

מרוקנים את הים

תשלובת סנסורים חכמה (תס"ח) מול אויב נעלם - המערכה

באוקיינוס האטלנטי

ערן אורטל¹

יריב נחות ("אסימטרי") נלחם בגישה של מניעת שטח מהכוח שמקיים "עליונות". רעיון זה נועד לממש אסטרטגיה של התשת העורף של הצד בעל העליונות, תוך שימור הכוח באמצעות טקטיקה של היעלמות והיטמעות בשטח. מאמר זה אינו עוסק בלחימה בלבנון וברצועת עזה, אלא במערכה באוקיינוס האטלנטי במלחמת העולם השנייה. במערכה זו התמודדו בעלות הברית עם איום הצוללות הגרמני על נתיבי השיט. תחילת המערכה התאפיינה בכישלון מהדהד בהפקת לקחי המלחמה הקודמת ובמשבר אסטרטגי שנבע מכך. בהמשך פותח בהדרגה מענה מסוג חדש - כוח שעוצמתו העיקרית אינה בגודל הספינה ותותחיה, אלא בהיקף הפריסה (הרבה ספינות קטנות וזולות יחסית), ובעיקר בשילוב בין סנסורים (חיישנים), סיור אווירי, עיבוד מידע וכלי נשק מתואמים.

Find Fix Kill - מבוא

בין השנים 1940 ל-1945 ניטשה מערכה עיקשת, עצומה בהיקפה, בין בעלות הברית לגרמניה. תפיסת נמלי החוף האטלנטי של צרפת ונורבגיה הביאה להאצת ניסיונותיה של גרמניה להטיל מצור ימי על האי הבריטי (ובהמשך גם על ברית המועצות) באמצעות מתקפת צוללות על נתיבי האספקה באוקיינוס האטלנטי. מלחמת העולם השנייה הייתה, למעשה, תחרות התשתית בין המשאבים האסטרטגיים שיכלה בריטניה (וכאמור, גם ברית המועצות) לגייס מהאימפריה שלה ומארצות הברית ובין האימפריה היבשתית הגרמנית, שהסתמכה בעיקר על כיבוש אירופה. מכאן שמערכה על השיט לבריטניה הייתה ליבה של המלחמה.

¹ תת-אלוף ערן אורטל הוא מפקד מרכז דדו. המחבר מבקש להודות לצוות המחקר - סרן אור גליק וסרן נבו ברנד.

כוח העמידה הבריטי והסיכוי לחזור ליבשת האירופית נשענו לחלוטין על התעבורה הימית באוקיינוס האטלנטי. מנקודת מבט זו, שתי מערכות אסטרטגיות עמדו להכריע את המלחמה: הראשונה, התחרות בין כושר הייצור של מדינות הצייר לעומת זה של בעלות הברית; השנייה, היכולת להביא את הצבאות המתועשים אל זירות המלחמה. במאמר זה נתמקד במערכה השנייה - היכולת של בעלות הברית לשנע אמצעי לוחמה וחומרי גלם לטובת מאמץ המלחמה בנתיב הספנות החשוב ביותר - האוקיינוס האטלנטי.² מטרתנו היא לעמוד על מהות המהפכה בענייני לוחמה נגד צוללות (נצ"ל) שהתרחשה בשנות מלחמת העולם השנייה.

כוח נחות ביחס ליריביו (הצי הגרמני מול הבריטי) ניסה במלחמה זו את כוחו בלוחמת התשה, שהגיונה העיקרי הוא טקטיקה של היעלמות המבוססת על פלטפורמות לחימה נמוכות חתימה המסוגלות להיטמע בשטח הימי. ייתכן שיש בניסיון זה עניין אקטואלי לבניין הכוח נגד כוחות נמוכי חתימה העומדים מולנו היום. כדי לעמוד על קווי הדמיון ולנסות ללמוד מהאנלוגיה ההיסטורית, יחולק המאמר לארבעה פרקים קצרים: פרק א' - מתחילים מחדש - יעסוק בהיעדר הלמידה בין שתי מלחמות העולם; פרק ב' יסקור בתמצית את המערכה באוקיינוס האטלנטי; פרק ג' - מהפכת הנצ"ל של בעלות הברית - יעמוד על המאפיינים המהפכניים של כוח הלחימה נגד צוללות שהתהווה תוך כדי הלחימה; פרק ד' - מה אפשר ללמוד? - עוסק במיצוי המקרה ההיסטורי לטובת למידה בת ימינו. לבסוף יבוא סיכום קצר של המאמר.

פרק א': מתחילים מחדש

"Neptune was god, Mahan his prophet, and the Navy the only true church".

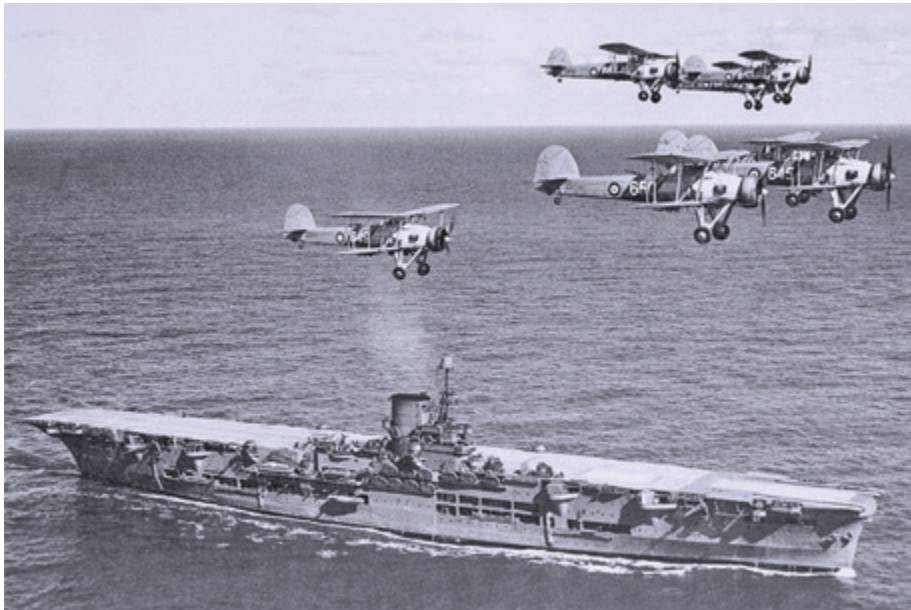
הנרי סטימסון, מזכיר המלחמה האמריקאי, 1945-1940³

מלחמת העולם השנייה לא הייתה הפעם הראשונה שבה נתקלה בריטניה בלוחמת צוללות גרמנית. נחיתותו של הצי הגרמני בתחום ספינות השטח הביאה אותו להפעיל צורת לחימה מהפכנית זו עוד במלחמת העולם הראשונה, כבר משנת 1915. למעשה, מלחמת הצוללות ב"מלחמה הגדולה" הייתה אירוע דרמטי שאיים באופן ממשי על השיט לבריטניה. חלק חשוב מהחוכמה המבצעית שרכש הצי הבריטי במלחמת העולם השנייה כבר נרכש

² אבטחת שיט נגד צוללות ותקיפות אוויריות אפיינו גם את הים התיכון, את שיירות האספקה לברית המועצות וגזרות לחימה נוספות.

³ אמירה המיוחסת למי שהיה מזכיר המלחמה (Secretary of War) האמריקאי בשנים 1945-1940, הנרי סטימסון. האמירה מתארת את הלך הרוח התפיסתי של הצי האמריקאי, בהשראת ההוגה הצבאי ימי אדמירל אלפרד מהאן, כמוטה לספינות שטח גדולות ולקרבת הכרעה ימי גדול: Williamson Murray and Alan R. Millet, *Military Innovation in the Interwar Period* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007), p. 254.

במלחמה הראשונה, אך נשכח, או ליתר דיוק הודחק.⁴ כשהסתיימה המלחמה ב־1918 כבר הונהגה שיטת השיירות,⁵ הובהרה חשיבותה ופותחו החיישנים התת־ימיים הראשונים - הידרופונים וסונאר (הידרופון אקטיבי).



נושאת המטוסים HMS Ark Royal נושאת מטוסים, הגם שפותחו בכל הציים, נחשבו ל"כוח מסייע" משני בחשיבותו. (UK Government, Naval History and Heritage Command)

יתר על כן, כבר במלחמת העולם הראשונה הפעילו הבריטים שיטות סיגינטיות (פיצוח הצופן הגרמני) ואיכון אלינטי של תשדורות הצוללות. מודיעין זה אפשר לא רק לצוד את הצוללות באמצעות ספינות חמושות, אלא גם, ואולי בעיקר, לעקוף את המארב המתוכנן ביים.⁶ פיתוח חשוב נוסף במהלך מלחמת העולם הראשונה היה רעיון התעופה הימית. הגם שפלטפורמות אוויריות ארוכות טווח שהמריאו מהחופים ומטוסים קלים שהמריאו מאוניות שהותאמו לכך במיוחד לא זקפו לזכותם הטבעות רבות של צוללות גרמניות, יעילותם הוכחה באיתור הצוללות ובתקיפת מטרות ימיות שונות.

מלחמת העולם הראשונה סיפקה, אם כן, שיעור מקיף באשר לצפוי במלחמה הבאה. למרות שיעור זה, המשיכו הציים הגדולים להתמקד בין שתי מלחמות העולם בתפיסה

⁴ הטענה הרווחת בספרות המחקרית היא שהשנים בין המלחמות היו "מבובזות" וכי לא נערכו תוכניות לליווי שיירות עד 1939, לא פותחו טקטיקות ותפיסות מבצעיות ללוחמה נגד צוללות ולא היה ניסיון משמעותי ללמוד את הטקטיקות של הצוללות של גרמניה (או של יפן ואיטליה). כהשלכה מכך, הבריטים הניחו שהצוללות יתקפו משחתות וספינות מלחמה ולא שיירות סוחר. ראו, למשל: George Franklin, *Britain's Anti-Submarine Capability 1919-1939* (Routledge, 2014), pp. 2-3, 186-188.

⁵ כלומר, הפלגת ספינות הסוחר כקבוצה, שקל יותר להגן עליה.

⁶ John J. Abbatiello, *Anti-Submarine Warfare in World War I: British Naval Aviation and the Defeat of the U-boats* (London: Routledge, 2011), p. 163.

המסורתית של עוצמה ימית - בניית ציי שטח עצומים. תפיסה זו, שהופרכה למעשה כבר במלחמה הקודמת, באה לידי ביטוי בבניית ספינות מערכה ענקיות וסיירות (Battle ships, Cruisers), כמו "ביסמרק" הגרמנית, "ימאטו" היפנית, "פרינס אוף וויילס" הבריטית ורבות אחרות. לעומת זאת, צוללות ונושאות מטוסים, הגם שפותחו בכל הציים, נחשבו בצי הבריטי, כמו גם בציים אחרים,⁷ ל"כוח מסייע" משני בחשיבותו.⁸

באביב 1940 כבשה גרמניה את נורבגיה וצרפת, על נמלי המוצא הנוחים שלהן אל האוקיינוס האטלנטי. כעת הייתה הדרך פתוחה לזרוע הצוללות של אדמירל קרל דניץ לנסות שוב את אסטרטגיית ההרעבה של בריטניה באמצעות מלחמת צוללות בלתי מוגבלת. בשנים שלאחר מכן נאלץ הצי הבריטי (וציי הדומיניונים השונים), ומאוחר יותר גם הצי האמריקאי, ללמוד מחדש את לקחי המלחמה הקודמת ולהמשיך לפתח את תורת המלחמה נגד צוללות. היה זה סוג מלחמה שלא נראה עד אז בתולדות הלחימה בים; מלחמה רב-ממדית (שטח, אוויר, תת-שטח) נגד אויב חמקן, שנעזרה בסוג חדש של טכנולוגיה אנושית - טכנולוגיה של חיישנים אלקטרוניים מסוגים שונים.

פרק ב': המערכה באוקיינוס האטלנטי

"דבר היחידי שהפחידי באמת אי פעם בימות המלחמה היה סכנת הצוללות... הקרב הזה הדאיגי יותר מן המערכה האווירית המפוארת שנקראת בשם 'הקרב על בריטניה'"
וינסטון צ'רצ'יל⁹

30,000 מלחים ואנשי השירות הימי של בעלות הברית אבדו במערכה בין שיירות בעלות הברית ובין כוח הצוללות של ה"קריגסמארינה" (הצי הגרמני) בין ספטמבר 1939 למאי 1945. סיכויי ההישרדות שלהם היו של 1:4 בקירוב. 2,603 ספינות סוחר ו-175 ספינות של הצי הבריטי טובעו,¹⁰ ובשיא המערכה איבדו בעלות הברית יותר מ-800,000 טון ספנות בחודש.¹¹ אובדן חומרי הגלם והציוד המלחמתי איים על יכולתן של ארצות הברית ובריטניה לתמוך במלחמתה של ברית המועצות ולצבור את הכוח הצבאי הדרוש להן לפלישה לאירופה הכבושה.

מהצד הגרמני השתתפו במערכה בסך הכל 1,156 צוללות, כ-400 מהן בנקודת השיא של המערכה. 784 מהן אבדו, בדרך כלל על צוותיהן.¹² הצוללות הגרמניות אוישו על ידי

⁷ קרל דניץ, **מלחמת הצוללות** (תל אביב: זמורה-ביתן מודן, 1979), עמ' 32-33.

⁸ Franklin, *Britain's Anti-Submarine Capability 1919-1939*, p. 108.

⁹ וינסטון צ'רצ'יל, **מלחמת העולם השנייה: שעתם הנאה** (הוצאת עם עובד, 1956), עמ' 477.

¹⁰ A. N. Other, "British and German Submarine Statistics of World War II", *Naval Historical Review* (Naval Historical Society of Australia, December 1972).

¹¹ John Terraine, 834,000 טון בחודש מארס 1942, מתוכם 534,000 טון בצפון האוקיינוס האטלנטי בלבד; *Business in Great Waters* (Barnsley: Pen & Sword Military, 2009), p. 768.

¹² A.N. Other and NHSA Webmaster, "British and German submarine statistics of World War II", *Naval Historical Review*, December 1972.

מתנדבים בלבד, שתפקידם היה מהמסוכנים במלחמה כולה. כ־41,000 אנשי צוות כאלה ירדו למצולות, כשני שלישי מהם באוקיינוס האטלנטי.¹³

הצי הגרמני היה שותף להערכה כי שליטה בים תלויה בספינות גדולות. למעשה, עד 1941 תלה היטלר תקוות בספינות ענק, כמו "ביסמרק", שיכניעו את נתיבי השיט לבריטניה באמצעות פשיטות של פורמציות כלי שטח גדולות ומרהיבות. בפועל, כלי השטח של הצי הגרמני לא היו יריב ראוי לצי הבריטי, ועד מהרה הוכיחה דווקא זרוע הצוללות של גרמניה, בין היתר בזכות בסיסיה החדשים בחוף צרפת, יכולת מרשימה יותר לפגיעה בשיט לבריטניה. בסתיו 1940 הטביעו הצוללות הגרמניות יותר מ־300,000 טון בחודש, ושיעור הטבעות עצום זה חזר על עצמו לקראת אביב 1941.

צוללות הדיזל-חשמל של מלחמת העולם השנייה היו בעצם ספינות שטח קטנות, בעלות צלילית נמוכה וחמקנית, חמושות בצינורות לשיגור טורפדו ובתותח קטן. ספינות אלו יכלו לצלול אל מתחת לפני המים לקראת מפגש עם אויב, אך רוב ההפלגה שלהן התבצעה מעל פני המים. משך השלייה מתחת לפני המים ומהירות התנועה הוגבלו לכוח החשמלי, שנטען במצברי כלי השיט בזמן שמנוע הדיזל נושם האוויר פעל. רוב הצוללות (דגם VII) הוגבלו למהירות של כ־17 קשר בהפלגה (מהירות הגבוהה מזו של אוניות סוחר, אך איטית מזו של רוב המשחתות), ועד שישה-שבעה קשר בצלילה.¹⁴

משבר הצי הגרמני בתחילת המלחמה היה הרגע של זרוע הצוללות של דניץ להציג את האסטרטגיה שלה למלחמה. לפי חישוביו של דניץ, כוח של 300 צוללות בלבד, מהן מאה בפטרול מבצעי בים, יספק כוח הרג גדול מספיק כדי להוריד את נפח הספנות של בריטניה אל מתחת לסף הסיבולת שלה.¹⁵ בפברואר 1941 קיבלה האסטרטגיה הזו מעמד של הוראת הפיהרר (מס' 23).¹⁶

פיקוד ושליטה

המערכה מהצד הגרמני התנהלה על ידי זרוע הצוללות של אדמירל דניץ, שקבע את בסיסו בצרפת הכבושה. גם חיל האוויר הגרמני ("לופטוואפה") השתתף בתקיפת ספינות בחופי אירופה בשלבי הלחימה הראשונים, ואפילו בהצלחה. 13.4 אחוזים מהאבדות לספנות של בעלות הברית נגרמו ממטוסים גרמניים במרחב הסמוך לחופי היבשת.¹⁷ עם זאת, טבע לוחמת הצוללות והעובדה שרובה התרחשה בלב ים, הרחק מהכיסוי האווירי של חיל האוויר הבריטי, גרם לכך שמבצעי דניץ הסתמכו על כוח הצוללות בלבד, ללא שיתוף פעולה עם זרועות אחרות.

¹³ G. Sheffield, "The Battle of the Atlantic: The U-boat Peril", *BBC History*, Updated March 30, 2011, http://www.bbc.co.uk/history/worldwars/wwtwo/battle_atlantic_01.shtml.

¹⁴ דגמים מאוחרים יותר הגיעו למהירויות משופרות, אך עדיין איטיות מספינות שטח.

¹⁵ A. Roberts, *The Storm of War: A New History of the Second World War* (Penguin UK, 2009).

¹⁶ ה'ר' טרבור-רופר, **הוראות המלחמה של היטלר** (משרד הביטחון-ההוצאה לאור, 1992), עמ' 93-94.

¹⁷ Max Hastings, *All Hell Let Loose: The World at War 1939-45* (London: Harper Press, 2011), p. 308.

בצד הבריטי, הצי (ומפקדתו - "האדמירלות") היה הגורם האחראי על אבטחת השיט לבריטניה. הוא עשה זאת באמצעות מספר פיקודים מרחביים, שהחשוב ביותר לענייננו היה "פיקוד הגישות המערביות" (Western Approaches) בפיקודו של אדמירל מקס הורטון, שישב בליברפול וריכז גם את הלחימה של הצי הקנדי.¹⁸ גוף חשוב נוסף היה "פיקוד החופים" - כוח אווירי שהיה שייך לחיל האוויר המלכותי (ומאוחר יותר הוכפף אופרטיבית לצי לצורך שיפור שיתוף הפעולה) - שהגיונו המקורי היה לחימה בכוח פלישה ימי גרמני כשיבוא. הפיקוד, שכונה גם "סינדרלה" של חיל האוויר המלכותי, סבל מקושי לקבל די מטוסים ארוכי טווח למשימותיו ברחבי האוקיינוס האטלנטי.¹⁹

לאחר כניסתה של ארצות הברית למלחמה ולאחר שהצי האמריקאי עמד על דעתו (אחרי תקופת למידה ממושכת וידועה לשמצה בהיסטוריה הצבאית), הוקם הצי העשירי, ככוח אמריקאי ייעודי לליווי שיירות וללחימה בצוללות באוקיינוס האטלנטי.²⁰



קורבטה לליווי מדגם Bathurst, השוקלת אלף טון. הצטיידות מהירה בספינות ליווי, גם אם קטנות, איטיות וחמושות פחות מהרצוי, הפכה לכו השעה.

(Australian War Memorial, www.awm.gov.au)

למרות ששיטת ליווי השיירות הוכיחה את עצמה כיעילה להגנת ספינות סוחר כבר במלחמת העולם הראשונה, בחרה האדמירלות, כמיטב המסורת של הצי הבריטי, לרכז מאמץ התקפי.²¹ הכישלון

בציד התקפי של צוללות באוקיינוס הפתוח אילץ את הצי לארגן מחדש את שיטת השיירות וליווין. חוסר עצום בספינות ליווי הפך לגורם עיקרי שהגביל אסטרטגיה זאת. הצטיידות מהירה בספינות ליווי, גם אם קטנות, איטיות וחמושות פחות מהרצוי, הפכה לכו השעה. כך יצא הצי הבריטי לרכש חירום של משחתות אמריקאיות מיושנות והחל בבניית ספינות מסוגים שלא היו מקובלים עד אז בצי, כמו קורבטות (ספינות קטנות ואיטיות בנפח של כ-900 טון בלבד) - גרסה צבאית של ספינת ציד לווייתנים, שסגולתה העיקרית הייתה היכולת של מספנות אזרחיות קטנות לייצר אותה.²²

¹⁸ P. Edward Strong, *Wargaming the Atlantic War: Captain Gilbert Roberts and the Wrens of the Western Approaches Tactical Unit* (MORS Wargaming, 2018), p. 4; Lindy Beige, *The Wargamers who Won a Real War*, Video, July 22, 2018, <https://www.youtube.com/watch?v=fVet82IUAqQ>.

¹⁹ Andrew Hendrie, *Cinderella Service - RAF Coastal Command 1939-1945* (Pen & Sword Aviation, 2006).

²⁰ John R. Benedict, "The Unraveling and Revitalization of U.S. Navy Anti-Submarine Warfare", *Naval War College Review* 58, No. 2 (Naval War College Press, 2005), p. 96, <https://digitalcommons.usnwc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2206&context=nwc-review>.

²¹ R. F. Bennett, *Behind the Battle: Intelligence in the War with Germany, 1939-45* (Sinclair-Stevenson, 1994).

²² Martin T. Gilbert, *Who Won the Battle of the Atlantic?* (UK: Athena Press, 2007), p. 16.



האונייה HMS Hood, השוקלת 47,000 טון: סיירת הקרב האחרונה שנבנתה על ידי הצבא הבריטי, אשר העדיף ספינות קטנות ומהירות יותר.
(Photographer: Allan C. Green, Restoration: Adam Cuerden, State Library of Victoria)

שיירות נגד "חבורות זאבים"

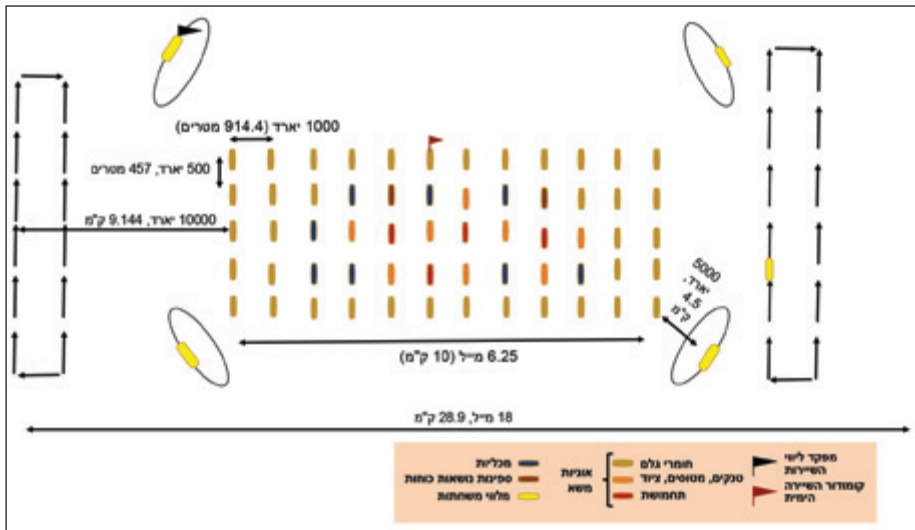
ריכוז השיט על ידי הבריטים בשיירות המלוות בספינות חמושות הגביל מאוד את ההישג האפשרי של צוללות בודדות. בתגובה לכך אימצו הגרמנים את טקטיקת "חבורות הזאבים"²³ - מסך של צוללות שנפרס לרוחב האוקיינוס. כשאחת מאותן צוללות זיהתה שיירה ודיווחה עליה, התבצע תיאום באמצעות שידור רדיו מוצפן בתדר גבוה דרך מפקדתו של דניץ, ובעקבות זאת רוכז כוח גדול של צוללות בנתיב ההפלגה והחל במתקפה מתואמת. באוקטובר 1940, למשל, התנהל קרב כזה בין כוח בן שמונה צוללות גרמניות ובין שלוש שיירות בריטיות שונות (Hx-79A ו-sc7, HX-79). כוחות ליווי חלשים יחסית ומצוינות טקטית גרמנית הביאו לקרב שנמשך שלושה ימים ארוכים, ותוצאתו הסופית הייתה 38 ספינות סוחר טבועות.²⁴

כוחות הליווי בשלב זה של המערכה היו מעטים ונעזרו בסונאר בלבד (שכונה Asdic). הכיסוי האווירי ברחבי האוקיינוס היה מועט ונדיר, ומפקדי הצוללות הגרמניות היו בשיא כושרם. הצוללות הפעילו טקטיקה נועזת של הסתננות לתוך תחומי השיירה בהפלגה על פני השטח בחסות הלילה, תוך הימנעות מגילוי על ידי הסונאר. ריבוי צלליות הספינות בתחומי השיירה אפשר לצוללות להטביע ספינות מלב הכוח הבריטי.

²³ אדמירל דניץ מתאר בפירוט את פיתוח טקטיקת "חבורות הזאבים" לקראת המלחמה, כתגובה לאפקטיביות הרבה של שיטת השיירות בנטרול האפקטיביות של פעולת הצוללות הבודדות: דניץ, *מלחמת הצוללות*, עמ' 23-18.

²⁴ Terraine, *Business in Great Waters*, pp. 265-268.

מזווית ההסתכלות של אדמירל דניץ ואנשיו, המערכה אופיינה בשתי תקופות שיא, שקיבלו בדיעבד את הכינויים "התקופה המאושרת הראשונה" (יוני 1940 - דצמבר 1941) ו"התקופה המאושרת השנייה" (מבצע "הלמות תופים" בחופי ארצות הברית בחודשים הראשונים של שנת 1942). שתי "התקופות המאושרות" אופיינו בכך שצוללת יכלה לתקוף ולהשמיד ספינות רבות בכל פטרול שלה באוקיינוס. ההסבר המרכזי ל"אוסרם" של צוותי הצוללות היה חוסר המוכנות של בעלות הברית להתמודדות. למעשה, חלק גדול מהספינות שהוטבעו ב"תקופה המאושרת השנייה" הותקף בעת שהפליג בסמוך לחופים המוארים של ארצות הברית, ללא שיירה או ליווי, וזאת בניגוד משווע לחוכמה המבצעית הימית שהייתה מקובלת באותה תקופה.²⁵ קצב הטבעת הספינות השתווה בשיאו, בנובמבר 1942, לקצב הייצור של ספינות חדשות במספנות בארצות הברית, בקנדה ובבריטניה גם יחד²⁶ - מעל 800,000 טון (יותר ממאתיים ספינות) בחודש.²⁷



מבנה טיפוסי של שיירה באוקיינוס האטלנטי עם כוח ליווי. הכישלון בציד התקפי של צוללות באוקיינוס הפתוח אילץ את הצי הבריטי לארגן מחדש את שיטת השיירות וליווי.²⁸

רגע ההכרעה במערכה הגיע בחודשים אפריל-מאי 1943. הייתה זו נקודת השיא של כוח הצוללות הגרמני, אשר כלל אז יותר מ-120 כלים בים וכ-400 כלים בסך הכל. היה זה גם כמעט רגע השיא באבדות של ספינות בעלות הברית.²⁹

²⁵ Clark and Stillion, *What it Takes to Win*, p. 13.

²⁶ Charles M. Sternhell and Alan M. Thorndike, "Antisubmarine Warfare in World War II", *OEG Report 51* (Washington D.C.: Navy Department, 1946), Chap. 8, p. 83.

²⁷ Terraine, *Business in Great Waters*, p. 768.

²⁸ מבוסס על תרשים ממוזיאון המדע והתעשייה, שיקגו.

²⁹ שיא הטבעות גבוה יותר היה אמנם בתחילת 1942, אך הוא היה תוצאה של מחדל אמריקאי באי-הגנת השיט בחופי ארצות הברית. ב-1943 היו נתוני האבדות פועל יוצא של כישלון חרוץ בהגנת השיירות.

הכוח האווירי והפער האוקיינוס האטלנטי

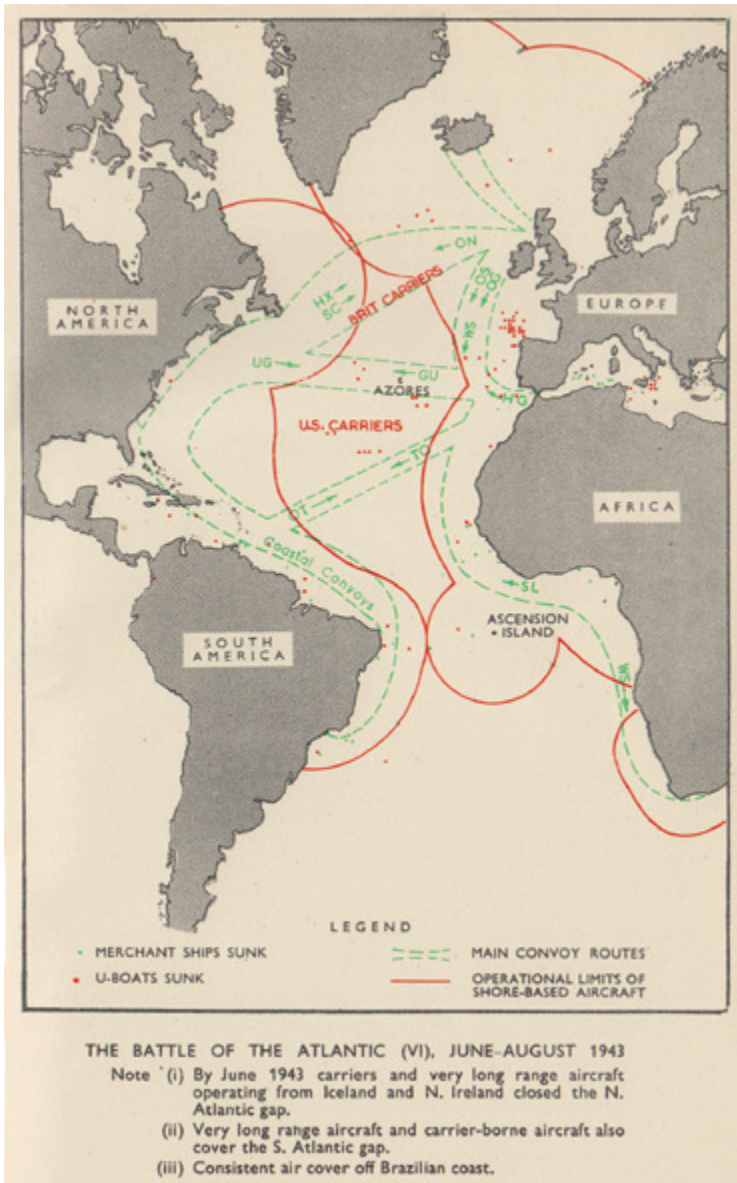
המטוסים הוכיחו את עצמם כאויב הגדול של הצוללות, וזאת בשל יכולת הסיור שלהם. הצוללות צללו רק נוכח פני אויב, בעוד שכאמור, הפלגתן נעשתה מעל המים. כך ניתן היה, תיאורטית, לזהות את הצוללות על ידי תצפית מאווייה או ממטוס, אלא שהתצפיתנים באוניות התקשו לממש יתרון זה, שכן הצוללות צללו לקראת מגע. מטוסי הסיור, לעומת זאת, טסו בגובה רב, יכלו לכסות שטח גדול, לאתר את שובל ההפלגה הלבן של הצוללות ולהתקרב אליהן עוד בטרם זוהו על ידי תצפיתני הצוללת. מלבד היכולת לתקוף מיד, איתור מוטס של צוללת היה בעל שתי משמעותות נוספות: האחת, אילוצה של הצוללת לצלול, ובכך נטרול ניידותה לפרק זמן משמעותי; השנייה, דיווח על מיקום הצוללת לחדר המלחמה של הצי. שם התגבשה תמונת מצב מלאה שאפשרה לנווט את השיירות בנתיבים עוקפים לאיומי הצוללות שזוהו.

היכולת הקריטית של סיור אווירי נסמכה, עד לשלב מאוחר במלחמה, על מטוסים של פיקוד החופים הבריטי.³⁰ פיקוד זה, שהיה, כאמור, חלק מחיל האוויר, התמקד בהגנת האי הבריטי מפני פלישה יותר מאשר בהגנת נתיבי השיט הארוכים. בתחילת המלחמה מנה הפיקוד פחות מ-300 מטוסים, שרק מעטים מהם היו מטוסי סיור לטווחים רלוונטיים.³¹ ארגון מחדש של פיקוד החופים הבריטי סביב משימת ליווי השיירות בשנים 1941-1940 אילץ את הצוללות הגרמניות להעתיק את עיקר פעולתן רחוק יותר - לחלק המערבי של האוקיינוס. לב האוקיינוס האטלנטי היה אזור שאליו התקשו להגיע מטוסים מבסיסים בבריטניה, גרינלנד, איסלנד, ניופאונדלנד ומאוחר יותר גם מארצות הברית, ונדוע בשם "הפער האווירי" או "הפער האטלנטי" (Mid-Atlantic gap). ככל שנמשכה המלחמה צמצמו בעלות הברית את הפער באמצעות שיפור הכיסוי האווירי שהעניקו לאזור על ידי ייצור מטוסים רבים יותר ובעלי טווחים ארוכים יותר, שימוש ב"נושאות מלוות" (Escort Carriers)³² ופיתוח ציוד טוב יותר למטוסים עצמם. כל אלה צמצמו דרמטית את חופש הפעולה של הצוללות: הרחקת מרחב הלחימה אל לב האוקיינוס אילצה את צי הצוללות הגרמני למשכי הפלגה ארוכים יותר ולהקצאת צוללות ייעודיות לצורך מתן אספקה לוגיסטית לצוללות אחרות, ולכן צמצמה את משך הלחימה האפקטיבי של כל צוללת והגדילה את פגיעותה.

³⁰ זאת, בשל היעדרן של נושאות מטוסים ייעודיות לליווי ספנות ובשל הטבעתן של נושאות המטוסים הגדולות של הצי הבריטי (גם כן על ידי צוללות) סמוך לתחילת המלחמה: דניץ, **מלחמת הצוללות**, עמ' 51.

³¹ Naval Staff History, *The Defeat of the Enemy Attack upon Shipping 1939-1945, A Study in Policy and Operations*, Vol. IA, (London UK: Admiralty Historical Section, 1957), p. 22.

³² "נושאות מלוות" - כינוי לקבוצת דגמים מגוונת למדי של נושאות מטוסים קטנות יחסית, שיעודן העיקרי היה ליווי שיירות סוחר והגנה עליהן מפני איום הצוללות ואיום מטוסי האויב.



מפה מתוך מחקר משנת 1953 של חיל האוויר הבריטי. המפה מתארת את אזורי הפעילות של "הנושאות המלוות" האמריקאיות והבריטיות ואת פעילותן המשותפת לסגירת "הפער האטלנטי". בהערות מתחת למפה נכתב: "עד יוני 1943, 'נושאות מלוות' ומטוסים בעלי טווח ארוך מאוד (VLR), שפעלו מבסיסים באיסלנד ובצפון אירלנד, סגרו את חלקו הצפוני של 'הפער האטלנטי' ... וכיסו את חלקו הדרומי".³³

³³ מחקר חיל האוויר המלכותי, 1945-1939, <https://www.ibiblio.org/hyperwar/UN/UK/UK-RAF-III/img/RAF-3-02-1.jpg>

האמצעים המוטסים של פיקוד החופים הבריטי, מיומנותו והתיאום עם השיירות עצמן הגדילו מאוד את האפקטיביות של הכוח האווירי במהלך המלחמה. עם זאת, גם כשהאפקטיביות של הסיור האווירי הוכחה למעלה מכל ספק, פיקוד החופים התקשה מאוד לצבור סד"כ מטוסים משמעותי, ובמיוחד מטוסים ארוכי טווח (Very Long Range - VLR), שהיו קריטיים לכיסוי "הפער האווירי". הסיבה לכך הייתה סירובו של חיל האוויר המלכותי להעביר מטוסים מסוג זה בהיקף שיענה על הציפיות, בשל תפיסתו אותם כדרושים למערכת ההפצצות האסטרטגיות על ערי גרמניה. כך, גם בשיא המערכה (או בנקודת השפל שלה) במאי 1943, עמדו לרשות פיקוד החופים רק 49 מטוסים ארוכי טווח.³⁴

המערכה המודיעינית

מלבד תצפיות של מטוסי סיור ושל אוניות ברחבי האוקיינוס, עמדו לרשות הבריטים שני מקורות מודיעין מרכזיים. המקור הראשון היה יכולת האיכון האלינטית, שכונתה HF/DF (High Frequency Direction Finding). מאחר ולוחמת הצוללות הייתה תלויה בניהול מבצעים ריכוזי באמצעות רדיו, הקימו הבריטים סדרה של תחנות חוף ברחבי העולם, שתפקידן היה לאכן את התשדורות ולאתר את מיקום הצוללות הגרמניות באמצעות טריאנגולציה.³⁵ איכון הצוללות אמנם לא היה מדויק דיו כדי לאפשר ציד אפקטיבי, אך אפשר, כבר מאמצע שנת 1940, את הולכת השיירות בנתיבים עוקפים. טקטיקת "חבורות הזאבים" התמודדה עם תופעה זו באמצעות פריסת הצוללות כמסך בים וריכוזן, לאחר זיהוי השיירות, באופן שלא אפשר להן לחמוק. אליה וקוץ בה; שיטת "חבורות הזאבים" הגדילה מאוד את התלות של הצוללות בתעבורת רדיו.³⁶



אדמירל קרל דניץ, מפקד צי הצוללות הגרמני במלחמת העולם השנייה. המכה שספגו כוחותיו מיכולות הנצ"ל שפיתחו בעלות הברית אילצה אותו לסגת מן האוקיינוס האטלנטי באופן זמני. (Imperial War Museum)

³⁴ Naval Staff History, *The Defeat of the Enemy Attack upon Shipping 1939-1945, A Study in Policy and Operations*, pp. 22-25.

³⁵ R. W. Burns, "Impact of Technology on the Defeat of the U-boat, September 1939 - May 1943", *IEE Proceedings - Science, Measurement and Technology* 141, Vol. 5 (IEE Press, 1994), p. 347.

³⁶ D. Syrett, *The Defeat of the German U-boats: The Battle of the Atlantic* (Columbia, S.C.: University of South Carolina Press, 1994), pp. 11-12.

המקור המודיעיני השני, והידוע יותר, היה פיצוח הצופן הגרמני "אניגמה". פיצוח זה אפשר את פיענוח תוכן התשדורות שהעבירו הצוללות לחדר הפיקוד הגרמני, לרבות את מיקומן המדויק. עם זאת, הפיצוח הראשוני היה רק לקראת סוף 1941, וגם אז לא תמיד ניתן היה לפענח את תוכן התשדורות בתוך פרק זמן רלוונטי. בקיץ 1942 שוב שודרג צופן "אניגמה", והחושך המודיעיני נמשך עד שנת 1943. בניגוד לדימוי הרווח, גם הגרמנים ניהלו מערכה מודיעינית משוכללת, פיצחו את הצופן הבריטי וידעו לצפות את עיתוי השיירות ונתיביהן.

"תמיד הכי חשוך לפני עלות השחר"

כאמור, באפריל-מאי 1943 הגיעו הצוללות הגרמניות באוקיינוס האטלנטי לשיא כוחן, ושיעור האבדות לבעלות הברית קפץ בתלילות (ליותר מחצי מיליון טון ספנות שהוטבעו). אולם רגע זה של הקרב היווה גם את נקודת הסיום של תקופת הזוהר ל"חבורות הזאבים" בנתיבי ההפלגה העיקריים. קרב השיירה ONS-5 (29 באפריל - 6 במאי) תועד בספרות ענפה³⁷ ומשקף את נקודת ההיפוך הזו אולי יותר מכל אירוע אחר במלחמה: כוח של 43 צוללות רוכז נגד השיירה, אך הצליח להטביע 12 ספינות בלבד, ובמחיר של שש צוללות טבועות ועוד שבע שניזקו קשה. בהמשך החודש הוטבעו עוד 41 צוללות גרמניות על ידי כוחות ליווי בריטיים ואמריקאיים. תוך פחות מחודש הוטבעו ה"אסים" - טובי המפקדים בכוח הצוללות הגרמני וכמעט כל הצוותים הוותיקים, ובסך הכל כמעט מחצית מהכוח המבצעי הגרמני בים. בשל המכה הקשה שהונחתה על כוחותיו, נאלץ אדמירל דניץ להסיג את כוחותיו מן האוקיינוס באופן זמני.³⁸

השוני הדרמטי בין תוצאות קרב השיירה באוקטובר 1940 ובין קרבות השיירה של מאי 1943 התאפשר בזכות ההתפתחות המהפכנית של הלוחמה נגד צוללות. התפתחות זו הייתה פועל יוצא של שילוב בין טכנולוגיות חישה מתקדמות, תורת לחימה חדשה וארגון מחודש של מערכת הלחימה בצוללות ברמה הטקטית והאסטרטגית.

פרק ג': תשלוכת סנסורים חכמה - מהפכת הנצ"ל של בעלות הברית, 1940-1945

מאמר זה אינו מתיימר להיות מחקר היסטורי פורץ דרך בסוגיית המערכה באוקיינוס האטלנטי. גם אין זו הבמה לתאר את כל הפרשיות המרתקות שאפיינו את המערכה משני צידי המתרס. היקף הספרות ההיסטורית בנושא זה הוא עצום וכולל תיאור של מעללי ריגול, ריגול אלקטרוני, פיצוח צפנים (ה"אניגמה" המפורסמת), תחרות טכנולוגית בין הבריטים לגרמנים בתחומי המכ"ם, האקוסטיקה, הטורפדו וכדומה. מה שמאמר זה מבקש הוא לראות במהפכה בתחום הנצ"ל שעברו הציים מקור השראה רלוונטי לצה"ל

³⁷ Ronald Seth, *The Fiercest Battle - The Story of North-Atlantic Convoy ONS-5* (London: Norton, 1962).

³⁸ Tom Linclau, "ONS-5", *uboat.net*, September 5, 2017, <https://uboat.net/ops/convoys/convoys.php?convoy=ONS-5>.

של היום. זאת, מאחר והמערכה באוקיינוס האטלנטי הוכרעה לדעתנו על ידי תשלוּבת מודרנית של סנסורים, כלי נשק מתואמים עימם ועיבוד מידע מתקדם. המערכה המודיעינית לבדה לא הייתה יכולה להיות מתורגמת להצלחה מבצעית ממשית במלחמה נגד הצוללות. נדרשה לבריטים תשלוּבת משוכללת של חיישנים בשדה הקרב עצמו. תרגום התשלוּבת הזו להצלחות מערכתיות וטקטיות התאפשר בזכות יכולות הריכוז ועיבוד המידע של הבריטים, הן בחדר המלחמה המרכזי ("ב"פיקוד הגישות המערביות") והן בשטח - על ידי מפקדי כוחות הליווי. מערכת הפיקוד והשליטה הזו נתמכה ביכולות תקשורת (רדיו גבוה תדר) ובמנגנוני למידה מהירים, שיכלו לתרגם אנומליות מבצעיות לתובנות טקטיות בזמן אמת. לבסוף, את התותחים הגדולים והמרשימים של ספינות המלחמה הבריטיות החליפה סדרה של מנגנונים פשוטים להטלת פצצות ומטעני עומק מאוניות וממטוסים, שסגולתם העיקרית הייתה היכולת להפעילם בתיאום עם חיישני הנצ"ל שעל סיפון המטוס או הספינה. נחיתותן הטקטית של הצוללות הגרמניות, שזוהו ("Find") על ידי ספינת הליווי או המטוס, אילצה אותן לצלול מיד. הצלילה ריתקה ועיוורה את הצוללת ("Fix"), מה שאִפשר בהמשך את רכישתה כמטרה ואת השמדתה ("Kill").

תשלוּבת הסנסורים

סגולתן הטקטית העיקרית של הצוללות הגרמניות הייתה יכולתן להכתיב את היוזמה בקרב. יכולת זו לא נבעה מכוח אש מרשים במיוחד: צוללת מדגם 7 (VII)³⁹ נשאה בסך הכל כ-22 טורפדו, תותח סיפון קל אחד ותותח נ"מ.⁴⁰ נדרשו לה דקות ארוכות לטעון מחדש את ארבעת צינורות השיגור הקדמיים, ועל פני השטח היא הייתה, ללא ספק, כלי השיט החמוש החלש ביותר בים. כמו צלף בקרב היבשה, כוחה של הצוללת היה ביכולתה להישאר נסתרת עד לרגע הצליפה ולנתק מגע מוקדם מספיק לאחר חשיפתה. המפתח להבסתה היה נעוץ, אם כן, ביכולת ליטול ממנה את מה שהגדיר את יתרונה - יתרון ההיעלמות. ארבעה תחומי חישה מרכזיים הגדירו את תחרות המידע באוקיינוס: התצפית, האקוסטיקה, איכון הרדיו והמכ"ם. גלאים מגנטיים לאיתור עצמים מתכתיים גדולים מתחת לפני המים פותחו והופעלו ממטוסים, אך מספרם היה מוגבל. ארבעת תחומי החישה העיקריים מוצו באמצעות שתי שיטות משלימות: הראשונה הייתה חישה צמודת כוח או חישה בקווי הראייה (Line of Sight - LOS). בשנת 1939 עמדו לשירות הצי הבריטי 180 ספינות, רובן משחתות, מצוידות בחיישן אקוסטי אקטיבי (סונאר ASDIC). ב-1945 כבר עמדו לרשותו מאות רבות של ספינות ליווי, נחותות בהרבה במהירות ובתותחים, אך עשירות במגוון אמצעי חישה - סונאר, מכ"ם, וחיישני אלינט. השיטה השנייה למיצוי תחומי החישה הייתה חישה במעגלים רחוקים ורחבים סביב

³⁹ צוללת זו הייתה עיקר כוח העבודה של זרוע הצוללות הגרמנית.

⁴⁰ Norman Krahe, "Type VII U-Boat", *WW2 Weapons*, February 6, 2018, <https://ww2-weapons.com/u-boat-type-7/>.

הכוח, שלא בקווי ראייה (N-LOS). ראשיתה של מעטפת החישה הרחבה הייתה בתצפית אווירית פשוטה על גבי מטוסים ארוכי טווח מבסיסים יבשתיים, ואחריתה בעשרות רבות של נושאות מטוסים ייעודיות ("נושאות מלוות"), ששולבו בכוח הליווי של השיירות ובכוחות ציד ייעודיים. אלה יצרו מעטפת "אחיזת שטח" נרחבת בים, אשר הקשתה מאוד על "קרב ההתקרבות" של הצוללות אל השיירות.

חיישנים מושטים

הסונאר ASDIC היה חיישן איתור הצוללות הטקטי היחידי של הצי הבריטי בשנת 1939. למרות מגבלותיו הקשות (עקבת גילוי מקומית קצרת טווח, קושי בחדירת שכבות תרמיות בים, הגבלות הפלגה שונות ועוד), הוא נתפס על ידי הצי לפני המלחמה כ"קלף מנצח".⁴¹ מעבר למגבלות החיישן עצמו, שהתגלו כמהותיות, הקושי העיקרי בתחילת המלחמה היה שסד"כ הספינות המלוות שהיו מצוידות בסונאר היה מוגבל למדי - כאמור, 180 בלבד.⁴² רק כשנתיים מפרוץ המלחמה החל שימוש טקטי בטכנולוגיית האיכון - הצבת אמצעי HF/DF על גבי ספינות.⁴³ לאחר מספר ניסיונות פותחה מערכת איכון (FH4) שאפשרה למפעיל, באמצעות אינדיקטור ויזואלי המבוסס על שפופרת אלקטרונית, להצביע על כיוון מדויק למדי של צוללת שפלטת תשדורת רדיו קצרצרה עד לטווח של עשרים מייל. טקטיקת "חבורות הזאבים" חייבה את הצוללות לתקשר ביניהן גם במסגרת הטקטית של החבורה. עובדה זו אפשרה הזדמנויות איכון רבות, ולמפקד השיירה הבריטית נותר רק לשלוח ספינת ליווי למרחק של מיילים ספורים מחוץ לשיירה לכיוון שזוהה ולאתר באמצעות סונאר את הצוללת הגרמנית ששידרה. בפעולה זו היה, לכל הפחות, איום מספיק כדי להכריח את הצוללת לצלול.

בתחילת שנת 1942 הייתה במרבית השיירות ספינה אשר צוידה ביכולות "האפ-דאפ" כאלו, ובסוף 1943 הוצבה בכל שיירה ספינת ליווי אחת כזו לפחות.⁴⁴ מה שהפך את האיכון לכל כך אפקטיבי הייתה העובדה שהגרמנים המשיכו להאמין עד סוף המלחמה ששיטת תשדורת הרדיו שלהם חסינה מאיכון טקטי. לתפיסתם, איכון כזה צריך היה להתבסס על טריאנגולציה שחייבה את הספינה המאכנת לשנות מיקום תוך כדי קליטת השידור. זרוע הצוללות ביקשה להקדים תרופה למכה ופיתחה שיטת שידור בה המסר הוקלט לפני ששודר בפרץ רדיו קצרצר של מספר שניות. הגרמנים לא שיערו שאיכון מדויק של כיוון התשדורת בלבד, לטווח מוגבל, יספיק לבריטים. בשיירות שנהנו מכמה חיישני איכון, מפקד השיירה יכול היה לבצע טריאנגולציה בכוחות עצמו ולהשיג בדרך זו מיקום מדויק של הצוללת הגרמנית.⁴⁵

⁴¹ Terraine, *Business in Great Waters*, pp. 245, 264.

⁴² Naval Staff History, *The Defeat of the Enemy Attack upon Shipping 1939-1945, A Study in Policy and Operations*, p. 18.

⁴³ כונו על ידי צוותי הספינות גם "האפ-דאפ".

⁴⁴ Burns, "Impact of Technology on the Defeat of the U-boat, September 1939 - May 1943", p. 347.

⁴⁵ Syrett, *The Defeat of the German U-boats*, pp. 11-12.

חידוש נוסף בתחום הסנסורים היה הצבת מכ"מים, בתחילה מכ"מים מבוססי גל מטר (L-Band) ובהמשך גם מכ"מים מבוססי גל סנטימטרי (S\X Band). בתנאים אידיאליים, המכ"ם הסנטימטרי המושט יכול היה לאתר צוללות על פני השטח בטווח מרבי של 3.1 עד 4.3 ק"מ, ופחות מכך בתנאים קשים.⁴⁶ אדמירל דניץ מספר בזיכרונותיו על שלוש צוללות שטובעו בפברואר 1942, שהוא יודע בדיעבד שהן טבעו בגלל הופעת המכ"ם קצר הגלים.⁴⁷ ואכן, המכ"ם שיפר את יכולות האיתור של צוללות על פני הים ביום ובלילה, ובכך הקשה על היכולת של "חבורות הזאבים" להתרכז במהירות על פני הים למתקפה בחסות החשיכה, שכן הכינוס בצלילה היה איטי מאוד. כשהים היה שקט, המכ"ם הסנטימטרי אפשר אפילו זיהוי של פריסקופים על פני הים.⁴⁸ כאמור, כוח הצוללות הגיב להתפתחויות.⁴⁹ טקטיקה אחת מפורסמת שנועדה להתגבר על יכולת החישה התת־ימית והעל־ימית של כוח הליווי הבריטי הייתה הסתננות לילית לתוך השיירות. הסתננות כזו מנעה מהסונאר מטרה תת־ימית ומהמכ"ם ומהתצפיתנים באוניות את היכולת לזהות את הצוללות מעל המים באפלה של האוקיינוס, בין עשרות הצלליות של ספינות השיירה. ניתן אולי לדמות את הטקטיקה הזו ללחימה בשטחים סגורים בחסות אוכלוסייה אזרחית. אלא שטקטיקה זו, אחרי שזוהתה, אפשרה לספינות הליווי מרחב חיפוש קרוב יחסית ויחסי השמדה גבוהים.⁵⁰



זרקור מתואם מכ"ם על גבי מפציץ B-24 ("ליברטור") ארוך טווח של פיקוד החופים של חיל האוויר המלכותי, פברואר 1944. רק עם התקנתם של זרקורים מתואמים אלה הפך הסיור האווירי לקטלני באמת.
(Royal Air Force official photographer: Miller (F/O), Imperial War Museums)

Burns, "Impact of Technology on the Defeat of the U-boat, September 1939 - May 1943",⁴⁶ p. 346.

דניץ, *מלחמת הצוללות*, עמ' 154.⁴⁷

Gilbert, *Who Won the Battle of the Atlantic?* pp. 30-31.⁴⁸

אם כי במאוחר. כפי שמעיד דניץ בזיכרונותיו, הגרמנים התקשו להאמין כי קיים מתקן לגילוי צוללות על פני השטח (דניץ, *מלחמת הצוללות*, עמ' 166).⁴⁹

Strong, *Wargaming the Atlantic War: Captain Gilbert Roberts and the Wrens of the Western Approaches Tactical Unit*, pp. 8-10.⁵⁰

חיישנים מוטסים

כאמור, סיור אווירי הוכיח את יעילותו בגילוי צוללות, או לכל הפחות בדיכוי יכולת ההפלגה שלהן על פני השטח. עם זאת, יעילותו של סיור אווירי כזה בלילה, או במזג אוויר קשה, הייתה אפסית. בסוף 1941 הציבו הבריטים על המטוסים מכ"ם לזיהוי צוללות על פני השטח, אך המכ"ם איבד את יעילותו עם ההתקרבות למטרה. רק עם התקנתם של זרקורים מתואמים (Leigh Light) הפך הסיור האווירי לקטלני באמת: הזרקורים נדלקו רק עם ההתקרבות למטרה ונעלו ישירות על הצוללות. לצוללות המופתעות נותרו לא יותר מעשרות שניות לצלול מרגע זיהוי הזרקורים ועד להטלת החימוש עליהן. החשיכה הפכה לפתע ממחסה לאיום, ובהדרגה הפסיקו הצוללות לנצל את הלילה להפלגה עילית ולטעינת מצברים.⁵¹

גם חישה תת-ימית הופעלה על ידי מטוסים במעגלים רחוקים מהשיירות עצמן, לרוב על בסיס מידע כללי על מרחב היערכות של "חבורות זאבים". מטוסים הטילו הידרופונים פזירים ומערכות סונאר זעירות על גבי מצופים, ואלה שידרו את ממצאיהם חזרה למטוס במטרה לדייק את מיקומי האויב שצלל.⁵²

תשלובת הסנסורים המגוונת ופריסתה הרחבה סביב השיירה הבריטית הפכו כל פעילות מבצעית של צוללת גרמנית למסוכנת ביותר. התקרבות לשיירה עשויה הייתה לחשוף צוללת שקועה בזכות הסונאר. התקרבות על-ימית לשיירה, או תצפית מפריסקופ, משמעותן הייתה חשיפה אפשרית לא רק לתצפית ערנית, אלא גם לסריקה שיטתית של מכ"ם. תיאום בין צוללות, שהיה חיוני ליצירת מתקפה מתואמת, היה כרוך בשידור רדיו, שניתן היה לאיכון והניע סריקות נוספות באמצעות מכ"מים וסונאר.

העוצמה של תשלובת הסנסורים הבריטית הביאה באביב 1943 להטיית הכף לרעת כוח הצוללות הגרמני. פעילות הצוללות הפכה למסוכנת מדי לא רק נוכח פני כוח הליווי עצמו; גם במעגלים הרחוקים יותר הפכה עצם ההפלגה ביים לאירוע מסוכן. הפלגה בלילה לא אפשרה לתצפיתן הצוללת שעל הגשר לזהות מטוסים מתקרבים. הפלגה ביום הופרעה על ידי מטוסי סיור ארוכי טווח, והמסך האווירי הפך לנפוץ יותר ויותר גם בקרבת השיירה ובלב האוקיינוס. "נושאות מלוות" נשאו על סיפונן מטוסים טקטיים - בתחילה שישה מטוסים ובהמשך עד 24, ואלה יצרו מסך סיור על בסיס תמונת המצב שגובשה בכל נקודת זמן. התשלובת של סנסורים רב-ממדיים (על-ימיים, תת-ימיים ואוויריים), רב-ספרטקרליים (אקוסטיקה, איכון, מכ"ם תצפית) ובעלי טווחים שונים ביחס לשיירה (LOS ו-N-LOS) דחקה את לוחמת הצוללות מלב נתיבי ההפלגה לשוליים של המערכה הימית - לדרום האוקיינוס האטלנטי ולאוקיינוס ההודי.

Burns, "Impact of Technology on the Defeat of the U-boat, September 1939 - May 1943", p. 51
349.

A. Lambert, "Britain, Germany and the Battle of the Atlantic: A Comparative Study, by 52
Dennis Haslop", Book Review, *The Historian* 78, Vol. 2. (New York, NY: Bloomsbury Press,
2016), p. 238.

עיבוד המידע

"פיקוד הגישות המערביות" בליברפול היה המקום שאליו התרכזו דיווחים מכוחות הליווי, מהסוירים המוטסים, דו"חות פיצוח ה"אניגמה", מודיעין כללי על כוח הצוללות הגרמני ואיכוני תקשורת.⁵³ תמונת המצב שנוצרה אפשרה לנווט משם את השיירות בנתיבים עוקפים ולרכז קבוצות ליווי בעתודה (כשנוצרו כאלו) לקראת מפגש צפוי עם כוח צוללות. היה זה מנגנון שליטה מערכת מסורתית, שריכז בהצלחה מידע ואמצעים חדשים. השינוי הדרמטי יותר התרחש ברמה הטקטית: עד המלחמה, ליווי שיירות לא נחשב בצי הבריטי לצורת קרב "ראויה".⁵⁴ תקשורת טקטית בין ספינות נעשתה באמצעות איתותים בזרקורים ובדגלים ומעט תשדורת רדיו. כל עוד הקרב הימי היה קרב בין ספינות תותחים גדולות, צורת תקשורת זו הייתה מספקת. אך כשהאויב הפך לכוח בלתי נראה, משימות כמו גיבוש תמונת מצב מרסיסי מידע המפוזרים בין אוניות השיירה, תיאום טקטיקות המרדף אחרי הצוללות, הגנה על יתר האוניות והצלת אנשי הצוות שספינתם נפגעה, הפכו למסובכות מאוד. נוצר צורך בטקטיקות מתואמות של כוח ליווי, ביצירה של כוחות ליווי אורגניים ככל הניתן, בפיקוד בכיר ומנוסה ובתקשורת שתאפשר בניית תמונת מצב ותיאום מורכבים. תקשורת רדיו-טלפון בתדר גבוה וכוחות ליווי מצוידים ומאומנים, יחד עם מבנה פיקודי ברור, אפשרו את צורת התפקוד החדשה.



מכונת "אניגמה" בשימוש, 1943. השיירות נווטו בנתיבים עוקפים לאור תמונת המצב שעלתה מדו"חות פיצוח ה"אניגמה", מהסוירים המוטסים ומהדיווחים מכוחות הליווי. (Bundesarchiv, Bild 183-2007-0705-502 / Walther / CC-BY-SA 3.0)

G. Mackenzie, "The Battle of the Atlantic - Western Approaches Command", *Naval Historical Review* (Naval Historical Society of Australia, 2001), <https://www.navyhistory.org.au/the-battle-of-the-atlantic-western-approaches-command/>.⁵³

Holger H. Herwig, "The Submarine Problem - Germany, Britain and the United States 1919-1939", in: Murray and Millet (eds.), *Military Innovation in the Interwar Period*, p. 244.⁵⁴

למידה מבצעית בזמן אמת

"היחידה הטקטית של פיקוד הגישות המערביות" (Western Approaches - WATU Tactical Unit) ⁵⁵ מהווה דוגמה למנגנון למידה מבצעי שריכז את המידע מתוך הקרב, זיהה אנומליות מבצעיות ואפשר את שכלול הטקטיקות המבצעיות בקבועי זמן מידיים. היחידה הוקמה כיחידת משחקי מלחמה בתחילת שנת 1942, ובראשה עמד גילברט רוברטס, קצין מנוסה בצי. רוברטס וצוותו - קבוצה של בוגרות תיכון מצטיינות במתמטיקה - שיחקו את תרחישי הקרב השונים של השיירות הבריטיות באמצעים פרימיטיביים למדי - שרטוטי גיר על גבי רצפת עץ. המאמץ המרכזי של היחידה היה "פיצוח חידות". דוגמאות לכך הן דיווח ממפקד ספינת ליווי העסוקה במשיית ניצולים על צוללת (זיהוי של פריסקופ מעל הגלים), אשר נמנעת משיגור טורפדו קטלני כלפי המטרה הנייחת, או ספינות ליווי שאינן מצליחות לאתר את הצוללות התוקפות במיקום הצפוי - אלפי מטרים בודדים מחוץ לתחומי השיירה. בהיעדר מודיעין קונקרטי, העלה הצוות השערות אפשריות ל"אנומליות" אלו. כך, ההסבר שניתן לאירוע של הימנעות הצוללת משיגור חימוש על משחתת נייחת היה טורפדו אקוסטי, כזה שמתביית על רעש המדחף. בלי רעש המדחף מיותר היה לשגר טורפדו אקוסטי אל עבר הספינה. גם טקטיקת ההסתננות של הצוללות הגרמניות לתוך תחומי השיירות הבריטיות הובנה על ידי היחידה במסגרת משחקי המלחמה שלה, כהסבר הגיוני לחוסר היכולת לרכוש מטרה באמצעות סונאר. העובדה שקרב בין שיירה ובין "חבורת זאבים" נמשך לעיתים יממות אחדות אפשרה ליחידה הבריטית לחפש ולמצוא הסברים אפשריים לתופעות מבצעיות ולהציע טקטיקות התמודדות מתאימות תוך כדי התרחשות הקרב, וזאת באמצעות תקשורת רדיו עם השיירה.

"היחידה הטקטית של פיקוד הגישות המערביות" הייתה לא רק מערכת עיבוד מידע ולמידה טקטית תוך כדי קרב, אלא הפכה לבית ספר להכשרת מפקדי צי ולאומון שדרת הפיקוד של כוחות הליווי: יותר מ-5,000 קצינים של כל בעלות הברית קיבלו שם את הכשרתם הטקטית העיקרית ואת אימוני היסוד שלהם. ⁵⁶

קטלניות

התפיסה המקובלת של כוח האש בצייס בתקופה שבין שתי מלחמות עולם הייתה "תותחים גדולים". תפיסה זו התגלתה עד מהרה כבלתי רלוונטית. המטרות היחידות לתותחים היו ספינות שטח גרמניות, אך אלו היו מעטות, ועד מהרה נעלמו כליל מהים. למעשה, מטעני העומק היו ב-1939 הנשק היחידי של ספינות נגד צוללות. נשק זה התגלה אמנם כמטיל אימה מבחינת צוותי הצוללות, אך לא כחימוש בעל שיעורי הצלחה טובים במיוחד. מצבו של חימוש נצ"ל ממטוסים לא היה טוב יותר. אמנם, תותחי מטוסים היו יעילים מאוד נגד גוף הצוללת, אך לעיתים רחוקות הצליח מטוס סיוור להפתיע צוללת באור יום

⁵⁵ Strong, *Wargaming the Atlantic War*.

⁵⁶ למעט ארצות הברית, שמפקד הצי שלה, אדמירל קינג, היה ידוע בסרבנותו ללמוד מניסיונם של אחרים.

עד כדי הגעה לטווח פגיעה בה. גם מטעני העומק המוטסים לא הציגו תוצאות מרשימות. ניתוח שביצעו הבריטים באוגוסט 1940 הביא למסקנה כי שימוש במטעני עומק היה יעיל אך ורק כשהפצצות שוגרו עד 15 שניות מהיעלמות הצוללת מטווח הראייה. לפי מחקר זה, חמישים אחוזים מהמאמץ ההתקפי האווירי היו חסרי יעילות, לפחות במונחים של קטלניות.⁵⁷ המשימה בלילה הייתה קשה הרבה יותר. הפער היה, אפוא, ביכולת לרכוש את הצוללות כמטרה ובסגירת מעגל תקיפה יעיל על המטרה לאחר שנרכשה. מה שאפשר לכוחות הנצ"ל להגיע לשיעורי השמדה גבוהים של צוללות היה הרעיון של חיבור טוב יותר בין כלי הנשק לבין חיישני הגילוי. שתי התפתחויות חשובות היו בתחום זה: הראשונה, חימוש תת־ימי מוכוון סונאר; השנייה, חימוש אווירי מוכוון מכ"ם.

חימוש תת־ימי וסונאר

מטעני העומק היו מטעני נפץ גדולים, עטופים במעטה פלדה דמוי חבית, שהוטלו אל המים ממתקן מיוחד בירתת הספינה. מטענים רבים הוטלו למים וכוונו להתפוצץ בעומקים שונים, כשמנגנון הנזק הוא גל ההדף של מים, שאמור היה להיות מוטח בגוף הצוללת. אליה וקוץ בה; מטען נפץ גדול כזה עשוי היה לפגוע גם בספינה עצמה ובמכשור המותקן בגחונה. לכן, מטעני עומק הוטלו לצידי הספינה או מירכתיה.

הסונאר, שפעל על עיקרון אקוסטי, יכול היה לפעול רק באלומה צרה וקצרה לפני הספינה, בשל רעשי המדחף שבירכתיה. המשמעות הייתה שהפעלת החימוש העיקרי נגד צוללות הייתה תלויה בתמרון שבו הספינה חולפת על פני הצוללת ומאבדת קשר סונאר איתה. מפקדי הצוללות הבינו זאת עד מהרה וניצלו את הדקות שבין התרחקות צלילי הסונאר ובין הגעת ירכתת הספינה מעליהם כדי לחמוק.

הסרבול של מטעני העומק הביא להגבלת כמות החימוש על הסיפון. יתר על כן, משך הטעינה בין סדרה לסדרה היה עשרות דקות, וכך רבו הסיכויים שהצוללת תחמוק מהמתקפה. הפתרון נמצא בסדרה של כלי נשק לא מרשימים בעליל, שהותקנו בחרטום הספינה ושיגרו חימושים קטנים יותר קדימה, לעבר הצוללת שנרכשה כמטרה: "קיפודים",⁵⁸ "דינונים"⁵⁹ ו"לימבו" (או "Mousetraps")⁶⁰ היו גרסאות שונות של מרגמות

⁵⁷ Terraine, *Business in Great Waters*, pp. 370-371.

⁵⁸ "קיפוד" הוא מעין משגר נגד צוללות, שפותח על ידי הצי המלכותי ושיגר קדימה עד 24 מרגמות במקביל נגד צוללת שזוהתה. "קיפודים" הורכבו על ספינות ליווי, כמו משחתות או קורבטות, כתחליף לפצצות העומק: John Keegan, *The Price of Admiralty: The Evolution of Naval Warfare* (New York: Penguin Books, 1990), p.278.

⁵⁹ "דינון" הוא מרגמה תלת-קנית ששיגרה פצצות עומק והחליפה את מערכת ה"קיפוד": Geoffrey B. Mason, "World War II at Sea: Notes on Anti-submarine Weapons Used by Allied Ships", *Naval History*, 1992, <http://www.naval-history.net/xGM-Tech-Anti-submarine%20Weapons.htm>

⁶⁰ היה זה הפיתוח האחרון של נשק מבוסס מרגמות הנורות קדימה. בניגוד ל"דינון" שהוטען ידנית, "לימבו" הוטען ונורה אוטומטית ואפשר לכל הצוות להיות תחת מחסה. ה"לימבו" ירה למרחק של 370-910 מטרים ולכל הכיוונים והיה מקושר לסונאר של הספינה: Sandy McClearn, "Canadian Navy Anti-Submarine Weapons and Torpedoes", *Hazegray.org*, updated August 4, 2017, https://www.hazegray.org/_navhist/canada/systems/asw

רב־קנייות או כוורת רקטות, עם מטעני נפץ קטנים בהרבה, שהוטלו הרחק מעבר לחרטום. משפחת כלי הנשק הזו התבססה על יצירת דפוס מדויק של פיצוץ אשכולות תחמושת בתוך המים, שהגיעו לשיעורי השמדה גבוהים ביותר - עד כדי 62 אחוזים של סיכויי השמדה במטח בודד, לעומת שבעה אחוזי סיכוי בלבד במטעני העומק.⁶¹ ההיסמכות על ראשי נפץ מדויקים וקטנים תרמה גם ליכולת טעינה מחודשת ומהירה הרבה יותר, ובמקרה הצורך, ספינה תוקפת יכולה הייתה לבצע כמה מטחים מבלי לאבד מגע עם המטרה. בשונה מהדיווחים שקיבלה מפקדת הצוללות מהשטח על דפוס המתקפות של מטעני העומק, לא התקבלו דיווחים על דפוסי התקיפה של "קיפודים" ו"דיונונים". הצוללות שהותקפו פשוט נעלמו ללא דיווח.



התקפת "קיפודים" על צוללת. ה"קיפודים" התבססו על יצירת דפוס מדויק של פיצוץ אשכולות תחמושת בתוך המים והגיעו לשיעורי השמדה גבוהים ביותר. (Official U.S. Navy photograph NH 98868) (cropped)

חימוש אווירי

היעדר חימוש רלוונטי לתקיפת צוללות הגביל מאוד את יעילותו של הכוח האווירי לממש משימה זו במשך תקופה קריטית במלחמה. למרות מגבלותיהם, מטעני העומק נותרו חלופה כמעט יחידה. עם ציודם של כלי הטיס במכ"ם מתואם זרקורים (Leigh Light), יכולתם של מפציצים ארוכי טווח להטיל מטעני עומק או לבצע תקיפת צלילה באמצעות פצצה, רקטה ייעודית או תותח, הפכה ליעילה בהרבה.⁶²

בסוף נובמבר 1941 הצליח לראשונה מטוס שצויד במכ"ם האווירי ASV-2 להטביע צוללת. עד סוף אותה שנה כבר צוידו 300 מטוסים של פיקוד החופים באמצעי זה. התקנת המכ"ם הסנטימטרי ASV-3 חוללה מהפכה נוספת ביעילותם של המטוסים בגילוי צוללות ותקיפתן. כך, במאי 1943 הטביעו מטוסים 22 צוללות, וביולי אותה שנה - 31 צוללות!⁶³ השינוי המרכזי היה ביכולתם של הטייסים לגלות את המטרה עוד לפני יצירת קשר עין, לצמצם טווחים על בסיס המכ"ם ולתקוף באופן מדויק בזכות הזרקור מתואם המכ"ם.⁶⁴

במהלך המלחמה פותחו עוד סוגים רבים של חיישנים וחימושים המקושרים אליהם, כמו חיישן מגנטי (Magnetic Anomaly Detection - MAD) שהותקן בחרטום המטוס. חיישן

⁶¹ Clark and Stillion, *What It Takes to Win*, p. 30.

⁶² Burns, "Impact of Technology on the Defeat of the U-boat, September 1939 - May 1943", p. 349.

⁶³ Ibid, pp. 346, 353.

⁶⁴ ניתן לזקוף את הצלחת הכוח האווירי בהשמדת צוללות גם להנחיית אדמירל דניץ לתקוף את המטוסים בתותחי ה"מ"מ האפקטיביים שעל סיפון הצוללות. עשרות מטוסים אכן נפגעו והופלו בדרך זו, אך בעוד שמבחינת הבריטים היה מדובר במחיר נסבל, המחיר לזרוע הצוללות הגרמנית היה קריטי.

זה היה מסוגל לאתר גוף מתכתי בולט גם בהיותו שקוע בעומק רדוד ואפשר שיגור של חימוש ייעודי שתואם עם החיישן. המשותף לכל החידושים היה קישור טוב יותר בין החיישן ובין חימוש המוטל בדיוקנות.⁶⁵

האווירייה הימית - נושאות המטוסים המלוות וקבוצות הסיוע והציד (קבוצות "ציד-קטל")

"כתוצאה מכך [המכ"ם קצר הגלים - ע.א.] נעשה לפתע המטוס יריב מסוכן מאוד - מסוכן לא רק לצוללת הבודדת המופתעת והמותקפת, אלא לכל השיטה שלנו בניהול מלחמת צוללות, שהייתה מבוססת על נייחות ומבצעים על פני המים"

דניץ, **מלחמת הצוללות**, עמ' 168

התפתחות הטכנולוגיה ותפיסת ההפעלה הפכה את המטוסים ארוכי הטווח של פיקוד החופים הבריטי ליעילים יותר, ולמרות זאת, הם נותרו עדיין מיעוט זעום מתוך סך המטוסים שלו. פיקוד החופים היה "בן חורג" לחיל האוויר המלכותי, שתפס אותו כמתחרה לפיקוד המפציצים של מרשל האוויר ארתור האריס ("המפציץ") על משאבים חיוניים. על רקע זה, הקצאתם של המפציצים ארוכי הטווח, החיוניים כל כך, התנהלה בגרירת רגליים קבועה.⁶⁶ אפילו כשהסיוורים האוויריים המתואמים והחמושים במכ"ם ובפצצות מתואמות הגיעו לשיא יעילותם בהגנת השיירות, ונחיצותם הפכה לברורה לכל, עדיין היו המטוסים משאב נדיר ביותר. הפתרון שנמצא למצוקה הגיע בדמות נושאות מטוסים ייעודיות לליווי שיירות.⁶⁷

נושאות המטוסים שנועדו לליווי שיירות אולתרו בתחילה על ידי התקנת סיפון נחיתה על ספינת סוחר, ובהמשך נבנו כספינות ייעודיות. כלי שיט אלה היו מרשימים הרבה פחות מנושאות המטוסים הגדולות של תחילת המלחמה או מאלו המוכרות מקרבות נושאות המטוסים באוקיינוס השקט. הראשונה שבהן, אוניית הוד מלכותו "אודסיטי" - אוניית סוחר גרמנית בת 11,000 טון, שנתפסה והוסבה ל"נושאת מלווה" - נכנסה לשיירות בנובמבר 1941. היא נשאה על סיפונה שמונה מטוסים טקטיים ונחשבה לסיפור הצלחה בזיהוי צוללות ובהגנה מפניהן, למרות שהוטבעה כבר בדצמבר אותה שנה.⁶⁸

עד מהרה החל ייצור סדרתי של "נושאות מלוות", שיכלו לשאת לרוב 12 ואף 24 מטוסים (בשונה מכארבעים מטוסים בנושאות המטוסים הגדולות). הוצבו עליהן בעיקר

⁶⁵ Winfield E. Fromm, "The Magnetic Airborne Detector", *Advances in Electronics and Electron Physics*, Vol. 4 (Academic Press, 1952), p. 258.

⁶⁶ Christina Goulter, *A Forgotten Offensive: Royal Air Force Coastal Command's Anti-Shipping Campaign, 1940-1945* (London: Frank Cass & co., 2005), p. 137.

⁶⁷ עוד קודם לכן הופעלו מטוסי קרב מעל גבי סיפון של אוניות אחדות באמצעות מסילה וקטפולטה. כוח אווירי חד-פעמי וקטן זה יועד בעיקר להדיפה של התקפות אוויריות על השיירות, שהיו נפוצות בקרבת חופי אירופה, והופעל עם איתורה של התקפה אווירית כזאת.

⁶⁸ אדמירל דניץ מספר בזיכרונותיו על קרב השיירה בו השתתפה "אודסיטי" ומציין באכזבה שהוטבעו בו רק חמש אוניות סוחר ושתי אוניות מלחמה (ביניהן "אודסיטי") במחיר גבוה של חמש צוללות. הוא גם מדגיש את המטרייה האווירית הצפופה שהקתה "אודסיטי" לשיירה (דניץ, **מלחמת הצוללות**, עמ' 113-114).

מטוסי סיור חמושים בטורפדו ומעט מפציצים. בהמשך פותחו "נושאות מלוות" גדולות יותר. המטוסים שעל גבי הנושאות אפשרו איתור צוללות ותקיפתן והוכיחו יעילות בליווי שיירות ובהגנה עליהן מפני הצוללות הגרמניות וחיל האוויר הגרמני כאחד.⁶⁹

"נושאות המטוסים לליווי שהאיב הכינן לפעולה במשך תקופה ארוכה נכנסו לפעולה בחודש מארס. הפעלתן סגרה את הפרצה האווירית בצפון האוקיינוס"
דניץ, **מלחמת הצוללות**, עמ' 227

מאז שנת 1943 החלה להיצבר בקרב כוחות בעלות הברית מסה קריטית של "נושאות מלוות". כמאה "נושאות מלוות" יוצרו ונכנסו לשיירות במהלך המלחמה (בכל ציי בעלות הברית יחדיו), כאשר במהלך 1943 בלבד הצטרפו לצי הבריטי כ-25 נושאות כאלו.⁷⁰ באותה שנה התחיל הצי האמריקאי העשירי (הצי לאבטחת השיט באוקיינוס האטלנטי) להרכיב קבוצות סיוע "ציד-קטל" ממספר ספינות ליווי ו"נושאות מלוות". קבוצות הסיוע והציד הוטלו כעתודה לתוך קרב שיירות לאחר שכבר פרץ, הפתיעו את "חבורות הזאבים" ואף קיימו מרדף אחריהן גם אחרי התרחקות השיירה עצמה, תוך שכוח הליווי של השיירה שומר על עמדותיו ההגנתיות.⁷¹ אותן קבוצות גם החלו לצאת למבצעים יזומים שהתבססו על מודיעין סיגינטי, וזאת כדי לפזר את מארבי הצוללות טרם התממשותם. המבנה המשולב של הצי העשירי, תחת פיקודו של אדמירל לאו (Low), שיקף את הבנת הצי האמריקאי באותה עת באשר לצורך ביצירת הרכב כוחות אורגני רב-ממדי להכרעת האויב התתימי.⁷²

מתקפות קבוצות ה"ציד-קטל", שבמרכזן עמד הכוח האווירי הימי על גבי "נושאות מלוות", הטביעו מאפריל 1943 ועד סוף אותה שנה כ-24 צוללות גרמניות. יעילותן של קבוצות אלו נשתמרה גם בהמשך המלחמה, עם כ-53 הטבעות בסך הכל. אדמירל לאו כותב כי "הנושאות המלוות אחראיות על כשישים אחוזים מההטבעות של צוללות בידי כוחות אמריקאיים".⁷³

⁶⁹ T. Benbow, *British Naval Aviation in World War II: Escort Carriers* (London: Kings College, 2018), <https://defenceindepth.co/2017/10/13/british-naval-aviation-in-world-war-ii-escort-carriers/>.

⁷⁰ על פי רשימת "הנושאות המלוות" של הצי הבריטי: שתיים נכנסו לשיירות ב-1941, שש ב-1942 ו-25 במהלך 1943. בסך הכל שירתו בצי המלכותי 58 "נושאות מלוות": "List of Escort Carriers of the Royal Navy", *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, updated July 15, 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_escort_carriers_of_the_Royal_Navy.

⁷¹ דניץ, **מלחמת הצוללות**, עמ' 227.

⁷² J. Barlow, "The Navy's Escort Carrier Offensive", *Naval History Magazine*, Vol. 27, No. 6 (US Naval Institute, 2013).

⁷³ Ibid.

גם הצי הבריטי והצי הקנדי הקימו "קבוצות סיוע" דומות, שהורכבו ממשחתות ומ "נושאת מלווה".⁷⁵ עיקר השימוש הבריטי בקבוצות אלו היה לתגבור שיירות תחת מתקפה. כוח עתודה זה הוכיח את יעילותו בהכרעת הקרב נגד מתקפות של "חבורות זאבים".⁷⁶ כך, למשל, כש"הנושאות המלוות" הבריטיות ליוו 14 שיירות לרוסיה, מטוסיהן השיגו 66 זיהויים, ביצעו 73 תקיפות וזקפו לזכותם 13 הטבעות של צוללות גרמניות. בנוסף לכך הניס הכוח עוד צוללות ומטוסי תקיפה.⁷⁷ תרומה נוספת, ייתכן שגדולה אף יותר, התקבלה משיתוף הפעולה בין הסיוור האווירי ובין משחתות ופריגטות נצ"ל שהופנו לתקיפה.⁷⁸

D. M. McLean, "Confronting Technological and Tactical Change: Allied Anti-Submarine Warfare in the Last Year of the Battle for the Atlantic", *Canadian Military History* 7, Issue 3 (Canadian Armed Forces and Department of National Defense, 1998), p. 3.

Ibid.⁷⁶

השיירות לרוסיה עברו בים הבלטי או הצפוני, בטווח הטיסה של ה"לופטוואפה" הגרמני.⁷⁷

Naval Staff History Second World War, *The Defeat of the Enemy Attack Upon Shipping 1939-1945, a Study on Policy and Operations*, p. 296.⁷⁸

פרק ד': מה אפשר ללמוד מהמערכה על האוקיינוס האטלנטי?

"Virtually every anti-submarine lesson of the first war had to be, and ultimately was, relearnt in the second at immense cost in blood, tears and treasure"

Lieutenant Commander D.W. Waters, Royal Navy⁷⁹

בבסיס המאמר עומדת הטענה כי המערכה באוקיינוס האטלנטי במלחמת העולם השנייה רלוונטית עד מאוד לצה"ל של 2019. טענה זו נסמכת על הדמיון העקרוני בין "האויב החמקמק" או "הנעלם" של האוקיינוס האטלנטי באותה מלחמה ובין האויב מולו צה"ל ניצב היום. הטענה העיקרית היא כי מול אויב שיתרונו הטקטי היה טמון ביכולתו לחמוק מעוצמתן של אוניות המלחמה הבריטיות, המענה העיקרי היה הקמתה של תשלובת סנסורים חכמה, שהורכבה ממגוון חיישנים מושטים ומוטסים ונוהלה במערכת יעילה של עיבוד מידע ופענוח תמונת מצב, הן במפקדה והן בקרב הכוחות הטקטיים בשדה הקרב. צה"ל מוצא את עצמו מאז שנות התשעים של המאה העשרים מקיים מלחמות בשדה קרב ריק, לפחות למראית עין. האש המדויקת שלו גרמה לצבא סוריה לעבור תהליך של הסבת מסגרות משורינות לחיל רגלים וגרמה לאויבים כמו חיזבאללה וחמאס לפתח תפיסות לחימה שבמרכזן הימנעות מחשיפה לכוח האש שלו. כדי להסתגל למגמות אלו, השקיע צה"ל בעשורים האחרונים מאמצים עצומים בשיפור יכולות המודיעין שלו ובסגירת מעגלי תקיפה, בעיקר מהאוויר. יותר ויותר אנו מבינים כי תשלובות המודיעין-תקיפה המערכתיות שלנו, הפועלות ממפקדות מרוחקות, אינן מספיקות,⁸⁰ ונדרשת יכולת לאתר את האויב תוך כדי הקרב היבשתי - סיטואציה המחייבת אותו לפעול ובכך לחשוף את עצמו.

צה"ל שקוע היום בפיתוח רעיון של תשלובת סנסורים ועיבוד מידע לכוח הטקטי. זהו הרעיון הבסיסי שתואר בתפיסת "יבשה באופק" של זרוע היבשה כ"חופת את-ר".⁸¹ הקרב הרב-ממדי של צבא ארצות הברית מכוון גם הוא לאותו מקום.⁸² הן צה"ל והן צבא ארצות הברית מוטרדים מכוחות שאמנם אינם שווים להם באיכותם ("Near-peer competitors"), אך מסוגלים לנצל טכנולוגיות כמו טילים מדויקים ולוחמת ספקטרום כדי למנוע מהם תמרון במרחב (Area-Denial), תוך צמצום החשיפה הטקטית שלהם עצמם.⁸³ להלן יפורטו דגשי הלמידה הרלוונטיים לצה"ל מהניסיון שנרכש במערכה באוקיינוס האטלנטי.

⁷⁹ Herwig, "The Submarine Problem", p. 243.

⁸⁰ ראו, למשל, מאמרו של אלון אהרון חליוה, "עוד מאותו הדבר", **בין הקטבים** 9 (צה"ל: מרכז דדו, דצמבר 2016).
⁸¹ עמי רוחקס דומבה, "צה"ל 2030: קטן, יעיל וקטלני", *Israel Defense*, 16 בנובמבר 2017, <https://www.israeldefense.co.il/he/node/31779>.

⁸² שמואל שמואל, ליידר ברמן ואחרים, "הקרב הרב ממדי מבעד לעדשה", **בין הקטבים** 16-17 (צה"ל: מרכז דדו, יוני 2018).

⁸³ Richard Fontaine and Julianne Smith, "Anti-Access/Area Denial Isn't just for Asia anymore", *Defense One*, April 2, 2015, <http://www.defenseone.com/ideas/2015/04/anti-accessarea-denial-isnt-just-asia-anymore/109108/>.

הדחקה ארגונית

הצי הבריטי סירב להכיר בין שתי מלחמות העולם באתגר הצוללות כסוגיה עיקרית הדורשת מענה חריג. הסיבות לכך היו מגוונות: הסונאר הבריטי ASDIC היה הישג טכנולוגי וסוד כמוס ונחשב באדמירלות למענה מוחץ לאתגר, למרות מגבלותיו שהיו ידועות היטב.⁸⁴ זאת ועוד, השנים שבין שתי מלחמות העולם היו שנות משבר כלכלי עמוק, והצי הבריטי נאלץ להילחם על קבלת משאבים. האדמירלות, שראשיה היו כולם אדמירלים של ספינות המלחמה המסורתיות, ביכרה בכל דרך אפשרית לבנות אוניות מערכה וסיירות. מעידים על כך הסכמי הגבלת הנשק האירופיים, שכללו הגבלה של הצי הגרמני במונחים של אוניות גדולות והגבלות מתוננות יותר על צוללות. הצי הבריטי היה שקוע ברצון להילחם שוב את קרב יוטלנד ממלחמת העולם הראשונה, ובחתירתו לכך הוא הפך את נושא הצוללות לזניח. יתר על כן, הצי הבריטי העלה את הסיווג הביטחוני של מחקר הלחימה נגד צוללות במלחמת העולם הראשונה, ובכך מנע גישה אליו. מאוחר יותר הוא אף השמיד את הלקחים שהופקו במסגרת מחקר זה, אשר הפכו בעיניו ל"בלתי רלוונטיים".⁸⁵

היו גם סיבות מבניות לעיכוב הבריטי בהתארגנות ללוחמה ימית מודרנית.⁸⁶ הקמת חיל האוויר המלכותי החלישה מאוד את יכולתו של הצי לקיים קבוצה אפקטיבית של חלוצי תעופה ימית. נושאות המטוסים הגדולות היו יקרות לבנייה ונתפסו ככלי עזר בלבד לפורמציות השטח של אוניות התותחים. אתגרי הפיתוח שלהן הפכו את התעופה הימית, תחת מסגרת המשאבים הנוקשה, לתחום שנוח היה יחסית להזניח.⁸⁷ הספרות העוסקת בנושא מאפיינת את המסגרת התרבותית בצי כתרבות היררכית נוקשה, שהגבילה פיתוח גישות תפיסתיות חדשות ומערכת של ניסוי וטעייה. תרבות פתוחה יותר אפיינה את הצי האמריקאי של אותה התקופה. שם אכן צמחה גישת לוחמה ימית מודרנית, שבאה לידי ביטוי במרכזיות של נושאות המטוסים.

בסיכומו של דבר, הצי הבריטי סירב להכיר בלוחמת הצוללות כאתגר חשוב והתמיד בבניית צי שטח, שהוכיח את עצמו כבלתי אפקטיבי למלחמה. עדות ברורה לכך היא השינוי החד במדיניות ההצטיידות של הצי ב-1939.⁸⁸ דינמיקה ארגונית שמרנית אינה המצאה של הצי הבריטי ואינה ייחודית רק לו. היא רלוונטית גם לצה"ל, אפילו בימים אלה.

התמקדות בבעיה האמיתית

הצוללות הגרמניות איימו על השיט לבריטניה, ולפיכך, כדי להגן על הספנות היה צורך להכריע את זרוע הצוללות. אלא שלמשך זמן רב מדי לקראת המלחמה ובמהלכה העדיף הצי הבריטי להתמקד בבעיה אליה התכוון מראש - הכרעת צי השטח הגרמני. חיל האוויר

Franklin, *Britain's Anti-Submarine Capability*, pp. 186-188. ⁸⁴

Herwig, "The Submarine Problem", p. 249. ⁸⁵

Jan M. Van Tol, "Military Innovation and Carrier Aviation", *JFQ* (NDU Press, Autumn/Winter 1997-8), p. 107. ⁸⁶

Ibid. ⁸⁷

Ibid, p. 109. ⁸⁸

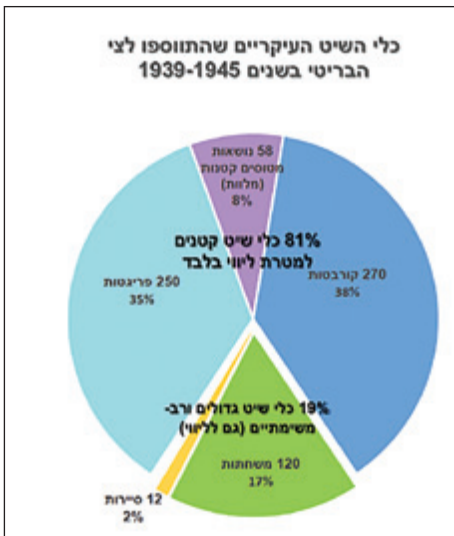
הבריטי, מצידו, העדיף לחשוב שהפצצות אסטרטגיות של ערי התעשייה הגרמניות יפתרו גם את בעיית הצוללות מבלי שייאלץ לחרוג מהאסטרטגיה ששרטט לעצמו מראש. בפועל, רק ארגון הספנות בשיירות, פיתוח כוח ליווי משמעותי, ארגון "פיקוד הגישות המערביות" ככוח לוחם עם מסגרות ליווי מאומנות ומיומנות, ופיתוח טכנולוגיית חישה וטקטיקות לחימה המיועדות ישירות להבסת הצוללות באוקיינוס, הביאו להתקדמות של ממש בלחימה.

האם צה"ל הסתגל לעידן מלחמות האש? האם מפעל התקיפה המערכתית שלו אכן מכון להכרעת מתקפת האש על ישראל? האם יש לצה"ל פוטנציאל להיות אפקטיבי יותר מכפי שהוא כיום? והאם התמרון היבשתי הרב-זרועי אפקטיבי ביחס למתקפת האש על מדינת ישראל? האם צה"ל הסתגל טוב מספיק למתקפת האש עליו עצמו? האם יש במערך ההגנה האווירית בעורף - תחום הלחימה היחידי והחדש לחלוטין שפיתחנו מול מתקפת האש על ישראל - מספיק כדי להכריע את סוג המתקפה החדש של האויב?

"זו החישה, טמבל!" (ולא גודל הכלי ועוצמת האש)

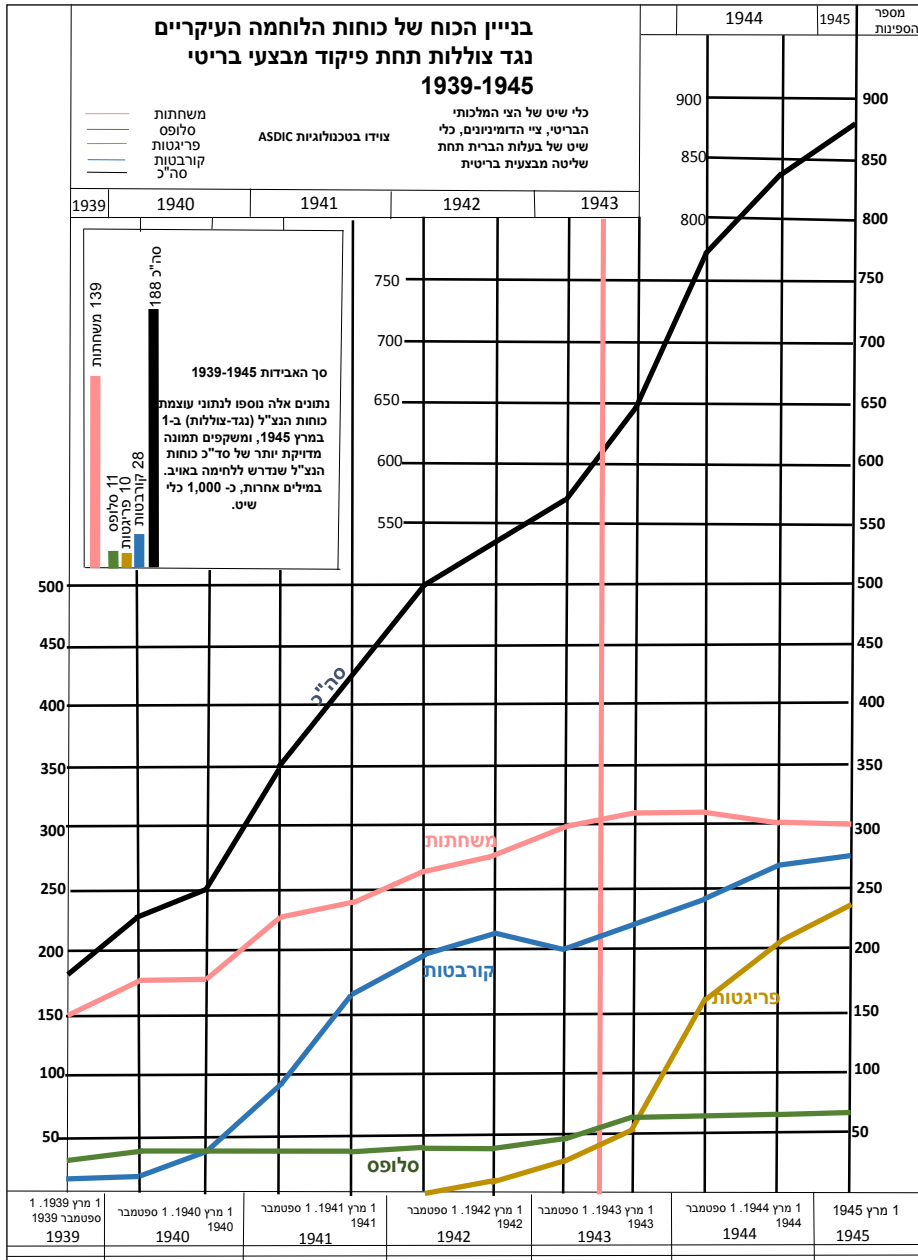
למרות שכולם מדברים על "אויב נעלם", ההשקעות העיקריות של צבאות ממשכיות להיות בבלטפורמות הלחימה המתקדמות ובכלי נשק שאינם חלק ממערכת אינטגרלית של סנסורים. הבריטים נאלצו ללמוד שיעור זה בדרך הקשה. מבט מהיר על תמהיל הצי הבריטי ב-1939 לעומת זה של 1945 מבהיר איזה שינוי בסדרי עדיפויות נעשה שם נוכח

איום הצוללות: בספטמבר 1939 מנה צי השטח הבריטי 15 ספינות מערכה (סוגת האוניות הגדולה ביותר) ועוד חמש ספינות כאלו היו בבנייה, שבע נושאות מטוסים גדולות (Fleet Carriers, שנועדו לסיוע לצי השטח של ספינות התותחים), 66 סיירות (סוגת אוניות גדולה מאוד) ועוד 23 סיירות בתהליכי בנייה.



סה"כ כלי השיט העיקריים שנוספו לצי הבריטי בשנות המלחמה. מבט מהיר על תמהיל הצי הבריטי ב-1939 לעומת זה של 1945 מבהיר את השינוי בסדרי העדיפויות נוכח איום הצוללות.⁸⁹

⁸⁹ Naval Staff History Second World War, The Defeat of the Enemy Attack Upon Shipping 1939-1945, a Study on Policy and Operations; National Museum of the Royal Navy, "British and Commonwealth Navies at the Beginning and End of World War II", Naval History, updated July 8, 2011, <http://www.naval-history.net/WW2CampaignRoyalNavy.htm>.



בניית מערכי ספינות הנצ"ל בשנים 1939-1945. מרשם ההצטיידות בספינות נצ"ל מדבר בעד עצמו - ספינות זולות יחסית, מהירות לבנייה וחד-משימתיות הועדפו באופן חד-משמעי על פני ספינות התותחים הגדולות.⁹⁰

Ibid. 90

שיעור האבדות של 66 ספינות ענק אלו לטורפדו ולמוקשים ששוגרו מצוללות היה מבהיל, וזאת מבלי שניתנה להן ולו הזדמנות בודדת אחת לירות בתותחיהן.⁹¹ בנוסף לאוניות הענק, היו בשירות הצי הבריטי 184 משחתות, ועוד כחמישים נמצאו בשלבי הזמנה ובנייה. מתוך המשחתות, רק 15 הותאמו למשימות נצ"ל (נשאו סונאר ופצצות עומק), ומתוך החמישים שהוזמנו, רק כעשרים יועדו לאבטחת שיירות נצ"ל. כחמישים קורבטות הוזמנו בצורה בהולה ברגע האחרון למשימות ליווי נצ"ל.

הספינות שהתווספו לצי הבריטי במסגרת התעצמותו במהלך המלחמה כללו 58 נושאות מטוסים מלוות (משפחה שלא הייתה קיימת בצי ב-1939), 12 סיירות בלבד, 120 משחתות, כמעט כולן למשימות ליווי ונצ"ל,⁹² כ-240 פריגטות (ספינה קטנה ממשחתת, ייעודית ללוחמת נצ"ל) ו-270 קורבטות (ספינות קטנות עוד יותר, למשימות ליווי נצ"ל בלבד).⁹³ מרשם ההצטיידות בספינות נצ"ל מדבר בעד עצמו - מרגע שהובהרה תמונת המצב הועדפו ספינות זולות יחסית, מהירות לבנייה וחד-משימתיות על פני ספינות התותחים הגדולות. כאלף מהן נכנסו לשירות תוך כדי המלחמה בצי הבריטי לבדו (כולל הדומיניונים), ואף לא ספינת מערכה גדולה אחת! כל שנדרש מהספינות הללו - שהיו פחות משוריינות, פחות מהירות ונשאו פחות תותחים פחות גדולים - היה שישאו יותר חיישנים אלקטרוניים ותחמושת נצ"ל פשוטה יחסית ויוכלו לשאת מטוסים שיספקו כיסוי של סיור אווירי נתמך חיישנים.

ומה קורה בצה"ל? למרות תפיסות כמו "חופת את"ר", חלק מרכזי בתוכנית ההצטיידות בתחום היבשה עדיין מהווים טנקים, נגמ"שים כבדים, נגמ"שים קלים ותומ"תים (תותח מתנייע) חדשים. משאבים רבים מושקעים בהגנה על הכלים, וכחות משאבים מושקעים ביכולת הקטלניות כלפי האויב המאיים עליהם. הפלטפורמות הכבדות לא איבדו את חשיבותן, אך לפחות חלקן צריך לשנות ייעוד וצורה. נדרשים יותר כלי סיור וחישה, יותר נושאי כלי טיס בלתי מאוישים עם חיישנים ויותר נושאי טילי תקיפה המשולבים ברשת החיישנים המרחבית.

מרכז הכובד הוא במרחב הטקטי

את מערכת הנצ"ל באוקיינוס האטלנטי ניהל במשך המלחמה כולה "פיקוד הגישות המערביות". כבר מתחילת המלחמה התפתחה מערכת האיכון מתחנות חופים, ובמהלך

⁹¹ נפגעו ספינות דגל, כמו "רויאל אוק" (טובעה בתוך נמל הבית של הצי בסקוטלנד), "נלסון" (נפגעה ממוקש על ידי צוללת בחופי בריטניה), "בלפסט" (נפגעה ממוקש שהונח בידי צוללת) ועוד רבות אחרות, כולן במהלך סתיו 1940 בחופי בריטניה (דניץ, **מלחמת הצוללות**, עמ' 45-50). עוד עשרות רבות של ספינות, בהן סיירות ואוניות מערכה, היו מושמדות לבטח במערכה לכיבוש נורבגיה, אילולא כשל טכני גורף בטורפדו הגרמני: דניץ, **מלחמת הצוללות**, עמ' 60-64.

⁹² National Museum of the Royal Navy, "British and Commonwealth Navies at the Beginning and End of World War II".

⁹³ Naval Staff History Second World War, *The Defeat of the Enemy Attack Upon Shipping 1939-1945, a Study on Policy and Operations*.

1941 גם פוצח צופן התקשורת של הצי הגרמני - ה"אניגמה". הניהול הריכוזי של המערכה הכוללת, הפניית שיירות לנתיבים מאוימים פחות והניצנים של סיור אווירי מצד פיקוד החופים נשאו תרומה חשובה למערכה. עם זאת, ההסבר הבולט והחד־משמעי להכרעת המערכה במאי 1943 הוא צבירתו של כוח ליווי שיירות משמעותי, ובתוך כך הכיסוי האווירי. באותו שלב, לא זו בלבד שמסגרות הליווי יכלו ללוות כל שיירה, אלא גם יכלו לעשות זאת באמצעות פריסה רחבה של הכוח ומגוון של גלאי צוללות. ריבוי זוויות החישה בתוך שדה הקרב עצמו, מיומנות מסגרות הליווי בלוחמת החישה החדשה וממד החישה והתקיפה האווירית הצמודה, הם הם ההסבר לדחיקת הצוללות של אדמירל דניץ, במאי 1943, ממעמד של ציידים למצב של ניצודים.

ומה באשר לצה"ל? היכן מרכז הכובד שלו בתחומי החישה ועיבוד המידע? צה"ל עדיין תופס את החישה כתחום מודיעיני של סוכנויות איסוף מרכזיות, ואת עיבוד המידע כתהליך מרוכז של מחקר. את אלה משלים הרעיון של הפצת המידע ליחידות הטקטיות. בשפת צה"ל מדובר באגף מודיעין מטכ"לי ובגישת לוחמ"ם,⁹⁴ בעוד שהדרג הטקטי עדיין מתמקד בתמרון מבוסס ריכוזי כוח ואש, אך באופן עיוור למדי.

אווירייה טקטית אורגנית

כאמור, אחד הכלים האפקטיביים ביותר ללחימה בצוללות היה הכוח האווירי. חלק מהמחקרים מייחס את הכרעת המערכה באפריל-מאי 1943 ישירות לפעולת קבוצות הסיוע "ציד־קטל" שבבסיסן "נושאות מלוות".⁹⁵ היכולת של כוח אווירי לסייר במרחבי האוקיינוס, לגלות מיקומי אויב ואף לתקוף אותו בהצלחה גוברת הייתה קריטית לניצחון. הכפפתו האופרטיבית של פיקוד החופים הבריטי לצי אכן שיפרה את התיאום הטקטי בין האוויר לים. ועדיין, חסם בולט לשילובו של הכוח האווירי היה העובדה שהמטוסים היו שייכים לחיל האוויר המלכותי. קיומו של חיל אוויר עצמאי מוזכר בספרות כחסם משמעותי לעצם יכולתו של הצי לפתח את תחום האווירייה הימית בתקופה שבין שתי מלחמות העולם.⁹⁶

לא הצי ולא חיל האוויר המלכותי ראו בכוח אווירי ממד משמעותי בדרך להסרת מצור ימי או הטלתו.⁹⁷ קריטי עוד יותר לענייננו הוא שאפילו תוך כדי המערכה, ולמרות שראש הממשלה צ'רצ'יל עצמו הבהיר את חומרת האיום הימי בעיניו, חיל האוויר המלכותי התעקש להמשיך ולראות את המערכה באוקיינוס האטלנטי כזירה משנית. המאמץ העיקרי של חיל האוויר המלכותי היה, ללא ספק, מערכת ההפצות האסטרטגיות על ערי גרמניה, והמפציצים ארוכי הטווח נדרשו שם בכמויות גדולות.

⁹⁴ ערן אורטל, "לצאת מהגדר - מודל עסקי חדש לאמ"ן", **בין הקטבים** 18 (צה"ל: מרכז דדו, דצמבר 2018).

⁹⁵ Syrett, *The Defeat of the German U-boats*, pp. 14-17.

⁹⁶ Van Tol, "Military Innovation and Carrier Aviation", p. 107.

⁹⁷ Goulter, *A Forgotten Offensive: Royal Air Force Coastal Command's Anti-Shipping Campaign, 1940-1945*, p. 15.

מספר המטוסים לטווח ארוך מאוד של פיקוד החופים הבריטי לא עלה עד דצמבר 1942 על שישה!; ובפברואר 1943 הוא עלה ל-17.⁹⁸ לצורך המחשה, בשלושת ימי ההפצצות על דרזדן, בפברואר 1945, השתתפו לא פחות מ-1,300 מפציצים ארוכי טווח, כ-800 מתוכם בריטיים.⁹⁹ בין 300 ל-580 מפציצים בריטיים ארוכי טווח השתתפו ברבות מעשרות התקיפות האוויריות על ברלין, במסגרת ההפצצות על העיר בחורף 1943-1944.¹⁰⁰ סטטיסטיקות הראו כי מפציץ "ליברטור" ארוך טווח אחד יכול היה להציל יותר משש ספינות ממתקפת צוללות בתקופת שירות ממוצעת של שלושים גיחות מבסיס באיסלנד. התועלת החלופית של אותו מטוס בהפצצת ברלין הייתה הטלה של מאה טון פצצות, שהיו הורגות כ-24 בני אדם והורסות בתים ספורים.¹⁰¹ פיקוד החופים עצמו חתר למבצעים התקפיים (ועצמאיים כמובן) נגד צוללות על חשבון ליווי שיירות, למרות שהיה ברור שהמקום הנכון לאתר בו צוללות הוא בסמוך לטרפן.¹⁰²

מחקר של משרד האוויריה הבריטי המליץ בשנת 1941 להחליף את תפיסת הליווי האווירי לשיירות בגישה של סיור והשמדת צוללות. גישה זאת התממשה באותה שנה במפרץ ביסקיי (המרחב הימי שבין החוף הספרדי הצפוני והחוף הצרפתי המערבי),¹⁰³ ולפי הנתונים של הגרמנים, במהלך חמשת החודשים הראשונים של שנת 1942 לא הוטבעה אף צוללת אחת.¹⁰⁴ אדמירל דניץ מעיד בזיכרונותיו כי שלוש צוללות גרמניות ניזוקו בהתקפות אלו, אך לא טובעו.¹⁰⁵ עובדה זו לא מנעה מחיל האוויר הבריטי להמשיך למקד כוחות בפטרולים נגד צוללות גם ב-1943.¹⁰⁶ בחינה השוואתית של הנתונים בין פברואר לנובמבר 1943 חשפה כי המטוסים המלווים היו יעילים, במונחי צוללות מושמדות, כמעט פי חמישה מאשר מטוסים במשימות ציד עצמאיות.¹⁰⁷ פירות ממשיים מפשיטות המטוסים למפרץ ביסקיי החלו להיצבר רק בקיץ 1943 ואילך, כתוצאה מריכוז כוח משופר ומהפסקת מתקפות של "חבורות הזאבים" על שיירות בצפון האוקיינוס האטלנטי.¹⁰⁸ היתרון היחידי של הגישה ההתקפית שאימץ פיקוד החופים הבריטי עד יולי 1943 היה

98 Naval Staff History Second World War, *The Defeat of the Enemy Attack Upon Shipping 1939-1945, a Study on Policy and Operations*, p. 21.

99 "Bombing of Dresden", *History*, November 9, 2009, <https://www.history.com/topics/world-war-ii/battle-of-dresden>.

100 UK National Archives, "Bomber Command: Campaign Diary November 1943-March 1944", *Royal Air Force*, updated April 6, 2005, <https://web.archive.org/web/20070611031914/http://www.raf.mod.uk/bombercommand/mar44.html>.

101 Naval Staff History Second World War, *The Defeat of the Enemy Attack Upon Shipping 1939-1945, a Study on Policy and Operations*.

102 Ibid, p. 48.

103 Ibid, pp. 101-102.

104 Ibid, p. 104.

105 דניץ, *מלחמת הצוללות*, עמ' 166.

106 Clark and Stillion, *What It Takes to Win*, pp. 31-32.

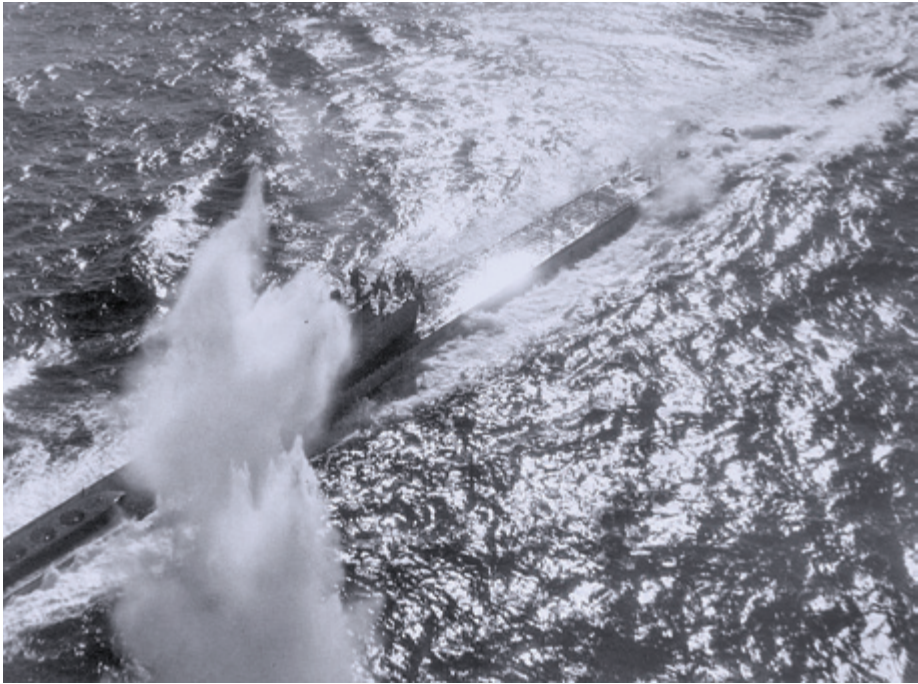
107 Naval Staff History Second World War, *The Defeat of the Enemy Attack Upon Shipping 1939-1945, a Study on Policy and Operations*, p. 24.

108 דניץ, *מלחמת הצוללות*, עמ' 291.

החיסכון במפציצים ארוכי טווח, שכאמור, היו דרושים לפיקוד המפציצים בהיקפים עצומים לצורך הפצצת ערי גרמניה.

גישה פחות חסכנית במפציצים אימץ חיל האוויר השמיני האמריקאי בהפצצת בסיסי הצוללות הגרמניות בצרפת. במשך שנה, מאוקטובר 1942 ועד אוקטובר 1943, בוצעו יותר מאלפיים גיחות הפצצה. המבצע גבה את חייהם של כאלף אנשי צוות אוויר והביא להשמדת 135 מפציצים. חרף זאת, הוא נחל כישלון חרוץ בשחיקה משמעותית של כוח הצוללות או בשיבוש מבצעו, בשל המיגון הכבד של הבסיסים.¹⁰⁹

"הצלחותינו בחודש זה [מארס 1943 - ע.א.] היו ניצחונם המכריע האחרון של הגרמנים בקרב על השיירות. ב-26 במארס נתלתה נושאת מטוסים בתוך הסוכך של שיירה שפניה מערבה. מטוסיה סיכלו את ניסיונות הצוללות להתקרב אל השיירה"
דניץ, **מלחמת הצוללות**, עמ' 225



תקיפת צוללת ממטוס של "הנושאת המלווה" האמריקאית "קארד", אוגוסט 1943. במשך שנה, מאוקטובר 1942 ועד אוקטובר 1943, בוצעו יותר מאלפיים גיחות הפצצה אמריקאיות על בסיסי צוללות בצרפת. (UK Government, Naval History and Heritage Command)

ניגוד בולט לגישה של מתקפות האוויר העצמאיות הייתה הקמתו של הצי העשירי של ארצות הברית. צי זה כלל הן את הכוח האווירי החופי, הן את ספינות הליווי והן את הכוח האווירי הימי (על גבי "נושאות מלוות") תחת פיקוד אחד. היעילות הטקטית לא

¹⁰⁹ Barrett Tillman, "Hard Targets", *Air Force Magazine* (February 2015), p. 81.

איחרה לבוא. גם בצי הבריטי הפך הכוח האווירי למשמעותי רק עם הגעתן לשדה הקרב של "נושאות מלוות", תחת פיקודם הישיר של מפקדי כוחות הליווי או קבוצות "הציד-קטל". הפיגור הרב של בריטניה וארצות הברית בתחום האווירייה הימית בקרב מחוויר ביחס למחדל הגרמני בתחום זה. אדמירל דניץ מרחיב בזיכרונותיו על האבסורד שבקיום מבצעים ימיים ללא אלמנט של סיור אווירי: הרמן גרינג, מפקד ה"לופטוואפה", ניצח בוויכוח שהתקיים בגרמניה טרם המלחמה לגבי הקמתה של אוויריית צי, וגישתו הייתה "כל מה שטס - שלי". המשאבים והאנרגיה שבזבזו על ידי צי הצוללות המוגבל של דניץ בחיפוש מטרות באוקיינוס האטלנטי הצילו ספינות רבות של בעלות הברית.¹¹⁰

את חזונו של צה"ל באשר לאווירייה יבשתית של כטב"מים ורחפנים פרס מפקד זרוע היבשה, אלוף קובי ברק, בגיליון 11-12 של "בין הקטבים".¹¹¹ יחד עם זאת, כניסתם של רחפנים וכלי טיס מאוישים מרחוק לכוחות היבשה לא שינתה את האיזון המסורתי בין יבשה ואוויר בצה"ל. חיל האוויר ממשיך להיות הגוף המחזיק בידיו את רובם המוחלט של הנכסים האוויריים, לרבות אלה המיועדים לשימוש טקטי ביבשה. "נושאות מלוות על זחלים" - פלטפורמות לחימה יבשתיות, שעיקר ייעודן הוא נשיאת כוח אווירי מגוון ומשמעותי לתוך שדה הקרב כסיוע לכוחות, עדיין לא קיימות בצה"ל, וככל הנראה גם לא נמצאות על שולחן השרטוטים.

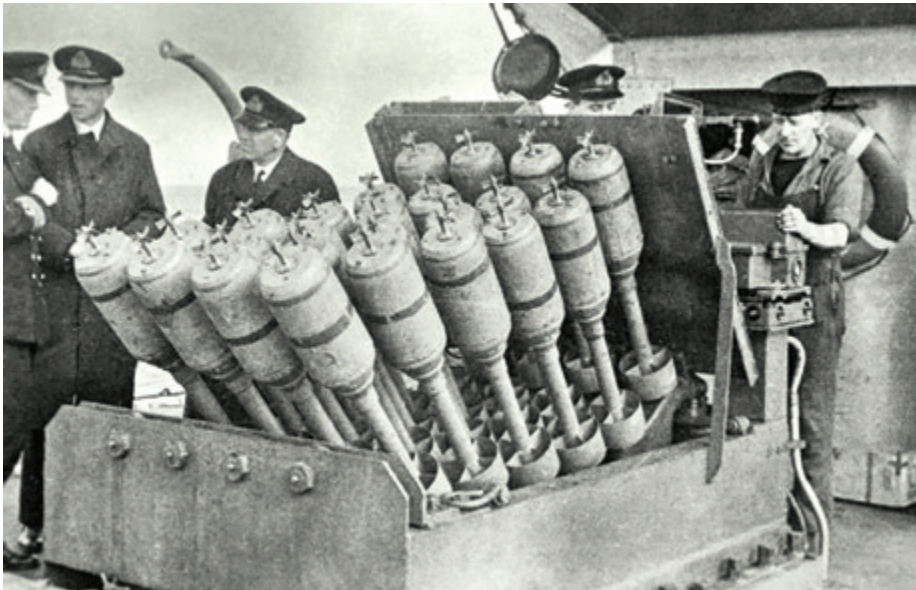
קטלניות

בשנת 1939 היה הצי הבריטי, על הנייר, הכוח הימי הקטלני ביותר שראתה ההיסטוריה עד אז. למרות זאת, ספינות התותחים העצומות שלו מצאו עצמן עד מהרה טרף קל לצוללות נעלמות ולפשיטות של מטוסים קטנים. מטעני העומק - טכניקה בה השתמשו עוד במלחמת העולם הראשונה - התגלו כלא אפקטיביים, וכך גם פצצות ותותחי מטוסים. התפנית בהיבט הקטלניות הגיעה כאשר ספינות הליווי הבריטיות צוידו במערכות תקיפה כמו "קיפודים" ו"דיונונים", שהיו ניתנות להפעלה במקביל לרכישת הצוללת בסונאר. התקיפה ממטוסים הפכה ליעילה רק עם הכנסת טכנולוגיית הזרקור מתואם המכ"ם וכוונת (AVS) Angular Velocity Sight.¹¹²

¹¹⁰ דניץ, **מלחמת הצוללות**, עמ' 96-98.

¹¹¹ קובי ברק, "השמיים אינם עוד הגבול", **בין הקטבים** 11-12 (צה"ל: מרכז דדו, יוני 2017).

¹¹² Naval Staff History Second World War, *The Defeat of the Enemy Attack Upon Shipping 1939-1945, a Study on Policy and Operations*, p. 21.



"קיפודים". התפנית בהיבט הקטלניות הגיעה כאשר ספינות הליווי צוידו במערכות תקיפה כמו "קיפודים" ו"דינוניים". (Royal Navy official photographer, Imperial War Museums).

ומה קורה בצה"ל? האויב מסרב להיכנס לכוונות הנשק שלנו המוכרות לו היטב ולהירכש כמטרה. גילוי במהלך הקרב על ידי אמצעים מודיעיניים אינו מספיק בדרך כלל כדי לסגור עליו את מעגל התקיפה. כלי הנשק של הכוח המתמרן, שאינם מקושרי חיישנים בדרך כלל, אינם ממוצים. נדרשים כלי תקיפה המתואמים עם חיישנים, שסגולתם העיקרית היא מהירותם ודיוק הפעלתם ולא גודל ראש הקרב בו הם מצוידים, כמו גם תשלובת סנסורים מגוונת וחמושה.

מהפכת המידע הטקטית מוטה לטובתנו

חלק מהספרות מתאר את המערכה באוקיינוס האטלנטי כתחרות - במידה רבה תחרות טכנולוגית - בין שני צדדים שווים.¹¹³ כך, פיצוח הקוד הגרמני ("אניגמה") על ידי הבריטים הביא לשכלול הקוד בצד השני, ואיום הסונאר נוטרל במידה רבה באמצעות טקטיקות גרמניות, כמו לחימה מעל פני המים בחסות החשיכה ותרגילי חמיקה מספינות הליווי. זאת ועוד, המכ"ם הבריטי נתקל בפיתוח גלאי המכ"ם הגרמני ("מאטוקס" או GSR), והיו צעדים וצעדי נגד נוספים. לפי התיאור הזה, ההסבר לתוצאות הקרב הוא יתרון טכנולוגי וחומרי של בעלות הברית, לצד מספר שגיאות מסייעות גרמניות, כמו הוויתור על שימוש בגלאי המכ"ם (מתוך מסקנה שגויה שהוא מסגיר את מיקום הצוללת), או המסקנה השגויה ששידור בפרצי זמן קצרים חסין מאיכון.

בחינה ביקורתית של הנתונים מצביעה על כך שהתחרות נטתה מלכתחילה לטובת

¹¹³ ראו למשל: Clark and Stillion, *What It Takes to Win*.

הצד הבריטי. להבנתנו, הצוללות הגרמניות התחילו את הקרב כשרוב הפוטנציאל הטקטי שלהן כבר מומש: היתרון הטקטי של צלילה ושל צליפה מרחוק (טורפדו) היה פועל יוצא של טכנולוגיות מנוע, הנעה חשמלית ואוויר דחוס. אף אחת מהטכנולוגיות המכניות האלו לא עמדה בפני פריצת דרך משמעותית במהלך שנות המלחמה (הנעה גרעינית החלה מהפכה בתחום הצוללות רק בשנות החמישים של המאה). יכולתן של הצוללות לשפר את טקטיקת ההיעלמות שלהן באמצעות משטר חתימות נוקשה יותר (דממת אלחוט, הפלגה תת־ימית) הייתה מוגבלת למדי וגבתה מהן מחיר יקר במונחים של יעילות. גם השנורקל (פתרון טכני של צינור נשימה הבולט מעל פני הים ומאפשר הפלגה תת־ימית רצופה), שנכנס לשירות לקראת סוף המלחמה, לא היה מסוגל לספק לצוללות את החמקנות שאבדה.¹¹⁴ ספינות ליווי וסיורים אוויריים כמושים במכ"ם סנטימטרי ובתצפית יכולים היו לאתר את הציוד העל־מימי בלילה ואת שובל ההפלגה הלבן של התורן ביום, בעוד שהשנורקל יצר מגבלות תמרון קשות לצוללות. על המערכה במאי 1943 כתב בעניין זה אדמירל דניץ: "המכ"ם, ובעיקר איתור המכ"ם על ידי מטוסים, שלל למעשה מהצוללות את כושרן להילחם על פני המים. מבצעי 'חבורות זאבים' נגד שיירות ... לא היו אפשריים עוד."¹¹⁵

האלקטרוניקה, לעומת זאת, הייתה התפתחות מהפכנית. היכולת להפוך את פוטנציאל האלקטרוניקה לעולם שלם של הנדסה חדשנית בחיישנים ובתקשורת הייתה כמעט אין סופית. האלקטרוניקה סייעה פחות לצוללות ויותר לאלה שצדו אותן. תקשורת הרדיו אפשרה את טקטיקת "חבורות הזאבים", שהייתה קריטית לחימה בשיירות מלוות, אך לא מעבר לכך. לראיה, הצוללות לא צידו מעולם במכ"ם¹¹⁶ - מכשיר מורכב להפעלה בהקשר של צוללת, ובעצמו קורן למרחוק ומסגיר מיקום. הספינות, טרפן של הצוללות, היו ממילא ניתנות לזיהוי מרחוק.

חיישנים אלקטרוניים חדשים היו קלים לפיתוח יותר מאשר צוללות חמקניות יותר, וגם הרבה יותר זולים. במחיר של צוללת אחת ניתן היה לבנות, לצייד בחיישנים, לאמן ולהטיס בים עשרות מטוסי סיור. כוח הצוללות נדרש לפתח תוך כדי המלחמה דגמים של צוללות גדולות, ארוכות טווח ויקרות יותר. כך, דגם XXI יועד להפלגות תת־ימיות ארוכות ומהירות הרבה יותר, בזכות גוף גדול יותר וכמות עצומה של סוללות חשמליות בתוכו.¹¹⁷ עם זאת, אפילו פתרון יקר (ומאוחר מדי) זה לא גילם פוטנציאל היעלמות מהותי מספיק ביחס לטכנולוגיית איכון הרדיו, למכ"ם הסנטימטרי (נגד פריסקופ) ולחיישנים המגנטיים.¹¹⁸ הגרמנים מיצו אמנם את התחרות האלקטרונית ופיתחו טכנולוגיות גילוי

¹¹⁴ במבצעים בקיץ 1944 נגד כוחות הפלישה של בעלות הברית אבדו עשרים מתוך שלושים צוללות - כולן צוידו בשנורקל. ראו: דניץ, *מלחמת הצוללות*, עמ' 298.

¹¹⁵ דניץ, *מלחמת הצוללות*, עמ' 235.

¹¹⁶ Syrett, *The Defeat of the German U-boats*, pp. 3-4.

¹¹⁷ אין לבלבל דגם זה עם רעיון ניסיוני לצוללות "ואלטר" (על שם ממציאן) מונעות במימן, שלא הבשיל במשך כל המלחמה. ראו: דניץ, *מלחמת הצוללות*, עמ' 246-247.

¹¹⁸ Chris Ashworth, *RAF Coastal Command 1936-1969* (Patrick Stephens Ltd., 1992), p. 147.

מכ"ם רבות,¹¹⁹ אך אלו אילצו את הצוללות לצלול לעיתים תכופות יותר, ולכן פגעו ביעילותן. הצד האסימטרי, "הנעלם", רגיש הרבה יותר להתפתחויות בטכנולוגיות חישה ותקשורת.

מנגד, בעלות הברית נדרשו רק לפתח ספינות ליווי פשוטות, זולות ומהירות יותר לייצור. הספינות עדיין היו גדולות ויקרות מצוללות, אך יכולת הייצור הנתונה של כל אחד מהצדדים אפשרה, תוך שנים ספורות, לבריטניה ולארצות הברית לבנות מערכת נצ"ל רב-ממדית, משוכללת ובתפוצה רחבה, שהיוותה הרבה יותר מפיצוי על הגידול המקביל בכוח הצוללות הגרמני.

צה"ל נהנה לא רק מיתרון חומרי מובהק ביחס לאויביו, אלא גם מפוטנציאל טכנולוגי מובהק. אמנם, טכנולוגיות חישה ועיבוד מידע זמינות לשני הצדדים (אם כי גם כאן היתרון הישראלי בנגישות לטכנולוגיה וביכולת פיתוח האמל"ח הוא מובהק), אך הפוטנציאל בהקשר המבצעי הוא שונה. לחימת צה"ל היא בעיקרה גלויה, מבוססת פלטפורמות ביבשה, בים ובאוויר. האויב יכול לשפר את יכולתו לאסוף ולגבש תמונת מצב ולכוון טוב יותר את מערכת האש שלו כלפי צה"ל, אך זהו שיפור שולי יחסית למצב הנוכחי. לעומת זאת, חשיפת האויב החמקמק על ידי תשלובות סנסורים ועיבוד מידע משוכללות בשדה הקרב, משמעותה שמיטת הקרקע מתחת לתפיסת הלחימה שלו. טכניקות כמו לחימה משטחים סבוכים ובנויים ומהתת-קרקע, באמצעות רקטות, טילים נגד שריון ומטוסים, יכולות אמנם להמשיך ולהשתכלל, אך מבחינה מהותית מיצו את עצמן. האויב הגיע למיצוי טכניקת ההיעלמות, ואילו צה"ל עדיין לא התחיל לגרד את פני השטח של תשלובות חישה ועיבוד טקטיות.

סיכום

מדינת ישראל מאוימת היום על ידי מתקפה אסטרטגית פוטנציאלית של אויב שמכוון טילים אל העורף שלה ועושה זאת תוך שהוא מתחמק ממפגש עם העוצמה הקרבית המלאה של צה"ל. טקטיקה של היעלמות בשטח ומתחתיו מצד אחד, ופרצים של אש טקטית למניעת מרחב (Area-Denial) מכוחותינו מהצד השני, מתארים גם את היתרון של כוח הצוללות הגרמני במלחמת העולם השנייה וגם את האתגר של צה"ל היום. המערכה באוקיינוס האטלנטי בשנות המלחמה מהווה, לכן, מקור רב-ערך ללמידה.

האלקטרוניקה אז והדיגיטציה היום מגלמות פוטנציאל שעיקרו חישה, תקשורת ועיבוד מידע. ההזדמנות להיפוך הקערה במישור הטכנולוגי נמצאת בצד שלנו ונגד הצד המסתתר. הכוח האווירי שיחק תפקיד קריטי בפיצוח אתגר הצוללות במלחמת העולם השנייה, והמערכה באוקיינוס האטלנטי מלמדת שהממד האווירי חייב להיות משולב בכוח הטקטי עצמו ותחת פיקוד אחוד. חיל האוויר המלכותי הבריטי סירב להפנות מאמץ משמעותי למערכה בים גם תחת לחצים כבדים, ולמרות שבמהלך המלחמה יוצרו בבריטניה לבדה

¹¹⁹ Clark and Stillion, *What It Takes to Win*, pp.18-19.

38,000 מפציצים וכ-7,000 מטוסי סוּר,¹²⁰ בשיא המערכה, באביב 1943, שירתו בפיקוד החופים הבריטי רק 49 מטוסים ארוכי טווח.¹²¹

חיישנים לא באים במקום פלטפורמות. הספינות לא איבדו את מקומן בשדה הקרב באוקיינוס, אך שינו את תפקידן. יותר פלטפורמות פשוטות, זולות וקלות לייצור נכנסו למערכה, ותפקידן העיקרי היה נשיאת מערכות חישה וכלי נשק ייעודיים שתואמו איתן.

התוצאה הייתה פחות "קטלניות" גרית של תותחים ויותר תשלובת "חישה-קטל" מתואמת ומדויקת. הכיוון הקיים בצה"ל אינו כזה.

שינויים קטנים הם האויב של שינויים גדולים. כל הציים החזיקו בין שתי מלחמות העולם כוח צוללות ונושאות מטוסים. הקצינים שזיהו את השינוי בטבע הלוחמה הימית והצביעו על הצורך בממד אווירי ובצוללות נדחו, בין היתר משום שבכל נקודת זמן יכלו הציים וחילות האוויר להצביע על עשייה בתחומם. למעשה, העיסוק בצוללות ובכוח אווירי ימי התבצע בשולי הארגון ולא היווה חלק משמעותי מפיתוח תפיסתו לקראת המלחמה הבאה. אלה היו עלי תאנה, שבחסותם נמשכה השמרנות התפיסתית בארגון. זהו, ככל הנראה, הלקח החשוב מכולם.



"הנושאת המלווה" הבריטית HMS Nairana. הספינות לא איבדו את מקומן בשדה הקרב, אך שינו את תפקידן. (Royal Navy official photographer, Imperial War Museums)

בריטניה שילמה מחיר דמים עצום עבור הלמידה. בהתחשב בעובדה שמלחמת צוללות התרחשה כבר עשרים שנה קודם למלחמת העולם השנייה, היה זה שכר לימוד מופקע בעליל. הוא שולם בשל סירוב עקבי, נחוש ומתועד היטב של הצי הבריטי לחרוג ממנהגיו הישנים ולהפנות את תשומת ליבו מספינות התותחים העצומות לחידושים כמו אוויריה ימית, צוללות, ספינות נצ"ל וחיישנים אלקטרוניים.

לכל משל ישנן מגבלות. עולם הביג-דאטה, בשונה מעולם החתימות האלקטרוניות של מלחמת העולם השנייה, מחייב יכולות עיבוד מידע מקומיות. שוני נוסף הנוגע ספציפית לצה"ל הוא שאינו מתכנן מלחמה שתימשך חמש שנים. התנאים השונים של ישראל

¹²⁰ "Military Production During World War II", *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, updated December 14, 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Military_production_during_World_War_II.

¹²¹ Naval Staff History Second World War, *The Defeat of the Enemy Attack Upon Shipping 1939-1945, a Study on Policy and Operations*, pp. 22-25.

מחייבים למצות ככל האפשר את המקומות שבהם כן ניתן ללמוד מההיסטוריה. האויב שלנו היום דומה מספיק, וההזדמנות הטכנולוגית של העידן הדיגיטלי החדש מאירה לנו פנים. סנסורים מגוונים, זולים וקטנים, רחפנים וכלי טיס אוטונומיים שניתן לשלבם בכוחות היבשה בהיקפים גדולים, רשתות מידע אלחוטיות ועיבוד מידע אוטומטי, כל אלה מספקים לנו את ההזדמנות ליצור את תשלובות החישה-עיבוד-תקיפה הרלוונטיות למקומותינו. האויב הנעלם רגיש עד מאוד לחידושים אלה. הבה נדלג על שכר הלימוד בשדה הקרב הבא.

רשימת מקורות

- אורטל, ערן. "לצאת מהגדר - מודל עסקי חדש לאמ"ן". **בין הקטבים** 18. צה"ל: מרכז דדו, דצמבר 2018.
- ברק, קובי. "השמיים אינם עוד הגבול". **בין הקטבים** 11-12. צה"ל: מרכז דדו, יוני 2017.
- דניץ, קרל. **מלחמת הצוללות**. זמורה-ביתן, מודן, 1979.
- "המערכה באוקיינוס האטלנטי (1939-1945)". **ויקיפדיה, האנציקלופדיה החופשית**. עודכן: 29 בספטמבר 2018. <https://tinyurl.com/y86msprd>.
- חליוה, אהרון. "עוד מאותו הדבר". **בין הקטבים** 9. צה"ל: מרכז דדו, דצמבר 2016.
- טרבור-רופר, ה' ר'. **הוראות המלחמה של היטלר**. משרד הביטחון - ההוצאה לאור, 1992.
- צ'רצ'יל, וינסטון. **מלחמת העולם השנייה: שעתם הנאה**. הוצאת עם עובד, 1956.
- רוחקס דומבה, עמי. "צה"ל 2030: קטן, יעיל וקטלני". *Israel Defense*. 16 בנובמבר 2017. <https://www.israeldefense.co.il/he/node/31779>.
- שמואל שמואל, לייזר ברמן ואחרים. "הקרוב הרב ממדי מבעד לעדשה". **בין הקטבים** 16-17. צה"ל: מרכז דדו, יוני 2018.
- Abbatiello, John J. *Anti-Submarine Warfare in World War I: British Naval Aviation and the Defeat of the U-Boats*. London: Routledge, 2011.
- Ashworth, Chris. *RAF Coastal Command 1936-1969*. Patrick Stephens Ltd., 1992.
- Barlow, J. "The Navy's Escort Carrier Offensive." *Naval History Magazine*, Vol. 27, No. 6. US Naval Institute, 2013.
- Beige, Lindy. The Wargamers Who Won A Real War. Video. July 22, 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=fVet82IUaQq>.
- Benbow, T. *British Naval Aviation in World War II: Escort Carriers*. London: Kings College, 2018. <https://defenceindepth.co/2017/10/13/british-naval-aviation-in-world-war-ii-escort-carriers/>.
- Benedict, John R. "The Unraveling and Revitalization of U.S. Navy Anti-Submarine Warfare". *Naval War College Review* 58, No. 2. Naval War College Press, 2005. <https://digital-commons.usnwc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2206&context=nwc-review>.
- Bennett, R. F. *Behind the Battle: Intelligence in the War with Germany, 1939-45*. Sinclair-Stevenson, 1994.
- "Bombing of Dresden". *History*, November 9, 2009. <https://www.history.com/topics/world-war-ii/battle-of-dresden>.
- Burns, R. W. "Impact of Technology on the Defeat of the U-boat, September 1939-May 1943". *IEE Proceedings - Science, Measurement and Technology* 141, Vol. 5. IEE Press, 199, pp. 346-349.
- Carey, Alan C. *Galloping Ghosts of the Brazilian Coast: United States Naval Air Operations in the South Atlantic During World War II*. Lincoln, NE: Universe Inc., 2004.
- Clark, Bryan and John Stillion. *What It Takes to Win - Succeeding in 21st Century Battle Network Competitions*. Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2015.

- Ellis, John. *Brute Force: Allied Strategy and Tactics in the Second World War*. London: Andre Deutsch, 1991.
- Fontaine, Richard, and Julianne Smith. "Anti-Access/Area Denial Isn't Just for Asia Anymore". *Defense One*, April 2, 2015. <http://www.defenseone.com/ideas/2015/04/anti-accessarea-denial-isnt-just-asia-anymore/109108/>.
- Franklin, George. *Britain's Anti-Submarine Capability 1919-1939*. Routledge, 2014.
- Fromm, Winfield E. "The Magnetic Airborne Detector". *Advances in Electronics and Electron Physics*, Vol. 4. Academic Press, 1952.
- Gilbert, Martin T. *Who Won the Battle of the Atlantic?* UK: Athena Press, 2007.
- Goulter, Christina. *A Forgotten Offensive: Royal Air Force Coastal Command's Anti-Shipping Campaign, 1940-1945*. London: Frank Cass, 2005.
- Hastings, Max. *All Hell Let Loose: The World at War 1939-45*. London: Harper Press, 2011.
- Hendrie, Andrew. *Cinderella Service - RAF Coastal Command 1939-1945*. Pen & Sword Aviation, 2006.
- Herwig, Holger H. "The Submarine Problem - Germany, Britain and the United States 1919-1939", in: W. Murray, A. R. Millet (eds.). *Military Innovation in the Interwar Period*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.
- Keegan, John. *The Price of Admiralty: The Evolution of Naval Warfare*. New York: Penguin Books, 1990.
- Krahe, Norman. "Type VII U-Boat". *WW2 Weapons*, February 6, 2018. <https://ww2-weapons.com/u-boat-type-7/>.
- Lambert, A. "Britain, Germany and the Battle of the Atlantic: A Comparative Study, by Dennis Haslop". Book review. *The Historian* 78, Vol. 2. New York, NY: Bloomsbury Press, 2016.
- Linclau, Tom. "ONS-5". *uboat.net*. September 5, 2017. <https://uboat.net/ops/convoys/convoys.php?convoy=ONS-5>.
- "List of Escort Carriers of the Royal Navy". *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Updated July 15, 2018. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_escort_carriers_of_the_Royal_Navy.
- Mackenzie, G. "The Battle of the Atlantic - Western Approaches Command". Naval Historical Review. Naval Historical Society of Australia, 2001. <https://www.navyhistory.org.au/the-battle-of-the-atlantic-western-approaches-command/>.
- Mason, Geoffrey B. "World War II at Sea: Notes on Anti-Submarine Weapons Used by Allied Ships". *Naval History*, 1992. <http://www.naval-history.net/xGM-Tech-Anti-submarine%20Weapons.htm>.
- McClearn, Sandy. "Canadian Navy Anti-Submarine Weapons and Torpedoes". *Hazegray.org*. Updated August 4, 2017. <https://www.hazegray.org/navhist/canada/systems/asw/>.
- McLean, D. M. "Confronting Technological and Tactical Change: Allied Anti-Submarine Warfare in the Last Year of the Battle for the Atlantic". *Canadian*

Military History 7, Issue 3. Canadian Armed Forces and Department of National Defense, 1998.

- "Military Production During World War II". Wikipedia, The Free Encyclopedia. Updated December 14, 2018. https://en.wikipedia.org/wiki/Military_production_during_World_War_II.
- Murray, Williamson and Alan R. Millet. *Military Innovation in the Interwar Period*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.
- National Museum of the Royal Navy. "British and Commonwealth Navies at the Beginning and End of World War II". Naval History, July 8, 2011. <http://www.naval-history.net/WW2CampaignRoyalNavy.htm>.
- Naval Staff History Second World War. *The Defeat of the Enemy Attack Upon Shipping 1939-1945, a Study on Policy and Operations*. Vol. 1A. Historical Section Admiralty: 1957. <http://www.ibiblio.org/hyperwar/NHC/NewPDFs/UK/UK,%20Defeat-of-Enemy-Attack-on-Shipping1939-1945.pdf>.
- Other, A. N. "British and German Submarine Statistics of World War II". Naval Historical Review. Naval Historical Society of Australia, December 1972. <https://www.navyhistory.org.au/british-and-german-submarine-statistics-of-world-war-ii/>.
- Roberts, A. *The Storm of War: A New History of the Second World War*. Penguin UK, 2009.
- Seth, Ronald. *The Fiercest Battle - The Story of North-Atlantic Convoy ONS-5*. London: Norton, 1962.
- Sheffield, G. "The Battle of the Atlantic: The U-boat Peril". *BBC History*. Updated March 30, 2011. http://www.bbc.co.uk/history/worldwars/wwtwo/battle_atlantic_01.shtml.
- Sternhell, Charles M., and Alan M. Thorndike. "Antisubmarine Warfare in World War II". *OEG Report* 51, Chap. 8. Washington D.C.: Navy Department, 1946.
- Strong, P. Edward. *Wargaming the Atlantic War: Captain Gilbert Roberts and the Wrens of the Western Approaches Tactical Unit*. MORS Wargaming, 2018.
- Syrett, D. *The Defeat of the German U-boats: The Battle of the Atlantic*. Columbia, S.C.: University of South Carolina Press, 1994.
- Terraine, John. *Business in Great Waters*. Barnsley: Pen & Sword Military, 2009.
- Tillman, Barrett. "Hard Targets". *Air Force Magazine*, February 2015, pp. 81-84.
- UK National Archives. "Bomber Command: Campaign Diary November 1943-March 1944". Royal Air Force. Updated April 6, 2005. <https://web.archive.org/web/20070611031914/http://www.raf.mod.uk/bombercommand/mar44.html>.
- Van Tol, Jan M. "Military Innovation and Carrier Aviation". *JFQ*. NDU Press, Autumn/Winter 1997-8, pp. 97-109.