

בחינת סוגיית ההגנה על משאבי האנרגיה של ישראל במים הכלכליים

יש לשלב בין היכולות להגנה על תשתיות ההולכה
התת־מימיות כולן. הדרך לכך תיסלל באמצעות הממדים
המודיעיניים ובאמצעות סיכולים ממוקדים. זו גם הזדמנות
לשיתוף פעולה בין־לאומי בין ישראל לבין מדינות שלהן יש
תשתיות כאלה

אסדות הקידוח "תמר" ו"מרי B". חבלה במאגרי
הגז של ישראל ובמתקניהם וכן בקווי התקשורת
הבין־לאומיים שלה עלולה לפגוע באופן אנוש
בעצמאותה של ישראל בתחום האנרגיה
וביכולת התקשורת הבין־לאומית שלה



ישראל ובעוצמתה. ניתוח האיומים על התשתיות התת־מימיות יתבסס על כמה עקרונות:

1. מתאר ההתמודדות - בחינת הגורמים המהווים איום על תשתית ההולכה התת־מימית.
2. בחינת היכולות והאפשרויות להפעלת איום על התשתיות.
3. רמת הסכנה הנשקפת מן האיום: היקף הנזק הצפוי במקרה של מימוש האיום.

מתאר ההתמודדות

המתאר נחלק לפי מקור האיום: ארגוני טרור, ארגונים מדינתיים־למחצה, מדינות ומעצמות.

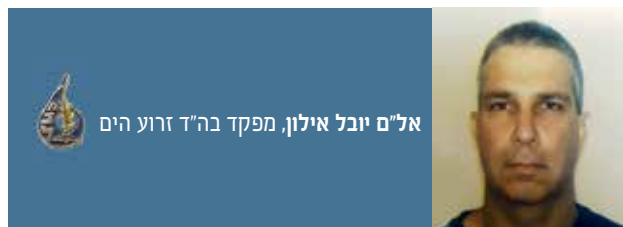
גילוי מאגרי הגז והנפט הימיים הוא אחת ההתפתחויות המבטיחות ביותר שהתרחשו בתחום האנרגיה באזור. מן האמור נובע שבאזור נפיץ כמו המזרח התיכון המשאבים האלה הם גורם ומניע לסכסוכים חדשים ולהעצמת סכסוכים קיימים.

אי השקט בעולם הערבי החליש את יריבותיה המסורתיות של ישראל, למעט איראן, והביא לשינוי שחל בסביבה האסטרטגית. ואולם, מכל שאר הבחינות, הפכה זירת הים התיכון למורכבת הרבה יותר. בהקשר הזה ניתן למנות את חידוש הנוכחות של רוסיה, את הנסיגה החלקית של ארצות־הברית מן המרחב, את שאפתנותה של תורכיה, את הגידול במספרם של גורמי הטרור ובהיקפם, את עוצמת הסכסוכים האלימים ולבסוף את התפוררות הסדר המדינתי לאורך חופי הים התיכון. מדינות הלאום הערביות מאבדות מכוחן, וכוחות פוליטיים

כבר עתה ניתן להניח שבעימותים הבאים יאויס התווך התת־מימי באופן משמעותי על־ידי הגורמים המעוניינים לפגוע בחוסנה של ישראל ובעוצמתה

אסלאמיים מגבירים את השפעתם. לוב, לבנון, עזה, סוריה, מצרים ותורכיה אינן יציבות כפי שהיו בעבר, ומשופעות בכוחות קיצוניים. כל המגמות הללו הן איום על ישראל ועל משאביה האסטרטגיים.³ בנוסף, ההתפתחויות בחלקו המזרחי של אגן הים התיכון החמירו את איום הטרור הבין־לאומי: מדינות ערב נחלשו, חלק מהן הפכו להיות מדינות כושלות המאבדות את השליטה במנגנוני הביטחון שלהן, ומאגרי הנשק שלהן הולכים והופכים לנגישים יותר לקבוצות טרור. המצב הזה עלול להביא לעלייתם של ארגונים וקבוצות המבקשים לפגוע בישראל, ומצוידים בחימוש מתוחכם יותר ויותר.⁴ הגם שאירועי הטרור בים מהווים כ־2% בלבד מכלל אירועי הטרור בעולם בשלושים השנים האחרונות, יש לאזור שארגוני הטרור והמדינות התומכות בהם מנסים כל העת להתחדש, ולמצוא מקומות שבהם ניתן להפגיע.⁵

התווך הימי דורש מקצועיות רבה, ידע בהפעלת כלי שיט ואמצעים בים - יכולות שעד היום היו שמורות למדינות בלבד. לאיומים של המדינות (איראן, למשל) נוספים סימנים לכך שארגוני טרור ברחבי העולם רוכשים ומאמצים יכולות ומיומנויות בהפעלת כלי שיט ואמצעים בים. קשת האמצעים והיכולות רחבה ומגוונת - החל



זה זמן רב מעסיקות את מקבלי ההחלטות בישראל סוגיות הנוגעות לגיבוש תפישת ההגנה על התשתיות של המדינה בים. ישראל נתפשת כמדינת־אי משום שמיקומה הגיאוגרפי־אסטרטגי אינו מאפשר לה לפתח את קשריה היבשתיים. מיקומם של קידוחי הפקת הגז המשרתים את מדינת ישראל מכתוב לה את אופי שינוע האנרגיה. הפתרון לכך הוא צנרת תת־מימית או תובלה ימית על־מימית. כיום ניתן להפיק גז ונפט בעומקים שמעבר למדף היבשה, ולשנע אותם למרחקים גדולים. התווך התת־מימי הופך להיות משמעותי בעקבות התפתחות הטכנולוגיה ופיתוח היכולות להנחת צנרת תת־מימית בעומקים ובמרחקים משמעותיים. בנוסף, ההתפתחות הזאת מובילה להוזלת עלויות הייצור של הצנרת והנחתה. מדינות רבות בעולם פונות לתווך התת־מימי כדי לשנע אנרגיה ומידע; לראיה: 93% מהתקשורת הבין־לאומית עוברת באמצעות כבלים תת־מימיים. מרבית מאגרי האנרגיה החדשים נמצאים באזור המים הכלכליים של מדינת ישראל. גודלם של המאגרים יכול להשפיע באופן משמעותי על עצמאותה של ישראל בתחום האנרגיה, על עוצמתה הכלכלית ואף על גיוון במקורות הספקת האנרגיה לאירופה. לצד כל אלה יכולה ישראל להפוך ליצואנית גז גדולה ולהשיג בכך יתרונות כלכליים ומדיניים, אך עליה להקים תשתית מתאימה להפקת האנרגיה הזאת ולהעברתה וכן לאבטחת תשתיות ההפקה שלה והובלתה.

בה־בעת חלה התפתחות ביכולות תת־מימיות לייעודים נוספים: צוללות זעירות לא מאוישות להפעלה לטווחים רחוקים, רובוטים תת־מימיים בשליטה מרחוק ויכולות נוספות, אשר מצד אחד תומכות בתשתיות הללו ומצד אחר הן יעד לפגיעה ולחבלה. חבלה עלולה לפגוע באופן אנוש בעצמאותה של ישראל בתחום האנרגיה וביכולת התקשורת הבין־לאומית שלה. חבלות כאלה נעשות כבר ברחבי העולם; דוגמאות לכך: חיתוך כבל התקשורת התת־מימית במצרים, כנראה על־ידי פעילי של אחד מארגוני הג'האד העולמי ב־2013; ניסיונות התחברות לכבלי תקשורת תת־מימיים על־ידי ארגוני ביון;¹ ניסיונות חבלה באסדות הפקת גז ובצנרת גז במצרים ובניגריה - הן ימית והן יבשתית.²

העיסוק בתשתיות תת־מימיות נמצא בראשית דרכו בעולם בכלל, ובמדינת ישראל בפרט. קצב ההתקדמות בתחום הזה והצורך להגדיר את האיומים, לפתח את תפישת ההגנה ולבנות את היכולות מצריכים דיון נרחב בו.

המאמר הזה יעסוק בבחינתם של האיומים על תשתיות ההולכה התת־מימיות ובעקרונות אשר ראוי שינחו את ההגנה על התשתיות הללו.

איומים על תשתיות הולכה תת־מימיות

כבר עתה ניתן להניח שבעימותים הבאים יאויס התווך התת־מימי באופן משמעותי על־ידי הגורמים המעוניינים לפגוע בחוסנה של



ספינות מלחמה איראניות. לאיומים של מדינות שונות, בהן איראן, נוספים סימנים לכך שארגוני טרור ברחבי העולם רוכשים ומאמצים יכולות ומיומנויות בהפעלת כלי שיט ואמצעים בים

כבלי תקשורת תת-מימיים בעומקים רדודים, וכלה בעוגנים שנזרקו ונגררו כדי לפגוע בתשתיות.¹⁰ כדי לסקור את האיומים על תשתיות ההולכה התת-מימיות הם יוצגו על-פי חתך עומקים.

מגובה פני הים ועד לעומק של 50 מטרים. בעומקים האלה האיומים המרכזיים הם איומי הצוללנים שיכולים לבצע משימות: החל בחבלה פיזית באמצעות כלי עבודה ועד להנחת מטענים וחומרי נפץ מסוגים שונים. צוללנים יגיעו ליעדיהם באמצעות מערכות נשימה הנישאות על הגב, ולחלופין על-ידי רכב לתובלת צוללן. צוללן יכול לפעול במתאר הזה בטווחים של קילומטרים בודדים. הפעלה כזאת דורשת מיומנות פשוטה יחסית. לא רק מדינות יכולות להפעיל אנשים עם מיומנות כזאת, אלא גם ארגוני טרור. הובלת צוללנים לטווחים ארוכים יותר נעשית על-ידי כלי שיט על-מימי המוריד את הצוללנים בקרבת היעד או על-ידי כלי שיט תת-מימי עצמאי שיכול להיות משוגר גם מצוללת. **עומק של 50-200 מטרים.** בעומקים האלה קיימים כמה סוגי איומים, למשל, תקיפה של תשתיות ההולכה על-ידי כלי שיט תת-מימי מתאבד, כמו צוללת ננס. כלים כאלה מופעלים כיום הן על-ידי מדינות והן על-ידי ארגוני פשע וטרור. בנוסף ניתן להפעיל בעומקים הללו אמצעים תת-מימיים לא מאוישים, וקיימות אפשרות של הפעלת צוללות וירי טורפדו לעבר תשתיות ההולכה. תקיפה בטורפדו יכולה להיות יעילה נגד תשתית ההולכה הנמצאת על גבי אסדה, ואולם יעילותה נגד תשתית ההולכה המונחת על גבי הקרקע נמוכה יחסית. צי צוללות מופעל כיום על-ידי מדינות רבות באזור אגן הים התיכון. נשק הטורפדו הוא איום אפקטיבי עד לעומקים של כמה מאות מטרים, וניתן לשגר מצוללת, מכלי לנשיאת צוללנים ומכלי שיט על מימי.

עומק של 200 מטרים ויותר. קיימים איומים מעטים לתקיפה בעומקים מעל 200 מטרים. מנגד, במקביל לפיתוחן של תשתיות ההולכה התת-מימיות מפותחים בהכרח גם כלי שיט בלתי מאוישים לעומקים האלה. קיימים שני סוגים עיקריים של כלים תת-מימיים בלתי מאוישים הפועלים בעומקים האלה. כלים המונהגים מרחוק (ROV - Remote Operate Vehicle) וכלים אוטונומיים

בשחיינים מתאבדים, עבור דרך הפעלת סירות נפץ ועד לצוללנים המתמחים בעבודה במים עמוקים ובחומרי נפץ, כולל הפעלת צוללות ננס ומערכות מיקוש וחבלה מייצור עצמי.⁶

כמה דוגמאות מן השנים האחרונות: באפריל 2004 סוכלה משימה של אל-קאעדה לשגר סירות נפץ שבהן מחבלים מתאבדים לעבר מתקן קידוח גז בעיראק. ב-2008 נתפסו בסרי לנקה צוללות ננס מייצור עצמי ששימשו את המורדים הטמילים ושיועדו לשמש כצוללות ננס של מתאבדים נגד תשתיות ההולכה תת-ימיות ונגד ספינות.⁷

לצד האיום של ארגוני הטרור על התשתיות האסטרטגיות של ישראל נשקפים איומים מן המדינות השכנות - באופן ישיר או עקיף:

- ממשלת תורכיה תומכת בארגונים מוסלמיים קיצוניים במזרח התיכון. כמו כן איימה תורכיה על קפריסין בשל שאיפותיה לקבל נתח ממאגרי האנרגיה, שהתגלו בים דרומית לקפריסין.
- איראן בונה צי המסוגל לפעול בלב ים ולשגר כוחות הרחק מגבולותיה.
- נמלי סוריה מארחים אוניות איראניות החל מ-2011.
- הצי האיראני מפליג במרחבי הים התיכון החל מ-2010.⁸

בנוסף יש לציין שכיום המדינות מעוניינות להפעיל שליחים לביצוע משימות הפוגעות ביכולות האסטרטגיות של מדינה אחרת. זאת, תוך ניסיון להימנע מזיהוי כמדינות תוקפניות. התוון הימי והתשתיות הנמצאות בו מספקים את האפשרות הזאת הן בתחום התקשורת והן בתחום האנרגיה.

יכולות ואפשרויות לפגיעה בתשתית ההולכה תת-ימית

מחקרים שבחנו את האפשרויות הטכניות לפגוע באסדת קידוח להפקת גז העלו כי לפגיעה משמעותית באסדת קידוח מתחת לפני המים נדרשים כמה עשרות קילוגרמים של חומר נפץ סטנדרטי, הנישאים על-ידי צוללנים או צוללת ננס, ולחלופין פגיעת טורפדו. קל וחומר כאשר מדובר בתשתית ההולכה עצמה.⁹ תשתיות התקשורת התת-מימית נפגעו רבות בשנים האחרונות - החל בצוללנים שחתכו

(AUV - Autonomous Underwater Vehicle).

ROV - כלים המסוגלים לעבוד בעומקים של קילומטרים רבים, ונשלטים באופן מלא על-ידי הכלי המשלח. ה-ROV מניחים ומתחזקים את תשתיות ההולכה התת-ימיות, ולכן יכולים לשמש גם נשק ולפגוע בתשתית האויב. כדי להפעיל כלים כאלה נדרשת מיומנות גבוהה, ועל הכלי המשלח להימצא באזור הפעילות. שיגור כלי כזה לאזור פעילות הנמצא בעומק רב נמשך כמה שעות, והוא מבצע מורכב - החל בשלב מיקום כלי השיט המשלח, עבור דרך הורדת הכלי התת-ימי, הולכתו ליעד, ביצוע המשימה וכלה בהחזרתו לאוניית האם.

AUV - איום משמעותי יותר יכולים להוות הכלים האוטונומיים הבלתי מאוישים. הצי האמריקני הצהיר כבר בשנת 2000 כי ה-AUV יפותחו וישמשו לארבעה תחומים עיקריים:

1. הרחבת היכולות הקיימות בתחום המודיעין והביון במקומות ובעומקים שבהם לא ניתן להפעיל צוללות או כלי שיט על-ימיים.
2. חיפוש וסריקה תת-ימית של תוואי קרקע ותשתיות כבסיס למבצעים צבאיים.

3. תקשורת, ניווט ויצירת רשת תקשורת מתחת למים.

4. גילוי צוללות ומעקב אחריהן; שימוש כפלטפורמות לכל סוגי החיישנים שניתן להפעיל בסביבה תת-ימית.¹¹

הכלים הללו משוגרים הן מספינות והן מצוללות. המערכות המסחריות הקיימות מסוגלות להגיע לעומק של 4,500 מטרים כשהן מצוידות במגוון אמצעים, ובהם מערכות ניווט, צילום וסונר, ואף יכולות לשאת מטענים וחימוש. מערכות הניווט מדויקות, ויודעות לנווט את הכלי למיקום בדיוק של מטר עד שניים בעומקי ים של אלפי מטרים. משקלם של הכלים נע בין עשרות קילוגרמים ועד לאלפי קילוגרמים בהתאם לייעודו ולמורכבותו.

זמן העבודה משתנה, ויכול להגיע עד ל-60 שעות עבודה - שוב, בהתאם למשקלו של הגוף ולמהירותו. הכלים האלה נעים בדרך-כלל במהירות של קשרים בודדים בשעה. החתימה האקוסטית והאנרגטית שלהם נמוכה, ולכן מקשה מאוד על המעקב אחריהם ועל גילויים. עלותם של האמצעים הולכת ופוחתת ככל שהטכנולוגיה מתפתחת, והשימוש בהם מתרחב. העלות של הכלים האלה כיום היא בין 250 אלף דולר למיליון דולר.

בנוסף, יש לציין כי הטלת המטענים מכלי שיט על-ימי או תת-ימי היא איום רלוונטי לכל עומקי הים. היכולת לדייק באמצעות מטען, המוטל למרחק או לעומק, היא גבולית, ולכן פגיעתו של מטען כזה בתשתית ההולכה התת-ימית מושפעת מאוד מגורמי הסביבה השונים. מדובר בנשק סטטיסטי הדורש הפעלת מספר רב של מטענים כאלה בשטח ובזמן נתונים.

עקרונות ההגנה על תשתיות ההולכה התת-ימיות

מדינת ישראל הטילה על צה"ל את אחריות ההגנה על התשתיות האסטרטגיות בתחום האנרגיה בים. בחינת הצורך מעלה כי נדרש פיתוח מענה רחב להגנה על תשתיות, זאת תוך שימת דגש על תשתיות ההולכה. רצוי שזה יהיה חלק מן המענה הכללי הניתן להגנה על משאבי האנרגיה של מדינת ישראל במים הכלכליים ובמים הריבוניים. הממדים הגיאוגרפיים הגדולים של השטח שבו מדובר,

ה-ROV מניחים ומתחזקים את תשתיות ההולכה התת-ימיות, ולכן יכולים לשמש גם נשק ולפגוע בתשתית האויב. כדי להפעיל כלים כאלה נדרשת מיומנות גבוהה, ועל הכלי המשלח להימצא באזור



לצד המורכבות של התווך שבו נמצאות התשתיות האלה, מצריכים גיבוש תפישה בהתאם לאזור הרלוונטי, לחשיבות ולכמות של תשתיות ההולכה התת-ימיות הנמצאות בו ולאיומים הקיימים באותו אזור.

אחזקה ושליטה בשטח ימי היא מונח מקצועי המכונה "שליטה ימית". משמעות המונח - היכולת לנטר מרחב ים מוגדר באופן קבוע ורציף, ובמשך זמן בלתי מוגבל, והיכולת לזהות ולהכיר את כלל

תשתיות התקשורת התת-ימית נפגעו רבות בשנים האחרונות - החל בצוללנים שחתכו כבלי תקשורת תת-ימיים בעומקים רדודים, וכלה בעוגנים שנזרקו ונגררו כדי לפגוע בתשתיות

הכלים והשחקנים הפועלים במרחב הימי המוגדר. המטרה של כל אלה היא לאתר פעילות עוינת. כדי להביא לידי ביטוי את היכולות האלה יש להבטיח עליונות ימית בדומה לזו שמקיים חיל האוויר במרחב האווירי - הן בעתות שגרה והן בעתות חירום.

כאשר עוסקים בתשתיות תת-ימיות מדובר בהגנה על כלל הנפח של המרחב התת-ימי. החזקת הנפח יוצרת מורכבות הנובעת הן מהממדים והן ממגבלות טכנולוגיות לבניית תמונה של התווך הזה. היכולות הטכנולוגיות מאפשרות בניית תמונה בתווך התת-ימי (סונר ואמצעים נוספים) בטווחים קצרים יחסית בהשוואה לתווך העל-ימי והאווירי. כאשר מדובר בהגנה על תשתיות תת-ימיות יש לבחון את מרכיבי המענה, במטרה לאפשר מענה יעיל.

העקרונות מורכבים מכמה נדבכים:

1. מודיעין והתראה.
2. הרתעה ומניעה.
3. הגנה מרחבית (הגנה על-ימית והגנת נפח תת-ימית).
4. הגנה צמודה.
5. מזעור נזקים, שיקום ויתירות.

על כל נדבך ונדבך להיות מותאם לסוג האזור בחלוקה לשכבות העומק השונות. באמצעות המודל הזה ניתן יהיה לבחון מעת לעת את התפישה מול האיומים המשתנים בחלוקה לשכבות העומק השונות ולשנות את הדגשים ביניהם בהתאם.

מודיעין והתרעה. משימתו של המודיעין היא לאתר את פוטנציאל הפגיעה בתשתיות ההולכה התת-מימיות. הזירה הימית עצמה מספקת אתגרים רבים למודיעין משום שמשותפים בה שחקנים רבים - הן ברמה האסטרטגית והן ברמה האופרטיבית-טקטית. איסוף המודיעין המקדים צריך להתבסס על האיומים בהווה ובעתיד. היכולת להפעיל איומים תת-מימיים, תוך שימת דגש על האיומים המתקדמים, דורשת מיומנות גבוהה והיערכות מקדימה שמשאירה חתימה ומאפשרת את איתורה בעוד מועד.

הפעולה בתחום המודיעין וההתרעה מתחלקת לשני ממדים:

1. איתור יכולות וכוונות בעוד מועד יאפשר סיכולו של איום כזה. בשל גודלו הפיזי הגדול של האזור, יכולת המניעה המוקדמת

הזירה הימית עצמה מספקת אתגרים רבים למודיעין משום שמשותפים בה שחקנים רבים - הן ברמה האסטרטגית והן ברמה האופרטיבית-טקטית

היא משמעותית. כדי להצליח ולגבש תמונת מודיעין יש לפעול בשיתוף כלל הגורמים וליצור שילוביות ואחריות משותפת בבנייתה. חשיבות רבה יש לשיתוף הפעולה הבין-לאומי על בסיס האינטרסים המשותפים. האיום על תשתיות ההולכה התת-מימיות הוא איום ברזמנית על מדינות החולקות תשתיות בתחום האנרגיה ובתחום התקשורת. חלק מתשתיות ההולכה נמצאת במים הכלכליים או במים הריבוניים של כמה מדינות. פגיעה בהן תפגע במדינות הללו הן מבחינה כלכלית והן מבחינה אקולוגית. העניין הזה מצריך שיתוף פעולה שבלעדי קשה מאוד לקיים תשתית איתנה. הסיכול המוקדם, תוך שימת דגש על איומים של כלי נשק אוטונומיים (AUV), הופך להיות מאמץ משמעותי, ואולי אף עיקרי.

2. יכולת איסוף וניתוח פעילויות בזמן אמת שתאפשר תגובה וסיכול במידת האפשר. החזקת השטח התת-מימי במרחבים הפתוחים היא מורכבת ביותר. על כן נראה כי יש לבחון התרעה בתווך התת-מימי תוך התמקדות באזורים הרלוונטיים לאורך קווי התשתית. החזקת התמונה התת-מימית במרחב כולו מורכבת גם מבחינה טכנולוגית. בניית תמונת המרחב התת-מימי יכולה להיעשות על-ידי מערכות מושטות ונייחות (מצופים, מערכים נפרדים), מערכים נפרדים יעילים לטווחים ארוכים יחסית, יכולים לספק תמונה תת-מימית לטווח שני בין מאות מטרים לקילומטרים ספורים. המערכות יכולות לספק תמונה התרעית תוך שימת דגש על שלבי איסוף המודיעין לקראת ביצוע תקיפה.

החזקת המרחב מצריכה בניית תמונה בתווך העל-מימי והתת-מימי במשולב. במרחב נמצאים שחקנים רבים: כלי שיט אזרחיים, צי סוחר, כלי שיט בלתי מזוהים, כלי שיט צבאיים זרים, ספינות

דיג וספינות אויב. שימוש באמצעי גילוי מתקדמים - לוויינים, מכ"מים בהצבה יבשתית, ימית או מוטסת ומערכות מודיעין גלויות - יתרעו על כלל הכלים הפועלים במרחב. שימוש בטכנולוגיות זיהוי מתקדמות, המשולבות במידע מודיעיני - בין-ארגוני ובין-מדינתי - יאפשר לאתר כלי שיט העוסקים בפעילות חשודה. הנתונים האלה הם התרעה על האיומים התת-מימיים המופעלים מכלישיט הנמצאים על פני השטח, ובהם: זריקת מטענים או הורדת כלים נשלטים (ROV). יכולות בניית התמונה התת-מימית בפועל הן מוגבלות, אם כי קיימות, כאשר מורכבות האיומים משתנה עם העומק. מיצוי יכולות גילוי וזיהוי תת-מימיות משתנה בהתאם לגיאוגרפיה ולעומק.

הרתעה ומניעה. המניעה יכולה להיעשות עוד לפני הגעת הגורם המאיים לזירה. מניעה של פעילות לפני ההגעה לזירה היא בעדיפות כאשר מדובר באמצעים אוטונומיים תת-מימיים. נכון להיום, אפשרות גילויים וניטורם מוגבלת. הממד הזה תלוי כמובן בביצועים המודיעיניים. ההרתעה תיווצר הן על-ידי סיכול המשימה לפני שיצאה אל הפועל, והן על-ידי הפגנת נוכחות בזירה. חשוב שהפגנת הנוכחות תתבצע הן בתחום העל-מימי והן בתחום התת-מימי. הפגנת נוכחות בתחום התת-מימי יכולה להיעשות על-ידי כלי שיט שטח, המפעילים אמצעים לאיתור ולגילוי איומים תת-מימיים, והן על-ידי אמצעים תת-מימיים.

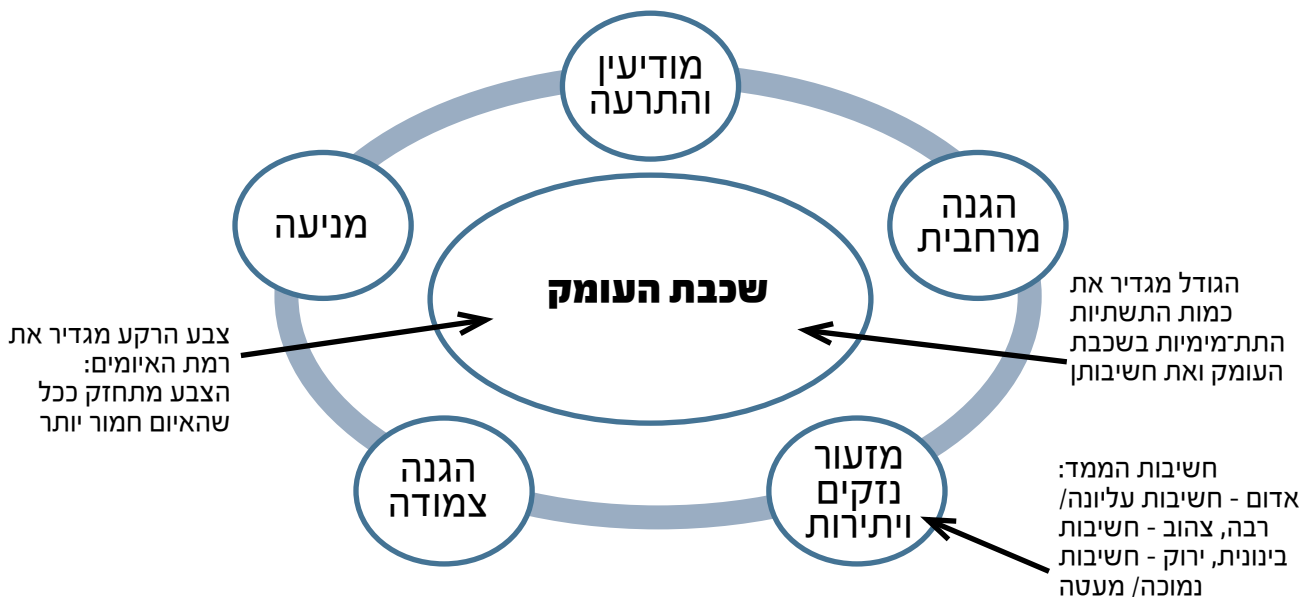
הגנה מרחבית. זוהי הגנה על המרחב שקיימות בו תשתיות הולכה תת-מימיות, והיא אמורה להיערך בשטח מוגדר. הגנה מרחבית על-מימית מאפשרת הגנה מפני כלי שיט שטח, שישתמשו באמצעים תת-מימיים לתקיפה. היא דורשת משאבים רבים, עקב הצורך להחזיק תמונה כל הזמן.

ראוי שהמענה יינתן בעיקר לאזור המים הריבוניים, ובמידת-מה גם לאזור המים הכלכליים. ההגנה המרחבית תתבסס על חיפוש, ועל גילוי וזיהוי של איומים. היכולות האלה אמורות להתבסס על יכולות מושטות, מוטסות ונייחות - חופיות או אחרות (אסדות או מתקנים אחרים). ההגנה המרחבית יכולה לפגוע ביעילות של תקיפה, כמו: פגיעה ביכולות הניווט של האיום, פגיעה ביכולות ההתבייטות על המטרה, וכן פגיעה באיום עצמו באופן שיגרום לנטרולו או להשמדתו.

הגנה צמודה על התשתית עצמה. ההגנה הזאת תמנע פגיעה בתשתית באמצעות פגיעה ביעילות התקיפה, ביכולת לרכוש את המטרה וביכולת לנווט בקרבת התשתית הזאת. מיגון פסיבי ייחשב גם הוא לסוג של הגנה צמודה. אפשרות נוספת היא פגיעה באיום עצמו ונטרולו או השמדתו. הגנה בתצורות שונות רלוונטית לכל האזורים ולכל העומקים - יש להתאים את האמצעים למימוש ההגנה על-פי רמות האיום ועל-פי המגבלות הפיזיות. הגנה צמודה יכולה להיות הגנה על התשתית לכל אורכה, או הגנה נקודתית על האתרים והנקודות שהם מרכזי הכובד של התשתית. דוגמאות לכך: חיבור תשתית ההולכה לאסדות ההפקה, הבקרה המרכזית בקידוחים התת-מימיים, חיבורי תשתיות התקשורת לחוף ומצוף ההיקשרות לגז נוזלי. **מזעור נזקים ויתירות.** על תפישת ההגנה על תשתיות ההולכה התת-מימיות לכלול אפשרות של שיקום במקרה של היפגעות, זאת תוך שמירה על רציפות תפקודית במידת האפשר. ככלל, יש לתכנן יתירות למשך הזמן הסביר לתיקון במקרה של פגיעה בצנרת ההולכה. תכנון תשתית חלופית עדיף שיקלול תשתית הנמצאת במרחק גיאוגרפי

תרשים 1

עקרונות המודל לגיבוש ההגנה על תשתיות ההולכה התת־ימיות של מדינת ישראל



מניעה. המניעה מתבססת ראשית כול על סיכול האיומים מבעוד מועד - אם ניתן, בנמלי היציאה או באזורי ההתארגנות, בהתאם למודיעין שמתקבל. כמו כן, מניעה פיזית של הגעת האיומים לגזרה המאוימת, לדוגמה, באמצעות הקמת מכשולים פיזיים כמו גדר תת־ימית.¹³ בנוסף, ביצוע סיורים ייעודיים והפגנת נוכחות בשטח כולו.

הגנה מרחבית. ההגנה המרחבית מתבססת על מערך הביטחון השוטף באוויר ובים. בתווך התת־ימי יש לתת דגש על בניית תמונה תת־ימית באמצעות מערכות ניחות המאפשרות החזקת תמונה ברצף, זאת תוך שימת דגש על אזורי החיכוך (גבולות) של המים הריבוניים. לדוגמה, מערכות סונר נפרסות, ניחות או ניידות.¹⁴ היכולת הזאת צריכה להיות מגובה באפשרות למתן התרעה ומענה בעת אמת לכלי שיט שיוכלו ליצור מגע עם האיום במידת הצורך.

הגנה צמודה. הגנה צמודה מתבססת על הגנה פסיבית, כמו הטמנה בקרקע, או חיפוי הצנרת באמצעות שכבת הגנה נוספת. כמו כן, ההגנה הצמודה מבוססת על מערכת סונר צמודה לצנרת, על התרעה ועל התקנים לשיבוש האיום. השיבוש יכול להתבצע באמצעות פעילות מנגד (חסימה פיזית או חסימה אקוסטית) ובאמצעות הפעלת כלי שיט תת־ימי או על־ימי מתאים לשם יירוט.

מזעור נזקים ויתירות. ניתנים להשגה באמצעות תשתית הולכה נוספת או על־ידי פיצולה בטווח העומקים הזה. (ראו תרשים 2).

שכבת עומק מים 50-200 מטרים

שכבת העומק הזאת כוללת בעיקר את התשתיות המוליכות את משאבי האנרגיה והתקשורת מאזור המים הרדודים, שבהם הן מתחברות לתשתיות היבשתיות, לאזור המים העמוקים, שבהם הם מופקים. בנוסף, קיימות כמה תשתיות הפקה באזור המים הזה. רוב האזור נכלל במים הריבוניים של מדינת ישראל. ניתן לראות שמודיעין והתרעה, מניעה ומזעור נזקים הם עדיין בעלי חשיבות

גדול מספיק מן התשתית הראשית, זאת כדי לבדדה מכל הבחינות מן המוקד. בנוסף, השגת יכולת תיקון ושיקום של התשתיות, שבאה לידי ביטוי בזמן תגובה קצר, מפחיתה את הצורך בהשקעה בהגנה. (ראו תרשים 1).

לאחר שנסקרו העקרונות הנדרשים להגנה על תשתיות ההולכה התת־ימיות ינותחו העוצמה והחשיבות של כל מאפיין או עקרון הגנה, זאת תוך התייחסות למאפיינים הפיזיים של התווך שבו נמצאות תשתיות ההולכה. האיומים והשלכותיהם ייבחנו על־פי העומקים הרלוונטיים לתשתיות של ישראל.

שכבת עומק מים 0-50 מטרים

כל התשתיות הנמצאות בעומקים האלה חיוניות להמשך תפקודה של מדינת ישראל, כולל הספקת הדלקים המאובנים (פוסיליים) הנמצאת כמעט במלואה בתשתיות הולכה תת־ימיות בעומקים האלה - החל בפריקת האוניות, עבור דרך צנרת הספקת הגז וחלוקתו לאורכה של המדינה וכלה בתשתיות הגיבוי להספקת הגז - מצוף ה־LNG (מתקן הנזלה - כדי להוביל גז למקומות רחוקים נדרש תהליך קירור במתקן הנזלה ההופך אותו לגז במצב נוזלי. נפח הגז המונזל קטן באופן משמעותי ומאפשר לאחסן כמות גדולה שלו בנפח קטן יחסית). בנוסף, כל תשתית התקשורת מתחברת ליבשה בעומקי הים האלה. גם רוב התשתיות שייטכן שיוקמו בעתיד יפעלו בתחום העומקים האלה.¹²

מודיעין והתרעה. יש לשים דגש על איום הצוללנים. האזורים המאוימים ביותר הם אזורי הגבול הבין־לאומי. יש לשים לב במיוחד לאפשרות לספק מודיעין והתרעה מוקדמים שיוכלו לאפשר סיכול ומניעת הפגיעה עוד לפני צאתה לדרך. יתרה מזו, בתחום העומקים הזה נדרשת מניעה מוחלטת גם בהיעדר התרעה מוקדמת - בייחוד באזורי החיכוך.

תרשים 2: עקרונות להגנה על תשתיות ההולכה בשכבת המים הרדודים - עומק 0-50 מטרים



תרשים 3: עקרונות להגנה על תשתיות ההולכה בשכבת העומק 50-200 מטרים



פעולה עם גופים נוספים, זאת כדי לקצר את זמן תיקון התשתיות שהן ללא יתירות (ראו תרשים 3).

שכבת עומק מים 200 מטרים ומעלה

המים העמוקים יחסית נמצאים מחוץ למים הריבויים של מדינת ישראל - חלקם במים הכלכליים וחלקם במים הבין-לאומיים. התשתיות באזורי המים האלה מסייעות בשאיבה ובהפקה של משאבי האנרגיה ובהפעלת תשתיות התקשורת. ייתכן שבעתיד יועברו תשתיות שינוע אנרגיה מסוגים נוספים למעמקים האלה. מספר התשתיות נמוך יחסית לזה שבשכבות המים האחרות. האיום העיקרי בעומקי המים האלה הוא האיום של כלי שיט תת-מימיים בלתי מאוישים, בעיקר של כלי השיט האוטונומיים ההולכים ומתפתחים. בשל המורכבות של הגנת הנפח הגנת המרחב וצמצום האיומים לתחום ממוקד אחד, יש לשים דגש על מודיעין והתרעה, מניעה, מזעור נזקים ויתירות.

מודיעין והתרעה. האיום של כלי שיט תת-מימיים אוטונומיים מוביל לשימת דגש רב על הספקת מודיעין והתרעה מוקדמים. הפעלת כלי שיט אוטונומיים בלתי מאוישים קשה מאוד לגילוי ולניטור, ולכן היא מחייבת סיכול ומניעת הפגיעה עוד לפני צאתה לדרך. יש לקיים מערך של התרעה סביב כלי שיט על-מימיים המבצעים פעילויות חריגות באזורים ממוקדים מעל לתשתיות ההולכה. בנוסף, יש לשים דגש על איסוף מידע מקדים באזורי תשתיות ההולכה, בדומה למצוין בנוגע לשכבת העומק הקודמת, הן על-ידי כלי שיט על-מימיים והן על-ידי כלי שיט תת-מימיים, ובעיקר על-ידי תשתית ניחת הנפרסת לאורך תשתית ההולכה או בקרבתה.

האזורים שבהם מונחות תשתיות ההולכה בעומקים האלה (מים כלכליים ובין-לאומיים) מצריכים שיתוף פעולה בתחום המודיעיני, שכן התשתיות משמשות גורמים בין-לאומיים הן להעברת תקשורת והן כמקורות אנרגיה, ונמצאות במים בין-לאומיים וכלכליים של

גבוהה מאוד. ההגנה הצמודה תתרכז בתשתיות שבהן פוטנציאל הנזק הוא גבוה, זאת תוך שימת דגש על תשתיות שאין להן יתירות. ההגנה המרחבית הנפחית הופכת למורכבת ביותר עקב ממדי הנפח והירידה ביעילות. לכן מומלץ לצמצם את הפעילות בתחום הזה, ולהתמקד בתחומים האחרים.

יש לעשות שימוש בהגנה מרחבית כאשר מתמודדים עם האיומים התת-מימיים שמקורם במרחב העל-מימי, בהם ROV והטלת מטענים באזורים הקרובים לתשתית ההולכה התת-מימית.

מודיעין והתרעה. יש לתת את הדעת על הספקת מודיעין והתרעה מוקדמים על כלי שיט תת-מימיים, מיקוש והטלת מטענים, כדי לאפשר את הסיכול ואת מניעת הפגיעה עוד לפני צאתה לדרך. התרעה ומודיעין נוספים ניתן לאסוף ולקבל באמצעות מערכות סונר שונות: ניחות, ניידות ובעיקר נפרסות, קבועות, הקרובות יחסית לתשתית ההולכה. כיום ניתן אף להתקין מערכות נפרסות כאלה על גבי הצנרת עצמה שישפכו תמונת איומים. הדגש הוא על התרעה של כלים ואמצעים האוספים מודיעין לפני ביצוע.

מניעה. המניעה בעומקים האלה צריכה להתבסס על סיכול האיומים בעוד מועד, אם הדבר ניתן, בנמלי היציאה או באזורי ההתארגנות - זאת בהתבסס על מודיעין, ביצוע סיורים ייעודיים והפגנת נוכחות בשטח כולו, תוך שימת דגש על האזורים הרגישים. **הגנה מרחבית.** ההגנה המרחבית מבוססת על המערך העל-מימי לאיתור פעילויות חריגות ולהפעלת אמצעים על-ידי כלי שיט על-מימיים.

הגנה צמודה. הגנה צמודה מבוצעת בתשתיות עצמן, תוך שימת דגש על תשתיות ללא יתירות, בין היתר באמצעות מערכת סונר צמודה לצנרת עצמה לשם התרעה והפעלה של אמצעים לשיבוש האיום.

מזעור נזקים ויתירות. בעומקים האלה חשובה יתירות, בייחוד לתשתיות שמסיבות שונות אין להן חלופות. יש לשקול להשקיע בפיתוח יכולות, או ברכישת יכולות, הן עצמאיות והן על-ידי שיתוף

תרשים 4: עקרונות להגנה על תשתיות ההולכה בשכבת העומק 200 מטרים ואילך



מדינות אחרות. קיימים אינטרסים משותפים למדינות נוספות הנוגעות בדבר.¹⁵

חלק ניכר מכבלי התקשורת המחוברים את האגן המזרחי של הים התיכון לאירופה מתקשרים למעשה לתשתית יבשתית באיטליה. לזו יכולים להיות אינטרסים משותפים בתחום הזה עם ישראל. דוגמה נוספת היא מצרים שיכולה גם היא להפיק ולשווק גז באמצעות תשתיות הולכה תת־מימיות.

מניעה. המניעה בעומקים האלה צריכה להתבסס בראש ובראשונה על סיכול האיומים בעוד מועד בנמלי היציאה או באזורי ההתארגנות - זאת בהתבסס על מודיעין, ניטור השטח והפגנת נוכחות מול כלי שיט על־מימיים החשודים בהפעלת אמצעים תת־מימיים.

הגנה מרחבית. מכיוון שמדובר בהגנה על נפח עצום קיימת בעיה. הדבר דורש משאבים עצומים ותקורות גבוהות שלא תמיד משתלמים. **הגנה צמודה.** הגנה צמודה תבוצע לתשתיות עצמן תוך שימת דגש על תשתיות ללא יתירות, לדוגמה, אסדת הפקה וצנרת בודדת. ההגנה תתבסס הן על הגנה פסיבית, כלומר, הגנה באמצעות חיפוי הצנרת, והן על התרעה ושיבוש כמו ביתר האיומים.

מזעור נזקים ויתירות. בעומקים האלה חשובה היתירות, בייחוד לתשתיות שאין להן חלופות, כמו קו הובלת הגז ותשתית הפיקוח והבקרה באזור בארות הגז. בנוסף, עקב המחיר של התקנת תשתית חלופית - יש לפעול לשיתופי פעולה מסחריים ובין־לאומיים כדי לקצר את זמן תיקון התשתיות, שהן מרכזיות כיום.

לשם כך יש לפעול ליצירת בעלות משותפת על אוניות המשקמות תשתיות הולכה תת־מימיות. עלות שכירתן של אוניות כאלה גבוהה מאוד, והן זמינות לעתים רחוקות. שיתוף פעולה כזה יוכל לשפר את יכולת השיקום ולמזער את הנזקים של פגיעות אפשריות, ובמקביל לחזק את הקשרים הבין־לאומיים של ישראל עם מדינות האזור (ראו תרשים 4).

סיכום

העקרונות שהוצגו במאמר זקוקים לפיתוח ולהעמקה כדי להגדיר את מידת הצורך בהשקעה בכל אחת משכבות העומק. נראה שהכיוונים שנדרש להעניק להם את הקשב המרבי הם תחום המים הרדודים (0-50 מטרים) ואסדות ההפקה.

יתירות ומזעור נזקים במקרה של פגיעה בתשתית ההולכה התת־מימית הם מרכיבים חשובים. ניתן לראות שבתחום התקשורת היתירות הזאת מאפשרת למעשה את המשך התפקוד של מערך התקשורת הבין־לאומי גם כאשר יש נזק לאחד הכבלים. לא כך הדבר בנוגע לתשתיות ההולכה התת־מימיות בתחום הגז. יצירת יתירות בתשתית ההולכה היא צורך קיומי לתשתית הזאת. מערכות הגיבוי כמו אלה של מתקני ההנזלה, נותנות מענה, אך הוא אינו מספק. הרחבת מערך תשתיות ההולכה בתחום הגז היא צורך חיוני.

אם פיתוח שדות גז תת־מימיים נוספים יישא פרי, סדר העדיפויות מבחינת ההגנה על התשתיות האלה בתחום התת־מימי הוא:

1. בניית תשתית הולכה תת־מימית שתפרס נוסף על התשתיות הקיימות.

2. הקמת מתחם ההפקה בחוף או במים הרדודים - דבר שיפחית את האיומים התת־מימיים ויאפשר הגנה על מתקן ההפקה באמצעות מערכי ההגנה שישפיקו הגנה על התשתיות הקיימות כבר באזור הזה.

חמשת הממדים שמרכיבים את ההגנה על תשתיות ההולכה התת־מימיות צריכים להיות מסונכרנים, ולהתבסס על יכולות באוויר, בים וביבשה.

חמשת הממדים שמרכיבים את ההגנה על תשתיות ההולכה התת־מימיות צריכים להיות מסונכרנים, ולהתבסס על יכולות באוויר, בים וביבשה

מומלץ, שבמסגרת בניית היכולות של צה"ל בהגנה על משאבי האנרגיה של ישראל במים הכלכליים ישולבו היכולות האלה להגנה על תשתיות ההולכה התת־מימיות כולן.

ניתן לראות שהתפתחות הכלים האוטונומיים הלא מאוישים התת־מימיים, היא איום שצבר תאוצה בשנים האחרונות. ההתפתחות הזאת מעלה באופן משמעותי את הצורך במתן דגש רב על הממד המודיעיני. המענה העיקרי לאיום הזה הוא המניעה באמצעות סיכול מוקדם.

ההתפתחויות של האיומים האלה, לצד המשך התפתחות השימוש והפריסה של תשתיות ההולכה התת־מימיות, יוצרים הזדמנויות לשיתוף פעולה בין־לאומי בין מדינות בנוגע לתשתיות האלה, הנמצאות כיום בחלק מן המקרים בשימוש משותף של כמה מדינות (למשל, כבלי תקשורת). שיתוף הפעולה יכול לבוא לידי ביטוי באיסוף מודיעין, בפיתוח יכולות הגנה ובשיפור יכולות שיקום נזקים. מומלץ שמדינת ישראל תאתר הזדמנויות כאלה ותפעל לממשן.

המאמר נכתב על בסיס עבודה של הכותב במסגרת לימודיו במב"ל
הערות למאמר הזה מתפרסמות באתר הוצאת מערכות.

