

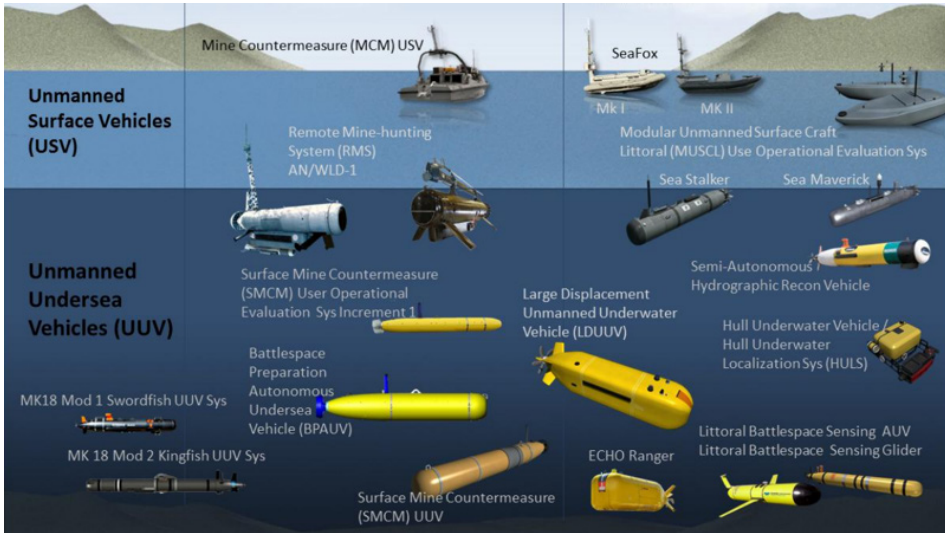
הערכה אסטרטגית ימית לישראל 2017/18

עורך ראשי: פרופ' שאול חורב
ערך והפיק: אהוד גונן



כלי שיט לא מאוישים בזירה הימית – משימות, יכולות, טכנולוגיות ואתגרים

אייל פינקו



רקע

בשלהי ינואר 2017 במהלך סיור שגרתי במפרץ עדן, נפגעה אוניית חיל הים הסעודי מתקיפה, שבוצעה על ידי ארגון החות'ים, באמצעות כלי שיט מתאבד לא מאויש. כלי השיט המתאבד נשלט, ככל הנראה, מרחוק. ההערכות האמריקניות היו, שכלי השיט סופק לארגון המורדים מאיראן.¹

אירוע זה הינו רב-משמעות בתחום הלוחמה הימית, גם אם התרחש רחוק מעין הזרקורים, שכן לראשונה הופעלה והוכחה יכולת מבצעית מלאה לשליטה על כלי שיט לא מאויש ממרחק רב במתאר לחימה אמיתי. אירוע זה יש בו בכדי להשפיע על תפיסת שדה הקרב הימי העתידי, לאסטרטגיות וטקטיקות הלחימה בו, ולהבנה כי חלים בו שינויים משמעותיים.

1 Cavas Christopher, New Houthi Weapon emerges: A Drone boat (19/2/17), retrieved from: <https://www.defensenews.com/digital-show-dailies/idex/2017/02/19/new-houthi-weapon-emerges-a-drone-boat/>, accessed 9/2017.

שינויים אלו בשדה הקרב הימי נוגעים מחד גיסא וביתר שאת ביישומן של תורות לחימה אסימטריות² (המיושמות בעיקר על ידי סין, איראן ובנות בריתה) ובלחימה בקרבת החוף (בעיקר להגנת תשתיות לאומיות ואזורי מים כלכליים). ומאידך גיסא נוגעים השינויים, ביישומן של טכנולוגיות ובשילוב פלטפורמות לא מאוישות, הלוקחות חלק בלחימה הימית ומקומן בלחימה זו יתרחב וילך.

תפיסת משרד ההגנה האמריקני קובעת, שכלים לא מאוישים (באוויר, ביבשה ובים) היו, הינם וימשיכו להיות חלופה מועדפת כמערכות לחימה לתרחישים ולמשימות, המאופיינות כ"מלוכלכות", מסוכנות או "משעממות".³

בממד האווירי, בישראל ובמדינות העולם, כלים לא מאוישים הולכים ותופסים בעשורים האחרונים מקום מרכזי וקבוע בשדה הקרב ואף בשוק האזרחי. בימי שיגרה ובמערכות השונות נעשה שימוש בכלים המוטסים הלא מאוישים למשימות איסוף מודיעין, תצפית, תקיפת מטרות, לוחמה אלקטרונית ועוד.

זאת ועוד, במדינות שונות בעולם צפויים כלי טיס לא מאוישים להחליף בעשורים הקרובים את סד"כ כלי הטיס המאוישים. טכנולוגיות כלי הטיס הלא מאוישים מתפתחות והולכות, והן טומנות בחובן יתרון כלכלי רב ויכולת לבצע משימות רבות ומגוונות, לפרקי זמן ארוכים יחסית, בטווחים גדולים, בחתימה נמוכה ומבלי לסכן כלל חיי אדם.

מומחים טוענים, כי היקף המכירות בשוק הכלים הלא מאוישים באוויר צפוי להגיע עד לכדי 15 מיליארד דולר בשנת 2020 (לשימושים צבאיים ואזרחיים⁴). בממד הימי השימוש בכלים לא מאוישים דל יחסית, ועיקרו כיום במשימות אזרחיות (לרוב עבור מחקר אוקיאנוגרפי אקדמי ויישומי), משימות שיטור והגנת נמלים.

2 הלוחמה האסימטרית כוללת ניסיונות לעקיפה או לערעור חוזקות היריב תוך כדי חשיפת חולשותיו ונקודות הפגיעות שלו. הצד החלש עושה זאת בשיטות שונות משמעותית מאלו שהיריב החזק יכול לעשות בהן שימוש. הלוחמה האסימטרית כוללת כמעט כל פעולה, שעושה הצד החלש במערכה על מנת להתגבר על הצד החזק, במיוחד אם פעולתו של הצד החלש מפתיעה ויצירתית.

הצד החלש עושה שימוש בטקטיקות לא שגרתיות, אמצעי לחימה או טכנולוגיות, בהם ניתן לעשות שימוש בכל הרמות – אסטרטגית, טקטית ואופרטיבית, בכל קשת המבצעים הצבאיים ובכל תווכי הלחימה ואף בטכנולוגיות, אשר ינטלו את הטכנולוגיות של היריב החזק. הלוחמה האסימטרית הימית מהווה אתגר ואיום משמעותי על הציים המודרניים כיום, ומעמידים בשאלה את תפקידיהם המסורתיים.

ציים נאלצים להתמודד מול יכולות וטקטיקות אסימטריות מולם אין להם מענה, מולם לא נבנה כוחם, ומולם לא פותחו טקטיקות של לוחמה ימית, אשר תהיינה אפקטיביות כנגד אופן פעולתם של היריבים, הפועלים בטקטיקות אלו.

3 DoD, U. S. *Unmanned systems integrated roadmap: FY2013-2038* (2013).

4 סלמה דוד, כלים לא מאוישים בזירה הימית: אתגרים וכיווני פיתוח, **מערכות** 456.

הפעלת כלים לא מאוישים במשימות צבאיות דלה יחסית במדינות העולם השונות, ובין המדינות השונות המפעילות כלים כאלו ניתן לציין את ישראל, ירדן, סינגפור, איראן, ארצות הברית, בריטניה ומדינות נוספות באירופה.

במספר מדינות מתנהלים מחקרים לבחינה ולפיתוח קונספטים, תורות לחימה ויישומים שונים של כלים לא מאוישים, ומספר מדינות, בעיקר באירופה, החלו תהליכים של ניסויים ובדיקות של פלטפורמות לא מאוישות, אשר משמשות לפיתוח יכולות, טכנולוגיות ובחינת תרחישים ואופן ההפעלה של הפלטפורמות הלא מאוישות בלחימה ובשגרה.

בישראל מתנהל פיתוח (ואף יישום מצומצם) של מספר כלי שיט לא מאוישים בשני כיוונים מרכזיים. האחד, כלי שיט שנועד לגילוי וללוחמה נגד צוללות (כולל יכולת שהוכחה לירי טורפדו) והכיוון השני הוא כלים למטרות אבטחת נמלים, כולל יכולת ירי מתותחים וטילים לטווחים קצרים, וכן כלי שיט לא מאוישים בעלי יכולת להפעיל אמצעי לוחמה אלקטרונית.

המעבר לפיתוח פלטפורמות לא מאוישות ולבחינת השימוש בהן נובע ממספר גורמים. ראשית, צורך מבצעי לפעול במתארי לחימה בקרבת החוף (Littoral Warfare) ובמתארי לחימה אסימטריים.

הגורם השני נובע מקיומן ובשלותן של טכנולוגיות, המאפשרות פיתוח כלים לא מאוישים בים.

הגורם השלישי, הוא צמצום תקציבי הביטחון ובעיקר במדינות המערב, הגורם גם לציים לחשוב ולפעול לצמצום עלויות הקיום שלהם. כלים לא מאוישים מאפשרים צמצום עלויות משמעותי מאוד הן בהיבט רכש כלי שיט והן בהיבטים של הפעלתם ותחזוקתם.

הגורם האחרון להאצת פיתוח הפלטפורמות הלא מאוישות הוא השאיפה לחסוך בחיי אדם ולסכנם במינימום הניתן.

פרק זה מציג מבט כולל, חדשני ועדכני אודות כלי שיט לא מאוישים, לרבות מיפוי משימות אפשריות, יכולות נדרשות, יתרונות וחסרונות השימוש בכלים אלו, טכנולוגיות מפתח למימוש, ואתגרי ההטמעה לכלי שיט לא מאוישים בציים וביישומים צבאיים. המאמר לא יעסוק בפן האזרחי של כלים אלו.

הגדרות וסיווגים

מערכת ימית לא מאוישת (MUS – Maritime Unmanned System) הינה מערכת הפועלת ללא איש מפעיל עליה, וכוללת לפחות פלטפורמה ימית לא-מאוישת אחת, בעלת

יכולת פעולה אוטונומית (יכולת פעולה מלאה ללא מעורבות מפעיל במהלך המשימה) או אמצעות התערבות מפעיל מרוחק בחלק מהמשימה או בכל מהלכה.

סיווג כלי השיט הלא מאוישים ניתן לביצוע לפי מספר קריטריונים:

1. סוג כלי השיט.

2. ממדי כלי השיט: אורך ודחי (משקל) כלי השיט.

3. רמת האוטונומיות של כלי השיט.

4. משימות כלי השיט.

קיימים שלושה סוגים של כלי שיט לא מאוישים:

1. **כלי שיט לא-מאויש על-מימי** (USV – Unmanned Surface Vehicle): כלי שיט הפועל באמצעות הנעה עצמית ומפליג מעל המים. הכלי יכול להישלט על ידי מפעיל מרוחק או להיות אוטונומי.

2. **כלי שיט לא-מאויש תת-מימי** (UUV – Unmanned Under water Vehicle): כלי השיט התת-מימי הוא למעשה צוללת עם הנעה עצמית, הפועלת, לרוב, באוטונומיות מלאה.

3. **גלשן** (Glider): כלי שיט לא מאויש, ללא הנעה עצמית, המפליג מעל המים.

רמת האוטונומיות של כלי השיט נקבעת על פי ארבע רמות:

1. **ללא אוטונומיות:** הפעלה אנושית בלבד בכל שלבי המשימה. ההפעלה מבוצעת באמצעות ערוץ תקשורת מעמדת הפעלה מרוחקת אל כלי השיט ולרוב, על פי מידע ואינדיקציות המתקבלות בערוץ התקשורת מכלי השיט (למשל תמונת וידאו, סנסורים המצביעים על מיקום ומצב כלי השיט וכדומה).

2. **אוטונומיות על פי הרשאה:** לכלי השיט יש יכולת לבצע פונקציות מסוימות על פי הרשאה מראש (או במהלך המשימה) של המפעיל, כאשר הפונקציות מתוכננות ומתוכננות מראש (למשל מסלול הפלגה קבוע מראש).

3. **אוטונומיות מבוקרת:** לכלי השיט יש יכולת לבצע פונקציות רבות באופן עצמאי על פי סכמות לוגיות, אך פונקציות מסוימות דורשות אישור מפעיל טרם ביצוען (למשל ביצוע ירי).

4. **אוטונומיות מלאה:** לכלי השיט יש יכולת מלאה לפעול לביצוע משימותיו, כולל קבלת החלטות במהלכן על פי הסיטואציה בסביבה או מצב הכלי.



איור 1. כלי שיט לא מאויש תת-מימי⁵

משימות פוטנציאליות

ניתן לחלק את המשימות הפוטנציאליות לכלי השיט הלא מאוישים ליישומים הצבאיים על פי סוגיהם:

1. כלי שיט לא מאויש על-מימי (כשב"מ).
 - גילוי מיקוש ימי, בדגש בפתחי נמלים או בקרבתם (MCM – Mine Countermeasures).
 - לוחמה נגד צוללת, הכוללת גילוי צוללות וירי טורפדו או הטלת פצצות עומק כנגדן (ASW – Anti Submarine Warfare).
 - אבטחת מתקנים חיוניים, נמלים או נתיבי סחר ימיים (MS – Maritime Security).
 - לוחמת שטח כולל יכולות גילוי, ירי טילים או תותחים ויכולות לוחמה אלקטרונית (SuW – Surface Warfare).
 - איסוף מודיעין בטווחים רחוקים באמצעות מערכות גילוי פסיביות (כדוגמת מערכות סיגינט או אלינט), איסוף חתימות אקוסטיות של כלי שיט (אקינט) ו/או מערכות תצפית ויזואליות (ISR – Intelligence, Surveillance and Reconnaissance).
 - סיוע במבצעים מיוחדים, כולל יכולות גילוי, לוחמה אלקטרונית, העברת מטענים, הרווית מטרות ועוד (SOS – Special Operations Support).
 - לוחמה אלקטרונית, שמטרתה שיבוש מערכות הגילוי של היריב וסיוע לכלי שיט מאוישים בהטעיית טילי אויב (EW – Electronic Warfare).
2. כלי שיט לא מאויש תת-מימי (כצב"מ).
 - איסוף מודיעין באמצעות מערכות גילוי פסיביות (כדוגמת מערכות סיגינט או אלינט) ואיסוף חתימות אקוסטיות של כלי שיט (ISR).

- גילוי מיקוש ימי (MCM).
 - לוחמה נגד צוללת, לרבות גילוי וירי כנגדן (ASW).
 - מיפוי קרקעית פני הים, לבניית מסד נתונים תת-מימי, המשמש לניווט צוללות ולמיפוי מכשולי ניווט בים לכלי שיט.
 - העברת מטענים ואספקה.
3. רחפנים
- ממסור ערוצי תקשורת.
 - מיפוי קרקעית פני הים.
 - גילוי מיקוש ימי.



איור 2. כלי שיט לא מאויש, מדגם Protector, נושא עמדת נשק Typhoon וטילי ניט Spike⁶

יתרונות השימוש בכלים לא מאוישים

תרומת הפעלת הכלים הלא מאוישים לפעילות הצבאית הימית נגזרת מהמשימות אליהן מותאמים הכלים ומהיתרונות התפעוליים שלהם.

עם זאת ניתן לציין מספר יתרונות גנריים לשימוש בכלי שיט לא מאוישים:

1. אוטונומיות: היכולת לבצע משימות באופן עצמאי, לפרקי זמן ממושכים, עשויה להוות מכפיל כוח לחיל ים ולסייע בידו לבצע משימות חשובות ומורכבות.
2. הקטנת סיכונים: הקטנת חשיפת לוחמים לסיכונים (מיריבים או מפגעי טבע).
3. פריסה והפעלה מפלטפורמות שונות: ניתן לשלח כלים לא מאוישים מכלי שיט אחרים למגוון רחב של משימות.

⁶ <https://armadainternational.com/2017/03/rafael-launches-spike-missiles-from-protector-usv>

4. **התמדה:** התמודדות עם מצבי ים שונים והמשך המשימה, ללא סיכון אנשי הצוות או הפסקת משימה במצבי מזג אוויר חריגים.
5. **עלות כלכלית:** העלות הכלכלית של פלטפורמות לא מאוישות נמוך מאוד בהשוואה לפלטפורמות מאוישות, הן בהיבט הרכש, כוח האדם הנדרש לתחזוקה והפעלה והן בהיבט עלויות האימון וההדרכה והתחזוקה.
6. **גנריות:** ניתן לעשות שימוש בפלטפורמות אזרחיות קיימות וברכיבים אזרחיים אחרים, זולים, מיידים לשימוש (ללא פיתוח) ורובוסטים.
7. **מודולריות:** ניתן לשלב בכלי השיט מודולים שונים (למשל תקיפה, לוחמת צוללות, איסוף מודיעין או לוחמה אלקטרונית) ובכך לשנות בקלות יחסית את ייעודם ומשימתם.



איור 3. כלי שיט לא מאויש, מדגם Seagull בניסוי ירי טורפדו אימונים⁷

יכולת נדרשות

- היכולות המרכזיות הנדרשות מכלי שיט לא מאוישים (על-מימיים ותת-מימיים) הן:
1. יכולת עבודה ושרידות בים גבוה (כשב"מים ורחפנים) ובזרמים חזקים (דגש לכצב"מ).
 2. משך פעולה ארוך (בעיקר לכלי שיט תת-מימיים).
 3. רובסטייות ויכולת עמידה במשימות ארוכות ובטווחים רחוקים בהיבטי אמינות, כשירות ואנרגייה.

⁷ <http://elbitsystems.com/pr-new/elbit-systems-seagull-successfully-completes-torpedo-launch-trials>

4. **ורסטיליות ומודולריות:** יכולת התקנת אמצעים שונים על כלי השיט באופן מודולרי ועל פי המשימה אותה נדרש כלי השיט לבצע.
5. **חמקנות:** חתימה נמוכה, המקשה על גילויין באמצעות מערכות הגילוי של היריב (אופטית, אקוסטית ומכ"מית).
6. **הגנה פיזית** על כלי השיט (מפני השתלטות עוינת או תקיפת כלי השיט על ידי חימוש).
7. **חסינות מתקיפות סייבה.**
8. **עלות נמוכה** (עלות הרכש ועלות התחזוקה).

טכנולוגיות

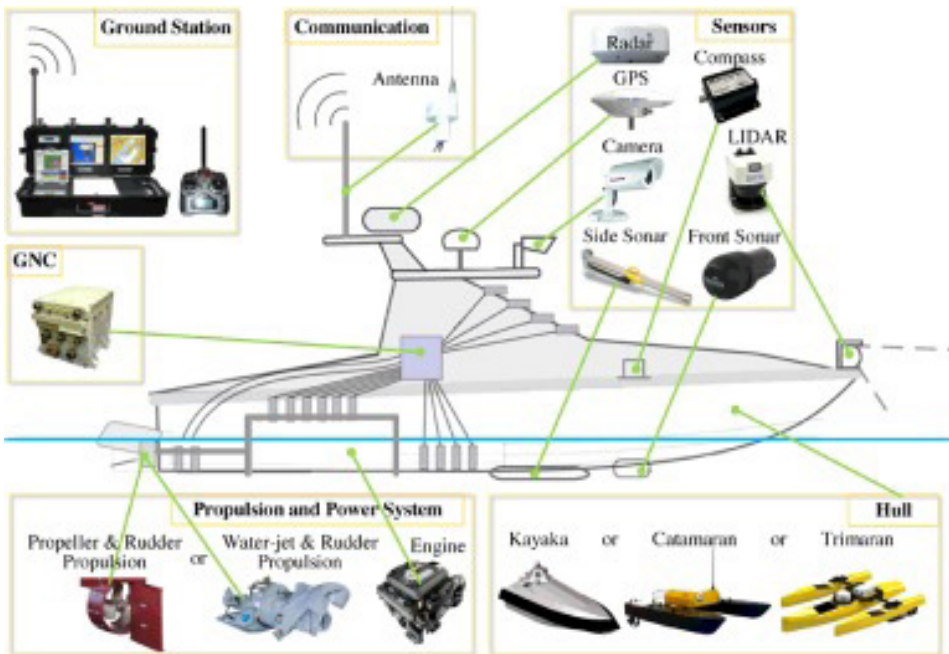
במהלך העשורים האחרונים בוצעו מחקרים רבים ופותחו טכנולוגיות למערכות אוטונומיות שונות, הכוללות מערכות אוויריות, קרקעיות וימיות.

חלק ניכר מהטכנולוגיות הגיעו לכדי בשלות ומאפשרות את יישומן בפלטפורמות ימיות לא-מאוישות וחלקן עדיין בתהליכי מחקר ופיתוח.

טכנולוגיות המפתח הנדרשות ליישום בכלי שיט לא מאוישים הינן:

1. סנסורים (מכ"מ, אופטי, ל"א):
 - מזעור סנסורים תוך כדי שמירה (לפחות) על ביצועיהם.
 - הקטנת צריכת ההספק.
 - עמידות בתנאי סביבה קשה.
 - אמינות וזמינות גבוהים.
2. מקורות אנרגייה בעלי קיבוליות גבוהה, בממדים המאפשרים שילובם בכלי שיט קטן יחסית, ומאפשרים זמן פעולה ממושך של הכלים ובטווחים רחוקים.
3. תקשורת חסינה (עמידה בפני שיבושים), חשאית ומוצפנת בקבצי העברה גבוהים ולטווחים רחוקים (הן בתווך העל-מימי והן בתווך התת-מימי).
4. יכולת תכנון משימה דינמית טרם משימה ובמהלכה, כולל יכולות אינטליגנציה מלאכותית.
5. יכולת תיאום ופעולה אוטונומית בין פלטפורמות, ועבודה מתואמת ברשת.
6. טכנולוגיות ניווט מדויקות (במיוחד עבור כלי שט לא מאוישים) וחסינות משיבוש והטעייה.

7. יכולת ניהוג אוטומטית של כלי השיט, לרבות ניווט מדויק (באמצעות היתוך נתונים מהסנסורים של כלי שיט יחד עם נתוני GIS) והימנעות ממכשולי ניווט (דינאמיים או סטטיים).
8. טכנולוגיות להפחתת חתימה של כלי השיט (חתימה מכ"מית, אקוסטית ותרמית).



איור 4. מערכות וטכנולוגיות בכלי שיט לא מאויש על-מימי⁸

פיתוח תפיסת שדה הקרב

נדרש ללמוד, להגדיר, לפתח ולבחון את תפיסת הלחימה הימית לשילוב כלי שיט לא מאוישים במשימות חיל הים (בין אם המדובר במשימות עצמאיות ובין אם במשימות בהן משולבים כלי שיט לא מאוישים וכלי מאוישים). תפיסת שדה הקרב הכוללת שימוש בכלי שיט לא מאוישים עשויה לכלול מספר מעגלי פעולה:

1. שמירה ואבטחה:

- טווחים קצרים: להגנה על פתחי נמלים ואתרי תשתית לאורך החוף.

- בטווחים בינוניים: להגנה על תשתיות מדינה קריטיות באזורים כלכליים בים.
 - 2. לחימה:
 - סיוע בהגנת כלי שיט מאוישים בים הפתוח ("מים כחולים") מול איומים על-מימיים ותת-מימיים.
 - סיוע בהגנת כלי שיט מאוישים בלחימה בקרבת החוף.
 - סיוע למבצעים מיוחדים.
 - 3. מודיעין ותשתית:
 - איסוף מודיעין.
 - מיפוי (אוקיאוגרפי).
 - סיוע לוגיסטי.
- תפיסת הלחימה הימית המשולבת נדרשת להביא בחשבון מספר קריטריונים:
1. זיהוי ומיפוי משימות בהן מהווים הכלים הלא מאוישים מכפיל כוח ממשי.
 2. ניתוח המשימות וחקר ביצועים אודות כמויות כלי השיט הנדרשים לפעול בו זמנית, כלי שיט נדרשים לגיבוי (עורף לוגיסטי) ועוד.
 3. זמן שהייה והגדרת משכי משימה אופייניים מהפלטפורמות בים.
 4. תנועה: מהירות ויכולת תמרון.
 5. מידת האוטונומיות ומידת מעורבות המפעיל הנדרשות מכלי השיט.
 6. מודולריות ויכולת לבצע משימות שונות.
 7. יכולת השמדת מטרות וההרג אותה נדרש וניתן לייצר באמצעות כלי השיט (למשימות השתתפות בקרב הימי).
 8. אפקטיביות השימוש בסנסורים השונים (למשל טווחי גילוי באמצעות מכ"מ, אמצעים אופטיים או טווחי גילוי הסונר לגילוי צוללות). בחינת אפקטיביות הסנסורים חשובה, מכיוון שגובה התורן בכלי השיט הלא מאוישים לרוב נמוך יחסית, והתקנת אמצעי גילוי עליו תגזור טווחי גילוי נמוכים יחסית. בממד התת-מימי, כלי השיט לרוב רועשים אקוסטיים, והרעש העצמי שלהם עלול לפגום בטווחי הגילוי (אך גם לכך יש פתרונות טכנולוגיים).
 9. תאימות ושילוב למערכות חיל הים האחרות (מערכות שליטה ובקרה, מערכות תקשורת, הצפנה, תאימות אלקטרו-מגנטית וכדומה).
 10. תובלה: הדרישות לתובלת הכלים בים על גבי כלי שיט אחרים ואופן שילוחם למשימות ואיסופם לאחריהן.
 11. שרידות הכלי בהיבטי תנאי הסביבה.

12. מיפוי האיומים על כלי השיט ובחינת ההגנה הנדרשת לו (הגנה פיזית מפני השתלטות על כלי השיט, פגיעת מתקפת סייבר על מערכות הכלי דרך מערכות התקשורת והבקרה שלו, והגנה מאיומים אחרים כדוגמת מפגיעת חימושים שונים).
13. זיהוי טכנולוגיות קיימות וזיהוי פערים טכנולוגיים אותם נדרש לפתח.

אתגרים

חילות ים, המבקשים להטמיע כלים לא מאוישים כחלק מיכולותיהם, ניצבים בפני מספר אתגרים. ניתן לחלק את האתגרים למספר קטגוריות.

האתגר הראשון הוא תרבותי. חילות ים בעולם הם מטבעם שמרנים, במיוחד בדרגי מקבלי ההחלטות, ומתקשים לקבל שינויים בכלל ובפרט שינויים להכנסת כלים לא מאוישים, אשר יחליפו במשימותיהם כלים מאוישים או שיפעלו במשותף עם כלים מאוישים.

האתגר השני הוא גיבוש אסטרטגיית ותפיסת הפעלה כוללת, לרבות הגדרת משימות כלי השיט, אופן השתלבותם במשימות הכוללות של החיל ובאסטרטגיית הפעולה בתרחישי לחימה שונים (ביטחון שוטף ובעימות), גיבוש תהליכי שליטה ובקרה (לרבות סמכויות פתיחה באש מכלים לא מאוישים בהם משולבים אמצעי לחימה ועמדות הבקרה והשליטה נמצאות בחוץ או על כלי שיט אחר) ועוד.

אתגר שלישי הינו אתגר ההגנה על כלי השיט, לו מספר היבטים אותם ניתן לציין. הראשון שבהם הוא הגנה פיזית על כלי השיט, ובמיוחד על כלים בעלי רמת אוטונומיות גבוהה, מפני חטיפה והשתלטות. בהקשר זה ניתן לציין כדוגמה את חטיפת כלי השיט התת-מימי הלא מאויש האמריקני על ידי חיל הים הסיני בדצמבר 2016. ההיבט השני הינו הגנה על כלי השיט מפני חימושים שונים (מכדורים, פגזים ועד טילים). וההיבט הנוסף הוא הגנה מפני איומי סייבר ולוחמה אלקטרונית, במיוחד עבור כלי שיט, הנשלטים על ידי ערוצי תקשורת.

קבוצת האתגרים הנוספת הם אתגרים טכנולוגיים, המאפשרים פיתוח יכולות לכלי השיט. מבין האתגרים הטכנולוגיים המשמעותיים ביותר ניתן לציין אנרגייה (להפעלה ממושכת של כלי השיט ומערכותיו), מערכות ניווט מדויקות (במיוחד עבור כלי שיט תת-מימיים), מזעור סנסורים (לשם הקטנת הספק ויכולת שילוב בכלי השיט) תוך כדי שמירה על ביצועיהם ואמינות גבוהה, תקשורת חסינה, חשאית ומוצפנת ויכולת עבודה אוטונומית ברשת תוך כדי תיאום בין כלל כלי השיט.

סיכום

לתווך הימי מקום מרכזי בכלכלת מדינות, שגשוגן ובחירותן. היקפי הסחר הימי גדלים בכל שנה והתבססותן של מדינות, השוכנות על חופי הים על המסחר בו והפקת אנרגייה ממנו, הולכת וגדלה. כך למשל, חל גידול עצום בשנים האחרונות בהכרזה על שטחים כלכליים בים, ובהפקת גז ונפט בשטחים אלו.

מאפייני הלחימה הימית השתנו גם הם, וציים שבימים עברו בנו כוחם ועוצמתם ללחימה בים הפתוח, נותנים בעיקר דגש לפיתוח יכולות ובניין כוח בתרחישי לחימה של לחימה בקרבת החוף והגנה על נכסיהם שבקרבת החוף. תרחישי לחימה אלו הם לרוב אסימטריים, במסגרתם נדרש הכוח הימי המדינתי להתמודד מול כוחות ימיים של ארגוני טרור או מדינות הפועלות בטקטיקות אסימטריות, דוגמת סין ואיראן.

מאפיין בולט נוסף של הלחימה הימית המודרנית הינו יכולת הקרנת כוח מהים אל עבר היבשה בטווחים רחוקים מהחוף (דוגמת התקיפות שבוצעו מהים אל היבשה בסוריה על הרוסים והאמריקנים, תקיפות בעלות הברית בלבוב ועוד).

משימות מסורתיות של ציים כדוגמת ליווי שיירות בעתות חירום או לחימה ימית כנגד ציים אחרים, הולכות ומתמעטות, עד כדי שאינן קיימות כלל. ניתן לציין, למשל, שלא היה קרב ימי קלאסי (במובן זה הכולל ירי של כלי שיט אחד על השני) מזה עשרות שנים רבות, בעוד שלחימה בכוחות אסימטריים ותרחישי הגנת תשתיות קריטיות באזורים כלכליים, כמו גם הקרנת כוח מהים, הם עניין שכיח למדי.

מאפייני הלחימה הימית המודרנית והדגש על משימות חיל הים בעידן הנוכחי, גוזרות על הכוח הימי להיות ורסטילי ובעל יכולות רבות ומגוונות, ולפעול בסיכון גבוה, ובמיוחד במתארי לחימה בקרבת החוף.

כלי שיט לא מאוישים, עשויים להוות פתרון משמעותי לפיתוח יכולות שונות ומגוונות במתארי הלחימה הימית המודרנית.

מדינות רבות, כמו ישראל, ארצות הברית, צרפת, איראן, הולנד ועוד, החלו בפיתוח כלי שיט לא מאוישים ליישומים שונים ולמשימות שונות, חלקן משימות תת-מימיות וחלקן על-מימיות.

לכלי שיט לא מאוישים, בדומה אולי לכלי הטיס הלא מאוישים, פוטנציאל רב לביצוע משימות ימיות צבאיות מורכבות, בזמני שהייה ארוכים ובטווחי פעולה רחוקים מהחוף.

פוטנציאל זה גדל משמעותית יחד עם הקטנת הסיכון לחיי אדם ואף בחיסכון משמעותי בכוח אדם, תקציבים ומשאבים לרכש כלי שיט, מערכותיהם ולתחזוקתם.

מימוש פוטנציאל זה יגדל ככל שהטכנולוגיות התומכות יבשילו או ככל שישולבו בכלים טכנולוגיות אזרחיות קיימות, יכולת הפעולה האוטונומית תגדל והפער התרבותי בהפעלת כלים לא מאוישים ובהחלפת בני אנוש במשימות אלו יצטמצם.

השימוש בכלי שיט לא מאוישים יגבר ככל שתחלחל ההבנה, כי מתארי לחימה הימיים הנוכחיים והעתידיים צפויים להיות אסימטריים ובעיקר במתארי לחימה בקרבת החוף. במתארי לחימה אלו לכלי השיט הלא מאוישים היכולת למלא משימות רלוונטיות למתארי לחימה אלו, באפקטיביות המבצעית הנדרשת, בעלויות נמוכות יחסית (רכש ותחזוקה) וללא סיכון חיי אדם.

המלצתנו להמשיך בפיתוח כלים לא מאוישים לשימוש בים, לרבות פיתוח קונספטי הפעלה ושילובם של כלי השיט בתורת הלחימה ובאימונים, ובנוסף, פיתוח יכולות הגנה על הכלים (מערכות לוחמה אלקטרונית) ושילוב יכולות תקיפה בכלים אלו לרבות ירי טילים ותותחים.

מקורות

אמ"ץ תוה"ד, כלים בלתי מאוישים, **תצפית** 81 (2014).

בומנדיל סלומן, במקום בו אין אנשים: על האתגרים הצפויים לצה"ל כתוצאה מהשימוש הגובר בכלי נשק בלתי מאוישים, **בין הקטבים** 9, הוצאת מערכות, בניין הכוח חלק ג': 100–120 (2016).

סלמה דוד, כלים לא מאוישים בזירה הימית: אתגרים וכיווני פיתוח, **מערכות** 456.

Berkowitz Bruce, Sea Power in the Robotics Age, *Science and Technology* 30 no. 2 (Winter 2014).

Committee on Autonomous Vehicles in Support of Naval Operations, Autonomous Vehicles in Support of Naval Operations, National Research Council, retrieved from <http://nap.edu/11379>, accessed 9/2017 (2005).

Eckstein Megan, OPNAV N99 Will Pursue Unmanned Systems Developments in Domain-Agnostic Approach, US Naval Institute (2/2016).

Eckstein Megan, Navy: Future Undersea Warfare Will Have no Longer Reach, Operate with Network of Unmanned Vehicles, US Naval Institute (3/2016).

Eckstein Megan, Interview: Read Adm. Robert Girrier on the Future of the Navy's Unmanned Systems, US Naval Institute (10/2016).

Keely Tom, Revolution in Military Affairs versus Evolution? When Machines are Smart Enough, *Small Wars Journal* (8/2016).

NATO, Unmanned Systems Platform, Technologies and Performance for Autonomous Operations, *STO technical reports* (8/2016).

RAND, U.S Navy Employment Options for Unmanned Surface Vehicles, retrieved from: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR384.readonline.html, accessed 9/2017 (2013).

Team Alpha, System Engineering Analysis CAPSTONE Project Report, Naval Postgraduate school (6/2013).

Zhixiang Liu et Al., Unmanned surface vehicles: An overview of developments and challenges, *Annual Review in Control* 41 (2016): 71–93.