

עבודת מחקר בנושא מענה הגנה אווירית אל מול איום נחילי כלי טייס בלתי מאוישים.

תקציר מנהלים-

המלחמות המוגבלות בשנים האחרונות: בתימן, סוריה, בקווקז וגם בלוב מצביעות על איום כלי הטייס הבלתי מאויש כאמצעי לחימה משמעותי עם פוטנציאל סיכון רב לעורף ולנכסים אסטרטגים של כל מדינה ריבונית. ההתפתחות הטכנולוגית של נחילים אוטונומיים של כלי טייס בלתי מאוישים יוצרים תפנית בהתפתחות שדה הקרב העתידי (רמתי, 2020). המלחמות של המזרח התיכון העלו לקדמת הבמה שתי קטגוריות שבמלחמות העבר היה להם תפקיד משני בלבד: האחד הוא הנשק התלול מסלול-רקטות וטילים, והשני הוא כלי הטייס הבלתי מאוישים. עיקר תשומת הלב והמיקוד נעשה "עד כאן" לעבר הטילים הבליסטיים, מן הראוי להפנות זרקור לא פחות חזק אל מקומם ההולך והגדל של כלי הטייס הבלתי מאוישים. אשר הפכו עם השנים מכלי איסוף מודיעיני לכלי תוקף, ובתקופה הנראית לעיין צפויים להתפתח ליכולת תקיפה אוטונומית של נחיל המכיל כלי טייס רבים המתגרים מאוד את מאמצי ההגנה.

במחקר זה נבחן האם תפיסת ההפעלה של חיל האוויר רלוונטית לאיום המתהווה של נחילי כלי טייס? ונאתגר את תפיסת ההפעלה של חה"א אל מול ההתפתחות האיום של המערכות הבלתי מאוישות הפועלות כלהקה או נחיל המאיימות על העורף הישראלי, תחת השערות הבאות:

1. איומי כלי הטייס הבלתי מאוישים מצויים בתפנית התפתחות דרמטית הן כמותית והן איכותית.
2. התפתחות איום נחילי כל טייס בלתי מאוישים תשנה מהותית את שדה הקרב העתידי.
3. האיום המתפתח מאתגר את התפיסה והמענה ההגנתי הקיים.
4. המענה ההגנתי הקיים אינו נותן מענה לאיום המתפתח.

התפתחות האיום-

תחום המערכות הבלתי מאוישות הולך ומתפתח בקצב מואץ כחלק מהתפתחות הבינה המלאכותית, הרובוטיקה והסייבר (ענתבי, 2019). כלי טייס בלתי מאוישים היו כבר בשימוש מבצעי בצבאות העולם כבר באמצע המאה ה-18 (כדורים פורחים ללא איוש) והשימוש המשמעותי בכלי טייס טכנולוגים (כטב"מ וטל"ש) החל במלחמת העולם השנייה.

כיום מדובר במגוון עצום של כלי טייס בלתי מאוישים: רחפנים, טילי שיוט ומטוסים לא מאוישים בוכנתיים וסילונים, בגדלים שונים ובביצועים שונים, החל ממטוסים זעירים המשוגרים ידנית ועד מטוסים במשקל של טונות הממריאים ונוחתים כמו מטוסים רגילים, ממסלולים תקיניים ועד מסילות ארעיות וניידות. כלי הטייס הבלתי מאוישים מצויים בתפנית התפתחות משמעותית, התפתחות זאת צפויה להיות אחד ממעצבי הלוחמה המתהווה והעתידית ובו המעבר ללחימה בלהקות ובנחילים מהווה שינוי מהותי ביכולות התוקף.

קיימת מגמה מובהקת של הרחבת השימושים בכלי טייס בלתי מאוישים למשימות צבאיות, קיימות היום פלטפורמות בלתי מאוישות בכלל מימדי הפעולה. ההתקדמות המשמעותית ביותר היא באוויר. לצד זה מתפתחת (Shi, 2021) היכולת האוטונומית של כלי טייס לפעול בצורה עצמאית באמצעות בינה מלאכותית ולנוע בתצורת נחיל של כלי טייס בלתי מאוישים המפוזרים בשטח ופועלים ברשת משותפת המאפשרת תקיפה של היריב מכל הכיוונים ועד נטרולו. יתרונות הפעולה בנחיל: יכולת חדירה גבוהה עם זיהוי נמוך, אדפטיביות והסתגלות גבוהה, יתרון כמותי, עלות ייצור נמוכה, חסינות. כמו כן, קיימת התפתחות טכנולוגית מהירה ומשמעותית: ניתן לזהות מגמה של תהליכי בניין כוח בכלל המדינות המפותחות. הצלחה משמעותית ע"י חברות בארה"ב, סין, רוסיה וישראל. מגמות מרכזיות לעתיד הינם טיסה בנחילים אוטונומיים, יכולות טיסה היפרסוניות (Droker, 2019) והרחבת השימושים והיכולות הקיימות (דיוק, חמקנות, מזעור, גילוי, זמן שהייה באוויר, חסינות, יכולות ל.א, העברה וניהול מידע). המשגת מגוון הפלטפורמות האוויריות הבלתי מאוישות למשפחות (רחפן, משוטט, טיל שיוט, כטמ"מ) ולתצורות הפעלה (בודד, להקות, נחילים) ויישומים (איסוף, תקיפה, "התאבדות", משא, ממסר) מאפשרת לנו לבחון את המענה בצורה בהירה יותר ובשפה משותפת לכל האיומים.

איום להקות ונחילים על מדינת ישראל-

מדינת ישראל מאוימת מכלי הטייס הבלתי מאוישים מכלל גבולותיה הן לאור העובדה שאיראן מהווה איום ייחוס מרכזי לישראל והיא מפתחת ומייצרת כלי טייס בלתי מאוישים מתקדמים והן לאור העובדה שאיראן מציידת את תתי המדינות העוינות בגבולותינו בדמות חמאס, חיזבאללה ומליציות שיעיות בנשק מתקדם זה. ניתן לזהות כשירות איראנית לתקוף בלהקות בשנתיים האחרונות לאור מקרי הלחימה בתימן. ורצון איראני לפתח נחיל אוטונומי תוקף בעתיד הקרוב. כמו כן, התפוצה הרחבה של כלים אלו מאתגרת את העליונות המודיעינית של ישראל (רובין, 2020).

במחקר זה בחנו את התקיפה האיראנית על מתקני הנפט בערב הסעודית (ספטמבר, 19) ומלחמת נגרנו קרבאך השנייה (אוקטובר, 20) וניתן לזהות באירועים אלו קפיצת מדרגה משמעותית בהתפתחות האיומים האוויריים ובמקומם המרכזי של כלי הטייס הבלתי מאוישים בקרב: איראן איום הייחוס המרכזי של מדינת ישראל בעלת יכולת תקיפה בלהקות, בחשאינות, בעומק ובדיוק מרשים עם מגוון פלטפורמות אוויריות בלתי מאוישות מתקדמות והאזורים הצליחו בעזרת כלי טייס בלתי מאוישים להשיג עליונות אווירית מהירה ולנצח במלחמה (רמתי, 2020). כמו כן, תרחישים אלו מבטאים את אתגרי ההגנה האווירית בעידן הנוכחי בהתמודדות אל מול ריבוי ומגוון איומים בו זמנית, איתגור העליונות המודיעינית, אתגר הגילוי של כלי טייס בלתי מאוישים עם חתימה נמוכה וסקלת מהירות משתנה הטסים בתצורה רב כיוונית ומשמעות שרידות מערכות ההגנה האווירית.

איום הלהקות (היום) והנחילים (בעתיד הנראה לעיין) של כלי טייס בלתי מאוישים מצריך בניית מענה משמעותי אל מול איום מתפתח המצריך חשיבה אחרת בהתמודדות עם אתגרי ההגנה המתהווים. מדינת ישראל נדרשת להיערך לתרחישי ייחוס בדמות תקיפת פתע של נחיל כלי טייס בלתי מאוישים אוטונומי חמוש על מתקן אסטרטגי בתצורה רב כיוונית עם פלטפורמות מגוונות, מרובות (של עד 50 בו זמנית), חמקניות, בעלות שרידות וחסינות גבוהה ומדויקות בסביבת תמונת שמיים מורכבת ועמוסת פלטפורמות אוויריות (אזרחיות וצבאיות).



מענה הגנתי-

ההגנה מהווה כיום חלק בלתי נפרד מתפיסת הבטחון הלאומית (גם אם לא פורמאלית). קיימת מגמה ארוכת שנים של "מרוץ חימוש" תגובתי בין המגן לתוקף (חיימוביץ, 2017). השוני כיום הוא קצב ההתרחשויות המואץ ומגוון האיומים הרחב. המגן נדרש להיערך באופן אפקטיבי הן בהיערכות (תעדוף הנכסים להגנה ומיצוי הכוח, הדדיות וסינרגיה, גמישות ורציפות והמשכיות) והן בציר היירוט (התראה

מוקדמת, גילוי ועקיבה רציפים, שליטה בתמונה האווירית, הפללה מהירה, קישוריות ורשתיות, מקסום הזדמנויות היירוט) כתנאי להצלחת מאמץ ההגנה.

העימותים בעשורים האחרונים באו לידי ביטוי כ"הסלמות תמ"ס", נראה שכעת מתווספים כלי הטייס הבלתי מאוישים לקדמת הבמה (פתאל, 2021). ניתן לזהות ההתפתחות טכנולוגית בתמ"ס (דיוק ותמרון) ובכלי טייס בלתי מאוישים (כמות, מזעור ודיוק) אשר יוצרים טשטוש גם בין האיומים וגם בין הגבול לעורף (שוחט, 2020). הרחבת השימוש בכלי טייס בלתי מאוישים למגוון שימושים לצד הוזלת עלות הייצור הפך את כלי הטייס הבלתי מאוישים ל"כלי להמונים". מציאות זאת גורמת למדינות רבות לבחון מחדש את תפיסת ההפעלה והיכולות ליצירת תמונה אווירית בסביבה מורכבת עם כלי טייס רבים (אזרחיים וצבאיים) הנעים בצפיפות במרחב נתון.

משימת היירוט יוצרת אתגרים רבים לאור מגוון האיומים והטכנולוגיה המתקדמת המצויה באיומים המתפתחים. ישנן חלופות רבות ומגוונות לטיפול בכלי טייס מתותחים ועד לייזר, מ"הגנה קשה" (יירוט קינטי) ל"הגנה רכה" (לוחמה אלקטרונית). פיתוח מערכות ההגנה האווירית מהווה מוקד בניין כוח מרכזי במרבית הצבאות המודרניים. תפיסת הניצחון המחודשת של צה"ל נשענת על מאמץ הגנה רב מימדי שבו ההגנה האווירית מהווה נדבך מרכזי אל מול איומי התמ"ס וכלי הטייס הבלתי מאוישים (כוכבי, 2020) על מדינת ישראל ועל המרחב האופרטיבי של צה"ל.

אתגרים מבצעיים מרכזיים-

התפתחות הטכנולוגית לפעולה בלהקות ונחילי כלי טייס בלתי מאוישים מאתגרים את ההגנה מולם. ניתן להצביע על האתגרים ההגנתיים המרכזיים בהתמודדות עם איום מתפתח זה, המשנים באופן דרמטי את שדה הקרב:

א. חשאייות- היכולת לקיים תקיפה חשאית באמצעות כלי טייס בלתי מאוישים, היכולת למנוע את חשאייות התקיפה הינה מרכיב משמעותי בהיערכות ההגנה למתקפה. אתגר משמעותי לאור התפוצה הרחבה של כלי טייס בלתי מאוישים ונוכח שבשונה מטילים מדויקים שלהם כתובת ברורה לכלי הטייס הבלתי מאוישים הטסים נמוך דרך "חור בגילוי" של המדינה הנתקפת קשה מאוד להוכיח מהיכן הגיעו ומאפשר לתוקף לשמר מרחב הכחשה.

- ב. דיוק וקטלניות- שימוש באמצעים טכנולוגיים לטובת פגיעה מדויקת במטרה, אנו מצויים בתוך מהפכת דיוק המאפשר זמינות של רכיבים המאפשרים דיוק מרשים לכלי טייס בלתי מאוישים, הדיוק יוצר אתגר לאור תוחלת הנזק שלו ולאור הצורך להתייחס לכל כלי טייס בלתי מאויש כמדויק ולתת לו מענה הגנתי מלא.
- ג. הרוויה- מימוש תקיפה עם ריבוי כלי טייס תוקפים בסנכרון ובמגוון סוגים מקשה ומאתגר את מאמץ ההגנה הן בהיבטי ספיקת המכ"מים המגלים והן בהיבטי הספקי הגנה, קרי, כמות החימוש (הטילים) הזמינים למענה הגנתי בכל נקודת זמן.
- ד. זיהוי וגילוי אל מול מגוון איומים- תמונת השמיים הופכת להיות מיום ליום מורכבת יותר (עין דר, 2019). פלטפורמות אוויריות צבאיות ואזרחיות מרובות וצורך לגלות מגוון איומים עם מאפיינים שונים מקשים על הפתרון ההגנתי. לצד טכנולוגיות חדשניות המאתגרות את יכולות הגילוי כגון: חמקניות, טיסה מהירה, אמצעי ל.א להטעיה.
- ה. זמן תגובה קצר- ריבוי איומים הנעים בלהקות או נחילים בו זמנית מצריכים יכולת פעולה מהירה, אפקטיבית ויעילה מאוד של המגן לאור ריבוי האיומים והצורך במענה מדויק הן בגילוי והפלת המטרה והן ביירוט.
- ו. איום רב כיווני- "מכל מקום לכל מקום", יכולת התמרון והטיסה לצד הארכת יכולות הטווח מאפשרים הגעה למטרה מדרך עקיפה וההתחמקות ממערכות ההגנה האווירית, כמו כן, תקיפת נחיל/להקה מאפשרת תקיפה מסונכרנת רב כיוונית במקביל. מציאות זאת מצריכה הגנה רב כיוונית המקשה על ריכוז מאמץ הגנתי בהתאם להערכת מצב במציאות של משאבים חסרים.
- ז. מענה אל מול תוקף אדפטיבי וסתגלן- נחיל אוטונומי יוצר מורכבות גבוהה ביכולת העצירה שלו, לאור היכולת של הנחיל להתאושש במהירות מהצלחה מקומית של המגן ולהמשיך במשימה במהירות עם יכולת חדירה גבוהה, שכמעט לא ניתנת לעצירה.
- ח. קצב שינויים ועדכונים מהיר- קצב השינויים הטכנולוגיים מהיר והתפוצה הרחבה יוצר "מרוץ חימוש" מתמיד המקשה על מאמץ ההגנה האווירית להיערך ולהתמודד עם היכולות החדשות לפני הגעתן ליריבים.

מדובר על איום מתעצם שיוצר תפנית מרכזית בשדה הקרב העתידי (פתאל, 2019) עם יכולות מאתגרות ומגוונות (חשאינות, טווח, קטלניות, דיוק, מהירות, אוטונומיות) המקשות על גיבוש פתרון הוליסטי, לצד תפוצה רחבה וזמינה מבעבר ללא פיקוח אפקטיבי המאתגרים את עליונות המודיעין של מדינת ישראל ומגבירים את הסבירות למימוש, האיום מציב אתגרים שונים ממה שמערך ההגנה האווירית נבנה לתת לו מענה ומשרעת המאפיינים מאד רחבה ומקשה על מיקוד הפתרון.

המלצות לטיוב המענה:

המלצה ראשונה הינה בחינת תפיסת ההפעלה במשימת הגנת שמי המדינה לאור השינוי במתאר הייחוס- ממליץ לבחון מחדש את תפיסת ההפעלה תחת חמישה עקרונות לבחינה מחודשת: הראשון הינו יצירת עומק בהגנה לטובת הרחבת זמן התגובה, השני הינו מעבר להגנה צמודה על נכסים אסטרטגים תחת ההבנה שלא ניתן למנוע לחלוטין חדירה של כלי טייס בלתי מאוישים לשטחנו ולפיכך נדרש למנוע את פגיעתם בנכסים קריטיים. השלישי הינו בחינה מחודשת של הצורך בהפרדת משימות הגנת שמי המדינה והגנה אקטיבית: ההתפתחות הטכנולוגית בתמ"ס (דיוק ותמרון) ובכלי טייס בלתי מאוישים (כמות, מזעור ודיוק) מייצר מכנה משותף הגדול מהשוני ומערער את הצורך בהפרדת המשימות בעת הנוכחית. הרביעי הינו הידוק הממשקים הגנה-מודיעין-התקפה למעבר להתמודדות ממניעת איומים בודדים לאיומים רבים ורב זירתיים. והחמישי הינו הגנה אווירית אפקטיבית על התמרון הרב מימדי.

המלצה שנייה הינה בניית תמונת שמיים אחודה רב כיוונית, רב זרועית ורב משימתית- התמונה האווירית הופכת מיום ליום למורכבת יותר כחלק ממגמת העלייה התלולה בשימוש בכלי טייס בלתי מאוישים (צבאיים ואזרחיים) ויוצרת אתגר מהותי בגילוי והפללת כלי טייס עויין חודר אשר מהווה תנאי קריטי להצלחת המגן. כדי לטפל באתגר זה אנו נדרשים לבחון מחדש את תפיסת בניית התמונה האווירית: בניית תמונת שמיים אחודה של התמונה האווירית והתמונה הבליסטית יחדיו, בתצורה רב כיוונית תוך מיצוי יכולות הגילוי של כל זרועות, היתוך אפקטיבי של התמונה האווירית, בניית כלים מתקדמים לזיהוי והפללה והשלמת הסדרה לאומית של השימוש בכלי טייס בלתי מאוישים בתוך האזרחי.

המלצה שלישית הינה מעבר מבניין כח תגובתי לבניין כח צופה פני עתיד- המזרח התיכון במרוץ חימוש חסר תקדים, מרבית המדינות באזור מצטיידות בכלי טייס בלתי מאוישים. קצב הפיתוח המואץ, העדכונים המהירים, השימושים האזרחיים הרבים ותופעת הגלובליזציה מייצרים מציאות שכל טכנולוגיה אשר מתפתחת תהיה בזמן קצר נחלת הכלל לרבות תתי מדינות וארגוני טרור. מציאות זאת

מצריכה שינוי פרדיגמה מ"מרוץ חימוש" תגובתי לבניין כוח צופה פני עתיד ובו איום הייחוס הוא הטכנולוגיה המפותחת ביותר של הצבאות המודרניים.

המלצה רביעית הינה טיוב וקיצור זמן התגובה התפעולי לאור אתגר זמן התגובה הקצר להתמודדות עם נחיל על ידי מעבר הדרגתי מהפעלה אנושית לפיקוח אנושי במערכות הגנה לצד קיצור שרשרת התגובה באירוע- אחד מהאתגרים המרכזים של העת החדשה הוא הקצב. המגן נדרש כיום אל מול ריבוי ומגוון איומים קיום שרשרת תגובה מהירה כתנאי להצלחת המגן. לכן קיים צורך לזמן תגובה מהיר אשר אינו מאפשר תגובה אנושית בכלל התרחישים ומאידך הסיכונים הקיימים בהפעלה אוטונומית של מערכת הגנה (אחריות, אובדן שליטה, אי וודאות, מצבים קיצוניים, פגיעות וחשיפה) מצריך בחינת שינוי הפרדיגמה מתפעול אנושי לפיקוח אנושי. כמו כן, התפיסה המסורתית המוצלחת "עד כאן" של השליטה בחה"א מאתגרת מאוד את יכולת מתן המענה בתקציב הזמנים הנדרש אל מול איום נחילים ולהקות כלי טייס בלתי מאוישים לצד מהפיכת המידע והדיגיטל בעת הנוכחית המאפשרת לנו לייעל את התהליך ולרכז את כל הנתונים למימוש המשימה במקום אחד. ממליץ לבחון את קיצור זמן התגובה על ידי השטחת שרשרת השליטה והביצוע למרכז אחד הפועל יחדיו ובעל יכולת משימתית מלאה (שולט, בקרה, מבצע) והוא בעל יתירות ושרידות גבוהה.