



# בניערה

תעופה וחלל

## מהדורה אלקטרונית



- שני מטוסי F-35A אדיר ראשונים הגיעו לישראל
- 21 מטוסים ומסוקים זרים סייעו בכיבוי גל השריפות
- סיכומי תוספת וגריעה של מטוסים אזרחיים ב־2016
- מוזיאון מלחמת העולם השנייה בניו־אורלינס
- ספרים: פיתוח טילים במצרים בעזרת מדענים גרמנים

## התוכן

### חדשות ביעף:

- 3 ..... חיל האוויר ..... מטוסי האדיר הגיעו לנבטים; מה הופך את ה-F-35 למטוס קרב מהדור החמישי?  
7 ..... תעשיות ביטחוניות ..... מטוסי האדיר הראשונים נחתו בבסיס נבטים ב-12 בדצמבר, ועם קבלת שבעה מטוסים נוספים בשנה הבאה ניתן יהיה להכריז על יכולת מבצעית ראשונית של טייסת נשר הזהב בסוף 2017.  
8 ..... מטוסי כיבוי ..... מטוסי כיבוי זרים סייעו להתגבר על גל השריפות  
10 ..... חברות תעופה ישראליות ..... מטוסים חדשים בישראל  
15 ..... מטוסים חדשים בישראל ..... תאונות טיסה  
17 ..... תאונות טיסה ..... ישראל בחלל  
20 ..... ישראל בחלל

### מוזיאונים לתעופה בעולם:

- 24 ..... המוזיאון הלאומי למלחמת העולם השנייה בניו-אורלינס

### ספרים ביעף:

- 28 ..... פיתוח טילי קרקע-קרקע במצרים בעזרת מדענים גרמנים

**בשער:** שני מטוסי ה-F-35A אדיר הראשונים של חיל האוויר בטיסה בשמי ישראל.  
(צילום: רס"ן עופר, חיל האוויר)

## דבר העורך



שנת 2016 מסתיימת במגמת שינוי מבורך בסדר הכוחות (סד"כ) הקרבי של חיל האוויר. אחרי 40 שנות התבססות על מטוסי קרב מהדור הרביעי, מתחיל החיל להצטייד במטוסי קרב מתקדמים ביותר מהדור החמישי. שני מטוסי ה-F-35A אדיר הראשונים נחתו בבסיס נבטים ב-12 בדצמבר, ועם קבלת שבעה מטוסים נוספים בשנה הבאה ניתן יהיה להכריז על יכולת מבצעית ראשונית של טייסת נשר הזהב בסוף 2017. מדברים הרבה על הדור הרביעי והדור החמישי של מטוסי הקרב, אבל לא רבים מבינים באמת מה מגדיר את חילופי הדורות. כדי להבהיר את הנושא, אנו מביאים בגיליון זה כתבה המסבירה מה הופך את ה-F-35 למטוס קרב מהדור החמישי. הכתבה מתבססת על התרשמויות של טייסים מנוסים, אמריקנים וישראלים, שהטיסו בפועל מטוסי קרב משני הדורות או שהיו מעורבים בפיתוחם.

במקביל לקליטת מטוסי האדיר, מוציא חיל האוויר משירות מטוסי קרב מתיישנים מהדור הרביעי. ב-26 בדצמבר הוכרז בחיל האוויר על סוף עידן מטוסי ה-F-16A/B נץ לאחר 36 שנות טיסה, כאשר אחרוני הנצים שנתרו בשירות טייסת הדרקון המעופף בבסיס עובדה נגבב הדמימו את מנועיהם. בשנה האחרונה הופעלו מטוסי נץ רק ב"טיסת האדומה" הזאת לדימוי מטוסי אויב, בעוד הפעלתם המבצעית של הנצים בטיסת אחרת הסתיימה כבר בסוף 2015. לפי הנתונים הסטטיסטיים שפורסמו, במשך 35 השנים שבהן היה הנץ מבצעי ביצעו המטוסים 474,000 גיחות, 335,000 שעות טיסה ו-13,000 גיחות מבצעיות. תיאור מסכם של הפעלת הנץ בחיל האוויר פרסמנו ב"ביעף" e134 עמ' 4-5. בצורה סמלית עם סוף עידן הנץ, מטוסי האדיר החדשים נקלטים בטיסת נשר הזהב שהפעילה בעבר מטוסי נץ. האדיר איננו מהווה תחליף ישיר לנץ, אלא מייצג קפיצת מדרגה גדולה ביכולותיו. יחד עם זאת, תגבור סד"כ חיל האוויר במטוסים המתקדמים מהווה פיצוי חיוני מבחינה מספרית על הירידה בכמות מטוסי הקרב עם הוצאת משירות של הנצים.

בהיבט אחר, חיל האוויר סיים את מעורבותו בהפעלת טייסת הכיבוי והעביר את האחריות עליה ליחידה האווירית של משטרת ישראל, כפי שאנו מדווחים בגיליון זה. טייסת הכיבוי בת 14 מטוסי האייר טרקטור AT-802 הצדיקה את קיומה בהתמודדות עם גל השריפות בסוף נובמבר, אך הוכח שאין היא מסוגלת להתמודד לבדה עם שריפות גדולות במיוחד. באירועים חריגים כמו גל השריפות האחרון נדרש סיוע של מטוסי כיבוי גדולים יותר, ומדינות ידידותיות באזור מגלות נכונות לשגר עזרה בהתרעה קצרה. העזרה מבחון מובטחת בעתות שלום, אבל קשה להאמין שמדינות אלה ישלחו את מטוסי הכיבוי שלהן בעת מלחמה – כאשר טילים ורקטות שישוגרו מצפון ומדרום יבעירו שריפות רבות בשדות ישראל ובעריה. למקרים כאלה חייבים לתגבר את טייסת הכיבוי המשטרתית במטוסים גדולים יותר מהאייר טרקטור. ייצורו של ה-CL-415 הופסק בשנה שעברה בקנדה. אז מדוע לא לרכוש זוג מטוסי ברייב Be-200 מרוסיה?

יהודה בורוביק

**ביעף**  
תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית e138  
כסלו תשע"ו – דצמבר 2016

בחסות  
האגודה למדעי התעופה  
והחלל בישראל

[www.aerospace.org.il](http://www.aerospace.org.il)

ביעף נוסד בשנת 1972.

מו"ל ועורך אחראי: יהודה בורוביק

עורכי משנה: מאיר פדר

ד"ר נעם הרטוק

דוא"ל: [biaf@aerospace.org.il](mailto:biaf@aerospace.org.il)

מחיר המינורי: 117 ש"ח לשנה.

© כל הזכויות שמורות ל"ביעף".

מהדורה אלקטרונית זו מיועדת לשימוש  
הבלעדי של המנוי אליו נשלח העיתון.  
העברה, הפצה או העתקה של הקובץ  
ותוכנו אסורים בהחלט.

BIAF – Israel Aerospace e-Magazine

Publisher & Editor: Yehuda Borovik

E-mail: [biaf@aerospace.org.il](mailto:biaf@aerospace.org.il)

Copyright © 2016 BIAF.

All rights reserved.

This electronic version is  
intended for the sole use of the  
intended subscriber. Any pass-along  
distribution, repurposing, or  
duplication of this file is forbidden.

# שני מטוסי האדיר הראשונים הגיעו לנבטים

הרבה יותר, משולב ורלוונטי מתמיד. "אנו מודים לכל השותפים בארץ ובחו"ל על המסע המיוחד עד כה ונערכים לקליטת 50 האדירים הראשונים, בדרך נוספים ומדגמים שונים. ה-F-35I שלנו יהווה את ליבת כוחו של החיל והבסיס לשמירת היתרון הצבאי האיכותי של ישראל בעשורים רבים. אנו בחיל האוויר מודעים לאחריות ומודים על הזכות. חובת ההוכחה עלינו. נעמוד בה, ובהצלחה".

## הזרוע הארוכה יותר עוצמתית

ראש הממשלה, בנימין נתניהו, עמד בדבריו בטקס על חשיבות האדיר להגברת עוצמת הזרוע הארוכה של צה"ל:

"בניין העוצמה הצבאית שלנו מקבל היום תוספת כוח משמעותית ביותר. טייסי האדיר ומטוסי האדיר יוכלו לפעול בכל זירה, קרובה יותר וקרובה פחות. כמעט מדי יום אני נדרש לאשר משימות של הזרוע הארוכה של ישראל. וכל יום אני, וכל אזרחי ישראל, שמים את מבטחנו בכך טייסי ישראל. ואני רוצה לומר היום לעם ישראל, שהזרוע הארוכה הזאת נעשתה היום יותר ארוכה, יותר עוצמתית.

"אני רוצה לומר גם בצורה ברורה: כל מי שחושב לתקוף אותנו – יותקף. כל מי שחושב להשמיד אותנו, מעמיד את עצמו בסכנת קיום. זהו תנאי הכרחי להבטחת עתידנו. ההיסטוריה מלמדת דבר אחד פשוט: מדינות חלשות אינן שורדות. הן מזמינות על עצמן מתקפות, הן מועדות לקריסה. את החלש רומסים, את החזק מכבדים. רק עוצמה מייצרת הרתעה, רק

שהוא הטוב בעולם.

"מהפכת הדור החמישי יוצאת הלילה לדרך, כאן בבסיס חיל האוויר בנבטים. חיל האוויר הישראלי הוא הראשון לקלוט את המטוס מחוץ לאדמת ארה"ב. יתרה מכך, האדיר שלנו שונה מיתר מטוסי ה-F-35. הוא מוכן לקליטת מערכות לחימה ישראליות ייחודיות, פאר תוצרת התעשיות הביטחוניות במדינה.

"נכונות הממשל האמריקני לתת מענה לצרכים הביטחוניים של ישראל והייחודיים של חיל האוויר, ההובלה המקצועית והנחווה של מנהלת התוכנית האמריקנית, כושר המימוש המצויין של לוקהיד מרטין בשיתוף עם פראט אנד ויטני, שיתוף הפעולה עם חיל האוויר האמריקני, והיצירתיות הישראלית בחיל האוויר ובמשרד הביטחון עומדים מאחורי תוכנית ישראלית יוצאת דופן במסגרת התוכנית העולמית.

"הלילה יתחיל מפגש מרתק בין אדם למכונה, בין הטייסים והמתחזקים המעולים שלנו לקדמת הטכנולוגיה התעופתית. המפגש הזה צפוי להוליד רעיונות חדשים ויכולות מופלאות. המטוס יהפוך ליותר ויותר כחול-לבן באופן הפעלתו ומערכותיו. כל אדיר יהיה מכונת תקיפה כבירה, מרכז מידע ושליטה מרושת, שיפעל מול איומים מתקדמים באופן שונה לחלוטין מהמוכר.

"משנת 2017 יהיה המטוס מבצעי, ואנו נפעיל את האדיר באופן שיעלה על דמיון מתכני וציפיותיהם. האדיר עומד להפוך למאיץ רב-עוצמה לחיל האוויר כולו. אנו מתכוונים לממש את היכולת המערכתית לשיאים חדשים בהתקפה ובהגנה. הכוח האווירי יהיה קטלני

שני מטוסי ה-F-35A אדיר הראשונים – מתוך ה-50 שהוזמנו עבור חיל האוויר הישראלי – הגיעו לבסיס נבטים בנגב ב-12 בדצמבר בשעות הערב, כשהם מוטסים על-ידי טייסים אמריקנים. טקס קבלתם התאחר ביותר משש שעות, מכיוון שחיל האוויר האמריקני אסר על המראת המטוסים מוקדם יותר בתנאי מזג האוויר ששררו בבסיס קאמרי באיטליה.

בטקס החגיגי נכחו נשיא המדינה, ראובן ריבלין; ראש הממשלה, בנימין נתניהו; הרמטכ"ל, רב-אלוף גדי אייזנקוט; שר ההגנה של ארה"ב, אשטון קרטר; יו"ר, נשיאה ומנהלת העסקים הראשית של לוקהיד מרטין, מרילין יוסון, יחד עם מספר סגני נשיא בחברה; ומוזמנים רבים נוספים.

## האדיר: מכונת תקיפה כבירה

מפקד חיל האוויר, אלוף אמיר אשל, הבהיר בטקס את חשיבותו של המטוס החדש:

"לפני 40 שנים נחתו בארץ 3 מטוסי F-15. חיל האוויר עבר מהפכה טכנולוגית, מבצעית ותרבותית. העליונות האווירית הרקיעה שחקים. הישגים חסרי תקדים נרשמו בתולדות הלוחמה האווירית.

"שמי המזרח התיכון ממשיכים גם היום להיות המרחב האווירי המאויים ביותר בעולם. הצורך לחזק את עוצמתו של צה"ל ולתת מענה לתפניות אסטרטגיות במזרח תיכון לא יציב הביא אותנו לפני 15 שנים למסע אל ה-F-35. בשנת 2010 החליטה ממשלת ישראל להצטייד במטוס הקרב הטוב בעולם. אנחנו יודעים היטב

(צילום: ביעף)

מטוס ה-F-35A אדיר הראשון (מספר 901) מגיע לעצירה מול במות המוזמנים בבסיס נבטים של חיל האוויר ב-12 בדצמבר בערב.





(צילום: רס"ן עופר, חיל האוויר)

שני מטוסי האדיר הראשונים ביטיסה בשמי ישראל למחרת הגעתם לארץ.

יבות האמריקנית לביטחונה של ישראל, ואת המשכיותה מממשל לממשל, מעשור לעשור. "ידידי, אני ראיתי כאן כמה מוותיקי חיל האוויר. יש כאן טייסים עטורי תהילה, שמאחוריהם מלחמות, מבצעים, אינספור שעות טיסה וגיוחות. ואני רואה שגם הם מתרגשים, והם יודעים למה. ישראל נוסקת מעלה לגבהים חדשים, וכשהטייסים שלנו במטוסי האדיר יגביהו עוף, נתבונן בהם מן הקרקע בגאווה אדירה".

ישראל. מטרטנו להשיג עליונות בכל זירה – באוויר, בים, ביבשה ובתחום הסייבר. אנחנו בונים עוצמות ומשחיזים יכולות – בהגנה ובהתקפה, בהרתעה, ובמקרה הצורך בהכרעה – ומטוסי האדיר יעצימו את כל היכולות הללו. "אין זה מקרי שישאלה היא הראשונה לקבל את המטוסים הללו, אחרי ארה"ב עצמה. אני חושב שזה דבר סמלי בעל אופי מאוד משמעותי לעוצמת הברית בינינו לבין ארה"ב. אנחנו מעריכים את הברית האיתנה הזאת, את המחור-

עוצמה מעוררת כבוד, רק עוצמה מניבה בריתות, ורק עוצמה מביאה שלום. ולכן אנחנו נמשיך לבצר את ביטחוננו, ונמשיך לבנות את כוחנו.

"מבחנה של הנהגה אחראית הוא לזהות את הסכנות בטרם פורענות ולהיערך לקראתן בהתאם, בראש ובראשונה על-ידי בניית כוח לאורך שנים. זה מה שמנחה אותנו – אותי, את שר הביטחון, את הרמטכ"ל, את מפקד חיל האוויר, את כל ראשי זרועות הביטחון של

(צילום: סליה גריון, חיל האוויר)

מטוס האדיר הראשון (מספר 901) ממריא מנבטים לטיסת בכורה בשמי ישראל למחרת הגעתו לארץ.



# מה הופך את ה-F-35 למטוס קרב מהדור החמישי?

ראשונית של ה-F-35A וה-F-35B. אמנם המטוסים שמופעלים כיום עדיין אינם מצוידים בתוכנה המבצעית הסופית שתאפשר ניצול מיטבי של כל היכולות שיועדו למטוס הקרב המתקדם הזה, אך הטייסים הספיקו כבר להתרשם מקפיצת המדרגה שהושגה לעומת מטוסי הדור הקודם.

שרידותו הגבוהה של ה-F-35 במרחבי טיסה מאוימים תושג לא רק בזכות חמקנותו. המטוס החדש יספק יכולות לוחמה אלקטרונית חסרות תקדים בהשוואה ל-F-15 ול-F-16, כפי שתיאר לוטננט-קולונל (סגן-אלוף) ג'ון "ג'וקר" מק'פולס מקבוצת הלוחמה האלקטרונית ה-53 בחיל האוויר האמריקני, בכינוס שנערך בווינגטון הבירה באוקטובר 2014. לדבריו, ה-F-35 יצטיין במיוחד בהיבט של היתוך מידע מחיישנים – לקיחת המידע ממגוון החיישנים על המטוס (המכ"ם, המערכת האלקטרו-אופטית לרכישת מטרת ושות החיישנים האלקטרו-אופטיים המבזורים שמשוברים במטוס, אשר נותנים מבט ב-360 מעלות על הסביבה החיצונית), צירוף המידע שיוזרם ממקורות חיצוניים, והצגת תמונה ברורה לטייס של המידע החשוב לביצוע משימתו. התמונה שיראה הטייס על הצג הרחב בקוקפיט ובתצוגת הקסדה תקנה לו מודעות מצבית מלאה. זאת בניגוד למציאות במטוסי הדור הקודם, כאשר הטייס או הנווט צריכים לנתח ולהעריך במוחם את המידע המתקבל ממקורות שונים, ואז להחליט בעצמם כיצד להגיב לאיומים.

מק'פולס הדגים זאת בצורה ציורית מפשטת: עד כה פעלו הטייסים כמו אוג איש המערת – "ראה אדם רע, והיכה בו במקל". בדור החמישי יפעלו כמו דיב והרובוט האל בסרט אודיסיאה בחלל – "מטוס מיג-100 נמצא לפניך. האם אתה רוצה להשמיד אותו עכשיו? סמן כן או לא".

ב-F-35 יוצג לטייס זיהוי מדיק של כל האיומים הנמצאים מסביבו, באוויר ועל הקרקע. כפי שתיאר מק'פולס, התהליך האוטומטי לזיהוי האיומים מתבסס על



מפקד טייסת האדיר הראשונה, סא"ל יתם.

אסטרטגיות בטוחים רחוקים ומאוימים בצורה מודיקת ובשרידות גבוהה מאד."

## מודעות מצבית מלאה

**לוקהיד מרטין** מדגישה חמש תכונות עיקריות המאפיינות את ה-F-35 כמטוס קרב מהדור החמישי: נראות נמוכה מאוד (חמקנות); ביצועים מיטביים; מערך חיישנים רב-ספקטראלי מתקדם; יכולת פעילות ברשת הצבאית; היתוך מידע מחיישנים; ותחזוקתיות מתקדמת.

את תכונות החמקנות משיג ה-F-35 בזכות הצורה החיצונית שלו, נשיאה פנימית של אמצעי חימוש ודלק (בניגוד לנשיאה חיצונית על מתלים מתחת לכנפיים ובגחון הגוף), התקנת חיישנים משוברים, ותהליכי ייצור חדשניים תוך שימוש בחומרים וציפויים מיוחדים. מאפייני חמקנות אלה שולבו מלכתחילה בתכנן הבסיסי של המטוס, ואי אפשר לשלב אותם במטוס קיים מהדור הקודם.

בחיל האוויר האמריקני ובחיל הנחתים צברו כבר עשרות אלפי שעות טיסה בניסויים ובאיומים, ואף הכריזו על יכולת מבצעית

כשבוחנים את התפתחות מטוסי הקרב הסילוניים בשבעים השנים האחרונות ניתן להבחין בחמישה דורות בולטים. הדור הראשון מתייחס למטוסים התת-קוליים שהופיעו בעשור הראשון לאחר תום מלחמת העולם השנייה – דוגמת ה**מיסטר IVA** הצרפתי. לדור השני מייחסים את המטוסים העל-קוליים שפותחו במחצית השנייה של שנות ה-50 וצוידו לראשונה במכ"ם מוטס – דוגמת ה-F-104 **סטארפיטר** בארה"ב, ה**מיראז' III** בצרפת וה**מיג-21** ברית-המועצות. לדור השלישי משייכים את מטוסי הקרב הרב-משימתיים משנות ה-60 שחומשו בטילים, דוגמת ה-F-4 **פאנטום II**. מטוסי הקרב המתקדמים יותר שפותחו בשנות ה-70, אשר התאפיינו במערכות אוויוניקה מתקדמות ונשאו חימוש מונחה – כמו ה**מיג-21** **איגל**, ה-F-16 **פייטנג פאלקון** וה-F/A-18 **הורנט** – מוגדרים כדור הרביעי. מטוסי דור רביעי אלה, ומקבליהם באירופה המערבית, ברוסיה ובסין, שופרו והושבחו במידה ניכרת בשנים שייצורם נמשך, אך קפיצת המדרגה הושגה רק בעשור הראשון של המאה ה-21 עם תחילת כניסתם לשרות של מטוסי הקרב מהדור החמישי – תחילה ה-F-22 **רפטור**, ועתה ה-F-35 **לייטנינג II**.

## חוויה מדהימה לטייס קרב

"כדי שנגדיר מטוס קרב כמטוס מדור אחר, הוא צריך להיות בעל יכולות מאוד שונות מהמטוסים הקיימים, וכזה הוא ה-F-35", אומר סגן-אלוף יתם, מפקד טייסת האדיר הראשונה בחיל האוויר, **נשר זהב**. "מה שמביא אותו להיות יותר טוב הם שלושה מאפיינים עיקריים: מאפייני החתימה הנמוכה, או החמקנות שלו; מאפייני האוויוניקה שמותקנת במטוס; וכמות החיישנים שנמצאת בכל זמן נתון במטוס. כשאנחנו מתברים את שלושת הדברים האלה, אנחנו באמת מקבלים מטוס שהוא יותר טוב ממועתיים ממה שיש לנו עד היום. מניסיון של טיסה בסימולטור של ה-F-35 אני יכול להגיד, שרואים את שלושת המאפיינים האלה. כשנכנסים לתוך הקוקפיט זו חוויה מדהימה לטייס קרב".

סא"ל יתם המשיך והבהיר: "ל-F-35 יש יכולות מאוד מתקדמות של טיסה במעגלים השונים. המטוס מייצר תמונת קרב עדכנית בזמן אמת על כל איום שמתעורר באזור העניין שלו, ועל-ידי עיבוד תמונת הקרב של המטוס אנחנו יכולים מצד אחד להביא את המודיעין ומצד שני אנחנו יכולים גם לתקוף. זה מביא את המטוס הזה להיות מאוד אפקטיבי בשדה הקרב הנוכחי".

חמקנותו של ה-F-35 מגילוי על-ידי מכ"מים עוינים תאפשר להפעיל אותו גם במשימות תקיפה נועזות באזורים המוגנים היטב באמצעות מערכות טילי קרקע-אוויר המתקדמות ביותר בעולם. בהקשר לכך אמר סא"ל יתם: "את המטוס הזה רכשנו כדי לתקוף במקומות שלא תמיד אנחנו יכולים לתקוף בהם, והאדיר יודע לעשות זאת מצוין". ראש מטה חיל האוויר, תא"ל טל קלמן, אמר בתדרוך לכתבים בסוף נובמבר: "אינני רוצה להזכיר מדינות, אך המטוס יכול לבצע משימות

תמונת מרחב הטיסה, האיומים והמטרות לתקיפה מוצגת לטייס על הצג הרחב ועל משקף הקסדה.



הקסדה של הטייס, וכך הוא יכול "להסתכל" מה קורה מאחוריו או מתחתיו.

### מודיעין לבקרת ירי

מערך החיישנים המקיף ב-F-35 הופך את המטוס גם לכלי יעיל ביותר לאיסוף מודיעין ולתמיכה בבקרת ירי של מערכות נשק אחרות ביבשה ובים. פוטנציאל זה של ה-F-35 הודגם בחודש ספטמבר השנה במסגרת תרגיל ירי חי, ששייף אמצעים של חיל הים האמריקני וחיל הנחתים ליריט איום אווירי.

במהלך הניסוי, מטוס F-35B של חיל הנחתים מטייסת הניסויים המבצעיים וההערכה 1, שימש כחיישן מוגבה וגילה איום מעבר לאופק. ה-F-35B שלח את המידע באמצעות ערוץ העברת הנתונים הרב-תפקודי המתקדם שלו לתחנה קרקעית המחוברת למערכת הנשק איג'יס בספינת המדבר (LLS-1) היבשתית. המטרה יורטה לאחר מכן באמצעות טיל SM-6. איג'יס היא מערכת נשק מתקדמת להגנה בפני איומים אוויריים וטילים בליסטיים, המותקנת בספינות רבות של צי ארה"ב ושל מדינות נוספות.

"אחד המאפיינים המגדירים של מטוס קרב מהדור החמישי הנו אפקט מכפיל הכוח, שהוא מביא לפעילויות משותפות באמצעות היתוך המידע מחיישנים ויכולות התקשורת החיצונית", אמר אורלנדו קארוללה, סגן נשיא בכיר העומד בראש לוקהיד מרטין אוויר-נאוטיקה. "מאפיינים אלה הוכחו בהצלחה בשדה הניסויים ווייט סנדס בהדגמה מציאותית מאוד של קטלניות מבוזרת שממנפת את ה-F-35B של חיל הנחתים ומערכת הנשק איג'יס של חיל הים. זה רק מגרד את פני השטח של יכולות הלחימה הפוטנציאליות שמטוס ה-F-35 יאפשר בסופו של דבר בכוחות הצבאיים שלנו".



המכ"ם מדגם AN/APG-81.



המערכת האלקטרו-אופטית לרכישת מטרות.

קרניים ממוקדות כמו לייזר ולהתמקד במטרה אחת נבחרת או במטרות רבות מאוד, ויש לה עוצמה גדולה פי עשר מהמערכת של המטוס ללוחמה אלקטרונית EA-6B פראולר. בנוסף לגילוי מטרות באוויר ועל הקרקע ועקיבה אחריהן, יכולה המערכת גם לשבש ולחסום אותות ממכ"מים עוינים. אובראין גילה, כי רביעיית מטוסי F-35 במבנה יכולים לשבש מערכת עוינת כאשר אותות השיבוש המשודרים מתחלפים אוטומטית בין המטוסים.

חשבה לא פחות היא המערכת האלקטרו-אופטית לרכישת מטרות (EOTS), שמתקנת מתחת לחרטומו של ה-F-35, אשר פותחה ומיוצרת על-ידי לוקהיד מרטין טילים ובקרת ירי. זהו החיישן הראשון בעולם שמשלב תפקודי דימות תרמי (FLIR) יחד עם חיפוש ועקיבה בקרינה תת-אדומה (IRST), כדי לספק לטייס ה-F-35 יכולת גילוי מטרות מדויקת בלחימת אוויר-אוויר ואוויר-קרקע. המערכת מאפשרת לטייס לזהות אזורים בעלי עניין, לאסוף מודיעין חזותי ולשגר במדויק אמצעי חימוש מונחי לייזר או GPS, תוך כדי שמירה על פרופיל טיסה חמקני.

מערכת חיישנים חשובה שלישית שמתקנת ב-F-35 היא AN/AAQ-37 מתוצרת נורתרופ גרומן, המכונה Distributed Aperture System, או בראשי תיבות DAS. מדובר בשישה חיישנים אלקטרו-אופטיים מבוזרים על המטוס, שמספקים לטייס מודעות מצבית מרחבית ב-360 מעלות. חיישנים אלה מתריעים מפני איומים בדמות כלי-טיס או טילים מתקרבים, מאפשרים ראייה ביום ובלילה, יכולת בקרת ירי ועקיבה מדויקת אחרי מטוסים אחרים במבנה. התמונות מהחיישנים האלה מוקרנות על משקף

הנתונים הנאספים מחיישני המטוס, המידע הנוסף המתקבל מהמטוסים האחרים בכוח התוקף וממקורות רחוקים יותר, והשוואה עם המידע האגור במסד נתונים הנשמר במחשבי המטוס בתהליך ההיתוך.

בחינת מאפייני האיום יכולה להצביע אם מדובר בכלי-טיס עויין או באיום ממערכת קרקעית. לגבי איום אווירי, החיישנים השונים ב-F-35 מספקים נתונים כמו מהירות, רום טיסה, חתימה תת-אדומה, שטח חתך מכ"ם, גודל הכלי וכדומה. במסד נתוני הלוחמה האלקטרונית אגור המידע הידוע על המטוסים הנכללים בסד"כ של מדינת האויב שאליה חודר ה-F-35 התוקף. תהליך היתוך הנתונים יכול לזהות בוודאות גבוהה באיזה מטוס אויב מדובר. באותו אופן ניתן לזהות אוטומטית גם מערכות הגנה קרקעיות ואיומים אחרים. וכשיוודעים לזהות בדיוק את האיום, ניתן להתמודד איתו בהצלחה רבה.

התוספת הזאת של היתוך המידע ממערך החיישנים המקיף וממקורות חיצוניים היא שהופכת את ה-F-35 ממטוס דמוי F-16 חמקן למטוס קרב מהדור החמישי, הדגיש מק'פולס.

### המידע הוא חיים

סטפן אובראין מלוקהיד מרטין, שכהן במשך ארבע שנים כסגן נשיא לשילובים ופיתוח עסקי בתוכנית ה-F-35, היה בעברו טייס קרב במטוסי F/A-18 הורנט בחיל הים האמריקני. הוא מכיר היטב מניסיונו הצבאי את מגבלות ההפעלה של מטוסי הקרב מהדור הרביעי, כאשר השרירות הייתה תלויה במידה רבה בכישוריו של הטייס. "נהגנו לומר שמהירות היא חיים; עתה המידע הוא חיים", אמר אובראין. "הטסת מטוסי קרב מהדור הרביעי הייתה קשה", הוא אמר. "טייסי הקרב הטובים ביותר שהכרתי היו אלה שיכלו לעבד במהירות בראשם את מה ששמעו בקשר ולשלב זאת עם מה שהם ראו בצגים בקוקפיט שלהם. זה הפך את ההטסה יותר לאומנות מאשר למדע". לעומת זאת, ב-F-35 הטייס הוא צרכן מידע. הרעיון הוא לתת לך מידע כמעט מושלם ממגוון מקורות, כולל מהחיישנים האחרים במבנה שלך, ולהתיר את המידע לתמונה אחת. לכל אחד במבנה תהיה אותה תמונה מדויקת". אובראין הדגיש כי בזכות החיישנים המתקדמים שמתקנים בהם, מטוסי ה-F-35 יכולים לפעול באופן עצמאי, ללא צורך בסיוע של מטוסים ייעודיים ללוחמה אלקטרונית, או מטוסים להתראה מוקדמת ובקרה אווירית, או מטוסים לגילוי מטרות על פני הקרקע. ובהקשר לכך אומרים גם בחיל האוויר הישראלי, כי ה-F-35 אחד יוכל לבצע משימות שבעבר נדרשו ארבעה מטוסים לביצוען.

### מערך חיישנים רבי-ספקטראלי

אחד החיישנים החשובים ביותר של ה-F-35 הוא המכ"ם מדגם AN/APG-81 מתוצרת נורתרופ גרומן - מערכת מתקדמת ביותר מסוג מערך מופע עם סריקה אלקטרונית אקטיבית, שיכולה לעקוב בר-זמנית אחרי מטרות רבות מאוד (המספר המדויק מסווג). "הוא מערך רב-תפקודי אשר מתיר באופן אוטומטי מידע מ'אלפי מכ"מים' במטוס", הסביר אובראין. לדבריו, המערכת יכולה לשגר

### הזמנה ל-50 מטוסי אדיר

הקבינט המדיני-ביטחוני בממשלת ישראל אישר פה אחד ב-27 בנובמבר רכש של עוד 17 מטוסי F-35A אדיר. העסקה הראשונה לרכש 19 מטוסי אדיר נחתמה בספטמבר 2010. בפברואר 2015 נחתמה עסקת המשך לרכש עוד 14 מטוסים, ודובר בה על אופציה לרכש 17 מטוסים נוספים. בסך הכול יקבל חיל האוויר בשלב זה 50 מטוסי אדיר, שאספקתם תסתיים במחצית הראשונה של העשור הבא.





מטוס ה-F-15B מספר 110, ששוקם אחרי תאונה קשה באמצעות שימוש בגוף האחורי של F-15A מספר 314 (ראה כתבה ב"ביעף" 135 עמ' 5), חזר לטוס ב-3 בנובמבר ומסומן עתה ב-122 מספר. שמו של המטוס נותר "ראש חץ". (צילום: עופר צידון)



## תע"א סיפקה לאיטליה מטוס משימה להתראה מוקדמת ובקרה אווירית

אנטנות המכ"ם מותקנות ב"לחיים" על צדי המטוס, בחרטום ובזנב.

- מערכת מודיעין אלקטרוני (ESM) המכסה 360 מעלות, אשר מגלה קורנים בתחום רחב של תדרים ומודדת באופן מדויק את הפרמטרים האלקטרוניים של כל קורן והפלטפורמה שעליה הוא פועל.
- מערך תקשורת תואם נאט"ו, שפותח במשותף על-ידי **אלתא** וחברת **לאונארדו** האיטלקית.
- מערכת להגנה עצמית (SPS) עם כיסוי של 360 מעלות, הכוללת חיישנים אקטיביים ופסיביים, אשר מזהים אימים המכוונים לעבר מטוס המשימה ומגנים מפניהם.
- מערכת מחשוב מרכזית, אשר יוצרת ומציגה תמונת מצב אווירית וימית על-ידי שילוב המידע ממגוון חיישנים ורשתות תקשורת.

בנוסף לשני המטוסים מספקת **אלתא** לאיטלקים גם מערכות תומכות קרקעיות, שכוללות: תחנה קרקעית של תקשורת לוויינית; מערכת תכנון משימה ומערכת תחקור לניתוח נתונים לאחר המשימה; ומערכת אימון שמספקת סביבה מציאותית לאימון צוותי מפעילים.

גדול מאוד, עם זמן שהייה ארוך ביותר. זוהי גרסה חדישה ומתקדמת של מטוס הנחשון-**עיטם**, שסופק לחיל האוויר הישראלי לפני כעשור – ראה "ביעף" e106 עמ' 10-11 ו-e109 עמ' 17.

יוסי וייס, מנכ"ל **התעשייה האווירית**, אמר בטקס מסירת המטוס: "כחלק מהידוק היחסים עם איטליה והתעשייה האירופית, אנו שמחים למסור היום את אחד ממוצרי הדגל הטכנולוגיים המתקדמים ביותר של **התעשייה האווירית** – מערכת CAEW, המייצגת את הדור הבא של מטוסי המשימה, למשרד הביטחון האיטלקי. אנו גאים כי הפיתוח המשותף יחד עם התעשייה האיטלקית ומשרד הביטחון האיטלקי היה מוצלח מאוד ועמד בלוחות הזמנים המתגרים, ומקווים לשיתופי פעולה בין מדינותיים נוספים".

חליפת מערכות המשימה במטוס ה-G550 מסופקת כולה על-ידי **אלתא** וכוללת:

- מכ"ם בטכנולוגיית מערך מופע עם סריקה אלקטרונית אקטיבית (AESA), בעל כיסוי בארבעה ממדים, שפועל לגילוי, זיהוי ועקיבה של מטוסי מוטסות בגזרה של 360 מעלות.

משרד הביטחון והתעשייה **האווירית לישראל** מסרו לחיל האוויר האיטלקי באמצע דצמבר מטוס משימה להתראה מוקדמת ובקרה אווירית (CAEW). זהו הראשון מבין שני מטוסים שרכשה איטליה מישראל במסגרת ההסכם הצבאי שנחתם בשנת 2012 לרכש גומלין מהתעשיות הביטחוניות הישראליות, בהקשר לרכש 30 מטוסי ה**לביא** האיטלקיים לחיל האוויר הישראלי (ראה "ביעף" e121 עמ' 3). מטוס ההתראה השני הכולל בהסכם צפוי להימסר לחיל האוויר האיטלקי במהלך שנת 2017.

ה-CAEW היא מערכת התראה מוקדמת ובקרה אווירית המותקנת על מטוס **גאלפסטרים G550**, שפותחה על-ידי **אלתא מערכות**, החברה-הבת של **התע"א**. על גבי המטוס הותקנה חליפת מערכות משימה מתקדמות, הכוללות מכ"ם, מודיעין אלקטרוני, הגנה עצמית, ומגוון מערכות תקשורת בתקן נאט"ו. המערכת מספקת תמונה אווירית וימית בגזרה של 360 מעלות, הכוללת מטוסי מוטסות בכל גובה, מעל כל סוג קרקע ובכל מזג אוויר. המטוס מותאם לתנאי טיסה מגוונים בטווח

## אלביט מערכות מציעה רחפן טקטי למשימות משטרתיות וצבאיות



הרחפן דה'וינצ'י, יחידת השליטה והבקרה על חצובה, ותיקי הגב לנשיאת המערכת.

מיניאטוריים משלושה סוגים שונים, מתוצרת קונטרופ: Micro-STAMP, M-STAMP או D/HD-STAMP.

עמדת השליטה והבקרה הניידת. כל המערכת מתקפלת לתוך שני תיקי גב. הדה'וינצ'י מוצע עם מטע"די צילום

**אלביט מערכות** מרחיבה את היצע הכטב"מים שלה לתחום הנמוך במסגרת שיתוף פעולה עם חברת **Flying Production** מכפר סבא, שנחשף בכנס הכלים הבלתי מאוישים של ישראל דיפנס ו-AUVSI, שנערך ב-8 בנובמבר בקריית שדה התעופה.

**אלביט** משווקת מעתה את הרחפן **דה'וינצ'י** שפותח על-ידי **Flying Production**, אשר מונע חשמלית באמצעות ארבע זוגות רוטורים. זהו רחפן מתקדם, אמין יותר מהכלים הפשוטים שמוצעים בשוק ובעל יכולות אוטונומיות, אשר מתאים לשימושים משטרתיים וצבאיים. משקלו הריק של הרחפן 12.5 ק"ג וביכולתו לשאת מטע"ד אלקטרו-אופטי במשקל של עד 5.6 ק"ג. דה'וינצ'י מותאם לפעול ברום מבצעי של עד 600 מטר וברדיוס של עד 10 ק"מ, עם זמן שהייה מרבי של 90 דקות.

החברה המפתחת, שהוקמה בשנת 2011, מדגישה את היכולות האוטונומיות המתקדמות של הרחפן, בדומה לכטב"מים קבועי-כנף: המראה אוטומטית, טיסה לפי כיוון המבט של המצלמה, תכנות מסלול טיסה לפי נקודות ציון שנקבעו מראש, טיסה אוטונומית ליעד וריחוף מעליו, וחזרה אוטומטית הביתה. ניתן להטיס את הדה'וינצ'י גם בשליטה ידנית באמצעות

## אלביט חשפה מערכת להגנה מפני רחפנים התוקפת את התקשורת של הרחפן ואת יכולת הניווט שלו



**אלביט מערכות** ל"א וסיגינט – אלישרא חשפה בכנס הבינלאומי לביטחון המולדת והסייבר, שנערך במרכז הירידים בתל-אביב ב-15-16 בנובמבר, את מערכת **ReDrone** להגנה נגד חדירה של רחפנים עוינים למרחב האווירי באזורים האסורים לטיסה, אזורים קריטיים, ותשתיות לאומיות.

**ReDrone** הינה מערכת פתוחה המשלבת חיישנים שונים לגילוי, זיהוי ועקיבה של רחפנים מסוגים שונים המופעלים בתחום תדרים רחב ושלל פרוטוקולי תקשורת. היא מסוגלת להפריד בין אותות הרחפנים לבין אותות המגיעים מהמפעיל, ולהצביע על כיוונם במרחב. בעת זיהוי רחפן, מערכת **ReDrone** משבשת את התקשורת לרחפן וחוסמת את אותות הרדיו, נתוני הווידאו ונתוני המיקום, ובכך מונעת מהרחפן לבצע את משימתו.

המערכת מאפשרת הגנה היקפית של 360 מעלות, ומתאפיינת ביכולת טיפול במספר רב של רחפנים מסוגים שונים בזמנית, מניעת הפרעות סביבתיות, ומבטיחה את בטיחות התושבים וכלי-טיס הטסים באזור הפעולה. המערכת ניתנת לפריסה מהירה בתנאי שטח שונים, פועלת בכל תנאי מזג אוויר ובעלת תפעול פשוט המבוסס על ממשק אנדרואיד.

החברה הציגה בתערוכה גם את **SupervisIR** – מערכת מודיעינית מהפכנית מבוססת תת-אדום לאחיזת שטח רחבה, המתממשקת עם מערכת **ReDrone** ומאפשרת זיהוי סיגינטי ותרמי מלא של הרחפנים העוינים.

## אורד הציגה את מערכת DROM להגנה מפני רחפנים וכטב"מים



חברת **אורד** מחולן השיקה בתערוכה שנערכה בנובמבר במסגרת הכנס הבינלאומי לביטחון המולדת והסייבר מערכת חדשה להגנה מפני רחפנים וכטב"מים, המכונה

### DROM – Drone Defense System

**אורד** מציעה שני רבדים של פתרונות: פתרון ברמה האזרחית, למקומות כמו ערים, שדות תעופה, מבני חינוך וכדומה, שמשמעו מתן הגנה נגד רחפנים על-ידי זיהויים, ביצוע מעקב ונטרולם; ופתרון ברמה הצבאית, המיועד למוסדות ומתקנים אסטרטגיים כמו בתי כליאה ובסיסים, בהם נדרשת הגנה מאסיבית המשלבת בין מערכות לנטרול ושליטה לצד פתרון סייברי.

המערכת של **אורד** מגלה ומזהה את הרחפן באמצעות מכ"ם וחיישנים אלקטרו-אופטיים או תת-אדומים. בשלב השני מתבצע עיבוד הנתונים ומועברת התרעה למפעיל במידה והרחפן נמצא עוין. בשלב השלישי מתחילה פעולת שיבוש אוטומטית או ידנית על-ידי מפעיל המערכת, בהתאם להגדרת המנוע החישובי. בשלב הסופי, כאשר הרחפן המאיים מגיע לאזור המוגן, הוא מנטרל באמצעות חסימת GPS וחסימת רדיו.

עלות המערכת תלויה בגודל האזור המוגן, אך ההערכה היא כי מדובר בסדר גודל של עשרות אלפי דולרים למתחמים קטנים.

יוסי גופר, סמנכ"ל השייווק ופיתוח עסקי **באורד**, אמר כי "יתרונותיה הברורים של המערכת הם בטוחה הגילוי, בכושר ובדיקת החסימה שלה. בניסויי שטח שנערכו הוכחה יכולת מבצעית של גילוי רחפנים זעירים

להגנה על מתקנים קריטיים, מתחמים אסטרטגיים, בסיסים צבאיים או בנייני ממשל, וכן בגרסה ניידת שנועדה לתת מענה להגנה על אירועים מזדמנים, או על כלים צבאיים וכוחות מתמרנים".

ממרחקים העולים על 3.5 ק"מ, והתבייתות אלקטרו-אופטית, שיבוש, ונטרול ממרחק של יותר מ-2.5 ק"מ. המערכת הינה מודולרית ומתאימה למשימות אבטחה שונות. אנו משווקים אותה בגרסה ניידת, המתאימה

## משטרת ישראל התחילה להפעיל רחפנים

מטיסים, בהתאם לדרישות של רשות התעופה האזרחית. שוטרים מהתחנות שיוכשרו למשימה הזאת יעברו קורס בן חודש וחצי עד חודשיים להפעלת הרחפנים.

"עומד בפנינו אתגר של שליטה ופיקוד – לדעת מה יש לנו איפה – כדי שנדע לנהל את כל הכוח האווירי הזה ולשלוט בו ברמה בטיחותית", אמר סג"ף ויינר. "אנו רוצים להגיע למצב שנוכל להפעיל את המערכות בכל מקום ובכל שעה, מבלי לסכן אזרח או שוטר במהלך הפעילות".

70 תחנות המשטרה הפרוסות ברחבי הארץ, כדי לאפשר "אוטונומיה אווירית" למפקד התחנה. עם יישום התוכנית הזאת, "חלק מהמשימות שבוצעו עד כה עם המסוקים יעברו לרחפנים", אמר סג"ף ויינר. מדובר במשימות של חיפוש והצלה, הפרות סדר, טרור עממי, ניתוח אירוע אירוע ואכיפת תנועה.

לדברי סג"ף ויינר, המשטרה משתמשת במערכות אזרחיות שהותאמו לצרכים של המשטרה, אשר מציעות פשטות הפעלה, זמינות גבוהה ועלות נמוכה.

המשטרה תצטרף להכשיר הרבה מאוד

היחידה האווירית של משטרת ישראל מרחיבה את פעילותה גם לתחום כלי-הטיס הבלתי מאוישים – בנוסף להפעלת המסוקים וטייסת הכיבוי. לאחר בדיקת הנושא במשך כשנתיים, החלה המשטרה לאחרונה להפעיל רחפנים במשימות שונות.

סגן-ניצב גדי ויינר, המשרת זה 23 שנים ביחידה האווירית, גילה בהרצאתו בכנס הכלים הבלתי מאוישים של ישראל דיפנס ו-AUVSI שנערך ב-8 בנובמבר בקריית שדה התעופה, כי במשטרה מתכננים פריסה רחבה של כלי התצפית האלה. הכוונה היא לספק רחפנים לכל

הניווט, הקשר עם גורמי החוף וקבלת ההחלטות בזמן אמת, כשצדו מפעיל נוסף האחראי על תפעול מערכות כלי-הטיס. בנוסף, המראתם ונחיתתם של חלק מכלי-הטיס נשלטת על-ידי מטיסי חוף.

בעולם, המינוח **כטב"ם** עדיין אינו מקובל. הרוב משתמשים בראשי התיבות **UAS** (מערכת אווירית בלתי מאוישת), או **UAV** (כלי-טיס בלתי מאויש), או בכינוי הפופולרי **Drone**.

ב"ביעף" נמשיך בינתיים להשתמש בראשי התיבות כטב"ם – כלי-טיס בלתי מאויש.

### כטב"ם במקום כטב"ם

בחיל האוויר החליטו השנה לשנות את שם מערך כלי-הטיס הבלתי מאוישים ל**כלי-טיס מאוישים מרוחק**. לפיכך, במקום ראשי התיבות **כטב"ם** הנהיגו את ראשי התיבות **כטמ"ם**. השם החדש בא לתת דגש רב יותר לגורם האנושי העומד מאחורי הפלטפורמות המוטסות, שכן כלי-הטיס האלה אינם מופעלים אוטונומית כי אם מאוישים מרוחק על-ידי צוותי מפעילים מיומנים. כל הכלים הבינוניים והגדולים מופעלים מתוך קרונות שליטה ובקרה, בהם יושב מפקד המשימה האחראי על ההסטה,



צילום: יאסר שואהנה

## 21 מטוסי כיבוי זרים סייעו להתגבר על גל השריפות

הדחופות של מדינת ישראל ושיגרו לארץ מטוסי כיבוי גדולים – בעקבות שיחות של ראש הממשלה, בנימין נתניהו, עם ראשי הממשלה של יוון וקראטיה ועם נשיא רוסיה, ופניות באמצעות משרד החוץ. טורקיה הציעה עזרה ביוזמתה, וגם מצרים הושיטה סיוע. התיאום הבינלאומי בוצע על-ידי אנשי המטה לביטחון לאומי (המל"ל) במשרד ראש הממשלה.

חמש מדינות – איטליה, טורקיה, יוון, צרפת וקראטיה – שלחו מטוסים אמפיביים מתוצרת קנדאייר/בומבארדייה, מדגמי CL-215 (שלושה

הגנה המקיפים את היישוב שנמצא בסכנה, באמצעות הטלת חומר מערב בעירה. אבל כאשר הרוח חזקה מאוד, האש יכולה לחצות את פס העצירה עם החומר מערב בעירה – כפי שאירע הפעם – וכדי להשלים את המשימה נדרשים מטוסי כיבוי גדולים שיכולים להטיל על השריפה אלפי ליטרים מים.

### סיוע אווירי ממדינות זרות

עשר מדינות זרות באגן הים התיכון ובאירופה נענו במהירות לבקשות הסיוע

גל השריפות ברחבי ישראל, שנגרם עקב רשלנות והצתות ואשר לובה בחסות תנאי מזג אוויר קיצוני (חום, יובש ורוחות), שהתרחש מה-22 עד ה-26 בנובמבר, מתח עד קצה גבול היכולת את חבל משאבי הכיבוי המקומיים וחיוב להפנות בקשות סיוע דחופות למדינות זרות. לפי הנתונים שפרסם המשרד לביטחון פנים בסוף נובמבר, נאלצו כוחות הכיבוי המקומיים המוגבלים להתמודד עם יותר מ-1,700 שריפות בודדות, מהן 39 שריפות גדולות שאיימו על חלקים רבים במדינה. היקף השריפות היה הרבה יותר גדול מאשר בשריפה בכרמל לפני שש שנים. למרבה המזל לא נגרמו הפעם אבדות בנפש, אך הנזקים לרכוש היו כבדים – כ-1,895 בתים ניזוקו (חלקם נשרפו כליל), ויותר מ-70,000 אנשים נאלצו לפנות את בתיהם.

טייסת הכיבוי, שלרשותה 14 מטוסי אייר טרקטור AT-802, פעלה במלוא כוחה בכל ימי הלחימה באש, אך המטוסים יכלו לטוס רק בשעות האור. למטוסים אלה, בעלי קיבולת של 3,100 ליטר, יכולת להטיל חומר מערב בעירה שיכול לעכב את האש ולעצור אותה, וקצף שיכול להנמיך את הלהבות. הם מתאימים היטב לתגובה ראשונית זריזה ולמתווה של שריפות קטנות יחסית, וזמן הסבב שלהם קצר, אך כוחם בעצירת שריפות ענק מוגבל. שיטת הפעולה המועדפת היא: יצירת קווי



למטה: מטוסי ה-CL-415 של חיל האוויר היווני היו הראשונים להגיע לישראל. למעלה: אנטונוב An-32P אוקראיני. בכותרת: אייר טרקטור AT-802A ישראלי.





למעלה: ה-CL-415 קרוואטי מספר 844 בפעילות הכיבוי.  
למטה: ה-CL-415 הקרוואטי השני (מספר 866) אוסף מים בנמל אשדוד. (צילום: מיכה סנדר)



למעלה: אחד משני מטוסי הכיבוי הברייב Be-200ChS הרוסיים שהגיעו לארץ אוסף מים מהים.  
למטה מטוס הברייב Be-200ChS היחיד של המשרד למצבי חירום באזרבייג'ן.



מטורקיה) ו-CL-415 (תשעה מארבע המדינות האחרות). מטוסים אלה, בעלי קיבולת של 5,340 ליטר במקרה של ה-CL-215 ו-6,140 ליטר במקרה של ה-CL-415, אוספים מים מהים ויכולים לבצע 3 עד 5 הטלות בשעה (תלוי במרחק השריפה מהים). מכיוון שבמציאות ששררה בארץ בסוף נובמבר הים היה שקט מאוד, המטוסים האמפיביים נהנו מתנאים אידאליים לפעילותם. מטוסים כאלה פעלו גם לכיבוי השריפה בכרמל לפני שש שנים – ראה "ביעף" e115 עמ' 3-5.

רוסיה הזדרזה לשלוח לישראל שני מטוסי כיבוי אמפיביים גדולים מסוג **ברייב Be-200ChS**, ואזרבייג'ן שלחה את המטוס היחיד מאותו סוג הנמצא ברשותה. מטוס רוסי יחיד כזה סייע גם בכיבוי השריפה בכרמל בדצמבר 2010. הברייב יכול לאסוף מהים 12,000 ליטר מים ולהטיל אותם על אזור השריפה במטח אחד או ב-2 עד 8 הטלות עוקבות. פרטים ותמונות ראה ב"ביעף" e115 עמ' 5 ו-e116 עמ' 5.

גם אוקראינה נענתה לבקשת הסיוע מישראל ושיגרה שני מטוסי כיבוי מסוג **אנטונוב An-32P**, שטרם נראו בארץ. זהו במקורו מטוס תובלה אזרחי, שבתא המטען שלו מותקנים עשרה מכלים לנוזלים וחומרים מעכבי בעירה. כושר הנשיאה וההטלה הכולל מגיע ל-8 טונות. בהטלה מגובה של 40-50 מטר ובמהירות של 240 עד 260 ק"מ/ש, המטוס יוצר עקבת מים באורך של 10-120 מטר וברוחב של 10-35 מטר, עם צפיפות נוזל של 1 ליטר/מ"ר על פני הקרקע.

התרומה של קפריסין התבטאה במטוס **אייר טרקטור** אחד (הדומה לאלה המופעלים בישראל), בנוסף לכוח של כמה עשרות לוחמי אש.

מצרים הפתיעה לטובה בשלחה שני מטוסי כיבוי מסוג **מיל Mi-17V-5**. זהו דגם מתקדם של ה-Mi-8, שרכשה מצרים מרוסיה בשנת 2010. המטוסים שמשמשים לכיבוי שריפות נושאים דלי מיוחד על מתלה המטען בגחון, בעל קיבולת של כ-2,000 ליטר. המטוס ממלא מים כשהוא טובל את הדלי בים, וביכולתו להטיל את המים על מוקד שריפה בדיוק רב יותר מאשר מטוס קבוע-כנף.

רוב מטוסי הכיבוי הזרים פעלו מבסיס חיל האוויר בחצור. אל שלושת מטוסי ה-CL-415 היווניים נלווה מטוס C-130H הרקולס של חיל האוויר היווני. את שני מטוסי ה-CL-415 של סוכנות הביטחון האזרחי במשרד הפנים הצרפתי (Securite Civile) ליווה מטוס ביצ'קראפט קינג אייר B200.

## סופר טנקר

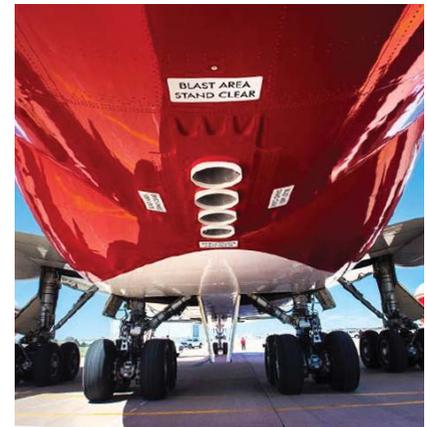
עם התגברות גל השריפות הורה ראש הממשלה לגייס את שירותיו של מטוס הכיבוי הגדול ביותר בעולם, ה**סופר טנקר**. מטוס הג'אמבו המיוחד הגיע מארה"ב רק ביום שישי בערב (25 בנובמבר), כאשר רוב השריפות כבר דעכו, והופעל בארץ רק בשתי משימות.

אין זה אותו **סופר טנקר** שהוזעק לישראל לכיבוי השריפה בכרמל לפני שש השנים. בדצמבר 2010 הגיע ה**בוואינג 747-132** המיושן של חברת **אוורגריין**, שיבנתיים כבר קורקע לצמיתות. הפעם זה היה מטוס חדיש יותר מדגם (BCF) 747-446, שמופעל על-ידי חברת



הסופר טנקר מודל 2016: בואינג 747-446(BCF) של חברת גלובל סופר טנקר מקולוראדו. למטה: פתחי הטלת המים בגחון המטוס.

מספר זנב / רישום	סוג המטוס	מדינה
UR-07521	אנטונוב An-32P	אוקראינה
UR-07523	אנטונוב An-32P	אוקראינה
FHN-10201	ברייב Be-200ChS	אזרבייג'ן
I-DPCE / 8	בומבארדייה CL-415	איטליה
I-DPCH / 25	בומבארדייה CL-415	איטליה
N744ST	בואינג 747-446(BCF)	ארה"ב
TC-TKL / 2	בומבארדייה CL-215	טורקיה
TC-TKM / 4	בומבארדייה CL-215	טורקיה
TC-TKV / 8	בומבארדייה CL-215	טורקיה
2052	בומבארדייה CL-415	יוון
2054	בומבארדייה CL-415	יוון
2056	בומבארדייה CL-415	יוון
2915	מיל Mi-17V-5	מצרים
2930	מיל Mi-17V-5	מצרים
F-ZBFV / 37	בומבארדייה CL-415	צרפת
F-ZBFY / 35	בומבארדייה CL-415	צרפת
FD-1	אייר טרקטור AT-802	קפריסין
9A-CAG / 844	בומבארדייה CL-415	קרוואטיה
9A-CAI / 866	בומבארדייה CL-415	קרוואטיה
RF-32767	ברייב Be-200ChS	רוסיה
RF-31130	ברייב Be-200ChS	רוסיה



**Global SuperTanker Services** מקולוראדו. המטוס המוסב קיבל אישור סופי מרשות התעופה הפדרלית בארה"ב ב-12 בספטמבר השנה. המכלים שהותקנו בתוך גופו יכולים להכיל כמות עצומה של 19,200 גאלון (72,680 ליטר) מים וחומרים מעכבי בעירה, שניתן להטיל בעז שמונה מקטעים.

### באש ובמים

הבדעת הסיכום של המשרד לביטחון פנים על מבצע "באש ובמים" נאמר כי מתחילת גל השריפות שוגרו מטוסי הכיבוי ל-676 גיחות המסתכמות בכ-564 שעות טיסה, במסגרתן

נשיא המדינה, ראובן ריבלין, בחברת טייסי כיבוי זרים בבסיס חצור.



ראש הממשלה, בנימין נתניהו, בחברת טייסי כיבוי זרים בבסיס חצור.





משמאל: מטוס האייר טרקטור AT-802 הדור-מושבי שהגיע מקפריסין.

למטה: שני מטוסי אייר טרקטור ישראליים ממלאים מים בבסיס חצור: מטוס הכיבוי מספר 6 הדור-מושבי ומטוס הכיבוי מספר 14 החד-מושבי.

(הצילומים בעמוד זה מחיל האוויר)



משמאל: אחד משלושת מטוסי הכיבוי האמפיביים מדגם בומבארדייה CL-215 (בעלי מנועי בוכנה) שהגיעו מטורקיה. מטוסים אלה מופעלים על-ידי חברת Gokcen Aviation עבור משרד היערנות הטורקי.

למטה: שני מטוסי הבומבארדייה CL-415 (בעלי מנועי טורבו-מדחף) שהגיעו מאיטליה, אשר מופעלים על-ידי הסוכנות להגנה אזרחית (Protezione Civile).





מסוק המיל Mi-17V-5 של חיל האוויר המצרי מעל הכרמל, נושא דלי גדול למים. (צילום: שוקי אמזלג)



למעלה: מסוק האירבאס H125 הראשון עבור משטרת ישראל בניסוי טיסה בארה"ב, עדיין ברישום אמריקני. למטה (מימין לשמאל): ניצב אלון לבבי, ראש אגף המבצעים במשטרה; דני קריבו, סמנכ"ל המשרד לביטחון פנים; תת-ניצב ניר רוזנטל, מפקד המערך האווירי של המשטרה; ליד מסוק ה-H125 בארה"ב.



הוטלו יותר מ-1,620,000 ליטר נזולים, קצף ומעכבי בעירה מעל מוקדי האש השונים וסמוך לצירי התנועה.

מאיר אלרן מהמכון למחקרי ביטחון לאומי התייחס לחשיבות הסייע הזר וכתב: "מנגנון ההסתייעות בגופי כיבוי בינלאומיים אפשר הרחבה ניכרת של היכולות למתן מענה גמיש. ההתקדמות החשובה בתחומים אלה מחייבת שימור ופיתוח נוסף, כדי להתמודד עם אתגרים עתידיים, מסוכנים ומומשכים הרבה יותר".

### מחיל האוויר למשטרה

שלושה שבועות לפני פרוץ גל השריפות, ב-1 בנובמבר, עברה טייסת הכיבוי לפעול במסגרת היחידה האווירית של משטרת ישראל – בתום חמש שנים וחצי של פעילות מבצעית כטייסת 249 בחיל האוויר. למפקד מערך הכיבוי האווירי ביחידה האווירית של המשטרה מונה סגן-ניצב תומר ברנר.

היחידה האווירית של המשטרה עומדת לקלוט בחודשים הקרובים שישה מסוקים חדשים – ארבעה מדגם H125 ושניים מדגם H145, כפי שדיווחנו ב"ביעף" e135 עמ' 15. הראשון מביניהם (4X-BMK) הוצג בארה"ב לנציגי המשטרה בתחילת נובמבר.

מסוקים אלה מותאמים גם לכיבוי שריפות באמצעות נשיאת דלי מיוחד על מתלה המטען בגחון (כפי שהודגם על-ידי המסוקים המצריים שהגיעו לסייע בכיבוי גל השריפות). יתרום ביכולת לכיבוי שריפות קטנות מסוג "כתמי אש".

"המסוקים ידעו לתת את המענה המשולב לכיבוי שריפות מורכבות", אמר סגן תומר ברנר. "ישנן שריפות מסוימות בהן הכיבוי בעזרת מטוסים אפקטיבי יותר וישנן שריפות בהן למסוקים יהיה יתרון. התפקיד שלנו הוא לקבל את האחריות על המערך ולהקפיץ אותו לרמה גבוהה עוד יותר. אנחנו נשמר את הידע ונפתח ידע נוסף בו משולבים מסוקי הכיבוי, כדי להגיע לרמה הטובה ביותר של כיבוי שריפות".

סמל היחידה האווירית של המשטרה על זנב המסוק.



## ארקיע תצטייד במטוסי נוסעים מהדור החדש

אב-הטיפוס צפוי להתחיל בטיסות ניסוי בשנת 2017, ואספקת המטוסים הסדרתיים ללקוחות תחל ב-2019.

מתקדמת יותר, ותאי אחסון מוגדלים למטען היד של הנוסעים. ה-E2-E195 יוכל להגיע לטווח מרבי של 4,540 ק"מ בתפוסה מלאה.

חברת ארקיע נמצאת בתנופת התחדשות, לקראת מעבר לצי שכולו סילוני והחלפת מטוסי הנוסעים הישנים במטוסים חדישים מהדור הבא. בשנת 2016 חכרה ארקיע והכניסה לשירותה שני מטוסי נוסעים נוספים מתוצרת אמבראר: מטוס משומש מדגם E190 בעל 98 מושבים, שהופעל בחברת התעופה וירג'ין אוסטרליה, הגיע לארץ ב-17 באפריל (4X-EMD); מטוס חדש מדגם E195 שרישומו 4X-EMC, בעל 122 מושבים, הגיע מקו הייצור בברזיל ב-10 ביוני.

שני המטוסים החכורים האלה נוספו לאמבראר E195 (4X-EMA) הנמצא בשירות ארקיע מאז נובמבר 2008, ולאמבראר E190 (4X-EMB) שנכנס לשירות החברה במארס 2014. מטוס חכור נוסף מדגם E190 צפוי להגיע בינואר 2017 ויקבל את הרישום 4X-EME.

לאחר מכירת שני מטוסי ATR 72-500 בעלי מנועי טורבו-מדהף במחצית השנייה של 2015, מתכוונת ארקיע למכור בעתיד עוד שניים משלושת המטוסים הנוותרים מסוג זה (4X-AVU/X). יושאר רק 4X-AVT, כדי לאפשר את הפעלת הקו בין חיפה לאלית.

ארקיע החליטה להחליף גם את שני המטוסים המיושנים מסוג בואינג 737-300, שמופעלים מאז תחילת שנת 2000 (4X-BAU/W), והזמינה במקומם מטוסים יעילים מהדור החדש.

מנכ"ל ארקיע, ניר דגן, הצהיר בכנס התעופה האזרחית של מכון פישר, שנערך ב-16 בנובמבר בבית חיל האוויר בהרצליה, כי בתוכנית החברה להפעיל בשנים הבאות צי בן תריסר מטוסים סילוניים חדישים. הצי יכלול שני מטוסי איירבאס A330-900neo, ארבעה מטוסי איירבאס A321neo ושישה מטוסי אמבראר E195-E2.

על החוזה למכירת ארבעה מטוסי A321neo לארקיע הודיעה איירבאס בתערוכת פארנבורו ביולי 2012 (ראה "ביעף" e121 עמ' 8). המטוסים צפויים להימסר בשנת 2018, ויהיו בהם 220 מושבים במחלקת תיירים בלבד.

ארקיע חתמה בפברואר 2015 על מזכר הבנות לרכישת שניים עד ארבעה מטוסי A330-900neo (ראה "ביעף" e131 עמ' 14). עסקת הרכש הסופית נחתמה בתערוכת פארנבורו ביולי 2016, אך לא צויין מתי יסופקו המטוסים הראשונים. במטוסים רחבי-גוף אלה ניתן להתקין עד 310 מושבים. הם יאפשרו לארקיע להפעיל טיסות ליעדים רחוקים בצפון אמריקה ובמזרח אסיה.

בתערוכת פארנבורו השנה חתמה ארקיע גם מזכר כוונות עם חברת אמבראר הברזילאית לרכישת שישה מטוסי E195-E2 וזכויות לרכש ארבעה מטוסים נוספים, בתצורה פנימית של 132 מושבים במחלקה אחת. זהו אחד הדגמים במשפחת מטוסי הנוסעים צרייה-גוף מהדור השני, שאמבראר מפתחת כתחליף מודרני ויעיל למטוסי ה-E-Jet המצאים כיום בשירות. השיפורים מתבטאים במנועים חדישים מדגם PW1900G המתאפיינים בתצורת דלק נמוכה משמעותית, כנף חדשה בעלת מנת ממדים מוגדלת ויעילות אווירודינמית משופרת, מערכת בקרת טיסה חשמלית ממוחשבת בגרסה



צויר של האמבראר E195-E2 שצפוי להתחיל לטוס בשנת 2017.



כך ייראו מטוסי האיירבאס A321neo (למעלה) ו-A330-900neo (למטה) בצבעי ארקיע.



בעלי השליטה בארקיע, האחים גז (מימין) ורפי (משמאל) נקש, חותמים על הסכם עם ג'ון ליהי מאיירבאס.



## סנאייר מרחיבה את פעילותה בתחום הצניחה החופשית



הססנה 172S סקייחוק SP נרכש על-ידי סנאייר בשנת 2009.



הפיפר PA-32R-300 לנס נכנס לשירות כנפי ירושלים בשנת 1996 וממשיך כיום בסנאייר. (צילום: ארזי).

חברת סנאייר בשליטתו של חביב מצליח הרחיבה השנה את פעילותה בתחום הצניחה החופשית עם רכישת מטוס ססנה 208B גרנד קאראווין, המסוגל לשאת עד 18 צנחנים. קודם להגעתו של המטוס הגדול יחסית בחודש יוני סיפקה סנאייר שירותי הטסה לצנחנים חופשיים באמצעות שני מטוסים קטנים מסוג ססנה 182 סקייליין (4X-CWB/E).

סנאייר היא שותפה מרכזית במועדון הצניחה החופשית הצנחניה, שפועל בקיבוץ שמרת. מטוסי הצנחה יוצאים משדה התעופה בחיפה ומבצעים את ההצנחות מעל קו החוף במרכז הגליל המערבי, בין מפרץ עכו לחוף אכזיב. בעקבות הכנסתו לשירות של הגרנד קאראווין, המרכז את רוב הפעילויות במועדון הצנחניה, העבירה סנאייר את 4X-CWE לפעילות משדה תימן בדרום – שם מתנהלת גם פעילות צניחה חופשית ערה במסגרת מועדון סקיי-כיף של עיט.

בנוסף, מציעה סנאייר טיסות חוויה, סיור וכיף בשמי הארץ באמצעות שלושה מטוסים חד-מנועיים קלים אחרים הנמצאים בבעלותה: פיפר לנס (4X-AQM) ושני מטוסי ססנה 172 (4X-CGI/CWP).

סנאייר היא ממשיכת דרכה של חברת כנפי ירושלים, אותה הפעיל חביב מצליח בשדה עטרות עד לסגירתו בספטמבר 2000 עם פרוץ האינתיפאדה השנייה. סנאייר פעלה במנחת בר יהודה לרגלי המצדה מ-2006 עד 2012, ואז עברה לשדה התעופה בחיפה.



(צילומים: מאיר פדר)



מטוסי הצנחה של סנאייר. למעלה: שני מטוסי הססנה 182P סקייליין. למטה: הססנה 208B גרנד קאראווין שנקלט ביוני השנה.



## 37 כליטיס נוספו ברישום ישראלי בשנת 2016



(צילום: שי פינקלמן)

אמבראר E190 של ארקיע מתקרב לנחיתה בשדה דוב.

בשנת 2016 חל גידול ניכר ברכישת כלי-טיס אזרחיים חדשים יחסית לשנה הקודמת – מ-28 ל-37. עיקר הגידול היה בתחומי מטוסי הנוסעים והמטען הסילוניים (8 לעומת 2 בשנה שעברה) והתעופה הספורטיבית (20 לעומת 7). יחד עם זאת נמשך השפל בתחום התעופה הכללית (3 מטוסים קלים בלבד), לאור אי הבהירות לגבי המשך הפעילות משדות התעופה הרצליה ודוב. להלן הפירוט המלא:

### ● 8 מטוסי נוסעים ומטען סילוניים

מאוס 737-900ER בואינג 4X-EHF/H/I אל-על קלטה בפברואר וב-חדשים, שנוספו לחמישה שנתקבלו בשנים הקודמות.

4X-ABI: ישראירי קיבלה במאי מטוס חדש מדגם איירבאס A320, שנוסף לשניים קודמים המופעלים מאז 2010.

4X-EMC/D: ארקיע הוסיפה לצי שלה שני מטוסים חכורים מתוצרת אמבראר – מטוס משומש מדגם E190 שהגיע באפריל, ומטוס חדש מדגם E195 שנקלט ביוני (ראה כתבה נפרדת על ארקיע בעמוד ?).

4X-EMP: חברת התעופה והתיירות עיט בשיתוף עם חברת הבנייה הקבלנית של האחים אוזן רכשו בארה"ב מטוס משומש מסוג אמבראר EMB-145EP בעל 50 מושבים, שהגיע לארץ באמצע נובמבר ונרשם בתחילת דצמבר. זהו מטוס משנת ייצור 1997, שהופעל בטיסות פנים בארה"ב בשירות חברות התעופה קונטיננטל אקספרס ויוניטד אקספרס. עיט תפעיל אותו מתחילת 2017 בעיקר בקווים בין חיפה לאילת ומחיפה ליוון. זהו המטוס הראשון מסוג זה שמופעל בישראל, ובכוננת עיט לרכוש מטוס דומה שני.

4X-ICC: חברת קווי אוויר למטען (קא"ל) הכניסה לשירותה באפריל מטוס ג'אמבו שלישי מדגם בואינג 747-412BCF, משנת ייצור 1991. היה זה במקורו מטוס נוסעים שהופעל בחברת סינגפור איירליינס עד שנת 2003; לאחר מכן הוא הוסב למטען והופעל בשירות קאטיי פסיפיק קארגו.

### ● שלושה מטוסים קלים

חברת פ.ג. תעופה (FNA) הכניסה לשירותה השנה שני מטוסים מתוצרת דיאמונד

האמבראר EMB-145EP שנרכש במשותף על-ידי עיט ואחים אוזן במוסך התחזוקה בשדה תימן.



צילום: שי גנדל

מטוסי הדיאמונד החדשים של פ.ג. תעופה: DA40 NG (למעלה) ו-DA42 (למטה).



צילום: מאיר פדר





(צילום: אודי בריל Iskyteam)

ארז הלבני מטיס את הטייגר מות' שהביא מדרום-אפריקה.

שנרכש מבלגיה, בעל צורת פרצוף קוף, שנרשם ביוני.

● שני מסוקים

4X-BEW: רובינסון R44 רייון II חדש בבעלות פרטית, שנרשם במארס.

4X-BID: רובינסון R44 רייון II משנת ייצור 2009 אשר נרכש מהודו על-ידי עדן תעופה ונרשם באפריל.

ZU-FJW.

זהו הטייגר מות' השלישי שמוטס כיום בישראל, בנוסף ל-4X-AAA של אהרל'ה שגיא הנמצא בשדה תימן ול-4X-AAT של דן מוקדי בשמורה האווירית במנחת הבונים (ראה "ביעף" e119 עמ' 21 ו-e122 עמ' 11).

● כדור-פורח אחד

4X-BNZ: קמרון Z-250 משנת ייצור 2009

האוסטרית:

4X-CXA: דיאמונד DA42 דר-מנועי משנת ייצור 2005, שנרשם בינואר.

4X-CXB: דיאמונד DA40 NG חד-מנועי חדש, שנרשם בנובמבר.

4X-CZC: חברת סנאייר, השותפה בהפעלת מועדון הצניחה החופשית הצנחניה, הביאה מטוס ססנה 208B גרנד קאראווין משנת ייצור 2000, שנרשם ביוני, אשר מופעל משדה התעופה בחיפה (ראה כתבה נפרדת על סנאייר בעמוד ?).

● מטוס היסטורי אחד

4X-AAN: הטייס ארז הלבני הביא מדרום-אפריקה מטוס דו-כנפי מסוג דה-הוילנד DH.82A טייגר מות', אשר נרשם באוגוסט ומוטס ממנחת תנובות. המטוס נבנה במקורו בשנת 1944 ושירת בחיל האוויר של דרום-אפריקה. הוא התרסק בתאונה ב-1950, שוקם ונמכר לבעלים פרטיים. מאז 2010 טס בריוסום.

הכדור הפורח קמרון Z-250 שנרכש מבלגיה.



למעלה: המטוס הזעיר BushCat מתוצרת החברה הדרום-אפריקנית SkyReach, שהובא לראשונה לארץ. למטה: מסוק רובינסון R44 רייון II שנרכש השנה על-ידי עדן תעופה. (צילומים: מיכה סנדר)



● מטוס מנהלים סילוני אחד

4X-CUZ: חץ תעופה הביאה באוגוסט מטוס הוקר 800XP משנת ייצור 2001. החברה מפעילה מטוס שני מאותו סוג (4X-CLZ) שנרשם בסוף דצמבר 2015, ומטוס ישן יותר מדגם 800A שנרשם ב-2013 (4X-CZO).

● דאון אחד

4X-GMJ: יאנוס CM דר-מושבי מתוצרת שמפ-הירט', בעל מנוע עזר להמראה, משנת ייצור 1983, שנרשם באוגוסט. הופעל בעבר בגרמניה ובהולנד.

● 20 מטוסים זעירים, מטוסי ספורט קלים ומטוסים קלים מבנייה עצמית

4X-HMA: טכנאס P-92E, שנרשם באפריל.

4X-HPY/HZG: שני מטוסי קאבי קראפטס קארבון קאב, אחד מתת-דגם SS שנרשם ביוני, והשני מתת-הדגם EX המסומן CCK-1865 שנרשם באוגוסט. אלה נוספו למטוס דומה שהגיע ב-2011.

4X-HSN: זלין סוואג' קאב S, שנרשם באוגוסט, שלישי מסוגו בישראל.

4X-HYA/C/G/H: ארבעה מטוסי פליי סינתזיס טקסן טופ קלאס II – ראשונים מסוגם בארץ עם כר-נסע מתקפל (RG). שניים נרשמו ביוני ושניים באוקטובר.

4X-HYL: איירופראקט A22LS, שני בישראל מתוצרת החברה האוקראינית, שנרשם בפברואר.

4X-HYN: פליי סינתזיס טקסן טופ קלאס עם כר-נסע קבוע, שנרשם בספטמבר.

4X-HZK/Z: שני מטוסי בריסטל מתוצרת החברה הצ'כית BRM Aero, שנרשמו במארס וביוני. אלה נוספו לשלושה קודמים שהגיעו ב-2014 וב-2015.

4X-OAF/H: שני כלי-טיס זעירים מסוג ג'ירופלן (אוטוג'ירו) מדגם טיטאניום אקספלורר, מתוצרת החברה האוסטרלית TAG Aviation, ראשונים מסוגם בישראל, שנרשמו בסוף ינואר.

4X-ODN: סקיינג'ר נינג'ה, המשווק על-ידי החברה הצרפתית Bestoff, השישי מסוגו בארץ, שנרשם באוגוסט.

4X-OGM: ראנס S-19, שני מסוגו בישראל, שנרשם באוגוסט.

4X-OIY: מטוס קל תלת-מושבי פתוח מסוג לוקווד איירקאם, הרביעי מסוגו בארץ, שנרשם ביולי.

ג'ירופלן טיטאניום אקספלורר שיובא מאוסטרליה.



הוואנס RV-7 שבנה מיכה שפר ממריא לטיסת בכורה ממגידו ב-9 בדצמבר.



האיירופראקט A22LS מתוצרת אוקראינה במנחת ראשון-לציון.

**עדכון רשימת הסיכום לשנת 2015**  
 בסוף דצמבר 2015 נרשמו בישראל שני מטוסים נוספים, עליהם לא ידענו בעת פרסום הסקירה שלנו ב"ביעף" e134:  
 4X-CLZ: מטוס מנהלים סילוני מסוג הוקר 800XP, שנרשם על-ידי חץ תעופה.  
 4X-HRP: מטוס ספורט קל מדגם בריסטל מתוצרת BRM Aero.  
 יחד עם אלה, מגיע מספר כלי-הטיס החדשים שנרשמו בשנת 2015 ל-28.

4X-OLG: קיטפוקס S7 סופר ספורט, שני מסוגו בישראל, שנרשם בנובמבר.

4X-OSM: מיכה שפר סיים אחרי 11 שנים את בנייתו העצמית של מטוס הוואנס RV-7, שביצע טיסת בכורה במגידו ב-9 בדצמבר. זהו ה-RV-7 הראשון שטס בישראל, בעקבות שלושה מטוסי RV-8/-8A ו-RV-9A אחד (שנמכר לחו"ל אחרי סיום בנייתו).

4X-OYS: מטוס זעיר מדגם BushCat מתוצרת החברה הדרום-אפריקנית SkyReach, ראשון מסוגו בישראל, שנרשם בספטמבר.



קאבי-קראפטס קארבון קאב SS (למטה) ולוקווד איירקאם (למעלה) במנחת עין-ורד. (צילומים: רון גפני)



## שמונה כלי-טיס עזבו לחו"ל ורישומם הישראלי בוטל

מארינו ורישומו הישראלי בוטל בינואר. 4X-EKD/E: אל-על מכרה לחברה האמריקנית Aero Capital Solutions את שני מטוסי המיושנים מדגם **בואינג 700-737**. רישומו הישראלי של הראשון בוטל בינואר ושל השני ביוני. 4X-GMM: הדאון מדגם **סירן PIK-30** שהופעל במרכז דאיה נגב בשדה תימן מאז 2001 נמכר לבריטניה ורישומו הישראלי בוטל בסוף מארס.

4X-CHW: מטוס **הססנה 172RG קאטלס** שהוטס בארץ מאז 1999 נמכר לטורקיה ורישומו בוטל ביוני. 4X-CUR: מטוס המנהלים הסילוני מדגם **בומבארדייה צ'לנג'ר 604** של Ray Aviation נמכר לארה"ב אחרי כעשר שנות שימוש בישראל ורישומו בוטל ביוני. 4X-DFZ: מטוס המנהלים הסילוני הקטן מסוג **ססנה 510 סייטשן מוסטנג**, שנרשם בארץ ביוני 2009, הועבר לרישום זר של סן

במהלך שנת 2016 בוטל רישומם הישראלי של שמונה מטוסים ומסוקים שנמכרו לחו"ל. 4X-AIJ: **הביצ'קראפט C24R סירה 200**, שהופעל בישראל מאז דצמבר 1987, נמכר לארה"ב ורישומו הישראלי בוטל באוגוסט. 4X-BJP: מסוק **ה-5 CBS-105 BO** של **להק תעופה**, שהופעל מאז ראשית 2008 כאמבולנס מוטס לפינוי רפואי בשירות מגן דוד אדום ולאחר מכן להטסת נוסעים לאסדות קידוח הגז בים התיכון, עזב לחו"ל בדצמבר.

## תאונת טיסה קטלנית אחת התרחשה בשנת 2016; שלושה מטוסים קלים נוספים נמחו בתאונות

הגלגול החריף ימינה. קרבתו של המטוס למדרון ההר והגובה הנמוך יחסית לקרקע לא אפשרו לטייס, למעשה, להגיב בזמן ולהיחלץ מהמצב. הגלגול החריף ימינה, יחד עם 'הלחיצה' של כנף ימין שניתקה כנגד תא הטייס, גרמה לפתיחתה, שבירתה והעפתה של החופה, תוך כדי שהטייס נחבט בה בראשו. כתוצאה מכך הטייס איבד את הכרתו, או שנהרג כבר באותה פגיעה ראשונית."

### נחיתת אונס בים

מטוס **פיפר PA-42-720** שאיין IIIA דור-מנועי (4X-CMD), שהופעל בחכירה בשירות חברת **טמיר נתיבי אוויר**, נאלץ לבצע נחיתת ציוף בים סמוך לשדה דוב ב-3 באפריל, לאחר ששני המנועים כבו בגלל אזילת דלק. שני הטייסים חילצו את עצמם מהמטוס ללא פגע. למטוס נגרם נזק רב כתוצאה משהייתו במי ים מלוחים ורדודים, ובגלל הפעולות הבלתי זהירות לגרירתו והוצאתו מהמים, והוא הושלך למגרש הגרוטאות.

הכנף במדרון ההר". בהתייחסו לטייס כתב החוקר הראשי במסקנות הדו"ח: "למרות היותו פעיל מזה 17 שנים, צבר לזכותו מספר קטן של שעות טיסה, ולמעשה נחשב לטייס צעיר יחסית, חסר הכשרה ייעודית, ידע והבנת הסיכונים הנדרשים ממי שטס בקרבת מכשולים טופוגרפיים – במיוחד בתנאי מזג אוויר של רוחות המייצרות השפעות נלוות, כמו 'רוטורים' ורוחות יורדות. הטייס יצא לטיסה ללא תכנון מוקדם וללא הכנה של הנתיב, המכשולים ותנאי הסביבה המשתנים. הגשת הבקשה לאישור תוכנית הטיסה כללה טיסה בנתיבי התובלה, בעוד שבאוויר הוא ביקש חריגה מהנתיב ומהגובה, מבלי שקיבל לכך את האישורים המתחייבים מראש".

בהמשך המסקנות נאמר: "תגובת המטוס הקל על צורתו ומוטת כנפיו, אשר ברובו עשוי חומרים מרוכבים, להשפעת הרוח הייתה פתאומית וחריפה. העובדה כי הטייס 'התכנס' למדרון גרמה לכך שהשפעת הרוח הייתה תחילה על כנף ימין, וכתוצאה מכך נגרם

בתעופה הכללית אירעו בשנה החולפת ארבע תאונות חמורות שבהן נמחו המטוסים הקלים, כאשר באחת מהן נהרג הטייס ובשתיים אחרות נפצעו הטייסים באופן ביוני עד קשה.

בנוסף לשלוש התאונות המתוארות הלהן, נאלץ מטוס **מוני M.20J-201** (4X-ARO) לבצע נחיתת חירום אחרי המראה מהרצליה ב-23 בדצמבר לאחר שמנועו כבה, ושני הטייסים נפצעו קשה. הסיבה להפסקת פעולת המנוע הייתה הימצאות כמות משמעותית של מים בצנרת הדלק.

בתאונות שאירעו בתעופה הזעירה לא נפגע איש, והנזק שנגרם למטוסים היה בר תיקון.

### תאונה קטלנית בהר כמון

תת-אלוף מוניר עמאר, שכהן כראש המנהל האזרחי ביהודה ושומרון, נהרג ב-25 במארס בהתרסקות מטוס **דיאמונד DA20-C1** של מועדון טייסים כרמל (4X-CXC), אותו הטיס. עמאר החזיק רישיון טיס פרטי מאז שנת 2000 וצבר רק כ-205 שעות טיסה במהלך השנים. באותו יום שישו בשעות הצהריים, עמאר

המריא משדה התעופה בחיפה לטיסת ניווט בנתיבי התובלה על פי מרשה שביקש ואושר, חיפה – כרי דשא – חיפה. בדרכו חזרה ביקש מהבקר הצבאית לטוס בגובה נמוך, והבקר אישר לו להמשיך בגובה מרבי 2,000 רגל. המטוס נצפה על-ידי עדי ראייה ממקומות שונים בסביבת רכס הר כמון במצב שלוש סביבים רחבים מעל הישובים כמון ומכמנים. בסיבוב השלישי, המטוס נצפה מזרחית להר בהנמכה רציפה מתחת לגובה הפסגה, סובב את ההר בהטיה ימנית קרוב למדרון, פוגע בעץ בכיוון כללי מערב, מתגלגל, ומיד בהמשך נראה ענן אבק מהמקום בו נעלם.

החוקר הראשי לתאונות ותקריות אוויר, עו"ד יצחק רז, קבע בדו"ח החקירה כי התאונה נגרמה באשמת הטייס עם תרומה מסוימת של גורמי סביבה: "התאונה החלה למעשה בהסתכנות מיותרת של טיסה בקרבת מדרון קרקעי, תוך ירידה מגובה מינימלי נדרש באזור שאינו מיושב והנמכה מתכנסת אל מדרונות הר כמון, ללא מודעות וידע באשר לסיכון הנובע מהשפעת הרוח היורדת על המטוס כתוצאה מכך. המטוס גלגל חריף באופן פתאומי, מבלי שהיה ביכולתו של הטייס למנוע את פגיעת

מטוס הדיאמונד DA20-C1 נמצא הפוך על צלע הר כמון.





למעלה: משיית מטוס השאיין IIIA מהים לאחר גירתו לנמל יפו. למטה: שרידי המטוס הועברו למגרש הגרוטאות בשדה תימן. (צילום: אודי בריל (Iskyteam))



והבין כי פגע בחוט עליון. הוא תיאר כי ראה ניצוצות אש מצד שמאל, עצם את עיניו והבין שהוא נופל.

מסקנת החוקר הראשי הייתה כי התאונה נגרמה באשמת הטייס, עם תרומה מסוימת וקטנה של גורמי הניהול של המפעל. "התאונה החלה בשיפוט לקוי במעבר מתחת לקו מתח גבוה, והתבטאה במשיכה אינסטינקטיבית ולא מבוקרת מספיק לתוך אשכול תילים של קו מתח עליון. כתוצאה מכך המטוס 'נעצר' באוויר, הוטח אל הקרקע והתרסק".

החוקר סיכם וכתב, כי "המעבר מתחת לקו המתח הגבוה שהוגדר רק 'מוגבל' היה חוקי, וכישורי הטייס הוותיק והמנוסה אפשרו לו לבצע זאת. יחד עם זאת, נכון היה יותר שלא לבצע את פס הסגירה בחלק המזרחי של החלקה, עקב מאפייני המכשולים שבסביבתה, ולהסתפק בפסי הריסוס מזרח-מערב".

(צילום: מיכה סנדר)



הטורבו תראש המרוסק במוסך של כיס-ניר במנתח קדמה.

### התרסקות מטוס ריסוס

מטוס ריסוס מדגם איירס S2R-T34 טורבו תראש של חברת כיס-ניר (4X-AWT) התרסק ב-13 בינואר ליד קיוץ דוברת בעמק זרעאל ונמחה, בעקבות פגיעה בכבל מתח עליון. הטייס נפגע ופונה במצב בינוני לבית החולים בעפולה. התברר כי סבל מחבלות יבשות וממספר שברים בצלעותיו.

התרחשות האירוע הייתה כדלקמן: משייס הטייס את ריסוס החלקה, לאחר שעבר את קו המתח העליון מתחתיו, הוא החליט על ביצוע "פס אחרון לסגירה", במקביל לקו המתח העליון ממערב לו. הטייס נכנס ליעף הסגירה בפנייה ימנית, וחלף מתחת לקו המתח הגבוה שהיה בכיוון כללי מזרח-מערב. על פי תיאורו, הזיכרון היחיד בביצוע פס הסגירה היה, כי במשיכה מעלה וימינה הוא חש לפתע בפגיעה

שני הטייסים המריאו משדה דוב בשעות אחרי הצהריים המאוחרות לאימון הקפות קצר. בהליכה סביב השנייה להקפה השלישית, בהמשך ציר מסלול 03, בגובה 600 רגל לערך, כבה לפתע המנוע הימני. הצוות ביצע פעולות חירום, דיווח על מצב החירום, ולאחר שמנגנון ההנצה האוטומטי פעל אבטח את המנוע וביקש לבצע הקפה ארוכה לצורך התארגנות לנחיתה עם מנוע אחד. לאחר הפנייה לצלע סופית לקראת סוף הגישה לנחיתה, כבה גם המנוע השמאלי. הטייסים העריכו שלא יצליחו להגיע לנחיתה על גבי המסלול בבטחה ובחרו לבצע נחיתת ציוף בים, סמוך ככל האפשר לחוף. הם הודיעו על כוונתם למגדל הפיקוח בשדה דוב ונחתו במים בשלום.

החוקר הראשי, עו"ד יצחק רוז, קבע בדו"ח החקירה כי התאונה נגרמה משילוב של סיבה טכנית – זיוף במערכת מדידת כמות הדלק – ואחריות אישית של שני הטייסים, עם תרומה של החברה המפעילה בהקשר לכיול ולמעקב אחר מערכת מדידת כמויות הדלק במטוס.

במסקנות הדו"ח נאמר: "כביית שני המנועים בטיסה נגרמה באופן ישיר כתוצאה מאזילת הדלק במכלי המטוס, מבלי שהטייסים היו מודעים לכך במהלך כל הטיסה ואירוע החירום שחוו. מערכת מדידת כמויות הדלק במכלי המטוס לא הייתה מכוילת והיא 'זיפה' מעלה בשיעור ליניארי – כשכמות הדלק במטוס הייתה מזערית, המחווניים הציגו כמות כוללת גדולה יותר, סביב 360 ליברות (כ-160 ק"ג)... הצוות יצא לטיסה שתוכננה להיות קצרה עם כמות דלק מינימלית אך 'חוקית'. השילוב של צריכת הדלק בשהייה הארוכה יחסית על הקרקע לפני הטיסה, הטיסה בגובה נמוך, יחד עם הזיוף בתצוגת כמות הדלק, הביאו ליציאה לטיסה עם דלק בכמות של  $110 \pm 10$  ליברות לערך פחות משיעור הטייסים. הדברים האלה הביאו בפועל לצריכת כל כמות הדלק שהייתה במטוס".

לגבי אשמת הטייסים כותב החוקר: "הטייסים המעורבים ביצעו יחד גם את הטיסה שקדמה לתאונה בשלושה ימים. הטייסים לא סגרו את שורת הטיסה שקדמה וגם לא פתחו שורה חדשה לטיסה התאונה. בעשותם כך, יחד עם טעות הזיוף, הם התקבעו בדיעה הסובייקטיבית כי יש במטוס מספיק דלק לביצוע טיסת האימון הקצרה שתכננו. במהלך כל הטיסה, בדגש לאירוע, הטייסים לא העלו את האפשרות כי הדלק במטוס אזל, והם לא יצאו מביצוען שבו היו".

יחד עם הזאת, החוקר משבח את תפקודם של הטייסים: "פעולות החירום של הטייסים, מרגע שכבו שני המנועים, היו נכונות ותכליתיות, תוך הפגנת קור רוח ומקצועיות, אשר יחד הביאו להנחתת המטוס בהצלחה על המים".

החוקר המליץ למנהל רשות תעופה אזרחית: "לדון בתופעה של כביית מנועים באוויר במגזרי התעופה הכללית והספורטיבית, בגורמים לאירועים אלו, ולשקול מתן הנחיות בדבר תכיפות הבדיקות והכיולים של מערכות המדידה של כמות הדלק, ביצוע מעקבים וחישובי צריכה, יחסית לתדלוקים – כפי שמתאים ורלוונטי לסוג המטוסים.

"לבחון את תוכנית ההדרכה של המפעילים המסחריים ואחרים בכל הקשור לתכנון וניהול דלק, ולבחון את הידע והכישורים בנושא מערכות הדלק ואופן הניהול שלו, הן באימונים הבסיסיים והן במבחני הרמה".

# מסקנות ועדת החלל: נדרשת תוספת מידית של 120 מיליון ש"ח לשנה לשיקום תוכנית החלל של ישראל

סובלת תוכנית החלל של ישראל במכלול התחומים, אך בעיקר בתחום התקשורת, מפער הולך וגדל בין החשיבות הלאומית שבקיום עצמאי ומתקדם של התשתיות והיכולות הטכנולוגיות שפותחו, כולל כוח האדם האיכותי והמיומן, ובין האפשרות להמשיך ולקיים אותן. זאת מאחר ואין תמיכה מתאימה מצד המדינה לצורך המשך פיתוחה של היכולת ועמידתה של ישראל בחזית הידע בתחום החלל.

נציגי התעשיות הגדולות והקטנות, כמו גם נציגי האקדמיה, שהופיעו בפני הוועדה מנו שורה של גורמים המקשים על היכולת הכוללת לקיים תעשייה בת קיימא ולהשתלב בשוק החלל העולמי: תקציבי מחקר ופיתוח נמוכים משמעותית בחסר לעולם; המיקוד של ישראל בתחום החלל שנוטר בעיקרו בתחום הביטחוני וכמעט ואינו כולל פיתוח של יישומים ושירותים אזרחיים ומסחריים; תשתיות מיושנות ותשתיות חסרות; היעדר סביבה תומכת לחברות קטנות, שלא מאפשר לפתח ולקיים את הסביבה הנדרשת בתחום החלל; חוסר תקצוב למחקר בסיסי באקדמיה; מיעוט אנשי סגל בתחומי הנדסת חלל; מנגנוני מימון המתמקדים במו"פ בלבד וניתנים לפרקי זמן קצרים מדי; היעדר קרנות הון סיכון המתמחות בחלל; חסמים שונים מתחום הרגולציה.

בנוסף לכך, בתחום התקשורת, הקושי העיקרי מתבטא בכך שעלות לווייני התקשורת מתוצרת ישראל גבוהה לעומת רכש מחוץ לישראל. הסיבות לכך הן נפח עבודה קטן עבור השוק המקומי, קצב נמוך של ייצור לוויינים שאינו כלכלי, והיעדר מימון באמצעות תוכנית רב-שנתית. כתוצאה מכך הכדאיות המסחרית בפיתוח יכולות עצמאיות מלאות לבניית לווייני תקשורת נמוכה ומתבצע רכש של מערכות מחוץ לישראל. כמו-כן, בהינתן פרקי הזמן הממושכים בין פרויקט לפרויקט ובהיעדר תכנון ארוך-טווח, עלויות המו"פ מושתות על כל פרויקט בנפרד.

יחד עם זאת, ניתוח סדר האירועים בפיתוח לווייני התקשורת בישראל מלמד, כי השקעות ממשלתיות תמיד ליוו את הפיתוח באמצעות פתרונות אד-הוק ומימון מצד משרדי הממשלה השונים לצורך השלמת עלויות. היעדר מתווה

קיים סיכון ממשי לאובדן נקודות השמיים של מדינת ישראל בהן ניתן למקם לווייני תקשורת במסלול גיאוסטאציונרי. שילוב כל אלה מעמיד בסכנה ממשית את קיומו של תחום לווייני התקשורת בישראל ומשפיע לרעה על מכלול הפעילות בתחום החלל בישראל, כולל תחום התצפית והחשיפה מרוחק.

## הצורך בלווייני תקשורת

- הבטחת חופש הפעולה במרחב באמצעות יצירת מידע והעברת מידע באופן בלתי תלוי למען מענה לשליטה במרחב.
- שימור שלוש נקודות השמיים העומדות בשלב זה לרשות מדינת ישראל, לצורך הבטחת היכולת למקם לווייני תקשורת ישראלים בחלל והבטחת השימוש בתחום התדרים לטובת כלל הצרכנים הלאומיים והפרטיים בישראל.
- יתירות לתשתית התקשורת כתשתית קריטית לקיום קשר בין ישראל לעולם. בעולם החשוף יותר ויותר לאיומי סייבר ומתקפות על תשתיות קריטיות, אסונות טבע, או אירועים מלחמתיים, גיבוי לקשר עם העולם הוא קריטי לשם פיזור סיכונים. מבחינה גיאופוליטית ישראל משולה לאי, שכן היא מוקפת מדינות אשר לא נמצאות עמה בהסכמים המאפשרים גיבויים תקשור-תיים באמצעות כבלים תת-קרקעיים. במצב זה גדלה ההסתמכות של ישראל על כבלים תת-ימיים. מערך של לווייני תקשורת יחזק את היתירות והביטחון התקשורתי של מדינת ישראל בעת חירום ויסייע בצמצום זמן ההתאוששות והחזרה לכשירות במצבי חירום, כמו אסון טבע, טרור, מלחמה ו/או לחץ פוליטי משמעותי.
- מכל הסיבות והצרכים הללו נדרשת למדינת ישראל תוכנית חלל לאומית, עצמאית ובת קיימא גם בתחום התקשורת. יתרה מכך, ישראל לא יכולה להרשות לעצמה להישאר מאחור ולא להתקדם בזמן שהעולם צועד קדימה.

## פער בין צרכים ויכולת לממש

אל מול מכלול הצרכים הלאומיים והיכולות הגבוהות שנצברו בתעשיית החלל ובאקדמיה,

במסיבת העיתונאים להצגת הדו"ח ב-19 בדצמבר (מימין לשמאל): מנהל סוכנות החלל, אבי בלסברגר; שר המדע, הטכנולוגיה והחלל, אופיר אקוניס; מנכ"ל משרד המדע, פרץ וזאן. (צילום: דן בלילטי, לע"מ)



בעקבות התפוצצות לוויין התקשורת עמוס 6 על כן השיגור בקיפ קנווראל בפלורידה ב-1 בספטמבר והנזק החמור שנגרם מכך לתשתית התקשורת הלוויינית של מדינת ישראל, הקים שר המדע, הטכנולוגיה והחלל, אופיר אקוניס, ועדה לבחינת תוכנית החלל האזרחית בישראל. ליו"ר הוועדה מונה מנכ"ל משרד המדע, פרץ וזאן, וחבריה היו: מנכ"ל משרד התקשורת, שלמה פילבר; יו"ר סוכנות החלל במשרד המדע, פרופ' אלוף (בדימוס) יצחק בן-ישראל; ראש תוכנית החלל במשרד הביטחון, תא"ל (בדימוס) אמנון הררי; יו"ר ועדת החלל במועצה הלאומית למו"פ, פרופ' תא"ל (בדימוס) חיים אשד; מנהל סוכנות החלל במשרד המדע, אבי בלסברגר; טען ראש הרשות לחשונות, צחי שניר; וינון בר-צור, ראש חטיבת מיזמים טכנולוגיים במטה לביטחון לאומי. ד"ר דגנית פייקובסקי מאוניברסיטת תל-אביב ריכזה את עבודת הוועדה וחברה את הדו"ח המסכם לפעילותה.

הוועדה קיימה 12 מפגשים אליהם זומנו, בהתאם לעניין, נציגים מתעשיות החלל, מהאקדמיה, מחברות הזנק בתחום החלל, ממשרדי ממשלה ורשויות ציבוריות, ונציגי ציבור. להלן עיקרי הקביעות והמסקנות בדו"ח הוועדה.

## המשבר ומשמעותו

בנובמבר 2015 פסק הקשר עם לוויין התקשורת עמוס 5, וכעבור זמן קצר הוכרז על אובדנו. בספטמבר 2016 אבד לוויין התקשורת עמוס 6 מתוצרת התעשייה האווירית ערב שיגורו לחלל. בעוד חודשים ספורים, ברבע הראשון של שנת 2017, צפוי לוויין התקשורת עמוס 2, המשרת צרכנים ישראליים רבים, לסיים את תפקידו ולהתפנות מנקודת השמיים בה הוא מצוי. למרות רצף האירועים, אין לווייני תקשורת נוספים בפיתוח על-ידי התע"א ופעילות החלל בישראל נמצאת במשבר חריף:

- היציבות הכלכלית של חברת חלל תקשורת ויכולתה לממן בניית לוויינים חדשים ספגה מכה קשה. יתרה מכך, בכדי לשקם את המצב, למנוע פגיעה בלקוחותיה ולהגן על נקודות השמיים אליהן היו מיועדים שני הלוויינים שאבדו, נדרשת חלל תקשורת לחזור לווייני תקשורת קיימים, פעולה הכרוכה בעלות לא מבוטלת.

- עבור התע"א, הקבלן הראשי של תוכנית החלל של ישראל, העובדה שאין לווייני תקשורת נוספים בפיתוח ואין הזמנה ללווייני תקשורת נוספים מעמידה בסיכון את יכולתה להמשיך ולהחזיק בקו הפיתוח והייצור. המשמעות היא אובדן של יכולות, ידע ומומחיות שנצברו בעמל רב.

- ברמה הלאומית, בתוך זמן קצר יעמדו לרשות מדינת ישראל רק שני לווייני תקשורת מתוצרת ישראל – עמוס 3 ועמוס 4. משמעות הדבר היא יכולת חלקית בלבד לשימוש בלווייני תקשורת לטובת צרכיה הלאומיים (האזרחיים והביטחוניים) של מדינת ישראל ואזרחיה. בשל יתירות נמוכה, במקרה חירום יש חשש לפגיעה קשה בכלכלה, בשגרת החיים ובביטחון. בנוסף,

בשנה לשיקום תשתית המור"פ והייצור בתעשייה – בסה"כ 70 מיליון ש"ח. במקביל נדרשים כלים להקלת עלויות גיוס ההון על מפעילת הלוויינים.

● בהיבט הכולל, ובמקביל לפעולות אלה, נדרשים צעדים לצורך ייצוב פעילות החלל הכוללת בישראל והבטחת קיומה באמצעות בסיס תעשייתי ואקדמי איתן. הדרך לחלץ את פעילות החלל בישראל, שכיום נשענת על מימון המגיע בעיקרו ממערכת הביטחון (ללוויינות התצפית), מהמסבר שאליה נקלעה, היא באמצעות שילוב של השקעות אזרחיות שיחזקו את ההשקעות הביטחוניות. תפקידן של השקעות אלה, באמצעות תוכנית חלל אזרחית, יהיה טיפוח התשתיות הלאומיות תוך שימת דגש על אפשרויות מינוף כלכלי.

על כן, יש להמשיך ולחזק את תוכנית החלל האזרחית הופעת באמצעות סוכנות החלל במשרד המדע, הטכנולוגיה והחלל, ולממש המלצות קודמות להגדלת תקציב הסוכנות. הוועדה ממליצה לחזור ולהקצות לסוכנות החלל תקציב של 110 מיליון ש"ח בשנה בבסיס התקציב, המשקף הסכם קודם עם משרד האוצר. במשך השנים נחשק הסכום לכ-75 מיליון ש"ח. תקציב זה הוא המינימלי המאפשר את פיתוח הסביבה הנדרשת לתמיכה בתעשיית חלל אזרחית יציבה. כמו-כן יש לשאוף לכך שבאופן שוטף ותוך תכנון ארוך-טווח ינוהל בסוכנות החלל גם פרויקט מוביל מרכזי כל 4-5 שנים, שמהותו שמימה הנדסית ומדעית באמצעות פיתוח לוויין.

על בסיס המלצות אלו, מבקשת הוועדה כי משרד המדע והמטה לביטחון לאומי יגבשו הצעת מחליטים שתוגש לקבינט.

השר אקוניס אמר במסיבת העיתונאים שנוסחה ב-19 בדצמבר: "המסקנה העיקרית העולה מהדו"ח היא שהמדינה חייבת להשקיע בלוויין תקשורת ישראלי חדש במקום עמוס 6. כרגע לא מפותח בישראל לוויין תקשורת נוסף וקיים חשש שבחירום לא יהיה לישראל מענה לצורכי התקשורת שלה, ועלולה להיגרם פגיעה קשה ביכולות התקשורת, בכלכלה ובגומה החיים. זהו צורך חיוני להבטחת קיומה של ישראל כמדינה שעתידיה בידיה וכדי לשמור על מעמדו במועדון המצומצם של מדינות שפועלות בחלל. חייבים לתקצב לוויין חדש".

בתפקוד מערכות תקשורת תת-ימית, לפחות באופן חלקי, כך שישמר רצף בהעברת תקשורת וקיומה של רשת האינטרנט לצרכים חיוניים.

● הגנה על שלוש נקודות השמיים, כולל תחום התדרים, באמצעות לוויין אחד בכל נקודת שמיים. מעבר לכך, לצורך הבטחת יתירות לטובת רצף תפקודי של הממשל, שימור פעילות מסחרית מול העולם, והבטחת היכולת בהפצת שירותי טלוויזיה (DTH) במקרה של כשל או פעילות עוינת, נדרש גיבוי ועיבוי באמצעות לוויין נוסף בנקודת השמיים 4 מעלות מערב, החיונית ביותר למדינת ישראל.

● קיומם במקביל של ארבעה לווייני תקשורת בחלל יאפשר את קיומה היציב של המפעילה את לווייני התקשורת, לטובת הבטחת תפעול בקרה ושליטה בלווייני התקשורת באמצעות חברה ישראלית.

● בהינתן שאורך החיים המקובל ללוויין תקשורת הוא 15 שנים, המשמעות של 4 לווייני תקשורת הוא ייצור שוטף של לוויין אחד כל ארבע שנים. זהו צעד חיוני לשימור נפח עבודה מינימלי ורציף של קו הייצור בתעשייה המקומית.

### צרכים תקציביים

● בטווח המידי, להשלמת הפער בעלות חכירת לוויין קיים והבאתו לנקודת השמיים 4 מעלות מערב אל מול מימון הלקוחות, נדרש סיוע בהיקף של 20 מיליון ש"ח בשנה למשך פרק הזמן שידרש לפיתוח לוויינים חלופיים ושיגורם. מדובר בצעד חיוני להבטחת הפעילות של חברת חלל תקשורת ושיקום מצבת לווייני התקשורת שעמדו לרשותה ערב אובדן הלוויינים עמוס 5 ועמוס 6.

● בטווח הזמן הבינוני, לצורך הבטחת רצף של פיתוח, שיגור ותפעול לווייני תקשורת מתוצרת ישראל, נדרשת התנעה מיידית של תוכנית לאומית רב-שנתית לפיתוח של ארבעה לווייני תקשורת מקצה לקצה בתעשייה בישראל. בהינתן כי משך החיים הממוצע של לוויין תקשורת עומד על 15 שנים, הבטחת מערך של 1+3 לווייני תקשורת בכל עת מצריכה פיתוח של לוויין תקשורת אחד לפחות כל ארבע שנים באופן רציף ומתוכנן. לשם כך נדרש סיוע במימון הפער שבין עלות פיתוח לוויין בישראל ובין רכש מתוצרת זרה, העומד על כ-60 מיליון ש"ח בשנה. בנוסף נדרשים כ-10 מיליון ש"ח

מוסדר לסיוע ממשלתי למור"פ בתחום לווייני התקשורת מייצר אי-ודאות, חוסר יציבות וחוסר יעילות. תכנון קדימה של פעולות הפיתוח והמימון היה מאפשר לצמצם את אי-הודאות, לשמר את היציבות ולשפר את היעילות וכך גם להוזיל את העלויות.

### מה נדרש?

על מנת להתמודד עם המשבר בתחום החלל בישראל ולהבטיח את היכולת לממש את צרכי מדינת ישראל בתחום החלל בכלל, לרבות בתחומי החישה מרחוק ותקשורת הלוויינים, נדרשת מדיניות לאומית ברורה המגדירה את הפעילות בחלל כיעד בעדיפות לאומית. את הביטוי למדיניות יש לספק באמצעות תוכנית חלל יציבה בעלת תעשיית חלל ואקדמיה עם יכולת עצמאיות. על התוכנית להבטיח שלרשות המדינה והמערכת המסחרית תעמוד האפשרות לטכנולוגיה ישראלית באמצעות בסיס תעשייתי רחב של חברות מגוונות בעלות פעילות אזרחית תחרותית. במסגרת זו יש לספק תמיכה ייעודית לתחום לווייני התקשורת, ויש לראות בכך יעד לאומי מרכזי.

הוועדה סבורה וממליצה, כי שימוש בלווייני תקשורת מסחריים מתוצרת ישראל והפעלתם באמצעות חברה ישראלית הוא המתווה המיטבי למימוש הצרכים הלאומיים של מדינת ישראל בלווייני תקשורת אל מול העלות למדינה. מתווה זה יספק חופש פעולה, יתירות ותקשורתית, יישמר את נקודות השמיים ואת יכולותיה של ישראל בידע ובטכנולוגיה.

מאחר ועלות הלוויינים מתוצרת ישראל גבוהה יותר מעלותם בשוק העולמי, יש צורך לגבש מתווה שיאפשר לגשר על הפער ובהדרגה אף לצמצם אותו. בין היתר נדרש להבטיח קיום יציב לחברה ישראלית לצורך הפעלת הלוויינים, כמו גם פיתוח האפשרות לייצר בישראל מערך תעשייתי ללווייני תקשורת באופן מלא (מקצה לקצה) ללא רכש של מערכות ורכיבים חיוניים בחוץ, ולסייע במימון הפער הנותר.

מבחינה כמותית, מערך לווייני התקשורת הנדרש לצרכי מדינת ישראל הוא מערך של לפחות ארבעה לווייני תקשורת פעילים בר-זמנית, וזאת מהסיבות הבאות:

● קיומם במקביל של ארבעה לווייני תקשורת יאפשר לספק יתירות וגיבוי למקרה של פגיעה

## חלל תקשורת חוכרת לוויין קיים ורוכשת לוויין חדש מבואינג

מעלות מזרח (המיקום בו פעל עמוס 5), לאחר ביצוע בדיקות המסלול על-ידיה, כאשר מועד המסירה ותחילת מתן שירות נקבעו לא יאוחר מה-20 במארס 2019. התמורה הכוללת בגין רכישת הלוויין ומערכתיו, כולל רכיבי החומרה והתוכנה של מרכז השליטה הקרקעי לשם תפעול הלוויין, שירותי תמיכה בשיגור, תמיכה בתפעול הלוויין למשך חייו ותמיכה בפעולות לביטוח שיגור הלוויין ובעת פעילותו במסלול מסתכמת בכ-161 מיליון דולר.

עמוס 17 יכיל 18 משיבים בתחום תדר Ku המכסים את אפריקה; 14 משיבים בתחום תדר C המכסים את אפריקה; ו-8 משיבים בתחום תדר Ka המכסים את אפריקה, המזרח התיכון ואירופה. אורך חיי הלוויין לפי ההסכם הוא 15 שנים לפחות.

אליה הוא צפוי להגיע תוך כ-45 יום ממועד קבלת האישורים. באמצעות לוויין זה תעניק החברה שירותי תקשורת לוויינית ללקוחותיה במזרח התיכון, באירופה ובאפריקה במשך כ-4 שנים, עם אופציה להאריך תקופה זו בשנה נוספת. הלוויין כולל 24 משיבים בתחום תדר Ku, והחברה מתכננת להפעיל בלוויין כ-15 משיבים מתוכם (בשל מגבלות בשימוש בתדרים). תמורת שירותי התקשורת באמצעות הלוויין ותפעולו תשלם חלל תקשורת דמי שירות שנתיים בסך של כ-22 מיליון דולר.

ב-21 בדצמבר הודיעה חלל תקשורת כי היא התקשרה עם חברת מערכות הלוויינים הבינ-לאומית של בואינג לרכישת הלוויין עמוס 17. בואינג תייצר את עמוס 17 ותמסור אותו בעלות חלל תקשורת במיקום שמיים 17

חברת חלל תקשורת, שאיבדה השנה את הלוויינים עמוס 5 ועמוס 6, נערכת לספק שירותי תקשורת ללקוחותיה באמצעות לוויינים חלופיים ומתוצרת זרה, מבלי להמתין ליישום המלצות ועודת החלל שפורטו לעיל.

ב-1 בדצמבר הודיעה חלל תקשורת כי היא התקשרה עם חברת אסיהסאט בהסכם לפיו אסיהסאט תעביר לוויין פעיל שבבעלותה, ממימון המסלול הנוכחי שלו לנקודת השמיים 4 מעלות מערב, במיקום משותף עם הלוויין עמוס 3. אסיהסאט תעניק לחלל תקשורת שירותי תקשורת באמצעות מקטעי החלל שבלוויין ותספק שירותי תפעול ללוויין.

עם קבלת האישורים הרגולטוריים הנדרשים לעסקה, אסיהסאט תזיז את הלוויין ממימון המסלול הנוכחי שלו לנקודה 4 מעלות מערב,

# המוזיאון הלאומי למלחמת העולם השנייה בניו־אורלינס



בתמיכת יצרנית מטוסים הגדולה. במבנה הנרחב והגבוה תלויים שישה מטוסים גדולים חשובים: המפציצים **בואינג B-17E מבצר מעופף נורת'** אמריקן **B-25J מיטשל**; מטוס הקרב הידוע **נורת'** אמריקן **P-51D מוסטנג** של חיל האוויר האמריקני; ושלושה מטוסים של חיל הים האמריקני שהופעלו מנושאות מטוסים – **ג'נרל מוטורס TBM אוונג'ר**, ווהט **F4U-4 קורסייר**, ודוגלס **SBD-3 דונטלס**.

בביתן ההנצחה של לואיזיאנה, בתצוגה של מבצע הפלישה לחופי נורמאנדי בצרפת (D-Day), תלויים שני מטוסים:

מטוס התובלה **דוגלס C-47 סקייטריין** ומטוס הקרב הבריטי **סופרמארין ספיטפייר Mk Vb**.

מוצג בו אמנם מבחר מצומצם למדי של מטוסים, אולם המוזיאון בכללותו מעניין ביותר. ראוי להקדיש כמה שעות לביקור בו, אם מזדמנים לניו־אורלינס.

בעיר המפורסמת ניו־אורלינס במדינת לואיזיאנה בדרום ארה"ב, במרחק של דקות הליכה ממרכז הכנסים הגדול בו ביקרנו בחודש מאי בתערוכת הכטב"מים, שוכן מוזיאון גדול ומרשים המתעד את חלקם של הכוחות האמריקניים במלחמת העולם השנייה. במוזיאון שנחנך ביוני 2000 הוקמו במהלך השנים האחרונות חמישה בניינים: ביתן ההנצחה של לואיזיאנה, מתחם התיאטרון לציון הניצחון באיי שלמה, ביתן הקרבות הגבורה בחזית האירופית ובאוקיינוס השקט, ביתן החירות של ארה"ב – מרכז **בואינג**, והביתן לשחזור מוצגים

על שם ג'ון קושנר. בביתנים אלה מוצגת ההיסטוריה של הקרבות העיקריים שניהלו הכוחות האמריקניים בחזיתות השונות – במלח, בתמונות ובסרטוני וידאו, ומוצגים כלי לחימה יבשתיים, ימיים ואוויריים שונים.

מבחינה תעופתית, הביתן המעניין ביותר הוא מרכז **בואינג**, שהוקם

בביתן החירות של ארה"ב – מרכז **בואינג** תלויים שישה מפציצים ומטוסי קרב. מימין למטה ה-P-51D מוסטנג ומשמאל ה-SBD-3 דונטלס.





**בואינג B-17E מבצר מעופף:** מטוס זה, שכונה My Gal Sal, היה אחד מראשוני המפציצים הכבדים מסוג B-17 שנשלחו לאנגליה במלחמת העולם השנייה. המטוס יצא מארה"ב ביוני 1942 בדרכו לאירופה דרך המסלול הצפוני, אך נאלץ לבצע נחיתת אונוס בכיפת הקרח בגרינלנד בגלל מזג אוויר גרוע. הצוות שרד את ההתרסקות וחולץ.

בשנת 1995 חולץ המטוס מגרינלנד ושוקם לתצוגה סטטית בעבודה שקדנית שנמשכה כעשור, בתמיכת איש העסקים בוב רדי מסינסינטי באוהיו ובסיוע קבוצת מתנדבים.

נורת' אמריקן B-25J מיטשל: מפציץ בינוני שפותח ב-1939 ונקרא על שמו של בריגדיר-גנרל וויליאם "בילי" מיטשל – מחלוצי התומכים בקיום חיל אוויר עצמאי חזק בצבא ארה"ב, בעשורים הראשונים של המאה ה-20. הדגם J היה האחרון שיוצר, החל מ-1943, ובמספרים הגדולים ביותר מבין כל דגמי ה-B-25. רובם הופעלו במלחמה נגד יפן בזירת האוקיינוס השקט. המטוס המוצג במוזיאון מצויד בחרטום האטום שבו מותקנים 8 מקלעים בקוטר 0.5 אינץ', בניגוד לחרטום המזוגג ברוב מטוסי ה-B-25. הוא צבוע בסכמה של טייסת ההפצה ה-490, שנודעה בכינוי "הורסי הגשרים בבורמה". המטוסים תקפו את הגנות הנ"מ של היפנים עם המקלעים שלהם, וכל מטוס הטיל על הגשרים 1,360 ק"ג פצצות.



**סופרמארין ספיטפייר Mk Vb:** מטוס הקרב האגדי של חיל האוויר המלכותי מילא תפקיד חיוני בהגנה על בריטניה במלחמת העולם השנייה.

הספיטפייר המוצג, מספר BL370, נבנה במפעלי קסל ברומיץ' ונכנס לשירות בנובמבר 1941. ייצורו מומן בתרומה של אזרחי הודו והוא נקרא בשם Gurgaon II Punjab. ה-BL370 השתתף בהגנה על הכוחות שפלשו לנורמאנדי בצרפת ביוני 1944. שלושה חודשים לאחר מכן התרסק באנגליה. המטוס חולץ ב-1985 ושוקם לתצוגה במוזיאון.





והט F4U-4 קורסייר: נחשב למטוס הקרב המשובח ביותר של חיל הים האמריקני במלחמת העולם השנייה. הופעל מסיפון נושאות המטוסים באוקיינוס השקט במלחמה נגד יפן החל מפברואר 1943. מטוסי הקורסייר גילו עליונות בולטת על מטוסי הקרב היפניים והשיגו נצחונות אוויריים בשיעור 11:1.

הדגם F4U-4 צויד במנוע בוכנה חזק יותר מקודמיו (2,100 כ"ס) והשיג מהירות מרבית של כ-720 ק"מ/ש' ברום של 26,200 רגל (8 ק"מ). בנוסף למשימות קרב אוויר-אוויר, שימש גם לתקיפה עם שתי פצצות בנות 450 ק"ג.

הקורסייר המוצג צבוע בסכמה של טייסת VMF-214 שפעלה בחזית איי שלמה ב-1943.

דוגלס SBD-3 דונטלס: מפציץ הצלילה העיקרי של חיל הים האמריקני במלחמה נגד יפן בזירת האוקיינוס השקט.

חימושו ההגנתי כלל שני מקלעים בקוטר 0.5 אינץ' בחרטום ושני מקלעי 0.3 אינץ' בעמדת המקלען מאחורי הטייס. נשא 725 ק"ג פצצות בגחון ושתי פצצות בנות 150 ק"ג מתחת לכנפיים.

בקרב מיזוויי המפורסם ביוני 1942, מטוסי דונטלס תקפו והטביעו ארבע נושאות מטוסים יפניות.

הדונטלס המוצג במוזיאון התרסק לאגם משיגון בתאונת אימונים בנובמבר 1944. הוא חולץ ב-1990 ושוקם לתצוגה.



גרומן TBM אוונגר: מפציץ הטורפדו העיקרי של חיל הים האמריקני במלחמת העולם השנייה, שהופעל בהצלחה רבה בזירת האוקיינוס השקט החל מיוני 1942.

האוונגר היה אחד המטוסים הגדולים ביותר שפעלו מנושאות המטוסים של חיל הים האמריקני, עם משקל המראה מרבי של כ-8 טון. המטוס נשא בתא החימוש הפנימי בגחוני טורפדו לתקיפת ספינות אויב או פצצות במשקל כולל של עד 900 ק"ג.

ה-TBM-3 המוצג במוזיאון יוצר על-ידי חברת ג'נרל מוטורס בחטיבת המטוסים המזרחית שלה, במקביל לקו הייצור במפעלי גרומן.





נורת' אמריקן P-51D מוסטנג: הדגם המשופר של ה-P-51 נכנס לשירות חיל האוויר האמריקני בשנת 1944 והופעל במספרים גדולים באירופה, ולקראת סוף המלחמה גם בזירת האוקיינוס השקט. בזכות רדיוס פעולתו הגדול ליווה והגן על מפציצים ארוכי-טווח בגיחותיהם לעומק שטח האויב, ותרם להקטנה ניכרת בשיעור ההיפגעות של המפציצים הכבדים שתקפו את מרכזי התעשייה של גרמניה הנאצית.

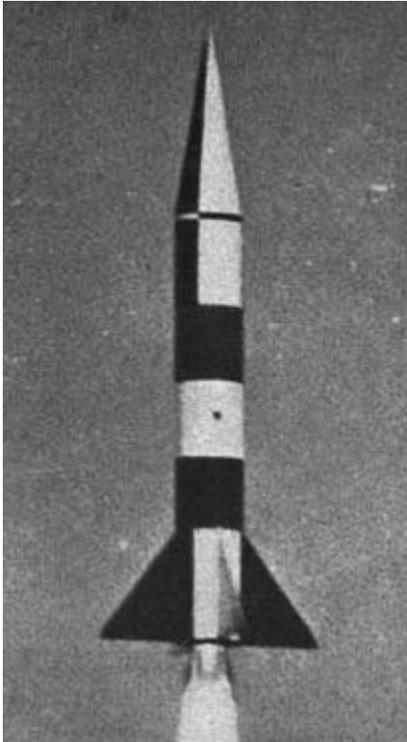
המוסטנג המוצג במוזיאון צבוע בסכמה האופיינית של טייסת הקרב ה-99 בקבוצת הקרב ה-332 ("אדומי הזנב"), שהתאמנה בבסיס טאסקיגי באלבמה. הטייסת הייחודית, שבה שירתו טייסים אפרו-אמריקנים, ביצעה יותר מ-15,000 גיחות במלחמה ואיבדה 66 אנשי צוות בפעילות המבצעית.



למעלה: מטוס התובלה דוגלאס C-47 סקייטריין, שבין שאר משימותיו הצניח צנחנים בפלישה לנורמאנדי בצרפת ביוני 1944.

משמאל: חלקו הקדמי של מפציץ קונסולידייטד B-24D ליברטור. מפציצים אלה, שהופעלו בכל זירות הלחימה, טסו מהר יותר, גבוה יותר ורחוק יותר ממטוסי ה-B-17, בזכות תכולת דלק גבוהה וכנף מתכן חדשני עם גרר נמוך. החלק המוצג במוזיאון צבוע כמו מטוסו של לוטננט ראשון בילי ז' סאוול שנקרא Over Exposed, מאחר ונתרם על-ידי בנו.

## פיתוח טילי קרקע-קרקע במצרים בעזרת מדענים גרמנים



שיגור ראווה של טיל אל קאהר ביולי 1962.

ספרים ומאמרים והן מקורות ארכיוניים בארה"ב שנפתחו לעיון החוקרים. בהסתמך על המקורות האלה, מנתח סירס את פיתוח הטילים הבליסטיים במצרים מנקודות מבט שונות, כשהוא מקדיש פרקים נפרדים להתייחסות של המצרים, הישראלים, הגרמנים והאמריקנים לנושא. בפרספקטיבה של יותר מארבעים שנה אחרי מעשה, מנסה המחבר לענות בסוף כל פרק על שתי שאלות מפתח שהציב לעבודת המחקר שלו: כיצד השפיע המאמץ המצרי לפתח או לרכוש רקטות ארטילריות וטילים בליסטיים על המדיניות האזורית והבינלאומית במזרח התיכון, ומהם הלקחים שיש להפיק מתוכנית הטילים המצרית לגבי תפוצת הטילים בתקופתנו?

העובדות היסודיות של הפרשה, שידועות כבר מתקופת ההתרחשות במחצית הראשונה של שנות ה-60, הן כדלקמן:

ב-21 ביולי 1962 הזמין שליט מצרים, גמאל עבד אל נאצר, קבוצה גדולה של עיתונאים זרים לחזות בשיגור ראווה של ארבעה טילי קרקע-קרקע משני סוגים שונים: **אל קאהר** (הכובש) ו**אל זעפר** (המנצח). כעבור יומיים הוצגו הטילים החד-שלביים האלה במצעד הצבאי בקהיר לציון יום השנה העשירי למהפכה, והוכרז כי הטיל **אל קאהר** יוכל להגיע עד "דרומית לבירות". כעבור שנה הוצג במצעד הצבאי בקהיר גם טיל קרקע-קרקע דו-שלבי בשם **אל ראאד** (החלוץ), ונטען כי הטווח

**Nasser and the Missile Age in the Middle East**, by Owen L. Sirrs

Routledge, Taylor & Francis, U.K., 2006

276 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 30 לירות שטרלינג. ניתן לרכוש גם בפורמט דיגיטלי.

מדינת ישראל מאוימת כיום ברקטות ובטילים בליסטיים מכל עבריה, ומשקיעה מאמצים כבירים להתמודד עם האיום החמור באמצעים הגנתיים והתקפיים גם יחד. אך האיום הזה לא התעורר רק במלחמת יום הכיפורים באוקטובר 1973, או במלחמת המפרץ הראשונה בינואר-פברואר 1991, כאשר פגעו בשטח מדינת ישראל רקטות ארטילריות וטילים בליסטיים ששוגרו ממדינות ערב.

את מרוץ הטילים במזרח התיכון החלה מצרים כבר בשנות ה-50 של המאה הקודמת, כפי שמתאר בהרחבה קצין המודיעין האמריקני אוואן סירס בספרו המקיף והמעמיק. הספר פורסם אמנם כבר לפני עשר שנים בהוצאה בריטית המתמחה בפרסומים אקדמיים, אך גילינו אותו רק לאחרונה. בניגוד לנוהג שלנו לסקור רק ספרים חדשים יחסית, החלטנו באופן חריג לסקור ספר שהופיע לפני עשור, בגלל ייחודו וחשיבותו בהקשר לביטחון ישראל. סירס, בוגר אוניברסיטת ג'ורג'טאון ומכללות צבאיות למודיעין ומלחמה, שהתמחה בעבודתו המודיעינית בזירות המזרח התיכון, מבסס את ספרו על מגוון רחב מאוד של מקורות – הן

הנשיא נאצר (במרכז) ובכירי הממשל והצבא במצרים מבקרים בבסיס השיגורים של טילי האל קאהר.

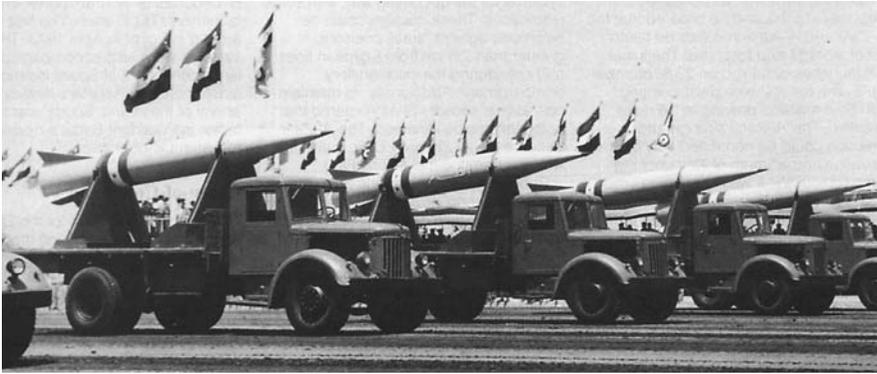


שלו כ-1,000 ק"מ. אבות-הטיפוס של הטילים האלה פותחו במצרים על-ידי עשרות מדענים, מהנדסים וטכנאים גרמנים, שגויסו החל מסוף שנות ה-50, אשר התבססו על הידע שנרכש בתוכניות הטילים של גרמניה הנאצית בתקופת מלחמת העולם השנייה, ובמיוחד על הטיל V-2.

חשיפת הטילים המצריים והסכנה שנושקפת מהם לישראל כוסתה בהרחבה בעיתונות הישראלית באותם ימים, ואף נדונה פומבית בכנסת. המוסד למודיעין ולתפקידים מיוחדים, בראשותו של איסר הראל, ואגף המודיעין בצה"ל, בראשותו של אלוף מאיר עמית, החלו בפעילות מקיפה לזיהוי המדענים הגרמנים ולהרתעתם מפעילות במצרים. הצעדים שנקטו כללו אימונים על המדענים ובני משפחותיהם, משלוח מעטפות נפץ ואף חיסולים. אגף המודיעין שיגר למצרים את המרגל וולפגאנג לוץ, כדי לאסוף מודיעין מקרוב, אך הוא נתפס ב-1965 ונידון למאסר (לוץ שוחרר מהכלא המצרי אחרי מלחמת ששת הימים).

הפעילות כנגד המדענים הגרמנים זכתה לפרסום עולמי ב-1963, כאשר שליחי המוסד אוטו יוקליק ויוסף בר-גל נתפסו בשוויצריה והועמדו לדין במשפט מתוקשר.

בממשלת ישראל ובמערכת הביטחון התעוררה מחלוקת חריפה על הסכנה הממשית הצפויה מהטילים המצריים ועל חומרת הצעדים שיש לנקוט כדי להפסיק את פעילותם של המדענים הגרמנים במצרים. החשש העיקרי



טילי אל זעפר במצעד יום המהפכה בקהיר. אורכו של הטיל היה 5.5 מטר וקוטרו 76 ס"מ. לפי הטענה המוגזמת של המצרים, טווחו הגיע ל-430 ק"מ.



טיל אל קאהר במצעד יום המהפכה בקהיר. אורכו היה כ-12 מטר וקוטרו 120 ס"מ. המצרים טענו בהגזמה כי ביכולתו להגיע לטווח של 600 ק"מ עם ראש קרבי בן 680 ק"ג.

היה גדול המכתש שנוצר בנקודת הפגיעה, בזכות הראש הקרבי הכבד: בקרקע אופיינית במצרים, נוצר מכתש ברוחב של כ-30 מטר ובעומק של כ-11 מטר. לטיל הקטן אל זעפר

פרספקטיבה היסטורית. ואואן סירס, שחקר את הנושא כעבור כ-40 שנים וניצל מאגר הרבה יותר גדול של מקורות מגוונים, מספק לנו תמונה מקיפה ואובייקטיבית יותר.

שאזלי מגלה את האמת

את האמת על כישלון פיתוח הטילים הבליסטיים במצרים גילה גנרל סעד אל שאזלי, רמטכ"ל צבא מצרים בתקופת מלחמת יום הכיפורים, בספרו "חציית התעלה", שפורסם בערבית ב-1979 וכעבור כשנה בתרגומים לאנגלית ולשפות אחרות, כולל עברית. מהדורה מעודכנת ומורחבת של הספר פורסמה ב-2003 (ראה עטיפה משמאל).

עבודת הפיתוח נפסקה עוד לפני מלחמת ששת הימים, והטילים המעטים שיוצרו אוחסנו בהיחבא. שאזלי מגלה, כי אחרי מינויו לרמטכ"ל דרש לבחון בניסויי ירי את ביצועי הטילים שנותרו. בשיגור שבוצע ב-23 בספטמבר 1971 התברר לשאזלי כי הטיל הגדול אל קאהר מגיע לטווח של פחות מ-8 ק"מ בלבד, "בערך" כמו פגז מרגמה בקוטר 120 מ"מ. הוא התרשם שקשה מאוד לנייד את הטיל הגדול שמשקלו כשניים וחצי טון בשדה הקרב, ונוכח לדעת שניתן לשלוט בטווח ובכיוון רק על-ידי הכוונת המשגר. במספר שיגורים עוקבים באותה הכוונת משגר נמצא פיזור של יותר מ-800 מטר בנקודת הפגיעה. היתרון היחיד של האל קאהר

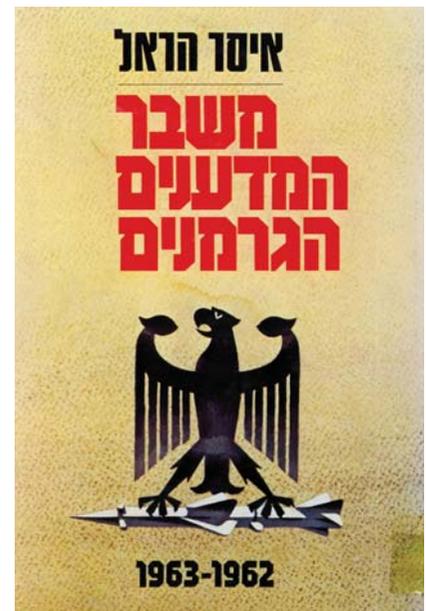
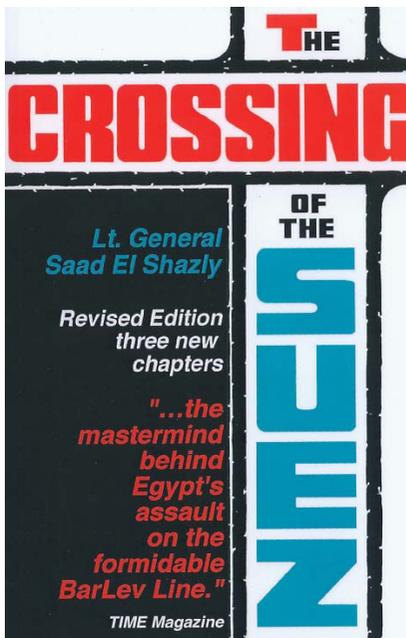
היה מפיתוח ראשי קרב בלתי קונבנציונאליים לטילים (רדיואקטיביים, כימיים או ביולוגיים), שיאיימו בהשמדה המונית. ראש המוסד איסר הראל האמין בהערכה המחמירה, בעוד האלוף עמית וסגן שר הביטחון שמעון פרס המעיטו בסכנה. ראש הממשלה דאז, דוד בן-גוריון, סרב בתקיפות להחמיר את הלחץ הדיפלומטי על גרמניה המערבית על-מנת שתפעל להחזרת המדענים, וזאת כדי לא לפגוע בהידוק היחסים בין גרמניה המערבית לישראל ובסיוע הצבאי שהבטיחו אז הגרמנים לישראל. המחלוקת החריפה הובילה להתפטרותו של איסר הראל מתפקידו כממונה על שירותי המודיעין במאוס 1963. כעבור חודשים ספורים התפטר בן-גוריון מראשות הממשלה – מסיבות אישיות.

את השתלשלות הטיפול הישראלי בפיתוח הטילים במצרים ואת המשבר הפוליטי-ביטחוני הפנימי בישראל מתאר איסר הראל בהרחבה בספרו "משבר המדענים הגרמנים", שהופיע בשנת 1982. אלא שבדרכו הפולמוסית מתרכז הראל בניסיון להצדיק את הערכותיו, החלטותיו וצעדיו, ולהשחיר את פני מתנגדיו (בעיקר את שמעון פרס), ולא בוחן את הנושא בצורה אובייקטיבית בהקשר למציאות שכבר הייתה ברורה בעת פרסום הספר. הראל דבק בצדקתו על הערכת חומרת האיום של הטילים, למרות שהמציאות הוכיחה כי הפרויקט במצרים נכשל לחלוטין.

סוכן אמ"ן וולפגאנג לוץ מתאר את הפרשה מנקודת מבטו בספרו "שליחות בקאהיר", שפורסם ב-1970. אלא שעיקר הספר מוקדש לתפישתו ומאסרו במצרים, ויש בו רק גילויים מעטים על תוכנית פיתוח הטילים במצרים ועל תוכנית פיתוח מטוס העל-קולי HA-300 של וילי מסרשמיט.

את פרשת תפיסת שליחי המוסד יוקליק ובן-גל בשוויצריה ואת משפטם המעניין מתאר ד"ר מיכאל בר-זהר בפרק האחרון של ספרו: "צידי המדענים הגרמנים", שהופיע ב-1965.

שלושת הספרים האלה בעברית, שהופיעו גם במהדורות באנגלית, נותנים רק תמונה חלקית של פרשת פיתוח הטילים במצרים, וכתבתם בסמוך לתקופת ההתרחשות אינה מאפשרת



ולא הוקדש המאמץ הנדרש להכשיר דור חדש של מהנדסים מקומיים. מעבר לאת, נראה שהתוכנית לא נוהלה במקצועיות הנדרשת, ומנהליה לא הצליחו להתגבר על קשיי הרכש של חומרים ורכיבים קריטיים, לאור פעילויות הסיכול של הישראלים, הגרמנים והאמריקנים.

במצעדי יום המהפכה, טילי **האל קאהר**, **אל זעפר** ו**אל ראדד** נראו מאיימים ומסוכנים למדי, אך במציאות לא היה להם ערך צבאי כלשהו. לאור אי ידיעת רמת האיום הממשית, נכון פעלו ראשי משרד הביטחון, המוסד ואגף המודיעין בצה"ל שעשו ככל יכולתם לסיכול המאמץ המצרי. כישלון פיתוח הטילים הבליסטיים במצרים מנע אבדות ניכרות ונזק כבד, שהיו עלולים להיגרם במלחמת ששת הימים ובמלחמת יום הכיפורים.

האם ניסיון פיתוח הטילים הבליסטיים במצרים היה הגורם המכריע שהניע את מערכת הביטחון הישראלית להתחיל במסלול הצטיינות דומה באותה תקופה?

סביר להניח כי היה זה אחד הגורמים הממריצים, שהניעו את ראש הממשלה ושר הביטחון דוד בן-גוריון לפנות אל הצרפתים בשנת 1962 בבקשה לפתח עבור ישראל את טילי ה-**MD 620**, שנדעו מאוחר יותר בשם **יריחו** (ראה "ביעף" e129 עמ' 18-19). אך האיום הבליסטי המצרי לא היה כנראה הגורם המכריע. הצעד הישראלי להצטייד בטילים בליסטיים היה ננקט בסופו של דבר גם ללא התמריץ המצרי, לאור הצורך באמצעי זה להגשמת אופציית ההרתעה הגרעינית של מדינת ישראל – כפי שטוענים בעקביות זה שנים רבות מקורות זרים. □

**פרוג 7A** וטילים בליסטיים מדגם **סקאד B**. בשנות ה-80' הצטרפו מצרים ועיראק לתוכנית של ארגנטינה לפתח טילים בליסטיים ארוכי-טווח מסוג **קונדור II**, אלא שארה"ב הצליחה לשכנע את שלטונות ארגנטינה לסגור את הפרויקט בראשית שנות ה-90'.

כאשר מקורות האספקה האלה נסתמו, פנה השלטון המצרי בראשותו של הנשיא חוסני מובארק לשיתוף פעולה עם צפון קוריאה. מקורות מידע שונים טוענים כי מצרים העבירה לצפון קוריאה מספר טילי **סקאד B** סובייטיים, שהיוו את הבסיס לפיתוח תעשיית הטילים של המדינה הקומוניסטית המסוגרת. הקוריאנים פיתחו גרסאות משופרות של ה**סקאד**, עם טווחים הרבה יותר גדולים, וסיפקו את הטכנר-לוגיה הזאת גם למדינות אחרות במזרח התיכון. שיתוף הפעולה בין מצרים לצפון קוריאה אמור היה להניב מפעל לייצור טילים בליסטיים משופרים במצרים, אך אין הוכחות משכנעות כי הדבר אכן התגשם.

## מדוע נכשלה תוכנית הטילים?

כפי שאואן סירס מנתח בספרו, תוכנית פיתוח הטילים הבליסטיים במצרים בשנות ה-60' נכשלה בעיקר משום שהמומחים הגרמנים לא הצליחו לפתח מערכת ניווט והנחיה ראוויה – אפילו לא ברמה של ה-**V-2**. ברור, שלמצרים לא הגיעו מומחי טילים גרמנים מהמעלה העליונה, אלא מדענים ומהנדסים ברמת מומחיות נמוכה יחסית, שלא הצליחו להתגבר על האתגרים הקשים. בנוסף, לא הייתה קיימת במצרים תשתית תעשייתית מתקדמת מספיק,

היה טווח קצר עוד יותר, כפי שהוכח באותם ניסויים, אם כי הדיוק שלו היה מעט יותר טוב. בהעדר חלופות אחרות, החליט שאזלי להשתמש בטילים האלה במלחמת יום הכיפורים, אבל בשמות אחרים. **האל זעפר** כונה **אל זייטון**, וטילים כאלה הוצבו בעמדות ירי שלושה ימים לפני פרוץ המלחמה. שאזלי כתב בספרו, כי הוא החליט לא להציב מראש את טילי **האל קאהר** הגדולים, שכוננו עתה **אל טין**, מחשש שמטוסי הצילום הישראליים יגלו את הטילים "שאמורים בתאוריה להגיע עד תל-אביב", והדבר יפורש בישראל כהתרעה למלחמה כוללת. לפיכך, טילי **האל טין** קודמו לעמדות ירי רק בלילה שבין ה-5 ל-6 באוקטובר 1973.

"ביצועי הטילים משני הסוגים ששוגרו בתחילת המלחמה היו כצפוי מאכזבים", כתב שאזלי, ובכך בא הסוף לשימוש בהם. בניגוד לפרסום המצרי הרשמי כי הטילים האלה שוגרו גם ב-23 באוקטובר לעבר הכוחות הישראליים בדוורסואר שחצו את התעלה למצרים, כתב שאזלי כי נורו אז רק שלושה טילי **R-17E סקאד B** שסופקו על-ידי הסובייטים, ולא הטילים מתוצרת מצרים.

## ניסיונות לרכש טילים בליסטיים

שני הפרקים האחרונים בספרו של אוואן סירס מוקדשים להמשך המאמץ המצרי להצטייד בטילים בליסטיים אחרי כישלון ניסיון הפיתוח העצמי. לפני מלחמת יום הכיפורים הסכימו הסובייטים לספק למצרים כמות מוגבלת של רקטות ארטילריות מסוג

הטיל הדור-שלבי **אל ראדד** במצעד יום המהפכה בקאהיר ביולי 1963. המצרים התיימרו לפתח אותו למשגר לוויינים.

