

ספרייה דיגיטלית להיסטוריה ומורשת חיל האויר  
[www.fisherlibrary.org.il](http://www.fisherlibrary.org.il)

פרסומי הספרייה הדיגיטלית מוגנים על ידי זכויות יוצרים  
מותר לעשות בהם שימוש אישי לא מסחרי



# בטאון חיל האויר האוויר

מס' 111 (212) • חשוון תשנ"ו - אוקטובר 1996 • 18 ש"ח • ד"צ 01560 צה"ל



גלשני אוויר:  
אתרי אינטרנט בתחומי  
התעופה והחלל

הסאלון האווירי  
בפארנבורו: הסוחוי  
גנב את ההצגה

פרסום ראשון:  
קיבלו צל"ש על כך שלא  
הפילו את המיגים

20706883  
נו-ארט צפון  
962542  
מ"ט שוט"ס: 8140089



# קח אוויר. \$ 183,000 וכל העיר מודיעין לרגליך.



## LUKI TOWERS

מכל דירה רואים את כל הנוף

- LUKI TOWERS  
הפינוק הזה כולל הכל:
- לובי ענק לכל בניין, 6 מ' גובהו
  - חניון מקורה
  - מחסן פרטי לכל דירה
  - מועדון כושר ובריאות
  - 3 דירות בקומה
  - ניצול אופטימלי של שטח הדירה
  - 3 כיווני נוף ציורי ו-2 מרפסות לכל דירה
  - מפרט טכני יוקרתי



את היוקרה של מודיעין  
לא תמצא צמוד לקרקע.  
שם תמצא בעיקר צפיפות.  
לעומת זאת כשתטפס  
גבוה יותר,  
למרומי המגדלים של מודיעין  
תמצא גם אוויר בשפע,  
גם נוף ללא גבולות  
וגם השקעה משתלמת.

מיוחד למינויי בטאון חיל האויר.  
4 חדרים (כ-132 מ"ר) החל מ-\$183,000\*  
כולל מע"מ ופיתוח סביבתי  
\*עד לתאריך 30/11/96 בלבד.

קומפוזיציה

ייזום וביצוע:



מפעלי לוקי לבנייה בע"מ

שעות פתיחה:

יום חול 09:30-16:30 יום ו' 09:00-13:00  
שבת 10:30-14:30

טלפון באתר המכירות:

177-022-8646

אז: 08-9264545

שיווק בלעדי:



אבגלז'סכסון מודיעין  
מרשת סוכנויות הנדל"ן הגדולה בישראל



# עילית

חברה לביטוח בע"מ

## פרחי סוכנות לבטוח בע"מ



**אתה שומר עלינו,  
אנו נשמור על הבית  
והמשפחה**

**הביטוחים,  
בתנאים המיוחדים  
לאנשי כוחות הבטחון**

**יהודה פרחי**  
בעל נסיון של 36 שנה  
בבטוח אנשי מערכת הבטחון  
מבטיח אמינות, הגינות,  
מקצועיות, תשלום תביעות בזמן  
ואיתנות כספית.

עילית חב' לביטוח בע"מ  
חברה בבעלות אנשי ביטוח וותיקים  
בענף, חברה דינמית המעניקה שירות  
מקצועי ואמין, חברה עם מעוף  
הנותנת גב חזק ללקוחותיה.

## בטוח - פרחי - עילית

**שלושה שמות  
שהם מושג אחד  
במערכת הבטחון.**

הצטרף גם אתה אל אלפי  
משפחות המבוטחים של  
**פרחי סוכנות לבטוח בע"מ**

10 תשלומים מחשבוך בבנק ובשליטתך

**פרחי סוכנות לבטוח בע"מ**  
רח' ויצמן 13, ת.ד. 60, גבעתיים 53100,  
טל' 03-317766/7, פקס. 03-317768.  
פתוח רצוף מ - 8:30 - 19:00.  
ברעות : אצל מירה פרחי 08-263581.



מסוקי הקובר, מתנת חיל-האוויר האמריקאי, הגיעו לאחרונה לבית-הספר לטיסה. צילום: אמיר מודן

האוויר של שנות ה-40, משחורים גיחות ממלחמת העולם השנייה. מטורף מטורף העולם נדב נוקד 70

**עבודה בשמיים**  
הכל על אפקטים בסרטי התעופה. הרוב, מסתבר, אשליות נדב נוקד 74

**רק אני והמסוק שלי**  
הוא נשמע כמו מכסחת דשא, אבל הביצועים שלו מרהיבים: מסוק מונחה-רדיו, המוטס על-ידי אפרים קסטיאל, שזכה לאחרונה במקום החמישי באליפות העולם שירה אנסקי ונועם אופיר 80

**קולקציית הקיץ של אושקוש**  
כמעט 20 אלף כלי טיס שונים ומשונים מגיעים מדי שנה לעיירה אושקוש, לאירוע תעופה ססגוני אשר נחמיאס 84

**באוויר העולם**  
ארה"ב איימה חמש פעמים להשתמש בנשק גרעיני להשגת מה בדיוק קרה במבצע "מהלומה במדבר"? 88

גלשני אוויר: מדור חדש הסוקר אתרי אינטרנט העוסקים בתעופה, חלל, טכנולוגיה וכל מה שנופל ביניהם 96



**חתום על כל מיג**  
משה יורוביצקי מכיר טוב יותר מכל ישראלי את מיגוון המטוסים הסובייטיים: במשך עשרות שנים היה מהנדס ניסוי בכיר במרכז לניסויי טיסה במוסקבה רוני קורן 14

**מצלמה נסתרת**  
הסרצ'ר, מטוס זעיר ללא טייס, מצולם לראשונה מהאוויר אמיר מודן 52

**מגה טק**  
טייסי חיל-האוויר יטוסו מעל שטח וירטואלי. פרויקט "סקיי סטיישן" מציע פיתרון לחלל הלחץ בלוויינים. בארה"ב בודקים שימוש בקורי עכביש לפיתוח אפודי מגן. חדשות VR. משחקים 58

**האיש שהציל את לונדון**  
במלחמת-העולם השנייה הוא היה מכירי המודיעין הבריטי, והתמודד עם התוכניות הגרמניות להחרבת לונדון: פרופסור ר' ו' ג'ונס, היום בן 85. תא"ל ד"ר יצחק בן-ישראל, ראש מו"פ במשרד הביטחון, פגש אותנו בביתו באברדין ד"ר יצחק בן-ישראל 64

**מחזירים מלחמה**  
הם חיל-האוויר ה-15 בגודלו בעולם, והמיפקדה שלהם ממוקמת בטקסס: אלפי טייסים, לבושים במדי חילות- 38

**לקוראים,**  
עקב בקשות רבות להמשיך ולצרף מדי פעם פוסטרים של מסוקי חיל-האוויר לגליונות הבטאון, אנו מצרפים לגיליון הנוכחי פוסטר של מטוס F-15. לגיליון הבא יצורף דיסקט נוסף בסדרת "סולו". 44

**עסקי אוויר**  
קורס הסבה ראשון למטוסי נץ-2 6  
פוגה, אנטונוב ובואינג מקורקעים בישראל 10  
רמ"ח פיתוח: מי שינצח בשדה הקרב הדיגיטלי, ינצח במלחמה 12

**קיבלו צל"ש על כך שלא הפילו את המיגים**  
בתחילת שנות השמונים, יצאו האלוף גדעון שפר, כיום ראש אכ"א, ואל"מ (מיל') רן, לגיחה מורכבת במדינת אויב. למרות שהיה ברור שיוזנקו לעברם מיגים, נאסר עליהם להיכנס לקרב-אוויר, כדי לא לגרום להסתבכות מדינית. המיגים אכן הופיעו בצפוי, אך הטייסים הצליחו לחמוק מהם מבלי להפילים - למרות שהיו יכולים. פרסום ראשון דן פישל 14

**הטובים להייטק**  
יותר ויותר טייסים צעירים, בדרך כלל ללא רקע במחשבים, מאיישים תפקידי מפתח בעולם ההייטק הישראלי. תופעה דן פישל וחגי לוי 20

**מאמץ על אנושי**  
מערכות הנשק מתקדמות בקצב מסחרר, לעיתים יותר מכושר השליטה האנושי. ועדת "האדם בקרב", הפועלת במשרד הביטחון, מנסה לגשר על הפערים. בין השאר מדברים שם על שילוב של הנדסה גנטית אודי עציון ושירה אנסקי 26

**הסוחוי גנב את ההצגה**  
דו"ח מהסאלון האווירי בפאראנבורו: האמריקאים בפרופיל נמוך, האירופים מתאוששים, והרוסים מדהימים עם הסוחוי-37 שרון שדה 32

**מוסד הניסויים**  
מאות ניסויים נערכים מדי שנה במרכז ניסויי הטיסה של חיל-האוויר. על הסיכונים, מקרי החירום, המטוסים המיוחדים והתכונות האידיאליות של טייס הניסוי עמיר רגב ונועם אופיר 38

**בו למטרה**  
היא פשוטה להפעלה, מדויקת וקטלנית: ה"בו", מערכת בקרת האש החדשה המותקנת על טנקי מרכבה סימן 3. בהדגמה מרשימה, ננעלה המערכת על מסוק קובר, ולא ניתקה מגע גם כשהוא נעלם מאחורי הגבעה. מעקב צמוד אודי עציון 44

**עורכת ראשית: מירב הלפרין**  
סגן עורך: צחי שן  
עורך גראפי: יורם רובינגר  
עריכת דפוס: אביב אלחסיד,  
אבישי פלטק

**מוכירות המערכת: שני בן-אברהם,**  
דניאלה שמגר  
גרפיקה: דנית קיש, ראם בר,  
קרן אוקסמן  
צלמים: אמיר מודן, יעל חביליו,  
שאל שורק, רובי קסטרו,  
גיאורא נוימן

**מוצא לאור על-ידי מפקדת**  
חיל-האוויר

**מחיר גליון: 18 ש"ח**  
**מנוי שנתי: 90 ש"ח**

**מחלקת מודעות:**  
תנופה אפיקי תקשורת בע"מ  
יגאל אלון 157, תל-אביב  
טל': 03-6917997 (צבי מטיאס)  
פקס: 03-6919040

בענייני מנויים, דגמים וגליונות יש לפנות אל: ההוצאה לאור, מחלקת מינויים, רח' החשמלאים 107, תל-אביב, טל' 6934851, 6934847

סדר והודפס בדפוס "גרפוליט" הפצה: "בר" הפצה ושיווק בע"מ

**שער: הפנתר, המסוק הימי החדש**  
**צילום: אמיר מודן**

**מערכת: דאר צבאי 01560, צה"ל;**  
טל' 03-5694352, 5694153, 5693886  
פקס: 03-5695806

E-mail: iaf@inter.net.il





# 10 שנים

10 שנים. בגיל 28 נטש הון ארד את מטוס הפאנטום שלו מעל שטח לבנון. הוא נפל בשבי המחבלים, וכעבור זמן מה אבדו עקבותיו. אף אחד לא תידרך אותו לגיחה ארוכה כליכך. היום הוא בן 38. עשר שנים חלפו.

10 שנים. עוד מתווך, עוד מגי עים, עוד נסיונות לאתר קצה של חוט. הסימנים מעידים על זיקתה של איראן להיעלמותו. איראן מבחישה. עוד שלוח, עוד הבטחות, עוד שנה עוברת, ועוד אחת, ועוד אחת.

איור: יורם רובינגר

יורם רובינגר



אנשים ואירועים בחדשות

## "הים בגד באותו הלילה"



סרן ערן גרביה



סרן שחק סלע



סא"ל בנצי בכר

ב־16 בספטמבר, כמהלך אימון ימי, התרסק מסוק דולפין לתוך הים, מול נהריה. שלושה אנשי צוות איישו את המסוק: סא"ל בנצי בכר, מפקד טייסת הדולפין, סרן שחק סלע וז"ל, טייס המשנה, וסרן ערן גרביה, קצין מחיל־הים.

גופתו של סרן שחק סלע וז"ל, בן 24 מגבעתיים, נמצאה כעבור מספר שעות. הלווייתו התקיימה למחרת התאונה. שחק וז"ל היה טייס המשנה המוביל בטייסת הדולפין. "הים שאהבת כלי־כך, אותו ים שהגנת עליו, הוא הים שבגד באותו הלילה", הספיד אותו אל"מ פ', מפקד הבסיס בו שירת. סא"ל בנצי בכר, בן 36, גדל בחולון ושירת בנח"ל עד שהחליט להתנדב לקורס טיס. את הקורס סיים בשנת 1981, והוצב בטייסת אנפות. ב־1986 נישא בנצי לשלומית. שני ילדיהם, שהם בן השש ובר בת הארבע, גדלו בשיכונני המשפחות בבסיסים בהם שירת בנצי. בשנת 1993 מונה סא"ל בכר למפקד טייסת הדולפין.



## מסוק הדולפין יוצא מהשירות, הפנתר תופס את מקומו

מסוק הדולפין ייצא בקרוב משירות מבצעי בחיל־האוויר, ובמקביל קולטת טייסת המסוקים הימיים את מסוקי הפנתר, "עטלף" בשמם העברי. מסוקי הפנתר הראשונים הגיעו ארצה לפני כחודשיים, מפורקים בארגזים. הם הורכבו תוך ימים אחדים, ואחד מהם כבר החל בניסויי הטיסה הראשונים. למעלה: מבט מקרוב על הפנתר, באוויר ועל הקרקע. למטה: הדולפין (משמאל) והפנתר (מימין)





אנשים ואירועים בחדשות



## פרחי הטיס במגמת מסק"רים יתאמו במסוקי קוברה

הנדרשות, כבר יסיימו חניכים אלה את קורס הטיס.

מייד לאחר שהקהל התפור, הוטס הקוברות למוסקי טייסת התחזוקה בבסיס. כבר בשלב זה, הועברו מרביתן בקו השינויים הנדרש בשלב א' של קליטתן. "השלב הראשון בהסבת המסוקים כולל התאמת מערכות הקוברה למערכות הקיימות בדרגמים הנמצאים בטייסות", מסביר סא"ל א', מפקד טייסת התחזוקה. "דוב השינויים לא מתחייבים בעיקרם מהתאמת המסוקים להדרכה". שורת השינויים הראשונה תכלול את החלפת מערכת הקשר לחדשה ומתקדמת יותר, הכנסת מדרגובה לתא הקדמי עבור המדריך, אפשרות טיסה לאימון תאורה, ועוד. השלב הבא צפוי להתחיל בנובמבר, עם קליטתם של מסוקי קוברה נוספים בבית הספר. השינוי הגדול ביותר, שיערך רק לאחר קליטת מסוקי קוברה הנוספים, יהיה הכנסת מערכת VTR. "שלב א' נועד רק כדי לאפשר טיסה", אומר סא"ל א'. "כיום אין במסוקים האלה הקלטה של תצוגת המסך שלפני המקלען. החל מנובמבר, כאמור, ניקח בכל פעם מסוק אחד, נתקין בו מערכת VTR ונחזירו לטייסת. בנוסף, למרות שהמסוקים אינם נושאים חומש אמיתי, תתווק המערכת ותהיה שמישה למקרה הצורך".



מסוקי קוברה הובאו לישראל במטוס גלאקסי אמריקאי. צילומים: אמיר מודן

מסוקי קוברה, מתנת חיל האוויר האמריקאי, נחתו בסוף חודש אוגוסט בבית הספר לטיסה. הקוברות מיועדות לטיסת אימונים עם פרוחי טיסים בשלב המתקדם, במגמת מסוקי קרב.

מסוקי קוברה הוטסו מבסיס נבטיס, שם נפרקו מספר ימים קודם לכן ממשטם התנוכלה האמריקאי גלאקסי, שהביא אותם לישראל. קבלת המסוקים צוינה בטיסת בכורה מנבטיס לחצרים, בידי בכירי המוריכים בבית הספר לטיסה, ביניהם מפקדי טייסות ומגמות, מפקד בית הספר לטיסה, אל"מ ה', ומפקד בטיס חצרים, תא"ל י'.

במיוחד עבור מסוקי קוברה, נסלל ליון חדש בשטח בית הספר לטיסה, וטיס קוברה שחוביל את המבנה, התכנן בגזרות הסרט בקצה המסלול בעזרת מגלשיו. תפקידם של הטייסים לא נגמר בהבאת הקוברות: עם הנחיתה הרצמרו סולמות לחלקם האחורי של המסוקים, והטייסים הרביקו את סמל בית הספר לטיסה על הונב.

הגעת מסוקי קוברה עוררה התרגשות רבה בקרב חניכי בית הספר לטיסה שנכחו באירוע. בקרב חניכי מגמת מתקדם מסק"ר, לעומת זאת, אי אפשר היה שלא לחוש באכזבה. קו השינויים שיערך במסוקים כדי להתאים אותם לטיסה בשמי ישראל, יצריך מספר חודשי עבודה. עד להשלמת הותאמות

רוני קורן





אנשים ואירועים בחדשות



## קורס הסבה ראשון למטוסי נץ-2

בבסיס חיל-האוויר במרכז הארץ נערך בימים אלה קורס ההסבה הראשון למטוסי הנץ-2, מטוסי ה-F-16 שקיבל חיל-האוויר מעורפי חיל-האוויר האמריקאי. בין משתתפי הקורס גם מספר טייסים ותיקים, שהטיסו עד כה מטוסי קורנס וקורנס-2000, ואחד מהם אף הטיס מטוסי כפיר.

קורס ההסבה למטוסי הנץ-2 מתבסס על הקורס של מטוסי הנץ-1, מטוסי ה-F-16A/B המשרתים בחיל-האוויר מאז ראשית שנות ה-80. הדמיון בין קורס ההסבה למטוסי הנץ-2 לבין קורס ההסבה למטוסי הנץ-1 נובע מההבדלים המעטים בין שני המטוסים. קורס ההסבה למטוסי הנץ-2 נפתח בשבועיים של לימודי קרקע, שמטרתם הכרת המטוס ומערכתיו השונות. במהלך תקופה זו מבצעים חניכי הקורס מספר טיסות בסימולטור הנץ-1, הנמצא בבסיס חיל-האוויר בדרום הארץ. לאחר מספר טיסות הדגמה במטוסי נץ-1 דרומשיים, עורכים החניכים טיסת סולו במטוס הנץ-2.

"די מחר אתה עושה סולו במטוס, שכן הסתו פשוטה למדי. טיסת הסולו שלי היתה מרגשת למדי, למרות שכבר יצא לי, לא פעם אחת, לעשות טיסות סולו על מטוסים שונים", אומר סרן ב', טייס קורנס-2000, שעובר כעת הסבה ל-F-16. "באופן טבעי קיימת אצל כל אחד שאיפה להתקדם הלאה ולעבור למטוס קרב מתקדם יותר כמו ה-F-16. ההבדל בין הקורנס ל-F-16 הוא עצום. אחד הדברים הראשונים שאתה, כטייס, שם לב אליהם כשאתה נכנס לקוקפיט של ה-F-16, הוא הנדסת האנוש המעולה. כבר בפעם הראשונה שאתה נכנס לקוקפיט הוא נראה לך מוכר, וכל המכשירים נמצאים במקום שבו היית מצפה שהם יהיו. למעשה, ה-F-16 עושה כל מה שאתה רוצה".

לאחר טיסות הסולו, מתחיל השלב בו לומדים החניכים לתפעל את המטוס על מערכתיו השונות, ובוחרתם הם מתחילים לעבור לתחום המבצעי, וכולל אימוני אוויר קרקע ואוויר-אוויר. "הקצב שבו יעברו החניכים את השלבים השונים, נקבע תוך התייעצות עם המדריכים", מסביר סא"ל ו', מפקד הטייסת. "בתחום האוויר-קרקע לדוגמה, אין הבדל רב בין הקורנס לבין הנץ-2, כך שיוכלו להתקדם מהר יותר מהמתוכנן. באופן כללי, השאיפה שלנו היא להביא אותם לכשירות על המטוס כמה שיותר מהר, אולם לא על חשבון בטיחות ומקצועיות".

אחד המדריכים בקורס ההסבה הוא סגן ר', בניגוד לחבריו, הוא אינו מוסמך כמדריך טיסה בגלל גילו הצעיר יחסית. אולם מסתבר שלפעמים להיות צעיר אינו בהכרח חיסרון: "זה קצת מוזר, שלמרות היותי צעיר", הוא אומר, "אני מכיר את המטוס יותר טוב מאשר החניכים בקורס, שהם בעלי נסיון טיסה עשיר בהרבה משלי. היתרון שלי, לעומת שאר המדריכים בקורס, נעוץ בעובדה שבסך-הכל סיימתי את קורס ההסבה שלי לא מזמן, כך שאני עדיין זוכר כל פרט ויכול להיעזר בטייפם שלמדתי במהלכו".

נועם אופיר

## חיל-האוויר יחדש את קורס הסיחרורים

לאחר הפסקה ארוכה, יחדש חיל-האוויר את קורס הסיחרורים, המיועד למדריכים בבית הספר לטיסה. הקורס - האמור להכשיר את המדריכים להיחלץ מסיחרורים - ייערך במרכז ניסויי הטיסה, ויועבר במטוס צוקית. קורס הסיחרורים עבר מספר גלגולים בחיל-האוויר. תחילה, נערך אימון בכניסה וביציאה מסיחרורים לחניכי קורס המדריכים של בית-הספר לטיסה של חיל-האוויר. לאחר מכן, הוחלט להעביר את הקורס לטייסת הסקיהוק, בהן שוהים כל טייסי הקרב בחורשי הטיסה הראשונים שלהם. בשנים האחרונות לא נערך הקורס המלא, ובמקומו נערכו אימוני כניסה ויציאה מסיחרורים מוגבלים במטוסי צוקית. במקביל, התקיים במרכז ניסויי הטיסה קורס סיחרורים במטוס F-16, קורס שיועד רק למפקדי טיסות הקרב וסגניהם. בתקופה הקרובה, כאמור, יחורש הקורס במתכונתו המלאה.

"במהלך הטיסות ייחשפו המדריכים לסיחרורים שמעולם לא ראו כמותם, בטח לא בבית-הספר לטיסה", אומר סא"ל מ', מפקד מרכז ניסויי הטיסה. "היו תקופות שגם החניכים וגם המדריכים חששו לבצע סיחרורים מלאים, ולכן היו מבצעים רק 'סיחרורים' של גלגול אחד, כדי לחוות את התחושה, ומיד היו יוצאים מהם. כאן אנחנו מתרגלים סיחרורים של שבוע ואפילו עשרה סיבובים".

אימון הסיחרור מתבצע כך: הטייס נוסק לגובה רב, מעל 20 אלף רגל, ומתחיל לבצע תנועות הגאים חריפות, כדי להיכנס לסיחרור.

לאחר מספר סיבובים, מבצע הטייס את הפעולות הנלמדות, ומייצב את המטוס. בחלק מהגיחות ישבו החניכים-מדריכים בתא האחורי, כדי לתרגל את תיפקודם כמדריכי טיסה בזמן כניסה פתאומית לסיחרור. "אפשר לתרגל סיחרורים גם בגובה של 12 אלף רגל", מסביר סא"ל מ', "אבל אנחנו עושים את זה בגובה של בין 18 ל-22 אלף רגל, ליתר ביטחון. בכניסה לסיחרור לא מכבים מנוע, ומכניסים את המטוס לסיחרור עם תנועות הגאים חריפות. לפעמים המטוס מגיע למצב, שבו הטייס יכול לעזוב את הגאים, והוא עדיין יישאר בסיחרור. במצב כזה, הטייס מרגיש שהוא מסתובב בתוך סביבון. במהלך הסיחרורים הראשונים, החניכים נוטים לאבד התמצאות. הקורס אמור להקנות להם את יכולת ההתמצאות והשליטה במטוס - גם בתנאים קיצוניים של סיחרור".

עמיר רגב

## החל הייצור הסדרתי של המחבט

מפעל מב"ת של התעשייה האווירית החל לאחרונה בייצור סדרתי של המחבט, המערכת המתנייעת החדשה של מערך הנ"מ. אבי-טיפוס של המחבט, המורכב מנגמ"ש הנושא תותח וולקן, שצויד גם בטילי טייגונד מונחי-חום, סיים בהצלחה בחינה מבצעית, וזכה לחוות דעת טובות מלוחמי הנ"מ. בחלק מלקחי הניסויים, יבוצעו במערכות המחבט הסידרתיות מספר שיפורים בתחום הנדסת האנוש ובביצועי המערכת. הייצור הסדרתי של המחבט יתבצע בשני

שלבים: נגמ"ש הוולקן יעברו בשלב ראשון שיפוץ במרכז תחזוקת הנשק המונחה של חיל-האוויר, ובשלב שני יועברו למפעל מב"ת, שם יותקנו עליהם מינשאי הסטינגר ומערכות נוספות, כמו אמצעים אפטיים משופרים, יחידת שליטה ממוחשבת, מערכת GPS לניווט ומצלמת תחקור.

מערכות הוולקן הראשונות שיעברו את ההסבה הן אלה שהגיעו בשנה שעברה מארה"ב, כציוד עודפים.

אורי עציין

## התקליטורים יחליפו את הספרות הכתובה

חיל-האוויר קולט לאחרונה מערכות של ספרות אלקטרונית עלי-גבי מחשב, שיחליפו את הספרות המקצועית הכתובה. המערכות הראשונות נקלטות בימים אלה בסוללות הפטריוט של מערך הנ"מ, כאשר שלושה תקליטורים מחליפים את 80 ספרי האחזקה של הסוללה. בעתיד, ייקלטו מערכות דומות גם בסוללות המחבט, כלי הנשק העתידי של מערך הנ"מ.

מערכת הספרות האלקטרונית של מערך הפטריוט, PATRIOT AIDED PALSA (LOGISTIC SUPPORT), כוללת מחשבי-נישא בעל מעבד 486, כונן CD-ROM, מרפסת, ושלושה תקליטורים.

שני התקליטורים הראשונים מכילים את כל הספרות המקצועית העוסקת באחזקת הפטריוט בדרג א', וכוללים הסברים, טבלאות ושרטוטים על החלפת מכלולים וכרטיסים אלקטרוניים. התקליטור השלישי עוסק



אנשים ואירועים בחדשות

## הולנד מתעניינת בטיל הפיתוח-4

שר ההגנה ההולנדי, פרופסור יוריס פורהובה, ביקר בראשית חודש אוקטובר בבסיס חיל האוויר במרכז הארץ. השר, מלווה בנציגי משרד ההגנה והצבא ההולנדי, ניצל את הביקור כדי לבחון מספר מערכות נשק ישראליות, שחיל האוויר ההולנדי מגלה בהן עניין.

באופן טבעי משך טיל הפיתוח-4, טיל האוויר-אוויר המתקדם של חיל האוויר, את מירב תשומת הלב. אל"מ ש', מפקד הבסיס, סקך בפני האורח את תכונותיו המיוחדות של הטיל, שהותקן על מטוס F-16. בנוסף ניתנה



לשר ההולנדי הזדמנות לנסות את כוונת הקסדה המתקדמת, הפועלת בשילוב עם הטיל החדיש. חשוב לציין, שחיל האוויר ההולנדי בוחן את האפשרות לרכוש טילים מסוג זה עבור מטוסי ה-F-16 שלו.

חיל האוויר ההולנדי החליט לאחרונה לרכוש פודי הנחיה ותצפית למטוסי ה-F-16 שלו, במטרה להעניק להם יכולת תקיפה מדויקת ביום ובלילה. מערכת הלייזר, הנחשבת לאחד משני המתמודדים הסופיים במיכרז ההולנדי, הוצגה במהלך הביקור בפני המשלחת ההולנדית. השר בחן גם את מסוק האפאצ'י, שנרכש לאחרונה על-ידי הצבא ההולנדי, לאחר ויכוח עיקש בפרלמנט המקומי. אנשי הצבא ההולנדי, שהעדיפו מלכתחילה את האפאצ'י על-פני המתחרה האירופי, לא הסתירו את שביעות רצונם מההחלטה, והאוינו בקשב רב להסבריו של מפקד חיל האוויר, האלוף איתן בן-אלהו.

בטיפול דרג ב' רד', העוסקים בתיקונים פנימיים ובחיווט מערכת הפטריוט.

המחשב והתקליטורים ימוקמו בקרון האפסנאות של הסוללה ובחדר הקצין הטכני, וישמשו את הצוות הטכני. בעתיד, יורכב בכל מחשב נייד כרטיס מודם אופטי, שיחבר למחשב המצוי בקרון הבקרה בכבל אופטי. בכך יוכל המחשב הנייד להתריע בפני הצוות הטכני על תקלות אפשריות במערכת הפטריוט, ויכוון את הטכנאי לאזור החומרה החשוד. עלות התוכנה, שפותחה על-ידי חברת "יית'און", כ-17 אלף דולר.

בענף נשק נ"מ בלהק ציור כבר מכינים את התשובה הישראלית: מערכת ספרות אלקטרונית דוברת עברית למערך המחבט, שייכנס בעתיד לשירות הנ"מ.

בדומה למערכת הפטריוט, ייקלטו בכל סוללת מחבט שני מחשבי פנטיום עם מסך צבעוני וכרטיס קול. על המחשב תותקן מערכת מידע ממוחשבת לתחזוקת המחבט, הכוללת ספרות טכנית, מערכת לניהול אחזקת הכלים ותוכנה לניהול עבודת הטכנאי. התוכנה פותחה על-ידי חברת "מהות" של

התעשייה האווירית, במקביל לייצורו הסדרתי של המחבט. התוכנה פועלת בסביבת WINDOWS, המבטיחה ניצול מולטימדיה מלא: התראות קוליות בעברית במקרה של איתור תקלה, תצוגת סרטי וידאו ואנימציה ממוחשבת.

דן פישל

## קונגרס לרפואת תעופה וחלל נערך בירושלים

לראשונה מזה 25 שנים, התקיים הקונגרס הבינלאומי לרפואת תעופה וחלל בירושלים. הקונגרס, הנערך בכל שנה במדינה אחרת, התקיים השנה בירושלים, במסגרת אירועי 3,000 שנה לעיר.

לקונגרס הגיעו משלחות ארחיות וצבאיות כמעט מכל המדינות עימן יש לישראל יחסים דיפלומטיים, החל ממוזמביק, דרך אפריקה ועד מדינות המזרח הרחוק. נציגים ממדינות ערב לא הגיעו, למרות שהזמנו. לאורחים נערך סיור מאורגן בבסיס חיל האוויר בחצרים, שם התרשמו מבית-הספר לטיסה, ביקרו באחת מטיסות הקרב וסיירו במוזיאון חיל האוויר הסמוך. בנוסף, ביקרו האורחים בתעשייה האווירית, בחברת "אלסינט" המייצרת ציוד רפואי מתקדם, במכתב ויצמן ועוד. במשך שבוע נערכו הרצאות מדי יום, אשר הועברו על-ידי משתתפים ממדינות שונות. "לא היו פריצות-דרך משמעותיות

בקונגרס", אומר אל"מ בני קצין הרפואה הראשי של חיל האוויר. "הכנסים הבינלאומיים האלה חשובים להחלפת מידע ויצירת קשרים בין רופאים תעופתיים מחילות-אוויר שונים, בעיקר כדי להפנות זה את זה במחקר ובפיתוח. נושאים כמו חילוף והצלת חיים, פיתוח ציוד רפואי מתקדם לרפואה אווירית ועוד, אינם דרושים רק בעיתות מלחמה. במלחמה, למרות כל המאמצים, תמיד נדרגים אנשים. בזמן הגיעה, אין שום סיבה לתאונות קטלניות באימוני שיגרה. לכן, לרפואה האווירית יש חשיבות רבה גם בתקופות רגועות."

רוני קרן



**בתמונה:** טיל החץ מיידיט טיל חץ אחר, שדימה טיל קרקע-קרקע. התמונה צולמה ברגע היירוט, ע"י יחידת ניסויי הטיסה של חיל האוויר, בניסוי היירוט האחרון של החץ-2. "זה היה אחד הניסויים המורכבים ביותר שביצענו, עקב הצורך לשגר ולעקוב אחרי שני טילים, המשווגים האחד מהים והשני מהיבשה", אמר סא"ל א', מפקד יחידת ניסויי הטיסה. ארבע וחצי דקות לאחר שיגור טיל המטרה מספיקת חיל-הים, שוגר הטיל המיידיט. באמצעות מכ"מ שדה הניסוי הונחה המיידיט לעבר המטרה, עד שזו נקלטה גם בעין חיישן הטיל, המשמש לביות הסופי.

## ערכת תאורה חדשה ליחידת החילוף

ערכת תאורה חדשה וניידת, שתייך לוחמי יחידת החילוף של חיל-האוויר בחילוצים ליליים, תוכנס בקרוב לשימוש מבצעי ביחידה.

הערכה, מתוצרת חברת "אוריס" הישראלית, מורכבת משלדת אלומיניום, שעליה מותקנים שני פנסי האלוגן חוקים,

בעוצמה כוללת של מאה ואט. הפנסים מורכבים בקצוות של שני מוטות טלסקופיים באורך של כ-8 ס"מ, המסוגלים להישלף לאורך של שני מטרים. בתחתית הערכה נמצא מצבר המאפשר שימוש של שתיים רצופות בערכה. משקלה הכולל של ערכת התאורה הוא 30 קילו, והיא נישאת על גבו של אחד הלוחמים.

הצורך בערכת תאורה, שתשמש את לוחמי היחידה בפעילות לילית, עלה כבר לפני מספר שנים. הדרשה הראשונית היתה לערכה

שתשמש את הלוחמים בעת פינוי נפגעים מפיגוע המוני המתרחש בשעות הלילה, אולם הערכה החדשה תוכל לשמש את הלוחמים גם בחילוף נפגעי תאונות דרכים, חילוץ חבלים ובמיתארי חילוץ והצלה אחרים של היחידה.

השימוש בערכה, שתהווה מקור אור עצמאי, נייד ובלתי תלוי בתנאי השטח, יבטל את הצורך בפעולות הנגדה של מטוסים ומטוסים מעל שטח החילוף הלילי או בשימוש באורות של מכוניות מזדמנות.

עמיר רגב



# אינטרנט

---

# חינם

---

אם אתה מגוי - שלח בדואר (ד"צ 01560, צה"ל) או בפקס (03-5695806) את שמך, כתובתך ומס' הטלפון שלך - ותוך ימים אחדים תישלח אליך תוכנת ההתחברות.

אם עדיין אינך מגוי - שלח המחאה בסך 90 ש"ח לד"צ 01560 צה"ל - ותוך ימים אחדים תזכה במגוי שנתי לבטאון חיל-האוויר, בתוכנת התחברות לאינטרנט וב-10 שעות חינם.

לפרטים נוספים: 03-5694153

**(-:) אינטרנט זהב**  
**להתחבר לעולם טוב יותר**

שרות ותמיכה 24 שעות ביממה, תשתית וטכנולוגיות מתקדמות חבילות שעות אטרקטיביות



אנשים ואירועים בחדשות

## מושג הקל"ב יבוטל

במהלך השנה הקרובה ייצא משימוש וייגנז בארכיוני צה"ל המושג המיתולוגי 'קל"ב'. "קרוב לבית" הולך הביתה. את היוזמה החדשה גיבש ענף חובה ומילואים באכ"א, ולפיה יבוטלו חוקי ההקלות הכללית ליישם שהיו נהוגים עד כה, ומעתה יישקל כל מקרה לגופו במסגרת הבסיס או היחידה.

הרעיון העומד מאחורי התוכנית החדשה, שנקראת הת"ש (הקלות בתנאי השירות), הוא טובת החייל. עד עתה, כל חייל אשר נזקק ללינה בבית או לשירות קרוב לבית, חויב לקבל את אישור הבק"ם. רק לאחר מסלול אישורים מורכב ואיטי, היתה מתקבלת ההחלטה האם להיענות לבקשת החייל ולשבצו מחדש.

על-פי תוכנית הת"ש, יצומצם מעתה מסלול האישורים ויכלול אך ורק את הגורמים הקשורים ישירות בחייל. מעתה, חייל שיבקש הקלה בתנאי השירות, יטופל רק במסגרת היחידה או הבסיס בו הוא משרת.

נכון לעכשיו, הגדרת הקל"ב הצה"לית היא עד 60 ק"מ. כלומר, חייל המשרת במרחק של עד 60 ק"מ ממקום מגוריו, מוגדר כ"קרוב לבית". לפי התוכנית החדשה, יורחב הקל"ב עד למאה ק"מ. כלומר, חייל המשרת בקריה ומתגורר בחיפה, יוגדר מעתה כ"קרוב לבית".

כפי הנראה, תופעל התוכנית החדשה עוד במהלך השנה הקרובה ותכלול את כל זרועות צה"ל, לרבות חיל-האוויר.

רוני קורן

## מסוקי יסעור 2000 נוספים לחיל-האוויר

חיל-האוויר החל באחזקה בביצוע חלקו השני של פרויקט יסעור 2000, במסגרתו יושבו מסוקי יסעור נוספים. העלות הכוללת של הפרויקט היא כ-34 מיליון שקלים, והעבודה תתבצע ביחידת האחזקה האווירית של החיל ובמפעל מת"א ירושלים של התעשייה האווירית. ביחידת האחזקה האווירית כבר החלו עבודות ההשבחה של מסוק ראשון.

פרויקט יסעור 2000 כולל שיפורי מבנה ואויזניקה מקיפים במסוקי היסעור. למסוק תוכננה מערכת אויוניקה חדשה, מתוצרת "אלביט", שמייצרת גם את מערכות ההגנה העצמית המתקדמות של המסוק, ביחד עם "דוקר". בסוף 1997 יסתיים חלקו הראשון של הפרויקט.

לפני כשנתיים נמסרו ראשוני המסוקים לטייסות, ולפני כשנה הוכרו היסעור 2000 כמבצעי. העבודה על קבוצת המסוקים הנוספת תסתיים בשנת 2000. המסוקים הראשונים שהושבחו, יעברו

בקרב סידרת שיפורי מבנה להגדלת משקל ההמראה של המסוק. השיפורים – שהם חלק מפרויקט היסעור 2000 – לא בוצעו עדיין במסוקים הראשונים שהושבחו. במקביל, יחלו בקרב ניסויי טיסה לבחינת מערכת מיווג-האוויר שתותקן בעתיד במסוקי היסעור 2000. המערכת תותקן במסוקים החל מהשנה הבאה, בעלות כוללת של כשמונה מיליון שקלים.

אודי עציון

## מקצועות חדשים לבנות בחיל-האוויר

חיל-האוויר מחדש בימים אלה את הניסיון להכשיר חיילות כמאבטחות מיתקנים. יותר מ-20 חיילות החלו את הקורס, המתקיים בבית הספר ללוחמת חי"ד בדרום, ומי שיסימו – ישרתו בבסיסי חיל-האוויר, או בבסיסים של חיל-המודיעין, שגם הוא משתתף בניסוי.

לפני כשנה נערך לראשונה קורס מאבטחות, אותו סיימו רק ארבע בנות, המשרתות כיום כמאבטחות באחד מבסיסי חיל-האוויר. הפעם, בניגוד לקורס הקודם, כל המשתתפות הביעו את הסכמתן לפני שנשלחו לקורס. גם תנאי השירות המובטחים למסיימות, שופרו. הן ישרתו רק חצי משירותן כשומרות, וגם אז, ישרתו לסירוגין שבוע

בבסיס ולאחריו יקבלו שבוע חופשי. את יתרת שירותן ישלימו המאבטחות בתפקידי מינהלה ומבצעים שאינם דורשים הכשרה ארוכה, כמו סמלות מבצעים, פעילות חינוך או פקודות. כל הבנות ישרתו כמאבטחות כאותו בסיס, כדי לעקוב אחר תיפקודן, לקראת הפיכת הקורס לקבוע. במחצית השנייה של השירות יוכלו הבנות לעבור לבסיסים אחרים של חיל-האוויר, בהתאם לצרכי החיל.

חידוש קורס המאבטחות הוא חלק מהמגמה לפתוח בפני בנות מקצועות בהם שירותן עד היום רק בנים. "אנחנו מנסים לשלב בנות במקצועות שבהם חסרים חיילים, כדי לענות על הצרכים", אומרת אל"מ עדי ברשדסקי, ראש מחלקת תכנון ומקורות. "זה לא פמיניזם. בכל מקום שבנות מסוגלות לתרום, נברוק את האפשרות לשלב אותן שם".

בנובמבר ייפתחו לראשונה גם קורסי קצינות תובלה, כלבניות ואפסנאיות כלליות. בקורסים ישתתפו רק בנות שהתנדבו אליהם, והם ילוו בפקוח צמוד של סוציולוג, שיעקוב אחרי הבנות גם לאחר הקורס, כדי לבחון את הצלחת הניסוי. הבנות שישרתו כאפסנאיות, יוצבו רק במחסנים של יחידות סדירות, ולא במחסני חירום, שם נדרש האפסנאי למאמץ גופני רב. אם יצליח הניסוי – מתוכננת הבנות לתפוס את מקומם של שליש מהבנים המשרתים במקצוע.

אודי עציון

# שירגל

ביה"ס להדרכת מקצועות התעופה

אנחנו מלמדים  
ואתם מריאים

קורסים ל:

רשיון לטיס פרטי \* רשיון לטיס מטחרי \* רשיון ALTP  
\* רשיון לרדי מלפון RT \* הגדר מכשירים ועוד...



שירגל - המראה מהספרים...

רח' היצירה 13, רעננה, טל. 09-917704 פקס. 09-917812

# קורס טיס פרטי - אזרחי

למד לטוס במסגרת אזרחית

טיסות כייף בארץ משדה התעופה הרצליה



מחירים אטרקטיביים במיוחד  
טיסת היכרות במחיר מוזל

לפנות ליחיעם קונסקר, חב' 'ברק', טל. 09-647161 פלאכון 050-350598



אנשים ואירועים בחדשות



הפוגה של סופר צילום: יעל חביליו

# מקורקע 1

## תמיד רציתי מטוס קרב משלי

אביב סופר, בן 31, רכש בצרפת מטוס פוגה מגוסטר, הטיס אותו לישראל ב־20 שעות שנמתחו על פני שלושה ימים, ועכשיו הוא ממתין לרשיון ממנהל התעופה.

"למה קניתי מטוס קרב? בשביל הכיף", אומר אביב סופר, תושב חיפה, המחזיק ברשיון טיס אורחי. סופר, בן 31, רכש בצרפת מטוס פוגה מגוסטר, ששימש כמטוס אימון בחיל האוויר הצרפתי, והטיס אותו לישראל. בכך היה לאחד הישראלי הראשון, שמבקש להפעיל בארץ מטוס צבאי לצרכים אורחיים. "זה כמו לקנות אפנוע כבד", הוא אומר. "הרבך שהכי מרגש אותי זה מטוסים מהירים, עם ג'י גבוה ונוף שחולף על פני במהירות גבוהה. אני טס הרבה שנים במטוסי תובלה, ומיציתי את העניין. התרגשות כזו אין לך על צסנה, אין לך על הרקולס, ואין לך על ג'מבו".

סופר הוא מבעלי חברת "אוויוניק", המתמחה בפיתוח ציוד אווירונאוטי, ונמנה עם הטייסים האורחיים הנודדים בארץ, המחזיקים ברישיון טיס בינלאומי על בואינג-747. לאחרונה החליט לממש את חלומו ולקנות מטוס פוגה, שמורד המינימום שלו בשוק האזרחי הוא 120 אלף דולר.

"אני נוסע בגרוטאה וגר ברידה שכורה, אבל תמיד רציתי מטוס קרב משלי", הוא אומר. "יצא לי לטוס בחו"ל על הרבה מטוסים משוגעים: המיג-19 היה גדול ומסורבל, הסקיייהוקים היו מיושנים, ורק כשהתיישבתי בפוגה הרגשתי חלק מהמטוס".

סופר רכש את הפוגה בתיווכו של סוחר מטוסים אמריקאי, שקנה אותו מעורפי חיל האוויר הצרפתי. לפני שנתיים היא עברה שיפוץ נרחב של מערכות האוויוניקה, ומנועיה הוחלפו בחדשים.

הפוגה, שעדיין נושאת את סמלי חיל האוויר הצרפתי, חומשה בשתי כוורות רקטות ובמקלעים, אך אלה הוסרו לפני ההמראה לישראל. "בעיקרון", אומר סופר, "אפשר לרכוש בחו"ל מטוסים גם עם חימוש המלא".

לאחר שחתם על הניירות והמטוס עבר לרשותו, לקח סופר מספר שיעורי טיס פרטיים ממדריך צרפתי, שקילל אתי בצרפתית כל פעם שעשיתי תנועה לא נכונה. "לאחר-כך, חמש בסרביל, מסיכת חמצן, תגור ומצננה, הטיס סופר את הפוגה משרדהיתעופה בצפון צרפת עד לשרדה התעופה בחיפה. "זו היתה טיסה מטורפת של יום ויליה

# מקורקע 2

## מבצע אוטונוב ד"ר אלכסנדר זוסמנוביץ, פסיכיאטר ישראלי, החליט לקנות לעצמו מטוס. הוא רכש אנטונוב-2, מטוס תובלה רוסי מימי מלחמת העולם השנייה, והטיס אותו ארצה במסע הרפתקני. סוף הסיפור: המטוס מקורקע במינחת מגידו, כיוון שאין לו היתר טיסה ישראלי.

גובה 13,500 רגל, אי שם מעל רכס הרי הטאורוס שבתורכיה. מטוס האנטונוב-2 של ד"ר אלכסנדר זוסמנוביץ' טס לאיטו, כשלתע נעלם את המכ"ם שלו. "איכרתי אותך", צרח הפקח בקשר, רגע לפני שגם הרדיו נותק. עוד רגע של חרדה בהרפתקה המוודה של זוסמנוביץ, שבמהלכה הטיס, עם חבר, מטוס אנטונוב-2 מליטא לישראל. היו להם שני מצנחים, מפות בנות 20 שנה, דלק מכוניות וסירת הצלה. בדרך, נעצרו עליידי המשטרה בנורושה, נעלמו ממסך המכ"ם בתורכיה ונחתו בתנאים קשים בקושינוב. "אבל למרות הכל", מסכם זוסמנוביץ, "לא הייתי מוותר על החוויה". זוסמנוביץ, 50, נולד בשוולי שבליטא. ב־1963 הצטרף למועדון דאיה וביצע את טיסת הסולו הראשונה שלו. כמה שנים מאוחר יותר

ניסה להתקבל לקורסטיס – אבל נדחה. ב־1965 החל ללמוד רפואה והתמחה בפסיכיאטריה. כשסיים את ההתמחה, גויס לצבא הרוסי, ושירת כרופא גרודי בחיל הרגלים. אחר-כך הוציא רשיוןטיס על מטוסים קלים מסוג וילגה ויאק-12. ב־1979 עלה ארצה, וכיום הוא מנהל מחלקת המיון בבית-החולים הפסיכיאטרי בסירת הכרמל. בשנת 1993 סיפר לו הנריקס בירבליס, מהנדס טיסה ליטאי, שאפשר לקנות מטוסים במחירים וזלים, באחדות ממדינות ברית"מ לשעבר. "חשבת שיש שיהיה סתמית, שרבר לא ייצא ממנה", אומר זוסמנוביץ. "אבל זמן מה אחרי שחזר חברו לליטא, קיבל שיחת טלפון בהולה. "יש מטוס, שלח לי כסף, דחוף", אמר לו בירבליס. זוסמנוביץ' קפץ על המציאה, ושיגר לליטא 30 אלף שקל. המטוס שברו בירבליס היה אנטונוב-2, מטוס תובלה אזרחי מימי מלחמת העולם השנייה. הוא היה זמין, שמיש, ומחירו מעורר גיחוך: עשרת אלפים דולר בלבד. "למעשה", אומר זוסמנוביץ, "הוא עלה רק חמשת אלפים דולר. יתר הסכום שימש את בירבליס לשוחר עבור פקידים שונים. גם אחרי נפילת ברית"מ, הביורוקרטיה שם איומה". בתחילה חשבו השניים להפעיל את המטוס בליטא. "שקלנו להקים שם חברתתעופה קטנה, ולהטיס מטענים ואנשים. עשינו כמה טיסות תובלה, אבל מרד מאוד הבנו שאין ביקוש לעסק כזה. המצב הכלכלי בליטא היה ירוד מאוד, ועלויות הדלק והתחזוקה היו גבוהות". למעלה משנה עמד האנטונוב במועדון טיסה בליטא, עד שזוסמנוביץ' הגה את הרעיון להטיס את המטוס לארץ ולהפעיל אותו כאן. המטוס אובזר בסירת הצלה, באפורי ציפה ובמצנחים, כיוון שמסלול הטיסה עבר מעל שלושה ימים: הים השחור, הים הכספי והים התיכון. "אבל הדאגה העיקרית שלנו", אומר זוסמנוביץ, "היתה הדלק. תכננו המסע



אנשים ואירועים בחודשות



האנטונוב של זוסמנוביץ, צילום: יעל חבילצו

וארכה כשמונה שעות. היא כללה ארבע ניידות משטרה ושמונה שוטרים, וחיבה לחסום קטעים מהכביש לסירוגין. שתי משאיות שימשו להובלת כנפי המטוס, ואילו הגוף, שאורכו 46 מטרים, הועמס על משאית תעבורה מיוחדת. כדי להעבירו בצמתיים, היה צורך לחתוך אחרים מעמודי התמרוקים ולשוב ולרתך אותם לאחר-מכן. בעיה נוספת היוו הגשרים לאורך הדרך. בחלקם עבר המטוס ברוחק, אך אחרים היה צורך לעקוף בשולי התבי. באתר הוגבה גוף המטוס על שמונה ג'קים והוצב על קונסטרוקציה שנבנתה מראש. אולם לאחר הצבת המטוס נתלעו בעיות בלתי צפויות: התברר כי הקרקע עליה הוצב הועברה לבעלות הצבא שנים ספורות קודם-לכן. לפני כשנתיים, קיבל דיין את אישור הצבא להשתמש בקרקע, אך כעת מקשה עליו מינהל מקרקעי ישראל, אשר אמור לקבל כל קרקע שמשתרע הצבא ולטפל בה על-פי חוק המכרזים. נכון לעכשיו, עלה הפרויקט על שרטון.

ראם בר

### מקורקע 3

## עלה על שרטון

כבר שלוש שנים משקיף מעל כביש קריית-שמונה-צפת, מטוס הבואינג-707 שרכש דוד דיין, בן מושב אליפלט הסמוך, כדי להקים בו פאב ומסעדה. בשנת ה'70, הוביל אותו מטוס את ראש הממשלה ראו, גולדה מאיר ואח"מים נוספים, בשירות חילהאוויר. כיום הוא ניצב ריק ומוזנח, לצד הדרך הראשית. 75 אלף דולר עלתה לריין רכישת המטוס, במרכז של התעשייה האווירית, והובלתו מלוד לאלפלט שבגליל העליון. בנוסף לבואינג, רכש דיין גם מספר גרול של מכלי דלק פגומים, שנועדו להפוך למאפרות ולאמנמים אחרים במסעדה. הובלת הבואינג נערכה בשעות הלילה,

לטוס בקו ישר לאנטליה ולחצות בדרך את הרי טאורוס. המטוס טס לאיטו, עד שלפתע נשמעה קריאה ממגדל הפיקוח באיסטנבול: "אני לא רואה אותך על המכ"ם!" "ניסיתי לענות לו", מספר זוסמנוביץ, "אבל או איבדנו גם את קשר הרדיו". אחרי כמה רגעי חרדה הסתבר להם, כי המכ"ם והרדיו הפסיקו לפעול בגלל זווית הטיסה שלהם. "לא איבדנו עשתונות, שמרנו על כיוון הטיסה עד שעברנו את ההרים, והופענו על המכ"ם של אנטליה. "נחתנו, תירלקנו, וחצי שעה לפני שתיכננו להמריא ליעד האחרון, חיפה, הגשנו את תוכנית הטיסה שלנו לפיקוח בשדה". אלא שאו הרדיו להם הפקח הראשי, כי ישראל אינה מאשרת את תוכנית הטיסה. "הבנתי שאני הולך להפסיד את מסיבת ברהמצועה של הבן שלי, שהיתה אמורה להיערך באותו יום. יצאתי קשר עם מינהל התעופה האזרחי, אבל רק למחרת, ב-3 ביולי, קיבלתי היתר כניסה לחיפה". עם מכלי דלק מרוקנים, עורר ניווט מיושנים וערפל כבד, המריאו השניים ליעד הסופי, ישראל. אלא שאו, כשכנסו למרחב האווירי, הודיע להם הפקח הישראלי שהם אינם מורשים לנחות בחיפה, והיפנה אותם לבך-גוריון. לבסוף, אחרי ויכוחים, נחת האנטונוב בחיפה. מהפיקוח חזרו לזוסמנוביץ' להסיע את המטוס לשטח הצבאי של המינחת, וכשעצרו, התברר להם שהם מוקפים בחיילים. "חצי שעה חקרו אותנו", מספר זוסמנוביץ, "אבל הבנתי את החשדות. מטוס זה, מתקש לנחות בחיפה. ברור, שחייבים לבדוק אותו". לברהמצועה, אנב, לא הצליח זוסמנוביץ' להגיע, והיא נערכה כעבור חודש. "בכל אופן, עמדנו במשימה העיקרית", הוא אומר, "הצלחנו להביא אנטונוב-2 לישראל". סוף הסיפור: המטוס מקורקע כיום במינחת מגידו. לטענת מינהל התעופה האזרחי, הוא אינו עומד בסטנדרטים מערביים. זוסמנוביץ' עדיין אופטימי. הוא מקווה לקבל רישון להטיס אותו בארץ. "אם לא", הוא אומר, "אשקוף למכור אותו בחו"ל ולקנות מטוס אחר". מה שמחזיר אותנו לנקודת המוצא.

נדב נוקד

הושפע מהשאלה העיקרית: איפה נשיג דלק נוסף כדי להמשיך לטוס, גם אם זה על חשבון הארכת המסלול". כליטא תירלקו השניים את המטוס, והכניסו שלוש חביות של 600 ליטר דלק, כדי לתדלק מהן בקישינוב. "לקחנו דלק של מכונית, בנוזן אקטן 98. המטוס הזה כל-כך סובלני, שאפילו דלק של מכוניות הוא מסכים לשתות". כשהכל היה מוכן, הטיסו השניים את האנטונוב לשרהתתעופה הלאומי בקובנה. 26 ביוני, המריא המטוס מקובנה שכליטא לעבר ורשה שבפולין. שנה קודם-לכן, התפרסמה בעיתון תעופה פולני כתבה על טייסים ליטאים שהבריחו, באנטונוב-2, פועלים ויאטמים וטרורים דרך הגבול עם פולין. זוסמנוביץ', שקרא את הכתבה, היה מוראב. "היה לי חשש שאנחנו, שטיסים באנטונוב-2 ליטאי לפולין, עלולים, לאור הפרסום בעיתון, להפוך לחשודים בהברחה". עבור זוסמנוביץ', יש לציין, השעון תיקתק. פרט להבאת המטוס לישראל, היתה לו משימה נוספת: הוא היה חייב להגיע למסיבת בר-המצווה של בנו, שהיתה אמורה להיערך ב-2 ביולי. אחרי נחיתה קלה ללא בעיות, הכינו השניים את המטוס לטיסה אל היעד הבא. "התגענו את המנוע", ממשיך זוסמנוביץ, "ואז, כשכבר היינו מוכנים להמראה, הגיעו אלינו שוטרים וביקשו בתקיפות שנבוא למפקד משטרת השדה. זו היתה הצעה שאי אפשר לסרב לה. החששות שלי הפכו למציאות. במשך ארבע שעות החזיקו אותנו בלי להסביר מה רוצים מאיתנו. אחר-כך הביאו כמה טפסים וחזרו מספר פעמים על המלה 'וצ'ימניה'. בנחתה לא הבנתי מה הם רוצים, אבל בסוף תפסתי שהמלה 'וצ'ימניה', פירושה מעצר. חוקר פולני אמר לנו שאנחנו עצירים באשמת הברחה של ויאטמים וטרורים". זוסמנוביץ' יצר קשר עם הקונסול הישראלי בפולין ושחרר מהמעצר. בירבליס, לעומתו, נלקח לכלא המקומי בורשה. "בשארתי חסר-אונים", מספר זוסמנוביץ', "עם חבר בכלא ומטוס מקורקע. הגעתי לבית הטייסים, מלון המשמש בעיקר את הטייסים המגיעים לשרהתתעופה". אחד מהם, בשם לברטוביץ, היה הטייס האישי של לך ואלנסה, אז נשיא פולין. זוסמנוביץ' סיפר לו על מטוס האנטונוב ועל המעצר של בירבליס. "תיכף אני מתקשר למנול הזה, למפקד המשטרה", הבטיח הטייס. "לא יתכן שיעצרו טייסים תתם כך". לברטוביץ התקשר למפקד המשטרה, וכשסיים את השיחה הבטיח לזוסמנוביץ': "החבר שלך ישתחרר מחר בבוקר". וכך היה. ב-29 ביוני המריא המטוס מורשה לכיוון קישינוב. "כשיירדנו מהמטוס בשדה קישינוב", מספר זוסמנוביץ', "הגיעו אלינו אנשי ביטחון וועמים, והחלו לצעוק איך העזנו לנחות בלי היתר כניסה למדינה". אבל במולדובה, הסתבר לשניים, אפשר להסתדר אחרת: 50 דולר לכל אחד מאנשי הביטחון, והם שכחו מעניין אישור הכניסה. מהשהד בקישינוב המריאו השניים לאיסטנבול שבתורכיה. הם קיבלו זכות מעבר מעל הים השחור מבולגריה ורומניה, כשהבולגרים, שביצעו באתו זמן תמרוקים צבאיים, אישרו להם לטוס רק בגובה 6,000 רגל. ב-2 ביולי המריאו מאיסטנבול, והחליטו



הבואינג של דיין, צילום: יעל חבילצו



אנשים ואירועים בחדשות

## אל"מ בני, ראש מחלקת פיתוח בחיל-האוויר:

# "מי שינצח בשדה הקרב הדיגיטלי, ינצח במלחמה"

**סקאדים:** באחרונה פורסם שהמורים החלו להרכיב טילי סקאד. זה נשמע מרשים, אבל בשבועונים את הנושא, מגלים שמדובר בטכנולוגיה מיושנת, ושהם רוכשים את רוב המרכיבים מספקים זרים • **מל"שים:** מל"שים יהיו דומיננטיים יותר במשימות כמו תצפית וסיוור. קשה לי לראות אותם מחליפים את המטוסים המאוישים • **לייזר:** חיל-האוויר נכנס לתחום חדש ומתפתח, שצפוי לו עתיד גדול. אם ישקיעו בלייזר את התקציבים המתאימים, הוא ישנה את כללי המשחק בתחום הנ"מ

מדינות רבות בעולם פיתחו מנגנונים כאלה, הכוללים הקצאת ארזו קבוע מתקציבי הביטחון למו"פ, גם בתקופות רגועות יחסית, שבהן אין סיכון קומי בטווח הנראה לעין. תהליך השלום הרביל להידוק הקשרים בין חיל-האוויר לחילות-אוויר זרים. יש לה ביטוי גם בתחום המחקר והפיתוח? לא בטוח שתהליך השלום הוא הגורם לכך, אבל אין ספק שבנוסף לקשרים ההיסטוריים עם חיל-האוויר האמריקאי, מתהדרים הקשרים שלנו עם חילות-אוויר זרים נוספים, גם בנושאי מחקר ופיתוח.

התחממות היחסים עם חילות-האוויר האירופיים, למשל, עשויה להוביל לתוכניות פיתוח משותפות. לאור עלויות הפיתוח הענקיות, ככל שהפיתוח נחלק בין מספר גדול יותר של שותפים, ניתן לבצע יותר. ככל שיש דמיון רב בין הצדדים, ההצלחה של שיתוף פעולה תהיה גדולה יותר, ויש כמה מדינות באירופה שמתאימות להגדרה זו.

יש תחומים רבים שאנחנו יכולים לפתח בשיתוף עם מדינות זרות, כמו המכ"ם, מיחשוב מוטס, מערכות קשר וסוגי חימוש מסוימים. אבל הרשימה מוגבלת - תמיד יהיו פרייקטים שצריכה לשמור כהפתעה למלחמות הבאות. מערכות שאנחנו רואים אותן כמערכות הכרעה, שיביאו את הניצחון במלחמה, נעדיף לפתח לבד, בארץ.

**בארה"ב תופס היום תאוצה פיתוח ה-JSF, מטוס הקרב המשולב, שיריש את ה-F-16. במקביל, נשלם הפיתוח של ה-F-22. שניהם נחשבים חריגים: פיתוח של מטוסי קרב חדשים הוא אירוע נדיר כיום, ומטוסי קרב נשארים בשירות שנים ארוכות, הרבה יותר מבעבר. מדוע זה קורה?**

פיתוח דור של מטוסי קרב דורש תקציבים אדירים, שיש כיום רק למעצמה כמו ארה"ב, למרות שאפילו שם כבר מהדקים את התגורה. במקביל להתייקרות פיתוח הפלטפורמה, הבינו בעולם שאפשר לשפר את הכוח בצורה דרמטית גם על-ידי תוספת של אוויוניקה משופרת וחימוש מתקדם יותר. שיפור שפעם היה מושג באמצעות פלטפורמה מעורכנת, מושג כיום, בעלות נמוכה יותר, על-ידי שיפור היכולות של מערכות האוויוניקה ושל החימוש האווירי.

תחום המחקר והפיתוח של חיל-האוויר מתרכז בתחומים המשלימים את הפלטפורמות שאנחנו רוכשים בחו"ל. העיקרון המנחה הוא להכוש בארה"ב את הפלטפורמה הטובה ביותר, ולשפר אותה בארץ. הטייסים האירופיים שלנו, ומערכות האוויוניקה והחימוש המתקדמות המיוצרות בישראל, הם הישגים המרכזיים. אסור לשכוח, שהמטוסים שאנחנו קונים בארה"ב, מגיעים כיום גם למדינות אחרות באזור. לכן, אנחנו חייבים להמשיך ולשפר את הפלטפורמה כדי לשמור על היתרון שלנו מול מדינות עוינות.

**באיוז רמה נמצאת פעילות המחקר והפיתוח במדינות ערב לעומת הפעילות בישראל?**

הפעור בתחומי המו"פ בינינו לבין מדינות ערב גדול מאוד. התעשיות הבטחוניות בארץ מסוגלות לפתח ולייצר אמצעי לחימה, שמדינות העימות מסביבנו יהיו מסוגלות לבנות רק בעוד שנים רבות. הפער נובע בעיקר מהיכולות שלנו בתחום אבני הבניין הטכנולוגיות, המהוות את הבסיס לפיתוח מערכות נשק. התעשיות הבטחוניות בישראל הצליחו להגיע לרמה כזאת, שהן מסוגלות לבנות מערכות נשק המבוססות על מרכיבים מקומיים, עם טכנולוגיות שפותחו בארץ.

מדינות ערב עוד רחוקות מיכולת כזאת. לאחרונה פורסם כי הסורים החלו להרכיב טילי סקאד. זה נשמע מרשים, אבל כשבוחנים את הנושא הזה לעומק, מגלים שבעצם מדובר בטכנולוגיה מיושנת, ושגם כך, הם רוכשים את רוב המרכיבים מספקים זרים. שמירה על הפער בתחום המחקר, הפיתוח והטכנולוגיה, היא אחת הדרכים החשובות לשמור על הפער האיכותי בינינו לבין מדינות ערב. בתחומים אחרים קשה יותר לשמור על הפער: חלק ממדינות ערב רוכשות את אותם המטוסים שאנחנו מפעילים, ומתאמנות בתורות לחימה מערביות, דומות לשלנו. בהשקעה לא גדולה אפשר לשמור ואף להעמיק את הפער הטכנולוגי.

**איך עושים את זה?**  
צריך להמשיך ולהשקיע בפיתוח. גם בהנחה שתקציב הביטחון לא יקטן בשנים הבאות, צפוי שהלחץ על נתח התקציב המוקצה למו"פ יגדל, בגלל העלויות השוטפות ההולכות וצומחות. לכן, חייבים למצוא את הדרך להגן על תקציבי המו"פ, כדי שגם בעתיד נוכל ליהנות מפירותיו.

בהנדסת חשמל, שירת במטה חיל-האוויר, בלהק ציור. ב-1986 שימש כקצין פרויקט מערכת ל"א בארה"ב, ולאחר ששב לארץ שימש כמפקד בית מלאכה בבסיס האחזקה לציור אלקטרוני (במצ"א). ב-1993 הועלה לדרגת אל"מ, ומונה לראש מחלקת פיתוח. באילו כיוונים מתמקד כיום המחקר והפיתוח של חיל-האוויר?

בימים אלה מסיים אל"מ בני, ראש מחלקת פיתוח בחיל-האוויר, 25 שנות שירות, אותן החל כטכנאי לוחמה אלקטרונית. ב-1971, כאשר התגייס, נשלח לקורס האחרון של טכנאי ה"בלת", מערכת הלוחמה האלקטרונית הראשונה של חיל-האוויר. בשנים שהלפי מאז, הפך תחום הלוחמה האלקטרונית לעיסוקו העיקרי. לאחר שסיים לימודי תואר ראשון

## הודעה על זכאות לרישום לוחמי צה"ל - עמותת דיוור לחיילים קרביים

בתוקף תפקידי הריני להביא לידיעת הציבור:

1. סעיף 2 לתקנון העמותה קובע כי מטרת העמותה, בין היתר, "לפעול ללא מטרת רווח, להקמת ישוב ו/או שכונות מגורים למגוריהם של חברי העמותה - לוחמי צה"ל ששירתו כחיילים קרביים".

2. זכאי להגיש בקשה להצטרף כחבר לעמותה, מי שעומד בתנאים המצטברים כדלקמן:

- א. שירות (בעבר/בהווה) כחייל קרבי (לוחם) בצה"ל.
- ב. עד גיל 38.
- ג. ללא עבר פלילי.

3. אין באמור לעיל כדי למנוע מהועד/ועדת הקבלה לדרוש כל מסמך/לקיים כל בדיקה, כתנאי להצטרפות המועמד.

4. הודעה זו היא בגדר מידע כללי בלבד. ההוראות המחייבות הן כקבוע בתקנון העמותה ובהחלטות הועד. ההודעה מיועדת לנשים ולגברים כאחד.

טפסי הרשמה ניתן לקבל במשרדי העמותה, רח' דיזינגוף 50 ת"א טל: 03-6204601.

לימור טופז הלוי, עו"ד  
יועצת משפטית

## דואר אוויר

במסגרת המדור "דואר אוויר" נענה לשאלותיכם בנושאי חיל-האוויר, תעופה אזרחית וצבאית, היסטוריה אווירית, טכנולוגיה וחלל. אתם מוזמנים לפנות אלינו בכתב, לד"צ 01560 צה"ל, או בפקס 03-5695806. לצערנו, לא נוכל לענות במסגרת המדור לשאלות העוסקות בנושאים מסוגים.



### ה אם יש חשיבות כלשהי לצבעים השונים של מטוסי חיל-האוויר?

עמית מישור, גבעת אלה

כל מטוס בחיל-האוויר ממלא תפקיד משלו, ולכן נצבע בצבעים המתאימים לאופי משימתו. מטוס האפאצ'י, למשל, תוכנן במקור ללחימת לילה, וצבע ההסוואה שלו משתלב היטב בחשיכה. לעומתו, מטוס ה-F-16, המיועד למשימות תקיפה, נצבע בצבעים מנומרים, כדי שישתלב היטב בתוואי הקרקע כאשר הוא טס בגובה נמוך. מטוס ה-F-15, המשמש כמטוס ירוט, צבוע בצבעי כחול-אפור, בגוני השמיים.

### ע ברתי ניתוח להסרת קוצר-ראייה. האם אוכל להתקבל לקורסי-טיס?

אורן, חיפה

רס"ן ד"ר בני שלו, רופא עיניים מהחידה לרפואה אווירית של חיל-האוויר: "לצערנו, אין אגנטה יכולים לאפשר למועמד, שעבר ניתוח להסרת קוצר-ראייה, להתקבל לקורסי-טיס. הניתוח מתקן אוזנכם את קוצר-ראייה, אך פוגע באיכות הקרנית. איש צוות-אוויר, שפעילותו מחייבת שעות של ריכוז וראייה מדויקת – גם בתנאי עייפות או דרך אמצעי ראיית לילה, לא יוכל למלא את תפקידו כראוי. במקרים מסוימים, אנו מוכנים לקלוט מועמדים בעלי קוצר-ראייה קל לקורסי הטיס, אך מיעדים אתם מראש למערך המסוקים. מצבם של מועמדים אלו טוב יותר ממועמדים שעברו ניתוח להסרת קוצר-ראייה. ראייתם אוזנכם הלשה יותר, אך עדשות מגע או משקפיים עדיפים במקרה זה על התערבות כירורגית בעין עצמה".

### כ מה זמן דרוש למטוס F-15 או F-16 לטוס במבצע מלא מהנקודה הצפונית ביותר בארץ, נניח מטולה, עד הדרומית ביותר, נניח אילת?

רן מימוני, מתחזקוה

בתנאים סטנדרטיים, ללא התנגדות זמי רוח וגורמים אחרים, מסוגל ה-F-15, שטס בגובה 45 אלף רגל ובמהירות מירבית של כ-2.5 מאך (2,655 קמ"ש), לגמוא את המרחק בין מטולה לאילת ב-9.4 דקות בלבד. ה-F-16, בתנאים אלו, שיטוס במהירות מירבית של 2.05 מאך (2,177 קמ"ש), יגמא את המרחק ב-11.4 דקות. לצורך השוואה, למטוס נוסעים מדגם בואינג-747, שמהירותו המירבית כ-950 קמ"ש, תידרש כחצי שעת טיסה ממטולה עד אילת, מרחק של כ-415 ק"מ בקו אווירי.

### כ מה מטוסי אויב הפיל חיל-האוויר עד היום?

גיל ריוה, חומית

מ-1948 ועד היום, הפיל חיל-האוויר 686 מטוסי אויב. 18 מטוסים הופלו במלחמת העצמאות, שבעה מטוסים במבצע קדש, 60 מטוסים במלחמת ששת הימים, 111 מטוסים במלחמת הרתשה, 277 מטוסים במלחמת יום-הכיפורים ו-88 מטוסים במלחמת לבנון. בין המלחמות הופלו עוד 125 מטוסי אויב, רובם בשנות השבעים. רק 23 מטוסים ישראלים הופלו על-ידי מטוסי אויב, ונתונים אלה מעמידים את יחס ההפלות בינינו לבין מדינות ערב על 1:30.

### ע ל איזה עיקרון פועלים מטוסים חמקניים?

אליעזר קורליי, ומתגן

מטוסים חמקניים, דוגמת ה-B-2 ו ה-F-117 המפורסם, תוכננו כך שקרני מכ"ם הפוגעות בהם, יבלעו בגוף המטוס או יוסטו הצידה כך שלא תחורבנה ישירות למכ"ם ולא יתגלה מיקומו המדויק של המטוס. תכנון חמקני שכזה מתבסס על שימוש בחומרים מרוכבים, בעלי תכונות פיזיקליות המאפשרות להם "לבלוע" או להסיט קרני מכ"ם. בזכות השימוש בחמקנות, ה-F-117, מטוס הקרב החמקן הראשון, נקלט על מסך המכ"ם בצורת עצם בגודל ציפור.

### מהו הפרויקט או הטכנולוגיה המתקדמת ביותר שנמצאים כיום בפיתוח?

יש שורה של פרויקטים שנמצאים כיום בפיתוח, פרויקטים שיאפשרו לצה"ל להפתיע ולהכריע במלחמות הבאות. באופן טבעי, לא ניתן לחשוף אותם. ניתן לומר, שהם מהווים שילוב של טכנולוגיות חדשות עם תורות לחימה מקוריות, המתאימות לצרכים שלנו. הרגש הוא על אינטגרציה נכונה בין המרכיבים האלה.

כשמסתכלים על שאר העולם, ארה"ב בולטת מעל כולם. בסוף המאה ה-20, הצבא הטוב ביותר, יהיה זה שייעד להשתמש בספקטרום האלקטרומגנטי בצורה היעילה ביותר. לצבאות שיוכלו להעביר מידע רב יותר, במהירות רבה יותר, לתקשר טוב יותר – תהיה תמונת הקרב הטובה יותר. מי שינצח בשרה הקרב הדיגיטלי, ינצח במלחמה. בתחום הזה האמריקאים השאירו את כל העולם מאחור, והם ממשיכים לפתח אמצעים, שישמרו על הפער לטובתם. היכולת הגלובלית של ארה"ב בתחום מערכות התקשורת, המודיעין ומערכות המחשוב והשליטה – היא חסרת תקדים. זה מה שהופך את ארה"ב למעצמה היחידה כיום.

### הלייזר זוכה היום לעדנה מהודעת, שאחת מתוצאותיה היא פרויקט הנאוטילוס, בו שותף גם חיל-האוויר. מתי נראה תותחי לייזר במטוסי קרב?

הלייזר יש הרבה שימושים אפשריים. צריך להפריד בין לייזרים קטלניים הגורמים נזק, לבין לייזרים המהווים חלק ממערכות לא קטלניות, כמו כוונת לייזר או ג'ייזר לייזר לניווט. הלייזרים מן הסוג האחרון נמצאים כבר היום בשימוש מבצעי בחיל-האוויר, ברמותם של מערכת הלנצ'ר להכישת מטרת והנחית חימוש, ג'ייזר לייזר לניווט ב-F-15, ומר טווח לייזר במטוקי הקוברנה.

אפשר לומר שהלייזר הוא נשק קטלני כמעט אידיאלי: הוא מגיע למטרתו במהירות האור, יש לו עצמה רבה, ולא ניתן לשבש אותו. לעומת שיגור טיל יקר, שיגור לייזר הוא מיידי ועלותו נזיחה. למרות שאנחנו עוד רחוקים מהיום בו מטוסים יפילו אחד את השני עם תותח לייזר, למערכות לייזר קרקעיות או מוטסות, המתקנות במטוסי תובלה גדולים, יש פוטנציאל שניתן למימוש כבר בעתיד הנראה לעין. מערכות כאלה יוכלו לפגוע בטילים באליסטיים ובכלי טיס אחרים. לייזר עדיין אין העוצמה הדרושה להפיל מטוסים, אבל הוא יוכל לפגוע בטייסים ובחלק מהמערכות המוטסות.

הנאוטילוס מהווה סנונית ראשונה לדרך מערכות לייזר שנראה כשדה הקרב בעתיד. זאת הפעם הראשונה שנבנית מערכת מבצעית המבוססת על לייזר להשמדה, חיל-האוויר נכנס כאן לתחום חדש ומפתח, שצפוי לו עתיד גדול. אם ישקיעו בלייזר את התקציבים המתאימים, הוא ישנה את כללי המשחק בתחום הנ"מ. המהפכה לא תתחולל בשנים הקרובות, אבל היא תגיע. הנאוטילוס הוא רק אבטיפוס. אחריו יבואו מערכות לייזר נידרות וקומפקטיות יותר, שיגבירו את האטרקטיביות של מערכת הנשק הזאת.

אודי עציון



התפתחות איריה בין שנות ה-40 לשנות ה-80. כיום התחושה היא, שהיחס בין ההשקעה בפיתוח והשיפור בשטח אינו שווה: כל שיפור קטן בביצועים הופך יקר מאוד. תחום האוויוניקה, לעומת זאת, נהנה מפריחה, בזכות ההתפתחות המהירה והמתמשכת של המחשבים ושל טכנולוגיות התקשורת. המצב שונה, אגב, בתחום המטוסים הלא מאוישים. בתחום הזה, שנהנה בשנים האחרונות מפריחה גדולה, מתנהל פיתוח מאסיבי של הפלטפורמה המל"טים מתפשטים למשימות חדשות, תהליך שעבקותיו הם גדלים, שהשיחה שלהם כאוויר מתארכת, והם מצטיידים באוויוניקה מתקדמת.

### לאן תוביל ההתפתחות הזאת? קשה עדיין להתנבא. בשנים הנראות לעין קשה לי לראות מל"ט שיכול להחליף פלטפורמות מאוישות במשימות המרכזיות של חיל-האוויר. מצד שני, אפשר בהחלט לצפות שמל"טים יהיו דומיננטיים יותר במשימות כמו תצפית וסיוע, משימות שהן פחות מורכבות מביטח הטיסה.

מה מגביל היום את התפתחות המל"טים? יש שלוש מגבלות עיקריות: קבלת ההחלטות ללא נוכחות טייס אנושי, השליטה וההפעלה של הכלים בטווחים ארוכים, ואמינות הכלים. קשה מאוד להחליף את הטייס כמפעיל בשלדירחוק, גם אם הוא נעזר במערכות השליטה המתקדמות ביותר. גם השליטה בכוח אווירי לא מאויש, שפועל דרוק מבטיח, היא אתגר טכנולוגי לא פשוט, אפילו באמצעים הקיימים היום.

מיגבלה אחרת היא נושא האמינות. המל"טים לא הניעו עדיין לרמת האמינות של מטוסים מאוישים, ושיפור האמינות הוא תנאי חשוב להרחבת השימוש במל"טים. עד שהמיגבלות האלה לא יוסרו, קשה לחזות הפעלה משמעותית של מל"טים במשימות המרכזיות של חיל-האוויר, בהן הטייס הוא עדיין הגורם הדומיננטי.

מגנסיון העבר, אין לי ספק שהטכנולוגיה תפתיע ותספק את התשובות. לפחות באותם תחומים בהם יש למל"טים יתרון על מטוסים לא מאוישים, צפוייה התפתחות בעתיד הקרוב והבינוני. במשימות הדרושות שהייה ארוכה ופעולה באזורים עתירי איום, המל"טים יציעו ביצועים טובים יותר, בעלות נמוכה יותר. עם זאת, ברגע שהמל"טים יצוירו באוויוניקה מתקדמת, הם כבר לא יהיו וולטים כפי שנוטים לחשוב.



# קרב לו צל"ש

# על כך שלא

# הפילו את

# המייגים



האלוף גדעון שפר,  
בתצלום מהתקופה  
בה היה מפקד  
טייסת פאנטומים

# פרסום ראשון



זו היתה אחת הגיחות הייחודיות שביצעו מטוסי חיל־האוויר מאז ומעולם, אבל היא נכנסה להיסטוריה בזכות העובדה שהטייסים שהשתתפו בה נמנעו במכוון מהפלת המיגים שהוזנקו לעברם. הכל החל בגיחה מורכבת במדינת אויב, שנכשלה עקב מזג־אוויר מעונן. מטוסי הפאנטום שבו על עקבותיהם מבלי שהשלימו את המשימה, אך לדוע מזלם התגלו על־ידי המכ"ם של אותה מדינה. כעבור חמישה ימים, כאשר שבו לאותה נקודה, כבר לא בהפתעה, ידעו שמצפים לבואם. ולמרות זאת, נאסר עליהם להיכנס לקרב־אוויר עם המטוסים שיוזנקו לעברם, כדי לא לגרום להסתבכות מדינית מיותרת. המיגים אכן הופיעו כצפוי, אך הטייסים, האלוף גדעון שפר, אז מפקד הטייסת ומוביל הגיחה, ואל"מ (מיל') דן, הצליחו לחמוק מהם מבלי להפילם - למרות שהיו יכולים. עם שובם ארצה, זכו אנשי הצוות בצל"ש על ביצוע המשימה ועל כושר ההתאפקות שגילו. המיגים, אגב, לא הצליחו לחזור לבסיסם בשלום - למרות שלא התפתח קרב־אוויר בינם לבין הפאנטומים

דן פישל





# ת

חילת שנות השמונים, טייסת הפאנ"טוים "העטלף". בחדר תדריכים תחתון, שנראה כמו טפט אחד גדול של מפות, בוחן צוות מצומצם, שותף סוד, את פרטיה של גיחת סיור במי דינת אויב. הגיחה מורכבת הרבה יותר מכל גיחה שיגי רתית, וכל מילימטר נחרש ומוצלב חמש פעמים: דרכי הגישה, ארצות המעבר, נקודות התידלוק. חלק מהמי פות לא מתואמות: במפה אחת אותו כביש מופיע ב" מרחק חמישה מייל ממיקומו במפה האחרת, והעבודה מתמשכת ומתארכת.

התיכונן היה מדויק, ונגע בפרטים הקטנים ביותר. קרוב למועד הביצוע התחילו הטייסים להתאמן בציי לום מודלים רבים, שדימו כמעט במדויק את פרופיל הטיסה. במקביל, התאמנו בטיסות לכל אורכה של ישראל.

"כבר מההתחלה היה לי ברור שנצא לגיחה מאוד מורכבת", אומר האלוף גדעון שפר (שפורד), מוביל הגיחה ומפקד הטייסת דאז, וכיום ראש אכ"א. "י-דעתי שאם לא נתגלה, הכל יעבור בשקט, ואם נתגלה - נסתבך בקרב-אוויר. האפשרות שלא נחזור מהי גיחה הזו, בהחלט עלתה לי בראש. אבל הייתי סמוך ובטוח שמה שתיכננו יעבוד, ואם יהיו בעיות, נדע להסתדר".

מספר שנים קודם-לכן, בנובמבר 1973, נפגע מטורי סו של שפר, אז טייס פאנטום צעיר, מטיל SA-2, כאשר היה בגיחת צילום מעל שטח מצרים. בגובה 48 אלף רגל ובמהירות 1.8 מאך נטש שפר את המטוס - מגובה שאיש לפניו לא נטש בו ונותר בחיים. הוא נפל בשבי המצרי, וכעבור שבועיים חזר הביתה עם 52 אחווי נכות, גב פגוע וכתף משותקת שלא נרפאה עד היום. תקופה ממושכת ניהל מאבק עיקש כדי לחיזר לטוס, עד שהכניע את המערכת הרפואית. הוא החל לטוס במסוקי קובריה, מונה למפקד טייסת סקיהוק ובתחילת שנות השמונים קיבל את הפיקוד על טייסת הפאנטומים "העטלף". מאוחר יותר היה ראש מחלקת מבצעים, מפקד בסיס חצור, ראש להק אוויר וראש מטה חיל-האוויר. בשנה שעברה מוינה לראש אכ"א.

בתדריך שנערך לפני המבצע הדגיש מפקד חיל-האוויר דאז, דוד עברי, כי יש להימנע ככל האפשר מהי פלת מיגים, גם אם אלה יוזנקו לעבר הפאנטומים. הסתבכות בקרב-אוויר, התריע עברי, תגרום להסתבכות מדינית מיותרת ולא רצויה.

אחרי שהתיכוננו והאימונים הסתיימו, החלה הימתנה לרגע המתאים, בו כל הנתונים יאפשרו את הגיחה: מוגי-אוויר, מודיעין ומצב מדיני. מספיק שאחד הגורמים לא יתאים, כדי שהמטוסים לא ימריאו. וי-דווקא ביום הגיחה, מסתבר, קרה הבלתי-צפוי.

בשעת בוקר מוקדמת תידרך גדעון שפר, מוביל הגיחה, את צוותי ארבעת מטוסי הפאנטום. לחלק מאנשי הצוות זו לא הייתה הפעם הראשונה בטיסה מעל ארצה מדינה, אולם עובדה זו לא הקטינה את רמת המתח. "הייתי מתוח", מודה האלוף שפר. "ראשית, הי-ששתי שתתגלה תקלה במטוס המוביל, ואז מישוהו אחר, בדקה האחרונה, יקח את מקומי. קיווייתי שאם תתגלה תקלה, לפחות שתתגלה מוקדם, כדי שאוכל להחליף למטוס אחר".

המטוס היה תקין, ובליווי של מטוסי F-15, המריאו ארבעת מטוסי הפאנטום מבסיסם במרכז הארץ. בתידלוק האווירי שנערך עוד בתחומי ישראל, על-ידי מטוסי סקיהוק, מעיד שפר שהמתח לא פג, ושחי-ששותיו מפני תקלה כמעט התאמתו: לפני שהתחבר

לסל התידלוק של הסקיהוק, פרץ מהסל זרם חזק של דלק שפגע במטוסו. למרבה המזל, הדלק לא חדר למנוע, ובכך נמנעה תקלה חמורה.

עבור האלוף שפר, המשימה היתה בנויה שלבים-שלב. אחרי כל שלב בגיחה שהסתיים בהצלחה, מחק לעצמו שלב נוסף בדרך להשגת המטרה. כך נהג גם אחרי התידלוק, שהסתיים בהצלחה.

הדקות חלפו, המטוסים חצו את הגבול, והנופים החלו להתחלף לנופים זרים ולא מוכרים. הנטייה בטיסה היא להסתתר כמה שיותר, להתחבא בצל ההרים, להיכנס לוואדיות, לצלל כל נקיק סלע כדי לטוס לידו, ולהימנע מגילוי על-ידי המכ"ם.

"קשה להתחבא באזור שחיים בו אנשים", אומר האלוף שפר. "נדמה לך שהאיזור מתחתיך ריק, אבל בהחלט אפשר היה מדי פעם להבחין בגמלים, בגייפים ובתושבים מקומיים, שנשכבו מרוב פחד על האדמה, כשחלפנו מעליהם בגובה נמוך".

"הניווט בתוואים האלה לא היה פשוט", אומר אל"מ (מיל') רן, מספר שניים בגיחה, אז סמ"ט א' של הטייסת. "באותה תקופה לא היה לנו GPS לניווט על-פי לוויינים, אלא מערכות ניווט אינרציאליות לא מדויקות. אתה מנווט, כשאתה יודע שיכולה להיות לך טעות של 3-4 מייל. אי-הוודאות מאוד גדולה. אז למי אתה מאמין? למערכת, למפה, לשטח? בצורה שיי-טתית התחלנו לצמצם את הפערים. הכרנו את הנתבי בצורה כל-יך אינטימית, שכל פרט בנוף דיבר אליו. בדיעבד, אני יודע שעשינו את העבודה בצורה הטובה ביותר".

בשלב הבא, לפי תוכנית השלבים של שפר, נכנסו הפאנטומים לתחומי מדינת היעד. הדריכות היתה

## פוטנציאל סיכון:

גדעון שפר (בתמונה, בתוך תא הטייס) בחר שלא להפיל את המיג 21. ראשית, אלה היו ההוראות. שנית, המיג עדיין לא היווה סיכון מיידי, ולעומת זאת הסתבכות בקרב-אוויר היתה נקלטת מיד על מסך המכ"ם וגוררת בעקבותיה עוד ועוד מיגים שהיו מוזנקים לאיזור

שפר ואת הנווט יובל, או סמ"ט ב' בטייסת, במטוס המוביל, ואת רן והנווט דני, במטוס השני. לכולם היה ברור, שהפעם מפגש עם מיגים הוא כמעט בלתי נמוע. האיסור להיכנס עימם לקרב-אוויר ולהפיל אותם, עמד כעת ביתר-תוקף.

חמישה ימים לאחר הגיחה הראשונה, נכנס שפר לקוקפיט, משך במצרות, קיפל גלגלים והמריא שוב לגיחה הארוכה, הפעם כמוביל מבנה מצומצם של שני מטוסים בלבד. "בגיחות ארוכות כל-כך אין לך זמן להתמודד עם הפחד ועם שאלות של מה אני עושה פה בכלל", אומר האלוף שפר. "אין לך זמן למחשבות, כי אתה כל הזמן עסוק. ברגע שנכנסת למטוס והמונע מסתובב, אתה צריך לעשות במקביל כל-כך הרבה דב"ר, רים, שאין לך זמן לשום דבר אחר. אתה עסוק כל הזמן בהכנות לקראת השלב הבא. ההמראה, התידלוק, חציית הגבול, השאלה אם נתגלה על-ידי המכ"ם. רמת המתח שלך לא נשמרת קבועה לאורך כל הטיסה".

"זו היתה טיסה עם הרבה אדרנלין", משחזר רן. "אבל ברגע שמתרגלים אליו ומכירים את ההשפעות שלו, יודעים איך להשתמש בו כדי שהוא לא יזיק, אלא יעזור. האדרנלין עושה אותי שקט ומאוד מרוכז. התגובות נהיות הרבה יותר מהירות ושקולות. אתה יודע לסגן את כל הרעשים ואת כל הדברים הלא חשויים בחוזה. אתה שומע חד יותר, רואה טוב יותר, חושב נכון יותר".

התקלה הראשונה בפאנטום של רן נרשמה לאחר התידלוק. נורית תקלת-גנרטור נדלקה על לוח המחוור נים, ורן ידע היטב, שכאשר נורית כזו נדלקת, הולכים מיד לנחיתה. "זה אומר שיכולה להיות תקלת שמן במ"ר נוע, ואז הגנרטור הוא הראשון שמושפע מכך", מסביר רן. "אם הבעיה היא רק בגנרטור שהתקלקל, אז יש גנרטור חלופי ואין בעיה. אם מקור הבעיה הוא השמן, אז הגנרטור יפסיק לעבוד, ולאחר-מכן המבער, נחירי הפליטה והמונע עצמו. לא ידעתי תוך כמה זמן המונע עלול להיתקע. היתה לי עוד למעלה משעת טיסה עד למטרה, והחלטתי לקחת את הסיכון. לכל היותר הייתי יכול לחתוך הביתה בגובה נמוך גם עם מנוע אחד."

"המשימה היתה מתוכננת כך, שאת המכלים הנתיקים קים אהנו זורקים ברגע שהם מתרוקנים, כדי להקטין את הגרר ולהיות חסכוניים בדלק", ממשיך רן. "מכיוון ששטנו נמוך מאוד, עלינו קצת לאוויר והשלכנו את הבידונים. אצלי הבידון הגדול העביר לאט, והיה חסר לי דלק. באותו שלב, החלטתי שעדיין מוקדם לזרוק אותו".

הפאנטומים חצו קו, וחדרו לתחומי מדינת היעד. זמן קצר לפני המשיכה למטרה, נשמעה הודעה בקשר על מעבר ממוד מיטבי למוד הכרחי. בבתי-אחת משתי נים נתוני הגיחה מן הקצה אל הקצה. המוד המיטבי מבוטח לטייסים שהות לצלם עוד מספר מטרות-מש"נה מגובה רב. המוד הכרחי מחייב אותם לצלם את המטרה המרכזית, ולחזור מיד הביתה.

"לפני שהמראנו, קיבלנו הוראות לצלם עוד מספר מטרות-משנה מגובה גבוה", אומר האלוף שפר. "עם המעבר למוד הכרחי, היה לנו ברור שלא יהיה זמן לצלם את מטרות-המשנה, כיוון שאם נטוס בגובה זמן רב מדי, יתגלה מיקומו המדויק."

"מעל המטרה משכנו בבתי-אחת לגובה, וצילמנו. זו היתה נקודת השיא עבורי. הרגשתי מין התפרקות כזו של מתח. אמרתי לעצמי שהמשימה בוצעה, ועכ"ש צריך רק לדאוג לחזור הביתה בשלום, שזה לכאור רה החלק הקל יותר. ירדנו לגובה נמוך במהירות מאוד

בשיאה. "ברגע שנכנסנו לתחומי המדינה, ראיתי שא"נחנו טסים בדיוק מעל עמדת תצפית", משחזר רן. "שטנו כל-יך נמוך, עד שהבחנתי בבירור בחפירות, במוצב ואפילו בחייל שעמד שם. טסתי ככה שיכולתי לראות את הלבן בעיניים שלו. ראיתי אותו שולף בקדח ויורה לעברנו, אבל זה לא הדאיג אותי במיוחד. כבר ירו עלי מהקרקע הרבה פעמים. יחד עם זאת היה ברור שהתגליתנו, וכי מי שהיה צריך לקבל את ההתראה - קיבל אותה".

רביעיית הפאנטומים המשיכה בטיסה, וכעבור זמן-מה התפצלה לשני זוגות. "ואז באה לנו ההפתעה: מוג' האוויר", אומר האלוף שפר. "אנחנו מתקרבים למטרה בגובה נמוך, מסתכלים למעלה ורואים שיש עננים הייתי צריך להחליט אם לבצע את המשימה. כשיצאנו מסתובבים אחורה מבלי לבצע את המשימה. כשיצאנו מתחומי ישראל קיבלנו נתונים שמזג-האוויר צפוי להיות נקי, לכן אמרתי לעצמי, יכול להיות שגוש העננים הוא מקומי, ואחרי שנמשוך ונטפס לגובה, היעד יהיה נקי מעננים."

"משכנו לגובה, ומה שראיתי היה הרבה שמיים ו-הרבה עננים. הסתכלתי מסביב וכל מה שהצלחתי לראות היה עננים בלי סוף, מה שאומר שהיום אין מה לצלם. האכזבה היתה גדולה מאוד. מבצע כזה מכונים במשך זמן רב. הצלחנו בכל השלבים, חוץ מאשר לצלם את המטרה העיקרית. הייתי משוכנע, שאם אני מקבל נתון שמזג-האוויר צריך להיות טוב, אז כנראה שזה נכון. האם יכול להיות שבאמת היתה טעות כל-יך גדולה?"

"עכשיו היתה לנו בעיה. טסנו בגובה, התגליתנו על-ידי המכ"ם, ומיגים הוזנקו לעברנו. אם נמשיך לטוס בגובה הזה, המטוסים ירדפו אחרינו, ואין לנו מספיק דלק כדי לטוס כל הזמן עם מבערים פתוחים. מרוחק מאוד כבר הבחנתי במיגים, והיה לי ברור שאנחנו צריכים לדרת בחורה לגובה נמוך."

"בהנמכה תמיד יש תחושה של חוסר בהירות, כי אתה נכנס לענן שאינך יודע באיזה גובה הוא ייגמר, ואם תצא ממנו יחד עם שאר מטוסי המבנה. בשלב הזה כבר לא היתה חשובה דממת הקשר, כי התגליתנו. הוריתי בקשר לכל אחד לקחת קצת הצידה ול-פתוח רווחים כדי שלא נתגוש, וקיוונו שנצא ביחד מבעד לעננים, באותה מהירות ובאותו מקום. זה הצליח."

"דיווחתי הביתה במלת קוד מוסכמת, שהמשימה לא בוצעה עקב בעיות מוג'אוויר. הגענו הביתה בשלום, והיה לי ברור שנצטרך לבצע את הגיחה פעם נוספת. ידעתי היטב, שבפעם הבאה יהיו מוכנים לקראתנו טוב יותר".

נחיצות הגיחה היתה גבוהה, ובטייסת שוב החלו לעבוד מסביב לשעון בתיכון מחדש של נתיבי הח"דירה. שוב בוצעו שיפורים טכניים, שוב התקנות חדשות, שוב טיסות בדיקה שהכל עובד. לכולם היה ברור, שאם הגיחה הראשונה היתה רק מורכבת לביצוע, הרי שהגיחה השנייה, לאחר שהוסגרו כוונותיה, כבר גובלת בסיכון. "אם בגיחה הראשונה היינו גענו בהפתעה, ובאותה מדינה לא ידעו מהיכן אנחנו באים, לאן אהנו הולכים ומה נעשה, הרי שהם למדו היטב מה שקרה", אומר רן. "בפעם השנייה, היינו חייבים להיות מאוד מחודדים כדי לא לחזור פעמיים על אותה שיטה, שבאמצעותה הגענו בפעם הקודמת".

עקב הסיכון הגדול הוחלט להקטין את כמות אנשי הצוות שישתתפו בגיחה, ומספר הפאנטומים צומצם מארבעה לשניים בלבד. הציוות החדש כלל את גדעון



### ה פ ת ר ו ן ה נ כ ו ן :

"טייס קרב לא יכול לוותר בקלות על הפלת מיגים", אומר אל"מ (מיל') רן. "במבט לאחור, זה היה פשוט מאוד לשגר טיל על המיג, להפיל אותו ואף אחד בארץ לא היה בא אליו בטענות. זה היה הפתרון הפשוט. הפתרון הנוכח באותה עת היה לא להפיל"

גבוהה, והתחלנו לצלם מטורות-משנה אחרות מגובה נמוך. ואז, במהלך הצילום, גיליתי מאחור, בשעה חמש, מיג-21 שטס מאחורינו.

"המיג היה במרחק של כקילומטר מאיתנו, שזה טווח יחסית קרוב למטוס עם טילים. לפי ההתנהגות שלו, הבחנתי שהוא עדיין לא ראה אותנו, כי אחרת הוא היה ניגש ישר מאחורינו ומנסה להפיל אותנו. אמרתי לנווט להתחיל לחפש את המיג השני, כי בדרך כלל מיגים לא טסים בודדים. הודעתי למספר שניים שמאחורינו יש מיג, וכל עוד הוא לא מבחין בנו, ממשיי כים לצלם כרגיל.

"המשכתי להסתכל על המיג והבחנתי שהוא טס חלק, ללא בידונים. עשיתי חישוב מהיר: טייס המיג המריא מהבסיס שלו, כשאומרים לו יש מטוסי אויב, תניע הכי מהר למפגש. הטייס השליך את הבידונים, ותקע את המבער על דלק מלא. הוא הגיע עד אלינו בטיסה שנמשכה לפחות 5'4 דקות, מה שלא השאיר לו יותר מ-5'6 דקות טיסה במבער מלא. היה לי ברור, שאם הוא טייס מיומן, הוא מבין שאי-אפשר לרדוף אחריו עד איך-סוף.

"כעבור שניות בודדות, אני רואה את המיג פונה ל-עברנו. תיכנתי מראש, שברגע שהוא ינהג כך - שנינו נסתובב לכיוונו. למיג-21 יש טילים שמתבייתים על המבער, שאותם הוא יכול לשגר רק אם הוא טס מאחורינו, ולנו היו טילים כלל-גורתיים, שאפשר לשגר אותם לעבר המיג מכל זווית. אם הייתי רוצה, הייתי יכול להגיע לזווית שבה נפיל אותו בקלות."

שפר בחר שלא להפיל את המיג-21. ראשית, אלו היו ההוראות. שנית, המיג עדיין לא היווה סיכון מייד, ולעומת זאת הסתבכות בקרב-אוויר בגובה רב היתה נקלטת מיד על מסך המכ"ם, גוררת בעקבותיה עוד ועוד מיגים שהיו מוזנקים לאיזור, וגורמת לזוג הפאנטומים להישאר בלי דלק לחזור לשטח ישראל.

"טייס קרב לא יכול לוותר בקלות על הפלת מיגים", אומר רן. "במבט לאחור, היה פשוט מאוד לשגר טיל על המיג, להפיל אותו, ואף אחד בארץ לא היה בא אלינו בטענות. פעמים רבות לאחר-מכן שאלתי את עצמי, למה בעצם לא הפלנו את המיג, ותמיד ידעתי שיש פתרון פשוט ויש פתרון נכון. הפתרון הנכון באותה עת היה לא להפיל."

"המשכנו לטוס במהירות גבוהה של 600 קשר", ממשיך שפר, "והיה ברור שאם נפנה לעבר המיג ונחלוף אותו בזווית צידוד מאוד גדולה, עד שהוא יסתובב וירד אחרינו, יפתח מירווח יחסית גדול. פתחנו מבער רים, חלפנו על פני המיג והאצנו למהירות מירבית בגובה נמוך. ראיתי אותו ממשיך לטוס רחוק מאוד מהסייבוב. נוצרו מעגלים כלי-כך גדולים, עד שזמן קצר לי אחר-מכן כבר איבדתי קשר-עין עם המיג, אבל עדיין היה ברור לי שהוא רודף אחרינו יחד עם בר-זוגו. בדבר אחד הייתי מושוכנע: המיג שרדף אחרינו כבר לא יוכל לחזור לנחיתה. לא נשאר לו מספיק דלק. גררנו אותו לזה.

"פתחנו מבערים עד הסוף וטסנו בגובה של עשרות מטרים בלבד מעל הקרקע. בגובה נמוך, אין מטוס מהיר יותר מהפאנטום. טסנו שלוש דקות במהירות עצומה של 1.2 מאך, הכי נמוך שאפשר. בגובה קיצוני כזה המנוע צועק חמס, והמטוס כמעט לא עומד בעומס, אבל זה הבטיח שטווח הטיילים שהמיגים יכריזים לשגר לעברנו מתקצר. במהירות כזאת ובגובה כזה, אני לא מקנא בעוברי האורח שהי מתחתינו". הפאנטומים טסו במבנה פתוח, כך שמטוס אחד מגן על השני. משלב זה התנהלה הטיסה באווירה קרת-

רוח, כמעט טכנית. אחרי קרב-אוויר וטיסה במהירות על-קולית, שפר ידע שהפאנטומים טסים כעת על טיפות הדלק האחרונות. בליט ברירה, המטוסים משכו לגובה, כדי לחסוך בדלק. מטוסי סקיייהוק מתדלקים הונקו לעברם, ועימם מטוסי F-15, למקרה שהפאנטומים יסתבכו בקרב-אוויר נוסף.

"או תחושה מאוד מוזרה שאתה טס בתחומי מדינת אויב בגובה 40 אלף רגל", אומר האלוף שפר. "אתה יודע שכולם רואים אותך על מסך המכ"ם, ואם הם רוצים, הם יכולים ליירט אותך בקלות, כי לנו אין דלק להיכנס לעוד קרב-אוויר. אתה לחלוטין תלוי בחסדיהם.

"בעיקרון, לא היתה שום מניעה לשגר לעברנו טילי קרקע-אוויר, כי טסנו בשיטחם, אבל טסנו בגובה בו לא ניתן היה לשגר לעברנו טילים. סמכתי עליהם שהם לא יזניקו לעברנו מטוסי יירוט, מחשש שנפיל אותם. בדיעבד, אני יודע שהם הזניקו לקראתנו מטוסי סים, אבל מטוסי F-15 שלנו חתכו להם את הדרך עוד לפני שהמייירטים הגיעו אלינו, והם הבינו שלא כדאי להם להסתבך. בשלב מסוים הצטרפו אלינו מטוסי F-15, והרגשנו מאוד מאושרים שיש לנו מגיני פלדה שבאלה."

לקראת הכניסה לתחומי ישראל נפגשו הפאנטומים עם מטוסי סקיייהוק מתדלקים. לרן היה מחסור חמור בדלק, עקב הבידוד שהעביר את הדלק באיטיות. "אחרי מספר שעות באוויר עם מיינום דלק, גלשתי מלמעלה והתחברתי לסל התידלוק", הוא מספר. "אמורתי לטייס הסקיייהוק בקשר 'תעביר דלק', אבל אותו לימדו שקודם מעבירים כמות קטנה. כדי לראות שהדלק לא נוזל. אני אומר לו 'תעביר דלק', והוא עונה לי 'רשות להעביר ניסיון'. 'תן לי דלק', צעקתי לו, משוכנע שאם הוא לא נותן לי תיכף דלק אני חייב לסייגור מנועים ולנחות בגלישה בבסיס הראשון בשטח ישראל. בדיעבד הסתבר שהיתה לו בעיה בקשר, והוא לא שמע אותי."

"נחתנו בבסיס, וקיבלו אותנו בשמחה רבה", משחזר האלוף שפר. "אף אחד לא ידע בדיוק מה קרה באותה גיחה. בטייסת חשבו שנכנסנו לקרב-אוויר, והיו מתוודחים כי לא ידעו איך הוא הסתיים. לקחו אותנו מיד לתחקיר אצל מפקד חיל-האוויר, שם הערכת המיג שרדף אחרינו לא נחת. בדיעבד, הסתבר שצדקתי. המיג-21 התרסק במדבר, והטייס הצליח לנטוש. המיג השני, שלא ראינו, נחת על שביל עפר סמוך לגבול, גם הוא ממחסור בדלק."

על המיג שהתרסק זכתה הטייסת בהפלה, שנרשמה לזכותה, וצירוף של מיג עיטר את חרטום שני הפאנטומים. חודשיים לאחר-מכן קיבלו ארבעת אנשי הצוות שהשתתפו בגיחה את צל"ש מפקד חיל-האוויר.

"הרגשתי שסוף סוף אני מחזיר את מה שהשקיענו בי במשך שנים רבות", אומר האלוף שפר. "את הצל"ש קיבלנו על רמת הביצוע שהפגנו בגיחה, ועל כך שלא הפלנו את המיג, למרות שהיינו יכולים. בשנים שחלפו מאז, נלמדה הגיחה הזו בחיל-האוויר בנושא ששם דגש על מרחב ההחלטה של הטייס ועל העצמאות שלו בעומק שטח אויב. כשאתה שולח משהו למרחק כזה, אתה נותן לו את מירב התמונה מראש, וסומך עליו שיעשה את המשימה על הצד הטוב ביותר. האחריות שאתה מטיל על הטייס היא אינסופית, כי בסוף הוא יחליט כיצד לנהוג, ואיש לא יוכל לסייע לו. זהו האתגר שבמשימה. זה מה שקשה במקצוע הזה, אבל זה גם מה שגורם את הסיפוק הגדול ביותר."



נ ט י ש ה ו נ ח י ת ת א ו נ ס :  
"הערכת, שהמיג שרדף אחרינו לא הצליח לנחות בשלום", אומר האלוף שפר. "בדיעבד, הסתבר שצדקתי - המיג-21 התרסק, והטייס הצליח לנטוש. המיג השני, שלא ראינו, נחת על שביל עפר סמוך לגבול, גם הוא ממחסור בדלק"

# לא צריך לטוס לבנק



ורשבסקי פריליך דובר

## 24 שעות ביממה, מכל מקום בארץ ובעולם, אפשר לעשות הכל בטלפון, בפקס ובמחשב האישי.

ניהול מלא של חשבונות עו"ש • אשראי והלוואות בשקלים ובמט"ח • הפקדות ומשיכות בכל סוגי הפקדונות השקליים • המרות מט"ח לשקלים • פקודות קנייה ומכירה בבורסות בארץ ובניו-יורק • הוראות קבע לתשלומים • כרטיסי אשראי • כספומט ועוד.  
כדי להנות משירותי הבנקאות הישירה של 'טלבנק ישיר', אין צורך לסגור את החשבון בבנק שלכם. רק להתקשר, לפתוח חשבון גם ב'טלבנק ישיר' ולהמריא לעידן חדש.




**» בנק דיסקונט**

חיגו עכשיו 03-5129333

שירותי בנקאות ישירה  
ללקוחות כל הבנקים בישראל

**טלבנק ישיר**



מדובר בתופעה: טייסים צעירים, יוצאי חיל-האוויר, כמעט תמיד ללא רקע מוקדם במחשבים, מאיישים בשנים האחרונות תפקידי מפתח בעולם ההייטק הישראלי. מה גורם לטייסים רבים כל-כך לבחור דווקא בתחום ההייטק? האם יש דמיון בין עולם המושגים של ההייטק לעולם המושגים של חיל-האוויר? אלו כלים קיבלו בחיל-האוויר, אם בכלל, שעוזרים להם להצליח בתחום? האם התפקיד התובעני של טייס קרב, מכשיר אותם לתחום ההייטק, המתאפיין גם הוא בסיכונים גבוהים, מתח, תחרותיות, טכנולוגיה מתקדמת ואתגר מקצועי? שמונה טייסים לשעבר בחיל-האוויר, כיום אנשי הייטק, מנסים לפענח את התופעה

דן פישל וחגי לוי

# הטובים להייטק



גם בהייטק צריך לתקוף את המטרה. מלמעלה למטה: נמרוד גור, לשעבר טייס F-16, דודו, לשעבר טייס קוברה וחמי פרס

**ב**שנים האחרונות זו כבר תופעה של ממש: יותר ויותר אנשי צוות-אוויר צעירי, גם, בעיקר טייסים, משתחררים מחיל-האוויר ופותרים בקריירה שנייה בתחום ההייטק. רובם ללא ידע מוקדם במחשביים, לעיתים גם ללא כל השכלה אקדמית, אבל הם משתלבים היטב בתחום. חלקם, כמובן, פוגה לתעשיית הבטחונות, המפתחות מערכות נשק ומשביחות מערכות קיימות. בתחום הזה, יש באופן טבעי ביקוש רב לאנשי צוות-אוויר.

אבל בתקופה האחרונה משתלבים טייסים רבים גם בחברות שאין להן זיקה לביטחון, בעיקר בכאלה המכונות "סטארט-אפ", חברות מתחילות, שטרם הונפקו בבורסה. עולם ההייטק פותח אפשרויות רבות לייצירת חברות חדשות, כשלווה הן מבוססות על פיתוח של פטנט או על רעיון חדשני. הסיכון בסטארט-אפ גדול: גם אם אתה לא מעורב ישירות בהשקעה, אי הוודאות מאיים וכשלונו של פרויקט התחלתי עלול לחסל את החברה. מצד שני, אם הרעיון מתאים והניהול נכון, אפשר להרוויח את כל הקופה.

מה מביא טייסים דווקא לתחום ההייטק? האם יש דמיון בין עולם המושגים של ההייטק לעולם המושגי של חיל-האוויר? אילו כלים קיבלו בחיל-האוויר, שעוורים להם לנהל פרויקטים מורכבים וגדולים? ענף ההייטק הישראלי התפתח והתרחב בחמש השנים האחרונות בצורה חדה מאוד, כמעט חסרת תקדים במשק הישראלי. נבנו פארקים לתעשיות עתידיות ידע, משקיעים זרים החלו להתעניין בהשקעות פוטנציאליות בחברות ישראליות, נוסדו חברות חדשות, והוותיקות יותר הרחיבו את פעילותן בארץ ובחו"ל. מתוך כלל החברות בישראל, חברות ההייטק מהוות יעד אטרקטיבי במיוחד עבור מרבית המשקיעים מחו"ל - לעיתים אפילו כאשר החברות הללו עדיין בראשית דרכן, בטרם הגיעו למצב של ריווחיות.

"העולם הפך יותר ויותר טכנולוגי", אומר חמי פרס (38), טייס קוברה לשעבר וכיום מנכ"ל חברת "די. אס. פולארס" להשקעות בחברות עתירות טכנולוגיה. "פיתוחים טכנולוגיים חדשניים, כמו האינטרנט, פתחו דלתות בפני חברות סטארט-אפ קטנות בתחום ההייטק. הן החלו לזכות בעניין מצד משקיעים מהארץ ומחו"ל, וכתוצאה מכך קל להן יותר לפרוץ לשוק. מה שהופך את תחום ההייטק למפתח במיוחד עבור משקיעים, הוא קצב הצמיחה התלול של אותן חברות קטנות, שמצליחות לפרוץ לשוק עם מוצר חם. רמת הסיכון ואי-הוודאות אומנם גבוהה, אבל הסיכוי להרוויח הרבה מאוד בזמן קצר יחסית, מגרה את המשקיעים. חברת סטארט-אפ, שעם הקמתה מושקע בה סכום של מיליון דולר, יכולה לאחר מספר שנים להיות שווה 20 מיליון.

"בכלל", ממשיך פרס, "העיסוק בהייטק כולל תחורמי עניין רבים: הענף הזה מאוד דינאמי ומשלב אתגר טכנולוגי עם יכולת ניהול, יצירתיות וגם לא מעט סיכון".

טייסי שנות ה-90 נחשפים מראשית דרכם בחיל-האוויר לטכנולוגיות הייטק מתקדמות, הממוקמות בפיסגת הטכנולוגיה העולמית. כמעט כל כלי הטיס של חיל-האוויר, ובמיוחד מטוסי הקרב, מצוידים במערכות טכנולוגיות מהשורה הראשונה. F-16 למשל, מטוס הקרב הנפוץ ביותר בחיל-האוויר, המחשב חיוני להטסה לא פחות מהמנוע. בלעדיו, המטוס לא יתפקד באוויר. כך גם לגבי מערכות הניווט והנשק. אם טייסי הקרב של הדור הקודם נוקקו בעיקר לאינטינקטים

בריאים וידיים זריזות על הסטיק, הרי שהטייס של סוף המאה צריך להיות מפעיל מחשב לכל דבר. צורת החשיבה הנדרשת ממנו מורכבת יותר, וכחלק מההטרה הוא לומד לתפעל מערכות מחשב רבות.

השאלה היא, האם אותה חשיפה לטכנולוגיה מתקדמת היא זו שמיקמה טייסים כה רבים בתעשיית ההייטק האזרחית. חלקם, יש לציין, נחשבים ל"אייסים" של תחום ההייטק, הן מבחינה ניהולית והן מבחינה כלכלית.

"לא בהכרח", אומר דודו (29), טייס קוברה לשעבר וכיום מנהל פרויקט בחברת "פיקסל מולטימדיה". "חיל-האוויר לא מספק לטייסים כלים טכנולוגיים, המאפשרים להם להצליח בשוק ההייטק. הדברים הרלוונטיים שהוא מעניק הם היכולת להבחין בין עיקר לטפל, יכולת לסדר רשימת עדיפויות וכושר קבלת החלטות מהיר. אני חושב שהשירות בטייסת גם מחנך למוסר עבודה גבוה, שמסייע לטייס במקום עבודתו. ברוב המקרים יהיה מדובר באדם רציני ואחראי, שיוודע מה הוא רוצה, ולרוב גם משיג את מטרותיו".

כיום, תחום העיסוק העיקרי של דודו הוא הפקה ופיתוח של משחקי מחשב. בתחילת שנת 1997 יעלה על המדפים ברחבי העולם סימולטור של מסוק ה"ווייפר", דגם ימי חדיש של חברת "בל", שמבוסס על מסוק הסופר-קוברה. עלות פיתוח הסימולטור, שמויצר על-ידי "פיקסל" עבור חברת משחקי מחשב אמריקאית, היא כמיליון וחצי דולר.

"מכיוון שאני טייס קוברה, זה היה טבעי שאני הוא זה שעיצב את מראה הסימולטור", אומר דודו. "בה"חלט ניתן לומר שקיבלתי את ההשראה לפיתוח המשחק מחיל-האוויר, החל משלבי הרעיון הבסיסיים ועד לאחרון הפרטים הטכניים, כמו מיקום המפסקים בקוקפיט. מכיוון שאני מכיר היטב את הקוברה, היה לי גם יותר קל לעצב את אופן המשחק בסימולטור". דודו מעלה את תוכנת ה-WINDOWS 95 על המחשב, וטוען מהכונן את ה-DEMO של המשחק, שנמצא עדיין בשלבי פיתוח. מוסיקה קצבית בוקעת מהרמקולים, ועל המסך מופיע מסך התצוגה הרב-תכליתי של הווייפר, עם מספר אפשרויות. דודו לוחץ על אחד הכפתורים, ועל המסך מופיעה מפת העולם, שעליה מסומנים אזורים הקרובים שבהם יכול המשחק לתקוף. בין זירת דרום-אמריקה למזרח הרחוק, לא קשה להבחין גם בזירת לבנון.

"לא נראה שם תקיפות נגד החיובאללה", מאכזב אותו דודו. "כשבונים משחק מחשב, תמיד צריך להיגדיר מי הם הרעים". בעבר זו לא היתה בעיה: עד לפני מספר שנים הרעים היו הרוסים, אבל מאז נפילת הגוש המזרחי קשה יותר למצוא מדינות עוינות למערב, שקל לשנוא אותן. לכן, בסימולטורים של שנות ה-90, נמרוצות במיוחד מטרות כמו סוחרים סמים, שודדי אוראניום ונשק גרעיני, לצד טרוריסטים מדרום-אמריקה ומזרח הרחוק".

כל טייס הוא בראש ובראשונה מפקד. הוא אחראי על המכונה שהוא מטיס, וגם על איש הצוות השני שמאחוריו, במטוסים דו-מושביים. האם התפקיד התובעני של טייס הקרב, מכשיר אותו לניהול טוב יותר באזרחות?

נמרוד גור (38), לשעבר טייס F-16 וכיום מנכ"ל חברת "מדסים" לפיתוח מערכות סימולציה לצרכי רפואה, משיב בחיוב על השאלה הזו. "זה לא מקרי שהשנות פים שלי לחברה הם טייסים", הוא אומר. "מערכת המיון של חיל-האוויר בוודת בקפידה צעירים מוכשרים, מתוך קבוצה שהיא מלכתחילה בעלת פוטנציאל גבוה.



בנוסף, מסלול ההכשרה שעובר איש צוות-אוויר, והניי- סיון המבצעי שהוא צובר כטייס, מקנים לו יכולות חשיבה וכלים לניהול מאורגן ונכון באזרחות".

לפני שנתיים הקים נמרוד גור את חברת "מדסים", יחד עם ארבעה טייסי קרב נוספים, כולם בשנות ה-30 לחייהם. הוא בעל תואר שני במינהל עסקים, ובעבר עבד תקופה מסוימת בתעשייה האווירית. החברה שב- בעלותו מפתחת מערכות סימולאציה לרפואה, וביניהן סימולאטור ממוחשב למערכת האולטרסאונד, המש- מש סטודנטים וסטאזירים לרפואה ברחבי העולם.

"בתקופה שטטתי, המוטו אצלי בטייסת היה שטייס הנמצא באוויר, צריך לחשוב כאילו הוא עצמו מפקד חיל-האוויר", אומר גור. "הוא חופשי לקבל את החלטה בכל רגע נתון, אך גם נושא במלוא האחריות לתוצאות. טייס שמתחנך ברוח הזו, ימשיך באתו קו מחשבה גם כשהוא אזרח. חוש האחריות שלו מפותח יותר, וכן גם העצמאות והאינדיבידואליות שלו. מכיוון שטייס קרב חי בסביבה בעלת רמת סיכון גבוהה, באופן טבעי הוא שומר על קור-רוח במצבים שאנשים אחרים נוטים להיכנס בהם ללחץ".

גם ון, בעבר טייס קרב שהשתחרר מחיל-האוויר לאחרונה, וכיום משמש כמנכ"ל חברת "אופטיבייס" לאנימציה דיגיטלית, סבור שיש דמיון בין עולם ההייטק הישראלי לעולם המאפיין את חיל-האוויר הישראלי. "יש בסביבת ההייטק הישראלית מאפיינים רבים המזכירים טייסת קרב בחיל-האוויר", הוא אומר. "כמו הטייסים, גם אנשי ההייטק נדרשים לקבל הח- לטות בזמן-אמת, בסביבה של לחץ ואי-ודאות. האווי- רה בשני התחומים מאוד תחרותית, רוויית אדרנלין, והיא מוציאה מהאנשים את המכסימום. בדומה מאוד לטיסה, הפעילות בתחום ההייטק מתאפיינת בלקיחת סיכונים מחושבים. הדבר בולט במיוחד בחברות סטא- רט-אפ הנמצאות בראשית דרכן, שאין להן עדיין בסיס כלכלי איתן".

הטייסים, בדרך-כלל, תופסים את תפקידי הניהול בחברות השונות, ואינם חוברים לתחומי הייצור או ה- פיתוח המקצועי. את העבודה הזו עושים אנשי המק- צוע - המתכנתים. גור מסביר מדוע, לדעתו, התופעה הזו מתרחשת: "הסיכוי של טייס להצליח להתמחות בנושא צר וספציפי, הדורש לימודים רבים, כשהוא מראש מתחיל בפניגור של שבע שנים לעומת עובדים אחרים, נמוך. לכן, ברוב המקרים, הטייס הוא לא האיש הטכנולוגי בחברה. הוא מרגיש נוח בסביבת העי- בודה הטכנולוגית, אבל הוא לא שולט בחומר כמו אנשי המקצוע, המתכנתים ואנשי המחשבים המקצ- רים. לעומת זאת, הוא מנצל את כישורי הניהול שלו כדי לראות את התמונה הכוללת".

אבל יש גם טייסים שדווקא מתרחקים מתפקידי הניהול, ומעדיפים להתרכז בעבודה המקצועית, בתחור- מי פיתוח הטכנולוגיה. אחד מהם הוא גיורא סט (35), בעבר טייס קורנס-2000. בשנת 1980 סיים את קורס- הטיס בהצטיינות והוצב בטייסת פאנטומים. שנתיים לאחר-מכן עבר להדריך בבית-הספר לטיסה, וסומן במסלול "אתגר", שבסופו היה אמור להתקדם בשלבי הפיקוד עד לרמת מפקד טייסת. ארבע שנים לאחר- מכן נקטעו תוכניותיו בבית-אחת. בדרכו לבסיס, התנ- גש סט במשאית ונפצע קשה ביד ובריאות.

"אחרי התאונה כל תהליך הקידום שלי נעצר, גם מבחינתי וגם מבחינת החיל", הוא אומר. "המשכתי לטוס, אבל לא הצלחתי לשחזר את רמת הטיסה שהייתה לי לפני התאונה. מעבר לנוק הפיזי שנגרם לי בתאונה, התחלתי לחשוב באופן רציני בכיוון של לימור די רפואה. אני חושב שהרבה אנשים שנקלעים למצב

### נ מ ו ב ט י י ס ת 1 :

"חיל-האוויר לא מספק לטייסים כלים

טכנולוגיים, המאפשרים להם להצליח בשוק ההיי-

טק", אומר דודו. "הדברים הרלוונטיים שהוא מעניק

הם היכולת להבחין בין עיקר לטפל, יכולת לסדר

רשימת עדיפויות וכושר קבלת החלטות מהיר.

השירות בטייסת גם מחנך למוסר עבודה גבוה,

שמסייע לטייס במקום עבודתו. ברוב המקרים יהיה

מדובר באדם רציני ואחראי, שיועד מה הוא

רוצה, ולרוב גם משיג את מטרותיו"



### נ מ ו ב ט י י ס ת 2 :

"יש בסביבת ההייטק הישראלית מאפיינים

רבים המזכירים טייסת קרב", אומר ון. "כמו

הטייסים, גם אנשי ההייטק נדרשים לקבל החלטות

בזמן-אמת, בסביבה של לחץ ואי-ודאות. האווירה

בשני התחומים מאוד תחרותית, רוויית אדרנלין, והיא

מוציאה מהאנשים את המכסימום. בדומה מאוד

לטיסה, הפעילות בתחום ההייטק מתאפיינת

בלקיחת סיכונים מחושבים"

של פציעה קשה, וניצלים הודות לרפואה, מתייחסים באופן שונה לתחום הזה".

כיום משמש גיורא סט כראש צוות תיכנות MRI ב- חברת "אלסינט". הוא בוגר הטכניון בהנדסת חשמל ומחשבים, ומעיד על עצמו שהתקרב מאוד לתחום הר- פואה מאז התאונה, ולכן העדיף להתמחות בתחום ה- הדמיה הרפואית.

כמי שאינו מבצע תפקיד ניהולי מובהק, סט הרבה יותר סקפטי לגבי הכלים שהפיק מחיל-האוויר: "אני לא יכול לקבוע בוודאות, שהשירות כטייס בחיל-הא- וויר תרם לקריירה האזרחית שלי. הקשר שבין המחש- בים שבתא הטייס של הקורנס-2000 לבין אלו שאיתם אני עובד יום-יום ב'אלסינט', קלוש מאוד. ברור של- טייס יש תכונות שעשויות לעזור לו גם באזרחות, אבל קשה לי להגדיר מה בדיוק קיבלתי מחיל-האוויר. האם את התחרותיות והרצון לבצע דברים בצורה מק- צועית רכשתי בחיל-האוויר, או שאלו היו טבועים בי קודם? אי אפשר לדעת".

גיל דייגי (36) נתקל לראשונה בעולם המחשבים כש- שירת כראש מדור במחלקת הדרכה במטה חיל-הא- וויר. זה היה מחשב XT מיושן, עם מסך שחור-לבן, וזו הייתה אהבה ממבט ראשון.

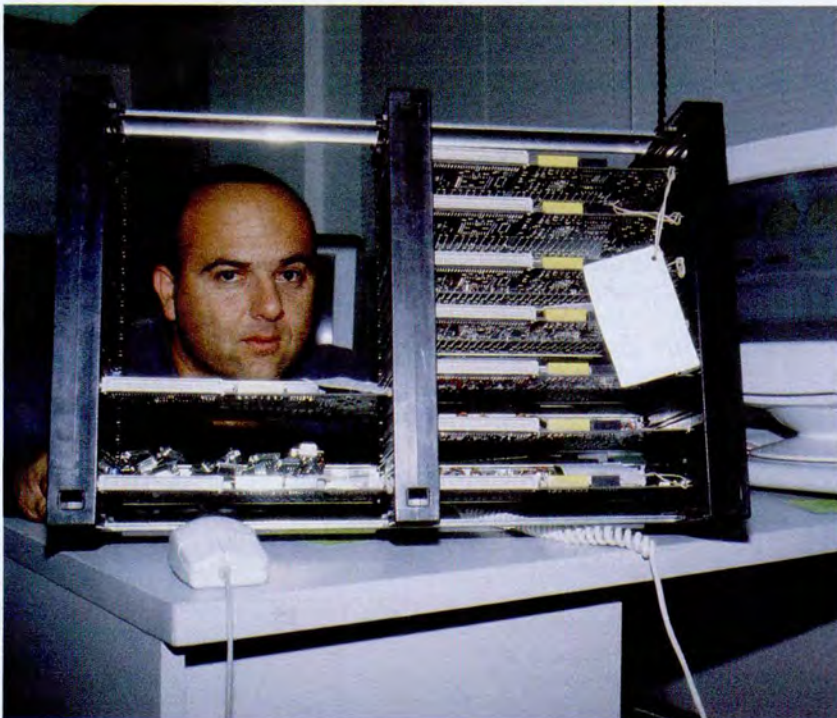
"היום, כשאני מנסה להיזכר מה ידעתי אז על מחש- בים - זה פשוט מצחיק אותי", אומר דייגי, לשעבר טייס כפיר וכיום ראש פרויקט פיתוח אינטרנט בחברת "לנאופטיקס", המתמחה בייצור ובפיתוח רכיבים לתקשורת מחשבים. "לא ידעתי כלום. אני זוכר שמישהו במדור שלי הפעיל את המחשב, הקליד פקודת RUN, ופתאום רשימת קבצים החלה לרוץ על המסך. זה סיקרן אותי מאוד. התחלתי ללמוד באופן עצמאי על המחשב, ותוך שלושה חודשים כבר תיכ- נתתי לטייסת שלי תוכנה למעקב אחרי גיחות".

דייגי עוסק כיום הן בניהול והן בעבודה מקצועית בתחום התיכנות. הפרויקט שהוא עומד בראשו, מבוסס על רעיון טכנולוגי פשוט מאוד, אבל מהפכני מבחינת השלכותיו העסקיות. כשהפרויקט יעלה ויג- דל, תקום חברת-בית חדשה, שדייגי יעמוד בראשה.

דייגי נחרץ הרבה יותר מקודמיו לגבי השאלה מה קיבל מחיל-האוויר בזמן שירותו: "אין לי ספק, כי תכור- נות כמו חלוקת-קשב וחשיבה בהירה תחת לחץ, קשור רות בפירוש לניהול נכון באזרחות. ההחלטות שאני מקבל פה אומנם נעשות בחדר ממוזג ולא בקוקפיט של מטוס קרב, אבל הן עדיין לא קלות, במיוחד כש- מדובר בחברה צעירה ועצמאית. החלטות שגויות שני- קבל בשלב זה, עלולות להיות קריטיות.

"תכונה נוספת כזו היא אינטואיציה טובה. כשהייתי פר-חטייס, אחד השלבים בגיבוש היה שיחה עם טייס, שהיה יושב איתנו כמה שעות ובסוף הפעילות נותן חוות-דעת מקצועית על כל חניך, שהסתמכה בעיקר על האינטואיציה שלו. אני סבור שאינטואיציה בריאה היא גורם חשוב מאוד גם בעבודה שלי כיום. כשאני צריך לבחור עובדים חדשים לפרויקט, אין לי זמן או כסף לבצע חתך מבחנים מקיף ועמוק לכל מועמד, או להתייעץ עם מומחים שונים. אני מזמין את המדוויין לשיחה קצרה, ובסופה מקבל החלטה המבוססת כמי- עט כולה על האינטואיציה שלי. תוצאות המבחן הזה דומות לסינון שעושה חיל-האוויר לפר-חטייס: למרות שאולי פה ושם אני מאבד כמה אנשים טובים, אלו שאני בוחר כמעט תמיד נמצאים מתאימים".

ביגוד לכל היתרונות שאנשי צוות-אוויר נהנים מהם באזרחות, נמרוד גור מצביע גם על מספר חסרונות שני- לווים את אנשי צוות-אוויר בעולם ההייטק: "ההתחלה מבראשית של תחום חדש, אחרי לפחות שבע שנות טי-



חלוקת קשב וקבלת החלטות תחת לחץ. מלמעלה למטה: גיל דייגי וג'ורא סט

סה, כרוכה במחסום פסיכולוגי לא קטן. אותם אנשים צריכים לצעוד כמה צעדים לאחור, על-מנת להתקדם הלאה. זו הסיבה שהרבה טייסים שמתחררים מחיל-האויר פונים לתעשיות הבטחוניות, שם הם משתמשים בעברם כטייסים, ולמעשה ממשיכים באותו עולם. כדי להקים עסק פרטי בעולם ההיי-טק צריך סבלנות, תעוזה ונכונות להשקיע ולעשות את הסווייץ.

"הבעיות יכולות להיות לא רק במישור המקצועי, אלא גם ביחסים בין-אישיים: לטייסים לוקח לפעמים יותר זמן להשתלב במערכת יחסי אנוש עם אנשים שלא באו מעולם הטיסה. הטייסים נוטים לדחוק רג' שות מסוימים, ולפעמים גם מתנהגים בפחות רגישות או התחשבות בעובדים אחרים".

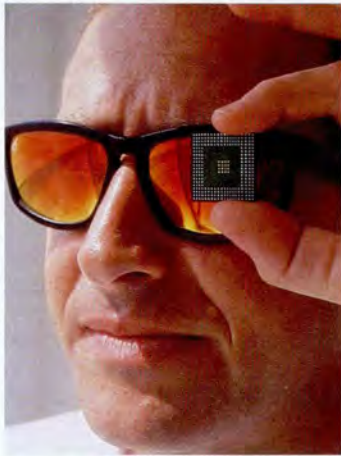
גיל דייגי, לעומתו, סבור אחרת: "אם במהלך גיוס עובדים חדשים לפרויקט שאני מנהל, אצטרך לבחור בין טייס שהשתחרר זה עתה מחיל-האויר ועדיין לא צבר השכלה אקדמאית, לבין סטודנט בעל תואר ראשון למחשבים - לטייס יהיה יתרון. זה לא שב' מודעת הדרושים לפרויקט אני ארשום 'דרוש טייס' - אבל זו עובדה שמשנה את ההסתכלות שלי על ה'בן-אדם. כשיושב מולי טייס, אני יודע מראש שיש לו תכונות אופי בסיסיות, שיכולות לעזור לו בהמשך הדרך בחברה".

רוב המוראיינים מעידים כי לא נמשכו בילדותם דווקא לתחום האלקטרוניקה או המחשבים. המשיכה לטיס, הם אומרים, היא שליוותה אותם במשך שנותיהם הצעירות, עוד לפני שהתגייסו לצה"ל. יוצא-דופן מבחינה זו הוא דורון שפר (41), בעבר טייס קוברה וכיום איש חברת ההיי-טק "גליליאו", חברת סטארט-אפ המתמחה בפיתוח שבבים. מאז ומעולם נמשך לתעופה, אך במקביל ליוותה אותו אהבה נוספת, לא פחות חזקה, לאלקטרוניקה. גם כשסיים את קורס הטיס, בממכת מסוקים, והוצב בטייסת קוברות, לא פסקה ההתעניינות התמידית שלו בפירוק ובנייה של טרנזיסטורים, טלפונים ושאר מכשירי חשמל ביתיים שנפלו לידיו.

"מעולם לא נמשכתי לתפקידים פיקודיים", מעיד שפר על עצמו. "היה לי ברור, שאם אמשיך את הקריירה בחיל-האויר אהיה טייס מקצועי בלבד. נהיית מהטיסה, ובמיוחד מטיסה מבצעית, אבל לא ראיתי את עתידו בחיל".

בניגוד לטייסים האחרים, סבור שפר כי עובדת ה' יותר טייס לא תרמה במאום לקבלתו לעבודה. "להיפך", הוא אומר, "המנכ"ל נבהל כששמע על ימי המילואים הרבים שאני עושה. השיקול לקבל אותי היה מקצועי בלבד. גם היום, כשאני בוחן עובדים חד-שים לחברה, לטייס אין בהכרח יתרון על-פני אדם אחר. בחברות סטארט-אפ תמצא רק אנשים ברמה גבוהה, כי חברות בראשית דרכן לא יכולות להרשות לעצמן לקלוט אנשים בינוניים. אולי בנקודה זו יש לטייסים איזשהו יתרון, מכיוון שרובם בעלי איכויות גבוהות. אבל עדיין אני מקפיד לבדוק כל אדם לגופו, בלי קשר לעברו הצבאי. לדעתי, הייתי מצליח בגללי לאו' בדיוק באותה מידה, גם אם הייתי שריונר או טבח בצבא".

כיום מנהל דורון שפר צוות לתיכנון ולפיתוח שבבים לתקשורת נתונים ולמיקרו-מחשבים. הוא בוגר לימודי הנדסת אלקטרוניקה באוניברסיטת תל-אביב, ובעברו ארבע שנים בחברת "סאייטקס". ל"גליליאו" הגיע בני-נואר 1994, כשזו מנתה חמישה אנשים בלבד, כולל המנכ"ל והמוכירה. כיום, לאחר שהקימה חברת-בת בארה"ב, מונה החברה 40 עובדים, ובקרוב תעמוד בפני הנפקה בבורסה.



מתמיד. "גלילאו" גדלה לאט אבל בטוח", הוא אומר, "ובצורה הזו ההצלחה שלה מובטחת".

גיל דייגי עבד בחברת "אינטל" לאחר שסיים לימודי הנדסת מחשבים בטכניון. "היה לי ברור מראש שה' כיוון שלי הוא לא לעבוד בחברה גדולה, אלא בחברת סטארט-אפ, כיוון שעניין אותי להקים חברה חדשה מאפס. התנאים היו בהתחלה אולי פחות נוחים, אבל בסטארט-אפ יש יותר מקום ליצירתיות, וזה מוסיף משהו לאתגר. אחרי שנה עזבתי את 'אינטל', והצטרפתי לשתי חברות סטארט-אפ, שהיו או ממש בחיתוליים. הראשונה נמכרה אחרי תהליך ממושך של הידרדרות, ובשנייה היתה בעיית ניהול קשה. בסופו של דבר, לאחר שלוש וחצי שנים, הגעתי ל'לאופטיקס', שפתחה חטיבת אינטרנט חדשה. כיום אני עובד על פרויקט מיוחד, מהפכני מבחינת הגישה העסקית שלו. אני מאמין שאם הוא יצליח, התמורה והסיפוק שאני אפיק יהיו גבוהים מאוד".

"כטייס בשירות סדיר חשבתי הרבה על תחום ההייטק", אומר ניר (32). טייס קוברה לשעבר וכיום איש חברת "אמולטק", המפתחת מחולל סימולאציות למחשבים ביתיים. "הייטק מסמל בעיני אתגר ועניין, וחברת סטארט-אפ היא הדוגמה המובהקת לכך. החברה שאני עובד בה, שהוקמה לפני שש שנים כחברת סטארט-אפ, בהחלט יכולה להתפתח לחברה שמגלגלת מאות מיליוני דולרים בשנה. אי אפשר לראות מפעל טקסטיל או מזון מתפתח בקצב כזה".

כיום מנהל ניר, בעל תואר ראשון בהנדסת תעשייה וניהול, את מחלקת התמיכה ובקרת האיכות בחברת התוכנה "אמולטק". החברה הוקמה על-ידי שלושה טייסי ניסוי, שעבדו בעבר בפרויקט הלבאי: אמיר גלי, לי, מאיר מורג ואורי בנימין. כיום, משווקת החברה ברובי חבי העולם תוכנה ייחודית בשם "ראפיד", מחולל סימולאציות למטרות פיתוח, איפיון והדרכה של מערכות מימשק אדם-מכונה.

בימים אלה עוסקת החברה בפיתוח תוכנת סימולאציה חכמה, שתדע לתרגם את הדרישות מהמכשיר למידע על שבב. "זה יחולל מהפכה של ממש בעולם ההייטק", מבטיח ניר, "ובכלל, המירוץ הטכנולוגי מוסיף עניין רב. כל שנה מגיעים לשוק מחשבים מהירים ומתוחכמים יותר, ושוק התוכנות הולך ומתפתח. במירוץ הזה אנחנו לא יכולים להישאר מאחור".

לא מעט חברות סטארט-אפ, שהוקמו על-ידי טייסים בשנים האחרונות, הצליחו לכסות על ההשקעה הראשונית, ואף להשיג רווחים נאים. אבל רק מעטים הצליחו לפתח מוצר מהפכני, בקנה-מידה עולמי, שיהפוך את בעליו למיליונר. דוגמה מובהקת לחברה כזו היא "מדינול" של ד"ר קוני ריכטר, טייס קרב ותיק שהשתחרר בדרגת אל"ם. החברה בבעלותו של ריכטר פיתחה מנגנון מכאני זעיר, שתומך בדפנות העורקים והופך את תהליך הצינתור לבטוח יותר. טייס נוסף שהפך למיליונר בתחום ההייטק הוא אורני פטרושקה (38). פטרושקה, מנכ"ל חברת "סקורפיו תקשורת", החל את דרכו בחברה כעובד מן המניין, הפך למנכ"ל ולשותף בחברה, ועם מכירתה לחברה אמריקאית - הרוויח הון רב מהעסקה.

"לא מדובר רק על כסף וביונס", אומר חמי פרס. "תחום ההייטק מוביל כיום את ישראל הרבה יותר מחקלאות, טקסטיל או נדל"ן. יש פה, לדעתי, אפילו קצת ציונות. מי שעובד בתחום ההייטק, ובמיוחד בחברות סטארט-אפ, לא רק מפתח מוצר חדש במסגרת קיימת, אלא יוצר יש מאין".

**ציונות מסוג חדש :**

"לא מדובר רק על כסף וביונס", אומר חמי פרס. "תחום ההייטק מוביל כיום את ישראל הרבה יותר מחקלאות, טקסטיל או נדל"ן. יש פה, לדעתי, אפילו קצת ציונות. מי שעובד בתחום ההייטק, ובמיוחד בחברות סטארט-אפ, לא רק מפתח מוצר חדש במסגרת קיימת, אלא יוצר יש מאין".

"מכיוון שאני שותף בחברה שמוגדרת כסטארט-אפ, לקחתי סיכון לא קטן", אומר שפר. "יש משהו מאוד מיוחד בהקמת סטארט-אפ בתחום ההייטק: אתה מקים בעצמך חברה חדשה, אף אחד לא קובע בשבילך את דפוסי העבודה, וכל אחד מהשותפים משפיע על מראה ואופי החברה. יש בסטארט-אפ מקום למעוף ול'הצלחה רצינית, אבל גם לכישלון, אם השוק יורד לשיפל".

"כשאני יודע שאני תלוי באופן ישיר במצבה של החברה, כל היחס שלי לעבודה משתנה. אני הרבה יותר קשור לעבודה, והאמביציה שלי להצליח הרבה יותר גבוהה. מאוד נהנית לעבוד בתחום הפיתוח ב'סימולטק', אבל שם הרגשתי כמו בורג קטן במערכת, כפוף לממונים רבים. הרגשתי שגם אם אצליח לפתח משהו מיוחד, הוא ייבלע בתוך סך כל הפעילות הרחבה של החברה. ב'גלילאו' אני עושה בדיוק את מה שאני רוצה, כשסביבת העבודה שלי היא המתאימה ביותר עבורי".

"כיום, אני מנהל צוות פיתוח של שבבים, ועוסק במקביל גם בפיתוח טהור, כחלק מהצוות. יש לא מעט קונפליקטים בין ניהול לבין פיתוח. מי שמתרכז רק בפיתוח, שוקע בתוך תחום מצומצם מאוד, ומתקשה לראות את התמונה הכוללת. לי זה דווקא את מה כי פיתוח מעניין אותי הרבה יותר מניהול".

לאחרונה רשם שפר לזכותו פטנט: כיצד לסנכרן בצורה נקייה מידע על שבב - והעתיד נראה ורוד

גם חברת סטארט-אפ מתאפיינת בסיכון גבוה, יצירתיות ותחרותיות. בתמונה: דורון שפר

1997. הם נחתו... הם כאן...



# הם הגיעו: דגמי 1997 החדשים של הונדה עם פלא-פון או מערכת סטריאו ל-500 הקונים הראשונים.

**197 הונדה סיוויק החל מ-75,165 ש"ח**  
דגמי הונדה אקורד, פרלוד ולג'נד בדרך-החלה ההרשמה!

עליונות טכנולוגית חסרת תקדים ■ ביצועים מדהימים ואחידות כביש מעולה ■ אמינות גבוהה עד לפרטים הקטנים ■ מפרט בטיחות קפדני ■ עוצמת מנוע ללא תחרות ■ עיצוב חדשני בקו אוירודינמי מושלם ■ נוחות מפנקת בסגנון אמריקאי ■ שכלול ואבזור שנות ה-2000

כלא-פון מיוחד לישות 050  
המבצע לפי מיליון 1/97 על פי תקנון החברה הנמצא במשרדיה. החברה רשאית לשנות את תנאי המבצע בכל עת.



מציתה את הדמיון

בואו עכשיו לראות את דגמי 1997 באולמות התצוגה בכל רחבי הארץ:

מאיר חברה למכונות ומשאיות בע"מ: תל-אביב - דרך פתח-תקוה 101, חיפה - דרך יפו 137 א', ירושלים - רח' האומן 16, תלפיות, 02-781382 רפי ורפי מוסכים: רחובות, 08-9362994 • סוכנות הרכב ראשליצ' סחרוב 10, 03-9613039 • "רכבי": הרצליה פיתוח, 09-560871 • מוסך ארז פרטיות: מפרץ חיפה, 04-8410345-8 • אל. שרותי רכב בע"מ: באר-שבע, 07-278235 • סוכנות אשדוד, 08-8523444 • מוסך בני את דוד: אשקלון, 07-750399 • גילרון: חדרה, 06-344461 • א.ב. טופקאר: נתניה, טל' 09-610581 • ג'וניקאר: נצרת, 06-556966 • סוכנות השרון: כ"ס, 09-915811 • סוכנות רכב צפון: ק. ביאליק, 04-8772999

# מ א מ ן

למרות שתחום פיתוח אמצעי הלחימה מרחיק בהדרגה את האדם משדה הקרב, עדיין אין תחליף לכושר ההחלטה, התושייה והמוסר האנושי. ועדת "האדם בקרב", הפועלת במשרד הביטחון, שמה לה כיעד לגשר בין כושרו הנתון של האדם לבין מערכת הנשק שהוא אמור להפעיל, שבניגוד אליו ממשיכה להתפתח ולהתקדם בקצב מסחרר. "למעשה, האדם מגביל היום את פיתוחן של מערכות הנשק", מתלונן אחד מחברי הוועדה. "הוא לא יכול לעמוד בגיי גבוה, לא רואה טוב בלילה, ומתקשה להתמודד עם שטף המידע ששדה הקרב המודרני מספק לו. למרות כל המיגבלות, ומאחר שאין תחליף לשיקול הדעת של האדם, אנחנו מנסים לשפר את יכולתו לפעול בשדה הקרב, ולנצל בצורה הטובה ביותר את מערכת הנשק שהוא מפעיל". ואיך עושים את זה? לוועדת "האדם בקרב" שפע של פתרונות: תמצית אוכמניות לשיפור ראיית הלילה, גלולות מלאטונין שיאפשרו לשלוט בשעון הביולוגי של האדם, חיישנים שיינשאו על גופם של לוחמי חי"ר ויפקחו על תיפקודם, אופק מלאכותי שיאפשר להתגבר על מחלת ים, מערכת שתמנע הירדמות, קסדה שתמדוד עומס גיי בזמן טיסה ואפילו מחשבות ראשוניות על שילוב של הנדסה גנטית. העתיד כבר פה **אודי עציון ושירה אנסקי צילומי אילוסטרציה: יעל חביליו**

# על אנושי

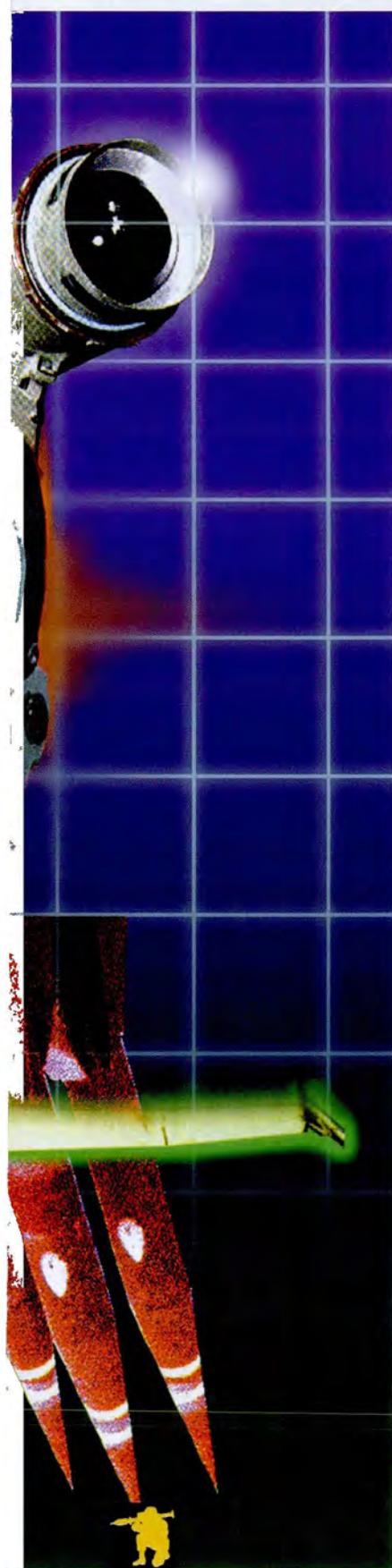
באחד מסיפורי המדע הבידיוני שכתב מתאר אייוק אסימוב מלחמה המתנהלת בין צבא כדור-הארץ לבין צבא של כוכב זר. חלליות לא-מאוישות של שני הצדדים מתמודדות שוב ושוב, בסדרה של קרבות שנמשכת שנים ארוכות. בכל פעם שאחד הצדדים מצליח לגבור על יריבו, מפתח הצד השני תוכנית מחשב טובה יותר עבור חלליות הקרב, וזוכה ביתרון. שנים ארוכות לאחר תחילת הקרבות, מציע המדען הראשי של כדור-הארץ רעיון מהפכני: לאייש את החלליות בטייסים אנושיים. לאחר שנאשאו כבר מהשגת הכרעה בקרבות, מאשרים מפקדי הצבא את הרעיון החדשני. בהרצאות המסכמות את לקחי המלחמה מתקבל הרעיון נקודת המיפנה בקרבות.

"אסימוב מנסה להעביר כאן מסר, שתרומתם של בני-האדם בקרב מכריעה את תוצאותיו ואסור להמעיט בחשיבות הגורם האנושי", אומר תא"ל ד"ר יצחק בן-ישראל, ראש המחקר והפיתוח בצה"ל. "הרעיון הזה עומד בניגוד לכיוון שבו צועד פיתוח אמצעי הלחימה כיום, כיוון שמשמעותו הרחוקה האדם משדה הקרב". את חברי ועדת "האדם בקרב" שבמשרד הביטחון לא צריך לשכנע בנוכחות המסורים האלה. הוועדה, שפועלת במסגרת מינהל פיתוח אמצעי הלחימה של

המשרד (מפא"ת), הוקמה ב-1986, במטרה לשפר את כושרו המבצעי של צה"ל מזווית חדשה: הלוחם. יו"ר הוועדה הוא תא"ל (מיל) פרופ' משה רווח, לשעבר קצין רפואה ראשי בצה"ל, המשמש כיום כמנכ"ל בית-החולים רמב"ם.

"במשך שנים השקיעה מערכת הביטחון בפיתוח אמצעי לחימה וכלי נשק שיופעלו בידי הלוחמים. המערכת השקיעה פחות בלוחמים עצמם, ועוד פחות בשאלה כיצד להפיק מהאדם - מהחייל הזוטר ועד מקבלי ההחלטות - את מלוא היכולת. גם כלי הנשק היעיל והקטלני ביותר נוקק ללוחם שיפעיל אותו, ולמימשק היעיל ביניהם. פרויקט 'האדם בקרב' הוקם כדי לשפר את כושר הלחימה של צה"ל, על-ידי טיפוח הלוחם, העלאת כושרו לבצע משימות והגדלת מיומנותו בהפעלת אמצעי הלחימה השונים", אומר רווח.

הוועדה מונה 30 חברים, רובם אנשי מדע ופיתוח, ורופאים בכירים בעלי רקע צבאי. אחד מהם הוא אל"מ (מיל) ד"ר י', לשעבר קצין רפואה ראשי של חיל-האוויר וטייס אנפה במילואים. "האדם מגביל היום את פיתוחן של מערכות הנשק: הוא לא יכול לעמוד בגיי גבוה, לא רואה טוב בלילה, ומתקשה להתמודד עם שטף המידע ששדה הקרב המודרני מספק לו. למרות



כל המיגבלות, ומאחר שאין תחליף לשיקול הדעת של האדם, אנחנו מנסים לשפר את יכולתו לפעול בש"ד הקרב, ולצלל בצורה הטובה ביותר את מערכת הני שק שהוא מפעיל".

על הפעילות השוטפת של הוועדה אחראי ענף האדם בקרב במפא"ת. החילות השונים בצה"ל פונים לענף ומציגים בעיות שנתקלו בהן. לאחר מיון הבק"שות, מובאות חלק מהן לדיון בוועדה המייעצת. "לחיי לות השונים יש מוטיבציה רבה להיעזר בנו, כיוון שה"וועדה מטפלת בנושאים ייחודיים", אומר סא"ל אבי, ראש הענף. "לעיתים תוצאות המחקרים אינן חד-מש"מעיית, ובפעמים אחרות מתגלים קשיים טכנולוגיים המונעים מאיתנו לספק פתרון לבעיה. כאשר הפרויק"טים מצליחים, מדובר בפריצות דרך".

חיל-האוויר נחשב, באורח מסורתי, ללקוח בולט של הוועדה. "חיל-האוויר הוא הצרכן העיקרי של הוועדה, בגלל המודעות הרבה לצורך להביא למיצוי מלא את היכולות שלו", אומר פרופ' רווח. "כאשר מפ"עילים אלפי טנקים, ואחוז קטן מתוכם אינו משיג את ביצועיו האופטימאליים, הפגיעה ביכולת הכוללת תהיה נמוכה. בחיל-האוויר, ההשפעה של המטוס הבודד גדולה הרבה יותר. הלוחם של חיל-האוויר, בעיקר טייס הקרב, נדרש לתפקד בתנאים קיצוניים כמו בלילה ובעומס גיי גבוה, ולכן חשוב להקטין, ואם אפשר למנוע, את ההשפעה החיצונית על ביצועי הטייס".

בשנותיה הראשונות התמקדה פעילות הוועדה ב"מחקרים אקדמיים, בתחומים שעניינו את הזרועות השונות, כמו תחום השינה והעירנות. באחד המחקרים האלה, שכונה "קפיצת הלולייין", נבחנה יכולת התיפ"קוד של לוחמים ומפקדים שסבלו ממחסור בשעות שינה. במסגרת המחקר נדרשו הלוחמים לבצע פעילות גופנית ולהפגין כושר קבלת החלטות. המחקר העלה, כי לתנאי חוסר שינה השפעה מעטה בלבד על התיפ"קוד המוטורי והטכני של האדם, אך הם יכולים להשי"פיע לרעה על כושר שיקול הדעת של המפקדים. ה"מחקר הביא לשינוי היחס לגבי שינה בצה"ל: כל חייל חייב לישון לפחות שש שעות בלילה ו"החילות הלבנים", בהם כמעט לא ישנו החיילים, נעלמו מתוכ"ניות האימונים. במקביל, הוכרה חשיבות השינה לפני היציאה לפעילות מבצעית. בחיל-האוויר, למשל, נקבע כי לפני טיסות לילה, במסגרת אימונים או פעילות מב"צעית, חייבים אנשי הצוות לצבור לפחות שלוש שעות שינה.

בעקבות המחקר נולד פרויקט חדש, שנמצא כיום בשלבי ניסוי אחרונים: גוללות שיאפשרו לשלוט בש"עון הביולוגי של האדם. בעקבות פניות שנתקבלו מה"שטח, הוחלט בוועדה לבחון כיצד ניתן לשלוט בגורם העייפות, ולהבטיח שכאשר הלוחם יידרש לבצע את משימתו, הוא יהיה בשיא עירנותו.

"חלק מהלחימה בשדה הקרב מתבצע בלילה, בש"עות שהאדם ישן, באופן טבעי", אומר אל"מ בני, קצין הרפואה הראשי של חיל-האוויר. "מחקרים שבחנו את עירנות האדם, גילו שגם אם הוא ישן לפני-כן, העירנות שלו לקראת שתיים בלילה נמצאת בנקודת שפל. אם אתה מסוגל לשפר את העירנות של הלוחם שלך באותן שעות, בזמן שהלוחם מהצד השני סובל מעירנות נמו"כה - זכית ביתרון חשוב. בשנים האחרונות נצבר ידע רב לגבי הורמון המלאטונין, שמפעיל את השעון הביור"לוגי בגוף האדם. מחקרים העלו כי הספקה מלאכותית של ההורמון, מסוגלת להשפיע על השעון הביולוגי ו"לכוון אותו מחדש. אם המלאטונין ניתן בעיתוי נכון, ובמינון מדויק, קל יותר לאדם להירדם בשעות לא



איור: דו"ר קורן

לוב בין פרמטרים שונים, יודעת המערכת לזהות את אובדן ההכרה. בפיתוח האלגוריתם המגדיר את אובדן ההכרה, נעשה שימוש בניסויים שנערכו במעבדות חיל-האוויר והצי האמריקאיים, חלקם במיוחד עבור פיתוח הקסדה. מתנדבים הוכנסו לתוך צנטריפוגות, שהפעילו על המתנדב עומסי ג'י, שנוצרו במהירות רבה מאוד והביאו לעיתים לאובדן הכרה. פעילות המוח של המתנדבים שאיבדו את הכרתם במהלך הניסוי סוי הוקלטה ונותחה. נתוני שימוש כבסיס לפיתוח האלגוריתם המזהה את לב המערכת.

לאחר שנבנה בארץ אבי-טיפוס של הקסדה, הוא הועבר לסידרת ניסויים במעבדת תנאי הסביבה של מתנ"מ, מרכז תחזוקת הנשק המונחה של חיל-האוויר. במעבדה בחנו הטכנאים את הקסדה בתנאי טיסה מדומים, לקראת סידרת טיסות ניסוי שיערכו בחודש שים הקרובים במרכז ניסויי הטיסה של החיל. בניסויים טוטס הקסדה במטוס קרב דו-מושבי, ככל הנראה F-16, כאשר איש הצוות שבתא האחורי יחבש אותה, ויבחן אותה בתנאי טיסה. הניסוי חשוב מאוד לעתיד הפרויקט, כיוון שלפני שיוחלט על ייצור סידרת של הקסדה - חייבים המפתחים לוודא כי חיישי ניה אינם מושפעים מה"רעש" האלקטרוני הרב שבקופיט.

"אחרי שנהיה בטוחים שיש בדינו מערכת אמינה, נצטרך להחליט כיצד להשתמש בה ומה לעשות ברגע שהמערכת תאזנת על אובדן ההכרה של הטייס", אומר אל"מ בני. "אחת האפשרויות היא לחבר את הקסדה לבקרת הטיסה, שתפקיק את השליטה במטוס מהטייס חסר ההכרה, ותייצב אותו עד שהטייס ישוב ויקבל שוב את השליטה לידי. הקושי הוא במסירת השליטה למערכת בזמן שהמטוס נמצא בגובה נמוך, או במהלך קרב-אוויר צמוד, בו מתמרון המטוס בחריפות".

גם עם סיום ניסויי הטיסה, עדיין תהיה המערכת רחוקה משימוש מבצעי. כמו שאר הפרויקטים שיוזמת ועדת "האדם בקרב", גם מערכת הקסדה היא אבי-טיפוס ראשוני, שחסר את המאפיינים הקשיחים של מוצר צבאי. רק לאחר הוכחת היכולת, כאשר המקור, במקרה הזה חיל-האוויר, מחליט לרכוש את המערכת, מנהלת מפא"ת פיתוח של גירסה מבצעית, ביחד עם התעשיות הבטחוניות.

עבור הטייסים שישתמשו בעתיד במערכת החדשה, לא תהיה קסדת הג'י המפגש הראשון עם תוצרי ועדת "האדם בקרב". הוועדה מרכזת כיום פרויקט ל"פיתוח מערכת חדשה של נוהלים למיון ולהדרכה של טייסים. במסגרת הפרויקט, מתבצע ניתוח עיסוקים של מקצועות הטיס השונים, כדי לנסות ולענות על השאלה הנצחית כמעט: כיצד בוחרים את החניכים המתאימים ביותר לקורס הטיס?

"היכולת הטכנולוגית בתחום התעופה התפתחה בקצב מסחרר", מעיד פרופ' רווח. "במקביל, רוכש כיום חיל-האוויר מטוסים דומים לאלה שרוכשות מדינות עוינות. הפער בין הטייס הישראלי ליריבו עשוי לקבוע את תוצאות ההתמודדות באחת הזירות החשובות ביותר במלחמה. לכן ישנה חשיבות, אפילו גדולה מבעבר, ליכולת המיון והאיתור של המתאימים ביותר לטיס, אלה שיש להם את הפוטנציאל הכי גבוה להפוך לטייסים מצוינים".

למרות ההתקדמות הגדולה שנעשתה בשנים האחרונות בניתוח המדעי של קבלת החלטות, הרי שכל הנוגעים בדבר עדיין מתקשים להגדיר לאלו תכונות בדיוק זקוק הטייס האידיאלי. "ידוע שבתהליך המיון, בעיקר במערך הקרב, אנחנו מקפידים על איכות



מקובלות, ולהיות עירני יותר, בשעות בהן הוא ישן בד"ך כלל".

בתחילה התרכז המחקר בחיפוש אחר המינונים המדיקים לנטילת ההורמון, כאלה שיבטיחו הירדמות מהירה, אך לא יפגעו אחר-כך בעירנות ובקצב היקיצה מהשניה. המחקרים הצליחו כבר להפחית במידה משמעותית את המינון של נטילת התכשיר, מבלי לפגוע בתוצאה הסופית. כמו כל תרופה, גם מלאטונין אינו מומלץ לצריכת יתר.

בשלב הבא, יבדקו במעבדת השניה של הטכניון בחיפה את ביצועי האדם לאחר שניה בעקבות נטילת מלאטונין, בהשוואה לביצועיו לאחר שניה טבעית. "קשה להעריך כרגע מתי תגיע גולת המלאטונין לשימוש בטייסות חיל-האוויר", אומר אל"מ בני. "אנשי צוות-אוויר, באופן טבעי, חשדנים לגבי תכשירים מהסוג הזה. עד שלא נוכח, באופן מדעי, שהשפעה של נטילה מלאכותית של מלאטונין מועילה ואין בה סיכור, ינם, לא נשתמש בה".

אחד הפרויקטים המהפכניים שמונהלת כיום הוועדה, הומון בידי חיל-האוויר: מערכת קסדה שתאזנת אובדן הכרה עקב עומס ג'י, בעיה שגרמה בעבר למותם של טייסים בחילות-אוויר בעולם. כיום, ארבע שנים לאחר תחילת הפרויקט, המערכת הישראלית, שנמצאת עדיין בשלבי אבי-טיפוס, היא המתקדמת בעולם, ומעוררת עניין רב בחילות-אוויר זרים.

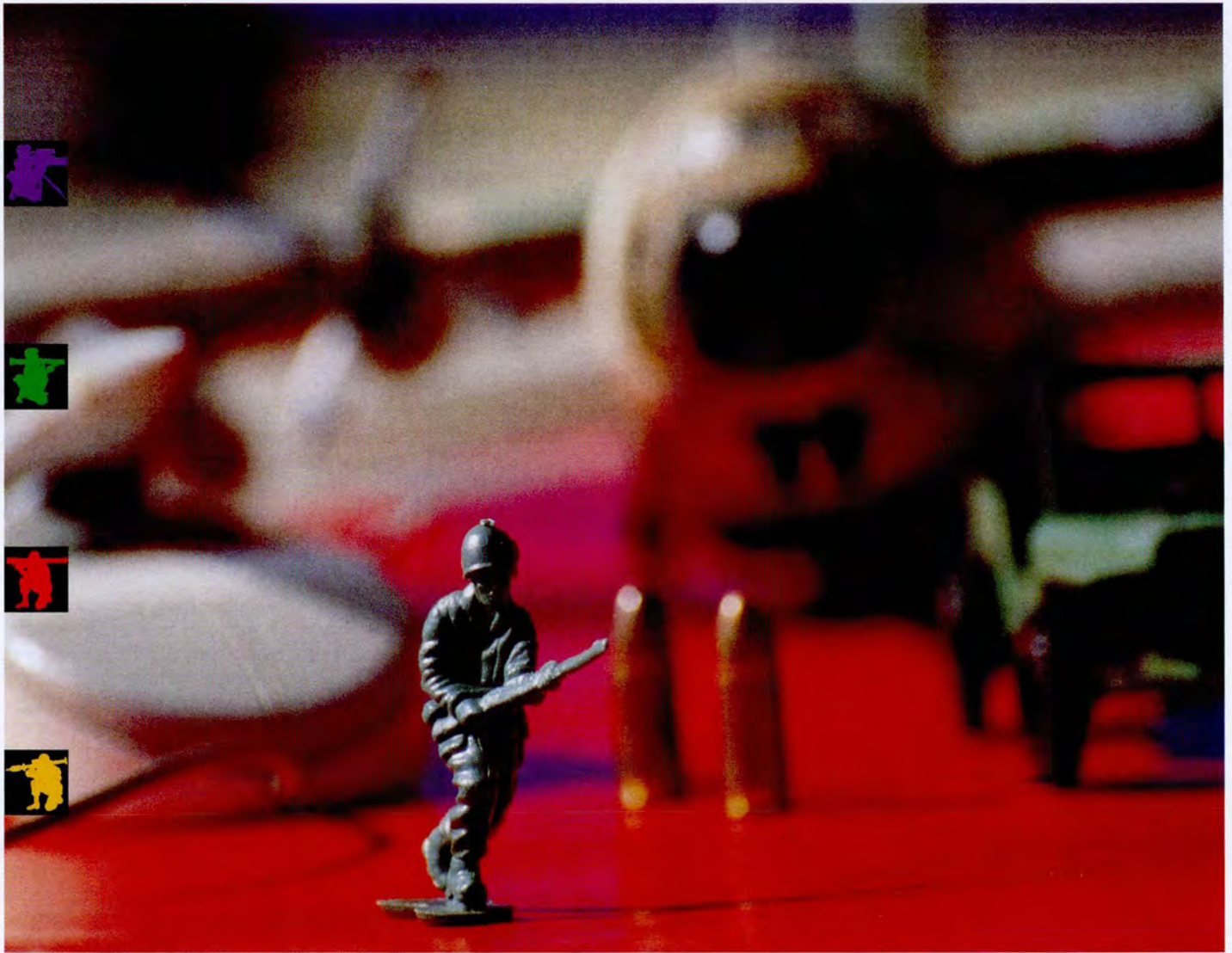
"ככל שגדלה מהירות מטוסי הקרב והשתפר נושך התימרון שלהם, החריפו עומסי הג'י המוטלים על הטייסים", מסביר אל"מ בני. "עומס הג'י גורם לזיכוך הדם בחלקו התחתון של הגוף, מקשה על הלב להזרים את הדם לראש, וכך נוצר במוח מחסור בחמצן, שבמקרה לא חריפתו מביא לאובדן הכרה. במהלך השנים פותחו סכניקות שנועדו לסייע לטייסים להתמודד עם עומס הג'י: חליפות טיסה מתנפחות ותרגילי כיווץ ושיחזור של שרירים, בעיקר באזור הבטן והרגליים, שהצליחו להקטין את בריחת הדם מאזור הראש.

"במטוסי הקרב החדשים, הלב כבר לא מצליח לפנות צוות בזמן על עומס הג'י, שגדל במהירות רבה מבעבר. הקושי הזה מוביל את ביצועיהם של מטוסי הקרב המתקדמים: F-16, למשל, מסוגל במקור לפתח עומס של 12 ג'י, אך בגלל שמיגבלת הטייס האנושי עומדת על תשעה ג'י, נאלצו המתכננים להגביל את כושר התימרון שלו. חליפות טיסה מיוחדות, שפותחו בשנים האחרונות בארה"ב, העלו את המיגבלה האנושית ל-12 ג'י, אבל לא פתרו את בעיית אובדן ההכרה. בתנאים של קרב-אוויר צמוד, הטייס נמצא כל הזמן על הגבול הדק שבין הכרה לעילפון. עילפון כזה, גם אם נמשך רק מספר שניות, עשוי להביא לתאונה קטלנית".

המערכת שפותחה עבור חיל-האוויר, מיועדת לזיחות אובדן הכרה באופן מיידי. הקושי העיקרי בפיתוח, טמון במציאת השיטה האמינה ביותר להגדרת "אובדן הכרה". לאחר בחינה של כמה שיטות, שנשענו על קבלת נתונים ממערכות שונות של הגוף, הוחלט להתמקד בניתוח גלי המוח של הטייס.

"פריצת הדרך האמיתית של מערכת הקסדה, נעוצה באלגוריתם שמוזה את אובדן ההכרה", ממשיך אל"מ בני. "אין כמעט אזעקות שווא מצד אחד, ויש רק אחוז זעום של כשלונות באיתור אובדן הכרה, מהצד השני. אנחנו מעדיפים לעבוד בצד הבטוח, ולהסתכן בקבלת התראות שווא רבות יותר, מאשר להפחית את רגישות המערכת, ולהסתכן ביצירת אובדן הכרה שהמערכת לא תזהה".

המערכת מורכבת מאלקטרוניות הממוקמות ב"קסדת הטייס, וקולטות את גלי המוח שלו. עלידי שי



הוועדה, העלו תוצאות מבטיחות לגבי שיפור ראיית הלילה של האדם, עלידי נטילת מינונים שונים של תמצית אוכמניות. בתום הניסויים, יציגו אנשי הוועדה את המסקנות בפני הזרועות השונות של צה"ל, שיחליטו אם להמשיך במחקר בתחום.

ועדת "האדם בקרב" מבילה פרויקטים ייעודיים גם עבור זרועות אחרות בצה"ל. חיל-הים, למשל, שגם אנשיו מתמודדים בתנאים פיסיים יוצאי-דופן, מוכר גם הוא כלקוח חשוב של הוועדה. למרות שהבעיות איתן הוא מתמודד היו מוכרות ליורדי הים כבר לפני מאות ואלפי שנים, הרי שלפחות בתחום אחד הוא מתקרב לפריצת דרך.

מחלת ים, הכינוי הפופולרי לקושי של מערכת שיווי המשקל של האדם להתמודד עם טלטולי הגלים, מוכרת כמיטוד לכל יורד ים - גם לוותיקים שבהם. הבחילות, ההקאות וההרגשה הכללית הרעה שגורמת המחלה, מקשות על צוותי הספינות לתפקד ברציפות וביעילות. פתרונות שפותחו במהלך השנים, כמו מדב"קה מיוחדת המוצמדת לאיזור האוזן הפנימית, סמוך למערכת שיווי המשקל, לא הוכיחו יעילות מספקת. פרויקט האופק המלאכותי, שמנהלת הוועדה עבור חיל-הים, עשוי להיות התשובה המוחלטת. מחלת הים נוצרת בזמן שהייה בחדר סגור, בגלל הסתירה שבין טלטולי האונייה בים לבין מראה העיניים, שאינן קולטות סיבה מוגדרת לטלטלות. האופק המלאכותי מיועד להעניק לימאים את האש"ל ליה כי האופק אכן נע עם הגלים, ולהשוות את מראה העיניים לתחושת מערכת שיווי המשקל. מסכים גדולים, שיפוזרו בנקודות שונות באונייה, יציגו לצור"פה תמונה של אופק מלאכותי, שתורכב מסרטי מח"

### חיי שנים למניעת הירדמות:

במסגרת הוועדה, יוחל בקרב בפיתוח מערכת שתוכל למנוע הירדמות. מערכת כזו תועיל מאוד לשומרים, למשל. בעתיד ישא השומר את חיישני המערכת בתוך הקסדה, והם ישדרו למוקד מרכזי נתונים. ברגע שאחד השומרים יפגין סימני הירדמות, המוקד יוכל להעיר אותו. החיילים של העתיד ימשיכו אולי לשמו, אבל לא יכירו עוד את המושג של הירדום בשמירה

הראייה של המועמדים, ומציבים להם דרישות גבוהות מאוד, גבוהות יותר מאלה של חיל-האויר האמריקאי, למשל, "אומר אל"מ בני. "אבל - האם כל מועמד שיש לו ראייה מושלמת יהיה גם טייס טוב?"

כדי למצוא את סל התכונות המתאים למועמד לטיס, נבדקים היבטים שונים של פעילויות צוותי-האויר. תוצאות המחקר מיושמות כבר בשלבי הקליטה הראשונים של הטייסים הצעירים, מיד לאחר תום קורס-הטיס. בקרוב הם ייושמו כבר בשלבים המאוחרים של הקורס, כשעל הפרק נמצא מבחן מיון חדש עבור השלבים המוקדמים של הקורס, שהסכם על פיתוחו נחתם כבר עם חברה אורחית.

חלק מהשינויים נועדו להתאים את הדרישות מה-טייסים העתידיים, לשינויים בתעופה הקרבית. "אני לא יודע אם היית מתקבל היום לקורס-טיס, או מצ"ליח לסיים אותו", אומר אל"מ (מיל') י. "הטיסה, וסביבת הטייס, השתנו רבות מאז התחלתי לטוס בחיל-האויר. היום, הטייס צריך ללמוד מהר יותר, ולהתמודד עם טכנולוגיות אחרות, מתקדמות ביותר. הנוסחיה לטייס איכותי השתנתה, כאשר מרכיבים מסוימים קיבלו חשיבות רבה יותר, ואחרים הפכו זניחים".

אחד המאפיינים של שדה הקרב המודרני הוא הדגש ההולך וגדל על לחימה בשעות החשיכה. תחום שלפני 20 שנה נחשב זניח, התפתח לאחד ממרכיבי הלחימה המרכזיים, הודות להתקדמות העצומה במערכות ראיית הלילה. הטייסים מסוגלים היום לראות בחשיכה, כמעט כמו באור יום, למרות שמבחינה פיסיולוגית, העיניים שלהם אינן שונות מאלה של טייסי-מל"חמת-העולם השנייה. גם כאן עובדת ועדת "האדם בקרב" על פיתוח מקורי משלה. מחקרים שביצעה





בחודשים הקרובים צפויה הוועדה לעבור מספר שינויים מבניים, כדי להקל על עבודתה השוטפת. הוועדה המורחבת תתפצל לשתי יחידות קטנות יותר, שבי ראשן יעמדו פרופ' רווח וסא"ל אבי. לצוותי הוועדות יצורפו אנשי מילואים שעסקו בומן שירותם בתחום המבצעי ובתחום אמצעי הלחימה, כדי להקל על הקצ"ר בין המדע והטכנולוגיה לבין החייל בשדה הקרב. השינויים אמורים להגביר את המודעות בצה"ל לפעילות הוועדה ולפיתוחים שלה.

אנשי ועדת "האדם בקרב" כבר מתכננים את הפרויקטים הבאים. לפרופ' רווח יש כמה רעיונות: "אנחנו קרובים להחלטה להיכנס לפיתוח של מערכת שתוכל למנוע הירדמות, עליידי איבחון מצב השינה של האדם. מערכת כזאת תוכל להועיל מאוד לשומרים, למשל. שמירה היא עיסוק מונוטוני ומשעמם, ולכן קל מאוד להירדם במהלכה, בעיקר בלילה. השומר ישא את חיישני המערכת בתוך הקסדה, והם ישרו למוקד מרכזי נתונים. ברגע שאחד השומרים יראה סימני הירדמות, המוקד יידע ויוכל להעיר אותו. למערכת כזאת יש דרישה בעיקר במיתקנים בטחוניים רגישים, שאסור שהשמירה עליהם תיפגע. החיילים של העתיד ימשיכו אולי לשמור, אבל לא יכירו עוד את המושג של הירדום בשמירה".

אל"מ (מיל) "מקוה גם לתחומי התפתחות חדשים. "החשיבות של האדם בקרב תתרחב בעתיד, בכל תחומי הלחימה. גם השימוש הגובר בכלים לא מאוישים, כמו מל"טים, לא יוכל לשנות זאת. אני מקווה, שנוכל במקביל להעביר חלק מהטכנולוגיות שפיתחנו כאן ליישומים אזרחיים. הייתי מאוד רוצה לראות את האדם בקרב הופך לאדם בשלום".

שמערכות הנשק הולכות ומשתכללות, כאשר מהפכות טכנולוגיות ורדפות זו את זו, האדם כמעט שלא השתנה. אבל אי אפשר לעסוק בשיפור ביצועי האדם בקרב, מבלי להרהר באפשרות לשפר גם את האדם עצמו. בסיפורי המדע הבדיוני, של אסימוב ואחרים, מככבים לעיתים גיבורים שאיברים שונים בגופם הוחלפו במערכות מלאכותיות בעלות ביצועים משופרים, או שופרו בהדרגה גנטית. מתי יעברו הגיבורים האלה מסיפורי המדע הבדיוני אל תוכנית העבודה של ועדת "האדם בקרב"?

"הנדסה גנטית יכולה לחולל מהפכה בלוחם האנושי: הצוללן יהיה טוב יותר אם יהיו לו זימים, אבל זו תהיה החלטה בעייתית לאמץ את הפרויקט הזה", אומר אל"מ בני. "עם הידע הביולוגי שיש לנו כיום, קשה לי להתנבא מתי הרגע הזה יגיע, אבל בסופו של דבר נצטרך להכריע ולבחון עד כמה הנדסה גנטית של לוחמים נחוצה, ועד כמה היא מוצדקת. זו לא תהיה החלטה פשוטה. הרבה סוגיות אתיות יצטרכו להיפתר לפניכן. השימוש בהנדסה גנטית עשוי לחולל נפלאות, אך הוא מסוגל לגרום גם אסונות מחרידים".

סיפורי המדע הבדיוני יצרו להנדסה הגנטית דימוי אפל. ולמרות זאת, פרופ' רווח לא נרתע: "אני חושב שקצב ההתפתחות של האדם מהיר מספיק ואין צורך להמניס אותו לסידרת שיפורים. אבל בהחלט ניתן להשתמש ביכולת בתחום הגנטי, כדי למיין את החיילים בצורה טובה יותר. אם היינו יכולים לאתר על-פני המבנה הגנטי את אותם עשרת האחוזים של חיילי החי"ר שרגישים לשברי הליכה, היינו יכולים לשבץ אותם לתפקידים אחרים, ולהפיק מהם את המיטב".

שב שיחקו את הדבר האמיתי. בניגוד לאופק המלאכותי המותקן במטוסים ומסוקים, ומציג לטייסיים את מיקומו של האופק האמיתי, המערכת הימית נועדה לתמוך באשליה שיוצרת תנועת הגלים. מערכת ראשונית נבחרה בספינות חיל-הים לפני כשנתיים, ונשלחה לסידרת שיפורים מקיפה. בחודשים הקרובים מתכנן חיל-הים לבצע סידרת ניסויים נוספת. לאחר שהרעיון יוכח ברמה העקרונית, תיבחן השפעת פעילות המערכת על בני-אדם.

"האופק המלאכותי הוכח כרעיון נכון לפחות ברמה התיאורטית ובניסויים ראשוניים", אומר פרופ' רווח. "ברגע שנתגבר על הקשיים הטכנולוגיים, אנחנו מקווים לספק לחיל-הים מערכת שתוכל לטפל בירידה בתפקוד עקב הטלטולים, ולהימנע מתופעות לוואי של תרופות שולקחות כדי להתמודד עם מחלת הים. זו רק שאלה של זמן עד שהמוצר ייכנס לשימוש מבצעי".

האופק המלאכותי נחשב לפרויקט ייחודי במושגים עולמיים. עד היום ניסה רק הצי ההולנדי לפתח מערכת דומה, אך קשיים טכנולוגיים עצרו את הפיתוח. עתה מגלים ההולנדים עניין בפיתוח הישראלי.

פרויקט אחר ששיים כבר את שלב הפיתוח הראשוני, הוא מערכת תיחקור לחייל החי"ר. מטוסי ומסוקי הקרב של חיל-האוויר מצוידים כבר במערכות תיחקור המקליטות את תמונת הכוונת, ומאפשרות להעריך לאחר מעשה את ביצועי הצוות באימון. "לחימת החי"ר, לעומת זאת, פשוטה יחסית: הרובה הוא כלי הנשק, והלוחם נע על רגליו. במצב כזה קשה למדוד את ביצועיו באימון, ובאותה רמת תיחקור שפיתח חיל-האוויר", מסביר פרופ' רווח.

"אפשר אומנם לבדוק את פגיעות הכדורים במטרה, אבל קשה לדעת אם אש האויב לא פגעה בחייל לפני כן, בזמן שהסתער. בנינו מסלול חי"ר עמוס בחיישנים, שחלקם ינשאים על גופם של הלוחמים. המסלול החי"ר כס מסוגל לתחקר פרמטרים שונים בהתנהגות החייל. כך ניתן, למשל, להטמיע את חשיבות המיקום הנכון בשדה הקרב, שלא יחשוף את הלוחם לקו הירי של חיילי האויב. המערכת מסוגלת לבחון את הישגי הצוות בתחום לאחר תירגול, לוודא שהם הפנימו את תורת הלחימה. הפיתוח הראשוני של המערכת הושלם בהצלחה, ועתה נבדק היישום שלה כמערכת מבצעית".

הנושאים עימם מתמודדת ועדת "האדם בקרב", הטרדו מצביאים עוד בימי התנ"ך. עם הקשיים שבלחימה בלילה, בים או באוויר מתמודד היום כל צבא מודרני. ההתקדמות שהשיגה הוועדה בתחומים מסוימים מעוררת עניין רב באותם צבאות, עניין שהוליד שיתוף פעולה בינלאומי בחלק מהפרויקטים. "קל יחד שיתוף פעולה עם מדינות זרות בתחומי המחקר של האדם בקרב, כי האדם לא משתנה ממדינה למדינה, ואין כאן חשיפת סודות בטחוניים", אומר תא"ל יצחק בן-ישראל. "למערכת כמו הקסדה שמודדת עומס ג'י, יש ביקוש בכל העולם. בפרויקט הזה אנחנו נעזרים בניסויים שנצבר בארה"ב, כחלק משיתוף הפעולה בתחום המו"פ בין שתי המדינות. אנחנו נעזרים במחקרים שבוצעו בעבר ונמשכים בהווה על השפעות עומס הג'י. העניין האמריקאי נוצר לאחר שביקשנו לבצע ניסויים עבור הפרויקט בצנטרפוגות בארה"ב. מאז, שיתוף הפעולה מתנהל בזכות העניין המשותף, כשאנחנו תורמים את הרעיון הבסיסי, ובניסויים משתתפים מתנדבים אמריקאים".

הפרויקטים בהם עוסקת הוועדה משפרים את תיפקודו של הלוחם, בלי לשנות דבר בלוחם עצמו. בעוד



את כל התשובות, ועוד רבות אחרות, תוכלו למצוא ביומן השנה השולחני המהודר של חיל-האוויר. זאת ועוד: תוכל למצוא ביומן גם מאות אירועים, איזכורים ותאריכים היסטוריים, טמפרטורות והפרשי שעות בעולם, טלפונים צבאיים, וגם - מייגון העונשים שמותר לכל קצין להטיל על חייל...  
 חתום על מנוי שנתי לבטאון חיל-האוויר, וקבל במתנה את יומן השנה החדש של חיל-האוויר.  
 מנויי וקוראי הבטאון יכולים לרכוש את היומן תמורת 15 ש"ח (כולל דמי משלוח).

אל: בטאון חיל-האוויר ד"צ 01560 צה"ל

אני מעוניין לחתום על מנוי שנתי לבטאון חיל-האוויר ולקבל במתנה את יומן השנה של חיל-האוויר.

רצ"ב המחאה ע"ס 90 ש"ח.

אני מעוניין לרכוש את יומן השנה של חיל-האוויר. רצ"ב המחאה ע"ס 15 ש"ח.

שם ומשפחה: \_\_\_\_\_ כתובת: \_\_\_\_\_

מיקוד: \_\_\_\_\_ טלפון: \_\_\_\_\_





# הסורדורי

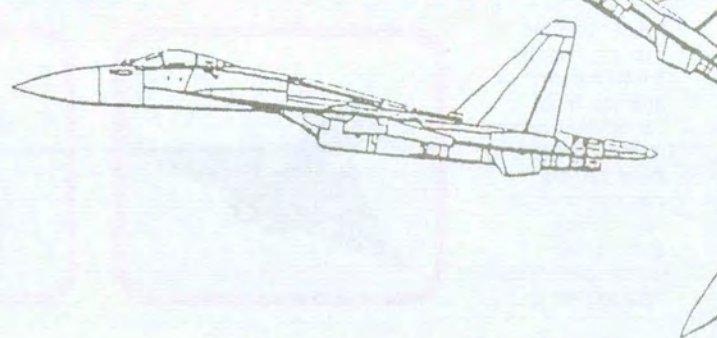
האמריקאים שמרו על פרופיל נמוך, האירופים הפגינו התאוששות והרוסים הדהימו עם הופעה אירובאטית של הסוחוי-37 הווקטורי. אבל המטוסים, הביתנים והתרגילים האירובאטיים בפארנבורו, היו, כך מסתבר, רק תפאורה שכיסתה בקושי על ההחלטות, המגעים והמהלכים הקדחתניים שהתנהלו מאחורי הקלעים. כך למשל, ראויה לציון הצהרתו המתוזמנת היטב של שר ההגנה הבריטי מייקל פורטילו, שאישר כי בריטניה תשקיע בפרויקט היורופייטר 23 מיליארד דולר. גרמניה כבר בלחץ

שרון שדה צילומים: פול ברו, פארנבורו

# גנב את ההצגה



הסוחוי-37 הציג בפארנובורו את  
נפלאות ההנעה הווקטורית. אחד  
התרגילים האירובטיים המרשימים  
שהפגין הסוחוי היה ה"קולביט"  
(גלגול, בווסית). בעזרת ההנעה  
הווקטורית, מבצע הטייס  
'סאלטה' באוויר, כאשר המטוס  
נמצא במהירות נמוכה



# הסאלון האווירי פארנבורו '96



## ה

בריטים, ושאר העולם, שואלים את עצמם בשנים האחרונות מי בכלל צריך את סאלון פארנבורו. אם מתעלמים לרגע משיקולי התדמית, קשה למצוא הצדקה לקיומו, לנוכח ירידים אוויריים מעניינים וחשובים יותר בלה-בורז'ה, בסינפור, בגרמניה ובצ'י. לה. השנה נרשמה אומנם עלייה קלה במספר המציגים בפארנבורו - כ־660 - אולם מומחי תעופה מסכימים, כי מרכז הכובד עובר לתערוכות הנערכות באזורים עתידי תקציבים, כגון המזרח הרחוק והמפרץ הפרסי. למרות נתוני הפתיחה הקשים, הצליחו מארגני הסאלון - אגודת תעשיות האירוספייס הבריטיות (SBAC) - להציג מטוסים ואמצעי לחימה חדשים בהופעות בכורה. הכוכב המקומי היה כמובן היורופיי-טר, ששלושה אבות־טיפוס שלו הגיעו לסאלון, ואחד מהם השתתף בתצוגה האווירית, בפעם הראשונה בסאלון אווירי. אבל את ההצגה גנב הסוחוי-37 (גירסת ההנעה הווקטורית של הסוחוי-35), בהופעת בכורה ראשונה מחוץ לרוסיה.

ה-B-2 החמקן של "נורת'רופ גרומן", הגיע גם הוא לסאלון, במסגרת טיסת אימון ארוכת־טווח, שנמשכה 21 שעות. המטוס, שהשתתף לראשונה בסאלון האווירי בלה-בורז'ה, ואף היווה לכמה שעות חלק מהתצוגה הקרקעית, הסתפק הפעם בחליפה קצרה ביום הפתיחה של הסאלון. האמריקאים, שהפגינו שרירים בלה-בורז'ה, הובסו גם הם על־ידי התצוגה המופלאה של הסוחוי-37.

בתצוגה הקרקעית היו מעט מאוד חידושים. "בואינג" הביאה את ה־F-2000, לאחר שהציגה לראשונה את ה־F-100 בלה-בורז'ה, "בל" הציגה לראשונה בסאלון את מסוק ה־427, והופעות בכורה נרשמו גם ל־EMB-145 של "אמבראר" הברזילאית ולאב־טיפוס של ה־MIG-AT. עוד בתצוגה הקרקעית - ה־B-52 הוותיק, שבועות מעטים לפני שיצא לתקוף בעיראק. הסיבה: "בואינג" מציעה לחיל־האוויר האמריקאי לחלף את שמונת מנועי הסילון הישנים והבזוניים של המטוס בארבע מנועי "רולס רויס" מודרניים, שיחכרו (!) לאמריקאים.

בתצוגה האווירית, שנערכה מדי יום הודות למוג' האוויר הנוח ושטף השמש, הפגינו מטוסי קרב אמריקאים (F-16, F-18), רוסיים (מיג-21), שחזרו לסאלון לאחר הפסקה ארוכה, סוחוי-30 ו־37, צרפתיים (ראפאל) וכלל־אירופיים (יורופייטר-2000) ביצועים אירובטיים עוצרי נשימה, שלפחות אחד מהם כמעט הסתיים באסון: מטוס F-18 נקלע במהלך הופעה לתוך ענן סמיך. כשיצא ממנו, לא הבחין הטייס כי הוא נמצא מתחת לגבול הגובה המינימלי המותר (300 רגל), שקבעו קציני הבטיחות של הסאלון. ברגע האחרון נחלץ הטייס מהמצב המסוכן, טיפס לגובה המותר והמשיך בתצוגה. אבל הדבר לא הרשים את המארגנים: הם הורו לסלק אותו מהמשך ההופעות, ולקרקע את המטוס.

הסוחוי-37, בעל הנעה וקטורית, הציג יכולת אירוביטית מרשימה ביותר, לאחר שהוסרו מכשולים שהעימדו המארגנים בפני טייס הניסוי הרוסי, יבגני פרילוב. הטייס סירב להשתתף במקצה האירובטי שנקבע לו, לאחר שנאסר עליו לבצע תרגילים בגובה רב. המארגנים, שמאסו בעבירות על מיגבלות בטיחות טיסה, כפי שחוו בשבוע האירופיים שקדם לפתיחת הסאלון, ביקשו להגביל את ביצועי הסוחוי, כדי שלא יעמדו בפני מצבים לא נעימים. ואולם, לאחר דין ודברים, קיבל פרילוב אישור לבצע את תימרונו בגובה ביניים, והצופים יכלו לחזות בתרגילים עוצרי נשימה.

הטייס הרוסי הציג שני תרגילים חדשים: קולביט (סאלטה) ופעמון - כל אחד מפעים ממישנהו. בקולביט מתייצב המטוס למצב "ישיבה" - חרטום מורס מעלה - ותוך כדי הפעלת ההנעה הווקטורית, מסובב הטייס את המטוס סביב צירו ב־270 מעלות, ללא שינוי בגובה. בתרגיל הפעמון מובא המטוס למצב אנכי שנמשך כמה שניות, ו'נופל' לאחור, מסתחרר בעזרת דחף וקטור, וצולל לקראת התיישרות. בתרגיל אחר, הזדקף המטוס לאחור ב־135 מעלות, הסתובב סביב צירו והמשיך בטיסה ישרה ואופקית, או השלים את הטיסה כשהוא על גבו. מדהים.

לעיתונאים ולפרשנים שניסו לתאר את התצוגה האווירית שלו פשוט נגמרו המלים. עם ההנעה הווקטורית, אפילו התרגילים המסותיים של הסוחוי-27, שהדהימו את העולם לפני שנים אחדות, נראו הפעם גמלוניים וחסרי חן לחלוטין. בעיתונים המקצועיים הודרוזו לספק לקוראים דיאגרמות של התרגילים. טייסי הקרב שהגיעו לסאלון לא הצליחו להכריע בשאלה החשובה מכל: האם יש לכושף התמרון המופלא הזה ישום מבצע, בקרבות אוויר. הסוחוי-37 מעלה לדרגת אמונת את תרגילי הית' לו לחלף, למשל, אבל הדעות חלוקות לגבי התרומה המבצעית של התרגילים החדשים.

יצרניות המטוסים מעריכות יותר את החידוש. "סאב", למשל, הודיעה כי בשנים הקרובות ימריא JAS-39 גריפן עם הנעה וקטורית, בינתיים רק בפרויקט הדגמה טכנולוגי. הסוחוי-37 עשוי עד אז להיות כבר על פסי הייצור. מטוסים וקטוריים טסו כבר, אבל מלבד, אולי, ה־F-22, הסוחוי-37 הוא הקרוב ביותר לייצור סידרתי. מערכות האוויוניקה וסוגי החימוש שלו

מבוססים על אלה של דגמים אחרים במשפחת הסוחוי-27. הכניסה לייצור סידרתי תיקבע, כמובן, בהתאם לקצב זרימת הכסף לפרויקט - וההזמנות. על הקרקע, השתדלו המציגים להעניק לפארנבורו אווירה של סאלון אווירי רציני, עתיר התרחשויות. פארנבורו '96 יוזכר כאירוע שבמהלכו התקבלו החלטות דרמטיות ביותר בתעופה האירופית בכלל ובתעופה הבריטית בפרט. עיתוי קיומו של הסאלון - חודשים ספורים לפני הבחירות בבריטניה - העניק הזדמנות מצוינת לקבלת החלטות מפתח שיזכו בחיפה בינלאומית. הביתנים ותצוגת המטוסים היו בבחינת תפאורה דלה, שכיסתה אך בקושי על המגעים והמהלכים הקדחתניים שהתנהלו מאחורי הקלעים.

השפעתם של שיקולים פוליטיים וכלכליים קצרי טווח, ניכרה עוד לפני פתיחתו הרשמית של הסאלון. חמישה שבועות לפני טקס הפתיחה, התבשרו ראשי תעשיות התעופה והביטחון בבריטניה, כי זכו בחוים בסך 6.1 מיליארד דולר, שהבטיחו את מקום עבודתם של לא פחות מ־5,000 עובדים. חברות בריטיות זכו לשמש כקבלניות ראשיות בפרויקטים כבדי־משקל: השבחת מטוסי סיור מסוג נימרוד לגירסת נימרוד-2000, תבצעה על־ידי "בריטיש אירוספייס", בשותפות עם "בואינג" מארה"ב.

טיל אוויר־קרקע לחיל־האוויר וזרועות הצבא הבריטי (CASOM) יפותח על־ידי "בריטיש אירוספייס", בייתוף עם "מאטרה" הצרפתית, ועתה עומדים הבריטים לבחור את הווכה במכרו ה־ASTOR למטוס מכ"ם־מנגד (AIRBORNE STAND OFF RADAR). "לוקהיד" ו"רייטאון" יציעו לבריטים מטוסי U-2 חד־



היורופייטר (למטה משמאל) הוא כיום המטוס החשוב ביותר לבריטים. "בריטיש אירוספייס", השותפה בייצור, משווקת גם את מטוס הגריפן (למטה מימין). ה־F-15E (למעלה), כוכב תערוכות ותיק, השתתף גם הוא בפארנבורו



## ישראלים בסאלון הכוכב של אלביט: מיג-21 מושבח



אוויוניקה ישראלית, שושים רוסיים: המיג 21 המושבח, רגע לפני המראה בסאלון

מתוצרת רפא"ל (פיתוח-3), קיט לפצצות עופר מתוצרת אלביט, ואמצעי לחימה נוספים. המטוס הוטס בסאלון על-ידי טייס ניסויי ישראלי, איש חיל-האוויר לשעבר, ומשך תשומת-לב רבה.

מטוס המיג המושבח - בעבר מטוס אויב וכיום מקור לא אכזב לרווחים - הפגין תימונים מרשימים וסחט קריאות התפעלות. תא הטייס מכיל מחשב משימה ומערכת כוונת קסדה מתוצרת אלביט, מער-כות אוויוניקה מתקדמות, תצוגה עילית מתוצרת אל-אופ וצגים רב-תכליתיים. בחרטום מותקן מס' ELM-2032 של "אלתא", ובגוף המטוס מותקן מיתקן לפיזור מוגן ונורים מתוצרת התעשייה הצבאית.

התעשייה האווירית, המתחרה באלביט בפ-רויקטים שונים של השבחה, לא השתתפה בסאלון, אך נוכחותה הורגשה היטב. יו"ר החברה, אביגדור בן-גל, והמנכ"ל, משה קרת, נועדו לפגישות עבודה עם ראשי חברות אמריקאיות, בהן "לוקהיד-מארטיין", ודנו עימם על מסגרות לשיתוף-פעולה. במהלך הסאלון דווח על מסירת מטוס אסטרס SPX ללקוח בארגנטינה, ועל חתימת הסכם שיתוף פעולה בין חטיבת המנועים של "ג'נרל אלקטריק" למפעל מת-א-מסוקים של התעשייה האווירית. הפ-רויקט: החלפת מנוע מסוק הקוברה במנועים חדשים מסוג T-700, אם יחליט חיל-האוויר להצטייד במנוע שיאריך את חיי המסוק בעשר עד 15 שנים נוספות.

התערוכה בפארנובורו אינה מושכת את התעשיות הישראליות, למרות ההתעוררות ביחסים הבטחוניים בין ישראל למרבית מדינות אירופה. רוב התעשיות הישראליות מעדיפות להשתתף בסאלון האווירי ב"ה-ברז'יה, הנחשב ליוקרתי יותר. יחד עם זאת, ביק-רה בסאלון משלחת בטחונות מכובדת, שבראשה עמד מנכ"ל משרד הביטחון, דוד עברי, ושתי תעשיות חשובות - רפא"ל ואלביט.

רפא"ל שכרה ביתן צנוע באחד האולמות, כחלק ממסע החדירה שלה לשוק הבריטי, וזאת עוד בטרם נודע על הפסדה בתחרות ה-CASOM לצבא הבריטי. למרות זאת, היא החליטה שלא לוותר על השתתפותה, ומנכ"ל רפא"ל, יצחק גת, העיד כי לא אמר נואש: "בריטיש אירוספיס" ו"מאטרה" וכו' בפ-רויקט, למרות שהטורברופאי היה עדיף, וההצעה הישראלית נחשבה לטובה וזולה יותר. בשלב זה רפא"ל נמצאת במגעים מתקדמים עם 'בריטיש אירוספיס' לשיתוף פעולה בתחומים מסוימים, ויתכן שרפא"ל תשמש כקבלנית משנה גם ב-CASOM.

הופעה יוצאת דופן היתה לחברת אלביט, שהציגה יחד עם התעשייה הרומנית אירוסטאר, את חבילת ההשבחה למטוס המיג-21, המתבצעת כעת עבור חיל-האוויר הרומני בסכום של כ-300 מיליון דולר. המיג-21 המושבח הוצג עם טילי אוויר-אוויר

שים, "קנדייר" תציע את מטוס המנהלים מדגם גלובאל אקספרס, עם מכ"ם מתוצרת GEC-מרקוני ותומפסון-CSF. צוות נוסף של "לוקהיד-מארטיין", יציע את מטוס המנהלים "גאלפטרס" G.V, עם מכ"ם של "ראקל תיורן".

ההחלטה על הפרויקטים החשובים האלה, היתה רק מתאבן לקראת ההודעה של שר ההגנה הבריטי, מייקל פורטילו, ששחררה בתימון מחושב היטב, ביום הפתיחה של הסאלון: פורטילו התחייב הגיגת כי בריטניה תשקיע בפרויקט מטוס ה"יורופייטר" האירופי 23 מיליארד דולר (כ-38 אחוזים מעלות ה-פרויקט כולו). במקביל ערך היוורופייטר, בפעם הרא-שונה בפני קהל, גיחות בכורה בפארנובורו. בין שלושת הדגמים שהגיעו לסאלון, היה גם הדגם הדורמושבי. מאחורי ההצהרות והסיסמאות הצפויות בדבר תרומתו של המטוס לביטחון באירופה, עמדה ההערכה בדבר ההשפעה שיש להחלטה הזו על 14 אלף בעלי מיש-רות, שעמדו בפני סכנת פיטורין. לעומת זאת, גרמה ההחלטה לממן את היוורופייטר לאינעמיות רבה ביח-סי גרמניה-בריטניה: המימשל הגרמני עדיין חוכך ב-דעתו אם להשקיע במטוס, לנוכח ביקורת חריפה ש-נמתחה על עליונותו המאמיות, הקשיים והעייכובים הטכניים. הגרמנים גם מתלבטים בדבר חיוניותו של המטוס.

ביתן התצוגה של היוורופייטר הפך, מרגע פירסום ההחלטה הבריטית, למוקד עלייה לרגל, שמארגניו לא חסכו מאמצים כדי להרשים את קהל המבקרים. סרט תדמיתי על המטוס ומערכותיו הוקרן על גבי מסך ענק שהוצב בלבו של אמפיטיאטרון מקורה. המ-סך נבנה כך שיקף מחצית מהאמפיטיאטרון, כדי לה-עניק לצופה חוויה תלת-ממדית. הצופים ראו, למעשה, טיסת הדגמה במטוס החדש ביותר באירופה, לרבות קרבות-אוויר וטיסות בין נקיקים, ובורזמנית עקבו אחר התצוגות שהופיעו על גבי מצגי תא הטייס, שהוצבו בצמוד למסך במרכז האולם.

החלטה חשובה נוספת שעליה נודע בסאלון, היתה ההכרזה הרשמית של קונצרן "אירבאס", על כניסתו לשוק מטוסי הנוסעים גדולי הממדים. הקונצרן הכריז כי ישקיע כחמישה מיליארד דולר בפיתוח ה-AXX, מטוס נוסעים רחב גוף, דו-מפלסי, שיכול לשאת 660 עד אלף נוסעים, בהתאם לדגם. "אירבאס" הודי-עה במהלך הסאלון על 32 הזמנות חדשות, המעמידות אותה ביתרון קטן על-פני "בואינג": 221 הזמנות חד-שות מול 216 בלבד לחברה האמריקאית, שקיבלה אומנם הזמנות רבות יותר, אבל סבלה משיעור גבוה של ביטולים.

"בואינג" לא טמנה ידה בצלחת, והודיעה כצפוי ובאופן רשמי על פיתוח גירסאות מוגדלות לג'מבו, שיוכנו 747-500X ו-747-600X. מאלזיה אירליינס ות'אי אירווייס הן הלקוחות הראשונות של הדגמים החד-שים, לאחר שהתחייבו להזמין 18 מטוסים. רק לפני שלוש שנים, כאשר "בואינג" ייצרה את ה-747 האלף, היו רבים שהספידו את המטוס. יותר מ-50 מטוסי 747 נבנו מאז, ולאור זרם הזמנות והתוכניות העתי-דיות, נראה שה-747 יהיה כאן לנצח.

"בואינג" גם הדליפה פרטים חדשים על דגם נוסף של ה-747 שיהיה הגדול בסידרה. ה-747-700X הוא פיתוח של ה-747-600X: כנפיים, מנועים ומערכות זהות, שיתחברו לגוף חדש ורחב יותר. מאז שנות ה-60, שינתה "בואינג" כמעט כל פרט אפשרי במטוס, אך הותירה את גוף ה-747 והה לזה של האב-טיפוס. עתה, לאחר השינוי הצפוי, תעמוד התפוסה של ה-747 הבכיר על כ-650 איש בשלוש מחלקות. הסו-

ה-A3XX מתוכנן להיות  
מטוס הנוסעים  
הראשון בהיסטוריה  
בעל אלף מושבים



עם הדגמים האזרחיים של ההרקולס הצבאי. היתרו נות של ה-C-17 לעומת הבואינג-747 למטען, השליט הבלתי מעורער בתחום, הם ביכולתו לשאת מטענים מגוונים יותר, ולנחות בשדות-תעופה קטנים יותר. תג המחיר המשוער: כ-200 מיליון דולר. למרות שהצבע הלבן והפסים הצבעוניים שעוטרו את הדגם, לפי סכימת הצביעה המקובלת בחברה, נראו טוב מאוד על גופו המוכר של ה-C-17, טרם נרשמו הזמנות לגיר-סה האזרחית.

המאבק שהתפתח בחודשים האחרונים סביב כר-טיס הכניסה היוקרתית לפרויקט מטוס הקרב המשותף (JSF - JOINT STRIKE FIGHTER), ריכוז תשומת-לב רבה בסאלון. ה-JSF, שטרם המריא מלוחות השרטוט, הגיע לפאנובורו באמצעות דגמי מתכת ותמונות ממוחשבות. משרד ההגנה האמריקאי ניצל את הסאלון כדי לתדרך שבעה חילות-אוויר מערב-אירופיים, ביניהם אלה של גרמניה, איטליה וספרד, אודות פרויקט מטוס הקרב העתידי של חיל-האוויר, הצי והמארינס האמריקאיים ושל הצי המלכותי הבריטי. חילות-האוויר של אוסטרליה וקנדה קיבלו תדריכים דומים.

למעשה, החלה הספירה לאחור עבור שלוש המת-מודדות על הפרויקט: "לוקהיד-מארטיין", "מקדונל דגלאס", ו"בואינג". ב-7 בנובמבר 1996 יכריז משרד ההגנה האמריקאי על שני היצרנים שיתבקשו לבנות ולהטיס אבות-טיפוס, שמהם ייבחר הדגם הסופי. ראשוני המטוסים ייכנסו לשירות מבצעי בתום העשור הראשון במאה ה-21.

היקפו העצום של הפרויקט, וההשלכות ההרסניות הצפויות למפסידות בו, גרמו לשלוש החברות שנכנסו למירוץ לפתוח במסע נמרץ של שתדלנות ויחסי ציבור. מיטב המוחות הקריאטיביים נויסו, כדי לשכנע מדוע כל אחת מהן ראויה לזכות בפרויקט, והדבר ניכר בשפע העלונים, הכרזות ומודעות התדמית שהתפרסמו במהלך הסאלון. גם חלק ניכר מהתדריכים היומיים שהעניקו החברות האמריקאיות נסוב סביב הפרויקט והיתרונות היחסיים של כל חברה.

"לוקהיד-מארטיין" מציעה גירסה חד-מנועית קטנה וקלה יותר של ה-F-22. הקונצרן מאמין, כי הניסיון

### חדשיון:

ה-MD-17 (למטה), מטוס המטען החדש של "מקדונל דגלאס", הוא גירסה אזרחית ל-C-17 הצבאי. מתחרה ראוי לגירסאות המטען של ה-747?

פריג'מבו יתחרה ישירות בדגמים מרובי התפוסה של ה-A3XX של "אירבאס". גם ה-757 השתלב בתוכניות ההתרחבות של החברה מסיאטל, וקיבל גירסה מוארכת, ה-757-300, שתישא 289 נוסעים, במקום 225 עד כה.

"מקדונל דגלאס" הודיעה בסאלון על 18 הזמנות חדשות, בסך 700 מיליון דולר. החברה הציגה, בי-נתיים בתור דגם מתכת מוקטן, את ה-MD-17: גירסה אזרחית למטוס התובלה הצבאי C-17, של חיל-האוויר האמריקאי. משרד ההגנה האמריקאי מסכם בימים אלה את תוכניות הייצור של 80 המטוסים הנוספים שהוא עומד להזמין מהחברה. "מקדונל דגלאס" מקווה לייצר באותה הזדמנות גם מטוסי C-17 אזרחיים, לאור הניסיון המוצלח של "לוקהיד"



מהמונע לכיוון מטה. למרות שהפתרון הזה חוסך מקום ומשקל, הרי שהתברר כי הגזים הלוהטים עלולים לפגוע במשטחי הנחיתה. חיסרון נוסף שעלול להיות בעוכרי ההצעה של "בואינג": המטוס שלה פשוט לא אסתטי ביחס לשאר. השופטים מטעם חיל-האוויר האמריקאי הם טייסים, המחפשים מטוס שהטייסים ירצו להתקשר אליו, ולכן האסתטיקה משחקת כאן תפקיד.

חידוש מרכזי שעליו הכריז משרד ההגנה האמריקאי, הוא פנייה למדינות אחרות שישתלבו בפרויקט ה-JSF במעמד של משקיף או משקייע. המשקייע יוכל לרכוש מטוסים במחיר מופחת, או ליהנות מדיוויזנדים ומתמלוגים - אם יהיו מכירות לייצוא או מכירות ידע וטכנולוגיות הנגזרות מהמטוס.

ולסיכום: העשור הבא, יש להניח, יזמן מאבקים נוקשים על תקציבי ההגנה בין התעשיות האירופיות לאמריקאיות. הסאלון האווירי בפארנובורו שיקף זאת היטב, הן במאבק על ה-JSF, והן בהחלטות שקיבל משרד ההגנה הבריטי, שיעצבו את פני תעשיית האירוספייס באירופה בעשור הקרוב, ויחזיקו אותה מול ארה"ב. אירופה התאוששה מהפגנת העוצמה האמריקאית בפאריז בשנה שעברה, ומתחייב לה לחשוב על העתיד. הבריטים ערכו בסאלון שיחות גישוש ראשוניות לגבי פרויקט כלל-אירופי חדש: ה-FOA, מטוס תקיפה עתידי, שיחליף את מטוסי הטורנאדו GR.1 הבריטיים, ואולי גם מטוסים נוספים, בצרפת ובגרמניה. לפחות בתחום מטוסי הקרב, וככל שזה נוגע לתחרות מול ארה"ב - אירופה מעולם לא היתה מאוחדת יותר.



### אורורה

המפציץ החמקן B-2 (למעלה) הגיע לסאלון במהלך טיסת אימון, שנמשכה 21 שעות. לאחר כמה מעברים בשמי הסאלון, חמק בחזרה לארה"ב

הרב שצבר ביחד עם "פראט אנד וויטני", ספקית מנוע ה-F-22, והבנתו את דרכי חיל-האוויר האמריקאי (לאור הוכייה עם ה-F-22) מקנים יתרונות בלתי מבוטלים להצעה שלו. בחברה טוענים, כי ניתן לנצל חלק מהמתקנים והחלפים המשמשים את ה-F-22 לצורך תיפעול הדגם שלו ל-JSF - מה שיוזיל קרוב לוודאי את עלויות ההצטיידות בו. לצורך הנעה אנכית, מציעה "לוקהיד-מארטין" פתרון המבוסס על ניצול כוח המנוע להפעלת מניפה שתוצב אנכית, ותאפשר למטוס לרחף.

גם "מקדונל-דאגלס", יחד עם "נורת'רופ-גרומן" ו"בריטיש אירוספייס", גיבשו דגם המבוסס על הניסיון שצברה "מקדונל" בתחרות על מכרז ה-ATF של חיל-האוויר האמריקאי, שבו זכה כזכור ה-F-22. ה-JSF שמציעות שתי החברות מבוסס על ה-F-22 "ז", בלי המייצב האנכי, כדי להפחית את שטח חתך המכ"ם. במקומו, וכדי לשפר את יציבות המטוס, מציעה החברה לעשות שימוש בנחירי פליטה מתקדמים, שיכוונו את גזי הפליטה של המטוס. "מקדונל-דאגלס" מאמינה בהנעה וקטורית ובתרומה שלה לביצועי המטוס ולהשגת יעדים מבצעיים. בנוסף, מציעה החברה להתקין במטוס יחידת הנעה נפרדת להשגת תכונות עליו ונחיתה אנכיים, שתוצב מאחורי תא הטייס.

חברת "בואינג", שנוכחותה בתחרות נראית מעט יוצאת דופן, הוזהרה להשתתף בה לאחר שרעיונותיה הרשימו את הפנטגון. "בואינג" עושה שימוש בטכנולוגיות ובתכונות של מטוס האררייר, לצורך השגת תכונות עליו ונחיתה אנכיים, כלומר הסטת גזי הפליטה

הטייס האמריקאי, קפטן סקוט אוגריידי (בתמונה), הגיע לסאלון בפארנובורו כמעט בחשאי, מבלי שביקורו יעורר תהודה מיוחדת. מטוס ה-F-16 שלו נפגע ב-2 ביוני 1995 מטיל של הכוחות הבוסניים, אבל הוא הצליח לצנוח בשלום, ולחמוק במשך שישה ימים רווי מתח מרדפיו.

אוגריידי פרש מחיל-האוויר האמריקאי זמן קצר לאחר-מכן, כתב ספר על הפרשה ופנה לעסקים פרטיים. בראיון לבטאון חיל-האוויר אומר אוגריידי, בן ה-30, כי לא פיקפק לרגע בסיכויי להינצל: "בשעות שהתנדנדתי בין חיים למוות, החזקתי מעמד בזכות שלושה דברים: אמונה באלוהים, געגועים למשפחה והידיעה שכוחות רבים מנסים להציל אותי ופועלים מסביב לשעון כדי לעשות זאת".

תזכורת: אוגריידי שובץ לטיסת סיור מעל בוסניה במטוס F-16 של חיל-האוויר האמריקאי, במסגרת משימות כוח-השלום של האו"ם. במקרה הצורך, נדרשו המטוסים האמריקאיים לירות מטוסים חשודים. אוגריידי: "הייתי מספר שניים במבנה של שני מטוסים. טטו בתדר פתוח, לא מוצפן, ידעו שמאזינים לנו. זו גם היתה המטרה - שיידעו שאנחנו באיזור".

הפתיחות הזו היתה בעוכרינו. כוחות בוסניים ארבו למטוסים האמריקאיים. הם הציבו סוללת טילי SA-6 נגד מטוסים ושיגרו שני טילים, מספר אוגריידי די. "כשהבחנתי בסכנה, כבר היה מאוחר מדי: צפצוף האזהרה ניתן שניות מספר לפני הפגיעה במש. אחד הטילים פגע מאחורי תא הטייס, בטנן המטוס, פגיה עיה ישירה. הדלק ניצת ונכוויתי בפנים ובצוואר. הצלחתי למשוך בידיית המילוט ונטשתי בגובה 27 אלף גול, כשלפני כ-25 דקות עד לפגיעה בקרקע. בנוסף

אוגריידי מודה, עם זאת, שהיו כמה מקרים שהבוסנים היו קרובים אליו עד כדי מטרים ספורים. "רק בנס נותרתי אז בחיים".

אוגריידי, שחשש מכל רחש, ניסה להימנע מתזוזה שעלולה להביא לקיצו. "תיכננתי את המהלכים שלי בהתבסס על מה שלמדתי בקורס הישרדות. ביצעתי את מרבית התזוזות בשעות החשיכה. כל פעולה, ולו הקלה ביותר, תוכננה כך שלא תשמיע רעש. זו הסיבה שלקח לי שעה שלמה רק כדי להתרומם, לאסוף את הציוד, ולהתקדם מרחק שאורכו פחות ממטר. ניצלתי טכניקות של הסוואה, ושמרתי על פרופיל נמוך במהלך היום, כשאני מסתתר בין הדשא, העלים והסלעים. כל אותו זמן הייתי דרוך לקראת מפגש עם האויב, דבר שלמולי לא קרה".

במשך שישה ימים נע אוגריידי בשטח האויב, עד שכוחות החילוץ הצליחו לאתר. היה זה מאמץ משולב של מדינות מערביות שהצטרפו לכוחות האו"ם, וזו היתה היבשה של צבא ארה"ב שהובילו את החיפושים. "כל הנסיונות שלי ליצור קשר רדיו עם המיחשפים נכשלו. התברר לי ששמעו אותי, אבל אני לא שמעתי אף אחד. פעולות החילוץ היו יעילות מאוד, ופחות מחמש וחצי שעות לאחר שאיתרו אותי, כבר הגיע לשטח כוח חילוץ. כשניסו להסתלק מהמקום ירו עלינו שוב, אבל איכשהו חמקנו".

החוויה הקשה שעבר אוגריידי הותירה בו את רישומה. הוא מקרין חזות שלווה ולבבית, אבל דיבורו עצור ומאופק. הוא ממעט לחייך, ובתשובה לשאלה אמר כי "התחושה של להיות ניצוד היא תחושה מאוד לא נעימה, קשה ומורטת עצבים. בתנאים חיים נורמליים, אתה בכלל לא יודע אם אתה מסוגל לשרוד בתנאים כליכך קיצוניים. רק אחרי ניסיון כזה אתה יכול לגלות זאת. ויש כאלה שלא".

### הטייס שחולץ מהתופת בבוסניה: "רק בנס נותרתי בחיים"



לציוד אישי, לקחתי איתי גם מערכת רדיו חירום ומערכת GPS לניווט באמצעות לוויינים". מרגע הנחיתה ניהלו אוגריידי והכוחות שחיפשו אחריו מירוץ נגד השעון. "הבוסנים ירו לכיוון איזור הנחיתה המשוער שלי, ולאחר-מכן החלו בסריקות כדי לתפוס אותי. למולי, נחתתי מדרום לכביש מהיר ולידו היה מעין עמק עם עצים וצמחייה עבותה, שאיפשרה לי להסתתר בתוכה ולאותת בזמנים מסוימים על המיקום שלי לכוחות החילוץ".





צילום: שאול שרודק

# מוסד

מאות ניסויים נערכים מדי שנה במרכז ניסויי הטיסה של חיל-האוויר - מניסויים פשוטים של גיחה אחת, ועד לניסויים קריטיים הכרוכים בעשרות גיחות. יש סיכונים, יש מקרי חירום, אבל יש גם המון סיפוק ויוקרה. הביקוש לשרת ביחידה גדול מההיצע, ומאפשר לבחור את הטייסים הטובים ביותר. מהן התכונות האידיאליות של טייס ניסוי, איזה מטוסים מיוחדים פועלים במסגרת המרכז, מה כולל מסלול ההכשרה, מה תפקידו של מהנדס הניסוי, ומה בעצם מנסים שם באוויר

עמיר רגב ונועם אופיר

# הניסויים





צילום: סא"ל מוטי, מנ"ט

נערכת טיסה בפרופיל שונה, אין מקום למי שלא אוהב לטוס הרבה. לסא"ל מ', טייס בעל ותק של 20 שנה - כשבקרדיט שלו 3,700 שעות טיסה בעיקר בפאנטום וב-F-16 - אין בעיה עם הסעיף הזה. "עוברים תחת ידי מאות ניסויים בשנה, כל אחד שונה לחלוטין מהשני", הוא אומר. "אני משתדל לטוס כמה שיותר. אני אוהב את הטיסה בכלל, וברור שאת טיסת הניסוי בפרט. כל דבר מעניין אותי ומסקרן אותי.

"אני חושב, שהאופי של הטייס הוא גורם חשוב מאוד. הטייס צריך לחקור ולהסתקרן. חלק בלתי נפרד מהעבודה הוא ניתוח הממצאים שלך ויצירת דו"ח ברור ומפורט, ואת זה עושים טוב יותר הטייסים ה"שקדנים והרציניים. טייסים כמו טייסי הניסוי האמריקאים הפרועים של שנות החמישים והשישים, עם השתוללות בטיסה, השתייה וההווי האינדיבידואלי, לא היו מתקבלים היום למנ"ט."

הכשרת טייס ניסוי במנ"ט אורכת זמן רב, ושיאו של תהליך ההכשרה הוא קורס טייסי הניסוי הנערך בחו"ל. בעבר, יצאו טייסי ניסוי ישראלים לבתי-ספר בבריטניה, בצרפת ובארצה"ב. כיום, משיקולי עלות, יוצאים הטייסים בעיקר לבית-הספר לטייסי ניסוי של חיל-האוויר האמריקאי בבסיס אדוארדס, קליפורניה. במשך שנה מתחכך החניך הישראלי עם מיטב טייסי הניסוי העולמיים, טס על עשרות סוגים של מטוסים ומסוקים ורוכש ניסיון שלא יוכל להשיג בשום מקום אחר. בסופה של השנה חוזר הטייס למנ"ט, כשהוא עמוס בחוויות ובסיפורים.

סא"ל מ' עבר את קורס טייסי הניסוי שלו בבריטניה, בבית-הספר לטייסי ניסוי של ה-R.A.F., חיל-האוויר המלכותי הבריטי. "היו שם טייסים מארה"ב ומכל חילות-האוויר של מערב-אירופה. הטייסים האירופים טובים מאוד, אבל הפתיע אותי חוסר החשיבות שהם מייחסים לתחקיר, שהוא מאבני היסוד של הטייס בחיל-האוויר הישראלי. באחד הערבים, לאחר יום

### ה נ י ש ו ר י מ ה נ ד ר ש י מ :

"טייסי הניסוי חייבים להיות בעלי רמת טיסה טובה מאוד, בעלי גישה למערכות וראש חקרני, אומר סא"ל מ'. "רצוי שתהיה להם גם גישה לפיסיקה, מחשבים, והנדסה"

השילוב הנכון של רמת טיסה גבוהה, ידע הנדסי נרחב, סקרנות טבעית ויסודיות. מתוך אלו, נבחרים הטובים ביותר. מועמדים, מסתבר, לא חסר.

"באופן טבעי, הטייסים שמגיעים לכאן חייבים להיות בעלי רמת טיסה טובה מאוד", אומר סא"ל מ', מפקד מנ"ט. "בדרך כלל הם מגיעים בדרגת סרן ותיק או רס"ן צעיר. מלבד רמת הטיסה, חייבת להיות להם גישה לנושא של מערכות, וראש חקרני. מבין אלה שמגיעים מועמדות, אנחנו מנסים לבחור את האנשים שיש להם גישה לפיסיקה, מחשבים והנדסה. ניתן לזהות אותם גם לפי התפקידים שהם ביצעו עד כה, בטייסות. שם כבר מזהים את הנטייה שלהם, ונותנים להם תפקידים מתאימים, כמו קצין מערכות". תכונות נוספות הנדרשות מהמועמד: אופי אחראי, שקדנות, וכמובן אהבת הטיסה. במקום שבו כל יום

צ"ך להיות בך משהו כדי להתעסק בניסויי טיסה", אומר סא"ל מ', מפקד מרכז ניסויי הטיסה של חיל-האוויר. הוא חושב רגע, ומוסיף:

"צריך להיות בך משהו מהחידק הזה. וכאן יש את זה במנות גדושות. לרוב האנשים כאן יש ראש שונה, יצירתי, וצורת חשיבה לא סטנדרטית. אנשים שבמקומות אחרים לא תמיד יודעים איך להפיק מהם את כל הפוטנציאל. כאן אנחנו יודעים איך לעשות את זה". כבר בכניסה למרכז ניסויי הטיסה, מנ"ט בשמו החיל-אווירי, ניתן להבחין שלא מדובר בטייסת שיגרתית. לוח שחמט רחב-ממדים תופס חלק נכבד משטח הרחבת הכניסה. במנ"ט אומרים, שאת העבודה שלהם ניתן להשיג וות למשחק המלכים: חושבים מספר צעדים קדימה, כדי לצמצם עד למינימום את גורם ההפתעה.

מרכז ניסויי הטיסה, הקיים במתכונתו הנוכחית מאז אמצע שנות השבעים, הוא הגורם המוסמך בחיל-האוויר בתחום הניסויים המוטסים. מאות ניסויים נערכים מדי שנה בטייסת - מניסויים פשוטים הכוללים גיחה אחת, ועד לניסויי טיסה קריטיים ומורכבים, הכוללים עשרות גיחות ונמשכים לאורך חודשים. בתום כל אחד מהניסויים האלה נכתב דו"ח אישי ומפורט, המופץ בחיל-האוויר ומשמש כסמכות הבכירה וכמקור המידע האמין ביותר בנושא. ניסויי הטיסה כוללים בדיקת סוגים חדשים של מערכות וחיימוש, בחינת ביצועים של מטוסים, והיכרות עם כלי-טיס שחיל-האוויר שוקל לרכוש.

בדומה לטייסות רגילות, גם מרכז ניסויי הטיסה מורכב משני גפים: גף טיסה וגף טכני. גף הטיסה מורכב רק מטייסי ניסוי ומהנדסי ניסוי. גם הגף הטכני יוצא-דופן, שכן הוא מטפל, ברימונית, במינוון רחב של מטוסים ומסוקים, ומתפקדים בו הטכנאים המנוסים והטובים ביותר בחיל-האוויר. מי יכול להגיע למנ"ט? למעשה, רק לבודדים יש את

**משמאל:** חלקו העליון של F-15 צופה בחוטי צמר עבים, במהלך ניסוי שבחן את תופעת הרעידות



**ה פ ת ר ו ן נ מ צ א :**

שני חילות האוויר, הישראלי והאמריקאי, נמצאו דמיון רב ברעידות במטוסי ה-F-15, והחליטו לחקור את התופעה במשותף. הפתרון נמצא בסדרת ניסויים של מנ"ט: גזי הפליטה של תותח ה-F-15 הם שיצרו את הרעידות

במיוחד. ה-CK-1 הוא דרימושי, כך שמהנדס ניסוי יכול להתלוות לטייס הניסוי.

מלבד ה-CK-1 מצויים במנ"ט מטוסי F-16 נוספים, על דגמיהם השונים, ומספר מטוסי פאנטום. המטוסים מצוידים במצלמות מיוחדות ובחיישנים המאפשרים ביצוע של ניסויי טיסה שונים. בגלל הניסויים הרבים בהם הם משתתפים, פרופיל הטיסה המורכב, העומס והלחץ הרב המופעל על המטוסים, טבעי שקצב חילוף החלקים והבלאי שלהם יהיה גבוה. שלא כמו בטייסות אחרות, נחיתת חירום של מטוס, שהלקים ממנו נשברו או נשרו במהלך הטיסה, אינה דבר נדיר במנ"ט, למרות ההקפדה המכסימלית על בטיחות ותיכנון הניסוי.

המידע שנאסף במהלך טיסות הניסוי נאגר במכשירי תיעוד המותקנים במטוסים עצמם, ומועבר בזמן-אמת גם למרכז הבקרה של מנ"ט; במרכז ממוקמים מחשבים שונים, הקולטים את הנתונים ומפענחים אותם. לעיתים קרובות, בעת הטיסה, נמצא מהנדס הניסוי במרכז, ועל סמך הנתונים המופיעים על הצגים הוא מכונן את טייס הניסוי.

תיכנון מכשירי המדידה השונים מתבצע על ידי גף המיכשור של מנ"ט, גם הוא, כמובן, גוף ייחודי בחיל האוויר. הגף, הכולל מהנדסי אלקטרוניקה, אחראי הן על תחזוקת מיכשור הניסוי והתקנתו על המטוסים, והן על פיתוח מיכשור חדש. "מכיוון שמהנדס ניסויי הטיסה אחראי על תיכנון הניסוי, הוא יודע טוב מכולם איזה מיכשור דרוש לו", מסביר רס"ן אילן, ראש מדור



צילום: רוני הרמן

המהנדס להשתלב בניסויים שונים. מהנדסי הניסוי נורקים למים הקרים מהר מאוד. עוד בטרם הסתגלו למקום, וכבר הם מתחילים ליטול חלק בניסויים, חוויה שיכולה להיות לפעמים מפחידה. "אחד הניסויים הראשונים שבהם השתתפתי, היה ניסוי לבחינת רעידות במסוקי יסעור", נזכר רס"ן אילן, אחד מהמהנדסי הניסוי. "הניסוי נערך בעקבות התאונה הקטלנית שבה התרסק מסוק יסעור, שהניח את אבני הגבול עם מצרים. התלוויתי לטיסה הזו כי עזר להישר, שהיה אחראי על הניסוי. עד היום אני לא יכול לשכוח את הטיסה הזו. ישבתי בחלקו האחורי של המסוק, בתא המטען, וצפיתי כיצד הטייס, בכוונה, גורם למסוק לרעוד. באותו הזמן לא היה לי הרבה ניסיון טיסה במסוקים, ומהר מאוד נכנסתי לפאניקה. צריך להבין שישבתי בתוך מסוק שרעד בחריפות, ומהידע האקדמי שלי ידעתי שהונב עלול להישר. נלחצתי עוד יותר מהידיעה שהניסוי בא בעקבות התרסקות של מסוק, בה נהרג הטייס. מיותר לציין שזו היתה הטיסה האחרונה שלי במסגרת הניסויים האלה. אחריה לא הסכמתי להצטרף לטיסות מהסוג הזה".

גולת הכותרת של הכשרת מהנדס הניסוי, ואולי של השירות כולו, הוא הקורס הנערך בארה"ב. הקורס עצי מו מיועד אומנם לאנשי צוות-אוויר, אבל מדי שנה מצטרף אליו גם מהנדס ניסוי, שעובר מסלול מעט שונה. "הקורס הזה הוא עולם בפני עצמו", אומר סא"ל מוטי. "חוויה לכל החיים. הקורס נמשך כשנה, וטסים בו על מיגון עצום של מטוסים, כשהדגש הוא על צבירת כמות אדירה של שעות טיסה. הקורס מחולק לשלושה שלבים: ביצועי כלי הטיס, תכונות הטיסה, והמערך. הדגש הוא על מטוסים: מטוסי קרב, מטוסי אימון, מטוסי בוכנה ומטוסים כבדים, כולל בואינג 707. מכיוון שימוש לא טייסים, אנחנו משמשים בטיסות הללו כטייסי משנה".

כסמכות העליונה בחיל-האוויר בכל הנוגע לניסויי טיסה, אחראים אנשי מנ"ט על ביצוע הניסויים הקשורים בשימוש במטוסים, במסוקים ובמזל"טים. הדרישה לניסויי יכולה להגיע הן מחיל-האוויר והן מיצרניות הנשק בארץ. לאחר בחינה בקיפה של הנושא, מתחיל השלב בו מתוכנן הניסוי. ברוב המקרים אין הוראות מדויקות כיצד לבצע ניסויים, ולכן נעזרים המהנדסים והטייסים בידע הרב שרכשו. במקביל לתיכנון הניסוי עצמו, מתחילה ההיערכות הטכנית לקראתו. ניסויים רבים דורשים שימוש במיכשור מיוחד, וכאן בולט אלמנט ייחודי נוסף של מנ"ט: ציוד המדידה והאיבחון. כאשר יוצאים ללינין המטוסים, הדבר הראשון ששמים אליו לב הוא השוני בין כלי הטיס. ברשות מנ"ט מצוי צי מגוון של מטוסים שונים, והייחוד שלהם נעוץ בציוד המיוחד המותקן בהם.

גולת הכותרת של הטייסת הוא ללא ספק ה-CK-1, גרסת ניסוי מיוחדת של מטוס ה-F-16. ה-CK-1 הוא מטוס ייחודי בעולם כולו. אם אינו מושה אותו למטוסי F-16 אחרים שתוכננו מלכתחילה לשמש כמטוסי ניסוי, הרי שזה, ככל הנראה, המטוס הממוכשר ביותר בעולם, מסביר סא"ל מוטי.

ייחודו העיקרי של ה-CK-1, שבמבט ראשוני נראה כמו F-16 רגיל, הוא העובדה שהוא מצויד בקשת רחבה של חיישנים המאפשרים איסוף נתונים והעברתם לרקע בזמן-אמת. בתוך המטוס מותקנות מערכות ניסוי מיוחדות המאפשרות לבדוק תופעות כמו פרפור כנפיים, סחרורים שונים וכדומה. בחלקו האחורי של המטוס ממוקם התקן מיוחד, המכונה מצנח סחרורים. המצנח הזה מאפשר למטוס להחליק מסחרורים קשים

טיסות מפרך, ישבתי בפאב עם טייס בריטי, ובמהלך השיחה הוא סיפר לי בטבעיות גמורה על אירוע מפחיד שהיה לו באוויר, מספר שבועות קודם-לכן. הוא נכנס לסחרור הפוך וכבה לו מנוע, במטוס חד-מנועי. בקי-צור, זה בערך כל הצרות שיכולות ליפול על טייס ביום אחד. למזלו של הבריטי, הוא הצליח לצאת מהסחרור, להתניע מחדש את המנוע ולנחות בשלום. האירוע תוקרן כטעות של הטייס, בעצם הכניסה לסחרור, וב-כן הסתיים העניין. לדעתו, למנוע מותו היה לכבות בסחרור, כי כך כתוב בספר ההפעלה של המטוס. מה שהדהים אותי היתה העובדה שאף טייס אחר בקורס לא ידע מזה. אנחנו באותו קורס, גרים בית אחד ליד השני בבסיס, משתמשים באותו חדר תדריכים, ואינן פורמציה כזו לא עוברת בינינו. אם כזה דבר היה קורה לטייס שלנו, תוך מספר שעות כל חיל-האוויר היה יודע על זה ולא ולמד את הפרטים. עבורו, זה היה סיפור שמספרים בפאב.

"אותי מעניינת כל פיסת אינפורמציה על מקרה כזה: איך ההרגשה בתא הטייס, האם נתלים על הרצועות, האם יש ריח של דלק בתא הטייס - כל דבר שיוכל לסייע לי בשעת הצורך. הטייס הבריטי לא הבין מה אני רוצה ממנו, והוא נחשב לטייס מצוי, חבר צוות 'החיצים האדומים', הצוות האירובאטי המפורסם של חיל-האוויר הבריטי".

עם שבר לימוד כל למעלה מ-500 אלף דולר - עלות ההשתתפות בקורס לאיש צוות-אוויר - לא מפתיע שרק הטובים ביותר זוכים להשתתף בו. דרך אחרת להגיע לקורס היוקרתי - שהמצטיינים שבין חניכיו האמריקאים זוכים להתקבל לבית-הספר לאסטרונאוטים של נאס"א - היא להשתתף בו כמהנדס ניסוי, ב-מסלול לימודים שונה.

תפקיד מהנדס ניסויי הטיסה דומיננטי מאוד בעבודת מנ"ט. מהנדס הניסוי הוא מי שבמפקד על תיכנון וביצוע ניסויי הטיסה ביחידה. באחריותו נמצאים כל ההיבטים המקצועיים, שילוו את הניסוי מחדר התדריכים ועד לדו"ח המלא. המהנדסים המגיעים למנ"ט מתחלקים לשתי קבוצות: אלו שמגיעים ישירות מהלימודים האקדמיים, ואלו שמגיעים לאחר ששימשו בתפקיד מטה או הדרכה קרקעית בבית-הספר לטיסה. התפקיד נחשב יוקרתי מאוד בקרב המהנדסים הצעירים בחיל-האוויר, כיוון שהוא מבטיח שירות בלתי שגורתי, וטיסות רבות במטוסים ובמסוקים כאיש צוות לכל דבר. עובדה זו מתבטאת גם בזוג כנפי המתכת המיוחדות שעונדים מהנדסי הניסוי על מדיהם.

"מהנדס ניסויי חייב להיות בעל רקע טוב באקדמיה", אומר סא"ל מוטי, מהנדס הניסוי הראשי במנ"ט. "זהו תנאי הכרחי, אבל בפירוש לא מספיק. התכונה העיקרית הדרושה למהנדס היא רגליים יציבות על הקרקע, כושר תיאום טוב, והכי חשוב - לדעת להפריד בין עיקר לטפל, ולדבוק בעיקר. העבודה כאן לחוצה מאוד, ואין זמן לעשות הכל. לכן, המהנדס צריך לדעת לטפל רק בעניינים החשובים ולהתמקד בהם. הוא חייב להיות איש צוות טוב, גם באוויר וגם על הקרקע. הוא צריך לדעת לדבר בשתי שפות - שפת המהנדסים, כדי לתקשר עם הגורמים הטכניים השונים, ושפת הטייסים, שהם הגורם המפעיל את המטוסים והמערכות השונות".

מסלול ממוצע של מהנדס ניסוי מתחיל בשנתיים של עבודה באחד ממדורי הטייסת. במהלך הזמן הזה, עובר המהנדס מספר קורסי הכשרה בסיסיים, הסבה למטוסים הכוללת מספר רב של טיסות, ולימוד הפעלת המערכות השונות בתא הטייס. במקביל, מתחיל



צילום: רוני הרמן



צילום: רוני הרמן

מסוקים. "הגיוון הוא אחד הדברים המרתקים בעבודה במנ"ט. מצד אחד אתה מתכנן ניסוי, טס במהלכו וכותב דו"חות, ומצד שני אתה יכול למצוא את עצמך עומד מול מכונות החיתוך ובונה כמו ידיך את המיכשור הדרוש לך. אתה מרגיש איזו גאווה כשכלי הטיס מוכן לניסוי ואתה יודע שאת המיכשור הזה אתה תיכנת ובנית".

לעיתים, מספיקים אבזורים פשוטים וזולים כדי לבצע ניסויים מוצלחים. אחד מניסויי הטיסה המעניינים והלא שיגרתיים שנערכו במנ"ט בשנים האחרונות, היה ניסוי לבדיקת תופעה של רעידות מיסתוריות במטוסי ה-F-15 החדשים של חיל-האוויר. במטוסים, שנקלטו בחיל בתחילת שנת 1993, התגלתה בעיה של חוסר יציבות ורעידות במהלך טיסה בזווית התקפה גבוהה. הרעידות איימו להכניס את המטוס לסחרור, שממנו לא יוכל הטייס להיחלץ. במקביל, הטיל חיל-האוויר האמריקאי מיגבלת טיסה חדשה על מטוסי ה-F-15 שלו - איסור להתרומם לזווית התקפה של יותר מ-30 מעלות. האיסור הוטל בעקבות שתי התרסקויות של מטוסי F-15, שנכנסו לסחרור.

בשני חילות-האוויר מצאו דמיון רב בין הרעידות במטוסי ה-F-15 הישראליים לבין התרסקות מטוסי ה-F-15 האמריקאיים, והחליטו לחקור את התופעה במשותף. חיל-האוויר האמריקאי בדק ומצא, שהבעיה נמצאת בוויסות האפס של הגאי הגובה של המטוסים, הניתן לתיקון דרך מחשבי הטיסה של מטוסי ה-F-15 המתקדמים. במנ"ט החליטו לבדוק את הנושא בדרך פחות מקובלת. הוחלט, שכדי לברר בדיוק לאיזה כיוון זורם האוויר מעל כנפי המטוס, וכיצד נגרמות הרעידות, צריך ליצור תמונה מושלמת של הנעשה מעל משטחי העילוי של ה-F-15. לצורך כך, צופה מטוס F-15 דרמושבני במספר רב של חוטי צמר עבים, שהודו בקו לאורך כל חלקו העליון. חוטי הצמר נקנו עלידי אחד מטייסי הניסוי, שביקר לשם כך במספר רב של חנויות סריגה ותפירה.

הרעיון היה פשוט, אם כי לא שיגרתי: שתי מצלמות וידיאו זעירות, שהותקנו בקצה של כל כנף, יצלמו את תנודות חוטי הצמר במהלך הטיסה. כל תופעה חריגה בזרימת האוויר על פני הכנף והגוף, תתבטא בתנודה חריגה של חוטי הצמר הפשוטים. השיטה הוכיחה את עצמה, ומהר מאוד התגלתה הסיבה לרעידות: גזי הפליטה של תותח ה-F-15, ש נמצא בחלקו הקדמי של שורש כנף ימין של המטוס. כשהתבצעה הטיסה בזווית התקפה גבוהה, ניתן היה לראות בבירור את חוטי הצמר שבאיזור פתחי הפליטה של התותח, שבמצב טיסה רגיל משוכים אחורה, מתנופפים לכיוונים שונים. בטיסה הבאה נסתמו פתחי הפליטה בנייר דבק מאלומיניום, ותופעת הרעידות נעלמה לחלוטין.

לאחר סיום טיסות הניסוי העבירו אנשי מנ"ט את המסקנות המפתיעות לאמריקאים, ואלה הפיצו אותן בכל חילות-האוויר בעולם המפעילים מטוסי F-15. מידת סידרת הניסויים הרוויח גם מטוס ה-F-15I, גירסת ה-F-15 המיועדת לישראל. במטוסים אלו, יתוכנת מראש ויסות מדויק יותר של הגאי הגובה של המטוס, שיפצה על הרעידות שגורמים גזי הפליטה.

אנשי מנ"ט נוטים להבדיל בין שלושה סוגים עיקריים של ניסויי טיסה, על-פי רמת מורכבותם. הסוג הראשון הם הניסויים הקטנים, כדוגמת פתיחת תחום טיסה. ניסוי כזה מתבצע לאחר שכלי-הטיס עובר שינוי נוי מסוים, כמו למשל הוספת אנטנה. בעקבות השינוי יש צורך לבצע טיסת ניסוי, שתבחן כיצד הוא מתפקד בתנאי טיסה שונים.

ואכן, גם ניסויים פשוטים, שאינם דורשים שימוש במיכשור מיוחד, מסתבכים לעיתים. רס"ן י, טייס ניסוי במנ"ט, זוכר טיסה כזו: "כאשר ערכנו סידרת טיסות, שבמהלכן הטלנו נורים ממסוק אפאצ'י, הוח" לט לבחון שיחזור נורים תוך כדי טיסה חריפה במיוחד. הטלנו נור כמתוכנן, אולם הוא פגע באנטנה של מערכת הקשר שנמצאה מתחת לזנב המסוק. האנטנה, דמוית החוט, נדלקה כתוצאה מפגיעת הנור בה והחלה לבעור. לא נכנסנו לפאניקה, אולם מיהרנו לנחות".

בעבר, נקשרה לטייסי הניסוי בעולם הילת תעוזה, מיומנות וסיכון. הם היו מוכרים כקומץ של אנשים, שמוכנים לסכן את חייהם כדי להגיע לפריצות דרך בתחום התעופה. שמות כמו צ'אק ייגר וניל ארמסטרוונג הפכו לאגדות עוד בחייהם. אולם לנועזות ולהתגרות במיגבלות - הן של הטייס והן של המטוס - היה מחיר כבד. עד היום נקראים שמות הרחובות בבסיס אדוארדס בארה"ב, מרכז ניסויי הטיסה הגדול ביותר במערב, על שמם של טייסים ומהנדסים שנהרגו במהלך טיסות ניסוי.

כיום המצב שונה בתכלית, ומנ"ט הוא דוגמה מייצגת לשינוי שעבר עולם טיסות הניסוי בשני העשורים האחרונים. הדגש עבר למקצוענות ובטיחות, במקום על נועזות ונטילת סיכונים. האם כתוצאה מכך נפגעה רמת האתגר של ניסויי הטיסה? "לא בהכרח", אומר סא"ל מ'. "מסתבר, שאפשר להגיע לאותן תוצאות גם בלי לסכן את חיי הטייסיים. תחום ניסויי הטיסה היה ונשאר תחום מרתק, שמדי יום צופן בחובו שינויים וחדושים. התחביב שלנו הוא גם העבודה שלנו, ולאף אחד כאן אין סיכוי להשתעמם".

הסוג השני הם ניסויי טיסה הדרושים ביצוע מספר רב יחסית של טיסות, אבל מבלי לצייד את כלי הטיס במיכשור בדיקה מיוחד. הסוג השלישי, והמורכב ביותר, הוא טיסות הניסוי הממוכשרות. בניסויים אלה מצויד כלי הטיס בציוד מיוחד לאיסוף נתונים, כדוגמת מצלמות, חיישנים וכדומה. בשל אופיים המורכב, ניסויים כאלה אורכים פרק זמן רב.

לאחר כל טיסת ניסוי, כותב הצוות מסמך מפורט, הכולל את כל מה שבוצע במהלכה, התוצאות שהושגו ומסקנות ראשוניות. עם השלמת כל תוכנית הניסוי נכתב דו"ח הניסוי, שהכנתו אורכת, בדרך כלל, כשלושה חודשים. בדו"ח זה מופיעים הנתונים שנאספו במהלך הטיסות, ניתוח שלהם ומסקנות. השאיפה היא, שדו"ח כזה יכלול בתוכו את התשובות לכל השאלות שהופיעו בדרישת הניסוי. עם פירסום הדו"ח מסתיימת המעורבות של מנ"ט בנושא. ביצוע מסקנות הדו"ח מוטל על גורמים אחרים בחיל-האוויר.

אחד הנושאים המרכזיים בעבודה של מנ"ט הוא, כמובן, נושא הבטיחות. באופן טבעי כל טיסה, בה מתקרבים לגבולות מעטפת הטיסה של המטוס, הינה מסוכנת. אבל, הטייסיים והמהנדסים במנ"ט לא לוקחים סיכונים מיותרים.

"כל ניסוי מתבצע בהדרגה, תוך ניסיון לחזות מה יקרה בעתיד, על סמך ניסיון העבר", מסביר סא"ל מוטי. "אנחנו משכנעים את האנשים פה להיות פרונואידים, לא להאמין לשום דבר. אם אני מרגיש שקט ורגוע מדי במהלך ניסוי, זה סימן לדאגה. אני מעדיף להיות טרוד כל הזמן. זו אינדיקציה עבורי שאני עירני ומחודד. גם אם ניסוי נראה שיגרתי, עדיין מעצם הגדרתו כניסוי יש בו אלמנט של ייחודיות - ומכאן גם סיכון".

ה"בו", מערכת בקרת האש החדשה המותקנת על טנקי מרכבה סימן-3, נעלה על מסוק הקוברה ולא ניתקה מגע גם כשהמסק"ר נעלם מאחורי הגבעה. טייסי הקוברה והאפאצ'י שצפו בהדגמה ומאוחר יותר אף תירגלו את המערכת, התרשמו שמדובר במערכת פשוטה להפעלה, מדויקת וקטלנית. אלוף (מיל') ישראל טל: "בעתיד יצטרפו המסוקים להתרחק מהטנקים כדי להישרד". סא"ל ה', לשעבר מפקד טייסת קוברות: "זו מלחמה אינסופית. השריון משתפר, המסק"ר מגיב, והפער נשמר"

אודי עציון צילומים: אמיר מודן

# בז

# למטרה







יסן המסוק תימון בשמי הנגב, כשממרחק קילומטרים בודדים איכן אותו תותחן טנק המרכבה וצייד את קנה התותח כלפי מעלה. כעבור שניות מעטות הפך הטיסן לכתם צבעוני באוויר המדבר. בחדר ההר צאות של בית'הספר לשריון בדרום הארץ היה שקט מאוד, כששרט ההדגמה הסתיים ומישהו הלך להדליק את האורות. הצופים ניתחו בשקט את ההפלה. גם כש מדובר בטיסן, זה לא פשוט לצפות בהפלה כזאת, בעיקר כשאתה טייס מסק"ר.

בו, הוא שמה של מערכת בקרת האש החדשה של המרכבה סימן 3, ובבית'הספר לשריון נמצאים כבר טנקי מרכבה המצוידים במערכת החדשה, כמו גם ביחידות אחרות של חיל'השריון. בימים רגילים מתאמנים עליהם לוחמי השריון, אבל היום הם ייבחנו בידי קהל שונה: טייסי קוברה ואפאצי של חיל'האוויר, שהגיעו לבית'הספר לשריון, כדי להתרשם מה יחידשים של השריון הצה"לי.

בית'הספר לשריון אינו זר לטייסי המסק"רים. במי הלך קורס האימון המבצע, מיד לאחר קורס'הטיס, הם נשלחים לשבועיים של היכרות עם כוחות השריון. המטרה: לשפר את שיתוף הפעולה שלהם עם ה"טנקים, להכניס אותם לדזי הקרב היבשתי ולשפר את כושרם ללחום בכוחות שריון עוינים. מאז שהוקם מערך המסק"ר של חיל'האוויר, מהווה עבורו בלימת שריון האויב משימה ראשונה במעלה. השריונרים, מצידם מתכוננים כבר זמן רב לאפשרות שיתקלו בשרי דה הקרב במסק"רים עוינים.

כששני הצדדים מתורגלים לראות אחד את השני דרך הכוונת, יום העיון הפך ליותר מהחלפת רעיונות ועידכונים. אנשי השריון עשו הכל - והצליחו - להרשים את טייסי המסק"ר באיכויות הטנק. טייסי המסק"ר, בתורם, ניסו שלא להתרשם. אבל למרות זאת, בדרך חזרה לבסיס, השמיעו הטייסיים ניתוחים מפורגנים מאוד על השריון.

"היום לא נספר לכם איזו מהפכה חוללו המטוס וה"מסוק בשדה הקרב, כי את זה אתם יכולים לספר לנו", פתח אלוף (מיל') ישראל טל את ההרצאה הראשונה, שעסקה בהתפתחות הטנק. טל, שכבר שנים רבות מור ביל את פיתוח טנק המרכבה, סיפר כיצד נבנה הטנק תוך הסתמכות על לקחי מלחמות ישראל. "הצד שבר" שותו נשאר שדה הקרב עם סיום המלחמה, יכול לבצע את הפקת הלקחים הטובה ביותר, כי בידו נמצאים טני קים פגועים שלו ושל האויב. מלחמות ישראל היו מע"בדה יוצאת מהכלל מהבחינה הזאת, כי היו שם טנקים מורחיים ומערביים, עם כל הטכנולוגיות השונות, מה שנתן לנו את הבסיס הסטטיסטי הגדול בעולם. כ" 14 אלף טנקים השתתפו במלחמות ישראל-ערב, ואנח"נו ערכנו בדיקות באליסטיות לרובם.

"הודות למחקרים האלה, אנחנו המדינה הראשונה בעולם שיש לה כוח של טנקים, שתוך כדי תנועה נניעלים על מטרות נעות - גם באוויר וגם על הקרקע. אלו הטנקים המתקדמים בעולם, עם תותח מצוין ה"משתווה לתותחים הגרמניים, ועם תחמושת איכותית, שפותחה בישראל".

מערכת הבו היא תוצאת הפיתוח המתמשך של מע"רכת בקרת אש לטנקים של צה"ל. כבר לפני שנתיים ירדו מפס הייצור טנקים ראשונים שצוידו במערכת, ו"נשלחו לסידרת ניסויי שטח. "זו היתה קפיצת מדרגה של ממש", אומר תא"ל דוביק טל, קצין שריון ראשי. "במונחים של חיל'האוויר, זו קפיצת מדרגה לרמת ה" F-15. הסיכוי שנפגע כבר בפגז הראשון הוא גבוה מאוד. הודות לכו, המרכבה סימן 3 מסוגלת להתמודד כמעט

כשווה בשווה, גם כאשר הטנק נמצא בתנועה, מול טני קים ניחים, ולהשמיד אותם. ירי תוך כדי תנועה נחשב מאז ומתמיד לאחד הקשיים העיקריים של השריון. עם הבו, הקושי כמעט נעלם. וכיוון שאנחנו מסוגלים לירות בזמן תנועה באופן יעיל מאוד, אנחנו יכולים לפ"גוע גם במסק"רים ביעילות גבוהה".

מערכת הבו מורכבת ממחשב באליסטי, המספק לתותחן את נתוני הירי המיטביים, ומערכת אופטית לזיהוי המטרה. מערכת התצפית מסוגלת להגדיל את התמונה שרואה התותחן עד פי 12 מהתמונה האמיתית, והיא מצוידת גם בחיישני פליר, כך שגם בלילה מסוגל הטנק לזהות מטרות ולפגוע בהן. התותחן יכול לעקוב אחרי המטרה באמצעות עינית, או באמצעות צג טלוויזיה. למעשה, פותרת מערכת הבו כמעט את כל הסיבות המסורתיות להחטאה של ירי: מטרה שנמצאת בתנועה, מדידת הטווח והתמודדות עם מצב התותח. רק הסטייה הטבעית של הפגזים וטעות תותחן, מותירות אפשרות להח"טאה.

אחרי כל ההסברים היבשים, הגיע הזמן לצאת לש"טח. באחד משטחי האימונים של בית'הספר לשריון המתינו כמה טנקי מרכבה 3 המצוידים במערכת הבו, ושני מסוקי קוברה. תחילה הדגים אחד הטנקים ירי על מטרות קרקעיות, תוך כדי תנועה. הרוח שנשבה והתנועה המהירה של הטנק היקשו תחילה על התותחן לירות במדויק על המטרה, למרות שמערכת הבו הוכיחה את יעילותה. מהרגע בו הונח צלב הכוונת על המטרה, הוא לא זו מננה. למרות שהטנק המשיך לנוע לכיוונים שונים, תוך כדי הזזה בלתי פוסקת של הצריח. את המהירות של הטנק אפשר היה גם לשמוע,

כש" 1,200 כ"ס של מנוע הדילדל הזיזו כ" 60 טון של מתכת. ברגע של 'חור' בענן האבק ירה התותחן, והמ"טרה נדלקה.

התמונה שרואה התותחן שודרה למסך רחב, שאי"פ שר לטייסי המסק"ר לעקוב אחר איתור המטרה והפ"גיעה בה, בזמן שמסוקי הקוברה המריאו לקראת ה"מבחן האמיתי של המערכת. הטנק המשיך לנוע, כאשר המסוקים החלו להתקרב. לרגע זיהה אותם התותחן והחל לעקוב אחריהם. הצלב, המסמן את מר"כו הכוונת, נשאר יעול' על אחת הקוברות, גם כאשר המסוק והטנק המשיכו לנוע בכיוונים מוגדלים. שנייה אחרי"כ הסתירה גבעה את הקוברות. התותחן השאיר את המערכת במוד העקיבה האוטומאטי, והיא המשי"כה לעקוב אחרי המיקום המשוער של המסוק, מאחורי הגבעה. לאחר 20 שניות, כשהמסוקים והטנק שוב נמיצאו בקו ראייה - התברר שההשערה של המערכת היתה מדויקת, והקוברה יצאה מאחורי הגבעה כשצלב המטרה עדיין עליה.

"עכשיו הטנק היה יורה ופוגע", הסביר אל"מ דידי ממיפקדת קצין שריון ראשי. "מבחינת התותחן, וזו נקודה מרכזית, לא משנה אם הטנק נמצא בתנועה או ממתין בעמדת ירי. הטווח ממשיך כל הזמן להת"עדכן. התותחן מקבל את הנתונים על הצג". גם חלי"פה קרובה של שני המסוקים לא הצליחה להטעות את המערכת, שנותרה נעולה על המסוק אחרי עק"בה קודם לכן.

את סא"ל ה', בעבר מפקד טייסת קוברות, ההדגמה הקצרה הצליחה לשכנע. "הבו היא מערכת מדהימה באיכותה. לפי הרושם שלי, השריון רושם קפיצה מש"מענותית ביכולת שלו לפעול כנגד מטרות אוויריות. עד



**אלוף (מיל') ישראל טל:**

**הטנק יהפוך לאויבו של המסק"ר**

מבחינתו של האלוף (מיל') ישראל טל, את ה־מלחמה עושים הטנקים. כל השאר תפאורה. טליק, אחד הסמלים של השריון בצה"ל, מש־מש כיום כעוזר שר הביטחון לפיתוח אמצעי לחימה, ואחראי בין השאר לשיפורים המתמש־כים בטנק המרכבה, שמערכת הבז היא רק אחד מהם. מול טייסי הקוברה והאפאצ'י, וגם כמה ימים לאחר־מכן במשרדו בקריה, הוא ניתח והסביר את תפקידם המרכזי של מסק"רים בש־דה הקרב.

"מספיק לדמיין איך היתה נראית מלחמת יום הכיפורים אם היו בידינו מסוקי הקרב המתקדמים של היום", אמר. "הייתי אז במוצב הפיקוד העליון, כסגן הרמטכ"ל, ואני זוכר כיצד התלבטנו לגבי כל פלוגת טנקים: האם לשלוח אותה לתגבר בדרום או בצפון. בדרך כלל מתמרנים דיוויזיות או חטיבות. אז תיגברנו בפלוגות, ובינתיים שילמנו מחיר יקר במטוסי תקיפה שנשלחו למשימות בתנאים קשים מאוד, כדי למנוע התמוטטות באחת מהחזיתות. ברור שלו היו או מסוקי נ"ט, יכולו כבר באותו יום להסיט כוח נ"ט מהדרום ומהצפון וחוזר חל־ילה. זו, בעצם, המשמעות האמיתית של המסק"רים".

**המסק"ר הוא כיום האויב הגדול ביותר של הטנק?**

לא, בהחלט לא. האויב הגדול ביותר של הטנק הוא הטנק של האויב. המסק"ר לא מגביר את האיום על הטנק מבחינת מערכת הנשק שלו, מאחר שהחימוש שהוא יורה עליו – טילי הנ"ט – נורים לעבר הטנק גם מפלטפורמות אחרות. המסק"ר הוא בסך־הכל פלטפורמה נוספת שמאיימת על הטנק. אין ספק, שזהו נשק יעיל וחישוב נגד טנקים, אבל הוא רק אחד מבין סוגים רבים של נשק נ"ט. יש אימונים יותר מסוכנים, כמו חימוש חכם שמשוגר ממטוסי קרב, שהוא הב־עיה היותר רצינית של השריון. מתכנני הטנקים אינם חושבים על המסוק. הגישה השלטת היא שאם הטנק יעיל כנגד טנקים אחרים, הוא יעיל באותה מידה כנגד מסק"רים.

אגב, היום אומרים שהמסק"ר הוא האויב המר של הטנק. בעתיד, הודות לפיתוח מערכות נגד מסוקים, כמו הבז, יהיה אפשר לומר באותה מ־דה שהטנק הוא אויבו המר של המסוק. היום, ברגע שהמסק"ר נכנס לטווח האש של הטנק, הוא מסכן את עצמו מאוד. כבר במלחמת לבנון, עם מערכת בקרת אש הרבה יותר פרימיטיבית ממה שיש לנו כיום, הצליחו טנקים ישראלים להפיל מסק"רים של האויב. במהלך המלחמה קרה שזוג מסוקי גאזל סוריים, חמושים בטילי הוט, תקפו טנקי מרכבה של צה"ל, ופגעו בש־ניים מהם. מחלקת מרכבות שכונה הצליחה ל־רות ולהפיל את אחד המסוקים הסוריים. משני הטנקים שנפגעו, טנק אחד לא ניזוק, כי השריון שלו בלם את הטיל. לטנק השני היה פחות מזל. הטיל הצליח לחדר לטנק, ושניים מאנשי הצ־וות שלו נהרגו. בהתחשב בכמויות הטנקים והמסק"רים שנמצאים בידי הצדדים, המסק"רים לא יוכלו להמשיך עם יחס פגיעות־אבידות כזה במלחמה.



להשתוות אליה זה יהיה כמו לנפץ שיא אולימפי". וכדי להוכיח את התיאוריה הזו, הוא מציע גם לי לבחון את המערכת. אני מתעלם לרגע מהמשמעות הברורה של ההצעה: אם גם אני אצליח להפיל בעזרת הבז מסק"רים, הרי שהדרישות שמציבה המערכת ל־מפעיל באמת אינן גבוהות. במלים אחרות – כל אחד יכול להפיל עם הבז. אחרי שאני צולל פנימה אל נבכי הטנק, מקדמת אותי בעמדת התותחן עינית התצפית, ולשמאלה צג הטלוויזיה. על צידוד התותחן שולטות ידיות שמזכירות מאוד הגאים של מטוסי תובלה, כאשר בכל אחת מהקצוות כפתורי הכוונה, נעילה ובי־טול עקיבה, וכמובן – הדק.

ההפעלה, אני מגלה מהר מאוד, פשוטה להפליא. כל מה שאני צריך לעשות, זה להסיט את התותחן ימינה ושמאלה, עד שהצלב מונח על אחד ממסוקי הקוברה. לחיצה זריזה על כפתור הנעילה, והמערכת ממשיכה בכוחות עצמה. צריח הטנק ממשוך לנוע בהתאם לכ־יון טיסת המסוק, ואני יכול רק למשש את ההדק, בז־הירות, למרות שיואל מבטיח לי שהתותחן ריק. תותח טעון, סחיטה של ההדק, והקוברה איננה.

בסוף היום סא"ל ה' התרשם, אבל לא ביקש העב־רה. "הטנק ישראלי תמיד במרכז קרב היבשה, אבל גם המסק"רים יהיו שם. אנחנו תמיד יכולים להפתיע את השריון בכיוונים שמהם נגיע ונתקוף. מסק"רים אינם מוגבלים כמו הטנקים, ומסוגלים לעבור בתוך שעות ספורות מגיזרה לגיזרה. לטנקים זה לוקח ימים. "מערכת הבז היא תשובה טובה נגד מסק"רים, אבל לא יחידה. זו מלחמה אינסופית, והתשובה של המסק"רים עוד תגיע. המשחק הזה קיים כל הזמן. השריון משתפר, המסק"ר מגיב, והפער נשמר".

היום דובר על כך, שחיל־האוויר יטפל במסק"רים עוי־נים. היום גם השריון מסוגל לכך, ולטייסי המסוקים של האויב יש סיבה טובה לדאגה.

כדי לשכנע סופית את טייסי המסק"ר ביכולות הח־דשות של הטנקים, הזמין אל"מ ציון, מפקד בית־הספר לשריון, את הטייסיים לנועל בעצמם על המסוקים. שורת טנקי מרכבה, מאוישים במדריכי שריון, המתינו לטייסיים להדגמה ניחת של יכולות המערכת. כמה שניות אחרי שטייסיים להתמקם במושב התותחן, התחיל סרן ש', טייס אפאצ'י, להתלהב. "מאוד מרשים כאן. הלוואי שהתא שלי באפאצ'י היה מעוצב כך".

המדריך מסביר לש' כיצד לתפעל את המערכת, ואחרי דקות מעטות הוא מוכן להפיל מסק"רים. "ימי־נה, ימינה", מכוון אותו המדריך לעבר שתי הקוברות. ש' לוחץ על המתג הנכון, והצריח מתחיל לנוע לעברן. "איך אני נועל עליהן?" דורש ש' לדעת. "תמשיך לע־קוב דרך הצג ותלחץ שם", מצביע המדריך, רגע לפני שהוא מודיע לש', "זהו, פגעת בפגו הראשון".

סגן יואל, מפקד פלוגה בבית־הספר לשריון, מגיע כדי לבדוק כיצד מתמודדים טייסי האפאצ'י עם המר־כבה. "אני לא מקנא בהם, לדאות עכשיו את הקוברות בכוונה. כטייסי מסק"ר, אם אני הייתי רואה את הצלב הזה עוקב אחרי בצורה כל־כך מדויקת, כשגם המסוק וגם הטנק בתנועה, בידיעה שאין לי מיוגן בפני פגוי ה־120 מ"מ, הייתי מאוד חושש.

"מבחינת לוחמי השריון, מסק"ר הוא אויב בעייתי, שנע מהר ושולח טילים בעלי יכולת מסוכנת מאוד. בשדה הקרב, טנקים מאוד חוששים ממסוקים. עם הבז, יש לנו תשובה משכנעת. אין ספק, שהמערכת הזאת הביאה את המרכבה לרמה גבוהה מאוד, שכדי

# חתום על כל מיג

משה יורוביצקי מכיר טוב יותר מכל ישראלי את גלריית המטוסים הסובייטיים. במשך עשרות שנים היה מהנדס ניסוי בכיר במרכז לניסויי טיסה שליד מוסקבה. הוא התמחה בפיתוח הנדסת האנוש של הקוקפיט, ותחת ידיו עברו כל מטוסי המיג - מהמיג-15 ועד המיג-29. איך הורו קברניטי בריה"מ לתחקר ולהעתיק כל מטוס מערבי, שמיפרטו הטכני דלף לידי הרוסים, כיצד התגלגל המידע על המטוסים המערביים, ומהן נקודות התורפה של הנדסת האנוש הרוסית. לפני שלוש שנים עלה יורוביצקי בן ה-77 לארץ. "אני עדיין מתקשה להאמין שנתנו לי לצאת", הוא אומר

רוני קורן צילומים: יעל חביליו





**כ**

מה ישראלים כבר זכו להכיר את המיג 29, מטוס הקרב המתקדם ביותר המצוי בידי חילות האוויר של סוריה, איראן ועיראק. פה ושם, באדיבות אחת ממדינות מזרח אירופה, ניתנה להם הזדמנות לבחון את מכונת המלחמה הזו ולהשוות אותה למטוסי המערב. אבל נראה שמשנה יורוביצקי, עולה חדש מרוסיה, מכיר את המטוס טוב מכולם. לפחות את הקוקפיט שלו. עד שנת 1990, היה מהנדס ניסוי בכיר במרכז הראשי לניסויי טיסה ומחקר שליד מוסקבה, והתמחה בהנדסת האנוש של תא הטייס. תחת ידיו עברו עשרות מטוסים מכל הסוגים – החל ממטוסי נוסעים ותובלה כמו אנטונוב ואיליושין, דרך מפציצי צים כבדים כמו טופולב, וכלה במטוסי קרב מסוג סר חוי ומיג.

יורוביצקי, כיום פנסיונר תושב בתים, נולד ב־1917 למשפחה יהודית-חילונית, והתברג ללא קושי ב"צמרת האינטלקטואליה" כלשונו, כלומר בצוות המוחות שמאחורי הטכנולוגיה הצבאית הרוסית. באנטישמיות גלויה הוא לא נתקל, והמכשול היחיד שהועמד בדרכו, היה הגדרתו כ"עובד בלתי נייד". כלומר, ניתן לו חופש מוחלט בעבודתו במרכז המחקר, אבל אסור היה לו לעזוב את תחומי ברית המועצות. יהודים, עם כל הכבוד לכישוריהם, נחשבו אמינים בערבון מוגבל, במיוחד בכל הנוגע לסודות מדינה.

"ב־1954 יעשיתי את המיג הראשון שלי", הוא מספר. "זה היה מיג 15, בתצורת מטוס הדרכה דו־מושבי. תחת פיקוחי נערך כל הפרויקט – 50 טיסות הניסוי

הראשונות, הרכבת לוח השעונים, שיפור התנאים ה־אובייקטיביים בתא הטייס ועוד".

המטוסים הם כל חייו של יורוביצקי, ועד היום הוא מדגים כמעט כל משפט באמצעות עיפרון ונייר, משרטט שעונים, מבני מטוסים, חיצים או נוסחאות. את הציור הוא מעתיק מזכרונו, אבל הוא מדייק עד כדי צה־קצהו של הפרט הנוזח ביותר, למרות שעברו למעלה משש שנים מאז פיקח על פיתוח הקוקפיט האחרון. "מה כבר נשאר לעשות בפנסיה", הוא מחייך. "ללכת בבוקר לקנות לחם ועיתון, ולשבת בבית, לתכנן איזה מטוס עתידי, או לכתוב מאמר – רק כשביל לא להחליד ולא להזדקן.

"מגיל צעיר התעניינתי בכל מה שענף בשמיים והוא לא ציפור", הוא אומר. "מכיוון שנגזר עלי להרכיב משי קפיים מילדות, ידעתי שאין סיכוי שאפתח קריירה של טייס". לאחר שסיים את בית הספר התיכון, הלך ללמוד באוניברסיטה במוסקבה, וכעבור שש שנים הוסיף מן כמהנדס בתחום המיכשור התעופתי. מלחמת העולם השנייה קטעה, זמנית, את הקריירה שלו.

"זה היה ביוני 1941, כשהיינו בתקופת ההתמחות", מספר יורוביצקי. "התמחיתנו בהנדסת מיכשור תעופתי ונסיוני, כמו מדימהירות, מדיגובה ועוד. ניסונו את המכשירים בתנאי מעבדה, בעיקר בתאי לחץ. זו הייתה תקופה של עומס עבודה אדיר, כיוון שהאוניברסיטה התחייבה לסיים בדיקה של אחד המכשירים. כך קרה שב־21 ביוני, שהיה יום ראשון – יום חופש בדרך־כלל – היינו בעבודה. אחד המתמחים נכנס בריצה לחדר ואמר לנו לפתוח מהר את הדריו, כי החבר מולו

טוב, שר החוץ, עומד לשאת את דברו. אחרי שנגמר הנאום, בו סיפר השר על פלישת הצבא הגרמני, הסתכלנו זה בפני זה, ובלי אף מלה, הבנו מה צריך לעשות. קיפלנו את כל הציוד, הורדנו את הלחץ בתאים, החיבאנו הכל והלכנו הביתה". לא עבר זמן רב, וכל אנשי האוניברסיטה הועברו, כחלק מתוכנית־בוק לאבטחת סודותיה הבטחוניים של המדינה, לעיר תעשייה צבאית על גדות נהר הוולגה. שם השלים יורוביצקי את לימודיו, ונשאר עד יעבור זעם.

למעשה, רק בשנת 1943 החל את פרק הנדסת הניסוי בחייו, כמתכנן במחלקה למיכשור תעופתי, באחת האוניברסיטאות הגדולות במוסקבה. "כשתיחקרו את מלחמת העולם השנייה מהזווית של חיל־האוויר הרוסי", הוא מספר, "הסתבר שאחד המכשולים העיקריים היה הסידור השונה של הקוקפיט בכל אחד מהסוגים של מטוסי הקרב. לפעמים, השינויים היו גם בין הדגמים השונים של מספר מטוסים מאותה חברת ייצור. צריך להבין, יש מכשירים שהטייס משתמש בהם כל הזמן, בכל מטוס שהוא, מרגע ההמראה ועד הנחיתה. תוך כדי מלחמה צריך לפעמים לעבור ממטוס למטוס, וכל שינוי קובעת. אסור לטייס להתבלבל, ואין לו זמן ל־הסתגל למטוס החדש. הבנו, שצריך סידור סטנדרטי, אחיד, של המיכשור בתא, של השעונים, של הידיות ושל מערכת ההפלטה. השינויים הוכנסו מתקופת המיג 15, וכל פרויקט הניסוי התנהל תחת הדרכתו.

"הניסוי ארך מספר חודשים, ולמעשה במשך כל קיץ 1954. שלושה טייסי ניסוי טסו כל אחד עם סידור לוח שעונים שונה. הטייס ישב במושב הקדמי, ומאחוריו ישב מודריך ניסוי מיוחד. הפקודות שהחלקתי למשימות היו משוננות, ובכל פעם המודריך היה מורה לטייס ל־הסתכל רק במכשיר מסוים. מאחד הטייסים ביקשתי, למשל, לטוס עם חופה מכוסה, ולתפקד רק עם המכשיר רים. מהנדסי הניסוי הנוספים ואני נשארו על הקרקע, הקלטנו כל מה שהוא דיווח ברדיו, וצילמנו גם בתוך הקוקפיט, לאן הוא מסתכל ועל איזה מכשיר. בכל פעם שהיינו משנים משהו בקוקפיט, מדדנו כמה זמן לקח לטייס לגלות את זה ולייצב את המטוס".

משנת 1955 ועד פרישתו בשנת 1990, עבד יורוביצקי קי בעיר ז'וקובסקי הסמוכה למוסקבה, במרכז המחקר "ליי". מלבד האקדמיה למהנדסים במקצועות התעופה, כלל המרכז יחידת ניסויי טיסה, והיה הגדול והחשוב שבמרכזים התעופתיים בכל המועצמה. בשטח האקדמיה היה שדה־תעופה קטן שכלל מינחת, מוסך כים ותחנות ניסוי לכל אחת מחברות המטוסים ה־סובייטיות. תחת גג אחד, פעלו בשיתוף נציגי החברות עם מהנדסי המרכז וטייסי הניסוי. לפני שנשלם תכנונו של מטוס קרב מסוים, היו חברות המטוסים בונות אב־טיפוס לתא הטייס ומומנות את מהנדסי המרכז למה שכונה "ועדת דגם", שתפקידה היה להתרשם ולהעריך הערות. רק לאחר הבדיקה האווירית המדוקדקת ביותר הייתה הטיסה של האקדמיה, היו החברות רשאיות להעביר את המטוס לבדיקת כשירות מבצעית בטייסות הקרב של חיל־האוויר הסובייטי.

באמצע שנות החמישים, החלו מתכנני המטוסים להעניק תשומת־לב מירבית לתחום חשוב לא פחות מהנדסת המיכשור: הנדסת אנוש. וכך, בתפקידו האחרון היה יורוביצקי אחד מראשי תחום הנדסת האנוש במטוסים, ומנהל מחלקה של 40 מהנדסי ניסוי נוספים. "עבדנו על תכנון מיכשור המטוס ומערכותיו, כך שיתאימו לנוחות הטייס. טיפלנו בכל הפרטים: מגודל התא, דרך סידור לוח השעונים הראשי בצורה האופטימלית, ועד גודל האותיות והמספרים, צורות החיצים וצבעיהם, ואף צורות השעונים עצמם.

המיג הראשון שעבר תחת ידיו של יורוביצקי היה מיג 15 (בתמונה)



שבנה בסוף שנות הארבעים, היה העתק מושלם של ה־B-29 האמריקאי, שהטיל את פצצות האטום על יפן. סטאלין היה כה מרוצה מביצועי המטוס האמריקאי, עד שלא רצה אפילו לשמוע על הקצאת משאבים למטוס ניסוי, והזמין מיד 20 מטוסים מדגם הכפיל הרוסי.

"ברוסיה", מסביר יורוביצקי, "לעומת ארה"ב למי של, היתה רק חברה אחת שייצרה מיכשור לכל ה־פונקציות של כל המטוסים. בדרך כלל לא היו לנו חומרים מתאימים וגם לא מספיק ידע. אבל במלחמת וייטנאם נקלעו לידינו מטוס F-5 ומטוס F-111 דרומי-בי. תיחקרו אותם עד אחרון המכשירים, ואם בוחנים את דגמי המיג שבאו אחר־כך - אפשר להבחין בלא מעט קווי דמיון. השימוש השונה ביחידות - המערב השתמש במייל וברגל, ואנחנו במטר ובקילומטר - היקשה עלינו להעתיק את השעונים בצורה מושלמת. במיג־29, למשל, כיוון שהשיטה של היחידות אינה רגישה מספיק, יש מכשיר־עזר נוסף למד האופק. גם אותו העתקנו ממכשיר אמריקאי מקביל, מתוצרת חברת 'קוליס', ולצורך כך השתמשנו בעיתונים זרים ובפרוספקטים שהושגו בסאלונים אווריים."

גם מטוסים רוסיים התגלגלו, לא אחת, לידיים מע־רביות. "אבל אפילו אנחנו", אומר יורוביצקי, "שישבנו בלב תעשיית המחקר הצבאית, לא ידענו על מקרי עריקה של טייסים שלנו, להוציא מקרה אחד, של מיג־25, שטייס רוסי ערק עימו לתורכיה. היתה במיג טוס הזה מערכת מתקדמת יחסית, שנועדה לזהות מטוסי אויב לעומת מטוסים ידידותיים. הקודים שלה היו סודיים, ורק מכיוון שהיינו צריכים לשנות אותם במטוסים האחרים, נודע לנו על העריקה. על המיג־21, שטייס עיראקי ערק עימו לישראל בשנת 1966, נודע לי רק כשעליתי לארץ."

עד נפילת מסך הברזל, לא העו יורוביצקי לחשוב על עלייה לישראל, ובוודאי שלא לדבר על כך. הזמנים בברית־המועצות של אז היו טעונים מאוד בכל מה שקשור למדינות המערב, והתעמולה הקומוניסטית שלטה בכל אמצעי התקשורת, בהתאם לדרישות ה־ממשלה. מלשינים פוזרו בכל פינה, וגרמו לפיטורים ולי־מאסרים של מי שהביעו התנגדות לשלטון. יורוביצקי, שמשפחתו חיה ברווחה ובנוחות יחסית, לא רצה לראות את עצמו ואת מפעל חייו מסתיימים בבית־הסוהר. רק לאחר שפרש לגימלאות ומסך הברזל כבר החליד והתפרר עם פרוץ עידן הגלאסנוסט, החל לאר־גן את האישורים הדרושים לו ולמשפחתו כדי לעלות לישראל.

באפריל 1993 עלתה משפחת יורוביצקי - משה ו־אשתו, בתם ונכדם - והשתקעה בדירה צנועה בבתי־ים. "אני עדיין מתקשה להאמין שנתנו לי לצאת", הוא אומר. בתו, רופאה פסיכותרפיסטית במקצועה, השתלבה בעבודה בבית־החולים "איכילוב". יורוביצקי ואשתו נכנסו לשיגרת חיי פנסיה שקטים. הנכד, שלמד עברית מהר מכולם, עוזר לסבו בתרגום מאמרים ב־נושאי תעופה מהעיתונות הישראלית.

מאז עלה, הספיק יורוביצקי לפרסם מספר מאמרים מדעיים בעצמו, בעיתונות בשפה הרוסית בארץ. בשי־לב מסוים, הוא מספר, פנו אליו מספר תעשיות בטחון ניות והביעו התעניינות בידע שרכש בברית־המועצות, אבל לא היה לכך המשך. "בגיל 77, אני כבר לא יכול לעבוד ממש", הוא אומר. "מצד שני, אני משתדל לקרוא כל חומר שאני משיג מהארץ ומהעולם. הטכנולוגיה גיה הצבאית הרוסית דידתה כמעט תמיד שניים־שלו־שה צעדים מזנב המערב", הוא מחייך, "או יש לי עוד הרבה חומר להשלים".



**נ כ ך ע ב ד ה ה ש י ט ה :**  
 "במלחמת וייטנאם נקלעו לידינו מטוס F-5 ומטוס F-111 אמריקאיים", מספר יורוביצקי. "תיחקרו אותם עד אחרון המכשירים, ואם בוחנים את דגמי המיג שבאו אחר־כך - אפשר להבחין בלא מעט קווי דמיון"

"ידוע, שהנדסת האנוש של המטוסים הרוסיים נח־שבת לבלתי מפותחת, יחסית למטוסי המערב. בעוד שמכשור אלקטרו־מכני היה המלה האחרונה אצלנו - שמענו על מסכי מחשב וטלוויזיות במטוסי קרב מע־רביים. המערב הכיר את הבעייתיות שלנו. קראנו ב־עיתון התעופה 'פלייט', שהמיג־29 החדש בנוי טוב, מהיר, בעל מנוע חזק ומהווה איום ממשי במקרה של קרב־אוויר, אבל מבחינת מיכשור והנדסת אנוש, הוא נחשב די מפגר. מה שכן, עוד כשהייתי שם החלו לע־בוד על מטוסים משופרים, עם צגי מחשב וטלוויזיה. היום יש כבר מיג־29M ומיג־31, המצוידים במסכי תצוגה".

יורוביצקי מספר כי קברניטי המדינה הורו לתחקר ולהעתיק כל מטוס מערבי, שמיפרטו הטכני התגלגל לידי המרכז בדרך זו או אחרת. כבר בסוף מלחמת־העולם השנייה, כשבמעצמה הסובייטית היה מחסור חמור במפציצים, חיפש סטאלין מודל מתאים במערב, וההזמנה לא איחרה לבוא: מטוס הטופולב־4 הרוסי

יותר טבעי לראות את  
התמונות שמצלם המזל"ט,  
מאשר לראות את המזל"ט  
עצמו מופיע בצילומים.  
הסרצ'ר, מטוס זעיר ללא  
טייס מתוצרת התעשייה  
האווירית, מצולם לראשונה

# מצלמה נסתרת

מהאוויר, מתוך מסוק סייפן,  
במהלך טיסת ניווט שיגרתית  
באיזור קו החוף הדרומי של  
ישראל. אחד המאפיינים של  
הסרצ'ר, המזל"ט החדש ביותר  
בחיל-האוויר, הוא כושר  
שהייה ממושך באוויר - עד  
14 שעות ברציפות. התמונות  
שהוא מצלם, משודרות בזמן-  
אמת לתחנה קרקעית.  
התמונות שבהן הוא מככב,  
מתפרסמות בעמודים הבאים

צילומים: אמיר מודן







מעל קו החוף, מעל העיר אשקלון, מעל שדות חקלאיים, וגם בין עננים - לא בטוח שתבחינו בסרצ'ר המשייט באוויר. הוא, לעומת זאת, רואה הכל



בטאון חיל האוויר אוקטובר 1996 מס' 111 (212)





הסרצ'ר מנמיך מעל נמל אשדוד, מרחף קצת באיזור ונקלט בזווית אלכסונית בין שמיים ומים. צבעיו המנומרים, בגווני חרדל וחום, נועדו להסוותו טוב יותר מעל שטחי מדבר ואדמה. מעל הים, זה לא ממש עובד



# גרני"ט אוויר - הנהגיה לפניך

בוא נצא למסע מרתק בעולם  
התעופה, הטיסנאות  
ו... חיל-האוויר.  
גדנ"ע אוויר מחכה לך עם  
מגוון פעילויות, קורסים  
בקיץ והפתעות נוספות.  
למידע נוסף ולקבלת עלון  
צבעוני בחינם נא לפנות ללירון  
בטל. 03-9375-330/328





מגה טק

# המציאות והיציאה לצה"ל וירטואלית

תסריט א': לפני תקיפה בלבנון, יתיישב לו טייס הקוברה בנחות במועדון הטייסת, ילגום בשלווה מספל הקפה, יחבוש קסדת VR וימריא. המשימה, שפרטיה הוכנסו למחשב דקות ספורות קודם לכן, היא השמדת יעדי מחבלים. דרך משקפי המציאות המדומה, שמדמה טיסה עם אמצעי ראיית לילה, רואה הטייס במדויק את תוואי השטח שמעליו הוא יטוס מאוחר יותר.

מאות קילומטרים מפרידים בין הטייסת ליעד המחבלים בלבנון, אבל דרך הקסדה, יכול הטייס להבחין בכל סכנה פוטנציאלית – עמורים גבוהים, אנטנות, מבנים, סוללות נ"מ. הוא יכול לחוש ולאמוד במדויק את גובהה של כל גבעה ועומקו של כל ואדי.

תסריט ב': מפקד חיל-האוויר יושב בנחות במרכז שליטה וירטואלי, דומה לזה הקיים כיום. למרות שמרכז השליטה אינו קיים במציאות, מפקד החיל יכול להביט ולנוע בחדר בכל כיוון: למעלה, למטה, לצדדים. הוא יכול לשנות לחלוטין, תוך שניות ספורות, את עיצוב החדר – להוסיף עמדות, להזיז מחשבים, לפנות שולחנות ולהחליף תצלומי

במערכת ה-VR של תחום הנדסת אנוש, ניתן למצוא מחשבי "סיליקון גראפיקס" רבי עוצמה, משקפיים סטריאוסקופיים המאפשרים ראייה תלת-ממדית, מכשיר העוקב אחרי תנועות הראש במרחב, עכבר תלת-ממדי, וכמוכן תוכנות גרפיות מתקדמות, היוצרות את תחושת המציאות המדומה.

בימים אלה נבחנות על גבי תוכנת VR תוכניות אפשריות לשינוי ולחידוש של מספר גופי מטה בחיל-האוויר. על גבי המחשב ניתן, כאמור, לעצב את ההדרים, לטייל בהם ולברוק אם העיצוב עונה על הצרכים. מערכות דומות משמשות כבר היום לעיצוב פנים וחוץ של מבנים אזרחיים, אך זו הפעם הראשונה שנמצא ליישום הזה שימוש צבאי.

שימוש אפשרי אחר במערכת הוא, כאמור, לאפשר לטייס מטוס קרב לטוס מעל שטח וירטואלי, שמדמה במדויק את תוואי השטח של איזור התקיפה האמיתי, וללמוד אותו לפני היציאה לגיחה. בתחום הנדסת האנוש נוחנים כיום את

המערכת תקבל תצלום אוויר עדכני של האיזור בו תבצע הטיסה, וכן מפה טופוגרפית של ההרים והוואדיות בדרך למטרה. ביחד תיווצר מפה תלת-ממדית



איור: רועי קורן

מערכות השמע של חברת "אקוסטקטורן" האמריקאית. אם המערכות יימצאו מתאימות, יותקנו מערכות שמע תלת ממדיות במטוסי הקרב של חיל-האוויר. בכך, טוענים בתחום הנדסת האנוש, יצומצמו באופן ניכר סיכויי ההתנגשות בין שני מטוסי-טייס ישמע אם מטוס אחד מתקרב אליו יתר על המידה, ויוכל לשבור מייד לכיוון הנגדי – וכל זאת בהסתמך על חוש השמיעה בלבד.

נרב נוקד

אוויר, כדי לבחון את צורת העבודה האיריאלית. התסריטים הללו אינם בגדר מדע בדיוני. הראשון יהיה מציאותי בעתיד הלא רחוק, ואילו השני כבר הפך למציאות. בתחום הנדסת אנוש שבמחלקת פיתוח, החלו לפני מספר חודשים להשתמש בכלים המחוללים מציאות מדומה, כעוד לטייסים לפני יציאתם למשימה, ולעיצוב פנים וחוץ של מבנים.

בעתיד יוכלו טייסי חיל-האוויר לטוס מעל שטח וירטואלי, המדמה במדויק את תוואי השטח באיזור התקיפה, וללמוד אותו היטב לפני הגיחה האמיתית



משוה מריח פה. הריח, הוא המימד שהיה חסר עד כה בחוויית המציאות המדומה. משחקי הווירטואל ריאליטי יכולים להיות בעלי גרפיקה ומימשק מרהיבים וקרובים למציאות ככל שניתן, אבל עד עכשיו לא ניתן היה להריח שום דבר בתוך היקום המלאכותי. כל זה עומד להשתנות, בעזרת המערכת EXPERIENCE SYSTEM. המערכת מחוברת לכיסא מיוחד ונוח, ויכולה ליצור עד שבעה ריחות כסיסיים שונים, המשוגרים לתוך נקבים מיוחדים בקסדת ה-VR של המשתמש. הקסדה עצמה מייצרת גרפיקות מחשב וצורות הנדסיות שונות, אליהן מצטרפים הריחות. היצרן מבטיח, אגב, שהמכשיר עומד בתקנים של משרד הבריאות האמריקאי, ולא יכול לגרום לאלרגיות שונות.

הג'ויסטיק הרוטט. בשורות טובות למכירים למשחקי מחשב: שני סוגי ג'ויסטיקים חדשים ומתחכמים יצאו באחרונה לשוק. הראשון, ה"אימפולס אנג'ין 2000", הוא ג'ויסטיק רוטט, המסוגל להעביר תחושות של אירועים המתרחשים על מסך המחשב, כמו התרסקות, התפוצצויות ועוד. אתה נוהג מכונית מירוץ, ולפתע סוטה מהכביש ומתרסק בכוח רב? ה"אימפולס אנג'ין 2000" ירתע בחזקה לאחור, וידאג להעביר לך את התחושה המתאימה. הג'ויסטיק השני פשוט יותר, אבל גם לו יתרון לא מבוטל: הוא אלחוטי. לכן, תנועת המשתמש אינה מוגבלת

# חדשות VR

על ה"אוסמוז" שיביא לך נופים לסלון, על המחשב שתפעיל בגיגינג, על היקום המלאכותי שקיבל ריח, ועל הג'ויסטיק הרוטט והג'ויסטיק האלחוטי

אתה מגיע הביתה בשעה מאוחרת, אחרי יום עבודה מפרך ומלאיץ במשרד. שום רבר לא הלך לך היום. כבוקר איחרת, בצהריים הנוס צעק עליך, ובערב נאלצת להישאר עד מאוחר כדי לסיים עבודת שונת. אתה צריך להרוגע קצת. אתה מוריד נעליים, צונח בכברות אל תוך הכורסה בסלון, ואוטומטית שולח את היר "אוסמוז", מכשיר מציאות מדומה חדש, המקרין סביב המשתמש נופים מרהיבים, רגועים וצבעוניים, המכניסים אותו למעין טראנס של רוגע ונינוחות.

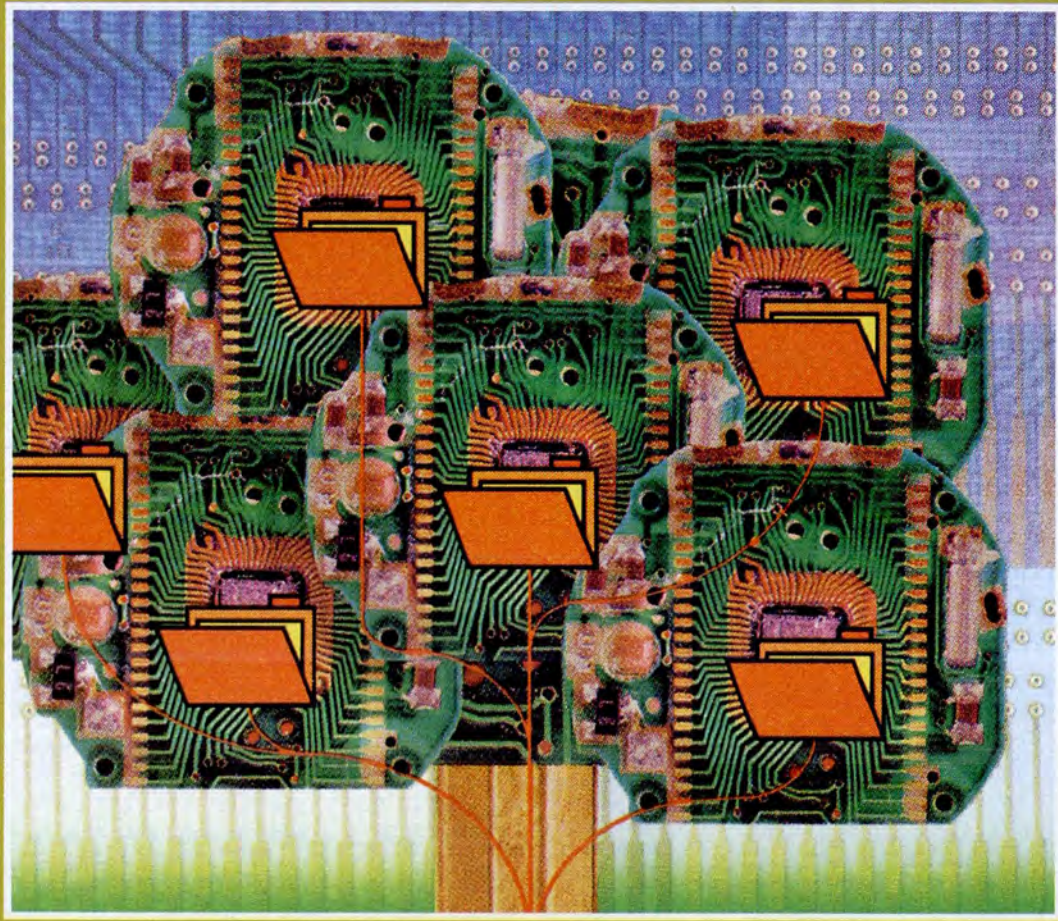
מכשירי היטמעות בסביבה ממוחשבת, כדוגמת ה"אוסמוז", הופיעו בראשונה לפני מספר שנים. חלקם מצוידים במסכי טלוויזיה קטנים, עליהם מוקרנת גרפיקת מחשב מתחכמת, וחלקם פועלים היישר על העפעפיים, ומקרנים עליהם כתמי אור וצבע. רוב מכשירי היטמעות מורכבים מווג משקפי וירטואל ריאליטי, ולרוב הם כוללים גם אוזניות, המנגנות מוזיקת מחשב וסמפלרים איטית והלומית, כמו פכפוך מים או צלצול פעמונים מרוחק. למכשירי היטמעות מיוחסות תכונות מרגיעות, מחשררות לחץ, ואפילו מפתחות את החשיבה היצירתית והרמיון אצל המשתמש. חוויה פסיכולית על טהרת טכנולוגיית המציאות המדומה.

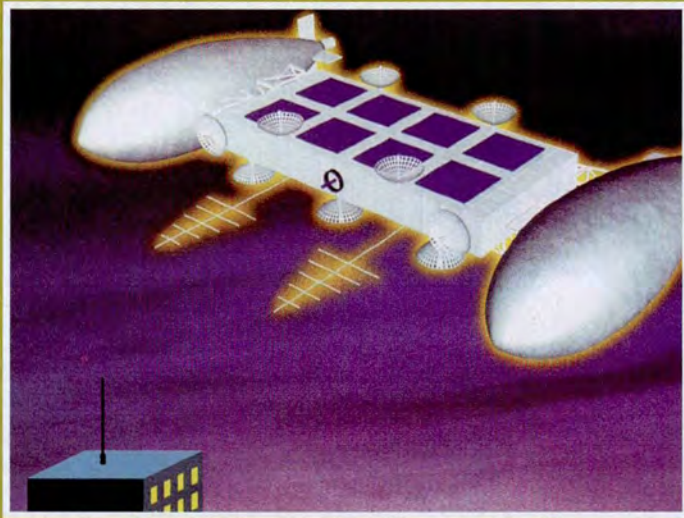
ה"אוסמוז", כאמור, הוא החדש ביותר שפותח עד היום. הוא מתבסס על חוויית צלילה נדירה שעבר אחד ממפתחיו, ובמהלכה הוא נקלע לים כחול, עמוק וריח הלוחשין מכל צמח או בעל חיים. המכשיר שפותח אמור להמות חוויה כזו – של ריחוף חסר משקל במים כחולים וצלולים – ולשלב בתוכו גם גרפיקות מחשב וצורות הנדסיות מורכבות. מתכנני ה"אוסמוז" רואים בו ציון דרך חשוב במערכת היחסים המורכבת שבין טכנולוגיה מתקדמת לחוויה האנושית.

מחשב באמצע הגיגינג. ה"סייברנאוט מובייל אסיסטנט" תוכנן במיוחד לפריקי מחשבים, החייבים לבהות במסך המחשב גם כשהם עושים ג'גינג או יושבים בפאב. הערכה כוללת מעין כובע מצהייה המכיל מוניטור מחשב לעין אחת, אוזניות, מיקרופון, ומחשב 486 קטן וחוק במיוחד, הנתלה על הגורת המכנסיים. למעשה, מהווה הערכה מחשב אישי שלם, שניתן לבצע בו בריוק את אותן הפעולות שאפשר לעשות בבית, מול המחשב האישי הגדול. המיקרופון הקטן המותקן בכובע המצהייה מאפשר למשתמש לתת למחשב פקודות קוליות, ולמחשב עצמו יכולת חיבור לכונן CD ROM, למודם ואפילו למכשיר GPS, כדי שתוכל לנווט את דרכך בכיחה בזמן העבודה על המחשב.

באורך חוט. מעתה, אפשר לעמוד במטבח, לפשפש במקרר, להאכיל את הדיגים באקווריום, ועדיין להמשיך ולשחק במשחק החביב עליך.

עמיר רגב





שיגררו פלטפורמות ענקיות, בהן יותקנו ערוצי המימסר לקווי הטלפון, תקשורת המחשבים ורשתות הטלוויזיה והרדיו. פתרון שהוא גם זול, ידירותי לסביבה, ויוכל לשמש לניקוי ולטיהור האווון, בעזרת מיתקנים מיוחדים שיצבו על הפלטפורמות, ליד ציוד התקשורת.



מגה טק

פרויקט "סקיי סטיישן" הוצע לראשונה בשלהי שנות השמונים. ייעודו המקורי היה טיהור שכבות האווון. הוא כלל פלטפורמות רחבות, שעליהן יותקנו מכשירים מיוחדים, שיוכלו לשאוב לתוכם את המולקולות המזיקות, המאיצות את פירוק שכבת האווון. פלטפורמות אלו היו אמורות לשמש מעין שואבי אבק ענקיים בשמיים. כדי להעלות את הפלטפורמות לתוך האטמוספירה, מצאו המתכננים פתרון מקורי – ספינות אוויר גדולות, אליהן ייקשרו הפלטפורמות.

כמו בכל פרויקט שתוכנן על טהרת שמירת איכות הסביבה, הבינו המתכננים מהר מאוד כי בלי פוטנציאל מסחרי, תישאר "סקיי סטיישן" בגדר חלום. בשנת 1995 הם פנו לאלכסנדר הייג, לשעבר מוכיר המדינה של הנשיא רונלד רייגן, וכיום איש עסקים עשיר ובעל קשרים ברחבי העולם. הייג התלהב, והקים יחד עם בנו את חברת "סקיי סטיישן", לשייווק הרעיון.

מערכת "סקיי סטיישן", במתכונתה הנוכחית, תורכב מ-250 זוגות של ספינות אוויר גדולות. בין כל זוג ספינות אוויר תותקן פלטפורמה, באורך של מאה מטר וברוחב של 40 מטר. על הפלטפורמה יותקנו, זה לצד זה,

פרויקט "סקיי סטיישן" מציע

פיתרון לחלל החוץ:

פלטפורמות ענקיות, שיחליפו

את אלפי לווייני התקשורת.

יעיל, זול וידידותי לסביבה

חופשית של גוף במשקל 17 טונות מגובה 20 מייל על ניוירוק, למשל, עלולה להחריב מספר גורדי שחקים. כדי למנוע מפלטפורמות "סקיי סטיישן" ליפול לכדור-הארץ, יצופו ספינות האוויר בשכבות מגן רבות, למקרה שבמעטפת הספינה יוצר קרע. הספינות עצמן ימולאו בגז הליום בלתי דליק, ובפלטפורמות יותקנו מצנחים מיוחדים, שיבלמו את נפילתן במקרה חירום.

היעד המתוכנן של פרויקט "סקיי סטיישן" הוא לספק שירותי טלפון סלולארי ותקשורת

עמיר רגב

# בעקבות הפקקים בחלל



ערוצי תקשורת טלפונים סלולאריים, תקשורת מחשבים ומדמים ומכשירים לטיהור האווון. המערכת כולה, במשקל של 17 טונות, תוצב בגובה של 20 מייל מעל כדור-הארץ, בתוך שכבת הסטרטוספירה, מעל מסלולי הטיסה של מטוסי הנוסעים והרבה מתחת לגובה בו מוצבים לוויינים רגילים. באופן זה, יתקצר המרחק שיצטרכו אותות התקשורת הסלולארית לעבור בין מכשירי הטלפון לתחנת המימסר, והקשר יתבצע במהירות גדולה יותר. עלות כל הפרויקט – 800 מיליון דולר, מחיר נמוך בהרבה מפרויקטים של שיגור לוויינים לחלל.

שלא כמו לווייני התקשורת הסלולארית הקטנים, שאינם מוצבים במסלול גיאואינכרוני (בנקודה קבועה ביחס לכדור-הארץ), הפלטפורמות של "סקיי סטיישן" ישארו כל הזמן מעל נקודה נתונה. והו יתרון נוסף על פני לוויינים רגילים: בעוד שהמשקעים בפרויקט לווייני התקשורת הסלולארית חייבים לחכות עד שאחרוני הלוויינים יוצבו במסלול – ולעיתים קרובות מדובר בעשרות לוויינים – כדי להתחיל ולראות כסף מההשקעה, כל "סקיי סטיישן" יכולה להתחיל ולפעול כיוחדת קשר אוטונומית, מיד עם הצבתה באטמוספירה, וללא קשר לפלטפורמות אחרות. הבעיה היחידה היא בטיחות. נפילה

ריבוי לווייני התקשורת הפך בשנים האחרונות לבעיה של ממש: השכבות העליונות של האטמוספירה והחלל הקרוב לכדור-הארץ, מוצפות כיום באלפי לוויינים, חלקם פעילים וחלקם "מתים". מלבד הוהיום הסביבתי הנוצר מגרוטאות המתכת ומהמנועים הרקטיים של הלוויינים, קיימת תמיד סכנת התנגשות בחלל, שתשבית לוויינים ותמוטט רשתות תקשורת שלמות. למרות זאת, ממשיך המין האנושי לשגר לחלל ולאטמוספירה לוויינים שונים בקצב מרהיב. התחום המסגשג ביותר בשנים האחרונות הם לווייני התקשורת הסלולארית. בשנת 2000, כך לפי הערכות, ישתמשו לא פחות ממאה מיליון בני-אדם בטלפונים סלולאריים. לפיכך, קיימים כיום לפחות חמישה פרויקטים שונים להצבת לווייני תקשורת סלולארית בחלל. "אירידיום" של חברת מוטרווללה, פרויקט של 66 לווייני תקשורת שימשו את קווי הטלפון הסלולארי בארה"ב, הוא רוגמה אחת. פרויקטים אלו אמורים, עד סוף האלף, לשגר כמה מאות לוויינים נוספים לחלל, בעלות של עשרות מיליארדי דולרים.

כיצד פותרים את הבעיה? פרויקט "סקיי סטיישן" מציע פתרון מקורי: במקום לבזבז כסף על מאות לוויינים, מאיצים הרפעימים ומרכזי שיגור, למה לא לבנות ספינות אוויר

# ספייידרמן



מחקר שנערך בארה"ב,  
 בודק אפשרות להשתמש  
 בקורי עכביש לפיתוח  
 אפודי מגן. הם עמידים,  
 אלסטיים, והרעיון הוא לייצר  
 אותם באופן מלאכותי

מעט מאוד סוגים של כלי-נשק מעוררים היום אימה כמו נשק ביולוגי: השימוש בחיידקים חומרים ביולוגיים אחרים, כאמצעי לתקיפת כוחות צבא וריכוזי אוכלוסייה אזרחית, נחשב לאיום מפחיד ורציני יותר אפילו מהנשק הגרעיני.

אולם לעיתים הביולוגיה נרתמת גם לצד ה"חיובי" יותר של פיתוח אמצעי לחימה. מחקר שנערך בימים אלה בצבא ארה"ב, מנסה לרתום את הביולוגיה להצלת חייהם של חיילים נשדה-הקרב. הרעיון עומד מאחורי המחקר: שימוש בקורי עכביש כבסיס לפיתוח אפודי מגן לחיילים. האפודים יהיו חזקים יותר, ויעניקו עמידות טובה נגד פגיעת קליעים ורסיסים.

היסטוריונים צבאיים ויודעים לספר, כי חייליו של המצביא המונגולי הגורע ג'ינגס חאן, נהגו ללבוש אפור מיוחד עשוי משי, מתחת לחליפות העור שלהם. מסתבר, שדווקא המשי העדין, הפחית באופן ניכר את סכנת חיצו האויב. אולם המשי כבר אינו פיתרון אידיאלי, שכן הוא אינו מסוגל לעצור קליעים מהירים.

המחקר של הצבא האמריקאי בחן סוגים שונים של טיבים טבעיים כבסיס לאפודי מגן "ביולוגיים". הניסויים הוכיחו, כי הקורים שמייצר ון של עכביש, הנפוץ באזור פלורידה ואמריקה הלאטנית, חזק בהרבה מהקאוולר, המשמש כיום מרכיב עיקרי בייצור אפודי מגן. לקורי העכביש יתרון נוסף על פני הקאוולר וזוהא האלסטיות הרבה שלהם, מה שהופך את האפודים לנוחים ללבישה ולתנועה.

מי שחשב כי כעת יתחיל הצבא האמריקאי להקים חוות ענק לגידול עכבישים טועה. באופן טבעי, לא ניתן להשתמש בקורי העכביש כמות שהם, לתפירת אפודי מגן. לכן, מתכוון הצבא האמריקאי להשתמש במיטב הטכנולוגיה של ההנדסה הגנטית, לצורך יוהוי הגן הגורם לעמידות הגבוהה של הקורים, ולייצר אותם באופן מלאכותי, ובכמויות גדולות.

איור: רועי קורן

נועם אופיר





רק שיי לא

יספר מחר

בטיסת

# 2000 EUROFIGHTER

סגן כ', נווט יסעור, מגדיר אותו כסימולאטור השנה - היורופייטר-2000 - סימולאטור כבד, מסובך (במיוחד בתחום מערכות הנשק המתקדמות), שבולט בגרפיקה המדהימה שלו. אפשר לשחק בו עם שותף, בתנאי שיש לכם מודם מהיר או רשת. הלונגבאו, לעומתו, הסימולאטור החדש של האפאצ'י לונגבאו, הוא משחק מתקדם ומורכב, מדויק בפרטיו הטכניים, שמחייב מחשב חזק ויצר קטלני

הלו? שלום. אפשר לדבר עם י? לא בבית? טוב, שוב צריך לשחק נגד מיג-21. הפעם, בעזרת המכ"ם, טסתי בגובה 100 רגל מעל לפיורדים שבסקנדינביה, וחזיתי שהמיג יעבור אותי. ברגע המתאים - מבעד מלא, אף לאנך והתיישבות בשעה שש של המיג. המיג מבחין בי, שובר ימינה ומשתרר מוץ. האיווקס מודיע לי באותו רגע על מיקומו המדויק של המיג, ושואל אם אני יכול לייזר אותו. איך לא? פנייה חריפה ימינה, התנשפות כבדה למשך כמה שניות, ושוב המיג לפני במרחק 0.5 מייל. שני צרורות קצרים מהתותח, ועשן לבן נמתח ממנוע המיג. הוא לא מוותר ומושך לאנך. אני אחרי. חמש שניות של מדרף, ואופס... איפה המיג? נקישות חזקות בכנף ימין, מודיעות לי על

מיקומו המדויק. מבט לאחור מאשר. כנף ימין שלי נפגעה, והקול הנשי הרך מודיע לי שגם כמה מערכות חיוניות אחרות לא בשיא כושרן. מנוע שמאל עדיין בסדר, ומי אני שארים ידיים אם מנוע אחד עובר.

פנייה ימינה, ספליט אס, ושוב אני במקומי הטבעי מאחורי המיג. הפעם כמה צרורות ארוכים (לא עוזב את הטריג'ר), והמיג באדמה. טלפון לי. הוא חוזר הביתה, ועכשיו המשחק הרבה יותר מעניין. המשימה הראשונה שלנו: לתקוף מסלול בבסיס, אי שם בעומק שטח האויב. מחמשים את המטוסים בפצצות דורנדל (פצצה ציפתית חודרת מסלולים) וממריאים בשעת לילה מאוחרת, כשרביעיית F-15 מלווה אותנו בגובה 20 אלף רגל. את דרכנו למטרה אנו עושים בגובה נמוך, נעזרים במערכת לראיית לילה ובמכ"ם עוקב שטח. אחרי 30 דקות טיסה עלינו למצוא את מטוס התדלוק, שמחכה לנו בדיוק במקום ובזמן שנקבע.

התדלוק, כרגיל, מתחיל בחליפה מהירה וקרובה למטוס התדלוק, וכמה תמרונים חסרי תועלת בניסיון נואש להכניס את הצינור לסל שיוצא ממיכל הדלק של מטוס התדלוק. י, כמובן, הצליח בניסיון הראשון, ומחכה לי בצד, תוך מתן הערות בקשר מדי פעם. בסוף הצלחתי (הטייס האוטומטי קצת עזר) והמשכנו לעבר המטרה. לקראת המטרה י' גותן הוראה, ואנחנו נכנסים ליעף הפצצה על המסלול.

הפצצות פוגעות, אבל מיד נפתחת עלינו אש נ"מ מפחידה. מושכים לגובה ומתחילים לחזור לשטחנו. נוחתים בשלום, וממריאים למשימה הרצינית ביותר היום: קרבי-אוויר, זוג נגד זוג. י' ואני נגד שני מטוסי סוחוי-24. הכל מותר, ומיד מתעופפים באוויר שיש טילים, שניים שלנו וארבעה של הרעים.

מערכת ה-DASS (התרעת טילים) צורחת, ומשחררת אוטומאטית נורים. כמה פניות שממלאות את המסך באדום, והטילים חולפים. אנחנו מתארגנים להתקפה מחודשת.

י' מוביל, ומורה לי לעבור למבנה פתוח. הוא מודיע שהוא לוקח את הסוויי הימני, ושאני אלך על השמאלי.

תוך עשר שניות אין ימיני ואין שמאלי, יש ארבעה מטוסים שרודפים כל אחד אחרי השלושה האחרים. מול שהטילים נועלים רק על הרעים. שני ASRAM (טילים לטוח קצר) - ונשארוני י' ואני לבר. זה הזמן למשחק האמיתי. אני שומר על כיוון צפון, וי' על דרום. כל החימוש מושלך, ונשארים רק ארבעה תותחים. סופרים 1...2...3... בקשר ומתחילים. אני רואה את י' במרחק של חמישה מייל, ואנחנו HEAD TO HEAD. חליפה קרובה ומשיכה פראית. שוב י' מאחורי, ושוב אני שומע את קולות הנקישה החזקים והמעצבנים, אלא שהפעם הם לא מפסיקים. אני צונח לי לאיטי מגובה 5,000 רגל, ומתפלל ש' לא יספר מחר בטיסת.

בקיצור, ה-EF2000, שנחשב לסימולאטור השנה, מצדיק את התואר. גרפיקה מדהימה של גופים בסקנדינביה, הרים, אגמים, ים ופיורדים. אפשר פשוט לטוס מעל נחל, לטפס מעל הרים מושלגים, והכל במחשב בבית. קצת מסובך ללמוד בהתחלה את הכל, במיוחד את תיפעול מערכות הנשק הכוללות מערכות לציון לייזר וטלוויזיה חכמות. את המשחק, כמו שהבנתם, ניתן לשחק עם שותף, בתנאי שהמורם שלכם עובר במהירות של לפחות 28,800 או שיש לכם רשת בבית. הסימולאטור כבר יחסית ברדישותיו, וכדאי לשחק איתו במחשב פנטיום 100, עם 16 מגבייט זכרון, כרטיס קול וג'ויסטיק (רצוי מצרעת). בנוסף ניתן לקבל ספעי מידע, טיפים ועזרה בכמה אתרים באינטרנט, כמו:

[HTTP://WWW.EF2000.COM](http://www.EF2000.COM)  
[HTTP://WWW.DID.COM](http://www.DID.COM)  
[HTTP://WWW.AXXIS.COM/KALI](http://www.AXXIS.COM/KALI)

זהו זה. ניפנש בשעה 6.

חיבראן: מחשבת הכותב הוא סגן כ', נווט יסעור





השיפה נוספת של הגיימס:

# לונגבאו -

# סימולטור חדש לאפאצ'י

לונגבאו הפלה מוצלחת נוספת. בסך-הכל, יום קרב לא רע בכלל. בשוק משחקי המחשב קיימים מזה זמן רב מספר סימולטורים של מסוק האפאצ'י, המתיימרים להיות קרובים למציאות. בלי ספק, ה"לונגבאו", מתוצרת "אלקטרוניק ארטס", הוא המתקדם והמרשים ביותר. הסימולטור מיוצר בשיתוף עם חברת "גיינס", המוכרת בזכות הפרסומים המקצועיים שלה בנושאי צבא, ביטחון ונשק. לפיכך, ב"לונגבאו" יש הקפדה על דיוק הפרטים הטכניים, והמשחק כולל אנציקלופדיה מפורטת המכילה קטעים שלמים מתוך הפרסומים השונים של "גיינס". למורכבות המשחק, לאיכות הגבוהה מאוד של הגרפיקה והקול, יש מחיר מסוים. המשחק, המתפרסם על שני CD-ROM, מסוגל לפעול במחשבי 486 רגילים עם 8 מגבייט זיכרון, אבל כדי ליהנות מכל האנימציה, המוסיקה והביצועים המהירים של המסוק, מומלץ להתקין אותו על מחשב פנטיום חזק, בעל 16 מגהבייט זיכרון.

חיבראן: מיראד מולטימדיה  
עמיר רגב ונועם אוסיר

מזביע על כך שבשעה שלוש שלנו ממוקמת סוללת טילי SA-11 מתקדמים, הנערכת לפתיחה באש. הטיה קלה של הג'י'סטטיק, ואנחנו מבצעים תמרון חר הצידה, תוך שחרור היסטרי של סילי מוץ ונורים. הורענו לבך הווג שלנו שאנחנו מותקפים, והוא החל לחפש את הסוללה. תוך שניות ספורות הפכה גם הסוללה הזו לגרוטאת מתכת. עוד בטרם הספקנו להתאושש מהחוויה, וכבר מופיעה על מסך המכ"ם נקודה לבנה, המסמנת מסוק תקיפה מסוג מיי-28. מסוק זה, התשובה הרוסית לאפאצ'י, החל לעשות את דרכו לעברנו, כשלנו ברור שהכוונות שלו אינן ידירות במיוחד. רפרוף קצר על המקלדת, ואנחנו עוברים לאופציה של ירי טילי אוויר-אוויר מסוג "סטניגר". עכשיו אנחנו במרוץ מטרף נגד הוונן. אנחנו משתדלים לנעול על המסוק הרוסי, אבל ברור לנו שהוא כבר נעל עלינו, וצורות תותחי 30 מ"מ מרעידים קלות את מרכב מסוק האפאצ'י. מול שהוא עשוי ממתכת משוריינת. אנחנו נועלים על המיי-28, ומשגרים, ליתר ביטחון, שני טילים. המסוק הרוסי נעלם בתוך כדור אש, ואנחנו רושמים

לתקיפת השריון. לחיצה על הג'י'סטטיק - ואנחנו נועלים על אחת המטרות, טנק T-72. לחיצה נוספת, ואנחנו מעבירים את המידע למסוק מספר שניים שלנו, המחכה לאישור פתיחה באש. בינתיים, אנחנו ממשיכים לרדף חסרי סבלנות מאחורי הגבעה. "פוקסטרוט ארבע-אחד, כאן טנגו שבע" תשע, החל בויחוי מטרות", אנחנו מודיעים בקשר למפקד מסוק מספר שניים. "כאן טנגו שבע-שע, אני מחפה עליך", השיב מספר שניים, שכבר החל לנעול על אחד מנגמ"שי הנ"מ. "אנחנו מתחילים בהתקפה, שיהיה לך ציד מוצלח", אנחנו מודיעים ומיד משגרים טיל הפייר מונדהימ"ם לעבר הטנק שלנו. לטנק, שמן הסתם לא ידע עד לרגעיו האחרונים שהוא מותקף, לא היה כל סיכוי. על המסך שלפנינו מופיע שוון שרץ לאחור, ועליו השניות שנותרו עד לפגיעת הטיל במטרה. הטיל עצמו טס במהירות על קולית לעבר הטנק. כשהשעון עצר על 00:00, נראה עמוד עשן מיתמר לפנינו. הטנק הושמד. לפתע נשמע צפצוף חד ממערכת התראת המכ"ם שלנו. מבט קצר על מסך התצוגה,

הזמן: שעת רמדומים מאוחרת. המקום: מדינה לא מוגדרת במרכז אירופה. גרוד טנקי T-72 נע באיטיות לאורך דרך עפר, כשנגמ"שי נ"מ מתקרבים מגינים עליו. כל אחד מהנגמ"שים האלה חמוש בצמד תותחים 30 מ"מ רביקניים וכשמונה טילי SA-19 מונחים, ההופכים אותו לאויבו הגדול של כל כלי טיס. הנגמ"שים סורקים כל העת את שמי הלילה החשוכים, ומחפשים את האויב. אולם האויב, במקרה הזה אנחנו, צמד טייסי אפאצ'י ותיקים ושבעי קרבות, לא ממחר להיחשף. אנחנו מתחבאים מאחורי אחת הגבעות, מספר קילומטרים הרחק מטרוד השריון, כשרק רעש מתכתי קל, אותו מפיקים להבי הרוטור, מסגיר את המיקום שלנו. לאחר מספר שניות, בריוק ברגע המתאים, אנחנו מתרוממים מאחורי הגבעה, משתהים קצת, כדי לקלוט את טור השריון על מסכי הווידאו של מערכת הנשק המתוחכמת של המסוק, ונעלמים שוב. הסכנה בה היינו נתונים למשך השניות הספורות, בהן היינו חשופים לעיני טור השריון, חלפה, וכעת מופיע על מסך הווידאו שלפנינו כל המידע הדרוש כדי להיערך

במשך חודשים ארוכים  
הופצה לונדון מדי לילה. עשרות  
אלפי אזרחים בריטים נהרגו  
במהלך הבליון. משמאל: הציור  
המפורסם של רנה מגריט, 1953

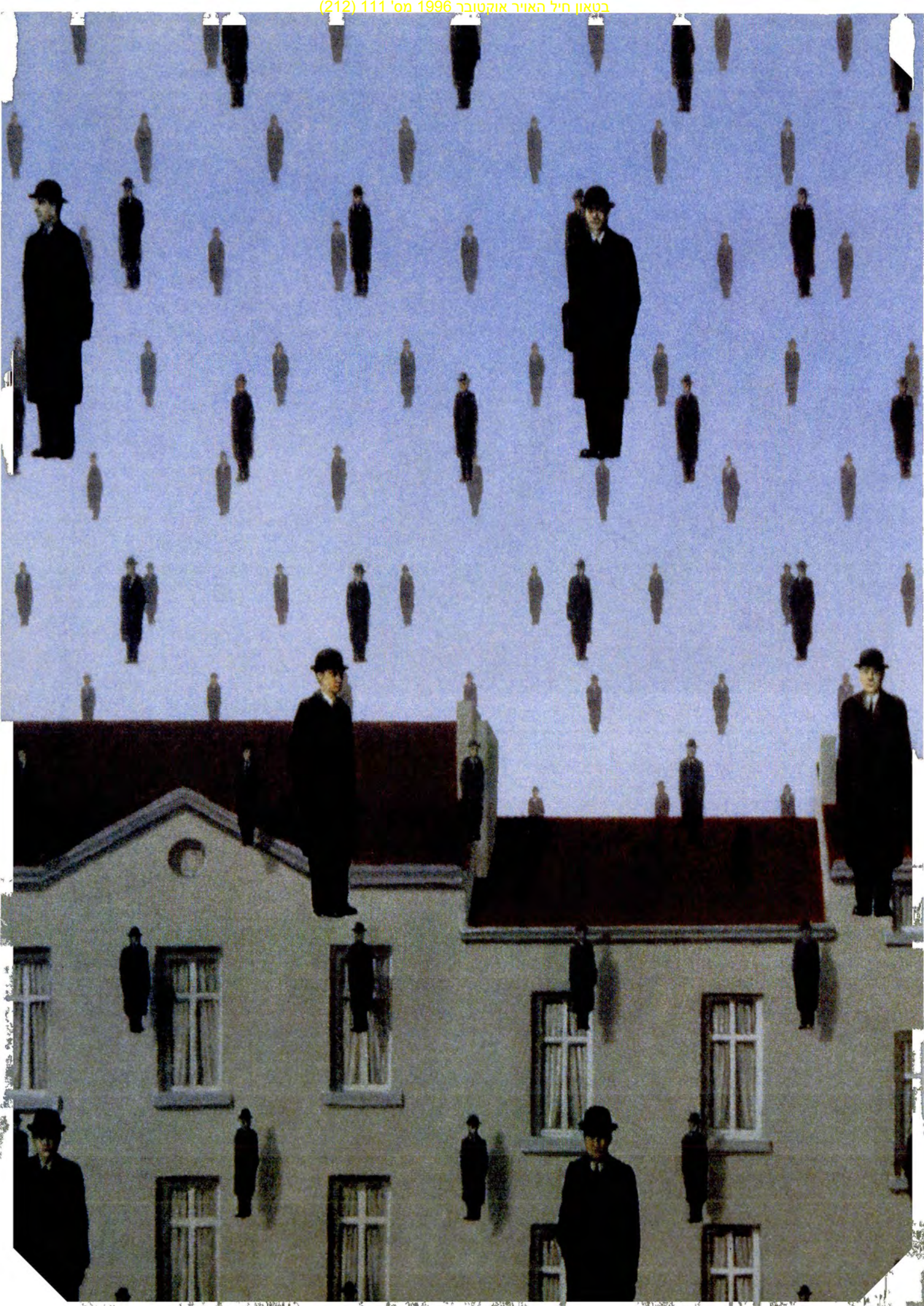
# האיש שהציל את



פרופ' ר' ו' ג'ונס  
(מימין), ותא"ל ד"ר יצחק  
בן-ישראל (משמאל)  
בפגישתם באברדין

# לונדון

הוא בן 85, גדל-ממדים, כפוף קמעה, אבל נראה צעיר ועירוני: פרופסור ר' ו' ג'ונס, מבכירי המודיעין המדעי הבריטי במלחמת-העולם השנייה. במהלך המלחמה התמודד, בין השאר, עם התוכניות הגרמניות להחריב את לונדון באמצעים שונים: מפציצי לילה שהונחו על-ידי קרניים אלקטרו-מגנטיות, פצצות V-1, וטילי V-2. ההצלחות שלו היו מדהימות. אחרי המלחמה הצביע עליו צ'רצ'יל כעל האדם "ששבר את הקרניים האורות" והציל, כמעט במו ידיו, את בריטניה. תא"ל ד"ר יצחק בן-ישראל, ראש מו"פ במשרד הביטחון, פגש אותו לשיחה מרתקת בביתו באברדין. זה הסיפור על האיש, שלפי הגדרת ראש מטה חיל-האוויר הבריטי בזמן המלחמה, "היה שווה 12 טייסות של ספיטפיירים"  
ד"ר יצחק בן-ישראל



צייר בריטי מלמד  
נערות לונדוניות פרק  
בויהו מטוסים



או בשימוש כלשהו בעקרונות מדעיים לטובת המלח" מה. ג'ונס לא הסתפק בציור תמונת האיום הגרמני בלבד, אלא יום ודחף לפיתוח אמצעי נגד, שימוש בתקיי פות מונעות, פשיטות להבאת ציוד מחקר, מבצעי הוי נאה והטעיה.

צ'רצ'יל עצמו מזכיר אותו בזכרונותיו מספר פעמים ומייחס לו, כאמור, תפקיד עיקרי בקרב על בריטניה. סיפור גנישתם הראשונה הפך לאגדה כבר במהלך ה"מלחמה, וכך מתאר אותה צ'רצ'יל: "ביוני נודע לי דבר מכאיב ומזעזע. הפרופסור לינדמן סח לי, כי לפי דעתו הגרמנים מכינים איזה מיתקן מיוחד, שבעזרתו יוכלו להפציץ ביום ובלילה ובכל מזג-אוויר. נראה היה שהגרמנים פיתחו קרן רדיו, שכורקו בלתי-נראה תדריך את המפציצים במדויק ויכרת של דיוק אל מט"ר... לינדמן אמר לי כי יש דרך לעקם את הקרן, בתנאי שנפעל מיד, אלא שאני צריך לראות אחדים מאנשי המדע, במיוחד את ממלא מקום מנהל חקר המודיעין במיניסטריון התעופה, ד"ר ר' ו' ג'ונס. ב-21 ביוני כינסתי בלב חדר ישיבה מיוחדת בחדר הקבינט, שבה נכחו כ-15 אנשים, בכללם סר הנרי טיזארד וכמה ממפקדי חיל-האוויר. באיחור של כמה דקות הגיע איש צעיר לימים - אשר כפי שנודע לי לאחר-מכן סבר כי הזמנתו הפתאומית לחדר הקבינט היא מעשה קונדס - ותפס את מקומו בקצה השולחן. בהתאם לתוכנית, ביקשתיו לפתוח את הדיונים.

"זה חודשים מספר, אמר לנו, מתקבלים רמזים מכל מיני מקורות ביבשת, לפיהם לגרמנים יש איזו שיטה חדשה של הפצצת לילה שבה הם תולים תקוות גדולות... כ-20 דקות או יותר הוא דיבר, כשהוא מגולל את שרשרת ההוכחות הנסיבתיות שלו, שבכוח קיס"מ מה המשכנע היא עולה על כל סיפורי שרלוק הולמס או מסייה לקוק. כשסיים, שורה אווירה כללית של אי-אמון. אחד שאל למה ישתמשו הגרמנים בקרן,

ציל, שישב באותם ימים ב"גלות" פוליטית. השפעתו על צ'רצ'יל היתה כבירה, וכמעט תמיד התקבלו עצי ותיו בחיוב.

המירוץ הטכנולוגי בין בריטניה לגרמניה, יצר צורך דחוף בהקמת גוף למחקר מודיעיני שתפקידו יתמצה, כדברי ג'ונס עצמו, ב"סיונות לחזות מראש את יישומי המדע של הגרמנים לצורכי לחימה, כך שנוכל להציב תשובה הולמת לכלי הנשק שלהם עוד בטרם הופעלו". לשם כך הוחלט להציב מדען בשירותי המודיעין, ובספטמבר 1939 צורף ג'ונס למודיעין חיל-האוויר המלכותי, ה-RAF.

פרטים ביוגרפיים אלה, מעידים למעשה על "מהפ" כה מדעית" כוללת שעברו חיל-האוויר והצי הבריטיים, עם פרוץ מלחמת-העולם השנייה. צ'רצ'יל, שקיבל בינתיים את ראשות הממשלה, החליט להקים מדורים מיוחדים של אנשי מדע, במיוחד פיסיקאים ומתימטיקאים, שיצורפו לכל רמות הפעילות הצבאית: החל בפיתוח אמצעי לחימה, דרך שיפור תורת הלחימה, וכלה במודיעין ובמחקרים מבצעיים. המדור הראשון לחקר ביצועים הוקם על-ידי ווטסון ואט, כדי לבחון את השימוש במכ"ם. הרעיון התרחב במהירות, ויושם בגופים אחרים שראשיהם כונסו בוועדת חקר הביצועים במטה חיל-האוויר, ועדה שר' ו' ג'ונס היה כמובן חבר בה.

על כוס תה, העזתי ושאלתי אותו, דרך אגב, "מה זה בעצם ר' ו' ג'ונס?". "אני שייך לדור שבו אנשים נקראו פעמים רבות בראשי התיבות של שמותיהם הפרטיים", הוא ענה, "אבל אם אתה שואל, אגלה לך את הסוד: שמי רגינלד ויקטור".

במהלך המלחמה התמנה רגינלד ויקטור ג'ונס לסגן ראש המודיעין האווירי, ובמקביל התרחבו מדורו ותחומי אחריותו לכל מה שנרץ ממנו ריח של פעילות גרמנית הקשורה בנשק חדש, בטכנולוגיה מתקדמת

**מ**זג-האוויר באברדין, בעיצומו של קיץ 1996, האיר פנים. בניגוד למקובל באיזור מוכה הגשמים, השמש זרחה והוורדים המפורסמים של האיזור זה-רו. בפתח הבית הענק ניצב, כפוף קמ"ע, אדם גדל-ממדים, בן 85, שנראה צעיר ועירוני. "פרופסור ר' ו' ג'ונס?" שאלתי בהיסוס. עיניו הכחולות נצצו: "אתה ד"ר יצחק בן-ישראל, אני משער".

מכאן ואילך התגלגלו העניינים בשליטתו המלאה. ר' ו' ג'ונס הוליך אותנו בזריזות לחדר-האורחים, התיישב באחת הכורסאות וחיך בשובבות: "הגעתם לביתי ברכב של משרד ההגנה הבריטי, שחיכה לכם בשדה-התעופה של אברדין. מזה אני למד שמשדר ההגנה יכול לארגן רכב באברדין. יפה מאוד. הם נכרה הרבה יותר יעילים ממה שהיו בומני".

ר' ו' ג'ונס נולד באנגליה, ב-29 בספטמבר 1911. במהלך מלחמת-העולם השנייה הצטרף למודיעין של חיל-האוויר הבריטי כאזרח עובד צבא, ונטל חלק מרכזי בהקמה ובפיתוח של דיסציפלינות חדשות, שנעשה בהן שימוש שיטתי ראשון בהיסטוריה: מודיעין טכני, חקר ביצועים, לוחמה אלקטרונית. כשהסתיימה המלחמה, עמד ג'ונס בראש המודיעין המדעי הבריטי, וקיבל תפקיד של יועץ מדעי למפקד חיל-האוויר.

במלחמה התמודד ג'ונס בעיקר עם התוכניות הגרמניות להפציץ ולהחריב את לונדון באמצעים שונים: מפציצי לילה שהונחו על-ידי קרניים אלקטרומגנטיות, פצצות V-1, וטילי הקרקע-קרקע V-2. בנוסף, התמודד עם נושאים אחרים כמו המכ"ם, המוץ, מערכות התרעה למטוסים, פיתוח הפצצה הגרעינית ועוד. אחרי המלחמה הצביע עליו צ'רצ'יל כעל האדם "ששבר את הקרניים הארוכות" והציל, כמעט במו ידיו, את בריטניה.

הצטרפותו של ג'ונס לחיל-האוויר המלכותי, ערב המלחמה, לא היתה מקרית. הימים שבין שתי מלחמות-העולם עברו עליו בלימודים. היטלר כבר עלה לשלטון בגרמניה, והחל בבנייתו האינטנסיבית של כוח צבאי מודרני ורב היקף, בשעה שבבריטניה פרחו הלכי הרוח הפציפיסטים. ג'ונס, שהיה אז סטודנט צעיר לפיסיקה באוקספורד, מספר על רגש התיעוב שהתעורר בו, כאשר קיבלה האגודה המאוחדת של אוקספורד את החלטתה הנודעת לשמצה ב-1933:

"בשום נסיבות שהן, לא יילחם הבית הזה למען המלך או המדינה". החלטה זו, אגב, היתה אחד הגורמים ששיכנעו את היטלר כי באנגליה פשה הניוון, וכי אין סיכוי שהממלכה תצא למלחמה נגדו. תולדות חייו של ר' ו' ג'ונס, נכונותו להילחם על הערכים הבריטיים המסורתיים ועונו רוחו הם, במובן מסוים, הוכחה מוחצת לטעותו הבסיסית של היטלר.

תכונות אלו, אגב, מוקדנות ממנו גם היום. למרות גילו המתקדם, הוא מתעקש לנהל אורח חיים מלא ופעיל. גם בעיה רפואית קשה שהתגלתה בברכיו לא שימעה אותו להיעזר במקל הליכה, ובקטעים מסוימים היה לנו קשה להדביק אותו במרוצתו במדרגות למרתף הבניין, או בהליכה לחדר התה. "לפני מספר שנים", הוא מספר, "גילו לי מים בכריים, והרופאים נתנו לי זמן קצר מאוד לחיות. אחר-כך אמרו שיצטרכו לקטוע לי את הרגליים, והנה, אתם רואים, כרגיל הם טעו".

ההכרזה הפציפיסטית של אוניברסיטת אוקספורד, שבה וינעו את הסטודנט הצעיר לפיסיקה שהוסמך שנה אחר-כך, בגיל 22, לדוקטור, קירבה אותו למנחה שלו, פרופ' פרדריק לינדמן. זה השפיע עליו להצטרף כקצין מודע לסגן משרד האוויריה בלונדון. פרט חשוב: פרופ' לינדמן, טייס ניסוי במלחמת-העולם הראשונה, היה אחד מידידיו הקרובים ביותר של צ'ר-

מלמעלה למטה: כנף של B-17 מסתחררת בטיה לאחר שהמטוס נפגע, מפציצי שטוקה גרמניים, פצצת V-1



ה ד ל פ ה מ ג מ ת י ת :

גיונס הגה רעיון מבריק: בעזרת סוכנים כפולים הדליף לגרמנים את מיקום הפגיעה המדויק, בתוספת קלה - מועדי הפגיעות שובשו. כלומר, הוא דיווח על מקום הפגיעה של טיל שנורה ביום מסוים, אבל הצמיד לו תאריך שיגור של טיל אחר

הרעיון להטעות את הגרמנים על ידי דיווחים כוזב בים באשר למקום פגיעת הטילים, התברר כקשה לביצוע. מן הסתם היו לגרמנים מספיק סוכנים באיזור לונדון, שיכלו "לתקן" את התמונה - מה גם שהגרמנים צילמו מפעם לפעם את לונדון מהאוויר. כדי להתגבר על הבעיה הזו, הגה גיונס רעיון מבריק: בעזרת סוכנים כפולים הוא הדליף לגרמנים את מיקום הפגיעה המדויק, בתוספת קלה: מועדי הפגיעות שובשו. כלומר, הוא דיווח על מקום הפגיעה של טיל שנורה ביום מסוים, אבל הצמיד לו תאריך שיגור של טיל אחר. קרי, לונדן וכוטל, מפקד רגימנט 155 שהיה אחראי על הירי, חישב לפי התאריכים את מקומות השיגור, ומוזה הסיק כמה צריך "לתקן" את נקודת המיכוון על-מנת לפגוע במרכז לונדון. ההטעיה גרמה להחטאה של 6.5 ק"מ בממוצע, ולפי חישוב שנעשה לאחר המלחמה, צומצמו עקב כך האבידות בנפש ב־50 אחוז.

אחרי שצבר לזכותו הצלחות חוזרות ונשנות, היתה לגיונס הכרה כמעט אוניברסלית. כך, למשל, ראש מטה חיל-האוויר בזמן המלחמה, סר צ'רלס פורטל, הצהיר כי גיונס "שווה לחיל-האוויר 12 טייסות של ספיטפיירים".

גיונס מילא תפקיד מעניין גם בסיפור הנשק הגרעיני ובמלחמת-העולם השנייה. העקרונות הפיזיקליים של הביקוע האטומי התגלו עוד לפני פרוץ המלחמה, ובמהלכה נעשה מאמץ מרוכז על-ידי שני הצדדים לניצל עקרונות אלה לבניית פצצה גרעינית. הפיתוח האמריקאי, "פרויקט מנהטן", הסתמך בעיקר על מדענים שנמלטו מאימת הנאצים באירופה, רובם יהודים. היחס הגרמני המזלזל בפיסיקה החדשה, שיונתנה בפיזה "פיסיקה יהודית", בצירוף עם הגישה הנאצית הכללית ל"תרבות", גרמו לכך שמרבית המדענים הגרמנים נמלטו מגרמניה. הפיתוח הגרמני נאלץ אפוא להישען על מי שנותרו בגרמניה והיה נאמן לערכיה החדשים.

בראש התוכנית הגרמנית הועמד ווונר הייזנברג, מי שהיה, ללא ספק, אחד מגדולי המדענים במאה העשרים, ומי ששנים מספר לפניכן, בהנחייתו של חתן פרס נובל, פרופסור נילס בוהר הדני, ניסח לראשונה את תורת הקוואנטים. בוהר, שהיה בן לאם יהודייה, סירב לעזוב את דנמרק, למרות שקיבל מגיונס עצמו מכתבים המאיצים בו להימלט לפני שהנאצים יניחו עליו את ידם. גישתו של בוהר שונתה לאחר ביקור שערך אצלו הייזנברג, באוקטובר 1941. לפי גירסתו של בוהר, רמז לו הייזנברג על הפצצה, וביקש את עזרתו בפיתוחה. בוהר נמלט לשבדיה, ומשם חולץ, במבצע שאורגן על-ידי גיונס, והובא לבריטניה.

"הטסנו אותו בתא הפצצות של מוסקיטו, וכמעט שאיבדנו אותו בדרך", מספר גיונס. "ראשו היה כה גדול, עד שלא יכול היה לחבוש את האוזניות, ולכן לא שמע את הוראות הטייס ולא הפעיל את מנגנון החמצן שלו, ועקב כך איבד את ההכרה. זמן קצר אחר-כך הגיע גם בנו, אגאה, גם הוא חתן פרס נובל, ושניהם שוכנו בדירה בלונדון. הוטל עלי לתחקר אותם ולשוחח איתם, אבל לצערי לא יכולתי להקדיש לכך מספיק זמן. תאר לך באיזה מצב מתסכל נמצאתי: הנה כאן, לידי, יושב אבי הפיסיקה הגרעינית, ולי אין זמן לדבר איתו".

בוהר היה מוטרד ביותר מהאפשרות שהגרמנים יזכו במירוץ אל הפצצה, ודרש להיפגש בדחיפות עם ציר ציל. גיונס נלהב למלא את בקשתו. סיפור הפגישה הקטסטרופלית בין צירציל לבוהר, הפך זה מכבר לחלק מההיסטוריה הרשמית של מלחמת-העולם השנייה. מה שידוע הוא, כי בוהר נכשל כליל בניסונו ל-

אחרים נראו דאגים. מהרגע ששוכנעתי בעקרונותיו של המשחק המוזר והקטלני הזה, נתתי את כל הפקודות הנחוצות לצאת מתוך ההנחה שהקרב קיימת, ויש לתת דרגת עדיפות מוחלטת לכל האמצעים הנגדיים. "בערב ה־23 באוגוסט כווננו קרני הקינביין (קרני ניים אלקטרומגנטיות) הראשונות אל בירמינגהם, והייתה חלה התקפת הלילה בממדים גדולים. בתוך ימים אחדים הטינו או שיבשנו את קרני הקינביין, ובמשך החודשים הבאים, החודשים הנורליים ספטמבר ואוקטובר, שוטטו המפציצים הגרמניים סביב אנגליה כשהם מפציצים על-ידי ניוחש". סיפור הישיבה אצל צ'רציל, אגב, נפוץ כאש בשדה קוצים, ואחריה היה מעמדו של הרך הנולד, המודיעין המדעי, מבוסס יותר. ה"בליץ" הגרמני על ערי בריטניה, ובמיוחד על לונדון, נמשך כשנה. במשך חודשים ארוכים היתה לונדון מופצצת, מדי לילה, על-ידי כמאתיים מפציצים גרמניים בממוצע. התרעה שנתן ד"ר גיונס, ואמצעי הנגד שפותחו כתוצאה מכך, לא איפשרו לגרמנים לפגוע במיתקנים חיוניים, וגרמו להם אבידות רבות. אבל גם כך הוטלו פצצות רבות על לונדון וגרמו אבידות כבדות בנפש. לפי עדות צ'רציל: "ב־12 החודשים מיוני 1940 עד יוני 1941, היו האבידות האזרחיות שלנו 43,381 הרוגים ו־50,856 פצועים קשה".

אבל בכך לא הסתיימה המערכה על לונדון. לקראת סוף המלחמה, החלו תוצרי המו"פ הגרמני להבשיל במסגרת תוכנית "הנשק הסודי" של היטלר. כך פותחו ושוגרו נגד לונדון שני סוגים חדשים של נשק: הפצצה המעופפת V-1, וטיל הקרקע-קרקע V-2. איום הטילים נראה בזמן כל-כך דמיוני, עד שאנשי מדע בעלי שם חשבו כי אינו אפשרי מבחינה פיסיקלית, והוויכוח על ממשות האיום היה לעיתים חריף ביותר. גם כאן היה לגיונס תפקיד מכריע, ופגישותיו עם צ'רציל בנושאים אלה הלכו ותכפו, ככל שהאיום נעשה ממשי. בזכות התעקשותו של גיונס לתקוף את מרכזי פיתוח של הנשק הרקטי בניימנדה, נדחתה התקפת הטילים במספר חודשים, והחלה דווקא עם הפצצות המעופפות, ב־13 ביוני 1944. בסך-הכל שוגרו 8,564 פצצות V-1 נגד לונדון, כש־1,006 מתוכן נפלו זמן קצר לאחר השיגור כתוצאה מתקלה טכנית, ורבות אחרות הוסטו ממסלולן הודות להרעה המודיעינית וצעדי הנגד שנקטו הבריטים. כ־2,400 פצצות פגעו בסופו של דבר בלונדון רבתי, וגרמו ל־16,844 הרוגים ו־17,981 פצועים קשה.

מתקפת ה-V-2 החלה מאוחר יותר, בספטמבר 1944. במשך שבעה חודשים שוגרו 1,359 טילים, 1,190 מהם פגעו ברחבי אנגליה וכ־500 במרחב לונדון. הקורבנות לפי עדותו של צ'רציל: 2,724 הרוגים ו־6,467 פצועים קשה. בממוצע גרמה כל רקטה כפליים אבידות מהפצצה המעופפת... הרבה אמצעים נגדיים נוסו. יותר מכל דבר אחר סייעה ההתקפה המוקדמת על פנימנדה להקל מכובד האיום. לולא כן, היתה ההתקפה של ה-V-2 מתחילה בדיבד עם ההתקפה של ה-V-1.

גיונס מושיט את ידו, ופותח את אחת מהפצצות הקרטון הגדולות המפורזות בחדר-העבודה שלו. הוא מוציא מתוכה מפה מקופלת ופורש אותה בזהירות רבה. "זו המפה שמצאנו במפקדתו של קולונל וכוטל הגרמני, מי שהיה מפקד יחידת השיגור של ה-V-1, הוא מסביר. "הנה, כאן, העיגולים המלאים מסמנים את מקומות הפגיעה של הפצצות, כפי שדווחו על-ידי סוכנים גרמנים בלונדון. העיגולים הריקים מסמנים את מקומות הפגיעה של טילים מודגמים, שצוידו במכשירי רדיו לאיכון מקום נפילתם. כמובן שבזמן המלחמה לא ידעתי על קיומם".

מבנה של מטוסי האריקין  
בריטיים. מטוסים  
אלה היו אחראים ל-80  
אחוז מההפלות בחודשי  
הקרב על בריטניה

ג'ונס, "אבל הם היו רחוקים מאוד מהיעד. למעשה, הם איבדו כל תקווה ב-1942, בעיקר משום הערכת היתר שלהם לגבי כמות האורניום-235 הנחוצה. הם חשבו כי היא מחוץ לתחום ההשגה שלהם".  
במטוס לאברדין, כהכנה לפגישה, עיינתי שוב בתר-גום העברי לספרו של ג'ונס, המתאר את פעולותיו בזמן המלחמה. הספר פורסם במקור ב-1978, לאחר שחל חוק ההתיישנות הבריטי על מרבית החומר המסווג המופיע בו. הספר הפך לרב-מכר ותורגם לעשרות שפות, כולל עברית, בשם "מלחמה סודית ביותר – המודיעין המדעי הבריטי 1939-1945" (הוצאת "מערכות", 1984). מאוחר יותר, בביתו של ג'ונס, הב-חנתי בעותקים של הספר בכל שפה אפשרית, כולל כמה עותקים בעברית.

**לכמה שפות הוא תורגם:**

"אני לא יודע בדיוק, אבל מעניין כי דווקא לגרמנית הוא לא תורגם".

בספר מתאר ג'ונס כיצד חוברו פרטי התשבץ המור-דיעני זה לזה, ופותחו שיטות מחקר שחלקן בלתי שגרתיות ביותר. במקרה מסוים, למשל, נעשה ניסיון מוצלח לנחש מהו תפקידה וטווחי פעולתה של מערכת גרמנית חדישה, מתוך ניתוח המקור המיתולוגי לשם הקוד הגרמני שניתן למערכת זו. עם זאת, כוחו העיקרי של הספר הוא דווקא בתיאור שיטות המח-קר ודרכי השימוש במקורות איסוף "שיגרתיים", דהיינו אלה שהפכו כיום לנכסי צאן ברזל של כל עבודת המודיעין.

ג'ונס מתאר את מגעיו עם מקורות האיסוף השונים ואת מעורבותו בפיתוח מקורות חדשים, שנועדו להר-חייב את יכולת הצלבת הידיעות שלו. במיוחד הוא מתעכב על מעורבותו בפענוח צפנים וכתבי סתר, יח-סיו האישיים עם הטייסות לצילום אווירי, ודרכי הטי-פול בדו"חות סוכנים. פרקים אחרים עוסקים בחקירת שבויים, תחקור מהגרים מגרמניה, איסוף וחקירת ציוד ומסמכי שלל, כולל יוזמה שלו לביצוע פשיטת קומנדו שנועדה להביא ציוד מכ"ם גרמני למחקר בבריטניה.

"המגע הישיר עם סוכנים במלחמה לימד אותי כי הבלגים הם מרגלים מלידה", אמר לי בביתו באברדין. "לא היה להם מתחיה ביבשת באשר לטיב המידע והיקפו. היתה לי סוכנת אחת שפעלה בעיר גנט... לא התאפקתי: "אשתי באה מגנט". ג'ונס הפסיק את שטף דבריו, חייך וקרא לי: "בדיוק עמדתי לומר כי שירותי הריגול והמודיעין הבלגיים הם הטובים בעולם, להוציא אולי את שירותי המודיעין של ישראל".

את מרבית החומר ההיסטורי הקשור לעבודת המודיעין במלחמת-העולם השנייה, שומר ג'ונס בקופסאות קרטון גדולות ("זו שיטת התיק היחידה בעולם הידועה לי שהיא גם יעילה: קח לך קופסת קרטון גדולה, ופשוט השלך לתוכה כל מסמך השייך לנושא מסוים"). הוא שמר בעבר את החומר במשרד הביטחון בלונדון, אולם "הם עשו שם שיפוץ וגרסו חלק גדול מהחומר, בלי להבין את חשיבותו ההיסטורית".

מהו במת סודו של ג'ונס? כיצד הצליח כל-כך בחי-זויו? האם היתה לו שיטה מיוחדת? מתברר, שהצל-חותיו של ג'ונס היוו תעלומה גם לעמיתיו בחלקים אחרים של שירותי המודיעין הבריטי, והללו שלחו, לפעמים, "מרגלים" למדורו, כדי לעמוד על סוד שירתו המיוחדת. "המרגלים" הללו היו חוזרים בדרך-כלל לממונים עליהם, ומדווחים כי לג'ונס אין שום סוד חבוי באזנו. לשאלת אחד הממונים, "אי כיצד בכל זאת ג'ונס עושה את זה?", השיב אחד השליחים: "ובכן, אדוני, הוא פשוט חושב".



**ה א ו נ ת ס ר :**

ניוס מותר כבר לגלות, כי ג'ונס התקין בבית האחוזה מכשירי האונה, וכי למעשה כל שיחותיהם של מדעני הגרעין הגרמנים, גם אלו שנעשו בחדרי חדרים, הוקלטו. בין היתר הוקלטה גם השיחה בה תיאמו הנחקרים את גירסתיהם

העתק, עם שינויים מינוריים בלבד, של טילי ה-V-2. במסגרת זו הצליחה קבוצתו של ג'ונס להניח את ידה על נכס יקר-ערך: עשרה מדעני גרעין גרמנים, בראשות וורנו הייזנברג עצמו. הקבוצה הובלה אחר-כבוד לבית אחווה באנגליה, שם נחקרה במשך כשישה חודשים, כדי לעמוד על מצב הפיתוח הגרמני. עד מהרה הוברר כי הקבוצה היתה רחוקה ביותר מפתרון הב-עיות הטכניות הכרוכות בניית הפצצה, אולם במהלך החקירה צפה ועלתה גירסה מעניינת ביותר של הנחק-רים באשר למטרת עבודתם: הם התנדבו, לטענתם, לעבוד על הפצצה הגרמנית מתוך מניע אחד בלבד – לדאוג לכך שהפיתוח לא יסתיים לעולם. כיום מותר כבר לגלות, כי ג'ונס התקין בבית האחוזה מכשירי האונה, וכי למעשה כל שיחותיהם של הנחקרים, גם אלו שנעשו בחדרי חדרים, הוקלטו. בין היתר הוקלטה גם השיחה בה תיאמו הנחקרים, והייזנברג בראשם, את הגירסה ההיא. "השיקולטיים מוכיחים כי הגרמנים אכן ניסו להשת-לט על הטכנולוגיה הדרושה כדי ליצור פצצה", אומר

שכנע את צ'רצ'יל בממשות האיום הגרמני, וכי צ'רצ'יל סירב אחר-כך להוסיף ולהפיגש איתו.

ומה בדיוק קרה בפגישה הזו? אני שואל את ר' ג'ונס. "בוהר חשש מהשיחה", הוא עונה, "ומחוסר שליטתו באנגלית, הכין הרצאה כתובה וביקש ממני לעבור עליה ולתקנה. נעניתי לבקשתו, והוא למד אותה בעלפה. מה שלא ידעתי אז הוא, כי פרופ' פרדריק לידמן כבר ניסה, כמה וכמה פעמים, לשכנע את צ'רצ'יל באפשרות שהגר-מנים יבנו פצצה גרעינית לפנינו, אולם צ'רצ'יל דחה את הרעיון בבוז. לקראת הפגישה ההיא, היה צ'רצ'יל במי-צבירוח תוקפני במיוחד, וכבר בכניסה התנפל על פרופ' לידמן ותקף אותו בנושא. התפתח ויכוח חריף ביניהם וכאשר צ'רצ'יל פנה, בסופו של דבר, לבוהר, הוא התבל-בל ולא דיבר מהנייד שהכנו, אלא מילמל בדרכו הרגילה כמה מלמולים בלתי ברורים.

"העניין החריף ברגע שבוהר, שאיבד לגמרי את חוט המחשבה שלו, העלה בפני צ'רצ'יל את הרעיון כי בסור-פו של דבר ישונו כל הצדדים יכולת גרעינית, וכי אם זו תהיה בידי כולם, יביא הדבר להגדלת היציבות הבין-גושתית. משום כך, הוא המליץ לגלות את סודות הפצ-צה גם לרוסים".

**יש השערה כי בוהר אכן העביר, ביוזמתו, את מה שידע על פיתוח הפצצה לרוסים, וכי היה למעשה סוכן רוסי.**

"שטויות. בוהר ברח מארצו, ובמובן מסוים הרגיש כעריק. זה גרם לו ניתוק ועצבות, אולם אין להעלות על הדעת שריגול למען הסובייטים". בוהר, אגב, טוהר לאחרונה מאשמה זו, בעקבות חקירה רשמית שהתנה-לה עליידי ה-F.B.I. האמריקאי.

עם תום המלחמה, החלו בעלות-הברית במירוץ-מסוג אחר, שמטרתו להניח את ידם על כמה שיותר מדענים גרמנים. כך הצליחו האמריקאים, למשל, לתפוס את מתכנן הטיילים הגרמני וורנו פון בראון, ולהביאו לארה"ב, שם בנו עברו תשתית והניחו לו להמשיך ולפתח את טיליו. רבים מעמיתיו לפיתוח נתפסו דווקא עליידי הרוסים. אין זה מקרה, שטיילי-הסקאד שונרו על ישראל במלחמת המפרץ, הם

מיזע

הוא

כוח!

השתמש  
בפלאפון  
בחוכמה  
ובזהירות

בטאון שדה. שתיקה מנצחת.



חיל האויר

מיזע

הוא

כוח!

הקפד על  
אבטחת מידע  
מיוחשב

בטאון שדה. שתיקה מנצחת.



חיל האויר



# מחזוריים מלחמה

מטורפים. פשוט מטורפים. זה מה שאפשר לומר עליהם. אלפי טייסים, לבושים במדי חיל־האוויר של הרייך הגרמני, חיל־האוויר היפאני, הספרדי, הבריטי והאמריקאי, מתכנסים במיפקדה הראשית במידלנד, טקסס, ולאחר תידרוך על חשיבות משימתם לעתיד האומה האמריקאית, יוצאים לטיסת שיחזור של גיחה שתוצאותיה ידועות מראש. המפקד שלהם הוא דמות אגדית מהמאה ה־19, וחיל־האוויר שלהם מוערך כחיל־האוויר ה־15 בגודלו בעולם. נא להכיר: חיל־האוויר הקונפדרטיבי של טקסס, ה־CAF. החיל מונה 195 מטוסים ו־8,000 אנשים - כולם בדרגת קולונל - ואנשיו משחזרים בפני עשרה מיליון צופים בשנה את הגיחות המפורסמות של מלחמת־העולם השנייה, וביניהן, למרבה התדהמה, את הטלת פצצת האטום על הירושימה. אותו טייס שפיקד אז על המשימה, משחזר כיום בשורות ה־CAF את הטיסה ב־B-29, שבמהלכה הושלכה פצצת האטום. מי אמר שהמלחמה נגמרה



הזמן קבא מלכת :  
המטוסים המקוריים, עם הסמלים והציוורים  
הטיפוסיים ממלחמת העולם השנייה,  
מצוידים אפילו במקלעים ובפצצות האותנטיים

**משמאל:** מטוסי זירוסאן יפאניים ביעף תקיפה של ה-CAF. **למטה:** המפציץ האמריקאי B-24, ומתחתיו ה-B-26, מפציץ אמריקאי שהתרסק בשנה שעברה

היפאני. אוסף המטוסים ב-CAF הוא אוסף כמעט מושלם של מטוסי מלחמת-העולם השנייה. ניתן למצוא בו מטוסי קומנדו, ספיטיפייר, תיאנדורבולט ומטוסים נדירים רבים כדוגמת המוסטנג הכפול - מטוס המורכב משני מטוסי מוסטנג בעלי כנף משותפת, שהגדילה את טווח הטיסה של המטוס. ב-CAF נמצאים, כאמור, המפציץ האמריקאי B-29, והמפציץ הגרמני היינקל-111 - המפציצים היחידים בעולם מסוגם, שמוגלים עדיין לטוס.

מטוסי קרב יפאניים, דוגמת מטוסי הויר, שהשתתפו בהפצצה בפריז-הארבור, לא ניתן למצוא. כולם הושמדו. מסיבה זו נדרשו חברי ה-CAF לאלתר. הם הצליחו לבנות משברי מטוסים מערביים עתיקים מטוסי זירו יפאניים, ובכך העשירו את האוסף במטוסים, שחשיבותם ההיסטורית מכפרת על העובדה שהם אינם אותנטיים.

המטוסים ב-CAF נראים היום בדיוק כפי שנראו לפני 50 שנה. הם צבועים באותם צבעים וסמלים. אפילו ציורי הבחורות בצידו המטוס לא השתנו. גם התחמושת שנושאים המטוסים - המקלעים והפצצות - הם אותנטיים, אם כי נטולי חומרנפץ.

פרט למטוסים, שיחזרו ב-CAF עד הפרט האחרון גם אלמנטים אחרים: החל במדים, בעיטורים ובתגים של הטייסים - כל אחד על-פי הקבוצה אליה הוא משתייך - ועד כלי רכב מהתקופה. בקבוצה היפאנית למשל, הטייסים עולים למטוס עם ציור השמש העולה על גבם, ועם רצועת בד מסורתית הקשורה סביב ראשם. לעומת זאת, טייס המתפקד במשחקי המלחמה של ה-CAF כקולונל גרמני, מגיע למפציץ ההיינקל שלו בגיפס אותנטי מהתקופה, עליו מוטבע סמל הרייך.

המפקד העליון של ה-CAF הוא ג'תרו קלפפר - דמות מיתולוגית הלקוחה מסיפורי מלחמת האזרחים בארה"ב, של המאה ה-19. חברי ה-CAF בחרו בו כמיפקדם הרוחני, בשל היותו פטרוט אמריקאי מושבע. לא היה לו, כמובן, כל קשר לתעופה, ולמעשה אין כל עדות שהיה אי פעם אדם כזה. בכל אופן, גם אם היה חי אי פעם, כפי שמאמינים פקדיו בחיל-האוויר הקונפדרטיבי, הלך קלפפר לעולמו במאה שעברה.

"יש אנשים שמתקשרים ומבקשים לדבר עם קלפפר", מספרת ריטה הונר, אחת המוכרות ב-CAF. "אנחנו אומרים שהוא בושינגטון, עושה עסקים עבור ה-CAF". במיפקדת ה-CAF במידלנד, מעטר דיוקנו של קלפפר כל קיר פנוי, ומחוץ למוזיאון שמור לו אפילו מקום חניה. במוזיאון עצמו יש תצוגה קבועה של בובות שעווה בדמותם של מנהיגי המדינות והגנרלים המפורסמים שהשתתפו במלחמת-העולם השנייה.

כשהוקם ה-CAF ב-1957, על-ידי חמשת ותיקי מלחמת-העולם, הם לא שיערו לאילו ממדים יתפתח חיל-האוויר שלהם. כיום חברים בו למעלה מ-8,000 טייסים, שכמה מאות מהם שירתו במלחמת-העולם השנייה כטייסים או כאנשי אחזקה. גיוסם של טייסים חדשים נמשך כל הזמן. למעשה, כל מי שמלאו לו 18 שנים יכול להצטרף כחבר המועדון, תמורת 160 דולר לשנה. המתגייסים החדשים מושבעים בטקסים המוניים, בהם הם מתחייבים לכבד את ערכי ה-CAF - הפטריוטיזם האמריקאי ומורשת הקרב, ולקדם אותם. "אנו מצפים מכם לקדם את מטרות ה-CAF, ולא לראות בו רק מקום בילוי", אומר להם הקולונל המושבע אותם. אגב, כל חברי ה-CAF נושאים דרגה זהה: קולונל.

ל-CAF מצטרפים בעיקר אנשים שחלמו לטוס במלחמה ולא זכו, או ותיקי מלחמת-העולם השנייה. למי בוגר מבין הטייסים ימלאו בקרוב מאה שנה, אך למרות

ההגרעין הקטן הלך וגדל, תוך שהוא מגדיל את סך-כ"כ המטוסים במאה אחוז ומצטייד בשני מטוסי גרומו בארקט.

בשנת 1960 הוגדרו מטרותיו של חיל-האוויר הקונפדרטיבי באופן רשמי: "לשמר בכשירות טיסה אוסף שלם של כל מטוסי צבא ארה"ב ממלחמת-העולם השנייה". ולשם הגשמת המטרה, יצאו חברי הארגון למסע רכש קטן. הטייסים ביקרו באתרי אשפה אוויריים של הצי ושל חיל-האוויר, ושיחזרו משיברי המטוסים שמצאו שם, מטוסים נוספים לאוסף.

בשנת 1965 הוקם המוזיאון הראשון של ה-CAF, בשדה של חברת מרצדס בטקסס. ב-1968 עבר המוזיאון לשדה חדש שהוקם בהרלינגטון, טקסס. ה-CAF המשיך לגדול, וכבר כלל מפציצים גדולים, כמו B-26, B-17 ו-B-24.

בשנת 1971 הגיע ל-CAF אחד הסמלים המסחריים שלו - ה-B-29, "מבצר על", המטוס היחיד מסוגו בעולם הנמצא בכשירות טיסה. סיפור שיחזור המטוס החל בטיסה שיגרתי של אחד מחברי ה-CAF, הטייס, שטס מעל מדבריות קליפורניה, גילה במקרה אתר קבורה למטוסי B-29. המטוסים המרוסקים שהיו מוטלים שם שימשו את חיל-האוויר האמריקאי כמטרות אימון לטיילים. נסערים מהתגלית, ביקשו חברי ה-CAF רשות מחיל-האוויר לשחזר B-29 אחד. כשקיבלו אישור, שלחו למקום צוות שיחזור, שהחל לבנות מטוס שלם בודד מתוך השברים, שהיו קבורים 17 שנים במדבר האמריקאי.

אחרי תשעה שבועות של עבודה, 700 מייל מהמיפ"קדה שלהם, הצליחו אנשי הצוות להביא את המטוס לכשירות טיסה ולהטיסו למינת ה-CAF.

בשנת 1991 עבר חיל-האוויר הקונפדרטיבי למידלנד, טקסס, שם ממוקמת עד היום המיפקדה העליונה. החיל מונה 8,000 אנשים ו-195 מטוסים - מתוכם 135 מטוסים אמריקאים, שפעלו במסגרת צבא ארה"ב במלחמת-העולם השנייה. באוסף גם 60 סוגי מטוסים המייצגים את חילות-האוויר של שאר החילות השתתפו במלחמת-העולם - הו.א.פ. (חיל-האוויר המלכותי הבריטי), הולפוטופה (חיל-האוויר של הרייך השלישי הגרמני) וחיל-האוויר הקיסרי



7 בדצמבר 1941. יום בהיר בבסיס הצי האמריקאי בפריז-הארבור, האוקיינוס השקט. עסקים כרגיל, מצב רגוע. המלחמה שמתחוללת באירופה לא מפריעה לשלווה האמריקאית. אלא שאת הדממה מפלחת לפתע סירנה עולה ויורדת, ועשרות מטוסים נצפים כשהם טסים בטיסה נמוכה, לכיוון מסלולי ההמראה. "מה קורה פה", צועק פקח הטיסה בקשר. "השדה הזה סגור", הוא מודיע למטוסים, שממשיכים ביעף שלהם לכיוון הבסיס. "תגידו להם שהבסיס הזה סגור". לפני שהוא מסיים את המשפט, נשמע פיצוץ.

"הבסיס תחת התקפה", צועק הפקח, שמבחין כי אלו מטוסי קרב של חיל-האוויר היפאני ולא מטוסים אמריקאים החוזרים לבסיסם. הפיצוצים נמשכים, וקולות מקלע כבד וסירות מתערבלים עם צעקות מגדל הפיקוח, שמופצץ גם הוא.

עבור ארה"ב, ההפצצה הזו היתה תחילתה של מלחמת-העולם השנייה. בחיל-האוויר הקונפדרטיבי, לעומת זאת, כך נפתח המופע האווירי.

מטורפים. פשוט מטורפים. זה מה שאפשר לומר עליהם. אלפי טייסים, שטרם עיכלו את העובדה שלמלחמת-העולם השנייה הסתיימה, לבושים במדי חיל-האוויר של הרייך הגרמני, חיל-האוויר היפאני, הספרדי, הבריטי והאמריקאי יוצאים לקרב, שתוצאותיו ידועות מראש. המפקד שלהם הוא דמות אגדית מהמאה ה-19, וחיל-האוויר שלהם מוערך כחיל-האוויר ה-15 בגודלו בעולם - חיל-האוויר הקונפדרטיבי של טקסס ה-CAF.

אלפי הטייסים האלה הם טייסי קרב והפצצה, חלקם בוגרי מלחמת-העולם השנייה. הם מתכנסים מדי פעם במיפקדה שלהם - מידלנד, טקסס, או באתר אחר ברחבי ארה"ב, לובשים מדים מימי מלחמת-העולם, עונדים את דרגות הקולונל (אלוף-משנה), שקיבלו כשהצטרפו ל-CAF, ואחרי תידרוך חמורסבר על חשיבות משימתם לעתיד האומה האמריקאית, הם עולים למטוסים ויוצאים לטיסת שיחזור של אחת הגיחות ההיסטוריות ממלחמת-העולם השנייה.

חיל-האוויר הקונפדרטיבי הוא למעשה מוזיאון, המאגד בתוכו אוסף של מטוסי מלחמת-העולם השנייה. אך להבדיל ממוזיאונים אחרים, המוזיאון הזה יכול לחלוף בטיסה מעל קהל המבקרים שלו, לבצע קרבות-אוויר ולהטיל פצצות. מוזיאון מעופף. יכולתם של מטוסי ה-CAF לטוס, מאפשרת להם להגיע לקהל רחב, באתרים שונים בארה"ב, וכך מגיע מספר הצופים בתצוגה הנוודדת הזו, אולי המשונה ביותר בעולם, ל-9 עשרה מיליון בשנה.

כך זה התחיל: קבוצה של טייסים טקסאנים רכשה בשנת 1957, 12 שנים לאחר תום המלחמה, מטוס קרב מסוג וורהוק P-40, מטוס הקו הראשון של חיל-האוויר האמריקאי בתחילת המלחמה. מאוחר יותר התגלה באלפסו, ניו מקסיקו, מטוס מוסטנג P-51. חברות ה-טקסאנים רכשו גם אותו. כוונתם הראשונית היתה לשחזר את המטוסים במצב שמיש, כדי שיוכלו להטיס אותם להנאתם. לשם כך הקימו מועדון תעופה קטן, והנטל הכספי שבאחזקת המטוסים נחלק בין חברי הקבוצה.

אחרי הגעת המוסטנג לטקסס, כתב מישוהו על פתח התידלוק של המטוס את השם "חיל-האוויר הקונפדרטיבי". חברי הקבוצה האבו כל-כך את השם, עד שהחליטו לאמץ אותו כשם למועדון שהקימו. הם הציעו זה לזה, וקלוב התעופה על זוג מטוסיו הפך רשמית לחיל-האוויר הקונפדרטיבי. ביתניים עורר הקלוב את עניינם של טייסים אחרים,



דים, וזה לוח שטח מעל הירושמה, חולף על פני הקהל, תא הפצצות נפתח, אולם הפצצה, לגודל המול, אינה נופלת. האיש שפיקד או על המשימה היה טייס בשם פול טיבטס. השמועה הנפוצה, כי יסורי מצפון תקפו את טיבטס אחרי המלחמה, וכי הוא התמכר לאלכוהול והיפך לשבר כלי, מסתברת כמוטעית לגמרי. למעלה מ-50 שנה אחרי, הוא עדיין בתוך תא הטייס של ה-B-29, בשורות ה-CAF. למעשה, הוא המשיך להתקדם בחיל-האוויר האמריקאי עד לדרגת אלוף, פרש, והיום הוא הבעלים של חברה מצליחה. להנאתו, הוא פעיל ב-CAF ומשתתף בשיחזורי הפצצה על הירושמה.

"עבדתי עם המטוס, הפצצה והצוות במשך חודשים", סיפר טיבטס. "הדאגה העיקרית שלנו היתה האם הכל יעבוד כפי שהוא אמור לעבוד. 50 השנים שבין שיחורו הפצצה ועד הפיצוץ, היו האורחות ביותר בחיי. כשהתפוצצה הפצצה חשתי הקלה, כי ידעתי שהצלחנו במשימה".

"ב-CAF מקווים שבני-אדם ילמדו ליישב סכסוכים מבלי להשתמש בכלי נשק אפוקליפטיים", אומר הכ"ר. "המטוס אומנם הסב נוק בלתי יסוער, אולם השימוש בו מנע את מותם של מיליון וחצי בני-אדם".

בנעילת המופע חולף מבנה של שבעה מטוסי קרב מעל הקהל לצלילי ההמנון האמריקאי. המטוס השמיני במבנה - חסר. מטס זה מוקדש לזכרם של כל הטייסיים, שלא חזרו ממשימתם.

גם ה-CAF איבד אחדים מחבריו. בהתרסקות מטוס B-26, שאירעה בספטמבר 1995, נהרגו חמישה אנשי צוות. בנוסף, אבד גם מטוס יקר-מציאות. ה-B-26 היה היחיד בעולם שהיה עדיין בכשירות טיסה. בכל אופן, מאז ספטמבר השחור של ה-CAF, למטס שבעת המטוסיים בתום המופע יש משמעות חדשה.

"אנחנו בסך-הכל מחפשים לעצמנו נוסטלגיה", אומר קולונל מקס סטרלינג, אחד הטייסיים, כאשר הוא מתבקש להתייחס למיליטנטיות הבולטת של טייסי ה-CAF. "זו הדרך שלנו ללמד היסטוריה, ולמנוע מה היסטוריה לחזור על עצמה".

אזרחיים, אך רובם בעלי מקצועות חופשיים - רופאים, עורכי-דין, רואי-חשבון.

לא רק הטייסיים, אלא גם המטוסיים ב-CAF, נמצאים הרבה מעבר לגיל הפרישה הממוצע. בכל שנה משקיע הארגון כשני מיליון דולר כדי לשמור על כשירות הטייסיים של המטוסיים. ה-CAF נתמך על-ידי חבריו ואינו תלוי במימון חיצוני. עם זאת, חברות מסוימות מכסות לעיתים את ההוצאות הכרוכות בהחלפת מנוע או רכיב אחר במטוסיים. פעמים רבות הסיבה לכך היא הזדהות של בעלי החברות הללו עם האידיאלים של ה-CAF. בנוסף, מגיעים ל-CAF מאות מתנדבים, המסייעים בתחזוקת המטוסיים ובעבודות אירגון שונות.

ה-CAF מפגיש אנשים, שאולי לא היו נפגשים בנסיונות אחרות. בשנת 1980 נפגשו בבסיס ה-CAF, בוב סטנפורד טאק, שהיה מפקד כנף בחיל-האוויר הבריטי במהלך המלחמה, ואדולף גאלאנד, גנרל לשעבר בלופטוואפה. במהלך מלחמת-העולם הם עשו כל מאמץ כדי לפגוע זה בחייליו של זה. בפר של ה-CAF שתו הב"ריטי והגרמני בירה אמריקאית לא רק לחיי השלום, אלא גם לזכרם של כל טייסיי האויב שמצאו את מותם בקרב. טאק הפיל 30 מטוסי אויב במהלך המלחמה. גאלאנד - 104 (!).

"החוויה הקשה ביותר מהמלחמה היתה ביום בו הפילו אותי", מספר טאק. "אבל לפחות לא הפיל אותי מטוס גרמני. מה שהוריד אותי היה מקלען בריטי שיי-כור, שפגע בי כשטסתי בגובה נמוך".

החלק העיקרי בכינוסי ה-CAF, כמובן, הוא המופע האווירי, בו משוחזרים הקרבות החשובים של מלחמת-העולם השנייה. אחד החלקים במופע כולל שיחזור של הקרב על בריטניה, באמצעות הדגמת קרב-אוויר בין ספיטפייר ומסרשמיט. במקור נערך הקרב בבריטניה, ו-520 טייסיים בריטים מצאו בו את מותם. בגירסת ה-CAF הוא מתרחש שוב ושוב, מעל שדות-התעופה בארה"ב, בין טייסיים אמריקאים, וכמובן בלי נפגעים. חלק אחר במופע כולל, למרבה התדהמה, את שיחזור הטלת פצצת האטום על הירושמה. מטוס B-29 גדל ממד

גילם המתקדם של חלק מהטייסיים, ה-CAF אינו בית אבות. הדבר שמוריד את ממוצע הגילאים בחיל, הוא העובדה שגם צעירים חובבי טיסה יכולים לטוס בו. "פרחייטיס" ב-CAF עוברים הכשרה כבר בגילאי 14-17, והקולונל הצעיר ביותר בחיל-האוויר הקונפדרטיבי, וכנראה בעולם, הוא בן 18 בלבד. טווח הגילאים מאפשר מצבים בהם קפטן ותיק טס עם טייס משנה צעיר, שגילו כגיל נכדיו.

"ה-CAF מראה את ההישגים האדירים של האומה האמריקאית במלחמת-העולם השנייה, לאלה שאינם יודעים או שאינם זוכרים", אומר קולונל לויט נלון, אחד הטייסיים. לויט התחיל לטוס בגיל 15, באופן בלתי חוקי, והפך לטייס ריסוס במרחבים הגדולים של טקסס. "בזמן המלחמה הייתי בצבא, באימוני טיס, אבל לא הספקתי לטוס טיסה מבצעית. רציתי להרגיש את העוצמה והמהירות, ולחוות את מה שהח-מצתי במהלך המלחמה. את כל אלה אני מוצא ב-CAF", אומר לויט.

"לכל מטוס יש את היופי שלו ואת התכונות הייחודיות לו", אומר קולונל לפטיג גארדנר, טייס אחר. "המטוסיים הללו הם כמו נשים יפות". מה היית בוחר, לו היית צריך לבחור בין המטוסיים לבין הנשים - נשאל גארדנר על-ידי כתב של ה-BBC. "טוב", הוא ענה, "בגילי אני יכול לעשות יותר עם מטוס קרב מאשר עם אשה".

פרט להיותו טייס קרב ב-CAF, גם גארדנר הוא טייס ריסוס, ובעל שדה-תעופה קטן ליד הבית. עבור השכ"נים, מראה של מוסטנג על הדשא כבר אינו חריג. גם אשתו, שרואה איך מושקעת מחצית ממשכורתו על דלק תעופתי, אינה מתרגשת. כמו בעלה, גם היא שייכת ל-CAF. היא משרתת כמלאכית בקבוצת המלאכיות של החיל, קבוצה שתפקידה לעודד ולתמוך בטייסיים ולעסוק באירגון האירועים החיליים. חברי ה-CAF הם לרוב מכורים לתעופה, אך רק חלקם מקדיש את זמנו לתעופה בלבד. לרובם מקצועות ועסקים אחרים מחוץ לחיל. חלקם טייסי ריסוס או תובלה

# עבודה בשמימים

בימיה הראשונים של תעשיית סרטי התעופה, ניזונו ההפקות מנכוונותם של טייסים מובטלים, בוגרי מלחמת־העולם הראשונה, לעשות כל שנדרש מהם. גם להתרסק. הזמנים האלה חלפו, והיום, שם המשחק הוא אפקטים. דוגמאות: צילומי פנים של מטוס מבצעים רק על הקרקע, את שעוני הקוקפיט 'משגעים' באמצעות מגנט רב־עוצמה, טיסה על־קולית מצלמים באולפן, תאונות אוויריות ממחישים על־ידי מיניאטורות, וצנחנים 'מצניחים' ממנוף בגובה 70 מטר. ואי אפשר בלי הזווית הישראלית: בגלל צורתו הייחודית, מכב מטוס הכפיר הישראלי, באופן קבוע, בשירותם של ה"רעים". ממלחמת הכוכבים ועד אהבה בשחקים

נדב נוקד

דגם של מטוס הארייר  
בגודל טבעי. מתוך  
הסרט "שקרים אמיתיים"





י שם בשמי המפרץ הפרסי, טיסת פיט"רול של שני מטוסי F-14 של הצי האמריקאי. הכל נראה שלי, רגוע, פסטורלי. לפתע מופיעות על מסך המכ"ם ארבע נקודות בלתי מוזהות, שהולכות ומתקררות.

בוח אל זוג המטוסים.  
 "אנחנו לא לבד", אומר הטייס במטוס המכונה חתול 3. "בוא נשלח את 'האורחים' הביתה, אני רוצה לחזור לבסיס", משיב חתול 1. הנקודות ממשיכות להתקרב. "זה מיגים, ואחד מהם ננעל עלי כרגע", אומר חתול 3, שמרגיש את אגלי הזיעה הקרה מכסים את מצחו. "רץ אלי טייל", הוא צורח בקשר. "שבור כבר", עונה לו חתול 1, שכבר נעל על אחד המיגים. "יש לי אחד על הכוונת", הוא אומר, תוך כדי שבירה חזקה ימינה. המיגים מתקרבים עד שכמעט נוצר קשר עין עם טייסי האויב. "יש לך מיג בשעה 3", צועק חתול 3. "רגע", אומר חתול 1 בעודו רודף אחרי אחד המיגים. לפני שהספיק לחשוב, נשמע קול פיצוץ עז, מלווה בכדור אש ענקי, וקרעי מתכת החלו להתעופף לכל עבר.

"לא!!!", צעק חתול 3, שראה לנגד עיניו את המטוס של חברו מתפוצץ באוויר. כשהתעשת, החל לרדוף אחרי המיג המפיל. "כמו ברווז מטרה", הימגם לעצמו, כששלח טייל אוויראוויר קטלני לעבר המיג. סצינת קרב אוויר כזו, עם מרדף במבערים פתוחים בתוך ואדי, עם פצצות ומטוסים מתרסקים, אפשר לראות רק בסרטי פעולה תעופתיים. ותמיד ייראו הסצינות הללו משכנעות, אמיתיות, מותחות. זה סוד הקסם של תעשיית סרטי התעופה.

בימה הראשונים של התעשייה הזו, לא נעשה כמי ששימוש באפקטים. ההפקה ניוונה מנכונותם של טייסים מובטלים, בוגרי מלחמת העולם הראשונה, לעשות כל שנדרש מהם. הם ביצעו טיסות מורכבות ומסוכנות כדי לקבל את המשכורת היומית, בתקווה שישכרו אותם ליום צילומים וסוף. פרט לטייסים מובטלים, שרדו את המלחמה גם כמויות גדולות של מטוסיים, שנרכשו בסיטונות על ידי המפקחים ההוליוודיים. גורלם של המטוסים, על פי התסריט, היה ברוב המקרים התרסקות אכזרית, והדבר המדהים הוא, שבדרך כלל נתבעו הטייסים להתרסק איתם.

אלא שתקופת הצילום הריאליסטי תמה. מטוסים בני זמננו עולים יותר מאשר גרוטאות משנות ה-20, וטייסי פעלולים אינם מוכנים להקריב עוד את עצמם. יתרה מכך: הקהל אינו מסתפק בפעלולים פשוטים. "בכל סרטי התעופה נעשה שימוש באפקטים קולנועיים, שבלעדיהם נראה הסרט פחות מציאותי", אומר הבמאי והמפיק מנחם גולן. "יכולותיו של הטייס המ' חונן ביותר אינן מספקות את תאוות הדרמה, ומה ש-

נראה בעבר מציאותי ומרשים, נראה כיום בלתי משכנע".

"אנשים רוצים דרמות גדולות מהחיים, רוצים לראות פנטזיה", אומר אביטל בריגן, צלם שהתמחה בצילומים אוויריים. "סרט שאין בו אפקטים מיוחדים, לא יספק את הפנטזיה, ולא ימשוך קהל. השימוש באפקטים בסרטים בכלל ובסרטי תעופה בפרט, הוא צורך קיומי בסיסי בתעשיית הסרטים".

אפקטים מיוחדים התפתחו במקביל לתעשיית הסרטים, אלא שאחרי מלחמת העולם השנייה תמה התקופה הראשונה של סרטי האפקטים. הקהל העדיף סרטים על בעיות היומיום. רק לפני כ-20 שנה, כאשר הוקרן לראשונה הסרט "מלחמת הכוכבים", הוא השיב את השימוש באפקטים לתעשיית הקולנוע.

ז'אנר סרטי התעופה הוא אחד המשמשים הכבדים באפקטים: מודלים של מטוסים שנראים "כמו גדולים", שיגורי דמה של טילים ופצצות, פגיעות במטוסים ובמטרות, פירוטכניקה, אירובאטיקה ועוד. האפקטים מצולמים בשטח הפתוח, תחת עינו הפוקרה של הבמאי, או בין כתלי מעבדה ממוחשבת לסיימולציה. הכל בהתאם לדרישה ולתקציב.

אחד האפקטים התעופתיים הבסיסיים הוא ביצוע הטיסה והעברת תחושות הטיסה. "צילום בזמן טיסה אמיתית אינו מגיע לאיכות המספקת להמחשת הטיסה", אומר מנחם גולן. "הצילום הדמיוני, האולפני, במטוסי דמה על הקרקע, הוא יותר 'אמיתי' מאשר צילומים באוויר".

ואכן, גורמים רבים מקשים על הצילום באוויר. מטוס באוויר נתון כל העת בתנודות, אין אפשרות לשתלט על תנאי התאורה, ותא מטוס קרב קטן מלהכיל מצלמת 35 מ"מ הוליוודית. ועוד: כשמטוס נמצא באוויר, בשמיים כחולים ונקיים מענן, נוצרת תחושה שהוא אינו זו. באולפן ניתן ליצור תחושה של תנועה, על ידי הזזת עצם יחסית למטוס. "ליצור בתנאי אולפן עננים ולצלמם בתנועה, זה יותר קל מאשר לבצע את זה באוויר", מסביר גולן. "אנחנו יוצרים עשן במכוונות עשן, יוצרים רוח במאווררים, ואז מחשיכים את כל האולפן ומאירים את כל הסט. כך נוצרת והמראה המכסימלית".

גם צילום פנים המטוס נעשה על הקרקע. אין דרך אחרת. אי אפשר להצמיד מצלמות לגוף המטוס, והחלונות עבים ומחוספסים מדי מכדי שהמצלמה תקלוט משהו. בסרט "מחץ הדלתא", למשל, שבו נחטף מטוס על ידי מחבלים, צולמו כל סצנות הפנים במטוסים שעמדו על הקרקע. "בסרט 'מבצע יונתן', שמגולל את סיפורו של מבצע אנטבה, היה לנו מטוס על הקרקע, שבתוכו צילמנו את כל הסצינות", מוסיף גולן.

הסרט "נשר הברזל" מתאר חילוץ של טייס אמריקאי הנופל בשבי של מדינה מוסלמית. המחלץ הוא בנו, טייס צעיר, הלומד להטיס גם F-16. הבן מגיע בטיסה לכלא בו מוחזק אביו, ומנחית מכת אש על מגדלי הפיקוח הממוקמים סמוך לכלא. "על המגדלים היו עשרה שחקנים", מספר עומרי מרון, המפיק הישראלי של הסרט, "וכשהגיע הקטע שבו המגדל צריך להתיפוצץ, הורדנו את השחקנים, שמנו בובות, הרחקנו את המצלמה, ואז הגיע המטוס. אחרי שהוא חלף, קייבלנו אישור להפעיל מטען נפץ שהיה במגדל. כלומר, יצרנו מצבים מאוד קרובים, וקיבלנו באותו שוט גם את המטוס וגם את הפיצוץ".

ב"נשר הברזל" נעשה שימוש רב באפקטים פירוטכניים: פיצוצים שנגרמו מהתרסקות מטוסים ומפצצות, אש שפרצה מהמטוס, אש התותחים במטוס וכי. "מסתבר שהאפקטים היותר זולים הם אלו שנראים יותר מרשימים", אומר מרון. "כדי ליצור אפקט של פירצוץ, אתה צריך בסך הכל גיריקן נפט מוקפא, מלט שחור, פחם, וכמה מאות גרם אבק שריפה. האפקטים היקרים הם אלה שמויצרים במעבדות - האפקטים האלקטרוניים".

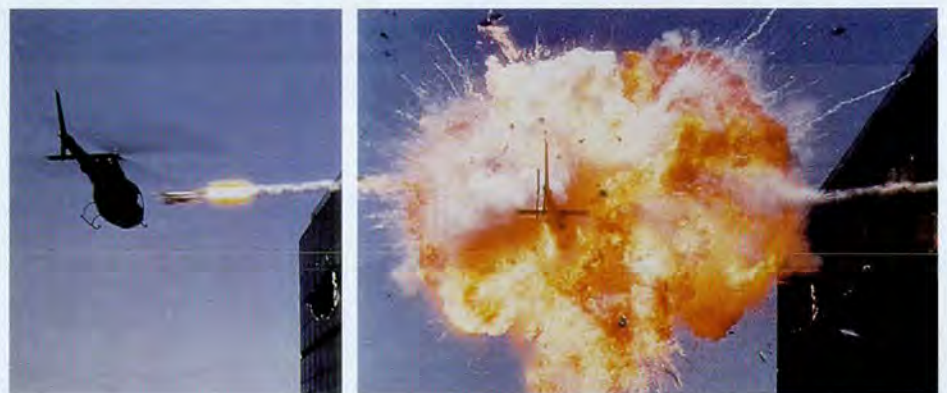
כשמדברים על אפקטים אלקטרוניים, הכוונה היא, למשל, לפעילות המחוונים והמכשירים בתא הטייס. אם הטייס צריך להפעיל מכשירים בתוך המוקאפ - תא טייס דמה - נבנה התא על ידי חשמלאים וטכנאים, הדואגים שהפריטים יעבדו מבחינה אלקטרונית, שהמחוונים יפעלו, שהתאורה שלהם תהיה קריאה ושתצטלם היטב. "כל פעילות המחוונים והמכשירים בתא הטייס צריכה להיות חיה, ועם התאמה למציאות", אומר גולן.

"במקום שלא מצריך תיחום, לא מחפשים פתרונות מתוחכמים", אומר נני רוזנשטיין, איש אפקטים. "לפי עמים דווקא אמצעים פשוטים משיגים את האפקט הרצוי". בסרט של גולן על סיפורה של חנה שוש, יש סצינה המתרחשת במהלך סערה, בתא הטייס של מטוס דקוטה. "בסערה המכשירים משתגעים, ואנחנו הפעלנו אותם בהתאם. נופונו במגנט רביע צומה, שני מטוסים מהמפץ, והוא השתגע. על מד הגובה והמהירות ניתן לשלוט עם שתי אצבעות, אם מחברים אותו למזרק בעזרת צינורית סיליקון. משיכה קטנה של ידית המזרק והגובה עולה, דחיפה קטנה - הגובה צונח. את האופק המלאכותי סובבנו ידנית מאחורי הפאנל".

הסרט על חנה שוש, אגב, צולם בחלקו בארץ, ונעשה בו שימוש במטוס דקוטה שהמריא ונחת כביכול במספר יעדים - בקהיר, בלונדון ובישראל. "למעשה, בכל פעם שינינו את הנוף סביב אותו מסלול נחיתה, שהיה בבסיס חיל-האוויר במרכז הארץ", אומר רוזנשטיין. "בכל פעם דאגנו שייראה ברקע משהו אחר. פעם אחת סופת חול, אותה יצרנו באמצעות מאווררים עם אבק קרמיקה וקרצים מתגלגלים באוויר. פעם אחרת הרטבנו את כל המסלול והמטוס נחת בגשם נוראי. בסך הכל זה היה אותו מטוס דקוטה, שנחת שלוש פעמים".

"את כל הצילומים עשינו בלילה, כשאפשר להאיר את הסט בדיוק כמו שאנחנו רוצים. שינינו את הכיתובים על ההאנגרים ואת המספרים על כלי-הרכב. בי סצנה של הצניחה הרמנו את הזנב למצב אופקי - כ-4 מטרס. אז יצרנו רוח וערפל, כדי שייראה כאילו הם קופצים בשמיים".

"השחקנים קפצו מהמטוס שעמד על הקרקע, ומייד התמונה נחתכה", אומר גולן, שצילם את הסצינה. "צילמנו צנחנים אמיתיים, שקפצו ממטוס הדומה לזה שנמצא על הקרקע. אחר-כך עברנו לצילום השח-



פיצוץ מסוק על ידי טייל. מתוך "שקרים אמיתיים"



סיבה נוספת לשימוש במודלים, היא שמטוסים היסטוריים, כדוגמת מטוסי מלחמת העולם הראשונה, הם יקרי מציאות. בדרך כלל בונים מודל קטן למטוס ומצלמים אותו. "הגודל של המודל אינו משנה", אומר גולן. "בכל מקרה הצילומים נעשים בפרופורציה".

בסרט "הצוות המובחר", המתאר את הטיסות הראי שונות לחלל, מתרחשת סצנה שבה מטוס אימונים סי-לוני של נאס"א, בו טס במקור טייס הניסוי צ'אק יגר, נכנס לסחרור, והטייס נאלץ לנטוש. את המטוס - באורך של 52 רגל ומוטת כנפיים של 22 רגל - לא היה כדאי להכניס לסחרור, ולכן החליטו להשתמש במודל שלו, שייורק מגג בניין ויצולם עד נפילתו אל תוך רשת. הבעיה הייתה לזרוק את המודל בצורה משכנעת, כך שהסחרור שלו יהיה מציאותי. אחרי עשרות נסיונות כושלים, השליך אחד מאנשי ההפקה את המודל מתוך יאוש. הסחרור היה מושלם. למולם, קל-טה המצלמה את הסצנה, והצילום שובץ בסרט.

לעיתים מעוניין הבמאי לצלם סצנה המעבירה תחושה של סחרור, של מירדף מהיר, כדי ליצור אפקט של אירובאטיקה. מסתבר, שצילום מתוך המטוס המבצע את התרגילים אינו יוצר את האפקט הדרוש לקולנוע. אפקט של סחרור נוצר כשמצלמים ממספר זוויות: מצלמים את המטוס ממטוס הטס לידו, מצלמים מים אותו מהקרקע, חולף בשמיים, ולבסוף מצלמים את הטייס על הקרקע, בתוך מוק"אפ של תא הטייס. מאחורי המוק"אפ ומצדדיו ממוקמים מסכים, עליהם מוקרנים במהירות גבוהה סרטי טיסה שצולמו ממטוס אירובאטי קל. ההקרנה המהירה גורמת לעין לחשוב שהסרט צולם ממטוס קרב. "כשמראים F-16 ומשלבים קטע טיסה בין קניונים, שצולם ממטוס קל - העין תחשוב שזה צולם מה-F-16", מסביר מרון.

פרט לשימוש במיניאטורות ובהקרנות על מסך כחול, נעשה שימוש גם בסרטי טיסה אותנטיים, המ-

### ה מ צ י א ו ת ל א מ ש כ נ ע ת :

"צילום בזמן טיסה אמיתית אינו מגיע לאיכות המספקת להמחשת הטיסה", אומר מנחם גולן (למטה). "הצילום האולפני, על הקרקע, יותר 'אמיתי' מאשר צילומים באוויר"



קנים כשהם תלויים על מנוף בגובה 80-70 מטר ויור-דים עם המצנח שלהם עד לקרקע. כמובן שהמצלמה לא תפסה את המנוף. "התוצאה הייתה מאוד ייחודית", אומר רוזנשטיין. "השחקנים ירדו בעזרת כבל מהמנוף במהירות גבוהה, שדימתה בדייקנות צניחה אמיתית". אחד היתרונות הברורים של סרטים הוא, שבהתיסקות מטוס לא נהרגים טייסים. גם המטוסים נשארים ברוב המקרים שלמים, ומככים ל"טייק" הבא. אם בכל זאת דורש הבמאי לרסק את המטוסים הטיסות, הוא משתמש במיניאטורות, מודלים, הטסים או נעים לאורך חוטים נסתרים.

באמצעות שימוש במודלים, יכול הבמאי לביים התנגשות מטוסים בתוך אולפן הוליוודי ולשלוט על הצילום עד רמת הפריים הבודד. לעיתים משתמשים במודלים במקום במטוסים אותנטיים, משום שאין דרך להשיג את המטוס המקורי. כך היה בסרט "לגנוב את השמיים", המתאר את סיפור עריקת המיג-21 העיראקי לישראל. המיג המקורי נמצא אומנם במוזיאון חיל-האוויר בחצרים, אבל לא בכשירות טיסה. את כל קטעי הטיסה ביצעו מודלים מעופפים של המיג.

"בניתי שלושה טייסי רדיו מסוג מיג", מספר רוזנשטיין. "באחת הסצנות היינו צריכים להטיס מיג להפצה באיזור הררי. הטיסן היה ממריא מראמפה שהייתה בתחתית ואדי קלט, שם צולם הסרט. בגלל המרחק והפרש הגבהים בין עמדת ההתנעה לבין יעד ההפצה בהרים, לא הייתה אפשרות שאספיק להטיס את הטיסן במשך כל הגיחה: להיות בעמדת ההתנעה, להביא אותו להמראה, לטפס על ההר תוך כדי בקרה על הטיסה, לבצע הפצצה, לרדת ולהנחית אותו. הפיתרון שמצאנו היה חלוקת השליטה. צוות מסוים היה אחראי לטיסן הממריא, אחרי-כך העבירו אלי את השליטה, ביצעתי את יעף הפצצה, החזרתי להם את השליטה והם הנחיתו אותו".





**בתמונה הגדולה:** מטוס הארייר תלוי על כבלים, מתוך "שקרים אמיתיים". בתמונה הקטנה: טיסן מיג 17, ששימש בצילומי הסרט "לנגב את השמיים"

צולמים ממטוסי קרב בעת ביצוע קרבות אוויר או משימה אחרת. בסרט "נשר הברזל", שצולם ברובו בארץ, משולבים קטעי טיסה רבים מסוג זה, ההופכים את הסרט למציאותי ואמין יותר.

"הבעיה הראשונה שלנו בהפקת הסרט היתה למצוא מקום הדומה ללוב", אומר עמרי מרון. "ישראל, עם הנר פים היס-תיכונים שלה, היתה מתאימה. אבל היתרון העיקרי בהפקת הסרט כאן בישראל, היה שיתוף הפעור לה הנרחב שקיבלנו מחיל האוויר. עלות שעות הטיסה של חיל האוויר יקרה מאוד. לכן האפשרות שנשלם עבור שעות אימונים לחיל האוויר ונצלם אותם, התקב" לה בברכה, ותאמה את הפקודות ותנהלים".

"גם בסרטים שאני עשיתי, היה תמיד שיתוף פעולה עם צה"ל ועם חיל האוויר", אומר גולן. "אני איש חיל האוויר בעצמי, ואף הייתי בקורס טיס מספר 2. חיל האוויר ליווה אותי לכל אורך הדרך. הכסף ששילמנו היה עבור שעות הטיסה והשימוש בבסיסי החיל בצ"ל לומים על הקרקע, ובזמן אימונים".

אחד הדברים שהופכים את הכנת הסרט לקרב של ממש, הוא השימוש בקודים 'אוויר-אוויר', 'אוויר-קרקע', 'קרקע-אוויר' - כשמות קוד למשימות צ"ל. לום. אוויר-אוויר הוא צילום מטוס אחד ממטוס הטס לידו, אוויר-קרקע הוא צילום הקרקע ממטוס, וקרקע-אוויר הוא צילום המטוס מהקרקע. מסתבר שצילומי אוויר-קרקע אינם אופייניים רק לסרטי תעופה. "למעשה, משמשים מטוסים בסרטים גם לצורך יצירת זווית הסתכלות שונה על הסרט - זווית אווירית", אומר רוזנשטיין. "מירדפי מכוניות, למשל, מצלמים ממסוק, המרחף מעל או ליד הדופן. בסרטים עם רכבות, מסוק הנשלט בשלט רחוק, מל"ווה את הרכבת".

בסרטי התעופה, המהווים חלק לא מבוטל מז'אנר סרטי הפעולה, יש בדרך כלל גיבורים טובים ואויבים רעים. ההפקה צריכה לאפיינ את מטוסי האויב והגיבור בצורה שונה, כך שהקהל יוכל להבחין ביניהם ולהודות הות עם הגיבור.

"בסרט 'נשר הברזל', השתמשנו במטוס כפיר של חיל האוויר. מטוס הכפיר הוא מטוס מאוד משונה, שאינו דומה למטוסים האמריקאיים, ולכן הוא יכול להיות של אחרים - כלומר, של האויב", אומר מרון. "הרעיון להשתמש בכפירים לביום אויב, נולד מתוך הצורך למצוא מטוס שיהיה דומה למטוס רוסי. מטוסי מיג לא הצלחנו להשיג, כי היה בארץ בסדרה כל מיג אחד, והוא לא היה שמיש. הכפירים התאימו ושיחקו יפה מאוד בסרט".

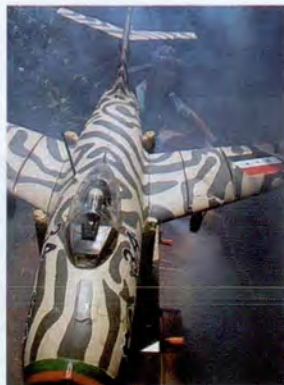
ביום האויב מגיע לעיתים לאבסורד, כאשר מוכרים לקהל הצופים אשליה, שמתוס מסוים הוא מטוס אויב, כאשר למעשה הוא מטוס אמריקאי מוכר. בסרט השני בסדרת 'נשר הברזל', מתרחש קרב אוויר בין F-16 לבין מטוס אויב מסוג F-4 - שהוא מטוס פאנטום. הקהל, מציודו, משוכנע כי הוא רואה מטוס מיג 29 סובייטי. "לפאנטום יש גמלוניות כלשהי. הגמלוניות שלו מול היופי של מטוסי חיל האוויר האמריקאי מה"דור החדש, מראה את העוצמה של חיל האוויר. ברנע שאתה מאמין שאלה הטובים ואלה הרעים, זה חסר משמעות אם אתה רואה מטוס F-4, כפיר או מטוס אחר", אומר מרון.

כדי ליצור סרט אמין ככל שניתן, נעזרים במהלך הפקתו בטייסים אמיתיים כיועצים מקצועיים. הם מספקים מידע בנושאים תעופתיים רבים, החל בדרכי תיפעול תא הטייס, וכלה ביכולות המטוס. פעמים רבות, תפקיד היועץ המקצועי הוא 'להוריד מהעץ' במאי המשרטט תרחיש דמיוני מדי. כך למשל, אם

הבמאי מתכנן שהמיג 29 של האויב יופל מהקרקע על ידי גיבור המשתמש בכדור האחרון באקדח ה-9 מ"מ שלו - תפקיד היועץ הוא להסביר לבמאי, בעדינות, כי תרחיש זה אינו מציאותי.

בסרטי תעופה המצולמים בארץ, משמשים ותיקי חיל האוויר כיועצים מקצועיים. בארה"ב ניתן למצוא טייסים העוסקים ביעוץ בקביעות. פרט ליועצים יש גם מדריכים מקצועיים, המלמדים את השחקנים את הענה המקצועית בה משתמשים טייסים, את דרכי תיפעול תא הטייס ונטישה וכו'.

"סרט אפקטים טוב הוא סרט שבו הצופה משוכנע שהוא רואה את הדבר האמיתי", אומר אביטל בריגן. "אם הצופה רואה מטוסים מתנגשים ומתפוצצים, אסור שהוא יראה את החוטים המושכים את המודלים". "אני מוכר לצופים משהו שהוא יותר טוב מהמציאות", אומר מנחם גולן. "סרט שנעשה בו שיי מוש באפקטים, נראה על הבד יותר אמין מאשר החיים האמיתיים, ואיש אינו מרגיש בכך שזו אשליה. המציאות של הסרט היא הדמיון של הצופה".



## שמונה עשורים מעל הוליווד



בוקופיט של ה-B-24. מתוך "פיקוד אווירי אסטרטגי"

כיוון - מהפקת סרטים התומכים בצבא לכאלה בהם "הרעים" הם המפקדים הצבאיים. FAIL SAFE מ-1964 היה סיפור בידיוני על משימת B-52, שהשתבשה כשיהיה הפצצה גרעינית של מוסקבה, ותגובת-נגד סובייטית על ניויורק. עוד נראו על המסך סיפורים פנטסטיים על אנשי צבא שאיבדו את שפיותם והתרוצצו אחוזה אמוק עם נשק גרעיני. המפורסם בהם היה "דוקטור סטריינג'לוב", או: "איך למדתי להפסיק לדאוג ולאהוב את הפצצה" מ-1964, קומדיה שחורה בכיכובו של פיטר סלרס בשלושה תפקידים שונים. הסרט הציג B-52 מהפיקוד האווירי האסטרטגי גי בדרכו לרוסיה במשימה ללא דרך חזרה, והוא הסתיים עם הטייס (סלים פיקנס) הרוכב על פצצה אטומית, כדי להתחיל במלחמת-עולם שלישית. במהלך תקופה זו, גם סיפורי המלחמה הישנים שהוליווד סיפרה מחדש נשאו עימם מסר אנטי-מלחמתי. למשל, THE BLUE MAX מ-1966, על אייס גרי מני ממלחמת-העולם הראשונה (בכיכובו של ג'ורג' פפרד), שהופך לגיבור לאומי ואו נהרג על ידי מפקד שאפתן. ב-1979 הציג "מילכוד 22" אוסף ביזארי של אנשי צוות-אוויר חסרי מוטיבציה, מפקדים מבלבליים ואנשי צוות קרקע תככנים.

יתכן שהבעיה לא היתה כל-כך אידיאולוגית: האולפנים פשוט ראו שסרטי וייטנאם לא מוכרים כרטיסים. צ'ארלס דיוויס, מנהל חטיבת הבידור ב-WESTERN REGION OFFICE OF USAF PUBLIC AFFAIRS בלוס אנג'לס, מסכם את העניין כך: "וויטנאם היתה סיפור עצוב שנעלם לכיוון של סוף לא טוב, וזה שובר את הכלל הבסיסי בבידור".

הטעם המר נשאר הרבה אחרי שמלחמת וייטנאם הסתיימה, אך בהדרגה חזרה אהדת הציבור לצבא. איתה הגיעה גם מעין התפישות בין הוליווד לכוחות הצבא, ובמיוחד עם התעופה הצבאית.

פריצת דרך בולטת הגיעה בשנות השמונים כשיצא לאקרנים הסרט המצליח מאוד "אהבה בשחקים" (TOP GUN) בכיכובו של טום קרוז. הסרט סיפר את סיפורם של צוותי F-14 טומקט של הצי האמריקאי, אך הוא הצית מחדש את ההתלהבות של הוליווד לגבי סרטי תעופה באופן כללי. הצבא יכול היה לספק אביזרים חדשים ומלהיבים - מטוסי קרב מתוחכמים ומפציצי צים-על-קוליים - כמו גם סצינות קרב עתירות אקשן. אולם, בימים אלה חילה האוויר האמריקאי כבר לא מתרשם מכוכבי הקולנוע כפי שנהג בשנות השלושים, ואישור הפרויקטים לא מתקבל בקלות.

יחידת יחסי הציבור של חיל-האוויר האמריקאי דנה לאחרונה ברעיון לתמוך בסרט על טייס ממורמר, שמטיס F-117A עם חימוש גרעיני לווייטנאם כשיבתו לכבוד לגמור סופית את המימשל. פקידי הצבא הציעו שהתסריטאי ישתבש את הסיפור או שישבח משיתוף פעולה רשמי.

הצעה של סרטי קולומביה זכתה לתגובה אחרת. הסרט הוא סיפור מחמם לב אודות אב ובתו בתיה-עשרה, שמנסים ללמד להקת אווירם לעוף דרומה. בעוד השניים טסים בשני מטוסי אולטרלייט עם האוויר, הם נוחתים בבסיס צפוני של חיל-האוויר, ואז עפים לסוף טוב. חברת קולומביה לא רק צילמה את הסרט בבסיס, אלא קיבלה גם קבוצת ניצבים שלא הזדקקו לתלבושות. על-פי חוקי מחלקת ההגנה, אנשי צבא יכו לים להופיע בסרטים ולעזור ליוצרי הסרט בזמן שאינם בתפקיד. הסרט, ששמו הזמני הוא FATHER GOOSE, אמור לצאת למסכים השנה.

בכמה הזדמנויות, צילמה הוליווד את המלחמה "בשידור חי". צוות צילום אחד הגיע לבריטניה בזמן המלחמה לטוס עם צוותי חיל-האוויר וחזר הביתה עם סרט דוקומנטרי שגנרל ארנולד הורה להפיץ לכל בתי-הקולנוע הצבאיים. "ממפיס בל" המקורי מ-1944 עדיין בולט לטובה ויש אומרים שהוא טוב יותר מהגירסה הבידיונית שהופקה כמעט חמישים שנה מאוחר יותר בעזרת כל הטכנולוגיה הקיימת לטובת יוצרי הסרטים של ימינו.

הוליווד יצרה את סרטי מלחמת-העולם השנייה הטובים יותר דווקא לאחר סיום המלחמה, כשכולם יכלו להפסיק להעמיד פנים שהכל היה קל כל-כך. ב-1949 למשל, הציג הסרט TWELVE O'CLOCK HIGH את גרגורי פק מנסה לעצב מחדש יחידת הפצצה שסבלה ממול וע. COMMAND DECISION מ-1948 הראה את קלקו גיבל מתייסר מול אוברדן כבד. הצד שלנו עדיין ניצח, אבל אפשר היה להודות כמה כבד היה המחיר ששילמנו.

יוצרי הקולנוע לא הראו את אותה ההתלהבות לשיחור המבצעים האוויריים במלחמת קוריאה כפי שעשו במהלך שתי מלחמות-העולם. מלבד כמה סרטים שונים שהציגו מטוסי קרב סילוניים, התעלמו המפיקים מהמלחמה. יוצא הדופן היה הסרט THE MC'CONNELL STORY של האחים וורנר מ-1955, שהציג ביוגרפיה של קפטן ג'ון מק'קונל, אייס סילוני שלוש פעמים בקוריאה, שנהרג בהתרסקות ב-1954. חמש שנים לאחר סיום המלחמה יצא לאקרנים הסרט BATTLE HYMN, סיפורו האמיתי של דין הס, שנאטור שהפך לטייס קרב במלחמת-העולם השנייה ובמלחמת קוריאה.

סרטים אודות חיל-האוויר "החדש" הצליחו טוב יותר. בסרט "פיקוד אווירי אסטרטגי" מ-1955, פיקד ג'ימי סטיוארט, בשבוע מהקרב, על יחידת בקרה אסטרטגית אווירית של SAC. סרטים נוספים על SAC נוצרו בהשראת סרט זה, ביניהם BOMBERS מ-1957.

מלחמת וייטנאם הובילה לעידן אנטי-מלחמתי ואנטי-צבאי בקרב יוצרי הסרטים. דעת הציבור האמריקאי החלה לפנות נגד המלחמה, וגם הוליווד שינתה

ב-1911 השתתף לוטננט צעיר בשם הנרי ארנולד בכי נוס אווירי בלונדון איילנד, כאשר חברת הפקה גייסה אותו לשרת כפעלולן מעופף בסרט בשם "הצופה הצבאי" (THE MILITARY SCOUT). זה היה אחד המיפגשים הראשונים בין התעופה הצבאית לסרטי הקולנוע.

"הצופה הצבאי" לא הפך לשובר קופות, אך זכה להצלחה צנועה וסימן את התחלת הרומן הארוך של תעשיית הקולנוע עם התעופה ועם הצבא - רומן שהקיף את המאה וכלל בתוכו רבים מכוכבי הוליווד. לאחר נסיונו הקצר בקולנוע, פנה לוטננט ארנולד לדברים גדולים יותר - פיקוד על חיל-האוויר האמריקאי קאי בזמן מלחמת-העולם השנייה ועלייה לדרגת גנרל. למרות זאת, "הפ" ארנולד מעולם לא איבד את העניין בסרטים. לפני ובמהלך המלחמה, זיהה את התפקיד המכריע שמילאו הסרטים, כעזרי אימון לחיילים וגם כאמצעי לכיבוש תשומת-לב ותמיכת הציבור במאמץ המלחמתי.

הוליווד מצידה, גילתה שתעופה צבאית היא מיכה רה זהב לספורים טובים. סרטים רבים הופקו בעקבות הניסיון הראשון ההוא. ב-1929, העניקה תעשיית הקולנוע את פרס האוסקר לסרט הטוב ל"כנפיים" (WINGS), בכיכובם של ריצ'ארד ארלן, באדי רוג'רס, קלרה באו ושחקן צעיר בשם גארי קופר. הסרט התמקד בחיל-האוויר האמריקאי במלחמת-העולם הראשונה. אחריו באו כמה סרטים דומים כמו CRIMSON THE LOST 'N' DAWN PATROL, ROMANCE SQUADRON. בהמשך, טייסי הקולנוע נלחמו ברעים ב-"SATURDAY SERIALS", ומטוסי חיל-האוויר עזרו אפילו להציל את פיי ריי בכך שירו בקינג קונג מעל בניין האמפייר סטייט.

ב-1935 נשלחה מהוליווד נבחרת כוכבים לשדה רני דולף בטקסס, לצלם את "ווסט פוינט של האוויר". ארבע שנים מאוחר יותר, רלף ריצ'רדסון ומרל אוברון הבריטים ניכבו בסרט דומה אודות אימוני חיל-האוויר הבריטי המלכותי. הסרט, שנקרא "לאריה יש כנפיים", שוחרר לאקרנים כשאידיופה עמדה על סף מלחמה.

בזמן מלחמת-העולם השנייה, ראתה הוליווד בייצירת סרטים שעסקו בצבא את תרומתה למאמץ המלחמתי. כוחות הצבא עשו כל שיכלו על מנת לסייע, אך הכוחות היו עסוקים ופרושים על פני כמה יבשות. המפיקים נאלצו להסתפק בצילום תרגילי אימון ובישימוש בסרטי ארכיון. כתוצאה מכך, הצגת המלחמה בסרטים הוליוודיים היתה מוגבלת. גיבור הסרט היה מוצג כשהוא ממריא למשימה ב-P-40 ונוחת לאחר ניצחון סוחף ב-P-51. בימינו, יועצים טכניים של חיל-האוויר האמריקאי היו מתכווצים בכסאותיהם מול אי דיוקים שכאלה, אך צופי הקולנוע של אז לא שמו לב.

התסרטי הטיפוסי הציג נערי חווה ועירוניים מתוחכמים, כשהם עוברים את מסלול האימונים המפריך ונלחמים בקרבות אוויריים, שצולמו בגירסה סטריילית ומשופצת. הניצבים נפלו בקרב, אך הגיבור לא יצא עם יותר משריטה. טייסי האויב היו מרושעים אך חסרי יכולת של ממש, וגם אם הצד שלנו לא ניצח בקרב, תמיד ניצחנו במלחמה.

למרות חסרונותיהם, כמה מהסרטים לא היו רעים, גם בסטנדרטים של היום. AIRFORCE מ-1943, הציג סיפור משכנע אודות מטוס B-17 שנוחת בפרל הארבור במהלך ההתקפה היפנית. "שלושים שניות מעל טוקיו" מ-1944, היה סרט מרגש, על-פי ספרו של טד לאוסון על הפשיטה המפורסמת של מטוסי B-29 ב-1942.

# רק אני והמסוכן

הוא משמיע רעש של מכסחת דשא, נראה כמו חרגול מוזר, אבל הביצועים האירובאטיים שלו מרהיבים: מסוק מונחה-רדיו, המוטס מהקרקע עלידי אפרים קסטיאל, בן 22, שזכה לאחרונה במקום החמישי באליפות העולם להטסת מסוקים מונחי-רדיו. בזמנו הפנוי מטיס קסטיאל גם מטוסי אולטרה-לייט וגם מסוקים אמיתיים, שעליהם הוא אומר: "זה לא זה" שירה אנסקי ונועם אופיר צילומים: יעל חביליו

שלי





**ג**עש, שדה ירוק, קילומטרים ספורים צפונית לר"חובות הסואנים של תל-אביב. למעט טירטור הטרקטור שנוסע בסביבה, הדבר היחיד ששומעים הוא ציוץ הציפורים. לפתע, משהו מפר את השלווה. רעש שמוזכר מכסחת דשא. הוא מגיע מרחוק ומתחזק בהדרגה. העצם שחולף במירות מעל ראשו נראה כמו חרוגל מתכתי, שזינוק מסרט מדע בדיוני. הוא מטפס לגובה רב, מבצע כמה לופים מעל המכונית שלנו, ממשיך בצלילה מהירה למיטה, ומזנק מעלה כשהוא משאיר אחריו שובל ארוך של עשן.

החרוגל המעופף מופעל על-ידי בחור צעיר, השולט עליו מהקרקע. תנועות ידיו המסיטות את ידיות הניגון, מתורגמות לתנועות מדויקות של החרק המתכתי. שמו של הבחור אפרים קסטיאל, והחרוגל שהוא מטיס הוא מסוק מונחה-ידיו משוכלל. קסטיאל, בן 22, נחשב לאחד מהטובים שבמטיסי המסוקים המוניחים בעולם. השנה, הוא זכה במקום החמישי באליפות העולם להטסת מסוקים מונחה-ידיו שנערכה בפינלנד. בשמונה השנים האחרונות הוא זכה, ברציפות, באליפות הארץ בתחום הזה.

הוא בן למשפחת קסטיאל, בעלי מפעל הרהיטים, ובילדותו היה מגיע אל המרתף שבו תיכנן האב רהיטים, ובונה טיסנים משאריות העץ. גם האב, משה, נהג לבנות טיסנים בילדותו, והוא זה שהדביק את אפרים בשיגעון התעופה. "התחלתי עם טיסנים בגיל 11", הוא מספר. "אבי פתח לפני את העולם הזה, ויחד היינו מסתגרים במרתף הבית שלנו ברמת-השרון, בונינו טיסנים מעץ ונייר, ומטיסים אותם".

כשהתגייס, ניסה להתקבל לקורס-טיס, אבל נדחה מסיבות רפואיות. "העובדה שנאלצתי להישאר על הקרקע, לא מנעה ממני לעסוק בתחום התעופה בצבא", הוא אומר. "בזכות הרקע שלי בטיסנים, שיירתתי כמטיס בטייסת המזל"טים של חיל-האוויר". לאחר שהשתחרר, ובמקביל לעבודה במפעל המשי פחתי, המשיך להתמקד בתחביבו: הטסת מסוקים מוניחים-ידיו. תחום נפוץ מאוד בעולם, הזוכה בהדרגה להתעניינות גם בארץ.

המסוקים אותם מטיס קסטיאל הם מדגם העשוי מתכת וחומרים מרוכבים, כמו סיבי פחמן. את המסוקים, המגיעים בקיטים להרכבה עצמית, הוא מרכיב במרתף ביתו, שנראה כמו מוסך קטן. בתוך המגירות מסודרות שורות רבות של ברגים, אומים וחלקים שונים. על הקיר תלוים עשרות מברגים, מקדחות, פצירות ומשוריות. כל אחד, אומר אפרים, יכול להרכיב מסוק מתוך הקיט. המלאכה אינה דורשת ידע מיוחד.

צורתו החיצונית של המסוק מזכירה כאמור חרק. הוא נראה כמו אוסף מקרי של צינורות, מנועים ואביזרים מכניים אחרים. על השלד החשוף ניתן להתקין כישוים מיוחדים, אם רוצים להעניק לו מראה של מסוק אמיתי, אולם התוספת הזו פוגעת באופן משמעותי בביצועים. מסיבה זו, הכיסוי היחיד שמתקין אפרים על המסוקים שלו, הוא מעטה שקוף מפלסטיק.

כמה פרטים טכניים: המסוק הזעיר מצויד במנוע בוכנה המונע על-ידי תערובת דלק מיוחדת. המנוע מפיק שניים וחצי כוחות סוס, ואם לוקחים בחשבון שמשקלו הכולל של המסוק הוא ארבעה וחצי ק"ג, הרי שניתן להשוות אותו למנוע מכונית בנפח של אלף סמ"ק, שיצליח להפיק למעלה מ-250 כוחות סוס.

מנוע המסוק מגיע רוטור דו-להבי, העשוי מחומרים מרוכבים קלי משקל. הרוטור מגיע למהירות של כ-

משת לשליטה על כיוון המסוק, והשמאלית ממשתלשלת על תנועת המסוק ולצדדים.

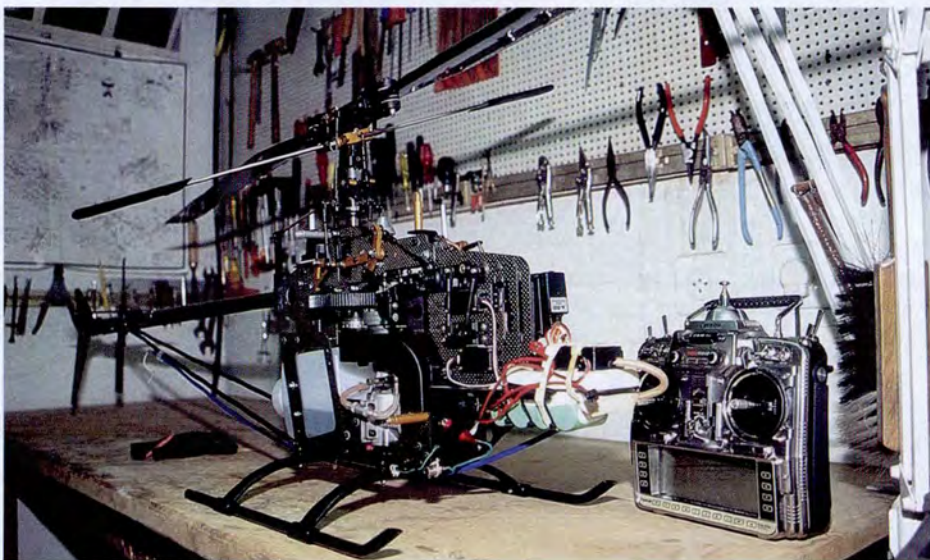
"רגע השיא בהטסת המסוקים", אומר קסטיאל, "הוא בתחרויות הנערכות מדי שנה בארץ ובקלוב התעופה בארץ, ארגון המאחד בוני טיסנים שונים וכן טייסי מטוסים ומסוקים קלי שמונה שנים הוא גם מייצג את ישראל בתחרויות בינלאומיות.

לתחרויות האלה הוא מגיע כשבוע לפני תחילתן. בעוד צמוד שתפקידו להכריז על סוג

1,700 סיבובים בדקה, שיעור גבוה בהרבה מזה של מסוק אמיתי. הרוטור הראשי של מסוק הקוברה, לדוגמה, מסתובב במהירות של 300 סיבובים לדקה.

מהירות הסיבוב של הרוטור, בשילוב עם ההספק הגדול של המנוע, מעניקים למסוק המונחה ביצועים שטייסי מסוקים אמיתיים יכולים רק לחלום עליהם. למסוק המונחה אין כל מוגבלת ג'י, כך שהוא יכול לבצע לופים, ריחופים, ותמרונים מורכבים אחרים ללא כל בעיה. מהירותו המירבית 120 קמ"ש, והוא מסוגל לשאת מטען במשקל של עד שישה ק"ג.

השליטה על המסוק נעשית באמצעות שלט-רחוק. שתי ידיות ניהוג מפעילות אותו. הידית הימנית מש-



שהמטיס עומד לבצע, ולכוון את המפעיל במקרה של סטייה בטיסה. התחרות נמשכת כשבוע, ובמהלכה זוכה המתחרה להפגין בכמה הזדמנויות את יכולת ה"סטה שלו".

"התחרות מורכבת מתשעה תרגילים קבועים מראש", מסביר קסטיאל, "כך שאין הרבה מקום ליציר רתיות, מה שחסר לי במידה רבה. מספר שבועות לפני התחרות אני מקבל את רשימת התרגילים שעלי לבצע, הליך מקובל שנועד לאפשר למתחרים להתאמן. אלי פות העולם האחרונה כללה ארבעה תרגילי איורבטיקה וארבעה תרגילי ריחוף. בתרגיל ריחוף, למשל, הייתי צריך להעביר את המסוק מעל מספר דגלים שסודרו על הקרקע בצורת הסיפורה שמונה. כל חריגה הביאה לירידה בניקוד. בתרגיל האחרון, נבחנתי בביצוע אוטוורטציה, כלומר - כיבוי המנוע תוך כדי טיסה והנמכה מבוקרת עד הקרקע".

בתום ימי התחרות הראשונים נערך סיכום נקודות, ועשרת המטיסים הטובים ביותר עולים לשלב הגמר. "אחד הדברים המרתקים בתחרויות הוא המיפגש עם מטיסים מכל העולם", אומר קסטיאל. "למרות התחרויות, האווירה היא תמיד ידידותית ונעימה. התחרות היא בעצם תירוץ למיפגש שנתי - הרי מדובר באנשים שיש להם תחביב משותף, וכך יש הזדמנות להתייחס זה לזה".

"רוב המתחרים משקיעים מעט מאוד זמן באימונים לתחרות. הסיבה בעיקר כלכלית. רק מעטים, במיוחד כאלה הממונים על ידי יצרניות הטיסים, יכולים להרשות לעצמם להקצות זמן רב לאימונים. מדובר בתחביב שדורש דלק וחלקי חילוף יקרים, שעות רבות של עבודה, ובנוסף - קיים סיכוי לא קטן שהמסוק ייהרס כליל בתאונת אימונים".

תאונת אימונים כזו התרחשה לנגד עינינו בשדה הירוק של געש. במשך דקות ארוכות הפגין אפרים שורה של תמונים מורכבים, כמו ריחוף הפוך וטיסה לאחור תוך ביצוע לופים. לפתע הפסיק המסוק להגיב לפקודות השלט, החל להסתחרר וצלל במהירות לעבר הקרקע. קסטיאל עשה מספר נסיונות מהירים להחזיר את השליטה לידיו, אך ללא הצלחה. המסוק פגע בקרקע והתנפץ לרסיסים. "זה מסוק שאני משתמש בו רק לאימונים", הסביר קסטיאל בקור רוח. "כנראה שניתק אחד מרכיבי הרוטור, ולכן הוא איבד שליטה. בבית אני כבר אעשה לו ניתוח פתולוגי".

את שאר זמנו הפנוי מקדיש קסטיאל לתחביבו ה"משניים": הטסת מטוסי אולטרה-לייט, והטסת מסוקים אמיתיים, שעליהם הוא אומר "זה לא זה". בשנה האחרונה נוסף לו תואר חדש - אלוף הארץ בקארטינג - מירוצי מכוניות זעירות. "יש הרבה דמיון בין הטסת מסוקים מונחים לנהיגה במכוניות מירוץ", הוא מסביר. "האדרנלין הגבוה, הקואורדינציה, רזיונות הידיים, מהירות המחשבה והתחרותיות. אגב, איירטון סנה, אלוף העולם המנוח בתחרויות מירוצי המכוניות 'פורמולה 1', נהג להתאמן בהטסת מסוקים מונח-ידיו. הוא טען שהניסיון שרכש בהטסת המסוקים, תרם לו רבות בעת מירוצי המכוניות".

כשנפרדנו מאפרים קסטיאל, הוא נשאר במשטח האימונים כדי להמשיך ולהתאמן לקראת אליפות העולם, שהתקיימה שבועיים מאוחר יותר. בסבלנות אין קץ, חזר פעם אחר פעם על אותו קטע בתרגיל שיבצע בתחרות. באלופות העולם היא, שנערכה שבועיים מאוחר יותר, הוא נתן הופעת יחיד וירטור אוזית של שליטה מוחלטת בכלי - הופעה שהעניקה לו את המקום החמישי המכובד.

# קולקציית

כמעט 20 אלף כלי טיס שונים ומשונים מגיעים מדי שנה לעיירה אושקוש שבמדינת ויסקונסין בארה"ב, לאירוע התעופה המפורסם והססגוני. מטוסים מכל הזמנים והסוגים, כלי טיס מתוצרת עצמית, טיסות ראוה, אירובטיקה שלא מהעולם הזה, טיפוסים יוצאי דופן, ביצועים אוויריים מדהימים. אשר נחמיאס, לשעבר יו"ר אגודת התעופה הכללית בישראל, חזר מאושקוש עמוס חוויות



# הקיץ



צילומים: עופר נחמיאס

ביבה. בסוף השבוע מגיעים למקום למעלה מחצי מיליון איש, עם מכוניותיהם, והמראה מהאוויר הוא פשוט מרהיב.

בקצה הדרומי של השדה חונים, מבריקים ומצוחצחים, כאילו יצאו זה עתה מבית-החרושת, מטוסים ממלחמת-העולם השנייה: כ-50 מטוסי מוסטנג, כ-50 מטוסי הארוורד, כמספר הזה סטירמונים, עשרות מטוסי צי, ביניהם מסוג קורי סאייר ות'נדרבולט, מפציצי מיטשל B-25 ו-B-17, עשרות מטוסי סיור ועוד ועוד. כולם במצב טיסה, וכולם נוטלים חלק בטיסות הראווה. המטוסים האלה משתייכים לאגודת "ציפורי המלחמה" (WAR BIRDS) של אמריקה ומהווים את אחת האטרקציות החשובות באירוע.

בתצוגה האווירית ביום השלישי לאירוע, המריאו בזה אחר זה, במיננים, כמעט כל המטוסים האלה וחלפו ביעפים בגובה נמוך ובמיננים גדולים בגובה אלף רגל. המראה של יותר ממאה מטוסים כאלה בריזמנית, הוא מראה מיוחד במינו, שריגש את הוותיקים שבינינו, אלה שזמזום עשרות מנועי הבוכנה הזכיר להם ימים רחוקים.

בהמשך - תצוגה מרשימה של עשרות מטוסי נוסעים ומטוסי התעופה הכללית משנות ה-20

אוגוסט 1996. היינו קבוצה של טייסים ישראליים, שהגיעו מלאי ציפייה לעיירה אושקוש, שבמדינת ויסקונסין, ארה"ב. מדי שנה מתרחש שם, בשדה-התעופה ויטמן, אירוע שמקפיץ לנו, הטייסיים, את הלב. הגדול מכולם, המרהיב מכולם, המעניין מכולם: OSHKOSH FLY IN - מארגנת האי-רוע, הנערך כבר 44 שנים, היא ה-E.A.A. - אגודת המטוסים הנסיוניים האמריקאית. כאן המקום להסביר, שבארה"ב אפשר לבנות ולהטיס כל כלי טיס שהוא, גם ללא רישיון של מינהל התעופה האזרחית, ובלבד שייקרא "נסיוני", והבנייה וההטיסה תיעשה על אחריותו של בעל המטוס. ואכן, כמה מכלי הטיס המשתתפים בתצוגה האווירית באושקוש, טסים כנראה בניגוד לחוקי האירודינמיקה.

לאירוע מגיעים בין 15-20 אלף כלי טיס אור-חיים מכל רחבי ארה"ב וקנדה, רובם מטוסים קלים מכל הסוגים, וכמה אלפי מטוסים המשתתפים בתצוגה קרקעית, ובטיסות ראוה ואירובטיקה. המטוסים חונים על מישטחי דשא בין ארבעת מסלולי השדה. האורחים המגיעים עם מטוסייהם, מתמקמים באוהלים מתחת לכנפיים. האורחים המגיעים ללא מטוסים, משתכנים בבתי-מלון בס-

האירוע חגים באוויר, ברזומנית, עשרות מטוסים מסוגים ומהירויות שונים. החל ממטוסי בוכנה ישנים או תובלה המשייטים במהירות של כמאה קשר, דרך מטוסי הדור החדש הפרטיים (כמו סוגי ה"לנסר") במהירויות של 200 קשר, וכלה במטוסי קרב אורחים של חיל-האוויר האמריקאי. כל אלה ממריאים ונוחתים כל הזמן על ארבעת מסלולי השידה, חגים מעל הקהל ביעפי הדגמה או יוצאים מהשדה ונכנסים אליו והכל בסדר מופתי, ללא לחץ ותקלות.

סיפור בפני עצמו הוא הנחתת אלפי המטוסים האורחים בימים שלפני תחילת האירוע: תהליך ההנחתה נעשה ללא שימוש בקשר על-ידי הטייס, אלא על-ידי הפקח בלבד, כאשר הטייס מטיס את המטוס על-פי נוהל שקיבל מראש, ומאשר את הוראות הפקח בנפנוף כנפיים. בצורה כזו מונחתים, ברזומנית, עשרות מטוסים. לאחר הנחיתה הם מתפנים מהמסלולים על-ידי הכוונה של רוכבי קטנועים, ישירות למקום החניה. מושלם.

הקשורים לאירוע: האירגון ופיקוח הטיסה. אירוע אושקוש הוא דוגמה מופלאה לאירגון מושלם של הפקה ענקית. אלפי המטוסים ומאות אלפי המבקרים מקבלים תמורה מלאה בהנאה ובשירותים השונים המסופקים ללא הגבלה. עשרות דוכני מזון ומסעדות, מאות תאי שירותים כימיים, מגרשי שיחיה לרכב, שירות אוטובוסים וקרונות בתוך שטח השדה, המאפשר להגיע בנוחות ובמהירות לכל פינה או תצוגה (ללא תשלום), שירותי רפואה ועזרה ראשונה, קמפינג ואפילו שמרטף, שירותי מוסכים ותיקונים למטוסים ולמכוניות, שוק פשפשים ובו מכל טוב - החל מפריטי ביגוד וכלה בחלקי חילוף משומשים למטוסים וציוד לטייסים, וכן שלושה האנגרים ענקיים ובהם חלפים חדשים, מכשירי ניווט ועוד. ומעל לכל, הקהל: מאות אלפי אנשים המתנהגים בנימוס ובסבלנות, ואינם עוברים ולו במטר אחד את הקו הדמיוני המפריד בין אזורי הקהל והמסלולים. וכמה מלים על פיקוח הטיסה: במשך כל תקופת

וה-30, גם הם במצב חדש, שהוטסו על-ידי בעליהם לתצוגה. המטוסים האלה מאוגדים באגודת "המטור" סים הקלאסיים". חלקם מאובזרים וממוכשרים בציד המקורי, אבל אפשר גם לראות מטוסים בני 30 שנה ויותר עם פאנל מכשירים מודרני. בין המטוסים ניתן לראות את מטוסי הנוסעים הגדולים של שנות ה-50: הקונסטליישן, הסקימסטר, הקומנדו וכמובן הדקוטה. כולם הוטסו לאושקוש ממקום חנייתם הקבוע ברחבי ארה"ב.

האלה. מאות מטוסים מבנייה עצמית, בעלי קווים אירודינמיים להפליא, עם ביצועי מהירות ותצוקת דלק (נמוכה כמובן) מרשימים ביותר. חלק חשוב בתצוגה הקרקעית והאווירית הם המטוסים הבנויים בשיטת ברט רוטן, הגה גבוה מלפנים וכני פיים אחוריות, גם הם בבנייה עצמית. מאות מהם חורגים שורות שורות, כשלידים אפשר למצוא את בעליהם שישבירו ויספרו בגאווה כיצד בנו אותם, ומהן תכונותיהם. חלק גדול מהאנשים האלה, אגב, הם פנסיונרים, שמעולם לא היו טייסים. רק עתה, משיצאו לגימלאות, הם מקדישים את כל מרצם ואמצעיהם לבניית המטוס וללימוד הטיס.

בקצה הצפוני של השדה נמצא איזור מטוסי האולטרלייט, שעשרות מהם, ביניהם דגמים חדשים, מפגינים את ביצועיהם.

בכל שנה מכריזה האגודה המארגנת את האירוע על נושא מרכזי, הקשור למורשת התעופה של ארה"ב. הנושא השנה היה הצדעה לטייסי הניסוי הוותיקים של ארה"ב, ביניהם צ'אק ייגר, סקוט קרוספילד, ביל דנה, בוב הובר ועוד, ולוותיקי מלחמת וייטנאם וקוריאה, ולמטוסים שהשתתפו במלחמות האלה. זה היה מרתק לראות מטוסי סייבר, מיג-17 ומיג-19 ממדי

ריאים יחד וחולפים בגובה נמוך מעל השדה. מיפגני האירובטיקה, הנערכים בכל יום, הם סיפור בפני עצמו. במיפגנים האלה משתתפים טובי הטייסיים בעולם, המפליאים בלהטוטיהם במטוסי אקס-300, פיטס ואחרים. ראויים לציון מיוחד: הטייס שין טק, שהפליא בלהטוטי אירובטיקה בלתי אפשריים במטוס פיטס ספיישל, הטייס פטי ווגסטאף והטייס ג'ין סוסי במטוסי אקס-300, גילי קלארק שהפגינה יכולת מופלאה בתרגילי אירובטיקה במטוס נוסעים ביצקרפט דרומוני משנות החמישים, וצמד "הקשר הצרפתי", שהדהימו בתרגילי אירובטיקה שבהם טסו אחד מעל השני, במהופך, קוקפיט לקוקפיט.

מרגשת במיוחד היתה הופעתו של בוב הובר, בן ה-82, עם מטוס הגרנד קומנדרו דרומוני, שביצע את תרגילי האירובטיקה שלו ללא מנועים וללא מדפים, בצורה מושלמת.

מופע מיוחד נוסף היתה טיסת הצדעה במיבנה של שני "חתולי השאול": מטוס F-14 חדיש עם מטוס הלקט F4U בוכנתי ממלחמת-העולם השנייה. אי אפשר שלא להתייחס לשני נושאים מרכזיים



# אזרחי שמיים





האיום הגרעיני חי וקיים?

# ארה"ב איימה חמש פעמים להשתמש בנשק גרעיני

בעוד האמנה למניעת ניסויים גרעיניים נחתמת באו"ם, מצביעות כל ההערכות על כך שארה"ב השופה עדיין לאיום גרעיני – ממש כמו בימי המלחמה הקרה ● האיום הזה הפך לאחר הנושאים הבוערים במירוץ לנשיאות ● הגנרל יוג'ין האביגר, ראש הפיקוד האסטרטגי של ארה"ב, טוען כי החרתעה הגרעינית מוכיחה את עצמה, ואין צורך במערכת הגנה לאומית בפני טילים ● כחלק מהחרתעה הגרעינית, טוען האביגר, איימה ארה"ב חמש פעמים להפעיל נשק גרעיני, אחת מהן ב-1973, במלחמת יום הכיפורים

טיל המיינטמן, אחד המרכיבים העיקריים במדיניות ההרתעה הגרעינית האמריקאית במלחמה הקרה, נמצא עדיין בשירות מבצעי. בתמונה: אחד מניסויי השיגור הראשונים. בעמוד הבא: מוצב במינהרת השיגור (סילו)



# באוויר העולם

## כישלון לטיל התיאוד, הצלחה ללייזר המוטס

שני הפרויקטים האמריקאיים המובילים ליירוט טק"ק (לצד פרויקט החץ, המשותף לארה"ב ולישראל) פנו בשבועות האחרונים לכיוונים מנוגדים: טיל התיאוד נכשל בפעם השלישית ברציפות בניסיון לייירוט טיל קרקעי קרקע (טק"ק). פרויקט הלייזר המוטס, מצד שני, הצליח בניסוי המערכת הראשון שלו, שנערך לאחרונה.

עד כה נכשל התיאוד בכל שלושת ניסיונות היירוט שבצע. הניסוי האחרון נכשל בשל תקלה בראש החיפוש של הטיל. ניסוי קודם, במארכס, נכשל בשל תקלה במערכת השלישית של הטיל. זה היה לאחר ניסוי היירוט הראשון בדצמבר 1995, נכשל בגלל תקלת תוכנה. הניסוי הבא מתוכנן בנובמבר. משרד מבקר המדינה האמריקאי המליץ לפנטגון לעכב את שלב הקדם ייצור של התיאוד, לאחר שהפרויקט כבר הרג מהעלויות המתוכננות ומלוח הזמנים, והוא נתקל בבעיות טכניות המקשות עליו לענות על דרישות הביצועים.

מנגד, ביצע אחד משני הצוותים המתחרים על פיתוח פרויקט הלייזר, לנכנית לייזר מוטס לייירוט טק"ק, ניסוי מערכתי מוצלח. הצוות, שאותו מובילה "בואינג", והוא כולל את TRW ואת "לוקהיד מארטין", נכון בהצלחה את מערכת הלייזר שבונה TRW ואת מערכת בקרת האש, מתוצרת "לוקהיד". חיל-האוויר האמריקאי מייעד את ה-ABL לאיתור ולהשמדת טק"ק זירתי בשלב ההאצה שלו, כשהוא נמצא עדיין מעל אזור השיגור. לייזר בעוצמה של יותר ממגהוואט אחד, יותקן בחרטומו של בואינג 747-400, וישמיד את מטרתו ממרחק מאות ק"מ. חיישני אינפראאדום יאפשרו ל-ABL לאתר את הטק"ק שניות לאחר שיגורו, וסמך לייזר יינעל על גוף הטיל, ויעביר את נתוני המהירות והמיקום שלו למערכת בקרת האש, הצורך בהשמדת המטרה ממרחק מאות ק"מ דרוש לייזר בעוצמה רבה ו-TRW הוכיחה כי הלייזר הכימי הוא בעל העוצמה הדרושה.

מורה על הפעלת נשק כימי או ביולוגי נגד חיילי ארה"ב, צבאא היה מותקף בנשק גרעיני – הושמעה עורב ב-1991. למרות זאת, טוען פקיד אמריקאי בכיר, העיראקים חששו יותר שישראל תפעיל נגדם נשק גרעיני. "אני חושב שסאדאם עשוי היה לחשוב, שארה"ב אולי תפעיל נגדו נשק גרעיני, אבל אני מעריך שהוא היה די בטוח שישראל תעשה זאת".

המשט המקרים שהוכיז האביגור, אינם, לדעת רבים, הפעמים היחידות בהן איימה ארה"ב או לפחות שקלה להפעיל נשק גרעיני. בין המקרים הנוספים נמצאים משבר ברלין, ב-1948, כאשר בריה"מ הטילה מצור על מערב העיר, וארה"ב העבירה בתגובה מפציצי B-29 חמושים בפצצות אטום לבריטניה. האפשרות להפעלת נשק גרעיני נקשרה גם למשברים נוספים שנושאים היה ברלין, ב-1958 ו-1961.

נטען גם, כי דוויט אייזנהאור, נשיא ארה"ב, איים להשתמש בנשק גרעיני טאקטי, כדי להביא את סין וצפוןקוריאה להסכים להפסקתאש במלחמה שהתחוללה או בחצי האי הקוריאני. שנה אחר-כך, וכן ב-1958, איימה ארה"ב על סין, כי תקוף אותה בנשק גרעיני אם תפלוש לשני איים שנתפסו בידי הכוחות הלאומנים. ב-1956 איימה ארה"ב על בריה"מ, כי תפעיל נגדה נשק גרעיני, אם האחרונה תתקוף בפצצות אטום את בריטניה. הרוסים לא תתייחסו ברצינות לאזהרות האמריקאיות, והפעם הראשונה בה היו קרובים ללחוץ על הכפתור האדום היתה ב-1960, בתגובה להגברת הכוננות האמריקאית, שנבעה מפירוש לא נכון שניתן להוראות שר ההגנה האמריקאי לבצע ניסוי גרעיני. בשנים הבאות הניחו הרוסים את האצבע על ההרק מספר פעמים: ב-1961 במשבר ברלין, ב-1962 בזמן משבר הטילים בקובה, ב-1968 לקראת הפלישה לצ'כוסלובקיה, ב-1969 לאחר שורה של תקריות גבול עם סין, ב-1973 בעת מלחמת יום הכיפורים וב-1983 כאשר האמריקאים ניהלו תרגיל מלחמה גרעינית באירופה, ומספר פקידים בקרמלין סברו, כי ארה"ב אכן עומדת לתקוף את בריה"מ בנשק גרעיני.

ההערכה המודיעינית, לפיה פועל מימשל קלינטון, טוענת כי למדינות הלא יציבות, כמו צפוןקוריאה, לא תהיה יכולת לאיים על ארה"ב בנשק גרעיני לפני 2010. ארה"ב משקיעה כיום 500 מיליון דולר בשנה לאחזקת ארסנל הנשק הגרעיני שלה, והאביגור טוען כי ההתקרבות שעשתה צפוןקוריאה בתחום הטילים הבאליסטיים, משאירה מירווח זמן גדול מספיק כדי לאפשר פיתוח מערכת הגנה בפני טילים כאלה.

## אהרון לפידות אודי עציין

הטילים בקובה, ב-1962. פעם אחרת, כאשר רוסיה הציעה לארה"ב להצטרף למיתקפה על סין ב-1969. בפעם השלישית הגיע האיום האמריקאי לאחר שארה"ב חששה כי בריה"מ תשתמש בנשק גרעיני במלחמת יום הכיפורים, ב-1973. בפעם הרביעית, איים ג'ורג' בוש, נשיא ארה"ב, להפעיל נשק גרעיני נגד עיראק ב-1990, אם האחרונה תשתמש בנשק להשמדה המונית נגדה. הפעם החמישית, והאחרונה עד היום, אירעה ב-1995, כאשר ארה"ב חשדה שצפוןקוריאה עומדת להתגלות כמעצמה גרעינית.

מכין האירועים שתואר האביגור, איום הפעלת הנשק הגרעיני ב-1969 הוא השנוי ביותר במחלוקת. האם בריה"מ אכן הציעה לארה"ב להצטרף אליה במיתקפה נגד סין, שהיתה או אויבת משבעת שלה? הנרי קיסינג'ר, שהיה או ראש הצוות לביטחון לאומי, ומאוחר יותר שר החוץ האמריקאי, הכחיש את הדברים. רק בוב היילנר, אז פקיד אמריקאי בכיר, וזכר שקצין מודיעין סובייטי התעניין אצל עמיתו מה תהיה תגובת ארה"ב למיתקפה גרעינית סובייטית על סין. "תמיד הייתי משוכנע שהאירוע היה לא יותר מאשר תכסיס של הרוסים", הוא אומר. "הם לא שאלו האם נצטרף אליהם, אלא האם נשקיף מהצד".

תקרית אחרת, שניתנת לפרשנויות רבות יותר, היתה זו שליוותה את מלחמת יום

ההערכות האסטרטגיות הרווחות כיום בארה"ב מצביעות על כך, כי ממש כמו בימי המלחמה הקרה, עלולה ארה"ב גם בשנות ה-90, ובעיקר בשנות ה-2000, להיחשף לסיכון של שיגור טילים באליסטיים גרעיניים לעברה. הערכות פסימיות אלה הציתו מחדש את הוויכוח לגבי נחיצותה של מערכת לאומית אמריקאית להגנה בפני טילים. ההרתעה הגרעינית הוכיחה את עצמה במשך המלחמה הקרה, כמענה לכוחה הצבאי והגרעיני של בריה"מ. כיום, כאשר האיום הגרעיני מיוצג בידי מדינות קטנות יותר, המנסות לפתח נשק גרעיני, לא ברור אם הרתעה גרעינית היא עדיין התשובה הנכונה. הוויכוח בנושא הגיע עד למרוץ לנשיאות ארה"ב, המתנהל בימים אלה. בוב דול, המועמד הרפובליקני, תקף את הנשיא ביל קלינטון בטענה שהממשל שלו חושף את ארצנו, הוואי ואפילו קליפורניה, לסחיטה גרעינית. מיקומן הגיאוגרפי של שלוש המדינות, הופך אותן פגיעות יותר לאיום הטילים, מצפוןקוריאה, למשל.

לאור הטענה הזאת, רואיין ראש הפיקוד האסטרטגי של ארה"ב, הגנרל יוג'ין האביגור. השורה התחתונה, לדברי הגנרל האביגור, היא שאין צורך מיידי במערכת הגנה לאומית בפני טק"ק בארה"ב, לאור הצלחת מדיניות ההרתעה הגרעינית האמריקאית. הפיקוד האסטרטגי הוקם ב-1992, כמחליפם של הפיקודים

האסטרטגיים של חיל-האוויר והצי האמריקאיים. גנרל האביגור הגיע מהפיקוד האסטרטגי של חיל-האוויר, שם שירת כטייס מפציצי B-52 "מדוע שנבנה מערכת הגנת טילים לאומית?", הוא שואל. "מעולם לא היתה לנו יכולת להגן על ארה"ב בפני טק"ק. מה השתנה?" התומכים בקיומה של מערכת כזאת טוענים, כי הרתעה גרעינית עשויה שלא להחזיק מעמד מול אויבים שאינם מייצגים מדינות, כמו קבוצה פורשת של קצינים רוסים, סיעה קיצונית שתתפוס את השלטון בסין, או שיגור לא מאושר בידי קיצונים צפון קוריאניים. אפשרות אחרת היא שיגור טילים גרעיניים בידי קבוצת מנהיגי דת איראנים לעבר השטן הגדול – הכינוי המקובל של ארה"ב – שיחליטו כי צעד כזה עשוי להיות שווה את מחיר מותם של כל מאמיניהם בהתפתח גמול אמריקאית.

למרות שבמשך עשרות שנים ניצבה מול איום גרעיני מוחשי, חשוב לזכור שארה"ב היא המדינה היחידה עד היום שתקפה מדינה אחרת בנשק גרעיני, לאחר שהטילה שתי פצצות אטום על יפאן ב-1945, בסיומה של מלחמת-העולם השנייה. עם האיום הגרעיני הסובייטי התמודדה ארה"ב על-ידי הרתעה גרעינית – יצירת איום גרעיני מקביל על בריה"מ. פיתוח וניסוי אמצעי הלחימה הגרעיניים, שכללו טילים באליסטיים המשוגרים מהקרקע ומזוללות, טילי שיוט המשוגרים ממפציצים, פצצות המוטלות ממטוסים קרב טאקטיים ופגזי אויטוליה מיוחדים, לא סימל מימוש מלא של המדיניות. ארה"ב, טוען האביגור, בהתבטאות נדירה של גורם רשמי בנושא, איימה גם חמש פעמים בהפעלת נשק גרעיני נגד מדינות שונות שסיכנו אינטרסים אמריקאיים ומדינות ידידותיות. הפעם הראשונה היתה במשבר



הכיפורים. המודיעין האמריקאי חשד, כי בריה"מ עומדת לשגר דיביזיות מוטסות למצרים. האמריקאים חשדו גם כי הרוסים מעבירים נשק גרעיני למצרים דרך הים השחור. בתגובה הורה הנשיא ניקסון להעלות את דרגת הכוננות של הכוחות האמריקאיים לדפקון-3, לעומת הדרגה הרגילה, הדפקון-5. הצי השישי, שספינותיו שייטו במימי המזרח התיכון, אף קיבל הוראה לעלות לכוננות דפקון-2, שמשמעותה: סכנת מלחמה גבוהה. "העובדה שהיינו מוכנים להפעיל נשק גרעיני היתה קפיצה גדולה", אומר היילנר. טענת האביגור שארה"ב איימה גם על עיראק בהפעלת נשק גרעיני, היא זו שזוכה להסכמה הגדולה ביותר. הטענה שאם היה נשיא עיראק

# מירה לומה לא מיכוונת

מבצע "מהלומה במדבר" לא היה מבצע שמשרד ההגנה האמריקאי רצה לזכור: טילי הטומהוק לא הצליחו לשחזר את הפגיעות המדויקות שהשיגו במלחמת המפרץ, וטילי ה-CALCM ששיגרו מפציצי ה-B-52 לא הצליחו לחדור את הבונקרים העיראקיים • האמריקאים גם העדיפו להפעיל את מפציצי ה-B-52 בני ה-40, במקום את מפציצי ה-B-1B החדשים • למרות זאת המסר עבר, והמצב בעיראק נרגע. עד הודעה חדשה

אם משווים את המעורבות הצבאית האמריקאית בעיראק לתחרות איגרוף, הרי שבסיבוב האחרון הפסידו האמריקאים נקודות חשובות. אם ממשכים את ההשוואה, הסיבה לאובדן הנקודות אינה יכולת חלשה של המתאגרף, אלא שימוש לא חכם באגרופיו. בראשית חודש ספטמבר, במהלך סדרה של פעולות צבאיות נגד עיראק, הפעילו האמריקאים את מיטב הטכנולוגיה שבארסנל שלהם, אולם כשל תיכונן לקוי ובמידה מסוימת גם חשיבה לטווח קצר, התוצאות היו טובות פחות מהמצופה.

הסיבוב האחרון של העימות, שקיבל את השם "מהלומה במדבר" (DESERT STRIKE), החל בראשית חודש ספטמבר. בתגובה לפעילות צבאית נרחבת של צבא עיראק נגד הכורדים בצפונה של המדינה, חלה הסלמה ביחסים בין ארה"ב לעיראק. חשוב לזכור, שמאז אוגוסט 1991, מקיימת ארה"ב מטריות הגנה אווירית מעל לשטחים בהם נמצאים הכורדים והשיעים בצפונה של עיראק ובדרומה, ומספר מטוסים עיראקיים אף הופלו בעבר לאחר שטסו בשטחים אלה (ראה מסגרת).

לאחר שנשיא ארה"ב, ביל קלינטון, החליט להגיב בכוח על הפעילות העיראקית באזור העיר הכורדית אירביל, החל הצבא האמריקאי בהיערכות מהירה. באזור המפרץ הפרסי נכח באותה עת כוח משימה, שכלל את נושאת המטוסים "קארל וינסון" ועוד תשע סירות, משחתות ופריגטות, המש מתוכנן בעלות יכולת לשגר טילי שיוט מסוג טומהוק. כן



**שב למרץ:** האמריקאים שוב העדיפו את ה-B-52 הוותיק על פני ה-B-1B. גם טילי טומהוק (משמאל) שוגרו לעבר עיראק

שבו המפציצים לגואם. במהלך יגחת התקיפה, שארכה קרוב ל-34 שעות (1), טסו המפציצים מרחק של כ-21,800 ק"מ, כשהם מבצעים מספר תידלוקים באוויר. בחינת צילומי לוויין, שנעשו לאחר תקיפת טילי השיוט, העלתה כי לא כל המטרות הושמדו, ולכן הוחלט לערוך תקיפה נוספת. יום לאחר גל התקיפה הראשון, בסביבות השעה ארבע לפנות-בוקר, שיגרו האמריקאים 17 טילי טומהוק נוספים, מהמשחתות "ראסל" (שמונה טילים), "יואיט" (שני טילים) ו"לאבון" (חמישה טילים) וכן מהצוללת "ג'פרסון סיטי" (שני טילים). מטרותיה של התקיפה השנייה כללו שלושה יעדים שהותקפו בגל התקיפה הראשון אך לא נפגעו,

במקביל, החלו צמד מפציצי ה-B-52 של חיל האוויר האמריקאי לשגר 13 טילי שיוט מסוג AGM-86C CALCM, לעבר שמונה מרכזי הגנה אווירית בדרום עיראק. טילים אלה, שהופעלו לראשונה במהלך יומה הראשון של מלחמת המפרץ, הם טילי שיוט, שהרש"ק הגרעיני שלהם הוחלף ברש"ק מיצרר קונבנציונלי. המפציצים, ששיגרו את הטילים ממינשאים מיוחדים, הנמצאים בתוך תא הפצצות שלהם, ביצעו את אחת מגיחות התקיפה הארוכות בהיסטוריה. לאחר שהמריאו מגואם, טסו לנקודת השיגור מעל המפרץ, תחת חיפוי אווירי של מטוסי F-14, לאחר שהשלימו את המטוסים "קארל וינסון". לאחר שהשלימו את שיגור הטילים, פעולה שנמשכה כ-12 דקות,

נמצאה באזור צוללת התקיפה הגרעינית "ג'פרסון סיטי", שמתאפיינת אף היא ביכולת לשגר טילי שיוט. הנוכחות של חיל-האוויר האמריקאי באזור כללה כ-130 מטוסים. במסגרת ההיערכות העבירו האמריקאים מספר מפציצים מסוג B-52, חמושים בטיילי שיוט, לבסיס בגואם, שבאוקיינוס השקט. הירות הראשונות של מבצע "מהלומה במדבר" התרחשו בסביבות השעה שבע בבוקרו של ה-3 בספטמבר, כאשר הסיירת "שילו" והמשחתת "לאבון" החלו לשגר בר זמנית 14 טילי טומהוק. יעדיהם של טילים אלה היו שישה מרכזי הגנה אווירית ובסיסי נ"מ בדרום עיראק, בקירבת הערים אל איסקנדריה, אל קוט, נאסרייה וטאליל.



וכן יעד חדש, שלא הותקף קודם לכן. תוצאותיהם של שני גלי התקיפה היו מעורבות. מתוך שמונה עמדות נ"מ שהותקפו, חמש הושמדו או נפגעו בצורה קשה, אחת נפגעה באופן קל ושתיים הווזו ממקומן בטרם הותקפו. מתוך שבע המפקדות המבוצרות שהותקפו, אחת הושמדה או נפגעה קשה, ארבע נפגעו בצורה כזו שתיפקודן נפגע בצורה משמעותית, בעוד שלשתיים הנתרות כמעט שלא נגרם נזק.

מהנתונים שפורסמו לאחר מבצע "מהלומה במרבר" עולה, כי תוצאותיה של תקיפת טילי ה-AGM-86C היו גרועות, ומרבית המטרות לא הושמדו. למעשה, לפחות ארבעה מתוך 13 טילי ה-CALCM כלל לא הגיעו למטרותיהם בשל תקלות. חיל-האוויר האמריקאי מיהר להתייצב מאחורי טיל ה-CALCM. לדברי מפקדות בחיל-האוויר, הסיבה לדיוק הנמוך של טיל ה-CALCM, יחסית לזה של טילי הטומהוק של הצי, נובעת ממערכת הנחיה טובה פחות. יש לזכור, שה-CALCM תוכנן במקורו כטיל נושא רש"ק גרעיני, שאיתו, באופן טבעי, אין צורך לפגוע במטרה בדיוק גבוה.

בנוסף התגלה, כי מתכנני הטיל לא לקחו בחשבון את כל הקשיים הכרוכים בהסבת טילים גרעיניים לטילים קונבנציונליים. כך התגלה, לדוגמה, שהמתכננים שכחו, כי מחשב הטיל מתוכנן למנוע תקיפה של יעד אחד עליידי שני טילים. במקרה ששני טילים טסים לעבר אותו היעד, יפנה אחד הטילים ויתקוף מטרת-משנה. הסיבה לכך ברורה: אין טעם לתקוף יעד אחד עם שני רש"קים גרעיניים. אולם בעת הפיכת הטיל לקונבנציונלי, שכחו המתכננים לשנות את תוכנת המחשב. כך נוצר מצב שכאשר שני טילי CALCM נורו לעבר אותו היעד בעיראק, במטרה להבטיח את השמדתו, פנה אחד הטילים והתקף יעד משני. הטיל השני, אגב, החטיא את המטרה הראשית.

בעיה נוספת שהתגלתה: רש"ק המיצרר של ה-CALCM, שנועד לתקיפת מטרות "דכות", כמו ריכוזי חיילים וכלי-רכב, לא גרם כמעט לנזק ליעדים המבוצרים אותם תקפו הטילים בעיראק. כשלון תקיפת ה-CALCM, בשילוב עם העובדה שהעננות הכבדה מעל חלק מהמטרות היקשתה על בחינת הנוק שנגרם להן, הביא להחלטה לתקוף בשנית, אם כי הפעם הוחלט להשתמש רק בטילי הטומהוק, שהצלחתם בתקיפה הראשונה היתה גרולה יותר.

לדברי הפנטגון, מתוך 31 טילי הטומהוק ששווגרו בשני גלי התקיפה, 27 פגעו ברדיוס של כעשרה מטרים מנקודות המיכוון שלהם, מה שמעמיד את דיוק הפגיעה שלהם על כ-80 אחוז. 12 מתוך 14 הטילים ששווגרו בגל התקיפה הראשון פגעו במטרות, ובין 12 ל-15 מתוך 17 הטילים ששווגרו בגל השני פגעו גם כן. עם זאת, גורמים בצי הורו שמקצת מהמטרות נפגעו כבר במהלך

מלחמת המפרץ, כך שקשה להעריך מתצולמי הלוויין האם מדובר בפגיעות חדשות או בנוקים ישנים.

לדברי הצי, הסיבה לדיוק הפגיעה הנמוך של טיל הטומהוק יחסית לדיוק שהושג במהלך מבצע "סופה במרבר" נובעת משתי סיבות עיקריות: ראשית, מרבית טילי הטומהוק ששווגרו לעבר עיראק התבססו על הנחיית GPS המתאפיינת בדיוק נמוך יחסית לזה של מערכת השוואת המפה הממוחשבת, שהתקנה בטילי הטומהוק ששווגרו במהלך מלחמת המפרץ. היתרון הגדול של מערכת ה-GPS הוא בכך שאינה דורשת תיכנות מסובך

כמו מערכת השוואת המפה. גורם נוסף שהשפיע על הדיוק, היה המודיעין. לאחר התקיפה התברר, כי מספר טילים לא פגעו ישירות במטרותיהם, שכן המודיעין האמריקאי שגה בקביעת מיקומן המדויק. "כל טילי הטומהוק פגעו בדיוק היכן שהם היו אמורים לפגוע", אמר פקיד אמריקאי בכיר בתגובה. "אני חושב שמספר נקודות מיכוון

## ה-B-1B: המפסיד הגדול של המפרץ

בכל קרב יש מנצחים ויש מפסידים. במקרה של המפרץ, המפסיד הגדול הוא דווקא אמצעי לחימה שכלל לא נטל חלק בקרבות: ה-B-1B לאנסר. מי שנחשב למפציץ העיקרי של חיל-האוויר האמריקאי, נותר בבית גם בסיבוב האחרון של העימות במפרץ.

לאחר פיתוח ארוך ויקר מאוד, שבמהלכו הוקפא הפרויקט פעם אחת, נכנס המפציץ הגרעיני לשירות בראשית שנות ה-80. המפציץ, שמאה ממנו נרכשו עליידי חיל-האוויר האמריקאי, נחשב לאחת ממערכות הנשק המתוחכמות ביותר בעולם, למרות בעיות רבות שהתגלו בו.

בי-1991, כאשר כוחות ארה"ב נערכו לקראת העימות הגדול עם עיראק, בלטה היעדרותו של ה-B-1B. ה"תירוץ" הרשמי שניתן להיעדרותו היה, שצי המפציצים נמצא בעיצומה של תוכנית לשיפור מערכת הלוחמה האלקטרונית שלו. בנוסף לכך,

המפציץ, שמשמיתו המקורית היתה חרידה לעומק שטח בריה"מ במטרה להטיל חימוש גרעיני, היה נטול יכולת להפעיל חימוש קונבנציונלי. מאז אמורים היו הרברים להשתנות. ביוני 1992 הביטה חיל-האוויר האמריקאי, כי בעתיד הקרוב יהיו מפציצי ה-B-1B את אמצעי התקיפה הקונבנציונלית ארוכת-הטווח העיקרי של ארה"ב, ויחליפו בכך את מפציצי ה-B-52 המיושנים, הנמצאים בשירות מאז מלחמת וייטנאם.

אולם יותר מהמשגשגים לאחר מלחמת המפרץ, ועדיין מי שביצע את גיחת התקיפה ארוכת-הטווח היו דווקא מפציצי ה-B-52, בני ה-40. התירוץ שניתן היה זהה לזה שניתן ב-1991. מסתבר, שעדיין אף אחד מ-96 מטוסי ה-B-1B של חיל-האוויר אינו מסוגל לשאת את טילי ה-AGM-86C שהופעלו נגד עיראק. הפנטגון, לעומת זאת, ממשיך לשמור על אופטימיות. "אני מאוכזב מקצב השיפורים במפציץ", אמר ארט מוני, העוזר לענייני רכש של שרת חיל-האוויר. "אולם, אני חושב שאנחנו בכיוון הנכון, ובקרוב נהיה מוכנים להשתמש במפציץ".

נועם אופיר



**בעוד היורופייטר מבצע את הופעת הבכורה שלו בסאלון האווירי בפארנבורו, והראפאל עומד בפני כניסה לייצור סדרתי, מתחילים הבריטים לקדם פרויקט מטוס תקיפה כללי-אירופי חדש**

● **ה-FOA אמור להחליף ב-2015 את דגמי התקיפה של הטורנדו בבריטניה, ואולי גם בגרמניה** ● **הצרפתים רואים בו מחליף אפשרי למיראז' 2000** ● **אירופה שוב מתאחדת מול ארה"ב**

לאחר יותר מעשור של פיתוח עתיד התפוכות וקשיים, טכניים ופוליטיים, השתתף סוף סוף היורופייטר בסאלון האווירי בפארנבורו, בספטמבר. ארבע השותפות – בריטניה, גרמניה, איטליה וספרד – הגיעו כבר להסכמה על חלוקת העבודה במסגרת הייצור הסדרתי של המטוס, ונראה שמטוס הקרב הכללי-אירופי השני מתחיל להתקדם בדרך הנכונה.

הופעתו של היורופייטר בפארנבורו, השכיחה כנראה מהבריטים הנאים את הקשיים בהם נתקל הפרייקט, בעיקר מצד גרמניה. אחרי הטורנדו והיורופייטר, מקדם חיל-האוויר המלכותי הבריטי, ה-RAF, את בנייתו של מטוס קרב אירופי חדש: ה-FOA (Future Offensive Aircraft) – מטוס התקפי עתיד, שייכנס לשירות בעשור השני של המאה הבאה.

ב-2015 יהיו מרבית מטוסי הטורנדו GR.1 לתקיפה של ה-RAF, בני יותר מ-30. המטוסים, שהושבתו כבר מגרסת ה-GR.1 ל-GR.4, מושבחים שוב בימים אלה, על-ידי תוספת של הישגים פליר ומערכות ראית לילה. בעשור השני של המאה הבאה, השבחה כבר לא תספיק ל-RAF, כדי לשמור על צי מטוסי תקיפה איכותיים. גם מטוסי הארייר GR.7, המשמשים בר-RAF, לסיוע קרוב, יודקקו או למחליף. ה-FOA עשוי לענות לדרישה, אך שינויים אפשריים בתורת הסיוע הקרוב הבריטי עשויים להביא לכך שהם יוחלפו על-ידי מסוקי ה-AH-64D אפאצ'י לונגבאו שרכש הצבא הבריטי.

חיל-האוויר הגרמני, הלוטופוואפה, מתכנן להחליף את מטוסי הטורנדו IDS שלו, המקבילים לטורנדו GR.4 הבריטיים, ב-2020. באותן שנים מתוכננים גם מטוסי המיראז' 2000 של חיל-האוויר הצרפתי, המשמשים גם כן למשימות תקיפה, לסיים את שירותם. למרות שהבריטים מקדימים את הגרמנים והצרפתים בכחמש שנים בדרישה שלהם למטוס תקיפה עתיד, הם נראים שותפים מתאימים לפיתוח מטוס חדש. הבריטים לא יהיו מסוגלים לקיים פרויקט



**נכה זה היה צריך להיראות: התמונה הזאת צולמה ב-1991, בזמן מלחמת המפרץ. טילי הטומהוק השמידו אז את מפעל הנושק הכימי העיראקי בסמארה. בתמונה, המפעל לאחר התקיפה. הפעם, תמונות כאלה היו נדירות יותר**

של הטילים היו שגויות, וזאת בגלל המודיעין שהיה לנו". יש לזכור, שדיוק הפגיעה של הטילים נקבע לפי מספר הטילים שפגעו בנקודות המיכון שלהם. אם נקודת המיכון היתה הקיר הימני של בניין, בעוד הטיל פגע בקיר השמאלי, הרי שזו אינה נחשבת לפגיעה מדויקת, למרות שהבניין הושמד.

למרות ההצלחה המוגבלת של תקיפות הטילים, מיהר הנושא קלינטון להכריז, כי מבצע "מהלומה במדבר" הוכתר בהצלחה, וכי "המטרות הושמדו או נפגעו בצורה כזו שניתן להגיד, כי יעדי המבצע הושגו". אנשי צבא אמריקאים, שהיו מודעים לתוצאות המעורבות, דאגו להוסיף כי מטרת מבצע "מהלומה במדבר" לא היתה השגת דיוק נקודתי, אלא לשלוח לעיראקים מסר ברור. במקביל לתקיפות הטילים החליטה ארה"ב להרחיב את האיוו הדרומי האסור לטיסה עד לפאתי בגדד, לקו הרוחב 33. זאת, במטרה להקשות עוד יותר על יכולתה של עיראק להיות איום למדינות האזור. למעשה, אחת הסיבות שטיילי השיט נורו דווקא לעבר מערכת ההגנה האווירית בדרום עיראק, היתה לאפשר למטוסי הקואליציה לטוס בביטחה מעל איוו זה של המדינה, במטרה לאכוף את האיוו האסור לטיסה.

העיראקים מיהרו לבחון את הנחישות האמריקאית. ביום בו התבצע גל התקיפה השני, השמיד מטוס F-16 אמריקאי משגר SA-8 עיראקי, לאחר שזה נעל עליו את המכ"ם. פחות משבוע אחר-כך שיגרו העיראקים טיל SA-6 לעבר צמד מטוסי F-16 שטסו בצפון עיראק, בקירבת הגבול עם תורכיה. האמריקאים הניקו לאיוו שני מטוסי F-16 במטרה לתקוף את סלולות הטילים, אבל אלה הצליחו להימלט במעור מועד. בנוסף לכך, טסו שני מטוסי קרב עיראקיים מסוג מיג-29 בקירבת קו הרוחב ה-33, אולם הם לא הצו אותו, ולכן האמריקאים לא ניסו לירותם.

בתגובה לנסיונות עיראקיים לשקם את מערכת הנ"מ והמיפיקות שהתקפו במהלך מבצע "מהלומה במדבר", החלו האמריקאים להעביר לאיוו כוחות נוספים, לרבות נושאת המטוסים "אנטרפרייז", וכן מטוסי קרב חמקניים מסוג F-117 ומפציצי B-52 נוספים. עוד שטרם שכנו היריב במפרץ, וכבר החלו תעשיות הביטחון בארה"ב לנסות ולנצל את המצב לצורך קידום מכירות. מצדדי המפציץ B-2, למשל, טענו כי האירועים במפרץ המחישו בצורה חד-משמעית מדוע דרוק וזקו חיל-האוויר למפציץ, הנחשב למטוס היקר ביותר בעולם. לדבריהם, ה-B-2 הוא הנשק המושלם לפעילות מבצעית דומה לזו שהתרחשה במפרץ. ה-B-2 יכול להמריא מארה"ב, לטוס ישירות לעיראק תוך שהוא מסתמך על תידלוקים אוויריים, לחמוק מבעד למערכת ההגנה האווירית, להטיל חימוש מונחה מדויק ולשוב ישירות לארה"ב. יכולתו של המפציץ לבצע את המשימה ללא חניית ביניים חשובה מאוד, שכן במהלך מבצע "מהלומה במדבר", סירבו מדינות רבות לאפשר למטוסי ארה"ב להמריא מתחומן לצורך ביצוע התקיפות בעיראק.

נועם אוסר

## תקריות צבאיות בין ארה"ב לעיראק מאז סיום מלחמת המפרץ

- 20.3.91 – F-15 אמריקאי מפיל סוחוי
- 20 עיראקי, שטס בשטח האסור לטיסה בצפון עיראק.
- 22.3.91 – F-15 אמריקאי מפיל סוחוי
- 22 עיראקי, שטס בשטח האסור לטיסה בצפון עיראק.
- 27.12.92 – F-16 אמריקאי מפיל מיג-25
- עיראקי, שטס בשטח האסור לטיסה בדרום עיראק.
- 13.1.93 – 116 מטוסים אמריקאים, בריטיים וצרפתיים תוקפים שמונה עמדות נ"מ בעיראק, ומשמרים ארבע מתוכן.
- 17.1.93 – F-16 אמריקאי מפיל מיג-23
- עיראקי, שטס בשטח האסור לטיסה בצפון עיראק. במקביל תוקפים מטוסי הקואליציה בסיס טילים בצפון עיראק בעוד 45 טילי טומהוק משוגרים נגד מיתקן גרעיני בקרבת בגדד.
- 18.1.93 – 75 מטוסים אמריקאים, בריטיים וצרפתיים תוקפים את ארבע עמדות הנ"מ שלא נפגעו במהלך התקיפה ב-13 בחודש. כמו כן תוקפים מטוסים אמריקאים ובריטיים משגרי נ"מ בצפון עיראק, במהלך הקרבות נפגע מטוס מיג-25
- 19.1.93 – 19.1.93 – מטוסים אמריקאים ובריטיים תוקפים משגרי נ"מ בצפון עיראק לאחר שחשבו שהן נעלו עליהם.
- 27.6.93 – ספינות מלחמה אמריקאיות משגרות 23 טילי שיט טומהוק לעבר מיקפות המודיעין העיראקי בבגדד, בתגובה לניסיון עיראקי כושל לתכנן התנקשות בחיי נשיא ארה"ב דאן, ג'ורג' בוש.
- 29.6.93 – F-4G אמריקאי משגר טיל לעבר עמדת נ"מ עיראקית שנעלה עליו.
- 25.7.93 – F-4G אמריקאי משגר טיל לעבר עמדת נ"מ עיראקית שנעלה עליו.
- 29.7.93 – שני מטוסי EA-6B של צי ארה"ב יורים בטעות לעבר עמדות נ"מ עיראקיות לאחר שחשבו שהן נעלו עליהם.
- 19.8.93 – מטוסי תקיפה אמריקאים פותחים באש לעבר עמדות נ"מ בצפון עיראק לאחר שאלה שיגרו לעברם טילים. האמריקאים חוזרים פעמיים על התקיפה, כדי לוודא את השמדת מקורות הירי.
- 3.9.96 – האמריקאים פותחים במבצע "מהלומה במדבר".



## קצרצרים:

איחוד האמירויות הערביות הודיע, כי במיכרו על עיסקת מטוסי הקרב של האחוד, נותרו מועמדים רק **הראפאל של "דאסו"** וה**F-16C/D** בלוק 60 של "לוקהיד מארטין", בעקבות ניפוי F-15 מתוצרת "מקדונל דאגלס" • מטוסי קרב של חיל האוויר הלווי הפציצו כסיסי מורדים מוסלמים בהרים שבמזרח לוב, טענו מקורות אופוויציה הפועלים בקהיר. הפעילות האווירית, ביחד עם פעילות קרקעית מוגברת, הגיעה לאחר שהמורדים הגדילו את התקפותיהם בחודשים האחרונים • מצרים בוחנת את רכישת מערכת ה-S-300 הרוסית, לירות מטוסים וטילי קרקע-קרקע. המצרים, המעוניינים לחזק את כושרם נגד טק"ק, עשויים לרכוש את המערכת למטרה זו • "יית'און" הציעה להשביח את טילי הווק המצריים • במקביל, יערכו חיל-האוויר המצרי את מנועי ה"פראט אנד וויטני" של מטוסי ה-F-16A/B שלו לתצורה מתקדמת של מנועי ה-F-100, וירכוש מטוסי מנהלים מתוצרת "גאלפסטרס", להטסת אח"מים • פס הייצור של ה-U-2 עשוי להיפתח מחדש, לאחר ש"לוקהיד מארטין" הציעה לחיל-האוויר הבריטי לרכוש מטוסים חדשים, כהכנה לדרישתו למכ"ם מנגד (מיכרו ה-ASTOR). גם חיל-האוויר האמריקאי מעוניין לרכוש מטוסים נוספים, במקום אלה שאבדו בתאונות • מניחל התעופה האמריקאי אישר, וחברת הטיסות הפנים-אמריקאית "אליווג'ט" חוזרת לטוס. מטוסי החברה קורקעו ב-17 בינוי בעקבות התרסקות מטוס DC-9 של החברה, שהביאה למותם של 105 נוסעים ואנשי צוות. ההתרסקות באה לאחר סדרה של תאונות קלות יותר, ללא הרוגים. מבריקות FAA עלה כי הנהלת החברה כשירה לתפקידה, וכי "אליווג'ט" תיקנה את כל ליקויי הבטיחות שנתגלו בה לאחר האסון • "סאמסונג" הדרום-קוריאנית קיבלה גישה בלעדית לספרי החשבוניות של יצרנית המטוסים פושטת הרגל "פוק", בצעד שעשוי להוביל אותה לרכוש את החברה ההולנדית • המיום לייצור מטוס הנוסעים טופולב-204 עם מנועי "רוילס דייזל" קם לתחייה, לאחר שהחברת-התעופה המצרית "קאטו" הזמינה 30 מטוסים כחלק מתוכנית לרכוש 200 מטוסי טורק, ולשווק אותם ברחבי העולם • "פוג'י" "קורואסקי" ו"מיוצרישי", שלוש יצרניות האירוספייס הגדולות ביפן, מנהלות מ"מ עם "בואינג" לגבי חלקן בפיתוח וייצור הרגמים החדשים של ה-747. שלוש החברות אחראיות ל-20 אחוז מהיקף הייצור של ה-777, והן מקוות להחזיק בנתח דומה ב-F-35/747-500X • קצב הייצור של ה-777, שיועלה בקרוב לחמישה מטוסים בחודש, במקום 3.5, יועלה שוב ביולי 1997, ושבעה מטוסים ייצאו מפסי הייצור בכל חודש. בקיצור: 7.7.97 - שבעה 777 בחודש.

# הכל מהתחלה

גם חילות-האוויר של גרמניה וצרפת החלו לבחון את החלפת מטוסי המיראז' 2000 והטורנאדו. צרפת, שביצעה מספר מחקרים בתחום החמקנות עבור הפרויקט, נעקפה בירי גרמניה, שבסוף שנות ה-80 בנתה רגם ראשוני, לא טס, של מטוס תקיפה חמקן. בריטניה מנהלת עם צרפת מספר תוכניות מחקר לטכנולוגיות נדרשות, כמו זו של "רולס רויס" ו"נסקמה" למנוע צבאי מתקדם, "תומסון-CSF" ו"GEC-מרקונ" למכ"ם. דאס"א שותפה לפרויקט הראשון. סקר ההיתכנות יבחן גם פיתוח גירסת תקיפה ליווופייטר. עם דרישה כסית לייכולת נשיאה פנימית של שתי פצצות במשקל 900 ק"ג, ושח"מ נמוך, מטוס הקרב הכלל-אירופי יצטרך לעבור תכנון מחדש, אבל השותפות יוכלו להחזיר לעצמן חלק נוסף מההשקעה בפיתוח. איטליה, למשל, כבר החליטה להחליף את מטוסי הטורנאדו לתקיפה שלה בגירסה מתאימה של מטוסי יוופייטר.

### קווים לדמות: הצעה של "בריטיש אירוספייס" ל-FOA

גם האפשרות של בחירה ב-JSF כמטוס ה-FOA תיבחן. למרות שמטוס הקרב הכלל-אמריקאי העתידי, שישמש גם את הצי הבריטי, יעמוד כמעט ברירות הטוחו של ה-FOA, היותו חד-מושבי וחד-מנועי לא תורמת לאטרקטיביות שלו בעיני ה-ר.א.פ. החשיבות של ה-FOA לתעשייה הבריטית והאירופית - אם יהפוך לפרויקט כלל-אירופי. התרומה לאירופה חשובה לבריטים, אבל היא תעמוד לבסוף מול הקשרים המיוחדים שיש לבריטים עם ארה"ב. לשתי המדינות מטרת ארוכה של קשרים מסוגים בתחום החמקנות, שחלו כאשר הבריטים העבירו לארה"ב מחקרים שבוצעו בגרמניה הנאצית בתחום, ושימשו כבסיס לחלק מהידע האמריקאי בתורת החמקנות. בתמורה, הטיסו טייסי ה-ר.א.פ. את ה-F-117 בטרם נחשף. ההערכה היום היא, כי לבריטים יש גישה למיטב הטכנולוגיה האמריקאית בתחום, כולל למטוסים חמקנים מסוגים שחיל-האוויר האמריקאי מפעיל, על-פי ערויות רבות - אך אינו מודה בקיומם. משרד ההגנה האמריקאי יסכים בודאי להעמיד את הידע הזה לטובת מטוס קרב בריטי חדש, אך ספק אם יסכים להעברת ידע כזה למדינות אחרות באירופה, ולתעשיות הבטחוניות שלהן. כמו תמיד, הפוליטיקאים, ולא אנשי הצבא, יהיו כנראה אלה שיבקעו את גרולו של ה-FOA.

תקיפת מטרות קרקע וסיוע אווירי קרוב. ביחד עם תכונות אוויר-אוויר, שאף מטוס קרב מתקדם לא יכול לוותר עליהן, יהיה ה-FOA רבי-משימתי, ויקר. מחקר הקדם-תיכנות שניהל משרד ההגנה הבריטי בחן רק את האפשרות של מטוס תקיפה מאויש. המחקר הקרוב יבחן את האפשרות למל"ט תקיפה, או לציד מטוסים גדולים ממדים בטילי-שיוט ארוכי-טווח. גורמים שונים בחיל-האוויר האמריקאי מאמינים כי מל"טים מסוגלים לענות היטב על הדרישה למטוס תקיפה לחרייה עמוקה.



זאת גם עשויה להיות הסיבה שלאמריקאים אין מחליף ישיר ל-F-15E ו-F-111, או לכל הפחות, מחליף גלוי. האם האמריקאים עוברים על מל"ט תקיפה מסוג למשימות חדידות? ה-ר.א.פ., בכל אופן, הידוע בשמרנותו, יודקק לזמן כדי לאמץ את הגישה הזאת. הבריטים לא יבחרו בכיוון הזה אם לא יהיו משובצים שניתן להבטיח שליטה מלאה וחסית שיבושים על מטוס התקיפה, עבור טייסו שישאר על הקרקע. בעיה נוספת היא, שמרכזי ההטסה של המל"טים יהפכו באופן טבעי למטרות ראשונות כמעלה אצל כל אויב אפשרי. הבריטים מאמינים גם, כי למרות שמל"ט תקיפה עשוי לפעול בהצלחה נגד מטרות נייחות, הוא יתקשה לאתר מטרות ניידות, כמו משגרי סקאר. למרות זאת, תיבחן האופציה של פיתוח מל"ט תקיפה ברצינות, מאחר ובכירים ב-ר.א.פ. מעריכים כי הטכנולוגיות הדרושות לפיתוח מל"ט תקיפה יבשילו בשנים הקרובות, ומל"ט כזה אכן יוכל להיכנס לשרות בחיל-האוויר המלכותי ב-2015.

עד כה בחנו הבריטים את כל מיגוון התצורות הצפויות למטוס הקרב העתידי: חד-מנועי ודו-מנועי, חד-מושבי, או דו-מושבי. הטורנאדו והיוופייטר מעידים על הנטייה של ה-ר.א.פ. להעדיף מטוסי קרב דו-מנועיים. היוופייטר הינו דו-מושבי, אבל הוא משמש רק לעליונות אווירית. הטורנאדו, על שני רגמיו, תקיפה ועליונות אווירית, הוא בעל שני תאי טייס.

צעמאי למטוס תקיפה חדש. למרות שמשרד ההגנה הבריטי שותף כבר לפרויקט ה-JSF, מטוס הקרב הכלל-אמריקאי העתידי, שישרת גם בצי המלכותי, מעדיפים שם, ובתעשייה הבטחונית הבריטית, לקיים לפחות פרויקט אירופי אחד של מטוס קרב בתחילת המאה הבאה. שיקולי העצמאות האירופיים מול

ארה"ב שיחקו תפקיד מרכזי בפיתוח הטורנאדו בשנות ה-70 והיוופייטר בשנות ה-80. הנטייה הללו לא השתנו בשנות ה-90. משרד ההגנה בריטי גיבש כבר את הדרישה המבצעית SR(A)425, למטוס התקיפה העתידי. אם הצי האמריקאי לא היה מנטל בי-1990 את בנייתו של ה-A-12 החמקן, שפותח בידי "גנרל דינמיקס" ו"מקדונל דאגלס", סביר להניח שהאונג'ר 2 היה נרכש בידי ה-ר.א.פ., כמענה לדרישה. אבל הפרויקט בוטל, וכבר ב-1993 ביצעו הבריטים סקר ראשוני לפיתוח מטוס תקיפה חדש.

בספטמבר יחל סקר ההיתכנות של הפרויקט, שאמור להסתיים ב-1999. למרות שהתשובה נראית צפיה - מטוס קרב מתקדם, בעל כושר חמקנות - היא עשויה להפתיע, ולא בטוח שדו-FOA יהיה בכלל מטוס קרב. בשל העלויות הצפויות לפרויקט, יותר מ-15 מיליארד דולר, תיבחן ברודים הקרובים האפשרות שמטוס התקיפה העתידי של הבריטים יהיה בכלל מל"ט טיל קרקע-קרקע, טיל שיוט או אפילו מערכת נשק שתוצב בחלל.

ב-1999, עם סיומו של מחקר ההיתכנות, צפויה דמותו של ה-FOA להתגבש. למרות האופציות המרחיקות-לכת, קשה להאמין שה-ר.א.פ. יחליט להפתיע, ויבחר במשהו אחר מלבד מטוס מאויש למשימות חדידה. כמטוס תקיפה מצפות ל-FOA בבריטניה המשימות הבאות: משימות חדידה ארוכות-טווח, תקיפת שדות-תעופה ומטוסי אויב על הקרקע, ריכוזי הגנה אווירית, סיוע וצילום,

# ובמקום הראשון: רוסיה



"מקויאן" הרוסיה  
למגזר 29 כושר תידלוק  
אווירי, כדי לשפר  
את האפקטיביות  
שלו כלפי לקוחות זרים

**בשנת 1995 הובילה רוסיה את יצוא הנשק העולמי, כשקובלה הזמנות בסך 9.1 מיליארד דולר • ארה"ב, לאחר שנים ארוכות בראש, ירדה למקום שני, עם הזמנות בסך 8.2 מיליארד דולר • בסיבום הכולל, השנה שעברה היתה שנה רעה לייצוא הנשק העולמי, שהידרדר לשפל הגדול ביותר מאז 1988**

רוסיה הובילה את יצוא הנשק הקונבנציונאלי העולמי ב-1995, לאור שחתמה על הסכמי יצוא נשק בסכום של 9.1 מיליארד דולר. למעשה, היתה רוסיה אחראית לכמעט שליש מהסכמי יצוא הנשק העולמי בשנה שעברה, שהסתכמו ב-28.8 מיליארד דולר. את הנתונים פירסם שירות המידע של הקונגרס, גוף השייך לספריית הקונגרס האמריקאי.

הנתונים התקבלו בהפתעה מסוימת, מכיוון שמאז נפילת מסך הברזל ב-1989, הידרדר יצוא הנשק הרוסי בעקביות. מנתוני שירות המידע של הקונגרס עולה, כי באותה שנה הסתכמו הסכמי יצוא הנשק הרוסי ב-3.7 מיליארד דולר. ההסכמים מתייחסים להזמנות עתידיות, ואינם מייצגים מסירות קיימות. רוסיה, למשל, מסרה באותה שנה נשק בשווי 1.7 מיליארד דולר בלבד.

שיא הייצוא האחרון של התעשייה הבטחונית הרוסיות (או הסובייטיות) נרשם ב-1988: הזמנות בסך 15 מיליארד דולר. הנתון האמיתי היה אומנם נמוך יותר: בתנאים המיוחדים של רוסיה קשה לתרגם את התשלום בעבור עיסקאות הנשק – שאינו מגיע תמיד במטבע קשה – למטבע מערבי. בנוסף, הרוסים מבצעים עיסקאות רבות עם מדינות העולם השלישי, ומתקשים לעיתים לקבל את מלוא התשלום עבור הסחורה.

חלק חשוב מהייצוא הרוסי ב-1995 תפסו עיסקאות נשק עם סין, כמו ההסכם לפתיחת פס ייצור של הסוויזי 27 במדינה הקומוניסטית. סין עצמה רשמה את השפל הגדול ביותר בשמונה שנים מבחינת יצוא נשק – רק 200 מיליון דולר, אבל דורגה כרוכשת הנשק הגדולה ביותר מבין המדינות המתפתחות, לאחר שהוציאה על התעצמות צבאית 4.4 מיליארד דולר. הרוסים מכרו גם צוללות לאיראן, וטילי S-300 – גירסת הייצוא של מערכת ה-SA-10 המתקדמת ליירוט מטוסים וטילים – למדינות המפרץ הפרסי. במקום השני ב-1995 דורגה ארה"ב, עם יצוא בסך 8.2 מיליארד דולר. האמריקאים החזיקו אומנם 29 אחוזים משוק הנשק העולמי, אך רשמו ירידה בסך הכולל של

הייצוא, זו השנה השלישית ברציפות. השיא האמריקאי האחרון היה ב-1994, כאשר ארה"ב ייצאה ב-13 מיליארד דולר. מי שרשמה את הירידה המשמעותית ביותר ב-1995 היתה צרפת, שדורגה אומנם במקום השלישי, עם יצוא בסך 2.7 מיליארד דולר, אבל רשמה ירידה חדה לעומת 1994. באותה שנה ייצאו הצרפתים נשק בשווי תשעה מיליארד דולר. ככלל, השנה שעברה היתה שנה רעה לייצוא הנשק העולמי, והיתה הגרועה ביותר מאז 1988. ההזמנות ממדינות מתפתחות עמדו על 15.4 מיליארד דולר, המספר הנמוך ביותר מאז 1988. הירידה מוסברת במצבן הכלכלי של המדינות המתפתחות, שאינן יכולות להרשות לעצמן לרכוש כלי נשק מתקדמים ויקרים. אפילו סעודיה, המוגדרת כמדינה מתפתחת ומי שהיתה רוכשת הנשק מספר אחת בין 1988 ל-1995, לאור שרשמה הזמנות בסך 69.1 מיליארד דולר – מתקשה כיום לממן את ההסכמים עליהם חתמה.

יצרני הנשק יכולים להתגמל בכך שב-1995 הם מסרו ציוד בשווי 21.6 מיליארד דולר, ולראשונה מאז 1988, נעצרה הירידה שאיפיינה את השוק בשנים האחרונות. 1995 היתה השנה הראשונה מאז 1988, בה נרשם אפילו גידול בשווי המסירות. יצרניות הנשק האמריקאיות, שבשנה שעברה נעקפו במפתיע בידי המתחרות הרוסיות, אינן צריכות לרדוף למעמדן. בשלוש השנים הקודמות דורגה ארה"ב ראשונה, עם הזמנות שהסתכמו ב-69 מיליארד דולר, והיוו כ-49 אחוזים מהשוק. האמריקאים הובילו את הרשימה גם בין השנים 1988 ל-1991.

למרות הביצועים המרשימים של רוסיה, מעריכים כי יצוא הנשק הרוסי ישוב להצטמצם בשנים הבאות, לאור הירידה הכוללת בייצוא הנשק בעולם, וחוסר ההצלחה של הרוסים למצוא לקוחות מערביים לתעשייה הבטחונית המקומית. ההישג הרוסי מוסבר בחיסול מוצלח של מלאים שהצטברו מאז התפרקות ברית"מ. למרות המכירות הגבוהות, עמדה התפרקה של התעשייה הבטחונית ברוסיה ב-1995 על עשירית מזו שהיתה ב-1990.

הרוסים עושים מאמצים רבים להגדלת יצוא הנשק. ממשלת רוסיה מאשרת ליותר יצרניות בטחוניות מבעבר לייצא את תוצרתן, ומנסה להקל על המכשולים הביורוקרטיים המקשים על יצוא הנשק. זאת ועוד: מאז 1991 נרשמה עלייה מתמשכת במספרן של חברות מחקר ופיתוח פרטיות ברוסיה. האומנים נעים בין 40 ל-90 אלף חברות, חלקן חברות סטארט-אפ קטנות, וחלקן נועדו לתרגם למטבע קשה ידע שנצבר במסודות מדעיים שונים.

המיג-1.42 הוא דוגמה מייצגת למצבה הקשה של התעשייה הבטחונית הרוסית מצד אחד, ולפוטנציאל הגלום בה מצד שני. יותר משנתיים לאחר ששני אבות-הטיפוס של המטוס ביצעו כבר ניסויי הרצה, מתעכבת טיסת הבכורה של מטוס הקרב המתקדם



## חפנית בחקירת התפוצצות טיסה 800 של TWA

הערפל סביב נסיבות התפוצצות מטוס ה-747 של TWA ב-18 ביולי, עשוי להתפורר בעקבות שיחור שנעשה לתנועת המטוס בחודשים שקדמו להתפוצצות. מיד לאחר האסון, היתה סברה כי להתרסקות המטוס, בעת שהיה בטיסה 800 מניוירוק לפאריז, גרמה פעולת חבלה עיונת. לחוקרים היה ברור, כי התרסקות המטוס נגרמה מפיצוץ, וההנחה היתה כי הוא נגרם מפיצוץ מזוודת נפץ שהועלתה למטוס, בדומה לפיצוץ מטוס ה-747 של "פאן אמריקן" מעל סקוטלנד ב-1989.

ההערכה התחזקה, לאחר שעל חלקים מסוימים משרידי המטוס, שנמשו מהאיקיאנוס האטלנטי, נמצאו שרידים של חומר-נפץ מהסוג המשמש מזוודות-נפץ. ואלם, ככל שהתמשכה חקירת מינהל התעופה האמריקאי, ה-FAA, לא הצליחו החוקרים לאתר שרידים כלשהם למנגון ההפעלה של מזוודת-הנפץ המסוערת. התפנית התחוללה לאחר שנתגלה, כי מספר שבועות לפני האסון, שימש המטוס שהתפוצץ לתרגול כלבי הרחה, באימון לאיתור מזוודות-נפץ. כחלק מהאימון פוזרו בנקודות מסוימות במטוס חומרי-נפץ המשמשים להרכבת מזוודות-נפץ.

הגילוי סיפק הסבר כפול: הן להימצאות שרידי חומרי-הנפץ, לאחר שהמטוס לא נוקה, ככל הנראה, ביטויית לאחר האימון, והן לעובדה, כי לא נמצאו מרכיבים אחרים מהפצצה. ההערכה החדשה טוענת, כי קצר חשמלי באחד ממכלי הדלק של המטוס, שלא רוקן לחלוטין, הוא שגרם לפיצוץ. קצר חשמלי עשוי היה להדליק את כמות הדלק הקטנה – כמה מאות ליטרים – עם האוויר שנמצא במיכל, וליצור התפוצצות בעוצמה רבה. חוקרי FAA מתכוונים לערוך בקרוב ניסוי, במסגרתו יערכו פיצוץ מנוקר של 747 ישן, בנסיבות דומות. תוצאות הניסוי יוכלו להעיד סופית, האם התפוצצות טיסה 800, שבה קיפחו את חייהם 228 נוסעים ואנשי צוות, אכן נגרמה מתקלה טכנית.

## ארה"ב: לסוריה ולמצרים יכולת לוחמה ביולוגית

לסוריה ולמצרים תוכניות ללוחמה ביולוגית, טוענת סוכנות פיקוח ופירוק הנשק האמריקאית. בדו"ח השנתי שפירסמה הסוכנות נאמר, כי "יש סבירות גבוהה לכך, שסוריה מפתחת יכולת לוחמה ביולוגית התקפית". סוריה חתמה ב-1972 על האמנה להגבלת תפוצת נשק ביולוגי ורעלני, אך טרם אישרה את תחיתמה.

לגבי מצרים, טוענת הסוכנות, כי כבר ב-1972 פותחה שם יכולת לוחמה ביולוגית. למרות שלא נודע על הפעלה של נשק ביולוגי בידי המצרים, אין עדויות שהתוכנית פורקה או הסתיימה מאז, ולכן טוען הדו"ח כי "סביר להניח שהיכולת המצרית בתחום עדיין קיימת".

ובטילי אוויר-אוויר ארוכי-טווח. טילי ה-AA-9 הוחלפו על-ידי טילי ה-AA-X-13, מונחי מכ"ם אקטיבי ופאסיבי, ויחד עם טווח הגילוי של המכ"ם שמגיע ל-400 ק"מ, מציע המיג-31M מערכת נשק ייחודית. בניסויים הפיל המיג-31M מטרה אווירית שטסה במרחק 300 ק"מ, עם טילי ה-AA-X-13.

שישה אבות-טיפוס נבנו למטוס, אחד מהם כבר פורק והותך. חיל-האוויר הרוסי לא מגלה עניין רב במטוס, ו"מיקויאן" עוברת על גרסה חדשה, שעשויה לשנות את המצב הזה: מיג-31FE, שבנוסף למשימות היירוט, יוכל לשמש גם לדיכוי הגנה אווירית, עם טילים נגד קרינה. בנוסף, בוחנת "מיקויאן" פיתוח גירסת יצוא למטוס, על בסיס המיג-31 המקורי. נתוניו היחודיים של המטוס (מהירות מירבית של 2.83 מאך, גובה טיסה מירבי של 67 אלף גל), יפתחו לו נישא עצמאית, שעשויה למצוא לקוחות ל"מסעדה המעופפת", הכינוי שהדביקו ב"מיקויאן" למיג-31 הכבד (42 טון). הומוור הוא דרך אחת להתמודד עם המצב, שנראה יותר ויותר כסוף הדרך למטוסי הקרב היחודיים של "מיקויאן".

יותר, שם חייב היה המיג-1.42 להימצא על פסי הייצור. עבור שוקי הייצוא, המיג-1.42 הוא מטוס הקרב המתקדם ביותר שנמצא כיום בפיתוח, מלבד ה-F-22 האמריקאי, והוא מקדים בטכנולוגיה שלו את הרפאל והיופייטר, שייכנסו בקרוב לייצור סדרתי.

אחת האפשרויות העומדות בפני "מיקויאן" וחיל-האוויר הרוסי היא 'לכווץ' את המיג-1.42 הכבד, לגודל ולמשקל דומים לאלה של המיג-29 (22 טון), ולהשתמש באבות-טיפוס שכבר נבנו כמטוסי הרגמת טכנולוגיות לבחינת מכ"ם המערך מופע (PHASED ARRAY) ומערכת הנשק. ההערכת הן, כי בסופו של דבר המטוס אכן ייכנס לשירות בחיל-האוויר הרוסי, גם אם בכמויות קטנות.

ל"מיקויאן" יש עוד מטוס קרב כבד וייחודי שמתקשה להמריא. המיג-31M, תוכנן במקור כהשבת אמצע החיים למיג-31, מטוס היירוט המרכזי של חיל-האוויר הרוסי. פרויקט 701 של "מיקויאן" – מטוס יירוט לגובה רב שתוכנן להחליף את המיג-31, נוטל ב-1993, והמיג-31M נותר כמטוס היירוט הרוסי המתקדם ביותר. עיקר השיפורים הם במכ"ם

ביותר שתוכנן על ארמה רוסית. חיל-האוויר הרוסי, שתיכנן להכניס אותו לשירות בסוף המאה, כמחליף למטוסי הסוחוי-27, עשוי שלא לרכוש אותו לעולם, משיקולים כספיים.

תחת הדרישה של מטוס קרב רבי-משימתי לחזית (MFI) פיתחה "מיקויאן" מטוס קרב גדול (35 טון), דרמנועי, בעל זנב כפול, כנפוני קאנרד, הנעה וקטורית חלקית וכושר חמקנות. טיסת הבכורה שתוכננה במקור ל-1990 נדחתה שוב שוב, בגלל עיכובים בפיתוח מנוע 'ליוולקה-סאטורן' ALAIIF, ובעיקר מכיוון שזרימת הכסף לפרויקט כמעט שנצרה עם פירוק בריה"מ ב-1991.

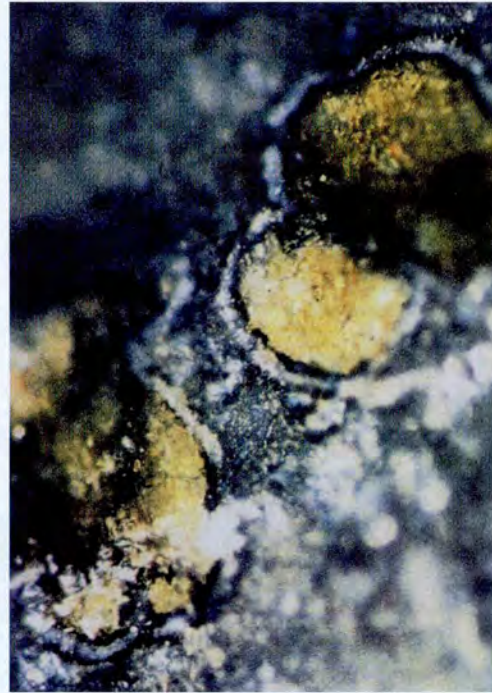
"מיקויאן", היום חלק ממפעל המטוסים של מוסקבה "וי.פי.קיי. מאפי", העניקה עדיפות תקציבית לפיתוח המיג-35, גרסה משופרת של המיג-29, שהחליפה את המיג-29M כדגם הייצוא העתידי של החברה, עם הנעה וקטורית, אוויוניקה מתקדמת, שטח כנף מוגדל וטווח ארוך יותר. המיג-35 אמור להיכנס לייצור עשור שלם לפני ה-2010. האמריקאי, ולהציע חלק מביצועיו, במחיר זול יותר. פיתרון מתאים לטווח הקצר, אך לא לעתיד הרחוק



הבואינג-767 אייוואקס הראשון המריא לטיסת בכורה באוגוסט, עטור בסמלי חיל-האוויר היפאני. כמו קודמו, שהתבסס על הבואינג-707, גם ה-767 אייוואקס ישמש למשימות בקרה ושליטה אווירית. חיל-האוויר היפאני הוא הלוקוח הראשון של המטוס, לאחר שהזמין כבר ארבעה מטוסים, ועשוי אף להכפיל את ההזמנה. ה-767 אייוואקס מסוגל לשהות במשך שבע שעות במרחק אלף ק"מ מבסיסו. מאחר והוא אינו משרת בחיל-האוויר האמריקאי, תקבל "בואינג" בקלות רבה יותר רשיונות יצוא למטוס, ויקל עליה להתקין בו רכיבים זרים, במסגרת עיסקות גומלין שונות. "בואינג" רואה גם בסעודיה, שמפעילה כבר מטוסי אייוואקס, בדו"ח קוריאא ובאיטליה לקוחות פוטנציאליות נוספות. האייוואקס החדש יתמודד גם מבכרו האוסטרלי למטוס בקרה ושליטה אווירית. מלבדו יתמודדו גם הפאלקון של התעשייה האווירית מישראל, וגרסת התערעה המוקדמת של ההרקולס-1.



# חיים בחלל



גילוי סימני החיים במאדים הוא התגלית המדעית החשובה ביותר של חקר החלל • מדעני נאס"א טוענים, כי גילו על מטאוריט שנמצא באנטרקטיקה ומקורו במאדים, סימנים לצורת חיים פרימיטיבית שהתקיימה על פני הכוכב האדום לפני 3.6 מיליארד שנים • הגילוי עורר לחיים את סוכנות החלל האמריקאית • נאס"א תנסה להקדים את לוח הזמנים של תוכניות הנחיתה השונות על מאדים, לקראת התוכנית הגדולה באמת: הנחתת אדם על פני הכוכב, אולי כבר ב-2011

13 אלף שנים לאחר שנחת בכדור-הארץ, סיפק מטאוריט ALH84001 תשובה אפשרית לאחת השאלות המרכזיות בהן עוסק חקר החלל מאז ומעולם. שרידים מינרליים ומכניים דמויי שפופרת שנתגלו על הסלע, מוכיחים לדעת צוות מדענים של נאס"א ואוניברסיטת סטנפורד, כי במאדים התקיימה לפני 3.6 מיליארד שנים צורת חיים אורגנית פרימיטיבית. אם הניתוח אכן נכון, נתגלתה לראשונה ההוכחה לקיום של חיים מחוץ לכדור-הארץ.

צוות המדענים ממרכז החלל ג'ונסון ואוניברסיטת סטנפורד, קונטיקט, כלל גם חוקרים מאוניברסיטאות ג'ורג'יה, מקגיל וחברת "לוקהיד מארטיין". הסלע, ששוקל 1.9 ק"ג, נתגלה על-ידי משלחת שביקרה באנטרקטיקה ב-1984 וקוטלג כ-ALH84001 (האותיות ALH הן ראשי התיבות אלן הנרי). רק ב-1993 עלה חשד כי מקורו במאדים, והחל מחקר מעמיק שלו. החוקרים מעריכים, כי הוא נוצר לפני כ-4.5 מיליארד שנים, בעומק 200 מטר מתחת לפני השטח של הכוכב. כמותה תקופה עוד היתה לכוכב אטמוספירה שכללה מים.

לפני 16 מיליון שנים, פגע במאדים אסטרואיד ענק שהעיף את הסלע החלל. במשך מיליוני שנים הוא הקיף את השמש, עד שלפני 13 אלף שנים התנגש בכדור-הארץ ונתת באנטרקטיקה. לאחר שנתגלה שם בשדה קרח הוא הועבר לנאס"א, ושם נחקר. ב-1994 החל הצוות של נאס"א וסטנפורד לחקור אותו, בעזרת ציוד מתוחכם שאיפשר לבחון אותו בהגדלות שונות. מיקרוסקופ לייזר שימש את החוקרים לאיתור והגדרת מרכיבים אורגניים שונים. כדוריי פחמן דמויי טיפות, שנתגלו על הסלע, תוארכו לפני 3.6 מיליארד שנים, באמצעות בחינת שרידי המיקרואורגניזמים.

מדעני נאס"א מאמינים שהמבנה הכימי של הכתמים הצהבהבים (למעלה) שנמצאו על המטאוריט המאדימי, הם שרידים של צורת חיים פרימיטיבית שהתקיימה על הכוכב. הגילוי יקדם, ללא ספק, מסע מאויש למאדים (משמאל, למעלה). משמאל, באמצע: אתר נחיתה אפשרי על-פני הכוכב. למטה: כך עשויה להיראות הנחיתה על הכוכב

תיחשב לאחת התגליות המדהימות ביותר שהמדענים מצאו אודות העולם. הנשיא הורה לאל גור, סגנו, לארינג פיסגת חלל, שתכנס בבית הלבן לקראת סוף השנה, כדי לדון בממצאים ובהמשך חקר החלל. גולדין הודיע, כי הסוכנות תעביר לסוכנויות חלל נבחרות ברחבי העולם חלקים מהסלע, כדי שיוכלו להמשיך במחקר, ולבקר את הממצאים של נאס"א.

מנהל נאס"א הודיע, כי הסוכנות תנסה להפוך את המשימה להחזרת מידגמי קרקע ממאדים למשימה עולמית, שתמומן גם בידי מדינות אחרות מלבד ארה"ב וכך להקדים את שיגורה ולשפר את איסוף החומרים. נאס"א תיכננה כבר קודם שיגור של שתי חלליות למאדים עוד השנה – המארס גלובל טרווייר בנובמבר והמארס פאת'פינדר בדצמבר. התוכנית הקיימת כוללת גם שיגור של חלליות שיקיפו את הכוכב וינחתו עליו

הארץ. הממצאים החדשים מקרמים את הצעת המדענים לחפור לעומק מספר מטרים באדמת מאדים, כדי להגיע לשכבות אדמה וסלע בהן עשויים להימצא חיים, או שרידים שלהם. שתי חלליות הוויקינג של נאס"א שנחתו על מאדים ב-1976, לא מצאו הוכחות לקיומם של חיים. "מאדים הוא כוכב מאוד לא ידידותי לצורות שונות של חיים, אפילו מהסוג שאנחנו חושבים שנמצא עליו", אמר דיוויד מק'קיי, שהוביל את קבוצת החוקרים שבדקה את הסלע. "אבל חיים יכולים להתקיים בעומק של מספר מטרים באדמת הכוכב. הדרך היחידה לדעת היא לנסוע לשם".

לאחר המסקנות הראשוניות המהפכניות, הודיע דניאל גולדין לנשיא ארה"ב ביל קלינטון על התגלית, והזהיר כי "אין עדיין קונצנזוס מדעי לגבי הממצאים". אם התגלית הזאת תתברר כנכונה, אמר קלינטון, היא

המסקנה הסופית התבססה על ארבע עדויות נפרדות: המטאוריט הגיע ממאדים והכיל סידרפתמני; קיומם של יסודות פחמניים מוקשר לממצא ביולוגי; הסלע הכיל חומרים אורגניים, שלדעת החוקרים מוצאם ממאדים, ומכנים זעירים, שנמצאו בסלע, נראים כמאובנים מיקרוסקופיים. למרות שאף אחת מהעדויות לא מוכיחה כשלעצמה קיומם של חיים, החוקרים טוענים כי הצירוף של ארבעתן מביא למסקנה בלתי נמנעת, שאכן היו חיים על המאדים. אומנם מיקרו אורגניזמים אינם היצורים היחידים הקטנים שסופרי המדע הביולוגיים תמיד ציפו למצוא במאדים, אבל לכאורה הם מבססים את ההנחה, שיצורים כאלה יכולים להתקיים א"ש.

נאס"א כבר הודיעה, כי היא שוקלת הקדמת משימה שתוכננה ל-2005, לאיסוף סלעים ואדמה ממאדים, והחזרתם לכדור



גם ב־1998, ב־2001 וב־2003. ב־2005 מתוכננת, כאמור, משימה להחזרת ממצאים מפני הכוכב.

בכינוס של פקידים בכירים של נאס"א במרכז החלל ביוסטון, הוחלט לקדם יציאת התוכנית האופטימית ביותר של סוכנות החלל האמריקאית קבעו עד היום את סוף העשור השני של המאה הבאה, כמועד לנחיתה מאוישת ראשונה על־פני הכוכב. נאס"א תפתח במחקר חדש לבחינת הטכנולוגיות הדרושות לשיגור אסטרונאוטים למסע כה ארוך. המחקר יבחן אלו טכנולוגיות כבר ישימות כיום, ואלו ידרשו פיתוח נוסף.

בנאס"א ישתרלו שלא לחזור על הטעות שנעשו ב־1990. אז ביצעה הסוכנות מחקר מזוורו לבחינת האפשרות של מסע מאויש למאדים, בעקבות קריאתו של נשיא ארה"ב דאז, ג'ורג' בוש, להאצת חקר החלל. הקונגרס האמריקאי, שסירב לאשר תקציבים מוגדלים לנושא, היסל את היוזמה. הפעם מבטיחים בנאס"א לבצע מחקר ארוך ויסודי יותר, שיציע בסופו תוכנית מסודרת למסע כזה, הערכות תקציביות ולוח זמנים צפוי.

חלק מההערכות על התקציבים שיידרשו לנאס"א לקראת שיגור אדם למאדים, עומדות על כ־400 מיליארד דולר בעשור הקרוב. הקונגרס, בעידן של קיצוצים, יתקשה לאשר הקצבה כה גדולה, למרות שבמונחים ריאליים, היא אינה גדולה משמעותית מההשקעה האמריקאית במבצע הנחיתה על הירח. אז, ב־1961, אישר הקונגרס תקציב של 26 מיליארד דולר למשימה. להשקעה האמריקאית במסע המאויש למאדים יש חשיבות רבה, כי ברור שגם אם סוכנויות חלל אחרות ישתתפו במימון, אולי תמורת שיתוף אסטרונאוטים ורים בצוות, תהיה ארה"ב המממנת העיקרית.

בימים של קיצוצים ושל ביקורת גדולה בקונגרס כלפי סוכנות החלל, הממצאים על קיום חיים במאדים היו בריוק מה שנאס"א צריכה כדי להצדיק את קיומה ואת המשך חקר החלל. סידרת השיגורים למאדים שתחל השנה, תמחיש למבקרים לאן הולכים הכספים שמגיעים לסוכנות (כ־14 מיליארד דולר בשנה) ותבטיח כי עד 2005 יהיה לסוכנות מידע שיאפשר לה לשגר מסע מאויש לכוכב. להיבט הפוליטי תהיה חשיבות רבה באישור ובמימון שיגור כזה. הנחיתה על הירח התבצעה רק לאחר שנשיא ארה"ב, ג'ון קנדי, ביקש ב־1961 מהקונגרס, בנאום דרמטי, את התקציב הדרוש. גם היום תודקק נאס"א לתמיכה של נשיא ארה"ב בתוכנית חלל מרכזית חדשה.

אך בשונה מ־1961, הידע הטכנולוגי והמרעי שנדרש לשיגור אדם למאדים קיים כבר ברובו. קנדי לא הספיק לשמוע את גיל ארמסטרונג מתאר את הצעד הקטן־גדול, וגם הנשיא שיינר בארה"ב בנובמבר כבר לא יישב כנבית הלכן כאשר האדם הראשון יביא את רגלו על מאדים, אבל הוא ישימש דמות מפתח לקיומה של תוכנית כזאת, שתביא את נאס"א למקום בו לא ביקר אדם מעולם.

**חיל־האוויר האמריקאי החל בשנים האחרונות לקדם את הלחימה בחלל, תחום שבמשך שנים נחשב רגיש, פוליטית ומוכרת • גנרל ג'וזף אשי, מפקד פיקוד החלל האמריקאי המשולב: "זה רגיש מבחינה פוליטית, אבל זה עומד לקרות: אנחנו עומדים להילחם בחלל"**



# מלחמה בחלל

שיפור יכולתם של כוחות קרקע הדרות לסייע מהחלל. משימה שלישית היא עליונות בחלל, מקבילה חרוץ־אטמוספירית לעליונות אווירית: היכולת להגן על הפעילות הידידותית בחלל ויצירת הכושר למנוע מהיריב פעילות כזאת. המשימה הנוספת היא לחימה בחלל נגד מטרות קרקע.

"אנחנו נרחיב את הפעילות שלנו במשימות העליונות החללית והלוחמה מהחלל, בגלל החשיבות הגדולה והולכת שלחן", אומר גנרל אשי, מפקד פיקוד החלל המאוחד של ארה"ב וראש פיקוד החלל של חיל־האוויר האמריקאי. "יום אחד נוכל לטווח מהחלל מטרות על פני הקרקע, כמו ספינות, מטוסים ומטרות קרקעיות. במקביל, נוכל לטווח מטרות בחלל, מהחלל.

"זה רגיש מבחינה פוליטית, אבל זה עומד לקרות. כמה אנשים אינם רוצים לשמוע זאת, ובטח לא אופנתי לומר זאת, אבל ללא ספק, אנחנו עומדים להילחם בחלל. תחום החלל הפך כל כך יקר לנו, שהאינטרס הלאומי קובע שעלינו להגן עליו.

כאשר החל חקר החלל לתפוס תאוצה בשנות ה־50, הודיעו כל הצדדים המעורבים, בעיקר ארה"ב ובריה"מ היריבות, כי החלל מיועד למחקר מדעי ותו לא.

המלחמה הקרה יצרה מציאות חדשה. סוגים שונים של לוויינים צבאיים טהורים, כמו לווייני ריגול והתרעה מפני שיגור טילים באליסטיים, נכנסו לשירות. בברכת הפוליטיקאים, ניצלו אנשי הצבא והיצרנים את האפילה, והחלו להתכונן ללחימה בחלל. פיקוד החלל של ארה"ב החל בשנים האחרונות להניח את היסודות ללחימה בחלל. קצינים בכירים ומתכננים, מתכוננים לביצוע משימות לחימה הגנתיות והתקפיות במה שמכונה החלל הבינוני - גבוהים של מאת אלפי ק"מ בוודדים מעל כדור־הארץ. בנסגרת ההכנות, שירטטו אנשי פיקוד החלל קווים בסיסיים ללחימה בחלל, ובחזו את הדישת של לחימה כזאת.

ארבע משימות מרכזיות אותרו בידי אנשי פיקוד החלל. הראשונה, תמיכה - שיגור והפעלה של רכבי חלל. משימה אחרת היא

"זאת הסיבה שארה"ב פתחה בשורה של תוכניות פיתוח באנרגיית ליזר ובטכנולוגיה של פגיעה כדי להרוג, אותם אמצעים יוכלו להיות מותקנים גם על הקרקע ועל גבי מטוסים, ולירות לתוך החלל".

אנשי פיקוד החלל של חיל־האוויר האמריקאי מעודדים באחרונה את אנשי החלל מכין האסטרונאוטים של נאס"א, לשוב לשירות בחיל־האוויר ולשמש כגרעין של מפקדים העתידיים של פיקוד החלל המתחדש. "אני בהחלט רואה אותם כגרעין לחומי החלל של מחר", אומר גנרל אשי. "כשאנחנו מתכוונים להתרחב למשימות של עליונות בחלל ולחימה מהחלל, מי טוב יותר לבצע את המשימות האלה מאשר אלה שכבר היו שם, כטייסי מעבורת החלל? אנחנו זקוקים להם בחזרה, בשביל העתיד.

"התגובה הראשונה של האסטרונאוטים טובה. ההיוון החוזר שאני מקבל מהם הוא של התלהבות והתרגשות, בעיקר כשכולם מודעים שאנחנו קרובים לנקודה בה נתחיל להפעיל מעבורות חלל צבאיות".



## גלשני אוויר

מדור חדש, הסוקר אתרי אינטרנט העוסקים בתעופה, חלל, טכנולוגיה וכל מה שנופל ביניהם. הפעם, נפל המדור חלל לתגליות האחרונות מהמאדים. מסע בין כוכבים

## נאס"א נגד מכישי הנחיתה

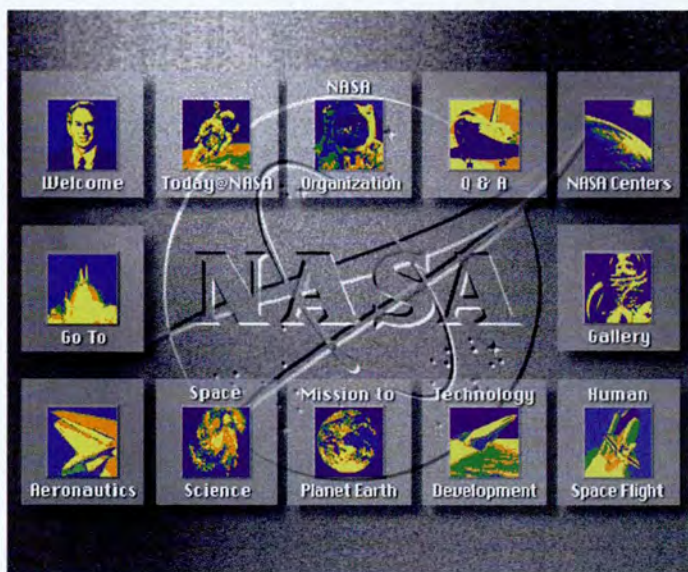
החלל בכותרות מאז ההודעה על הגילוי האפשרי של סימני חיים במאדים. אם כאמת יש יצורים חיים בחלל, הרי שהכתובת של אתר הבית של נאס"א, סוכנות החלל האמריקאית, צריכה להיות אחד מסודות תבל שהם נושאים עימם. כל מה שבו מאדים צריך לדעת על היקום נמצא שם: תמונות של כוכבי לכת וגלאקסיות, סרטי וירואי קצרים שצולמו בחלל, תמונות ערכניות שממשיך לספק טלסקופ האבל, הצלם הטוב ביותר בעולם, ומחוצה לו. בן אנוש יתעניין יותר בפעילות נאס"א או והיום, בתיאורי חלליות ששיגרה, ובאסטרונואוטים של הסוכנות. האתר מאפשר גם מעקב שוטף אחרי טיסות מעבורות החלל, וקשר כמעט רציף עם האסטרונואוטים שעל סיפונן.

אתר מושקע היטב, רציני ויסודי, שאפשר לבלות בו שעות – בכל שבוע. כמובן שהוא כולל גם קישורים רבים לאתרים אסטרונומיים ומדעיים אחרים.

עבור מי שרוצה לקבל דעה שנייה על נאס"א, נוצר האתר המתעד את הנחיתה המזויפת על הירח. שניות אחרי צפייה בסרטים המתארים את הנחיתה, תוך האזנה לקולו של ניל ארמסטרונג המשרד "צעד קטן לאדם, צעד גדול לאנושות", אפשר לקרוא את כל ההסברים האפשריים, המסבירים מדוע התמונות שזה עתה ראיתם, הם הונאה הגדולה בהיסטוריה, שצולמה במדבריות נבאדה. ר. רנה, מחבר הטקסט של האתר, מוצג כ"נער מבריק מהסלאמס" (המרכאות במקור), שרכש את השכלתו בעצמו. עתה, הוא נלחם בטחנות-הרוח, ומפנה את המבקרים לספרים שכתב בנושא. אתר אינטרנט טיפוסי, אנטימימסדי וחושף שחיתויות. אם בוחרים להאמין לו, כמובן.

באותה רוח פועל אתר נוסף, הטוען למציאת סימנים לחיים אינטליגנטיים במאדים. הבקטריות של נאס"א אינן מרשימות את בוני האתר. אלה רואים סלעים בצורת פני אדם ופירמידות, שצולמו על פני הכוכב, וקובעים כי אינם אלא סימני דרך שהושארו לאדם בידי תרבות אינטליגנטית. גם כאן, מבטיח האתר, נחשפים שקריה של סוכנות החלל האמריקאית, ביניהם בן כמה באמת המטאוריט שנמצא באנטרקטיקה ועליו סימני החיים מהכוכב.

יש מי שנלחמים במיסדר, ויש מי שמשתפים עימו פעולה. אוניברסיטת סטנפורד שותפה עם נאס"א בתוכנית בין לאומית לחקר מאדים. אנשי האוניברסיטה, שהיו שותפים למחקר המטאוריט המאדימי, תיכננו, למשל, את החללית שתקח את הצוות האנושי הראשון למאדים, את לוח הזמנים של המסע (נחיתה ב־2013) וגם מה יאכלו האסטרונואוטים בדרך (תפריט של 3,000 קלוריות ליממה, וזה לוח של תושבי תחנת-החלל הבינלאומית "אלפא"). באתר יש גם קישורים לאתרים אחרים שעוסקים במאדים, וחשוב לא פחות: כל מי שמתגעגע לדגמי הנייר שצורפו בעבר לבטאון, יוכל



רשימת הכתובות:  
נאס"א:

<http://www.nasa.gov/>

הנחיתה המזויפת על הירח:

<http://www.hway.net/ral/mih.htm>

חיים אינטליגנטיים במאדים:

<http://home.navisoft.com/cydonya/cydimage.htm>

תוכנית בינלאומית לחקר מאדים:

<http://www-leland.stanford.edu/group/mars/>

בואינג:

<http://www.boeing.com/>



למצוא באתר שרטוטים לבניית דגם נייר של חללית המאס פת'פיינדר, שתשוגר בקרוב למאדים.

תחנת "אלפא" והמסע המאויש למאדים יהיו צעדי הענק הבאים בחקר החלל.

"בואינג", הקבלנית הראשית של תחנת "אלפא", סיפקה בשבועות האחרונים את נקודת-הציון האחרונה בתעופה הפנים

אטמוספירית: הרור החדש של הג'מבו, שיישא כאלף נוסעים. הרגמים החדשים של החברה, מופיעים כמו שאר מוצרי החלל והצבא של

"בואינג", באתר הבית שלה ברשת. הרבה תמונות צבע ורמטיות וחומר היסטורי, בנוסף לקישורים רלוונטיים.



# It Has Survived Years Of Evolution.

The F-16. First it was a lightweight fighter. Then it became the premier multi-role fighter. It keeps evolving, becoming a stronger and more versatile weapon system. BFGoodrich is part of that evolution. BFG Block 50 wheels and brakes are the production standard at Lockheed Martin and are now approved by the USAF for the Block 40 aircraft. The BFGoodrich carbon brake has demonstrated over three years of service capability without maintenance on Block 40/50 aircraft and over four years of service capability without maintenance on the Block 32 and prior aircraft. In addition, **our wheels are fully qualified for long-wearing radial tires.** BFGoodrich wheels and brakes: longer wear life, higher reliability and lower operating cost. Call us at 513-339-3811 for details. Help your fighters evolve to a higher life form.

**BFGoodrich**  
Aerospace

Aircraft Wheels & Brakes

Tough Brakes For Tough Missions.



**AEROSPACE ENGINEERING SUPPORT LTD.**

10, SHLONSKI STREET P.O.BOX 3110 HERTZLIA B 46104, ISRAEL TEL: 972-9-500636 FAX: 972-9-500716

# חיש-גד פורש לך רשת מזל לשנת תשנ"ז

רוצה כדורסל? חיש-גד סל  רוצה מתח? חיש-גד קזינו

רוצה מניות? חיש-גד בורסה  רוצה מטבע זר? 

חיש-גד מט"ח  רוצה קלפים? חיש-גד פוקר 

רוצה כדורגל? חיש-גד כדורגל  רוצה מזלות? חיש-גד

מזל גדול  רוצה בינגו? בינגו בריבוע  רוצה

נכסים? חיש-גד נדל"ן  רוצה הימורים? חיש-גד

לאס וגאס  רוצה טיולים? חיש-גד מקומות ואתרים

רוצה  נופש? חיש-גד אואזיס  רוצה

מצלצלים? חיש-גד  צליל הכסף.

מעולם לא הצענו לך מגוון רחב כל כך של כרטיסי חיש-גד בו זמנית. המהפכה השיווקית של חיש-גד תפגוש אותך בקרוב עם 13 סוגי משחקים ברמות מחירים שונות ופרסים בהתאם. אתה תבחר את המשחק שמעניין אותך; אתה תהמר מי יהיו כרטיסי המזל שלך בשנה הקרובה. שחק אותה בהצלחה.

## רק תבחר

