



ביעור

תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית



- חיל האוויר יקבל טייסת F-35A
- התע"א חשפה שלושה כטב"מים מרחפים
- תערוכת הכטב"מים בארה"ב: AUVSI 2010
- ה-G250 הוצג לראשונה בתערוכה באטלנטה
- חדשות התעופה בישראל ● ספרים ביעף

חדשות ביעף:

- 3 זרוע האוויר והחלל - F-35A
- 4 תעשיות ביטחוניות
- 7 מטוסים מעודפי חיל האוויר

תערוכות בעולם:

- 8 תערוכת הכטב"מים בדנוור, קולוראדו: **AUVSI 2010**
סקירת המוצרים של **נורת'רופ גרומן**, **בואינג**, **ג'נרל אטומיקס מערכות אווירונאוטיות**,
לוקהיד מרטין, **טקסטרון** - **AAI**, **Aero Vironment**, **האניוול**, **אורורה מדעי טיסה**, **L-3**
- 25 התצוגה הישראלית בתערוכה

- 26 **ספרים ביעף**

בשער: הכטב"ם המרחף **ברדלס (Panther)** שמפותח על-ידי התעשייה האווירית.

דבר העורך

חיל האוויר עתיד לקלוט בעוד 5-6 שנים עשרים מטוסי **F-35A** לייטינג II מתוצרת **לוקהיד מרטין**, שירכיבו טייסת ראשונה של מטוסי קרב חמקנים. תהיה זו קפיצת מדרגה ביכולותיו של חיל האוויר ובכושר ההרתעה שלו, שכן באמצעות המטוסים החמקנים ניתן לבצע בהפתעה כמעט מוחלטת תקיפות מדויקות של מטרות איכות גם באזורים שבהם מוצבות מערכות הגנה אווירית מהמתקדמות ביותר. ה-**F-35** מוגדר כמטוס קרב מהדור החמישי, שיכולותיו עולות במידה ניכרת על אלה של מטוסי הקרב מהדור הרביעי, דוגמת ה-**F-16I סופה**. זוהי לא רק פלטפורמה אווירית בעלת ביצועים עדיפים; זהו כלי-טיס האוצר בתוכו שפע של מערכות אוויוניות מתקדמות ביותר, המקנות לטייס מודעות מצבית חסרת תקדים ויכולת למלא את משימותיו התובעניות באופן היעיל והמוצלח ביותר. למערכת מוטסת כה מורכבת ומתקדמת מוצמד כמובן תג מחיר גבוה מאוד. עלות הפיתוח של משפחת המטוסים החדשה הזו היא אסטרונומית, וגם ייצורם יהיה יקר בהרבה ממטוסי הדור הנוכחי. אולם מכיוון שמדובר בסדרות ייצור גדולות מאוד שישתכמו בכמה אלפי מטוסים – כדי למלא את הדרישות של תשע המדינות השותפות בתוכנית ושל לקוחות נוספים – אפשר לצפות לירידת מחיר מסוימת בשנים הבאות.

בארץ הועלתה השאלה, האם ישראל צריכה בכלל את מטוסי ה-**F-35** היקרים בטירוף? התשובה לכך היא, חד משמעית, כן! נכון החליטו כל הגורמים הקובעים – חיל האוויר, צה"ל, משרד הביטחון, ממשלת ישראל והכנסת – לאשר החלטה חיונית זאת.

חיל האוויר חייב לחדש את סד"כ הלחימה שלו, זאת כדי להחליף מטוסים מיושנים שיוצאים מהשירות ולשמור על גודל הכוח, ולהצטייד במערכות המתקדמות ביותר שקיימות כדי לקיים את כושר ההרתעה של מדינת ישראל. לצורך כך נהוג לזום עסקת רכש גדולה של מטוסי קרב חדשים אחת לעשור בערך. בעשור הקודם נרכשו מטוסי ה-**F-16I סופה**; בעשור הנוכחי נדרשת עסקה חדשה. אם בוחנים את סד"כ הקרב הנוכחי של חיל האוויר מגלים, שיש בו מטוסי **F-15** בני 19 עד 33 שנה, מטוסי **F-16A/B** נץ בני כ-30 שנה, מטוסי **F-16C/D** ברק בני 18 עד 24 שנה, מטוסי **F-15I** רעם בני כ-13 שנה ומטוסי **F-16I סופה** די חדשים.

מקובל להפעיל מטוסי קרב במשך 30 עד 40 שנה אחרי רכישתם, כאשר הם עוברים מספר תהליכי השבחה במהלך חייהם. אבל עלות התפעול והתחזוקה עולה ככל שהמטוסים ישנים יותר, זמינותם לפעילות הולכת ויורדת עם הגיל, כך שאין זה סביר להמשיך להפעיל מטוסים בני 40. במסגרת תוכנית בניין הכוח של חיל האוויר, חייבים יהיו להחליף בעשור הבא (אחרי שנת 2020) את רוב מטוסי ה-**הנץ והברק**. הצעד הנכון יהיה להצטייד בטייסת אחת של מטוסי **F-35A** במחצית השנייה של העשור הנוכחי, ועוד מספר טייסות במחצית הראשונה של העשור הבא.

הברירה האחרת יכולה להיות לרכוש עוד מטוסי **F-16I** או **F-15I** עם שיפורים קלים. אם זו הייתה ההחלטה, היו צריכים למהר להזמין את המטוסים האלה כבר עכשיו, כי קווי הייצור שלהם עתידים להיסגר לקראת סוף העשור הנוכחי. הפרש המחיר לא יהיה דראסטי בהשוואה לרכש מטוסי **F-35A**, ועם זאת נישאר בשנות ה-30 וה-40 של המאה הנוכחית עם מטוסי קרב מהדור הרביעי, במקום להתקדם לדור החמישי.

לגבי הטענות על מחירם הגבוה של מטוסי ה-**F-35A**: צריך להבין, שעסקת רכש ראשונה של מטוס מסוג חדש לחלוטין כוללת גם הוצאה גדולה על מערכות ושירותים לבניית תשתית תחזוקתית, תפעולית והדרכתית בחיל האוויר. לפיכך, אם העסקה לרכש 20 המטוסים הראשונים מסתכמת בכ-2.75 מיליארד דולר, אין זה אומר שכל מטוס עולה 137.5 מיליון דולר. מטוסי ה-**F-35A** בעסקאות הבאות יעלו הרבה פחות, לאחר שכבר תהיה קיימת בארץ התשתית הדרושה.

יש גם לזכור, שמדינת ישראל אינה משלמת מתקציבה השקלי עבור המטוסים. מימון הרכש נעשה מתוך הסיוע הצבאי שמעניקה ארה"ב לישראל, בהיקף של כשלושה מיליארד דולר מדי שנה בשנה. ניצול הסיוע הזה לרכש מטוסי **F-35A** הוא בהחלט שימוש נאות בכסף המוענק לנו. ולא רק זאת, הובטח לנו שיתוף פעולה תעשייתי בהיקף של לפחות 4 מיליארד דולר, שייסיע מאוד לתעשיות הביטחוניות.

יהודה בורוביק



מהדורה אלקטרונית e114
חשוון תשע"א – נובמבר 2010

בחסות
האגודה למדעי התעופה
והחלל בישראל

www.aerospace.org.il

מו"ל ועורך אחראי: יהודה בורוביק
עורך משנה: מאיר פדר

דוא"ל: biaf@aerospace.org.il

מחיר המנוי: 100 ש"ח לשנה

© כל הזכויות שמורות ל"ביעף".

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

BIAF - Israel Aerospace e-Magazine

Publisher & Editor: Yehuda Borovik

E-mail: biaf@aerospace.org.il

Copyright © 2010 BIAF.

All rights reserved.

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

F-35A חיל האוויר יקבל טייסת



שני מטוסי הניסוי הראשונים של הלייטנינג II מהדגם F-35A להמראה ונחיתה רגילה.

לספק בתוך שנים ספורות מטוסים סדרתיים לזרועות הצבאיות של תשע המדינות המשתתפות בתוכנית: אוסטרליה, איטליה, ארה"ב, בריטניה, דנמרק, הולנד, טורקיה, נורווגיה וקנדה. ישראל תהיה המדינה הראשונה מחוץ לתשע השותפות שתקבל מטוסי F-35.

F-35C לפעולה מסיפון נושאות מטוסים בים. תשעה מטוסי ניסוי מכל שלושת הדגמים כבר נמצאים בניסויי טיסה. תוכנית הפיתוח והניסויים נמצאת אמנם בפיגור גדול לעומת לוח הזמנים המקורי, אך אין ספק שלוקהיד מרטין תצליח בסופו של דבר להתגבר על כל הבעיות שנתגלו ולהתחיל

מנכ"ל משרד הביטחון, אלוף (מיל') אודי שני, חתם ב-7 באוקטובר בניו-יורק על מסמך ההצעה והקבלה (LOA) לרכישת מטוסי F-35A עבור חיל האוויר הישראלי. החתימה נעשתה בהמשך להחלטת ממשלת ישראל מה-16 בספטמבר לבחור ב-F-35 לייטנינג II מתוצרת לוקהיד מרטין כמטוס הקרב מהדור הבא עבור חיל האוויר.

ב-20 בספטמבר קיבלה ועדת הכספים של הכנסת את בקשת משרד הביטחון ואישרה הרשאה להתחייב על הסכום הדרוש לרכישת 20 מטוסים ראשוניים. היועץ הכלכלי לרמטכ"ל אמר בדיון כי רוב העסקה תמומן מתקציב הסיוע האמריקני, ואילו היתרה בסך כ-150 מיליון ש"ח תגיע מתקציב הביטחון, כאשר המימון פרוס על פני תקופה של 7-8 שנים.

משרד הביטחון הגיע לציון הדרך של החתימה על מסמך ההצעה והקבלה לאחר משא ומתן ארוך ומייגע עם ממשלת ארה"ב על היענות לדרושות החינניות של ישראל לגבי שילוב מערכות ואמצעי חימוש מתוצרת ישראל במטוסי ה-F-35. לא ידוע בשלב זה מה הושג לבסוף. עם זאת, הצליחה ישראל להשיג הסדר נדיב מאוד מבחינת שיתוף פעולה תעשייתי, בהיקף כספי העולה בהרבה על מחיר רכש המטוסים – כ-2.75 מיליארד דולר.

מנכ"ל משרד הביטחון אמר בחודש אוגוסט: "השיקולים לאישור העסקה היו לא רק היכולות המבצעיות של המטוס, אלא ההסכמות שהושגו עד כה לשילוב התעשיות הישראליות בייצור המטוס גם עבור לקוחות נוספים ורכש גומלין בהיקף של לפחות 4 מיליארד דולר". אודי שני ציין עוד, כי "אנשי הרכש במשרד הביטחון ממשיכים לקיים מגעים מול התעשיות המעורבות על-מנת להגיע להסכמות שיאפשרו את שילוב התעשיות הישראליות בהיקף של לפחות 5 מיליארד דולר". מטוסי ה-F-35A, שיגיעו לישראל רק בשנת 2016 כנראה, יקפיצו את חיל האוויר לעידן מטוסי הקרב מהדור החמישי. ישראל תהיה המדינה הראשונה במזרח התיכון שתפעיל מטוסי קרב חמקנים, המסוגלים לתקוף בהפתעה מטרות איכות באזורים המוגנים היטב במערכות הגנה מתקדמות נגד אינמיס אוויריים. הלייטנינג II משלב גם היתוך מלא של כל המידע מהחיישנים של המטוס עצמו וממקורות חיצוניים – דבר שנותן לטייס מודעות מצבית עדיפה ויכולת טובה יותר לבצע את משימותיו בהצלחה – ויכול לפעול בצורה משולבת ברשת הצבאית.

חיל האוויר הביע בזמנו דרישה לכ-75-80 מטוסי F-35. סביר להניח שעסקות רכש נוספות למטוסים כאלה ייחתמו במהלך העשור הנוכחי או בתחילת העשור הבא, כדי לחדש את הסדר"מ המתיישן.

לוקהיד מרטין מפתחת את ה-F-35 יחד עם שותפותיה התעשייתיות העיקריות, נורתרופ גרומן ובריטיש איירוספייס סיסטמס. למטוס מפותחים שני מנועים נפרדים, חלופיים: הפראט אנד ויטני F135 והג'נרל אלקטריק - רולס-רויס F136.

תוכנית הפיתוח כוללת שלושה דגמים של הלייטנינג II: F-35A להמראה ונחיתה רגילה, F-35B להמראה קצרה ונחיתה אנכית, ו-

חותמים על ההסכם (משמאל לימין): תת-אדמירל דייוויד וונלט, ראש מנהלת תוכנית F-35 בפנטגון; אלוף (מיל') אודי שני, מנכ"ל משרד הביטחון; גב' היידי גרנט, סגנית תת שר האווירייה האמריקני לנושאים בינלאומיים; ג'ד דובב, ראש משלחת משרד הביטחון בניו-יורק.



התע"א חשפה שלושה כטב"מים מרחפים



הברדלס (למעלה) והמיני-ברדלס (למטה) מתאפיינים במרחפים/רוטורים הניתנים להטיה בין מצב אופקי לאנכי.



תחנת הבקרה הקרקעית של הברדלס והמיני-ברדלס מותקנת בתוך כלירכב, שנושא גם את הכטב"מים.



התעשייה האווירית לישראל חשפה משפחה חדשה של כטב"מים מרחפים בתערוכה שהתקיימה באתר יד לשריון בלטרון בין ה-5 ל-7 באוקטובר, במסגרת כנס לטרון הרביעי ללוחמת היבשה.

הכטב"מים החדשים פותחו על-ידי המחלקה לכלי-טיס מרחפים, שהוקמה במפעל מלט של החטיבה לכלי-טיס צבאיים בשנת 2005.

הברדלס (המכונה באנגלית Panther) והמיני-ברדלס (Mini-Panther) מיישמים טכנולוגיה של הטיית רוטורים (tilt-rotor) לצורך ניהוג הכלי. שיטה זו מאפשרת לפלטפורמה לבצע אופני טיסה משתנים: גם ריחוף מעל נקודה מסוימת, בדומה למסוק, וגם טיסה אופקית כמו מטוס. רעיון הניהוג הייחודי נרשם כפטנט ע"י התע"א.

שני הכטב"מים מבצעים המראות ונחיתות אנכיות, ולא נדרשות הכנות קרקעיות של אמצעי שיגור ונחיתה. לכלי-הטיס מערכת בקרת טיסה חדשנית, השולטת על המעבר בין מצבי הטיסה השונים בזמן הטיסה וגם בשלבי ההמראה והנחיתה האוטומטיים.

מפתחי המערכת בתע"א מדגישים כי יכולות איסוף המודיעין, הסיור וסגירת המעגלים של הברדלס, תוך ניצול יעיל של אופני הטיסה המשתנים, הופכים אותו לנכס ייחודי ומהפכני בשדה הקרב היבשתי הטקטי.

הברדלס טס ומרחף בעזרת 3 מדחפים שקטים, כאשר המנועים החשמליים מוזנים מתאי דלק. לכלי-הטיס בגרסתו הנוכחית מוטת כנף של 6 מטר, משקלו המרבי 65 ק"ג, והוא מסוגל לשאת מטע"ד במשקל של עד 8 ק"ג. ניתן להתאים לו כנפיים במוטה שבין 2 ל-8 מטר, בהתאם למשך השהייה הנדרש במשימה המיועדת. המטע"ד האופייני הוא MiniPOP מתוצרת מפעל תמ"מ של התע"א – מערכת תצפית אלקטרו-אופטית ליום ולילה, הכוללת גם אחת מהיכולות הבאות: מציין לייזר, מד-טווח לייזר או מצביע לייזר, בהתאם לצורכי הלקוח. הברדלס יכול לטוס ברום של עד 10,000 רגל (כ-3 ק"מ) ומגיע למהירות של כ-130 ק"מ/ש'. זמן השהייה שלו באוויר עולה על 6 שעות, וטווח הפעילות שלו עובר את ה-60 ק"מ.

תחנת הבקרה הקרקעית נמצאת על כלירכב בודד, שיכול לשאת עד 3 כלי-טיס יחד עם ציוד, חלקי חילוף ותקשורת קרקעית. הרכב מאפשר פעילות עצמאית בשטח והפעלה ברמות הטקטיות של הגדוד והחטיבה.

המהנדסי המחלקה לכלי-טיס מרחפים פיתחו גם כטב"ם קטן יותר בעל תכונות דומות, המכונה מיני-ברדלס. כלי זה מסוגל להמריא במשקל מרבי של 12 ק"ג כשהוא נושא מטע"ד במשקל 2 ק"ג, דוגמת ה-MicroPOP. ניתן להתאים את מוטת הכנף לפי המשימה הנדרשת, החל ממוטה של 0.7 מטר למשימות ריחוף בלבד וכלה במוטה של 3.5 מטר לטיסת שהייה. המיני-ברדלס בעל ההנעה החשמלית יכול לפעול ברום של עד 2,000 רגל מעל פני הקרקע (600 מטר), לשייט במהירות של 60 ק"מ/ש' ולפעול ברדיוס של יותר מ-20 ק"מ, כשהוא שוה באוויר במשך יותר משעה וחצי. מהירותו המרבית 185 ק"מ/ש'.

מערכת מיני-ברדלס כוללת שני כלי-טיס ומערכת שליטה ובקרה ניידת, נישאת בתיקי גב



העטלף – פלטפורמת תצפית חשמלית קשורה לקרקע (ETOP), בתערוכת לטרון.

על-ידי שני אנשי צוות וניתנת הפעלה על-ידי כוחות מיוחדים וברמת הפלוגה והגדוד. את הברדלס או המיני-ברדלס האוטונומיים לחלוטין ניתן לתפעל על-ידי חייל בודד, כאשר לצורך תפעול מערכות הבקרה והשליטה במשימה נדרשים שני אנשי צוות, תוך שימוש בשתי עמדות הפעלה זהות בעלות יתירות מלאה – זאת על מנת להבטיח כי המשימה תבוצע ללא תקלות טכניות. כטב"מים אלה נמצאים בשלבי ניסוי מתקדמים, וכבר בוצעו טיסות ניסוי רבות ומוצלחות. שתי המערכות צפויות להיות מבצעיות במהלך שנת 2011.

פלטפורמה מרחפת קשורה לקרקע

המוצר השלישי במשפחת כלי-הטיס המרחפים הוא העטלף – פלטפורמת תצפית חשמלית קשורה לקרקע (ETOP). בתוך המסגרת המרובעת שלו, שאורכה ורוחבה 1.6 מטר ועוביה 20 ס"מ, מסתובבים ארבעה רוטורים קטנים. הכלי, שמשקלו המרבי 45 ק"ג, מיועד לרחף מעל נקודה כשהוא קשור לעמדה קרקעית קבועה, לכלי-רכב או לכלי-שיט בים. העטלף מקבל את האנרגיה החשמלית ממקור כוח הנמצא על הפלטפורמה הקרקעית אליה הוא מחובר. אין צורך במפעיל ייעודי לכלי, והוא נפרס וחוזר למקומו בלחיצת כפתור אחת. העטלף יכול לשאת מטע"ד תצפית במשקל של עד 20 ק"ג. ניתן להציב אותו בגובה של עד 100 מטר כשהוא נוסק בקצב של 5 מטר/שנייה, ולהפעילו לזמן בלתי מוגבל – תלוי רק במקור האנרגיה הקרקעי.

פלטפורמה מרחפת זו לאיסוף מודיעין יכולה לתמוך במשימות לחימה נקודתיות המצריכות תגובה מהירה ושהייה לאורך זמן בכל שטח ובכל מזג אוויר. היא מתאימה במיוחד לשמירה על גבולות ולמתן מענה מהיר במקרה של היתקלות עם כוחות עוינים.

ה-G250 חצה לראשונה את האוקיינוס בדרכו לתערוכה בארה"ב

הוא ביצע בישראל נחיתות עם רוח צולבת חזקה עוד יותר ללא כל קושי. "כאשר אתה מתייחס לשילוב בין המטוס, הטייס האוטומטי, המצערת האוטומטית והכנף החדשה, יש לך מטוס עם תכונות טיסה הדומות לאלה של ה-G550, ואני אוהב להטיס את ה-G550", אמר שפירא. עם 3,900 ק"ג דלק, הרבה פחות מהמקסימום, המריא המטוס מבנגור ב-16 באוקטובר וטיפס ל-43,000 רגל ומאך 0.8 בתוך 18 דקות. שפירא

במאך 0.8 וטיפס לרום שיוט הסופי של 43,000 רגל (13.1 ק"מ), כדי להשיג טיסה חלקה יותר. המטוס נחת בשנן שבאירלנד כעבור 6 שעות ו-12 דקות. רונן שפירא סיפר, כי ביצע כמתוכנן תמרון הליכה סביב באמצעות מערכות הטייס האוטומטי והמצערת האוטומטית, שתפקדו היטב. למחרת היום הם המריאו משנן בשעות הצהריים, והגיעו לבנגור במיין כעבור 5 שעות ו-56 דקות. הנחיתה בבנגור התבצעה בגשם כבד ועם רוח צולבת חזקה. שפירא הדגיש, כי

מטוס הניסוי השלישי מדגם G250 שיוצר בתעשייה האווירית לישראל הגיע באמצע אוקטובר לתצוגת בכורה בתערוכה השנתית של איגוד התעופה העסקית בארה"ב (NBAA), שנערכה באטלנטה שבג'ורג'יה. המטוס עבר את המרחק של 11,480 ק"מ מנתב"ג לסאוונה שבג'ורג'יה בשלושה קטעי טיסה במשך 14 שעות ו-31 דקות, ללא כל בעיות. ה-G250 הוטס על-ידי טייסי הניסוי של התע"א רונן שפירא ורפי פלטר, והשתתפו בטיסה טייס נוסף ושני טכנאים.

"החצייה הראשונה של האוקיינוס האטלנטי על-ידי ה-G250 הייתה הדגמה מצוינת של ביצועי המטוס ושל העובדה שהוא עונה על כל היעדים שהצבנו לו", אמר מארק קוהלר, מנהל תוכנית G250 בחברת גאלפסטריס. "עבור מטוס שצבר רק 65 שעות טיסה, העובדה ששלושת קטעי הטיסה עברו ללא כל בעיה הייתה משיבת רצון במיוחד עבורנו".

המטוס, הנושא את מספר היצרן 2003, המריא מנתב"ג ב-14 באוקטובר בשעה 13:32 במשקל של 17,240 ק"ג – 720 ק"ג פחות ממשקל ההמראה המרבי שלו – וטיפס ישירות לרום של 41,000 רגל (12.5 ק"מ). הוא שיט



מטוס הניסוי השלישי מדגם G250 נוחת באטלנטה ב-17 באוקטובר לקראת הצגתו בתערוכת ה-NBAA.

רעש מרחוק בביקרספילד שבקליפורניה. לאחר מכן תוכננו להתבצע ניסויי המראה ונחיתה בשדה גבוה בקולוראדו, ובדיקות רעש פנימי בתא הנוסעים בסאוונה. בתום הניסויים האלה יחזור המטוס לישראל.

חלק מהתצוגה הסטטית של מטוסי גאלמסטרים בתערוכת ה-NBAA. גאלמסטרים מחקה את הרישום הישראלי של המטוס (4X-WBJ), והוא הוצג שם עם הרישום הפיקטיבי N250GA. בתום התערוכה יצא המטוס לניסויי מדידת

ציין כי מרחק ההמראה שהודגם במקרים רבים נמצא בתחום שהובטח, כלומר פחות מ-1,500 מטר במשקל המראה מרבי. הם הגיעו לסאוונה בג'ורג'יה בשעה 11:25 בבוקר. ה-G250 הוטס לשדה Peachtree DeKalb באטלנטה ביום ראשון, 17 באוקטובר, והיווה

התע"א הסבה בואינג 767 למטוס תדלוק עבור קולומביה



מטוס התדלוק/מטען המוסב מתדלק באוויר כפיר C-10 שהושבח עבור חיל האוויר הקולומביאני. הכפיר מכיל בתוך חרטומו המוגדל מכ"ם מתוצרת אלטא.

מאז סוף שנות ה-80, ואספקת עוד 13 מטוסי כפיר מושבחים – כפי שפרסמנו ב"ביעף" e109 בעמוד 6. חלק ממטוסי הכפיר המושבחים צוידו במכ"ם מדגם EL/M-2032 מתוצרת אלטא, ואלה נבדלים בחרטום הגדול יותר שלהם.

אספקת הכפירים המושבחים לקולומביה החלה ביוני 2009. אחד המטוסים (כפיר דר-מושבי מספר 3004 FAC) ניזוק קשה בתאונת נחיתה בקולומביה ב-20 ביולי 2009, כאשר הוטס על-ידי טייסי ניסוי של התע"א לאחר העברתו לשם. כפיר דר-מושבי שני (FAC 3005) התרסק בתאונת אימונים בסוף ספטמבר השנה.

של חיל האוויר הקולומביאני. טייס הניסוי של הכפיר המתודלק דיווח על התחברות קלה ונחה מול סלים יציבים בכל אחד משני מארזי הכנפיים.

ניסוי התדלוק המוצלח שנערך בתחילת ספטמבר סיכם מאמץ של למעלה משנתיים לפיתוח מערכת התדלוק האווירי לבואינג 767 ושילובה במטוס המוסב.

פרויקט זה בוצע במסגרת החוזה הרב-שנתי בהיקף של למעלה מ-150 מיליון דולר, שהוענק לתע"א בשנת 2007 על-ידי ממשלת קולומביה. העסקה כוללת את השבתם של 11 מטוסי הכפיר המצויים בחיל האוויר הקולומביאני

התעשייה האווירית לישראל מסרה לחיל האוויר הקולומביאני ב-4 בנובמבר בואינג 767-200ER שהוסב על-ידי חטיבת בדק מטוסים לתצורת מטוס תדלוק אווירי/מטען רב-משימתי. המטוס עזב את הארץ בתום טקס מסירה, שנערך בנוכחות שגריר קולומביה בישראל, אייזק גילינסקי.

המטוס נושא בקצות כנפיו שני מארזי תדלוק אווירי בשיטת הסל והחדק, שפותחו ויוצרו בתע"א. בסדרת טיסות ניסוי שנערכו בארץ נבדקו תקינות המערכות ויציבות מארזי התדלוק והסלים. כמו-כן בוצע תדלוק אווירי מוצלח של מטוס הקרב המושבח כפיר C-10

הבואינג 767-200ER אחרי צביעתו הסופית ממריא מנתב"ג ב-4 בנובמבר בדרכו לקולומביה.



מטוסי זמיר שופצו בשדה תימן והוחזרו לכושר טיסה

— ראה כתבה ב"ביעף" e107 עמוד 7.

נמכרו שלושת מטוסי הערבה האחרונים

שלושת מטוסי הערבה 202 האחרונים של חיל האוויר, שנשארו מקורקעים בשטח נתב"ג מאז הוצאתם משירות ביוני 2004, נמכרו לאחרונה לחברה אמריקנית לצורך פירוק לחלקים. מדובר במטוסי הערבה בעלי מספרי הזנב 212, 209 ו-215. שלושה מטוסי ערבה 202 אחרים מעודפי חיל האוויר נמכרו לחיל האוויר של אל-סאלודור ועזבו את הארץ ב-7 בדצמבר 2008

אנדרטה בבסיס נבטים

מטוס הערבה 201 בעל מספר היצורן 013, שהיה בשירות חיל האוויר של אל-סאלודור (FAS 801) מדצמבר 1974 עד 1998, נתרם לחיל האוויר על-ידי משפחת בן-אור ממיאמי לזכר הבן ערן והאבא פסח. המטוס, שהוחזר לארץ בשנת 2002, מוצב עתה כאנדרטה בפארק מטוסי התובלה בבסיס נבטים. שיקום המטוס והרכבתו מתבצעים בהתנדבות על-ידי צוות מהבסיס וגמלאים של התע"א.

ארבעה מטוסי ביצ'קראפט B80 קווין אייר (זמיר) שופצו בחודשים האחרונים על-ידי החברה לבדק מטוסים אחזקות 2000, במוסך שלה בשדה תימן ליד באר-שבע, והוחזרו לכושר טיסה.

מדובר במטוסי תובלה קלים מעודפי חיל האוויר, שנרכשו על-ידי שני אנשי עסקים ישראלים. שלושה מהמטוסים מיועדים למדינה באפריקה, והרביעי יישאר בשלב זה בישראל. המטוסים המשופצים קיבלו רישומים ישראליים כדלקמן: 4X-DZN – זמיר 102 לשעבר; 4X-DZS – זמיר 107 לשעבר; 4X-DZV – זמיר 110 לשעבר; 4X-DZW – זמיר 111 לשעבר.

בשדה תימן מקורקעים כיום עוד שלושה מטוסי זמיר (105, 108 ו-112), שנרכשו על-ידי אותם אנשי עסקים.

חיל האוויר רכש בזמנו תריסר מטוסי זמיר, שהגיעו לארץ בין יוני לדצמבר 1974. המטוסים הופעלו על-ידי טייסת התובלה הקלה בבסיס שדה דוב עד יוני 2003, וחלקם שימשו להדרכת פרחי טיס ונווטים בבית הספר לטיסה בחצרים. עוד לפני הוצאתם הסופית משירות, הועברו שני מטוסי זמיר (104 ו-109) למוזיאון חיל האוויר בחצרים.

בספטמבר 2003 פרסם משרד הביטחון מכרז למכירת 10 מטוסי זמיר, תוך ציון העובדה כי שמונה מהם במצב טיסה ושניים (103 ו-106) אינם יכולים לטוס. המטוסים שכבו זמן רב ללא דורש, עד שנרכשו לפני שנים ספורות על-ידי איש עסקים ישראלי.



זמיר 102 (שנראה כאן באוקטובר 2009) שופץ מאז והפך להיות 4X-DZN.



למעלה: מטוסי הזמיר 4X-DZV (מימין) ו-4X-DZS (משמאל) לאחר גמר שיפוצם לאחרונה בשדה תימן. למטה: שלושת מטוסי הזמיר המקורקעים שאינם בכושר טיסה (105, 112 ו-108) נותרו חונים כגרוטאות בשדה תימן.



תערוכת הכטב"מים בדנוור, קולוראדו אוגוסט 2010

מאוד בעשור החולף, כדי לתת מענה לדרישות החיוניות של הצבא הלוחם. התעשיות הביטחוניות הגדולות בארה"ב נכנסו לתחום הכטב"מים בהיקף הולך וגדל, כאשר גילו את הפוטנציאל הרב הגלום בו, וכדי לקצר את הדרך רכשו חברות קטנות ובינוניות שגילו יוזמה חלוצית בפיתוח כלים חדשניים.

האגודה הבינלאומית למערכות כלים בלתי מאוישים (AUVSI), שמרכזה בארה"ב, מקיימת מדי שנה כנס מקצועי גדול לחבריה יחד עם תערוכה של מוצרים בתחום זה. היקף התערוכה הלך וגדל בשנים האחרונות, בד בבד עם התרחבות הפעילות בפיתוח כלים בלתי מאוישים. התערוכה שנערכה השנה בדנוור, קולוראדו, בין ה-24 ל-27 באוגוסט הייתה הגדולה מסוגה עד כה, כאשר המציגים הרבים מילאו ללא קושי את אולם התערוכות הענקי במרכז הכנסים המפואר בעיר. הדגש היה על כלי-טיס, אבל נכללו גם מערכות כלי-רכב וכלי-שיט בלתי מאוישים. בתצוגה שלטו חברות אמריקניות, אך היו גם מספר מציגים זרים.

יהודה בורוביק נסע בפעם הראשונה לבקר בתערוכה המוקדשת בלעדית לכלים בלתי מאוישים, והופתע מן המבחר העשיר שהוצג. אנו מתרכזים כאן במערכות אמריקניות בלבד, במיוחד אלה שנמצאות בשימוש מבצעי או שהוזמנו על-ידי הזרועות הצבאיות בארה"ב. הכתבה מתארת כטב"מים מכל הסוגים שקיימים בחלוקה לפי החברות המייצרות, ומציגה את ההתקדמות המדהימה שחלה בתחום זה בשנים האחרונות ואת כיווני ההתפתחות לשנים הקרובות.

בשדות הקרב באפגניסטן ובעיראק רוחשים כיום מאות רבות של כלי-טיס בלתי מאוישים (כטב"מים) מכל הסוגים, המלווים את הלוחמים בכל תנועה שלהם – החל בכלי-טיס זעירים במשקל קילוגרמים ספורים אשר משוגרים מהיד, וכלה במטוסים גדולים ללא טייס (מל"טים) המבצעים משימות אסטרטגיות. השימוש העיקרי בהם הוא למטרות איסוף מודיעין חזותי ביום ובלילה, איתור מטרות וציון מטרות בלייזר, אך נעשה שימוש הולך וגובר גם למשימות אחרות דוגמת איסוף מודיעין אלקטרוני, ממסר תקשורת, ציד מטרות וחיסולן, תקיפת מטרות קרקעיות ועוד.

לפני פחות מעשור, עם תחילת המלחמה נגד הטרור באפגניסטן, איש לא יכול היה לצפות מציאות כזאת. רוב הכטב"מים שמופעלים כיום, פשוט לא היו קיימים אז. בצבא היבשה האמריקני, לדוגמה, היו לפני פרוץ המלחמה רק כטב"מים בודדים מסוג **האנטר** ו-Shadow. כיום כולל הסד"כ של צבא ארה"ב אלפי כטב"מים, כאשר יותר מאלף מהם מופעלים מדי יום באופן מבצעי. לפי נתונים רשמיים שפרסם הצבא, צברו הכטב"מים שלו 1,055,057 שעות טיסה עד ל-7 ביולי השנה, מתוך זה 933,266 שעות בפעילות מבצעית באפגניסטן ובעיראק. הזרועות הצבאיות האחרות של ארה"ב מפעילות גם הן כטב"מים משלהן, בכלל זה חיל האוויר האמריקני, חיל הנחתים, הצי ופיקוד המבצעים המיוחדים. וגם הצבאות של המדינות האחרות שמשתתפות בכוחות הקואליציה ממשיכים להצטייד בכטב"מים.

פיתוח מערכות הכטב"מים בארה"ב היה מהיר

נורתרופ גרומן

חברת **נורתרופ גרומן** מתהדרת ב-60 שנות פעילות בתחום כלי-הטיס הבלתי מאוישים ובייצור 100,000 כטב"מים שונים – זאת כממשיכת המורשת של החברות **נורתרופ, ראיון, טלדיין ראיון איירונואוטיקל, ו-TRW**, אותן בלעה במשך השנים. החברה שולטת כיום בשוק המל"טים האסטרטגיים הגדולים, הן למשימות איסוף מודיעין והן לתקיפה, אך בסל המוצרים שלה ניתן למצוא גם כטב"מים טקטיים קבועי-כנף ורוטוריים. כדי להדגיש את מעמדה המוביל, קיימה **נורתרופ גרומן** תצוגה נרחבת של מוצריה





הגלובל הוק הראשון מבלוק 20 בטיסת הבכורה שלו ב-1 במארס 2007. יש לו מוטת כנף של 39.9 מטר (ראה בתמונה מימין).



הגלובל הוק מבלוק 40, שטס לראשונה ב-16 בנובמבר 2009, יישא בגחונו מכ"ם MP-RTIP.

אורכו 14.5 מטר וגובהו 4.6 מטר; משקל ההמראה המרבי הוגדל ל-14.6 טון, עם אפשרות לשאת מטע"דים במשקל כולל של 1,360 ק"ג. המל"ט מתאפיין בארכיטקטורה פתוחה של האוויוניקה, שמאפשרת לשלב בו חיישנים חדשים ומערכות תקשורת חדשות שפיתוחם הסתיים.

חיל האוויר האמריקני הזמין שישה מל"טים מבלוק 20, כאשר שניים מהם הותאמו לשמש כצומת ממסר להעברת נתונים ומידע שנאספו

האוויר ביגל בקליפורניה מצוידים במכ"ם בעל מיפתח סינתטי, מערכת תצפית אלקטרון-אופטית ליום ומערכת תצפית תת-אדומה ללילה. למל"ט יש מערכת תקשורת לוויינית וערוץ העברת נתונים לווייני, המאפשרים את פעילותו בטווחים כה ארוכים.

ב-1 במארס 2007 נרשם ציון דרך חשוב בתוכנית הגלובל הוק, כאשר הדגם המשופר RQ-4B בלוק 20 ביצע טיסת בכורה. דגם זה גדול וכבד יותר מקודמו: מוטת כנפיו 39.9 מטר,

בתערוכה בדנוור, שכללה דגמים בקנה מידה מלא של אחדים מהכטב"מים שלה. נציגי החברה קיימו סדרה של תדריכים לעיתונאי התעופה שהגיעו לאירוע, בהם הציגו את מגוון התוכניות המתנהלות כיום.

גלובל הוק

גולת הכותרת של נורת'רופ גרומן בתחום הכטב"מים האסטרטגיים היא משפחת מטוסי הגלובל הוק. המל"ט המהפכני הזה פותח בשנות ה-90 על-ידי חברת טלדיין ראין איירונאוטיקל מסך דייגו בקליפורניה, ונורת'רופ גרומן רכשה את החברה בשנת 1999.

הדגם הראשון של הגלובל הוק, המסומן RQ-4A בלוק 10, הדגים את יכולותיו המבצעיות בניסויים שערך חיל האוויר האמריקני באפריל-מאי 2000. המל"טים הראשונים מסוג זה שנכנסו לשירות חיל האוויר האמריקני סייעו ללחימה בעיראק מ-2003.

לגלובל הוק בלוק 10 מוטת כנף של 35.4 מטר, אורכו 13.5 מטר וגובהו 4.2 מטר. המל"ט ממריא במשקל מרבי של 12.1 טון ויכול לשאת מטע"דים במשקל 900 ק"ג. הוא מסוגל לטוס ברום של עד 65,000 רגל (19.8 ק"מ) ולשייט במהירות של 635 ק"מ/ש. טווח ההעברה המרבי שלו מגיע ל-22,240 ק"מ. המל"ט הדגים יכולת שהייה מרבית באוויר במשך 31.5 שעות. ביכולתו לשהות באוויר במשך 24 שעות רצופות מעל אזור הנמצא במרחק של כ-2,200 ק"מ מבסיס היציאה שלו. המל"טים הנמצאים בשירות כנף הסיור ה-9 שפועלת מבסיס חיל



גלובל הוק מבלוק 10 משמש בצי ארה"ב להדגמת משימת הסיור הימי (מכונה BAMS-D).



גלובל הוק מבין הראשונים שיוצרו (בלוק 0) משמש בנאס"א למשימות מחקר שונות. ה-X-47B מיועד להדגים יכולת אוטונומית להמריא מנושאת מטוסים ולנחות עליה.



ממקורות רבים אל הלוחמים בשדה הקרב. הפלטפורמה של ה-RQ-4B משמשת גם למשימות אחרות. המל"טים מבלוק 30 נושאים מטע"ד תצפית משופר בתוספת מטע"ד לאיסוף מודיעין אלקטרוני, המאפשר לאתר ולהות קורני מכ"ם ושידורי תקשורת. 26 מל"טים מדגם זה ייקלטו בחיל האוויר האמריקני. החיל רוכש גם 15 מל"טים מבלוק 40, שישאו מכ"ם MP-RTIP אשר יאפשר לגלות מטרות נייחות וניידות על הקרקע, לעקוב אחריהן ולהות אותן, בכל תנאי מזג אוויר.

ה-RQ-4B מהווה גם את הבסיס ליורו-הוק עבור חיל האוויר הגרמני, אותו תארנו בגיליון הקודם (ראה e113 עמ' 13).

עבור חיל הים האמריקני מפתחת נורתרופ גרומן דגם מיוחד לסיור ימי, המסומן MQ-4C BAMS. מל"ט זה יישא מגוון מטע"דים במשקל 2,540 ק"ג לאיסוף מודיעין חזותי ואלקטרוני מעל האוקיינוסים, ויוכל לפעול ברדיוס של כ-3,700 ק"מ. יעילותם של המטע"דים האלה נבחנה על שני מטוסי גלובל הוק מבלוק 10, שהוסבו לשמש כמדגימים למשימת הסיור הימי. ה-MQ-4C אמור לבצע טיסת בכורה בשנת 2012 ומיועד להיכנס לשירות בשנת 2016.

בנוסף לשימושים הצבאיים, הועברו שלושה מטוסי גלובל הוק מבין הראשונים שיוצרו לנאס"א, והם משמשים למטרות מחקר סביבתי.

כטב"מים תקיפה ימי

נורתרופ גרומן זכתה באוגוסט 2007 בחוזה מצי ארה"ב למשך שש שנים לבניית שני כטב"מים ניסיוניים מדגם X-47B ולהדגמת יכולתם האוטונומית להמריא מנושאת מטוסים ולנחות עליה, וכן לבצע תדלוקים באוויר.

ה-X-47B דמוי הכנף המעופפת הוא כטב"ם חמקן בגודל של מטוס קרב אופייני. מוטת כנפיו 18.9 מטר, אורכו 11.6 מטר וגובהו 3.2 מטר. הוא מצויד במנוע מניפת סילון מדגם פראט אנד ויטני F100-PW-220U (כמו ה-F-16). כלי-הטיס מיועד לטוס במהירות תת-קולית גבוהה ברום של יותר מ-40,000 רגל (12.2 ק"מ) ולהגיע לטווח של יותר מ-3,900 ק"מ. בתא הפצצות הפנימי שלו ניתן לשאת חימוש במשקל של כ-2 טון.

ניסויי הטיסה מסיפון נושאת מטוסים אמורים להתחיל לקראת סוף 2011, ויימשכו עד שנת 2013. אם התוצאות יהיו חיוביות, ישקול חיל הים האמריקני את האפשרות לעבור לתוכנית פיתוח בקנה מידה מלא, לקראת הצטיידות בכטב"מים ימיים תוקפים אחרי שנת 2020. כלים כאלה יתגברו את כוח התקיפה של נושאות המטוסים, המבוסס כיום על מטוסי F/A-18E/F סופר הורנט ושיכלול בעתיד גם מטוסי F-35C לייטינג II, ויאפשרו ביצוע משימות בטווחים ארוכים יותר.

כטב"מים רוטריים

נורתרופ גרומן מפתחת מאז שנת 2000 עבור חיל הים האמריקני את הכטב"ם הרוטורי Fire Scout, המיועד לפעול בעיקר מספינות הלחימה הרב-משימתיות בקרבת מימי חופים (LCS). ה-MQ-8B השלים כבר את מרבית ניסויי הטיסה והניסויים המבצעיים שנדרשו על-ידי צי ארה"ב, והדגים יכולת המראה



הכטב"ם הרטורי MQ-8B פייר סקאוט נוחת על הפריגאטה USS McInerney של צי ארה"ב.



נורתרופ גרומן הציגה בתערוכה דגם בקנה מידה מלא של ה-Fire-X, שמוסב מהבל 407.



הכטב"ם הטקטי MQ-5B האנטר מופעל בצבא ארה"ב מאז 1995 ויישאר בשירות עד שנת 2022 לפחות.

שעות בלבד בכטב"ם המקורי. תקרת הטיס והועלתה מ-15,000 רגל (4.6 ק"מ) ל-18,000 רגל (5.5 ק"מ). לאחרונה שולבה במערכת גם יכולת המראה ונחיתה אוטומטית. ה-MQ-5B הרב-משימתי (כפי שמציינת

מתוצרת מוטו גוצ'י בזוג מנועי דיזל מתוצרת מרצדס, והתקנת מערכות אוויוניקה מודרניות. משקל המראה המרבי הוגדל מ-725 ק"ג ל-885 ק"ג. משך השייה באוויר מגיע עכשיו ל-21 שעות עם מטע"ד תצפית, לעומת 12

ונחיתה אוטונומית מסיפון ספינות שטח. המסוקים הראשונים מסדרת הייצור בקצב נמוך מסופקים כיום לצי ומופעלים לניסיון על הפריגאטה USS McInerney.

ה-MQ-8B מבוסס על המסוק האזרחי שווייצר 333. משקלו המרבי בהמראה 1,430 ק"ג וביכולתו לשאת מטע"דים במשקל של עד 270 ק"ג. הכטב"ם שאורך גופו 7.3 מטר מצויד ברוטור ראשי בעל ארבעה להבים שקוטרו 8.4 מטר. הוא מונע באמצעות מנוע טורבינה רולס-רויס 250-C20W. ביכולתו לפעול ברדיוס של כ-200 ק"מ מספינת האם ולטוס ברום של עד 20,000 רגל (6.1 ק"מ). משך השייה המרבי שלו מגיע לכ-8 שעות עם מטע"ד תצפית בסיסי, או לכ-5 שעות עם מטע"דים במשקל 230 ק"ג. בתערוכה בדנוור הציגה נורתרופ גרומן לראשונה את פרויקט ההסבה של המסוק בל 407 לתצורה בלתי מאוישת, המכונה Fire-X. כטב"ם רוטורי זה, בעל משקל המראה מרבי של 2,720 ק"ג, יוכל לשאת מטע"דים כבדים יותר מהפייר סקאוט (עד 1,360 ק"ג), לשהות באוויר זמן ארוך יותר (עד 14 שעות) ולשאת בתלייה חיצונית מטענים של עד 1,200 ק"ג. טיסת הבכורה של ה-Fire-X מתוכננת להתבצע לקראת סוף השנה הנוכחית.

כטב"מים טקטיים

עם רכישת חברת TRW בשנת 2002, ירשה נורתרופ גרומן את פעילות התמיכה בכטב"מים מדגם MQ-5B האנטר של צבא ארה"ב. הכטב"ם הטקטי האנטר פותח בראשית שנות ה-90 בתעשייה האווירית לישראל, וזכה בשנת 1992 במכרז של משרד ההגנה של ארה"ב לאספקת כטב"מים לטווחים קצרים עבור הזרועות הצבאיות בארה"ב. צבא ארה"ב רכש שבע מערכות האנטר, כאשר כל מערכת כוללת 8 כלי-טיס ושותי תחנות בקרה קרקעיות. בעסקה זו שימשה החברה האמריקנית TRW כקבלנית ראשית, בעוד התע"א הייתה קבלנית-משנה עיקרית. ההאנטר הראשון מסדרת הייצור סופק לאמריקנים במאי 1994, והמערכת הראשונה נכנסה לשירות באפריל 1995. בעקבות מספר התרסקויות של ההאנטר במהלך ניסויי הפעלה בארה"ב, החליט משרד ההגנה לעצור את התוכנית בשנת 1996, ולא לממש את האופציה לרכש מערכות נוספות מעבר לשבע הראשונות.

למרות מחלות הילדות שלו, נתגלה ההאנטר ככטב"ם יעיל ביותר, והפעלתו בשירות צבא ארה"ב נמשכת זה שנים ארוכות בשביעות רצון מלאה. כטב"מים מדגם RQ-5A הופעלו בהצלחה רבה במלחמת קוסובו מ-1999 עד 2002, כשהם מבצעים 1,364 משימות וצוברים 6,842 שעות טיסה. המערכות האלה הופעלו בחזית העיראקית מאז 2002 וביצעו יותר מ-6,400 משימות, כאשר הכטב"מים צוברים יותר מ-56,000 שעות טיסה. שתי מערכות האנטר מופעלות באפגניסטן מאז 2008, ומערכת שלישית תוכנס לפעולה בסוף 2010. לפי תוכנית מפת הדרכים של צבא ארה"ב, יופעלו מערכות ההאנטר עד שנת 2022 לפחות. זהו הישג כביר לכטב"ם הטקטי מתוצרת ישראל.

בשנים האחרונות שודרג ההאנטר מהדגם המקורי RQ-5A לדגם המשופר MQ-5B. השדרוג כלל את הגדלת מוטת הכנף מ-8.8 מטר ל-10.4 מטר, החלפת זוג מנועי הבנזין



נורתרוף גרומן בחנה בטיסה בשנת 2005 כטב"ם האנטר המצויד בכנף המוארכת וביחידת הזנב של ההרון 1 מתוצרת התע"א. כטב"ם זה מכונה E-Hunter.



נורתרוף גרומן מפתחת את ספינת האוויר LEMV לפי הזמנה של צבא ארה"ב.

ה-Shadow, שנמצא בשירות צבא ארה"ב וחיל הנחתים, ונקלט חזרה ברשת.

ספינת אוויר

נורתרוף גרומן קיבלה ב-14 ביוני השנה חוזה מצבא ארה"ב לפיתוח ואספקת ספינת אוויר בלתי מאוישת, שתוכל לשהות באוויר במשך יותר משלושה שבועות רצופים ולספק מודיעין חזותי מתמיד על שטח גדול. הדרישה

בגדלים שונים, וכך להתאים את תכונות הטיסה לאופי של המשימה הנדרשת. משקלו המרבי של ה-Bat-12 100 ק"ג ובכשורו לשאת מטע"ד במשקל 11.3 עד 34 ק"ג. עם המטע"ד הקל, הכלי יכול לשהות באוויר עד 19 שעות כשהוא משייט ברום של 3,000 רגל (910 מטר). זמן השהייה יורד ל-6 שעות בלבד עם המטע"ד הכבד ביותר שאפשרי. תקרת הטיס היא 15,000 רגל (4.6 ק"מ). כלי-הטיס של מוזנק לאוויר באמצעות המשגר הסטנדרטי של

המיני-כטב"ם Bat-12 מוזנק מהמשגר של מערכת ה-Shadow (למטה) ונקלט חזרה ברשת (מימין).



האות M) משמש לא רק לתצפית, אלא הותאם גם לנשיאת מטע"דים למשימות של ממסר תקשורת, איסוף מודיעין אותות ועוד. הוא הוכשר גם לנשיאת שתי פצצות קטנות מונחות-לייזר מדגם Viper Strike מתחת לכנפיו (במשקל של 20 ק"ג כל אחת), ויכול לשמש כצייד-תוקף. שתי נקודות התלייה החיצוניות יכולות לשאת חימוש במשקל של 60 ק"ג בכל אחת.

נורתרוף גרומן בשיתוף עם התע"א מבקשות לפתח דגם משופר עוד יותר של ההאנטר, שיצויד בכנף של ההרון 1 (שובל), עם מוטה של 16.6 מטר. השיפור בביצועים עתיד להיות פנטסטי: זמן שהייה מרבי של 35-40 שעות ותקרת טיס של 25,000 רגל (7.6 ק"מ). משקל ההמראה המרבי יגדל ל-1,110 ק"ג, כאשר ניתן יהיה לשאת יותר דלק בכנף ה"רטובה". הרעיון הועלה לראשונה על-ידי התע"א כבר בשנת 1995, ואב-טיפוס של ה-E-Hunter ביצע טיסות ניסוי בחודש אוגוסט אותה שנה.

כדי להרחיב את סל המוצרים שלה גם לתחום הנמוך, רכשה נורתרוף גרומן באפריל 2009 את פרויקט הכטב"ם הקטן KillerBee מחברת סוויפט הנדסה. שמו של הכטב"ם שונה ל-Bat (עטלף). נורתרוף גרומן מציעה כיום את ה-Bat-12, עם מוטת כנף של 3.6 מטר (12 רגל). ניתן להגדיל או להקטין את מוטת הכנף של הכטב"ם על-ידי חיבור יחידות כנף חיצוניות





המיני-כטב"ם ScanEagle של חיל הנחתים האמריקני על המשגר הקרקעי הנגר.

יחד עם משגר פניאומטי ומתקן המכונה SkyHook לתפיסת כלי-הטיס הזעיר בתום משימתו.

פיתוחו של ה-ScanEagle הסתיים בתוך פחות משנתיים, והמערכת הוכיחה את יכולתיה בניסויים מקיפים אצל היצרן ובתרגילים צבאיים. זהו כלי-טיס קטן יחסית בעל מוטת כנף של 3.1 מטר וגוף באורך 1.4 מטר, המסוגל להמריא במשקל מרבי של 20 ק"ג. ביכולתו לפעול ברום של עד 19,500 רגל (5.9 ק"מ) ולשהות באוויר במשך יותר מ-24 שעות ברציפות.

הצורך המבצעי הדחוף בכטב"מים לאיסוף

מיני-כטב"מים

בואינג החליטה להיכנס לתחום הכטב"מים הטקטיים הקטנים חודשים ספורים לאחר תחילת המלחמה נגד הטרור באפגניסטן. במאוס 2002 חתמה **בואינג** על הסכם שיתוף פעולה עם חברת **אינסיטיו (Insitu)**, שבמסגרתו פותח המיני-כטב"ם ScanEagle. החברה הקטנה **אינסיטיו**, שהוקמה בשנת 1994 בעיירה בינגן במדינת וושינגטון, צברה עד אז ניסיון בפיתוח הכטב"ם הזעיר **Aerosonde** והפעלתו במשך יותר מ-1,000 שעות. בשנת 2001 פיתחה החברה אב-טיפוס של המיני-כטב"ם **SeaScan**

היא לספק את ספינת האוויר הראשונה בתוך 18 חודשים מוחתימות החוזה, ולפיכך **נורת'רופ גרומן** מנצלת פלטפורמה קיימת ומערכות מן המדף.

המערכת המכונה **LEMV** (ראשי תיבות של: כלי רב-מודיעיני לשהייה ארוכה) תנצל את ספינת האוויר **HAV304** מתוצרת החברה הבריטית **Hybrid Air Vehicles**. זהו כלי-טיס ענקי שאורכו 92 מטר וגובהו 25.7 מטר. ספינת האוויר ההיברידית משיגה 60% מהעילוי שלה באמצעות גז ההליום שבו היא ממולאת, ו-40% מהעילוי מושג בזכות התכונות האווירודינמיות של תצורת הכלי. הספינה ששייט ברום של כ-20,000 רגל (6.1 ק"מ) במהירות שבין 55 ל-150 ק"מ/ש'.

צבא ארה"ב מעוניין בשלוש ספינות אוויר כאלה כסיוע לפעילותו המבצעית באפגניסטן. המטע"דים שיוחקנו בספינה יספקו וידאו זורם לתחנת הבקרה הקרקעית וכן תמונות מכ"ם.

בואינג

חברת **בואינג** הרחיבה את מעורבותה בתחום הכטב"מים בעשור החולף הן באמצעות רכישת חברות ופרויקטים והן באמצעות פיתוחים עצמיים. בנוסף חתמה **בואינג** על הסכמים לשיווק משותף של כטב"מים שפותחו בחברות זרות. כתוצאה מכך כולל כיום סל המוצרים של **בואינג** מגוון רחב ביותר של כטב"מים מסוגים שונים.

הגדלת הפעילות של החברה בתחום זה הובילה ביוני 2009 להקמת חטיבת מערכות כלי-טיס בלתי מאוישים, במסגרת היחידה העסקית העוסקת במוצרי ביטחון וחלל.

האינטגרטור, שזכה במקרה של חיל הים האמריקני לבחירת מערכת כטב"ם טקטי קטן, כיכב בתצוגה של **בואינג** בתערוכה.

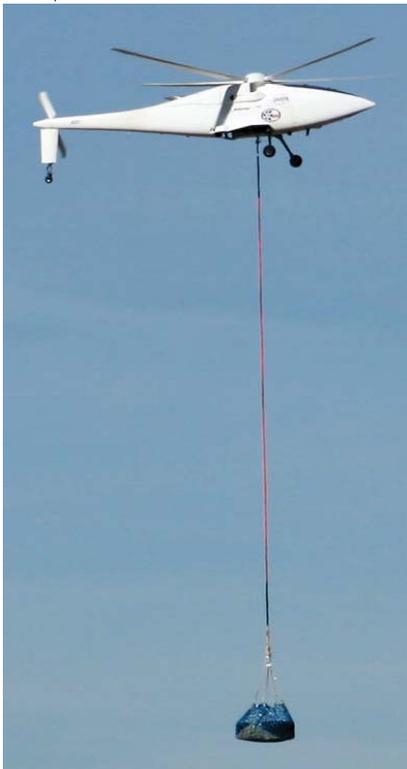




הכטב"ם הרוטורי A160T נושא גחוונו מכ"ם המסוגל לזהות כלירכב על הקרקע מבעד לעלווה.

סדרתיים כבר בשנה הבאה. אם המסוק הבלתי מאויש שלה יזכה במכרז של חיל הנחתים, הוא יקבל את הסימון הצבאי MQ-18. בתערוכה בדנוור לא הציגה בואינג את ה-A160T הממשי, בגלל גודלו, אלא רק דגמים מוקטנים המייצגים מספר תצורות לשימושים שונים. אחת התצורות המוצעות היא כאשר המסוק נושא גחוונו מכ"ם המסוגל לזהות כלירכב על הקרקע מבעד לעלווה ולאמצעי הסתרה שונים. מארז המכ"ם החיצוני יכול להסתובב בזוויות שונות עד כדי 90 מעלות בניצב לגוף המסוק.

ה-A160T האמינגבריד מדגים נשיאת מטען תלוי.



הצליחו ליישם את הטכנולוגיה הזאת בהצלחה מלאה.

בואינג המשיכה לפתח את **האמינגבריד** והחליפה את מנוע הבוכנה במנוע טורבינה מסוג **PW207D**, כך שהסימון שונה ל-A160T. אורכו של המסוק 10.7 מטר וקוטר הרוטור הראשי 11 מטר. משקלו המרבי בהמראה 2,950 ק"ג והוא יכול לשאת מטען תכליתי של עד 1,135 ק"ג. כליהטיס הדגים מהירות מרבית של 263 ק"מ/ש, אך המטרה הסופית היא להגיע ל-305 ק"מ/ש. בשלב הנוכחי ביכולתו לטוס ברום של עד 20,000 רגל (6.1 ק"מ), אך נעשים מאמצים לאשר את המנוע לטיסה ברום מרבי של 30,000 רגל (9.1 ק"מ). בטיסה הארוכה ביותר שבוצעה עד כה הדגים ה-A160T בשנת 2008 יכולת שהייה מרבית של 18.7 שעות, ועדיין נותר במכליו דלק לעוד שעה וחצי טיסה. הטווח המרבי שלו אמור להגיע ליותר מ-4,170 ק"מ.

אחד השימושים הנחוצים ביותר למסוק בלתי מאויש הוא העברת אספקה חיונית ליחידות מבודדות, כך שלא יהיה צורך לסכן חיילים בשיירות אספקה קרקעיות. לחיל הנחתים האמריקני יש דרישה מבצעית כזאת לצורך המלחמה באפגניסטן. בחודש מארס השנה הדגימה **בואינג** לחיל הנחתים העברת מטען בן 570 ק"ג התלוי מתחת לגחוונו של ה-A160T לנקודת יעד המרוחקת 140 ק"מ מנקודת המוצא, כאשר המסוק מבצע שתי גיחות הלוך וחזור בזו אחר זו בצורה אוטונומית לחלוטין.

המתחרה של **בואינג** במכרז של חיל הנחתים יהיה דגם בלתי מאויש של המסוק להעברת מטענים **K-MAX**, שפותח במשותף על-ידי החברות **קאמן** ו**לוקהיד מרטין**. ה-K-MAX הוא מסוק קונונציונאלי גדול יותר מה-A160T, המסוגל לשאת מטען חיצוני תלוי במשקל מרבי של 2,720 ק"ג בגובה פני הים, או 1,960 ק"ג ממנחת הנמצא בגובה 15,000 רגל (4.6 ק"מ).

בואינג הכניסה את ה-A160T לייצור סדרתי עוד לפני שקיבלה הזמנות כלשהן ממשרד ההגנה האמריקני, ותוכל לספק מסוקים

מודיעין חזותי במלחמה בעיראק אפשר לזרועות הצבאיות בארה"ב לעקוף את תהליכי הרכש הרגילים. ביוני 2004 העניק חיל הנחתים ל**בואינג** חוזה לתפעול שתי מערכות **ScanEagle** ניידות בעיראק, מבלי לרכוש את הכטב"מים. בשנים שלאחר מכן גבר השימוש במערכות אלה בחיל הנחתים, בצי ארה"ב ובחיל האוויר האמריקני, ו**בואינג** סיפקה אותן גם לצבאות אוסטרליה וקנדה שלחמו עם כוחות הקואליציה.

הניסיון המבצעי בהפעלת ה-ScanEagle היה חיובי ביותר, וקצב הייצור שלו הוגבר בשיעור ניכר. המיני-כטב"ם ה-1,000 מסוג זה סופק ביולי 2009. עד דצמבר אותה שנה צברו כליהטיס הזעירים האלה 250,000 שעות טיסה מבצעיות. במארס 2010 דיווח משרד ההגנה של ארה"ב, כי ה-ScanEagle מבצע כ-22% מכלל 550,000 שעות הטיסה השנתיות של כטב"מים התומכים בלחימה של כוחות ארה"ב.

ההצלחה המרשימה של ה-ScanEagle הובילה את **אינסיטי** לפיתוח כטב"ם מעט גדול יותר, המכונה **אינטגרטור**. דגם משופר זה זכה בסוף חודש יולי השנה במכרז שניהל חיל הים האמריקני לבחירת מערכת כטב"ם טקטי קטן (STUAS/Tier II). החברה קיבלה חוזה למשך 24 חודשים לסיום שלב הפיתוח ולייצור מערכת אחת עבור צי ארה"ב ומערכת שנייה עבור חיל הנחתים. שתי הזרועות הצבאיות האלה מבקשות לרכוש בסופו של התהליך 56 מערכות.

המבקרים בתערוכה בדנוור יכלו לראות בפעם הראשונה את ה**אינטגרטור** מקרוב. לכלי הטיס מוטת כנף של 4.8 מטר ואורכו 2.2 מטר. הוא מסוגל להמריא במשקל מרבי של 61.2 ק"ג, כשהוא נושא מטע"ים במשקל של עד 17 ק"ג. ביכולתו לפעול ברום של יותר מ-15,000 רגל (4.6 ק"מ) ולשהות באוויר במשך כ-24 שעות ברציפות.

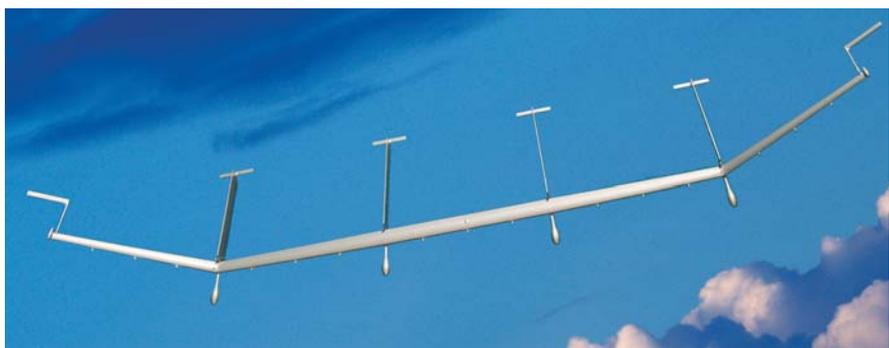
כטב"מים רוטוריים

בחודש מאי 2004 רכשה **בואינג** את חברת **Frontier Systems**, אשר פיתחה את המסוק הבלתי מאויש **A160 האמינגבריד** (יונק-הדבש). חברת **פרונטייר**, בראשותו של המהנדס הישראלי לשעבר אברהם (איב) כרם, עסקה בפיתוח ה-A160 מאז 1998 במסגרת חוזה מטעם הסוכנות לפרויקטי מחקר מתקדמים במשרד ההגנה (DARPA). זהו כטב"ם רוטורי מהפכני, אשר מנצל את טכנולוגיית מהירות הסיבוב האופטימאלית של הרוטור הראשי – פיתוח מקורי של כרם שנרשם כפטנט. יישום חלוצי של הטכנולוגיה הזאת מקנה ל-A160 ביצועים טובים הרבה יותר מבחינת מהירות, טווח וזמן שהייה באוויר, בהשוואה למסוקים אחרים בגודל דומה.

בניגוד למסוקים רגילים שבהם הרוטור הראשי פועל בסל"ד גבוה שהנו קבוע במהלך הטיסה, יכול ה-A160 להתאים את קצב סיבוב הרוטור לנדרש בתנאים שונים מבחינת רום טיסה, משקל ומהירות, ולאפשר פעילות אופטימאלית. באופן זה מושגת חסנתה ניכרת בגרר וחיסכון בתצרוכת הדלק, כך שהמסוק יכול להגיע לטווח הרבה יותר גדול. את הפתרון הזה אי אפשר ליישם במסוקים הבנויים ממתכות, בגלל בעיית רעידות שעלולה לגרום להתפרקות המבנה, אלא רק במסוקים הבנויים מחומרים מרוכבים. אברהם כרם ואנשי צוותו



המסוק מדגם MD 530F (ציפור קטנה) שהותאם לפעילות בלתי מאוישת.



ציור של הכטב"ם SolarEagle שמיועד לטוס בשנת 2014 ולהדגים 30 ימי שהייה באוויר.



הכטב"ם החמקן Phantom Ray בטקס חשיפתו ב-10 במאי השנה. ה-Phantom Eye, שנחשף ב-12 ביולי, יוכל לשהות באוויר ארבעה ימים בזכות שימוש במערכת הנעה במימן.



בואינג הדגימה גם הסבה של מסוק קיים מדגם MD 530F לתצורה בלתי מאוישת. המסוק הניסיוני, המכונה **ציפור קטנה בלתי מאוישת (ULB)** ביצע יותר מ-500 שעות טיסה להדגמת טכנולוגיות מאז טיסתו הראשונה בספטמבר 2004. ניתן להפעיל אותו עם שני טייסים, עם טייס אחד, או ללא טייס. בתחום הכטב"מים הרוטוריים הכניסה **בואינג** לסל המוצרים שהיא מציעה גם את ה-S-100 Camcopter שמוצר על-ידי החברה האוסטרית **שיבל**.

תוכניות ניסיוניות

למרות שה-X-45C שלה הפסיד במכרז לפיתוח כטב"ם תקיפה עבור צי ארה"ב, ממשיכה **בואינג** באופן עצמאי בפעילות מחקר ופיתוח בתחום מבטיח זה. ב-10 במאי השנה חשפה **בואינג** את ה-Phantom Ray, כטב"ם חמקן בעל תצורת כנף מעופפת. הכלי הניסיוני עתיד לטוס לראשונה בדצמבר השנה, ולבצע עשר טיסות ניסוי במשך שישה חודשים. הוא מיועד להדגים טכנולוגיות מתקדמות לצורך משימות של איסוף מודיעין, דיכוי מערכות הגנה אווירית של האויב, תקיפה אלקטרונית, ציד מטרות ותקיפתן, ותדלוק אוטונומי באוויר. ה-Phantom Ray הוא כטב"ם גדול יחסית. אורכו 10.9 מטר, מוטת הכנף 15.2 מטר, ומשקל ההמראה המרבי 16.5 טון. הוא מצויד במנוע מניפת סילון מדגם F404-GE-102D, ויכול לשייט במאך 0.8 ברום של עד 40,000 רגל (12.2 ק"מ).

ה-Phantom Ray יוצר במפעלי הפאנטום של **בואינג** בסינט לואיס במסגרת תוכנית פיתוח שהחלה ב-2008. הוא יועבר למרכז ניסויי הטיסה דריידן בבסיס חיל האוויר אדוארדס בקליפורניה על גבו של מטוס ה-747 של נאס"א ששימש להעברת מעבורות החלל. פרויקט פיתוח ניסיוני אחר של מפעלי הפאנטום ב**בואינג**, שנחשף ב-12 ביולי השנה, הוא הכטב"ם Phantom Eye, שיוכל לשהות באוויר עד ארבעה ימים ברום של 65,000 רגל (19.8 ק"מ). השהייה הארוכה תושג בזכות שימוש במערכת הנעה במימן. כלי-הטיס יישא מימן נוזלי במכלים גדולים בקוטר 2.4 מטר, המותקנים בתוך גופו. המימן ישמש כדלק לשני מנועי בוכנה בנפח 2.3 ליטר מתוצרת **פורד**, המפתחים הספק של 150 כ"ס כל אחד. כדי לאפשר את טיסת השהייה ברום כה גבוה, מצויד ה-Phantom Eye בכנף בעלת מנת ממדים גדולה מאוד, עם מוטה של 45.7 מטר, שנבנתה על-ידי חברת **אורורה**. משקל ההמראה שלו 4,450 ק"ג, והוא יוכל לשאת מטען ייעודי בן כ-200 ק"ג. כטב"ם כזה יכול להיות אידיאלי למשימות של איסוף מודיעין מתמיד, או כממסר תקשורת. טיסת הבכורה שלו מתוכננת לתחילת 2011 ממרכז ניסויי הטיסה דריידן בקליפורניה.

ב-14 בספטמבר חתמה **בואינג** על חוזה עם הסוכנות לפרויקטי מחקר מתקדמים במשרד ההגנה (DARPA) לפיתוח והטסת כטב"ם הדגמה המונע באנרגיית השמש, במסגרת תוכנית Vulture II. הכטב"ם SolarEagle שייבנה במפעלי הפאנטום של **בואינג** ומיועד לטוס בשנת 2014, יהיה בעל מוטת כנף ענקית של 132.5 מטר. הוא מיועד להדגים בשלב



MQ-1B פרדטור A של חיל האוויר האמריקני חמוש בשני טילי הלפייר. למטה: תחנת הבקרה הקרקעית.



הראשון טיסת שהייה בת 30 ימים ברום של 60,000 רגל (18.3 ק"מ). המטרה הסופית של התוכנית היא להגיע לשהייה רצופה של 5 שנים.

ג'נרל אטומיקס מערכות אווירונאוטיות

טורף במשימות סיכול ממוקד

הפרדטור (טורף) מתוצרת ג'נרל אטומיקס מערכות אווירונאוטיות זכה לתהילה עולמית בזכות הדיווחים על הישגיו במלחמות בעיראק ובאפגניסטן – במיוחד במשימות של צייד-מחסל, שבהן הכטב"ם מאתר מטרת אנושיות ומחסל אותן באמצעות החימוש שהוא נושא. בתחילת חודש אפריל השנה חגגה החברה את ציון הדרך של מיליון שעות טיסה, שצברו הכטב"מים מתוצרתה במשך השנים. ציון הדרך הזה מבטא קרוב ל-80,000 משימות, כאשר יותר מ-85% מהן בוצעו בחזיתות הלחימה. כטב"מים ממשפחת הפרדטור מופעלים כיום על-ידי חיל האוויר האמריקני, צבא ארה"ב, הצי האמריקני, המשדד להגנת המולדת בארה"ב, נאס"א, חיל האוויר האיטלקי, חיל האוויר המלכותי הבריטי ולקוחות נוספים. יותר מ-400 כטב"מים יוצרו על-ידי ג'נרל אטומיקס מערכות אווירונאוטיות מאז טיסת הבכורה של הפרדטור ב-1994, מהדגמים פרדטור A, Sky Warrior, B, פרדטור I-GNAT ER ופרדטור C אוונג'ר. קצב הייצור הנוכחי עומד על 8 כטב"מים ו-7 תחנות בקרה קרקעיות בחודש. השימוש המבצעי בכטב"מים ממשפחת הפרדטור גדל בשיעור עצום בשנים האחרונות – מ-80,000 שעות טיסה בשנת 2006 ל-295,000 שעות בשנת 2009. הכטב"מים האלה מבצעים כיום כ-30,000 שעות טיסה בחודש כשהם תומכים בלחימה של כוחות ארה"ב והקואליציה בעיראק ובאפגניסטן ובשמירה על הגבולות בארה"ב.

RQ-1A פרדטור A של חיל האוויר האמריקני עובר בדיקות אחרונות לפני יציאתו למשימת איסוף מודיעין חזותי בשנת 2001.





ה-MQ-1C החדש של צבא ארה"ב, המכונה Grey Eagle, יכול לשאת ארבעה טילי הלפיר.



ה-MQ-9 ריפר של חיל האוויר המלכותי הבריטי (למעלה) ושל חיל האוויר האמריקני (למטה) עם חימוש מלא.



מקורו של הפרדטור בכטב"מים הניסיוניים Gnath Amber ו-Gnat שפיתח המהנדס הישראלי לשעבר אברהם כרם בשנות ה-80' במסגרת החברה הפרטית שלו **Leading Systems**, בסיוע מימון מהסוכנות לפרויקטי מחקר מתקדמים במשרד ההגנה של ארה"ב (DARPA). החברה החלוצית של כרם נרכשה בשנת 1993 על-ידי ג'נרל אטומיקס, שהקימה חטיבה למערכות אווירונאוטיות ופיתחה את הכטב"ם למעמד מבצעי. הדגם הסדרתי הראשון RQ-1A החל לבצע משימות סיור וצילום בבוסניה ביולי 1995. בפברואר 2001 הדגים הפרדטור לראשונה יכולת לשאת ולשגר טיל הלפיר.

הטורף החמוש

כיום נמצאים בשירות חיל האוויר האמריקני הכטב"מים מדגם **MQ-1B**, המבצעים משימות ציד וחיסול כשהם חמושים בשני טילי הלפיר. אורכו של הפרדטור 8.2 מטר ומוטת כנפיו 16.8 מטר. משקלו המרבי בהמראה 1,040 ק"ג וביכולתו לשאת מטע"ד פנימי במשקל של עד 200 ק"ג וחימוש חיצוני במשקל של 135 ק"ג. הכטב"ם, המצויד במנוע רוטקס 914, יכול לטוס ברום של עד 25,000 רגל (7.6 ק"מ) ולשהות באוויר עד 40 שעות.

צבא ארה"ב רוכש 34 כטב"מים כבדים יותר מהפרדטור של חיל האוויר, המסומנים **MQ-1C** ונקראים Grey Eagle (נשר אפור – כינוי של ציף בשבט האינדיאני סיו). היצרן קורא להם Sky Warrior – לוחם בשחקים.

ה-MQ-1C, שאורכו 8.5 מטר ומוטת כנפיו 17 מטר, מצויד במנוע דיזל מתוצרת תילרט. משקל ההמראה המרבי שלו 1,450 ק"ג וביכולתו לשאת מטע"דים פנימיים במשקל 260 ק"ג וחימוש חיצוני של ארבעה טילי הלפיר. הכטב"ם יכול לפעול ברום של עד 29,000 רגל (8.8 ק"מ) ולשהות באוויר יותר מ-30 שעות.

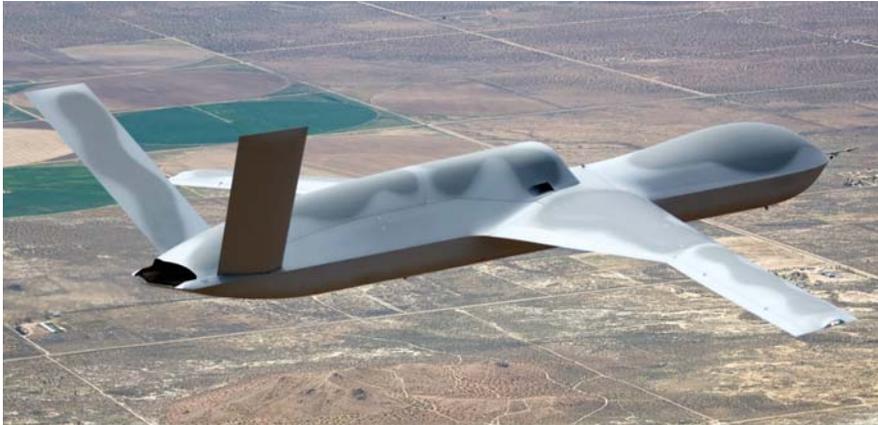
פרדטור מוגדל

בפברואר 2001 הטיסה ג'נרל אטומיקס מערכות אווירונאוטיות לראשונה דגם מוגדל של הפרדטור המקורי המצויד במנוע טורבו-מדחף מדגם האניוול **TPE 331-10**. כטב"ם זה, שכונה פרדטור B, יכול להמריא במשקל מרבי של 4,760 ק"ג ולשאת מטע"דים פנימיים במשקל 385 ק"ג וחימוש חיצוני במשקל 1,360 ק"ג. אורכו 11 מטר ומוטת כנפיו 20.1 מטר. ביכולתו לטוס ברום של עד 50,000 רגל (15.2 ק"מ) ולשהות באוויר יותר מ-30 שעות.

החימוש למשימות תקיפה יכול לכלול טילי הלפיר, פצצות מונחות לייזר **GBU-12** ופצצות עם ניווט לווייני מסוג **GBU-38**, כל אחת מהן במשקל 230 ק"ג. בין שאר המטע"דים יכול הכטב"ם לשאת מכ"ם בעל מיפתח סיתטי עם יכולת עקיבה אחרי מטרת קרקעיות נעות, או מכ"ם למשימות סיור ימי.

הכטב"מים המבצעים מסוג זה מסומנים **MQ-9** ומכונים Reaper (הקוצר). הם נמצאים בשירות חיל האוויר האמריקני וחיל האוויר המלכותי הבריטי, ומופעלים במלחמה באפגניסטן מאז 2005. לקוח נוסף הוא רשות המכס ושמיירת הגבולות בארה"ב. חיל האוויר האיטלקי יקלוט שישה כטב"מים כאלה, בנוסף לפרדטורים שהוא מפעיל זה מכבר.

פרדטור סילוני חמקן



ג'נרל אטומיקס מערכות אווירונאוטיות מפתחת גם כטב"ם סילוני – הפרדטור C אוונג'ר (נוקס), שמצויד במנוע פראט אנד ויטני קנדה PW545B. אב-הטיפוס הראשון ביצע טיסת בכורה ב-4 באפריל 2009, ואוונג'ר שני צפוי לטוס לקראת סוף השנה הנוכחית.

האוונג'ר מתאפיין בתצורה חמקנית ויישא את חימושו בתוך תא פצצות פנימי. אורכו 13.4 מטר ומוטת כנפיו 20.1 מטר. מהירותו יותר מ-740 ק"מ/ש, ביכולתו לפעול ברום של עד 60,000 רגל (18.3 ק"מ) ולשהות באוויר כ-20 שעות. הכטב"ם יוכל לשאת מטע"דים וחימוש במשקל כולל של כ-2,700 ק"ג. רבות ממערכותיו זהות לאלה של הפרדטור B.

הפרדטור C אוונג'ר הסילוני הוא כלי-טיס חמקן שיישא את חימושו בתא פנימי. המסוק K-MAX שניתן להפעלה מאוישת או בלתי מאוישת מדגים נשיאת מטענים תלויים על ארבעה ווים.



לוקהיד מרטין

למרות היותה החברה הגדולה ביותר בתחום התעופה הצבאית, עוסקת לוקהיד מרטין בכלי-טיס בלתי מאוישים רק בהיקף מצומצם ביותר. לא כל פעילותה בתחום זה גלויה, כיוון שהיא מעורבת במספר תוכניות מסווגות ביותר של כטב"מים חמקנים, דוגמת ה-RQ-170 סנטינל שנחשף במקרה בדצמבר 2009 באפגניסטן.

מסוק תובלה בלתי מאויש

כפי שהזכרנו לעיל (בתיאור ה-A160T של בואינג והתחרות על המכרז של חיל הנחתים), לוקהיד מרטין משתפת פעולה עם חברת קאמן איירוספייס בפיתוח גרסה בלתי מאוישת של מסוק המטען K-MAX. הצוות המשותף לשתיה החברות הטיס את ה-K-MAX במשך קרוב ל-400 שעות באופן התפעול הבלתי מאויש מאז 2007.

בינואר-פברואר השנה בוצעה הדגמה לחיל הנחתים של ארה"ב, שבמסגרתה הוכיח המסוק הבלתי מאויש את יכולתו להעביר אספקה לחיילים בבסיסים מבצעיים קדמיים, בתנאים הדומים למציאות באפגניסטן. בסדרה של טיסות שבוצעו בתנאי טמפרטורה מתחת לאפס בבסיס הניסויים דאגוויי של צבא ארה"ב ביוטה, הדגים ה-K-MAX הבלתי מאויש טיסה אוטונומית והטסה בשליטה מרחוק, הן בקו ראייה והן באמצעות ערוץ העברת נתונים לווייני מעבר לקו הראייה.

מאפייני הביצועים שהודגמו כללו ריחוף ברום של 12,000 רגל (3,660 מטר) עם מטען תלוי במשקל 680 ק"ג; העברת מטען של 1,360 ק"ג לבסיס מבצעי קדמי בתחום הזמן הנדרש של שש שעות (שתי טיסות הלך וחזור למרחק של 280 ק"מ); שליטה מרחוק של מפעיל על הקרקע להעברה מדויקת של מטען בתנאי יום ולילה; והזנת תוכנית משימה חדשה למערכת ניהול המשימה של המסוק במהלך טיסה.

כהדגמה נוספת מעבר לנדרש, הצוות הציג את מתקן הנשיאה בעל ארבעת הווים של ה-K-MAX הבלתי מאויש, המאפשר העברת מספר מטענים בטיסה אחת. כשהוא נושא מטען במשקל כולל של 1,560 ק"ג, המסוק טס לשלוש קואורדינאטות מסירה שתוכנתו מראש, ושחרר באופן אוטונומי מטען תלוי שיועד לכל



ציר של ספינת האוויר הבלתי מאוישת ISIS, שמיועדת לפעול בגובה רב במשך כעשר שנים.

ספינת אוויר בשליש הגודל האמיתי, שתישא את המכ"ם החדש של רייטיאון.
MPLE: כטב"ם רב-תכליתי לשהייה ארוכה.

באפריל 2009 חוזה מהסוכנות לפרויקטי מחקר מתקדמים במשרד ההגנה של ארה"ב (DARPA) להדגים בטיסה בתוך 42 חודשים

המיקרו-כטב"ם Stalker של לוקהיד מרטין מסוגל לשהות באוויר שעתים ברדיוס של כ-10 ק"מ.



ה-Desert Hawk III משוגר מהיד.



עמדת הבקרה הקרקעית של המיקרו-כטב"ם Desert Hawk III.



אחת מהנקודות. לפי דרישת הלקוח, העברת המטען הרביעי בוצעה בשליטה מרוחק ידנית על-ידי מפעיל על הקרקע.

כטב"מים זעירים

הצבא הבריטי מפעיל באפגניסטן מאז 2006 את כטב"ם התצפית הזעיר Desert Hawk III (נץ המדבר) מתוצרת לוקהיד מרטין, והכוחות הלוחמים מרוצים מאוד מביצועיו. לאחרונה העניק משרד ההגנה הבריטי ללוקהיד מרטין הזמנה נוספת לכטב"מים מסוג זה, שתסופק עוד השנה.

הדגם השלישי של נץ המדבר הוא כל-יטיס זעיר בעל מוטת כנף של 137 ס"מ שמשקלו פחות מ-4 ק"ג, אשר נישא ומופעל על-ידי חייל אחד ומשוגר מהיד. ניתן לחבר בקלות ובמהירות לצריח המיוצב שלו אחד משלושה סוגים של מטע"די תצפית: מצלמת וידאו צבעונית, מצלמת וידאו שחור-לבן לאור חלש, או חיישן תת-אדום. הכטב"ם השקט בעל ההנעה החשמלית יכול לפעול ברדיוס של עד 15 ק"מ מעמדת הבקרה הקרקעית, ולשהות באוויר 90 דקות.

לוקהיד מרטין הציגה לראשונה בתערוכה בדנוור כטב"ם זעיר אחר המכונה Stalker (אורב לטרף), הכפול בגודלו מנץ המדבר. הכלי, שאורכו 1.8 מטר ומוטת כנפיו 2.9 מטר, ממריא במשקל מרבי של 8 ק"ג ויכול לשאת מטע"ד במשקל מרבי של 1.8 ק"ג. הוא מיועד לפעול ברום של 300 עד 1,500 רגל (90 עד 460 מטר) ברדיוס של 10 ק"מ, ולשהות באוויר שעתים.

תוכניות מחקר ופיתוח

לוקהיד מרטין חשפה בתערוכה מספר פרויקטים המתנהלים במפעל לתוכניות פיתוח מתקדמות (ADP), שנודע בכינויו "מפעלי הבואש":

ISIS: ספינת אוויר בלתי מאוישת בעלת הנעה סולארית/תאי דלק, שתוצב בגובה רב למשך עשר שנים ותספק מודיעין מתמיד על שטח נרחב באמצעות מכ"ם מתוצרת רייטיאון עם יכולת עקיבה אחרי מטרות נעות באוויר, על פני הקרקע ובים. לוקהיד מרטין קיבלה

תערוכת הכטב"מים



ציור של כטב"ם הסיור והתקיפה UCLASS בגישה לנחיתה על נושאת מטוסים.



ציור של כטב"ם התקיפה החמקן VARIOUS.



רעיון של לוקהיד מרטין לכטב"ם ארוך-שהייה, המכונה MPLE.

מיועד לשהות באוויר חמישה ימים רצופים ברום של 40,000 רגל (12.2 ק"מ) ברדיוס של 3,700 ק"מ, כשהוא נושא מטע"דים רב-משימתיים במשקל של 1,800 ק"ג.

UCLASS: רעיון לכטב"ם סיור ותקיפה חמקן המיועד להפעלה מסיפון נושאות מטוסים, שניתן להגשמה בשנת 2018 לערך.

VARIOUS: רעיון לכטב"ם חמקן הממריא ונוחת אנכית, בעל מוטת כנף של 8.4 מטר, עם יכולת לשאת מטען תכליתי במשקל 860 ק"ג.

טקסטרו - AAI

AAI פועלת מאז סוף 2007 כחברה-בת של התאגיד האמריקני הגדול טקסטרו, במסגרת חטיבת טקסטרו מערכות.

חברת AAI צברה את ניסיונה ההתחלתי בתחום הכטב"מים בתקופת שיתוף הפעולה שלה עם התעשייה האווירית לישראל בתוכנית הפיוניר (RQ-2) במחצית השנייה של שנות ה-80. בהמשך דרכה פיתחה AAI את מערכת ה-Shadow 200, שנבחרה על-ידי צבא ארה"ב בדצמבר 1999. הכטב"מים הטקטיים מודגם זה נכנסו לשירות בשנת 2001 תחת הסימון RQ-7A.

מ-2004 מספקת AAI לצבא האמריקני את הדגם המשופר RQ-7B. בחודש אפריל השנה החלה החברה להעביר לצבא ערכות שדרוג להגדלת מוטת הכנף של הכטב"ם מ-4.3 מטר ל-6.2 מטר. הכנף המוארכת מאפשרת לשאת יותר דלק בתוכה ותורמת להארכת משך



הכטב"ם הטקטי RQ-7B על המשגר שלו. למעלה: AAI הציגה בתערוכה את ה-Shadow 200 עם הכנף המוגדלת.





המיני-כטב"ם Aerosonde Mk 4.7 על המשגר הנגרר שלו.

הפוינטר בשנת 1987 ונמשך עם הדרגון איי בשנת 2003. כיום מציעה החברה שני דגמים נוספים: Wasp III (צרעה) ו-Puma AE (פומה) לכל תנאי סביבה).
ה-Wasp III הוא מיקרו-כטב"ם קטן ביותר. מוטת כנפיו 72 ס"מ ומשקלו 430 גרם בלבד. הכלי מיועד לפעול ברום של 15 עד 300 מטר מעל פני הקרקע, ברדיוס של עד 5 ק"מ מהמפעיל, ויכול לשהות באוויר עד 45 דקות. מיקרו-כטב"מים מסוג זה נרכשו על-ידי פיקוד המבצעים המיוחדים ועל-ידי חיל הנחתים בארה"ב.

ה-Puma AE גדול יותר מהרייוון. מוטת כנפיו 2.8 מטר, משקלו 5.9 ק"ג, והוא נושא

של 30 עד 150 מטר וברדיוס של כ-10 ק"מ מהמפעיל. ביכולתו לשהות באוויר במשך כ-90 דקות. החברה סיפקה עד כה יותר מ-9,000 כלי-טיס מדגם זה לזרועות הצבא האמריקני וללקוחות אחרים ברחבי העולם.

הרייוון מסתמך על ניסיון קודם של איירו-ויירונמנט בפיתוח מיקרו-כטב"מים, שהחל עם



ה-RQ-11B רייוון משמש כעין הצופיה ממעל של כל החטיבות הלוחמות בצבא האמריקני.



השהייה באוויר מכ-6 שעות לכ-9 שעות. כלי-הטיס יכול להמריא במשקל מרבי של 210 ק"ג ולשאת מטע"דים במשקל של עד 36 ק"ג. הוא פועל ברום של עד 15,000 רגל (4.6 ק"מ) וברדיוס של עד 125 ק"מ מתחנת הבקרה הקרקעית.

עד כה הוזמנו 116 מערכות Shadow עבור צבא ארה"ב וחיל הנחתים האמריקני. כל מערכת כוללת ארבעה כלי-טיס, משגר הידראוילי אחד, שתי תחנות בקרה קרקעיות המותקנות על כלי-רכב, ארבעה מסופים ניידים לקליטת שידורי וידיאו, תחנה קרקעית ניידת, וכלי-רכב אחד הנושא ציוד תמיכה.

בחדש מאי השנה ציינה החברה חצי מיליון שעות טיסה מצטברות של הכטב"מים מסוג Shadow, כאשר כ-90% מהן בוצעו לתמיכה בכוחות הצבא וחיל הנחתים שפעלו בעיראק ובאפגניסטן.

מיני-כטב"ם אוסטרלי

AAI רכשה ביוני 2006 את החברה האוסטרלית Aerosonde, שפיתחה מיני-כטב"ם שסומן Mk 4. דגם משופר של כלי זה, המסומן Mk 4.7, הוצע על-ידי AAI במכרז של צי ארה"ב לבחירת מערכת כטב"ם טקטי קטן, שבו נבחרה בסופו של התהליך ההצעה של בואינג (ראה לעיל).

האיירוסונד 4.7 משוגר ממעוט ונקלט חזרה באמצעות מתקן רשת פשוט, כך שהוא מתאים להפעלה מספיק טובה. מוטת כנפיו 3.6 מטר, משקלו המרבי 17.5 ק"ג וביכולתו לשאת מטע"ד במשקל 3.4 עד 4.5 ק"ג. התקנת מנוע חזק יותר בכטב"ם מאפשרת להגדיל את המשקל המרבי ל-25 ק"ג. כלי-הטיס הקטן יכול לפעול ברום של עד 4.5 ק"מ ולשהות באוויר 10 שעות ויותר.

Aero Vironment

מיקרו-כטב"מים

החטיבות הלוחמות של צבא ארה"ב, חיל הנחתים האמריקני ופיקוד המבצעים המיוחדים מצטיידות מאז שנת 2006 בכטב"ם הזעיר Raven (עורב) מתוצרת איירו-ויירונמנט, המסומן RQ-11B. הכלי ששוקל 1.9 ק"ג בלבד ומשוגר מהיד הפך להיות הכטב"ם הנפוץ ביותר בקרב זרועות הצבא בארה"ב. הוא משרת את הכוחות הלוחמים ביום ובלילה לצורך "מבט מעבר לגבעה" או "מבט מסביב לפינה", ומסייע לאיתור מטרות עוינות ומעקב אחריהן במשימות כגון הגנת בסיסים, ליווי שירות, תכנון משימות והגנת כוחות.

לפי המבנה הארגוני של צבא ארה"ב, לכל חטיבה לוחמת מוקצות 15 מערכות RQ-11B, כאשר כל מערכת כוללת שלושה כלי-טיס זעירים בעלי הנעה חשמלית, שתי יחידות בקרה קרקעיות וחלקי חילוף. הרייוון ארוז במנשא גב ומופעל על-ידי חייל אחד. ניתן לחבר לו מצלמת וידיאו לאור יום או מצלמה תת-אדומה עם מציינן לייזר. לאחרונה הוחל בהחלפת ערוץ העברת הנתונים האנלוגי בערוץ דיגיטלי משופר.

הרייוון, שמוטת כנפיו 1.4 מטר, פועל ברום



המיקרו-כטב"ם Puma AE שמשוגר מהיד יכול לשהות באוויר שעתיים ברדיוס של 15 ק"מ.



הגלובל אובזרוור יוכל לשהות שבוע שלם ברום של עד 19.8 ק"מ בזכות מערכת הנעה במימן נוזלי.

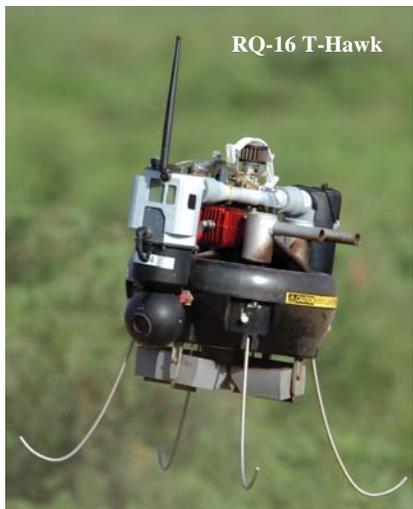
כטב"ם המרחף T-Hawk שפותח על-ידי חברת האניוול. כלי-הטיס הזעיר, שקוטרו 36 ס"מ ומשקלו 7.7 ק"ג, ממריא או נוחת אנכית ומרחף באמצעות מניפה משורולת המופעלת על-ידי מנוע בניזין קטן.

הכלי נושא מצלמת וידאו לאור יום או ללילה, יכול לשהות באוויר כ-50 דקות ולפעול ברדיוס של 5 עד 10 ק"מ מהמפעיל. ביכולתו לטוס ברום של עד 10,000 רגל (3 ק"מ).

מערכת T-Hawk, הכוללת שני כלי-טיס ויחידת בקרה קרקעית, מופעלת על-ידי יחידות צבאיות בגודל מחלקה או פלוגה.

מתחילת ההפעלה הניסיונית ב-2007 ועד חודש יוני השנה צברו המערכות שסופקו 10,000 שעות טיסה בפעילות מבצעית ובאימונים.

המיקרו-כטב"ם המרחף, שמשומן RQ-16, נרכש גם על הצבא הבריטי.



מצלמות לאור יום וללילה גם יחד. הכלי הזעיר פועל ברום של עד 150 מטר, ברדיוס של 15 ק"מ מהמפעיל, ויכול לשהות באוויר במשך שעותיים. מערכות כאלה נרכשו על-ידי פיקוד המבצעים המיוחדים של ארה"ב. כל שלושת סוגי המיקרו-כטב"מים של איירוויירונמנט מופעלים מאותה יחידת בקרה קרקעית משותפת.

גלובל אובזרוור

ב-5 באוגוסט השנה ביצעה איירוויירונמנט את טיסת הבכורה של הגלובל אובזרוור (GO) – מל"ט המיועד לשייט ברום של 55,000 עד 65,000 רגל (16.8 עד 19.8 ק"מ) במשך 7 ימים. שני מטוסי גלובל אובזרוור, שכל אחד מהם יטוס במשך שבוע בכל פעם, יוכלו לכסות באופן מתמיד אזור ברדיוס של כ-480 ק"מ על פני כדור-הארץ, המקביל לשטח של כ-725,000 קמ"ר. עם כישוי נרחב כזה הם יוכלו להוות תחליף זמין וזול יותר ללוויינים גיאור-סטאציונאריים במשימות דוגמת ממסר תקשורת, חישה מרחוק ומעקב מתמיד.

איירוויירונמנט מייצרת שלושה מל"טים מסוג GO-1 במסגרת פרויקט להדגמת רעיון טכנולוגי, הממומן בשותף על-ידי מספר סוכנויות אמריקניות וזרועות צבאיות, ומובל על-ידי פיקוד המבצעים המיוחדים. בנייתו של המל"ט השני תושלם לקראת סוף השנה הנוכחית, והוא יצטרף לתוכנית ניסויי הטיסה. כלי-הטיס השלישי מיועד לגיבוי בלבד.

למל"ט, שאורכו 21.3 מטר, מוטת כנף גדולה יחסית של 53.3 מטר, אך למרות ממדיו הוא שוקל פחות מ-4.5 טון. ביכולתו לשאת מטע"ים במשקל של כ-180 ק"ג.

בעקבות הניסיון הבלתי מוצלח דיו של איירוויירונמנט לפתח מל"טים ארוכי-שהייה עם הנעה חשמלית הניזונה מתאים סולאריים בלבד (פעילות שנמשכה מאז ראשית שנות ה-80), עברה החברה לשיטת הנעה היברידית-חשמלית.

בגלובל אובזרוור מופקת האנרגיה החשמלית הנדרשת לסיבוב ארבעת המדחפים, להפעלת המטע"ד ולטעינת המצברים ממנוע שריפה פנימית, המפעיל גנרטור שיוצר חשמל. החידוש הוא בכך שמנוע השריפה הפנימית מוזן במימן נוזלי, המתאפיין באנרגיה סגולית הגדולה פי שלוש מדלק רגיל. מהנדסי החברה הצליחו להתגבר על האתגר לייצר מכלים חזקים מספיק לאחסון המימן הנוזלי שלא יהיו כבדים מדי, והישג זה אפשר את הגשמת הרעיון של מל"ט בעל כושר שהייה של מספר ימים. אתגר נוסף היה לאפשר את פעילותו של מנוע השריפה הפנימית במרומי הסטרטוספירה למרות מיעוט החמצן שם, והפתרון לכך היה שיטת דחיסה ייחודית.

האניוול

מיקרו-כטב"ם מרחף

כאחד הפתרונות להתמודדות עם מטעני צד והתקפות מהמארב על שיירות צבאיות במלחמות בעיראק ובאפגניסטן, אימצו צבא ארה"ב וחיל הים האמריקני את המיקרו-



האוריון של אורורה יוכל לשהות באוויר חמישה ימים רצופים.



צבא ארה"ב מממן את פיתוחו של ה-Excalibur הממריא ונוחת אנכית, שמיועד לשאת חימוש.

ה-Excalibur מיועד לשמש כטב"ם טקטי חמוש, המשלב יכולת המראה ונחיתה אנכית, טיסה אופקית מהירה (עד 740 ק"מ/ש'), וטיסת שיוט איטית במהירות של כ-185 ק"מ/ש'. שיטת ההנעה משלבת טורבינה סילונית עם שלוש מניפות חשמליות, שמספקות בקרת ייצוב וחלק ניכר מהדחף לריחוף. מדגים הטכנולוגיה, שמשקלו 320 ק"ג, ביצע טיסה אנכית ראשונה ביוני 2009. הפרויקט מתבצע במימון צבא ארה"ב.

לדגם קטן יותר, ה-GoldenEye 50, שהדגים בהצלחה בשנת 2005 יכולת לעבור מריחוף לטיסה אופקית תוך שימוש בכנפיים "צפות", שאינן מחוברות באופן קשיח לגוף הכלי. ה-GoldenEye 80 משלב את תכונות הטיסה והביצועים של הדגמים הקודמים עם מנוע הפועל בדלק כבד (דיזל) וחיישן תצפית מתקדם, כדי ליצור מערכת מבצעית. השדרוג העתידי של המערכת יכלול אפשרות לחיבור כנפיים, אשר יתרמו להגדלת משך השהייה באוויר.

מימין ולמטה: ה-GoldenEye 80 יכול לרחף באוויר במשך שלוש שעות.



מל"ט ארוך-שהייה

חיל האוויר האמריקני כבר לא מסתפק ביכולת שהייה באוויר במשך יממה אחת. החיל מעוניין בכטב"ם שיוכל להתמיד בטיסה במשך חמישה ימים תמימים ברום של 20,000 רגל (6.1 ק"מ), כשהוא נושא מטע"ד בן 450 ק"ג. בתחרות לבחירת הכטב"ם שיענה על דרישות תוכנית MAGIC (ראשי תיבות של: איסוף מודיעין ותקשורת גלובלי ברום בינוני) זכתה בספטמבר חברת Aurora Flight Sciences, שה-Orion אותו הציעה הועדף על פני ה-MPLC של לוקהיד מרטין (ראה לעיל). בתוכנית זו נתבקש פתרון קונבנציונאלי, המתבסס על טכנולוגיות קיימות ומוכחות, ולא שיטות הנעה חדשניות כמו השימוש במימן נוזלי בפרויקט ה-Phantom Eye של בואינג והגלובל אובזרוור של איירוויירונמנט.

לאוריון יש מוטת כנף של 40 מטר. הוא מצויד בשני מנועי דיזל מדגם אוסטרו AE300 המפתחים הספק של 170 כ"ס כל אחד – אותם מנועים שבהם משתמשת חברת דיאמנד האוסטרית במטוסי ה-DA42 NG ובאחדים ממטוסי החד-מנועיים. פיתוח האוריון, הבנוי כולו מחומרים מרוכבים, מתנהל באורורה מאז 2006. טיסת הבכורה צפויה בשנה הבאה.

כטב"מים מרחפים

חברת אורורה פיתחה בשנים האחרונות גם שני כטב"מים הממריאים ונוחתים אנכית: ה-GoldenEye ו-Excalibur. ה-GoldenEye 80, שהוטס לראשונה בנובמבר 2006, מתאפיין ברוטור משורוול המונע באמצעות מנוע דיזל. הכלי, שגובהו 1.65 מטר, ממריא במשקל מרבי של כ-100 ק"ג ומסוגל לשאת מטע"ד בן 11.3 ק"ג. הוא יכול לשהות באוויר עד שלוש שעות בריחוף. הכטב"ם פותח בתמיכה של הסוכנות לפרויקטי מחקר מתקדמים במשרד ההגנה של ארה"ב. זהו דור שלישי של כטב"מים בעלי רוטור משורוול שפותחו על-ידי אורורה. הראשון, ה-GoldenEye 100, היה כלי להוכחת הרעיון שהוטס בשנת 2003. הצלחתו הובילה



L-3 תקשורת



הוויקינג 400 של חברת L-3 הוזמן על-ידי פיקוד המבצעים המיוחדים להפעלה על-ידי כוחות משלוח.



הוויקינג 300 משמש לאימון מפעילי כטב"מים באקדמיה של חיל האוויר האמריקני. המוביוס הוא גרסה בלתי מאוישת של המטוס הקל ברקוט, שמקורו בלונג-איזי של ברט רוטאן.



מימין ולמטה: המיקרו-כטב"ם קאטלס שמשוגר מצינור. כנפיו המקופלות לאחור נפרסות אחרי השיגור.



התאגיד האמריקני הגדול L-3 תקשורת עוסק במגוון רחב של פעילויות בתחומי מערכות שליטה, בקרה, תקשורת ומודיעין; שירותים וממשלתיים; השבחת מטוסים ותחזוקה; ומערכות אלקטרוניות. התאגיד נכנס לתחום הכטב"מים באפריל 2007 עם רכישת חברת ג'נבה איירוספייס, שפיתחה וייצרה משפחה של כטב"מים טקטיים.

בתערוכה בדנוור הציגה L-3 את הכטב"ם ויקינג 400, שייכנס לשירות פיקוד המבצעים המיוחדים של ארה"ב ויופעל על-ידי כוחות משלוח, במסגרת חוזה רכש שנחתם באוקטובר 2009. אורכו של הכטב"ם 4.5 מטר ומוטת כנפיו 6.1 מטר. משקלו המרבי 245 ק"ג, וביכולתו לשאת מטע"דים במשקל של 34 עד 45 ק"ג. הוא מיועד לפעול ברדיוס של כ-130 ק"מ ומסוגל לשהות באוויר במשך 6 עד 10 שעות. כליהטיס ממריא ונחת אוטונומית על כן-הנסע הקבוע שלו.

ג'נבה איירוספייס פתחה דגמים קטנים יותר בעלי אותה תצורה: ויקינג 300 עם מוטת כנף של 5.3 מטר ומשקל מרבי של 145 ק"ג, וויקינג 100 עם אותה מוטת כנף ומשקל מרבי של 68 ק"ג. הוויקינג 300 משמש לאימון מפעילי כטב"מים באקדמיה של חיל האוויר האמריקני. L-3 הציגה בתערוכה גם את ה-Mobius, כטב"ם ארוך-שהייה המבוסס על המטוס הקל מביניה עצימית Berkut – דגם משופר של ה-Long-Ez בעל תצורת הקנארד פרי תיכונו של ברט רוטאן, עם כן-נסע מתקפל. המוביוס מורשה להמריא במשקל מרבי של 1,360 ק"ג ויכול לשאת מטע"דים במשקל של עד 450 ק"ג. ביכולתו לטוס ברום של 24,000 רגל (7.3 ק"מ) במשקל כולל מופחת או ברום של 15,000 רגל (4.6 ק"מ) במשקל מרבי, ולשהות באוויר במשך 18 עד 24 שעות. L-3 מציעה את המוביוס בשתי תצורות: כמטוס מאויש או ככלי-טיס בלתי מאויש.

מוצר שלישי שהציגה L-3 בתערוכה היה הקאטלס – מיקרו-כטב"ם המשוגר מצינור, שניתן לשגר הן ממטוסים באוויר והן מן הקרקע או מהים. אורכו של כליהטיס הזעיר 83 ס"מ ומוטת כנפיו הנפרסות 1.4 מטר. משקלו 5.4 עד 6.8 ק"ג, והוא נושא מטע"ד בן 1.4 ק"ג. כליהטיס המונע חשמלית יכול לשהות באוויר במשך שעה אחת ולפעול בטווח של כ-55 ק"מ.



התצוגה הישראלית בתערוכה



הסטורם (בתחתית התמונה) והסקיילארק 1 ו-2 (תלויים למעלה) בתצוגה של חברת UAS Dynamics.

לתעשיות הישראליות הייתה עדנה בשנות ה-80 ובראשית שנות ה-90, כאשר הן היו היחידות שיכלו להציע לשוק האמריקני מערכות כטב"מים מבצעיות. במציאות הנוכחית, כאשר כל כך הרבה חברות אמריקניות מפתחות ומייצרות כל כך הרבה כטב"מים מכל הסוגים שאפשר להעלות על הדעת, למוצרים הישראליים אין כמעט סיכוי לזכות בהזמנות מהזרועות הצבאיות שם. התעשיות הישראליות מנסות להתגבר על הקושי הזה על-ידי יצירת שיתופי פעולה עם חברות אמריקניות, אבל גם כך סיכויי ההצלחה קלושים.

אלביט עם ג'נרל דינמיקס

אלביט מערכות ניסתה לזכות במקרה של צי ארה"ב לבחירת מערכת כטב"ם טקטי קטן על-ידי הקמת חברה אמריקנית חדשה בשיתוף עם ג'נרל דינמיקס, הנקראת UAS Dynamics, ושינוי שמו של ההרמס 90 אותו ניסתה למכור ל-Storm (סערה). הניסיון כשל, כאשר באופן בלתי מפתיע זכה בתחרות יצרן אמריקני – החברה-הבת אינסטיטיו של בואינג עם האינטגרטור, כפי שהזכרנו לעיל. חברת UAS Dynamics הציגה בתערוכה בדנור את הסטורם הטקטי יחד עם המיקרו-כטב"מים של אלביט – סקיילארק 1 ו-2 – וחילקה דפי פרסום גם של ההרמס 450 שישוק באמצעותה.

מערכות של אלישירא לכטב"מים

קבוצת אלישירא, הנשלטת על-ידי אלביט מערכות, הציגה מגוון מערכות המיועדות לכטב"מים, אשר כוללות: ערוצי העברת נתונים והפצת מידע, מטע"דים לאיסוף מודיעין אותות ומודיעין תקשורת, לוחמה אלקטרונית ועוד.

סטארק איירוספייס של התע"א

התעשייה האווירית לישראל מפוקחת דיה להבין, שאין לה כל סיכוי לשווק את הכטב"מים שלה בשוק האמריקני. התצוגה שלה בתערוכה נערכה תחת שמה של החברה-הנכדה Stark Aerospace, שרשומה בארה"ב. חברה זו, הפועלת בקולומבוס מיסיסיפי, שמה דגש בתערוכה על המטע"דים מתוצרת מפעלי תמ"מ ואלתא של התע"א: המטע"דים האלקטרו-אופטיים בגדלים שונים, החל ב-MOSP3000 שמשקלו 28-31 ק"ג וב-POP300 שמשקלו 16.3 ק"ג, וכלה ב-miniPOP (7-9 ק"ג) וב-MicroPOP (1.0-1.2 ק"ג), ומכ"ם הסיוור הימי EL/M-2022U בברסאות המתאימות לכטב"מים בגדלים שונים.

תא דלק סינגפורי

את המיני-כטב"ם BirdEye 650 של התע"א מצאנו דווקא בתצוגה של החברה הסינגפורית Horizon Energy Systems. חברה זו פיתחה את תא הדלק Aeropak, המפיק אנרגיה חשמלית מריאקציה אלקטרו-כימית בין גז מימן לחמצן. תא הדלק, ששוקל 2 ק"ג ומפיק 900 וואט-שעה, נבחר כמקור האנרגיה לכטב"ם



מטע"דים אלקטרו-אופטיים לכטב"מים בתצוגה של חברת סטארק איירוספייס השייכת לתע"א.

בנטל וסימלט

חברת בנטל מקיבוץ מרום גולן, השייכת לקבוצת תא, הציגה את מוצריה בתחומי מטע"דים זעירים למיקרו-כטב"מים ומערכות הנעה חשמליות לכטב"מים קטנים. המטע"ד המיוצב MicroBat275 שלה שוקל פחות מ-400 גרם. החברה מציעה שלושה סוגי מנועים חשמליים במשקלים של 56 גרם, 400 גרם ו-1.7 ק"ג. חברת סימלט מהרצליה, המפתחת מערכות הדמיה לאימון מפעילי כטב"מים במשימות מציאותיות, הציגה בדנור במשותף עם ג'נרל דינמיקס טכנולוגיות מידע, הסימולטורים שלה מותאמים למערכות כטב"מים שונות. □

הישראלי בעל ההנעה החשמלית. הוא מאפשר ל-BirdEye 650 שהייה באוויר של 6 שעות, יותר מכפול ממה שניתן להשיג עם סוללות ליתיום.

איירונאוטיקס, טקסטרו ובואינג

חברת איירונאוטיקס אימצה גם היא את השיטה של שיתופי פעולה עם חברות מקומיות לקידום השיווק של מוצריה. את המיני-כטב"ם אורביטר מתוצרתה מצאנו בתצוגה של טקסטרו. המול"ט דומיניטור – גרסה בלתי מאוישת של המטוס הדור-מנועי הקל דיאמונד NG DA42 – משווק על-ידי בואינג.



המחבר גם מזכיר פיתוחים עתידיים בדמות הכטב"מים החמקנים לתקיפה מהדור הבא, וכן תוכניות פיתוח המתנהלות בבריטניה. פה ושם ניתן גם למצוא אזכורים למערכות ישראליות, ובהקשר זה הופתענו לגלות טעות מביכה, כאשר ההרון 1 של התע"א מזוהה (בעמוד 28 בספר) בתור "האנטר".

עורכי הספר ניצלו היטב את מבחר התמונות העשיר שמוצע באתרי האינטרנט הרשמיים של הזרועות הצבאיות בארה"ב ושל יצרני המערכות, ובחרו לפרסם את המוצלחות מביניהן. התמונות הצבעוניות באיכות מעולה מציגות יפה את הפעלת הכלים הן בזירות הלחימה והן בניסויים.

בסוף הספר מובאים נתונים מספריים של מאפייני כטב"מים נבחרים, וכן רשימת הסימונים הצבאיים שניתנו למערכות שהוכנסו לשירות או שנבחנו – החל ב-RQ-1 פרדטור וכלה ב-MQ-18 האמינגבייר.

Unmanned Vehicles Handbook 2010

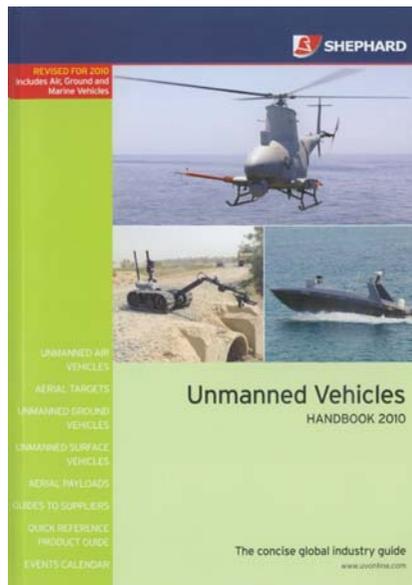
בעריכת Ian Kemp

The Shephard Press, U.K., 2010

326 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 60 ליש"ט.

המבקרים בתערוכת הכטב"מים בדנוור, קולוראדו, יכלו לקבל בחינם את מדריך הכלים הבלתי מאוישים, שמוצע בדרך כלל למכירה במחיר די גבוה. מדריך זה מופק על-ידי חברת שפארד הבריטית, שמוציאה כתבי-עת מקצועיים בנושא תעופה וביטחון, ומפרסמת גם מדריכים שנתיים באותם נושאים.

מדריך הכלים הבלתי מאוישים עוסק לא רק בכלי-טיס, אלא גם בכלי-שיט ובכלי-רכב יבשתיים. המדריך סוקר גם מטע"דים לכטב"מים, ויש בו פרק נרחב עם פרטים על ספקי המערכות השונות. הכטב"מים המשמשים כמטרות מעופפות לאימוני ירי נ"מ מרוכזים בפרק נפרד.



השונות. שלושת הפרקים בחלק השני עוסקים בתהליכי הפיתוח של מערכות כטב"מים, עם דגש על שלבי הניסויים הנדרשים. החלק השלישי מוקדש להיבטי הפעלה של המערכות, וסוקר בקצרה שימושים צבאיים אופייניים בזרועות הים, היבשה והאוויר. כמו-כן הוא מזכיר שימושים אפשריים למטרות אזרחיות ומשטרותיות. החלק הרביעי והאחרון סוקר בתמציתיות את ההיסטוריה של פיתוח הכטב"מים בעולם, ומצביע גם על מגמות פיתוח עתידיות.

רג אוסטיין הצליח, לדעתנו, לפרוס בפני הקורא את מגוון ההיבטים של עולם מערכות הכטב"מים ולבסס את ההכרה שמדובר בתחום הנדסי מרתק ובעל פוטנציאל עתידי רב.

Birds of Prey: Predators, Reapers and America's Newest UAVs in Combat

By Bill Yenne

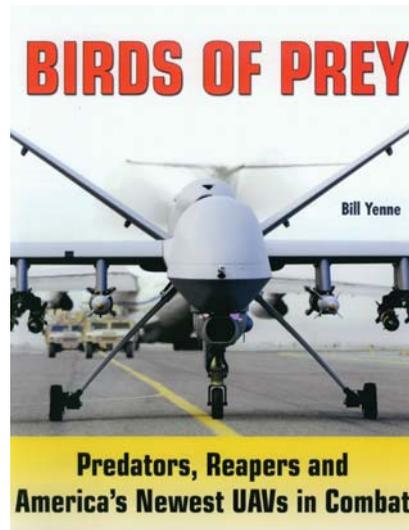
Specialty Press, U.S.A., 2010

160 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 29.95 דולר.

הוצאות הספרים המתמחות בפרסומים פופולאריים לחובבי תעופה התחילו להכיר סוף-סוף במציאות, שבתעופה הצבאית קיימים גם כטב"מים – ואפילו כאלה החמושים בטילים ופצצות – שעשויים לעניין את קהל הקוראים שלהן לא פחות ממטוסי קרב על-קוליים.

ספרו החדש של ביל ינה הוא בהחלט תוספת מרעננת למדף הספרים המדולל, שעליו אנו שומרים את מעט הספרים שיצאו עד כה בנושא כטב"מים. הספר מתעד לראשונה את השימוש המבצעי המוצלח שעושות זרועות האוויר, הים והיבשה של ארה"ב בכטב"מים מכל הסוגים.

הספר פותח בסקירה היסטורית תמציתית על פיתוח כלי-הטיס הנהוגים מרחוק מאז הניסיונות הראשונים בשנות ה-30 של המאה הקודמת. בהמשך נסקרת בהרחבה ההתפתחות בארה"ב שהובילה להפעלת הכטב"מים הטקטיים במלחמות באפגניסטן ובעיראק, ומתוארים מבצעים מוצלחים של מערכות אלה.



Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment

By Reg Austin

John Wiley and Sons, U.K., 2010

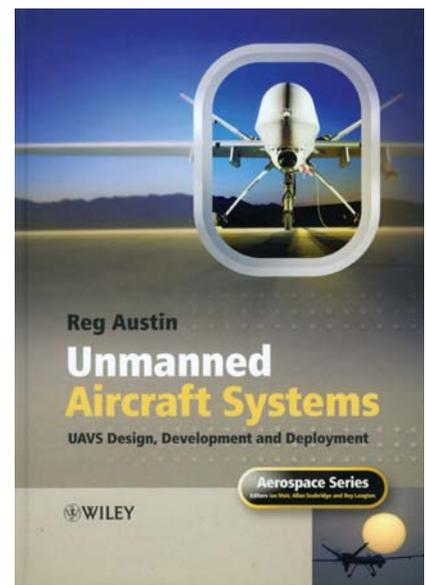
326 עמודים. המחיר: 100 דולר (באתר אמזון).

למרות שתחום הכטב"מים נמצא בהתפתחות מואצת בעשור האחרון, לא נתקלנו בספרים רבים העוסקים בכך. שמחנו לפיכך לגלות, כי הוצאת Wiley המכובדת הוציאה לאחרונה כרך המוקדש למערכות כטב"מים, במסגרת הסדרה המקצועית שלה Aerospace Series. הספר נכתב על-ידי מהנדס האווירונאוטיקה הבריטי רג אוסטיין, שיש לו 40 שנות ניסיון בתיכון ופיתוח מערכות כטב"מים בבריטניה.

ספר זה יכול להוות הקדמה מצוינת לסטודנטים ומהנדסים המבקשים לעסוק מקצועית בתחום הכטב"מים, או לכל אחד אחר המבקש לקבל תמונה כללית מקיפה על התחום המרתק הזה.

בעשורים האחרונים נתקלנו במקרים רבים של חברות קטנות שפיתחו כלי-טיס בלתי מאוישים והציגו אבות-טיפוס בתערוכות בינלאומיות. הבעיה העיקרית שלהן הייתה, שהן פיתחו אולי כלי-טיס מוצלח, אך שכחו את ה"מערכת". מי שהצליחו לשווק את מוצריהם היו רק אלו שפיתחו מערכת כטב"מים מושלמת. אוסטיין נוקט בגישה הנכונה, כשהוא פותח את הספר בהדגשת העובדה שאנו עוסקים כאן במערכת מורכבת, הכוללת תת-מערכות רבות בנוסף לכלי-הטיס. רכיבי המערכת הכוללת הם גם המטע"דים, תחנות הבקרה ומסופי הבקרה, מתקני השיגור והקליטה בחזרה, ותת-מערכות לתמיכה, תקשורת, ניווט, תובלה ועוד. הוא מקדיש בספר פרק נפרד לכל אחד מהנושאים האלה.

חלקו הראשון והעיקרי של הספר מוקדש לתכן מערכות כטב"מים, עם 16 פרקים המוקדשים להיבטים שונים של תיכון כלי-טיס בתצורות שונות והסברים על תת-מערכות



Mirage III vs MiG-21, Six Day War 1967

מאת שלמה אלוני

Osprey Publishing, U.K., 2010

80 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 12.99 ליש"ט.

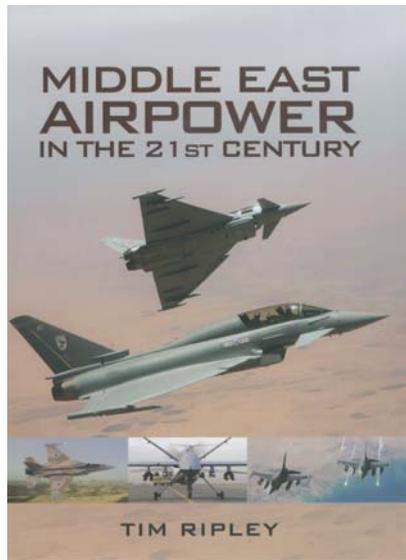
בשנה שלפני מלחמת ששת הימים ובמהלך אותה מלחמה התנהלו קרבות אוויר רבים בין מטוסי מיראז' 3 (שחק) ישראלים לבין מטוסי מיג-21 של מצרים, סוריה ועיראק. רוב המפגשים האלה הסתיימו בניצחון של הטייסים הישראלים, שהפילו 23 מיגים. טייסי השחק הצליחו לגבור על אויביהם, גם כשנמצאו בנחיתות מספרית, בעיקר בזכות טקטיקות לחימה נכונות שהוקנו להם באימונים קפדניים. עדיפותם של טייסי חיל האוויר הושגה לא במעט בזכות לימוד נקודות התורפה של המיג-21, שהתאפשר אחרי עריקתו לארץ של טייס המיג-21 העיראקי עם מטוסו.

שלמה אלוני מתעד בספרון חדש זה את לוחמת האוויר בין השחקים למיגים באותן שנים. הוא מקדים בתיאור מטוסי המיראז' 3 והמיג-21 ומשווה ביניהם, כאשר התמליל מלווה באיורים מרהיבים של שלושה מבטים, תאי הטייס ונשיאת החימוש, פרי עבודתו של האמן הבריטי ג'ים לורייר. הפרקים הבאים עוסקים במצב האסטרטגי במזרח התיכון באותה תקופה, בהכשרתם של הטייסים הישראליים והערבים, ולבסוף בתיאור קרבות האוויר ותוצאותיהם. הספר כולל שתי מפות לתיאור זירות הלחימה, ותמונות בשחור-לבן ובצבעים. כהרגלו, שלמה אלוני מכסה היטב את הנושא ומספק לקורא תיאורים אמנים תוך ציטוט רבים מהמערובים בלחימה.



- מטוור בשירות חיל האוויר, טייסת 117 124 עמודים בקובץ PDF. המחיר: 50 ש"ח.
 - מוסקטו בשירות חיל האוויר, טייסת 109 136 עמודים בקובץ PDF. המחיר: 50 ש"ח.
- מאת שלמה אלוני, בהוצאה עצמית.

שלמה אלוני ממשיך במיזם שלו להפצת ספרים אלקטרוניים מפרי עטו, המתארים את ההיסטוריה של כלי-טיס שונים שהופעלו במשך השנים בטייסות חיל האוויר. ספרים אלה, במהדורות בעברית ובאנגלית, נמכרים דרך אתר האינטרנט שלו: www.aloni.aero



המזרח התיכון, שמכיל מידע מקיף שלא ניתן היה למצוא עד היום במקור מרוכז אחד. הוא מתאר את הכוח האווירי של 15 מדינות באזורנו, כולל ישראל, כאשר אל 13 מדינות ערב הקלאסיות – איראן, באחריין, האמירויות הערביות המאוחדות, ירדן, כוויית, לבנון, מצרים, עומאן, עיראק, ערב הסעודית, סוריה קטאר ותימן – הוא מצרף גם את טורקיה.

ריפלי מצליח רק חלקית להביא מידע מפורט ככל האפשר על סד"כ חילות האוויר באזורנו מבחינת הבסיסים, הטייסות ומספר כלי-הטיס מכל סוג. הוא אף מודה במגבלות האובייקטיביות להשיג מידע מדויק כזה בגלל מעטה הסודיות בחלק מהמדינות. המידע המובא בספר מסתמך כמובן רק על פרסומים גלויים, וריפלי לא תמיד יודע להבחין בין האמת המוחלטת לבין פרסומים מוטעים.

האתגר הגדול ביותר של פרסומים מסוג זה הוא לזהות נכונה את הכלים והמערכות שנמצאים עדיין בשירות, ולא למלא את הטבלאות בפרטי סד"כ ישנים שנזרקו מזמן למגרשי הגרוטאות. בהיבט זה ריפלי נכשל במקרים רבים.

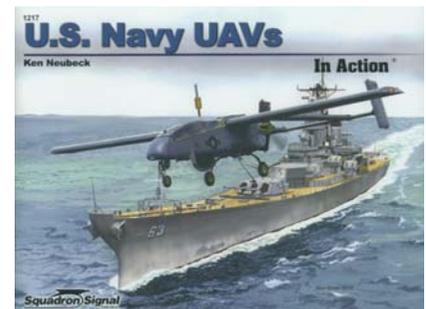
למרות זאת, הוא מצליח לספק לקורא תמונת מצב מציאותית למדי של המתרחש בחילות האוויר המדוברים, המאפשרת להעריך נכונה את עוצמתם היחסית.

בחלק האחרון של הספר מוסיף המחבר מידע על הכוחות האוויריים של ארה"ב, בריטניה ומדינות הקואליציה, שפעלו ופועלים באזורי העימות בעיראק ובאפגניסטן. הוא גם סוקר את העימותים שהתרחשו בזירות המזרח-התיכון בעשור הראשון של המאה ה-21, כולל האינתיפאדה בישראל, מלחמת לבנון השנייה ותקיפת הכור הגרעיני בסוריה המיוחסת לחיל האוויר הישראלי. ויש גם סקירה קצרה על תעשיית התעופה והחלל במדינות השונות.

התמליל המקיף מלווה בטבלאות, מפות ותמונות, אך מבחר הצילומים המובא בספר אינו מלהיב. כך למשל, בפרק על סוריה, לא הצליחו המחבר וההוצאה להשיג אפילו צילום אחד של מטוס צבאי סורי מהשנים האחרונות. פרק זה מלווה במספר תמונות ממקורות ישראלים של מטוסים סוריים שערקו לישראל, דוגמת המיג-17 והמיג-23 – וזה די מגוחך.

כל כלי-טיס זוכה שליש עמוד ומתועד באמצעות תמונה קטנה ונתונים על ממדיו, משקלו, ביצועיו, אמצעי ההנעה, שיטת השיגור והחזרה, אופי המטע"ד, שימושים עיקריים ועוד. איכותו של מדריך זה די מאכזבת. מתקבל הרשם שהעורך לא הקפיד מספיק על בדיקת הדיוק של הפרטים שהוא מביא ועל עדכון הנתונים, ומצאנו טעויות אפילו בשם של כטב"מים אחדים.

במיוחד מפריע לנו מאוד היעדר פירוט על הלקוחות שרכשו ומפעילים את הכלים המתוארים, אם יש כאלה. המדריך אמנם מציין אם הכטב"ם נמצא בפיתוח, בייצור או בשירות, אך פירוט זה לוקה בחסר ואינו אמין במקרים רבים. אי אפשר להבין מהמדריך אם מדובר באבטיפוס ניסיוני, או ככלי הנמצא בשלבי פיתוח מתקדמים לקראת כניסה לשירות, או ככלי הנמצא כבר בשימוש מבצעי בזרוע צבאית כלשהי. מבין כ-270 הכטב"מים השונים הנסקרים במדריך, רק כמה עשרות הם מבצעיים ממש, והדבר אינו מודגש.



U.S. Navy UAVs In Action

By Ken Neubeck

Squadron Signal Publications, U.S.A., 2010

64 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 14.95 דולר.

הוצאת סקוודרון סיגנל האמריקנית, שאת פרסומיה הרבינו לסקור בשנים עברו, מציעה עתה לראשונה חוברת בסדרה In Action המוקדשת לכטב"מים.

החוברת סוקרת את הכטב"מים השונים שהופעלו במשך השנים על-ידי צי ארה"ב, החל בכטב"מי המטרה פיירבי וצ'אקר משנות ה-60' וכלה בכטב"מים המודרניים של ימינו. הדגמים הנסקרים, בנוסף לכטב"מי המטרה הנ"ל, הם: המוסק QH-50, ה-RQ-2 פיוניר מתוצרת ישראל, ה-Eagle Eye הניסיוני שהמריא ונחת אנכית, המוסק MQ-8 פיר סקאוט, הגלובל הוק של הצי, כטב"ם התקיפה החמקן X-47B הניסיוני, ה-ScanEagle וה-T-Hawk המרחף. החוברת כוללת מבחר עשיר של תמונות צבעוניות וכן ציורי פרופיל צבעוניים של הדגמים השונים.

Middle East Airpower in the 21st Century

By Tim Ripley

Pen & Sword Aviation, U.K., 2010

460 עמודים. המחיר: 35 לירות שטרלינג.

העיתונאי הבריטי טים ריפלי מהשבוועון לנושאי ביטחון Jane's Defence Weekly הכין ספר ראוי לשבח על חילות האוויר במדינות