

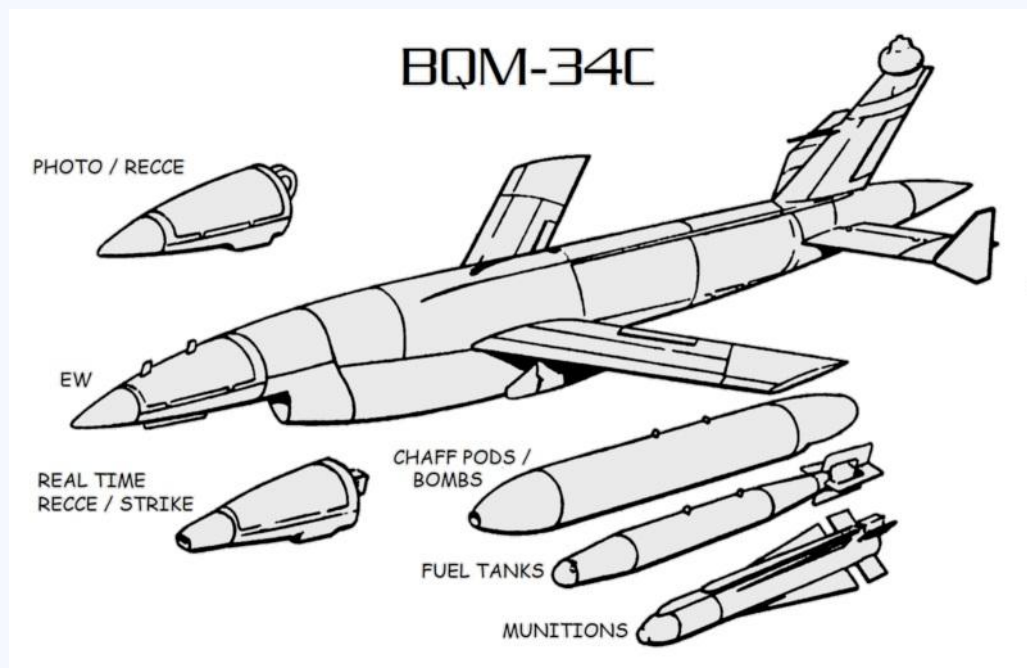
כטב"מים תוקפים (UCAV)

אריה אבירם | 6 בנובמבר, 2025

כטב"מים תוקפים – UCAV – Unhabited Combat Air Vehicles – הם כלי טיס בלתי מאוישים נשלטים מרחוק, שנושאים חימושים שניתן לשגרם נגד מטרות נבחרות.

כטב"מים תוקפים – כרטיס ביקור

הרעיון לחמש כטב"מים אינו חדש. האמריקאים בחנו את הרעיון כבר בשנות ה-70 של המאה הקודמת, בזמן מלחמת וייטנאם, במטרה ליעל את תהליכי התקיפה ולחסוך חיי טייסים. חיל האוויר האמריקאי הפעיל אז לצורכי מודיעין גרסאות שונות של כטב"מים, חלקם הגדול שייכים למשפחות **BQM 34 – FIREBEE** של חברת **TELEDYNE RYAN** ו-**BQM 74 – CHUKAR** של חברת **NORTHROP**. במספר פרויקטים ניסו בתקופת המלחמה לחמש כטב"מים אלה, במטרה להפעילם באזורים רגישים במקום מטוסים מאוישים ולהפחית את הסיכונים שאליהם נחשפים צוותי האוויר. חלק מפרויקטים אלה הצליחו. באיור 1 להלן נראה כטב"ם BQM 34 חמוש בפצצות ש"כ (שימוש כללי – פצצות רגילות) וגם בחימוש מדויק (כנראה חימוש חכם עם ביות טלוויזיה – טיל בשם MAVERICK).



איור 1 – כטב"ם BQM 34 חמוש | מתוך האתר airvectors.net

השימוש בכטב"מים תוקפים מאפשר להשתמש בחימוש קצר טווח (בדרך כלל בסדר גודל של 10 עד 20 ק"מ) ולהרחיב בצורה משמעותית את מעטפת ביצועי הטווח שלו – עד קצה טווח התקשורת של הכטב"ם הנושא (סדר גודל של 150-200 ק"מ) או אף יותר – אם הכטב"ם מצויד בתקשורת לוויינית. לדוגמה, ה'פרדטור' החמוש של חברת General Atomics האמריקאית מופעל בגזרת המזרח התיכון ונשלט דרך לוויין מתחנת שליטה שנמצאת בפלורידה. במערכת הנשק המבוססת על כטב"ם פרדטור שלושה מרכיבים עיקריים (ראו תרשים 1 להלן):

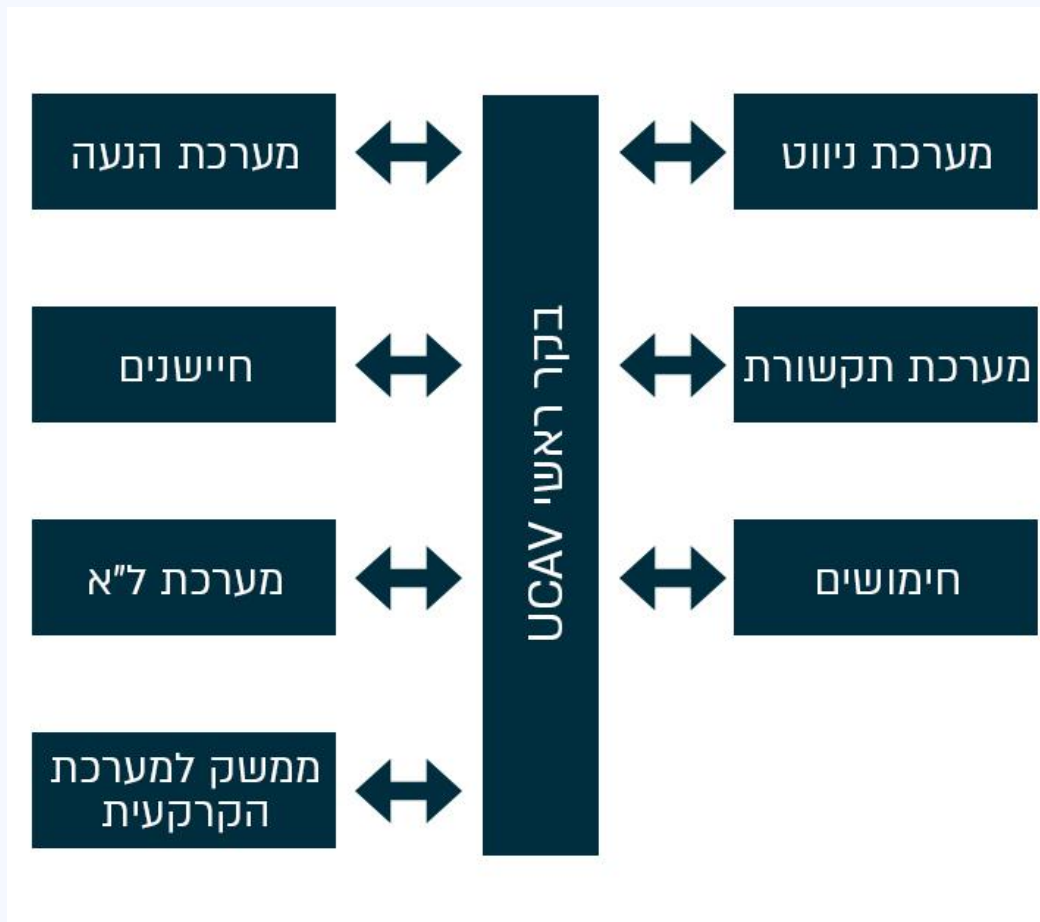
- כטב"ם פרדטור
- תחנת שליטה קרקעית (GCS – Ground Control Station)
- חימוש – טיל HELLFIRE מתביית כתם לייזר



תרשים 1 – מרכיבי מערכת נשק של UCAV פרדטור

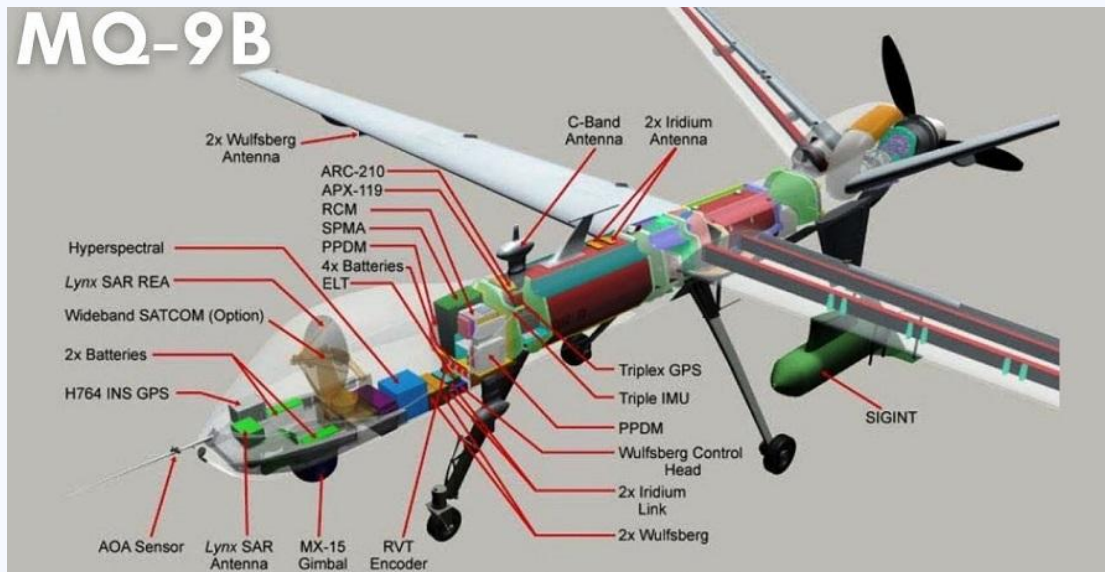
גודלו של כטב"ם UCAV הוא בדרך כלל בינוני עד גדול, והוא מצויד במרכיבים הבאים המשמשים לביצוע משימות התקיפה (תרשים 2 להלן):

- **מערכת תצפית אלקטרו-אופטית** - המשמשת לגילוי ורכישת מטרות, ברוב המקרים כוללת גם מציין לייזר.
 - **חימוש** - ברוב המקרים חימוש מתביית כתם לייזר, שהוא זול יחסית, לפעמים חימושים יקרים יותר עם הנחיה אלקטרו-אופטית או מכ"מית.
 - **מערכת תקשורת** - המאפשרת שיגור מרחוק של החימוש והנחייתו לשם פגיעה במטרה. מערכת התקשורת תהיה לרוב רחבת סרט על מנת שתוכל להעביר לתחנת הקרקע וידאו של מטע"ד התצפית (מטע"ד - מטען ייעודי - הכוונה למכשיר ייעודי שהכטב"ם נושא לצורך ביצוע משימתו, כמו מצלמה, מערכת תצפית). ברוב המקרים מערכת התקשורת עוקבת אחרי ה-UCAV, ורוחב הסרט שלה מאפשר העברת וידאו מה-UCAV למחשבים ולמסכים בתחנת השליטה והבקרה (שו"ב).
- נוסף על המרכיבים הללו כולל הכטב"ם את המרכיבים הבסיסיים המאפשרים את הטסתו:
- מערכת הנעה - מנוע (בוכנה, סילוני, חשמלי) ומקור אנרגיה - מכל דלק או סוללה נטענת.
 - חליפת חיישנים (סנסורים) המשמשים לייצוב הכטב"ם ולניווט. חיישנים אלה כוללים סביבונים (גי'רו) לניווט, מדי מהירות, מדי גובה ומצפנים.
 - מערכת ניווט, לרוב מבוססת GNSS או אינרציאלית, או שילוב של שתי הטכנולוגיות. מערכת הניווט מאפשרת לניווט ולשמור על מסלול המשימה שתוכנן.
 - בקר מרכזי של הכטב"ם - הוא "לב" הכטב"ם, שומר את תוכנית המשימה, מממש את הטייס האוטומטי של הכטב"ם, שולט בכל מרכיבי המערכת האחרים ומפעיל אותם.
 - מערכת לוחמה אלקטרונית - להגנה על הכטב"ם מפני איומים שונים.
 - ממשק תקשורת קווית למערכת הקרקעית, המשמש לבדיקת הכטב"ם ולטעינת נתוני המשימה לפני ההמראה.



תרשים 2 – מרכיבים עיקריים של UCAV טיפוסי

בכטב"מי UCAV מורכבים חלק מהמערכות הללו מוכפלות, ראו למשל מבנה פנימי של כטב"ם REAPER בתמונה 2. הכטב"מים של מערכות ה-UCAV נשלטים על ידי מפעיליהם מתוך קרונות שליטה ובקרה (GCS – Ground Control Station). בקרונות אלה יש עמדות שליטה ובקרה (שו"ב) שמהן ניתן לפקח על טיסת הכטב"ם, לשגר את החימושים, לבדוק את תוצאות התקיפה וגם להתאמן בהפעלת המערכת כולה.



תמונה 1 - מרכיבים עיקריים של REAPER UCAV - MQ-9 האמריקאי | מתוך האתר dras.in

בתמונה 2 להלן רואים עמדת שליטה טיפוסית של מערכת UCAV. עמדה זו נמצאת בבניין או בקרון ונקראת GCS (Ground Control Station). יש בה שתי עמדות הפעלה, בכל אחת מהן מחשב, שני מסכים ואמצעי ממשק למפעילים (מקלדת, עכבר, מתגים וכדומה). בדרך כלל, אחד המסכים משמש להטסת הכטב"ם והשני להפעלת החימוש. החימושים משתייכים בדרך כלל לקבוצה שנקראת חימוש מונחה מדויק - חמ"ם (Precision Guided Munitions), ולרובם הגדול ראש ביות מתביית כתם לייזר. במקרה זה מטע"ד התצפית של הכטב"ם מצביע על המטרה באמצעות מצוין לייזר, שהוא חלק מהמטע"ד.

תהליך תקיפת המטרה מובנה וחוזר על עצמו עבור כל מטרה, והוא כולל את השלבים הבאים:

- הכטב"ם טס לאזור פטרול הנמצא מעל האזור שבו נמצאות המטרות, או בטווח העסקה סביר מהן.
- המפעיל בקרון סוקר את אזור המטרות, והוא מאתר ורוכש מטרה. מאותו רגע מערכת התצפית עוקבת אחרי המטרה.
- המפעיל משגר חימוש לכיוון המטרה שנבחרה.
- המפעיל מוודא באמצעות מערכת התצפית פגיעה במטרה.



תמונה 2 – תחנת שליטה ובקרה – GCS – Ground Control Station | מקור: Aeronautics, 2007

מערכות של כטב"מים תוקפים (UCAV)

לאחר שמדינות שונות למדו את היתרונות של מערכות כטב"מים תוקפים הן פיתחו מערכות כאלה וחימושים מתאימים. למרות הסודיות שנשמרה עד לפני מספר שנים, ישראל הייתה אחת המדינות החלוצות בפיתוח, ייצור והפעלה של מערכות כטב"מים תוקפים. ארצות הברית, רוסיה, סין, טורקיה ואיראן מפתחות, מייצרות ומפעילות מערכות כאלה, שכוללות חימושים רבים ומגוונים, המאופיינים בדרך כלל על ידי הפרמטרים הבאים:

- משקל החימוש: 5-100 ק"ג (יש מעט יוצאים מן הכלל כלפי מעלה)
- משקל רש"ק: 1-50 ק"ג (יש מעט יוצאים מן הכלל כלפי מעלה)
- טווח: 5-100 ק"מ

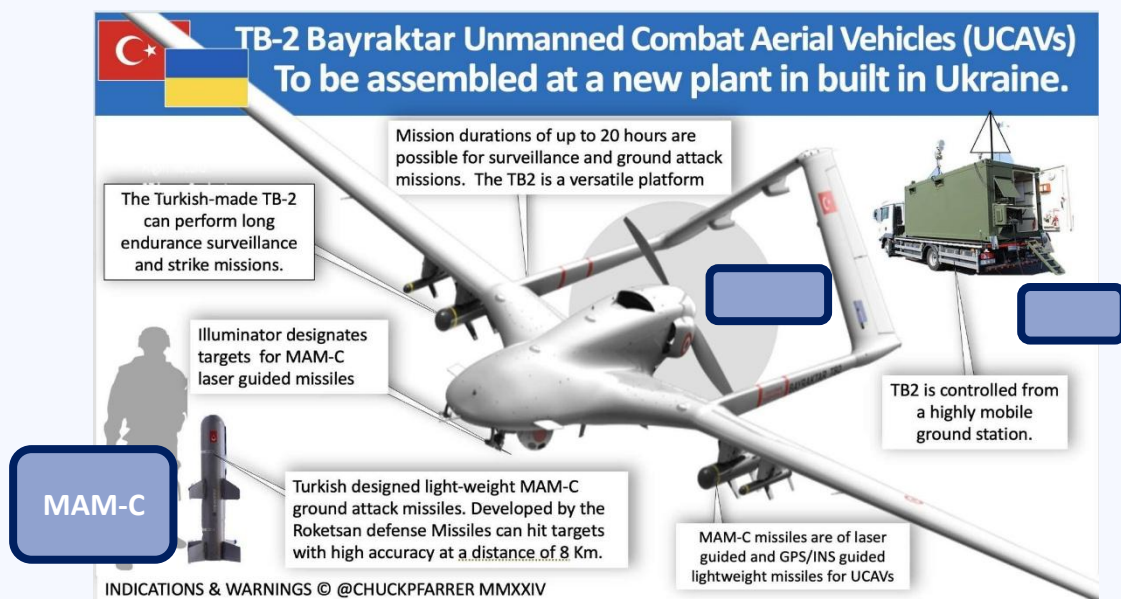
לוח 1 מסכם את הפרמטרים האופייניים של מערכות הנשק המבוססות UCAV של מדינות שונות:

מדינה	מערכת	טווח (ק"מ)	זמן שהייה (שעות)	חימושים
ארצות הברית	MQ-1 PREDATOR	1,250	24	AGM-114 Hellfire Air-to-Air Stinger AGM-176 Griffin
	MQ-9 REAPER	1,900	27	AGM-114 Hellfire GBU-12 Paveway II GBU-38 JDAM
	MQ-20 AVENGER	2,900	20	AGM-114 Hellfire Missile GBU-12/49, GBU-31 GBU-32, GBU-38 JDAM GBU-39, GBU-16/48
רוסיה	ORION	700	30	KB-20 Guided Bomb
	FORPOST-R	350	20	X-BPLA missile KB-20 Guided Bomb
	S-70 OKHOTNIK	6,000	24	UMPB D-30SN
	ALTIUS-U			Kh-35 Anti-Ship Missiles
סין	WING LOONG I	200	20	FT-7, FT-9, FT-10, GB4, GB7 Bombs BRM1, AKD-10 Missiles
	WING LOONG II	with 2,000 SATCOM	32	FT-7, FT-9, FT-10, GB4, GB7 Bombs BRM1, AKD-10, BA-7 Missiles
	WING LOONG III	with 2,000 SATCOM	40	PL-10E Air to Air Missile BA-7 Anti-Tank Missile AG-300/M air to ground missile
	CH-4B RAINBOW	with 2,000 SATCOM	30-40	AR-1, AKD-10 BRM1-90 ,FT-7/130 130 kg glide bombs, FT-9/50 50 kg bomb FT-10/25 25 kg bomb GB-7/50 50 kg precision-guided munition GB-4/100 PGM
	CH-5 RAINBOW	10,000	60	-AR-1 missile, AR-2 missile (20 kg, terminal semi active laser (SAL) seeker, maximum range 8 km
טורקיה	BAYRAKTAR TB2	SATCOM / 150	27	,MAM-L, MAM-C L-UMTAS
	BAYRAKTAR AKIND	SATCOM / 250	24	MAMs, HGK, SOM
	TAI ANKA-S	SATCOM	24	MAM-L, L-UMTAS, CIRIT ,SOM-J, Mk82
	BAYRAKTAR KIZILELMA	לא ידוע	5	SOM, BOZDOGAN, GOKDOGAN, HGK, MAM
איראן	MOHAJER-6	2,000	12	QAEM, ALMAS
	SHAHED-129	1,700	24	SADID-345, ALMAS
	MOHAGER-10	2,000	24	,ALMAS, QAEM ARMAN-1
	SHAHED-149 GAZA	2,500	24	SADID
	KAMAN-22	3,000	24	QAEM, SADID, ALMAS, KOWSAR/NASR
	ABABIL-5			ALMAS, QAEM 1, QAEM 5
ישראל	HERMES 450	300	17	???
	HERMES 900	1,000	40 / 36	Rafael Spike anti-tank guided missiles
	HERON TP (EITAN)	1,000	30	???

מערכת הנשק BAYRAKTAR TB2 – טורקיה

מערכת הנשק BAYRAKTAR TB2 מבוססת על כטב"ם לגובה ביניים ארוך טווח (– MALE Medium Altitude Long Range) – ראו תמונה 5. הכטב"ם באירקטאר טס בגבהים שבין 3,000 ל-9,000 מטרים, יכול לשהות באוויר 24 שעות ולפעול בטווחים של עד 150 ק"מ מתחנת השליטה הקרקעית (GCS). לצורך ביצוע משימות תקיפה הוא מצויד בחימושי אוויר-קרקע מסוג MAM-C או אחרים.

הכטב"ם מצויד במערכת תצפית יום ולילה, מד טווח לייזר ומכ"ם. צוות ההפעלה כולל שלושה אנשים: מפקד, מטיס ומפעיל חימוש. הצוות שולט על הכטב"ם ועל הפעלת החימושים מתוך קרון שליטה ובקרה, ויכול לתפעל עד שלושה כטב"מים באוויר בו-זמנית. המטיס מפקח על הטסת הכטב"ם עד הגעתו לאזור התקיפה ובזמן טיסתו באזור התקיפה. מפעיל החימוש אחראי על גילוי מטרות, שיגור החימושים ומעקב אחר תוצאות התקיפה (BDA – Battle Damage Assessment).



תמונה 3 – [מערכת UCAV טורקית BAYRAKTAR TB2](#) | מקור: Chuck Pfarrer

כטב"מים תוקפים (UCAVs) איראניים

האיראנים פיתחו וייצרו בשנים האחרונות מספר כטב"מים תוקפים, ובמקביל פיתחו חימושים עבורם. טווחי הטיסה המרביים של כטב"מים אלה נעים סביב 2,000 ק"מ. רק בשניים מהם (MOHAGER 10 ו-SHAHED 149) יש בליטה מעל החלק הקדמי של הגוף, המצביעה על התקנה אפשרית של אנטנת תקשורת לוויינית. ללא תקשורת לוויינית לא ניתן כמובן לתקשר עם הכטב"מים בטווח של 2,000 ק"מ, ולכן יש להניח שמדובר על סך המרחק שהכטב"ם מסוגל לעבור ולא על טווח ההתרחקות מתחנת הקרקע. הכטב"מים האיראניים הם:

- SHAHED 129 – 24 שעות באוויר, 400 ק"ג חימוש, טווח מרבי 1,700 ק"מ
- SHAHED 149 – 35 שעות באוויר, משקל ההמראה 3,100 ק"ג, טווח מרבי 2,000 ק"מ
- ABABIL 5 – 24 שעות באוויר, 150 ק"ג חימוש, טווח מרבי 2,400 ק"מ
- MOHAGER 6 – 12 שעות באוויר, 150 ק"ג חימוש – טווח מרבי 2,400 ק"מ
- MOHAGER 10 – 24 שעות באוויר, 300 ק"ג חימוש, טווח מרבי 2,000 ק"מ



תמונה 4 – [כטב"ם תוקף SHAHED 129](#) | מקור: english.iswnews.com



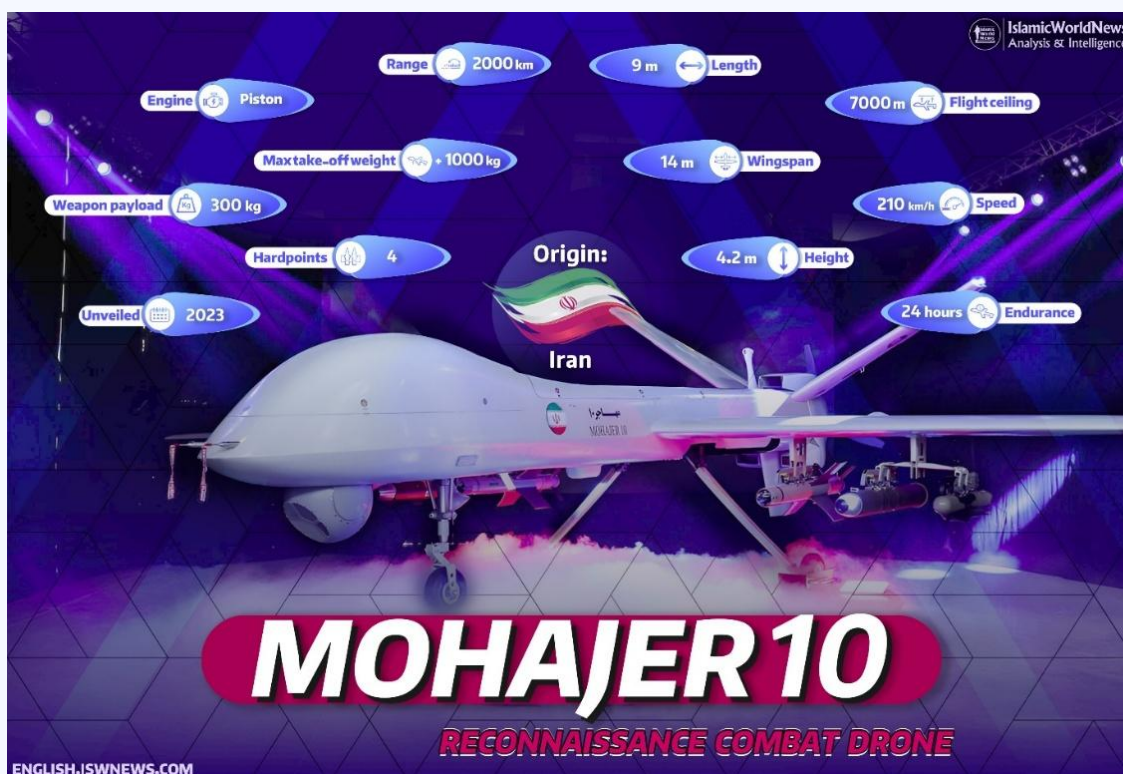
תמונה 5 – טב"ם תוקף SHAHED 149 | מקור: english.iswnews.com



תמונה 6 – טב"ם תוקף ABABIL 5 | מקור: english.iswnews.com



תמונה 7 - כטב"ם תוקף 6 MOHAJER 6 | מקור: english.iswnews.com



תמונה 8 - כטב"ם תוקף 10 MOHAJER 10 | מקור: english.iswnews.com

חימושים איראניים לכטב"מים תוקפים (UCAVs)

האיראנים פיתחו עבור הכטב"מים התוקפים שלהם מגוון חימושים במטרה לשגרם על גבי דגמים שונים של כטב"מים, וחלק מהם משמשים גם לשיגור או הטלה ממסוקים. החימושים האיראניים העיקריים לכטב"מים תוקפים הם:

- SADID 345
- ALMAS על דגמיו השונים, במשקל 34-15 ק"ג וטווח 10-4 ק"מ
- QAEM על דגמיו השונים, במשקל 30-8 ק"ג וטווח 40-12 ק"מ
- ARMAN 1

כל החימושים הללו שייכים לקבוצת החימושים החכמים (חמ"ם - חימוש מונחה מדויק; PGM Precision Guided Munition -) והם מונחים למטרה באמצעות אחת משיטות ההנחיה הבאות:

- ביות כתם לייזר - SAL Semi Active Laser
- ביות אלקטרו-אופטי באמצעות ראש ביות טלוויזיה (TV) או אינפרא-אדום (IIR - Imaging Infra-Red)



תמונה 9 - english.iswnews.com | מקור: [חימוש מונחה מדויק SADID 345](#)



תמונה 10 - [חימוש מונחה מדויק ALMAS](#) | מקור: english.iswnews.com



תמונה 11 - [חימוש מונחה מדויק QAEM](#) | מקור: english.iswnews.com



תמונה 12 - [חימוש מונחה מדויק 1 ARMAN](https://www.iswnews.com/en/2018/07/18/arman-1/) | מקור: english.iswnews.com

לוח 2 מסכם את ארסנל החימושים בשימוש במערכות ה-UCAV של טורקיה ושל איראן:

מדינה	מערכת	טווח (ק"מ)	משקל חימוש	סוג החימוש ושיטת ההנחיה	משקל רש"ק
טורקיה	MAM-L	25.0 – 15.0	22	Semi-active laser (SAL). GPS/INS optional in newer versions	10
	MAM-C	15.0 – 8.0	6.5	Semi-active laser (SAL)	2.5
	HGK	28	250 500 1,000	Converts Mk-82/83/84 bombs into smart munitions. Similar to JDAM. GPS/INS	250 500 1,000
	SOM	300	450	Long-range cruise missile. INS/GPS + TERCOM + Imaging Infrared (IIR) terminal seeker	230
	L-UMTAS	8	37.5	Long-range anti-tank missile. Imaging infrared (IIR) or laser	8
	CIRIT	8.0 – 1.5	15	mm laser-guided rocket. Semi- 70 active laser (SAL)	3
	SOM-J	275	540	INS/GPS + Imaging Infrared (IIR)	140
	Mk-82	70	259	General purpose bomb. Can be fitted with JDAM kit (GPS/INS) or PAVEWAY kit (laser-guided - SAL)	250
איראן	ALMAS-1	4	15	Fire-and-forget ATGM. Guidance: Imaging Infrared (IIR)	10
	ALMAS-2	8	15	Improved range and seeker over ALMAS-1. Guidance: Electro-Optical (TV/IIR)	12
	ALMAS-3	10	34	Loitering capability and high penetration. TV/IIR - Fire-and-Forget	15
	QAEM-1	40	12.5	Smaller version of Sadid series, used on UCAVs. Guidance: laser (SAL)	1.5
	QAEM 5	40	20	Slightly larger warhead than QAEM-1. Guidance: laser (SAL)	8.5
	QAEM 9	40	30	Long-range precision glide bomb. Guidance: Likely Electro-Optical (TV/IIR)	15
	SADID 345	6	34	UAV-launched missile; reportedly fire-and-forget. TV or IIR	20
	ARMAN 1	20	35	Iranian precision-guided bomb kit. Laser-guided	לא ידוע
	ARMAN 2	100	40	Enhanced version of ARMAN-1 with EO/TV terminal guidance	לא ידוע

סיכום ומשמעויות לישראל

מערכות נשק המבוססות על כטב"מים תוקפים (UCAVs) מהוות איום משמעותי בשדה הקרב המודרני, וגם איום על העורף ובפרט על תשתיות חיוניות במדינת ישראל. מערכות אלה (כמו BAYRAKTAR הטורקית וגם הכטב"מים הישראליים) הוכיחו את יכולותיהן בשדות הקרב באוקראינה באזרבייג'ן, בעזה ובאיראן.

הפלטפורמות המשגרות הן לרוב בעלות ביצועים נמוכים יחסים (לרוב מדובר על כטב"מים המונעים במדחפים עם כושר תמרון קטן יחסית, ביחוד כשהם עמוסים בחימושים. בדומה לחימושים משוטטים, שימוש האויב במספרים גדולים של כטב"מים כאלה עלול לגרום לרוויה

של מערכות הגנה אווירית. יש לצפות שגם בעתיד האויב יצייד את הכטב"מים התוקפים במערכות ל"א להגנה עצמית.

יש להניח שמדינות עם חיל אוויר קטן וחלש, או ארגוני טרור שאינם יכולים להחזיק חיל אוויר המבוסס על מטוסי קרב מאוישים, ירחיבו את ההסתמכות על מערכות נשק אלה. חיל האוויר האיראני למשל אינו מצויד במטוסי קרב חדישים, לכן יש להניח שנוסף על הצטיידות מסיבית בטיילים בליסטיים הוא יצטייד גם בכטב"מים תוקפים ובחימושים מתאימים. לכן, על מדינת ישראל להיערך במלוא הרצינות לאיום זה.

גם מדינות עם חיל אוויר חזק יפתחו מערכות כאלה כסיוע למטוסי הקרב – למשל לפי התפיסה המבצעית של Loyal Wingman המפותחת בארצות הברית ובאוסטרליה, בהתבסס על פלטפורמות מונעות במנועי סילון, בעלות ביצועי טיסה משופרים שמאפשרים להן לטוס יחד עם מטוסי הקרב המאוישים. כרגע, מדובר על כטב"מים שיסייעו למטוסים המאוישים. ייתכן מאוד שבעתיד הרחוק יותר הם יחליפו חלק ניכר ממשימות המטוסים המאוישים.

אמצעי הנגד שיכולים לשמש לנטרול האיום דומים למעשה לאלה שמתאימים לנטרול טילים משוטטים, אולם היות שמדובר בפלטפורמות אוויריות הרבה יותר יקרות, יש כמובן הצדקה לשימוש באמצעים יקרים יותר לנטרולם, כגון טילי אוויר-אוויר או טילי קרקע-אוויר.