



מרכז אלרום לחקר מדיניות  
ואסטרטגיית אוויר וחלל  
אוניברסיטת תל אביב

# אמל"ח אווירי בסין והשלכותיו האפשריות על חיל האוויר הישראלי

חיים שורץ, אסף הלר, שרה פיינברג, תומר פדלון

---

מחקר (0723) : אוגוסט 2023

---



# אמל"ח אווירי בסין והשלכותיו האפשריות על חיל האוויר הישראלי

חיים שורץ, אסף הלר, שרה פיינברג, תומר פדלון

מחקר (0723): אוגוסט 2023



מרכז אלרום לחקר מדיניות  
ואסטרטגיית אוויר וחלל  
אוניברסיטת תל אביב

## מרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל

ראש המרכז: פרופ' אביתר מתניה

אוניברסיטת תל אביב הקימה את מרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל בשיתוף עם חיל האוויר על מנת לרתום את תחומי המחקר האקדמיים לפיתוח ולקידום תשתית מחקרית אינטרדיסציפלינרית בתחומי אוויר וחלל.

המרכז מקדם מחקר תיאורטי ויישומי עם חוקרים מהדיסציפלינות האקדמיות השונות, כמו גם עם חוקרים ממערכת הביטחון בכלל ומחיל האוויר בפרט. מטרתו העיקרית של המרכז הן להוות מוקד למידה ומחקר לחוקרים ולסטודנטים מהפקולטות השונות העוסקים בתחומי אוויר וחלל, למסד בישראל עיסוק אקדמי בר־קיימא בנושאי מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל ולפתח עתודה של חוקרים ואנשי אקדמיה בכירים, שמחקרם עוסק בהיבטים שונים של נושאים אלה.

## China's Air Arsenal and its Potential Implications for the Israeli Air Force

Research (0723): August 2023  
Haim Schwarz, Assaf Heller,  
Sarah Fainberg, Tomer Fadlon

## אמל"ח אוירי בסין והשלכותיו האפשריות על חיל האוויר הישראלי

מחקר (0723): אוגוסט 2023  
חיים שורץ, אסף הלר, שרה פיינברג,  
תומר פדלון

שורץ, ח, הלר, א, פיינברג, ש, פדלון, ת, "אמל"ח אוירי בסין והשלכותיו האפשריות על חיל האוויר הישראלי", אוגוסט 2023, אוניברסיטת תל אביב

Haim Schwarz, Assaf Heller, Sarah Fainberg, Tomer Fadlon, "China's Air Arsenal and its Potential Implications for the Israeli Air Force" [in Hebrew], Research 0723, August 2023, Elrom Center for Air and Space Studies, Tel Aviv University



מרכז אלרום לחקר מדיניות  
ואסטרטגיית אוויר וחלל  
אוניברסיטת תל אביב

### מרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל

חיים לבנון 30, תל אביב 6997801

[airspace@tauex.tau.ac.il](mailto:airspace@tauex.tau.ac.il)

אין להעתיק, לשכפל, להקליט, לתרגם, לאחסן כמאגר מידע או להפיץ מסמך זה או קטעים ממנו בשום צורה ובשום אמצעי, אלקטרוני, אופטי או מכני (לרבות צילום והקלטה), ללא אישור בכתה מהמוציא לאור.

העמדות המופיעות במסמך הן של המחברים בלבד ואינן משקפות את עמדות המרכז.

ראש המרכז: פרופ' אביתר מתניה  
עורכת: אסנת זילברמן  
עיצוב גרפי: מיכל סמוקובץ, המשרד לעיצוב גרפי

ISBN: 978-965-93098-0-1

© אוגוסט 2023

כל הזכויות שמורות לאוניברסיטת תל אביב.

מחקר זה בוחן את התפתחות האמל"ח הסיני הרלוונטי לשדה הקרב של חיל האוויר הישראלי, ואת השלכותיו על בניין הכוח של חיל האוויר ועל הפעלתו בתרחישים שונים של הגעת אמל"ח זה למזרח התיכון.

נוכחותה של סין במזרח התיכון ובצפון אפריקה (MENA) גדלה בעשור האחרון וצפויה להמשיך להתרחב, לרבות בתחום הביטחוני. המחקר מתאר את התהליכים שהפכו את חיל האוויר הסיני (PLAAF) לחיל מודרני המפעיל כלי נשק מתקדמים, אשר מאפשרים פעולות הגנתיות והתקפיות בטווחים ארוכים ויכולות חדשות בתחום האווירי. המיזוג בין נוכחותה הגוברת של סין ב-MENA לבין התפתחותה בתחומים הצבאיים והטכנולוגיים מספק לשותפותיה של סין במזרח התיכון הזדמנויות חדשות לשיפור איכות האמל"ח שהן מפעילות ולרכישת טכנולוגיות מתקדמות הדרושות להן.

עד כה, ייצוא האמל"ח הסיני למדינות המזרח התיכון היה מוגבל, והתמקד ביכולות נישה: כטמ"מי תקיפה במצרים, בירדן, בסעודיה ובאיחוד האמירויות, טילי חוף-ים באיראן ובלבנון, מכ"מים בסוריה וכדומה. בשנים האחרונות גברה החדירה הסינית למזרח התיכון בהיבטים כלכליים ודיפלומטיים, והטכנולוגיה הצבאית הסינית התקדמה מאוד, ואף מקדימה את זו של רוסיה במספר תחומים (ביניהם כטמ"ם, סנסורים וטכנולוגיות חלל). לאור זאת, ייתכן שחיל האוויר הישראלי יגוש בעתיד במזרח התיכון אמצעים סיניים או טכנולוגיה סינית.

כדי לקבוע מדיניות בנושא, יש לזהות יכולות צבאיות משמעותיות העשויות להגיע לזירה, שיש להן מאפיינים ייחודיים אשר אינם מוכלים בתוך איום הייחוס הקיים של מערכות אמל"ח רוסיות ואיראניות. בחינה זו מעלה מספר תחומים.

תחום אחד הוא ייצוא של אמל"ח מתקדם מסין, בדגש על מטוסים מדור 4.5 בעלי טילים אקטיביים ארוכי טווח וחליפת סנסורים מתקדמת (מכ"מי AESA ומערכותIRST); ראשי ביות דואליים, IR ומכ"ם, לטילים מהקרקע ומהאוויר; ומערכות הגנה אווירית, בדגש על טק"א ארוך טווח שמאפייניו הטכניים שונים מאלה של הטק"א הרוסי, וייתכן שבהמשך אף מערכות ליירוט טילים.

תחום שני הוא ייצוא של טכנולוגיות מסין, כחלק מהסכמי שיתוף פעולה של סין עם מדינות במזרח התיכון. טכנולוגיות סיניות בעלות השפעה רבה עשויות להיות טכנולוגיות תקשורת, AI, חלל וסייבר. העדר הפרדה בין טכנולוגיות אזרחיות וצבאיות, כפי שמתקיים במקרים רבים בסין, עלול לאפשר למדינות באזור לפתח יישומים צבאיים בעזרת טכנולוגיות סיניות מתקדמות הזמינות להן. ייצוא הטכנולוגיות יכול להיעשות באמצעות העברת ידע או במסגרת העברות רכיבים ואמל"ח. אחד המרכיבים שסין מייצאת הוא יכולת ייצור, כגון הקמת מפעלי

כטמ"ם במדינת הלקוח כחלק מעסקאות לרכש כטמ"ם. מכאן שגם עסקאות לרכש אמל"ח מאפשרות קבלת טכנולוגיות מסין.

תחום שלישי הוא נוכחות צבאית סינית, בעיקר של ספינות סיניות, וייתכן שבהמשך נוכחות קבועה בבסיסים בנמלי ים. הימצאות באותו מרחב מייצרת פוטנציאל חיכוך בין מטוסי חיל האוויר לבין כוחות צבא סיניים, גם אם הוא אינו רצוי על ידי שני הצדדים.

מעורבותה הנוכחית של סין במזרח התיכון עדיין מוגבלת בהשפעתה. עם זאת, חשוב להחזיק תמונת מודיעין מספקת בארבעה תחומים: עסקאות רכש, מאפיינים טכנולוגיים של אמל"ח סיני רלוונטי, שילוב טכנולוגיות סיניות במערכות המפותחות באיראן, ונוכחות ימית סינית במרחבי העניין של חיל האוויר הישראלי.

**סא"ל (מיל") חיים שורץ**, חוקר בכיר במרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל באוניברסיטת תל אביב. מומחה לניתוח מערכות נשק, שירת למעלה מ-20 שנה בחיל האוויר הישראלי, בעל תואר ראשון בהנדסת אווירונאוטיקה מהטכניון בחיפה ותואר שני במנהל עסקים מאוניברסיטת באר שבע.

**אל"מ (מיל") ד"ר אסף הלר**, מנהל מחקרים במרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל. שירת בחיל האוויר ובאגף המודיעין של צה"ל בתחומי מחקר מודיעין וחקר ביצועים. בעל דוקטורט בפילוסופיה מאוניברסיטת תל אביב.

**ד"ר שרה פיינברג**, ראש תוכנית מחקר "מעצמות" וחוקרת בכירה במרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל. מרצה בתוכנית ללימודי ביטחון באוניברסיטת תל אביב. שימשה כיועצת למדיניות ולנושאים אסטרטגיים במשרד הביטחון.

**ד"ר תומר פדלון**, המנהל האקדמי של מרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל ומרצה באוניברסיטת תל אביב. עמית מחקר בתוכנית לכלכלה וביטחון לאומי במרכז למדיניות ישראל סין ע"ש דיאן וגילפורד גלייזר במכון למחקרי ביטחון לאומי.

# תוכן העניינים

---

3	<b>תמצית</b>
6	<b>מבוא</b>
8	<b>התפתחות האמל"ח האווירי בסין</b>
8	התפתחות הצורך המבצעי הסיני
10	התפתחות התשתיות הטכנולוגיות בסין
12	התפתחות הגישה לבניין הכוח בסין
16	<b>אמצעי הלחימה האוויריים בסין</b>
16	מטוסי קרב
17	כטמ"ם
18	הגנה אווירית
20	ל"א ולוחמת סייבר
21	מערכות שו"ב וקבלת החלטות
22	<b>השינוי באיום: לאן "הגבינה יכולה לזוז"?</b>
22	הגעת אמל"ח סיני נוכחי ועתידי לזירה
22	הגעת טכנולוגיות סיניות מתקדמות לזירה
23	פעילות צבאית סינית באזור
23	סיכום

## מבוא

מחקר זה הוא חלק מסדרת מחקרים במסגרת מרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל באוניברסיטת תל אביב, המתארים ומנתחים את מעורבותה הגוברת של סין בזירת המזרח התיכון בהקשרי המרחב האווירי והחללי<sup>1</sup>.

בשנים האחרונות גוברת מעורבותה של סין במזרח התיכון בהיבטים כלכליים ודיפלומטיים. המזרח התיכון חשוב לסין כמקור מרכזי לאנרגיה (כ-50% מייבוא הנפט לסין), כיעד ייצוא וכאזור שבו היא יכולה לבסס השפעה גלובלית. סין הגדילה בשנים האחרונות את הייצוא למדינות המזרח התיכון, השקיעה בתשתיות לאומיות, בתשתיות תקשורת, באנרגיה ובנמלי ים, מייצאת טכנולוגיה כחלק מהסכמי שיתוף פעולה ומעורבת בתהליכים דיפלומטיים דוגמת התיווך בין סעודיה ואיראן.

בניגוד למגמות אלה, המעורבות הסינית במזרח התיכון בהיבטים צבאיים מוגבלת מאוד: סין מייצאת למדינות הזירה אמל"ח בהיקף מצומצם, בעיקר בנישות ספציפיות, והנוכחות הצבאית הסינית באזור כוללת כוח קטן בג'בוטי שמטרתו המוצהרת היא לחימה בפיראטיות ימית. עם זאת, האינטרסים הסיניים במזרח התיכון, העמקת ההשפעה של סין באזור והתעצבות העולם הרב-קוטבי עשויים להוביל למעורבות סינית גוברת גם בהיבטים צבאיים: במכירת אמל"ח, בהעברת טכנולוגיות צבאיות ודואליות ובנוכחות של מסגרות צבאיות בנמלי ים<sup>2</sup>.

מטרת המחקר לנתח את ההשפעה הפוטנציאלית של אמל"ח וטכנולוגיה צבאית סיניים על חיל האוויר הישראלי, אם אלה יגיעו למדינות המזרח התיכון. המחקר יתמקד במגמות ההתפתחות הטכנולוגית של אמצעי הלחימה הסיניים, שאותן עשוי לפגוש חיל האוויר בפעילותו במזרח התיכון בעשורים הקרובים. הדגש יושם על הטכנולוגיות המאתגרות את הצד שמנגד ועל האיום שמציבות מערכות אלה לעומת האמל"ח שלמולו נערך כיום חיל האוויר. מתוך כך יבקש המחקר לברר את השפעתה הפוטנציאלית של סין על המרחב האווירי במזרח התיכון ובצפון אפריקה (MENA).

כתיבת המחקר התבססה על תרגום אמריקני של פרסומים סיניים רשמיים בנושא מדיניות פיתוח הטכנולוגיה בסין לעשורים הקרובים, השלכותיה על ריכוז המאמץ לפיתוח טכנולוגיות

<sup>1</sup> שתי העבודות האחרות בסדרה עוסקות בהשפעתה האפשרית של סין על הסביבה האופרטיבית של חיל האוויר הישראלי. הראשונה מנתחת את אסטרטגיית סין הגלובלית ואת השלכותיה האפשריות על הסביבה האופרטיבית של חיל האוויר. השנייה עוסקת בתרבות האסטרטגית של סין, לרבות תפיסותיה האופרטיביות ודפוסי הפעלת הכוח שלה, אשר עשויה להשפיע – ישירות או בעקיפין – על הסביבה האופרטיבית של חיל האוויר לקראת העשור הבא.

<sup>2</sup> בעולם המערבי קיימות שתי פרדיגמות שונות באשר למדיניות הסינית: פרדיגמה שלפיה המטרה המניעה את סין היא חיזוק מעמדה הכלכלי, ופרדיגמה שלפיה סין שואפת להשיג הגמוניה בעולם גם באמצעים צבאיים. מעורבות סינית במזרח התיכון בהיבטים צבאיים יכולה לנבוע הן מניסיון לחזק את מעמדה הכלכלי של סין והן מניסיון להשיג הגמוניה.



סיניות מתקדמות והשפעתה על צבא סין בהכוונת התפתחות היכולות המבצעיות והאמל"ח. המידע על האופן שבו בונה צבא סין את כוחו ועל יכולות האמל"ח הסיני נלקח מפרסומים ומספרים שראו אור בעשור האחרון. האפשרויות להגעת אמל"ח סיני לזירת המזרח התיכון נלמדו מראיונות שבוצעו בוויינגטון DC במהלך קיץ 2022 ומפרסומים בנושא מעורבות סין בייצוא אמל"ח לזירה.

חלקו הראשון של המחקר נועד לבסס תשתית ידע רחבה על פיתוח אמל"ח אווירי בסין, החל מהצורך המבצעי וכלה בבניין הכוח הסיני. החלק השני של המחקר יתמקד באמצעי הלחימה הסיניים ובייחודם, לרבות מטוסי קרב, כטמ"ם ומערכות הגנה אווירית. בחלקו האחרון ידון המחקר במשמעויות השונות של מערכות הנשק הסיניות ובאיום הפוטנציאלי הנשקף מהן.

## התפתחות האמל"ח האווירי בסין

### התפתחות הצורך המבצעי הסיני

בעשרים השנים האחרונות עבר חיל האוויר הסיני (PLAAF) תהליכי שינוי ומודרניזציה מקיפים. חלקם נובעים מאימוץ תפיסת ה-A2/AD (Anti Access/Access Denial)<sup>3</sup>, שמשמעותה מניעה מהאויב להביא את כוחותיו אל מרחב הלחימה ומניעת חופש פעולה של האויב במרחב זה. שינויים אלה הפכו את חיל האוויר הסיני מחיל המפעיל אמל"ח מיושן אשר מיועד להגן על המרחב האווירי הסיני, לחיל אוויר מודרני המפעיל אמל"ח מתקדם ומיועד לאפשר פעולה הגנתית והתקפית בטווחים גדולים.

אחד היעדים האסטרטגיים שקבעה המפלגה הקומוניסטית הסינית הוא להגיע לעליונות צבאית ברמה הגלובלית עד לשנת המאה (2049)<sup>4</sup>. לצורך כך נקבע יעד ביניים: לפתח צבא ממוכן, מבוסס מערכות מידע וחכם. מהלך זה מכונה בסין mechanized, informatized and intelligented ומשמעותו מיקוד בתחומים הבאים (המונחים שלהלן הם מושגים מערביים המבטאים את השינויים שאליהם חותרת סין):

1. מעבר לאמל"ח וציוד מתקדמים המאפשרים רשתיות ופעולה של מערכות כמערכת (System of Systems) בכל ממדי המלחמה.
2. שליטה ושימוש נרחב בטכנולוגיות מידע ו-AI.
3. שילוב לוחמת סייבר באופן סדור ומובנה בהפעלת הכוח ובמבצעי תודעה.
4. שליטה במרחב החלל.

ההתעצמות הסינית והתפתחותו הטכנולוגית של האמל"ח הסיני אינן מכוונות נגד מדינות במזרח התיכון, אולם ייתכן שבעתיד יגיעו לזירה אמל"ח סיני או טכנולוגיה סינית, בסבירות גבוהה באמצעות ייצוא והעברת טכנולוגיות למדינות באזור ובסבירות נמוכה יותר על ידי נוכחות צבאית סינית במרחב<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> להסבר על תפיסה זו ראה:

Assaf Heller, "Confronting Air Defense: Trends and Implications for Israel's Air Force and Civil Aviation" [in Hebrew]. Research (02). June 2022, Tel Aviv University.

<sup>4</sup> "Military and Security Developments Involving the People's Republic of China," U.S. Department of Defense, November 3, 2021, pp 107 <https://media.defense.gov/2021/Nov/03/2002885874/-1/-1/0/2021-CMPR-FINAL.PDF>. "In Their Own Words: Report to the 20th National Congress of the Communist Party of China," Air University (AU), November 4, 2022, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Display/Article/3209912/itow-report-to-the-20th-national-congress-of-the-communist-party-of-china/>, 49.

<sup>5</sup> ראיון של ד"ר שרה פיינברג עם גורם אמריקני בכיר, וושינגטון DC, 21 יולי 2022.

התמורות בצורך המבצעי הסיני בעשורים האחרונים מושפעות מהגאוגרפיה של סין, מהפיכתה למעצמה כלכלית ומהתרחבותם של האינטרסים הסיניים כתוצאה מכך. בשלב הראשון התמקדה סין בבניית כוח להגנה על תחום ריבונותה היבשתית ועל מימיה הטריטוריאליים מפני איום חיצוני. בשלב השני נדרש צבא סין לייצר יכולת למניעת התבדלות הפוליטית של טיוואן ולמניעת התערבות צבאית מצד ארה"ב במרחב הימי, כולל ים סין הצפוני והדרומי, ויכולת פעולה בקו האיים הראשון ובשלב מאוחר יותר גם בקו האיים השני. היעדים הנוכחיים דורשים מצבא סין יכולת פעולה ברמה הגלובלית בכל מקום שבו תידרש התערבותו כדי לשמור על האינטרסים הסיניים.<sup>6</sup>

כדי לענות על הצורך המבצעי בחופש פעולה בים מול סין בקו האיים הראשון ובקו האיים השני החליפה סין את אסטרטגיית ההגנה האווירית ההגנתית המסורתית שבה נקטה בתפיסת ה-A2/AD, אשר כוללת מרכיבים רבים של הגנה התקפית.<sup>7</sup> תפיסת ה-A2/AD נועדה למנוע או לפגוע בהתערבות צבאית, בעיקר אמריקנית, כנגד פעולות צבאיות סיניות באזורים הסמוכים לסין. תפיסה זו התגבשה בעקבות משבר מצרי טיוואן (1995), והותאמה לתפיסה האמריקנית המבוססת על הפעלת צי מהאוקיינוס השקט, כוח אווירי מטווח רחוק ומערך איסוף אווירי ולווייני. באמצעות תפיסת ה-A2/AD מבקשת סין להשיג שני הישגים:

1. למנוע הגעת כוח אמריקני מטווח רחוק באמצעות איום על הצי (איסוף ארוך טווח, צוללות, טילים ארוכי טווח נגד ספינות), איום על בסיסים באיים (למשל טק"ק לתקיפת הבסיס בגואם), איום על מטוסי תדלוק ואיסוף ועל מערכות שליטה ובקרה (שו"ב) באמצעות מטוסי יירוט וטילי קרקע-אוויר ארוכי טווח, ואיום על לוויינים באמצעות שיבוש ותקיפה פיזית.
2. לשבש יכולת פעולה של מטוסים, כטמ"ם וטילים במרחב הקרוב לסין, באמצעות מטוסי יירוט, מערכות טילי קרקע-אוויר ואמצעי שיבוש.

כדי להשיג את מטרותיה, תפיסת ה-A2/AD הובילה לפיתוח יכולת פעולה אווירית בטווח רחוק, הגנה אווירית אפקטיבית ולטווחים ארוכים מהחוף ועל גבי ספינות, שליטה ובקרה באזורי הפעולה ומהלכי לוחמת מידע כחלק מהפעלת הכוח.

<sup>6</sup> "Military and Security Developments Involving the People's Republic of China," U.S. Department of Defense, November 3, 2021, pp 11 <https://media.defense.gov/2021/Nov/03/2002885874/-1/-1/0/2021-CMPR-FINAL.PDF> [accessed: June 17, 2023]. "In Their Own Words: Report to the 20th National Congress of the Communist Party of China," Air University (AU), November 4, 2022, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Display/Article/3209912/itow-report-to-the-20th-national-congress-of-the-communist-party-of-china/> [accessed: June 17, 2023], 50.

<sup>7</sup> Assaf Heller, "Confronting Air Defense: Trends and Implications for Israel's Air Force and Civil Aviation" [in Hebrew]. Research (02). June 2022, Tel Aviv University. pp 8.

הצורך המבצעי העתידי בפעולה ברמה הגלובלית דורש תוספת של יכולות מודיעין אווירי, לוויינות ושו"ב בטווחים ארוכים מאוד, צי עם כוח אווירי צמוד, שינוע אווירי גלובלי, יכולות תדלוק אווירי ובסיסים בעולם.

## התפתחות התשתיות הטכנולוגיות בסין

ההבנה כי כוחה הצבאי של סין תלוי ביכולתה לפתח טכנולוגיות מתקדמות עצמאיות החלה בסין בתחילת תקופת שלטונו של מאו דזה־דונג, בשנות החמישים של המאה העשרים, והתעצמה לאחר מותו. סין ביססה את התשתית הטכנולוגית שלה על העתקת טכנולוגיות שנרכשו ממקורות שונים ובעיקר מברית המועצות/רוסיה, השגת ידע באמצעות מודיעין, וקידום כוח אדם טכנולוגי על ידי שליחת סטודנטים לחו"ל, בעיקר לארה"ב ללימודי מדעים והנדסה בתחומי טכנולוגיה מרכזיים.<sup>8</sup>

כיום מתבססת בניית התשתית הטכנולוגית הצבאית הסינית על המרכיבים הבאים:

1. לימוד והעתקה של טכנולוגיות מובילות בעולם.
2. אוניברסיטאות ייעודיות לצרכי הצבא ללימוד ולהכשרת כוח אדם טכנולוגי.<sup>9</sup>
3. חיבור בין התעשייה האזרחית ובין התעשייה הצבאית לצורך פיתוח והעברת טכנולוגיות מתקדמות.<sup>10</sup>

מאז אמצע שנות השמונים של המאה העשרים, במסגרת העמקת שיתוף הפעולה בין ארה"ב וסין, סייעה ארה"ב לפיתוח תשתיות טכנולוגיות בסין באמצעות העברת ידע, קבלת קבוצות גדולות של סטודנטים ללימודים בארה"ב והקמת מכוני מחקר לאומיים בתחומי הנדסה גנטית, רובוטים, AI, מיכון, ביוטכנולוגיה, טכנולוגיות לייזר, מחשבי-על וטכנולוגיות

<sup>8</sup> Mark Ashby et al., "Defense Acquisition in Russia and China," *RAND Corporation*, 2021, <https://doi.org/10.7249/rr-a113-1>, 26.

<sup>9</sup> "In Their Own Words: Report to the 20th National Congress of the Communist Party of China," *Air University (AU)*, November 4, 2022, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Display/Article/3209912/itow-report-to-the-20th-national-congress-of-the-communist-party-of-china/> [accessed: June 17, 2023], 51.

<sup>10</sup> "In Their Own Words: Report to the 20th National Congress of the Communist Party of China," *Air University (AU)*, November 4, 2022, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Display/Article/3209912/itow-report-to-the-20th-national-congress-of-the-communist-party-of-china/> [accessed: June 17, 2023], 51. Michael Horowitz, "Dod's 2021 China Military Power Report: How Advances in AI and Emerging Technologies Will Shape China's Military," *Council on Foreign Relations*, November 4, 2021, <https://www.cfr.org/blog/dods-2021-china-military-power-report-how-advances-ai-and-emerging-technologies-will-shape> [accessed: June 17, 2023].

"Military and Security Developments Involving the People's Republic of China," *U.S. Department of Defense*, November 3, 2021, pp 16 <https://media.defense.gov/2021/Nov/03/2002885874/-1/-1/0/2021-CMPR-FINAL.PDF> [accessed: June 17, 2023].

חלל וטיסות מאוישות לחלל<sup>11</sup>. במקביל המשיכה סין לרכוש מרוסיה טכנולוגיה צבאית מתקדמת וטכנולוגיית חלל.

בשנת 2015 פרסם צבא סין מסמך ("China's Military Strategy")<sup>12</sup> המצביע על כוונה לפתח דור חדש של טכנולוגיות צבאיות אשר יקדמו את יכולותיה של סין מול צבא ארה"ב<sup>13</sup> וישנו את אופי הלחימה לטובת סין. אסטרטגיית החדשנות המדעית והטכנולוגית מתבססת על קליטת טכנולוגיות מבחוץ לצד חדשנות והתקדמות סינית עצמית בנושאי AI, מערכות נשק בלתי מאוישות, נשק אנרגיה ויכולות מתקדמות בטכנולוגיה קוונטית, אשר יקנו לסין יתרונות הגנתיים והתקפיים בתחומי המודיעין, ההצפנה והמידע<sup>14</sup>.

מרכיב משמעותי בפיתוח הטכנולוגיות הצבאיות ובחתימה להובלה בטכנולוגיה ביטחונית הוא אסטרטגיה של חיבור אזרחי-ביטחוני (MCF – military-civil fusion), חיבור בין טכנולוגיות שמתפתחות בשוק האזרחי בסין לבין טכנולוגיות ביטחוניות<sup>15</sup>. חיבור זה מגדיל את מספר האנשים והארגונים העוסקים בפועל בטכנולוגיה, מביא לעולם הביטחוני את ההישגים הנובעים מהתחרות בשוק האזרחי, מאפשר מעבר מהיר של טכנולוגיה שהתפתחה

<sup>11</sup> Michael Pillsbury, *The Hundred-Year Marathon: China's Secret Strategy to Replace America as the Global Superpower* (New York: St. Martin's Griffin, 2016), 70-73.

<sup>12</sup> Ministry of National Defence of the People's Republic of China, *China's Military Strategy* [中国的军事战略], 26 May 2015.

<sup>13</sup> היחסים בין ארה"ב וסין בכלל ובתחומי הביטחון בפרט ידעו עליות ומורדות לאורך השנים. בשנות השמונים חל שיפור ביחסים בין השתיים, אשר כלל שיתוף פעולה גם בנושאים ביטחוניים לצורך יצירת חזית מול ברית המועצות. התפיסה בארה"ב לגבי סין כיריב אסטרטגי ואף כאויב החלה להתגבש בשנת 2016 וקיבלה ביטויים מעשיים עם עליית טראמפ לשלטון בשנת 2017.

<sup>14</sup> "Casi Webinar on the PLA Air Force," *China Aerospace Studies Institute*, March 2022, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Articles/Article-Display/Article/3093854/casi-webinar-on-the-pla-air-force/> [accessed: June 17, 2023]. "Chinese Military Innovation in Emerging Technologies," *Government of Canada*, May 11, 2018, <https://www.canada.ca/en/security-intelligence-service/corporate/publications/china-and-the-age-of-strategic-rivalry/chinese-military-innovation-in-emerging-technologies.html> [accessed: June 17, 2023].

<sup>15</sup> "In Their Own Words: Report to the 20th National Congress of the Communist Party of China," *Air University (AU)*, November 4, 2022, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Display/Article/3209912/itow-report-to-the-20th-national-congress-of-the-communist-party-of-china/> [accessed: June 17, 2023], 51. Michael Horowitz, "Dod's 2021 China Military Power Report: How Advances in AI and Emerging Technologies Will Shape China's Military," *Council on Foreign Relations*, November 4, 2021, <https://www.cfr.org/blog/dods-2021-china-military-power-report-how-advances-ai-and-emerging-technologies-will-shape> [accessed: June 17, 2023].

"Military and Security Developments Involving the People's Republic of China," *U.S. Department of Defense*, November 3, 2021, pp 16 <https://media.defense.gov/2021/Nov/03/2002885874/-1/-1/0/2021-CMPR-FINAL.PDF> [accessed: June 17, 2023].

בערוץ האזרחי (Dual Use) לערוץ הצבאי ומעלה את אמינותו של אמל"ח העושה שימוש בטכנולוגיות שכבר נבחנו בעולם האזרחי.

מבחינת האמל"ח הסיני שפותח בשנים האחרונות לצרכי חיל האוויר וההגנה האווירית, נראה כי המאמצים לרכישת טכנולוגיות ולפיתוח עצמי של טכנולוגיות מתקדמות משתקפים בתחומים הבאים:

4. פלטפורמות חשאיות.
  5. הנעה סילונית, כולל למהירויות גבוהות.
  6. מכ"ם בכלל, ומכ"ם בטכנולוגיית AESA<sup>16</sup> בפרט.
  7. ראשי ביות הדמאתיים IIR וטכנולוגיות התמודדות נגד נורים IRCCM.
  8. מערכות בלתי מאוישות, כולל פעילות אוטונומית ופעילות רשתית.
  9. יכולות יירוט טק"ק ולוויינים מחוץ לאטמוספירה.
  10. יכולות הגנתיות והתקפיות מתקדמות בעולמות הסייבר ורשתות התקשורת.
- בהסתכלות על אמל"ח אווירי עתידי<sup>17</sup>, יש לבחון את ההתקדמות הסינית בפיתוח טכנולוגיות המשמשות נשק מבוסס אנרגיה<sup>18</sup> ובפיתוח יכולות צבאיות מבוססות טכנולוגיה קוונטית<sup>19</sup>.

## התפתחות הגישה לבניין הכוח בסין

במקביל להתפתחות הצורך המבצעי והתשתיות הטכנולוגיות בסין, השתנתה גם הגישה הסינית לבניין הכוח. המונח "גישה לבניין הכוח" מבטא את האופן שבו המדינה משיגה אמל"ח ומבצעת בו שיפורים טכנולוגיים. הגישה לבניין הכוח בסין, פרט לגרעין, טק"ק וצוללות, התקדמה באופן רציף במהלך השנים לאורך הציר מרכש מלא ועד לפיתוח עצמי מלא.

<sup>16</sup> מכ"ם Phased Array אקטיבי מאפשר גמישות רבה בעיצוב אלומות בעלות מאפיינים שונים הן בהיבט צורת האות והן בהיבט אנרגיית השידור. מכ"מים אלה מהווים אתגר משמעותי עבור מערכות ל"א, מערכות אלינט, מכ"מים פסיביים ופלטפורמות דלות שח"מ.

<sup>17</sup> "Chinese Military Innovation in Emerging Technologies," *Government of Canada*, May 11, 2018, <https://www.canada.ca/en/security-intelligence-service/corporate/publications/china-and-the-age-of-strategic-rivalry/chinese-military-innovation-in-emerging-technologies.html> [accessed: June 17, 2023].

<sup>18</sup> השמדת מטרה באמצעות אנרגיה מרוכזת ללא מיירט פיזי. קיימות בעולם תוכניות ברמות שונות של מימוש: נשק לייזר רב עוצמה, נשק HPM מבוסס פולס באנרגיה גבוהה הפוגע במערכות אלקטרוניות, שידור קרן חלקיקים, נשק פלזמה.

<sup>19</sup> השימוש בטכנולוגיה קוונטית למטרות צבאיות צפוי לשפר משמעותית את יכולות החישוב והדיוק, את רגישות חיישני המדידה ואת יכולות ההצפנה והתקשורת.



**רכש מלא:** האמל"ח האווירי שמפעיל צבא סין החל את דרכו כרכש מערכות, בעיקר מברית המועצות. מטוסי Mig-21C נרכשו עם רישיון ייצור מקומי והיוו את ראשית דרכם של חיל האוויר הסיני ושל תעשיית המטוסים המקומית<sup>20</sup>. מערכות ההגנה האווירית התבססו בתחילה על מערכות רוסיות דוגמת SA-2, אך גם על מערכות מערביות דוגמת CROTAL הצרפתית<sup>21</sup>.

**העתקה:** בהמשך, במקביל לרכש מערכות, החלה סין לייצר העתקים של המערכות שאותן רכשה. העתקים אלה התבססו על רישיונות ייצור, Reverse Engineering, מודיעין טכנולוגי ורכש או קבלת טכנולוגיות דואליות. לעיתים האמל"ח הועתק תוך ביצוע שינויים בשל קשיי יישום טכנולוגיים או כדי לשפר ביצועים.

**שיפורים:** המערכות שהועתקו היו בתחילה נחותות לעומת המקור, אולם בהמשך, עם התקדמות היכולות הטכנולוגיות העצמאיות של סין, עברו המערכות המועתקות שיפורים רבים שהביאו אותן לביצועים טובים מאלה של המקור.

**פיתוח עצמי תוך קבלת השראה ממערכות קיימות:** כיום, כאשר סין שולטת בטכנולוגיות המרכזיות הנדרשות לפיתוח האמל"ח ולייצורו, חלה מגמת יעילות בתהליך הפיתוח. הסינים מפתחים את הליבה אשר נותנת את המענה המבצעי, ומעתיקים את מה שנדרש כדי לחסוך שלבים בפיתוח. כך, לדוגמה, שימוש בתצורה אווירודינמית של טיל אוויר-אוויר קיים, בעוד שכל המרכיבים האחרים (מנוע, מערכת ניווט והנחיה, מרעום) עברו שינויים מרחיקי לכת ואינם דומים כלל לטיל המקורי.

להלן מספר דוגמאות להמחשת השתנות תהליכי פיתוח האמל"ח האווירי בסיני<sup>22</sup>:

11. **רישיון ייצור והתקדמות דרך שינויים:** חיל האוויר הסיני החל את דרכו ברכש מטוסים מברית המועצות, ביניהם מטוסי יירוט מהדגמים Mig-19 ו-Mig-21. בשנת 1961 החל ייצור של מטוס Mig-21 בסיני, במסגרת רכש רישיון מברית המועצות לייצור המטוס והמנוע. הדגם הסיני של מטוס ה-Mig-21 נקרא J-7. הסינים המשיכו לפתח את המטוס,

<sup>20</sup> Yefim Gordon and Dmitriy Komissarov, *Chinese Air Power* (Manchester, England: Hikoki Publications, 2021), 7-10.

<sup>21</sup> Carlo Kopp, "PLA Area Defence Missile Systems," *Air Power Australia*, January 27, 2014, <https://www.ausairpower.net/APA-PLA-IADS-SAMs.html#mozToclid502105%20Technical%20Report%20APA-TR-2009-0302> [accessed: June 17, 2023].

<sup>22</sup> "Casi Webinar on the PLA Air Force," *China Aerospace Studies Institute*, March 2022, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Articles/Article-Display/Article/3093854/casi-webinar-on-the-pla-air-force/> [accessed: June 17, 2023].

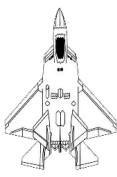
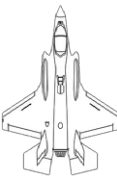
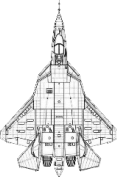

Yefim Gordon and Dmitriy Komissarov, *Chinese Air Power* (Manchester, England: Hikoki Publications, 2021), 45-91.

ובמשך השנים הוחלפו המנוע והמכ"ם, הוגדלה כמות הדלק ובוצעו שינויי מבנה שונים. חלק מהשינויים היו העתקת דגמים מתקדמים יותר של Mig-21 וחלקם היו פיתוח עצמי סיני. הדגם המתקדם ביותר של מטוס זה, J-7G, נכנס לשירות מבצעי בשנת 2003 עם מנוע טורבו-ג'ט סיני, מכ"ם פולס דופלר סיני המבוסס על מכ"ם של חברת אלטא (EL/M-2001), כוונת קסדה וטילי אוויר-אוויר מונחי חום PL-8 מתוצרת סין אשר פותחו על בסיס הטיל פיתון-3 של רפאל.

12. **העתקה מלאה ופיתוח מבוסס טכנולוגיות סיניות מתקדמות:** בתחילת שנות התשעים הייתה סין הלקוח הראשון שרכש מרוסיה 48 מטוסי יירוט מדגם Su-27SK. בשנת 1996 חתמו הסינים על חוזה להרכבת מטוסי Su-27SK בסין תחת השם J-11. הדגמים הראשונים שהורכבו בסין סבלו מתקלות רבות עקב איכות עבודה נמוכה. בשנת 2002, בניגוד להסכמים החתומים עם רוסיה, החלו הסינים לפתח דגם סיני של Su-27 אשר קיבל את הכינוי J-11B. מטוס זה הכיל כ-90% חלקים ומערכות שפותחו ויוצרו בסין, ביניהם מנועי טורבו-פן (WS-10A), מכ"ם יירוט (Type 1474) ואוויוניקה מתקדמת. תהליך דומה בוצע במטוס התקיפה הדו-מושבי Su-35MK, אשר נרכש מרוסיה בכמויות קטנות, עבר תהליך Reverse Engineering ויוצר בסין תחת השמות J-16 ו-J-15 (דגם לשימוש מנושאות מטוסים). ההעתיקים הסיניים המתקדמים עולים על המקור הרוסי בתחומי מכ"ם אקטיבי (AESA) וחימוש אוויר-אוויר.

13. **פיתוח עצמאי בהשראת מטוסים אחרים:** פיתוח המטוס הסיני הראשון מדור 5 החל בתחילת שנות האלפיים כמתחרה של מטוס ה-F-22 האמריקני. בשנת 2010 קיבל המטוס את השם J-20. המטוס נמצא כיום בשירות מבצעי וכל מרכיביו מיוצרים בסין, לרבות מנוע, מכ"ם, חימוש ואוויוניקה. J-20 הוא מטוס חמקן דו-מנועי בעל יכולת תמרון גבוהה. יש לו תאי חימוש נסתרים כדי לשמר את יכולת החמקנות, יחד עם אפשרות לנשיאת חימוש על נקודות חיצוניות במידת הצורך, על חשבון הגדלת השח"מ. ממבט חיצוני עולה כי למטוס צורה ייחודית, אך הוא בעל קווי דמיון מסוימים למטוסי דור 5 אמריקניים ורוסיים (מבנה כונסי אוויר דומה ל-F-35, מבנה הגאי כיוון דומה ל-F-57, אשר שילוב הסנסורים המכ"מיים והאלקטרואופטיים בהרכב ובמיקום דומים ל-F-35), אשר מצביעים על כך שהמתכננים שאבו השראה ממטוסים אלה בתהליך הפיתוח.



				
<b>F-22</b>	<b>F-35</b>	<b>Su-57</b>	<b>J-20</b>	
1997	2006	2010	2010	טיסת בכורה
2005	2015	2020	2017	כניסה לשירות
ארה"ב	ארה"ב	רוסיה	סין	תוצרת
13.6	10.7 מטר	14 מטר	15 מטר	מוטת כנפיים
18.9	15.7 מטר	19.8 מטר	23.0 מטר	אורך
2.5 מאך	1.6 מאך	2 מאך	2 מאך	מהירות מרבית
36,500	31,800 ק"ג	37,000 ק"ג	35,000 ק"ג	משקל המראה מרבי

#### תרשים 1: השוואת מטוסים מדור 5

האופן שבו התפתח האמל"ח הסיני מביא כיום לשדה הקרב מערכות מודרניות המשלבות טכנולוגיות שהועתקו ממערכות מערביות ומזרחיות המוכרות בעולם, יחד עם טכנולוגיות ופיתוחים סיניים ייחודיים. יכולות נוכחיות אלה, אם תגענה למזרח התיכון, עשויות להציב אתגרים חדשים לכוח אווירי הפועל באזור.

## אמצעי הלחימה האוויריים בסין

### מטוסי קרב

חיל האוויר הסיני הוא כיום חיל מתקדם המפעיל מטוסי עליונות אווירית מדור 4 ומדור 24,23, אשר עברו מודרניזציה מקיפה וצוידו באוויוניקה מתקדמת מבוססת מכ"מים מודרניים, בטילי אוויר-אוויר מקבילים לטילים המערביים המתקדמים ביותר ובחימוש אוויר-קרקע מדויק.

עמוד השדרה של סד"כ מטוסי הקרב הסיניים הוא מטוסי דור 4-4.5 מסוגים שונים. חלקם הקטן מטוסים רב משימתיים מתוצרת רוסיה ממשפחת ה-SU-27/30/35, ורובם מטוסי J-10 מתוצרת סין והעתקים של משפחת מטוסי ה-SU-27/30 מסוגים J-11/16.

סין פיתחה מטוס חמקן מדור 5 המכונה J-20, ובכך הייתה למדינה השלישית בעולם אשר פיתחה וייצרה מטוסים מדור 5. כיום מפתחים הסינים את הדגם הבא של מטוס ה-J-20 ודגם קטן יותר, J-31.

למרות שסין מתקדמת בפיתוח מטוסי דור 5 ורואה את עצמה מובילה בפיתוח מטוסים מדורות מתקדמים גם בעתיד, בשל שיקולי עלות, ייצור המטוסים ימשיך להתמקד בדור 4+, וזאת בנוסף להסבת מטוסים מדורות קודמים לתצורת 4+.

בדומה למטוסים, גם את הצטיידותה בטילי אוויר-אוויר התחילה סין ברכש טילים רוסיים ובייצור עצמי של העתקי טילים רוסיים, אירופיים, אמריקניים וישראליים. ואולם בתחום זה, ככל הנראה לאור המורכבות הטכנולוגית הנמוכה יותר, הייצור הסיני ניצב כיום בחזית הביצועים והיכולות בעולם.<sup>25</sup>

1. הטיל המוביל בסין לטווח קצר הוא PL-10 לטווח מרבי של 20 ק"מ. לטיל ה-PL-10 ראש ביות הדמאתי IIR, TVC<sup>26</sup>, מרעום לייזר, יכולת תמרון עד 55g ויכולת שיגור עד 90 מעלות Off-boresight (במשולב עם כוונת קסדה). טכנולוגיית ה-IIR מאפשרת התמודדות טובה נגד אמצעי ל"א ויכולת נעילה עצמאית בטווחים ארוכים. לטיל ככל

<sup>23</sup> "Casi Webinar on the PLA Air Force," *China Aerospace Studies Institute*, March 2022, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Articles/Article-Display/Article/3093854/casi-webinar-on-the-pla-air-force/> [accessed: June 17, 2023].

Yefim Gordon and Dmitriy Komissarov, *Chinese Air Power* (Manchester, England: Hikoki Publications, 2021), 45-91.

<sup>24</sup> קרוב למחצית הסד"כ מטוסי דור 3, מחצית הסד"כ מטוסי דור 4 ודור 4.5, וסד"כ קטן מאוד של מטוסי דור 5.

<sup>25</sup> Thomas Newdick, "A Guide to China's Increasingly Impressive Air-to-Air Missile Inventory," *The Drive*, September 1, 2022, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/a-guide-to-chinas-increasingly-impressive-air-to-air-missile-inventory> [accessed: June 17, 2023].

<sup>26</sup> ניהוג דחף.

הנראה יכולת שיגור ללא נעילה (LOAL). טיל זה מוערך כבעל יכולות מתחרות לטילים המובילים בעולם – ASRAAM האמריקני ו-IRIS-T האירופי.

2. הטיל המוביל בסין לטווחים בינוניים וארוכים הוא PL-15 מונחה מכ"ם לטווח מרבי של 200 ק"מ. טיל ה-PL-15 מבוסס ראש ביות דואלי אקטיבי ופסיבי בטכנולוגיית AESA המאפשרת יכולת נל"א משופרת, ובעל תקשורת נתונים דו-כיוונית. זהו הטיל המרכזי הנישא כיום על מרבית המטוסים המתקדמים בסין, לרבות J-20. הטיל מוערך כשווה-ערך בביצועיו לטילים המערביים המתקדמים ביותר.

3. טיל לטווחים ארוכים מעל 300 ק"מ, PL-20, נמצא כיום בתהליך פיתוח. הטיל מבצע מסלול מעין בליסטי כדי להאריך את הטווח, ומשלב ניווט ביניים המבוסס על תקשורת נתונים דו-כיוונית עם מערכות אחרות אשר מספקות את נתוני המטרה (AWACS), מכ"מים קרקעיים, מכ"מים מוטסים וייתכן שאף נתונים מלוויין), ניווט GNSS, ביות סופי אקטיבי באמצעות רב"ת מתקדם בטכנולוגיית AESA וייתכן שביות הדמאתי IIR. השילוב של רב"ת מכ"מי עם רב"ת IIR מציב איום חדש אשר מחייב הפעלת אמצעי נגד כנגד שניהם בו-זמנית.

סין מייצרת גם טיל אוויר-אוויר ייעודי למסוקים. מדובר בטיל קטן אשר פותח ממשפחת טילי הכתף המיוצרים בסין, בעל רב"ת IR דו-ערוצי להגדלת החסינות מפני נורים ויכולת לרכוש מטרת בזווית של עד 60 מעלות Off-boresight. עד כה נראה הטיל רק על מסוקים, אולם קיימת אפשרות שיותאם גם לכטמ"ם.

הטכנולוגיה הסינית העכשווית בתחום מטוסי הקרב מתקדמת ביותר, וכוללת מנועים מתקדמים, מכ"מים בעלי טכנולוגיית AESA, סנסורים מכ"מיים פסיביים<sup>27</sup>, סנסורים אלקטרואופטיים ומערכות אוויוניקה המשלבות את כל היכולות הללו לכדי מערכת נשק מתקדמת בעלת ביצועים גבוהים. טכנולוגיות אלה נמצאות במטוסים המתקדמים ביותר ומוכנסות בהדרגה גם למטוסים מדגמים ישנים.

## כְּתָמ"ם

בעשרים השנים האחרונות נכנסה סין לעולם הכְּתָמ"ם בקצב הולך וגובר, ורכשה מעמד מוביל בתחום ברמה העולמית. בשנים האחרונות הוצגו בסין מאות דגמי כְּתָמ"ם על ידי גורמי תעשייה צבאיים, גורמי תעשייה אזרחיים וצוותי פיתוח באוניברסיטאות. חלקם הקטן השיגו את רף הביצועים הנדרש על ידי צבא סין, והועברו לפיתוח מלא ולייצור<sup>28</sup>.

<sup>27</sup> יכולות גילוי ואיכון קורנים על גבי המטוס.

<sup>28</sup> *China Military Power: Modernizing a Force to Fight and Win* (Washington, D.C: Defense Intelligence Agency, 2019), 75.

"Chinese Military Innovation in Emerging Technologies," *Government of Canada*, May 11, 2018, <https://www.canada.ca/en/security-intelligence-service/corporate/>

סד"כ הכטמ"ם הסיני המוצג כיום כולל את מגוון היכולות המקובלות בכלים מסוגים שונים אשר נותנים מענה עבור מודיעין, שהות ארוכה, טווחים גדולים, תקיפה, שח"מ נמוך ומשימות ל"א. אין בסד"כ הסיני חידוש לעומת אמל"ח מסוג זה המיוצר בעולם.

החידוש נמצא ככל הנראה בעתיד. סין מפתחת כטמ"מים באמצעות גורמים רבים ומגוונים, כולל אוניברסיטאות וגופים אזרחיים. מגוון המפתחים מביא להאצה של שיפורים שונים, ובראשם אוטונומיות מבוססת AI ופעולה של להקות כטמ"מים עצמאיות או בשילוב מטוסים מאוישים. דגמים אלה טרם הגיעו למבצעות, אולם על פי קצב ההתפתחויות הטכנולוגיות בתחום הכטמ"ם והפרסומים הסיניים ניתן להעריך שיגיעו לבשלות מבצעית בתוך שנים מעטות.

כדי לאפשר הפעלת כטמ"מים בטווחים גדולים במסגרת תפיסת ה-A2/AD, סין מפתחת יכולות סיוע, תקיפה ומודיעין בטווחים ארוכים בים. כמו כן פועלת סין להפעלת כטמ"מים אוטונומיים מספינות, ואף מספינות בלתי מאוישות.

מערך הכטמ"ם הקיים בסין וכיווני ההתפתחות שלו אינם שונים מהמוכר בעולם, אולם הדגש ששמה סין על פיתוח כלים אוטונומיים והמשאבים שהיא משקיעה בתחום מביאים אותה להתקדמות מהירה ולהובלה בעולם בהגעה למבצעות.

## הגנה אווירית

תפיסת ההגנ"א הסינית כוללת מערך גילוי ארוך טווח, טק"א מסוגים שונים אשר נותן כיסוי מגובה נמוך ועד אל מחוץ לאטמוספירה, מערכות שו"ב ומערכות ל"א מסוגים שונים<sup>29</sup>.

[publications/china-and-the-age-of-strategic-rivalry/chinese-military-innovation-in-emerging-technologies.html](https://www.rand.org/pubs/publications/china-and-the-age-of-strategic-rivalry/chinese-military-innovation-in-emerging-technologies.html) [accessed: June 17, 2023].

<sup>29</sup> Carlo Kopp, "PLA Area Defence Missile Systems," *Air Power Australia*, January 27, 2014, <https://www.airspacepower.net/APA-PLA-IADS-SAMs.html#mozTocId502105%20Technical%20Report%20APA-TR-2009-0302> [accessed: June 17, 2023].

Kevin Pollpeter, Michael Chase, and Eric Heginbotham, *The Creation of the PLA Strategic Support Force and Its Implications for Chinese Military Space Operations* (Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2017).

Hsiao-Huang Shu, "China's Missile Defense Capability," essay, in *2021 Report on the Defense Technology Trend Assessment: Assessment of the New Generation of Chinese Communist Party's Military Technology*, ed. Tzu-Yun Su and Jui-Min Hung (Taipei, Taiwan: Institute for National Defense and Security Research, 2022), 71–82.

Rod Lee, "China's Recent Ballistic Missile Defense Test May Have Actually Been an Anti-Satellite Test," *Air University (AU)*, February 9, 2021, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Display/Article/2497584/chinas-recent-ballistic-missile-defense-test-may-have-actually-been-an-anti-sat/> [accessed: June 17, 2023].

Bonny Lin and Cristina Garafola, *Training the People's Liberation Army Air Force Surface-to-Air Missile (SAM) Forces* (Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2016).

מערך הגילוי הסיני כולל מכ"מים מודרניים המשתמשים בטכנולוגיה אקטיבית, יכולות גילוי מטרות דלות שח"מ באמצעות מכ"מי תדר נמוך, יכולות גילוי מעבר לאופק (OTH), ומכ"מים פסיביים המשמשים לגילוי מטרות קורנות או לגילוי מטרות על פי החזרי הקרינה מהסביבה.

מערך הטק"א בסין בנוי בשכבות המאפשרות הגנה מטווח קצר ועד אל מחוץ לאטמוספירה:

1. מערך טילי כתף גדול המפוזר בתוך יחידות הצבא. מרבית הטילים מבוססים על מערכות רוסיות ממשפחת ה-SA-18. לאור היכולות הסיניות בפיתוח ראשי ביות מבוססי חום לטיילי אוויר-אוויר, ניתן להניח כי טילי הכתף המתקדמים כוללים טכנולוגיות הדמאיות IIR והגנה טובה מפני נורים.

2. מערכות קצרות טווח תוצרת סין מסוג HQ-7 (מבוסס על מערכת CROTALE הצרפתית) ומסוג HQ-6 (מבוסס על מערכת ASPIDE האיטלקית). מערכות אלה הועתקו לפני שנים רבות, אך עברו במשך השנים שינויים ושיפורים. כיום משמשות להגנה נקודתית על אתרים אסטרטגיים ועל ספינות.

3. מערכות לטווח בינוני-ארוך מיושנות מסוג HQ-2 המבוססות על מערכות SA-2, משולבות עם מערכות ניידות מתקדמות מהסוגים HQ-16<sup>30</sup> ו-HQ-12/22<sup>31</sup>. מערכות אלה, ובייחוד HQ-22, אינן העתקה ישירה של מערכות אחרות, אלא פיתוח בהשראת מערכות רוסיות ומערכות מערביות, בעיקר PATRIOT.

4. המערך ארוך הטווח מבוסס על מערכות ממשפחת ה-S-300PMU/U1/U2 וה-S-300V מתוצרת רוסיה ועל גרסאות שלהן מייצור מקומי מהסוגים HQ-9/18/19. בגרסאות מייצור מקומי בוצעו שינויים לעומת המקור הרוסי במענה לצרכים מבצעיים שונים, ונוספו להן יכולות טכנולוגיות מתקדמות. מכ"מי בקרת האש של חלק מן המערכות אינם בתחום X אלא בתחום C. למערכות ארוכות הטווח פותח ראש ביות פסיבי כנגד מטוסי מכ"ם ול"א מנגד.

5. בשנים האחרונות רכשה סין מספר סוללות S-400 רוסיות, ובשנים הקרובות יפותח ככל הנראה דגם של מערכת זו מתוצרת סין שישולבו בו טכנולוגיות ממערכות מערביות מתקדמות.

*Chinese Tactics* (Washington, DC: Headquarters, Department of the Army, 2021).

Liu Xuanzun, "Serbia Displays 'powerful, Affordable' Chinese Air Defense Missiles for the 1st Time, 'Not Meant as a Threat but Rightful NATL Defense Devt,'" *Global Times*, May 1, 2022, <https://www.globaltimes.cn/page/202205/1260709.shtml> [accessed: June 17, 2023].

Assaf Heller, "Confronting Air Defense: Trends and Implications for Israel's Air Force and Civil Aviation" [in Hebrew]. Research (02). June 2022, Tel Aviv University.

<sup>30</sup> ייצור סיני מקורי המכיל מרכיבים ממערכות SA-11/17.

<sup>31</sup> ייצור סיני מקורי המשלב מאפיינים של מכ"ם S-300, של מכ"ם PATRIOT ושל טילי HAWK.

6. לסין מערך הגנה רב שכבתי מפני טילים בליסטיים, המבוסס על מערכות יירוט תוך אטמוספירות וחוף אטמוספירות. בשכבה התוך אטמוספירית נעשה שימוש במערכות המבוססות על מערכות S-300 PMU2 ו-S-300V (HQ-9B/19/26), ומערכת ימית מסוג (HQ-29). המידע המפורסם בנושא טוען ליכולות מקבילות לאלה של מערכות PATRIOT SM-3, PAC-3 ו-THAAD, אולם מידע זה דל ואמינותו אינה ברורה. מערכות היירוט החוף אטמוספיריות מתבססות על פיתוח סיני עצמאי (SC-19, DN-1/2/3). טכנולוגיות יירוט חוף אטמוספיריות אלה נבחנו כנגד טילים בליסטיים וכנגד לוויינים במספר ניסויים מוצלחים בין השנים 2007-2021. בשנת 2013 בוצע ניסוי סיני מוצלח לפגיעה בלוויין גיאוסטציונרי.

7. בנוסף ליירוט איומים בליסטיים הסינים מפתחים מגוון יכולות להפעלת כוח בחלל ולהשמדת לוויינים על ידי התנגשות עם כלי חללי אחר, חסימות ל"א והפעלת נשק אנרגיה מבוסס לייזר.

האסטרטגיה הסינית לפיתוח הצבא, בניין הכוח הסיני ותפיסת ה-A2/AD יכוונו גם את המשך התפתחות מערך ההגנה ל"א ליכולות הגנה בטווחים גדולים מחוץ לגבולות המדינה. בעתיד הקרוב צפויה ההגנה האווירית בסין להתבסס על הטכנולוגיות הבאות:

1. מכ"מי גילוי מתקדמים לטווחים גדולים בעלי יכולת גילוי מעבר לאופק (OTH), מבוססי מערך אנטנה אקטיבית בטכנולוגיית AESA.
2. מכ"מי בקרת אש מבוססי S-300 בתפיסת עיבוד האות אולם בתחום תדר C.
3. טילים פסיביים לטווח ארוך כנגד מטוסי בקרה ול"א מנגד.
4. לאור השליטה בטכנולוגיות של ראשי ביות, ייתכנו ראשי ביות דואליים, מכ"ם ו-ILR.
5. אף שלא קיים מידע ספציפי בנושא, ייתכן פיתוח יכולות הגנה אווירית מבוססות כטמ"ם.
6. המשך פיתוח מערכות ליירוט חוף אטמוספירי של איומים בליסטיים ושל לוויינים.
7. המשך פיתוח מערך ההגנה האווירית של חיל הים, ככל הנראה על ידי התאמת מערכות הגנ"א קיימות לספינות.
8. פיתוח מערך פו"ש רחב המאגד סנסורים ואמצעי תקיפה ליכולת אחודה.

## ל"א ולוחמת סייבר

סין מפעילה מערכות ל"א ייעודיות כנגד מערכות תקשורת, מערכות ניווט GNSS ומערכות מוטסות, וכנגד מכ"מים קרקעיים בכל הספקטרום. המערכות הן קרקעיות ומוטסות על מטוסי ל"א ייעודיים, על מטוסי קרב, על כטמ"ם ועל לוויינים. בנוסף מפעילים הסינים מערכי

שליטה ובקרה המאפשרים שילוב לוחמת סייבר ספציפית נגד רשתות המידע והשליטה של האויב יחד עם הפעלת כוח קונבנציונלית<sup>32</sup>.

בתחילת שנת 2016 הקימה סין כוח ייעודי ב-PLASSF PLA's Strategic Support Force) שתפקידו לפתח יכולות בתחומי החלל, הסייבר והל"א ולשלב אותן בכלל פעילויות הצבא. לאור העיסוק בתחומים אסטרטגיים לאומיים המשיקים לנושאים אזרחיים (חלל וסייבר), ייתכן שכוח זה כפוף הן לצבא והן ישירות להנהגה. הכוח אינו זרוע נפרדת, ומורכב מיחידות שונות המשתלבות בפעולות זרועות הצבא. הקמתו נועדה לגרום לכך שהצבא יפעל כמערכת המשלבת מידע, סייבר ול"א בכל פעילויותיו, הן בהגנה והן בהתקפה. יכולת זו מתורגלת בשנים האחרונות על ידי צבא סין בהיקף ובתדירות לא ידועים.

## מערכות שו"ב וקבלת החלטות

הממשל הסיני סימן כיעד מרכזי עד שנת 2030 את נושא המודרניזציה של האמל"ח ושילוב המידע בין מערכות בתפיסת System of Systems, תוך הובלה עולמית בתחום ה-AI. לנוכח המאמץ המתמשך והשקעת המשאבים כפי שבאו לידי ביטוי בתעשייה האזרחית, אנו צפויים לראות בסין מערכות מתקדמות לתמיכה בקבלת החלטות ולעיתים קבלת החלטות אוטונומית בהפעלת הכוח בכל הרמות, מהרמה הלאומית ועד למפעיל האמל"ח.

כמו כן, הסינים חותרים להפעלת אמל"ח אווירי על ידי רשת סנסורים חיצוניים למשגר, ומכאן צפויה הטמעת יכולת עבודה רשתית לטיילי אוויר-אוויר, לטיילי קרקע-אוויר ולכטמ"מים.

<sup>32</sup> *China Military Power: Modernizing a Force to Fight and Win* (Washington, D.C: Defense Intelligence Agency, 2019), 75. *PLA Aerospace Power: A Primer on Trends in China's Military Air, Space, and Missile Forces* (Montgomery, AL: China Aerospace Studies Institute, 2022).

"Military and Security Developments Involving the People's Republic of China," *U.S. Department of Defense*, November 3, 2021, pp 11 <https://media.defense.gov/2021/Nov/03/2002885874/-1/-1/0/2021-CMPR-FINAL.PDF> [accessed: June 17, 2023].

## השינוי באיום: לאן "הגבינה יכולה לזוז"?

חלק מהאמל"ח ומהטכנולוגיות שפורטו לעיל אינם שונים מאלה שלמולם נערך חיל האוויר הישראלי עד כה. אולם, לסיין מספר יכולות וטכנולוגיות אשר עשויות לשנות את הנחות העבודה הנוכחיות העומדות בבסיס תפיסות חיל האוויר לבניין הכוח. שינויים אפשריים אלה יוצגו להלן בחלוקה לשלוש קטגוריות: ייצוא אמל"ח סיני, ייצוא טכנולוגיה סינית ופעילות צבאית סינית באזורנו.

### הגעת אמל"ח סיני נוכחי ועתידי לזירה

האמל"ח האווירי הסיני המצוי כיום בזירה כולל בעיקר מכ"מי גילוי וכטמ"מים, בכמויות מוגבלות ונטולות השפעה רחבה על חיל האוויר הישראלי. ייצוא סיני רחב יותר עשוי לדרוש התייחסות ממוקדת בהיבטים הבאים:

1. הפעלה של מטוסים סיניים מדור 4+ או שדרוג מטוסים של מדינות בזירה לדור 4.5 על ידי סין יחייבו התייחסות אל האיום הנובע מהפעלת טילי אוויר-אוויר ארוכי טווח. ביצועיהם של טילים אלה אינם נשענים על יכולות צוותי האוויר המפעילים אותם, ולכן האיום הנשקף מהם ייווצר עם הגעתם לזירה.
2. כניסתם לזירה של חימוש אוויר-אוויר מכ"מי מתקדם, טילי הגנ"א ומכ"מים סיניים תיצור איום מכ"מי אקטיבי בטכנולוגיית AESA, איומים בתחום תדר C וייתכן שבתחום תדר Ku, איום משולב אלקטרואופטי ומכ"מי ואיום ראשי ביות פסיביים, אשר ידרשו התייחסות בפיתוח מערכות התרעה ול"א.
3. מכירת כלי שיט חדשים או שדרוג כלי שיט קיימים עשויים לגרור שינוי באיום בשל יכולות הגנה אווירית מספינות בטווחים ארוכים וברמה טכנולוגית של מערכות S-300 או PATRIOT.

### הגעת טכנולוגיות סיניות מתקדמות לזירה

חתימת הסכמים אסטרטגיים<sup>33,34</sup> אשר כוללים העברת טכנולוגיות המוגדרות בחלקן כאזרחיות (תקשורת, סייבר התקפי והגנתי, AI), מכירת יכולות ייצור והסכמי חילופי סטודנטים עשויים להאיץ תהליכים במדינות בעלות תשתית מתפתחת כגון איראן ולאפשר להן להתגבר על חסמים טכנולוגיים שהקשו עליהן עד כה. לדוגמה, יכולות התקפיות והגנתיות מעצמתיות

<sup>33</sup> הסיוע האיראני לרוסיה במלחמה נגד אוקראינה הוביל לשיפור משמעותי ביחסים בין המדינות. צפוי כי איראן תבקש לממש בתמורה לכך הסכמים אשר יובילו לשיפור במצבה הכלכלי והטכנולוגי.

<sup>34</sup> איראן מקדמת הסכמי שיתוף פעולה אסטרטגיים מאז אמצע העשור הקודם. בשנת 2021 נחתם הסכם אסטרטגי רחב בין איראן לסיין הכולל השקעות רבות בתשתיות וטכנולוגיה. פרטי ההסכם לא פורסמו אך הוא כולל גם התייחסות להעברת טכנולוגיות צבאיות.



בתחום הסייבר, יירוט חוץ אטמוספרי ופגיעה בלוויינים, רכיבי שידור בתדרים גבוהים במכ"מים אקטיביים, שילוב סנסורים בראשי ביות דואליים, הקמת רשתות פו"ש רחבות וחכמות, טכנולוגיות חמקנות מתקדמות והפעלת כוח מערכתית מתקדמת המשלבת לוחמת מידע ול"א.

1. סין אפשרה בעבר מכירת קווי ייצור של כטמ"מים במסגרת עסקאות לרכש סד"כ. מכירת קווי ייצור עבור סוגי אמל"ח אחרים, כגון ראשי ביות לטילים, או עבור שדרוג מטוסים, יכולה לקדם משמעותית יכולות טכנולוגיות במדינות הזירה.
2. העברת טכנולוגיות כטמ"ם מתקדמות לזירה עשויה להביא לשדה הקרב איומים של כטמ"מים בעלי רמת אוטונומיות גבוהה ושל נחיל כטמ"מים אשר פועלים ברשת לביצוע משימות.
3. יכולות ייצור כטמ"ם מקומיות עשויות להפוך מדינות שעד כה לא היוו איום משמעותי בתחום הכטמ"ם לבעלות אפשרויות ייצור עצמיות וסד"כ מתקדם ומשפיע.
4. בסוף העשור הנוכחי, כניסת טכנולוגיית תקשורת סינית לזירה עשויה להציב איום של טילי אוויר-אוויר וטילי קרקע-אוויר הפועלים כחלק מרשת אמצעי גילוי ושיגור.
5. העברת טכנולוגיות סיניות בתחום הלוויינות וליירוט חוץ אטמוספרי תציב איום על עליונותו המודיעינית של חיל האוויר הישראלי ועל מערכי לוויינים של כוחות הפועלים בזירה.

## פעילות צבאית סינית באזור

הגעת כוחות צבאיים סיניים למזרח התיכון עשויה להיות כחלק מצעדי הגנה של סין על נכסים (נמלים או נמלי תעופה) או על אנשיה השוהים במזרח התיכון. כוחות אלה יוצבו בספינות או ביבשה סביב נכסים שבהם יהיו לסיין אינטרסים, למטרה הגנתית ובמקרי קיצון לצורך תהליך פינוי אנשיה. שהייה כזו עשויה להוביל למפגש של חיל האוויר עם אמל"ח סיני המופעל על ידי סינים ללא כוונות לעימות ישיר. כדי לאפשר התנהלות זהירה ולהימנע מחיכוך, חיל האוויר יידרש להכיר את המערכות הסיניות, לעדכן את מערכות ההתרעה שלו ולייצר תמונת נוכחות סינית בזירה.

## סיכום

הרחבת הפעילות הגלובלית של סין והמאמצים שהיא משקיעה בפיתוח מדינות במזרח התיכון ובמעורבות באזור, מייצרים גם אפשרות להאצה או לשיפור ביכולותיהן הטכנולוגיות של מדינות האיום על מדינת ישראל, לצד אפשרות להגעת אמל"ח סיני מתקדם אל הזירה. תהליכים אלה עשויים להציב בפני חיל האוויר הישראלי איום שונה מהמוכר כיום בתחומי הגנה אווירית, אוויר-אוויר, ל"א, כטמ"ם, לוחמת סייבר ואף לוויינות. כניסת מערכות וטכנולוגיות חדשות לזירה מחייבת היערכות לצורך הכרתן, באופן שיאפשר לגבש איום ייחוס מעודכן אשר למולו יצטייד ויערך חיל האוויר.

ISBN 978-965-93098-0-1



9 789659 309801