

הממד הרביעי

בשנים האחרונות הופך החלל אט אט באופן טבעי לממד לחימה בפני עצמו, הממד הרביעי. התפתחות היישומים הצבאיים בחלל נזקקת לא רק לטכנולוגיה ייחודית, אלא גם למענה מתאים בתחומי הדוקטרינה, האסטרטגיה והארגון. כדי להשיג יתרון על פני יריבים יש צורך להקדים ולפתח את המענה הזה עוד לפני שיבשילו אמצעי הלחימה ויגיעו לשדה הקרב

רס"ן מאיר

מתאר את השימוש הצבאי בחלל נכון להיום, מעלה אנלוגיות היסטוריות למחשבה, יישומים צבאיים וכן חזון לעתיד. המאמר אינו עוסק בשאלת השיוך הארגוני של החלל בתוך הצבא, שכן זהו נושא לדיון נפרד.

רקע והגדרות

ב-1957 שוגר לחלל הלוויין הראשון שהיה מעשה ידי אדם. מדובר ב"ספוטניק" הסובייטי – גוש מתכת קטן ששקל כמה עשרות קילוגרמים ושידר אותות רדיו קצובים. מאז הייתה, כמובן, התפתחות רבה, וכיום יש בחלל כ-3,000 לוויינים – מתוכם כ-1,000 פעילים – אזרחיים וצבאיים, המשמשים למשימות רבות שיפורטו בהמשך.²

המלחמה האחרונה בעיראק זכתה לכינוי "מלחמת החלל הראשונה" מפי קציני צבא בכירים בארה"ב על שום השימוש המסיבי במשאבים ובאמצעים המצויים בחלל תלויים בחלל או מושפעים מהחלל

ההבנה שהחלל הוא תווך שבו ניתן להשתמש למטרות צבאיות עלתה עוד לפני 1957. ב-1942 כתב סופר המדע הבדיוני ארתור ס' קלרק על האפשרות למקם שלושה לוויינים מעל קו המשווה בגובה של 36 אלף קילומטרים (מה שקרוי היום "החגורה הגיאורסטציונרית") ולכסות באופן יעיל את כל שטחו של כדור הארץ. אך היו גם כאלה שהרחיקו לכת עוד יותר. האסטרונום רוברט ריצ'רדסון כתב ב-1943 ששדה הכבידה של כדור הארץ הוא "בור פוטנציאל"³, וכי מי שידע למקם את עצמו נכון יזכה ליתרון משמעותי על פני יריביו (ראו איור 1). התיאור הזה הורחב במשך השנים והוגדרו נקודות אסטרטגיות גרוויטציוניות, שהשליטה בהן מאפשרת שליטה על כדור הארץ. השימוש הצבאי בחלל התפתח במסגרת מרוץ החימוש בין ארצות-הברית לברית-המועצות בתקופת המלחמה הקרה.

"השליטה בחלל משמעותה שליטה בעולם" לינדון ב' ג'ונסון, 1955

הגל השלישי הוא כינויה של התקופה הצבאית שבה אנו מצויים כעת.¹ הגל השלישי הוא תקופה שבה הולכת וגדלה חשיבות הטכנולוגיה והמידע. מי ששולט בהם – דרכו להכרעה צבאית קלה יותר. הממד הרביעי לחימה – החלל – הוא ממד קריטי למימוש יכולות טכנולוגיות בכלל וטכנולוגיות מידע בפרט.

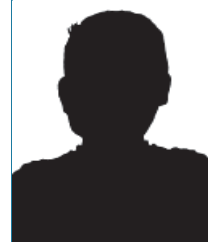
המאמר הזה מציג תיזה שלפיה הגל השלישי של המלחמות, הממד הרביעי של הלחימה והאלמנט החמישי בלוחמה קשורים זה לזה בקשר ישיר וברור. יתרה מכך, כדי להגיע ליתרון על פני האויב ולהיות מסוגלים לממש אותו יש קודם כול להבין את קשרי הגומלין בין הנ"ל. רק לאחר מכן יש לפתח טכנולוגיה מתאימה, לפתח תורת לחימה וליישם אותן.

בשנים האחרונות מתפתחים בקצב מהיר הן תחום החלל והן יישומיו הצבאיים. המלחמה האחרונה בעיראק זכתה לכינוי "מלחמת החלל הראשונה" מפי קציני צבא בכירים בארה"ב על שום השימוש המסיבי במשאבים ובאמצעים המצויים בחלל תלויים בחלל או מושפעים מהחלל.

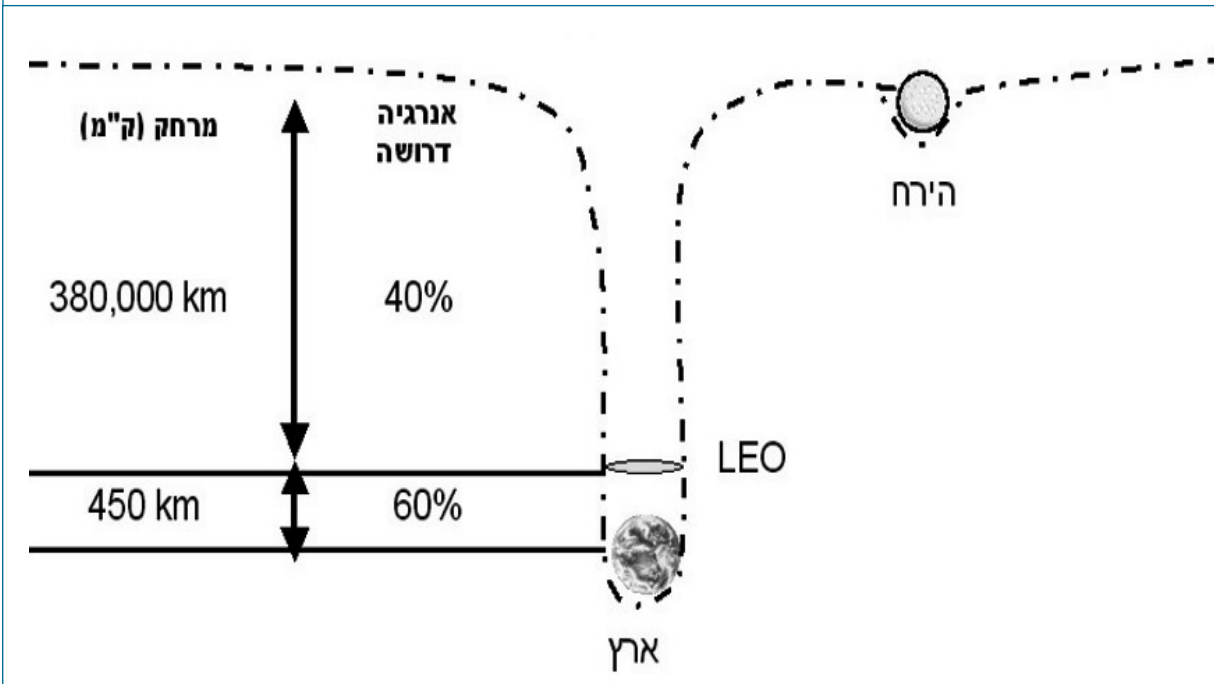
האם חשיבות החלל אכן כה מכרעת כיום לחימה? האם החלל הולך ומתפתח לממד לחימה נפרד או שאולי הוא אינו אלא תווך נוח למספר מצומצם של משימות עזר וסיוע בעבור זירות הלחימה המוכרות?

הטענה המועלית במאמר הזה היא שההתפתחות הטבעית של הלוחמה תהפוך בהכרח את החלל לממד לחימה עצמאי ונפרד – ממד הלחימה הרביעי. הממד הזה יזדקק לא רק לטכנולוגיה ייחודית, אלא גם למענה מתאים בתחומי הדוקטרינה, האסטרטגיה והארגון. לפיכך יש להקדים ולפתח את המענה הזה עוד לפני שיבשילו אמצעי הלחימה ויגיעו לשדה הקרב. המאמר מציג רקע היסטורי,

קצין כטב"ם וחלל



איור 1: שדה הכבידה ו"בורות הפוטנציאל"⁴



הגעה למסלול LEO⁵ דורשת 60% מהאנרגיה הנדרשת כדי להגיע לירח. מיקום לוויין (או חללית) בגובה מאפשר יתרון על היריב בהיבטים של השקעת אנרגיה נדרשת לשינוי מיקום מרחבי

בתחילה שימש החלל לאיסוף מודיעין ובהמשך – למטרות רבות אחרות.

את השימושים בחלל ניתן לסווג לקטגוריות הראשיות הבאות:

1. **תקשורת.** החלל הוא מדיום שמאפשר להעביר מידע מכל מקום לכל מקום באמצעות שימוש בלווייני תקשורת. התקשורת יכולה לכלול: קול (אודיו), תמונה (וידאו), נתוני מזג אוויר, נתוני מודיעין או נתונים טקטיים אחרים. כדי

ב־1942 כתב סופר המדע הבדיוני ארתור ס' קלרק על האפשרות למקם שלושה לוויינים מעל קו המשווה בגובה של 36 אלף קילומטרים ולכסות באופן יעיל את כל שטחו של כדור הארץ

לאפשר את התקשורת הזאת יש צורך במערכת לוויינים (כמה לוויינים בהתאם לאזור שרוצים לכסות ולרצף שמעוויינים לשמור) ובמערכות תקשורת היכולות לקודד ולדחוס מידע. דוגמאות למערכות כאלה הן לוויינים כגון Milstar ו־DSCS⁶.

2. **תצפית ומעקב.** הטכנולוגיה הקיימת כיום מאפשרת לצלם

אזורי עניין ולעקוב אחר המתרחש בהם. התמונות שמתקבלות נותנות פרטי פרטים הודות ליכולת ההפרדה הגבוהה מאוד של המצלמות. כבר ב־1960 שיגרה ארצות־הברית את לוויין הביון הראשון, ומאז, כמובן, הטכנולוגיה רק הלכה והשתכללה. הסדרה הקודמת של לווייני הריגול ששיגרו האמריקנים לחלל (Keyhole 9-10) כללה 112 לוויינים. הם שוגרו בשנים 1960–1972. כל הצילומים שהם צילמו (ברזולוציות של עד שני מטרים) שוחררו בשנים האחרונות לפרסום. הלוויינים של היום (Keyhole 11-12) הם – כך מעריכים – בעלי רזולוציה של סנטימטרים בודדים. יש להם יכולת אופטית בתחום הנראה ובתחום ה־IR. הלוויינים האלה מספקים מודיעין איכותי – לעיתים בזמן אמת – המאפשר לזהות איומים אפשריים ולעקוב אחריהם, לקבל תמונת קרב עדכנית ולאחר פליטות אלקטרוניות (איסוף אלינ"ט וסיגינ"ט) בצורה מדויקת. היכולת נקבעת על־פי גודל (משקל) המטע"ד שבשימוש ועל־פי מספר הלוויינים הפרוסים במערכת. במהלך המלחמה באפגניסטן שפרצה בעקבות אירועי 11 בספטמבר, נעשה שימוש רב בלווייני תצפית. נוסף על כך יש לציין שהשוק המסחרי לתוצרי לוויינים עבר גם הוא קפיצת מדרגה בשנים האחרונות, וכיום ניתן לרכוש תמונות לוויין של כל אזור על פני כדור הארץ (למעט כמה הגבלות) בכושר הפרדה של כ־60 סנטימטרים ובלוחות זמנים קצרים ביותר.

3. **ניוט.** מערכת ה־GPS (Global Positioning Network)

נאס"א, אולם מדינות נוספות, דוגמת יפן וסין, מפתחות יכולות בתחום הזה. יתר על כן, ישנן גם חברות מסחריות – בעיקר בארצות הברית – הפועלות כדי לחדור לתחום הזה. כניסתם של גורמים לא ממשלתיים לתחום החלל תידון בהמשך המאמר.

החלל מתחיל – על-פי ההגדרות המקובלות – בגובה של 80 ק"מ מעל פני כדור הארץ ונהוג לחלקו לארבעה תחומים:

- עד 1,000 ק"מ – החלל הקרוב, שבו נעים לווייני LEO נמוכי מסלול המשמשים בעיקר לחישה מרחוק.

- 1,000–36,000 אלף ק"מ – גובה ביניים, המשמשים לווייני GPS ולוויינים אחרים.

- 36,000 ק"מ – גובה גיאורסינכרוני המאפשר ללוויין לשהות מעל נקודה קבועה (יחסית לכדור הארץ). לכן משתמשים בנקודה הזאת (למעשה בחגורה הזאת) ללווייני תקשורת והתרעה.

- מעל 36,000 אלף ק"מ – ישנן הגדרות גם לטווחים האלה, אך הן מתייחסות בעיקר לשליטה במרחב החלל בין כדור הארץ לירח.

איור 2 מתאר את נקודות שיווי המשקל הגרוויטציוני השונות סביב כדור הארץ (במערכת ארץ-ירח) בהקשרן החללי הצבאי. חללית (או לוויין) הממוקמים באחת מהנקודות האלה יכולים לשמור על מיקומם היחסי ללא השקעת אנרגיה.

מהי "עוצמה חללית"?

בכתיבה הצבאית ישנם אזכורים רבים למונח "עוצמה חללית", אך רק מעט הגדרות פורמליות. ההגדרה המקובלת בצבא ארה"ב (שהוא המקור העיקרי לכתיבה תיאורטית בנושא הזה) היא "היכולת של אומה לנצל (ולמנוע מיריבים לנצל) את החלל למשימות וליעדים לאומיים באמצעות כלל היכולות החלליות של אותה אומה".

התפתחות התיאוריה

במבט לאחור על התפתחות המחשבה הצבאית לאורך הדורות אנו עדים לתופעה החוזרת על עצמה בכתיבה הצבאית. מאז תקופת ההשכלה (אשר התאפיינה, בין היתר, בניסיון להגדיר חוקים ותיאוריה ברורים בכל תחום) חלה עלייה דרסטית בכתיבה הצבאית, שבה בלטו הוגי דעות דוגמת ז'ומיני (שכתב על מערכות נפוליאון), מהן (התיאורטיקן החשוב ביותר של העוצמה הימית) ודואה (התיאורטיקן החשוב ביותר של העוצמה האווירית). לאלה ניתן להוסיף גם את פולר ואת לידל הארט (התיאורטיקנים החשובים ביותר של הטנק ושל הלוחמה הממוכנת). באופן שאינו מחזורי (אך החוזר על עצמו) הופיעו בכל פעם טכנולוגיה חדשה או שיטת לחימה חדשה, ובעקבותיה באה כתיבה תיאורטית רבה שניסתה להגדיר חוקים ועקרונות. ניתן היה אפוא לצפות לכך שגם הופעתם של אמצעי לחימה (או של אמצעים תומכי לחימה) בחלל תגרור תופעה דומה. ואכן מאז שנות ה-60 של המאה הקודמת יש יותר ויותר מומחים לנושא הכותבים על עוצמה בחלל, על השימוש בחלל וכו'. התופעה הזאת התחזקה משמעותית לאחר המלחמות בעיראק ב-1991 וב-2003. יותר מכך, ישנם פרסומים המגיעים לא רק

מאפשרת לחיילים ולחימוש (למשל לטילים בליסטיים או לפצצות מונחות GPS דוגמת JDAM) לנווט למטרותיהם בדיוק נמרץ. מערכת ה-GPS הקיימת הותרה לשימוש אזרחי בדיוקה הגבוה במהלך 2001. עלות מקלטי GPS איכותיים ירדה משמעותית בשנים האחרונות. יותר ויותר מוצרים יוצאים לשוק כשהם כוללים – במסגרת הסטנדרט הבסיסי – מערכת GPS מובנית (למשל מכוניות, מחשבי כף יד, טלפונים סלולריים). סוכנות החלל האירופית (ESA) מצויה בתהליך פיתוחה של מערכת GPS עצמאית אירופית בשם Galileo אשר תהיה מבצעית לאחר שנת 2010. סוכנות החלל הרוסית משמרת (על אש קטנה...) את מערכת הניווט הלווייני שלה, הנקראת Glonass.

4. **הגנה מפני טילים.** באמצעות לוויינים ניתן כיום לזהות שיגור של טילים בליסטיים ושל טילי שיוט. כן ניתן לעקוב אחריהם, ובעתיד אף ניתן יהיה להשמידם. בארצות הברית נמשך פיתוח הלייזר החללי (SBL – Space Based Laser),

עוצמה חללית, היא היכולת של אומה לנצל (ולמנוע מיריבים לנצל) את החלל למשימות וליעדים לאומיים באמצעות כלל היכולות החלליות של אותה אומה

ובשלב הזה ישנה גרסה מוטסת ראשונית של המערכת המוצבת על מטוס "בואינג 747".

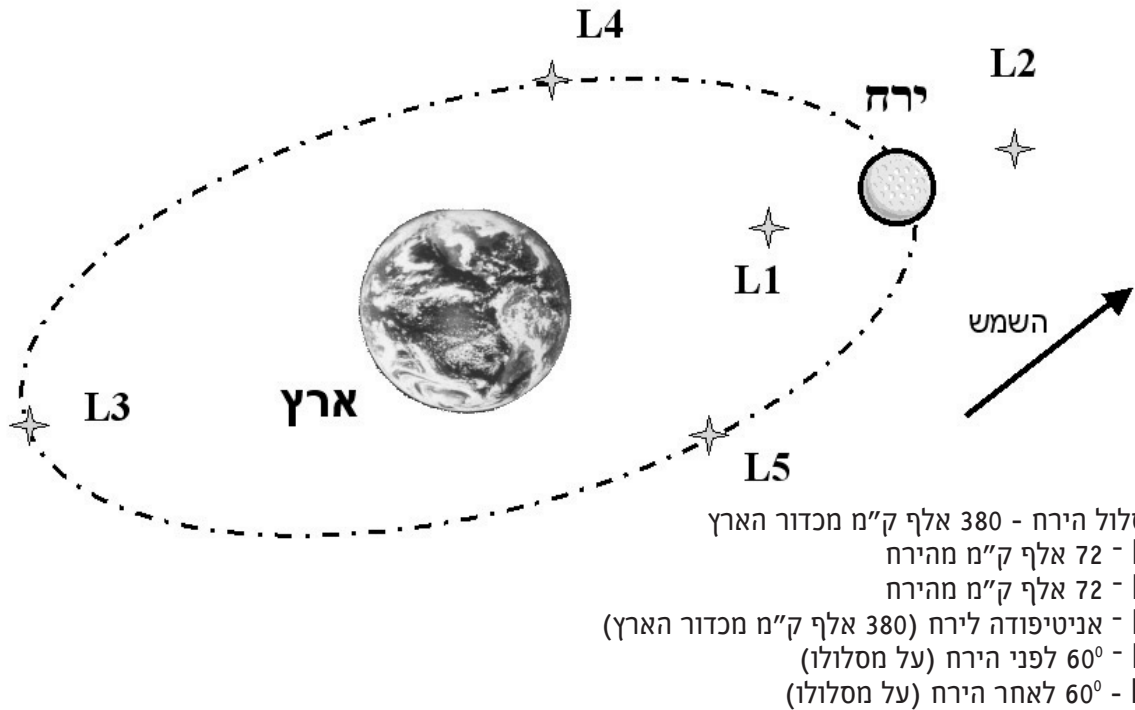
5. **התרעה אסטרטגית מוקדמת.** באמצעות לוויינים ניתן לקבל התרעה מוקדמת על מגוון רחב של התפתחויות אסטרטגיות: תנועת כוחות, שיגור טילים וכו'. כמו כן ניתן באמצעות לוויינים להפנות בתוך זמן קצר משאבים (המצויים בחלל) לעבר אותם אזורי עניין.

6. **חישה מרחוק סביבתית.** אמצעי תצפית שונים המותקנים על הלוויינים (אמצעים אופטיים, SAR) מאפשרים ליצור מפות טופולוגיות, הידרולוגיות וגיאולוגיות של אזורי עניין. (לתחום הזה יש שימושים אזרחיים רבים, כגון חקלאות, תכנון אורבני ועוד).

7. **תמיכה מטאורולוגית.** היכולת לדעת או לחזות את מזג האוויר באזור נתון עולה משמעותית עם השימוש בלוויינים. תמונות באור נראה, תמונות אינפרא-אדומות (IR) או הדמיות מכ"ם (SAR) מספקות נתונים אטמוספריים ונתוני מזג אוויר עדכניים ומאפשרות חיזוי משופר. מודלים לחיזוי מפותחים כל הזמן עם הגידול במידע. את עיקר הפיתוח בתחום הזה עושה נאס"א והוא קשור לפרויקט Earth Observation System. לווייני מזג אוויר מאפשרים אפוא לצבאות לקבל החלטות בזמן אמיתי בנוגע למבצעים שהם תלויי מזג אוויר.

8. **שיגור ותמיכה.** יכולת השיגור לחלל קובעת ישירות את יכולת השימוש בחלל. יכולת תמיכה בלוויינים בהיותם במסלולם מאריכה את חייהם ומגבירה את אמינותם. כיום ניתן לבצע פעילות בחלל רק באמצעות מעבורות החלל של

איור 2: מערכת ארץ-ירח ונקודות שיווי המשקל הגרויטציוני השונות



הבנת האפשרויות הגלומות בארטילריה הוקמו חילות תותחנים, ופותחה תורת לחימה מדעית שלמה שהתבססה בעיקר על גיאומטריה. הטנק הופיע לראשונה באמצע מלחמת העולם הראשונה, וראו בו גורם שיכול לסייע ללוחמת החי"ר, אך לא לעמוד בפני עצמו. עם תום המלחמה עדיין היו בבריטניה גורמים שטענו כי הטנק הוא אפיוזדה חולפת, שלא כמו חיל הפרשים שיישאר תמיד גורם מכריע בלחימה. כשהופיעו לראשונה המטוסים, בתחילת המאה הקודמת, לא מיהרו הצבאות לאמץ את הטכנולוגיה החדשה הזאת. הדבר נעשה רק במהלך מלחמת העולם הראשונה. הנשק הגרעיני הוא גם דוגמה מעניינת: לאחר מלחמת העולם השנייה קבע הנשיא אייזנהאואר כי "ארה"ב תפתח נשק גרעיני טקטי. הנשק הזה אינו שונה מכל נשק אחר, ונשתמש בו באותו אופן". אולם לאחר כמה שנים השתנתה העמדה הזאת, והתפתחה התובנה כי מדובר במשהו שונה לגמרי המחייב דוקטרינה נפרדת.

המסקנה מהדפוס הזה שחוזר על עצמו היא כי טכנולוגיה ואמצעי לחימה חדשים אינם מגיעים למימוש הפוטנציאל שלהם אלא לאחר זמן רב, כאשר התפיסות המקובעות הישנות משתנות אט אט. התהליך הזה מואץ בזמן מלחמה, כאשר יש הכרח למצוא פתרונות לבעיות מבצעיות, ויש הן פתיחות מחשבתית והן תקציבים נדרשים לגישור על פערים טכנולוגיים או כמותיים.

התהליך המתואר לעיל אינו נובע, לדעתי, מקוצר ראות או מחוסר מחשבה, אלא מדובר בתהליך התפתחות טבעי ובלתי נמנע. אם נבין את התהליך הזה ואת הסיבות הגורמות לו, יש ביכולתנו לנסות לקצרו באמצעות חיזוי ההתפתחויות הטבעיות.

ממדינות המחזיקות בנכסי חלל, אלא גם ממדינות קטנות כגון שווייץ או שוודיה. המאמרים והעבודות עוסקים במגוון נושאים הכוללים, בין השאר, דינאים תיאורטיים בשאלת ההגדרה של המושג "עוצמה חללית" ובחינת מבנים ארגוניים ודוקטרינות של לוחמת חלל.

אך מהתבוננות בהיסטוריה אנו למדים על עוד תופעה מעניינת: בכל פעם שהתפתחה טכנולוגיה חדשה, לא מיהרו הצבאות להטמיעה², וכאשר היא נכנסה לצבא, היה זה בתחילה

בכל פעם שהתפתחה טכנולוגיה חדשה, לא מיהרו הצבאות להטמיעה, וכאשר היא נכנסה לצבא, היה זה בתחילה רק כדי לסייע לגופים הקיימים ולשיטות לחימה מסורתיות תוך הדגשה דוקטרינרית ברורה ש"הטכנולוגיה החדשה לא תשנה את פני המלחמה"

רק כדי לסייע לגופים הקיימים ולשיטות לחימה מסורתיות תוך הדגשה דוקטרינרית ברורה ש"הטכנולוגיה החדשה לא תשנה את פני המלחמה". לא חסרות דוגמאות לביסוס הטענה הזאת: כאשר הומצאו התותחים, ראו בהם המפקדים של אותה העת לא יותר מאשר גורם מסייע חסר משמעות של ממש. רק לאחר

מבנים ארגוניים תומכים, קישוריות לצבא הקיים על זרועותיו ועל אמצעי הלחימה שבו וכמובן מודעות לחלל ולאפשרויות הגלומות בו. מכאן עולה מייד שאלה שהיא לכאורה חסרת חשיבות, אך כבר הצליחה לעורר ויכוחים מרים וממושכים: מי אחראי לחלל? חיל האוויר? חיל המודיעין? זרוע נפרדת לחלל שאותה יש להקים? או אולי בכלל גוף לא צבאי כלשהו? ישנם, כמובן, טיעונים לכאן ולכאן. עמוס ידלין, בהיותו רמ"ט חיל האוויר, כתב ב-2002 כי "אוויר וחלל חד הם. כל ניסיון להפריד ביניהם הוא מלאכותי"¹⁰. לאחר מכן המשיך והסביר כי על חיל האוויר להיות אחראי לחלל בשל אופי משימותיו ובשל האתגרים העומדים בפניו.

בארצות-הברית נבנה פיקוד החלל במסגרת חיל האוויר האמריקני, ורבים מהמשרתים בו הם אנשי חיל האוויר. הביטוי aerospace אשר בתרגום (רע) לעברית הוא "אווירוחלל" מייצג עמדה הקובעת כי כל הפרדה בין השניים היא מלאכותית. מנגד קיימת עמדה הגורסת כי ממד החלל קרוב הרבה יותר לממד הימי במאפייניו (ראו טבלה 1). אנקדוטה היסטורית: חיל הים האמריקני היה הגוף הראשון שעסק בממד הצבאי של החלל. ב-1946 הוא ערך בדיקת היתכנות שמטרתה הייתה לבחון אילו שימושים צבאיים ניתן לעשות בחלל – מה שהפך את הצי האמריקני למוביל בתחום הזה. לעומת זאת צבא היבשה (Army) – שהיה אחראי להבאתם לארצות-הברית של 130 מדעני טילים גרמנים יחד עם כ-100 רקטות V2 לאחר תום מלחמת העולם השנייה – היה משוכנע כי הוא צריך להיות אחראי על התחום הזה.¹¹ אך האם כך אכן צריך להיות? איני מתיימר לענות על השאלה הזאת במאמר הזה אלא רק לציין כי ראוי לטעמי להפריד בין הפתרון הארגוני לבין הפתרון התור"ל.

אך מעבר לוויכוח הזה ישנה נקודה אחרת שרלוונטית יותר למאמר הזה. החיבור בין תחום טכנולוגי חדש לתחומים טכנולוגיים קיימים טומן בחובו סכנה של קיבעון מחשבתי והיצמדות לדוקטרינות ולתורות קיימות. כאשר אפשרות טכנולוגית מתפתחת כנישה של תחום קיים, אנו מזהים שמרנות רבה וחוסר פתיחות בארגון הקיים. הדבר בא לידי ביטוי בניסיון להחיל על הנישה החדשה את הכללים הידועים, את תורות הלחימה המוכרות והידועות כדי לשלב את היכולות החדשות רק כגורם מסייע לארגון ולאמצעי הלחימה הקיימים. דוגמה לכך היא יחסם של האמריקנים ושל היפנים ללוחמה התת-ימית בתחילת מלחמת העולם השנייה. כאשר החל העימות בין שני הצדדים הם התייחסו לתחום התת-ימי בכלל ולצלולות בפרט (הטכנולוגיה הצבאית החדשה לענייננו) כאל נישה של הלוחמה הימית הידועה והמוכרת שעליה כתב מהן בספריו ולא השכילו להבין בשלב מוקדם את הפוטנציאל הגלום באמצעי הלחימה הזה. בחיל הים האמריקני ראו בצוללות כלי מגושים שמטרתו היא להגן על הסחר הימי. רק תוך כדי הלחימה, מתוך כורח הנסיבות, פותחו יכולות תקיפה מתקדמות (טורפדו חשמלי ועוד) וכן תורת לחימה ייחודית לצוללות, ואלה איפשרו לחיל הים האמריקני להשיג הישגים רבים בלחימה באוקיינוסים.

באופן דומה, אם נתייחס אל החלל כאל "המשך טבעי של האוויר" וננסה לשלב אותו במשימות הקיימות ובאמצעי הלחימה הקיימים, הרי שנחטיא את המטרה. ראוי להתייחס

מסקנה נוספת העולה מהאמור לעיל היא כי בניגוד לתחומים אחרים, שבהם התיאוריה מקדימה את הפרקטיקה, הרי שבתחום הלוחמה מופיעים קודם כול אמצעי הלחימה (או הטכנולוגיה), ורק לאחר מכן מתפתחות תורת לחימה ותפיסת הפעלה הולמות. אחד היוצאים מן הכלל הוא תחום ה-NCW⁸, שבו מנסה צבא ארצות-הברית לפתח תיאוריה ותור"ל עוד לפני שאמצעי הלחימה הגיעו ליחידות הלוחמות ואף עוד לפני שהטכנולוגיות הבשילו. אך כאמור, זהו יוצא מן הכלל המעיד על הכלל.

האנלוגיה לתחום החלל ברורה: על-פי האמור לעיל צפוי היה שהחלל יתחיל כתחום אזוטרי, יתפתח למשימות סיוע פשוטות שיורחבו במלחמות או בעקבותיהן ובהדרגה יתפתח לתחום עצמאי וייחודי העומד בפני עצמו בזירה הצבאית. זהו תהליך בלתי נמנע, אך מי שישכיל להבין זאת, יוכל להחישו ובכך ליהנות מיתרון משמעותי על יריביו.

ההיסטוריה מראה דבר מעניין נוסף: השינוי מגיע רק לעיתים רחוקות מתוך הצבאות עצמם. הסיבה לכך, כנראה, היא שצבאות הם ארגונים גדולים בעלי "תנע מחשבת" עצום המקשה מאוד על שינויים ועל מהפכות. בארגונים גדולים יש נטייה להיצמד למוכר ולקיים. היוזמות לחידושים ולשינויים מגיעות בדרך כלל מחוץ לצבאות – מהתעשייה, מהאקדמיה ובמאה האחרונה גם מרשויות הממשל השונות.⁹ והערה קצרה על תכלית המלחמה: קלאוזביץ גורס, כידוע,

אם נתייחס אל החלל כאל "המשך טבעי של האוויר" וננסה לשלב אותו במשימות הקיימות ובאמצעי הלחימה הקיימים, הרי שנחטיא את המטרה. ראוי להתייחס לחלל כאל תחום נפרד ולרתום אותו לעזרת התחומים הקיימים רק תוך שמירה קפדנית על עצמאותו

שהמלחמה היא המשך המדיניות בדרכים אחרות, אך תכלית היא ניהול הקרב עצמו בצורה מוחצת ומכריעה. הדרך להגיע להכרעה צבאית עוברת, בין היתר, דרך טכנולוגיה עדיפה. הטכנולוגיה משנה אחת לזמן מה את פני המלחמה, אך לא את מהותה ואת תכליתה. לא ניתן להגיע להכרעה במחיר נמוך ללא טכנולוגיה עדיפה. (דוגמה לכך היא מלחמת עיראק האחרונה, שבה עליונות טכנולוגית הביאה להכרעה מהירה וללא אבדות משמעותיות). אך טכנולוגיה אינה עומדת בפני עצמה, ונדרשת גם תפיסת הפעלה הממצה את היתרון הטכנולוגי והאמל"חי ומעצימה אותו.

החלל – תחום נפרד או לא?

אם נקבל את הטענה כי החלל הוא תווך המאפשר יתרון אסטרטגי צבאי, הרי שיש לפתח אמל"ח מתאים, דוקטרינה,

טבלה 1: השוואה בין לוחמת יבשה ואוויר ללוחמת ים וחלל

| תכונה להשוואה | לוחמת יבשה/אוויר | לוחמת ים/חלל |
|----------------------------|--|---|
| תלות בבסיס | הכוחות תלויים בבסיסים קרקעיים | הכוחות פועלים הרחק מבסיסיים ומהתשתיות שלהם למשך תקופות ארוכות |
| עלות/כמות | הצבאות מפעילים טנקים ומטוסים בכמות גדולה, יחסית, ובעלות נמוכה, יחסית | הצבאות מפעילים כלי שיט ומערכות חלל בכמות קטנה, יחסית, ובעלויות גבוהות |
| סוג הגיאוגרפיה | כוחות היבשה תלויים בגיאוגרפיה ובטופוגרפיה. כוחות האוויר חופשיים ממגבלות גיאוגרפיות | גיאוגרפיה כלכלית ופוליטית סמויה מעצבת את הפעילות המבצעית |
| השימוש בהסוואה | כוחות היבשה עושים שימוש נרחב בהסוואה ובמציאת מסתור באמצעות ניצול הטופוגרפיה והתכסית. כוחות האוויר – במיוחד מסוקים – עושים זאת כשהם פועלים בגובה נמוך | אין הסוואה. ההגנה נובעת מגודל המרחב המבצעי ומאמצעי הגנה עצמית |
| התקשורת בין המפקדה ליחידות | יכולה להיות אישית | מחייבת שימוש בתקשורת אלחוטית |

לחלל כאל תחום נפרד ולרתום אותו לעזרת התחומים הקיימים רק תוך שמירה קפדנית על עצמאותו. ובמילים אחרות: אם כל יחסנו לחלל יסתכם ב"אין משתמשים בחלל כדי לסייע לחיל האוויר או לצבא היבשה או לחיל הים במשימותיהם הקיימות

צבאות הם ארגונים גדולים בעלי "תנע מחשבתי" עצום המקשה מאוד על שינויים ועל מהפכות

באמצעות אמצעי הלחימה הקיימים כך שיהיה תווך מסייע בלבד" – אנו מסתכנים בקיבעון, בקוצר ראות ובהחמצת הזדמנויות לקפיצת מדרגה בתחום החשיבה ובתחום של אמצעי הלחימה. אין הדבר קשור בהכרח לשיוכו הארגוני של תחום החלל בתוך צבאות: השיוך הזה יכול להיות בכל מסגרת (אם כי המסגרת הטבעית היא אכן חיל האוויר), אולם העיסוק חייב להיות עצמאי, דהיינו שהעוסקים בו ייהנו הן מעצמאות מחשבתית והן מעצמאות ביצועית.

הגל השלישי, הממד הרביעי והאלמנט החמישי

"הגל השלישי" הוא כינויה של התקופה הצבאית שבה אנו מצויים כעת¹² – תקופה שבה הולכת וגדלה חשיבות הטכנולוגיה והמידע. מלחמות הגל השלישי מוכרעות באמצעות המידע:

המידע ואמצעי הלחימה הנסמכים עליו מאפשרים להעביר את הלחימה אל עומק שטחו של האויב. המידע הוא האלמנט החמישי של המלחמה. ארבעת האלמנטים הראשונים הם כוח האדם, אמצעי הלחימה, התמרון והאש. כדי לנצח את מלחמות הגל השלישי יש לנו אפוא צורך באלמנט החמישי – המידע. כדי להשיג את המידע אנחנו זקוקים לממד הרביעי, החלל.

העתיד כבר כאן

יש שיאמרו כי כל מה שנאמר לעיל אינו אלא התפלפלות תיאורטית שבינה לבין המציאות יש מרחק רב. החלל הוא אומנם תווך ייחודי, ואף ייתכן שיש בו פוטנציאל צבאי, אך העיסוק בו כה יקר ומורכב, עד כי הפיכתו לממד נפרד רחוקה ולא מציאותית.

החלק המרכזי והמשמעותי ביותר בטענה הזאת הוא מחיר ההגעה לחלל. השיגור לחלל יקר ומסובך. הוא נחלתן של מדינות מעטות בלבד ועדיין נחשב לאירוע נדיר. המחיר הגבוה של השיגורים מחייב לשגר לחלל רק לויינים אמינים מאוד ומאריכי ימים – מה שכמובן מאוד מייקר אותם. (לעת עתה אין אפשרות לתחזק לויינים בחלל). אפשרות אחרת להתמודד עם בעיית העלויות היא לפתח מיקרו-לויינים, שהם לויינים קטנים חולים (ראו את המאמר בגיליון הזה "מהחלל האסטרטגי לחלל הטקטי").

למרבה הפשטות (ואולי למרבה ההפתעה), הטיעון הנגדי אינו חזון תיאורטי הזוי אלא המציאות: בזכות חברות כמו

במחנה

עכשיו זה רשמי: זרוע האוויר והחלל יוצאת לדרך

חיל האוויר משנה את שמו • מח"א יוגדר מעתה מפקד זרוע האוויר והחלל • את הרעיון לשנות את שם החיל העלה הרמטכ"ל, רא"ל דני חלוץ, כששימש מפקד החיל

מאת רן ליאור ויהושע בריינר

חיל האוויר משנה את שמו ל"זרוע האוויר והחלל". השינוי הרשמי נכנס לתוקף השבוע באמצעות חוזה מיוחד שדפיץ ממוכרות הפיקוד העליון (מפ"ע) ליחידות הצבא. מעתה מפקד החיל, האלוף אליעזר שקדי, הוא מפקד זרוע האוויר והחלל.

לפי החוזה, ייעודה של זרוע האוויר והחלל הוא "לפעול בתווך האווירי ובחלל להגנת מדינת ישראל, להשתלב בהרתעה מפני מלחמה ובהשגת מטרות המלחמה". כבר כשהיה מפקד חיל האוויר, קרא רא"ל דני חלוץ לשנות את שמו של החיל.

כעת, לאחר שנכנס ללשכת הרמטכ"ל, נכנס גם השינוי לתוקף. בקביעת הנוסח השתתף גם שר הביטחון, שאול מופז. שינוי נוסף שנערך בשם הזרוע הוא כתיבת המילה "אוויר" עם שני ו' כמקובל ולא בצורה הקודמת "איר", שהיתה שגויה. החוזה קובע, כי תפקידי הזרוע החדשה הם, בין היתר, "להשיג עליונות אווירית להפעלה יעילה של הכוח האווירי, להשתלב בתכנון המערכה, להיות הכוח העיקרי בהשגת מטרות המערכה אל מול מדינות ללא גבול משותף עם מדינת ישראל ולהשתלב ביצירת תמונת המודיעין הכוללת ובהערכתה. לבצע משימות חיפוש, הצלה, פיגוע אווירי והטסה של כוחות, של מפקדים, של ציוד

ושל מערכות ייעודיות". השינוי הלשוני הוא לא הראשון שמחליט עליו רא"ל חלוץ בתפקידו. עם כניסתו ללשכת הרמטכ"ל, החליט כי תפקיד "אלוף הפיקוד", ייקרא מעתה "מפקד הפיקוד".

"ייעוד החיל נכתב כפעם האחרונה לפני כ-15 שנה, ומאז החיל עבר שינויים רבים", אמר ראש מרזר ניתוח מערכות אירגוניות במחלקת תורה וארגון בחיל האוויר, רס"ן משה. "העובדה שהחיל הפך ליותר משמעותי במערכות הקרב הכריחה אותנו להתאים את ייעודו ואת שמו לעשור הקרוב. החלל הוא תחום חדש לישראל, וחיל האוויר הוא הגוף המרכזי והמוביל שפועל בנושא".

דוגמת תיירות.

פרויקטים ותחרויות כמו Xprize או American Xprize תורמים אף הם. סוכנות החלל האמריקנית, נאס"א, פתחה אף היא בתחרות משלה - לפיתוח "מעלית חלל"¹⁵ שנחשבה עד לפני כמה שנים למדע בדיוני. חזון החלל של מעצמות כמו ארה"ב וסין מדבר על "כיבוש החלל על-ידי האדם", ובסיסים על הירח ועל המאדים כבר אינם נחלתם של סופרי המדע הבדיוני אלא פרויקטים מתוקצבים. היכולת האזרחית המתפתחת בתחום של תחזוקת לוויינים בחלל (למשל עוסקת בכך חברת Kistler) עשויה להוריד משמעותית את מחירי הלוויינים.

אך ההתפתחות המעניינת ביותר היא בתחום המחשבות והרעיונות על ניצול החלל. אחד הרעיונות האלה הוא השימוש ב"להקות" לוויינים בעלי הנעה מתקדמת המאפשרת גמישות בהפעלה וורסטיליות בביצוע המשימות. רעיונות נוספים (שאינם חדשים) הם להקים תחנות חלל בנקודות האסטרטגיות (L5-L1) בין כדור הארץ לירח, בין כדור הארץ לשמש ועל מסלול הירח סביב כדור הארץ.

המסקנה מכל אלה היא שהעתיד כבר כאן. הטכנולוגיות עומדות בפתח ומחייבות את הצבאות לתת דעתם על פיתוח תורות לחימה ותפיסות הפעלה מתאימות כדי להפיק את המרב

SpaceX¹³ (שמבצעת שיגורים בעלות של פחות משישה מיליון דולר לשיגור) או Kistler Aerospace¹⁴ המפתחת משגר רב שימושי להחזרת ציוד ולוויינים מהחלל, אמור החל להיות בעתיד הקרוב זמין יותר ובעלויות נמוכות יותר. חברת Surrey הבריטית, אשר חרתה על דגלה את השימוש בלוויינים זולים

השימוש בחלל הולך ומתפתח במהירות, ובמקביל הופך החלל לממד לחימה בפני עצמו. זהו תהליך טבעי ובלתי נמנע הנובע מההתפתחויות הטכנולוגיות של השנים האחרונות

ופשוטים (מיקרו-לוויינים), מצליחה כלכלית ומוכרת את לוויינה ללקוחות רבים, ובהם אוניברסיטאות ומוסדות מחקר אך גם סוכנויות חלל.

השוק המסחרי, שעד היום היה מעורב בעיקר בניצול החלל לשם "תיווך", דהיינו להעברת תקשורת, החל לפעול בתחום לווייני הצילום ומתעניין גם הוא בחלל למטרות חדשניות יותר

מהחלל. הליכה בתלם הקבוע – שלפיו ממתנינים להגעת אמצעי הלחימה ורק לאחר מכן מפתחים תו"ל – תמנע מיצוי מרבי של היכולות.

החיבור בין החלל הצבאי לחלל הסחרי

השימוש בחלל קשור באופן בלתי ניתן להפרדה לא רק לביטחון אלא גם – ואולי אף בעיקר – לכלכלה משגשגת ולמעמד מדיני בעולם. חישובים שהוצגו בקונגרס האמריקני הוכיחו שארצות-הברית הפיקה מהחלל יותר מכפי שהשקיעה בו. זה המקום לציין שמשך ההגנה האמריקני לבדו משקיע ישירות בחלל בכל שנה יותר מ־15 מיליארד דולר.

אנו עדים למגמה עולמית של חיבור הולך וגובר בין הצבא לשוק חופשי: צבאות בעולם רוכשים יותר ויותר משאבי חלל מחברות מסחריות. פרויקטים בחלל מפותחים בצוותא, והצבא והחברות הפרטיות מתחלקים בהשקעות, בנטילת הסיכונים וגם בתוצרים הסופיים. שוק לווייני התקשורת מגדיר ומעצב את התפתחותו במידה רבה בהתאם לדרישה לתקשורת צבאית באמצעות לוויינים – דרישה שהולכת ומתעצמת משנה לשנה. מדובר אפוא במגמה ברורה של חיבור ושל זהות (לפחות חלקית) של אינטרסים ושל יעדים. זוהי מגמה שבעזרת תכנון ומחשבה

הטכנולוגיות עומדות בפתח ומחייבות את הצבאות לתת את דעתם על פיתוח תורות לחימה ותפיסות הפעלה מתאימות כדי להפיק את המרב מהחלל. הליכה בתלם הקבוע - שלפיו ממתנינים להגעת אמצעי הלחימה ורק לאחר מכן מפתחים תו"ל - תמנע מיצוי מרבי של היכולות

נכונים ניתן לנצלה למימוש צרכים מבצעיים של הצבא באופן יעיל יותר מבחינה כלכלית.

סיכום

השימוש בחלל הולך ומתפתח במהירות, ובמקביל הופך החלל לממד לחימה בפני עצמו. זהו תהליך טבעי ובלתי נמנע הנובע מההתפתחות הטכנולוגיות של השנים האחרונות. על הצבאות להכיר בכך, להפנים את ההכרה הזאת ולפעול בהתאם לתורות לחימה ולתפיסות הפעלה שאותן יש לפתח עוד לפני הבשלת הטכנולוגיות כדי לאפשר מיצוי מיטבי של היתרונות הטכנולוגיים. על הצבאות להכיר בכך כי יש להתייחס לחלל כאל ממד נפרד ולא כאל תחום המסייע לאחרים. במילים אחרות: כדי למנוע קיבעון מחשבתי ומגבלות ארגוניות ובירוקרטיות יש לראות בחלל תחום עיסוק נפרד.

כאשר חושבים חלל וחולמים חלל, השמיים הם הגבול... התחתון.

הערות

1. ראו את ספרם של אלווין והידי טופלר, **הגל השלישי**, עם עובד, 1980
2. Air Force magazine, **Space Almanac**, August 2004
3. "בור פוטנציאל": מושג בפיזיקה המתאר אזור של פוטנציאל נמוך שסביבו פוטנציאל גבוה. במילים אחרות, זהו אזור שבו יש מינימום מקומי של אנרגיה. באופן טבעי כל חומר ישאף להיות בתחתית בור הפוטנציאל, במקום שבו האנרגיה היא נמוכה ביותר.
4. John M. Collins, **Military Space Forces: The Next Fifty Years**, Washington D.C., Pergamon-Brassey's, 1989
5. LEO (Low Earth Orbit): מסלול לווייני שגובהו מעל פני כדור הארץ נמצא בטווח שבין 300 ל־800 ק"מ. לוויינים בגובה הזה נעים במהירות של כ־8 ק"מ בשנייה והם מקיפים את כדור הארץ בתוך כ־90 דקות. האנרגיה הכוללת של לוויין בגובה כזה נמוכה מהאנרגיה של לוויין גבוה יותר, ולפיכך זול יותר לשגר לוויין למסלול LEO מאשר למסלולים גבוהים. זהו הגובה שבו סובבים מעבורות החלל, תחנת החלל הבינ"לאומית, טלסקופ החלל, לווייני הריגול ועוד.
6. MILSTAR: מערכת לווייני תקשורת צבאיים של ארצות-הברית בעלת חסינות משופרת. משמשת לתקשורת מבצעית; Defense - DSCS Satellites Communication System: מערכת לווייני תקשורת אמריקניים בעלת חסינות משופרת. משמשת בעיקר להעברת נתוני שר"ב.
7. למען הדיקו, לא רק הצבאות חטאו בכך. אותה התפיסה הייתה גם נחלתן של התעשייה ושל זרועות וסוכנויות ממשלתיות שהמשתתף להן היה קוצר ראות ויותר מכך חשש למעמד, לתקציבים וכו'.
8. NCW - Network-Centric Warfare: דוקטרינה שלפיה כל פלטפורמה וכל חייל בודד בשטח יהיו מקושרים ברשת לאותו מאגר מידע מודיעיני, זינו אותו ויזונו ממנו. התוצאה תהיה שלרשות כל גורם לוחם יעמוד כל המידע העומד לרשות כל המערכת.
9. העשייה בתחום החלל – כמו בתחומים רבים אחרים – קיבלה בארה"ב את הדחיפה המשמעותית ביותר דווקא מהקונגרס ולא מהצבא. זה קרה בוועדה המיוחדת לנושא החלל שהוקמה ב־1999 כדי לקבוע אם הכוחות המזוינים של ארה"ב נערכים כראוי לאתגר שמציבים בפניהם החלל והעיסוק בו. בעקבות אותה הוועדה נקבעו מדיניות מוגדרת ויעדים מתאימים. כאמור לעיל, המלחמה בעיראק ב־2003 הראתה כי לא לחינים היה המאמץ.
10. **מחשבות באוויר**, דצמבר 2000, כסלו תשס"א
11. פרטים על כך ניתן לקרוא בספר: Walter A. McDougall, **The Heavens and the Earth: A Political History of the Space Age**, Baltimore, Maryland, The Johns Hopkins University Press, 1997
12. ראו את ספרם של אלווין והידי טופלר, **שם**
13. פרטים מלאים על החברה ניתן למצוא באתר: www.space.com
14. פרטים מלאים באתר החברה: www.kistleraerospace.com
15. "מעלית חלל": מערכת להעלאת מטענים למסלול. מדובר במעין סרט דקיק, ברוחב של כמטר ובעובי של פחות מדף נייר, הבנוי מחומר מרוכב (Carbon Nano-Tube). הסרט נמתח עד לגובה של כ־62 אלף מייל (כ־100 אלף קילומטרים) מעל פני כדור הארץ (מעבר לגובה הגיאוסטציונרי) אל תחנה המשמשת "משקולת איזון". הרעיון, שהופיע לראשונה בספרי מדע בדיוני, קורם עור וגידים בתחרות מטעם NASA. ראו: <http://www.elevator2010.org/site/index.html>

