

# בדרך לעליונות דיגיטלית עוצרים בדלפי

## בחינה מחודשת למושג העליונות הצבאית

### במאה ה־21

תא"ל עומר דגן ורס"ן (במיל) ליאור בר־לב [1]

פורסם לראשונה באוקטובר 2020

#### תוכן

- 1..... בדרך לעליונות דיגיטלית עוצרים בדלפי
- 2..... תקציר המערכת:
- 2..... מבוא
- 2..... פרק ראשון: עליונות מהי
- 5..... פרקטיקה ישראלית
- 6..... פרק שני: עליונות דיגיטלית
- 7..... רגע, אז למה לי כל הדיגיטל הזה?
- 9..... מדוע אנחנו עוד לא שם?
- 11..... פרק שלישי: העליונות הצבאית החדשה והדרך לעליונות דיגיטלית
- 13..... טרנספורמציה דיגיטלית
- 14..... "אמזון צה"לי"
- 15..... מבין העקרונות הארכיטקטוניים המובילים ניתן למנות את הבאים:
- 15..... עקרונות חוצי שכבות
- 16..... עקרונות בשכבת הרשת
- 16..... עקרונות בשכבת ה־IT
- 19..... סיכום

## תקציר המערכת:

היתוך מידע, מכל סוג ובכל זירה לחימה, בצורה מהירה, איכותית ובאופן אשר יונגש לכוחות הלוחמים ולמפקדים, הינו הבסיס ליכולתו של צה"ל לנצח. לטענת מחברי המאמר, עליונות דיגיטלית אינה באה לידי ביטוי נגד יריב כלשהו בנקודת זמן או במרחב ספציפיים, אלא מאפשרת בניין כוח שישמר עליונות צבאית בכלל ממדי הפעולה מול מגוון יריבים, גם כאשר אלו ימשיכו להשתנות. מאמר זה יגדיר עליונות דיגיטלית כ"עליונות ההיתוך" ואת תרומתה לעיקרון תפיסת הרב־ממדיות של תר"ש תנופה. המאמר מספק תיאור של האתגרים הארגוניים, התרבותיים והטכנולוגיים למימוש התפיסה, ואת דרכי ההתמודדות עימם.

γνώθι σεαυτόν

## דע את עצמך

### מבוא

משמעותה של העליונות הצבאית משתנה לאורך ההיסטוריה של המלחמה ככל שמשתנים האדם, הטכנולוגיה, ושילובם של השניים בשדה הקרב – הנשק. טענתנו העיקרית במאמר זה היא כי בעוד שבמרוצת אלפי שנות ההיסטוריה של המלחמה האנושית היוו העליונות היבשתית, העליונות הימית ואף העליונות האווירית – המתוארות בקצרה בפרק הראשון – תוצאה של תחרות מתמדת בין (לפחות) שני צדדים יריבים, הרי שעידן המידע והמהפכה הדיגיטלית שבהם אנו חיים היום, מביאים עימם פרשנות חדשה למושג העליונות, ובמרכזה הטענה כי **עליונות דיגיטלית אינה באה לידי ביטוי נגד יריב כלשהו בנקודת זמן או במרחב ספציפיים, אלא מאפשרת בניין כוח שישמר עליונות צבאית בכלל ממדי הפעולה מול מגוון יריבים, גם כאשר אלו ימשיכו להשתנות**. העליונות הדיגיטלית, כפי שנדון בה במסגרת מאמר זה, מתבטאת ביכולת שלנו פנימה לייצר, לאסוף, לשנע, לאגור ולעבד את כמות המידע הגדולה ביותר, בזמן הקצר ביותר, בדיוק הרב ביותר ובאיכות הרלוונטית ביותר לצרכים המבצעיים הצה"ליים – מאגפי המטה הכללי ועד לטייס, לחובל, לטנקיסט או למפקד הכיתה שבשטח (ולהיפך). מימושם של יעילות ומועילות המידע יביאו לשינוי תפיסתי עמוק בתהליך בניין הכוח והוא יגולם בעליונות דיגיטלית ארוכת טווח.

עם זאת, הדרך למימוש הפוטנציאל העצום שבעידן הדיגיטל ובהשפעתה של העליונות הדיגיטלית, כפי שהם מתוארים בתחילת הפרק השני, איננה בהכרח קלה ומהירה, והיא תלויה בגדילה ובהתפתחות של תפיסת בניין הכוח הצה"לי ובאופן מימושה. על־מנת לגדול מ"מצוינות זרועית מקומית" ל"מצוינות כלל־צה"לית" עלינו להתגבר על משוכות ארגוניות, תרבותיות וטכנולוגיות, ובכך ליצור את הבסיס להשתנותו של הארגון כולו.

הפרק השלישי במאמר דן בדרך למימושה של העליונות הדיגיטלית, ובדרכים להתרת המתחים הארגוניים, התרבותיים והטכנולוגיים. במסגרתו מתוארים מהלכים מרכזיים שכבר נעשו או שמתוכננים במסגרת תר"ש "תנופה", כגון הקמת מנהלת הטרנספורמציה הדיגיטלית ומימוש חזון ה"אמזון הצה"לי" באגף התקשוב וההגנה בסייבר, ולבסוף מוצעת הגדרה חדשה לעליונות הצבאית של העידן הדיגיטלי, היא **עליונות ההיתוך**, וכך הצעות פרקטיות לפעולות ולשינויי גישה שבהם עלינו לנקוט בזמן הקרוב.

## פרק ראשון: עליונות מהי

"ופלשתים נאספו להלחם עם ישראל שלשים אלף רכב וששת אלפים פָּרָשִׁים וְעַם כָּחֹל אֲשֶׁר עַל שֵׁפֶת הַיָּם לָרַב וַיַּעֲלוּ וַיַּחֲנוּ בְּמַכְמֵשׁ קְדַמַּת בֵּית אֹנָן. וַאִישׁ יִשְׂרָאֵל רָאוּ כִּי צָר לוֹ כִּי נָגַשׁ הָעָם וַיִּתְחַבְּאוּ הָעָם בְּמַעְרוֹת וּבְחֹחִים וּבְסַלְעִים וּבְצֻרִים וּבְבֵרוֹת. [...] וַחֲרַשׁ לֹא יִמָּצָא בְּכָל אֶרֶץ יִשְׂרָאֵל כִּי אָמַר [אָמְרוּ] פִּלְשְׁתִּים פֶּן יַעֲשׂוּ הָעִבְרִים חָרָב או חֲנִית. [...] וְהָיָה בַּיּוֹם מִלְחָמָה וְלֹא נִמְצָא חָרָב וְחֲנִית בְּיַד כָּל הָעָם אֲשֶׁר אֶת שְׂאוֹל וְאֶת יוֹנָתָן" [...]

### שמואל א, פרק יג

כבר בתנ"ך, כפי שניתן לראות, למשל, בציטוט לעיל, מובא בפנינו מושג העליונות הצבאית היבשתית, בתיאור מלחמות ישראל בפלשתים. עליונותו המוחלטת של צבא פלשתים על עם ישראל בתקופת המלכות הראשונה הושגה אמנם גם באמצעות מסות גדולות של לוחמים, אך

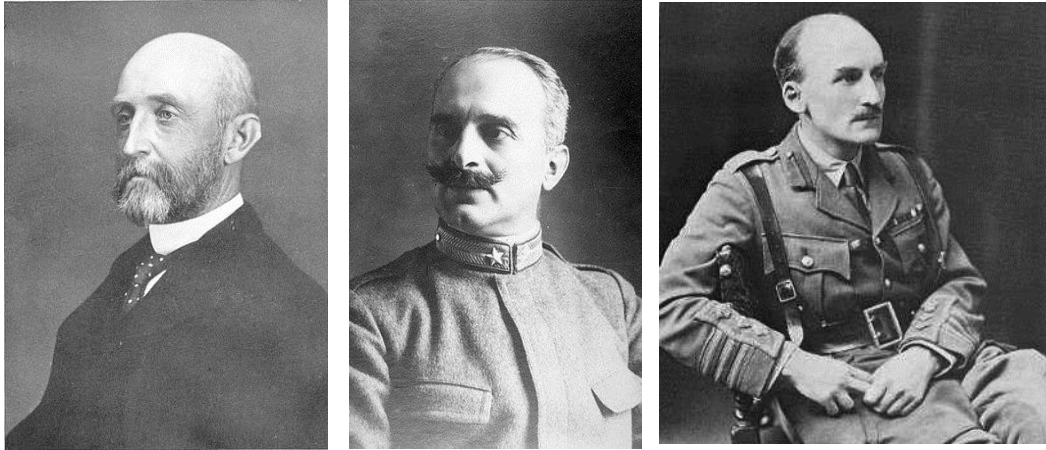
בעיקר בזכות הידע הטכנולוגי הייחודי ובמשאבים שבהם החזיקו פלשתים לפיתוח מרכבות ברזל ("רכב") ואמצעי לחימה, בעוד שבידי עם ישראל לא הייתה ולו חרב או חנית ברזל אחת. במרוצת השנים, לצד מהפכות חברתיות שהולידו, למשל, את צבא ההמונים בעידן הנפוליאוני, ידעה ההיסטוריה הצבאית מהפכות טכנולוגיות רבות, שמהירות יישומן בקרב קבעה את עלייתן ואת נפילתן של אימפריות ושל ממלכות. מהשליטה בחרושת הברזל דרך השימוש באבק שריפה, במסילות ברזל ובמקלעים, ועד לקיטור ולפלדת הטנקים השועטים בבליצקריג – מושג העליונות הצבאית היבשתית המציא עצמו מחדש מדי קפיצת מדרגה טכנולוגית, מדי שינוי תפיסתי אופרטיבי שצמח מהמצאה חדשה, מדי הפתעה בסיסית נוספת בשדה הקרב [2]. חרושת הנשק החדיש והמהפכני ביותר לעיתים אף נתפסה כתנאי עליון, כמעט יחיד, לניצחון במלחמה, כפי שאמר הגנרל הבריטי פולר בכותבו כי "מכשירים, או כלי נשק, אם ניתן רק לגלות את הנכונים, מבטיחים 99 אחוזי ניצחון [...] אסטרטגיה, פיקוד, אומץ לב, משמעת, אספקה, ארגון וכל נספחי המלחמה המוסריים והחומריים חסרי משמעות יחסית לעליונות בכלי נשק – לכל היותר הם מבטיחים את האחוז האחד שעושה את הכול לאפשרי[3]".

כמו בממד הפעולה היבשתי, כך גם ממדי הפעולה הימי והאווירי הביאו גישות אחרות לעליונות בשדה הקרב ומהפכות צבאיות משלהם לאורך שנות התפתחותם. תחילה בעצם כניסת האדם ללוחמה במרחבים אלה, ולאחר מכן בחידושים ובהמצאות שהפכו את המשתמשים בהם ליעילים, למהירים ולקטלניים יותר, והביאו עימם יתרונות טקטיים ומערכתיים בשדה הקרב.

האדמירל האמריקאי אלפרד מהן הניח את היסודות לתפיסת העליונות הימית ("Sea Power" בלשונו), כמפתח לשגשוגה של מדינה בעימות שלום ולהצלחתה בעת מלחמה. ההוכחות לכך, לטענתו, נמצאו בעלייתה של האימפריה הרומית על חשבון נפילתה של ממלכת קרתגו, ובעלייתה של האימפריה הבריטית על חשבון נפילתה של זו הנפוליאונית. בשני המקרים, לדבריו, היה זה חוסר השליטה בים שהפיל את קרתגו ואת צרפת, משום שלא רק שהן נחלו הפסדים קשים בקרבות בים בשל נחיתות, הם גם לא הצליחו לשקם את כלכלתן ולפתח קשרי מסחר חדשים בתקופה שבין המלחמות באמצעות נתיבי הסחר הימיים[4].

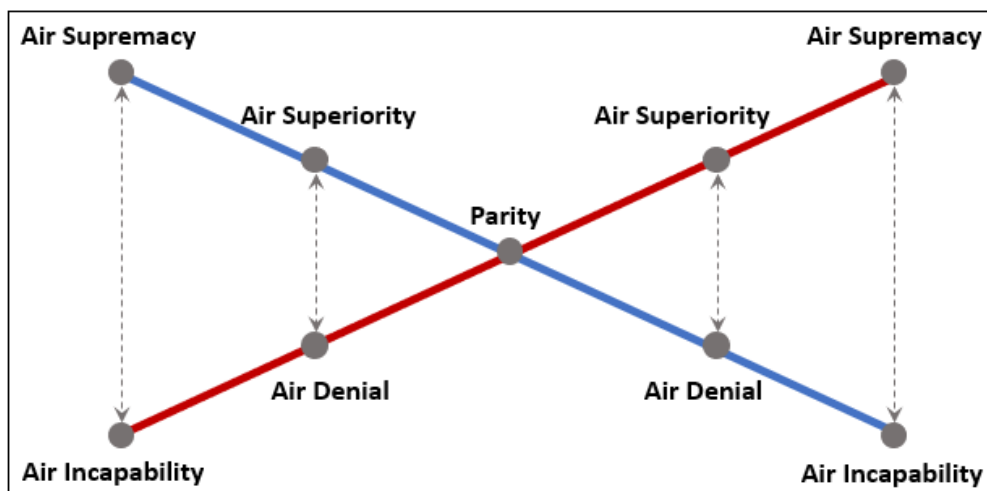
מול דוקטרינת העליונות הימית, עלתה בשנות העשרים של המאה הקודמת דוקטרינת העליונות האווירית, שמבשרה היה ג'וליו דואה האיטלקי. לדידו של דואה, לכל אורך ההיסטוריה חצו צבאות וציים בין כוחות האויב לבין העורף של המדינה, ולכן המדינות נלחמו בחזית או בים, כאשר העורף, למעט מקרים של פלישה, היה מוגן. עם הופעת המטוס, השתנתה מציאות זו באופן רדיקאלי. למטוס, בניגוד לכלים אחרים, יש יכולות לחדור לעומק מדינת האויב ולהביא לשיתוקה של מעצמה תעשייתית גדולה על-ידי פגיעה אנושה בכל התשתית המודרנית שלה – מערך הייצור שלה, מערך התקשורת, צמתי רכבות, מרכזי דואר וטלגרף, מרכזי שליטה וכו'. כתוצאה מכך, הסיק דואה, העליונות החדשה הינה נגזרת של יכולת ההשפעה על עורפו של האויב, ולכן דינם של החילות המסורתיות יהיה שהם יתנוונו למינימום ההכרחי, והדגש במערכה יעבור לאוויר. לנוקט באסטרטגיה זו, הבטיח דואה ניצחון, שכן לא הייתה הגנה מפני התקפה שכזאת, משום שהאויב אף פעם לא יכול היה לדעת היכן תתקוף ומתי[5].

וקטור ההתפתחות האקספוננציאלי של האדם במרחב האווירי שניתן למתוח בין הטיסה הראשונה של האחים רייט ב־17 בדצמבר 1903 לבין נחיתתו של ניל ארמסטרונג על הירח ב־21 ביולי 1969 (65 שנים בלבד!), רק אישש וחיזק את הפוטנציאל האדיר הגלום במרחב האווירי ובתפיסת העליונות האווירית כביטוי האולטימטיבי לעליונות צבאית. וקטור זה רק עלה במהלך המלחמה הקרה והגיע לשיאו בצבאות המערב במהלך שנות התשעים והאלפיים במהלך מלחמות המפרץ, הבלקן, אפגניסטאן ועיראק .



**תמונה מס' 1, 2, 3:** הוגי העליונות המודרנית בשדות הקרב הימי, היבשתי והאווירי. מימין לשמאל: ג'ון פ' צ'רלס פולר, ג'וליו דואה, אלפרד תייר מהן. מקור: ויקיפדיה.

כך, תפיסת העליונות הצבאית הפכה מזוהה יותר ויותר עם הגישה האווירית, והגישה הלינארית סימטרית לאפיונה של העליונות באה לידי ביטוי בצורה המובהקת ביותר בהגדרות המערביות לעליונות אווירית, השולטות כיום, על-פיהן העליונות האווירית לעולם תהווה משחק סכום-אפס בהקבלה ליכולת האווירית של האויב. לגישתם של נאט"ו, של משרד ההגנה האמריקאי וכן של חיל האוויר הבריטי, הדרגה הגבוהה ביותר לשלטנות אווירית היא כאשר אתה מתקיים במצב של "Air Supremacy" ואויבך הוא ב, "Air Incapability" הדרגה השנייה היא כאשר אתה ב "Air Superiority" ואויבך ב "Air Denial" ואילו הדרגה השלישית היא מצב שוויון, בו שניכם מצויים ב, "Parity" כפי שניתן לראות באיור מס' 1. כל אחד ממצבים אלה איננו מבטא יכולת או מאפיין קבועים של כוח כזה או אחר, אלא **מצב זמני** של יתרון יחסי, המתקיים בזמן נתון ובמרחב גאוגרפי מסוים, ולעולם משתנה.



**איור מס' 1.** עליונות אווירית יחסית ולינארית עפ"י הגדרות נאט"ו

על כל אחד מממדי הפעולה הצבאית ומהמהפכות הרבות שהתחוללו בקרבם במרוצת ההיסטוריה הצבאית, ניתן להרחיב עוד לרוב, וכבר נכתבו ועוד ייכתבו מסות רבות של כתבים על כל אחד מהם. הדבר המרכזי שמלמדות אותנו התהפוכות בשלושת עולמות המלחמה האנושית הקלאסית הללו, על מושג העליונות, הוא החיבור ההדוק המתקיים בין העליונות הצבאית, ולא משנה באיזה ממד ותווך עשייה, לבין חידושים טכנולוגיים ומהירות יישומם בתאוריה הצבאית, וכתוצאה מכך גם בשדה הקרב. המאפיין הנוסף המאגד את השלושה הללו, הוא שבכולם מושגת העליונות באמצעות תחרות מול הצד שכנגד. **לכן העליונות בממדי**

**היבשה, הים, האוויר והחלל לעולם תהיה מושג יחסי, והיא תיקבע באמצעות הקבלה לינארית בין יכולתנו שלנו, לבין יכולתו של האויב, במרחב ובזמן נתונים .**

## פרקטיקה ישראלית

מפקדי צה"ל הראשונים, שחזו במו עיניהם בהצלחתה של דוקטרינת הבליצקריג של הוורמאכט במלחמת העולם השנייה, דחפו לביסוסו של חיל שריון ישראלי גדול ומאסיבי, גישה שהוכחה כמוצלחת עם כיבוש מרחבי סיני, רמת הגולן והגדה המערבית במלחמת ששת הימים. לאחר מלחמת יום הכיפורים גדל אף יותר היקפם של חילות התמרון הצה"ליים (שריון, חי"ר וצנחנים) והגיע לכדי שיא בשנות השמונים.

### פרקטיקה ישראלית

2020	←	1967	
"המפתח מבחינתי להצלחה שלנו, זו העליונות האווירית. היא <b>מפתח ליציבות אזורית</b> . אנחנו צריכים באמצעותה להקרין כוח, להרתיע, לפגוע פגיעה מדויקת, להגן מפני רקטות ולאפשר לצה"ל להשיג את היעדים שלו"		"היום נצא לרסק את היד שנשלחה לחנוק את צווארנו ... <b>שריונינו יביאו את המלחמה אל עומקי אדמת האויב</b> , לא ששנו אל הקרב הזה. האויב רצה בו. האויב פתח בו והאויב יקבלנו אחת אפיים ... היום יכיר מדבר סיני את תנופתה של עוצבת הפלדה, והארץ תרעד תחתיה"	
אלוף עמיקם נורקין הרצאת מח"א "ועידת תחזיות 2020", כלכליסט 1 בינואר 2020		אלוף ישראל טל פקודת יום (נכתב ע"י איש המילואים עמוס עוז) 5 ביוני 1967	

תמונה 4: אלוף ישראל טל; תמונה 5: אלוף עמיקם נורקין.

בעקבות מגמות שונות בתוך צה"ל וכן בצבאות העולם כולו, הוחלפה במהלך שנות התשעים והאלפיים גישת התמרון והעוצמה היבשתית בגישת תשלובת המודיעין-אוויר, ונראה היה בזמנו כאילו מודיעין ואש מדויקים יכולים לתת לצה"ל את היכולת הנדרשת בהתמודדות מול אויבים. התמרון הקרקעי הפך סמל למחיר גבוה, לסיכון חיי אדם, ולאיתיות בהשגת מטרות נוכח שיעור חול מתקתק מצד הקהילה הבינ-לאומית ונוכח תכליות אסטרטגיות מורכבות. הוא הפך למוצא אחרון בהפעלת הכוח, והוצב בעדיפות משנית בבנינו. במקביל, הפך מפעל המודיעין-אוויר לחד החנית הצה"לי, וכבר בשנת 2000 צוטט מפקד חיל-האוויר דאז, אלוף דן חלוץ, כשאמר "אני מעריך, שבמקרה של הסלמה, יהיה חיל-האוויר **השחקן החשוב ביותר** בכל הקשור למתן מענה מבצעי [6]". העליונות האווירית-מודיעינית הפכה למעשה לבבואתה של העליונות הצבאית הישראלית בכלל, ובמשך עשרים השנים הבאות הוכיחה עצמה גישה זו שוב ושוב לאור אתגרים ואיומים שונים שניצבו מול צה"ל; הסיכולים הממוקדים באנתיפאדת אל-אקצא, תקיפת הכור הגרעיני הסורי בדיר אזור ב-2007, סבבי הלחימה ברצועת עזה, ובמהלך השנים האחרונות – בניהול המערכה שנגד התעצמות חזבאללה והתבססות איראן בסוריה ובלבנון במסגרת המב"ם (המערכה שבין המלחמות).

מלחמת לבנון השנייה וגישתו של הרמטכ"ל דאז אמנם היוו "מכה קלה בכנף", בתפיסה כי לחיל האוויר פתרונים לכול, אך גם הרמטכ"ל ששם יהבו על שיקום צבא היבשה לאחר המלחמה, רא"ל גבי אשכנזי, בחר בטקס החלפתו להעביר פומבית לרמטכ"ל הנכנס, רא"ל בני גנץ, את הדבר החשוב ביותר, אולי, ל"חפיפה" מבחינתו – ספר המטרות לרצועת עזה.

תפיסה זו, על-פיה העליונות האווירית-מודיעינית של צה"ל היא המפתח הראשי להכרעה ולניצחון, ממשיכה ללוות גם כיום רבים ממפקדי הצבא, דוגמת הציטוט של מפקד חיל האוויר המובא בראשית הפרק [7], ואף מדרג מקבלי ההחלטות המדיני של ישראל, כפי שהפליא לתאר זאת נשיא המדינה, ראובן ריבלין, בטקס קבלת מטוסי ה-F35 החמקנים בבסיס נבטים – "בעבר

אמרנו: 'האדם שבטנק ינצח' ["וכיום אנו אומרים", ע"ד ולב"ר] 'האדם שבמטוס ינצח'. 'האדיר' מסמל יחס אחר של קשר בין אדם למכונה [8]. "שר הביטחון בזמנו, אביגדור ליברמן, התבטא בצורה נחרצת אף יותר עם קבלת מטוסי ה'אדיר' ואמר: "מטוס ה־F35 ה'אדיר', שמצטרף לשורותינו יהווה עוד מרכיב בשמירת העליונות האווירית שלנו באזור. חיל אוויר חזק משמעו צה"ל חזק, וצה"ל חזק משמעו מדינת ישראל חזקה ועם ישראל חזק[9]".

במקביל לגישה זו, עם כניסתו לתפקיד של הרמטכ"ל הנוכחי, רא"ל אביב כוכבי, במסגרת הגדרת תפיסת הניצחון הצה"לית החדשה והתכנון המעמיק שביצע צה"ל לתוכנית הרב־שנתית החדשה שלו, "תנופה", כתוצאה ממנה – הולכת ומתפתחת גישה גדולה יותר, המכילה בתוכה את העליונות האווירית־מודיעינית, אך מעמידה אותה בקונטקסט רחב יותר. גישה חדשה זו, הקרויה "לוחמה רב־ממדית", היא תמצית המענה הצה"לי בבניין כוח ובהפעלת כוח נוכח האתגרים והאיומים הקיימים כבר היום על צה"ל ועל מדינת ישראל, והצלחת מימושה תלויה בפיתוחה וביישומה של תפיסת עליונות חדשה לצה"ל, תפיסת עליונות פורצת דרך ושונה במאפייניה באופן משמעותי לעומת העליונות בממדי הפעולה הקלאסיים של המלחמה, תפיסה שיישומה יהיה זה שיבטיח את מימוש עליונותו של צה"ל ביבשה, בים ובאוויר – **תפיסה לעליונות דיגיטלית**.

## פרק שני: עליונות דיגיטלית

לאורך ההיסטוריה היווה עולם המלחמה תמונת מראה להתפתחות הטכנולוגית והחברתית. לרוב, המלחמה הייתה לזרז הפיתוח הטכנולוגי המשמעותי (בגלל החיבור ההדוק בין עליונות בשדה הקרב וניצחון לבין החידוש הטכנולוגי בו, שטרם נמצא לו מענה), ורק לאחר הטמעת יישומים טכנולוגיים מתקדמים בעולם הצבאי (דוגמת ה־GPS או האינטרנט) הם פעפעו החוצה והחלו להיטמע בעולם האזרחי. במאה ה־21 התהפכו היוצרות, והעושר הטכנולוגי, לצד נגישותו של העולם האזרחי למשאבים, למחקר, לפיתוח וליכולות חישוב פורצות דרך, הובילו לכך שהוא הפך מהיר, סתגלן וחדשני יותר מהמערכות הצבאיות שאליהן נשא פעם את עיניו. מגמה גלובאלית זו כבר זכתה לשמות רבים, בספרות היא מכונה "המהפכה התעשייתית הרביעית" [10], "ובגיליון קודם של כתב עת זה, ה"דיגיטל 2.0" [11], "הוגדר כ"עידן שבו שילוב טכנולוגיית תקשורת אלחוטית (מובייל) עם יכולות עיבוד מידע מתקדמות, מזעור סנסורים ורכיבי עיבוד, מאפשר לשבץ את כוח המחשוב והרשת בחיי היום־יום המעשיים שלנו". ובכך, לדברי הכותב, מעורעים המודלים המסורתיים שעל בסיסם התארגנו עד כה [12].

צבאות העולם כבר מגיבים לשינוי החל סביבנו [13]. משרד ההגנה האמריקאי, למשל, הכריז כבר במהלך 2015 על הקמת תוכנית פיתוח חדשנית, "FlexTech Allience", במסגרתה ישתפו פעולה משרד ההגנה לצד 162 ארגונים אזרחיים [14] לצורך פיתוח פלטפורמות לחימה שונות. המחקר המשותף מתמקד בפיתוח מוצרים ופתרונות טכנולוגיים בקטגוריה המכונה "אלקטרוניקה גמישה היברידיית" – יריעות גמישות שניתן לשלב בהן שבבים וחיישנים שונים, כדי ליצור מערכות לחימה דיגיטליות שניתן ללבוש על הגוף או לעטוף באמצעותן כלי רכב. כל העבודה המשותפת בתוכנית השאפתנית מתקיימת במתקן ייעודי שנבנה לצורך כך בעמק הסיליקון. הממשל הפדרלי, לפי שר ההגנה, השקיע בהתנעת התוכנית 75 מיליון דולרים, שאליהם התווספו 96 מיליון דולר מצד שאר החברות, הארגונים והממשלות המשתתפים בה [15].

ייחודיותה של התוכנית אינה מתבטאת רק בשאפתנותה ובהשלכות המשמעותיות הצפויות לשדה הקרב ולתפיסת הלחימה במקרה של הצלחה. הקמת מתקן הפיתוח בסאן חוזה, ליבו של עמק הסיליקון, היווה פריצת דרך משמעותית בשיתוף הפעולה בין משרד ההגנה לתעשייה הטכנולוגית האמריקאית. מדובר למעשה כבר בצעד שני שאותו עשתה וושינגטון אל עבר קליפורניה, לאחר שבאפריל אותה השנה הודיע שר ההגנה על הקמת שלוחה של הפנטגון, "Defense Innovation Unit X", שמטרתה פיתוח וניסוי רעיונות טכנולוגיים חדשניים [16]. גם יחידה זו הוקמה בלב עמק הסיליקון, מתוך האמונה כי יצירה של אקו־סיסטם תומך חדשנות טכנולוגית תתרום לכל הלוקחים בו חלק.

גם בצה"ל הולכת ומצטברת הגות מפקדים הדנים בצורך הקריטי שבהתפתחות הצבא באמצעות טרנספורמציה דיגיטלית [17]. בולטים בהם שני מסמכייסוד שגובשו במהלך השנתיים האחרונות. הראשון, כאמור, הוא תוצר תכנון התוכנית הרב־שנתית החדשה, "תנופה", שבה עקרונות הבסיס המרכזיים הינם **תמרון רבי־ממדי** הכולל יכולות אינטנסיביות משולבות של מודיעין, אוויר, תת־קרקע, סייבר ולוחמה אלקטרונית; **מהלומות רבי־ממדיות**, שבמסגרתן יונחתו על האויב מהלומות בהיקפים נרחבים ביותר תוך שיפור יכולות הדיוק והקטלניות של יחידות הצבא; **והגנה רבי־ממדית**, הכוללת הגנה אווירית, מכשולים, הגנה בסייבר וארגון מרחבי הלחימה באופן שיאפשר לכוחות הלוחמים לפעול ברמת יעילות גבוהה [18]. מפת הדרכים האופרטיבית של התר"ש מתארת חזון צה"ל־דיגיטלי עתידי, שבו כוחות לוחמים מבוססי יכולות רובוטיות משנים את משוואת הזמן־הישג־מחיר למול האויב, ומאפשרים קיצור משכי לחימה ויצירת הישגים גבוהים יותר למול מחירים מצומצמים. המסמך השני הוא תוצר שלב העיצוב של תהליך "מעבר לרשת", שגובש באגף התקשוב וההגנה בסייבר, המתאר את הווקטור האגפי בבניין הכוח ובהפעלתו, למימושו של חזון הצבא הדיגיטלי [19].

מעבר לכתיבה מעוררת ההשראה ולהגות התפיסתית החדשנית שכה נדרשות בימים אלה, מתקיימים בצה"ל במקביל גם תהליכים דה־פקטו המצמיחים ניצני עולם דיגיטלי צבאי הלכה למעשה. מיצוי התהליכים הללו, לצד הובלה אמיצה של טרנספורמציה דיגיטלית כלל־ארגונית, יביאו לאיסוף, לשינוע, לאגירה ולעיבוד של כמויות מידע עצומות – **על האויב כמו גם על עצמנו**, תוך שימוש הולך וגובר בטכנולוגיות בינה מלאכותית חדשניות ותרגומו של המידע לצרכים המבצעיים הרלוונטיים – **במקום הנכון, בזמן הנכון ובנגישות הראויה** – ויאפשרו לצה"ל את עליונותו הצבאית במלחמה של העידן הדיגיטלי.

## רגע, אז למה לי כל הדיגיטל הזה?

אי־סוף האפליקציות והשירותים הניתנים היום בחינם לכל אחד באינטרנט אין מקורם בנדבנות של חברות הענק המציעות אותם, כדברי האמרה הידועה: **באינטרנט, כשזה חינם – אתה המוצר**. "כבר היום אנו חיים במציאות שבה **לדעת** שקנית מסטיק (באיזה טעם, באיזה גודל, וכמה פעמים בחודש האחרון), יקר וערכי יותר מאשר עלותו של המסטיק עצמו, חומרי הגלם שמהם הוא עשוי ועלויות ההכנה שלו. **המידע הוא החמצן של התהליכים העסקיים של המאה ה־21, ואם הזכרנו קודם שההתפתחות הטכנולוגית היא תמונת מראה לעולם המלחמה, הרי שלמידע יש את הפוטנציאל להיות החמצן גם של התהליכים המבצעיים הצבאיים.**

מהפכת המידע מתאפשרת באמצעות עולם חדש של יכולות טכנולוגיות המאפשרות ניידות וזמינות של מידע בכל תווך ובכל מקום באמצעות שימוש בפלטפורמה עננית מודרנית, בקוד פתוח, בשירותי מידע קיימים, באוטומציה, במימיו מידע ובבינה מלאכותית, במובייל, בקיצור זמני פיתוח ובהגדלת קצב הגידול באמצעות מימוש יכולות מבוססות תוכנה ומינוף קהילת המפתחים העולמית. מימוש יכולות אלו מוביל לשבירת תפיסת הפיתוח ההיררכית המסורתית ([20] Waterfall) ויצירת קהילות ידע ופיתוח המאפשרות פיתוח מאובטח מהיום הראשון (DevSecOps) של טכנולוגיה מבוססת תוכנה. מספיק רק לדמיין את ההישגים הכבירים שאליהם ניתן להגיע לו משאבים ומוחות מכלל גופי הצבא השונים יופנו באופן משותף לכיווני פיתוח תחומי המחשוב והתקשורת החדשניים, ה־Open Compute והמזעור, מהפכת ה־API המחשוב הלביש, רכבי השטח המעופפים, הדפוס התלת־ממדי, הרובוטיקה, הרפואה הדיגיטלית ועוד.

חיבור "הכול להכול" (IoT) "הופך כבר היום (פוטנציאלית) את סבך העצים, הסמטה, הקסבה או הכפר כולו למרחב מרובה סנסורים המופעל באופן מרוחק ואוטונומי. מימוש ארכיטקטורה, תקינה ורגולציה כלל־צה"לית יהפכו את "רשת הרשתות" הבעייתית של היום למרחב אינטרנט מבצעי, פלטפורמה דיגיטלית אחידה, שבאמצעותה יוזרם ויוגש כל המידע הגדול (Big Data) שנוצר בזמן אמת מהמטה הכללי ועד לקצה המבצעי וממנו חזרה. מימיו מידע ובינה מלאכותית ייצרו ידע חדש מהמידע הנאגר והמעובד ורמת המודעות המצבית תעלה משמעותית, יחד עם יכולות משופרות משמעותית של קטלניות מדויקת. כך, ה"התאספות הוולונטרית" של פרטים

המונעים מאינטרס משותף ליצירת יכולות חדשות שמפרות בחזרה ומחדש את מרחב הדיגיטל, יוצרת את מנוע הצמיחה האדיר שלו אנו עדים בשני העשורים האחרונים.

בצה"ל, כאמור, המצוינות המקומית הובילה לנביטת ניצני מהפכת המידע הרתומים ליצירת יכולות מבצעיות כבר כיום. היכולות הדיגיטליות במעברי הגבולות, שימוש במידע לניבוי מקדים של פעולת מחבל או זיהוי פעולת סייבר אויב ברחבי הרשת [21], הינן רק דוגמאות בודדות ליכולות המבצעיות הרתומות את המידע לפעולה הצבאית, למיצוי הסד"כ, לצמצום הנפגעים ומשך הלחימה, להגדלת נפח הפעולה והלמידה המבצעית הפעילה. פלטפורמות הענן והאינטרנט המבצעי, ומערכות מיצוי מידע בתחומי המבצעים, המודיעין וההגנה בסייבר יהיו לבסיס המבצעי-טכנולוגי ההכרחי של חיבור סנסורים ואפקטורים שונים במרחב הלחימה הצה"לי (IOBT – Internet of Battle Things) למשל, במימושה של תפיסת התמרון הרב-ממדי או ההגנה הרב-ממדית בפיקודים המרחביים, תוך שיתוף מידע צה"לי רלוונטי ומשמעותי בעבור הלוחם בזמן אמת, ולקבלת החלטות מהירה בדרגים השונים.

יכולתנו להגדיר את הפוטנציאל אמנם יכולה להיות רחבת מעוף, אך מוגבלת בצילו של הלא-נודע. עם זאת, היתרון המדהים ביצירתן של תפיסה וארכיטקטורה על-זרועית ובמאפייניו הייחודיים של עולם המידע, הוא שהוא "אגילי" ומהווה קרקע פורייה להטמעה רחבה, כלל-צה"לית, של פתרונות עתידיים לאתגרים שעוד לא נודעו. ממד הפעולה הזה הוא שיאפשר לצה"ל כלי בניין כוח כה גמיש וכה חדשני, שהוא יהיה לפלטפורמה העיקרית לחדשנות המשבשת (Disruptive Innovation) שצה"ל מקיים לשם שמירה על יתרונו, קטלניותו ועליונותו מול אויב [22]. פלטפורמה זו תהיה מימושה של תפיסת בניין הכוח מסדר שני, שעליה הרחיב במאמרו נסים חניה, ובמוקדה – הצורך האקוטי של המטכ"ל לחדול מעיסוק ב"פרויקטים" טקטיים ולהתמקד בניהול עולם בניין הכוח הצה"לי הדיגיטלי במונחים "בין-פרויקטליים" מערכתיים (כשם שבעולמות הפעלת הכוח הוא לא דן ב"קרבות" אלא ב"מערכות" [23]).

נוסף על כל אלה, ישנו גם הצד שכנגד. תפיסת ההתמודדות של "הצד השני" עם העליונות הטכנולוגית של המערב, וישראל בפרט, תוארו בהרחבה במהלך שני העשורים האחרונים [24]. גרילה ו"טרורילה", ניצחון באמצעות אי-הפסד, תמ"ס, תת"ק, לוחמת תודעה, פיגועי התאבדות, "שמורות טבע", היעלמות – כל אלה טקטיקות ואסטרטגיות שהלוחמה הא-סימטרית היא תפיסת-העל שלהן. מרחב הלוחמה משתנה כל אימת שאנחנו או הצד השני מפתחים פתרון חדש לבעיה ישנה, שבמהרה הופך לבעיה חדשה ללא פתרון. תחרות למידה זו שקולה למרוץ חימוש שבו הראשון להסתגל לשינוי זוכה ביתרון היחסי (או ב"עליונות זמנית").

מהירותה של התחרות רק עולה, וכאילו במיוחד בשבילנו ישב וכתב דרווין על סתגלנותו של השורד ועל סגולתו של המנצח להקדים ולזהות פערים, להשתנות ולהתאים עצמו על-פיהם. ככל שנסבך את התהליכים המבצעיים המתקיימים, נסאב ונאט את תהליכי בניין הכוח, או נעמיס את מערכות השו"ב בשיח מורכב מול אינ-סוף מערכות אחרות באינ-סוף חיבורים נקודתיים ורופפים – נמצא עצמנו בצד הלא נכון של שולחן הורדת הידיים האבולוציוני. כך, המטרה המבצעית המובהקת במימושה של טרנספורמציה דיגיטלית כלל-צה"לית היא בשימור העליונות בתחרות הלמידה באופן בר קיימא, עתיר משאבים וארוך טווח.



## מדוע אנחנו עוד לא שם?

"שנינו מצויים על הגנת מדינת ישראל! בכסף שאתה משקיע ברכישת המחשב, בהתקנתו ובהפעלתו, יכולתי לבנות עוד מסלול המראה בחצרים וברמת דוד, וברור תרומתו של מי תהיה גבוהה יותר בהגנת הארץ, אתה עם המחשב שלך או אני עם מסלול נוסף, שיאפשר הזנקת מטוסים בקצב כפול!"



מפקד חה"א, אלוף עזר ויצמן בדבריו למרדכי קיקיון, מפקד ממר"ם הראשון

מרץ 1960

עמירה שחר, **בחזית המחשוב** (הוצאת משרד הביטחון: תל אביב, 2002), עמוד 64.  
מקור התמונה: אתר מוזיאון הפלמ"ח

תחום המחשוב הרחב והרשתות הארגוניות בצה"ל החל לצבור תאוצה כשהצבא היה כבר עמוק בתוך עידן תשלובת האוויר-מודיעין של סוף שנות התשעים, תחילת האלפיים. המחשבים החדשים שהוצבו על שולחנותיהם של מפקדים ושל חיילים החלו להתחבר זה לזה, רשתות ארגוניות הוקמו לראשונה כדי לייעל תהליכי עבודה וכבר אז נוצרה ההבנה בתוך הגופים מפעילי הכוח כי לייעול העבודה יכולות להיות משמעויות מבצעיות גדולות. תשלובת האוויר-מודיעין דרשה בבסיסה יכולת תקשובית גבוהה בכל אחד מהארגונים, וכעת נוצרה הזדמנות לחברם ברשתות ובמערכות מבצעיות לצורך ייעול התהליך המבצעי, וכך הועצמו היבטי השילוביות והקישוריות הבינ-זרועית בעיקר בין חה"א לבין אמ"ן.

בהיעדר גולטור תקשובי כלל-צה"ל, נוצר מצב שבו למעשה כל זרוע יצרה לעצמה "אי תקשובי", מערכות לא דיברו זו עם זו ולא יכלו לעשות כך לא רק בגלל ש"לא היו מחוברות", אלא בעיקר משום שהן היו בנויות בצורה שונה זו מזו. הקמתו של אגף התקשוב ב-2003 אמורה הייתה לשים סוף ל"מערב הפרוע התקשובי" בצה"ל ולהביא לכדי בשורת שילוביות וקישוריות בעבור כל הצבא. חזונו של אגף התקשוב בתחילת הדרך, כפי שהתווה אותו ראש אגף התקשוב הראשון, אלוף יצחק (חקי) הראל, היה "מדיניות תקשובית אחת וכוללת, אחריות תקשובית בכל הרמות, השלם התקשובי מוביל", והיא שאמורה הייתה להוביל למציאות ש"כולם ידברו בשפה אחת וישתמשו במערכות המתקשרות זו עם זו [25]". חזון זה מצא ביטוי בתפיסת "צה"ל ברשת", אשר הורכבה משלוש תוכניות מרכזיות: תוכנית "מרחבים", שנועדה להרחיב את הקישוריות בנפחי התקשורת ואשר בפריסתה ובייעודה היה רישות צה"ל ברשת רחבת סרט, שרידה וחסינה; תוכנית "עולמות", שעסקה בגיבוש תפיסת שילוביות, הגדירה את השפה ואת התקנים לתהליכים המבצעיים שאפשרו חיבור בין מערכות השו"ב הזרועיות האחריות כל אחת למעשה המבצעי הזרועי שלהן; ותוכנית "הגנות", שנועדה לספק את מענה הגנת המידע מול איומי הסייבר שהחלו מתפתחים באותה העת [26].

אבל בשל התנגדות גדולה של מרכזי הכוח הזרועיים, ובראשם חיל האוויר, לתפיסת "צה"ל ברשת" בכלל, ולתוכנית "מרחבים" בפרט (בשם העצמאות הזרועית), ולאור החיבור העמוק שהיה בין התקשוב לבין כוחות היבשה (עוד מאז הקמת "שירות הקשר" של ה"הגנה" ב-1937), בסופו של דבר הופנה המיקוד לרישות "מטכ"ל" של צבא היבשה (עם תוכנית צי"ד כתוכנית הדגל) וגופי המטכ"ל בלבד. לצד זאת, המשיכו לצמוח יחידות טכנולוגיות זרועיות שנועדו לענות על צורכי השעה המבצעיים בהקשרים זרועיים, והריחוק הטכנולוגי והארגוני-תרבותי ביניהן העמיק והתקבע. בפועל, לא נוצרה פלטפורמה תקשובית משותפת חיה, פתרון נקודתי "נתפר" לכל בעיה בנפרד נוכח צורך מבצעי, ומשאבים כבירים הושקעו על הישגים מצומצמים, שמובצעו בזמן ארוך יחסית בעבור צורך מבצעי קונקרטי, והניבו תוצאות לזמן קצר, תוך התמקדות בשיפור ובמיכון יכולות קיימות.

ההתנגדות שקמה ליישום "צה"ל ברשת" לא הייתה פועל יוצא של מלחמות ארגוניות, אלא דווקא של כשל תפיסתי, במסגרתו לא נמתח הקו המתבקש בין שילוביות כלל-צה"לית עמוקה, לבין התועלת האופרטיבית והאפשרויות המבצעיות הרבות שאליהן היא תוביל. ב"צה"ל ברשת" לא קרה מה שקרה, אמנם משמעותית מאוחר יותר, במסגרת תהליך "מעשה אמ"ן" שהובל באגף המודיעין ע"י ר' אמ"ן דאז, אביב כוכבי. בתיאורם את הבעיות ואת התובנות שהתגבשו במהלך התהליך ושהובילו לשינוי משמעותי באופן הניהול של הדיגיטל באמ"ן, נראה כאילו מתארים כוכבי ואורטל את בעיות הדיגיטל של צה"ל כולו, שהתעצבו במהלך שנות האלפיים: "על-מנת לממש תובנות כמו הצורך בשילוביות עמוקה, הצורך בפעילות מודיעינית חוצת-זירות, הנגשת המודיעין לדרגים מבצעיים, ומעל הכל הצורך לשתף במידע את כל מי שזקוק לו, הבנו שיידרש שינוי מהותי באופן בו אנו בונים את עיקר **האמל"ח המודיעיני המרכזי שלנו** – **מערכות המידע**. אם בעבר היה כל מערך אמון בנפרד על-פיתוח מערכות המידע והתשתית הייעודיות שלו, **הרי שכעת נדרשת התארגנות שונה**. המתח הארגוני כאן היה מהחריפים בהם נתקלנו. **מערכות ה-זוהייעודיות נבנו במערכים השונים לצרכים ספציפיים, היו תפורים למידותיהם והיו חלק מהותי ממקורות העוצמה שלהם**. הבנו שאנו צריכים **מצד אחד לאפשר את המשך העצמאות של המערכים בפיתוח יכולות ייעודיות מקצועיות, ומצד שני להגדיר תקינת תקשורת משותפת שתאפשר את ההיתוך והשילוביות הכל כך נדרשים**. מתח זה התברר בדיעבד כאחד המתחים המורכבים ביותר לגישור, ולאודווקא רק מטעמים של אתגר טכנולוגי [27]."

תפיסת "צה"ל ברשת", כפי שסיכם במאמרו מפקד לוט"ם לשעבר, תא"ל דני ברן, אמנם מימשה הלכה למעשה את המצופה ממערכות תואמות של האתגר המבצעי של העשור הקודם, אך החמיצה את הפוטנציאל המבצעי הכביר הנעוץ בשילוביות, והיא פעולת גורמים נבדלים להשגת מטרה משותפת תוך מיצוי הערכים הייחודיים שכל אחד מן הגורמים מספק בהובלת מערכה בסביבה סבוכה [28].

עשור אל תוך הקמת אגף התקשוב, הגיעה תפיסת "צה"ל ברשת" אל תקרת זכוכית, וכתוצאה ממגמות נוספות נוצרה שעת כושר לגיבושה של תפיסת המשך, "צה"ל רשת". הרעיון המרכזי שעמד בבסיסה היה ההבנה שלצה"ל נדרשת טרנספורמציה דיגיטלית מהפכנית ורב-ממדית. בשונה מקודמתה "צה"ל ברשת", כוונה תוכנית "צה"ל רשת" לרשתיות ולשילוביות הזרועות במובן העמוק ביותר, והיא כוונה לאופטימום הדיגיטלי המבצעי הצה"לי, בשונה מקודמתה שכיוונה לאופטימום הזרועי ולחיבוריות שבין הזרועות [29].

"צה"ל רשת" היא תפיסה מהפכנית (יש שיגידו שאף הקדימה את זמנה) ובשורתה הייתה להביא למשתמש המבצעי שבקצה תשתיות רשת קוויות וסלולריות רחבות סרט, ונגישות מלאה למידע המעובד במרכזי ליבה ומשותף לכל סוגי הכוחות הלוחמים במרחבי עבודה דיגיטליים משותפים. מימוש התפיסה מתקדם לאט וחוזה אתגרים טכנולוגיים וארגוניים רבים, כפי שהרחיבו על כך משמעותית במאמרו בגיליון קודם של כתב עת זה, טלי כספי-שבת ואור גליק. לדבריהן, לוקה צה"ל בכמה מדדים לבחינת מוכנותו של ארגון לטרנספורמציה דיגיטלית, ובהם הגדרת אסטרטגיה, קיום פלטפורמה דיגיטלית ושותפים לטרנספורמציה, פיתוח מוצרים ומשאבים דיגיטליים, הקצאת משאבים ויכולות, וכן חסמים ארגוניים-תרבותיים בארגון [30].

האתגר הגדול ביותר העומד בפני יישומה של הטרנספורמציה הדיגיטלית בצה"ל, הוא אתגר פנימי, הנובע דווקא **ממצינות מקומית** – גופים המבקשים להשתנות ולהתמודד אחרת עם אתגרים טכנולוגיים שבהם הם נתקלים, ופועלים בכיוון. הבעיה המערכתית נוצרת כאשר בתוך הארגון הצבאי נוצרים יותר מדי כיווני עשייה שונים שאינם מתגבשים לכדי וקטור עשייה מרכזי שבכוחו להצמיד את הארגון כולו קדימה במסגרת ריכוז מאמץ לבניין כוח דיגיטלי.

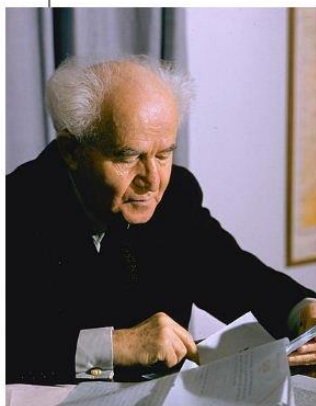
התרבות הצה"לית מכתובה מתן מענה מעולה לפי בעיה קונקרטית. כך, הפתרונות הטכנולוגיים המתהווים הם אולי מצוינים, אך הם אינם מפותחים במסגרת היגיון מערכתי וארכיטקטורה מערכתית שמאפשרים חיבורים לתהליכים מבצעיים עתידיים. פרויקטי בניין הכוח הטכנולוגיים הללו נותנים את מענם כל אחד בתחומו שלו, בזרוע שלו (ולרוב בצורה לא רעה), אך הם לא מתחברים לקונטקסט צה"לי אחד שיאפשר להם לדבר זה עם זה. התקשורת ההדדית הזו, המאפשרת שיתוף ועיבוד מידע, היא תמצית התכלית המבצעית שמאחורי הדיגיטל בצה"ל. בלעדיה, לא ניתן לבנות פלטפורמות ייצור ושיתוף מידע, ולכן לא ניתן לייצר מענה לבעיות

קיימות, לא כל שכן מענה עתידי לבעיות שעוד לא קיימות. חוסר הסתכלות ועיסוק מערכתיים בהקמתן ובפיתוחן של פלטפורמות הענן והרשת מאט את הטרנספורמציה הארגונית ומעסיק את בוני הכוח "בכל עץ בנפרד", מבלי לראות ולתכנן את היער. אופי פעולה שכזה גורם להתבדרות ארגונית ולבזבוז משאבים משוע מול היעדים הצה"ליים ובוודאי בתחרות שמול האויב. זו גם הסיבה מדוע מימוש "טרנספורמציה דיגיטלית זרועית", גם במידה ותתממש בכל אחת מהזרועות במנותק האחת מהשנייה, לא תוביל למימוש החזון הדיגיטלי המבצעי של צה"ל כפי שמכתיבים לנו תפיסת הניצחון המטכ"לית ותר"ש "תנופה".

המגמות הטכנולוגיות הבלתי ניתנות לא רק שאינן תורמות לשינוי הקצב ולשינוי "הדיסקט" הדחופים שלהם נדרשת מערכת בניין הכוח בצה"ל, **הן פוגעות בה פגיעה אנושה**. יתר על כן, תפיסת השילוביות שהובילה את פעילותנו במהלך העשור הקודם לא רק שהגיעה לתקרת זכוכית, אלא שאף הפכה מכשול בדרך לרב־ממדיות. כדבריו של תא"ל ערן אורטל כבר במאמרו מ־2016 בכתב עת זה, "בעידן המזעור והרישות בו אנו חיים צריך וגם ניתן לבנות כוח שייחנה מעיקר היתרונות שיוחסו עד כה ליכולות "סיוע" בלבד, מבלי לשלם את מחיר מנגנוני התיווך. [...] למה הדבר דומה? להבדל שבין שני התקנים שונים: האחד מתקן המחבר בין GPS מחשב נייד, טלפון סלולארי, מצלמה דיגיטלית וחיישן; והשני – סמארטפון [31]."

נדרש, אם כן, שינוי משוואה ומימוש תפיסה חדשה שיאפשרו לצה"ל את הזינוק ואת הפריצה אל מרחבים שהוא רק החל לטעום מהם, ואיביו עוד לא חלמו לעשות כן. **מימושה של "מהפכה 4.0" בשדה הקרב של 2025 יהיה כהצגתו של האיפון הראשון ב־2007.**

## פרק שלישי: העליונות הצבאית החדשה והדרך לעליונות דיגיטלית



"[...] לא קל אצלנו לשבור כלים, גם אם אבד עליהם כלח; כי גם "המהפכנים"

שבתוכנו הם ביסודם שמרנים אדוקים, ואצלנו מקדשים את הקליפה גם

כשתוכנה התרוקן."

דוד ברגוריון, על ההכנות למלחמת העצמאות

1950

מקור התמונה: ויקיפדיה

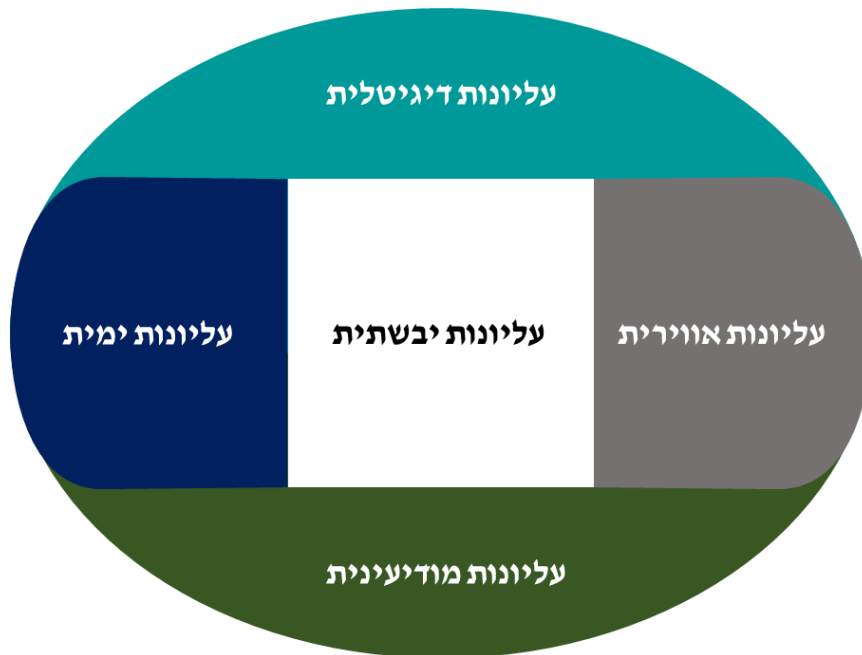
בכנס "צה"ל והחברה הישראלית" ע"ש רא"ל אמנון ליפקין־שחק ז"ל שהתקיים בדצמבר 2019 במרכז הבין־תחומי, הרצה הרמטכ"ל רא"ל אביב כוכבי בנושא תפקידיו, אתגריו ומעניו של צה"ל אל תוך שנת 2020 ואל תוך העשור השלישי של המאה ה־21. בדבריו התייחס הרמטכ"ל לבניין הכוח ולאופן שבו עלינו לבנות את כוחנו לאור אתגרי היום והעתיד כך שיהיה "מותאם לאתגרי השעה ולמציאות שמשתנה בקצב מסחרר". בדבריו אמר כי "היעד המרכזי של צבא, מעבר להגנה, הוא לעסוק מבוקר ועד ערב בשיטות שמשכללות את היכולת להשיג ניצחון ובפרק זמן קצר יותר. קל מאוד להסתפק בהווה, קל מאוד להסתפק בשיטות הקיימות והנוכחות. קל ולא מספיק. קל ולא נכון". על בניין הכוח המשיך הרמטכ"ל ואמר כי "קל מאוד להשקיע בהווה, לקנות את האמל"ח, האמצעים והשיטות שאנחנו מכירים. קשה יותר לדמיין איך יראה שדה הקרב העתידי. מפתה יותר להשקיע במה שהגבול, או חיל האוויר או חיל המודיעין צריכים מחר בבוקר כדי לקיים את המשימות שלהם, מאשר להשקיע את הכסף בפרויקטים ארוכי טווח שהפירות שלהם ייראו רק בעוד 5, 8 לפעמים 12 שנים. חובתנו לזרוע את הזרעים, לשתול את השתילים ולהניח את המסילות לצבא של עוד 5, 10 או 20 שנה [32]."

הרמטכ"ל המשיך ואמר (ההדגשות שלנו) "אין ארגון שלא כופה על עצמו להשתנות [...] (ההשתנות) היא לא פריבילגיה. היא הכרח. **אל מול המציאות המשתנה, מול מרחב אורבני, הטילים והרקטות – מול כל אלה אנחנו צריכים לדעת להשתנות** [...] המסקנה הבסיסית היא שלא די במלחמות מהסוג הזה [הישן], לא די להגיע לקו אבו־עגילה או רמת הגולן ולהגיע לקו מסוים, חלק מרכזי בהישג המרכזי חייב להיות השמדת הנכסים של האויב [...] **יעד מרכזי ששמנו לעצמנו [הוא] הגדלת הכושר ההתקפי ברזולוציות גבוהות ובהספקים גדולים ביותר** [33]."

מימוש חזונו של הרמטכ"ל מחייב בחינת עומק ושינוי משמעותי בתפיסת בניין הכוח הצה"לית, ובעוד שורות אלו נכתבות, כבר ננקטים צעדים משמעותיים, דוגמת החלטת הרמטכ"ל לשנות את מבנה אגף התכנון בצה"ל ולמקד את עשייתו בבניין הכוח ובחדשנות העל־זרועית בתחום [34]. אך מעבר לשינויים המבניים־ארגוניים שעל הצבא לעבור, חישוב מסלול תפיסתי מחדש צריך למצוא את ביטוי באופן שבו נלחם צה"ל ובונה את כוחו על־מנת להילחם. כשם שתפיסת עליונות התשלובת אוויר־מודיעין החליפה את תפיסת עליונות התמרון היבשתי, כך גם בשלה העת לכינונה של תפיסת עליונות צבאית חדשה המיישרת מבט נוכח אתגרי ההווה והעתיד ומביאה לכדי ביטוי את הלוחמה הרב־ממדית. חשוב לציין שבניגוד לשיטות עבר, שבהן הכוח המודיעיני־אווירי למעשה החליף את הכוח היבשתי, כאן אין הכוונה בהחלפתה או חלילה בביטולה של העליונות האווירית־מודיעינית כחלק מרכזי בתפיסת הניצחון ובתפיסת העליונות הצבאית. נהפוך הוא, מרכיב תקיפת המטרות ימשיך להוות נדבך מרכזי בתפיסת ההפעלה שחשיבותו אף תגדל, ולראיה נוספת – הקמתה של מנהלת המטרות המטכ"לית לפני כשנה [35]. **אך זה, כמאמר הרמטכ"ל, לא מספיק**. על־מנת להביא לכדי מימוש את חזון הלוחמה הרב־ממדית, **נדרש חיזוק ואיזון יכולות בכלל מרחבי הפעולה הצבאיים הפיסיים**, ועל־מנת לממש ולהגדיל את הכושר ההתקפי ברזולוציות הגבוהות ובהספקים הגבוהים שעליהם דיבר הרמטכ"ל – נדרשת עליונות דיגיטלית על־זרועית מגשרת, שתאפשר את איסופו, את שינועו, את עיבודו ואת תרגומו של כלל המידע הנדרש על־מנת לייצר כוח אש אווירי, יבשתי וימי רלוונטי, וכן כוח תמרון משולב רלוונטי, המשרתים את תפיסת הניצחון החדשה.

בתפיסה חדשה זו, כאמור, מאמץ מבצעי הוא איננו זרועי בלבד, ואפילו לא רב־זרועי בלבד (בתצורתו הרחבה ביותר), אלא הוא רב־ממדי – כלומר, כזה המתקיים במקביל בכמה זרועות, ובתוך יחידות רב־ממדיות אורגניות שבהן באים לידי ביטוי כלל הזרועות וממדי הפעולה, על־מנת להביא לידי ביטוי את האופטימום הכלל־צה"לי הן בביטוי הטקטיים בקרב בודד, הן בביטוי המערכתיים בשדה המערכה. הטיל, המטוס, הטנק והספינה אינם עומדים עוד בפני עצמם ככלים זרועיים המשרתים משימה זרועית בלבד, ואפילו לא ככלים מטכ"ליים הפועלים יחד עם הגיונות זרועיים נוספים ומשתלבים במשימה אחת, אלא עליהם לשרת משימה צה"לית רחבה הנדרשת להתקיים באופן מסונכרן, אופטימלי, בכמה ממדים ובזמן אפסי.

**העליונות הצבאית החדשה, אם כן, היא עליונות ההיתוך; היא העליונות ההיברידית של השלם (הגדול מסך חלקיו) המורכב מעליונות אווירית, עליונות ימית ועליונות יבשתית, הרוכבות שלושתן על עליונות מודיעינית רוחבית, ואילו מכוננת הרב־ממדיות, היא העליונות הדיגיטלית העל־זרועית** [36].



איור 2: עליונות ההיתוך

מימושה של העליונות הדיגיטלית העל-זרועית בא לידי ביטוי בעולם הטכנולוגי הצה"לי בשני וקטורים מרכזיים – וקטור השינוי הארגוני-תרבותי, אשר מיושם באמצעות מנהלת הטרנספורמציה הדיגיטלית החדשה, ווקטור שינוי תפיסת הפיתוח הטכנולוגי ומיקוד בניין הכוח הטכנולוגי אשר בא לידי ביטוי ביחידת לוט"ם, היחידה לדיגיטל ומידע באגף התקשוב וההגנה בסייבר.

## טרנספורמציה דיגיטלית

במהלך השנה האחרונה הוקמה תחת אגף התקשוב וההגנה בסייבר **מנהלת הטרנספורמציה הדיגיטלית** הצה"לית, ביטוי נוסף למחויבותו של הרמטכ"ל לתהליך טרנספורמטיבי זה – מחויבות כה חשובה שמבטאת גם את ההכרה בחשיבותו ובדחיפותו של התהליך. המנהלת (נקרא לה בשמה המקוצר – מנהלת ט"ד), שמשמיתה העליונה היא הגדרת אסטרטגיה דיגיטלית צה"לית אחודה, תוביל את הטרנספורמציה הדיגיטלית בצה"ל ברמה הארגונית, המבצעית, הטכנולוגית והתרבותית, תוך הגדרת הארכיטקטורה הדיגיטלית הצה"לית והתקינה התומכת אותה, והאכיפה שלהן בבניין הכוח בכלל הזרועות. ראש אגף התקשוב הוגדר בתור ה-**CDO (Chief Digital Officer)** של צה"ל, ומטעמו הוגדרה מנהלת ט"ד כגוף המטכ"לי שבאחריותו לעצב את הארכיטקטורה הדיגיטלית הצה"לית עד לקצה המבצעי, על-פי תיעודף שיקבע על-ידיה יחד עם אגפי התכנון והמבצעים, וכן גורמי בניין הכוח הזרועיים.

כיוון שבניין הכוח הצה"לי מבוזר בין ממדי הפעולה מחד גיסא (תרבות ה"סילוים"), ומאידך גיסא פועל במנהלות ייעודיות בתחומים מקצועיים ספציפיים (דוגמת מנהלת "חומה", מנת"ק וכו'), תישען ההתארגנות הארכיטקטונית על מבנה מערכת זה, מתוך ראייה של **אבולוציה הבונה על הקיים**, מתוך הבנה שניתן לקיים משילות ארכיטקטונית במערכת מבוצרת מעין זו, ובאמצעות הקמת מערכת מבנים ארגוניים תומכים המאפשרים את ההשתנות הארגונית-תרבותית הנדרשת.

בתוך כך, הוגדר גם "פו"ש דיגיטלי" – בתוך כל זרוע הוגדר CDO זרועי כבעל סמכות ואחריות זרועית גוברת בקרב גופי בניין הכוח הזרועיים, אשר יעצב את הארכיטקטורה הדיגיטלית הזרועית (הנגזרת מהארכיטקטורה המטכ"לית) בכלל פרויקטי הזרוע, בדגש על התוכניות המרכזיות והאסטרטגיות שלו. בכלל זה, יפעל ה-CDO הזרועי גם במרחבים התקשוביים הקלאסיים וגם במרחבי הפלטפורמות, הסנסורים והחימושים באופן שיאפשר רציפות מעבר מידע בין כלל הרכיבים וייצר סינרגיה משמעותית בין גורמי בניין הכוח הזרועיים. גם על מפא"ת לבצע את השינויים ואת ההתאמות הנדרשים – הן על-מנת לקרב ככל שניתן בין האקו-סיסטם

המפותח באזרחות (הרבה מעבר לגבולות התעשיות הביטחוניות), לזה הצבאי, גם בהתאמת מערכת המו"פ והמנהלות לפעולה בהתאם לעקרונות הללו.

השינוי חייב להתבטא בשפת בניין כוח משותפת, בייעול תהליכי האישור והבקרה, בשיטת התקצוב, בהתאמת מערכת המו"פ, בהכוונה ריכוזית ליצירת קוהרנטיות צה"לית מול שימור הפיתוח המבוזר, ובביסוס תפיסה מערכתית ליישומה של הטרנספורמציה הדיגיטלית. ראש מנהלת ט"ד, תא"ל זיו אבטליון, תיאר את השינוי כמורכב מארבעה רובדי פעולה מרכזיים: "האחד – שיפור היכולת המבצעית – להפכה למערכת מבצעית יעילה, מהירה, לומדת, עם הנגשת המידע הנדרש לקצה, להגדלת היתרון האיכותי; השני – רובד השירותים – לקצר, או לשנות שירות, לעשותו ליעיל יותר, או בעלויות מופחתות; השלישי – חוויית המשתמש – הנגשת המידע הרלוונטי בצורה ידידותית ללוחם בקצה, או למהנדס במשרד; הרביעי – תהליכים לא מבצעיים אלא רכש או פיתוח באג"ל. זאת לצד פיתוח מקצועות חדשים ולימוד והנגשה של המפקדים לעולם הדיגיטלי, כי זו מנהיגות אחרת[38]."

אם למקד את עקרונות הטרנספורמציה הדיגיטלית לצה"ל לטווח הזמן הקרוב והבינוני, הרי שניתן לסכם בחמש נקודות עיקריות:

- מימוש תהליך טרנספורמציה דיגיטלית צה"לית **תחת תפיסה אחודה לאור סדר תנועה צה"לי תוך שמירה על הכשירות המבצעית**;
- **הגדלת היוזמה הזרועית והעצמת המצינונות המקומית בגופי הפיתוח הזרועיים**, תחת ההיגיון המסדר האחיד;
- **חיבור הדוק לפיתוח התפיסתי של עולם שדה הקרב העתידי** (הלוחמה הרב-ממדית) ומימושו על היבטיו הטכנולוגיים;
- **מיקוד במימוש יכולות בעולם המתמך הטקטי הצה"לי ("עד הקצה" – היבשתי, האווירי והימי)**;
- **מיקוד ביכולות רחבות בקוונטת צמיחה של 1-2 שנים, לצד השתלבות בתכנון המתעדכן של בניין הכוח הצה"לי ארוך הטווח.**

## "אמזון צה"לי"

וקטור השינוי השני המובל על-ידי אגף התקשוב וההגנה בסייבר, כאמור, הוא במיקוד בניין הכוח הטכנולוגי המובל באגף על-ידי יחידות לוט"ם.

"ההזדמנות למצות את הרגע", כתב ראש אגף התקשוב וההגנה בסייבר, אלוף ליאור כרמלי, בפתח גיליון "דיגיטל 2.0" של כתב עת זה, "לנצל את העוצמה הטכנולוגית של מדינת ישראל, ולפתח את עוצמתה הצבאית – היא אדירה. הבינה המלאכותית (Artificial Intelligence) כמגמה טכנולוגית מרכזית במסגרת מהפכת המידע, מהווה פוטנציאל משמעותי למקסום האפקטיביות המבצעית בצה"ל. זאת מאחר שהיא מאפשרת גיבוש תובנות וקבלת החלטות מושכלת על-ידי מיצוי נתוני עתק (Big Data) בזמן אפסי, הודות לכוח העיבוד של המחשבים בני זמננו. ככל שמתפתחת הטכנולוגיה, ומתעצם המפגש בינה לבין הלחימה בשטח, אנו עדים לפוטנציאל הרב הגלום במיצוי המידע המבצעי ללחימה[39]."

מימוש הפוטנציאל העצום שעליו דיבר ראש האגף הוא חץ הצפון במצפן שעל-פיו פועלים היום אגף התקשוב וההגנה בסייבר בכלל, ולוט"ם, היחידה לדיגיטל ומידע, בפרט. בתוך כך, מנחים אותנו כמה עקרונות יסוד שכל אחד בתחומו מבטא וממזה יכולת צה"לית אחרת בדרך אל הטרנספורמציה הדיגיטלית של הצבא כולו, הממומשים ביחד עם כל שותפינו בזרועות:

- **ארכיטקטורה ותקינה דיגיטליות כללי-צה"ליות** – משטור בניין הכוח הדיגיטלי הכללי-צה"לי לצד הישענות על תרבות בניין הכוח הזרועית היא משימה מאתגרת. עם זאת, כששדה הקרב העתידי יהיה מרחב מרובה סנסורים הדורש איסוף, שינוע, אגירה ועיבוד מידע, שלאחר מכן מתורגם למשמעויות אופרטיביות הן בעבור המפקדה, הן בעבור החייל בשטח – נדרש תכנון ארכיטקטוני מושכל ומסונכרן בין כלל הגופים בוני

הכוח של המרחב הדיגיטלי הזה, על-מנת שהתהליך עצמו יתקיים באופן הטוב והיעיל ביותר. על בניין הכוח לעבור טרנספורמציה מארכיטקטורה של "סילואים" שבה כל זרוע, ולעיתים אף כל פרויקט, הביאו מענה מקצה לקצה, לארכיטקטורה של סנדוויץ', קרי שכבות, שבה מתקיימת הסתכלות אחת שלמה על הצורך המבצעי, וכל זרוע מממשת וצורכת את מה שהיא צריכה משכבות הרשת, הענן, המידע ויתר השירותים, לטובת השגתו של הצורך המבצעי. כך, למשל, נוצרה תפיסת "פריסת" השימוש בענן מהקצה המבצעי ועד למטה הכללי, באמצעות "ענן", "עננונים" ואף "ננו-עננונים". לכל אחד מהשלושה מאפיינים ייחודיים משלו, יכולות עיבוד הרלוונטיות למשתמשי ותכונות המאפשרות לו שרידות במתארים שונים. ה"ננו-עננון" וה"עננון", למשל, מתוכננים לעבוד בנתק, ולשרת כוח אורגני ברמת האוגדה והחטיבה ("עננון"), והגדוד ("ננו-עננון") בזמן לחימה מעבר לקווי האויב. אם להמשיך עם הדוגמה, על כל אחד מהלוחמים בצוות יהיה מחשוב לביש רווי סנסורים, על כל אחד מהאמצעים שהם יפעילו יהיו סנסורים אחרים, וכן על הרחפן שילווה אותם, או על הסטי"ל שיעגון מרחק רלוונטי מהם, יהיו סנסורים קריטיים בעבור הפעלת הכוח הטובה ביותר ספציפית בעבור הצוות המדובר. עם מי "ידברו" כל הסנסורים הללו? באיזו ליבה ייאגר ויעובד המידע שמשדר כל אחד מהם, ומה יזהה אנומליות או יזהיר מפני סכנות שמתפרשות מעיבוד המידע שמכלול הסנסורים דיווח? ה"ננו-עננון" וה"עננון" הם התשובה לכך. הם התשובה בעבור כלל הסנסורים העתידיים שעוד לא קיימים היום, ושאוּלי אנחנו אפילו לא יודעים שנצטרך אותם בעתיד. לכל אלה – יהיה עם מי לדבר, **הפלטפורמה הדיגיטלית**

### **בקצה תחכה להם מוכנה.**

למעשה, אנו הופכים את השיטה שבה אנו עוסקים בארכיטקטורה הדיגיטלית בצה"ל; אם בעבר פרויקט היה מגבש ארכיטקטורה לעצמו ומאשר אותה מול גורמי התכנון, הרי שכעת אנו קודם כול מגדירים את הארכיטקטורה ואת התקינה הצה"לית, ואילו על הפרויקטים חלה החובה "לגזור משמעויות" מהן, ולתכנן את עצמם בהתאם. ברוב המקרים, גורמי התכנון אף מספקים את הפלטפורמה שמקלה על-פיתוח הפרויקטים החדשים ומקנה להם בסיס נוח להתפתח נוכח הצורך המבצעי הקיים או העתידי. גישה זו עולה בקנה אחד עם דבריו של הרמטכ"ל, שקבע לאחרונה כי **על הארכיטקטורה והתקינה להיות כפרפר** – בעלות גוף קשיח, קרי מוגדרות היטב, ברורות ומחייבות, וכנפיים גמישות שיאפשרו לגורמי בניין הכוח להתקדם בקצב מהיר במימוש הפרויקטים השונים, בין היתר על-ידי צמידות נמוכה בין מערכת למערכת.

## **מבין העקרונות הארכיטקטוניים המובילים ניתן למנות את הבאים:**

### **עקרונות חוצי שכבות**

- **פתרונות מבוססי תוכנה** – בכל שכבות הארכיטקטורה נדרש לתכנן וליישם פתרונות מבוססי תוכנה ("Software Defined Everything" (SDx)) בעלי רכיבים פיזיים ייחודיים מעטים ככל שאפשר. פתרונות אלו יאפשרו לצה"ל להגיש את החומרה למפתחים ולמתפעלים בצורה נוחה, תוך יצירת גמישות בניצול ובניהול משאבי המחשוב והרשת, יצירת שכבות הגנה נוספות, אוטומציה ויכולות מתקדמות, כגון ויסות תעבורה וכוח מחשוב לתהליכים, מה שיאפשר השתנות מול צורך מבצעי משתנה.
- **ארכיטקטורה מבוססת שירותים** – תכנון ומימוש פרויקטים בצה"ל נכון שיתבסס על "כלכלת שירותים", אשר תאפשר חיבור בין יישומים שונים המפותחים בגופי הפיתוח הצה"ליים השונים ובכך תסייע לייצר היתוך של תהליכים מבצעיים ללא צורך בפתרונות מתווכים. פירוק היישומים הקיימים לרכיבים קטנים, תוך הפרדת צמידויות בין השירותים השונים ומתן עצמאות לכל שירות, יאפשר ביצוע עדכונים לרכיבים בודדים במערכת בזמן מהיר ותוך נקיטת סיכונים מזעריים. הפרדת הצמידויות בין המיקרו-שירותים תאפשר למערכות צה"ל להיות אלסטיות – לגדול או לקטון בהתאם לצורכי הביצועים או לכמויות המשתמשים של כל שירות.
- **קוד פתוח** – תכנון ויישום פתרונות מבוססי קוד פתוח (Open Source) בעלי קהילה עולמית רחבה אשר עוסקת בפיתוח התדיר של מוצרים אלו. שינוי זה, בשילוב ההכוונה

ליישום פתרונות פתוחים ומודולריים אשר ניתנים לשדרוג מהיר ומאפשרים תוספת תכולות ממוקדת, יאפשרו גמישות רבה בשינוי ובפיתוח מוצרים על-פי הצורך המבצעי המשתנה, ואף הטמעת פתרונות מהירים וקיימים הנחשבים מאובטחים יחסית בהיבטי הגנה בסייבר.

## עקרונות בשכבת הרשת

- **תקשורת קוסטנדרטית** – על כל פרויקט בצה"ל לצורך/לספק תקשורת IP סטנדרטית ללא פרוטוקולי תקשורת ייעודיים החל מהפלטפורמות, דרך העננים ועד הענן המבצעי.
- **תכנון רשתות תקשורת צה"ליות מבוססות תוכנה** – כלל הרשתות הנייחות במרחב יתוכננו בהתאם לארכיטקטורת (Software Defined Network) SDN וכלל הרשתות האלקטרו-מגנטיות (RF) יתוכננו עפ"י (Software Defined Radio) SDR.
- **תקינת שינוע מידע סנסוריאלי ברשתות סנסוריאליות מרכזיות וייעודיות עפ"י סטנדרנט צה"לי אחד.**

## עקרונות בשכבת ה־IT

- **פיתוח מערכות המאפשר השתנות רציפה** – הצורך בהשתנות רציפה במהירות ובקצב התואמים את קצב השתנות המציאות, והצורך ביכולת התאמת מערכות המידע בהתאם לצרכים המתהווים בשדה הקרב, מחייב את צה"ל להתאים את התפיסות, את המתודולוגיות ואת התהליכים התומכים. שינוי זה נחוץ על-מנת להתקדם בתהליך הטרנספורמציה, שבו יוסט מרכז הכובד מן השיטות המסורתיות אשר אפשרו עד כה **לייעל** את התהליכים הקיימים, לשיטות חדשניות אשר יאפשרו **לעצב** את המערכה העתידית. אחד מעקרונות הבסיס הנדרשים לשינוי זה הוא **אימוץ מתודולוגיות Agile**. הגישה האג'ילית מכווניה לפיתוח בתהליך הדרגתי ולהפצה מהירה של תוצרים תוך בקרה וקבלת משוב מהמשתמשים המבצעים בתהליך, וכן מעודדת להאיץ את תהליך הלמידה מחיכוך, גם במחיר של נקיטת סיכונים וכישלונות זמניים. בתוך הצבא פנימה, מודל העבודה והקשר שבין מערך המפתחים לבין "הלקוח שבקצה" (מפקד הטנק, הלוחם חי"ר, הקשר"ג, הטייס, הקב"ר, החובל, נהג מוביל הטנקים, הקרפ"ח, וכו'), חייב להשתנות ולהתאים עצמו לתהליכי העבודה הקצרים המתקיימים בעולם האזרחי. תהליכי בניין הכוח הקיימים, האחראיים אך עם זאת המסואבים והאיטיים עד כלות, צריכים להשתנות ולאפשר פיתוח יכולות מבצעיות בקצב מהיר, בחיבור ישיר לכוחות הלוחמים, וברלוונטיות הנדרשת מארגון דיגיטלי לוחם במאה ה־21.
- **ניטור תהליכים מקצה לקצה** – כל פרויקט מחויב להתחבר למערכות ניטור שיאפשרו לייצר ניטור תהליכים מבצעיים מקצה לקצה, מתוך כוונה לשלוט בתמונת המצב לטובת זמינות ואמינות המידע הזורם לצורך קיום תהליכים מבצעיים.
- **הנגשת מאגרי מידע לצורכי מיצוי מידע** – כלל מאגרי המידע יאפשרו הנגשת המידע לכלל האנליסטים הרלוונטיים בצה"ל, בכפוף לעקרונות המידור וההרשאות שהוגדרו, ולשם פיתוח יכולות בינה מלאכותית לעיבוד ולמיצוי מידע רב.
- **רציפות תפקודית** – דרג המפקדות הנפרשות והקצה הטקטי נדרשים ליכולת עבודה רציפה ללא תלות בזמן ובמרחב, ולכן כל יחידה נפרשת (אוגדה/חטיבה, ספינה, קרון כטמ"ם וכו') תצרוך את היישומים ואת השירותים מסביבת IT מקומית ועצמאית ("הענן", וה"ננרעננון"). העננים מהווים מעין הרחקה של הענן המבצעי לדרג הטקטי ביבשה, באוויר ובים, על-מנת לאפשר לדרג הנפרש ולמשתמשים הטקטיים רציפות תפקודית ועצמאות גם בנתק. לצד הדרג הנפרש, גם הדרגים המערכתיים והדרג האסטרטגי נדרשים לא פחות לרציפות תפקודית, ולכן אלה יהיו מבוססים על ענן שריד



ומוגן בכלל השכבות – מהרשת המקשרת בין המופעים השונים שלו ובינם לבין הצרכנים, דרך תשתיות ה־זוהשירותים התשתיתיים (כדוגמת הזדהות ומידור) ועד לשירותי המידע (כדוגמת שירותי מיפוי והפצת חוזי) וליישומים עצמם.

- **פלטפורמה דיגיטלית מהליבה ועד לקצה** – כבר הזכרנו קודם את מאמרו של נסים חניה, שבו מכוון הכותב זרקור על כך שבניין הכוח הצה"לי ממוקד בלהביא להפעלת כוח אפקטיבית יותר, בעוד שאנו נעדרים בניין כוח "מסדר שני" שנועד להביא לבניין כוח עתידי אפקטיבי יותר [40]. מעבר לכך שמנהלת הטרנספורמציה הדיגיטלית וחטיבת שילוח באגף התכנון הן הפונקציות המטכ"ליות שנועדו לעצב את המרחב הביני-פרויקטלי שעליו מדבר חניה, גם באגף התקשוב ובלוט"ם אנו עוסקים בהקמתן של "פלטפורמות דיגיטליות לבניין ולהפעלת כוח" משותפות, על-זרועיות, שיהוו את המסד לפתרונות הטכנולוגיים המוטמעים בשדה הקרב של היום, כמו גם בזה של מחר. ה"פלטפורמות החדשות" הן למעשה, **הרשת** (הנייחת, הניידת, הלוויינית וכו'), וכן **הענן** על סוגיו השונים (כליבת עיבוד). מסביב לפלטפורמות הללו נבנה אקוסיסטם שלם שיביא לשיפור משמעותי בשיתופי הפעולה הביני-זרועיים ויאפשר קרקע פורייה לפעולה משותפת בדרך פשוטה בהרבה מבעבר.
- **חופש פעולה ספקטראלי** – על-מנת שהפלטפורמה הדיגיטלית תעבוד נדרשים לא רק תכנונה וכינונה, אלא גם להבטיח שעצם התקשורת בין הרכיבים והמערכות תהיה זמינה. לכן אסור לשים בצד את תעבורת נפח התקשורת הנדרשת **בספקטרום האלקטרו-מגנטי**, המהווה משאב בחוסר, הנתון גם תחת תקיפות רבות. יש להביא לכדי "יכולות קוגניטיביות" עצמאיות ולפתח יכולות הפגשות (Convergence) לשימוש משותף של כלים שונים באותו התדר, ולשילוב יכולות אוטונומיות בקביעת תדרי ספקטרום ודילוג ביניהם על בסיס הצורך המבצעי – בנפח התקשורת הדרוש בכל רגע נתון, כמו גם מול חסימות ושיבושי אויב ויריב.
- **הגנה בסייבר ו־DevSecOps** כלל המערכות, העננים, הרשתות, רכיבי התקשורת המקיימים את מרחב המידע הדיגיטלי בצה"ל נתונים לאיזמי סייבר משמעותיים מצד מגוון אויבים ויריבים, כפי שכבר פורסם בעבר [41]. להגנה בסייבר פנים רבות, והיא מתקיימת הן בעולמות בניין הכוח הפנימי והן בעולמות הפרו-אקטיביים מחוץ לחומות הרשת הצה"לית, ולעיתים אף חוצה מהמרחבים הקיברנטיים לקינטיים. אם בעבר הגישה השלטת בהגנה בסייבר הייתה הישענות על המניעה, הרי שעם הזמן התגבשה ההבנה שלא רק שמניעה איננה מספיקה להגנה, היא גם פוגעת מאוד בתהליכי הפיתוח ובמתן המענה המהיר לצורכי בניין כוח. על כן, עלינו לאזן בין המניעה לבין שגרת הגנה לניטור וזיהוי תקיפות סייבר, הכלה והתמודדות עם תקיפות. בבניית הפלטפורמה הדיגיטלית לשדה הקרב לא רק שנידרש ליכולות איסוף ומחקר מודיעין ייעודיות לעולמות הללו ולפעולות פרו-אקטיביות בהתאם, אלא כל עולם בניין הכוח יצטרך להיראות אחרת. מפקד לוט"ם לשעבר, דני ברן, כבר כתב במאמרו על החשיבות במעבר מתפיסת עבודה לינארית בפיתוח (Waterfalls) לתפיסת העבודה החדשה, DevOps, המקצרת את תהליכי העבודה בין המפתח לבין הלקוח ומאפשרת פיתוח מתמשך של מוצר שעולה לשימוש מהר יחסית, ורק מתעדכן ומשתכלל עם הזמן [42]. גישה חדשה זו התפתחה עוד יותר בשנים האחרונות, ועלינו חלה החובה להתעדכן יחד איתה, ולהוסיף למעגל העבודה שבין ה־Development ל־Operations גם את רכיב ה־Security.

קהילת המפתחים הצה"לית חייבת לכלול בתוכה גם מומחי הגנה שידעו לפתח מוצרים, אפליקציות, שירותי ענן ומערכות מוגנות, בארכיטקטורה מוגנת, כבר משלב הייזום. לשם כך כבר היום אנו מכשירים את נציגי המפתחים המצטיינים בצה"ל בקורס "הגנה לארכיטקטים", ייעודי לצורכיהם. לצד הארכיטקטים המיומנים, ישנה חשיבות גדולה לא פחות ביצירת קהילת מגנים כלל-צה"לית, מערך הגנה רב-זרועי, על-מנת לתת את המענה הטוב, המתפתח במהירות והיעיל ביותר בעבור כלל ההיבטים התקשוביים בפעילותה של המכונה הצה"לית, קל וחומר בעידן הלוחמה הרב-ממדית. על מענה ההגנה ועולם הפיתוח המאובטח להיות חלק בלתי נפרד מהארכיטקטורה של המערכות הדיגיטליות. אחרת, גם אם נפתור את אתגרי הפיתוח, נגדיר

ארכיטקטורה ותקינה אחידות לצה"ל כולו, אך לא נשלים זאת עם וקטור הגנתי משמעותי המשולב בתוך הפיתוח – אנו עלולים להתקדם צעד קדימה תוך נסיגה של שניים לאחור.

- **קהילת מפתחים צה"לית** – גם במאמר זה, כמו גם במאמרים רבים אחרים, דובר רבות על החשיבות שביצירתה של שפה משותפת בין כלל הזרועות לצורך כינון מערכת ארגונית-תרבותית אורגנית יחסית, שתאפשר דה־פקטו פיתוח מערכות ופלטפורמות שתדענה לדבר זו עם זו. הדרך הפרקטית, המהירה והיעילה ביותר ליצירתה של אותה שפה רב־ארגונית משותפת, כמו בדוגמת מערך ההגנה הצה"לי, היא באמצעות יצירת מערך תוכנה ומידע צה"לי, שעל הקמתו החליט הרמטכ"ל לא מזמן. המצב הקיים היום הוא כי אמנם כלל המפתחים מוכשרים בקורסי יסוד אחדים במסגרת בית הספר למקצועות המחשב וההגנה בסייבר (בסמ"ח), וחלקם אף עושים הכשרות המשך ("קורסי שלב") משותפות, אך רוב המפתחים, אלה המוצבים בזרועות השונות, ממשיכים להתפתח במסגרת הזרוע, עד כדי כך שאלה היוצאים לקורס קצינים ממשיכים להשלמה הזרועית שלהם ולא להשלמה הטכנולוגית של אגף התקשוב וההגנה בסייבר יחד עם חבריהם המפתחים מקורס היסוד.

חשוב להבין כי בדיוק אוכלוסייה זו, החל בדרגת הטוראי ועד דרגת הרס"ן, היא אוכלוסיית ה"ידיים העובדות", ה־Hands on, והיא זו שבונה הלכה למעשה את העולם הדיגיטלי שבו מתקיים ומתפתח צה"ל. אם לא נדע לייצר את קהילת המפתחים המפתחת והמעשירה את עצמה – שום סנכרוניזם וטיובים של תהליכי עבודה ברמת המטה לא יועילו, וקצב ההתקדמות אל עבר הטרנספורמציה הדיגיטלית של צה"ל יהיה איטי עד מאוד.

- **שבירת מוסכמות תרבותיות** – האתגר שצה"ל מצא עצמו מתמודד איתו במהלך מגפת הקורונה שפרצה בראשית שנה זו, היווה דוגמה מוחצת ליכולתו של הארגון העצום הזה להשתנות ולהתאים את עצמו במהירות למציאות שהשתנתה באבחה. "מצב חירום" מעין זה אשר גזר עלינו ריחוק ובידוד, חולל תוך חודשיים מהפכה של תרבות דיגיטלית – שבכל דרך אחרת הייתה לוקחת כמה שנים. נוכח כבדת הדרך הארוכה שעוד נכונה לנו בתחום זה, עלינו למצוא את הדרכים לעשות זאת ללא מצבי חירום מזרזים כאלו או אחרים. אמנם אין זה מטבעו של ארגון צבאי להשתנות בצורה רדיקלית, או כדברי הרמטכ"ל לשעבר, רא"ל בני גנץ, "צה"ל אינו בנוי ל**רבולוציות**, אלא ל**אבולוציות** [43]", אך על־מנת להצליח באימוץ הגישות והפרקטיקות של המהפכה התעשייתית הרביעית, עלינו לאתגר הנחות יסוד המנחות אותנו, לעיתים לבלי משים, ואשר פוגעות בפורמציאל ההתפתחות שלנו.

- **שימור כוח האדם האיכותי** – סוגיית שימור כוח האדם האיכותי בגופים הטכנולוגיים הצה"ליים הינה בבחינת משבר שיש לגשת לפתרונו בצורה מערכתית ועמוקה. צודקים המפקדים, והרמטכ"ל כוכבי ראשם, שאומרים כי אמנם נכון לשפר את התנאים של המשרתים בצה"ל, אך לא רק השכר הוא שיחזיק את החיילים ואת המפקדים הצעירים בתוך המערכת, אלא המפקדים המעניקים לפקדיהם תחושת שייכות וחשיבות, יכולת ביטוי וצמיחה אישית ומקצועית, לצד טיפוח תחושת השליחות והתרומה המיידית והמשמעותית לביטחון המדינה. עם זאת, לטעמנו המערכת הצבאית חוטאת ביצירת דיכוטומיה מובהקת וקשוחה מדי בין השירות הסדיר לבין "אלה שכבר בחוץ", וחומות גבוהות של בירוקרטיה חוצצות בין שני העולמות הללו ומקשות על יכולת המעבר של כוח האדם הטכנולוגי המצטיין בין הצבא לבין חברות חיצוניות. נכון אף לשקול תוכניות שיתוף פעולה ארוכות טווח בין הצבא לבין חברות טכנולוגיות גדולות (ממשלתיות כמו גם פרטיות), למעבר כוח אדם טכנולוגי איכותי, תהליך שכל הצדדים המשתתפים בו יוכלו ליהנות מפירותיו לאורך זמן. **הישארותו בצבא של כוח אדם איכותי באזורי פיתוח הדיגיטל לא מהווה תנאי ל"דיגיטל טוב יותר", אלא לעצם ביצועה של הטרנספורמציה הדיגיטלית.**

- **פתיחות לשוק האזרחי** – הצורך הצבאי בפיתוח אפליקציות ושירותים בעבור כלל התחומים בהם הוא עוסק – בעולמות הלוגיסטיקה, הרפואה, המשפט,

השלישות, הכספים, וכמובן בכלל עולמות העיסוק המבצעיים – רק ילך ויגבר ככל שתעמיק הטרנספורמציה הדיגיטלית בכלל היבטי הפעולה הצה"לית. עם זאת, משאבי הפיתוח הצה"ליים, הגם שיגדלו, עדיין יתקשו לספק את כלל הצרכים הללו, שלעולם ימשיכו ויגדלו. לכן, נכון יהיה להיפתח לשיתופי פעולה גדולים ומשמעותיים יותר עם העולם האזרחי, תהליך שלמעשה כבר החל אך צריך לגדול ולהתעצם, לצורך פיתוח מערכות ומתן שירותים דיגיטליים בתחומים שניתן "לצאת איתם החוצה". יתר על כן, יש לפתח שיתופי פעולה אסטרטגיים עם ענקיות טכנולוגיה, כגון גוגל, אמזון או מיקרוסופט בעבור אותן תכליות של יצירת פלטפורמות דיגיטליות שעליהן דובר קודם. אל לו לצבא לחשוש מ"יציאה לעולם הגדול" ולהשתמש באופן גובר בעננים אזרחיים ובשירותים נוספים, כמובן כל עוד תהליך היציאה מבוקר, מתוכנן ומנוהל כך שכלל היבטי הביטחון וההגנה בסייבר נשמרים באופן המיטבי.

## סיכום

נפלה בחלקנו הזכות לחיות בתקופה של שינוי סדרי עולם. שינוי שחל בחיי היום-יום של כל אחד ואחת מאיתנו, שינוי שחל בתפקודם של הסביבה שלנו, של המדינה ואף של העולם כולו. גם בעולמות עשייתו של האדם בשדה הקרב אין לנו אלא "לעמוד על כתפי נפילים" ולהישען על הוגי הדעות הצבאיים הגדולים שעיצבו את מחשבתנו בבואנו להילחם, שתמצית עיקרי תורתם מתוארת בפרקו הראשון של המאמר, אך במקביל להישיר מבט קדימה אל עבר העתיד הטומן בחובו פוטנציאל עצום, לצד האיומים המשתנים תדיר סביבנו ומחייבים אותנו להשתנות באופן תדיר.

באותו גיליון "דיגיטל 2.0 של "בין הקטבים" שהוזכר רבות לאורך מאמר זה, בלט בייחודו מאמרו של מפקד מרכז דדו לשעבר, תא"ל (מיל") ד"ר מאיר פינקל [44]. פינקל כתב על ה"שמרנות מבחירה" שבה נקט האדם לאורך ההיסטוריה, עוד מאז העידן הפליאוליתית התחתון ועד ימינו, במסגרתה בחר האדם שלא לעבור לשימוש ביכולות טכנולוגיות מתקדמות היות והיכולות שכבר היו קיימות בידי הספיקו. דוגמאות נוכחיות לכך הביא פינקל מעולמות פיתוח כוח האדם, גישת הפיקוד והשליטה, וארגון הכוח לקרב (מבנה יחידות). פינקל גם הזהיר במאמרו מפני "חדשנות יתר", שהובילה, בין היתר, לכך ש"חדשנות בתחום סגירת מעגלי מודיעין" אש ללא מתן מענה בתחום השליטה על מיקום כוחותינו, הייתה גורם מרכזי לריבוי אירועי ירי כוחותינו על כוחותינו [45]. "מסקנתו והמלצתו של פינקל היא אמנם להשתנות, אך להשתנות בהירות, ולקבל את ההחלטה על השינוי באופן מאוזן מול שיקולי "שמרנות מבחירה."

אזהרתו של ד"ר פינקל היא אזהרה נכונה ואחראית. שיח החדשנות, כמו גם בעולם האזרחי, אכן הפך ל"בון טון" הצה"לי, ויש שעלולים לחשוב שאי הצידוד בו עלול לתייג אותך במהרה כמיושן וכ"מתנגד". זהו מצב מסוכן, שבו הבחינה הביקורתית של תהליכים ומגמות עלולה להינזק. המצביא האמריקאי הגדול, גנרל ג'ורג' פאטון, היטיב לתאר מצב זה באמרו "If everyone is thinking alike, then somebody isn't thinking".

הגישה שאנו מציעים במסגרת מאמר זה, לדידנו, מבטאת גישה זהירה להשתנות הנדרשת, כזו הלוקחת בחשבון את עלויות ההשתנות לצד הסיכונים הכרוכים בה, ובכישלונה. בדיוק לשם כך נעשה לאורך הפרק השני ניתוח של הסיבות שבגינן צה"ל עוד לא נמצא היכן שנכון שיהיה בתהליך הטרנספורמציה הדיגיטלית. יתר על כן, כפי שהודגש לאורך המאמר, הכיוון החדש איננו שינוי של 180 מעלות, הוא איננו "הסבת מקצוע" של צה"ל כולו, אלא גדילה הכרחית, התפתחות אורגנית וטבעית שיידרש להתמיד בה לאורך שנים (לא מספיקה האצה חד-פעמית) ושאינה מתעלמת מגודל השינויים המתרחשים עליו מבחון (ומבפנים), ובד בבד גם לא מתעלמת מההצלחה הכבירה של הגישה השלטת כיום לעליונות צבאית. הבשורה של המאה ה-21 היא איננה "בואו נעשה משהו אחר", אלא "בואו נחבר את כל מה שאנחנו עושים, **נדע ונבין** אותו לעומק, ונראה איזה עולם חדש ומופלא יתגלה לו פתאום."

את הדרך האפשרית לשם תיארונו לאורך הפרק השלישי. הקמתן של מנהלת הטרנספורמציה הדיגיטלית באגף התקשוב וההגנה בסייבר, ושל חטיבת שילוח באגף התכנון, היא צעד ארגוני

משמעותי מאוד שעוד נכוננו לו מבחנים גדולים בהמשך. לצד זאת, תיאורנו כיצד אנשי לוט"ם ושותפינו בזרועות היבשה, האוויר, הים ואגף המודיעין עמלים בעודנו מדברים (וכותבים) על יצירתו של "אמזון צה"לי", מנעד פלטפורמות דיגיטליות שונות אשר יהוו בסיס לפתרונות הטכנולוגיים של הבעיות המוכרות היום, כמו גם לפתרונותיהן של הבעיות הלא מוכרות של המחר. הדגשנו כמה חשוב לבצע את השינוי באופן מוגן ומאובטח נוכח איומי סייבר, לדאוג שהמרחב הספקטרי לא יהווה מכשול במימוש, וכן לייצר קהילת מפתחים עשירה ומפתחת שתגדל דור מפתחים הדוברים שפה אחת ומייצרים מערכות המדברות זו עם זו. לבסוף, איך לא, התייחסנו גם לסוגיית שימור כוח האדם הטכנולוגי האיכותי בצה"ל ועל דרכים שונות שסייעו בפתרון המשבר. לסיכום, נציע אפיון לעליונות הדיגיטלית באמצעות חמש נקודות מרכזיות:

- **עליונות דיגיטלית היא עליונות של בניין כוח.** בשונה מעליונות יבשתית, ימית ואווירית, הנמדדות תמיד כמצב זמני **מול אויב** ותלויות מרחב גאוגרפי, **העליונות הדיגיטלית נמדדת מול עצמנו פנימה – מול היכולת הנתונה שלנו לשלוט במידע שאנו מייצרים על עצמנו, כמו גם על האויב, ולייצר ממנו משמעות מבצעית.** כלומר היכולת שלנו לקיים ארגון בעל תרבות דיגיטלית המתפקד על בסיס ארכיטקטורה ותקינה סדורות, אוסף מידע על עצמו ועל סביבתו בכלל רמות הפעולה, משנע ואוגר את המידע שנאסף, מעבד, מהתך ומנתח אותו לכדי יצירת משמעות מבצעית, ומפיץ חזרה את המידע הרלוונטי לכוח הרלוונטי, בזמן ובמקום הנכונים, לצורך קבלת החלטות ופעולה.
- **העליונות הדיגיטלית היא מרכיב אקוטי ב"עליונות ההיתוך", ולכן היא תנאי למימוש תפיסת הלוחמה הרב-ממדית.**
- **העליונות הדיגיטלית אינה מחליפה את העליונות האווירית, היבשתית או הימית, אלא מהווה תנאי להמשך התקיימותם,** שכן צה"ל תלוי תלות עמוקה ביכולות הדיגיטליות באוויר, בים וביבשה. יתר על כן, העליונות הדיגיטלית תתאפשר מתוך מקסום מחושב ומנוהל של המצוינות הדיגיטלית הזרועית.
- **טרנספורמציה דיגיטלית של צה"ל תאפשר יצירת יתרון יחסי חזרתי בתחרות על הלמידה מול האויב.**
- **העליונות הדיגיטלית, לצד עליונות המודיעין וכלל עולמות הפעולה בתחומי התודעה, הינם חלק בלתי נפרד מהפעילות הצבאית בממד המידע.**



### **תמונה 6:** מקדש אפולו בדלפי, יוון. (מקור: ויקיפדיה)

המיתולוגיה היוונית, לצד פילוסופים וגאוגרפים בני יוון העתיקה, מספרים לנו את סיפורו של מקדש אפולו ששכן בעיר דלפי. מלכים מכל רחבי יוון נהגו לפקוד את דלפי ולבקש את עצתה של הפיתיה (האורקל), כוהנת אפולו ששכנה בתוך המקדש, וענתה בשמו של אפולו לשאלותיהם של המלכים על שצופן עתידם, האם ינצחו או יפסידו במלחמה, האם יורשיהם ימלכו תחתם או יבוא הקץ על שלטונם.

בכניסה למקדש, כפי שמתאר הגאוגרף היווני פאוסניאס, הייתה חרוטה כתובת על השער, כתובת שהיוותה גם שאלה וגם תשובה בעבור כל אלה שהשתוקקו לדעת מה מחכה להם בעתיד – **דע את עצמך**.

מי היה מאמין שכתובת מדלפי של יוון העתיקה, תהיה למפתח ביצירת עליונות צבאית במאה ה-21.

[1] תא"ל עומר דגן הקים במהלך השנה החולפת את מנהלת הטרנספורמציה הדיגיטלית לצה"ל ומכהן כיום כמפקד לוט"ם, היחידה לדיגיטל ולמידע באגף התקשוב וההגנה בסייבר; רס"ן (מיל') ליאור בר-לב (לבד) הוא יועץ אבטחת מידע ושירת בעבר בחטיבת ההגנה בסייבר וכחוקר במרכז דדו לחשיבה צבאית בין-תחומית. הכותבים מבקשים להודות לסא"ל ד"ר איציק אביב על תרומתו למאמר.

[2] לצד הביטויים הפיסיים של העליונות בשדה הקרב היבשתי, הימי או האווירי, ניתן לדון גם בביטויי "עליונות" אחרים, דוגמת העליונות התודעתית על האויב הבאה לידי ביטוי במושגים, כגון הרתעה, לוחמה פסיכולוגית, דיסאינפורמציה וכדומה. מפאת קוצר היריעה לא נדון במושגים אלו כאן. נכון יהיה, במחקרי המשך, לדון בחיבורים ובקישורים החזקים המתקיימים בין העליונות הדיגיטלית, כפי שהיא מנותחת ומובאת במאמר זה, לבין הביטויים הצבאיים של עולמות התודעה ולוחמת המידע.

[3] "99 אחוזי ניצחון", מתוך תזכיר רשמי של ממשלת בריטניה שכתב פולר בשנת 1919. מובא בתוך מקס בוט, **חדשנות במלחמה** (הוצאת מערכות, 2015). הציטוט במקור מתוך:

F. C. Fuller, **Armament and History: The Influence of Armament on History from the Dawn of Classical Warfare to the End of the Second World War** (London: Charles Scribner's Sons, 1945), p. 30.

[4] אלפרד תייר מהן, **השפעת העוצמה הימית על ההיסטוריה, 1783-1660**, פרקים נבחרים. תרגום מאנגלית ב' קורות (משרד הביטחון, ההוצאה לאור, 1985).

[5] Giulio Douhet, **The Command of the Air**, 1921. Translated by Dino Ferrari (New Imprint by Air Force History and Museums Program, Washington, D.C. 1998).

[6] דן חלוץ, ריאיון לביטאון חיל האוויר 132 (מאי 2000).

[7] מירב קריסטל, "מפקד חיל האוויר: ישראל צריכה לשמור על עליונות אווירית באמצעות תכנון לטווח ארוך", **כלכליסט** (01.01.2020).

[8] ניר דבורי ורוני דניאל, "'מהפכה בחיל האוויר' – מטוסי ה־F35 נחנתו", חדשות 12, **מאקו** (12.12.2016). גישה: ינואר 2020.

[9] שם.

[10] Klaus Schwab, **The Fourth Industrial Revolution** (USA: Crown Publishing, 2016).

[11] מרכז דדו לחשיבה צבאית בירתחומית, **בין הקטבים 18** – דיגיטל 2.0 – צבא וטכנולוגיה בעידן המידע" (דצמבר 2018).

[12] שם, "פתח דבר", עמ' 12.

[13] ראו, למשל,

Daniel Garrun, "The Smart Deployed HQ: Digital Transformation in the Battlefield", **Army Technology** (5.07.2016); A. J. Steinlage, **Digital Transformation and the DoD** (Harvard Business School, 30.04.2018); "US DoD Releases Strategy for Use of Digital Engineering Practices," **Army Technology** (9.07.2018).

[14] מהם 96 חברות טכנולוגיה ובהן הגדולות בעולם, 41 אוניברסיטאות ובהן החשובות בעולם, 14 ארגונים ממשלתיים ו־11 מעבדות מחקר עצמאיות.

[15] נמרוד צוק, "צבא ארה"ב, הדור הבא: תוכנית ענק תפעל לפיתוח מוצרי מחשוב לביש לחיילים", **כלכליסט** (29.08.2015). גישה: ינואר 2020.

[16] Jessi Hempe, "US Defense Secretary: Snowden Caused Tensions With Techies," **Wired** (29.04.2015) [Accessed: January 2020]

[17] ראו, למשל,

(א) גיא צור, "ייבשה באופק' – גיבוש תפיסת תמרון יבשתי, **בין הקטבים, 6** (ינואר 2016); (ב) נורית כהן אינגר וליאור זכרון, "'לראות את הנולד" – שילוב יכולות בינה מלאכותית לשיפור העוצמה האווירית של צה"ל", **בין הקטבים, 11-12** (יוני 2017); (ג) אלי שרביט ודובי רוז, "מ"השירות הימי" לזרוע אסטרטגית – מחשבות על זרוע הים ב־2048", **מערכות, 477** (אפריל 2018); (ד) הרצי הלוי ואחרים, "אמ"ן 2048: עליונות מודיעינית בעידן הדיגיטאלי", **מערכות, 477** (אפריל 2018); (ה) נדב פדן ואסף חזני, "אדם לאדם מחשב", **מערכות, 477** (אפריל 2018); וכן כלל המאמרים בגיליון **בין הקטבים, 18** (דצמבר 2018), שהוזכר לעיל.

[18] יובל אזולאי ועמירם ברקת, " הרמטכ"ל כוכבי לא מחכה לתקציב: התר"ש הבאה של צה"ל תמומש החל מינואר הקרוב, "גלובס", (24.10.2019), [gloves.co.il/news/article.aspx?did=1001304639: 09.01.2020].

[20] מודל מפל המים (Waterfall) הוא מתודולוגיה ותיקה לפיתוח מערכות תוכנה, על-פיה פיתוח התוכנה מתבצע בתהליך קווי, שיטתי ולוגי המורכב משלבים מוגדרים שאין לפסוח עליהם. פיתוח המערכות בשיטה זו משול לזרימתו של מפל מים דרך כמה ברכות, מגבוהה לנמוכה, ומכאן שמה. המתודולוגיה שמה דגש רב על איסוף וניתוח של **כל הדרישות כולן קודם לתחילת הפיתוח**, וממליצה שתהליך הפיתוח לא יחזור לאחור לאחר ששלב מסוים בו הסתיים. השלבים העיקריים בשיטה זו הם איסוף וניתוח דרישות, עיצוב תוכנה, תכנות, בדיקות, שילוב, התקנה ותחזוקה.

מתודולוגיה חדשה לפיתוח מערכות שהתפתחה בשנים האחרונות, היא מתודולוגיית ה-**DevOps**, ששמה דגש על שיתוף הפעולה והתקשורת בין מפתחי התוכנה לבין הצרכן שבקצה כדי לייצר תהליך דינמי, יעיל ומועיל ללקוח, אשר מאפשר יציאה מהירה יחסית של המוצר לשוק וכן השתנות והתפתחות נוחה ומהירה יחסית לאחר שכבר נמצא בשימוש, כך שהבנייה, הבדיקות והשחרור של גרסאות תוכנה יכולים להתבצע במהירות, לעיתים קרובות ובאופן אמין יותר. השיטה דוגלת בביצוע אוטומציה של תהליכי אספקת התוכנה (delivery) ושל שינויים בתשתיות. מקור המילה DevOps הוא מראשי התיבות של המילים האנגליות Development – Operations.

[21] ראו, למשל, את מאמרם של אריק ברבינג (האריס) ואור גליק, "טרור הבודדים – השב"כ במערכת גודל השעה, "בין הקטבים, 22-23) אוקטובר 2019.

[22] להרחבה על "חדשנות משבשת" ראו מאמרו של לייזר ברמן, "חדשנות משבשת בעידן הנוכחי וההתמודדות איתה, "בין הקטבים, 9) דצמבר 2016.

[23] נסים חניה, "בניין כוח מסדר שני – נקודת מבט אחרת על בניין הכוח הטכנולוגי, "בין הקטבים, 18) דצמבר 2018, עמ' 53-61.

[24] דוגמה בולטת היא: איתי ברון וכרמית ולנסי, "התפתחות תפיסות הלוחמה של הצד השני", אמ"ץ/תוה"ד, **תצפית, 50** (יוני 2010).

[25] יובל דרוך, "דיקטטורת המחשוב של אגף התקשוב, "הארץ 4) במארס 2003.

[26] דני ברן, "כך נהגנו תמיד – תובנות אישיות מתהליכי השתנות והסתגלות, "בין הקטבים, 8 (אוגוסט 2016), עמ' 55-56.

[27] אביב כוכבי וערן אורטל, "מעשה אמ"ן – שינוי קבוע במציאות משתנה, "בין הקטבים, 2 (יולי 2014), עמ' 21.

[28] ברן, "כך נהגנו תמיד...", שם.

[29] שם, עמ' 57.

[30] טלי כספי-שבת ואור גליק, "מהפכת המידע בעולם המבצעי הרב-זרועי בצה"ל, "בין הקטבים, 18) דצמבר 2018, עמ' 35-40.

[31] ערן אורטל, "קץ להדחקה – עידן שישי בלוחמת היבשה, "בין הקטבים, 6) ינואר 2016, עמ' 128.

[32] הרצאת הרמטכ"ל, רא"ל אביב כוכבי, כנס **צה"ל והחברה הישראלית** (המרכז הבינ-תחומי הרצליה, 25 בדצמבר 2019). (גישה: ינואר 2020).

[33] שם.

[34] יואב לימור, "הרמטכ"ל אביב כוכבי החליט: אגף התכנון בצה"ל יפורק, **"ישראל היום** (10 בפברואר 2020. (גישה: פברואר 2020.

" [35] נחנכה זירת המטרות החדשה באגף המודיעין, **"אתר צה"ל** (14 במארס 2019). (גישה: ינואר 2020.

[36] הספרות הצבאית המקצועית מבחינה בין חמישה ממדי פעולה צבאיים מוגדרים: היבשה, הים, האוויר, החלל והמידע. נכון יהיה לומר כי הדיגיטל והמודיעין למעשה שניהם מהווים נדבכים שונים של ממד המידע (אליהם ניתן בקלות לצרף גם את נדבכי הפעולה בתחומי לוחמת התודעה), אך הכללה שכזו תחטא לניתוח המפורט יותר המובא כאן.

[37] על קצה המזלג, תפקידו של ה־ CDO הוא אחריות על הובלת תהליכי טרנספורמציה דיגיטלית לפעילותם המסורתית (או החדשנית) של ארגונים, של חברות ושל גופים ממשלתיים.

[38] יוסי הטוני, "כיצד הבינה המלאכותית מונעת אובדן של כלי נשק בצבא, **"?אנשים ומחשבים** (28 באוקטובר 2019), (גישה: ינואר 2020].

[39] ליאור כרמלי, "הקדמת ראש אגף התקשוב, **"בין הקטבים, 18** (דצמבר 2018), עמ' 7-8.

[40] חניה, "בניין כוח מסדר שני", עמ' 59-60.

[41] ראה, למשל, ניר דבורי, "צה"ל ושב"כ: סיכלנו תשתית סייבר התקפית של חמאס **Mako**", (5 במאי 2019). (גישה: ינואר 2020); יואב לימור, "ראש מערך הגנת הסייבר: "האיראנים ניסו לשבש מערכת ההתרעות של פיקוד העורף, **"ישראל היום** (7 בפברואר 2019). (גישה: ינואר 2020].

[42] ברן, "כך נהגנו תמיד..", עמ' 44-45.

[43] מדבריו בשיחת פתיחת המחזור הראשון של השתלמות התא"לים בעיצוב המערכה, מחנה דיין, 2014.

[44] מאיר פינקל, "שמרנות מבחירה לעומת חדשנות בבניין הכוח – הצורך באיזון מחדש, **"בין הקטבים, 18** (דצמבר 2018), עמ' 79-88.

[45] שם, עמ' 84.