

מבולבלים?! גם אנחנו!

פרספקטיבה היסטורית לדיון על "יבשה באופק"

אל"מ ערן אורטל¹

* * *

הטענה לפיה אנו נמצאים בפתחה של מהפכה תעשייתית רביעית מאירה באור חדש את הדיון הצה"לי על הטרנספורמציה הנדרשת בכלל, וביבשה בפרט. המאמר טוען כי באמצעות הטכנולוגיות המתהוות, עשויה מהפכה 4.0 לאפשר את החזרת חופש התמרון לשדה הקרב. חופש זה נפגע כאשר האויבים הדביקו אותנו ועברו גם הם את מהפכת החימוש המדויק. מהפכה 4.0 תאפשר את החזרת הניידות לשדה הקרב באמצעות יכולת חדשה, מדויקת, אגרסיבית, ובעיקר – ממוקמת בדרגים הטקטיים, לדיכוי האש המדויקת של הצד השני. אימוץ פרספקטיבת "RMA 4.0" מאפשר להגדיר מחדש את הבעיה, וגם את הרעיונות הממוקדים יותר בפתרונה.

* * *

"העגלה נוסעת אין עזר, לא קפצת עליה היום - חלפו שעתים, והנה נשארתי מאחור"

מאיר אריאל/נשל הנחש

מבוא

הרעיון של מהפכה בעניינים צבאיים, או טרנספורמציה צבאית, הוא אחד מהבסיסים של ההגות הצבאית בעת המודרנית. פרופסור דימה אדמסקי מציע לנו לראות את המהפכה בעניינים צבאיים כ"יחדשנות צבאית רדיקאלית בה מבנים ארגוניים חדשים משתלבים בתפיסות מבצעיות חדשות, אשר בדרך-כלל מונעות מכלי נשק חדשים, ומשנות את אופי הלחימה"². "יבשה באופק", תפיסת זרוע היבשה שהתפרסמה ב-2015 ושוב כטיוטה ב-2017, היא הניסיון המקיף ביותר שנעשה עד כה להגדיר מחדש את תפיסת הלוחמה היבשתית בצה"ל, ולגבש רעיון לטרנספורמציה מעשית בכוחות היבשה.³ נדמה שעל הצהרה זו יש הסכמה. כתב על

¹ אלוף-משנה ערן אורטל הוא ראש צוות החשיבה במרכז דדו.

² דימה אדמסקי, *תרבות אסטרטגית וחדשנות צבאית* (מערכות, 2012).

³ עוד על "יבשה באופק" כתהליך למידה אסטרטגי ר' מאמרו של האלוף גיא צור, *בין הקטבים 6*.

כך האלוף אהרון חליוה: "בתהליך 'יבשה באופק' זיהתה זרוע היבשה, בפעם הראשונה באופן רשמי, מוסמך וברור, כי התמרון היבשתי מצוי במשבר מהותי... לראשונה הכירה הזרוע בעובדה שמגמות בניין הכוח הקיימות שלה, לבדן, אינן מביאות בשורה אחרת. עוד מאותו הדבר לא מקדם אותנו לשינוי הנדרש".⁴ האלוף קובי ברק, שהחליף את האלוף גיא צור בפיקוד על זרוע היבשה ואימץ את תפיסת "יבשה באופק" מקודמו, כתב "השינוי עמוק כל כך עד שחייב את צה"ל לבחון היטב ולשנות את אופן פעולתו המבצעית בכל הממדים".⁵

סטפן (סטיב) רוזן, פרופ' לעניינים צבאיים מהארורד ואיש המשרד להערכת נטו בפנטגון (Office of Net Assessment) מבחין כי כוח שעבר מהפכה בעניינים צבאיים יהיה בדר"כ אפקטיבי יותר בסדר גודל שלם ביחס לכוח בגודל דומה שלא עבר מהפכה כזו. כך ניתן להבין רגעים של דומיננטיות צבאית מוחלטת בהיסטוריה, כמו היכולת של צבאות אירופאיים קטנים לכבוש מושבות עצומות בעידן הקולוניאלי, או תוצאות שתי מלחמות המפרץ האמריקאיות מול הצבא העיראקי הסדיר.⁶

צודקים האלופים גיא צור, אהרון חליוה וקובי ברק כי מה שמיוחד וחיוני ב"יבשה באופק" הוא אופייה החדשני והשאיפה לדלג קדימה ולחרוג מתסמונת "עוד מאותו הדבר". נשאלת השאלה כיצד נשפוט, מתוך העושר הרעיוני שהתווסף לתפיסה המקורית, מהם הרעיונות החדשניים והמתאימים ביותר ליבשה היום? חשוב מכך, כיצד נימנע מהמלכודת הנפוצה בה אנו משקיעים את מיטב הטכנולוגיה המתקדמת ביותר על-מנת לשכלל את תפיסות העבר, במקום לקדם את פני העתיד?

תוספות ושינויים שנעשים בתפיסת "יבשה באופק" בשנה האחרונה מבטאים דיון תפיסתי מורכב המושפע מתפיסות עולם, זוויות הסתכלות וגם, מה לעשות, מאינטרסים סקטוריאליים (לפעמים גם דיון פוליטי-יצרי). לא קל למצוא מצפן תפיסתי ברור בדיון כזה. בעבר השקענו את מיטב הטכנולוגיות, פרויקט צי"ד (צבא יבשה דיגיטלי) למשל, מבלי שאלה סיפקו טרנספורמציה מהותית בלוחמת היבשה. אנו נמצאים היום בסיכון דומה. אנו עלולים למצוא את עצמנו בעוד שנים מתחקרים את "העשור האבוד", למרות השקעות בטכנולוגיה מתקדמת. מטרת המאמר, אם כן, היא להעמיד פרספקטיבה רלוונטית לדיון המתקיים היום בצה"ל ובזרוע היבשה.

⁴ אהרון חליוה, *תמרון אוויר שטח* (אט"ל – מסמך פנימי, 2016).

⁵ קובי ברק, "השמיים אינם עוד הגבול – הצורך בלוחמה רב ממדית ביבשה", *בין הקטבים* 11-12 (צה"ל: מרכז דדו, מאי 2017).

⁶ סטפן (סטיב) רוזן, הרצאה במרכז דדו (14.1.18). וגם:

Stephen Peter Rosen, *Winning the Next War: Innovation and the Modern Military* (Cornell University Press, 1994).

ארבע המהפכות התעשייתיות ו"סרגל המדידה" למהפכות הצבאיות

אלווין והידי טופלר התפרסמו כשהסדירו את ההיסטוריה האנושית על-פני הסרגל של שלוש מהפכות טכנולוגיות וחברתיות – המהפכה החקלאית, המהפכה התעשייתית ומהפכת המידע.⁷ ההיקש הצבאי של הסרגל הטופלרי, הוא המלחמה הפרה-מודרנית, המלחמה המתועשת (שהתאפיינה בנשק חם, גיוס המונים, עוצמת אש, מיכון, מאסה והיקפים גדולים), ולבסוף – המלחמה של עידן המידע.⁸

ההעמדה ההיסטורית היא אינה מסייעת לנו עוד. אימצנו את מהפכת המידע הצבאית (מהפכת המודיעין-אש) לפני כמה עשורים. מאז אנו נמצאים בסיטואציה היסטורית בה גם הצד השני מאמץ במהירות את אותה מהפכה בדרכו שלו (טילים מונחים ומודיעין מטרות). המשמעות היא שמאחר ולשני הצדדים טכנולוגיות של אש מדויקת המנטרלות את הניידות הטקטית (פלטפורמות לחימה) של הצד השני, ומכיוון שהאויבים שלנו (חזבאללה וחמאס) ערוכים להגנה, על יתרונותיה המובנים - היתרון עבר אליהם.

הפיחות שחל בעשורים האחרונים באפקטיביות הצבאית, ובפרט בזו היבשתית, נדון כבר בהרחבה.⁹ לכן לא די להבהיר את מקור אי-הנוחות. כעת נדרש להצביע גם על הפוטנציאל החדש לשינוי הנדרש. בבסיס המסגרת התיאורטית שתוצע כאן עומדת האבחנה בארבע מהפכות תעשייתיות¹⁰:

ארבע מהפכות תעשייתיות – בשנת 2011, על-רקע ההכנות ליריד תעשייה בעיר האנובר בגרמניה, נוצרה העמדה היסטורית חדשה, שהתמקדה בעידן המודרני בלבד ("עידן המכוונות"). מראשית המאה ה-18, אובחנו ארבע מהפכות תעשייתיות שונות.¹¹ הראשונה (1.0) רתמה את כוח הקיטור וחוללה את תופעת החרושת, מעמד הפועלים והמהפכה התחבורתית (אניות קיטור ורכבות). השנייה (2.0) הונעה על-ידי פריצת הדרך הטכנולוגית של מנוע הבערה הפנימית והחשמל והביאה לעולם את פס הייצור ההמוני ולכן את המאסות, העיור המואץ ועוד.

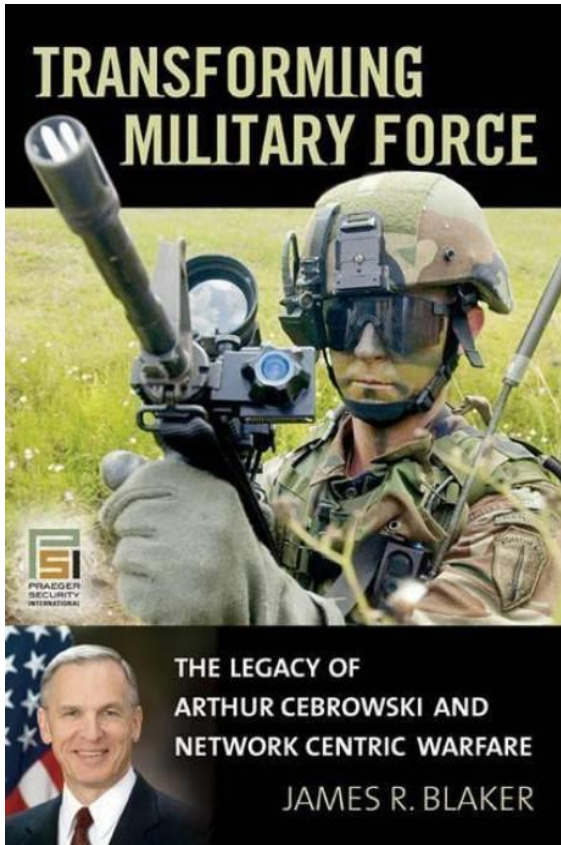
⁷ Alvin Toffler, *The Third Wave* (New York: Bantam Books, 1981).

⁸ בכך דנו הטופלרים אחרי מלחמת המפרץ, בדיעבד, בספרם *מלחמה ואנטי-מלחמה* (ספריית מעריב, 1994).

⁹ ר' ערן אורטל ותמיר ידעי, "מבצעי הרתעה – פרדיגמה במבוי סתום", *עשתונות* 1 (המכללות הצבאיות, ינואר 2013). ראה גם - איתי ברון וקרמית ולנסי, "המהפכה בעניינים צבאיים של הציר הרדיקלי", *מערכות* 432 (אוגוסט 2012).

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

¹¹ שם.



תמונה 1 : כריכת הספר של ג'יימס בלייקר
Transforming Military Force
 בהוצאת: Pentagon Press. (מאת: Flipkart) ¹²

פריצת הדרך הבאה, השלישית (3.0) - מהפכת האלקטרוניקה, המעגל המודפס, המחשב, התוכנה, IT, אוטומציה. מהפכה זו הביאה את עידן המידע, האינטרנט והחיבור האוניברסאלי של כולם לכולם באמצעות רשת גלובאלית (WWW). המהפכה התעשייתית השלישית, הידועה גם כעידן הדיגיטלי, מגדירה את העולם שלנו מאז שנות ה-80 של המאה ה-20. וכאן מגיע החידוש החשוב - לפי ההעמדה הזו, אנו נמצאים היום בפתחה של מהפכה תעשייתית רביעית (4.0), מהפכה שהמגדירים שלה הם ניידות (Mobile) ותפקוד מחשבים בממד הפיסי (אוטומציה).

למה בדיוק מתכוונים ב"מהפכה תעשייתית רביעית" ומדוע היא שונה מ"העידן הדיגיטלי" בכללותו? וחשוב מכך - איך כל זה קשור, בדיוק, לדיון שלנו

בטרנספורמציה הצבאית הנדרשת לנו היום, ול"יבשה באופק"?

כדי לענות על כל אלה, נקשור את המהפכות התעשייתיות לסדרה של מהפכות בעניינים צבאיים. באיור 2 ניתן לראות את המהפכות התעשייתיות. באיור 5 שיופיע בסיכום חלק זה נציג את המהפכות הצבאיות בהתאם לכך.

תעשייה 1.0 (1780 - 1870 ע"פ הספרות המקובלת) - מהותו הטכנולוגית של עידן זה הוא כוח הקיטור, שבתורו חולל גם שורה של התפתחויות טכנולוגיות ומדעיות כמו הטלגרף, מכונות חריטה, מפעלי פלדה וכן הלאה. עידן זה חולל תמורות חברתיות עצומות. נתמקד בהשלכותיו

¹² <https://www.abc-clio.com/ABC-CLIOCorporate/product.aspx?pc=E1176C>.

על עולם המלחמה: מלחמת האזרחים האמריקאית (1861-1865) נחשבת למלחמה המודרנית הראשונה. הצפון המתועש ניצח את הדרום האגררי (חקלאי) בזכות כמה יתרונות מהותיים (מלבד גודל האוכלוסייה): רשת רכבות משוכללת יותר שאפשרה הנעה יעילה יותר של כוחות ומשאבים, רשת טלגרף מודרנית וניהול ריכוזי של המלחמה שאפשרו אלוקציה של משאבים ע"פ הצרכים המשתנים בחזיתות, יכולת ייצור עדיפה שתורגמה ליותר כלי נשק, יותר קני ארטילריה ויותר תחמושת שגם הפכו לסטנדרטיים במעלה המלחמה. על אלה נוסף ממד המלחמה המשקית – הצפון הטיל סגר ימי על הדרום בזכות צי עדיף ומנע את פיתוח משק המלחמה הדרומי. נמקד – המהפכה הצבאית המודרנית 1.0 של מלחמת האזרחים האמריקאית, פרוסיה-צרפת, יפן-רוסיה, ואחריהן גם מלחמת העולם הראשונה¹³, היא מהפכת הניידות האסטרטגית (רכבות ואניות קיטור), הניהול הריכוזי (טלגרף) והתפתחות המטה הכללי והמפקדות הבכירות כמקשרים בין הייצור התעשייתי בעורף והצרכים המשאביים בחזית. אלה יצרו את המלחמה הטוטאלית – מלחמה בה כל המשק הלאומי מגוייס ביעילות באמצעות ייצור, שינוע ותקשורת, למלחמת שחיקה עצומת ממדים. היסטורית, העידן הצבאי הזה "נתקע" במלחמת העולם הראשונה, כשכוח האש המודרני שלל את יכולת התנועה של מאסות חיילי הרגלים והפרשים בשדה הקרב.

תעשייה 2.0 (1870-1970 ע"פ הספרות המקובלת) – הטכנולוגיה המובילה את העידן הזה היא מנוע הבעירה הפנימי, החשמל, הרדיו ופס-הייצור המודרני. מבחינה צבאית: המהפכה הצבאית בעידן 2.0 היא במובהק מהפכת התמרון הממוכן. כאמור, המהפכה הצבאית של עידן 1.0 "נתקעה" בחפירות מלחמת העולם הראשונה.

הטנק והמטוס, שהופעת הבכורה שלהם במלחמה הראשונה "פוספסה", נתנו את הרמז למהפכה הצבאית שבאה לידי ביטוי בסבב האירופאי שהתחיל עשרים שנה אחר-כך. הבליצקריג הגרמני של ספטמבר 1939, מאי 1940 ויוני 1941, נשען על מהפכת הניידות הטקטית של המשאית, הטנק, נושא-גייסות ומטוס סיוע-קרוב, ועל מהפכת הרדיו שאפשרה פיקוד-משימה מבוזר וגמיש. ניידות טקטית חדשה חייבה לארגן את הכוחות באופן שיאפשר להם עצמאות קרבית ברמה המקומית. זה המקור לדוקטרינה ולמושג (גם אם לא לרעיון עצמו) של ציוות כוחות רב-חייליים (Combined – Arms).

כדי לשמור על קצב התנועה של הטנקים נדרשת מערכת הדוקה אך מגוונת שכוללת מסך מאבטח של חי"ר מנויד, כוח הנדסי שיבטיח את רציפות התנועה, סיוע אש של תותחים נגררים

¹³ מלחמת העולם הראשונה חורגת ממסגרת הזמן המקובלת למהפכה התעשייתית הראשונה, אך הולמת במאפייניה הצבאיים את צורת המלחמה שתוארה כאן. באופן כללי, הצבאות נוטים לאחר ביחס לעידנים הכלליים, ולכן מלחמות נוטות "לחרוג מתחומן".

ומתנייעים וסיוע אווירי של מפציצי צלילה. אם נסכם במבט-על את מלחמת העולם השנייה, ניתן לראות כי זו מלחמה שהתנהלה בשתי רמות. האחת – מלחמת הייצור והשינוע של משאבים ברמה האסטרטגית, כמו מלחמת העולם הראשונה, והרמה השנייה – מלחמת התנועה ומניעת התנועה ברמה המערכתית בתוך הזירות עצמן. המהפכה הצבאית המודרנית 2.0 היא, אם כן, מהפכת המיכון והניוד הטקטי והמערכות הגדולות עם מאסות של כוחות.

תעשייה 3.0 (משלהי המאה ה-20, עידן המידע הראשון) – הטרנזיסטור והמעגל המודפס, המחשבים ותקשורת המחשבים חוללו תמורות עצומות במבנה החברתי והכלכלי. העובדה שכל אחד מאתנו מחובר לאינטרנט בכל רגע בקצה ידו ויכול לא רק להגיע לכל מאגרי הידע האנושיים שנצברו עד כה, אלא גם להיות שותף בהמשך יצירתם - עובדות אלה הן רק קצה הקרחון. גם המלחמות עברו התמרה מסוימת לעידן המידע: בשנות ה-80 פרץ לתודעת ההגות הצבאית בעולם המערבי המושג *Revolution in Military Affairs - RMA*.¹⁴

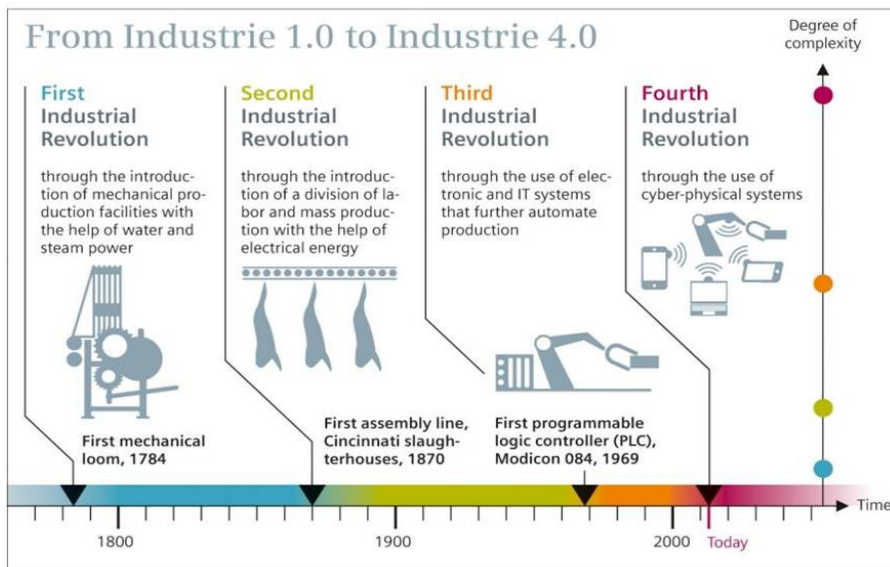
הוגים צבאיים של השנים הללו, כמו הגנרל דון סטארי מצבא היבשה האמריקאי,¹⁵ אנדרו מארשל מהמשרד להערכת-נטו בפנטגון (ONA) ואחרים, חוו את הכשלון המלחמתי בווייטנאם. מצד אחד הם למדו את מלחמת השריון בשריון ביום הכיפורים, ומצד שני הבינו כי הכוח הקיים לא יכול לעמוד במשימותיו; לצבא ארה"ב ובעלות בריתו באירופה אין יכולת לבלום את הצבא הממוכן העצום של ברית וארשה. שניהם הבחינו גם בפוטנציאל שמספק העידן הטכנולוגי החדש. האלקטרוניקה מאפשרת לחיישנים אופטיים ומכ"מיים, שבעבר היו גדולים מדי, לעלות גם על מטוסי קרב ולשדר לאחור. לייזר ואלקטרואופטיקה מאפשרים לרקטות "טיפשות" להפוך לטילים "חכמים". מחשבים מאפשרים לבני אדם לרכז את כל המידע החדש שמתקבל מאותם חיישנים, לעבד אותו במהירות ולהעבירו למערכות ניהול ממוחשבות שמסייעות לאנשים אחרים למקסם את משאבי התקיפה. המהפכה הצבאית המודרנית 3.0 כונתה בצבא האמריקאי קרב האוויר-יבשה¹⁶ (Airland battle), ומאוחר יותר הוכרה כ-IT-RMA (המהפכה בעניינים צבאיים – טכנולוגיות מידע).¹⁷

¹⁴ עוד על ההיסטוריה האינטלקטואלית של המושג, שמקורו בהגות רוסית, ר' אצל דימה אדמסקי, "תרבות אסטרטגית וחדשנות צבאית".

¹⁵ עוד על תפקידו של גנרל סטארי ר' מאמר בגליון זה, וכן את מאמרו של סטארי: "Extending the Battlefield", *Military Review* (March 1981), p. 31-50.

¹⁶ דימה אדמסקי, *תרבות אסטרטגית וחדשנות צבאית* (מערכות, 2012), עמ' 101.

¹⁷ שם.



איור 1: עידן תעשייתי 1.0 עד 4.0 (מאת: Christiananrique.com)¹⁸

מהפכה זו יושמה בהצלחה במלחמת המפרץ הראשונה והשנייה, והמחישה את חוסר הטעם שבהתמודדות בין צבא ממוכן 2.0 (עיראק) לצבא מודרני 3.0 (ארה"ב). אם נעמוד על טיבה של מהפכה זו – הרי שעניינה בשלטנות המידע (Information Dominance), בחימוש המדויק, וביכולת לחבר בין שני אלה באופן יעיל ומהיר. הקורא הביקורתי יבחין כי שלושת מרכיבי המפתח הללו – שלטנות המידע, החימוש המדויק והתקשורת המחברת ביניהם,¹⁹ נוטים להיות מבוססים באופן מכריע (אם כי לא בלעדי) על נכסים אוויריים מצד אחד (חיישנים, חימוש מדויק נישא-אוויר, ממסור-אווירי וחלל), ועל תשתיות ניחות מצד שני (מפקדות שנהנות מתנאי תשתית ותקשורת מעולים). תשלובת המודיעין-מהלומה²⁰ תבעה סוג חדש של ארגון – צוותי מודיעין ותכנון מבצעי משולבים, שבאופן טבעי נטו להיות אפקטיביים יותר במפקדות ניחות. בצה"ל היו אלה הפיקוד המרחבי (שם הוקמו מכלולי מודיעין ואש גדולים), חיל האוויר ואגף המודיעין (המטה הכללי) שזכו בעיקר העוצמה החדשה.

¹⁸ <https://tinyurl.com/klzkazv>.

¹⁹ Edward Hershberger and David Ochmanek, *Information and Warfare: New Opportunities for US Military Forces* (Rand Publications - Mr. All Series, 1999), p. 157-178.

²⁰ Michael Raska, *The Five Waves of RMA Theory* (Nanyang University: Institute of Defense and Strategic Studies - a PPT doc.), p. 4.

העידן הבא – מהפכת 4.0

מה מייחד את "המהפכה התעשייתית הרביעית" מ"עידן המידע" (תעשייה 3.0)? הדרמה של המהפכה השלישית הייתה בהופעתו של כוח החישוב והזיכרון הדיגיטאלי, ממד התוכנה שאפשר למחשבים לעשות מניפולציות על המידע הקיים וליצור ידע חדש כתוצאה מאינטגרציה של תחומי מידע שונים, ובעיקר באופן בו רשת התקשורת של המחשבים אפשרה לבני אדם נגישות חדשה לגמרי למידע. נוצר תווך אנושי חדש – הסייבר – שהוא לראשונה בהיסטוריה יציר אדם ולא יציר הטבע. במישור הצבאי מהפכה 3.0 תרמה מאוד להעצמת המודעות המצבית של מפקדים (Battle-space Awareness) ויצרה עוצמה צבאית חדשה – תקיפות מדויקות ארוכות טווח/מנגד בקצב גבוה ובכמות גדולה ("ספיקה גבוהה"). ממד התוכנה תרם, וממשיך לתרום, לקצב מואץ של מזעור והזלה של מוצרים אלקטרוניים, ובהם חיישנים.

אחרי כל זה, מה נותר למהפכה 4.0? ובכן, מהפכה 4.0 היא המקום בו המחשבים חוצים את המסך ואת האדם שמאחורי המסך, ומתחילים לפעול בעולם האמיתי. לפעול בעצמם, עם תיווך אנושי מסוים, וגם בלעדיו. המשפט הוא קצר, אך זוהי התפתחות דרמטית! המהפכה הזו מתחוללת כתוצאה משילוב של עולם ה"מובייל" וענן התקשורת, אך בעיקר כתוצאה מהתפתחות טכנולוגיות IOT (האינטרנט של הדברים), אוטונומיות ובינה מלאכותית.²¹ המהפכה 3.0 חיברה בין כולם לכולם ויצרה רשת אוניברסאלית. מהפכה 4.0 מאפשרת תפקודים מעשיים של מחשבים בעולם הפיסי-מעשי – ברמה מקומית.²² למשל, היא מאפשרת ל"בית החכם" ליצור אופטימיזציה מקומית של ניצול האנרגיה לצרכי משק הבית.²³

טכנולוגיית IOT מתקדמת יותר (Industrial IOT) מאפשרת לרשת של סנסורים המושתלים במנוע הסילון של חברת GE, למשל, למדוד בדיוק רב מדדים פנימיים שונים במנוע, לתקשר אלה עם אלה תוך כדי פעולתו ולשפר את היעילות בעשרות אחוזים.²⁴ דוגמא אחרת – 24 סנסורים שונים רתומים ליצירת בועת מידע עדכנית ואמינה מספיק כדי לאפשר למחשב לנהוג בעצמו ברכב האוטונומי, שדגמים ניסיוניים רבים ממנו כבר נוסעים בעולם.²⁵

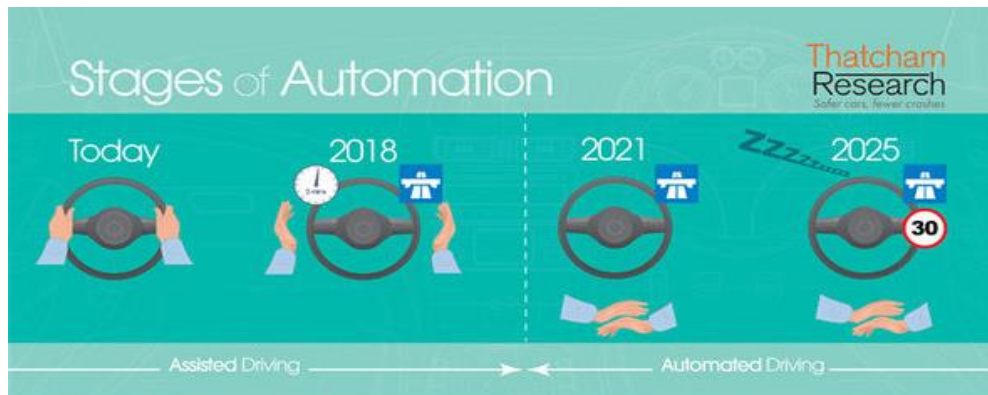
²¹ Pascale Minet, Ines Khoufi and Anis Laouti, "Increasing Reliability of a TSCH Network for the Industry 4.0", *Network Computing and Applications* (IEEE 16th International Symposium on Network Computing and Applications, 2017), p. 1-10.

²² "עידן האינטרנט הרביעי בפתח והוא כולל פוטנציאל אדיר לסטרטאפים ישראלים", *Geektime* (ספטמבר 2016), <https://www.geektime.co.il/the-potential-of-iot-for-israeli-startups>

²³ דידי חנוך, "חיישן חכם לבית חכם", *הארץ*, יוני 2013, <https://www.haaretz.co.il/magazine/the-edge/premium-1.2056067>

²⁴ מתוך מפגש למידה עם אנשי החממה של חברת GE בישראל (קיץ 2017).

²⁵ למשל, "אובר השיקה מונית ללא נהג בפיטסבורג", *כלכליסט*, 15.9.15, <https://www.calcalist.co.il/local/articles/0,7340,L-3698055,00.html>



איור 2: סרגל התקדמות טכנולוגית הצפויה מהרכבים האוטונומיים בשנים הבאות. מהווה ביטוי למהפכה התעשייתית 4.0 (מאת: express.uk)²⁶

המהות של המהפכה 4.0²⁷, אם כן, היא שכוח העיבוד, ביחד עם רמות הדיוק והמיידיות של התקשורת, מאפשרים למחשבים לבצע מטלות מורכבות בעולם הפיסי, בין בני האדם. במקרה של מנוע הסילון, טורבינת הכוח והמכונת האוטונומית אנו מאפשרים למחשבים לקבל החלטות חיים ומוות ממש, מכוח רמת האמינות שהגיעו אליה מצד אחד, ועוצמת היעילות המהפכנית שגלומה בהם מצד שני.²⁸

איך כל זה קשור לעניינים הצבאיים? צבאות העולם, כמו למשל צבא ארה"ב²⁹ הבינו כי רשתות IOT צבאיות (Internet Of Battle-space Things :IOBT) הכוללות סנסורים, חימושים וטכנולוגיות עיבוד והיתוך מידע מתקדמות, הן מענה אפשרי לאיום האש המדויקת ארוכת הטווח מולו הם ניצבים היום.³⁰ צבאות הולכים ומבינים כי גודש המידע המתקבל

²⁶ עוד על כך ר' בערך "Autonomous Car", ויקיפדיה, https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_car, <https://tinyurl.com/y8gkueml>

²⁷ יש להישמר לא לטעות עם מושג דומה מראשית העשור הקודם, שזיהה את הלחימה הא-סימטרית מול ארגונים שאינם מדינות וקרא לה "מלחמות דור רביעי". ר' למשל: קולונל (במיל') ט. אקס. האמס, "מלחמה דור רביעי", בתוך הכוח האווירי והעימות הא-סימטרי (מכון פישר, אוגוסט 2007), עמ' 54-53. וכן -

William S Lind, "Understanding Fourth Generation War", *Military Review* (Sept-Oct 2004).
²⁸ יוני בלאו, "המהפכה התעשייתית הרביעית: בינה מלאכותית ומציאות וירטואלית על רצפת הייצור", כלכליסט, יולי 2017, <https://www.calcalist.co.il/internet/articles/0,7340,L-3717729,00.html>

²⁹ שמואל שמואל, המסע לאסטרטגיית ההיסט השלישית במערכת הביטחון האמריקאית 2012 - 2016 (צה"ל: מרכז דרו, נובמבר 2016).

³⁰ והדבר מעורר דיונים ערים באשר לתפקיד של מערכות אוטונומיות בלחימה. ר' למשל: U.S Joint Forces Command, Unmanned Effects (Ufx), "Taking the Human Out of the Loop", *Project Alpha Study, Rapid Assessment Process (Rap)*, Report #03 (2003), p. 4-10.

כשצבא מערבי אוחז בתא-שטח עירוני צפוף, בחיפוש אחר האויב (מחט בערמת שחת), יכול להיפתר אם נפעיל מערכות עיבוד מידע ממוכנות (Machine-Learning, AI) ברמת הכוח התוקף, שינסו להפריד עיקר ותפל, לאתר אנומאליות בשטח, ולסמן, ברמות וודאות מוגדרות, את מיקומי האויב. הצבאות מגבשים הבנה חדשה לגבי הקשר שבין עולם הסייבר והעולם הטקטי הפיסי, ואת הצורך לנהל מלחמה על התווך התקשורתי כדי להבטיח את עולם המעשה הטקטי-קינטי.



תמונה 2: רכב אוטונומי מטעם חברת FORD. אנו מאפשרים למחשבים לקבל החלטות חיים ומוות ממש, מכוח רמת האמינות שהגיעו אליה. (מאת: Extreme Tech)³¹

המהפכה המודרנית הצבאית 4.0 קשורה ביצירתן של תשלובות מודיעין-תקיפה ועיבוד מידע אוטומטיות ואוטונומיות. מהירות ודיוק הביצועים של מחשבים, סנסורים וטילים מאפשרים למערכות רשתיות להגיע לביצועים בזמן אמת. לאתר אויב, לוודא את האיתור, לדייק אותו במרחב, לקבל החלטה על-פי חוקי הפללה ובטיחות ולתקוף את המטרה – בתוך שניות. המזעור וההוזלה של טילים ופלטפורמות – כמו רחפנים למשל, מאפשרים ליצור מערכות רבות

NATO Allied Command Transformation HQ, "Policy Guidance Autonomy in Defence - וכן Systems", *Multinational Capability Development Campaign (MCDC) 2013-2014, Focus Area- Role of Autonomous Systems in Gaining Operational Access* (Norfolk: 2014).

³¹ <https://tinyurl.com/ya6szbj7>.

כאלה בתפוצה רחבה. לכן מהפכה 4.0, כמו הרכב האוטונומי, מכתיבה את יצירתן של מערכות נשק רשתיות בעלות שלמות תפקודית ברמה הטקטית.

מה אפשר להבין מכל זה?

אין לך דבר מעשי יותר מתיאוריה טובה

קורט לויין

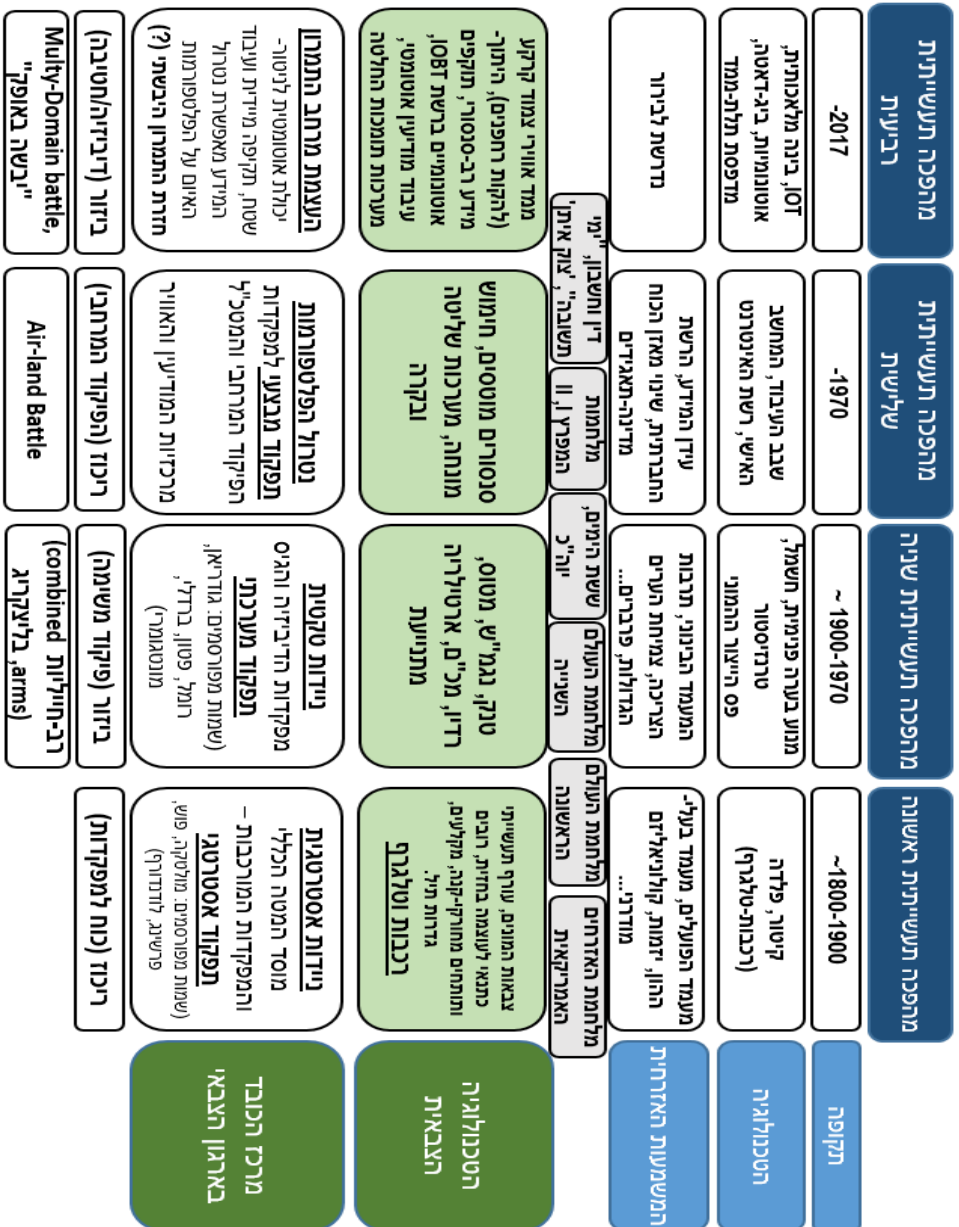
ראשית, מבלי להפחית בחשיבות של החשיבה הצבאית המקורית, קשה לערער על הקשר הידוע שבין צורות הלחימה לבין ההתקדמות הטכנולוגית של העולם. חשוב להבין, זה לא אומר שבהכרח כל צבא עובר טרנספורמציה מתאימה בזמן, אבל זה כן אומר שההיסטוריה מחייבת לאלו שמשכילים למצות עד תום את היתרונות שמאפשרת הטכנולוגיה בת-הזמן, ולהשתנות באמת.

שנית, אפשר להצטייד במיטב הטכנולוגיה של התקופה, אך עדיין להחמיץ לחלוטין את המהפכה. כך קרה לצרפתים, שכוח השריון והאוויר שלהם היה גדול ומשוכלל מזה של הוורמכט הגרמני באביב 1940, אך כשל לחלוטין במערכה בשל אי-הבנה תפיסתית. מערכת הפיקוד הצרפתית לא הבינה את משמעות הניידות והקצב של הלוחמה החדשה, שימרה את תפיסת ההגנה הקבועה ואת מערכת הפיקוד הריכוזית, ולכן קרסה בזמן אמת.

שלישית, המהפכות לא מבטלות זו את זו, אלא נושאות אופי מצטבר, ממש כפי שהקולנוע לא הרג את הרדיו והטלוויזיה לא ביטלה את הקולנוע. שינוע אסטרטגי, למשל, לא הפך לפחות חשוב עם הופעתה של הניידות הטקטית הממוכנת. פלטפורמות הלחימה של העידן המודרני 2.0 (הטנק והמטוס) לא נעלמו עם התפתחות גל 3.0 (בניגוד לחלק מהתחזיות, אגב).

רביעית, המהפכות הצבאיות נוטות להופיע באיחור בהשוואה לאלה המתועשות. מלחמת העולם הראשונה היא השיא של המהפכה הצבאית 1.0, בשעה שהעולם המערבי כבר נשלט על-ידי טכנולוגיית גל 2.0 (כאמור, לצד הגל הקודם). צבא שמקדים להבין את השינוי, זוכה ליתרון משמעותי.

חמישית, קצב התחוללות המהפכות הואץ. גל 2.0 מתואר ככזה שהופיע כמאה שנים אחרי המהפכה התעשייתית הראשונה, הגל השלישי – 70 שנים אחרי השני, הגל השלישי כחמישים שנים אחרי-כן ואילו הרביעי 40-30 שנים בלבד.



איור 3: סיכום המהפכות בעיניים צבאיים בהתייחסותן לארבע המהפכות התעשייתיות.

התמרון היבשתי בראי תיאוריית המהפכות בעניינים צבאיים

בדיון התפיסתי אנו מתמקדים בטרנספורמציה ביבשה. בהקשר זה יש לשים לב לדיאלקטיקה ההיסטורית החוזרת על עצמה בין גלים היסטוריים השוללים את התנועה בשדה הקרב לבין אלה שמאפשרים אותה מחדש. גלים אלה מאפשרים להבין מחדש כמה תופעות מוכרות: עליית המודיעין והאוויר ודעיכת היבשה – העוצמה החדשה של הגל השלישי הותירה מאחור את כוחות היבשה. זה לא קרה בגלל נחשלות תפיסתית, אלא בגלל תנאים אובייקטיביים. אופיו של הכוח היבשתי הפך את המהפכה 3.0 לכמעט בלתי אפשרית עבורו. אמנם, יכולות ש״ב התפתחו גם ביבשה אך הכוח המתמרון עצמו נותר מחוץ לעניין.³² ברמה הזירתית-מרחבית יכלו מפקדות גבוהות להביא לידי ביטוי סוג חדש של עוצמה קרבית – השמדה מהירה ומדויקת של מטרות בספיקה גבוהה. ברמה הטקטית-מקומית, לעומת זאת, השיפור במודעות המצבית של המפקד (שהוא חשוב כשלעצמו), לא יכול היה לשנות באופן מהותי את מורכבות הלחימה. מערכת המידע והתקיפה המודרנית אמנם התמודדה היטב עם אתגר הכמות של האויב הממוכן, אך לא נתנה מענה חדש למורכבות ולקצבים של אירועים טקטיים אמיתיים בשטח מורכב.³³ בנוסף, חימוש מונחה היה יקר וקשה היה לצייד בו את יחידות הקצה. הפתרון התפיסתי למגבלות אלה היה לתאר את התשלובת שהופעלה ממפקדות בכירות ככזו שמשמידה אויב ו"מפנה את הדרך" לכוחות היבשה.

הגידול במפקדות - התיאור של מהפכה 3.0 ככזו שתלויה במנגנוני חיבור ועיבוד מידע אנושיים אינטנסיביים מסביר במידה רבה מאוד את התופעה המדוברת כל-כך בשנים האחרונות, של הגידול במפקדות. יש מי שייחסו את התופעה הזו לנטייה של בירוקרטיה להתנפח.³⁴ אולם מהותו של עידן 3.0, השילוב בין מודיעין זמן אמת למשימות תקיפה מדויקות באמצעות עבודת מטות, מסבירה כי הגידול העצום בדרגים העורפיים (הגבוהים והטקטיים כאחד) – קשור במידה רבה לסוג החדש של העוצמה הצבאית.³⁵

³² במידה חלקית האש היבשתית כן השתכללה, אך מרגע שעשתה זאת – המפקדות הגבוהות נטו לנכס אותה אליהן ולשלוט את משאבי האש המדויקת מהכוחות המתמרנים עצמם.

³³ גבי סיבוני ומורן מיורצ'יק אף טוענים ששפע המידע במערכות הש״ב מפריע למפקד לבירור עיקר מטפל ופוגע בתפקודו. "קללת השפע", מערכות 459 (פברואר 2015), עמ' 12-19.

³⁴ ר' למשל אצל בעז זלמנוביץ, "ניפוח המפקדות – סכנה ברורה ומיידית". הוא מייחס את הגידול במפקדות לאי-הבנה של התו"ל, חוסר מקצועיות של מפקדים ועודף קצינים במילואים. מערכות 425 (יוני 2009), עמ' 40-47.

³⁵ אורן האס, למשל, מסביר במאמרו כי אחד הגורמים לניפוח המטות הוא תופעת "המפקדה הלוחמת" – אימוץ דרך הלחימה עתירת המודיעין והאוויר. "אורן האס, "המטה הישראלי - דגם מטה ייחודי", מערכות 473 (אוקטובר 2017), עמ' 15-16.



תמונה 3: גידול במפקדות

(מאת: Staff Sgt. Keith Anderson, Army North PA 3.0)³⁶

האיום על אתוס הפו"ש ו"פיקוד המשימה" – המהפכה הצבאית המודרנית 3.0 יצרה עדיפות לדרגים הגבוהים, העורפיים והנייחים, בקריאת תמונת המצב המערכתית. זו אבחנה הפוכה מהמציאות שהולידה את תפיסת "פיקוד המשימה" בגל של הניידות הטקטית (2.0). לכן נוצר מתח דוקטרינרי עצום בין האופן בו אנו מכשירים מפקדים לבין צורת הלחימה בפועל. את המפקדים אנו מכשירים על ברכי התורה הצבאית הטקטית של גל 2.0 ועל "פיקוד המשימה", שהוא תולדה של רעיון הניידות הטקטית שמחייב עצמאות מפקדים. אך העוצמה הממשית מעניקה למפקדות הגבוהות המרכזות לא רק מידע אלא גם יכולת השפעה מעשית דרמטית על המערכה, באמצעות תקיפת מטרות.

גלגל הריכוז-ביזור והמהפכה הרביעית כמהפכת ביזור – המהפכה הצבאית המודרנית 1.0 (בעיקר הרכבת והטלגרף) התמקדה בשינוע אסטרטגי והולידה את המפקדה האסטרטגית. חדר המלחמה של הנשיא לינקולן עם כבלי הטלגרף הפרוסים לאורכו³⁷ והמטה הכללי הגרמני הם

³⁶ <https://tinyurl.com/y9tfxnww>.

³⁷ אליוט כהן, הפיקוד העליון, אנשי צבא או מדינאים – מי ינהיג את המלחמה הבאה? (הוצאת מטר, 2003), עמ' 33-34.

הסמלים המוחשיים ביותר של עניין זה. מהפכת הפלטפורמות והניוד הטקטי (2.0) חייבו ביזור של קבלת ההחלטות והעצימו את דרגי הפיקוד המקומיים. תורת פיקוד המשימה היא המורשת החשובה של עידן זה. המהפכה הצבאית של תשלובת מודיעין-מהלומה (3.0) שוב ריכזה עוצמה ייחודית במפקדות הגבוהות, הפעם עוצמה קרבית ממש. רעיון הרשת האוניברסלית (WWW) הכתיב את אופי המהפכה התעשייתית השלישית ותמך בעוצמה הזו של מפקדות נייחות המרכזות מידע רב.

המהפכה הרביעית, לעומת זאת, עוסקת בתפקודים מקומיים המחייבים סגירות-עצמית וביצועים מעולים (כמו הרכב האוטונומי למשל). המהפכה הצבאית המודרנית הרביעית (4.0) – עידן האוטונומיות, רשתות תקשורת הנתונים, האינטרנט של הדברים, שוב מאפשר להעתיק את מרכז הכובד מהמפקדות לדרגים הטקטיים המקומיים. לראשונה דרגים יבשתיים-טקטיים יוכלו למצות את יתרונות החיבור בין סנסורים, אמצעי תקיפה מדויקים ותהליכי עיבוד מידע. גל 4.0 יאפשר לעשות זאת ברזולוציות ובקבועי זמן הרלבנטיים לאתגרים של שדה הקרב המורכב ולאויב שסיגל אמצעי לחימה מתקדמים תוך שימור אופיו החמקני³⁸.



**תמונה 4: כרכרה ללא סוס- כשטכנולוגיה חדשה רק משכללת תפיסה ישנה.
(מאת: Harris & Ewing, Inc. Library of Congress)**

³⁸ Sydney J. Freedberg, "Should Pentagon Let Robots Kill Humans? Maybe", *Breaking Defence*, July 2017, <https://tinyurl.com/ybuf8z8p>.

ניידות טקטית – צורה אחרת להבין את הסעיף הקודם היא באמצעות הדיון על הניידות הטקטית. מהפכה 2.0 של הפלטפורמות הממוכנות החזירה את הניידות הטקטית לשדה הקרב והתגברה על כוח האש של מהפכה 1.0. מהפכה 3.0 הציגה כוח אש חדש, מדויק וקטלני בהרבה, ושוב ביטלה את הניידות הטקטית של הפלטפורמות. הפוטנציאל של מהפכה 4.0 הוא בהחזרת התנועה (תמרון) לשדה הקרב באמצעות אוטומציה ומזעור לממדים טקטיים של תשלובת המודיעין-מהלומה של גל 3.0. התשלובת הממוזערת הזו תוכל לאתר ולדכא את יכולות האש וההסתתרות של הצד השני.

האתגר הצבאי החדש

האתגר הצבאי שמאפיין כל תקופה הוא זה שמעצב את האופן בו ממצים הצבאות החדשניים את הפריצה הטכנולוגית של תקופתם. הטלגרף והרכבת אפשרו לנשיא לינקולן במלחמת האזרחים ולמטה הכללי הגרמני ב-1914 לרתום את המאסה ההמונית של מדינת הלאום לצרכים האסטרטגיים של גזרות לחימה רבות ורחוקות זו מזו. המהפכה הצבאית 2.0 - הפלטפורמות הממוכנות, ביחד עם הרדיו ופיקוד-המשימה הייתה הפתרון ל"תקיעת" המתקפות מול עוצמת האש במלחמת העולם הראשונה. המהפכה הצבאית המודרנית 3.0 נתנה תשובה משכנעת לשאלה מקפיאת הדם – איך נתמודד עם יחסי כוחות בלתי אפשריים בין כמות הטנקים הסובייטיים לאלה המערביים באירופה – ונימנע ממלחמה גרעינית? דרך אחרת לראות אותה היא כחזרה לימי מלחמת העולם הראשונה. גל 1.0 ביטל את הניידות הטקטית ותקע את המלחמה. גל 3.0 עשה לנו את אותו הדבר.

לאיזה אתגר צבאי עשויה המהפכה התעשייתית הרביעית לספק מענה? על מנת לספק לכך תשובה נסקור את ההתפתחות הצבאית של העשורים האחרונים: הצבא האמריקאי ב-2002 ו-2003, וצה"ל בהזדמנויות רבות, המחישו לעולם כי צבאות שאימצו את המהפכה 3.0 הפכו למסוכנים מדי עבור צבאות המבוססים על מהפכת הפלטפורמות של עידן 2.0. טנקים ומטוסים הם פשוט פגיעים מדי לתשלובת המודיעין-מהלומה של גל 3.0. התגובה, שאיתי ברון כינה בשם "המהפכה בעניינים צבאיים של הצד השני"³⁹ ידועה לנו כ"לחימה א-סימטרית" – ויתור על פלטפורמות והיטמעות בשטח המורכב. גרירת המלחמה למרחב הטקטי בו אין עדיפות לתשלובת המודיעין-מהלומה של המפקדות הגבוהות.

עם זאת, העולם לא עצר ב"לחימה א-סימטרית". היום האמריקאים מתכוננים לעימותים צבאיים עם יריבים השקולים להם ("Near-Peer Adversaries"). הם מוטרדים ממה

³⁹ איתי ברון וכרמית ולנסי, *המהפכה בעניינים הצבאיים*, מערכות 432, אוגוסט 2010.

שהם מכנים תופעת "מניעת הגישה לזירה ובזירה" (Anti-Access/Area Denial – A2\AD). לתפיסתם, מעצמה (רוסיה או סין) תבצע מהלך התקפי מוגבל בזירה הקרובה אליה (השתלטות על חצי האי-קרים, מדינה בלטית, או על איים בים סין). לכוחות האמריקאים הסמוכים אין סיכוי להגיב בזמן ובעוצמה מספקת. עיקר הכוח האמריקאי צריך יהיה להיות מוטל מארה"ב עצמה. אך מערך צפוף של טילים נגד-מטוסים וטילים נגד-ספינות שנפרסו שם מבעוד מועד יאיים על היכולת של כוח המשלוח להגיע לזירה (מניעת גישה לזירה). את המערך הזה ישלימו יכולות של אש טקטית ארוכת טווח ומדויקת שתאיים על הכוחות האמריקאים שכבר הגיעו, ומגוון יכולות שיבוש אלקטרוניות וסייבריות (מניעת גישה לזירה).⁴⁰

מה עשו כאן היריבים? הפחיתו את ההיסמכות על פלטפורמות פגיעות⁴¹ (הגבילו את הניוד טקטי) והעצימו את השימוש בטכנולוגיות טילים וחיישנים מתקדמות (תשלובת מודיעין-מהלומה שוללת-ניוד) הן לשיבוש הניוד האסטרטגי והן ברמה הטקטית (יכולות נ"ט מתקדמות ואש טקטית מדויקת). בשל יכולת הדילוג וההסתוות של כוחות מבוססי-טילים הם קשים לאיתור ולהשמדה מהצד השני.

ככל שישמע הדבר מופרך, מתקיימים קווי דמיון משמעותיים בין ההקשר האמריקאי לחשיבה על מלחמה לבין זה שלנו, למרות שהממדים והטווחים שונים. הרי גם בעינינו חזבאללה הוא כבר מזמן צבא של ממש, גם אם לא כוח מדינתי רשמי. כל הגישות שהוצגו כאן, וגם זו של חזבאללה, מזכירות את עידן "הקרב הקרוב" הסורי אליו התכוננו בעשור הקודם - "מחטף" קרקע מוגבל ומפתיע של האויב, כוח חי"ר-נ"ט שתופס תא-שטח קל להגנה בשטחנו ונאחז בו, וכל זאת בחיפוי של מעטפת אש ארטילרית, הגנה-אווירית חזקה ונ"ט מתקדם. תיאור זה מזכיר גם את צורת המתקפה המצרית ב-1973 – חי"ר עשיר בנ"ט מתקדם שנאחז במפתיע בתא שטח מוגבל בחיפוי של מערכי הגנה אווירית וארטילריה. ההבדל הוא בקנה המידה של האויבים והזירות, אך התפיסה דומה. מניעה של גישה לזירה באמצעות מעטפת אש ארוכת טווח ומניעת תמרון בתוך זירת הלחימה באמצעות טילים מדויקים נגד פלטפורמות ויכולות אש נוספות.

האויבים (סינים, רוסים, חזבאללה או חמאס) אימצו את מהפכת 3.0 בעיקר באמצעות שילוב טילים וחיישנים. עתה הם גם שוללים תנועת פלטפורמות, הפעם את זו שלנו. עם זאת, בהיותם הצד המגן, שנדרש פחות לניידות, היתרון האסטרטגי עבר אליהם.⁴² האויבים הצליחו

⁴⁰ על כל אלה ניתן לקרוא בהרחבה בפרסומים אמריקאים ובעיקר במסמך:

TRADOC, *Multi-Domain Battle: Evolution of Combined Arms for the 21st Century* (US Army, 2017), p. 2025-2040.

⁴¹ הרוסים והסינים אמנם מפתחים פלטפורמות לחימה מודרניות ומצטיידים בהן, אך האתגר המדאיג יותר בעיני צבא ארה"ב הוא מסך טילי-הנגד העוטף את הכוח המתמרן. היחסים בין טילי-הנגד ובין הפלטפורמות המתמרנות השתנו בעידן הנוכחי.

⁴² תודה לפרופ' סטיב רוזן על חידוד ההבנה הזו. סטיב רוזן, הרצאה במרכז דדו (2018).

לגבש גישה סימטרית: מצד אחד - יכולת התקפית באש ובתמרון סמוך-גבול, שחומקת מיתרונותיהם של צבאות גל 3.0. מצד שני - הגנה אזורית ומקומית המנצלת טילים וחיישנים (גל 3.0 של הצד השני) כדי לנטרל את יכולת שינוע העתודות והתמרון (גל 2.0), של ארה"ב ושל ישראל, תוך היסמכות על יתרון המגן בניצול הקרקע.

אנו שיפרנו את דיוקי התקיפה שלנו מנקודות ציון בנות שמונה ספרות, לנקודות ציון בנות עשר, שתיים עשרה, ארבע-עשרה ואף חמש-עשרה ספרות (ממד הגובה). האויב, לעומת זאת, מצליח בדרך כלל לחמוק מהמטרות הללו בטרם נתקפו. אנו משמידים נקודות ציון, אך מתקשים לפגוע באויב.

האלוף קובי ברק⁴³

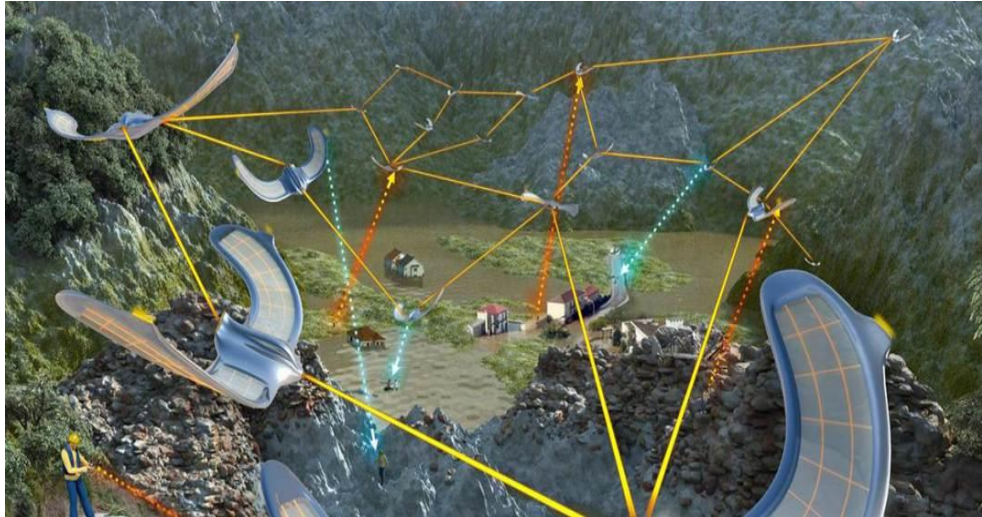
עכשיו אפשר להסביר מדוע לא רק צה"ל מגלה עניין בהגנת הכוחות מפני איומי נ"ט, אש מדויקת וכלי טיס קטנים ובלתי-מאוישים. מדוע צבאות מערביים מחפשים מענה בדמות יכולות איכון ותקיפה מהירה ברמה הטקטית של מטרות המתגלות תוך כדי הקרב. צבאות רבים חשבו, תחת רושם העליונות שרכשו לעצמם במהפכה 3.0, שאין עוד איום ממשי על יתרונותיהם באוויר וביבשה. צבאות אלה מוצאים עצמם חסרים ביכולות שבעבר נתפסו כאלמנטריות, כמו למשל יכולת אש-נגד-אש (מה שכינינו בעבר נ"ס),⁴⁴ רלבנטיות לאיום החדש. האתגרים שחשבונו שייחודיים לצה"ל ולמלחמה ה"א-סימטרית" משקפים עקרונית גם את האתגר שמעמידות סין ורוסיה בפני ארה"ב.

האויבים פיתחו, אם כן, צורת לחימה המבוססת על טילים וסנסורים מתקדמים וחמקניים, ועל ביסוס שליטה מקומית בתא שטח באמצעות מערכת של איסוף טקטי יעיל (רחפנים ככלי נפוץ לשם כך) משולבות בכיסוי ארטילרי מתקדם (הגרסה הרוסית ל-MLRS) למשל, או פרויקט האש קצרת-הטווח של חזבאללה וחמאס). בחסות המעטפת הזאת הם יכולים גם לתמרן במישור הטקטי, באופן מוגבל.

אתגר המהפכה 4.0 בעניינים צבאיים, יהיה להחזיר את הניידות הטקטית והאסטרטגית לשדה הקרב, לאפשר תמרון. היא תוכל לעשות זאת באמצעות שילוב פלטפורמות חדשות (להקות רובוטיות של רחפנים, למשל) ויכולת דיכוי אגרסיבית של החיישנים והטילים של הצד השני. בחסות אלה תוחזר יכולת התנועה לפלטפורמות הגדולות יותר (גל 2.0) שנושאות אנשים שעדיין נדרשים להגן ולכבוש.

⁴³ ברק, השמיים אינם עוד הגבול, עמ' 55.

⁴⁴ אש נ"ס - אש נגד סוללות. טכניקה של הפעלת אש ארטילרית נגד הארטילריה של היריב באמצעות חיבור ישיר ביניהם.



איור 4: דימוי של להקות כטבמ"ים אוטונומיים לניטור רב-חיישני של תא שטח, בשילוב מערכות נשק רשתיות בטכנולוגיית IOT. אתגר המהפכה 4.0 בעניינים צבאיים יהיה לאפשר תמרון באמצעות שילוב פלטפורמות חדשות כגון זו. (מאת: DARPA, World in War website)

הדיון ב"יבשה באופק"

עתה, משגיבשנו הקשר והעמדה היסטוריים לדיון הנוכחי על טרנספורמציה צבאית בצה"ל וביבשה, נותר לבחון לאורם את הרעיונות התפיסתיים השונים שעולים ב"יבשה באופק" ובצה"ל. בחלק זה נטען כי "חופת את"ר" (איתור, תקיפה, רשת) הייתה, וצריכה להישאר, המוקד התפיסתי של "יבשה באופק".

ארגון הכוח החטיבתי באופן רב-חיילי – בלי קשר לשאלה האם זהו מהלך נכון או לא, חיוני או מיותר, ברור כי השורשים הרעיוניים של החטיבה הרב-חיילית נעוצים במהפכה הצבאית של אמצע המאה ה-20 (2.0). במילים אחרות, הקרב הרב-חיילי (Combined Arms) מקורו במהפכת הניוד הטקטי סביב מלחמת העולם השנייה.⁴⁵ בעקבות לקחי מלחמת יום הכיפורים⁴⁶, צה"ל הקים את המפח"ש⁴⁷ ומאוחר יותר את מפקדת זרוע היבשה, ונלחם בציוותי קרב רב-

⁴⁵ כוחות מגוונים – פרשים, רגלים וקשתים, למשל, היו קיימים לאורך ההיסטוריה. אך המצאת החיילות כארגון המתמקד בהתמקצעות טקטית והמצאת מנגנון ארגוני לשילוב מבצעי בין תחומי ההתמחות הטקטיים (מסגרת פיקוד רב-חיילית) הם סימני היכר לצבא המודרני של גל 2.0.

⁴⁶ בעקבות מלחמת ששת הימים התפתח בצה"ל הלך-רוח לפיו רב-חיילות אינה עקרון חיוני.

⁴⁷ פרשייה מרתקת בפני עצמה – צה"ל התנגד להקמת המפח"ש ושר הביטחון ארנס כפה אותו לבסוף, באמצעות מינוי רמטכ"ל: מאיר פינקל, הרמטכ"ל (צה"ל: מרכז דדו, יולי 2017).

חיילים (צק"חיס וצק"גים). ברור גם ששילוב רב-חיילי טוב יותר לא מספק מענה חדש לאתגר הצבאי של הטילים מונעי הגישה ומונעי התמרון שמעמידים האויבים החדשים. יתכן שניתן לחזק את הרב-חייליות ביבשה, אך ברור שזה לא מהלך הקשור לטרנספורמציה הצבאית החדשה.

ארגון המפקדות הטקטית ביבשה – אנו חווים גלים עולים וחוזרים של ארגון מחדש במפקדות האוגדה, החטיבה והגדוד, חיזוק תאים ומכלולים, הקמת תאי-תקיפה ועוד. מזווית ההסתכלות של מהפכות בעניינים צבאיים, מדובר בניסיון (נואש?) של כוחות היבשה לאמץ מקצת מהרלבנטיות של המפקדות הגבוהות בעידן תשלובת המודיעין-מהלומה (גל 3.0). אנו מנסים לעשות זאת באמצעות חיזוק מפקדות המסוגלות, לתפיסתנו, לייבא את העוצמה של תשלובת המודיעין-אוויר לתוך קרב היבשה. צבאות מכנים זאת לחימה משולבת, "Joint". עם זאת, התפוקה של מפקדה ניידת, צפופה, המקושרת בתקשורת מוגבלת לנכסים המוחזקים ברובם על-ידי הפיקוד והמטכ"ל - נותרת שולית. השינויים המתמידים והגידול במפקדות היבשה חיוניים אולי בטווחי הזמן המיידיים, אך בפרספקטיבה היסטורית משקפים "מתיחה" של פרדיגמה (3.0) למרחב של תפוקה שולית פוחתת.

הלוחמ"ם⁴⁸ והאינטרנט המבצע⁴⁹ – מהות רעיונות אלה היא לסלול נתיב תקשורת באמצעותו יוזרם כל ה"טוב" שמתחולל למעלה במפקדות, אל הדרג הטקטי המקומי. המחשה מהעולם האזרחי: משול הדבר למהפכת ה-Mobile/סלולר של העידן התעשייתי השלישי. עם כל חשיבותה, היא לבדה עדיין לא מייצרת את המאסה הקריטית הדרושה למהפכה הרביעית. סלולר לפני עידן הסמארטפון (זוכרים את נוקיה 6100 ומכשירי הסלולר-קונכיה?), אפשר לנו לקרוא חדשות בפורטל ייעודי של גלישה סלולרית; הוא חיבר אותנו למידע שנערך "למעלה". כל זה לא הפך את המשתמש הסלולרי למערכת פעילה המייצרת ידע רלבנטי, בעצמה ובשותפות עם אחרים, לטובת צרכים של כאן-ועכשיו (כמו למשל אפליקציית ניווט ההמונים "Waze").

הפורטלים הסלולאריים הראשונים לא היו מרשימים או מעשיים במיוחד. לא כך הייתה המציאות שחולל הסמארטפון. המובייל החדש, החכם, לא רק שולב ברשת האינטרנט הפתוחה אלא גם שובץ במערכות של חיישנים מקושרים, מה שאפשר לו תפקודים מקומיים חדשים בזמן-מרחב אמיתיים. צילום תמונות משפחתיות עם תיוג גיאוגרפי, למשל. התפתחות זו חוללה תמורות עצומות. חניון "אחוזות החוף", למשל, נפתח לי בעצמו כשחיישן מקשר בין לוחית

⁴⁸ עוד על הלוחמ"ם כ"מודיעין פרטני ומדויק ביותר המוגש לכוחות ברמה המיקרו-טקטית", ר' אצל אביב כוכבי וערן אורטל: "מעשה אמין – שינוי קבוע במציאות משתנה", בין הקטבים 2 (יולי 2014), עמ' 30.

⁴⁹ על תכנית האינטרנט המבצעי במסגרת "צה"ל רשת"י ר': "צה"ל רשת"י", ראיון עם תת-אלוף נתי כהן קשר"ר, ישראל-דיפנס, 7.8.2016, <https://tinyurl.com/jyg82mv>.

הרישוי שלי, לעובדת היותי מנוי באפליקציית 'פנגו' ולמחשב המפעיל את שער החניון. בקצה הקשת - הרכב האוטונומי של UBER (אובר) הוא למעשה מערכת מקושרת של חיישנים ועיבוד מידע שמתנהל באופן עצמאי וסגור. הוא מתפקד גם כשאינו מתקשר עם הרשת הגלובאלית, הגם שחיבור הוא ברירת המחדל העדיפה.



תמונה 5: חייל מתנסה במכשיר מציאות מדומה. המובייל החדש שובץ במערכות של חיישנים מקושרים, מה שאפשר לו תפקודים מקומיים חדשים בזמן-מרחב אמתיים – וגם באלה שלא.

(מאת: Pinterst) ⁵⁰

נחזור לענייננו - האינטרנט המבצעי והלוחמ"ם הם חשובים. הם דוחפים חלק מהתועלות של מהפכת גל 3.0 אל הקצוות הטקטיים של כוחות היבשה⁵¹ (האינטרנט המבצעי כתשתית והלוחמ"ם כתוכן), אך הם לבדם לא יספיקו כדי לשנות דרמטית את התפקוד של הכוח היבשתי באירוע הטקטי המקומי והמאתגר.

⁵⁰ <https://popularairsoft.com/idf-developing-battlefield-ar-technology-microsoft-hololens>.

⁵¹ "תכנית צה"ל רשתי היא בנייה של תשתית 'אינטרנט מבצעי' שתביא ליכולת שיתוף מידע מבצעי בין זרועי": על תכנית האינטרנט המבצעי במסגרת "צה"ל רשתי" ר': "צה"ל רשתי", ראיון עם תת-אלוף נתי כהן קשר"ר, ישראל-דיפנס, 7.8.2016, <https://tinyurl.com/jyg82mv>.

תפיסת האש החדשה – האלוף היימן כתב על תפיסת מעגלי המודיעין-אש החדשה.⁵² מהותה – חיבור טוב יותר, אוטומטי, מהיר ומדויק יותר בין מודיעין לתקיפה. שילוב טוב יותר יאפשר, על-פי היימן, לשפר את מרכיב האיכות בתקיפת המטרות, על-פני מרכיב הכמות. בראי המסגרת התיאורטית שלנו, התפיסה עליה כותב האלוף היימן ממצה את טכנולוגיות הגל התעשייתי 4.0 (בינה-מלאכותית, ביג-דאטה, אוטומציה) על-מנת לשפר את תשלובת המודיעין-מהלומה שעדיין מתרכזת במפקדות הגבוהות (גל 3.0). זהו מהלך חשוב ונדרש, אך הוא עדיין לא בגדר של טרנספורמציה צבאית במישור התפיסתי. הוא לא מספק תשובה לאתגר המרכזי – החזרת הניידות הטקטית לכוח המתמרן, וגם לא מסיט את מרכז הכובד הצבאי לטובת הדרגים הטקטיים.

חופת את"ר, אווירייה יבשתית – לא בכדי "יבשה באופק" בגרסת 2015 הדגישה את "חופת את"ר" כמושך המרכזי של הדילוג התפיסתי היבשתי.⁵³ חופת את"ר "עניינה לאפשר שיפור דרמטי באפקטיביות הטקטית והמערכתית של כוחות היבשה לגילוי אויב נעלם, איכנו ותקיפתו המהירה (...). באמצעות יצירת שכבות אמצעי איסוף ותקיפה קרקעיים, רכובים, נישאים ומוטסים המקושרים בניהם ברשת מהירה המאפשרת היתוך נתונים לסגירת מעגלי ירי בתוך שניות..."⁵⁴ רעיון זה נשא את הבשורה של רשת המקשרת באופן אוטומטי בין חיישנים לבין חימושים⁵⁵ על-בסיס כלי טיס קטנים המופעלים ברמה החטיבתית.⁵⁶

הרשת נועדה לאתר את האויב במדויק, לפגוע בו במהירות ולפענח את מקומות ההסתתרות שלו באמצעות עיבוד מידע מקומי. האלוף חליוה טבע סביב רעיון זה את המושג ההסתתרות שלו באמצעות עיבוד מידע מקומי. האלוף חליוה טבע סביב רעיון זה את המושג (Tactical Internet of Things) TIOT.⁵⁷ האלוף ברק פיתח את הרעיון תחת הכותרות "מדויק

⁵² תמיר היימן, "למידה במטה הכללי", *בין הקטבים* 8 (צה"ל: מרכז דדו, אוגוסט 2016).

⁵³ "המסקנה העיקרית מהליך החשיבה ("יבשה באופק") היתה שזמני התגובה הנדרשים בשדה הקרב התקצרו משמעותית (...). כדי להשיג את שני המרכיבים האחרונים בפתרון – נטרול ההפתעה של האויב ושיבוש היתרון המבצעי שלו בזמן חשיפה קטן – הגו במז"י את תכנית חופת את"ר (...). מדובר במארג טכנולוגי שקושר את כל הפלטפורמות ואת החיילים לערוץ מידע אחד שטוח (...). מעין IOT צבאי".

עמי רוחקס דומבה (ראיון עם "בכיר לשעבר בזרוע"), "מלחמה מדידה מול טרור", *IsraelDefense*, 26.8.17.

<http://www.israeldefense.co.il/he/node/30852>.

⁵⁴ ר' למשל מצגת מז"י מכנס לטרון 2017 (מאי 2017).

⁵⁵ "שכבת איסוף-תקיפה אווירית המורכבת מכלים זעירים ברמת אוטומציה מרבית, המופעלים ע"י חטיבות וגדודים יבשתיים, עשויה לאפשר לנו לאתר את האויב עצמו ולפגוע בו. תקיפה בתוך דקות ושניות תאפשר לפגוע לא רק בנקודה שבה היה האויב לאחרונה, אלא באויב ממש". אהרון חליוה, "עוד מאותו הדבר", *בין הקטבים* 9, עמ' 21.

⁵⁶ עוד על התפיסה - למשל אצל עמי רוחקס, "צה"ל 2030: קטן, יעיל וקטלני", *IsraelDefense*, 16.11.2017, <http://www.israeldefense.co.il/he/node/31779>; עמיר רפפורט, "להביא אש מדויקת אל אויב בלתי נראה", *IsraelDefense*, 6.6.16, <https://tinyurl.com/z2jjdhh>; אהרון חליוה, *תמרון אווירי שטח*, מסמך פנימי.

⁵⁷ אהרון חליוה, "עוד מאותו הדבר" – על הצורך בדילוג תפיסתי בבניין הכוח, *בין הקטבים* 9 (צה"ל: מרכז דדו, דצמבר 2016), עמ' 20.

ובזמן: קישור ישיר בין חישה לתקיפה", ו"לפענח את האויב: מיצוי מידע מהיר ומקומי".⁵⁸ כולם תיארו למעשה את מהותה של המהפכה 4.0 – תשלובת מודיעין-מהלומה ממוזערת ואוטונומית שתאפשר את החזרת הניידות והקטלניות של הדרג הטקטי לשדה הקרב באמצעות איתור האויב ודיכוי פעילותו. חופת את"ר, אם כן, היא הרעיון המרכזי החשוב ביותר בתכנית הטרנספורמציה של צבא היבשה שלנו.⁵⁹

מהם הקשיים במעבר לעידן החדש?

האלוף ברק קבע כי "השינוי מחייב את היבשה וצה"ל לשבור מספר מוסכמות יסוד".⁶⁰ גם צור וחליוה צוטטו כאן באותה הרוח. עם זאת, אנו מתקשים במימושה. מדוע?

ראשית, מהפכות אינן "קורות" – מהפכות בעניינים צבאיים אמנם התאפשרו בהיסטוריה כתוצאה מהופעתה של טכנולוגיה חדשה. עם זאת, רק הצבאות שהבינו זאת וחתרו במודע ובמאמץ רב להתאים את עצמם אליה ולהשתנות תפיסתית וארגונית, הצליחו להפגיע את האויב. הגרמנים עשו זאת בין שתי מלחמות העולם, למרות שהטכנולוגיה העדיפה הייתה דווקא בצרפת ובבריטניה. צה"ל וצבא ארה"ב חתרו במודע ומכוון למיצוי מהפכת ה-3.0, ובמאמץ רב.⁶¹ מהפכה 4.0 לא תבוא מעצמה. היא מחייבת מודעות היסטורית, בהירות תפיסתית ומאמץ ארגוני מודע.

שנית, חתירה לשכלול אין-סופי של התפיסה – קונקרטית, "יבשה באופק" נלכדה במלכודת ה"רב חייליות". רב-חייליות היא מרכיב חשוב בגל 2.0. צה"ל נלחם באופן רב-חיילי, ובמקביל מבחין בצורך לשפר תחום זה. עם זאת, יש להכיר במשקלו של חוק התפוקה השולית הפוחתת. גרירת צה"ל לעיסוק יתר ברפורמות שמקורן ההגיוני הוא במחצית הראשונה של המאה-ה-20 תקשה על מיקודו במהפכה הנדרשת כעת.

שלישית, הפרויקטים הרב-זרועיים מייצגים את גל 3.0 – למעשה המושג "שילוביות" הוא במידה רבה תוצר של עידן 3.0, עידן בו רק כוחות אוויריים יכלו להביא את יתרונות התשלובת מודיעין-מהלומה לשדה הקרב.⁶² ההירתמות של זרוע היבשה לפרויקטים כלל-צה"ליים כמו "אינטרנט מבצעי" ואחרים היא חשובה. חשובה מאוד!

⁵⁸ ברק, השמיים אינם עוד הגבול, עמי 37.

⁵⁹ גיא צור, "יבשה באופק – גיבוש תפיסת תמרון יבשתי", בין הקטבים 6 (צה"ל: מרכז דדו, ינואר 2016).

⁶⁰ ברק, השמיים אינם עוד הגבול, עמי 49.

⁶¹ אפשר למנות עוד מהפכות מוצלחות שעמל וכוונה רבות עמדו מאחוריהן, כמו למשל מהפכת הסטי"לים של חיל הים, ר' אצל שאול ברונפלד, "המהפכה בעניינים ימיים – שייטת הסטי"לים", בין הקטבים 14 (דצמבר 2017).

⁶² ר' גם: ערן אורטל, "קץ להדחקה – עידן שישי בלוחמת היבשה", בין הקטבים 6 (צה"ל: מרכז דדו, ינואר 2016).

עם זאת יש לזכור ששילוביות טובה יותר עם המודיעין וחיל-האוויר באמצעות רשת אוניברסאלית לא תספק מהפכה של ממש בתנאים הקרביים הטקטיים-מקומיים.⁶³ והרי זה עיקר הפער שגילינו! מאמץ הטרנספורמציה צריך להתמקד בהחזרת העצמאות והניידות לדרג הטקטי.

רביעית, היעדר ארגון לרעיון החדש - חופת את"ר היא שם הקוד הברור ביותר שניתן עד כה בצה"ל לטרנספורמציה צבאית הבנויה על הרעיון של רשתות IOT המקשרות אוטומטית בין חיילים ותוקפים, ועל עיבוד מידע ברמה הטקטית המקומית. אך מי ביבשה אחראי על מימוש רעיון זה?

*עזוב, העיקר זה גדודים טובים ומג"דים טובים.*⁶⁴

חמישית, "פחד מטכנולוגיה" והחמצת הזדמנות - הפחד מ"טכנולוגיה", וממה שמכונה "תפיסות מוטות טכנולוגיה", משקף חוסר מודעות תיאורטית והיסטורית לרעיון הטרנספורמציה הצבאית. יתכן שהחשש ביבשה מטכנולוגיה קשור לא רק לרתיעה השמרנית של רובנו משניוים⁶⁵ אלא ספציפית גם לחוויה היבשתית ממהפכת 3.0. מזווית ההסתכלות היבשתית, גל זה פגע בתמרון ובעצמאות המפקדים, ולכן התגובה האינטואיטיבית היא לדחות רפורמות "דיגיטליות" נוספות. כאמור, זוהי אי-הבנה. חדשני תמרון כמו גודריאן, רומל ופטון היו תוצרים של טכנולוגיית הרדיו ומנוע הבערה הפנימי, ורתמו אותן להשבת הניידות הטקטית. אם נמשיך ברתיעתנו האינטואיטיבית נחמיץ דווקא את פוטנציאל המהפכה הביזורית החדשה – זו שבכוחה להחזיר את רלבנטיות התמרון.

שישית, אינטרסים סקטוריאליים – זרועות וחיילות בתצורתם המודרנית הן יצירה של עידן הפלספורמות (גל 2.0). הכוח הארגוני שחותר לשימור המרכזיות שלהם הוא עצום.⁶⁶ כוח נוסף, פרי עידן 3.0, הוא השילוב של זרועות המודיעין והאוויר. לכל הכוחות הללו אין עניין בגל

⁶³ עוד על הצורך לעבור מתפיסה של שילוביות להיתוך ראו שם.

⁶⁴ עזר גת מצטט תגובה אופיינית של מפקדים ביחס לאבחנה של מה שאנו מבינים היום כמהפכת החמ"ם (גל 3.0). עזר גת, "אמצעי לחימה, תורת לחימה וארגון בסיסי", *מערכות* 278 (ינואר-פברואר 1981), עמ' 51.

⁶⁵ או כפי שניסח זאת עזר גת - "דורות של אנשי צבא לא התנסו בשכמותן (מהפכות טכנולוגיות-תורתיות ארגוניות - ע.א) מעולם. כל ניסיונם הבלתי-אמצעי מתקוממים באופן טבעי מול שבירה של כל מה שנראה כמסגרות הבדוקות והמבוססות של המקצוע הצבאי (שם).

⁶⁶ ר' למשל אצל ישראל טל: "החיילות מילאו וממלאים בצה"ל תפקיד מכריע בבניין הכוח ובטיפוח איכותו... אלא שבצד תרומתם התפתח גם התהליך הבלתי נמנע שעבר על כל הצבאות. הארגון החילי היה אנכרוניסטי: המטה המקצועי נטרל את המטה המתאם והארגון 'האופקי' יצא מופסד. על רקע זה נשמעים בשנים האחרונות קולות מחאה נגד קיפוחו של 'הקרב המשולב'. ישראל טל, *מעטים מל רבים* (הוצאת דביר, 1995), עמ' 100.

4.0 במובן התפיסתי-ארגוני שלו, אלא בהמשך השכלול של תפיסות עידן 2.0 ו-3.0. ההתנגדות לרעיונות הטרנספורמציה 4.0 מתוך חיילות היבשה, מהזרועות האחרות ומאגפי מטכ"ל משקפות את שילוב האינטרסים הזה.

שביעית, ארגון ייעודי – כאמור, אף מהפכה לא קרתה מעצמה. צה"ל נכשל בביצוע תפיסת התמרון רב-חיילי (לקחי מלחמת יוה"כ) עד שהוקם ארגון ייעודי לכך (המפח"ש שהפכה למפקדת זרוע היבשה).⁶⁷ כדי לעבור את המהפכה 3.0 יצא הרמטכ"ל אהוד ברק ביוזמה כתובה, מינה אלוף ייעודי, והשקיע מיליארדים במערכים חדשים (חימוש מדויק, כטב"מים), ובניסויים מערכתיים. אם לא נתארגן מחדש, לא נשתנה.

האם יתכן "דילוג על שלב"? עולה שאלה באשר ליכולתה של היבשה "לדלג" מעל גל 3.0 היישר ל 4.0. בעיני התשובה הפשוטה היא כן! גם אויבינו, חזבאללה וחמאס, דילגו מעל מהפכת הפלטפורמות (2.0) ופיתחו לעצמם צורה מיוחדת של צבא 3.0. התנאים של חזבאללה וחמאס לא אפשרו להם לעבור דרך המהפכות הצבאיות הקודמות. בדומה לכך, מהפכה 3.0 לא הייתה ישימה לכוחות היבשה הניידים. מהפכה 4.0, לעומת זאת, מתאימה בהחלט. כפי שמנוע הבערה הפנימי "מזער" את מנוע הקיטור לממדים שאפשרו את המטוס, הטנק והמשאית, כך גל 4.0 "ממזער" את תשלובת המודיעין-מהלומה לממדים שמאפשרים הגנה מרחבית וקטלניות רלבנטית למסגרות הטקטיות.

סיכום

צה"ל צריך לחתור היום לבנייתה של תשלובת חישה-תקיפה-עיבוד אוטונומית, ובהקשרי הגנת הכוח, גם אוטומטית. ניתן לרתום לשם כך כטב"מים קטנים וזולים הנושאים סנסורים וממסרים והמקושרים ליכולות תקיפה ועיבוד מידע מתקדמות. כל זה צריך לקרות ברמה הטקטית המקומית כדי לדכא את יכולות גל 3.0 של הצד השני ולהשיב לצבא את עליונות התמרון. שלושה אלופים בזרוע היבשה שלנו כתבו על כך. צבא ארה"ב פרסם ברבים את תפיסת המערכה הרב-ממדית שלו (Multi-Domain Battle), שמכוונת לאותו המקום.⁶⁸ ובכל זאת לא נראה שהאמץ העיקרי של תכניות בניין הכוח המעשיות שלנו מכוון לשם.

⁶⁷ מאיר פינקל, הרמטכ"ל - מחקר השוואתי של שישה היבטים בתפקודו של מפקד הצבא, הוצאת מודן, 2018.
⁶⁸ TRADOC, *Multi-Domain Battle: Evolution of Combined Arms for the 21st Century 2025-2040* (US Army, 2017); Shmuel Shmuel, "Multi-Domain Battle: AirLand Battle, Once More, With Feeling", *War on the Rocks* (June 2017).

צה"ל ידע בעבר לזהות את הרגע ההיסטורי בו הוא מצוי, לרתום את עוצמת הטכנולוגיה לתפיסה ולארגון חדשניים, ולהשתנות. עשינו זאת בשנות ה-90, עשינו זאת עם מהפכת הסטי"לים, עשינו זאת בהזדמנויות אחרות. בכוחנו הדבר. נדרשות מודעות היסטורית, בהירות תפיסתית וארגון מחדש של זרוע היבשה ושל הכוחות עצמם. בלעדיהם העגלה ההיסטורית תמשיך לנסוע, ואנו ניוותר מאחור.

*"עני ורש ומרושרש, מביט בנשל הנחש, לו רק יכולתי גם אני כך להגיח.
בהשילי בלי כל חשש תרבות של עור אשר יבש, וכמו חדש למחוז חפצי אגיע"*

מאיר אריאל / נשל הנחש

רשימת מקורות:

- אדמסקי, דימה. *תרבות אסטרטגית וחדשנות צבאית*. מערכות, 2012.
- אורטל, ערן. "קץ להדחקה – עידן שישי בלוחמת היבשה". *בין הקטבים* 6. צה"ל: מרכז דדו, ינואר 2016.
- אורטל, ערן וידעי, תמיר. "מבצעי הרתעה – פרדיגמה במבוי סתום". *עשתונות* 1. המכללות הצבאיות, ינואר 2013.
- אורטל, ערן וכוכבי, אביב. "מעשה אמ"ן – שינוי קבוע במציאות משתנה". *בין הקטבים* 2. צה"ל: מרכז דדו, יולי 2014.
- בלאו, יוני. "המהפכה התעשייתית הרביעית: בינה מלאכותית ומציאות וירטואלית על רצפת היצור". *כלכליסט*, יולי 2017, <https://tinyurl.com/ydbnedjm>.
- ברון, כרמית וולנסי, איתי. "המהפכה בעניינים צבאיים של הציר הרדיקלי". *מערכות* 432, אוגוסט 2012.
- ברונפלד, שאול. "המהפכה בעניינים ימיים – שייטת הסט"לים". *בין הקטבים* 14, דצמבר 2017.
- ברק, קובי. "השמייים אינם עוד הגבול – הצורך בלוחמה רב ממדית ביבשה". *בין הקטבים* 11-12. צה"ל: מרכז דדו, מאי 2017.
- גזר. "אמצעי לחימה, תורת לחימה וארגון בסיסי". *מערכות* 278, ינואר-פברואר 1981.
- הייטנר, אילן. *קציצות*. הוצאת מודן, 2008.
- היימן, תמיר. "למידה במטה הכללי". *בין הקטבים* 8. צה"ל: מרכז דדו, אוגוסט 2016.
- זלמנוביץ, בעז. "ניפוח המפקדות – סכנה ברורה ומידית". *מערכות* 425 (יוני 2009): עמ' 47-40.
- זרוע היבשה. "אתגרי זרוע היבשה בתר"ש גדעון". *מצגת מז"י לכנס לטרון*, 2017.
- זרוע היבשה. *יבשה באופק – טיוטה*, שמור, ספטמבר 2017.
- חליוה, אהרון. "עוד מאותו הדבר – על הצורך בדילוג תפיסתי בבניין הכוח". *בין הקטבים* 9. צה"ל: מרכז דדו, דצמבר 2016.
- חליוה, אהרון. *תמרונ אווז שטח*. אט"ל – מסמך פנימי, 2016.
- חנוך, דידי. "חיישן חכם לבית חכם". *הארץ*, יוני 2013, <https://www.haaretz.co.il/magazine/the-edge/premium-1.2056067>.
- טופלר, אלווין והידי. *מלחמה ואנטי-מלחמה*. ספריית מעריב, 1994.
- טל, ישראל. *מעטים מל רבים*. הוצאת דביר, 1995.
- כהן, אליוט. *הפיקוד העליון, אנשי צבא או מדינאים – מי ינהיג את המלחמה הבאה?*. הוצאת מטר, 2003.

- כהן, נתי (נתנאל). "צה"ל רשתתי". ישראל דיפנס, 7.8.2016, <https://tinyurl.com/jyg82mv>.
- מיורצ'יק, מורן וסיבוני, גבי. "קללת השפעי". מערכות 459 (פברואר 2015): עמ' 12-19.
- מפגש למידה עם אנשי החממה של חברת GE בישראל, קיץ 2017.
- "עידן האינטרנט הרביעי בפתח והוא כולל פוטנציאל אדיר לסטרטאפים ישראלים". *Geektime*, ספטמבר 2016, <https://www.geektime.co.il/the-potential-of-iot-for-israeli-startups>.
- פינקל, מאיר. הרמטכ"ל - מחקר השוואתי של שישה היבטים בתפקודו של מפקד הצבא, הוצאת מודן, 2018.
- צור, גיא. "יבשה באופק – גיבוש תפיסת תמרון יבשתי". בין הקטבים 6. צה"ל: מרכז דדו, ינואר 2016.
- רוחקס, עמי. "צה"ל 2030: קטן, יעיל וקטלני". *IsraelDefense*, 16.11.2017, <http://www.israeldefense.co.il/he/node/31779>.
- רוחקס, עמי. "מלחמה מדידה מול טרור", ראיון עם "בכיר לשעבר בזרוע". *IsraelDefense*, 26.8.17, <http://www.israeldefense.co.il/he/node/30852>.
- רפפורט, עמיר. "להביא אש מדויקת אל אויב בלתי נראה". *IsraelDefense*, 6.6.16, <https://tinyurl.com/z2jjdhb>.
- שמואל, שמואל. המסע לאסטרטגיית ההיסט השלישית במערכת הביטחון האמריקאית 2012-2016. צה"ל: מרכז דדו, נובמבר 2016.
- Freedberg, Sydney J. "Should Pentagon Let Robots Kill Humans? Maybe". *Breaking Defence*, July 2017, <https://tinyurl.com/ybuf8z8p>.
- Hammes, T.X. "4th Generation Warfare". הכוח האווירי והעימות הא-סימטרי. Fischer Institute, August 2007.
- Hershberger, Edward and Ochmanek, David. "Information and Warfare: New Opportunities for US Military Forces". *Mr. All Series*. Rand Publications (1999): p. 157-178.
- Khoufi, Ines, Laouiti, Anis & Minet, Pascale. "Increasing Reliability of a TSCH Network for the Industry 4.0". *Network Computing and Applications (NCA) 2017*. IEEE 16th International Symposium (2017): p. 1-10.

- Lind, William S. "Understanding Fourth Generation War". *Military Review*, September-October 2004.
- NATO Allied Command Transformation HQ. "Multinational Capability Development Campaign (MCDC) 2013-2014", Focus Area - Role of Autonomous Systems in Gaining Operational Access. *Policy Guidance Autonomy in Defence Systems*. Norfolk: 2014.
- Raska, Michael. *The Five Waves of RMA Theory*. Nanyang University: Institute of Defense and Strategic Studies.
- Rosen, Stephen Peter. *Winning the Next War: Innovation and the Modern Military*. Cornell University Press, 1994.
- Schwab, Klaus. *The Fourth Industrial Revolution*. USA: Crown Publishing, 2016.
- Shmuel, Shmuel. "Multi-Domain Battle: AirLand Battle, Once More, With Feeling". *War on the Rocks*, June 2017.
- Starry, Donn. "Extending the Battlefield ". *Military Review* (March 1981): p. 31-50.
- Starry, Donn. "A Tactical Evolution – FM 100-5". *Military Review* 58, August 1978.
- Toffler, Alvin. *The Third Wave*. New York: Bantam Books, 1981.
- Toffler, Alvin and Toffler, Heidi. "Revolutionary Wealth: New Perspective". *Quarterly* 30.4, 2013.
- TRADOC. *Multi-Domain Battle: Evolution of Combined Arms for the 21st Century*. US Army (2017): p. 2025-2040.
- U.S Joint Forces Command, Unmanned Effects (Ufx). "Taking the Human Out of the Loop". *Project Alpha Study, Rapid Assessment Process (Rap)*, Report #03 (2003): p. 4-10.