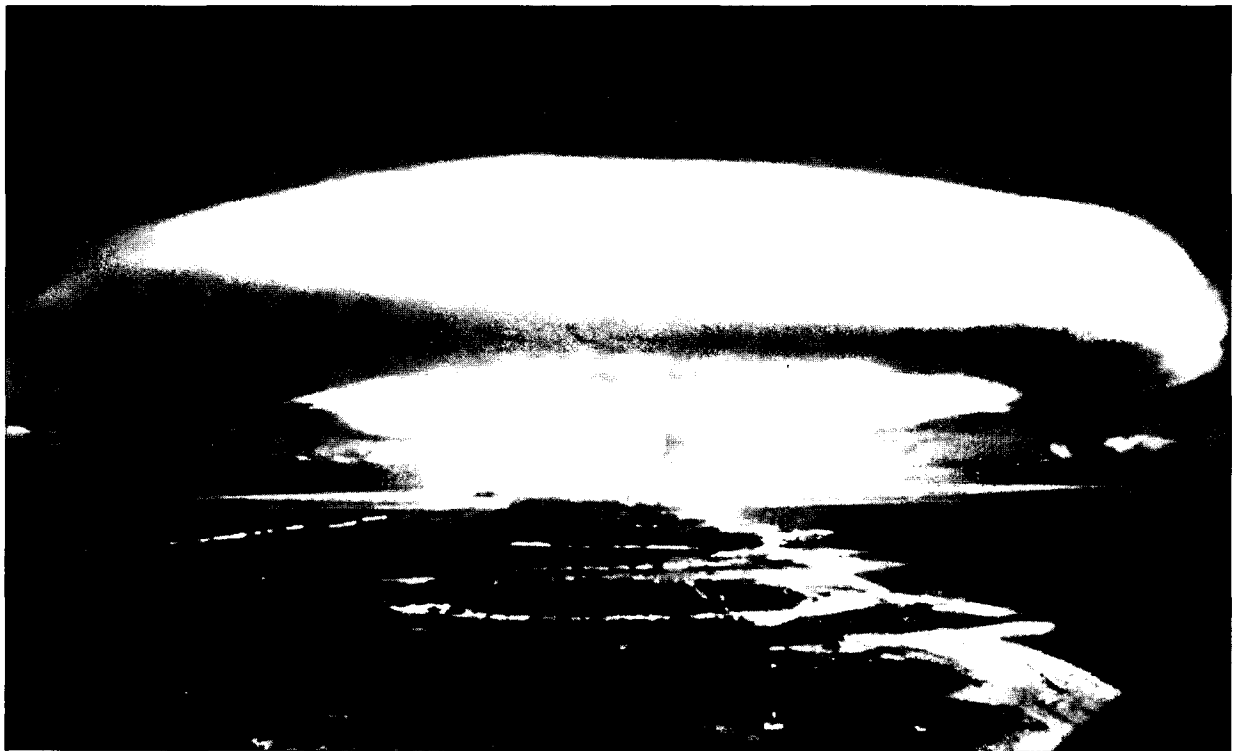


# על "המהפכה הצבאית" הבאה

ד"ר עזריאל לורבר



פצצת מימן שפוצצו הצרפתים באי מורורואה ב־1971. נשק גרעיני כבר אינו בבחינת חידוש טכנולוגי, אך כניסתו למזה"ת תחולל מהפכה של ממש

## הקדמה

לאורך ההיסטוריה אין ספור פעמים. נזכיר כאן רק לדוגמא את השימוש בנשק חם נגד ילידים במלחמות הקולוניאליות, הופעת הטנק במלחמת העולם הראשונה, פיתוח המכ"ם הסנטימטרי על־ידי בעלות הברית במלחמת העולם השנייה, הפעלת טילי ה-V-1 וה-V-2 על־ידי הגרמנים, הפיתוח המוצלח של נשק גרעיני בידי האמריקנים,<sup>1</sup> שיבוש טילי ה"סטיקס" שבידי חילות הים של מצרים ושל סוריה במלחמת יום הכיפורים.<sup>2</sup> כל אלה היו הפתעות טכנולוגיות, שגרמו לקשיים מבצעיים

הביטוי "המהפכה בעניינים הצבאיים" או "מהפכה טכנו-צבאית", שניתן לפגשו בתדירות הולכת וגדלה בספרות הצבאית העכשווית, מתייחס בהקשר הנוכחי למהפכה באופן ניהול המלחמות - בעיקר לאור ההשפעה שיש להתפתחויות בטכנולוגיה על האופן שבו צבאות ממלאים את משימותיהם.

מובן שחידושים טכנולוגיים אינם דבר חדש, והפתעות טכנולוגיות - כניסתו לשימוש של נשק חדשני, שלצד האחר לא היה עליו שמץ של מושג, או שהוא לא היה מוכן להופעתו בזירה - אירעו

הנחה שבינתיים לא הובס במלחמה, או לפחות שנותרה המסגרת הלאומית למחשבה על סיבוב שני. ההתפתחויות המואצות בטכנולוגיות בסיסיות מודרניות על כל מגוון היישומים שלהן מקנות לשאלה זו חשיבות הולכת וגדלה. עובדת ההסתגלות כשלעצמה או הנטרול - אם יצליחו - אינם מבטלים, כמובן, את העובדה שמהפכה אכן אירעה, ועל כולם להתיישר עתה לפי הקו החדש או להסתכן במפלה מהירה.

שנית, היא אינה קובעת מתי התפתחות טכנולוגית (המלווה בחידושים המערכתיים והארגוניים הדרושים) היא מעמיקה דיה כדי שאכן ניתן יהיה לכנותה "מהפכה" ולא סתם התפתחות אבולוציונית הגיונית המתבקשת מאליה. להערכתי, קביעה זו תהיה תמיד שרירותית במידת מה, ולאור המשמעות עיונית החברתיות הקשורות בדבר גם לא ממש חדה. על סמך שתי בעיות אלה ניתן להציג שאלה נוספת: האם ניתן להגדיר את הפרמטרים התיאורטיים של התפתחות טכנולוגית חשובה וישימה לתחום הצבאי, כך שעל-ידי מניפולציה נכונה תוכל לשמש בסיס למהפכה צבאית נוספת? זאת מתוך הנחה אופטימית מעט, כי כאשר התפתחות כזו תקרה, אנשי הצבא אכן יהיו ויקבלו אותה ויפעלו להסתבתה או ליישומה כמהפכה הצבאית הבאה, והפוליטיקאים יקצו את המשאבים הדרושים כדי להוציאה מן הכוח אל הפועל.

אצל היסטוריונים צבאיים מקובל להניח כי מהפכות של ממש בתורות ובאמצעי הלחימה - מהפכות צבאיות - קורות במחזורים של כ-50 שנה במוצע.<sup>5</sup> בהתאם ללוח זמנים כזה, אם שתי המהפכות הצבאיות האחרונות היו המהפכה הגרעינית (בתחילת שנות ה-40) ומהפכת הלחימה המודרנית (כפי שבה לידי ביטוי במלחמת המפרץ השנייה ב-1991), הרי ניתן לצפות

חמורים אצל הצד המופתע - קשיים שלא תמיד הוא הצליח להתגבר עליהם.

"מהפכה צבאית", לעומת זאת, מוגדרת בדרך כלל כ"יישומה של טכנולוגיה חדשה במשולב עם קונספטים מערכתיים חדשניים ועם שינויים מתאימים בארגון הכוח".<sup>3</sup> במילים אחרות, מהפכה צבאית היא אירוע המבוסס - לפחות בחלקו - על טכנולוגיה, ואף כי היא יכולה להיות מלווה על-ידי הפתעה טכנולוגית, כמו הופעתו של הנשק הגרעיני, הרי גורם ההפתעה בתחום הטכנולוגי אינו מחויב המציאות. יש לציין כי בעת המודרנית יצירתם והטמעתם של קונספטים מערכתיים חדשניים, שלא לדבר על השינויים הנדרשים בארגון הכוח, אינם יכולים בדרך כלל להתבצע בלי שהמידע על אודותיהם - כמו על הטכנולוגיה העומדת בבסיסם - ידלפו או אף יוצגו לעיני כול.

משמעותה המעשית של מהפכה צבאית היא כי כאשר כוח צבאי כלשהו ביצע או יישם את התהליך הזה, הרי כל כוח צבאי אחר העומד מולו, ואשר לא הסתגל לעובדת השינוי, נידון מראש למפלה צבאית. נוכח למקד את מה שנאמר עד כה ולומר, כי אף שטכנולוגיה אינה תנאי מספיק להיווצרותה או ל"פריצתה" של מהפכה צבאית, הרי טכנולוגיה שהגיעה לבשלות מהווה תנאי הכרחי לשם כך. דוגמא אחת לכך היא השינוי ההדרגתי באורח המחשבה ובניהול המאבק הבינומי, כשגדלו באופן משמעותי כמויות הנשק הגרעיני.<sup>4</sup> יחד עם זאת יש לציין כי כניסת הנשק הגרעיני הייתה באמת יחידה במינה, היות ובדרך כלל מהפכות צבאיות הן אירועים מורכבים הרבה יותר. כניסתו של אמצעי יחיד ופיתוחו של תו"ל חדשני אינם מצדיקים בדרך כלל את השם "מהפכה".

## מספר בעיות בהגדרות הקיימות

להגדרה של מהפכה צבאית המובאת לעיל יש מספר חסרונות:

ראשית, היא אינה מתייחסת לשאלת ה"קונטרולוציה", אם לשאול ביטוי מתקופת המהפכה הרוסית. במילים אחרות, כמה זמן, מאמץ או שידוד מערכות תרבותי וחברתי יידרשו עד שהצד השני יאמץ אף הוא את החידושים הטכנולוגיים, המערכתיים והארגוניים שהיוו את המהפכה שבה מדובר ובכך ינטרל למעשה את האפקט שלה או אפילו יביא מצידו למהפכה חדשה (המבוססת, למשל, על טכנולוגיה אחרת), שתשים לאל את יתרונותיה של המהפכה הקודמת. כל זה כמובן



למהפכה הבאה רק בשנות ה-40 של המאה הבאה.<sup>6</sup> מהפכה זו תהיה, כמובן, מבוססת על טכנולוגיות שתבשלנה ב-20-30 השנים הבאות. אף כי זהו נושא מעניין לספקולציות היסטוריות, השאלה היא האם באמת ניתן לישון בשקט עד אז?

## המשמעות המודרנית של מהפכה טכנו-צבאית

כדי לענות על שאלה זו ברצוני להתייחס שוב להגדרה של מהפכה צבאית ולהוסיף לה עוד גורם מגביל: מהפכה צבאית היא מבחינה טכנולוגית אירוע כה עמוק, שכדי לחקותה או לנטרלה חייב היריב הנוכחי - או כל גורם אחר המוצא את עצמו במלחמה - לעבור שינוי טכנולוגי/תעשייתי, ולפעמים חברתי, מהותי באופיו ברמה הלאומית. בלי שינוי כזה הוא לא יוכל לשרוד בשדה הקרב החדש.

ראוי להדגיש כי משך ההסתגלות של צבאות, של יריבים בפועל או של צופים מהצד לשינויים טכנולוגיים באופי הלחימה הוא לעיתים קצר מאוד - אך רק אם קיים הבסיס הטכנולוגי/תעשייתי שיאפשר הסתגלות כזו. למשל, במלחמת העולם השנייה הסתגלו בעלות הברית במהירות למציאות החדשה שכפתה מלחמת הבזק הגרמנית על שדה הקרב, והתלמידים (לפחות בתחום היישום המעשי) עלו במהירות על מוריהם.

הסתגלות מהירה כזו גם אינה תלויה בהכרח במקום, בזמן או בנושא. במלחמת האזרחים האמריקנית אי-מצו שני הצדדים במהירות (בתוך חודשים) את הרכבת ואת הטלגרף כדי לשפר את ניידותם ולשם ניהולן של תקשורת אסטרטגית.



איש או"ם בוחן מצבור גדול של גז עצבים שהתגלה בעיראק. גם נשק כימי הוא כבר מיושן, אך הכנסתו לזירה הישראלית-ערבית, תחולל מהפכה בשדה הקרב

מתכנן ההתקפה היפנית על פרל הרבור, אדמירל יאמאמוטו, סייר ב-1923 (באותה עת הוא היה עדיין בדרגת אל"ם) באירופה ובארצות-הברית והשתכנע בחשיבותה העתידית של נושאת המטוסים. בתוך שנה החלה יפן לבנות את נושאת המטוסים הראשונה שלה, וזו הושקה במאסר 1926.<sup>7</sup>

ברית-המועצות, לעומת זאת, ידעה מאז 1941 - הודות למרגליה - כי ארצות-הברית מפתחת נשק גרעיני. הפצצה האמריקנית הראשונה נוסתה ב-1945, ואילו הפצצה הסובייטית הראשונה נוסתה ב-1949. ארבע שנים נדרשו איפוא לסובייטים כדי לסגור את הפער, ולולא הצליחו להחזיר מרגלים כה רבים לתוכנית האטום של ארה"ב, הם היו בוודאי נזקקים לשנים רבות נוספות.

הדפוס הזה חזר על עצמו גם בשנים שלאחר מכן: המערב פתח פער טכנולוגי גדול בינו לבין הגוש המזרחי, ובריה"מ עשתה כל הזמן מאמץ לסגור את הפער. בסופו של דבר היא לא עמדה במעמסה הכלכלית הכרוכה במירוץ האינסופי הזה וקרסה. תוספת זו להגדרה של המהפכה הצבאית אינה מבטלת את האוניברסליות של אותה הגדרה, אך מאפשרת לדון במהפכות צבאיות גם בהקשרים של סכסוכים אזורים, שלא הגיעו בכל הטכנולוגיות שלהם לרמה המעצמתית. במילים אחרות, מהפכה צבאית יכולה להתרחש גם במסגרת סכסוכים, שניתן עדיין לשייכם - בחלקם או במלואם - לגל השני.<sup>8</sup>

למשל, כניסה של נשק גרעיני או שימוש נרחב בנשק כימי במסגרת הסכסוך הישראלי-ערבי ייחשבו למהפכה צבאית אזורית, אף שמדובר בשני אמצעים מיושנים יחסית (בוודאי שמיושנים יותר מאמצעים רבים אחרים שכבר הופעלו במלחמות האיזור), ואף שנשק כימי כבר הופעל בעבר על-ידי המצרים והעיראקים.

השימוש בהגדרה החדשה אומנם מקטין את מספרן המקובל של המהפכות הצבאיות שהתרחשו בהיסטוריה, אך הופך אותן למשהו עמוק יותר, למשהו שהשפיע גם על המרקם החברתי והתרבותי ועל חיי היום-יום של כל אומה שהייתה מעורבת בהן בצורה זו או אחרת.

כדי להבהיר נקודה זו אני מציע להגדיר את האירועים הבאים כמהפכות טכנולוגיות/צבאיות ברמה הגלובלית בעת החדשה:

1. המצאת הנשק החם (סוף המאה ה-14).
2. המצאתה של מכונת הקיטור ופריצת המהפכה התעשייתית בעקבות זאת (אמצע המאה ה-18).
3. פיתוחו של מנוע השריפה הפנימית והתקשורת

שניים מתושבי העיירה הכורדית  
חלבניה - אב ובנו - מוטלים  
מתים לאחר התקפה עיראקית  
בנשק כימי



4. פיתוח הפצצה הגרעינית (1945) ושכלול הטיל הבליסטי.
5. פיתוח טכנולוגיית החלל (החל מ-1957).
6. פיתוח טכנולוגיית המזעור וה-MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) (החל מסוף שנות ה-60).
7. הופעתם של מחשב הכיס (1973) ושל המחשב השולחני (1980).
8. שימוש נרחב ומתואם בנשק מדויק ארוך טווח בשדה הקרב היבשתי (1991).

כל אחת מההתפתחויות הטכנולוגיות האלה הביאה, כמובן, לעשרות ולמאות אמצעים המבוססים עליה, ואשר הסך הכול שלהם הוא שמחולל את היכולת הצבאית החדשה. כאשר יכולת כזו משולבת עם השינויים המתאימים בתורת הלחימה ובארגון הכוח, באה לעולם מהפכה צבאית חדשה. אני מודה כי בחלוקה זו מושם דגש חזק בהרבה מהמקובל על טכנולוגיה, אך להערכת טכנולוגיה חדשנית היא הכוח המניע האמיתי מאחורי מהפכות צבאיות, לפחות בעת המודרנית.<sup>9</sup>

יש לשים לב לשתי עובדות חשובות: ראשית, כמעט כל ההתפתחויות האלה לא התחילו כמערכות נשק או אפילו כהמצאות שממציאיהן חשבו שהן בעלות פוטנציאל צבאי. אפילו המצאתו של אבק השריפה נבעה, קרוב לוודאי, מניסויים בכימיה, בלי שהמנסים ידעו לקראת מה הם הולכים. רק פיתוחו של הנשק הגרעיני בתחילת שנות ה-40 היה מיועד במפורש להשיג פצצה (וכדי להשיג את הגרמנים במירוץ) - וגם זאת בהתבסס על עבודה ניכרת, בחלקה עוד מהמאה הקודמת, שעסקה בפיזיקה טהורה, ושמאחוריה לא עמדה כל מחשבה על פוטנציאל צבאי.

למרות זאת, כל הטכנולוגיות האלה - חוץ מאשר לעת עתה) גנטיקה - יושמו בהרחבה לצרכים צבאיים. להערכת, בעתיד יבוא גם תורה של הגנטיקה, אם כי אין צורך לגלוש בתחום זה לפנטזיות כגון שכפול אינספור חיילים זהים. לאמיתו של דבר, שיטה כזו של ייצור לוחמים תהיה יקרה, בזבזנית ולא תקנה שיפור ממשי ביכולת הלחימה של מי שנקט אותה - בהשוואה לאמצעים אפשריים אחרים.

שנית, יש לשים לב לקצב ההולך וגובר של הופעת החידושים הטכנולוגיים האלה. ממאות שנים בין אירוע לאירוע ירד הזמן העובר בין התפתחות רבתי אחת לאחרת לכ-10 עד 15 שנים. זו כשלעצמה אינה תגלית מרעישת מה חשוב הוא המשמעות של תופעה זו לגבי מערכת החינוך וההוראה ולגבי המערכת המדעית בכללה: כל מספר שנים נוצר תחום מדעי או לפחות תת-תחום מדעי חדש לחלוטין, שיכול להיות בעל השפעה על המהפכה הצבאית הבאה. בין היתר מחייב הדבר מחלקות חדשות במוסדות הלימוד, תשתית מעבדות וציוד, תלמידים,

חוקרים ומדענים וכמובן תעסוקה מתאימה לעוסקים בתחום הספציפי הזה.

כל הדברים האלה מתורגמים מייד לכסף רב, ובמדינות דמוקרטיות הקצאת משאבים הולמת היא בסופו של דבר בעיה שעל הממשל לעסוק בה. התחמקות מבעיה זו ואי מתן פתרון ראוי גובלים ברשלנות פושעת. חשוב גם להזכיר כי כניסה מסיבית לתחומים מדעיים וטכנולוגיים חדשניים יוצרת בסיס ליתרונות כלכליים בעתיד. בתור דוגמא ניתן לתת את שוק התוכנות והתקשורת הישראלי. הבאתי למעלה מספר דוגמאות למהפכות צבאיות שאירעו ב-40 השנים האחרונות. הבעיה היא שלמעשה אי אפשר לנחש - או אפילו לצפות - איזו טכנולוגיה מתפתחת עשויה להגיע לרמה מסוימת של בשלות ולהביא, לעיתים בהפתעה, למהפכה צבאית כזאת. כדי להראות עד כמה בעיה זו היא סבוכה אציג רשימה (חלקית) של טכנולוגיות ושל פיתוחים או שימושים צבאיים המבוססים עליהן, שהופיעו ב-30 השנים האחרונות. פרק זמן זה נבחר מפני שמלחמה כלשהי היא בדרך כלל נקודת זמן טובה כדי להציג חידושים טכנולוגיים שאירעו אחריה, וכזכור מלחמת ששת הימים אירעה לפני כ-30 שנה.



#### **טכנולוגיות בסיסיות**

#### **והשימושים הצבאיים המבוססים עליהן**

#### **הנמצאים בשימוש מאז 1967**

**לייזרים:** מדי טווח, מציינים, שימוש בלייזרים לתקשורת וככלי נשק רבי עצמה.

**מחשבים:** לוגיסטיקה, מודיעין, עזרים בקבלת החלטות, משחקי מלחמה, מודעות מצבית, תכנון משימות, חימוש אוטונומי, מציאות מדומה ככלי עזר באימונים.

**חומרים:** חומרים מרוכבים אקזוטיים, קרמיקה מתקדמת, חומרי שריון חדשניים (כגון אורניום מדולל), חמקנות, מוליכות-על, עור מלאכותי ודם מלאכותי (שיש להם שימושים פוטנציאליים ברפואה הצבאית).

**מזעור מכני:** יישומים במיקרו-רובוטים, במערכות ייצוב, באופטיקה ובנשק.

**חלל:** תקשורת ארוכת טווח, תצפית בתחום של כל אורכי הגל, מטאורולוגיה צבאית, ניווט (GPS) והנחיית חימוש, לחימה נגד טילים.

**אלקטרו-אופטיקה:** הדמאה תרמית, גלאים מתקדמים, סיבים אופטיים ושימושיהם בתקשורת, בהנחיית חימוש ובסביבונים (גיירוסקופים) ממוזערים

**גלים מולימטריים:** התפתחויות בתחום המכ"ם והתקשורת...

המבוססים על טכנולוגיות חדשניות מופיעים ונכנסים לשימוש כל כמה חודשים. יתר על כן, היות וקצב ההתפתחות הטכנולוגית הולך וגדל, אנו יכולים להניח ברמה גבוהה של ביטחון כי קצב ההופעה של אמצעים צבאיים חדשניים יילך ויגדל. כדי לא להיתפס בהפתעה נוספת (כמו למשל במלחמת המפרץ השנייה, כאשר כל מאגר הנשק הצה"לי לא עזר ולו "סקאד" אחד) ואולי אפילו לגרום להפתעה טכנולוגית אצל היריבים הפוטנציאליים, האם נוכל לבצע איזשהו ניחוש מושכל על הכיוונים האפשריים של התממשות המהפכה הצבאית הבאה?

במקרה זה כמובן תועיל מאוד ההפרדה שעשינו בין מהפכות צבאיות אזוריות לגלובליות, ואנו רואים תופעה זו היטב במזרח התיכון. את התחזית (ניחוש) המוגשת להלן עשיתי על סמך טכנולוגיות קיימות (אף אם לא בשלות עדיין) ואינני מתייחס לטכנולוגיות חדשניות עתידיות - פשוט מפני שהן עדיין בחזקת נעלם גמור.

יש להדגיש כי כל אלה היו טכניקות ואמצעים, שבמידה זו או אחרת כבר נכנסו לשימוש, ונחשפו לציבור הרחב ב-1991. לסיום רשימה זו אזכיר מספר תחומים הנמצאים בשלבי התפתחות מוקדמים יותר ביישומים הצבאיים:

- התפתחויות בתחום הגנטיקה, שרק מועטות מהן מתפרסמות בעיתונות הפופולרית, ושלרבות מהן יש יישומים צבאיים.
- השימוש המתרחב בבעלי חיים למטרות צבאיות.<sup>10</sup>
- נושאים על גבול המדע הבדיוני, כגון הפעלת ציוד בעזרת מחשבות ואפילו הקטנת האפקטים של כוח המשיכה.<sup>11</sup>
- הפעילות המתרחבת בתחום הנא"ה (נשק אל-הרג).
- מלחמת האינפורמציה (לוחמת מידע), בעיקר בהיבט של פגיעה במחשבים ובמערכות משובצות מחשב, דהיינו כמעט בכל מערכת נשק מודרנית. המסקנה החשובה היא כי שימושים צבאיים

ציור של מטוס העתיד F-22 מתוצרת "לוקהיד מרטין" משגר שתי פצצות מונחות GBU-32 לעבר מערך נ"מ של כוח עוין. במאה ה-21 יהיה קשה מאוד להשיג הפתעה טכנולוגית



## כיוונים פוטנציאליים למהפכה הצבאית הבאה

**לוחמת המידע:** שימוש נרחב במחשבים כ"מכפילי כוח", פגיעה במחשבי היריב בכל שימושיהם ופגיעה בתשתית המחשוב בעורף האזרחי עד להבאתו למצב של תוהו ובוהו מוחלט. מהפכה זו תהיה מבוססת על מיזוג והיתוך טכנולוגיות בתחום המחשוב, החלל, הרובוטיקה, המזעור ותקשורת ההמונים.

**מלחמה רובוטית:** שימוש נרחב באמצעים בלתי מאוישים להשגת מטרות צבאיות קונוונציונליות תוך שילובם בפגיעות קשות בעורף האזרחי. מלחמה זו תהיה מבוססת על התפתחויות בתחום המחשוב, האינטליגנציה המלאכותית, המזעור, טכנולוגיית החלל וטכנולוגיה של אצירת אנרגיה והעברתה.

**שימוש בבעלי-חיים:** שיפורים גנטיים כדי להקנות תכונות מבוקשות לבעלי-חיים נבחרים לקראת הפעלתם כלוחמים ממש או ככוחות עזר בשדה הקרב הקונוונציונלי. שיפורים אלה יתבססו על חידושים בהנדסה גנטית ובביולוגיה.

**נשק אנרגיה:** לייזרים רבי עוצמה, קרינת מיקרו-גל וקרני חלקיקים כנשק נגד אדם ונגד ציוד. נשק זה יתבסס על חידושים בתחומי הפיזיקה, האלקטרו-אופטיקה והמחשוב.

**נא"ה (נשק אל-הרג):** שימוש נרחב באמצעים שבאופנים שונים ינטרלו את חיילי האויב או את ציוד הלחימה שלו. מדובר בעיקר באמצעים בעלי השפעה בשטח גיאוגרפי גדול, שנועדו להשיג תוצאה כמותית נרחבת בזמן קצר כתחליף קביל לאמצעי השמדה המונית, כגון נשק גרעיני טקטי ואסטרטגי או נשק כימי וביולוגי. נשק אל-הרג מבוסס על שילוב של אמצעים מתחומי הפיזיקה, הכימיה, הביולוגיה והאלקטרו-אופטיקה.

**נשק השמדה המונית:** כניסתה של לוחמת האבי"כ למזרח התיכון בהתבסס על אמצעים קיימים ונרכשים תשנה את ההתייחסות הכללית למלחמה כאמצעי לפתרון סכסוכים. בניגוד לדעה המקובלת, עשוי שינוי זה לפעול בשני הכיוונים.

בשלב זה מוקדם עדיין לקבוע איזו צורה תלכש המהפכה הצבאית הבאה. "לוחמת המידע" נמצאת בשלב המתקדם ביותר של פיתוח טכנולוגי, של הכרה בחשיבותה ושל הטמעתה על-ידי הכוחות המזוינים - בעיקר אלה של ארצות-הברית. אבל מאוד אפשרי שמלחמה רבת, שבה יכולת כזו תבוא לידי ביטוי משמעותי, לא תפרוץ בעתיד הקרוב,

ומהפכות טכנולוגיות אחרות יבשילו ויישמו במקביל או אף לפני לוחמת המידע.

גם יש לזכור כי יעילות הפעלתו של מערך אמצעים מסוים תלויה ביריב שנגדו נלחמים: אין טעם להפעיל מלחמת מחשבים התקפית נגד יריב שאין ברשותו מחשבים.

לבסוף יש לציין שהרשימה לעיל מבוססת על טכנולוגיות שכבר קיימות, פחות או יותר. על סמך ההיסטוריה ניתן לקבוע כי מהפכה צבאית נוספת היא רק שאלה של זמן, ושיש בה פוטנציאל עצום עבור מי שאכן יבצע אותה בפועל.

## האם ניתן ליזום ולכוון את המהפכה הבאה?

עכשיו ייתכן שנוכל גם לענות, חלקית לפחות, על השאלה שהוצגה בתחילת המאמר: האם ניתן להגדיר את הפרמטרים התיאורטיים של המרכיבים שיכולים לשמש כבסיס למהפכה צבאית חדשה? להלן ייעשה ניסיון לפרט את הנדרש כדי שמהפכה כזו אכן תקרה.

א. חדשנות טכנולוגית: צריך להיווצר תחום (או מספר תחומים משלימים) מדעי/טכנולוגי חדש, שיצא מהמעבדה אל המגזר התעשייתי.

ב. הטכנולוגיה חייבת להיות ישימה למגזר האזרחי, כדי שתיווצר מודעות (בעיקר של הדרג הפוליטי) שמשוה חדשני אכן קרה. ישימות במקרה כזה היא האפשרות להפיק רווחים כספיים. במילים אחרות, הטכנולוגיה צריכה לענות על צורך או ליצור ולעודד שימושים מועילים לשוק האזרחי. הטמעה נרחבת בשוק האזרחי תאפשר הפריה הדדית, פיתוחים ושכלולים מהירים ושמירה על תנופת החדשנות הן דרך מוצרים חדשים, המבוססים על הטכנולוגיה, והן דרך המחקר המדעי הבסיסי והשימושי בתחום הנידון.<sup>12</sup>

ג. כדי לאפשר לכל אלה להיות מתורגמים למהפכה צבאית דרושה חשיפה מהירה של הצבא - על כל זרועותיו - לאפשרויות החדשות וכן פתיחות של הכוחות המזוינים לאפשרויות הגלומות בטכנולוגיה חדשנית מחד ובטכנולוגיה (או טכנולוגיות) הספציפיות מאידך. יישום מהיר ככל האפשר של הטכנולוגיה בכוחות המזוינים יוצר גומחות שימושיות, שבהמשך משמשות להפריה הדדית, הפעם אצל המשתמש הצבאי, עם מחשבה ממוקדת להרחבת השימושים הצבאיים.<sup>13</sup>

ד. כדי לנצל את הטכנולוגיות החדשניות האלה

ברמה סבירה של יעילות חייבת הקצונה הזוטרה והבינונית - גם ביחידות הקרביות - להיות בעלת הבנה במשמעויות של טכנולוגיה ושל שימושיה הצבאיים. זה אינו מושג בעזרת שיעורים קצרים, אלא חייב להיות חלק מתוכנית הלימודים כבר בשלב הצוערות עם השלמות כנדרש בהמשך הקריירה של הקצין. מי שמפקידים בידיו פלוגה או גדוד וציוד בעשרות מיליוני שקלים צריך להיות מסוגל להבין גם כיצד הציוד הזה עובד, ואיך התפתחה הטכנולוגיה.

אף כי מהפכה צבאית יכולה להתחולל בתוך זמן קצר - בתנאי שהמערכת הצבאית מפגינה גמישות מחשבתית וארגונית מספקת ויכולה לאלתר מערכות ושיטות לחימה חדשות ולשלבן כראוי - הרי פיתוח והטמעה של הטכנולוגיה, בעיקר בשוק האזרחי, הם לעיתים עניין של שנים. שימוש ברכבות להובלת גייסות במלחמת העולם הראשונה לא היה מתאפשר, אילו רשת מסילות הברזל וקווי הטלגרף לא הייתה נפרסת שנים רבות לפני כן.

## סיכום

אחת המסקנות המפתיעות מניתוח הקונספט של המהפכה הצבאית ושל כל מה שכרוך בה היא כי במאה ה-21 קיים סיכוי נמוך בלבד להופעתו של "נשק סודי" במובנו ההיסטורי של הביטוי, כזה שנוקח בחזרי חדרים ומופיע פתאום תוך שהוא הופך את הקערה הצבאית על פיה. אין יותר הפתעות מוחלטות בשדה הקרב. יש רק הפתעות עצמיות, הנובעות מאי התייחסות למידע על פעילות היריב או על ספקיו או מאי נקיטתן של פעולות מנע מתאימות בזמן. (והקורא מוזמן לקרוא בהקשר זה פעם נוספת את הערה 2 שלהלן). השאלה החשובה באמת היא האם אנחנו עושים ככל שביכולתנו - בכל התחומים - כדי להשתתף, לתועלתנו, במהפכה הצבאית הבאה ואולי אף לתרום משהו לגיבושה. בניגוד למה שמקובל לחשוב, זה אינו צריך להיות תהליך יקר במיוחד, אך תועלתו רבה.<sup>14</sup>

## הערות

1. זאת על אף העובדה שגם לגרמנים וגם ליפנים היו פרויקטים לפיתוח טכנולוגיה גרעינית. אבל הגרמנים זילזלו ביכולת האינטלקטואלית האמריקנית ולא חשבו שהם מתקדמים בתחום זה מעבר למה שפורסם עוד לפני המלחמה, ואילו היפנים הגיעו למסקנה (המוטעית), כי אין לאמריקנים עודף בכושר הייצור התעשייתי בהיקף שיאפשר להם להיכנס לפרויקט כל כך שאפתני.
2. לא הכללתי בקטיגוריה זו את "הפתעת" ה"סאגרים" במלחמת יום הכיפורים, מפני שזו לא הייתה הפתעה. כבר

ב-1956 הצטייד צה"ל בטיל ה-10 SS מתוצרת צרפת, שהיה דומה מאוד ל"סאגר", אך בעל טווח קצר יותר. לאחר זמן קצר זנח צה"ל טיל זה לאחר שהשתכנע שאין הוא יעיל, ובעקבות זאת הוא הוזיח לגמרי את התחום של טילים נגד טנקים. ידיעות על ה"סאגר" הופיעו גם בעיתונות הבינ-לאומית הגלויה, והוא הוזכר אפילו ב**מערכות** ביולי 1970. ההצטיידות הערבית בטילים נגד טנקים מסוגים שונים דווחה ב**מערכות** בספטמבר 1971, אך צה"ל דבק באמונתו בעליונותו המוחלטת של הכוח המשוריין על הטיל.

3. ראו, למשל, Bartlett et al, Force Planing, Military, **Revolutions and The Tyranny of Technology, Strategic Review**, Fall 1996

4. יש לציין כי במשך מספר שנים, עד שברית-המועצות השיגה אף היא נשק גרעיני, ועד שמספר הרש"קים הגרעיניים גדל במידה ניכרת, ההתייחסות - לפחות זו האמריקנית - הייתה כאל פצצה רגילה, אך רק בעלת עוצמת הרס גדולה יותר. רק עם פיתוחה של פצצת המימן והגידול המהיר במספר הפצצות, על המשמעויות הגלובליות הנובעות מכך, החלו האמריקנים והסובייטים להתייחס לנשק גרעיני בצורה שונה, קרובה יותר לזו המקובלת כיום.

5. ראו למשל Krepinevich, Andrew F., Cavalry To Computer, **The Pattern of Military Revolutions, The National Interest**, Fall 1994

6. יש כאן בעיה נוספת. יש הטוענים כי מלחמת הבוק הגרמנית הייתה גם היא מהפכה צבאית. אבל אם זה כך, אז כל לוח הזמנים הנאה משתבש. זו אחת התוצאות של ניסיון לקחת תופעות בלתי קשורות זו בזו ולהכניסן לסד קונספטואלי - במקרה הזה של תזמון היסטורי מחייב.

7. Howarth, Stephen, **Morning Glory**, Arrow Books, Guernsey UK, 1985

8. על הגדרת מלחמות הגל השני והשלישי ראה Toffler, Alvin & Heidi, **War And Anti-War**, Erner Books, London, 1994

9. מוסכם עלינו כי המהפכה הצרפתית, שהביאה לגיוס ההמוני, אכן גרמה על-ידי כך למהפכה צבאית, וכי בהתאם לכל הגדרה היה זה שינוי חברתי מעמיק, שלא היה קשור לטכנולוגיה חדשנית (אף כי הגיוס ההמוני התאפשר במידת מה הודות לה). אבל הסיכוי כי שינוי חברתי בממדים כאלה יתרחש בתקופתנו ויביא שוב למהפכה צבאית הינו - להערכתי - קלוש.

10. Thalassocrates, Alcibiades, Marine Mammals in **Military Technology**, 11/96

11. Cook Nick, **Turning Science Fiction Into Fact, Jane's Defence Weekly**, 10 June 1995

12. הרעיון שהן המגזר הצבאי והן המגזר האזרחי יכולים ליהנות מאותה הטכנולוגיה ומאותו פיתוח מדעי מקובל היום על כולם, אבל רק לפני מספר שנים נחשבה גישה זו לבלתי אפשרית. ראו למשל: Garden Timothy, **The Technology Trap**, Brassey's, 1989

13. אף כי דברים אלה לא אירעו במקרה של הנשק הגרעיני, הרי כפי שצינתי, הנשק הגרעיני היה חריג מהרבה בחינות.

14. אף כי כניסת השימוש במזל"טים אינו זכאי עדיין להיקרא "מהפכה צבאית", הרי הכנסתם כבר גרמה למספר שינויים במחשבה הצבאית. ראוי להזכיר כי ישראל הייתה המובילה בתחום זה (אחרי הכישלונות של מדינות אחרות), ומחיר כל המאמץ היה זניח לעומת התועלת שהביא.

