

# מדע וביטחון

## אלוף ע. חורב

המשתתפים בפעולה מלחמתית — מופיע גורם ספציפי זה, וחובה להכניסו במכלול השיקולים לשם יעילות-יתר. גם בהשגת משימה מלחמתית, כמו במילוי כל משימה אחרת, יש לבקש דרכים לעשות זאת ביתר יעילות, על-ידי ניצול מושפל יותר של האמצעים העומדים לרשותנו, וקביעת ערכם היחסי בצורה נכונה.

יעודו של צה"ל מחייב קיום עדיפותו ועליונותו על כל אויב קיים או חזוי. עדיפות זו הכרח שתהא עדיפות כוללת, שהרי יש לראות את הצבא כמערכת אחת שלמה, המורכבת מכוח-אדם, מאמצעים ומשיטות לפעולה ולהפעלה.

מאחר שבתחום הביטחון אין המשימה קבועה ויציבה — ברור כי אף אופיה משתנה והולך עם שינוי הנסיבות. מילוי המשימה כרוך, בהכרח, בדמותו המשתנה של האויב. הבעיה העיקרית בעניין זה היא כיצד לקיים עדיפות של ממש לגבי הגורם אותו נכנה בשם אויב, שכן עדיפות זו היא בבחינת תנאי להשגת המשימה. אין כוונת הדברים, בהכרח, ליעילות מקסימלית תמיד ובכל תחום ותחום. לעתים מסוגלים אנו להשיג עדיפות גם כאשר איננו מביאים את כל האמצעים שלרשותנו למיצויים המלא. אם יצרנו, דרך משל, עדיפות-יתר בתחום מסויים, יתכן כי באה לחפות על נחיתות בתחום אחר. ראייתו של גוף צבאי כמערכת אחת מחייבת התאמה (Comparability) בין חלקיה השונים של המערכת — בין כושרו ויכולתו של החייל להפעיל ציוד, למידת מורכבותו של ציוד זה, הן באשר לתנאי הפעלתו והן בתחום תחזוקתו. כושר זה נובע מרמת-חיים, השכלה, מבנה חברתי, מסורת וכיוצא באלה. בהקשר זה יש מקום לשאול אם אמנם תאמה מערכת הציוד הסובייטי המתקדם את הצבא המצרי, ולא היתה לו דווקא לרועץ ביכולתו הכללית.

לכן, בבדקנו את הדרכים לקיום עליונות ועדיפות בתחום המערך הכולל — חייבים אנו לדון ב"אמצעים, כוח-אדם ושיטות" מבלי להפריד ביניהם.

הידיעה וההערכה בדבר כושרו, יכולתו ועוצמתו של האויב בו יהא עלינו להילחם ואשר אותו נצטרך להכריע בקרב, היא תנאי לקיום עליונות צבאית. כפי שנזכור, שאיפה זו לקיום

מיותר לנסות להוכיח מחדש את ערכו וחשיבותו של המחקר המדעי ופיתוחו בכל תחום מתחומי חיינו — במגל הביטחון כבחינו האזרחיים. למעשה אין גם מקום להבחנה פסקנית בין התחומים, שהרי מחקרים ופיתוחים שנועדו למטרות שונות, החל בהרחבת הידע וכלה בפיתוח-המוצר — הגיעו לידי ניצול ביטחוני; ולהיפך: הישגיהם של מחקרים שימוריים, שהיו בעלי תכלית ויעוד ביטחוניים בעת עריכתם, מצאו דרכם לביתו של האזרח בשימוש שונה לחלוטין.

ניתן לומר כי כל אמצעי-הלחימה כולם, ללא יוצא מן הכלל, הם תוצאה של פיתוח ומחקר מדעי שבאו זה בעקבות זה. מן הבחינה ההיסטורית קדמו הפיתוח והתיכון (Design) ההנדסיים למחקר המדעי; ההמצאה, שהיא אומנות השימוש בתר-פעות הטבע להשגת מטרות מעשיות, קדמה למדע — אשר כפף את התופעות לניתוח ההגיוני וחיפש את הבנתן.

במקרים לא-מעטים הצליח הממציא לבנות מערכת בת-פעולה, אף שנסתייע בטיעון וניתוח שלא היו נכונים. הרעיון וה-חשיבה שבעקבותיהם באו תכנונו ופיתוחו של המטוס הראשון לא היו מבוססים על הבנה מלאה של חוקי האוירודינמיקה; עובדה היא כי פעולת העילוי (Lift) לא הובנה כראוי אלא זמן רב לאחר שנערכה בהצלחה הטיסה הראשונה — ומוזר אולי לזכור כי בשעתו הוכח, בעזרת ניתוח מתימטי מוקדם, כי מטוסים לא יוכלו לעולם להמריא ולטוס.

אבק-השריפה, הרובה, הרקיטות, התותחים, השריון, המטוס, הטילים ודומיהם — כל אלה הם עדות והוכחה לחשיבותם של ההמצאה, המחקר והפיתוח המדעי והשפעתם על מערכת אמצעי-הלחימה של צבאות העולם.

את תחום הביטחון מייחדת ומבדילה מתחומים אחרים מערכת של מטרות, יעדים ומגבלות, אשר בחלקם אינם שונים מן הבחינה האיכותית מאלה המצויים בתחום הפעילות התעשייתית — אולם שונה משקלם היחסי במערכת-השיקולים שבה תהליך קבלת ההחלטות.

בענפי המדע השונים, כאשר המדובר במשימה שאינה מלחמתית, אין בעיית "חיי-אדם" נמנית, בדרך כלל, על הגורמים המובאים בכלל השיקולים; ואילו כאשר מטפלים באמצעים

העליונות היא הדדית, ולכן נגרמים בעטיה שינויים מתמידים; הבעיה היא איפוא, דינמית באופיה, פונקציה התלויה בזמן ומשתנה כל העת.

קצב השינוי וגודלו מכתוב לנו את משך-הזמן העומד לרשותנו לצורך השגת יעדי ההתעצמות. פיגור בלוח-זמנים זה עלול להעמידנו בנחיתות, שתהא אמנם זמנית — אך משמעותה הכוללת עלולה להיות גורלית.






המשאבים העומדים לרשותנו באמצעים ובכוח-אדם מכתובים לנו את מידת היעילות אליה עלינו לשאוף, וכן נקבעת עליהם מידת העליונות או העדיפות המבטיחה הכרעה. כל עדיפות מעל למינימום הדרוש להשגת המטרה, במסגרת התנאים המוכתבים, היא מיותרת לחלוטין — וכמוה כזבוב. לפיכך מצווים אנו על אופטימיזציה של המערכת, המביאה בחשבון את כל האלמנטים הקבועים והמשתנים — את אלה הנתונים לשליטתנו ואת אלה שאינם בשליטתנו; כוח-אדם, אמצעי-לחימה ושיטות — מחד גיסא, זירה ואויב — מאידך גיסא.

רצוני להדגיש במקום זה את אלמנט התחזית, המצוה עלינו לחזות את התעצמותו של האויב בכלל, ובתחום אמצעי-הלחימה בפרט, על מנת שנוכל לתכנן את התפתחותנו-שלנו, כדי לקיים את עדיפותנו, את יכולתנו למלא את המשימה — ואת היעילות המבוקשת.

בהקשר דגן כדאי אולי לציין כי משך-הזמן הדרוש לפיתוחו של אמצעי-לחימה חדש הוא בין חמש לעשר שנים, והיו כלי נשק שמשכי-הזמן אשר נדרשו לפיתוחם היו ארוכים מזה. כאן קבענו, אם כן, את משך-הזמן המינימלי לתחזית; אם נוטלים אנו על עצמנו היום לפתח אמצעי-לחימה אשר יענה על בעיות שנת 1973, ואם תקופת-החיים הנדרשת ממנו למתן העדיפות היא חמש עד עשר שנים נוספות — עלינו לקבל תמונה משוערת בדבר אופי אמצעי-הלחימה של האויב ב-1978 או ב-1980. זוהי, לדעתי, אחת הבעיות הקשות ביותר בכל התהליך של ניצול המדע והפיתוח להשגת היעדים שצויינו לעיל.

יחסי-הגומלין בין שיטות-הלחימה לאמצעי-הלחימה וכן העובד-דה שאין, למעשה, גבול לשיפורים — שני אלה מאפשרים לנו שימוש מושכל במשאבינו. למשל: אמצעי-לחימה שפותחו לאור ראיית צרכים חזויים בעתיד, טומנים בחובם אפשרויות לשימוש שונה מן המתוכנן בראשונה — כאשר משתנים ומת-

זמן ההקדם (משך הזמן הדרוש לפיתוח אמצעי לחימה)

4		תותח-לא-רתע
7		משאית
8		טייל, "נייק-איקס"
11		מכשיר קשר
14		רובה מיטטן M-14

חדשים תנאי הארגון וההפעלה. הטנק של מלחמת-העולם הראשונה פותח על מנת לענות על צורך מוגדר בתחום לוחמת החפרות; אך מאוחר יותר פיתחו פולר, דהגול וגודריאן תפיסה אופרטיבית, אשר ניצלה את יכולתו של הטנק שלא במסגרת יעודו הראשוני — והביאה למיצוי-יתר של אמצעי זה, כפי שבא הדבר לידי ביטוי בעליל במלחמת-העולם השנייה.

## יעילות

הגברת היעילות מתבטאת ביכולתנו לבצע פעולות במאמץ קטן דוגמה אופיינית לכך היא פיתוח הנשק-הקל לסוגיו, החל ברובה נטען-לוע לכדור אחד (במשך שתיים-וחצי דקות), וכלה במקלע רבי-קני בעל קצב-אש של 6,000 כדורים לדקה ובמערכות החדישות, הנמצאות בשלבי תכנון ופיתוח, שקצב-האש שלהן אולי אף גבוה יותר. השפעתו של שיפור זה על צפיפות הגייסות ומרחב החזית ניכרת היטב: מ-20,000 חייל למיל אחד של החזית בתקופת נפוליאון — עד מאות אחת דות בלבד בגזרה כזאת במלחמת-העולם השנייה במדבר הר מערבי. תמורה זו בין כוח-האדם לאמצעים השפיעה, כמובן, על כמות הנפגעים בקרבות ההגנה וההתקפה. עם זאת חייבים אנו לזכור כי יעילותם של אמצעי-הלחימה ללא ארגון ושיטת-הפעלה נכונים אין בכוחם לשנות שינוי קיצוני את התוצאות הסופיות, וההיסטוריה הצבאית מספקת לנו דוגמה אחרת למכביר בתחום זה.

קיימות אלטרנטיבות אחדות להשגת המטרה אותה הצבנו לנו — קיום העליונות על האויב; נושאים מוגדרים מסויימים בשדה-הקרב זכו ליעול, כדי ליעל את האש, דרך משל, עלינו לקבל מידע מוקדם ככל האפשר על-אודות גורמים שונים למדי, ולשם כך פותחו בארצות-הברית, למשל, אמצעים אשר איפשרו השגת המידע במהירות רבה, החל במדי-טווח אופ-טיים, וכלה במכ"מים, ב"לייזרים", ובאמצעים חדישים ביותר כגון לויינים ודומיהם.

אולם קיימת אף דילמה נוספת; המידע המצטבר איפשר ליעל את האש הארטילרית — אך תהליך-החישוב, אשר תוצאתו הסופית תהא מתן נתונים לסוללת-התותחים עצמה, היה אטי. כאן בא הזינוק לשדה השימוש במחשבים האלקטרוניים, לצורך עיכול נתונים כלליים בתותחנות; בשימושם של צבא ארצות-הברית נמצא כבר המחשב מטיפוס "פידק", אשר נועד למטרה זו.

הודות למחשבים האלקטרוניים הפך פרק-הזמן בו מעכלים את המידע הדרוש ומעבדים את הפקודות ליחידות-האש, להיות אפסי כמעט בהשוואה לפרק-הזמן שנדרש בעבר, כאשר היו אנשים צריכים לערוך במוחם את משימות החישוב ועיבוד הפרטים; נוסף על קיצור הזמן, נמנעת אף האפשרות לטעות. עתה יכולים אנו, למשל, לפקד לא רק על סוללה אחת, אלא אף על סוללות נוספות בגזרות אחרות — ודבר זה מאפשר להעביר את האש מגזרה לגזרה בצורה מהירה, בדוקה ומהימנה.

היתה זו דוגמה שולית למדי של תהליך היעול בעקבות השימוש במחקר המדעי. מדי פעם בפעם נתבעים אנו לפתח אמצעי-לחימה הנועד לענות על אמצעי חדש שבידי האויב. כך, לדוגמה, עובי השריון של כלי-הרכב המשוריינים וכן שיפועו חייבו תמיד להתאים את סוג הפגז חודר-השריון

נים והערכות כמותיות, ולצמצם את מידת חוסר-הודאות לגבי העתיד. חקר הביצועים, ניתוח המערכות, החיזוי הטכני-נולוגי, השימוש בנתונים סטטיסטיים וכדומה — כל אלה חייבים למצוא את מקומם הראוי בתהליך החשיבה הצבאית. תחזית זו מאפשרת לנו קביעת "צרכים" — במובנה הרחב של המלה — אשר לאורם ניתן לבחון את האלטרנטיבות השונות ואת דרכי-מימושן.

ומה הן האלטרנטיבות הללו? נצטמצם רק באלה הנוגעות לצרכים המוגדרים כאמצעי-לחימה.

● ראשית — הצטיידות, דהיינו רכישת אמצעי-הלחימה המספקים את צרכינו לאור התחזית האמורה. דרך זו קלה, לכאורה, כאשר השווקים פתוחים ואפשרויות-הברירה רבות; אך ניסיוןנו בתהפוכות השנים האחרונות מצביע על כך שאין הדברים פשוטים וחלקים כל-כך.

● שנית — שיפור הציוד הקיים, תוך ביצוע מודיפיקציות בו, על מנת להאריך את משך-חיינו היעיל תוך שילוב של ארגון נכון ושיטות-הפעלה חדשות. אפשרות זו היא מחוייבת-המציאות לא רק בצבאות בעלי משאבים מצומצמים; שכן כל עוד ניתן למנוע על-ידי שיפור את המעבר הכולל למערכת-אמצעים חדשה, על כל הנובע מכך, יש להיזהר מהיגררות אחר מושגים מטעים של "נשק העתיד" וכדומה. את משמעותם של מושגים אלה יש לבדוק באמות-מידה אובייקטיביות של יעילות בשדה-הקרב ושל מחירי-יעילות (Cost Effectiveness). עלינו לזכור כי בעסקנו במערכות-נשק, המדובר הוא בבעיות כספיות חמורות ובאמצעים עצומים של כוח-אדם, והחלטה בלתי-נבונה עלולה להטביע את רישומה על תחומי הכלכלה למשך שנים רבות.

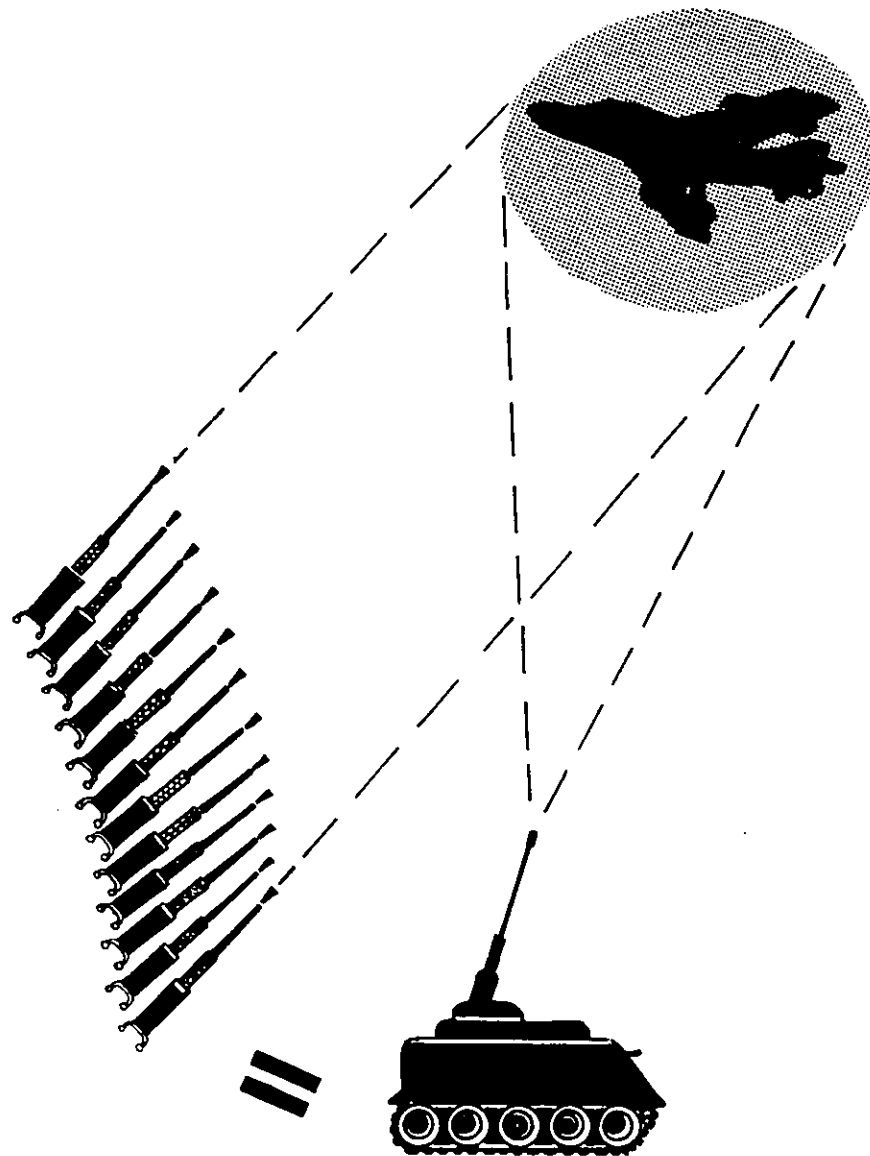
משפחת הטנקים מדגם "מ-47" ו"מ-48", למשל, עברה תהליך כשיפור כמספר הדגמים המציינים שריון זה: "מ-48 א-1", "מ-48 א-2", "מ-48 א-3", "מ-48 א-4". השיפורים הוכנסו בנשק העיקרי (התותח) ובמערכת האוטומטיבית. תהליך דומה חל בפיתוח כלי-נשק שונים בכל צבאות העולם.

● שלישית — תכנון פיתוחם וייצורם של אמצעי-לחימה.

הבחירה בין האלטרנטיבות השונות תיעשה לפי אמות-מידה ברורות:

- א. המצאי הטכני-הפוליטי (Availability);
  - ב. ההשקעות הכספיות הנדרשות;
  - ג. הזמן; צוין לעיל כי יחסי-הכוחות דינמיים במהותם כלומר, הם פונקציה של הזמן, וברור כי לזמן-ההקדם (Lead Time) נודעת השפעה מכרעת: אם נגיע להישגים אך במאוחר, יהא פירושו-של-דבר כי לא השגנו, למעשה, דבר.
- לכל אחת מן האפשרויות הללו יינתן המשקל היחסי המתאים, וזאת — לאור ניסיונו בעבר, הצלחותינו וכישלונותינו, תנאי-הזירה וכיוצא באלה.

נשאלת השאלה האם חלוקת-המשאבים כפי שנעשתה בעבר היתה נכונה מבחינת תרומתה המקסימלית לעוצמתנו. לא קל להשיב על שאלה זו, עקב הקושי להעריך באורח כמותי את משמעותם-לטווח-ארוך של הידע שהצטבר והקאדרים של מדענים ואנשי-מקצוע שגובשו — וטרם באו לידי ביטוי מלא. חיים אנו בעידן בו ברור לנו כי אין להפריד בין צבא לעם, לא רק מן הבחינה האנושית אלא אף בכל יתר התחומים —



הגברת קצבי-האש: אתמול — 12 מק"בים; היום — מקלט אחד בעל קצב אש של 6000 כדור לדקה

לעובי השריון החדש ולשיפועו; ואם שינה האויב את תכונות השריון או את עוביו ואת הדרך בה בנה ותיכנן את שריונו, עמדנו מדי פעם מחדש בפני העובדה שבטווחים מסויימים לא הלמו הפגז או התותח-הנ"ט ותחמושתם — את משימתם. על-ידי שילוב שונה של שיטות וניצולן יכולים אנו, לפעמים, לסגור על הפער שנוצר. כך, למשל, היה אותו פגז-נ"ט יעיל, עד מועד מסויי, לטווחים של 2,000 מטרים; החדרת סוג חדש של שריון הקטינה את יעילותו לטווח של 1,000 מטרים, ודבר זה חייבנו להורות ליחידותינו לפתוח באש בטווח זה בלבד; ממילא נתחייב מכך שינוי בשיטת הפעלתו של הכלי — או השלמה עם אחוז גבוה יותר של אבידות. לכן פונים אנו לתהליכים של מחקר ופיתוח, ומשתדלים לפתח אמצעי אשר יענה על התנאים החדשים שנוצרו עם הופעתו של שריון מסוג חדש.

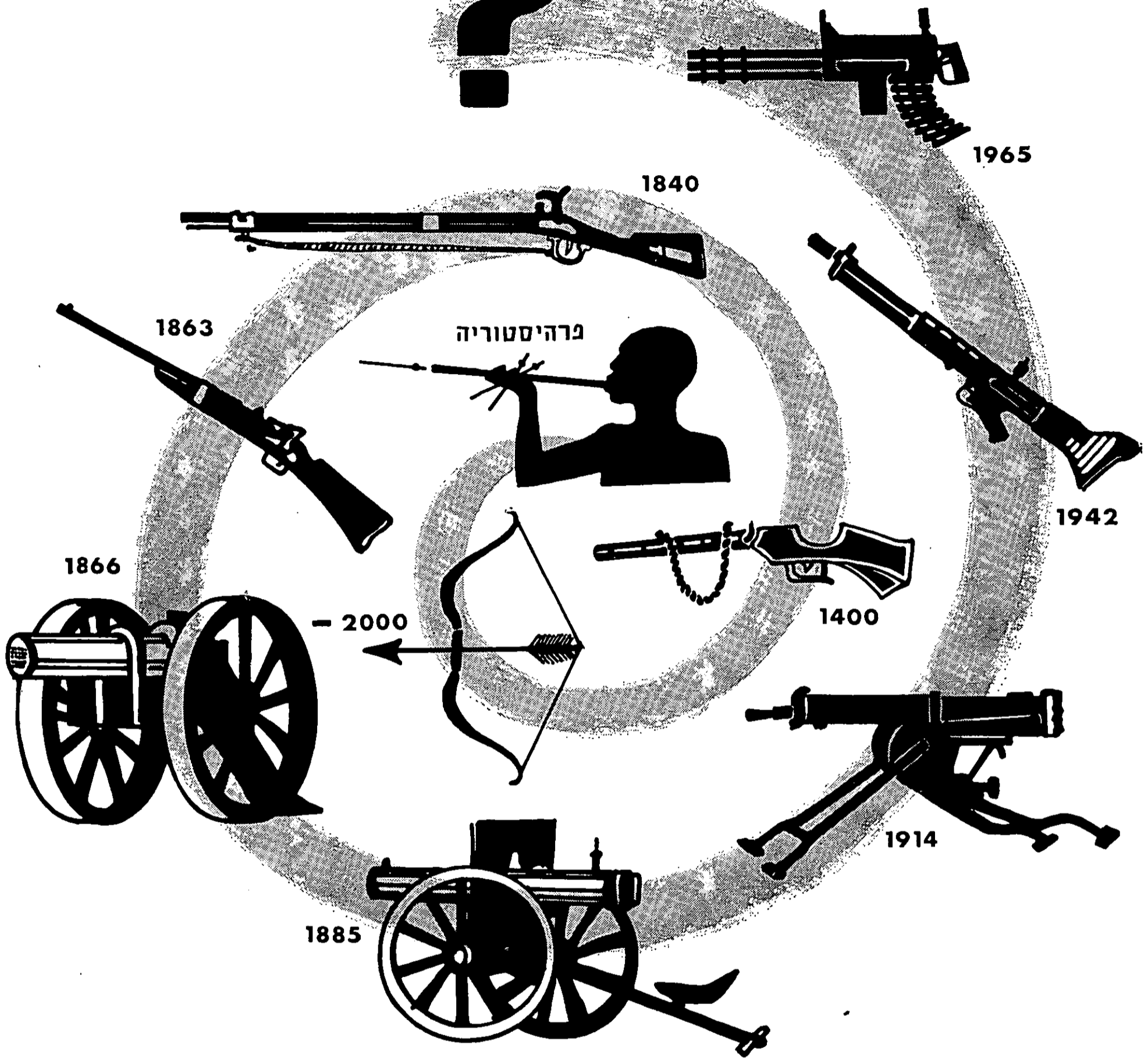
בדרך זו נכנסים אנו למעגל-קסמים, שאינו חדל לעולם: שיפור מתמיד באמצעי-הלחימה שלנו ופיתוח אמצעים חדשים — הבאים לענות על תהליך דומה מעברה השני של הגבעה, בידי האויב.

מכל האמור לעיל ברור הצורך בתחזית ארוכת-טווח, לפרק-זמן שהוא פונקציה של פרקי-הזמן הריאליים לגבי כל אחת מן האלטרנטיבות השונות הפתוחות בפנינו.

עלינו לשאוף לכך שיהא סוף מעשה — במחשבה תחילה; ויתכן ששלב זה, שלב התחזית, הוא הקשה והמסובך ביותר — כאשר אין המדע והמחקר מסוגלים לתת לנו תשובות ברמת-מהימנות גבוהה.

למרות האמור, פותחו החל ממלחמת-העולם השנייה שיטות מתקדמות למדי — המאפשרות לספק לדרגים המחליטים נתון

# ?



## התפתחות קצבי האש

שנה	קצב האש	כלי הנשק
פרהיסטוריה	קנה יחצים	3 לדקה
2000 לפנה"ס	קשת	12-7 חצים לדקה
1400	רובה נטען-לוע	1 כדור ב-2 1/2 דקות
1840	רובה נטען-מיכנס	5 כדורים לדקה
1863	רובה בעל מחסנית	8 כדורים לדקה
1866	ה"מיטרלייז" הצרפתי	125 כדורים לדקה
1885	מקלע "מקסים"	300 כדורים לדקה
1914	מקלע "ויקס"	500 כדורים לדקה
1942	מקלע "מ.ג.-42"	1200 כדורים לדקה
1965	מקלע "מיני"	6000 כדורים לדקה

הטכנולוגיה, הכלכלה, החינוך ודומיהם. במדינה מודרנית וברחבה מתקדמת אין אנו מסוגלים ליצור צבא שאיננו בבואה של העם כולו, מכל הבחינות האפשריות. בדוננו במרע ובביטחון, אל לנו להתעלם מן הפעילות המדעית הנעשית במוסדות להשכלה גבוהה ובמכוני-המחקר שמחוץ למערכת-הביטחון. המדע והביטחון — כמו הכלכלה והביטחון — הם כלים שלובים, הכרוכים זה בזה. ניתן לומר כי עדיין יש בידינו יתרון ביכולתנו המדעית והטכנולוגית, אשר מקורה בין היתר בסיבות היסטוריות; ברשותנו מאגר עצום של ידע — ושל כושר לקלוט ידע ולפתחו; מאחורינו עם יהודי גדול. כל אלה חיוניים לאין-ערור, שכן אין לנו יתרון מספרי על אויבינו — ולפיכך מצוים אנו להביא את המדע

ואת הטכנולוגיה לניצול מקסימלי, ולהשתמש בהם על מנת לקיים את היתרון האיכותי שבידינו. דומה כי עד כה מילאנו ביעילות את המשימות אשר הוטלו עלינו וקיימנו בידינו את העדיפות — עלידי ניצול אמצעים חדשים, שיטות חדשות וידע חדש במסגרת מערכת הביטחון. אך האם לא ניתן לעשות למעלה מזה? האם עלינו לפתח יכולת עצמית בלתי-תלויה ובלתי-מותנה — או שמא עלינו להישען על גורמי-חוץ? לאור ניסיוננו במלחמת ששת הימים ובתקופה שלאחריה, ברור לנו מעל לכל ספק כי עלינו לשאוף למידה גדלה-והולכת של עצמאות בהספקת צרכינו הביטחוניים, הן בשלבי המחקר והפיתוח והן בייצור עצמו; עלינו להרחיב ולפתח את יכולתנו בשני מישורים אלה, תוך ריכוז מאמצים ותכנון לטווח ארוך.

### לסיכום הדברים ייאמר:

עצמאותו של עם בניצול המדע לצרכיו, הן בתחומי החיים החברתיים-הכלכליים והן בתחום הביטחוני — היא נכס שאין לו תחליף, ותנאי ראשוני להגדלת מרחב-תמרונו וחופש-פעולתו. הבעיה הנוצרת בעליל, אם כן, אינה ההכרה בחשיבותו של המדע — כי אם פרק-הזמן הדרוש להבאתו לידי שימוש תכליתי. על אף היותנו עם קטן-יחסית במדינה קטנה — אין הדבר

מחוץ להשגתנו. האמצעים השונים הופכים מורכבים ויקרים יותר ויותר — אולם הכמויות בהן דנים אנו קטנות לערך. יתכן שהאמצעים אכן יהיו יקרים יותר — אך אנו נוכל להבטיח את אי-תלותנו ברצוננו הטוב או הרע, של גורם-חוץ כלשהו; כך תהא לנו לא רק הרגשה קלה יותר באשר ליכולתנו לקבוע את דרך-חיינו — אלא אף לעשות זאת הלכה למעשה.