



על מחקר "עלות תועלת" במערכות נשק מודרניות

סרן לוי

עלות-תועלת (cost effectiveness) הנגזרת מתורת חקר-הביצועים. עיקרה של השיטה הוא בזה: הצבא מגדיר לעצמו מטרות ויעדים, ומחליט שהשגתם חיונית לו. אזי יש לבחור, מבין מערכות הנשק הקיימות ושבפיתוח, את זו שמשוגלת לבצע משימה נתונה (או קובץ משימות) במחיר הזול ביותר. אם המערכת מסוגלת לבצע יותר ממשימה אחת (טנק ומטוס, לדוגמה, הם מערכות מורכבות במשמעות זו, שנועדו לבצע משימות רבות ושוויוניות), יש להשוות את מחירה למצבור המערכות האלה. במושג מערכת אין כוללים רק את הכלי עצמו, אלא גם את צוותו — אימונים ומזון — את דרגי התחזוקה שלו, מחיר החלקים, וכל יתר האלמנטים המאפשרים את הפעלתו התקינה לאורך זמן. אם בוחרים בדרך זו את כל מערכות הנשק להשגת יעדי הצבא, ממילא מתקבל צירוף מערכות נשק נבחרות המבצעות את כל המשימות הדרושות בצורה הזולה ביותר, ואין נפקא מינה אם מחיר פריט מסוים כשלעצמו הוא גבוה או נמוך, או שהפריט הוא מתוחכם או פשוט. המערכות הנבחרות בדרך זו הן הזולות במשמעות הנכונה של המושג, כי אין אפשרות לבצע משימה על-ידי מערכת נשק אחרת שמחירה נמוך יותר, בלי לייקר על-ידי כך ביצוע משימות אחרות.

מסקנה מעניינת המתבקשת כאן היא שמערכות זולות עדיפות לא רק למדינות קטנות ועניות, אלא גם למדינות עשירות. מדוע תבזבז מדינה עשירה משאבים רבים על השגת יעד (צבאי, ובכלל) שניתן להשיגו בדרך קלה ו/או זולה יותר? במקרה או שלא במקרה, מדינות גדולות מקפידות בבחינה מדוקדקת של עלות-תועלת לא פחות, ועל-פי רוב אף יותר, ממדינות קטנות. די אם אציין כאן כי הולדתו של אלגוריתם² זה בארה"ב — שאינה שייכת לקטגוריה של מדינות, "קטנות ועניות" דווקא — ושם הוא יושם לראשונה להערכת הכדאיות בהשקעה במערכות נשק שונות.

הערה נוספת וחשובה היא שעלות-תועלת היא רק אלגוריתם, כלומר דרך מסוימת בתחליף קבלת החלטות. נתונים לא נכונים, הערכות מוטעות והזנחת פרמטרים עשויים להוביל למסקנות לא נכונות (במקרה שלנו: לבחירת מערכת שאינה זולה) גם אם צעדי החישוב הפורמליים בוצעו במלואם. בדוגמה המפורטת להלן אציג כמה דרכים בהן עלול להיכשל מי שמבקש להשתמש באלגוריתם זה, ואינו מקפיד בבחירת הנתונים או ביישומם הנכון.

טילים נ"ט כנגד טנק

בשנים האחרונות דובר ונכתב הרבה על מלחמת הטנק בטיל נ"ט. אחד הטיעונים החוזרים ונשמים הוא שטיל נ"ט, העולה 3,000 דולר, משמיד טנק היקר ממנו פי 100. זהו הבסיס, לכאורה, עליו נבנה מייד הטיעון

2. אלגוריתם — תכנית או מסלול חישוב קבוע המיועד לפתרון בעיות מתמטיות או לוגיות.

גישת עלות-תועלת להערכת מערכות נשק

כיצד קובעים האם מחירה של מערכת נשק זול או יקר יחסית לאחרות? אם נאמר כי רובה זול מסתק, וזה זול ממטוס, יורגש הזיוף שבטענה מייד, למהות שהעובדה כשלעצמה היא נכונה. ההסבר, כמובן, הוא בזה שלמערכת נשק יעוד מסוים, ועלינו להשוות רק מערכות אשר ייעודן זהה. אין טעם להשוות בין מחירי רובה לבין אלה של טנק, משום שהאחרון עושה דברים שונים ורבים יותר מרובה. לעומת זאת, ניתן להשוות מערכות שאינן בנות "גיל" זהה, כלומר לא מאותו דור טכנולוגי. אם הרובה יקר לעומת הקשת והחץ של רובין הוד (והייעוד של אלה זהה), חייב הוא להיות יעיל מהקשת והחץ באותו יחס, אחרת אין הצדקה לתוספת המחיר.

השיטה הטובה ביותר המוכרת לי לעשיית השוואת-אמת בין מחירי מערכות היא שיטת

1. "דרפא" (DARPA) — סוכנות של משרד ההגנה האמריקני המעודדת ומממנת מחקרים בפיתוח רעיונות וטכנולוגיות מתקדמים.

מחירי מערכות נשק חדישות, שהרקייעו שהקים בעשר השנים האחרונות — הן בגלל התחכום הרב המושקע בהן והן בגלל האינפלציה — מעוררים מחשבות נוגות בכל מי שקשור בפיתוח ורכש. לבטיחה של מדינות קטנות המוגבלות מאוד במשאביהן, וזו כבר לפרסום, ולדוגמה תזכור ירדן, אשר התקשתה מאוד לעמוד במחיר הטילים נ"מ, "הוק" האמריקניים. אולם אין זו בעיה של מדינות קטנות בלבד, ואף ארה"ב מודאגת ממחירי הנשק החדיש, המקשים על ההצטיינות של צבאה. אחת המשימות של "דרפא"¹ לשנים הקרובות הוגדרה כמצאת דרך לפשט ולהוריד מערכות נשק חדישות.

בדיון על מערכות חדישות ומחיריהן, מופיעים עים תדיר טיעונים המוכיחים אי הבנה בתהליך הבחירה בין מערכות שונות. מטרות המאמר להבהיר כיצד ניתן לבחור מערכת נשק, ולסתור את הדעה הנשמעת לעיתים, כי "למדינות עניות עדיף לרכוש מערכות נשק פשוטות וזולות". כדי לעשות זאת, אדרש בתחילה לדיון במשמעות שאנו מייחסים, לעיתים ללא כוונה מודעת, למושג "זול".

הבא: "טיל נ"ט זול יותר, ולכן כנראה עבר זמנו של הטנק". נבחן טיפונים אלה בצורה של מחקר עלות-תועלת, על בסיס המחיר ועל בסיס היעוד.

● המחיר. באשר לנתונים עצמם, טנק מערכה עולה היום כ-400,000 דולר, והפגזים שבבטנו — חימושו העיקרי — מוסיפים עוד כ-25,000 דולר. מול מחיר זה, יש לשים את מערכת הטיל נ"ט. יש עניין לבחון מערכת שאינה טיל נ"ט היי"ר הנישא על-ידי חייל, אלא שריונית נ"ט, שכן זו מוצעת לעיתים כאלטרנטיבה לטנק (ראה, "מערכות" 249, מאמרו של ד"ר עזריאל לורבר). מחיר שריונית כזו כ-100,000 דולר, ועליה מותקן משגר שמחירו כ-50,000 דולר. כמובן יש בשריונית כזו 15 טילים בממוצע, שמחירם יחד 75,000 דולר, כך שהמערכת שריונית-טילים עולה סה"כ כ-225,000 דולר. עד כאן נוטה השוואת המחיר לטובת השריונית, אם כי היחס הנכון הינו 1:2, ולא 1:100 כפי שנהוג לומר. ישנם עוד גורמים נוספים, כגון זה שצוות הטנק מונה ארבעה איש וצוות השריונית שניים עד שלושה איש, ואחזקתה זולה יותר, אך הממוצע של יחס מחירי מערכות 1:2 עדיין עומד.

● הייעוד. כפי שנאמר כבר, במחקר עלות-תועלת יש לבחון יעוד ו/או משימה, ועל-פי הכושר להשגתם, יש לדון את יעילות המערכת כנגד מחירה. והנה, אם כי מוסכם על הכל כי תפקידה העיקרי, וכנראה גם היחיד, של שריונית נ"ט הוא להשמיד טנקים, קל לראות כי אין זה תפקידו היחיד, ואפילו לא העיקרי, של הטנק להשמיד שריוניות. תפקידו העיקרי של הטנק הוא לכבוש שטח. המשימה של יחידת שריון העולה על היעד, מסתיימת, כפי שלמדנו, כאשר המפקד מדווח לדרג הממונה, "היעד בידי", רוצה לומר, "אני בתוך היעד". בדרך ליעד צריך הטנק להשמיד את כל העומדים בדרכו — טנקי אויב, חי"ר, ואף שריוניות נ"ט אם ישנן. לשם כך הוא מצויד בכושר תנועה, בעוצמת-אש שאין לשום כלי אחר בשטח ובהגנת שריון מאסיבית מאוד לצוותו.

בהשוואה בין חימוש שריונית — טילים נ"ט — וחימוש הטנק — פגזים — ידו של הראשון על העליונה בטווחים הארוכים של 1,500—4,000 מ', משום שהוא מדויק יותר (עדיין נשארת השאלה: אם השמדת טנק דורשת חמישה פגזים או טיל נ"ט העולה פי עשרה מפגז — במה, "כדאי", מבחינת המחיר בלבד, להשתמש? הקורא מוזמן לבצע את החישוב בעצמו על-פי הנתונים שהוצגו כבר במאמר). אולם מה קורה בטווחים הקצרים יותר, למשל 500—1,000 מ' במילים אחרות: בדרך מטווח 4,000 מ' אל הניצחון (=השגת היעד), ישנו מצב בו המתחרים — הטנק והשריונית — חייבים להימצא בטווח קצר מ-1,500 מ' אחד מהשני — אחרת, אם כל צד יעמוד מנגד ולא יתקדם, תהיה זו "מלחמת חפירות מודרנית". השריונית אינה יכולות להתקדם, כי השריון הדק שלהן וה-

טילים האיטיים, לא נועדו לטווח הקצר. הטנק הוא עדיין היחיד שיכול להתקדם, ול- השיג לעצמו יתרון ניכר על-ידי צמצום הטווח: בטווח 1,000 מ' פגז מגיע למטרתו בשניה אחת, לעומת חמש עד עשר שניות שיאריך לטיל לעשות אותה דרך.

עד כאן ניתן לסכם כי תפקידה של השריונית נ"ט שונה מאוד. מזה של הטנק, ולכן ההשוואה בין מחירי שתי מערכות אלה נטו- לת בסיס, שכן הן אינן תחליפיות. באותה מידה היינו יכולים לטעון שטיל נ"ט עדיף על מטוס, שכן מטוס העולה חמישה מיליון דולר מושמד על-ידי טיל שעולה 50,000 דולר. אולם הטיעון שוב לוקה בכך שהוא מתעלם מהמערך (שם היחס אינו כה מוגזם), ובעיקר מתפקידו המוגבל של הטיל שנועד להגנה נ"מ בלבד, לעומת מגוון היעודים של מטוס — בסיוע קרקע, בירוט ובהפצצה. תפקידים אלה לא יוכל לבצע שום חיל-אוויר המצויד בטילים נ"מ בלבד, ויהיו טייסיו מוכשרים ככל שיהיו.

האמת היא, לפיכך, שזמנו של הטנק לא חלף עם המצאת טיל נ"ט, כשם שזמנו של המטוס לא חלף כשהמציאו טילים נ"מ, וכל זמן שקיים צורך לבצע משימות כיבוש יעד — נזקק לטנק. כמובן, יתכן שצריך גם שריונית נ"ט כנגד הטנקים שבצד השני, אך ברור שמחירו הנמוך של טיל נ"ט בהשוואה למחיר טנק, אין לו נגיעה ליעילות של הטנק כמערכת, יותר משיש נגיעה כזו למחירו של מוקש נ"ט, רנ"ט, פגז ח"ש, או כל נשק נ"ט אחר.

אילוצים בבחירת מערכות נשק

גורמים מסוימים מכניסים העדנה וסיבוך לשיטת עלות-תועלת. כמקובל גם בתחומים אחרים, כל בעיה חסומה על-ידי רשימה, לפעמים ארוכה מאוד, של מגבלות. מגבלות אלו מחייבות את החוקר לחפש את הפיתרון בתחום המוגדר, גם אם נראה לו שפיתרון זול יותר או טוב יותר עשוי להימצא מחוץ לתחום זה. הפיתרון המתקבל כאשר מתחשבים במגבלות אלו — הנקראות בשפת

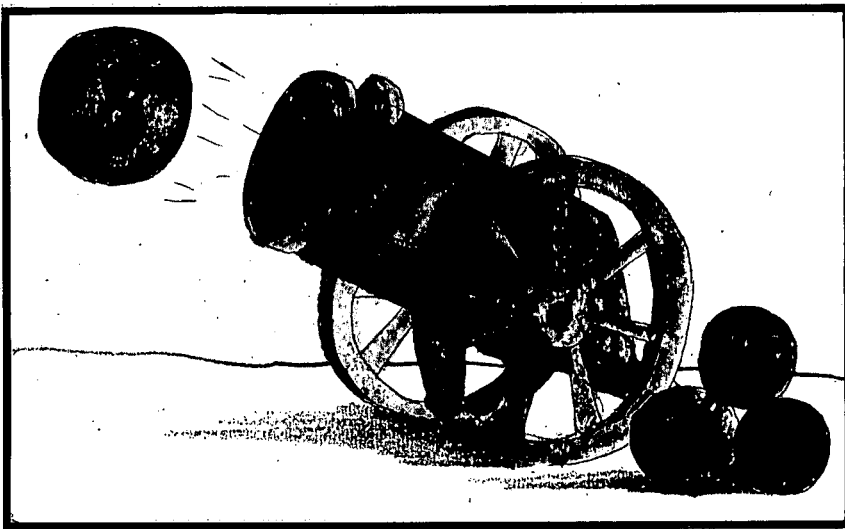
המקצוע, "אילוצים" — עשוי להיות שונה לגמרי מהפיתרון של בעיה ללא אילוצים. דומה הדבר למי שחייב להגיע מעיר א' לעיר ב' בזמן הקצר ביותר, ואין מצבו הכל-כלי מאפשר לו להחזיק במכונית פרטית. בגלל אילוץ זה, לא יוכל לבחור את הדרך הקצרה ביותר (גיאוגרפית) בין א' לב', אלא הוא חייב למצוא פיתרון רק מבין אותם מסלולים המהירים את א' עם ב' ושבהם עובר סוג כלשהו של תחבורה ציבורית, אפילו אם כל אחד ממסלולים אלה ארוך מהדרך שיכול היה לבחור לו היתה לו מכונית פרטית.

להלן נדון בכמה אילוצים לפתרון בעיית הבחירה בין מערכות נשק אלטרנטיביות, הנובעים מהמשאבים, מרמת-החיים ומהערך-כיס של חברה נתונה. כדי להמחיש את הדבר, נבחן את השתקפותם של האילוצים הנובעים מגישות שונות למחקר ופיתוח של מערכות נשק בארה"ב מצד אחד, לעומת ברה"מ מצד שני.

אלגנטיות מול תועלתיות

רק לעיתים רחוקות יימצא, כי ישנן כמה מערכות שהן כולן הזולות ביותר על-פי האלגוריתם שהוצע לעיל. אם המחיר ממילא זהה, מקובל בארה"ב להחליט לטובת מערכת מתוחכמת ואלגנטית על-פני מערכת פשוטה. אולם בדרך כלל לא ניתן לקבל את האלגנטיות חינם, ללא תוספת מחיר, והנטייה לבחור בפיתרון האלגנטי, משפיעה על מהלך המחקר ותוצאותיו עד כדי כך שתמורת פיתרון יפה מוכנים לשלם יותר, ולבלד שיהיה כזה. מידת התחכום ו/או האלגנטיות של הפיתרון היא דרך אחרת להציג את היחס בין יעילות המערכת למחירה, כי על-פירוב האלגנטיות עולה בכסף רב.

גם ברה"מ נרדף קרוב לוודאי מחקר עלות-תועלת בכל מקרה, אלא ששם מוכנים להסתפק במערכת פחות מתוחכמת, שלפעמים אינה זוכה בכותרות בעיתונות, והיא "רק" יעילה כאשר המחיר והפשטות שלה מרכיבים דומיננטים בשיקולים להחלטה. מומחים במי-



ערב מתפלאים עד עכשו מפשטותו — שאינה פוגעת ביעילותו — של הטיל נ"ט, "סאגר", אשר הופעל במלחמת יום-הכיפורים. אין ספק כי ה"טאו" — הטיל נ"ט האמריקני — מתוחכם אלגנטי וטוב הרבה מה"סאגר", אלא שהוא גם עולה הרבה יותר ממנו. עקרון עלות-תועלת אומר שאם ה"טאו" עולה פי שלושה מה"סאגר", עליו להיות גם יעיל פי שלושה ויותר כדי להיות זול ממנו. אם יחס זה נכון, משתקפות כאן שתי גישות שונות מהותיות לפיתרון: האחת דורשת פשטות, והשנייה דוגלת באלגנטיות ובתחכום של הפיתרון. במקרה זה הגיעה כל אחת משתי המדינות לפיתרון הזול ביותר עבורה, על-פי האילוצים שלה.

המערכות הסובייטיות לא תמיד יפות, ולפעמים מפגרות מאוד מבחינה טכנולוגית אחרי המערב. דווח כי המטוס הסובייטי "מיג 25" מוציא באלקטרוניקה עם מנורות רדיו, דבר הנחשב לפיגור לא יסולח במושגי המערב. התברר גם כי המטוס בנוי רובו מפלדה, ולא מטיטניום הנפוץ מאוד במטוסי סים אמריקניים מקבילים. אפילו גילו בו נקודות חלודה... ובכל זאת, אין עוררין על כך שה"מיג 25" טס מהר וגבוה יותר מכל מטוס מערבי מסוגו, והוא "עשה" את כל אלה לפני זמן לא מבוטל, שכן זהו מטוס בן כ-10 שנים. יש להניח שהוא אינו יקר ממטוסים דומים לו במערב, המיועדים לאותן משימות, וסביר שהוא אף זול מהם, כי הפלדה זולה מהטיטניום וטכנולוגיית מנורות רדיו גם היא זולה יחסית להשקעות העצומות הנדרשות במעגלים אלקטרוניים אינטגרליים וטכנו-לוגיות חדישות דומות. לפיכך יתכן מאוד שלמטרה לה הוא משמש — טיסות ביון — טוב ה"מיג 25" מכל מטוס אחר, כי הוא משיג את יעודו במחיר הזול ביותר האפשרי. אולם צורת המחשבה המערבית לא היתה מוכנה לקלוט בימינו מטוס פלדה מחליד במשקל 35 טון עם מנורות רדיו, גם אם ה-SR-71 האמריקני המתוחכם עושה אותם דברים במחיר יקר יותר.

כוח-אדם וחי-אדם

למגבלת כוח-אדם, המשפיעה על בחירת המערכות, שתי פנים:

- * היחס הערכי-מוסרי של חברה לסיכון החייל על-ידי העמדתו מול האויב, והמשמעות של היסכון בחי-אדם.
- * היחס הכלכלי — שניתן לעיתים לכימות — נובע מהמשמעות של הפרשת חלק מכוח-האדם היוצר של חברה לצרכיה הצבאיים, ומחיר אימונם ואחזקתם של חיילים אלה.

יתכן, אמנם, ששלושה טילים "סאגר" משיגים תוצאה זהה לזו של טיל נ"ט "טאו" אחד, ואולי אפילו במחיר נמוך יותר, אולם שלושה טילים "סאגר" דורשים יותר כוח-אדם: שלושה חיילים שיירו אותם, או לפחות חשיפה ממושכת יותר של צוות אחד המשגר אותם בזה אחר זה, וחיובי לפיכך לשהות בעמדה זמן ארוך פי שש (ה"סאגר")

גם איטי במעופו כפליים מה"טאו"). אין זה מקרה, שה"סאגר" הוא תוצאת ההסתמכות על הפעלה מאסיבית במספרים גדולים, וה"טאו" — הטס במהירות כפולה ובעל סיכויי פגיעה טובים יותר — צורך פחות חיילים להפעלתו. ההבדל נובע מגישות שונות של החברות האמריקנית והסובייטית לכוח-אדם ולחי-אדם. בדוקטרינה הצבאית המזרחית, חי-אדם וכוח-אדם זולים יחסית לציוד ול-אמצעי-לחימה. קשה לכמת קביעה זו ולומר בכמה בדיוק הם זולים יותר, אך מבנה הצבא הסובייטי הוא כזה שהוא יכול להרשות לעצמו שימוש רב בכוח-אדם. במערב, לעומת זאת, הצבאות קטנים, והחיילים משרתים בהם פחות זמן. לפיכך במערב, כל מערכת החוסכת בכוח-אדם ובחי-אדם עדיפה על מערכת בזבזנית, אפילו אם מחירה האבסולוטי בכסף גבוה יותר. לזה מתלווה דעת-קהל חזקה מאוד במערב, הכופה על הצבאות אמות-מידה ערכיות בהערכת חי-אדם, אשר דוחפות את הצבאות למציאת פתרונות טקטיים ואסטרטגיים שאינם צורכים קרבת אדם במערכה. חברה מערבית מתאבלת על נפילת טייס ללא שום יחס על אובדן מטוסו, גם אם מטוס זה עלה חמישה או 50 מיליון דולר. לכן טיל מתוחכם מסוג "סגר ושכח" ומטוס ללא טייס — אשר תחכום (ומחירם) נובעים מהוצאת החייל מהמעגל — הם המצאות מערביות שנועדו לחסוך בחיי חיילים וטייסים לגבי משימות שניתן להשיג בצורה אחרת, ולו אף במחיר גבוה יותר.

הנדסת אנוש

במערב התפתחה תורה הנקראת הנדסת אנוש, אותה ניתן ליישם בתחומים רבים, הן בעבודת עקרת-בית במטבח והן במערכות צבאיות. תורה זו בודקת מהי הדרך הקלה והפחות מעייפת לאדם לבצע פעולות מסוימות. מערכות נשק מערביות נבנות בהתחשב במחקרי הנדסת אנוש, כדי לעייף את החייל פחות ככל האפשר, ולא לאמצו כשאין זה חיוני. דבר זה מייקר את המערכות המערביות, לעומת המזרחיות.

צבא אינו יונק את כוחו רק מהעם, אלא הוא גם ראי החברה במובן זה שהרגליו, דרישותיו ומאפייני התנהגות הפרט שבו לקוחים מהחברה. צבא של מדינה עשירה, שרמת חיי האוכלוסייה שלה גבוהה, יהיה מורגל ליותר נוחות ומותרות מצבא של מדינה בעלת רמת-חיים נמוכה. לכן צבא ארה"ב מוציא ביתר אבזרי נוחות, והפרט בו מצפה לנוחיות רבה יותר מאשר צבא ברה"מ וחייליו. יתר על כן, צבא ארה"ב הוא צבא מתנדבים, ללא גיוס חובה. כאלה צריך לאפשר לשרת בצורה נוחה וסבירה, לעומת האלטרנטיבה שיש להם בחברת-השפע מחוץ לצבא. לאבחנה זו חשיבות רבה בתכנון וייצור מערכות נשק. לא רק תנאי השירות שונים בשתי המדינות, אלא גם מערכות הנשק עצמן. אם נבחן

3. בצבא הסובייטי מעל ארבעה מיליון חיילים. לעומת קצת למעלה ממיליון בצבא האמריקני.

את השריון הסובייטי לעומת זה האמריקני, נראה שינויים משמעותיים ביותר בגישה לפתרון בעיות ספציפיות — עם ובלי התחשבנות בחייל שישמש במערכת. הטנק הסובייטי ייטי המקובל הוא פחות נוה לשריונאי מה-טנק האמריקני. הטנק הסובייטי מוציא במזקו"מ, "קריסטי", הגורם לטלטולים רבים יותר בשדה ממזקו"מ, "ויקס" מערבי, וה-שריונאים יושבים ב"טי-55" צפוף יותר מב-טנק מערבי. הטען הסובייטי משתמש ביד שמאל, דבר שאינו טבעי וכמעט לא היה מתקבל על הדעת.

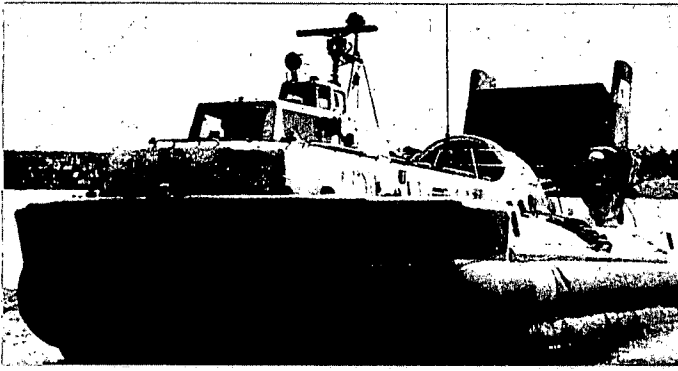
סיכום

מערכות זולות — אם מקפידים על המשמעות הנכונה של המושג "זול" — עדיפות לכל מדינה, עינה כעשירה. את מערכת הנשק המתאימה ביותר לביצוע רצוי, יש לבחור על-פי מחקר עלות-תועלת, ולכן הקביעה כי מערכת פשוטה עדיפה על מערכת מסובכת, נשאת חסרת משמעות. אם המערכת נבחרה נכון, והיא הזולה ביותר המסוגלת עדיין להשיג את היעוד שנקבע לה — אין זה חשוב כבד, למעשה, שהיא מסובכת-מתוחכמת או פשוטה. לכן יש לחפש את הסיבה לעליית מחירי מערכות נשק מודרניות במקום אחר, לא בכך שהן "מתוחכמות" ובוודאי לא בכך שהן "יקרות". יתכן שהמערכות יקרות משום שהמשימות שנועדו להן במלחמה מודרנית קשות ומסובכות יותר ויותר (למשל, משום שגם בהגנה יש כבר מערכות יעילות יותר).

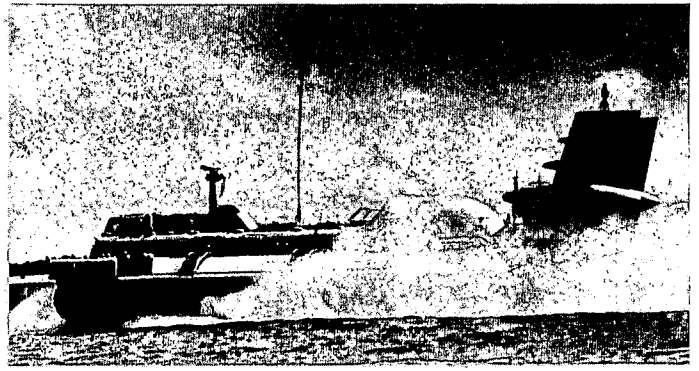
מחירן של מערכות הנשק נקבע בעיקר על-ידי אילוצים רבים, האופייניים לכל מדינה המצטיידת באמצעי לחימה. מערכות נשק סובייטיות שונות מאוד ממערכות אמריקניות, למרות שסביר כי שתי המעצמות רגישות לבעיות מחירי הפיתוח וההצטיידות, וכל אחת מהן משתדלת להצטייד באותן מערכות הזולות ליעדה ביותר, כלומר מעדיפת הנבחרות על-פי שיטת עלות-תועלת. למרות שהאלגוריתם זהה, הפתרונות שונים מהותית. אחת הסיבות לכך — ולדעתי העיקרית — היא שכל צד מחפש את הפיתרון האופטימלי עבורו בתחום שונה, המוגבל על-ידי אילוצים שהוא רואה לפניו, והראיתי בדוגמאות אחדות כיצד מערכות שיעודן אחד, שונות מאוד במבנה הטכני שלהן ובמחיריהן כאשר האילוצים מופעלים בתהליך הפיתוח.

האילוצים, כפי שראינו, אינם רק כספיים. אילוצים חמורים לא פחות נובעים ממסורת המחקר של המדינה והמשמעות שהיא מייחסת לקדמה טכנולוגית ותחכום; מכוח-האדם העומד לרשותה של כל מעצמה לצר-כים צבאיים; מיחסה של החברה בכל מקום לחי-אדם, ומרמת-החיים המקובלת בארץ מסיימת והמשתקפת בהכרח בהיקף הנדסת אנוש המושקעת במערכות נשק.

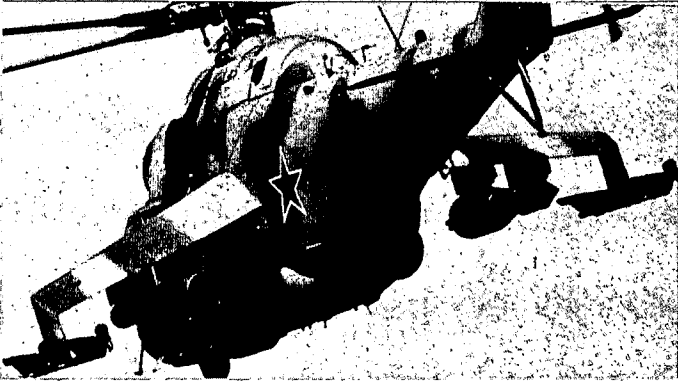
4. "קריסטי" — מזקו"מ בעל שרשרת רפויה. ללא גלגלי תמך. "ויקס" — מזקו"מ בעל שרשרת מתוחה על גלגלי תמך.



1



2



3



4



5

לשיגור טילים נ"ט נמצאות בקצות הכנפיים, אך בתמונה זו הן אינן חמושות. עד היום נראו רק לעיתים רחוקות מסוקי Mi-24 חמושים בטיילים, וייתכן שטיילי ה-SWATTER שנראו בעבר, היו בשימוש זמני בלבד עד הכנסת דגמים של טילים נ"ט משוכללים יותר. (ה-SWATTER הוא, כנראה, טיל מונחה בקרינה אלקטרומגנטית, דוגמת ה"שליילחה" האמריקני. לא ידוע על הכנסתו לשירות מבצעי נרחב בחילות היבשה).

GT-T M-1970 — נגמ"ש רוסי

אלו תמונות חדשות של הנגמ"ש GT-T הנמצא בשימוש חיל-הרגלים הרוסי והמיועד במיוחד לתנועה בשטחים ביצתיים. תמונה 4 צולמה באיזור לנינגרד (שים לב לקורות העץ משני צידי תא הלחימה, המיועדות להנחה לפני הנגמ"ש כשהוא נתקע בביצה). בתמונה 5 אפשר לראות את הזחל הרחב המיוחד שהותקן על נגמ"ש זה (55 ס"מ) והמיועד להקטין את הלחץ הסגולי על הקרקע. לנגמ"ש צוות בן שלושה אנשים והוא מסוגל לשאת כיתת חי"ר בת שמונה חיילים בתא הלחימה. הצריח מצויד במקלע 7.62 מ"מ ובציודי תא הלחימה נמצאים אשנבי ירי. לנגמ"ש זה, שהוא גם אמפיבי, מנוע בעל הספק 200 כ"ס; מהירות מקסימלית של 50 ק"מ לשעה, רדיוס פעולה של 500 ק"מ על כבישים ומשקלו 11 טון.

רחפת צבאית רוסית חדשה

תמונות מס' 1 ו-2 מציגות שני דגמים של הרחפת הצבאית הרוסית, המכונה Skate. תמונה מס' 1 מציגה, כנראה, את הדגם הנמצא בפיתוח ובתמונה 2 נראה הדגם הנמצא בייצור. הדגם שבייצור שונה מהדגם שבפיתוח באורך (גודל יותר ב-20.6 מ'), יש לו פתח יציאה נוסף בכל צד, בסיס אנטנה על הכנפיים ואף בגשר שלו יש מספר שינויים. משקל רחפת מוכנה לקרב הוא 27 טון, ומהירותה 58 קשר. הרחפת מונעת על-ידי שני מנועי טורבינה בעלי הספק של 780 כ"ס כל אחד. טווח הפעולה הוא 230 מילים ימיים ולה יכולת נשיאה של 50 חיילים.

Mi-24 — מסוק תקיפה רוסי

המסוק מכונה במערב HIND, והדגם הנראה בתמונה הוא HIND-B. המסוק נמצא בשימוש מבצעי ביחידות הרוסיות המוצבות בגרמניה המזרחית מזה שנתיים וחצי. בדרך כלל הוא פועל יחד עם מסוקי Mi-8 המצוידים בשני התקני נשיאה לרקטות ושתי פצצות. בתמונה נראה המסוק עם התקן נשיאה UB-32: המנשא הפנימי מסוגל לשאת מכל צד 32 רקטות S-5, וכנראה גם פצצה במשקל 100 ק"ג במנשא החיצוני. פצצות מסוג זה מוטלות מנבהים של פחות מ-300 רגל. המסילות הכפולות