

ברוכים הבאים

המלחמה לעניין מהיר עד כדי לא ייאמן, ואינו ניתן לשליטה. מתכנני חיל האוויר מכנים זאת, "מלחמת-יתר" (hyperwar).

עם תחילת הבחינה של לקחי מלחמת-היתר נגד עיראק החל גם הקרב על טיב המלחמות בעתיד. המדענים רוצים להפקיד חלק גדול יותר מן הלחימה בידי כלי-נשק "מבריקים", שהם מקווים לפתח, ולפרוס עד סוף המאה; הגנרלים רוצים להמשיך ולהחזיק את המפעילים האנושיים ב"חוג יודעי-הדבר".

אחרי מלחמת המפרץ שורטטו קווי חזית חדשים בעולם התכנון הצבאי בארצות-הברית. מצדם האחד ניצבים המתכננים הצבאיים בפנטגון ובמכללות למלחמה, ואילו מצדם השני ניצבת קבוצה של מדעני נשק ושל אסטרטגים אזרחיים, העובדים עבור DARPA (הסוכנות הביטחונית למחקרים מתקדמים), עבור מועצת המדע הביטחוני, עבור המעבדות הלאומיות ועבור חבורה שלמה של תעשיות ביטחוניות.

שני הצדדים עוסקים במאבק ממושך במטרה להגדיר מחדש את מערכת היחסים בין אדם לבין מכונה במלחמה. אך דומה, כי מהמאבק הזה צפה ועולה כבר מסקנה אחת: האדם יפסיד, יהיה אשר יהיה הצד "המנצח". כיום עומד על הפרק דור חדש של כלי-נשק "מבריקים" – טנקים ללא צוותים, טילי שיוט רובוטיים, המתנהגים כמו קמיקזה, טילים מתקדמים להגנה נ"מ ולוויינים נגד טילים. כן עומדת על הפרק השאלה, באיזו מידה יקבלו המכונות החלטות קרביות, בלי תלות בעמיתיהן, בני האנוש, ויוציאון לפועל.

תיאור הופעת הלוחמה האלקטרונית כ"מהפכה" הפך כבר למטבע שחוק. טקטיקנים רבים מסכימים, כי העולם האלקטרוני, הנמדד במושגים כספיים, בחשיבותו הטקטית ובחשיבותו האסטרטגית, כבר משתווה, או אף עולה, על חשיבותם של צבא היבשה, של חיל הים ושל חיל האוויר. מחשבים, חיישנים וציוד דומה נוגסים היום כמחצית מן העלות של כלי-הנשק, של מטוסי-קרב ושל ספינות מלחמה במדינות המערב. כתוצאה מכך, הופכת

ל"מלחמת יתר"

אריק ארנו*

עמית תכנון בכיר באגודה
האמריקנית לקידום תכניות
מדע וביטחון בין לאומי.
עובד ממאמר בכתב-העת
The Bulletin of the
Atomic Scientists
ספטמבר 1992.

בדומה לכך, מסכימים הכוחות המזוינים של ארצות-הברית, כי יש להשתמש בפצצות "חכמות" ובטילי שיוט, כדי לצמצם את הסכנות לחיי טייסים, או לנפילתם בשבי, אך אין הכוחות המזוינים חש כל כך בנוח בתפיסה רחבה ומקיפה של "קיבר-מלחמה". הצבא חושש, כי טילי שיוט יתפסו את מקומם של מפציצים מאוישים ושל נושאות מטוסים – התכניות המועדפות על חיל האוויר ועל חיל הים, בהתאמה – ויהפכו את הטייסים לדבר מיותר. אולם, הכוחות המזוינים מציינים, כי, שלא כמו רובוטים תעשייתיים (המבצעים את מלאכתם בדיוק ובאמינות, הגדולים מביצועי בני-אדם), טילי שיוט מדויקים ואמינים פחות מכלי-נשק, המוכוונים על-ידי מפציצים מאוישים, והם יישארו כאלה.

שאלות חשובות יותר מתעוררות סביב המטרות לכלי-הנשק האוטונומיים. מחשבים להנחיית טילים יחליטו, אמנם לאחר מתן הוראות ראשוניות מבני-אדם, היכן ומתי לפוצץ את ראשי-הנפץ שלהם, כלומר – מי למוות ומה להשמדה.

אפשר, כי "קיבר-מלחמה" גורמת אי-נוחות לכל מי שחזה בסדרת סרטי "המחסל", שבו רובוטים דמויי-אדם מתוכנתים להרוג כל מי שניצב בדרכם להשלמת המשימה, גם החלופה, המועדפת על הכוחות המזוינים, מעוררת בעיות משלה. הכוחות המזוינים מצדדים במערכות מרכזיות – כמו AWACS של חיל האוויר, כמו JSTARS של כוחות היבשה ושל חיל האוויר וכמו Aegis, המקבילה המושטת ל-AWACS.

במערכות הללו יש צורך בשיקול-דעת ובשיפוט אנושי, אולם המחשבים סורקים מגוון מדהים של נתונים, שהיו מכריעים תחתם כל מפעיל בן-אנוש. ככל שהחיישנים החדשים מספקים נתונים רבים יותר, שנאספו בשטח גדול יותר, וככל שגובר קצב הלחימה, כך מתרבים תפקידי המחשב. בסיכומו של דבר, המפעילים בני-האנוש, שהחלטותיהם מוכתבות למעשה על-ידי המחשב, יהיו כפופים למכוונותיהם.

ניתן לכנות את התפיסה הצבאית, המושלת בכיפה בקשר לעידן החדש, "קיבר-מלחמה" (cyberwar) – רובוטים יבצעו בה חלק נכבד מההרג ומההשמדה ללא הוראות ישירות ממפעילים בני-אנוש. כלי-הנשק יהיו "אוטונומיים", כפי שקובע הביטוי החביב על אחד ממתכנני הנשק.

לתוצאת המחלוקת שבין מכוונות לבין אנשים יש חשיבות מכרעת, לא רק משום שתקבע את מערכת היחסים בין מודיעין אנושי למודיעין ממוחשב בתחילת תקופה, שמשקיפים רבים סבורים, כי תאופיין בתחרות בין השניים, אלא מפני שתקבע את טיב המלחמות בעתיד. ראוי לציין, כי הוויכוח אינו מתנהל עוד בשאלה, האם נשק מתקדם יותר רצוי (אף שמשקיפים רבים סבורים, כי מלחמת המפרץ הדגימה, כי יתרונה של ארצות-הברית כה גדול, עד שאין צורך בחתירה הקדחתנית לפיתוח טכנולוגיות צבאיות חדשות בקצב, שהיה מקובל בימי המלחמה הקרה).

על הפרק עומדת כיום השאלה, כיצד תיושם עוצמת הטכנולוגיה, ובייחוד העוצמה של מחשבים מתקדמים, לבעיות צבאיות, ומה התפקיד, שימלאו מפעילים בני-אנוש. כלי-הנשק ה"חכמים", שהופעלו במלחמת ויטנאם ונגד עיראק, הונחו על-ידי טייסים באמצעות עורק נתונים אלקטרוני; אולם, יש אומרים, כי העתיד ישלט בידי טילי שיוט "מבריקים", שאינם זקוקים לשום הנחיה אנושית לאחר שיוצאם.

המאבק המאורגן של העובדים נגד האוטומציה בשלושים השנים האחרונות היה אות מבשר לרבים מהנושאים, השנויים כיום במחלוקת בפנטגון. רוב המשקיפים מסכימים, כי בתעשייה ניתן לנצל מכוונות להפחתת הסיכונים לבני-אדם בעבודה – בקווי הייצור, או במכרות. אולם, כאשר הסיכונים נמוכים, יחסית, והאוטומציה מונהגת, בעיקר, כדי לחסוך עלויות, או לשם רווח, התמיכה באוטומציה אינה כה חזקה.

זיהוי דפוסים

(שפקק בטענות חיל הים על אמינות הטיל ועל דיוקו – בהתחשב בביצועיו העלובים, שנודעו לשמצה, גם בתכנון ניסוי מבוקרות היטב) הכפיל מיד את המספרים.

במרוצת שלושת השבועות של המלחמה נורו 282 טילי שיט, ששווי של כל אחד מהם מיליון דולר, ובהם שלושים טילים נגד מפעל לטילים ושלושים טילים נגד מפעל לייצור חומרי לחימה כימיים. כל אחד מהם ניתן היה להפציץ בקלות, ובזול יותר, ממטוסים מאוישים. אנשי חיל הים חזרו בהם מטענותיהם הראשוניות, כי הטיל תכליתי בתשעים אחוזים ויותר, וכיום הם מודים, כי אינם יודעים בדיוק מה היו הישגיו. שלא כמו מפציצים מאוישים, אין טילי השיט חוזרים לבסיס עם סרטי וידאו, המראים את הנזק, שגרמו למטרות.

אם הכוונה, שטילי השיט העתידיים יהיו אוטונומיים, יאכנו כלי-נשק גרעיניים – טילים ניידים, למשל – וישמידם, יהיה צורך במשהו מוצלח הרבה יותר **טומאהוק**. תאגיד-ענק של מתכננים, הכולל את החברות **טקסס אינסטרומנטס**, **מרטין מארטה** ויו, ערך תכנון מחקר-ופיתוח בעלות שמות מאיימים – כמו "חרב צמאה", כמו "דמוקלס", כמו "אלאדין" וכמו "מנתן המלחמה". אנשי התעשיות הביטחוניות טוענים, כי בעוד שמונה שנים אפשר יהיה להכניס לשירות מבצעי טיל שיט "מבריק", שיהיה מסוגל לאכן טילים ניידים, ולהשמידם – בעלות של כשלושה מיליון דולרים ליחידה. כיוון שהטילים לא יהיו מדויקים כמו פצצות מונחות-לייזר, אין להניח, כי יעמדו בתחרות עליונות עם פצצות ריצ'רד גרווין – הפיסיקאי, שסייע בשנות השבעים להציג את טיל השיט **טומאהוק** לחיל הים, שלא גילה התלהבות רבה במיוחד מהרעיון – מצא, כי אם טילי השיט יעלו יותר מ-100,000 דולר ליחידה, אין הם חלופה כלכלית.

תכנון נוכחיות למחקר-ופיתוח מדגישות רכיבים, שישפרו את טילי השיט בדרכים פשוטות למדי. אולם, בתחום העיקרי – פיתוח תוכנה – טרם נעשתה פריצת-דרך. התעשיות הביטחוניות התמקדו בחומרה, ובעיקר במנועים יעילים יותר ובטכנולוגיות "חמיקה". ההתקדמות במחקר של מערכות הנחיה נעשתה במערכות חדשות של חיישנים, המתאמים לגופים אוויריים של טילים, ובמזעור מחשבים מתקדמים. החיישנים, שמפתחים כיום עבור טילי שיט "מבריקים", כוללים מכ"מ לייזר, מכ"מ בגלי מילימטריים, מכ"מים בעלי מפתחים (apertures) סינתטיים ומערכות הדמיה תת-אדומות, שכולם יושמו כבר בהצלחה לפתרון בעיות תובעניות פחות.

אולם, השיפורים בתוכנה לא הדביקו את הקצב. אחרי שנים של עבודה על אלגוריתמים בתחום הבינה המלאכותית, הנקראת "זיהוי אוטומטי של מטרות", נתקלו המתכננים במכשולים. הגישות האחרונות לזיהוי דפוסים* (ולפיכך, לזיהוי מטרות) כוללות "רשתות עצביות"**, ומערכות לעיבוד במקביל, אבל אף לא אחת מהן שיפרה את היכולת מאוד, אלא רק את המהירות.

חסידי "קיבר-מלחמה" מעלים כמה סיבות, המצדיקות, לדעתם, השקעה בכלי-נשק "חכמים". אחד הטיעונים הנפתלים מבוסס על התיאוריה, שאם יהיה ביכולתם של כלי-נשק "מבריקים" לאתר את מאגר הנשק הגרעיני של מדינה מתפתחת, ולהשמידו, יוכל המערב להרשות לעצמו לוותר על נשקו הגרעיני; ובכך להדביק אות קין על התכנויות הגרעיניות של מדינות מתפתחות. אך השאלה היא, האם כלי-נשק "מבריקים" יהיו אי-פעם מוצלחים כל כך?

טיל השיט **טומאהוק** של חיל הים הוא נקודת התחלה טובה למתן מענה לשאלה. זה כלי-הנשק הראשון בסדרה, שתומכיה טוענים, כי תגיע לשיאה בטיל השיט האוטונומי העתידי. אולם, **טומאהוק** (המופעל כיום רק בדגמים לא-גרעיניים לתקיפת מטרות ביבשה ונגד אניות) רחוק מאוד מלהיות "מבריק", חרף טענות הכוחות המזוינים במלחמת המפרץ. אף-על-פי-כן, לאחר השיפורים האחרונים, שהוכנסו בו אחרי המלחמה, הוא כיום המלה האחרונה של הטכניקה בתחום הזה.

המצלמה בדגם לתקיפות קרקע של הטיל **טומאהוק** סורקת את פני השטח בזמן מעופו של הטיל, והופכת כל תמונה ל-940 ספרות "1", או "0". תמונת מחשב בינארית זו משווית עם אמות (מטריצות), שאוחסנו מראש בזיכרון הטיל. כיוון שהוא מסתמך על תמונות, שתוכנתו מראש, מסוגל **טומאהוק** לטוס רק לעבר מטרות אחת, נייחת, הניתנת לזיהוי על גבי מפה, ושם הוא מתפוצץ.

מתכנני חיל הים מניחים, כי מחצית טילי **טומאהוק** יחטיאו בחמישה-עשר מטרים ויותר. מזג-אוויר גרוע, שינויים יום-יומיים בתאורה וסיבוכים גשמיים נוספים עלולים להסיט את הטיל ממסלולו. המתכננים מתקשים למצוא תמונות, ש**טומאהוק** יכול לזהותן בביטחון. שני **טומאהוק** נוסו בתחילת 1992 בתנאים נוחים ובשטחים פשוטים מאוד בפלורידה. הם נפלו הרחק מן המטרות – האחד במרחק מאה ק"מ, והשני – חמישים ק"מ מהן.

ביצועי **טומאהוק** במלחמת המפרץ מבליטים את מגבלותיו. מתכנני חיל הים מצאו פחות מחמישים מטרות בעיראק, שהתאימו לטיל, ועדיין אינם יודעים אל-נכון כיצד פעל הטיל. רבות מהמטרות אפשר היה להקצות ללא קושי למפציצים, אך הן יוחדו לטילי השיט אחרי שסנאטור ג'סי הלמס, החבר הרפובליקני הבכיר בוועדת הסנאט לקשרי החוץ, הבהיר לאנשי חיל הים בשימועים, שקדמו למלחמה, כי הוא מצפה לביצועים מרשימים של **טומאהוק** במלחמה.

אמנם, **טומאהוק** נועד, בעיקר, נגד מתנקים קבועים להגנה נ"מ (ויש להניח, כי אלה לא מנו יותר מעשר מחמישים המטרות במלחמת המפרץ), אך חיל הים סימן כמטרות "למבחן ראשון במלחמה אמיתית" גם את ארמון הנשיאות בבגדאד, את משרד ההגנה ואתרים של תשתית תעשייתית בעיראק. חיל הים תכנן תחילה, לפי המקובל אצלו, להעסיק כל מטרה בשני טילים לפחות. חיל האוויר

pattern recognition
neural networking

*
**

לדברי המתכנתים, העובדים על תוכנות הנחיה לטילי שיוט, זיהוי אוטומטי של מטרות מצריך יכולת חדשה מיסודה, שעיבוד במקביל – שיפור של "כוח גס" במחשוב – אינו יכול לספק. אנשי תעשיות הביטחון כוללים את החידושים האחרונים ב"מכונות שלומדות". הם יציגו למחשביהם לזיהוי המטרות דגמים מזוויות שונות, כדי שהמחשבים "יזכרו" את מאפייניהן הבולטים ביותר. לאמיתות של דבר, הם מחקים את האימון לזיהוי מטרות, שעוברים טייסים בשר ודם. מכל מקום, המוח האנושי עדיין טוב הרבה יותר בזיהוי דפוסים, וחשוב מכך, המוח שוקל ומכריע טוב יותר במצבים מעורפלים.

יכולת להחליט במצב מעורפל יש חשיבות מרובה, ובייחוד כשמדובר בהתגברות על אמצעי-נגד. יש להניח, כי כל מטרה, שארצות-הברית תחליט לשגר לעברה טילי שיוט "מבריקים", תהיה מוסתרת, מוסווית ומוקפת בדמיי, שנועדו להסתירה מעיני טייסים בני-אנוש, המטיסים מפציצים עמוסים בחיישנים מתוחכמים. במלחמת המפרץ הוטעו הטייסים על-ידי אמצעי-נגד פשוטים. משגרי הטילים העיראקיים הוסתרו בדיפונים מוסווים, בעוד דמיי מתוחכמים, המחקים את המשגרים האמיתיים ואת פליטת החום שלהם, הסיטו את הטייסים מטרפם. מפקד חיל האוויר הישראלי בימי מלחמת המפרץ ואחד מאנשי חיל הנחתים האמריקני, שצורפו לוועדה המיוחדת של האר"ם על עיראק, אמרו, כי הם מפקפקים, האם הטייסים האמריקניים השמידו ולו גם משגר נייד אחד, אפילו בעזרת מטוסי F-15E, המפציצים המתוחכמים ביותר בעולם, ככל הנראה. מערכת JSTARS של הצבא האמריקני, שאינה אלא מטוס אזרחי גדוש בחיישנים, במחשבים החדשים ביותר ובצוות מיומן, לא הצליחה אף פעם לאכן את משגרי הטילים הניידים העיראקיים.

בחיפושיהם הקדחתניים אחר משגרי טילים בזמן המלחמה תקפו הטייסים האמריקניים, בטעות, משאות אזרחיות, אוטובוסים גדושים בפליטים, ואפילו מאהלי בדואים, למרות שמערכי ההגנה העיראקיים לא הפריעו להם כלל, והיה להם זמן די והותר לאמת את מטרותיהם. בהרים, ביערות ובג'ונגלים, המאפיינים מדינות אחרות, יהיה קשה עוד יותר לגלות מטרות ניידות, ובייחוד כיוון שהסיבולת של טילי השיוט נמוכה יותר, והם נושאים חיישנים מעטים וחלשים יותר, והם אינטליגנטיים פחות ומתאימים פחות לזיהוי מטרות מאשר מטוס F-15E או מטוס JSTARS על צוותיהם. אם טילי השיוט "המבריקים" העתידיים יתוכננו כך, שלעולם לא יתקפו מטרות מסופקות, קל מאוד יהיה להשמידם. אבל אם יתוכנתו לעשות כך תמיד, יגדלו מאוד הפגיעות באזרחים והאבדות כתוצאה מ"אש ידידותית".

פרשת Tacit Rainbow מדגימה חלק מהקשיים, הכרוכים בתכנות כל-ינשק "מבריקים" נגד אמצעי-נגד. זה היה אמור להיות טיל שיוט אוטונומי מסוג מיוחד: מטוס זעיר ארוך-טווח נגד מכ"ם. הפנטגון חזה שיגור של מאות טילים כאלה ממשאות וממטוסים אל המרחב האווירי

של ברית ורשה ברגע שייוודע על התקדמות כוחות סובייטיים לעבר מערב אירופה. תיאורטית, כשהטילים יהיו מעל שטח האויב, הם יחוגו ויחפשו עד שלוש שעות, אם יהיה צורך; יאזינו למכ"מים של ההגנה האווירית עם הפעלתם, ואז יעוטו עליהם וישמידו. הצלחתם היתה מותנית אפוא בשיתוף-פעולה מסוים של המטרה, שהפעלתה יוצרת קרן, המשדרת את עצם קיומה ואת משמעותה. אך גם כך, אי-אפשר היה להתגבר על תקלות בתוכנה, והיצרנים הודו, שלא יצליחו לעדכן את ספריית אותות המכ"ם של האויב. הפרויקט בוטל אפוא בשנה שעברה.

חוקרים אנשי אקדמיה, שבחנו בעיות דומות בתחום האזרחי, אומרים, כי תוכנה לזיהוי דפוסים מצליחה למדי בזיהוי עצמים, המשתפים פעולה, כמו מכ"מים שהופעלו, או כמו רוב המטרות ב"ניסויים", שערך הפנטגון. לגבי עצמים, שאינם משתפים פעולה, אך אינם מסתתרים (דרכים ובניינים, למשל), ניכרת התקדמות מתמדת. אבל החוקרים אומרים, כי אין כל ראייה להתקדמות בפיתוח תוכנה לגילוי עצמים חבויים.

ייתכן, כי לא תהיה הפתעה רבה אם בשנת 2000 טרם יימצאו טילי שיוט אוטונומיים במאגרי הנשק של ארצות-הברית. כמה תעשיות ביטחוניות כבר עורכות עיון מחדש בתפיסותיהן, כפי שקורה לעתים קרובות כאשר מערכות מסוימות עוברות משלב של רעיון בתוך DARPA לחומרה צבאית של ממש. ג'נרל דיינמיקס מפתחת היום – במקום טילים אוטונומיים – טיל שיוט ארוך-טווח, שיהיה מסוגל לטוס 3,000 ק"מ לאזור המתנה, ולאחר מכן יונחה למטרתו בידי מטוס מאויש. בדומה לכך, מאמצים קודמים להרכיב ציוד אוטומטי לזיהוי מטרות על מטוס F-15E ועל מסוק התקיפה החדש, קומאנצ' (בניסיון להחליף את איש הצוות השני), אופיינו בתכנונים חפוזים מחדש, כדי לחזור ולהכניס לתמונה טייס משנה.

איפה האויבים?

קשה להצדיק את ההוצאה הנוספת על טיל שיוט ארוך-טווח, שיהיה תלוי במטוס תצפית. התפיסה של מטוס תצפית עולה בקנה אחד עם פיתוחים אחרים בטכנולוגיה הצבאית בארצות-הברית ועם הנוהל המבצעי יותר מאשר התפיסה של רובוט בודד. תקשורת לוויינים כלל-עולמית והשימוש המוגבר במערכות, כמו JSTARS וכמו AWACS, דוחפים את הכוחות המזוינים לתכנון ולביצוע ממורכזים יותר. טייס הקרב של ימינו מונחה לרוב אל מטרות על-ידי מפעיל AWACS, ויורה את הטילים אוויר-אוויר שלו לעבר סימני מטרה על צג המכ"ם מבלי לראות כלל את מטוס האויב, להוציא אולי התפוצצות מרוחקת ופטריית עשן.

גם הבקרה הקרקעית תהיה ממורכזת בצורה דומה. מטוסי JSTARS יחוגו סמוך לשדות הקרב של העתיד, יאכנו מטרות, וינחו את טייסי המפציצים, את הטילים ואת סוללות הארטילריה להיכן לירות ומתי. אם יהיה



"מכלול המגן"
המשולב לחייל
(SIPE) אמור
להיות "מערכת
לחימה מכף רגל
ועד ראש" עם
ממשק של נשק,
של בקרת מיקור
אקלים ושל הגנה
מפני סכנות בשדה
הקרב.

גנר קולין פאוול, יו"ר המטות המשולבים, בשל דעתו, כי יש הצדקה לתקציבי הביטחון הנוכחיים גם ללא "איום". בפברואר הומחשו הסכנות, הכרוכות בחשיבה בפומבי על איומים, כאשר אחד מתרחישי האיומים ההיפותטיים דלף לגיו יורק טיימס: ברשימה הופיעו שבעה סוגים של מלחמה, החל מפעולה נגד חתרנות נוסח פנמה וכלה בדחיקת רגלי רוסיה מליטא. אמנם, התרחישים האלה התקבלו בגיחוך, אבל אנשי התעשיות הביטחוניות העלו נימוקים פרושים עוד יותר להצדקת תכניותיהם, וביניהם טענות משונות, כמו הצורך להתגונן מפני טילים גרעיניים ומפני צוללות מדרום-אמריקה, או כמו הצורך להנחית על הודו התקפה נרחבת בטילי שיט. תרחישים דמיוניים כאלה עולים בשל הצורך להצדיק את תקציבי המלחמה הקרה, מנגנונים מדעיים ביורוקרטיים ותכניות שכבר אין בהן כל חפץ. חיל האוויר האמריקני הפעיל לא מכבר טכנולוגיות חדשות, והביס אחת מהמערכות הטובות ביותר להגנה נ"מ במדינות המתפתחות, באבודות מעטות בלבד. לאחר מכן ניצל את עליונותו באוויר לכתוש את הצבא ואת התעשייה העיראקיים. קשה להניח, כי טילים מתוחכמים עוד יותר יידרשו להתמודד עם אויבים חלשים יותר, כמו קובה וכמו צפון-קוריאה.

כיוון שהטכנולוגיה הצבאית של ארצות-הברית מגדירה את רמת החידושים, ייתכן, כי גישה הגיונית יותר לעליונות צבאית תהיה נטישת הדגש המסורתי על מודרניזציה מתמדת לטובת אמצעים, שיבטיחו, כי מדינות, העולות

צורך בהנחיה סופית, אפשר יהיה לספק ממטוסי תצפית. העידן החדש הזה בלוחמת היבשה הוא עדיין רק בבחינת ניצוץ בעיני המתכנן. במלחמת המפרץ לא הצליחו JSTARS להבחין בין טנקים לבין משאיות, ועוד פחות מכך בין רכב צבאי לבין רכב אזרחי ובין רכב של כוחותינו לבין רכב אויב. מערכות התקשורת פגיעות לחסימות, ומטוס JSTARS עצמו קורן מאוד עד שאפשר להשמידו בקלות. אף-על-פי-כן, הזרם המרכזי בתכנון הצבאי שם דגש על גישת AWACS/JSTARS, המצריכה מפעילים בשרודם, שיתפסו מקום חשוב במעגל מקבלי ההחלטות. אולם, יש סיבות טובות לפקפק ביכולת המפעיל להשתלט על שפע המידע, שאוספים החיישנים והמחשבים. דוגמה להחלטה שגויה על סמך מידע, שסיפק מחשב, היתה ההחלטה, שקיבל בשנת 1988 הצוות של הסיירת האמריקנית וינסנס, שצוידה במערכת Aegis. הסיירת שייטה במפרץ הפרסי ועסקה בליווי מכליות נפט, סמוך לסיומה של מלחמת איראן-עיראק. זו היתה, בעצם, מערכת AWACS מושטת, החמושה בטיילים נ"מ; צוותה הוטעה על-ידי המידע, שהציגו לו המחשבים, שטעו בזיהוי מטוס נוסעים אזרחי רגיל של איראן (שטס בזמן הקבוע ובמסדרון אווירי ידוע), וסבר, כי לפניו מפצץ איראני, ולכן השמידו.

למעשה, ההחלטות, שקיבלה תוכנת Aegis (כפי שתוכנתה בידי בני-אנוש), חרצו את דרך הפעולה. הצוות בווינסנס היה כה משוכנע, שהמחשב צודק, עד כי לא שעה להחלטות מנוגדות, שקיבלו צוות האנטייה Sides ששייטה בסמוך, ותוכנות של מטוס AWACS וצוותו האחראים על האזור, או שלא שם אליהן לב. מאלף לדעת, כי היהירות של אנשי וינסנס זיכתה אותה עוד קודם לכן בכינוי "דוברסיירת".*

בעתיד יזרום מידע רב יותר במחשבים הצבאיים, ויגביר את ביטחון המפעילים בהבנת המצב ואת כמות המידע, שיהיה על המחשב לשמור לעצמו, כדי לא להמם צוות, הפועל כבר ממילא תחת לחצים ובחרדות חמורים ביותר. ככל שהמלחמה המהירה יותר תחייב את בני-האדם לקבל החלטות מהירות יותר ויותר, ייתכן, שלא תהיה להם אפשרות, אלא לומר אמן אחרי החלטות המחשבים; אבל את האשם יתלו, ללא ספק, ב"טעות אנוש".

מתוך ההתלהבות הטכנולוגית הנוכחית ומהנחותיהם התיאורטיים של האסטרטגיה משתמעת הערכה עגומה לתפקידה של ארצות-הברית בעולם שאחרי המלחמה הקרה. החתירה המתמדת אחר טכנולוגיות צבאיות יוצאות-דופן מלמדת על אמונה, כי ארצות-הברית תהיה שרויה בעתיד בסכסוכים בלתי-פוסקים. היא גם משפיעה על החשיבה של מדינאים על הסבירות למלחמה, או על מידת נחיצותה; ומכאן נובע עניינם של המלומדים בטכנולוגיות של "קיבר-מלחמה".

בינתיים, לאחר שברית-המועצות עברה מן העולם, מתקשה ואשינגטון לזהות אויבים מתקבלים על הדעת, ואפילו להחליט, האם האויבים צריכים לשמש בסיס לתקציב הביטחון. בשנה שעברה נמתחה ביקורת על

* ראה ניתוח של האירוע במאמר של תא"ל י', "תמרון דרתחומי", מערכות, 321, עמ' 29-22 - המערכת.

לפתוח במלחמה נגד ארצות-הברית, או נגד בעלות-הברית, לא יצליחו להצטייד בנשק מתוחכם יותר מזה שהפעילה עיראק.

אין להניח, כי כלי-נשק "מבריקים" יגשימו אי-פעם את הבטחות חסידיהם, שמשמע מהן, כי אפשר לזכות בגביע הנספף של לוחמה "מפלה". גם לו היה כך, טכנולוגיות ל"קבר-מלחמה" עלולות להפחית את רתיעת מקבלי ההחלטות בארצות-הברית מפני מלחמות בחוץ-לארץ. לפני שנתיים השתוקקה הצמרת המדינית האמריקנית להאמין, כי הנשק המתוחכם מאפשר "השמדה כירורגית והדרגתית של היכולת הצבאית של עיראק" – כדברי הנרי קסינג'ר, שצידד בהתקפה על עיראק, חרף עדויות של המומחים הצבאיים בממשל עצמו, כי המלחמה לא תהיה "כירורגית" כלל ועיקר. כיום אנו יודעים, כי המומחים הצבאיים צדקו, וקסינג'ר טעה.

ובכל זאת, לא חלף זמן רב מאז מלחמת המפרץ, וכבר נשמעו קריאות רציניות, אם כי לא בקוליקולות, לנצל את המאגר החדש ל"מלחמת-היתר" של האומה, כדי לנקום את מותם של הנספים באסון לוקרבי, להריסת המתקנים הגרעיניים של פיונגיאנג ולהפלת פידל קסטרו. אין להניח, כי אחד התרחישים האלה יתבצע, אבל דומה, כי אמונת הנצים בטכנולוגיה הצבאית של המדינה, ולפיכך ביטחונם ביכולתה להתערב בחוץ-לארץ, זכו לחיזוק מחודש.

בחזרה להפעלה מיד

כמה קהילות תומכות בכלי-נשק "מבריקים", מסיבות שונות. התמיכה הפוליטית באה מפוליטיקאים וממלומדים, שנחרדו מהתדריכים, שנותנים להם DARPA, התעשיות הביטחוניות והמעבדות הלאומיות. אין ספק, הם חשים רטט מסוים כאשר משתפים אותם בחלק מהסודות הצבאיים השמורים ביותר. נמסר, כי ד"ח משנת 1988 של הוועדה לאסטרטגיה צבאית, שמינה הנשיא רייגן, ועבודתה היתה סודית ביותר, השפיע מאוד על החשיבה בממשל בוש, והוא נקרא כמו רשימת שימושים לטילי שיוט "מבריקים".

בדומה לכך, פרסמו "מאגרי חשיבה" – כמו המרכז ללימודים אסטרטגיים ובין-לאומיים וכמו קרן הרייטג' – ד"חות אסטרטגיים אופטימיים על טכנולוגיות מתקדמות לנשק. בהיותו חבר הקונגרס, היה סגן הנשיא דן קווייל חסיד נלהב של תפיסת "הצדפים המבריקים" נגד טילים, וכנראה, הצליח להדביק בהתלהבותו את הבית הלבן של הנשיא בוש. בשנת 1987 עמד סנאטור קווייל בראש סיעה קולנית, ששיגרה לממשל מסר ברור: האמנה על כוחות אסטרטגיים, שהממשא-זמת עליה היה אז בעיצומו, לא תאושר, אם ייכללו בה הגבלות על מחקר בטילי שיוט. ההתקדמות במשא-זמתן לקראת האמנה כבר נתקל קודם לכן בקשיים, עקב חילוקי-הדעות בין מעצמות-העל בשאלת "הצדפים המבריקים" ובנוגע לתפיסות ביטחוניות אסטרטגיות אחרות.

אין קושי לעמוד על המניעים, המדרבנים את DARPA, את המעבדות ואת התעשיות הביטחוניות להמשיך ולהתעניין ב"קבר-מלחמה", אבל הטענות, המוצגות בפני הפוליטיקאים, התומכים בה – ויחסם החיובי לתכניות – טעונים עיון מסוים. אמנם, הפוליטיקאים מגלים אהדה לשאיפה של הכוחות המזוינים לצמצם את הסיכונים, הנשקפים לטייסים, אולם טכנולוגיות כמו "חמיקה", כמו פצצות "חכמות", כמו טילים נגד מכל"ם, כמו חסימות שידורים וכמו אמצעי-נגד אלקטרוניים, כבר הקטינו, בעצם, את הסיכונים, שניתן היה להקטיןם. אחרי יישום הטכנולוגיות הללו צנחה בתלילות כמות הטייסים האמריקניים, שהופלו בוויטנאם, והגיעה לשפל של כל הזמנים במלחמת המפרץ. יהיה צורך בטיעון משכנע הרבה יותר, כדי לגבש את התמיכה, המבוקשת על-ידי חסידי טילי השיוט.

חסידי הטילים טוענים, כי טילי שיוט זולים יותר מנושאות מטוסים וממפציצים. הטיעון הזה הועלה בימי הנשיא קרט, חרף התנגדות הכוחות המזוינים, על מנת להציב את הטיל **טומאהוק** בחיל הים וטיל שיוט דומה, המשוגר מן האוויר (ALCM), במפציצים B-52 של חיל האוויר. אולם, דריקיום מתמשך בין טילי השיוט לכלים היקרים יותר, שהטילים היו אמורים לתפוס את מקומם, הפריך את הטיעונים הכספיים. קהל המאזינים הנצי לטיעונים האלה בתקופת רייגן ובוש לא גילה עניין מיוחד בבחירה בין מערכות מתחרות, אלא תמך במודרניזציה כוללת. לפיכך, פיתח חיל האוויר בשנות השמונים מפציץ אסטרטגי "חמקן" – B-2 – וטיל שיוט "חמקן", המשוגר מהאוויר (ALCM).

ולבסוף, בשלהי שנות השמונים צץ טיעון בעל צליל אסטרטגי נכון: טילי שיוט "מבריקים" יהפכו את הנשק הגרעיני לחסר-אונים ולמיושן. הנשיא רייגן כבר הביע תקווה, כי ההגנה האסטרטגית תגשים את היעד הזה, אבל בסוף שנות השמונים לא האמינו עוד גם החסידים הנלהבים ביותר, כי אפשר להקים מערך הגנה בלתי-חדיר לטילים בליסטיים.

במקום זאת, טענו חסידי טילי השיוט, כי מוצריהם יהיו תכליתיים עד כדי כך, שארצות-הברית לא תזדקק עוד לנשקה הגרעיני למטרותיו העיקריות: להשמדת הנשק הגרעיני האסטרטגי הסובייטי, לבלימת התקפה קונונציונלית על אירופה המערבית, או לפגיעה בתעשיות צבאיות ובתעשיות הקשורות בהן. המבקרים טענו, כמובן, כי לנשק הגרעיני האמריקני נודעת משמעות מדינית ומשמעות סמלית ייחודית, גדולה הרבה יותר מאשר תועלתו הצבאית. בכל מקרה, המשימות הללו עברו מן העולם לפני שאפשר היה להכניס את המערכות "המבריקות" לשימוש מבצעי.

ובעוד קהילת מנתחי האסטרטגיה בוואשינגטון מהרהרת ב"סדר העולמי החדש", חוזרים ומעלים את הטיעון, כי טילים "מבריקים" יהפכו את הנשק הגרעיני לנשק, ש"אבד עליו כלח", כדי לענות על האיום המפחיד ביותר בעידן שאחרי המלחמה הקרה: מלחמות נגד מדינות

DARPA – אונים רבים של שחור

DARPA הוקמה על-ידי ממשל אייזנהאואר למימון המחקר התעשייתי של טכנולוגיות, הקשורות לביטחון, שיהיו יוצאות-דופן מכדי לפתחן במסגרת הכוחות המזוינים. DARPA כפופה לוויקטור רייס, הממונה על המחקר וההנדסה הביטחוניים ויועץ לשר ההגנה. רייס, מהנדס מכונות במקצועו, היה עוזר למנהל המשרד למדיניות מדעית וטכנולוגית בשנים 1983-1989 – שנות הזוהר של SDI – "יוזמת ההגנה האסטרטגית" ("מלחמת הכוכבים").

משקיפים רבים היו רוצים לראות בהרחבת הסמכויות של DARPA לתמוך בכושר התחרותי של ארצות-הברית, ואפילו להופכה לסוכנות אזרחית* – רעיון, שהיה לא-פופולרי בקרב חסידי השוק החופשי בממשל בוש. חלק ניכר מתקציב הסוכנות הוא תקציב "שחור" – סודי עד כדי כך, שהפנטגון אינו מוכן אפילו לאשר את שמות הקוד של התכניות (כמו "חרב צמאה" וכמו "דמוקלס"), או לאשר את ההערכות לגבי הסכום הכולל של תקציב הסוכנות.

רשמית, ביקשה DARPA 1,300,000,000 דולרים לשנת הכספים 1993. אך יש לה חלק בלתי-ידוע גם בתקציב "השחור" של הפנטגון, שקבוצת "כלבי השמירה" של תקציב הביטחון מעריכה אותו בכ-16.3 מיליארדי דולרים, לאותה תקופה. בהשוואה לסכומים האלה, ביקש משרד SDI 5.4 מיליארדי דולרים למחקר ולהצטיידות מסוימת בשנת הכספים 1993. המבקרים טוענים, כי תכניות "שחורות" גורמות לבזבז כסף, מפני שרק אנשים יודע-דבר במידה מספקת מגלים בהן עניין נורמן פרידמן – פיסיקאי, המשמש יועץ לחיל הים האמריקני – אמר לא מכבר בסימפוזיון על טכנולוגיה צבאית מטעם האגודה האמריקנית לקידום המדע:

אם יש לך תכנית, שהמידע שבידך אומר, שאתה חייב לתמוך בה, ולא תבוטל משרתך, אתה עלול להעלים עין מבעיות, או מחוקי הפיסיקה.... [התקציב השחור] הוא צורה של חולי ביורוקרטי. אנשים אחרים, הבקאים בביורוקרטיה זו, דימו את הפרויקטים, המתנהלים בתקציבים שחורים, ל"גביעי גלידה אגדיים, המלקקים את עצמם", הקיימים רק כדי לצרוך את עצמם. בשימוע בקונגרס הצביע רייס, חרף נטייתו לסודיות, על כמה תחומים, שבהם משקיעה DARPA מאמצים גדולים במיוחד:

- ★ **פצצות חכמות יותר.** חיישנים, תוכנות, וטילים המשוגרים מהאוויר, מהים ומהיבשה לתקיפת מטרות קרקעיות, כולל מפעלים, תחנות-כוח, מתקנים צבאיים, ריכוזים של טנקים ושל כוחות קונוונציונליים, טילים ניידים ומוצבי פיקוד.
- ★ **יבשה.** כל-יבשה, חיישנים וכלי-נשק ללחימה ביבשה, כולל טנקים רובוטיים, לייזרים מוצקים לתקשורת, או לסנוור חיישני האויב (לרבות עיני אדם), תרסיסים להוצאת מנועים של האויב מכלל פעולה, ומוקשים "חכמים", המסוגלים לגלות אדם ורכב, החולפים כמה מטרים מהם.
- ★ **ים.** צוללות, חיישנים וכלי-נשק נגד צוללות, ובייחוד מערכות הגנה נגד טורפדות וטכנולוגיות, הישימות למטרה שהזנחה עד כה: הטבעת צוללות, המגינות על חופיה של מדינה מתפתחת.
- ★ **פיקוד ושליטה.** ציוד לסיור ולתקשורת על פני כל העולם, ומעניין ביותר: דורות חדשים של מטוסי ריגול ומערך של לוויינים קטנים; אלה יהיו בשליטת הכוחות המזוינים, ולא דווקא בשליטת הסוכנות לביטחון לאומי (NSA), השומרת בקנאות על הנתונים, המתקבלים מלווייניה.
- ★ **ייצור.** גישות חדשות לאוטומציה, כולל שיטות לטיפול בחומרים חדישים, ותהליכים המצמצמים את הסיכונים הביולוגיים והסביבתיים מחומרים רעילים, המשמשים בייצור לצרכים צבאיים.
- ★ **הדרכה.** ציוד הדרכה לחיילים, ובייחוד מדמים (סימולטורים), כמו משחקי וידאו, היוצרים מצבי לחימה, שבהם המתאמן הוא חלק מהמשחק.

* בינתיים שינה ממשל קלינטון את יעדי הסוכנות ואת שמה ל-ARPA – כלומר, בוטל הייחוס "ביטחוני" לפעילותה – המערכת.

עולם עם ברית-המועצות לשעבר, יירתעו המתכננים האמריקניים מפני קיצוץ מאגר הנשק הגרעיני מתחת לאלפיים כל-יבשה, או מפני הפסקת הניסויים הגרעיניים. כמה מתכננים השמיעו כבר הרהורי חרטה על החלטת הנשיא בוש להוציא, חד-צדדית, את הנשק הגרעיני הטקטי, המוצב ביבשה ובים, ממדינות מתפתחות, והחלו להטיף להקמת "חיל-משלוח גרעיני", כדי לטפל בסכסוכים אזורים.

מתפתחות, החמושות בנשק גרעיני. אסטרטגים-של-כורסה טוענים עכשיו, כי טילי השייט החדשים יוכלו לאכן את מאגר הנשק הגרעיני של כל מדינה מתפתחת ואת תשתיתה הגרעינית, ולהשמידם. הדבר יאפשר למערב לוותר על נשקו הגרעיני, כך הם אומרים, ולהדביק אות קין על תכניות גרעיניות של מדינות אחרות.

בלי קשר לשאלה, כיצד רואים הכוחות המזוינים את מלחמות העתיד, קשה לקבל את הטיעון, כי נשק קונוונציונלי מתקדם יניע את ארצות-הברית לוותר על נשק גרעיני, או שהשימוש בנשק גרעיני כרוך באות קין חמור יותר מכפי שהוא כיום. גם ללא האיום במלחמת

כמה חכמים ספורים (ויהיו חכמים ככל שיהיו) יכתיבו לצבא שלם דרכי התנהגות במצבים לא צפויים. לכן, משטרים דמוקרטיים יהיו מוצלחים ומשגשגים יותר מאשר שלטון טוטליטרי, וכבר אמר על כך מקיאבלי לפני 500 שנה: "ההמון חכם מן הנסיך ונכון ויציב ממנו".³⁰

על הטעות בשיקול-הדעת האנושי

לשיטתי, אין מתכון, או מרשם, העשוי להבטיח הצלחה בפעילות אנושית, שהיא מורכבת מספיק.³¹ שום ספר (סופי) של חוקים ושל כללים לא יצליח לכסות את כל הצפוי לנו במציאות מורכבת, ותמיד נידרש להפעיל שיקול-דעת, המבוסס על ניסיון, על כישרון (מולד) ועל דמיון יצירתי. לאלה אורבות תמיד הסכנות האנושיות של קוצר ראייה ושל טעות. גם הניסיון המבצעי מראה, כי בדרך כלל "תקלות" אינן בעיה של העדר משמעת, או של חריגה מנהלים, אלא של הפעלת שיקול-דעת לקוי.

כיצד ננהג במקרה של טעות: האם להאשים את החייל, או את המפקד, שטעה, אשמה משפטית. שמהותה חריגה מהוראות, מנהלים ומחוקים, או שמא אולי עלינו לקבוע, כי טעה בשיקול-דעתו, ולהסיק מכך מסקנות לגבי טיב שיקול-דעתו (ולא לגבי אשמתו "הפיליתית")?

לטעמי, עלינו לנקוט בדרך האחרונה דווקא: להוציא מקרים חריגים, שמדובר בהם ברשלנות פושעת, הברורה בעליל, עלינו לטפל בתקלות כאלו במישור הפיקודי, ולא במישור המשפטי. שני טעמים עיקריים לכך:

- יש לנו חובה מוסרית כלפי החיילים בשדה, הפועלים בשליחותנו, ונתקלים במצבים, שלא חזינו עד סופם. אסור לנו להשאירם לנפשם כאשר הם טועים בשיקול-דעתם לגבי מה שלא נצפה מראש.
- הדרך המשפטית (והעונש הקשה הממתין חבוי בסופה) מביאה, בסופו של דבר, לכך שהמבצעים יעסקו בכיסוי עצמם, בהתגוננות ובהסתרת האמת, והיא חותרת נגד התייעלות, שבלעדיה אין לכוח צבאי התחדשות ותקומה.³²

כמובן, יש סכנה, שדרך זו תשמש דווקא לחפות על אשמים וכתירוץ לחוסר בדיקה ול"מריחת" תקלות-אמת עלידי הגעה לקיצוניות, שלפיה כל טעות הנה טעות בשיקול-דעת, ולכן הכל נסלח. מִסְכָּנָה זו צריך להיזהר, ראשית, בשינוי כללי של תרבות התחקור והפקת לקחים, ושנית באירעיהם מהסקת מסקנות אישיות לגבי טיב שיקול-הדעת של מי שחזר והוכיח, כי במצבי לחץ הוא טועה. את זה אין לעשות בשיפוט חדר-פעמי, ולא בהענשה פלילית, אלא בשינוי במסלול התפקידים של מי שנכשל שוב ושוב בשיקול-דעתו ובמסלול קידומו.

דוגמה קונקרטית – על המשמעת הצבאית

כל מתגייס לצה"ל יודע, כי כחייל בצבא, עליו למלא פקודות של הדרגים המוסמכים. מאז פרשת כפר קאסם (1956), אנו יודעים גם, כי לכלל הפשוט הזה יש גם מגבלות: אין למלא פקודה, שמתנוסס עליה בבהירות דגל שחור, האומר, כי היא בלתי-חוקית בעליל. הסתייגות זו, יש להודות, עמומה ומעורפלת. אמנם הכלל "המלא" ("יש למלא פקודות מלבד אלו, שהנן בלתי-חוקיות בעליל") פשוט, אבל בעייתי. לא תמיד ברור מתי "מתנוסס דגל שחור" מעל אי-חוקיות הפקודה ומתי לא, והרוצה ליישם את הכלל הזה במציאות עלול למצוא את עצמו במצבים, שבהם ליישום הכלל הזה נדרש כוח שיפוט, שאינו שולי כלל וכלל. משום כך, קיים פיתוי ל"הקל" על החייל בשטח, ולהחליף את חובת הציות לפקודות במסכת מורכבת הרבה יותר של כללים, שיאפשרו לחייל לקבוע בקלות יחסית מתי הפקודה חוקית ומתי איננה.

לשיטתי, יש לדחות יוזמה זו על הסף. ראשית, משום שתהפוך את אי-הציות לחוקי; ובכך, היא פוגעת בחובת המשמעת, שבלעדיה לא יוכל הצבא לפעול. צריך לזכור, כי, בסופו של דבר, צבא עוסק במלחמות, הכרוכות בסיכון חיים; וקשה להעלות על הדעת הפעלה של כוחות לוחמים מול אש אויב ללא משמעת מלאה.³³ שנית, הפירוט "המלא" לכאורה של התנאים לאי-חוקיות הפקודה מקטין את המניע של החייל בשטח להפעיל את ראשו, ולקחת אחריות על החלטותיו: כל מה שהוא צריך (לכאורה) הוא רק למצוא את הסעיף הנכון, ולפעול לפיו. פירוט כזה יתרום אפוא לתופעת "הראש הקטן", וישחרר אותנו מהצורך המוסרי להיות אחראים למעשינו.³⁴ שלישית, וכאן טמון העוקץ כולו, פירוט "מלא" כזה אינו אפשרי כלל וכלל. יהיה הכלל החדש מפורט ככל שיהיה, עדיין יהיו מצבים, שלא יכסה, ונמצאנו, אם כך, מכבידים על עצמנו בכלל חדש ומסובך, מבלי לפתור את הבעיה המהותית. עדיף אפוא להסתפק בכלל הפשוט, ולסמוך על שיקול-הדעת של הפועלים לפי הכלל הזה.

אני מודע לכך, כי עצה זו אינה יכולה לעמוד בחלל הריק. צריכה להתלוות אליה תרבות אחרת של חלוקת סמכות ואחריות, של שיקול-דעת, של תחקיר (ולא של ועדת חקירה) ושל הפקת לקחים. יש ליצור "מיקרואקלים" ארגוני רגוע וסובלני לתקלות, המכיר בלגיטימיות של הטעות בשיקול-הדעת האנושי, ומשתמש בטעות כמניע ליצור תהליכי שיפור והפקת לקחים, ולא לחיפוש אחר "אשמים". מול המשמעת והציות, שכבודם במקומם מונח (וכאמור, אי אפשר לקיים בלעדיהם מערכת צבאית), צריך לפתח גם ערכים של פתיחות, של ביקורתיות, של ספקנות בונה ושל דרישה פורה בין חלקי המערכת.

30. ניקולו מקיאבלי, "עיונים בעשרת הספרים הראשונים של טיטוס ליביוס", כתבים פוליטיים (תורגמו על-ידי אפרים שמואלי), שוקן, 1971, ע' 108.
31. בניגוד לתדמיתו ה"מקיאבליסטית", היה מקיאבלי תומך נלהב בשלטון הרפובליקני, והאמין ביכולתו של המון העם להפיק תוצאות טובות יותר מאשר שלטון יחיד.
32. הנושא קשור לבעיית הלוגיקה האינדוקטיבית, ובה עסקתי בהרחבה, בעיקר, בספרי, דיאלוגים על מדע ומודיעין.
33. למקיאבלי, שהרבה לחקור את אורחות החיים של הרומאים, היה מה להגיד בנושא הרגיש הזה. פרק ל"א של ספרו, "עיונים בעשרת הספרים הראשונים של טיטוס ליביוס", נושא את הכותרת: "כיצד נהגו הרומאים בשרי הצבא; לא ענשום הרבה על חטאים שבעבר, ולא החמירו עמם, אפילו כשהמדינה ניזוקה על-ידי דעתם, או על-ידי קלקלה אחרת".
34. יש להבחין בין מהות המשמעת (הציות לפקודות) ובין סממנים חיצוניים שלה (כמו לבוש, כמו חבישת כומתה, כמו הצדעות וכיו"ב). על השאלה האם ניתן להפריד בין שני המישורים הללו נשפכו הררי דיו, ואין ברצוני לעסוק בה כאן. בכל אופן במאמר הזה כוונתי למשמעת המהותית, וראו גם את דבריי במאמרי, "ובקש חוכמה וחשבון", איכות וכמות, מערכות, 1985, ובמיוחד עמ' 49-50.