

# הטכנולוגיות החדשות של כוחות היבשה

## מיגון/קטלנות\*\*

ייתכן, כי החשובה מכל הטכנולוגיות החדשות היא מיגון/קטלנות. הקטלנות, שנועדה להרוג את האויב, בתותחים חשמליים (תרשים 1), בקרני לייזר ובחימוש למיניו. הטכנולוגיות יאפשרו למערכות הקרביות העתידיות לשגר מנגנוני קטל אל המטרה בעיתוי ובמיקום הפגיעים ביותר ממרחק גדול ככל האפשר, בעלות ובנטל תחזוקתי הנמוכים ביותר.

יישומי הטכנולוגיה כוללים חימוש חכם, תותחי מסילה אלקטרומגנטיים, תותחים כימיים אלקטרותרמיים, חומרים הודפים וחימוש לא-קונונציונלי, כגון חנ"ם דלק-אוויר. מטרתו של המיגון הנה היפוך הקטילה. הטכנולוגיות הללו משפרות את אמצעי-הנגד, המונעים מן האויב להרוג אותנו (תרשים 2). טווח טכנולוגיות המיגון משתרע משיפור המיגון הבליסטי של שריון ועד האלקטרוניקה והחימוש, הדרושים למערכת מיגון משולבת לרכב (VIDS). מוצרי טכנולוגיות המיגון כוללים, בין השאר, חימוש לא-רגיש, ציוד ללוחמת אב"כ ומשקפי-מגן עמידות בפני קרני לייזר. תכניות לא-נרגיה קינטית, לשריון ולשרידות הרכב, שהכינה הסוכנות למחקר ביטחוני מתקדם (DARPA) משפרות מאוד את ההתפתחויות בתחום הזה. הטכנולוגיות הללו משלבות בתוכן את הקטילה של שדה-הקרב העתידי עם ההישרדות של המערכות ושל החיילים, שיאיישו אותן.

## חומרים מתקדמים ועיבוד חומרים

טכנולוגיה נוספת, הקשורה קשר הדוק להישרדות, היא חומרים מתקדמים כגון מתכות מתקדמות, חומרים קרמיים, חומרים מרוכבים וחומרי-כלאיים לרק"ם, למטוסים ולשריון אישי עתידיים – קרמיקה גמישה, חומרים מרוכבים קלי-משקל וחזקים מאוד, פולימרים/אלסטומרים מתקדמים וחומרים אלקטרואופטיים חדישים. פיתוח החומרים החדשים נועד עבור שריון

"תכנית-האב למסד הטכנולוגי של כוחות היבשה [האמריקניים]" מפרטת ארבע-עשרה טכנולוגיות חדשות עיקריות, שיעניקו לכוחות השריון את היכולת הדרושה לנצח במלחמות העתיד. משרד הצבא האמריקני סבור, כי פיתוח הטכנולוגיות הללו ויישומן יגבירו את היכולת של כלי הרכב המשוריינים ושל החיילים, יסייעו להבטיח את הישרדותם, את כוח הקטל שלהם, את נידותם ואת היכולת לפורסם. דומה, כי כוחות היבשה החליטו להמשיך בהשקעות בטכנולוגיות חדשות עיקריות, חרף התקציבים המצטמצמים. היסטורית, מקדיש הצבא רבע ממשאביו, המבוססים על טכנולוגיות, לקידום הפיתוח של הטכנולוגיות החדשות העיקריות, שיאפשרו לכוחות המזוינים האמריקניים לשמור על יתרון הטכנולוגי בשדה-הקרב העתידי. ארבע-עשרה הטכנולוגיות החדשות העיקריות הללו נגזרות מ"התכנית לפיתוח שדה-הקרב" של פיקוד האימונים והתורה בצבא האמריקני (TRADOC), ומהטכנולוגיות, שסבורים, כי הן המכשולים הגדולים ביותר, הניצבים בפני פיתוח מוצלח של מערכות קרביות עתידיות. "תכנית-האב למסד הטכנולוגי של כוחות היבשה" משמשת כהנחיה "מלמעלה למטה" לכל המעבדות הצבאיות למחקר-ולפיתוח, למרכזי הנדסה ולגופים אחרים, העוסקים בטכנולוגיה.

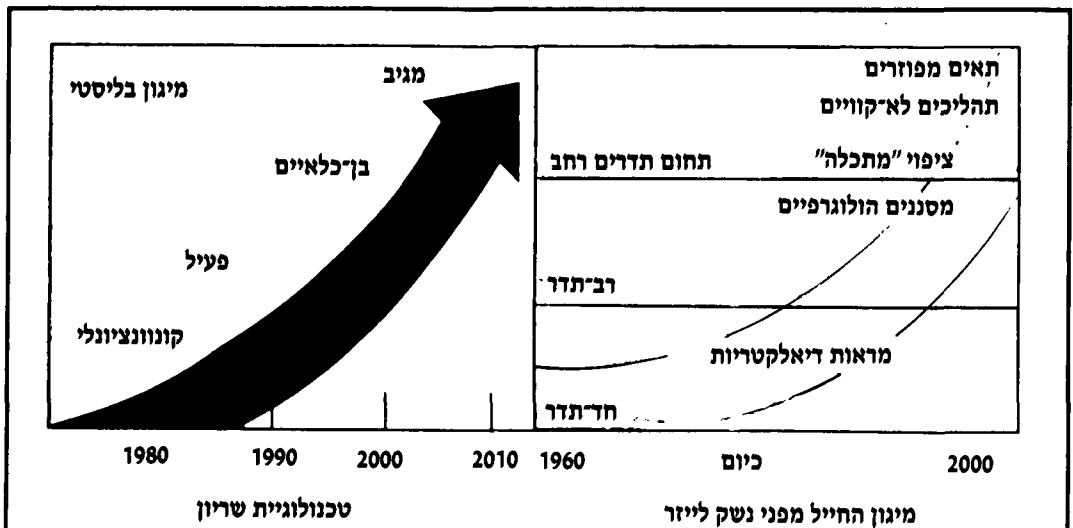
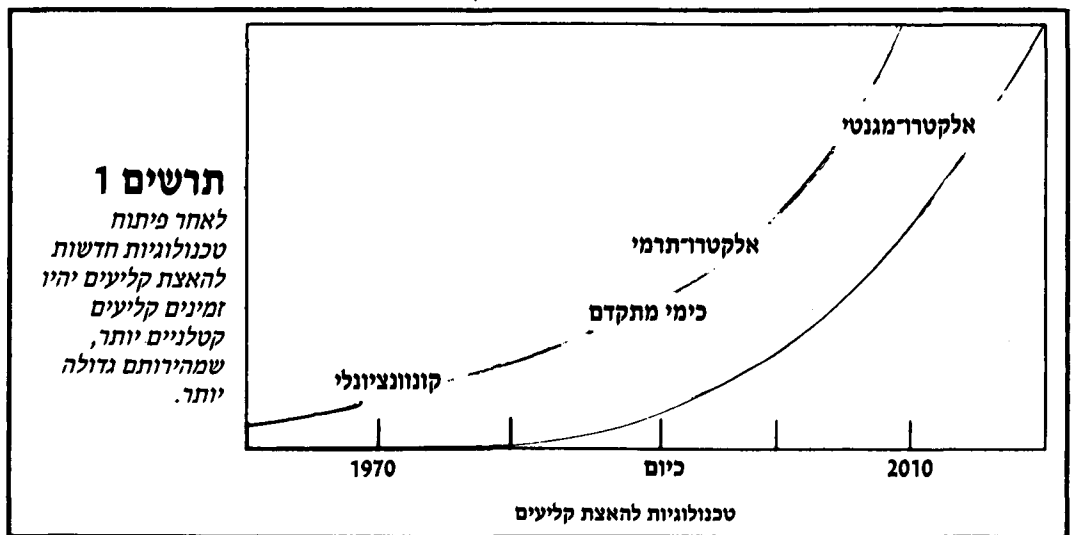
\* ראש ענף פיתוחים טכניים במינהל לפיתוח קרבי של צבא ארצות-הברית בפורט נוקס, קנטאקי. לפני כן היה פרופסור לכימיה באקדמיה של צבא ארצות-הברית בוסט פוינט.

עובד ממאמר בגיליון מארס-אפריל 1992 של Armor. תודתנו לד"ר עזריאל לורבר ולד"ר ישראל קפלן על סיועם הרב בהכנת המאמר לדפוס.

\*\* ההגדרות של הטכנולוגיות הנזכרות וכל הנתונים לקוחים מתכנית-האב למסד הטכנולוגי של כוחות היבשה.

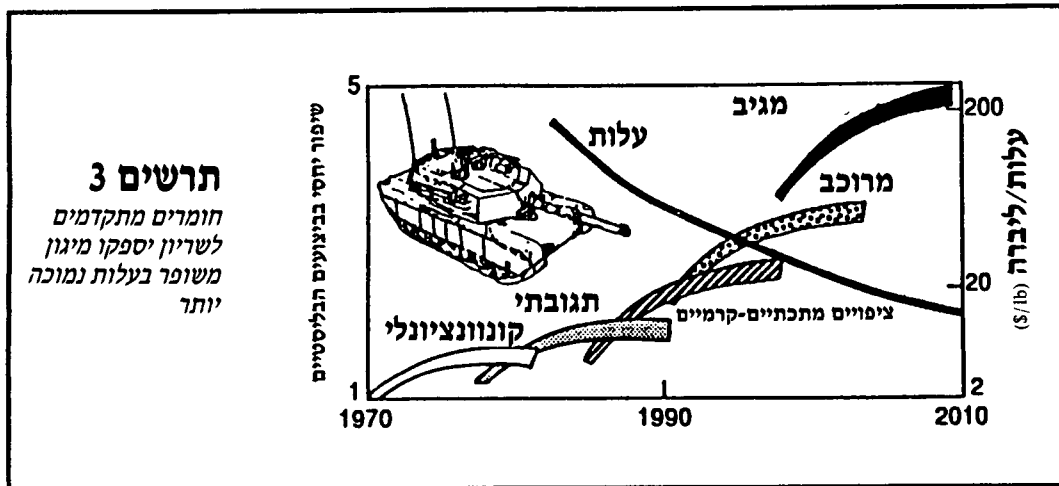
# העיקריות

## קבץ אדוארד ו' פי' קבץ



## תרשים 2: שיפור המיגון

המיגון הבליסטי לרק"ם ימשיך להשתפר ככל שיוכנסו לשימוש חומרים מתקדמים יותר. מיגון החייל מפני נשק לייזר ימשיך להשתפר ככל שיפותחו חומרים תכליתיים יותר, למשל, להגנת העיניים.



## מיקרואלקטרוניקה, פוטוניקה ואקוסטיקה

המפתחות להישרדות ולקטלנות הם מיקרואלקטרוניקה, פוטוניקה ואקוסטיקה. כל המערכות הצבאיות לרכישת אותות, לתקשורת, למחשוב ולעיבוד נתונים נשענות על הטכנולוגיות הללו. הן קובעות את היקף הביצועים של מערכות כגון חימוש חכם, מערכות לבקרת-אש, מקלטי התרעה, התקנים לאיסוף מודיעין וחיישנים אחרים. יתרונות פוטוניקאליים של הטכנולוגיות הללו כוללים את צמצום החתימה המגנטית של כל-ירכב; צגים צבעוניים שטוחים וקטנים בחדות גבוהה לכוונות של תותחים ולהתקנה בקסדות; ומיקרואלקטרוניקה משולבת למערכות לסיוור, לתצפית ולרכישת מטרות (RSTA), למערכת ללוחמה אלקטרונית (EW), ולמערכות משרב (לשליטה, לבקרה, לתקשורת ולמודיעין - CI). טכנולוגיה זו כוללת מערכות להדמיה תרמית (FLIR) מהדור השני, שיספקו כוונות בעלות חדות משופרת, שישפרו את האפשרויות לזיהוי קרבי ולמדית טווחים. טכנולוגיה זו תשולב בכוונות טנקים מהדור השני, ובאלקטרוניקה של X-ROD - פגז "חכם" ושל אנרגיה קינטית לטנקים.

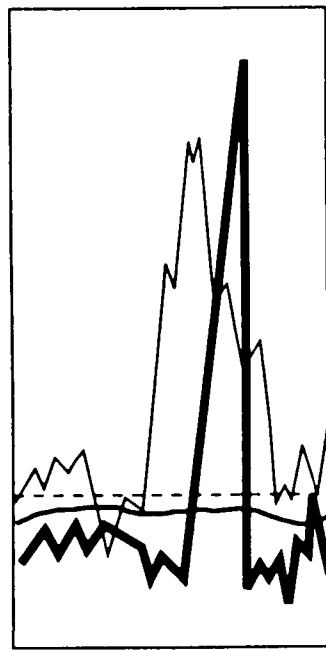
כמעט כל המערכות נעזרות בעיבוד ובמחשוב אותות מתקדמים לביצוע מגוון של משימות שליטה, בקרה, מיקום, וניווט, מודיעין אלקטרוני (ELINT), צילום, זיהוי אוטומטי של מטרות (ATR - תרשים 6), בקרת-אש, הנחיה ובקרה, תקשורת ואימונים. הטכנולוגיות מאפשרות הדמיה ודיגום של בקרה ושליטה, מערכות חומרה ומשחקי מלחמה, להקטנת עלויות האימונים ולשיפור המוכנות (תרשים 7).

עיבוד אופטי ועיבוד דיגיטלי מקנים עוצמה רבה יותר לניהול שדה-הקרב ומערכות הנשק. הטכנולוגיות יקדמו

כבד, שישפר את הביצועים הבליסטיים ולהקטנת עלויות (תרשים 3).

כיום מייצרים חומרים בחוזק סגולי מיוחד עבור פלטפורמות יעילות ביותר לנשיאת נשק. שילוב קרמיקה במנועי דיזל יקטין את משקלם מאוד, וייתכן שיבטל לחלוטין את הצורך במערכות קירור. היתרונות הפוטוניקאליים של החומרים האלה הם משקל קל יותר, ביצועים משופרים, שיפור ניכר בכושר התמרון וגידול ביעילות הקרבית. כוחות היבשה יצרו כבר תובה מחומרים מורכבים לנגמ"ש בדדלי, שהקטינה את משקל המערכת ביותר מעשירית. דוגמאות אחרות לטכנולוגיה זו כוללות את מדגים המעבר לטכנולוגיה מתקדמת ברכב השריון המרוכב (CAV). טכנולוגיה זו, אם תצליח, תשפר את היכולת לפרוס את רכב הסיור העתידי (FSV) ואת טנק המערכה העיקרי העתידי (FMBT) ותגביר את שרידותם. גורם אחר, התורם את חלקו להישרדות, הוא טכנולוגיית חמקנות. רוב התכניות הללו מסווגות. בטכנולוגיה של "חמקן" ניתן להשתמש להקטין את החתימה של אמצעי-לחימה בשדה-הקרב מתחת לסף הגילוי של חיישנים עוינים (תרשים 4). טכנולוגיית חמקנות תכליתית במיוחד כשהיא מתוכננת מלכתחילה להשתלב לתוך מערכת. פיתוח טכנולוגיות כאלו יאפשר לשלב עיצוב מיטבי, חומרים בולעי מל"ם ותכנונים, המקטינים את החתימות התרמיות ואת החתימות האקוסטיות עד למזער; תהליכי ייצור נאותים יקטינו במידה רבה את חתימת המערכת בשדה-הקרב. בטכנולוגיה זו טמון פוטנציאל להפוך את הרכב הקרבי לבלתי ניתן לגילוי כמעט, ולהגביר את היעילות הקרבית ואת ההישרדות. יישום טכנולוגיה זו יקטין את משקל הרכב הקרבי, תוך שיגביר מאוד את סיכויי ההישרדות של החייל בקרב (תרשים 5). מערכות כגון רכב הסיור העתידי, מערכת התותח המשוריין (AGS), וטנק המערכה העיקרי העתידי, יוכלו להישען מאוד על טכנולוגיית חמקנות להגדלת כושר שרידותם.

דמת החתימה

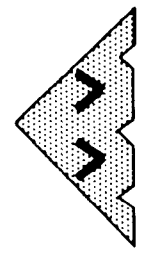


זווית התצפית



מסורת:

מבנה מיטבי לטווח, למטען מועיל, לתחזוקה, לעלות וכד'



רב-משטחי:

- ★ משטחים גדולים ושטוחים
- ★ יחסית לאורך הגל
- ★ כוונון המשטחים לשילוב
- ★ החזרים חזקים
- ★ כיוון ההחזרים החזקים לזווית רצויה
- ★ "אפודיזציה" של המשטחים



מובלע (מעוצב):

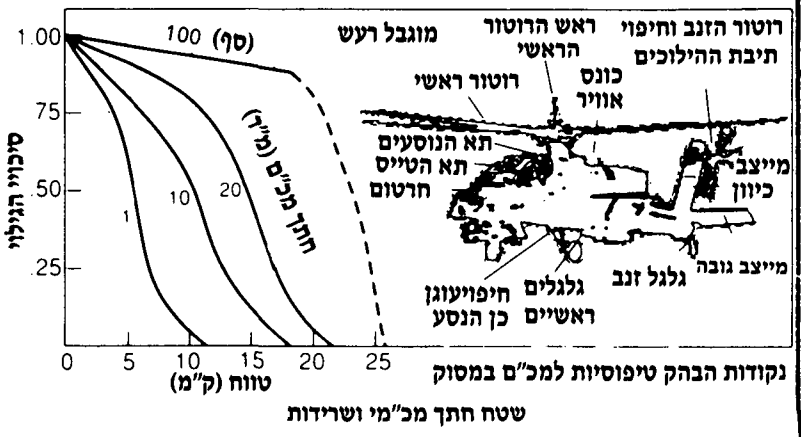
ביטול מוחלט של ההחזרים תוך סכנה של שטח חתך מל"מי גדול יותר ברוב הזוויות בהשוואה למשטחים

ספ

**תרשים 4: השפעת צורות עיצוב על חתימת שטח חתך מל"מי**

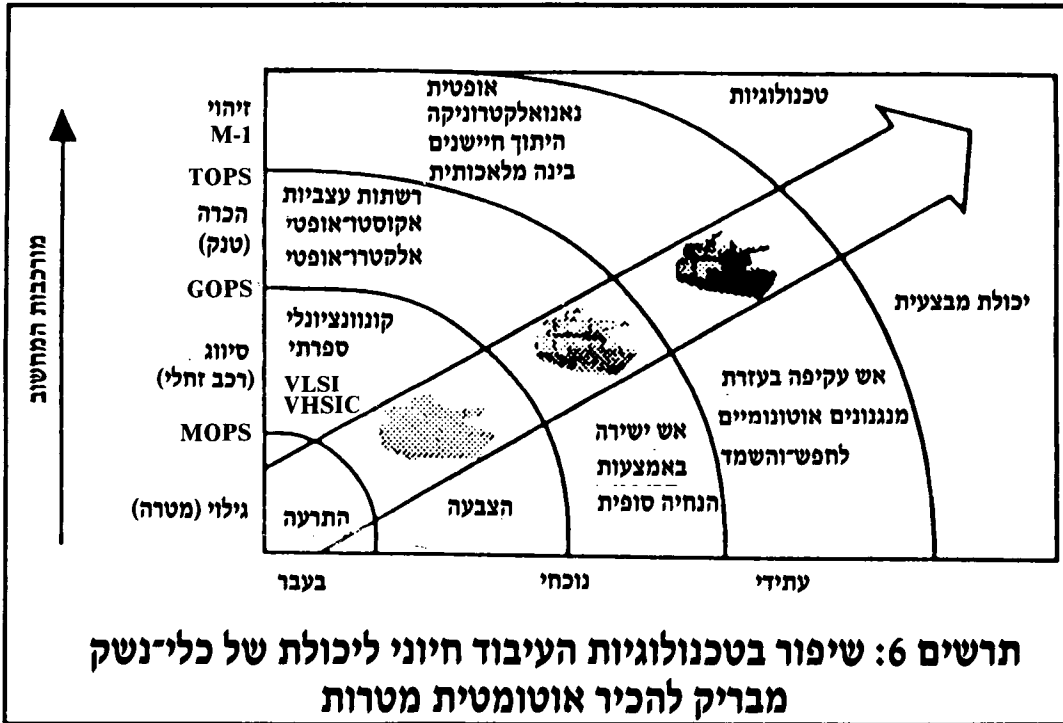
**תרשים 5**

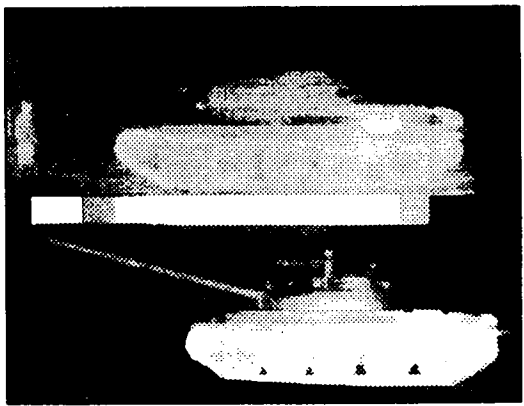
דכיבים רבים ברכב, או במטוסים צבאיים, תורמים לגילוי הכלי במל"ם. כושר ההישרדות ימשיך להשתפר מאוד עם פיתוח אמצעים, שיצמצמו את שטח החתך המל"מי, הניתן לגילוי



ואת המעבדים של "מערכת האיכון העולמית" (GPS) ושל "המערכת להחלפת מידע בין רק"ם" (IVIS) ואת "שדה הניסויים לקרב" (CCTB) של צבא ארצות-הברית בפורט נוקס.

את "הארכיטקטורה התקנית לווטרוניקה הצבאית" (SAVA) - היא מכלול ההתקנים האלקטרוניים התקניים לכלל מערכות הקרביות העתידיות - וישפרו. יישומים אחרים של טכנולוגיה זו כוללים את המחשבים





**תרשים 7**

פיתוח הדמיות תכליתיות במחשב עבור מטרות, הנראות בתת-אדום, מאפשר למדען במעבדה להעריך השלכות אפשריות רבות באמצעות דגם מתמטי, מבלי להיזקק לפיתוח יקר וגוזל זמן של חומרה ולבדיקתה

צילום תת-אדום

הדמיית מחשב

רבות מהטכנולוגיות מותנות בהתפתחות בתחום ייצור הכוח, אחסונו והתאמתו. לשימוש יעיל בתותחים חשמליים, במתקני לייזר קרקעיים ובהינעים חשמליים, יהיה צורך במתקפי אנרגיה (פולסים) גדולים מאוד, חוזרים ונשנים. המחקרים בייצור הכוח, באחסונו ובהתאמתו עוסקים בהקטנת ממדים ובהגברת היעילות של סוללות, של קבלים (capacitors), של מתגים, של נגדים (resistors), של משרנים (inductors) ושל קומפולסטורים. הפיתוחים בטכנולוגיית הקבלים הקטינו את נפח המאגר של אנרגיה בהיקף של 5 MJ מ-3 מ"ק ל-0.9 מ"ק. לתאי דלק, הדומים לאלה, המשמשים במעבורות החלל של NASA, יש פוטנציאל לאספקת כוח לרכב קרבי. לפני שניתן יהיה לשלב מערכות נשק קטלניות יותר ברק"ם העתידי, יש צורך במקורות קטנים ויעילים יותר לאספקת כוח. הטכנולוגיות הללו ניחנו גם בפוטנציאל להגדיל את הניידות הטקטית ואת הניידות האסטרטגית – עקב הקטנת הממדים והמשקל של האמצעים, הדרושים להנעת רכב קרבי. הינעים חשמליים יקנו לרכב קרבי יכולת טובה יותר להגיב ולתמרן, תוך הקטנת הנטל התחזוקתי. טכנולוגיות מתקדמות להנעה יגבירו את כושר הרק"ם לתמרן. הטכנולוגיות הללו עוסקות בהגדלת היחס שבין כוח לבין משקל ובין כוח לבין נפח בביצועים של פלטפורמות ממונעות ובהגדלת היעילות של המערכות להנעתן. המחקר מכוון להחליף את התמסורות המכניות בהינע חשמלי (תרשים 12). מרכיבים חיוניים אחרים בטכנולוגיה זו כוללים מחקר במתלים פעילים, בזחלים קלי-משקל וביטיות לצמצום את צריכת הדלק (תרשים 13). הפיתוחים של טכנולוגיה זו אפשרו כבר להקטין בחצי את ממדי יחידת הכוח של הטנק בן הדור הבא. כיום נערכים מחקרים בתחום ההנעה במנועי דיזל, בטורבינות ובמערכות כל-חשמליות. בטכנולוגיה זו טמון פוטנציאל להגביר את שרירות הרכב באמצעות הקטנת החתימה, בעזרת מהירות גדולה יותר בתנאי שדה ובאמצעות הגדלת טווח הפעולה של הרכב. מערכות קטנות ויעילות יותר להנעה יגדילו את האמינות, את הזמינות, את יכולת האחזקה ואת העמידות של הרכב (RAM-D).

### אנרגיה מוכוונת

כלי-נשק של אנרגיה מוכוונת (DEW) מייצגים את מערכות-הנשק העתידיות, שאין בלתן. אולם, קיימים עדיין מכשולים טכנולוגיים ניכרים בדרך לפיתוח מערכות גדולות של אנרגיה מוכוונת. המכשולים האלה הנם בתחומי צמצום הממדים והמשקל, דרישות של כוח, תשומות אנרגיה/כוח גבוהות יותר ושליטה טובה יותר בקרן המוקרנת. אולם, בזמן הקצר של מעופו המוגבל רק על-ידי מהירות האור, טמון פוטנציאל חדשני לגרום נזק לכוחות האויב ולשבשם. טכנולוגיות של לייזר, אנרגיה

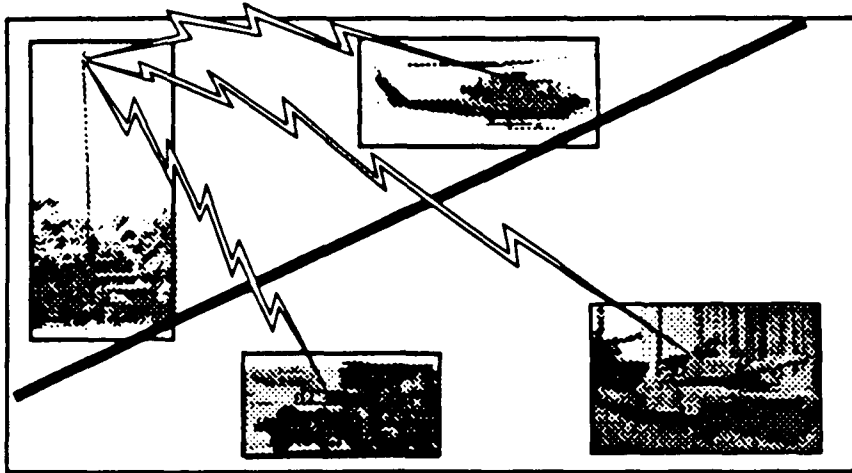
טכנולוגיה, הקשורה קשר הדוק ליכולת של המחשבים ושל מעבדי המידע העתידיים, היא בינה מלאכותית (AI). ניתן ליישם בינה מלאכותית, כדי לשפר את ניהול שדה-הקרב (תרשים 8), כדי לנתח מודיעין, במערכות נשק, בכל-ירכב אוטונומיים ובמערכות נוספות.

לבינה מלאכותית יש פוטנציאל לתאם את קרב האוויר-יבשה, ולשפר את התכליתיות של הכוחות המשתתפים בקרב. תחזיות, המבוססות על בינה מלאכותית, בשילוב עם חיישנים המשובצים ברק"ם, יקטינו את עלויות התחזוקה השנתיות לרכב, באמצעות קביעת לוח-זמנים תכליתי יותר לאחזקה מונעת (תרשים 9).

השימוש התכליתי בעזרי בינה מלאכותית לקבלת החלטות ישפר את הממשק (interface) אדם-מכונה ואת התכליתיות הקרבית. אחד היישומים של טכנולוגיה זו הוא המחקר, הנערך במטרה לצמצם את עומס העבודה, המוטל על הצוות (תרשים 10). הפרויקט המשותף למעבדה להנדסת אנוש ול-TACOM, העוסק ב"תחנה משולבת לצוות [טנק] בן שני אנשים" (ITCS), יפעיל בינה מלאכותית לאוטומציה של חלק ניכר מהתפקידים השגרתיים של צוות הטנק, כדי לאפשר לו להתרכז בנושאים חיוניים יותר.

בינה מלאכותית תסייע לקבוע את היכולת של מערכות רובוטיות עתידיות. ניתן יהיה לפרוס בשדה-הקרב כל-ירכב נשלטים מרחוק ואוטונומיים לסיור (תרשים 11), לפניו שדי מוקשים ולהשמדתם, לתחמוש, לתדלוק, לתפקידי שמירה, לחישה סביבתית ולתכנון צירי תנועה. טכנולוגיה רובוטית קיימת כבר היום במערכות בעלות יכולת לבצע משימות שגרתיות, כגון טיפול בתחמושת, תדלוק, פעולות שונות בקווי הרכבה, טיפול בחומרים מסוכנים וסילוק חימוש נפיץ. הרובוטים ניחנו בפוטנציאל של מכפיל-כוח, למילוי תפקידים של דמאים ולחילוץ רכב שניזוק. מדמים (סימולטורים) רובוטיים יאפשרו אימון בטיחותי של גיסות בעלות נמוכה ובתנאים מציאותיים. ברובוטים טמון פוטנציאל לשיפור התפקוד האוטומוטטיווי של הצוות, טעינת התחמושת, רכישת מטרות וחיזוי ואבחון תחזוקתי. השימושים הנוכחיים ברובוטיקה בכוחות השריון כוללים פיתוח של מטען אוטומטי לטנק המערכה העיקרי ואת הפיתוח של "כלי-הרכב הטקטי הלא-מאויש" (TUGV). התכניות הקיימות לרכב הזה – כגון התכנית של TACOM לנהיגה מרחוק בעזרת מחשב, התכנית של DARPA לניווט אוטונומי ותכנית MICOM למחקר מכללים משימתיים – מקנות לרובוטים יכולת דומה לזו של מערכות מאוישות. ברובוטיקה טמון גם פוטנציאל להגברת התכליתיות של הכוח ושרידות הלוחמים, באמצעות הרחבת הכוחות והמצאי הקיימים.

תכליות קרבית



1990                      2000                      2010                      2020

### תרשים 8: יישום בינה מלאכותית – ניהול קרב אוויר-יבשה

הכוחות הלוחמים יפעלו תכליתית יותר אם יתואמו בעזרת בינה מלאכותית. התכליתיות נמדדת במשוואות לנצ'סטר, המתארות את עוצמת הכוחות הלוחמים וחוזות את תוצאות הקרב.

עלות תחזוקה שנתית לרכב



1990                      1995                      2000                      2005

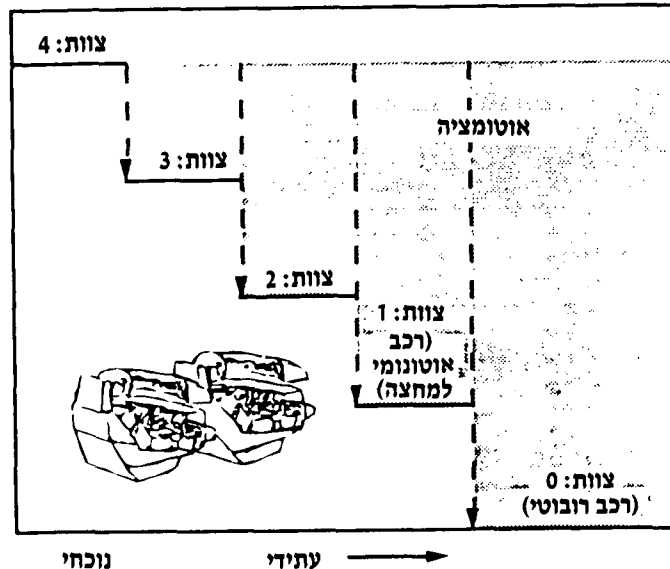
### תרשים 9

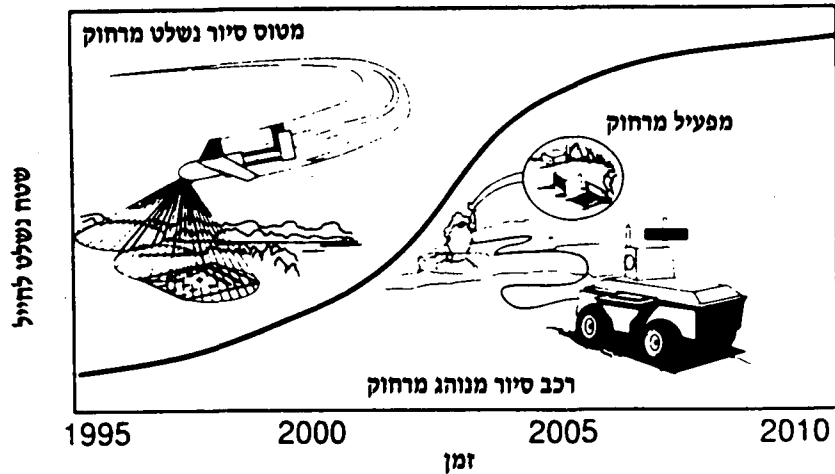
חיזוי על סמך בינה מלאכותית, בשילוב עם חיישנים, המשובצים ברק"ם, יקטין את עלויות התחזוקה השנתיות לרב (ויצמצו את זמן השבתתו), באמצעות קביעת לוח זמנים תכליתי יותר לאחזקה מונעת.

### תרשים 10

צמצום אנשי הצוות ברק"ם העתידי מכתוב צורך ביישום בינה מלאכותית באוטומציה של עומס העבודה, המוטל על הצוות

עומס העבודה על הצוות

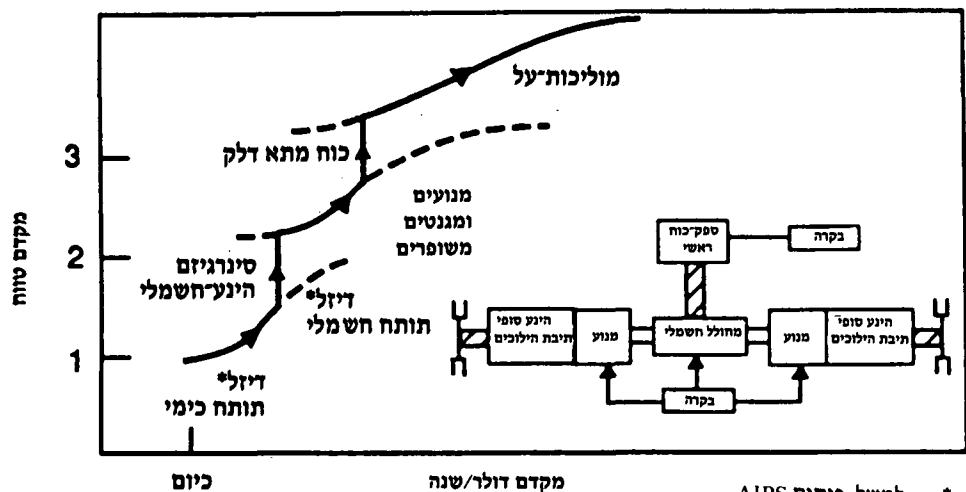




**תרשים 11: סיוור רובוטי מקנה נקודת ראות רחבה יותר ושליטה בשדה-הקרב מנקודת תצפית בטוחה יחסית**

לשבש מכשירים אופטיים (Stingray מערכת אמצעי-נגד לייזר). יישומים נוספים של טכנולוגיה זו יכללו מערכות לאי-קטלניות, שנועדו לשבש זמנית את הפעולה של מערכות האויב, ולהוציאן מכלל שימוש. נבדקת האפשרות להשתמש בגלי מיקרו רבי-עוצמה בפעילות נגד מיקוש. במחקר כלי-נשק של אנרגיה מוכוונת טמון פוטנציאל לא-ישוער, העשוי להביא את הרק"ם, בסופו של דבר, אל התחום, שנהוג לכנותו מדע בדיוני.

מוכוונת בתדרי רדיו וקרני חלקיקים מאפשרות לשגר כמעט מיד פרצי אנרגיה גדולים לעבר מטרות. כלי-נשק באנרגיה מוכוונת עלולים לגרום נזק למערכות מכניות ולמערכות אלקטרוניות בהתכת הפנים (ablation), בהיתוך, בהלם ובשיבוך (spall), וכן לשבש מעגלים ורשתות מידע. המערכות הללו עלולות להזיק לבני-אדם על-ידי הוצאתם מכלל פעולה, על-ידי נזקים לרקמות ועל-ידי עיוורון. יישומי טכנולוגיות של אנרגיה מוכוונת כוללים מדי-טווח לייזר ומכשירי לייזר באנרגיה נמוכה, שנועדו



**תרשים 12: הינע חשמלי – שתי קפיצות דמויות S**

פיתוחים בטכנולוגיות שונות תומכים בניצול הינעים חשמליים ברכב צבאי, ומקלים מאוד על הנטל התחזוקתי של אספקת הדלק

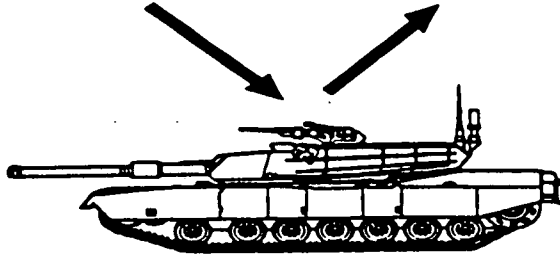


### תמורות קיצוניות:

- ★ צמצום יחס משקל/נפח בתובה (25%)
- ★ טווח מוגדל של הרכב (30%)
- ★ ניידות מוגברת (50%)
- ★ גמישות מוגברת בתיכון (100%)
- ★ הגדלת הכוח המתפרץ (50%)
- ★ קפיצת מדרגה באבחון ובחיזוי (100%)
- ★ שיפור יציבות הפלטפורמה (30%)

### תמורות קיצוניות:

- ★ הינע חשמלי
- ★ מנוע מרוכב
- ★ שרפה פנימית מתקדמת ייחודית
- ★ קירור אסטרטגי
- ★ הרחקת חום נמוך
- ★ מתלים פעילים
- ★ זחל בעל שרידות גבוהה



## תרשים 13: מערכות משופרות לניידות

ביוטכנולוגיה עוסקת בטכניקות של מניפולציה ושל בקרה בתאים חיים ובניצול תהליכים ומוצרים ביולוגיים. השימושים הנוכחיים בביוטכנולוגיה כוללים שימוש במיקרוראורגניזמים לפירוק כתמי נפט ולחיסול חרקים מזיקים בחקלאות, במקום להשתמש בחומרי הדברה מזיקים. ביוטכנולוגיה משמשת גם להנדסה גנטית של קורי עכביש, שיש להם שימושים פוטנציאליים בשריון מגן לגוף. יישומים עתידיים של ביוטכנולוגיה כוללים את השימוש בבירחיישנים לגילוי חומרים כימיים/ביולוגיים, לפיתוח תרכובות חיסון משופרות, ולהכנת מצרכי מזון, שישפרו את ביצועיו של החייל.

טכנולוגיה נזררמדעית בוחנת כיצד הגוף מעבד מידע. המוח היא איבר תכליתי ביותר בגילוי, בהכרה, בסיווג ובאבחנה בין עצמים ואירועים בסביבתנו; ולאחר מכן בקבלת החלטה על דרך הפעולה. טכנולוגיה נזררמדעית מנסה לחקות יכולת זו. הבנה טובה יותר של המוח תאפשר הידברות (interaction) תכליתית יותר בין אדם לבין מכונה, ותשפר מערכות רובוטיקה, המבוססות על בינה מלאכותית.

## ייצור מתקדם

אפשר, כי הזנוחה מכל הטכנולוגיות היא ייצור מתקדם. טכנולוגיה זו עוסקת בייצור טובין ובניצול יעיל יותר של משאבים. בטכניקות של ייצור משופר טמון פוטנציאל להארכת אורך חיי המוצר, אמינותו ותחזוקתיותו וחיסכון בעלויות. שיפורים במוצרים יושגו באמצעות שימוש בחומרים מתקדמים, באוטומציה מוגברת ובשילוב מערכות.

## טכנולוגיות חלל

קיימות טכנולוגיות נוספות, שקשריהן לפיתוח רק"ם עתידי אינו מובן מאליו, אך אם ברצוננו לנצח בשדה-הקרב העתידי, יש הכרח לפתחן.

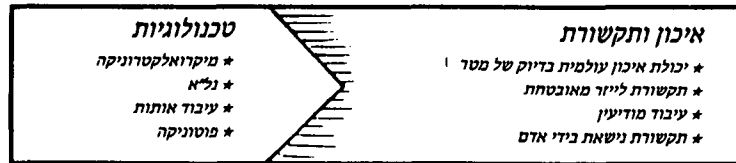
מערכות עתידיות, שימוקמו בחלל, יאפשרו תצפית, תקשורת, דיווח נתוני מזג-אוויר ונתוני קרקע, מיקום מטרות ואיכונון. האפשרויות הללו, אם ישולבו, יקנו למפקד ברמה הטקטית ידע מקיף על שדה-הקרב (תרשים 14). היכולת להעריך את עוצמת האויב, את מיקומו ואת תנועותיו והיכולת להתקשר עם כוחות ידידותיים, ולתאם ביניהם על פני מרחקים גדולים, מהוות טיעון משכנע בזכות פיתוח טכנולוגיות, שיופעלו מהחלל. טכנולוגיות חלל יביאו לפיתוח חיישנים פעילים, חיישנים סבילים, מעבדי אותות ומעבדי נתונים נישאים, שביכולתם למסור מידע בזמן אמיתי, ותחנות ממסר לתקשורת מלוויינים. היישומים הנוכחיים של טכנולוגיות חלל הם "המערכת העולמית לאיכוך" (GPS) "מערכת מכ"ם לרכישת מטרות ולתצפית" (JSTARS).

בתכנית אחרת – "ניצול טקטי של יכולת לאומית" (TENCAP) – הכניסו כוחות היבשה לשימוש מסופים קרקעיים מיוחדים, כדי לעבד מודיעין אותות והדמיה, כסיוע לפעילות ברמת הקורפוס וברמת הדיוויזיה. תכנית זו יוצרת שיטה להעברת מידע, המתקבל מלוויינים לידי המפקד ברמה הטקטית.

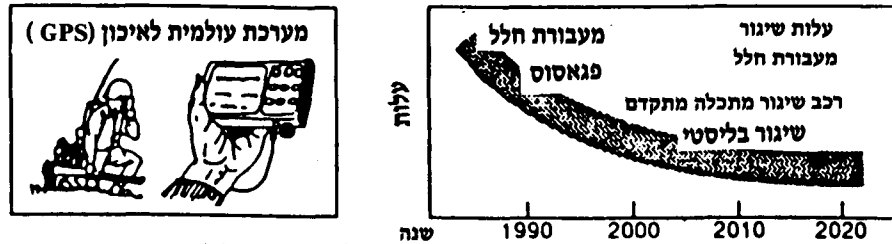
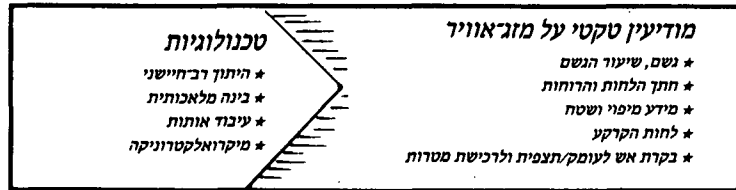
## שיפור ביצועי החייל

שתי טכנולוגיות עוסקות ישירות בשיפור ביצועי החייל.

## ניווט ותקשורת



## חישה מרחוק של שדה-הקרב



## תרשים 14: חידושים בטכנולוגיית חלל

ניצול החלל לצרכים צבאיים ישפר מאוד את ניהול התקשורת המודיעינית בשדה-הקרב, את איכון הכוחות, את החישה מרחוק ואת היכולת להלום עמוק בעורף האויב

## סיכום

כשישולבו כל הטכנולוגיות הללו על מנת לפתח כוח לחם משולב מיטבי, יובטח, כי כוח השריון ינצח בשדה-הקרב העתידי, וישרוד בו.



משרד הצבא האמריקני מנהל יותר מארבעים אתרי מחקר-ופיתוח, המאושישים בטובי המדענים והטכנאים בעולם, שעוסקים בטכנולוגיות, שישפרו מאוד את יכולת הכוחות. קטלנות, שרידות (לרבות ניידות, זריזות וכושר חדירה) ואפשרויות פריסה ותמיכה ניצבים בראש סדרי העדיפויות של TRADOC לצורך טנק המערכה העיקרי העתידי. אף שסדרי העדיפויות האלה משתנים מעט בכל-י-רכב אחרים, בהתאם לתפקידיהם ולמטלותיהם, תומך המסד הטכנולוגי בצרכינו.

הקטלנות תשופר באמצעות מיקרואלקטרוניקה, פוטוניקה ואקוסטיקה, בעזרת עיבוד ומחשוב מתקדמים של אותות, באמצעות טכנולוגיות של מיגון ושל קטלנות ובאמצעות אנרגיה מוכוונת. היבטי המיגון של השרידות ישופרו בעזרת מיגון, בעזרת קטלנות, בעזרת גופים/חומרים חמקניים, בעזרת רובוטיקה, בעזרת מיגון, בעזרת קטלנות, בעזרת חומרים מתקדמים ובעזרת עיבוד מתקדם של חומרים. שיפור בניידות ברמה הטקטית יושג באמצעות פיתוחים בתחום ייצור הכוח, אחסונו והתאמתו ובעזרת טכנולוגיות מתקדמות להנעה. יכולת פריסה אסטרטגית תושג באמצעות חומרים מתקדמים ובעזרת עיבוד מתקדם של חומרים. העמידות תשופר באמצעות הנעה מתקדמת, באמצעות ייצור כוח, אחסונו והתאמתו ובעזרת ביוטכנולוגיה.