

# חומרים לשריון

## ד"ר ח' פרוז

„וכובע נחשת על ראשו ושריון קשקשים הוא לבוש  
ומשקל השריון חמשת אלפים שקלים נחשת. ומצחת  
נחשת על רגליו“ (שמואל א' י"ז ה')

תולדות השריון ראשיתו סמוכה כנראה להמצאת הנשק; התפתחותם של שני אלה,  
הנשק והשריון, במשך הדורות התאפיינה בכך, ששכלולו של האחד מהם גרר אחריו את  
שכלולו של האחר. צורתם היתה תלויה ברמתו התרבותית של העם אותו שימשו  
ובחומרים שעמדו לרשותו.

החומרים ששימשו בימי קדם למגן אישי היו עץ, עור, סיבי כותנה מוספגים בדבק,  
ארז, ובתקופות מאוחרות יותר ברזל ופלדה. השריון המתכתי היה עשוי שרשרות,  
טבעות, לוחיות „קשקשים“ או לוחות שלמים. בימי הביניים לבשו האבירים שריון מלא,  
מכף רגל עד ראש, שאפשר היה ללבשו רק ברכיבה על סוס, וגם הסוס עצמו היה מוגן  
על-ידי שריון.

עם הופעת אבק השריפה בארצות אירופה נעלם השריון מזירות-הקרב למשך מאות  
שנים, שכן משקל השריון הנחוץ להגנה נגד קלעים ארטילריים היה כה כבד, שלא  
ניתן היה לשאתו. באמצע המאה שעברה הוסיפו ציי המעצמות הימיות חגורת שריון  
לדפנות-העץ של אניות מלחמה. לצורך זה השתמשו בברזל חשיל, ובשלב מאוחר  
יותר — בפלדה.

כדי לשפר את תכונותיה הבליסטיות של הפלדה פותחו פלדות מסוגיות ונוצרו סוגים  
שונים של פלדות שריון. בסוף המאה ה-19 צויידו כל תותחי-השדה, להוציא תותחי-  
הים, בלוחות פלדה — לשם הגנה חלקית על הצוות. לקראת ראשית המאה הנוכחית  
הומיע באירופה ובארה"ב רכב משוריין, שיעילותו הוכחה כעבור שנים במלחמת-העולם  
הראשונה. באותה תקופה הוכנס לשימוש צבאי קובע הפלדה של ימינו, להגנה נגד  
ריסיי שרפנלים.

בתום מלחמת-העולם הראשונה הובן כי חילי-הרגלים, אשר אבדותיו היו כבדות יותר  
מבכל חיל אחר, זקוק לשריון אישי. מאות דגמים הוגשו להערכה ולניסוי, אולם כל  
עוד נעשה שימוש במתכות היה השריון כבד מדי וחסר גמישות. לקראת מלחמת-  
העולם השנייה חל מפנה חשוב בתיכנון השריון האישי, עם תחילת השימוש בחומרים  
פלסטיים קלי-משקל. במלחמת קוריאה השתמשו חיילי צבא ארה"ב באפודות-שריון  
תפורות משכבות ניילון או שכבות בד עשוי סיבי-זכוכית שהוספגו בשרף פלסטי. אפודה  
זו מנעה חזירת רסיסים מכל הסוגים, אולם לא היתה יעילה נגד קלעים מנשק קל.  
בשנים האחרונות פותח שריון מרוכב (composite armour) היעיל נגד קלעים מנשק  
קל והמאפשר היספון רב במשקל, כפי שיוסבר להלן.

## שריון טנקים

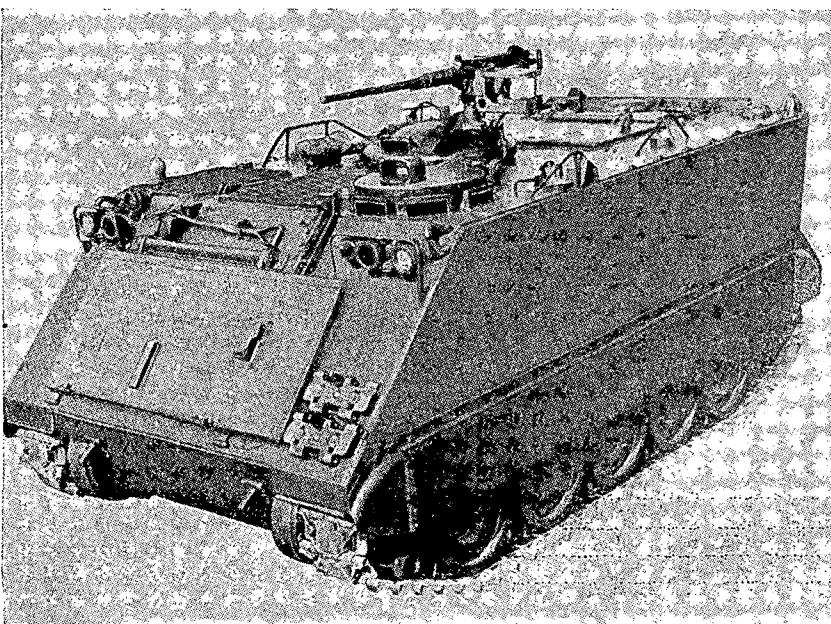
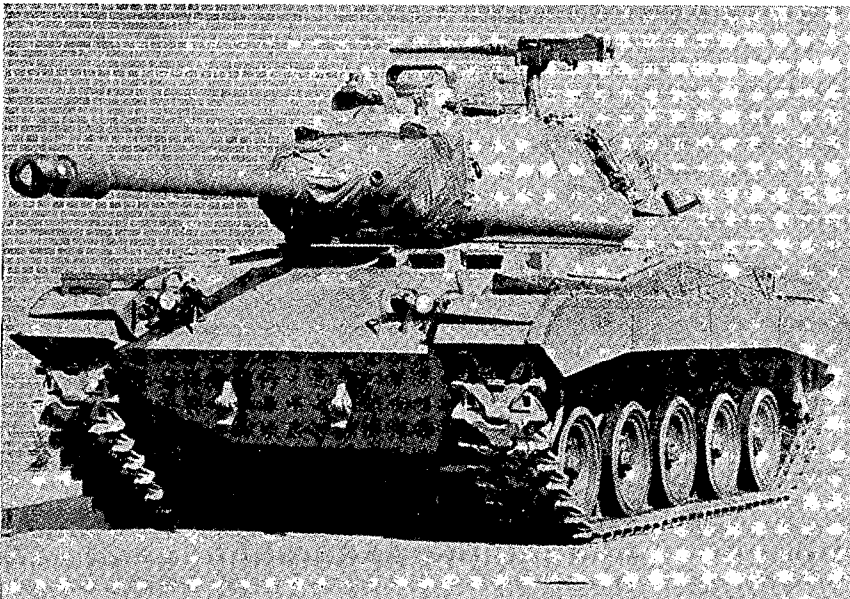


שתי התכונות העיקריות שבהן חייב להתאפיין חומר שריון הן: אנרגיית-שבר גבוהה (toughness), המתבטאת, במקרה הנדון, ביכולת לספוג מבלי להיסדק את האנרגיה של קלעים כבדים בעלי מהירות גבוהה, וקשיות גבוהה (hardness), המתבטאת בהתנגדות לחדירת קלעים. התכונות הנוספות הן: משקל ונפח קטנים, חוזק מבני, התאמה לייצור הצורות הנחוצות, וכן מחיר סביר של החומר הגלמי והוצאות הייצור. מן החומרים הידועים בימינו, המתאימה ביותר לשריון טנקים מבחינת מרבית התכונות הנזכרות היא פלדה מסוגסת שעברה טיפול תרמי. חסרונותיה הן: משקל גדול ויעילות נמוכה נגד תחמושת בעלת מטען חלול.

קיימים שני סוגים של שריון פלדה: שריון הומוגני ושריון מוקשה על פני השטח. השריון ההומוגני נחלק לשני מינים — שריון מעורגל ושריון יצוק. לשריון ההומוגני הרך כב כימי אחיד ותכונות מכניות אחידות לכל עוביו. שריון מוקשה על פני השטח מתקבל לאחר טיפול מיוחד, שעקבותיו נוצרת בו שכבה עליונה קשה, בעלת התנגדות גבוהה לחדירה. שריון זה היה יעיל כנגד הסוגים המוקדמים של קלעים חודרי שריון, שכן חודיהם היו מתרסקים בפגעם בפני-השטח הקשים של השריון — דבר שהקטין את כושר החדירה. פיתוח קלעים בעלי חוד קשה ומצוידים בכיפת-חדירה שם קץ ליתרונו של השריון המוקשה על פני השטח, והשימוש בו לבניית טנקים הופסק. שריון מעורגל מיוצר בצורת לוחות, על-ידי ערגול בחום של מטילי-פלדה גדולים. תכונותיו המכניות והבליסטיות טובות במקצת מאלה של שריון יצוק, ביחוד כשהמדובר בלוחות דקים (עד 40 מ"מ). לשריון יצוק, לעומת זאת, יתרונות חשובים, כגון האפשרות ליצור בו דפנות בעלות עקמומיות, עובי ושיפוע משתנים וכן אי הצורך בפעולות חיתוך ורי-תוך. צריחייהם של מרבית הטנקים המודרניים בנויים משריון יצוק. התובות עשויות בדרך כלל מלוחות מרוחקים של שריון מעורגל, אף כי במקרים מסוימים, כגון בטנק האמריקני "M-48" יצוקו כחלק אחד (ציורים 1, 2).

תכולת הפחמן בפלדות שריון היא בגבולות 0.2% עד 0.4%. התכולה הגבוהה יותר מסייעת להשגת קשיות גבוהה יותר, ואילו התכולה הנמוכה יותר — יעילה למניעת סדקי ריתוך. מרכיבים נוספים בנתך הם ניקל, כרום, מוליבדן, סיליקון, מנגן ואחרים. סוגי התוספות וכמותן היחסית בנתך נקבעים בהתחשב בתכונות המכניות הרצו-

תמונה מס' 1, למעלה — טנק "M-41" בעל צריח ותובה מרוחקים  
תמונה מס' 2, באמצע — טנק "T-48" בעל צריח ותובה יצוקים  
תמונה מס' 3, למטה — נגמ"ש "M-113" בעל שריון מתך אלומיניום

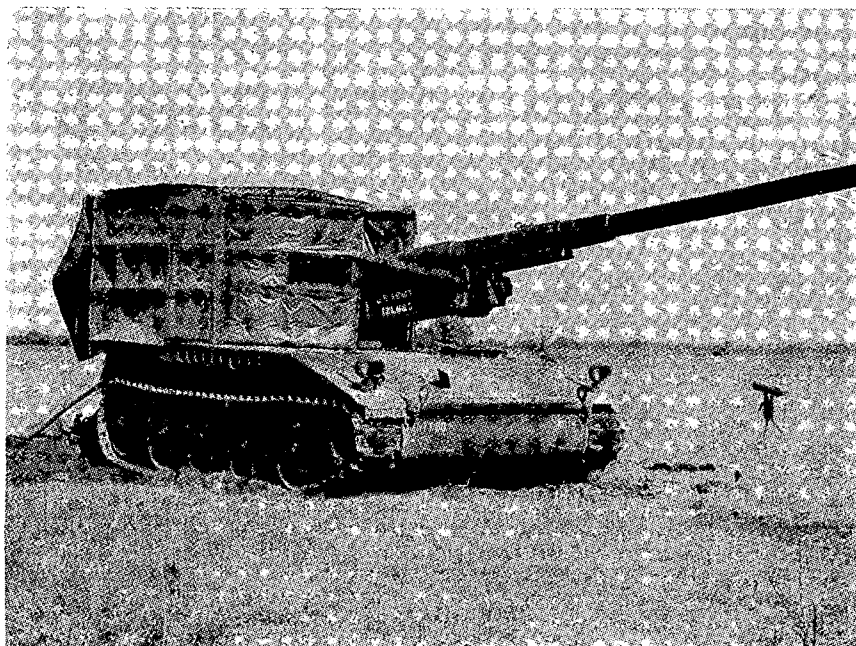
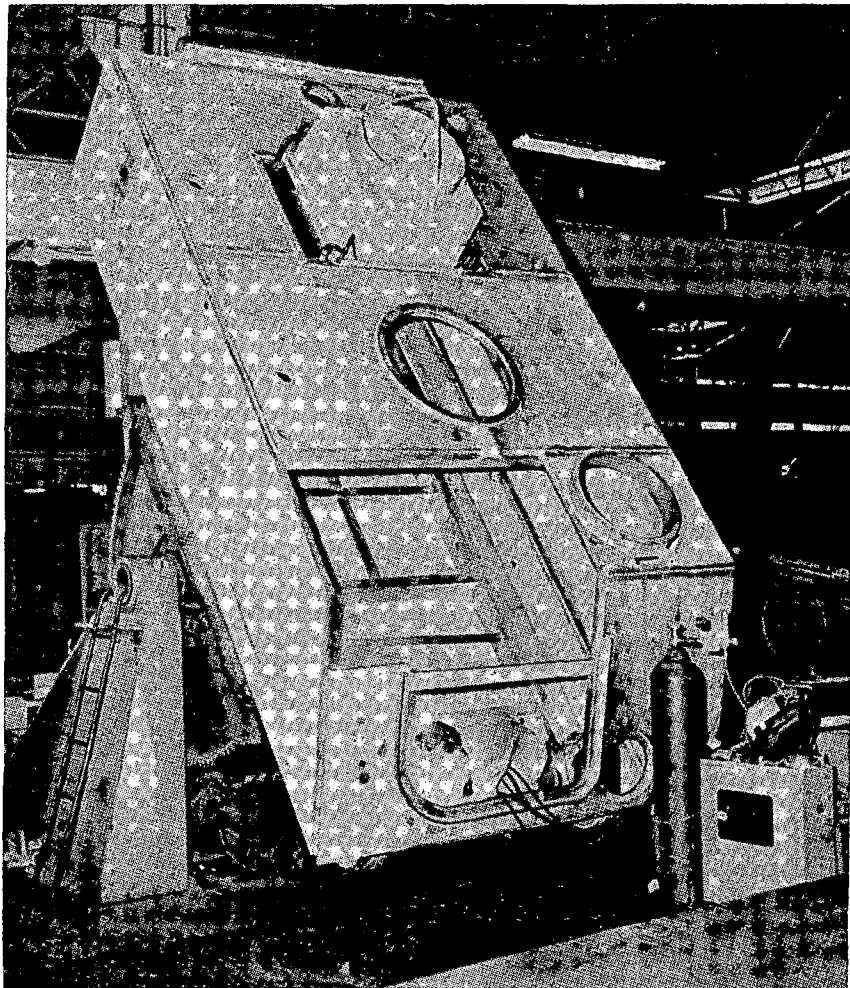


יות. לשריון דק (20 מ"מ) משתדלים להשיג חוזק גבוה; לגבי שריון עבה (200 מ"מ) חשוב יותר להעלות את יכולתו לספוג אנרגיה. הרכב הנתק נקבע גם בהתאם לשיטת החיסום הנהוגה (במים, בשמן או באויר). יצרנים מסויימים מוסיפים כמות קטנה של ונדיום, למניעת סדקים בעת החיסום. האמריקנים נוהגים להוסיף בורון.

במשך העשור האחרון הושקע מאמץ במעבדות שונות למחקר שימושי לשם פיתוח פלדות לתפקידים מיוחדים, וביניהן פלדות בעלות חוזק כניעה (yield strength) גדול מ-70 ק"ג לממ"ר ועם זאת בעלות כושר מצוין של ספיגת אנרגיה והתאמה לריתוך. לפני שנים אחדות פותחה פלדת-שריון בעלת חוזק כניעה של 100 ק"ג לממ"ר, בעוביים עד 4 אינץ'. כן נמשך פיתוח שמטרתו ייצור פלדת שריון בעלת חוזק כניעה של 140 ק"ג לממ"ר.

כושר ההגנה של סוג שריון נתון תלוי בעורבי השריון ובזווית נטייתו כלפי כיוון הפגיעה. עובי השריון נקבע על-ידי מתכנני הטנק, בהתאם למידת החשיבות שמייחסים לתורפת כושר הגנה. השקפה קיצונית אחת היא זו הבריטית, הטוענת כי שריון עבה רצוי, ביחוד בעת קרבות שריון בשריון. בהתאם להשקפה זו הוקנה לטנק „צ'יפ-טיין" שריון עבה מבכל טנק מודרני אחר. השקפה קיצונית שניה מיוצגת על-ידי הצרפתים אשר הסיקו כי לטנק דרוש שריון דק באופן יחסי, שכן ההבדל בינו לבין השריון העבה ביותר שבגדר האפשר מבחינה מעשית, אינו משפיע במידה רבה על הסיכוי הכללי של הישרדות בשדה הקרב. הטנק „אמק"ס-30" נבנה על סמך שיקולים אלה, ונהנה מכל היתרונות הנובעים מקלות משקלו.

נראה שעדיין לא הוכנס לשימוש שריון שיהיה יעיל להגנה כנגד תחמושת מטען חלול. המאמצים למציאת פתרון לבעיה זו נסבו סביב הגדלת עוביו של השריון או הוספת אמצעים להפעלה מוקדמת של המטען החלול לפני פגיעתו בשריון. התברר במהרה, כי אילו היו משתמשים בשריון בעל העובי הדרוש להגנה נגד ראשי מטען חלול גדולים, היו מונעים מן הטנק כל אפשרות תנועה. הוספת מחיצות במרחק מסויים לפני השריון העקרי, כדי לגרום להפעלה מוקדמת (ולכן בלתי יעילה) של ראשים אלה, מובילה להקטנה רבה של הניידות ולהגדלה ניכרת של צללית הטנק. בשנים האחרונות נמצאות בשלבי-פיתוח מתקדמים מערכות אחדות שבהן משתדלים לזרז הפעלה מוקדמת של מטענים חלולים, על-ידי שימוש בחומרים קרמיים.



תמונה מס' 4, למעלה — דגם תובה עבור נגמ"ש "M-113" עשויה נתן מגנזיום-ליטיום תמונה מס' 5, למטה — תותח מתנייע מצויד ביריעת נילון להגנה נגד רסיסים

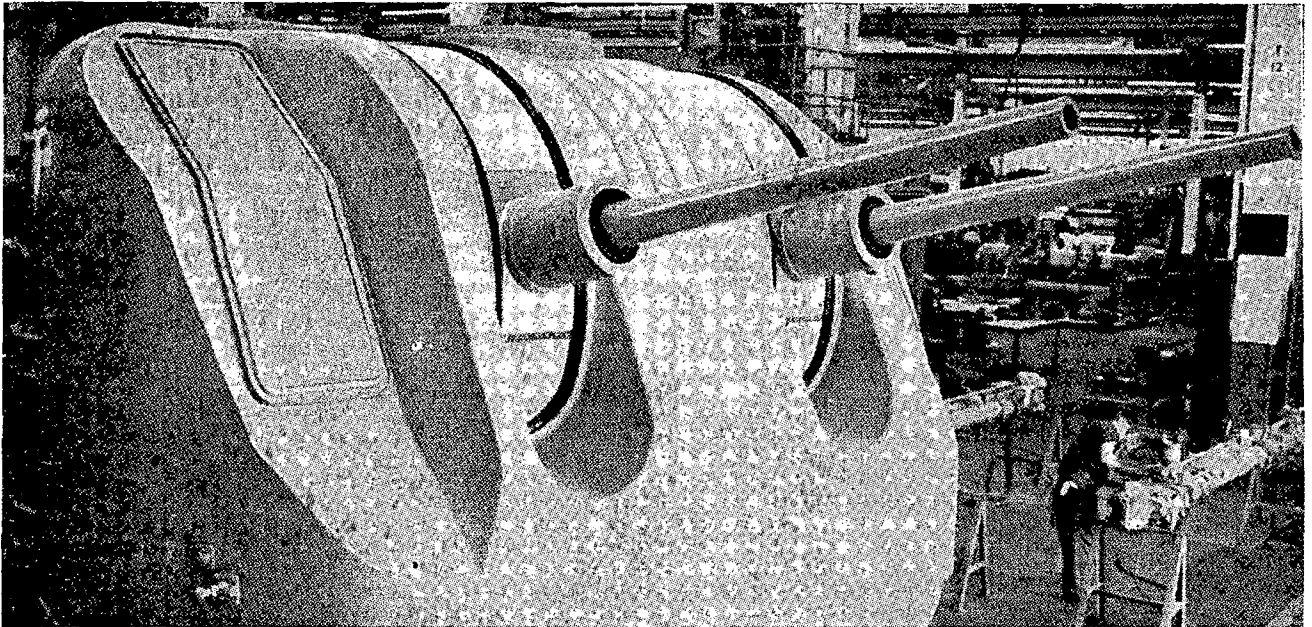
**חלופות לשריון פלדה**

על-פי ההשקפה הצבאית הרווחת היום, על כלי-רכב משוריינים להיות יבילי-אוויר, דבר המחייב קיצוצים דרסטיים במשקלם. להלן מובאים פרטים אחדים על חומרים קלים מפלדה, שהוכנסו לשימוש או נוסו למטרות שריון.

**אלומיניום (חמרן)**

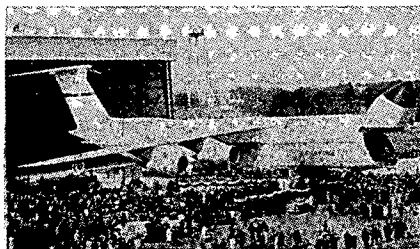
גבוהה יותר, חסרה לנתכי אלומיניום היכר כאשר משווים את מידת חוזקם של נתכי אלומיניום לעומת משקלם הסגולי, ניתן לקבוע כי לשימוש כחומר לצרכי מבנה קיימים נתכי אלומיניום טובים מפלדה. עבור שריון קביעה זו נכונה לגבי פגיעות בעלות אנרגיה נמוכה בלבד, כגון פגיעות רסיסי-

פגזים. לשם עמידה נגד פגיעות באנרגיה לת לספוג אנרגיה. לדוגמה, להגנה נגד אש מקלעים יהיה שריון אלומיניום קל במקצת משריון פלדה, אך להגנה נגד אש תותחים נ"ט יהיה משקלו הדרוש של נתך אלומיניום גדול מזה של פלדה. יתר על כן נפחו העצום, במקרה זה, של האלור מיניום יקשה על כל תיכון מעשי.

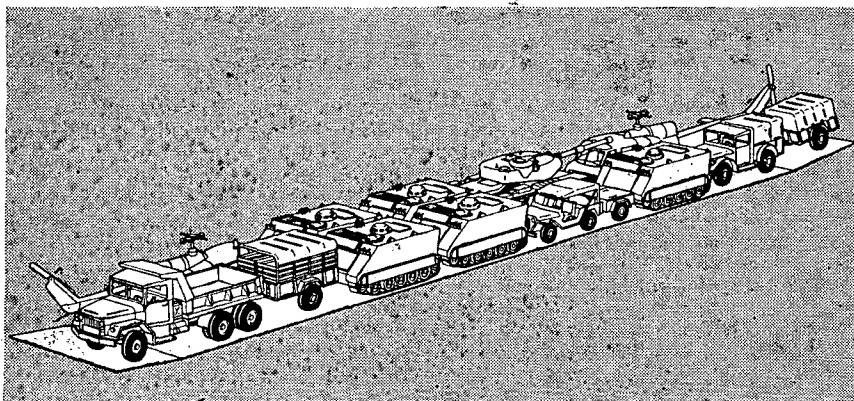


מגן מפלסטיק (אפוקסי) מחזק עבור תותח 5 אינץ'

ידיעות שריון \* ידיעות שריון \* ידיעות שריון \* ידיעות שריון \* ידיעות שריון \* ידיעות שריון \* ידיעות שריון \* ידיעות שריון



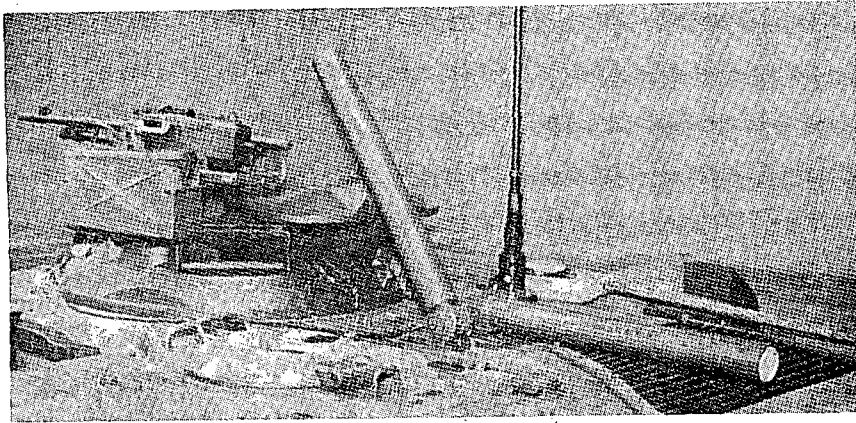
זוהי אחת האפשרויות לסידור כלי-רכב כמטוס; נראים בתמונה שני מסו-קים מדגם HV-1D, טנק אחד "M-60", 5 נגמ"שים "M-113", משאית 2.5 טו-נות עם נגרה, קומנדקאר עם נגרה וג'יפ עם נגרה.



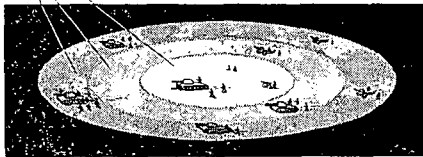
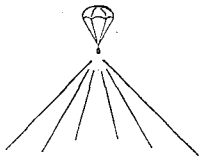
**משום המנייד את השריון**

הפעלת "גלקסי CSA", מטוסי-הענק החדש של חיל-האוויר האמריקני, פותח ממד חדש ליבולת אווירית של גייסות-שריון. אורך המטוס החדש 75 מטרים ומוסת-הכנף שלו 67 מטרים; הוא מסוגל להוביל משא של 100 טונות למרחק של 5,500 ק"מ, במהירות 800 קמ"ש. במעמס זה נחוץ לו שדה-המראה בן 2,300 מטרים, אך 1,300 מטרים בלבד דרוש שים לו לצורכי נחיתה.

נפח תא-המשא עולה על 10,000 מ"ע, ההעמסה נעשית בעזרת כבשים המותקנים במטוס. מבנה של המטוס החזק, גובהו העולה על 4 מטרים, ורוחבו — 6 מטרים כמעט מאפשרים צירופים שונים של העמסת כלים, כגון טנקים "M-60", טנקי גישור AVLB, נגמ"שים "M-113" ועוד. נוסף לכך יש גם תא מיוחד להובלת 75 חיילים. חיל-האוויר האמריקני מקוה להפעיל כבר השנה את יחידות ההובלה האווירית הראשונות. המצור יידות במטוס זה.



נראה כי פצצות התאורה החדשות שהוצגו בשוודיה משלימות בצורה יעילה את התקנים השונים לראיית לילה שהיו קיימים עד כה, ומאפשרות עמם לוחמת לילה יעילה, כנדרש במלחמה המודרנית.



את עוצמת האור אין למדוד במדויק, שכן תלויה היא בגורמים רבים, כגון פני השטח, טיב המטרות, מוגי האור והמרחק; אך נמסרו מספרים אחדים, המאפשרים לעמוד על עוצמת התאורה הניתנת ללחימה במטרות שונות (תמונה מס' 3):

- אור בעוצמת 1 לוקס נחוץ לאבחנה של מטרות גדולות ניידות, כגון טנקים, מצודות, בתים וכדומה, או מטרות קטנות ניידות. עוצמת אור זו מאפשרת גם הפעלת אש עקיפה (אר-טילריה).
  - אור בעוצמת 2 לוקס נחוץ לאבחנת מטרות קטנות ניידות.
  - אור בעוצמת 5 לוקס דרוש לאש מכוונת היטב בכינון ישר, לכל סוגי-מטרה.
- להשחאה ראוי לציין, כי הירח המלא, הנראה בלילה בהיר ברום השמים, מספק אור של 0.25 לוקס.

## פגזי תאורה לטנקים

בנובמבר 1968 נערכה עליידי מפעלי „בופורס“ בשוודיה תצוגה של תחמושת-תאורה חדישה, להארת שדה-הקרב. העניין בתחמושת זו גדל והולך בכל הצבאות, ועל כן חוו בתצוגה טקטי-קאים וטכנאים מ-17 ארצות. סדרת מכשירי-התאורה שהוצגה מכילה התקנים לשימוש זרו-עות היבשה, האויר והים; להלן נתאר את סוגי התחמושת המיוצרים לשימושם של צבא היבשה, והם:

- פגזי-תאורה בני 155 מ"מ ו-105 מ"מ לתו-תחי-שדה ותותחי טנקים.
- פגזי-תאורה למרגמות בנות 120 מ"מ ו-80 מ"מ.

● מערכת מורכבת ממדוכות ורימוני-תאורה, לרכב-קרב משוריין ויחידות חי"ר.

פגזי התאורה לירי תותחים נמצאים עדיין בשלבי-פיתוח, ומקוים כי יושלמו בשלהי שנה זו. על מנת להתגבר על פעולת הסחרור של הפגז, הפוגמת ביעילות התאורה, צוייד הפגז בשני מצנחים; הראשון המשני, עוצר אותו במקום הרצוי באויר ומפעיל בלם-סחרור, ולאחר 2 שניות נפתח המצנח הראשי, המקנה למטען התאורה מהירות-צניחה קטנה של 5 מטר/שניה. עם פתיחת המצנח הראשי מופעלת התאורה, המגיעה תוך שניה אחת לעוצמתה המירבית, מעל 1.5 מיליון נרות.

פגזי-התאורה לירי מרגמות בנויות בצורה פשוטה יותר, שכן בהם אין בעיות הסחרור מתער-רות. נתוניםם הבליסטיים זהים לאלה של פגזי-מרגמה רגילים, דבר המסייע לכינון האש ובקרת, כי כל הפעולות נערכות באותו כלי, דהיינו במרגמה.

המערכת השלישית שפעולתה הוצגה למעשה, היא-מדוכה בקוטר 71 מ"מ (תמונה מס' 1) בשם „ליראן“, היווה פצצות-תאורה עשויות כדוגמת הפגזים. מערכת זו ניתנת לטלטול עליידי חייל בודד, או להרכבה על כלי-רכב. יתרוגה בכך שאין צורך בהזמנת התאורה אצל יחידות מסייעות, וכל יחידה יכולה לדאוג לצרכי התאורה שלה באופן עצמאי. תפעול המערכת פשוט, משי-קלה נמוך. עוצמת-התאורה שלה גדולה ומחירה נמוך. לאחר הדרכה קצרה ביותר יפעיל אותה כל חייל, היא מוכנה לפעולה תוך דקה אחת. הגבהת המדוכה קבועה — 45°; את התחמיש אפשר לכוון לטווח 600 או 800 מטרים.

לשימוש טנקים ונגמ"שים פותחה גירסה מיוחדת של ה„ליראן“, המאפשרת לירות את פגזי-התאור-רה מתוך הרכב בעזרת התקן חשמלי, לו ניתן לחבר 6 מדוכות. את זווית ההגבהה במקרה זה אפשר לשנות, על מנת להתגבר על שיפוע הרכב בשטח. כאשר המדוכה איננה מופעלת, ניתן להפכה ולחזקה על גג החובה. נעשים מאמצים להגדלת טווח פגז המדוכה עד 1400 מטרים, על מנת להשוותו לטווח היעיל של תותח הטנק (תמונה מס' 2).

