

# לזכר מויה

**ב-23 ביולי 2014 הלך לעולמו ד"ר משה אפשטיין - מויה, שהיה מדור המייסדים של חיל המדע, בכיר מפתחי הטילים ברפאל ומבכירי המדענים במערכת הביטחון.**

**דברים לזכרו של האיש אשר הקדיש את חייו ואת כשרונותיו יוצאי הדופן לביטחונה של מדינת ישראל**

אלי שבילי

**סטנפורד**  
בתחילה חשש מויה מהלימודים בסטנפורד, שכן סיים את לימודיו בטכניון ב-1948. הוא החל לחזור על כמה מקצועות ובעיקר על מתמטיקה. לקראת סוף השנה הראשונה באוניברסיטה סיים את כל הדרישות לתואר שני. קרוב לסיים השנה השנייה פנה ליועץ שלו בשאלה מה יוכל לעשות בזמן שנותר לו. היועץ הפנה אותו לכמה פרופסורים. אחד מהם, פרופ' מנינג, אמר למויה כי במשך שנים רבות ניסו עשרות מדענים לפתור

מוץ "אבשלום" ו"אמנון" ואף ליווה את פיתוח ה"אבשלום" בתחילת הדרך. רקטות אלה אפשרו במלחמת יום הכיפורים את ניצחון חיל הים על טילי ה"סטיקס" של האויב<sup>3</sup>.

## "שבט ב"

ביולי 1962 הודיע שליט מצרים, גמאל עבדל נאצר, שיש למצרים טילים ארוכי-טווח, שבנו עבורה מדענים גרמניים, בעלי טווח עד דרומה מביירות. בעקבות זאת הוטל על רפאל לבחון מענה לאיום. משהווחלט על פיתוח טיל, שנקרא בשם "שבט ב", התעורר

ויכוח חריף בין פרופ' ברגמן לבין מויה שהתנגד לפתח מנוע בקוטר מטר על בסיס הודף קשיח. מויה דרש הודף גמיש, שהיה מקובל באותם ימים על יצרני מנועים גדולים בחו"ל. בתע"ש יצקו מנוע עם הודף קשיח. בניסוי השני, שנערך בנוכחות ראש הממשלה לוי אשכול, התפוצץ המנוע וכתוצאה מכך החליט אשכול להפסיק את הפרויקט, וזאת לאחר שנה של עבודת פיתוח וניסויים<sup>4</sup>. אולם מויה המשיך לעבוד על הנושא "במחתרת" והגיע למצב בו העמיד כמעט טיל שלם בבית המלאכה. מאוכזב מחוסר האמון של ההנהלה הביטחונית ההנדסית החליט לצאת ללימודים באוניברסיטת סטנפורד במחצית השנייה של שנת 1967.



עם ראש הממשלה ושר הביטחון, דוד בן-גוריון, בשנת 1963



מויה נולד בשנת 1925 בתל-אביב. בהיותו בכיתה ג' גילתה מורתו את כישרונו המוזיקלי והמליצה להוריו ללמדו נגינה. בגיל תשע התחיל לקבל שיעורי כינור מהארי בלומברג, הווילן הראשי בתזמורת הסימפונית הישראלית, ותוך זמן קצר הגיע להישגים נאים. במקביל ללימודים בנה "מעבדה" קטנה בביתו בה ערך ניסויים בחשמל ובכימיה.

לאחר תשע שנים של לימודי נגינה בכינור אצל הארי בלומברג עבר ללמוד אצל יוסף ברנשטיין, שהיה כנר בתזמורת הסימפונית הישראלית. ברנשטיין הציע לו להצטרף לתזמורת הפילהרמונית ואף הודיע לו שהתקבל לשורתיה, אך לאכזבתו הרבה החליט מויה ללמוד הנדסת מכונות בטכניון.

## פיתוח התול"ר, ה"לוד" ורקטות המוץ "אבשלום" ו"אמנון"

בשנת 1948, סמוך לסיים לימודיו בטכניון, נשלח מויה ל"סטודיו לציור" ברחוב דב הוז בתל אביב, שם פגש את המהנדס ג'נקה רטנר. ב"סטודיו" עסקו בניסיון לפתח תותח ללא-רתע (תול"ר) - תותח שיוכל לפגוע בירי שטוח מסלול מטווח של מאות מטרים. בין אנשי הצבא היו שטענו כי הדבר אינו ניתן למימוש, אך מויה נתפס לרעיון והחל לתכנן דגם ראשון כדי להוכיח את העיקרון. תוך שבועיים סיים את התיכון והחלו ניסויי ירי<sup>5</sup>.

להפגנת יכולתו של התול"ר התכנסו עשרות קצינים מצמרת צה"ל בנוכחות דוד בן-גוריון. בניסוי ירו משקולת ברזל לעבר מטרה שהוצבה במרחק 600 מ'. ה"פגז" פגע במטרה לקול תשואות הנוכחים. לאחר פחות משנה היו בידי צה"ל תול"ר מפיתוח עצמי ויכולת מוכחת לייצור תותחים כאלה.

ב-1956 פיתח מויה את ה"לוד", ששימש לאחר מכן את התעשייה האווירית כפלטפורמה לפיתוח ה"גבראל"<sup>6</sup>.

ב-1965, לאחר פנייה של סא"ל חרות צמח מחיל הים, מינה מויה צוות להובלת פיתוח רקטות



מתאמן לקראת קונצרט במהלך הלימודים בטכניון

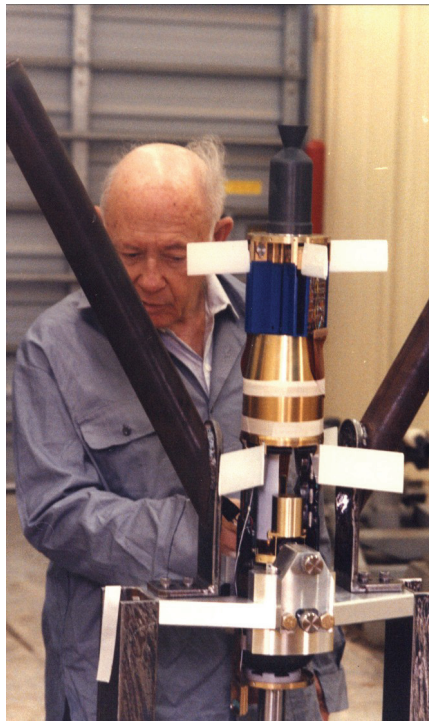
נוסף על כישוריו המדעיים הנדירים בהנדסה היה מויה למופת ולמורה דרך לזורות של מהנדסים צעירים אשר למדו את שיטות עבודתו, עבדו במחיצתו וזכו להימנות עם תלמידיו וממשיכי דרכו.

## יהי זכרו ברוך.

### "מויה סיפור חיים"

בשנים האחרונות כתב מויה את סיפור חייו המרתקים בספר "מויה סיפור חיים", שיצא לאור בהוצאה פרטית.

מויה סיים את כתיבת הספר והשיק אותו ב-17 ביוני 2014 במעמד מרגש בו נכחו רעייתו רות, שחלקה עימו את דרכו בחיים וסייעה בידי לאורך כל חייהם המשותפים, בני משפחה, חברים לעבודה וממשיכי דרכו ברפאל.



במעבדה, בוחן הרכבה שלמה של טיל "גיל"

המלא בהצלחה...

גרסת הטיל הראשונה נקראה בשם "מדרס", שהיה בעל טווח של 12 ק"מ. לאחר מספר שנים שונתה התצורה שקיבלה את הכינוי "תמוז" לטווח של עד 25 ק"מ. הרעיון המקורי הראשון שעלה בראשו של מויה, לאחר ששמע את הרצאתו של האלוף רפאל איתן על לקחי מלחמת יום הכיפורים, היה תצורת טיל הנקרא כיום בשם "גיל", שהוא טיל נ"ט אישי לטווח של 4 ק"מ, אשר הותנע כעשר שנים מאוחר יותר. בעשור האחרון הגיעו המכירות ממשפחת טילי ה"ט לאלפי טילים שנמכרו לעשרות מדינות בעולם בהיקף של כשני מיליארד דולר, כאשר בראש רשימת המכירות נמצא ה"גיל"<sup>8</sup>.

### שלושה פרסי ביטחון ישראל

מויה היה חתן שלושה פרסי ביטחון ישראל (1960, 1984 ו-1997, האחרון על מפעל חיים) ובנוסף הוענק לו פרס רפאל על תרומה מיוחדת (2010).

ביוני 2011 החליט חבר הנאמנים של הטכניון להעניק למויה את התואר דוקטור לשם כבוד<sup>9</sup>. בהחלטה להעניק התואר נאמר: "בהוקרה על תרומתך כממציא וכאיש אשכולות בעל חזון, מרץ, כישורים ודמיון מעורר השראה; בהערכה על תרומתך כמורה וכאיש מופת שהעמיד דורות של חוקרים וממציאים, ועל פועלך כמדען וכממציא מבריק; וברחשי תודה על תרומתך למדינת ישראל ולביטחונה במסגרת פעילותך רבת השנים במגוון תפקידים בתחום זה."

### איש מופת ומורה דרך

מויה היה לא רק מדען מבריק שהקדיש את חייו לביטחונה של מדינת ישראל, אלא גם מוסיקאי מוכשר וכנר מחונן שתרם רבות לתרבות הישראלית. הוא העשיר את חיי התרבות בחיפה בתפקידו בוועדה המוסיקלית של התזמורת הסימפונית חיפה.

בעיה מסוימת ולא הצליחו. "אינני חושב שאתה תצליח, אבל אולי תמצא היכן זה תקוע?". מויה למד במשך שלושה חדשים את החומר שהיה בנושא. לילה אחד חלם איך פותרים את הבעיה. מייד התעורר, רשם פרוצדורה לפתרון ובדק אם הפרוצדורה מנבאת תוצאות. הוא הראה לפרופ' מנינג את התוצאות מעשרים ניסויים שהיו בידו. "מצוין", השיב מנינג, "תכתוב מאמר". מויה הגיב כי אינו כותב מאמר על בסיס חישובים מקורבים, אך מנינג התעקש: "אני רוצה שמשטנפורד יצא לכינוס העשירי של Fluidics מאמר טוב. ושים לב שנתרתו עשרה ימים עד למועד האחרון להגשת החומר לכינוס", הוסיף.

את מאמרו של מויה<sup>5</sup> הציג פרופ' מנינג בכינוס והראה כי הפתרון במאמר עונה על כל תוצאות הניסויים השונים בנושא. כשחזר מהכינוס הציג את עבודתו של מויה לפרופ' קליין, ראש הפקולטה. בתום שיחה שקיימו השניים עם מויה פסק קליין: "על עשרה אחוז ממה שכתוב במחברת הוא יקבל דוקטורט"...

### טיל "ברק"

בתחילת שנות השישים של המאה העשרים הציג ד"ר מאיר אלמגור לפתח טיל נגד טילי ים-ים. בעקבות תקיפת המשחתת "אילת" באוקטובר 1967 החלו ברפאל לבחון את הרעיון. פיתוח הטיל, שנקרא לבסוף "ברק", עבר מספר שלבים. מויה הצטרף למשימה וכתב את הפרקים המתייחסים לבחירת התצורה ולמבנה הכללי של הטיל ומכלוליו. למערכת הסרוו הוא תרם משמעותית וכן לתכן מערכי הטילים שהותקנו בספינות חיל הים.

### טילי ה"ט "מדרס", "גיל" ו"תמוז" (משפחת SPIKE)

על תחילת פיתוחו של טיל נ"ט ברפאל מספר ד"ר דן לשם<sup>6</sup>: הכל החל בעקבות לקחי מלחמת יום הכיפורים, כאשר בדיון מטה של מחלקת כח"ן הציג ראש המחלקה צורך מבצעי חיוני לפתח טיל טקטי קצר-טווח נגד מטרת-נקודה (טנקים בעיקר). על הבעיה התנגדות נחרצת להטלת המשימה דן מחלקה שלא היה לה כל ניסיון רלוונטי לעיסוק כזה, אך לימים הפך ל"משוגע לדבר" בתפקידו כמהנדס הראשי של הפרויקט בראשות ד"ר פאול כץ ז"ל.

עד אותם ימים לא הכירו במחלקת כח"ן את מויה, אך כשהתגייס מויה בכל מאוודו לנושא גילו העוסקים במלאכה את המומחה לטילים בה"א הידיעה בקנה מידה עולמי, שדרבן את תיכון הטיל לעלות נמוכה כבר מהשלבים הראשונים של התכן.

מויה התרכז בתכנון ראש הביות האלקטרואופטי לפרטי-פרטים תוך בחינת מספר חלופות לכל חלק ממרכיבי הראש, שמטרתן לצמצם למינימום את מספר החלקים בראש הביות, להקטין את עלות ייצורו ולשפר משמעותית את אמינותו.

כמו כן הציג מויה להתבסס על מנוע רקטי יחיד ופשוט בעל שני שלבים - מאיץ ושייט. תגובתם הראשונה של מומחי ההנעה הייתה שהדבר בלתי אפשרי, אך לאחר שיחות שכנוע של מויה וסקיצות שהעביר למנור הם ביצעו את התכן

1. ד"ר ראובן אשל, "פיתוח תותח ללא רתע (תול"ר) בשנים 1948 - 1952", **רפאל שלנו**, גיליון 2 (אוקטובר 2003), עמ' 21-20.  
 2. ד"ר ראובן אשל, "הלוח - טיל מבצעי ראשון מתוצרת רפאל", **רפאל שלנו**, גיליון 13 (אפריל 2009), עמ' 33-32.  
 3. ד"ר דוד הלמן, יעקב מגד וישראל זיירמן, "לוחמה אלקטרונית בזירה הימית באמצעות התקנים מתכלים - אבשלום ואמנון", **רפאל שלנו**, גיליון 21 (ספטמבר 2012), עמ' 49-50.  
 4. מויה - סיפור חיים, הוצאת "הסיפור שנשאר", תיעוד והפקה 2014, עמ' 128-132.  
 5. "Theoretical investigation of the switching mechanism in a bistable wall attachment fluid amplifier"  
 6. ד"ר דניאל לשם, "פיתוח טיל התמוז - הסיפור שמאחורי הקלעים", **רפאל שלנו**, גיליון 20 (אפריל 2012), עמ' 12-14.  
 7. אלי שבילי ושרה מידת, "גיל - בן הטיפוחים של מויה", **רפאל שלנו**, גיליון 15 (מרס 2010), עמ' 28-29.  
 8. ד"ר שאול אתר, "מינהלת מנט"ם בראש דירוג התוצאות העסקיות של רפאל", **רפאל שלנו**, גיליון 17 (אפריל 2011), עמ' 7.  
 9. שרה מידת, "התואר דוקטור לשם כבוד הוענק לד"ר משה אפשטיין, מאבות הטילאות ברפאל", **רפאל שלנו**, גיליון 18 (ספטמבר 2011), עמ' 14-15.