

האם המדע אכן תורם לביטחון הלאומי הישראלי ככל יכולתו?

פרופ' אפרים קציר

סקירה היסטורית ממבט אישי של שיתוף הפעולה בין אנשי מדע לבין מערכת הביטחון הישראלית לפני הקמת המדינה ואחריה

שהנחה את מערכת הביטחון גם לאחר מכן. במלים אחרות, כבר מלכתחילה הבין בן-גוריון, כי ישראל לא תוכל להתחרות מבחינה כמותית עם מדינות ערב – לא בנשק ולא בכוח אדם. ישראל תוכל להתמודד עימן מבחינה איכותית, ובהתאם לכך יש לכוון את ההשקעות ואת המאמצים, ובכלל זה לפתח את הפעילות המדעית וההנדסית, שממנה יוכל צה"ל להפיק תועלת רבה.

כעבור שנים רבות – ב-27 ביוני 1963 – נכחתי באירוע הפרידה של בן-גוריון מרפא"ל כאשר פרש מראשות הממשלה; במעמד הזה אמר: יש דבר אחד, שבו אנו לא נופלים משום עם בעולם – זה המוח היהודי. ומדע, אם מותר להדיט כמוני להגיד, מקורו במוח. [...] והמוח היהודי לא איכזב. אני רוצה להגיד: המדע היהודי לא איכזב. גם מחוץ לעניינים של הגנה וגם בהגנה. אני בטוח [...] שהמדע שלנו יכול לתת לנו את הנשק הדרוש לנו, והוא דרוש לנו כדי להרתיע את אויבינו ממלחמה.

[...] [עבודה] בשביל מדע צבאי [מחייבת] הרבה צניעות, לא פרסומים, לא עיתונות, לא אינטרוויו, לא צילומים. [...] אני מכיר אנשי המדע שלנו שעובדים בצבא, שעובדים בשביל הצבא, בשביל ההגנה – שהם יודעים [...] ליצור ולשתוק. אני בטוח שיש באפשרות המדע, כמו שהוא היום, כמו שיהיה מחר – והוא מתקדם מיום ליום, כמעט משעה לשעה – לתת בידנו הנשק שיבטיח את השלום וירתיע את אויבינו. [...] המטרה האמיתית [של] צה"ל [ושל] כל אלה שמקדישים את כוחם הגופני והשכלי לצה"ל [היא] למנוע מלחמה, להרתיע את אויבינו. הייתי משוכנע בנכונות הדברים האלה אז, ואני משוכנע בכך כיום, ולכן אני חושב, שהשאלה שעלינו לשאול את עצמנו אינה האם המדע תורם כראוי לביטחון הלאומי אלא,

כבר באמצע שנות ה-30 הייתה פעילות המדעית משולבת בפעילות בטחונית. כך, למשל, בעיצומה של כתיבת עבודת הדוקטורט השתתפתי בקורס ראשון של היהגנה לקצינים – מפקדי מחלקות, ולאחר מכן בהיותי מרצה צעיר, הייתי מפקד פלוגת החי"ש (חיל שדה) של הסטודנטים. יחד עם כמה חברים, ובהם אחי אהרן, בדקנו אפשרויות שונות לתרום מהיכולת המדעית שלנו לפיתוח אמצעי-לחימה. באותו השלב ידענו, כי לנוכח האמצעים והמשאבים הדלים יהיה הפיתוח צנוע, אולם במבט לאחור, היה זה אחד היסודות המרכזיים של תשתית המחקר והפיתוח הבטחוני האדירה, שהתפתחה לאחר מכן. היה ברור, כי המדע והטכנולוגיה תורמים במידה רבה ליכולת העמידה של ישראל, לכינון העוצמה, שתבטיח את קיומה של המדינה וגם לשלום.

במרוצת הזמן הייתה לי הזכות להכיר, במסגרת עיסוקי במחקר הבטחוני, את דוד בן-גוריון. כידוע, לא הייתה לו כל השכלה מדעית מסודרת, ועם זאת, כפי שתיאר יוחנן רטנר, "מבין האישים הקובעים בחיי הציבור, היטיב הוא להעריך נכונה את חשיבות המדע והמחקר. [...] [הוא אמר:] 'אני משוכנע שנצטרך בקרוב לגייס את כל הכוחות שלנו, והם לא רבים. המדענים מהווים חלק נכבד מן הפוטנציאל שלנו, ואנחנו מוכרחים לגייס אותם.' ביוני 1947, בהוראות מפורטות למפקדת היהגנה בנוגע למלחמה העומדת בשער כתב בן-גוריון:

החומר האנושי שלנו בכללו אינו נופל מזה שבארץ אחרת, ועולה לאין ערוך, ביכולתו המוסרית והאינטלקטואלית, על זה של שכנינו. זהו יתרונו העיקרי, ולפי שעה כמעט היחיד. [...] יש להתאים מבנהו לנסיבות החדשות ולצרכים הגדולים והמחמירים, [...] מתוך ניצול כל כיבושי המדע והטכניקה החדשים לצורכי התגוננותנו. זה היה, אולי, הניסוח הראשון של עקרון האיכות,

המאמר מבוסס על הרצאה, שניתנה ביום עיון לזכרו של אל"ם שמעון ס' ר' ק' ב' באוניברסיטת תל-אביב ב-8 במאי 1997.

הנשיא הרביעי של מדינת ישראל (1973-1978). נמנה עם בכירי המדענים בישראל. בעבר המדען הראשי של מערכת הביטחון (1962-1966)



— 1949

דוד בן-גוריון, ראש
הממשלה ושר
הביטחון, ופרופ'
יוחנן רטנר, יו"ר
ההנהלה המדעית של
חיל המדע, בעת
ביקור בחמ"ד



פרופ' יוחנן רטנר
מונה על ידי דוד בן-
גוריון בשנת 1947
לאחראי על פיתוח
נשק במחלקה
המדעית של ההגנה

עלה על דעתו, שה'הגנה' תפעל בתחומי האוניברסיטה ושהמעבדות שלה יירתמו לפיתוח אמצעי-לחימה למען היישוב. הוא לא תיאר לעצמו, שמתחת לדוכן — שמעליו נאם על חשיבות השלום עם הערבים ועל הצורך להימנע משימוש בנשק ובאלימות — נמצא "סליק" של ה'הגנה' ובו חבויים אקדחים ורימונים לא-חוקיים. אנחנו סמכנו על כך, שגם הבריטים לא יחשדו שבתחום האוניברסיטה של מאגנס נמצא "סליק".

לעומת זאת, החלה להתנהל פעילות כזאת במכון זיו שברחובות. למוסד הזה, שנוסד ביוזמתו של חיים ויצמן ב-1934, הגיעו מגרמניה שני אחים כימאים — ארנסט ופליקס ברגמן. אנשי ה'הגנה' פנו אל פליקס ברגמן וביקשו ממנו תחליף לגילניט — חומר הנפץ ששימש אותם עד אז וגרם לכמה קורבנות בנפש — והוא המליץ על ייצור חומר הנפץ סן. האחים ברגמן השתלבו במאמצים לפיתוחו. בתוך כך נודע לאלהיו גולומב, מראשי ה'הגנה', כי גם המחותרת האירית בחרה להשתמש בטן למילוי רימונים ומוקשים, והעובדה הזאת הגבירה את יוקרתו של החומר וסייעה לקבלת ההחלטה על ייצורו בהיקף נרחב. בהסתר מוויצמן, אבל בברכתו של האח הבכור, ארנסט ברגמן, ששימש כמנהל המכון, ביצע פליקס ברגמן את הניסויים הראשונים בהכנת הטן והצליח להפיק 5 ק"ג ממנו באיכות משובחת מאוד. לאחר מכן הוחל בייצור נרחב של הטן, בפיקוחו של ברגמן, במפעל שהוקם בתוך בית החרושת למיצים 'פאורה' ברחובות.

לאחר זמן-מה הביאו האחים ברגמן את ויצמן בסוד

האם המדע אכן תורם לביטחון הלאומי ככל יכולתו. השאלה הזאת הועלתה כבר בימי מלחמת-העולם הראשונה. בתל-אביב הקטנה ובשכונות היהודיות של יפו הסמוכה קמה "הקבוצה היפואית", שחבריה הצעירים נערכו להגנה על היישוב מפני התגרויות של השלטונות ושל פורעים ערבים. הם גייסו לעזרתם את מאיר ויניק, שהיה אגרונום. ויניק החל את הקריירה המקצועית שלו בארץ בשיפור תהליך התסיסה בעת ייצור היין ביקב של ראשון לציון, ולאחר מכן היה המורה הראשון לכימיה בגימנסיה 'הרצליה'. בעזרת ספר לימוד רוסי וחומרים מעטים, שנמצאו במעבדת הגימנסיה, הכין ויניק את הפצצות הראשונות שיוצרו בארץ. הפצצות היו מבוססות על תגובה בין חומצה גופרתית, שהשתחררה משפופרת זכוכית, ובין סוכר. החום שנפלט כתוצאה מהתגובה הזאת גרם להצתה של הנוזל הדליק — סטירן. כיוון שהתהליך כולו התחולל בתוך קופסת פח אטומה, היא התבקעה בקול רעם אדיר. שבבי המתכת, שהוכנסו לקופסה, התפזרו בעוצמה רבה עם הפיצוץ, והגבירו את כושר ההרתעה שלה — לפחות בעיני מפתחיה.

כעבור זמן-מה שוכלל ייצור הפצצות הפרימיטיביות של ויניק באמצעות "גניבה טכנולוגית". אברהם קריניצי (לימים ראש עיריית רמת-גן), שהיה אחד מפעילי "הקבוצה היפואית", גויס לצבא העות'מאני והוצב בדמשק כמנהל עבודה בבית חרושת לייצור נשק ותחמושת. הוא הצליח להניח יד על מודל של רימון יד גרמני מתוצרת 'קרופ', ולהעבירו לחבריו ביפו, והם יצקו רימונים על-פי הדגם הזה. בדרך-כלל הסתפקה ה'הגנה' בכמויות מצומצמות של נשק ותחמושת, שהושגו ברובן ברכישות אקראיות. מדי פעם ניסו כמה מאלתרים את כוחם בייצור פצצות. הבולט שבהם היה מנחם בן-גוריו, שנמנה עם סוללי הכבישים של העלייה השלישית באזור חיפה. הוא מילא בקבוק זכוכית בחומר נפץ, עטפו בבטון ובחפץ כך שנראה כמו אבו רגילה, והצמיד למערכת הזאת פתיל ונפץ, ששימשו להפעלתה.

מאורעות 1929 הובילו לתמורות ב'הגנה'. אחת הבולטות שבהן הייתה ההחלטה, שהתקבלה במרס 1933, להקים את תעש ולהשקיע מאמצים מסודרים בייצור נשק ואמצעי-לחימה אחרים. אלה היו ניצנים של גישה מקצועית, אפילו של תכנון, אבל לא יותר מהתחלה. חלוצי התעש היו בעיקר טכנאים מיומנים, שניסו את כוחם בכל מיני אלתורים. הקהילה המדעית הקטנה של היישוב הייתה עדיין מחוץ לתמונה. באוניברסיטה העברית, למשל, לא היה אפשר אפילו לחלום על כך. נשיא האוניברסיטה, יהודה ליב מאגנס, היה פציפיסט מובהק והיה בין ראשיה של 'ברית שלום'. מאגנס היה משוכנע, שהיהודים יכולים להגיע במהרה לשלום עם הערבים בארץ אם רק ירצו בכך וסבר, שלא יקרה אסון אם לא תקום כאן מדינה יהודית אלא דו-לאומית. מובן, שלא

ייצורו של הטן. הוא התלהב מן העניין עד כדי כך, שבפרוץ מלחמת-העולם השנייה ניסה לזווג הקמה של מפעל לייצור טן בצרפת, שישרת את המאמץ המלחמתי של בעלות-הברית. הניהול השוטף של ייצור הטן במסגרת התעש הופקד בידיו של ד"ר אשר שווייגר (שמגר), שנודע בכינוי "הדוקטור". תחת שרביטו הוחל גם בייצור פיקות לכדורי רובה מעופרת אזידית לאחר שהתברר, כי הכספית הרועמת – החומר המשמש בדרך-כלל בייצור פיקות, נפצים ומרעומים – נעשתה לחומר יקר מציאות. מהיכרותי הממושכת עם שמגר אני יכול להעיד, שמעולם לא פגשתי אדם זהיר כמוהו; הודות לגישה הזאת לא קרתה שום תקלה בכל התחומים של הפיתוח והייצור שהיו באחריותו.

באביב 1940 מונה המהנדס חיים סלבין למנהל התעש. לימים הכתיר אותו בן-גוריון כאחד מארבעה-חמישה אנשים, שמילאו תפקיד מרכזי בהשגת הניצחון במלחמת העצמאות. סלבין היה אדם מסודר ושיטתי מאוד, ובהנהלתו הפכה המערכת לגוף מאורגן ויעיל. הוא כיהן בתפקיד הזה ארבע שנים. כלל הברזל שלפיו פעל היה "לא להמציא דברים חדשים, אלא לעבוד על-פי עקרון החיקוי תוך הקפדה, שהחיקוי יהיה מעולה." בין היתר עסקו בתעש בייצור נשק עבור הפלמ"ח, שהוקם ב-1941 ככוח הסדיר של ה'הגנה'. מפעלי תעש, בניצוחו של סלבין, הכינו עבור הפלמ"ח רימוני יד, תת-מקלעים מסוג סטן, מרגמות 2 אינץ' וגם תחמושת לכלים האלה. במרס 1944 נאלץ סלבין לפרוש מניהול התעש על רקע חילוקי דעות, שנבעו משאיפתו לפרפקציוניזם בעבודה. כעבור זמן לא רב עלה על דעתו, כי מלחמת-העולם השנייה עומדת להסתיים וכי רוב הציוד של תעשיית הנשק האמריקנית יימכר במחיר נמוך כגרוטאות מתכת. הוא כתב על כך לפיקוד העליון של ה'הגנה', והמכתב הגיע לידיעתו של בן-גוריון. כמה חודשים לא נעשה שום צעד בנידון, אולם ביוני 1945 הגיע



האצבע על הדק
תת-המקלע
"סטן" בעת שיט
על הכינרת, לפני
הקמת מדינת
ישראל

בן-גוריון לניו-יורק וגייס בחשאי, בעזרתם של מאיר וייסגל והנרי מונטור, שבעה-עשר בעלי הון, שניתן היה "לסמוך על נאמנותם לבטחון היישוב." בן-גוריון ביקש-תבע מאות-אלפי דולרים, ואולי מיליונים, לרכישת נשק. באותו מעמד הוחלט על הקמת מכון סונבורן, שאותו ריכוז רודולף סונבורן, אשר כונה על-ידו "הזרוע האמריקנית של מחתרת ההגנה.

באוקטובר 1945 הגיע סלבין לארצות-הברית ובידו מילון אנגלי-עברי ומספרי הטלפון של סונבורן ומונטור, כדי להתחיל במלאכת הרכש. הוא ביקש מאייב (אברהם) פיינברג לאסוף כמה מיליונרים יהודים, ונשא בפניהם נאום קצר. האגדה מספרת, שלאחר מכן ביקש מפיינברג לנעול את הדלת, שלף אקדח והודיע: "אין לי זמן. מי שלא נותן כסף, לא יוצא מפה חי." לא ברור, האם הסיפור הזה נכון, אבל הכספים התחילו לזרום, וסלבין החל ברכישות ענקיות.

במקביל הגיע יוחנן רטנר למסקנה, שיש הכרח בייצור הפוטנציאל הטכני-מדעי שלנו כתחליף למחסור הצפוי באפשרויות "נורמליות" לרכישת נשק כבד וחדש, והחליט להתמסר לכך. רטנר היה פרופסור לארכיטקטורה בטכניון, שכבר הספיק לשמש כקצין בצבא האדום בראשיתו וגם כראש המפקדה הארצית של ה'הגנה' וכיועץ לענייני ביטחון של הנהלת הסוכנות. בספר זכרונותיו תיאר פגישה, שנערכה באביב 1946 בנושא כינוס נציגיהם הראשיים של ענפים שונים במוסדות המדע. בפגישה נכחו, בין היתר, האחים קצילסקי, פליקס ברגמן ויוסף טורצקי. רטנר ידע בבירור, כי האדם הנכון לארגון הפעילות הזאת הוא בן-גוריון, אולם הוא לא היה אז בארץ, והאפשרות להיפגש עימו בחו"ל, או לפנות אליו בכתב לא עלתה על דעתו של רטנר, ואולי נראתה לו לא-יעילה. מכיוון שחשש, שהתלהבותם של המדענים תצטנן, החליט שלא לחכות לשובו. הוא השיג בתחילה תקציב זעום מיצחק שדה, שהיה אז רמטכ"ל ה'הגנה', למימון הפעילות הראשונית.

בן-גוריון ורטנר נפגשו רק במאי 1947 בתום ה"סימנר" המפורסם שערך בן-גוריון כראש מחלקת הביטחון של הסוכנות היהודית. בנובמבר אותה שנה כתב בן-גוריון ביומנו: "יוחנן: כבר עושים [פצצות] מדמיעות, חומצה ותחנת שידור. הסכום הדרוש 7,200 לא"י. נתתי הוראה לתת הסכום הדרוש." זוהי העדות הראשונה לפעילות מדעית-בטחונית בהיקף נרחב ובהוראת הדרג הבכיר ביותר.

הייתי אז בהשתלמות בארצות-הברית. אחי אהרן שלח אלי מכתב, שבו נאמר:

עוד לפני נסיעתך הכרנו בבהירות כי אין הצדקה לנצל את המדע רק למטרות מיוחדות, אלא יש להקים מחלקה מרכזית שתטפל בכל שטחי המחקר הצבאי ותחדיר את תוצאות המחקר לכל מחלקות הארגון. אולם גם לנו עצמנו לא היה ברור בדיוק תחום המחקר ולא הבחנו

של בעלות-הברית, כפי שעשה במלחמת-העולם הראשונה, וברגמן ניצב לצידו. מאוחר יותר התגלעו חילוקי דעות קשים בין ויצמן ובן-גוריון, בין היתר בקשר לחמ"ד. ברגמן, שהלך ונשבה בקסמו של בן-גוריון, העמיד את מכון זיו החדש לרשות המחקר הבטחוני, וויצמן זעם על כך, שבמכון שלו עוסקים "במשהו שאינו מדע אלא ייצור חומרי נפץ", ועוד בכפוף לבן-גוריון. הדברים הגיעו עד כדי קרע, וברגמן נאלץ לפרוש ממכון זיו. לאחר מכן היה יועץ מדעי לשר הביטחון, יושב-ראש הוועדה לאנרגיה אטומית, ובעצם ראש וראשון לכל מערכת המחקר הבטחוני. בכהונות האלה שימש עד מאי 1966, ומילא תפקיד חשוב בהכוונת המאמץ, בגיבוש



אבא. אולי דאית את אקדח הקפצונים שלי?

הקונפציות וגם בהשגת ההצלחות. אחי אהרן, שהיה, כאמור, המזכיר המדעי של ההנהלה הראשית, קנה לעצמו מעמד, שחרג מכל הגדרה פורמלית. תפיסתו המהירה והמקיפה, הידע הנרחב והמעמיק שלו, המוניטין שלו כגורם המניע של כל הפעילות המדעית-הביטחונית בירושלים, קסמו האישי ויכולת השכנוע שלו – כל אלה עשו אותו לדמות מרכזית בחמ"ד ובמחקר הביטחוני לאחר מכן. אחת ממשימותיו המיוחדות הייתה השגת תמיכתו של בן-גוריון בפעילויותיהן של החמ"ד והמחלקה המדעית. כל הנוגעים בדבר ידעו, כי ראש הממשלה רוחש חיבה רבה לאהרן וכי הוא שש לשמוע את הסבריו ולהיענות לבקשותיו. שלמה גור סיפר, שהיחס המיוחד הזה הציב בפניו בעיות קשות. בכל פעם שבן-גוריון היה נרעש מהתיאורים רוויי החזון של אהרן ושל ברגמן הוא פקד על גור לבצע את הדברים הללו לאלתר. גור נאלץ להזכיר את כל הפרטים הקטנים הרבים החסרים למילוי המשימה וספג גערות לרוב. למזלו, לאחר שהיה נפגש עם אהרן היה למד, שבכל זאת אפשר לעשות משהו כדי למלא את המשימה ולהפיס את דעתו של בן-גוריון.

גור הגיע למערכת בספטמבר 1947, לאחר שסיים שלוש שנות לימודי הנדסה בארצות-הברית, ולאחר שכבר נכנס להיסטוריה של היישוב במאורעות 1936-1939 הודות לרעיון

בבהירות בין העבודה האזרחית בארץ ובין המחקר הצבאי במובן הצר. חודשיים לפני החלטת האו"ם על הקמת המדינה [כלומר, בספטמבר 1947] פניתי בכתב אל "הזקן" וביקשתי להיפגש אתי בדבר הקמה של מחלקה למחקר צבאי. בפגישה נתגלה כי "הזקן" מבין לרוחנו ורואה את תפקידי המחלקה באספקלריה בהירה ורחבה. הוא סיפר כי כבר נפגש בעניין זה עם יוחנן [רטנר] מחיפה וקבע פגישת-יסוד בתל-אביב. בפגישתנו הצנועה בתל-אביב הוחלט על קווים ראשוניים לפעולה ואושר תקציב שנתי של עשרת אלפים לא"י. אחרי הפגישה שוחחתי עם יוחנן. שנינו היינו נלהבים מהאפשרויות שנפתחו לפני המדע העברי, אך חששנו כי הסכום שניתן לנו גדול מדי ואיננו יודעים מה לעשות בו. [כיום, בסוקרנו את הדרך שעברנו, נראה לנו הסכום פעוט וחסר פרופורציה להיקף העבודה].

בשבועות הראשונים של העבודה המשכנו קצת ב"עבודות המיוחדות", אולם מיד הרחבנו את תחומן והחלטנו להעביר כמה מהמוצרים לקנה-מידה תעשייתי. כן התחלנו לטפל בכמה בעיות צבאיות ממש, כגון זורקי-להבות, בקבוקי מולוטוב, רימוני עשן וכדומה. כששבתי לארץ בראשית מאי 1948 נודע לי על קיומם של שני גופים חדשים: מחלקה למחקר מדעי של מערכת הביטחון וחיל מדע (חמ"ד). לאחר מכן התברר לי, כי ב-17 במרס התפרסמה הפקודה הבאה של סגן רמטכ"ל ההגנה:

1. הוחלט להקים מחלקה למחקר מדעי ליד אגף המבצעים במטכ"ל.
2. למחלקה למחקר תהיה כפופה יחידת מדע.
3. תפקידי יחידת המדע הם: (א) השתתפות בהוצאה לפועל של מחקר מדעי בשטח הצבאי; (ב) טיפול במבחני שדה של תוצאות המחקר הצבאי; (ג) הדרכה ביחידות בסוגי הנשק, החימוש והציוד האחר שיעובדו על-ידי יחידת המדע; (ד) עזרה בהקמת תעשיות צבאיות ומגע עם התעשייה הקיימת. [...]
8. הקיצור חמ"ד אושר ליחידת המדע.
- ההרכב של ההנהלה הראשית של המחלקה למחקר מדעי היה כדלהלן: יוחנן רטנר (יו"ר); ארנסט ברגמן, יואל רקח, הוגו היימן – חברים; אהרן קצילסקי – מזכיר. נוסף על כך היה תפקיד של מפקד החמ"ד, שגם אני שימשתי בו זמן-מה. אולם אין ספק, שארבעת האנשים המרכזיים בחמ"ד היו ברגמן, אהרן, שלמה גור ויבגני (יוחנן, שכונה "זיקה") רטנר. הגבולות בין המחלקה המדעית והחמ"ד היו מטושטשים.

ברגמן היה שנים רבות יד-ימינו ובן טיפוחיו של חיים ויצמן. ב-1934 מינה ויצמן את ברגמן, שהיה פרופסור מבריק לכימיה אורגנית, למנהל המדעי של מכון זיו. כשפרצה מלחמת-העולם השנייה ניסה ויצמן להשתלב במאמץ המדעי

"חומה ומגדל", שהוא הגה. בהיותו בן 22 בלבד הוא ניצח על מבצעי העלייה על הקרקע של עשרות יישובים מהסוג הזה. לאחר מכן עיבד, במסגרת מחלקת התכנון של ה"הגנה", תוכניות להגנה על כל יישובי הארץ, וגם עסק בתכנון הזרמת מי הירדן לנגב, בהתאם לתוכנית לאודרמילק-בלאס הנודעת. מרגע שהחל לפעול במחלקה המדעית נעשה לאחראי על כל העניינים הארגוניים ונקט לא אחת יוזמות נועזות. במקרים רבים עורר עליו את כעסם של המדענים מזה ושל הביורוקרטים מזה, אבל רוב היוזמות שלו עלו יפה, ובמבט לאחור נראה, כי היו חיוניות, וכי בלעדיהן לא ניתן היה להזיז את העגלה.

יוחנן רטנר מונה לאחראי על פיתוח נשק במחלקה המדעית של ההגנה בסתיו 1947, זמן קצר לאחר שחזר לארץ מבריטניה. הוא היה מהנדס מוכשר, שגויס במלחמת-העולם השנייה למחלקת המחקר של האדמירלות הבריטית, והיה עליו להשקיע מאמצים רבים כדי להשתחרר מהעבודה במסגרת הזאת ערב מלחמת העצמאות. בבואו למחלקה המדעית, הוא התיישב בדירה שכורה קטנה ברחוב פרוג בתל-אביב, ומשם ניצח על פרויקטים שונים. הייתה זו התקופה שלפני יציאת הבריטים מן הארץ, ולכן חשוב היה לשמור על הסודיות והמידור. הדבר נעשה, בין היתר, באמצעות פיזור העבודה בין בתי מלאכה רבים, שכל אחד מהם ייצר מרכיב אחד, תמים-לכאורה, של מערכת נשק מורכבת יותר. אהרן דונגי, עוזרו הנאמן של רטנר, התרוצץ בלי הרף בין בתי המלאכה הללו וחיבר את כל החוטים יחדיו.

אחד הפרויקטים הראשונים בניצוחו של רטנר היה פיתוחו של מטול נגד טנקים מסוג "פיאטי". הוא ושותפיו למלאכה עשו זאת בדרכים לא-כשרות במיוחד. עמוס חורב, שהיה באותם הימים מפקד פלוגה בפלמ"ח, קנה "פיאטי" בריטי מערבי תושב אבו גוש, שגנב אותו ממחנה בריטי. ה"פיאטי" הזה הועבר לרטנר, שהצליח לייצר מטול על-פיו, ואף הכין עבורו תחמושת מתאימה. לאחר מכן יזם ניסוי של המערכת, שנערך סמוך לקיבוץ דליה, שבו נכחו כן-גוריון



בעיר העתיקה
נפוצה שמועה,
שהיהודים
מפעילים פצצות
אטומיות

ה"דוידקה" –
מרגמה שפותחה
על-ידי דוד
ליבוביץ, איש
התעש. במרגמה
שולבו לוחמה
ארטילרית
ומלחמה
פסיכולוגית

וכל ראשי ה"הגנה". ה"פיאטי" הופעל והבקיע חור מרשים בלוח פלדה, שעוביו 40 ס"מ, והייתה בכך הוכחה ברורה ליכולת הפעולה של המחלקה המדעית ושל יוחנן רטנר בפרט. בקהל הצופים בניסוי נכחו גם ספקנים מושבעים, שלא השתכנעו, וחלק מהם אף העלו את ההשערה, שרטנר קדח חור בלוח הפלדה לפני הירי. רטנר לא עבר על ההערות האלה לסדר היום, והתלהט ויכוח בנושא.

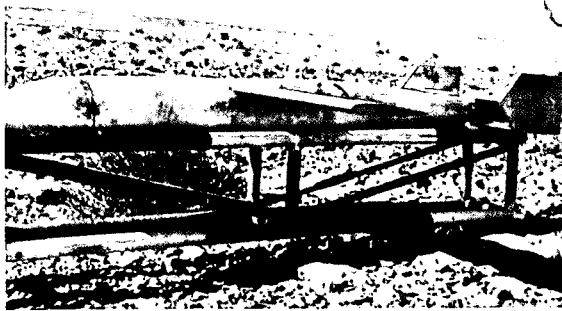
בתום מלחמת העצמאות הכין רטנר רשימה של "המוצרים מפיתוח שלנו שסופקו בתקופת מלחמת השחרור על-ידי 'היוצרי' (תעש-חוף)". עצם שמו של הגוף האחרון מעיד על חילוקי דעות במערכת. סלבין, שעמד באותה התקופה בראש התעש, נמנה עם גדולי המסתייגים מ"הפיתוח שלנו", ולכן הוקם 'היוצרי' בניצוחם של המהנדסים יצחק וילנצ'יק ושמוחה בלאס. בשולי הרשימה העיר רטנר, כי קצב ההתארגנות והייצור הפתיעו אותו לטובה, וכי היקף הייצור מרשים הן כשלעצמו והן בהשוואה לזה שהיה קיים לאחר מלחמת העצמאות.

במקביל לחבורתו של רטנר פעלו במסגרת החמ"ד כמה קבוצות נוספות. אחת מהן הקימה בירושלים את מכון 2 ופעלה בהשראתו של אחי אהרן. גרעין הקבוצה הזאת החל להתגבש ב-1946 בין כותלי האוניברסיטה העברית ותוך שימוש מחתרתי במעבדות האוניברסיטה. כאמור, מאגנס, נשיא האוניברסיטה, לא ידע על כך דבר, אבל לפחות שלושה פרופסורים בפקולטה למדעי הטבע היו, במידה זו או אחרת, בסוד העניין – משה ויצמן, אחיו של חיים, שהיה פרופסור לכימיה אורגנית, וכן הפיזיקאים יואל רקח ושמואל סמבורסקי. סמבורסקי היה שותף לדעותיו המדיניות של מאגנס, אבל הבין כי הצורך בהתגוננות מכתבי את הדברים. אדם מרכזי נוסף בקבוצה הזאת היה אליהו (אליק) סוחצ'בר, אביו של עמוס חורב, שניהל את בתי המלאכה של האוניברסיטה ונודע כאשף בעניינים טכניים. כן ראוי להזכיר את המהנדס מאיר רבינוביץ (בץ), אחד מראשוני הפלמ"ח, שעמד כמה חודשים בראש "מחלקת המחקר" של ה"הגנה", והיה בעל חלומות. למשל, כשאנחנו ניסינו להתקין פצצות קטנות הוא דיבר על מתקן על-קולי, שיוצב ליד מחנה בריטי, ישמיע קול נפץ אדיר ויפוצץ את כל חומרי הנפץ שיימצאו במחנה. אני זוכר, שחששנו, כי דעתו נטרפה מה גם שהוא לא ידע איך בדיוק לבנות את המתקן שהציע. עם זאת, במבט לאחור נראה, שדבריו תרמו ליצירת הרוח, שאיפיינה לאחר מכן את מערכת המחקר הבטחוני. לחלומות של רבינוביץ היה חלק בשאיפה להתמודד עם אתגרים לא-קונוונציונליים. כשפרצו הקרבות בירושלים, והדרך להר הצופים נותקה, נאלצו אנשי הקבוצה הירושלמית להתפזר במבנים שונים ברחבי העיר. כעבור זמן-מה הם שבו והתקבצו יחדיו במתחם שנלך לאחר שהבריטים פינו אותו, ושם עסקו בעיקר במתן

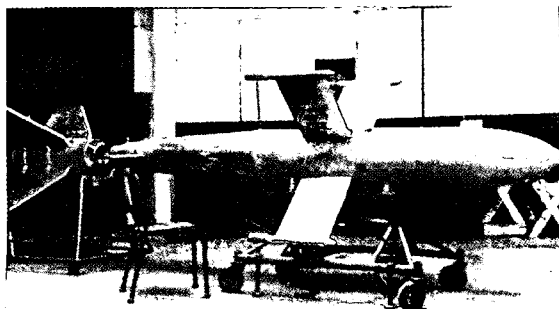


1953 – "בזק"
טיל מסוג "פצצה
גולשת", המודרך
ממטוס-אם

במהלך מלחמת העצמאות השתעשע ברגמן ברעיון, שמכון זיו יהיה "למכון המרכזי במדינת ישראל, בעל אופי אזרחי וצבאי כאחד". כל מי שהיטיב להכיר את ברגמן היה יכול להבין כיצד נולד רעיון כזה במוחו ועד כמה התאים למחויבותו המוחלטת לשירות הלאום. אולם במציאות הישראלית של אותן השנים – וככל הנראה במציאות של הקהילה המדעית באשר היא – לא היה לכך כל סיכוי. ויצמן, למשל, לא היה מוכן להשלים עם האפשרות, שהמכון שלו לא יהיה מוסד אקדמי עצמאי, החותר למוניטין בין-לאומיים, אלא ישמש כשלוחה ממשלתית, ועוד בכפוף לבן-גוריון. מעבר לכך, יותר ויותר התברר, שאם מדינת ישראל רוצה להשתלב במשפחת האומות המתקדמות והמתוקנות, אחד התנאים לכך הוא פיתוח מדע בסיסי בפני עצמו. נוסף על כך, התבררה החשיבות של פיתוח המדע הבטחוני בפני עצמו. שתי הזרועות האלה נזקקו לפיתוח מואץ בנפרד ותוך קיום מגעים הדדיים. כך קרה, שעם תום המלחמה נחלקו אנשי החמ"ד לשתי קבוצות – האחת שבה לאקדמיה, והקבוצה השנייה החלה בפיתוח מואץ של המדע הבטחוני. דרכי החשיבה של חברי הקבוצה הזאת, שהתעצבו בעת שירותם בחמ"ד, היו מבחינות רבות



1954 – "מלאך"
טיל דוגמת ה-V-1
הגרמני, מימי
מלחמת-העולם
השנייה



1956 – "ג-26"
דגם ראשוני של
טיל ים-ים

מענה לצרכים מקומיים. בין היתר עסקו חברי הקבוצה במילוי מוקשים בחומר נפץ, שהופק משני חומרי גלם: אשלגן כלורטי, שהוחרם ממשלוח של חברת האשלג, וניטרוצלולוז, שמוצה מסלילי סרטים, שהופקעו מבתי קולנוע בירושלים. עובדי מכון 2 היו שותפים גם לניסיון הכושל של הבקעת החומה במאמץ לפרוץ לעיר העתיקה. הם הכינו פצצה חרוטית, בהתאם לחישובים של יואל רקח, אבל למרבה האכזבה חל שיבוש כלשהו. הפעלת הפצצה גרמה לכתם פיח שחור וגדול על החומה, אך שום אבן לא זזה ממקומה. הם זכו להצלחה רבה יותר בפיתוח הווריאציה הירושלמית של ה"דיודקה", המרגמה שפותחה על ידי דוד ליבוביץ, איש התעש. במרגמה הזאת שולבו לוחמה ארטילרית ולוחמה פסיכולוגית. הרעש שהקימו הפצצות שלה היה אדיר, וגם פיזור הרסיסים היה מרשים מאוד, ולכן נפוצה שמועה בעיר העתיקה, שהיהודים מפעילים פצצות אטומיות, ותרומתה לפגיעה במורל של הערבים הייתה רבה מן הסתם מהאפקט הישיר של ההפגזה.

קבוצה חשובה אחרת של החמ"ד פעלה ברחובות בבניין החדש של מכון זיו, שבנייתו הושלמה וחנוכתו נדחתה עד לאחר המלחמה. ב-18 במאי כתב ארנסט ברגמן לויצמן, כי מספר העובדים במכון גדל בצורה ניכרת, וכי הדבר מאפשר להיערך לעבודה ממשית במשך 24 שעות ביממה. חלק מן הכימאים שעבדו בקבוצה הזאת עסקו בייצור החומר המדמיע כלורוצטופנון (כא"פ), שנחשב כנשק פלא. כימאים אחרים עסקו בייצור תחליפי תרופות והפיקו, בין היתר, תחליף למורפיום, שחסרונו בבתי החולים הצבאיים הורגש מאוד. בין הפיזיקאים היו כאלה שעסקו בפיתוח מטענים חודרים וכלים ארטילריים. כאן נבנה הדגם הראשון של תותח לא-רתע ישראלי, וכן נרקמו תוכניות לא כל-כך מוצלחות להכנת טילים, שעדיין נקראו אז רקטות. לעומת זאת, נרשמה הצלחה לזכותה של קבוצת פיזיקאים, בראשותו של ישראל פלח (לימים המנהל הראשון של המרכז למחקר גרעיני שורק), שפיתחה פנסי אינפרא-אדום, שהועברו לרשות הקומנדו הימי ונעשה בהם שימוש בהתקפה על אוניית הדגל של חיל הים המצרי "האמיר פארוק". כמה לוחמים נועזים, בפיקודו של יוחאי בן-נון, יצאו בחשכת הלילה בסירות לעבר האונייה. הם חבשו לראשיהם את הפנסים האלה, והודות לכך הצליחה סירת המילוט לאסוף אותם.

במכון זיו הוקמה מחלקה למחקר איזוטופים, שלראשה מונה ישראל דוסטובסקי. דוסטובסקי ניצל את הצידוד הזה להקמת היחידה חמ"ד ג' (מהמלה גיאולוגיה). הוא ואנשיו חיפשו בדרום הארץ אוצרות טבע. הם בדקו סימנים לנפט בחוליקאת (חלץ), במכתש הגדול ואפילו בסיני (בימי מבצע חורב). לאחר מכן הם חיפשו אורניום בהר הנגב ואיתרו תוך כדי החיפושים שורה ארוכה של שדות פוספטים.

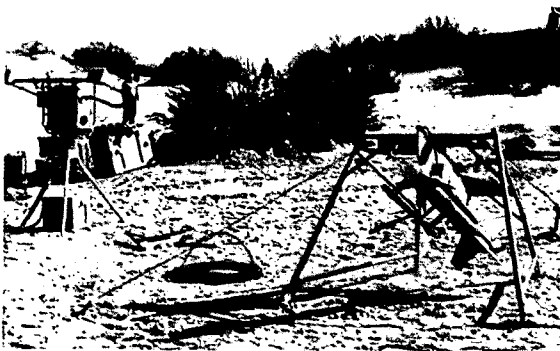
של רטנר הוקמו בתי מלאכה משוכללים ומחלקות נוספות. לימים הפך אותו מכון לגוף המרכזי של רפא"ל, ולאחר מותו של ברגמן הוסב שמו לימכון דוד.



1960 – בדיקה ראשונית של חלקי טיל שהתפזרו בשטח לאחר השיגור

התרומה המובהקת ביותר של החמ"ד למאמץ הלאומי. כאמור, בין שתי הקבוצות הללו הוסיפו להתקיים קשרי גומלין. חוקרי מערכת הביטחון יצאו ובאו במסגרות האזרחיים, ומדענים בכירים מהמערכת האזרחית פעלו כיועצים, ולא אחת אף עשו מעין שירות מילואים מעברו השני של המתרגם.

חמ"ד המשיך להתקיים כחיל במסגרת הצבא עד ראשית 1952, תחת פיקודו של סא"ל שלמה גור. הוא ניהל חמישה מכונים במקומות שונים בארץ, ואחד מהן, בכורדני שליד חיפה, הוקם לדברי גור, כדי להעביר אליהם את יוחנן רטנר. גור, שלא היה מוכן לוותר עליו, הקים למענו את המכון הזה, שנודע כמכון 3. למכון הזה הועבר בסיס החמ"ד החיפני, על עשרות עובדי, ששכן קודם לכן במרתפי הטכניון ועסק בעיקר בכימיה ובאלקטרוניקה. לצד המחלקה המיוחדת



1960 – "שפירר" מותקן על גבי כן-שיגור אווירי בעת ניסוי מן הקרקע



1961 – צה"ל מפעיל טילי "לוח"י

כעבור זמן-מה התברר, שהמסגרת הצבאית אינה מתאימה במיוחד לצורכי המחקר והפיתוח, ולכן הוחלט לבטל את המסגרות הנפרדות של החמ"ד והמחלקה המדעית ולהקים במשרד הביטחון אגף חדש למחקר ותיכון. האגף הזה היה צריך למעשה להיקרא האגף למחקר ולפיתוח, אבל המלה "תיכון" קסמה לבן-גוריון הן בשל הצליל המקראי שלה, והן משום שראשי התיבות של האגף היו אמ"ת. בידי ברגמן הופקדה הסמכות המדעית העליונה של האגף והוא מילא שני תפקידים: יועץ מדעי לשר הביטחון וראש מחקר ותיכון. לצידו מונה מאיר (מוניה) מרדור למנהל האגף. מרדור לא היה מדען ולא מהנדס, אבל מילא לפני כן שורה ארוכה של תפקידים מיוחדים ב"הגנה", עסק בפעולות חבלה, רכש ועלייה ב', היה טייס ופיקד על להק התובלה של חיל-האוויר הצעיר. מרדור מילא תפקיד חשוב במערכה על דעת הקהל של הממסד הצבאי. בראשית שנות ה-50 סברו קצינים בכירים רבים, כי עדיף להשקיע ברכש של נשק מחו"ל, ולא לבזבז כספים על ניסויים מקומיים, שפירותיהם – אם יהיו בכלל כאלה – יושגו בעתיד הלא נראה לעין. מרדור סייע רבות להפרכת התפיסה הזאת.

בקיץ 1958 הוחלט מסיבות שונות להרחיב את המסגרת של אמ"ת ולעשותו לגוף אוטונומי יותר, וכך הוקמה הרשות לפיתוח אמצעי-לחימה (רפא"ל). מרדור מונה למנכ"ל רפא"ל, שימש בתפקיד הזה עשר שנים, והטביע את חותמו על המערכת. בתקופתו הגיעה המערכת להישגים נאים, שעל חלק מהם עדיין לא ניתן לדבר; בכמה מן הפיתוחים שעליהם עבדו ברפא"ל נעשה שימוש במלחמת ששת הימים ובמלחמת יום הכיפורים.

מרדור נעזר בכמה עובדים בכירים של מערכת הביטחון. ראוי להזכיר כאן שניים מהם, שתרמו רבות לקידום המחקר והפיתוח: שמעון פרס, ששימש מסוף 1953 ועד קיץ 1959 כמנכ"ל המשרד ועד קיץ 1965 כסגן שר הביטחון; ומשה קשתי, שעסק שנים רבות בענייני הכספים והמשק של משרד הביטחון ושימש כמנכ"ל המשרד בשנים 1964-1970. על פועלו של פרס נכתב רבות, אולם קשתי נשאר אלמוני למדי, ולכן חשוב להזכיר את התושייה הרבה שגילה בגיוס משאבים לצורכי המחקר והפיתוח. למשל, פרויקטים בתחום האלקטרוניקה מומנו בשעת הצורך על-ידי יתרות, שגילה קשתי בתקציב הארטילריה וההיפך.

שיטת העבודה של רפא"ל הייתה פרויקטים כאשר לכל משימה מוגדרת גויסו צוותים של חוקרים ומהנדסים מתחומים שונים. אלה עבדו על הפרויקט מרגע הולדתו הרעיון ועד להשלמתה של מערכת מורכבת, המותאמת

לפעילות מבצעית.

כיום, אין זה עוד סוד, שחלק מהפרויקטים הללו התמקדו בייצור טילים (אם כי בתחילה דובר לא בטיילים אלא בקליעים וברקטות). רעיונות ראשוניים בתחום הזה צצו כבר בראשית ימי החמ"ד ואפילו לפני כן. בסוף 1946 הטילה "מחלקת המחקר" של ה"הגנה" על שני סטודנטים לפיזיקה – עמוס דה-שליט וגדעון יקותיאלי (לימים פיזיקאים נודעים) – לתכנן רקטה על-פי מידע הקיים בספרים. הם נעזרו בחניכי קורס הטיס של הפלמ"ח, שנערך בקיבוץ נען, ובייחוד באחד החניכים, שנודע כמומחה לחרטות – סטף ורטהיימר. כעבור זמן-מה הצטרף לפרויקט גרישקה, עולה חדש מברית-המועצות, שטען כי צבר ידע בענייני רקטות במלחמת-העולם השנייה. עד מהרה התברר, כי המומחיות היחידה שלו הייתה בתחום האלכוהול. הרקטה היחידה שיצאה מתחת ידיו והצליחה להתרומם נבנתה כחיקוי לקטיושה הרוסית, או לפחות על-פי המושגים שהיו לו ביחס לקטיושה כזאת. ירי הניסוי נערך בפרדסי נען והסתיים בתוצאות קשות: הרקטה נעה לעבר מחנה גדול של הצבא הבריטי (לימים מחנה ביל"ו של צה"ל) ונחתה על נתיב הסיור של פטרול בריטי. בשלב הזה לא נותר אלא להעביר במהירות את מחלקת הטיס של הפלמ"ח לקיבוץ שפיים ואת גרישקה לתל-אביב.

כעבור זמן-מה נעשו בחמ"ד ניסויים מסביב ל"כלב". הייתה זו קופסה על גלגלים, עמוסה בחומר נפץ, והתכנון היה להניע אותה באמצעות כבל ארוך ואותות חשמליים, שישודרו דרך הכבל הזה. התוצאה לא הייתה מזהירה, אבל המחשבות והמאמצים נמשכו. ואכן, לאחר כמה שנים החלו הטיילים להפוך מחלום למציאות. במשך הזמן פותח "כלב ים", שהיה אמור להיות מופעל נגד כלי שיט. שש יחידות מהסוג הזה, שפותחו כולן בארץ, הוכנסו לשירות מבצעי בחיל הים ב-1954. במקביל הוחל בפיתוחם של 'בזקי וימלאך', שהיו מעין ניצני פיתוח של טילי אוויר-קרקע. ואז, במרס 1953 נקבע בצה"ל, כי "יש מקום לקליע מונחה ים-ים". המאמצים שהושקעו בעקבות ההחלטה הזאת הולידו בסופו של דבר את טילי "גבריאלי", ובדרך נולדו גם טילי קרקע-קרקע מסוג "לוז" ודומים לו, וטילי אוויר-אוויר מסדרות "שפיר" ו"פיתון". הטיילים הללו רשמו הצלחות רבות בהיסטוריה הצבאית של ישראל.

אחד ההישגים הבולטים ביותר של הפעילות בתחום הטיילים היה שיגור "שביט 2" ביולי 1961. כמה שבועות לפני כן נודע, כי ארצות-הברית הסכימה למכור למצרים חומרים-הודפים לשימוש בטיילי מחקר, וכי מצרים מתכוננת לשיגור ראוות ביום המהפכה של "הקצינים החופשיים" (23 ביולי). אנשי רפא"ל כבר הצליחו להשלים באותה התקופה את פיתוח הטיל הדו-שלבי, שכונה "מטאורולוגי"

(משום שניתן היה להשתמש בו למדידות אטמוספיריות). אחד ההיבטים החשובים ביותר של הפיתוח היה קשור בחומר-ההודף שיוצר בארץ. משקל הטיל היה 250 ק"ג, גובהו 1.5 מ', והטווח המתוכנן שלו היה 80 ק"מ. אבל די היה בכך כדי להוכיח למצרים ולעולם כולו את יכולתה הגבוהה של ישראל.

אחד מתחומי הפעילות החשובים של רפא"ל היה לוחמה אלקטרונית. מדובר במכלול האמצעים והמערכות, שמטרתם להטעות, לשבש את אמצעי האויב ולהסתיר את היעדים של ישראל. רפא"ל החלה לעסוק בכך בצורה שיטתית ומעמיקה באמצע שנות ה-60. בתחילה פותחו בה רק תת-מערכות. בערב מלחמת ששת הימים כבר הייתה בידי המפתחים מערכת מלאה ללוחמה אלקטרונית – הן אקטיבית והן פסיבית – ובתקופת המלחמה נעשה בה שימוש. בתקופה שלאחר מכן לא קפאו אנשי רפא"ל על השמרים, והוכחה בולטת לכך ניתנה ביוני 1982, בתום השבוע הראשון למלחמת לבנון. כאשר תקפו מטוסי חיל-האוויר את מערך הטיילים הסורי בבקעת הלבנון הם



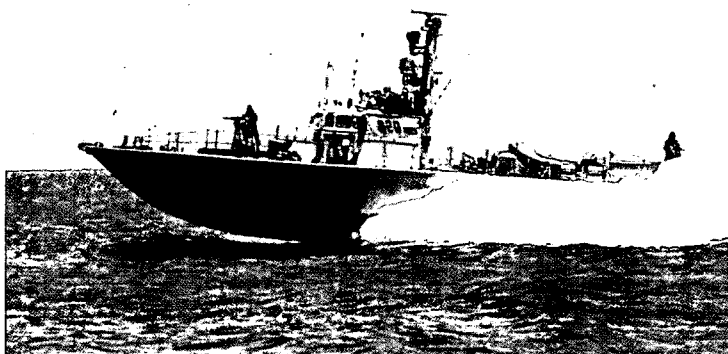
לוחמי צה"ל
מסתערים עם
פירות התעש –
עוזי ורנ"ט
(רומה רימון)

הסתייעו באמצעי הלוחמה האלקטרונית, שחסמו את המערכות נ"מ הסובייטיות. האמצעים האלה יחד עם טילי האוויר-אוויר מתוצרת רפא"ל תרמו רבות להישג חסר התקדים – במהלך המלחמה הופלו 80 מטוסים סוריים, ולא הופל אף מטוס ישראלי. מאז פותחו ברפא"ל דורות נוספים של טילי אוויר-אוויר, שנחשבים למעולים. הוכחה ברורה לכך היא מכירת הטיילים האלה למדינות אחרות, שגם הכניסה לישראל רווחים נאים.

התעשייה האווירית

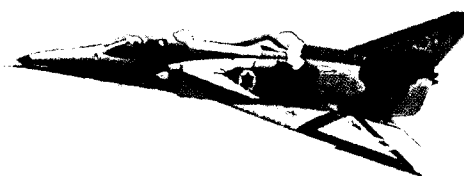
את שתי התעשיות האלה מנחים שיקולים שונים מאלה של רפא"ל. זכור לכול מה עלה בגורלו של מטוס ה"לביא", שאותו

"דבורה" – תוצרת
התעשייה האווירית,
בשירות חיל הים
הישראלי

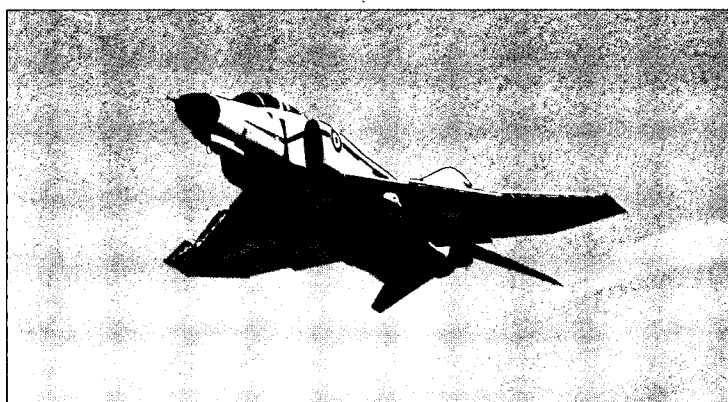
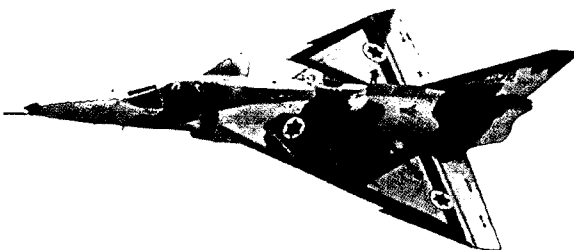


הצליחו אנשי התעשייה האווירית לפתח לתפארת, אבל נבצר מהם להביאו לקו הייצור. ובכל זאת קיימים הישגים בולטים של פיתוח מערכות גדולות מלאות. אחד ההישגים האלה היה מטוס-הקרב "כפיר", שפותח בעקבות האמברגו הצרפתי לאחר מלחמת ששת הימים. 50 מטוסי "מיראז'י" חדשים, שישראל כבר שילמה עליהם, לא הועברו על-ידי צרפת בתגובה על כך, שישראל לא שמעה לעצתו של דה-גול ויצאה למלחמה לפני שהותקפה. ייצור מטוסי ה"כפיר" היה הפתרון המהיר יחסית שמצאה ישראל לבעיה הזאת. על-פי העיתונות הזרה, היו במלחמת יום הכיפורים 40 מטוסי "כפיר" בשירות מבצעי בחיל-האוויר הישראלי. לאחר מכן הצליחה ישראל למכור מטוסים כאלה למדינות שונות ברחבי העולם, ושוב הוכח, כי מחקר ופיתוח עצמיים יכולים לא רק לענות על הצרכים, אלא גם לספק מטבע זר. הישג נוסף היה המטוס "ערבה" – מטוס תובלה דו-מנועי, שבראש מפתחיו היה משה ארנס, לימים שר הביטחון ושר החוץ. יתרונו הגדול של מטוס ה"ערבה" הוא ביכולתו להמריא ממסלול קצר ולנחות על מסלול קצר עוד יותר. התכונות האלה מאפשרות לעשות בו שימוש בתנאים מבצעיים לא קלים. בין היתר ניתן להטיס בו עשרים וארבעה חיילים לקווים קדמיים, להצניח שבעה-עשר צנחנים על ציודם, להטיס רכב קל ולפנות נפגעים. ב-1977, בעת שכיחנתי כנשיא המדינה הזדמן לי לעמוד מקרוב על יעילותו של מטוס זה. ביקרתי בגווטמלה לאחר שנפגעה ברעידת אדמה קשה, שבה יצאו מכלל פעולה רוב שדות התעופה שלה. מטוסי ה"ערבה" סייעו לשיקום התעבורה האווירית ונתנו מענה לצרכים דחופים. בכל מקום שהגעתי אליו הוזכרה המלה "ערבה", וזה היה כמעט כל הידע של התושבים המקומיים על ישראל.

זכורים לטובה גם המזל"טים (מטוסים זעירים ללא טייסים), שנקראים כיום מל"טים (מטוסים ללא טייסים) לאחר שגדלו קצת. בתחום הזה היו הרבה פיתוחים מקוריים ישראליים, וכיום קיימות שתי מערכות משוכללות, שחגות מעל לקווי האופק, בלי לסכן טייסים, ומספקות הרבה מאוד מידע. יעילותן כה רבה, שהאמריקנים חדלו להסתפק ברכישתם מישראל, ומעוניינים לייצרם בעצמם.



מטוסי "כפיר" –
תוצרת התעשייה
האווירית, בשירות
חיל האוויר
הישראלי



1 במרס 1999 –
"פנטום" טורקי
ראשון, שהושב
על ידי התעשייה
האווירית, נמסר
לחיל האוויר
הטורקי

התעשייה הצבאית

אחד ההישגים הבולטים מבין ההישגים הרבים והחשובים של התעשייה הצבאית הוא הפפ"ס (פצצת פיצוח מסלולים).

מפתחה היה המהנדס אברהם מקוב, שהצטרף לתעש ב-1947. הפצצה הזאת משתחררת ממטוס ברום של 100 מ' וכעבור שניות אחדות מתלכסנת, באמצעות מצנח, כך שתפגע בקרקע בזווית של 60°. שילוב של הזווית עם ראש נפץ מיוחד גורמים לחדירה דרך שכבה עבה של אספלט, או בטון, ולהתפוצצות עזה כעבור שניות אחדות, שיוצרת מכתש לא קטן. למרבה המזל, הצליח מקוב להשלים את הפיתוח ולעבור לייצור כמה חודשים לפני מלחמת ששת הימים, ולפצצה הזאת היה חלק גדול בהצלחת ההפצצה האווירית של שדות התעופה של האויב. הישגים נוספים של מקוב ועוזריו היו פצצות מרגמה שונות ותחמושת הטנקים "חץ", שהתגלתה כטובה ביותר

בעולם והיטיבה לשמש את השריון הישראלי מאז 1967.

מערכת הביטחון של ישראל פיתחה גם את טנק ה"מרכבה", שהיה פרי רעיונו ותכנונו של ישראל טל. זהו אחד מן הטנקים הטובים ביותר בעולם. לטנק הזה יש צללית נמוכה, מערכות ירי וניווט משוכללות מאוד, ומעל לכול – חידושים חשובים, שתכליתם להגן על הנכס היקר ביותר – הלוחמים. בטנק הזה, בשונה מרוב הטנקים, המנוע נמצא בחלק הקדמי של הטנק ולא בחלק האחורי, זאת לשם הגברת המיגון.

נוסף על עצם ההישגים הביטחוניים של מערכת המחקר והפיתוח יש להזכיר שני היבטים חשובים של המפעל הגדול בכללותו. הרבה פיתוחים נועדו לפתור את הבעיות של ישראל, לשחררה מהתלות בגורמים אחרים. לאחר מכן התברר,

שלפיתוחים האלה יש ביקוש רב במדינות אחרות, וקנייתם הוסיפה מטבע זר למדינה. הדבר אינו פשוט. מכירות של מערכות נשק יכולות לעורר בעיות מדיניות ומוסריות, וקיימת כמובן גם בעיית החשיפה של ההישגים והחשש שיתגלגלו לגורמים עוינים. כך או כך, יש לציין, שהמכירות הן בהיקף של מיליארדי דולרים, וזהו אות כבוד למערכת ולמוחות שבה.

המוחות האלה תורמים בדרך נוספת. תעשיות עתירות ידע רבות בארץ מוקמות על ידי בוגרי המערכת הביטחונית. מאות מומחים שהוכשרו ברפא"ל ובמפעלים ביטחוניים אחרים, יצאו לשוק האזרחי ועשו חיל רב בחברות כמו "תדיראן", "אל-אופ", "אלביט" ויבמ ישראל. תוך קידום משמעותי של המשק הישראלי. מכיוון שהחוסן הכלכלי הוא מרכיב חשוב ביותר של הביטחון הלאומי יש בכך תרומה מובהקת נוספת לביטחון הלאומי.

בעובדת היותי שותף לעשייה הזאת אני רואה זכות גדולה שנפלה בחלקי, וכולי תקווה, שהדורות

הבאים של החוקרים והמפתחים במערכת הביטחון ילכו בדרך שהתוו הראשונים. אני מרשה לעצמי לומר זאת גם מנקודת ראות מדעית. הניסיון הוכיח, כי חלומותיהם של הראשונים, פרועים ככל שנראו בשעתם, היו למציאות. כל מדען יודע, שאם הניסוי עולה יפה, יש מאחוריו אמת. האמת הזאת היא חלק חשוב מכוחנו.

