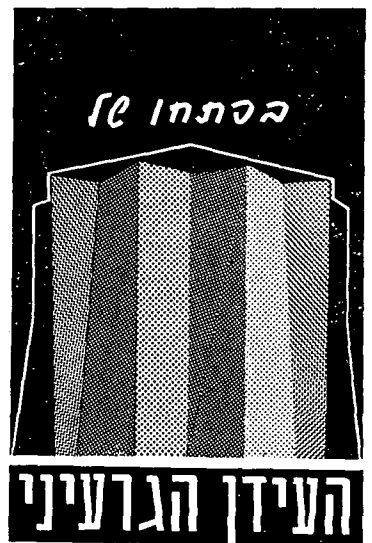




אנרגיה אטומית בצרפת

מאת נ. אביירום

המתכונן במפה של ה"מערך האטומי" אשר לצרפת יבין שלא במקרה נעשתה צרפת מועמד כה ממש למעודן היקר והאכסר קלוסיבי ביותר בעולם, המועדון האטומי. כי לה חננג עצמאי שלם בשרשרת מור כבת זו של מדע, טכנולוגיה וייצור גרעיניים. החל ממכרות האוראניום בסביבות נאנט, פוראי, להקרוזוי — דרך מרכזי-מחקר עצומים ורבי-גוניים בסאקלי, בפונטנאיי-אר רון שליד פריס, בגרנובל ובקדקש בדרום צרפת — המרכז לכורי-כוח בשינון — ועד למפעל הענקי לאוראניום-מיעשר, ה"מוקס בפירלאט — כל המערך הזה הוא פרי עמלם הקיבוצי של אנשי מדע וטכנולוגיה צרפתיים, המבוצע על אדמת צרפת ומתבסס על מוסדות-המחקר ומפעלי הת-עשייה שלה.

יש לזכור כי לא רק הגורמים הגיאולוגיים-טכניים האובייקטיביים (כגון — מצי-

אות עפרות אוראניום) הביאו את צרפת לעצמאות גרעינית, אלא בעיקר מאמציה בתחום המחקר המדעי. הפרק הראשון ב"תולדות האנרגיה-הגרעינית נכתב בפרט, בסוף המאה הקודמת, עם תגליותיהם של הנרי בקרל והוגו קיורי. בקרל הוא שגילה ב-1896 את התכונה המיוחדת של האורא-ניום — תכונה שכונתה אחר-כך על-ידי מרי קיורי בשם "רדיואקטיביות". כעבור שנתיים גילו מרי ופיר קיורי, בתוך בהקת האוראן (Pitchblende), שהיא אחת מעפרות האוראניום, שני אלמנטים חדשים — פולוניום וראדיום.

לאנשי מדע צרפתיים היה חלק ניכר בגילוי הניטרון. ב-1934 גילה הזוג אירנה ופרדריק ז'וליר-קיורי את הרדיואקטיביות המלאכותית, שזיכתה אותם בפרס נובל לפיסיקה לשנת 1935. כבר בהרצאתו בטקס קבלת הפרס אמר ז'וליר-קיורי: — "יש לנו יסוד סביר לחשוב, שאנשי מדע העוסקים בחקר האטום יצליחו בקרוב לייצור תגובת-שרשרת גרעינית. אם תושג תגובת-שרשרת כזו, ניתן כבר עכשיו לשער אילו מקורות-אנרגיה עצומים ישיחירו, לשימוש בהם להפקת-כוח" — היה זה שוב פרדריק ז'וליר-קיורי שאימת על-ידי נסיונות פיסיקליים את הגילויים המהפכניים של המדענים הגרמניים אוטו האן ופריץ שטרסמן, שביקעו, בראשית 1939, את האורא-ניום על-ידי ניטרונים. כבר באביב 1939 חשבו

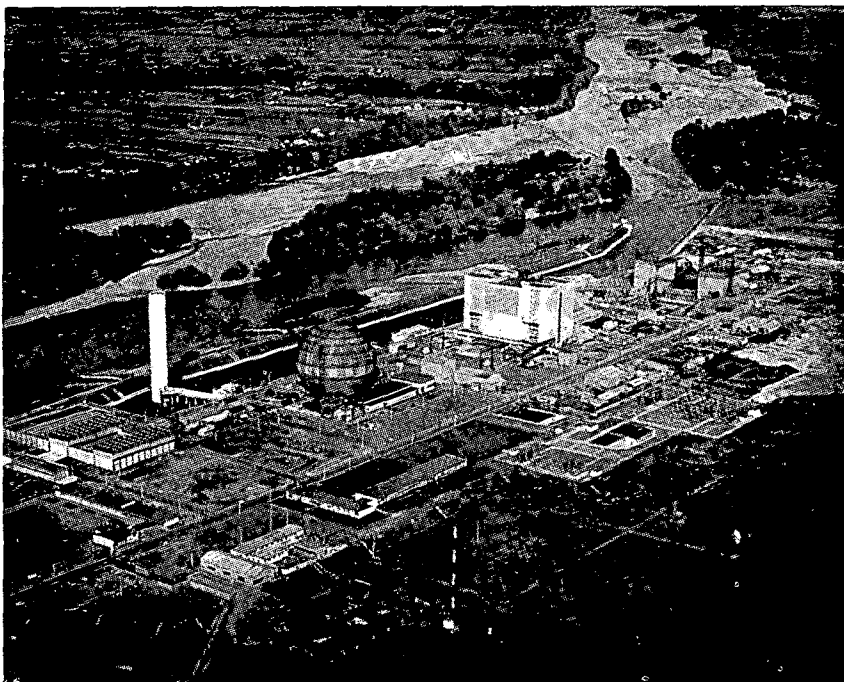
קיורי וחבריו על נסיון של ביקוע אוראניום באמצעות פצצה, אותה רצו להרכיב במדבר סהרה. הם אפילו הצליחו להבטיח לצורך זה הספקת אוראניום מקוגנו הבלגית. התלקחות מלחה"ע השניה מנעה המשך הפעולה.

אנשי-מדע צרפתיים — הם שחזו מראש בער-כס של המים הכבדים לפיתוח האנרגיה האטומית. במבצע נועז של ראול דוטרי, שר-החימוש הצרפתי דאז, הובטח (בפברואר-מאי 1940) לבעלות-הברית כל מלאי המים הכבדים שהיו אז בעולם (174 ליטר!); מלאי זה הועבר מגורבניה לצרפת, בסודיות ותוך סיכון רב; וסמוך לנפילת צרפת, ביוני 1940, הועבר שוב בסתר לאנגליה על-ידי ליאון קוברסקי והנס הלבן, שניהם אנשי מדע בשירותה של צרפת (שניהם — ממוצא יהודי).

אנשי מדע צרפתיים (הלבן, קוברסקי, גולד-שמידט, גירון — שוב כולם יהודים... — ואחרים) היוו חלק אינטגרלי של מאמץ-המלחמה המדעי הבריטי, ואחר כך הבריטי האמריקאי, שהביא לשחרור האנרגיה הגרעינית באמצעות הפיצוץ האטומי. מסיבות שוריות, שלא כאן המקום לפרט, הוצאו הצרפתים ב-1945 ממסגרת המחקר המשותף של בעלות הברית. פרטים מאלפים בענין זה אפשר לקרוא בספרו של ל.ה. גרובס וב"היסטוריה הרשמית של הועדה-לאנרגיה-אטומית האמריקאית".

עם שחרורה של צרפת הוקמה על-ידי הגנרל

שינון — מרכז לכורי כוח



דה-גול, הנציבות לאנרגיה אטומית, אשר עליה הוטלו המחקר המדעי ופיתוח האנרגיה האטומית לצורכי מדע, תעשייה והגנה-לאר-מית. (עיין במאמר ב"מערכות" קנ"ג).

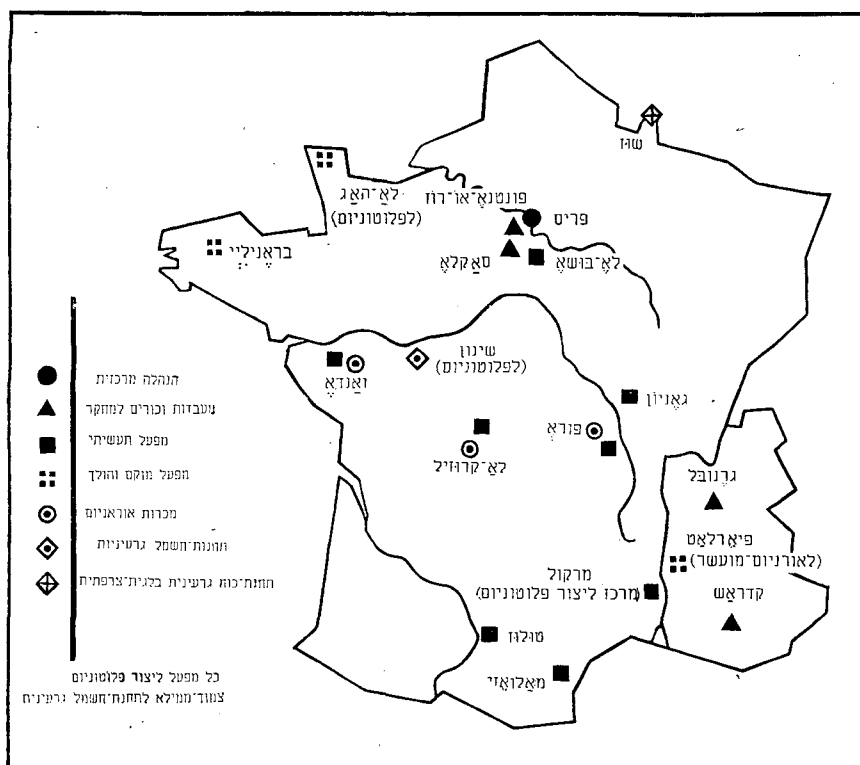
הצרפתים, שהיו מן הראשונים בפיתוח המדע האטומי, לא יכלו בשנות הכיבוש הנאצי לקדם בארצם את המחקר המדעי ואת הפיתוח התע-שיתי בשטח זה. עם השחרור, היה עליהם לארגן את עבודתם מחדש, כאילו הופסקה כליל בשנת 1940, — ומבלי שניתנה להם גישה אל האינפורמציה המדעית הרבה שנצ-טברה, בעיקר בארצות-הברית, בשנים 1940—1945; שכן זו סווגה כסודית, בהיותה קשורה בפיתוח הנשק הגרעיני.

בדצמבר 1946 — שנה לאחר שהוקמה — עבדו ב"נציבות" 236 איש; ואילו בשנת 1963 עבדו (לפי פרסומים רשמיים) — כ-20,000 איש, מהם 20% אקדמאים וכ-16% טכנאים. נוסף לאלה מעסיקה התעשייה האטומית הצר-פתית, המקיפה 235 חברות, כ-20,000 עוב-דים. תקציב הנציבות הסתכם בשנת 1962 בכ-520 מיליון דולר; ובשנת 1963 בכ-700 מיליון דולר.

תפוקת האוראניום במכרות צרפת הגיעה ב-1962 ל-1,600 טון⁶. כן הקימה הנציבות מכרות אוראניום בגאבון ובמדגסקר. לפי תכנית ערוכה-מראש, פוזרים על פני שט-חה של צרפת כולה מוסדות מחקר, מתקנים לייצור דלק גרעיני, מתקני הפרדה להפקת פלוטוניום וכורייכוח דו-תכליתיים להפקת חשמל ופלוטוניום.

בשינון מוקם מרכז לכורייכוח אשר לפי תכנית יפיק, כ-700 מגה-וואט חשמל — ומני-חים כי מחירו של חשמל גרעיני זה ישתווה למחיר שבתחנות-החשמל קונבנציונאליות⁷. מגמת התכנון לכוח-חשמלי היא להגיע ב-1975 ל-4,500 מגה-וואט שיופקו בתחנות גרעיניות. עיקר מאמצי הגרעיני של צרפת מופנה כעת להשלמת המפעל הענקי בפירלאט להפרדה איזוטופים של אוראניום בשיטת הדיפוזיה הגאזית (הפקת אוראניום-מועשר). מניחים כי הוצאות המפעל יעלו על 1100 מיליון דולר; הוצאות החזקתו השנתית גערכות בכ-100 מיליון דולר⁸. האוראניום-המועשר דרוש, בין השאר, להפעלת הצוללות הגרעיניות שצרפת מתכננת לבנות. בועתה לבנות 3 צוללות גר-עיניות, כשלכל אחת מהן — 16 טילים.

התעשייה האטומית הצרפתית מנסה לחזור לשוק העולמי ולהקים כורים בשביל ארצות אחרות. בזמן האחרון מדובר על הקמת כור-כוח בן 300 מגה-וואט בספרד. משלחות צרפ-תיות סוקרות את האפשרויות להקמת כורים



המערך האטומי בצרפת

אין הוכחה יותר טובה להצלחתה מאשר ציטוט ממאמר שהופיע ב"טיימס" הלונדוני (יולי 1963):

— "כינונה של צרפת כמעצמה גרעינית הנו, אולי השנוי ביותר במחלוקת החריפה, בין קווי-המדיניות ה"עצמאיים" של דה-גול. ברם, ככל שתכניותיו השאפתניות תיראנה בעיני בעלי-בריתו יוצאות-דופן-להכעים, הרי למדו הם להתיחס אליו ברצינות. הצרפתים כבר הטילו עצמם נמרצות לתוך המירוץ הגרעיני; וכונתם המפורשת היא להתמיד בו."

* הארגון לשיתוף-פעולה בתחום האטומי המ-קיף את ששת חברות "השוק המשותף":

1. B. Goldschmidt: L'aventure Atomique, p. 21.
2. L. R. Groves: Now it can be told, pp. 33-34.
3. סיפור המעשה בספרו של: R. V. Clark: The Birth of the Bomb, London 1961, pp. 103-66.
- המתאר את חלקה של אנגליה בפיתוח ה-אנרגיה הגרעינית — נקרא כמסע-הרפתק-אות ממש.
4. A. G. Hewlett and O. E. Anderson: The New World 1939-1946 (Vol. 2. A History of the United States Atomic Energy Commission), pp. 331-33, 335-36.
- France and the Atom, p. 15.
5. (פרסום רשמי של הנציבות)
6. The Times, Industry and Technology Review, July 1963, p. 85.
7. "Applied Atomies", No. 447, 22.4.64 p. 85.

בבראזיל, בייפן ובארצות אחרות. קיים בשוק העולמי סיכוי פוטנציאלי לכורים הצרפתיים; כיון שהם מופעלים באוראניום טבעי; היות ואוראניום-מועשר מצרים כיום רק בארצות-הברית, בברית-המועצות ובבריטניה, עשויות מדינות ידועות להעדיף כורים המופעלים באוראניום טבעי, ולהימנע עלידי כך מתלות יתר בזולת. אך קשה לצרפת להתחרות בתע-שיה האמריקאית. לא מזמן התלוננו הצרפתים על תחרות "בלתי-הוגנת" מצד ארצות-הברית, המעניקה הלוואות בריבית כמעט-אפסית, של כ-3%-4% לתקופות עד 30 שנה — לעומת ההלוואות בתנאים מקובלים (7%). שצרפת מוכנה להעניק? דבר זה אף מסביר את מאבקה של צרפת על כך שה"איראטום" יפתח ידע ושיטות אירופיות — ולא יחקה את השיטות האמריקאיות, אשר היצמדות-יתר אליהן עלולה להפוך את מדינות אירופה לגרורות התעשייה-הגרעינית האמריקאית.

הישגיה של צרפת הבטיחו לה מקום נכבד בעידן-הגרעיני. ב-17 השנים האחרונות ביצ-עה צרפת את תכניתה האטומית כמתוכנן. עלידי מאמץ מדעי עצמאי, כשהיא מתבססת על משאביה העצמיים, הגיעה צרפת לייצור חשמל גרעיני, להקמת מתקן להפקת אורא-ניום-מועשר ולדגם צוללת-אטומית משלה — וכך החלה הופכת למעצמה הגרעינית הרביעית.