

# אימת הגרעין

אליהו קומאי  
סקירה טכנולוגית

**ה**אנרגיה הקשורה בתהליכים גרעיניים גדולה אלפי מונים מזו הקשורה בתהליכים כימיים. עובדה זו מאפשרת להשתמש בריאקציות גרעיניות להפקת אנרגיה לצרכי שלום מדלק שמשקלו קטן בהרבה מהדלק המקובל בתהליכי שריפה רגילה, וגם לייצר פצצות – ז"א מתקן נפץ שיהיה בר נשיאה אל מקום הימצאו של האויב – שעצמתן גדולה לאין שעור מעצמת הפצצות הקונבנציונאליות. אחד התהליכים המשחררים אנרגיה גרעינית הוא תהליך הביקוע. בתהליך זה מתבקע גרעין כבד לשני גרעינים קלים יותר. תהליך זה משמש כיום להפקת חשמל בכורי כח, וכן לייצור פצצות גרעיניות, דוגמת אלו שהוטלו ע"י ארה"ב בשלהי מלחמת העולם השנייה על הערים היפניות הירושימה ונגסקי.

כח הנפץ של פצצת אורניום או פלוטוניום הוא בערך ככח הנפץ של 5,000 פצצות שכל אחת מהן מכילה טונה של ט.נ.ט. בנוסף לכך נוצרים בפיצוץ חומרים רדיו-אקטיביים המזהמים את סביבת הפיצוץ וגורמים נזקי קרינה לאנשים הבאים אתם במגע.

תהליך גרעיני אחר היכול לשמש כמקור אנרגיה הוא תהליך ההיתוך, אשר כרוך במיזוג של שני גרעינים קלים לגרעין כבד יותר. כאשר נוצר הגרעין הליום 4 מגרעיני מימן משתחררת אנרגיה, אשר יחסית למשקלם של הגרעינים המשתתפים בתהליך, היא גדולה כמעט פי עשרה מזו המשתחררת בתהליך הביקוע.

תהליך ההיתוך הוא תהליך המתחולל בפצצות המימן, כאשר פצצה גרעינית הפועלת על עיקרון הביקוע משמשת כאן כנפץ. כח הנפץ של פצצות המימן גדול מאות עד אלפי מונים מזה של הפצצות הגרעיניות הבנויות על תהליך הביקוע. לא קיימת עדיין טכנולוגיה המאפשרת את ניצולו של תהליך ההיתוך לשם הפקת חשמל בתחנות כח.

מדינה הרוצה לייצר נשק גרעיני צריכה לעבור שני שלבים. השלב הראשון הוא השגת חומר הנפץ הגרעיני, והשלב השני הוא בניית פצצה שתהיה בעלת מימדים ומשקל שיאפשרו לשאת אותה אל המטרה.

קיימים למעשה שני גרעינים אשר ניתן להשיגם במאמצים סבירים, ושניתן להשתמש בהם כבחומר נפץ של פצצת ביקוע גרעינית, והם אורניום 235 ופלוטוניום 239.

הגרעין אורניום 235 נמצא בטבע, במחצבים המכילים אורניום, בכמות של 0.7% מכלל האורניום שבמחצב. כדי להפריד את האורניום 235 מהאורניום 238, מקובלות היום שיטות פיזיקליות המבוססות על ההפרש שבין המסות של שני הגרעינים הללו.

היסוד פלוטוניום איננו מצוי בטבע. כדי להפיק את הגרעין פלוטוניום 239, מקרינים את הגרעין אורניום 238 בנויטרונים. הגרעין אורניום 239 המתקבל מבליעת נויטרון ע"י אורניום 238 מתפרק פעמיים התפרקות ביטה ומתקבל הגרעין פלוטוניום 239.

אחד הדברים המשותפים לשני כיוונים אלה היא העובדה שהם כרוכים במתקנים גדולים ו/או מתוחכמים מאד. להפקת אורניום 235 משמשים מתקנים ענקיים הבנויים על תהליך הדיפוזיה או אולטרה-צנטריפוגות שהן מערכות מסובכות ומדויקות מאד. להפקת פלוטוניום 239, יש ליצור מקור לשטף עשיר של נויטרונים. דבר זה יכול לספק רק כור גרעיני מספיק גדול. השגת חומר הנפץ הגרעיני עדיין איננה סוף הדרך לפצצה גרעינית. המסה הקריטית הדרושה לשם פיצוץ של אורניום 235 או פלוטוניום 239 היא של ק"ג ספורים, ואילו פצצות הגרעין הן כבדות הרבה מונים יותר. מדינה שהשיגה כבר חומר נפץ גרעיני המספיק לייצור פצצה, צריכה גם לפתח את הטכנולוגיה שתאפשר ייצור פצצה אשר ניתן לשאת אותה באמצעים העומדים לרשותה. יש אומרים כי הודו, אשר הצליחה לפוצץ מתקן גרעיני בראש מגדל, לא פתרה עדיין בעיה זו.

אשר לפצצות הבנויות על תהליך ההיתוך, כדאי לציין כאן כי מדעני המעצמות הגדולות היו זקוקים לשנים ספורות על מנת להשתמש בפצצות ביקוע ובטכנולוגיה של אמצע המאה ה-20, על מנת לייצר פצצות מימן. מהאמור לעיל משתמע כי השגת נשק גרעיני כרוכה במאמצים טכנולוגיים גדולים ביותר. למרות זאת אפשר להניח שאם לא ישתנו הנסיבות, הרי תוכלנה מדינות ערב למצוא בקרב המוני הסטודנטים שלהן את האנשים המתאימים ולהשתמש במשאביהן הכספיים האדירים, על מנת להגיע לנשק גרעיני בתקופה ההיסטורית הנראית לעין.

לפני שנעבור לבחינה של קוי פעולה אלטרנטיביים של המדיניות הישראלית בנושא הנשק הגרעיני במזרח התיכון, נייחד כמה מלים להתקדמותה של

מאמר נוסף של ד"ר קומאי, על ההיבט הפוליטי של הנושא יופיע בגיליון הקרוב של "עתון 77".



ישראל בכיוון הנשק הגרעיני. השאלה האם הגיעה ישראל לכלל ייצור של נשק גרעיני היא בחזקת סוד כמוס. לכן נסתפק כאן בהנחה כי העולם סבור שכנראה כך הוא הדבר. זהו ללא ספק קלף במשחק הפוקר של הפוליטיקאים, ולכן ניתן להשפיע באמצעותו על מהלכים מדיניים שונים. על כוח ההרס של פצצה גרעינית מסוג הפצצות הבנויות על עיקרון הביקוע, אפשר ללמוד מהתוצאות של הטלת הפצצה הגרעינית על הירושימה (על-ידי צבא ארה"ב בשלהי מלחמת העולם השנייה).

בהירושימה היו באותה עת כ-300,000 איש, מהם נהרגו במקום כ-80,000 ונפצעו כ-70,000. רבים נוספים נפגעו מאוחר יותר מנשורת הפצצה. ■

## שלמה אהרונסון בזכות הרתעה גרעינית וגמישות מדינית

**א**חד הקשיים הגדולים בטיפול התיאורטי והפרקטי בנושא זה של נשק גרעיני הוא מה שקרוי על-ידי החוקרים הגישה האתנו-צנטרית, כלומר החשש מפני מה שיקרה, בלשון פשוטה מאד, לגוש דן. בגלל חשש זה מניחים הדבקים בגישה האתנוצנטרית שצריך לעשות הכל, ומראש, כדי למנוע סכנה כזאת לקיומה של ישראל. שהרי יש לנו עניין עם ערבים, שעשויים לקבל על-ידי הכנסת נשק כזה למזרח התיכון, את האמצעי היחיד אשר יכול להמיט כליה על ישראל. כל זמן שלא נכנס אמצעי זה, עדיין בידינו דרכי הרתעה שונות: כוחו של צה"ל, יכולת האילתור, התושייה, המוטיבציה הגבוהה שלנו להחזיק מעמד ואף לצאת וידינו ועל העליונה. הקושי הנורא שבהכנסת נשק גרעיני, כך טוענים, הוא בכך שביד הערבים יימצא אז מכשיר הפוטר אותם מן הצורך לחלום בישראל בשדה הקרב, מן הצורך להראות תושייה ומן הצורך לאלתר – כל התכונות בהן אנו עולים עליהם. במקום כל אלה תהיה בידם מכוונת תופת שיכולה לשים קץ בבת-אחת לכל הקיום הישראלי. בטענה זאת מצוייה כמובן הנחה מוקדמת שהצד הערבי נמנע מלהשמיד את ישראל, עד כה, הודות לכוח ההרתעה הקונבנציונאלי של צה"ל, ושכל זמן שיחסי הכוחות יהיו קונבנציונאליים, לא יעלה בידו לעולם להשמידנו.

אני כופר כמובן בכל ההנחות האלה. (א) מכיון שהן תרתי-ידסתר; (ב) משום שאין להן אחיזה במציאות המחקרית, כלומר כאשר בדקנו את הענין, הן מבחינת הפרסומים בעולם הערבי, והן מבחינת התנהגותם של הערבים בסכסוך, התמונה הנראית היא כמעט הפוכה. אנסה לצייר אותה שלב אחרי שלב.

בדיקה מדוקדקת של התנהגות הערבית בקונפליקט, מראשיתו, מראה שכל זמן שיחסי הכוחות בין ישראל לבין מדינות ערב היו קונבנציונאליים, היתה קיימת בעולם הערבי לא רק תחושה עמוקה אלא גם חובה, להשמיד את ישראל. העלבון, המצב הפוליטי ודימויינו בעיניהם כגוף קטן, חסר שורשים משל עצמו (וודאי לא במזרח התיכון) מעין חבורה של אנשים נואשים, שנתלקטו כאן במוטיבציה כמעט קרימינלית, לכן יצרו פה סרטן בעל אופי התפשטותי, שאינו מסוגל להחזיק מעמד בלא סיוע מבחוץ. יצור זה מצטיין בשתי תכונות – אחת חולשה בסיסית, משום שאין לו שורשים משלו והשנייה – היות והוא שליחם של אחרים, טמון בו פוטנציאל בלתי פוסק של התפשטות, שמאיים על עצם קיומה של האומה הערבית. לכן, חייבת האומה הערבית להתגייס, לחיסול הסרטן הזה, וזאת – על בסיס



החיש – אז חבל מאד. אם בלאו הכי היו הערבים חותרים לנשק גרעיני, מי צריך את הכור הזה שאינו מרתיע אף אחד. במקומו, היינו יכולים לבנות כור כוח, בתקציב דומה. זה היה הרבה יותר כדאי מאשר הכור של דימונה שהוא ודאי לא רנטבילי. מה גם שמכל כור כוח, אפשר גם לייצר חומר נפץ גרעיני.

הבה ננתח עתה את התחום השני, הצבאי. עד היום במאזן הצבאי הקונבנציונלי, בין העולם הערבי וישראל, הצליחה ישראל לפתח כושר לחימה צבאי קונבנציונלי, מעולה ומצטיין שהצליח לוודא את קיומה של ישראל, במשך שני דורות נגד עוצמה חומרית הרבה יותר גדולה הטמונה בעולם הערבי. אפילו נוצר ייחוד צבאי, יהודי, ישראלי מקורי שבתקופות ממושכות גם מנע מלחמה. עיקר היחוד התבטא בתיפעול כוחות שריון, אוויר, מסוקים, צנחנים, חיל רגלים, בקומבינציות קונבנציונליות התקפיות מצטיינות של פשיטות קטנות וגדולות, דוגמת הפשיטה המשוריינת על מעבר למפרץ סואץ והפשיטה לאנטבה, ושל מתקפות בסגנון מבצעי מלחמת ששת הימים והחלק השני, ההתקפי, של מלחמת יום הכיפורים. שיטה צבאית זו, שהוכיחה את עצמה עד היום, תתערער לחלוטין כאשר יהיה מאזן אימה גרעיני במזה"ת, כי חלק גדול מהפעולות האלה יקרבו סכנה של תגובה גרעינית ערבית.

מאזן האימה הגרעיני ישלול, איפוא, מאתנו את היכולת להשתמש בשיטות המוצלחות ביותר שהשתמשנו בהן לשם קידום בטחון ישראל, עד מאזן האימה הגרעיני. נאלץ למתן את הפעולות, להקטין אותן, להסתפק בפשיטות הרבה יותר קטנות, ועל ידי כך לחשוף את עצמנו לפעולות טירור, גרילה, הוללות ומתמשכות מצד הצד הערבי ביודעו כי יכולת התגמול והמניעה הצבאית שנותרה לנו תחת אימת הגרעיני היא קטנה מאד. כך נאבד חלק ניכר מכושר ההרתעה הצבאית שהיה לנו קודם.

ברגע שישרור מאזן אימה גרעיני במזרח התיכון, תיכנס מדינת ישראל למבוי סתום חמור מאד, גם במישור הפוליטי וגם במישור הצבאי. לכן האינטרס הבסיסי ארוך הטווח של מדינת ישראל, הוא שלא יקום ולא יהיה ולא ישרור מאזן אימה גרעיני במזרח התיכון. האינטרס העמוק ביותר של ישראל הוא שלא יהיה נשק גרעיני במזה"ת התיכון. המדיניות הגרעינית של ישראל צריכה לדגול, איפוא, במאבק בלתי נלאה לפירוז מוחלט של המזרח התיכון מנשק גרעיני. ישראל צריכה לדרוש שהפירוז יחול על כל המדינות הנוגעות בדבר, כל המדינות הערביות, ומדינת ישראל. ניתן להוסיף את פאקיסטאן, טורקיה ואיראן ויש לקבוע שהפיקוח על הפירוז ימצא בידי שתי או שלוש מעצמות העל – יחד עם מדענים ונציגים של המדינות הנוגעות בדבר. ישראל תהא מוכנה להעמיד את כוריה ומיתקניה הגרעיניים לפיקוח מלא. היא מוכנה גם שנציגים ערביים ישתתפו בפיקוח, והיא גם רוצה שנציגים שלנו ישתתפו בפיקוח במדינות ערב והאיסלאם. הכפרה היחידה של ישראל לאחר הפצצת הכור בעיראק היתה אם היתה מציעה מיד לאחר מכן פירוז המזה"ת מנשק גרעיני ע"פ הדגם הני"ל. אם אין למדינת היהודים כוח רוחני להציע פירוז המזה"ת מנשק גרעיני, מוטב שהמעצמות ימצאו דרך לכפות את הפירוז על המזרח התיכון. זאת, בטענה שהמאבק בין היריבים במזה"ת הוא מאד אידיאולוגי, מאד רדיקלי הטעון בהמון סממנים נפשיים דתיים, רומנטיים שקשה להשתלט עליהם, ומשום שהמזה"ת הוא אזור הנמצא במלחמה קרה בין ברית המועצות וארצות הברית. במסגרת של הדטאנט, מן הראוי שמעצמות העל תכפינה פירוז גרעיני על המזה"ת.

**פירוז גרעיני שאנחנו יוזמים אותו עדיף על פני פירוז כפוי. אולם מבחינת האינטרס האוביקטיבי של ישראל, כל פירוז, אפילו כפוי, יותר טוב מאשר מאזן אימה גרעיני.**

אני לא מאמין שקיימת אפשרות שלישית על פיה יפקיד העולם בידי ישראל את התפקיד של השוטר הגרעיני של המזרח התיכון. אם ננסה לנקוט עוד פעם פעמיים בשיטת הכור של בגדד נביא את המעצמות שיכפו עלינו פיקוח, פרוז ושקט; זאת במקום להסתכן בפעולות תגמול ערביות כלפי הכור בדימונה או כור המחקר בנחל שורק או במקומות אחרים. או שמא ייכפה הפירוז לאחר תגמול ערבי??

אם לא תבוא יוזמה ולא תבוא כפייה, יש סכנה שיגיע למזה"ת תוך עשר-חמש עשרה שנים, מאזן האימה הגרעיני. אם זהו תחום הזמנים, הייתי רוצה להגיע למצב של מאזן אימה גרעיני, כאשר הסכסוך הערבי-ישראלי מאחורינו. שהרי אם הסכסוך יימשך, יגרום מאזן האימה הגרעיני להרעה משמעותית בכושר העמידה והמיקוח של ישראל. לכן צריכה ישראל לזוים פרויקטים פוליטיים נועזים של עשיית שלום, כדי לנסות להגיע למצב שישראל תהפוך למדינה מקובלת במזרח התיכון, שהצליחה להשתלב ביחסי שלום עם שכניה מספר שנים טובות לפני בוא מאזן האימה הגרעיני.

**הדרך היחידה והמהירה ביותר שאני מכיר, ליוזמה ישראלית בכיוון הזה, היא להציע את השטחים שזכינו לכבוש במלחמת ששת הימים, תמורת שלום. ישנה, איפוא, גם סיבה גרעינית ל"שלום עכשיו".**

ואחרון-אחרון: הבעיה המוסרית. אני נמנה עם אלה שהיו שמחים אם לא היה בכלל נשק גרעיני בעולם. אני תומך בכל הסכם שהמעצמות מסכמות ביניהן, לצמצם את תפוצתו של הנשק הגרעיני. אני בעד פירוזים גרעיניים וצמצום תפוצת נשק גרעיני בגלל סיבות מוסריות. אני עוקב בחרדה נוראה אחר מעלליה של צרפת בהפצת החימוש הגרעיני. אני רואה בכך הפקרות נוראה. אני רואה בזאת חומרה רבה. אני מוצא את עצמי עכשיו בנושא של הנשק הגרעיני במזרח התיכון, שהשיקול הקר של התועלת המדינית והצבאית של מדינת ישראל, נמצא במיתאם גבוה מאד, כמעט בזהות, עם ההשקפות המוסריות שלי בנושא נשק גרעיני, זה נותן לי כוח רוחני רב להמשיך להיות ציוני.

**יְלָטוּב-יְרוּשָׁלַיִם**

כשהייתי בחרץ לארץ, שמעתי הרבה דברי קטרוג על ישראל, ולא היה נעים לשמוע זאת, חשבתי אז בלבי, כשאשוב לארץ לא אדבר עוד בסגנון זה. אקבל את הרע כקבל את הטוב, ואשאיר את הפתרונות לעתיד.

מכיוון ששבתי אני מוצאת שלא קל לעמוד בזה, בעיקר בימינו אלה, הימים הארוכים מעתה ועד אפריל, מועד פינוי סיני.

במערכה על חבל ימית יש, כידוע, שני גורמים. אלה המבקשים פיצויים ומוכנים לעזוב, לו גם נתקשרו למקום, ואלה שאינם מבקשים מאומה ואינם מוכנים לעזוב, לו גם הם חדשים במקום ואינם קשורים אליו כלל. נניח לראשונים, שהרבה דובר בהם. נדבר על האחרונים, שבאו לכאן כדי לייצג עיקרון, שאין לעקר את הישובים. והלא נעקרו. במשך חיינו בארץ, הרבה אנשים ואף ישובים? כן. אבל אלה לא היו משלנו, והדבר נעשה מתוך שיקולים מדיניים, אסטרטגיים ודמוגרפיים. כאן מדובר בעקירת ישובים יהודיים, ואז כל השיקולים האלה אינם תופסים.

ובינתיים, בימים הארוכים האלה, בין עתה ובין אפריל, הם מגלים יוזמה ופעילות. תלמידי ישיבות תורמים ימי עבודה. הנה נטיעות ט"ו בשבט, הנה עיר של פורים. ויש לי רושם שמחמת כל אותם מעשים קטנים חלה תזווה בדעת הקהל. מתחילים בני-אדם לחשוב, אם יש אנשים שכל-כך איכפת להם, שמוכנים לוותר על חיי נוחות, לתרום מזמנם ומכוחם ומכספם – האם לא צריך לוותר להם? להשלים עימם? סכנה גדולה היא לעם כאשר היוזמה וההתנדבות הופכים להיות נחלת קנאים לאומיים או דתיים. זה כל-כך "נחמד", וכל-כך מטעה. כי הרי כל אותם מעשים קטנים נעשים לשם מטרה גדולה – להפך החלטה דמוקרטית, לטרפד את ההסכם עם מצרים, לגדוע את תקוות השלום. ומי שמוכן לוותר כאן צריך לפחות לדעת שהוא מוותר על הרבה – הוא נותן תמיכה לתפיסה לאומית שאין עמה תקווה, ולתפיסה דתית שאין עמה הומאניות כלל-אנושית.

**רגשי אשמה**

קראתי ב"דבר" שיחה בין נחום ברנע ויוסי שריד, כשעברו ליד פארק קנדה שבקרבת לטרון. אמר י. שריד שזה מקום שיפה לבקר בו עם המשפחה. אמר נ. ברנע שזה מקום שהיו בו שלושה כפרים ערביים אשר נעקרו. אמר י. שריד שמותר גם לו, לנחום ברנע, לטייל בארץ וליהנות מבלי לחשוב בכל עת על מעשים שנעשו. היה זה מפתיע, ואף מעורר, לשמוע דברים אלה דווקא מפיו של יוסי שריד, לו גם אין בהם תשובה לשאלות.

והנה הודיעו ככלי התקשורת, לא מכבר, כי עשרה צעירים מפיו, ואולי יותר, התאבדו בתקופה האחרונה מתוך הרגשה של יאוש וחוסר פתרון אישי. קשה ומכאיבה היתה ההודעה הזאת, האם היא מטילה אשם עלינו? ודאי לא ברוח שבה אנו מאשימים את הגרמנים, כי לא פעלה אצלנו שום אידיאולוגיה שמטרתה לנוון ולייאש את הערבים ביפו. אבל בפראקטיקה של חיינו, זו אשר מתבטאה בתקציבים ובעדיפויות והיתרי בנייה וכל השאר, אכן נתאפשר הדבר. אין זה נאמר לשם הכללה דמאוגית: יש לא מעט קהילות ערביות שאנו סייענו לקידומן ולרווחתן. בכל זאת ביפו קרה הדבר, בזמני, בעמי ובעירי, אכן, מסובך הוא עניין הרגשת האשמה. האם קיימת אשמה קולקטיבית? האם היא חלה עלינו, איפה, ומתי?

**רות לבנית**

**אלון אלטרס**

**חול על ריצפת הבית**

- אֲנִי מְסַמֵּן אֶת הָרֵעַד
- הַעוֹבֵר בְּחַלּוֹנוֹת.
- רוֹחַ עוֹבֵר בְּמִקְר,
- מוֹתֵיר חוֹל עַל רֵצֶפֶת הַבַּיִת.
- בְּהִיטֵי הַחוּצָה
- אֵינִי יָכוֹל לְדַעַת
- אֵם כְּסוּ הַדְּיוֹנוֹת
- אֶת הַדֶּרֶךְ הַהוֹלָקֶת דְּרוֹמָה.

(מתוך "אקלים הבית" שיופיע בהוצאת "עכשיו").