

מאמר זה הוא הראשון בסדרה של שמונה מאמרים בנושא אנרגיית ההיתוך שכתבו תום תמרקין ופאט בון, בשיתוף פעולה, כדי לדבר אל אזרחי ארה"ב... למעשה לכל אזרחי העולם... זאת, על אודות הגורל האומלל של פיתוח אנרגיית ההיתוך והצורך להחיותה ולסיים את המלאכה. תחילה, כתב מר תמרקין את המאמרים הללו, אך אלו נתפסו כמדעיים ו"כבדים" יתר על המידה, למי שאינם מדענים. בפברואר 2011 פנה מר תמרקין למר בון וזה הסכים לערוך את גרסת המקור, להכניס בה נופך אישי ולפרסם את המאמרים בטורי החדשות השבועיים שהוא מקיים בערוצי תקשורת שונים. המאמרים מבוססים על ארבע שנות מחקר אינטנסיבי וראיונות עם מדענים בתחום הפלזמה בעלת האנרגיה הגבוהה והיתוך וכן ביקורים בכל המעבדות המובילות בתחום ההיתוך.

היתוך: תקוותנו הטובה ביותר והיחידה

פורסם ב-9 באפריל, 2011

במדינות מתפתחות. לאזרחי המדינות המתפתחות הללו, יחד עם אזרחי מדינות מבוססות ובעלות צפיפות אוכלוסין גבוהה, כגון סין והודו, יש זכות מוחלטת לשפר את רמת חייהם ולהשוותה לזו של העולם המערבי והם גם רוצים בכך. בעקבות התפשטות האינטרנט ונסיעות תכופות, משטרים מושחתים אינם יכולים עוד לשעבד אוכלוסיות ולמנוע מהן לדרוש את הדברים הטובים שבחיים. בנוסף, אומות המציבות את המוסר במרכז הווייתן, כגון ארה"ב וישראל, חשות צורך עז לסייע למדינות הללו להשיג דברים אלו. זה באמת בדמנו. אבל כיצד?

המרכיב הבסיסי שמחזיק את האנושות הוא אנרגיה. אם אומות אחרות אמורות ליהנות מרמת החיים שלנו, יידרשו להן מקורות אנרגיה, שווי ערך למה שצורכים ארה"ב והמערב, יחסית לאוכלוסייתם. כיום מונה אוכלוסיית ארה"ב מעט יותר מ-300 מיליון בני-אדם, או 4.4 אחוזים מאוכלוסיית העולם. יחד עם זאת, ארה"ב צורכת 28 אחוזים מתפוקת האנרגיה של העולם. לפיכך, כדי ששאר העולם ישתווה לרמת חיים דומה לשלנו, יהיה עלינו להגדיל את תפוקת האנרגיה בעולם פי 15.

לפי מרבית ההערכות, תפוקת האנרגיה מדלק מאובנים הגיעה לשיא מבחינת כושר

החיים כה נפלאים. בדיוק כשנדמה לך שכבר חווית הכול, משהו עלול לצוץ באופן כה מפתיע, כל כך "מחוץ לקופסא", שהוא פותח לך פתח לאפשרויות חדשות או להזדמנויות חדשות ומלהיבות. כך לפחות זה קרה אצלי.

אני זמר, סופר, איש עסקים, בחור רגיל אם כי רב-ממדי, אך וודאי שאיני מדען. ידוע לי, כפי שלבטח ידוע לכם, שמבחינת צרכי האנרגיה, העולם נמצא במצב חמור מאוד. אי אפשר להמשיך בתלות בדלק מאובנים, מכיוון שהמאגרים סופיים ודלק רק מחריף בעיות סביבתיות. ברור שכל חלופה אחרת המוכרת לנו מסוגלת רק ל"גרד את הקרקעית". אפילו האנרגיה הגרעינית, עם כל עצמתה, הפגינה רק את הצד האפל של יכולתה.

אבל זהו הביקוע הגרעיני. לא מכבר נודע לי על היתוך הגרעיני.

שני מושגים אלו שונים בתכלית השינוי. זה האחרון, היתוך גרעיני, הוא התשובה. פוטנציאל הכוח שלו הרבה יותר גדול ומוכח – ואין בו ולו תכונה שלילית אחת של הביקוע. הרשו לי להסביר את מה שלמדתי - ולמדתי זאת מאנשים שמבינים עניין.

על פי התחזית, אוכלוסיית העולם תגדל ותעלה על 9.5 מיליארד בני אדם בשנת 2050. חלק ניכר מהגידול הזה יתרחש

שישתבש ויגרום לתגובת שרשרת של פיצוץ. כמו כן, זהו מקור לשפע דלק לעולם למיליוני שנים, אם יהיה צורך. יתרון נוסף, היתוך יוצר אנרגיה גדולה פי 1,000 לגרם חומר, בהשוואה לביקוע!

מדוע לא נעשה הדבר? היה צריך לעשותו וכמעט עשו זאת. בשנת 1980 קיבל הקונגרס ברוב מוחץ את חוק "הנדסת ייצור אנרגיית היתוך מגנטי" (Magnetic Fusion Energy Engineering Act), בחתימת הנשיא קרט. המטרה היתה להגיע לכורי הדגמה בשנת 1995 ולכורים שיזינו בפועל את רשת החשמל של ארה"ב בשנת 2005. מה קרה? כלום. דברים אחרים "צצו" והחוק לא קיבל מעולם מימון ברמה כזו שתאפשר השגת יעדיו. מאז, המדע נדחק בפועל לצד. הציבור ומנהיגיו שכחו אותו.

האם יש תשובות אחרות, מקורות אנרגיה "מתחדשת" נוחים או בטוחים יותר? לא. מכל מקורות האנרגיה יחד, אנרגיה המופקת מהשמש, ממים, מגאות, מדלקים ביולוגיים, מאנרגיה ביו-תרמית ומאנרגיית הרוח, ניתן להפיק רק 4 אחוזים בלבד מדרישות האנרגיה הצפויות בעולם בשנת 2050, לאוכלוסייה של 9.5 מיליארד בני אדם.

היתוך הוא הפתרון היחיד האפשרי.

כיצד נשיג זאת? ארה"ב וישראל, עם מדעניה הדגולים, חייבות להירתם מייד לתוכנית פיתוח רצינית בתחום ההיתוך, ביעילות ובמיקוד המאפיינים מבצע צבאי ומאמץ מלחמתי – אין ספק שזה אופי המשימה.

נוכל להשתמש במאגרי דלק פצלים וגז טבעי כדי לגשר על הפער. כך נרוויח את הזמן הדרוש להעלאת תהליך ההיתוך על פסים מסחריים. כמה זמן? זה תלוי במימון ובתחושת הדחיפות. אולם, יתכן שיידרשו \$25 מיליארדים ועשרים שנים. אך ניתן לבצע זאת בפחות.

הייצור. הדלק ייאזל. לפיכך יש למצוא ולפתח מקור אנרגיה, שיזרים אלינו אנרגיה רבה יותר. קיים רק מקור אחד ממשי. זוהי ההמרה הישירה של מסה לאנרגיה בהתבסס על החוק של איינשטיין, $E=MC^2$. חוק זה מלמד אותנו שניתן להמיר כמות קטנה מאוד של חומר – אפילו גרם אחד – לכמות רבה מאוד של אנרגיה, שוות ערך לבעירה של 9,463 ליטרים בנזין!

לכן, מדוע להמשיך ולקדוח בחיפושים אחר אנרגיה? האנרגיה נמצאת בכול סביבתנו. המפתח מתואר בפסוק הפותח של התנ"ך. זוהי אנרגיית הבריאה. מה שמדענים רבים מתארים כ"מפץ הגדול", שבו אנרגיה שלא תתואר פרצה ממסה מוצקה – ויצרה את היקום כפי שאנו מכירים היום, באמצעות היתוך גרעיני.

האם אפשר לנצל מקור אנרגיה זו? כן. האם זה נבדק? כן. זהו אותו תהליך המפעיל ראשי נפץ תרמו-גרעיניים. האם כל דבר שהוא גרעיני הוא מסוכן? לא בהכרח. איננו דנים בכורים גרעיניים הפועלים על עקרון הביקוע, כדוגמת אלו שפועלים בארה"ב ובאירופה למעלה מחמישים שנים והמספקים כעת 35 אחוזים מהאנרגיה של אירופה. כפי שראינו ביפן, לביקוע יש חסרונות רציניים. הוא צורך דלקים יקרים ורדיואקטיביים ביותר, כגון אורניום ופלוטוניום. אלו מסוכנים ביותר ויש להם ביקוש רב בקרב גורמי השוק השחור וארגוני טרור... בעלי כוונות רצחניות.

ביקוע גם מייצר פסולת רדיואקטיבית מסוכנת, שמחצית מחזור חייה הוא 25,000 שנים. כפי שראינו בפוקושימה וצ'רנוביל, כור ביקוע עלול להינתך בנסיבות מסוימות, תוך שחרור רדיואקטיבית אדירה ואפילו להתפוצץ.

לעומת זאת, להיתוך אין אף אחד מהחסרונות המסוכנים הללו. משתמשים בו באיזוטופים פשוטים של מימן מהאוקיינוס לצורך דלק. התהליך אינו יוצר פסולת רדיואקטיבית לטווח ארוך. אין סכנה

היתוך: תקוותנו הטובה ביותר והיחידה
מאמר מס' 1

תום תמרקין הוא המייסד והמנכ"ל של USCL and EnergyCite®. בשנות השבעים למד לתואר ראשון באוניברסיטת Northern Arizona. החוג הראשי שלו היה פיזיקה והחוג המשני כימיה ומתמטיקה יישומית. לזכותו נרשמת המצאת ה"מד החכם" לרשת החשמל, בשנת 1991... הרבה בטרם מושג הרשת החכמה הפך לפופולרי. בשנת 1992, פורסמה כתבה בכתב העת *Public Power Magazine*, ששימשה כבסיס ל"מד החכם", שהוא כעת המרכיב העיקרי בתוכנית התמרוץ והמענק לצרכני חשמל של מחלקת האנרגיה של ארה"ב, כאשר הדגש הוא על שימור אנרגיה ומודעות. תום מחזיק בחמישה פטנטים שקיבל בנושא מערכת המד החכם וכעת יש לו בקשות פטנטים המחכות לאישור. תום מתגורר בקרמייקל, קליפורניה, עם אשתו מזה שלושים שנים, אמילי.



אין ספק שאנו חיים על זמן שאול – ואם ברצוננו לשמר את החיים כפי שידענו אותם, אמריקה צריכה להתמיד בפיתוח היתוך גרעיני, יותר מכפי שעמדה על שמירת שלטון החוק וכלכלה בריאה. חובה עלינו להתחיל כעת.

אני אמשיך ואכתוב בנושא, בעודי מעמיק בלימודי. אך אני בטוח שהיתוך גרעיני זה הוא התשובה של הטבע לסוגיית האנרגיה, עצם המהות של הבריאה עצמה. זוהי

פאט בון הוא אגדה הוליוודית מהלכת בתחום אמנות הבימה ונמנה עם צאצאי החלוץ האגדי, דניאל בון. פאט מכר למעלה מ-45 מיליון אלבומים, 38 משיריו הגיעו למקום הראשון במצעד "ארבעים להיטי הצמרת". הוא כיכב ביותר מ-12 סרטי פעולה בהוליווד. הוא סיים בהצטיינות יתרה את לימודיו באוניברסיטת קולומביה, בניו-יורק, בשנת 1958. פאט ידוע בשל דבקותו בערכים שמרניים, דבר שתרם לפרסום ולפופולאריות שלו מראשית עידן הרוק אנד רול ועד ימינו. כיום הוא עדיין פעיל בטלוויזיה ובחוגים בהם הוא נושא נאומי מוטיבציה בנושאים שונים. בשנים האחרונות, מפרסם פאט מאמרים וספרים והוא מנהל מותג תקליטים משלו בשם Lion & Lamb. ספרו הראשון של פאט, "Twixt Twelve and Twenty", בהוצאת Prentice Hall, הגיע למקום הראשון ברשימת רב המכר בארה"ב. פאט מתגורר בבוורלי הילס, קליפורניה, עם אשתו מזה 59 שנים, שירלי.

