

# תחזית למחר: 82 מיליון מעלות



איתן עמית  
ניו-יורק

**מדענים אמריקנים עובדים מסביב לשעון על בניית מערכת לייזר חסרת-תקדים בעוצמתה • היא תייצר קרן לייזר שתהיה חזקה פי 1,000 ממערכת החשמל של ארה"ב כולה. ותגיע בזמן הפעולה לטמפרטורות שמתקרבות לאלו שבמרכז השמש • המתקן החדשני, שהושקעו בו עד כה 2.8 מיליארד דולר, אמור לאפשר ניסויים נשק גרעיני ללא צורך בפיצוצים חיים • במשרד ההגנה מתלהבים, בקונגרס לא ממש – ויש סנאטורים שמוסיים לעצור את כל הפרויקט בגלל התקציבים האדירים שמושקעים בו, ושרק הולכים ומתנפחים מרגע לרגע**

אד מוזס, המדען בראש הפרוייקט, ניסה להסביר את הקושי הטכני העצום הניצב בפני צוות מדעניו: "זה כמו לקלוע סל ממרחק של 563 קילומטרים, או לשלשל מטבע למדחן חנייה ממרחק של 64 קילומטרים".  
התהליך כולו יימשך רק כמה ביליוניות השנה.

## במקום ניסויים גרעיניים

פרוייקט הלייזר, שמכונה NIF (ראשי-תיבות של National Ignition Facility, ובעברית "מתקן הצתה לאומי"), יוכל לשמש בסיס לניסויים אזרחיים רבים: החל מפיזיקה של חום אדיר ולחצים גבוהים, דרך לימוד ומחקר של מערכת הכוכבים והשמיים ועד לפיתוח של אנרגיות חדשות ליצירת חשמל. אבל אם התועלת של המתקן הייתה מסתכמת בכך, הוא כנראה לעולם לא היה מוקם. הסיבה המרכזית לבניית ה-NIF היא חשיבותו הגדולה של הפרוייקט לביטחון הלאומי של ארה"ב: אם התחזיות יתגשמו,

הנשמע כמו סיפור בדיוני ממוחו הקודח של סופר המתח סטיבן קינג, או תחילתה של טרילוגיה נוספת בסדרת "מלחמת הכוכבים" של ג'ורג' לוקאס. אבל מדובר בעובדה: זה משונה שנים מנסים מדענים בקליפורניה לבנות מערכת לייזר אימתנית, מדהימה בעוצמתה. אם הניסוי יעלה יפה, תוכל המערכת ליצור חום של 82 מיליון מעלות צלזיוס – קרוב לטמפרטורה השוררת במרכז השמש.

בבניין שגודלו כגודל מגרש כדורגל, סמוך לעיר ליברמור שבקליפורניה, כבר יצרו המדענים את השלד הראשוני לרשת מסועפת של 192 קרני לייזר. כולן יעברו בו-זמנית מרחק של 302 מטרים, עוצמת האור שלהן תוגבר מיליארדי פעמים, והן יתאחדו לקרן לייזר עצומה ומהירה – חזקה פי 1,000 מכוח החשמל המיוצר בארה"ב כולה.

מחק בראשו של עיפרון: קליע מלא דלק מימני, כחצי סנטימטר גודלו, שהלחץ והחום צפויים להקטינו ל-1 חלקי 13 מממדיו המקוריים.

הכספים לפרוייקט. בתקציב 2006, שהגיש הנשיא בוש לאישור הקונגרס, נכלל סעיף שמקצה 141 מיליון דולר ל"מתקן ההצתה הלאומי"; הקונגרס אישר את ההקצאה, אולם ועדת ההקצבות של הסנאט חתכה את מרבית הסכום הזה.

הסנאטור פיט דומניצ'י (רפובליקני ממדינת ניו-מכסיקו), העומד בראש ועדת האנרגיה של הסנאט, אמר לפני עשרה ימים כי בניית המתקן צריכה להיפסק, עד אשר יימצאו מקורות נוספים לתקציבו". הסנאטור התלונן, כי הקצאה של 141 מיליון דולר ל-NIF "תייבש את מקורות הכסף לתחזוקה שוטפת של מעבדות האטום האחרות של ארה"ב". מכיוון ששתיים מן המעבדות האלה

המתקן יאפשר – בפעם הראשונה בהיסטוריה – לפתח בתנאי מעבדה את החום והלחץ הנוצרים במהלך פיצוץ גרעיני. כך יוכלו המדענים האמריקנים לבחון את יעילות פצצות האטום המתיישנות של ארה"ב, מבלי שיהיה צורך לפוצצן בפועל, כפי שנעשה בעבר.

ניסויי הגרעין התת-קרקעיים של ארה"ב במדבר נבדה הופסקו בשנת 1992. לפני כמה חודשים פרסם העיתון "ניו-יורק טיימס" כתבה ארוכה, שבה דווח על חששם של מדענים אמריקנים כי הפצצות הגרעיניות המתיישנות של ארה"ב לא יפעלו כמצופה, אם חלילה ייאלצו להשתמש בהן. חלק מפצצות אלה עומד במאגרים כבר כמה עשרות שנים, והמדענים אינם יודעים כיצד ההתיישנות פגעה ביעילותן.



"מתקן ההצתה הלאומי" יוכל לתת פתרון מצוין לבעיה הזו. המדענים יוכלו לקיים בו פיצוצי דגימה מבוקרים, ולבחון את יעילותן של הפצצות הישנות. מסיבה זו כבר הציב הממשל האמריקני לפרוייקט 3.5 מיליארד דולר, וישקיע בו עוד סכומי-עתק נוספים עד להשלמתו.

המתקן נמצא אמנם בפיקוחו של משרד האנרגיה האמריקני, שהוא רשות אזרחית – אבל שותפים בו עוד 10 גופי ביטחון ומחקר שונים, בהם משרד ההגנה האמריקני, חיל האוויר, צבא היבשה, המעבדות הלאומיות בלוס אלאמוס – בהן נערכים מחקרי הגרעין של ארה"ב – המינהל הלאומי לאבטחה גרעינית (NNSA) והסוכנות להפחתת סיכוני הביטחון, שתפקידה הרשמי הוא "להגן על ארה"ב ובעלות בריתה מפני נשק להשמדה המונית".

– בלוס אלאמוס ובסאנדיה – נמצאות בניו-מכסיקו, מדינתו של הסנאטור, ברור מדוע הוא מבקש לדאוג קודם-כל לתחזוקה שלהן. דומניצ'י טען עוד, כי גם עם ארבעת הלייזרים שכבר הושלמו יכולים מדעני המתקן בקליפורניה לנהל מחקרים רבים וחשובים – ועולם התומכים בהשלמת המתקן דחו זאת מכל וכל: בלי להשלים את בנייתן של 192 קרני לייזר, הם טענו, לא יוכל הפרוייקט להשלים את ייעודו, לקבל הצתה שתוכל להתקן אטומים. "לעבוד עם ארבע לייזרים, פירושו להרוג את הפרוייקט, אמר דובר NIF בוב הירשפלד. מכיוון שעד כה הושקעו בפועל בפרוייקט 2.8 מיליארד דולר, יש להניח כי בשבועות הקרובים "מצב הסכום של 141 מיליון דולר כדי לתקציבו במהלך 2006. מי שהתגייסה לסייע בחיפושים אחרי הכסף הייתה הסנאטורית הדמוקרטית היהודייה מקליפורניה, דיאן פיינשטיין, שבמדינתה נבנה הפרוייקט: "מתקן ההצתה הלאומי הושלם כמעט כולו", היא אמרה. "מדעניו ערכו את כל הניסויים וכמעט השלימו את הבנייה. יהיה זה בזבוז משווע לעצור עכשיו את הפרוייקט".

נכון לעכשיו, אגב, יש עוד זמן עד שליברמור תהפוך לעיר החמה ביותר בעולם.

עד כה, רק ארבע מ-192 קרני הלייזר המתוכננות כבר נבנו ונבחנו, אך התוצאות היו מלהיבות: המדענים הצליחו להגיע ל-10.4 קילוגיאולום (יחידות אנרגיה, א.ע.) של קרן לייזר אולטרה-סגולה לאורך קו לייזר בודד – שיא עולמי.

## מקלות בגלגלי הלייזר

בניית כל קרני הלייזר אמורה להסתיים עד 2009, אבל המדענים כבר למודי-עייכובים, ולא ממהרים לסמן את התאריך על לוח השנה: הדיונים הראשונים על הפרוייקט החלו עוד ב-1993, ואז הוערכה עלות הקמתו ב-677 מיליון דולר. שנתיים מאוחר יותר, קפצה ההערכה ל-1.2 מיליארד דולר, עם צפי לסיום הבנייה ב-2002. כעבור שנתיים נוספות קפץ התקציב ל-2.1 מיליארד וב-1999 עלה ל-2.6 מיליארד, ותאריך הסיום נדחה ל-2006. בשנת 2000 גדל התקציב ל-3.3 מיליארד, והשנה כבר הגיע ל-3.5 מיליארד עם צפי סיום ב-2009.

התנפחות זו של ההוצאות לא נעלמה מעיניהם של חברי הסנאט האמריקני, שאחדים מהם מאיימים עתה לחנוק את הזרמת