

גיליון מספר 3  
כתב עת של תלמידי המחלקות לפילוסופיה  
באוניברסיטת בן-גוריון והאוניברסיטה העברית



עריכת תמונה: עדי שנער סטודנטית שנה ב' בחוג לפילוסופיה באוני' העברית

תורת המיתרים -  
מה אינשטיין היה אומר על זה ?

# טריוויה



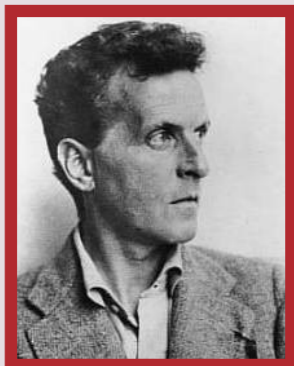
הרשו לי להקדים ולומר: **יש פרסים!!!**  
אבל בשבילם תצטרכו לעבוד "קשה". לא רק דברים שאפשר לחפש בגוגל אלא גם תמונות של פילוסופים שאותם תצטרכו לזהות.

והפרס? - שווה במיוחד:  
**ארוחה מלאה בלמון גראס + שתייה.**

מרצים לא יכולים להשתתף מטעמי הפליה מתקנת שאינה מוצדקת.

את התשובות ניתן כמובן לשלוח למייל:  
**duekmalc@bgu.ac.il**

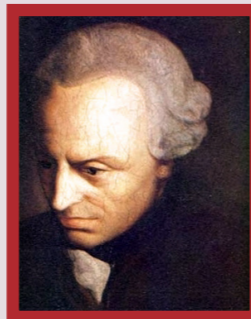
5. זהו את הפילוסוף הרציני שבתמונה:



6. למי שייכת תורת המונאדות?

7. איזו גישה טוענת שקיים עיקרון או מהות בלתי משתנה, בלתי ניתן לחלוקה, שמסביר תופעות בטבע ואחראי להן?

1. זהו את הפילוסוף שבתמונה



2. כיצד נקרא הזרם בפילוסופיה שלפיו אין אמת עיונית אלא רק זו המביאה למעשה?

3. איזה פילוסוף חשוב יסביר נפילה של תפוח מעץ כשאיפה של חומר-התפוח, להגיע לסביבת יסודו הטבעי?

4. איזה פילוסוף אמר "אינך יכול להיכנס לאותו נהר פעמיים".

**בהצלחה!**



שימו לב שימו לב, סופר קידו יוצא להציל את העולם:  
(כנסו לקישור או רשמו "ילד סופר-אייר" ביוטיוב)

<http://www.youtube.com/watch?v=CSPaITXs56E>

# SOPHIA

07/2009

גליון מספר 3

2 טריוויה

3 מה חשיבות המחשבות

5 סירת הצלה

6 הקרב על תורת המיתר

8 הארות והשלכות פילוסופיות

11 סאטירה תרבותית

## המערכת

עורכת: שרון דואק | הפקה: טל ויינשל-גלבוע, שרון דואק | כותבים: גיא שולק, שרון דואק, אורן הוכנר, פרופ' ברק קול, ד"ר צבי סולוב | צילום: אורן הוכנר, שרון דואק | תיווך אקדמי: ד"ר חגית בנבגי | עיצוב ראשי וגרפיקה: ליטל ירון | עיצוב משני: טל ויינשל-גלבוע | תגובות לדוא"ל **duekmalc@bgu.ac.il**

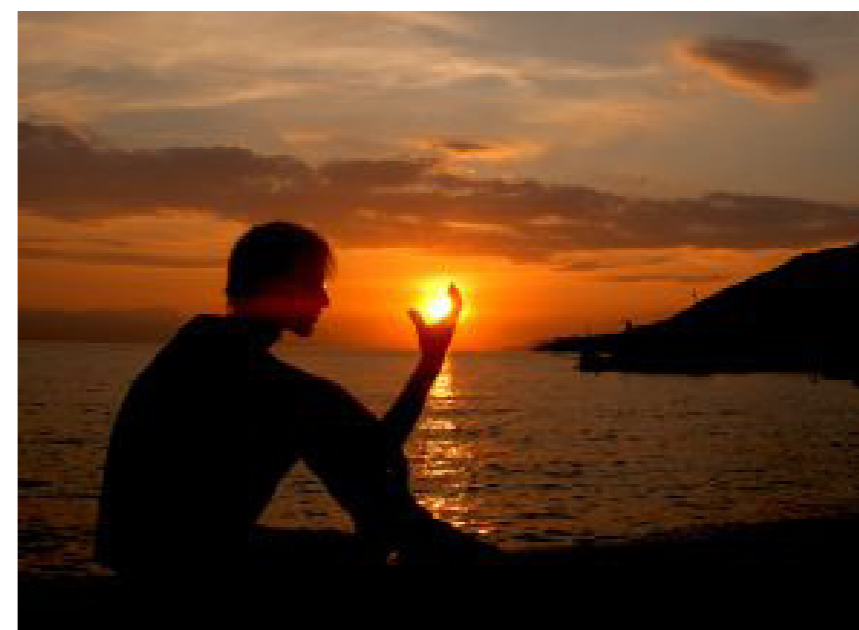




## מה חשיבות המחשבות?

**לשם מה חשובים לימודי הפילוסופיה בימינו? ובשביל מי? תלוי את מי שואלים. ספק אם התשובות בקרב מקבלי החלטות הפוליטיים, בקרב אקדמאים מתחומים אחרים, בקרב הציבור הרחב, ובקרב העוסקים בפילוסופיה, תהיינה דומות.**

במאות ה-16 וה-17 עלתה מאד החשיבות של הפילוסופיה הפוליטית (לדוגמה), ביחס למאות שקדמו להן. באירופה התגלעו סדקים הולכים וגדלים בתמונת עולמה של הכנסייה הקתולית, סמכות טענותיה התערערה במישורים רבים, והיה צורך למצוא צידוקים חדשים לשלטון הריבון, על צורותיו השונות והמתחלפות.



החשיבות של הפילוסופיה הפוליטית של הוגים כגון מקיאווולי והובס הייתה ברורה: העדר היציבות הפוליטית חייבת תשובות לשאלות פילוסופיות כמו "מהי צורת השלטון הטובה ביותר?", "כעניין של חיים ומוות של

קבוצות שלמות של אנשים. מניה וביה ההוגים נדרשו למטאפיזיקה – שהרי היה צורך להצדיק את הפילוסופיה הפוליטית מהבסיס.

הוגים בפילוסופיה פוליטית המשיכו להשפיע על הציבור ועל מקבלי החלטות – ממתן חומר למחשבה ועד עריפת ראשים – מאותה תקופה, דרך המהפכה הצרפתית, במשך צמיחתו של המרקסיזם במאה התשע עשרה, דרך מהפכת אוקטובר 1917 ברוסיה ועד תבוסת הפאשיסטים ורעיונותיהם ב-1945. אולם במהלך המאה ה-20, הוגים כלכליים מקיינו ועד פרידמן הפכו להיות יותר חשובים בהשפעה על עיצוב השיטה והצידוקים לה במדינות המערב. היום, כעשרים שנה אחרי נפילת

האימפריה הסובייטית, נראה שאין צורך ציבורי להצדיק את השיטה הדמוקרטית מהשורש, לא נוכח האיום של האיסלם הרדיקלי, שדווקא תוקף את שורשי השיטות במערב (אך לא מייחסים לו יכולת להשתרש בעצמו בלבבות ההמונים במערב) ולא נוכח האיום של השיטה הסינית (שעדיין נתפסת כנחותה מבחינה פוליטית למרות הצמיחה הכלכלית האדירה של סין).

היום שליחי ציבור ומקבלי החלטות אינם חשים שהם

זקוקים לפילוסופיה. האם אנשי מדע מרגישים צורך בה? במאה ה-18, עם צמיחתו המרשימה של המדע החדש לאחר תגליותיהם והמצאותיהם של ניוטון, לייבניץ ואחרים, נשאר למרות הכל מקום רב לספק לגבי הצידוקים האולטימטיביים שלו.

הוואקום הארגיומנטטיבי הזה התמלא כידוע על-ידי רעיונותיו של יום, שטען שאין דרך להצדיק מניסיון החושים אפילו מושגים בסיסיים כמו הסיבתיות, העצם וזהות האני, ולאחר מכן על-ידי תשובתו של קאנט, שחשב שמושגים כגון אלה מוטלים למעשה על הניסיון החושני על-ידי התבונה, ולכן אין טעם לחפש את הצדקתם בתוך הניסיון.

במשך המאה ה-19 ובתחילת המאה ה-20, הדיונים הללו והמשכיהם היו חלק מהסילבוס של לימודי המדע באוניברסיטאות, והיו חלק מהתרבות המדעית. והיום? לאיזה אחוז מהמדענים הפעילים היום חשובים היסודות הפילוסופיים של התחומים שלהם? ומה לגבי פילוסופיה שאינה נוגעת לתחום שלהם?

יכול להיות שראוי לעשות מחקר בנושא. אולי יתגלה שבעצם יש כמות אדירה של אנשי מדע שעובדים במעבדות ביום, ובלילה, מתחת לשמיכות כשאף אחד מהקולגות לא מסתכל, הם קוראים פילוסופיה. ואם כבר עושים סקר, עליו להקיף לא רק אנשי מדע, אלא גם לדגום את היחס לפילוסופיה בציבור הרחב.

היום ניתן לחוש ברמה אנקדוטאלית את היחס הזה על-ידי התגובות הנפוצות לכך שמישהו לומד פילוסופיה. מעבר ל"מה תעשה עם זה?" הנדוש-עד-זרא והמעורר-בחילה, ישנו הלך רוח בקרב הציבור המשכיל שאינו בקיא בפילוסופיה, לפיו הפילוסופים נתפסים כאליטיסטים, מנותקים, ובלתי מועילים, והפילוסופיה שכן נקראה נשארה רחוקה מלהיות מובנת. יש אמנים שחושבים שהגות היא סוג של פיסול במילים, ושמונסיס לבחון את

מה שנאמר בכלים אסתטיים, לחלוטין מבלי להכיר בכך שאמור להיות לדברים ערך אמת. שהרי לדידם של רבים, "אין אמת", וגם "אין משמעות".

יכול להיות שעל הפילוסוף הפעיל והגאה להתעלם מהתופעות הללו, אם הוא בכלל מכיר בקיומן. אולם, השפעה על הציבור המשכיל בוודאי אינה מטרה זרה לפילוסופים: דקארט כיוון את

ה"היגיונות" שלו לאותה סצנת סלונים פריזאית שבה אכן כתביו התקבלו בהתלהבות. אבל זה היה דקארט, הוא חי בתקופה אחרת. ואנחנו? אנחנו העוסקים בפילוסופיה היום איננו יכולים לומר באופן ברור מה מצדיק את העיסוק הזה, לא לצרכים פנימיים, לא לציבור הסלונים של ימינו, לא לאקדמאים אחרים וגם לא למקבלי החלטות. האם הוא משרת את המפעל האקדמי

של יצירת ידע? אם כן, אז איך? האם הוא מטרה בפני עצמה, ואין לדרוש ממנו לשרת מטרות אחרות? אם כן, למה הוא נעשה במסגרת האקדמיה? האם בימינו הוא



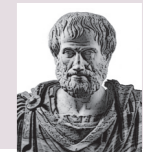
תורם לרווחת הציבור או לחלק ממנו בלא קשר למפעל האקדמי? אם כן, מהי אוכלוסיית היעד הישירה שלו והאם אנשים יודעים שאכן הם זוכים לתרומה מצד הפילוסופיה?

כל עוד העוסקים בפילוסופיה אינם מסוגלים לומר בבירור מה המטרה שלהם, להתחייב אליה, לגזור את מעשיהם ממנה, ולשכנע את מי שצריך לשכנע שהמטרה הזו חשובה והמעשים משרתים אותה, קשה לראות איך היא תצליח לאורך זמן להתחרות על משאבים החיוניים לקיומה. כמובן

**"מעבר ל"מה תעשה עם זה?" הנדוש-עד-זרא והמעורר-בחילה, ישנו הלך רוח בקרב הציבור המשכיל שאינו בקיא מצד בפילוסופיה, לפיו הפילוסופים נתפסים כאליטיסטים, מנותקים, ובלתי מועילים, והפילוסופיה שכן נקראה נשארה רחוקה מלהיות מובנת."**

שלא נדרשת תמימות דעים ביחס לתשובות – אדרבא, שיהיו אסכולות שונות, מנהיגים שונים, התארגנויות מצורות שונות, ושיח פורה וער לגבי השאלות בשביל מי ולשם מה הפילוסופיה חשובה. אם איננו רוצים עדיין לברוח לכל עבר, קדימה להוציא את הראשים ממסלול המסננות האקדמי התובע תארים ופרסומים ללא הרף, ולהציל את האוניה הזו לפני שתטבע.





# סירת הצלה

חאת : שרון דואק, סטודנטית לחוזר רחשון, זוניברסיטת בן גוריון



"אם ההר לא יבוא אל מוחמד,

מוחמד יבוא אל ההר", היינו שאם הפילוסופיה לא משולבת

בחוגים אחרים- יש לשלב בחוגים אחרים בפיילוסופיה, וללמד על מחקרים ביוכימיים כשדנים בדואליזם לעומת מטריאליזם, ללמד יישומים בחקיקה המדינית כשדנים באתיקה מדינית וכדומה. זה אמנם הישג חלקי- אולם זו התחלה, שתאפשר לדעת, מהפך בסטיגמה על לומדי הפילוסופיה, ואולי תהפוך את לימודי הפילוסופיה ליותר אטרקטיביים בקרב סטודנטים ממקצועות אחרים.

הבטחתי להתייחס לתרומה האישית. אם תשאלו אותי, כל אדם צריך ללמוד התפתחות או מגוון של גישות פילוסופיות, על מנת שיוכל להכיר בחשיבות ההצדקה המבוססת, ולאמץ לו את הגישה הראויה ביותר תוך שהוא מסוגל להגן עליה בטיעון חזק. מבחינה אישית, אם כך, הפילוסופיה תורמת לבניית עמדות עקביות, מוצדקות וחזקות, שמספקות מערכות יחסים יותר טובות בחיים, השגים מקצועיים יותר טובים, וחשיבה מעמיקה לפני מעשה, שמונעת פעמים רבות מבוכות, חרטות ועימותים.

קורס פילוסופי טוב מבחינתי הוא קורס שעוזר לי עד כמה שאפשר לבנות עמדות שכאלה- מוצקות, מוצדקות, ועקביות. קורס טוב הוא קורס שתורם לבניית אישיות, ומכך לחיים אישיים טובים יותר בכל התחומים. לצערי, חלק גדול מהקורסים באוניברסיטאות, אינם תורמים לפיתוח זה, היות ואינם פתוחים לדיון רחב בכתב, שבו ניתנת לסטודנטים ההזדמנות להביע טענות, להצדיק אותן בטיעון תקף, ולקבל עליהן משוב. ואולי עלי להבהיר ביתר בירור, שאינני מכוונת כאן לעבודות כתיבה מעיקות בכל קורס וקורס אלא בקורסי הבחירה, ובנוסף אין כוונתי לעבודות שהן בגדר סיכום הנלמד (או אף הבנתו) שהרי תועלתו של זה אינו משתווה כלל ועיקר לתרומתן של עבודות הדורשות מהסטודנט יצירה אישית, וחשיבה מעמיקה. לשם, ממש לשם, עלינו לשאוף, לפחות כצעד ראשוני.

העובדה שהנני כותבת תגובה זו, איננה מעידה על חוסר הסכמתי לדעותיך. ההפך הוא הנכון- אני סבורה שעל מנת להציל את "הספינה הטובעת" כפי שהיטבת להגדיר את הפילוסופיה כיום, יש לשלבה כפרקטיקה למקצועות אחרים.

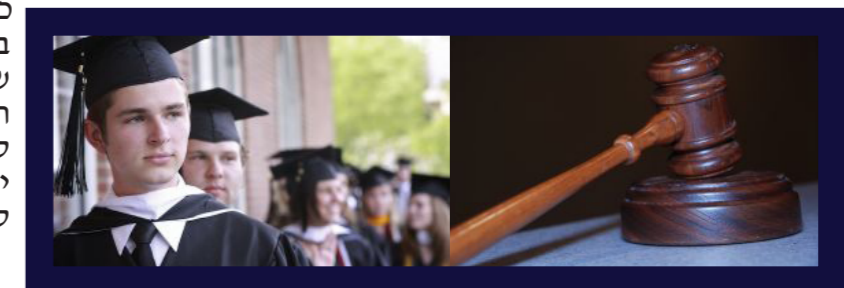
אתה בחדות עין הצבת שאלות נכונות, התוהות על יעילותה האמפירית או המעשית של הפילוסופיה, ואין לי אלא להסכים ולהגיד, שכיום, כמעט ואין תועלת לפילוסופיה במתכונת הקיימת שלה.

אם כך, מדוע הפילוסופיה נחוצה כיום?

הפילוסופיה הייתה נחוצה בעבר וצריכה להיות נחוצה גם היום לאנשים כמו שליחי ציבור, שופטים, מחוקקי חוקים, תיאורטיקנים בתחומים מדעיים (קוגניציה, ביוכימיה ועוד), דוברים, אנשי ניהול, אנשי שיווק וכדומה, היות והיא תורמת לניהול חברה תקין המבוסס על עמדות עקביות ומבוססות על טיעון מוצדק ותקף.

בפועל, אף אחד מהמוזכרים לעיל אינו מחויב כיום ללמוד פילוסופיה במסגרת לימודי המקצוע שלו. זו גם הסיבה שהפילוסופיה הפכה להיות חסרת תועלת- היא נלמדת במנותק מתחומים אחרים, להם היא נחוצה באמת, ואינה פרקטית משום כך. בצורה בה היא נלמדת כיום, היא אינה מועילה לחברה ברוב האספקטים, מה גם שלרוב היא אינה מועילה ללומדיה מהזווית הכלכלית. אין ספק שיש בה תועלת אישית, ולכך אתייחס בהמשך.

אם יחייבו את המחלקה לפוליטיקה וממשל לקחת קורסים באתיקה ופילוסופיה מדינית, ואת הסטודנטים למשפטים לקחת מגוון קורסים פילוסופיים באתיקה על כל גווניה (מדינית, מינית, חוקתית), או אז- הייתה הפילוסופיה מועילה בתרומתה לנבחרי ציבור ובעלי תפקידים מהותיים שהשפעתם עלינו גדולה ובלתי מבוטלת. או אז, המערכת השלטונית שלנו הייתה אולי פחות מושחתת ונגועה ויותר מבוססת על עקרונות עקביים, בעלי היגיון והצדקה מבוססת וראויה.



המאמר הופיע במקור ב"גלילאו", כתב עת למדע ולמחשבה, גיליון מספר 105,

מאי 2007

# הקרב על תורת המיתר

כמה זמן יכולה תיאוריה פיזיקלית להתקיים בלא אישוש ניסויי?

חאת: ברק קול, פרופסור חבר במכון רקח לפיזיקה באוניברסיטה העברית בירושלים.



עריכת תמונה: עדי שניער סטודנטית שנה ב' בחוג לפילוסופיה באוני' העברית

בעיני הציבור הרחב מצטייר המדע כעיסוק שכלתני, מסודר ואובייקטיבי, והמדענים כאנשי מקצוע מאופקים, אשר כל מטרתם להרחיב את גבולות הידע. עוד בבית-הספר אנו לומדים כי בניגוד למקצועות ההומניים, "לכל שאלה מדעית ישנה תשובה נכונה יחידה". אמנם יש בכך מידה של אמת כל עוד מדובר בתחומי מדע ותיקים ששורר בהם קונסנזוס בין אנשי המדע. אבל המציאות בחזית המדע רחוקה מאוד מתדמית זו, ובמקביל לעובדות ולהערכות מבוססות, רוחשים בה יצרים ורגשות, ומתקיימים עימותים,

אינטרסים אישיים ושיקולים חברתיים, שאינם שונים בהרבה מהמוכר לנו משאר תחומי הפעילות האנושית.

דוגמה טובה לכך היא העימות החריף המתחולל בימים אלה בחזית הפיזיקה התיאורטית סביב ערכה ומעמדה של תורת המיתר (יש הגורסים "תורת המיתרים". ואולם צורת היחיד היא המדויקת יותר). עימות זה מתחולל לא רק מעל דפיהם של כתבי-עת מקצועיים, אלא על פי רוב בספרים, בעיתונות הכללית ואף בבמות החדשות של הבלוגים, ואפשר לכנותו "הקרב על תורת המיתר".

בשנה האחרונה הופיעו שני ספרים המוקדשים להתקפה על תורת המיתר: "אפילו לא שגוי: כישלונם

הביטוי "אפילו לא שגוי" ("Not Even Wrong") הוא ביטוי של זלזול מתחום המדע. הוא נועד לתאר טענה שאינה מוגדרת היטב, ולכן לא רק שלעולם לא תוכל להימצא נכונה, אלא גם לא תוכל להיחשב לשגויה. בעוד שההבנה כי טענה מסוימת היא שגויה מקדמת את המדע, יותר או פחות, הרי שלטענה ש"אינה אפילו שגויה" אין כל ערך מדעי.

של תורת המיתר והחיפוש אחר אחדות בחוקי הטבע", מאת פיטר ווייט (Woit), מתמטיקאי מאוניברסיטת קולומביה בניו-יורק, ו"הבעיה עם הפיזיקה: עלייתה של תורת המיתר, נפילתו של המדע, ומה הלאה", מאת לי

סמולין (Smolin), פיזיקאי ממכון פרימטר לפיזיקה תיאורטית שבקנדה. בזמן כתיבת שורות אלה, נמצאים שני הספרים במקום ה-78 ובמקום ה-15, בהתאמה, ברשימת רבי-המכר של אמזון בקטגוריית הפיזיקה. לעומתם, ספריו רבי-המכר של בריאן גרין (Greene), גם הוא מאוניברסיטת קולומביה שבניו-

יורק, המתארים את תורת המיתר לקהל הרחב – "היקום האלגנטי" ו"מארג היקום" – נמצאים במקומות ה-8 וה-21 של אותה רשימה. נוסף על ספרו, כותב פיטר ווייט גם בלוג באינטרנט בעל שם ומטרה זהים לאלו של הספר.

לעומתו מקיים לובוש מוטל (Lubos Motl), פיזיקאי מאוניברסיטת הרווארד, בלוג נגדי המכונה "מערכת הייחוס" (ראו קישורים בסוף המאמר). בכדי להבין את המחלוקת ומה מונח על כף המאזניים, נצטרך לשאול תחילה: "מהי תורת המיתר?"

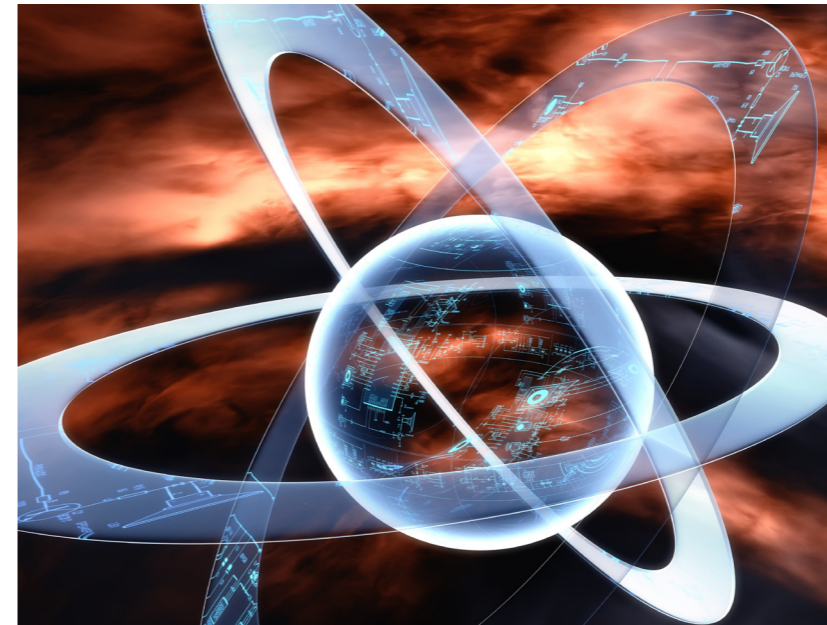
כיום נסמכת הפיזיקה התיאורטית על שני עמודי תווך איתנים: מצד אחד תורת השדות הקוואנטיים, היא שפתו של המודל הסטנדרטי של החלקיקים האלמנטריים (התת-אטומיים); ומן הצד האחר תורת הכבידה של איינשטיין המוכרת בשם "תורת היחסות הכללית". בעשורים שחלפו מאז הוצעו תורות אלו, הן אומתו במגוון ניסויים ונרכשה לגביהן הבנה תיאורטית רחבה. ואולם, בעקבותיהן גם עלו שאלות חדשות ועמוקות. נציין כמה מהמרכזיות שבהן.

• **כבידה קוואנטית:** תורת הכבידה של איינשטיין אינה משולבת בתורת הקוואנטים (החוקים המפתיעים השולטים בעולם התת-אטומי). למעשה אפשר להראות כי במרחקים קצרים ממרחק פלנק, שערכו כ-10<sup>-35</sup> מ (דהיינו, קטן ממיליונית של מיליונית של מיליונית של מיליונית של אטום יחיד), חייבים חוקי הפיזיקה להיות שונים, או לפחות צריכים להצטרף אליהם חוקים חדשים. יחד עם זאת, אין כל הכרח שתורת הקוואנטים תעורר בעיה מעשית כל עוד



לא פותחה טכנולוגיה שתאפשר הצצה למרחקים כה זעירים, וקשה להאמין שזו תעמוד לרשותנו בעתיד הנראה לעין.

נתן זייברג מפרנינסטון; ג'וזף פולצ'ינסקי (Polchinski) מסנטה ברברה; אנדרו סטרומינגר (Strominger)



• **איחוד הכוחות:** כיום מסבירים את כל הכוחות הפיזיקליים כנגזרים מארבעה כוחות (אינטראקציות) בסיסיים: כבידה, חשמל, הכוח הגרעיני החלש (הגורם בין היתר להתפרקות ביתא הרדיואקטיבית) והכוח הגרעיני החזק (המחשק את הפרוטונים והניטרונים בגרעין למרות הדחייה החשמלית בין הפרוטונים). נשאלת אם כן השאלה: האם ישנם קשרים בין הכוחות השונים, או האם יש להם מקור משותף? (למעשה, עבור הכוח החשמלי והכוח הגרעיני החלש ידוע כבר קשר חלקי שכזה).

• **מנגנונים פיזיקליים למסה ולמטען:** ידועות לנו תכונותיהם הבסיסיות של חלקיקים רבים, כגון מסה ומטען. אך מהו מקורם של אלו: האם קיימים מנגנונים פיזיקליים הקובעים אותם, או שמא יש לקבלם כאקסיומות במתמטיקה ואין משמעות לניסיון להבין את מקורם?

### נניח שכל חלקיק הוא לולאה קטנה של מיתר רוטט. כל החלקיקים עשויים מאותו סוג של מיתר, ולתכונותיהם השונות אחראים אופני תנודה שונים

תורת המיתר היא תורה פיזיקלית המתייחסת לשאלות אלו. הרעיון הפיזיקלי המרכזי שלה הוא פשוט להפליא: נניח שכל חלקיק הוא לולאה קטנה של מיתר רוטט. הלולאה קטנה כל-כך עד שהיא נראית כנקודה. כל החלקיקים עשויים מאותו סוג של מיתר, ולתכונותיהם השונות אחראים אופני תנודה שונים, בדיוק כשם שצלילי הגיטרה השונים מופקים כולם מאותם מיתרים.

למרות פשטותו של הרעיון, עדיין נדרשו חישובים קוואנטיים מורכבים לגילוי המפתיע כי תורת המיתר מתארת את כוח הכובד, ומכאן מעלתה העיקרית בהיותה, כנראה, תורה קוואנטית של הכבידה. נוסף על כך היא מציעה תשובות

לשאלת איחוד הכוחות, לשאלת המנגנונים הפיזיקליים האחראים לתכונות החלקיקים ולשאלות מפתח נוספות המעוררות עניין רב בקרב חוקרים.

תכונות אלו של תורת המיתר משכו לתחום מספר גדול של מדענים מובילים, שאין חולק על כישוריהם: אדוארד ויטן (Witten) מפרנינסטון, הנחשב לגדול הפיזיקאים התיאורטיים בזמננו; ג'ון שוורץ (Schwarz) מקאלטק; מייקל גרין (Green) מקיימברידג'; לאונרד סוסקינד (Susskind) מסטנפורד; החוקר הישראלי

מהרווארד; ורבים אחרים, ובהם פיזיקאים כמעט בכל האוניברסיטאות בארץ. אך גם בין מבקרי התורה יש מדענים בכירים, וביניהם גם חתני פרס הנובל חרארד ט'הופט (t Hooft) ושלדון גלשאו (Glashaw). נסתפק בתיאור קצרצר זה של התורה ונשאל: אם לתורת המיתר ישנם הישגים רבים כל-כך, מהו מקור המחלוקת?

### למרות קרוב ל-40 שנות מחקר, לא נמצא עד כה כל אישוש ניסויי לתורת המיתר

הבעיה המרכזית של התורה היא, שלמרות קרוב ל-40 שנות מחקר, מתוכן מחקר אינטנסיבי מאוד ב-22

השנים האחרונות, לא נמצאה לה עד כה כל עדות ניסויית. אמנם קיים סיכוי שהתורה תאושר באמצעות גילוי ישיר של המיתר, אם הוא גדול מספיק, באחד המאצים שייבנו בעתיד הקרוב, או באופן עקיף, באמצעות מדידות

סופר-מדויקות. ואולם, כל עוד אין מושג ברור על גודלו של המיתר, והוא יכול להיות קטן עד כדי גודל פלנק, הרי שיייתכן מאוד שאף בעתיד הרחוק לא יהיה אפשר להכריע בדבר קיומו.

במהלך השנים בחרו להצטרף לתחום פיזיקאים תיאורטיים צעירים רבים, אך יחד עם זאת התרבו המתנגדים, והעימות שהחל כמדעי וענייני התלהט ועבר לפסים אישיים ו"פוליטיים".

המתנגדים טוענים כי היעדר אישור ניסויי כיום,

וכן בעתיד הנראה לעין, מוציא את התורה מתחום המדע הניסויי אל התחום המתמטי ואפילו אל תחום האמונה, בשל חוסר האפשרות המעשית לבחינה מכרעת של התורה בניסוי.

הם טוענים שאין לקבל את בקשתם של החוקרים בתחום ל"זמן נוסף", שכן חרף הזמן הרב שחלף מאז הוצעה לראשונה תורת המיתר, ולמרות ההתקדמות בהבנתה התיאורטית, היא לא התקרבה ולו במעט אל התחום הניסויי, בעוד ההסברים לכך השתנו פעם אחר פעם.

המבקרים מוסיפים וטוענים שהחוקרים המובילים בתחום אינם מסוגלים להודות בטעותם, כפי שראוי שיורה להם מצפונם המדעי, בשל שיקולים של מעמד ויוקרה ובשל החשש מאיבוד משאבים, ובכלל זה תקציבי מחקר ותלמידים.

לעומתם, מצביעים התומכים של תורת המיתר על ההתקדמות התיאורטית הרבה שהושגה בהבנת התורה בעשורים האחרונים, על הרעיונות החשובים והתשובות שנתווספו (שאת חלקם כבר מנינו) ועל ההשפעה שנודעה לרעיונות אלו בתחומי המתמטיקה, כגון גאומטריה בממדים גבוהים, וכן על תחומים מסוימים בפיזיקה, כגון חורים שחורים וכן מודלים של החלקיקים והכוחות היסודיים שיוכלו להיבדק במאיץ החלקיקים בז'נבה לכשיחזור לתפקוד.

הם מדגישים את העובדה שמבקרים רבים של תורת המיתר אינם מכירים אותה לעומקה, וחלקם אף לא את עקרונותיה הבסיסיים. הם גם מצביעים על כך שרבים מן המבקרים הם פיזיקאים מבוגרים, שאיחרו לעלות על הרכבת, או פיזיקאים שניסו להשתלב ותוסכלו מחוסר הצלחתם, ואלה גם אלה מקנאים באנשי המיתר בשל תשומת הלב והמשאבים שהחלו לזכות בהם אחרי לכתם שנים רבות "במדבר המדעי".

חלק מחסידי התורה אף הגדילו לעשות וטוענים שהגיע הזמן למהפכה במושג המדע עצמו. לשיטתם, מכיוון שבעתיד הנראה לעין לא תהיה אפשרות לערוך ניסויים במרחקי פלנק, אין לראות בעצם הניסוי את אמת המידה המרכזית לתורה פיזיקלית, אלא יש למצוא את התורה הנכונה בעזרת כוח ההיגיון בלבד.

אכן, זהו מאבק שבו נוטלים חלק חשוב המרכיב האישי והייצרי, בניגוד לתדמיתו ה"יבשה" והאובייקטיבית של המדע. בתקופה כזו טוב לזכור, כי הניסיון מראה שסופה של האמת המדעית לצאת לאור, וזו משכנעת הרבה יותר מאשר עימותים קולניים.

### קישורים

- <http://www.math.columbia.edu/~woit/wordpress>
- <http://motls.blogspot.com> - "מערכת הייחוס" - הבלוג של לובוש מוטל.

# הארות והשלכות פילוסופיות

## הקרב על תורת המיתר

מאת: ד"ר צבי סולוב, מרצה להיסטוריה ופילוסופיה של המדע. אוניברסיטת בן-גוריון

גורסת את קיומי של בוזון היגס (Higgs boson) שטרם התגלה וכלל לא בטוח שהמאיץ הגדול ביותר בעולם יהיה אנרגטי מספיק לעשות זאת. למרות זאת הקונסנסוס בפיסיקה היום הוא שהמודל הסטנדרטי נכון וההיגס אכן קיים. לכן אין לדעתי לשלול מתורת המיתר את "מדעיותה".

לשאלה השנייה "האם התורה נכונה" יש שני מובנים. במובן האינסטרומנטליסטי הדורש שתורה מדעית רק באופן יעיל את הנתונים האמפיריים ותספק ניבויים חדשים, תורת המיתר נראת כלפחות קרובה לנכונה. היא מבטיחה כשתושלם להסביר את קיומם של כל החלקיקים האלמנטאריים הידועים היום ורק אותם, מעיקרון פשוט בסיסי אחד, והיא אמורה גם לאחד את שתי התורות הגדולות של הפיסיקה, תורת היחסות הכללית ותורת הקוונטים.

אך במובן העמוק יותר, הריאליסטי, האם תורת המיתר מתארת נכון את היקום כפי שהוא? התשובה היא שלעת עתה פשוט איננו יודעים. רק אחרי עבודה מחקרית

### הדיון אודות תורת המיתר עוסק בעצם בשלוש שאלות שונות:

- (א) האם זו תורה לגיטימית במדע?
- (ב) האם היא נכונה?
- (ג) האם היא קבילה מבחינה פילוסופית?

התשובה השלילית לשאלה הראשונה מתבססת בעיקר על העובדה המצערת שלא נמצאה לה עדיו כל עדות ניסויית. אך לפי גישתו של קרל פופר (Popper) המקובלת על רבים, תורה מדעית איננה זקוקה ל"הוכחה אמפירית" שהיא בעקרון איננה אפשרית, אלא לניבויים הניתנים לבדיקה אמפירית שיאפשרו תיאורטית להפריכה.

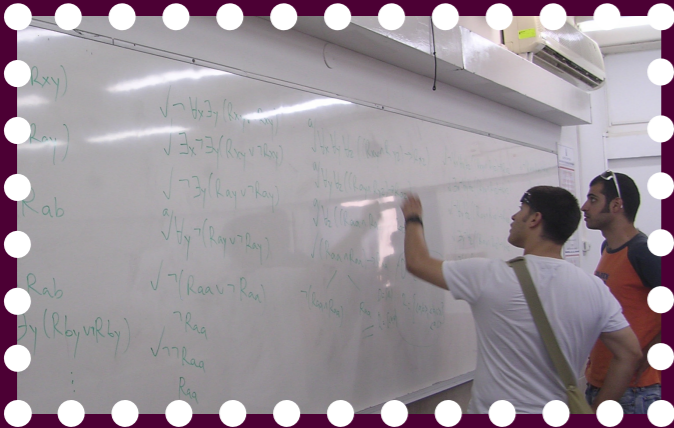
הטענה שמכיוון שהניבויים של תורת המיתר לא ניתנים לבדיקה מעשית מכיוון שהם דורשים ניסויים במרחקים של אורך פלנק (33 - 10 ס"מ) שאינם ניתנים לביצוע בטכנולוגיה של היום, איננה פוסלת אותה מלהיות מדעית בעקרון. כך למשל התיאוריה המקובלת היום של מבנה החומר "המודל הסטנדרטי"





אנחנו לא באמת מצטערים אם המדור יפגע במישהו

יובל הלא מבולבל  
מסביר למה  
עדיף לקרוא את  
"הספר האדום"  
של מאו ולא ללכת  
ללמוד הנדסת  
חשמל.



ואוו! תראה  
איזה השתקפות  
מגניבה!



אני נראה כמו סטלן,  
מתנהג כמו סטלן, אפילו  
מצטלם כמו סטלן, אבל  
אני לא סטלן. מי אני?



פיני בשיעור "מיהו האדם".  
מעכשיו יגיד כל גבר עברי לאשתו- גם קופה וגם אופה!

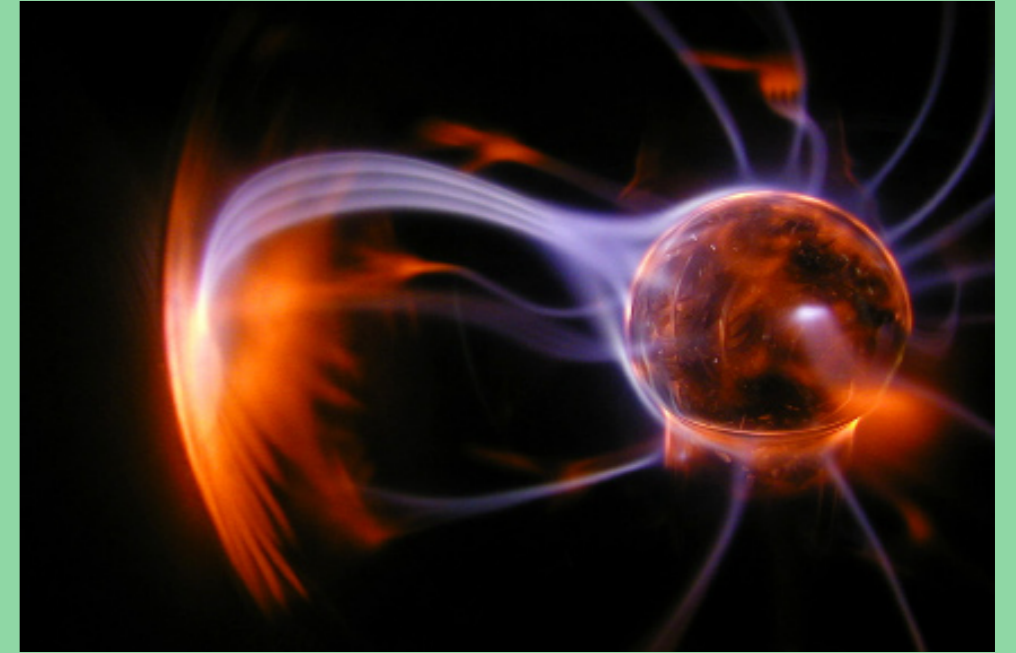
## המשך-הארות והשלכות פילוסופיות

מאת: ד"ר צבי סולוב, מרצה להיסטוריה ופילוסופיה של המדע, אוניברסיטת בן-גוריון

רבה, יהיה אפשר אולי לתת תשובה לשאלה זו ברמה כלשהי של בטחון. אך לפחות עבור הציבור המתעניין בפילוסופיה, השאלה השלישית היא החשובה ביותר, כי מתברר שחלק ניכר מהעיונות לתורה מקורו בשיקולים פילוסופיים.

כך, לי סמולין מתקיף את התורה בגלל "אפלטוניותה". גישה זו הוא מגדיר כ: "ההנחה שמכיוון שחוקי הטבע ניתנים לייצוג מתמטי, לא רק שהם אמיתיים מחוץ לזמן, אך גם קיים בעולם האפלטוני אובייקט מתמטי, שהוא הפתרון של המשוואות של התורה הסופית והוא "איזומורפי" בכל פרט להיסטוריה של היקום. כלומר, כל טענה אמיתית על היקום ניתנת שאלות כאלה".

ההתנגדות הפילוסופית להסברים אנתרופיים במדע היא רבה. "התכונות של אוסף היקומים... אינן ניתנות לבדיקה ניסויית, ולכן אין באפשרותנו לתת ניבויים מדויקים וחד משמעיים לשום תופעה הנצפת ביקומנו" כותב סמולין (4).



בתשובתו להתנגדות זו להסבר האנתרופי סוסקינד מסכים שהטענה שהפיסיקה מאבדת את יכולת הניבוי שלה היא נכונה ברובה. אך הוא טוען שגם ההסבר ליצירת חיים תבוניים על כדור הארץ ולא על כוכב לכת אחר במערכת השמש הוא אנתרופי, כי לא ניתן להסביר זאת אלא על-ידי אוסף התכונות הפיסיקות – אקלימיות של כדור הארץ המאפשרות חיים שאינן נמצאות על כוכבי הלכת האחרים. במקרים כאלה, הוא מוסיף: "לדרישה לכושר ניבוי מושלם [מתיאוריה במדעי כדור הארץ] יש בסיס רגשי שאין לא קשר לעובדות המוצקות של המדע הפלנטארי" (5)

למיפוי אל תוך משפט אודות האובייקט המתמטי המתאים" (1)

אך מבחינה זו תורת המיתר איננה שונה בעקרון מהתורות הגדולות האחרות של הפיסיקה המודרנית וניתן לטעון כי תכונה "אפלטונית" זו משותפת לכל הפיסיקה התיאורטית מאז שגלילאו גליליי קבע כי "לא ניתן לקרוא את היקום עד שלא נלמד את שפתו, ועד שלא נהיה בקיאים באותיות בהן היא כתובה. היא כתובה בשפה מתמטית..." (2)

Smolin, L., "The Unique Universe", Physicsworld.com, 2/6/2009. <http://physicsworld.com/cws/article/print/39306>  
Galilei, G., Il Saggiatore (2)  
Susskind, L., The Cosmic Landscape, New York, N.Y: Back Bay Books, 2006  
Smolin, L., ibid (4)  
Susskind, L., ibid (5)

ההתנגדות השנייה של סמולין לתורת המיתר מבוססת על כך שהיא משתמשת בעקרון האנתרופי. (Anthropic principle) לאונרד סוסקינד מגדיר את