

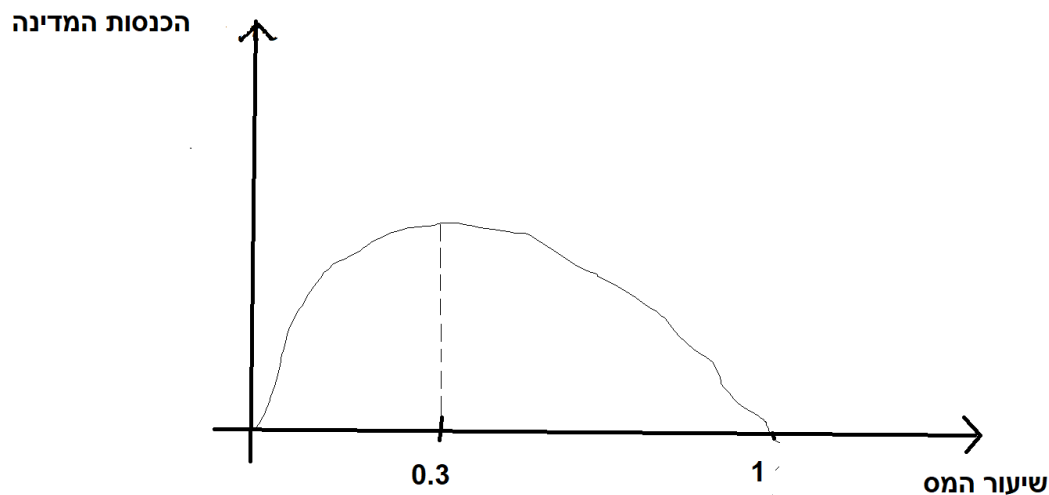
## הפשטנות בתחזיות סטטיסטיות פשוטות

אני מסיים כעת לקרוא את ספרו של ג'ים הולט, **כשאינשטיין טייל עם גדל**, שעוסק בסוגיות מדעיות, פילוסופיות ומתמטיות, שמביאות למהפכים מחשבתיים ושינוי בתפיסות העולם. אני בדרך כלל לא קורא ספרות מדע פופולרי, מפני שדי קשה לכתוב מדע פופולרי מעניין וברמה טובה. בדרך כלל ספרים כאלה מתמקדים באנקדוטות ורכילות על הוגים ומדענים, ובתיאורים שטחיים מאד מלמעלה של רעיונות שבלי להבין אותם מקצועית זה יותר מבלבל מאשר מועיל. יש בהם יומרה להציג השלכות רעיוניות ופילוסופיות של התובנות המדעיות וזה בדרך כלל יוצא די טיפשי (גם אנשי המדע עושים הרבה שטויות פופוליסטיות בבואם לפרש את התוצאות המדעיות ולהצביע על השלכותיהם לחיינו ולמחשבתנו). הספר הזה בחלקו גם הוא עושה את אותם דברים, אבל פה ושם הוא גם נכנס לטיעונים עצמם (לפחות ברמה הפופולרית), ובאמת לא מצאתי בו שגיאות גסות. זה גם די נדיר.

אחת הנקודות שעוררו אותי למחשבה היא טיעון פשוט שעולה בתחילת הפרק הרביעי של הספר, וגרסה אחרת שלו חוזרת בהמשך (מעמ' 340). כפי שכותב הולט, הטיעונים הללו די מדהימים מפני שהם מאד מינימליסטיים והתוצאה שלהם מרחיקת לכת מאד. זה סוג הטיעונים החביב עליי. הנה דוגמה שנזכרתי בה כעת.

### הדרך להגדיל את הכנסות המדינה

ראיתי פעם הרצאה של ביבי, שבה הוא הסביר מדוע העלאת מיסים לא בהכרח מגדילה את הכנסות המדינה ודווקא הורדת מיסים יכולה לעשות זאת. הוא שרטט על הלוח מערכת צירים שבציר  $Y$  מודדים את כמות הכסף באוצר המדינה (ההכנסות בלבד) ובציר  $X$  את שיעורי המס. נניח שמטילים 0% מס, מה תהיינה הכנסות? 0 כמובן. נניח כעת שמטילים 100% מס, מה תהיינה כעת הכנסות? שוב 0 כמובן (כי אף אחד לא יצא לעבוד אם אין לו רווח מזה). אם כן, הגרף של הכנסות המדינה כפונקציה של שיעור המס בהכרח נראה בערך כך:



בין ראשית הצירים לנקודה  $(1,0)$  חייב להימצא מקסימום כלשהו (בהנחה שהכנסות המדינה לא יכולות להיות שליליות), ולדבריו הניסיון בעולם מראה שהוא ממוקם בערך ב-0.3. מה זה אומר? שאם שיעור המס הנוכחי הוא 0.5, אזי הדרך להגדיל את הכנסות המדינה היא דווקא להוריד את שיעור המס. ואם שיעור המס הנוכחי הוא 0.2 אזי הדרך להגדיל את הכנסות היא להעלות את שיעור המס. זהו כמובן טיעון פשוטני ולא מדויק, אבל הוא חביב עליי מאד מפני שמינימום הנחות מובנות ופשוטות מאד מביאות לתוצאה מעניינת (ואולי קצת מנוגדת לאינטואיציה הראשונית). כעת בחזרה אלינו.

## הערכת משך חייהן של תופעות

בתחילת הפרק הרביעי בספר (עמ' 57) הולט מביא טיעון שנוסח לראשונה על ידי האסטרופיזיקאי מפרינסטון, ריצ'רד ג'יי גוט (Gott), במאמר משנת 1903 בכתב העת **Nature**. הוא מניח את העיקרון הקופרניקני שלפיו אנחנו כנראה לא מיוחדים.<sup>1</sup> מכאן יוצא שאם אנחנו מכירים תופעה כלשהי, אזי אנחנו כנראה לא הראשונים ולא האחרונים שנכיר אותה. כלומר הרגע הזה אינו מהרגעים הראשונים של קיומה וגם לא מהרגעים האחרונים. שימו לב למסקנה שיוצאת מההנחה הפשוטה הזאת. נניח שיש הצגה בברודוויי שהציגה כבר ח פעמים. אני שצופה בה כעת איני מה-2.5% הראשונים שראו אותה וגם לא מה-2.5% האחרונים (הרי זה נכון עבור 95% מהצופים בה). אני יכול לקבוע בסבירות טובה שאני ממוקם איפשהו בתוך ה-95% האמצעיים. לכן ניתן לקבוע ברווח בר סמך של 95% שההצגה הזאת תימשך לא פחות מעוד 39 ח (אחרת אני מיוחד שכן אני שייך ל-2.5% האחרונים שצפו בה) ולא יותר מעוד 39 ח (אחרת אני מיוחד כי אני שייך ל-2.5% הראשונים שצפו בה).<sup>2</sup> כך לדוגמה אם ההצגה עלתה עד עכשיו 100 פעמים, היא תימשך לפחות עוד פעמיים שלוש, ולא יותר מעוד 3,900 פעמים.

כך גם ניתן להעריך את משך החיים של האנושות (מכאן והלאה לצורך הפשטות אשתמש ב-40 במקום 39). נניח שבצורתה העכשווית היא קיימת כבר כ-10,000 שנה, אזי היא תמשיך להתקיים לפחות עוד 250 שנה, ולא יותר מ-400,000 שנה. הוא מעריך כך את משך החיים של האינטרנט (עוד לפחות שנה ולא פחות מאלף וחמש מאות שנה), את נוכחותם של מספרים בחיינו ועוד ועוד. כמובן שככל שהתופעה ותיקה יותר כך משך החיים הצפוי לה גדל. הוא אפילו מביא שם כמה וכמה דוגמאות שמאששות את התוצאה הזאת.

זה באמת טיעון חזק. במינימום הנחות סבירות ושיקול פשוט אחד אנחנו מגיעים להרבה תוצאות דרמטיות ומפתיעות מאד, שיש להן השלכות בהמון תחומים.

## ערעורים

בעיה ראשונה שצפה ביחס לנוסחה הזאת היא שבחרנו שרירותית במספר 95% כמדד לנורמליות, וב-5% כמדד למיוחדות. בה במידה יכולנו לבחור 99% לעומת 1%, ואז התוצאות היו צריכות להיות מחולקות ומוכפלות ב-100. אבל זו אינה טענה, שכן הרווח בר סמך להערכה הזאת היה שונה. אכן לאותה שאלה יכולות להיות הערכות שונות ברמות ביטחון שונות. ניתן לומר בביטחון של 95% שמשך חיינו יהיה בין X ל-Y, וברמת ביטחון גבוהה יותר שהוא יהיה ארוך יותר. שימו לב שהביטחון (הסמך) עוסק בכל האינטרוול ולא בגבול העליון או התחתון שלו. אחרת היה יוצא לנו שיש לנו ביטחון של 95% שנחיה בין 250 ל-400,000 שנה, ורמת ביטחון של 99% שנחיה בין 100 למיליון שנה. מטבע הדברים, הערכה מדויקת יותר נותנת לנו פחות ביטחון. ההערכה שאנחנו לא שייכים ל-1% המיוחדים היא פשוטה ובטוחה יותר מההנחה שאנחנו לא מה-5% המיוחדים. אין פלא שהתוצאה שהיא נותנת חלשה יותר.

בעיה שנייה שעולה כאן היא שככל שמשך חיינו מתארך ההערכות עצמן מתארכות. אם נחכה עוד 10,000 שנה ולמרבה הפלא האנושות עדיין תהיה על הבמה, אזי ההערכות למשך קיומה יתארכו פלאים. זוהי הערכה דינמית שמשתנה כל הזמן. אבל גם זו אינה בעיה של ממש, שהרי תמיד ככל שיש לנו יותר מידע ההערכות שלנו יכולות להשתנות. אם הטלנו קובייה ואיננו יודעים את התוצאה, הסיכוי לקבל 5 הוא שישית. אבל אם ידוע לנו שהתוצאה היא אי זוגית – אזי הסיכוי גדל לשליש. ככך שמשך חיינו נמשך יש לנו יותר מידע, ולכן ניתן וסביר לעדכן את ההערכות הסטטיסטיות שלנו.

הבעיה שכן עולה בהקשר הזה היא שכבר כיום אני יודע שבסיכוי גבוה אחיה עוד 1000 שנה, כלומר כבר היום המידע שאני אהיה אז בינינו נמצא בידי. אם כן, למה שלא אשתמש בו כבר כעת ואעדכן את ההערכה שלי? אתם מבינים שזהו תהליך של הערכות שהולכות ומתבדרות לאינסוף. אם נתבונן לכיוון צדו השני של ציר הזמן, ונשאל את עצמנו מה היה ערכן של ההערכות של אבותינו (בהנחה שהם היו

<sup>1</sup> אני מניח שזה מכונה "העיקרון הקופרניקני" מפני שקופרניקוס לימד אותנו שאנחנו מסתובבים סביב השמש ולא היא סביבנו. אנחנו לא מיוחדים.

<sup>2</sup> 2.5% זה 1/40.

עושים אותן), היינו מגיעים לתוצאה שלא משהו. לפני 9,000 שנה האנושות הייתה קיימת רק אלף שנה. לכן ההערכות דאז היו שמשך חיי האנושות הוא בין 25 שנה לבין 40,000. נו, זה עוד סביר. ומה לפני 9,900 שנה? שם האנושות קיימת רק מאה שנה, ולכן ההערכות היו אמורות להיות בין שנתיים וחצי לבין 4,000. אלא שההערכה הזאת כבר ידועה לנו היום כשגויה. אז מדוע לתת אמון בהערכות

שאנחנו בונים היום, אם אנחנו יודעים כבר כיום שבנינו יזרקו אותן לפח? עוד ניתן לטעון שלא ניתן לתחום באופן ברור תופעה כמו האנושות. זו לא שאלה טכנית אלא בעיה של עמימות בהגדרה. השאלה מאיזה שלב בתהליך האבולוציוני אני מגדיר את היצור כאדם. אם נגדיר את היצור שהיה קיים לפני מיליון שנה כאדם, אזי ההערכה למשך חייו של המין האנושי תגדל פלאים (אלא שכעת זה באותו רווח בר סמך). כעת צפויות לנו באותה רמת ביטחון בין 25,000 ל-40,000,000 שנה. האם זה סותר את ההערכה הקודמת? לא בהכרח. זה נותן לנו הערכה אופטימית, וההערכה הקודמת היא פסימית יותר. מבין השתיים עלינו לקחת את ההערכה המינימלית. אבל שימו לב שאם ניקח את ההערכה המינימלית מלמעלה, כלומר 250 שנה, זה אומר שאנחנו הומינידים מאד מיוחדים מבחינת ההערכה האופטימית יותר. זה שובר את העיקרון הקופרניקני כפי שהנחנו אותו בהערכה השנייה. אז דווקא יש סתירה בין שתי ההערכות הללו.

אגב, בעיה דומה מתעוררת לגבי נקודת הסיום. לא קל להגדיר מתי המצב נחשב שהאנושות נכחדה. האם כשנעבור שינויים אבולוציוניים משמעותיים אנחנו עדיין נהיה בני אדם? האם אנחנו עצמנו באמת המשך של האדם הקדמון? ואולי האדם המדעי הוא כבר יצור חדש? אם תרצו יש לזה כבר שמות: דור ה-X, ה-Y וה-Z וכן הלאה.

מה שעומד בשרש הבעיה הוא שכל יצור הוא מיוחד מבחינות מסוימות ולא מיוחד מבחינות אחרות. השאלה היא האם הבחינה שלגביה אתה מיישם את העיקרון הקופרניקני היא באמת בחינה לא מיוחדת שלנו, או שבטעות יישמנו אותנו על בחינה מיוחדת שלנו ולכן ההערכה לא שווה הרבה. אנחנו אולי הומינידים לא מאד מיוחדים, אבל בני אדם מיוחדים יותר. אם תנברו בכל הנתונים הרלוונטיים ביחס לאדם כלשהו, תמיד תמצאו שהוא מיוחד במשהו. לדוגמה, הגימטרייה של השם שלו שווה בדיוק לגילו. מה הסיכוי שזה יקרה? קלוש. אבל ברור שזה יקרה אצל כמות מסוימת של אנשים. הוא גר במרחק של 10 ק"מ בדיוק מאימא שלו. גם זה מיוחד מאד, אבל כנראה קורה לא פעם.

שימו לב שלהיות בדיוק באמצע זה גם מאד מיוחד. יכולת להציע הערכה באותו רווח בר סמך שאני לא חי באמצע התקופה האנושית, וגם לא בשליש או בשני שלישי, או ב-78% מהתקופה. כל אחד מאלו הוא מאד מיוחד, ולכן סביר שאני חי דווקא בו. אבל אם זה כך, אז בהגדרה אני תמיד חי באזור מאד מיוחד של האנושות, וכך העיקרון הקופרניקני רוצח את עצמו. הדבר דומה לשאלה מה הסיכוי שקובייה שמוטלת מאה פעמים תיפול על סדרת תוצאות מסוימת. הסיכוי הוא אפסי כמובן, אבל זה נכון לכל סדרת תוצאות, ולכן אנחנו יודעים מראש שהתוצאה שתתקבל בסוף בהחלט תהיה מיוחדת. ההנחה הקופרניקנית שהתוצאה של הקובייה לא תהיה מיוחדת אינה נכונה. להיפך, היא תמיד תהיה מאד מיוחדת, אלא שיש הרבה תוצאות שכולן מיוחדות.

מעבר לכל זה, חבוייה בטיעון הזה הנחה שתהליך ההיכחדות של התופעות הללו הוא מקרי, ומתפלג אחיד על פני תקופת קיומם. זו הנחה מאד חזקה ואני לא חושב שהיא נכונה בדרך כלל. כיום האנושות יכולה להיכחד ביתר קלות מאשר לפני חמש מאות שנה, כי יש לנו כלי נשק שיכולים לעשות לכל הסיפור העגום הזה סוף בשניות. מאידך, האנושות היום יותר גדולה ומפוזרת, ולכן קשה יותר להכחיד אותה. נניח שאנחנו על סף מלחמה גרעינית, ויש סיכוי של 50% שהיא תפרוץ. האם נכון יהיה להעריך את תוחלת קיומנו במצב כזה לפי הנוסחה של גוט? לא ממש. מה הסיכוי שאנחנו על סף מלחמה כזאת? מה הסיכוי לכך שהיא תפרוץ? האם ההתפלגות של האירועים הללו היא אחידה? אין לנו שום אפשרות להניח משהו עליה, ולכן שיקולים שמניחים התפלגות אחידה הם שטות. אני מניח שבהיעדר מידע אחר אולי הייתי מניח התפלגות אחידה, אבל לא הייתי בונה על כך מאומה.

## קרב יום הדין

בעמוד 340 הולט מתאר את מה שמכונה "טיעון יום הדין". אני יודע למה אסטרופיזיקאים נוטים לנסח טיעונים כאלה, אבל עובדה היא שגם הטיעון הזה הועלה לראשונה בפגישה של החברה המלכותית בלונדון בשנת 1983 על ידי אסטרופיזיקאי בשם ברנדון קרטור מאוסטרליה. מה הסיכוי שמי שהעלו את

כל הטיעונים הללו הם אסטרופיזיקאים? אני מתחיל לחשוב שכנראה האסטרופיזיקה נמצאת על סף הכחדה.

הטיעון הזה הולך בערך כך. נניח שלמין האנושי צפוי עתיד אופטימי. הוא ישרוד עוד דורות רבים. גודל האנושות בכדור הארץ יתייצב על כמות סבירה של כחמש עשרה מיליארד, ואז עם הגידול אנחנו נתחיל ליישב כוכבים אחרים בגלקסיה שלנו, ונצליח להגדיל את כמות המזון בהתאם לצריכה של כלל האנושות. נניח שבכל עשור האנושות תגדל במיליארד איש (הערכה סבירה). עד שהשמש תכלה ויבוא הקץ ליכולתה של הגלקסיה שלנו להחזיק אנשים מעצבנים כמונו, האנושות לדורותיה תכלול בסך הכל כ- $10^{15}$  בני אדם. מהם רק כחמישים מיליארד שחיו עד ימינו. אם זהו המצב, כי אז אנחנו נמנים על כ-0.00001 אחוז מכלל האנושות. וואו, תודו שאנחנו מאד מיוחדים. אלא שכידוע על פי העיקרון הקופרניקני זה לא סביר. לעומת זאת, אם האנושות תיכחד מעל פני האדמה בקרוב, אז סביר מאד שהרגע הסביר ביותר שלנו הוא בדיוק עכשיו. סביר מאד שאנחנו חיים בדור האחרון כי הוא הדור הגדול ביותר.

הולט מאד מתפעל מהטיעון הזה, אבל משום מה הוא כנראה לא שם לב שהטיעון הזה סותר חזיתית את הטיעון הקודם שלו שתואר למעלה. מהטיעון כאן יוצא שזה שאיננו מיוחדים (העיקרון הקופרניקני) מוביל דווקא למסקנה שקיומנו יסתיים בקרוב, ולא בעוד פי 40 ממשיך הזמן שאנחנו קיימים, קצת שונה מההערכה שהתקבלה שם. אבל מעבר לסתירה במשנתו של הולט שליט"א, יש כאן באמת מצב בעייתי. לכאורה נראה שבאמצעות אותה צורת חשיבה אנחנו מגיעים למסקנות שונות לגמרי, ובמידה רבה הפוכות. איך זה יכול להיות? משהו רקוב בממלכת דנמרק...

### מספרי אנשים וציר הזמן: פלאי התהליכים האקספוננציאליים

בעבר הזכרתי כאן (בפרט ביחס למודלים להתפשטות הקורונה) את ייחודם של תהליכים אקספוננציאליים, שאדם שאינו רגיל אליהם יכול להיות מאד מופתע מהם. הדגמה יפה לזה היא קיפול דף נייר. חשבו על דף נייר גדול כרצונכם, שעוביו כשל דף נייר רגיל. אתה מקפלים אותו לשניים, ואז לעוד שניים וכן הלאה 40 פעמים. מה יהיה עובי הדף המקופל? אם אינכם מכירים, תחזיקו חזק. לשם הפשטות, נניח שעוביו של הדף המקורי הוא 1 מ"מ כל קיפול כזה מגדיל את העובי הכולל פי 2. אחרי קיפול אחד יש לנו 2 מ"מ, ואחרי עוד קיפול העובי הכולל הוא 4 מ"מ, ולאחר מכן 8 מ"מ, 16 מ"מ וכן הלאה. אחרי 40 קיפולים, העובי הכולל של הדף המקופל הוא  $2^{40}$  מילימטרים. כדי להמחיש את משמעות הדבר, נתרגם זאת לקילומטרים (לחלק במיליון, בערך  $2^{20}$ ). אנחנו מקבלים את התוצאה:  $2^{20}$  ק"מ. ושוב, כדי להמחיש אזכיר לכם ש- $2^{10}$  זה בערך אלף (1K), אז כאן יש לנו בערך מיליון, לכן העובי הכולל של הדף המתקבל הוא כמיליון קילומטרים. מתברר שזה כמעט פי שלוש מהמרחק בין כדור הארץ לירח (!!). שימו לב, כל המפלצת הזאת התחילה ב-40 קיפולים של דף בעובי של מילימטר.<sup>3</sup> כלפי מה הדברים אמורים? האנושות גדלה בתהליך אקספוננציאלי, ולכן היא מכפילה את עצמה כל כמה דורות (יש כמובן גם אסונות והכחדות ושיעור הריבוי משתנה בין המקומות והדורות, אבל כאן אני רק מדגים נקודה תיאורטית). בתהליך כזה בכל שלב (דור, או כמה דורות) קיימים מספר פרטים כמספר הפרטים הכללי שהיה קיים עד אותו זמן. כיום יש כעשרה מיליארד אנשים על הגלובוס, וזה בסדר גודל כמספרם הכולל של האנשים שחיו עד ימינו (קראתי שההערכה היא שעד היום חיו כארבעים מיליארד). אם כן, הדור האחרון יהיה לא כל כך מיוחד, כי כמות האנשים בו דומה לכלל האנשים שהיו קיימים אי פעם לאורך ההיסטוריה. זה מאפשר לנו לבסס הערכה על מספרי אנשים ולא על ציר הזמן כפי שעשינו למעלה, ולאחר מכן ניתן גם לתרגם אותה לציר הזמן. זהו כמובן פשר הסתירה בין שני החישובים.

### בחזרה לשיקולים פשטניים

ניתן לראות כאן דוגמה נוספת לטענתי מלמעלה שקשה לדבר על העיקרון הקופרניקני בגלל שלכל אדם יש מיוחדות בצירים מסוימים ולא באחרים. ובמקרה שלנו, אני יכול להיות מאד מיוחד על ציר הזמן

<sup>3</sup> סיפור ידוע יותר הוא כמובן על ממצאי משחק השחמט. השאח הפרסי הציע לו פרס כבקשתו כהוקרה על המצאת המשחק, והוא ביקש לוח שחמט (8X8 משבצות), שבמשבצת הראשונה שלו יש גרגר חיטה, בשנייה שניים בשלישית ארבעה וכן הלאה על כל משבצות הלוח (64 משבצות). בכל פרס לא היו מספיק גרגרי חיטה כדי למלא את בקשתו. ראו כאן הסברים מאוירים לסיפור הזה ולתהליכים אקספוננציאליים.

(לחיות בדור האחרון) אבל ממש לא מיוחד מבחינת מספרי האנשים (כי בדור שלי חיים כרבע מכלל האנושות).

אבל זה הכל נאמר רק לשיטתו של הולט. הסברתי למעלה מדוע אני עצמי לא מקבל את הטיעון הראשון. כעת ניתן לשאול האם הטענה הזאת, להבדיל מזו של גוט, כן נכונה? דומני שגם היא לא, שכן רוב ההסברים שהצגתי למעלה ישימים גם למקרה הזה. כך, למשל, ההנחה שאיני מיוחד פירושה שמגרילים את הנשמה שלי באופן אקראי מתוך מאגר כלשהו וזורקים אותה לעולם בשלב כלשהו. יש עוד הנחה שההתפלגות בהגרלות היא אחידה (=הסיכוי של כל אחד לצאת בכל שלב הוא אותו). איני רואה בסיס ממשי להנחה הזאת. בהקשר כזה ניתן היה אולי לדבר על סבירות (לדעתי גם זה לא, שכן אין לנו שום מידע על התהליך), אבל בוודאי שלא על הסתברות. ובכלל, אם אני עצמי הייתי מוגרל במאה ה-12 לפני הספירה, האם הייתי אני עצמי? באיזה מובן? הרי זה אדם אחר לגמרי. ייתכן, שאני מוגדר כמי שנולד בדיוק כעת, במקום ובזמן ובסביבה שלי. לפי זה, הסיכוי לכך שאני אינולד כאן הוא 1, לפי הגדרה. זה כמו לשאול מה היה הרמב"ם אומר על משהו אם היה חי בימינו. התשובה היא שגם אם משום מה השאלה הזאת חשובה למישהו, היא אינה מוגדרת. אם הוא היה חי בימינו הוא כנראה לא היה הרמב"ם אלא מישהו אחר.

אגב, הולט מספר (בעמ' 341) שברנדון קרטרי היה זה שהמשיג לראשונה את 'העיקרון האנתרופי', כעשור קודם לכן (בשנות השבעים). לא ממש התפלאתי לשמוע זאת, שכן הטיעון הוא סובל מבעיות דומות, וגם שם זה למרות פשטותו וקסמו הראשוני (עמדתי על כך בספרי **אלוהים משחק בקוביות** ובשיחה השלישית בספרי **המצוי הראשון**).

פשטות של טיעון מהלכת עלינו קסם, ובצדק. תערו של אוקאם מבוסס עליה. לכן מדי פעם אנחנו נפגשים בשיקולים פשוטים מאד, שהם בכל זאת אלגנטיים ומרשימים, וככל שהמסקנות שעולות מהם מרחיקות לכת ורחבות יותר כך קסמם מתגבר כמובן. הולט מתאר את הטיעון של קרטרי כך (עמ' 341):

**אפילו בהשוואה למבנה הרגיל של טיעונים אפריורי טרנסצנדנטיים, הטיעון הזה די עוצר**

**נשימה. בחסכות שלו בהנחות המוצא לעומת המסקנה המתפקעת מבזבזנות, הוא**

**מתחרה ראוי לטיעון אנסלם הקדוש איש המאה ה-11...**

אחרי שתחזור לו הנשימה, בכל זאת הייתי מציע לו לעצור לרגע ולבדוק שוב את הטיעון המוחץ הזה. לי הוא נשמע לא מרשים במיוחד. אגב, בעמ' 58 תמצאו ביטויי התפעלות די דומים מהטיעון ההוא (אם כי לקוני יותר: "די מדהים"), למרות שכזכור מסקנותיו סותרות את אלו של הטיעון הזה. לא ננעלו שערי הפלפול המתמטי והמדעי.

ובאופן כללי יותר, אמנם לא הייתי דוחה על הסף טיעונים אלגנטיים ופשטניים כאלה, שכן לפעמים אדם מצליח לעלות על הברקה פשוטה ונכונה (תורת האבולוציה למשל היא כזאת. בלשונו של הפילוסוף מלקולם: זוהי "טאוטולוגיה מאירת עיניים"). אבל עדיין אני ממליץ מאד על מידה בריאה של חשד כלפי טיעונים כאלה, כי בדרך כלל לצערנו הכלל הוא "לפום צערא אגרא". מסקנות מרחיקות לכת (שמתפקעות מבזבזנות) בדרך כלל דורשות עבודה מחשבתית וטיעונית רחבה יותר. כשאתם פוגשים

טיעון כזה, בהחלט שווה לערוך לו בדיקה נוספת לפני שאתם הולכים שבי אחריו ומשתמשים בו.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> שיעורי בית לקוראים: נסו להעלות ביקורות על טיעונו של ביבי שהובא בתחילת הטור.