

הרב ד"ר מיכאל אברהם

אמינותן הסטטיסטית של בדיקות לתופעות נדירות כְּשֶׁל היציגות בהלכה

ראשי פרקים:

מבוא
שאלות ראשוניות
כשל היציגות
הסבר מתמטי
דוגמא נוספת: תסמונת מינכהאוזן על ידי שליח
שתי הסתייגויות חשובות
השלכה משפטית: "דבר מה" בנוסף להודאת הנאשם
שתי דוגמאות הלכתיות
הסבר סטטיסטי
הסבר במונחי כשל היציגות
מהותו של כשל סטטיסטי: על מתמטיקה ופסיכולוגיה
מסקנות מעשיות
סיכום

מבוא

פרופ' דניאל כהנמן זכה בפרס נובל על תרומתו (ביחד עם עמוס טברסקי) להבנת כשלים שונים בחשיבה הסטטיסטית של בני אדם בכלל, ושל מומחים בתחומים שונים בפרט. חלק ניכר מהכשלים הללו מבוססים על בלבול בין שכיחות יחסית לשכיחות מוחלטת, או בין הסתברות מותנה והסתברות מוחלטת (אבסולוטית)¹. אחד הסוגים הבולטים בכשלים הללו (כיום הוא נכלל בחומר לבחינת הבגרות במתמטיקה) הוא 'כשלים של שיפוט על פי יציגות'², והוא עוסק באמינות השימוש בכלים סטטיסטיים עבור תופעות נדירות.

1. לעניין זה, מומלץ לראות את ספרם של ורדה ליברמן ועמוס טברסקי, **חשיבה ביקורתית: שיקולים סטטיסטיים ושיפוט אינטואיטיבי**, האוניברסיטה הפתוחה 1996.

כמו כן ניתן לראות במאמרו של גרד גיגרנזר ועמיתיו:

'Helping Doctors and Patients Make Sense of Health Statistics', Gerd Gigerenzer, Wolfgang Gaissmaier, Elke Kurz-Milcke, Lisa M. Schwartz, and Steven Woloshin, *PSYCHOLOGICAL SCIENCE IN THE PUBLIC INTEREST*, Vol.8 No. 2, pp. 53-96.

המאמר נמצא גם ברשת האינטרנט, בכתובת:

http://www.psychologicalscience.org/journals/pspi/pspi_8_2_article.pdf.

למאמר עברי שמכיל חלק מהחומר, ראו: גיל גרינגרוז, 'סטטיסטיקות רפואיות – כיצד להבין מידע רפואי בצורה טובה?', באתר **הומו סאפינס**.

2. ראה בספר של ליברמן וטברסקי פרק 6, ובשני המאמרים שהוזכרו בהערה הקודמת.

הכשלים הללו מופיעים בהקשרים רבים ומגוונים, ומסתבר שגם בהלכה יש להם מקום. מתברר שחז"ל היו כנראה מודעים לכשל הזה, וגם הראשונים והאחרונים הקפידו להיזהר ממנו. במאמר זה ברצוני להסביר את הכשל, ולהציג כמה השלכות ומופעים שלו, ולבסוף להסיק על קצה המזלג ובאופן כללי לגמרי כמה מסקנות שנוגעות לבדיקות רפואיות ולתחום דיני הראיות בעולם המשפט.

שאלות ראשוניות

ראובן נשלח על ידי רופא להיבדק בבדיקה כלשהי. אמינות הבדיקה היא 99%, כלומר תוצאות הבדיקה נכונות ב-99% מהמקרים. לגבי ראובן תוצאות הבדיקה העלו שהוא חולה במחלה הנדונה. כאמור, יש סיכוי כלשהו לטעות בבדיקה. מה הסיכוי שראובן באמת חולה?

אנשים מן השורה, כולל רופאים ודיינים, נוטים לחשוב שהסיכוי גבוה מאד, ויש שיאמרו 99%, שהרי זוהי בדיוק אמינותה המוכחת של הבדיקה. אך מתברר שזוהי טעות. התשובה לשאלה מה הסיכוי לכך שראובן חולה תלויה בשאלה אחרת: מהי נפוצות המחלה בציבור. במחלה שהנפוצות שלה בציבור נמוכה מאד ביחס לאמינות הבדיקה (כלומר במידה משמעותית פחות מ-1%) תוצאת הבדיקה כמעט חסרת משמעות.

זה באשר לדיאגנוזה רפואית. כעת נשאל שאלה דומה ביחס לדיני ראיות בבית דין. לפני הדיינים מופיע מומחה שמעיד על בדיקה כלשהי שהיא אמינה מאד. לדוגמא, אדם נחשד ברצח, ונמצא דם בזירת הרצח. בדיקה רפואית מעלה שזהו דמו של הנאשם. מהו הסיכוי שהנאשם הוא אכן הרוצח? לחילופין, במשפט שלמה עמד בפני ביה"ד אדם שביה"ד צריך לקבוע את ייחוסו (מי אמו). בית דינו של שלמה המלך שולח אותו לבדיקה גנטית, ומומחה מודיע לביה"ד כי אמינותה של הבדיקה היא 99%. האם הדיינים יכולים להסתמך עליה ולקבוע מי הוריו של העומד בפניהם? לשון אחר: הבדיקה מעלה התאמה לאם א' ולא לאם ב'. מה הסיכוי שהוא אכן בנה של א'?

בשני המקרים עולות כמובן שאלות הלכתיות חמורות בדבר הסתמכות על ראיות לא וודאיות, ושאלות של הצורך בעדות מול ראיות אחרות.³ כאן ברצוני לעסוק בנושא מזווית אחרת, למעשה מזווית מדעית: האם מבחינה

3. ראה תשובתו של הרב ווזנר לרב משמר הגבול, "זיהוי הלכתי על פי בדיקת DNA", תחומין כא (תשס"א) 121. כמו כן, ראה בהרחבה, א' וסטריין, "רפואה ומדעי הטבע בפסיקת בתי הדין הרבניים", משפטים כו (תשנ"ו) עמ' 425-492. וראה גם: ד' פרימר, "קביעת אבהות על ידי בדיקת סוגי דם [במערכת A, B, O] במשפט הישראלי ובמשפט העברי", אסיא ה (תשמ"ו), עמ' 185; מ' הלפרין, ח' בראוטבר, ד' נלקן, "קביעת אבהות באמצעות מערכת תיאום הרקמות המרכזית", תחומין ד (תשמ"ג), עמ' 431.

סטטיסטית הראיה היא באמת אמינה? כלומר בהנחה שאמינות הבדיקה הגנטית היא אכן 99%, והבדיקה מראה שאכן ראובן הוא בנו של יעקב, מה הסיכוי שהוא אכן בנו?

כשל היציגות

התשובה לשאלות אלו נעוצה במה שמכונה 'כשל השיעור הבסיסי' (שהוא אחד מכשלי היציגות). נתחיל עם דוגמת הבדיקה הרפואית. כאמור, יש בפנינו בדיקה רפואית שמיועדת לאבחן מחלה מסויימת. אמינות הבדיקה היא 99%, כלומר ב-1% מהמקרים היא שוגה (הופכת את המצב האמיתי: בריא לחולה, או חולה לבריא). כעת אנחנו שואלים: ראובן נבדק בבדיקה זו, ונמצא חולה. מה הסיכוי שהוא באמת חולה? התשובה המתבקשת היא שהסיכוי הוא 99%, שהרי זו רמת האמינות של הבדיקה. אך כפי שנראה כעת זו עלולה להיות טעות חמורה.

נניח שיש במדינה 10,000,000 תושבים, שמתוכם יש אלף חולים באמת במחלה הנבדקת (כלומר נפוצות המחלה היא $1/10,000$). כעת נבדוק את כל תושבי המדינה בבדיקה הזו. הבדיקה תשגה ב-1% מהמקרים, כלומר 1% מהבריאים יאובחנו כחולים, ו-1% מהחולים יאובחנו כבריאים. לפיכך, מתוצאות הבדיקה יעלה שיש בערך 100,000 חולים. אך, כאמור, האמת היא שישנם רק 1000 חולים אמיתיים מבין כל תושבי המדינה. אם כן, כשאדם אובחן בבדיקה הזו כחולה, הסיכוי שהוא באמת חולה הוא...1%. **קשה להאמין, אבל בדיקה שאמינותה היא 99% נותנת במצב כזה תוצאות שאמינותן היא 1%.**

זהו המצב במחלה ששכיחותה באוכלוסיה היא נמוכה. מה יקרה אם מדובר במחלה נפוצה יותר? לדוגמא, אם מספר החולים האמיתי באוכלוסיה הוא 1,000,000 (ו-9,000,000 תושבים הם בריאים, כלומר נפוצות המחלה היא $1/10$). שוב, נניח שיש 1% מהבריאים שיאובחנו בטעות כחולים, ו-1% מהחולים שיאובחנו בטעות כבריאים. במצב כזה תוצאות הבדיקה יראו לנו 990,000 (חולים שאובחנו נכון) + 90,000 (בריאים שאובחנו כחולים). סה"כ יימצאו 1,080,000 אנשים שמאובחנים כחולים, רובם אכן חולים באמת. אם אדם יימצא חולה במצב כזה, הסיכוי שהוא באמת חולה הוא $11/12$, שזה אמנם לא 99% אבל כבר בהחלט מתחיל להישמע סביר. במצב כזה, אם הבדיקה הראתה שמישהו הוא חולה, עליו בהחלט לחשוש. **המסקנה היא שאמינות הבדיקה לאדם חולה מתקרבת יותר ויותר לאמינות התיאורטית שלה, ככל שהמחלה היא נפוצה יותר באוכלוסיה. לשון אחר: בדיקות אמינות עבור מחלות נדירות אינן שוות אפילו לצור על פי צלוחיתו.**

המשמעות של המסקנה הזו היא שבמקרה הקודם, אם אדם כלשהו אובחן כבריא, התוצאה הזו היא אמינה, מפני ששיעור הבריאים באוכלוסיה הוא גבוה. לעומת זאת, אדם שאובחן כחולה, יכול להתעלם מהאבחנה הזו, מפני ששיעור החולים הכללי באוכלוסיה הוא נמוך. לשון אחר: הבדיקה הזו מיועדת לאבחן בריאים ולא חולים.

עד כמה הנפוצות צריכה להיות גדולה כדי שאמינות הבדיקה תהיה סבירה? המדר הוא היחס בין האמינות של הבדיקה לנפוצות של המחלה. אם הן מאותו סדר גודל אז התוצאות מתחילות להיות משמעותיות. משמעות הדבר היא שהבדיקה היא סוג של מיקרוסקופ שמטרתו להבחין בעצם כלשהו. ההגדלה (=הדיוק) של המיקרוסקופ תקבע באילו עצמים ניתן יהיה להבחין. אי אפשר למצוא חיידק עם מיקרוסקופ שהרזולוציה שלו אינה בסדר הגודל הנכון. הדבר דומה לירייה עם תותח על יתוש, או לירייה עם כדור רובה על טנק.

דוגמא להשלכה נוספת. אם נרצה לאמץ מבחנים גנטיים כדי להחליט הלכתית בשאלה 'מיהו יהודי?', נצטרך להשתמש בבדיקות שאי אמינותן (הסיכוי לשגות) קטנה משמעותית משכיחות היהודים באוכלוסיית העולם (כרבע אחוז, 1/250). בדיקה גנטית שאמינותה היא 99.5%, למשל, לא תספיק. הוא הדין לכל בדיקה רפואית או משפטית אחרת.

הסבר מתמטי

ניתן להבין את התופעה המפתיעה הזו דרך נוסחת ההסתברות השלמה:

$$P(A) = \sum_i P(A|B_i)P(B_i)$$

כאשר $P(A/B)$ הוא הסתברות מותנה, כלומר הסיכוי ל-A אם ידוע ש-B. במקרה שלנו יש רק שני מצבי i , ולכן משמעות הביטויים בנוסחה היא כדלהלן: $P(B_1)$ הוא הסיכוי שאדם כלשהו הוא חולה. $P(B_2)$ הוא הסיכוי שהאדם הוא בריא. $P(A)$ הוא הסיכוי שתוצאות הבדיקה לגבי מישהו מעלות שהוא חולה. הנוסחה אומרת שהסיכוי שהבדיקה תראה שאדם כלשהו חולה מורכב משני מרכיבים: הסיכוי שהוא חולה כפול ההסתברות המותנה של הבדיקה להראות זאת אל נכון, ועוד הסיכוי שהוא בריא כפול בהסתברות המותנה לכך שהבדיקה מעלה שהוא חולה (כלומר תוצאה שגויה).

כאמור, הסיכוי שהבדיקה טועה הוא 1%, אבל זה משפיע רק על אחד מהמרכיבים בסכום הזה: $P(A/B_2)=0.01$. לעומת זאת, ההסתברות המותנה השנייה היא גבוהה מאד: $P(A/B_1)=0.99$. ואם הנפוצות של המחלה היא

נמוכה מאד, אזי הסיכוי שהאדם אינו חולה $P(B2)$ הוא מאד גבוה, מה שמשנה משמעותית את התוצאה הסופית.

לחילופין, השאלה מהי אמינות הבדיקה נוגעת לגדלים מהסוג $P(A/B)$ (מהן תוצאות הבדיקה ביחס למציאות), ואילו השאלה אותה אנחנו שואלים (מה הסיכוי שהוא באמת חולה בהינתן תוצאות חיוביות לבדיקה) היא שאלה הפוכה שנוגעת לגדלים מהסוג $P(B/A)$. ובצורה מדוייקת יותר, היחס בין שתי ההסתברויות המותנות שמעניינות אותנו הוא:

$$P(B1)/P(A) \times P(B1/A) = P(A/B1)$$

אמינות הבדיקה היא: $P(A/B1)=0/99$, והיא אכן גבוהה. אבל הסיכוי שהאדם חולה בהנחה שתוצאות הבדיקה חיוביות הוא גודל אחר: $P(B1/A)$, והוא יכול להיות נמוך מאד. במקרה שלנו הוא אכן נמוך, שכן היחס בין ההסתברויות המוחלטות הוא נמוך.

דוגמא נוספת: תסמונת מינכהאוזן על ידי שליח⁴

גב' סאלי קלארק היא אישה בריטית ששני תינוקות שלה מתו בביתה מוות לא מוסבר (מות עריסה). היא הואשמה בבית משפט בריטי ברצח ילדיה, והורשעה ונשפטה למאסר. ההרשעה התבססה על עדות מומחה של פרופ' סר רוי מדואו, שטען כי הסיכוי למוות עריסה הוא: $1/8,500$. לכן הסיכוי למוותם של שני ילדים הוא הריבוע של המספר הקטן הזה, שיוצא בערך $1/73,000,000$. פרופ' מדואו טען כי ישנו סינדרום רפואי שמכונה 'תסמונת מינכהאוזן באמצעות שליח' (יש שייחסו אותו ל'אם המרעיבה' אצלנו)⁵, שמשמעותו היא שאדם לפעמים פוגע באחרים כדי לקבל תשומת לב לעצמו. הוא טען שמכיון שהסיכוי למות עריסה הוא כה קטן, ברור שמדובר ברצח על בסיס התסמונת הנ"ל (במשפט פלילי לא די להוכיח שהיה מעשה רצח, אלא נדרשת גם הוכחה לקיומה של כוונה פלילית).

4. ראו דיווח וניתוח במאמרו של טל גלילי, 'כיצד (א?) חשיבה סטטיסטית שולחת אישה לכלא – סיפורה של סאלי קלארק', באתר המדריך לטרמפיסט בסטטיסטיקה: <http://www.biostatistics.co.il/?p=20>

5. לעניין התסמונת הקונטרוברסלית הזו, ראו ערכה בויקיפדיה. כמו כן, ראו גם מאמרו קצר של פרופ' צבי זמשלני, 'מה זה בכלל תסמונת מינכהאוזן', באתר mako, <http://www.mako.co.il/news-columns/Article-e06d4aab8d97221004.htm>. כמו כן, ראו מאמרה של פרופ' אסתר הרצוג, 'התסמונת שלא היתה', במדור 'דעות' באתר ynet, מתאריך 19.7.2009. לגבי השתלשלות האירועים במקרה של סאלי קלארק, ראו באתר הבית שהוקם לכבודה: <http://www.sallyclark.org.uk/>

ללא עדות מסייעת כלשהי, רק על בסיס השיקול הסטטיסטי הזה, השופט מצא את סאלי קלארק אשמה ברצח ילדיה, והכניס אותה למאסר בכלא.

נעיר כי פרופ' מדואו העיד במאות משפטים, וברבים מהם נמצאו הנאשמים אשמים ונשפטו לעונשים שונים. כמה מהם ללא כל ראיה מסייעת אחרת (מה שכינינו למעלה "דבר מה").

לאחר זמן הגיע עד מומחה לסטטיסטיקה והעיד בבית המשפט שההרשעה מבוססת על טעות סטטיסטית. הטענה העיקרית שלו היתה שלא נכון לכפול את המספרים זה בזה, שכן האירועים יכולים להיות תלויים סטטיסטית. גם אם הסיכוי למות עריסה של ילד הוא $1/8,500$, אין זה אומר שהסיכוי למותם של שניים הוא הריבוע של המספר הזה. מכיון שהסיבות למות העריסה אינן ידועות, סביר להניח שיש גורמים בבית, או בגנים במשפחה, שעלולים היו לגרום למות הזה. ומכיון שמדובר בשני אחים שגדלו באותו בית, יש להניח שהסיבה למותם היתה אותה סיבה, ולכן האירועים הם תלויים זה בזה.

נבהיר זאת על ידי דוגמא. ראובן קנה כרטיס לוטו, והמספרים שלו זכו בגורל. מה הסיכוי שהמספרים הללו בדיוק הם שיזכו בגורל? קטן מאד (נניח 1 למיליון). ומה הסיכוי לכך שראובן יזכה בלוטו? גם הוא קטן מאד (נניח שגם הוא 1 למיליון). כעת נשאל: מה הסיכוי שגם המספרים הללו יעלו בגורל וגם ראובן יזכה בלוטו? לכאורה זוהי מכפלה, והתוצאה היא 1 למיליון מיליונים. אך זוהי טעות, שהרי הזכייה של ראובן היא תוצאה של העובדה שהמספרים שלו עלו בגורל. האירועים תלויים זה בזה, ולכן לא נכון לראות בצירוף המקרים הזה משהו שהוא יותר מפתיע מאשר כל אחד מהם לחוד.

אם כן, מעדות המומחה עולה שהסיכוי אינו כה קטן כפי שחשבו בתחילה. אבל עדיין ברור שהסיכוי הוא קטן מאד ($1/8,500$) גם הוא מספר קטן מאד). לפי זה לכאורה ניתן היה לשפוט כל אם שבנה מת מות עריסה למאסר.

הבעייה העיקרית בעדות ה'מומחה' הנ"ל לא היתה אי התלות של שתי המיתות, אלא בעייה אחרת לגמרי. היתה כאן התעלמות מכשל היציגות. ניתן להתייחס לבדיקה הסטטיסטית הזו כאמצעי לאבחן תסמונת מינכהאוזן. האמינות של הבדיקה היא $8,499/8,500$, ולכן לכאורה היא לוכדת את בעלי התסמונת הנ"ל באמינות גבוהה מאד. הבעייה היא ששכיחות התסמונת הזו היא נמוכה ביותר. כמה נשים ירצחו את בניהן כדי לקבל תשומת לב? נניח לצורך הדיון שמדובר במספר כמו $1/100,000$, שגם הוא נראה כאומדן גדול ביחס לשכיחות האמיתית. כעת ניתן לראות מייד שבדיקה באמינות שהסיכוי

לטעות הוא $1/8,500$ אינה שווה מאומה. הבדיקה מאד אמינה אבל אי אמינותה גבוהה בהרבה משכיחות התופעה אותה היא מנסה ללכוד. החורים ברשת הסטטיסטית הזו גדולים מדי.

שתי הסתייגויות חשובות

א. הניתוח הזה תקף רק כאשר הטעות של הבדיקה היא סימטרית לשני הכיוונים: היא עלולה להוציא את הבריאים כחולים וגם את החולים כבריאים. אם לבדיקה הזו יש טעויות רק בכיוון אחד, כלומר היא עלולה לטעות רק לגבי חולים אבל אנשים בריאים לעולם לא יאובחנו כחולים, אזי האמינות של הבדיקה לגבי חולים היא כאמינותה התיאורטית. ניתן לראות זאת באמצעות חשבון פשוט, כאשר מפעילים את הנתונים הללו על המספרים הקודמים. לא יהיו בריאים שיאובחנו כחולים, ולכן מספר המאובחנים כחולים הוא כמעט במספרם האמיתי.

ב. כאשר יש לנו אינדיקציות נוספות למחלה, או לעבירה, המצב הוא כמוכבן שונה. אם הנאשם זוהה בזירת הרצח בזמן הרצח, ובנוסף הבדיקה מעלה שהדם בזירה הוא דמו, ניתן ביתר קלות להסתמך על הבדיקה. הסיבה לכך היא שמספר האנשים הפוטנציאליים החשודים ברצח הוא קטן, ונפוצות הדנ"א שלו ביניהם היא גבוהה ($1/10$, ולא $1/10,000,000$). כלומר התוספת הנסיבתית הזו משנה דה-פקטו את הנפוצות הרלוונטית של התופעה.

אבל אם אין ראיות נוספות, מספר החשודים הוא כלל תושבי המדינה, או העולם, ואם נתחשב בעובדה שמתוך כולם יש רק רוצח אחד שרצח את שמעון, אזי נפוצות התופעה הנמדדת היא נמוכה מאד. במצב כזה, בדיקה שאמינותה 99% אינה שווה הרבה. ראיות נוספות מצמצמות את מספר החשודים הכולל ומגדילות את הנפוצות הרלוונטית, ולכן את האפקטיביות של הבדיקה.

השלכה משפטית: "דבר מה" בנוסף להודאת הנאשם⁶

ישנו ויכוח גדול במערכות משפט שונות אודות מעמדה של הפללה עצמית. כאשר הנאשם מודה באשמה, יש שרואים בהודאה כזו "מלכת הראיות", ואחרים מפקפקים בה. יש שמפקפקים בה בגלל האפשרות שהיא הוצאה באמצעים לא כשרים (כגון אלימות ואיומים של החוקרים). זוהי

6. ראה ויקיפדיה ע' 'הודאה'. ביחס להודאה במשפט העברי, ראה על כך במאמרו של מיכאל ויגודה, "הודיה במשפט העברי", באתר 'דעת': <http://www.daat.ac.il/mishpat-ivri/havat/48-2.htm>, ובמקורות המובאים שם.

דוקטרינת "פירות העץ המורעל"⁷. ויש שמפקקים בה בגלל דברי הרמב"ם אודות המשתגעים (שנפוצו מאד בכל העולם, וגם בישראל, בעקבות פס"ד מירנדה בארה"ב שמצטט אותם). הרמב"ם כותב בהל' סנהדרין פ"ח ה"ו:

גזירת הכתוב היא שאין ממיתין בית דין ולא מלקין את האדם בהודאת פיו אלא על פי שנים עדים, וזה שהרג יהושע עכן ודוד לגר עמלקי בהודאת פיהם הוראת שעה היתה או דין מלכות היה, אבל הסנהדרין אין ממיתין ולא מלקין המודה בעבירה שמא נטרפה דעתו בדבר זה, שמא מן העמלין מרי נפש הוא המחכים למות שתוקעין החרכות בבטנם ומשליכין עצמן מעל הגגות שמא כך זה יבא ויאמר דבר שלא עשה כדי שיהרג וכללו של דבר גזירת מלך היא⁸.

בישראל יש מעמד חזק מאד להודאה, אך החוק דורש שאם היא התקבלה מחוץ לבית המשפט תהיה תוספת של "דבר מה" למסכת הראיות, מעבר להודאת הנאשם עצמו. וכך אנו מוצאים בהנחיות היועץ המשפטי לממשלה, הנחיה מס' 4.3012, מתאריך ניסן תשס"ז (אפריל 2007) סעיף 9⁹:

כלל נקוט בפסיקתו של בית המשפט העליון, מימים ימימה, כי אין להרשיע אדם על סמך הודאתו בלבד אשר נמסרה מחוץ לכותלי בית המשפט, גם כאשר הודאה זו נתקבלה ללא לחץ חיצוני, אלא אם כן נמצא "דבר מה נוסף" לחיזוק אותה הודאה (ע"פ 3/49 אנדרלרסקי נ' היועץ המשפטי לממשלה, פ"ד ב 589; ע"פ 290/59, פלוני נ' היועץ המשפטי לממשלה, פ"ד יד 1489).

מדוע חשובה כל כך תוספת של דבר מה? דומני שניתן להסביר גם את זה באמצעות כשל היציגות.

אם נתייחס להודאה כראיה בהסתברות גבוהה, שכן הסיכוי שאדם יפליל את עצמו כשהוא אינו אשם הוא נמוך מאד. מאידך, גם מספר העבריינים בעולם הוא נמוך. לכן שימוש בבדיקה של הודאה כדי לגלות את התופעה של עבריינות עלול ליפול בכשל היציגות. היחס בין שתי ההסתברויות הללו, כלומר בין אמינות ההודאה לבין נפוצות העבריינות, עשוי להיות כזה שההודאה אינה אפקטיבית. ה"דבר מה" מכניס את הנאשם לקבוצה מצומצמת יותר של חשודים פוטנציאליים, ובכך מגדיל את נפוצותה הרלוונטית של

7. ראה א' קירשנבאום, "הרשעה עצמית במשפט העברי", ירושלים תשסה, עמ' 523, וסביבו. קירשנבאום ממליץ לאמץ את הדוקטרינה הזאת גם במשפט העברי.

8. אמנם השווה דבריו בהל' עדות פ"ב ה"ב, והדברים עתיקים.

9. ראה גם במאמרה של השופטת דליה דורנר, "מלכת הראיות נ' טארק נוג'ידאת – על הסכנה שבהודאות-שווא וכיצד להתמודד עימה", הסניגור 95, פברואר 2005, ובמקורות המובאים שם. וברשת: <http://www.mazap-ezrahi.co.il/files/98197380.pdf>.

התופעה. אם הנאשם נראה בזירת הרצח, זה כבר מגדיל את הנפוצות, ובכך הופך את ההודאה לראיה אפקטיבית יותר, כפי שראינו למעלה.

באופן דומה, במקרים בהם אמינותה של בדיקה רפואית היא מסדר הגודל של נפוצות המחלה, אזי גם בדיאגנוזה רפואית על הרופא להתחשב בראיות נסיבתיות נוספות, מעבר לתוצאות של הבדיקה. ראיות נוספות כאלה יגדילו את הנפוצות הרלוונטית. אם החולה שבפניו מראה סימפטומים שאופייניים למחלה – פירוש הדבר הוא שהנפוצות הרלוונטית גדלה, שהרי מבין בעלי הסימפטומים הללו ודאי המחלה נפוצה הרבה יותר. במצב כזה בדיקה באותה רמת אמינות תהיה הרבה יותר אפקטיבית.

שתי דוגמאות הלכתיות

הדיון ההלכתי שבחרתי בו כדי להדגים את כשל היציגות, הוא שתי סוגיות שבהן מותקפת ראייה שבאה מכוח רוב על ידי ריעותא. נציג כאן שתי סוגיות כאלה: סוגיית יבמות אודות רוב נשים יולדות לט', וסוגיית כתובות אודות רוב נשים בתולות נישאות.

א. סוגיית יבמות: רוב נשים לתשעה ילדן

המשנה במסכת יבמות לה ע"ב קובעת:

ספק בן תשעה לראשון, ספק בן שבעה לאחרון – יוציא, והולד כשר, וחייבין באשם תלוי.

מדובר במי שהקדים וייבם את יבמתו מייד אחרי מות אחיו, ולאחר מכן נולד לה בן בעיתוי שמעורר ספק האם הוא בן תשעה לראשון או בן שבעה לשני. לצורך הדוגמא נניח שהוא ייבם אותה חודשיים לאחר מות אחיו.

המשנה אומרת שהבן כשר ממ"נ, שהרי אם הוא של הראשון, אז אמנם הייבום אינו תקף והם עברו עבירת אשת אח שלא במקום מצווה, אבל הולד ודאי כשר. ואם הוא בן שבעה לשני אז הייבום תקף והוא בנו הכשר של השני. כך שלגבי הבן אין ספק שהוא כשר. אך לגביהם הם מביאים אשם תלוי בגלל ספק בעילה של אשת אח שלא במקום מצווה.

הגמרא שם, לז ע"א, מקשה על כך:

ספק בן תשע וכו'. אמר ליה רבא לרב נחמן, לימא: הלך אחר רוב נשים, ורוב נשים לתשעה ילדן!

הגמרא שואלת מדוע הילד נחשב כספק, הרי יש רוב שיולדות לתשעה, ולכן יש להכריע שהוא בנו של הראשון, ולכן חיוב הקרבן צריך להיות של חטאת ודאית ולא של אשם תלוי.

במסקנה הגמרא מסבירה זאת כך:

...א"ל, הכי קאמינא: רוב נשים ילדן לתשעה, ומיעוט – לשבעה, וכל היולדת לתשעה – עוברה ניכר לשליש ימיה, וזו הואיל ולא הוכר עוברה לשליש ימיה – איתרע ליה רובא.

בשלב זה הגמרא הציעה שכל היולדות לט' עוברן ניכר. וכאן הרי מדובר בעובר שלא ניכר, שאם לא כן לא היה מתעורר כאן ספק. ומכיון שהיולדות לט' עוברן ניכר, איתרע הרוב שיולדות לט'.

כעת מקשה הגמרא:

אי כל היולדת לתשעה – עוברה ניכר לשליש ימיה, הא מדלא הוכר לשליש ימיה – עוברה ודאי בר שבעה לבתראה הוא!

אם אכן כל היולדות לט' עוברן ניכר, אזי הדין לא היה צריך להיות שהם חייבים אשם תלוי, אלא שהם פטורים, כי יש וודאות שהוא נולד לז'.

לבסוף הגמרא מתקנת שזו לא וודאות שהעובר ניכר ביולדת לט', אלא

זהו רוב:

אלא אימא: רוב היולדת לתשעה – עוברה ניכר לשליש ימיה, והאי מדלא הוכר לשליש ימיה – איתרע ליה רובא.

אם כן, למסקנה הגמרא מסבירה שהרוב שיולדות לתשעה איתרע בגלל שמבין היולדות לט' הרוב עוברן ניכר. לכן הרוב שיולדות לתשעה איתרע, והוי מצב של ספק, ולכן הם חייבים אשם תלוי.

ב. סוגיית כתובות: רוב בתולות נישאות

ישנן ברחבי הש"ס ובראשונים ואחרונים עוד דוגמאות שבהן שיקול כלשהו מנטרל ראייה שבאה מכוח רוב, והרוב איתרע. כאן נציג את הדוגמא של כתובות טז סוע"א, שכן מהלך הגמרא שם הוא ממש זהה למהלך שראינו בסוגיית יבמות. גם שם כנגד הרוב הראשוני מובא רוב אחר שמנטרל אותו.

הגמרא עוסקת בשאלה האם האישה שבפנינו נישאה כבתולה או לא. ההנחה היא שלא הגיע אלינו קול על כך שהיא נישאה בתולה. מאידך, יש רוב מהנישאות שהן בתולות. על כך אומרת הגמרא שם:

אמר רבינא, משום דאיכא למימר: רוב נשים בתולות נישאות ומיעוט אלמנות, וכל הנשאת בתולה יש לה קול, וזו הואיל ואין לה קול – איתרע לה רובא.

יש רוב שנישאות בתולות. והרוב איתרע בגלל שכל הנישאות בתולות יש להן קול.

כעת מקשה הגמרא שאם הכלל שהנישאות בתולות יש להם קול הוא וודאות ולא רוב, אז לא רק שהרוב איתרע אלא יש בירור הפוך:

אי כל הנשאת בתולה יש לה קול, כי אתו עדים מאי הוי? הנך סהדי שקרי נינהו!

ולמסקנה הגמרא מסבירה שזהו רוב ולא וודאות:

אלא אמר רבינא: רוב הנשאת בתולה יש לה קול, וזו הואיל ואין
לה קול – איתרע לה רובא.

כאמור, המהלך ממש מקביל לסוגיית יבמות.

הסבר סטטיסטי

בשתי הסוגיות לכאורה לא ברור מדוע ההסבר הסופי עונה על הקושי. הקושי היה מדוע אחרי ההסתייגות לא נוצר מצב שיש וודאות לצד השני. הגמרא ענתה שוודאות כזו היתה נוצרת אם ההסתייגות היתה כלל גורף (כל הנשים שילדות לט' עוברן ניכר, או שכל הנישאות בתולות יש להם קול), אבל מכיון שמדובר ברוב ולא בכלל מוחלט לא נוצרת וודאות הפוכה.

אבל גם אם ההסתייגות היא רק בגדר של רוב לכאורה נוצר בירור לצד השני. לדוגמא, בסוגיית יבמות ניתן להסיק שאם אכן רוב היולדות לתשעה עוברן ניכר, גם אם זה רוב ולא וודאות, אזי אם העובר כאן לא ניכר (וראינו שזהו המצב) הרי יש רוב לכיוון הנגדי, שהעובר הזה לא נולד לט'. אם כן, מדוע לא נחליט כאן שהעובר הזה נולד לז', ונפטור אותם בכלל מקרבן? וכך גם לגבי סוגיית כתובות, גם שם ניתן לשאול אם יש רוב נישאות בתולות שיש להן קול, אזי מי שנישאה בלא קול היא כנראה לא בתולה. אז מדוע זה ספק ולא ודאי לכיוון הפוך?

התשובה לזה היא פשוטה למדי, ונראה אותה דרך הדוגמא השנייה. יש רוב מבין הנשים הנישאות שהן בתולות. לכן באופן כללי אם נשאל האם האישה שבפנינו נישאה בעולה או בתולה – התשובה תהיה בתולה. מאידך, אם לא יצא עליה קול אז יש רוב נגדי שכן הרוב מבין הנישאות בתולות יוצא עליהן קול. נניח שיש בעולם 1000 נשים שנישאו. מתוכן 80% בתולות, כלומר יש 800 בתולות, ו-200 בעולות. לעומת זאת, מתוך הבתולות יש רוב של 80% שיוצא עליהן קול, כלומר יש 640 בתולות שיצא עליהן קול, וממילא 160 בתולות שנישאו ולא יצא עליהן קול. כעת באה לפנינו אישה שנישאה ללא קול, ואנחנו מתלבטים האם היא בתולה או בעולה. כדי להכריע אנחנו משווים את מספר הנישאות בעולות (200) למספר הבתולות ללא קול (160). ההכרעה ברורה: היא בעולה. הרוב השני ניטרל את הרוב הראשון. זהו המכניזם של רוב שאיתרע על ידי רוב נגדי.

כאנקדוטה אציין כי בשיעורי ר' שמואל רוזובסקי למסכת יבמות, סי' שצט, עמד גם הוא על הקושי הזה, והוא ניסח אותו כך:

והנה בפשטות מיירי דהרוב השני הוא באותו יחס של הרוב הראשון ודרך משל אם הרוב הראשון דרוב נשים ילדן לתשעה הוי ביחס של ד' לה' וכגון דמתוך מאה נשים יולדות שמונים לתשעה א"כ הרוב השני דרוב היולדות לתשעה עוברן ניכר הוי נמי ביחס של ד' לה' דהיינו ס"ד מתוך השמונים דילדן לתשעה ולפי"ז נמצא דמתוך ק' נשים יש כ' נשים יולדות לז' ועוד ט"ז נשים דאין עוברן ניכר וא"כ צ"ע דהא הך אשה הויא בודאי מחד מהנהו מיעוטי ואינה משאר הנשים היולדות לט' ועוברן ניכר וכיון שכן צ"ע אמאי מספקינן בה מהיכן היא הרי יש רוב שהיא מהיולדות לז' שהרי היולדות לז' הוו טפי מן היולדות לט' ואין עוברן ניכר?

ודוחק לומר דמיירי הכא דוקא בכה"ג שהרוב השני אינו באותו יחס של הרוב הראשון אלא מתוך פ' היולדות לתשעה יש כ' נשים שאין עוברן ניכר ואין היולדות לז' מרובות מהיולדות לט' ואין עוברן ניכר דבפשטות לא משמע דמיירי בכה"ג אלא היחס בין המיעוט לרוב ברוב בתרא הוי כמו היחס בין המיעוט לרוב ברוב קמא וצ"ע.

אם שני הרובים הם באותה עוצמה נוצר כאן רוב מנוגד, כפי שראינו למעלה. אם כן, מקשה הרש"ר, מדוע אנחנו מתייחסים לזה כמצב של ספק (שהרוב איתרע) ולא כמצב וודאי? לכאורה יש כאן הכרעה לכיוון הנגדי ולא מצב של ספק.

ברור שהתשובה לשאלה זו תלויה ביחס בין שני הרובים. אם רוב הבתולות שנישאות עם קול היה פחות משמעותי, לדוגמא 60%, אזי מספר הבתולות שנישאו ללא קול היה רק 320. לעומת מספר הנישאות בעולות שהוא 200. אם כן, כעת כשתבוא לפנינו אישה שנישאה ללא קול ההכרעה תהיה עדיין שהיא בתולה. כאן הרוב לא איתרע. ברוב של 75% מהבתולות שנישאות עם קול, שני הגדלים ישתוו, ואנחנו נישאר במצב של ספק.

אם כן, לעצם קושייתו של הרש"ר, יש ליישב שההלכה קובעת קטגורית שכאשר רוב איתרע אנחנו לא מתחשבים בו. אין לנו אפשרות לעשות סקר סטטיסטי בכל מקרה שמגיע לפנינו כדי לדעת את יחס הרובים, ולכן ההנחה היא שהמצב שקול ואין דרך להכריע משיקולי רוב. מבחינה הלכתית זהו מצב של ספק.

נכון שאם נעשה סקר ספציפי למקרה מסויים ונגלה מה שיעורו של כל אחד מהרובים הללו, נוכל להכריע את השאלה מהשיקול שפורט למעלה. אבל כל עוד לא עשינו סקר כזה, ההכרעה היא שמדובר בספק.

הסבר במונחי כשל היציגות

כאמור, אמינות הרוב בו אנחנו עושים שימוש תלויה בעוצמתו של הרוב המנוגד. התוצאה תלויה ביחס בין שני הרובים המתנגשים. ניתן לראות בסיטואציה הזו סיטואציה מקבילה לאלו שתיארתי בתחילת המאמר, וקושיית רש"ר משקפת את כשל היציגות. היחס בין שני הרובים משקף את הנפוצות מול אמינות הבדיקה.

אנחנו בעצם רוצים לבדוק את השאלה האם האישה שבפנינו היא בתולה או בעולה. הנפוצות של התופעה (בתולה) באוכלוסיה היא 80%. באיזו בדיקה אנחנו משתמשים? בדיקה דרך יציאת קול (אם יש קול – היא בתולה, ואם לא – אזי היא בעולה). מהי אמינות הבדיקה? זו נקבעת על ידי הרוב המנוגד. אם רוב הנישאות בתולות יש להן קול, פירוש הדבר שהבדיקה היא אמינה מאד. אמינותה היא כעוצמת הרוב המנוגד. אם מדובר ב-80% מהנישאות בתולות שיש להן קול, אזי אמינות הבדיקה היא 80%. כעת אפשר לראות שהבדיקה הזו אינה מוצלחת, כי נפוצותה של התופעה אותה היא באה לבחון דומה לאמינות הבדיקה.

אם באמת הקול היה ברוב גדול של הנישאות בתולות, כלומר הבדיקה היתה הרבה יותר אמינה, ניתן היה להסתמך עליה גם כדי לבדוק תופעה שאינה כה נפוצה. הכל תלוי ביחס בין הרובים (אמינות הבדיקה מול נפוצות התופעה). שוב אנחנו מגלים שהרזולוציה של המיקרוסקופ שלנו אמורה להיות מותאמת לגודלה של התופעה הנצפית.

ראינו שההלכה אינה מתייחסת לחשבון המפורט, כלומר ליחס בין הרובים, שכן במקרים שונים התוצאות הן שונות. הפתרון ההלכתי הוא שכאשר יש כשל יציגות הרוב איתרע ואין לסמוך עליו, והמצב מוגדר הלכתית כספק.

זוהי תמיכה נוספת לפקפוק שמעלים פוסקים ביחס לבדיקות דנ"א או אחרות בהקשרים משפטיים-הלכתיים. הבעיה אינה רק הלכתית צרופה אלא גם מדעית-סטטיסטית. נכון שאם יש לנו נתונים על הנפוצות והאמינות ניתן אולי להגיע למסקנה קונקרטית אחרת במקרה המסויים הזה, אך יש היגיון לקבוע כלל גורף ואחיד לשם קוהרנטיות ופשטות של ההלכה.

אעיר כי המודעות לכשל הזה עשויה להסביר עוד כמה וכמה נקודות מוקשות בראשונים על הסוגיות בכתובות וביבמות, אך לא אכנס לכך כאן.

מהותו של כשל סטטיסטי: על מתמטיקה ופסיכולוגיה

רבים עשויים לחוש כי ההתייחסות לסוגיות יבמות וכתובות במונחים של כשל יציגות היא מיותרת. המסקנה של הסוגיות היא ברורה גם בלי

שימוש בכלים סטטיסטיים. מאידך, בשני ההקשרים שתוארו בתחילת דבריי (המשפטי והרפואי), שהם שקולים לגמרי לסיטואציות התלמודיות, נראה שרבים עלולים להיכשל. דוגמת תסמונת מינכהאוזן ששלחה נשים רבות לכלא על לא עוול בכפן היא דוגמא טובה לכך.

נפלאות דרכי הפסיכולוגיה שלנו, ולא ברור מדוע במקרים מסויימים אנחנו לא נופלים בכשל זה ובמקרים אחרים כן. יש מקרים שקל לנו לראות את התשובה, ובמקרים אחרים קל לנו מאד לטעות. חשוב להבין שכשל סטטיסטי הוא תופעה פסיכולוגית ולא סטטיסטית. מבנה החשיבה שלנו גורם לנו להיכשל, וקשה לדעת מתי בדיוק זה קורה ומתי לא. פרס נובל הוענק לכהנמן בתחום הכלכלי ולא בתחום המתמטי. התגלית המתמטית אינה כה מרשימה, אבל התגלית הפסיכולוגית (עד כמה אנשים, כולל מומחים, עלולים להיכשל בחשיבתם) היא עיקר העניין. גם כהנמן וגם שותפו למחקר עמוס טברסקי, הם פסיכולוגים בהכשרתם.

כאנקדוטה אוסיף כאן שגם ההימור הידוע של פסקל (לטובת קיום מצוות הדת) לוקה בכשל דומה¹⁰. פסקל היה מהאבות המייסדים של ההסתברות, ובכל זאת נפל בכשל זה. מתברר שגם למומחי הסתברות יש פסיכולוגיה.

לכן העובדה שהדוגמאות התלמודיות נראות לנו פשוטות יותר, לא צריכה להטעות אותנו. אנחנו מועדים ליפול בכשל הזה, ולפעמים התוצאות הן הרות אסון: רפואית, משפטית, או אנושית.

מסקנות מעשיות

רבים אינם מודעים לכך ששופטים, ואפילו רופאים בכירים וטובים, עלולים לשגות בשיקוליהם הסטטיסטיים. לפעמים ממליצים לנו לעשות בדיקה למחלה כלשהי, כאשר אמינות הבדיקה אינה גבוהה מנפוצותה של המחלה. במצב כזה אין טעם לעשות את הבדיקה. אמנם אם היא מראה שהאדם בריא, כי אז רוב הסיכויים שהוא אכן בריא, אך אם הוא מאובחן כחולה, אל לו לסמוך על תוצאות הבדיקה הזו (אמנם ראה את שתי ההסתיוגויות שהובאו למעלה).

כפי שהסברתי, הדברים הללו אמורים רק במקום שאפשרויות הטעות הן סימטריות, כלומר כאשר השגיאה בבדיקה היא כזו שגם חולה יכול לצאת בריא וגם בריא יכול לצאת חולה. לעומת זאת, כאשר הטעות היא חד-

9. ראה על כך בספרי **אלוהים משחק בקוביות**, ידיעות-ספרים, תל-אביב 2011, עמ' 104-112. שם הסברתי את הכשל באופן מעט שונה: קריטריון התוחלת אינו אפקטיבי לקבלת החלטות אם הסיכוי לקבל את התוחלת הוא נמוך. ניתן לראות בזה בצורה אחרת גם סוג של כשל יציגות, ואכ"מ.

כיוונית, כלומר שרק חולים יכולים לצאת בריאים, אך לא להיפך, אין מניעה לעשות בדיקות כאלו ולהתחשב בתוצאותיהן.

במקרים אלו רצוי לשאול את הרופאים (ולוודא שהם עונים מתוך ידיעה) האם הסיכוי לטעות הוא חד-כיווני או דו-כיווני, והאם יש מידע בדוק על נפוצות המחלה. עוד רצוי לשאול כיצד הגיעו לנתונים על נפוצות המחלה, שהרי הנתונים הללו עלולים להתבסס גם הם על שיקולים סטטיסטיים שגויים מסוג זה (כלומר על תוצאות של בדיקות כאלה). הדברים רלוונטיים כמובן גם לרופאים עצמם (ראה מקרה תסמונת מינכהאוזן).

כאמור, הדברים אמורים גם לגבי דיני ראיות בהקשר המשפטי/הלכתי. בהקשרים אלו מובאות ראיות שונות בפני בתי הדין/המשפט, דוגמת תוצאות של בדיקות גנטיות וכדו'. לדוגמא, נחשוב על אדם כלשהו שמבוטח ביטוח רפואי בחברת ביטוח מסוימת. כעת הוא נבדק ומאובחן כחולה במחלה שכלולה בכיסוי הביטוחי. המקרה מגיע לפני הדיין/השופט, ועליו להחליט האם חברת הביטוח צריכה לשלם למבוטח או לא. בדרך כלל, אם יבוא מומחה רפואי ויאמר שהבדיקה הזו אמינה ב-99% הדיין/השופט יקבל את עדות המומחה שלו ויחייב את חברת הביטוח. אך, כאמור, כאשר מדובר במחלה עם נפוצות נמוכה (כלומר מסדר גודל של אמינות הבדיקה) אין לדבר בסיס ממשי. זוהי הכרעה משפטית שגויה (שהרי המוציא מחברו עליו הראיה).

הוא הדין לגבי בדיקות לקראת שידוך. אדם נבדק ונמצא חולה במחלה כלשהי, וכעת עומדת השאלה האם לבטל את השידוך, או אולי אף לבטל קידושין מדין מקח טעות¹¹. גם כאן יש לעשות את שיקול הדעת הסטטיסטי (וגם התורני-הלכתי כמובן) בזהירות רבה.

כאשר מתחשבים בתוצאות של בדיקה סטטיסטית, חשוב להיות מודעים לכשל הזה (ולכשלים נוספים), שכן לטעות כזו עלולות להיות תוצאות הוות אסון. אין לתת אמון אוטומטי במומחים, ובפרט אם הם מומחים לרפואה או למשפט, כאשר הבעייה היא בעייה סטטיסטית.

10. לעניין ביטול קידושין בטענת מקח טעות על מומים ומחלה, ראה בבלי כתובות עג ע"ב, ורמב"ם אישות פכ"ה ה"ב, וטושו"ע אבהע"ז ק"ז ד. וכן לגבי מומים באיש, ראה רבנו שמחה משפירא, הובאו דבריו בשו"ת מהר"ם רוטנברג (קרימונה) סי' עז, ובאור זרוע ח"א סי' תשסא; שו"ת חות יאיר סי' רכא; ב"ש סי' קנד סק"ב; חידושי בית הלוי סי' ג; הגר"א הרצוג, פסקים וכתבים, כרך ז, חאבהע"ז סי' פא; שו"ת בית אב שביעאי חלק עזרת אברהם על אבהע"ז סי' כז; הגרש"ז אויערבאך, הובאו דבריו בנשמת אברהם חאבהע"ז סי' לט סק"א.. וראה עוד בשו"ת עין יצחק חאבהע"ז ח"א סי' כד. וכן שו"ת התשב"ץ ח"א סי' א; ב"ח אבהע"ז שם; בית מאיר שם סק"א; שו"ת שבות יעקב ח"א סי' קא; שו"ת יריעות שלמה ח"א סי' ח; פירושי איברא עמ' מא ואילך; חזו"א אבהע"ז סי' סט סק"ג; שו"ת מנחת יצחק ח"ז סי' קכת. וראה עוד מאמרו של הרב ד. בס, תחומין, כד, תשס"ד, עמ' 194 ואילך.

ובעיקר, הן בהקשר המשפטי והן בהקשר הרפואי, מומלץ להסתייע בראיות בלתי תלויות אחרות כתוספת לשיקול הסטטיסטי. ההחלטה להכניס אישה לכלא, או לבטל שידוך, או לחייב בתשלום, על סמך שיקול סטטיסטי מסוג כזה עלולה להתברר כשגיאה חמורה.

סיכום

כשל היציגות עלול לבלבל מאד כששוקלים את המשקל והאמינות של בדיקות סטטיסטיות לתופעות נדירות. יש לו הרבה מאד השלכות. ראינו כמה השלכות לגבי בדיקות רפואיות של מחלות שנפוצותן היא מסדר הגודל של אמינות הבדיקה (רק אם אי האמינות היא דו כיוונית), ברוב המקרים אין להן שום משמעות, ואין שום טעם לבצע אותן, אלא אם יש סיוע מכיוונים נוספים. גם בתחום המשפט, בדיני ראיות חשוב לקחת בחשבון את כשל היציגות ולהסתייע גם בראיות ישירות ובלתי תלויות.

מבירור שערכתי, כיום מקפידים ללמד את הרופאים כחלק מהשכלתם המקצועית את התחום של כשלים סטטיסטיים. לגבי משפטנים ודיינים, הדבר ודאי לא מהווה חלק מהכשרתם המקצועית. הצורך בכך הוא אולי המסקנה החשובה ביותר שיש להסיק מן התמונה שהוצגה כאן. כפי שהראיתי, אין כאן אלא תוספת עיון והמשגה של סוגיות שנלמדות בין כה וכה כחלק מההכשרה לדיינות (סוגיות כתובות ויבמות), אלא שחשוב להצביע על המשמעות הכללית יותר של רוב שאיתרע, והמסקנות הנוספות שעולות ממנה. תהיה בזה הכשרה טובה יותר של הדיינים לתפקידם בבואם לשיקול ראיות שמובאות בפניהם.