

האם חז"ל השתמשו בערכים האמיתיים של פאי ואלכסון הריבוע

האם חז"ל השתמשו בערכים האמיתיים של פאי ואלכסון הריבוע? 1

היקף ושטח מעגל 1 * אורך צלע ריבוע 1 * סתירה בכוונת חז"ל 1 * שיעור האלכסון
איננו מדויק 1 * היחס בין הקוטר להיקף איננו מדויק 1 * סוכה העשויה ככבשן 2 *
שיעור יניקת אילן 2 * שיעור קרפף מרובע 2 * אלכסוני תחום העיר 3 * קורה עגולה 3
העברת טומאה תחת קורה עגולה 3 * עמוד המוטל על הארץ 3 * חלון עגול המחבר
חצרות 3 * הס"ת שבתוך ארון הברית 3 * הים שעשה שלמה 4 * יישוב הרב אנבלשום
4 * ביאור התשב"ץ 5 * קרי וכתב 5 * נמצא 6

ישובים 6

יישוב הרמב"ם 6 * יישוב הראב"ח 6 * יישוב תוס' הרא"ש 6 * יישובי התשב"ץ 6 *
יישוב המגיד משנה 6 * שער הציון 7 * יישוב נוסף 7

מקורות 7

ראב"ח בהקדמה לספר המשיחה והתשובות 7
רמב"ם פיה"מ עירובין א' ה' 7
תוס' רא"ש עירובין י"ד 7
תשב"ץ א' קס"ה 7
מגיד משנה שבת י"ז כ"ו 10

תגובות 11

הרב דוד יצחקי 11
הרב צבי ישי דמן 11
הרב אורי סדן 11
הרב אביגדור אמיתי 11
פרופ' בעז צבאן 12
ד"ר דוד גרבר 12
שילה 12

האם חז"ל השתמשו בערכים האמיתיים של פאי ואלכסון הריבוע?

(במאמר זה נעזרתי גם במאמריהם הממצים של הרב אביגדור אמיתי, ושל פרופ' בעז צבאן וד"ר דוד גרבר)

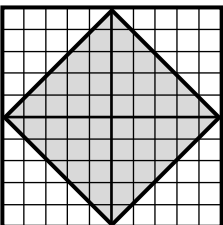


היקף ושטח מעגל: ידוע שהיחס בין קוטר העיגול להיקפו הוא פאי π , כלומר אחד לבערך שלש ושביעית, ובערך מקורב יותר 3.1415, ושטח עיגול הוא רדיוס [חצי קוטר] בריבוע [כפול עצמו] כפול פאי [כלומר חצי הקוטר כפול חצי ההיקף (תשב"ץ קס"ד)]; נפח כדור הוא רדיוס כפול π כפול 1.333; חז"ל התייחסו לערך פאי במקורב, כאחד לשלש [1:3]; 'כמה מרובע יותר על העיגול רביע בשיתסר סגי הני מילי בעיגול דנפיק מיגו ריבועא' (סוכה ח').



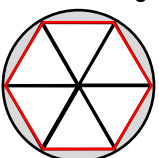
אורך צלע ריבוע: ידוע שהיחס בין צלע ריבוע לאלכסונו הוא אחד לשורש 2, כלומר בערך 1.414, חז"ל התייחסו לערך זה במקורב, כאחד לאחד ושתי חמישיות [1:1.4]; 'כל אמתא בריבוע אמתא ותרי חומשי באלכסונא' (עירובין ע"ו).

סתירה בכוונת חז"ל: לכאורה קיימת סתירה בין הסוגיות - האם חז"ל התייחסו לערכים האמיתיים של היחס בין קוטר העיגול להיקפו, ובין צלע הריבוע לאלכסונו.



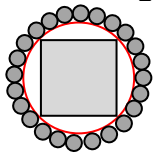
שיעור האלכסון איננו מדויק: ידועים דברי תוס' (סוכה ח'). שחז"ל לא דייקו בייחס בין הצלע לאלכסון 'אין החשבון מכוון ולא דק, דאיכא טפי פורתא' [הוכחת תוס' היא מכך שכשמחלקים שטח ריבוע של עשר על עשר (ששטחו 100) לשנים באמצעות ריבוע חסום - הרי שטחו צ"ל חצי משטחו של הריבוע החוסם, כלומר 50, ואילו לפי ערכי יחס 1.4 בין הצלע לאלכסון יוצא שצלעו רק 7, וממילא שטחו הוא רק 49 ולא חמשים, אלא ע"כ שאורך האלכסון מעט יותר מאורך הצלע ועוד שתי חמישיות].

היחס בין הקוטר להיקף איננו מדויק: וכן הקשו תוס' (עירובין י"ד). שחשבון הגמ' לגבי הס"ת שבארון הקדש איננו מדויק ('וקשיא דאין החשבון מדוקדק לפי חכמי המדות'), וכן הוא ברמב"ם (פיה"מ עירובין א' ה') שהיחס שמסרו חז"ל בין קוטר העיגול להיקפו איננו מדויק 'והקירוב שמשמשים בו אנשי המדע הוא יחס אחד לשלשה ושביעית, שכל עיגול שקוטרו אמה אחת הרי יש בהקיפו שלש אמות ושביעית אמה בקירוב, וכיון שזה לא יושג לגמרי אלא בקירוב תפשו הם בחשבון גדול ואמרו כל שיש בהקיפו שלשה טפחים יש בו רוחב טפח, והסתפקו בזה



בכל המדידות שהוצרכו להן בכל התורה' [וההוכחה לזה היא פשוטה, שהרי היקף המשושה שחסום בעיגול שווה לשלושה קטרים (ששה רדיוסים), וברור שהקשת שמהווה את היקף המעגל החוסם - גדולה ממנו (תשב"ץ א' קס"ה, חוות יאיר קע"ב)], וכ"כ בתוס' הרא"ש (עירובין י"ד.) 'נ"ל לפרש לפי שאין הדבר מכוון שההיקף הוא יותר מג' טפחים קא בעי תלמודא מה"מ - מנין לקחו חכמים ליתן גבול ומדה לדבר אחד אף על פי שאינו מכוון אלא שהדבר קרוב להיות מכוון, ומייתי ראייה דקרא נמי קא עביד הכי דים של שלמה שהיה רחב עשר, וקאמר קרא דקו שלשים אמה יסוב אותו אף על פי שהוא ארוך יותר'.

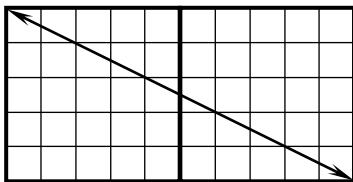
סוכה העשויה ככבשן: בגמ' בסוכה (ד:): אמר רבי יוחנן שכ"ד אנשים היושבים סביב סוכה עגולה הם הסימן שיש בסוכה גודל



מספיק של ד' על ד' אמות, ומבארת הגמ' שאין הכוונה שיושבים סביב צלעותיה המרובעות אלא סביב העיגול החוסם את הריבוע, וגברא באמתא יתיב, וממילא סלקא בגמ' שבאמת די ב-22.8 אנשים, אלא שלא דק 'אמר רבי יוחנן סוכה העשויה ככבשן: אם יש בהקיפה כדי לישב בה עשרים וארבעה בני אדם כשרה ואם לאו פסולה, כמאן כרבי דאמר כל סוכה שאין בה ארבע אמות על ארבע אמות פסולה, מכדי גברא באמתא יתיב... ריבועא דנפיק מגו עיגולא בעיא טפי משום מורשא דקרנתא, מכדי כל אמתא בריבועא אמתא ותרי חומשא באלכסונא בשבסר נכי חומשי סגיא [16.8]? ...רבי יוחנן מקום גברי לא קחשיב כמה הוו להו תמני סרי, בשיבסר נכי חומשא סגיא? היינו דלא דק ולחומרא לא דק'; ועל זאת קשה - מדוע רבי יוחנן עיגל 22.8 ל-24 ולא ל-23; והנה - אם נציב את הערכים האמיתיים של פאי ואלכסון הסוכה - נקבל 24.05 - וממילא יובן מדוע רבי יוחנן אמר 24 ולא 23. ולפ"ז מוכח שבגמ' זו רבי יוחנן חישב לפי הערכים האמיתיים, אך לכאורה המקשן שציין שרבי יוחנן לא דק לחומרא - לא ירד לסוף דעתו של רבי יוחנן (תשב"ץ א' קס"ה) 'מ"ש בסוכה העשויה ככבשן לחומרא לא דק - הם דברי התלמידים שלא הבינו דברי רבי יוחנן, אבל רבי יוחנן על פי הדקדוק ההנדסי אמר דבריו, וכן יתפרש בכל מקום שלא דקדקו על פי הכללים שמסרו לנו - לפי שמסרו על הדקדוק האמיתי או קרוב לו הרבה'.

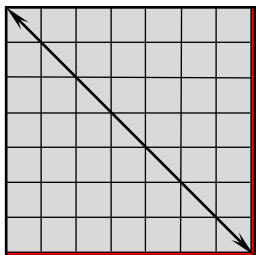
שיעור יניקת אילן: בגמ' ב"ב (כ"ו:): דנים ביניקת האילן מהשדה הסמוך, ואמר עולא שאילן יונק 16 אמות מסביבותיו, ולמסקנה מדובר ביניקה בעיגול 'אמר עולא אילן הסמוך למצר בתוך שש עשרה אמה גזלן הוא ואין מביאין ממנו בכורים, מנא ליה לעולא הא... מדתן שלשה אילנות של ג' בני אדם הרי אלו מצטרפין וחורשין כל בית סאה בשבילן, כמה הוו להו תרי אלפי

וה' מאה גרמידי [שטח בית סאה הוא 2,500 אמות מרובעות], לכל חד כמה מטי ליה תמני מאה ותלתין ותלתא ותילתא [נמצא שכל אילן יונק משטח 833.3 אמות מרובעות, שהוא שליש של בית סאה]... מי סברת בריבועא קא אמרינן בעיגולא קא אמרינן, מכדי כמה מרובע יותר על העיגול - רביע, פשו להו ז' מאה ושתין ותמניא [768 הוא שטח עגול שהרדיוס שלו 16], אכתי פש ליה פלגא דאמתא [רק רדיוס 16.5 יתן שטח יניקה עגול של 833.3, ומדוע עולא אמר שיונק רק ממרחק 16 אמות (אמנם, שטח עיגול ברדיוס 16.5 הוא 816.75, וצ"ל 16.66 לשטח של 833.3)]? היינו דלא דק ולחומרא לא דק [לפטור מביכורים רק אילן הקרוב יותר למצר]; אמנם, אם נציב את הערך האמיתי של פאי נקבל שיניקת האילן בשטח של שליש בית סאה היא רק ברדיוס של 16.28 - שהוא אכן קרוב יותר לערך של עולא. ולפ"ז יתכן שעולא חישב לפי הערך האמיתי [ולכן לא אמר שהאילן יונק בתוך 16.5], ולכאורה המקשן שהצריך 16.5 לא ירד לסוף דעתו (עפ"י התשב"ץ דלעיל).



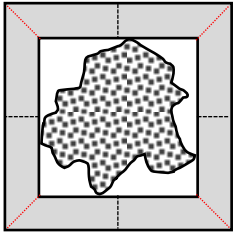
שיעור קרפף מרובע: וכן הוא בעירובין (כ"ג) 'הגינה והקרפף שהן שבעים אמה

ושיריים על שבעים אמה ושיריים המוקפות גדר גבוה עשרה טפחים מטלטלין בתוכה... רבי יהודה אומר דבר מועט יש על שבעים אמה ושיריים ולא נתנו חכמים בו שיעור, וכמה שיעור סאתים כחצר המשכן, מנא הני מילי אמר רב יהודה דאמר קרא אֶרֶץ הַחֹצֵר מֵאָה בְּאַמָּה וְרֹחֵב חֲמִשִּׁים בְּחֲמִשִּׁים - אמרה תורה טול חמשים וסבב חמשים', והרי שיעור של ע'



אמות ושיריים הוא אלכסונו של בית סאתים [חמשים על מאה] רק לפי המדות המדויקות, דאילו למדות המקורבות - האלכסון רק ע' אמות. אמנם, דחה התשב"ץ (א' קס"ה) שאין להוכיח מכאן שאת כל החישובים עשו לפי המדה המדויקת של אלכסון הריבוע, כי את שיעור שבעים ושיריים לא חישובו ע"י חישוב האלכסון, אלא כמבואר בגמ' שריבועו שטח 5,000 אמות מרובעות, וצלעו הרי היא שורש 5,000 - שהוא 70 ושיריים [חצי אמה וחומש בקירוב - 70.7107], וכתב שזה חשבון שגם הילדים יודעים לעשותו.

אלכסוני תחום העיר: עוד כתבו בעירובין (נ"ו): לגבי חישוב תחום העיר מביא טבלא מרובעת שהיא אלפים אמה על



אלפים אמה ומניחה בקרן באלכסונה... נמצאו תחומין משתכרין שמונה מאות אמות לכאן ושמונה מאות לכאן, כלומר, שכשמודד את תחומי העיר מודד אלפים אמות לכל כיוון מריבוע העיר [הריבוע שסביב העיר, ונקבע עפ"י הבית הקיצוני שבעיר לכל רוח], ונמצא שנשכר את האלכסון שהוא 2,800 אמות; אמנם, כתב התשב"ץ (א' קס"ה) שאין כוונתם לומר שימדוד באלכסון 2,800 מקצוות העיר וממילא ימזג את התחום כפי המדות המקורבות [כי הצלע של ריבוע שאלכסונו הוא 2,800 היא 1979.89 אמות, ולא 2,000], אלא כוונתם שימדוד ביושר אלפים אמות מהעיר - ומשתכר את האלכסון כמה שיהיה כפי המדות האמיתיות, וממילא בפועל משתכר 2,828.42 [האלכסון של ריבוע שצלעו 2,000], ולא רק 2,800.



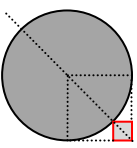
קורה עגולה: אמנם, בעירובין (י"ג:) אמרו [קורה] עגולה רואין אותה כאילו היא מרובעת: כל שיש בהיקפו שלשה טפחים יש בו רוחב טפח. נמצא שגמרא זו סמכה על השיעור המקורב אפילו לקולא [שהרי אם ההיקף ג' טפחים - הקוטר האמיתי הוא 0.954 טפח ולא טפח].

העברת טומאה תחת קורה עגולה: וכן שנינו באהלות (י"ב ו') שקורה מעבירה את הטומאה כשרוחבה טפח ותחתיה יש



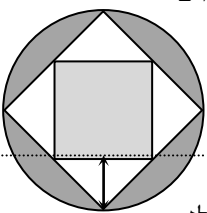
רום טפח אויר, ולגבי קורה עגולה המונחת באויר [כלומר, שיש תחתיה חלל טפח] שנינו שהחמירו להחשיב שיש בה פותח טפח לגבי העברת טומאה - כאשר היקפה ג' טפחים, אף שלפי המדות המדוייקות אין בה קוטר טפח 'כמה יהא בהיקפה ויהא בה פותח טפח - בזמן שהיא עגולה הקיפה שלשה טפחים' - נמצא שסמכו על המדות המקורבות.

עמוד המוטל על הארץ: אמנם, עם זאת שנינו שם (אהלות י"ב ז') 'עמוד שהוא מוטל לאויר: אם יש בהיקפו עשרים וארבעה



טפחים - מביא את הטומאה תחת דפנו, ואם לאו - טומאה בוקעת ועולה בוקעת ויורדת', וביאר הר"ש שתחת עיגולו של עמוד עגול השוכב על הארץ יש חלל טפח על טפח ברום טפח - אם היקפו כ"ד טפחים, ואז מביא את הטומאה תחת דפנו, והוכיח מכאן התשב"ץ (א' קס"ה) שחז"ל עשו עיקר מהשיעורים המדוייקים אפילו להקל, כי אף שלפי המדות המדוייקות קוטרו של היקף 24 טפחים הוא 7.63, והוא הצלע של הריבוע שאלכסונו 10.8, ואם נחלק את האלכסון לשנים ונפחית ממנו את אורך קוטר העיגול נקבל 1.58 - וזהו אלכסונו של הריבוע שצלעו 1.11 טפחים; ואילו לפי המדות המקורבות היה די בהיקף 21 טפחים כדי שבחלל שתחת העמוד יהיה טפח על טפח ברום טפח [לפי המדות המקורבות אם היקף העיגול הוא 21 טפחים, אזי קוטרו הוא 7, וממילא אורך האלכסון הוא 9.8, ואלכסון הריבוע הקטן הוא 1.4, וממילא צלע הריבוע הקטן הוא טפח אחד], ואם הקילו שרק עמוד בהיקף 24 טפחים מביא את הטומאה ולא פחות - נמצא שהקילו כהמדות המדוייקות שעמוד צר יותר לא יביא את הטומאה.

חלון עגול המחובר חצרות: ובגמ' עירובין (ע"ו.) איתא שכדי לערב שתי חצרות צריך שיהא ביניהן חלון ד' על ד' טפחים



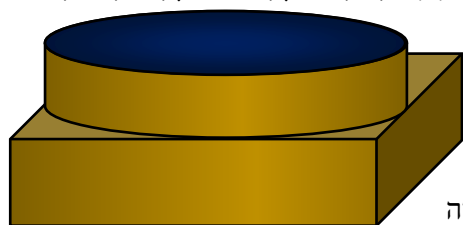
שמשוהו ממנו [ברוחב ד' טפחים] בתוך י' טפחים מהרצפה, ואמר רבי יוחנן שחלון עגול צריך היקף של 24 טפחים - ששנים ומשהו מהן בתוך י' טפחים כדי שעכ"פ יהיה רוחב ד"ט בתוך גובה י', והסביר הב"ח על הרי"פ שהחלון המרובע ד' על ד' הנצרך כאן - חסום בתוך חלון ריבועי העשוי על צידו [כלומר שהזווית שלו כלפי מטה] - והוא החסום בתוך עיגול שהיקפו 24, וממילא קוטר העיגול החוסם הוא צלע הריבוע החסום בעיגול - והוא 5.7, וממילא צלע הריבוע החסום בריבוע זה אורכו 4.08 טפחים, וממילא בעינין שקיעה של חצי מכך - כלומר שני טפחים ומשהו כדי שמקצתו יהיה בתוך י' טפחים, וברוחב ד' טפחים; לפ"ז יש לי להעיר שאם מיידי במדות אמיתיות של פאי ו-1.414 לאלכסון הריבוע - הרי שכדי שתהיה שקיעה של שני טפחים ומשהו - בעינין שהיקף העיגול החוסם יהיה 25.1 ולא 24, ואם משתמשים בעיגול חוסם שהיקפו 24 - הרי שדי בשקיעה של 1.9 טפחים ולא בעינין שני טפחים ומשהו. נמצא שגמ' זו חישבה לפי הערכים המקורבים ולא לפי הערכים המדוייקים.

הס"ת שבתוך ארון הברית: בגמ' בבא בתרא (י"ד) אמרו שהס"ת שכתב משה היה מונח בארון 'ארון שעשה משה... ואמה

וחצי רחבו ואמה וחצי קומתו... נשתיירו שם שני טפחים שבהן ספר תורה מונח... נשתיירו שם שני טפחים שלא יהא ספר תורה נכנס ויוצא [כדי לתקנו שלא יתעפש תוס'] כשהוא דחוק, דברי ר"מ... ואי ס"ד ס"ת הקיפו ו' טפחים מכדי כל שיש בהיקפו שלשה טפחים יש בו רוחב טפח וכיון דלאמצעיתו נגלל נפיש ליה מתרי טפחא רווחא דביני בני - בתרי פושכי היכי יתיב? אמר רב אחא

בר יעקב ספר עזרה לתחלתו הוא נגלל, ואכתי תרי בתרי היכי יתיב? אמר רב אשי דכריך ביה פורתא וכרכיה לעיל; כלומר, הוקשה לגמ' שמאחר והיקפו של הס"ת ששה טפחים - ממילא קוטרו שני טפחים, וכיצד הס"ת נכנס ויצא שלא בדוחק למרווח שני הטפחים שנותרו בארון לאחר שהכניסו לו גם את הלוחות 'תרי בתרי היכי יתיב', לכן הוצרכה הגמ' לחדש שהס"ת לא היה גלול כולו, אלא חלקו נכרך לעצמו והונח על הס"ת (הרב אביגדור אמיתי); הבינו תוס' (עירובין י"ד). שחשבון הגמ' מדוקדק, והקשו שהרי במציאות אינו כן '...ופריך אכתי תרי בתרי היכי יתיב - משמע דמצומצם לגמרי, וקשיא דאין החשבון מדוקדק לפי חכמי המדות', כלומר הרי הכלל המבואר בגמ' (ב"ב י"ד). הוא שהיקף הס"ת צ"ל ששה טפחים [ואין כלל שקוטרו יהיה שני טפחים], וממילא במציאות קוטרו היה פחות משני טפחים [1.91 טפחים] - ויתכן שיכול היה להכנס ולצאת במרווח של שני טפחים, ואם הוקשה לגמ' 'תרי בתרי היכי יתיב' - הרי שלא חישבה לפי הערכים המדויקים אלא לפי המקורבים. נמצא שגמ' זו חישבה לפי הערכים המקורבים ולא לפי הערכים המדויקים.

הים שעשה שלמה: עוד סוגיא שיש לדון בה היא הים שעשה שלמה: מבואר במלכים א' (ז' כ"ג, כ"ו) שקוטר הים היה עשר אמות, והיקף שפתו שלשים אמות, וגובהו חמש אמות, ושפתו עגולה ועוביה טפח, ומכיל אלפאים בת [שהם 6,000 סאין, כלומר שיעור 150 מקוואות] וַיַּעַשׂ אֶת הַיָּם מוֹצֵק עֶשֶׂר בָּאַמָּה מִשְׁפָּתוֹ עַד שְׁפָתוֹ עֵגֶל סָבִיב, וְחָמֵשׁ בָּאַמָּה קוֹמָתוֹ, וְקוֹ שְׁלֹשִׁים בָּאַמָּה יָסֹב אֹתוֹ סָבִיב... וַעֲבִי טֶפֶחַ, וּשְׁפָתוֹ בְּמַעֲשֵׂה שְׁפַת כּוֹס פָּרַח שׁוֹשָׁן, אֲלָפִים בֵּת יָכִיל, ומבואר בעירובין (י"ד) 'כל שיש בהיקפו שלשה טפחים יש בו רחב טפח, מנא הני מילי אמר רבי יוחנן אמר קרא וַיַּעַשׂ אֶת הַיָּם מוֹצֵק עֶשֶׂר בָּאַמָּה מִשְׁפָּתוֹ עַד שְׁפָתוֹ עֵגֶל סָבִיב, וְחָמֵשׁ בָּאַמָּה קוֹמָתוֹ, וְקוֹ שְׁלֹשִׁים בָּאַמָּה יָסֹב אֹתוֹ סָבִיב, והא איכא שפתו [עובי שפתו



המוסיף על קוטר עשר אמות הפנימי, וממילא היקפו יהיה יותר משלשים אמות? אמר רב פפא שְׁפַת כּוֹס פָּרַח שׁוֹשָׁן [דק מאד בחלקו העליון, ורק בשוליו עוביו טפח] כתיב ביה, דכתיב וַעֲבִי טֶפֶחַ וּשְׁפָתוֹ בְּמַעֲשֵׂה שְׁפַת כּוֹס פָּרַח שׁוֹשָׁן, אֲלָפִים בֵּת יָכִיל, והאיכא משהו [עובי הדופן הדקה]? כי קא חשיב מגואי קא חשיב, תניא רבי חייא ים שעשה

שלמה היה מחזיק מאה וחמשים מקוה טהרה: ...וכמה הן אמה על אמה ברום שלש אמות ושיעור חכמים מי מקוה ארבעים סאה, כמה הוו להו חמש מאה גרמידי [בתיבה שגובהה חמש אמות ואורכה ורובה עשר - יש 500 אמות מעוקבות]: לתלת מאה - מאה [עד גובה שלש אמות יש 300 אמות מעוקבות שהם מאה מקוואות], למאה וחמשין - חמשין [בגובה אמה וחצי יש 150 אמות מעוקבות שהן חמשים מקוואות], בארבע מאה וחמשין סגיא [ויהא די בגובה 4.5 אמות כדי להכיל 150 מקוואות]? הני מילי בריבועא ים שעשה שלמה עגול היה [מאחר וצורתו כגליל ולא כתיבה צריך גובה חמש אמות לשיעור 150 מקוואות], מכדי כמה מרובע יתר על העגול רביע: לארבע מאה - מאה [בגובה גליל של ארבע אמות יש 300 אמות מעוקבות - שהם שיעור מאה מקוואות, כי שטח עיגול קטן פי 0.75 משטח הריבוע החוסם], למאה - עשרים וחמשה [בגובה האמה שנותרה יש רק שיעור 25 מקוואות], הני מאה ועשרים וחמשה הוו להו [בסה"כ יש רק שיעור 125 מקוואות ולא 150]? תני רמי בר יחזקאל ים שעשה שלמה שלש אמות תחתונות - מרובעות [שמכילות 100 מקוואות], ושתים עליונות - עגולות [ומכילות עוד 50 מקוואות], נהי דאיפכא לא מצית אמרת [שהעגול למטה והריבוע למעלה] - דשפתו עגול כתיב, אלא אימא חדא [שמה ארבע התחתונות ריבועיות ורק אמה אחת עגולה, ובסה"כ מכיל 158.3 מקוואות, ומנין שדוקא מכיל 150 מקוואות]? לא סלקא דעתך דכתיב אלפים בת יכיל, בת כמה הוויא - שלש סאין דכתיב מעשר הבת מן הכור - דהוויא להו שיתא אלפי גריי [מאחר וכתוב שמכיל 2,000 בת, וכל בת היא ג' סאין, נמצא שמכיל 6,000 סאין - שהם שיעור 150 מקוואות]; אף שמבואר בפסוק שקוטרו עשר אמות והיקפו שלשים - שהוא כפי השיעור המקורב, אך ברור שלא יתכן שתיאור זה יהיה מדויק כי אם קוטרו עשר אמות - הרי שהיקפו 31.4 אמות, ואם היקפו 30 אמות - הרי שקוטרו 9.55 אמות; כדי שחלקו העגול של היש"ש יכיל שיעור חמשים מקוואות, שהן 150 אמות מעוקבות - חייב קוטרו להיות עשר אמות לפי שיעורי חז"ל, אלא שאז היקפו האמיתי הוא 31.4 אמות ולא 30, ואם נקח את פשוטו של מקרא שהיקפו 30 אמות - הרי שקוטרו האמיתי הוא 9.55 אמות, ונפחו האמיתי יכיל רק 143.2 אמות מעוקבות, וכדי ליישב את הפסוקים צריך להניח שהפסוק וחז"ל מסרו רק שיעורים מקורבים, וכ"כ תוס' הרא"ש (עירובין י"ד). 'מנין לקחו חכמים ליתן גבול ומדה לדבר אחד אף על פי שאינו מכון אלא שהדבר קרוב להיות מכון, ומייתי ראיא דקרא נמי קא עביד הכי דים של שלמה שהיה רחב עשר, וקאמר קרא דקו שלשים אמה יסוב אותו אף על פי שהוא ארוך יותר'.

יישוב הרב אנבלשום: התשב"ץ (א' קס"ה) הביא את דברי הרב אנבלשום אפרים שניסה ליישב את הפסוקים וחז"ל עם המציאות, וטען שרוחב י' אמות המבואר בפסוק הוא של החלק המרובע, אך קוטרו החיצוני של החלק העגול לא היה עשר אמות אלא בין חצי טפח לטפח פחות מכן, ועובי הדופן היה כשני שלישי אצבע - ומאחר וחז"ל הסתפקו בכמה הדופן החיצונית

היתה מוקטנת - נקטו בדרך אמצעית, ונמצא שהחלק העגול הכיל כ-150 אמות מעוקבות, שהן שיעור 50 מקוואות גם לפי המדות האמיתיות, ולצורך זה הוצרך להניח ששיעור מקוה הוא אמה על אמה על שלש אמות פחות חלק אחד מ-27 של אמה. וביאר את דבריו: המחיצה של החלק העגול היתה פנימית יותר בטפח מכל צד מהמחיצות המרובעות שתחתיהן, וממילא קוטרו 9.6 אמות באמה בת ה' טפחים [שהרי חז"ל אמרו שהחלק העגול מכיל 50 מקוואות - וע"כ שלא היה קוטרו עשר אמות], וממילא היקפו החיצוני 30.16, ושטחו 72.22, ונפח של שתי האמות הוא 144.44, ובצירוף החלק המלבני - הים הכיל 444.44 אמות מעוקבות, וכשנחלקם לאלפים בת - הרי שכל אמה מעוקבת היא 4.5 בת, ומאחר וכל בת היא שלשה סאין - הרי ששיעור מקוה של מ' סאין הוא אמה על אמה על שלש אמות פחות חלק אחד מ-27, ומה שהוסיפו לגובה ג' אמות הוא לחומר; את הפסוק שקוטר היש"ש היה שלשים אמות יישב בכך שעובי שפתו היתה כשני שלישי אצבע - ונמצא שהיקפו הפנימי כשלשים אמות; לאחר שהניח שקוטר החלק הפנימי היה עשר אמות [וכאן העיר התשב"ן שהרב אנבלשום שגה בכך שהמשיך את החשבון של תכולת היש"ש במדה שהסיק שהיא השפה החיצונית ולא הפנימית, שהרי לעיל הסיק שהקוטר הפנימי הוא 9.6 וממילא היקף השפה הוא 30.16, והרי הפסוק מעיד שהיה 30 אמות, והיקף 30 היה צריך לנבוע מקוטר 9.55 אמות] הרי ששטחו 78.53, וגובה שתי אמות מכילות 157.08 אמות מעוקבות; ועוד כתב שמאחר וחשבון חז"ל לא התחשב במה שמבואר בפסוק שעובי הדופן טפח - ע"כ שחז"ל הסתפקו האם כוונת הפסוק שעובי הדופן טפח - הוא הפחתת טפח מהרדיוס או מהקוטר [כלומר, טפח או חצי טפח מכל כיוון, והנפ"מ באם שטח העיגול 73.4 או 75.94 אמות מרובעות, וממילא נפח גובה שתי אמות הוא 146.78 או 151.88 אמות מעוקבות], ונקטו בדרך אמצעית להחשיב את החלק העגול כמכיל 150 אמות מעוקבות, שהן שיעור 50 מקוואות. התשב"ן דחה את דבריו, ראה בהערה^א.

ביאור התשב"ן: התשב"ן עצמו כתב שניתן לומר שכוונת חז"ל שמ' סאה מכוונות הן ג' אמות מעוקבות, וקוטרו הפנימי של הים היה י' אמות, והיו 50 מקוואות בחלק העגול ומאה מקוואות בחלק הריבועי - וזאת בהנחה שהכתוב לא אמר אלא על דרך הקירוב, וזלזל בשביעית הנוספת, וגם חכמים זלזלו בהפרש המועט שבין מה שאמרו שהחלק העגול מכיל 50 מקוואות לבין המציאות שקוטר של י' אמות בשפה הפנימית משמעותו שהיש"ש הכיל 157.08 אמות מעוקבות, כלומר 52.35 מקוואות [הפרש 4.5% בלבד], וקירוב זה איננו זר בלשון בני אדם, וכ"ש בלשון הפסוקים שלעיתים דברו בלשון הבאי [ראה תוס' רא"ש עירובין י"ד. מנין לקחו חכמים ליתן גבול ומדה לדבר אחד אף על פי שאינו מכוון אלא שהדבר קרוב להיות מכוון, ומייתי ראיה דקרא נמי קא עביד הכי דים של שלמה שהיה רחב עשר, וקאמר קרא דקו שלשים אמה יסוב אותו אף על פי שהוא ארוך יותר], וכ"ש שאין זה זר לחז"ל כדי לקרב את ההבנה לתלמידים. עוד כתב התשב"ן שניתן לומר שלא קשה מהיש"ש על מה שמ' סאה הן ג' אמות מעוקבות - כי ניתן לומר שאמות המקוה הן שוחקות, ואילו אמות הגובה של היש"ש היו עצבות, וממילא בחלק העגול של היש"ש נכנסו 157 אמות מעוקבות עצבות, שהן 150 שוחקות, ומה שלא העירו על כך חז"ל הוא מפני שהחשיבו את היחס שבין הקוטר להיקף כאחד לשלש, אך אם היו מוסיפים שביעית - היו מדקדקים גם לומר שהאמות היו עצבות.

קרי וכתבי: עוד רעיון ידוע בשם הרב מתתיהו הכהן מונק שבפסוק של היש"ש רמוז יחס מקורב יותר לאמת שבין הקוטר להיקף, שהרי הקרי בפסוק הוא 'וְקוֹ שְׁלִשִּׁים בְּאַמָּה יִסֹּב אֹתוֹ סָבִיב', ואילו הכתיב הוא 'וקוה'; הגימטריה של הקרי 'קו' [שהוא החלק הגלוי] - היא 106, ושל הכתיב 'קוה' [שהוא החלק הנסתר] - היא 111; היחס בין 106 לבין 111 הוא אחד ל-1.047, ובהכפלתו בשלשים מתקבל 31.4150 - שהוא כמעט הערך המדויק [3.14159...], כלומר, רמוז כאן שהחלק הנסתר [כתיב] גדול מהגלוי [קרי]

הערות והוספות

^א כתב התשב"ן שלא ניתן לומר שגובה מקוה הוא שלש אמות פחות אחד מ-27 של אמה רק כי כך יוצא מהחשבון שהיש"ש הכיל 150 מקוואות כי את שיעור המקוה למדו מכך שטובלים במים שכל גופו עולה בהם - שהוא רום ג' אמות בדיוק, ורק לאחר שידעו את שיעור נפח מקוה יכלו לומר שאלפים הבת נפח היש"ש - שיעור ק"נ מקוואות, ומאחר ואם כל האמות היו מעוגלות לא היה מחזיק אלפים בת - ע"כ הסיקו שרק שתי האמות העליונות היו מעוגלות. עוד דחה את דבריו במה שהקטין את קוטרו החיצוני של החלק העגול בטפח מהחלק הריבועי - כי ברור שקוטר י' אמות מתייחס לחלק העגול, כמפורש בפסוק ש'עֶשֶׂר בְּאַמָּה מִשְׁפָּתוֹ עַד שְׁפָתוֹ עֵגֶל סָבִיב', ובפסוק כלל לא נזכר שהיה חלק ריבועי, וזה גם נסתר מדברי חז"ל שקבעו שקוטר עשר הוא בחלק הפנימי 'כי קא חשיב' - מגואי קא חשיב, וגם לא נראה מלשון חז"ל שהסתפקו האם הטפח ממעט מהקוטר או מהרדיוס - אלא נראה מדבריהם שכלל לא מיעטו מקוטר עשר אמות ואותו משהו של עובי הדופן היה כלפי חוץ; עוד דוחק יש בדבריו שאת רוחב עשר למרובע מונה ללא העובי, ואת קוטר העיגול מונה עם העובי; עוד דוחקים דבריו במה שחידש שיש טפח גדול שהוא חמישית אמה, שהרי כל שנחלקו ר"י ור"מ הוא רק האם הכלים נמדדים באמה המכילה ה' או ו' טפחים, אך לא אמרו שיש טפח גדול וטפח קטן [אך עדיין יוכל להסתדר באותו מהלך - אם יניח שטפח הוא ששית אמה, והקוטר תשע ושני שלישים, והקוטר החיצוני 30.33 אמות, ועובי השפה אצבע ושליש - אך קשה לומר שכך עובי השפה היפה הכתוב ששפתו היתה דקה כפרח שושן]; עוד הניח הרב אנבלשום ששיעור מקוה הוא אמה על אמה על ג' אמות פחות חלק אחד מ-27, אך דחה התשב"ן ממה שאמרו שהחלק הריבועי הכיל מאה מקוואות והחלק העגול הכיל חמשים, ע"כ יש ליישב את הסתירה לא ע"י פחיתת הגובה אלא ע"י ההנחה ששיעור מקוה מעט יותר ממ' סאה, ובסה"כ כל היש"ש הכיל 150 מקוואות, ובחלוקתם לאמה על אמה ברום ג' אמות - יגיע לכל אחד מהם יותר ממ' סאה, וכל שיעור חז"ל אינו לשיעור הדבר הנמדד אלא לשער הדבר המחזיק אותו [כלומר, אם יש סתירה בין השיעורים עדיף להניח שכוונת חז"ל להגדיר את מבנה המקוה אף שכמות המים גדלה, ולא להגדיר את כמות המים ובכך מבנה המקוה קטן].

ביחס של פאי; ובירושלמי (ריש מגילה) אמרו 'הַפֶּל בְּכֶתֶב - זו המסורת, מִיד ה' - זו רוח הקדש, עָלֵי הַשֶּׁפִּיל - מיכן שניתנה להידרש'; אמנם, גם בזכריה (א' ט"ז) מופיעים קרי וכתוב אלו אף ששם הנידון הוא קו ישר, אך אין הכרח שבכל מקום ילמדו מכך אותו דבר (מאמרם של פרופ' צבאן וד"ר גרבר).

נמצא: נמצא שלכאורה אין לנו דרך ברורה ואחידה באם הגמרות השונות נקטו כשיעור האמיתי או המקורב, שהרי אף שניתן ליישב את רובן בכך שחז"ל ידעו את השיעור האמיתי, אך סוגיית חלון (עפ"י פירוש הב"ח), ודחיית הגמ' לשיעורי רבי יוחנן בסוכה עגולה ולשיעור עולא ביניקת אילן, ושיעור קורה עגולה, ודחיית הס"ת בתוך ארון הברית - לכאורה מוכיחים שלא ידעו או שלא התחשבו במדות האמיתיות, וצ"ע; ויש לדעת מה כתבו בזה רבותינו.

יישובים

יישוב הרמב"ם: הרמב"ם (פיה"מ עירובין א' ה') כתב שאין בטבע ערך מדויק ליחס בין הקוטר להיקף, אך אפשר לשער בקירוב, ומאחר ולא ניתן להשיג את היחס לגמרי - נקטו חז"ל 'בחשבון גדול, ואמרו כל שיש בהקיפו שלשה טפחים יש בו רוחב טפח - והסתפקו בזה בכל המדידות שהוצרכו להן בכל התורה'.

יישוב הראב"ח: כתב הראב"ח (הקדמה לספר המשיחה והתשובות, לרבי אברהם ברבי חייא הנשיא) שאלו המודדים קרקעות לחלקן ליורשים שלא בדקדוק בהסתמך על מה שחז"ל כבר לא דקדקו במדידות אלו, ומחה הראב"ח 'וכל החשבונות האלה אשר אתה אמרת שלא דקדקו רבותינו בהם - אינן מזיקים לנו בשום דבר, כי הקירוב באלכסון המרובע אינו מזיק במדידת הארץ ולא בחלוקתה, כי אין אתה צריך אל האלכסון במדידת המרובע, וכן חשבון אשר חשבו בעודף המרובע על המעוגל והמעוגל על המרובע וכן ברוחב המעוגל והקיפו - לא נצרכו אליו אלא בתחום שבת או בזריעת הכלאים ונטיעתן, וכל דבר שהקירוב הזה אשר בחשבוננו מביא לידי חומרא בכל המצות האלו לא לידי קולא, ואינו מזיק לשום אדם בממונו, ועוד שהם מעירים ברוב המקומות שאינן מדקדקין ואומדין, כמו שאמרו היינו דלא דק ולחומרא לא דק - כל מקום כפי הראוי לו; מסתבר שדברים אלו הם המקור לדברי הרב אנבלשום אפרים (שעמו התווכח התשב"ץ א' קס"ה) שניסה ליישב את הפסוקים וחז"ל עם המציאות, וטען שחז"ל נקטו כמדידות המקורבות, ולחומרא לא חששו למדות האמיתיות, כפי שאמרו 'לחומרא לא דק'.

יישוב תוס' הרא"ש: תוס' הרא"ש (עירובין י"ד.) כתב שחכמים למדו מכך שהפסוק לגבי היש"ש לא דייק - ש"מ שאין חובה לדקדק 'תמיה לי מה שייך למיבעי הכא מנא הני מילי בדבר הנראה לעינים ואדם יכול לעמוד עליו - יביאו דבר שהוא רחב טפח ונמדוד ההיקף, ונ"ל לפרש לפי שאין הדבר מכוון שההיקף הוא יותר מג' טפחים קא בעי תלמודא מה"מ - מנין לקחו חכמים ליתן גבול ומדה לדבר אחד אף על פי שאינו מכוון אלא שהדבר קרוב להיות מכוון, ומייתי ראייה דקרא נמי קא עביד הכי דים של שלמה שהיה רחב עשר, וקאמר קרא דקו שלשים אמה יסוב אותו אף על פי שהוא ארוך יותר'.

יישובי התשב"ץ: התשב"ץ (א' קס"ה) הביא את דברי הרב אנבלשום אפרים שניסה ליישב את הפסוקים וחז"ל עם המציאות, וטען שחז"ל נקטו כמדידות המקורבות, ולחומרא לא חששו למדות האמיתיות, כפי שאמרו 'לחומרא לא דק'.

התשב"ץ עצמו ביאר בשני אופנים: א' - קבלת חז"ל 'הלממ"ס היתה לשער בשיעורים שאינם מדויקים כאילו הם מדוקדקים - לפי שלא ניתנה התורה למלאכי השרת, ויש סמך בזה מהפסוקים שציינו מדות הים שעשה שלמה שלא בדקדוק; ב' - עוד יישב שחז"ל ידעו את השיעורים האמיתיים, והשתמשו בהם למדידות המדויקות, אלא שלתלמידים נקטו בדרך קצרה, ולכן לימדו אותם את השיעור המקורב, ולכן מצאנו שהעירו בגמ' על דברי רבי יוחנן ועולא 'לא דק' - בעוד הם התכוונו לשיעור המדויק אך התלמידים לא ידעו מכך.

יישוב המגיד משנה: כתב המגיד משנה (שבת י"ז כ"ו) 'מה שאמרו אם היה הקיפה ג' טפחים יש בה רחב טפח - אינו מדוקדק בחשבון, אלא פחות מטפח הוא כחלק מכ"ב על דרך הקרוב, ולא דקדקו בשל דבריהם והקילו בו, כלומר, מה שהקילו במדות המקורבות הוא רק בדיני דרבנן, כגון רוחב הקורה של עירובין והחלון שבין שתי חצרות; אמנם יש להבין כיצד יישב את מה שמסרו את שיעור הס"ת שבארון הברית עפ"י המדות המקורבות, וכיצד מסרו שיעור לא מדוקדק לגבי העברת טומאה שקורה שהיקפה ג' טפחים - רוחבה טפח [כך נראה שהקשה התו"ט עירובין א' ה' כיצד הקילו באהלות י"ב ז' לגבי העברת טומאה, ותידין הרש"ש עירובין י"ד. שאולי שיעור רוחב טפח הוא מדרבנן].

שער הציון: כתב בשער הציון (שע"ב י"ח) 'האמת נראה לעניות דעתי דאין לדקדק בזה יותר, דסמכו חכמים על אלו השיעורים על הענינים שבתורה מפני שקשה לצמצם העודף, ואולי היה מקובל להם מסיני שיש לסמוך על השיעורים האלו אף בשיעורי תורה, ואיך שיהיה, במלתא דרבנן בודאי יש לסמוך על שיעורים אלו'.

יישוב נוסף: במאמרם של פרופ' צבאן וד"ר גרבר הביאו אפשרות נוספת (עפ"י דברי הרב מתתיהו מונק) לומר שלפי תיאוריות פסיקליות מודרניות כגון תורת היחסות, תורת הקוואנטים, ותורת ה'על מיתרים' - המודל הגיאומטרי הקלאסי שעל פיו נקבע ערכו המספרי של π אינו מתאר את המציאות בצורה מדויקת, שכפי שניתן למצוא תופעות מוזרות לפיהן ליד אנרגיות או מסות גבוהות או במהירויות גבוהות - המרחב הגאומטרי 'מתעקם' בצורה משמעותית, ובפרט ה'קבועים' הגאומטריים משתנים, וייתכן שהעיוות במרחב שונה במקומות שונים של המרחב, ויתכן שבשל קדושת ביהמ"ק ארענו בו תופעות אלו, כגון מה שמקום ארון אינו מן המידה, עומדים צפופים ומשתחוים רווחים, ואולי יש מקום לומר שהיקף הים של שלמה היה פי שלש בלבד מקוטרו, דלא כגאומטריה הקלאסית, ולפיכך יש להשתמש בערך זה לצרכים הלכתיים.

מקורות

ראב"ח בהקדמה לספר המשיחה והתשובות

וכל החשבונות האלה אשר אתה אמרת שלא דקדקו רבותינו בהם - אינן מזיקים לנו בשום דבר, כי הקירוב באלכסון המרובע אינו מזיק במדידת הארץ ולא בחלוקתה, כי אין אתה צריך אל האלכסון במדידת המרובע, וכן חשבון אשר חשבו בעודף המרובע על המעוגל והמעוגל על המרובע וכן ברוחב המעוגל והקיפו - לא נצרכו אליו אלא בתחום שבת או בזריעת הכלאים ונטיעתן, וכל דבר שהקירוב הזה אשר בחשבוננו מביא לידי חומרא בכל המצות האלו לא לידי קולא, ואינו מזיק לשום אדם בממונו, ועוד שהם מעירים ברוב המקימות שאינן מדקדקין ואומדין, כמו שאמרו היינו דלא דק ולחומרא לא דק - כל מקום כפי הראוי לו; מסתבר שדברים אלו הם המקור לדברי הרב אנבלשום אפרים (שעמו התווכח התשב"ץ א' קס"ה) שניסה ליישב את הפסוקים וחז"ל עם המציאות, וטען שחז"ל נקטו כמידות המקורבות, ולחומרא לא חששו למדות האמיתיות, כפי שאמרו 'לחומרא לא דק'.

רמב"ם פיה"מ עירובין א' ה'

צריך אתה לדעת שיחס קוטר העיגול להקפו בלתי ידוע, ואי אפשר לדבר עליו לעולם בדיוק, ואין זה חסרון ידיעה מצדנו כמו שחושבים הסכלים, אלא שדבר זה מצד טבעו בלתי נודע ואין במציאותו שידוע, אבל אפשר לשער בקירוב, וכבר עשו מומחי המהנדסים בזה חבורים, כלומר לידיעת יחס הקוטר להקיפו בקירוב ואופני ההוכחה עליו, והקירוב שמשתמשים בו אנשי המדע הוא יחס אחד לשלשה ושביעית, שכל עיגול שקוטרו אמה אחת הרי יש בהקיפו שלש אמות ושביעית אמה בקירוב, וכיון שזה לא יושג לגמרי אלא בקירוב תפשו הם בחשבון גדול ואמרו כל שיש בהקיפו שלשה טפחים יש בו רוחב טפח, והסתפקו בזה בכל המדידות שהוצרכו להן בכל התורה.

תוס' רא"ש עירובין י"ד.

כל שיש בהקיפו שלשה יש בו רוחב טפח מנא הני מילי - תמיה לי מה שייך למיבעי הכא מנא הני מילי בדבר הנראה לעינים ואדם יכול לעמוד עליו - יביאו דבר שהוא רחב טפח ונמדוד ההיקף, ונ"ל לפרש לפי שאין הדבר מכוון שההיקף הוא יותר מג' טפחים קא בעי תלמודא מה"מ - מנין לקחו חכמים ליתן גבול ומדה לדבר אחד אף על פי שאינו מכוון אלא שהדבר קרוב להיות מכוון, ומייתי ראייה דקרא נמי קא עביד הכי דים של שלמה שהיה רחב עשר, וקאמר קרא דקו שלשים אמה יסוב אותו אף על פי שהוא ארוך יותר.

תשב"ץ א' קס"ה

(ויכוח התשב"ץ עם טענות הרב אנבלשום אפרים שטען שחז"ל החמירו לשער במדות החמורות, ואילו לתשב"ץ העיקר לחז"ל היו המדות המדויקות, אלא שדיברו לתלמידים בדרך קצרה) לא נעלמה מחז"ל האמת ההנדסית כי הם אנשי אמת מקבלי האמת מאלהי אמת, אך לא מפני שרק לא חששו לחומרא 'ולחומרא לא דק' שהרי הקילו בקורת מבויה להצריך היקף ג' טפחים אף שבכך הקוטר פחות מטפח, ואין לומר שהקילו בזה רק מפני שהוא מדרבנן משום היכר - כי כל שהקילו בדרבנן הוא רק בספיקות מכיון שאי אפשר לעמוד על בוריו, אבל במה שאפשר לעמוד על בוריו - לא הקילו, וכ"ש שבשעורין בדבר שאפשר למדוד ולעמוד על שיעורו אפילו בדבר שהוא מד"ס לא הקלו, ובפירוש אמרו לא תזלזל בשיעורא דרבנן כלומר בדבר שהוא

בדרכבן לא תזלזל בשיעורו, והרי חששו לחומרא להצריך בגנה וקרפף ע' אמה ושיריים - שהוא לחומרא, ולא הקילו בזה בתחומין [שם התוספת הופכת לקולא], וקשה מדוע הקילו בקורת מבוי, ובסוכה העשויה ככבשן שרבי יוחנן הצריך כ"ד אנשים בהיקפה - שהשיעור תואם למדות המדוייקות של יותר מאמה וחומש באלכסון, ושביעית יותר מג' טפחים בהיקף, אלא שלא הקפידו על הדיוק ההנדסי המדוייק בתכלית; וכן לגבי יניקת האילן של עולא (ב"ב כ"ז). שלחומרא לא דק - החשבון הוא לפי המדות האמיתיות.

אבל הנראה מדבריהם הוא בכל אלו המקומות וגבי חלון עגול (עירובין ע"ו) וגבי כוורת (שבת ח'). שחז"ל סמכו על עקריהם בזה ועושים אותם שורש מונח ויתד שלא תמוט [שאלכסון הריבוע הוא 1.4 והיחס בין הקוטר להיקף הוא 3] ולא חששו לדקדוק של חכמי יון, ולא יחושו אם מביא לידי חומרא או קולא, כמ"ש בקורת מבוי; וכן אמרו (אהלות י"ב ו') לגבי קורה המעבירה טומאה כשיש בה פותח טפח, ואמרו שיש בה טפח כשהיקפה ג' טפחים - שזו חומרא, אך עם זאת שנו שם (אהלות י"ב ד') גם קולא שכשיש היקף כ"ד טפחים בעמוד המוטל לאויר - מביא את הטומאה תחת דפנו, ופירש הר"ש דמיירי בעמוד עגול המושלך לארץ, שכשיש בהיקפו כ"ד טפחים - רחבו שמונה, ותחת דפנו העגול השוכב יש חלל של טפח על טפח על רום טפח, ומוכח שהם עשו יסוד מוסד מהעיקרים האלה גם להקל כי אם יהיה בהיקף העמוד כ"א טפחים נוכל לרבע תחת דפנו מכאן ומכאן טפח על טפח ברום טפח [כלומר, לפי המדות המקורבות די בעמוד בהיקף 21 טפחים כדי שתחתיו יהיה חלל טפח, ולפי המדות המדוייקות צריכים היקף 24, ואם אמרו שעמוד בהיקף 24 מביא את הטומאה - ע"כ שהקילו בהיקף 21 שאינו מביא את הטומאה - ונמצא שהקילו כהמדות המדוייקות שעמוד צר יותר לא יביא את הטומאה] [ואין הטעם שהקילו רק מפני הפסד טהרות, שהרי לא הקילו בקורה עגולה, ומפני הספד טהרות הקילו רק בדבר שטומאתו מדרבנן ככלי זכוכית אך לא בטומאה דאורייתא לטהר מי שהוא טמא] ומוכח שחז"ל ידעו את האמת אף שלא פירשו שחששו לדקדוק האמיתי; ואין הטעם מפני שהלכו רק לחומרא, אלא או שכך היתה קבלתן ללכת ע"פ דרכים אלו ואף על פי שיש בהם קירוב דהא שיעורין הלכה למשה מסיני הם, ואפשר לומר שכך נאמרה הללמ"ס כי לא ניתנה התורה למלאכי השרת, ושמא כך נמסרה להם הלכה שיתנהגו על עיקרים אלו אף על פי שיש בהם קירוב - כאילו הם מדוקדקים, ויש סמך בזה מים שעשה שלמה שהלך בו הכתוב על דרך קירוב, זהו אחד משני דברים שאפשר לומר בזה: או שכוונתם היתה לקרב ההבנה אל התלמידים לפי שלעולם ישנה אדם לתלמידו בדרך קצרה, אבל לענין מעשה יש לנו לדקדק הענין ע"פ הדקדוק האמיתי ומסרוהו לחכמים יודעי השיעורים - נמצא כי ההלכה מסורה לתלמידים המתחילים, והמעשה מסור אל החכמים לדקדקו על פי האמת - וזה הדרך ישר בעיני לתקון דבריהם ז"ל; וכן יוכיח מה שהקילו בזה בעמוד המוטל לאויר שהקילו כהשיעור המדוייק, ואף שהקשו בכמה מקומות אימר דאמרין לא דק לחומרא לקולא לא אמרין - זה הוא כשהוא הרבה, אבל דבר מועט לא יחושו בו שלא לבלבל התלמידים.

והרמב"ם ז"ל פירש (פיה"מ עירובין א' ה') 'הקירוב שמשמש בו אנשי המדע הוא יחס אחד לשלשה ושביעית, שכל עיגול שקוטרו אמה אחת הרי יש בהיקפו שלש אמות ושביעית אמה בקירוב, וכיון שזה לא יושג לגמרי אלא בקירוב תפשו הם בחשבון גדול ואמרו כל שיש בהיקפו שלשה טפחים יש בו רוחב טפח, והסתפקו בזה בכל המדידות שהוצרכו להן בכל התורה'.

לאחר שראינו עומק שכל חז"ל י"ל שאי אפשר שלא ישיגו מה שהשיגו חכמי האומות ניתן לומר כי מ"ש בסוכה העשויה ככבשן לחומרא לא דק הם דברי התלמידים שלא הבינו דברי רבי יוחנן, אבל רבי יוחנן ע"פ הדקדוק ההנדסי אמר דבריו, וכן יתפרש בכל מקום שלא דקדקו ע"פ הכללים שמסרו לנו לפי שסמכו על הדקדוק האמיתי או קרוב לו הרבה.

ומה שאמרו שמטלטלים בגינה המוקפת עד ע' אמות ושיריים, שזה אלכסונו של בית סאתיים לפי המדות המדוייקות - הרי שנקטו כפי המדות המדוייקות [לא הבנתי מדוע כתב שם שהחמירו בזה - הרי זו קולא לטלטל עד שיעור זה], דאילו למדות המקורבות - הל"ל רק ע' אמות, ודחה התשב"ץ שלא הגיעו לחישוב זה בתחשיב האלכסון, אלא כי לקחו מלבן של חמשים על מאה, ששטחו 2,500, וכדי לרבעו מצאו את שורש 2,500 - שהוא 70 ושיריים [חצי אמה וחומש בקירוב - 0.7106] - שזה חשבון שגם הילדים יודעים לעשותו.

ומה שאמרו לרבע את העיר בטבלה שאורך צלעה אלפים אמות וממילא משתכר 800 אמות באלכסון - אין כוונתם שימדוד באלכסון 800 וממילא ימעט את התחום, אלא שימדוד ביושר - ומשתכר את האלכסון כמה שיהיה, ולא היתה כוונתם לומר שמשתכר רק 800 ולא 828.42.

השואל טען שבים שעשה שלמה העגול הוא פנימי מהמחיצות המרובעות - בהפרש טפח מכל צד, וממילא קוטר 9.6 אמות באמה בת ה' טפחים, וממילא היקפו החיצוני 30.16 [ואם עובי שפת העיגול כשני שלישי אצבע - הרי שקוטר הפנימי כשלשים אמות], ושטחו 72.22 [ושגה בכך שהמשיך את החשבון בשפה החיצונית ולא בפנימית, והרי אם הקוטר הפנימי הוא 9.6 הרי שהיקף השפה הוא 30.16, והרי הפסוק מעיד שהיה 30 אמות, והיקף 30 נובע מקוטר 9.55 אמות], ונפח של שתי האמות הוא 144.44, ובצירוף החלק המלבני - הים הכיל 444.44 אמות מעוקבות, וכשנחלקם לאלפים בת - הרי שכל אמה מעוקבת היא 4.5 בת, ומאחר וכל בת היא שלשה סאין - הרי ששיעור מקוה של מ' סאין הוא אמה על אמה על שלש אמות פחות חלק אחד מ-27, ומה שהוסיפו לגובה ג' אמות הוא לחומר.

והמשיך לומר הרב אנבשלום שאם נקבל שקוטר החלק הפנימי היה עשר אמות הרי ששטחו 78.53, וגובה שתי אמות מכילות 157.08 אמות מעוקבות - ומאחר וחז"ל אמרו שהחלק העגול מכיל 50 מקוואות - ע"כ שלא היה קוטר עשר אמות; ועוד - לפי חשבון חז"ל לא התחשבו במה שמבואר בפסוק שעובי הדופן טפח, אע"כ שחז"ל הסתפקו האם כוונת הפסוק שעובי הדופן טפח - הוא הפחתת טפח מהרדיוס או מהקוטר [כלומר, טפח או חצי טפח מכל כיוון, והנפ"מ באם שטח העיגול 73.4 או 75.94 אמות מרובעות, וממילא נפח גובה שתי אמות הוא 146.78 או 151.88 אמות מעוקבות], ונקטו בדרך אמצעית להחשיב את החלק העגול כמכיל 150 אמות מעוקבות, שהן שיעור 50 מקוואות.

ויש לדחות את דבריו שמה שאמרו שבים שעשה שלמה היו 150 מקוואות - לא היתה כוונתם שלמדו את שיעור מקוה מתוך שיעור היש"ש [וממילא יכול היית להגיע לכך ששיעור מקוה הוא אמה על אמה על שלש אמות פחות חלק אחד מ-27 באמה], אלא אחר שחז"ל למדו (עירובין ד'): ששיעור מקוה הוא אמה על אמה ברום ג' אמות בדיוק כמו שיצא להם מכך שטובלים במים שכל גופו עולה בהם, והרי גופו הוא אמה על אמה על ג' אמות, שיעור חז"ל ששיעור זה מחזיק מ' סאה מכוונות, וממילא הסיקו כמה שיעור רביעית, וכן יצא שהיש"ש שהיה מכיל אלפים בת - שיעורו ק"נ מקוואות, ומאחר ואם כל האמות היו מעוגלות לא היה מחזיק אלפים בת - ע"כ הסיקו שרק שתי האמות העליונות היו מעוגלות.

הנחת הרב אנבשלום שהחלק העגול מוקטן בטפח מכל כיוון מהחלק הריבועי, וממילא כוונת הפסוק שהקוטר עשר אמות היא רק לגבי החלק הריבועי [ובכך התגבר על הסתירה שבין קוטר עשר להיקף שלשים - שהקוטר אמור רק בחלק הריבועי, וההיקף - רק בעגול] - נסתר מהפסוק המבאר ש'עֶשְׂרָא מִשְׁפָּתוֹ עַד שְׁפָתוֹ עֶגְל סָבִיב', והרי בפסוק כלל לא נזכר שהיה חלק ריבועי, אלא הוא רק מסורת חז"ל כדי להגיע לנפח אלפאים בת, וגם נסתר מדברי חז"ל שקבעו שקוטר עשר הוא בחלק הפנימי 'כי קא חשיב - מגואי קא חשיב'; גם לא נראה מלשון חז"ל שהסתפקו האם הטפח ממעט מהקוטר או מהרדיוס, אלא נראה מדבריהם שכלל לא מיעטו מקוטר עשר אמות, ואותו משהו של עובי הדופן היה כלפי חוץ; גם דבריו דחוקים שאת רוחב עשר למרובע מונה ללא העובי, ואת קוטר העיגול מונה עם העובי; גם חישוב בטפח גדול של חמישית אמה אינו תואם לחז"ל, שלא אמרו שיש טפח גדול וטפח קטן, אלא רק נחלקו ר"י ור"מ האם הכלים נמדדים באמה המכילה ה' או ו' טפחים [אך עדיין יוכל להסתדר באותו מהלך - אם יניח שטפח הוא ששית אמה, והקוטר תשע ושני שלישים, והקוטר החיצוני 30.33 אמות, ועובי השפה אצבע ושליש - אך קשה לומר שכך עובי השפה היפך הכתוב ששפתו היתה דקה כפרח שושן].

הרב אנבשלום הניח ששיעור מקוה הוא אמה על אמה על ג' אמות פחות חלק אחד מכ"ז, אך זה נסתר ממה שאמרו שהחלק הריבועי הכיל מאה מקוואות והחלק העגול הכיל חמשים, ע"כ יש ליישב את הסתירה לא ע"י פחיתת הגובה אלא ע"י הנחה ששיעור מקוה מעט יותר ממ' סאה, ובסה"כ כל היש"ש הכיל 150 מקוואות, ובחלוקתם לאמה על אמה ברום ג' אמות - יגיע לכל אחד מהם יותר ממ' סאה, וכל שיעור חז"ל אינו לשיעור הדבר הנמדד אלא לשער הדבר המחזיק אותו [כלומר, אם יש סתירה בין השיעורים עדיף להניח שכוונת חז"ל להגדיר את מבנה המקוה אף שכמות המים גדלה, ולא להגדיר את כמות המים ובכך מבנה המקוה קטן].

אמנם, ניתן לומר שכוונת חז"ל שמ' סאה מכוונות הן ג' אמות מעוקבות, וקוטר הפנימי של הים היה י' אמות, והיו 50 מקוואות בחלק העגול ומאה מקוואות בריבועי - י"ל שהכתוב לא אמר אלא על דרך הקירוב, וזלזל בשביעית הנוספת, וגם חכמים זלזלו בהפרש המועט שבין מה שאמרו שהחלק העגול מכיל 50 מקוואות ובין מה שקוטר י' אמות פנימי הוא בעצם 157.08 אמות מעוקבות, כלומר 52.35 מקוואות [הפרש 4.5% בלבד], וקירוב זה איננו זר בלשון בני אדם, וכ"ש בלשון הפסוקים שלעתים דברו בלשון הבאי [ראה תוס' רא"ש עירובין י"ד]. 'מנין לקחו חכמים ליתן גבול ומדה לדבר אחד אף על פי שאינו מכוון אלא שהדבר קרוב להיות מכוון, ומייתי ראייה דקרא נמי קא עביד הכי דים של שלמה שהיה רחב עשר, וקאמר קרא דקו שלשים אמה יסוב אותו אף על פי שהוא ארוך יותר', וכ"ש שאין זה זר לחז"ל כדי לקרב את ההבנה לתלמידים.

עוד ניתן לומר שלא קשה מהיש"ש על מה שמ' סאה הן ג' אמות מעוקבות - כי אמות המקוה הן שוחקות, ואילו אמות הגובה של היש"ש היו עצבות, וממילא בחלק העגול של היש"ש נכנסו 157 אמות מעוקבות עצבות, שהן 150 שוחקות, ומה שלא העירו על כך חז"ל הוא מפני שהחשיבו את היחס שבין הקוטר להיקף כאחד לשלש, אך אם היו מוסיפים שביעית - היו מדקדקים גם לומר שהאמות היו עצבות.

מגיד משנה שבת י"ז כ"ו

דע שמה שאמרו אם היה הקיפה ג' טפחים יש בה רחב טפח - אינו מדוקדק בחשבון, אלא פחות מטפח הוא כחלק מכ"ב על דרך הקרוב, ולא דקדקו בשל דבריהם והקילו בו [נראה שהקשה התו"ט עירובין א' ה' כיצד הקילו באהלות י"ב ז' לגבי העברת טומאה, ותירץ הרש"ש עירובין י"ד. שאולי שיעור רוחב טפח הוא מדרבנן].

תגובות

הרב דוד יצחקי

התשובה כנראה תלויה על דרך חז"ל לעגל, לדוגמא י"ל ש-23 הוא מספר לא עגול, אבל 24 הוא מספר עגול.

הרב צבי ישי דמן

יתכן שיש הבדל בין תיאור מציאותי [וכגון חישוב אנשים היושבים סביב הסוכה] שיש מקום להכיר באמת [אם כי אין תמיהה כאשר מחשבים לפי אמות המידה המקובלות בזמנם], לעומת קביעה הלכתית שיש מקום לנהוג על פי המקובל אף אם המציאות אומרת אחרת, ובפרט כאשר אנו מקבלים כאמת את הדין שקבעו אלו שאמרו שג' אילנות יונקים מב' סאתיים בעוד הם חישבו לפי המקובל ולא לפי המציאות [וכשהגמרא אומרת שעולא לא דק לחומרא אין הכוונה שהחמיר בלא בסיס עובדתי, אדרבה, מחמת המציאות - על אף שאין חובה להתחשב עמה בקביעת ההלכה המבוססת על פרשנות דין ג' אילנות שמחברי הטקסט וודאי לא חישבו לפי המציאות כי אם כפי המקובל - הוא החמיר להתחשב במציאות שלא ככוונת המחבר; וכן כשהגמרא אומרת שר' יוחנן לא דק - יתכן כי מאחר ובדעת חכמי הגמרא היה מקובל דעת חכמי יוון שבאותם ימים שהיחס הוא אחד לשלש - נמצא שר' יוחנן לא דק, אך יתכן שכוונתם שהוא לא דק לומר כמקובל אלא אמר את המציאות, וחשוב להדגיש את זה כדי שלא יבואו לעשות חישובים הלכתיים מוטעים בדברי תנאים במקומות אחרים, וכגון בב"ב...].

בהלכה מסתמכים על המקובל על חז"ל שכל שיש בהיקפו שלש יש ברחבו טפח, ואילו **בתיאור המציאות** [וכגון כמה אנשים יכולים לשבת סביב היקף הסוכה] הקפידו יותר על האמת המציאותית.

גם אפשר כי חלק מחכמי ישראל ידעו את הסוד וחלק לא. ולכן עולא דק להחמיר על פי המציאות שהוא ידע אם כי לא ראה צורך לגלות לכולם את טעותם או מחמת שלא היה לו דרך להוכיח את סברתו הוא.

בכל אופן כתבתי, כי הואיל ושיעור היניקה נלמד מפיהם של חכמים אשר סבורים היו כחכמי יוון שהקוטר הוא שליש ההיקף, אין מקום לפרש בדבריהם לפי המציאות המעודכנת מן הדין, ולכל היותר יש כאן חומרא המבוססת על המציאות.

הרב אורי סדן

ראה נספח ד"ר גרבר ופרופ' צבאן לשו"ת התשב"ץ מהד' מדעית.

הרב אביגדור אמיתי

יש לי קונטרס מפורט על היקף המעגל, ובו פרק (י"א) על אלכסון הריבוע, <http://daf-yomi.com/BookFiles.aspx?id=369&type=1>, שם אני מסביר באריכות את השיטות השונות בעולם העתיק לגבי היקף המעגל, כיצד טעו בדבר כזה, מדוע המפרשים התאמצו לתרץ כל מיני תירוצים שכולם לא מיישבים את כל הגמרות וכו'. כדי להבין את המאמר, צריך לקרוא [לפחות ברפרוף] את כולו, כי אם קוראים רק את המסקנה היא נשמעת מחודשת מידי בהתחלה.

כהמשך, יש כמה עקרונות:

1. לגבי הסוגיא בב"ב י"ד על ספר התורה שבארון - מוכח משם בהחלט שהתייחסו ליחס כ-3 בדיוק, ולא רק בענייני הלכה או חומרא [ואכן כך סברו הבבלים הקדמונים, ועוד אומות].
2. יתכן שסוגיות חלוקות זו על זו, כמובן. ולכן אפשר שאמוראים מסוימים כן ידעו יחס מדויק יותר. יתכן אף יחס מדויק עד כמה וכמה ספרות לאחר הנקודה, כמו שחישבו כבר חכמי יוון [מובא באלמגסט].
3. כמובן שלא חייבת להיות התאמה בין רמת הדיוק שלהם בהיקף המעגל לבין אלכסון הריבוע. ואגב חוסר הדיוק באלכסון הריבוע הוא קטן מאוד משמעותית לחוסר הדיוק ביחס היקף המעגל; אגב, אצל חכמי הגוים בתקופתם דווקא ליחס האלכסון היה ידע מדויק יותר בתרבויות רבות, מאשר לגבי היקף המעגל, שהיו בו שיטות שונות.
4. ישנו מאמר אקדמי שמוכיח באמת מהסוגיות שהבאת שרבי יוחנן בסוכה כן ידע את היחס המדויק, אך אם כן צריך באמת לומר שהגמרא עצמה לא הבינה את כוונתו של רבי יוחנן.
5. כאן נכנסת שאלה מהכיוון של דרכי הלימוד, האם אנחנו רוצים ללכת בדרך שאומרת שחלק מהאמוראים [או תנאים] התכוונו למשהו מסוים, ובדורות האמוראים שלאחריהם לא הבינו את דבריהם, ואנחנו היום מבינים את כוונתם האמיתית; עקרונית אי אפשר לשלול זאת, השאלה היא בדרכי הלימוד והמסתעף, כאמור.

פרופ' בעז צבאן

הרעיון שחז"ל השתמשו בערכים מדויקים [גם אם לא לימדו לפיהם] מופיע בשו"ת התשב"ץ, את המקורות יקל למצוא [בנספח](http://u.cs.biu.ac.il/~tsaban/Pdf/tashbets.pdf) שדוד ואני כתבנו לו [\[http://u.cs.biu.ac.il/~tsaban/Pdf/tashbets.pdf\]](http://u.cs.biu.ac.il/~tsaban/Pdf/tashbets.pdf).

גם על זה יש קושיות, ולענ"ד אין תשובה מספקת וחד משמעית. ייתכן שאפילו בין חז"ל היו כאלה שהשתמשו בערכים מדויקים [או במדידות ישירות], והיו כאלה שהשתמשו בקירובים, אולי על סמך מידע שניתן להם ע"י מהנדסי התקופה [הרומאים?].

לגבי חלון עגול, זו לדעתי אחת הסוגיות הכי לא ברורות ושאינן לה הסבר חותך לגמרי מבין כל הסוגיות המתמטיות. אולי נכנסו לשם שיבושים בעת העתקות. אולי היא לפי שיטה אחרת משאר הסוגיות. אין לי מושג, ולצערי לא זכיתי לרדת לעמקם של דברים.

לטעמי, אף אחד מהיישובים אינו מושלם. בודאי שזה כולל את היישוב ה"פיסיקלי". מבלי לבחון את הפרטים (חוסר זמן), אולי יועיל לדעת שייתכן שהעיוות במרחב שונה במקומות שונים של המרחב. אישית, אני נוטה להסברים הפשוטים יותר, אבל מי יודע.

ד"ר דוד גרבר

לדעתי השואל מחבר כאן בין כמה שיטות [פשט הסוגיה בסוכה ובבא בתרא, ושיטת הב"ח בסוגיית חלון בעירובין], ולא בהכרח שכל שיטה צריכה להסתדר עם כל שיטה אחרת בסוגיה אחרת בעניין היחס לשיעורים מקורבים/מדויקים. אם לדוגמא נבין את דברי רבי יוחנן כמוסבים על שטח גם בסוכה וגם בחלון עגול בעירובין [כמו לדוגמא שיטת המאירי והראב"ד בתמים דעים] - אפשר להבין את כל הסוגיות (סוכה, אילנא דעולא וחלון) על פי הערכים המקורבים.

במאמר on the rabbinical approximation of pi [נמצא באתר שבועז ציין למעלה] הבאנו בועז צבאן ואני כמה גישות להתמודדות עם הפער בין הערכים המקורבים והערכים המדויקים, ואיך אנו צריכים לנהוג להלכה: א' - לשיטת הרמב"ם (פיה"מ עירובין א' ה') נראה שאפשר לסמוך לגמרי על השיעורים המקורבים גם בדאורייתא, מאחר ואין אפשרות לבטא את טעם להתאמץ ולקרב את הערך יותר ויותר 'ידוע זה בקרוב... אשר עליו סומכים חכמי המידות הלימודיות הוא... וכל עגולה שיהיה באלכסון שלה אמה יהיה בהיקפה שלוש אמות ושביעית בקירוב, ולפי שזה לא יושג לעולם אלא בקירוב - לקחו הם בחשבון הגדול ואמרו 'כל שיש בהיקפו שלושה טפחים יש בו רוחב טפח', וסמכו על זה במה שהוצרכו אליו מן המדידה בתורה'. בעקבותיו סובר ה"משנה ברורה" (סימן שע"ב בשער הצינון) להקל כמו השיעורים המקורבים, לפחות בדברנן; ב' - לפי תיאוריות פסיקליות מודרניות כגון תורת היחסות, תורת הקוואנטים, ותורת ה'על מיתרים' - המודל הגיאומטרי הקלאסי שעל פיו נקבע ערכו המספרי של π אינו מתאר את המציאות בצורה מדויקת, שכפי שניתן למצוא תופעות מוזרות לפיהן ליד אנרגיות או מסות גבוהות או במהירויות גבוהות - המרחב הגאומטרי 'מתעקם' בצורה משמעותית, ובפרט ה'קבועים' הגאומטריים משתנים, ויתכן שבשל קדושת ביהמ"ק ארעו בו תופעות אלו, כגון מה שמקום ארון אינו מן המידה, עומדים צופים ומשתחווים רווחים, ואולי יש מקום לומר שהיקף הים של שלמה היה פי שלש בלבד מקוטרו, דלא כגאומטריה הקלאסית, ולפיכך יש להשתמש בערך זה לצרכים הלכתיים [ולצורך זה ניתן למדוד את היקף המשושה החסום במעגל - שהיקפו הרי פי שלש מקוטר המעגל]; ג' - לשיטת התשב"ץ (א' קס"ה) החכמים ידעו ערכים יותר מדויקים, אולם כדי להקל על תלמידיהם את הלימוד, השתמשו בערכים מקורבים, לקיים 'לעולם ישנה אדם לתלמידו בדרך הקצרה', אבל כאשר בא הדבר לידי מעשה, מבצעים החכמים את החישובים באמצעות הערכים המדויקים.

שילה

לכאורה י"ל שחז"ל לא ידעו שהיחס יותר מאחד לשלש, או עכ"פ לא ראו לנכון להתחשב בו כלל, ומה שרבי יוחנן אמר שיושבים 24 - פשוט עשה ניסוי והצליח להושיב 24 אנשים שגברא באמתא יתיב, אך לא יכלו לקחת את ניסוי זה כמודד ליחס בין קוטר להיקף ובין צלע לאלכסון - כי סוף סוף בני האדם לא שווים זה לזה, וגם לא כולם יושבים באמה אחת.