

## צבי שפלטר

## ה-π החז"לי

ראשי פרקים

- א. סוכה העשויה ככבשן
- ב. הזורק כוורת לרשות הרבים
- ג. חלון עגול
- ד. עמוד עגול המאהיל על הטומאה
- ה. קורת מבי
- ו. קורה המאהילה על הטומאה
- ז. ים של שלמה
- ח. ספר תורה בארון



במקומות שבהם עסקו חז"ל במעגלים או בגופים עגולים, נוקטים הם ביחס של 3:1 בין היקפו של המעגל לבין קוטרו. אולם כבר הראשונים ידעו שהיחס במציאות הוא  $3.14159 = 3\frac{1}{7}$ . המספר  $3\frac{1}{7}$  מבוטא ע"י האות היוונית π. קיימים מספר נסיונות להסביר את אי הדיוק.<sup>1</sup> עיקר הקושי הוא מפני שבהנדסת המישור אכן היחס הוא  $3\frac{1}{7}$ :1: אולם במאמר זה נצביע על כך שהסוגיות שבהן מדובר על היחס החז"לי של 3:1: עוסקות בגופים תלת מימדיים, ובהם נדרשת התייחסות אחרת.

## א. סוכה העשויה ככבשן

בתלמוד הבבלי, סוכה ז, ב, "אמר רבי יוחנן: סוכה העשויה ככבשן, אם יש בהיקפה כדי לישב בה עשרים וארבעה בני אדם - כשרה, ואם לאו - פסולה." סוכה זו, שהינה עגולה, צריכה שתחסום בתוכה בהתאם לדברי רבי סוכה שיש בה 4x4 אמות, כלומר קוטרו של המעגל הוא 5.66 אמות (אלכסונו של הריבוע) לפי חשבונה של הגמרא ע"פ הכלל "כל שיש בהיקפו שלשה טפחים יש בו רוחב טפח" (1:3) היקפה של סוכה זו הוא כ-17 אמות (למען הדיוק: 16.97), אבל לפי היחס המדויק של π, ההיקף הוא קרוב ל-18 אמות (17.76). כיון שרוחב מושב האדם הוא אמה ("גברא באמתא יתיב"), ממילא הסוכה הדרושה לדעת רבי יוחנן (בעלת היקף של 24 אמות) גדולה ב-1/3 (כי במעגל שהיקפו 24 אמות נחסם רבוע של 5.4x5.4 אמות).

קושיה זו מיישבה רב אסי: "לעולם גברא באמתא יתיב, ור' יוחנן מקום גברי לא קחשיב", היינו 24 אנשים אלו יושבים מחוץ למעגל הנחוץ לסוכה המינימלית. עומק מקום ישיבתם, שהוא אמה, אינו בחשבון הסוכה 4x4 אלא נוסף עליה. ואכן, אם נוסף

1. תוס' עירובין יד, א ד"ה והאיכא נשאר בקושיה. בתשביץ ח"א סי' קסה שתי תשובות בדבר. הדברים נסקרו במאמריהם של הרב מונק בסניני נ"א, הרב בולג בתורה-ומדע י", וגרבר וצבאן במגל (אוניברסיטת בר אילן) י"א. וראה עוד דעת הרמ"מ שניאורסון, אדמו"ר מליובוביץ, בתשובתו שבקונטרס אמונה-ומדע הוצ' מכון ליוראוונקוויט רפר חר"ד, חשי"ח עמ' 134

על המעגל המינימלי החוסם סוכת 4x4 אמות טבעת בעומק אמה, יוצר מעגל שקוטר הוא 7.66 אמות, והיקפו של מעגל זה לפי היחס של π (3.14) הוא 24.05 אמות.

אולם מדוע זקוק היה ר' יוחנן לשער את היקפה של הסוכה ע"י אנשים היושבים מחוצה לה? וכי לא היה פשוט יותר אילו היה אומר 'אם יש בהיקפה כדי לישב בה שמונה עשר בני אדם'?

מסתבר שיש לדייק בדברי רבי יוחנן: "סוכה העשויה ככבשן" - אין זו סוכה בעלת מבנה גלילי, אשר בה העיגול של הגג חופף לעיגול של קרקעית הסוכה, אלא זהו כבשן - מבנה עגול שגגו צר מתחתיתו, היינו: חרוט קטום. כך בנויים כבשנים, בין עתיקים ובין מודרניים, בין מטעמי קונסטרוקציה (על הבסיס להחזיק את כל המבנה שעליו) ובין כדי לחסוך באיבוד החום דרך הגג.<sup>2</sup> סוכות כאלה מצויות בארצנו, ובמיוחד בהרי שומרון ויהודה, עד היום - ראה איור 1 - הן עשויות אבן (בניה יבשה, ללא מלט) ומתנשאות לגובה של 2-3 מטר. לצורך הגג מונחים על הקירות ענפים גדולים, גזעים וקורות עץ, המשמשים בסיס לסכך.<sup>3</sup>



איור 1. מלונה מסוג סוכה. אזור סילואד בשומרון. מתוך: רון, 1977

## ב. הזורק כוורת לרשות הרבים

האמנם עסקו חז"ל בגופים שאינם גליליים, אלא עשויים כחרוט קטום?

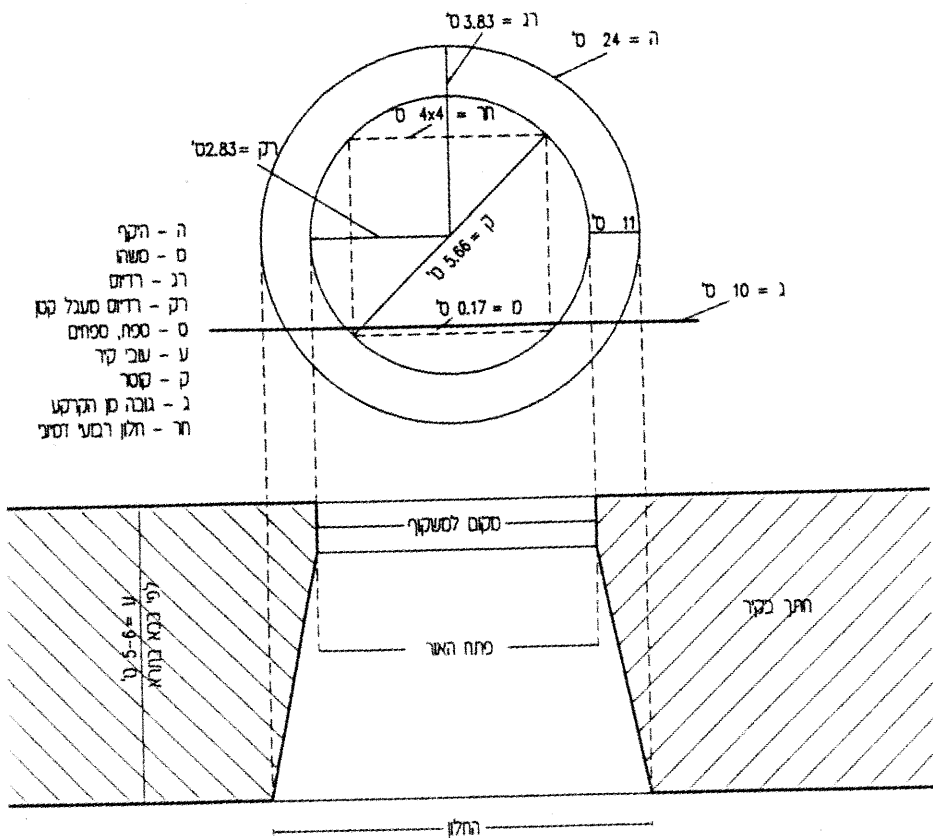
בתלמוד הבבלי שבת ח, א "אמר אביי: זרק כוורת לרשות הרבים... רחבה ו' (טפחים) - פטור." הסיבה היא שכוורת הינה עגולה, ובמידה זו היא חוסמת בתוכה שטח הנחשב

2. ראה: ש' אביצור, 1976, אדם ועמלו, ירושלים, עמ' 143; מ' פוזן, תבנית כלים, לונדון תשנ"ו, עמ' 13.

3. ראה: צי"ד רון, 1977, המלוונות כביטוי לחקלאות המדרגות בהרי יהודה ושומרון, תל-אביב, עמ' 11, 461



איור 5. חלון עגול: חתך ותוכנית



צורה זו מאפשרת ויסות של כמות האור הנכנסת, הרחבת המבט לחוץ תוך שמירת הפרטיות שבפנים, ועמידה במגבלות טכנולוגיות של גודל אבנים ולחץ קונסטרוקטיבי. כנראה, בקיר שעוביו 5 או 6 טפחים (בהתאם לחומר ממנו הוא עשוי, מאבני גזית או מאבני גויל, כמבואר במשנה בריש מסי בבא-בתרא), ההפרש שבין הקוטר הפנימי של החלון לבין קוטרו החיצוני הוא 2 טפחים. שיעור זה עונה על הדרישות הנ"ל, וכפי שהדברים נראים מאיור 4.

איור 4. חלונות עגולים בבית הכנסת העתיק אבן שושן בטולדו מתוך: מ' בן דב, תשמ"ט, כתי-כנסת בספרד, תל-אביב, עמ' 96





ההפרש המצוי הוא כ-5%<sup>8</sup> לאורך 5-6 מטרים (גובה העמוד) הפרש הקוטר מגיע עד כטפח.

לפי זה אילו נקטה המשנה בשיעור המצומצם - 21 טפחים בערך - המספיק כאמור לעיל לשמש כאוהל לטומאה, עלול ההיקף בקצה האחר להיות קטן יותר, למטה מהשיעור הדרוש כדי לרבע תחתיו טפח על טפח, ואז אין טומאת האוהל מתפשטת לאורכו של כל העמוד. כדי לוודא טומאת אוהל לכל אורך העמוד, צריך ההיקף המדוד להיות 24 טפחים, כדי שבקצהו הצר של העמוד יהיה היקפו של העמוד לפחות 21 טפחים - המינימום הדרוש לטומאת אוהל כנ"ל.

מדוע אין המשנה סומכת כי נמדוד תמיד את הצד הצר של העמוד? נראה, שכאשר עמוד נופל בצורה מאוזנת, פעמים רבות חלקו נקבר באדמה. בדרך כלל יהיה זה חלקו העליון, שכן הוא נופל מגובה רב (כ-6 מטר) בכוח גדול יותר - מתחפר בקרקע ולעתים נשבר. חלק זה שוב לא ניתן למדוד את היקפו, ולעיתים קשה לשער האם אנו מודדים את חלקו הרחב של העמוד (בסיסו) או את חלקו הצר (כותרתו). על כל הנ"ל ניתן לעמוד מתוך התבוננות באתרי עתיקות, כגון בבית שאן או בנמל העתיק של קיסריה.

### ה. קורת מבו

המשנה בעירובין פרק א עוסקת בקורה שבאמצעותה מכשירים מבו לטלטול. קורה זו צריכה להיות רחבה טפח (משנה ג). במשנה ה' מדובר על קורה עגולה, ולגביה נקבע "רואין אותה כאילו היא מרובעת - כל שיש בהיקפו שלשה טפחים, יש בו רוחב טפח." כלל זה הוא שלכאורה עומד כנגד המציאות הידועה לנו, אשר לפיה היחס אינו 1:3 אלא 1:3.14.

אולם הקורות שבהם השתמשו היו בוודאי לקורות מענפי עצים או גזעיהם. העץ המקובל לכך היה השקמה או החרוב ועוד (ראה תוספתא כלאיים ד, ז; שביעית ג, א). דרכן של קורות כאלה, שישנו הבדל בעוביים ובהיקפם בין חלקן התחתון לבין חלקן העליון. ההפרש הוא כ-5% (מעין מה שציינו לעיל בפרק ד לגבי עמודי האבן). הפרש זה של 5% קרוב מאוד להפרש הקיים בין 3 לבין 3.14.

מדוע הסתפקו חז"ל במדידת היקפה של הקורה בחלקה הצר (3 טפחים), ולא חייבו למודדה בחלקה הרחב (3.14 טפחים)? אפשר שזהו במסגרת הקולות שנתנו חכמים בכלל בעירובין, כפי שרואים בשאר המשניות שם - "דיה לקורה שתהא רחבה טפח כדי לקבל אריה לארכו" (משנה ג); "רחבה אע"פ שאינה בריאה" (דעת ר' יהודה במשנה ד); "היתה של קש או של קנים, רואין אותה כאילו היא של מתכת; עקומה - רואין אותה כאילו היא פשוטה" (משנה ה). בהמשך למשנה זו הובאה גם הקולא "עגולה - רואין אותה כאילו היא מרובעת... טפח".

### ו. קורה המאהילה על הטומאה

שנינו באהלות יב, ו: "קורה שהיא נתונה מכתל לכתל וטומאה תחתיה - אם יש בה פותח טפח, מביאה את הטומאה תחת כולה; ואם לאו, טמאה בוקעת ועולה, בוקעת ויורדת. כמה יהא בהקיפה ויהא בה פותח טפח? בזמן שהיא עגולה - הקיפה שלשה טפחים."

הרמב"ם בפוסקו משנה זו להלכה (ה' טומאת המת יב, ז) כתב: "אם יש בה פותח טפח... מביאה את הטומאה תחת כולה... אף שאין כולה שווה... וקצתו פחותה מטפח." מנין נטל הרמב"ם שהקורה מאהילה על הטומאה גם אם בחלקה אין בה רוחב של טפח?

בכסף-משנה הביא בשם הר"י קורקוס, שהרמב"ם דייק זאת מלשון המשנה "מביאה את הטומאה תחת כולה" - היינו אפילו תחת חלקי הקורה שרוחבם פחות מטפח. אולם אפשר שהרמב"ם דייק זאת מעצם הדבר שהמשנה הסתפקה בהיקף של 3 טפחים, שכאמור לעיל לפי המציאות מביא לידי רוחב (קוטר) של פחות מטפח.

על פי זה מיושבות קושיותיו של בעל תפארת-ישראל (אהלות פי"ב בבעז אות ז) על הרמב"ם ממשניות שבהן מבואר שטומאת אהל אינה מתפשטת אל מתחת לחלקי האוהל שאין ברוחבם טפח. הדוגמאות שהוא מביא הן: נסר שהוא נתון על פי תנור, ויוצא מזה ומזה טפח, אבל מהצדדים הוא פחות מטפח, אינו מטמא מן הצדדים (משנה אהלות יב, ג; נפסק ברמב"ם בה' טומאת מת יב, ד); טבליות של עץ שהן נוגעות זו בזו בקרנותיהם, שכיון שאין בקרנות רוחב טפח אין הן מעבירות את הטומאה ע"י אהל (משנה שם טו, ב; נפסק ברמב"ם שם יז, ה: "לוחות של עץ..."); וזו רחב טפח שסובב את כל הבית, אך ליד הפתח אין בו טפח, ויש טומאה מתחתיו - לדעת ר' יהושע אין הוא מעביר את הטומאה לבית באוהל (משנה שם יז, ד; נפסק ברמב"ם שם יז, ב). אולם לכשנדייק נמצא שבכל המקומות הללו מדובר על עץ מעובד, שעשו ממנו נסר, טבליות (=לוחות) או זיו מסביב לבית. במשנה שאנחנו עסקנו בה מדובר על קורה, בדומה לקורה המכשירה את המבוי. כאמור קורה זו ניטלת מן הטבע, ובה קצה אחד צר מהקצה השני בשיעור של כ-5%. שיעור זה בקורה הטבעית מעביר את הטומאה גם לחלקי הקורה שאין בהם רוחב של טפח, ומסתבר שרק עד להפרש הזה שנקטנו בו - 5%.

ועל כל פנים נמצא הבדל עקרוני בין הלכות עירובין לבין הלכות טומאת אוהל - שבעירובין אזלינן לקולא, ומסתפקים בקורה שבצידה האחד יש בה רוחב טפח, ואילו בטומאה מחמירים, והטומאה עוברת באהל גם אל מתחת לחלקי הקורה שאינם רחבים טפח. הבדל זה הרי הוא מותאם לכללי ההלכה שבעירובין מקילים, ואילו בהלכות טומאה וטהרה מחמירים.

### ז. ים של שלמה

המקור ליחס 1:3 בין הקוטר לבין היקפו של המעגל מובא בעירובין יד, א: "כל שיש בהיקפו שלשה טפחים יש בו רוחב טפח. מנא הני מילי? אמר רבי יוחנן: אמר קרא "ויעש את הים מוצק עשר באמה משפתו עד שפתו, עגול סביב, וחמש באמה קומתו, וקו שלשים באמה יסב אותו סביב" (מלכ"א ז, כג). הא כיצד דבר שקוטרו הוא 10 יש בהיקפו 30, הרי זה נגד כל חוקי המציאות?

השפה שעליה מדובר כאן היא שפתו העליונה של הכיור שעשה שלמה. כך מסתבר מהפסוק הבא (פסוק כד) בו מתואר "ופקעים מתחת לשפתו סביב". מסתבר שגם כלי זה שעשה שלמה אינו בנוי כגליל מדויק, שבסיסו וראשו שוים, אלא אף הוא בנוי כחרוט קטום, שבסיסו צר מראשו. בראשו ניתן למדוד 10 אמות משפה אל שפה, ואם כן היקפו שם הוא 31.4 אמות. "שלשים באמה יסב אותו סביב" - היינו בבסיסו. גובהו של הכלי הוא כאמור בפסוק 5 אמות, ודבר זה צויין בין המידה של הראש ("עשר באמה משפתו עד שפתו") לבין מידת הבסיס ("שלשים באמה..."). מסתבר שהנביא הולך ונותן את

מידותיו של הכלי מראשו (קוטר 10 אמות), דרך גופו (גובה 5 אמות) ועד לבסיסו (היקף 30 אמות).

מה לומד אפוא ר' יוחנן מפסוק זה? הוא לומד שיכול להיות הפרש בין צידו אחד של החרוט לצידו השני, והוא מיישם הפרש זה לגבי ההלכות האחרות שבהן דנים על גופים חרוטיים - סוכה, קורה ועמוד.

### ח. ספר תורה בארון

הסוגיה שממנה מוכיחים התוספות, שהיחס 1:3 הוא יחס מדוייק ולא משוער, היא הסוגיה בבבא-בתרא יד, ב הדנה על אופן הנחת ספר התורה בארון הברית. מבואר שם, שכיון שהיקפו של ספר התורה הוא 6 טפחים (לפי ההלכה שם שהיקפו של הספר הוא כשיעור גובהו) יוצא שקוטרו הוא 2 טפחים גם אם הוא נגלל לתחילתו, היינו סביב "עץ-חיים" אחד. על כך מקשה הגמרא "תרי בתרי היכי יתיב?" - אי אפשר להכניס חפץ למקום שרוחבו בדיוק כרוחבו של החפץ, לעולם זקוקים אנו ל"רווחא פורתא" (לשון רבינו גרשום בפירושו). אילו היו חז"ל מתחשבים ביחס של 1:3.14, ממילא היו מגיעים לקוטר הקטן מ-2 טפחים (1.91) ושוב לא היה קשה מאומה.

המציאות מלמדת שבדרך כלל כשגוללים את יריעות ספר התורה לא מקבלים עיגול מושלם, אלא צורה אליפטית, ובמיוחד כאשר מניחים את הספר במאוזן ולא בעמידה. ההפרש שבין המידה הגדולה המתקבלת באליפסה לבין המידה שהיתה מתקבלת אילו היה נוצר עיגול מושלם הוא, כנראה, כ-5%, עובדה המגדילה את קוטר ספר התורה הנגלל לתחילתו עד לכדי 2 טפחים. משום כך הקשתה הגמרא "תרי בתרי היכי יתיב?"