

### היחס בין גובה הסוכה לאורכה ורוחבה

ב"המעין" תשרי תשכ"ו הציע ד"ר ש' אדלר ז"ל הסבר מתמטי לגמרא במס' סוכה בדף ב.: מטרתו היתה להסביר את שיטת רב (אליבא ד"ר זירא) שעד 20 אמה אדם יושב בצל סוכה, אם אורך הסוכה היא 4 אמות "...אבל יש בה יותר מארבע אמות, אפילו למעלה מ-20 אמה כשירה. כמאן, כר' זירא דאמר משום צל הוא, וכיון דרויחא איכא צל סוכה".

שאלתו הבסיסית של ד"ר אדלר ז"ל היתה - "הלא ההבדל אם אדם יושב בצל סוכה או בצל דפנות אינו תלוי לא רק בגובה הדפנות אלא בכמה גורמים אחרים..." (כגון רוחב גיאוגרפי ותקופת השנה). ד"ר אדלר ערך חשבונות של אורכי צל במקומות וזמנים שונים ומצא כי בירושלים בתקופת תמוז אורך הצל של דופן סוכה בגובה של 20 אמה ואורך של 4 אמות הנו 3.05 אמה. כך נמצא שביום הכי ארוך של השנה (תקופת תמוז) נשאר עדיין קטע קטן באורך של כאמה אחת שהוא צל סכך ולא צל דפנות ועדיין נמצא בתוך הסוכה. אמנם מציין ד"ר א' כי אולי עובדה זו תואמת את שיטת הרמב"ן כי עיקר טעמי המצוות נאמרו בארץ ישראל, אך עדיין צריך עיון מהו הקשר הישיר בין חג הסוכות לבין תקופת תמוז, דבר שאיננו קשה עקרונית לפי שיטות אחרות שבנן נדון להלן. מצאנו כי מלבד הר"ן והתשב"ץ שאת שיטתו כבר ציין המחבר ז"ל, התייחסו לנושא גם שני מפרשים נוספים {1} בספרים שכיום קשה להשיגם, וכל אחד מהם מציע הסבר אחר המבוסס על הנחות אחרות:

1. ר' ברוך ב"ר יעקב משקלאו (תלמיד הגר"א) בהקדמה לספרו "עמודי השמים" על הלכות קדה"ח לרמב"ם, ברלין תקל"ז {2}.

2. ר' ישראל ב"ר משה סג"ל מזאמוטש, בקונטרס אחרון לספרו "נצח ישראל" על ש"ס, פפד"א תק"א {3}.

לשם השוואה נסכם להלן את השיטות השונות, כולל שיטות הר"ן והתשב"ץ.

#### שיטת הר"ן {4} (בד"ה אלא בצל דפנות).

הר"ן שואל על פירוש הגמרא מתוך מציאות שאין שום שעה ביום שסכך של  $7 \times 7$  טפחים ימנע שלא תכנס החמה תחתיו כל שהוא גבוה 20 אמה, "...וכיון דהאי צל למנוע חמה בעינן ליה כדמוכח... היכי אמרינן דעד 20 אמה אדם יושב בצל סוכה, וכי יכולים אנו להכחיש את המוחש?" ומתוך הדוחק מתרץ "דקים להו לרבנן דעד 20 אמה מגין הסכך וממעט חום החמה למי שהוא יושב תחתיה שאינו מתחמם בה כל כך כאילו היה מגולה, ויש לזה הוכחה בגמרא, והארכתה בחידושי...".

תירוץ זה נדחה על ידי הרשב"ץ כמכחיש גם הוא את המציאות.

### שיטת הרשב"ץ בח"א סי' קס"ו

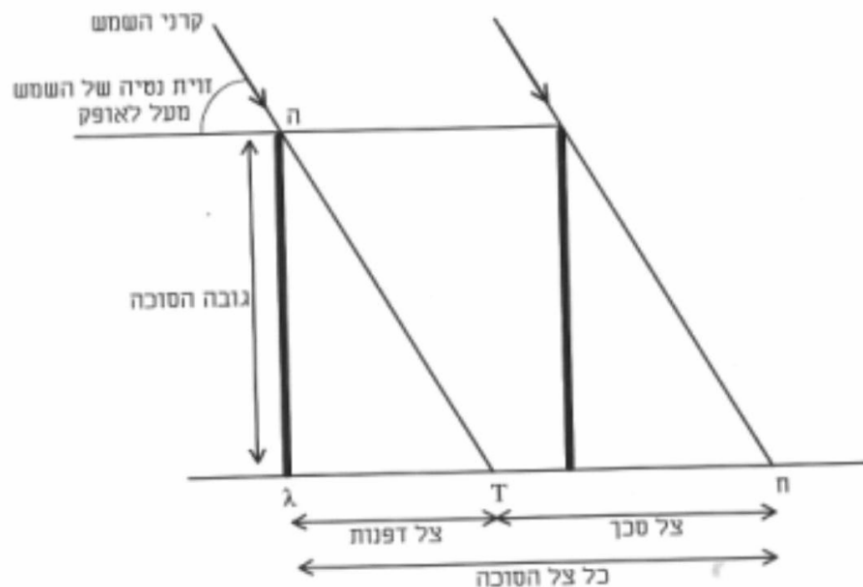
תמיד חייב להיות יחס של 1:5 לכל היותר בין גובה הסוכה לאורכה, הן למעלה מ-20 אמה גובה והן בסוכה הקטנה מ-4x4 אמות "ואשמועין תנא דכל שהיא רחבה אחד מחמשה בגובהה, דהיינו 4x4 אמות בגובה 20 אמה, כשירה, מינה ילפינן דאי גבוהה טפי צריכה שתהא רויחא טפי אחד מחמשה בגובהה... ה"נ כח שהיא בצירה מ-4x4 אמות אתה צריך להפחית הגובה, שאם היתה רחבה 2x2 אמות וגובה יותר מ-10 אמות פסולה משום דליכא צל למטה..." הרשב"ץ איננו מסביר מדוע חייב תמיד להיות יחס של לא יותר מ-1:5, אך בדברי בעל "עמודי השמים" המובאים להלן, נמצא הסבר לכך.

### שיטת בעל "עמודי השמים"

ר' ברוך משקלאו רוצה ליישב את קושית הר"ן ומתוך כך מתייחס לבעיה של תלות אורך הצל ברוחב הגיאוגרפי של הסוכה: "...כי זהו בודאי שלא דברו חכמים דבר זה דרך כלל לכל המקומות, כי זהו דבר ידוע שצללי החמה אינם שווים בכל המדינות, וכל מדינה ומדינה כפי נטייתה מקו המשווה (כלומר הרוחב הגיאוגרפי) תשתנה בצללים". ועל כן מברר המחבר תחילה לפי איזה מקום ורוחב גיאוגרפי נאמר דין זה של רוחב, אורך וגובה הסוכה. "...והנה כבר ידוע לך, שחשבון המולדות עיקרם התחלתם הם מכפי שהם במקום קו השווה, וכמו"כ קריאת הימים והתחלת יום השבת, כי הכל תשתנה לפי הבדל הנטיה... ועיין בספר מגלה עמוקות ומבואר בכתבים ובזוהר {5}, כי כל עיקר עשיית המצוות הוא בג"ע (גן עדן) אשר בארץ והוא קו השווה. ומשה רצה להכניס את ישראל דרך ארץ ישראל אל מקום הגן עדן אשר בארץ". ברצונו לומר איפוא, כי עלינו להתייחס למצב השורר בקו המשווה. על איזה זמן בשנה מדובר? בעל עמודי השמים ממשיך ועורך חשבון של נטיית השמש עד לתאריך של כ"א בתשרי, הושענא רבא {6}, וביחס לשנה הראשונה שבמחזור קטן {7}, והיא תהיה אז כ-10°26' {8}. מכאן הוא מחשב את אורך הצל כ-1/5 בערך מגובה הסוכה. והוא מסכם: "...שאם הסוכה יתירה על 4 אמות אף אם תהיה ביום אחרון של חג מעט יותר מחלק חמישית שהוא 4 אמות (אם גובה הסוכה 20 אמה), עכ"פ יהיה צל סוכה הואיל והסוכה רחבה מ-4 אמות. ועיקר השיעור הנכון בגמרא הוא לפי מידת קו השווה וכן הוא ראוי כי שם הגן עדן". נמצאנו למדים שגם הוא הולך בשיטה של יחס 1:5, אך כנראה רק לגבי סוכות הגדולות מ-4x4 אמות.

### שיטת בעל "נצח ישראל"

גם ר' ישראל מזאמושטש מתייחס לדברי הר"ן, אולם לדבריו נקודת ההתייחסות איננה בגן עדן אשר בקו המשווה אלא "...חכמינו ז"ל בקרו במחקרי מזימתם לעמוד על מידת אורך הצל {9} לפי ערך עמוד המציל בחצי היום, לפי הזמן אשר יצאו בני ישראל ממצרים ולפי המצב והוא המקום אשר שכנו שמה בעת ההיא". בעל נצח ישראל עורך חשבון שבראש חודש סיון כאשר שכנו בני ישראל בהר חורב. שהוא קרוב ל-32 מעלות {10}, אחר שרוחב מצרים הוא קרוב ל-30 מעלות... ואי לכך גובה השמש מעל לאופק באותו יום היה כ-79 מעלות. לאחר מכן מסביר בעל נצח ישראל את ההבדל בין צל דפנות לבין צל הסכך באמצעות השרטוט הבא:



לפי הנתונים שהוזכרו לעיל היתה בששה בסיון (עת מתן תורה) נטיית השמש ממקום נוכח הראש,  $14^{\circ}10'$ , כך שצל של עמוד או דופן סוכה בגובה של 20 אמה יהיה בערך 3.9 אמות שהם קצת פחות מ-4 אמות, כך שעדיין נשאר בתוך הסוכה קטע קטן של צל שאיננו צל דפנות אלא צל סכך (שהוא המכשיר את הסוכה). "...והסוכה שהוא הסכך כפי המונח 4 אמות, וה-ד צל הסכך מתחיל תכף אחרי ככלות צל הדופן כאשר אתה מראה בצורה הזאת, ויתחייב א"כ שקצת מן צל ה-ד יכנס בתוך הסוכה ולכן הסוכה כשירה, אבל אם נניח ה-ג (גובה הסוכה) יותר מ-20 אמה ויגיע א"כ קו ד-ג ל-4 אמות, נמצא שאין מן צל ה-ד כלום בתוך הסוכה שאינה רק 4 אמות; ואולם אם הסוכה יותר מ-4 אמות יכנס עדיין קצת צל ה-ד בתוך הסוכה {11}, והסוכה כשירה אף למעלה מ-20 אמה אין אדם יושב בצל סוכה אלא בצל דפנות, ותמיד הגובה לפי ערך גודל הסוכה כמ"ש התוספות בד"ה אבל למעלה מד' אמות וכו'".

לפי דבריו נמצא הבדל מענין בין שיטתו לשיטות האחרות שהוזכרו: לפי השיטות שקדמו הרי היחס של גובה הסוכה לאורכה ורוחבה חייב להיות 1:5 לכל היותר, ואילו לדבריו חייבים להרחיב את הסוכה על כל תוספת של 1 אמה בגובה בתוספת אורך ורוחב של כ-0.197 אמה בלבד {12}. גם ביחס לנקודות המוצא ישנם הבדלים בין הפרושים שהוזכרו:

בעל ס' עמודי השמים:	לפי גן עדן אשר בקו המשווה וסוף חג הסוכות
בעל ס' נצח ישראל :	לפי הר חורב ותאריך מתן תורה
ד"ר ש' אדלר :	לפי ארץ ישראל ותקופת תמוז

יה"ר שיתקיימו בנו במהרה דברי בעל ס' עמודי השמים בסוף ההקדמה: "הש"י יזכינו לראות ירושלים בבנינה ועוד ינטה קו, שתתרחב עד מקום קו השווה כפי דעת רבותינו במדרש ובגמרא... וכל חו"ל תתקדש בקדושת ארץ ישראל".

## הערות:

- {1.} עיין גם בדברי נחמיה סוכה ב.; ערוך לנר ופני יהושע לסוגיא.
- {2.} חיבר גם ספר "קנה המידה" על לימודי אויקלידס בהנדסת המישור והנדסת המרחב (פראג תקמ"ד, שקלאוו תקנ"א), ותרגם את ספר אויקלידס לפי מצוות רבו הגר"א (אמסטרדם תק"ם), ועיין בהקדמת ר' ניסן וואקסמאן שליט"א לספר מעלות התורה ע' XIV. (ניו יורק תש"ו).
- {3.} בסוף ספר נצח ישראל נמצא קונטרס אחרון מיוחד להסביר כמה סוגיות בש"ס הדורשות הסברים מתמטיים. המחבר כתב גם כן את הפירוש "אוצר נחמד" על ספר הכוזרי ועוד ספרים אחרים.
- {4.} הר"ן מציין כי האריך בנדון בחידושיו על מס' סוכה אשר כידוע לא נדפסו, אך נמצאים בכתב יד במוסקווה.
- {5.} עיין על כך בתורת האדם להרמב"ן שער הגמול (ע' רצ"ה בהוצאת מוסד הרב קוק) ובשו"ת רב פעלים לבעל בן איש חי ח"ב סי' א', ומביא שם גם בשם נהר שלום לרש"ש. ועיין בעלי ברית אברהם ישעיה פרק כ"ב לענין מיקום ארץ ישראל קרוב לקו המשווה.
- {6.} בימים הראשונים של החג עדיין השמש גבוה יותר וצל דפנות קצר יותר, הסוכה חייבת להיות כשרה עד הושענא רבא.
- {7.} לא ברור לי מדוע בחר דווקא בשנה הראשונה של המחזור, ואולי ס"ל לפי מ"ד שחשבון המולדות (המחזורים הקטנים) התחיל עם יציאת מצרים, כאשר נאמרה פרשת החודש, ועיין באבן עזרא שמות י"ב ב', ובס' עיתים לבינה ע' 50.
- {8.} דרך החישוב של המחבר קשורה בכמה עניינים מעניינים ואף תמוהים. ראשית מצטט המחבר את ערכי הנוגע (טנגנס) מתוך ספרו המפורסם Canon Mathematicus של Francois Vieta הנדפס בפאריס בשנת 1579. ספר זה הוא אחד הספרים הראשונים של ערכים טריגונומריים. המחבר מצטט כי על פי הלוחות,  $\tan(10^{\circ}26')$  יהיה קצת יותר מ-1/5, אך לאמיתו של דבר הערך המדויק הנו 0.181 שהוא קצת פחות מ-1/5. על אי דיוק זה מבוסס כל הפירוש של המחבר! לספר עמודי השמים מצורף בסופו לוח טריגונומטרי לערכי סינוס וקוסינוס וכן שני עמודים עם שרטוטים שונים. הן הלוח והן השרטוטים חסרים בהרבה ספרים (כך למשל בספרים שבבית-הספרים הלאומי בירושלים); אך מצאתי אותם בטפסים שבסמינר התיאולוגי בניו יורק, ותודתי נתונה להם כאן על הרשות לצלמם. מענין לדעת מדוע לא השתמש המחבר בלוחותיו שלו בחישוב של הטנגנס ונזקק לספרו של ויאטה.
- {9.} עיין להלן שהכוונה למעשה לעת מתן תורה.
- {10.} כאן ישנה שוב נקודה תמוהה. קו הרוחב ה-32 עובר במרכז ארץ ישראל, והר סיני לא היה שם. ראוי לציין כי בערכים מעל ל-45° ישנן שגיאות מפני שהערך של 70° נשמט וכך הוזזה עמודת הערכים בערך אחד.
- {11.}  $20 \text{ אמות} \times 1/5 < 3.938 = 20 \text{ אמות} \times \tan(11^{\circ}14')$
- {12.} כי הרי עיקר החשבון הולך לפי אורכי צל למעשה ולא לפי יחסים קבועים.