

אמה ושקל של תורה

זהו מאמר ארוך ומפורט בנושא של גדול האמה ומשקל השקל. המאמר נכתב בצורה תמציתית עם קישורים למאמרים אחרים ומהוה חלק קטן של תשבץ הנקרא "אמת הארץ"

להלן טענות עיקריות שלנו:

א) אמת התורה שוה בדיוק 48 ס"מ. זוהי אמת המשכן וכליו. אמה זאת מגדירה את יחידות הנפח: סאה של $3/40$ אמות מעוקבות, קב - ששית סאה, לוג - רבע קב, רביעית - רבע לוג או 86.4 סמ"ק, ביצה $2/3$ של רביעית או 57.6 סמ"ק. אנו נקרא לאמה זאת –אמת אדם כי היא שוה לאורך ממוצע של זרוע ממרפק עד קצה אמה (אצבע אמצעית)

ב) אמה המוזכרת ביחזקאל מ' ה' שווה 51 ס"מ במדויק. זוהי אמה של בית המקדש, של מזבח העולה, של ים של שלמה, של עזרה ולשכותיה, של עזרת נשים, של חומת ירושלים בנחמיה ג' י"ג, של ארץ ישראל ושל ירושלים העתידיה ביחזקאל מ"ח. בפרט שטח של ארץ ישראל כולל רצועת המשיח שווה 1600 על 1600 מיל, כאשר מיל שווה 2000 אמות של 51 ס"מ. מהלך רגיל של אדם ביום הוא 40 מיל. כלל זה תקף לגבי כל מסעות בתנ"ך, ובפרט לגבי מסעות של בני ישראל במדבר. אמה זאת מוזכרת בדברי הימים ב' ג' ג' בשם "אמה הראשונה". היא גם נקראת אמת נוח- איש האדמה. אנו נקרא לה בשם "אמת הארץ".

ג) שקל של תורה שוקל בדיוק 17.28 גר'. הקשר שלו ליחידת נפח נתון על ידי משוואה: רביעית מים שוקלת חמשה שקלים. בזמן כניסת בני ישראל לארץ השקל קטן בשיעור $2/3$ ממשקלו המקורי, דהיינו ל- 11.52 גר'. בתקופת בית שני השקל גדל בשיעור $6/5$ ל- 13.824 גר'. בו זמנית היה תקן יותר גדול בשיעור $25/24$ או 14.4 גר'. משקל אחרון הוגדל ע"י גאונים וכמה ראשונים בטעות ובדרך השגחה בשיעור $6/5$, וכתוצאה מכך חזר לערך מקורי של 17.28 גר'. טענות אלו מתבססות על כמה ראיות- ממצאות ומספרות. אנו נפרט אותם בהמשך.

1. אורך אמה של 48 ס"מ זהו אחד משני ערכים מקובלים בציבור שתו"מ. הוא מיוחס לרב חיים נאה. ערך אחר מכונה אמת חזון איש והוא פי $6/5$ גדול מערך הראשון, דהיינו 57.6 ס"מ. ערך 48 ס"מ תואם אורך ממוצע של זרוע של אדם ממרפק עד קצה אצבע אמצעית. אמה מתייחסת למידות האדם באופן הבא: היא שווה לששה טפחים כאשר טפח שווה ארבע אצבעות ואצבע הוא רוחב האגודל הנמדד בפרק תחתון (מעל לציפורן). ערך אחרון תלוי באופן המדידה: ע"י קליפר והפעלת לחץ או חפשי לגמרי. במקרה ראשון הרוחב שוה 2 ס"מ ואמה בהתאם 48 ס"מ. במקרה השני הרוחב שוה 2.4 ס"מ ואמה 57.6 ס"מ. גובה אדם אמור להיות 3 אמות. ישנם שני פרושים לכך: לפי פרוש אחד זהו גובה אדם עד הכתפיים, לפי פרוש שני זהו גובה האדם עד קדקוד הראש. פרוש הראשון מתאים לאמה קטנה ופרוש השני לגדולה. למרות שערך 48 ס"מ מקורב, מאחר והוא מקובל להלכה הוא נעשה ערך תקני מוחלט. אנו טוענים שערך של מטר צרפתי בדרך השגחה פרטית נקבע כך שאמת התורה שווה למספר שלם של סנטימטרים. מידה של חזון איש

איננה טעות. ישנה מחלוקת תנאים- רבי מאיר ורבי יהודה, בעניין מידות הכלים במשכן. לפי רבי מאיר אמת הכלים הייתה של ששה טפחים ואילו לפי רבי יהודה אמה זאת הייתה של חמשה טפחים. אם אמה של ששה טפחים של רבי מאיר תהיה 48 ס"מ וזאת של רבי יהודה תהיה 57.6 ס"מ אזי שניהם מתייחסים לאותה מציאות של כלים.

2. את אמת יחזקאל נתן לחשב על סמך גודל של ארץ ישראל. לפי יחזקאל מ"ח, ארץ ישראל תהיה מחולקת ל- 13 רצועות בעלות רוחב אחיד מצפון לדרום (**הערה 1**: העניין של רוחב אחיד לא כתוב ביחזקאל במפורש אלא נלמד ע"י חז"ל (ספרי, פרשת האזינו, פרק 315) ממילה חוזרת "אחד": דן אחד, אשר אחד וכו'). יהיו שבע רצועות של שבטים מצפון לתרומה וחמש מדרומה. תרומה בעצמה תהיה רבוע של 25 על 25 אלף קנים של שש אמות או 75 על 75 מיל של 2000 אמה. מכאן שרוחב כל הרצועות יהיה 75 מיל. רבוע של תרומה יחולק מצפון לדרום לשלשה חלקים: חלק של כהנים ברוחב 30 מיל, דרומה ממנו חלק של לויים 30 מיל ודרומה ממנו חלק של עובדי העיר ברוחב 15 מיל. ממזרח וממערב לתרומה תהיה נחלה של נשיא (משיח). בית מקדש יהיה באמצע של חלק הכהנים. לכן מרחק בין מקדש לגבול דרומי של תרומה יהיה 60 מיל והפרש בין קו רוחב של המקדש לקו רוחב של גבול דרומי של ארץ ישראל יהיה 60 מיל ועוד 5 פעמים 75 מיל, סה"כ **435 מיל**. תחום זה אם נמדד דרומה מהר הבית, מכסה בערך את חצי האי סיני. אם אמה תהיה גדולה מדי, הרצועה של שבט הדרומי ביותר הוא שבט גד תיפול לים סוף. אם היא תהיה קטנה מדי, חלק דרומי של סיני היה הפקר. לכן אנו מסיקים שגבול דרומי של הארץ יהיה חופף את גבול דרומי של סיני. אכן לפי פרוש של רש"י על הפסוק (שמות כ"ג ל"א) "ושתי את גבלך מים סוף ועד ים פלשתים וכו'", ים סוף יהיה בעתיד גבול דרומי של הארץ. קו רוחב של מרכז [כיפת הסלע](#) הוא 31.778020 מעלות (נתוני [GIS](#)). (כאן ובהמשך כל קואורדינטות במערכת GPS). קו רוחב של [קצה דרומי של סיני](#) 27.72350 מעלות (קו צהוב). זהו קצה של בליטה צרה של ראס מוחמד. קו רוחב של קצה דרומי של חוף עיקר סיני 27.78528 (קו אדום). אם נשווה 435 מיל למרחק בין קו רוחב 31.778020 ו- 27.7235 מעלות, אמת יחזקאל תהיה **51.66 ס"מ**. אם נחליף 27.7235 ב- 27.78528, אמה תהיה **50.87 ס"מ**. ערך אחרון קרוב ל- 51 ס"מ אשר הוזכר בטענה ב) לעיל. אין זה נראה הוגן כלפי שבט גד לכלול את הבליטה הצרה של ראס מוחמד בתוך 75 מיל של רוחב רצועתו וע"י כך לשלול ממנו שטח גדול בגבולו הצפוני. אם נקבע אמת יחזקאל להיות בדיוק **51 ס"מ**, אז גבול דרומי של גד יעבור בקו רוחב 27.77531 מעלות ([קו תכלת](#)) והוא נוגע בשוניות אלמוגים אשר יוצאות דרומה מן יבשה העיקרית. (**הערה 2**: אולם גד כנראה יקבל בנוסף את ראש (ראס) הבליטה בזכות ברכה של משה "טרף זרוע אף קדקד" (בדברים ל"ג כ)). מאחר ואיש הנחושת ביחזקאל השתמש באותה אמה במדידת הארץ ובמדידת המזבח, ומאחר ומידות המזבח לא ישתנו במקדש השלישי (רמב"ם, בית הבחירה פ"ב ה"ג) ומאחר ובית ראשון ושני נמדדו באותה אמה כמו המזבח, בהכרח אמת המקדש הייתה ותהיה אמה של יחזקאל.

ראיה שהבאנו כאן על גודל האמה מבוססת על הפרוש המקובל של המקרא ביחזקאל מ"ח (רש"י ביחזקאל מ"ח, א' ורד"ק שם) ולא נתן לדחות אותה. אפשר אומנם להסתפק האם אמה זאת היא בדיוק 51 ס"מ או בערך. בפרקים הבאים אנו נביא ראיות שאמה זאת בדיוק 51 ס"מ.

3. הערך המדויק ביותר של אמת הארץ מתקבל מסולם יעקב. במאמר על [ים של שלמה](#) זיהינו את רצועת המשיח סביב כדור הארץ עם סולם יעקב. לפי הגמרא (חולין צ"א ע"א) רוחב הסולם היה 32000 מיל. הקף כדור הארץ בקו רוחב אמצעי של רצועת המשיח בגובה פני הים תואם מספר הזה של מיל (כאשר מיל שווה 2000 אמות הארץ) ברמת דיוק יחסית של 1.6×10^{-4} (הקף חושב ע"י הכפלת של קוטר העיגול ב-3 במקום π כמו שהוסבר במאמר). קו רוחב אמצעי זה פוגע בהרי יהודה בנקודת שיא גובה אשר שווה 1020 מ' או בדיוק 2000 אמות הארץ מעל פני הים. הקף כדור הארץ בגובה זה תואם את המספר 32000 ברמת דיוק יחסית של 2×10^{-7} !

על פי חז"ל (ראה מגילה ג' ע"א) שטח של ארץ ישראל הוא 400 על 400 פרסה כאשר פרסה שווה ארבע מיל. מתברר ששטח שנים עשר שבטים לע"ל לבוא יהיה 400 על 400 מיל (לפי אמת הארץ של 51 ס"מ. הדיוק היחסי של התאמת השטח הוא 2×10^{-4}). מאחר ורוחב של רצועת משיח מדרום לצפון הוא 75 מיל, שטח שלה שווה 75×32000 מיל. יחד עם שטח השבטים 400×400 מיל אנו מקבלים בדיוק 1600 על 1600 מיל.

נתונים של גבולות ארץ ישראל נמצאים [בקובץ כללי](#) (נתן לפתוח אותו בעזרת Google Earth. לכל שבט ושבט מסומן פוליוגון שלו. Google Earth נותן גם את שטח שלו).

קובץ זה מכיל גם נתונים על מסעות בני ישראל במדבר. מסעות אלו שוחזרו על סמך מהלך קבוע של 40 מיל הארץ ביום אחד. מאחר ומקום חניות מפתח מסוימות קבוע, הן מגדירות באופן כמעט חד משמעי את האמה. מומלץ לקרוא את [המאמר על מסעות](#).

בעזרת אמת הארץ שחזרנו את חומות נחמיה (ראה [מאמר על חומות נחמיה](#)). חומות אלו תואמות את הממצאים הארכיאולוגיים הידועים.

אחד ממרכיבים העיקריים של תשבץ אשר מאשר את אמת הארץ יחד עם האמת האדם של 48 ס"מ ואמת העולם 52 ס"מ, זוהי תכנית של הר הבית המקודש של 500 על 500 אמות, מקום המקדש ויחסם להר הבית המורחב של היום. התכנית מוסברת [במאמר על גבולות הר הבית ובמאמר המשך](#).

ישנם כמה אתרים קיימים אשר קשורים לתוכנית בספר יחזקאל ולמידת אמת הארץ. למשל, אמצע כותל מזרחי של מגדל דוד נמצא בדיוק בגבול מערבי של מגרש חמשים אמה אשר סובב את הר הבית של חמש על חמש קנים לע"ל כפי שמתואר ביחזקאל מ"ה ב'. נקודה זאת בו זמנית נמצאת על גבול יבואי מנגב (ראה [מאמר על מגדל דוד](#)). קבר רחל בבית לחם שוכן כברת הארץ צפונה מאפרת (בראשית ל"ב ט"ז) כאשר גבול אפרת הוא גבול דרומי של ירושלים 13.5 על 13.5 מיל לע"ל וכברת הארץ הוא גודל רבוע של שדה המכפלה אשר קנה אברהם בארבע מאות שקל (ראה סעיף ג' במאמר על [פרשת חי שרה](#)). ישנו גם קשר מתוחכם בין מערת המכפלה ומרכז ק"ק כפי שהוסבר בפרק ד' של [המאמר על מערת הכפלה](#)). בנין מעל מערת המכפלה - רוחבו בדיוק 34 מ' או 100 רגל הארץ (רגל שווה 2/3 של אמה). אורך הבנין 116 אמות הארץ או 174 רגל הארץ כך שאלכסון של בנין קרוב עד כמה שאפשר לפעמים רוחב [הערה 3](#): אורך 115

אמות היה נותן קירוב קצת יותר טוב, אבל אורך זה לא נתן לבטא ע"י מספר שלם של רגלים)

4. אחת הראיות הארכיאולוגיות הישירות של אמת הארץ הוא רוחב של [שער הכפול](#) בכותל דרומי של הר הבית (ראה [מפת הר הבית](#)). לפי מסכת מידות (פ"ב מ"ג) כל שערי הר הבית היו ברוחב 10 אמות וגובה 20 אמה. שרדו בהר הבית רק שני שערים: שער ברקלי בכותל מערבי ושער כפול בכותל הדרומי (קשתות של שער משולש אינן מקוריות). שער ברקלי הוא כנראה שער פרבר הדרומי המוזכר אצל יוספוס בקדמוניות 15, 410. אולם שער זה לא מוזכר במשנה. שער הכפול הוא אחד משני שערי חולדה והמוזכרים במידות א' ג'. הוא שימש בתור שער יציאה לישראל ושער כניסה עבור אבלים ומנוודים. יש בו שני פתחים, חלק של פתח מזרחי נראה בחוץ. מזוזה מזרחית של הפתח המזרחי בפנים מוסתרת אבל פתח מערבי נראה מבפנים על שתי מזוזותיו. בשנת 1999 פרופ' דורון חן מדד את רוחבו מבפנים (הדבר פורסם בכתב עת *Muqarnas*, 18, p. 9 ואושר לפני על ידי חן באופן פרטי). הוא שווה בדיוק 510 ס"מ או 10 אמות של 51 ס"מ. (**הערה 4** הגובה של פתח כ- 7.20 לכאורה לא תואם את הגובה 20 אמות. אבל יש לזכור שמשנה דברה על שערים פנימים ואילו שער כפול הוא חיצוני והיה מכוון כנגד שער פנימי. גובה פתח חיצוני נקבע ע"י סיבות טופוגרפיות. לעומת זאת רוחב הפתח החיצוני אמור להיות שווה לרוחב הפתח הפנימי כי שניהם שימשו ליציאה של אותו זרם אנשים.) גם מידות של אולם השער תואמות את האמה של 51 ס"מ- ראה מה שכתבנו בפרק 15.1 [במאמר המשך](#) על גבולות הר הבית.

רוחב שער ברקלי לפי מדידות של וורן 5.74 מ' כמעט במדויק 10 אמות של חזו"א. אבל לאחרונה ע"י צילומי השער בפנים התברר שזהו רוחב של פרוזדור ואילו פתח מוגבל משני צדדיו ע"י מזוזות בדומה לשער הכפול. לכן רוחב פתח השער הוא כ- 510 ס"מ או 10 אמות הארץ. (**הערה 5**: גובה הפתח ממפתן ההרוס עד המשקוף לפי וורן 8.77 מ'. יתכן שגובה זה מכוון ל- 20 אמות של ששה טפחים כאשר אמת הארץ 51 ס"מ נחשבת לאמה של שבעה טפחים).

ראיה ארכיאולוגית אחרת היא מדת [ארבע אבנים ענקיות](#) בכותל מערבי של הר הבית. אלו אבנים המפורסמות סמוכות מדרום לשער וורן אשר נתן לראותם היום במנהרות הכותל (שער וורן הוא ככל הנראה שער פרבר הצפוני אשר מוזכר ע"י יוספוס בקדמוניות 15, 410. אבל מזוזה צפונית שלו ומשקוף בצורת קשת כנראה אינם מקוריים). אורך מדויק (מצפון לדרום): 504.0 ס"מ, 1210.0 ס"מ, 199.0 ס"מ ו- 1350 ס"מ (נמדד על ידי אישית). ישנו מרווח של 1 ס"מ בין אבן ראשונה ושניה. אין רווחים בין יתר האבנים. אורך כללי של ארבע האבנים הוא 3264 ס"מ (המספור מדויק עד כדי כמה מילימטרים). מספר זה שווה 68 אמות של 48 ס"מ או 64 אמות של 51 ס"מ. על כן, אורך כללי של האבנים משמר את הגודל של שתי אמות בסיסיות. אורך $2^6=64$ מאד שימושי- נתן לכפל חבל באורך זה לחצי כמה פעמים עד שמגיעים לאורך של אמה.

(הערה 6: רעיון דומה קיים במידות פירמידה הגדולה של קופו בגיזה. אורך הבסיס שלה שווה 230.4 מ' או בדיוק $2^9=512$ אמות מצריות קטנות של 45 ס"מ. זאת אמה של 6 טפחים של 7.5 ס"מ. רגל מצרית המתאימה לאמה זאת שווה 30 ס"מ. רגל של תורה המתאימה לאמה של 48 ס"מ שווה 32 ס"מ. רגל הארץ המתאימה לאמת הארץ שווה 34 ס"מ. הפרש בין רגלים אלו שווה בדיוק אצבע של תורה של 2 ס"מ. פרט לאמה של 45 ס"מ של ששה טפחים היתה קיימת אמה מלכותית של 7 טפחים, של 52.5 ס"מ. אותו אורך בסיס הפירמידה נתן לבטא בתור 440 אמות של $384/385 \times 52.5 = 52.36$ וגובה שלה 280 אמות אלו. יחס $11/7 = 440/280$ הוא כידוע קירוב של $\pi/2$. אמה זאת מיוצגת במידת אולם המלך בפירמידה: רוחב שלו 10 אמות ואורך 20. באולם המלכה רוחב שווה 10 אמות כאלו ואורך 11 אמות או 576 ס"מ. נציין שמספר אחרון שווה בדיוק 10 אמות של חזו"א. הדבר נובע מיחס של אמה זאת לאמה של 52.5 ס"מ ויחס $15/16$ בין אמה מצרית קטנה לאמת התורה).

ישנו פשפש קטן אשר חתוך באבן הראשונה (הפשפש סתום היום). רוחב שלו 80.0 ס"מ וגובהו 160.0 ס"מ. מספרים אלו שווים בדיוק 10 ו-20 טפחים של תורה של 8 ס"מ. אלו יחסים המקובלים בשערי הר הבית כאשר אמה הוחלפה בטפח. מרחק מפשפש עד הגבול הצפוני של האבן שווה 112 ס"מ. ידוע שמלבד אמה בינונית של ששה טפחים הייתה קיימת אמה גדולה יותר של 7 טפחים ואמה קטנה של 5 טפחים. מספר 112 ס"מ שווה שתי אמות של 7 טפחים ואורך האבן 504 ס"מ שווה תשע אמות של 7 טפחים. תשע אמות זהו מידה סטנדרטי אשר נקרא קנה. גובה האבן 320 ס"מ או שמנה אמות של 5 טפחים. חשיבות של האבן הצפונית בכך שקצה צפוני שלה משמש מזוזה דרומית של שער וורן. אם נחבר מזוזה זאת עם מזוזה צפונית חיצונית של שער שושן (שער מזרח עיקרי של הר הבית), אז קו זה (קו אדום מקווקו [במפת הר הבית](#)) יהיה ניצב לכיוון תיאורטי של כותל מערבי של הר הבית (10.5522 מעלות מערבה מצפון). מאחר ומרכז שער שושן היה על ציר סימטריה של בית המקדש, אז מכאן נתן לשחזר את מקום המקדש. **(הערה 7:** שער שושן נהרס אבל נתן לחשב מקומו בעזרת שער רחמים. מרחק תיאורטי ממרכז שער שושן עד גבול צפוני של מבנה השער הוא $115 + 135/2 = 365/2$ אמות הארץ (ראה [מפת הר הבית](#))). בפועל קטע של ארבע האבנים של הכותל מכון 10.53 מעלות מערבה מן הצפון, קירוב יותר מסביר לערך תיאורטי של 10.5522 מעלות (ראה פרק 8.3 [במאמר על גבולות הר הבית](#)). ככל הנראה אבנים ענקיות אלו הוצבו במקומן על מנת לשמר את כיוון הכותל, את מיקום מזוזת שער וורן ואת גודל האמות. **(הערה 8:** יתכן שאורך של שלש אבנים הנותרות הוא גם כן בעל משמעות. אורך 1350 ס"מ שווה $3 \times 9 \times 50$, 1210 ס"מ שווה $14 \times 50 + 10 \times 51$. האבן הקטנה ביותר של 199 ס"מ אולי היתה אמורה להיות 200 ס"מ או 4×50 , סנטימטר אחד הופחת כדי לאזן את רווח של סנטימטר בין אבן ראשונה לשנייה. אמה של 50 ס"מ זוהי אמה ממוצעת של הר הבית המקודש של 500 על 500 אמות. זוהי גם אחת מאמות האולם ואחת משתי אמות אשר היו מוצגות בשער שושן (ראה פרק 6 להלן). נציין שנתן להציג את אורך הכללי של שלשת האבנים $2760 = 3264 - 504$ ס"מ באופן יחידי כסכום של אמות 50 ו-51 ס"מ, דהיינו 10 אמות של 51 ס"מ ועוד 45 אמות של 50 ס"מ. סכום זה התחלק בין אורכי שלושת האבנים. האבן הארוכה ביותר של שלושה קנים של 9 אמות של 50 ס"מ או עשירית הריס של 270 אמה, אבן הקטנה ביותר ארבע אמות של 50 ס"מ והאבן הבינונית קבלה מה שנשאר. נזכיר שאורך ארבע אמות נחשב למקום האדם והיא מידה בסיסית

בגמרא). דיוק של אמה של 51 ס"מ אשר מתקבלת מאורך ארבעת האבנים היא לפחות 3 מ"מ חלקי 64, או דיוק יחסי של 10^{-4} .

בנוסף לשורה של אבנים ענקיות בכותל מערבי ישנה שורה כפולה בערך באותו מפלס בכותל דרומי, בין שער הכפול לשער משולש. אורך שורה זאת בין [מזוזה מזרחית של שער הכפול](#) לבין מזוזה מערבית של שער המשולש (נקודה a [בתמונה](#)) שוה 65.28 מ' או פעמים אורך 32.64 מ' האבנים בכותל מערבי (קרא הסבר מפורט בפרק 15.1 [במאמר המשך](#)).

ממערב לקשת וילסון ישנו [בניין מפואר](#) בנוי משלשה חלקים. את חלקו המזרחי גילה וורן וקרא לו לשכת הגזית. [בקיר דרומי](#) של חדר אמצעי (עם מזרקות) ישנן שש אומנות וחמשה מרווחים ביניהן. רוחב כל האומנות בדיוק אמה של 48 ס"מ ומרווחים שלש אמות של 48 ס"מ פרט לרווח אמצעי שהוא פי $5/4$ גדול יותר, 180 ס"מ. זאת ראייה חזקה לקיום אמה של רח"נ של 48 ס"מ. בחדר מזרחי ישנן שלש אומנות כאלו ברוחב 48 ס"מ: באמצע כותל צפוני ובאמצע כותל מערבי וכותל מזרחי. בחדר מערבי השתמרו שתי אומנות כאלו (כותל צפוני של החדר לא השתמר). על כן מידה מדויק של 48 ס"מ של רוחב אומנות חוזר על עצמו לפחות 11 פעמים בבניין המפואר ורווח של שלש אמות כאלו חוזר 4 פעמים.

5. דבר קיומה של אמה מיוחדת של בית המקדש, אשר שונה מאמת התורה, לא מוזכר במשנה או בתלמוד. יותר על כן, הגמרא במנחות צ"ז ע"א קוראת לאמה של יחזקאל של אמה וטפח, בתור אמה של ששה טפחים. אולם בעירובין ס"ג ע"א כתוב שסאה ירושלמית היתה פי $6/5$ גדולה מסאה מדברית (זאת סאה של תורה). רש"י ביומא מ"ד ע"ב מייחס חידושה של סאה זאת לכניסה לירושלים. אם כן, משמע מכאן שסאה חדשה זאת קשורה לבנין בית המקדש. והנה אם נשווה נפחים המתאימים לאמות של 51 ו- 48 ס"מ, ניווכח שיחס $(51/48)^3 = 1.19946$ שוה ל- $6/5$ עד כדי 4 ספרות! נראה שהגדלת האמה ביחס $17/16$ נתלוותה לבניין בית המקדש. אם כן, מדוע חז"ל לא מסרו לנו על קיום אמה ירושלמית התואמת את הסאה הירושלמית? אולי בגלל הפרש הקטן בין הגדלת האמה לבין הגדלת נפח הסאה, כדי שלא נחשוב שאמת המקדש היתה 51.0076 ס"מ.

הגדלת אמה בבית המקדש רמוזה בנפח של ים של שלמה. כתוב במלכים א' ז' כ"ו שנפח הים היה 2000 בת או 6000 סאה. מידות הים היו: קוטר 10 אמות וגובה 5 אמות. נפח של גליל בעל מידות אלו עם מספר π מקורב ע"י 3 שוה 5000 סאה. אבל, אם אמה של הים היתה אמה ירושלמית וסאה היתה מדברית, אז נפח של הים היה 6000 סאה כמו שכתוב במלכים. במאמר על [ים של שלמה](#) הראנו שאם לוקחים בחשבון את עובי הכתלים של הים טפח למטה ואפס למעלה ונפח של שתי שורות של פקעות בשפתו, אז נפח של הים אכן שוה 6000 סאה עם מספר π מדויק. הדיוק היחסי של תוצאה שלנו הוא 2×10^{-6} !

העובדה שאמת המקדש הייתה אמה מיוחדת, מוזכרת במדרש רבה, בראשית, ל"א י'. רבי יודן מביא פסוק מבראשית ו' ט"ו: "וזה אשר תעשה אתה (את התיבה) וכו'" ופסוק מדברי הימים ב' ג' ג' "הארץ אמות במדה הראשונה" ומסיק שבית המקדש נבנה באותה

אמה כמו תיבת נח. לאמה זאת ישנו שם מיוחד - אמת תביקין. פרושו או אמת תיבת נח או מידה בינונית מסוימת. אכן אמה של 51 ס"מ היא ממוצע בין שתי אמות עולם של 50 ו-52 ס"מ (ראה פרק 6 להלן). והיא כמה כן משמשת פשרה בין אמת ר"ח נאה של 48 ס"מ ואמת חזו"א של 57.6. כלומר, במקום להגדיל את האורך ביחס 6/5, הגדילו את הנפח באותו היחס. היא גם כן ממוצעת בין שני ערכי אמות קיצוניים: אמת חזו"א של 57.6 ואמה רומית של 44.4 ס"מ.

6. פרט לאמה רגילה של משה של ששה טפחים, היו לפי מסכת כלים (פרק י"ז משנה ט') עוד שתי אמות אחרות בשושן הבירה על גבי שער שושן. אמה אחת הייתה עדיפה על אמה של משה חצי אצבע ואמה שניה הייתה עדיפה אצבע. אם אמה של משה הייתה של 48 ס"מ אז שתי אמות אלו היו של 49 ו-50 ס"מ. גמרא (מנחות צ"ח ע"א) שואלת: מאי טעמא? ומתצת: כדי שידעו מהיכן באו או כדי שתהא אימת מלכות עליהן. והנה ממוצע של שתי אמות אלו היא אמה שומרית של 49.5 ס"מ אשר כנראה היתה נהוגה גם בכבל.

הראנו לעיל שאמה של 50 ס"מ מיוצגת באורכים של שלש אבנים ענקיות בכותל מערבי. אמה של 49 ס"מ משמשת את התוכנית של מגדל דוד (ראה [מאמר על מגדל דוד](#)). מידות אופקיות של חלק התחתון של המגדל (שמנה רובדים של אבן) הם 45 על 36 אמות של 49 ס"מ. החלק האמצעי של המגדל הוא מלבן של 44 על 35 אמות של 49 ס"מ (החלק העליון של המגדל מיוחס למאות הבינים). **(הערה 9:** אנחנו מדדנו רק את החלק האמצעי. פינה צפון-מערבית של החלק התחתון של המגדל השופה והיא בולטת אמה צפונה ואמה מערבה ביחס לחלק האמצעי. פינה דרום-מזרחית לא בולטת כלל. פינות אחרות אינן חשופות. לכן הנחנו שמידות תיאורטיות של החלק התחתון של המגדל היו אמה גדולות מן החלק העליון). הקף ממוצע של המגדל 160 אמות של 49 ס"מ. מספר זה תואם את התיאור של מגדל פצאל אצל יוסף בן מתתיהו (מלחמות ה' ד' ג'). לפי דבריו מידות המגדל היו 40 על 40 אמה. החשיבות הקריטית של המגדל וכן של האבנים הענקיות בכותל מערבי בכך שהם מגדירים באופן חד משמעי את מקום המקדש. אולי משום כך הם השתמרו.

נתן לחשב אמה אחרת על סמך גודל העולם 24,0000 כפי שכתוב בגמרא (פסחים צ"ד). מתבאר שם מתוך הסוגיא שזהו מרחק אשר השמש עוברת מעמוד השחר עד צאת הכוכבים. זמן זה שווה 15 שעות או 14.4 תלוי בשתי דעות (רש"י ותרומת הדשן בהתאם). השמש עוברת בקו המשווה תוך זמן זה 15/24 כפול 40075 ק"מ או 14/24 כפול 400075 ק"מ. אם נשווה מרחקים אלו ל-24,000 מיל, אז אמה תהיה בהתאם 52.18 או 50.09 ס"מ. מאחר ומקור אמות בגודל העולם, אנו קוראים להן אמות העולם. מתוך שיקולים אשר יוסברו בפרק הבא אנו נעגל אמות אלו למספרים שלמים של 50 ו-52 ס"מ.

7. נראה שחמש אמות של 48,49,50,51 ו- 52 ס"מ רמוזות ברוחב חצר המשכן. כתוב בשמות כ"ז י"ג שרוחב חצר המשכן היה 50 אמה. ברם לא ברור האם מספר זה כולל את אמת עובי העמודים של החצר. אם הוא כולל אז רוחב פנימי של החצר שווה 48 אמות ואם לאו אז רוחב חיצוני של החצר שווה 52 אמה. לפי ברייתא של מלאכת המשכן מרחק בין העמודים היה 4 אמות. מאחר והיו 11 עמודים לאורך גבול מזרחי או מערבי של החצר כולל הפינות, רוחב חיצוני של החצר היה 51 אמות ופנימי 49 אמות. על כן אנו מקבלים חמשה ערכים בין 48 ל-52 בהתאם לפרושים שונים. האם נתן לקרוא לכל ערכים אלו בשם חמישים אמות? כן. רוחב 48 זהו 50 אמות של 48 ס"מ, של 49 הוא 50 אמות של 49 ס"מ וכו', של 52 הוא 50 אמות של 52 ס"מ. לכן אין סתירה בין מידות פנים וחוץ. אבל איך נוכיח שאמות אלו נמדדות בסנטימטרים? אם נרצה לשלב שתי אמות של 48 ו- 51 ס"מ בסדרה של ערכים אשר מתייחסים ביניהם כמו מספרים מ- 48 עד 52, אז אין אפשרות אחרת אלא שהערכים הם 48 עד 52 ס"מ. מאחר ואמת הארץ נקבעה בדיוק יחסי עד 2×10^{-7} אז יתר האמות נקבעו עם אותו דיוק.

המחלוקת בין ערכים שונים של אמות מוצאת את ביטויה במידות הר הבית. לפי רש"י בדה"א כ"ח י"ט מידות הר הבית של 500 על 500 אמות נגזרות מרוחב של חצר המשכן ונרמזות בפסוק "רוחב חמישים על חמישים" בשמות כ"ז י"ח. שני ערכים קיצוניים של 48 ו- 52 ס"מ נעשו יחידות אורך של גבולות דרומיים מזרחיים וצפוניים מערביים של הר הבית בהתאם. ערך 51 ס"מ נעשה יחידת אורך של בית המקדש ועזרות ולשכות. אמות של 49 ו- 50 ס"מ הוצגו בשער שושן. אמה ממוצעת כפולה של 50 ס"מ נעשתה מטר בינלאומי. (הערה 10: טפח של תורה של 8 ס"מ גם מתקשר ל"אינץ' ראשוני" ע"י נוסחה אינץ' = טפח/π, אשר דיוק יחסי שלה 2×10^{-5} . לפי צ'רלס וורן ("The ancient cubit and our weights and measures" p.25) אינץ' ראשוני שווה 18/53 של טפח של פירמידה הגדולה. טפח זה שווה 1/14 של אמה כפולה של הפירמידה, אמה זאת שווה 1/220 של בסיס הפירמה, בסיס הפירמידה שווה 1/8 של אורך קשת המרידיאן של דקה אחת בקו רוחב 30 מעלות, אורך זה שווה 1847.54 מ'. נציין שקוטר של עיגול אשר הקיפו שווה טפח היא יחידה בסיסית בהלכה (ראה חולין נ' ע"ב) והוא קוטר של סלע. יתכן שזהו מקור של אינץ' אנגלי).

8. אמה של תורה של 48 ס"מ מגדירה באופן חד משמעי את יחידות הנפח. כפי שכתוב בכמה מקומות בגמרא (למשל עירובין ד' ע"ב) גודל המקוה הוא אמה על אמה ברום שלש אמות והוא מכיל מים 40 סאה. לכן סאה שווה 8294.4 סמ"ק. מידות קטנות יותר: הין שווה חצי סאה או 4147.2 סמ"ק, קב של ששית סאה שווה 1382.4 סמ"ק, לוג שווה רבע קב או 345.6 סמ"ק, רביעית היא רבע לוג או 86.4 ס"מ, ביצה היא 2/3 של רביעית או 57.6 סמ"ק. זהו בערך נפח ביצים בינוניות בארץ היום. הגבול בין ביצה בינונית לגדולה הוא 62 גר', נפח הביצה שווה לכ- 93% ממשקל. מידות גדולות הן כור=חומר=30 סאה=248832 סמ"ק, בת=איפה=עשירית כור (ראה יחזקאל מ"ה) שווה 24883.2 סמ"ק, עומר=עשירית איפה שווה 2488.32 סמ"ק.

9. יחידות נפח של תורה כנראה קשורות למידות איטלקיות. משנה כלים פרק י"ז משנה י"א אומרת "מידות הלח והיבש שיעורן באיטלקי זו מדברית". איטלקי משמע רומי,

אבל יתכן והכוונה ליווני. רומה בכמה מקומות בגמרא נקראת איטליה של יוון (ראה שבת נ"ו ע"ב, מגילה ו' ע"ב). אכן רומה קלטה את תרבות יוון. היה גם קשר בין מידות נפח ומשקל רומיות ויווניות. מידת נפח רומית בסיסית גדולה היא אמפורה או קוואדרנטל (quadrantal) אשר מכילה 80 מנה רומי של יין או מים (ראה למשל [Smith dictionary](#)). משקל זה היה זהה לככר של אתונה של 60 מנה של אתונה, כאשר מנה הוא משקל 100 דרכמות של אתונה. מידת נפח יוונית בסיסית מדימנוס (medimnus) היתה כפליים של קוונדרנטל. משקל מנה רומי הוא 324 גר' (הערה 11: אנו סומכים על ערך אשר נתן ע"י [Livio Stecchini](#) בספרו the Origin of Metrics §6. משקל זה שווה בדיוק 5000 גרעינים אנגליים של 0.064 גר' כאשר 7000 הגרעינים שווים ל-pound avoirdupois של 453.60 גר'). מנה של אתונה שוקל בהתאם 432 גר' וטרה דרכמה של אתונה 17.28 גר'. משקלות אלו תואמים את משקל מטבעות יווניות (ראה הדיון בהמשך). מכאן מקבלים קוואדרנטל של 25920 סמ"ק. נפח זה כמעט זהה לנפח של קובייה על בסיס רגל רומי של 29.6 ס"מ (ראה [Smith dictionary](#)). מודיה (modius) רומית או הקטיס (hecteis) יווני שווה שלישי של קוואדרנטל או 8640 סמ"ק.

יחידת נפח אחרונה שוה בדיוק $25/24$ של סאה מדברית של 8294.4 סמ"ק ואילו קוואדרנטל שוה $25/24$ של בת או איפה. אם נתייחס לדברי המשנה בכלים כפשוטם אז סאה של תורה צריכה להיות 8640 סמ"ק ואמה של תורה בהתאם 48.658 סמ"ק. אולם, לא קימות ראיות ארכיאולוגיות או גאוגרפיות אשר תומכות בערך זה. לעומת זאת, שתי מידות אשר שונות זה מזה ביחס $25/24$ מהוות שני פנים של אותה מידה, ברוטו או נטו בהתאם (הערה 12: ב- the Origin of Metrics של Stecchini. בפרט, הוא כותב שם שרגל מעוקב מצרי של 30 ס"מ ורגל מעוקב רומי היו מתייחסים כמו 25:24. אכן קוואדרנטל של 25920 סמ"ק שוה $(24/25 \times 30)^3$). החלק $1/24$ של עיסה היה גודל רגיל של הפרשת חלה (של בעל הבית) אשר נתן לכהנים. בגמרא עירובין פ"ג ע"א מסופר על מודיא קונדיס אשר נמדדה ע"י רבי (רבי יהודה הנשיא) והכילה 217 ביצים. הגמרא שואלת: אם מודיא זאת היתה מדברית אז היא אמורה היתה להכיל 144 ביצים, אם היא סאה ירושלמית אז היתה צריכה להכיל $6/5$ יותר או כ- 173 ביצים, ואם היא היתה סאה של ציפורי אז היתה צריכה להכיל $6/5$ יותר מקודמת או כ- 207 ביצים. ואז הגמרא מציעה: אולי מודיא זאת היתה סאה של ציפורי עם תוספת חלה של $1/24$ (אז נפח שלה היה 216 ביצים). בסוף הגמרא מסיקה שזאת היתה סאה של ציפורי אבל רבי היה מוסיף לכל ביצה $1/20$ מנפח שלה (הנפח הכולל למעשה 217.7 אבל רבי מנה רק ביצים שלמות). אנו לא יודעים מהו מקור של מודיא זאת אבל ברור שגמרא מעלה אפשרות שהיא היתה פי $25/24$ גדולה מסאה סטנדרטית. גודל $1/24$ היה מוסף לתרומת מחצית השקל והיה נחשב למחיר ששולחני גובה והוא נקרא קלבון. דוגמא אחרת הוא דינר זהב. ערכו לפי הגמרא (ברכות נ' ע"א) היה 25 דינרי כסף. אבל לפי פרוש תוספות שם, משקלו של דינר זהב היה כפלים של דינר כסף בו בזמן שערך הזהב היה פי 12 מערך של כסף בזמנו של דוד המלך. על כן ערכו של דינר זהב היה 24 דינרי כסף. דינר כסף נוסף היה תוספת הניתנת לחלפן.

בהתחשב בכל הנתונים שהבאנו, נראה שמידות נפח רומיות תומכות בטענה שאמת התורה היא 48.00 ס"מ. בהמשך נביא ראיות לכך גם מיחידות המשקל רומיות ויווניות.

10. כעת נדון בסוגיה של משקל השקל וקשר שלו ליחידות הנפח. המקור העיקרי של המידע על משקל השקל הוא הגמרא בכורות מ"ט ע"א ונ' ע"א. המשנה שם במ"ט ע"ב אומרת: "חמשה סלעים של בן במנה צורי וכו'". הגמרא מבארת שמנה צורי הוא מנה של עיר צור. מנה היה שווה לעשרים סלעים או טטרה דרכמות. ישנן יותר מ-300 טטרה דרכמות משנת -285 עד 60 באתר של [ANS](#) (נכון לשנת 2008). בינתים הנתונים השתנו והם מראים טטרה דרכמות בין 124 עד -63 (בלבד). משקל ממוצע שלהם 14 גר'. אולם, מתוך [התפלגות](#) של המשקלות אנו לומדים שמשקל השכיח ביותר נמצא בטווח 14.2-14.25 גר' (**הערה 13**): היסטוגרמות כאן ובהמשך כוללות משקל המתאים לקצה שמאלי של העמוד אבל לא לקצה הימני). אחרי שמטבעות נטבעו, משקל שלהם צריך להתפלג באופן נורמלי סביב הממוצע. אולם, אנו רואים שהתפלגות איננה סימטרית: היא יורדת באופן חד בצד ימין ובאופן הדרגתי בצד שמאל. סיבה לכך היא פשוטה: אם מטבע ניזוק, משקלו תמיד יורד. אבל משקל השכיח ביותר אמור לשרוד. אפשר שבגלל בלאי אחיד כל הגרף זז במקצת שמאלה. בכל זאת, ישנה תופעה חריגה בהיסטוגרמה- מקסימום מקומי בטווח 13.65-13.7 גר'. הגרף נראה כסכום של שתי התפלגויות דומות, אחת (עם רוב המטבעות) מרוכז סביב 14.225 גר' ושני (מיעוט המטבעות) סביב 13.675 גר'. הבליטה ליד משקל 13.9-13.95 גר' נראית כסכום של זנבות של שתי התפלגויות אלו. יחס שני המקסימומים $14.225/13.675=1.04$.. שווה כמעט מדויק $25/24$. זה היחס אשר הזכרנו בפרק 9. נראה שהיו שני סטנדרטים של טטרה דרכמה אשר התייחסו כמו $25/24$, כאשר הרוב מסוג הכבד. אנו נראה בהמשך שהסטנדרט הכבד היה למעשה 14.4 גר', בדיוק $5/6$ של טטרה דרכמה של אתונה (**הערה 14**: Stecchini - the Origin of Metrics בסעיפים 3 ו-6 מסביר שבמקרים רבים היה יחס של $80/81$ בין מידות משקל בסיסיות. למשל סולידוס ביזנטי הוטבע בתור $1/72$ של מנה אשר היה $80/81$ של מנה רומי תיקני של 324 גר'. נציין ש- 14.225 גר' שווה כמעט במדויק $80/81$ של 14.4 גר'. אולי משום כך המשנה מדברת על מנה צורי ולא על שקל צורי בפועל). שקל זה מתאים למנה של 360 גר'. על כן התקן הקל יותר שווה $24/25 \times 360 = 345.6$ גר', בדיוק כמשקל של לוג מים. למנה זה מתאים שקל של 13.824 גר'.

הגמרא בכורות מ"ט ע"ב מזכירה שני מטבעות נוספים: דינר ערבי ואיסתרא סרסאי (סלע ישן לפי רש"י) אשר באמצעותם נתן להגיע למשקל של סלע. שניהם לא ידועים לנו. בהמשך, (בתחילת נ' ע"א) רבי יוחנן אומר דינרא הדריינא טריינא שייפא, דמזבנא בעשרים וחמשה זוזי, דל מינייהו שתותא - והנך לפדיון הבן. אחרי התיקון הגמרא מסכמת: "דל זוזא ושתותא, והנך לפדיון הבן", כלומר הורד מ-25 זוז אחד (יישארו 24) ועוד ששית (4 מתוך 24) ואז יישארו 20 זוז מתוך 25 לפדיון הבן. על כן, סלע שווה ארבע זוז כאשר כל זוז הוא $1/25$ של דינר זהב. במסכת ע"ז נ"ב ע"ב רש"י מפרש את המילים "הדריינא טריינא" שהם שמות מלכים אדריינוס וטוריינוס, ו"שייפא"-ישן ביותר שנישוף מחמת יושנו. תאור זה תואם באופן מושלם את דינר זהב או aureus אשר נטבע ע"י הדריאנוס. הכתובת שעל המטבע IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. [פליני הזקן](#) (Pliny the Elder, b. 33, ch.13) כותב שמשקל דינר זהב בתחילה היה $1/40$ של מנה רומי אבל אחר כך בהדרגה פחת ובזמנו של נרון הועמד על $1/45$ של המנה. על סמך המטבעות אנו יודעים שהשינוי הסופי קרה בשנת 64-65 למניינם. דינר

של אדריאנוס נעשה בתקן האחרון והוא היה פחות לעומת דינר זהב אשר היה נפוץ ביהודה לפני המלחמה של יהודים ברומאים (שנים 70-66). לכן מילה "שייפא" מתפרשת בתור משקל פחות. אם מנה רומי הוא 324 גר' אז משקל $1/45$ ממנו הוא 7.2 גר'. באתר של ANS ישנן 26 מטבעות כאלו. משקלותיהם: 7.21 7.28 7.39 7.24 7.2 7.24 7.11 7.17 7.11 7.3 7.23 7.16 7.24 7.22 7.25 7.12 7.22 7.06 7.17 7.21 7.39 7.15 גר'. ממוצע שלהם 7.1960 וסטית תקן די קטנה – 0.1. התפלגות המשקלות סימטרית ביחס לממוצע. זהו סימן לכך שמטבעות לא ניזוקו. בדרך כלל, מטבעות זהב משתמרות יותר טוב מאשר מטבעות כסף כי הן לא נמצאות רוב הזמן במחזור. לכן נתן לסמוך על ממוצע זה בתור משקל תקני של המטבע. תוצאה זאת מאשרת את הטענה של Stecchini בדבר מנה רומי של 324 גר'. אם מחיר הזהב היה פי 12 ממחיר הכסף כפי שסוברים התוס' בבכורות נ' ע"א (יחס זה מוזכר גם במקורות רומיים ויווניים) אז ערך של דינר זהב זה היה $12 \times 7.2 = 86.4$ גר' כסף. אם כן, זוו אחד היה $3.456 = 86.4 / 25$ גר' כסף וסלע **13.824** גר'. זהו תקן הקל הנ"ל. אבל לפי תוספות מחיר אמתי של דינר זהב היה 24 זוו, זוו נוסף שולם כתוספת עבור החלפה (**הערה 15**): לפי תוספות דבר זה רמוז בדברי הגמרא, הסר אחד וששית במקום הסר חמישית). לכן זוו אחד היה $3.6 = 86.4 / 24$ גר' ושקל **14.4** גר' - התקן הכבד.

(הערה 16: לגבי איסתרא סרסיא שלכאורה אינו ידוע לנו, כתוב שם בגמרא "רבי חנינא אומר: איסתרא סרסיא דמיזדבנא תמניא בדינרא, חמש מינייהו לפדיון הבן". ותוספות בכורות מ"ט ע"ב ד"ה "רבי חנינא" כתבו "בדינרא היינו בדינר זהב של סוריא וגדול הוא מדינר זהב של צור שבכל הש"ס". לא מצינו דינרי זהב של סוריא. לכן נראה שכוונת הגמרא לדינר זהב או aureus רומי הרגיל אשר קדם לפיחות של נרון. על סמך מטבעות במוזיאון בריטי התברר שמשקל ממוצע בתקופה של Claudius (54-41) היה 7.71 גר' ובתקופה של נרון (לפני הפיחות) (64-54) היה 7.64 גר'. ממוצע כללי של מטבעות בתקופה 64-41 גר'. ערך דינר זהב בכסף לפי יחס 1:12 הוא 92.16 גר'. אם ערך זה שווה שמנה סלעים סרסיא, אז סלע זה שוקל 11.52 גר'. אנו נראה בהמשך שזהו בדיוק משקל של שקל של בית ראשון. לכן פרוש שלנו הוא שסלע סרסיא הוא סלע ישן (כדברי רש"י) מתקופת בית ראשון. על כן, רבי חנינא סבר שפדיון הבן בזמנו אחרי חורבן בית שני היה חמשה שקלים של בית ראשון! אם דינר זהב ערבי היה בערך חמשה שקלים אלו אז משקלו היה 4.8 גר'. לנבטים היו דינרי כסף במשקל כ- 4.55 גר'. לא ידוע על מטבע זהב נבטי כלשהו.)

11. משקל השקל השתמר גם ע"י מטבעות אשר נטבעו ביהודה משך המלחמה של יהודים ברומאים (שנות 70-66) ובזמן מרד בר כוכבה (שנים 134-132). אולם, האחרונים נטבעו על גבי מטבעות רומיות. **באתר** מוצגים כמה מאות שקלים ומחצית שקל מזמן של מלחמת היהודים. אספנו כל המשקלות אשר פורסמו באתר (ראה **קובץ מטבעות**). הנה הסטוגרמה של משקלות **השקלים** והיסטוגרמה של **מחצית השקל** (**הערה 17**: העמודות של ההסטוגרמה ממוקמות בהפרשים של עשירית גרם כי כמה משקלות באתר ניתנו רק עם דיוק של עשירית גרם). ברור שמשקל השכיח ביותר נמצא ליד 14.2 גר', בדיוק כמו עם **טטרה דרכמה** צורית. התפלגות משקל השקל איננה סימטרית, בדומה לטטרה-דרכמה. אפשר לזהות מקסימום מקומי נוסף של 13.8 גר'. יתכן שמקסימום זה תואם את התקן הקל של שקל של 13.824 גר' (**הערה 18**: שני תקנים של מטבע יכולים

להתקיים בו זמנית באותו מטבעה ועם אותו חותם, אם משתמשים במנה שונה לצורך הכנת אסימונים).

עכשיו נתבונן בהיסטוגרמה של [מחצית השקל](#). המשקל השכיח ביותר נמצא ליד 6.7 גר'. בשונה מן השקלים, המשקל השכיח הוא גם הממוצע. אין תקן נוסף כמו אצל השקלים. נשווה גם עם היסטוגרמה של [דידרכמה רומית](#) אשר נטבעה בקיסריה של קפודוקיה בתקופת מלך טריין Traian (היו כ- 370 מטבעות מתקופה זאת באתר של ANS). שוב משקל השכיח ביותר נמצא בטווח 6.7-6.75 גר' והוא גם משקל ממוצע. מאחר ומנה רומי באותו זמן התחלק ל- 96 דינרים או 48 דידרכמות, המשקל המיועד של דידרכמה אמור להיות $1/48$ של מנה רומי של 324 גר', דהיינו 6.75 גר'. הנתונים שאספנו מעידים על כך ששקל יהודי נטבע לפי תקן צורי, ויתכן שגם עם תקן נוסף של 13.842 גר', ואילו מחצית השקל נטבע לפי תקן של דידרכמה רומית. מחצית השקל נתן פעם בשנה בתור תרומה למקדש. לפי משנה שקלים פ"א מ"ז למחצית השקל היו מוסיפים קלבון, $1/48$ של שקל. הערך הכולל $25/24 \times 6.75 = 7.03125$ גר' היה יותר ממחצית השקל של 13.842 גר' אבל פחות ממחצית השקל הכבד של 14.4 ואף של משקל ממוצע של 14.2 גר'. הדבר מעיד על כך שבמקדש השתמשו בתקן הקל. (הערה 19: דעת רבי מאיר במשנה הנ"ל שקלבון היה $1/24$ של שקל. אז ערך הכולל של תרומה היה 7.31 גר', יותר ממחצית השקל הכבד. אבל ההלכה היא לא כדעת רבי מאיר).

12. משקל השקל שהבאנו לעיל תואם את דעת רש"י. בפרושו על הפסוק שמות כ"א, ל"ב רש"י כותב והשקל משקלו ד' זהובים שהם חצי אונקיא למשקל הישר של קלוני"א. כוונתו לעיר Cologne או Köln בגרמניה. מוסכם על חוקרי משקלות שאונקיה זאת היתה בערך 29.2 גר'. (הערה 20: לפי Stecchini, פרק 13 the Origin of Metrics אונקיה קולוניה היתה זהה לאונקיה של Tower of London. אונקיה זאת כידוע שקלה 450 גרעינים או 29.16 גר'). אז השקל בהתאם שוה 14.6 גר', קרוב לתקן הכבד של צור של 14.4 גר'. (הערה 21: זאת היתה גם דעת רוב הראשונים באשכנז- ראה ספרו של רב בניש "מידות ושיעורי התורה" פרק 22, הערה 24). אולם רש"י סותר את עצמו. הזהובים שהוא הזכיר הם מטבעות זהב ביזנטיים כמו שרש"י כתב בפרוש בע"ז י"א ע"א: "משקל של צור והוא כ"ה סלעים והסלע ד' דינרים והדינר הוא משקל זהוב קושטנטינ"ה". מטבעות אלו הן סולידוסים המפורסמים אשר נטבעו באופן רציף בשנים 500-1300. משקל שלהם היה מאד יציב כ- 4.44 גר' (הערה 22: לפי Stecchini the Origin of Metrics §6 סולידוס היה שוה $1/72$ של מנה רומי פחות של $80/81$ של 324 גר'). רש"י חי בשנים 1040-1105. בזמנו עד שנת 1081 מטבע זה היה נקרא Histamenon. משקל ממוצע שלהם היה 4.37 גר' (חושב על סמך הנתונים באתר של ANS). סלע של ארבע מטבעות כאלו שוקל בדיוק $6/5$ של מחצית האונקיה של קולוניה! אחר כן מטבע זה היה נקרא Hyperperon. משקל ממוצע שלהם היה בערך 4.32 גר' כמו דרכמה של אתונה. על כן, הסלע המתאים היה זהה לטטרה- דרכמה של אתונה של 17.28 גר'. (הערה 23: איך ליישב את שתי דעות סותרות של רש"י? רבינו גרשום (שנים 960-1040) אשר קדם לרש"י, כותב בבכורות מ"א ע"ב שדינר כסף שוה שתיים וחצי פשוטים למשקל ברזל. פשוט הוא דיניר denier כסף של מלכות Carolingian. "משקל ברזל" פרושו דיניר של משקל (ולא מטבע אמיתי אשר

היה קטן יותר) אשר היה שווה $1/240$ של מנה של 12 אונקיות קולוניה או $1/20$ של האונקיה. על כן דינר כסף של רבינו גרשום הוא $1/8 = 2.5/20$ של אונקיה ושקל של ארבע דינרים שווה חצי אונקיה קולוניה- בדיוק כדעה שניה של רש"י. אולם משקל של דינייר ירד עם הזמן. בזמנו של לואי האדוק (Louis the Pious) (813-840) דינייר היה בשיא משקלו בערך 1.75 גר' (כנראה $1/240$ של מנה Caroligian pound של 15 אונקיות קולוניה פחות תוספת הטבעה מינימלית של $1/25$). דינר של כסף של 2.5 פשוטים באותו זמן היה 4.375 גר' (ועם תוספת הטבעה 4.556 גר'), בערך כמו משקל סולידוס זהב ביזנטי. רב שמחה בר שמואל, תלמידו של רש"י (נפטר בשנת 1105) כתב במחזור ויטרי שמנה צורי הוא מנה של קולוניה אשר שווה מאה זהובים של קושטנטיני"ה, כאשר כל זהוב שוקל כמו שנים וחצי פשוטים למשקל הברזל. יתכן שמסורת של יהודי אירופה בתחילה קישרה את השקל הצורי לארבע סולידוסים ורק יותר מאוחר העתיקה את הקשר למשקל עשרה דינייר. עם ירידת משקל הדינייר, משקל זה הפך לחצי אונקיה קולוניה).

רש"י גם מביא קשר בין יחידת משקל ויחידת נפח. בעירובין כ"ט ע"א הוא כותב עוכלא-שמינית שבליטרא וליטרא הוא לוג. בבכורות נ' ע"א רש"י מפרש: "ליטריין- מנין דהוא עשרים וחמשה סלעים". על כן לפי רש"י לוג שווה מנה של 25 סלעים. לפי תקן קל של סלע של 13.824 גר' נקבל לוג של 345.6 גר' או 345.6 סמ"ק. מידה זאת תואמת במדויק את האמה של תורה של 48 ס"מ. לפי תקן כבד של 14.4 גר' נקבל לוג של 360 סמ"ק. אם נזהה סלע עם חצי אונקיה קולוניה, אז לוג שווה 364.5 סמ"ק. ולבסוף, אם משקל סלע שווה למשקל ארבעה זהובים של קושטנטיני"ה תוך 24 שנות חייו האחרונים של רש"י, אז לוג לפי רש"י הוא בערך 432 סמ"ק, כנגד מנה אתונה של 432 גר'. לוג זה פי $25/24$ גדול מלוג ירושלמי לפי טענה שלנו. על כן, עד כדי מכפיל ידוע של $25/24$, מידת לוג לפי רש"י תואמת את שתי אמות בסיסיות: של 48 ושל 51 ס"מ.

13. נתן להסיק את היחס בין יחידות הנפח והמשקל ממשנה תרומות פ"י מ"ח. כתוב שם: "דג טמא שכבשו עם דג טהור כל גרב שהוא מחזיק סאתים אם יש בו משקל עשרה זוז ביהודה שהן חמש סלעים בגליל דג טמא צירו אסור". ירושלמי תרומות נ"ג ע"א מבאר את דברי המשנה: "כמה סאתה עבדא עשרים וארבע לוגין וכמה לוגא עביד תרתין ליטריין וכמה ליטרא עבדא מאה זינין נמצא כל זין וזין אחת מתשע מאות וששים". כל המפרשים של המשנה מבינים מלשון הירושלמי שיחס של משקל הדג הטמא למשקל הכללי הוא 1:960. על כן שני סאין שוקלים פי 960 מעשרה זוז של יהודה ולוג אחד שוקל פי 48 פחות- 200 זוז. השאלה היא: מהו זוז של יהודה? משנה בכמה מקומות (למשל כתובות פ"ה מ"ט) מזכירה סלע של יהודה אשר היה כפלים מסלע של גליל. על כן זוז של יהודה הוא רבע של סלע יהודה. אכן בגמרא רבע סלע תמיד נקרא דינר או זוז. הסלע הסטנדרטי של בית שני היה טטרה- דרכמה של צור (ראה פרק 10 לעיל). אם לוג של ציר (או מים) שוקל 200 דינר או 50 סלע, אזי נפח שלו 691.2 סמ"ק (לפי התקן הקל של 13.824

גר') או 720 סמ"ק (לפי התקן הכבד של 14.4 גר'). אם זהו נפח של לוג של תורה אז אמת התורה תהיה בהתאם 60.5 או 61.3 ס"מ. לכל הדעות אלו מידות בלתי אפשריות.

אפשרות אחת לפרש את המשנה היא לומר שסאה היא לא מדברית אלא ירושלמית אשר היתה פי 6/5 גדולה ממדברית או סאה של ציפורי אשר היתה גדולה פי 6/5 מירושלמית (**הערה 24**: זאת הצעת רב קניבסקי בקונטרס "מידות התורה". אולם הוא נקט משקל מוגזם של דינר 4.80 גר'). אם לוג ירושלמי היה 720 סמ"ק אז לוג מדברי היה פי 5/6 קטן ממנו -600 סמ"ק. אמה אשר מתאימה ללוג זה שווה 57.69 ס"מ, כמעט במדויק כשיעור חזון איש 57.6 ס"מ! אם סלע של יהודה הוא טטרה דרכמה של אתונה של 17.28 גר' ומשנה דברה על סאה של ציפורי, אז משקל 50 סלע ונפח של לוג גדלים באותו שיעור 6/5. על כן, מקבלים שוב אותה אמה של 57.69 ס"מ. לפי ירושלמי ליטרה שווה מאה זוז של יהודה או 25 סלע. במקרה ראשון ליטרה שווה מנה של צור של 360 גר' ובמקרה שני- מנה של אתונה של 432 גר'.

אפשרות אחרת היא לומר שסאה של משנה היא מדברית אבל סלע יהודה איננו סלע צורי רגיל. מהו? הצעתנו שסלע זה לא היה מטבע (כי לא היו מטבעות כסף יהודיות בתקופת בית שני פרט לארבע שנים של המלחמה נגד רומאים) אלא משקל סטנדרטי של מחצית השקל או בקע אשר כל יהודי היה תורם פעם בשנה למקדש. משקל זה היה מחצית של תקן הקל של 13.824 גר', דהיינו 6.912 גר'. הראנו בפרק 11 שמשקל של דיכרכמה היה 6.75 גר'. יהודים היו מוסיפים לדיכרכמה קלבון 1/48 של סלע, בפרט על מנת לכסות את ההפרש בין שני המשקלות.

מאחר ומשקל 6.192 היה תקן יהודי ייחודי, היה לו שם מיוחד- סלע של יהודה. נציין שמשנה (למשל ב"מ ל"ג ע"א) מכנה חצי סלע בשם שקל, וגם שקל רגיל נקרא סלע. לכן נתן לקרוא למשקל חצי סלע בשם סלע של יהודה (**הערה 25**: משמעות מילה סלע הוא אבן קשה. יתכן שבהקשר לכסף משמעותה משקל בסיסי קבוע). גם זוזים של יהודה לא היו מטבעות אלא משקלות- רבע של סלע של יהודה. ירושלמי קורא לזוזים-זינים, ומאה זינים- ליטרה כי מאה זוזים נקראים ליטרה. זוז יהודה של כסף היה שווה בערכו לסלע מדינה- מטבע של נחושת שערכה היה 1/8 ממטבע כסף המקביל (ראה ב"ק ל"ו ע"ב ורש"י שם). סלע של גליל היה משקל של $6.912/2=3.456$ גר'. הוא היה קצת כבד מדינר רומי של $324/96=3.375$ גר'. לכן היה לו שם מיוחד.

מדוע היו יחידות משקל שונות ביהודה ובגליל? כתוב במשנה נדרים ב', ד' "סתם תרומה ביהודה אסורה בגליל מותרת שאין אנשי גליל מכירין את תרומת הלשכה". פרוש: אנשי יהודה היו מתכוונים לתרומת הלשכה אבל אנשי הגליל, מאחר והיו רחוקים מירושלים, לא היו מתכוונים לתרומת הלשכה אלא לתרומת כהנים. מאחר ומחצית השקל היה משקל העיקרי במקדש, זה היה גם משקל בסיסי ביהודה. בגליל משקל בסיסי היה רבע שקל כי הוא היה קרוב לדינר- מטבע עיקרי בימים ההם.

אם סלע של יהודה איננו סלע הרגיל, נתן ליישב את דעת רש"י עם ירושלמי הנ"ל. נזכיר שלפי רש"י ליטרה זהו משקל של לוג (מים) ושווה ל- 25 סלעים רגילים. אבל לפי ירושלמי ליטרה היא חצי לוג ושווה 25 סלעים של יהודה. מכאן מסקנה- סלע של יהודה הוא מחצית סלע רגיל וליטרה של ירושלמי שווה מחצית ליטרה רגילה. (**הערה 26**: רב

יעקב וייס בספרו מדות ומשקלות של תורה (פרק ק"ד) מעלה סברה שסאה של משנה בתרומות היא סאה מיוחדת לציר דגים אשר החזיקה שתי סאין מדבריות. הראיה שלו מירושלמי פסחים (פ"ה ה"א) "אמר רבי חנינא לוגא דאורייתא תומנתא עתיקתא דמורייתא דצפורין". כלומר, לוג של תורה הוא שמינית קדומה של ציר דגים בציפורי. שמינית או תומן זהו שם של שמינית הקב (כך פירש רשב"ם בב"ב פ"ט) אשר שוה ארבע לוג. מכאן שחצי לוג של ציר שוה ללוג של תורה. לכן משקל לוג של תורה שוה לליטרה רגילה של מאה דינר של בית שני וסלע יהודה זהו סלע הידוע של בית שני וסלע של גליל הוא מחצית השקל).

14. כעת נדון בדעות של גאונים אודות משקל השקל והקשר בין יחידות המשקל והנפח. נראה שכל הגאונים מסכימים שמשקל השקל של גמרא היה זהה למשקל ארבע דינרי זהב מוסלמים ושקל של תורה היה פי $5/6$ קל ממנו. זוהי גם דעת רי"ף ורמב"ם. מאחר ומשקל של דינר זהב ערבי (המכונה מתקל) היה בערך 4.25 גר', משקל השקל בהתאם 17 גר', קרוב לטרה-דרכמה של אתונה של 17.28 גר'. אזי שקל של תורה 14.17 גר', כמעט במדויק כמו שקל צורי וכמו שקלי ישראל מזמן המלחמה של היהודים נגד הרומאים.

לגבי הקשר בין משקל ונפח ישנן שלוש דעות:

- (א) לוג שוה 100 דירהם
- (ב) לוג שוה ריטל של 120 דירהם
- (ג) לוג שוה למאה דינר

נזכיר שדירהם הוא מטבע כסף מוסלמי בסיסי. משקל רשמי שלו אשר נקבע ע"י עומר אבן חטאב היה $7/10$ של דינר זהב, כלומר בערך 2.97 גר'. היה גם תקן יותר קל של $2/3$ דינר (כפ"פ וכן חוקרים בני זמננו W. Hintz ואחרים). הדעה הראשונה היא של רב הילאי הגאון ואחרים (ראה ספרו של רב בניש מדות וישעור תורה פרק י"ג א'). זוהי גם דעתו של רי"ף (הערה 27): זוהי גירסה מודפסת בדפי הרי"ף בעירובין פ"ב ע"ב. אבל גירסה ראשונה של רי"ף היתה כמו דעה שלישית). זוהי כנראה גם דעת רמב"ם ביד החזקה, עירובין פ"א הל' י"ב. הוא כותב שם שרביעית מים או יין שוקלת 17.5 דינר. על כן, לוג שוקל 70 דינר או 100 דירהם לפי היחס הרשמי ביניהם. (הערה 28: בפרוש על מסכת עדויות רמב"ם כותב שרביעית יין שוקלת 26 דירהם ושל מים 27 דירהם. אם נניח שרמב"ם שקל דירהם לפי תקן הקל, אין סתירה בין מידות אלו למידה ביד החזקה).

דעה שניה היא של שאלתות (הערה 29: שאלתות) (רב אחא גאון) בפרק בשלח, שאילתא מ"ח כותב שארבע סאין תשעים ושש ליטרין. מכאן לוג הוא ליטרה. ובהמשך דבריו מתברר שליטרה שוקלת 12 אונקיות. ומיהו לא ברור האם ארבע סאין של מים שוקלים 96 ליטרין או ארבע סאין של סולת חיטה אשר נמכרים בסלע. וגם לא ברור מה היא אונקיה שלו. ורב בניש מביא ראיה מספר האשכול הל' חלה שכתב שם שאוקיא עשרה זוזי כילי, היינו עשרה דירהם). זאת למעשה גם דעת רש"י כי 120 דירהם שוקלים כמו 100 דינרים צוריים.

דעה שלישית היא של רבנו חננאל ודעה ראשונה של רי"ף. (הערה 30: רבנו חננאל בעירובין פ"ב ע"ב כתב שסאה כ"ד רטלין. לכן לוג שוקל ריטל. אבל מניין שריטל זה הוא מאה דינר? דבר זה מתברר מדברי ריף אשר היה תלמידו של רבנו חננאל. וזהו נוסח מקורי של ריף בספר עתים "וכתב הגאון ר' יצחק בהלכות דיליה הלכך כדהויין שמונה סעודות בקב והקב ישנו ארבע מאות זוז גדולים שהן ארבע מאות דינרים נמצא הקב ארבע ריטלין כל ליטרא מאה זוז שהן מאה דינרין והמאה דינרין הן במשקל של ערביים שהיא א"ל קרוא"ן קמ"ד זוז כ"ייל והן ליטרא הויין שתי סעודות ליטרא קמח ובכל סעודה חצי ליטרא קמח).

הדעה הראשונה מתאימה לאמה של כ- 45.66 ס"מ (הערה 31: מידה זאת קרובה למידה אנגלית. רגל אנגלי שוה 30.48 ס"מ ואמה בהתאם 1.5 רגל או 45.72 ס"מ). דעה שניה מתאימה לאמה של 48.52 ס"מ ודעה שלישית לאמה של 51.42 ס"מ. (הערה 32: חישובים אלו מבוססים על הנחה שמשקל לוג אשר מוזכר לעיל הוא משקל של מים. אבל יתכן שזהו משקל של קמח חיטה שהרי מדובר שם על מדידה לצורך הפרשת חלה. רמב"ם בפרושו על מסכת עדויות בתחילת המסכת נותן שיעורים הבאים: רביעית מים כ- 27 דרהם, רביעית חיטה כ- 21 דרהם, רביעית קמח חיטה כ- 18 דרהם, שיעור חלה 520 דרהם. משמע ממספרים אלו שמשקל סגולי של קמח חיטה הוא 2/3 של מים. ואז משקל המים יהיה פי 1.5 גדול יותר. ושיעורי אמה אשר יתקבלו הם: 52.27, 55.54 ו- 58.86 ס"מ. שיעור אחרון אף גדול מאמה של חזו"א של 57.6 ס"מ). המשותף לשלש דעות שהזכרנו הוא הזהות בין יחידה בסיסית של נפח לוג לבין יחידה בסיסית של משקל ליטרה. אצל רומאים יחידת משקל זאת היתה נקראת libra והיתה מתחלקת ל- 12 אונקיות או ל- 96 דינרים. וכבר כתבנו שמשקל זה היה 324 גר'. אצל יוונים היתה מידה mina או מנה אשר היתה שוה 100 דרכמות. מנה אתונה היה 432 גר'. אצל יהודים היה מנה אשר שקל 25 סלעים או 100 דינרים צוריים. וכבר בררנו בפרק 12 שמשקל זה היה 345.6 גר' לפי תקן הקל ו- 360 גר' לפי תקן הכבד. ברור שזהות של לוג לליטרה אצל הגאונים ואצל הרי"ף לא נתקבלה ע"י בדיקה ניסיונית של מידת הלוג אשר נשתמרה אצלם במסורת עם משקל מטבעות ערביות. התאמה כזאת לעולם לא יכולה להיות מדויקת כי משקל מטבעות איננו מדוקדק. וגם אין שום סיבה ששקילה זאת תיתן מספר מדויק של 100 דינרים או דירהם. אלא היתה להם מסורת שלוג שווה מנה או ליטרה והיו דעות שונות מהי הליטרה או מנה של תורה או של בית שני. וכן דעת רש"י שלוג הוא ליטרה וליטרה משקל עשרים וחמישה סלעים. רק לגבי משקל סלע יש לכאורה סתירה ברש"י בין ארבעה זהובים של קושטנטינה שהם משקל סלע לפי תקן של אתונה או חצי אוקיה קולוניה שהוא סלע לפי תקן צורי. ואלו דעות ג) ו- ב) לעיל בהתאם.

ונראה שמקור או עדות לדעות אלו הוא ירושלמי שהבאנו בפרק 13. רמב"ם כתב בהלכות עירובין פ"א הל' י"ב "ליטרא האמורה בכל מקום מלא שתי רביעיות" כמו ירושלמי זה. ובהמשך: "ומנה האמור בכל מקום מאה דינר, והדינר שש מעין, והמענה משקל שש עשרה שעורות, והסלע ארבעה דינרין, והרביעית מחזקת מן המים או מן היין משקל שבעה עשר דינרין וחצי דינר בקירוב". ואז משקל לוג של מים הוא 70 דינר. ומאחר ו- 7 דינר ערביים שוקלים כמו 10 דירהם, אז לוג שוקל 100 דירהם. ולפי ירושלמי הנ"ל לוג שוקל 200 זוז יהודה או 100 סלע גליל. על כן רמב"ם מזהה את דירהם עם סלע הגליל. אם משקל הדינר בערך 4.25 גר' אז משקל סלע הגליל כ- 2.97 גר' וסלע יהודה כפול- 5.94 גר'. ואנו נראה

בפרק 16 שזהו בדיוק משקל של בקע של בית ראשון! וסלע הגליל חצי בקע או דינר של בית ראשון. גודל האמה המתאימה ללוג זה הוא 45.6 ס"מ. אם נשוה אותה לאמה של ר"ח נאה של 48 ס"מ ולאמה של חזו"א של 57.6 ס"מ אז מתברר שאמה זאת שוה 19 אצבעות של חזו"א כאשר אצבע שוה $57.6 \div 2.4 = 24$ ס"מ או אמה של 48 ס"מ פחות אצבע זאת. נפח הלוג אשר מתאים לאמה זאת שוה כמעט במדויק $6/7$ של נפח אשר מתאים לאמה של 48 ס"מ, דהיינו קטן ממנה שתות מלגיו.

לפי דעה שניה סלע של גליל שוה 1.2 דירהם או כ- 3.56 גר'. וזהו בדיוק משקל דינר של בית שני. ואז סלע יהודה הוא מחצית הסלע של בית שני. וגודל האמה אשר מתקבל מכאן לפי התקן הקל של השקל 13.824 גר' הוא 48 ס"מ.

גם לפי דעה שלישית סלע של גליל שוה דינר וסלע של יהודה שוה מחצית סלע רגיל. אבל מאחר וגאונים סברו שדינר של בית שני היה זהה לדינר זהב ערבי, מקבלים משקל לוג פי $6/5$ גדול מאשר לפי דעה השניה. וזהו לוג ירושלמי. ואמה אשר מתאימה לו היא אמת הארץ של 51 ס"מ.

ויש עוד מקור לגבי משקל ליטרה. כתוב בסנהדרין ע' ע"א במשנה לגבי בן סורר ומורה "מאימתי חייב משיאכל תרטימר בשר וישתה חצי לוג יין האיטלקי רבי יוסי אומר מנה בשר ולוג יין". ובגמרא שם "אמר רבי זירא תרטימר זה איני יודע מהו אלא מתוך שכפל רבי יוסי ביין נמצא כופל אף בבשר ונמצא תרטימר חצי מנה". ובירושלמי סנהדרין (פרק ח' הל' ב') על משנה הנ"ל כתוב "א"ר יוסי תרטימר חצי ליטרא". מכאן שליטרה שוה מנה. וזה מקור לדעת רש"י בכורות נ' ע"א. ויתכן שהיתה להם מסורת שמשקל היין אשר שותה בן סורר ומורה שוה למשקל הבשר. לכן לוג שוה מנה.

15. אם נסכם את הדיון בפרקים 10-14, ישנן שתי דעות בסיסיות לגבי משקל השקל:

(א) טטרה-דרכמה צורית או שקל ישראל של מלחמת יהודים או חצי אונקיה קולוניה;
(ב) טטרה-דרכמה של אתונה או ארבעה דינרי זהב ערביים או ארבעה סולידוסים ביזנטיים של סוף מאה 11.

היחס בין שתי קבוצות המשקלות הוא בערך 5:6 או אפילו 4:5 (בין תקן הקל של שקל של 13.824 גר' וטטרה דרכמה של אתונה של 17.28 גר'). מאידך הגמרא (בכורות נ' ע"א) אומרת שמשקל השקל הועלה ביחס $6/5$. לכן מתבקשת ההצעה: דעה א) מתייחסת לשקל של תורה ואילו דעה ב) לשקל המוגדל. **אנו נראה שהצעה זאת לא עומדת מבחן המציאות.**

ראשית כל נצטט את הגמרא שם. בפרק 10 הבאנו את דברי המשנה ואת הדיון בגמרא על חמשה שקלים של פדיון הבן ובסיומן דברי רבי יוחנן. לפיו סכום זה שוה 20 דינרי כסף כאשר 25 מהם ניתנים עבור דינר זהב של הדריאנוס. הראנו שסלע צורי של 14.4 גר' ודינר זהב של הדריאנוס של 7.2 גר' נותנים אותו משקל של סלע. פסוק הבא בגמרא

אומר שסכום זה (שאמר רבי יוחנן) הוא "עשרין מתקלי במתקלי דינרא, דאינון עשרין ותמניא זווי ופלגי ופלגא דנקא". רש"י מסביר שמשקל אחרון שוה 20.0/0.7 דינרים ערביים. בסוף דבריו רש"י כותב שמצא קטע זה של הגמרא בתשובת הגאונים. אכן דירהם ערבי היה 7/10 של מיתקל הזהב וגאונים חשבו שמתקל זה היה שוה לדינר של הגמרא. אבל במציאות מתקל היה פי 6/5 כבד מדינר של גמרא.

בהמשך כתוב בגמרא: "אמר רבא סילעים דאורייתא - תלתא ותילתא הוי, דכתיב עשרים גרה השקל ומתרגמינן עשרין מעין, ותניא שש מעה כסף - דינר". כלומר, שקל של תורה הוא שלש ושליש דינר כי כתוב עשרים גרה השקל ומתרגמים - עשרים מעות. ושנינו שדינר הוא שש מעות. מכאן שסלע של משנה וגמרא הוא 6/5 של שקל של תורה. על כן שקל מקורי של תורה היה 5/6 של 14.4 גר' (לפי תקן כבד) או 5/6 של 13.824 (לפי תקן הקל). משקלות אלו הם 12 ו-11.52 גר' בהתאם. בהמשך "רב אשי שדר ליה שבסר זווי לרב אחא בריה דרבינא בפדיון הבן, שלח ליה: לישדר לי מר תלתא יתירתא דאיכא עלוייהו! שלח ליה: לשדר לי מר תלתא אחרינא דאוסופו עלוייהו". פרוש: רב אשי שלח 17 זוז לרב אחא בר רבינה בפדיון בנו ובקש שרב אחא יחזיר לו עודף של שלישי זוז כי לפי תורה הוא צריך לשלם 16 ו-2/3 זוז. על זה ענה לו רב אחא שרב אשי צריך להוסיף לו 3 זוז לסך 20. כלומר, למרות שבבית שני הוסיפו על השקל, לדעת רב אחא יש לשלם פדיון הבן חמשה שקלים מוספים. (הערה 33: רב אשי חי בשנים 352-427 בבבל. קשה לדמיין שהיו בזמנו בשימוש דינרים צוריים מתקופת הבית. לעומת זאת היו דרכמות כסף של שושלת סאסנית אשר מלכו בבבל משנת 224 עד 651. כתוב באנציקלופדיה אירניקה שמלך ראשון שלה אדשיר א' אשר מלך בשנים 242-224 ירש מפרסים את מערכת הכספים אשר התבססה על דרכמת כסף של כ-3.7 גר'. אחר כך הוא שינה את המערכת והעלה את משקל הדרכמה ל-4.2. דרכמה זאת התחלקה לשש מעות. מערכת זאת התקיימה ארבע מאות שנה עד הכבוש המוסלמי. מוסלמים ירשו מערכת זאת ואחר כך יסדו דינר זהב במשקל כ-4.2 גר' כנגד דרכמת כסף סאסנית ויסדו דרכמת כסף במשקל 7/10 ממשקל הדינר. סביר להניח שרב אשי שלח לרב אחא 17 דרכמות במשקל 4.2 גר' כ"א ולא דרכמות פרסיות מלפני כ-150 שנה במשקל של 3.7 גר' אשר היה קרובות לדינר צורי. לכן רב אשי דרש בצדק שרב אחא יחזיר לו שלישי דרכמה. ורב אחא סבר שהולכים אחרי שם המטבע הנהוג באותו מקום, א.נ. הוא סמך על מסורת קדומה שדרכמה פרסית שוה לדינר צורי. לכן בבבל השתרש מנהג לתת פדיון בן 20 דרכמות של 4.2 גר'. אחרי הכבוש המוסלמי מסורת זאת הועתקה לדינר זהב ערבי של כ-4.2 גר').

16. משקל השקל של בית ראשון שהבאנו לעיל מקבל אישור מאבני המשקל של מלכות יהודה. (הערה 34: לא נמצאו מטבעות בארץ או במקום אחר קודם לגלות בבל. חוקרים מאמנים שלא היו אז מטבעות אלא משקלות או כסף בצורת טבעות. לפי טענה זאת יש לומר שבכל מקום שתורה מזכירה שקל, הכוונה למשקל כסף נתון). בספרו של Raz, *Economic Keystones: The Weight System of the Kingdom of Judeah JSOT Supplement 276*, Sheffield, 1998 מפורטים כמה מאות ממשקלות אלו. אלו משקלות של שקל וכפוליו, משקלות של בקע, נסף, פים וכפולות של גרה (ראה קובץ משקלות). משקלות של בקע, נסף ופים נושאות את השם עליהם. על משקלות של גרה אין שם, אלא מספר יחידות. הן מובדלות מיחידות אחרות ע"י משקלן

הקטן. משקלות של שקל נושאות [סמל](#) ומספר יחידות (**הערה 35**: חושבים שזהו סמל של מלכות. לדעתנו סמל זה דומה לרצועות תפילין של ראש. מלך נמשח ע"י משיחת שמן סביב ראשו). מאחר ומשקלו קרוב מאד לשני בקעים, מאמינים שזהו משקל של שקל. שם בקע מוזכר בתורה ומשמעותו מחצית השקל. שמות נסף ופיה לא מוזכרים בנ"ך או בגמרא.

נביא נתונים סטטיסטיים לגבי משקלות אלו. משקלות של שקל וכפוליו מוצגות ב**היסטוגרמה**. (**הערה 36**: ישנם 39 שקלים, 38 שני שקלים, 53 ארבע שקלים, 55 שמנה שקלים, 1 שתיים עשרי שקלים, 3 שש עשרי שקלים ו-2 ארבעים שקלים. כל משקל כפול מיוצג ע"י משקל אחד של שקל מתאים). התפלגות די קומפקטית וסימטרית. משקל שכיח ביותר נמצא בטווח 11.38-11.40 גר'. לפי חישוב שלנו ממוצע של כל המשקלות הוא 11.31 גר' (מתוך 194 משקלות) וסטית תקן 0.45 גר'. אם נוציא כל המשקלות אשר סוטות מן הממוצע יותר מסטיית תקן נקבל ממוצע חדש של 11.339 גר' (מתוך 169 משקלות) וסטית תקן חדשה 0.21 גר'. סטית תקן של הממוצע היא 0.016. (**הערה 37**: דבר זה נכון אם נניח שכל משקלות של כפולות השקל מתפלגים באותו אופן).

ישנם 33 משקלות בקע. [התפלגות](#) שלהם לא סימטרית. המשקל השכיח ביותר נמצא בטווח 5.8-5.85 גר'. משקל ממוצע 6.03 גר', סטית תקן 0.37. אחרי הוצאה של משקלות חריגים כמו לעיל, מקבלים ממוצע 5.96 ג' (של 22 משקלות), סטית תקן 0.18 וסטית תקן של הממוצע 0.04. על כן משקל ממוצע של שני בקעים 11.92 גדול באופן מובהק ממשקל ממוצע של השקל של 11.34 גר'. משקל השכיח ביותר של שני בקעים 11.65 גם כן באופן מובהק גדול ממשקל שכיח של השקל 11.39.

נתבונן כעת בהתפלגות של משקל [גרה](#) (כפולות של גרה הוחלפו במשקל מתאים של גרה אחת). המשקל השכיח ביותר נמצא בטווח 0.53-0.54 גר', ממוצע 0.554 (של 83 משקלות), סטית תקן -0.063 מאד גדולה. אחרי הוצאת משקלות חורגים כנ"ל, הממוצע החדש 0.552 (מתוך 59 משקלות), סטית תקן 0.03, סטית תקן של ממוצע 0.004. על כן ממוצע הזה די יציב וכמעט חופף את המשקל השכיח ביותר. הדבר המפליא ביותר הוא שמשקל זה של 0.54-0.55 גר' לא תואם את משקל השקל או משקל של שני בקעים. אכן לפי תורה (שמות ל' י"ג) שקל עשרים גרה. משקל המתאים של שקל 10.8-11 גר' באופן מובהק נמוך מ- 11.34 גר'. אם שקל היה 24 גרה אז משקל שלו אמור היה להיות -12.96, 13.2, הרבה יותר משני בקעים של 11.92 גר'.

נעבור למשקלות של נסף ופיה. ישנם 57 משקלות נסף ו- 47 של פיה. לפנינו היסטוגרמה של [נסף](#). המשקל השכיח ביותר נמצא בטווחים 10-10.1 ו- 9.6-9.7 גר'. משקל ממוצע 9.59, סטית תקן 0.53. בלי משקלות חורגים ממוצע 9.68 (מתוך 49 משקלות), סטית תקן 0.27, סטית תקן של ממוצע 0.04. חוקרים משערים שנסף שוה $5/6$ של שקל. משקל $6/5 \times 9.68 = 11.616$ תואם את המשקל השכיח ביותר של בקע של 5.8-5.83 גר'.

נתבונן בהיסטוגרמה של פיים. המשקל השכיח ביותר נמצא בטווח 7.8-8 גר'. ממוצע 7.72, סטיית תקן 0.29. ללא משקלות חריגים, ממוצא 7.7796, סטיית תקן 0.14, סטיית תקן של ממוצע 0.025. אנו רואים שהממוצע יציב וגם קרוב לתחום השכיח ביותר. חוקרים משערים שפים שוה $2/3$ שקל. הערך $3/2 \times 7.78 = 11.67$ תואם טוב את המשקל השכיח ביותר של שני בקעים. משקל ממוצע של נסף 9.68 גר' קרוב ל- 18 פעמים משקל של גרה $18 \times 0.54 = 9.72$. אבל משקל של פים איננו קרוב למכפלה של גרה.

נציין שמשקל תיאורטי של שקל של 11.52 (לפי תקן הקל) כפי שחושב בסוף פרק 15, נמצא באמצע בין משקל ממוצע 11.34 של אבני השקל ומשקל השכיח ביותר של שני בקעים של 11.6-11.7 גר'. התקן הכבד של 12 גר' תואם את הממוצע של שני בקעים של 11.92 גר'. על כן משקלות אבן של תקופת בית הראשון תומכים בערכים התאורטיים.

אבל עדיין עומדת לפנינו הבעיה החמורה של אי התאמה בין משקל הגרה ומשקל השקל מכל סוג. על מנת לפתור אותה אנחנו נתרגם את הממוצעים שחישבנו ליחידות של פרוטה. נזכיר שלפי טענה מקורית שלנו שקל של תורה היה 17.28 גר' והוא התחלק ל- 960 פרוטות של 0.018 גר' או 20 גרה של 48 פרוטה. כאשר בני ישראל נכנסו לארץ, שקל פוחת ל- 640 פרוטות של אותו משקל. משקל ממוצע של גרה 0.552 גר' הוא 30.7 פרוטות ומשקל השכיח ביותר 0.54-0.55 הוא 30-30.5 פרוטות. מאחר ואנו מצפים שכל המשקלות יהיו כפולות של פרוטה, הקירוב המתאים ביותר של גרה הוא: גרה=30 פרוטות=0.54 גר'. מספר זה מחלק את 960 ל- 32. משקל ממוצע של אבני שקל 11.339 גר' שוה כמעט במדויק 630 פרוטה או 21 גרה שהוא 11.34 גר'. משקל ממוצע של נסף 9.68 גר' או 537.8 פרוטות. הוא קרוב מאד ל- 18 גרה=540 פרוטה=9.72 גר'. הפרש בין משקל זה לממוצע 9.68 הוא בגבולות סטיית התקן של הממוצע 0.04 גר'. על כן, נסף איננו $5/6$ של השקל אלא $6/7$ שלו. אכן אם שקל לא שוה 24 גרה, אין טעם למשקל $5/6$ שלו. משקל ממוצע של פים מאד יציב, 7.78 גר'. הוא שוה 432.2 פרוטות. אנו נעגל אותו ל- 432 פרוטות או 7.776 גר'. מספר 432 מאד "יפה": $432 = 2^4 \times 3^3$ אבל הוא איננו $2/3$ של שקל של 630 של פרוטות או שקל תיאורטי של 640 פרוטות. משקל ממוצע של בקע 5.96 גר' שוה 331.1 פרוטות. הוא קרוב מאד ל- 330 פרוטות=11 גרה=5.94 גר'. ההפרש בין משקל זה לממוצע 5.96 קטן מסטיית תקן של הממוצע 0.04 גר' שחשבנו לעיל. על כן, במקום שקל אחד של 640 פרוטות הם השתמשו בשני סטנדרטים: שקל של 21 גרה ושני בקעים של 22 גרה.

מה הסיבה למערכת משקלות מוזרה זאת? היינו מצפים ששקל של 640 פרוטות יתחלק ל- 20 גרה של 32 פרוטות ובקע יהיה בדיוק חצי שקל! אנו מציעים הסבר הבא. מאחר ומשקל בקע שימש בתור תרומה שנתית לבית המקדש, הוא היה קצת כבד מחצי שקל, כדי שתרומה גם במקרה של משקל חסר תהיה לפחות מחצית השקל. בבית מקדש שני הכרעת המשקל היתה ע"י תוספת קלבון. אילו שקל היה 20 גרה, בקע היה צריך להיות 11 גרה. אבל זאת תוספת גדולה מאד של 10%. עם גרה של 30 פרוטות ובקע של 11 גרה תוספת קלבון היתה רק $1/32$. ועשו משקל השקל 21 גרה כדי לקרב ככל האפשר למשקל השקל של 640 פרוטות. סכום של משקל השקל ובקע היה 960 פרוטות- בדיוק שקל של תורה. משקל נסף של 18 גרה היה חלק רציונלי פשוט- $6/7$ של משקל השקל.

כלומר, שקל היה תוספת שתות- ששית על הנסף. אולי השם "נסף" פרושו-ניסף, כלומר דבר שמוסיפים עליו כדי לקבל שקל שלם. יחד עם שני בקעים הוא נותן משקל בסיסי של 40 גרה.

מערכת משקלות אלו מתייחסת יפה ליחידות נפח. המידה הבסיסי של רביעית הלוג- 86.4 סמ"ק שוקלת בדיוק 160 גרה. נתן להציג אותה בתור סכום של 5 שקל ו- 5 בקע או 4 נסף ו- 8 בקע אבל לא ע"י צירוף של נסף, בקע ושקל של 640 פרוטות.

מהו פשר של פים של 432 פרוטות? הוא שוה 4/5 של נסף. מי שהקדיש פים ורוצה לפדות אותו, צריך להוסיף חומש. לכן הוא פודה פים ע"י נסף. מצד שני הוא שוה בדיוק 9 גרה של תורה או 9/10 של מחצית השקל של תורה. משקל זה שימושי להפרשת מעשר. אם מפרישים מעשר ממידה בסיסית של נפח-לוג, ומאחר ומשקל לוג הוא 20 שקל של תורה, נשאר לו בדיוק 40 פים, כלומר מ' פעמים "פים". אולי השם "פים" פי- מ מכוון לכך?

הגענו למערכת משקלות אלו ע"י התאמת משקל ממוצע. אבל משקל השכיח ביותר של שקל ושל בקע שונה מן הממוצע. הראשון הוא בערך 11.38-11.40 גר' ומתאים ל- 632 פרוטות או 11.376 גר'. שני נמצא בטווח 5.8-5.85 גר' ומתאים ל- 324 פרוטות או 5.832 גר'. שקל של 632 פרוטות ושני בקעים של 648 פרוטות נבדלות משקל תיאורטי של 640 פרוטות ב- 8 פרוטות לכאן ולכאן. משקל של 648 פרוטות מתייחס יפה לנסף של 540 פרוטה ופים של 432 פרוטה, הוא 6/5 של נסף ו- 3/2 של פים. בהתפלגות של [גרה](#) רואים מקסימום מקומי ליד משקל 0.64 גר' וליד 0.47 גר'. יתכן שראשון מייצג משקל של 36 פרוטות או 0.648 גר' ושני- משקל של 27 פרוטות או 0.486 גר'. נציין שפים ונסף, שניהם כפולות של גרות אלו: פים של 432 פרוטות אשר מתחלק ב- 27 וב- 36 ונסף של 540 פרוטות גם כן מתחלק ב- 36 ו- 27. משקל בקע של 324 פרוטות גם כן מתחלק ב- 36. משקל של גרה כבדה של 0.648 גר' מיוצג ע"י תשעה משקלות של 3 גרה מתוך 11 (ראה [קובץ משקלות](#)) ולא נתן להתעלם ממנו על בסיס סטטיסטי. משקל זה שוה בדיוק עשר גרעיני שעורה של מערכת בריטית. על כן, 700 גרות אלו מהוות פאונד avoirdupois של 453.6 גר', 500 גרה מהוות פאונד רומי של 324 גר' ו- 40,000 מהוות ככר של אתונה של 1500 טטרה דרכמות. יתכן שהיתה מערכת משקלות נוספת על זאת שתיארנו בתחילה. מאחר וסכום של שני בקעים של 648 פרוטות ושקל של 632 פרוטות שוה פעמים שקל של 640 פרוטות, ומאחר ולוג מים שוקל 20 שקלים של 960 פרוטות, אז לוג שווה סכום של 15 שקלים ו- 30 בקעים.

לכסוף נציין עובדה מפליאה: משקל הבקע של 330 פרוטה שוה בדיוק למשקל שני דירהם ערבי של 2.97 גר'. האם זה במקרה? אנו חושבים שלא. יהודים אשר גלו לבבל לקחו אתם מידות ומשקלות שלהם. גלות בבל התקיימה ברציפות עד כבוש ערבי וגם אחריו. לעומר אבן חטאב אשר קבע את משקל הדירהם בתור 7/10 של דינר הזהב היו יועצים יהודים (כגון כאב אל אחבר אשר הראה לו את מקום המקדש) אשר יכלו לתת לו משקלות יהודיים קדומים. מאחר ודירהם הוא שם נרדף של דרכמה אשר היתה שוה לרבע השקל, הוא נקבע להיות חצי הבקע. גאונים אשר ישבו בבבל ידעו על זהות זאת. מצד שני, חלק מגאונים (למשל רב הילאי הגאון) זיהו משקל בקע אשר היה בידם עם סלע

של יהודה במשנה תרומות ובגמרא ירושלמית. דבר זה הביא אותם למסקנה שלוג שוה 100 דירהם. גודל האמה לפי זה היה 45.64 ס"מ-קרוב לסטנדרט רומי וביזנטי ולא נראה להם כקטן מדי. אולם ישנה סתירה פנימית בדעה זאת. אם דירהם היה רבע שקל של 640 פרוטות, אז דינר זהב ערבי של $10/7$ לא יכול להיות רבע שקל של 768 פרוטות. יחס $10/7$ הוא קירוב של $(6/5)^2$. (הערה 38: לפי גירסה ראשונה בריף עירובין פ"ב ע"ב מאה מתקל שוקלים 144 דרהם, כלומר יחס דינר לדרהם $(6/5)^2$). על כן שקל של גאונים מתאים לפעמים הגדלה של שקל של בית ראשון בשיעור של $6/5$. אולם, הגדלה כפולה כזאת לא מוזכרת בגמרא.

17. כעת נביא ראיות על כך ששקל של תורה היה 17.28 גר'.

(א) יוסף בן מתתיהו כותב בקדמוניות (ספר 2:8:3) "כאשר הוא (משה) אסף את ההמון שוב, הוא ציווה עליהם להביא חצי שקל לכל אחד, תרומה; שקל זה הוא סכום בין היהודים ושווה לארבע דרכמות של אתונה". ברור שיב"מ מדבר על השקל אשר היה במדבר, לא על השקל בזמנו.

(ב) יונתן בן עויזאל מתרגם מילה "בקע" בבראשית כ"ד כ"ב ובשמות ל"ח כ"ו בתור "דרכמון". מילה זאת מופיעה בעזרא ב' ס"ט בתור דרכמון זהב. אבן עזרה מפרש שם שדרכמון הוא דינר של זהב. דינרי זהב יחידים אשר היו בזמנו של עזרא הם דריקים פרסיים הידועים. משקלם היה קרוב למשקל של דרכמות של אתונה של 8.64 גר'. לא שרדו הרבה מטבעות כאלו. באתר של ANS (נכון לשנת 2008) ישנן 45 מטבעות מתקופה של 500-320 שנה (מתוכם 7 דריקים כפולים). משקל ממוצע וכן השכיח ביותר הוא 8.33 גר' (ראה התפלגות) (דריקים כפולים נמנו פעמים). משקל זה שוה בדיוק $10/7$ של משקל השכיח ביותר של אבני בקע של 324 פרוטות (5.832 גר'). נציין הקבלה בין מתקל ערבי לדריק פרסי. שניהם מבוססים על הגדלה פי $10/7$ משקל בקע, אבל של תקנים שונים: בקע של 330 פרוטות ובקע של 324 פרוטות.

(ג) בפרק 12 הבאנו את פרוש רש"י בשמות כ"א ל"ב שמשקל השקל הוא ארבעה זהובים. אלו מטבעות זהב של קושטנטינה כמו שרש"י אומר בעצמו בע"ז י"א ע"א. כבר הזכרנו שם שמשקלם בזמנו של רש"י היה כמעט זהה לדרכמה ששל אתונה. מאחר ורש"י בפרושו מדבר על שקלי תורה, שקל זה הוא שוה בערך לטטרה דרכמה של אתונה. אולם רש"י סותר את עצמו כי מצד שני הוא מזהה את שקל עם חצי אונקיה קולוניה. יתכן שלרש"י היו שתי מסורות. אחת התבססה על זיהוי של בקע של תורה עם דריק פרסי ועל ידע שסולידוסים של קושטנטינה שקלו כמחצית דריק או דידרכמה של אתונה. שניה התבססה על משקל של שקל צורי.

(ד) כתוב בנחמיה י' ל"ג "והעמדנו עלינו מצות לתת עלינו שלישיית השקל בשנה לעבדת בית אלקינו". מדוע הם נתנו שלישיית השקל במקום חצי? איזה סוג מטבע זה היה? מטבע כסף יחיד בזמנו של נחמיה היה סיגלוס (זהו שם יווני לשקל) פרסי (פרט למטבעות יהוד קטנים- ראה בהמשך). באתר של ANS ישנם כמה מאות מהם. [בהיסטורגרימה](#) רואים את

התפלגות המשקל של 221 מטבעות. משקל ממוצע 5.50 גר', סטית תקן 0.1. בלי מטבעות חריגות ממוצע 5.52 (מתוך 181), סטית תקן 0.05, סטית תקן של הממוצע 0.04. משקל השכיח ביותר נמצא בטווח 5.52-5.56. נראה שסיגלום שקל $\frac{2}{3}$ של דריק. נחמיה קורא לו שלישי שקל של תורה כי משקל של שני דריק היה קרוב לשקל של תורה. ולא יתכן שנחמיה קורא למטבע פרסי מסוים בשם שקל כי לא היה מטבע פרסי במשקל זה. מאידך, סיגלום היה כמעט שווה לחצי שקל של בית ראשון. לכן בשנים הראשונות אחרי עליית עזרא יהודים תרמו אותו סכום אשר תרמו לפני חורבן הבית. אומנם סיגלום היה קטן במקצת ממחצית שקל זה. ויש לומר שהם הוסיפו עליו מטבע קטן – קלבון.

ידוע שבתחילת בית שני בתקופה הפרסית, היו ביהודה מטבעות כסף קטנים, המכונים מטבעות יהוד. רבים מהם מוצגים [באתר מנורה](#). על מטבעות אלו כתוב "יהוד" אבל מוטבעות עליהם צורת שונות וגם משקלם שונה. בחמשה סוגים שלהם ישנם די מוצגים כדי לערוך ניתוח סטטיסטי. הסוג הכבד ביותר נושא פרצוף אדם ובצד שני ינשוף. להלן [היסטוגרמה](#) של משקלות אשר פורסמו באתר. היסטוגרמה זאת מאד דומה להיסטוגרמה של [גרה](#). בגלל שחיקה, משקל המטבעות קצת קטן ממשקל האבנים. הצטברות גדולה ביותר היא ליד 0.5 גר'. אנו מזהים אותה עם גרה של 30 פרוטות או 0.54 גר' (נזכיר שלפי טענתנו פרוטה היא 0.018 גר'). הצטברות שניה ליד 0.45 גר'. אנו מזהים אותה עם גרה של 27 פרוטה או 0.486 גר'. הצטברות שלישית ליד 0.61 גר'. היא מזוהה עם גרה של 36 פרוטות או 0.648 גר'. אם לסיגלום ממוצע של 5.5 גר' מוסיפים גרה של כ- 0.5 גר' מקבלים משקל 6 גר'. זהו בדיוק חצי שקל של בית ראשון של 320 פרוטות או 5.76 גר' בתוספת קלבון של $\frac{1}{24}$.

סוג שני נושא תמונה של שושן ומצד שני בז. הנה [היסטוגרמה](#) של משקלות אשר פורסמו באתר. משקל ממוצע 0.34 גר' ומשקל שכיח ביותר 0.34 גר'. אנו מזהים אותו עם 20 פרוטות או 0.36 גר'. זהו בדיוק $\frac{1}{48}$ או פונדיון של שקל התורה של 17.28 גר'. הוא שווה לחצי מאה של אתונה. לפי משנה שקלים פ"א מ"ז קלבון היה חצי מעה כאשר מעה שווה $\frac{1}{48}$ של שקל. זוהי דעת חכמים. רבי מאיר אומר שקלבון הוא מעה. כפי שהזכרנו בסוף פרק 15 מילה גרה מתורגמת בתור מעה. על כן הוספת גרה למשקל בסיסי של מחצית השקל (סיגלום פרסי) תואמת את דעת רבי מאיר והוספת פונדיון תואמת את דעת חכמים.

על סוג שלישי מוטבע ראש של מלך פרסי ומצד שני בז. לפנינו [היסטוגרמה](#) של משקלות אשר פורסמו באתר. משקל ממוצע 0.28 גר' ומשקל השכיח בערך 0.30 גר'. אנו מזהים אותו עם 16 פרוטות או 0.288 גר'. זהו פונדיון של שקל של 13.824 גר', דהיינו תקן הקל של שקל של בית שני.

על סוג רביעי של מטבע ישנו ראש אדם ובצד שני לינקס. הנה [היסטוגרמה](#) שלהם. משקל ממוצע בערך 0.23 גר' ומשקל שכיח ביותר 0.21-0.2 או 0.24-0.25 גר'. יש להשוות אותם עם סוג חמישי- מטבעות עם כיתוב "חזקיה המושל" ותמונת ראש וינשוף. הנה [היסטוגרמה](#) שלהם. משקל ממוצע ושכיח ביותר הוא 0.20 גר'. על כן, במטבעות מוסג הרביעית יש להתייחס לשני משקולות השכיחים בתור שני תקנים. את המשקל 0.24-

0.25 גר' יש לזהות בתור פונדיון של שקל של בית ראשון, דהיינו $11.52/48=0.24$ גר' או $1/48$ של בקע כפול של 660 פרוטות אשר שוה 0.2475 גר'. משקל 0.20-0.21 תואם 12 פרוטות או 0.216 גר'. משקל זה הוא קלבון מינימלי אשר בהתוסף לסיגלום, מכריע את משקל חצי שקל של 320 פרוטות של בית ראשון. אכן, סיגלום "תיאורטי" שוקל כ- $2/3$ של דריק, כאשר משקל דריק לפי חשוב שלנו שוה $10/7$ של בקע של 324 פרוטות. על כן, סיגלום "תיאורטי" שוקל 308.57 פרוטות או 5.5543 גר'. משקל עגול של 308 פרוטות או 5.544 נמצא באמצע הטווח של 5.4-5.6 של משקל שכיח ביותר של סיגלום (ראה [היסטוגרמה](#)). סכום 308 ו-12 פרוטות שוה בדיוק 320 פרוטות.

מטבעות יהוד היו קיימים גם בתחילת שלטון יוני בארץ. הסוג הנפוץ ביותר נושא תמונה של מלך תלמי ראשון ובצד שני נשר. המשקל השכיח ביותר הוא 0.20 גר' כמו לעיל. הסוג הנפוץ הבא נושא תמונה של ציפור. משקלם מצטבר סביב 0.36 גר' כמו בסוג השני לעיל.

על כן הראנו שמשקל חמשה סוגי מטבעות יהוד היו: גרה, שלשה תקנים של פונדיון וקלבון מינימלי של 12 פרוטות. כל אלו שמשו בתור תוספת לסיגלום פרסי לצורך תרומה לבית מקדש השני. תרומה זאת היתה לפחות חצי שקל של 320 פרוטות. מאחר ונחמיה קורא לה שלישי של שקל, אזי שקל מקורי של תורה היה 960 פרוטות או 17.28 גר'.

18. נביא ראיות נוספות לטענה שלנו ממשנה וגמרא

(א) משנה שביעית פ"א מ"א אומרת "איזהו שדה האילן כל שלשה אילנות לבית סאה אם ראויין לעשות ככר דבילה של ששים מנה באיטלקי חורשים כל בית סאה בשבילן". במבט ראשון נראה שמנה איטלקי הוא מנה רומי. משנה קוראת לששים מנה כיכר. כידוע ככר הקודש של תורה היה 3000 שקל, ככר חול 1500 שקל. מאחר ומנה רומי היה 324 גר' אז השקל בהתאם שוה 6.48 או 12.96 גר'. שני ערכים אלו לא תואמים שום משקל ידוע של שקל. ככר העברי היה משקל המקביל לטלנט (talent) יוני או רומי. אולם טלנט רומי היה 100 מנה רומי ולא 60. לכן פרוש הראשון של המשנה הוא בעיתי. ככר הזכרנו בפרק 9 שרומי היה נקרא איטליה של יוון ושיחידות משקל רומיות ויווניות התייחסו כמן 3:4. לכן יתכן שמנה איטלקי הוא מנה של אתונה של 432 גר'. טלנט של אתונה היה אכן 60 מנה. אם ככר של משנה הוא ככר חול של 1500 שקלים והיה שוה 60 מנה אתונה של 432 גר' אז שקל של המשנה 17.28 גר'. (הערה 39: יוסף בן מתתיהו כותב בקדמוניות י"ד ז' שמנה שווה שתים וחצי ליטרות. מדובר שם על קורה של זהב מאוצרות המקדש, אשר משקלה היה 300 מנה. אם מנה שלו הוא מנה של אתונה של 432 גר' וליטרה היא משקל שתי רביעיות מים כמו בירושלמי תרומה אז דבריו מתאימים בדיוק לרביעית של רב חיים נאה של 86.4 סמ"ק. ואם מנה שלו הוא מנה קודש של 50 שקלים של 17.28 גר' או 864 גר' וליטרה משקל לוג כדעת רש"י אז שוב מקבלים התאמה למידות רח"נ).

ב) הגמרא בקדושין י"ב ע"א דנה בעניין ערך של פרוטה (לגבי קדושי אשה בפרוטה). סבר רב יוסף למימר: פרוטה כל דהו (רש"י: כל מה שהדורות משנים את המטבע פעמים שפוחתין פעמים שמוסיפין ממשקלם). א"ל אביי, והא עלה (על קדושי אשה) קתני: כמה היא פרוטה? אחד משמנה באיסר האיטלקי! (איסר איטלקי 1/96 של סלע, על כן פרוטה 1/768 של סלע). וכ"ת, ה"מ בדורו של משה, אבל הכא כדחשבה להו לאינשי (אבל בזמננו כפי החשיבות לאנשים), והא כי אתא רב דימי אמר: שיער רבי סימאי בדורו, כמה היא פרוטה? אחד משמנה באיסר האיטלקי! (כלומר גם בזמננו פרוטה 1/768 של סלע). וכי אתא רבין אמר: רבי דוסתאי ורבי ינאי ורבי אושעיא שיערו, כמה הוי פרוטה? אחד משה באיסר האיטלקי! (ובהמשך גמרא מתרצת שמדובר על כך שהוזלו האיסרים בשיעור 3/4). א"ל רב יוסף: אי הכי (רש"י: דאין פרוטה פחותה מכאן), היינו דתנינא (רש"י: שאני שונה בתורת כהנים) "צא וחשוב כמה פרוטות בשני סלעים? יותר מאלפים" **(הערה 40)**: הברייתא מדברת על אדם אשר מעל בקדשים בפרוטה ומביא על כך קרבן מעילה איל בשני סלעים), השתא אלפים לא הויין (שהרי לפי דברך שני סלעים הם 1536 פרוטות) יתר מאלפים קרי להו (אתה קורא להם יותר מאלפים-מכאן ראייה לרב יוסף שערך פרוטה יכול להיות קטן מ- 1/1000 של סלע)? אמר להו ההוא סבא, אנא תנינא לה (אני שונה בברייתא): קרוב לאלפים. סוף סוף, אלפא וחמש מאה ותלתין ושיתא הוא דהויין (1536 פרוטות משני סלעים)! כיון דנפקא להו מפלגא, קרוב לאלפים קרי ליה (מאחר ועבר את 1500 קורא לו אלפים). סוגיה זאת תמוהה מאד. א) נוסח הברייתא אצל רב יוסף שגוי; ב) ברייתא מאד לא מדויקת גם לפי גירסת ההוא סבא; ג) מחיר האיל לפי תורה הוא שני שקלים של תורה אשר אמורים להיות 1280 פרוטות ולא 1536. אנו מציעים פרוש הבא של הגמרא. רב יוסף ידע ששקל של מקדש ראשון היה 2/3 של שקל התורה, אבל הוא סבר ששקל זה היה מחולק ל- 960 פרוטות כמו שקל של תורה. מכאן הראיה שערך פרוטה יכול לרדת. רב יוסף גם מבין שהברייתא מדברת של סלע של בית שני אשר היה גדול פי 6/5 משקל של בית ראשון. לכן שני סלעים שוים 2304 פרוטות, יותר מאלפים כדברי הברייתא. ולגבי מחיר הקרבן, הוא מבין שמחיר זה נקבע בתור שני שקלים של הווה (כמו תרומת מחצית השקל). אחרי שגמרא מביאה גרסה "קרוב לאלפים" רב יוסף יכול לתרץ שכוונתה לבית ראשון (או תחילת בית שני) כאשר שקל היה 960 פרוטות. לכן שני שקלים היו 1920 פרוטות- קרוב לאלפים. הגמרא לעומת זאת מציע שברייתא מדברת על שקל של בית שני ומחשיבה אותו בתור 768 פרוטות. לכן שקל של בית ראשון היה 640 פרוטות וערך הפרוטה לא השתנה. גמרא גם כן סוברת (כמו רב יוסף) שמחיר הקרבן הוא שני שקלים של הווה ולא של עבר.

19. נתן ללמוד על הקשר בין משקל לנפח מספר יחזקאל פרק ד' י'. כתוב שם "מאכלך אשר תאכלנו במשקול עשרים שקל ליום". מאכל רגיל של אדם שתי סעודות ליום. לגבי גודל הסעודה ישנן שתי דעות בסיסיות. דעה אחת היא – ארבע ביצים ושניה – שלש ביצים. שתי דעות אלו מובאות בשולחן ערוך או"ח שס"ח, ג'. מדובר בנפח של לחם או גרעיני חיטה או קמח חיטה **(הערה 41)**: אין בהכרח סתירה בין שלש אפשרויות אלו. מנפח של גרעינים אחרי הסרת סובין מקבלים אותו נפח של קמח ואותו נפח של לחם ללא שמרים). משקל הסגולי של גרעיני חיטה הוא בערך 0.77. משקל הסגולי של קמח תלוי בדחיסות. אם זהו קמח דחוס כפי שהוא נמכר אז משקל הסגולי שלו כ- 0.8, אם זהו קמח אשר נופל באופן חופשי אז משקל הסגולי כ- 0.55 (מדידות שלי). מנתונים של רמב"ם (ראה הערה 32 לעיל) משמע שמשקל סגולי של קמח הוא 2/3 (בערך ממוצע בין קמח

דחוס לקמח הנופל באופן חופשי). על כן משקל מקסימלי של שתי סעודות שוה 8 ביצים של חיטה ומינימלי- שש ביצים של קמח (הערה 42: מאחר ומשקל סגולי של לחם לא קבוע, לא נתן להשתמש בו לצורך בירור המידות). אם נקרב משקל סגולי של חיטה ע"י 0.75 אז שמנה ביצים של חיטה שוקלות בדיוק כלוג של מים. לעומת זאת שש ביצים של קמח במשקל סגולי של $\frac{2}{3}$ שוקלות $\frac{2}{3}$ של לוג מים. יחזקאל אכל "חטין ושערין ופול ועדשים ודחן וכסמים" (שם, י'). ערך קלורי שלהם בערך 350 קלוריות ל- 100 גרם וכן ערך קלורי של קמח חיטה מלא. לכן אנו נשווה משקל המאכל של יחזקאל עם משקל מאכל רגיל של אדם לעיל. משקל המקסימלי נותן משוואה 20 שקל = לוג של מים. זהו בדיוק הקשר בין שקל של תורה של 17.28 גר' ולוג של 345.6 סמ"ק. משקל מינימלי נותן משוואה 20 שקל = $\frac{2}{3}$ לוג של מים אשר תואמת את שקל של בית ראשון של 11.52 גר' ואותו לוג של 345.6 סמ"ק. אם 20 שקל של בית ראשון שקלו כמו $\frac{2}{3}$ של לוג המים, אזי 25 שקל של בית שני שקלו $\frac{25}{20}$ כפול $\frac{6}{5}$ יותר או בדיוק לוג של מים. זוהי בדיוק דעת רש"י שהבאנו בפרק 12. (הערה 43: שתי אפשרויות אחרות: 8 ביצים של קמח או 6 ביצים של גרעיני חיטה נותנות משוואות 20 שקל = $\frac{8}{9}$ לוג ו- 20 שקל = $\frac{3}{4}$ לוג. משוואות אלו לא מתאימות לשום שיטה ידועה לגבי הקשר בין יחידות משקל ונפח של תורה).

נבדוק מהו ערך הקלורי של מאכל של יחזקאל. המשקל המקסימלי נותן $20 \times 17.28 \times 3.50 \approx 1200$ קלוריות. משקל מינימלי נותן בערך 800 קלוריות. יחזקאל אכל כך משך 390 יום. צריכה מטבולית בסיסית (ראה [מחשבון](#)) של גבר בגיל 50 במשקל 60 ק"ג וגובה 160 ס"מ היא בערך 1350 קלוריות ליום. מאידך, במצור על לנינגרד במלחמת העולם השנייה משך תקופה ממושכת פועלים קבלו 600 גרם של לחם ותלויים קבלו 400 גרם (בחורף הראשון הקצבה היתה קטנה בהרבה אבל כ- 600 אלף אנשים מתו). ערך קלורי של 400 גר' של לחם גס הוא כ- 800 קלוריות. מאחר ויחזקאל שכב על צד אחד ולא זז, הוא יכול היה להתקיים עם דיאטה זאת. (הערה 44: אומנם שש ביצים של אוכל נחשב בגמרא בתור שיעור מאכל רגיל. אבל הוא לא כולל פרות וירקות שאדם אוכל בנוסף ללחם). צריכת המים שלו $\frac{1}{6}$ של הין או שני לוג של 619.2 סמ"ק גם כן היתה פחותה ממינימום מומלץ של ליטר.

נראה שהמקרא ביחזקאל מרמז על שני הפתרונות. הגמרא בעירובין פ"א ע"א מפרשת את הפסוק ביחזקאל ד' י"ב "ועגת שערים תאכלנה". אמר רב חסדא: לשיעורים. רש"י מסביר: לשיעורין תאכלנה - במשקל, דרך רעבון ולא לשובע. רב פפא אמר: עריבתה כעריבת שעורים, ולא כעריבת חטים. רש"י מסביר: מגונה, ולא יפה כתיקון עריבת חטים שמייפה תיקון העוגה עגולה ונאה. לפי פרוש הראשון יחזקאל אכן סבל מרעב. לפי פרוש שני יתכן שהוא סבל רק מצורה מגונה של האוכל.

20. כעת נביא כמה רמזים מתורה.

א) בספר במדבר ז' כתוב שכל נשיא הקריב כף אחת עשרה זהב מלאה קטורת. מאידך בבית המקדש היו מקריבים קטורת מנה בכל יום פרס בבוקר ופרס בין הערבים (כריתות ו' ע"א). מדובר שם במנה של 25 שקלים של בית שני. בגמרא נידה כ"א ע"א כתוב "אמר אביי: (כלים) של כל העולם כולו, מחזיק לוג - עושין אותו מְמָנָה, שני לוגין - עושין אותו

ממאתים; כוס טבריא פשוט, אפי' מחזיק שני לוגין - עושין אותו מִמְנָה". הראנו לעיל שמשקל לוג של מים שוה למנה של בית שני. אביי אומר שישנו כלל שמשקל הכלי שוה למשקל תכולתו. אם כלל זה תקף גם לגבי כף זהב, אז הקטורת אשר הקריבו הנשיאים שקלה עשרה שקלים של תורה. מאידך כמות הקטורת של הנשיאים אמורה להיות זהה לכמות שהקריבו בבית המקדש. מכאן מקבלים משוואה: עשרה שקלים של תורה שוים 12.5 שקלים של בית שני.

נשיאים גם הביאו "קערת כסף אחת שלשים ומאה משקלה מזרק אחד כסף שבעים שקל בשקל הקדש שניהם מלאים סלת בלולה בשמן למנחה". מנחה רגילה היתה עומר- $3/10$ של סאה. לכן שני הכלים החזיקו שתי מנחות של $3/5$ סאה או $72/5$ לוג. משקל של שני הכלים ביחד היה 200 שקל. מנחה היתה של סולת חיטה. לפי משקל סגולי של סולת $2/3$ של מים אנו מקבלים משוואה: 200 שקל שוה $48/5$ לוג או 20 שקל שוה 0.96 לוג. יתכן שעודף משקל $1/24$ רומז על שיעור חלה $1/24$ מן העיסה אשר נתן לכהנים (הערה 45: משקל השמן כנראה לא נכלל במשוואה כי הוא נבלע בסולת).

(ב) יוסף שם גביע כסף באמתחת בנימין לא רק בכדי להאשים אותו בגניבה ולקחת אותו כביכול לעבד אלא גם על מנת לרמוז לאחים שהם גנבו אותו ומכרו לעבדות. כתוב בבראשית ל"ז, כ"ח שיוסף נמכר עבור עשרים כסף. ובירושלמי שקלים ט' עמ' ב' מבואר: "ר' ברכיה ר' לוי בשם ר"ש בן לקיש לפי שמכרו בכורה של רחל בעשרים כסף יהיה כל אחד ואחד פודה את בנו בכורו בעשרים כסף". מאחר ופדיון בכור הוא חמשה שקלים אז כסף ההוא היה רבע שקל או דינר. מאידך שיעור סטנדרטי של שתיה הוא רביעית הלוג. לכן יש לכוון את נפח הגביע לרביעית. אבל לפי כלל שהבאנו לעיל משקל הכלי שווה למשקל תכולתו, דהיינו חמשה שקלים של תורה. על כן יוסף רמז להם את הסכום המדויק של מכירתו. בזמן שאב נותן לכהן חמשה שקלים פדיון בנו, הוא גם מברך על כוס של יין באותו משקל.

(ג) ישנו רמז נוסף הקשור לכותנת פסים של יוסף. כתוב בשבת י' ע"ב שבשביל משקל שני סלעים מילת שנתן יעקב ליוסף יותר משאר בניו ירדו אבותינו למצרים. מה טיבו של מילת זה? במדרש תנחומה (פרשת וישב סימן ד') מבואר שזהו לשון ארגמן. מה נתן לעשות מכמות כזאת של צמר? כידוע ישנה מצווה של ראשית הגז. כמות מינימלית של גיזה אשר נותנים לכהן היא חמשה סלעים של יהודה, כדי לעשות ממנה בגד קטן (חולין קל"ה ע"א). ובחולין למ"ח ע"א מבואר שבגד קטן הוא אבנט של כהן. מכאן נראה שיעקב עשה ליוסף אבנט של ארגמן על גבי כותנתו וגרם לכך קינא של אחיו. לכן משקל חמשה שקלים של יהודה צריך להיות שוה למשקל שני שקלים של תורה אשר נתנו ליוסף. הראנו בפרק 13 שסלע של יהודה היה חצי שקל של בית שני. מכאן ששקל של תורה שוה $5/4$ שקל של בית שני או $3/2$ שקל של בית ראשון.

(ד) יחידת משקל מקסימלית של תורה היא ככר. היה ככר קדש של 3000 שקל וככר חול של 1500 שקל. מקור השם ככר לא ברור. אולי הוא קשור לככר לחם? בגמרא

(עירובין פ"ב ע"ב) ככר לחם זהו מזון של שתיים או שלש סעודות. כמות המן היומית אשר ירדה במדבר לכל אחד ואחד היתה עומר או $3/10$ של סאה. אוכל זה היה תחליף לככר (הערה 46: נפח עומר הוא פי 5.4 גדול מככר רגיל של שמנה ביצים. מדוע? טעם המן היה תלוי בדמיון של האוכל. הלחם הטוב ביותר היה לחם הפנים. כל אחד משתיים עשרה לחמים נעשה משני עומרים של סולת ונפח של הלחם היה 10 על 5 טפחים בעובי טפח, דהיינו 50 טפחים מעוקבים. מאחר וסאה שוה 16.2 טפחים מעוקבים ושני עומרים 9.72 טפחים מעוקבים, היחס של נפח לחם הפנים לנפח של סולת היה $5.14\dots$, קרוב ליחס 5.4 לעיל. אם אדם אכל מן ורצה לטעום טעם לחם הפנים, הוא הרגיש שאכל כ- 8 ביצים של סולת (יותר מדויק 8 ביצים וכזית של $1/2.5$ בל ביצה לסעודה שלישית של שבת)). מצד שני ישנו קשר ברור בין כסף לאוכל. והנה התאמה מפליאה: עומר מלא כסף שוקל בערך כמו ככר חול של 1500 שקל. הנה החשבון: משקל סגולי של כסף טהור שוה 10.5 לעומת המים. כסף בנפח עומר שוקל $10.5 \times 3/10$ סאה מים. מאחר וסאה שוה 24 לוג ולוג מים שוקל 20 שקל של תורה, עומר של כסף שוקל 1512 שקל. קרוב מאד ל- 1500 שקל. (הערה 47: כדי שמשקל העומר יהיה בדיוק 1500 שקל צריך להניח משקל סגולי של כסף $10 \frac{5}{12} = 10.4167$. במציאות מטבעות של כסף עשויים מסגסוגת, אחרת הם מתבלים מהר. שקלים של בית שני נטבעו בצור. מטבעות אלו הכילו בממוצע כ- 95% כסף. ראה למשל מאמר על הרכב כימי של מטמון מטבעות צוריות מעספיה ומקומרן. אם היתר היה נחושת (משקל סגולי 8.96) אז משקל סגולי של הסגסוגת היה כ- 10.42. ואז משקל של עומר כסף הוא כמעט במדויק 1500 שקלים).

(ה) כל הזהב למלאכת המשכן היה 29 ככר ו- 730 שקל (שמות ל"ח כ"ד). כפורת היתה 2.5 על 1.5 אמות (שמות כ"ה י"ז). לפי גמרא (סוכה ה' ע"א) עובי שלה היה טפח. על כן, נפח הכפורת היה 135 טפחים מעוקבים שהם 200 לוג. מאחר וכפורת היתה עשויה זהב טהור (משקל סגולי 19.3), ומאחר ולוג של מים לפי חשבוננו שוקל 20 שקל של תורה, משקל הכפורת היה $200 \times 20 \times 19.3 = 77200$ שקל או 25 ככר ו- 2200 שקל. יש לשייר עוד ככר למנורה. כמות הזהב לשאר הכלים לא מפורשת מתורה, כך שהיא יכול להיות קטנה מאד. למשל, את הקרשים אפשר לכסות בזהב בעובי כמה מיקרונים. לכן כמות זהב הכללית יכלה להספיק. אבל אם שקל של תורה היה כמו בבית שני (לכל היותר $17.28/1.2$ גר') כאשר אמה ית 48 ס"מ, אז משקל הכפורת היה 77200×1.2 שקל, יותר מכמות כללית של זהב. (הערה 48: אבן עזרא בפרושו על הפסוק שמות ל"ח כ"ד כותב שכפורת "וכפי מה שקבלנו מאבותינו ככר אחד היתה". נציין שנפח הכפורת 135 טפחים מעוקבים שוה בדיוק לנפח אדני המשכן. אלו היו עשויים ככר אחד של כסף. אבל הכסף הנדרש כדי למלא נפח זה הוא בדיוק פי 14 גדול יותר. לכן יש לומר שאדנים היו חלולים. לכן אנו מציעים שגם כפורת היתה חלולה. יתכן שנפח הזהב בה היה כמו ככר של כסף אבל משקל לו היה יותר גדול בהתאם למשקל סגולי של זהב לעומת של כסף).

(ו) במאמר ארוך (באנגלית) [The form of the Menorah](#) ובמאמר מקוצר (בעברית) [נס המנורה](#) שחזרנו את צורת המנורה על סמך משקל 3000 שקל של 17.28 גר' ופרטים ידועים על צורתה. בשחזור זה, 2000 שקל הוא משקל של גוף המנורה ו- 1000 שקל משקל תכשיטים שלה- כפתורים, פרחים, גביעים ונרות. משקל גופה נקבע באופן כמעט חד משמעי ע"י צורת הגוף וקוטר מינימלי של הקנים- אצבע. אילו שקל של תורה היה שקל של בית ראשון 11.52 גר' ואמה 48 ס"מ, אז 3000 שקל היו מספיקים רק לגוף של המנורה.

21. נתן ללמוד על פיחות של השקל לעומת משקל מקורי שלו מערך של קרקע. אברהם קנה את מערת המכפלה ושדה סביבה ב- 400 שקל. לפי תורה (ויקרא כ"ז ט"ז) ערך של בית כור של 75000 אמות רבועות הוא 50 שקל. לכן, גודל השדה היה 600,000 א"ר (הגר"א בקול אליהו, פרשת חיי שרה מקשר שטח זה למקום עמידה של 600,000 איש). מצד שני דוד המלך קנה את הר הבית מארונה היבוסית תמורת 50 שקל של זהב (שמואל ב' כ"ד כ"ד) אשר שקולים ל- 600 שקל של כסף (דברי הימים א' כ"א כ"ד). שטח של הר הבית המורחב (המוגבל ע"י קו אדום) שווה 600,000 אמות של 48 על 49 ס"מ. **(הערה 49):** החישוב מבוסס על מדידות מדוייקות של מספר רב של נקודות בכתלים היצוניים של הר הבית (נקודות שחורות על קו אדום). השוויון מתקיים עם דיוק יחסי של 1/10000!). (משמעות של אמה של 49 ס"מ הוסברה בפרק 6). כנראה דוד קנה את שטח של הר הבית המורחב כדי להכיל בו 60 ריבוא בני ישראל. **(הערה 50):** אומנם, הכתלים של הר הבית המורחב נבנו בזמנים שונים). מחיר שטח זה לפי תורה צריך להיות 400 שקל. מדוע דוד שילם 600? **(הערה 51):** אנחנו לא מדברים על ערך השוק. הקניין אומנם התקיים במציאות, אבל היה סימבולי). אם שקלים של דוד היו של בית ראשון, אז הוא שילם בדיוק 400 שקל של תורה.

גם יעקב קנה חלקת אדמה. "ויקן את חלקת השדה אשר נטה שם אהלו מיד בני חמור אבי שכם במאה קשיטה" (בראשית ל"ג י"ט). מהי קשיטה? כתוב בגמרא ראש השנה כ"ו ע"א "אמר רבי עקיבא: כשהלכתי לאפריקי היו קורין למעה קשיטה. למאי נפקא מינה? לפרושי מאה קשיטה דאורייתא - מאה דנקי". דנקא היא ששית דינר או 1/24 של שקל. רבי עקיבא מדבר על מעה של זמנו אשר היתה 1/24 של שקל צורי. על כן מאה קשיטה שווים 100/24 שקלים של בית שני. מהו גודל החלקה אשר קנה יעקב. הוא נטה שם אהלו ובנה מזבח. הדבר מרמז על חצר המשכן אשר גודלו היה 50 על 100 אמה. לפי תורה מחיר חלקת אדמה כזאת אמור להיות $5000/75000 \times 50 = 10/3$ שקלים של תורה. אם נשווה מחיר זה לסכום לעיל, נקבל ששקל של בית שני היה שווה 4/5 שקל של תורה. שקל של בית ראשון היה 5/6 שקל של בית שני או 2/3 שקל התורה והוא הכיל 20 מעה או קשיטה. זה בדיוק היחס לפי טענתנו.

גמרא (שבת ל"ג ע"ב) מתייחסת לפסוק "ויחן את פני העיר" (בראשית ל"ג י"ח). "אמר רב: מטבע תיקן להם" (רש"י מפרש שגמרא למדה את הדבר מויחן-דברי חו וחניה, או מויקן- לשון תיקון). מכאן שיעקב המציא את המטבע קשיטה. עם יחידת משקל זאת הוא יכול היה לבטא ערך 3 ו- 1/3 שקל של חלקת השדה בתור מספר עגול של 100. להבדיל גרה שהיא 1/20 של שקל התורה, קשיטה היא 1/30 שקל. קשיטה זאת נעשתה גרה או מעה של בית ראשון ושל בית שני. על כן, יעקב רמז על פיחות עתידי של השקל. **(הערה 52):** פתרון אחר לסוגיית חלקת השדה: קשיטה של יעקב היא גרה של תורה. בבית שני יחידה זאת הוחלפה במעה, אבל משקל מעה זאת היה שונה ממשקל גרה של תורה כמו שמשקל השקל היה שונה ממשקל שקל של תורה. לכן מאה קשיטה שווה חמשה שקלים- ערך פדיון הבן, כנגד עשרים דינר בהם מכרו את יוסף. יעקב קנה בסכום זה חצר המשכן ועוד עזרת נשים לפניו 50 על 50, סה"כ 50 על 150 אמות או 7500 אמות רבועות. ערך קרקע זה לפי תורה שווה בדיוק חמשה שקלים. ולפי פתרון זה לא נתן ללמוד ממעשה יעקב על פיחות השקל).

22. נתן ללמוד על שינוי משקל השקל מפסוק ביחזקאל מ"ה י"ב "והשקל עשרים גרה עשרים שקלים חמשה ועשרים שקלים עשרה וחמשה שקל המנה יהיה לכם". תוספות בבבא בתרא צ' ע"א מביא שני פרושים של הפסוק. אחד של רבנו תם ושני של רבינו יצחק. לפני שניהם השקל עשרים גרה ביחזקאל הוא השקל של בית ראשון (אשר מן הסתם זהה לשקל של תורה). לפי רבינו תם בימי החכמים (אחרי יחזקאל) השקל גדל בשיעור $6/5$ מ-20 ל-24 גרה. מנה קדש בעתיד יהיה 60 שקל (סכום של 20, 25 ו-15 שקלים) של 24 גרה, פי $(6/5)^2$ ממנה קדש של בית ראשון. לפי רבינו יצחק, יחזקאל הוסיף ארבע גרה לשקל. אבל מנה קדש שלו 60 שקל של 20 גרה הוא מנה קדש של בית שני - 50 שקל של 24 גרה. הגמרא (שם עמ' ב') לומדת מן הפסוק שלשה דברים: א) מנה קדש כפול היה; ב) מוסיפין על המדות ואין מוסיפים יותר משתות; ג) שתות מלבר (כלומר הפרש בין 60 ל-50 הוא $1/6$ של 60). ברור שגמרא מתייחסת רק להגדלת המנה, לא להגדלת השקל. בעניין החלוקה של מנה ל-20, 25 ו-15, תרגום יונתן אומר שליש מנה עשרים סלעים, מנה כסף כ"ה סלעים, רבע מנה ט"ו סלעים, הכל ביחד ששים -מנה גדול של קדש יהיה לכם. תוספות מציינים שאין התרגום משמע כדברי רבינו יצחק. אם ר"י יפרש ששליש מנה של עכשיו (של בית שני) היו עשרים סלעים שמקודם (של בית ראשון), אם כן כמו כן יפרש מנה כסף של חול של עכשיו היה עשרים וחמישה סלעים של קודם. וזה אינו כי הם שלשים שקלים של קודם. לדעתנו ישנו גם קושי עם פרוש של רבינו תם. יחזקאל דיבר על מנה עתידי של בית שלישי. אם שקל שלו יהיה 20 גרה אז הוא יפחת ביחס לשקל של בית שני.

פרוש שלנו לפסוק ביחזקאל הוא כדלקמן. שקל של 20 גרה הוא שקל מקורי של תורה של 17.28 גר'. מנה קודש עתידי יהיה 60 שקלים כאלו. זהו משקל של שלשה לוגים של מים או יין. זהו נפח הקטן ביותר של נסכי יין (שמות כ"ט מ') ומידה בסיסית של נסכי מים בסוכות (סוכה פרק ד' משנה ט'). יחידות של 25, 20 ו-15 שקל שמשו בתור מנה בעבר. עשרים וחמשה שקלים של 17.28 גר' היה מנה חול במדבר. זהו גם מנה של אתונה. תרגום קורא לו "מנה של כסף". עשרים שקלים של 17.28 גר' זהו משקל של לוג מים או יין. זהו מנה של 25 שקלים של בית שני. זהו מנה סטנדרטי של המשנה והגמרא. חמש עשרי שקל של 20 גרה של **בית ראשון** שווים עשר שקל של תורה - זוהי ליטרה של ירושלמי תרומות (ראה תחילת פרק 13) -משקל חצי לוג מים. על כן הפסוק ביחזקאל מתייחס חלקית לשקל של בית ראשון. לעתיד לבוא, 15 שקל של 17.28 גר' יהיו רבע מנה קדש ו-20 שקל יהיו שליש המנה, כפי שאומר התרגום. השקל העתידי (והמקורי) יתקבל כתוצאה מהגדלה כפולה של שקל של בית ראשון בשיעור של $6/5$ ותוספת קלבון של $1/24$ (**הערה 53**: אם אנו מתחילים עם משקל ממוצע של שני בקעים של בית ראשון של כ-12 גר' (ראה **התפלגות**) אז השקל העתידי הוא בדיוק $(6/5)^2$ של ממנו). על כן, שקל העתידי מתקבל ע"י שילוב שתי שיטות: של רבינו תם ורבינו יצחק. בתחילה השקל הוגדל ע"י תוספת ארבע גרה. אחר כך מנה של 50 שקלים הוגדל למנה של 60 שקלים. בסוף המנה מתחלק בחזרה ל-50 שקלים.

23. טענה שלנו ששקל של תורה פוחת ל- $2/3$ מערכו המקורי סותרת לכאורה את דברי שמואל בבבא בתרא צ' ע"א "אין מוסיפין על המדות יותר משתות, ולא על המטבע יותר משתות". הגמרא בבכורות נ' ע"א גם לומדת שנתן להוסיף על השקל אבל לא לפחות. גם לא קיימת מסורת שעם כניסה לארץ השקל פוחת.

לגבי סתירה הראשונה יש לציין שגמרא מביאה כמה נימוקים מדוע אין לשנות מידות יותר משתות. נימוק אחד – הפקעת שערים. שני- אונאה, כדי שלא יתבטל המקח. שלישית- שלא יהיה הפסד לסוחרים. גמרא דוחה כל הנימוקים כי גם שינוי בפחות משתות צריך להיות אסור. מסקנת הגמרא ששמואל דרש את הפסוק ביחזקאל מ"ה י"ב. ויש להבין שבזמן הכניסה לארץ לבני ישראל כמעט ולא היתה כלכלת השוק. המן ירד להם מן השמים, הבגדים לא בלאו וגדלו עמהם ולא היו להם נחלות. לכן נימוקים לעיל לא היו תקפים לגביהם גם אם שינוי השקל היה יותר משתות (**הערה 54**: אומנם יכולה להיות בעיה אם איש קדש אישה בפרוטה פחותה ואילו האישה חשבה שזאת פרוטה לא פחותה. אולם, טענתנו היא שפרוטה לא השתנתה). הפסוק ביחזקאל אומר שלמרות הנימוקים לעיל מותר לשנות מידות בשתות. במקרה שהנימוקים לא תקפים, גם הפסוק לא תקף.

לגבי סתירה שניה, הגמרא אומרת שמספר גרות בשקל לא יפחת מעשרים. היא לא אומרת שאסור שמשקל הגרה יפחת.

עכשיו נתייחס להסתייגות השלישית. גמרא ביומא פ' ע"א מביאה ברייתא "שיעורין של עונשין הלכה למשה מסיני, אחרים אומרים: בית דינו של יעבץ תיקנום". גמרא מקשה על דברי אחרים- " והכתיב אלה המצות - שאין נביא רשאי לחדש דבר מעתה". ומתרת: "אלא שכחום וחזרו ויסדום". יעבץ הוא השופט עתניאל בן קנז, אחיו החורג של כלב בן יפונה. כתוב בתמורה ט"ז ע"א "אלף ושבע מאות קלין וחמורין, וגזירות שוות, ודקדוקי סופרים נשתכחו בימי אבלו של משה. אמר רבי אבהו: אעפ"כ החזירן עתניאל בן קנז מתוך פלפולו". נראה שיש קשר בין שני קטעי גמרא אלו. שיעורי העונשין אשר נשכחו הם חלק מאותם אלף ושבע דברים שנשתכחו. שיעורין של עונשין הם למשל נפח מינימלי של מאכלים אסורים כמו גודל הזית, או נפח שתיה אסורה כגון רביעית הלוג. אבל מידות אלו מוזכרות בסוכה ו' ע"א והם נקראים סתם שיעורין. אנו מציעים הסבר הבא. מילה "עונש" מוזכרת בתורה פעמים: בשמות כ"א כ"ב ובדברים כ"ב י"ט. בשני המקרים מדובר על תשלומי כסף. בפסוק ראשון התשלום תלוי בנזק, בפסוק שני מדובר על קנס קבוע של מאה שקל. אולי "שיעורין של עונשין" זהו סכום מדוייק אשר יש לשלם. (**הערה 55**: מטבע לשון "שיעורין של עונשין" מתייחס לא רק למקרה שני אלא לכל מקרה של קנס קבוע כמו שלשים שקל של עבד שנהרג ע"י שור מועד או חמישים שקל של אנוסה או מפותה). אבל דינים אלו כתובים בפרוש בתורה ואינם הלכה למשה מסיני! ועוד, כיצד נתן לשכוח אותם? התשובה היא- זהו משקל השקל שאיננו מפורש. והרי בני ישראל למדו משקל השקל כאשר הם תרמו מחצית השקל בפעם הראשונה! איך הם יכלו לשכוח אותו? התשובה: אנו נראה בפרק 24 שמשקל השקל נתן ע"י מספר גרעיני המן. מספר זה לא כתוב בתורה. הוא "נשכח" בימי אבל משה כי המן הפסיק לרדת עם פטירתו של משה. אבל היו להם כלי משכן עם משקל ידוע כגון מנורת זהב אשר שקלה שלשת אלפים שקל או כפות זהב עשרה שקלים. הם יכלו לשקול שקלים כנגד הכלים! אולי נתן לתרץ שאסור להשתמש בכלי המשכן לצרכי חול. אבל בוודאי היו להם אבני משקל במדבר כמשמע מפסוק בדברים כ"ה י"ג. גם אם משקלות אלו לא היו מדויקים 100%, מדוע פחתו את השקל בשליש?

הגמרא בסוכה ה' ע"ב אומרת ששיעורי תורה רמוזים בפסוק "ארץ חטה ושערה וגפן ותאנה וכו'" (דברים ח' ח'). פרוש- ששיעורי תורה צריכים להיות קשורים לפרות הארץ. לכן את השקל אשר הוגדר בראשונה על ידי גרגירי מן, היה צריך להגדיר מחדש ע"י פרות

המוזכרים בפסוק. הגדרה הטבעית ביותר היא ע"י מספר גרעיני חיטה או שעורה. רמב"ם בפרושו על משנה בכורות ח' ח' כותב "יש במשקלו (של שקל) עשרים וארבעה זרהם, משקל הדרהם שש עשרה גרגרים, ואלה לשונות תלמוד שאין בהם ספק. והקבלה אשר בידי מאבא מארי זצ"ל מאביו מזקנו איש מפי איש ז"ל שהגרגרים הללו ששוקלין בהן גרגרי שעורים, ואיני יודע יסוד לכך, ונמצא משקל הסלע שלש מאות גרגרים ושומונים וארבעה גרגרים". ידוע שמשקל של גרעיני שעורה או חיטה תלוי בהרבה גורמים: סוג, שדה, שנה, האם זהו משקל ממוצע של גרעיני כל השיבולת או גרעיני ממרכז השיבולת (כמו בתקן אנגלי). אולי היתה ידועה הלכה למשה כיצד לתרגם את גרעיני מן לגרעיני שעורה או חיטה. אנו חושבים שידיעה זאת רמוזה במילים "דקדוקי סופרים" בברייתא בתמורה ט"ז שהבאנו לעיל. סופרים היו תלמידי חכמים אשר מנו מספרים ושמרו על יחסים כמותיים. הידע הפרטני היה מספר ומהות של הגרעינים. ידע זה נשתכח ועתניאל בן קנז החזיר אותו מתוך פלפולו. אבל יתכן ששחזור זה אפשר לשנות את משקל השקל בגלל כמה סיבות. למשל, יתכן שחכמים רצו לשמור על מחיר קבוע של חיטה- ארבע סאין בשקל. מחיר זה תלוי בשער חליפין בין חיטה לכסף. כל זמן שבני ישראל היו במדבר ולא היה מסחר, כמות הכסף בידם היתה מספקת כדי לקיים שקל כבד. כאשר הם נכנסו לארץ והתחילו לנהל כלכלת השוק, הם היו זקוקים ליותר כסף. מאחר וכמות הכסף היתה מוגבלת, הם היו צריכים לפחות את משקל השקל. סיבה אחרת זהו יחס בין משקל ונפח. במדבר הם קיימו את היחס עשרים שקל שוה לוג מים. יתכן שבארץ הם החליפו מים בסולת חיטה עם משקל סגולי של $\frac{2}{3}$. הם גם יכלו להחליף גרה במשקל קשיטה של יעקב (ראה פרק 21). **(הערה 56:)** אנו נראה בפרק הבא שגרה של תורה היתה מורכבת מ- 24 גרגרי מן מסודרים בתיבה של 12 על 12 על 8 מ"מ. גרה חדשה היתה מורכבת מ- 16 גריני מן מסודרים בתיבה של 8 על 8 על 12 מ"מ).

הסברות לשינוי משקל השקל שהעלנו לעיל הם כמובן השערות. אבל ברור ששיעורין נשתכחו ושוחזרו. ויתכן שבזמן השחזור הם הותאמו למציאות חדשה.

24. פרק זה מהוה מאמר נפרד בשם "צורת המן ומשקל השקל"

מן הוא לחם אשר ירד לבני ישראל במדבר מן השמים. כל אחד קיבל נפח אחד של מן-עומר ליום. על כן, מן הגדיר את יחידת הנפח וכתוצאה מכך גם את יחידת האורך. הוא גם הגדיר את הזמן: ביום שישי ירדה כמות כפולה של מן ובשבת לא היה מן. גמרא בברכות כ"ז ע"ב לומדת שמן היה נמס בסוף שלש שעות של היום. זה היה סימן לסוף זמן קריאת שמע של שחרית. הראנו בפרק 20 אות ד' שככר של 1500 שקל של תורה היה שווה למשקל עומר מלא כסף. במאמר הזה אנו נראה שמן הגדיר את המערכת המונטרית של התורה. **(הערה 57:)** הדמיון של המילים "מן", "מנה", "ממון" וכן "money" באנגלית ו-"moneta" בלטינית איננו מקרי!).

המפתח להבנת הקשר בין מן וכסף נמצא בתעלומה של משקל האדנים. האדנים היו כעין נעלים בבסיס של קרשי המשכן. רוחב הקרשים היה אמה וחצי ועובי אמה. כל אדן כיסה אמה תחתונה של חצי הקרש. לכן מידה חיצונית של האדן היתה $\frac{3}{4}$ על 1 על 1 אמה או $4.5 \times 6 \times 6$ טפחים. לפי ברייתא דמלאכת המשכן ופרוש רש"י בשמות כ"ו י"ז, ידות הקרשים היו במידות של $1.5 \times 3 \times 6$ טפחים והן נכנסו אל תוך האדנים. לכן נפח האדנים היה $4.5 \times 6 \times 6 - 1.5 \times 3 \times 6 = 135$ טפחים מעוקבים או 69120 סמ"ק (לפי מידות של רב חיים נאה). אדנים אלו נעשו מתרומת מחצית השקל של בני ישראל, לכל אדן ככר של

3000 שקל של 17.28 גר' או 51.84 ק"ג. אבל משקל הכסף הנדרש למלא את הנפח של 69120 סמ"ק הוא 720 ק"ג או פי 125/9 גדול יותר (**הערה 58**: אנו מניחים שמשקל סגולי של הכסף 10 5/12 כמו בפרק 20 אות ד' הערה 47, כדי שמשקל עומר של כסף יהיה בדיוק 1500 שקל. אם משקל סגולי של הכסף 10.5 אז המשקל הנדרש הוא בדיוק פי 14 גדול יותר). משמעות הדבר שיציקת הכסף הכילה 92.8% חללים.

מה מילא את החללים? נזכיר את ההתאמה בין ככר הלחם וככר הכסף. נפח של 135 טפחים מעוקבים שווה בדיוק ל-1200 ביצים. נזכיר עוד שלפי פרוש ראשון שלנו לפסוק ביחזקאל ד' י' בפרק 19 לעיל, משקל 8 ביצים של גרעיני חיטה שווה בדיוק 20 שקל. אם ממלאים את נפח האדנים בגרעיני חיטה, משקל שלהם יהיה 1200 חלקי 8 כפול 20 או בדיוק 3000 שקלים! כעת הרמז ברור. מלאו את תבנית היציקה של אדנים בגרעיני חיטה. מצד שני בני ישראל שקלו אותו משקל של כסף. את הכסף שמו בתבנית והוא מילא את החללים בין הגרעינים. מאחר ולחם שלהם היה לא חיטה אלא מן, אנו משערים שהם מלאו את התבנית בגרגירי מן ושמו הכסף בתוך החללים. אז אפו את "העוגה" בחום התכת הכסף 961.9 מעלות. אבל הדבר לא יתכן כי המן היה נמס בחום השמש כפי שכתוב בשמות ט"ז כ"א. ועוד כתוב במדבר י"א ח' על מן "שטו העם ולקטו וטחנו ברחים או דכו במדכה ובשלו בפרור ועשו אתו עגות כו". אבל חז"ל דורשים את הפסוק בסיפרי (פרק 89) באופן אחר: המן לא ירד לריחים לעולם ולא ירד למדוכה ולא ירד לקדרה ולא ירד לתנור אלא היה משתנה טעמו לכל הנטחנים והנידוכין ולמתבשלים ולמתאפים. מכאן נלמד שלא נתן היה לשנות את צורת המן ע"י אמצעים פיזיים. אולם, בתוך הפה הוא היה משנה טעמו לפי דמיון האוכל. הוא נמס בחוץ לא בגלל חום היום אלא משום שהיה מסמן לבני ישראל את הזמן האחרון לקריאת שמע.

תכונה אחרת של מן – שהיה לו נפח קבוע. כתוב בשמות ט"ז י"ז-י"ח: "ויעשו כן בני ישראל וילקטו המרבה והממעט. וימדו בעמר ולא העדיף המרבה והמעט לא החסיר איש לפי אכלו לקטו". משמע שהיו אנשים אשר עשו מידות לא נכונות ובקשו להוכיח שלמנת המן לא היה נפח נכון. לכן עמלק תקף אותם מיד אחרי שהם זייפו את המידות. משום כך סמוך להזכרה "לא יהי לך בכיסך אבן ואבן גדולה וקטנה וכו'" (דברים כ"ה י"ג) כתוב "זכור את אשר עשה לך עמלק וכו'". אילו גרגירי מן היו רכים, אפשר היה לדחוס אותם ולצמצם את נפחם. גם מוכרח שהיתה להם צורה יחידה של סידור בקופסה. אם גרגירים היו עגולים, אפשר היה לסדר אותם בצורות שונות כדי לקבל נפח שונה. למשל, לשים כדור על גבי כדור כדי להגדיל נפח או לשים כדור בגומה בין שלשת הכדורים אשר תחתיו כדי להקטין נפח. לכן גרגירי המן צריכים להיות בצורת תיבה. אבל כתוב בתורה "והמן כזרע גד" (במדבר י"א ז') והגמרא (יומא ע"ה ע"א) מבארת "עגול כגידא" ורש"י מפרש שם "כגידא-גרעין של אליינדר" (הכוונה לזרע של coriander או כוסברה בערבית). אכן, אילו גרגירי מן היו בצורה של תיבה, הם היו פוצעים את הפה עם פינות חדות שלהם.

והנה ישנה **צורה מאד מיוחדת** שהיא בו זמנית כדור ותיבה. זהו חיתוך של תיבה 4 על 4 על רום 3 עם כדור בקוטר 5. מאחר ו- $3^2+4^2=5^2$, הכדור משיק לנקודות אמצעיות של ארבע צלעות בראש ובתחתית התיבה (**הערה 59**: זאת היתה צורתם של מכונות הנחושת אשר עשה שלמה (מלכים א' ז' כ"ז), $4 \times 4 \times 3$ אמות. בנוי לתוכה היה כדור בקוטר

5 אמות עם מרכז במרכז התיבה. כיפה של כדור אשר בלטה מעל פאה עליונה של מכונה היתה חתוכה בגובה של חצי אמה מעל הפאה ויצרה עיגול (המוזכר בפסוק ל"ה שם). רדיוס העיגול היה 1.5 אמה (זהו "פיה עגול מעשה כן אמה וחצי אמה" בפסוק ל"א). מכאן למדנו שקוטר הכדור אכן היה 5 אמות). נפח החיתוך שווה לנפח הכדור פחות נפח של 6 כיפות הבולטת מעבר לפאות של התיבה. עבור כדור ברדיוס r נפח הכיפה בגובה h הוא $\pi h^2(r-h/3)$. יש לנו ארבע כיפות בגובה 0.5 ושתי כיפות בגובה 1. לכן נפח כללי של הצורה

$$V=\pi/8x(4/3x5^3-4(5-1/3)-2x2^2(5-2/3))=44.5059$$

לעומת נפח של תיבה 48. הפרש בין שני נפחים שווה 3.4941 והוא מהווה 7.279% מנפח התיבה. נשווה עם היחס $9/125=7.2\%$ של נפח הכסף לעומת נפח האדנים שקבלנו לעיל. הם מתאימים עד כדי 99%! **(הערה 60)**: אם ניקח משקל סגולי של כסף 10.5 אז נפח ככר הכסף הוא $1/14=7.14\%$ של נפח האדנים והתאמה עם 7.279% היא עד כדי 98%.

נשאר למצוא את קנה המידה של צורת המן. נזכיר שעובי דפנות **האדנים** היה 1.5 טפח או 12 ס"מ וגובה 6 טפחים או 48 ס"מ. על מנת למלא אותם בתיבות של $4x4x3$, תיבות אלו צריכות להיות במידות של $4x4x3$ ס"מ או חלק שלם ממנו. מאחר ונפח האדן 69120 סמ"ק, אז תיבות גדולות ממלאות אותו. אבל אנו רוצים שחלוקת האדן לתיבות תהיה תואמת חלוקת האדן ל- 6000 חצאי שקלים. מאחר והיחס $6/25=1440/6000$ עם מכנה 25, יש לחלק את התיבות הגדולות ב- 5, דהיינו לתיבות קטנות של 8 על 8 על 6 מ"מ או חלק שלם ממנו. והנה תורה מדמה את צורת המן לזרע גד הוא כוסברה. זרע שלו כעין כדור בקוטר 3-5 מ"מ. לכן במקום תיבה הנ"ל יש לבחור חצי ממנה: **4 על 4 על 3 מ"מ**. נפח גרגיר אחד של מן קרוב לנפח גרעין אחד של חיטה או שעורה. מאחר ואדן מכיל 1440 תיבות גדולות של $4x4x3$ ס"מ אז הוא יכול 1440000 גרגירי מן אשר פי 10 קטנות יותר. נחלק את המספר ב- 3000 ונקבל 480 גרגירים לשקל.

מכאן המסקנה: שקל התחלק ל- 480 חלקים כנגד 480 גרגירי מן. משקל הכסף אשר השלים גרגיר אחד של מן לתיבה של $4x4x3$ מ"מ היה שווה לחלק $1/480$ של שקל של 17.28 גר', דהיינו 0.036 גר'. אם נניח שמשקל סגולי של מן (כולל חללים) היה 0.75 של מים כמו משקל סגולי של חיטה, אז גם משקל גרגיר של מן היה 0.036 גר'. **(הערה 61)**: ישנו קשר מעניין בין אונקיה של טרוי Troy ounce של 31.1034768 גר' ושקל של תורה. אונקיה של טרוי שווה כמעט במדויק $9/5$ שקל שהוא 31.104 גר'. כידוע אונקיה של טרוי מתחלקת ל- 480 גרעינים. לכן גרעין אחד שוקל $9/5$ גרגירי מן). מחצית של יחידה מינימלית זאת נקראת פרוטה. זהו מקור של המסורת שלפיה פרוטה היא משקל חצי שעורה (ראה רמב"ם משנה תורה, שקלים פרק א' הל' ג'). אנו נראה בפרק 26 שפרוטה היא למעשה משקל חצי חיטה. על כן ישנן 960 פרוטות בשקל. לפרוטה יש הגדרה גאומטרית פשוטה- היא שווה כמות הכסף בארבע פינות של גרגיר המן. על מנת ליצור כמות כזאת, צריך לחבר ארבע גרגירי מן אל תוך תיבה של $8x8x3$ מ"מ ולדפוק בפטיש כסף אל תוך גומה. **(הערה 62)**: כסף אשר ממלא את התיבה של $8x8x3$ מ"מ

שוקל 0.144 גר', בדיוק כמו איסר איטלקי שהוא $1/96$ של שקל של בית שני של 13.824 גר').

לפי התורה השקל מתחלק לעשרים גרה. יחידה זאת מתאימה ל- 24 גרגירי מן. נתן לסדר אותם מ- $3 \times 4 \times 2$ גרגירי מן אשר יוצרים תיבה של $12 \times 12 \times 8$ מ"מ. עשרים תיבות כאלו יוצרות תיבה של $24 \times 24 \times 40$ מ"מ אשר מורכבת מ- $6 \times 8 \times 10$ גרגירי מן. נפח תיבה זאת שווה 23.04 סמ"ק או בדיוק $1/2.5$ ביצה. לפי טענה שלנו זהו גודל של זית. (הערה 63: גודל של זית הוא נושא בפני עצמו. כאן נביא עיקרי דברים בקצרה. לפי תוספות זית שווה חצי ביצה ולפי רמב"ם זית קצת פחות משליש ביצה. המקור של רמב"ם בעירובין פ' ע"ב. כתוב שם שמזון שתי סעודות הוא 18 גרוגרות. אם מזון שתי סעודות הוא שש ביצים כדעת רבי יוחנן בן ברוקו בעירובין פ"ב ע"ב לפי פרוש שני של רב חסדא, אז ביצה שווה שלש גרוגרות. וגרוגרת גדולה מזית (שבת צ"א ע"א א'). מקור של תוס' בכריתות י"ד ע"א. כתוב שם "אין בית הבליעה מחזיק יותר משני זיתים". וכיוצא ב' ע"א כתוב "אין בית הבליעה מחזיק יותר מביצת תרנגולת". טענה שלנו מבוססת על הדעה שמזון של שתי סעודות הוא שמנה ביצים (פרה פ"א מ"א). אם נשווה אותם ל- 18 גרוגרות לעיל, נקבל שביצה שווה $9/4$ גרוגרות. מאידך לפי זוהר תשעה גרוגרות שוות עשרה זיתים (הובאה ע"י הגר"א בפרוש על משלי "טוב העין יבורך"). על כן ביצה שווה $2.5 = 10/4$ זיתים. גמרא בכריתות נקטה שיעור 2 זיתים ולא 2.5 כי שם מדובר על מספר חיובי חטאת. ומתחייבים חטאת רק על כזית שלם. שיעור שלנו איפה ממוצע בין רמב"ם ותוס').

כמות המן ליום לגלגלת היתה עומר, $3/10$ סאה או 43.2 ביצים. כמות זאת שווה מספר שלם 108 זיתים ושקלה 108 שקל. נתן לאחסן אותה בתיבה של 72 על 72 מ"מ ברום של אדן- 48 ס"מ. מנה חול של 25 שקל נתן לסדר בתור תיבה של 30 על 40 על 10 גרגירי מן במידה של $12 \times 12 \times 4$ ס"מ. מנה קודש של 50 שקל יצר תיבה של $12 \times 12 \times 8$ ס"מ. מידות תיבה זאת משתלבות באופן הגיוני בצורה של האדן: 12 ס"מ זהו עובי דפנות האדן ו- 8 ס"מ זהו טפח. גובה האדן ששה טפחים מחולק לשש שכבות ובכל שכבה עשר תיבות של $12 \times 12 \times 8$ ס"מ. מידות יווניות-רומיות רמוזות בתיבה של $12 \times 12 \times 12$ ס"מ. משקל המן שבה (או הכסף המשלים את המן) 1296 גר' אשר שווה ארבע מנה (פאונד) רומי או שלש מנה של אתונה. לבסוף, ככר הקדש של 3000 שקל הוא משקל הכסף באדן. נמצא שכל מערכת מונטרית של תורה מוגדרת ע"י המן.

מתברר שמחיר כזית של לחם-שיעור מינימלי של אכילה, קשור לפרוטה. מחיר סטנדרטי של סולת חיטה הוא ארבעה סאין בסלע (ראה פאה פ"ח מ"ז). מאחר וסאה שווה 144 ביצים וביצה לפי שיטתנו שווה 2.5 זיתים, אז ארבע סאין שווים 1440 זיתים. מאחר וישנן 960 פרוטות בשקל, פרוטה אחת קונה 1.5 זיתים של חיטה. מחיר הלחם מורכב ממחיר הקמח, מחיר עצים ($1/6$ של קמח) ומחיר נחתום ($1/3$ של קמח) (ראה עירובין פ"ב ע"ב). אם אדם מספק את העצים ומשלם לנחתום רק עבור עבודתו, אז מחיר של כזית לחם שווה בדיוק פרוטה. לעני נותנים צדקה פונדיון ($1/48$ של שקל) ליום (פאה, שם). עם סכום זה הוא קונה 12 ביצים של סולת חיטה. אם הוא משלם לנחתום שלישי, נשאר לו שמנה ביצים לחם. זהו שיעור יותר גדול של מזון שתי סעודות (ראה הערה 63 לעיל). על כן הגדרה שלנו של פרוטה תואמת את השיעור הגדול של סעודה. אבל ישנה דעה אחרת. גמרא בקדושין י"ב ע"א מביאה שתי דעות לגבי ערך פרוטה. לפי חכמים פרוטה היא $1/768$ של שקל. לפי רבי שמעון בן גמליאל היא פי $4/3$ יותר. שניהם מדברים על

שקל של בית שני. הדעה הראשונה תואמת את ההגדרה שלנו. אכן, אם שקל של תורה של 17.28 הכיל 960 פרוטות אז שקל של בית ראשון של 11.52 גר' הכיל 640 פרוטות ושקל של בית שני של 13.824 גר' הכיל 768 פרוטות. אבל מהו פשר של פרוטה של רשב"ג? אם עני משלם גם עבור עצים, אז תמורת פונדיון הוא יקבל שש ביצים של לחם-שיעור הקטן של שתי סעודות. לכן כדי לקנות כזית של לחם הוא צריך לשלם פי $4/3$ יותר. נראה שזהו יסוד של דעת רשב"ג. אין פרוש הדבר שרשב"ג שולל את מידות המן כפי שהצגנו לעיל. רשב"ג יכול לסבור שפרוטה היא לא משקל החיטה במשקל סגולי של $3/4$ אשר ממלאה את חצי הנפח של $4 \times 4 \times 3$ מ"מ אלא של מים באותו נפח. נציין שיחידה בסיסית של תורה גרה של 48 פרוטות וגרה של בית ראשון ושני של 32 פרוטות, שניהן בו זמנית מתחלקות לפרוטות של רשב"ג: 36 ו-24 בהתאם.

מהי החשיבות של פרוטה? לפי הלכה אשה מתקדשת בפרוטה. מדוע? כי בפרוטה היא יכולה לקנות כזית מצה לקיים מצוות עשה של אכילת מצה בפסח! (מצוות עשה התלויה בזמן שאשה חייבת בה כי היא הוקשה למצוות לא תעשה של איסור אכילת חמץ).

אפשר להשתמש בגרגירי מן כדי למדוד אורך. רוחב חמשה גרגירי מן 20 מ"מ-רוחב אגודל, ארבע אגודלים-טפח, ששה טפחים אמה. הפרש בין רוחב המן לגובה הוא 1 מ"מ-עובי דינר זהב (לחשבונו).

מן כיסה קרקע בשכבה דקה, "דק ככפר" (שמות ט"ז י"ד). לפי חשבון שלנו גובה השכבה היה 3 מ"מ כמו גובה גרגיר מן. כמות המן היתה עומר לגלגל, $3/10$ סאה או 2488.32 סמ"ק. לכן עומר אחד כיסה שטח של 8294.4 סמ"ק. שטח זה שווה 48 ס"מ כפול 3×57.6 ס"מ. נזכיר ש-48 ס"מ זאת אמה של תורה לפי שיעור רב חיים נאה ו-57.6 ס"מ זוהי אמה לפי שיעור חזו"א. שלש אמות של חזו"א תואמות גובה אדם כולל ראשו, אמה של 48 ס"מ תואמת את רוחב כתפיים. על כן עומר כיסה שטח אשר מכסה גוף האדם. אם אדם רצה לזכות במנת המן שלו, הוא היה נשכב עליו. אם הוא רצה לזכות במן עבורו ועבור משפחתו (משפחה סטנדרטית של ארבע), הוא שכב על הארץ ופשט ידיים ורגלים. באופן זה הוא כסה שטח ברוחב ד' אמות. התאמה זאת מאשרת את הטענה שלנו לגבי עובי גרגיר המן.

25. פרק זה הוא חלק מפרושינו על תכנית בית מקדש השלישי ביחזקאל מ'-מ"ג. התוכנית מוצגת בשרטוטים [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#). נקודת יסוד בהבנת התכנית היא הקשר בין מקדש למשכן. בפרט, החצר הפנימית של 100 על 100 אמות בחזית המקדש ושלשה חצרות חיצוניות של 100 על 100 אמה הצמודות אל חצר פנימית (ראה [3](#)) דומות לחצי מזרחי של חצר המשכן אשר מידותיה היו 50 על 50 אמה. בהיקף של חצר המשכן היו עמודים. תחת כל עמוד היה אדן נחושת בדומה לאדני כסף אשר תחת קרשי המשכן. מאחר ועובי כל עמוד היה אמה על אמה (ילקוט שמעוני רמז תכב), מידות האדנים היו מן הסתם אמה על אמה וברום אמה כמו אדני הכסף. כנגד עמודי החצר, במקדש שלישי יהיו אילים (יחזקאל מ' ט'-י' ו-מ' י"ד). צורת אילים אלו גליל בקוטר שתי אמות וגובה ששים אמה. כנגד אדנים, במקדש שלישי יהיו תאים (שם, פסוק ז' ופסוק י'). מידות התאים שש על שש אמות (פסוק ז') בגובה שש אמות (פסוק ה'). יהיו להם חלונות (פסוק ט"ז). חלונות אלו יהיו אטומים כמו החלונות של בית המקדש (מלאכים א' ו' ד'). בשני המקרים החלונות

היו בגג והיו רחבים בחוץ יותר מבפנים. לפי דעתנו חלונות בתאים נועדו לקבל לתוכם את בסיסי האילים. לכן קוטר חיצוני שלהם יהיה שתי אמות כמו קוטר של אילים. שש אמות תחתונות של אילים ושל החלונות יהיו בצורת חרוט התוך המתקצר כלפי מטה, כדי שתאים יתפסו את האילים בחזקה. ממה יהיו עשויים התאים? כתוב בישעיה ס' י"ז "תחת הנחשת אביא זהב וכו'". אולי אדני הנחושת של חצר המשכן יוחלפו ע"י תאי זהב? נחשב את משקלת תאים של זהב. נזכיר שאמה של יחזקאל היא בת 51 ס"מ. במקרה של חלון בקוטר שתי אמות, נפח התא יהיה $6\pi-6^3$ אמות מעוקבות או 26152.2 ליטר. עם משקל סגולי של זהב 19.3 ושקל של 17.28 גר', משקל התא יהיה 9736 ככר קדש. נראה שהמשקל אמור להיות עשרת אלפים. אם קוטר החלון בתחתית התא יהיה $2/3 \times 2$ אמות אז משקל התא יהיה **10012.27** ככר. (הערה 64: במשנה ובגמרא שני שליש נקראים תמיד שתי ידות. לכן יחס $2/3$ בין קוטר התחתון לקוטר העליון של החלונות רומז לשתי ידות של קרשי המשכן אשר נכנסו אל תוך החללים של האדנים). עשרת אלפים ככר כסף זהו סכום אשר המן שקל כדי להשמיד את עם ישראל. אכן זהו ערך של 600,000 גברים מגיל עשרים עד ששים, כי ערך אדם בגיל זה 50 שקל (ויקרא כ"ז ג'). התאמה קרובה הנ"ל מהווה ראיה נוספת לנכונות הטענה שלנו לגבי משקל השקל.

לפי הבנתנו (ראה שרטוט 3), בכל צד של חצר חיצונה יהיו עשרה תאים: שלשה מימין לשער, שלשה משמאל לשער וארבעה בתוך השער עצמו, בדיוק כמו בחצר המשכן. סה"כ יהיו 120 תאים. משקל הכללי של הזהב הוא 62208 טון. (בהשוואה: כמות הזהב החדש אשר הופקה בעולם בשנת 2014 הייתה כ- 3000 טון וכמות הזהב אשר קיימת בידי אנשים בכל העולם מוערכת בכ- 170000 טון). (הערה 65: משקל 12.25 ככר עודף על עשרת אלפים ככר במשקל התא (אנו מזניחים את 0.02 ככר) כפול 120 תאים שווה 12 פעמים משקל עגל הזהב. אכן כתוב בשמות רבה מ"ב ח' שמשקל עגל הזהב היה 125 קנטרין (כגימטרייה "מסכה") או 120 קנטרין (כגימטרייה של "מסכ"). קנטר זהו שם רומי לככר. ממוצע בין שני ערכים אלו הוא 122.5 ככר. אולי את 120 פעם 10,000 ככר יביאו כל אומות העולם כי ערב רב אשר יצא ממצרים עם בני ישראל החטיאו את בני ישראל לעשות את העגל. שני עשרי שבטים יביאו כל אחד את משקל העגל כי הם חטאו בפועל. אהבת זהב תהפוך לאהבת ה').

ממה יהיו עשויים אילי החצר? השערה שלנו היא שהם יהיו עשויים ממן (בידי שמים). גובה שלהם ששים אמה יהיה כמו גובה המן (יומא ס"ו ע"א). (הערה 66: השערה שלנו שמן אשר ירד בגובה ששים אמה לחצר המשכן, יצר שני מגדלים במידות של $15 \times 30 \times 60$ אמות. הרוחב 15 אמות זהו מקום מדרום ומצפון לפתח החצר ואורך 30 אמות הוא המקום הפנוי בין הפתח למזבח. נפח של מן היה 54000 אמות מעוקבות שהם 720,000 סאה או בדיוק 2,400,000 עומרים. כמות זאת הספיקה ל- 600,000 בני ישראל ולמשפחתם הממוצעת של ארבע נפשות. מחצר המשכן, המן התפזר לסביבות כל המחנה. באופן דומה, מים מבארה של מרים בחצר המשכן יצאו החוצה לכל המחנה).

26. בפרק זה אנו נדון בקשר בין פרוטה וגרעין שעורה או חיטה. לפי חישוב שלנו משקל גרגיר המן היה 0.036 גר' ומשקל פרוטה היה מחציתו- 0.018 גר'. משקל המן תואם את משקל הממוצע של גרעיני החיטה בארץ ישראל. בספר "גידולי תבואה" של דר' קוסטרינסקי (שנת תשמ"ו, כרך 1, עמ' 136-139) מובא משקל של אלף גרעינים של שלשה זנים עיקריים של חיטה ישראלית. כתוב שם שחיטה של ארץ ישראל מאד

הומוגנית ויש לה איפיון ייחודי. בן השאר, גרגיר שלה כמעט עגול, היחס שבין אורך הגרגר לרוחבו הוא קטן ביותר בתחומי החיטה הקשה, 3:2. זן ראשון של חיטה horan leucurum, מקורו בחורן, משקלו 30-35 גר' (הערה 67: משקל תלוי בהרבה גורמים ומשתנה משדה לשדה ומשנה לשנה). זן שני leucurum, משקלו 35-40 גר'. זן שלישי melanopus משקלו 32-38 גר'. משקל ממוצע 35 גר'. על כן גרגירי חיטה דומים למן בצורה מעוגלת, במשקל ובמשקל סגולי בערך 0.75. קוסטרינסקי (שם, כרך 2, עמ' 63-64) גם מביא משקל אלף גרעיני שעורה מקומית משלש סלקציות. אחד הוא M.38 משקל 45-48 גר', שני F.48 משקל 40-47 גר' ושלישי B.M.C משקל 48-55 גר'. משקל ממוצע 47 גר'. אורך גרגירי שעורה גדול מרוחבם פי 3-4. משקל סגולי של שעורים בערך 0.61. על כן, שעורים לא דומים למן לא בצורה, לא במשקל ולא במשקל סגולי. נציין שמשקל ממוצע של גרגירי שעורה גדול בערך פי 4/3 ממשקל גרגירי חיטה. על כן משקל פרוטה של רשב"ג (ראה פרק 24) שווה לחצי משקל שעורה אשר מצדו שווה למשקל מים בנפח של גרגיר המן $0.4 \times 0.4 \times 0.3 = 0.048$ גרם.

מעניין להשוות את היחס בין תבואה ומשקלות התורה עם היחסים דומים בעולם המערבי ועולם הערבי. מערכת משקלות אנגליים מבוססת על גרעין טרוי (Troy) של 0.0648 גר'. משקל פאני אנגלי היה שווה 24 גרעיני טרוי. עשרים פאני שווים אונקיית טרוי. מערכת זאת דומה לחלוקת של השקל של תורה ל-20 גרה כאשר גרה (לפי טענתנו) שקלה כמו 24 גרגירי מן. אומנם גרעין טרוי כבד בהרבה ממן. אבל ישנו קשר פשוט ביניהם: גרעין טרוי שווה 9/5 של מן. אותו הפאני הוגדר ע"י הנרי השביעי להיות משקל של 32 גרעיני חיטה מאמצע השיבולת. William Ridgeway במאמר Metrological notes, (The Journal of Hellenic Studies, Vol. 10. (1889), pp. 90-97) מזהה גרעין טרוי עם גרעין שעורה וטוען שהוא שווה 4/3 ממשקל גרעין חיטה. אנו רואים אותו יחס בין שעורה וחיטה ישראלים, למרות שמשקל גרעין אנגלי פי 27/20 גדול מאותו גרעין ישראלי. אולי סיבה לכך היא שגרעין אנגלי נלקח מאמצע שיבולת ואילו משקל גרעין ישראלי מבוסס על ממוצע שכל הגרעינים. נציין שגרעין שעורה ישראלי "תיאורטי" של 0.048 גר' שווה כמעט במדויק למשקל גרעין טרוי של חיטה שהוא 0.0486 גר'. היחס ביניהם הוא 80/81.

המטבע העיקרי של אימפריה ביזנטית היה סולידוס של זהב (זהו זהוב של קושטנטינוס שהזכיר רש"י בפרושו בגמרא עבודה זרה י"א ע"א). הוא התחלק ל-24 סיליקות (siliqua). Ridgeway מצטט מקור בספרו של Hultsch (Metrl. Script. ii. 128) שסיליקה שקלה כמו שלשה גרעיני שעורה. על כן סולידוס ביזנטי שקל 72 גרעיני שעורה או (לפי יחס 4:3) 96 גרעיני חיטה. מאחר ומשקל סולידוס היה 4.444 גר', גרעין שעורה מתאים היה 0.0617 גר'.

כעת נדון במערכת משקלות ערביים. אתר של ויקיפדיה מצטט את דברי אבן חלדון "תדע שישנה הסכמה מתחילת האסלם וכו' שדירהם של שריעה עשרה ממנו שוקלים כמו שבע מתקלים- משקל דינר זהב וכו'. משקל מתקל זהב הוא שבעים ושתיים גרעיני שעורה וכו'". מאחר ומתקל קרוב לסולידוס, גרעיני שעורה כאן הם מסוג כבד הנ"ל. נציין שפרט לבמטבעות של דינר ודירהם היו משקלות באותו שם. Walther Hinz בספרו "Islamische Masse and Gewichte", מביא משקל דירהם 3.125 גר' ומתקל תואם של 4.464 גר'. משקל זה כמעט זהה לסולידוס ביזנטי. לכן גרעין שעורה קרוב מאד לתקן

ביזנטי. אם גרעין של חיטה הוא $3/4$ גרעין שעורה כמו בגרעינים אנגליים וישראלים, אז מתקל שוקל 96 גרעיני חיטה. Hintz (עמ' 4) גם מביא משקל של מתקל מצרי של 4.68 גר' שהוא $3/2$ של דירהם של 3.125 גר' (הערה 68: מתקל זה לפי Hinz הוא בדיוק $1/72$ של מנה רומי-מצרי שהוא $25/24$ של מה רומי של 324 גר' (ראה פרק 9)). אנו מזכירים משקל זה כי רמב"ם בפרושו על משנה בכורות ח' ז' כותב: "והקבלה אשר בידי מאבא מארי זצ"ל מאביו מזקנו איש מפי איש ז"ל שהגרגרים הללו ששוקלין בהן גרגרי שעורים, ואיני יודע יסוד לכך, ונמצא משקל הסלע שלש מאות גרגרים ושמונים וארבעה גרגרים. וכבר מצאתי משקל הדירהם המצרי מגרגרי השעורים ששים ואחת גרגרים". אם דירהם מצרי הוא דירהם רגיל של 2.97 גר' אז גרגיר שעורים של רמב"ם שוקל **0.0487** גר', כמעט במדויק כמו גרגיר חיטה אנגלי של 0.0486 גר'. דינר של 96 גרגרי שעורה כאלו שוקל 4.67, כמעט במדויק כמו מתקל מצרי הנ"ל. אם זאת דעת רמב"ם, אז אורך האמה אשר מתקבל מהערך לוג שלו (ראה פרק 14) הוא 47.18 ס"מ, קרוב לערך לפי ר"ח נאה.

אפשרות אחרת היא שרמב"ם מזהה דינר זהב ערבי עם דינר של משנה ותלמוד כמו שעושים גאונים והרבה ראשונים (ראה ציטוטים בספר של רב בניש "מידות ושיעורי תורה" פרק 30 הערות 25-29) ואילו דירהם מצרי בזמנו היה קל אף מ- $2/3$ של מתקל של 4.25 גר'. אז גרגיר שעורה שוקל $4.25/96=0.0442$ גר'. שני משקלות של שעורה, נופלים בטווח משקל שעורה ישראלית 0.04-0.048 גר'. עדיין, המשקל הראשון קרוב מאד למשקל "תיאורטי" 0.048 גר' שהוא $4/3$ של גרגיר מן של 0.036 גר'. נציין שזיהוי מתקל עם משקל 96 שעורים זה לא חידוש של הגאונים. כפתור ופרח (פרק ט"ז) כותב "דירהם נוקרא וכו' משקלו לעולם לא ישתנה והוא י"ו גרעיני חרוב וכו' ומשקלו ד' גרעיני שעורה, אם כן שעורות הדירהם הם ס"ד. וכן הזכיר הרופא אבן סינא וכו' וכן גם כן נוהגים הסוחרים והעם". מתקל של $3/2$ של דירהם זה שוקל 96 שעורים.

מאחר והגאונים, רי"ף ורמב"ם משווים משקל שקל של המשנה והגמרא למשקל של 384 שעורות ומאחר ולפי דעת חכמים בקדושין י"ב ע"א פרוטה היא $1/8$ של איסר איטלקי או $1/768$ של שקל, פרוטה זאת שוקלת חצי שעורה. אבל ישנה דעה חריגה של רב חי גאון שפרוטה של תורה היא רבע חבה. אנחנו מציעים הסבר הבא של דעה זאת. Hintz כותב בספרו (עמ' 4) שלפי Ibn Mu'ad מתקל זהב של עירק היה מחולק ל-20 קרט וכל קרט ל-3 חבה. מאחר ושקל לפי דעת גאונים היה ארבע מתקל אז הוא הכיל $4 \times 20 \times 3 \times 4 = 960$ פרוטות. בדיוק כטענה שלנו לגבי שקל של תורה של 17.28 גר'. כנראה חבה בחישוב זה היה גרגיר של שעורה מסוג כבד, כ-0.07 גר', קצת כבד משעורה אנגלית של 0.0648 גר'.

יש עוד דעה חריגה של שערי שבועות (שער ה') וספר החינוך (מצוה ק"ה) שלפיה שקל של שלמה היה 160 שעורים. אם הכוונה לחבה כמו אצל רב חי גאון שכל אחת שוקלת ארבע פרוטות, אז שקל של שלמה היה 640 פרוטות. זאת דעה מקובלת.

ישנה עוד דעה חריגה של הר"י מגאש. הוא כותב בשבועות ל"ט ע"ב בעניין שבועות מודה במקצת, ששתי כסף (של הטענה) הם דינרי מדינה-שמינית של דינר צורי. ודינר צורי 78 חבה וחצי חבה היא פרוטה. הסבר שלנו של דעה זאת הוא כדלקמן. הר"י מגאש מזהה דינר צורי עם מתקל של משקל של 78 חבה או שעורה לעומת מטבע מתקל שהוא

לפי דעת אבן חלדון 72 גרעיני שעורה. מאחר ומטבע מתקל שוקל כ- 4.25 גר', מתקל של משקל הוא פי $13/12=78/72$ כבד יותר או כ- 4.604 גר'. שתי כסף לפי דעתו הם רבע דינר זה, 1.151 גר'. לעומת זאת הדעה המקובלת היא ששתי כסף הן שתי מעות של בית שני או $1/12$ של סלע בית שני. לפי חשבוננו זהו $13.824/12=1.152$ גר, למעשה זהה לערך הקודם. האם להר"י מגאש היתה מסורת בלתי תלויה לגבי משקל מעה של בית שני או השגחה פרטית הביאה אותו לתשובה נכונה?

27. סיכום.

מכל הנימוקים אשר אספנו, נראה ששקל של בית ראשון היה 11.52 גר' ושקל של בית שני היה פי $6/5$ כבד יותר או 13.824 גר'. היה גם תקן פי $25/24$ כבד ממנו, דהיינו 14.4 גר'. פרוטה לכל הדעות פרט לרשב"ג היתה $1/640$ של שקל של בית ראשון ו- $1/768$ של בית שני. משקל שלה לכן היה 0.018 גר' – כחצי גרעין חיטה של ארץ ישראל. לפי רשב"ג פרוטה היתה פי $4/3$ כבדה יותר או 0.024 גר', כחצי שעורה בינונית של ארץ ישראל. עם זאת, רשב"ג לא חולק על חכמים בעניין משקל השקל (ראה קדושין י"ב ע"א). נראה כאילו הגאונים, רי"ף ורמב"ם "ירשו" את דעתו של רשב"ג בעניין משקל הפרוטה אבל הניחו שהיא חלק $1/768$ של השקל של בית שני. באופן זה הם קבלו שקל כבד אשר היה קרוב לטטרה דרכמה של אתונה או ארבע סולידוסים ביזנטיים או ארבעה מתקל ערבי. למעשה, $768 \times 0.024/4 = 4.608$ גר' שווה למתקל של משקל $78/72 \times 4.25 = 4.604$ של הר"י מגאש שהבאנו בסוף פרק הקודם. לכן מבחינה רציונאלית דעה זאת מוטעית. בכל זאת קשה להניח שכל תלמידי חכמים בבבל וכן בספרד עשו טעות כל כך גדולה. ראינו בפרק 12 שגם רש"י סבר ששקל של בית שני היה שווה לארבע סולידוסים ביזנטיים ואפשר שדעה שניה שלו (ששקל הוא חצי אונקיה קולוניה) היא תוצאה של פיחות במשקל של denier. קהילה יהודית מן הסתם שמרה באופן רציף על משקל השקל כי היו צריכים לשלם חמשה שקלים של פדיון הבן לכהן. זהו סכום גדול ואנשים לא כל כך ששו לשלם יותר. טענה שלנו ששקל של תורה היה בתחילה 17.28 גר' ואחר כך פחת בשליש ושוב עלה, יכולה להסביר את התעלומה. מסורת של שקל כבד השתמרה תמיד ע"י האומה העברית. אבל תרומת המקדש היתה תמיד מחצית השקל בן זמנו. מחיר תבואה- ארבעה סאין סולת בסלע גם כן היה קבוע במונחים של שקל בן זמנו. כנראה, פדיון הבן היה גם כן צמוד לשקל באותו זמן כי מחירים ושכר עבודה היו צמודים לו. עם זאת, יהודים רבים שלמו לכהן פדיון הבן חמשה שקלים של תורה- סכום מכירת יוסף. בזמן שלטון יוני בארץ, דרכמה יוונית נעשתה מטבע סטנדרטי בארץ. בבבל, אחרי כיבושה ע"י אלכסנדר מוקדון, מטבע מקומי נעשה לפי תקן של אתונה. מאוחר יותר, באימפריה הסאסאנית, דינר כסף היה קרוב לדרכמה של אתונה. אחרי כבוש אסלמי, דינר זהב הערבי היה גם כן קרוב לדרכמה של אתונה. לכן יהודים בבבל או מצרים וגם בספרד הערבית התרגלו למשקל השקל של הסטנדרט הכבד. מסורת של פרוטה בתור מחצית גרעין חיטה הוחלפה בחצי גרעין שעורה כי היו אנשים אשר החזיקו בדעה של רשב"ג. בנוסף, משקל גרגיר חיטה מאמצע שיבולת היה בערך כמו שעורה ממוצעת. ביחס למתקל או סולידוס, משקל שעורה התאים ליחס $1:768$ של פרוטה לשקל. כל הגורמים האלו חיזקו את הדעה של הגאונים ושל רמב"ם.

מצד שני, ברומה דינר כסף היה קל יותר אבל קרוב מאד לדינר צורי. לכן יהודים שם שמרו על סטנדרט של בית שני. בכל זאת, הם היו מושפעים ע"י יהודי ספרד ובבל.

כתוצאה נוצרו שתי מסורות סותרות. מאחר וסטנדרטים מקומיים היו משתנים באופן תדיר, היה קל לאבד ידיעה של השקל הנכון. כך, בדרך השגחה פרטית, משקל השקל הוגדל פעמים וחזר לערכו המקורי.