

## ניסוי מדמה של שריפת פרה אדומה

### ראשי פרקים

- |                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| א. מבוא                   | ה. ניסוי של שריפת פרה |
| ב. שריפת הקרבנות          | ו. נתונים כמותיים     |
| ג. קרמציה                 | ז. לקחים ומסקנות      |
| ד. העצים לשריפת פרה אדומה |                       |



### א. מבוא

הכנת פרה אדומה לטהרה היא מצוה מן התורה (במדבר יט, א-כב) ונקבעה לה במשנה מסכת מיוחדת בשם "פרה"<sup>1</sup>. לפי המסורת רק תשע פרות נעשו מאז ימי משה רבנו ועד לשלהי בית שני.<sup>2</sup> לאחר חורבן הבית נותרה כמות אפר מסוימת שאפשרה לקבוצות בודדות ('חברים') לשמור על אורח חיים של טהרה, להקפיד על אכילת חולין (ותרומה לכהונים) בטהרה, וליצור יין ושמן למנחות מתוך תקווה שבמהרה יבנה המקדש.<sup>3</sup> העדויות האחרונות לשימוש באפר פרה אדומה הן מראשית המאה הרביעית לסה"נ.<sup>4</sup>

אכן, בניגוד למקובל בציבור, הנחיצות של אפר פרה אדומה לטהרה אינו נוגעת רק לטהרת טמאי מת שיוכלו להיכנס למקדש ולהקריב קרבנות בטהרה. מצוה זו היא בעלת השלכות הלכתיות מרחיקות לכת גם בימינו לאחר שחרב הבית. לדוגמה, מתנות כהונה כמו הפרשת חלה אינה ממומשת בימינו, והעיסה או המאפה הם אשר נשרפים באש במקום שהכונה יוכל ליהנות מהם. כך גם בתרומה גדולה ותרומת מעשר שהם מושלכים לאבדון. בתרומת מעשר מדובר ב-1% מכלל היבול החקלאי! מאות אלפי טון של פירות וירקות וכן כמות עצומה של ליטרים של יין ושמן - נזק כלכלי ואקולוגי כאחד.<sup>5</sup>

- \* תודתי לרב עזריה אריאל על הערותיו למאמר זה.
1. הרמב"ם ספר המצוות, עשה קיג והיא כוללת את כל הכנתה: שחיטתה, הזאת דמה, שריפתה ואספת אפרה. הציווי להיטהר במי נדה מופיע במצות עשה קח.
  2. משנה, פרה ג, ה; רמב"ם, פרה אדומה ג, ד.
  3. חגיגה כה, א; נדה ו, ב ורש"י שם. ראו בהרחבה: ז' עמר, מתי פרצה טהרה יתרה בישראל ומתי פסקה, בד"ד 17 (תשס"ו), עמ' 7-27.
  4. עמר, טהרה, עמ' 13-14.
  5. ראו בהרחבה: הרב יצחק דביר, אופני כילוי תרומת פירות וירקות, תחומין לח (תשע"ח), עמ' 515-527. בפירות ובירקות מעשרים ומשמידים את האיכות הפחותה וההפסד העיקרי הוא בעיקר בתחום היין והשמן. במדינת ישראל מיוצרים בכל שנה (ע"פ נתוני תשע"ח) כ-40 מיליון בקבוקי יין בשנה וכ-12 מיליון בקבוקי מיץ ענבים ומתוכם נשפכים לפחות כ-400 אלף ליטר. בכל שנה מיוצרים כ-18 אלף טון שמן (במגזר היהודי), והרוב בהשגחה של כשרות, כך שמהם נשפכים כ-17 טון שמן.

### ב. שריפת הקרבנות

רוב העצים שהיו בשימוש במקדש היו במערכה גדולה שעל מזבת, שנועדו לשריפת הקרבנות, כמו העולה, שנשרפה כליל. למשל, בכל יום הוקרבו לעולה שני כבשים של קרבן התמיד. כמות העץ תלויה כמובן בגודל הקרבן הנגזר מגילו ומשקלו. לצורך החישוב, נקבע ששיעור כבשה ועז בוגרים הם במשקל ממוצע של כחמישים ק"ג ושל אייל כששים ק"ג. לגבי הבקר, זה תלוי בגזע, במין (פר או פרה) ובגיל, בין 250 ל-1000 ק"ג. לצורך החישוב נקבע המשקל הממוצע של בקר בוגר גדול מהזנים המסורתיים - עד כחצי טון. בבהמה המוקרבת לעולה מפשיטים את עורה, מנקים אותה מפֶרֶשָה וחותרכים אותה לנתחים, מה שמקל על יעילות השריפה ומהירות התהליך.<sup>6</sup> לעומת זאת, פרה אדומה הייתה נשרפת בשלמותה, על דמה ופרשה, מסת בשר ונוזלים רבים (שבמערכת הקיבות) שדורשים תפוקת חום חזקה וממושכת.

### ג. קרמציה

אין בימינו בעולם פולחן של הקרבת בהמות שניתן ללמוד ממנו על כמויות העץ הנדרשות לשריפתו. מקרבן הפסח הנהוג בקרב השומרונים לא ניתן ללמוד, מפני שמדובר בצלייה, שדורשת כמות עצים מצומצמת. למעשה, המודל המדמה הקרוב ביותר הוא הנהוג של שריפת גופות אדם בהודו ובנפאל המתקיים אלפי שנים ועד ימינו. בסמוך לאתרי השריפה ניתן לראות ערמות עץ עצומות המשמשות לצורך כך. ישנם דיווחים שונים לגבי כמות העץ הנדרשת לשריפת גופת אדם, 300–600 ק"ג ומשך התהליך נע בין 3–6 שעות. למעשה, כמות העץ משתנה בהתאם למשקל הגופה והתקציב שהמשפחה האבלה משקיעה ברכישת העצים.<sup>7</sup> כך שלשריפת גופה של אדם בוגר עד כמאה ק"ג, נדרשים כ-500 ק"ג עצים. לפי הערכות נשרפים לצורך זה בכל שנה בהודו בין 50–60 מיליון עצים.<sup>8</sup> השריפה מתקיימת כרגיל בשטח פתוח וטמפרטורת האש בשיאה נעה בין 800–1000 מעלות. בסוף התהליך כמעט ולא נותר אפר מהחומר האורגני, אלא שיירי עצמות מתפוררות. רק במקומות של העדר חומרי בעירה מספקים או תהליך שריפה קצר מדי נותרים שרידים גדולים יותר.

בקרמציה הנהוגה בשיטה המודרנית התהליך נעשה בכבשן סגור עם מערכת בקרה המאפשרת שריפה יעילה, שמגיעה לטמפרטורה של עד 1200 מעלות. שרידי העצמות עוברים כתישה ולבסוף מתקבל אפר בכמות ממוצעת של 2–4 ק"ג לאדם. האפר הנוותר מהגוף המקורי מייצג כ-2.5% אצל ילדים וכ-3.5% בקרב אנשים בוגרים. בפרה בוגרת שהיא בעלת מסת בשר ועצמות גדולה מאוד יכולים להיוותר שרידי אפר של 4% - 5% לערך. החישוב של שיעור משך תהליך השריפה הוא, כ-50 ק"ג בשעה.<sup>9</sup>

על פי נתונים אלה ניתן לשער, שלצורך שריפת פרה במשקל כחצי טון נדרשים כ-2.5 טון עץ ולפרה אדומה מגזע אנגוס אדום שמשקל הנקבה כשש מאות ק"ג - 3 טון עץ (הערכה בנפח משתנה בהתאם לסוג העץ). כלומר, יחס של 1:5, כחמישה ק"ג עץ לשריפת ק"ג בשר. זהו נתון שיש בו מקדם ביטחון שמוודא שהבשר יתכלה לחלוטין. משך הבעירה

6. כך גם בפר החטאת ביום הכיפורים (ויקרא טז, כז), אך בלי הפשטת העור (יומא סח, א).

7. <http://bit.ly/2uibQys>

8. <http://bit.ly/2ZSoJHY>

9. ראו ויקיפדיה: <http://bit.ly/35t8xkK>

עד לשריפתה המלאה עשוי להמשך כעשר שעות, כלומר כל היום, משעות הבוקר המוקדמות עד הערב. הערכה זו הייתה בסיס למחקרנו.

#### ד. העצים לשריפת פרה אדומה

העצים אשר שימשו לשריפת פרה אדומה נזכרו במשנה (פרה ג, ח). כמו בעצי המערכה שבמקדש, כל העצים כשרים, לבד כמה יוצאים מן הכלל והמשנה רק מתארת מבחינה היסטורית "באלו רגילין"<sup>10</sup>. בעוד שבתורה נזכרו במפורש ה"עצים" לשריפת הקרבנות, הרי שבעניין פרה אדומה כתוב באופן כללי "ושרף" (במדבר יט, ה). מכאן נלמד שבאופן עקרוני ההלכה מאפשרת לשרוף את הפרה בכל חומר בעירה: "שרפה שלא בעצים או בכל עצים אפילו בקש או בגבבה - כשרה"<sup>11</sup>. חומרי בעירה אפשריים בעת העתיקה היו: שמן, עטרן, נפט ועוד.

ברשימת עצי המערכה של פרה אדומה שבמשנה הנ"ל נזכרים שלושה מיני עצים: "ועצים היו מסדרים שם, עצי ארזים וארנים וברושים ועצי תאנה חלקה". ההפרדה בין התאנה לשאר העצים ע"י הוספת המילה "ועצי", רומזת שהשאר הם עצי סרק. זיהוי העצים עשוי להיות תלוי בגרסה המדויקת של המשנה. לפי הגרסה המובאת בכ"י קופמן ושכיחה במהדורת הדפוס מופיעה המילה "וארנים", עם וי"ו החיבור. לפי זה המשנה מזכירה שלושה עצי סרק ספציפיים:

1. **ארז** - כנראה ארז הלבנון (*Cedrus libani*), העץ שנחשב ביותר לשובח ביותר בעולם הקדום וממנו השתמשו לבנית בית המקדש (מל"א ה, כ). מדובר בעץ יקר שיובא מלבנון. מדובר בעץ בנייה שכיח בכל תקופותיה ההיסטוריות של ארץ ישראל שמשתמר במשך מאות שנים ובשל עמידותו היה רווח בו שימוש משני.<sup>12</sup> יחד עם זאת, בגזעו ישנו שרף דליק וזה היסוד למשלים המזכירים את עצי הארז הדליקים באש.<sup>13</sup> בהחלט יתכן שהשתמשו בו לשריפת אפר פרה אדומה, אירוע מיוחד שנעשה אחד לכמה דורות, בעוד שפחות סביר שהשתמשו בו באופן סדיר בכל יום לעצי המערכה במקדש.
2. **ארן**<sup>14</sup> - לפי מסורות הזיהוי הקדומות הוא ה-*Pinus*,<sup>15</sup> כך שלמעשה מדובר בשם נרדף ל"עץ השמן" הנמנה בין עצי המערכה במקדש.
3. **ברוש** - לפי התרגומים הקדומים ופרשנות הזיהוי הערבית מדובר בעצים ממשפחת הברושיים (Cupressaceae): עצי הערער (*Juniperus*) או עצי הברוש של ימינו (*Cupressus*), עצים דומים מבחינה מורפולוגית ומבחינת בית גידולם.<sup>16</sup>

10. תמיד ב, ג; פרה ג, ח; תוספתא, מנחות ט, יד.

11. פרה ד, ג; ספרי זוטא יט, ה (מהדורת הורוביץ, עמ' 303), מוסיף: "ושרוף - את שהוא רוצה לשרוף ושרוף".

12. נ' ליפשיץ וג' ביגר, "כי האדם עץ השדה" - עצי ארץ ישראל: מאפייניהם, תולדותם ושימושם, ירושלים 1998, עמ' 56-62.

13. שופטים ט, טו; ירמיהו כב, ז; זכריה יא, א וכן הביטוי: "אם בארזים נפלה שלהבת" (מועד קטן כה, ב).

14. ברבים: ארנים, ובגרסת הרמב"ם (פרה אדומה ג, ב) "ארונים" ולא אלונים כפי שמופיע במהדורות הדפוס הישנות.

15. עמר, צמחי המקרא, עמ' 158-159.

16. שם, עמ' 159-161.

המשותף לכולם שהם עצים מחטניים, בעלי קורה ישרה מטבעם, ולפיכך לא הוצרך לציין כמו בתאנה שתהיה "חלקה". קורות ישרות נדרשו לצורך בניית המערכה "כמין מגדלי".<sup>17</sup> כלומר הנחת קורות בבסיס התחתון הרחב ומעליהם בהדרגה קורות יותר קצרות.<sup>18</sup>

לפי גרסת רוב כתבי היד האחרים, המילה "ארנים" מופיעה ללא וי"ו החיבור: "עצי ארנים: ארנים וברושים".<sup>19</sup> לפי זה יתכן ש"עצי ארנים" אינו שם ספציפי, אלא שם קיבוצי לכלל עצי הסרק, ו"ארנים וברושים" הם דוגמאות שכיחות למיני ה"ארנים".<sup>20</sup> - בדרך כלל עצים מחטניים וירוקי עד. בספרות חז"ל נמנו ארבעה מיני ארנים, עשרה מיני ארנים ואף עשרים וארבעה מינים.<sup>21</sup>

במחקר אחר דנו ברשימות העצים שבהם נמנו העצים המומלצים למערכה במקדש ולפרה אדומה ובאלו שנפסלו לשימוש.<sup>22</sup> המחקר כלל ניסוי של שריפת מיני העצים השונים ובדיקת מדדים שונים, כגון: משך זמן הצתת האש בעצים ומועד סיום השריפה (קבלת אפר ומשך זמן התקררותו), עוצמת טמפרטורה, תכונות האפר: מרקמו ומשקלו. המחקר למשל, הראה שאורך נשרף היטב, במהירות, אך כמות האפר המתקבלת ממנו היא יחסית נמוכה (2.5%). לעומת זאת, האלון נדלק לאט, אך בעל תפוקת חום גבוהה לאורך זמן ומפיק אפר יחסית רב (3.8%). התאנה היא עץ בעל התכונות האופטימליות ביותר לבעירה מכלל העצים השכיחים בתקופתם וזה מסביר מדוע היא נזכרת בכל המקורות. מרקם העץ סיבי והוא ניצת בקלות ומשמש לאחר הדלקתו בזרדים כמאיץ בעירה של שאר עצי המערכה. העצה נשרפת לגמרי לאבקה דקה, כך שאין צורך לסנן את האפר. כמות האפר היא גבוהה כ-5.8%. הרמץ נותר חם יותר מארבע שעות.

במהלך שריפת הפרה האדומה הוסיפו למערכה עצים נוספים, בעיקר חבילות של אזוב ואזוביון על מנת להרבות את כמות האפר.<sup>23</sup> בין מיני האזוביים שבדקנו הם: אזוב מצוי, אזוביון דגול (ע"פ זיהוי של הרמב"ם), צתרה ורודה וקורנית. אכן התוצאות מסבירות באופן ברור מדוע נזכרו דווקא צמחים אלה; שכמות האפר המתקבלת מהן היא רבה מכל מיני העצים שבדקנו, באזוב המצוי כ-8% ובאזוביון כ-16%.<sup>24</sup>

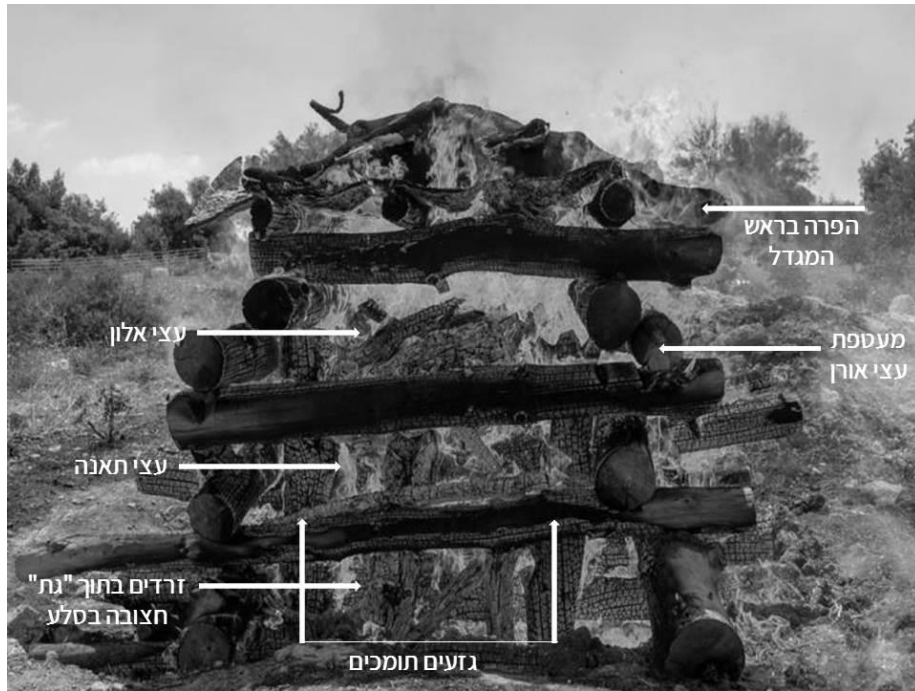
#### ה. ניסוי של שריפת פרה

לצורך בחינה מעשית של היבטים שונים הקשורים לשריפת פרה אדומה נערך ניסוי בשיתוף 'מכון המקדשי'<sup>25</sup> המדמה עד כמה שאפשר את התיאורים התנאיים, המשמרים

17. משנה, פרה ג, ח ופהמ"ש להרמב"ם.
18. גם לפי הפירוש שערמו מסביב לפרה מגדל של עצים (תרגום המיוחס ליונתן לבמדבר יט, ג) צריך קורות ישרות.
19. כ"י פרמה 2596 (די רוסי 497); כ"י פרמה 3173 (די רוסי 138); כ"י מינכן 95 וכן בכ"י התימנים להרמב"ם, ראו במהדורת הרב י' קאפח לפהמ"ש פרה שם.
20. על היחס בין "ארנים" ל"עץ שמן", ניתן לעמוד מהמשנה (ראש השנה ב, ג) העוסקת בחומרים שמהם התקינו את המשואות: "כיצד היו משיאין משואות: מביאין כלונסאות של ארז ארוכין וקנים ועצי שמן ונעורת של פשתן וכו' במשיחה". כלונסאות של ארז" הם מקלות מהוקצעים מגזעים ישרים של מיני מחטניים שונים, בעוד "שעצי שמן" הוא שם ספציפי, קרוב לוודאי של אורן (*Pinus*).
21. ראש השנה כג, א; בבא בתרא פ, ב; שמות רבה לה, א.
22. ראו בהרחבה, ז' עמר, "עצים לשריפת הקרבנות ולהכנת אפר פרה אדומה: המקורות הכתובים ותוצאות ניסוי מעשי", JSIJ 17 (2019), עמ' 1-20 [להלן: עמר, עצים].
23. תוספתא פרה ד, י; ספרי, חוקת קד (מהדורת מ"י כהנא ד, עמ' 395); רמב"ם, פרה אדומה ד, טז.
24. לעיל, עמר עצים.
25. הניסוי התקיים בתאריך יז בסיון תשע"ט (20.6.19). המחבר מבקש להודות לכל האישים והגורמים שתרמו להצלחת הניסוי המעשי ובמיוחד לשותפי הרב עזריה אריאל (ירושלים) ולאחראי על הצד הלוגיסטי קורן

חלק מ"זכרון המקדש"<sup>26</sup>, כשנים-שלושה דורות לאחר חורבן בית שני. מדובר באירוע בעל משמעות היסטורית שכן שמאז שחרב בית המקדש לא עסקו באופן ממשי בקיום הלכות פרה אדומה מתוך מחקר תורני יישומי, הלכה למעשה.<sup>27</sup>

בשלב הראשון נחפר בסלע קרטוני רך בור רבוע באורך 2.4 מטר, ברוחב 2 מטר ובעומק 0.9 מטר. זה אמור לדמות את ה"גת" הנזכרת במשנה<sup>28</sup> שעליה בנו את מערכת העצים ובסופו של דבר בה יאסף האפר. מעל משטח האיסוף נבנתה מערכת של עצים בצורת "מגדל", שבסיסו רחב וראשו קצר יותר, על פי המובא במשנה: "עצים היו מסודרים שם, עצי ארזים: ארנים וברושים ועצי תאנה חלקה ועושיין אותה כמין מגדל ומפתחין בה חלונות וחזיתה מערבה".<sup>29</sup>



מגדל העצים בניסוי המדמה שריפת פרה אדומה (צילום: זהר עמר)

- הראל (על). תודות לגבי עינת זיו ומרדכי יורבצקי (מכון המקדש) ולכל תלמידי ישיבת מכון המקדש, יהודה עציון (עפרה), יוחנן הרמן (נריה), שחר כהן, ידן עמר, צבי בר יוסף וכל צוות החווה (נוה צוף).
26. על השיקולים לקבלת מקורות כעדות היסטורית-ריאלית, ראו: ז' ספראי, "זכרון המקדש": האמנם זיכרון ולשם מה? חידושים בחקר ירושלים, הקובץ הששה-עשר, רמת גן תשע"א, עמ' 255 - 302.
27. במהלך הניסוי נבחנו היבטים נוספים, למשל תרגול אופן ההזה המיוחד של הדם לאחר השחיטה שמבצע הכהן מתוך כף ידו (משנה, פרה ג, ט). כמו כן, שוחזר מעמד השלכת ענף ארז הלבנון עם אגודת אזור כרוכים בצמר הצבוע בתולעת שני לתוך הפרה לאחר שבטנה נבקעה, ראו: משנה, פרה ג, י-יא. לבסוף, נבדק גם מרחק הזאה יעיל של מי חטאת וכמות המים הדרושה לכל הזאה.
28. פרה ג, ד, ב.
29. פרה ג, ח ופירוש הרמב"ם; הני"ל, ה' פרה אדומה ג, ב.

המערכה נבנתה מגזעים שקוטרם הממוצע היה כ-20 ס"מ. הקורות הונחו בצורת שתי וערב בחמשה מפלסים, כאשר הן מונחות זו על גבי זו בתוך מגרעות שנעשו בעץ. זאת על מנת להימנע מחיבור הקורות באמצעות חומרים שעלולים לקבל טומאה. למעשה, המרווח בין השורות של קומות הגזעים יצרו "חלונות איורור" שאפשרו לרוח המערבית ללבות היטב את האש.

בחלק הרחב שפונה לכיוון מזרח-מערב הונחו שתי השורות של הקורות התחתונות באורך 3 מטר. באמצע גובה המערכה הקורות היו באורך 2.15 מטר והקורות העליונות ביותר היו באורך 1.9 מטר. מעל הקורות העליונות הונח לוח עץ (OSB) שגודלו: 2.4 מ' x 1.2 מ' ובעובי 15 מ"מ. לוח זה שימש משטח שעליו הונחה הפרה. משטח זה נמצא במרכז המגדל וכל המערכת בנויה שכל הלהבות ירוכזו ויעטפו את אזור הגו והבטן, היכן שמסת הגוף מצויה.

בשל משקל כובד הפרה היה צריך לתמוך את המשטח ואת שתי השורות העליונות של הקורות; הם ישבו על ארבעה גזעי עץ עבים ניצבים (באורך 2 מטר), שבסיסם עמד על קרקעית הבור. גובה המגדל היה כ-1.6 מטר מעל מפלס הקרקע.

המגדל היה בנוי מגזעים של אורן ירושלים (*Pinus halepensis*).<sup>30</sup> החלל הפנימי היה ממולא, בשלוש שכבות: התחתונה זרדים ומחטי אורן שנועדו להצתה הראשונה. מעליהם במרכז היו גזעי עץ יבשים של תאנה ששימשו כמאיץ שריפה לשכבה העליונה שהורכבה מגזעי עצי אלון מצוי (*Quercus calliprinos*), בעלי תפוקת אש גבוהה וממושכת. השריפה הייתה מבוססת רק על העצים, אף שכאמור מבחינה הלכתית ניתן להשתמש בחומרי בעירה אחרים.

לצורך דימוי פרה אדומה, נבחרה פרה מגזע הבלדי, זן מקומי קטן, שהיה שכיח בארץ ישראל בעבר,<sup>31</sup> ובכך מדמה את המציאות ההיסטורית. מדובר בנקבה בוגרת שמשקלה כ-270 ק"ג. בשל אילוצים שונים, הפרה נשחטה מבעוד מועד ולא על המערכה כפי הדין. אחת הבעיות בניסוי זה הייתה אופן העלאת הפרה על המערכה. בתוספתא (פרה ג, ט) הובאו שתי דעות כיצד הדבר נעשה; באמצעות "מיכני/ מוכני", כנראה מנוף של גלגלת<sup>32</sup> או באמצעות כבש: "ויש אומרים מיכני היתה עולה. ר' אלעזר בן יעקב אומר כבש עושיין לה שהיתה עולה בה". בניית כבש חזק הוא פרויקט בפני עצמו, שדורש פירוק לאחר הנחת הפרה. לכן בחרנו בדרך הטכנולוגית. במסגרת הניסוי הזמנו טרקטור שבאמצעותו ביקשנו להעלות את הפרה למשטח שעל ראש המערכה. אולם ברגע האחרון הנהג ביטל את הגעתו. לכן הפתרון שנמצא היא העלאת הפרה באופן ידני. מתחת לפרה שרגליה כפותות בחבלים הונחו שני מוטות ארוכים שחוברו בחבל בקצותיהם, מעין אלונקה, שנשאו אותה שנים-עשר איש והעלו אותה לראש המגדל. הפרה הונחה כשראשה לדרום, אחוריה לצפון ופניה ורגליה פשוטות לכיוון מערב, כמובא במשנה (פרה ג, ט): "כפתוה בחבל של מגג ונתנוה על גב המערכה ראשה בדרום ופניה למערב". שפכנו מעט סולר (כחצי ליטר) לבור שבתחתית המערכה מכל צדדיו ומשם גם הדלקנו את המגדל.<sup>33</sup> המערכה ניצתה בקלות

30. אין להוסיף לאש עצים שניתזים מהחום או ענפים עם אצטרובלי אורן סגורים שעלולים לעוף בחום למרחק ועימם חלקים מהפרה, דבר שעלול לפוסלה, ראו תוספתא, פרה ג, יא; הרמב"ם, הלכות פרה אדומה ד, יב.

31. יי ארנון (עורך ראשי), האנציקלופדיה לחקלאות, ד/ב, תל אביב תשמ"ב, עמ' 553-554.

32. ראו יומא לז, א.

33. בדומה לכך מופיע בטקס פרה אדומה, שהכהן התכופף לתחתית המגדל, מדליק מלמטה והאש עולה למעלה: "ירד והצית את האש באליתות רבי עקיבא אומר: בחריות" (משנה, פרה ג, ט).

ובמהירות; הזרדים נדלקו מיד וכעבור דקות ספורות התאנה שמעליהם ובעקבות זאת כל מעטפת המגדל הבנוי מגזעים של אורן.

#### טבלה מס' 1: לוח הזמנים של שלבי שריפת הפרה

העיתוי מתחילת הניסוי	שלבי הניסוי
3 דקות	היאחזות מלאה של האש בעצים
5 דקות	אחיזת האש בפרה
18 דקות	התחלת יציאת פרש מכרס הפרה
29 דקות	התחלת הוספת עצים וזרדים
36 דקות	התחלת בקיעת בטן הפרה
44 דקות	הרחבת בקיעת בטן הפרה
56 דקות	קריסה מלאה של המגדל
66 דקות ( 1.06 ש')	זריקת אזוב, ארוז וצמר צבוע בתולעת שני לתוך הפרה
74 דקות ( 1.14 ש')	ריכוז העצים הנשרפים מהצדדים למוקד
208 דקות ( 3.28 ש')	רוב בשר הפרה נשרף ועצמות הצלעות מתפוררות, למעט חלק מהגולגולת, מערכת הקיבות ושרירים באזור עצמות הירך
268 דקות ( 4.28 ש')	רוב מוחלט של הפרה נשרף, הפיכת השרידים וחלוקתם באמצעות כלונסאות, כל העצים הפכו לגחלים לוחשות
508 דקות ( 8.28 ש')	כל הפרה נשרפה למעט שרידי עצם הירך
כ-9 שעות	סיום שריפת הפרה, אבל בעירת הגחלים נמשכת מספר ימים

המשך בעירת הגחלים שהופכים לרמץ וכבוי מוחלט חל רק לאחר חמישה ימים מעת הדלקת המגדל. שלב סינון האפר בכברות כפי שמופיע במשנה (פרה ג, יא) יכול להתקיים רק אחרי מועד זה.

בבדיקה מדוקדקת באפר נמצאו שבבי עצמות בודדות (במשקל כולל של כאחד ק"ג) שהיו פריכות ביותר ובכתישה התפוררו לאפר.

#### 1. נתונים כמותיים

טמפרטורת האש שנמדדה בשיא שריפת הפרה לאחר כשעתיים עמדה על 940 מעלות צלסיוס. משקל העץ ששימש לשריפת הפרה: קורות המגדל, הליבה הפנימית ותוספת עצים והרבה זרדים שהוכנסו במהלך התהליך - עמד על כ-1.4 טון. בסוף יום השריפה הצטברה על קרקעית הבור שכבה של כעשרה ס"מ שהייתה אווירית ולאחר ההתקררות ושקיעת הרמץ עמדה בממוצע על כמחצית מזה. כלומר, האפר המתקבל מהפרה עצמה (כעשרה ק"ג בלבד) ומעצי המערכה הוא יחסית מועט, ולמעשה ניתן לקבל אפר בכמות משמעותית רק עם הוספת עצים בכמות רבה מאוד.

בפועל התקבלה כמות של כ-110 ליטר אפר גולמי, במשקל של כ-103 ק"ג. כשליש מהאפר היה מעורבב באבנים קטנות שהתפוררו מדפנות הבור וגחלים קשים או סיביים שלא נכתשו. לאחר סינון החומר נותרו 73 ליטר אפר, במשקל של 66 ק"ג, כלומר יחס של

1 מ"ל=0.9 גרם. זה אינו יחס רגיל שמתקבל בשריפת עצים בלבד ובתנאים אופייטימלים (לרוב 4 מ"ל= גרם). היחס שהתקבל בניסוי נובע ממשקל היחסי של אבקת עצמות הפרה (1 מ"ל=1.3 גרם) וכנראה ממעט עפר דק שהתערבב באפר (משום שהבור לא היה מטווח) ומאידך נראה שחלק מהרמץ שבשכבה העליונה של האפר נישא עם הרוחות במשך הימים שבהם הוא התקרר.

בהנחה שהמשקל הכולל של העצים (שילוב של אורן, אלון ותאנה) ביחד עם הפרה היו במשקל של כ-1670 ק"ג, הרי שאחוז האפר המנופה שהתקבל<sup>34</sup> הוא כ-4% בלבד. זה עולה בקנה אחד עם כמות האפר הממוצעת שהתקבלה בניסוי המקדים של עצי המערכה.

מכאן נעבור ליחס שבין כמות האפר המתקבל לכמות מי חטאת (מכונים גם: מי נדה, מים מקודשים) שמשמשים לטהרה, שאין להם שיעור בהלכה. סוגיה זו היא מפתח לפתרון כיצד יתכן שאפר פרה אדומה יכול להספיק להזאות לתקופה של שנים רבות.<sup>35</sup> לצורך הכנת המים המטהרים דרוש רק קמצוץ של אפר באופן "כדי שיראה על פני המים".<sup>36</sup> כלומר רק על הקרום החיצוני הנראה לעין. מדובר בכמות קטנה ביותר,<sup>37</sup> אף אם שיעור המים בכלי הוא גדול, כדברי הרמב"ם: "אף על פי שהיא חבית גדולה מלאה מים ומערב הכל".<sup>38</sup>

האפר חייב להיות כתוש דקה מן הדקה (כאפר הסיגריה), כך שבעת נתינתו (קידוש המים הטהורים) יצוף על פני המים. שלב הראיה הראשון הוא החשוב והמכריע בתהליך קידוש המים. על פי סדר הדברים המובאים אצל הרמב"ם, רק לאחר מכן מערבבים את הכול בכלי, והעובדה שחלקיקי האפר שוקעים ונמהלים באופן שקשה לראותם, כבר אינו מעכב.<sup>39</sup> מכל מקום, בניסוי שערכנו הסתבר שאף לאחר הערבוב, עדיין חלק מהאפר צף על פני המים.

מאחר שקיימת חשיבות רק לנראות של האפר שעל פני המים בשעת קידושן, בלי קשר לכמותן, עדיף להשתמש בכלים גדולים ולהקפיד שהאפר יהיה מנופה לחלקיקי אבקה דקה ובכך לקבל כמות גדולה יותר.<sup>40</sup> לדוגמה בחבית שמכילה 250 ליטר, שקוטר פיה הוא 60 ס"מ מספיק 0.2–0.3 גרם אפר. לצורך החישוב 1 גרם אפר יספיק לקוב אחד מים.

מכאן נעבור לכמות המים הדרושה להזאה. גם כאן אין שיעור מוגדר ולמעשה טיפה אחת או כמה טיפות בודדות מספיקות.<sup>41</sup> בניסוי שערכנו טבלנו אגודה של שלושה ענפי

34. בהנחה שמשקל העפר שנוסף מתקזז עם חלק מהאפר שכנראה עף ברוח.

35. לפי המסורת אפר הפרה של משה הספיקה כמעט אלף שנים. לעומת זאת, במאה השנים האחרונות של ימי הבית השני נשחטו שלוש פרות (משנה, פרה ג, ה; רמב"ם, פרה אדומה ג, ד). שינוי זה משקף שלושה תהליכים עיקריים: ריבוי האוכלוסין והתרחבותה של ירושלים החל מימי הורדוס ואילך מחד והקפדה יתירה של טהרה מאידך.

36. משנה, פרה ג, ג; תוספתא סוטה א, ח; בבלי, שם ט, ב; רמב"ם, פרה אדומה ט, א.

37. כך גם מדייק הרמב"ם: ומערבין בו מעט מאפר הפרה שעור שייראה על פני המים" (פהמ"ש לפרה ד, ד). כך מביא גם ר"ש משאנץ (ע"פ הירושלמי) למשנה בפאה א, א: "ואין להם שיעור דאפילו לא יראו אלא משהו".

38. פרה אדומה ט, א. אין הגבלה על גודל הכלי כל עוד הוא נייד ואינו מקובע לקרקע, ראו משנה, פרה ה, ז.

39. כך כתב במפורש היעב"ץ: "המקדש - לא נזכר שיעור לאפר, ונראה שהוא מדברים שאין להם שיעור, שאפילו כמות קטן מאד מן האפר מספיק לקדש מים רבים, רק שיהו מכונסים בכלי אחד. אבל צריך שיראה האפר על פני המים, ונראה שזה לשעת קידוש בלבד אמור, ואם אח"כ שקע האפר אין בכך כלום", ראו: הרב יעקב עמדין, לחם שמים, ירושלים תשל"ח, בפירוש למשנה פרה ו, א. תודתי לרב עזריה אריאל להפניה זו.

40. קמצוץ אפר דק שנתפס באצבעות הוא זעיר כ-0.03 גרם.

41. ראו למשל במדרש תנחומא, חוקת, כו: "מוזין עליו שתים שלש טיפין, ואומר לו טהרת". הרש"ש בפירושו למקבילה במדבר רבה (יט, ח) מסביר ש"יב' גי' טיפין" הוא מפני שיש שניים-שלושה גבעולים. ולשון הרמב"ם



אזוב מצוי (*Majorana syriaca*) בתוך המים בעומק 1–2 ס"מ. בשל הכסות השעירה של הצמח התאחיזה של המים גבוהים ולכן נראה כאלו הוא "סופג" אותם. ניתן לנער קלות את האגודה לתוך הכלי ועדיין ישארו עליה טיפות מים. טווח הזאה יעילה באזוב הוא כמרחק של אחד מטר מהאובייקט המטהר.<sup>42</sup> בבדיקה של 10 הזאות לתוך כלי נמדדו כ-1 מ"ל מים בממוצע, כלומר 0.1 מ"ל להזאה בודדת.

להלן נציע דרך חישוב תיאורטי אפשרי לניצולת כמות האפר העשויה להתקבל על פי המודל שתיארנו לעיל. בשורה הראשונה מובא חישוב על בסיס תוצאות הניסוי. בהמשך, מובא חישוב תיאורטי על פי מפתח של שריפת 1 ק"ג של פרה ב-5 ק"ג עץ (על פי הנתונים שכאמור קיבלנו מתהליך הקרמציה). על מנת לקבל נתונים מאוזנים יותר צריך להפחית מנתונים אלה לפחות כעשרה אחוז; פחת של אפר שלא נכתש ומסווג היטב וכן איבוד של מים בעת ההזאות.

כמובן שניתן להציב את הנתונים על פי פרמטרים אחרים ולקבל תוצאות שונות, למשל של רק כעשרה אחוז מהנתונים שמופיעים בטבלה. עדיין מדובר בנתונים המאפשרים לנו להמחיש כיצד ממעט יחסית אפר ניתן לקבל כמות גדולה של מי חטאת שיספיקו למספר שנים.

טבלה מס' 2: מודל תאורטי לכמות אפר ומי החטאת להזאות

משקל פרה בק"ג	משקל עץ בטון	כמות אפר נקי בק"ג (לפי 4%)	כמות מי חטאת בקוב מים באלפים	כמות הזאות במיליארד (0.1 מ"ל להזאה)
270 (ניסוי בפועל)	1.4	66	66	660
500	2.5	120	120	1200
600	3	144	144	1440
	1 ערבוב מיני עצים שונים	40	40	400
	1 אורן	25 לפי 2.5%	25	250

#### ז. לקחים ומסקנות

ההכנות לניסוי וביצועו נעשו על פי הנחות שהסקנו מניתוח המקורות ההיסטוריים, תוצאות המחקר המקדים על עצי המערכה של המקדש ונתונים ידועים של קרמציה. באופן כללי הניסוי עבר בהצלחה, אך במהלכו נלמדו כמה תובנות חשובות לשיפור התהליך. יתכן שבמקדש השלישי ניתן יהיה לייעל ולשפר את תהליך הבעירה בתוספת

פרה אדומה י, ח: "המזה אינו צריך טבילה לכל הזייה אלא טובל את האזוב ומזה הזייה אחר הזייה עד שיגמרו המים, ומזה הזייה אחת על כמה בני אדם או על כמה כלים כאחת אפילו מאה, כל שנגע בו מן המים כל שהוא טהור והוא שיתכוין המזה להזות עליו", וכן שם יב, א. בגמרא (יומא יד, א ונדה ט, א) יש מחלוקת האם ההזאה צריכה שיעור או לא, ולא התפרש מה השיעור לפי הדעה המחמירה, ובמשנה-אחרונה פרה ט, א סובר שזה שיעור קטן מאוד, "טופח על מנת להטפוח", ולמעשה טיפה ניכרת מספיקה.  
42. בהזאת דם באצבע הטווח היעיל עומד אף עד שלושה מטר.

חומרים דליקים או באמצעות מבערי חמצן, אך הניסוי שלנו הוגבל לשחזור ההליך ההיסטורי.

את קרקעית הבור שמעליו נבנה המגדל של העצים, יש צורך לרצף בלבנים צרופות או ליצוק רצפת בטון, על מנת שניתן יהיה לאסוף בקלות את האפר בסוף התהליך מבלי שיתערבב עם עפר ואבנים ובכך להקל על פעולת הסינון והכתישה.

רצוי ששריפת הפרה תסתיים באותו היום עד הערב<sup>43</sup> ולכן צריכים להכין את המערכה וכל הדברים הנצרכים למלאכה זו מבעוד מועד. את תהליך הנחת הפרה על המגדל וטקס שחיטתה רצוי להתחיל מוקדם בבוקר על מנת שיהיה מספיק זמן לשריפת הפרה לאפר. בתכנון מושכל של הזנת המערכה בעצים (ראו להלן) ניתן לסיים את כל תהליך שריפת הפרה לאפר תוך כשמונה שעות. בימי החורף הקצרים העמידה בלויז היא קריטית. בימי הקיץ הארוכים ניתן ללא בעיה מיוחדת לשרוף לחלוטין פרה במשקל של עד כחצי טון.

השלב הראשון בשריפת גופת הפרה הוא יחסית מהיר ולאחר כשלוש וחצי שעות מתכלים רוב רקמות הבשר והעצמות הדקות כמו הצלעות מתפוררות. אולם החלק הנותר העשוי מהגולגולת והעצמות הגדולות וכן מסת שרירים ובשר שמתכווץ לגושים צפופים נשרפים לאט. יתירה מזאת, מערכת הקיבות שממלאה את רוב חלל הבטן מפרישה כמעט לאורך כל תהליך השריפה נוזלים ועשב בלתי מעוכל שמעכבים את השריפה.<sup>44</sup> הניסוי הראה שרק כאשר מרימים את חלקי הפרה שלא נשרפו, מחלקים אותם לחלקים קטנים יותר וחושפים אותם לאש מכל הצדדים הדבר מאיץ באופן משמעותי את קצב השריפה. בשל החום שנפלט מהמוקד פעולה זו נעשית באמצעות כלונסאות ארוכות (5–6 מטר), מעץ חזק שאינו נחרך בקלות.

למעשה, החלק של הפרה בהפקת כמות האפר הכוללת הוא מועט ביותר. ממשקל הפרה נותר כ-4% בלבד. כלומר מפרה שמשקלה 270 ק"ג רק כ-11 ק"ג. הרוב המוחלט של האפר מתקבל מהעצים. לכן אם קיימת אפשרות של בחירה, מומלץ לקחת פרה במשקל יחסית קטן (עד כחצי טון), על מנת שתהליך שריפתה יהיה מהיר ולהשלימו בו ביום.

לאחר כחצי שעה מזמן תהליך השריפה יש להתחיל להזין את האש. בניסוי הוספנו כל העת ענפים וזרדים יבשים של אלונים וזיתים (גזם ישן של עצים שעצבו את הנוף שלהם). בדעיכה הסתבר, שרק תוספת גזעים גדולים יותר יוצרים תפוקת אש משמעותית שמחיישה ומקצרת את תהליך השריפה ויכולה להפיק אפר בכמות הרבה. לכן מומלץ, שהחל משלב זה ועד לשריפת רוב הפרה (6–7 שעות) להוסיף גזעים שנשרפים היטב, כמו עצי אורן ובמיוחד של תאנה שמפיקה אפר משובח רב. במידת האפשר להוסיף כמויות גדולות של מיני אזובים שנשרפים במהירות. כך ניתן להגדיל את כמות האפר הזעומה שקיבלנו בניסוי באופן משמעותי ביותר. מאחר שאסור להוסיף יותר עצים לאחר שהפרה נשרפה כליל לאפר,<sup>45</sup> הרי שיש להשכיל לווסת בין שני גורמים עיקריים: בין הזנת המוקד בעצים רבים ובין קצב שריפת הפרה ולנסות לתזמן את מועד סיום התהליך כשעה לפני השקיעה.

43. משנה, פרה ד, ד; תוספתא, שם ה, יא; רמב"ם, פרה אדומה ד, יז. הכוונה לכל שלבי שריפתה והוספת העצים שצריכים להיות ביום ואם לא נשרפה כולה יש להפקיד עליה שמירה בלילה ולמחרת להמשיך בהוספת העצים עד שתשרף כליל (הל' פרה אדומה ד, ג).

44. לפי הערכתנו הקיבה הכילה 8–10 ק"ג מזון צמחי שהיה מעורב בכ-40–50 ליטר מים. על סוגיה של מי חטאת ששתתה פרה ונאגרו במעיה, ראו במשנה, פרה ט, ה.

45. רמב"ם, פרה אדומה ד, טז.

לאחר שהפרה נשרפה לחלוטין נותרים גחלים לוחשות בבור. השכבה העליונה היא הראשונה להתכלות ולכבות. זאת, משום שהיא חשופה לרוח הגורמת לליבוי האש ולהתפוררות מהירה של הגחלים לרמץ. בהיות הבור חשוף לרוחות חלק מהרמץ יכול לעוף ולגרום לפחת של האפר (בעיקר הרמץ הדק שהוא המשובח יותר). לכן יש צורך לכסות את הבור ביריעה, מיד לאחר התקררות השכבה העליונה, עד אשר תכבה כל הבעירה.

על מנת לחסוך במים מקודשים רצוי להשתמש בשלב הקידוש במכלי מים גדולים ומהם להעביר לכלים קטנים שמהם יעשו את ההזאה. יתירה מזאת, ניתן בטרם הקידוש להעמיד סדרת מכלים זה לצד זה וביניהם השקה כלשהי ואז לקדש. ההשקה היא של שכבת פני המים העליונה שעליה נמצא האפר ועובייה כ"קליפת השום" למיכל השני ופעולה זו מקדשת גם את המים שבהם.<sup>46</sup> כך ניתן להגדיל באופן משמעותי את כמות המים המקודשים. לצורך ניצולת טובה של מי חטאת על האנשים המטהרים לעמוד בדבוקה אחת ובידיהם כלים ובגדים נוספים הדרושים טהרה, כך שבעת הזאה אחת ניתן לטהר כמה אנשים יחדיו. יחד עם זאת, יש לציין שכל כלי ובגד זקוק שטיפה מההזאה תגיע אליו, ושההזאה על האדם והכלים צריכה להיות פעמיים, ביום השלישי וביום השביעי.

46. משנה, פרה ה, ח; רמב"ם, פרה אדומה ט, ו.