ניתוח אדריכלי של מכלול טחנות הקמח בעכו, ״גני רידוואן״

אמיר פרוינדליך

בנובמבר 2005, בעקבות החלטת המרכז הבהאי העולמי לפתח חלק מהאתרים ב״גני רידוואן״ ולהציגם לקהל המבקרים, הוזמן מִנהל שימור של רשות העתיקות לערוך תיעוד וסקר במקום, גם במתחם טחנות הקמח (איורים 1, 2). שלוש עונות חפירה (2004, 2005, 2007) נערכו מטעם רשות העתיקות בניהולו של יואב לרר (כרך זה); עבודות השימור בוצעו במהלך שנת 2007. התיעוד והסקר נערכו לצורך עריכת פרוגרמה לתכנון מפורט לשימור, להמחשה ולפיתוח המתקנים ב״גני רידוואן״.[1]

להלן יתוארו שרידי טחנות הקמח (לפני עבודות השימור), מרכיביהן, אופן פעולתן (ניתוח טכנולוגיית ניצול כוח המים) ומסקנות כלליות לגבי שלבי הקמתן.



איור 1. תמונה היסטורית של תעלות המים, באדיבות ארכיון קריית ביאליק.



איור 2. תמונה היסטורית ובה תעלת מים ובית הבהא־אללה, באדיבות ארכיון קריית ביאליק.

תיאור המצב הקיים

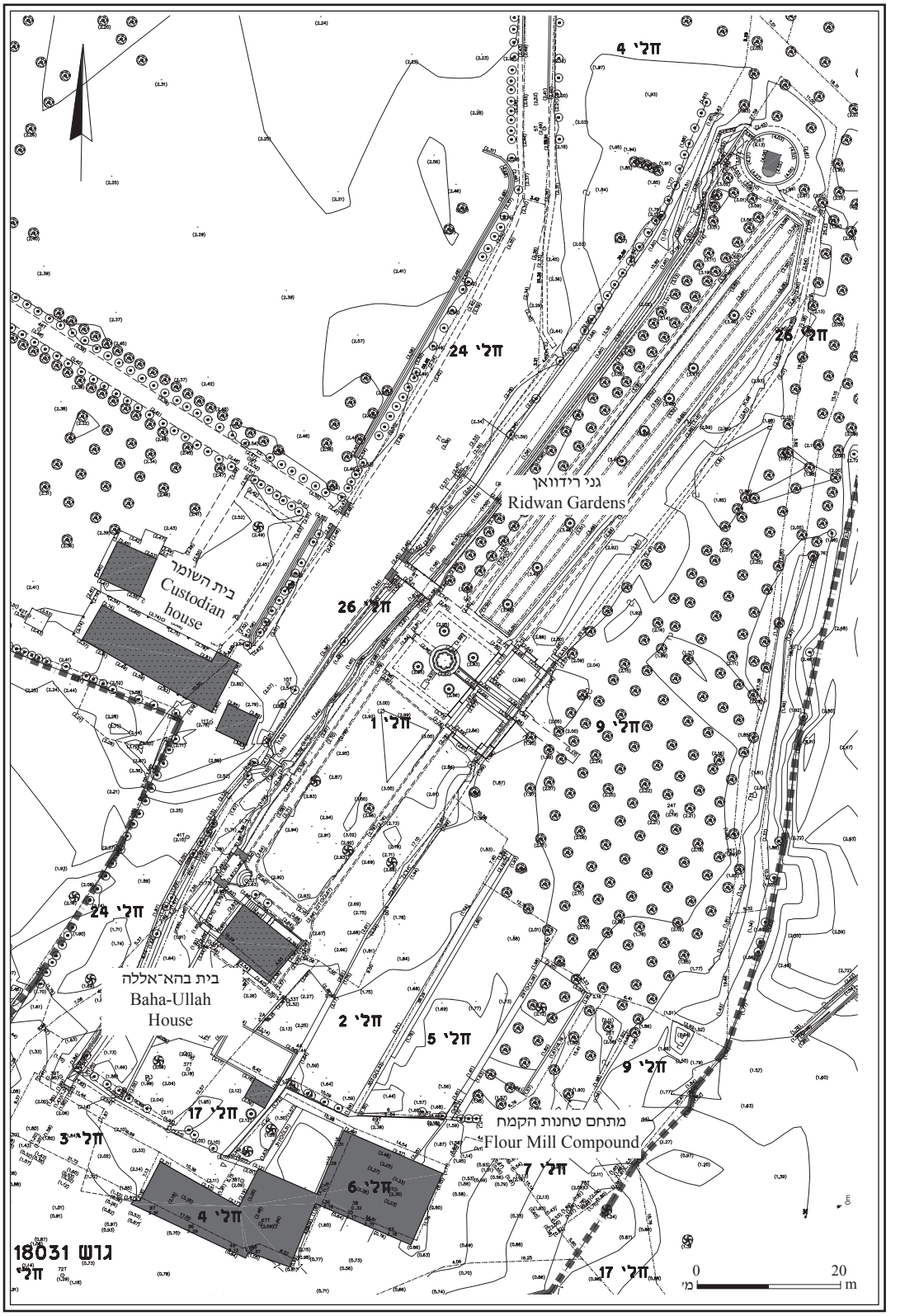
מכלול טחנות הקמח, המצוי בגבול הדרומי של "גני רידוואן", מורכב מחמישה מבנים בשטח בנוי של כ־720 מ"ר ובאורך של כ־72 מ' (איור 3; תכנית 1). במבנים נמצאו עדויות ל־15 זוגות רחיים לטחינת קמח, תעלות מים וגשרים (איורים 4, 5; תכניות 2, 3). המבנים סומנו ממזרח למערב באותיות A עד E, ועמדות הטחינה (הרחיים) סומנו M1 עד M15 (ר' לרר, כרך זה).

בסקר שערך ש' אביצור בשנות ה־50 למאה הכ' במתחם טחנות הקמח, הוא מזכיר 11 זוגות רחיים (אביצור תשכ"ג:42–45). סביר להניח שהמבנה המערבי (E), ובו ארבעה זוגות רחיים, נעלם מעיניו, שכן הוא היה הרוס עד היסוד.

המבנים נבנו מאבני כורכר, ורמת הבנייה אינה אחידה, למשל בבניית הקירות: חלקם חד־פניים וחלקם דו־פניים. בנייתו של מבנה B סדורה ומוקפדת (איור 6), ואילו במבנים C ו־D נעשה שימוש משני נרחב באבנים, ללא הקפדה על גבהים, על רציפות הנדבכים, או על אחידות אדריכלית בפרטי המזוזות. לצורך הקירוי של מבנים B ו־C הונחו קורות עץ מעל קשתות אבן (איור 7), וסביר להניח שהגג נבנה מקרקע מהודקת וממדה על בסיס סיד, כמקובל בקירוי מסוג זה (תכנית 4). השרידים שהשתמרו במבנים A ו־D אינם מאפשרים לזהות את טכנולוגיית הקירוי, אך קרוב לוודאי שגם בהם נעשה שימוש בקשתות ומעליהן גג שטוח.

חמשת המבנים הוקמו מעל 15 תעלות מים, ובקצה כל תעלה תא לגלגל כפות, המקורה בקמרון חביתי (כ־6 מ"ר שטח ממוצע, כ־1.6 מ' גובה מרבי). תא גלגל הכפות מוקם בחזית הדרומית של המבנה, וממנו זרמו המים לביצות הנעמן. מתחת למבנה C נחשף זוג תאים (M7–8) השונה מכל היתר; הם בנויים כקמרון צולב היוצר קשר בין שני התאים. סך הכול זוהו חמישה־עשר תאים, חלקם (M5, M12–15) נחשפו למלוא עומקם. חלק מהתאים האחרים נסתם למלוא גובהם, וחלקם נסתם חלקית בסחף ובמפולות מהמבנה שמעל.

בחפירות הבדיקה (ר' לרר, כרך זה) נתגלו תשתיות ל־11 זוגות רחיים (M1, M3–5, M7–9, M12–15). אלה לא נחשפו באתרם, אך שברים רבים שלהם העשויים בזלת נחשפו בכל חלקי המתחם. כן נמצאו פתחי ציר הגלגל בקמרון, והמכלים לאיסוף הקמח שנטחן. האחרונים מוקמו בין קמרונות החבית —



איור 3. האתר ב"גני רידוואן".

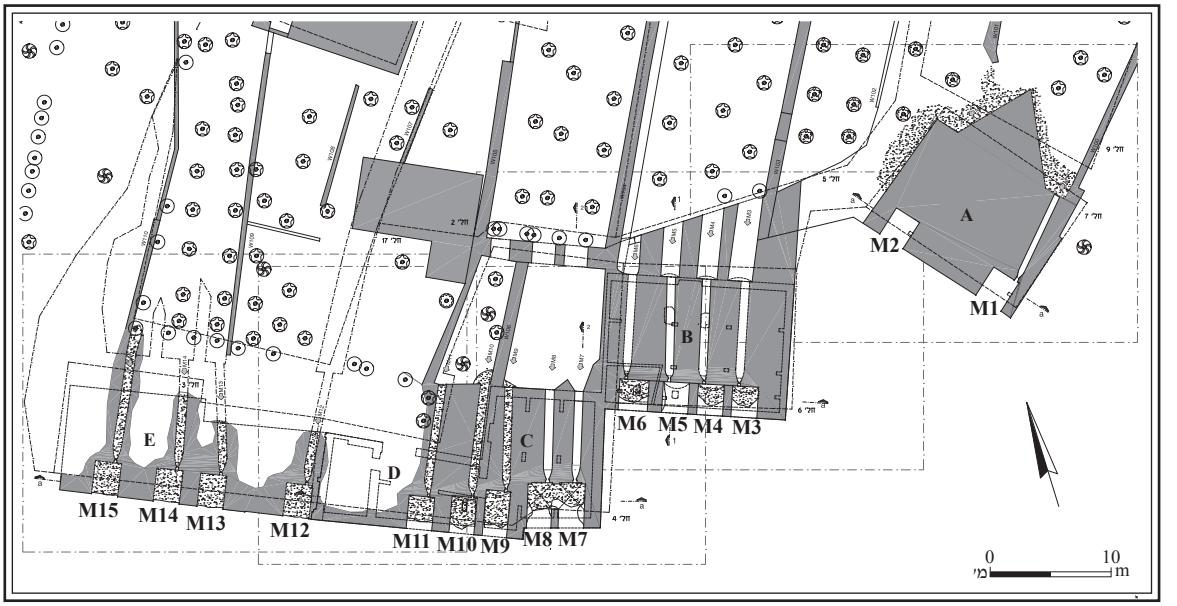
תכנית 1. מכלול טחנות הקמח: למעלה — מצב מקורי משוער; למטה — מצב קיים, חזית דרומית וחתך אורך.



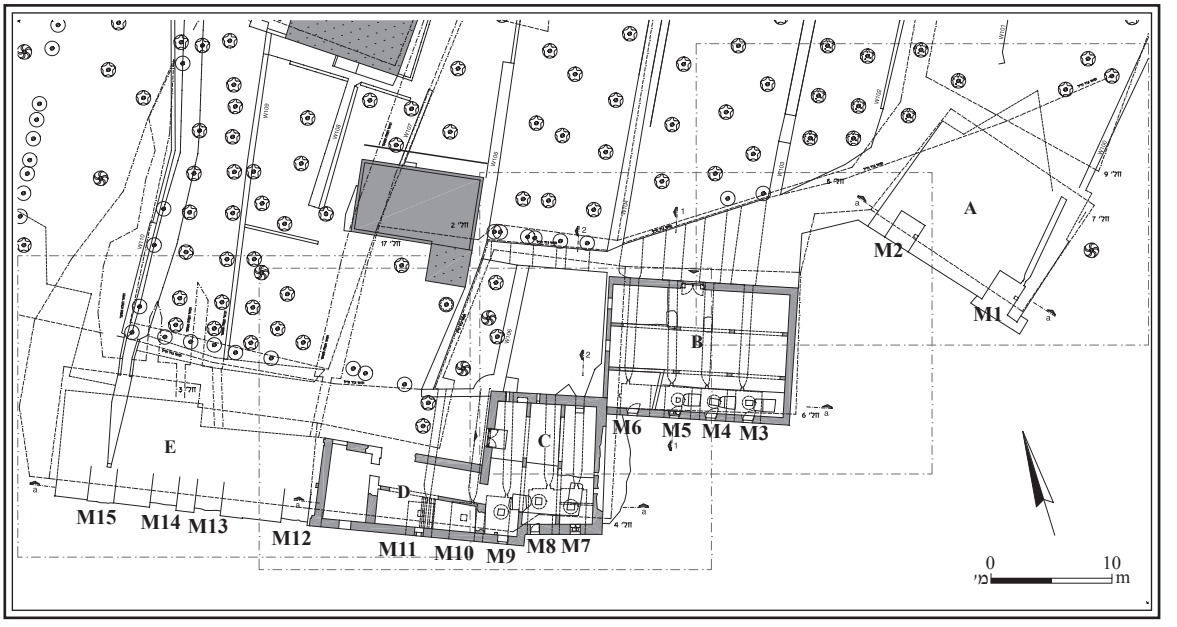
איור 4. מכלול הטחנות, מבט לצפון־מערב.



איור 5. מבנים C ו־D, מבט לצפון־מזרח.



תכנית 2. מפלס תעלות המים: מצב קיים (1.8 מ' מעל פני הים).



תכנית 3. מפלס חללי הטחינה: מצב קיים (3.3 מ' מעל פני הים).



איור 6. מבנה B, מבט למזרח.

פתרון אדריכלי יעיל וחסכוני לניצול שלד המבנה. במהלך שנות ה־30 למאה הכ׳, בזמן שהטחנות שינו את ייעודן למגורים, כוסו שרידים אלה ברצפת בטון.

חתך תעלות המים דומה בכל המתחם (60–70 ס״מ רוחב, 1 מ׳ גובה מרבי). אורכן כרוחב המבנה הבנוי מעליהן (7.8–9.6 מ׳), והן קורו בלוחות אבן שנשענו על זיזי האבן שבדופנות התעלה. אל החזית הצפונית של מבנה B הוצמד גשר, המאפשר גישה מעל תעלות המים. הגשר נבנה מעל קמרונות חבית נמוכים (כ־2 מ׳ רוחב כל אחד) — המשכן של התעלות הצרות שמתחת למבנה (M3–6). מים הגיעו אל התעלות הבנויות דרך תעלות חפורות בקרקע (5–10 מ׳ רוחב, 1.0–1.5 מ׳ עומק). כיום, קשה להבחין במתאר התעלות כיוון שהן מצויות בשטח הפרדסים של ״גני רידוואן״ או בחצר שמדרום לבית הבהא־אללה. עם זאת, אפשר לראות את ראשי קירות התמך או ההטיה שהפרידו בין תעלות המים, המעידים על שלבי הקמתן (ר׳ להלן). לורנס אוליפנט, בתיאורו משנת 1883, כתב, שתשתית התעלות דופנה בחלוקי נחל, וכי



איור 7. מבנה B וקשתות הקירוי, מבט למזרח.

תכנית 4. חתך אופייני לרוחב מבנה C: מצב קיים (למטה); מצב מקורי משוער (למעלה).



איור 8. קצה תעלת המים אל מבנה C וגשר המעבר שמעליה (מימין — החזית המערבית של מבנה B), מבט לצפון.

מי התעלות היו צלולים ושהו בהם דגים גדולים (אוליפנט תשל"ח:64–68).

מוצא תעלות המים של טחנות M7–9 כלוא בין הדופן הצפונית של מבנה C מדרום ובין גשר המעבר מצפון (איור 8). גם מוצא תעלות המים של טחנות M10–11 כלוא בין הדופן הצפונית של מבנה D מדרום ובין גשר המעבר מצפון. עשוי להתקבל הרושם שהיו אלה ברכות הרמה, אך אין הדבר כך, שכן בגשר המעבר אין, ולא היו בעבר, מתקנים לשליטה במפלס המים. בחתך שנחפר מול פתח הכניסה לטחנה M7 נחשף ריצוף מאבני גוויל (L209; ר' לרר, כרך זה).

גשר המעבר (איור 8) מעל תעלות המים, הסמוך למבנים C ו־D (טחנות M7–11), כמו גם הגשר הסמוך למבנים B ו־E (טחנות M3–6, ו־M12–15 בהתאמה) מצפון, היו חלק מציר שקשר בין הטחנות, גישר מעל תעלות המים והוביל ממבנים A ו־E צפונה אל דרך שהייתה ככל הנראה בתוואי שדרת הברושים של "גני רידוואן".

ניתוח טכנולוגיית ניצול כוח המים

במהלך התקופה העות'מאנית פרחה תעשיית ייצור הקמח בטחנות שניצלו את כוח פלגי המים בארץ. מקובל לזהות במחקר שתי דרכים לניצול כוח המים בתקופה זו, בהתאם לנתונים הטופוגרפיים, לשפיעת המים ולאמצעים שעמדו לרשות בוני הטחנות: טחנת ארובה[2] יושמה בדרך כלל בפנים הארץ, דהיינו בשטחים הרריים שבהם שפיעת המים קטנה יחסית; וטחנת מגלש[3] — באזורים מישוריים, שם זרמו נחלים שופעים ונהרות. נחל נעמן, השופע במים, התאים לבניית טחנות מגלש, כמו אלה שנתגלו ב"גני רידוואן".

טחנות המגלש הסתפקו בהפרש גבהים של 2–3 מ', אך נדרשה שפיעת מים גדולה בהרבה (100–200 ל'/שנייה) להנעת זוג רחיים (אביצור תשנ"ד:28). המים הובאו לטחנה בתעלת הטיה, כמו באמות המים של טחנות הארובה, או ישירות מהאפיק בסכר שנבנה לרוחבו והעלה את המים למפלס הרצוי. המים נותבו לתעלות מגלש, שנבנו בשיפוע של

35–40 מעלות. החלק התחתון של התעלה (8–15 ס"מ רוחב) צר בהרבה מחלקה העליון (50–70 ס"מ רוחב). תעלות המגלש קורו בלוחות אבן. המים קלחו בחוזקה דרך 'נחיר' מלבני, ארוך וצר (8–20 ס"מ רוחב, 60–80 ס"מ גובה) אל גלגל הכפות שלמרגלותיו. להבדיל מטחנות הארובה המסודרות בטור, טחנות המגלש (בפרט אלה שניזונו מסכרים) מסודרות במקביל. בטחנות המגלש, כל טחנה משפיעה על הטחנות המקבילות לה ועל מפלס המים שמאחוריהן. דוגמות בולטות נמצאו לאורך הירקון — טחנות מיר, טחנות אבו־רבאח ("עשר הטחנות") וטחנות ג'רישה ("שבע הטחנות") — ובטחנות לרוחב נחל תנינים בסכר תנינים.

הטחנות "בגני רידוואן" בעכו יוצאות מהכלל. הן ניצלו הפרש גובה של מטר אחד בלבד, שאפשר הקמת תעלת מגלש אופקית (ללא שיפוע). אביצור מציין כי שפיעת נחל נעמן לקראת מוצאו עמדה על כ־200 ל'/שנייה בממוצע, ובחורף על 400 ל'/שנייה. את עומד המים בזמן שהטחנות פעלו (135 ס"מ) הוא מצטט מדוח של זגור מיום 13.10.1924 (אביצור תשכ"ג: 38–45). עומד המים המדווח אצל זגור הוא הנמוך ביותר הידוע בהפעלת טחנות קמח בארץ. ניתוח התמונות ההיסטוריות והממצאים הפיסיים מלמד שעומד המים היה אף נמוך מזה (ר' להלן, **מרכיבי טחנות הקמח**). באמצעות עומד מים זה פעלו 15 עמדות טחינה. אביצור מעריך את כושר התפוקה של הטחנות בכ־500 ק"ג קמח ליממה לזוג רחיים (לצורך השוואה, בטחנות הירקון הוערכו כ־850 ק"ג ליממה במיר, וכ־960 ק"ג ליממה בג'רישה). ראוי לסייג כי נתונים אלו אינם עומדים בקנה אחד עם חישוב שפיעת המים בנעמן ועם השפיעה הנדרשת להפעלת טחנת מגלש. לפיכך, או שהנתונים של אביצור שגויים או שהטחנות פעלו לסירוגין — שתיים עד ארבע במקביל (אביצור תש"ך: 82–89; תשכ"ג: 38–44).

מרכיבי טחנות הקמח (תכניות 5, 6)

ברשימה שלהלן מרכיבים של טחנת קמח אופיינית, שחלק מהם נחשף בטחנות ב"גני רידוואן". לנוחיות הקורא, מספור המרכיבים זהה לסימונם בסרטוטים הנלווים (תכניות 5, 6).

1. גלגל הכפות. גלגל הכפות הופך את אנרגיית המים לתנועה סיבובית, המועברת לרחיים הטוחנות את גרעיני החיטה לקמח. הגלגל ממוקם במרכז קמרון, על פי רוב חביתי, בגובה של 20–30 ס"מ מקרקעיתו. בעבר נעשו גלגלי הכפות מעץ, אך מסוף המאה הי"ט החליפו אותם גלגלי מתכת, שהיו עמידים ויעילים מקודמיהם. הגלגלים הורכבו משתי טבעות פח עבות וביניהן כפות פח (ר' לרר, כרך זה: איור 16), שעוגנו לטבעות באמצעות חבקים, כך שהכף נטתה אל סילון המים. שני זוגות של קורות עץ או ברזל ניצבות לפתו במרכז הטבעת את עמוד גלגל הכפות (10). עיקר המסה של גלגל המתכת נמצא בהיקפו. גלגל הכפות הסתובב כגלגל תנופה, וכך ניצל ביעילות את כוח דחיפת המים והעניק תנועה קצובה לרחיים.

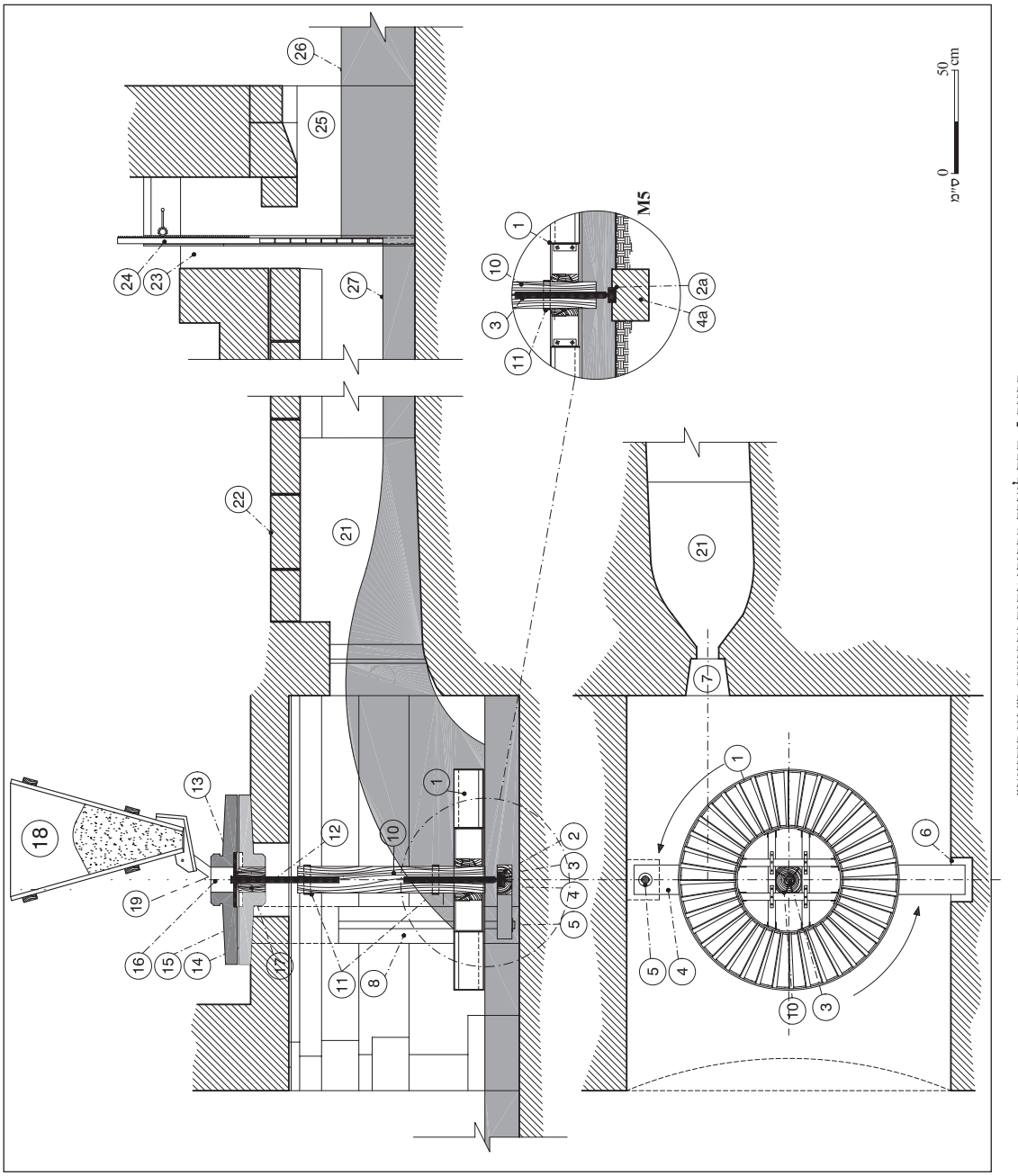
2. פותת ברזל ('נוקטה'). זוהי לוחית ברזל, שבמרכזה שקע קטן ששימש ציר נקבי לתנועת גלגל הכפות (ר' לרר, כרך זה: איור 11).

3. חורפה ('סוס'). זהו הציר הזכרי בפותת הברזל (2), שעוגן בלב עמוד גלגל הכפות (10). על קצהו המחודד נשען מלוא המשקל של גלגל הכפות (1), עמוד הגלגל (10), עמוד הלב (12) ואבן הרכב (15).

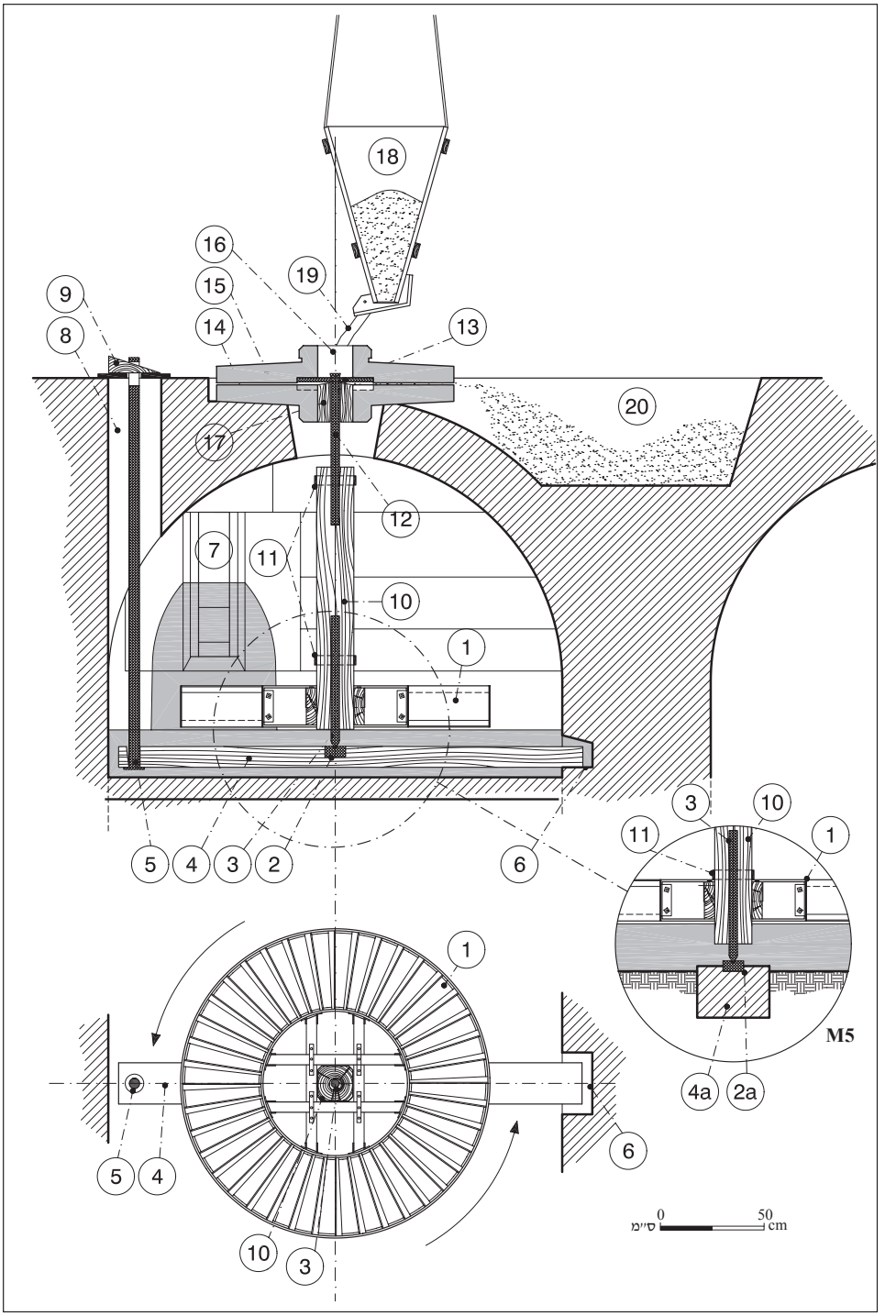
4. קורת מנוף. ברוב המקרים פותת הברזל (2) מעוגנת בקורת עץ מסיבית, שקצה אחד שלה הונח בתוך גומחה שנקבעה במיוחד לצורך זה בבסיס הקמרון (6); הקצה האחר שלה נותר חופשי למשיכה מלמעלה (5) כדי לשלוט באיכות הטחינה (גסה או עדינה). בטחנות M5, M13–14 נתגלתה לוחית ברזל הנראית כפותה (2a) ומעוגנת לאבן בנייה מסותתת במרכז תא גלגל הכפות (תכניות 5, 6: פרט משוער בציר של טחנה M5), ולא נמצא שקע בבסיס הקמרון לקורת המנוף (6). בקמרון זה, כמו בקמרונות אחרים באתר, אפשר להבחין בפיר מוט ההרמה (8) ובנקודת השענה נוספת, סמוך לפותה ומול הפיר.

5. מוט הרמה ('איג'ר' או 'רגל'). תפקידו של המוט לשלוט בגובה גלגל הכפות ואבן הרכב מחלל הטחינה. הקורה (4) נתלתה על מוט ההרמה בתא גלגל הכפות. הקצה העליון של המוט שבחלל הטחינה היה שסוע, ובעזרת טריזים מעץ (9) אפשר היה לשלוט בעדינות בגובה גלגל הכפות ואבן הרכב, כלומר ברווח שבין אבני הרחיים. לעתים הוחלף קצה המוט השסוע במוט הברגה, כך שהשליטה בגובה אבן הרכב הייתה יעילה ונוחה יותר.

6. שקע בקמרון לקורת המנוף. אחד מהקצוות של קורת המנוף (4) הונח בגומחה (6) שנקבעה



תכנית 5: חתך לאורך מרכיבי שטחנה אופקית נגד "לאוונדר".



תכנית 6. חתך לרוחב מרכיבי טחנה אופיינית ב"גני רידוואן".



איור 9. נחיר גלגל הכפות.



איור 10. נחיר.

במיוחד בדופן הקמרון מול פיר מוט ההרמה (8). לעתים הונח קצה הקורה על התשתית של תא גלגל הכפות. בחפירות הבדיקה בטחנות M5 ו־M12–15 אין עדות לזה או לזה, כך שלא ברור אם הייתה קורת מנוף במתקן ועל מה הושענה.

7. נחיר קליחת המים (קצה התעלה). ברוב טחנות הארובה הנחיר עגול, ואילו בטחנות המגלש הוא מלבני, צר וארוך (איורים 9, 10). מידותיהם דומות (15–20 ס״מ רוחב, 70–80 ס״מ גובה). **רוב אבני הבנייה מסיביות, לעמידה בפני בליה מואצת ושחיקה מזרימת המים. נראה שנעשה שימוש משני גורף באבני מזוזה.**

8. פיר מוט ההרמה. הפיר נבנה כחלק מהקמרון של תא גלגל הכפות, לצורך השחלת מוט הרמה (5) לקורת המנוף (4).

9. טריזי עץ או הברגה במוט. מטרת המנגנון לשלוט בגובה אבן הרכב ובאיכות הקמח, לרוב באמצעות נעיצת טריזי עץ בחלק העליון של מוט ההרמה (5). בעת המודרנית שימש מנגנון קל יותר לתפעול: תברוגת בקצה מוט ההרמה, שבעת סיבובה הורמו בעדינות גלגל הכפות ואבן הרכב.

10. עמוד גלגל הכפות. עמוד, העשוי מקורת עץ, לרוב דולב או חרוב, הקושר בין גלגל הכפות לאבן הרכב. החתך שלו רבוע או עגול (כ־20 ס״מ רוחב/קוטר). מוטות ברזל עוגנו בשני קצותיו: חורפה (3) למטה ועמוד לב (12) למעלה.

11. חבקי מתכת. טבעות מתכת חבקו את עמוד גלגל הכפות (10) בשני קצותיו כדי לעגן את החורפה (3) ואת עמוד הלב (12) ולמנוע את סדיקתו.

12. עמוד הלב (׳קלב׳). זהו מוט ברזל הננעץ בעמוד גלגל הכפות בדומה לחורפה (3). המוט שימש ציר זכרי במֶסב העליון של המערכת, והעביר את הכוח הסיבובי לאבן הרכב.

13. ׳העקרב׳. זהו פלח מתכת עבה (20–25 × 3–5 × 1 ס״מ) שבמרכזו חור רבוע (2–3 ס״מ רוחב), ובו שולב עמוד הלב. העקרב המסתובב נשא את אבן הרכב בשֶׁגֶם, שסותת למידותיו. במקרים שבהם גובה אבן הרכב לא נשלט באמצעות הרמת קורת המנוף, הוא נקבע באמצעות הנחת קיסמי עץ בין העקרב לאבן הרכב (אביצור תש״ך:36).

14. אבן השכב. זוהי האבן התחתונה ברחיים, והיא נייחת ומעוגנת ברצפת הטחנה (ר׳ לרר, כרך זה: איור 10). לעתים נעשה שימוש משני באבן רכב שחוקה, על כך יעיד שֶׁגֶם העקרב.

15. אבן הרכב. זוהי האבן העליונה ברחיים. היא מסתובבת, עשויה בזלת (90–120 ס״מ קוטר),

וגודלה כגודל אבן השכב. אבני הרחיים היו החלק היקר בטחנה, ובדרך כלל הובאו מהחורן. נקבים וחריצים בחלק התחתון של אבן הרכב היו חיוניים לטחינת הגרעינים. מדי כמה ימי טחינה הם נשחקו ונחרצו מחדש (אביצור תש"ך:36).

16. לוע הרחיים. הלוע ממוקם במרכז אבני הרחיים. באבן הרכב, הוא נועד לשפיכת גרעיני החיטה, ואילו באבן השכב, הוא שימש להתקנת מסב העץ (17) שבמרכזו סובב עמוד הלב (12).

17. מסב עץ ('חנג'רה', גרון). זהו מעין חרוז שהוכן מגזע עץ חלול, בדרך כלל תאנה, ושימש מסב עליון במערכת המסתובבת, כשבלבו עמוד הלב (12). מֶסב העץ עוגן ללוע אבן השכב באמצעות טריזים, והלוע שומן כדי להקטין את חיכוך העמוד בתוכו; הוא התבלה בתדירות גבוהה והוחלף מעת לעת. תפקידו, בין היתר למנוע נפילת גרעינים לגלגל הכפות.

18. מכל הגרעינים. קופסת עץ דמוית משפך נתלתה מקורה אופקית או מגג הטחנה. את פי הקופסה חסמה זרבובית, שאפשרה לשלוט במידת פתיחתה ובקצב שפיכת הגרעינים לרחיים. מכל הגרעינים הכיל בדרך כלל 70–75 ק"ג גרעיני חיטה.

19. ה'רקדן'. זהו מקל מעץ, שנתלה בקצהו האחד מזרבובית מכל הגרעינים, ובקצהו האחר הונח מעל אבן הרכב. תנועתה הסיבובית של אבן הרכב הרקידה אותו, ומכאן שמו. ריקודו הרטיט את זרבובית המכל ועודד שפיכה קצובה של גרעינים ללוע הרחיים.

20. מכל לאיסוף הקמח. הקמח שנטחן נפלט מאבן השכב למכל שהותקן ברצפה סמוך לו. בטחנות ב"גני רידוואן" מוקם המכל בין שני קמרונות חביתיים של תאי גלגל הכפות (כ־0.75 מ"ק נפח ממוצע).

21. תעלת המים. הטחנות ב"גני רידוואן" הן השטוחות מבין טחנות המגלש בארץ. לדברי אביצור, הן ניצלו עומד מים של כ־135 ס"מ (אביצור תשכ"ג:38), אך בניגוד למצופה אין בהן מגלש, אלא תעלת מים אופקית וצרה (איור 11). רוחב התעלה קבוע (כ־70 ס"מ בממוצע), מלבד בקצה הדרומי שלה הסמוך לנחיר, שם היא צרה בהרבה (לאורך של כ־50 ס"מ) וצורתה אינה רגולרית. בקצה הצר של התעלה, במטר הסמוך לנחיר, קיים שיפוע של 15–20 ס"מ. התעלה כמעט אופקית לחלוטין, ולחץ המים נוצר מהקצה הצר שלה בנחיר ומעומד המים בפי התעלה (26).

22. לוחות אבן לקירוי התעלה. תעלות המים מתחת למבני הטחנות קורו בלוחות אבן מונוליתיים (1.0 × 0.2 × 0.5 מ' מידות ממוצעות).

23. פתח השליטה בתעלת המים. בטחנות שבמבנים B, C ו־D אפשר להבחין בפתח בתקרת התעלה, המצוי במפלס רצפת הטחנה, צמוד לחזית הצפונית והפנימית של המבנה. בפתח התעלה של M7, שנחשף במלואו, נתגלו עיגוני מסילות הסכר בתעלת המים.

24. סכר שליטה במפלס המים. תפקידו של הסכר לווסת את כמות המים הנכנסים, לצורך הנעת גלגל הכפות. כמו כן, הסכר מאפשר לסגור את התעלה ולהפסיק את פעולת הטחנה.

25. פתח תעלת המים (חזית מבנה הטחנה). בכל התעלות החשופות הובחנו פתחים בממדים דומים בקיר החזית הצפונית של הטחנה.



איור 11. תעלה אופקית.

26. מפלס המים בפן המים. המפלס המשוער של מוצא תעלות המים באתר נקבע על סמך בליית האבן, עקבות המשקע המינרלי וניתוח תצלומים היסטוריים (תיק שימור, גני רידוואן — תיעוד וסקר: איור 3.1.3), וגובהו לפחות 1.60–1.75 מ׳ מעל פני הים. הדבר מלמד שמפלס פני המים השתנה מעונה לעונה ולאורך השנים.

27. מפלס מים מבוקר לטחינה. זהו מפלס המים מאחורי סכר השליטה (24). סביר להניח שמפלס המים כאן היה נמוך מזה של מפלס פן המים (26), וגבוה מ־1.1 מ׳ מעל פני הים, שהוא מפלס תשתית התעלות.

התפתחות מכלול טחנות הקמח ושלבי בנייתו

מניתוח מרכיבי הטחנות בכלל, והחזית הדרומית בפרט, ניכרים שלבי בנייה רבים ומורכבים (איור 12). חלקם נעשה באותו פרק זמן, וחלקם, לאורך ההיסטוריה: בנייה מעל שרידים קדומים, שימוש משני באבנים, בניית מבנה חדש, וכן הרחבה של אגפים והשלמתם לכדי מבנה ארוך וצפוף (75 מ׳ אורך ממזרח למערב; ר׳ תכנית 1). להלן ניתוח והסקת מסקנות לגבי התפתחות הטחנות ושלבי בנייתן על סמך הידע שהצטבר בעבודות התיעוד והסקר, כולל תיעוד היסטורי, מצב קיים וסקר פיסי. איור 12 ממחיש את שלבי הקמת הטחנות, בדגש על ניתוח דרכי המים מחוץ למבנים ומתחתם, הסיבות לתוואי שלהן והשינויים שחלו בהן לאורך השנים.

שלב א׳: הגרעין הקדום. תעלת המים העיקרית שהזינה את הטחנות הגיעה מצפון. נראה שהיא מלאכותית, וכי נחפרה כתעלת הטיה של נחל נעמן הזורם מדרום. התעלה התפצלה לשלוש תעלות סמוך לבאר האנטיליה שבצפון ״גני רידוואן״: מזרחית, מרכזית ומערבית; השתיים האחרונות תוחמות את האי שעליו הוקמו ״גני רידוואן״. קשה לקבוע אם התעלות נחפרו באותה עת או בהדרגה. בקצה התעלות נמצאו שלושה מבנים, ששימשו סכר לרוחבן (מבנים A, C, E), ובהם שבע עמדות טחינה. במפת ג׳קוטין (1799) מתוארים שני מבנים סמוך ל״טחנה״. ייתכן שאלה מבנים C ו־E, אך ללא תיאור תעלות המים קשה לקבוע בוודאות.

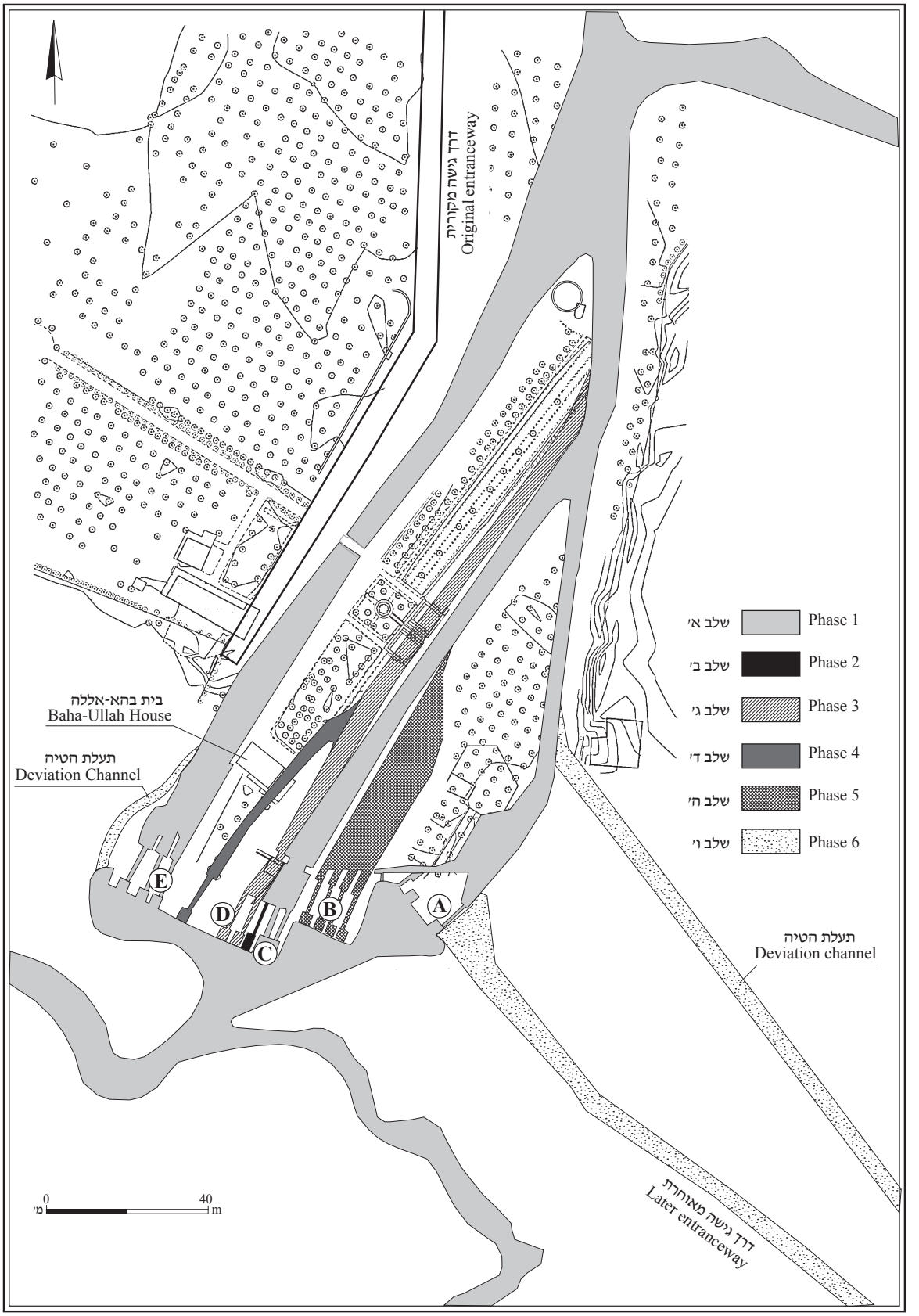
שלב ב׳: הרחבת מבנה C. טחנה M9 נבנתה ממערב לשתי עמדות הטחינה M7–8 שבמבנה C, כפי שניכר בתשתית התעלה שבין מבנה C וגשר המעבר שמצפון (ר׳ איור 8). בשלב זה היו שמונה עמדות טחינה במכלול.

שלב ג׳: הקמת מבנה D. ממערב למבנה C הוקם מבנה D ובו שתי עמדות טחינה (M10–11). הרחיבו את תעלת המים המרכזית והוסיפו ממערב לה תעלה נוספת, בלי לפרק את קיר התמך (ר׳ תכניות 1, 2) שנותר ללא תפקיד. בחזית הדרומית של המבנה ניכר שוני בין קמרונות תא גלגל הכפות של הטחנות החדשות ובין יתר הטחנות שבמתחם. הקמרונות במבנה D מחודדים. בשלב זה היו בשימוש עשר עמדות טחינה.

שלב ד׳: חיבור מבנים D ו־E. בין מבנים D ו־E הוקמה עמדת טחינה נוספת (M12) שיצרה רצף בין עמדות טחינה M7–15 (במבנים C, D ו־E). עמדת הטחינה M12 הוזנה מתעלת מים צרה שהסתעפה מהתעלה המרכזית והשיקה לבית בהא־אללה (תיק שימור, גני רידוואן — תיעוד וסקר: איור 3.1.16). בשלב זה היו 11 עמדות טחינה.

שלב ה׳: הקמת מבנה B. זהו תור הזהב של מתחם הטחנות. סמוך למבנה C ממזרח נבנה מבנה גדול (B), ובו ארבע עמדות טחינה (M3–6). התפר בין המבנים ברור, וניכר כי מבנה B הוצמד לפינה הצפונית־המזרחית של מבנה C. מבנה B נבנה בקפידה, בנייתו סדורה מזו שביתר מבני הטחנות (תיק שימור, גני רידוואן — תיעוד וסקר: איור 3.1.18). בשלב זה פעלו ככל הנראה בד בבד 15 עמדות טחינה. עד אז, סביר להניח שהגישה לטחנות הייתה מצפון, בתוואי שדרת הברושים שב״גני רידוואן״.

שלב ו׳: התנוונות מכלול הטחנות. המבנים הראשונים שהפסיקו לפעול הם קרוב לוודאי A ו־E, שנהרסו לאחר רכישתם על־ידי החברה להכשרת מפרץ חיפה בשנות ה־20 למאה הכ׳ כדי לאפשר את הטיית התעלות וייבוש הביצות. בעת ייבוש הביצות נחפרו שתי תעלות עוקפות: האחת נועדה להטות את התעלה המזרחית לכיוון דרום־מזרח אל תוואי נחל נעמן, והאחרת נועדה להטות את התעלה המערבית ממערב למבנה E — אל שפך יתר הטחנות. סביר להניח שיתר הטחנות המשיכו לתפקד עד רכישתן. כמו כן, השתנתה האוריינטציה של המתחם ונפרצה דרך במקביל לתעלת ההטיה המזרחית. בהמשך התהליך נסתמו התעלות בעמדות טחינה M10–11 במבנה D, ונוצרה גישה למבנה C מעל סתימת הפתח



איור 12. שלבי הבנייה של מבני הטחנות ותעלות המים.

ב־M10. עמדת הטחינה המערבית במבנה C (M9) יצאה משימוש, ותעלת ההזנה שלה הוסבה לפתח עודפים. בשלב האחרון, הופעלה עמדת טחינה יחידה במבנה B (M4), כפי שעולה מניתוח מפת הקדסטר משנת 1940 (תיק שימור, גני רידוואן — תיעוד וסקר: איור 3.1.22).

הערות

[1] את עבודת התיעוד ב"גני רידוואן" ביצעתי בהיותי אדריכל שימור ברשות העתיקות (2006). עבודה זו נפלה בחלקי בזכותו של יוסי ברוידה ז"ל שהכיר לי את המקום לראשונה בשנת 2004, ומאמר זה מוקדש לזכרו.

שותפים לעבודת התיעוד היו: יעל אלף, שליוותה, ייעצה והשגיחה בכל שלב משלבי העבודה; אדר' יערה שאלתיאל, אדר' רם שואף ואינג' יעל רוזנטל (מתכנני תחום שימור). אבקש להודות להם על שיתוף הפעולה, העשייה והדיון לאורך כל עבודת התיעוד. אי אפשר להפריד את עבודת התיעוד מהמחקר והעניין הארכיאולוגי, שיזמו ודחפו ארכיאולוג מחוז גליל מערבי בשעתו אליעזר שטרן והארכיאולוג יואב לרר. אבקש להודות להם על הייעוץ והליווי הצמוד, וליואב לרר בפרט על השותפות במאמר זה.

טחנות הקמח ב"גני רידוואן" מצויות בניהול המרכז הבהאי העולמי (המב"ע); תודה מקרב לב לאנשי המב"ע: למר אלברט לינקולן, הנשיא לשעבר ומר חוסרו רזאי בפרט, על היזמה לעבודת תיעוד זו. אדריכל דני רז, שעבד בשעתו מטעם המב"ע, סייע לי רבות בראשית הדרך ולאורכה, ועל כך תודתי הכנה. בנוסף, כדי להפוך את עבודת התיעוד למאמר נדרשה עבודה רבה ומאומצת. תודה לכל המסייעים במלאכה, ובהם הקורא האנונימי על הערותיו והארותיו ובמיוחד לגב' שושנה ישראלי על סבלנותה הרבה ומאמציה לאורך כל תהליך העריכה וההבאה לפרסום.

[2] דוגמות רבות ידועות בגליל ובגולן, והבולטות שבהן טחנות הארובה בנחל עמוד, בנחל צלמון, בנחל כזיב ובנחל דישון (אביצור תשנ"ד:48–49).

[3] המחבר בחר במונח "טחנת מגלש", אך ראוי לציין שבמחקר שערך דריי (תשע"א) בטחנות הקמח בסכר תנינים הוא מכנה את הטיפוס "טחנת זריבה".

הפניות

אביצור ש' תש"ך. **לתולדות נצול כוח המים בארץ ישראל**. תל אביב.

אביצור ש' תשכ"ג. **סקר מיתקני כוח המים בארץ ישראל (1953–1955)** (אדם ועמלו 3). תל אביב.

אביצור ש' תשנ"ד. **מיתקנים בנופיהם: פרקים בארכיאולוגיה תעשייתית של ארץ ישראל**. תל אביב.

אוליפנט ל' תשל"ח. **חיפה: כתבות מארץ ישראל 1882–1885**. ירושלים.

דריי י' תשע"א. טחנות הקמח בסכר תנינים — מגוון טכנולוגיות. בתוך א' איילון וא' איזדרכת, עורכים. **מכמני קיסריה א': סיכומים ומחקרים בנושא קיסריה וסביבתה מוגשים בהוקרה לד"ר יוסף פורת**. ירושלים. עמ' 141–158.

לרר י' כרך זה. טחנות הקמח בעכו, "גני רידוואן".

ARCHITECTURAL ANALYSIS OF THE FLOUR-MILL COMPOUND IN THE RIDWAN GARDENS, 'AKKO

AMIR FREUNDLICH
(PP. 141*–157*)

In November 2005, following the World Baha'i Center's decision to develop some of the sites in the Ridwan Gardens and open them to visitors, the Conservation Department of the Israel Antiquities Authority was commissioned to survey and document the site, including the flour-mill compound (Fig. 1, 2). Three excavation seasons (2004, 2005 and 2007) were conducted on behalf of the Israel Antiquities Authority (see Lerer, this volume) and conservation work was carried out during 2007.

Following is a description of the remains of the flour mills before conservation work, their various elements and methods of operation. Also included is an analysis of the water-powered technology used and general conclusions regarding the mills' construction phases.

The Mill Compound Prior to Conservation

The flour-mill compound is located along the southern border of the Ridwan Gardens and consists of five buildings (A–E; Fig. 3; Plan 1). These contained the remains of fifteen pairs of millstones for grinding flour (M1–M15), feeding channels and bridges (Figs. 4, 5; Plans 2, 3).

The five buildings were constructed over fifteen feeding channels, each leading to a paddle-wheel chamber roofed with a barrel vault. The fifteen paddle-wheel chambers were located on the southern facade of the buildings, at the point where the water flowed out to the Na'aman marsh.

In section, the channels are similar throughout the complex. They are the same length as the buildings constructed over them. The water reached the built channels through open channels that were dug in the ground. Today, it is difficult to detect the course of the channels as they lie beneath the Ridwan Gardens' citrus orchards or the courtyard south of the Baha'Ullah House.

Analysis of the Water-Powered Technology

During the Ottoman period, the flour-production industry flourished throughout the country, exploiting the water power of various streams. Scholars recognized two main methods for exploiting water power in this period, which differ according to topographical conditions, water abundance and available resources to the mill builders: the penstock mill (*aruba*)—generally used inland, in hilly areas, where water is relatively scarce, and the slanting chute mill (*miglash*)—found in coastal regions, where water sources are more abundant. Naḥal Na'aman, which provides a plentiful water supply, suited the construction of slanting-chute mills such as those discovered at the Ridwan Gardens in 'Akko.

The slanting-chute mills could be operated with relatively small differences in water levels, but required large quantities of water to power a pair of millstones. The water was conveyed to the mill by a feeding channel, or via an opening in a dam, which was built to raise the water to the desired level. The water was routed into slanting chutes where the channel was much narrower at its lower end than in its upper part. The water raced through a long, narrow rectangular nozzle-like opening onto the paddle wheel below it. Unlike penstock mills, which are arranged in series, slanting-chute mills are arranged in rows. Prominent examples are found along the Yarqon River, e.g., at El-Mir Mills, Abu-Rabah Mills, El-Haddar Mills (the 'Ten Mills'), Jerisha Mills (the 'Seven Mills'), and across Naḥal Taninnim (the Taninnim dam).

The mills in Ridwan Gardens exploited a height differential of one meter that enabled the construction of a horizontal chute (without a slope).

Parts of the Flour Mills (Plans 5, 6)

The following list contains typical flour-mill elements, some of which were found at the Ridwan Gardens' mills. To aid identification, the elements are numbered according to their rendering in the figures.

1. *Paddle Wheel*. The paddle wheel converts the water energy into rotational energy that is transferred to the upper millstone to grind the grain into flour.
2. *Iron Socket* (*nuqta* in Arabic; see Lerer, this volume: Fig. 16). A socket enabling rotation of the paddle wheel.
3. *Pivot Pin* (*ḥurpa* in Hebrew, or *suss* in Arabic). A male pivot set in the iron socket (2).
4. *Leverage beam*.
5. *Lifting Rod* (*ijer* or 'foot'). The rod controls the level of the paddle wheel and the level of the upper millstone within the grinding space. The leverage beam (4) was connected to the lifting rod inside the paddle-wheel chamber. Wooden wedges (9) served to control the space between the two grinding stones.
6. *Socket* in vault for the leverage beam.
7. *'Nozzle'* supplying the water flow (at end of each channel; Figs. 9, 10).
8. *Lifting-Rod Shaft*. The shaft is built as part of the vault of the paddle-wheel chamber in order to insert the lifting rod (5) for the leverage beam (4).
9. *Wooden Wedges or Screw in Rod*. The mechanism was designed to control the space between the millstones and thus the quality of grinding.
10. *Paddle-Wheel Pole*.
11. *Metal Hoops*.
12. *Main Pole* (*qalb* in Arabic).
13. *Rind Crossbar*. A wide piece of metal with a square perforation in its center, within which the main pole (12) was inserted. This element determined the height of the upper millstone.
14. *Lower Millstone*.
15. *Upper Millstone*.
16. *Millstone Eye*. An opening for pouring the grain.
17. *Wooden Bearing* (*hanjare*, 'throat'). This element blocked the hole in the lower millstone and prevented the grain from falling down to the paddle wheel.
18. *Grain Container*.
19. *Shoe 'Spring'-Cord* ('dancer'). A wooden stick used to control the grain flow.
20. *Flour receptacle*.
21. *Water Channel* (Fig. 11).
22. *Stone Slabs* covering the channel.
23. *Opening* for controlling the water channel.
24. *Control Dam* at water level (see Plan 5).
25. *Sluice Opening* (facade of mill building).
26. *Water Level*. Estimated level at sluice outlet.
27. *Controlled Water Level* in channel. Estimated level behind control dam (24).

Building Stages of the Flour-Mill Compound (see Plans 2, 3)

Analysis of the mills' various elements, particularly on the southern side, revealed several construction phases (Fig. 12):

Phase 1: The earliest part of the complex was constrocted (Buildings A, C, E), consisting of seven mills.

Phase 2: Building C was expanded, and M9 was constructed to the west of M7–8.

Phase 3: Building D was erected with two milling units; the main channel was widened and another was added to its west. In this phase, ten milling units were in use.

Phase 4: Buildings D and E were joined together; M12 was constructed between the structures. At this stage, the complex contained eleven mills.

Phase 5: Building B was constructed. In this phase, there were probably fifteen mills in operation at the same time.

Phase 6: The mill compound gradually deteriorated. In the 1920s, the buildings were demolished in order to divert the sluices and dry up the Na'aman marsh.

CAPTIONS TO ILLUSTRATIONS

Fig. 1. Historical illustration of the water channels, courtesy of the Kiryat Bialik Archives.
Fig. 2. Historical illustration of the water channel and the Baha'Ullah House, courtesy of the Kiryat Bialik Archives.
Fig. 3. The site.
Plan 1. The flour mills: on top—estimated original condition; on bottom—existing condition, showing the southern facade and a longitudinal section.
Fig. 4. The flour-mill compound, looking northwest.
Fig. 5. Buildings C and D, looking northeast.
Plan 2. Level of water channels: existing condition (1.8 m asl).
Plan 3. Level of milling areas: existing condition (3.3 m asl).
Fig. 6. Building B, looking east.
Fig. 7. Building B and roofing vaults, looking east.
Plan 4. Typical cross-section of Building C: existing condition (bottom) and estimated original condition (top).
Fig. 8. Edge of channel leading to Building C and the bridge above it (to right—the western facade of Building B), looking north.
Plan 5. Section along typical mill elements at Ridwan Gardens.
Plan 6. Cross-section of typical mill elements at Ridwan Gardens.
Fig. 9. Paddle-wheel 'nozzle'.
Fig. 10. 'Nozzle'.
Fig. 11. Horizontal channel.
Fig. 12. Construction phases of the mill buildings and feeding channels.