

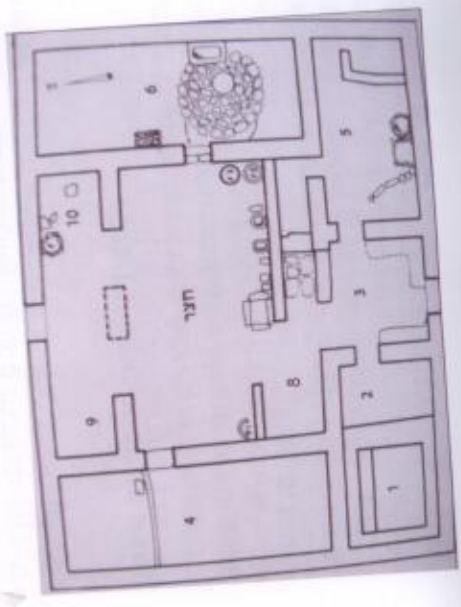
מתקן התעשייה בעין-בוקק: מפעל להפקת אינדיגו מהצמח ניל?

דוד אילוז^{1,2} וזהר עמרי

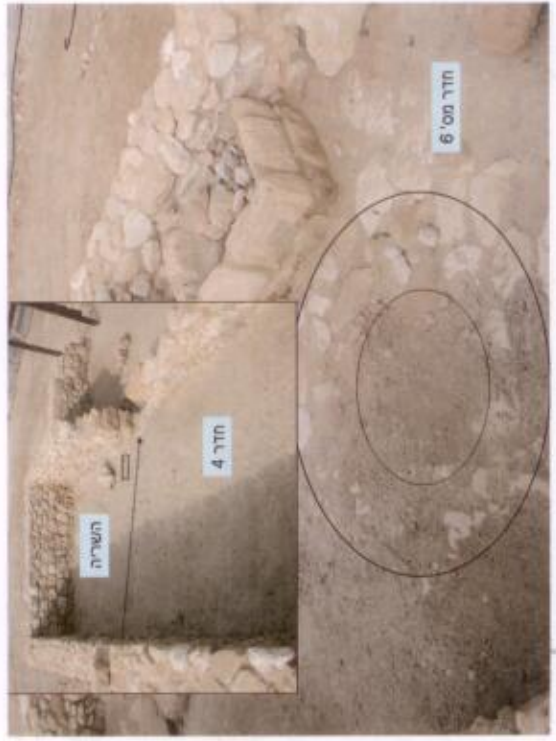
¹ המחלקה ללימודי ארץ-ישראל וארכאולוגיה, אוניברסיטת בר-אילן.
² הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר-אילן, מכללת תלפיות ומכללת בית-ברל

בחפירות שנערכו בעין-בוקק, נחשף אתר שיוגדר על-ידי החופרים כבית-אחוזה או בית-מלאכה, שפעל בכמה שלבי קיום, החל מהתקופה ההרודיאנית ועד לתקופת מרד בר-כוכבא. המבנה מלבני (16x21 מ') ובפיתו הדומית-מערבית משולב מגדל חשמונאי (קדום יותר). מדובר כנראה במכלול תעשייתי שהמבנה הבסיסי שלו לא השתנה בכל שלבי קיומו. באתר נמצאו מספר חדרים שנבנו סמוך לחומת המבנה הנפתחים אל חצר קטורה מרכזית, שבה הותקנו מחיצות על-מנת ליצור מרחבי עבודה נפרדים (איור 1). בחדר שממערב לחצר נמצאה ערימה של מאות גלעיני תמרים (איור 2, חדר 4), ואילו בחדר המזרחי נמצאו מתקנים ואפר רב, המעידים על פעולת ייבוש, סחיטה והרתחה. ראוי לציון שולחן אבן עגול שהוצב על רצפת אבני גוויל, שאולי שימש כסיס לדיחיים עגולות (איור 2, חדר 6). כמריכן נמצאו באתר כלי כתישה, אגנים להשריית נוזלים ומספר תנורים. במקומות שונים במבנה נמצאו גושי אספלט (ביטומן; גיחון תשל"א: פישר, תשל"ט; פישר ושחם, 1989).

לדעת החופרים האתר הוא אופיקינה (Officina) - בית-מלאכה לייצור תמריקים, משחות, תרופות ובשמים. סביר ביותר שהאתר שימש להפקת מוצרי האפרסמון, שחלקיו עברו תהליכים שונים בשיטת הסרט הנגז: ייבוש, כתישה והרתחה. הצעת השחזור נעשתה



איור 1: תכנית של האתר בעין-בוקק עם מספור החדרים והמתקנים
מקור: גיחון, 1992.



איור 2: משיטת אבנים מרוצפות בחדר מס' 6 אשר שימש כנראה לדישה, ומתכן להשריה בחלק הצפוני של חדר מס' 4

נלקחה דגימת קרקע לא-שחורה מלוקוס אחר בחדר מס' 8 (מס' 603). דוגמה נוספת שנבדקה נלקחה מחדר מס' 6 (לוקוס 1359), ממשטח מרוצף עגול שנראה כי שימש לדיש. נעשו מיצויים שונים של דגימות הקרקע לאנליזות כימיות:

1. אנליזה ב-Mass Spectrometer. (א) מיצוי בהקסאן; הוספו 9 מ"ל הקסאן ל-1 גרם קרקע, טלטול ל-24 שעות, סינון ונידוף התסנין בחנקן לקבלת תמיסת מיצוי מרוכז של הקסאן; (ב) מיצוי במתנול ומים; הוספו 5 מ"ל מתנול או מים ל-1 גרם קרקע; ערבול על פלטת חימום (60°C) במשך 30 דקות, וסינון. התסנינים עברו אנליזה במד ספקטרומטר מסות LC-MS.
2. בדיקת יסודות. הצמחים יובשו ב-105°C במשך 24 שעות. שריפת החומר האורגני בתנור ב-390°C למשך 8 שעות. מהילת האפר: ל-1 גר' צמח יבש הוספו 40 מ"ל HNO₃ 0.1M. השרייה למשך 30 דקות באמבט בטמפרטורה של 80°C ולאחר-מכן סינון דרך פילטר מסוג GF/F. האנליזה הכימית לזיווי וכימות היסודות נעשתה באמצעות המכשיר ICP-AES = Inductivity Coupled Plasma, Atomic Emission Spectroscopy.

תוצאות

1. באפר שנדגם מחדר מס' 8 (דוגמא 595) נמצאו עדויות לנוכחות הצבען אינדיגו.
2. בחדר מס' 6, במתקן האבנים המרוצפים במעגל הנראה כמתקן דישה (לוקוס 1359), נמצאה חומצת שומן לא רוויה, כנראה חומצה פלמטית הנמצאת גם בדקלים (איור 2).
3. נמצא כי האפר עשיר ביסודות אשלגן, נתרן ומגנזיום, המעידים על שריפה בטמפרטורה גבוהה של 500°C (Fischer, 2000). ההשקעה בהקמת תנור זה מעידה על הצורך באפר, וייתכן שגם צביעת האריגים נעשתה במתקן זה. על-פי הממצא של המלחים האלקליים, ייתכן שהם הופקו מצמחי מליחה ששימשו לייצור חומרי ניקוי – תעשייה קדומה שפעלה באזור זה (עמר וסרי, תשס"ד, 66-61; Amar, 1998), או לתעשיית הצביעה בחומרים מחזרים, בצבענים שאינם מסיסים במים (כמו אינדיגוטין), או לייצור צרבנים שמקבעים את הצבע באריגים.

מקור הצבען אינדיגו

הצבען אינדיגוטין (Indigotin) נמצא במספר סמני צביעה שמהם הפיקו צבע כחול בתקופה העתיקה: צמח האיטיסי (*Isatis tinctoria*), מיני ניל (*Indigofera sp.*) ומיני חלזונות הארגמון (*Murex*). בצמחי איטיסי תל ייש גם מעט אינדירובין (*Indirubin*), שמסייע להבחין בינו ובין מיני הארגמונים שנילוים להם – מונוברואינדיגו או דיברואינדיגו (Koren, 1993). יחד-עם-זאת, ההבחנה בין הצבען אינדיגוטין שמופק מאיטיסי תל, אינם אפשריים בשיטת הבדיקה המקובלת ב-HPL (C. Koren, 1994). מהבדיקות לא ניתן לקבוע באופן חד-משמעי את מקור האינדיגו, ולכן ההערכה בשלב זה היא בדרך השלילה. לא קיים מידע או ממצא ארכאולוגי מהאזור למציאותם של חלזונות הארגמן או מתקנים העשויים לרמוז על קיום תעשייה זו. כמ-כן, לא נמצאה עדות

באמצעות תיאורים ספרותיים (על-פי הספרות הקלאסית ותיאור של האלכימאי הערבי אלכנדי), ותיאורים אמנותיים (כמו ציור קיר רומי מפומפי), ובהתבסס על כלי כתישה וזוג תנורים שנמצאו באתר (Fisher et al., 2000). גם לפי הירשפלד (82, 2004), המבנה שימש לתעשיית הבשמים המקומית. לדעת הדס מדובר בבית-חוזה רגיל, וכל "מתקני התעשייה" שנמצאו הם מתקנים רגילים שהיו שכיחים בבתים של העת העתיקה; ייתכן שבמקום היה גם מרכז שלטוני שפיקח על הגעשה בחווה ובדרכים שבסביבתה הקרובה (הדס, תשס"ג, 174-177). בבדיקות שנערכו לאחרונה באפר שנמצא באתר, נמצאו ממצאים נוספים שעשויים לאפשר פרשנות חדשה בהקשר לפעילות שנעשתה בבית-החוזה.

ממצא האינדיגו באתר עין-בוקק

בבדיקות שנערכו בדגימות האפר מבית-החוזה בעין-בוקק, במהלך שנת תשס"ז (2007), נמצאו עדויות לנוכחות של צבע האינדיגו.

שיטות וחומרים

דגימות קרקע נלקחו מהאתר בעין-בוקק, מחדר מס' 8, הממוקם בחלק הדרומי-מערבי של החצר המרכזית, המחברת בין כל חדרי המבנה (מס' 11). בתצר נמצאו מספר מתקנים: תנורים, כלי כתישה ומשטחי עבודה. דוגמאות הקרקע שנבחרו היו קרקעות שחורות (מס' 591, 592, 593, 595), שהעידו על סבירות גבוהה להימצאות חומר אורגני. לשם השוואה

גם את נייל הצבעים שנחשב לאיכותי יותר. גידול נייל נמשך באזור זה עד למאה ה-19, ובראשית המאה ה-20 הוחלף הנייל הטבעי והיקר ששימש לצביעה בתחליפים סינתטיים זולים (עמר, תשנ"ז, 311-312).

דיון ומסקנות

מציאת הצבען של הנייל בעין-בוקק (מראה שכבה המתוארכת למאה הראשונה לספירה), היא למעשה העדות הוודאית הקדומה ביותר עד כה לשימוש בסממן זה באזור בקעת הירדן. אמנם אריגים שנצבעו בצבען האינדיגוטין נמצאו באתרים נוספים בארץ, הקודם ביותר הם כונתילת ע'רוד מסוף המאה התשיעית לפנה"ס (שפר, תשנ"ג). במיוחד ראויים לציון, אריג צבוע מקומראן (Crowfoot, 1955), מספר אריגים ממצדה (Koren, 1994) ו-13 אריגים ירוקים ממואה, שנצבעו בצביעה כפולה באינדיגוטין וצבענו צהוב (שוהותו לא ברורה; Sukenik et al., in press). הבדיקות שנערכו בשלושת האתרים הללו לא גילו את מקורו של האינדיגוטין, אך הימצאותו של צבען זה באותו מרחב גיאוגרפי ותיארוכם לתקופה הרומית, מעלים את הסבירות שאף בהם, כמו בעין-בוקק, הצביעה נעשתה בצמח הנייל.

זהויו של הנייל באפר המעיד על התעשייה המקומית שפעלה בעין-בוקק, תומך באפשרות שאין מדובר רק בצביעה בבושי נייל גולמי, אלא בתהליך ההפקה של הצבע מהצמחים שגודלו באזור. תהליך זה כלל מספר שלבים: קטיף הצמחים, דיש לחלקיקים קטנים והשריית החומר הצמחי הטרי או המיובש במיכל מים שהיה חשוף לאור השמש. לאחר תהליך תסיסה של מספר שעות, שבמהלכו עבר הנוזל תהליך חמצון ששינה את גונו מירקרק-צהבהב לכחול (בשיטות הקדומות השתמשו גם בתמרים לתהליך התסיסה; Grae, 1974, 58-60). לאחר-מכן העבר הנוזל (ללא חלקי הצמח) למיכל מים שני, ונמשך ערבול המים עד לקבלת נוזל כהה (על תהליך הדישה של האינדיגו ניתן ללמוד מדברי התוספתא: "קלאילן שדשם בעצי אשירה ישרף"; עבודה זרה, ג, א, מהדורת צוקרמאנדל, 469). הכוונה היא לתהליך הראשוני של דישה העלים או לערבוב הנוזל במגרות בתוך מיכל. ייתכן שהוסף לתמיסה מעט סיד, ולאחר שהחומר המוצק שקע הוא עבר סינון. המשקעים העברו לשקיות בד כדי ששאריות המים יתנקזו (דומה לדרך שבה יוצרה גבינה), ועם התמצקות יובש בשמש ונחתך לחתיכות קטנות. לפי חלק מהתיאורים, לפני "יבושה עברה תמיסת הנייל תהליך של טחינה וכתושה (הרשב"ג, תפ"ד, 257; קריספיל תשמ"ז, 742-751; Brunello, 1973). את תהליך הפקת הנייל בבית-ששאן תיאר החוקר הגרמני טצנן, בראשית המאה ה-19, תהליך ששימר כנראה את טכניקת ההפקה הקדומה: "קודם מייבשים את העלים בשמש, ולאחר מכן הם עוברים תהליך של דישה. לאחר-מכן מרתחים בסירים מים בגומה קטנה ובה מים מן הנדר, ושופכים אותם על העלים שהוכנו אף הם בכלים שטוחים המחפרים לתוך האדמה. בצורה זו מפיקים שני סוגי נייל... " (164-160, Seetzen, 1855, לפי תרגומו של שור, תשנ"א, 172).

כאמור, במכלול התעשייתי בעין-בוקק נמצאו מתקנים וכלים שונים, המתאימים להפקת נייל ובהם מתקן דישה, כלי כתישה וטחינה, כלי ביטול ועוד. אפשר שחלק מהמתקנים שימשו גם לצרכים אחרים.

לנוכחות הדיברומאינדיגוטין (Dibromindigo), שמקורו בחילזון ה"תכלת" יחד-עם-זאת, יש לציין שבשיטת של מיצד עין-בוקק נמצאו למעלה מ-100 קרעי אריגים (מרביתם במגדל הצפוני-מערבי), אך כיוון שהם לא התגלו באתרם, לא ניתן לתארך אותם באופן מדויק (שפר, תשמ"ז, 160).

מבין האריגים הצבועים נמצאה פיסת אריג כחולה אחת, ולפי הבדיקות שנעשו פעמיים (בשנים 1973, ו-1981), פיסת האריג נצבעה בארגמן קהה-קציים (*Murex trunculus*; שפר, תשמ"ז, 165; 40, Sheffer & Tidhar, 1991). דומה שאין להניח שהייתה זיקה בין הממצא מבית-המלאכה לזה שנמצא במיצד עין-בוקק. אין גם עדויות שהאיטסים, צמח הגדל באזור היס-התיכוני, גדל באזור זה. לעומת זאת, ישנן עדויות רבות לגידול של הנייל באזורים אלה, ולכן הוא המועמד הסביר ביותר למקור הצבען.

גידול הנייל והפקת הצבע ממנו בבקעת-הירדן

צבע כחול ניתן להפיק ממספר מיני נייל (*Indigofera sp.*). אלו צמחים טרופיים ממשפחת הפרפרניים, ביניהם מפורסם המין נייל הצבעים (*Indigofera tinctoria*). באזור בקעת הירדן גדלים כיום בר או כפליטי תרבות, נייל דל-עלים (*Indigofera oblongifolia*) ונייל מכסיף (*Indigofera articulata*; אירז, 3), שניהם מינים נדירים. המין האחרון גודל כנראה בעבר לצורך הפקת האינדיגו (פינברוך-דותן ודנין, תשנ"א, 305-306). לפי מסורות היהודי מתקופת הגאונים ולפי מספר חוקרים, ניתן לזהות את הצבען אינדיגו שהופק מהנייל עם 'קלא אילך' הנזכר בספרות חז"ל (הרשב"ג; פליקס תשנ"ב, 259; 258; Löw, 1928). לדעת פליקס, הנייל המכסיף הובא לארץ-ישראל בשלהי תקופת הבית השני, והוא שיער שגידולו



איור 3: הצמח נייל מכסיף (*Indigofera articulata*)

אותו באזור בקעת יס-המלח ועמק הירדן. הוא אף הציג שהמתקנים שהתגלו סמוך לארמון החשמונאים ביריחו (שני בורות גדולים), שימשו לצביעת אריגים בחומרים שהופקו מצמח זה (פליקס, תשנ"ב, 49-51; בורשטיין, תש"ן, 282). אישוש להנחה שצמח זה גדל באזור בקעת יס-המלח לצורך הפקת הצבע, התקבל עם מציאתם של 276 זרעים מפורחמים של נייל בעין-גדי, סמוך לבית-הכנסת מהתקופה הביזנטית. לפי זהויה הזרעים מדובר בנייל מכסיף (*Indigofera Indigofera*), או נייל מכסיף (*Indigofera coerulea*), ממצא זה מאשש את ההשערה שהנייל גודל בארץ-ישראל עוד לפני הכיבוש האסלאמי (מלמד וסלון, תשס"ה). עד אז היו עדויות רבות וברורות לכך רק מהתקופה הערבית הקדומה. למשל, בצוער, ביריחו ובבית-שאן. יחד-עם-זאת, אין להוציא מכלל אפשרות שבתקופה האסלאמית גידלו

עמר ז' תשרי ה', תשמ"ד;

ארץ-ישראל וסוריה על-פי תיאורו של אלתמני, רמת-גן.
פיתרון-דותן נ' ודנין א', תשנ"א:

המגזר לצמחי בר בארץ-ישראל, ירושלים.
פישר מ', תשל"ט:

"נוה המדבר עין-בוקק – יהודה תעשייתית בתקופת בית הורדוס – סקירה ארכאולוגית-היסטורית," **נופים**, 11-12, עמ' 21-38.

פישר מ' ושחם צ', 1989:
"מערכת המים של נוה עין-בוקק," בתוך: ד' עמית, ה' הירשפלד וי' פטריך (עורכים), **אמות המים הקדומות בארץ-ישראל**, ירושלים, עמ' 289-298.

המים הקדומות בארץ-ישראל, ירושלים.
פליקס ג', תשנ"ב:

טבע וארץ בתנ"ך: פרקים באקולוגיה מקראית, ירושלים.
קריספיל ג', תשמ"ז:

ילקוט הצמחים, ירושלים.
שור נ', תשנ"א:

"בית-שאן בספרות הנוסעים של המאה ה"ט," **קתדרה**, 59, עמ' 171-180.

שפר א', תשמ"ז:
"אריגי עין-בוקק," **ארץ-ישראל**, יט, עמ' 160-169.

שפר א' תשנ"ג:
"אריגים קדומים מעוטרים בצבע שנתגלו בארץ-ישראל," בתוך: ח' שורק וא' אילון (עורכים), **צבע מהטבע**, תל-אביב, עמ' 66-75.

Amar Z., 1998:
"The Ash and the Red Material from Qumran," *Dead Sea Discoveries*, vol. 5, pp. 1-15.

Amar Z., 2003:
"The Ancient Trade in Incense, Perfumes and Spices", in: R. Rosental-Heginbottom (ed.), *The Nabateans in the Negev*, Haifa, pp. 61-66.
Brunello F., 1973:

The Art of Dyeing in the History of Mankind, (Hickey B. transl), Vinenza.
Crowfoot G.M., 1955:

"The Linen Textiles": in: D. Barhelemy & J.T. Milik (eds.), *Qumran Cave, 1 (DJD 1)*, Oxford, pp. 18-38.

Fischer M., Gichon M. & Tal O., 2000;

En Boqeq: Excavations in an Oasis on the Dead Sea, II, Mainz.

Forbes R.J., 1965:

Studies in Ancient Technology, IV, Leiden.

Grea I., 1974;

Nature's Colors: Dyes from Plants, New York.

Koren Z.C., 1993:

"The Colors and Dyes on Ancient Textiles in Israel", in: C. Sorek & E. Ayalon (eds.), *Colors from Nature: Natural Colors in Ancient Times*, Tel Aviv, pp. 15*-31*.

סיכום

ההצעה שבבית-המלאכה בעין-בוקק הפיקו את צבע הניל, אינה פוסלת את האפשרות שבמקום הייתה גם תעשיית בשמים, אלא שאין לכך, לפי שעה, ביסוס מספק. ייתכן שחלק מהמתקנים שנמצאו במקום לא פעלו בעת ובעונה אחת. ניתן לשער שתושבי המקום ניצלו את אוצרות הטבע המקומיים ותנאי האקלים הייחודיים, ועסקו בגידול שיחי אפרסמון וצמחי בושם אחרים, וכן בגידול תמרים ובהפקת דבש או מין מהם (צמר, תשס"ב). באיסוף ביטומן, בייצור חומרי ניקוי ובהפקת צבע הניל, כל המוצרים הללו (למעט האפרסמון) נמצאו בעין-בוקק. הכלים והמטבעות הנבטיים שנמצאו באתר מעידים על קשרים עם הנבטים שסחרו במוצרים אלה (Amar, 2003).

תודות

תודתנו נתונה לפרופ' מרדכי גיחון ופרופ' משה פישר, מהחוג ללימודים קלאסיים וארכאולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב, שאפשרו לנו לערוך את הבדיקות באפר שנמצא בעין-בוקק, ולד"ר רחל פרסקי, מהמחלקה לכימיה באוניברסיטת בר-אילן.

רשימת מקורות

- בורשטיין מ', תש"ו:
התכלת, ירושלים.
גיחון מ', תשל"א:
"חפירות עין-בוקק," **קדמוניות**, ג, עמ' 138-141.
גיחון מ', 1992:
"עין-בוקק," בתוך: א' שטרן (עורך), **האנציקלופדיה החדשה לחפירות ארכאולוגיות בארץ-ישראל**, ירושלים, ג, עמ' 1179-1184.
הדס ג', תשס"ג:
הקלאות השלחין בנווה עין-גדי ובמקיבלותיה בנאות המדבר סביב ים-המלח בתקופה הרומית-ביזנטית, חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה של האוניברסיטה העברית, ירושלים.
הירשפלד י', 2004:
הכמיהה אל המדבר, תל-אביב.
הרשברג א"ש, תרפ"ד:
חיי התרבות בתקופת המשנה והתלמוד, הארץ ותעשיית הארג, ורשה.
מלמד י' וכסלו מ', תשס"ה:
"שרידי זרעים, פירות ומזיקים מחפירות הכפר עין-גדי," **עתיקות**, 49, עמ' 92-94.
צבר א', תשס"ב:
"גמות לין תמרים באחת המלך ביריחו," בתוך: י' אשל (עורך), **מחקרי יהודה ושומרון**, יא, עמ' 69-79.
עמר ז', תשנ"ז:
"הגידולים החקלאיים בבקעת-הירדן בימי הביניים," בתוך: ש' דר' ו' ספראי (עורכים), **הכטר המדום בארץ-ישראל**, תל-אביב, עמ' 297-326.

Koren Z.C., 1994;

"Analysis of the Masada Textiles Dyes", in: Y. Aviram, G. Foerster & E. Netzer (eds.), *Masada IV*, Jerusalem, pp. 257-264.

Lów I., 1928;

Die Flora der Juden, I, Vienna-Leipzig.

Seetzen U.J., 1855;

Reisen durch Syrien, Palästina, Phönicien, die Transjordan-Länder, Arabia Petraea und Unter-Aegypten (F. Kruse ed.), II, Berlin.

Sheffer A., & Tidhar A., 1991;

"The Textiles from the 'En-Boqeq excavation in Israel", *Textile History*, 22, pp. 3-46

Sukenik N., Amar Z. & Iluz D., (in press);

"The Textile Dyes from Mo'a", in: T. Gimi (ed.), *Moa's Perfume Road*, Jerusalem.