

המדריך הקצר למפצח הארגמונים

הקדמה

הארגמן נחשב לצבע היקר ביותר בעולם הקדום.¹ הצבע הופק מהבלוטה התת־זימית של מיני חלזונות ממשפחת הארגמוניים (Muricidae). על פי ניתוח המקורות הכתובים והממצא הארכאולוגי של קונכיות רבות שנמצאו בסמוך למתקני צביעה קדומים לאורך חופי ארץ ישראל ואזורים אחרים באגן הים התיכון, וכן על פי המחקר הביולוגי של הרכיכות כפי שמוכר לנו בהווה – ישנם שלושה מינים עיקריים של ארגמונים שמהם עשויים היו להפיק את הצבע:

1. ארגמן קהה קוצים (Murex trunculus).² באנגלית: Rock murex, Banded Dye-Murex. באיטלקית: Murice, Bulonono.
2. ארגמן חד קוצים (Murex brandaris).³ באנגלית: Spiny Dye-Murex. באיטלקית: Bulli-Carusi, Bulli-Murici.
3. ארגמנית אדומת פה (Murex haemastoma).⁴ באנגלית: Red-Mouthed Rock-shell.

תיאור הארגמונים, תהליך צידם ופיצוחם ותהליך הפקת הצבע מהם נזכר במקורות הקדומים, בעיקר בחיבורים הקלסיים מהתקופה ההלניסטית־רומית. דומה שהמקורות החשובים ביותר הם אריסטו (322-384 לפנה"ס)⁵ ופליניוס הזקן (23-79

1. מאמר זה הוא חלק ממונוגרפיה רחבה בנושא: האַרְגָּמָן – פורפורה וארג'ואן במקורות ישראל. תעשיית הארגמן נסקרה רבות בספרות המחקר, ראו למשל: I. Herzog, *The Royal Purple and the Biblical Blue, Argaman and Tekhelet*, E. Spanier (ed.), Jerusalem 1987; א' שפניר וי' זיידרמן, 'התכלת והארגמן', מדע כו 4, תשמ"ב, עמ' 184-187; נ' קרמון, 'תעשיית הארגמן בעת העתיקה', בתוך: ח' שורק וא' איילון (עורכים), **צבע מהטבע**, תל אביב תשנ"ג, עמ' 80-95.
2. סינונימים: Murex trunculus, Trunculariopsis trunculus, Murex turbinatus, Murex goldi, Muricanthus trunculus, Hexaplex trunculus.
3. סינונימים: Bolinus brandaris, Hexaplex brandaris. באנגלית: The purple dye murex.
4. סינונימים: Stramonita haemastoma, Thais haemastoma, Buccinum haemastoma, Purpura haemastoma. מכונה בעברית גם בשם ארגמנית סמוקת פה.
5. Aristotle, *Historia Animalium* I, A.L. Peck (trans.), London 1965, V 15.

לספירה),⁶ שחי בשלהי ימי הבית השני. מסורת הצביעה התקיימה במרחב ארץ ישראל עד התקופה הביזנטית ופסקה בראשית התקופה הערבית. היא המשיכה להתקיים בימי הביניים באזורים אחדים בסביבת הים התיכון ופסקה לדעתנו כבר במאה השלוש עשרה, ולכולי עלמא לכל המאוחר עם נפילתה של האימפריה הביזנטית בידי העות'מאנים (1453).⁷ מאז חדלו להשתמש בצבע הארגמן האמתי, וכך אבד גם הידע בדבר הפעולות השונות שנלוו לתהליך הפקת הצבע ופסקה המסורת הפעילה של מלאכת הצביעה הייחודית. בעת החדשה נערכו מחקרים רבים הקשורים לארגמן מן ההיבט ההיסטורי, הביולוגי, האקולוגי והכימי. בדור האחרון התקדם המחקר היישומי ב'ערוץ התכלת' – עם הפקת צבע מארגמן קהה קוצים לצורך צביעת ציציות. לעניות דעתנו, המחקרים שנערכו בערוץ הארגמן לצורך הפקת צבע אינם מספקים לפי שעה. הניסיונות שנעשו עד כה לא הניבו לדעתנו תוצאות מספקות של שחזור צבע ה'ארגמן', בהתאם לתיאורים ההיסטוריים שבידינו,⁸ והמחקר המעשי התמקד בעיקר בהפקת צבע ה'תכלת' מארגמן קהה קוצים. לפי גישתנו, קיים קשר אמיץ בין 'תכלת' ו'ארגמן', לפחות לפי חלק מהפרשנויות הסבורות שצבעים אלה מופקים מאותו סוג של ארגמונים (Murex) ממינים שונים, או לחלופין מאותם מינים ספציפיים. הדבר תלוי כמובן בתנאי הפקה שונים ובפרשנויות שונות, למשל של גוון ה'תכלת' (כחול לגווניו, סגול וירוק).⁹ כאמור, בשל היעדר ניסיון מספק במחקר מעשי של הפקת צבע מארגמן חד קוצים ומארגמנית אדומת פה, ביקשנו לבחון את הסוגיה במטרה לנסות להפיק צבע ארגמן, למשל סגול-בורדו בגוון של דם קרוש¹⁰ או של יין,¹¹ כפי שהמקורות מציינים. ראוי לציין שבהיעדר מסורת חיה ומתמשכת של צביעה בארגמונים, המחקר המודרני עוסק בשחזור בלבד, המסתמך על פרשנות של המקורות ההיסטוריים, שהם בחלקם סתומים או מקוטעים.

6. G. Plinius, *Naturalis Historia*, H. Rackham and W.H.S. Jones (trans.), London 1989, IX 125-138.
7. F. Bruin, 'Royal Purple and the Dye Industries of the Mycenaeans and Phoenicians', in: F. Sarruf and S. Tamim (eds.), *American University of Beirut Festival Book*, Beirut 1967, p. 301.
8. ראו למשל: J. Doumet, *A Study on the Ancient Purple Colour*, Beirut 1980; בריון (לעיל), הערה 7), עמ' 295-325; R.H. Michel and P.E. McGovern, 'The Chemical Processing of Royal Purple Dye: Ancient Descriptions as Elucidated by Modern Science, Part I', *Archeomaterials* 1, 1987, pp. 135-143; Part II, 4, 1990, pp. 97-104.
9. תוצאות המחקר השלם יפורסמו א"ה במונוגרפיה על הארגמן (לעיל, הערה 1).
10. על פי פליניוס (לעיל, הערה 6), IX 135.
11. בראשית רבתי ויחי מ"ט, יא-יב, מהד' ח' אלבק, ירושלים ת"ש, עמ' 239, וכן בתרגום אונקלוס לפסוקים אלה.

מטרת סקירה זו היא להעניק מידע שימושי, שנרכש מתוך ניסיון מעשי במהלך נסיעותיי לחו"ל לצורך הפקת חומר גלם למחקר על הארגמן. במהלך פעילות זו הופק חומר מכ־11000 ארגמונים (4500 חדי קוצים; 6500 קהי קוצים; 50 ארגמניות אדומות פה), שבחלקם נדרשו להפקת צבע ה'תכלת'.¹² בסקירה נפרט את מקורות החלזונות למחקר, מחירים, אופן הובלתם ושימורם, פיצוחם ותהליך הוצאת בלוטות הצבע וייבושן. אלו הן מלאכות חיוניות המהוות את התשתית למחקר הפקת הצבע, שבו נדון במסגרת אחרת. בסקירה זו נתייחס גם לכמה היבטים שעלו במהלך המחקר ושאפשרו לנו לבאר באופן ברור יותר את המקורות ההלכתיים וההיסטוריים. כמו כן נציג כמה נתונים כמותיים שיאפשרו להעריך את העלות של תהליך זה בהווה, ובמידת מה להעניק ממד ראלי יותר למציאות בעבר.

מקור החלזונות וזמינותם

על פי החוק הישראלי מוטל איסור מוחלט על איסוף רכיכות מהים, וכולן נחשבות כערכי טבע מוגנים. בשל כך חומר הגלם לצורך הפקת צבע מארגמונים ניתן להשגה רק בארצות שבהן הרכיכות מותרות בחוק במסחר לצורכי מאכל. גם ייבוא של חומר מן החי הוא בעייתי, ולכן כל תהליך הפקת הצבע צריך להתקיים בחו"ל. בשנים האחרונות מובא לארץ חומר גלם לצביעת ציציות לתכלת מארגמון קהה קוצים על ידי עמותת 'פתיל תכלת'. מקורו של החומר מחופים שונים לאורך אגן הים התיכון: מדרום ספרד, מתוניס ובשנים האחרונות מקרואטיה. לעומת זאת, לצורך המחקר שלנו הפקנו חומר גלם מיושב לצביעה מחופי איטליה. רוב תצרוכת החלזונות מגיעה מהים האדריאטי, למשל מאזורי פסקרה (Pescara) וקיוג'יה (Chioggia), אך גם מדרום איטליה ומסיציליה.

מקום האספקה העיקרי למחקרנו היה בשוק הדגים (Mercato Ittico) הסיטונאי במילנו.¹³ אף שמקום זה נמצא בעיר יבשתית המרוחקת כדי שעתיים נסיעה מהים, יש יתרון לרכישת חלזונות במרכז מסחרי זה על פני רכישתם בערי הנמל. רכישה ישירה מהדייגים חוסכת פערי תיווך ומאפשרת קבלת חלזונות במחיר נמוך יחסית. יחד עם זאת היא אינה מבטיחה אספקת חלזונות סדירה; זמינותם תלויה בשינויים

12. פעילות זו נעשתה במהלך חודש תמוז תשס"ט (יולי 2009) במילנו (איטליה), בשיתוף עם עו"ד עופר אלמלם, נציג מכון המקדש; פעם שנייה בתמוז תשע"א (יולי 2011); ופעם שלישית בסיציליה בשבט תשע"ב (פברואר 2012). בהזדמנות זו ברצוני להודות לחמותי, ג'וליאנה בן זמרה, ולאחותה גבי פרנזין שעמלו רבות על תיאום פעילות זו. בלעדיהן לא היה מתממש פרויקט מורכב זה. כמו כן תודתי לגב' אבלין אוואט על הסיוע באיתור ארגמנית אדומת פה בקרב דייגי פלרמו (סיציליה).

13. תודתי לד"ר מרקו פדול ולוטרניר מרטינו גראזיולי, שאפשרו לנו לקיים את פעילות המחקר במעבדות של מתחם זה.

מקומיים של מזג האוויר, כמו ים סוער ותנאי ראות לקויים. כמו כן, הדייגים ידועים כעם שאינו מתנהל בסטנדרטים ה'רגילים', ואין הם תמיד עומדים בהסכמי ההתקשרות ביניהם. מהבחינה הזו רכישת החלזונות במרכז מסחרי המקבל את האספקה מספקים ומאזורים שונים היא עדיפה. ואולם גם במרכז מסחרי גדול, אין כל ביטחון שהמזמין יקבל את כל ההזמנה שהוא מבקש: בחודשים מסוימים, כמו בחודשי החורף הסוערים (דצמבר-מרס), הסיכוי לאספקת חלזונות גדולה פוחת. בשוק הדגים של מילנו ניתן לרכוש בימינו מגוון גדול של דגים, סרטנים ורכיכות, ובאופן כללי אין בעיה להשיג ארגמונים מהמינים קהה קוצים וחד קוצים בכמויות של מאות בודדות של קילוגרמים. אולם לא הצלחנו להשיג לצורך מחקרנו חלזונות מהמין ארגמנית אדומת פה, שאינה נדרשת בשוק המזון הסיטונאי. לעומת זאת, הצלחנו להשיג חלזונות ממין זה באספקה ישירה, באמצעות דייגים באי סיציליה.

הדיג של הדגים והרכיכות נעשה כיום בעזרת ספינות מכמורת (טרול; Trawler) עם רשתות עומק,¹⁴ הגורפות אותם בכמויות גדולות ובזמן קצר, בניגוד לשיטות הדיג המוגבלות שהיו קיימות בעולם העתיק. מדובר בשיטת דיג שאינה בררנית המעלה ברשתה שלא לצורך, בעלי חיים ממינים אחרים. ממחקרים שנערכו בשנים האחרונות ומתשאול של הסוחרים עולה, שקיימים שינויים אקולוגיים בחופי הים, הנובעים מגורמים שונים כמו זיהום מוגבר, ובעיקר מדיג בלתי־מבוקר. כל אלה הביאו לירידה דרמטית בכמות היבול הימי, ונשקפת סכנת הכחדה ממשית לחלק ממיני הדגים, כמו למשל דגי טונה. כך לדוגמה, במסגרת הפיקוח על המדגה, נערך מחקר בדרום פורטוגל על תפוקות דיג של ארגמונים קהי קוצים וחד קוצים, המהווים ענף מסחרי חשוב בשוק פרות הים המקומי. המטרה היא לבחון אפשרויות של ויסות הדיג ובחינה של שיטות דיג שתאפשרנה ניצול בר־קיימא של משאב המדגה לטווח ארוך.¹⁵

ייתכן שגם בעבר התקיים דיג אינטנסיבי ובלתי־פוסק, שלא אפשר לאוכלוסיית הארגמונים להתאושש והביא למחסור בהם לצורך תעשיית הצביעה, לעלייה במחיר פריטי הלבוש הצבועים, להלאמתה של תעשייה זו כמונופול שלטוני ולבסוף גם לחיסולה הסופי. ייתכן שתיאורו של החילזון כיצור שעולה "אחד לשבעים שנה" (מנחות מד ע"א), או לפי גרסה אחרת: 'אחת לשבע שנים',¹⁶ מסמל בלשון הפלגה את

14. את ציד הארגמונים באמצעות רשתות עם פתיונות הזכירו אריסטו (לעיל, הערה 5), ואליאן בתלמוד: "שכן צדי חלזון קושרין ומתירין" (שבת עד ע"ב).

15. P. Vasconcelos et al., 'The artisanal fishery for muricid gastropods (banded murex and purple dye murex) in the Ria Formosa lagoon (Algarve coast, southern Portugal)', *Scientia Marina* 72 2, 2008, pp. 287-298.

16. מסכת ציצית פ"א ה"י, מהד' היגר עמ' נב.

נדירותו, והדבר רומז לכך שהיו בעבר תנודות שנתיות חריפות בשכיחותם של החלזונות בחופיה של ארץ ישראל.¹⁷

אמנם, מספר צרכני הארגמונים לצורכי מאכל באיטליה הוא יחסית קטן ושולי, ולכן לפי שעה נראה שלא נשקפת סכנה ממשית לדלדול מקורות אלה. יחד עם זאת, הדבר מחייב היערכות לגבי זמינותם בעתיד, ולכן מומלץ לצרכני צבעי ה'תכלת' וה'ארגמן' להקים 'בנק צבע' שיאגור חומרי גלם אלה. בשלב זה כאשר ההצעות לגידול ארגמונים כענף תרבותי ירדו מהפרק בשל חוסר כדאיות כלכלית (עלות גידול החלזונות והאכלתם גבוהה מעלות רכישתם), ועקב הקשיים הנובעים מהתנהגותם הקניבלית בתנאי שבי צפופים,¹⁸ נראה שעדיין קיים יתרון להשגת חומר צביעה שמופק מחלזונות שנשלים מן הים הפתוח.

שימור ואחסון

החלזונות שנשלים מהים נארזים בשקיות רשת מניילון (עשויות מחוטי דיג דקים) במשקל של 3 ק"ג או 5 ק"ג. זהו מארז חזק המאפשר אוורור מקסימלי. כאשר החלזונות מוצאים מהמים הם נסגרים באמצעות האופרקולום (operculum), המכסה הקרני של הקונכייה, המאפשר להם לשמור על סביבת לחות גבוהה בתוך הקונכייה ולהמשיך לחיות במשך כמה שעות.

החלזונות מובאים מהנמלים במשאיות עם תאי קירור ובתוך מכלים מבודדים (קלקר) למרכז המסחרי, ומשם מועברים למקררים גדולים. בתנאים אופטימליים הם יכולים להישאר חיים בקירור כשבוע ימים עד לאספקתם לחנויות הדגים. בתנאי קירור רגילים הם יכולים לחיות לפחות 48 שעות. התנאים האופטימליים לאחזקתם של הארגמונים בחיים הם במקרר עם סרקולציה (תחלופת אוויר) ברמת טמפרטורה שבין 6-8 מעלות ורמת לחות גבוהה של 80-100 אחוז.

תהליך הפקת חומר הגלם לצביעה

פיצוח

על פי הבנתנו 'ציד' החלזונות בעולם העתיק כלל בדרך כלל שלוש פעולות שונות: שליית החלזונות מהים, פיצוח הקונכיות והסרת בלוטות הצבע. מלאכת הצביעה עצמה הייתה כנראה נפרדת ומסורה לצבעים מומחים. על שילוב פעולות אלה ניתן להסיק גם מכמה מקורות, למשל מההלכה הבאה: "תנו רבנן: הצד חלזון והפוצעו אינו חייב אלא אחת. רבי יהודה אומר: חייב שתים, שהיה רבי יהודה אומר: פציעה

17. מ' רענן, 'היבטים מדעיים וכלכליים בגידול חלזונות לצביעת פתיל תכלת', על אתר ו, תש"ס, עמ' 84-86.

18. שם, עמ' 73-74, 88.

בכלל דישה" (שבת עה ע"א). כריכת פעולת הצייד עם הפציעה מעידה על כך שהן נעשו בידי אותו אדם. יתרה מזאת, עצם העובדה שהתלמוד מסביר שמדובר בחילזון חי, מלמדת שמיד לאחר מכן נעשתה פעולת הסרת בלוטת הצבע: "דכמה שאית ביה נשמה – טפי ניחא ליה, כי היכי דליציל ציבעיה" (שם).¹⁹ אכן, הניסיון שלנו מורה שמחילזון מת לא ניתן להפיק צבע איכותי בכמות משמעותית שתהיה אפשרית לאיסוף וראויה לצביעה. הדבר גם מבהיר את דברי הסופרים הקלסיים, שצייד החילזון עשו כל מאמץ לשבור את קונכיית החלזונות בעודם חיים, שכן אם החלזונות כבר מתים חומר הצבע נפסד.²⁰ כמו כן עולה שתהליך הפיצוח הוא יחסית מהיר בהשוואה לפעולת הסרת בלוטת הצבע, כך שבעבודה יעילה יכול המפצח עצמו ליטול בה חלק.

לפני תחילת העבודה רצוי לפרוס יריעת ניילון שתאפשר בהמשך פינוי מהיר של הפסולת ושמירה על ניקיון והיגיינה של סביבת העבודה. מניסיוננו עולה שאת הארגמונים יש להניח על משטח יציב, מוצק ונוקשה (לא שולחן), כגון סלע, משטח בטון או אספלט (ראו איור מספר 1). ישנה עדיפות למשטח מחוספס או בעל נקבים שבהם מונחים החלזונות. שבירת החלזונות נעשית באמצעות פטישי ברזל בעלי חרטום רחב. המתאימים ביותר לשימוש הם פטישים במשקל 2-3 ק"ג. את שבירת הקונכייה יש לעשות במהלומה אחת, חזקה ומדויקת, מעל אזור הבלוטה התת-זימית. משטח הפיצוח צריך להיות רחוק מאנשים ומחפצים שעלולים להינזק מהנתזים של שברי הקונכיית. מומלץ גם להרכיב משקפי מגן.



איור מספר 1: פיצוח של ארגמונים קהי קוצים (צולם על ידי המחבר).

19. מכאן נלמד הביטוי: 'פסיק רישיה דלא ניחא ליה'.
 20. אריסטו (לעיל, הערה 5); ויטרוביוס, על אודות האדריכלות, מהד' ר' רייך, תל אביב תשנ"ז, עמ' 169; פליניוס (לעיל, הערה 6), IX, 126.

המדריך הקצר למפצח הארגמונים

מיומנותו של מפצח החלזונות היא מכרעת בכל הקשור לפעולת הוצאת בלוטות הצבע ולמיצוי המקסימלי של החומר. למעשה רצוי שהמפצח ישבור את הקונכייה ולא ירסק אותה, באופן שניתן יהיה להסיר את שברי הקונכייה ולהוציא את הבלוטה בשלמותה (ראו איורים מספר 2 ו-3). מכה בלתי־מכוונת או ריסוק יתר גורם לאיבוד חומר רב שנמרח על חלקי גופו של החילזון, פעולה שאי־אפשר להימנע ממנה לחלוטין. כעין זאת תיאר הסופר הרומי אליאן (חי בסביבות 175-235 לספירה) את מלאכתו של דיג החילזון:

בכדי שהצבע המופק ממנו ישאר חזק ויציב וכשיר להפקת הגוון המקורי בטהרתו, הוא מרסק את הקונכייה במכה אחת עם אבן. אולם אם המכה היא חלשה והיצור נותר עדיין בחיים, מכה שנייה עם האבן הופכת אותו חסר תועלת למטרות צביעה. הסבל הנגרם לדג יביא להפסדת הצבע, שיספג בתוך הבשר או שידלוף בדרך אחרת.²¹

במהלך עבודתנו הנחנו את הקונכיות שמהן הוסרו הבלוטות בתוך מכל, ועם הזמן התנקזו שאריות מנוזל הצבע בתחתיתו. בסופו של דבר קיים פחת גדול של חומר, שהקדמונים כנראה ניצלו אותו על ידי 'סחיטת' בשרו של החילזון ואיסופו מתוך המכתשים שבהם שברו את החלזונות, כפי שציין ויטרוביוס במאה הראשונה



איור מספר 2: ארגמנית אדומת פה מפוצחת (צולם על ידי המחבר).

21. אליאן (לעיל, הערה 14), XVI, 1.

לפנה"ס: "לאחר שהצדפות נאספו, יש לפצח בכלי ברזל, והמכה סוחטת מתוכן את הנוזל הסגול כמו פרץ של דמעות. ממשיכים להכינו על ידי מיצוי בתוך מכתש".²² דבר זה מסביר את דעתו של רבי יהודה שפציעת החילזון היא "בכלל דישה" (שבת עה ע"א). מלאכה זו נרמזת כנראה גם בדרשה שנאמרה על צייד החלזונות: "יוגבים – אלו צידי חילזון מסולמות של צור ועד חיפה" (שם כו ע"א). דומה שפעולת ה'יוגבים'²³ רומזת למשטחי העבודה – בורות או ספלולים בסלע הכורכר הנקבובי, שעליהם היו שמים את הארגמונים בשעת כתישתם ודישתם.

במהלך העבודה נבדקה גם אפשרות פיצוח הארגמונים בעזרת מלחציים, אך פעולה זו אורכת זמן ממושך יותר ואיכות הפיצוח אינה יעילה יותר. לצורך עבודה בהיקף תעשייתי צריכה להיבדק גם האפשרות לפצח את החלזונות באמצעות מכש פנאומטי.

רצוי שפעולת הפיצוח תתבצע באזור מוצל ומאוורר. את הקונכיית השבורות יש להעביר מידידת לתהליך הוצאת בלוטות הצבע או לחלופין להכניסן למקרר. חשיפה ממושכת עשויה למשוך זבובים וצרעות, ולאורך זמן מתחילה פעילות של תסיסה וריקבון הגורמות לריח מבאיש חזק ולהריסת חומר הצבע. גם תהליך הצביעה עצמו מלווה בריח דוחה. הריח הרע היה אפוא אחד מהמאפיינים של מצבעות הארגמן



איור מספר 3: ארגמון חד קוצים מפוצח. ניתן לראות את הבלוטה התת-זימית (צולם על ידי המחבר).

22. ויטרוביוס (לעיל, הערה 20).

23. אולי מלשון 'גבים', בורות או יקבים, מקום שבו גם דורכים את הענבים וקולטים את היין. השוו לפרושו של בעל מצודת ציון לירמיהו נ"ב, טז.

המדריך הקצר למפצח הארגמונים

בעת העתיקה, עד כי סטראבו העיר שמספרם הרב של בתי הצביעה בצור עושה את העיר למקום שלא נעים לחיות בו.²⁴

הוצאת בלוטות הצבע

רצוי להוציא את בלוטות הצבע בשלמותן ולצורך כך יש להסירן עם שאר הרקמות המחוברות אליה כמו הזים. פעולה זו ניתן לעשות באמצעות מלקטת (פינצטה), מספריים או סכין מנתחים (ראו איור מספר 4). את הבלוטה יש להניח בתוך כלי או ישירות על משטח הייבוש או על גבי שכבה דקה של מלח בישול המסייע בספיחת הנוזלים. ייבוש בעזרת מלח אינו מומלץ, אמנם הוא אינו משפיע בסופו של דבר על הפקת הצבע, אך חומר הגלם שמתקבל אינו מרוכז והמרקם שלו אינו אחיד. העיסוק במלאכת הוצאת בלוטות הצבע מארגמון קהה קוצים מותר לאורך זמן את רישומיו על הידיים. הידיים נצבעות בצבע סגול עז ויציב (ראו איור מספר 4), שאינו נמחה עד מהרה, וכתמי צבע עשויים להישאר על הציפורניים כשבועיים מתום העבודה. כך מתבארת לה באופן ראלי ההלכה שמובאת בשם ר' הושעיה רבה (המאה השלישית):

רבי יהודה אומר: אף מי שהיו ידיו צבועות אסטיס או קוצה או פואה לא ישא את כפיו, למה לפי שדרך בני אדם שמסתכלין בו. ר' הושעיה הגדול שונה: אם רוב אנשי



איור מספר 4: הסרת הבלוטה התת־זימית: שימו לב לאצבעות שנצבעו בסגול (צולם על ידי המחבר).

The Geography of Strabo, H.L. Jones (trans.), London 1961, XVI, 2, 23, pp. 268-269 .24

העיר מלאכתו בכך מותר לו לישא את כפיו, כשם שיש בדרום עורות צבועות (צ"ל: עיירות צובעין) ארגמן ומבין ידיהן צבועות.²⁵

בנוסף, בידי העוסק במלאכת הוצאת בלוטות הצבע נקלט ריח דגים חריף, והדבר תואם לנאמר במקור פיוטי קדום: "ידיו מצחינות, יש להם ריח של דג רקוב".²⁶ האחיזה בארגמונים, בעיקר מהמין חד קוצים, גורמת לפציעת אצבעות הידיים ומותירה בהן צלקות. ידיהם של העוסקים במלאכה זו היו אפוא ניכרות בשלושה דברים: בצבע, בריח ובצלקות. ניתן להימנע באופן משמעותי מצביעת הידיים ומספיחת ריח הלוואי על ידי שימוש בכפפות. כמו כן, גם תהליך הוצאת בלוטות הצבע רצוי שיתקיים במקום מוצל ומאוורר. כדי למנוע את ריקבון החומר יש להעבירו ישירות לתהליך הייבוש או לקירור. בצביעה טבעית, שבה מתסיסים את בלוטות הצבע שנחשפו בתהליך הפיצוח עם בשר החילזון המת לזמן ממושך, רצוי להשתמש במנדף.

ייבוש

ייבוש בלוטות הצבע מאפשר לשמר את חומר הגלם לאורך זמן ולמנוע את קלקולו. רצוי להשתמש באמצעי ייבוש שיש בהם אמצעי אוורור כמו מייבש שער (פן) או באמצעות פלטות חימום, אם כי זה מתאים לכמות קטנה של ארגמונים. ייבוש בקנה מידה גדול מחייב שימוש בתנור ייבוש גדול עם מספר מדפים (ראו איור מספר 5).



איור מספר 5: תנור ייבוש – במדף העליון בלוטות מיובשות של ארגמן קהה קוצים ובמדף התחתון של ארגמן חד קוצים (צולם על ידי המחבר).

25. תנחומא נשא ת. נוסח אחר: "עיירות שצובעים בהן ארגמן ורובן ידיהן צבועות".

26. בריון (לעיל, הערה 7), עמ' 303.

רצוי שלתנור תהיה מערכת סירקולציית אוויר או אפשרות להתקנת מנדף. במקרה שהבלוטות מונחות ישירות על מדפי הייבוש, עשוי חלק מחומר הצביעה להידבק אליהם, וניתן להסירו באמצעות מרית (שפכטל) ולהשתמש בו. בכל מקרה, תהליך הייבוש מסתיים כאשר הלחות שבבלוטות מתאדה ומתקבל חומר גלם פריך שנשחק לאבקה בקלות.

טמפרטורת הייבוש נקבעת בהתאם לצרכים. יש הסבורים שבטמפרטורה של מעל 70 מעלות עשוי להיפגע אנזים הפורפורזה הגורם להופעת הצבע, ולכן רצוי לייבש בטמפרטורה נמוכה יחסית. תהליך ייבוש מבוקר ב־50 מעלות נמשך לפחות 24 שעות. הגברת הטמפרטורה מקצרת כמובן את התהליך. בניסיון שערכנו הסתבר, שחימום הבלוטות של ארגמון קהה קוצים לאחר ייבוש ראשוני בטמפרטורה של 100 מעלות למשך כשעה אינו הורס את הצבען ומאפשר קבלת צבע באיכות טובה. בניסוי אחר עברו בלוטות חיות שרפה בתנור בטמפרטורה של 105 מעלות למשך שעתיים, וגם במקרה הזה הוכח שהצבען אינו נהרס.²⁷ יש לבדוק השלכות נוספות של ייבוש בלוטות הצבע בטמפרטורה גבוהה מדי.

ניתן לייבש את בלוטות הצבע בשמש, אך מדובר בתהליך ממושך של כמה ימים, המלווה כאמור בריח שאינו נעים, שעלול למשוך אליו זבובים וצרעות. ייבוש בלוטות הצבע וחשיפה ממושכת שלהן לקרני השמש מחישים את תהליך צביעת חומר הגלם לסגול. ייתכן שבמקרים מסוימים תהליך זה עשוי למנוע את קבלתם של גוונים רצויים אחרים. כלומר, תנאי החשיפה לחמצן או לאור בכל שלבי העבודה: פיצוח, הוצאת בלוטות הצבע וייבושן – צריכים להיקבע מראש.

כלים ואמצעים

להלן נציג רשימה בסיסית של כלים ואמצעים הנדרשים לצורך הפקת בלוטות הצבע מהארגמונים:

משטח עבודה יציב (למשל שולחן מתכת מוצק).

שני פטישים במשקל 2 ו-3 ק"ג.

מלקטת (פינצטה).

אזמל מנתחים (סקאלפר).

ספטולה (spatula).

מספריים.

מרית (שפכטל).

27. יואל גוברמן אמר לי שבעמותת 'פתיל תכלת' מבשלים לעתים את הבלוטות החיות על מנת לאדות חלק מהמים ולזרז את תהליך הייבוש, מה שמלמד שטמפרטורה גבוהה אינה הורסת את הצבען.

כפפות.

משקפי הגנה עם עדשות שקופות.

קופסות בגדלים שונים עם סגירה הרמטית.

נייר סופג.

יריעות ניילון.

מלח בישול.

מטהר אוויר.

מכשיר לשקילה.

מחשבון.

חומר דוחה זבובים וצרעות.

מקרר.

אמצעי ייבוש: תנור ייבוש, פלטות חימום או מייבשי שער (פן).

אמצעי תיעוד: כלי כתיבה, מדבקות, מצלמה, וידאו.

נתונים של תפוקת חומר ועבודה

1. **מספר חלזונות לקילוגרם ומשקלם:** בקילוגרם אחד של ארגמון חד קוצים ישנם כ- 60 פרטים בגודל ממוצע, פעמים עד 75-80 פרטים בגדלים שונים. לא מומלץ לרכוש מארזים שמכילים כמות גדולה יחסית של חלזונות קטנים מדי (פחות מ-10 גרם). משקל הפרטים הבודדים שנבדקו נע בין 5-35 גרם, המשקל הממוצע של הפרטים הבוגרים הוא כ-20 גרם, ואורכם המרבי עם המרזב מגיע עד ל-7.5-8 ס"מ ולרוחב מרבי של 4.5 ס"מ. בתוך מארז של ארגמון חד קוצים מופיעים לעתים מספר פרטים של ארגמון קהה קוצים ומיני חלזונות אחרים, סרטנים ואצות ים (כ-10 אחוז). מארזים של חילזון קהה קוצים מכילים 20-40 פרטים בגודל בינוני או גדול בכל קילוגרם אחד. משקל הפרטים הבודדים שנבדקו הוא 10-105 גרם, והמשקל הממוצע הוא 55-65 גרם לערך. הפרטים הגדולים ביותר הגיעו לאורך של 8.5 ס"מ. מארזים של ארגמנית אדומת פה מכילים 20-30 פריטים בגודל בינוני או גדול בכל קילוגרם אחד. משקל הפרטים הבודדים שנבדקו הוא 30-87 גרם, והמשקל הממוצע הוא כ-40 גרם. הפרטים הגדולים ביותר הגיעו לאורך של 8.5 ס"מ.
2. **חומר גלם (בלוטות צבע) שאינו נקי (הערכה כללית ממוצעת של כמה עשרות בדיקות):** משקלה של בלוטת צבע טרייה של ארגמון קהה קוצים הוא 0.5-3 גרם. הממוצע בחלזונות הגדולים הוא 1-2 גרם. משקלה של בלוטת צבע טרייה של ארגמנית אדומת פה הוא 0.5-0.7 גרם. משקלה של בלוטת צבע טרייה של ארגמון חד קוצים הוא 0.1-0.4 גרם, כשהממוצע הוא 0.2 גרם בלבד (כ-10 אחוז מבלוטה של קהה קוצים וכ-25 אחוז מבלוטה של ארגמנית אדומת פה). אולם בפועל כאשר תהליך הסרת הבלוטות נעשה בקצב מהיר קשה לקבל בלוטות חיות 'נקיות', כך שגם במין

זה משקל בלוטת הצבע עשוי להגיע ל-2 גרם. משקל זה כולל את הרקמות הנלוות לבלוטות (כמו הזים וחלקי הבשר), ונספחים אלה מהווים למעשה את מרבית המשקל. הדבר בא לידי ביטוי בכמות החומר היבש שמתקבל בסוף התהליך.

מתוך כ-100 ק"ג ארגמון חד קוצים (כ-6000 פריטים) ניתן לקבל כ-3 ק"ג בלוטות חיות (כולל רקמות נלוות), ומהם מתקבל בסופו של דבר כקילוגרם אחד בלוטות יבשות (10 גרם חומר צביעה מכל קילוגרם אחד חלזונות). לחלופין, מתוך כ-100 ק"ג ארגמון קהה קוצים (כ-3000 פריטים) ניתן לקבל כ-4 ק"ג בלוטות חיות (כולל רקמות נלוות), ומהם מתקבל בסופו של דבר כ-1.250 ק"ג בלוטות יבשות (12.5 גרם חומר צביעה מכל קילוגרם אחד חלזונות).

3. **תפוקת עבודה:** נתונים אלה אינם מוחלטים ומשתנים בהתאם לפרמטרים שונים:
 - א. גודל החלזונות.
 - ב. איכות פעולת הפיצוח.
 - ג. מספר הפועלים והמיומנות שלהם.
 - ד. שונות: סביבת עבודה, אמצעים, מזג אוויר ועוד.

בשל כך, כל החישובים הניתנים במחקר זה הם בגדר אומדן כללי ולא מדויק. אין ספק שהמדד החשוב ביותר הוא מיומנות הפועלים, שתפוקתם גדלה עם הניסיון שנרכש (תוך שעות ספורות). פעילות בקנה מידה תעשייתי מחייבת עבודת צוות יעילה, והיא כוללת שתי פעולות עיקריות – שבירת הקונכיות והוצאת בלוטות הצבע.

על פי מדידות והערכות אחדות שערכנו, עולה ששני פועלים מיומנים יכולים להפיק חומר צביעה מקילוגרם אחד של ארגמון חד קוצים במשך 15 דקות. בארגמון קהה קוצים, שבו כמות הפריטים לקילוגרם היא קטנה יותר, שני פועלים מיומנים יכולים להפיק חומר גלם מק"ג אחד במשך 10-12 דקות. תפוקה זו יכולה להישמר לאורך יום עבודה מלא (עד 8 שעות עם הפסקות קצרות).

עלות חומר גלם ועבודה

תחשיב עלות חומר הגלם לצביעת ארגמן בנוי ממספר רכיבים:

1. מחיר הארגמונים: כמו בכל מוצר, המחיר נקבע בהתאם לתנאי היצע וביקוש, זמינות הארגמונים (תלוי בתנאי מזג האוויר בים ובעונות השנה) ועוד.²⁸
2. תשלום לפועלים לצורך פיצוח הקונכיות והוצאת הבלוטות.
3. כלים, אמצעים והוצאות נלוות (טיסה, שכירת מקום עבודה ועוד).

28. לשם המחשה, מחיר ממוצע של קילוגרם אחד של ארגמון קהה קוצים עשוי כיום להגיע בשווקים ל-6 אירו.