

ב"ה

דיו העפצים

על ראשית הופעת דיו המופק מעפצי אלון

מגיש:

אביחי בנימיני

ת.ז: 029388980

מוגש כעבודה שוות ערך

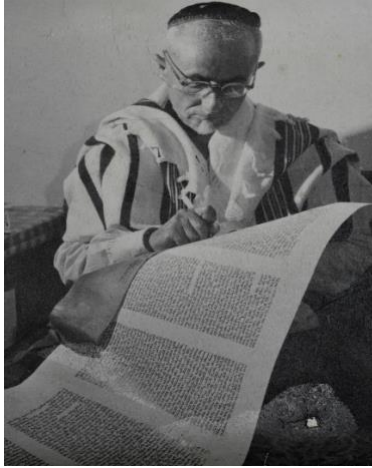
לפרופ' זהר עמר

18.4.20

כ"ה ניסן תש"ף

תוכן העניינים:

3-4.....	מבוא.....
5-9.....	הקדמה.....
10-15.....	הכימיה של העפצים.....
16-19.....	עפצים בעת העתיקה.....
20-26.....	עפצים ביהדות.....
27-29.....	ביבליוגרפיה.....



סבי ר' שמעון בנימין בשעת מלאכת קודשו

מבוא

סבי היה סופר סת"ם.

מלבד כתיבת ספרי תורה רבים, תפילין, מגילות ומזוזות הוא עסק גם ברקיחת הדיו עבורו ועבור סופרי סת"ם רבים בארץ. בשל איכותו הגבוהה של הדיו, מספרים, שביום בו הדיו היה מוכן השתרך תור ארוך של קונים מחוץ לביתו...

בילדותי, ועוד הרבה לפניו, היה מקבל סבי את העפצים בשקים גדולים שיובאו ממדינות שכנות ורוקח אותם בסיר גדול במשך שעות רבות. סוד מלאכת הדיו היה עלום וסודי ונשמר במשך דורות רבים מאב לבן, מסופר סת"ם ותיק למתמחה צעיר.

מאוחר יותר מכר את סודו, וכיום ניתן להשיג מרשמים ממסורות שונות להפקתו ללא בעיה. לעת זקנה, הביא לי סבי עפצים "למזכרת" אך תמיד קינן בי רצון לשחזר את מלאכת הייצור הקדומה.

בסיורי בצפון הארץ חיפשתי את העפצים הייחודיים על עץ אלון התולע, ולשמחתי מצאתי כמה כאלה שאפשרו לי להגשים את חלומי. לאחר "שכנוע קל" קיבלתי מאבי את המתכון וניגשתי לעבודה. כתשתי את העפצים, הוספתי את הסמנים ובישלתי את המרקחת על האש במשך כשעה. לשמחתי אכן צבעה שהיה חום בהתחלה הפך לשחור עמוק וקיבלתי דיו גולמי. המשימה הוכתרה בהצלחה ויצר סקרנותי שקט.

חלפו שנים רבות והנה אני ניגש שוב לסוגיה, הפעם כמשימה אקדמית- הכרות מעמיקה יותר עם מסורת הכנת הדיו מעפצי האלון.

בעבודה זו אנסה להתחקות אחר ראשית הופעתם של העפצים כמרכיב בייצור דיו.

נכיר את הביולוגיה של עפץ האלון ממנו ייצרו את הצבע, ונחפש רמזים להופעת העפצים בתרבות הרומית בראשית ימי הספירה.

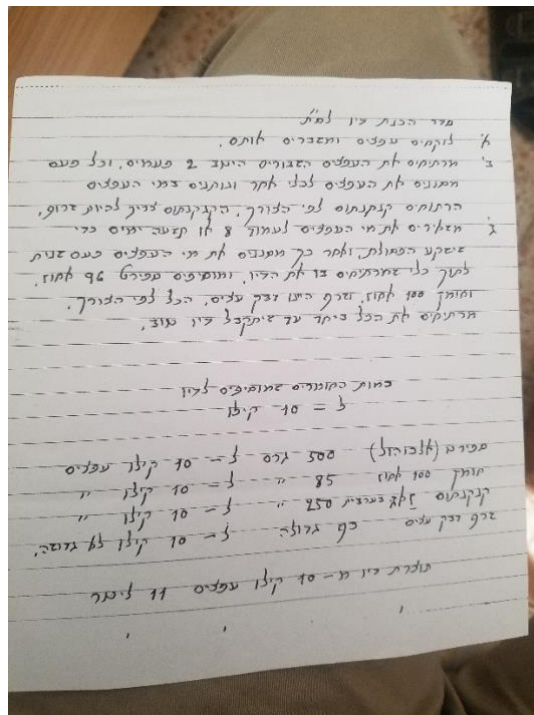
ננתח את התגובה הכימית המביאה ליצירת הצבע השחור באמצעות העפצים וחומרים נוספים המופיעים במקורות הקדומים.

אחר כך נסקור את הופעת העפצים במקורות חז"ל, החל מתקופת המשנה ועד לתקופת הראשונים בהקשרים שונים, וננסה להבין את התהליך בו הוטמע השימוש בעפצים כתהליך כמעט בלעדי לייצור הדיו לסת"ם.

אני מקווה כי עבודה זו תצטרף לשלל נושאים מסורתיים ההולכים ומתבהרים לעומקם עם שיבת ציון המודרנית וקום המדינה, ומאפשרים לנו גישה בלתי אמצעית לטבע ולגיאוגרפיה הארץ ישראלית, בשילוב עם שדות מחקר מפותחים בתחומי המדע והיהדות.

אביחי בנימיני

עופרה, ניסן תש"ף



מתכון הדיו כפי שהגיע לידי

הקדמה

מהו עפץ?

אם ננסה לתת למונח בוטני-זואולוגי זה את ההגדרה הכוללנית ביותר נוכל לומר ש:
"עפץ הוא גידול לא שגרתי ברקמת צמח הנובע מהשפעתו של אורגניזם אחר (וירוס, חיידק, פטריה, נמטודה, אקריות או בדרך כלל- חרק) המביא להתפתחות שונה של תאי הצמח המאפשרים אכסניה ומזון עבור יוצר העפץ. על אף היותם רקמה צמחית, העפצים ייחודיים למין היוצר אותם ומושפעים ישירות ממנו."
(*Plant Galls*, (Redfern & Askew 1998))

בטיילנו בחורש הים תיכוני של א"י נתקל לעיתים קרובות בגידולים לא שגרתיים המופיעים על עצי ושיחי החורש השונים: אלון (*Quercus sp.*), אלה (*Pistacia sp.*), מרווה משולשת וריחנית (*Salvia sp.*) ועוד.

בספר המדבר ובמדבר נמצא אותם על האשל (*Tamarix sp.*), רכפתן (*Ochradenus sp.*) שיטה (*Acacia sp.*) ואוכם (*Suaeda sp.*) ומינים נוספים.¹

במבט ראשון נטעה לחשוב כאילו מדובר בפרי או תוצר לוואי אחר של הצמח, אולם מבט מקרוב ומעקב מגלים כי מדובר בדרך כלל בחרק (לעיתים באורגניזם אחר, אולם בעבודה נתייחס בעיקר למחלקת החרקים) המתפתח בתוך הגידול. חרק זה שייך לרוב לסדרות הדבוראים, אחידי הכנף(כנימות), העשים או הזבובאים. הגידול שיוצר החרק מכונה עפץ. עפצים מופיעים על רקמות שונות של הצמח: שורשים, גבעולים, עלים, תפרחות ופירות.



עשבחנין הכישור- עפץ על ענפי אשל

ראשיתו של העפץ בעונת הבלבוב של הצמח. בישראל חל הדבר באביב. בזמן שהעץ או השיח מתעורר מתרדמת החורף, וניצני ההתחדשות מניבים עלווה חדשה ורעננה, מגיעה לצמח נקבת החרק הטפיל ומטילה בו ביצה אחת או יותר. הביצה מוטלת בסביבת תאי המריסטמה. תאים אלו הם תאי גזע ראשוניים ההולכים ומתמיינים לרקמותיו השונות של הצמח. על בסיס תאים אלו מוטלת הביצה כך שהשפעתו על חלוקת התאים והתמיינותם רבה. הזחל הבוקע מפריש הורמונים המשבשים את קצב וצורת התחלקות תאי המריסטמה המביאים ליצירת "גידול" אופייני. לכל מין חרק (או כל אורגניזם טפיל אחר) מראה עפץ אופייני אך ורק לו. לעיתים מיני טפילים קרובים יוצרים עפצים דומים, אך לא לגמרי.

¹ ביולוגיה ואקולוגיה של עפצים בישראל. שפירית, כתב עת לנושאי חרקים ופרוקי רגליים, מס' 5, 1987



עפצית וורטהיים האופיינית לאלה אטלנטית

הזחל מתפתח בתוך העפץ וניזון מרקמותיו. מלבד מזון משמש העפץ כמחסה והגנה מפגעים אקלימיים, מטורפים ומטפילי טפילים (בעיקר צרעות טפיליות המטילות ביצה בתוך רימת החרק הטפיל יוצר העפץ!).

בגמר התפתחותו מתגלם הזחל בתוך העפץ ולאחר זמן מה בוקע הבוגר. הבוגר יוצר פתח אופייני בגוף העפץ ומגיח החוצה. לאחר הזדווגות והפריה תמתין הנקבה את תקופת החורף בתרדמה עד ללבלוב של הצמח באביב הבא.

חלק מיוצרי העפצים מקיימים מחזור מורכב יותר, דו שנתי, בו חל מעבר מפונדקאי אחד לאחר. בכל פונדקאי עפץ שונה אולם האורגניזם שבתוכו זהה. כזו היא עפצית הקרן, הנפוצה על האלה הארץ ישראלית ועוברת תקופה אחת (חורף) כטפילה של שורשי דגניים ועונה שנייה כיוצרת העפץ דמוי הקרן על האלה.



עפצית הקרן על אלה א"

המחזור המתואר אופייני לאקלים הממוזג הים תיכוני בו חרקים מבלים את עונת החורף הקרה בתרדמה. באביב יוטפלו הפונדקאים במקביל ללבלובם. יש לציין כי באזורים טרופיים מחזור החיים אינו תלוי דווקא בעונות השנה אלא בשלבי התפתחות הצמח השונים.

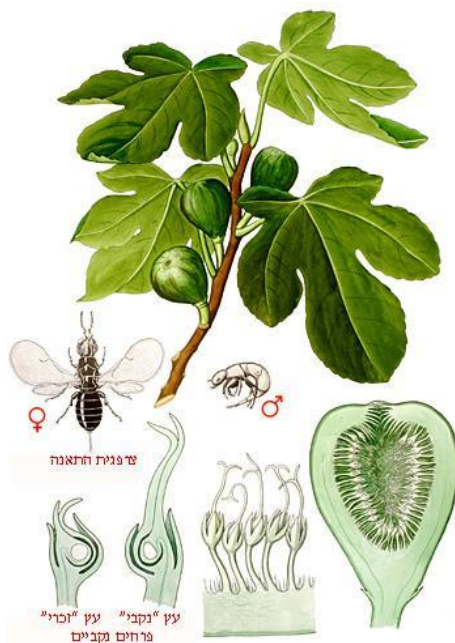
אמנם עפצים הנוצרים על ידי חרקים, אקריות, וירוסים או פטריות מהווים בדרך כלל נזק ומעכב גדילה עבור הצמח(אם כי לא גורם למותם בד"כ), אולם קבוצת חיידקים חשובה והכרחית, חיידקי הניטריפיקציה, מתפתחים על עפצים הנוצרים על שורשי צמחים ממשפחת הקטניות (פרפרניים) ומשמשים שם בתהליכים סימביוטיים של הדדיות עם הצמח. החיידקים מקבעים את החנקן האטמוספרי לתרכובות חנקתיות הזמינות לצמח ובעזרתם הוא מסוגל לייצר חלבונים ותרכובות חנקן אורגניות חיוניות.



(מתוך: <http://chubeza.com/?tag=%D7%A7%D7%98%D7%A0%D7%99%D7%95%D7%AA>)

גם הצרעות יוצרות העפצים במיני הפיקוס מקיימות יחסי הדדיות (מוטואליזם) עם העץ. אמנם חלק מפגות הפיקוס יהפכו לעפץ ולא יחנטו לפרי אך חלקן יואבק על ידי הצרעות ללא הטלת ביצים ומהפגה יתפתח פרי המכיל זרעים פוריים.

כך בין השאר מואבקים זני הבר של פיקוס התאנה על ידי צרעת צרפגית התאנה. בפגות בהן פרחי נקבה עם עמוד עלי קצר תטיל הנקבה ביצים והן תתפתחנה לעפצים (תאנים אלה מכונים קפריפיקוס- תאנת העזים, שכן רק העז מסוגלת לאכול את התאנים המעופצות הנושרות מהעץ). בפגות בהן פרחי נקבה עם עמוד עלי ארוך הצרעה אינה מסוגלת להטיל ביצים (כיוון שאורך צינור ההטלה שלה קצר מאורך עמוד העלי והיא אינה מסוגלת להגיע לשחלה לשם הטלת הביצה) כך שהצרעה רק מאביקה את הפגה וממשיכה הלאה. במקרה כזה תחננט הפגה לתאנה מלאה בזרעים פוריים.



מבנה הפרחים הנקביים והפרח הזכרי בפגת התאנה (מקור הציור לא ידוע)

מבחינה כימית, העפץ מהווה מאגר של חומר המכונה טאנין (tannin). הטאנינים מיוצרים על ידי הצמח כתגובה לפגיעה החלה בו מפעילות הטפיל. הטאנין הוא פולימר פנולי המגיב עם חומרים אורגניים שונים כחלבונים ושומנים, ומביא לשינויים הכימי. לטאנינים טעם מר ודוחה והם מצויים לרוב בפירות בשלב הבוסרי שלהם, כאמצעי הגנה לזרעים הנמצאים עדיין בשלב התפתחות ואינם בשלים מספיק על מנת להיות מופצים באמצעות הפרי. מכאן מגיע הטעם המר והלא נעים של פרי בוסר ("טעם מעופץ").

עם הבשלת הזרעים מתפרקים הטאנינים שבפרי והוא מקבל את צבעו, מרקמו ומבנהו הסופי על מנת שיוכל להפיץ את זרעיו (בשלב זה ציפורים ושאר בעלי חיים ימשכו לצבעו ולטעמו של הפרי, יאכלו אותו ויפיצו את זרעיו בהפרשותיהם).

כמו כן נפוצים הטאנינים בקליפת הפרי, כחלק ממנגנון ההגנה עליו. בתהליך התססת ענבי היין למשל, משולבים טאנינים הנמצאים בקליפת הענב ובחבית עץ האלון, הנותנים ליין את הטעם המריר האופייני לו.

וכן לעניינינו, בעת מתקפת הטפיל על הצמח, הולכים ומצטברים הטאנינים בתוך העפץ המתפתח. מקור מרוכז זה יכול להיות יעיל בעת הצורך לאיסוף חומר זה לתהליכים תעשייתיים שונים בעת הקדומה ואף בעידן המודרני.

העפצים נוצלו על ידי האדם בהפקה ועיבוד של מוצרים שונים. הענפים המרכזיים בהם מוצאים שימוש בעפצים הינם הבורסקאות והצביעה. הטאנינים מגיבים עם החומרים האורגניים המצויים על גבי העור המופשט ומאפשרים את פירוקם. השריית העורות במי עפצים רככה אותם והיוותה התחלה לגירוד ובירוס העור על פי הצורך והיעוד שלו.



עיבוד עורות, תחילת המאה העשרים, יפו

מתוך ארכיון יד יצחק בן צבי

הטאנינים גם מגיבים עם מלחים שונים, בעיקר מקבוצת הברזל והנחושת, ליצירת צבעים בגווני החום והשחור. גולת הכותרת של העפצים בעם היהודי הוא שימושם, על פי חלק מהדעות, ליצירת הדיו לכתובת סת"ם.

ננסה להתחקות בעבודה זו אחר ייצור הדיו בעזרת העפצים. היכן החל? כיצד נשתרש במסורת? ומהם התהליכים הכימיים המובילים ליצירת הצבע השחור?

הכימיה של העפצים

לצמחים, כמו לבע"ח, מנגנוני הגנה שונים שנועדו להגנה, שמירה והישרדות המין.

חומרי רעל שהתפתחו בצמחים מסויימים מנעו את אכילתם על ידי בעלי חיים או טפילים אחרים וסייעו לצמיחה נאותה והגעה לרבייה ויצירת פרי².

חומרי רעל מקבוצות כימיות שונות (אלקלואידים, גליקוזידים, טאנינים) פזורים בחלקי הצמח השונים, ולעיתים מרוכזים בעיקר בפרי בשלביו הבוסריים על מנת לאפשר לזרעים להתפתח בטרם יאכל הפרי ויפצו זרעיו. לרוב, כפי שתיארתי בהקדמה, בזמן ההבשלה מתפרק הרעל והפרי ראוי לאכילה. כך קורה גם בפירות נאכלים כדוגמת העגבנייה ומשפחתה(סולניים) או טעמם ה"מעופץ" של פירות שנקטפו טרם עת(אפרסמון, תפוח ושאר פירות הקיץ) בהם טאנינים בשלבים המוקדמים ההולכים ונעלמים עם ההבשלה.

גם בקליפות פירות שונים יש ריכוז גבוה של טאנינים השומרים על הזרע עד להגעת הפרי לקרקע ורקבוננו תוך התפרקות הקליפה על מרכיביה.

בפרי עץ האלון (הבלוט) מרוכזים הטאנינים בחלקים הקרובים לעובר (בקודקוד הבלוט) אולם שאר חלקיו עשירים בחומרי מזון ונעדרי טאנינים. הדבר מוביל לאכילתם על ידי בעלי חיים שונים (עורבנים, מכרסמים) ללא פגיעה בעובר שיכול לנבוט ולהתפתח לאחר הפצתו עקב אכילת הפרי.

גם חלקיו המעוצים של עץ האלון ועצים אחרים עשירים בטאנינים. הגזע וענפיו מהווים את השלד והתמיכה בעץ ופגיעה בהם עלולה להמית את כל העץ. הגזע גם זמין יותר ליונקים מסדרת מפריסי הפרסה הנוהגים לכרסם את קליפתו וריכוז הטאנינים מסייע במניעת כרסום ואכילה של חלקים אלו.

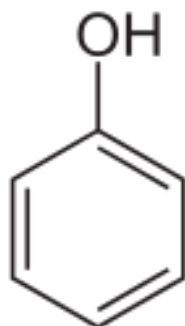
כאשר הצמח מותקף על ידי טפיל, מיוצרים הטאנינים בתאים הקרובים למקום ההטפלה ומתרכזים שם. חלק מהטפילים בתהליך קו-אבולוציוני ארוך טווח סיגלו עמידות לרעל. עמידות זו יכולה לבוא לידי ביטוי במידור והתחמקות מהרעלנים, בפירוקם או בספיגה והתמודדות עם הרעל על אף אכילתו.

² Seasonal Changes in Oak Leaf Tannins and Nutrients as a Cause of Spring Feeding by Winter Moth Caterpillars, Paul Feeny. In: *Ecology* Vol. 51, No. 4 (Jul., 1970), pp. 565-581

כך מתרחש גם בעפצים. מרגע הטלת הביצה מתרחשים תהליכים ביוכימיים הדדיים בהם הצמח מצד אחד מייצר טאנינים ומרכז אותם בסביבת מקום ההטלה, והטפיל משבש את קצב וסדר התפתחות תאי הפונדקאי עד ליצירת העפץ האופייני לו בסופו של דבר. הטפיל זכה כאן לרווח כפול, שכן מלבד היות הפונדקאי מזון בלעדי עבורו, ובית גידול והגנה טובה, הוא נהנה גם מהגנת הטאנינים בעפץ, שאינו נאכל על ידי בעלי חיים בשל רעילותו וטעמו המר.

הטאנינים, מקורם ומבנם הכימי:

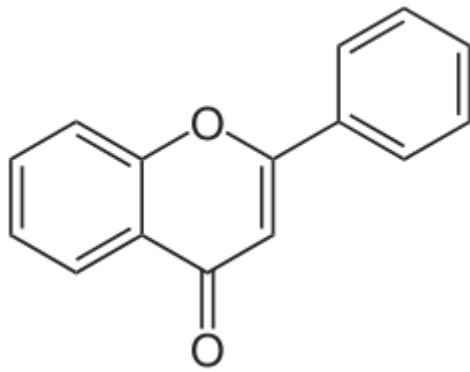
מקורם של הטאנינים בתרכובת פנול. הפנול הינה תרכובת אורגנית (C_6H_5OH) אותה מייצר התא מהחומצה האמינית פנילאלין. זוהי תרכובת פשוטה יחסית המכילה טבעת בנזן אליה קשורה קבוצה הידרוקסילית:



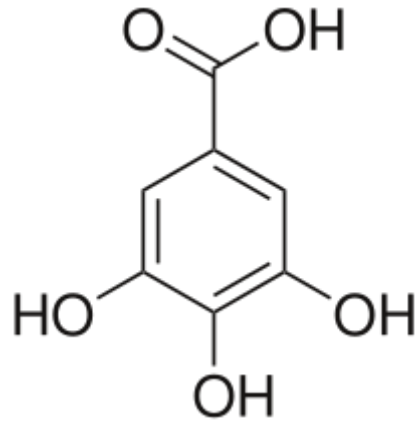
פנול

הטאנינים הם למעשה פולימר(מולקולת ענק הבנויה מיחידות של מולקולה זחה) של פנול, אליו קשורות קבוצות הידרוקסיליות ולעיתים קבוצות כימיות נוספות של חלבונים, חומצות אמיניות, קרבוקסיל או אלקלואידים.

הטאנין יכולת להופיע בצמחים בשתי צורות מרכזיות: כשיחידת המבנה של הפולימר הינה חומצה גאלית, זו מולקולה פנולית רבת קבוצות הידרוקסיליות, או כשיחידת המבנה הינה פלאבין, מולקולה פנולית חסרת קבוצות הידרוקסיליות.



פלאבין



חומצה גאלית

נוכחותן וכמותן של הקבוצות הכימיות קשורות לצורות השונות של הטאנין והיכולת שלו להיקשר לחומרים שונים ולפרקם.

מבחינה טקסונומית קבוצת הפלאבנים נוכחת במיני עצים טרופיים לעומת החומצה הגאלית שאופיינית לעצים באזורים קרים, ובראשם מיני האלון.³

בעץ האלון שתי וריאציות טאניניות, בקליפת העץ ובעליו מצויה החומצה הקוארציטאנית (מלשון Quercus, הסוג אלון) ובעפצים מצויה החומצה הגאלית.

מעניין שבבדיקת נוכחות טאנינים במשפחות צמחים שונות נמצא שבמשפחת האלוניים כ- 73% מהמינים שנבדקו הייתה נוכחות טאנינים, כשבמשפחת המימוסיים נמצא ב-39% מהמינים שנבדקו טאנינים, במשפחת האסטרניים ב- 6% מהמינים ובמשפחת הסולניים בכ- 4% מהמינים שנבדקו. הדבר יכול רק לרמוז לנו על הצדקת השימוש הנרחב שנעשה בעץ האלון להפקת טאנינים למטרות שונות.⁴

התגובה הכימית ליצירת הצבע השחור

כפי שיוזכר בעבודה בהקשרים שונים, נוסחת הדיו העפצי מורכבת מארבעה רכיבים מרכזיים:

1. מים שהתבשלו בהם עפצים (מי עפצים, כמקור טאניני)

2. מלחי מתכת, בעיקר גפרת ברזל (קנקנתום בלשון חז"ל)

3. דבק- שרף או אחר

³ [Tannin in tropical woods, by Jacqueline Doat, Revue bois et forêts des tropiques, 1978, n° 182](#)

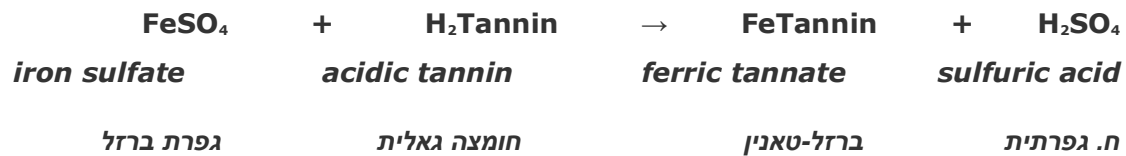
⁴ Simon Mole (1993). "The Systematic Distribution of Tannins in the Leaves of Angiosperms: A Tool for Ecological Studies". *Biochemical Systematics and Ecology*. 21

4. אלוהול- כממס, וכחומר נדיף לשלבי התייבשות הדיו על גבי הקלף.

בישול העפצים במים ומיצוי החומצה הגאלית הנקייה, או מיצוי של כל מקור טאניני אחר, בין אם יהיה חומצה פלאבינית, קוארציטאנית או ווריאציה אחרת מקבוצת הטאנינים מביאה להידרוליזה של הפנול. מהידרוליזה זו מתקבלת גם כן חומצה גאלית שהיא חומר המוצא ליצירת הצבע השחור.

התגובה בין גפרת הברזל (קנקנתום) לבין החומצה הגאלית מביאה ליצירת קומפלקס ברזל-טאנין שצבעו שחור. בתהליך זה משתחררת גם כמות קטנה של חומצה גפרתית.

ניתן לסכם את התגובה באופן הבא:



בשעה שהדיו בא במגע עם הקלף/הנייר חלה תגובה כימית נוספת בין הדיו לחמצן האטמוספרי. תגובה זו גורמת לדיו להראות שחור יותר ולהפוך ממסיס לבלתי מסיס. כך, בתוספת חומרי הדבק, נקשר הדיו לקלף ונותר על כנו. התגובה בין החמצן לדיו מתרחשת גם כשהדיו הטרי עומד בתוך המיכל ולכן מוצאים במרשמים קדומים, כחלק מתהליך ייצור הדיו, תקופת המתנה של שבועיים לאחר ההפקה הראשונית על מנת לשפר את איכות וגוון הדיו.

יש להמתנה זו יתרון וחסרון. מצד אחד כאשר כותבים בדיו טרי יש נטייה לצבע לשקוע בתוך סיבי הנייר ולהתקבע בו. הגוון יהיה במקרה זה פחות שחור. מצד שני, כאשר ממתנים להתחמצנות הדיו הצבע אמנם מתחזק אך במקרה כזה הדיו נקשר פחות לסיבי הנייר והוא יותר מונח עליו בעזרת ההדבקה של חומרי הדבק שמוסיפים לדיו.⁵

(הערה: יתכן ומשמעות הדרישה "ניתן להימחק" קשורה להבדל זה. דיו טרי שנקשר לתוכי סיבי הקלף אינו ניתן להימחק, אולם הדיו שעמד זמן מה בדרך התקנתו יושב על גבי הקלף וניתן לקלפו עם חלק מעובי הקלף, כפי שעשו סופרי סת"ם מומחים, ואזי הוא בגדר "ניתן להימחק")

DORNING, David. "Iron Gall Inks: Variations on a Theme that can be Both Ironic and Galling". *The Iron Gall Ink Meeting: 4th & 5th September 2000*⁵

דיו העפצים ובעיית התפוררות הקלף

עמידותו של הדיו והשפעתו על הקלף תלויים בראש ובראשונה בתנאים בהם הוחזקו. לחות, תאורה וטמפרטורה משפיעים מאוד על תהליכים כימיים בכלל, ועל הקשרים בין הדיו לקלף בפרט. כיוון שעבודה זו אינה עוסקת בדיו ככלל, אלא בדיו העפצים, אתייחס לבעיה העולה דווקא משימוש בדיו זה.

השפעת הדיו על המצע עליו נכתב קשורה מאוד להרכב הדיו. נוכחות ממס כזה או אחר, דטרגנטים וחומרים כימיים מקבוצות שונות יכול להשפיע על התגובה עם המצע, גם לאחר זמן רב.

השפעת הדיו העפצי על הקלף נובעת בעיקרה מנוכחות מלחי המתכות כמרכיב משמעותי בדיו (בעיקר יוני ברזל (Fe) נחושת (Cu) ואבץ (Zn)).

כתב שנותר חשוף למקור אור ייחסי באופן המהיר ביותר. הקרינה האולטרא סגולה גורמת לשינויים כימיים מהירים יחסית המבהירים את הדיו לגוון חום בהיר ובמשך הזמן גוון זה דוהה עד להיעלמותו המוחלטת. כתבים כאלה בדרך כלל לא ניתנים לשחזור.

הבעיה העיקרית בכתבי יד עתיקים וקלף שהדיו נוכח בהם תקופה ממושכת היא השינוי הכימי שחל באטומי המתכת המרכיבים אותו. אמנם בדיו מרכיבים נוספים העלולים להשפיע כמו החומצה הגפרתית המיוצרת במינון מזערי במהלך התגובה ליצירת הצבע השחור, וכן התפתחות עובש על גבי הדיו בתנאי לחות, שהרי בסופו של דבר מדובר בחומר אורגני הניתן לניצול על ידי אורגניזמים מסויימים. אך כל אלה שוליים ולא באים לידי ביטוי בתנאי שמירה נאותים. לעומתם הוספת גפרת הברזל, או מלח מתכת אחר כספק יוני לתהליך (קנקנתום) מוביל לתגובה בין המתכת לבין הקלף כדלהלן:

מלח הברזל, ככל מלח, מתפרק עם המסתו במים לרכיבים יוניים (במקרה שלנו- יון $2+$ של ברזל (Fe) ויון $2-$ של גפרית חמצנית (SO_4)). ליוני הברזל נטייה להקשר עם החמצן האטמוספרי לקבלת תרכובות שונות (בדומה לתהליך המתרחש כאשר מתכת מחלידה). כאשר מעורב חומר אורגני בתהליך חלה תגובה בינו ובין יון הברזל בנוכחות חמצן, דבר המוביל לפירוקו של החומר האורגני. לענייננו, הנייר, או העור מקורם אורגני. הנייר עשוי בעיקרו צלולוז, שהוא רב-סוכר, והעור עשוי בעיקר קולגן, שהוא חלבון סיבי. היקשרות יוני

הברזל לחלבון הקולגני בתיווך החמצן מביאים לפירוקו ואובדן הסיביות, ולמעשה להתפוררותו של העור.⁶

התפוררות הקלף מביאה לעיתים למצב מוזר מעט בו כל הקלף שתחת האות התפורר ולמעשה ניתן להתחקות אחר הכתוב מתוך החלונות הריקים שהשאירו אחריהן האותיות.



לסיכומו של דבר, גילוי התגובה שבין הטאנין שמקורו בעפצים, לבין מלחי מתכת הוביל ליצירת צבע שחור, באופן קל וכמותי יחסית מה שהוביל לשימוש נרחב בעפצים כמקור צבע.

ננסה לשער מתי חל המעבר בין צבעים קדומים ופשוטים יותר לצבעים שמקורם ברקיחת עפצים עם סממנים שונים.

Neevel, J.G., Schadelijke Effecten van Ijzer-Gallusinkten op Papier (Inktvraat), Report.⁶
Centraal Laboratorium voor Onderzoek van Voorwerpen van Kunst en Wetenschap.
)Amsterdam 1996

עפצים בעת העתיקה

העפצים נחשבו בעיני מתבונן בעולם העתיק כחלק מתנובתו הצמחית של העץ. בשל כך הם נקראו "Melon" שפירושו תפוח, או שם כללי לפרי בשפה היוונית.

בתקופות מסויימות ייחסו לעפץ תכונות מאגיות כמגלה עתידות. מתוך העפץ יוצאת בדרך כלל רימה, זבוב או אפילו עכביש (כנראה כדייר משנה בעפץ ישן..). לפי אופי הייצור חזו הקדמונים את השנה הקרובה, אם זו רימה- רעב, זבוב- מלחמה, או עכביש- מגיפה. אמונות מסוג זה נשתמרו עד ימי הביניים ואף לאחר זיהוי משמעותו הביולוגית של העפץ על ידי מלפיגי.⁷

פליניוס (Gaius Plinius Secundus, 23-79 אח"ס) מזכיר תפקיד מעניין נוסף לעפצים- תחליף לחומר בערה בנרות השמן. עפצים אלו כונו על ידו "העפצים השחורים", וכנראה שבעירתם האיטית היוותה תחליף לנר השמן.⁸

העפצים מוזכרים במקורות הקדומים, בעיקרם יוונים ורומיים, כמקור לתרופות, עיבוד עורות וצביעה.

שימוש המרכזי ברפואה היה על מנת לסייע בקרישת הדם. גם כיום ניתן למצוא את החומצה הטאנינית כמרכיב בתרופות המסייעות במקרים של דימום פנימי. חומרים אלו מכונים ברפואה הטבעית "אסטרינגנטים" (Astringents), לאמור, "מעפצים", דבר הרומז לנו על המקור הטבעי לחומצה הטאנינית.

אפשר לומר כי אין עוד הרבה חומרים כימיים שהשפיעו כל כך על האנושות והתפתחותה כמו צבע הדיו. במעבר מצביעה לכתובה נזקקה האנושות לצבען עמיד, חזק וכהה על מנת להבליט ולשמר את הנכתב. הדיו שימש אמצעי טוב לכך. לאט לאט חדרו חומרי צביעה שונים לתרבות הכתב מה שאפשר העברת הידע לא רק במסורת שבעל פה אלא על ידי כתבי יד וספרים.

ראשית הכתב ההירוגליפי המצרי, החל משלשת אלפי שנה לפנה"ס הייתה באמצעות חריטה על גבי אבן, מתכת או עץ. אולם אי שם במהלך תקופה זו, הועבר הכתב ההירוגליפי לנייר

.The Uses of Insect Galls ,Margaret M. Fagan, The American Naturalist, Vol. 52, No. 614 page 155⁷

Gaius Plinius secundus, Historia Naturalis, Vol. 16. 9-10. (Translation: Rackham, London, ⁸ 1949)

פאפירוס, עור וחומרים נוספים. מעבר זה היה נוח ומתבקש, יחד עם התפתחות הכתב ההירוגליפי המורכב ומרובה הסימנים לכתב ההיראטי המצרי שהיה מקוצר יותר ומהיר:

HIÉROGLYPHIQUES	HIÉRATIQUES.	HIÉROGLYPHIQUES	HIÉRATIQUES.	HIÉROGLYPHIQUES	HIÉRATIQUES.

(בעמודות 2,4,6 משמאל לימין כתב היראטי מקוצר)

הדיו המצרית, כמו גם זו שהתפתחה במזרח, בנויה על פיח שנוצר מתהליכי שריפה. הפיח יובש, נשמר, ובעת הצורך דולל בעזרת מים לקבלת דיו נוזלית המאפשרת כתיבה. בתנאי יובש ושמירה נאותים יכול כתב זה להישמר שנים רבות. אולם דיו זה נוטה להימחק בבואו במגע עם מים. דיו מעין זה זוהה למשל במגילות הגנוזות שנמצאו במדבר יהודה. מגילות אלו שנכתבו במאות הראשונה והשנייה לפני הספירה נשמרו היטב בשל תנאי האקלים היובשני של האזור.⁹

פליניוס מתאר ניסוי מעניין בו השרו פאפירוס, שעובד קודם לכן באמצעות טאנינים, בתמיסת מלח ברזל. הדבר הוביל להפתעתו להפיכת הפאפירוס כולו לשחור. יתכן שזה היה אחד הניסויים הראשונים שהובילו בהמשך להפקת הדיו העפצי כצבע למטרות כתיבה. האם מקור הטאנינים היה בעפצים, או ממקור צמחי אחר לא ברור.

פליניוס וויטרוביוס (סופר ואדריכל רומי, 80-70 לפנה"ס) מתארים הכנת דיו מערבוב של פיח, פיח שריפה הנוצר במנורות השמן, דבק ומסטיק. דיוסקורידס (רופא ופרמקולוג יווני, 90-40 לספירה) מציין את כולם יחד בתהליך הכנת הדיו.

מרטיאנוס קפלה, שהיה משורר והוגה בשלהי העת העתיקה (תחילת המאה החמישית) כתב את "אנציקלופדיית שבע האמנויות החופשיות", בה הוא מציין שימוש בדיו עפצים. עד

⁹Yoram Nir-El and Magen Broshi, The black ink of Qumran scrolls, *Dead Sea Discoveries*

לתקופתו הדיו הנפוץ יותר היה מופק בעיקר מערבוב של פיח משריפת חומרי דלק שונים (זפת, שרף או שמן) יחד עם מים כממס וחומרי דבק.

קפלה מכנה את תערובת הדיו "Gallarum gummeosque commixitio" שפירושו, תערובת גלרום-מסטיק (החומצה הגאלית היא נגזרת של החומצה הטאנינית, המסטיק הוא הגומי ערביקום, שרף השיטה שנוסף לתערובת לחיזוק הקשר בין הצבע לגוף הנצבע).

אינטואיטיבית אפשר להניח שהפיח השחור היה זמין ובולט, ועל אף כמותו המזערית היווה מקור לצבע קדום. המסתו במים ודבק היוותה שלב מתקדם יותר עם התפתחות הכתיבה והציור. כך עד היום מכינים דיו בתרבויות קדומות כמו הסינית והאינדיאנית.

מחשבה זו מגובה גם בממצאים הארכיאולוגיים. הכתבים היווניים וודאי אלה שהופיעו לפני כן וקיימים בידינו נכתבו באמצעות דיו פחמי או צבעים מעולם הצומח ומחצבי הקרקע אך ודאי שלא מעפצים.

מעבר לשימוש בעפצים, הדורשים עיבוד מורכב יותר עד להפיכתם לדיו, הגיע בשלב מאוחר יותר כאמור, אולם אפשר הכנת כמות רבה ואיכותית יותר של צבע.

לצבע שמקורו בעפצים יתרון משמעותי על צבע הפיח. מלבד הכמות המשמעותית והקלה יותר לאיסוף של העפצים, הצבע פחות סותם את כלי הצביעה והקשר שנוצר עם הגוף הנצבע חזק ולא מחיק, בשונה מדיו הפיח המסיס יותר במים. עובדה זו מאפשרת גם תיעוד ארוך טווח יותר של ממצאים ארכיאולוגיים שבדיו הפיח נוטים להימחק מהר יותר. (דא עקא, הוספת מלחי הברזל לדיו העפצים גוררת לאחר תקופה תגובה כימית עם הקלף דבר המוביל לעיתים להתפוררותו, בכך אעסוק בפרק על הכימיה של העפצים).

אם ננסה להתחקות אחר שרשרת האירועים שהובילה לשימוש בדיו העפצי, הרי שהניסוי של פליניוס שהוזכר לעיל מהווה נקודת פתיחה. הוא הראשון שעלה על היווצרות הצבע השחור בתגובה שבין הטאנינים לבין מלח הברזל. קפלה שחי בתחילת המאה החמישית מזכיר את דיו העפצים כנוסחה קיימת. מה קרה ב-350 השנים שבין פליניוס לקפלה?

מעניין שהפיזיקאי וחוקר ההיסטוריה של המדע בן המאה ה-19 פרדיננד הופר (Jean Chrétien Ferdinand Hofer 1811-1878) טוען שהעפצים החלו להופיע כמרכיב בדיו החל מהמאה השלישית או הרביעית לספירה.¹⁰ דבר זה מחזק את ההשערה שתודגש בהמשך העבודה, כי זהו פחות או יותר זמן התבססות העפצים כמרכיב מרכזי בדיו.

¹⁰ Margaret M. Fagan, The American Naturalist, Vol. 52, No. 614, The Uses of Insect Galls, page 160

בפרק העבודה העוסק בעפצים במקורותינו מובאים מקורות רבים המזכירים אותם, את מלחי הברזל (קנקנתום) ושילובים שונים שבינם לבין הדיו הפחמי. השנים האלו של היווצרות המשניות וחתימתן (200 לספירה) מקבילות לתקופת המעבר מדיו הפחמי לדיו העפצי. חז"ל במקביל לחכמי אומות העולם הבינו את מגבלותיו של הדיו הפחמי ועמידותו החלקית (רק בתנאי יובש וחשיכה שרדו כתבים בדיו פחמי, כדוגמת המגילות הגנוזות וכתבי הפאפירוס המצריים).

בפרק אחר של העבודה הזכרנו כי התרבות השומרית ולאחריה המצרית היו הראשונים שעסקו בבורסקאות ועיבדו את עורות בעלי החיים באמצעות טאנינים שהופקו מעפצים וחומרים צמחיים אחרים.

מתוך כך ניתן לשער כי מרגע התגלות התגובה שבין הטאנינים שבעור (או בפאפירוס אצל פליניוס) לבין גופרת הברזל חלו ניסיונות ומרשמים שונים להפקת דיו בשילובים שונים. בתחילה הוספה גופרת הברזל לדיו הפחמי, היא איננה מגיבה עם הפיח אך אולי עם השרף שהוסף לתערובת, כך שנוצר גוון שחור יותר. גופרת הברזל הגיבה עם העור או הנייר שעובד באמצעות הטאנינים עד שבסופו של דבר הבינו כי ניתן לוותר על הפיח ולהסתפק בתגובה טאנין-גופרת ברזל להפקת הדיו.

עפצים ביהדות

ניתן להניח כי מסורת השימוש וטכניקות ההפקה הקדומות של הצבע, ששימשו את האדם בתרבויות השונות, זלגו והשפיעו אף על המסורת היהודית. די אם נזכיר כדוגמא מובהקת את צבע התכלת, המשמש בציצית, בבגדי הכהן ובפרוכת המקדש ששימש גם כבגד האצולה הרומית ונאסר לשימושם של היהודים ("זוג בא מרקת ותפסו נשר ובידם דברים הנעשים בלז ומאי ניהו-תכלת" (סנהדרין יב)) או את תיאורי מגילת אסתר לעושרו ותפארתו של המלך אחשוורוש: " חור כרפס ותכלת אחוז בחבלי בוץ וארגמן על גלילי כסף ועמודי שש מטות זהב וכסף על רצפת בהט ושש ודר וסחרת" (אסתר א,ו) צבעים המופיעים, להבדיל, גם בבית המקדש: "ותכלת וארגמן ותולעת שני ושש ועיזים" (שמות כה,ד).

מפשט הכתובים במקורות שונים בש"ס ברור כי הדיו ששימש את אבותינו היה במקור פחמי, כדוגמת דברי רב שמואל בשבת כג ע"א:

" רב שמואל בר זוטרא מתני הכא: כל העשנים יפין לדיו ושמן זית מן המובחר, אמר רב הונא: כל השרפין יפין לדיו ושרף קטף יפה מכולן"

מדובר אם כן בהפקת פיח שחור משריפת שמן זית וערבובו עם שרף כחומר דבק המסייע להצמדות הדיו לקלף. וכן מפרש רש"י שם בד"ה לגבל: "מצאתי בתשובת הגאונים שמעשנין כלי זכוכית בעשן שמן זית עד שמשחיר וגורר השחרורית ונותן בו שמן קימעא ומגבל בו ומייבשו בחמה וממחה אותו לתוך הדיו".

בגמרא בעירובין מתאר רבי מאיר כיצד היה מטיל קנקנתום לתוך הדיו על מנת לשפרו, ואת מחלוקתם של רבי ישמעאל ורבי עקיבא בענין:

" אמר רבי מאיר כשהייתי אצל רבי ישמעאל הייתי מטיל קנקנתום לתוך הדיו ולא אמר לי דבר, כשבאתי אצל רבי עקיבא אסרה עלי... (עירובין יג ע"א)

הגמרא מביאה קושיא מגרסה הפוכה שם דווקא רבי ישמעאל אסר עליו את הטלת הקנקנתום בשל הצורך ב"ראוי להמחק" כפי המופיע בפרשת סוטה. לגבי הסתירה בגרסאות הגמרא נשאר ב"קשיא", אולם ניתן ללמוד ממהלך הדברים כי רבי מאיר הסתייע בהוספת הקנקנתום לתוך הדיו על מנת לחזק את הכתב כך שגם זבוב שינחת על הכתב הטרי לא יזיזו ממקומו.

ניתן לשער כי רבי מאיר למד את מלאכת הוספת הקנקנתום מתרבות רומא ששלטה סביבו. מהגרסאות הרבות לייצור דיו בתקופה זו ולאורך המאות הראשונות לספירה אני משער כי טיב ומאפייני התגובה הכימית שבין הטאנינים למלחי המתכות לא היו ברורים. בתחילה ולאורך ההסטוריה הקדומה כתבו בדיו העשוי מפיח ומעורב בדבק ממקור צמחי, אחר כך

הוסיפו את הקנקנתום לחיזוק הצבע (האם המלח לבדו ללא הטאנינים מחזק את הצבע? לא ברור..) ובסופו של דבר התגובה עם מי העפצים יצרה את הצבע העמיד והחזק כשלמעשה אין צורך ממשי כבר בפיח כמקור לצבע השחור, כך התקבל דיו שחור המורכב רק מתגובת מי העפצים והקנקנתום(מלחי המתכות ברזל ונחושת בעיקר).

שינויים אלו באים לידי ביטוי גם בפן ההלכתי. המשנה ברורה ושו"ע הרב פוסקים שאין להטיל קנקנתום לדיו. דעתם מחוזקת בראשונים רבים האוסרים שימוש במי עפצים, בקנקנתום או בשילוב של השניים עם הדיו. התוספות בעירובין יג ע"א ד"ה קנקנתום אומר למשל:

"דמותר לתת ארדמינ"ט לתוך הדיו לספר תורה לכולי עלמא דלאו היינו קנקנתום"

משמע מכאן שאסור להוסיף קנקנתום לדיו. וכן בספר התרומה הלכות ס"ת הלכה קצ"ה:

"אומר רבינו תם: כיוון דספר תורה בעי דיו, אם כן דיו של עפצים אסור לכתוב ממנו ספר תורה – דהא אינו קרוי דיו... ואותו דיו שעושין מעפצים לעולם הוא לח ואינו קרוי דיו ופסול לכתוב ממנו ספר תורה תפילין ומזוזות כמו שפירשתי במקומו".

מסכם זאת ר' יצחק לוי מברדיצ'ב, מגדולי האדמו"רים שכתב שו"ת בענין "תעלומות סופרים" (שאלה לו סעיף ב):

"שלושה עשר פוסקים הפוסלים קנקנתום מעורב במי עפצא לכתוב סת"ם ... ועתה מי יוכל לעמוד נגדם להתיר?"

אולם, כורח המציאות והניסיון מראה כי כתיבה בדיו שמקורו מפיח בלבד אינה עומדת לאורך זמן. הרמב"ם שכפי שנראה התיר את דיו העפצים שלא לכתחילה, מעיד על איכותו של דיו הפיח:

"ואם יוקח זה המדא"ד [דיו העשוי מפיח השמנים] וישרה אותו במים ויכתב בו ספר תורה, זה אצלי תכלית הטעות והוא דומה למי שיכתוב במשקין ובמי פירות, לפי שהוא לא יתקיים בשום פנים ולא יגוללו הספר מתחלתו לסופו ומסופו לתחלתו פעם או פעמיים, עד שיימחק כלו או רובו. ותמהני, אם בזאת הדיו כתב משה רבינו ע"ה ספרי תורות, איך יאמר על ספר התורה שכתב (דברים ל"א, כ"ו) 'ושמתם אותו מצד ארון ברית ה' אלהיכם והיה שם בך לעד', איך יכתב בכגון זה דבר שירצו שיתקיים אלפי שנים? ומה שראוי לעשות הוא שישרה זה המדא"ד במי עפצין ויכתב בו ויחליק במטלית אחר הכתיבה כדי ליפות בזה הכתיבה ולקיימה, כי בזה הסדור יהיה לו קיום ולא ייטשטש ולא יימחה". (שו"ת הרמב"ם, סימן קלו).

כמו היוונים, גם אבותינו היו ערים לבעייתיות שבעמידות הדיו הקדום ולפיכך חיפשו דרכים שונות לחזקו. החיזוק נעשה גם ברמת רכיבי ההדבקה שנוספו(שרף וגומי) וגם ברמת חומרי הצביעה (קנקנתום).

לכתחילה פוסק הרמב"ם שיש להשתמש בדיו שמקורו בפיח ואף מפרט את מרכיביו:

"כיצד מעשה הדיו? מקבצין העשן של שמנים או של זפת ושל שעוה וכיוצא בהן וגובלין אותן
בשרף האילן ובמעט דבש... ובשעת כתיבה שורוה במי עפצים וכיוצא בו וכותב בו, שאם
תמחקנו יהיה נמחק, וזהו הדיו שמצוה מן המובחר לכתוב בו ספרים תפילין
ומזוזות." (רמב"ם, משנה תורה, הלכות תפילין, פ"א, ד)

אולם הוא מסיים את ההלכה: (שם)

"ואם כתב שלשתן במי עפצא וקנקנתום שהוא עומד ואינו נמחק כשרים"

הדרישה ההלכתית היא עמידות הצבע. צבעים שאינם שחורים פסולים (שם, הלכה ה),
ובדיעבד צבע שחור עמיד כשר. הוספת הדבק למי העפצין מכניסה אותם לקטגוריית "דיו",
כך משתמע מהערת הכסף משנה שם:

"דאע"ג דבפרק שני דגיטין משמע דמי עפצא לאו היינו דיו, כשמערבין בו קומו"ס שקורין
גומ"א בלעז נקרא דיו".

וכן מובא שם בהגהות מיימוניות בשם התוספות:

" אבל העיקר נראה שבכל ענין שיעשה אדם דיו ובלבד שיהיה מתקיים וניכר על הקלף דיו
הוא וכותבין בו סת"ם...".

לעפצים איזכורים רבים במשנה, בתוספתא ובתלמוד, רובם ככולם בהקשר הצבע המופק
מהם או שימושם בעיבוד העור.

העפצים מוזכרים בחילופי אותיות א-ע, עפצא או אפצא. השורש אפ"ץ מופיע בהקשר יחיד
נוסף המסכת אהלות פ"ט מ"ג:

"היתה פחותה ופקוקה בקש או אפוצה, איזו היא אפוצה? כל שאין לה טפח ממקום אחד"

המשנה דנה בכוורת דבורים העשויה אדמה ואינה מקבלת טומאה. אחד מהתנאים
המפרידים אותה מלהיות חלק מקיר הבית (שבמצב זה היא מאבדת את היותה כלי בפני
עצמו) היא היותה רפויה ולא דבוקה לצידי פתח הבית. וכאן מפרשת המשנה כי אם היא
אפוצה, כלומר, דחוקה וצמודה לקיר, ברווח שהוא מתחת לטפח סה"כ, הרי שהיא חלק ממנו.

מכאן נובע כי השורש אפ"ץ משמעותו דחיקה והידוק.

סיוע לדבר נמצא בירושלמי שבת פרק י"ז הלכה ו:

"האבן שבקרויה, אם ממלאין בה ואינה נופלת, ממלאין בה, כיוון שהיא אפוצה לה כגופה
היא". הגמרא עוסקת בדין טלטול אבן בשבת. בעבר השתמשו במיכל שמקורו מפרי הדלעת

(קירויא) ועל מנת שישקע במי הבאר הניחו בתוכו אבן. אפוצה לה משמע- מהודקת. אם האבן מהודקת ואינה נופלת מותר להשתמש בכלי בשבת כיוון שאין חשש שיבואו לטלטלה. כך גם בפ"ג שם בעניין פתילת נר שבת "או באפוצה" כלומר, שפתילת הנר דחוקה בתוך הנקב שבו.

פועל זה הושאל כנראה גם לענייני עיבוד העור. בתהליך זה ריכוך מי העפצים מאפשר מתיחה, הידוק וחיזוק העור.

העפצים מובאים פעמים רבות בהקשר העץ עליו הם גדלים ועל כך יש לתת את הדעת:

"סימן להרים מילין, סימן לעמקים דקלים, סימן לנחלים קנים, סימן לשפלים שקמים" (תוספתא שביעית פ"ז הי"א)

המילין ע"פ חוקרים רבים הוא עץ אלון התולע (*Quercus boissieri*)¹¹. מקור השם ככל הנראה מהשם היווני לתפוח- Melon. לגידולים המוזרים שצצו על עץ האלון ייחסו אופי של פרי ועל שם הדמיון לתפוחים קטנים נקרא העץ מילין. כך נקרא גם העץ בערבית- מל.

סופרי הטבע היוונים והרומאים התייחסו לעפצים כפרי האלון. דיוסקורידס מתייחס לשימושיו השונים של האלון לצרכי בורסקאות ורפואה, ומכנה את העפצים "פירותיו של האלון".¹²

פליניוס הזקן מתייחס לעפצים ולפירות תחת אותה קטגוריה ואינו מבדיל בין המוצא הבוטני-זואולוגי שלהם. הוא מכנה אותם תפוחי האלונים.¹³

גם בזוהר מובאים העפצים בכינוי דומה- תפוחים:

"...ומסטרא אחרא אפילו בהאי עלמא, אחזי דכלא חד, דיו ועץ, דדיו מתפוחים, דאתעבידו בעץ אינון, ועוד, דיו אוכם מלבר, וחזור מלגו. הכי אינון מארי תורה וחכמים, אוכמים בהאי עלמא דאיהו לבר, שפירין בההוא עלמא דאתי, דאיהו מלגו." (זהר לפרשת תרומה קנט ע"א)¹⁴

חשיבותו של העץ נתנה לו מעמד מיוחד, שלא כשאר אילני הסרק:

¹¹ פליקס, יהודה. האלון ומוצריו בספרותינו העתיקה. סיני, שנה י"ט, עמ' פ"ה-ק"ב
¹² Dioscorides, De materia medica 1.142. R. T. Gunther, New York, 1959
¹³ Gaius Plinius secundus, Historia Naturalis, Vol. 16. 9-10. (Translation: Rackham, London, 1949)

נגיש בגרסה אינטרנטית:

<https://web.archive.org/web/20161229101439/http://www.masseiana.org/pliny.htm#BOOK%20XVI>

¹⁴ תמהתי לגלות כי גם אליעזר בן יהודה במילונו העברי הראשון כתב " עפץ- מין אגוז שגדל באילן האלה (אלון) ומשתמשים בו לעשות דיו ולעיבוד עורות"

"שדה שאבד בה קבר אין ניטעת כל נטע... ואין מקיימין בתוכה מלין... כדי לא להרגיל רגל אדם שם" (תוספתא, אהלות פי"ז ה"ז). כלומר ההנחה היא שעץ זה על אף היותו עץ סרק, חשוב מספיק כדי למשוך אנשים לקרבתו דבר המסכן אותם בטומאת מת הקבור במקום לא נודע באזור.

שם המין "תולע" ניתן לו בשל הצרעה יוצרת העפצים שרימותיה המתפתחות בתוכו כונו בידי אבותינו בשם הקיבוצי "תולע". זהו גם השלב בו צפו בחרק, שכן העפצים נקטפו ונטחנו ובכך נחשפה רימת הצרעה שבפנים. בצרעה עצמה יותר קשה לצפות כיוון שהיא מגיחה מהעפץ זמן קצר לאחר בקיעתה.

אלון התולע גדל בחלקים הצפוניים של ישראל בגב ההר, פרטים ראשונים מתחילים להופיע כבר בצפון בנימין אולם מספר הפרטים עולה ככל שמצפינים וביערות של צפון הגולן הוא שולט ממש. מכאן זיהו אותו חז"ל עם ההרים.

עפצי הדיו אופייניים במיוחד למין זה של אלון. אמנם בישראל עוד ארבעה מינים נוספים של אלון עליהם מופיעים פה ושם עפצים ממינים שונים, אך לא בצורה משמעותית, ולא בגודל משמעותי כמו עפצי אלון התולע.

את עפצי אלון התולע אספו, ביטלו וקבלו תמיסה עם ריכוז גבוה של טאנינים אותה כינו "מי מלין".

גם עלי אלון התולע שימשו להפקת מים אלו, וערכם בא לידי ביטוי בקדושת שביעית החלה עליהם:

"עלה תמכה והרחבינה עלי ורד ועלי מלת יש להן שביעית" (תוספתא שביעית פ"ה ה"ג).

את הקשר הוודאי כמעט בין האלון לעפציו ניתן ללמוד מסוגיית הגמרא העוסקת בכשרות הדיו לכתיבת גט:

"ובכל דבר שהוא מתקיים וכו': לאתויי מאי? לאתויי הא דתני רבי חנינא: כתבו במי טריא ואפצא כשר ... איתמר: עדים שאין יודעים לחתום, רב אמר מקרעין להם נייר חלק וממלאים את הקרעים דיו, ושמואל אמר באבר. ... רבי אבהו אמר במי מילין. והתני רבי חנינא כתבו במי טריא ואפצא כשר? לא קשיא הא דאפיץ הא דלא אפיץ, שאין מי מילין על גבי מי מילין" (גיטין יט ע"א)

המשנה שם מביאה חומרים שונים הכשרים לכתיבה- דיו, סם, סיקרא, קומוס קנקנתום ובאופן כללי "בכל דבר המתקיים". בגמרא מסביר ר' חנינא כי הכללה זו באה להוסיף גם כתיבה "במי טריא ואפצא". בהמשך דנה הגמרא כיצד יחתמו עדים שאינם יודעים לכתוב. אי אפשר לכתוב להם כך שהם יצטרכו רק לחזור על הכתב שכן "אין כתב על גבי כתב". בשקלא

וטריא מציע שם רבי אבהו לכתוב ב"מי מלין". הגמרא מיד מקשה עליו "והתני רבי חנינא כתבו במי טריא ואפצא כשר"! משמע מי מלין=מי אפצא! כך גם מפרש רש"י שם: מי מלין-מים ששרה בהם עפצים שחוקים. למסקנה מחלקת הגמרא בין קלף שעובד אף הוא במי עפצים, ולכן כתיבה עליו במי עפצים לא נחשבת כלום שהרי "אין מי מלין על גבי מי מלין" וחתימת העדים בצבע אחר תחשב כשרה, בעוד שבמשנה הקלף לא עובד במי עפצים ולכן כתיבה עליו במים אלו תחשב לכשרה.

טכניקת התגובה הכימית שבין מי המילין (הטאנינים, למעשה) ובין הקנקנתום (מלחי הברזל) היתה ידועה לחז"ל:

"א"ר חיייה בר בא: אילין בני מדינתא ערימין סגין, וכד חד מינהון בעי משלחה כתב מסטירין לחבריה, הוא כתב במי מילין והך דמקבל כתביה שפיך דיו שאין בו עפץ והוא קולט מקום הכתב." (ירושלמי גיטין פ"ב דף מד, עמודה ב)

הירושלמי דן בטכניקה מתוחכמת בה כאשר היו כותבים "כתב סתרים" בין חברים היו רושמים זאת במי מלין, שצבעם כמעט שקוף. כאשר החבר היה מקבל את המכתב היה משרה אותו ב"דיו ללא עפצים" שזו בעיקר תמיסת מלחי ברזל, דבר שהוביל לתגובה הכימית יוצרת הצבע השחור!

העפצים שימשו גם לעיבוד העור. הגמרא במסכת מנחות דנה בתיקון גליון קלף ספר התורה שנקרע:

"א"ר זעירא א"ר חננאל אמר רב: קרע הבא בשני שיטין יתפור, בשלוש אל יתפור. א"ל רבה זוטי לרב אשי...הא דאמרינן בשלוש אל יתפור לא אמרן אלא בעתיקתא אבל חדתתא לית לן בה. ולא עתיקתא ממש ולא חדתתא ממש אלא הא דלא אפיצן הא דאפיצן..."(מנחות לא ע"ב).

הגמרא דנה בתיקוני יריעת העור שנקרעה, ומחלקת בין קרע הנמשך לאורך שתי שורות, שאז יכול לתפור ולתקן לבין שלוש שורות, אז התיקון מגונה ויחליף את כל היריעה. רבה זוטי מוסיף שבקלף חדש אין בעיה גם אם הקרע לאורך שלוש שורות כיוון שהתיקון לא כל כך מורגש. הגמרא מסבירה שישן-חדש אינם תיאורים הקשורים לזמן אלא לסוג העיבוד. עיבוד בעפצים הריהו כישן כיוון שנותן גוון שחור לקלף ואז תיקון הקרע בולט ומגונה לעומת קלף שלא עובד בעפצים שאז ניתן לתקן אפילו שלוש שורות.

גם רש"י על אתר מפרש: אפיצן-הוי שחור כעתיקא אפיצן מתוקן הקלף בעפצין שקורין גל"ש.

מדברי התוספות שם ד"ה "הא דאפיצן" ניתן ללמוד על היקף השימוש במי עפצים לצורך עיבוד העורות. ר"ת מביא גמרא קושיא ממסכת שבת (עט ע"ב) ממנה משתמע כי לוחות

כתיבה העשויים ללא עפצים אינם כשרים לס"ת, בניגוד למשתמע מסוגייתנו. הוא גם מעיד על ספרי תורה שלהם העשויים קלף ללא עיפוף! למסקנה מבין ר"ת כי הקטגוריה להכשרת הקלף היא היכולת להזדייף. בזמנם כתבו על קלף שאינו בר זיוף ללא עפצים לכן הוא כשר, בעוד שלפניו השתמשו בעפצים על מנת לחזק את הקלף כך שלא יוכל להזדייף.

סביר להניח כי מטרת עיבוד הקלף במי העפצים היא על מנת להסיר ממנו שכבות אורגניות כך שכתובה עליו אינה ניתנת לזיוף. יתכן כי נוכחות חומרים אורגניים מאפשרת המשך עיבוד ושינוי העור בעוד שעור נקי מחומרים אלו לא מאפשר זאת. כלומר, עור שעליו עדיין חומרים אורגניים מאפשר זיוף בעוד שעור נקי שעבר עיבוד וניקוי לא מאפשר יותר זיוף.

סברא אחרת העולה מרש"י בגיטין (יא ע"א) היא שהשריית העור במי עפצין נותנת לו גוון שחרחר. גוון זה לא מאפשר לשוב ולמחוק כיוון שסימני המחיקה ניכרים על גבי הגוון הכהה, וכדבריו:

" שיהא הקלף מתוקן בעפצים בשעת עיבודו, שעושים אותו שחור, ושוב אין אדם עושה בה מחק וחוזר וכותב עליו מפני שהוא ניכר. וקלפי פרסיים אינם מעובדים בעפצים ואדם יכול למחוק כתבו ומניח חתימת העדים וכותב למעלה ממון הרבה..."¹⁵

ערכם של העפצים היה רב. מתוך הגמרא במסכת שבועות הבאה ניתן להסיק זאת:

"ההוא דאמר ליה לחבריה: הב לי שית מאה זוזי דמסיקנא בך. אמר ליה: ולא פרעתוך מאה עפצי דקיימי בשיתא שיתא? אמר ליה: לאו בארבעה ארבעה הוו קיימי? אתו תרי סהדי ואמרו אין בארבעה ארבעה הוו קיימי. אמר רבא הוחזק כפרן" (שבועות מא ע"ב)

הגמרא דנה בענייני לווה-מלווה. אדם לווה מחברו מאה זוזים (דינרים) וטוען שהחזיר לו אותם בצורת שווה ערך של עפצים. יש ביניהם וויכוח האם שווים בשוק היה ארבעה או שישה דינרים לקב.

אם נניח לרגע לדין הגמרא, וננסה להעריך את שווי העפצים, הרי שמדובר בקב עפצים (1.38 ליטר ע"פ ר"ח נאה, או 2.39 ע"פ החזו"א) בשווי ארבעה עד שישה זוזים. מעריכים כי זוז שווה ערך ליום עבודה, כך שעל מנת לקבל 1-2 ליטר של עפצים יש לעבוד 4-6 ימים! או בחישוב אחר, בסלע השווה כ-17 גרם זהב יש 4 דינרים. כלומר עלות קב עפצים סביב 17-25 גרם זהב! (בין 2500 ל-3500 שח בממוצע).

¹⁵ הרח"ב על כך פרופ' ישראל רוזנסון במאמרו "על עפצים שנזכרו במקורות המשנה והתלמוד", שפירית, מס' 5, 1987

ביבליוגרפיה

ספרות כללית:

1. אלון, עזריה (עורך). אנציקלופדיה החי והצומח של א"י. רמת גן, 1983.
2. פליקס, יהודה. הצומח והחי במשנה, ירושלים, תשמ"ג.
3. פליקס, יהודה. עולם הצומח המקראי, רמת גן, 1968.
4. Daniels, Vincent. "The chemistry of Iron gall Ink". Conservation of Fine Art, School of Humanities, The University of Northumbria. Post prints, 2000. Page 31-36
5. Lehrner, Sigmund. "Manufacture of ink". Henry Carey Baird & co publication. Philadelphia. 1892
קישור לגרסה אינטרנטית: https://archive.org/details/gri_33125001322243
6. Redfern, Margaret. R. R, Askew. Plant galls. Naturalists Handbook. 1992
7. Pelinius, Gaius. "Naturalis Historia"
גרסה אינטרנטית בתרגום לאנגלית:
<https://web.archive.org/web/20161229101439/http://www.masseiana.org/pliny.htm#BOOK%20XVI>
8. Williams, Robin. Oak galls in Britian. Volume 1
קישור לגרסה אינטרנטית: https://www.nhm.ac.uk/resources/research-curation/projects/chalcidoids/pdf_X/Willia2010.pdf

מאמרים:

1. עמר, זהר. כשרות העפצים. תחומין ל"ט (תשע"ט).
2. רוזנסון, ישראל. "על העפצים שנזכרו במקורות המשנה והתלמוד", ביולוגיה ואקולוגיה של עפצים בישראל. שפירית, כתב עת לנושאי חרקים ופרוקי רגליים, מס' 5, (1987).

3. שפירא, נ. "לטכנולוגיה ולטרמינולוגיה של עיבוד העורות אצל היהודי הקדמוני". לשוננו י"א (תש"א).

4. שרז, יהודה. עיבוד קלף בעפצים. ירחון "אור לישראל", (תשע"ב).

5. Fagan, Margaret M. "The uses of insects galls". The American Naturalist, Vol. 52, No. 614 (Feb. - Mar., 1918): קישור למאמר:
https://www.jstor.org/stable/2456142?seq=1#metadata_info_tab_contents

אינטרנט:

1. "The Iron Gall Ink Web". Birgit Reissland and Frank Ligterink. Amsterdam, 13 february 2011

קישור: https://irongallink.org/igi_indexd7ce.html

2. רענן, משה. פורטל הדף היומי ערך "אלון התולע":

קישור: <https://daf-yomi.com/DYItemDetails.aspx?itemId=7867>

3. "Iron Gall Ink" in: Travelling scriptorium a teaching kit by the Yale university Library

קישור: <https://travelingscriptorium.library.yale.edu/2013/03/21/iron-gall-ink/>

4. צרעות עפץ, מידע כללי וויקיפדיה

קישור: https://en.wikipedia.org/wiki/Gall_wasp

