

## "והמצרף נחושת והבורסי: מאי מצרף... " (בבלי, כתובות עז ע"א)

הסוגיה: המשנה במסכת כתובות מונה את התנאים שבהם אישה יכולה לדרוש גט מבעלה וכופים אותו להוציאה:

ואלו שפופין אותן להוציא, מכה שחיו, ובעל פוליס, והמקמץ, והמצרף נחשת, והברסי, בין שחיו בס עד שלא נשאו ובין משנשאו נולדו (משנה, כתובות ז, י)

המשנה דנה במצבים שנגרם לאישה סבל רב בשל הימצאותה ליד בעלה.

רבי עובדיא מברטנורא מפרש: **והמצרף נחושת**. המחתך נחושת ממקום מוצאו מן הארץ, ומסריח הוא.

כאן נשאלת השאלה: מדוע כריית הנחושת כרוכה בריח רע?

### הנחושת

נתחיל בהיכרות עם הנחושת והשימוש בה בתקופת המקרא וכרייתה בארץ ישראל:

הנחושת – Cu היא יסוד מתכתי ומספרה האטומי – 29.

זו אחת המתכות שהאדם למד להפיק אותה ולהשתמש בה בתקופות מוקדמות יחסית. כבר בספר בראשית, בדור השביעי לאחר האדם הראשון, מופיע "תובל קין לטש כל חרש נחשת וברזל" (בראשית ז, כב). השימוש בנחושת קדם לשימוש במתכות האחרות.

### השימוש בנחושת לחפצי פולחן

ב-1961 נמצא מטמון בנחל משמר ובו 429 כלי נחושת ברמת גימור גבוהה שנוצרו לפני כ-6000 שנים. זה האוסף הגדול ביותר של חפצים עתיקים מנחושת שנתגלה במזרח התיכון (איור 47).

חוקרים משערים כי כלי הנחושת שהיו במטמון שימשו לצורכי פולחן.

הנחושת המשמשת לצורכי פולחן מופיעה בתנ"ך בזמן בניית המשכן – מזבח העולה נבנה מנחושת, ומאות שנים לאחר מכן בזמן בניית מקדש שלמה.



איור 47: כלי נחושת ממטמון נחל משמר – בני 6000 שנה (Zayith, 2010)

על שימושי הנחושת שלא למטרות פולחניות אפשר ללמוד מתיאורו של גלית מגת:  
 וַיֵּצֵא אִישׁ הַבְּנִים מַפְחָנֹת פְּלִשְׁתִּים גְּלִית שָׂמוּ מִגַּת גְּבַחַו שֵׁשׁ אֲפֹת וְזָרְתָּ. וְכֹבֵעַ נְחֹשֶׁת עַל  
 רֵאשׁוֹ וְשָׂרְיוֹן קָשְׁקָשִׁים הוּא לְבוּשׁ וּמִשְׁקַל הַשָּׂרְיוֹן חֲמִשָּׁת אֲלָפִים שְׁקָלִים נְחֹשֶׁת. וּמִצְחַת  
 נְחֹשֶׁת עַל רִגְלָיו וְכִידוֹן נְחֹשֶׁת בֵּין כְּתָפָיו (ש"א יז, ד-ו).

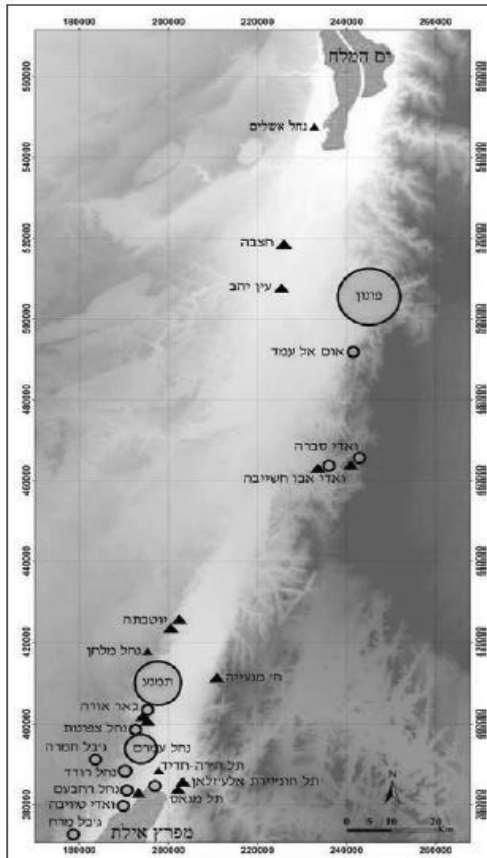
לאחר שימוש רב בנחושת עבר האדם לשימוש בארד (סגסוגת של נחושת ובדיל הקרויה גם ברונזה). נמצא שהוספת כמות קטנה של בדיל לנחושת מקילה על מלאכת החישול. השימוש בארד התפשט בין תרבויות במהירות רבה והוא המקור להגדרה הארכאולוגית למעבר מ"תקופת הנחושת" ל"תקופת הברונזה".

## על הפקת נחושת ועיבוד בתקופה הקדומה

מחצבי הנחושת הראשונים נתגלו בקפריסין. שם המתכת בלועזית מעיד על מקום הימצאותה: Cyprium, ושם זה שונה עם הזמן ל-Cuprum. מרכזי הפקה אחרים של נחושת בתקופות קדומות נמצאו במקומות נוספים: ברמה האיראנית, הרי אדום ואזור הערבה וסיני בארץ ישראל (איור 48). באזור ארץ ישראל נמצאו מספר מכרות נחושת, המפורסם ביותר נמצא בתמנע שבדרום הארץ. גם נוכל לראות במפה מקבץ מכרות באזור הערבה ואילת (איור 48).

עד לאחרונה הדעה הרווחת הייתה שמכרות תמנע החלו לפעול בזמן הממלכה המצרית שקדמה לממלכת שלמה. בעבודת שדה שעשה ד"ר בן יוסף (2013) מאוניברסיטת תל אביב בוצע תיארוך בפחמן 14 בממצאים חדשים שהמשלחת חפרה בבקעת תמנע. התיארוך מוכיח שהפעילות במכרות הנחושת הגיעה לשיאה במאה העשירית לפנה"ס, כלומר בימי ממלכת ישראל המאוחדת של דוד ושלמה.

פעילות זו ופעילות שנעשתה במאות מאוחרות לאחר מכן ניצלו את רוב מרבצי הנחושת במכרה. בתקופה הרומאית ובתקופה המוסלמית נעשתה כריית נחושת באזור נחל עמרם ובאר אורה.



איור 48: מפת מכרות הנחושת (עיגולים ירוקים) בערבה (אבנר ואחרים, 2014, עמ' 100)

### כרייה, צריפה וליבוי נחושת – מה לקור הריח הריח?



איור 49: הופעת נחושת בסלע, תצורת תמנע, הר תמנע (בייט וקלבו, 2014, עמ' 14)

ממכרות הנחושת הוצאה עפרת נחושת – סלעים המכילים מינרלים מגוונים של נחושת. את העפרה העבירו תהליך של הפקת הנחושת.

עפרת הנחושת שנכרתה מהסלע (איור 49) נכתשה תחילה פיזית באמצעות ריסוק. לאחר שגודל חלקיקי הסלע היה קטן דיו, נופה רסק והתקבל חומר שבו ריכוז הנחושת הגיע ל-25%.

לאחר מכן עורבב רסק הסלעים עם חומצה גופרתית. התערובת הוכנסה לתנור בטמפרטורה של

כ-1,200 מעלות צלזיוס. התערובת חוממה בתנור במשך שעות מספר. בסוף תהליך זה הצטברה בקרקעית התנור נחושת מותכת ומעליה סיגים. הסיגים הוזרמו החוצה מהתנור אל גומת הסיגים, והנחושת נשארה בקרקעית התנור והיא התקררה והתמצקה שם. בסוף שלב זה התקבל חומר ש-99% ממנו הוא נחושת.

החומצה הגופרתית המשתתפת בתהליך היא האחראית לריח הרע. בחימום נפלט גז גופרתי  $H_2S$ . מימן גופרתי מאופיין בריח חזק של ביצים סרוחות. זהו גז דליק ורעיל. הגז פוגע בחוש הריח של הנחשפים לו, ולכן ייתכן שעובדי תעשיית הנחושת "הסתגלו" לגז ויכלו לעבוד במכרות הנחושת בלי הפרעה, ואולם ריח הגז "נדבק" בבגדי העובד, ואף בעורו ובשעריו, וכן יכול להגיע למרחקים גדולים לפי כיוון הרוח. הריח חזק כל כך עד שהעוסקים בנחושת היו מתבדלים מן הקהילה.

בשלב העיבוד הסופי לפני יצירת כלים שוב חומם כיכר הנחושת ובשלב זה עלה ריכוז הנחושת ל-99.99%. גם בשלב זה השתחרר גז גופרתי שיצר ריח רע.

הגמרא מספרת כי לעוסקים בנחושת היו בתי כנסת נפרדים: "אמר רבי יהודה: מצוה בבית הקנסת של טורסיים שיהיה בירושלים" (בבלי, מגילה כו ע"א). רש"י במקום: טורסיים – צרפי נחושת.

יש מקום להבין כי העוסקים במקצוע זה בנו בית כנסת משל עצמם עקב הריח הנודף מהם.

הדיון התלמודי מבחין בין צריפת נחושת המתבצעת במקום הפקת הנחושת (במכרה) ובין צריפת הנחושת המתבצעת סמוך לעיבוד הנחושת:

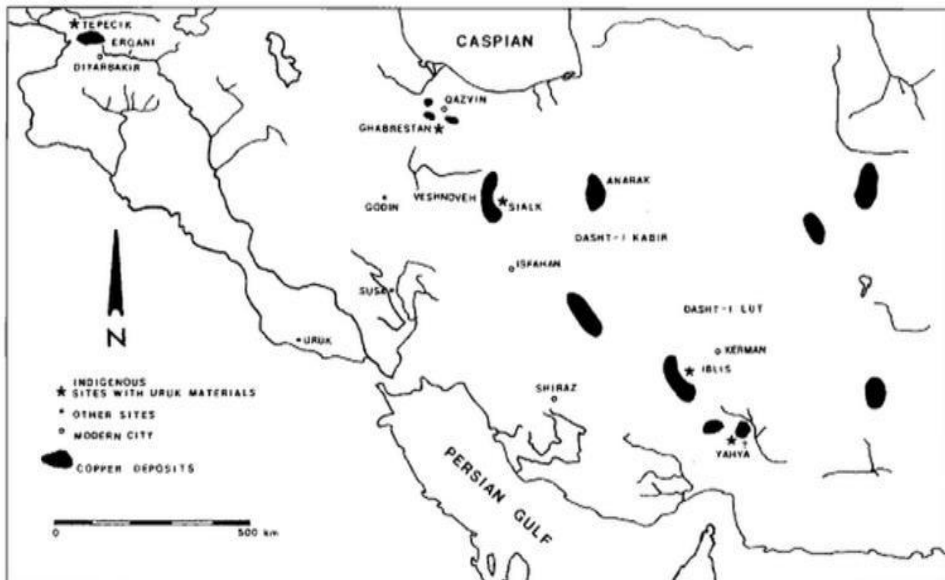
והמצרף נחושת והבורסי מאי מצרף נחושת רב אשי אפר קשלו דודי רבה בר בר חנה אפר זה המצמק נחושת מציקרו תנא פומיה דרבה בר בר חנה איזהו מצרף זה המצמק נחושת מציקרו (בבלי, כתובות עז ע"א).

רש"י: השלי דודי - מחשולין ומרדדון נחשת ועושין פפנו וורות ומסרוהו הוא. מציקרו - פפקוס מוצאו מן הארץ.

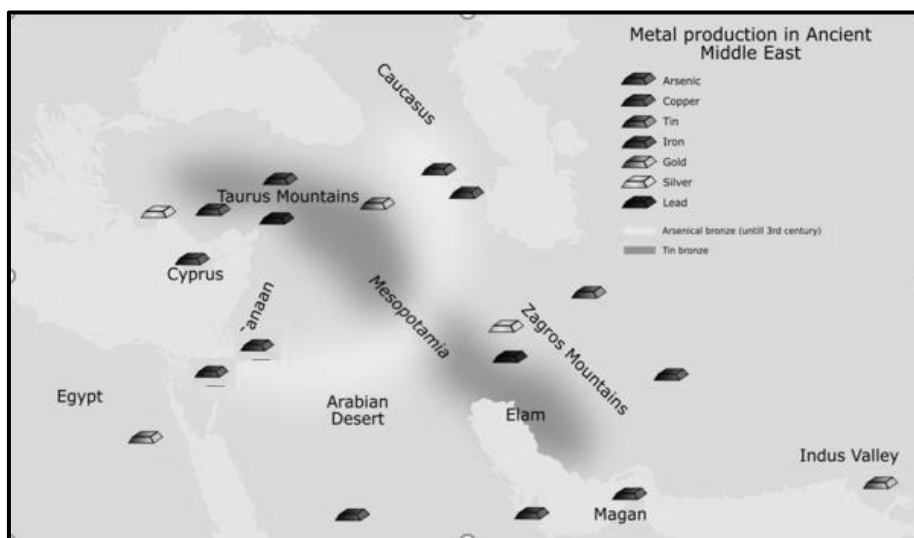
הגמרא מביאה שתי דעות לעבודת הנחושת היוצרת ריח רע היוצר עילה לכפיית גירושין. דעה אחת היא אדם המעורב בתהליך עיבוד הנחושת והדעה השנייה היא אדם הכורה נחושת מן הקרקע. ייתכן שבמחלוקת רבה בר חנה מדבר על שלב ההפקה הראשון שבו הנחושת מזוקקת לריכוז של 99%, כמקור הריח הרע, בעוד רב אשי מדבר על השלב השני שבו ריכוז הנחושת מועלה ל-99.99%. בשני השלבים משתחרר גז גופריתי בעל ריח רע.

### נחושת בבבל ובישראל

הנחושת הייתה חומר גלם מוכר בבבל אך בתחומי מסופוטמיה לא מוכרים מכרות נחושת. המפות (איור 50, 51) מראות את המקומות שיש בהם מחצבי נחושת ידועים. אפשר להבחין כי מקומות אלה רחוקים מאות ק"מ מאזור העיר בבל וסביבתה.



איור 50: מפת מקורות הנחושת בפרס (Algaze et al., 1989, p. 584)



**איור 51: מפת מקור המתכות במזרח התיכון בתקופות היסטוריות**  
 (המפה היא של כלל המזרח התיכון ואינה מציינת את מקורות הנחושת בדרום הערבה)  
 (Crates, 2010)

לעומת זאת היה אפשר לעבד את הנחושת גם בבבל.

במקרא מסופר על עיבוד הנחושת ויצירת כלי נחושת: "בְּכַפֵּר תִּירְדוּן וְצֶקֶס הַמְּלֶךְ בְּעֵבֶבֶה הָאֲדָמָה בֵּין סְפוֹת יַבֵּין וְצֶרְתֵּן" (מל"א ז, מו), וכן "בְּכַפֵּר תִּירְדוּן וְצֶקֶס הַמְּלֶךְ בְּעֵבֶבֶה הָאֲדָמָה בֵּין סְפוֹת יַבֵּין וְצֶרְתֵּן" (דה"ב ד, יז).

### הסברי פרשנים לתהליך זה (מל"א ז, מו)

מצודת דוד: בַּעֲבֵבֶה הָאֲדָמָה. בעובי האדמה, חפר צורת הכלים ההם, ושפך בהם את הנחושת לאחר ההתכה.

רלב"ג: בַּעֲבֵבֶה הָאֲדָמָה. רוצה לומר שחפר בעובי האדמה צורת הדפוסים להתיך את כל הכלים האלה, כי לא היה נכון לגדלם לעשות להם דפוסים יותנו בהם זולת זו הדרך.

שני הפרשנים מסבירים את תהליך יצירת כלי הנחושת בימי המלך שלמה כתהליך של התכה חוזרת של חומר הגלם (הנחושת) ויציקתה לתוך תבניות החפורות באדמה. בתוך הפירות אלה הנחושת התקררה והתמצקה.

אפשר לעשות תהליך זה גם באזורי הסחף של מסופוטמיה. סחף זה דומה לחוור הלשון בבקעת הירדן, זהו חומר שקל לעצב בו את צורות הכלים.

על סמך דברים אלה נסביר את המחלוקת שבגמרא, שכן רב אשי חי אך ורק בבבל ולכן לא הכיר מכרות נחושת ואת הריח הרע הנפלט מהם. אולם עיבוד נחושת יכול להתבצע גם בבבל. לכן מפרש רב אשי שצורף הנחושת הוא "חשלי דודי" – האיש המייצר מהנחושת את כלי הנחושת ועושה את השלב השני בתהליך הפקת הנחושת בלבד (העלאת ריכוז הנחושת מ-99% ל-99.99%).

אולם רבא בר בר חנה שעלה לארץ ישראל, הכיר גם מכרות נחושת ואת הריח הרע הנוסף מפועלי המכרות העושים את תהליך הצריפה. גם הברייתא המחזקת את עמדתו של רבא בר בר חנה, היא ארץ ישראלית, ולכן מכירה מכרות נחושת.

### חרשי הנחושת

חיזוק נוסף לכך שבמקורות ארץ ישראליים הכירו יותר את תהליך כריית הנחושת וצריפתה ופחות את תהליך עיבוד הנחושת לכלים, נראה מתיאורים הן במקרא והן בדברי חז"ל על חרשי נחושת:

וַיִּשְׁלַח הַמֶּלֶךְ שְׁלֵמָה וַיִּקַּח אֶת חִירָם מִצֹּר. בֶּן אִשָּׁה אֱלֻנָּה הוּא מַמְטָה נִפְתָּלִי וְאָבִיו אִישׁ צֹרִי חֲרֵשׁ נְדֻשֶׁת (מל"א ז, יג-יד).

אנו למדים כי בישראל גופא לא הייתה אומנות זו מפותחת באותה העת.

מספרים כי כשהיה צורך באומני נחושת לאחר מכן, פנו לאלכסנדריה שבמצרים.

צ'לצ'ל שבמקדש של נחושת היה ופימות פשה היה נפגם שלחו חכמים והביאו אומנין פאלכסנדריא שתקננה ולא היה קולו ערב כמו שהיה. פנתשת שבמקדש של נחושת היתה ופימות פשה היתה נפגמה ושלחו חכמים והביאו אומנין פאלכסנדריא ותקננה, ולא היתה פפטת כראשונה נטלו את פגיפתה חזרה לתחלתה (תוספתא, ערכין ב).

אנו רואים כי עבודת הנחושת של שערי ניקנור הגיעה מאלכסנדריה:

אפרו כשהיה נקנור פביאו פאלכסנדריא שבמצרים עמד עליהן נחשול שביס לטבען ונטלו אחד פהן והטילוהו לים ובקשו להטיל את השני ולא הניחן נקנור (תוספתא יומא ב).

אם כן, גם בסוף ימי בית שני עיבוד הנחושת לא היה נפוץ בישראל, והיה צורך לפנות לאומנים במצרים.

### סיכום נושא הנחושת

הריח הרע המלווה את תעשיית הנחושת מקורו בגז מימן גופריתי המתנדף בזמן תהליך הצריפה. בארץ ישראל היו מכרות נחושת בדרום הארץ ונעשה בהם תהליך הצריפה. עיבוד הנחושת לא היה נפוץ בישראל, כפי שראינו מהצורך לייבא אומני נחושת (בתקופת המקרא) ולבצע את עבודות הנחושת במצרים (בימי בית שני).

סמוך לבבל אין מכרות נחושת, אלא רק בהרי הזגרוס במרחק של כ-500 ק"מ מבבל, ולכן בבבל נעשתה רק עבודת העיבוד.

### מקורות

אבנר, ע', גינת, ח', שם-טוב, מ', לנגפורד, ב', פרומקין, ע', שליו, ש', שילסטיין, ס', פילין, ש', ערב, ר', בסון, א' ושמיר, ע' (2014). מכרות הנחושת הקדומים בנחל עמרם, מחקר מחודש.

מחקרי הנגב, ים המלח והערבה, 6(4), 112-99. <https://www.adssc.org/wp-content/uploads/2019/04/journal6-4-3.pdf>

בייט, מ' וקלבו, ר' (2014). בקעת תמנע כפארק גיאולוגי: דוח מס' GSI/2014/09 המכון הגיאולוגי.

[https://www.gov.il/BlobFolder/reports/bate-kalbo-report-2014/he/report\\_regional\\_geology\\_GSI-09-2014.pdf](https://www.gov.il/BlobFolder/reports/bate-kalbo-report-2014/he/report_regional_geology_GSI-09-2014.pdf)

בן יוסף, א' (2013). *מכרות המלך בפארק תמנע – מימי שלמה המלך*

<https://www.tau.ac.il/research/King-Solomons-Mines>

Algaze, G., Brenties, B., Knapp, A. B., Kohl, P. L., Kotter, W. R., Lamberg-Karlovsky, C. C., Schwartz, G. M., Weiss, H., Wenke, R. J., Wright, R. P., & Zagarell, A. (1989). The uruk expansion: Cross-cultural exchange in early mesopotamian civilization [with comments and reply]. *Current anthropology*, 30(5), 571-608.

Crates. (2010, January 3). *Metal production in Ancient Middle East* (easy translation)

[Image].

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Metal\\_production\\_in\\_Ancient\\_Middle\\_East\\_\(easy\\_translation\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Metal_production_in_Ancient_Middle_East_(easy_translation)).

Zayith, E. (2010, August 7). *Mishmar-some items* [Image].

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mishmar-Some\\_Items.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mishmar-Some_Items.png)