

# יורה מדע

גיליון חודשי להלכה, מדע וטכנולוגיה

גיליון 14 – אב תשפ"ב

## חיתוך וחריטה באמצעות לייזר

### הקדמה

בימינו קיימות טכנולוגיות מגוונות של עיבוד חומרים באמצעות לייזר. בהסבר המדעי שבגיליון זה, נכיר בצורה כללית את הלייזר ואת השיטה לחיתוך ולחרוט באמצעותו. בדיון ההלכתי, נעסוק במעמדם של החיתוך והחריטה באמצעות קרני לייזר, בנוגע להלכות שונות.

### הסבר מדעי<sup>1</sup>

#### מהי קרן לייזר?

מקורות האור המצויים, מפיצים אור בכיוונים שונים ובאורכי גל שונים<sup>2</sup>. בצורה פשטנית, אפשר לומר שהם מפיצים שלל גוונים של אור, ולא רק גוון אחד מדויק, ומפיצים אותם בשלל כיוונים. הדוגמה הכי 'פראית' היא נורת הלהט, המפיצה תחום רחב מאד של אורכי גל לכל כיוון מסביבה. האור שלה נראה לבן או קרוב ללבן, כי המוח מתרגם חיבור של כל הצבעים לצבע לבן. דוגמה יותר 'רגועה' היא נורת הלהט מהסוג הפשוט, המפיצה אור בתחום די מצומצם של אורכי גל (פחות או יותר גוון אחיד), וכרגיל האור שלה יהיה מכוון לכיוון כללי מסוים. בניגוד למקורות הרגילים, הלייזר הוא מקור אור שפולט גלי אור ששוים זה לזה בתכונותיהם ומתקדמים בכיוון אחיד<sup>3</sup>. מקובל לקרוא לאור הנפלט מהלייזר 'אלומת לייזר' או 'קרן לייזר'.

#### איך יוצרים קרן לייזר?<sup>4</sup>

כאשר אטום שבתוך החומר מקבל ('יבולע') אנרגיה, לדוגמה: אנרגיה של אור שפוגע בו, רמת האנרגיה של אלקטרון אחד או כמה אלקטרונים בתוך האטום תשתנה באופן זמני לרמה גבוהה יותר, בעקבות האנרגיה שנבלעה על ידם. אך מצב זה אינו יציב, והאלקטרונים שואפים לחזור לרמת האנרגיה המקורית שלהם. כאשר הם חוזרים לרמה המקורית, נפלטת מהם אותה אנרגיה עודפת שהייתה להם, ויוצאת החוצה בתור מנת אנרגיה קטנה של אור, המכונה 'פוטון' (photon). כאשר פליטה זו נעשית באופן עצמאי, הפוטון ייפלט לכיוון אקראי. אך אם פוטון שכבר נפלט ממקום אחר ישפיע על תהליך פליטת הפוטון הנוסף מהחומר, הפוטון החדש יהיה בעל תכונות דומות לפוטון שהשפיע על הפליטה החדשה, וימשיך להתקדם יחד אתו. אפשר לגרום לתהליך שרשרת, שבו ייפלטו פוטונים רבים בהשפעת פוטון אחד שנפלט, יצטרפו לאותו פוטון, וימשיכו להתקדם יחד ולהשפיע על תכונות פוטונים נוספים שיפלטו. כך הם יתאגדו לקרן המורכבת כולה

<sup>1</sup> מתוך רצון שלא להכביד, הניסוח נעשה בצורה יחסית מובנת גם למי שאין לו רקע קודם. לכן, בחלק מהדברים הושמטו פרטים ודיוקים עדינים. אם לקורא הנכבד נראה שיש בדברים אי-דיוק גדול, אשמח אם יודיעני.

<sup>2</sup> המושג 'אורכי גל' הוסבר בהסברים המדעיים בגיליונות 6 ו-12. מי שמעוניין בגיליונות ישנים, מוזמן לפנות לכתובת המייל המופיעה בסוף העלון.

<sup>3</sup> לפחות ברמה העקרונית. בפועל, ישנו חוסר אחידות מסוים, מכמה סיבות.

<sup>4</sup> ההסבר כאן מתייחס לרוב הלייזרים. ישנו גם לייזר אלקטרוני חופשיים (Free Electron Laser), שפועל בצורה אחרת. הוא גדול, מורכב ויקר, ולכן הוא גם די נדיר. עד כמה שידוע לי, קיים בארץ כיום רק מכשיר לייזר אחד מהסוג הזה.

מפוטונים בעלי תכונות שוות המתקדמים לכיוון אחד. אפשרי גם לדאוג שדווקא פוטונים המתקדמים בכיוון מסוים ישתתפו בתהליך זה. כך נוצרת קרן לייזר. בהמשך נראה תיאור קצר של התהליך שבו משתמשים בפועל.

השם 'לייזר' (laser) הוא ראשי תיבות של שיטת הפעולה הזו:

## Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

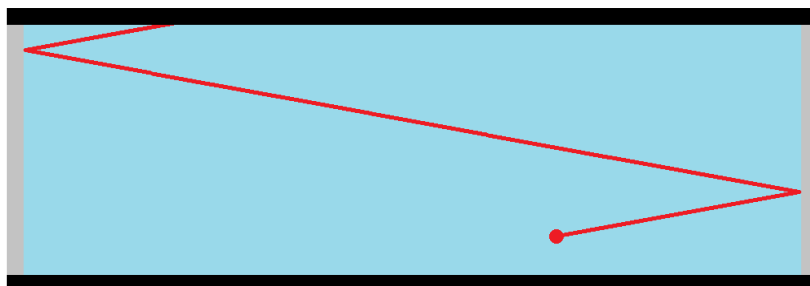
תרגום הביטוי לעברית: הגברת אור באמצעות פליטה מְשֻׁרְת של קרינה. הביטוי 'הגברת אור' בא לציין את העובדה שהפוטונים ה'חדשים' שנפלטים, הם בעלי אותן תכונות כמו הפוטון הראשון שהתחיל את תהליך השרשרת, וכאילו העוצמה של אותו פוטון הוכפלה והתגברה. הביטוי 'פליטה מְשֻׁרְת' מתאר את פליטת הפוטונים ה'חדשים' שלא קרתה באופן ספונטני אלא בהשפעה ('השראה') של פוטונים אחרים.

עתה נתאר את השיטה שבה גורמים לכל התהליך הזה באופן מבוקר. הרכיב שמשמש לכך נקרא 'מהוד אופטי', משום שבתוכו נוצרת חזרה של האור כמו ההד של גלי הקול המוחזרים בין שני הרים או שני קירות. הרכיב מתואר בתרשים הבא:



במרכז המהוד יש את 'תווך הלזירה'<sup>5</sup>, המכיל חומר (מסומן בצבע תכלת) שבו ההפרשים בין רמות האנרגיה המקוריות של האטומים לבין הרמות שלהם לאחר שיבלעו אנרגיה, היא בעלת ערך מסוים שמעוניינים בו<sup>6</sup>. משני צדדי התווך ישנן מראות (מסומנות באפור) המחזירות את האור מזו לזו, ומכאן נובע שמו של הרכיב 'מהוד' – מלשון הד. מסביב לתווך יש חומר (מסומן בשחור) שבולע קרינה שמגיעה אליו מתווך הלזירה, ולא מחזיר אותה חזרה אליו.

אנרגיית אור, או אנרגיה אחרת, מושקעת בחומר שבתווך הלזירה, כך שהיא תגרום לאלקטרונים רבים בתוכו להגיע לרמת אנרגיה גבוהה מהרמה המקורית שלהם. בגלל שהמצב של האלקטרונים שהגיעו לרמת אנרגיה גבוהה אינו יציב, הם חוזרים לרמת אנרגיה נמוכה ופולטים פוטונים. אם הפוטון נפלט לכיוון שאינו מאונך למראות, הוא יוחזר בין המראות, עד שייבלע בחומר המקיף את התווך, כפי שמופיע בתרשים הבא (העיגול האדום מסמן את המקום שממנו נפלט הפוטון):



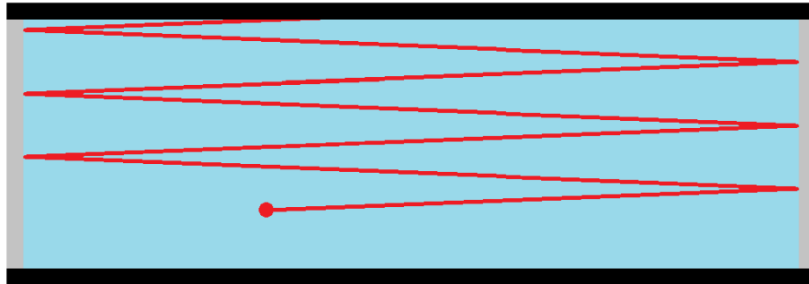
<sup>5</sup> יצירת קרינת לייזר נקראת 'לזירה'.

<sup>6</sup> את הערך הזה בוחרים, כך שהאלקטרונים שרמת האנרגיה שלהם תשתנה, יפלטו בחזרתם מהרמה הגבוהה לנמוכה פוטון בעל אורך גל (גוון) שבו מעוניינים.

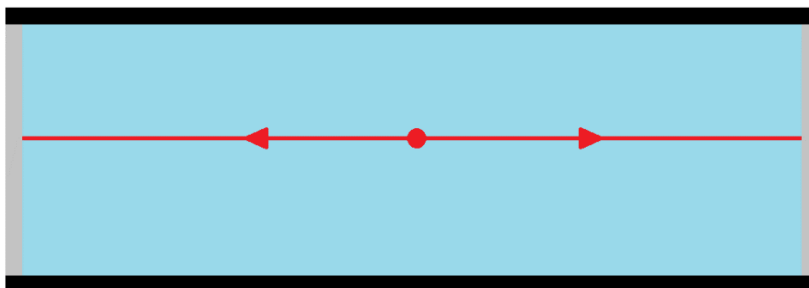
ברמה העקרונית, ההפרש בין רמות האנרגיה האפשריות עבור אלקטרונים ייחודי לכל חומר נתון, ולא ניתן לשינוי. מה שנותר בידי האדם, הוא לבחור בחומר עם הפרש רמות שמתאים לאורך הגל שבו הוא מעוניין, או להנדס חומרים חדשים, שבהם יהיה הפרש כזה.

יש גם טכנולוגיות מתקדמות יותר, שבאמצעותן אפשר לקבל אורכי גל נוספים, שלא נובעים ישירות מהפרש קבוע של חומר ספציפי. דוגמאות לשיטות כאלה הן הכפלת תדר וחיבור/חיסור תדרים. תיאור של שיטות אלו ידרוש הסבר ארוך מאוד, שאין כאן המקום לכתבו.

הפוטון המדובר עלול להשפיע בדרכו על פליטת פוטונים נוספים, שישתוו אליו בתכונותיהם, וימשיכו יחד אתו, אך הם גם ייבלעו יחד אתו בחלק החיצוני של תווך הלזירה. אף אם הסטייה של כיוון הפוטון מהכיוון המאונך למראות היא קלה, הוא ייבלע בסוף בחלק החיצוני, אך ייקח לו מעט יותר זמן, כפי שמתואר בתרשים הבא:

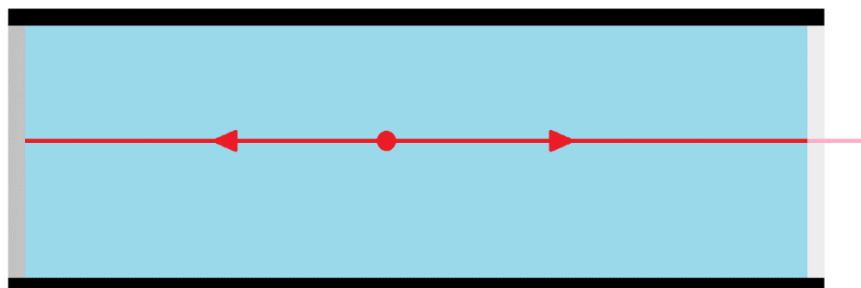


רק אור שייפלט לכיוון מאונך למראות, יחזור בין המראות, וישפיע על פליטות של פוטונים נוספים, כך שיצטרפו לאלומת אור בעלת כיוון אחיד ותכונות שוות, כפי שמתואר בתרשים הבא (החיצים מסמנים את העבדה שהאור מוחזר הלוך ושוב באותו קו):



במשך כל התהליך מושקעת אנרגיה חיצונית (אור או אנרגיה אחרת) בתווך הלזירה. אנרגיה זו גורמת לעוד ועוד אלקטרונים להגיע לרמת אנרגיה גבוהה מהרמה המקורית שלהם, והאלומה שכבר נוצרה משפיעה על ירידת אותם אלקטרונים לרמה המקורית, כך שתגרום לפליטת פוטונים בעלי תכונות שוות לאלו שכבר נמצאים באלומה. כך, תוך כדי החזרה של אלומת האור הלוך ושוב בין המראות, פוטונים נוספים מצטרפים אליה, ועוצמת האלומה גדלה.

חזרה כזו בצורה אינסופית היא חסרת תועלת, ובסופו של דבר היא כנראה גם תהרוס את הרכיב, עקב הצטברות אנרגיה רבה בתוכו. לכן, את אחת המראות מייצרים כך שהיא מחזירה את חלק מהאור המגיע אליה, ומשחררת חלק ממנו. כך, בתוך תווך הלזירה מצטרפים עוד ועוד פוטונים לאלומה, תוך חזרתה הלוך ושוב בתווך, וחלקם משתחררים החוצה בהגיעם למראה שאינה מחזירה את כל האור. הרעיון מתואר בתרשים הבא:



הסבר: המראה הימנית צבועה באפור בהיר יותר, כדי לסמן את העובדה שהיא משחררת חלק מהאור החוצה. האור היוצא מסומן בוורוד במקום אדום, כדי לסמן את העובדה שלא כל האור יוצא, אלא רק חלק ממנו.

ביציאת הרכיב מתקבלת אלומת אור בעל כיוון אחיד שכל מרכיביו הינם בעלי תכונות שוות. היא ממשיכה להתקבל כל עוד האור בתוך הרכיב מוחזר הלך ושוב, ואל האלומה מצטרפים פוטונים נוספים.

### כיצד נעשה החיתוך בלייזר?

בגלל שהגלים<sup>7</sup> שמרכיבים את קרן הלייזר דומים זה לזה, קל יחסית לרכז את הקרן לנקודה מאד מצומצמת, או לקרן מאד דקה, וכך לרכז אנרגיה רבה בשטח קטן. כאשר האנרגיה של האור מתרכזת בנקודה קטנה ופוגעת כך בחומר, היא מחממת מאוד את מקום הפגיעה שלה, ויוצרת בו שינויים, כמו: שריפה, התכה, אידוי ועוד<sup>8</sup>. בצורה כזו, אפשר לחתוך או לחרוט על חומר, על ידי שינוי של נקודות רבות בתוכו. לדוגמה: אם מעוניינים לחתוך משטח מתכתי, מכוונים קרן לייזר מרוכזת למשטח, ומזיזים אם המשטח יחסית ללייזר או את הלייזר יחסית למשטח, כך שהלייזר המרוכז יחמם ויאדה את כל הנקודות לאורך מסלול החיתוך.

בכתבת ההסבר המודעי נעזרתי בין השאר באתר ויקיפדיה, באתר 'לייזרים ויישומיהם' של פרופ' רמי אריאלי ממכון ויצמן למדע ובספר 'לייזרים – עקרונות ושימושים', בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה, תשנ"ג.

## דיון הלכתי

### מלאכות קורע ומחתך בשבת

בין שלושים ותשע המלאכות שמופיעות במשנה במסכת שבת (פרק ז, משנה ב) ישנן שתי מלאכות שנראות דומות זו לזו: קורע על מנת לתפור ומחתך. כדי להבין יותר טוב את הגדרת המלאכות הללו, ניגע בשאלה מדוע כל אחת היא מלאכה בפני עצמה, כלומר מדוע מלאכת מחתך אינה כלולה במלאכת תופר, ומדוע מלאכת קורע אינה כלולה במלאכת מחתך?

נתחיל עם השאלה הראשונה – מדוע מלאכת מחתך אינה כלולה במלאכת תופר? היה מקום לחשוב שהתשובה כתובה כבר במשנה: מלאכת קורע נקראת "קורע על מנת לתפור", כלומר היא נאסרה דווקא בקריעה על מנת לתפור, בשונה ממלאכת מחתך, שהמשנה לא הגדירה אותה דווקא עבור מטרה מסוימת. אך בביאור הלכה (סימן שמ, סעיף יד, ד"ה 'ולא נתכוין') הוכיח שגם קריעה שלא לצורך תפירה כלולה במלאכה זו. הוא מבאר, שהביטוי "על מנת לתפור" בא לציין שהקריעה צריכה להיעשות למטרת תיקון ותועלת, ולא למטרת השחתה. כדבריו כתב גם בכף החיים (סימן שמ, ס"ק פח)<sup>9</sup>.

תשובה אחרת לשאלה זו היא שמלאכת מחתך נוהגת בכל מקרה שבו חותכים דבר לפי מידה מדויקת, כמו שמסכם הרמב"ם (הלכות שבת, פרק יא, הלכה ז) בקצרה:

המחתך מן העור כדי לעשות קמיע חייב, והוא שיתכוין למדת ארכו ומדת רחבו...וכן כל חתיכה

שיחתוך חרש עץ מן העצים או חרש מתכת מן המתכות חייב משום מחתך...

לעומת זאת, לפחות לפי דברי המנחת חינוך (מצוה לב, מוסף השבת, מלאכת קורע), מלאכת קורע נוהגת דווקא בחומרים שדומים במבנה שלהם למבנה של בד<sup>10</sup>, ולא בחומרים כמו חרס וכדומה<sup>11</sup>.

<sup>7</sup> כאשר מדברים על אור, אפשר לדבר עליו כאילו הוא מורכב מפוטונים – מנות אנרגיה קטנות, כפי שעשינו עד כה, ואפשר לדבר עליו כמורכב מגלים. שעות חשיבה רבות בעולם המדע הושקעו ביכפילות' (או בניסוח מקצועי 'דואליות') הזו, אך ברמת ההסבר המוצג כאן אפשר להשתמש בשני המושגים, ולהעדיף כל פעם את המושג הנח לשימוש.

<sup>8</sup> הרעיון של ריכוז אנרגיית אור כדי לחמם נקודה, מוכר מקרוב לכל מי שריכז קרני שמש באמצעות זכוכית מגדלת, כדי לשרוף דף.

<sup>9</sup> מכל מקום הדבר אינו מוסכם על כל הפוסקים, כמו שמופיע בדברי ביאור הלכה שהוזכר. דיון ארוך בסוגיה זו מופיע בפרקים הראשונים של הספר 'מי טל – קורע, מחתך' של הרב יחיאל מנחם מענדל קלמנסון (בהוצאת מכון ירושלים).

<sup>10</sup> ראה לדוגמה בדברי הרמב"ם (הלכות שבת, פרק י, הלכה יא) והשלחן ערוך (או"ח, סימן שמ, סעיף יד).

<sup>11</sup> בדברי שולחן ערוך הרב (או"ח, סימן שמ, סעיף יז) מופיעה הגבלה נוספת לחומרים שבהם נוהגת מלאכת קורע: אבל משום קורע אין איסור אלא כשקורע ומפריד גופים רבים שנתחברו כגון קורע בגד הארוג מחוטים הרבה אבל הנייר שהוא גוף אחד אין בפסיקתו וחיתוכו משום קורע ומטעם זה מותר לקרוע עור שעל פי חבית של יין כמ"ש בס"י שיי"ד מפני שהעור הוא גוף אחד ולא שייך בו איסור קריעה אלא איסור החיתוך אם מקפיד לחתכו במדה...

לשיטתו, מלאכת קורע קיימת רק בקריעה או חיתוך של גוף הנוצר מחלקים קטנים מחוברים, כמו בד המורכב מחוטים רבים מחוברים. לפי דבריו, מובן מאד למה כתב הרמב"ם (הלכות שבת, פרק י, הלכה יא): וכן המפרק ניירות דבוקין או עורות דבוקין ולא נתכוין לקלקל בלבד הרי זה תולדת קורע וחייב

על השאלה השנייה – מדוע מלאכת קורע אינה כלולה במלאכת מחתך, אפשר לענות מתוך דברי הגמרא במסכת שבת (דף עד, ע"ב): "אי קפיד אמשחתא (אם מקפיד על המידה) - חייב משום מחתך". כלומר, מלאכת מחתך כוללת דווקא מקרים של חיתוך במידה מדויקת. זאת בשונה ממלאכת קורע, שנוהגת בכל קריעה שאינה לשם השחתה וקלקול. חידוש מעניין מופיע במנחת חינוך (מצוה לב, מוסך השבת, מלאכת מחתך): הוא מוכיח שאם אדם חתך דבר במידה מדויקת אך לא התכוון לכך, אינו חייב משום מחתך, אף אם זה נעשה בצורה של 'פסיק רישיה דניחא ליה', כי כוונת האדם למידה מסוימת היא חלק מהותי מעצם הגדרת המלאכה, ואם היא לא קיימת, אין במעשהו כלל משום מלאכת מחתך.

עתה נשאל: האם חיתוך של בד או נייר בשבת בלייזר (במקום בסכין, במספריים או ביד), ייחשב לאיסור קורע או מחתך (כל מלאכה לפי התנאים המגדירים אותה)?  
לגבי מלאכת מחתך מופיע בגמרא במסכת שבת (דף עה, ע"ב):

אמר רבי חייא בר אבא: שלשה דברים סח לי רב אשי משמיה (בשמו של) דרבי יהושע בן לוי: המגרר ראשי כלונסות בשבת חייב משום מחתך...

דברי רבי יהושע בן לוי נפסקו על ידי הרמב"ם (הלכות שבת, פרק יא, הלכה ז). לפי זה, מלאכת מחתך אינה נוהגת דווקא בחיתוך באמצעות סכין וכדומה, אלא אף בשיוף. מכאן אולי אפשר ללמוד שגם בחיתוך באמצעות לייזר, יש איסור מחתך בשבת, אילו החיתוך נעשה במידה מדויקת. מאידך, יש מקום לטעון, שבגלל שבמשכן לא היה חיתוך או קריעה בצורה כזו, היא לא תיאסר מהתורה. דבר דומה לזה מצאנו בדברי כמה מפוסקי זמננו לגבי בישול באמצעות מיקרוגל בשבת<sup>12</sup>. אך לא ברור שאפשר להשליך משם לנידון שלנו. במלאכת בישול, מקור החום הוא עניין מאד עקרוני, עד כדי כך שבישול בשמש לא נאסר אף מדרבנן. אך בקריעה וחיתוך לא ברור שכלי החיתוך או הקריעה הוא דבר מהותי. בגלל ששיטת החיתוך בלייזר נחשבת לדרך נורמלית ומקובלת לחיתוך, נראה שיהיה קשה לומר שהיא אינה אסורה מהתורה, כל עוד אין הוכחה ברורה לטענה זו. וה' יאיר עיננו בתורתו.

### **מלאכת מבשל בשבת**

יש מקום לומר, שחיתוך מתכות בלייזר, הכרוך בהתכה או אידוי של שכבת מתכת, ייאסר בשבת משום מלאכת מבשל, על פי דברי הרמב"ם (הלכות שבת, פרק ט, הלכה ו):

המתין אחד ממיני מתכות כל שהוא או המחמם את המתכת עד שתעשה גחלת הרי זה תולדת מבשל, וכן... כללו של דבר בין שריפה גוף קשה באש או שהקשה גוף רך הרי זה חייב משום מבשל.

אך יש לסייג טענה זו משני כיוונים:

א. מדובר על מלאכה שאין צריך לגופה, כי בישול המתכת לא נעשה משום שמעוניינים במתכת מבושלת אלא מפני שמעוניינים לסלק אותה, וזו הדרך לסלקה<sup>13</sup>.

ב. בגלל שהחימום לא נעשה באמצעות אש, יש מחלוקת האם הוא נחשב כבישול האסור מהתורה או כבישול האסור מדרבנן<sup>14</sup>.

### **מלאכת כותב בשבת**

האם חריטה בלייזר תיאסר משום מלאכת כותב בשבת? מדברי הרמב"ם (הלכות שבת, פרק יא, הלכה טז) נראה בבירור, שמלאכת כותב אינה מוגדרת דווקא ככתיבת דיו על גבי נייר, או כל חומר צובע על חומר נצבע, אלא בכל דרך שיוצרת כתב:

---

בגלל שקריעת חתיכה אחת של נייר או עור אינה נחשבת למלאכת קורע, דיבר הרמב"ם על ניירות או עורות דבוקים, ולא על קריעת חתיכת עור או נייר.

אך בביאור הלכה (סימן שמ, סעיף יג, ד"ה 'אין') הוכיח מהירושלמי שגם בעור נוהגת מלאכת קורע, וצ"ע שגם בנשמת אדם הוכיח כך. לפי דבריהם, אפשר שהרמב"ם דיבר על ניירות דבוקים, רק משום שבתחילת דבריו כתב שדיבוק ניירות ועורות אסור משום תופר, ורצה להוסיף שהמפרק את אותו דיבוק יהיה חייב משום קורע.

הסבר נוסף שאפשר לתת לכך שמלאכת מחתך אינה כלולה במלאכת קורע הוא, שלמלאכת קורע יש שיעור – כדי לתפור שתי תפירות, אך מלאכת מחתך, לפחות לפי דברי המנחת חינוך (מצוה לב, מוסך השבת, מלאכת מחתך) שיעורה בכל שהוא.

<sup>12</sup> ראה בדיון ההלכתי בגיליון 6.

<sup>13</sup> לפי הרמב"ם מלאכה שאין צריך לגופה אסורה מן התורה, אך לפי רוב הראשונים היא אסורה מדרבנן.

<sup>14</sup> בגיליון 6 ראינו את המחלוקת עם טעמי החולקים בה.

הקורע על העור כתבנית כתב חייב משום כותב.

לפי זה, נראה שדרך יצירת הכתב אינה משנה, כל עוד נוצר כתב בר קיימא, ולכן חריטת לייזר שיוצרת אותיות תיחשב למלאכת כותב בשבת.

מקור מפורש לכך שחריטה נחשבת לכתובה בשבת, עולה מדברי הגרי"ש אלישיב (הערות על מסכת שבת, דף קג, ע"א, ד"ה 'ואכתי') הסובר שאת מלאכת כותב לומדים לפי הרמב"ם מחריטת שמות השבטים על אבני החושן והאפוד. לכך יש להוסיף שלדברי הגמרא במסכת סוטה (דף מח, ע"ב) חריטת השמות על אבני החושן נעשתה על ידי שמיר, שדומה ללייזר מבחינה זו שלא מדובר על כלי חיתוך וחריטה רגיל. אם נצרף את דברי הגמרא בסוטה לדברי הגרי"ש אלישיב, יוצא שדווקא הכתיבה המקורית במשכן, שממנה למדו את מלאכת כותב נעשתה שלא בדיו, ואף לא בכלי חריטה רגיל. אך מהלך זה אינו מוכרח. מכל מקום, כפי שכתב לעיל, מדברי הרמב"ם נראה שאין צורך בכתיבה בדיו על קלף, ולכן חריטת לייזר שיוצרת אותיות נחשבת ככתיבה לעניין שבת.

#### **שחיטה באמצעות לייזר**

במסכת חולין (דף ח, ע"א) מופיע:

א"ר זירא אמר שמואל: ליבן סכין ושחט בה - שחיטתו כשרה, חידודה קודם לליבונה.

להלכה נחלקו הראשונים האם פוסקים כדברי שמואל<sup>15</sup>, אך גם לדברי שמואל, ההיתר לשחוט בסכין לוחטת ומלובנת הוא משום שהיא מספיקה לחתוך עוד לפני שהחום שלה מספיק לשרוף את בשר צוואר הבהמה ואת הקנה והוושט שלה. היה ברור לשמואל ששריפה של הצוואר עם הקנה והוושט שבו לא יכולה להיחשב שחיטה. כנראה הצורך בסכין כלול בהלכות השחיטה שנמסרו למשה רבנו בעל פה<sup>16</sup>. לפי זה, חיתוך לייזר המבוסס על חום ששורף או מתיך לא יהיה כשר לשחיטה<sup>17</sup>.

#### **ברית מילה באמצעות לייזר**

בשונה מהלכות שחיטה, במצוות ברית המילה (להבדיל) לא מופיעות בגמרא הגבלות לגבי אופן החיתוך של הערלה. מלשון הרמב"ם (הלכות מילה, פרק ב, הלכה א)<sup>18</sup> היה אולי מקום לדייק שיש צורך דווקא בחיתוך: ככל מלין ואפילו בצור ובזכוכית ובכל דבר ש**כורת**.

אך קשה לכאורה להוציא דיוק מלשון זה, שכנראה באה לרבות כל דבר שמסוגל לחתוך, ולא למעט מכשירים הפועלים בצורה שונה. בערוך השלחן (יו"ד, סימן רסד, סעיף טו) אף כתב במפורש: וני"ל דאם אפילו תלש הערלה בידיו שפיר דמי דלא בעינן כלי במילה.

עם זאת, הרמב"ם (שם) הוסיף:

ומצוה מן המובחר למול בברזל בין בסכין בין במספרים ונהגו כל ישראל בסכין

דברי הרמב"ם הובאו להלכה אף בשלחן ערוך (יו"ד, סימן רסד, סעיף ב). האחרונים נתנו מספר טעמים לעדיפות זו. הלבוש (יו"ד, סימן רסד, סעיף ב) כתב שהברזל חד וחותר מהר ללא כאב. בפרישה (יו"ד, סימן רסד, ס"ק ז) הביא בשם המדרש, שכך הובטח לברזל ביום שנבקע הכובע של ברזל שהיה בראשו של גלית לפני דוד<sup>19</sup>.

פוסקי זמננו נדרשו לשאלת כשרות המילה באמצעות לייזר, משום שאצל חולי המופיליה ('דממת' – קושי בקרישת הדם), פצע הברית עלול לדמם בצורה מסוכנת. מילה באמצעות לייזר פותרת את הבעיה, משום שהלייזר צורב את קצוות כלי הדם באזור החתך וכך נמנע דימום<sup>20</sup>.

<sup>15</sup> ראה בית יוסף (יו"ד, סימן ט).

<sup>16</sup> ראה רמב"ם (הלכות שחיטה, פרק א, הלכה ד) ופירוש רש"י על התורה (דברים, פרק יב, פסוק כא).

<sup>17</sup> דיון ארוך בנושא זה, קיים במאמרו של הרב שאול יונתן וינגרט, 'שחיטה ומילה בקרני לייזר', המופיע בתחומין (כרך כב, עמ' 521).

<sup>18</sup> שהובאה גם בטור (יו"ד, סימן רסד) ובשלחן ערוך (יו"ד, סימן רסד, סעיף ב).

<sup>19</sup> הקשר בין מצוות המילה לבין נצחון דוד על גלית רמוז אולי בדברי דוד, שמכנה את גלית "הערל הזה" (שמואל א, פרק יז, פסוק כו ופסוק לו).

<sup>20</sup> להרחבה, ראה מאמרו של ד"ר יוסף ולפיש 'ברית מילה באמצעות לייזר', בחוברת אסיא כרך נו, ומאמרו של איתי מרקוביץ 'ברית מילה באמצעות מכשיר לייזר המחובר לקרקע', בחוברת אסיא כרך צה-צו.

בשו"ת מנחת יצחק (חלק ח, סימן פט) הביא בשם שו"ת אמרי יושר, שיש צורך דווקא בחיתוך של הערלה, ואי אפשר לכרתה באמצעות חומר שמאכל את העור. הוא הסתפק האם אפשר להחשיב את החיתוך בלייזר ככריתה, או שדינו כמו חומר מאכל. אין בתשובה מסקנה חותכת, אך נראה שדעתו היא שמילה בלייזר אינה מילה.

הגר"ש וואזנר זצ"ל כתב בשבט הלוי (חלק ט, סימן ריב"ט)<sup>21</sup> שאין למול בלייזר כאשר אין צורך מובהק. הוא מוכיח את הצורך בחיתוך מכך שבתרגום אונקלוס מתורגמת המילה תמיד כ'גזירה', ומכך שהפוסקים דיברו על חיתוך וכריתה. הוא כותב שבמקרה שעשו את המילה בלייזר מפאת צורך רפואי אין לברך ברכת 'על המילה', אלא רק 'להכניסו בבריתו של אברהם אבינו'.

גם בשו"ת משנה הלכות (חלק יב, סימן קעד) כתב לא למול בלייזר כשאין הכרח רפואי, משום שנראה מדברי הראשונים שיציאת דם הוא חלק מהותי במצוות המילה, ובמילה באמצעות לייזר לא יוצא דם.

בספר נשמת אברהם (יו"ד, סימן רסד, סוף ס"ק ב) הביא בשם הגרש"ז אורבך, שאין למול בלייזר, משום שהמילה לא נעשית בכח המוהל, כמו בסכין, אלא מכח הלייזר השורף<sup>22</sup>. אפשר שגם הגרש"ז אורבך יודה שאם אין ברירה אחרת עדיף יהיה למול בלייזר.

הלכה למעשה, יש להיוועץ בכל מקרה לגופו, עם רופא מוסמך ועם פוסק מובהק.

### חיתוך אבנים למזבח באמצעות לייזר

בסוף פרשת משפטים (שמות, פרק כ, פסוק כב) מצווה אותנו התורה:

וְאִם מִזְבַּח אֲבָנִים תַּעֲשֶׂה לִּי לֹא תִבְנֶה אֹתָהּ גִזִּית כִּי חֲרָבָה הַנִּפְתָּ עָלֶיהָ וְתַחֲלָלָהּ:

בגלל האיסור להשתמש באבני גזית – שנחתכו על ידי כלי ברזל, לאבני המזבח, מתארת לנו המשנה במסכת מידות (פרק ג, משנה ד) את הפתרון הבא:

אחד אבני הכבש ואחד אבני המזבח, מבקעת בית כרם. וחופרין למטה מהבתולה ומביאים משם אבנים שלמות שלא הונף עליהן ברזל, שהברזל פוסל בנגיעה ובפגימה לכל דבר. נפגמה אחת מהן היא פסולה וכולן כשרות... לא היו סדין אותן בכפיס של ברזל שמא יגע ויפסול שהברזל נברא לקצר ימיו של אדם והמזבח נברא להאריך ימיו של אדם אין בדין שיונף המקצר על המאריך.

לגבי בנין המזבח בבית ראשון אין מקור מפורש, אך הגמרא בגיטין (דף סח, ע"א) אומרת ששלמה המלך חתך את כל האבנים עבור בית המקדש על ידי השמיר. אפשר שגם את אבני המזבח חתך שלמה המלך באמצעות השמיר.

בגמרא במסכת עבודה זרה (דף נב, ע"ב) כתוב שברמה העקרונית אפשר לשבור אבנים בשביל המזבח, ללא שימוש בכלי ברזל, אך לא עושים כך, כי האבנים צריכות להיות ישרות ומדויקות ללא חריצים, וזו תוצאה שאי אפשר להשיג בשבירה. מגמרא זו נראה שאין איסור לחתוך את האבן כל עוד זה לא נעשה בכלי ברזל. לכן נראה לכאורה, שחיתוך בלייזר יהיה כשר עבור אבני המזבח<sup>23</sup>.

## סיכום

קרנית לייזר מיוצרת באמצעות העלאת אלקטרונים (שנמצאים באטומים של חומר מסוים) לרמת אנרגיה גבוהה, ודאגה לכך שאור בעל תכונות רצויות מסוימות ישפיע על תכונות האור שייפלט בזמן ירידת אותם אלקטרונים חזרה לרמת האנרגיה הנמוכה. כך, בתהליך שרשרת, נוצר הרבה אור שיהיה כולו בעל תכונות שוות וכיוון התקדמות אחיד.

<sup>21</sup> תשובה זו נכתבה כמענה לרה"ג משה חיים לאו שליט"א. מאמרו של הרב לאו מופיע בקובץ עטרת שלמה של המכון הטכנולוגי להלכה (חלק א, עמ' קפג). מאמר נוסף בעניין זה מופיע בקובץ הנ"ל בכרך ט (עמ' קעה).

<sup>22</sup> לפי דבריו, אפשר שאף לא יהיה איסור תורה בחיתוך או כתיבה באמצעות לייזר. ראה מה שכתב בעניין טענה זו ממאמרו של ד"ר יוסף ולפיש 'ברית מילה באמצעות לייזר', בחוברת אסיא כרך נ, עמ' 13 והלאה.

<sup>23</sup> אולי אם הלייזר יהפוך לכלי מלחמתי תקני, יהיה מקום לטעון שהוא פסול מאותו הטעם שאמרה המשנה "אינו בדין שיונף המקצר על המאריך", אך הדבר אינו מוכרח.

בגלל שקרינת הלייזר מורכבת מאור בעל תכונות אחידות, קל לרכז הרבה אור בנקודה קטנה. כאשר אור מרוכז על נקודה קטנה של חומר, היא עשויה לגרום לו שינויים כגון התכה, אידוי ועוד. לדוגמה: בחיתוך מתכת באמצעות לייזר מתיכים נקודות רבות לאורך מסלול החיתוך, וכך נוצר החתך. ראינו דיון הלכתי לגבי מעמד חיתוך וחריטת לייזר לעניינים שונים:

- לגבי מלאכת קורע ומלאכת מחתך, נראה שחיתוך בלייזר ייחשב כחיתוך לכל דבר.
- אפשר שחיתוך בלייזר הנעשה תוך התכת מתכת או חומר אחר, ייחשב אף לאיסור בישול, אם כי הוא ייחשב לכל היותר כמלאכה שאין צריך לגופה.
- נראה שחריטת אותיות בלייזר תיחשב ככתיבה לעניין מלאכת כותב בשבת.
- אין לשחוט באמצעות חיתוך לייזר.
- לפעמים הדרך הבטוחה לקיים ברית מילה אצל ילדי מסוימים, היא דווקא על ידי לייזר. הפוסקים הסתייגו מאפשרות זו, ולכן יש להתייעץ בכל מקרה לגופו, עם רופא מוסמך ועם פוסק מובהק.
- נראה שחיתוך לייזר יוכל להוות פתרון עבור השגת אבנים חלקות למזבח, ללא שימוש בברזל שפוסל אותם לתפקיד זה.

**להערות, לתגובות ולקבלת העלון בדוא"ל:**

**halacha.tech@gmail.com**