שוב ושוב מפרסמים תחקירים בכלי התקשורת על סכנות הקרינה הנפלטת ממכשירי חשמל ביתיים. מה מסתתר מאחורי ההפחדות? מעט מאוד

כתבת התחקיר "**[קרינה בבית](http://10tv.nana10.co.il/Article/?ArticleID=1256272)**" של התכנית "עושות חשבון" שודרה בערוץ 10. היא ממש לא הראשונה שעוסקת בנושא. בשנים האחרונות התפרסמו כתבות ותחקירים על סכנות **[הקרינה הבלתי-מייננת](http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/doubt/%D7%9E%D7%99-%D7%9E%D7%A4%D7%97%D7%93-%D7%9E%D7%A7%D7%A8%D7%99%D7%A0%D7%94)**, הקרינה של **[מכשירי החשמל הביתיים](http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/doubt/%D7%94%D7%90%D7%9D-%D7%A7%D7%A8%D7%99%D7%A0%D7%94-%D7%9E%D7%9E%D7%9B%D7%A9%D7%99%D7%A8%D7%99-%D7%97%D7%A9%D7%9E%D7%9C-%D7%9E%D7%A1%D7%95%D7%9B%D7%A0%D7%AA-%D7%9C%D7%91%D7%A8%D7%99%D7%90%D7%95%D7%AA)**, [**הקרינה הסלולרית**](http://davidson.weizmann.ac.il/online/reasonabledoubt/%D7%A7%D7%A8%D7%99%D7%A0%D7%94-%D7%A1%D7%9C%D7%95%D7%9C%D7%A8%D7%99%D7%AA-%D7%90%D7%A4%D7%A9%D7%A8-%D7%9C%D7%94%D7%99%D7%96%D7%94%D7%A8-%D7%90%D7%99%D7%9F-%D7%9E%D7%A7%D7%95%D7%9D-%D7%9C%D7%A4%D7%90%D7%A0%D7%99%D7%A7%D7%94) ו[**הקשר בינה לבין סרטן**](http://davidson.weizmann.ac.il/online/%D7%99%D7%A9-%D7%9E%D7%A7%D7%95%D7%9D-%D7%9C%D7%A1%D7%A4%D7%A7/%D7%94%D7%90%D7%9D-%D7%91%D7%90%D7%9E%D7%AA-%D7%94%D7%95%D7%9B%D7%97-%D7%A9%D7%A7%D7%A8%D7%99%D7%A0%D7%94-%D7%A1%D7%9C%D7%95%D7%9C%D7%A8%D7%99%D7%AA-%D7%9E%D7%A1%D7%A8%D7%98%D7%A0%D7%AA), [**רגישות יתר לקרינה**](http://davidson.weizmann.ac.il/online/reasonabledoubt/%D7%9E%D7%94%D7%99-%D7%A8%D7%92%D7%99%D7%A9%D7%95%D7%AA-%D7%99%D7%AA%D7%A8-%D7%9C%D7%A7%D7%A8%D7%99%D7%A0%D7%94) ועוד. רבות מהן יצאו בכותרות מפחידות שמזהירות מפני סכנות הקרינה ואף מספרות על קשר אפשרי בינה לבין מחלות קטלניות. נראה שלמרות המידע המדעי הזמין הרב בנושא, עדיין יש מי שנזעק לספר לנו שעד עכשיו לא הסבירו לנו איך להשתמש נכון במיקרוגל או ש"מטגנים" לנו את הילדים.

אבל מהי בכלל קרינה? בכתבה בערוץ 10 הסבירה פרופ' סיגל סדצקי, מנהלת היחידה לאפידמיולוגיה של סרטן וקרינה במכון גרטנר בתל השומר: "קרינה היא אנרגיה שמתפשטת במרחב עם הרבה תכונות פיזיקליות: אורך גל, תדר של גל ויש לה שדה מגנטי. כל אחד מהדברים הללו יכול להתערב בגוף החי". מה אומרים המושגים הללו:

מהי קרינה?

קרינה היא תהליך שבו חלקיקים נושאי אנרגיה נפלטים מגוף אחד ונעים [**כגל המתפשט במרחב**](http://davidson.weizmann.ac.il/online/askexpert/physics/%D7%9B%D7%99%D7%A6%D7%93-%D7%A0%D7%95%D7%A6%D7%A8-%D7%92%D7%9C-%D7%90%D7%9C%D7%A7%D7%98%D7%A8%D7%95%D7%9E%D7%92%D7%A0%D7%98%D7%99-%D7%95%D7%90%D7%99%D7%9A-%D7%A0%D7%99%D7%AA%D7%9F-%D7%9C%D7%94%D7%92%D7%93%D7%99%D7%A8-%D7%90%D7%95%D7%AA%D7%95-%D7%A2%D7%9E%D7%99%D7%A9%D7%91), שבסופו של דבר נספג על ידי גוף אחר. לגלים האלה יש מאפיינים שאפשר לתאר. לגל יש משרעת: שיא הגובה שלו, כלומר העוצמה שלו; יש לו אורך: המרחק בין שני שיאים סמוכים; ויש לו תדירות: מספר הפעמים ביחידת זמן שבהן הוא מגיע לשיא, או כמה מחזורי גל מתרחשים ביחידת זמן. את התדירות נהוג למדוד ביחידות בשם "הרץ" (מחזורים לשנייה).

אם נחשוב על גלי ים, הרי שהמשרעת היא הגובה של הגלים, אורך הגל הוא המרחק בין הגלים והתדירות היא מספר הגלים שמגיעים אל החוף בפרק זמן נתון. בקרינה אלקטרומגנטית, ככל שאורך הגל קטן יותר, תדירותו גבוהה יותר וכמות האנרגיה שלו גדולה יותר.

יש טווח רחב של סוגי קרינה, שתלוי בסוג החלקיקים נושאי האנרגיה ובתדירות הגל. מקובל לחלק את הקרינה ל**[שני סוגים](http://davidson.weizmann.ac.il/online/askexpert/physics/%D7%94%D7%90%D7%9D-%D7%99%D7%99%D7%AA%D7%9B%D7%A0%D7%95-%D7%A2%D7%95%D7%93-%D7%A1%D7%95%D7%92%D7%99-%D7%A7%D7%A8%D7%99%D7%A0%D7%95%D7%AA-%D7%91%D7%98%D7%91%D7%A2-%D7%A9%D7%9C%D7%90-%D7%A0%D7%9E%D7%A6%D7%90%D7%95-%D7%A2%D7%93%D7%99%D7%99%D7%9F-%D7%92%D7%9C%D7%99%D7%AA)** בהתאם לכמות האנרגיה שיש לה, או התדירות שלה: קרינה מייננת וקרינה בלתי-מייננת.

הקרינה המייננת מתאפיינת באורך גל קצר ותדירות גבוהה, ויש לה די אנרגיה כדי לנתק אלקטרונים מאטומים וכך לשנות אותם, כלומר להפוך אותם ליונים, ומכאן שמה. הקרינה הזאת מסוכנת לנו, כי עוצמתה גדולה מספיק כדי לגרום שברים ב-DNA, ולחולל סרטן ומחלות אחרות. דוגמאות לקרינה מייננת הן קרני רנטגן (קרינת X), קרני גמא (סוג של קרינה רדיואקטיבית) ואור על-סגול.

הקרינה הבלתי-מייננת, ובכלל זה גלי רדיו (למשל בטלפונים הסלולריים) ומיקרוגל, היא קרינה בעלת תדירות נמוכה, שאין לה מספיק אנרגיה כדי לפגוע באטומים ובמולקולות שמרכיבים את הגוף, ההשפעה העיקרית שלה היא חימום, כפי שיודע כל מי שעומד ליד מנוע שפועל זמן רב או מדבר בטלפון סלולרי לפרקי זמן ממושכים. למרות מחקרים רבים, לא נמצא עד כה שום מנגנון ביולוגי ידוע שיכול להסביר השפעות אחרות, חמורות יותר שעלולות להיות לה.

כדי להבין את ההבדל בין סוגי הקרינה, נסו לחשוב מה יותר מסוכן לנו: פגיעה של אלף כדורי ספוג איטיים, או קליע יחיד באנרגיה ששווה לאלף כדורי ספוג?

ומהו שדה מגנטי? בפיזיקה, שדה הוא תיאור העוצמה והכיוון של הכוחות שגוף יכול להשרות על גופים אחרים בסביבתו. למשל, סביב מטען חשמלי נמצא שדה חשמלי, כי המטען החשמלי יכול להפעיל כוחות על מטענים חשמליים אחרים. וסביב מגנט נמצא **[שדה מגנטי](https://davidson.weizmann.ac.il/online/scienceathome/%D7%AA%D7%95%D7%9C%D7%A2%D7%AA-%D7%A9%D7%9C-%D7%90%D7%91%D7%A7%D7%94%22%20%5Ct%20%22_blank)** - כי מגנט יכול להפעיל כוחות על מגנטים אחרים. כפי שגילה הפיזיקאי **[מייקל פאראדיי](http://davidson.weizmann.ac.il/online/sciencehistory/%D7%94%D7%99%D7%95%D7%9D-%D7%9C%D7%A4%D7%A0%D7%99-%D7%94%D7%9E%D7%93%D7%A2%D7%9F-%D7%A9%D7%9C%D7%9E%D7%93-%D7%91%D7%90%D7%95%D7%A0%D7%99%D7%91%D7%A8%D7%A1%D7%99%D7%98%D7%94-%D7%A9%D7%9C-%D7%94%D7%97%D7%99%D7%99%D7%9D%22%20%5Ct%20%22_blank)** וניסח עמיתו **[ג'יימס מקסוול](https://davidson.weizmann.ac.il/online/sciencehistory/%D7%94%D7%99%D7%95%D7%9D-%D7%9C%D7%A4%D7%A0%D7%99-%D7%94%D7%A1%D7%A7%D7%95%D7%98%D7%99-%D7%A9%D7%A9%D7%99%D7%A0%D7%94-%D7%90%D7%AA-%D7%A2%D7%95%D7%9C%D7%9D-%D7%94%D7%A4%D7%99%D7%96%D7%99%D7%A7%D7%94%22%20%5Ct%20%22_blank)**, יש קשר הדוק בין חשמל למגנטיות: זרימת אלקטרונים יוצרת שדה מגנטי, ולחילופין, תנועה של מגנט סביב חוט תיל גורמת לזרם חשמלי בחוט - ולכן סביב כל חוט שזורם בו זרם חשמלי מושרה גם שדה מגנטי.

ככל שאורך הגל קצר יותר, התדירות עולה ועמה האנרגיה של הגלים. תכונות הגלים | מקור: ויקיפדיה, Yuval Madar

איך כל זה קשור למכשירי חשמל?

מכשיר חשמלי הוא מכונה שיודעת להמיר אנרגיה חשמלית לאנרגיה מכנית או לאנרגיית חום ולבצע באמצעות המרת האנרגיה משימות שהוגדרו לו מראש. לדוגמה המיקסר ממיר חשמל לתנועה סיבובית שבוחשת את האוכל. למכשיר יש שדה חשמלי קבוע, מאחר שהוא מחובר לרשת החשמל הביתי, וכשמפעילים אותו הזרם החשמלי ותנועת האלקטרונים יוצרים גם שדה מגנטי.

חשוב לציין שהשדה הזה איננו קרינה. חוזק השדה המגנטי תלוי בעוצמת הזרם ובמרחק מהמכשיר – ככל שאנו רחוקים יותר ממקור השדה, עוצמתו פוחתת. השדה המגנטי שיוצרים מכשירים חשמליים נמדד ביחידות של מיליגאוס, וזו המדידה הראשונה שנראתה בתחקיר של "עושות חשבון". התקן, כאמור, הוא שני מיליגאוס בלבד.

ציינו כבר שאנחנו חשופים ממילא לשדה המגנטי של כדור הארץ, שעוצמתו הממוצעת היא 500 מיליגאוס. איזו משמעות יכולה להיות לשדות הקטנים הרבה יותר שיוצרים מכשירי החשמל הביתיים?

ובכן, כשאנחנו מפעילים מכשיר, נוצר שדה אלקטרומגנטי – שילוב של השדה המגנטי הזמני עם השדה החשמלי הקבוע של המכשיר. היות שמכשירי החשמל מחוברים לרשת החשמל, שעובר בה זרם חילופין משתנה, נוצר בקרבתם גל אלקטרומגנטי או קרינה אלקטרומגנטית – שילוב של שדה מגנטי ושדה חשמלי שנעים יחד.

קיימים סוגים שונים של קרינה אלקטרומגנטית שמכונים "הספקטרום האלקטרומגנטי" שהוא הטווח של כל הגלים שמרכיבים את האור, כולל האור הנראה, וכן גלי הרדיו וקרינת רנטגן. אם תדירות הזרם החשמלי במכשיר ידועה, אפשר להעריך באמצעות חיישנים את עוצמת השדה המגנטי שאליה אנחנו נחשפים בקרבת המכשיר.

לצורך המדידה נעשה שימוש במכשירים שמותאמים לתדרים נמוכים במיוחד, כאלה שרחוקים מאוד מהתדרים שיכולים לגרום לשינוי במבנה המולקולרי של התאים, כמה רחוקים? חלשים בערך פי טריליון, אם לקרינה מייננת יש תדירות של 1016 הרץ לפחות, המכשירים שבהם מדדו בתוכנית היו מכוונים למדידת קרינה בתדירות של עד 2,000 הרץ.

בהמשך בדקו בתחקיר את הסכנה האפשרית של חשיפה לקרינת מיקרוגל. אכן מיקרוגל היא קרינה חזקה יותר מזו שנפלטת ממכשירי חשמל ביתיים, ועל כן אפשר [**לעשות בה שימוש לחימום**](http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/physics/%D7%90%D7%99%D7%9A%20%D7%A2%D7%95%D7%91%D7%93%20%D7%9E%D7%99%D7%A7%D7%A8%D7%95%D7%92%D7%9C%3F). לצורך המדידה נעשה שימוש במכשירים שמזהים קרינה בטווח של 109-106 הרץ. גם הטווחים האלה עדיין נמוכים פי מיליון מהתדרים של קרינה מייננת.

מדיניות זהירה

אם כן, מדוע יש תקנים? בארץ נקבע תקן החשיפה על ידי [**המשרד להגנת הסביבה**](http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Radiation/Electrical_Facilities/Pages/RadiationDomesticElectronics.aspx), שמפנה אל ארגון הבריאות העולמי והארגון הבינלאומי לחקר הסרטן. הנחיות ארגון הבריאות העולמי מתבססות בתורן על פעילות הוועדה הבינלאומית להגנה מפני קרינה בלתי מייננת (ICNIRP). החשש העיקרי של הארגונים הוא מחשיפה ארוכה וממושכת לקרינה האלקטרומגנטית החלשה שנוצרת כשמפעילים מכשירי חשמל.

התקן עצמו נוצר ליתר ביטחון, למקרה שיש השפעות בלתי ידועות לחשיפה ממושכת מאוד לשדות אלקטרומגנטיים. [**הארגון קבע**](http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index1.html) כי למרות מחקר נרחב ולמעלה מ-25 אלף מחקרים שנערכו בנושא בשלושים השנים האחרונות, לא נמצאו ראיות המעידות שחשיפה ממושכת לשדות אלקטרומגנטיים בתדירות נמוכה מסוכנת לבריאות בכל דרך שהיא. עם זאת, בגלל אי-הוודאות הטמונה בקושי להוכיח היעדר קשר, ארגוני הבריאות העולמיים בוחרים לנקוט במדיניות של [**זהירות מונעת**](http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index5.html) ולקבוע הנחיות ותקני בטיחות.

בתחילת התוכנית נאמר, "מספר הקסם הוא שני מיליגאוס". מה שלא ציינו הוא למשך כמה זמן מדובר. התקן עצמו עוסק בחשיפה ממוצעת על פני יממה  שלמה. אם כן, מה המשמעות של חשיפה קצרת מועד לשדות מגנטיים חזקים לפרקי זמן של דקות ספורות - משך הזמן שבו מפעילים מיקסר או משאבת חלב?

במחקרים אפידמיולוגיים ברחבי העולם שבהם ניטרו ברציפות אלפי אנשים למשך 24 שעות נמצא ש[**החשיפה המצטברת**](http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index3.html) שלהם עמדה על 1 מיליגאוס בלבד ליממה. יש להניח שהיו ביניהם אנשים שהפעילו מכשירי חשמל ביתיים כמו מיקסר, ניגשו למקרר להוציא ממנו אוכל קר או ייבשו את השיער אחרי המקלחת.

אם למרות כל מה שכבר נאמר ונכתב כאן ובכתבות הקודמו שלנו בנושא אתם עדיין חוששים להפעיל מכשירי חשמל, זיכרו שאפשר בכל מקרה להקטין בקלות את החשיפה לשדות האלקטרומגנטיים – כל מה שצריך לעשות הוא להתרחק ממקור הקרינה החשוד. באתר המשרד להגנת הסביבה פורסמה [**טבלה**](http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Radiation/Electrical_Facilities/Documents/RadiationDomesticElectronics.pdf) המפרטת את עוצמת השדה המגנטי של מכשירים ביתיים שונים בהתאם למרחק ואת משך החשיפה המרבי המומלץ בכל אחד מהמרחקים.