

קרינה בלתי מייננת

המונח "קרינה בלתי מייננת" (non-ionizing radiation - NIR) מתייחס לקרינה אלקטרומגנטית בעלת אנרגיה שאינה מספיקה כדי ליינן אטומים או מולקולות. הספקטרום של קרינה בלתי מייננת כולל את האור האולטרה-סגול (ultraviolet – UV), את האור הנראה (visible light) ואת הקרינה התת-אדומה (infrared - IR), גלי מיקרו (microwave – MW), תדרי רדיו (radio frequency – RF) וקרינה בתדרים נמוכים מאוד (extremely low frequency – ELF). הקרינה ממתקני תקשורת אלחוטיים, ובכלל זה טלפונים סלולריים ורשתות סלולריות, היא חלק מתדרי הרדיו⁽¹⁴⁾.

מחקרים רבים בדקו תוצאי בריאות פוטנציאליים של קרינה בלתי מייננת. חשיפה לגלי רדיו יכולה לגרום לחימום מקומי של רקמות, אולם הדאגה העיקרית הנוגעת לסיכונים בריאותיים פוטנציאליים של קרינה בלתי מייננת מתמקדת באפשרות שלקרינה זו תוצאים שאינם קשורים בחום.

הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (International Agency for Research on Cancer - IARC) סיווגה שדות מגנטיים בתחום ה-ELF ושדות אלקטרומגנטיים בתחום ה-RF כמחוללי סרטן אפשריים לאדם (קטגוריה 2B). מחקרים מצביעים על סיכון מוגבר להתפתחות לוקמיה (ב-1.5-2 סדרי גודל) בעקבות חשיפה ממושכת באזור המגורים לשדות מגנטיים (בעוצמה של יותר מ-0.3-0.4 מיקרוטסלה, שהיא שוות ערך ל-3-4 מיליגאוס). לפי הערכה של הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן בשנת 2011, יש ראיות מוגבלות לקיומו של סיכון מוגבר להתפתחות גידולי מוח ממאירים (גליומה) וגידולים שפירים של עצב השמיעה (נוירומה אקוסטית) בקרב המשתמשים בטלפונים סלולריים.

מספר מוגבל של מחקרים בחנו את הקשר האפשרי בין חשיפה ל-RF ובין תוצאים בריאותיים שליליים, כגון בעיות פוריות, פגיעה בתפקודי המוח, שיבושים בתפקוד הלב ומחזור הדם, אובדן שמיעה, שינויים בהפרשת הרוק, בהרכבו ובזרימתו, וכן מחלות ניווניות של מערכת העצבים. תוצאות המחקרים שבחנו את השפעת ה-RF על מדדים שונים של איכות הזרע לא היו חד-משמעיות.

מדיניות ורגולציה

המשרד להגנת הסביבה אחראי לקביעת תקנים סביבתיים לקרינה בלתי מייננת. משרד הבריאות, משרד החינוך, משרד התקשורת, משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים, משרד הפנים ומשרד הכלכלה והתעשייה מעורבים גם הם בפיתוח מדיניות בנוגע לקרינה בלתי מייננת וליישומה. מכון התקנים הישראלי הוא האחראי להענקת תו תקן ישראלי למתקנים פולטי קרינה בלתי מייננת.

חוק הקרינה הבלתי מייננת משנת 2006 כולל דרישות הנוגעות להתקנה של מקורות פולטי אנרגיה ולהפעלתם, וכן דרישות לניטור מקורות קרינה בלתי מייננת ולהבאת התוצאות לידיעת הציבור. החוק מעניק למשרד להגנת הסביבה סמכות להגדיר רמות חשיפה מרביות מותרות⁽¹⁾. בשנת 2011 המליצו משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה על קווים מנחים לרמות מרביות מותרות של חשיפה לקרינה ממתקני חשמל (10% מהספים שנקבעו על-ידי המועצה הבין-לאומית להגנה מקרינה בלתי מייננת [International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP]). ההמלצות הללו לא תורגמו לתקנות בשל התנגדות משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים ומשרד האוצר. בשנת 2015 הוגשה לבית המשפט העליון עתירה בתביעה שהמשרד להגנת הסביבה יקבע תקנות בדבר חשיפה לקרינה בתדרים נמוכים מאוד. עדיין לא הושגה התקדמות בנושא והמחסום העיקרי הוא מחלוקת על העלויות של יישום התקנות.

בשנת 2013, בעקבות החלטת ממשלה, הקימו המשרד להגנת הסביבה ומשרד המדע והטכנולוגיה את מרכז הידע "תנודע" – מרכז ידע לאומי בנושא קרינה בלתי מייננת והשפעותיה על בריאות הציבור. מרכז תנודע אוסף ומעבד ידע מדעי על קרינה בלתי מייננת, מנתח אותו ומנגיש אותו למגוון קהלי יעד (הציבור הרחב, הממשלה, חוקרים וגופים מסחריים). המרכז ממליץ על צעדים לצמצום של חשיפה ושל סיכוני בריאות פוטנציאליים. המרכז פועל לשם הרחבת הידע בתחום זה ומנחה את הציבור בקבלת החלטות מושכלות בנוגע לשימוש בטכנולוגיות שבהן מעורבת קרינה בלתי מייננת⁽⁵⁾.

בשנת 2016 פרסם המשרד להגנת הסביבה הנחיות לצמצום חשיפה לשדות אלקטרומגנטיים הסובבים מתקני חשמל. ההנחיות כוללות המלצות לתכנון מתקנים להפקת אנרגיה ולבנייתם תוך שימת דגש על שימוש בטכנולוגיות מיגון פסיבי ומיגון אקטיבי לשם צמצום חשיפה לקרינה, כגון יצירת אזורי חיץ בין השדות המגנטיים ובין השטחים שרוצים למגן, או יצירת שדות מגנטיים מנוגדים לשדות הקיימים בשטח הממוגן⁽²⁾.

בשנים האחרונות הוצעו חוקים אחדים המגבילים את השימוש בטלפונים סלולריים בקרב ילדים. הצעות אלה כללו איסור מכירה, שיווק ופרסום של טלפונים סלולריים לילדים מתחת לגיל 16. אף אחד מן החוקים הללו לא התקבל.

מדיניות בנושא חשיפה לקרינה בלתי מייננת בבתי ספר

הנחיית משרד החינוך מ-2013 קובעת כי בשימוש באינטרנט בכיתה יש להעדיף תקשורת קווית. אם התקנת רשת קווית אינה ישימה, אפשר להתקין רשת אלחוטית, במגבלות האלה:

- ♦ הגבלות גיל – ניתן להתקין רשת אלחוטית החל מכיתה א' אך לא בגני ילדים. בכיתות א' עד ג' השימוש היומי מוגבל: בכיתות א'–ב' – עד שעה ביום ולא יותר משלושה ימים בשבוע, בכיתה ג' – עד שעתיים ביום ולא יותר מארבעה ימים בשבוע.
- ♦ בכל כיתה תותקן נקודת חיבור קווית בעמדת המורה.
- ♦ יש לבצע מדידות קרינה (RE, ELF) של ציוד תקשורת ואמצעי קצה בית ספריים. המדידות יבוצעו על-ידי אדם מוסמך, לפני ההתקנה ואחריה, כדי להבטיח שרמות הקרינה עומדות בדרישת המשרד להגנת הסביבה.
- ♦ בתי הספר יפעילו תוכניות לימוד על קרינה אלקטרומגנטית וקרינת RF.

חוזר שפורסם ב-2016 על-ידי משרד החינוך מגביל את פרק הזמן של לימוד דיגיטלי וקובע כי מחשב או מחשב לוח ישמשו לפעילויות פדגוגיות בלבד. החוזר גם מגביל את פרק הזמן של לימוד אלקטרוני; למשל, בכיתות א'-ג' – לא יותר מ-20% מזמן השיעור ובכיתות ד'-ו' – לא יותר מ-30% מזמן השיעור(7,6).

נתונים על חשיפה לקרינה בלתי מייננת בישראל

על-פי נתונים שפורסמו על-ידי המשרד להגנת הסביבה, ב-2014 נערכו בבתי ספר 1,005 מדידות של ELF, וב-561 מתוכם נמצאו רמות קרינה גבוהות מהרמות המומלצות. ב-2015 נערכו 617 מדידות בבתי ספר, וב-346 מהן נמצאו חריגות (לוח 1)(3).

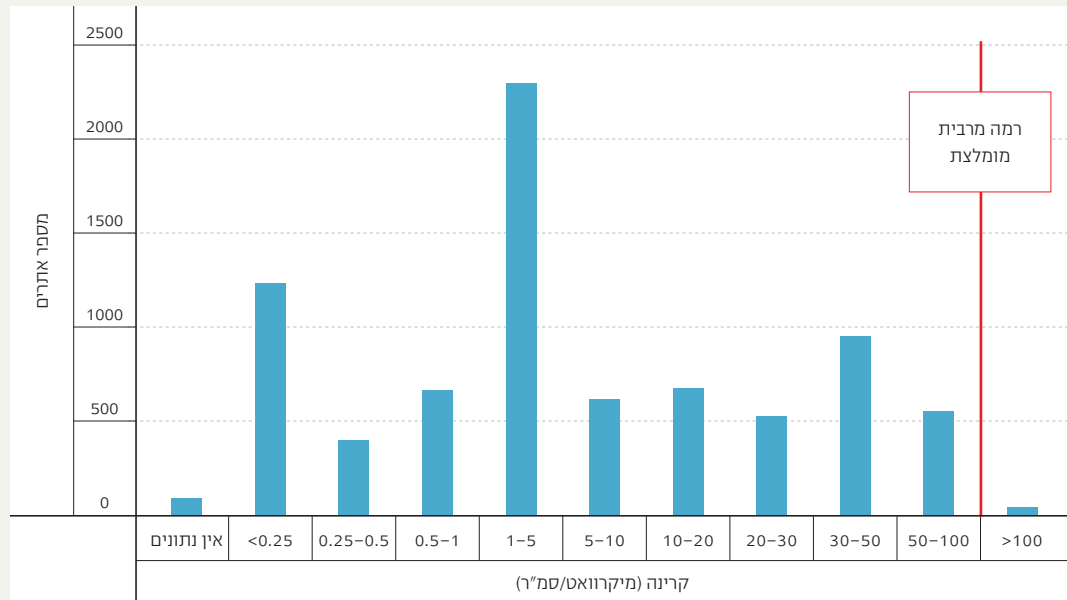
מדידות קרינה בתדרים נמוכים מאוד (ELF) בבתי ספר בישראל, 2014-2015

שנה	מספר המדידות הכולל	מספר המדידות שתוצאותיהן חורגות מרמת הקרינה המומלצת	שיעור המדידות שתוצאותיהן חורגות מרמת הקרינה המומלצת
2014	1,005	561	55.8%
2015	617	346	56.1%

→ לוח 1
מקור: המשרד להגנת הסביבה (3)

המשרד להגנת הסביבה מפרסם את מיקום מערכות הניטור לקרינת RF ואת תוצאות מדידותיהן באתר אינטרנט יעודי (מערכת ניטור RF)(4), וכן עוקב אחר שידורי אנטנות סלולריות בישראל ומנטר אותם. דוח מתחילת 2017 מונה 7,950 אתרים פעילים של שידור סלולרי בישראל, ומספק נתונים על רמות הקרינה שלהם (תרשים 1). יצוין כי רמות הקרינה של 33 מתוך 7,398 אנטנות שנבחנו היו גבוהות מן הסף המומלץ של 100 מיקרוואט/סמ"ר, ואולם החריגות נמדדו באזורים בלתי נגישים לציבור הרחב.

רמות קרינה בלתי מייננת באתרי שידור סלולריים פעילים בישראל, 2017



→ תרשים 1
מקור: המשרד להגנת הסביבה (4)

מכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות יישם תוכנית התערבות חינוכית וערך סקר בשנים 2012–2014 במרכז הארץ, בהשתתפות שמונה בתי ספר שבהם שמונים כיתות ז' ר"ט'. הממצאים הראו שימוש רב בטלפונים סלולריים בקרב מתבגרים בישראל. לדוגמה, רוב התלמידים (96.1%) השתמשו בטלפון סלולרי בקביעות, 27.8% בילו יותר משעה ביום בשיחות קוליות, ו-11% מהתלמידים – יותר משעתיים ביום אופייני. כ-28% מהתלמידים דיווחו על קבלה ושליחה של יותר מ-50 מסרונים ביום, ו-7.4% דיווחו על יותר מ-300 מסרונים ביום. מרבית משתמשי הטלפון הסלולרי (95.6%) התחילו להשתמש בו לפני גיל 12 (8.4% – לפני גיל 6), 30% דיווחו שהם עונים לשיחות טלפון בתוך מעליות וכ-80% אינם משתמשים כלל בהתקנים (כגון דיבורית או אוזניות) כאשר הם מדברים בטלפון הסלולרי.

בסקר שנערך על-ידי אחד מהמפעילים העיקריים של רשתות סלולריות בישראל נמצא כי ל-25% מהילדים בני 6–8 היו טלפונים סלולריים. השיעור גדל ל-66% בקרב ילדים בני 9–11.

מחקרים על חשיפה לקרינה בלתי מייננת בישראל

חשיפה לתדרי רדיו ולשדות מגנטיים

בשנת 2015 בחנו חוקרים מהמשרד להגנת הסביבה ומהמכללה האקדמית הדסה את השפעת המעבר ל-LTE (Long Term Evolution – תקן לתקשורת אלחוטית מהירה מאוד עבור טלפונים סלולריים ומסופי נתונים) על חשיפה ל-RF, ומצאו שהמעבר ל-LTE הפחית את החשיפה למרות הגדלת הנפח של הנתונים המועברים. כן נמצא ששיתוף אתרים בין מפעילים יכול להביא להפחתה של 40% במספר האתרים בד בבד עם הקטנת החשיפה ל-RF.

חוקרים מהמרכז למחקר גרעיני שורק ערכו סקר ארצי של קרינה ממקורות שונים. במחקר שפורסם בשנת 2015 מדדו החוקרים שדות מגנטיים בעלי קרינה נמוכה מאוד בעשרה דגמים של מכוניות בנזין, דיזל והיברידיים. הם מצאו שהשדה המגנטי במכוניות ההיברידיים היה החזק ביותר, והשדה המגנטי במכוניות דיזל היה החלש ביותר. לפי סקר זה, המרכב המתכתי של המכוניות ("שאסי") עלול להיות מקור של שדה מגנטי⁽¹⁰⁾.

במחקר נוסף, שהחל בשנת 2015, כימתו החוקרים מהמשרד להגנת הסביבה ומהמכללה האקדמית הדסה את החשיפה לשדות מגנטיים בעלי תדרים נמוכים (low frequency - LF) בקרונות של רכבת המונעת בדיזל (במקום בחשמל). ברכבות אלה מיוצר הזרם על-ידי גנרטור דיזל שממוקם בקטר ומספק חשמל למנועים המפעילים את גלגלי הקרון. החוקרים מדדו את הקרינה במושבי הנוסעים ומצאו שרמתה עולה על 6 מיקרוטסלה.

תוצאי הבריאות של חשיפה לקרינה בלתי מייננת

פרויקט TransExpo (מחקר בין-לאומי על השפעות בריאותיות של תחנות טרנספורמציה פנימיות המשולבות בבתי מגורים), שהחל בשנת 2009, מבקש להעריך את הקשר בין חשיפה לשדות מגנטיים בתחום תדרי ה-ELF באזורי מגורים ובין היארעות של לוקמיה בקרב ילדים. שבע מדינות, ובכללן ישראל, משתתפות בפרויקט.

חוקרים ממכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות בודקים את תוצאי הבריאות ארוכי הטווח האפשריים של דימות MRI. MRI הוא מכשיר רפואי המשמש לאבחון של מגוון מחלות. בעת דימות MRI הנבדק מוכנס לתוך שדה מגנטי חזק ומופעלים גם גלי רדיו. תוצאי הבריאות נבדקו בשני מחקרים שונים: האחד מבקש להעריך את ההשפעות האפשריות של חשיפת עוֹבֵר ל-MRI על התפתחות מערכת העצבים ועל דפוסי התנהגות עתידיים, וכן על לקויות שמיעה; המחקר השני מעריך את הקשר בין חשיפה לקרינה בלתי מייננת בילדות ובין סרטן, תוך שימוש בעוקבה גדולה בת 260,000 משתתפים בני 0–17. מחקר זה מבוצע בשיתוף מכון כללית למחקר של שירותי בריאות כללית.

מחקר GERoNIMO (מחקר על קרינת שדות אלקטרומגנטיים, המשתמש בשיטות הערכה חדשניות) הוא מחקר בין-לאומי שמעורבים בו 19 מכוני מחקר מ-13 מדינות, ובהן ישראל. המחקר, שהחל בשנת 2014, נועד לסגור פערי ידע בנושא תוצאים בריאותיים של שדות אלקטרומגנטיים וזיהוי דרכים לצמצום חשיפה. מחקר זה מרחיב את מטרות המחקר האפידמיולוגי הבין-לאומי Mobi-Kids (מחקר הבוחן את הקשר בין שימוש בטלפון סלולרי ובין הסיכון לגידולי מוח בילדים ובמתבגרים), מרחיב את האוכלוסייה הנבדקת ואת הערכת החשיפה כך שתכלול גם חשיפה לתדרי ביניים (נוסף על RF, ELF, וגורמים סביבתיים אחרים שכבר כלולים בהערכה), וזאת באמצעות שימוש בשאלונים אישיים⁽⁸⁾.

תוצאי בריאות של חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית מטלפונים סלולריים

מחקר שפורסם ב-2016 על-ידי חוקרים מאוניברסיטת תל אביב ומהמרכז הרפואי רבין שם לו למטרה להעריך את התוצאים המסרטנים הפוטנציאליים של אנרגיית RF הנפלטת מטלפונים סלולריים בתאים פרימריים של בלוטת התריס בגוף האדם. נבחנו תאים של בלוטת התריס שהוקרנו בתנאים שונים שדימו אנרגיית RF של טלפון סלולרי. החוקרים לא מצאו השפעה מסרטנת על תאי בלוטת התריס האנושית או קשר בין אנרגיית RF של טלפון סלולרי ובין סרטן של בלוטת התריס⁽¹³⁾.

מחקר אינטרפון (INTERPHONE) הבין-לאומי נערך ב-14 מדינות (ובהן ישראל) בשנים 2000–2007. המחקר שם לו למטרה לקבוע אם השימוש בטלפונים סלולריים מגביר את הסיכון ללקות בארבעה סוגים של גידולים (גליומה, מנינגיומה, גידולים בבלוטות מיצד האוזן וגידולים על עצב השמיעה)⁽¹¹⁾. תוצאות אשר פורסמו ב-2016 מעלות את ההשערה שמיקום הגידולים קשור לאופן השימוש בטלפון סלולרי, כלומר – גידולים רבים יותר מסוג גליומה מופיעים קרוב יותר לאוזן באותו צד של הראש שבו נעשה, לפי הדיווח, השימוש המרבי בטלפון הסלולרי.

MOBI-Kids הוא מחקר מקרה-ביקורת בין-לאומי הבוחן את הקשר בין השימוש בטלפון סלולרי ובין הסיכון להתפתחות גידולי מוח בקרב ילדים ומתבגרים (16 ארצות משתתפות, ובכלל זה ישראל שבה גויסו 293 משתתפים). מחקר MOBI-Kids משתמש בשאלונים אישיים ובוחן חשיפה לשדות בעלי תדרי ביניים, נוסף על RF, ELF, וגורמים סביבתיים אחרים⁽¹²⁾.

התקדמות מאז 2014

האתגרים העיקריים שנמנו בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014" בנוגע לקרינה בלתי מייננת כללו פרסום או חידוש של המלצות על רמות מרביות של קרינה בלתי מייננת, וניטור סדיר של מתקנים במרחב הציבורי (כגון שנאים וקווי חשמל). בשני היעדים הללו הושגה התקדמות מסוימת.

אתגרים עיקריים

אף שחלה התקדמות מסוימת, עדיין אין בישראל תקנות מחייבות הנוגעות לרמות מותרות של קרינה בלתי מייננת. בישראל מתנהל מחקר בהיקף ראוי לציון על חשיפה לקרינה בלתי מייננת ותוצאים שליליים שלה, אולם נדרש מחקר נוסף בתחום זה, בייחוד מחקר רב-תחומי שיכלול ביולוגיה, רפואה, פיזיקה, הנדסה, אפידמיולוגיה ובריאות הציבור. האתגר יהיה שימוש בנתונים שיופקו מן המחקר כדי לשפר את ההערכות של סיכוני בריאות ולהעביר את הידע לציבור ולקובעי המדיניות.

חלקים ניכרים בציבור מתעלמים מהמלצות משרד הבריאות בנושא הפחתת החשיפה לקרינה בלתי מייננת (למשל, שימוש בדיבורית או באוזניות). אתגר משמעותי הוא הגברת מודעות הציבור לתוצאי בריאות שליליים פוטנציאליים של קרינה בלתי מייננת, לצמצום החשיפה ולסיכונים האפשריים על-פי המלצות המשרד.

נוסף על חשיפה לקרינה בלתי מייננת, גובר החשש שהשימוש בטלפונים סלולריים, במחשבי לוח ובהתקני תקשורת אחרים יביא לתוצאי בריאות שליליים אחרים, לא ישירים, בייחוד בקרב ילדים⁽⁹⁾. תוצאים אלו, שאינם קשורים לקרינה, כוללים התמכרות, בעיות חברתיות, השפעות פסיכולוגיות, הפרעות בשינה, השמנת יתר ועוד. מרכז תנווע עוסק בסוגיות הללו בתוכנית המחקר שלו, אולם יש צורך בהמלצות ובהנחיות ממשלתיות רשמיות, בייחוד בקשר לילדים.

מנהלת ערים חכמות במשרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים חותרת לשלב טכנולוגיות מידע ותקשורת ברשויות המקומיות כדי לשפר היבטים אדמיניסטרטיביים, ניהוליים, רגולטוריים וכלכליים. הרחבת הכיסוי של רשתות אינטרנט אלחוטי בערים ושימוש מוגבר בתקשורת RF עלולים להגביר את חשיפת הציבור לשדות אלקטרומגנטיים. בנוסף לכך הוצעו תוכניות להמיר מוני מים ומוני גז ביתיים במכשירי מדידה אלחוטיים חכמים, פעולה שעלולה לחשוף את הציבור עוד יותר לשדות של RF. ההשפעות הפוטנציאליות של טכנולוגיית העיר החכמה ושל מכשירי מדידה חכמים על חשיפת הציבור לקרינה בלתי מייננת טרם הוערכו.

- (1) המשרד להגנת הסביבה (2009). טווחי בטיחות ורמות חשיפה מרביות מותרות לעניין קרינה בתדרי רדיו. <http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/radiation/radiation/non-ionising/documents/radiation%20exposure%20levels%20chart.pdf> (אוחר ביולי 2017).
- (2) המשרד להגנת הסביבה (2016). מדריך להפחתת החשיפה לשדה מגנטי סביב מתקני חשמל. http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/radiation/electrical_facilities/documents/guide-reducing-exposure-to-magnetic-fields-2016.pdf (אוחר ביולי 2017).
- (3) המשרד להגנת הסביבה (עודכן בנובמבר 2015). תוצאות מדידות קרינה בלתי מיינתת במוסדות חינוך. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Radiation/Non-Ionizing-Measurements/Pages/schoolradiationprevention.aspx#GovXParagraphTitle5> (אוחר ביולי 2017).
- (4) המשרד להגנת הסביבה. מערכת ניטור קרינה בלתי מיינתת. <http://www.monitem.co.il/gmap/index.html> (אוחר ביולי 2017).
- (5) מרכז ידע לאומי להשפעת הקרינה הבלתי מיינתת על הבריאות. <http://www.tnuda.org.il> (אוחר ביולי 2017).
- (6) משרד החינוך – חוזר מנכ"ל תשע"ג (2013) (עודכן ב-2016). שילוב ציוד תקשורת והתקני קצה בבתי הספר – השלכות בריאותיות ובטיחותיות. <http://cms.education.gov.il/educationcms/applications/mankal/etsmedorim/3/3-6/horaotkeva/k-2013-3-3-6-11.html> (אוחר ביולי 2017).
- (7) משרד החינוך – חוזר מנכ"ל תשע"ז (2016). שימוש תלמידים באמצעי קצה לצורכי למידה. <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Applications/Mankal/EtsMedorim/3/3-6/HoraotKeva/K-2016-1-1-3-6-12.html> (אוחר ביולי 2017).
- (8) Generalized EMF research using novel methods, GERoNIMO Project, CREAL. <http://www.crealradiation.com/index.php/geronimo-home> (retrieved May 2017).
- (9) Hadar, A., Hadas, I., Lazarovits, A., Alyagon, U., Eliraz, D., & Zangen, A. (2017). Answering the missed call: Initial exploration of cognitive and electrophysiological changes associated with smartphone use and abuse. *PLoS One*, 12(7), e0180094. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180094>
- (10) Hareuveny, R., Sudan, M., Halgamuge, M. N., Yaffe, Y., Tzabari, Y., Namir, D., & Kheifets, L. (2015). Characterization of extremely low frequency magnetic fields from diesel, gasoline and hybrid cars under controlled conditions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(2), 1651-1666. <https://doi.org/10.3390/ijerph120201651>
- (11) International Agency for Research on Cancer, World Health Organization (2011). *IARC Report to the Union for International Cancer Control (UICC) on the Interphone Study*. http://interphone.iarc.fr/UICC_Report_Final_03102011.pdf (retrieved May 2017).
- (12) Sadezki, S., Langer, C. E., Bruchim, R., Kundi, M., Merletti, F., Vermeulen, R., ...Cardis, E. (2014). The MOBI-Kids study protocol: Challenges in assessing childhood and adolescent exposure to electromagnetic fields from wireless telecommunication technologies and possible association with brain tumor risk. *Frontiers in Public Health*, 2, 124. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00124>
- (13) Silva, V., Hilly, O., Strenov, Y., Tzabari, C., Hauptman, Y., & Feinmesser, R. (2016). Effect of cell phone-like electromagnetic radiation on primary human thyroid cells. *International Journal of Radiation Biology*, 92(2), 107-115. <http://dx.doi.org/10.3109/09553002.2016.1117678>
- (14) World Health Organization. What are electromagnetic fields? <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index1.html> (retrieved May 2017).