

## ידע מדעי בין הרחבה לצמצום: עקרון הזהירות המונעת ברגולציית בריאות וסביבה

ליאת ליפשיץ-מלביצקי, תמי סגיב-שיפטר\*

תקציר. בעשורים האחרונים משמש עקרון הזהירות המונעת כלי חשוב בעיצוב רגולציית בריאות וסביבה, במיוחד כשזו מבוססת על ידע מדעי שנוי במחלוקת. לפי עיקרון זה, אם פעולה מעלה חשש לפגיעה בבריאות וסביבה יש לנקוט אמצעי זהירות גם אם טרם אושש מדעית קשר סיבתי בין הפעולה להשלכה הבריאותית השלילית. במחקר זה ביקשנו להסביר את השימוש בעקרון הזהירות המונעת ברגולציית בריאות וסביבה באמצעות תיאוריית חברת הסיכון ותיאוריית עבודת גבול ואובייקט גבול. בחנו כיצד מומחים מתייחסים לעיקרון ולידע המדעי שביסודו, בהתבסס על מקרה בוחן של סיכוני קרינה בלתי מייננת מטלפונים סלולריים בישראל. אספנו נתונים ממסמכים, מתצפית משתתפת ומ־21 ראיונות עומק מובנים למחצה עם מומחים. הממצאים מראים כי העיקרון משמש אובייקט גבול ובסיס לשיתוף פעולה, הגמיש דיו כדי לאפשר שילוב בין צמצום להרחבה של ידע מדעי בעיצוב רגולציה. הכרה בערך האסטרטגי שבעקרון הזהירות המונעת, ששילובו מתאפשר באמצעות שימוש בו ככאובייקט גבול, משמשת למומחים מצפן בעיצוב רגולציה ומאפשרת להשתיתה על ידע מדעי שנוי במחלוקת בשם הבריאות.

מילות מפתח: עקרון הזהירות המונעת, עבודת גבול, אובייקט גבול, רגולציית בריאות וסביבה, חברת הסיכון

\* ד"ר ליאת ליפשיץ-מלביצקי, המחלקה לסוציולוגיה, למדע המדינה ולתקשורת והמחלקה לספרות, לשון ואמנויות, האוניברסיטה הפתוחה; המחלקה ללימודים רב-תחומיים, המכללה האקדמית ספיר; ובית הספר האקדמי לסיעוד במרכז הרפואי שמיר (אסף הרופא)

ד"ר תמי סגיב-שיפטר, יו"ר קהילת בריאות ורפואה באגודה הסוציולוגית הישראלית

המאמר נגזר מעבודת דוקטור שכתבה המחברת הראשונה במחלקה לפוליטיקה וממשל באוניברסיטת בן-גוריון בנגב בהנחייתם של פרופ' נדב דוידוביץ ופרופ' דני פילק, ותודתנו שלוחה להם. המחקר נתמך על ידי מענק מהקרן לבריאות וסביבה ועל ידי מלגת מחקר במחלקה לפוליטיקה וממשל באוניברסיטת בן-גוריון בנגב. ברצוננו להודות גם לד"ר איתי גרינשפן ולקוראים האנונימיים מטעם כתב העת על הערותיהם לגרסה קודמת של המאמר, שתרמו וסייעו להשלמתו.

## מבוא

השאיפה של מקבלי החלטות, ומחויבותם כלפי האזרחים, היא לעצב רגולציה ומדיניות על בסיס ידע מדעי מהימן ומוסכם. אך כיצד ינהגו כאשר הידע המדעי שנוי במחלוקת? אחת מאסטרטגיות ההתמודדות במקרים כאלה היא עקרון הזהירות המונעת (PP, precautionary principle). עיקרון זה משמש בעשורים האחרונים במידה גוברת והולכת כעיקרון מנחה בעיצוב מדיניות, ובפרט בעיצוב רגולציית בריאות וסביבה (Mayer et al., 2022). במהותו, השימוש בעקרון הזהירות המונעת נועד למנוע נזק פוטנציאלי אם פעולה מסוימת מעלה חשש לפגיעה עתידית בבריאות האדם, בסביבה או בשתייהן (Kandel, 2010). העיקרון מנחה שיש לנקוט אמצעי זהירות גם אם הקשר הסיבתי בין הפעולה לתוצאה טרם הוכח מדעית באופן מוסכם, וגם אם טרם נמצאה הוכחה ברורה לנזק. בשל החובה המוסרית, הערכית והמשפטית להגן על חיי אדם ועל בריאותו, די בחשש לנזק פוטנציאלי כדי לחייב את הגורמים האחראים לפעול למניעתו באמצעות רגולציה.

עקרון הזהירות המונעת הופיע לראשונה בספרות האקדמית וברגולציה של בריאות הציבור בשנות התשעים של המאה העשרים (לוי, 2011; Weed, 2004; Resnik, 2004). העיקרון שולב בהסכמים בינלאומיים רבים, וכבר בשנת 1992 התבססה עליו הצהרת האו"ם בנושא סביבה ופיתוח (UN, 1992, principle 15). באותה שנה קבע האיחוד האירופי באמנת מאסטריכט כי זהו עיקרון מחייב ברגולציית סביבה (European Union, 1992), ובראשית המאה ה־21 הוא נקבע כעיקרון מחייב ברגולציית בריאות וסביבה (UNESCO, 2005).

לאורך השנים אומץ השימוש בעקרון הזהירות המונעת למטרות עיצוב מדיניות ורגולציה בתחומים שונים ובהם הנדסה גנטית והנדסת מזון (Kingi & Williams, 2001), משבר האקלים, שימוש בנשק גרעיני וביטחון לאומי (Sunstein, 2005). בין השאר נעשה בו שימוש ברגולציה של חשיפה לקרינה בלתי מייננת (קב"מ) מטלפונים סלולריים, אף שהנזק הפוטנציאלי לבריאות האדם ולסביבה כתוצאה מחשיפה לקרינה זו עדיין שנוי במחלוקת בין מומחים (Leszczynski & Xu, 2010; Samet, 2019).

אימוץ עקרון הזהירות המונעת ברגולציית קב"מ, וההשלכות של מהלך זה בישראל, הם דוגמה לסוגיית מדיניות של בריאות וסביבה שמנהלת בתנאי אי־ודאות ובהתבסס על ידע מדעי שנוי במחלוקת. לכן בחרנו במקרה הקב"מ כדי לבחון כיצד אפשר להסביר את השימוש בעקרון הזהירות המונעת ברגולציית בריאות וסביבה. באמצעות בחינת התפיסות והעמדות של מומחים כלפי השימוש בעיקרון והידע המדעי שביסודו בעיצוב רגולציית קב"מ מטלפונים סלולריים בישראל, אנו מציעות הסבר המבוסס על תיאוריית חברת הסיכון (Beck, 1992), ותיאוריית עבודת גבול (Gieryn, 1983) ואובייקט גבול (Sapsed & Salter, 2004). טענתנו המרכזית היא, שהשימוש בעקרון הזהירות המונעת כאובייקט גבול הוא אסטרטגיה שמסייעת להתגבר על אי־ודאות בעיצוב רגולציה בחברת הסיכון, ואימוצו יכול לשמש בסיס לשיתוף פעולה בין מומחים למקבלי החלטות באופן שמאפשר להציב בראש סדר העדיפויות של המהלך הרגולטורי את מטרת השמירה על הבריאות. כך, עקרון הזהירות המונעת מאפשר להתמודד עם אי־ודאות באמצעות דינמיקה בין הרחבה וצמצום של ידע מדעי ברגולציית בריאות וסביבה.

## סקירת ספרות

ידע מדעי במהותו הוא זמני ודינמי, ומידת הוודאות שלו היא בהסתברות מסוימת. חרף זאת, רגולציה מתבססת על ידע של מומחים בכירים, וידע מדעי משמש תשתית לעיצובה ומסייע ביישומה (Jasanoff, 1987). אולם אפשר לזהות דיאלקטיקה בין מומחיות לרגולציה. מצד אחד, רגולציה צריכה להתבסס על ידע מדעי מוסכם כדי להגדיר רמות סיכון מותרות. מצד שני, כאשר הידע המדעי שנוי במחלוקת ובפרקטיקה של הערכת סיכונים אין דרך לקבוע גבול ברור בין ידע מדעי מוסכם לכזה שאינו מוסכם, אי-האמון במומחים גובר. יתרה מזו, המומחיות תמיד לוקה בחסר, בפרט כשקצב ההתפתחות הכלכלית והטכנולוגית מוביל תדיר לבעיות חדשות שאיש אינו מומחה בעניינן. אך בדיוק בשאלה הזאת נדרשים מומחים.

בפרק זה מוצגים מושגים רלוונטיים לבחינת מאפייני הידע המדעי שבבסיס עקרון הזהירות המונעת המשמש לעיצוב רגולציית בריאות וסביבה בחברת הסיכון.

### ידע מדעי בחברת הסיכון

ידע מדעי מהווה תשתית לניהול סיכונים בריאותיים בעיצוב רגולציה ומדיניות. תשתית זו שברירת לנכח השינוי שחל בעשורים האחרונים בתגובה החברתית לסיכון, שינוי המגולם במושג חברת הסיכון (Beck, 1992; Giddens, 1990) ומתבטא בתחושה של היעדר שליטה על סיכונים. חברת הסיכון מתאפיינת בתחושות של פחד, חוסר ביטחון והיעדר הגנה הנובעות ממודעות גוברת לסכנות. תחושות ותגובות אלו התעצמו לנוכח חוסר הוודאות בנוגע לעתיד הכלכלי והבריאותי, לעתיד האקלים ולכל תחומי החיים (אייזנשטדט, 2007). בעולם שהפך לכפר גלובלי, הפרטים בחברת הסיכון נדרשים להתמודד לא רק עם סיכונים מקומיים אלא גם עם סיכונים רחבים יותר כמו משבר האקלים. הם חשים כי הם יכולים לסמוך בעיקר על עצמם ופחות על אחרים, ולכן עוברים תהליך אינדיווידואליזציה (Beck, 1992). היות שהלגיטימציה של ידע מדעי ושל המומחה המשתמש בו נובעים מיכולתם להעריך סיכון, האינדיווידואליזציה מאיימת על הכוח, הסמכות והלגיטימציה של הידע המדעי. כאשר הידע שנוי במחלוקת, האתגרים שמציבים לו מאפיינים אלו גדולים אף יותר.

אי-הוודאות והעמימות המאפיינות ידע מדעי שנוי במחלוקת מעצימות את תלות הממשל במומחים. בה בעת הן עלולות לייצר משבר אמון כלפי מומחים, וזה מצידו עלול להעמיק את התלות בהם וחוזר חלילה (Eyal, 2019). במחלוקת לגבי סיכונים, מומחים ניצבים בפני הדרישה לייצר ידע ברור וקונסנזוס מדעי המאפשר לעצב רגולציה ברורה. אם למומחים מיוחסת סמכות שיפוטית (Abbott, 1988), ואם באמצעות מומחיותם הם שולטים בגוף הידע ובפרקטיקה של תחומם, אזי אתגורם הוא בעיקרו מאבק על גבול תחומי המומחיות המדעית שלהם (Gieryn, 1983). אם מומחים שולטים בגוף ידע, מצפים מהם לספק ידע ברור; אך מה קורה כשהידע שהם מספקים שנוי במחלוקת ואין הסכמה לגביו? אז נדרשת החלטה עקרונית של הרגולטור על איזה מרכיב של ידע יש להתבסס, או לאיזה מרכיב ידע יש לייחס משמעות יתרה. השימוש בעקרון הזהירות המונעת, ובפרט בנוגע לסיכונים שבקרינה בלתי מייננת, מטרתו למנוע סיכונים ונזק במצבים שיש ספק כי אכן יגרמו לסיכונים כאלה. לפיכך כאשר מיישמים אותו, אף שעדיף להתבסס על ידע

מדעי מוסכם די גם בעדויות חלקיות – גם אם סותרות – על נזק פוטנציאלי. הפריזמה הרגולטורית מכוונת למניעה של נזק כזה. בכך היא משקפת הן היררכיה של ידע מומחים, הן את הרציונל של תפקיד הממשל בחברת הסיכון.

חשיבות מאפייניו של ידע מדעי, מוסכם או שנוי במחלוקת, ניכרת בדיון ארוך השנים באשר למומחיות המשפיעה על רגולציה, קרי "מדע רגולטורי", שהוא למעשה יציר כלאיים של מדע ופוליטיקה (Eyal, 2019). כשהידע המדעי שנוי במחלוקת, הגבולות בין מומחה ובין מי שאינו מומחה עלולים להיטשטש, וכך גם הגבולות בין ידע מדעי המבוסס על הערכת סיכון ברורה ובין ידע מדעי המבוסס על הגדרת סיכון עמומה. טשטוש כזה עלול לערער על הסמכות, הלגיטימציה והכוח של מומחים בעלי ידע מדעי, ולהצריך פיתוח אסטרטגיות שיאפשרו עיצוב רגולציה על בסיס ידע מדעי שנוי במחלוקת.

### ידע מדעי שנוי במחלוקת: המקרה של קרינה בלתי מייננת

קרינה בלתי מייננת היא קרינה אלקטרומגנטית בתדר 0-300 ג'יגה-הרץ, הכוללת בין השאר קרינת רדיו (RF) שמשמשת גם לתקשורת סלולרית. המודד לחישוב מידת הקרינה מטלפון סלולרי הנספגת בגוף, המכונה SAR (specific absorption rate), מכמת את קצב ספיגת האנרגיה ביחידת מסה של רקמה אנושית ומבוטא ביחידות של וואט לקילוגרם. בסוף שנות התשעים של המאה ה-20 הוגדרו שני תקנים ל-SAR מקסימלי: תקן SAR האירופי הוא 2 וואט לקילוגרם, ותקן SAR האמריקני הוא 1.6 וואט לקילוגרם (לוי, 2011). תקנים אלו אומצו בישראל בשנת 2002 בתקנות הגנת הצרכן (מידע בדבר קב"מ מטלפון נייד), תשס"ב-2002. בעשורים האחרונים, הסיכון מקב"מ הנפלטת מטלפונים סלולריים שנוי במחלוקת. הדיון המדעי על הערכת סיכונים של קב"מ מטלפונים סלולריים החל ב-1997 (Repacholi et al., 1997), אולם מאז ועד היום לא הגיע הדיון הזה לכדי קונסנזוס. מחקרים שבחנו את רמת הסיכון הבריאותי של קב"מ – שבדקו מתאם בין חשיפה לקב"מ ובין סוגי תחלואה שונים – הגיעו למסקנות שונות, לא עקביות ולעיתים סותרות, והן מעוררות מחלוקת סביב השאלה אם החשיפה לקב"מ אכן כרוכה בסיכון בריאותי (Samet, 2019).

כך, בשנת 2011 החליטה הסוכנות הבינלאומית לחקר הסרטן (IARC) להגדיר את הקב"מ כגורם שיתכן שהוא מסרטן לבני אדם (WHO, 2011). מחקרים מצאו כי שימוש בטלפון סלולרי עלול לגרום לנזקים רפואיים מצטברים ובהם מחלות עצבים, מחלות לב וכלי דם, סוכרת, סרטן וגידולי מוח (Cámara, 2014), ושילדים נתונים בסיכון הגבוה ביותר להינזק מקרינה סלולרית (Zaki et al., 2020). לעומת זאת, מחקרים אחרים דיווחו כי אין סיכון מוגבר לגידולי ראש ומוח לאחר כעשר שנים של שימוש בטלפונים סלולריים וחשיפה לקב"מ (Samet, 2019; Söderqvist et al., 2015). במחקר אינטרפון (INTERPHONE), המחקר האפידמיולוגי הנרחב הראשון שבדק סיכונים של קב"מ מטלפונים סלולריים בישראל וב-13 מדינות נוספות, נמצאה סבירות נמוכה לעלייה בסיכון לגידולים במוח אצל מבוגרים עקב קב"מ (INTERPHONE Study Group, 2010). אולם מחקר זה לא פתר את השאלה בנוגע לסיכונים של קב"מ בקרב ילדים ונוער (Swerdlow et al., 2011). לאחרונה דווח שבמחקר אפידמיולוגי נרחב נוסף (Mobi-Kid), שנערך גם הוא בישראל וב-13 מדינות נוספות, נמצא סיכון מוגבר לגידולי מוח בקבוצות הגיל 10-14 ו-14-20 (Hardell & Moskowitz, 2022).

הוועדה הבינלאומית להגנה מקב"מ (ICNIRP, 2020), הוועדה הבינלאומית לבטיחות קרינה אלקטרומגנטית (ICES, 2017) וארגון הבריאות העולמי (WHO, 2014) מצביעים כולם על היעדר הוכחות חד-משמעיות לסיכון בריאותי שנגרם מחשיפה לקב"מ מטלפונים סלולריים ועל היעדר ודאות שההגבלות הבטיחותיות שקובעות המדינות השונות אכן מגינות על המשתמשים. אולם חרף העדויות הסותרות על הסכנה הבריאותית הנשקפת מקב"מ, רגולטורים נוטים להתמקד בפוטנציאל הסכנה ולנקוט משנה זהירות המתבטא בעקרון הזהירות המונעת. כך, למרות אי-הוודאות, ביולי 2008 הצטרף גם משרד הבריאות בישראל להסכמה הבינלאומית שיש לאמץ את עקרון הזהירות המונעת לגבי קב"מ מטלפונים סלולריים, במיוחד בקרב אוכלוסיית הילדים (משרד הבריאות, 2021).

נראה אפוא כי אימוץ עקרון הזהירות המונעת מבוסס על תפיסה אידיאלית שלפיה ידע מדעי מאפשר לצמצם אי-ודאות לגבי סיכונים בריאותיים או סביבתיים והשלכותיהם, בשעה שמחקרים מעלים ממצאים שאינם עקביים ולעיתים מנוגדים ומייצרים ידע מדעי שנוי במחלוקת. אם כן, נשאלת השאלה מה מאפיין את עקרון הזהירות המונעת ומאפשר לו לשמש כאסטרטגיה להתמודדות עם ידע מדעי שנוי במחלוקת. לטענתנו, המושג עבודת גבול מסביר את מאפייניו של הידע המדעי, ואילו המושג אובייקט גבול מסביר את מאפייני עקרון הזהירות המונעת.

### עבודת גבול של ידע מדעי ועקרון הזהירות המונעת כאובייקט גבול

מהות הידע המדעי המשמש לרגולציה, ובכלל זה עקרון הזהירות המונעת, נוגע למושג הגבול (Lamont & Molnár, 2002). המושג עבודת גבול, שאותו טבע תומס גירין, משמש לתיאור פעולה סימבולית שמבצעים אנשי מדע כדי להבחין בין מה שמוגדר כמדעי למה שאינו מוגדר ככזה, ובכך לייצר לעצמם כוח, סמכות ולגיטימציה ולבדל את עצמם מקבוצת אליטה (Gieryn, 1983).

המושג עבודת גבול שימש כבר לניתוח סוציולוגי של רגולציה (Macey, 2015; Nunes et al., 2016), אולם טרם נעשה בו שימוש להבנה של עבודת גבול בין הגדרות שונות של ידע מדעי הנוגעות לעיצוב רגולציה בבריאות והסביבה בישראל. מחקרים מעידים על פער בין ממצאי מחקרים של מומחים ובין עיצוב רגולציה (Owens et al., 2006), בפרט בהקשר של הערכת סיכון ברורה מול הערכת סיכון עמומה (Bandara & Carpenter, 2018). במאמר זה נבחנת עבודת גבול בתוך ידע מדעי – בין ידע מדעי מוסכם לכזה שהוא שנוי במחלוקת, כאשר ידע מדעי מוסכם מצומצם לכדי הערכה ברורה של סיכון בריאותי, ואילו ידע מדעי שנוי במחלוקת הוא נרחב וכולל אי-ודאות ועמימות לגבי הערכה של סיכון בריאותי. לפיכך נדרש אובייקט גבול שיאפשר דינמיקה בין שני סוגי הידע הללו.

המושג אובייקט גבול (Sapsed & Salter, 2004; Star & Griesemer, 1989) מאפשר להבין כיצד עקרון הזהירות המונעת משמש אסטרטגיה להתמודדות עם מאפייני ידע מדעי שנוי במחלוקת ולניתוח גבולות של ידע מדעי בכלל. הרעיון של אובייקט גבול פותח בתיאוריית השחקן-רשת (Star, 1989) וייצור של ידע באמצעות תנועה של ידע ברשתות (Nespor, 1994). אובייקט גבול יכול להיות כלי, חפץ, טכניקה, רעיון, סיפור או זיכרון (Bowker & Star, 2000, p. 298); הוא גמיש דיו כדי שיהיה אפשר להתאימו ולהשתמש בו כבסיס לשיתוף

פעולה בין מומחים למקבלי החלטות מתוך הסכמה רחבה לגבי (Shackley et al., 1996). אובייקט גבול ניצב במרכזה של קבוצת שחקנים בעלי נקודות מבט שונות, מסתובב ברשתות המפעילות תפקידים שונים במצבים שונים, פועל בשולי קהילות מומחים ומתווך ביחסים החיצוניים שלהן. הוא מאפשר תיאום ויכול גם להוות גשר בין פרספקטיבות ומשמעויות של קהילות שונות (Star, 1989). בחלקו האמפירי של המאמר נראה כיצד עקרון הזהירות המונעת משמש אובייקט גבול בשדה הרגולציה של בריאות וסביבה במקרה של קב"מ.

## מטרת המחקר

במחקר ביקשנו להסביר את השימוש בעקרון הזהירות המונעת ברגולציית בריאות וסביבה. לשם כך בחנו כיצד מומחים מתייחסים לעיקרון ולידע המדעי שביסודו בעיצוב רגולציה במקרה הבוחן של סיכוני קב"מ מטלפונים סלולריים בישראל. המושגים עבודת גבול ואובייקט גבול מאפשרים לבחון את דינמיקת הפעולה של ידע מדעי, ותיאוריית חברת הסיכון מדגישה את ההקשר החברתי שבו ידע מדעי מיוצר ופועל. באמצעות מושגים אלו אנו מנתחות את אופן השימוש בעיקרון כאסטרטגיית התמודדות עם ידע מדעי שנוי במחלוקת בעיצוב רגולציה בחברת הסיכון.

## מתודולוגיה

המאמר מבוסס על מחקר איכותני שכלל ראיונות עומק, תצפית משתתפת וניתוח מסמכים.

### משתתפים

רואיינו 21 מומחים לקב"מ ממגוון תחומי התמחות ובהם רופאים, מהנדסים ואנשי רגולציה. המומחים אותרו באמצעות מדגם מטרה והתבקשו להתראיין למחקר בהתנדבות. בשלב הראשון ריכזה הכותבת הראשונה צוות מחקר אינטרדיסציפלינרי<sup>1</sup> במימון הקרן לבריאות וסביבה, וחבריו המליצו על מומחים רלוונטיים. בשלב השני, מומחים שהסכימו להשתתף במחקר התבקשו להמליץ על מומחים נוספים שהם מכירים בתחום הקב"מ. בסך הכול פנינו ל־25 מומחים; 24 מתוכם הסכימו להשתתף במחקר; בפועל רואיינו 21, לאחר שהראיונות הגיעו לרוויה (מבין 24 המשתתפים, 9 מומחים השתתפו בתצפית בשולחן העגול; שישה מביניהם רואיינו). אחד מן המשתתפים עבד בארגון אקדמי, 7 עבדו בארגון אזרחי, 8 בארגון ממשלתי, 3 בארגון פרטי, ו־5 עבדו בשני סוגי ארגונים או יותר. 29% מהמשתתפים היו נשים.

### איסוף נתונים

הנתונים נאספו באמצעות ראיונות עומק מובנים למחצה שנערכו עם 21 המומחים בשנים 2014-2015 בהתבסס על מדריך ראיון שנבנה למטרות המחקר.

1 תודות לפרופ' אורן פרו, פרופ' עדי אייל וד"ר רונן הראובני על סיועם בביצוע המחקר.

עוד נאספו נתונים מתוך מסמכים בשלבי חקיקה שונים שנמשכו מאתר הכנסת: הצעת חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ד-2004; הצעת חוק הקרינה הבלתי מייננת (תיקון – הרחבת הוראות), התשס"ז-2007; חקיקת משנה – פקודת הטלגרף האלחוטי [נוסח חדש], התשל"ב-1972; תמ"א משנת 2002 (תכנית מתאר ארצית לתקשורת – תמ"א 36 – חלק א, מתקני שידור קטנים וזעירים, תשס"ב-2002); ומסמך חקיקה ראשית מ-2006 (חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו-2006). בנוסף, נותחו דוחות מחקר מ-2001 ו-2011 (זולפן, 2001; לוי, 2011), והמלצות מ-2008 (משרד הבריאות, 2021).

כמו כן נערכה תצפית משתתפת בשולחן עגול בשנת 2013. כל הראיונות והתצפית הוקלטו ותומללו.

### ניתוח הנתונים

ניתוח הנתונים נעשה באמצעות ניתוח תוכן על פי עקרונות של ניתוח שיח ביקורתי (critical discourse analysis) שלפיהם השפה שזורה בפעולותינו ובאופן שבו אנו מתחזקים את החברה ומוסוטים אותה. באמצעות השפה מקודמים ומאוקלמים רעיונות, ערכים, זהויות ופרקטיקות מסוימות (Gee, 2005). מטרתו של ניתוח השיח הביקורתי היא לבצע "דה-התאקלמות" של השפה. בדרך זו מנסה המחקר לחשוף רעיונות או היעדרם ואת נוכחותן של הנחות מובנות מאליהן. המרכיב המרכזי בניחות שיח ביקורתי הוא ספקנות, המתבטאת בהתרה של מורכבויות, אתגור הנחות, רדוקציוניזם, דוגמטיות ודיכטומיות. במחקר זה התבסס הניתוח בעיקר על חילוץ הנתונים ישירות מהטקסטים (Hsieh & Shannon, 2005). כמו כן נעשה שימוש בהצלבה (טריאנגולציה) של הנתונים שנאספו מהמקורות השונים. הצלבה תורמת למהימנות המחקר (Denzin, 1970), ובפרט לזו של מחקר בתחום הבריאות (Mays & Pope, 2019).

### הליך המחקר

המרוויינים הסכימו להשתתף בריאיון לאחר שיודעו על מטרת המחקר, הוולונטריות שבהשתתפות בו ועל זכותם להפסיק את השתתפותם בכל עת, והובטחה להם שמירה על אנונימיות וסודיות. הפנייה אליהם נעשתה בטלפון ובמייל. הראיונות התבססו על מדריך ריאיון מובנה למחצה שנבנה למטרות המחקר, ואשר כלל שאלות לגבי מאפיינים אישיים ולגבי רגולציה בישראל הנוגעת לטלפונים סלולריים, הסיכון מקרינה מטלפונים סלולריים, מניעיה של הרגולציה, המרכז לחקר השפעת הקרינה בישראל ועקרון הזהירות המונעת. כך למשל נשאלו המרוויינים כיצד הם מבינים את עקרון הזהירות המונעת ברגולציה ומה השפעתו עליה. הראיונות קוימו במקום לפי בחירת המרווייין, ארכו כשעה וחצי, הוקלטו ותומללו. פרטיהם המזהים של המרוויינים נשמרו בסודיות. נעשה שימוש בפרטים דמוגרפיים של מגדר, תחומי ידע ושיוך ארגוני כללי – אזרחי, אקדמי, ממשלתי או פרטי. פרטים מזהים אחרים שונו ושמות המרוויינים במאמר בדויים.

למחקר בגישה זו יש כמה מגבלות. המדגם קטן יחסית, והוא נאסף במדינה אחת בלבד. אין ניסיון להעריך או להשוות את השימוש בעקרון הזהירות המונעת ברגולציה ובפרשנות מומחים לנעשה בתחומים אחרים או במדינות אחרות, ולכן כושר ההכללה מוגבל. נוסף על

כך, אף שהשתתפו במחקר 21 מרואיינים, יתכן שתחום מומחיותם ותפקידיהם המקצועיים משליכים על עמדות שביטאו ומתוך כך גם על הממצאים. כמו כן, מיקום הכותבת הראשונה בשדה המחקר היה מורכב. מצד אחד הייתה קרובה לשדה, שכן כמו המרואיינים גם היא מומחית, אם כי בתחילת דרכה ובעיצומה של התמחות בסוציולוגיה של הבריאות. מצד שני, המומחיות שלה הייתה רחוקה מזו של הנחקרים, וברוב המקרים הייתה מומחיותם בעלת לגיטימציה ויוקרה רבות יותר. הקרבה והמרחק האלה מהשדה הקלו על הכותבת את הכניסה אליו וסייעו להשיג שיתוף פעולה מצד המרואיינים ונכונות לחלוק איתה את נקודת מבטם לגבי קב"מ מטלפונים סלולריים.

## ממצאים

בניתוח הנתונים זיהינו שלוש תמות עיקריות הנוגעות לידע מדעי המשמש לעיצוב רגולציה בנושא קב"מ בהתבסס על עקרון הזהירות המונעת: (1) חשיבותו של ידע מדעי מוסכם בחברת הסיכון; (2) בין צמצום להרחבה של ידע מדעי כתשתית לעקרון הזהירות המונעת; (3) אתגרים הנובעים מהרחבה וצמצום של ידע מדעי.

### חשיבותו של ידע מדעי מוסכם בחברת הסיכון

היות שביצוע רגולציה על סמך ממצאים מדעיים לא עקביים הוא מורכב, והיות שחברת הסיכון מאופיינת בשאיפה לצמצם אי-ודאות, יש נטייה להשתמש בקונסנזוס מדעי – ולו יחסי – כבסיס להנחיות רגולטוריות, והיא משתקפת בשימוש בעקרון הזהירות המונעת. הממצאים מאפשרים לזהות כיצד ההכרה בחשיבותו של ידע מדעי מוסכם משמשת תשתית לעיצוב רגולציה.

ההכרה בחשיבותו של הידע המדעי באה לידי ביטוי בחקיקת המשנה בישראל בשנת 2002, שהשתמשה אז לראשונה במונח המדעי קרינה בלתי מייננת והתייחסה במפורש להגדרה של קרינה כזאת הנובעת משימוש בטלפון הסלולרי.<sup>2</sup> באותה שנה הופיע לראשונה בהוראותיה של תוכנית המתאר הארצית לתקשורת (תמ"א 36) המונח "קרינה אלקטרומגנטית בלתי מייננת".

כעבור שנתיים בלבד, בשנת 2004, הכירה הצעת חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ד-2004 ברלוונטיות ההשלכות הרפואיות של קב"מ (במונח המקוצר, ובלי להזכיר את המילה "אלקטרומגנטית") הנפלטת מטלפונים סלולריים. הצעה זו השתמשה לראשונה ישירות בעיקרון המשפטי המנחה של זהירות מונעת במטרה להגן על הציבור והסביבה מפני השפעות החשיפה לקב"מ. כשנה לאחר מכן נכתב בחקיקה ראשית, בחוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו-2006, כי אחת ממטרות החוק היא "להסדיר את העיסוק במקורות קרינה, הקמתם והפעלתם ובמתן שירות למדידת קרינה". סעיף 2 לחוק מגדיר את המונח "מקור קרינה" כך: "מכשיר, מיתקן או מערכת טכנולוגית, שבמהלך הפעלתם נוצרת או עלולה להיווצר קב"מ, למעט קרינה לשימוש רפואי". באמצעות חוק הקב"מ נקבעה

2 תקנות הגנת הצרכן (מידע בדבר קב"מ מטלפון נייד), תשס"ב-2002.



מסגרת רגולטורית לפיקוח על פעילות הכרוכה בפליטת קב"מ, אשר התמקדה בעיקרה באנטנות ואתרים סלולריים. נקבע כי השר הממונה על יישומה יהיה השר להגנת הסביבה. אף שהחקיקה עוסקת יותר באנטנות ובאתרים סלולריים, כאמור בחוק גם מכשיר טלפון סלולרי מוגדר כמקור קרינה.

בשנת 2006 חל שינוי ניכר ומהיר בתפקידו של הידע המדעי הנוגע לסיכוני קב"מ בעיצוב הרגולציה. הוגדרו אז בחוק שלושה משרדים המופקדים על הידע הזה: משרד התקשורת, משרד הפנים והמשרד להגנת הסביבה (או בשמו הקודם המשרד לאיכות הסביבה). פעילותה של תעשיית הטלפונים הסלולריים הותנתה גם בפיקוח של מוסדות תכנון בתחום הרשויות המקומיות. החוק נכנס לתוקף בינואר 2007, עם התקבלותו של תיקון שהרחיב את הוראותיו.

אם כן, הממצאים מלמדים שבמקביל להכרה של החקיקה בחשיבותו של הידע המדעי הוגדר גם תפקידו של הממשל בעיצוב רגולציית בריאות וסביבה, ובכללו חלוקת תפקידים ואחריות בין משרדי ממשלה. בשנים 2002-2007 חלה התפתחות בדרישות שהעמיד החוק לגופים שונים בטרם יקבלו מהממשל רישיונות ואישורים. עד אז, בהתאם לפקודת הטלגרף האלחוטי התשל"ב-1972, חברות הסלולר הצעירות נדרשו לקיים שני תנאים: לקבל אישור ממשרד הפנים לתכנון הפיזי של מערכות התקשורת ולתכנון האתר הסלולרי, ולקבל משר התקשורת רישיון להקמת מערכת המיועדת למתן שירותי טלפונים סלולריים לציבור. בשנת 2002 נדרשה התעשייה להיתר נוסף – אישור מאת הממונה על הקרינה הסביבתית במשרד לאיכות הסביבה, מכוח סמכויותיו לפי תמ"א 36/א. הממונה הוסמך להתנות את מתן ההיתר בתנאים שיבטיחו כי מתקני הקרינה יעמדו בדרישות הבטיחות שייקבעו בו ולא יסכנו את האוכלוסייה הנחשפת. חברות הסלולר נדרשו להגיש לרשות המקומית את אישור דוח הערכת הסיכונים, המבוסס על ידע מומחים. ממונה זה (או מי מטעמו) הוסמך לפקח על קיום הוראות התקנות בדבר פליטת הקרינה. נקבע כי הממונה רשאי לחייב את החברה המפעילה לערוך בדיקת קרינה אלקטרומגנטית בסביבת האתר הסלולרי וכן לקבוע – על סמך המלצות מומחים – תקן בטיחות קרינה שעל פיו יינתנו ההיתרים. עוד נקבע כי הפיקוח של המשרד להגנת הסביבה על מפעילים סלולריים יתבצע באמצעות בדיקות תקופתיות אחת לשנה, לפי האמנה שנחתמה ב-1999 בין מרכז השלטון המקומי לחברות הסלולר (זולפן, 2001). בתקנות שנוספו לחוק בשנת 2007 מפורט כי בעל ההיתר למתן שירות נדרש לדווח לממונה מטעם המשרד להגנת הסביבה על כל מדידה שערך ובה נמדדה קרינה העולה על רמת החשיפה המרבית המותרת, בסמוך למועד ביצועה של המדידה.

לפי עקרון הזהירות המונעת, לא זו בלבד שידע מדעי מוצג כמרכזי בתהליך זה, אלא מוענק לו גם תפקיד חשוב בעיצוב הרגולציה בדמותן של דרישות בירוקרטיות מתעשיית הסלולר אשר נקבעו בחוק. חוק הקרינה הבלתי מייננת מ-2006 ותקנות החוק מ-2007 חייבו את החברות המפעילות לקבל היתר להקמת אתר סלולרי, להפעלתו ולמתן שירות. המשמעות היא שבחברת הסיכון המאופיינת בתחושה של היעדר הגנה, הממשל מגן על הציבור בהתניית פעילותה של תעשיית הסלולר באישורו, והממשל הוא זה שקובע מהו ידע מדעי לגיטימי בעיצוב הרגולציה. ההכרה בחשיבותו של ידע מדעי באה לידי ביטוי עשור לאחר חוק הקרינה הבלתי מייננת, בשנת 2016, בתקצובו למשך שלוש שנים של

מרכז הידע תנודע, שנועד "להוות מקור ידע מקצועי ומוביל בנושא קרינה בלתי־מייננת והשפעותיה על בריאות הציבור" כפי שנכתב במידע שבאתר האינטרנט של מרכז תנודע. הנתונים שנאספו מתוך הראיונות והתצפית תומכים בהנחה שהנטייה להכיר בחשיבותו של הידע המדעי מבוססת על היותו מצומצם, לגיטימי ומוסכם. לדוגמה, אבי, מרואיין העובד בארגון ממשלתי, אמר: "הוויכוח בין המדענים גורם לכך שאתה לא מאמין לאף אחד". כך גם לגבי ההכרה בחשיבותו של ידע מדעי המתבטאת בפיקוח הממשל על הידע, והתפיסה שידע רגולטורי לגיטימי הוא כזה שהממשל מפקח עליו באמצעות היתרים; מן הנתונים עולה כי גם בתעשייה, ההכרה בחשיבות הידע המדעי תלויה בכך שהידע של מומחה מסוים יקבל לגיטימציה מכוח הגדרתה של התעשייה לגבי מיהו מומחה. לדוגמה, בשולחן עגול בנושא השימוש בעקרון הזהירות המונעת אמר נתן את הדברים הבאים, המלמדים כיצד מוגדר בתעשייה מומחה שהידע המדעי שלו לגיטימי:

לפני שבאתי לתפקיד, הלכתי וישבתי עם אנשים מומחים בתחום כדי לדעת שאני לא הולך לעבוד באיזה גוף מסרטן שמפיץ מחלות. [...] אני הגדרתי לעצמי [ש]מומחה [...] זה מישוהו שעומד מאחוריו בית חולים מוכר ורציני. כלומר, שהוא בן אדם, פרופסור או דוקטור, שבית חולים מוכן להעסיק אותו, בית חולים ברמה. כלומר, זה אומר שהוא עבר איזה מבחן קבלה מסוים. או אוניברסיטה בכירה בישראל מבחינתי, זה גם יכול להיות [...], אני גם אקבל אותו, את העמדה שלו. אבל אני מדבר לא על [...] התנהלות מאוד פופוליסטית של [...] חברי כנסת, שפשוט מתייעצים עם כל מיני אנשים שהם מומחים בעיני עצמם, שאין אף גוף שעומד מאחוריהם.

נתן, מרואיין שעבד בפורום החברות הסלולריות בתעשייה, מציג כאן הגדרה שלפיה מומחה לגיטימי הוא מי שרכש את השכלתו במוסד אקדמי הנתפס בתעשייה כמוסד בכיר והוא מועסק בבית חולים או באוניברסיטה שגם הם נתפסים בתעשייה כאיכותיים. אולם אף שחשיבות הידע המדעי של מומחים מוכרת ברמת ההצהרה, בריאיון עימו אמר נתן כי חברות הסלולר אינן ממנות אצלן מומחים בתפקיד מוגדר וברור אלא נעזרות ביועצים מומחים למקרים קונקרטיים. נראה שעבודת גבול של הפרדה והבחנה ברורה בין סוגים של ידע מדעי על פי השתייכות ארגונית נתפסת כמהותית בתעשייה. כלומר, הארגון שהמומחה עובד בו משמש תשתית לגיטימציה לידע המדעי שלו.

בין צמצום להרחבה של ידע מדעי כתשתית לעקרון הזהירות המונעת ממצאי המחקר מראים כי הידע המדעי המשמש לעיצוב רגולציה נחלק לידע מדעי שנוי במחלוקת, המאופיין באי־ודאות ובעמימות לגבי הערכת הסיכון הבריאותי, ולידע מדעי מוסכם, המאפשר הערכה ברורה של סיכון בריאותי. בהתמודדות עם המתח בין שני אלה, עקרון הזהירות המונעת פועל כאובייקט גבול ומאפשר גמישות ביניהם. על רקע ההכרה בחשיבות הידע המדעי לעיצוב רגולציה ועל רקע המחלוקת המדעית בנוגע לסיכונים הבריאותיים של קב"מ מטלפונים סלולריים, עקרון הזהירות המונעת הוא אמצעי מוסכם להתמודדות – אף שיש לו הגדרות שונות (Kandel, 2010; UNESCO, 2005)

הנבדלות זו מזו בהיקף הראיות המספיקות להוכחת נזק ובהעדפת הפעולות שיש לנקוט. חוסר הבהירות בנוגע לסוג הידע המדעי הנדרש שביסוד העיקרון, וחוסר הבהירות לגבי הקשר בינו ובין הערכת סיכונים מסורתית, הובילו לחילוקי דעות באשר לאופן יישומו של העיקרון ברגולציה בעולם (Sandin, 2006; Harris & Holm, 2002). לפיכך, אף שקיימת הסכמה לגבי השימוש בו ברגולציה, אופן השימוש בו נתון במחלוקת.

הן בחקיקה בישראל הן בשאיפה שביטאו רוב המרואיינים ניכרת העדפה לצמצום ידע מדעי, קרי לידע מדעי מוסכם. רדוקציה של הידע המדעי ניכרת בלשון החוק, המגדירה בבירור את רמת הקרינה כערך שניתן למדידה: מקסימום 2 וואט לקילוגרם לפי תקן SAR האירופי או מקסימום 1.6 וואט לקילוגרם לפי תקן SAR האמריקני, כפי שנקבע בתקנות הגנת הצרכן (מידע בדבר קב"מ מטלפון נייד), תשס"ב-2002. בתקנות אלו, האגף למניעת רעש וקרינה במשרד לאיכות הסביבה קבע לראשונה את רמת הקרינה המרבית המותרת מטלפון סלולרי על סמך ידע מדעי לגבי סיכון. התייחסות ישירה למדידה של קב"מ הופיעה בשנת 2006 בסעיף 1 של חוק הקרינה הבלתי מייננת: "חוק זה מטרתו להגן על הציבור ועל הסביבה מפני השפעות של חשיפה לקב"מ, ולהסדיר את העיסוק במקורות קרינה, הקמתם והפעלתם ובמתן שירות למדידת קרינה, בין השאר על ידי קביעת איסורים וחובות, בהתאם לעקרון הזהירות המונעת". התייחסות דומה מופיעה גם בתיקון מספר 2 לחוק הקרינה הבלתי מייננת תשע"א-2011, בהגדרתו של השירות למדידת קרינה: "שירות למדידה של קרינה בלתי מייננת, לרבות הערכת רמות החשיפה של בני אדם והסביבה לקרינה הצפויה ממקור הקרינה".

חוק הקרינה הבלתי מייננת קובע כי לפי עקרון הזהירות המונעת יש לצפות לידע מדעי המאפשר הערכת סיכון ברורה, סטנדרטיזציה של איסורים וחובות וגיבוש של הנחיות אופרטיביות ברורות. יתרה מזו, החוק מסדיר את הפיקוח הבלעדי של הממשל על מומחים המודדים קב"מ, ומכיר בחשיבותו של ידע מדעי מדיד וברור להגדרת טווח קרינה. תמיכה לכך מצויה בנתוני התצפית. מומחים בממשל ציינו כי כדי שהממשל יוכל להשתמש בעקרון הזהירות המונעת, יש צורך שידע רפואי ייצר סטנדרט מדעי המתייחס לסיכון. לדוגמה, הראל העובד בארגון ממשלתי אמר, "[לפי עקרון הזהירות המונעת] ענייני בריאות נקבעים בסטנדרט על ידי מומחים לבריאות, הם קובעים איזה שהוא סטנדרט. [...] עם זה אני [משרד התקשורת] לא מתווכח". מדבריו עולה החשיבות של צמצום הידע המדעי של מומחי בריאות, כזה שיהיה מוסכם וברור, לעיצובה של רגולציה על ידי הממשל. עוד משתקפת מדבריו היררכיה של מומחים, שבראשה מומחי בריאות.

חלק מהמומחים פירשו את השימוש בעקרון הזהירות המונעת ככלי לקביעת מדד כמותי לערכי קב"מ מותרים – ערך מוסכם, אחיד וברור. אור, שעובד בחברה האזרחית, הסביר כי השימוש שעושה החוק בעיקרון כדי "לקבוע איזשהו רף" הוא חיוני וקריטי. השאיפה האולטימטיבית היא ליצור קריטריון מוסכם, וכאשר הנתונים סותרים יש צורך לייצר סדר באי־סדר; וזה תפקידו של העיקרון. דנה, העובדת בארגון אקדמי בחברה פרטית ובממשל, טענה כי "עקרון הזהירות הוא לא סתם עיקרון שהוא עיקרון עמום ושיש לגביו המון הגדרות. [העיקרון] מוגדר שם בקריטריונים מאוד מאוד ברורים. [...] ההגדרה המקובלת זה לצמצם רמות חשיפה בעלויות סבירות". לטענתה, עקרון הזהירות המונעת מאפשר להשתמש בידע מדעי מוגדר לפי קריטריונים ברורים. צמצום רמת החשיפה נעשה

באמצעות הנחיות ברורות, למשל לקצר את משך השיחות בטלפון הסלולרי ולהשתמש באוזניות.

בלשון החוק, בחלק מהראיונות ובקרב משתתפי השולחן העגול ניכרת התפיסה שלפי עקרון הזהירות המונעת יש לצפות שהידע המדעי יצמצם לכדי ערך שלפיו ייקבעו איסורים וחובות כך שיהיה אפשר לגבש הנחיות אופרטיביות ברורות. אולם בפועל, לפי פרשנות המומחים העולה ממרבית הראיונות, העיקרון הוא אובייקט גבול המאפשר לידע המדעי לנוע בין צמצום ידע מדעי לכדי הערכת סיכון מוסכמת ובין הרחבה של ידע מדעי המתבטאת בהערכת סיכון עמומה. חלק מהמומחים מזהים את הערך האסטרטגי שבשילוב בין צמצום להרחבה. כך עולה למשל מדברי חן, העובד בבית חולים אקדמי: "המשמעות של [עקרון הזהירות המונעת], בעיניי, [היא] כמשמעות הדברים בעיניו של זה שקובע". העיקרון מאפשר הרחבה של ידע מדעי, שמתבטאת בהגדרת סיכון עמומה המאפשרת למומחים בארגונים שונים להשתמש בו בגמישות לצרכים חברתיים-פוליטיים בהתאם לשיקול דעתם. הגמישות המאפיינת את ההרחבה של ידע מדעי מוצגת באופן לא דיכוטומי. כך למשל עולה מדברי תמר, העובדת בארגון חברה אזרחית, בממשל ובארגון אקדמי: "[כשמתמשים בעקרון הזהירות המונעת] לכולם ברור שאנחנו לא בעולם דיכוטומי של כן ולא. [...] אנחנו רק בתחום של האפור [...] לא בתחום של שחור ולבן. [...] במקום לבלבל אותו [את הציבור] עם מיליון עובדות, העובדות האלה לא רלוונטיות לעקרון הזהירות המונעת".

ידע מדעי לגבי סיכון שאי-אפשר למדוד אותו בערכים מוחלטים, כזה שניתן לפרשנויות, מצוי בתחום האפור. הרחבה של ידע מדעי – ידע מדעי שנוי במחלוקת – כרוכה בפרשנות שונה. בניגוד למצב שבו הפרשנות לערכי המדד אחידה והגדרת הסיכון ברורה, בתנאי אי-ודאות (ידע מדעי שנוי במחלוקת) הגבול בין הגדרות סיכון שונות מטושטש ומיוצרת הגדרת סיכון גמישה באמצעות עקרון הזהירות המונעת. המחלוקת המהותית, לדברי המרואיינים, נוגעת לאופן השימוש בו, כפי שעולה למשל מדבריו של הראל העובד בארגון ממשלתי: "איך לעשות את זה נכון? זה כן דיון". העיקרון מאפשר גמישות מכיוון שהמומחים משתמשים בו לשם ויכוח על מידת הסיכון, אך לא על עצם קיומו של ידע מדעי לגבי הסיכון. כפי שתמר ציינה בשולחן העגול, "מדובר [בשימוש בעיקרון] על מי, מתי וכמה"; ואילו טמיר, העובד בארגון בתעשייה, אמר בריאיון כי "[השימוש בעיקרון משמעותו] איך אנחנו בעצם פועלים לצמצם את הסיכון".

לפיכך אפשר לטעון כי ברגולציה הנוגעת לסיכונים קב"מ מטלפונים סלולריים, ידע מומחים המוגדר בחוק מכוון לצמצום הסיכון אך לא להסרתו. ידע זה מאפשר את המשך פעילותם של מומחים בתעשיית הסלולר, בממשל ובאקדמיה. השימוש בעקרון הזהירות המונעת כאובייקט גבול מסייע לקיים שיח מומחים שעניינו אינו הלגיטימציה של עצם השימוש בו כעיקרון משפטי מרכזי, אלא אופן השימוש הלגיטימי שאפשר לעשות בו. חלק מהמרואיינים הדגישו את חשיבות הצמצום של הידע המדעי בעת השימוש בעקרון הזהירות המונעת חרף היעדרה של הגדרה מדעית מוסכמת לסיכונים קב"מ, והציעו אנלוגיה מתחום הזהירות בדרכים. כך למשל הוצע המונח הגמיש והערטילאי "שימוש מושכל", שטמיר השתמש בו בריאיון:

השימוש בטלפון הנייד [לפי עקרון הזהירות המונעת] מאוד דומה לנושא של זהירות בדרכים: כל עזרי הבטיחות [קיימים], ועדיין חסרים לנו אמצעים נלווים שיפחיתו את החשיפה האישית, ומקווה [שהנושא] יתפתח בשנים הקרובות. [צריך גם] לתת את הכלים, [נחוצה גם] התשתית... המדינה צריכה גם להשקיע בתשתית, פחות ראייה של התמכרות וגמילה, כמו נושא של סיגריות, אלא יותר נושא של צורך ושימוש מושכל, כמו נהיגה במכונית.

אנלוגיה לנושא של זהירות בדרכים מאפשרת לבחון את הידע המדעי לגבי סיכון כידע מתפתח ונזיל וגם כידע שמתורגם לפיתוח מוצרים בטיחותיים, לגיבוש הנחיות שמספקות כלים רלוונטיים לשימוש זהיר במוצר, ולהקמת תשתיות על ידי הממשל. הרחבת הגדרתו של ידע מדעי ל"תחום האפור" – ל"שימוש מושכל", כאמור, לתחום הנזיל, הגמיש, העמום – אינה מערערת על כוחם של המומחים בארגונים השונים.

#### אתגרים הנובעים מהרחבה וצמצום של ידע מדעי

מן הממצאים עולה כי הרחבה של ידע מדעי מציבה שני אתגרים עיקריים בפני השימוש בעקרון הזהירות המונעת: ערעור על הלגיטימציה של הידע המדעי, וערעור על הלגיטימציה של עצם השימוש בעיקרון.

#### ערעור על הלגיטימציה של הידע המדעי

רבים מהמומחים שהשתתפו במחקר ציינו כי ההתמודדות עם הרחבה של הידע המדעי (ידע מדעי שנוי במחלוקת), המתבטאת בהגדרה עמומה של הסיכון הבריאותי, מקשה על השימוש בעקרון הזהירות המונעת. חוסר היכולת לגזור מן הידע המדעי ערכי תקן חדי־משמעיים נתפס כאתגר הדורש פתרון בקרב מומחים מהתעשייה ומומחים מן הממשל, אשר טענו כי העמימות המאפיינת הרחבה של ידע מדעי מקשה על עיצוב הרגולציה ועל יישומה בעבודתם. לדוגמה, בן, העובד בחברה פרטית, ציין את הקושי הנובע מהיעדר תקן ברור: "העיקרון המלווה הוא עיקרון הזהירות המונעת [...] שאין לו עד היום ביטוי כמותי". דברים דומים אמר בר, העובד בארגון בחברה האזרחית: "צריך לקחת בחשבון שהזהירות המונעת, לא כאיזושהי סיסמה אלא בצורה שתהיה מאוד ברורה, תצמצם את החשיפה למינימום". גם מומחים מן הממשל ביטאו עמדה דומה. אבי, העובד במועצה מקומית, אמר בריאיון:

[לפי עקרון הזהירות המונעת] אין תקן, סימן. [...] יש בעיה. [...] תגיד תקן, נגמר העניין. [...] תפסיקו לבלבל את המוח. [...] העיקרון צריך] לקבוע את הסף. [...] זו שפה לא מובנת, [...] הרבה עמימות בדבר הזה. [...] אני רוצה מספר, על קיר, על הכניסה של הבניין.

עינת, העובדת בארגון ממשלתי, אמרה כי למחקר האינטרפון יש "תוצאות מאוד מאוד עמומות, וכולם תוקפים אותן, זה לא זה, לא לזה חייבנו. צריך משהו אחר". ה"משהו אחר" הוא צמצום הידע המדעי באופן שיאפשר הגדרה ברורה של הסיכון.

נראה אפוא כי מומחים מתחומי התמחות שונים מייחלים לצמצום הידע המדעי. השאיפה היא לתקן או סף שיאפשר יחסי אמן ותקשורת בין מומחים – בממשל ומחוצה

לו - ובין מעצבי הרגולציה, שכן לתפיסתם התבססות על הרחבה של ידע מדעי יוצרת ביניהם אי-הבנה, בלבול ומשבר אמון.

### ערעור על הלגיטימציה של השימוש בעקרון הזהירות המונעת

כמה מן המרואיינים ביטאו גישה שלפיה הרחבה של הידע המדעי מערערת על הלגיטימציה של השימוש בעקרון הזהירות המונעת. לדוגמה, זיו העובד בבית חולים ממשלתי אקדמי אמר:

לא צריך שום עיקרון של זהירות מונעת. [...] אין שום היגיון מדעי ביישום של העיקרון. [...] עיקרון הזהירות המונעת בעניין הזה הוא כסת"ח לכל דבר. מי שעושה את זה מרגיש שהוא באמת מגן על הציבור, אבל הבסיס המדעי הרציונלי של ההחלטה הוא לא כוללני [...] וזה מוביל להחלטות שנויות במחלוקת, מבחינתי. [...] למה זה מסוכן? [...] אני חושב שזאת שערורייה, ואסור לנו ללכת לשם.

זיו מבטא גישה שמייצגת עמדת מיעוט בקרב מומחים: הוא טוען כי השימוש שהחוק עושה בעקרון הזהירות המונעת אינו לגיטימי, מכיוון שהידע המדעי שהעיקרון מבוסס עליו אינו מוסכם. נראה שבקרב מומחים מתחומים רלוונטיים לעיסוק בקב"מ אין הסכמה מלאה על עצם השימוש בעיקרון. מרביתם מבטאים תמיכה בשימוש בו, אך אחרים גורסים כי לא זו בלבד שהעיקרון חסר ערך, אלא שהוא גם מטעה ועלול להזיק יותר מאשר להועיל. ולמרות זאת, כדי להגן על בריאות הציבור ובהיעדר ידע מדעי מבוסס ומוסכם, משתמש הממשל בעקרון הזהירות המונעת כעיקרון מנחה בעיצוב רגולציה. הן המומחים הן הממשל היו מעדיפים להסתמך על ידע מדעי שאפשר לגזור ממנו ערכי תקן, אך בהיעדר ידע כזה, עקרון הזהירות המונעת הוא החלופה המועדפת.

### דיון וסיכום

טלפונים סלולריים פולטים קרינה בלתי מייננת. אף שהממצאים המדעיים לגבי הסיכון הטמון בקרינה זו סותרים, הרגולטור נדרש להגן על האוכלוסייה, להגדיר את רמת הסיכון, ומתוך כך להגדיר גם את אופן השימוש בטלפונים הסלולריים. המחקר המדעי אמנם נמשך, אך הוא אורך זמן. בינתיים, מה על הרגולטור לעשות? כיצד הוא מתנהל בתנאים של ידע מדעי שנוי במחלוקת? הוא מאמץ שימוש בעקרון הזהירות המונעת. בחברה שבה ידע מדעי נתפס כתשתית לקבלת החלטות, הרגולטור בוחר את הנתונים שעליו להעדיף בעת עיצוב הרגולציה. מכיוון שעקרון הזהירות המונעת מתעדף מניעה של נזק פוטנציאלי, גם כשהידע המדעי מועט או שנוי במחלוקת ההעדפה היא לצמצם נזק בריאותי פוטנציאלי. במאמר ביקשנו להסביר את השימוש בעיקרון באמצעות תיאוריית חברת הסיכון (Beck, 1992), תיאוריית עבודת גבול (Gieryn, 1983) ואובייקט גבול (Star & Griesemer, 1989). מבחינה תיאורטית אפשר להסיק כי השאיפה לצמצם את הסיכון, עבודת הגבול בין ידע מדעי מוסכם לידע מדעי שנוי במחלוקת והשימוש באובייקט גבול (עקרון הזהירות המונעת) המאפשר גמישות בין צמצום להרחבה של ידע מדעי - כל אלה מסייעים ליצור מידה של ודאות בתנאי אי-ודאות.

ממקרה הבוחן שתואר כאן עולות שלוש מסקנות. ראשית, יש הכרה בחשיבותו של ידע מדעי מוסכם לצורך שימוש בעקרון הזהירות המונעת ברגולציה. שנית, בידע המדעי המשמש תשתית לעקרון הזהירות המונעת יש דינמיקה מאתגרת בין צמצום להרחבה. שלישית, הדינמיקה הזאת מערערת על הלגיטימציה של הידע המדעי ועל הלגיטימציה לשימוש בעקרון הזהירות המונעת. נראה כי ההתמודדות עם אתגרים אלו מיושמת באמצעות הגמישות המאפיינת את השימוש בעקרון הזהירות המונעת כאובייקט גבול – גמישות המאפשרת שילוב בין הרחבה וצמצום של ידע מדעי. אף שזו הייתה עשויה לכאורה לייצר הגדרה חדשה של ידע מדעי, למעשה היא משמרת את הסמכות, הכוח והלגיטימציה המיוחסים לידע מדעי מוסכם לעומת אלה המיוחסים לידע מדעי שנוי במחלוקת.

שלוש המסקנות מאירות את תרומתן של התיאוריות שהצענו להסבר השימוש בעקרון הזהירות המונעת. הן משקפות את נטייתה של חברת הסיכון לחתור לוודאות בתנאים של אי-וודאות או עמימות, ומעידות על השאיפה האנושית לוודאות, כפי שהיא מתבטאת במקרה זה ברגולציית בריאות וסביבה: כשהידע המדעי שנוי במחלוקת ואינו מאפשר ודאות, הרגולטור והמומחים מפתחים כלים כדוגמת עקרון הזהירות המונעת, המיועדים לסייע לצמצום אי-הוודאות.

הן ברגולציה הן בדברי המרואיינים ניכרת הכרה בחשיבותו של העיקרון להגנה על הציבור בישראל. הכרה זו משקפת את הצורך בהגנה מפני סיכונים בחברת הסיכון (Beck, 1992; Giddens, 1990), המאופיינת במודעות לסיכונים, בתחושה של היעדר הגנה מפניהם – בפרט לנוכח חוסר הוודאות בכל תחומי החיים – ובתהליך אינדיווידואליזציה המתאגר את התשתית המדעית של הרגולציה.

ההכרה של הרגולציה בישראל בחשיבותו של עקרון הזהירות המונעת להגנה על בריאות הציבור התרחשה כ־14 שנים לאחר שהפך לעיקרון מקובל ברגולציה בעולם. התהליך המקומי היה מהיר: שנתיים בלבד לאחר שנעשה שימוש במונחים קב"מ וקרינה אלקטרומגנטית בלתי מייננת, הרלוונטיות של ההשלכות הרפואיות של קב"מ הנפלטת מטלפונים סלולריים זכתה להכרה שהתבטאה בשימוש בעקרון הזהירות המונעת כעיקרון המשפטי מנחה בחוק הקרינה הבלתי מייננת.

לצד ההכרה בחשיבות הידע המדעי בחוק הקב"מ התרחש גם תהליך של פיקוח בירוקרטי על הלגיטימציה של הידע המדעי בעיצוב הרגולציה, באמצעות התניית פעולותיהם של גופים שונים באישורים מהממשל. החוק דורש אישורי תקינה משלושה משרדי ממשלה – משרד התקשורת, משרד הפנים ומשרד להגנת הסביבה. החקיקה אינה דורשת אישור ממשרד הבריאות, אף שמדובר בהגנה על בריאות הציבור.

על חשיבותו של ידע מדעי מוסכם שוררת הסכמה בין הרגולטורים למומחים. יתרה מזו, ממצאי המחקר מצביעים על הערך האסטרטגי של שילוב בין צמצום להרחבה של ידע מדעי וחושפים כיצד השילוב הזה בא לידי ביטוי. הגדרתם של גבולות הידע המדעי מחדש מאפשרת לחזק את השליטה והפיקוח של מעצבי הרגולציה על ידע מדעי שנוי במחלוקת וכן את הסמכות והלגיטימציה המיוחסות לידע המדעי המוסכם בעיצוב רגולציה. הממצאים תואמים את טענתו של גרג מייסי (Macey, 2015) שלפיה עבודת הגבול המיושמת בעקרון הזהירות המונעת תורמת במיוחד לניהול סיכונים ברגולציה של איכות הסביבה. לדבריו, עבודת הגבול המאפיינת עיקרון זה מאפשרת לשלב בתהליך החקיקה שקלול סיכונים שעל בסיסו אפשר ליישם מגוון רפורמות.

עוד נמצא שקיים פער בין רגולציה – שבמסגרתה הידע המדעי ניתן לצמצום לכדי מדד מוחשי, ודאי וברור המבוסס על קונסנזוס מדעי – ובין פרשנות המומחים לרגולציה, שחושפת רצף בין צמצום להרחבה הנובע ממחלוקת מדעית. פער זה מקשה על הערכת סיכונים ועל עיצוב רגולציה, והוא יכול להסביר את יתרונות השימוש בעקרון הזהירות המונעת. המלצותיהם של מומחים להשתמש בעיקרון זה כדי לצמצם את החשיפה לקב"מ מאפשרות להמשיך במחקר מדעי (Leszczynski & Xu, 2010) במטרה לבסס ידע מדעי מוסכם ולצמצם את היקף הידע המדעי השנוי במחלוקת.

בחוק מוגדרים שני ערכים קונקרטיים של רמת קרינה מסוכנת. הדבר מבטא תפיסה שמייחסת עליונות ליכולת המדידה – תפיסה שמעדיפה צמצום ידע מדעי. מנגד, בפרשנות המומחים לחקיקה, שבאה לידי ביטוי בראיונות ובתצפית, נראה שהידע המדעי מצוי על רצף: בקצהו האחד צמצום של ידע מדעי, שממנו אפשר לגזור קריטריונים ברורים והנחיות קונקרטיות לצמצום חשיפה לקב"מ, ואילו בקצהו השני מצויה הרחבה של ידע מדעי. בין שני הקצוות מצויה רמת ביניים המאפשרת הכרה בערך האסטרטגי של תנועה ביניהם, המתבטאת בשימוש במונחים כמו "תחום אפור" ו"שימוש מושכל" ומסייעת לתווך בין הרחבה לצמצום של ידע מדעי.

הרחבה של ידע מדעי אמנם מאפשרת שימוש גמיש בו על פי שיקול דעתו של המשתמש, אך היא עלולה לאיים על קיומו של ידע מדעי מצומצם. אצל מומחים המשלבים בין צמצום להרחבה של הידע המדעי עלולה להתערער הלגיטימציה שלו, מכיוון שהגבול בין המוסכם ובין השנוי במחלוקת מיטשטש לנוכח מאבקן של פרופסיות על לגיטימציה, שליטה וסמכות (Abbott, 1988). אך הלגיטימציה אינה מתערערת, שכן באמצעות השימוש בעקרון הזהירות המונעת, טשטוש הגבול מוסיף אפקט חיובי לידע המדעי המוסכם. צמצום הידע המדעי מסמל את ליבת הידע הנדרש לגיבוש רגולציה המבוססת על מחלוקת מדעית לגבי סיכונים קב"מ מטלפונים סלולריים. מומחים המשלבים בין צמצום להרחבה מכירים בערך האסטרטגי של שילוב זה ומבליטים את הדינמיות של הידע המדעי הלגיטימי בעיצוב רגולציה המבוססת על מחלוקת מדעית. צמצום והרחבה של גבול הידע המדעי מדגימים כיצד עקרון הזהירות המונעת משמש אובייקט גבול (Star & Griesemer, 1989) גמיש שמאפשר שיתוף פעולה, תיאום והסכמה בין מקבלי החלטות למומחים. גמישות כזאת הייתה עשויה לכאורה לשנות את יחסי הכוח בידי הידע המדעי, אך בפועל היא מאפשרת לשמר את יחסי הכוח בין ידע מדעי מוסכם לידע שנוי במחלוקת ותומכת בסמכות, בלגיטימציה ובכוח של הידע המדעי המוסכם.

באשר לעקרון הזהירות המונעת, נמצא פער בין ההכרה המוצהרת לגבי חשיבות הידע המדעי והלגיטימציה של השימוש בעיקרון בחקיקה ובין עמדות המומחים. חלקם מתנגדים לשימוש בעיקרון ואף טוענים כי אין בו צורך, חלקם תומכים בו, ואחרים תומכים בו מתוך הסתייגות. עם זאת, גם כאשר ידע מדעי נחשב רלוונטי בחקיקה ובפרשנות המומחים לחקיקה, הרלוונטיות שלו מותנית בשיקול הדעת של הרגולטור, המכריע מהו תחום המומחיות הרלוונטי ומיהו המומחה הרלוונטי.

בניגוד לתפיסה דיכוטומית של ידע מדעי, התפיסה הדינמית שלפיה גבולות הידע המדעי מצטמצמים לידע מדעי מוסכם ומתרחבים לידע מדעי שנוי במחלוקת מאפשרת רגולציה בתנאי אי-ודאות. בדינמיקה כזאת עקרון הזהירות המונעת משמש אובייקט גבול,



בסיס לשיתוף פעולה, לסינתזה ולאיוון; אובייקט גמיש דיו כדי לאפשר שיתוף פעולה בין מומחים בעיצוב רגולציה. עבודת הגבול בין הרחבה לצמצום של הידע המדעי משמשת למומחים מצפן בעיצוב הרגולציה של בריאות וסביבה. עקרון הזהירות המונעת משמש אובייקט גבול המאפשר למומחים להשתית רגולציה על בסיס ידע מדעי שנוי במחלוקת ולשמר את ערך הבריאות כערך עליון. אובייקט הגבול ממקם במעבר גבול. פרימן טוען כי מעבר גבול מייצר גבול חדש (Friman, 2010); תפקידנו להמשיך לבחון האם וכיצד אכן נוצר גבול חדש.

כדי לבחון ולתקף את ממצאי המחקר ואת מסקנותיו מומלץ לחקור שימוש בעקרון הזהירות המונעת ברגולציה ובעיצוב מדיניות במקרי בוחן אחרים, למשל במקרים של מגפת הקורונה וההתחממות הגלובלית, בישראל ובמדינות אחרות. כדאי לחקור באיזו מידה השימוש בעיקרון יכול לאפשר קשרים בין ידע מדעי שאינו בפיקוח הממשל (מוסכם או שנוי במחלוקת) ובין קבלת החלטות בממשל; כדאי גם להשוות בין תחומים בהם העיקרון אינו מיושם לתחומים שבהם הוא מיושם. מחקר זה התמקד במומחים, אך כדאי לחקור את השימוש בעקרון הזהירות המונעת גם בקרב הדיוטות שאינם בעלי ידע מדעי ובקרב פוליטיקאים. נוסף על כך, יש לחקור את השיח התקשורתי על השימוש בעיקרון בממשק שבין ידע מדעי מוסכם לידיע מדעי שנוי במחלוקת. כמו כן, כדאי לבחון מה נחשב לשימוש יעיל של רגולטורים בעיקרון בעת עיצוב מדיניות בתנאים של ידע מדעי שנוי במחלוקת. ממצאי המחקר מלמדים שהשימוש בעקרון הזהירות המונעת משקף במידה רבה תפיסה שלפיה ידע מדעי נחשב ומוערך הוא ידע מוסכם המאפשר לספק את השאיפה לצמצום אי-ודאות. השימוש בעיקרון מבטא אידיאליזציה של ידע מדעי ושל השלכותיו, בשעה שלמעשה ידע מדעי הוא זמני עד שהוכח אחרת, ומעצם טבעו הוא משתנה בהתאם לטכנולוגיה ועם הזמן. לפיכך נראה שהשימוש בעקרון הזהירות המונעת ברגולציית בריאות וסביבה כאמצעי לצמצום אי-ודאות – בפרט כשהוא מבוסס על ידע מדעי שנוי במחלוקת – מבטא ערכים מועדפים בחברה לגבי צמצום הסיכון או הנזק הבריאותי ואת התפיסה לגבי תפקידו של הממשל, יותר משהוא מבטא את ערכו והשלכותיו של הידע המדעי שעליו הוא מבוסס.

## מקורות

איינשטדט, מימי. (2007). האם המושג "מסוכנות" מסוכן? ביטחון סוציאלי, 75, 65-88. זולפן, יוסי. (2001, 17 בדצמבר). מסמך רקע לדיון בנושא אנטנות סלולריות. מרכז המחקר והמידע של הכנסת.

לוי, שלי. (2011, 19 ביוני). הודעת הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן על סיווג הטלפונים הניידים כגורם שייתכן שהוא מסרטן לבני-אדם. מרכז המחקר והמידע של הכנסת. משרד הבריאות. (2021). המלצות משרד הבריאות בנוגע לשימוש בטלפונים סלולריים. תכנית מתאר ארצית לתקשורת – תמ"א 36 – חלק א, מיתקני שידור קטנים וזעירים, תשס"ב-2002.

הצעת חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ד-2004.

חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו-2006.

- הצעת חוק הקרינה הבלתי מייננת (תיקון - הרחבת הוראות), התשס"ז-2007.  
 פקודת הטלגרף האלחוטי [נוסח חדש], התשל"ב-1972.  
 תקנות הגנת הצרכן (מידע בדבר קב"מ מטלפון נייד), תשס"ב-2002.
- Abbott, Andrew. (1988). *The system of the professions*. University of Chicago Press.
- Bandara, Priyanka, & David O. Carpenter. (2018). Planetary electromagnetic pollution: It is time to assess its impact. *The Lancet Planetary Health*, 2(12), e512–e514.
- Beck, Ulrich. (1992). *Risk society: Towards a new modernity*. Sage.
- Bowker, Geoffrey C., & Susan Leigh Star. (2000). *Sorting things out: Classification and its consequences*. MIT press.
- Câmara, Paula Rubya Souza. (2014). Effect of exposure to non-ionizing radiation (electromagnetic fields) on human system: A literature review. *Journal of Interdisciplinary Histopathology*, 2(4), 187–190.
- Denzin, Norman K. (1970). *The Research Act in Sociology*. Aldine.
- European Union. (1992). Treaty on European Union. *Official Journal of the European Communities*, 35.
- Eyal, Gil. (2019). *The crisis of expertise*. Polity Press.
- Friman, Mathias. (2010). Understanding boundary work through discourse theory: Inter/disciplines and interdisciplinarity. *Science and Technology Studies*, 23(2), 5–19.
- Gee, James Paul. (2005). *An introduction to discourse analysis: Theory and method* (2nd ed.). Routledge.
- Giddens, Anthony. (1990). *The consequences of modernity*. Polity Press.
- Gieryn, Thomas F. (1983). Boundary work and the demarcation of science from non-science: Strains and interests in professional interests of scientists. *American Sociological Review*, 48(6), 781–795.
- Hardell, Lennart, & Joel M. Moskowitz. (2022). A critical analysis of the MOBI-Kids study of wireless phone use in childhood and adolescence and brain tumor risk. *Reviews on Environmental Health*.
- Harris, John, & Søren Holm. (2002). Extending human lifespan and the precautionary paradox. *The Journal of Medicine & Philosophy*, 27(3), 355–368.
- Hsieh, Hsiu-Fang, & Sarah E. Shannon. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277–1288.
- ICES. (2017). *Wireless Devices and Health Concerns*. Federal Communications Commission.
- ICNIRP. (2020). ICNIRP Statement: Principles for non-ionizing radiation protection. *Health Physics*, 118(5), 477–482.
- INTERPHONE Study Group. (2010). Brain tumor risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *International Journal of Epidemiology*, 39(3), 675–694.

- Jasanoff, Sheila, S. (1987). Contested boundaries in policy-relevant science. *Social Studies of Science*, 17(2), 195–230.
- Kandel, Shaiela. (2010). *The source of variation in policies around the world: The case of protection of human health from extremely low frequency electromagnetic fields* [Unpublished doctoral dissertation]. Hebrew University of Jerusalem.
- Kingi, Pihopa, & Haare Williams. (2001). *Report of the royal commission on genetic modification*.
- Lamont, Michèle, & Virág Molnár. (2002). The study of boundaries in the social sciences. *Annual Review of Sociology*, 28, 167–195.
- Leszczynski, Dariusz, & Zhengping Xu. (2010). Mobile phone radiation health risk controversy: The reliability and sufficiency of science behind the safety standards. *Health Research Policy and Systems*, 8(1), Article 2.
- Macey, Gregg P. (2015). Boundary work in environmental law. *Houston Law Review*, 53(1), 103–192.
- Mayer, Brian, Phil Brown, & Meadow Linder. (2002). Moving further upstream: From toxics reduction to the precautionary principle. *Public Health Reports*, 117(6), 574–586.
- Mays, Nicholas, & Catherine Pope. (2019). Quality in qualitative research. In Nicholas Mays & Catherine Pope (Eds.), *Qualitative Research in Health Care* (pp. 211–233). John Wiley and Sons.
- Nespor, Jan. (1994). *Knowledge in motion: Space, time and curriculum in undergraduate physics and management*. Falmer.
- Nunes Felipe, Raoni Rajão, & Britaldo Soares-Filho. (2016). Boundary work in climate policy making in Brazil: Reflections from the frontlines of the science-policy interface. *Environmental Science & Policy*, 59, 85–92.
- Owens, Susan, Judith Petts, & Harriet Bulkeley. (2006). Boundary work: Knowledge, policy, and the urban environment. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 24(5), 633–643.
- Repacholi, Michael H., Antony Basten, Val Gebski, Denise Noonan, John Finnie, & Alan W. Harris. (1997). Lymphomas in Eμ-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiation Research*, 147(5), 631–640.
- Resnik, David B. (2004). The precautionary principle and medical decision making. *The Journal of Medicine & Philosophy*, 29(3), 281–299.
- Samet, Jonathan M. (2019). Background on radiofrequency electromagnetic radiation and health. *Colorado School of Public Health: Telecommunications Study Session Staff report* (Appendix B).
- Sandin, Per. (2006). A paradox out of context: Harris and Holm on the precautionary principle. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*, 15(2), 175–183.

- Sapsed, Jonathan, & Ammon Salter. (2004). Postcards from the edge: Local communities, global programs and boundary objects. *Organization Studies*, 25(9), 1515–1534.
- Shackley, Simon, Brian Wynne, & Claire Waterton. (1996). Imagine complexity: The past, present and future potential of complex thinking. *Futures*, 28(3), 201–225.
- Söderqvist, Fredrik, Michael Carlberg, & Lennart Hardell. (2015). Biomarkers in volunteers exposed to mobile phone radiation. *Toxicology Letters*, 235(2), 140–146.
- Star, Susan Leigh. (1989). The structure of ill-structured solutions: boundary objects and heterogeneous distributed problem solving. In Les Gasser & Michael Huhns (Eds.), *Distributed artificial intelligence* (pp. 37–54). Pitman.
- Star, Susan Leigh, & James R. Griesemer. (1989). Institutional ecology, “Translations” and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39. *Social Studies of Science*, 19(3), 387–420.
- Sunstein, Cass R. (2005). the precautionary principle as a basis for decision making. *The Economists’ Voice*, 2(2).
- Swerdlow, Anthony J., Maria Feychting, Adele C. Green, Leeka Kheifets, David A. Savitz, & International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection Standing Committee on Epidemiology. (2011). Mobile phones, brain tumors, and the INTERPHONE study: Where are we now? *Environmental Health Perspectives*, 119(11), 1534–1538.
- UN. (1992). Rio declaration on environment and development. *Report of the United Nations Conference on Environment and Development* (Vol. 1).
- UNESCO. (2005). *The precautionary principle: World commission on the ethics of scientific knowledge and technology* (COMEST).
- Weed, Douglas L. (2004). Precaution, prevention, and public health ethics. *The Journal of Medicine & Philosophy*, 29(3), 313–332.
- WHO. (2011, May 31). *IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans* [Press release].
- WHO. (2014, October 8). *Electromagnetic fields and public health: Mobile phones*.
- Zaki, Aznida Mohamad, Muhammad Aklil Abd Rahim, Zuraidah Zaidun, Abdul Rahman Ramdzan, & Zaleha Mdisa. (2020). Exposure to non-ionizing radiation and childhood cancer: A meta-analysis. *Middle East Journal of Cancer*, 11(1), 1–11.