



על מדע, אתיקה ו... טוקבקים

מה אפשר ללמוד מהשיח הציבורי המקוון על חינוך לאוריינות מדעית?

ד"ר אסתי לסלו ופרופ"ח אילת ברעם צברי, המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון

מבוא

עוד פחות ידוע על ביטוייה של האוריינות המדעית בסביבות מקוונות. כיום רשת האינטרנט היא זירה משמעותית בחיי הציבור ולכן חשובה להבנת שימושי המדע בחיי יומיום. סקרים מורים שהאינטרנט משמש כיום מקור המידע העיקרי למדע וטכנולוגיה (National Science Board, 2014) והנו פלטפורמה לדיון פתוח על סוגיות מדעיות-חברתיות. הרשת מאפשרת השתתפות מגוון רחב של קהלים, שחלקם לא נכחו במדיה המסורתית של עיתונות, טלוויזיה ורדיו, והיא נגישה למסרים סותרים, ובכך חושפת את המשתמשים למידע מורכב, סותר ולפעמים בלתי מהימן המוצג על ידי בעלי עניין (Miller and Record, 2013). בנוף המשתנה הזה, חוקרי תקשורת המדע, ברוסארד ושוויפלה האופן שבו הסביבה המקוונת משפיעה על התוכן המדעי הנגיש לציבור.

שיח ציבורי באתרים חדשניים בנושא ביואתיקה הוא שדה מחקר אותנטי המאפשר לאפיין את הכלים המדעיים והאתיים המשמשים בפועל את המשתתפים, המביעים את תגובותיהם לנושאים הנדונים. מערכת תגובות הגולשים לכתבות באתרי חדשות (טוקבקים) מאפשרת השתתפות פעילה של הקוראים ביצירת תוכן, ומקדמת מגוון דעות שונות ומנוגדות בזירה הציבורית. מעורבות ציבורית זו מוגברת גם בתחום המדע, אף על פי שתחום זה מתאפיין באופן מסורתי בהדרת מי שאינם מומחים מן השיח הציבורי. בחינה של הבניית ידע ומשמעות בדיונים המתפתחים בעקבות כתבות חדשותיות עשויה להוביל להבנה עמוקה יותר של השיח הציבורי במרשתת.

מחקר זה מתמקד בסוגיות בתחום הביואתיקה, בצומת שבין מדע ומוסר. העיסוק בסוגיות אלו דורש הבנת המניעים האתיים לצד ידע, כישורים ותפיסות בתחום המדע. בהגדרתה הרחבה ביואתיקה מתייחסת לבעיות מוסריות, חברתיות ופוליטיות המתעוררות בהקשר של מדעי החיים באופן כללי ומעורבות באופן ישיר או עקיף באיכות חיי האדם (Beauchamp and Walters, 1999).

השיח הציבורי בביואתיקה טומן בחובו שני פערים המקשים את ההתמודדות עם הסוגיות. הפער הראשון הוא היעדר תקשורת בין מדעי הטבע לבין מדעי הרוח (Snow, 1956), המהווה מכשול מרכזי לפתרון בעיות בתחומים מציאותיים כמו

הוראת המדעים מתמקדת בשנים האחרונות בגישת האוריינות המדעית¹, במטרה להקנות כלים מדעיים לכול, ולא רק להכשיר את מדעני העתיד. אנו שואפים להקנות לתלמידינו, אזרחי העתיד, כלים לקבלת החלטות מושכלות בחיי היומיום. האם שאלנו את עצמנו באיזו מידה לימודי המדעים בבית הספר אכן עוזרים לקבל החלטות מבוססות מדע? למשל, האם לחסן ילדים לכל החיסונים המוצעים? מהי הדרך הבטוחה לשימוש במכשירים סלולריים? חוקר החינוך והסוציולוג האמריקאי, נח פיינשטיין, מצא פער בין הידע המדעי שנלמד בבית הספר לבין השימוש במדע לצרכים אישיים בחיי יומיום (Feinstein, 2011). בהתאם הוא הציע להגדיר מחדש את מטרות האוריינות המדעית על בסיס שימוש במדע בחיי היומיום.

עם זאת, איך אפשר להכין תלמידים לאוריינות מדעית בלי להבין לעומק את שימושי המדע בחיי היומיום? פיינשטיין המליץ לחוקרי הוראת המדעים ללמוד מהדרכים שבהן הציבור הרחב מעורב במדע, כבסיס להמשגה מחודשת של אוריינות מדעית. בעוד שמחקרי חינוך לאוריינות מדעית בחנו בעיקר תלמידים במסגרות חינוך פורמלי ובלתי פורמלי, כמעט ולא נחקרו הדרכים שבהן אוריינות מדעית באה לידי ביטוי במצבים יומיומיים אותנטיים בקרב מבוגרים.



¹ אוריינות מדעית: הידע והמיומנויות המדעיות הדרושים לאזרח, למשל לצורך קבלת החלטות. במובנה הרחב אוריינות מדעית כוללת ידע של עובדות וכללים מדעיים, מיומנויות חשיבה מדעיות, ידע על מהות המדע והיכולת לקבוע עמדות בנושאי מדע.

לאורך ההיסטוריה האנושית התבסס המחקר הרפואי על ניסויים בבעלי חיים. כיום, לצד שיטות מחקר שונות, עדיין אי אפשר לוותר לחלוטין על ניסויים בבעלי חיים לצורך מחקר רפואי. הדילמה נובעת מהתנגשות בין השימוש בבעלי חיים כדי לחקור את הסביבה הפנימית בחיה השלמה, לבין המודעות הגוברת לסבלם של בעלי החיים, הבאה לידי ביטוי בדעת הקהל, השוללת ניסויים בבעלי חיים. להכרעה בסוגיה יש השפעות ברורות של בעלי עניין, והיא מעוררת דיון ציבורי נוקב, שגרם, יחד עם הפיתוח הרפואי, להפחתה ניכרת בהיקף הניסויים (Lund et al., 2014).

הדיון בשאלה המדעית על השפעת האדם על שינוי האקלים החל מתחזית שהציג הכימאי ארהניוס בשנת 1896. אהרניוס העריך שהכפלת ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה תגרום לעליית הטמפרטורה הגלובלית (Arrhenius, 1896). הדיון עלה לסדר היום הציבורי בסוף שנות ה-80 של המאה ה-20, אך התבסס בהקשר מוסרי, חברתי ופוליטי במהלך הקמפיין של אל גור בשנת 2006, ובעקבות הפאנל של האו"ם בנושא שינויי אקלים (IPCC). סקרים הבוחנים את עמדות הציבור בסוגיה (למשל, Leiserowitz et al., 2017) מצביעים על התפלגות הדעות בהלימה לשאלה המדעית, אשר אינה מתמקדת בשאלת ההתחממות עצמה, אלא בשאלה אם היא נגרמת מפעילות אנושית או כתופעה מחזורית טבעית. שאלה זו מעמידה בספק את השמירה על האתיקה המחקרית שהנה בסיס לאמון בקביעה המדעית שלפיה האדם הוא האחראי להתחממות האקלים. לשאלה זו היבטים סביבתיים, כלכליים ופוליטיים משמעותיים (Weart, 2011). אם אכן שינויי האקלים הם תוצאה של פעילות החברה האנושית, הרי שמציאת פתרון מתאים לבעיה מעלה סוגיות אתיות מורכבות, מהחשובות ביותר כיום (Macpherson, 2016). ההיבטים האתיים הנדונים כיום בשיח הציבורי בהקשר של שינויי האקלים מתמקדים בצדק סביבתי, בהשפעת האדם ואחריותו לטבע. למשל, האם האחריות לנקוט צעדים שיקטינו את התופעה היא של מדינות מתפתחות, או שמא גם מדינות מתפתחות, שאינן נהנות מפעילויות פולטות גזי חממה, צריכות להירתם להקטנת הפליטה? בתוך כך נבחנים למשל שיקולי עלות מול תועלת בין מחויבותנו לדורנו לעומת המחויבות לדורות הבאים, כגון בבחירה של מקורות האנרגיה ושימושיהם ברמה הלאומית-עולמית וברמת ההתנהגות האישית (Resnik, 2016).

בסוגיית הניסויים בבעלי חיים נמצא פער בין הקונצנזוס המדעי לבין תפיסות הציבור. לפי סקר מכון Pew האמריקאי (Pew Research Center, 2015), בעוד ש-89% מהמדענים תומכים בניסויים בבעלי חיים, רק 47% מהציבור תומכים בהם. בנוגע לשאלת השפעת האדם על שינויי האקלים, 50% מהציבור האמריקאי מסכימים לפי סקר זה שיש השפעה אנושית על האקלים, ועוד 25% מהציבור מאמינים שהאקלים משתנה בשל גורמים טבעיים. לעומת זאת, 99.99% מהמאמרים המדעיים שפורסמו בשנים 2013 ו-2014 תומכים בעמדה של התחממות כדור הארץ בהשפעה אנושית (Powell, 2016).

אחד הגורמים המשפיעים על השיח בעקבות כתבות חדשותיות הוא המסגור. מסגור הוא הדרך שבה מידע מוגש בתקשורת, המשפיעה על עיבוד המידע על ידי הקורא, כך שמתקבל מסר מסוים ולא מסר אחר. מודעות למסגור מאפשרת שיפוט מושכל של מידע מדעי המוצג במדיה (Carver et al., 2014). לדוגמה, כתבה על תרופה חדשה שבה מוצגת התקדמות במחקר על

פוליטיקה, ממשל ותעשייה. פער שני נובע מהצורך ליישם את הדיון הביואתי התאורטי המונחה עקרונות פילוסופיים, לצורך הכרעה בסוגיות מציאותיות. טולמין (Toulmin, 1982) טען כי יש לבסס את הדיון המעשי בסוגיות ביואתיות לא על הפילוסופיה לבדה, כי אם על יחסי הגומלין עם הרפואה, עם המשפט ועם פרקטיקות אחרות. פתרון אפשרי הוא ליצור דיון ציבורי בביואתיקה, המביא לידי ביטוי ידע וניסיון של המשתתפים ובכך מרחיב את הבסיס להסכמה בתהליך פתרון סוגיות מציאותיות (Schicktanz et al., 2012).

ניסויים בבעלי חיים וההתחממות העולמית: שני נושאים ביואתיים "בוערים"

מחקר זה בוחן את הכלים מתחום המדע והאתיקה המשמשים בשיח הציבורי בשתי סוגיות ביואתיות שונות. האחת, סוגיה קלאסית מתחום המחקר הרפואי, היא שימוש בבעלי חיים במחקר; והשנייה, סוגיה מופשטת מתחום הסביבה, היא אחריות האדם על שינוי האקלים, ובה הדיון הציבורי והפוליטי חדש, יחסית. שתי סוגיות אלו מציגות את העמדה המוסרית של האדם כלפי הסביבה וכלפי בעלי החיים: הגישה האנתרופוצנטית, הרואה את האדם במרכז, ולפיה משאבי הסביבה נועדו לשרת את האדם; ולעומתה הגישה הביוצנטרית, התופסת את מעמדו המוסרי של האדם לצד מעמד המוסרי של בעלי החיים, ומרחיבה את היחס המוסרי למערכות אקולוגיות ולביוספירה כולה (שטסל, 2009).

סוגיות אלו הן רב-תחומיות, המעלות שאלות מדעיות ושאלות אתיות כאחת. שאלות מדעיות, כמו עד כמה החיה היא מודל תקף לבני אדם, ועד כמה יש צורך לבצע ניסויים בחיה השלמה ולא בתחליפים כתרבויות רקמה? ובסוגיית האקלים, האם פעילות אנושית גורמת לשינויי אקלים, או שזוהי תופעה מחזורית טבעית? יחד עם שאלות מדעיות כלכליות ואף פוליטיות עולות שאלות מוסריות, כגון האם ועד כמה יש לאדם זכות מוסרית לבצע ניסויים בבעלי חיים? עד כמה מחויב האדם לשלם מחיר אישי לאומי וכלכלי לשמירה על הסביבה למען הדורות הבאים? כמו כן בשתי סוגיות אלו עולות תהיות על אודות האתיקה המחקרית, כמו שאלת האמת בדיווח המדעי מול אינטרסים כלכליים.



ואתיקה ("החיה שווה במעמדה לאדם"), שהוגדרו כעובדה או טיעון (נכונים או שגויים).

• **הידע המדעי** בכתבות אלו אופיין בהתאם להיקף ולרמה של המושגים המדעיים, על פי הימצאותם בתכניות הלימודים השונות בישראל במדעים לבית ספר יסודי (למשל "תרופות"), במדעים לחשיבת ביניים ("אלקטרודות"), ובכל תכניות הלימוד הקיימות במדעים לתיכון ("הנדסה גנטית"), וכן מושגים ברמה על-תיכונית ("תלידומיד"). רמת מושגים מדעיים בתגובה נמדדה על ידי נוסחה שמכילה את היקף המושגים ואת רמתם.

• **תפיסות על אודות מהות המדע** וכן **כישורי חקר** קודדו בהתאם למטרות שהוגדרו בתכנית הלימודים לביולוגיה לחטיבה עליונה.

• אפיוני **עמדות** התגובות כלפי ניסויים בבעלי חיים:

(א) בעד ("אם מוכרים מוצרים לאנשים מבלי שנבדקו על בעלי חיים, המשמעות היא שיימכרו מוצרים שלא נבדקה באופן מלא בטיחותם. יש דברים שאי אפשר לבדוק בדרך אחרת (בעיקר נזקים לטווח ארוך)"; (ב) נגד ("האמת היא, שאין כמעט אף תרופה כימית, שעברה ניסויים בבע"ח, ואין לה תופעות לוואי, חמורות יותר או פחות"); (ג) ללא עמדה ברורה ("הכתבה מתבססת על מקורות לא אמינים"); (ד) עמדה מורכבת ("אני בעד ניסויים על בעלי חיים בקשר לתרופות מצילות חיים, אך לא מעבר לכך ובטח שלא על מוצרי קוסמטיקה").

• **עמדות** כלפי שינוי האקלים:

(א) עמדה אנתרופוגנית, התומכת בקביעה של השפעה אנושית על אקלים ("האם האדם אשם? ברור שכן"); (ב) עמדה ספקנית או מכחישת אקלים ("הכול קשקוש והנחות חסרות כל בסיס שמספר אנשים ירוויחו מהן הון עתק"); (ג) ללא עמדה ברורה ("יכול להיות שיש התחממות גלובלית ויכול להיות שאין"); (ד) עמדה מורכבת ("אנחנו לא יודעים בכלל היום לכתוב מודלים אקלימיים, וכל מה שיש זה קרובים, 'ניפנופי ידיים', שמתעלמים מתופעות ותהליכים שאנחנו לא יודעים בכלל מה עוצמתם ביחס לאלו שכן נמצאים במודלים").



התרופה (מסגור מדעי, להלן SC) תיצור תהליכי עיבוד שונים מכתבה על ניסויים בבעלי חיים ששימשו במחקר על אותה תרופה (מסגור אתי, להלן AE). לא ידוע די על הדרך שבה צרכני המדיה משתמשים במסגרות שמציעה התקשורת. האם הם משכפלים את המסגרות, למשל לצורך הבעת דעתם, או יוצרים מסגרות אחרות? עד כמה מסגרות המדיה משפיעות על עמדות הקוראים ועל הדרך שבה הם מביעים עמדות אלה?

במחקר זה נותחו תגובות גולשים (טוקבקים) בעקבות כתבות חדשותיות בסוגיות ביו-אתיות באתר החדשות המוביל Ynet. שדה מחקר זה אופייני למחקרי תקשורת המדע. התגובות נותחו על פי מסגרת אנליטית של תכנית הלימודים, האופיינית למחקרי הוראת המדעים. שילוב תחומים זה מאפשר דיון ברלבנטיות של תכנית הלימודים להשתתפות מושכלת בשיח ציבורי, והצבת מטרות חינוכיות לקידום מעורבות הציבור במדע בהתאם.

מטרות המחקר

מטרת המחקר לאפיין כיצד רעיונות מתחומי המדע והאתיקה משמשים בדיונים בעקבות כתבות חדשותיות בסוגיות ביואתיות שונות במרשתת. המחקר בוחן את הכלים המדעיים והאתיים הבאים לידי ביטוי בשיח, ועד כמה הוא מבטא את החינוך המדעי הישראלי.

בשלב ראשון נבחנו היקף התכנים המדעיים והאתיים בכתבות ובתגובות.

בניתוח עומק נבחן באיזה אופן תגובות הקוראים משקפות את המטרות החינוכיות של אוריינות מדעית. לשם כך נבחן הקשר בין המאפיינים של המאמרים וביטויים של אוריינות מדעית בתגובות; הקשר בין עמדות המגיב כלפי סוגיות ביואתיות וביטויי אוריינות מדעית בתגובות; וההבדלים בין מאפייני תגובות הגולשים בשתי סוגיות ביו-אתיות שונות.

לבסוף נבחנו ביטויים של אתיקה המשמשים בתגובות לנושאים אתיים שונים, היחסים בין הביטויים האתיים לעמדות המובעות בתגובות, והיחסים בין אתיקה לביטויי אוריינות מדעית בתגובות הקוראים.

מקור המידע שעליו הסתמך המחקר היה האתר החדשותי Ynet. האתר נבחר באמצעות סקר מקדים ובכלים אנליטיים של גוגל, ואופיין כאתר החדשותי הנפוץ ביותר בישראל. איסוף הנתונים בשני הנושאים נערך בתקופות שונות: נאספו כל הכתבות שהתפרסמו לאורך שנה החל מיולי 2009 באתר Ynet בסוגיית ניסויים בבעלי חיים. האיסוף כלל 28 כתבות ולהן 2448 תגובות. הכתבות בסוגיית שינוי האקלים התפרסמו בין אוקטובר 2011 למרס 2012. האיסוף העלה 22 כתבות ולהן 1,059 תגובות. בכל סוגיה נבחר מדגם כתבות לניתוח עומק. ניתוח זה כלל בסך הכול 15 כתבות, ולהן 1,332 תגובות. יש לציין שתגובות לאתר זה בתקופת המחקר היו אנונימיות, באופן שלא ניתן לקבל מידע על אודות הכותבים, הרקע שלהם או האינטרס שעומד מאחורי תגובתם. מחקר זה מאפיין את השיח בתגובות לכתבות ואינו מתיימר לאפיין את האוכלוסייה.

ניתוח הנתונים נעשה על ידי ניתוח תוכן לכתבות ולתגובות הוא כלל:

• **יחידות תוכן** מדע ("התלידומיד מוכיח שהניסויים מיותרים")

• ההיגדים האתיים בתגובות מוינו לחמישה סוגים:

(א) רגשות מוסריים ("די!!! מזעזע");

(ב) שימוש במושגים אתיים (למשל שימוש בערכים: "זילות חיי אדם", "כבוד לסביבה");

(ג) כישורי חשיבה אתית (למשל חשיבה תועלתנית: "הצעדים שצריכים להינקט לצמצום הפגיעה בסביבה ישפרו את חיי הדורות הבאים");

(ד) התייחסות לסמכות ("צריך פיקוח הוגן", "מנוגד להלכה", "על פי חוק צער בעלי חיים");

(ה) דיווחים על התנהגות מוסרית ("אל תקנו מוצרים ללא סמל הארנב", "אני ממחזר");

• נבחנו הקשרים של ביטויי האוריינות המדעית והאתית עם העמדות המוצגות בתגובות;

• מסרים של בעלי עניין בסוגיית הניסויים בבעלי חיים, בעיקר על פי אתרי האינטרנט של העמותות השונות המתנגדות לניסויים בבעלי חיים, ומנגד המסרים של הפורום הבין-אוניברסיטאי למדעי הרפואה בישראל, וחוק צער בעלי חיים (התשנ"ד 1994).

ממצאים מרכזיים

כמה מדע וכמה אתיקה נמצאים בכתבות ובתגובות הגולשים?

ניתוח הכתבות בסוגיות הניסויים בבעלי חיים הראה שתי תבניות ברורות של כתבות: (א) התבנית המתמקדת במדע (מסגור SC, science), במדגם היא כללה 15 כתבות העוסקות במחקר ויישומיו אך באופן עקיף מדווחות על ניסויים בבעלי חיים; (ב) התבנית המציגה את הסוגיה מתוך דילמה אתית (מסגור AE, animal experimentation). תבנית זו כללה 17 כתבות העוסקות באופן ישיר בסוגיית הניסויים בבעלי חיים.

תוכני תגובות הגולשים הראו בשתי התבניות, SC ו-AE, תכנים מדעיים ואתיים.

תכנים מדעיים נמצאו ב-70% מהתגובות לכתבות שדנו בניסויים בבעלי חיים, וב-87% מהתגובות לכתבות בנושא שינוי האקלים.

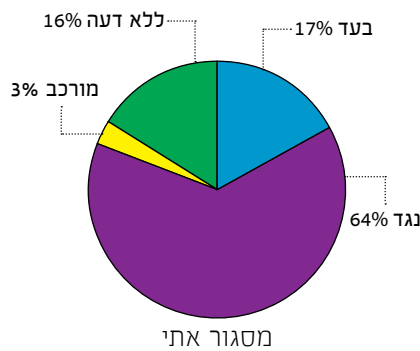
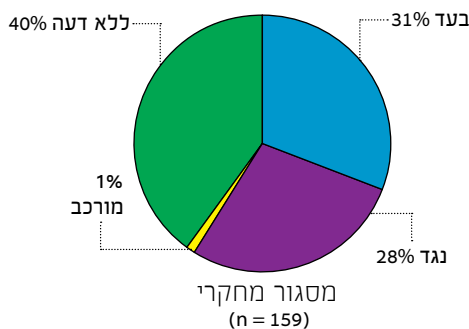
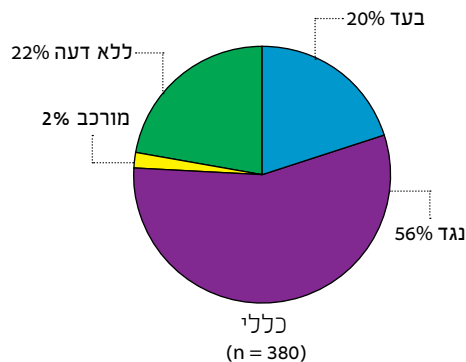
התפלגות התכנים האתיים הייתה תלויה במסגור שנמצא. בעוד שבמסגור AE נמצאו 36% תגובות המכילות תכנים מדעיים, 64% מהתגובות השתמשו בתכנים אתיים. לעומתם במסגור SC, 40% מהתגובות כללו תוכני אתיקה אף על פי שהכתבות המדעיות הללו כמעט ולא עסקו באתיקה.

87% מהתגובות השתמשו בתוכן מדעי, ו-57% מהתגובות כללו תכנים אתיים. נמצא שהתכנים הפוריים ביותר, שצוטטו וזכו להתייחסות הרבה ביותר בתגובות, מקורם בתגובות הקוראים ולא במאמרים עצמם. ממצא זה מעיד על הגברת השפעתו של הציבור על השיח המתרחש באמצעי המדיה החדשים. כמו כן, המסגרות שבהן התייחסו הקוראים לנושאים שהועלו בכתבות היו מגוונות ושונות מאלו ששימשו את הקתב, והתבססו על ידע וטענות מדעיים ואתיים נוספים על אלו שהועלו בכתבה המקורית. בלט במיוחד המשקל הגבוה שנתנו הקוראים לתוכני אתיקה, ביחס לכתבות עצמן. תרומות אלו של הציבור לשיח

מעידות על כך שהאינטראקטיביות שמאפשרת המדיה החדשה יוצרת הזדמנויות חדשות לשיח ציבורי בצומת שבין מדע ואתיקה. אפשר לדמות את קהל הקוראים ל"מצע גידול", ובו זרעים שנזרעו באמצעות כתבות בודדות יכולים לגדול הן לידע שמקורו בכותבי הכתבה, הן לענפים חדשים המוונים על ידי הקהילה עצמה, אשר עשויה להוסיף ידע מדעי לצד העמקת חקר הממדים האתיים.

עמדות

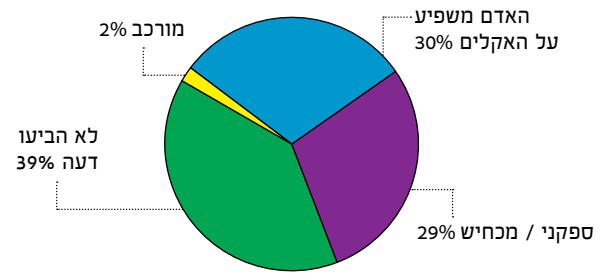
נמצא שהעמדות כלפי ניסויים בבעלי חיים היו בהתאם לאופי הכתבות (איור 1). מסגור AE העוסק בעצם השימוש בבעלי חיים במחקר גרר רוב מובהק של תגובות נגד הניסויים, לעומת מסגור כתבות ניסויים בבעלי חיים ככתבות מדעיות העוסקות במחקר הנעשה על בעלי חיים ויישומם (SC).



איור 1: עמדות כלפי ניסויים בבעלי חיים

מציאותיות המערבות מדע העולות בשיח ציבורי ברמה עממית כגון ב-Ynet.

עמדות כלפי הקביעה שלפיה האדם משפיע על שינוי האקלים נחלקו בשווה בין התומכים והמתנגדים (איור 2). עם זאת, 39% מהמגיבים לכתבות אלו לא הביעו דעה בסוגיה כלל.



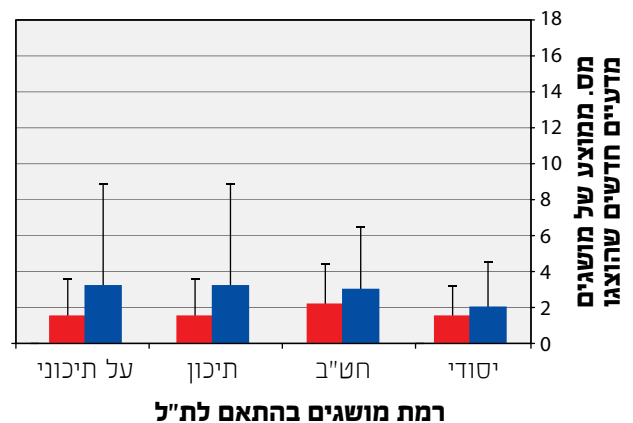
איור 2: עמדות כלפי שינויי אקלים

נמצא הבדל ברמת המושגים המדעיים בתגובות שהציגו עמדות שונות. המצדדים בניסויים בבעלי חיים וכן המטילים ספק בהשפעת האדם על האקלים הראו רמת מושגים גבוהה יותר מבעלי העמדות המנוגדות להם. בשתי הסוגיות רמת המושגים המדעיים הייתה גבוהה בתגובות שהביעו דעה לעומת אלה שבתגובות שלא הביעו דעה. ביטוי לחשיבת חקר נמצא באופן שונה בין שתי הסוגיות. בסוגיית הניסויים בבעלי חיים התייחסו המגיבים בעיקר לשיטות המחקר ("לא כל מה שעובד על חיה עובד בבני אדם" או: "תאים בתרבות גדלים על המון סרום מחיות"), ואילו בסוגיית שינויי האקלים עסקו יותר בדרכי הסקה וחיזוי ("כן, ישנה התחממות גלובאלית, אבל יתכן והיא נובעת ממחזוריות באקלים של כדור הארץ, שמתוך ממצאים שחקרו מדענים ניתן לראות תקופות קור ותקופות חום. התקופות האלו משתרעות על מאות שנים ולכן אין בידנו מידע מידיתי על תקופות דומות בעבר"). ניכר חוסר ביישום תוכני חקר הכרחיים נוספים להבנה מעמיקה של הסוגיות, כמו הבנת משמעות גודל המדגם וחזרות.

אפשר לסכם ולומר שביטויים רבים יותר של ידע מדעי וחקר נמצאו בתגובות התומכות בניסויים בבעלי חיים לעומת תגובות המתנגדות להם. ממצא זה תומך במתאם הצפוי מן הספרות בין ידע מדעי ועמדות חיוביות כלפי מדע. לעומת זאת, ביטויים לאוריינות מדעית רבה יותר נמצאו דווקא בתגובות המטילות ספק בקונצנזוס המדעי של השפעת האדם על האקלים. ממצא זה סותר את התפיסה הרווחת בין מדענים, הרואה מחלוקת ציבורית עם מדענים כנובעת מבערות. אם כך, ממה נובעת ההתנגדות לקונצנזוס המדעי? נראה שלא הידע והכישורים המדעיים לבדם קובעים עמדות.

ממצאי האוריינות המדעית לארבעת ממדיה: הידע המדעי, כישורי החקר, תפיסות על מהות המדע ועמדות מושכלות - כל אלה מעידים על קשרים בהתאם לרמת הכתבות, מסגורן ועמדות המגיבים, כפי שיפורטו להלן.

נמצא שהתפלגות רמת המושגים המדעיים בתגובות הקוראים לסוגיית הניסויים בבעלי חיים מצויה במתאם של 0.96 לרמת המושגים בכתבות. אלא שמתאם זה אינו מאפיין כל כתבה ותגובותיה, אלא מצטבר לאורך המדגם כולו.



רמת מושגים בהתאם לת"ל

איור 3: רמת מושגים מדעיים כלפי ניסויים בבעלי חיים

יותר ממחצית המושגים שהופיעו בכתבות ובתגובות היו לפחות ברמה תיכונית (איור 3). רמה זו גבוהה מרמת לימודי החובה במדעים. מובן שאנשים מתעניינים או אנשים הנזקקים לידע מדעי יכולים לפתח אוריינות מדעית אישית תוך שימוש במידע, בעיקרו מקוון, אך מסתבר שמערכת החינוך, למרות מטרותה המוצהרת להקנות אוריינות מדעית, אינה מקנה למכלול התלמידים (מלבד הבוחרים להרחיב במגמות מדעיות לבגרות) מושגים ברמה מספקת שתאפשר להביע דעה מושכלת בסוגיות



לגבי ההתחממות של העולם שלנו.
מדדת הטמפרטורה מאוד תלויה במיקום של תחנת המדידה מיקום של תחנת המדידה בסמיכות ליישוב מביאה לקריאות שגויות עקב ההשפעה המקומית של היישוב. בעבר הייתה תופעה של קריה שגויה בארה"ב בשנות ה-70. התברר שהיישובים גדלו והתחנות שהיו מחוץ ליישובים נכנסו פנימה.
לגבי תאוריית ההתחממות הגלובלית. אין שום בסיס עובדתי לתאוריה זו. כל ניסיון של מדען רציני להראות שיש יותר חורים מרשת בתאוריה זו, יוצא בעליהם על אותו מדען. לגבי המסת הקרחונים בקוטב הצפוני. מספיק שכמות המים שזרם הגולם מעביר תעלה ב-1% בכדי לגרום להמסת קרחונים מסיבית. האם יש מדען רציני החוקר את הספיקה של זרם הגולף? המדע היום בנושא האקלים מתנהג בדיוק כמו שהתנהגה הכנסייה בימי הביניים.
האינקוויזיציה של המדע היום היא רעה חולה.

2

הגיבו לתגובה

תגובה חדשה

לעומת זאת, בתגובות המתנגדות לניסויים וכן בתגובות ספקני האקלים נמצאו יותר תכנים חברתיים, כמו למשל שיקולים מוסריים וכלכליים במחקר: "צבועים! הפסיקו לצרוך תרופות. הרפואה חשובה יותר מחיות". וכן: "ירוק = קומוניזם חדש, לא ידעת? ואל תבלבל את הירוקים עם העובדות, בסדר? חוץ מזה, התאגידים כבר עושים על זה כסף אז זה לא יעצר". כמו כן נמצאו מעט יותר תגובות המתנגדות לניסויים בבעלי חיים שהביעו גישה ביקורתית וספקנות; תוכני תגובות אלו הכילו התייחסות הן להיבטים המחקריים והן להיבטים החברתיים של המחקר.



איור 4: מדדי אוריינות מדעית בתגובות לכתבות בנושאי ניסויים בבעלי חיים ושינויי האקלים: רמת מושגים ממוצעת לתגובה חושבה על ידי נוסחה הכוללת את היקף כל המושגים בתגובה ורמתם. אחוזי תגובות המכילות תוכני חקר ותוכני מהות המדע חברתיים ומחקריים. בכל תגובה יכולים להימצא תכנים מקטגוריות שונות.

תפיסות על מהות המדע המביעות הבנה כיצד הידע המדעי נבנה וכיצד פועלת הקהילה המדעית וכן הקשרים בין מדע וחברה יכולים להרחיב את ההבנה על אודות הקשר בין ידע ועמדות. באופן כמותי נמצאו ביטויים הנוגעים למהות המדע בקרב מי שהביעו עמדות ברורות יותר מאשר בקרב מי שלא הביעו עמדות חד-משמעיות, אך לא נמצאו הבדלים מובהקים בין עמדות מנוגדות. עם זאת, נמצא הבדל בתכנים השונים של ביטויי מהות המדע בהתאם לעמדות שהובעו בתגובות (טבלה 1):

היבטי מהות המדע בתכנית הלימודים	נגד AE n = 380	בעד AE n = 138
הבניית הידע המדעי	24%	42%
זמניות הידע המדעי	0%	2%
יכולות ומגבלות הידע המדעי	2%	6%
דרכי דיווח מדעי	0%	1%
מודעות לחשיבות ישרה והגינות מדעית	25%	10%
גישה ביקורתית וספקנות	22%	20%
אירועים מתולדות הביולוגיה	1%	6%
אפשרויות יישומו של הידע הביולוגי	16%	36%
שיקולים מוסריים וחברתיים	65%	56%
שיקולים כלכליים	18%	14%

טבלה 1: אחוזי תגובות המתייחסות להיבטי מהות המדע המופיעים בתכנית הלימודים בביולוגיה

נמצאו שתי תבניות השונות במובהק בין היבטי מהות המדע המתייחסים למחקר לבין ההיבטים החברתיים של מהות המדע בניסויים וגם בתגובות התומכות בקונצנזוס המדעי של השפעה אנושית על האקלים נמצאו יותר תוכני מהות המדע העוסקים במחקר, כגון האופן שבו נבנה ומתפתח ידע מדעי: "בפרוצדורה ניסויית הנקראת 'הצמאה' חיה מקבלת טיפה של מים עבור כל תשובה נכונה". וכן: "אינך יכול לסתור מחקרים כה רבים שתומכים בשינויי האקלים הקיצוניים כתוצאה מפעילות בני האדם ואפילו לא להציג נתון אחד!!". נוסף על כך עלו טיעונים על אודות האופן הזמני והלא מוחלט של הידע המדעי, מגבלותיו, אפשרויות יישומו. עלו גם דיונים על אודות דרכי הדיווח המדעי, למשל מהו מאמר מדעי אמין ומיהו מדען, לצד דיון משמעותי באירועים מתולדות המחקר המדעי, כגון דרכי אישור התרופה תלדומיד.



השלכות המחקר:

חינוך לאוריינות מדעית, הנדרש לספק כלים לשימוש הלומד בתחומים מדעיים חברתיים, מחייב הבהרת הקשר בין ידע ועמדות. גישה רווחת בין מדענים ומחנכים בתחום המדע תופסת את חוסר ההסכמה עם הקונצנזוס המדעי כנובעת מבורות. לפיה, ככל שנרבה ידע מדעי, עמדות הציבור יישרו קו עם עמדות המדענים (למשל ביחס לחיסונים או לסביבה) (Robinson et al., 2014). דן קאהן מצביע במחקריו על השפעה משמעותית של ערכים וזהות תרבותית ופוליטית של האדם על פירוש העובדות, ומתוך כך מסיק שהעמדות כלפי שאלות מדעיות כגון הגורם להתחממות כדור הארץ תלויות בעיקרן באמון כלפי מקורות המידע המדעיים המתווכים באמצעי התקשורת (Kahan, 2015).

ממצאי המחקר מחזקים את הזיהוי של חוסר אמון בין הציבור למדענים, למשל בהקשרי האתיקה המחקרית, כגורם המיוחס לפער שבין הציבור והמדענים. תוכני האתיקה ותפיסות על מהות המדע במחקר זה מצביעים על האתיקה המחקרית כגורם המרכזי באמון שבין הציבור והמדענים. לשענת חוקר תקשורת המדע רובינזון, יצירת דיאלוג בין מדענים והציבור מצריכה בניית שפה משותפת של ידע ומומחיות לצד הכרה בחשיבות ערכים ותפיסות המובעות על ידי הציבור (Robinson et al., 2014). לחינוך יש חשיבות מכרעת ביצירת גישה דיאלוגית בין הקהילה המדעית והציבור.

נשאלת השאלה, מהי הדרך לשילוב הוראת אתיקה בחינוך מדעי, באופן שיקנה ללומד כלים להתמודד עם סוגיות ביואתיות מציאותיות?

מחקר זה, שבחן את השיח הציבורי במסגרת אנליטית של תכנית הלימודים במדעים, מציע קווים להגדרת האוריינות המדעית המהווה תשתית לדיאלוג הנדרש להתמודדות מושכלת עם סוגיות ביו-אתיות שבמחלוקת.

מאחר שבמחקר זה, רמת הידע המשמש בסוגיות הנדונות בעקבות כתבות חדשותיות אופיינה כגבוהה מלימודי החובה, עולה שאלת הרלבנטיות של הוראת "מדע לכול" ברמת לימודי החובה. בישראל הוחלה לאחרונה חובת למידת מדעים להערכה פנימית בתיכון, אך היא אינה מספקת לאפשרות מעורבותם המושכלת של בוגרי מערכת החינוך בשיח ציבורי.

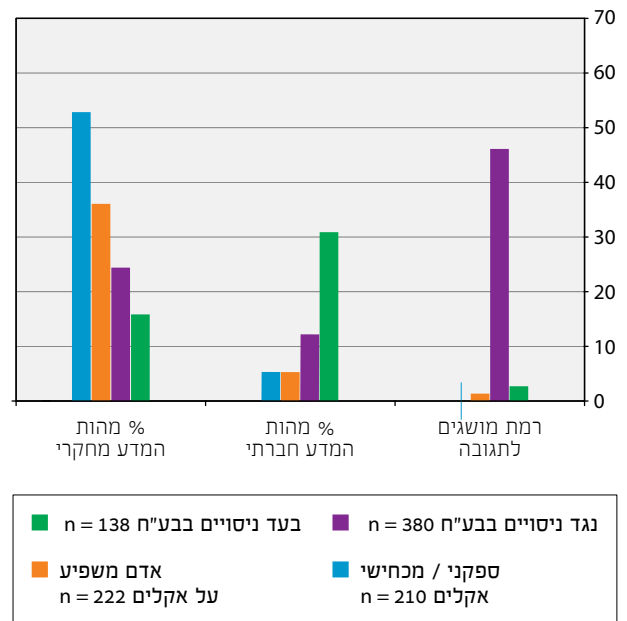
נוסף לידע מדעי ולהבנת החקר, המחקר מצא כי מהות המדע, ובעיקר ההבנה כיצד המדע פועל, הבנת מגבלותיו ואפשרויותיו - הן מרכיבים מהותיים בטיעונים בסוגיות ביואתיות. תוצאות המחקר הדגימו את החלוקה של ג'נקינס (Jenkins, 2013) שתיאר שני היבטים במהות המדע: היבטים מחקרניים והיבטים חברתיים. דגשים שונים של היבטים אלו מהווים בסיס להבדלים בין טיעוני עמדות מנוגדות כלפי הסוגיות הביואתיות שהוצגו. לדוגמה, בעוד ההיבט המדעי מתייחס לדרך הבניית הידע, התפתחותו והיכולות והמגבלות של המדע, ההיבט החברתי מתייחס למשל למידת זכותם המוסרית של מדענים לבצע ניסוי הכרוך בסבל של בעלי חיים וכן ליושרה הנדרשת ממדענים כבסיס לאמינות מחקר. ההתייחסות לאתיקה כפי שהודגמה במחקר מצריכה הבנה מעמיקה של שני היבטי מהות המדע, ההיבט המחקרי וזה החברתי.

דרך אפשרית ליצור הבנה כזאת היא הוראה מפורשת של אתיקה כחלק מהוראת מהות המדע. מהות המדע מוגדרת כיעד

ההתייחסות התגובות לממדי האתיקה מרחיבה את ההבנה של הגורמים לעמדות שונות בסוגיות ביואתיות. ביטויי האתיקה בתגובות הראו תבניות שונות בהתאם לסוגיה ולעמדות כלפיה (איור 5). בעוד המתנגדים לניסויים בבעלי חיים הרבו להשתמש בביטויים רגשיים ("לא יכולה לקרוא את הכתבה, הלב מתכווץ, איזה רוע!"), התגובות התומכות בניסויים התמקדו בכישורי חשיבה כגון שקלול ערכים המצדיקים את תמיכתם ("בפיתוח תרופות מבצעים ניסויים בבעלי חיים. אין מה לעשות, זה קשה ועצוב, אבל התקדמות הרפואה חשובה לנו יותר מאשר החיות עליהן מבצעים ניסויים"). המגיבים התייחסו במידה מועטה לסמכות כגון חוק, כללי אתיקה והלכה, וכן להתנהגות אתית.

נמצא קשר בין אוריינות מדעית לביטויי אתיקה. עמדות שנתמכו בביטויי אוריינות מדעית גבוהה הציגו גם יותר ביטויי אתיקה מושכלים המשתמשים בחשיבה אתית ובהמשגה. עמדות אלו של תומכי הניסויים בחיות מאתגרות יותר מבחינה מוסרית, ועל כן מצריכות מאמץ רטורי גבוה יותר. תוכני ביטויי האתיקה בתגובות, המצביעים על חוסר אמון במדענים, מעידים על אמון במדע כמשתנה המסביר את הפער בין ידע מדעי לתמיכה בקונצנזוס מדעי.

מגבלות המחקר: מחקר זה נערך במערכת אותנטית של אתרי חדשות, המאופיינת באנונימיות ובמעורבות גבוהה של המשתתפים, ומונעת מאינטרסים שונים. בהתאם, מחקר זה מאפיין את דרכי ההבעה של מגוון הדעות בשיח הציבורי של משתתפי תגובות הגולשים, והדרך שבה הם מתייחסים לכיסוי המקורי - ואינו מתיימר לאפיין את דעות הציבור.

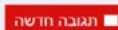


איור 5: ביטויים אתיים בתגובות לכתבות שינויי אקלים וניסויים בבעלי חיים

יש התחממות, אין התחממות... זה בכלל לא משנה איפה נמצאת האמת. מה שברור הוא שבלתי אפשרי לשנות את הכיוון בו צועד העולם. בעולם המערבי יש כמה מאות מיליוני מתחסידי צבועים שבמשך יותר ממאה שנה העלו את רמת החייהם לדרגות על, ועכשיו נזכרו שאם ירצו את אותו הדבר גם מיליארדי הסינים, ההודים וכל יתר בני עולם השלישי, זה עלול להיות "בעיה קטנה".

לא משנה מה יגידו יפי הנפש למיניהם מתוך מגדלי השן שלהם, ישנם מיליארדי אנשים בעולם שנחשפים להיטיב את רמת חייהם, צורכים כמות הולכת וגוברת של אנרגיה מלוכלכת לצורך העניין ובכלל לא מתכוונים להקשיב לדרישות המתחסדות של מערביים מדושנים הקוראים להם לרסן את שאיפותיהם ולהישאר במקומם ה-"ראוי" של רמת חיים נמוכה ופחות מזהמת.

אם העולם יחריב את עצמו כתוצאה, אז יחריב. העולם הרי נחרב בעבר כמה פעמים והשתקם. לנו היהודים במדינת ישראל עוד אמור להיות הכי פחות איכפת. מבחינה מספרית אנחנו הרי איזה מין מספר מזערי וחסר משמעות באוכלוסיית העולם, אבל האומה מוקפת האויבים היחידה בעולם שנמצאת תחת איום ממשי להשמדה. אי לכך, מותר לנו כאן לזהם את האוויר עד כמה שרק בא לנו אם זה משרת את האינטרסים שלנו, ושיילך כל העולם לעזאזל. האינטרס היחיד בנושא הסביבתי שאמור להנחות אותנו הוא איך לא להזיק לעצמנו בתוך סביבתנו המיידית. וזהו. אנחנו אמורים להפעיל את מיטב הטכנולוגיה כדי לספק לעצמנו מים ומזון, למנוע בתקיפות מפליטים להציף אותנו ולהתעלק עלינו במטרה להיות מפירות עמלנו וחוכמתנו, לעשות את המקסימום כדי לשרוד ולעזאזל עם כולם.



מרכזי בתכנית הלימודים הישראלית, אך בפועל היא אינה מוצגת באופן משמעותי בספרי הלימוד בישראל (Kahana, 2013). מתוצאות מחקר זה עולה שהבנת מהות המדע מאפשרת הבנה מעמיקה יותר של סוגיות מציאותיות, ומציעה בסיס לקבלת החלטות מושכלות.

שילוב סוגיות בביאותיקה בתכנית הלימודים לאור מסקנות המחקר

תכנית הלימודים במדעים מזמנת דיונים בסוגיות אתיות. הוראת הנושאים השונים תוך חשיפת התלמידים לעקרונות מהות המדע ולהבנה כיצד המדע פועל, ומהן השלכותיו החברתיות, עשויה לפתוח צוהר לשימוש מושכל בידע מדעי בהקשר של השיח הציבורי. להלן כמה הצעות ליישום:

אחד העקרונות המרכזיים בהוראת נושא גוף האדם הוא הומיאוסטזיס. כיצד התגלה עיקרון זה? מהם הניסויים שבנו את ההבנה המדעית הנוגעת לשמירת סביבה פנימית יציבה? וכיצד חקרו למשל את ויסות רמת הסוכר? את המחקר השיטתי בתחום ייסד "אבי השיטה המדעית" במחקר הרפואי, קלוד ברנרד, באמצעות ניסויים בבעלי חיים. מוצע לקיים דיון בחשיבות השיטה המדעית שפיתח, לאור תרומתו לפיתוח הרפואה המודרנית, ומנגד, אפשר לתהות, האם הניסויים שערך בבעלי חיים, נוכח הידע המדעי והטכנולוגי שעמד לרשותו, היו מוסריים? בדומה לכך אפשר לדון בשיטות המחקר של אדוארד ג'נר בפיתוח החיסון לאבעבועות שחורות, ובמוסריות השיטות, כל זאת לאור הטכנולוגיות המדעיות שהיו בתקופתו. ראוי גם לשאול: מה הייתה היום תוחלת החיים האנושית ללא גילוי החיסון? מתוך ההקשר ההיסטורי חשוב להבין כיצד פועל כיום המחקר המדעי המודרני, למשל: כיצד מפתחים היום חיסונים? ומהי המסגרת האתית והחוקית שבה מחקר פועל?

שילוב היבטים מדעיים ומוסריים בהוראת תכנון של ניסוי יכול להיות מודגם גם באמצעות דיון בחשיבות גודל המדגם של ניסויים בבעלי חיים, למשל בפיתוח תרופות. מדגם גדול מגביר את מהימנות התוצאות, ועם זאת, מעבר למגבלה כלכלית, כשמדובר בבעלי חיים קיימים שיקולים מוסריים, הן בשל סבל

בעלי החיים והן בשל הצורך באמינות התרופות. לפיכך יש לחדד את הבנת השיקולים הסטטיסטיים. דיון בצורך בפיתוח שיטות סטטיסטיות להקטנת מדגמים ידגים את משמעות החזרות בניסוי מדעי. באופן דומה אפשר להדגים מגוון נושאים גם מתחומי התזונה, הביולוגיה המולקולרית, הטכנולוגיה או הסביבה.

דיון בסוגיות אתיות כחלק מהוראת תכנית הלימודים במדעים מזמן הדגשה של ההיבטים המחקריים במהות המדע, כגון כיצד ידע מדעי מתפתח, הבסיס האמפירי לידע המדעי ומגבלות הידע המדעי. אך סוגיות אלו יקבלו הקשר מציאותי-חברתי בשילוב של ההיבטים החברתיים, הכלכליים והמוסריים, המהווים חלק בלתי נפרד מהסוגיה. הדגשת מהות המדע בהוראה עשויה להקנות לתלמידינו, אזרחי העתיד, כלים לקבלת החלטות מושכלות יותר בחיי היומיום.

Arrhenius S. (1896) XXXI. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science 41: 237-276.

Beauchamp TL and Walters LR. (1999) Contemporary Issues in Bioethics, Belmont, CA: Wadsworth.

Brossard D and Scheufele DA. (2013) Science, new media, and the public. Science 339: 40-41.

Carver RB, Wiese EF and Breivik J. (2014) Frame Analysis in Science Education: A Classroom Activity for Promoting Media Literacy and Learning about Genetic Causation. International Journal of Science Education, Part B 4: 211-239.

Feinstein NW. (2011) Salvaging science literacy. Science Education 95: 168-185.

Jenkins EW. (2013) The 'nature of science' in the school curriculum: the great survivor. Journal of Curriculum Studies 45: 132-151.

Kahan D. (2015) Climate Science Communication and the Measurement Problem. Political Psychology 36: 1-43.

Kahana O. (2013) High school science majors' views of the nature of science. Department of Education in Science and Technology. Haifa: Thechnion, Israel Institute of Technology.

Leiserowitz A, Maibach E, Roser-Renouf C, et al. (2017) Climate change in the American mind: November 2016. Yale University

and George Mason University. New Haven, CT: Yale Program on Climate Change Communication. Sustainability and Climate.

Lund TB, Morkbak MR, Lassen J, et al. (2014) Painful dilemmas: A study of the way the public's assessment of animal research balances costs to animals against human benefits. Public Understanding of Science 23: 428-444.

Macpherson CC. (2016) Bioethical Insights Into Values and Policy: Climate Change and Health: Springer.

Miller B and Record I. (2013) Justified belief in a digital age: on the epistemic implications of secret internet technologies. Episteme 10: 117-134.

National Science Board. (2014) Science and Engineering Indicators 2014. A broad base of quantitative information on the U.S. and international science and engineering enterprise. Arlington VA: National Science Foundation (NSB 14-01).

Pew Research Center. (2015) Public and Scientists' Views on Science and Society.

Powell JL. (2016) Climate Scientists Virtually Unanimous Anthropogenic Global Warming Is True. Bulletin of Science, Technology & Society: 0270467616634958

Resnik DB. (2016) Bioethics and Climate Change: A Response to Macpherson and Valles. Bioethics.

Robinson PA, Macnaghten P, Banks S, et al. (2014) Responsible scientists and a citizens' panel: new storylines for creative engagement between science and the public. The Geographical Journal 180: 83-88.

Schicktanz S, Schweda M and Wynne B. (2012) The ethics of 'public understanding of ethics'—why and how bioethics expertise should include public and patients' voices. Medicine, health care and philosophy 15. 129-139

Snow CP. (1956) The two cultures. New Statesman 6: 413-414.

Toulmin SE. (1982) How medicine saved the life of ethics. Perspectives in Biology and Medicine 24: 736-750.

Weart S. (2011) Global warming: How skepticism became denial. Bulletin of the atomic scientists 67: 41-50.

שטסל ז. (2000) אתיקה סביבתית, האוניברסיטה העברית: המרכז להוראת המדעים.

תודה לאביב שרון ולשולי בן עוליאל על הערותיהם המועילות למאמר.

