



הערכה הוליסטית של תקשורת מדע
על-פי עמדות בעלי עניין שונים:
מדענים, מורים, תלמידים, סטודנטים וציבור

חוקרות :
פרופ' יהודית דורי
ד"ר זהבית כהן
ד"ר אורית הרשקוביץ



אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן הוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל (סם) נאמן והוא פועל להטמעת חזונו לקידומה המדעי-טכנולוגי, כלכלי וחברתי של מדינת ישראל.

מוסד שמואל נאמן הוא מכון מחקר המתמקד בהתווית מדיניות לאומית בנושאי מדע וטכנולוגיה, תעשייה, חינוך והשכלה גבוהה, תשתיות פיסיקות, סביבה ואנרגיה ובנושאים נוספים בעלי חשיבות לחוסנה הלאומי של ישראל בהם המוסד תורם תרומה ייחודית. במוסד מבוצעים מחקרי מדיניות וסקירות, שמסקנותיהם והמלצותיהם משמשים את מקבלי ההחלטות במשק על רבדיו השונים. מחקרי המדיניות נעשים בידי צוותים נבחרים מהאקדמיה, מהטכניון ומוסדות אחרים ומהתעשייה. לצוותים נבחרים האנשים המתאימים, בעלי כישורים והישגים מוכרים במקצועם. במקרים רבים העבודה נעשית תוך שיתוף פעולה עם משרדים ממשלתיים ובמקרים אחרים היוזמה באה ממוסד שמואל נאמן וללא שיתוף ישיר של משרד ממשלתי. בנושאי התווית מדיניות לאומית שעניינה מדע, טכנולוגיה והשכלה גבוהה נחשב מוסד שמואל נאמן כמוסד למחקרי מדיניות המוביל בישראל.

עד כה ביצע מוסד שמואל נאמן מאות מחקרי מדיניות וסקירות המשמשים מקבלי החלטות ואנשי מקצוע במשק ובממשל. סקירת הפרויקטים השונים שבוצעו במוסד מוצגת באתר האינטרנט של המוסד. בנוסף מוסד שמואל נאמן מסייע בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמי"ס - מגני"ט בתחומים: נווטכנולוגיות, תקשורת, אופטיקה, רפואה, כימיה, אנרגיה, איכות סביבה ופרויקטים אחרים בעלי חשיבות חברתית לאומית. מוסד שמואל נאמן מארגן גם ימי עיון מקיפים בתחומי העניין אותם הוא מוביל.

יו"ר מוסד שמואל נאמן הוא פרופ' זאב תדמור וכמנכ"ל מכהן פרופ' עמרי רנד.



כתובת המוסד :

מוסד שמואל נאמן, קרית הטכניון, חיפה 32000

טלפון : 04-8292329, פקס : 04-8231889

כתובת דוא"ל : info@neaman.org.il

כתובת אתר האינטרנט : www.neaman.org.il

הערכה הוליסטית של תקשורת מדע
על-פי עמדות בעלי עניין שונים :
מדענים, מורים, סטודנטים, תלמידים
וציבור

פרופ' יהודית דורי^{1,2}, ד"ר זהבית כהן¹, ד"ר אורית הרשקוביץ²

¹מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית

²הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה

הטכניון

דצמבר 2015

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך
ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחברים ואינן משקפות בהכרח את
דעת מוסד שמואל נאמן

תוכן עניינים

2	תקציר
2	מילון מונחים
3	רציונל ומטרות המחקר
5	מבוא - מאפיינים ומודלים של תקשורת המדע
7	1. המחקר שלב I: סקר ספרות מורחב - המצב בעולם
7	1.1 - מתודולוגיית המחקר
10	1.2 - ממצאים - מבט על
11	1.3 - עמדות כלפי תקשורת המדע
12	1.4 - ערוצי תקשורת
14	1.5 - הבניית ידע מדעי
16	2. המחקר שלב II: השלב האמפירי - המצב בארץ
16	2.1 - המדגם
17	2.2 - כלי המחקר
19	2.3 - שיטת ניתוח הממצאים
19	2.4 - ממצאים
19	2.4.1 - עמדות כלפי תקשורת מדע
24	2.4.2 - עמדות כלפי ערוצי תקשורת
26	2.4.3 - עמדות כלפי הבניית ידע מדעי
27	3. חקר מקרה - אתר בשער
27	3.1 - רקע
29	3.2 - מטרה, משתתפים וכלי המחקר
31	3.3 - ממצאים ודיון
31	3.3.1 - מיפוי אתר בשער
32	3.3.2 - היבט המדענים - שיקולי דעת ואתגרים במתן מענה על שאלות
33	3.3.3 - היבט התלמידים
36	3.4 - סיכום והמלצות
37	4. דיון
39	5. מגבלות המחקר ואפשרויות להרחבתו
40	6. מקורות
45	Abstract

רשימת טבלאות

ע"מ	תיאור	מס' טבלה
8	סיקור כתבי העת המדעיים בתחום הוראת המדעים	טבלה 1 :
12	מטרות ומשתתפים במחקרים בתחום עמדות כלפי תקשורת המדע	טבלה 2 :
14	מטרות ומשתתפים במחקרים בתחום ערוצי תקשורת	טבלה 3 :
15	מטרות ומשתתפים במחקרים בתחום הבניית ידע מדעי	טבלה 4 :
19	פרוטוקול השאלון והראיון עם בעלי העניין השונים	טבלה 5 :
22	קטגוריות בנושא עמדות כלפי תקשורת המדע, כפי שעלו מניתוח תשובות בעלי העניין השונים	טבלה 6 :
31	השוואה בין אתר בשער לאתרים בעולם המשלבים שאלות מהציבור למדענים	טבלה 7 :
32	קטגוריות ודוגמאות לשאלות בשאלון למורים ותלמידים שהפנו שאלות למדענים באתר בשער	טבלה 8 :
33	התפלגות השאלות בתחומים המדעיים שנשאלו באתר בשער בשנים 2003 – 2012	טבלה 9 :
35	דוגמאות להתייחסות מדענים לחשיבות מתן תשובות לשאלות המורים והתלמידים הפונים אליהם	טבלה 10 :

רשימת איורים

עמ'	תיאור	מס' איור
10	שלוש התימות שעלו מסקר הספרות המורחב	איור 1 :
10	התימות ובעלי העניין המשותפים לתקשורת המדעית ולהוראת המדעים	איור 2 :
18	ארבע קבוצות בעלי העניין במחקר כתלות בידע המדעי שלהם	איור 3 :
30	מגוון ערוצי המידע באתר בשער	איור 4 :
35	תהליך פירסום תשובה לשאלה באתר - תקשורת עקיפה בין המדען לפונה	איור 5 :
38	המלצות לשידרוג תהליך שאלות ותשובות באתר בשער	איור 6 :

רשימת גרפים

עמ'	תיאור	מס' גרף
25	התפלגות הקטגוריות בתמה : עמדות כלפי תקשורת המדע עבור ארבע קבוצות בעלי העניין	גרף 1 :
26	התפלגות הקטגוריות בתמה : ערוצי תקשורת, עבור ארבעת קבוצות בעלי העניין	גרף 2 :
28	התפלגות הקטגוריות בתמה : הבניית ידע מדעי עבור ארבעת קבוצות בעלי העניין	גרף 3 :
34	מספרי השאלות שנשאלו בשנים 2003-2012 בתחומי המדעים השונים	גרף 4 :
36	התפלגות תשובות המורים והתלמידים בקטגוריות המוטיבציה שלהם לפנות לאתר	גרף 5 :

מס' גרף	תיאור	עמ'
גרף 6:	התפלגות תשובות המורים והתלמידים לגבי שביעות רצונם מהתשובה שקיבלו	36
גרף 7:	התפלגות תשובות המורים והתלמידים לגבי רמת התשובה שקיבלו	37
גרף 8:	התפלגות תשובות המורים והתלמידים לגבי המלצת השימוש באתר לחבר	37

תקציר

בשנים האחרונות, עולה דרישה ממדענים להנגיש את המדע לציבור הרחב, הן לצורך קיום וקידום של חברה תומכת ומקדמת ידע והן לצורך קבלת תמיכה ולגיטימציה מהציבור לעיסוק במדע. תקשורת מדע מתייחסת ליכולת להשתמש בשפה מובנת לקהל הרחב, לצורך דיון מדעי עם ציבור שאינו שייך לקהילה המדעית.

מטרת המחקר הנוכחי היתה לנתח באופן הוליסטי עמדות בעלי עניין שונים כלפי חשיבות תקשורת המדע, כלפי פלטפורמות תקשורת מדע וכלפי הבניית ושיתוף ידע מדעי. בפרט, המחקר הנוכחי בוחן את תרומת התקשורת בין מדענים לקהילת לומדים באמצעות אתר 'בשער', שהינו אתר אקדמי שמאפשר למורים ולתלמידים להפנות שאלות מדעיות באמצעות הרשת לחברי סגל ומומחים מובילים בתחומם.

המחקר כלל 347 נחקרים אשר ייצגו ארבעה בעלי עניין שונים בסדר יורד של רמת ידע ואוריינות מדעית: מדענים, מורים, סטודנטים ללימודי Science, technology, engineering and—STEM mathematics וסטודנטים למדעי החברה, שייצגו את הציבור המשכיל הרחב, שהינו בעל ידע או אוריינות מדעית ברמה נמוכה או בינונית. כל הנחקרים ענו על שאלון או רואיינו. בנוסף, בחקר מקרה השתתפו כ-20 תלמידים שהעלו שאלות לאתר 'בשער' וענו על שאלון משוב.

ממצאי המחקר העלו קטגוריות המאפשרות להעריך את עמדתם של בעלי העניין השונים כלפי חשיבות תקשורת המדע (כגון, קבלת תמיכת הציבור), כלפי פלטפורמות תקשורת שונות (כגון, תקשורת ההמונים) וכלפי הבניית ושיתוף ידע מדעי (כגון הגברת העניין במקצועות מדע). ממצא חשוב שנמצא מתייחס לכך שעמדות בעלי העניין נעו מהעדפה לתקשורת חד-כיוונית שהייתה נפוצה בעיקר בקרב מורים, לתקשורת שהינה דו-כיוונית, שהייתה נפוצה בקרב הסטודנטים ל-STEM. עמדות המדענים והסטודנטים למדעי החברה היו בתווך שבין העדפת תקשורת חד-כיוונית לתקשורת דו-כיוונית.

באשר לאתר 'בשער', ממצאי המחקר הראו כי רוב התלמידים היו מאוד מרוצים מתגובות המומחים לשאלותיהם והצביעו על תפקיד האתר כמספק מחשבות מומחים אודות שאלות מורכבות. הערכת תגובות המשתמשים הראתה כי האתר בכללותו חיזק את הקשר בין מדענים, מורים ותלמידים ותרם להעמקת הידע המדעי של המורים והתלמידים.

מילון מונחים

תקשורת מדע (science communication) - היכולת להציג ולהסביר רעיונות מורכבים שנוצרו בתוך גוף ידע ומינוחים של קהילת מומחים במדע, בשפה נהירה לקהל הרחב שאינו שייך לקהילה המדעית, תוך כדי כך שהמשמעות המתווכת אינה נפגמת (Brossard & Lewenstein, 2009).

הוראת מדעים (science education) - תחום העוסק בהוראת ולמידת מדע בעיקר בקרב מורים ותלמידים. מטרתו לחזק את הידע המדעי ואת המיומנויות ההכרחיות לקידום הידע המדעי (France & Bay, 2010).

המודל החסר (deficit mode) - מאפיין את תהליך התקשורת החד-כיווני מהמדענים כיצרני ידע באופן פעיל, לבעלי עניין אחרים המתעניינים במדע ומקבלים את הידע באופן פסיבי. מודל זה היה ועדיין הנפוץ ביותר בקרב מדענים כאשר הם מתקשרים עם הציבור (Ryder, 2002).

המודל הדיאלוגי (dialogue mode) - מאפיין את תהליך התקשורת הדו-כיווני בין מדענים ובעלי עניין אחרים המתעניינים במדע. מודל זה מאופיין כיותר דמוקרטי, בכך שהוא מאפשר לכל בעלי העניין להיות מעורבים בדיאלוג עם המדענים (Levinson, 2010).

המודל ההקשרי (contextual mode) - נמצא בתווך בין המודל החסר והמודל הדיאלוגי, ומתבסס על מעורבות הציבור בבניית הידע דרך אינטרקציות חברתיות (Brossard & Lewenstein, 2010).

ערוצי תקשורת מדע (science communication channels) - דרכים, או כלים המאפשרים את תהליך השיח המדעי, המיועד להבניית ידע, בראש ובראשונה בין מדענים, כמפיצי המידע, והשני בעלי העניין כמקבלי המידע. תכונותיו של ערוץ התקשורת קובעות את מטרות וכיווניות זרימת המידע המדעי. דוגמא לערוץ תקשורת פופולרי הינו תקשורת המונים (Besley & Nisbet, 2011; Schäfer, 2012).

הבניית ידע מדעי (scientific knowledge construction) - הכלים או הדרך שבאמצעותם מתפתחת האוריינות המדעית ונוצר הידע המדעי (Osborne at al., 2003).

אוריינות מדעית (scientific literacy) - היכולת להבין ולהעריך בצורה ביקורתית תוכן מדעי. היבט זה של ידע מדעי מכוון בשלב ראשוני להכרות עם רשימה של מושגים מדעיים, עקרונות, או מינוח טכני או מדעי. ובשלב מתקדם יותר למיומנויות והידע הנדרשים לקריאה והבנה של טקסטים מדעיים ולתפקוד יעיל בנסיבות מסוימות בחיי היום יום (Ryder, 2001).

רציונל ומטרות המחקר

אחד מהשינויים החברתיים וכלכליים המתרחשים לאחרונה בישראל ובעולם מתייחס למתן משמעות חדשה למושג השוויון בחברה ככלל ובחינוך כפרט. המערכת החינוכית נדרשת להתמודד עם שונות בין תלמידים, כאשר שוויון בחינוך אינו נתפס כחברתי אלא כשוויון הזדמנויות, המאפשר ניעות חברתית, כדוגמת קידום קבוצות מהשוליים לעבר המרכז החברתי. התמודדות עם שונות בחברה אמורה לשולח מסר שכל אחד יכול לעסוק במדע ברמת חשיפה שונה. חשיפת הציבור (הכללי והחינוכי) למדע הכרחית שכן ידע הינו משאב ציבורי במיוחד במדינה דמוקרטית, ועל כן צריך להיות נגיש לכולם. עם זאת שימוש נכון בידע מדעי מצריך יכולת אוריינות מדעית. סיבה ברורה אחת המוצעת לחשיבות האוריינות המדעית גם לתלמידים וגם לציבור היא הצורך של שתי הקהילות – תלמידים ואזרחים מן השורה – להיות מסוגלים לקבל החלטות המבוססות על ידע מדעי. החלטות אלו יכולות להתקבל במגוון רחב של נושאים שמשפיעים על חיי היום יום של האזרחים, כגון בנושאי בריאות, תרבות צריכה וסגנון חיים. סיבות נוספות לחשיבות ידע מדעי הן לשם המשך הפיתוח הטכנולוגי במדינה, שקיפות כלפי משלמי המיסים ועוד.

בעבר, מדענים היו מקור הידע העיקרי עבור הציבור. האסון בצ'רנוביל (Wynne, 1992) ושינוי האקלים שהתקיים בעקבותיו (Nisbet & Scheufele, 2009) הדגישו מחד את הצורך של הציבור הכללי להבין טוב יותר את המדע, ומאידך את הצורך בשיפור אמינותם של המדענים דרך שיפור תקשורת המדע. אזרחים צריכים להיות מודעים ולהבין מידע מדעי שהינו ישים בחיי היום-יום שלהם, כמו מזון מהונדס (Cook et al., 2004) וטכנולוגיות להתפלת מי שתיה (Schibeci & Williams, 2014). ידע מדעי מסייע לשיפור ההבנה של הציבור ולקבלת החלטות מבוססות מדעית (Bromme & Goldman, 2014; Sinatra, Kienhues & Hofer, 2014).

בשנים האחרונות, מספר מדענים מהווים שליחים של המדע דרך תקשורת ההמונים, במטרה לאפשר לציבור לקבל מידע מדעי. עם זאת, מדענים נוטים לחלוק תוצאות מחקרים בעיקר עם מדענים אחרים בתחומם, ורק מעט מחקרים מדעיים בעלי עניין לציבור מוצגים לציבור באמצעות המדיה (Suleski & Ibaraki, 2010). הסיטואציה הזו מבלבלת את הציבור, שמרגיש לא בטוח לגבי התוקף של הנושאים המדעיים אליהם הוא חשוף. התגברות תפקיד תקשורת המדע כתחום מדעי הדגישה את הצורך לייעל את תהליך תקשורת המדע ואת התוצר שלה – רמת הידע וההבנה המדעיים של הציבור. זאת על-ידי יצירת אבטחת ערוצים אמינים לתקשורת מדע לציבור. תקשורת מדע מתייחסת לא רק לציבור באופן כללי, אלא גם לתלמידים בסביבת בתי-ספר ובמסגרות לא פורמליות. אכן, הצורך להדק קשרים עם מדענים, היצרנים של הידע החדש, בולט במיוחד בהקשר של הוראת המדעים (France & Bay, 2010). ועדיין, רוב תלמידי התיכון והתלמידים הצעירים יותר לא חווים קשרים ישירים עם מדענים (Baram-Tsabari & Segev, 2011; Zhai, Jocz & Tan, 2013). כמו שרני (Rennie, 2011) ציין, כי תקשורת מדע צריכה לאפשר לתלמידים למצוא את הידע שהם צריכים כשהם צריכים אותו. חינוך תלמידים צעירים להיות בעלי יכולת קריאה וכתובה מדעית דורשת מהוראת המדעים לאמץ דרכים חדשות להפקת תועלת מתקשורת ההמונים החדשה והמתפתחת שתלמידים לעיתים קרובים משתמשים בה בעיקר למטרות חברתיות. הגישה המקובלת לתקשורת מדע מדגישה בעיקר את ההקשר של הזיקה בין המדען והציבור ואת הידע המועבר ממדענים לציבור (Luers & Kroodsma, 2014). חד-כיוונית זו של תקשורת המדע- המודל החסר (*deficit model*) לא מקדישה תשומת לב מספיקה לבעלי עניין אחרים שגם מעוניינים להכיר

ידע מדעי, כמו תלמידים, חוקרים ואנשי מקצוע בתחום של הוראת המדעים. בהקשר החינוכי אם כן, מטרתם של הוראת המדעים ותקשורת המדע היא להעלות את רמת האוריינות המדעית של קהלי היעד שלהם: תלמידים, מורים, סטודנטים והציבור הרחב, בהתאמה. על מנת להבטיח צמצום שונות במגוון אוכלוסיות, אתגרים אלו של חינוך מדעי לכל, צריכים לקבל מענה לא רק בכיתות על-ידי המורים אלא בתכנון ויישום סטנדרטים שימושו בתוכניות הלימודים, יוערכו במערכת הערכה מתאימה המשמשת לבחינת התקדמות התלמידים וילוו במחקר על למידה והוראת מדעים. המלצה זו מתייחסת למתן הזדמנויות שוות ללמידה ועידוד המוטיבציה במטרה שתלמידים מכל הרקעים יוכלו לרכוש השכלה מדעית. לכן, בהתאם לסטנדרטים יש לקדם השתתפות רחבה בלימודי מדעים, אשר תפתח בכל התלמידים יכולות וביטחון עצמי כלומדי מדע. זאת על-ידי מיקוד מערכת החינוך בהוראה ולמידה משמעותית, בד בבד עם פעילות הערכה שתבדוק ותוודא כי התלמידים השונים עומדים ברף ציפיות אקדמי גבוה. אנו סבורות כי במידה והידע המדעי יהיה זמין ומובן יותר ורמת האוריינות המדעית של האזרחים תהיה גבוהה יותר, יגדל הסיכוי לדיאלוג הדו-כיווני בין הציבור למדענים ולצמצום הפערים בחברה.

במחקר אותו נציג בדו"ח זה, אנו מתייחסות, משוות ומעמידות זה כנגד זה את הוראת המדעים כדיסציפלינה קרובה לתקשורת המדע. באופן ספציפי, הנחת העבודה המונחת ביסוד המחקר הנוכחי היא שתקשורת המדע והוראת המדעים חולקים מספר תימות (נושאים) משותפות ושהשוואת והנגדת תימות אלו בין שתי דיסציפלינות אלו יטיבו עם בעלי עניין של שתיהן. לאור זאת, ערכנו מחקר בשני שלבים, שבהמשך נתייחס אליהם כשלב I ושלב II. בשלב I, שהינו מבוסס ספרות מחקרית, זיהינו שני מודלים לתקשורת מדע-מודל החסר ומודל של דיאלוג, ושני מבנים משלימים- תהליך ותוצר. כתוצאה מכך, עלו שלוש תימות משותפות לשתי הדיסציפלינות- הוראת מדעים ותקשורת מדע: עמדות כלפי תקשורת מדע, ערוצי תקשורת והבניית ידע מדעי. בשלב II, שהינו אמפירי, בחנו את נקודת המבט של בעלי עניין שונים משתי הדיסציפלינות: סטודנטים למדעי החברה (המייצגים את הציבור המשכיל), מורים, סטודנטים המתמחים במקצועות STEM (מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה) ומדענים כלפי התימות המשותפות שזיהינו בשלב I.

מבוא - מאפיינים ומודלים של תקשורת המדע

תקשורת המדע עוררה עניין רב לאורך העשורים האחרונים. קלויטר ושיין (Cloitre & Shinn, 1985) כפי שצוטט על ידי בוצ'י (Bucchi, 2012), זיהו ארבעה שלבים בתוך שני המבנים של תקשורת המדע-תהליך ותוצר: (1) שלב התוך-מומחיות (*intraspecialistic*) שבו מדענים מפרסמים את המחקרים שלהם בכתבי עת מדעיים ספציפיים לתחום המחקר שלהם; (2) שלב הבין-מומחיות, שבו מדענים משתפים את הממצאים שלהם בכנסים ופרסומים מקצועיים עם מדענים שהמומחיות שלהם היא בתחומים אחרים; (3) השלב הפדגוגי, שבו מדענים מציגים את התיאוריות והמסקנות לאחרים, בעיקר דרך ספרי לימוד במדע; ו- (4) השלב הפופולרי, במהלכו נושאים מדעיים הופכים לציבוריים דרך תקשורת ההמונים, שכוללת עיתונים, תכניות טלוויזיה ורשתות חברתיות. ארבעת שלבים אלו מייצגים את המודל החסר שמאפיין את תהליך התקשורת החד-כיווני מהמדע לציבור. בהציגם תיאור רחב של תקשורת מדע, ברנס ועמיתיו (Burns and colleagues, 2003) ציינו שהמאפיינים העיקריים של תקשורת מדע הם מודעות הציבור להיבטים חדשים של המדע, אוריינות מדעית, הנאה ממדע, עניין ממדע ועמדות כלפי מדע. המודל המסורתי המתאר את התפתחות הזרימה של תקשורת הידע המדעי מדגישה תקשורת חד-כיוונית, הנקראת המודל החסר. המודל הזה היה ועדיין הנפוץ ביותר בקרב מדענים כאשר הם מתקשרים עם הציבור (Casini & Neresini, 2012; Davies, 2008; Watermeyer, 2012; Wynne, 1992). כיום, מספר מודלים נידונים בספרות של תקשורת המדע ברצף שנע בין המודל החסר (החד-כיווני) לבין המודל הדיאלוגי (הדו-כיווני). המודל החסר מתייחס להעברת מידע באופן חד-כיווני מיצרן ידע פעיל למקבל ידע פסיבי (Ryder, 2002). מודל זה מאפיין תהליך תקשורת בין המדענים לציבור, עם ההנחה שהציבור צריך לקבל ידע מדעי על מנת להזדהות עם מחקרים מדעיים ולתמוך בהשקפות מקובלות על-ידי רוב המדענים (Brossard & Lewenstein, 2009). מודל זה נתפס כלא דמוקרטי עם מעורבות מוגבלת של הציבור, ועל כן אם בתי-ספר מעוניינים לקדם דיונים דמוקרטיים, המורים צריכים לשים דגש על תפקיד הידע המדעי ועל תהליך קבלת החלטות (Levinson, 2010). המודל הדיאלוגי תומך בתקשורת דו-כיוונית בין מדענים ובעלי עניין אחרים המעוניינים בתקשורת מדע. במחקר הנוכחי, נתמקד בשני מודלים אלו (החסר והדיאלוגי), וכן במודל ההקשרי (*contextual model*), אשר נמצא בתווך בין שני מודלים אלו אשר מתבסס על הקביעה כי הציבור מעבד את הידע אשר מועבר אליו, בהתבסס על חוויות והקשרים אישיים, ושהציבור מעורב בבניית הידע דרך אינטראקציות חברתיות (Brossard & Lewenstein, 2010). בעוד שקלויטר ושיין (Cloitre & Shinn, 1985) כפי שצוטט על ידי בוצ'י (Bucchi, 2012), דנים גם בתהליך וגם בתוצר של תקשורת המדע, פלמר ושיבקי (Palmer & Schibeci, 2012), מדגישים את תהליך תקשורת המדע ואת רמת הדו-כיווניות שלו. הם מאפיינים ארבעה סוגים של תקשורת מדע: (1) תקשורת מדע מקצועית; (2) תקשורת מדע חסרה; (3) תקשורת מדע מייעצת- שחלוף הלוח ושוב של ידע בין מדענים והציבור הלא-מדעי; ו- (4) תקשורת מדע מכוונת, שדומה אבל יותר דמוקרטיית מתקשורת המדע המייעצת, כך שהמדענים והציבור מכבדים זה את זה באופן הדדי. בהתייחס למודלים שהוזכרו לעיל, תקשורת מדע מקצועית ו/או חסרה מתייחסת למודל החסר, תקשורת מדע מייעצת מתייחסת למודל ההקשרי ותקשורת מדע מכוונת מתייחסת למודל הדיאלוגי.

מטרתם של הוראת המדעים ותקשורת המדע היא להעלות את רמת האוריינות המדעית של קהלי היעד שלהם- תלמידים והציבור, בהתאמה. סיבה ברורה אחת המוצעת לגבי חשיבות האוריינות

המדעית גם לתלמידים וגם לציבור היא הצורך של שתי הקהילות- תלמידים צעירים והאנשים ההדיוטים- להיות בעלי יכולת לקבל החלטות מושכלות מבחינה מדעית, במגוון רחב של נושאים שמשפיעים על חיי היום יום שלהם (Dijk, 2011; Roberts, 2007; Tal & Dierking, 2014). אכן, ווגט (Vogt, 2012) הדגיש את ההיבט של **המשתתפים**, או במונחים שלנו, **בעלי העניין**, בשלבים שונים של תקשורת המדע. סוג המשתתפים משתנה כשתקשורת המדע מתרחבת או מתפרשת. בתחילה, המשתתפים בשני צדי התקשורת, המפיצים (destinators), מהם מקור הידע מדעי, והמקבלים (destinees), אליהם מופנה מעבר הידע המדעי, הם המדענים. בשלב הבא, המפיצים הם המדענים והמורים, והמקבלים הם התלמידים. לאחר מכן, קבוצת המפיצים גדלה וכוללה בנוסף למדענים ומורים גם אנשי מקצוע כמו מנהלי מוזיאונים ויזמים תרבותיים של מדע, כאשר קבוצת המקבלים מתרחבת על מנת לכלול באופן רחב יותר את הציבור הצעיר, שהוא לא רק תלמידים. לבסוף, המפיצים הם העיתונאים, אשר מקבלים את המידע ממדענים, והמקבלים הם החברה בכללותה. בהתחשב בכך שהתמודדות עם שונות בחברה שולחת מסר שכל אחד יכול לעסוק במדע, רני (Rennie, 2011) קרא להגברת השונות בהיבטים של סוגי מדע, האנשים העוסקים בו, והדרכים בהן ניתן להשתמש במדע. בכל אופן, מפתיע ככל שזה נשמע, מצאנו הוכחה מועטה לכך שקיים דיאלוג בין מדענים העוסקים בהוראת המדעים ומדענים העוסקים בתקשורת המדע (Dijk, 2011; Ogawa, 2011). השינוי המשמעותי ביותר הוא דרך יצירת החלק השני של כתב העת International Journal of Science Education- Part B, המשמש כפלטפורמה לחוקרי הוראת המדעים לכתוב על מחקרים העוסקים בתקשורת המדע.

מטרות המחקר הנוכחי בעל שני השלבים הן לזהות תימות משותפות לשתי הדיסציפלינות של תקשורת המדע והוראת המדעים, ולבחון את נקודת המבט של בעלי עניין שונים משתי הדיסציפלינות כלפי תימות אלו. להלן נתאר את השיטה והממצאים של שני שלבי המחקר. לאחר מכן נציג את מסקנות ומגבלות המחקר ונדון בתרומת המחקר לקהילת החינוך ל-STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). נתאר את השיטות והממצאים של שני שלבי המחקר בנפרד, מכיוון שהמתודולוגיה של שלב II, במיוחד כלי המחקר, מבוססים על ממצאי שלב I.

1. המחקר שלב I: סקר ספרות מורחב - המצב בעולם

בשל חוסר דו-השיח וכמות הידע המועטה המועברת בין קהילת התקשורת המדעית לבין קהילת הוראת המדעים, מטרת המחקר הראשונה הייתה לבצע סקר ספרות בכל אחת מהדיסציפלינות הנדונות על מנת לזהות את תחומי החפיפה והשוני בהיבט של: מטרות, שיטות מחקר ובעלי עניין בשתי הקהילות הדומות לכאורה. שאלת המחקר הייתה "האם קיימים נושאים משותפים בין קהילת הוראת המדעים וקהילת התקשורת המדעית? אם כן, מה הם?"

1.1 - מתודולוגיית המחקר

מתודולוגיית המחקר בשלב זה הייתה ביצוע סקר ספרות המבוסס על מילות מפתח בכתבי עת מדעיים העוסקים בהוראת המדעים ותקשורת המדע. מילות המפתח שנסקרו היו: "תקשורת המדע" (science communication), "הבנת המדע" (science understanding) ו-"מעורבות במדע" (science engagement). המונח "תקשורת המדע" מתייחס לתהליך, המונח- "הבנת המדע" מתייחס לתוצר (הבנה מדעית) והמונח "מעורבות מדעית" מרמז הן על התהליך והן תלוי באופן ישיר בעמדות של בעלי העניין. בחירת מילות מפתח אלו קיבלה משנה תוקף עבור שני צמדי המילים הראשונים, אשר הופיעו בשמות כתבי העת המובילים העוסקים בתקשורת המדע: "Science Communication" ו-"Public Understanding of Science". צמד מילות המפתח השלישי - "science engagement" נגזר מחלקו השני (Part B) של כתב העת "International Journal of Science Education" הנקרא: "Communication and Public Engagement" הפונה לקהיליית הוראת המדעים.

סקר הספרות לא כלל מחקרים אשר עסקו אך ורק באינטראקציה בין מורים לתלמידים בבית הספר, אלא התמקד במאמרים שמטרתם העיקרית הייתה להנגיש את המדע לבעלי עניין שונים ומגוונים. סקר הספרות כלל את שלושת כתבי העת בעלי ה"Impact factor" הגבוה ביותר בתחום הוראת המדעים: *Journal of Research in Science Teaching*, *Science Education*, ו-*International Journal of Science Education*.

בחיפוש הראשון, בוצע שימוש בצמד מילות מפתח יחיד בכל חיפוש: תקשורת המדע; הבנת המדע, ו- מעורבות במדע. התקבלה כמות עצומה של תוצאות שרובן לא היו רלוונטיות למחקר. על מנת לשפר את תוצאות החיפוש, צמד מילות המפתח נרשם עם גרשיים בכדי לכלול בתוצאות את הצמד בכללותו. פעולה זו צמצמה את כמות המאמרים שהתקבלה בחיפוש לכ-2% ביחס לחיפוש הראשון. יחד עם זאת, מרבית המאמרים שהתקבלו התמקדו בדיאלוג בתוך כיתות הלימוד או בתקשורת בין מדענים או בתקשורת בין מורים אך לא עסקו בקבוצת המטרה של מחקר זה – "בעלי עניין בתקשורת המדעית". סבב החיפוש השלישי הוגבל למאמרים שפורסמו החל משנת 2000 אשר עסקו ביותר מקבוצת בעלי עניין אחת. טבלה 1 להלן מציגה את תוצאות סיקור כתבי העת המדעיים בתחום הוראת המדעים על בסיס חיפוש מילות מפתח מרכזיות בתקשורת המדע: (א) תקשורת המדע, (ב) "הבנת המדע", ו- (ג) "מעורבות במדע".

טבלה 1: סיקור כתבי העת המדעיים בתחום הוראת המדעים

(א) חיפוש על-פי מילת המפתח: תקשורת המדע (science communication)

III תקשורת בין שני בעלי עניין ויותר שנים: 2000-2014	II "science communication"	I science communication	סבב החיפוש ומילות המפתח כתב העת
1 Zhai & Dillon, 2014	23	972 ^a Price & Lee, 2013; Peters-Burton & Baynard, 2013	Journal of Research in Science Teaching – JRST
2 Russell, 2010 Wallace, 2004	32	1541	Science Education
2 France & Bay, 2010; Schibeci & Williams, 2014	26	1144	International Journal of Science Education – IJSE, Part B: Communication and Public Engagement

^aNote: 2 articles were selected at this 1st round of search as they were highly relevant and cited.

(ב) חיפוש על-פי מילת המפתח : הבנת המדע (science understanding)

III תקשורת בין שני בעלי עניין ויותר שנים: 2000-2014	II "science understanding "	I science understanding	סבב החיפוש ומילות המפתח כתב העת
1 Brickhouse, Lowery & Schultz, 2000	150	2576	Journal of Research in Science Teaching – JRST
3 Barak & Dori, 2005 Munby, Taylor, Chin & Hutchinson, 2007 Wu, 2003	159	5977	Science Education
1 Grant, Liu & Gardella, 2014	5	64	International Journal of Science Education – IJSE, Part B: Communication and Public Engagement

(ג) חיפוש על-פי מילת המפתח : מעורבות במדע (science engagement)

III תקשורת בין שני בעלי עניין ויותר שנים: 2000-2014	II "science engagement"	I science engagement	סבב החיפוש ומילות המפתח כתב העת
0	13	520	Journal of Research in Science Teaching – JRST
0	3	506	Science Education
2 Rennie, 2011 Wilkinson, Dawson & Bultitude, 2012	5	62	International Journal of Science Education – IJSE, Part B: Communication and Public Engagement

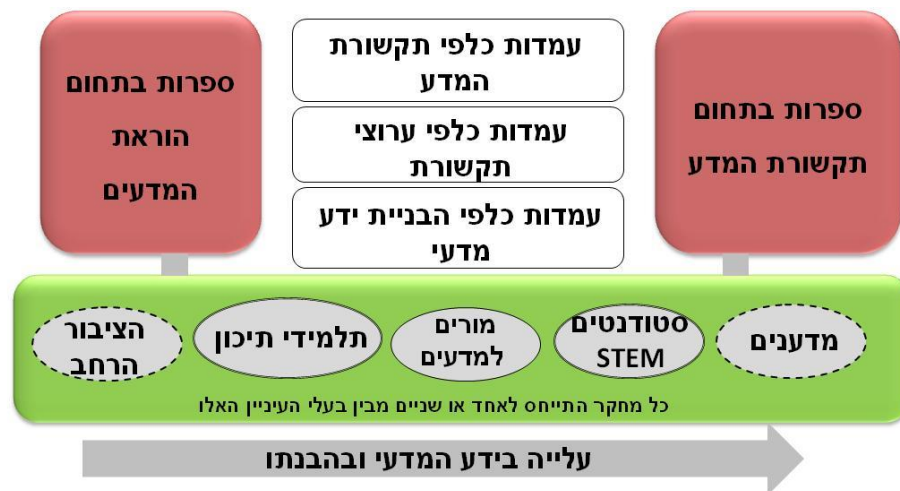
בשלב הבא, בוצע סקר דומה בכתבי עת מדעיים מובילים העוסקים בנושא של תקשורת המדע: *Science Communication and Public Understanding of Science*. על מנת למצוא את תחומי החפיפה ביו קהילת הוראת המדעים וקהילת תקשורת המדע, החיפוש הוגבל לנושאים ולקבוצת בעלי עניין דומים לאלו שנמצאו קודם לכן בכתבי עת מדעיים בנושא הוראת המדעים. בהתאם לחיפוש הקודם, גם הסקירה הנוכחית הוגבלה למאמרים שפורסמו החל משנת 2000. בחיפוש צמד מילות המפתח "תקשורת המדע" התגלה כצפוי כי ההבדל המשמעותי ביותר בין כתבי העת הוא קבוצת בעלי העניין הנחקרת (ראה פירוט בממצאים). "המשתתפים" הם יחידים או קבוצות הלוקחים חלק בתקשורת המדע. בקהילת הוראת המדעים, קבוצת בעלי העניין העיקרית היא התלמידים והמורים בעוד שקבוצת בעלי העניין השנייה בחשיבותה הם ההורים ועובדי חינוך. בקהילת תקשורת המדע, בעלי העניין העיקריים הם המדענים והציבור. קבוצת בעלי העניין השנייה בחשיבותה הם עיתונאים, אנשי תקשורת וכמו כן מורים ותלמידים.

על בסיס גישה הוליסטית, האנליזה של סקירת הספרות המפורטת מעלה בכתבי עת מובילים בהוראת המדעים, העלתה שלושה נושאים (להלן, תימות) הקשורים למילות החיפוש בנושא תקשורת המדע: "עמדות כלפי תקשורת המדע", "ערוצי תקשורת", ו-"הבניית ידע מדעי" (ראה איור 1). נושאים אלו גם הופיעו בסקר ספרות דומה שערכנו בכתבי עת מובילים של תקשורת המדע.



איור 1: שלש התימות שעלו מסקר הספרות המורחב

באיור 2 מוצגים שלוש התימות ובעלי העניין השונים, אשר בדרך כלל נחקרים בתחום הוראת המדעים ובתחום תקשורת המדע בספרות.



- תמה מרכזית
- בעלי עניין אופייניים למחקרים בתחום תקשורת המדע
- בעלי עניין אופייניים למחקרים בתחום תקשורת המדע ובתחום חינוך מדעי

איור 2: התימות ובעלי העניין המשותפים לתקשורת המדעית ולהוראת המדעים תימות אלו עוסקות בתהליך תקשורת המדע ומתייחסות לשלושת מבני התקשורת של התהליך, תוצר ובעלי העניין (Palmer & Horst, 2003; Cloitre & Shinn, 1995; Bucchi, 1996, 2012; Schibeci, 2012; Vogt, 2012):

- א. **עמדות כלפי תקשורת המדע** – תימה זו מתייחסת למודעות או תפיסות לגבי מדע, או אמונות לגבי מדע. סט ייחודי של גישות שויך לכל אחת מקבוצות בעלי העניין.
- ב. **ערוצי תקשורת** – תימה זו נוגעת בדרכים, או בכלים המאפשרים את תהליך השיח המדעי, המיועד להבניית ידע, בראש ובראשונה בין מדענים, כמפיצי המידע, והשני בעלי העניין כמקבלי המידע. תכונותיו של ערוץ התקשורת קובעות את מטרות וכיווניות זרימת המידע המדעי.
- ג. **הבניית ידע מדעי** – תימה זו נוגעת בכלים או בדרך שבה נוצר הידע המדעי, אשר מצופה להתפתח ולגדול עקב שיח בין המדענים לבין שאר בעלי העניין.
- עבור כל אחת משלוש תימות אלו, אשר זוהו בספרות הוראת המדעים, מצאנו מספר רב של מאמרים בספרות תקשורת המדע. למשל המאמר של פרייס ולי (2013), שנמצא בסקירת הספרות של הוראת המדעים (ראה לעיל טבלה 1), אשר התמקד בגישתם של אזרחים ומדענים. בסקירת הספרות של תקשורת המדע אחרנו שלושה מאמרים עם בעלי עניין דומים. דוגמה נוספת- בסקירת הספרות של הוראת המדעים מצאנו שני מאמרים הקשורים לשימוש של המדענים בערוצי התקשורת (France & Bay, 2010; Grant, Liu & Gardella, 2014; ; ראה לעיל טבלה 1). במקביל בספרות בנושא תקשורת המדע מצאנו שני מאמרים המתמקדים בדרך בה מדענים משתמשים במדיה, כדי לתקשר בידע מדעי.

להלן תובא סקירה שתעמיק בכל אחת מהתימות שנמצאו על-פי הספרות המחקרית.

1.3 - עמדות כלפי תקשורת המדע

העמדות המקובלות מושפעות על ידי גורמים שונים, כגון סטטוס המדען, אמונה עצמית ביכולותיו או חיזוקים חיצוניים (Dudo, 2012), העמדות אותן מביעות מדענים כלפי תקשורת המדע מתפרשות על פני ספקטרום רחב ומגוון (מחויבי לניטרלי ועד לשלילי). מדענים אשר אינם תומכים בתקשורת המדע מסבירים את עמדתם השלילית בשימוש במגוון סיבות. כמה מהם לא רואים עצמם כדוברים, בעוד שאחרים נוטים לראות את תקשורת המדע כתהליך קשה, או מסוכן מאחר והציבור יכול לפרש את התוכן המדעי בצורה לא נכונה, או להגיע למסקנות לא נכונות (Davies, 2008; Scheufele et al., 2007). אחרים פשוט לא מצליחים לראות בתקשורת המדע חלק אינטגרלי ובלתי נפרד מעבודת המחקר שלהם (Casini & Neresini, 2012). מדענים אשר רואים את תקשורת המדע באור חיובי, לעיתים קרובות מונעים באופן מהותי מהרצון שלהם להגביר את עניין הציבור ואת ההבנה וההתלהבות הציבור לגבי מדע (Martin-Sempere, Garzon-Garcia, & Rey-Rocha, 2007; Poliakoff & Webb, 2008). מדענים אחרים רואים בתקשורת המדע כחובתם, יתכן משום שהציבור משלם על חלק מן המחקרים (Petersen et al, 2009), או משום שהם מעוניינים להעלות את הלגיטימציה של מחקרם על ידי יצירת דעת קהל חיובית (Peters et al, 2008; Young & Mathews, 2007).

ללא קשר לעמדות המדענים, רבים מהם באופן מפורש או לא מפורש, מאמצים את הגישה החסרה (החד כיוונית) של מודל התקשורת. מודל זה קובע שלציבור מחסור בידע מדעי, והתפקיד של הקהילה המדעית הוא להזרים ידע מדעי לציבור בכדי להפחית מחסור זה. מדענים רבים לא מזהים את חשיבותן של דרכי התקשורת הנוספות (Davies, 2008; Schibeci & Williams, 2014; Watermeyer, 2012), אשר מתייחסות גם לצרכים ולספקות של הציבור. על פי Horst (2013), או שמדענים עוסקים בתקשורת המדע על בסיס קבוע, או שהם לא עוסקים בכך בכלל. וכאשר הם

עוסקים בתקשורת המדע, הם מעדיפים לדון ב"רעיונות גדולים", או עקרונות מפתח, מאשר לספק לציבור מידע מפורט על מחקרם (Davies, 2008). אכן, רוב האנשים המרכיבים את הציבור לרוע המזל, עדין חסרים ידע מדעי בסיסי, כדי לרכוש הבנה מעמיקה של תופעות רבות ושל תגליות חדשות (למשל בביולוגיה מולקולרית, חלקיקי יסוד, אנרגיה גרעינית, או קוסמולוגיה). בטבלה 2 שלהלן מוצגים דוגמאות למחקרים המתמקדים בעמדות כלפי תקשורת המדע, כפי שנמצאו בכתבי עת משתי הקהילות: הוראת המדעים ותקשורת המדע.

טבלה 2: מטרות ומשתתפים במחקרים בתחום עמדות כלפי תקשורת המדע

(א) כתבי עת בקהילת הוראת המדעים

התחום המדעי	מטרת המחקר ומשתתפים
אסטרונומיה Price & Lee (2013)	מטרת המחקר: בחינת עמדות ואמונות כלפי מדע בקרב נבדקים המשתתפים בפרויקטים מדעיים המשלבים אזרחים משתתפי המחקר: אזרחים ומדענים
מדע Peters-Burton & Baynard (2013)	מטרת המחקר: תפיסת אמונות כלפי האופן בו נוצר ומאומת ידע מדעי משתתפי המחקר: מדענים, מורים למדעים ותלמידים
מדע Brickhouse, Lowery & Schultz (2000)	מטרת המחקר: בחינת הבניית סוגי זהות עצמית של תלמידות והאופן בו הן תופסות עצמות כמצליחות במדע משתתפי המחקר: תלמידות בחט"ב, מורים, הורי תלמידים וקבוצות מיקוד המייצגות את הציבור

(ב) כתבי עת בקהילת תקשורת המדע

התחום המדעי	מטרת המחקר ומשתתפים
חקלאות Sapp, et al. (2013)	מטרת המחקר: המחקר בוחן האם עיצוב מדיניות טכנולוגיה צריך להסתמך על המלצות של מומחים או על חוות דעת של הציבור משתתפי המחקר: ציבור, בגילאים 21-65
ביוטכנולוגיה וננו-טכנולוגיה Horst (2013)	מטרת המחקר: בחינת תפקיד המדענים בתקשורת ציבורית, בהתבסס על העניין החברתי והפוליטי שלהם במדע משתתפי המחקר: מומחים, מנהלי מחקר
ביוטכנולוגיה אנושית Zorn, Roper, Weaver & Rigby (2012)	מטרת המחקר: בחינת שינוי עמדות כלפי מדענים וביוטכנולוגיה אנושית, כתוצאה מדיאלוג משתתפי המחקר: מדענים, הציבור הרחב

1.4 - ערוצי תקשורת

ממחקרים עולה שערוצי התקשורת הנפוצים ביותר שמדענים נוטים להשתמש בהם לצורך התקשורת עם הציבור הם תקשורת ההמונים (Schäfer, 2012; Besley & Nisbet, 2011). אכן תקשורת ההמונים היוותה ערוץ מרכזי לגישור על הפער בין המדענים והציבור. רוב האנשים, כולל מקבלי החלטות, מסתמכים על תקשורת ההמונים כמקור עיקרי, או אפילו בלעדי של מידע מדעי (Schäfer, 2012). למידה מדעית פורמלית מתרחשת בבתי ספר ובאוניברסיטאות, בעוד שכלי התקשורת מציעים הזדמנויות ללמידה מדעית, לא פורמלית, אשר אינה מוגבלת לסביבות לימוד,

או למגזר מיוחס של החברה. ערוצים שונים, כגון עיתונים, רדיו, טלוויזיה, והאינטרנט, המשתמשים בפורמטים שונים, כגון דיווחים, מופעים מדעיים, סרטים תיעודיים, או סיפורים בדיוניים, יכולים באופן בלתי פורמלי לקדם אוריינות מדעית (Maier, Rothmuns, Retzbach, Otto, & Besley, 2014). עם זאת, חוקרים מציינים כי עיסוק במדע דרך תקשורת ההמונים הוא עניין מאתגר, שכן למדענים, מורים וסטודנטים חסרה לעיתים הכוונה לשימוש במדיות השונות (Baram-Tsabari & Lewenstein, 2012; McClune & Jarman, 2010).

תהליך התקשורת המדעית מתרחש גם דרך מתווכים, באתרים כמו מוזיאונים, פארקים, פסטיבלים או מכונים מדעיים, מקומות בהם מתקיימות פעילויות וישנה קבלת קהל המעסיקות את הקהל או מכונים מדעיים, מקומות בהם מתקיימות פעילויות וישנה קבלת קהל המעסיקות את הקהל (Bultitude & Sardo, 2012; Meyer, 2010; Tal, Bamberger, & Morag, 2005).

הימצאות מגוון רחב של מידע מדעי בצורה מסורתית או דיגיטלית, אינה אומרת שמידע זה נגיש או מובן. מומחים וחוקרים בתחום מסוים מבינים מקורות מידע כאלו בצורה מעמיקה בצורה משמעותית הרבה יותר מן הציבור הרחב. הסיבות לפער הזה הן שוני בין הידע הקודם של מומחים והציבור הרחב, וגם חוסר ההכרות של הציבור עם מוסכמות מדעיות (סימנים, גרפים, משוואות) אשר משמשות לתקשורת בקהילות המדענים (Goldman & Bisanz, 2002).

בהקשר חינוכי, ערוצי המדיה, בעיקר האינטרנט ופלטפורמות מתקדמות אשר מאפשרות MOOC (Seaton, Bergern, Chuang, Mitros, & Pritchard, 2014), מאפשרות לסטודנטים להעלות שאלות ישירות למדענים, למצוא מידע מדעי, או לרכוש ידע מדעי כללי. מדענים ומרצים מתקשרים בערוצים אלו עם בעלי עניין שונים בכדי להגביר את עניינם במדע (Baram-Tsabari & Yarden, 2009), את ההבנה המדעית (France & Bay, 2010; Norris & Phillips, 2012), או בכדי להפיץ קורסים של לימודים גבוהים לאוכלוסייה רחבה יותר (Zutshi, S O'Hare & Rodafinos, 2013). אינטרנט הוא אחד המתווכים העיקריים בין מדענים לציבור. ¹[NASA](#), ²[Newton](#), ו-³[Bashaar](#) הם דוגמאות לאתרים שנועדו לעודד עניין מדעי ואוריינות. *Newton* מתמקד במדע, האתר *NASA* מתמקד באסטרונומיה, ואתר *Bashaar* (בשער) מכסה את כל ענפי המדע, מדעי הרוח והרפואה. אתרים מסוג *שאל את המדען*, מאפשרים לאנשים לשאול שאלות, מאפשרים אינטראקציה עם מדענים בתחום ההתמחות שלהם, ולעיטים קרובות מקבלים תשובות מהימנות לשאלותיהם. [מורים אשר השתמשו בעבר באתר *בשער* היוו את אחת מקבוצות בעלי העניין, אשר השתתפו בשלב II במחקרנו].

בטבלה 3 שלהלן מוצגים דוגמאות למחקרים המתמקדים בערוצי תקשורת, כפי שנמצאו בכתבי עת משתי הקהילות: הוראת המדעים ותקשורת המדע.

¹[Educational programs Arggone](#)

²[NASA - website](#)

³[בשער-קהילה אקדמית למען החברה בישראל](#)

טבלה 3 : מטרות ומשתתפים במחקרים בתחום ערוצי תקשורת

(א) כתבי עת בקהילת הוראת המדעים

התחום המדעי	מטרת המחקר ומשתתפים
בוטניקה Zhai & Dillon (2014)	מטרת המחקר: בחינת דפוסי שיח במהלך סיורים מודרכים בבית-ספר משתתפי המחקר: תלמידים בבית-ספר יסודי, מדריכי גנים בוטניים
ביו-רפואה France & Bay (2010)	מטרת המחקר: בחינת התערבות המספקת מעורבות פיזית, קוגניטיבית, ואישית במהלך ניתוח שאלות שהועלו במכון מחקר משתתפי המחקר: תלמידי תיכון, מדענים
רובוטיקה Wilkinson, Dawson & Bultitude (2012)	מטרת המחקר: בחינת מוטיבציה, ציפיות ומומחיות, דרך תגובות ציבור המשתתף באיכועים של התקשרות במדע משתתפי המחקר: תלמידי חט"ב ותיכון, מדענים, ציבור
הנדסה Grant, Liu & Gardella, 2013	מטרת המחקר: בחינת תפקידי סטודנטים למקצועות מדע בשותפות מדעית, ועמדתם כלפי התנסות זו, ביחס לתקשורת מדע משתתפי המחקר: סטודנטים למקצועות מדע, תלמידי חט"ב ותיכון, מדענים, עסקים, מוסדות קהילתיים

(ב) כתבי עת בקהילת תקשורת המדע

התחום המדעי	מטרת המחקר ומשתתפים
רפואה, מדע, הנדסה וחברה Besley & Nisbet (2011)	מטרת המחקר: בחינת עמדות מדענים כלפי הציבור, המדיה והתהליך הפוליטי, על-ידי שני סקרים רחבים משתתפי המחקר: מדענים באנגליה ובארה"ב
רפואה ובריאות Claassen, (2011)	מטרת המחקר: בחינת ההבדלים בין מדענים ועיתונאים בעמדותיהם כלפי תפקידו של המדע בחברה, ערוצי תקשורת מדע לציבור, וסיבות להבדלים אלה משתתפי המחקר: מדענים ועיתונאים

1.5 - הבניית ידע מדעי

נושא הבניית הידע המדעי יוצר את התוצר, אשר מעלה במידה רבה את האוריינות המדעית והידע של הציבור. אוריינות מדעית פונקציונלית מוגדרת כ"ידע מדעי הנדרש מאנשים בכדי לאפשר תפקוד יעיל בנסיבות מסוימות" (Ryder, 2001; p. 3). הציבור ובעלי העניין הנוספים צריכים לרכוש מיומנויות מתאימות בכדי ליישם עובדות מדעיות לנושאים הקשורים למדעים, אשר משפיעים על חייהם, וכך יחליטו בצורה מודעת ומחושבת מבחינה מדעית. אוריינות מדעית היא היכולת להבין ולהעריך בצורה ביקורתית תוכן מדעי. היבט זה של ידע מדעי מכוון מעבר להכרות עם רשימה של מושגים מדעיים, או עקרונות, או מינוח טכני או מדעי (Britt, Richter, & Rouet, 2014; Brossard, & Shanahan, 2006). זאת בהתאמה להכרה שזוהתה לאחרונה של הצורך להתרכז במיומנויות וידע נדרש להבנה של טקסטים מדעיים (Council of Chief State School Officers, 2010; National Research Council, 2012; Norris & Philips, 2003; OECD, 2011).

הצורך באוריינות מדעית מחזק את הקריאה לקישור המדע ליישומים בחיי היום יום של ציבור מיועד ומעורב (Feinstein, 2011; Liu, 2009). בפרט צורך זה קיים במערכת החינוכית, שכן התלמידים הם הציבור של העתיד הקרוב. חוקרים מציינים את חשיבות המאמצים להפוך את תכנית הלימודים ליותר רלוונטית לחוויותיהם של התלמידים (Price & McNeill, 2013). בהתאם לקו מחשבה זה, אוסבורן ועמיתיו (Osborne et al., 2003) עירבו מחנכי מדעים, מדענים, מורים למדעים, היסטוריונים, פילוסופים, וסוציולוגים של מדע בכדי לקבוע באופן אמפירי את הנושאים שבתכנית הלימודים במדע, כולל שיטות מדעיות, כיוול של מכשירים (critical testing), יצירתיות, ורב גוניות בחשיבה מדעית.

בטבלה 4 שלהלן מוצגים דוגמאות למחקרים המתמקדים בהבניית ידע מדעי, כפי שנמצאו בכתבי עת משתי הקהילות: הוראת המדעים ותקשורת המדע.

טבלה 4: מטרות ומשתתפים במחקרים בתחום הבניית ידע מדעי

(א) כתבי עת בקהילת הוראת המדעים

התחום המדעי	מטרת המחקר ומשתתפים
הנדסת מים Schibeci & Williams (2014)	מטרת המחקר: בחינת תפיסותיהם של מומחי התפלת מים כלפי תקשורת עם בעלי עניין בציבור, בהתייחס לארבע תימות, ביניהם הבניית ידע משתתפי המחקר: מדענים, מהנדסים
מדע Russell (2010)	מטרת המחקר: היכרות עם תוכניות התערבות חינוכיות המבוססות על למידת חקר, המעודדות תלמידים ללמוד מדע ומחקר בדומה למדענים משתתפי המחקר: מפתחי תוכניות, מורים, תלמידים
מדע Wallace (2004)	מטרת המחקר: הצגת מסגרת תיאורטית למחקר באוריינות מדעית והזדמנויות ללמידת המשמעות של השפה המדעית דרך שיתוף פעולה עם מורים, תלמידים, ועמיתיהם משתתפי המחקר: תלמידים, מורים, עמיתים (ציבור)
כימיה Barak & Dori (2005)	מטרת המחקר: חוקר תוצרי למידה של תלמידים ועיסוק בבניית מודלים ממוחשבים מולקולריים דרך דיאלוג הכולל כימאי כמדריך, מחנכי כימיה, ותלמידים משתתפי מחקר: סטודנטים לכימיה, מומחים להוראת מדעים, מומחה בכימיה
מדע Munby, Taylor, Chin & Hutchinson (2007)	מטרת המחקר: בחינת הדמיון והשוני בין למידת מדע במקום עבודה ובבית-הספר משתתפי המחקר: תלמידים, מומחים וטרינרים
כימיה Wu (2003)	מטרת המחקר: בחינת האופן שבו חברי קבוצה מבנים משמעויות לייצוגים כימיים על ידי חיבורם להתנסויות אמיתיות וכיצד ידע תוכן של מורים מעצב את דרכיהם בבנייה מחדש של הקשרים עם תלמידים משתתפי המחקר: תלמידי תיכון, מורה מומחה, סטודנט להוראה

(ב) כתבי עת בקהילת תקשורת המדע

התחום המדעי	מטרת המחקר ומשתתפים
מדע Blackman & Benson (2012)	מטרת המחקר: חקר העברה והפצת ידע להעמקת אוריינות מדעית כפי שנתפס על ידי מדענים משתתפי המחקר: מדענים, ציבור
Natural resources Thakadu, Irani & Telg (2013)	מטרת המחקר: בחינת התרומה היחסית של גורמים הכוללים ידע, עמדות ומוקד שליטה על שיתוף ידע משתתפי המחקר: מנהיגי קהילה

אם כן, שלוש התימות: עמדות כלפי תקשורת המדע, עמדות כלפי ערוצי תקשורת, ועמדות כלפי הבניית ידע מדעי – עלו מסקירת ספרות כמאפיינים נפוצים של הוראת המדעים ותקשורת המדע. מטרת המחקר השנייה, המתוארת להלן בשלב II, באה לבחון את עמדתם של בעלי עניין שונים כלפי כל אחת מן התימות שעלו בשלב I.

2. המחקר שלב II: השלב האמפירי - המצב בארץ

שאלת המחקר בשלב II הייתה: מה הם ההבדלים, אם קיימים, בין דעותיהם של בעלי עניין שונים לגבי: (א) עמדות כלפי תקשורת המדע, (ב) ערוצי מידע, ו-(ג) הבניית ידע מדעי? בשלב זה חקרנו איך מידע מדעי צריך להיות מוצג, משותף, מוסבר, נידון, ולהבנות בראשם של בעלי עניין שונים, אילו ערוצי תקשורת הם המיטביים לאילו מטרות, איזו כיווניות צריכה להיות להם (חד או דו כיווניות), ומה ירוויחו המדענים מן האינטראקציה עם הציבור, בנוסף למה שהציבור לומד מן המדענים.

2.1 - המדגם

ארבע קבוצות העניין שנחקרו כללו 347 משתתפים אשר היו על רצף רחב של היקף ידע והבנה מדעית. ארבע הקבוצות היו: (1) מדענים, (2) סטודנטים לתואר ראשון במדעים, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה (STEM), (3) מורים, ו-(4) סטודנטים לתואר ראשון במדעי החברה, אשר מייצגים את הציבור המשכיל. להלן נרחיב לגבי כל קבוצה. נציין שתלמידי תיכון אשר מהווים סוג נוסף של בעלי עניין והציבור הלא משכיל לא נכללו במחקר זה.

1. **מדענים (N=27)** – אנו משתמשים במונח מדען בכדי לתאר חוקרים ומרצים באוניברסיטאות ומכוני מחקר. שלחנו אי-מיילים ל-40 מדענים משש אוניברסיטאות גדולות ושלושה מכוני מחקר בישראל. מדענים אלו נחשבים מומחים בפיזיקה, ביולוגיה, חקלאות, מדעי הסביבה, רפואה, הנדסה, כימיה וטכנולוגיה. קיבלנו תשובה חיובית מ-27 מדענים (68%) אשר היו מוכנים להשתתף במחקר זה. מתוכם 74% היו זכרים ו-74% היו פרופסורים באוניברסיטה. הם רואיינו באופן אישי, או בשיחת טלפון. חלק מן המדענים ענו על שאלון מקוון.

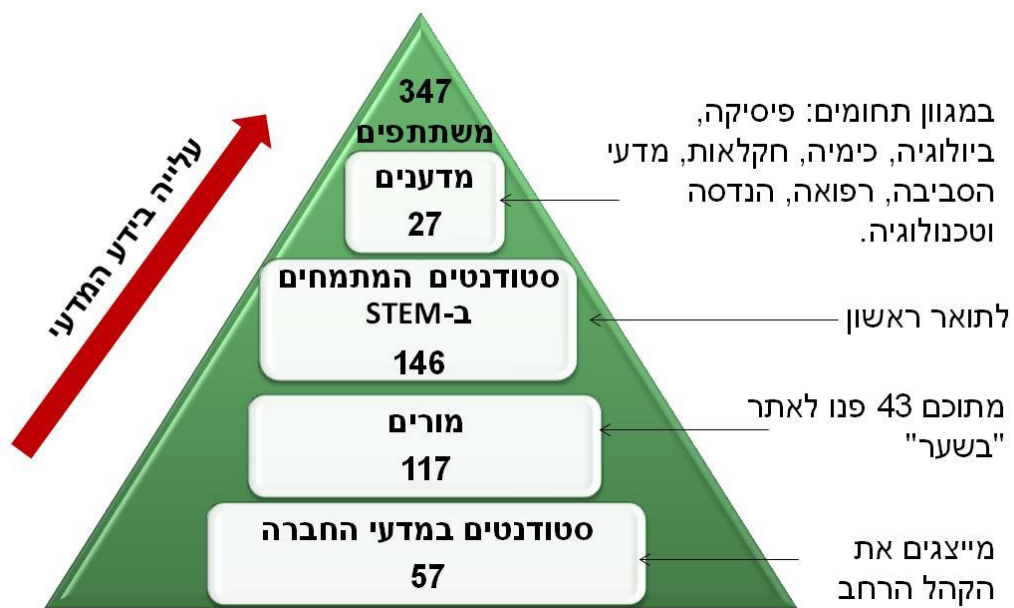
2. **סטודנטים לתואר ראשון בתחומי ה-STEM (N=146)** – שלחנו שאלון מקוון לסטודנטים בתחומי ה-STEM באוניברסיטה ישראלית. שיעור התגובה היה 88%. רוב הסטודנטים למדו לתואר ראשון יחיד (83%), ואחרים (2%) היו סטודנטים הלומדים לתואר מאסטר, או סטודנטים הלומדים לתואר ראשון כפול (15%). מחציתם היו זכרים (52%). לגבי נושא

התעסוקה, כמחצית מאוכלוסיית הסטודנטים הלומדים בתחומי ה-STEM (46%) היו מובטלים, כמחצית עבדו במשרה חלקית ובודדים (4%) עבדו במשרה מלאה. טווח גילאי הסטודנטים נע בין 23 ל-58 שנים עם ממוצע של 37 שנים ($SD=9.29$).

3. **מורים (N=117)** – שלחנו שאלון מקוון למורים המלמדים וכאלו הנמצאים בשלב שלפני כניסה לעבודה. כשליש היו מורים למדעים והיתר לימדו מקצועות אחרים. שיעור ההיענות היה 75%. שליש מן המורים (N=43) השתמשו באתר *Bashaar*, אשר מיועד לשאול מדענים שאלות בתחום רחב של תחומי מדע, כולל כימיה, ביולוגיה, פיזיקה, מחקר סביבתי ורפואה. יתר המורים למדו לתואר בהוראה באוניברסיטה ישראלית. כרבע מן המורים היו זכרים. מורים אלו לימדו בבתי ספר יסודיים (22%), חטיבות ביניים (8%), וחטיבות עליונות (61%). יתר המורים שענו על השאלון (9%) לא לימדו בזמן זה. ניסיון הלמידה בין המורים נע בין שנה ל-34 שנים, עם ממוצע של 12 שנים ($SD=8.2$).

4. **סטודנטים לתואר ראשון במדעי החברה (N=57)** – שלחנו שאלון מקוון לסטודנטים הלומדים מדעי החברה באוניברסיטה ישראלית. סטודנטים אלו מייצגים במחקרנו את הציבור המושכל עם אוריינות מדעית ברמה נמוכה או בינונית. שיעור ההיענות היה 82%. הסטודנטים הינם לומדים לתואר ראשון (83%) ושני (17%). כמחציתן היו נשים. טווח הגילאים נע בין 21 ל-63 שנים, עם ממוצע של 30 שנים ($SD=7.8$). מספר שנות הניסיון בעבודה נע בין 0 (4%) לבין 16 שנים, כאשר הממוצע הוא 4.5 שנים ($SD=3.8$).

איור 3 מסכם את מידרוג הידע המדעי בקרב ארבע קבוצות העניין.



איור 3 : ארבע קבוצות בעלי העניין במחקר כתלות בידע המדעי שלהם

2.2 - כלי המחקר

כדי לבדוק את דעותיהם של בעלי העניין השתמשנו בכמה גרסאות של שאלונים פתוחים. חלק מן השאלות הותאמו למחקר שלנו [במקור מ- Williams ו-Schibeci (2014)] וכמה מהן מייצגות אחד או יותר משלושת הנושאים שעלו בשלב I. פרוטוקול הריאיון והשאלון המלא מופיע להלן בטבלה 5.

- א. **עמדות כלפי תקשורת המדע** – בעלי העניין נשאלו שאלות הקשורות לדעותיהם לגבי חשיבות התקשורת בין המדענים ובין "הציבור" (כפי שהם הבינו מושג זה).
- ב. **ערוצי תקשורת** – בעלי העניין נשאלו שאלות הקשורות לדרכים להתעסקות עם התקשורת ואופני תקשורת.
- ג. **הבניית ידע מדעי** – בעלי העניין נשאלו מי צריך ליצור את הידע המדעי, למה ומה תפקיד הציבור ביצירת ידע מדעי.

כל אחת מן הקבוצות ענתה גם על שאלות שהיו ממוקדות לבעלי העניין השונים. עקב מספר משתתפים רב, כלי המחקר המועדף עלינו היו שאלונים. עם זאת כדי לוודא את השתתפות המדענים ראינו את רובם. מדענים אלו מחזיקים במשרות בכירות ורבים מהם מעורבים בתחזיות כלל ארציות והם קובעי מדיניות במדעים והנדסה בהשכלה הגבוהה.

טבלה 5: פרוטוקול השאלון והראיון עם בעלי העניין השונים

חלק א' - משותף לכל בעלי העניין

מסקירת מחקרים שנעשו בעולם בתחום תקשורת המדע, נמצא שלרוב התקשורת של מדענים עם הציבור היא חד-כיוונית. יש שטוענים שכאשר הציבור חסר ידע מדעי, בעיקר בתחומים בהם יש התעסקות רבה של הציבור (כמו לדוגמה סערת חיסון הפוליו, או התנגדות של הציבור בבריטניה למזון מהונדס, או שימוש בחשיש רפואי בארה"ב, או מחקרי תאי גזע שעוזרים לאנשים עם מחלות כרוניות קשות- שדוכא בארה"ב בגלל התנגדויות של נוצרים פנאטים, אבל בישראל אין התנגדות דתית לכך), תפקיד החוקרים/המדענים לתקשר עם הציבור... מה דעתך על טיעון זה?

(א) עמדות כלפי תקשורת המדע

- מה דעתך על תפקיד המדענים ביצירת קשר עם הציבור?
- (ב) ערוצי תקשורת מדע

- דרך אילו ערוצי תקשורת ניתן לדעתך לקדם קשר טוב בין האקדמיה לציבור?
- האם התקשורת עם הציבור צריכה להיות שונה בתחומים מדעיים שונים?
- (ג) הבניית ידע מדעי
- האם יש אתגרים כל שהם בהעברת ידע שהינו טכני, ו/או בהעברת מושגים?
- באילו דרכים התקשורת בין מדענים והציבור יכולה לתרום לאוריינות מדעית?
- האם אתה יכול להעלות על הדעת שהציבור הרחב ישחק תפקיד בעיצוב מחקר מדעי? למה או למה לא? אם כן, איך?

חלק ב' - שאלות ממוקדות לכל אחד מבעלי העניין

מורים

האם אתה מכיר את ארגון בשער? אם כן, מה המוטיבציה שלך להשתמש באתר בשער? מה התרומה שלו לאוריינות מדעית של מורים ותלמידים? מה התרומה שלו לך (באופן אישי, מקצועי וכו')

סטודנטים למדעי החברה וסטודנטים ללימודי STEM

האם חווית בעבר (או כיום) קשר עם איש/אשת אקדמיה או חוקר/ת? אם כן, איך נוצרה האינטרקציה ביניכם והאם היא תרמה לך (באופן אישי, מקצועי וכו')?

מדענים

אנו מתעניינות ב"כיצד ומדוע" חוקרים נמצאים באינטרקציה עם 'ציבורים' אחרים בפרויקטי המחקר שלהם. האם חווית אינטרקציה מסוג זה? אם כן, תאר בבקשה את אינטרקציה זו ואת סוג המחקר שהצגת.

עם אילו ציבורים הנך נמצא בקשר? מה הניסיון שלך מתקשורת זו?

2.3 - שיטת ניתוח הממצאים

את התשובות לשאלונים הפתוחים ניתחנו על פי Carey, Morgan and Oxtoby (1996) ו-Hsieh and Shannon, (2005). ראשית ייצרנו רשימת קטגוריות בצורה אינדוקטיבית. קיבצנו תשובות נפוצות אשר נמצאו ברישומי הראיונות והתשובות של השאלונים לשלוש התימות ואז לקטגוריות נוספות בכל תמה. תיקפנו קטגוריות אלו בהתבסס על תגובות נבחרות (15%). כל אחת משלוש החוקרות (שהינן חוקרות בתחום הוראת המדעים), בנתה קטגוריות באופן עצמאי, ולבסוף הגיעו להסכמה של מעל ל-90%. לאחר תיקוף קידוד זה ניתחנו את התגובות הנותרות. בתוך כל תמה החוקרות השתמשו בקטגוריות לצורך השוואה של ארבע קבוצות בעלי העניין אחת עם השנייה. מאחר שהשאלות היו פתוחות, חלק מן המשתתפים התייחסו בתשובותיהם רק לקטגוריה אחת, בעוד שאחרים התייחסו ליותר קטגוריות. חילקנו כל תגובה למקטעים, כאשר כל אחד מתייחס לקטגוריה ספציפית בתוך כל נושא. לדוגמא, בתשובה הבאה, אשר ניתנה על ידי סטודנט ללימודי STEM, בתום כל מקטע [בסוגריים] כתובה הקטגוריה הרלוונטית לתמה ערוצי תקשורת.

[ST52] – המטרה של עבודה אקדמית היא לספק שרות לציבור [סיפוק שרות לקהילה], משום שהחידושים הגדולים ביותר מקורם באקדמיה. בכדי שחידושים אלו יהיו משמעותיים לחברה ולמין האנושי, הם חייבים להיות מקושרים למציאות ולצורכי הציבור [קישור תאוריה למעשה].

מצד אחד קישור האקדמיה עם הציבור גורמת לאקדמאים ריכוז ומורידה אותם לקרקע [קבלת רעיונות מן הציבור]. מצד שני תקשורת זו מפרה את סקרנות ומודעות הציבור לצורך בחידושים [קידום ידע וסקרנות].

עבור כל קבוצת בעלי עניין בנפרד ספרנו את מספר המקטעים וחישבנו את אחוז המקטעים עבור כל קטגוריה בכל תימה. לדוגמה, בנושא ערוצי התקשורת זיהינו 35 מקטעים אשר צוינו על ידי מדענים. מתוך 35 קטעים אלו, 14 היו קשורים לקטגוריה: פתיחת דיונים. משום כך בגרף 2 הקטגוריה של דיון פתוח מייצגת 40% מסך מקטעי המדענים בתוך התמה של ערוצי תקשורת.

2.4 - ממצאים

אנו נציג את ממצאינו בהתאם לשלוש התימות וארבע הקבוצות של בעלי העניין - מדענים, סטודנטים לתואר ראשון בתחומי STEM, מורים, וסטודנטים בתחום מדעי החברה המייצגים את הציבור המשכיל. ביחס לכל תמה, נציג ממצאים איכותניים וכמותיים.

2.4.1 - עמדות כלפי תקשורת מדע

רוב המחקרים בדבר עמדות ביחס למדע או תקשורת מדע בכתבי העת להוראת המדעים מתייחסים בעיקר לסטודנטים ובתדירות נמוכה יותר לציבור הרחב (Baram-Tsabari & Yarden, 2009; Wilkinson, Dawson and Bultitude, 2012). לעומת זאת, בשלב II של המחקר התמקדנו בעמדות של ארבע קבוצות בעלי העניין ביחס לחשיבותה של תקשורת מדע. בניית עמדות בעלי עניין בנושא עמדות כלפי תקשורת מדע, בשלב ראשון זיהינו שש קטגוריות בסדר עולה של כיווניות תקשורת המדע, מקטגוריה בעלת אוריינטציה גבוהה ביותר למודל החסר

(deficit model) (ערוץ חד-כיווני) ועד לקטגוריה בעלת אוריינציה הגבוהה ביותר למודל הדיאלוג
(dialogue model) (ערוץ דו-כיווני).
טבלה 6 מציגה את הקטגוריות השונות, עם דוגמאות לתשובות של בעלי עניין שונים.

תשובות בעלי העניין השונים

תימוכין בספרות המחקרית לקטגוריה	דוגמאות לתשובות של בעלי עניין שונים	קטגוריה
Burns et al., 2003; Bentley & Kyvik, 2011 (in Dudo, 2012); Davies, 2008; Martín-Sempere, Garzón-García, & Rey-Rocha, 2008; Poliakoff & Webb, 2007	מורה [T11] – יצירת הקשרים בין האקדמיה לציבור הינה בעלת חשיבות רבה, דבר שמחבר בין כל הקצוות של הציבור וגורם להגברת האוריינות המדעית, דוגמא לחשיבות הזו הינה: פרסי נובל במדע. מדען [S5] – [הדבר החשוב ביותר... הוא] לקדם את הצימאון לידע ואת הסקרנות, לעודד הורים להעריך את ההשכלה של הילדים שלהם ולתמוך בזה, ולהגביר את מודעות הציבור לחשיבות החינוך עבור רווחת החברה והמדינה.	מקדם ידע וסקרנות (הקטגוריה המכוונת ביותר למודל החסר)
Davies, 2008; Gascoigne & Metcalfe, 1997 (in Dudo, 2012)	סטודנט למדעי החברה [SS40] – הקשר בין האקדמיה והציבור גורם להשכלה הגבוהה להיות נגישה יותר לציבור, ובכך מגביר את המוטיבציה ללמוד את תחום המחקר של אותו המדען. מורה [T95] – חשוב מאוד שיהיה קשר בין האקדמיה לציבור כי זה מאוד עוזר לקרב אנשים מהציבור שלא יודעים בדיוק על מגוון האפשרויות שיש באקדמיה לכן צריך לחשוף אותן ולעשות פעילויות בבתי הספר התיכון כדי לעודד תלמידים שילכו ללמוד גם אם זה קשה. הדבר החשוב ביותר שאנו עושים בפקולטה שלנו – [S]מדען 1] הוא שיעורים או תכניות להגברת העניין של תלמידי תיכון בתחומי המדע, על מנת למשוך כמה שאפשר יותר מהם, לתחומי מדע.	מעודד סטודנטים ללמוד
Bodmer, 1986 (in Dudo, 2012); Petersen et al., 2009	סטודנט ללימוד STEM [ST120] – לקשר חשיבות גדולה מאוד. אני חושב בכלל שבכדי לקדם את המדינה באופן כללי ושכבות חלשות בפרט יש צורך בקירוב האקדמיה לעולם שבחוץ במיוחד באוכלוסיות חלשות שפחות פתוחות ומכירות את העולם הזה. מדען [S21] – מדענים מקבלים את המשכורת שלהם מהציבור, ולכן אנחנו צריכים לתת דין וחשבון לציבור ולספק לו ידע גם אם אנחנו לא מובנים. הציבור רואה את התוצר של המערכת [המדעית] בגדול, ולכן מוכן לממן אותה, אבל לא יכול להעריך מחקר מדעי.	מספק שירות לקהילה
Schibeci & Williams, 2014	סטודנט למדעי החברה [SS7] – הקשרים חשובים על מנת שמחקרי וממצאי האקדמיה יהיו מחוברים למציאות בה מתקיים הציבור ולא רק לניסויים בתנאי מעבדה. סטודנט ללימודי STEM [ST15] – לדעתי, מחקרים ונושאים שנלמדים ואינם ברי ביצוע או אינם שימושיים בתעשייה הם מיותרים. הקשר עם הציבור חשוב כדי להכווין את נושאי הלימוד והמחקרים לצרכים האמיתיים של הציבור, כדי לעסוק ולחקור משהו מהותי שיתרום לו.	מחבר בין תאוריה לפרקטיקה
Corrado et al., 2000 (in Dudo, 2012); Dunwoody, 1986 (in Dudo, 2012); Peters et al., 2008; Young & Matthews, 2007;	סטודנט ללימודי STEM [ST94] – [הקשרים תורמים ל] הכרה הדדית - לדעת מי עושה מה, להבהיר לציבור מה מטרת המחקר באקדמיה, מה עושים באקדמיה, וכו'. הציבור מממן את האקדמיה ולכן חשוב שתהיה שקיפות במה שקורה שם. מדען [S7] – חשוב ביותר שמוסדות מחקר יהיו פתוחים לציבור, מכיוון שבדרך זו הם מקבלים תמיכה נרחבת למוסד שלהם. הציבור מזהה את החשיבות שבמוסד ואת הפעילות שלו, ויכול להתייחס אליו באופן חיובי יותר.	זוכה לתמיכה ציבורית

תימוכין בספרות המחקרית לקטגוריה	דוגמאות לתשובות של בעלי עניין שונים	קטגוריה
Watermeyer, 2012		
Davies, 2008; Schibeci & Williams, 2014; Watermeyer, 2012	<p>סטודנט ללימודי STEM [ST34] – האקדמיה מקובעת בהמון מובנים ולכן הקשר עם הציבור יכול להוביל לחשיבה מחוץ לקופסא ומציאת פתרונות ורעיונות למחקרים עתידיים שיתרמו לקהילה יותר מאשר למוסד עצמו.</p> <p>מדען [S22] – ... החוקרים שומרים מכל משמר על חופש המחקר שלהם. אני לא מקבל את זה... הבעיה הכי בוערת בחברה הישראלית כיום היא אי-שוויון משווע... חשוב שחוקרים יחשפו לציבור. חלק לא יתעניינו, אבל חלק מהם אולי יקבלו רעיון לחקור נושאים שיש להם משמעות חברתית. מה המנטרה של MIT שהיא כל כך מצליחה? "Mens et Manus" ("Mind and Hand") שמשמעותו הראש חושב והידיים עושות בזה שימוש. אוניברסיטאות מדגישות יותר את המחקר ולא את היישום, שמשפיע ומשנה את העולם. חשוב לחבר אנשים בעלי ידע מחקרי וידע ביצועי כדי לקדם שינוי.</p>	<p>מקבל רעיונות מהציבור (הקטגוריה המכוונת ביותר למודל הדיאלוגי)</p>

בשלב שני, שש קטגוריות אלה קובצו לשלושה זוגות, ולכל זוג הוקצה ציון על בסיס רמת כיוונית התקשורת: ערוץ חד-כיווני (המודל החסר) - (א) מקדם ידע וסקרנות, ו- (ב) מעודד סטודנטים ללמוד [ציון = 1]; ערוץ דיאלוג חלקי (המודל ההקשרי) - (א) מספק שירות לקהילה, ו- (ב) מחבר בין תאוריה לפרקטיקה [ציון = 2]; ערוץ דו-כיווני (המודל הדיאלוגי) - (א) זוכה לתמיכה ציבורית, ו- (ב) מקבל רעיונות מהציבור [הציון = 3].

להלן נביא דוגמאות של הקטגוריות כפי שעלו בקרב קבוצות בעלי העניין השונות ונציג ניתוח סטטיסטי לבחינת שכיחות קטגוריות אלו בקרב קבוצות אלו. הקטגוריה *מקדם ידע וסקרנות* צוינה בעיקר על ידי המדענים, הסטודנטים למדעי החברה והמורים, כפי שאושש גם באמצעות בחינת תגובותיהם המילוליות. לדוגמא, אחד המדענים אמר: *"חשוב ליצור תקשורת בין הקהילה המדעית והציבור הרחב, ובפרט עם מערכת החינוך לקידום ידע וסקרנות ולמתן ייעוץ מקצועי"*. ציטוט זה מייצג את התפיסה המעדיפה ערוץ חד-כיווני. קטגוריה נוספת, *מעודד סטודנטים ללמוד*, שסווגה כערוץ חד-כיווני הוזכרה בעיקר על ידי סטודנטים: *"ככל שהתקשורת בין האקדמיה והציבור מתחזקת, חשיבותה של האקדמיה תעלה, כך שצעירים מעיירות פיתוח והפריפריה יבינו את החשיבות של למידה במוסד אקדמי וירצו ליטול בזה חלק..."*

כאמור, כשליש מהמורים שהשתתפו במחקר היו מורים למדעים שהשתמשו באתר 'בשער'. שאלנו את המורים הללו בדבר תרומתו של אתר זה. אחד מהם הצביע על הקטגוריה *מקדם ידע וסקרנות* כתרומתו העיקרית של האתר, בטענה כי *"האתר מאפשר לי להרחיב את הידע שלי באמצעות קריאת שאלות ותשובות מעניינות"*.

הקטגוריה *מחבר בין תאוריה ופרקטיקה* סווגה כשייכת לערוץ תקשורת דיאלוג חלקי (על בסיס המודל הקשרי) זוהתה לעתים רחוקות בלבד בקרב מדענים ומורים, אולם היא הודגשה על-ידי סטודנטים למדעי חברה, ואף יותר מכך על-ידי סטודנטים ללימודי STEM. אחד מהסטודנטים ללימודי STEM הצביע על הקושי לגרום לציבור להכיר בזיקה בין התאוריה והפרקטיקה: *"...האדם הממוצע לא מכיר בכך שמתבצעות כאן עבודות מחקר המניבות ממצאים מהותיים..."* המידע ממחקרים אלה הופך לנחלת הכלל רק כאשר חברה עושה 'אקזיט' או אם החוקר זוכה בפרס נובל... וגם אז אף אחד לא טורח להסביר באופן ברור כיצד התגלית מסייעת לנו, האזרחים..."

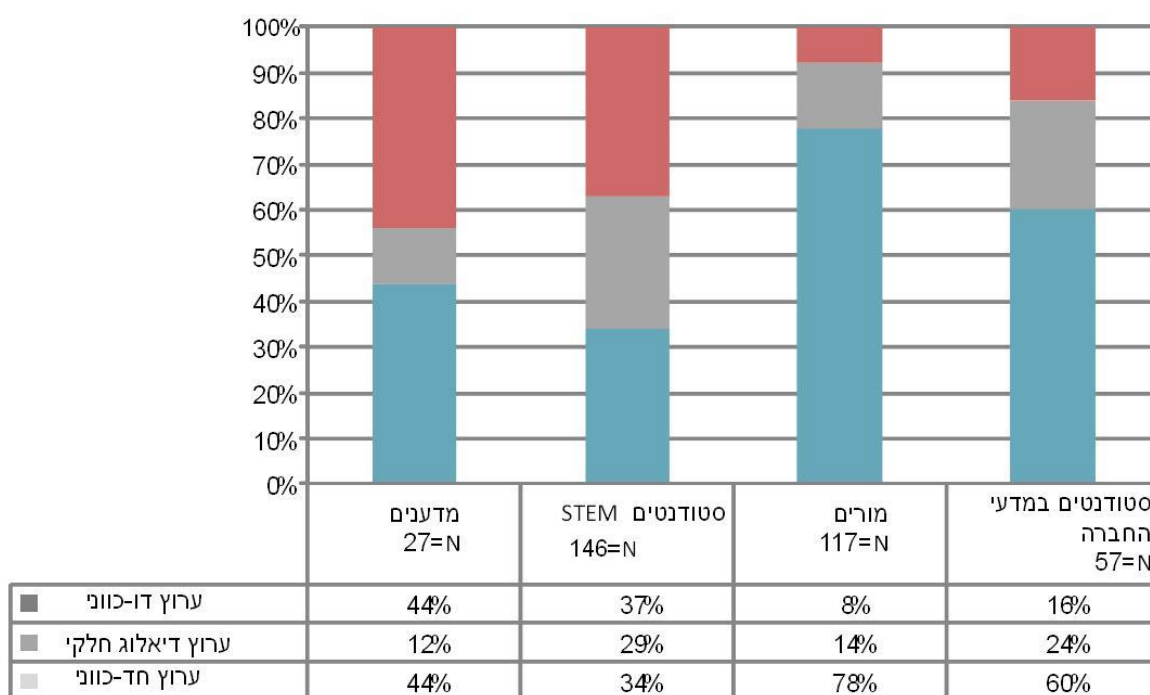
חלק מהמדענים שהתייחסו לקטגוריה מחבר בין תאוריה ופרקטיקה, ערערו על יכולתו של הציבור לשפוט מחקר מדעי. פיזיקאי אחד ציין: "הציבור רואה ומבין את התוצרים של מחקר באופן כללי, ולכן הציבור מוכן לממן מחקר. אולם, הציבור אינו בעל יכולת או ידע מספיק ע"מ לשפוט מחקרים שנערכו באקדמיה".

קטגוריה נוספת המייצגת את המודל ההקשרי היתה מספק שירות לקהילה, אך צויינה בעיקר על-ידי מדענים. פיזיקאי אחד התייחס לחשיבותו של נושא זה: "חלק מהתפקיד שלנו כמדענים הוא לפנות לקהל הרחב בכדי להפוך את המדע למעניין... ולקרר את הציבור אל המדע".

מדענים התייחסו לחשיבות של בחירה במדע. מדען בתחום הכימיה הדגיש זאת כדלקמן: "כיום אין עידוד ללמוד מדע ומתמטיקה. אני תמיד רציתי להיות מדען, אך חשוב לדעת איך לכוון את התלמידים הצעירים ללמוד נושאים המפתחים את מוחותיהם ונחוצים לחברה".

הקטגוריה מקבל רעיונות מהציבור מייצגת בצורה הטובה ביותר את ערוץ התקשורת הדו-כיווני. סטודנט לתואר ראשון בתחום STEM הביע רעיון לפיו: "...[חשוב שיהיה] עדכון הדדי מהציבור לאקדמיה בדבר מה חשוב לחקור, ומהאקדמיה לציבור בדבר מה נחקר ...".

גרפים 1-3 מציגים את התפלגות המקטעים לפי תימות וקטגוריות של ארבע קבוצות בעלי העניין: מדענים, סטודנטים לתואר ראשון בתחומי STEM, מורים וסטודנטים לתואר ראשון במדעי החברה.



גרף 1: התפלגות הקטגוריות בתמה: עמדות כלפי תקשורת המדע עבור ארבע קבוצות בעלי העניין

על-פי גרף 1 ניתן לראות כי רוב המורים (78%) והסטודנטים למדעי החברה (60%) צידדו בערוץ תקשורת חד-כיווני. סטודנטים בתחומי STEM העדיפו במידה כמעט שווה את רמות כיווני התקשורת, כאשר המדענים נחלקו בהעדפותיהם, כשכמעט מחציתם (44%) צידדו במודל החד-כיווני – המודל החסר - והחצי השני (44%) צידדו בתקשורת דו-כיוונית – מודל הדיאלוג.

הבדל משמעותי נמצא בין מספר המקטעים שצוינו ע"י כל קבוצת בעלי עניין ($F(3,268)=12.39, p<.0001$), כשהמדענים ציינו את המספר הגדול ביותר של מקטעים ($M=1.8, SD=1.03$), ואחריהם סטודנטים בתחומי STEM ($M=1.5, SD=.63$), סטודנטים למדעי החברה ($M=1.2, SD=.42$) ולבסוף מורים ($M=1.1, SD=.29$). הודות להבדל זה במספר המקטעים שצוינו על-ידי המשיבים בכל קבוצה, חישבנו עבור כל משתתף/ת את ציון כיווניות התקשורת הממוצע שלו/ה (הנע בין 1 ו-3).

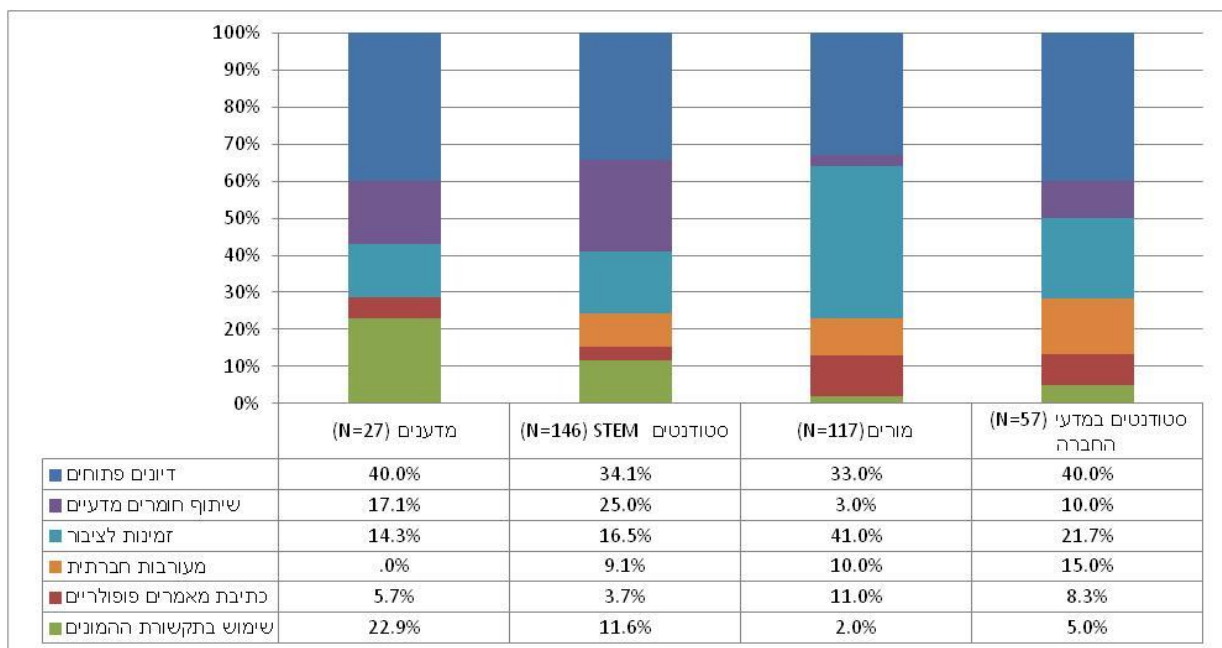
ניתוח שונות חד כיווני (ANOVA) הראה כי השפעת הציון הממוצע של קבוצות בעלי העניין היתה משמעותית $F(3,343) = 16.49, p < .0001, \eta^2 = .13$. ניתוח פוסט-הוק באמצעות קריטריון פוסט הוק ע"ש דאנקן (Duncan post hoc criterion) למובהקות הצביע שההעדפה הממוצעת של כיווניות תקשורת של מורים ($M = 1.35, SD = 1.56$) היה נמוך באופן משמעותי מזה של סטודנטים למדעי חברה ($M = 2.00, SD = 1.73$). ההעדפה הממוצעת של כיווניות תקשורת של מדענים למדעי החברה ($M = 2.42, SD = 1.37$) היתה בין ההעדפה של הסטודנטים למדעי החברה לסטודנטים בתחומי STEM. סטודנטים בתחומי STEM הדגישו את רמת העדפה הממוצעת של כיווניות התקשורת הגבוהה ביותר ($M = 2.78, SD = 1.76$). באופן כללי, הסטודנטים בתחומי STEM והמדענים העדיפו ערוץ תקשורת דו-כיווני הרבה יותר מסטודנטים למדעי החברה ומורים.

2.4.2 - עמדות כלפי ערוצי תקשורת

בניתוח תשובותיהם של בעלי העניין, זיהינו שישה סוגים של ערוצי תקשורת, המצויינים להלן לפי סדר כיווניות עולה: (1) שימוש בערוצי תקשורת המונים (מדיה), (2) כתיבת מאמרים פופולריים, (3) מעורבות חברתית, (4) זמינות לציבור, (5) שיתוף חומרים מדעיים, ו-(6) דיונים פתוחים. [הערה: אנו סיווגנו מקטע כמתייחס למדיה רק אם מונח זה הוזכר במפורש, אחרת, המקטע סווג כמתאר אחד מסוגי הערוצים האחרים].

כאשר חישבנו את מספר המקטעים הממוצע לכל בעל עניין בכל קבוצה. למדענים היה מספר מקטעים ממוצע הגבוה ביותר ($M=1.3, SD=.63$) ואילו למורים הנמוך ביותר ($M=.85, SD=.46$). לסטודנטים בתחומי STEM ($M=1.1, SD=.74$) וסטודנטים למדעי חברה ($M=1.1, SD=.77$) היה מספר ממוצע דומה. בסך הכל, מצאנו הבדל מובהק במספר המקטעים הממוצע בין ארבע קבוצות בעלי העניין בנושא זה ($F(3,338)=5.85, p<.001$).

על מנת לבחון את התפלגות דעות בעלי העניין כפי שבאו לידי ביטוי במספר המקטעים שחולצו מהציטוטים שלהם בדבר כל סוג של ערוץ תקשורת ערכנו מבחן חי בריבוע לבדיקת אי-תלות. מצאנו מתאם מובהק בין קבוצת בעלי העניין והקטגוריה בתמה ערוצי תקשורת $\chi^2(15) = 64.96, p < .0001$, שמשמעותו התפלגות שונה של הבחנה בערוצי תקשורת שונים, בקרב בעלי עניין שונים כפי שניתן לראות בגרף 2.



גרף 2 : התפלגות הקטגוריות בתמה : ערוצי תקשורת, עבור ארבעת קבוצות בעלי העניין

על-פי גרף 2, כל בעלי העניין הצביעו על הקטגוריה **דיונים פתוחים** כדרך הטובה ביותר לתקשורת מדע. דוגמא ליישום ערוץ דו-כיווני זה של תקשורת היא הציטוט הבא מפי מדען "אני לא חושב שיש ערוץ תקשורת אחד בין מדענים והציבור. לדוגמא, בליל המדענים' אנשים רבים ביקרו בדוכן שלי ובמעבדה שלי ושאלו שאלות. אני חושב שהשאלה שעלינו לשאול את עצמנו היא אם יש מישהו שמתעניין במדע ואין ערוץ דרכו ניתן לבקש מידע. אני לא חושב כך!"

כ- 40% מהמורים צידדו בערוץ דיאלוג חלקי ע"מ להביע את דעתם בקטגוריה **זמינות לציבור**. דעות אלה ממוקמות באמצע הספקטרום, בין ערוצי תקשורת חד-כיווניים וערוצים דו-כיווניים. מורה אחד כתב ש[על המדענים להיות] "... לרשות הציבור : על החוקרים מהאקדמיה לתת לציבור גישה ל... [מחקרים שלהם] והציבור צריך להרגיש בנוח לפנות אליהם".

סטודנטים מתחומי STEM ומדענים צידדו במודל הדיאלוג, דבר שבא לידי ביטוי בשתי קטגוריות: **דיונים פתוחים** ו-**שיתוף של חומרים מדעיים** (34% ו- 25% בהתאמה לסטודנטים בתחומי STEM ו- 40% ו- 17% בהתאמה למדענים).

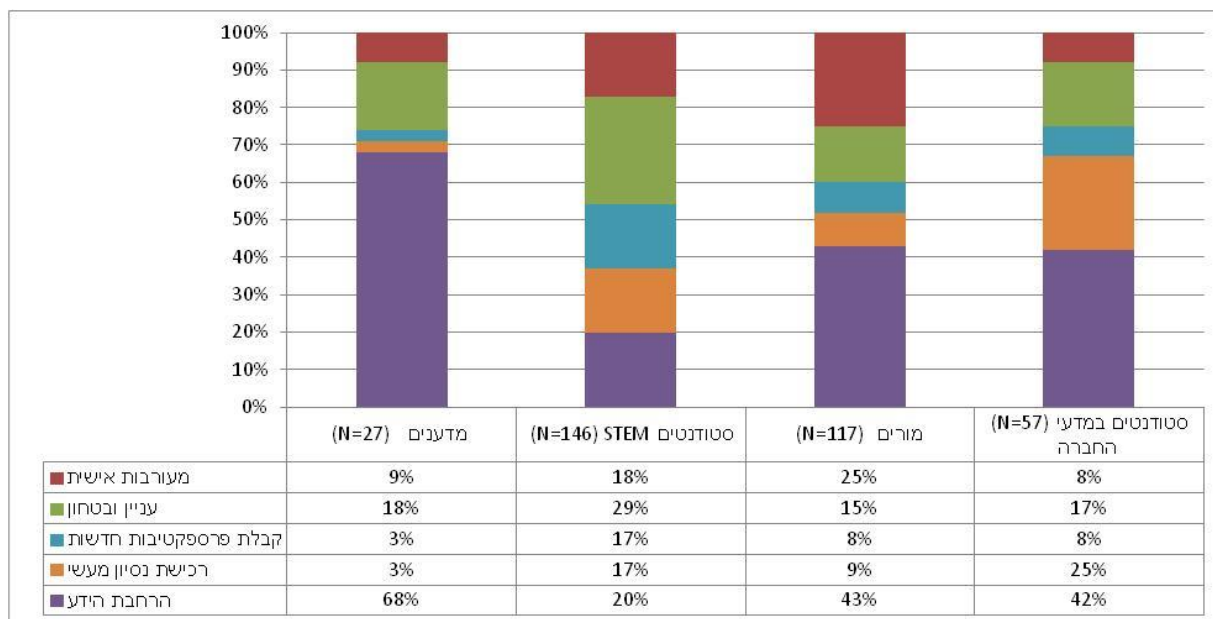
ביחס לדיונים פתוחים, אחד הסטודנט ללימודי STEM ציין: "חשוב לקרב בין שני הצדדים, מדענים והציבור, באמצעות שיחות ופעילויות משותפות הדורשות מכל צד לבטא את מה שהוא חושב, ועליהם לדעת שהם צריכים לפעמים למצוא פשרה". סטודנט נוסף ללימודי STEM הביע את דעתו בדבר שיתוף חומרים מדעיים: "על פרופסורים וסטודנטים לתארים מתקדמים להציג המחקרים העדכניים ביותר שלהם על מנת שהציבור יוכל להבין שהם ברי-יישום או רלוונטיים לתעשייה".

מדענים תמכו במידה הרבה ביותר בתקשורת ההמונים כערוץ המועדף לתקשורת מדע, ואחריהם הסטודנטים והמורים. חוקרת מתחום טכנולוגיות החינוך ציינה: "התקשורת בימינו היא המשאב הגדול ביותר והערוץ הזמין ביותר להגיע לקהל. אני מבינה שאם אתה לא במדיה זה אומר שאתה לא קיים... מדענים צריכים להשתמש בטלוויזיה וערוצי הרדיו בנוסף לכל האתרים הפופולריים,

כגון YouTube, פייסבוק ו-LinkedIn, ליצירת חשיפה מרבית של הציבור לחדשות של מדע והנדסה".

2.4.3 - עמדות כלפי הבניית ידע מדעי

ביקשנו מבעלי העניין להביע את דעתם בדבר שיתוף והבניית ידע. בניית התשובות, זיהינו חמש קטגוריות: הרחבת ידע, צבירת נסיון מעשי, חשיפה לנקודת מבט שונה, עניין וביטחון, ומעורבות אישית. שלוש הקטגוריות הראשונות מייצגות את הפן המקצועי של הבניית ידע מדעי ושתי הקטגוריות האחרונות - היבט רגשי. התפלגות עמדות אלו מוצגות בגרף 3.



גרף 3: התפלגות הקטגוריות בתמה: הבניית ידע מדעי עבור ארבעת קבוצות בעלי העניין

נציג להלן שתי דוגמאות של קטגוריות בהיבט המקצועי ושתי דוגמאות של קטגוריות בהיבט הרגשי של תמה זו.

דוגמא לקטגוריית הרחבת ידע בציטוט מפי אחד הפיזיקאים: "פער הידע בין מדענים וציבור היום הוא ברור, ופער זה יגדל עם הזמן. הציבור צריך לסמוך על המומחים בתחומם. תקשורת מדע עם הציבור היא חשובה, ועל המדענים לספק גישה למידע באופן אחראי ואובייקטיבי". סטודנטים הדגישו את הצורך בצבירת נסיון מעשי. סטודנט למדעי החברה כתב: "למדענים יש היכולת לספק לי את הכלים להם אני זקוק להתפתחות המקצועית שלי".

חלק מהמורים דנו בקטגוריית מעורבות אישית כגורם חשוב בהבניית ידע. אחד מהם כתב: "תקשורת עם מדענים יכולה לתרום באופן אישי, כיוון שמדענים יכולים להיות מודל לחיקוי עבורי." המדענים והסטודנטים החשיבו את קטגוריית עניין וביטחון כחשוב. אחד מחוקרי הוראת המדעים אמר: "התפקיד שלנו הוא לעשות הכל על מנת לספק גישה למדע לציבור הרחב ובמיוחד לתלמידים, כולל אלה שלא בחרו בהתמחות מדעית. על תכנית הלימודים להתמקד ברלוונטיות של המדע לחיי היום-יום ע"מ לעודד תלמידים להתעניין במדע ולהבין שכל מה שסביבנו הוא מדע..."

ניתוחי חי בריבוע לבדיקת אי-תלות בוצעו ע"מ לבחון את חלוקת המקטעים שחולצו מהתגובות של ארבע קבוצות בעלי העניין ביחס לכל אחד משני ההיבטים - מקצועי ורגשי - של התמה הבניית ידע מדעי. החלוקה מההיבט המקצועי הייתה מובהקת ($\chi^2(6) = 23.91, p < .001$). סטודנטים בתחומי STEM הם בעד גיוון הדרכים בהם ידע מדעי מובנה, ואילו סטודנטים למדעי חברה, מורים, ועוד יותר מכך מדענים, מעדיפים את הקטגוריה הבסיסית – הרחבת ידע. החלוקה בהיבט הרגשי של הבניית ידע מדעי לא הייתה מובהקת ($\chi^2(3) = 3.88, p > .05$).

3. חקר מקרה - אתר בשער

ארגון בשער - קהילה אקדמית למען החברה בישראל, נוסד בשנת 1999 על-ידי קבוצת חברים בסגל האקדמי באוניברסיטאות ובמוסדות שונים להשכלה גבוהה בישראל, במטרה להגביר את מעורבות האקדמיה בשיח הציבורי ובעשייה החברתית.

בשער חברים כיום למעלה מ-1300 חברי סגל מכל מוסדות ההשכלה הגבוהה בישראל, כולם משתתפים בפעילות המגוונת שמפעילה בשער בהתנדבות מלאה. פעילות זו כוללת שלושה תחומים:

- מועדון מדעי – במסגרתו מדענים מגיעים לבתי הספר ומקיימים הרצאות ברחבי הארץ, בעיקר בפריפריה. יש גם הרצאות וירטואליות למורים.
- אוניברסיטה בהישג יד – תלמידים מהפריפריה מגיעים למחנה קיץ באוניברסיטאות (5 ימים עם לינה או 10 ימים ללא לינה) ומקיימים פעילות מדעית וחברתית. עד כה השתתפו מעל 5000 תלמידים
- אתר בשער⁴ - אתר שאלות ותשובות.

3.1 - רקע

אתר בשער הינו ערוץ תקשורת בין מדענים ובין הציבור בארץ. האתר מאפשר למורים, תלמידים והציבור הרחב להפנות שאלות מדעיות למדענים מהמובילים בתחומם מאוניברסיטאות וממוסדות מחקר בארץ ולקבל תשובות. אתר בשער כולל מאגר של מעל 3000 שאלות ב-17 תחומי דעת, כ-300 תקצירים של מאמרים מדעיים המותאמים לתלמידים וכן מאמרים אודות דילמות מרכזיות בחברה ובהוויה הישראלית.

כל תשובה לשאלה המתפרסמת באתר, נשלחת במקביל גם לתיבת הדואר האלקטרונית של השואל או השואלת. בנוסף, אתר בשער מאפשר לכל המתעניינים להיתרם מקריאת התשובות שענו המומחים לשאלות של כלל השואלים.

האתר מהווה מאגר אינטראקטיבי של ידע מדעי רב מימדי כפי שניתן לראות באיור 4.

⁴ [בשער ברשת](#)



איור 4: מגוון ערוצי המידע באתר בשער

אתר בשער דומה לאתרים מובילים בעולם המאפשרים תקשורת מדעית נגישה לציבור הרחב באמצעות העלאת שאלות. אם זאת, לאתר הישראלי מאפיינים ייחודיים משלו. בטבלה 7 מוצגת השוואה בין אתר בשער לשני אתרים מובילים בעולם: האתר של NASA ואתר ניוטון.

טבלה 7 : השוואה בין אתר בשער לאתרים בעולם המשלבים שאלות מהציבור למדענים

קטגוריה	NASA	ניוטון	בשער ברשת
מדענים משתתפים	קהילת המדע של האומה, נותני חסות ומדענים	Argonne National Laboratory לקידום מחקר מדעי והנדסי	סגל אקדמי ממוסדות להשכלה גבוהה בארץ
מטרת האתר	שיתוף פעולה עם שותפים של NASA ברחבי העולם במטרה להשיב על שאלות עקרוניות בתחום לווינים וחלל	לספק לתלמידי תיכון, למורים למתמטיקה מסגרת ממנה יוכלו לשלוף מיידע יעיל במגוון של תחומים וכן לתקשר עם מדענים ומורים מכל רחבי העולם	להגביר את מעורבות האקדמיה בשיח ציבורי ובעשייה החברתית
המוטיבציה להקמת האתר	ליצור ידע חדש תוך חקירת העולם ולהשתמש בידע זה לטובת האנושות	העלאת רמת ההוראה בבתי הספר	הסרת המחסום הקיים בין תלמידים מהפריפריה לבין העולם האקדמי והנגשת אנשי אקדמיה לקהילה ובעיקר למורים ולתלמידים
העונים לשאלות באתר	חוקרים ומדענים	מדענים	מדענים מומחים בתחומם
תחומי הדעת בהן עוסק האתר	אסטרופיסיקה ומדעי כדור הארץ	מתמטיקה, מחשבים ומדעים מדויקים	מגוון של 17 תחומים: מדעים, הנדסה ומקצועות הומניים

3.2 - מטרה, משתתפים וכלי המחקר

מטרת המחקר⁵ הייתה: למפות את אתר בשער וכן לבחון את התקשורת בין מדענים לבין קהילת לומדים באמצעות האתר משני היבטים - היבט המדענים והיבט הלומדים. ניתוח האתר במחקר זה התמקד בתחומי הדעת המדעיים וההנדסיים ובמיוחד בכימיה, ביולוגיה, פיזיקה והנדסה. במחקר השתתפו שישה חברי סגל מתנדבים בעמותה (רפואה, כימיה, פיסיקה, מדעי הסביבה) ו-60 מורים ותלמידים ששאלו שאלות באתר (Abed, 2013). כלי המחקר כללו ראיונות עם חברי הסגל, יוזם הקמת הארגון ומנהל האתר, שאלון למורים ולתלמידים בנושא מוטיבציה, תרומה ושביעות רצון מהאתר.

⁵ המחקר שהתמקד באתר בשער הינו חלק מעבודת מגיסטר של רנא עבד, בהנחיית פרופ' יהודית דורי וד"ר אורית הרשקוביץ, בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון.

השאלונים נשלחו באמצעות המייל, בהסכם עם מנהלת אתר בשער, לתלמידים ולמורים ששלחו שאלות לאתר.

השאלון כלל תשע שאלות זהות למורים ולתלמידים ועוד שתי שאלות שהיו רק בשאלון למורים. שאלות אלו קובצו לחמש קטגוריות.

בטבלה 8 מוצגות הקטגוריות השונות בשאלון ודוגמה לשאלה בכל קטגוריה.

טבלה 8 : קטגוריות ודוגמאות לשאלות בשאלון למורים ותלמידים שהפנו שאלות למדענים באתר בשער

קטגוריה	מספר שאלות	דוגמה לשאלה
השימוש באתר בשער	2	מהו הגורם/המניע לפנייתך לאתר בשער ? פרט/י.
הערכת אתר בשער	3	האם התשובה שקיבלת השיבה על שאלתך? בכלל לא/במידה מועטה/במידה רבה/ במידה רבה יותר. (הקפ/י בעיגול את בחירתך). פרט/י
תרומת אתר בשער	3 למורה 1 לתלמיד	האם אתר בשער תרם לך בהיבט של קידום מקצועי? בכלל לא/במידה מועטה/במידה רבה/ במידה רבה יותר. (הקפ/י בעיגול את בחירתך). פרט/י.
שביעות רצון מהאתר	2	באיזו מידה תמליצי/י לעמיתך על אתר בשער? בכלל לא/במידה מועטה/במידה רבה/ במידה רבה יותר. (הקפ/י בעיגול את בחירתך). פרט/י
שיפורים באתר	1	במידה ויכולת להציע למנהלי אתר בשער שיפורים באתר, מה היית מציעה? פרט/י

3.3 - ממצאים ודיון

עיקרי ממצאי מחקר חקר המיקרה והדיון לגביהם יוצגו להלן בשלושה היבטים: מיפוי האתר, היבט המדענים והיבט המורים והתלמידים ששאלו שאלות באתר והסכימו לענות על השאלון שנישלח אליהם.

3.3.1 - מיפוי אתר בשער

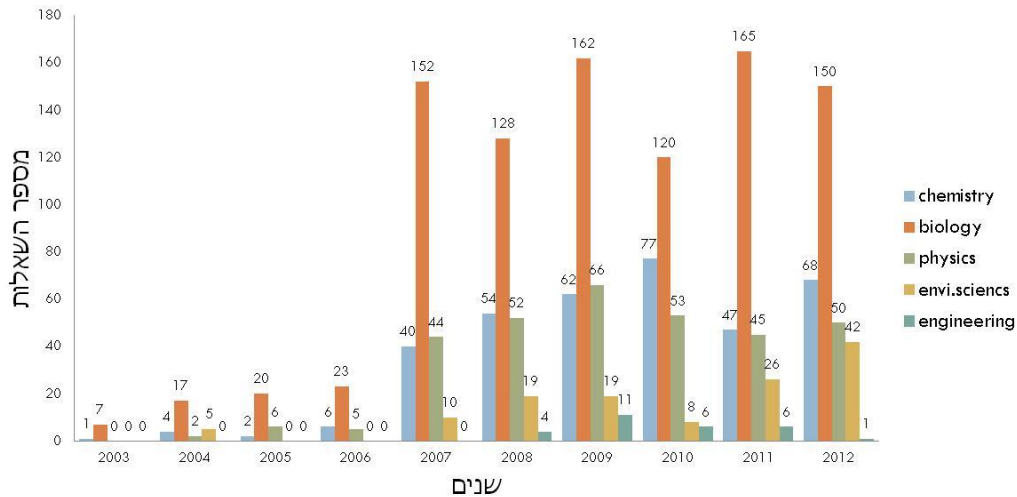
באתר בשער 17 תחומי דעת. השאלות שנבדקו במחקר זה היו שאלות בתחומי המדעים: כימיה, ביולוגיה, פיזיקה, הנדסה ומדעי הסביבה. נמצא כי בתחומים אלו נשאלו 1821 שאלות בשנים 2003 - 2012.

בטבלה 9 מוצגת התפלגות השאלות שנשאלו בחמשת תחומי הדעת שנבדקו.

טבלה 9: התפלגות השאלות בתחומים המדעיים שנשאלו באתר בשער בשנים 2003 - 2012

תחום דעת	מספר שאלות	שכיחות
כימיה	394	21%
ביולוגיה	944	52%
פיזיקה	323	18%
מדעי הסביבה	132	7%
הנדסה	28	2%
סך הכול שאלות בתחומי STEM	1821	100%

מטבלה 9 עולה כי מעל מחצית מהשאלות שנשלחו לאתר בשנים מאז הקמתו ואד שנת 2012 היו בתחום הביולוגיה, בהפרש ניכר מהתחומים האחרים. במטרה לבחון את התפתחות האתר בשנים אלו, נבדקו מספרי השאלות שהופנו לאתר בכל אחד מחמשת תחומי המדעים השונים. הממצאים מוצגים בגרף 4.



גרף 4: מספר השאלות שנשאלו בשנים 2003-2012 בתחומי המדעים השונים

מגרף 4 עולה כי הייתה עלייה חדה במספר השאלות שהופנו לאתר החל משנת 2006, וזאת בשל העובדה שהאתר הפך נגיש למורים ותלמידים ופורסם המידע לגביו. עם זאת, משלב זה קיימת יציבות במספר השאלות הנשאלות ואין עלייה משמעותית בהם. דבר זה יכול לנבוע או עקב רמת הדרישה הקיימת להפניית שאלות מורכבות למומחים או עקב פרסום לא רחב מספיק של האתר בקרב מורים ותלמידים. כמו כן, לאורך כל שנות פעילות האתר, מספר השאלות בתחום הביולוגיה גדול משמעותית משאר התחומים המדעיים (עולה גם מטבלה 8). ניתן ליחס זאת למספר הגדול של לומדי ביולוגיה בתיכון יחסית ללומדי הכימיה והפיסיקה גם יחד, כמו גם ליחידת המעבדה במגמת הביולוגיה שבה התלמידים נדרשים לתכנן ניסויי חקר בעצמם ולהסביר את תוצאותיהם.

3.3.3 - היבט המדענים - שיקולי דעת ואתגרים במתן מענה על שאלות

מניתוח הראיונות עם המדענים עלו שני שיקולים מרכזיים בהחלטות שלהם לניסוח התשובות לשאלות:

1. התאמת התשובה לרמת השואל

2. קבלת החלטה לגבי מידת פרוט התשובה

המדען ב. ציין: "... חשוב לי שמתן התשובה תהיה מבוססת מדעית, קצרה וברורה שתהווה גם גירוי להמשך עניין בתחום ושתעודד את התלמיד לחשוב על העומק שבנושא."

המדען ס. ציין גם כן: "אני מנסה לתת הסבר מפורט במונחים פשוטים..."

המדען נ. העלה היבט נוסף: "חשוב לי לדעת מי השואל: תלמיד, מורה... בהתאם לשואל, צריכה להיות הרמה של התשובה... אם השואל הוא מרצה שנתקל במשהו ורוצה לשאול קולגה שלו, ניתן להפנות אותו לעוד חומרים או פרסומים מדעיים בנושא".

לגבי החשיבות אותה רואים המדענים במתן תשובות לציבור המורים והתלמידים הפונים אליהם, עלו שלש קטגוריות: חיזוק קשרי אקדמיה-קהילה, יצירת קשר עם מדען ומתן מענה מיקצועי. דוגמאות לתשובות המדענים בשלש קטגוריות אלו מוצגות בטבלה 10.

טבלה 10: דוגמאות להתייחסות מדענים לחשיבות מתן תשובות

לשאלות המורים והתלמידים הפונים אליהם

קטגוריה	דוגמא לתשובה
קשרי אקדמיה-קהילה	יש חשיבות רבה לקשר בין הקהילה המדעית לבין האוכלוסייה בכלל ומערכת החינוך בפרט כאמצעי לקידום הידע והסקרנות בקרב המעוניינים
קשר עם מדען	בעצם המענה, התלמידים רואים שהשאלות שלהן חשובות. הלימוד הוא לא רק דרך ספרי לימוד או חיפוש עצמאי באינטרנט, אלא יש מענה אנושי של מדענים...
מענה מקצועי	חשוב שלתלמידים יהיה מקום שבו יוכלו לשאול שאלות שחורגות ממה שלומדים בכיתה ושאוּלי גם המורים לא יודעים את התשובה...

יש לציין כי התקשורת בין המדענים לציבור הפונים אליהם איננה ישירה. הפונים מעלים שאלות באתר, שאלות אלו ממוינות על ידי מנהלת האתר לתחומי הידע השונים ובהתאם לכך היא מפנה את השאלה למדען המתאים. המדען שולח את תשובתו למנהלת האתר וזו מעלה לאתר את התשובה המתאימה. התשובה נשלחת גם ישירות לפונה. ניתן לראות תהליך זה באיור 5 להלן.



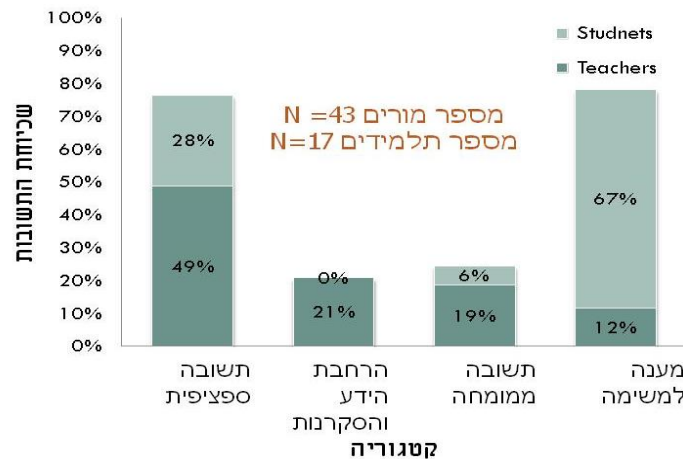
איור 5: תהליך פירסום תשובה לשאלה באתר - תקשורת עקיפה בין המדען לפונה

המדענים שהשתתפו במחקר היו תמימי דעים שזו התקשורת המועדפת עליהם. הסביר זאת המדען נ.: "...לאפשר קשר ישיר יכול להפוך בסופו של דבר לעיקר העיסוק של המדען. לכן, הדרך הזו שבה מנהלי אתר בשער מקבלים את השאלות ומחליטים למי לשלוח, באיזו תדירות, לפעמים עונים בעצמם אפילו, אני חושב שהיא הטובה ביותר".

3.3.3 - היבט התלמידים

התלמידים והמורים ששלחו שאלות לאתר נשאלו לגבי המוטיבציה שלהם לשלוח את השאלה. בתשובותיהם נמצאו 4 קטגוריות למוטיבציה: קבלת תשובה ספציפית לשאלתם, הרחבת הידע והסקרנות, קבלת תשובה ממומחה בתחום וקבלת תשובה למשימה/עבודה שקיבלו בבית הספר.

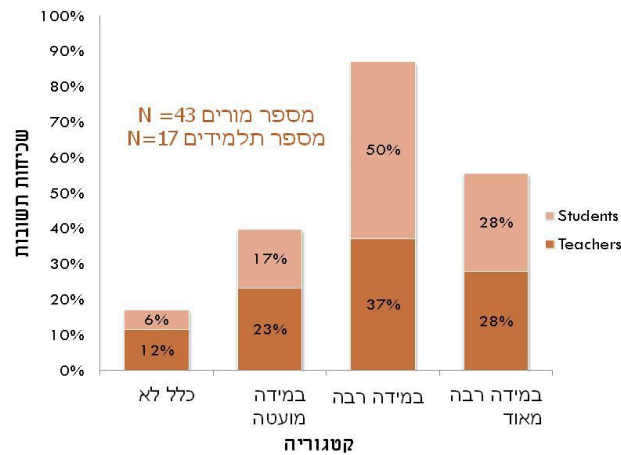
התפלגות התשובות בקטגוריות אלו מוצגות בגרף 5.



גרף 5 : התפלגות תשובות המורים והתלמידים בקטגוריות המוטיבציה שלהם לפנות לאתר

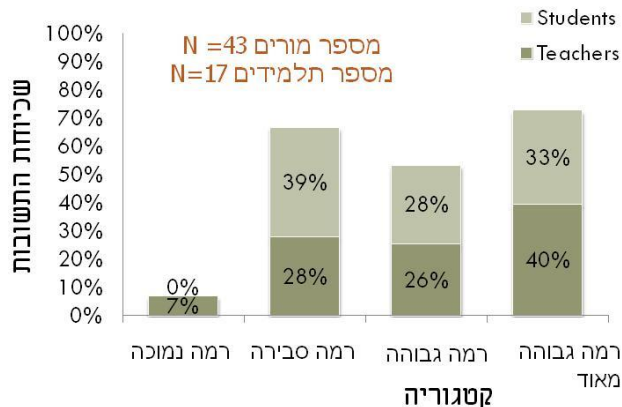
מגרף 5 עולה כי הסיבה העיקרית לפניית המורים לאתר בשער היא חיפוש תשובה לשאלה ספציפית לעומת זאת, הסיבה העיקרית לפניית התלמידים לתאר בשער היא הכנת עבודות בית-ספר, בעיקר עבודות ביוחקר. כמו כן, נראה כי המורים מעריכים יותר מהתלמידים את אמינות המקור ממנו הם מקבלים את התשובה- מומחה בתחום, וכן כי מורים מעוניינים בהרחבת הידע שלהם – קטגוריה שלא הופיעה אצל התלמידים.

בהיבט של שביעות רצון מהתשובה שהתקבלה, נמצא כי עבור רוב המורים (65%) ומרבית התלמידים (78%) התשובה שהתקבלה ענתה על השאלה שלהם במידה רבה ורבה מאוד. ניתן לראות זאת גם בגרף 6 להלן.



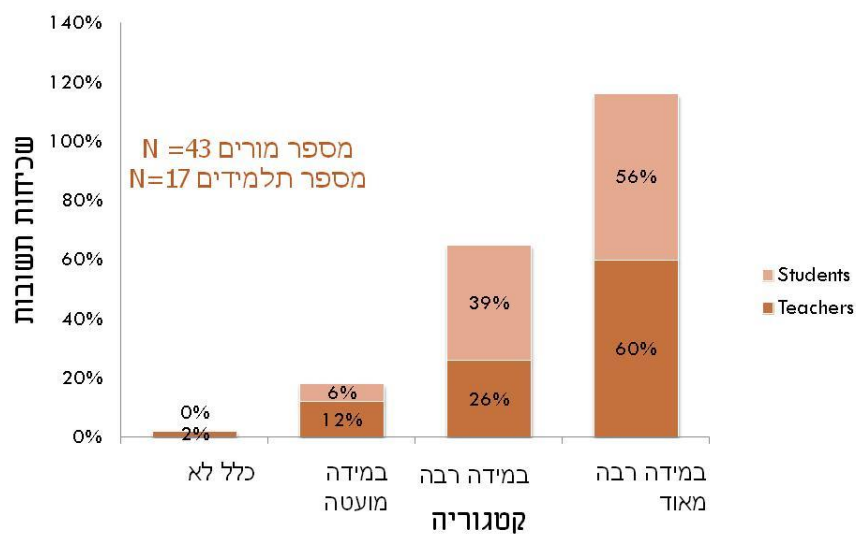
גרף 6 : התפלגות תשובות המורים והתלמידים לגבי שביעות רצונם מהתשובה שקיבלו

התלמידים והמורים נשאלו גם האם התשובה שקיבלו הייתה ברמה נמוכה, סבירה, או גבוהה. נמצא כי עבור רוב המורים (66%) ורוב התלמידים (61%) התשובה שהתקבלה הייתה ברמה גבוהה או אף גבוהה מאוד. ניתן לראות זאת בגרף 7 להלן.



גרף 7 : התפלגות תשובות המורים והתלמידים לגבי רמת התשובה שקיבלו

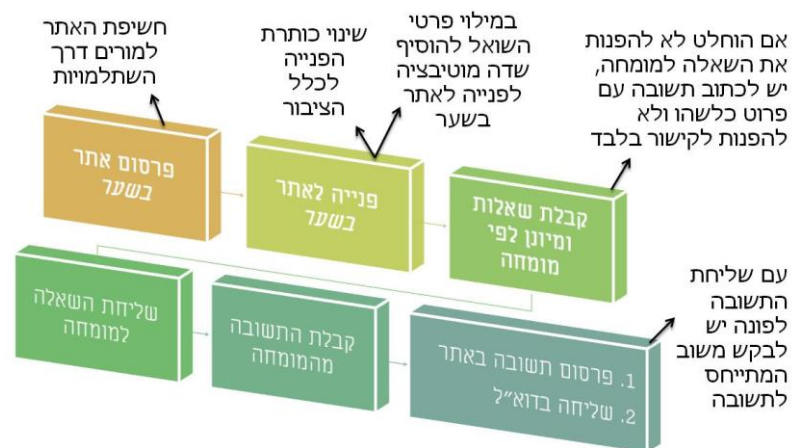
המורים והתלמידים נשאלו גם, לאור ניסיונם, האם ימליצו לחבר/לעמית במקצוע לפנות גם כן לאתר לקבלת תשובות לשאלות. המורים והתלמידים ענו בצורה דומה. רוב המורים (60%) ורוב התלמידים (56%) ממליצים במידה רבה מאוד על הפנייה לאתר בשער, דבר המעיד על שביעות רצון גבוהה. ניתן לראות זאת בגרף 8 להלן.



גרף 8 : התפלגות תשובות המורים והתלמידים לגבי המלצת השימוש באתר לחבר

כללית, בניתוח השאלונים נמצא כי שביעות הרצון של מורים בחינוך היסודי וחיבת בנייה גבוהה באופן מובהק מזו של מורים בחינוך העל-יסודי בשלושת המדדים של שביעות הרצון : שביעות רצון כוללת, שביעות רצון מהתוכן ושביעות רצון מתרומת האתר. פונים שהשיבו על השאלונים והצהירו כי הם לא עוסקים בהוראה, לא נבדלו באופן מובהק מכלל המורים בשני המדדים הראשונים של שביעות רצון. לעומת זאת, הם נבדלו ממורים בחינוך היסודי וחיבת הביניים במדד תרומת האתר, אשר היה נמוך יותר. כמו כן, נמצא כי מידת נכונות המורים להמליץ על האתר מוסברת על ידי שביעות רצון מהתרומה המקצועית, זמן התגובה (הקצר) והתרומה של האתר להון החברתי של המדינה.

אתר בשער מאפשר נגישות רחבה למידע מדעי לקהל בישראל, מספק מסגרת להעלאת שאלות וקבלת תשובות ממומחים בתחומים השונים ובכך תורם להעמקת הידע המדעי של המורים והתלמידים. התקשורת הקיימת בין המדענים לציבור הפונים לאתר כיום מתאימה הן למדענים והן למרבית הפונים. עם זאת, המדענים מעוניינים לקבל משוב מהפונים על תשובתם. הפונים אשר לא קיבלו מענה ממדען אלא הפנייה לאתר בשער, מעוניינים לקבל התייחסות מעמיקה יותר. בעקבות המחקר, אנו מציעים לצוות אתר בשער לבקש משוב מהמשתמש על התשובה שהוא קיבל מהמומחה. שאלון משוב יכול להיות מצורף יחד עם התשובה הנשלחת למשתמש או המשתמשת. המשוב יאפשר למנהלת האתר לעקוב אחרי שביעות הרצון של המשתמשים ותסייע למומחים לשפר במידת הצורך את תשובתם בעתיד. כמו כן, מומלץ לשנות את פתיח ההפניה למורים בחלון של העלאת השאלה באתר, כך שתהיה פניה לציבור הרחב, מאחר ויש משתמשים שאינם מורים. במקרה והשאלות המופנות לאתר בשער הן פשוטות או חוזרות על עצמן, אנו ממליצים במקום לשלוח קישור, לייצר קובץ שאלות בסיסיות שעבורן תהינה באתר תשובות מפורטות, שיכתבו או על ידי המומחים, או על ידי מורים מנוסים או על ידי מנהלת האתר. כמו כן מומלץ להרחיב את פרסום האתר, לברר מה המוטיבציה לפנייה לאתר לצורך בקרה והערכה וכן לשדרג את דרך המענה לשאלות באתר באופן המאפשר לפונה להתייחס לתשובה שקיבל ולקבל הבהרות במידת הצורך. המלצות אלו מוצגות באיור 6 להלן.



איור 6 : המלצות לשידרוג תהליך שאלות ותשובות באתר בשער

תרומתו של המחקר שלנו היא תיאורטית ומעשית. התרומה התיאורטית טמונה בממצאים הקשורים לשאלת המחקר הראשונה שכוונה לחיפוש תימות (נושאים) המשותפות לתחומי תקשורת המדע והוראת המדעים.

סקר הספרות שלנו בשלב I הדגים כי התקיים דיאלוג מועט בין חוקרי הוראת המדעים וחוקרי תקשורת המדע (Ogawa, 2011; Rennie, 2011). החיפוש שערכנו בספרות הניב שלוש תימות עיקריות המשותפות לחינוך למדע ותקשורת מדע: *עמדות ביחס לתקשורת מדע, ערוצי תקשורת, והבניית ידע מדעי*. מצאנו קווי דמיון והבדלים בין שתי הקהילות מבחינת המחקרים שנערכו בשלוש התימות וקבוצות בעלי העניין המעורבים. הראנו קשרים בין שלוש תימות אלה ומבנים מקובלים של תהליך ותוצר (Bucchi, 2012; Horst, 2013; Wilkinson et al., 2012). למרות שספרות תקשורת המדע מכירה בקיומם ותפקידם של בעלי העניין השונים (Vogt, 2012) הקשורים בתקשורת מדע - דהיינו מדענים, הציבור, ובמידה פחותה יותר מורים וסטודנטים - רוב המחקרים בתחום תקשורת המדע התמקדו בהשקפות של מדענים, ומחקרים אחרים עסקו לכל היותר בשתי קבוצות בעלי העניין. המחקר שלנו כלל ארבע קבוצות בעלי העניין, והרחיב את הספקטרום ממדענים דרך סטודנטים בתחומי STEM ומורים ועד לציבור המשכיל.

בחלק האמפירי (שלב II), התמודדנו עם שאלת המחקר השנייה בנוגע להבדלים בין השקפותיהם של בעלי העניין השונים בדבר עמדות ביחס לתקשורת מדע, ערוצי תקשורת, והבניית ידע מדעי. זיהינו קטגוריות לכל אחת משלוש התימות, המדגימות כיצד התימות עשויות להוות בסיס לשיפור הדיאלוג בין שתי הקהילות.

כשנשאלו אודות החשיבות של תקשורת מדע, כל בעלי העניין הביעו עמדות חיוביות ביחס לקיום תקשורת מדע עם הציבור. עם זאת, ניתוח הראיונות והשאלונים של בעלי העניין חשפו הבדלים ביניהם המדגישים את רמה הכיוונית של תהליך תקשורת המדע. כל בעלי העניין הביעו השקפות המייצגות ערוצי תקשורת חד-כיווניים, דיאלוג חלקי, וערוצים דו-כיווניים, אך חלוקת העמדות הללו היתה שונה בין הקבוצות.

מורים היו התומכים החזקים ביותר של המודל החסר והעדיפו ערוץ חד-כיווני באמצעותו מדענים, ואולי המורים במערכת החינוך, מעבירים את הידע המדעי שלהם לציבור. סטודנטים למדעי חברה, המייצגים את הציבור המשכיל במחקר שלנו, הביעו עמדות המעדיפות דיאלוג חלקי, המייצג את המודל ההקשרי. חלק גדול יותר של סטודנטים בתחומי STEM שהעדיפו תקשורת דו-כיוונית – מודל הדיאלוג - תמכו בצורך לקבל רעיונות מהציבור. המדענים נחלקו בהעדפותיהם בין המודל החסר ומודל הדיאלוג.

כאשר בעלי העניין נשאלו בדבר הבניית ידע מדעי, הקטגוריה השכיחה ביותר שהתגלתה בתגובותיהם הייתה *הרחבת ידע*, הניתן להשגה באמצעות מודל החסר. קטגוריה שכיחה נוספת של הבניית ידע הייתה *עניין וביטחון*, שהיא אופיינית לערוץ הדיאלוג החלקי, הממוקם בין המודל החסר ומודל הדיאלוג.

ההבדלים בין קבוצות בעלי העניין יכולים להיות מוסברים באמצעות סדר היום (אגינדה) והמניעים השונים שלהם. בהשפעת הצורך להיצמד לתכנית הלימודים שלהם, מורים נאבקים כל הזמן להשיג יותר זמן על מנת להשלים לימוד "למבחן", ולכן הם רואים בתקשורת חד-כיוונית לקידום ידע את העדיפות העליונה שלהם. הציבור המשכיל (המיוצג במחקר שלנו על ידי סטודנטים למדעי חברה)

העדיף תקשורת בדיאלוג חלקי על בסיס המודל ההקשרי אשר גורס כי על הציבור להיות מעורב בבניית הידע על בסיס חוויות והקשרים אישיים. מצד אחד, האדם ההדיוט רוצה לקבל מידע מדעי אודות נושאים כגון מזון שעבר הנדסה גנטית או שינויי אקלים המשפיעים על חייהם, אך מצד שני, הוא אינו מסוגל או אינו מעוניין בהבנה מדעית (Nisbet & Scheufele, 2009). מדענים מכירים בחשיבות של העברת ידע לציבור, אך לעתים קרובות הם לא טורחים לחבר זאת לעבודתם היום-יומית (Cook et al., 2004; Scheufele et al., 2007). סטודנטים בתחומי STEM הם אלה התומכים במידה הגדולה ביותר במודל הדיאלוג של תקשורת בין מדענים והציבור. אנו מייחסים השקפות מתקדמות (forward-thinking views) אלה לקשר החזק בין תאוריה ופרקטיקה בנושאים הנלמדים ע"י סטודנטים בתחומי STEM והקשרים הרציפים שלהם עם מדענים, שהם גם הפרופסורים שלהם.

עיסוק במדע באמצעות תקשורת המונים הוא לעתים קרובות מאתגר עבור מורים ותלמידים כאחד הודות לחוסר ההדרכה בשימוש בסוגים השונים של מדיה לצרכיהם הלימודיים (McClune & Jarman, 2010) או חוסר בכישורים מתאימים אצל מדענים, כגון היכולת להשתמש בשפה ונורמות שאינם טכניים או עבודה בשיתוף פעולה על מנת לתקשר עם הציבור (Baram-Tsabari & Lewenstein, 2012). קשיים אלה הופכים את תקשורת המדע למשימה שאינה קלה ואינה ברורה לרבים מהמדענים, כמו גם לציבור. קיים מתח מובנה בין שתי קבוצות שהן שונות במהותן - מדענים הבקיאיים בתחום המחקרי שלהם מצד אחד, והציבור, שהוא האובייקט של הידע המדעי המתוקשר, שחלקו רוצה להישמע ולהשמיע חזרה השקפות ועמדות.

על מנת לשפר את הסטטוס הנוכחי של תקשורת מדע, על מדענים לזכות בהכשרה שיטתית כיצד להבנות את הידע המדעי שלהם כך שהאנשים המרכיבים את הציבור יוכלו לקבל אותו (Dudo, 2013; Horst, 2012) ולהרגיש שהם מבנים ידע ומשיגים מידה סבירה של הבנה בנושא המדעי המתוקשר. יתר על כן, הכשרה מסוג זה כדאי שתכלול האזנה וקבלת משוב מהציבור ותגובה לאלה באופן הולם.

בעולם אידיאלי, יתכן שיהיה מומלץ למדענים להיצמד למחקר ולהניח לתקשורת המדע לדאוג לתרגום השלכות המחקר שלהם לשפה המובנת על ידי הציבור. אולם במציאות, מדענים הם אלה האחראים להעברת ידע מדעי לציבור (Scheufele et al., 2007; Nisbet & Scheufele, 2009). במחקר הנוכחי מצאנו שמדענים מעדיפים את המודל החסר ומודל הדיאלוג באותה מידה. ממצא זה עולה בקנה אחד עם הורסט (2013), שציינה שמדענים או עוסקים בתקשורת מדע על בסיס מתמשך או לא עושים זאת כלל. בפועל, מדענים נוטים לאמץ את מודל החסר בשל סיבות כגון חוסר בכישורים (Baram-Tsabari & Lewenstein, 2012), מוטיבציה בלתי מספקת, או הימנעות מבזבוז זמן (Casini & Neresini, 2012).

כתוצאה מכך, הציבור, שאינו חשוף למצבי תקשורת חלופיים, אינו מבין כי קיימות אפשרויות אחרות ומקבל את הסטטוס קוו. מכיוון שרבים מהסטודנטים בתחומי STEM יהיו מדעני העתיד שלנו, חשוב לפתח גישות שיעודדו אותם לשמור על הגישה החיובית שלהם כלפי תקשורת מדע באמצעות מודל הדיאלוג. בדרך זו, הם יוכלו לטפח יחסי קרבה עם הציבור ולקבל משוב בדבר צרכי הציבור לידיע וכיווני מחקר רצויים שמדענים יהיו מוכנים לשקול.

5. מגבלות המחקר ואפשרויות להרחבתו

במחקר זה בחנו את דעותיהם של ארבע קבוצות בעלי עניין המעורבות בתקשורת המדע, בעלי ידע מדעי הנע בין נמוך לגבוה. עם זאת, במחקר לא כללנו תלמידי תיכון ולא את הציבור הכללי, אשר כולל אנשים ללא רקע מדעי. הקבוצה עם הידע המדעי הנמוך ביותר הייתה מורכבת מסטודנטים לתואר ראשון במדעי חברה, המייצגים את הציבור המשכיל בחברה הישראלית (Ogawa, 2011). המודע ותומך במקצועות המדע. זוהי מגבלה של המחקר שלנו בשל קושי בחקירת ציבור אחר ללא רקע מדעי. עם זאת, סביר להניח שציבור משכיל אחר מאשר STEM, אשר היווה את הציבור במחקר הנוכחי, יהיה בוודאי בעל ידע מוגבל במדע ביחס למדענים ומהנדסים (Bromme, & Goldman, 2014). ביחס לתלמידי התיכון, אין ספק כי הם בעלי עניין חשובים אבל הם המוקד של רוב המחקר בהוראת המדעים.

שתי מטרות עתידיות אפשריות של שתי הקהילות הן לחקור תקשורת מדע והבנה בין כל קבוצות בעלי העניין, כולל תלמידי התיכון וציבור משכיל ללא רקע מדעי, וקידום הדיאלוג בין כל הקבוצות. במחקר עתידי, אנו ממליצים לחקור את השפעתם של גורמים כגון מגדר, מעמד מקצועי וגיל בתוך כל קבוצה של בעלי העניין.

ברמה המעשית, כלים להערכת עמדות של קבוצות בעלי העניין השונים כלפי תקשורת מדע יכולים להיות בנויים על בסיס התימות והקטגוריות בתוך כל תמה כפי שנמצאו במחקר שלנו. כלים אלו יאפשרו הן לחוקרי תקשורת המדע והן לחוקרי הוראת המדעים לעבוד בשיתוף פעולה כדי לחקור ולנתח את התוצר של תקשורת מדע, את תהליך התקשורת, ואת המשתתפים המעורבים. בהצגת נקודת מבט הוליסטית של תקשורת המדע, מחקר זה מיסד קישורים ונקודות משותפות בין שתי הקהילות: קהיליית הוראת המדעים וקהיליית תקשורת המדע, אותם יש לאמץ ולשפר לקידום ולטובת בעלי העניין בשתי הקהילות.

- Abed, R. (2013). Fostering Teachers' and Students' Scientific Literacy and Academia-Community Relations via *Bashaar* Website. M.Sc. Thesis at the Faculty of Education in Science and Technology, Technion. Supervisors: Dori, Y. J. and Herscovitz, O.
- Baram-Tsabari, A., & Lewenstein, B. V. (2012). An instrument for assessing scientists' written skills in public communication of science. *Science Communication*, 35(1), 56-85.
- Baram-Tsabari, A., & Segev, E. (2011). Exploring new web-based tools to identify public interest in science. *Public Understanding of Science*, 20(1), 130-143.
- Baram-Tsabari, A. & Yarden, A. (2009). Identifying meta-clusters of students' interest in science and their change with age. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 999-1022.
- Bentley, P., & Kyvik, S. (2011). Academic staff and public communication: A survey of popular science publishing across 13 countries. *Public Understanding of Science*, 20(1), 48-63.
- Besley, J. C., & Nisbet, M. (2011). How scientists view the public, the media and the political process. *Public Understanding of Science*, 22(6), 644-659.
- Blackman, D., & Benson, A. M. (2012). Overcoming knowledge stickiness in scientific knowledge transfer. *Public Understanding of Science*, 21(5), 573-589.
- Bodmer, W. (1986). *The public understanding of science*. Birkbeck College, London, England.
- Brickhouse, N. W., Lowery, P., & Schultz, K. (2000). What kind of a girl does science? The construction of school science identities. *Journal of research in science teaching*, 37(5), 441-458.
- Britt, M. A., Richter, T., & Rouet, J. F. (2014). Scientific literacy: The role of goal-directed reading and evaluation in understanding scientific information. *Educational Psychologist*, 49(2), 104-122.
- Bromme, R., & Goldman, S. R. (2014). The Public's Bounded Understanding of Science. *Educational Psychologist*, 49(2), 59-69.
- Brossard, D., & Lewenstein, B. V. (2009). A critical appraisal of models of public understanding of science: Using practice to inform theory. In L. Kahlor & P. Stout (Eds.), *Communicating Science: New Agendas in Communication* (pp. 11-39). New York, NY: Routledge.
- Brossard, D., & Shanahan, J. (2006). Do they know what they read? Building a scientific literacy measurement instrument based on science media coverage. *Science Communication*, 28(1), 47-63.
- Bucchi, M. (1996). When scientists turn to the public: Alternative routes in science communication. *Public Understanding of Science*, 5(4), 375-394.
- Bucchi, M. (2012). *Science in Society: An Introduction to Social Studies of Science*. 2nd edition, Routledge: New-York.
- Bultitude, K., & Sardo, A. M. (2012). Leisure and pleasure: Science events in unusual locations. *International Journal of Science Education*, 34(18), 2775-2795.
- Burns, T.W., O'Connor, D. J., & Stocklmayer, S.M. (2003). Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science*, 12, 183 – 202.
- Carey, J. W., Morgan, M., & Oxtoby, M. J. (1996). Intercoder agreement in analysis of responses to open-ended interview questions: Examples from tuberculosis research. *Cultural Anthropology Methods*, 8(3), 1-5.

- Casini, S., & Neresini, F. (2012). Behind closed doors: scientists' and science communicators' discourses on science in society. A study across European research institutions. *Tecnoscienza*, 3, 37-62.
- Claassen, G. (2011). Science and the media in South Africa: Reflecting a 'dirty mirror'. *Communication: South African Journal for Communication Theory and Research*, 37(3), 351-366.
- Cloitre, M., and Shinn, T. (1985). Expository practice: Social, cognitive and epistemological linkages. In *Expository Science: Forms and Functions of Popularisation*, T. Shinn and R. Whitley (Eds.). Dordrecht: Reidel), pp. 31-60.
- Cook G., Pieri E., & Robbins, P.T. (2004). "The scientists think and the public feels": Expert perceptions of the discourse of GM food. *Discourse and Society*, 15(4), 433-449.
- Market & Opinion Research International, Corrado, M., Pooni, K., & Hartfee, Y. (2000). The role of scientists in public debate: Research Study. MORI.
- Davies, S. R. (2008). Constructing communication talking to scientists about talking to the public. *Science Communication*, 29(4), 413-434.
- Dijk, E. M. V. (2011). Portraying real science in science communication. *Science Education*, 95(6), 1086-1100.
- Dudo, A. (2012). Toward a model of scientists' public communication activity: the case of biomedical researchers. *Science Communication*, 35(4) 476-501.
- Dunwoody, S. (1986). The scientist as source. In S. Dunwoody, S. M. Friedman, & C. L. Rogers (Eds.), *Scientists and journalists: Reporting science as news* (pp. 3-16). New York, NY: Free Press.
- France, B., & Bay, J. L. (2010). Questions students ask: Bridging the gap between scientists and students in a research institute classroom. *International Journal of Science Education*, 32(2), 173-194.
- Gascoigne, T., & Metcalfe, J. (1997). Incentives and impediments to scientists: Communication through the media. *Science Communication*, 18, 265-282.
- Grant, B. L., Liu, X., & Gardella, J. A. (2013). Supporting the Development of Science Communication Skills in STEM University Students: Understanding their learning experiences as they work in middle and high school classrooms. *International Journal of Science Education, Part B*, 1-22.
- Hsieh, F. and Shannon, E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.
- Horst, M. (2013). A field of expertise, the organization, or science itself? Scientists' perception of representing research in public communication. *Science Communication*, 35(6) 758-779.
- Levinson, R. (2010). Science education and democratic participation: an uneasy congruence? *Studies in Science Education*, 46(1), 69-119.
- Luers, A. & Kroodsmas, D. (2014). Science communication in the post-expert digital age. *Eos*, 95(24), 203-204.
- Maier, M., Rothmund, T., Retzbach, A., Otto, L., & Besley, J. C. (2014). Informal learning through science media usage. *Educational Psychologist*, (ahead-of-print), 1-18.
- Martín-Sempere, M. J., Garzón-García, B., & Rey-Rocha, J. (2008). Scientists' motivation to communicate science and technology to the public: Surveying participants at the Madrid Science Fair. *Public Understanding of Science*, 17, 349-367.
- McClune, B., & Jarman, R. (2010). Critical Reading of Science-Based News Reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. *International Journal of Science Education*, 32(6), 727-752.

- McInerney, C., Bird, N. & Nucci, M. (2004). The flow of scientific knowledge from lab to the lay public. *Science Communication* 26: 44-74.
- Meyer, M. (2010). The rise of the knowledge broker. *Science Communication*, 32(1), 118-127.
- Munby, H., Taylor, J., Chin, P., & Hutchinson, N. L. (2007). Co-op students' access to shared knowledge in science-rich workplaces. *Science education*, 91(1), 115-132.
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*, National Academy. Press, Washington, D. C.
- Nisbet, M. C., & Scheufele, D. A. (2009). What's next for science communication? Promising directions and lingering distractions. *American Journal of Botany*, 96(10), 1767-1778.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2012). Reading science: How a naive view of reading hinders so much else. In A. Zohar & Y.J. Dori (Eds.), *Metacognition in Science Education: Trends in current research* (pp. 37-56). Springer Netherlands.
- Ogawa, M. (2011). A new age of cooperation and collaboration between school science education research and science communication research. *International Journal of Science Education*, 1(1), 9-11.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Palmer, S. E., & Schibeci, R. A. (2012). What conceptions of science communication are espoused by science research funding bodies? *Public Understanding of Science*. doi: 10.1177/0963662512455295.
- Peters H.P., Brossard D., de Cheveigné S., Dunwoody S., Kallfass M., Miller S., & Tsuchida S. (2008). Science–media interface: It's time to reconsider. *Science Communication* 30(2), 266–276.
- Peters-Burton, E., & Baynard, L. R. (2013). Network Analysis of Beliefs About the Scientific Enterprise: A comparison of scientists, middle school science teachers and eighth-grade science students. *International Journal of Science Education*, 35(16), 2801-2837.
- Petersen, A., Anderson, A., Allan, S., & Wilkinson, C. (2009). Opening the black box: Scientists' views on the role of the news media in the nanotechnology debate. *Public Understanding of Science* 18(5), 512–530.
- Poliakoff, E., & Webb, T. L. (2007). What factors predict scientists' intentions to participate in public engagement of science activities? *Science Communication*, 29, 242-263.
- Price, C.A., & Lee, H.S. (2013). Changes in participants' scientific attitudes and epistemological beliefs during an astronomical citizen science project. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(7), 773–801.
- Price, J. F. and McNeill, K. L. (2013). Toward a lived science curriculum in intersecting figured worlds: an exploration of individual meanings in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 501–529.
- Rennie, L. (2011). Science communication and engagement beyond schooling. *International Journal of Science Education, Part B*, 1(1), 13-14.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729 – 780). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Russell, N. (2010). *Communicating science: Professional, popular, literary*. Cambridge University Press.

- Ryder, J. (2001). Identifying science understanding for functional scientific literacy. *Science Education*, 36, 1-44.
- Ryder, J. (2002) Science, Citizens and Schools: Opportunities and Challenges. *Studies in Science Education*, 37(1), 156-162.
- Sapp, S. G., Korsching, P. F., Arnot, C., & Wilson, J. J. (2013). Science Communication and the Rationality of Public Opinion Formation. *Science Communication*, 35(6) 734-757.
- Schäfer, M. S. (2012). Taking stock: A meta-analysis of studies on the media's coverage of science. *Public Understanding of Science*, 21(6), 650-663.
- Scheufele, D.A., Corley, E.A., Dunwoody, S., Shih, T.J., Hillback, E., & Guston, D.H. (2007). Scientists worry about some risks more than the public. *Nature Nanotechnology*, 2(12): 732-734.
- Schibeci, R.A., & Williams, A.J. (2014) Science Communication and Desalination Research: Water experts' views. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 4(1), 92-106.
- Seaton, D. T., Bergern, Y, Chuang, I, Mitros, P, & Pritchard, D. E. (2014). Who does what in a massive open online course? *Communications of the ACM*, 57(4), 58-65.
- Sinatra, G. M., Kienhues, D., & Hofer, B. K. (2014). Addressing challenges to public understanding of science: Epistemic cognition, motivated reasoning, and conceptual change. *Educational Psychologist*, (ahead-of-print), 1-16.
- Suleski, J., & Ibaraki, M. (2010). Scientists are talking, but mostly to each other: a quantitative analysis of research represented in mass media. *Public Understanding of Science*, 19(1), 115-125.
- Tal, R. T., Bamberger, Y., & Morag, O. (2005). Guided school visits to natural history museums in Israel: Teachers' roles. *Science Education*, 89, 920-935.
- Tal, T., & Dierking, L. D. (2014). Learning Science in Everyday Life. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 251-259.
- Thakadu, O. T., Irani, T. A., & Telg, R. (2013). Predictors of knowledge-sharing behaviors among community-based natural resources organizations in the Okavango Delta, Botswana. *Science Communication*, 35(5), 572-602.
- Vogt, C. (2012). The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. *Public Understanding of Science*, 21(1), 4-16.
- Wallace, C. S. (2004). Framing new research in science literacy and language use: Authenticity, multiple discourses, and the "Third Space". *Science Education*, 88(6), 901-914.
- Watermeyer, R. (2012). Measuring the impact values of public engagement in medical contexts. *Science Communication*, 34(6), 752-775.
- Wilkinson, C., Dawson, E. & Bultitude, K. (2012). Younger people have like more of an imagination, no offence: Participant perspectives on public engagement. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 2(1), 43-61.
- Wu, H. K. (2003). Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: Intertextuality in a high-school science classroom. *Science Education*, 87(6), 868-891.
- Wynne, B. (1992). Misunderstood misunderstanding: social identities and public uptake of science. *Public Understanding of Science*, 1(3), 281-304.
- Young, N., & Matthews, R. (2007). Experts' understanding of the public: Knowledge control in a risk controversy. *Public Understanding of Science*, 16(2), 123-144.

- Zhai, J. and Dillon, J. (2014). Communicating science to students: Investigating professional botanic garden educators' talk during guided school visits. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(4), 407-429.
- Zhai, J., Jocz, J.A., & Tan, A. (2013). 'Am I Like a Scientist?': Primary children's images of doing science in school. *International Journal of Science Education*, 36(4), 553-576.
- Zorn, T. E., Roper, J., Weaver, CK., & Rigby, C. (2012). Influence in science dialogue: Individual attitude changes as a result of dialogue between laypersons and scientists. *Public Understanding of Science*, 21(7), 848-864.
- Zutshi, S. O'Hare, S. & Rodafinos, A. (2013). Experiences in MOOCs: The Perspective of Students. *American Journal of Distance Education*, 27(4), 218-227.

תודות

החוקרות מבקשות להודות

♥ למדענים, למורים ולתלמידים שהשתתפו במחקר

♥ לצוות אתר בשער על שיתוף הפעולה הפורה

♥ לפרופ' עמרי רנד ולפרופ' זאב תדמור על תמיכתם ועידודם בביצוע מחקר זה

♥ לרנא עבד, מורה לכימיה שסיימה תואר שני בטכניון בהנחיית פרופ' יהודית דורי וד"ר אורית הרשקוביץ. חלק ממחקרה של רנא בנושא אתר בשער שולב בדו"ח זה

♥ לביה"ס לתארים מתקדמים ע"ש ג'ייקובס בטכניון על תמיכתו ברנא עבד בעת לימודיה לתואר מגיסטר

Abstract

In recent years, scientists are increasingly requested to make science accessible to the general public. This accessibility will help promote scientific knowledge sharing and obtain public support for science.

The research goals were to identify the common themes to science education and science communication and to explore how various stakeholders view these themes. We also looked into the background of establishing the Bashaar website, an Israeli academic website that gives teachers and students the opportunity to pose questions directly to leading faculty and researchers. We mapped and documented the usage of the website, and analyzed the questions posted on it.

About 350 participants were divided into four groups based on their career stage or occupation and scientific literacy level: (a) scientists, (b) science, technology, engineering and mathematics (STEM) undergraduate students, (c) teachers, and (d) social science undergraduate students, who represented the educated public. Research tools included interviews and open-ended questionnaires for documenting and analyzing the stakeholder views on three themes. Findings revealed that the views ranged from the deficit model to the dialogue model. Teachers, and to some extent scientists, favored a unidirectional communication channel. Conversely, STEM students expressed attitudes in favor of the dialogue model and suggested bidirectional knowledge sharing. Social science students and some of the scientists were in the middle of the spectrum. For each of the three themes we established categories that enable science communication researchers, as well as science educators, to systematically further analyze the process, product and stakeholders of science communication.

Research results regarding the Bashaar website indicated that most of the students were highly satisfied from the professors' responses to their questions and highlighted the website role in providing expert thoughts on complex questions. The assessment of the participants' responses showed that overall the website strengthened the communication among scientists, teachers, and students, and contributed to deepening the scientific knowledge of both teachers and students.

Holistic Assessment of Science Communication Based on Positions of Scientists, Teachers, Undergraduates, High School Students, and the Public

Prof. Yehudit Judy Dori^{1,2}, Dr. Zehavit Kohen¹,
Dr. Orit Herscovitz²

¹The Samuel Neaman Institute for National Policy Research

²Faculty of Education in Science and Technology
Technion, Israel Institute of Technology

December 2015



מוסד שמואל נאמן

למחקר מדיניות לאומית

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

טל. 04-8292329, פקס. 04-8231889

קרית הטכניון, חיפה 32000

www.neaman.org.il