

# ניתוח בעיה ע"פ מודל הקרחון

## המקרה של השתתפות תלמידות בבגרות טק

ניתוח וכתובה: ליאת בן משה ליבנה, פזית הוכמן, אמבת דוד ויעל בויס-פיין

אפריל, 2024

### רקע ומטרה

יוזמת Top15 פעלה לקידום מצוינות מדעית-טכנולוגית בישראל על פי גישת [קולקטיב אימפקט](#). הגישה מציעה מודל יישומי לפתרון בעיות חברתיות מורכבות באמצעות מהלך רחב ומתואם של שותפים מכלל המגזרים. ארגון [שיתופים](#), אשר שימש כארגון השידור (Backbone Organization) של היוזמה, והיה אחראי לתכלול והובלה מקצועית של המהלך, הוא ארגון חברתי המתמחה בתהליכי השפעה חברתית משותפת ושיח בין-מגזרי, ומיישם אותם הלכה למעשה מאז 2008. כיום מהווה שיתופים בית לקולקטיב אימפקט בישראל, במסגרתו הוקמו מספר יוזמות שפועלות בשדות חברתיים שונים, במטרה לקדם פתרונות לבעיות חברתיות מורכבות, באמצעות גישת קולקטיב אימפקט ובהשראתה.

מסמך זה מציג ניתוח ראשוני שנערך בשיתופים בספטמבר 2023, כחלק מתהליך התכנון שהובילה יוזמת Top15 לקבוצת עבודה<sup>1</sup> שתוכננה להתכנס ולפעול ביוזמה בנושא העלאת שיעור התלמידות במקצועות **הטק**. מטרת הקבוצה היו לבחון את סיבות השורש להשתתפות הנמוכה של תלמידות במקצועות הטק, שנותרת על כנה על אף מאמצים רבים ותכניות לעידוד השתתפותן, ולהציע כיווני פעולה אסטרטגיים מערכתיים להעלאת ההשתתפות. אירועי אוקטובר 2023 הביאו לדחיית פעולתה של הקבוצה, ולאחר מכן הוחלט גם על סגירתה של יוזמת Top15, ועל כן התכניות לא יצאו לפועל בסופו של דבר (על הסיבות לסגירת היוזמה ועל פעולותיה בתקופה זו ניתן [לקרוא כאן](#)). למרות זאת, בחרנו להציג במסמך זה את אופן השימוש שנעשה במודל הקרחון למיפוי המערכת ולהגדרת האתגר החברתי, לטובת למידה ויישום במהלכים משותפים אחרים שמטרתם ליצור

<sup>1</sup> קבוצת עבודה הן מנגנון פעולה ביוזמות קולקטיב אימפקט. הן נועדו לשלב את השותפים במהלך היוזמה וכדי להטמיע אסטרטגיה אחת או יותר להגעה לתוצאות הרצויות. קבוצת עבודה מהוות מרחב לחשיבה, תכנון ולמידה משותפת, קבלת החלטות על הדרכים להשגת האג'נדה המשותפת של היוזמה וגיבוש צעדי פעולה יישומיים. לקריאה נוספת על אופני הפעולה של יוזמות קולקטיב אימפקט וקבוצות עבודה ראו [בספריית הידע של שיתופים](#).

שינוי מערכתי. בהקשר זה, ולאור נסיבות אלו, חשוב לציין כי הניתוח המוצג כאן מהווה בסיס להמשך חשיבה והעמקה, והוא איננו שלם. מסיבה זו, המלצנו לאורכו איזה ידע ונתונים יש להשלים, לטובת מי שירצו ללמוד מהתהליך ו/או להשלים את הניתוח במקרה המתואר כאן.

## מודל הקרחון למיפוי המערכת והאתגר חברתי

לצורך מיפוי המערכת והבעיה נעשה שימוש במודל הקרחון. כלי זה משמש לניתוח המערכת ואפיונה במטרה להגיע לשורש הבעיה. המודל מסייע להבין ולמפות את החלקים השונים של המערכת, הגלויים והסמויים: הנתונים והעובדות המשקפים את התופעה הבלתי רצויה אותה אנחנו מזהים במציאות; דפוסים ומגמות; המבנים הנמצאים בבסיס הבעיה; והמודלים המנטליים.<sup>2</sup> פירוט על חלקי מודל הקרחון ראו בתרשים מס' 1 להלן. רשימת המחקרים והמקורות ששימשו אותנו לביצוע הניתוח נמצאת בסוף מסמך זה. דף העבודה שהנחה את הניתוח נמצא בנספח מס' 1 בסוף מסמך זה.

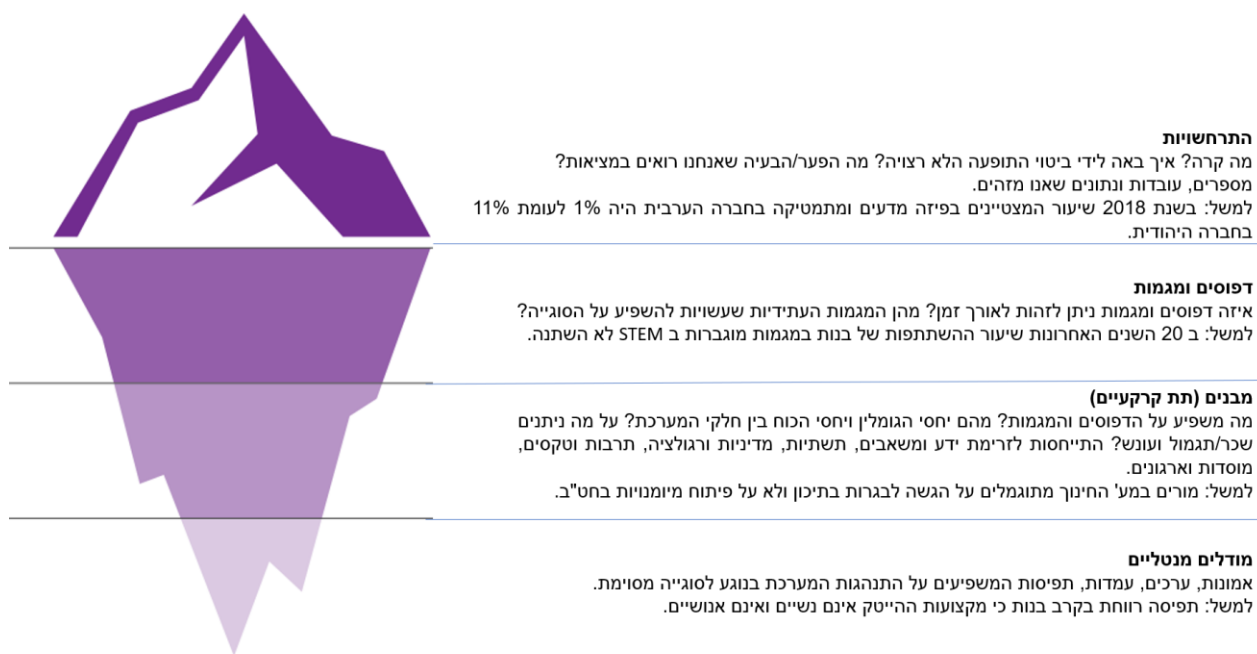
הצעד הראשון בשילוב כוחות של שחקנים שונים בהתמודדות עם בעיה חברתית הוא הסכמה שלהם על הבעיה ושורשיה. מטרת הניתוח היתה לאסוף ולהנגיש לחברי קבוצת העבודה במפגש הראשון את הידע הקיים בשדה לגבי סוגיית ההשתתפות של תלמידות במקצועות המדעיים-טכנולוגיים לשם היכרות, תיקוף, היוועצות, השלמה ודיוק שלהם. ניתוח משותף של הבעיה על ידי גורמים שונים מאפשר הבאת נקודות מבט שונות מתוך המערכת ובסופו נוצרת בדרך כלל הסכמה על שורשי הבעיה. הניתוח המובא במסמך זה בוצע כשלב ראשוני ומקדים ותוכננה העמקה והרחבה שלו בעזרת חברי הקבוצה. במהלך הניתוח גילינו תחומים עליהם לא מצאנו ידע, נתונים או מחקרים כלשהם אך הם משמעותיים להערכתנו להבנת הבעיה. לכן סימנו כאמור לעיל, כחלק מהניתוח המוצג כאן, גם את התחומים הללו הדורשים איתור ידע קיים או יצירה של ידע חדש.

נשתמש במודל לאחר שהתבהרה ההגדרה הראשונית של הבעיה. בעזרתו נאפיין את המערכת ונגיע להגדרה מדויקת יותר. המודל מסייע למפות את החלקים השונים של המערכת, להבין לעומק את התופעות הגלויות והסמויות ואת מהותו של האתגר חברתי.

<sup>2</sup> עוד על מודל הקרחון ניתן לקרוא בסקירה 'שינוי מערכתי הלכה למעשה' באתר שיתופים.

ההנחיה לעבודה עם הכלי היא לעשות את הניתוח באופן הדרגתי מלמעלה למטה. כלומר לפרט קודם את האירועים שמשקפים את התופעה ברמה הגלויה ולצלול מטה שלב אחד בכל פעם. חשוב מאוד להימנע מלהתחיל בניתוח המודלים המנטליים.

### תרשים מס' 1: מודל הקרחון: כלי למיפוי, הבנה ואבחון המערכת והבעיה<sup>3</sup>



## התופעה הלא רצויה

שיעור השתתפות נמוך של תלמידות במסלולי מצוינות<sup>4</sup> בחט"ב ובזכאות לבגרות טק בתיכון (פיזיקה ומדעי המחשב).

<sup>3</sup> למודל מקורות רבים ביניהם: Goodman, M. (2002). The Iceberg Model. Adapted from the Iceberg Model. Hopkington, Massachusetts: Innovation Associates Organizational Learning.

<sup>4</sup> כיתות מחוננים, כיתות עמ"ט, נחשון

## ההשלכות החברתיות והכלכליות של התופעה

מיעוט תלמידות במגמות המדעיות טכנולוגיות (פיסיקה ומדעי המחשב) זוהה כגורם בעל השלכות רבות, בין השאר בשל הקשר של לימודי מתמטיקה ומדעים בתיכון, להישגים ותהליכים חברתיים וכלכליים משמעותיים בהמשך החיים. לדוגמא<sup>5</sup>:

1. לימודי מתמטיקה ומדעים בתיכון זהו כ"פילטר קריטי" המשפיע על מסלול הלימודים והתעסוקה לאורך כל החיים.
2. אנשים המרחיבים מתמטיקה ומדעים בתיכון מרוויחים 30%-50% ומגיעים לעמדות בכירות יותר.
3. שיעור גבוה יותר של תלמידות במתמטיקה ומדעים יוביל להעלאה ביכולת ההשתכרות של נשים, ולהקטנת התלות שלהן בגברים.
4. היעדרן של נשים מתחומי הטכנולוגיה מביא לעיצוב ממוגדר של טכנולוגיות העתיד שאינו מותאם לנשים.
5. נשים אינן שותפות למהפכה הטכנולוגית ואינן משפיעות על אופייה וכיווני התפתחותה.
6. בישראל קיים מחסור חמור באנשי הייטק. הגדלת שיעור ההשתתפות של תלמידות במגמות מדעיות הוגדר בנייר עמדה של משרד ראש הממשלה כ"משימה לאומית".

## ניתוח התופעה על פי מודל הקרחון

### התרחשויות

על אף שמחקרים מראים שאין הבדלים ביכולות הקוגניטיביות והרגשיות של תלמידות ביחס לתלמידים, הנתונים מראים שיעור השתתפות נמוך משמעותית של תלמידות במקצועות הפיזיקה ומדעי המחשב. הפער המגדרי אינו ניכר במקצועות מדעיים אחרים כמו כימיה וביולוגיה, ובמתמטיקה הייצוג של תלמידים ותלמידות שווה. בחברה הערבית מצטיירת תמונה שונה לגמרי: שם התלמידות מובילות בהשתתפות בהגברות מתמטיות מדעיות וכן בהישגים.

<sup>5</sup> מקור: בביץ, ע. (2020). זהות מגדרית ובחירה במקצועות STEM בקרב נערות עבודת דוקטורט, אוניברסיטת תל אביב; בביץ, ע. (2023). תקרת הזכוכית במגמות ה-STEM. מצגת פנימית. לטובת המשך הניתוח של מקרה זה, מומלץ להעמיק ולהשלים את רשימת ההשלכות הכלכליות והחברתיות ממקורות נוספים.

## הנתונים שנמצאו בהקשר זה:

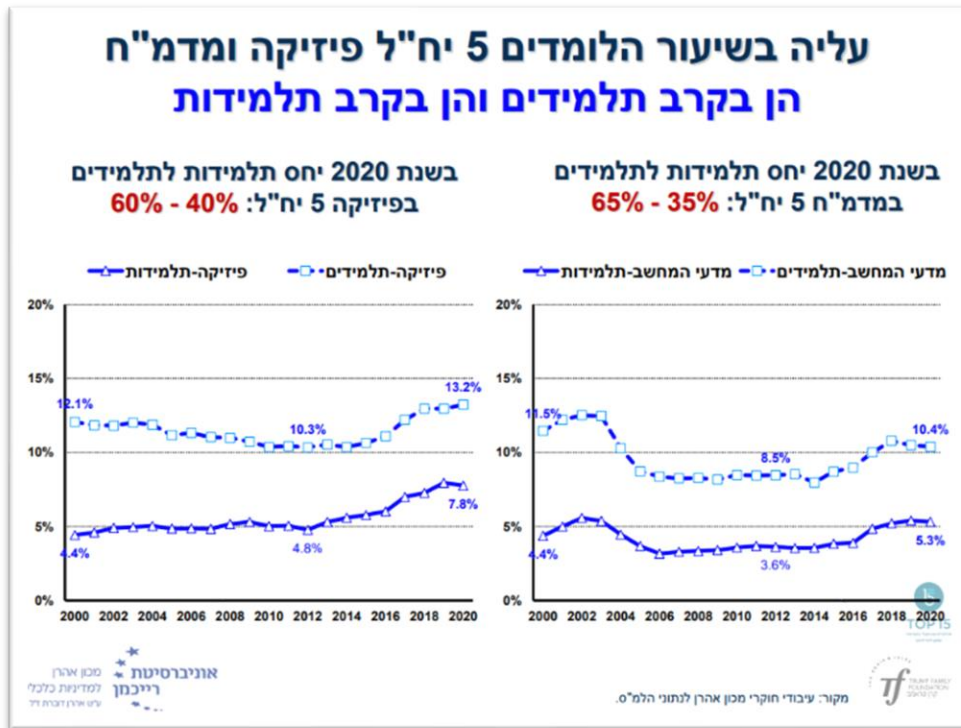
- פערים מגדריים בהישגי תלמידות ותלמידים במקצועות ה-STEM אינם מוסברים על ידי הבדלים ביכולות בין גברים לנשים. על פי המחקר האקדמי וגם על פי הישגי התלמידים והתלמידות בבחינות המיצ"ב בכיתות ה' ו-ח' שיעור הבנים והבנות בעלי היכולות המתמטיות והטכניות הגבוהות הינו זהה (כ-20% מהבנים וכ-20% מהבנות נמצאים בחמישון העליון של ציון במבחן המיצ"ב). על כן הפערים המגדריים בשלב חטיבת הביניים והתיכון מוסברים על ידי בחירות שונות והעדפות שונות של בנים ובנות.<sup>6</sup>
- מחקרים בחקר המוח מדגישים כי לא נמצאו הבדלים מובחנים בין גברים לנשים ביכולות קוגניטיביות, כישורים רגשיים או ויסות עצמי (שלושה מאפיינים הנדרשים להצלחה בלימודים בתחומי ה-STEM). לעומת זאת, נמצא כי תפיסת המסוגלות בקרב בנות נמוכה באופן עקבי הן ביחס להישגיהן, והן ביחס לתפיסת המסוגלות של בנים.<sup>7</sup>
- שיעור התלמידות בכיתות עמ"ט נמוך משיעור התלמידים (חשוב להשלים ולתקף נתון זה).
- שיעור בוגרות בגרות טק במרכז הארץ עומד על 12% לעומת 19% בקרב התלמידים והפער נשמר בפריפריה (7.4% לעומת 11.7%). רק בחברה הערבית שיעור התלמידות גבוה משיעור התלמידים (5% מול 6%).<sup>8</sup>
- בגרות ביוטק (5 יח"ל מתמטיקה, אנגלית, ביולוגיה או כימיה) – שיעור התלמידות גבוה פי 3 משיעור התלמידים; שיעור התלמידות הנבחנות בביולוגיה 5 יח"ל גבוה משיעור התלמידים וכך גם בכימיה, אם כי באופן מתון יותר. הנתונים בישראל תואמים מגמה עולמית רחבה יותר של העדפת תלמידות ללימודי ביולוגיה וכימיה ופחות פיזיקה ומדעי המחשב.
- על אף שבמתמטיקה שיעור הנבחנות ב-5 יח"ל הוא כ-50% (כלומר שווה לשיעור הבנים), במקצועות הפיזיקה ומדמ"ח שיעורי התלמידות הנבחנות ב-5 יח"ל נמוכים יותר (בפיזיקה: 40%; במדמ"ח: 35% - ראו לדוגמא בתרשים הבא).<sup>9</sup>

<sup>6</sup> סומקין, ס. ליפשיץ, א. בנטל, ב. ניר, ר. ושלום. (2023). נייר מדיניות: כיצד לעודד נשים לבחור במסלולי מצוינות המובילים לתעסוקה במשרות טק ובענף ההיטק? בשיתוף עם קרן טראמפ ורשות החדשנות.

<sup>7</sup> בביץ, ע. (2020). זהות מגדרית ובחירה במקצועות STEM בקרב נערות עבודת דוקטורט, אוניברסיטת תל אביב; בביץ, ע. (2023). תקרת הזכוכית במגמות ה-STEM. מצגת פנימית.

<sup>8</sup> מתוך [דו"ח הוועדה הבין משרדית להון אנושי בהייטק](#), נובמבר 2022.

<sup>9</sup> עיבוד חוקרי מכון אהרון לנתוני הלמ"ס, ממוצע שנים 2019-2000; [דו"ח הוועדה הבין משרדית להון אנושי בהייטק](#), נובמבר 2022.



## דפוסים ומגמות

המוטיבציה והעניין של תלמידות בתחומי המדעים הולכת ופוחתת ביחס לעצמן וביחס לתלמידים ככל שהן גדלות ועל פני ציר ההשכלה/תעסוקה<sup>10</sup>. שיעור ההשתתפות הנמוך של תלמידות בעיקר במדמ"ח נשמר לאורך שנים על אף תכניות התערבות שונות ומגוונות שניסו לשנות את המגמה. לעומת זאת ניכרת מגמת שיפור קלה בפיזיקה ככל הנראה בשל התערבויות מערכתיות ממוקדות מגדר. המערכת מפנה תשומת לב לפער וניכר כי ישנה התחלה של הכרה בקרב מקבלי ההחלטות בצורך באיגום כוחות ובהסתכלות מערכתית כדי להתמודד עם התופעה.

### הנתונים שנמצאו בהקשר זה:

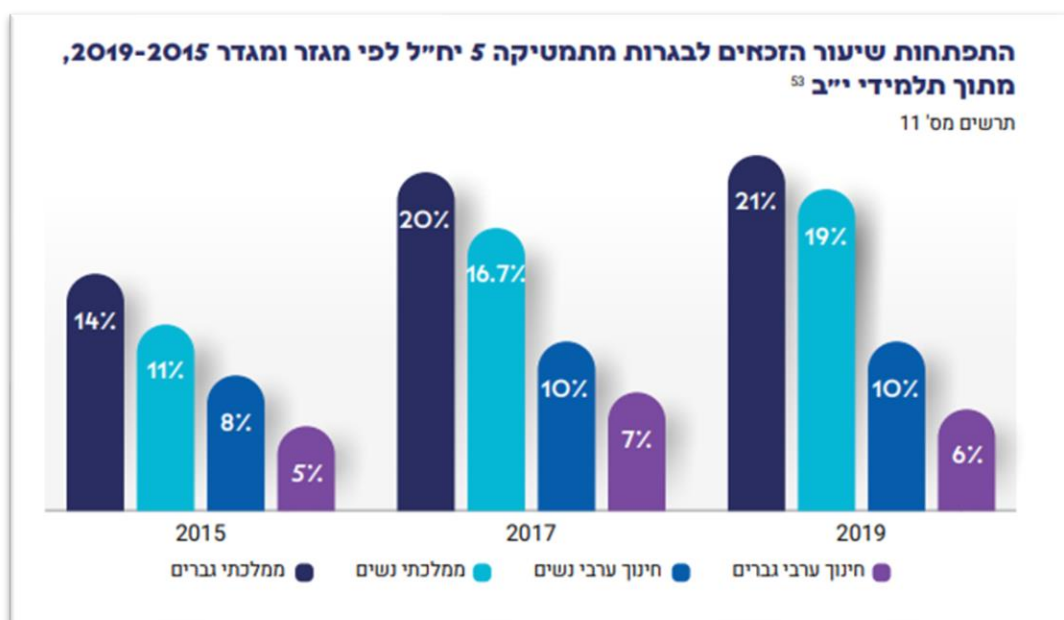
- בחינוך היסודי נצפים מעט מאוד הבדלים בין תלמידים ותלמידות ביחס לרמת העניין במקצועות המדע וביחס להישגים. בגיל התיכון כבר ניתן להצביע על דפוסים מגדריים ברורים ביחס לרמת העניין של תלמידים

<sup>10</sup> כדאי לברר האם זו אכן סוגייה של מוטיבציה נמוכה או מודל מנטלי של חוסר מודעות לקשר בין לימודים אלה לתוצאות עתידיות כגון שירות צבאי ביחידות טכנולוגיות או עבודה בהייטק.

ותלמידות במקצועות המדע השונים. [מחקר אמריקאי](#) מצא כי בכיתה ז', לפני הבחירה במגמות הלימוד, אין כל הבדל בין תלמידים ותלמידות במידת העניין במדע ובתפיסת המסוגלות העצמית שלהם במקצועות מדעיים; אולם בכיתה ט' כבר נוצרים פערים שנובעים מהטיות מגדריות.<sup>11</sup>

- תופעת השתתפות נמוכה של נשים בתחומי ההייטק הולכת ומחמירה לאורך כל שלבי ההשכלה והתעסוקה.<sup>12</sup>
- נשירת נשים מתחומי המדע והטכנולוגיה (המכונה "צינור דולף") מתחילה בבתי הספר וממשיכה באקדמיה ובתעשיית ההייטק. נשירה זו, במיוחד במקצועות כמו פיזיקה, מדעי המחשב והנדסת תוכנה, אינה מדוברת ואין עליה נתונים רשמיים ממשרד החינוך. מסקרים איכותניים עולה כי האווירה התחרותית, שוביניזם, שיטות למידה לא מותאמות ובידוד חברתי הן הגורמים המרכזיים לנשירה. בנוסף, נמצא כי בנות בעלות זהות מגדרית שמרנית נוטות להישאר בעוד שליברליות נוטות לפרוש. כמו כן, קבוצה גדולה של בנות בכיתה יכולה להפחית את שיעור הנשירה.<sup>13</sup>

- מתמטיקה – נראה שינוי משמעותי לטובה בשיעורי הזכאות של תלמידות ל-5 יח"ל למרות שככל הנראה ההתערבויות לא היו מכוונות מגדר<sup>14</sup> - ראו בתרשים הבא: <sup>15</sup>



<sup>11</sup> Vincent-Ruz, P., & Schunn, C. D. (2018). The nature of science identity and its role as the driver of student choices. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 48.

<sup>12</sup> רשות החדשנות (2022), [נשים בהייטק 2022 - תמונת מצב](#).

<sup>13</sup> בביץ, ע. (2020). זהות מגדרית ובחירה במקצועות STEM בקרב נערות עבודת דוקטורט, אוניברסיטת תל אביב.

<sup>14</sup> לטובת השלמת הניתוח תכננו עבודת איסוף ופירוט של התערבויות שבוצעו עד כה וכן בדיקה של ההשערה כי על אף השיפור בהישגים, לא היה שיפור בתפיסת המסוגלות ותפיסת העתיד של התלמידות.

<sup>15</sup> דו"ח הוועדה הבין משרדית להון אנושי בהייטק, נובמבר 2022.

- שיעור נמוך של השתתפות תלמידות בפיסיקה ומדמ"ח נשמר לאורך שנים. הרבה מאד תכניות התערבות ותכניות לעידוד תלמידות לא הצליחו לשנות את המגמה היציבה.
- פיזיקה – מגמת שיפור מבוססת על התערבויות מערכתיות ממוקדות מגדר של הממשלה.<sup>16</sup>
- מדמ"ח – מגמה יציבה של שיעור נמוך. אין שינוי למרות התערבויות ממוקדות מגדר.<sup>17</sup> רוב ההתערבויות היו בתחום הבלתי פורמלי.
- בגרות טק – למרות העלייה באחוז הזכאיות לבגרות טק, הפער בין תלמידות לתלמידים בחינוך הממלכתי בזכאות לבגרות טק לא הצטמצם לאורך השנים ראו בתרשים הבא:<sup>18</sup>

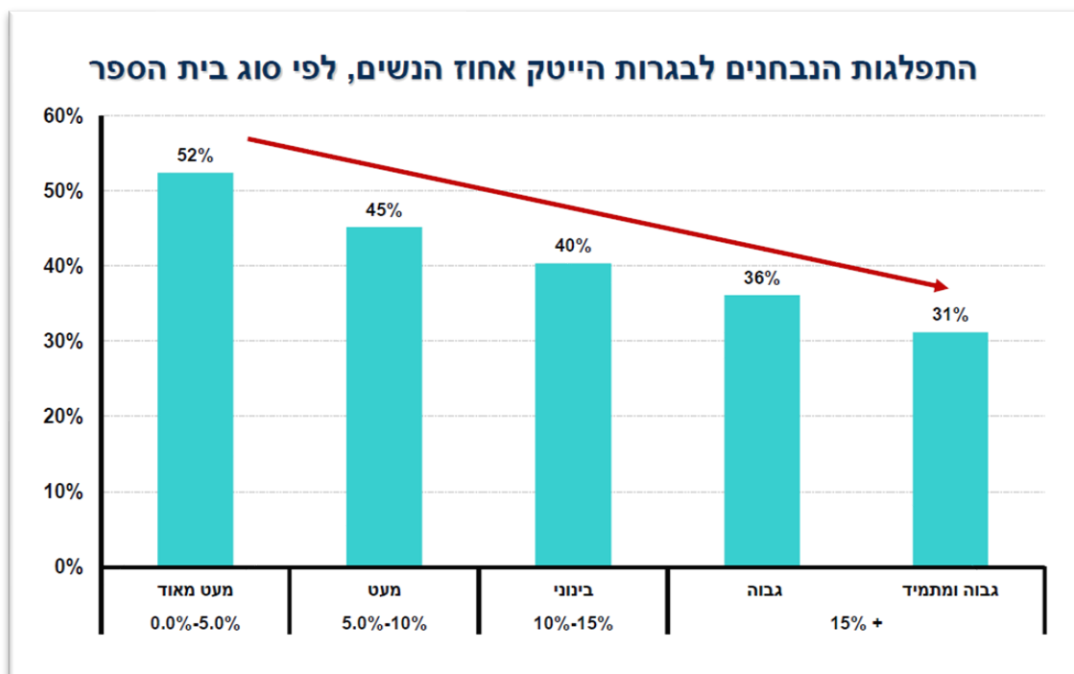


<sup>16</sup> מומלץ לאסוף ולפרט את ההתערבויות שבוצעו.

<sup>17</sup> מומלץ לאסוף ולפרט את ההתערבויות שבוצעו.

<sup>18</sup> דו"ח הוועדה הבין משרדית להון אנושי בהייטק, נובמבר 2022.

- ככל שעולה אחוז הנבחנים בבגרות טק בבית הספר כך יורד אחוז התלמידות מתוך הנבחנים לבגרות זו<sup>19</sup>  
ראו בתרשים הבא:



- הממשלה הציבה יעד בהחלטת ממשלה 172 של הגדלת שיעור התלמידות הזכאיות לבגרות טק ל-15% מכלל התלמידות בתשפ"ח על פי היעדים שהוצבו לידי הוועדה להגדלת ההון האנושי להייטק:

1. יעדי 'בגרות טק' בחלוקה לקבוצות אוכלוסייה:

אוכלוסייה	בוגרי 'בגרות טק' מצב קיים 2021	בוגרי 'בגרות טק' (באלפים) 2021	יעד 5 שנתי לבוגרי 'בגרות טק' לתשפ"ח (2027/8)	מספר בוגרי 'בגרות טק' תשפ"ח (באלפים) (2027/8)
תלמידים יהודים - מרכז	19%	4.7	24%	7.3
תלמידות יהודיות - מרכז	12%	2.8	19%	5.5
תלמידים ערבים	5%	0.9	12%	2.3
תלמידות ערביות	6%	1.1	12%	2.2
תלמידים חרדים <sup>60</sup>	0.4%	0.04	4%	0.56
תלמידות חרדיות <sup>60</sup>	0.3%	0.03	4%	0.53
פריפריה גברים יהודים*	11.7%	1.6	19%	3.1
פריפריה נשים יהודיות*	7.4%	0.9	14%	2.2
סה"כ בוגרי 'בגרות טק'	8.9%	12.0	15%	23.6

\* ירושלים, צפון ודרום

<sup>19</sup> עיבוד חוקרי מכון אהרון לנתוני הלמ"ס. ממוצע שנים 2000-2019.

- קיימות בשטח התערבויות רבות של עמותות ועסקים שמטרתן לקדם תלמידות ב STEM-אבל הן אינן מכירות זו את זו, ואין מדיניות מסדירה: ארגוני חינוך בלתי פורמלי פועלים בתחום אבל העדר סנכרון בין הגופים לא מאפשר העברת ידע ולמידה מהצלחות וכשלונות. התוצאה היא כפילות של תכניות שלא בהכרח עובדות, לא תמיד מותאמות תרבותית לאוכלוסיות רלוונטיות; היעדר עידוד מובנה של ארגונים אלו במדיניות מוסדרת (הסדרת יחסי הגומלין הבלתי פורמלי והפורמלי בנייר מדיניות/החלטת ממשלה) והיעדר איגום משאבים ע"י גוף מתכלל ברמה הלאומית.<sup>20</sup>
- התקבלה החלטת ממשלה על הקמת קולקטיב אימפקט ליישום התכנית; כמו כן ניתנה הנחיה למשרד החינוך להגדיר יעדים ברמה המחוזית, המגזרית והבית ספרית, כולל אבני דרך תקופתיות ופרסום זכאים לבגרות טק במערכת שקיפות בחינוך.

## מבנים

מבנים רבים במערכת מסלילים את התלמידות ומחזקים הטיה מגדרית. הדבר מתבטא הן ברמה הפורמלית - תגמול, הנגשת מידע, הוראה, חומרי לימוד, והן ברמה הבלתי פורמלית - עמדות ופעולות מוטות מגדר של סוכני שינוי במערכת, היעדר מודלים לחיקוי, ייצוגים מוטות בתקשורת, הסביבה המשפחתית ועוד.

### הנתונים שנמצאו בהקשר זה:

- קיים עיוורון מגדרי בתהליכי הנגשת הנתונים, המדידה, ההערכה והתגמול, כפי שניתן לראות בדוגמאות:
  - ✓ בתי הספר נמדדים על מספר התלמידים שעברו בהצלחה בגרות במתמטיקה. בתי הספר היו יכולים להגדיל את מספר התלמידים ע"י קידום תלמידות שהישגיהן בינוניים (שם נמצא הפוטנציאל הלא ממומש) אך אינם עושים זאת.
  - ✓ ביה"ס אינו נמדד על שיעור התלמידות הזכאיות לבגרות מוגברת במקצועות הטק או במסלולי המצוינות; אינו מתוגמל על כך ואין סנקציות על שיעור נמוך של זכאות תלמידות.
  - ✓ באתר שקיפות בחינוך לא ניתן לקבל נתונים בפילוח מגדרי; ביה"ס לא יכול לקבל את נתוני המיצ"ב של התלמידים שלו בפילוח מגדרי.
- היעדר מודלים מיטביים לחיקוי: ישנו מיעוט של נשים מדעניות ונשים בתפקידי הייטק, ובמיוחד נשים שצמחו מתוך אוכלוסיות מוחלשות. מודלים אלה חיוניים ליצירת השראה, חניכה, פיתוח תמונת עתיד אצל תלמידות.

<sup>20</sup> מוצע למפות את ההתערבויות השונות המתקיימות היום ושהתקיימו בעבר כולל הבנה של מה עבד ומה לא עבד.

- באמצעי התקשורת, בקולנוע, בפרסום, ברשתות החברתיות ובמופעי תרבות ישנו ייצוג מוטא מגדרית של גברים ונשים בהקשר של מדע וטכנולוגיה. למשל דמויות של גברים מדענים מופיעות יותר באמצעי התקשורת מדמויות של נשים מדעניות ומוצגות בדרך חיובית יותר.
- היעדר חקיקה מתקצבת לעידוד תלמידות לבחירה במקצועות המדעיים טכנולוגיים. למשל תנאי לתקצוב פתיחת כיתה שניה של עמ"ט בבי"ס הוא שהיא תכלול 50% תלמידות << כאן עולה השאלה מדוע לא הוצב תנאי זה כתנאי לפתיחת כיתה ראשונה?
- סוגיות נוספות לבירור - אילו מקצועות מזכים בבונוס מדעי בחישוב הציון המתואם לאוניברסיטאות? האם לפיזיקה/מדמ"ח/כימיה/ביולוגיה ניתן אותו הבונוס?
- נמצאה הטיה מגדרית גם בדפוסי ההוראה, כפי שעולה מהדוגמאות הבאות:
  - ✓ דרכי ההוראה הרווחות בלימודי מדעים ובייחוד בפיזיקה, הן מוטות מגדר - למשל בעידוד תחרותיות בתוך הכיתה ושימוש נרחב בלמידה עצמאית המיטיבות עם תלמידים אך פוגעות בתלמידות; לצד זאת נעדרות שיטות הוראה מגוונות לעידוד סקרנות הבנות וחיזוק תחושת המסוגלות שלהן להתנסות ולהשתלב בתחומים אלו.
  - ✓ הטיות מגדריות בחומרי הלימוד: ייצוגים מוטים מגדרית בתחומי הלימוד של מקצועות מדעים, משאבי ידע וחומרי לימוד, מסגור בעיה מדעית, בעיות מתמטיות ללא הקשר < משפיעים לטובה על התלמידים אך לרעה על התלמידות.
  - ✓ היעדר הטמעה והכשרה של פרספקטיבה מגדרית והוראה רגישת מגדר במערכת החינוך; היעדר מודעות ומוכוונות של צוותי ההוראה והיועצות החינוכיות.
- הסביבה המשפחתית - שני היבטים של השפעת המשפחה על בחירת התלמידות עולים מהמחקר:
  - ✓ נוכחות בני משפחה העוסקים במדעים היא גורם המשפיע על בחירה בלימודים ועיסוק מדעי טכנולוגי: ד"ר ענת בביץ מצאה כי עיסוק מדעי של האב תורם לבחירת הבת במגמה מדעית בעוד שעיסוק מדעי של האם אינו משפיע.<sup>21</sup>
  - ✓ השפעת ההשכלה העל תיכונית של אחד ההורים על הסיכוי של תלמידות לבחור בבגרות טק נמוכה פי שניים מהשפעה זו בקרב תלמידים - בגיל קבלת ההחלטה לגבי המסלול בתיכון בנות עצמאיות יותר בבחירתן מבנים ולכן מעורבות ההורים בקבלת ההחלטות שלהן היא קטנה יותר.

<sup>21</sup> בביץ, ע. (2020). זהות מגדרית ובחירה במקצועות STEM בקרב נערות עובדת דוקטורט, אוניברסיטת תל אביב; בביץ, ע. (2023). תקרת הזכוכית במגמות ה-STEM. מצגת פנימית.

- יועצות חינוכיות מהוות סוכנות שינוי שלילי של שימור המערכת – השפעתן על המסוגלות העצמית ועל המוטיבציה של תלמידות ללמוד STEM היא שלילית<sup>22</sup> ובפועל הן מסלילות אותן למקצועות הומניים יותר מאשר למקצועות המדעיים טכנולוגיים.<sup>23</sup>
- ככל שהרשות המקומית אליה שייך בית הספר גדולה ועשירה יותר, כך תקציב החינוך יהיה גדול יותר והיכולת לקדם מצוינות בכלל ולימודי בגרות טק בפרט תהיה גדולה יותר (לולאת משוב מחזקת – "הצלחה למצליחנים").<sup>24</sup>
- כ 72% מבתי הספר מתאפיינים באחוז נמוך של נבחנים בבגרות הייטק. בתי ספר אלה קטנים (בממוצע 2 כיתות בשכבה). ככל שעולה אחוז הנבחנים לבגרות הייטק בבית הספר כך גדל הפער בין שיעור התלמידים הלומדים בגרות זו לבין שיעור התלמידות ויורד אחוז התלמידות מתוך הנבחנים לבגרות זו.<sup>25</sup>
- תלמידות המאופיינות בפרופיל שמרני נוטות לבחור במגמות מדעיות יותר מאשר תלמידות בפרופיל ליברלי: אחוז התלמידות בפרופיל שמרני במגמה מדעית 63.4%, אחוז התלמידות בפרופיל ליברלי 45.8%.<sup>26</sup>

## מודלים מנטליים

אחת המורכבויות של הבעיה היא התפיסות המגדריות שמוטמעות לא רק בקרב התלמידות עצמן אלא גם בקרב גורמים רבים בחברה הסובבים אותן – סוכני שינוי, הורים ותלמידים (קבוצת השווים). בנוסף, בקרב התלמידות עצמן יש שונות בגורמי המוטיבציה והתפיסות ביחס לנושא, ונראה כי תכניות ההתערבות עד כה לא השכילו להבחין בשונות הזו ונתנו מענה אחיד לכלל התלמידות.

<sup>22</sup> ויור, ש. בביץ, ע. גלי צינמון, ג. (2016). "תרומתם של תמיכה בית ספרית, תמיכה חברתית בהשתתפות בקורסים מתקדמים למתמטיקה ומדעים למסוגלות עצמית ותוצאות מצופות של נערות בגיל ההתבגרות". הרצאה בכנס יועצים חינוכיים, אוניברסיטת תל אביב.

<sup>23</sup> בביץ, ע. (2020). זהות מגדרית ובחירה במקצועות STEM בקרב נערות עבודת דוקטורט, אוניברסיטת תל אביב; בביץ, ע. (2023). תקרת הזכוכית במגמות ה-STEM. מצגת פנימית.

<sup>24</sup> סומקין, ס. ליפשיץ, א. בנטל, ב. ניר, ר. ו. ו. (2023). נייר מדיניות: כיצד לעודד נשים לבחור במסלולי מצוינות המובילים לתעסוקה במשרות טק ובענף הייטק? בשיתוף עם קרן טראמפ ורשות החדשנות.  
<sup>25</sup> שם.

<sup>26</sup> בביץ, ע. (2020). זהות מגדרית ובחירה במקצועות STEM בקרב נערות עבודת דוקטורט, אוניברסיטת תל אביב; בביץ, ע. (2023). תקרת הזכוכית במגמות ה-STEM. מצגת פנימית.

## • מורים, צוותי חינוך ויועצות (מומלץ לבדוק האם קיימים מחקרים נוספים שבחנו עמדות צוותי חינוך ויועצות)

הטיות מגדריות של מורים – מחקרים כמותיים ואיכותניים מראים שמרבית המורים סובלים מהטיה מגדרית לגבי היכולות של תלמידיהם במתמטיקה.<sup>27</sup> ישנה הנחה רווחת שתלמידים טובים יותר מתלמידות במדעים או שמקצועות מדעיים מתאימים יותר לבנים מלבנות. להתנהגות, לציפיות הסמויות ולאופן הפנייה של המורה יש השפעה על תהליך הלמידה, על תפיסות עצמיות, הישגים והצלחה ועל בחירות של תלמידים ותלמידות. מורים מחזיקים בעמדות אלה לעיתים לא במודע.

## • הורים

מסרים מגוננים ומקטינים כלפי בנות, היוצרים אמונות מגדריות דיספונקציונאליות.<sup>28</sup>

## • תלמידות

ניכרת הסתייגות בקרב תלמידות ממקצועות טכנולוגיים עוד בשלב חטיבת הביניים ואף לפני כן:<sup>29</sup>

✓ **תמונת עתיד המושפעת מזהות מגדרית** – הפנמת מפת קוגניטיבית סטראוטיפית של עיסוקים ע"י בנות. בנות פוסלות מראש עיסוקים שאינם תואמים לזהות המגדרית הנשית. תפיסה מגדרית ברורה מתגבשת כבר בגיל 7-8. מפה מצומצמת המכילה עיסוקים תואמי מגדר או מקסימום נסבלים מגדרית. למשל: "זה עולם של גברים"; "אי אפשר לעשות קריירה בהייטק ולגדל ילדים".<sup>30</sup>

✓ **קיימים שני פרופילים מובחנים של זהות מגדרית רב מימדית שמשמעותם הבדלים משמעותיים בערכים** – הפרופיל השמרני והפרופיל הליברלי ובבחירה במגמת הלימוד.<sup>31</sup> תלמידות מרקע סוציאקונומי נמוך (הפרופיל השמרני) שהן כ 30% מהתלמידות בחינוך הממלכתי חילוני, נוטות להשקפת עולם שמרנית ואימוץ ערכים של מטריאליזם, שאיפה לביטחון כלכלי ושיפור מעמד חברתי. הן מחזיקות בתפיסה תועלתנית של המקצועות המדעיים טכנולוגיים. תלמידות בעלות זהות מגדרית ליברלית שהן כ 60% מהתלמידות בחינוך הממלכתי חילוני, נוטות להחזיק בערכים של רגישות חברתית ושאיפות עתידיות לחיפוש אתגר, משמעות והשפעה לטובה על אנשים. התלמידות

<sup>27</sup> שם.

<sup>28</sup> בביץ ע. (2023). תקרת הזכוכית במגמות ה-STEM. מצגת פנימית.

<sup>29</sup> דוח הוועדה להגדלת ההון האנושי בהייטק, 2022.

<sup>30</sup> בביץ ע. (2020). זהות מגדרית ובחירה במקצועות STEM בקרב נערות עבודת דוקטורט, אוניברסיטת תל אביב; בביץ ע. (2023). תקרת הזכוכית במגמות ה-STEM. מצגת פנימית.

<sup>31</sup> בביץ ע. (2023). תקרת הזכוכית במגמות ה-STEM. מצגת פנימית.

בעלות הפרופיל הליברלי נוטות לתפוס את המקצועות המדעיים טכנולוגיים כמקצועות מטריאליסטיים ואנטי חברתיים. נמצא קשר משמעותי בין הזהות המגדרית והבחירה במגמה כך שתלמידות בעלות זהות מגדרית שמרנית בוחרות במגמות מדעיות בשיעור גבוה משמעותית מזה של תלמידות בעלות זהות מגדרית ליברלית.

✓ **מסוגלות עצמית** – על פי ד"ר ענת בביץ מסוגלות עצמית איננה מספיקה - מחקרים מראים שגם כשהמסוגלות העצמית של תלמידות גבוהה משל תלמידים לא רואים לכך ביטוי בהשתתפות גבוהה יותר. עוד נמצא כי זהות מגדרית שמרנית מקטינה את תחושת המסוגלות העצמית בנוגע ליכולת להצליח בלימודים המדעיים טכנולוגיים.

✓ **תפיסת התוצאות המצופות** – תלמידות בעלות פרופיל ליברלי מחזיקות בתפיסות שליליות של עולם הטכנולוגיה ("לא נשי ולא אנושי") ותופסות אותו ככזה שאינו מיטיב עם העולם. כלומר תפיסת התוצאות המצופות שלהן מבחירה בלימודים מדעיים טכנולוגיים היא שלילית.<sup>32</sup>

✓ מודלים מנטליים משמעותיים נוספים של תלמידות: נטייה לייחוס פנימי לכשלונות וייחוס חיצוני להצלחות (קשור לנשירה); רצון להצטיין וחשש מלקיחת סיכונים וכישלון; סלידה מתחרות; לחץ חברתי – מיעוט תלמידות בכיתות/מגמות ורצון לא להיות לבד בסביבה שרובה בנים; תחושת נחיתות וחוסר שייכות; רמות גבוהות יותר של לחץ וחרדה ביחס לתלמידים.<sup>33</sup>

✓ תלמידות מתקשות בניסוי וטעיה וביישום ידע במרחב חדש ולא מוכר – מיומנויות הכרחיות לתחומים המדעיים.

## מסקנות ראשוניות מניתוח הבעיה עפ"י מודל הקרחון

להלן מספר כיוונים מערכתיים אפשריים לפעולה ובחינה, והמלצות ראשוניות מאד לפעולה (בהינתן העובדה שהניתוח המוצג כאן הינו חלקי, ורצוי להשלימו כמובן כפי שתואר למעלה). יש לשקול את בחירת הכיוונים תחת הפרמטרים של היתכנות, מידת ההשפעה המערכתית הצפויה, הלימה בין מספר כיווני פעולה, לצד הסתכלות על הנכסים והחוזקות של השותפים להובלת הפעולה המשותפת.

<sup>32</sup> דוגמאות חשובות של עמדות ותפיסות במחקריה של ד"ר ענת בביץ

<sup>33</sup> במחקריה של ד"ר ענת בביץ למשל, ובמקורות נוספים.

## זרימת הידע בשדה וייצור ידע חדש

1. לאפשר פילוחים לפי מגדר ב"שקיפות בחינוך", בנתוני המיצ"ב לבתי הספר ובכל נתונים שמשרד החינוך או גורם אחר בשדה אוסף ומנגיש.
2. לאסוף נתונים על נשירת תלמידות מכיתות עמ"ט ומגמות מדעיות טכנולוגיות.

## מדיניות

1. יצירת תמריצים ותגמול לבתי ספר, צוותי הוראה ולגורמי המטה לעידוד בחירת תלמידות במקצועות מדעיים טכנולוגיים.
2. הטמעת נקודת מבט מגדרית ופרקטיקות רגישות מגדר החל משלב ההכשרה להוראה במוסדות הלימוד וכלה בהכשרות (in-service) כדי עבודה) – לצוותי חינוך בגילאי הגן, צוותי הוראה ויועצים חינוכיים בבתי הספר היסודיים וכמובן בתיכונים.
3. פיתוח חומרי הוראה רגישי מגדר – הנחיה מפורשת של המשרד לצד הכשרה מותאמת מגדר למפתחים.

## חקיקה

1. ללמוד מהעולם איך באמצעות חקיקה ניתן לעודד מודלים לחיקוי ולקדם ייצוג מגדרי הולם במרחב המדעי טכנולוגי בתקשורת וברשתות החברתית

## מודלים מנטליים

1. מתן מענה שונה ומותאם למודלים המנטליים השונים לתלמידות מרקעים שונים (הפרופיל השמרני/הפרופיל הליברלי).
2. עבודה מנטלית עם תלמידות צריכה להתחיל כבר בגיל הגן/יסודי.
3. יש לקחת בחשבון עבודה לשינוי תפיסתי עם כלל האקוסיסטם הסובב את התלמידות (סוכני שינוי, תלמידים והורים) ולא להתמקד בהן בלבד.
4. חיזוק המודעות של תלמידות לקשר בין לימודי פיסיקה ומחשבים בחט"ב ובתיכון לבין יכולתן להשפיע בעתיד במסגרת האקדמיה או קריירה במדע או בהייטק על קידום סוגיות חברתיות דוגמת מחקרים על בריאות האישה, סוגיות אקלימיות וסביבתיות וכיו"ב.

## רשימת מקורות

רשות החדשנות (2022), [נשים בהייטק 2022 - תמונת מצב](#).

[דו"ח הוועדה להגדלת ההון האנושי להייטק](#) (2022), בראשות דדי פרלמוטר.

ניתוח מגדרי של מבחני פיזה במתמטיקה ומדעים לשנת 2012 בתוך [Featured – PISA 2022 Results](#)

בביץ, ע. (2020). [בקרב נערות STEM זהות מגדרית ובחירה במקצועות](#) עבודת דוקטורט, אוניברסיטת תל אביב.

בביץ, ע. (2023). תקרת הזכוכית במגמות ה-STEM. מצגת פנימית.

דייטש, ו. וליטמנוביץ, ע. (2021). [דוח מת"ת: פערי מגדר בלימודי מדעים בבתי ספר](#). ירושלים: יוזמה – מרכז לידע ולמחקר בחינוך.

ויור, ש. בביץ, ע. גלי צינמון, ג. (2016). "תרומתם של תמיכה בית ספרית, תמיכה חברתית בהשתתפות בקורסים מתקדמים למתמטיקה ומדעים למסוגלות עצמית ותוצאות מצופות של נערות בגיל ההתבגרות". הרצאה בכנס יועצים חינוכיים, אוניברסיטת תל אביב.

זורמן, ר. ברוש, ת. ומרליו, ע. (2021). [סקירת מדיניות - קידום שוויון מגדרי בחינוך STEM - מן הנעשה בעולם](#). מכון הנרייטה סאלד בשיתוף המועצה לקידום נשים במדע וטכנולוגיה.

זורמן, ר. ברוש, ת. ומרליו, ע. (2021). [מצגת סקר למשרד המדע- שוויון מגדרי בחינוך STEM - מן הנעשה בעולם](#). מכון הנרייטה סאלד בשיתוף המועצה לקידום נשים במדע וטכנולוגיה.

סומקין, ס. ליפשיץ, א. בנטל, ב. ניר, ר. ושלו מ. (2023). [נייר מדיניות: כיצד לעודד נשים לבחור במסלולי מצוינות המובילים לתעסוקה במשרות טק ובענף ההייטק?](#) בשיתוף עם קרן טראמפ ורשות החדשנות.

[What Students Know and Can do: Student Performance in Mathematics, Reading and Science](#). OECD, PISA 2012 Database. Retrieved from [Featured PISA 2022 Results](#).

Goodman, M. (2002). The Iceberg Model. Adapted from the Iceberg Model. Hopkington, Massachusetts: Innovation Associates Organizational Learning.

Pinson, H., Feniger, Y. and Barak, Y. (2020), [Explaining a reverse gender gap in advanced physics and computer science course-taking: An exploratory case study comparing Hebrew-speaking and Arabic-speaking high schools in Israel](#), Department of Education, Ben-Gurion University of the Negev.

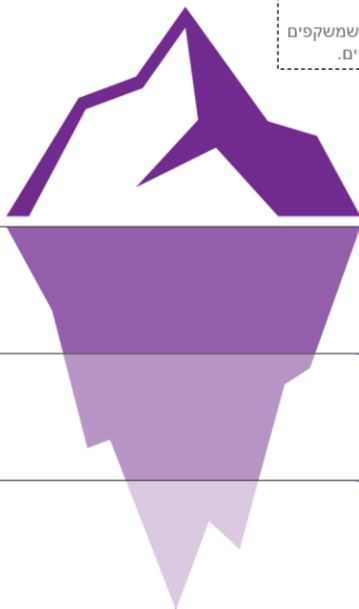
Vincent-Ruz, P., & Schunn, C. D. (2018). The nature of science identity and its role as the driver of student choices. International Journal of STEM Education, 5(1), 48.

# נספח מס' 1: דף העבודה שהנחה את הניתוח המקדים

## קבוצת תלמידות – ניתוח המערכת והבעיה על פי מודל הקרחון

### מודל הקרחון: כלי למיפוי, הבנה ואבחון המערכת והבעיה

נשתמש במודל לאחר שהתבררה ההגדרה הראשונית של הבעיה. בעזרתו נאפיין את המערכת ונגיע להגדרה מדויקת יותר. המודל מסייע למפות את החלקים השונים של המערכת, להבין לעומק את התופעות הגלויות והסמויות ואת מהותן של האתגרים החברתיים. הנחיה לעבודה עם הכלי: את הניתוח יש לעשות באופן הדרגתי מלמעלה למטה. כלומר לפרט קודם את האירועים שמשקפים את התופעה ברמה הגלויה ולצלול מטה שלב אחד בכל פעם. חשוב מאוד להימנע מלהתחיל בניתוח המודלים המנטליים.



#### התרשיות

מה קרה? איך באה לידי ביטוי התופעה הלא רצויה? מה הפער/הבעיה שאנחנו רואים במציאות? מספרים, עובדות ונתונים שאנו מזהים. למשל: בשנת 2018 שיעור המצטיינים בפיזה מדעים ומתמטיקה בחברה הערבית היה 1% לעומת 11% בחברה היהודית.

#### דפוסיים ומגמות

איזה דפוסיים ומגמות ניתן לזהות לאורך זמן? מהן המגמות העתידיות שעשויות להשפיע על הסוגייה? למשל: ב-20 השנים האחרונות שיעור ההשתתפות של בנות במגמות מוגברות ב-STEM לא השתנה.

#### מבנים (תת קרקעיים)

מה משפיע על הדפוסיים והמגמות? מהם יחסי הגומלין ויחסי הכוח בין חלקי המערכת? על מה ניתנים שכר/תגמול ועונש? התייחסות לזרימת ידע ומשאבים, תשתיות, מדיניות ורגולציה, תרבות וטקסים, מוסדות וארגונים. למשל: מורים במע' החינוך מתוגמלים על הגשה לבגרות בתיכון ולא על פיתוח מיומנויות בחט"ב.

#### מודלים מנטליים

אמונות, ערכים, עמדות, תפיסות המשפיעים על התנהגות המערכת בנוגע לסוגייה מסוימת. למשל: תפיסה רווחת בקרב בנות כי מקצועות ההייטק אינם נשיים ואינם אנושיים.

### ניתוח על פי המודל:

- תארי את הבעיה כפי שאת תופסת אותה באופן מילולי וללא מספרים ונתונים (ב 2-3 משפטים)

---



---



---

- פרטי מה הן ההתרשיות הקשורות לבעיה (באופן המגובה בנתונים, עובדות ומספרים)

---



---



---



---



---



---



---



---



---



- איזה דפוסים ומגמות ניתן לזהות בהקשר לבעיה? איזה מגמות עתידיות רלוונטיות לה?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- מהם המבנים המשפיעים על הדפוסים והמגמות?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- איזה מודלים מנטליים משפיעים על הבעיה? (בקרב בעלי עניין רלוונטיים במערכת)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---