



נייר מדיניות בנושא:

עידוד נערות בגילאי חטיבות הביניים ללימודי מדעי המחשב

שם הלקוח: מר יזהר שי, שר המדע והטכנולוגיה

המרצה: פרופסור מומי דהן

המתרגלים: ד"ר אייל פאר והגב' ענבר הרוש גיטי

שמות המגישות: רוני בן חיים, שרון כץ

מספר המילים: 3457

תאריך: 28 ביולי 2020

עבודה זו מייצגת את עבודתנו בהתאם לכללי האתיקה המוזכרים בתקנות אוניברסיטה.

תוכן עניינים:

3.....	תקציר מנהלים
3.....	רקע
6.....	פילוח ואפיון הנפגעים
6.....	ממדים על פני זמן
6.....	ממדים בהשוואה לקבוצה דומה
8.....	המדיניות הקיימת והתערבות ממשלתית
8.....	הגדרת הבעיה
8.....	מיפוי הגדרת הבעיה
9.....	הגיבוי התיאורטי לקשר בין הגדרת הבעיה לתופעה הבלתי רצויה המרכזית
10.....	התימוכין האמפירי לזיקה בין הגדרת הבעיה לתופעה הבלתי רצויה המרכזית
11.....	התאמה למשאבי הלקוח
11.....	הגדרות בעיה חלופיות שנשקלו ונפסלו
13.....	מפרט החלופות
13.....	העקרונות המשותפים לכל החלופות
15.....	הערכת חלופות
15.....	קריטריונים להערכת חלופות
19.....	ביסוס הערכת החלופות
20.....	ניתוח רגישות
21.....	המלצת המדיניות
22.....	ביבליוגרפיה
26.....	לוח 1: מטריצת חלופות במונחים טבעיים
27.....	לוח 2: מטריצת חלופות במונחים בני השוואה
28.....	לוח 3: ניתוח רגישות
30.....	לוח 4: ישימות פוליטית
31.....	נספח 1: רשימת תכניות לפי פיזור גיאוגרפי וגופים מפעילים
34.....	נספח 2: תיאור הלקוח

הגדרות

- משרד המדע והטכנולוגיה - "משרד המדע".
- בנות בגילאי חטיבת הביניים בכיתות ז' - ט' - "נערות".
- תכנית לעידוד נערות בגילאי חטיבת הביניים, כיתות ז' – ט' ללימודי מדעי המחשב - "תכנית לנערות במדעי המחשב".
- בחירה מועטה של נערות בלימודי מדעי המחשב בתקופת לימודיהן בבית הספר העל יסודי פוגעת בחופש הבחירה שלהן בעתיד ומצמצמת אותו - "התופעה הבלתי רצויה".

תקציר מנהלים:

שיעור הנערות הבחורות ללמוד מדעי המחשב בתיכון נמוך משמעותית משיעור הבנים. לא חל שיפור במגמה בעשר השנים האחרונות למרות העלייה באטרקטיביות של תחומי המדעים והטכנולוגיה בכלל ושל מדעי המחשב בפרט. המצב לא שונה גם במדינות ה-OECD. בחירה בתחום בתיכון פותחת בפני נערות אפשרויות בעתיד. כדי להתמודד עם חוסר השוויון, יש לחשוף נערות לתחום כבר בגיל חטיבת הביניים. נציע למשרד המדע להקים תכנית בפריסה ארצית לעידוד נערות ללימודי מדעי המחשב בשוויון מגדרי. התכנית תפותח, תמומן, תופעל ותימדד בשיתוף פעולה עם גוף מומחה. מחקרים מראים שנערות שמשתתפות בתכניות אלה נוטות ללמוד תחום זה בתיכון.

רקע:

הישגיה הטכנולוגיים של ישראל ותרומתם לביטחון ולכלכלה, מחייבים אותה להמשיך ולהעמיד מדענים ומהנדסים לתעשיית ההייטק ולתעשיות הביטחוניות. המחסור המתמשך במהנדסים ובמתכנתים אף הוביל בשנת 2017 לקבלת החלטת ממשלה, המגדירה תכנית לאומית חדשה להגדלת כוח האדם בתעשיית ההיי-טק. שילובן של נשים בתחומי הטכנולוגיה הוגדרו לאורך השנים על ידי מדינת ישראל כמטרה חשובה. בהיותן כמחצית מהאוכלוסייה, שילובן של נשים בתעשיות אלה יכול לשנות את תמונת המצב התעסוקתי בתחום. קיימים פערים בשיעורי למידה ותעסוקה של בנים ובנות בחלק מהמקצועות המדעיים-טכנולוגיים, כאשר ייצוגן של הבנות בהשוואה לבנים במקצוע מדעי המחשב חסר במיוחד. לבחירה של נשים לעסוק

בהי-טק השלכות כלכליות חיוביות ויש בה גם כדי לצמצם את פערי השכר המגדריים. השפעת המגדר על בחירת תחום לימודים מתחילה בשלב מוקדם במערכת החינוך ונמשכת בתקופת התיכון והלימודים האקדמיים.¹

חמישה תחומים מוגדרים כמדעיים: מתמטיקה, פיזיקה, כימיה, ביולוגיה ומדעי המחשב.² בפיזיקה ובמדעי המחשב יש עדיפות ברורה לבנים.³ בנייר מדיניות זה נתמקד במדעי המחשב בלבד.

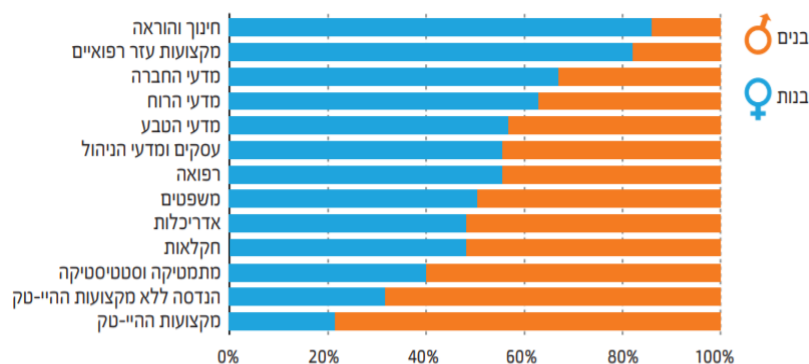
ההימנעות של בנות מתחילה להיווצר בחטיבת הביניים,⁴ כאשר הפער בין בנים לבנות מעמיק בשלב בחירת מקצוע מוגבר בתיכון. בשנת 2018 אחוז הבנים שניגשו לבגרות במדעי המחשב היה כמעט פי שלושה מאחוז הבנות - 18.8% לעומת 6.9% (טבלה 1).⁵

אחוז הזכאים שנבחנו ברמת חמש יחידות לימוד מתוך כלל הזכאים Percentage entitled to a matriculation certificate who were examined at the level of 5 study units, out of all entitled examinees						זכאים לתעודת בגרות - סך הכל (1)
מדעי המחשב Computer sciences	ביולוגיה (4) Biology(4)	פיזיקה Physics	כימיה Chemistry	מתמטיקה Mathe- matics	אנגלית English	Entitled to a matriculation certificate - total(1)
18.8	13.3	21.6	7.6	27.8	62.5	29,281
6.9	21.5	9.4	10.5	21.1	59.0	34,188
						מין
						בנים
						בנות

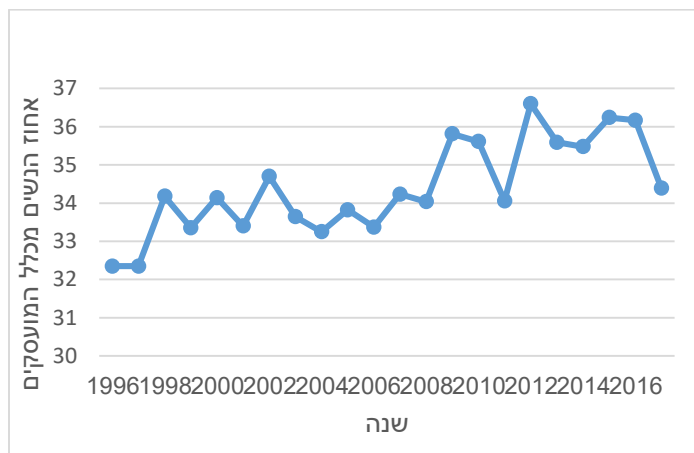
טבלה 1. אחוז הזכאים לבגרות ברמת 5 יחידות במקצועות שונים לפי מגדר. מתוך השנתון הסטטיסטי לישראל 70 (2019)

¹ נעמה טשנר, "נשים במדע: תמונת מצב עדכנית", מרכז המחקר של הכנסת, (ירושלים, ינואר 2014).
² אורלי אלמגור-לוטן ורועי גולדשמידט "נתונים על נשים בלימודי הנדסה" מרכז המחקר והמידע של הכנסת, (ירושלים, נובמבר 2010).
³ חנה איילון, נחום בלס, יריב פניגר, יוסי שביט "אי שוויון בחינוך ממחקר למדיניות" מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל, (ירושלים, דצמבר 2019), עמ' 240.
⁴ Bauer, M. W. "Why Europe's girls aren't studying STEM?" LSE, Microsoft STEM whitepaper (2017)
⁵ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, "שנתון סטטיסטי לישראל 70" ירושלים, 2019.

בשירות הצבאי ההטיות המגדריות מחריפות, כאשר רק 27% מהתכניתנים ו-12% מאנשי הסייבר בשירות חובה הן נשים.⁶ הפער ממשיך גם בהשכלה הגבוהה. שיעור הנשים הלומדות לתואר ראשון במקצועות ההיי-טק בשנת 2015 היה 21%, (תרשים 1). בפרט, במוצע בשנים 2010-2014 עמד שיעור הנשים בוגרות תואר ראשון במדעי המחשב על כ-28%, ושיעור הסטודנטיות לתואר ראשון בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה עמד על כ-15%.⁷



תרשים 1. התפלגות מגדרית של לומדים לתואר ראשון, לפי מקצועות. מתוך נתוני הלמ"ס ועיבוד של המועצה הלאומית לכלכלה. פערים משתקפים גם במערך התעסוקה. אחוז הנשים שהועסקו כשכירות בהייטק בשנת 2017 עמד על כ-34%, ומאז שנת 1996 מצב זה כמעט ולא השתנה (תרשים 2).⁸



תרשים 2. אחוז הנשים המועסקות במקצועות ההיי-טק. מתוך נתוני הלמ"ס בעיבוד אתר 'יודעת' ובעיבוד עצמי

⁶ נילי בן טובים, נועם קוסט "סטודנטיות למקצועות ההייטק: יעד לאומי והמלצות מעשיות". המועצה הלאומית לכלכלה, (ירושלים, מאי 2017), עמ' 6

⁷ שם, עמ' 8

⁸ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, "שנתון סטטיסטי לישראל 70" ירושלים, 2019 (בעיבוד אתר 'יודעת' ובעיבוד עצמי)

מטרת נייר המדיניות היא להציע דרך לצמצם את התופעה הבלתי רצויה. גידול במספר הנערות הלומדות מדעי המחשב יגביר את שוויון ההזדמנויות, יוביל להתנסותן בתחום וירחיב עבור הנערות את אפשרויות הבחירה בהמשך דרכן בתפקידים בצה"ל, באקדמיה ובעולם התעסוקה.

פילוח ואפיון הנפגעים:

נערות, שאי בחירה בלימודי מדעי המחשב מצמצמת את התנסותן בתחום ואת אפשרויות הבחירה שלהן בעתיד.⁹

ממדים על פני זמן:

המגמה לפיה נערות ממעטות לבחור בלימודי מדעי המחשב בתיכון היא ארוכת שנים. למרות שסך כל אחוז לומדים עלה בעשור האחרון, חלקן היחסי של הבנות לא עלה ואפילו ירד (טבלה 2).

	2009		2018	
	אחוז נבחנים מתוך כלל תלמידי י"ב במדעי המחשב	אחוז מכלל לומדי מדעי המחשב	אחוז נבחנים מתוך כלל תלמידי י"ב במדעי המחשב	אחוז מכלל לומדי מדעי המחשב
בנים	8.8	71%	18.8	63%
בנות	3.6	29%	6.9	27%

טבלה 2. אחוזי נבחנים במדעי המחשב מתוך כלל תלמידי י"ב ב-2009 וב-2018 בחלוקה מגדרית. מתוך: צמרת ה' ואורן י' (2010) ונתוני למ"ס 2019.

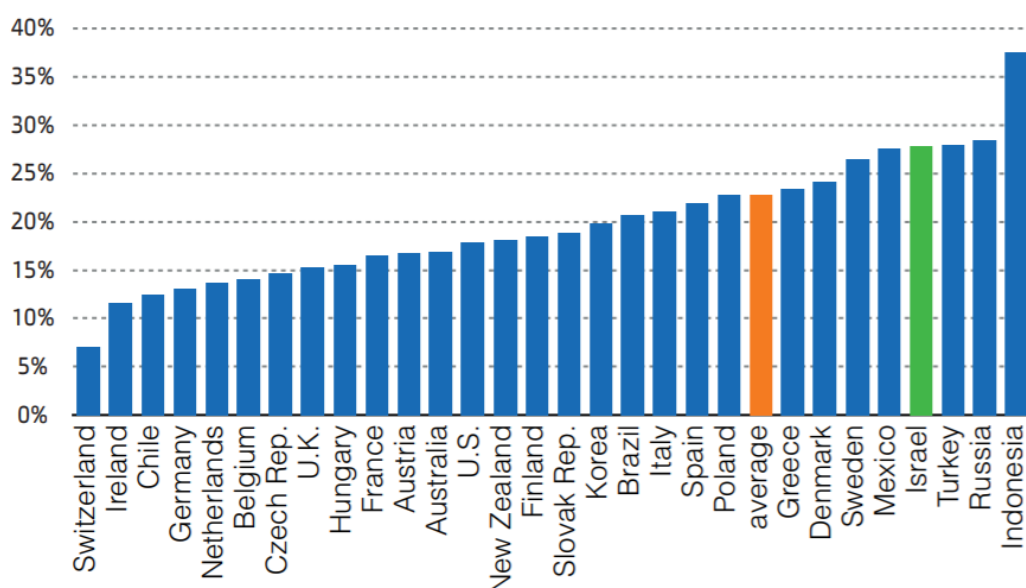
בתעסוקה, אחוז הנשים בהייטק לא עלה משמעותית בעשור האחרון (תרשים 2 לעיל).

ממדים בהשוואה לקבוצה דומה:

ישראל אינה שונה ממדינות ה-OECD. לפי נתוני ה-OECD, ברוב מדינות המערב נשים בוחרות פחות מגברים ללמוד מקצועות מדעיים. ב-2015 רק 19% מלומדי מדעי המחשב לתואר ראשון במדינות ה-

⁹ שיחה עם סא"ל ורד בן יהודה, ראש המנהל הטכנולוגי אקדמי באגף כוח אדם, צה"ל, 15.6.20

OECD היו נשים.¹⁰ נערות בישראל דומות לנערות במערב גם בשאיפות המקצועיות העתידיות שלהן בהנדסה ובמדעים, ונמצא מתאם גבוה בין השאיפות המקצועיות לבין המקצוע שבו יעסקו בפועל בעתיד.¹¹ בפערי השכר מצבה של ישראל גרוע מהממוצע במדינות ה-OECD. פערי השכר בין נשים וגברים בישראל עומדים על כ-32% ועל פי ממוצע ה-OECD נשים מרוויחות כ-18% פחות מגברים.¹² בעשור האחרון הפערים הצטמצמו בארה"ב בשיעור של 9%, בבריטניה ב-25%, בשבדיה ב-31%, ואילו בישראל רק בכ-1%. הפער המגדרי בלימודי תואר ראשון אינו ייחודי לישראל, ואף גדול יותר ברוב מדינות העולם (תרשים 3).



תרשים 3. שיעור הנשים בתואר ראשון במקצועות ההייטק (מדעי המחשב ורוב מקצועות ההנדסה, למעט התחומי התעשייה, הבניה והאדריכלות). הנתונים נכונים לשנת 2014. מתוך נתוני OECD ועיבודי המועצה הלאומית לכלכלה.

¹⁰ OECD, "Share of women graduates by field of education" url <https://www.oecd.org/gender/data/shareofwomengraduatesbyfieldofeducation.htm> (last accessed 7/2020)

¹¹ Anthony Mann et al., "Dream Jobs? Teenagers' Career Aspirations and the Future of Work" OECD, 2020.

¹² OECD "Education and earnings : Differences in earnings between female and male workers, by educational attainment" url <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=85218> (last accessed 7/2020).

המדיניות הקיימת והתערבות ממשלתית:

אין מדיניות קיימת לעידוד נערות ללימודי מדעי המחשב. למרות המודעות הגוברת לנושא הפער המגדרי במקצועות המדעיים והטכנולוגיים, התוצאות בשטח לא מצביעות על שיפור בתחום זה. בשנת 2014 התקבלה החלטה לנתח באופן מגדרי את תקציב המדינה.¹³ אולם, מעט משרדי ממשלה הצביעו על צעדים להגברת השוויון המגדרי, ואף לא משרד ממשלתי אחד ציין כי יזם בדיקת צרכים בעקבות ממצאי הניתוח המגדרי. בהצעות התקציב בשנים האחרונות אין הסברים לפערים שגילה הניתוח, ואין פירוט לצעדים שמשד האוצר נקט או מתכוון לנקוט כדי לתקן את המצב.

משנת 2002 פועלת במשרד החינוך היחידה לשוויון בין המינים, אך תקציבה קטן ופעולותיה מוגבלות. התערבות ממשלתית נדרשת כי לממשלה, כשלטון מרכזי שפועל גם מול השלטון המקומי, יש יכולת להוציא לפועל ולהנגיש לנערות תכנית סדורה לעידוד לימודי מדעי המחשב ברמה מערכתית ובפריסה ארצית.¹⁴

הגדרת הבעיה:

העדר נגישות וכיסוי ארצי רחב של תכניות לנערות במדעי המחשב. הפתרון הוא ממשפחת התשתיות.¹⁵ יש להגביר את הפריסה והנגישות של התכניות לנערות במדעי המחשב כדי לייצר שינוי. החלופות שיוצעו יעניקו נגישות לקבוצה רחבה של נערות שלא זוכות היום ליהנות מכך.

מיפוי הגדרת הבעיה:

תכניות שונות מופעלות כיום בישראל בפיזור חלקי, בהתאם למטרות, למוטיבציות ולמגבלות תפעוליות וממוניות של הגופים המפעילים אותם. התכניות אינן נותנות מענה מערכתי לכלל הנערות. מעבודת מיפוי מקיפה שביצענו איתרנו תכניות בפחות מ-100 רשויות מתוך 255 רשויות מקומיות¹⁶ (רשימת תכניות לפי פיזור גיאוגרפי וגופים מפעילים נמצא בנספח 1).

¹³ אילנית בר, "בחינה מגדרית של תקציב המדינה – יישום ודרכי התקדמות" הכנסת, מרכז המחקר והמידע, (דצמבר 2016).

¹⁴ שיחה עם מפמ"ר מדעי המחשב מר אבי כהן, משרד החינוך, 25.6.20

¹⁵ Deborah Stone, Policy Paradox, The Art of Political Decision Making, (Third Edition; NY –London: W.W.Norton, 1997), 331-353

¹⁶ לאור ריבוי התכניות והשחקנים, ובהעדר ניהול מרכזי אחד שמרכז בידיו את המידע, הרי מדובר בהערכה בלבד.

הגיבוי התיאורטי לקשר בין הגדרת הבעיה לתופעה הבלתי רצויה:

קיום התופעה הבלתי רצויה נובע מהעדר חשיפה של נערות לתחום מדעי המחשב ולא מחוסר ביכולת להצליח בתחום זה. טבלה 3 מראה שהישגי הבנות אינם נופלים מאלה של הבנים.¹⁷

טווח ציונים	אחוז הבנים	אחוז הבנות
91-100	39.4	41.8
81-90	37.5	40.9
71-80	18.7	13.8
61-70	3.9	3.9
55-60	0.3	0.3
עד 54	0.1	0.1

טבלה 3. התפלגות ציוני בחינת הבגרות במדעי המחשב, 5 יח"ל בשנת 2003. מקור: הלמ"ס

המועד ליצירת שינוי בהעדפות בנות למדעים הוא בגיל העשרה. על פי מחקרים חלון ההזדמנויות שבו סקרנות הבנות ופתיחותן ללימודי מדעי המחשב בשיא - נסגר בגיל 15.¹⁸ ניתוח של תוצאות מבחני PISA העלה, שבנות בגיל 15 הראו נטייה פחותה למקצועות אלה, לעומת בנים. פער זה הינו כמעט אוניברסלי, ללא תלות במבנה מערכות החינוך ובמבנה הכלכלה.¹⁹

יכולת הניידות של נערים ונערות בגיל הזה היא מוגבלת, דבר הפוגע באופן טבעי בפתיחות ובנכונות להשתתף בתכניות המתקיימות במקומות מרוחקים. לכן, הגדלת הנגישות תביא בהכרח לחשיפה רחבה ומכאן גם לצמצום התופעה הבלתי רצויה.

¹⁷ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, "הדוח הסטטיסטי לישראל 55" (ירושלים, 2004).

¹⁸ Martin W Bauer, "Why Europe's girls aren't studying STEM?" *Microsoft STEM white paper*, 2017.

¹⁹ Joanna Sikora, Artur Pokropek, "Gendered Career Expectations of Students: Perspectives from PISA 2006". OECD Education Working Papers, No. 57, *OECD Publishing*, (November 2011)

התימוכין האמפירי לזיקה בין הגדרת הבעיה לתופעה הבלתי רצויה:

דו"ח של האו"ם מציג מחקרים המצביעים על כך שחוסר בתכנית חינוכית רחבה לקידום נשים במדע הוא אחד הגורמים למיעוט הנשים הבוחרות במקצועות אלה.²⁰ המחקר מראה צמצום של 25% בפערים בין בנים ובנות בבחירת מקצועות מדע וטכנולוגיה בבתי ספר עם תכניות ייחודיות.²¹

בישראל, תכניות מקומיות הראו תוצאות דומות.^{22,23} מחקר על תכניות לעידוד בנות למקצועות מדעיים וטכנולוגיים מצא, כי נערות שהשתתפו בתכניות אלו נטו יותר לבחור בלימודים מורחבים במתמטיקה ובפיזיקה, ונטו יותר לחשוב על מקצוע עתידי מדעי או הנדסי. כך, 55% מהתלמידות שהשתתפו בתכניות לקידום נערות בחרו ללמוד לבגרות 5 יח"ל במתמטיקה, לעומת 17% בלבד מהתלמידות שלא השתתפו בתכניות מסוג זה. כמו כן, 32% מהתלמידות שהשתתפו בתכניות בחרו ללמוד לבגרות 5 יח"ל בפיזיקה, לעומת 13% בלבד מהתלמידות שלא השתתפו.²⁴

גם תכנית "מובילות לטכניון" רשמה עלייה משמעותית בשיעורי הבחירה של תלמידות בהרחבת לימוד מקצועות מדעיים מורחבים, עם עלייה במספר התלמידות שבחרו בלימודי מדעי המחשב (53%), ברובוטיקה (28%) ובפיזיקה (20%), ובשיבוץ התלמידות בחמש יחידות לימוד במתמטיקה.²⁵ חוסר נגישות כבעיה שפתרונה מוביל לגידול במספר הלומדים בתחום מקצוע מסוים נלמד מהתכנית הלאומית למתמטיקה "לתת חמש", שבה איפשר, לראשונה, משרד החינוך לכל התיכונים ללמד 5 יח"ל מתמטיקה גם אם לא הייתה בהם מגמה מורחבת. התכנית הכפילה את מספר התלמידים המסיימים 5

²⁰ UNESCO. "Cracking the code: girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)" (France, 2017).

²¹ Joscha Legewie, J. and Thomas A DiPrete, "The high school environment and the gender gap in science and engineering." *Sociol Educ.* 2014 Oct; 87(4): 259–280

²² דורון זר, דנה קליס-רגב, "אם נמצאה הדרך להגיע לשוויון מגדרי בלימודי מדעי המחשב?" (ספטמבר 2016) [url https://www.edunow.org.il/edunow-media-story-235819](https://www.edunow.org.il/edunow-media-story-235819) (גישה: 25.7.2020).

²³ שיחה עם רויטל נאמן יהל, מנהלת אשכול פיס, כפר סבא 14.6.2020.

²⁴ משרד המדע והטכנולוגיה, "מה יעודד נערות לבחור במקצועות מדע?"

(גישה: 25.7.2020) https://www.gov.il/he/departments/general/most_women_20171030

²⁵ מובילות למדע ועשייה, דו"ח מסכם שנת תשע"ט <https://www.movilot.co.il/2017-03-06-18-10-22/doh2019> (גישה: 25.7.2020)

יח"ל בתוך 4 שנים.²⁶ מכאן, שחוסר בתשתית נגישה ימשיך לקבע רישום מופחת של נערות ללימודי מדעי המחשב בתיכון.

התאמה למשאבי הלקוח:

תכניות העשרה חינוכיות במדעי המחשב הן בסמכות שר המדע והטכנולוגיה, באמצעות אגף מדע וקהילה שתקציבו עומד על כ-160 מלש"ח²⁷ ורובו מיועד לתכניות שוטפות בחינוך המשלים. השר יזהר שי, שנכנס לתפקידו רק לאחרונה, הוא בעל עבר בתחום ההייטק, ובהיותו אמן על פעילות משרד המדע המשלבת פעילויות בשדה המחקרי, התעשייתי והחינוכי הרי שהוא מעוניין להציג הישג שיש לו השלכות על כל אחד מתחומים אלה (נספח 2).

הגדרות בעיה חלופיות שנשקלו ונפסלו:

הגדרות בעיה חלופיות שנפסלו קשורות להבניה חברתית שבבסיסה תפיסות מוטעות הרווחות במערכת החינוך, בחברה, במשפחה ובקהילה, המחלחלות לתלמידות, שמפנימות אותן, ומגבשות את תפיסת המסוגלות שלהן.²⁸

הבעיות קשורות להטיות מגדריות במערכת החינוך, כגון הבדלים בין בנים לבנות בסגנון הלמידה,²⁹ עמדות מגדריות לא מודעות של המורים והמורות, סגל הוראה המורכב ברובו מגברים שאינם מהווים מודל לחיקוי עבור תלמידות, וכן הטיות חברתיות בכיתות מדעי המחשב, שבנות לא מרגישות בהן בנוח עד כי הן נמנעות להשתייך אליה וחרדות למעמדן החברתי.³⁰

²⁶ שיחה עם יפעת ברנשטיין, מנהלת יוזמת 2019, ארגון שיתופים 22.5.20

²⁷ תקציב המדינה, 2019 <https://next.obudget.org/i/budget/00194001/2019?li=0> (גישה: 25.7.2020)

²⁸ שלי מזרחי "נשים באקדמיה – נתונים על לימודי נשים באקדמיה ועל נשים בסגל האקדמי" מרכז המדע והמחקר של הכנסת, (ירושלים, מאי 2013) עמוד 2.

²⁹ רונית קרק, קרן דביר, רחל זורמן, "תקציר ממצאי מחקר על הפוטנציאל של תלמידות להצטיין במתמטיקה ובמדעים" מכון הנרייטה סולד (ירושלים, אוקטובר, 2016), עמוד 8.

³⁰ לריסה אידלמן "ניתוח מגדרי ומגזרי של לימודי מדעי המחשב בתיכון בישראל", עבודת מגיסטר, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון (חיפה, 2005) עמ' 39-40.

הגדרות בעיה נוספות שנשקלו היו קשורות למשפחה,³¹ לקהילה ולתרבות, כמו העדר סביבה תומכת³² הכוללת את כל 'סוכני החיברות' של הנערות – משפחה, צוות חינוכי וחברות/ים, או קושי של נערות לתפוס את עולם התעסוקה בתחום זה ככזה שלא מתנגש עם התפיסות המשפחתיות שלהן, ומוביל לכך ש'תפיסת העתיד' שלהן לא מוכוונת לעולמות אלה.³³

בחירה של הגדרת בעיה מעולמות אלה הייתה דורשת תהליכי עומק בתחום ההכשרה, ההסברה והחינוך, שהיו כרוכים בעלויות גבוהות ומשלבים גורמים מערכתיים שונים, כדי לבצע שינוי בהיקף רחב ולטווח ארוך. כל פתרון בהיקף ארצי הקשור במערכת החינוך הבירוקרטית וההיררכית היה דורש הסכמה והתגייסות של שחקנים רבים, דבר שהיה מרחיק אותנו מפתרון זמין ומהיר יחסית.

הגדרת בעיה חלופית אחת ראויה לציון מיוחד הייתה העדר מנגנון ניהול מרכזי כולל של תכניות לעידוד נערות ללימודי מדעי המחשב. ראינו שבשטח ישנן תכניות מגוונות, המופעלות על ידי גופים שונים מבלי שיש גוף אחד אחראי, מארגן ומפקח. הבנו שחלופות לפתרון הגדרת בעיה זו יתקלו במכשולים טכניים ועקרוניים, ובעלויות מנגנון גבוהות ולא כדאיות. ראינו שהיכן שיש תכניות כאמור הן מצליחות לייצר שינוי והבנו שלא נכון לפגוע בפעילותן העצמאית, אלא לקדם שינוי שמאפשר קיומן של מגוון תכניות לצד הרחבתן. הבחירה בהגדרת בעיה של נגישות נבעה מכך שיתרון של חלופות מתחום התשתיות מביא לצמצום הבעיה בצורה יעילה ובטווח קצר.

³¹ Judith Gal-Ezer, Daphna Shahak, Ela Zur "Computer science issues in high school: gender and more...." *ACM SIGCSE Bulletin* 41(3):278 · (August 2009)

³² נילי תלמי, "אי שוויון מגדרי באקדמיה בכלל ובמקצועות המדע והטכנולוגיה בפרט: נראות, סיבות, פתרונות ו"מה הלאה"" דו"ח הוועדה האקדמית של המועצה לקידום נשים במדע. משרד המדע והטכנולוגיה והחלל, (ירושלים, 2008).

³³ אפרת כהן-טואטי, רביטל דואק, "הכשרת נערות בסייבר ובטכנולוגיה הגורמים המסייעים והמעכבים בחירה והתמדה בהכשרות אלה" המרכז לחינוך סייבר, (ראש העין, פברואר 2018), עמוד 7.

מפרט החלופות:

העקרונות המשותפים לכל החלופות:

- התכניות הינן תלת שנתיות ותפעלנה בפריסה ארצית.
- התקצוב לרשויות המקומיות יבוצע לפי האשכול החברתי-כלכלי שלה באופן דיפרנציאלי.
- לכל תכנית יתלווה תהליך מדידה והערכה.
- התכניות ילוו בקמפיין פרסומי.
- התכניות יפעלו במסגרת החינוך המשלים לאחר שעות הלימודים.
- המסגרת של כל התכניות המוצעות כוללת רבדים שונים של חשיפה, התנסות וחקר.
- כל התכניות צריכות לתת מענה לנערות בלא פחות מ-200 רשויות, דבר שישמר בדרכים שונות בהתאם לחלופה (תנאי המכרז, תנאי קול הקורא וכו').

SHE++

מיזם משותף לפיתוח ולהפעלה של תכנית ייעודית חדשה לעידוד נערות ללימודי מדעי המחשב במודל מבוסס מחקרים ומותאם מגדרי. משרד המדע יתקשר עם גוף מומחה בעל ניסיון מוכח בהפעלת תכניות חינוכיות בתחומי המדע והטכנולוגיה (כגון קרן רש"י)³⁴ בחלוקה ממונית שווה ביניהם בדרך של פטור ממכרז.

מטה המיזם יישב במשרד המדע. משרד המדע והגוף המומחה ירתמו את הניסיון המקצועי, הפדגוגי, התפעולי וההכרות עם השטח לטובת תכנית שניתן יהיה בהמשך לשכפל לתחומי תוכן נוספים. השנה הראשונה תוקדש לפיתוח התכנית ולהכשרת כוח האדם במטרה להשיק את התכנית בשנה"ל תשפ"ב. בתכנית תשתתפנה כ- 3000 נערות.

³⁴ שיחה עם שגיא בר, מנכ"ל המרכז לחינוך סייבר ועם יואב ברור, מנהל קשרי שלטון מקומי, המרכז לחינוך סייבר, 24.6.2020

ZOOM אאוט

תכנית המבוססת על תכנית קיימת של משרד המדע לנערות מכיתות ט'-י"ב בשם "מדעניות העתיד" שבשנת 2020 לקחו בה חלק כ-800 משתתפות.³⁵ התכנית תשתנה ותתרחב לשתי שכבות צעירות (ז'-ח') תוך ביטול שכבת י"ב, הוספת פעילות דרך הזום והתרחבות לפריסה ארצית. התכנית תעמיד תכנים איכותיים ואנשי מקצוע שקשה ויקר להביאם למפגשים פיזיים, ושלא ניתן היה לרתום אותם אילולא הלמידה מרחוק.³⁶ בכיתות ז'-י' התכנית תפעל ברמה מוגברת במפגשים פרונטליים אחת לחודשיים ומפגשים שבועיים בזום. בכיתה י"א התכנית תפעל בהיקף מצומצם. מכרז למפעיל ייצא באוגוסט-ספטמבר 2020 והתכנית המורחבת תפעל במתכונתה החדשה מינואר 2021. בתכנית תשתתפנה כ-4500 נערות.

שוות ברשויות

פעולה דרך ערוץ התמיכות הקיים לרשויות המקומיות - קול קורא "סל מדע",³⁷ תוך שינוי הקריטריונים ומתן ניקוד גבוה יותר לתכניות לנערות במדעי המחשב. השינוי יתבטא בהפניית 20% מהתקציב הקיים לטובת התכניות. הרשויות יוציאו לפועל תכנית קיימת או יקדמו תכנית חדשה, תוך תכלול השחקנים הרלוונטיים באזור. שינוי הקריטריונים³⁸ בקול קורא לטובת תכנית לנערות במדעי המחשב יעשה בשבועות הקרובים, ובאוגוסט-ספטמבר – יפורסם לרשויות. התכניות יחלו לפעול אחרי חגי תשרי תשפ"א. כ-105,000 תלמידים בחטיבות הביניים משתתפים כיום בתכניות "סל מדע" בכ-215 רשויות מקומיות. מכיוון ש-20% מהתקציב יופנה לתכניות ייעודיות לנערות במדעי המחשב, התכניות בפריסה ארצית יפנו לכ-10,500 נערות.

³⁵ שרונה ברפי יוסף, הממונה על חופש המידע משרד המדע והטכנולוגיה, תשובה לשאלתה באימייל מיום 8.7.2020

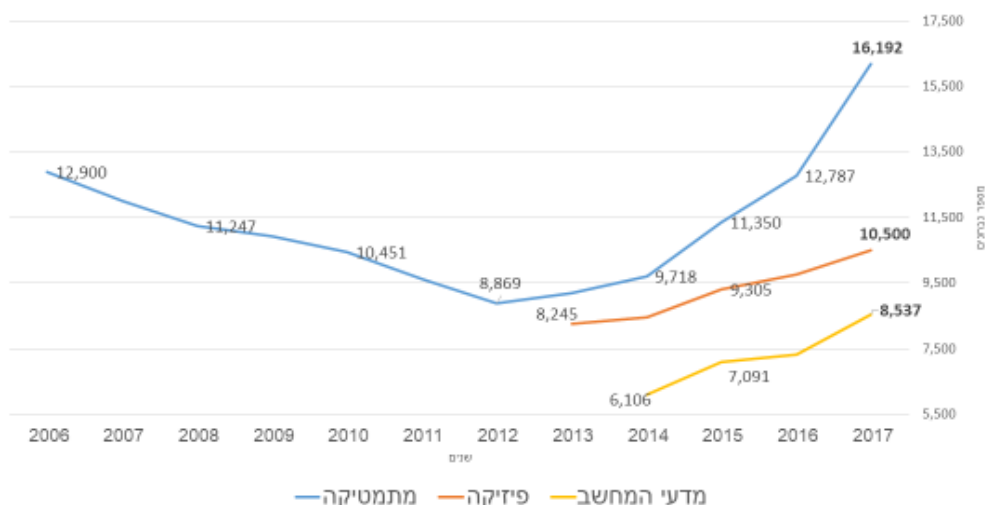
³⁶ שיחה עם הדס שטיינר, מנהלת יחידת התכניות של רשת ברנקו וייס, 26.6.2020

³⁷ משרד המדע והטכנולוגיה – תמיכות, 2019 https://www.gov.il/he/departments/general/most_funding (גישה: 25.7.2020).

³⁸ שיחה עם רינת שפרן, מנהלת אגף קהילה במשרד המדע והטכנולוגיה, 21.6.2020.

הערכת חלופות:

מטרת כל שלוש החלופות להגיע בתוך שלוש שנים למצב של שוויון בין מספר הבנים והבנות אשר ניגשים לבגרות במדעי המחשב. המשמעות היא הוספה של כ-1500 בנות על בסיס החישוב הבא: בשנת 2017 ניגשו לבגרות במדעי המחשב 8537 תלמידים (תרשים 4), מתוכם 32% בנות (2731 בנות). עם זאת, אנו מודעות לכך שלא כל מי שתשתתף בתכנית אכן תבחר במדעי המחשב בתיכון, ולכן יש לכוון למספר גבוה יותר של בנות על מנת שבעת בחירת המגמה לפחות 1500 תתווספנה בכל שנה.



תרשים 4. מספר הניגשים לבחינות הבגרות בפיזיקה, במתמטיקה ובמדעי המחשב לאורך השנים.³⁹

קריטריונים להערכת החלופות:

תועלת (40%):

מדד הסף בכל החלופות היה מחיקת הפער בין מספר הבנים והבנות הניגשים לבגרות במדעי המחשב. מצאנו שעליה במספר הבנות שמשותפות בתכניות ייעודיות לעידוד לתחום לימודים ספציפי בחטיבות הביניים, מעלה באופן ישיר את מספר הבנות שבחרות ללמוד אותו בתיכון. מתוך כך ומהפער הקיים כיום גזרנו את מספר הנערות שצריכות להשתתף בתכניות ייעודיות בהתחשב באפקטיביות של כל חלופה.

³⁹ יפעת ברנשטיין, "הצגת יוזמת פי 2 להייטק" (ינואר, 2019).

עלות כספית (40%):

קריטריון זה נמדד במיליוני שקלים. בכל זמן, ובייחוד בעידן של מגפה ומשבר כלכלי עולמי, יש חשיבות מכרעת לעלות הכספית בבחירת החלופה, ולכן קריטריון זה קיבל משקל זהה לקריטריון התועלת.

ישימות פוליטית (10%):

יישום כל החלופות נמצא במגרשו של שר המדע והטכנולוגיה, ולא צפויים מאבקים פוליטיים. הרצון לשוויון מגדרי פוגש גם את השיח הציבורי, ולכן, להערכתנו צפוי לתמיכה פוליטית. בנוסף, אין הגדלה משמעותית של התקציב המיועד לתכניות במשרד המדע, כלומר, עלות החלופות היא בסדר גודל של התקציבים הקיימים. עם זאת, לאגף מדע וקהילה במשרד המדע יש כוח והעדפותיו יכנסו למערכת השיקולים.

ישימות טכנית (5%):

קריטריון זה נמדד במספר החודשים ליישום התכנית. משקל הקריטריון נמוך הואיל ובשלוש החלופות מדובר על זמני יישום קצרים ודומים. כל החלופות בנויות על ניסיון מוכר של משרד המדע ואין דורשות מנגנון תפעולי מסובך.

השפעות משניות (5%):

משקלו של הקריטריון נמוך יחסית משום שמדובר בהשפעה שהיא תולדה של הטיפול הישיר בתופעה הבלתי רצויה. אנו מזהות השפעות משניות חיוביות ושליליות ומשקלן קטן בקבלת ההחלטה על החלופה הטובה ביותר.

תועלת, צמצום התב"ר:

מכיוון שכל החלופות עמדו בתנאי הסף לפיו עליהן לבטל את הפער בין הניגשים לניגשות לבגרות במדעי המחשב, כל החלופות מצמצמות את התב"ר באופן מלא וכולן קיבלו ציון 5.

בחלופה **she++** המיזם המשותף יפעל בפריסה ארצית על סמך ניסיון ותוצאות מוכחות בשטח המעוגנות במחקרים מתחום התוכן של שוויון מגדרי. בשל המקצועיות, הדיוק והמיקוד של התכנית, אנו מעריכות שאחת מכל שתי נערות שתשתתף בה, תבחר בתחום בתיכון.

בחלופה **Zoom אאוט**, מספר הבנות אשר תוכלנה להשתתף בתכניות יהיה גבוה הודות לפורמט השיעורים המקוונים והורדת מחסום המיון המקדים. עם זאת, רמת ההעמקה וההתנסות, יחד עם ההפחתה בכמות המפגשים הפרונטליים עלולות לפגוע במחויבות הנערות ובאפקטיביות התכנית. מכיוון שמדובר בשינוי, התכנים יהיו מכוונים מדעי המחשב, אך שאר תחומי המדעים לא בהכרח ייזנחו, ולכן יתכן שמספר הבחורות במדעי המחשב בתיכון יהיה נמוך יותר. אנו מעריכות שנערה אחת מכל שלוש שתשתתפנה בתכנית תבחר במדעי המחשב בתיכון.

בחלופה **שוות ברשויות** משרד המדע מתרחק מהשליטה על התכניות עצמן, ויש חשש שרשויות מסוימות לא ישתתפו כלל או שיבחרו בתכניות פחות אפקטיביות. עם זאת, פריסת "סל מדע" גבוהה ומגיעה לכ-84% מהרשויות, ולכן בתקופה קצרה מגיעים למספר משתתפות גבוה. כאן נצטרך השתתפות גדולה של נערות בתכניות על מנת להגיע ליעד של צמצום הפער בין בנים ובנות הניגשים לבגרות במדעי המחשב. אנו מעריכות שרק נערה אחת מכל שבע תבחר במדעי המחשב בתיכון.

עלות כספית:

בחלופה **she++** העלות התקציבית היא 8.8 מיליון ₪ לשנה, והיא תחולק באופן שווה בין משרד המדע ובין הגוף המומחה. העלות התקציבית למשרד המדע להפעלה לשלוש שנים היא כ-12.5 מיליון ₪. בחלופה זו נדרש להקים מנגנון חדש שינהל ויפעיל התוכנית, ועלותו כ-600,000 ₪ לשנה, בשנה הראשונה. חלופה זו היא הזולה למשרד המדע מבין השלוש, וקיבלה את הציון הגבוה ביותר בקריטריון העלות.

בחלופה **Zoom אאוט**, העלות התקציבית היא 7 מיליון ₪ לשנה. כיום תקציב תכנית "מדעניות העתיד" עומד על 6 מיליון ₪ וסכום זה נדרש להפעלה גם לאחר הרחבת התכנית. חצי מיליון ₪ מיועדים לפיתוח ולהתאמה לפורמט החדש, וחצי מיליון ₪ לפרסום ארצי שיביא לידיעת נערות ומשפחות מכל הארץ על דבר קיום התכנית והתאמתה. החלופה קיבלה ציון בינוני בעקבות העלאת הסכום הנדרש ממשרד המדע. בחלופה **שוות ברשויות** העלות התקציבית היא 8 מיליון ₪ לשנה, שהם 20% מתקציב "סל מדע", העומד על 40 מיליון ₪ לשנה. חלופה זו קיבלה את הציון הנמוך ביותר בקריטריון העלות.

ישימות פוליטית:

החלופה **שוות ברשויות** קיבלה את הציון הגבוה ביותר בהיותה מבוססת על תשתית קיימת, מוכרת ומוצלחת. התקציב מגיע מנידוד כספים בתוך "סל מדע" ואין הקצאה של כסף "חדש". שינוי הקריטריונים הוא בסמכות משרד המדע.

החלופה **Zoom אאוט** קיבלה גם היא ציון גבוה יחסית בישימות הפוליטית מכיוון שמשרד המדע כבר היום מפעיל את תכנית "מדעניות העתיד". ביצוע שינוי בתכנית והתאמתה למתכונת החדשה היא בסמכותו של שר המדע והטכנולוגיה. עם זאת, משרד המדע צריך להכיר בכך שיש לבצע שינויים להגדלת האפקטיביות של התכנית, ולכן הישימות הפוליטית לא קיבלה ציון מקסימלי.

החלופה **she++** היא הקשה ביותר מבחינת הישימות הפוליטית וקיבלה את הציון הנמוך מבין השלוש. על משרד המדע לוותר על חלק מהכוח, ולהכניס גורם שווה ערך למערך קבלת ההחלטות וההפעלה.

ישימות טכנית:

זו אינה בעיה בכל אחת מהחלופות, ובמיוחד בחלופות **Zoom אאוט**, **שוות ברשויות** משום שהמכרז/קול קורא מתוכנן לצאת מחדש בכל מקרה ומדובר על שינויים שיבוצעו בתוכם. בחלופה **Zoom אאוט** מתוכנן לצאת מכרז לספק חדש במהלך אוגוסט ובקלות יחסית ניתן להתאימו לשינוי הרצוי בתכנית. בחלופה **שוות ברשויות**, קול קורא חדש ייצא לרשויות במהלך אוגוסט, ומראש תוכננו שינויים בחלק מהקריטריונים שבו ולכן יהיה פשוט להוסיף את השינויים הנדרשים בחלופה זו.⁴⁰ החלופה **she++** היא המורכבת מבין השלוש מכיוון שיש צורך למצוא שותף, לפתח תכנית ולהקים מנגנון חדש.

השפעות משניות:

בחלופה **שוות ברשויות** ההשפעה המשנית היא צמצום/פגיעה בתחום תוכן אחר (העברת כספים מתחום המדע באופן כללי לתחום מדעי המחשב לנערות). עם זאת, לראשונה, משרד המדע יכניס קריטריון של שוויון מגדרי ל"סל מדע" ויעלה מודעות לנושא.

⁴⁰ שיחה עם רינת שפרן, מנהלת אגף קהילה במשרד המדע והטכנולוגיה, 25.6.2020

בחלופה **Zoom אאוט**, העובדה שמאפשרים שוויון הזדמנויות לכל נערה ללא מיון מהווה גם השפעה חיובית וגם שלילית, החיובית היא שכל נערה תוכל להתנסות בתכנית, והשלילית היא שיש סיכוי גבוה לנשירה ולא בחירה בתחום.

בחלופה **she++** ההשפעה המשנית החיובית היא שמשרד המדע שם זרקור על עניין המגדר בלימודי מדעי המחשב. ההשפעה השלילית היא שיהיה עליו לוותר על תכנית דגל ולעשות חשיבה מחדש עם גוף מומחה חיצוני למשרד.

ביסוס הערכת החלופות:

she++ מיזם משותף - אחד הנושאים העיקריים בהם מתמקדות מסגרות שותפות בין ממשלות לבין גופים מפעילים עוסק בתהליכי יישום ובהבנה שהשלטון אינו מסוגל לתת פתרון לכל צרכי האזרח. אחד החסרונות של דרך פעולה זו שמצד אחד היא עונה על האינטרס קצר הטווח של הגורמים שדחפו לקיום שותפות בשל מוטיבציה גבוהה מצידם מטפל בבעיות לטווח הבינוני והארוך, ומצד שני כאשר משקלם של האינטרסים קצרי הטווח של אותם גורמים גדול מן הרצון להתמודד עם בעיות מהותיות וארוכות טווח - מסגרת השותפות עלולה להתפרק.⁴¹

Zoom אאוט הוראה מקוונת - מחקר מצא שסטודנטים אשר למדו בהוראה מרחוק היו יותר מרוצים בהשוואה לסטודנטים שלמדו בקמפוס ושלמידה מרחוק תרמה לתחושת המסוגלות העצמית שלהם וחייבה אותם לאחריות מלאה על הלמידה. סטודנטיות שלמדו מרחוק היו בטוחות יותר לגבי יכולותיהן להיות

⁴¹ "ניסן לימור, ליבת אבישי" לחוד וביחד: הבניית יחסי שותפות ממשלה-ארגוני החברה האזרחית" המכון למנהיגות וממשל, ג'וינט ישראל, (ירושלים, 2017)

בקשר עם חבריהם לכתה ועם המרצה, בהשוואה לסטודנטים.⁴² עוד נמצא שסטודנטיות הן בעלות עמדות חיוביות יותר כלפי הוראה מרחוק מבוססת אינטרנט, ועשו בה שימוש תכוף יותר מאשר סטודנטים.⁴³

שוות ברשויות קול קורא לרשויות - בשנים האחרונות אנו עדים להעברת אחריות לשירותים חברתיים מהשלטון המרכזי למקומי. התושבים מצפים שרשות מקומית תיקח אחריות על תחומים רבים ובכלל זה בחינוך, בהפעלה של תכניות העשרה ולימודים נוספות. אחת הדרכים היא מענה לקולות קוראים, גיוס שותפים והעמדת מימון.⁴⁴ אולם, הבדלים בין רשויות מקומיות חזקות וחלשות עלולים להביא לכך שרמת השירותים הניתנים לאזרחים לא תהיה אחידה.⁴⁵ אחת הדרכים להתמודד עם פערים אלה היא באמצעות תקצוב דיפרנציאלי שיאפשר השתתפות עצמית נמוכה יחסית של הרשויות החלשות כדי למנוע אפליה חינוכית.⁴⁶

ניתוחי רגישות:

לצורך בדיקת עמידות חלופה **she++** בצענו מספר ניתוחי רגישות:

- העלאת העלות הכספית של **she++** בהנחה שהגוף המומחה יוכל להעמיד רק 30% מהמימון ולא 50% כמצופה.
- העלאת זמן תחילת יישום החלופה ב"**שוות ברשויות**" יעלה משלושה חודשים ל-15 כתוצאה מעיכוב במשך הזמן להכנסת הקריטריונים החדשים לקול קורא שיצא בשבועות הקרובים.

⁴² ראניה חוסין-פראג', מירי ברק, יהודית דורי " למידה לאורך החיים בטכניון: תפיסות כלפי למידה מרחוק וחוויות לימודיות של סטודנטים" בתוך: ספר כנס צ"י למחקרי טכנולוגיות למידה: האדם הלומד בעידן הטכנולוגי (רעננה, 2012)

⁴³ Diana W. Sanders, Alison I. Morrison-Shetlar "Student Attitudes toward Web-Enhanced Instruction in an Introductory Biology Course" *Journal of Research on Computing in Education* Volume 33, 2001 - Issue 3, Pages 251-262

⁴⁴ מפעם ירושלים, "קידום חדשנות מוניציפלית ברשויות המקומיות בישראל" מחקר וסיכום של עבודה עם מערכת המפעמים, (ירושלים 2019).

⁴⁵ ניבי גל-אריאלי, "איפה החינוך? מעורבות הרשויות המקומיות בחינוך ותפיסת החינוך כשירות ציבורי" עבודת דוקטורט, הפקולטה למדעי החברה בית הספר למדעי המדינה, אוניברסיטת חיפה, (דצמבר 2013).

⁴⁶ איתי בארי וערן רזין, "דמוקרטיה מקומית בישראל, ביזור מקומיות, השתתפות ופוליטיקה מקומית" מחקרי פלורסהיימר, האוניברסיטה העברית (ירושלים, נובמבר 2015), עמוד 200.

- הורדת משקל צמצום התב"ר ל- 30% והעלאת משקל העלות הכספית והשימות הטכנית. בתקופה של משבר ולאחריו, משקל העלות גבוה יותר ויש חשיבות למהירות ההוצאה לפועל של תכניות חדשות.

גם לאחר שינויים אלה החלופה של **She ++** היא המועדפת.

המלצת המדיניות:

החלופה המומלצת היא **She ++**. לראשונה, תינתן פריסה ארצית ומענה מערכתי כולל לשוויון מגדרי בתחום מדעי המחשב לנערות. משרד המדע יתקשר במיזם משותף עם גוף מומחה, מפעיל ומממן, ובאופן זה ישמר הקשר בין המטרות לבין הביצוע בשטח. הגופים יתרמו את הידע, הניסיון והמקצועיות שלהם לטובת התכנית ויישאו יחדיו בנטל העלויות, באחריות ובהצלחות. כבר בעת פיתוח התכנית, נגישות הנערות לתכנית בפריסה ארצית רחבה תהיה תנאי הכרחי. החלופה זכתה בציון המשוקלל הגבוה ביותר ועמדה במבחני הרגישות.

ביבליוגרפיה:

שיחות:

- בלומברגר אורנה, סגנית מפמ"ר פיזיקה, משרד החינוך 15.6.20
- בן יהודה ורד, ראש המנהל הטכנולוגי אקדמי באגף כוח אדם, צה"ל, 15.6.20
- בר רן, לשעבר מנכ"ל משרד המדע והטכנולוגיה, 21.6.20
- ברנשטיין יפעת, מנהלת יוזמת 25פי2, ארגון שיתופים 22.5.2020
- בר שגיא, מנכ"ל המרכז לחינוך סייבר ויואב ברוור, מנהל קשרי שלטון מקומי, המרכז לחינוך סייבר, 24.6.2020
- ברפי יוסף שרונה, הממונה על חופש המידע, משרד המדע והטכנולוגיה, תשובה לשאלתה באימייל מיום 8.7.2020
- כהן אבי, מפמ"ר מדעי המחשב, משרד החינוך, 25.6.20
- לויטה אסיה, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים בטכניון, 25.6.20
- נאמן יהל רויטל, מנהלת אשכול פיס, כפר סבא 14.6.2020
- מאזה נתנאל, לשעבר מנהל אגף וקהילה במשרד המדע והטכנולוגיה, 17.6.20
- קנול רחל, מפקחת ארצית פיזיקה, משרד החינוך, 15.6.20
- שטיינר הדס, מנהלת יחידת התכניות של ברנקו וייס, 26.6.2020
- שפרן רינת, מנהלת אגף מדע וקהילה במשרד המדע והטכנולוגיה, 21.6.2020, 25.6.2020

מקורות:

- אידלמן ל. "ניתוח מגדרי ומגזרי של לימודי מדעי המחשב בתיכון בישראל", עבודת מגיסטר, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון (חיפה, 2005) עמ' 39-40
- איילון ח., נ. בלס, י. פניגר, י. שביט "אי שוויון בחינוך ממחקר למדיניות" מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל, (ירושלים, דצמבר 2019), עמ' 240.
- אלמגור-לוטן א. ור. גולדשמידט "נתונים על נשים בלימודי הנדסה" מרכז המחקר והמידע של הכנסת, (ירושלים, נובמבר 2010).
- בארי א., ע. רזין, "דמוקרטיה מקומית בישראל, ביזור מקומיות, השתתפות ופוליטיקה מקומית" מחקרי פלורסהיימר, האוניברסיטה העברית (ירושלים, נובמבר 2015), עמוד 200.

בן טובים נ., נ. קוסט "סטודנטיות למקצועות ההייטק: יעד לאומי והמלצות מעשיות". המועצה הלאומית לכלכלה, (ירושלים, מאי 2017), עמ' 6.

בר א., "בחינה מגדרית של תקציב המדינה – יישום ודרכי התקדמות" הכנסת, מרכז המחקר והמידע, (דצמבר 2016).

ברנשטיין י., "הצגת יוזמת 5 פי 2 להייטק" (ינואר, 2019).

גל-אריאלי נ., "איפה החינוך? מעורבות הרשויות המקומיות בחינוך ותפיסת החינוך כשירות ציבורי" עבודת דוקטורט, הפקולטה למדעי החברה בית הספר למדעי המדינה, אוניברסיטת חיפה, (דצמבר 2013).

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, "שנתון סטטיסטי לישראל 55" (ירושלים, 2004).

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, "שנתון סטטיסטי לישראל 70" (ירושלים, 2019).

זהר ד., ד. קליס-רגב, "האם נמצאה הדרך להגיע לשוויון מגדרי בלימודי מדעי המחשב?" (ספטמבר 2016).

<https://www.edunow.org.il/edunow-media-story-235819> (גישה 26.7.2020).

חוסין-פראג' ר., מ. ברק, י. דורי " למידה לאורך החיים בטכניון: תפיסות כלפי למידה מרחוק וחוויות לימודיות של סטודנטים" בתוך: ספר כנס צ"י למחקרי טכנולוגיות למידה: האדם הלומד בעידן הטכנולוגי (רעננה, 2012).

טשנר נ., "נשים במדע: תמונת מצב עדכנית", מרכז המחקר של הכנסת, (ירושלים, ינואר 2014).

כהן-טואטי א., דואק ר., "הכשרת נערות בסייבר ובטכנולוגיה הגורמים המסייעים והמעכבים בחירה והתמדה בהכשרות אלה" המרכז לחינוך סייבר, (ראש העין, פברואר 2018), עמוד 7.

לימור נ., ל. אבישי "לחוד וביחד: הבניית יחסי שותפות ממשלה-ארגוני החברה האזרחית" המכון למנהיגות וממשל, ג'וינט ישראל, (ירושלים, 2017).

מובילות למדע ועשייה, דו"ח מסכם שנת תשע"ט - <https://www.movilot.co.il/2017-03-06-18-10-22/doh2019> (גישה: 25.7.2020).

מזרחי ש. "נשים באקדמיה – נתונים על לימודי נשים באקדמיה ועל נשים בסגל האקדמי" מרכז המדע והמחקר של הכנסת, (ירושלים, מאי 2013) עמוד 2.

מפעם ירושלים, "קידום חדשנות מוניציפלית ברשויות המקומיות בישראל" מחקר וסיכום של עבודה עם מערכת המפעמים, (ירושלים 2019).

משרד המדע והטכנולוגיה, "מה יעודד נערות לבחור במקצועות מדע?"
(גישה: 25.7.2020) https://www.gov.il/he/departments/general/most_women_20171030

משרד המדע והטכנולוגיה – תמיכות, 2019
(גישה: 25.7.2020) https://www.gov.il/he/departments/general/most_funding

קרק ר., ק. דביר, ר. זורמן, "תקציר ממצאי מחקר על הפוטנציאל של תלמידות להצטיין במתמטיקה ובמדעים" מכון הנרייטה סולד (ירושלים, אוקטובר, 2016), עמוד 8.

תלמי נ., "אי שוויון מגדרי באקדמיה בכלל ובמקצועות המדע והטכנולוגיה בפרט: נראות, סיבות, פתרונות ומה הלאה" דו"ח הוועדה האקדמית של המועצה לקידום נשים במדע. משרד המדע והטכנולוגיה והחלל, ירושלים, 2008.

תקציב המדינה, 2019 url: <https://next.obudget.org/i/budget/00194001/2019?li=0> (גישה: 25.7.2020)

Bauer M.W., "Why Europe's girls aren't studying STEM?" *Microsoft STEM white paper*, 2017.

Gal-Ezer J., D. Shahak, E. Zur "Computer science issues in high school: gender and more...." *ACM SIGCSE Bulletin* 41(3):278 · (August 2009)

Legewie, J. and TA DiPrete, "The high school environment and the gender gap in science and engineering." *Social Educ.* 2014 Oct; 87(4): 259–280

Mann A. V. Denis, A. Schleicher, H. Ekhtiari, T. Forsyth, E. Liu, N. Chambers, "Dream Jobs? Teenagers' Career Aspirations and the Future of Work" *OECD*, 2020.

OECD "Education and earnings : Differences in earnings between female and male workers, by educational attainment" url <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=85218> (last accessed 7/2020).

OECD, "Share of women graduates by field of education" url <https://www.oecd.org/gender/data/shareofwomengraduatesbyfieldofeducation.htm> (last accessed 7/2020)

Sanders DW, Al. Morrison-Shetlar "Student Attitudes toward Web-Enhanced Instruction in an Introductory Biology Course" *Journal of Research on Computing in Education* Volume 33, 2001 - Issue 3, Pages 251-262.

Sikora J., Pokropek A., "Gendered Career Expectations of Students: Perspectives from PISA 2006". OECD Education Working Papers, No. 57, *OECD Publishing*, (November 2011)

Stone D, Policy Paradox, The Art of Political Decision Making, Third Edition; NY – London: W.W.Norton, 1997, Pages 331-353

UNESCO. “Cracking the code: girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)” (France, 2017).

לוח 1: מטריצת החלופות במונחים טבעיים

קריטריון	משקל	She ++	Zoom אאוט	שוות ברשויות
צמצום התב"ר	40%	1500	1500	1500
עלות כספית (מש"ח)	40%	12.15	18.37	20.99
ישימות פוליטית	10%	נמוכה	גבוהה	גבוהה
ישימות טכנית (חודשים)	5%	12	6	3
השפעות משניות	5%	ויתור על תכנית דגל	שינוי מהות התכנית והמנגנון	התקשרות הרשויות עם גופים חדשים וויתור על תכניות קיימות

לוח 2: מטריצת החלופות במונחים בני השוואה

קריטריון	משקל	She ++	Zoom אאוט	שוות ברשויות
צמצום התב"ר	40%	5.00	5.00	5.00
עלות כספית (מש"ח)	40%	5.00	2.19	1.00
ישימות פוליטית	10%	1.00	4.00	5.00
ישימות טכנית (חודשים)	5%	1.00	4.00	5.00
השפעות משניות	5%	4.00	3.00	5.00
מדד משוקלל	100%	4.35	3.62	3.40

לוח 3 – ניתוח רגישות

3.1 העלאת אחוז המימון שמשרד המדע צריך להעמיד ב She ++

קריטריון	משקל	She ++	Zoom אאוט	שוות ברשויות
צמצום התב"ר	40%	5.00	5.00	5.00
עלות כספית (מש"ח)	40%	5.00	3.48	1.00
ישימות פוליטית	10%	1.00	4.00	5.00
ישימות טכנית (חודשים)	5%	1.00	4.00	5.00
השפעות משניות	5%	4.00	3.00	5.00
מדד משוקלל	100%	4.35	4.14	3.40

3.2 הארכת משך הזמן לתחילת פעילות בשוות ברשויות מ- 3 חודשים ל- 15 חודשים:

קריטריון	משקל	She ++	Zoom אאוט	שוות ברשויות
צמצום התב"ר	40%	5.00	5.00	5.00
עלות כספית (מש"ח)	40%	5.00	2.19	1.00
ישימות פוליטית	10%	1.00	4.00	5.00
ישימות טכנית (חודשים)	5%	2.00	4.00	1.00
השפעות משניות	5%	4.00	3.00	5.00
מדד משוקלל	100%	4.40	3.62	3.20

3.3 צמצום משקל קריטריון צמצום התב"ר

קריטריון	משקל	She ++	Zoom אאוט	שוות ברשויות
צמצום התב"ר	30%	5.00	5.00	5.00
עלות כספית (מש"ח)	45%	5.00	2.19	1.00
ישימות פוליטית	10%	1.00	4.00	5.00
ישימות טכנית (חודשים)	10%	1.00	4.00	5.00
השפעות משניות	5%	4.00	3.00	5.00
מדד משוקלל	100%	4.15	3.43	3.20

לוח 4: ישימות פוליטית:

בעלי עניין	משקל	She ++	Zoom אאוט	שוות ברשויות
אגף מדע וקהילה במשרד המדע	40%	2	5	4
רשויות מקומיות	20%	4	3	5
מורי מדעי המחשב בחטיבה העליונה	10%	5	4	3
יחידות הסייבר בצבא	15%	5	4	3
הציבור הרחב	15%	3	4	5
סה"כ	100%	0.66	0.82	0.84

נספח 1: רשימת תכניות לפי פיזור גיאוגרפי וגופים מפעילים

ישנה שונות גבוהה בתכניות הקיימות בין תכנית אחת לשנייה ובין הגופים המפעילים אותן. חלק מהתכניות הן תכניות הכוללות את כל תחומי הדעת המרכיבים את מקצועות ה-STEM (Science, technology, engineering and mathematics) ומדעי המחשב הוא רק אחד מהתחומים שהתכניות עוסקות בהם, וחלק מהן הן ייעודיות לתחום מדעי המחשב והסייבר. הבדלים נוספים טמונים בדרכי ההוראה, במספר המשתתפות, בגיל המשתתפות, בתנאים המקדימים להשתתפות (תכניות ממיינות ותכניות פתוחות), בתדירות הפעילות, במקום הפיזי והגיאוגרפי בו נערכת הפעילות, ובמשך זמן הפעלת התכנית. גם הגורמים המפעילים את התכניות נבדלים זה מזה. יש המופעלות באופן עצמאי על ידי גוף אחד ויש הפועלות כהתארגנות של מספר גופים ביחד.

לרוב, התכניות מתקיימות במסגרת החינוך המשלים (הבלתי פורמלי) בשעות שלאחר סיום יום הלימודים בבתי הספר. מספר מועט של תכניות מתקיימות במהלך יום הלימודים. מבדיקה של התכניות שפועלות במהלך יום הלימודים, עולה שהן תכניות שהחלו בשל מחויבות ומוטיבציה גבוהה של מורה "משוגע לדבר", או של רשות מקומית שחרטה על דגלה קידום נערות בתחום.

רשימת גופים מפעילים ושותפים:

- משרדי ממשלה (משרד הביטחון, משרד רוה"מ, משרד המדע והטכנולוגיה, משרד החינוך)
- רשויות מקומיות (באר שבע, חיפה, רעננה, מעלה אדומים, בית ג'אן, כפר סבא)
- מוסדות אקדמיים (הטכניון, האוניברסיטה העברית, מכון ויצמן)
- עמותות וארגונים ("אליס קוד", "קווין בי", "שי קודס", מיזם shift inspire, ויצ"ו, התאחדות התעשיינים, תעשידע, מוזיאונים)
- חברות עסקיות וקהילות מקצועיות (גוגל, אינטל, יבמ, פיליפס, מיקרוסופט)
- קרנות פילנתרופיות (קרן רש"י, קרן אדליס)
- מורים ואנשים פרטיים (נטע בלום, מיזם "את"; רויטל יהל מנהלת אשכול פיס כפר סבא, ד"ר דורון זהר ודנה קליס-רגב מתיכון אוהל שם – רמת גן).

- "מגשימים" - המרכז לחינוך סייבר /קרן רש"י: פריפריה חברתית וגאוגרפית
 - "קלאב" - המרכז לחינוך סייבר /קרן רש"י: ראשון לציון, גן יבנה, מודיעין, ומשנה"ל תשפ"א גם בחולון
 - "ממריאות" - המרכז לחינוך סייבר /קרן רש"י: פתח תקווה, הרצליה
 - "אליס קוד": ראשון לציון, גבעתיים, חולון, אשדוד
- https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdjl9eBcuXZA7wrtOsr3LuIPoXM2A_7_e04sKhJOSJ-TG_jmA/viewform
- "קווין בי": תל אביב, ירושלים – מערב ומזרח העיר, כפר סבא, חיפה
- <https://www.queenb.org.il/register>
- "she codes" – סניפי נערות: תל אביב, רעננה, חיפה, ירושלים, רמת גן, באר שבע
- <https://she-codes.org/he/ng/>
- "Mind The Gap" של Google ישראל (לשעבר "מדע זה לבנות") – פריסה ארצית (לתלמידות כיתה ט –י' ביקור אחד בלבד, ל – 45 בתי ספר מכל הארץ).
- <https://sites.google.com/site/mtgnewschools/>
- "סודקות את תקרת הזכוכית": בת ים, נתניה, קריית מלאכי, קריית גת, מקווה ישראל ופרדס כץ.
- <https://www.5p2.org.il/programs/%D7%A1%D7%95%D7%93%D7%A7%D7%95%D7%AA-%D7%90%D7%AA-%D7%AA%D7%A7%D7%A8%D7%AA-%D7%94%D7%96%D7%9B%D7%95%D7%9B%D7%99%D7%AA/>
- (בשנים קודמות: נהריה, בת ים, רמלה-לוד, בני ברק, אזור ירושלים, נתיבות, ואופקים)
- "מדעניות העתיד" – משרד המדע והטכנולוגיה:

תל שבע, אום אל-פחם , טורעאן , טייבה , טמרה , רמלה , תל אביב - יפו , קדומים, מועצה אזורית גלבע, כפר סבא אור יהודה, עמק לוד(שדות דן), נתניה, יהוד, ראש העין, קריית מוצקין, נשר, הערבה התיכונה , מודיעין עילית, נתיבות אלעד, כפר כנא, בועיינה-נוג'ידאת , בוקעאתא , ביתר עילית , ירושלים , חוף אשקלון , עין מאהל , ערעה-בנגב

- **"נערות לשליחות במדע":** כפר סבא, והחל משנה"ל תשפ"א גם במעלה יוסף בצפון, טייבה, סכנין,

נהריה, אילת. <https://www.mop.education/yoyma/yoyma-girls-in-science/>

<https://www.facebook.com/2022887201277535/posts/2692763457623236/>

- **"מובילות לטכניון למדע ולתעשייה":** חיפה והאזור. -11-07-2017 [https://www.movilot.co.il/2017-02-07-11-](https://www.movilot.co.il/2017-02-07-11-45-21/2017-02-28-18-28-14/110-2017-05-18-09-48-22)

[45-21/2017-02-28-18-28-14/110-2017-05-18-09-48-22](https://www.movilot.co.il/2017-02-07-11-45-21/2017-02-28-18-28-14/110-2017-05-18-09-48-22)

- **מיזם "את" – קידום תלמידות למנהיגות טכנולוגית:** הוד השרון, חיפה, ראשון לציון, תל אביב.

<https://www.facebook.com/atprogram50/>

- **"כיתת נבחרת התלמידות" של תיכון אהל שם רמת גן:** רמת

גן. <https://www.edunow.org.il/edunow-media-story-235819>

- **נשים פורצות דרך במדע**

https://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/MadaTechnol

[ogya/tochniyot_yehudiot/shivyon/](https://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/MadaTechnol/ogya/tochniyot_yehudiot/shivyon/)

נספח 2: תיאור הלקוח

שם הלקוח: יזהר שי.

תפקיד: שר המדע והטכנולוגיה.

משאבי הלקוח: יזהר שי, שר המדע והטכנולוגיה נכנס לתפקידו לאחרונה כשר בממשלה ה-35 מטעם כחול לבן. זהו תפקידו הראשון כשר. לפני כניסתו לפוליטיקה עסק שי ביזמות בעולם ההייטק, ניהל חברות סטארט-אפ, כיהן בדירקטוריונים של חברות, ניהל קרן הון סיכון, שימש מנטור ליזמים והיה פעיל חברתי במיזמים וארגונים חינוכיים - חברתיים. משרד המדע והטכנולוגיה אמון על ההשקעה במחקר מדעי במדינת ישראל, מהווה חוליה מקשרת בין מחקר אקדמי ופיתוח תעשייתי, פועל ביצירת קשרי חוץ ושיתופי פעולה בין-לאומיים ומנגיש מדע לציבור הרחב באמצעות חוגים, פעילויות חינוכיות וקייטנות מדעיות ברשויות מקומיות בכל רחבי הארץ. תכניות חינוכיות בקהילה הן חלק מהעיסוק הקבוע של המשרד והן מתוקצבות על ידו מידי שנה. החלופות המוצעות מבוססות על תכניות תלת שנתיות התואמות את משאבי משרד המדע המכיר דרך פעולה זו ומפעיל לאורך השנים תכניות רב שנתיות כחלק מפעילותו השוטפת.

ערכיו של הלקוח: כמי ששימש בהתנדבות כיו"ר עמותה חינוכית לקידום ולמתן הזדמנות שווה לבני נוער (עמותת צהלה – למען הנוער בישראל), וכן התנדב במיזם "קמאטק" לשילוב של קבוצות מודרות (חרדים) להייטק הישראלי ניכר, כי תכניות לעידוד ולשילוב של נערות במקצועות מדעיים וטכנולוגיים תואמות את ערכיו. גם מינויה של אישה לתפקיד הביצועי המרכזי במשרדו - הגב' שי לי שפיגלמן כמנכ"לית משרדו, אשר מילאה תפקידים שונים בעולם ההייטק, שימשה כחברת מועצה ומחזיקת תיק החינוך המשלים והקהילה בסביון, וכיהנה כראש מטה ישראל דיגיטלית, יש בו כדי ללמד על ערכיו. בראיון עמו בחדשות "כיכר השבת" בתאריך 11.6.2019 אמר שי, כי המניע שגרם לו לעבור מעולם ההייטק לעולם הפוליטי היה הרצון לקדם את כלכלת החדשנות של ישראל שמובילה לחוסן כלכלי. בנוגע לשילוב נשים בהייטק, אמר: "יש עוד דרך ארוכה. זו לא בעיה של נשים, זו בעיה של מדינת ישראל ונשים וגברים צריכים לתקן אותה". אנו מעריכות כי השר שי, שעמד שנים ארוכות בקדמת תעשיית ההייטק הן כיזם והן כמשקיע בחברות,

מבין את הפוטנציאל בקידום נערות ללימודי מדעי המחשב וירצה לקדם, לחדש ולייעל תכניות שיש בהן כדי להוביל את ישראל לקדמת העשייה במדע ובטכנולוגיה.⁴⁷

האינטרס של הלקוח: ישראל מתמודדת עם מחסור במדענים ובמהנדסים, המאיים לפגוע בהישגיה הטכנולוגיים וביתרון התחרותי שלה כ"אומת סטארט-אפ" מובילה. החלטת ממשלה מספר 2292 שהתקבלה בשנת 2017 הטילה על משרד המדע והטכנולוגיה להקצות ממקורותיו ולקיים תכנית חשיפה למדע ולטכנולוגיה לתלמידי חטיבת ביניים ותיכון במסגרת החינוך הבלתי פורמאלי לעידוד לימוד ופעילות בתחומי המדע, הטכנולוגיה והחדשנות שתכלול, בין היתר, לימודי הנדסה, מחשבים, רובוטיקה וסייבר. האינטרס של השר כשר חדש להציג הישג משמעותי יכול לפגוש את המוטיבציה שלו להגדיל את אפשרויות התעסוקה של אוכלוסיות מודרות ובאופן ספציפי – אוכלוסיית הנשים בהייטק. בנוסף, כמי שהתמקד בהשקעותיו טרום כניסתו לפוליטיקה, בתקשורת ומדיה דיגיטלית הוא עשוי לראות בצורה בהירה במשבר הקורונה הזדמנות לקדם תכניות המתבססות על תקשורת ומדיה דיגיטלית ולייצר אהדה לתכניות הנסמכות על ערוצים אלה לקידום תכניות לעידוד נערות ללמוד את תחום מדעי המחשב. נייר מדיניות זה מבקש להשפיע על בחירתן של הנערות ללמוד במגמות מדעי המחשב באמצעות תכניות חיצוניות שיבוצעו על ידי משרד המדע בעוד את תוצאות ההשקעה ופירותיה לטווח הקצר יראה דווקא משרד החינוך ומערכת החינוך עם רישום מוגבר למגמת מדעי המחשב. ואולם, משרד המדע יזכה במהלך זה לפירות עתידיים הרלוונטיים לחייהן הבוגרים של אותן נערות ועל כן הגדרת הבעיה משרתת את החלופות שהוצעו ומתאימה לאינטרס של הלקוח שנבחר, אשר יקצור פירותיו בעוד שנים ספורות קדימה.

הערכה מסכמת: הגדרת הבעיה המוצעת על ידנו תואמת את משאבי הלקוח, ערכיו וענייניו. משרד המדע והטכנולוגיה מקדם את תחום המדע והטכנולוגיה על כל רבדיו, החל משלב מערכת החינוך, עובר לשלב האקדמיה ועד לעולם התעסוקה. בסמכותו של השר יזהר שי ליישם כל אחת מהחלופות המוצעות כדי לתת מענה לכלל הנערות בגילאי חטיבת הביניים בישראל.

⁴⁷ מתוך עמוד הפייסבוק של שר המדע והטכנולוגיה <https://www.facebook.com/ShayIzhar/posts/454706082026496> (גישה 27.7.20)