



מכון הנרייטה סאלד
המכון הארצי למחקר במדעי ההתנהגות

תקציר ממצאי מחקר על הפוטנציאל של תלמידות להצטיין במתמטיקה ובמדעים

ד"ר רחל זורמן
מנכ"לית
מכון סאלד

קרון דביר
חוקרת בכירה
מכון סאלד

פרופ' רונית קרק
המחלקה לפסיכולוגיה
והתכנית ללימודי מגדר
אוניברסיטת בר אילן

אוקטובר, 2016

א. מטרת המחקר

מטרת המחקר הנוכחי היא לבחון את לימודי המתמטיקה והמדעים בקרב תלמידות בבית הספר התיכון, בכדי לעודד תלמידות ללמוד תחומים אלו ברמה גבוהה (5 יח"ל).
להלן השאלות המרכזיות שהנחו את המאמץ המחקרי:

- מהי תמונת המצב בקרב תלמידות בתחומים אלו?
- האם קיים פוטנציאל משמעותי של תלמידות ללימוד חמש יחידות מתמטיקה שאינו ממומש?
- בעת בחירת התמחות במדעים בתיכון, מדוע תלמידות נוטות להעדיף ביולוגיה וכימיה, בהן הן מהוות את מרבית התלמידים בכיתה, על פני פיזיקה, מחשבים ואלקטרוניקה?
- כאשר תלמידות מחליטות לבחור, להתמיד או לנשור ממגמות של חמש יחידות מתמטיקה ופיזיקה, מהי החשיבות היחסית של הגורמים הבאים בהקשר להחלטתן: הידע והמיומנויות שלהן, הגישה והפרקטיקות של המורה שלהן, השפעת בני משפחה וחברים, והמוטיבציה האישית שלהן?

ב. שיטה

בחלקו הכמותי של המחקר עובדו נתונים מתוך קבצי נתונים לשנים 2010-2014 שבחדר המחקר הווירטואלי של משרד החינוך, לכדי חמישה דוחות הממפים את מאפייני ההיבחות של בוגרות י"ב במקצועות מתמטיקה, פיסיקה, כימיה, ביולוגיה ומדעי המחשב. לגבי כל אחד ממקצועות הלימוד הושוו מאפייני הבוגרות הנבחות בבחינת הבגרות ברמה גבוהה (5 יחידות לימוד) למאפייני הבוגרים (הבנים) הנבחים ברמה זו וכן מאפייני הבוגרות המצטיינות¹ בבחינת הבגרות ברמה גבוהה (5 יחידות לימוד) למאפייני הבוגרים (הבנים) המצטיינים ברמה זו.

עבור מקצוע המתמטיקה נערכה בחינת שאלת הפוטנציאל שאינו ממומש של תלמידות וזאת באמצעות השוואת מאפייני הבוגרות הנבחות ברמה גבוהה לעומת בוגרות שלא נבחות ברמה זו² וכן באמצעות השוואה בין מאפייני הבוגרות המצטיינות ברמה של 4 יחידות לימוד בבתי ספר בהם מגישים לבחינת במתמטיקה ברמה הגבוהה (5 יחידות לימוד) ובין מאפייני הבוגרות המצטיינות בבתי ספר שאינם מגישים לרמה זו.

בחלק האיכותני של המחקר נאספו הנתונים באמצעות ראיונות אישיים, ובאמצעות קבוצות מיקוד שהתייחסו לשאלות המחקר. המשתתפים הגיעו מהאוכלוסייה היהודית חילונית, דתית, חרדית, ומהחברה הערבית. התקיימו 29 ראיונות עומק עם תלמידות, הורים, מורים, מומחיות למגדר, גורמים עירוניים ומומחיות ממשרד החינוך וחמש קבוצות מיקוד, שכללו ביחד 34 משתתפים מקרב

¹ הצטיינות משמעותה זכאות לציון מעל ל-85 בבחינת הבגרות.

² ההתייחסות היא אך ורק לבוגרות שנבחנו בבחינת הבגרות במתמטיקה ברמה של 3-4 יחידות לימוד.

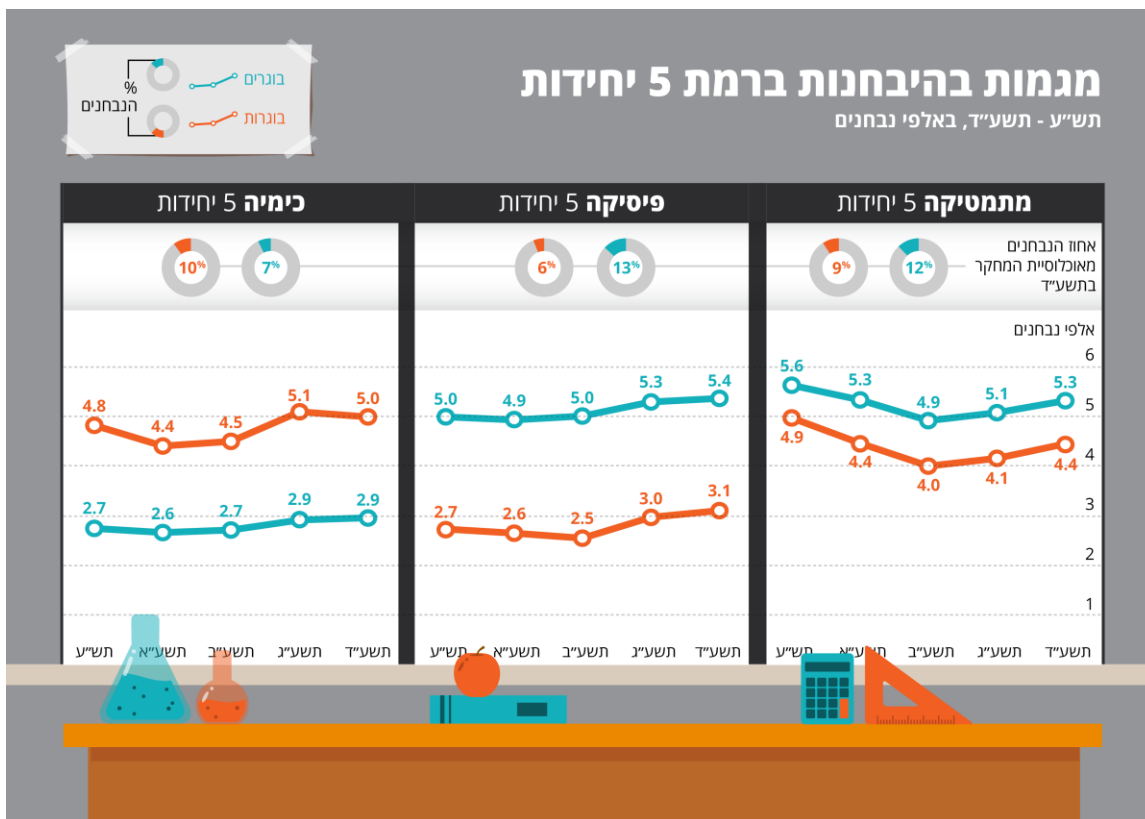
תלמידות ומורים מקצועיים. סה"כ השתתפו במחקר האיכותני 63 משתתפים/ות.

- המתווה לראיונות האישיים ולקבוצות מיקוד היו דומים והתמקדו בנושאי העניין של ההערכה:
- הסיבות לבחירת המקצועות המורחבים (עם דגש על מתמטיקה ופיזיקה) ולנשירה מהם.
 - הסיבות לכך שתלמידות מעדיפות ביולוגיה וכימיה על פני פיזיקה, מתמטיקה, ומחשבים.
 - אסטרטגיות ייחודיות שמסייעות בקידום תלמידות בתחומים אילו.
 - האופן בו תלמידות מתייחסות לנושאים אלו וכיצד הן מושפעות מגורמים מרכזיים בחייהן: הורים, קבוצת השווים, מורים, המערכת הבית ספרית, והסביבה הרחבה יותר.

ג. תמונת המצב בהיבחנות ברמה גבוהה במקצועות המתמטיקה והמדעים

אוכלוסיית המחקר הנוכחי כללה בוגרי י"ב בחינוך הרגיל שנבחנו בבחינת בגרות אחת לפחות בשנים תש"ע-תשע"ד. אוכלוסייה זו מהווה 80% מכלל אוכלוסיית בוגרי י"ב. בוגרות י"ב מהוות 54% מכלל אוכלוסיית המחקר והבוגרים (הבנים) בהתאמה מהווים 46% מכלל אוכלוסיית המחקר. תרשים 1 מציג את מגמות ההיבחנות של בוגרות י"ב ברמה גבוהה במקצועות מתמטיקה, פיסיקה וכימיה, לעומת בוגרי י"ב.

תרשים 1: מגמות ההיבחנות ברמה גבוהה במתימטיקה, פיסיקה וכימיה בתש"ע-תשע"ד



מהממצאים בתרשים 1 עולה כי לאורך השנים הנבחנות מספרן (ואחוזיהן) של בוגרות י"ב הנבחנות ברמה גבוהה במקצועות מתמטיקה ופיסיקה נמוך ממספרם (ואחוזיהם) של בוגרי י"ב (הבנים) הנבחנים ברמה זו במקצועות הללו. בדומה לכך, אחוז הבנות הנבחנות בבחינת הבגרות במדעי המחשב ברמה של 5 יחידות לימוד הינו נמוך ביותר ועומד רק על 4% מכלל בוגרות י"ב לעומת כעשירית מכלל בוגרי י"ב. לעומת ממצא זה, עולה ממצא הפוך במקצועות כימיה וביולוגיה, בהם מספרן (ואחוזיהן) של בוגרות י"ב הנבחנות ברמה של 5 יחידות לימוד, גבוה ממספרם (ואחוזיהם) של בוגרי י"ב (הבנים) הנבחנים ברמה זו. יש לציין שאחוז הבנות הנבחנות בבחינת הבגרות בביולוגיה ברמה של 5 יחידות לימוד הינו גבוה מאד ועומד על כחמישית מכלל בוגרות י"ב וזאת לעומת 11%-13% מכלל בוגרי י"ב.

מהדוחות העוסקים במגמות ההיבחנות במקצועות השונים עולה כי אחוזי בוגרות י"ב הנבחנות ברמה גבוהה במתמטיקה ובמקצועות מדעיים, המגיעות מאוכלוסיות מוחלשות גבוהים יותר מאשר האחוזים המקבילים בקרב בוגרי י"ב הנבחנים ברמה זו. האוכלוסיות המוחלשות נבחנו לפי שלושה קריטריונים:

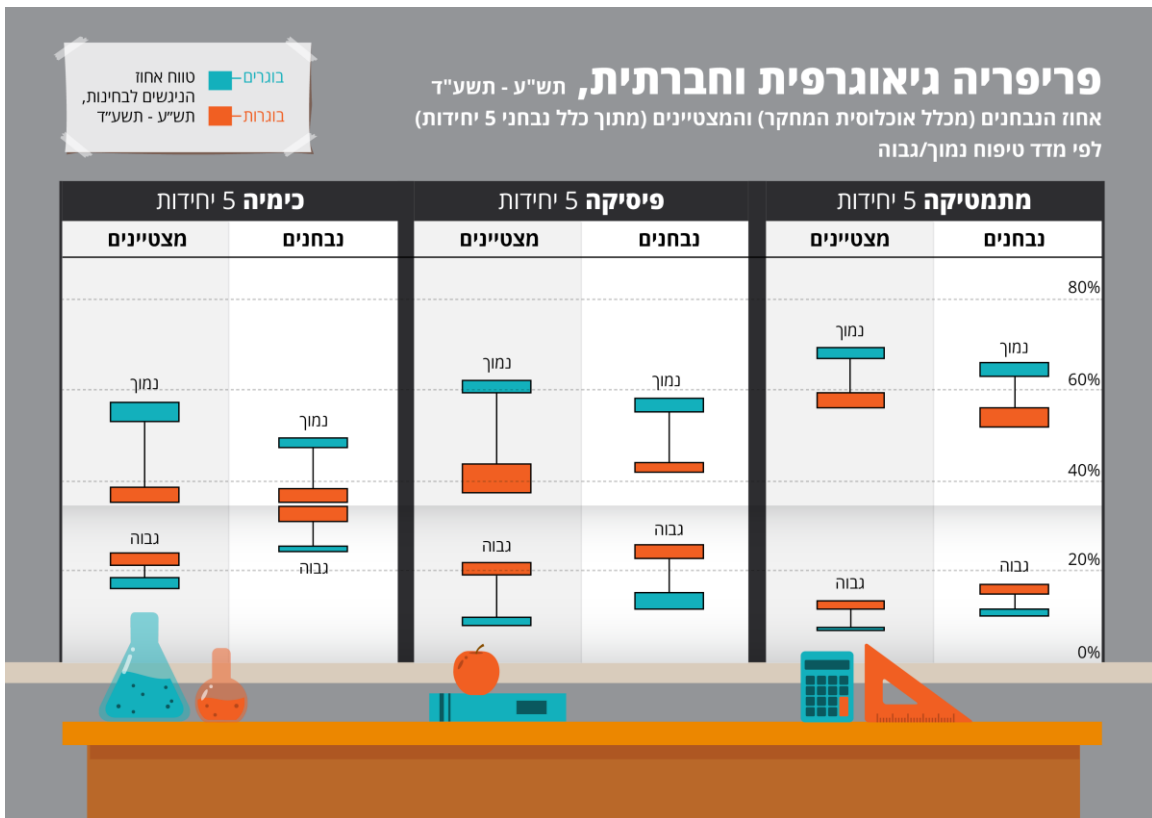
1. מדד טיפוח בית ספרי – המעריך את מידת החסך החינוכי של כלל תלמידי בית הספר.
2. מידת הפריפריאליות הגיאוגרפית של בית הספר – כאשר במחקר זה בתי ספר במחוזות צפון

ודרום נחשבו לפריפריאליים ביותר.

3. השתייכות לאוכלוסיות מיעוטים אתניים – נבחנה על ידי מגזר בית הספר, כאשר במחקר זה בחרנו להתמקד במגזר הערבי³.

תרשים 2 עוסק בהשוואת מגמות ההיבחנות וההצטיינות של בוגרות ובוגרי י"ב בפילוח לפי מדד טיפוח נמוך (אוכלוסייה חזקה יחסית) וממד טיפוח גבוה (אוכלוסייה מוחלשת מבחינה סוציו-אקונומית) בשנים תש"ע-תשע"ד⁴.

תרשים 2: היבחנות וההצטיינות ברמה גבוהה במתימטיקה, פיסיקה וכימיה לפי מדד טיפוח בתש"ע-תשע"ד



מהממצאים העולים מתרשים 2 ניכר כי אחוז בוגרות י"ב הנבחנות ברמה גבוהה במתמטיקה, פיסיקה וכימיה, המגיעות מבתי ספר בהן אוכלוסיית התלמידים מוגדרת כבעלת חסך חינוכי גבוה (מדד טיפוח גבוה), גבוה יותר בהשוואה לבוגרים (הבנים) הנבחנים ברמה זו. המצב הפוך במקרה של

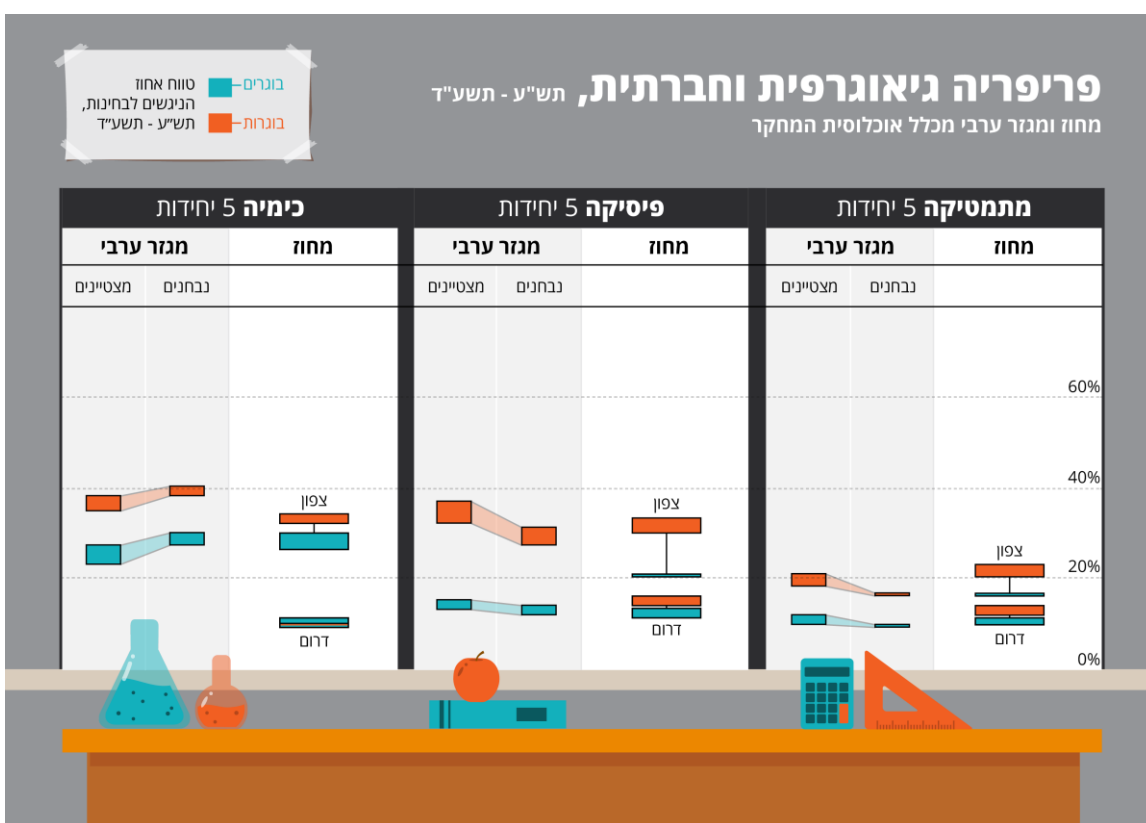
³ אחוזי הנבחנים בבחינות הבגרות במתמטיקה ובמקצועות מדעיים במגזר הדרוזי והבדואי קטנים מאד ולכן ישנה התייחסות אליהם בדוחות המפורטים בלבד.

⁴ טווח אחוז הניגשים לבחינות מוגדר כטווח בין האחוז המינימלי של נבחנים בשנים תש"ע-תשע"ד ובין האחוז המקסימלי של נבחנים באותה תקופה.

מדד טיפוח נמוך, כאשר אחוז הבוגרים (הבנים) גבוה מאחוז הבוגרות. יש לציין כי ההבדלים בולטים אף יותר כאשר בוחנים את אוכלוסיית המצטיינים (ראו את העמודה השמאלית בתרשים, בכל אחד מהמקצועות הנבחרים).

ממצאי הבחינה לפי מידת פריפריאליות גיאוגרפית והשתייכות למגזר הערבי בשנים תש"ע-תשע"ד⁵ מוצגים בתרשים 3.

תרשים 3: היבחנות וההצטיינות ברמה גבוהה במתימטיקה, פיסיקה וכימיה לפי מחוזות בפריפריה הגיאוגרפית ובמגזר הערבי בתש"ע-תשע"ד



מתרשים 3 עולה כי אחוז בוגרות י"ב הנבחנות ברמה גבוהה בבחינת הבגרות במתמטיקה, פיסיקה וכימיה, המשתייכות למחוז צפון גבוה יותר בהשוואה לבוגרים (הבנים) הנבחנים ברמה זו. אחוז בוגרות י"ב הנבחנות ברמה גבוהה בבחינת הבגרות במתמטיקה, פיסיקה וכימיה, המשתייכות למגזר הערבי, גבוה יותר בהשוואה לבוגרים (הבנים) הנבחנים ברמה זו. הפערים בולטים אף יותר בקרב אוכלוסיית המצטיינים במגזר הערבי (ראו את העמודה השמאלית בתרשים, בכל אחד מהמקצועות).

⁵ טווח אחוז הניגשים לבחינות מוגדר כטווח בין האחוז המינימלי של נבחנים בשנים תש"ע-תשע"ד ובין האחוז המקסימלי של נבחנים באותה תקופה

הפוטנציאל הלא ממומש של תלמידות במקצוע המתמטיקה נבחן בשני אופנים:

1. השוואת מאפייני הבוגרות הנבחנות בבחינה ברמה גבוהה עם מאפייני הבוגרות שאינן נבחנות ברמה זו בתש"ע – תשע"ד:

מניתוח נתוני מערך השוואת המאפיינים עולה מגמת ירידה מסוימת באחוז בוגרות י"ב הנבחנות בבחינת הבגרות במתמטיקה ברמה של 4 יחידות לימוד, מכרבע מכלל הבוגרות בשנת תש"ע ועד לכחמישית מהן בשנת תשע"ד, ועליה משמעותית באחוז הבוגרות הנבחנות בבחינת הבגרות במתמטיקה ברמה של 3 יחידות לימוד מ-44% בתחילת התקופה הנבחנת ל-55% בסופה. הבוגרות הנבחנות בבחינת הבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה נמצאו כמגיעות מאוכלוסיות חזקות יותר במיוחד בהתייחסות להשכלת הורים ומדד טיפוח בית ספרי: 64%-68% מהבוגרות הנבחנות בבחינת הבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה, מגיעות מרקע משפחתי משכיל (הורים בעלי תארים אקדמיים) לעומת רק כ-41% מהבוגרות הנבחנות בבחינת הבגרות במתמטיקה ברמה של 3-4 יחידות לימוד. כמחצית מהבוגרות הנבחנות בבחינת הבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה, מגיעות מבתי ספר המוגדרים בעלי חסך חינוכי נמוך לעומת רק 37%-40% מהבוגרות הנבחנות בבחינת הבגרות במתמטיקה ברמה של 3-4 יחידות לימוד. לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין הקבוצות השונות מבחינת פריפריאליות (הן גיאוגרפית לפי מחוז, והן בהשתייכות למגזר הערבי).

2. השוואת מאפייני הבוגרות המצטיינות ברמת של 4 יחידות לימוד בבתי ספר בהם מגישים לבחינת במתמטיקה ברמה הגבוהה (5 יחידות) למאפייני הבוגרות המצטיינות בבתי ספר שאינם מגישים לרמה זו בתש"ע – תשע"ד

ממצאי המחקר עולה כי כחמישית מכלל בוגרות י"ב לומדות בבתי ספר בהם אין מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה של 5 יחידות לימוד. כרבע מבוגרות י"ב הלומדות בבתי ספר המגישים לבגרות במתמטיקה ברמה של 5 יחידות לימוד, נבחנות בבחינה ברמה של 4 יחידות לימוד וזאת לעומת רק כעשירית מקרב הבוגרות הלומדות בבתי ספר שאינם מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה זו. יש להדגיש כי אחוז המצטיינות בבחינה ברמה של 4 יחידות לימוד דומה עד כדי זהה (כמעט מחצית מהבוגרות) הן בבתי ספר בהם מגישים לבחינה ברמה הגבוהה והן בבתי ספר שבהם אין מגישים לבחינה ברמה זו. הבוגרות המצטיינות בבחינה ברמה של 4 יחידות לימוד, המגיעות מבתי ספר בהם מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה נמצאו כמגיעות מאוכלוסיות חזקות יותר, במיוחד בהתייחסות להשכלת

הורים ומדד טיפוח בית ספרי :

כ-65% מהבוגרות המצטיינות הלומדות בבתי ספר בהם מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה, מגיעות מרקע משפחתי משכיל (הורים בעלי תארים אקדמיים) וזאת לעומת מחצית בלבד מהבוגרות המצטיינות המגיעות מבתי ספר בהם אין מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה. כמחצית מהבוגרות המצטיינות הלומדות בבתי ספר בהם מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה, מגיעות מבתי ספר המוגדרים בעלי חסך חינוכי נמוך, וזאת לעומת כחמישית⁶ בלבד מקרב הבוגרות המצטיינות המגיעות מבתי ספר שאינם מגישים לבחינה ברמה גבוהה.

באותם בתי ספר שאינם מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה, נמצא ייצוג משמעותי גדול יותר של בוגרות מצטיינות בבחינה ברמה של 4 יחידות לימוד, בפיקוח הממלכתי-דתי והחרדי : 27%-39% מבין מהבוגרות המצטיינות המגיעות מבתי ספר בהם אין מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה, לומדות בבתי ספר תחת הפיקוח הממלכתי דתי וזאת לעומת כחמישית בלבד מבין מהבוגרות המצטיינות המגיעות מבתי ספר בהם מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה. 29%-42% מבין מהבוגרות המצטיינות המגיעות מבתי ספר בהם אין מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה, לומדות בבתי ספר תחת הפיקוח החרדי וזאת לעומת 1%-2% בלבד מבין מהבוגרות המצטיינות המגיעות מבתי ספר בהם מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה. ייצוג משמעותי גדול יותר של בוגרות מצטיינות בבחינה ברמה של 4 יחידות לימוד, נמצא גם בבתי ספר שאינם מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה בפריפריה החברתית והגאוגרפית : 8%-15% מבין מהבוגרות המצטיינות המגיעות מבתי ספר בהם אין מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה, לומדות בבתי ספר שבמגזר הבדואי וזאת לעומת אחוז אחד בלבד מבין מהבוגרות המצטיינות המגיעות מבתי ספר בהם מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה. 20%-27% מבין מהבוגרות המצטיינות המגיעות מבתי ספר בהם אין מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה, לומדות בבתי ספר במחוז דרום וזאת לעומת 7%-9% בלבד מבין מהבוגרות המצטיינות המגיעות מבתי ספר בהם מגישים לבגרות במתמטיקה ברמה גבוהה.

ד. נסיבות וסיבות ומנופים לשינוי

הממצאים האיכותניים מתייחסים לנסיבות ולסיבות לתמונת המצב הקיים בקרב תלמידות וכן לגורמים מאפשרים שעשויים להוות מנוף לשינוי. הממצאים יוצגו מזווית המבט של המשתתפים במחקר – תלמידות, הורים, מורים וחוקרות מגדר שרואינן. הם מוצגים באשכולות של תלמידות ומעגלי ההשפעה שמסביבן: הורים, קבוצת השווים, מורים, המערכת הבית ספרית והסביבה החברתית הרחבה יותר.

⁶הממצא נכון לשנים תשע"א-תשע"ד שכן בשנת תש"ע לא היו כמעט בוגרות מצטיינות שהגיעו מבתי ספר שאינם מגישים לבגרות ברמה גבוהה ומוגדרים בעלי חסך חינוכי נמוך.

גורמים מאפשרים:

- ידע על שימושיות התחום לעתיד מקצועי - בבחירת מקצוע מורחב, תלמידות שוקלות שימושיות המקצועות עבור עתידן. כך הרבה תלמידות דיברו על בחירה בביולוגיה וכימיה עקב התעניינות ברפואה, אחיות או רוקחות.
- בחירה בתחומים שנחווים כמהנים
- התבססות על הצלחה קודמת בתחום - בעיקר בחירה ב5 יחידות מתמטיקה בעקבות הצלחה קודמת במקצוע.
- העלאת הביטחון העצמי של תלמידות - דבר זה יסייע לתלמידות להתגבר על החששות שלהן מכישלון במקצועות תובעניים ועל תפיסת החולשה שלהן במקצועות ריאליים ביחס לבנים. ניתן ליישם זאת באמצעות:
- תכניות העצמה לנערות – בהן מדברים עם תלמידות ותלמידים על מגדר במטרה לשנות תפיסות סטריאוטיפיות.
- חשיפת תלמידות למודלים של מסוגלות והצלחה – באמצעות חשיפתן לנשים מוצלחות מתחומי ההיי-טק, ההנדסה והמדעים שייפגשו עמן ויהיו השראה עבורן.

אתגרים:

- רצון להצטיין וחשש מכישלון- ככל הנראה, תלמידות חוששות לקחת סיכונים וללמוד מקצועות תובעניים ומאתגרים כגון פיזיקה. הדבר נובע מרצון עז של תלמידות להצטיין ולקבל ציונים טובים.
- סלידה מתחרות - ההווי התחרותי בכיתות הלומדות מקצועות ריאליים מורכבים מכבה הרבה תלמידות. הן מעדיפות ומתחברות יותר ללמידה שיתופית.
- חוללות עצמית נמוכה - תלמידות רואות עצמן כחלשות בתחומי הפיזיקה והטכנולוגיה וכחזקות יותר בתחומי הביולוגיה והכימיה. הדבר גורם לכך שאחוז נמוך, יחסית, מבוגרות י"ב נבחנות במקצועות המתמטיקה (כעשירית) והפיסיקה (כ-6%) ברמה גבוהה, ולעומת זאת כמעט חמישית מהן בוחרות להבחן בבחינת הבגרות בביולוגיה ברמה גבוהה. יש לציין שאמנם רק עשירית מבוגרות י"ב נבחנות ברמה גבוהה בבחינת הבגרות בכימיה, אך אחוז הבוגרים (הבנים) הנבחנים ברמה זו עומד רק על 7%.
- אי הצלחה קודמת במתמטיקה והנחה שאם לא הצלחתי בעבר לא אצליח בעתיד – הסיבה הכי נפוצה שתלמידות הזכירו לאי בחירת חמש יחידות מתמטיקה הייתה שהן 'לא מספיק טובות'. מדובר במצב בו תלמידות אינן בוחרות את היכולות שלהן בכל שלב, אלא מתבססות על תיוג חיזוני או עצמי של חולשה בהתבסס על ניסיון קודם.

גורמים מאפשרים :

הורים מהווים מנוע מרכזי לשינוי בתחום הזה.

- תלמידות מציינות לרוב את ההשפעה והמעורבות ההורית בצורה חיובית ומשמעותית.
- ישנם מצבים בהם ההורים נתפסים כמפעילים לחץ, אם כי גם זה מובן לרוב בצורה חיובית בדיעבד.
- ההורים מרכזיים במספר שלבים בתהליך: בבחירת המקצוע, במניעת נשירה, בבחירות המשך.

ההורים ממלאים פונקציות שונות:

- רגשיות: ככוח נגדי להשפעות שאינן מיטיבות של מורים, עידוד ותמיכה רגשית, אמונה ביכולות של התלמידות.
- קוגניטיבית: סיוע בבניית תמונה עתידית של אפשרויות תעסוקה, ניפוץ סטריאוטיפים.
- משאבים: סיוע של ההורים עצמם בהתמודדות עם השיעורים ומטלות הלמידה, ומימון מורים פרטיים.
- מודלים לחיקוי בתחום: תעסוקת ההורים ותחומים שלהם הוזכרו כמאפשרים נגישות לנושא.
- הן לאמהות והן לאבות תפקיד משמעותי בנושא. חשוב להדגיש את תפקיד האבות והמרכזיות שלהם, בין היתר כנותני הסיוע המרכזיים בלמידה בבית בתחומי המדעים המדויקים, כמודלים לחיקוי בתחום וכמעודדים ומאתגרים את התלמידות ללמוד תחומים אילו.

אתגרים:

- אין מספיק שימוש בית ספרי בהשפעה ההורית.
- אין תקשורת מספקת בין בית הספר להורים: בתהליכים מקדימים, בתהליכי בחירת מגמות, בשלבים של התלבטות על נשירה, בדיאלוג שוטף במהלך הלמידה. בעיקר חסר דיאלוג עם מורים לפיזיקה (עם מורי מתמטיקה יש יותר דיאלוג).
- האבות לא מספיק מעורבים בחלק מהמקרים.
- להורים אין מספיק ידע על חלק מהמקצועות ועל השימושים העתידיים בהם, למשל פיזיקה.
- חלק מההורים מרגישים שהמורים לא מספיק מעודדים ותומכים וכי לעיתים הם מכשילים את ילדיהם בתהליך של בחירה, התמדה – מניעת נשירה- והצלחה בתחומים אילו.
- להורים יש סטריאוטיפים מגדריים וחוסר ידע בתחום, היעדר רגישות מגדרית. הם מעבירים זאת לתלמידות ולתלמידות.

קבוצת השווים (תלמידות ותלמידים המצויים בקרבת התלמידות)

גורמים מאפשרים :

- כיתות נפרדות לתלמידות בתחילת הדרך - כאשר תלמידות לומדות בנפרד מהבנים הן לא צריכות לחשוש מכך שהן לא יצליחו ביחס לבנים. בנוסף, התלמידות לא יאלצו לחשוש מאיך שהן יצטיירו בעיני הבנים והן יהיו חופשיות להשתתף ולשאול שאלות.
- פרויקטים קבוצתיים והפחתת תחרות – עבודה שיתופית מאפשרת לתלמידות חלשות יותר להרגיש שיש להן מקום במקצוע ומעלה את המוטיבציה שלהן..
- עידוד הדדי בין תלמידות – עלה מן הראיונות כי קיימת תמיכה של תלמידות בתלמידות אחרות בלימוד מתמטיקה ברמה גבוהה, בעיקר בכיתות המורכבות מתלמידות בלבד.
- עבודה עם בנים על תפיסות מגדריות – במהלך הראיונות הודגשה החשיבות של חינוך בנים אודות סטריאוטיפים מגדריים כחלק מהמלחמה בתופעה.

אתגרים :

- רצייה חברתית ולחץ חברתי מונעים מתלמידות לבחור בתחומים ריאליים- הצומת של הבחירה נתונה מאוד ללחץ חברתי וקבוצת השווים משפיעה בצורה הכי דרמטית על הבחירה, על פי חוקרות. במקביל לכך יש לחץ חברתי הדוחף בנים ללמוד מקצועות ריאליים ומונע מתלמידות ללמוד מקצועות אלו.
- לעתים תלמידות חשות אי נוחות ותחושת נחיתות בעקבות היותן מיעוט בתחומים הריאליים
- חשש מכישלון ביחס לבנים
- לחץ חברתי מתמיד ותחרות בכיתת המגמה להוכיח את עצמן ולקבל אישור לכך מהבנים.
- בריונות הבנים כלפי תלמידות- ישנן לעתים אמרות מפורשות של לעג של בנים כלפי תלמידות שלא מתאים שהן ילמדו מקצועות ריאליים מורכבים כי הם 'לא מקצועות של תלמידות'. בנוסף לכך, תלמידות לעתים מודרות מפעילויות ויוזמות כיתתיות במגמות ריאליים מורכבים, כגון קבוצות וואטס-אפ בשל היותן תלמידות.
- מתח בין בנים ותלמידות בשל הבדלים בסגנון הלמידה – תלמידות הצביעו על מתח מגדרי בעקבות כך שהבנים עושים דברים בלי להבין ואילו התלמידות רוצות להתעמק.

הוראה ופדגוגיה – דמות המורה

גורמים מאפשרים :

- שיטת הוראה מחוברת – עלה הצורך בשיטת הוראה שמחברת את המושגים הנלמדים למושגים

בחיי היום יום. ניתן ליישם הוראה מחוברת באופנים רבים.

חיבור באמצעות הקשר – הוראה סיפורית שנותנת הקשר. זה יכול להיות הקשר היסטורי, סוציולוגי, פוליטי, אומנותי, או כל היבט אחר. לדוגמא: דרך סיפורים על המדענים שהגו את התיאוריות, דרך המחשה של רוח התקופה, לספר על משוואות ניוטון דרך סיפור החיים שלו והשמעת מוזיקה מהתקופה, להמחיש דרך הפינק פלויד על עיקרון המנסרה.

חיבור באמצעות שימושיות – המחשה של התופעה המדעית והשימושים ביום יום של העקרונות הנלמדים. למשל הסבר על פיזיקה גרעינית דרך צנטריפוגות בסוריה ואיראן, הסבר על פיזיקה מודרנית - התפתחות המודל שמלמדים כיום וכיצד הוא תואם חשיבה אנושית, איך למנוע תאונות בזווית הבניה של הכביש ועוד.

הוראה מעמיקה – רצון של תלמידות בהוראה מעמיקה של התיאוריה. הבנה של הרציונל והתהליך. הוראה שנותנת הסברים על המהלך ולא רק דרך טכנית (למידת משוואות בלבד) להגעה אל התוצאה.

- פרויקטים ייחודיים קבוצתיים – בעיקר בהקשר לפיסיקה מאוד מסייעים ללמידת תלמידות. לדוגמא: פרויקטים של כספות, רובוטיקה, עבודה קבוצתית עם הדרכה ייחודית. פרויקטים שמפחיתים תחרות.
- למידה נפרדת – תלמידות ומורים ראו ערך בלמידה של תלמידות לתקופה מסוימת (לדוגמא, בחט"ב) כדי לאפשר להן לצבור בטחון עצמי לקראת למידה מעורבת מאוחר יותר (בתיכון).
- תהליכי חניכה ומנהיגות של התלמידות – בעקבות פרויקטים, פעמים רבות תלמידות השתתפו בתהליכי הסברה נלווים: העברת תכנים או תהליך לתלמידים צעירים יותר, חניכה, הצגת הפרויקטים לכיתות מקבילות. נראה כי הדבר סייע להביא יותר תלמידות לתחום.
- המורה למדעים כדמות להזדהות – מורים שיותר מכירים ותואמים את ה"ראש", ההווי, החיים והערכים של התלמידות, הן לרוב מורות נשים, או מורים מתכניות ייחודיות, כגון חותם.
- המורה כתומך/ת – עלה צורך משמעותי בתמיכה, עידוד, אהדה, דיאלוג עם המורים במקצועות המדעיים כגורם חשוב ומשפיע.

אתגרים:

- תחושה שהמורים לא תמיד מדברים את השפה של התלמידים
- תחושה שהמורים אינם מודלים לחיקוי עבור תלמידות. הרבה מורים הם גברים, בעיקר בפיסיקה, דבר המחזק את התדמית הגברית של תחומים אלו. מורים שאינם נתפסים כתואמים את ה"ראש" של התלמידות.
- רמת קושי גבוהה מידי של המבחנים וההוראה שעולה על רמת הבגרות.
- תחושה שיש ניסיונות מכוונים לגרום לתלמידות לנשור.
- דרישה, שנחווית כמוגזמת, של המורים להשקיע שעות רבות מאוד בתרגול בבית (בעיקר

במתמטיקה).

- היעדר שיעורי עזר ופניות של מורים למתן עזרה בבית הספר ובעקבות כך צורך לשכור מורים פרטיים מחוץ לבית הספר.

מערכת

גורמים מאפשרים:

- גודל כיתה – גודל הכיתה צוין כמשפיע על איכות ההוראה, הקשר עם תלמידים, והיכולת להעניק עזרה לתלמידים.
- מספר שעות לימוד – יש צורך ביותר שעות הוראה ותמיכה או לקיחת שעות מתחומים אחרים הדורשים פחות תרגול.
- התאמת שעות ההוראה לשעות של ערנות וקשב של התלמידים, למשל בשעות הבוקר.
- רמות שונות של למידה מורחבת: היצע של רמות שונות של למידת 5 יחידות מתמטיקה ופיסיקה: 5 רגיל, 5 פלוס (עם יותר שיעורי עזר), אתגר.
- מבנה שמאפשר בחירה ב-5 יחידות פיסיקה ללא תנאי מקדים של 5 יחידות מתמטיקה
- כיתות נפרדות לבנים ותלמידות
- חשיפה מוקדמת לתכנים, בעיקר של פיסיקה – ביסודי או לפחות בחטיבת ביניים. מורים למדעים ביסודי לעיתים קרובות אינם באים מהדיסציפלינה אותה הם מלמדים, ובכיתות הנמוכות ובחטיבות הביניים המורים בעיקר באים מתחומי הביולוגיה והכימיה ועל כן אינם נותנים ייצוג והשראה בפיסיקה.
- סדנאות התמודדות עם לחץ והתארגנות למבחנים לתלמידות.

אתגרים:

- מיעוט שעות הוראה
- מיקום שעות הוראת מקצועות אילו במערכת עם עדיפות ללימוד בשעות בהם הריכוז גבוה.
- כיתות גדולות מידי
- רמה אחת של לימוד
- דרישות כניסה מגבילות, כגון חובת לימוד 5 יחידות מתמטיקה על מנת ללמוד פיסיקה
- אין חשיפה מוקדמת מספיק למקצועות או תכנים של מקצועות ריאליים מורכבים, דבר המגביל את הבחירה ללמוד תחומים אלו באופן מורחב.

גורמים מאפשרים:

- נשים מורות כמודלים לחיקוי בתחומים הריאליים.
- חינוך הורים, מורים, תלמידים ותלמידות אודות סטריאוטיפים מגדריים וכיצד למנוע את העברתם בחברה.

אתגרים:

- אין מספיק מודעות סביבתית אודות החשיבות של התחומים הריאליים- הורים וילדים אינם תמיד מודעים לכך שיש צורך ב-5 יחידות לימוד במתמטיקה עבור קבלה למסלולים מסוימים באוניברסיטה. כמו כן, אין מספיק מודעות לגבי החשיבות של פיסיקה.
- תחומים ריאליים נתפסים כתחומים 'גבריים' שאינם מתאימים לתלמידות. תפיסה זו מתחזקת בעקבות כך שהסגל המלמד מקצועות אלו מורכב ברובו מגברים.
- מקצועות ריאליים נתפסים כמשעממים תחומים ריאליים נתפסים כקשים- הדבר מרתיע תלמידות בעיקר מכיוון שלתלמידות יש רצון עז להצטיין ויותר קשה להצטיין ו'להוציא ציונים טובים' בתחומים מאתגרים.
- תחום הפיסיקה נתפס כדורש שליטה במתמטיקה ברמה גבוהה.
- היעדר ידע ורגישות מגדרית.

פריפריה – חברה ערבית

ממצאי מחקר מגמות ההיבחנות העלו כי אחוז בוגרות י"ב הנבחנות ברמה גבוהה בבחינת הבגרות במתמטיקה ובמקצועות מדעיים, המשתייכות למגזר הערבי, גבוה יותר בהשוואה לאחוז המקביל בקרב הבוגרים (הבנים) הנבחנים ברמה זו. הפערים בולטים אף יותר בקרב אוכלוסיית המצטיינים בבחינות הבגרות ברמה גבוהה, כאשר אחוז המצטיינות המשתייכות למגזר הערבי גבוה משמעותית מהאחוז המקביל בקרב הבוגרים (הבנים)⁷.

גורמים מאפשרים:

- תפיסות חיוביות כלפי תלמידות במדעים מדוייקים - תלמידות רצויות ומוערכות בחברה, גם על-ידי קבוצת השווים.
- תפיסות חברתיות על הזדמנויות לתלמידות: החשיבה שלתלמידות זמן מוגבל להצליח, שהשכלה היא דרך להתגבר על דיכוי וליצור מוביליות, ההבנה שלא יוכלו לנסוע ללמוד בחו"ל ולכן צריכות

⁷ ראו תרשים 3

נתוני קבלה גבוהים לישראל. תפיסות על השקעה : תלמידות משקיעות יותר, חרוצות יותר

- תפיסות על הצלחה : תלמידות נתפסות כתלמידות יותר טובות וכמצליחות יותר.
- יחס הורים – מעורבות הורית גדולה יותר וקשר עם המורים, עידוד הורי ומסרים בהירים על חשיבות מדעים למיעוט, הורים פעילים בבית ספר ומצויים בדיאלוג עם המורים.
- יחס מורים – מורים מאוד מאמינים בתלמידות. מורים חושבים שהתלמידות יותר טובות מהתלמידים (מכיוון שהן משקיעות יותר), מורים מצפים מהתלמידות ליותר.

אתגרים:

- צורך לחזק את עידוד ותמיכת מורים והורים
- אי מיצוי לאחר תיכון – תלמידות שמאוד מצליחות הולכות ללמוד הוראה ולא מנצלות את ההישגים שלהם להשכלה גבוהה בתחומי המחשבים, הנדסה ומדעים.
- צורך לתמוך בלמידת הבנים, שמצליחים פחות.

ה. אתגרים מרכזיים והמלצות

לאור תמונת המצב שהוצגה בדוח זה ומדיונים שנערכו על ממצאי הדוח ביום למידה עם קבוצת אנשי חינוך ואקדמיה בתחום זה, פותחו מערכי המלצות העונים על שלושה אתגרים מרכזיים, תוך התמקדות בתפקידה המרכזי של מערכת החינוך בהובלת השינוי:

1. אתגרים כלליים במערכת החינוך.

2. אתגרים בהוראה ובפדגוגיה.

3. אתגרים בפריפריה החברתית והגיאוגרפית.

מערכי ההמלצות מוצגים בטבלאות המציגות את האתגרים הייחודיים בכל אחד מהנושאים הרחבים, את מערך ההמלצות המוצעות כמענה לאתגרים ואת מנגנוני הביצוע האפשריים ליישום ההמלצות.

1. המלצות להתמודדות עם אתגרים כלליים במערכת החינוך

אתגר	המלצות לפתרונות אפשריים	המלצות למנגנוני ביצוע
שינוי תפיסתי ברמת בית הספר, בקרב ההורים, ובקרב התלמידות והתלמידים	<ul style="list-style-type: none"> בניית חזון משותף להעצמת תלמידות בתחומי המתמטיקה והמדעים מתוך דיון בנתונים על תמונת המצב ועל הגורמים לה. בחירת דרכים ליישום החזון, כגון: <ul style="list-style-type: none"> יצירת קמפיין מדיה להתמודדות עם סטריאוטיפים ותפיסות שגויות של מתמטיקה ומדעים. בניית סביבה תומכת לתלמידות הן מבחינה לימודית והן מבחינה חברתית ורגשית. בחינת אפשרות לפיתוח תחושה של מסוגלות של תלמידות להצטיין במתמטיקה ובפיסיקה באמצעות למידה בכיתה נפרדת בחט"ב, ובכיתה מעורבת של 5 יחידות לימוד בבית הספר התיכון. הצבת יעדים מדידים, בהתאם לחזון. 	<ul style="list-style-type: none"> קביעת מדיניות על ידי משרד החינוך עבודה משולבת של מטה ושדה הכשרת אנשי חינוך ופיתוח מקצועי של מורים יועצים ומנהלים שיתופי פעולה בין משרד החינוך, רשויות מקומיות, רשתות חינוך, והמגזר השלישי
הזדמנויות לבחירה מושכלת לתלמידות להעמיק בתחומי המתמטיקה והמדעים (כיצד, מתי ולמי)	<ul style="list-style-type: none"> חשיפה חווייתית למושגים, למיומנויות, ולפרויקטים בתחומי המתמטיקה והמדעים, כדי להגביר את האטרקטיביות של תחומים אלו. רצוי שהחשיפה תתבצע החל מהגן, ותמשיך בבית הספר היסודי ובחטיבת הביניים. החשיפה מיועדת לתלמידות ותלמידים וכן להורים, תוך עידוד מעורבות של אבות. מפגשים של תלמידות בחטיבות ביניים והוריהן עם מודלים להשראה – עם תלמידות בכיתות יא-יב שלומדות ברמה גבוהה במתמטיקה ומדעים, ועם נשים בהוראה, באקדמיה ובתעשייה שעוסקות בתחומים אלו, כחלק מבניית תמונת העתיד של תלמידות. מתן אפשרויות בחירה בבית הספר התיכון: <ul style="list-style-type: none"> בגיבוש מערכת שעות שמאפשרת ללמוד יותר ממקצוע אחד במדעים. ביצירת מספר רמות של 5 יחידות במתמטיקה עם הוראה מותאמת לצרכים. במתן אפשרות לתלמידות מצטיינות שלומדות 3-4 יחידות במתמטיקה ללמוד פיסיקה. בליווי אישי של יועצות לתלמידות ולהוריהן בצמתי בחירה בחט"ב ובתיכון לפי רצון והתמדה מחד, ועידוד תלמידות מצטיינות לבחור במתמטיקה ובמדעים ברמה גבוהה, מאידך. 	

2. המלצות להתמודדות עם אתגרים בהוראה ובפדגוגיה:

המלצות למנגנוני ביצוע	המלצות לפתרונות אפשריים	אתגר
<ul style="list-style-type: none"> קביעת מדיניות על ידי משרד החינוך עבודה משולבת של מטה ושדה הכשרת אנשי חינוך ופיתוח מקצועי של מורים יועצים ומנהלים קהילות מורים בתחומי המתמטיקה והמדעים שיתופי פעולה בין משרד החינוך (היחידה לשוויון מגדרי) רשויות מקומיות, רשתות חינוך והמגזר השלישי 	<ul style="list-style-type: none"> עבודה עם מורים, מנהלים, ויועצים בבית הספר העל-יסודי על היבטים כגון: <ul style="list-style-type: none"> ניתוח תפיסות סטריאוטיפיות של מקצועות המתמטיקה והמדעים בקרב אנשי חינוך, הורים, תלמידים ותלמידות יישום תכניות להתמודדות עם תפיסות אלו בקרב תלמידים, תלמידות והורים זיהוי העדפות מגדריות של למידה יצירת הזדמנויות להיכרות מעמיקה יותר עם מקצוע הפיסיקה שנלמד כעת באופן משולב בחט"ב ולא מוכר כל כך לתלמידות. איתור דמויות להזדהות לתלמידות בתחומים אלו בבית הספר ובקהילה. 	<p>התמודדות עם חוסר היכרות ועם תפיסות שגויות של מתמטיקה ומדעים של אנשי חינוך, הורים ותלמידים</p>
	<ul style="list-style-type: none"> השתלמויות בית ספריות ממוקדות מגדר לפיתוח מודעות ושפה משותפת וכן למתן כלים להוראה עם רגישות למגדר בכלל ובמקצועות המתמטיקה והמדעים בפרט. לדוגמא: יישום ההצעות במסמך "שוויון מגדרי בכיתה – המלצות לדרכי הוראה המעודדות בנות ובנים בתחומי המדע והטכנולוגיה" http://www.mada.org.il/sites/default/files/attached/genresquality-in-teaching.pdf מתן הכשרה ופיתוח מקצועי לקהילות מורים בתחומי המתמטיקה והמדעים: <ul style="list-style-type: none"> בהתנסות בשיטות הוראה שנמצאו כיעילות בקרב תלמידות בתחומים אלו, כמו הוראה מחוברת – (connected instruction), ועבודה שיתופית על פרויקטים ייחודיים בקבוצות קטנות. במתן הזדמנויות לפיתוח מנהיגות של תלמידות בתחומים אלו, כגון: עידוד יוזמות של פרויקטים, הצגת עבודות ופרויקטים בפני בית הספר וההורים, וחניכה של תלמידים אחרים בתחומים אלו. מתן הכשרה ופיתוח מקצועי למורים ויועצות: <ul style="list-style-type: none"> ליצירת מעטפת רגשית לתלמידות ולהוריהן - לפתח דיאלוג של אמון במסוגלות של התלמידות לצמוח, ללמוד מאתגרים ומטעויות, ולהתמודד עם לחצים. לעודד תלמידות לבחור במגמות של 5 יחידות לימוד, בעיקר במתמטיקה ופיסיקה, ולבנות תכנית מעקב אחר תלמידות ותלמידים כדי להבטיח התמודדות מוצלחת עם אתגרים בתחומים אלו. 	<p>פיתוח רגישות מגדרית בהוראת מתמטיקה ומדעים</p>
	<ul style="list-style-type: none"> בחירה בקריטריונים להוראה רגישת מגדר במתמטיקה ומדעים ברמות שונות, כמו ברמת האינטראקציה עם תלמידות ותלמידים, ברמת בית הספר, וברמה החברתית – תרבותית מתוך מגוון של קריטריונים שקובצו ממחקרים שונים בתחום: http://www.expecteverything.eu/file/2016/04/Deliverable-2.1-Theoretical-Framework-to-be-published.pdf שימוש בקריטריונים להוראה רגישת מגדר לקביעת יעדים בית ספריים בתחומי המתמטיקה והמדעים 	<p>קביעת קריטריונים להוראה מגדרית במתמטיקה ובמדעים ומדידתם</p>

3. המלצות להתמודדות עם אתגרים ספציפיים בפריפריה החברתית והגיאוגרפית:

המלצות למנגנוני ביצוע	המלצות לפתרונות אפשריים	אתגר
יצירת קולקטיב אימפקט לאומי באמצעות שיתוף פעולה של משרד החינוך, משרדים ממשלתיים, המל"ג, צבא, תעשייה, רשויות מקומיות, והמגזר השלישי, בהובלת משרד החינוך	<ul style="list-style-type: none"> • רתימה של הקהילה המקיפה את קהל היעד. • הובלה של גישה מערכתית לבעיה (מערכת חינוך, צבא, תעשייה, אקדמיה, רשויות מקומיות). • השקעה בבתי ספר שאינם מגישים לבחינת הבגרות במתמטיקה ברמה של 5 יחידות לימוד כדי לפתוח מגמה ללימוד ברמה זו. • יצירת מדד שוויון מגדרי למדידה בית ספרית. • תקצוב לפי מדד השוויון. 	קידום מדיניות לאומית לצמצום פערים מגדריים בפריפריה במתמטיקה ובמדעים
	<ul style="list-style-type: none"> • השקעה בשיתוף הורים ככוח מניע ומשפיע, תוך עידוד מעורבות שני ההורים. • חשיפה מגדרית לדמויות להזדהות באקדמיה ובתעשייה במקצועות המתמטיקה והמדעים. • עבודה בבתי ספר על יסודיים עם תלמידות ועם הוריהן (תוך עידוד מעורבות האבות) על תמונת העתיד שלהן בתחומים אלו. • פיתוח תכניות המשך להשכלה ולתעסוקה אחר בית הספר התיכון. • פיתוח תכניות אקדמיות בשיתוף עם המועצה להשכלה גבוהה (מל"ג). 	העדר תמונת עתיד אקדמית ותעסוקתית בתחומים אלו המותאמת למאפיינים תרבותיים וסביבתיים
רשויות מקומיות בשיתוף פעולה עם אנשי חינוך ביישוב ובמחוז	<ul style="list-style-type: none"> • גיבוש ראייה מערכתית לקידום תלמידות ברמה היישובית, הכוללת את המנהיגות החינוכית של היישוב יחד עם החינוך הבלתי פורמאלי. • מיפוי צרכים בתחום זה. • מיפוי של כלל התכניות ביישוב בהתאם לקריטריונים של מענה הולם לצרכים. • בחירה בתכניות התערבות המתאימות לצרכים. 	ריבוי תכניות מתערבות ללא ראייה מערכתית של קידום והעצמת תלמידות