



דוח מת"ת

פערי מגדר בלימודי מדעים בבתי ספר

الفجوات الجندريّة في
تعلّم مواضيع العلوم في المدارس

מרכז לידע ולמחקר בחינוך
מركز معلومات وبحث في التربية والتعليم
Center for Knowledge and Research in Education
האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים



מחברים: ויואנה דייטש וד"ר עדו ליטמנוביץ
חוקרת מלווה: יעל בוים-פיין
פברואר 2021

במערכות חינוך מסביב לעולם נצפים הבדלים בין שיעור התלמידים הגבוה ושיעור התלמידות הנמוך הבוחרים בשלב החינוך העל-יסודי במקצועות מדעיים, במחשבים, בהנדסה ובמתמטיקה (מקצועות STEM). [המזכירות הפדגוגית ולשכת המדען הראשי](#) במשרד החינוך פנו ליוזמה - מרכז לידע ולמחקר בחינוך, כדי ללמוד על הטעמים לתופעה זו ועל האסטרטגיות להתמודדות איתה; זאת במסגרת מהלך כולל למשיכת תלמידות רבות יותר ללימודי מדעים בכלל וללימודי פיזיקה בפרט.

דוח מת"ת (מידע תומך תכנון) נועד להשיב על שאלות ממוקדות בסוגיות אקטואליות שעמן מתמודדים צוותים להתוויית מדיניות. התוצר הוא מסמך ממוקד ובהיר המותאם אישית לצורכי הגוף המזמין. דוח מת"ת סוקר ספרות מחקר עדכנית וכן מדיניות חינוך. הסקירה נוגעת לנושא הנדון ומפנה את הקוראים והקוראות להרחבות.

על הפקת דוחות מת"ת אמון צוות היוזמה:
ד"ר תמי חלמיש אייזנמן: מנהלת
ד"ר עדו ליטמנוביץ ושירה זיוון: עורכי הסדרה
מוריה יזרעאלב: עורכת הפרסומים
אילה ולודבסקי-יובל: אחראית על הנגשת חומרים וידע ארגוני
אמונה כרמל: מעצבת גרפית

כמו כן השתתפו בתהליך ההפקה:
עריכת לשון: חוה לוסטיג-מלימובקה
תרגום לערבית: נסים ח'ורי | עריכת לשון לתרגום: נביל ארמלי | Glocal - תרגום ושירותי תוכן

בכל שימוש במסמך זה או ציטוט ממנו יש לאזכר את המקור כדלקמן: דייטש, ו' וליטמנוביץ, ע' (2021). [פערי מגדר בלימודי מדעים בבתי ספר](#). ירושלים: יוזמה - מרכז לידע ולמחקר בחינוך.

תודה מקרב לב ליעל בויס-פיין, המייסדת והמנהלת של [המרכז הישראלי לשוויון מגדרי בחינוך](#), על שליוותה את כתיבת הדוח וסייעה לטיובו בהערותיה.

תודה גם למרים ליבוביץ-אשרף, מייסדת ומנהלת מסלול ענבר, מסלול ממלכתי חדשני לתלמידות בכיתות ז'-י"ב, על הערותיה החכמות.

לבסוף, תודה רבה לשותפינו ממשרד החינוך על הזמנת הדוח ועל מתן ההערות וההכוונות: ד"ר גילמור קשת-מאור, מנהלת אגף א' מדעים במזכירות הפדגוגית וד"ר שלמה גולדמן, מנהל תחום מחקרים וניסויים חינוכיים בלשכת המדען הראשי.

תוכן עניינים

4הקדמה

5المقدمة

פרק 1: פערים בין תלמידים לתלמידות בלימודי מדעים: תמונת מצב והסבר

7 1.1 הבדלים בהשתתפות תלמידות ותלמידים בתחומי דעת מדעיים

7 1.2 כיצד מוסברים ההבדלים? מין לעומת מגדר

פרק 2: הטיות מגדריות המפלגות תלמידות במערכות חינוך

9 2.1 ציפיות חברתיות מוטות מגדרית, בייחוד ציפיות של צוותים חינוכיים

10 2.2 רוב מסורתי של תלמידים

11 2.3 דרכי הוראה מוטות מגדרית

12 2.4 ייצוגים מוטות מגדרית בתוכניות לימודים

13 2.5 מחירים חברתיים שמשלמות תלמידות הבוחרות במקצועות מדעיים

פרק 3: סוגים של חסמים של תלמידות במקצועות מדעיים הנובעים מהטיות מגדריות

14 3.1 תחושת מסוגלות נמוכה של תלמידות במדעים, בייחוד בפיזיקה

15 3.2 תחושת השתייכות נמוכה של תלמידות במקצוע הפיזיקה

16 3.3 עניין מועט יותר של תלמידות במקצועות מדעיים לעומת תלמידים

16 3.4 חסמים נוספים

פרק 4: אסטרטגיות התמודדות

18 4.1 הצפת הבעיה בכני פרחי הוראה וצוותים חינוכיים

19 4.2 שינוי התפיסה לגבי מקצועות מדעיים

19 4.3 דרכי הוראה ותקשורת של צוותים חינוכיים עם תלמידות

22 4.4 תיקון של חומרי לימוד

22 4.5 יצירת הנעה חיצונית לתלמידות

פרק 5: סיכום ומסקנות

רשימת מקורות

28

לפני פחות מעשור, רק 14% מהנשים הצעירות שנכנסו לראשונה לאוניברסיטה במדינות מפותחות בחרו בתחומי לימוד של מדעים מדויקים; זאת לעומת 39% מהגברים הצעירים באותה קטגוריה (OECD, 2015). פערים אלו נכונים לכל מקצועות ה-STEM (מדעים, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה). למשל, באנגליה, שהיא מהמדינות המובילות בקידום נערות ונשים במקצועות אלו, רק 35% מהנרשמים למקצועות STEM בשנים 2017-2018 היו נשים ([Women in STEM](#)).

פער זה בבחירות לימודיות ומקצועיות מתחיל כבר בבחירות מגמות לימודים של תלמידות ותלמידים בחינוך העל-יסודי (Makarova, Aeschlimann, & Hertzog, 2019). לפער הלימודי שנוצר השלכות מרחיקות לכת, שכן מקצועות המדעים נדרשים בשוק העבודה, ונוטים להעניק לעוסקים בהם מעמד חברתי-כלכלי גבוה (OECD, 2015). זאת ועוד, ככל שיותר גברים עוסקים בתחום מקצועי מסוים, כך קשה יותר לנשים להיכנס לתחום זה, בגלל ציפיות חברתיות מהן ונורמות חברתיות ששוררות במקצועות הללו.

בחינוך היסודי מקצועות המדעים הם חלק ממקצועות הליבה, ומצופה כי תלמידים ותלמידות ייחשפו אליהם במידה שווה. ההבדל בין תלמידים ותלמידות מתחיל בחטיבות הביניים, ונחשף בחטיבות הגבוהות, בעקבות הבחירה במגמות לימודים. תהליך הבחירה מוטה מגדרי, כלומר מושפע מתפיסת התלמידות את עצמן והתלמידים את עצמם. בסופו, יותר תלמידים מתלמידות בוחרים בלימודי מדעים, ובייחוד בפיזיקה, בתור מגמת התמחות (Chavatzia, 2017).

בדוח זה נסביר מהן הטיות מגדריות ונראה היבטים שלהן במערכות חינוך בעולם, נבין את ההשלכות של הטיות אלו, כפי שהן מודגמות במחקרים עדכניים, ולבסוף נציע אסטרטגיות להתמודדות עימן ולצמצום ההטיה המגדרית והשלכותיה.

בפרק הראשון נתמקד בהבנת הסוגיה. נגדיר מהו מגדר, נסביר מהן הטיות מגדריות ונדגים ביטויים שלהן בחברה והשפעות שלהם על תלמידות.

בפרק השני נפרט את ההטיות המגדריות שקיימות בהקשר החינוכי, ובפרט במקצועות מדעיים, ונראה כיצד הטיות אלו מפלות תלמידות.

בפרק השלישי נפרט את ההשלכות של ההטיות המגדריות המפלות תלמידות, דהיינו את החסמים המיידיים העומדים בפני תלמידות בבואן לבחור במקצועות מדעיים ובהחלטה של מי מהן שבחרה במקצועות לימוד כאלו להתמיד בהם לאורך זמן.

בפרק הרביעי נציע אסטרטגיות להתמודדות גם עם האפליה המגדרית במערכות חינוך וגם עם החסמים של תלמידות הנובעים מאפליה זו, בהקשר להשתתפות במקצועות מדעיים; זאת במטרה להעלים את ההשפעה של מבנים חברתיים לא ראויים על בחירות מקצועיות או לפחות למתן אותה. הפרק יבחן דרכי פעולה הנוגעות במערכת החינוך ויצגי אפשרויות פעולה העומדות בפני צוותי חינוך והוראה, מתווי מדיניות ומעצבי תוכניות לימוד.¹

1 בשנת 2010 פרסמה ד"ר רותי אשכנזי, מיוזמות ומפעילות פרויקט במו"ט (בנות למדע וטכנולוגיה), מאמר בשם ["בחירת בנות במקצועות מדעיים טכנולוגיים, במערכת החינוך בישראל"](#). הדוח שלפניכם אינו מתבסס על מאמר זה, והמקורות שנבחנו בו שונים מאלו שעליהם מתבסס המאמר. עם זאת, מהשוואה בין המאמר והדוח עולה שהטעמים להימנעות של תלמידות ממגמות מדעיות והאסטרטגיות לעודד אותן להשתתף במגמות אלו לא השתנו בעשורים האחרונים.

المقدمة

قبل أقل من عقد، 41% فقط من النساء الشابات اللواتي دخلن لأول مرة إلى الجامعة في الدول المتقدمة، اخترن مواضيع العلوم الدقيقة؛ هذا بالمقارنة مع 93% من الرجال الشباب في نفس الفئة (OECD, 2015). هذه الفجوات صحيحة لكلّ مواضيع الـ STEM (العلوم، التكنولوجيا، الهندسة والرياضيات). على سبيل المثال، في إنجلترا، وهي من الدول الرائدة في تعزيز الشابات والنساء في هذه المواضيع، 53% فقط ممن سجّلوا لمواضيع الـ STEM في السنوات 2017-2018 كانوا من النساء (Women in STEM).

هذه الفجوة في الاختيارات التعليمية والمهنية تبدأ في اختيار التخصصات الدراسية لدى الطلاب والطالبات في المرحلة فوق الابتدائية (Makarova, Aeschlimann, & Hertzog, 2019). للفجوة التعليمية التي تنشأ بهذا الصدد توجد تأثيرات كبيرة، فالمواضيع العلمية مطلوبة في سوق العمل، وتمنح العاملين فيها مكانة اجتماعية-اقتصادية مرموقة (OECD, 2015). بالإضافة إلى ذلك، كلما ازداد عدد الرجال العاملين في مجال مهني معيّن، تزداد صعوبة انخراط النساء في هذا المجال، وذلك نظرًا للتوقعات الاجتماعية منهنّ وللأعراف الاجتماعية السائدة في هذه المجالات.

في التربية الابتدائية، المواضيع العلمية هي جزء من المواضيع المركزية والجوهرية، ومن المتوقع أن يتعلّم الطلاب والطالبات على حدّ سواء هذه المواضيع بشكل متساوٍ. الفرق بين الطلاب والطالبات يبدأ بالظهور في المرحلة الإعدادية، ويبرز في المراحل التعليمية العالية، وذلك في أعقاب اختيار التخصصات الدراسية. عملية اختيار الموضوع تعاني من تفضيل جندي، أيّ أنّها تتأثر من إدراك الطالبات لأنفسهنّ والطلاب لأنفسهم. في نهاية هذه العملية، يختار الطلاب أكثر من الطالبات تعلّم المواضيع العلمية، بالأخصّ الفيزياء، كتخصّص دراسي (Chavatzia, 2017).

سنوضح في هذا التقرير ما هي الانحيازات الجنديّة وسنتعرّف على جوانبها المختلفة في أجهزة التربية حول العالم، سنفهم تأثيرات هذه الانحيازات كما وردت في آخر الأبحاث، وفي النهاية سنقترح استراتيجيات للتعامل معها ولتقليل الانحياز الجندي وتأثيراته.

في الفصل الأول سنسلط الضوء على فهم القضية. سنعرّف ما هو الجندر، سنشرح ما هي الانحيازات الجنديّة ونوضّح كيفية انعكاسها في المجتمع وتأثيراتها على الطالبات.

في الفصل الثاني سنفصّل الانحيازات الجنديّة القائمة في السياق التربوي، بالأخصّ في المواضيع العلمية، وسنرى كيف تميّز هذه الانحيازات الطالبات.

في الفصل الثالث سنفصّل تأثيرات الانحيازات الجنديّة التي تميّز الطالبات، أيّ العوائق الفوريّة التي تواجه الطالبات عند اختيارهنّ المواضيع العلمية، وعندما تتخذ من اختارت هذه المواضيع الدراسية القرار بالمواظبة عليها لفترة زمنية طويلة.

في الفصل الرابع، سنقترح استراتيجيات للتعامل أيضاً مع التمييز الجندري في أجهزة التربية، وأيضاً مع العوائق التي تواجهها الطالبات والناجمة عن هذا التمييز، فيما يتعلّق بالانخراط في المواضيع العلمية؛ وهذا بهدف محو تأثير البنيات الاجتماعية غير اللائقة على الاختيارات المهنية، أو على الأقل الحد منها وتخفيفها. سيتطرق الفصل إلى أساليب التعامل مع القضية في أجهزة التربية، وسيعرض إمكانيات العمل المتوقّرة للطواقم التربويّة والهيئات التدريسيّة، مسارات السياسة وبلورة البرامج التعليميّة.²

2 في العام 2010، نشرت د. رونيت أشكنازي، من مبادرات ومشغلات مشروع במ"ט (بنات للعلوم والتكنولوجيا)، مقالة بعنوان ["اختيار البنات للمواضيع العلمية التكنولوجية في جهاز التربية في إسرائيل"](#). التقرير الذي أمامكم لا يستند إلى هذه المقالة، والمصادر التي يستند إليها تختلف عن المصادر التي تستند إليه المقالة. مع ذلك، من خلال المقارنة بين المقالة والتقرير، يبيّن أنّ أسباب امتناع الطالبات عن اختيار التخصصات العلمية واستراتيجيات تشجيعهنّ على الانخراط في هذه المواضيع لم تتغيّر في العقود الأخيرة.

פרק 1: פערים בין תלמידים לתלמידות בלימודי מדעים: תמונת מצב והסבר

1.1 הבדלים בהשתתפות תלמידות ותלמידים בתחומי דעת מדעיים

לפי נתונים בין-לאומיים, בגיל התיכון רק כשליש מהמשתתפים במגמות המדעים הן תלמידות (Chavatzia, 2017); זאת אף על פי שבדרגת החינוך היסודי נצפים מעט מאוד הבדלים בין תלמידים ותלמידות ביחס לרמת העניין במקצועות המדע וביחס להישגים. בדרגת החינוך העל-יסודי, אשר בה מקצועות מדעיים נלמדים מתוך בחירה, כבר ניתן להצביע על דפוסים מגדריים ברורים ביחס לרמת העניין של תלמידים ותלמידות במקצועות המדע השונים (Archer et al., 2017).³

ההבחנה בין תלמידים ותלמידות אינה מסתיימת בבחירה במסלולי לימוד מדעיים לעומת עיוניים, אלא מתקיימת גם בתוך לימודי המדעים עצמם, בבחירה בין שלוש המגמות העיקריות: פיזיקה, ביולוגיה וכימיה. במחקר שבחן את התפלגות לימודי המדעים בישראל בשנים 2011-2017 (תשע"א-תשע"ז) נמצא כי שיעור התלמידות הנבחרות בבגרות בביולוגיה גבוה משיעור התלמידים (בשנת תשע"ז, לדוגמה, 16% מכלל התלמידות שניגשו לבחינות הבגרות נבחנו בביולוגיה, לעומת 11% מהתלמידים). גם במקצוע הכימיה נרשמו שיעורים מעט גבוהים יותר בקרב תלמידות, אך באופן מתון יותר (7% מהתלמידות שניגשו לבחינות הבגרות לעומת 6% מהתלמידים, בשנת תשע"ז). לעומת זאת, במקצוע הפיזיקה נרשם פער מגדרי הפוך, פער שהיה הגבוה ביותר לאורך השנים: שיעור הבנים שניגשו למבחן הבגרות בפיזיקה היה יותר מכפול משיעור זה בקרב הבנות. בשנת תשע"ז לדוגמה שיעור התלמידים שניגשו לבחינה עמד על 15% לעומת 6% מהתלמידות (ברצלבסקי, גטושקין וליפשוט, 2019).

הנתונים בישראל תואמים מגמה עולמית רחבה יותר. לדוגמה, במחקר שנערך באנגליה בקרב 13,000 תלמידות ותלמידים בגילים 15-16, נמצא כי שלושה רבעים מכלל אלו שבחרו ללמוד במגמת ביולוגיה או כימיה היו תלמידות, ואילו שלושה רבעים מאלו שבחרו ללמוד במגמת פיזיקה היו תלמידים (DeWitt et al., 2019). במחקר דומה בשווייץ נמצא ש-18.8% מהתלמידים ו-4.4% מהתלמידות בחינוך העל-יסודי בחרו ללמוד במגמות פיזיקה ומתמטיקה.

1.2 כיצד מוסברים ההבדלים? מין לעומת מגדר

מחקרים בחקר המוח מדגישים שלא נמצאו הבדלים מובחנים בין גברים ונשים ביכולות קוגניטיביות, כישורים רגשיים או ויסות עצמי - שלושה מאפיינים הדרושים ללימודים. המחקרים מדגישים את גמישותו של המוח בשני המינים, ואת מידת היכולת שלו להתרחב וליצור הקשרים חדשים בעקבות תהליכי למידה. עוד עולה מהמחקרים כי הישגים בחינוך, גם במקצועות המדע, נוטים להיות מושפעים מצורת ההתנסות במקצוע, וכי ניתן לשפר אותם בעזרת התערבויות ממוקדות. לדוגמה, נמצא כי קיים מתאם בין כישורי שפה

3 כאמור, רמת העניין של תלמידות במדעים משתנה עוד לפני הבחירה במגמות, אולם הבחירה וההצדקה שלה מגבירות מגמה זו.

וביצועים במתמטיקה, כך שניתן לשפר את השניים (בעיקר בשנים המוקדמות) בעזרת אימון ממוקד שאינו תלוי כלל במין (Chavatzia, 2017).

כיוון שלא נמצאה עדות במחקר להבדלים טבעיים בין המינים, ההסבר שנותר לפערים בהשתתפות של תלמידות (ושל נשים ככלל) במקצועות מדעיים הוא שפערים אלו מושפעים ממגדר.

מגדר (gender) הוא קטגוריה חברתית, תרבותית או פסיכולוגית של זהויות "נשיות", "גבריות" או כאלו שנמצאות בתווך. בניגוד למין - זכר או נקבה - שמושגת על הבדלים ביולוגיים, מגדר מתקיים מכוחם של מנגנונים חברתיים ושל ההצדקות הרעיוניות שלהם. הצדקות אלו נוטות להתייחס להגדרות של גבריות ונשיות כאל הגדרות טבעיות, אף שהן נוצרות בחיבור בין ביולוגיה, חברה ותרבות (סנוף-פילפול וזאבי, 2017).

הזהות המגדרית של כל פרט, ועימה התפקידים החברתיים שמשויכים לכל מגדר, נקלטת על ידי ילדים וילדות מינקות ומתגבשת סביב גיל ההתבגרות. היא משפיעה על כל היבטי החיים ובהם כאמור גם על בחירות של תלמידות ושל תלמידים בתחומי התמחות בלימודים, לרבות לימודי המדעים.

תפיסות מגדריות מעוצבות ומגובשות בכלל הסביבות שאנו חיים וחיות בהן: הסביבה המשפחתית למשל משפיעה בין השאר בצורת ההתנהלות היום-יומית שלה ובדעות המושמעות ביחס למגדר. אשר לנושא סקירה זו, הנוכחות של בני משפחה שעוסקים במדעים היא גורם משפיע: שיעור המדעניות שלפחות אחד מהוריהן עוסק במדע גבוה משיעור המדענים הגברים שלפחות אחד מהוריהם עוסק בכך. נמצא גם מתאם חיובי בין הרמה הכלכלית-חברתית של משפחה לבין הנכונות של ההורים לתמוך בבנות הבוחרות ללמוד מדעים (Chavatzia, 2017). בנות ובנים מושפעים גם מייצוגים של נשים ושל גברים במופעי תרבות, ברשתות חברתיות ובאמצעי התקשורת, למשל דמויות של נשות מדע ואנשי מדע בסרטים, בסדרות טלוויזיה ובספרים והדרך שבה הם מאופיינים (Steinke, 2017).

מובן שגם ילדים, נערים וגברים נחשפים להטיות מגדריות ואלו משפיעות עליהם ודוחפות אותם, בין היתר, לבחור במגמות לימוד מדעיות. לכן, אף שבדוח זה אנו מתמקדים בתלמידות ובחסמים שלהן, חשוב לזכור שהפערים בייצוג נובעים גם מהסללה של תלמידים לתחומי דעת מדעיים.

לאחר הצבעה ראשונית זו על מקור הפערים בהשתתפות של תלמידות במגמות לימודי מדעים, נתמקד בפרק הבא בהשפעות של הטיות מגדריות על תלמידות - השפעות שמפללות אותן לרעה במערכות חינוך, ובפרט בהקשר של לימודי מדעים.

פרק 2: הטיית מגדריות המכלול תלמידות במערכות חינוך

דוח זה מתמקד במערכות חינוך, לא משום שהן השדה המרכזי שבו נחשפים תלמידים ותלמידות להטיות מגדריות, אלא משום שבהן ההטיות מקבלות ביטוי במקצועות לימוד. אלו משפיעים בהמשך הן על בחירות בקריירה, הן על תפיסות עצמיות. בהקשר של מערכות חינוך אפשר להצביע על חמישה גורמים מרכזיים שמציבים חסמים בפני תלמידות השוקלות לפנות למקצועות מדעיים בכלל ולפיזיקה בפרט: ציפיות חברתיות שונות מתלמידות ומתלמידים; רוב מסורתי של תלמידים בנים בחלק מתחומי הדעת; דרכי הוראה של צוותים חינוכיים במדעים שמפלות לרעה תלמידות לעומת תלמידים; הטיית מגדריות בחומר הלימודים שמייצרות אפליה של תלמידות ומחיר חברתי שמשלמות תלמידות הבוחרות במקצועות מדעיים, ובפרט בפיזיקה. בפרק הנוכחי נמנה גורמים אלו, ובפרק הבא נראה כיצד הם משפיעים על עיצוב הזהות המגדרית של תלמידות, מוטמעים בדרכי החשיבה שלהן ומשפיעים על בחירותיהן הלימודיות.

2.1 ציפיות חברתיות מוטות מגדרית, בייחוד ציפיות של צוותים חינוכיים

אמונות ועמדות של צוותים חינוכיים משפיעות על ההחלטה של תלמידות לבחור במקצועות המדע, גם באופן שהצוותים לא מודעים לו. למשל, במערכות חינוך רבות רווחת הנחה שתלמידים אמורים להיות טובים יותר במקצועות מדעיים מתלמידות, או שמקצועות מדעיים מתאימים יותר לתלמידים ופחות לתלמידות. מורות ומורים עלולים להעביר לתלמידות ולתלמידים מסרים מפלים, או לחלופין מעצימים, ביחס למגדר. אלו אינן עמדות שייחודיות לצוותים החינוכיים - הן משקפות תפיסות חברתיות רחבות יותר. עם זאת, מעמד המורים בתור מומחים לתחומי הדעת משפיע מאוד על עוצמת המסר המוטת מגדרית שמועבר לתלמידות ולתלמידים.

להתנהגות של צוותים חינוכיים, לפעולות החינוכיות בכיתה, לציפיות הסמויות שלהם מתלמידות ומתלמידים ולאופן שבו הם פונים לכל אחד מהמינים יש השפעה של ממש על תהליך הלמידה, על תפיסות עצמיות ועל בחירות של תלמידות ושל תלמידים (Gullberg et al., 2018). כל אלו מקרינים על הזהות שמגבשות תלמידות ומאותתים להן שמקצועות מדעיים לא מתאימים להן. בעוד שתלמידים חשים שהם מתוגמלים על התנהגות מגדרית שמצופה מהם, כמו השתתפות במהלך השיעור המדעי, תלמידות חשות שצוותים חינוכיים מפעילים עליהן סנקציות חברתיות (למשל, התעלמות, ביטול ובמקרים מסוימים - לעג). לכן תפיסות של צוותים חינוכיים שנובעות מהטיות מגדריות יכולות להוביל לתלמידות (ותלמידים) לפעול באופן שמאשר את הציפיות מהם.

במחקר שנערך לאחרונה באנגליה ובאירלנד נמצא כי 57% מהמורות והמורים החזיקו, שלא במודע, בעמדות המבוססות על הטיית מגדריות ביחס למקצועות המדע. המחקר מדגיש כי ההטיות המגדריות מועברות אל התלמידות והתלמידים בכיתה ויכולות להיות גורם משפיע על תפיסותיהם העצמיות והצלחתם במקצועות המדע (Chavatzia, 2017).

במחקר שנערך בשוודיה נבדקו תפיסות של פרחי הוראה ביחס ליכולות של תלמידים ותלמידות ללמוד מדע בחינוך הטרום-יסודי. כמו כן נבדק כיצד תפיסות אלה עלולות

להשפיע על תהליכי הוראה ולמידה עבור כל אחד מן המגדרים. החוקרים מצאו שתי תפיסות עיקריות המייצרות שתי צורות שיח בגן: האחת, שיח התפתחותי שוויוני הדוגל באפשרות של כל ילד וילדה ליהנות ממדעים ולמצוא בהם עניין. שיח כזה יוצר גישה פדגוגית אשר מודעת לנושאי מגדר ומתנגדת למבנים חברתיים המשמרים סטריאוטיפים. הגישה באה לביטוי, למשל, בפעילות חינוכית שעוסקת ברופאות ובמדעניות, ולא מניחה שצוותים מדעיים ורפואיים מורכבים מגברים בלבד (Gullberg et al., 2018).

במקביל לשיח ההתפתחותי איתרו החוקרים שיח מהותני, המניח הבדלים טבעיים בין גברים ונשים, למשל ההנחה שילדות מתעניינות במדע פחות מילדים. שיח זה מניח כי לתלמידים ותלמידות יש אופי ותחומי עניין שונים באופן תורשתי, שלא ניתן להשפיע עליהם, ולכן לא ניתן לעודד בנות להתעניין במדעים וגם לא נדרש לעשות זאת. כלומר שיח כזה יוצר גישה חינוכית שמסלילה מראש תלמידות למקצועות שאינם מדעיים ומעבירה להן מסרים שלפיהם מקומן אינו בשיעורי מדע (Gullberg et al., 2018).

מחקר שלישי ורחב היקף בחן פרויקט הכשרת פרחי הוראה למדעים ומתמטיקה של **האיחוד האירופי** (באוסטריה, צ'כיה, דנמרק, גרמניה, אירלנד וספרד). במחקר נבדק שיקוף של תפיסות מגדריות בתרבות הדיון בכיתות בבתי ספר תיכון, כפי שהוא בא לידי ביטוי בתוכניות הכשרה לצוותים חינוכיים. תרבות הדיון שנבחנה היא זו שמתקיימת בין צוותים חינוכיים למדעים ומתמטיקה בבתי ספר תיכוניים לבין מרצים ומרצות בתוכניות הכשרת פרחי הוראה באוניברסיטה (ולא בין צוותים חינוכיים לתלמידות ותלמידים). החוקרים מצאו כי מרחבי הדיון הללו מאופיינים ביחסי כוח ובהטיות מגדריות המגבילים את האפשרות לקדם שיח שוויוני. לדוגמה, במקרה מבחן **בגרמניה** נמצא כי בשיח בין מרצות ומרצים לבין פרחי הוראה, מורות לעתיד דיווחו על יחס שונה ומפלה לעומת זה שקיבלו עמיתיהן הגברים; במקרה המבחן **בספרד**, מרצות ומרצים התנגדו להעלאת נושאים הקשורים במודעות מגדרית לדיון, בטענה כי דיון כזה יכול לחזק סטריאוטיפים ולא להחליש אותם (Simmie, & Lang, 2018).

ממחקרים אלו עולה שקיימות הטיות מגדריות בציפיות מתלמידות בתחומי דעת מדעיים לכל אורך השרשרת: הן מוטמעות בפרחי ההוראה כבר בהיותם תלמידות ותלמידים, מחוזקות בזמן ההכשרה שלהם להוראה ומחוזקות על ידי ההתנהגות המאשרת של תלמידות ושל תלמידים, בגלל התגמולים והסנקציות שהם מקבלים מהצוותים החינוכיים.

2.2 רוב מסורתי של תלמידים

בחלק מתחומי הדעת, כמו פיזיקה, מחשבים והנדסה, התלמידות במיעוט לעומת רוב גדול של תלמידים. הדבר מוביל לתפיסה של צוותים חינוכיים, של הורים ושל התלמידות והתלמידים, שלפיה מדובר במקצועות "קשים" ו"גבריים"; כלומר, שמדובר במקצועות שדורשים התמדה רבה, תחרותיות, ותפיסה אנליטית - שהם מאפיינים וקשרים שבאופן סטריאוטיפי מזוהים עם בנים ולא עם בנות (Archer et al., 2017; Chavatzia, 2017).⁴

במחקר שנערך בקרב 13,000 תלמידות ותלמידים באנגליה בגילים 15-16 נבחנו תפיסות תרבותיות לגבי מקצוע הלימוד פיזיקה. החוקרים מצאו כי המקצוע נתפס כקשה וכגברי, וכי תפיסה זו משמרת מערכת של הרגלים תרבותיים ונטייה לעודד רק תלמידים בנים

4 המצב בישראל דומה, כפי שעולה ממחקרן של קרק, דביר וזורמן (2016).

להשתתף בשיעורי מדע (Archer et al., 2017). במחקר אחר, גם הוא מאנגליה, נמצאה גם הנטייה המשלימה לעידוד של בנים בלבד, דהיינו הנטייה להימנע מעידוד תלמידות להשתתף בשיעורי מדע (במקרה שנבחן במחקר, הכוונה הייתה לתחום הדעת פיזיקה) (Mujtaba & Reiss, 2013). הרגלים אלו בתורם משתקים את הערכים והנורמות של תחום הדעת, אשר משרתים גברים ופוגעים בנשים (Archer et al., 2017).

במילים אחרות, הרוב הגברי מייצר מעגל קסמים של ציפיות מגדריות שמייצרות תלמידות לתחומי לימוד אחרים, עידוד של התלמידים והעדפה שלהם על פני התלמידות, דבר שמשמר את הרוב של התלמידים באותם תחומי דעת. להלן נראה כיצד הנורמות שלפיהן תחומי לימוד נתפסים כ"גבריים" מושפעות משיטות הוראה שמפלות תלמידות, וגם משמרות שיטות הוראה כאלו.

2.3 דרכי הוראה מוטות מגדרית

דפוסי השיח, ההערכה והמישוב של צוותים חינוכיים עם תלמידים ועם תלמידות מעודדים במקרים רבים תלמידות לצייתנות ולקונפורמיזם. בד בבד, הם מאותתים לתלמידים להעז ולהצטיין. דפוסים אלו הם כאמור חלק ממגמה חברתית רחבה יותר, אולם כאן נתמקד בהם ובהשפעותיהם הנקודתיות.

גם דרכי ההוראה הרווחות בלימודי מדעים, ובייחוד בפיזיקה, כמו עידוד תחרותיות בתוך הכיתה ועבודה עצמית, מיטיבות עם תלמידים ומפלות תלמידות. כאמור בסעיף הקודם, בתחום הדעת פיזיקה, במערכות חינוך רבות בעולם קיימת מערכת ציפיות והתנהגויות של צוותים חינוכיים שמפלה תלמידות. המערכת הנורמטיבית הזו שקופה לתלמידות וצפויה מראש, כאשר הן נמצאות בשלב הבחירה של מגמת לימודים. ולפיכך, כפי שנראה גם בפרק הבא, תלמידות נוטות שלא לבחור במגמת לימודים זו, גם אם יש להן עניין במדע ובקריירה מדעית עתידית (Archer et al., 2017).

יש שיטענו כי מורים נבדלים ממורות בשיטות ההוראה שהם בוחרים, ובהתאם משתנה ההשפעה על התלמידות. במחקר איכותני שנערך בסייגון נבדק כיצד התנסויות במעבדת כימיה משפיעות על היכולת של תלמידות ותלמידים לגבש מסוגלות עצמית בתחום. המחקר נערך בשני תיכונים, ונבדקו כיתות ללימוד כימיה שגבר מלמד בהן וכיתות שאישה מלמדת בהן. ממצאי המחקר מצביעים על הבדלים מגדריים בין שני סוגי הכיתות. בכיתות הכימיה שבהן לימד מורה גבר, הוא עודד את כלל התלמידות והתלמידים לחקור ולהתנסות בכלי המעבדה בכוחות עצמם. כאן נצפה כי תלמידים הגיבו בצורה חיובית לתפיסה חינוכית זו והתנסו בכלי המעבדה, ואילו תלמידות נטו למופנמות ולאישיות פועלה. לפיכך, התלמידות לא חשו בנוח במעבדה והדבר בא לידי ביטוי בהישגיהן, שהיו נמוכים יותר מהישגי התלמידים. כלומר, סוג כזה של תפיסה חינוכית, שכביכול שמה את התלמיד במרכז, פועל למעשה לרעת תלמידות. בכיתות שבהן לימדה מורה, לעומת זאת, לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין הישגי התלמידות להישגי התלמידים. לדעת החוקרים הדבר נבע מהעובדה שהמורה הדגישה את התקשורת בינה לבין התלמידים והתלמידות ואת השיתוף האקטיבי של כלל התלמידים בשיח המדעי בכיתה (Hsieh et al., 2017).

החוקרים מצאו כי התנהגות המורים נותנת עדיפות לתלמידים ופוגעת בתלמידות. התנהגות המורות, לעומת זאת, גרמה לכלל התלמידות והתלמידים לחוש ביטחון רב יותר, וכך הם הפכו פעילים יותר בכיתה. מסקנת החוקרים היא כי החוויה הפדגוגית משפיעה על היכולת

של תלמידים ותלמידות להצליח במקצועות המדע והטכנולוגיה (Hsieh et al., 2017). יש לציין שהמחקר נערך במדינה שנחשבת שמרנית, כלומר התפקידים המגדריים בה, כולל אלו של מורות ומורים, ברורים ומובחנים. לכן ייתכן שהתוצאות הנוגעות לשיטת ההוראה מתווכות בהפנמה של הצוותים החינוכיים את תפקידיהם המגדריים.

2.4 ייצוגים מוטים מגדרית בתוכניות לימודים

תוכניות לימודים של מקצועות מדעיים נוטות להשתמש בייצוגים מוטים מגדרית, כלומר להציג גברים בתור מדענים או בעלי חשיבה מדעית, ונשים כמי שאינן נמנות עם חברי הקהילה המדעית. גם משאבי ידע וחומרי לימוד הם משתנה מכריע ביצירה של הטיה מגדרית או תפיסת מגדר שוויונית בכיתת המדעים. המסגור של בעיה מדעית הוא משתנה אשר משפיע על האופן שבו תלמידות ותלמידים מיטיבים להתמודד עם הבעיה. המסגור הזה יכול לקבל ביטוי בתוכן של הסוגיה המדעית המוצגת, למשל אם מדובר בתרגיל מופשט או בבעיה בהקשר חברתי; בשפה שבה מוצגת הבעיה, למשל האם היא בוחנת רופאים ואחיות או רופאות ואחים; וכן בשפה החזותית שבאמצעותה היא מוסברת - התמונות, התרשימים, הסרטונים ומה שמוצג בהם. אם אלו מוטים מגדרית, הדבר ישפיע לטובת תלמידים ולרעת תלמידות (OECD, 2015).

מחקר שעסק בניתוח תוכן ויזואלי של 250 מקורות מקוונים שונים ללימודי מדע של **האיחוד האירופי**, חושף כי ברבים מהם משתקפת הטיה מגדרית. חומרי הלימוד שנסקרו ([Scientix & OER commons](#)) מיועדים לבני 7 עד 11, ועוסקים במקצועות המדעיים אסטרונומיה, ביולוגיה, כימיה, גיאולוגיה, מתמטיקה, פיזיקה וטכנולוגיה. המחקר מצא כי רוב הדמויות המוצגות בתוכני החינוך הן בנים. אחריהם ניתן למצוא, במספר הולך ופוחת, בנות, גברים ונשים. ממצא זה תואם מחקרים קודמים שבהם נראה סולם הופעת דמויות דומה (Kerkhoven et al., 2016).

ממצא נוסף היה שיותר גברים מנשים הוצגו בתור מדענים ואילו יותר נשים מגברים הוצגו בתור מורות. בהתייחסות לדמויות הילדות והילדים לא נמצאה הטיה מגדרית: מספרי הבנים והבנות העוסקים בפעילויות שונות היו מאוזנים. ככל שהגיל שבו נחשפים הילדים לתכנים חזויים כאלו, שהם מוטים מגדרית, נמוך יותר, כך ההשפעה של החשיפה על מידת ההפנמה של הטיית מגדריות אצל ילדות וילדים חזקה יותר (Kerkhoven et al., 2016).

הטיה מגדרית דומה נמצאה גם במבחני המדעים. במחקר אשר התקיים ב**שוודיה** וביקש לנתח מבחן ארצי בכימיה לכיתות ט', נמצא שבבעיות מילוליות נטו מחברי המבחנים להציג נשים כחסרות כישורים, בורות ביחס למדע ומבטאות תפיסות תמימות על אודות תהליכים מדעיים. בשונה מהנשים, גברים שהוצגו בבעיות מילוליות במבחנים אלו התבטאו באופן רהוט והציגו ידע במדעים. עוד מצאו החוקרים כי צוות הכתיבה של המבחן העביר בו מסר שלפיו פעילות מדעית אינה מיועדת לכלל התלמידות והתלמידים, שכן היא דורשת כישורים מיוחדים - כישורים שמיוחסים במבחן בעיקר לגברים. בצורה כזו מלמד המבחן הטיית מגדרית שמשפיעה על תפיסות עצמיות של תלמידות ושל תלמידים, ושעלולות לגרום לניכור של תלמידות כלפי מקצועות מדעיים. במילים אחרות, המבחן מעביר מסר שמרני ומוטה מגדרית שלפיו מדענים בתחום הכימיה הם גברים, וכך מעודד תלמידות לא ללמוד במגמת כימיה (Ståhl & Hussénus, 2017).⁵

5 בהקשר זה מומלץ לעיין [במחקר של קריכלי-כץ ורגב](#) שנערך בשנה האחרונה, על ההשפעה שיש ללשון נוסח הפנייה על הצלחת נשים במבחנים במתמטיקה בישראל (Kricheli-Katz & Regev, 2020).

2.5 מחירים חברתיים שמשלמות תלמידות הבחורות במקצועות מדעיים

אם תלמידות, לאחר שנחשפו לכל אותן הטייות מגדריות, בוחרות בכל זאת ללמוד תחומי דעת שנחשבים גבריים, הן צפויות לשלם מחיר חברתי. כך לדוגמה, מחקרים מראים כי רק התלמידות המצטיינות נוטות לבחור ללמוד תחום דעת כמו פיזיקה, ולכן הן מפגינות רמה אקדמית גבוהה מאוד; זאת לעומת תלמידים, שנוטים לבחור בתחום הדעת פיזיקה אף אם אינם מצטיינים בו. אותן תלמידות מצטיינות נתפסות על ידי עצמן ואחרים כיוצאות דופן, כבעלות מאפיינים "לא נשיים", אינדיבידואליות, אנליטיות ותחרותיות (Pregaldini et al., 2020). הדבר משפיע הן על היחס שהן זוכות לו, הן על הקשרים החברתיים שלהן. יש לציין שחלק מתלמידות אלו בוחרות במקצוע, בין השאר, כטקטיקה להחצנת השוני שלהן לעומת התפיסה המגדרית לגבי בנות. אולם במקביל להן, תלמידות רבות מאוד נוטות להימנע מתיוג חברתי כזה ולכן נמנעות מבחירה בתחום הדעת (Archer et al., 2017).

לסיכום, ההטיות המגדריות המפלגות לרעה ילדות, נערות ונשים קיימות בהיבטים שונים של מערכות חינוך: בציפיות המודעות והבלתי מודעות של צוותים חינוכיים; בהתנהגויות של הצוותים כלפי תלמידות הנובעות מציפיות אלו; בהתנהגויות של צוותים חינוכיים ושל תלמידים ותלמידות כלפי תלמידות שבחרות במגמות מדעיות, ובייחוד בפיזיקה; בסימון של תחומי דעת מסוימים כ"גבריים" ועידוד בנים להשתתף בהם על חשבון בנות; ובייצוגים מפלים של נערות ונשים בחומרי לימוד ושימוש בשפה שמעודדת השתתפות של תלמידים על חשבון תלמידות.

על מנת להבין את פערי הייצוג בין תלמידות ותלמידים במקצועות מדעיים, ובייחוד בפיזיקה, לא די למנות את ההטיות המגדריות המיטיבות עם תלמידים ומפלגות תלמידות. בפרק הבא נבחן את החסמים העצמיים של תלמידות - חסמים הנובעים במישרין מההטיות המגדריות במערכת החינוך שנמנו לעיל, ושמשפיעים על מכלול השיקולים של תלמידות בבואן לבחור ללמוד מדעים, ובעיקר פיזיקה.

פרק 3: סוגים של חסמים של תלמידות במקצועות מדעיים הנובעים מהטיות מגדריות

בניגוד להטיות המגדריות, שהן סיבות חיצוניות המשפיעות על תלמידות, חסמים הם תפיסות ועמדות שתלמידות מפנימות ושיוצרות מכשול לבחירה בלימודי מדעים - בדגש על פיזיקה - ובלמודי מחשבים, הנדסה ומתמטיקה. להלן נמנה שלושה סוגים מרכזיים של חסמים בבחירת מקצוע: תחושת מסוגלות נמוכה באותו מקצוע, תחושת השתייכות נמוכה למקצוע ועניין נמוך בתחום הדעת. נזכיר גם סוגי חסמים נוספים, כגון נטייה של תלמידות לייחוס פנימי לכישלונות וייחוס חיצוני להצלחות ורצון של תלמידות להצליח בלימודים שגורם להן להימנע מתחומי דעת שנחשבים קשים.

3.1 תחושת מסוגלות נמוכה של תלמידות במדעים, בייחוד בפיזיקה

מסוגלות עצמית, על פי התיאוריה הקוגניטיבית-חברתית של בנדורה (Bandura), היא אמונתו של האדם ביכולותיו לארגן ולבצע פעולות נדרשות. בהקשר החינוכי, הכוונה היא לתפיסות עצמיות אשר משפיעות על אסטרטגיות פעולה, התמדה והשקעת מאמץ בלימודים (Bandura, 1977). יתרה מזאת, מסוגלות עצמית משפיעה גם על למידה וביצועים במישור הקוגניטיבי, במישור הרגשי וביכולת לקבל החלטות. תפיסות עצמיות אלה משפיעות על היכולת של תלמידות ותלמידים להניע את עצמם לפעולה, להתמיד ולהתמודד עם קשיים, והן גם גורם חשוב בבחירת מגמות לימוד, ובהמשך אף מסלולי קריירה (OECD, 2015).

לתפיסות מסוגלות עצמית השפעות מגוונות בתחומי לימודים שונים. לדוגמה, אמונה עצמית של תלמידה ביכולתה להשיג יעדים ולבצע משימות בשיעור המתמטיקה עשויה להיות שונה בתכלית מאמונתה העצמית ביכולתה להצליח במקצוע כמו ספרות או שפה (Bandura, 1995).

מספרות המחקר עולה כי בכל הנוגע למקצועות לימוד מדעיים, תפיסת המסוגלות העצמית של תלמידות נמוכה יותר מזו של תלמידים. בנות במערכות חינוך מסביב לעולם נוטות לחוש חרדה גדולה יותר ביחס למקצועות המדעים והמתמטיקה, ולהאמין פחות ביכולתן להצליח באותם תחומי דעת. המסוגלות העצמית מתואמת לא רק עם תחום הדעת, אלא גם עם אופן ההוראה שלו. לדוגמה, כאשר סוגיות מדעיות ממוסגרות בתוך בעיות הנוגעות למצבי חיים של בני אדם, לנושאים בריאותיים ולדמוגרפיה, בנות מדווחות על ביטחון עצמי גבוה יותר וביטחון זה יוצר תחושת מסוגלות עצמית גבוהה (ומוביל להישגים גבוהים יותר); זאת לעומת תרגילים במתמטיקה שלא ניתן להם הקשר, ושלגביהם חשו תלמידות מסוגלות נמוכה יותר גם ביחס לתלמידים וגם ביחס לתחושת המסוגלות שהן עצמן חשו כשאותן הבעיות הובאו בהקשר (OECD, 2015).

ממצאים אלה תואמים גם מחקרים קטנים יותר מזה של ה-OECD, דוגמת מחקר שנערך בטורקיה בקרב 461 תלמידות ותלמידים בחינוך העל-יסודי. החוקרים מצאו כי במיומנויות קוגניטיביות מסדר גבוה, הקשר בין מסוגלות עצמית לבין יכולת התקשורת המדעית (היכולת לשוחח על נושאים מדעיים) הוא חזק יותר אצל תלמידות מאשר אצל תלמידים. החוקרים מסבירים כי השונות טמונה בהבדל המגדרי בתהליך ההברות של נשים, שבו בנות

לומדות לשחק במשחקי תפקידים שבהם יש שימוש רב בכישורים שפתיים (Sezgintürk & Sungur, 2020).

3.2 תחושת השתייכות נמוכה של תלמידות במקצוע הפיזיקה

זהות היא תרכובת של תפיסות עצמיות אשר מוגדרות בהתאם לתחושות של שייכות והשתתפות בתפקידים שונים בקהילה, בשילוב תפיסות חברתיות ביחס להשתתפות זו. בהתאם לכך, "זהות מדעית" של תלמידות ותלמידים היא הדרך שבה הם מפנימים חוויות הקשורות במדע, והמידה שבה הם רואים עצמם כחברים אפשריים או ממשיים בקבוצות מדעיות ובעולם המדע. תלמידים נוטים יותר מתלמידות לפתח "זהות מדעית" ולחוש השתייכות לקהילה המדעית ולמקצוע המדעי שהם לומדים.

מחקר אשר בדק כיצד פיתוחה של זהות מדעית אצל תלמידות ותלמידים משפיע על בחירתם בהתמחות במקצועות המדעיים בחינוך העל-יסודי, מצא כי עם הזמן נוצר פער בין תלמידים לתלמידות בגיבוש זהות מדעית. המחקר בחן 1,300 תלמידות ותלמידים בארצות הברית, בשתי תקופות זמן: בכיתה ז', לפני בחירה של מגמת לימוד, ובכיתה ט', לאחר בחירת המגמה. נמצא כי בכיתה ז' אין כל הבדל בין תלמידות ותלמידים במידת העניין במדע ובתפיסת המסוגלות העצמית שלהם במקצועות מדעיים. אולם בכיתה ט' כבר נוצרים פערים שנובעים מהטיות מגדריות: שיעור התלמידות התופסות עצמן כבעלות זהות מדעית יורד, ואילו שיעור התלמידים התופסים עצמם כבעלי זהות מדעית עולה. במחקר נמצא גם שגיבוש הזהות המדעית מתואם עם הנעה פנימית להצליח במקצועות המדעיים ושהוא מנבא טוב יותר לבחירה במגמה מדעית עבור תלמידות מאשר עבור תלמידים. כלומר, נראה שיותר תלמידים נרשמים למגמות מדעיות בגלל מוטיבציה חיצונית, כמו ציפיות חברתיות, ובמקביל לגיבוש זהות מדעית; ולעומתם יותר תלמידות נרשמות למקצועות מדעיים בגלל מוטיבציה פנימית, ומוטיבציה חיצונית נוטה להשפיע עליהן פחות. כיוון שהמוטיבציה הפנימית של תלמידות לגבי מקצועות מדעיים נוטה לרדת עם הזמן, במתואם עם אי-גיבוש של זהות מדעית אצלן, נטייתן לנשור מלימודי המדעים גבוהה מזו של תלמידים (Vincent, Ruz & Schunn, 2018).

דוגמה מוחשית נוספת לנטייה של תלמידות שלא לגבש זהות מדעית נצפית בתוצאות מבחני פיזיקה לשנת 2012. אלה מצביעים על כך שביצועים של תלמידות נוטים להיות טובים כשהן נדרשות להכיר סוגיות מדעיות וליישם מושגים, עובדות ונימוקים במתמטיקה. לעומת זאת, נראה כי כאשר תלמידות נדרשות "לחשוב כמו מדענים", כלומר כאשר הן מתבקשות לנסח בעיות מתמטיות תיאורטיות, לפרש ולפתור אותן, ללא מסגור שחורג מהשפה המדעית, הביצועים שלהן יורדים. כמו כן, נראה כי הבדלי ביצוע בין בנים לבנות הם קטנים או לא קיימים כאשר התלמידים נדרשים לפרש ראיות מדעיות, לזהות הנחות ולהסיק מסקנות. כלומר תלמידות אינן פחות "מדעניות" מתלמידים, אלא רק חשות שזה המצב (OECD, 2015).

במחקר שנערך בקרב 170 תלמידי כיתות י' עד י"ב בתיכון מדעי בתאילנד, נבחן הקשר בין תפיסות מגדריות סטריאוטיפיות לבין תפיסות עצמיות של תלמידים ביחס למקצועות הפיזיקה והמתמטיקה. החוקרים מצאו שככל שהתלמיד נוטה להזדהות יותר עם העמדה הסטריאוטיפית המגדרית כך הוא ייטה לבחור במגמות פיזיקה ומתמטיקה. אצל תלמידות נמצא קשר מקביל שהשלכותיו הפוכות: ככל שהתלמידה הפנימה יותר תפיסות מגדריות

לגבי נשים, כך נטתה להימנע ממגמות פיזיקה ומתמטיקה (Koul et al., 2016).

לסיכום סעיף זה, אף שתלמידות מצליחות כמו תלמידים בתחומי דעת מדעיים, הן נוטות לחוש חוסר זיהוי בין התפיסה העצמית שלהן לבין הסטריאוטיפ הגברי של "מדען". הדבר גורם להן להימנע מלבחור במגמת לימודים מדעית וגם משפיע על ההישגים שלהן כאשר מסגרת הבחינה שבה הן נבחנות היא של "חשיבה מדעית" או חשיבה "של מדענים".

3.3 עניין מועט יותר של תלמידות במקצועות מדעיים לעומת תלמידים

במחקר בארצות הברית שצוטט בסעיף הקודם, תלמידות נטו יותר מתלמידים לאבד עניין במקצועות מדעיים, ובעיקר בפיזיקה, ככל שהן התקדמו בשלבי החינוך. אולם יש לציין שבעניין זה המצב אצל תלמידים אינו סימטרי לזה של תלמידות: לא ברור שתלמידים נוטים לחוש עניין גובר והולך במדעים ככל שחולף הזמן, אולם הם כן נוטים להתחייב לתחום דעת מדעי.

נראה כי תפיסות עצמיות מושפעות גם מתפיסות עולם, אשר הפנמתן יכולה להשפיע גם על בחירות מקצועיות. מחקר שנערך בקרב 4,300 תלמידות ותלמידים בגילים 15-16 ב**הולנד** ביקש לבדוק כיצד אידיאולוגיה סטריאוטיפית של מגדר משפיעה על ההחלטה לבחור מגמת לימוד בגיל התיכון. החוקרים מצאו כי אצל תלמידים תפיסות של מגדר גברי, כמו הטענה "גברים חייבים לשאת בעול הפרנסה", מעצבות ערכים תעסוקתיים כמו "גברים צריכים להתמחות במקצוע משתלם" והעדפות סובייקטיביות כמו "אני מתעניין במדעים ורוצה לפתח קריירה מדעית". לעומת זאת, אצל תלמידות נמצא כי תפיסות מגדריות מעצבות את האמונה שלהן בכישוריהן, כמו האמירה "אני מוצלחת בנושאים חברתיים ובעזרה לזולת ואיני מוצלחת במקצועות מדעיים". אצל התלמידים, הטיות מגדריות אלו הובילו לבחירה בהתמחות מדעית בחינוך העל-יסודי - התמחות שנתפסת כגברית - ולהימנעות מתחומים שנתפסים כנשיים, גם אם היה להם עניין בתחומים אלו. אצל תלמידות לא נמצאה במחקר זה השפעה דומה. במילים אחרות, אחת הסיבות לכך ששיעור התלמידות במקצועות מדעיים בחינוך העל-יסודי נמוך הוא שיותר תלמידים בנים חשים מחויבות ללמוד תחומים אלו ונרשמים אליהם, גם אם אין להם עניין טבעי בהם (van der Vleuten et al., 2016).

3.4 חסמים נוספים

הזכרנו בתחילת הפרק כי תלמידות רוצות, יותר מתלמידים, להצליח בלימודים. אפשר להסביר זאת, בין השאר, בנטייה לפרפקציוניזם. כיוון שמקצועות מדעיים, ובראשם פיזיקה, וכן מקצועות כגון מחשבים, הנדסה ומתמטיקה נתפסים כתחומי דעת שקשה להצליח בהם, תלמידות נוטות מראש לוותר על מקצועות כאלו, או לנשור מהם לאחר שכבר בחרו בהם (Damian et al., 2017).

אחת הסיבות לנשירה היא נטייה כללית של תלמידות לייחוס פנימי לכישלונות, שבשלה הן נוטות למשל לקבל על עצמן אחריות להישגים נמוכים במבחנים (Cerezo Rusillo & Casanova Arias, 2004); זאת לעומת נטייתן לייחוס חיצוני להצלחות. במילים אחרות,

מנגנון קבלת ההחלטות של תלמידות, יותר מזה של תלמידים, נוטה להדגיש כישלונות כטעם להימנע מתחום דעת מלכתחילה או לנשור ממנו לאחר זמן (Vincent-Ruz & Schunn, 2018).

עד נקודה זו של הדוח הצבענו על פער הייצוג של תלמידות לעומת תלמידים במקצועות מדעיים, ובייחוד בפיזיקה, הצבענו על קיומן של הטיות מגדריות המפלגות תלמידות במערכות חינוך במקצועות המדעיים, והצבענו על האופן שבו מפנימות התלמידות הטיות מגדריות אלו כתפיסות שלהן על עצמן, על יכולותיהן, על תחומי העניין שלהן ועל אפשרויות הפעולה העומדות בפניהן. אף שהמצב נראה עגום חשוב להזכיר שוב שהטיות מגדריות אינן טבעיות ואינן קבועות, ולכן ניתן באופן עקרוני לשנותן. בפרק הבא נצביע על אסטרטגיות לשינוי של הטיות מגדריות שמובילות גם למניעת החסמים שמטילות תלמידות על עצמן כשהן שוקלות ללמוד מקצועות מדעיים.

פרק 4: אסטרטגיות התמודדות

הפרק הנוכחי יבחן אסטרטגיות לטיפול בהטיות מגדריות במערכות חינוך. אסטרטגיות אלו מתחילות בהנכחה של הציפיות המוטות מגדרית של צוותים חינוכיים ובהסבר של השלכותיהן. הצעדים הבאים הם שינוי התפיסה של מקצועות מדעיים, ובעיקר פיזיקה, כתחומי דעת קשים וגבריים; הצעת חלופות שוויוניות לדרכי הוראה שמיטיבות עם תלמידים ומפלות תלמידות; תיקון הטיות מגדריות בחומרי לימוד ותגמול תלמידות על עצם הבחירה במקצועות מדעיים. זאת על מנת שתלמידות יעלו את תפיסת המסוגלות העצמית שלהן בתחומי דעת שהן נמנעות מהם ויחוו ביטחון שאת שהן עשויות להצטרף לעולם המדע ולגבש זהות מדעית וכדי שרצונן להצליח בלימודים לא ימנע מהן לבחור בתחומים מדעיים.

4.1 הצפת הבעיה בפני פרחי הוראה וצוותים חינוכיים

צוותים חינוכיים ושיטות ההוראה שלהם ממלאים כאמור תפקיד חיוני בעיצוב עמדות של תלמידות ושל תלמידים כלפי למידה ובעידודם למצות את הפוטנציאל הטמון בהם (OECD, 2015). עמדות, אמונות והתנהגויות של מורות ומורים והתקשורת שלהם עם תלמידות ותלמידים עשויות להשפיע, בין היתר, על עמדות של תלמידות ועל בחירות שלהן הנוגעות במסלולים ומגמות לימוד (Chavatzia, 2017). כמו כן, תפיסות של מורות ומורים ביחס למגדר משפיעות על שיטות ההוראה שלהם וכך גם על תהליכי למידה של תלמידות ותלמידים (Gullberg et al., 2018).

לכן צעד ראשון להתמודדות עם ההטיות המגדריות הגלויות והסמויות של צוותים חינוכיים הוא פיתוח מודעות אליהן. כלומר, על צוותים חינוכיים לערוך רפלקציה ולהפוך מודעים להטיות המגדריות שלהם; זאת בתקווה שהמודעות תסייע להם להחליף הטיות מגדריות אלו בהדרגה בשיח המבוסס על תפיסה מגדרית שוויונית. צעד בסיסי ביצירת מודעות הוא מתן ביטוי לנושא זה בתוכניות להכשרת פרחי הוראה ולפיתוח מקצועי של צוותים חינוכיים. נוסף על הצפת ההטיות המגדריות הסמויות, חשוב ללמד פרחי הוראה וצוותים חינוכיים לשלב בשיטות ההוראה שלהם פעילויות שמקדמות שוויון מגדרי בכיתה (Davis, 2016).

כפי שהוזכר בפרק השני, השיח המהותני שמביא לאפליית תלמידות בתחומי דעת מדעיים מנחה צוותים חינוכיים כבר בשלב הטרם יסודי לפתח את הנטיות ואת הכישרונות המדעיים של בנים ולהתעלם מאלו של בנות. במקומו, מומלץ לקדם שיטות חינוכיות המושפעות מהשיח ההתפתחותי שמתמודדות עם הטיות מגדריות, וכך מספקות ליותר ילדות וילדים אפשרויות בחירה והזדמנויות. על מנת להילחם בשיח המהותני החוקרים מציעים לעמת את פרחי ההוראה עם הטיותיהם המגדריות ולהציע להם לבחור תפיסות שמעודדות שוויון בין המינים (Gullberg et al., 2018).

מוני ואחרים טוענים כי הכשרת הצוותים החינוכיים מצריכה מרחבי דיון וכללי אתיקה חדשים המאופיינים בפתיחות, הן בתוך הקבוצה של פרחי ההוראה המתדיינים והן ביכולת של פרחי ההוראה בקבוצה לדון בעתיד עם תלמידים ותלמידות. על מנת ליישם זאת, נטען כי צוותים חינוכיים למדעים העוברים פיתוח מקצועי ומורי המורים שלהם צריכים להגיע לבסיס הבנה משותף לגבי תפיסות מגדריות והטיות מגדריות: על מורי המורים לשכנע את הצוותים החינוכיים בחשיבות המודעות המגדרית, על מנת שאלו יתחילו להפנים צורך

בשינוי צורת ההוראה (Simmie & Lang, 2018).

בכל הקשור לצוותים החינוכיים הוותיקים העוסקים בהוראת מדעים, חוקרים ממליצים להתמקד באחריות של קובעי מדיניות, צוותי הנהלה של בתי ספר וכותבים וכותבות של תוכניות לימוד ליצור הזדמנויות ופלטפורמות למידה מתאימות, אשר יסייעו למורות ומורים לפתח מודעות להטיות מגדריות ולקדם את דרכי הפעולה המתמודדות עימן (Miović, 2017).

הצפת הבעיה, יצירת בסיס הבנה משותף והצעות לחלופות לצוותים החינוכיים הם תנאים הכרחיים, אולם אין בהם די, שכן הם מתבצעים בזירות שונות מאלו שתלמידות נחשפות אליהן. בסעיפים הבאים נצביע על מגוון של דרכי התנהגות שאימצו במערכות חינוך כדי להוביל הלכה למעשה שינוי בהטיות מגדריות ובהשלכותיהן השליליות על תלמידות במגמות מדעים ועל כאלו השוקלות להצטרף למגמות אלו.

4.2 שינוי התפיסה לגבי מקצועות מדעיים

כזכור, פיזיקה בפרט ותחומי דעת מדעיים בכלל נתפסים כקשים וגבריים, ולכן תלמידות נרתעות מלבחור בהם. חוקרים שהתמקדו בהיבט התרבותי טוענים כי על מנת לטפל בהטיות המגדריות הללו יש לשנות את הדימוי האליטיסטי והתחרותי של מקצועות אלו, כך שייתפסו כפתוחים לכול.

כדי לתמוך בדימוי מכיל יותר, שיעודד גם תלמידות שאינן מצטיינות לבחור במגמה, החוקרים מציעים להוריד את ציוני הסף (הרשמיים)⁶ בכניסה למגמת פיזיקה וכמו כן לכתוב תוכנית לימודים שוויונית יותר (ראו להלן בסעיף 4.4).

בפן הפדגוגי, הם מציעים חוויית למידה התנסותית שנשענת על ניסיון החיים של התלמידות והתלמידים, ואינה זרה או מופרדת מחיי היום-יום שלהם (ראו בסעיף הבא). כמו כן, החוקרים מציעים כי תלמידות יערכו סיורים במקומות עבודה שיש בהם דרישה לפיזיקאיות ויפגשו נשים שעוסקות במדעים כדי להציב לפניהן מודל לחיקוי (DeWitt et al., 2019).

4.3 דרכי הוראה ותקשורת של צוותים חינוכיים עם תלמידות

דוח של המכון לפיזיקה **בבריטניה** מדגיש כי למידת מדעים בהקשר חברתי והומניסטי, קרי דרך קישור בין מדע, טכנולוגיה וחברה, משפרת משמעותית מוטיבציה ובהמשך לכך גם הישגים, בעיקר אצל תלמידות אך גם אצל תלמידים. נמצא כי גישה כזו אף משפרת כישורי חשיבה עצמאית, חשיבה ביקורתית וחשיבה יצירתית. החוקרים מציינים כי צוותים חינוכיים הם מצד אחד סוכני שינוי חיוניים להכנסה של גישה הומניסטית לכיתה, ומצד שני אלו שצריכים להתמודד עם האתגרים החינוכיים שגישה כזו מייצרת. צוותים חינוכיים במקצוע הפיזיקה, אשר נוהגים להתייחס לחומר הלימודים במנותק מסוגיות יום-יומיות וכמו כן דוגלים בשיטות הוראה שלפיהן על התלמידות והתלמידים להקשיב ולא להשתתף, נדרשים לקבל הכשרה מתאימה שתאפשר להם ליצור את השינוי החשיבתי

6 ציוני סף רשמיים של מגמות אליטיסטיות נוטים להיות גבוהים. אולם תלמידים מגישים מועמדות, יותר מתלמידות, גם אם אינם עומדים בציוני הסף.

הנדרש. בלי הכשרה כזו, לא יוכלו להעביר את השינוי אל כלל תלמידותיהם ותלמידיהם לצד המשך התמיכה בתלמידים בנים שהתרגלו ללמוד מדעים בגישה המסורתית (Murphy & Whitelegg, 2006).

משתנה חשוב נוסף הוא סוג התקשורת שבין מורה לתלמידה בכיתה המדעים. באותו מחקר שנערך ב**בריטניה**, מודגש כי יחס חיובי ותומך של צוותים חינוכיים אל תלמידות ותלמידים הכולל משוב בונה על איכות עבודתם הוא משתנה חשוב המשפיע על תחושות של מסוגלות עצמית בקרב תלמידות. מחקרים מוצאים כי יחס כזה משפיע יותר על תלמידות מאשר על תלמידים, שכן תפיסת המסוגלות העצמית שלהן היא נמוכה יותר מלכתחילה (Murphy & Whitelegg, 2006).

מסקנות דומות פורסמו במחקר שהתקיים ב**טורקיה**, ובו החוקרים מציעים לחזק תחושות של מסוגלות עצמית של תלמידות כלפי מדעים דרך מיקוד בתקשורת שבין מורה לתלמיד או לתלמידה בתוך כיתות המדעים, מתוך יישום שיטות לימוד שמציבות את התלמידות והתלמידים במרכז (Sezgintürk & Sungur, 2020).

חוקרים ב**שווייץ** טוענים כי על מנת לשפר תפיסות עצמיות של תלמידות הנוגעות ללימודי הפיזיקה, צוותים חינוכיים צריכים להתמקד בפן הקוגניטיבי ולהביא אל הכיתה סוגיות המעוררות דיון ומחשבה, כלומר לחרוג משינון של תוכן תיאורטי כמו נוסחאות. הוראה המבוססת על הבנה של מושגים, שנושאים קשורים גם לניסיון החיים של התלמידות והתלמידים, עשויה לגרום לשיפור תפיסות עצמיות של תלמידות ביחס למקצוע הפיזיקה וכך גם לשפר את הישגיהן. החוקרים מדגישים כי סוג כזה של למידה במגמת הפיזיקה עשוי להיטיב עם תלמידות יותר מאשר עם תלמידים, אך לא יפגע בתלמידים (Hofer & Stern, 2016). גם במחקר ה-OECD בנדון ממליצים על הוראה של מקצוע הפיזיקה בהקשר של בעיות יום-יומיות, אם כי הנימוק במחקר זה הוא הצורך לעורר חשיבה מסדר גבוה כגון חשיבה ביקורתית. החוקרים אף ממליצים להציג לתלמידות ולתלמידים בעיות שמחייבות אותם ליישם ידע שלמדו בהקשרים חדשים (OECD, 2015).

מחקר שנערך בחבל אונטריו ב**קנדה**, והתמקד בשיטות לעידוד תלמידות במגמת פיזיקה, מצא כי יישום אסטרטגיות של "למידה שיתופית" (Cooperative learning) ו"למידה תרבותית" (Culturally responsive pedagogy) משפיע באופן חיובי על ההתעניינות של בנות במקצוע הפיזיקה. נסביר כי **למידה שיתופית** היא צורת למידה לא תחרותית, אשר רואה את הכיתה כולה כקבוצה בעלת מטרה משותפת, ולא כקיבוץ של תלמידים ותלמידות אינדיבידואלים בעלי מטרות נפרדות ולעיתים אף מתחרות. בסוג למידה זה לכל אחד ואחת מחברי הקבוצה (תלמידים ותלמידות) ישנו תפקיד מוגדר התואם את המטרה הכיתתית, ובמילוי הוא או היא אחראים להצלחת הקבוצה כולה. הלמידה השיתופית עומדת בניגוד ללמידה תחרותית, שבה תלמידים ותלמידות מתחרים זה בזו, או ללמידה אינדיבידואלית, שבה לכל תלמיד ותלמידה מטרה עצמאית אשר מנותקת מאלה של האחרים. מחקרים שעסקו בשיטת לימוד קואופרטיבית זו מצאו כי היא נוטה להיטיב עם תלמידות; הן נוטות להשתתף יותר בכיתה ואף לשפר את מעמדם החברתי (Miović, 2017).

הלמידה התרבותית היא גישה המניחה כי למידה לעולם אינה מנותקת מהידע והניסיון המוקדם של התלמידות והתלמידים בכיתה. לכן הגישה מציעה לפתח מודעות למבנים החברתיים-תרבותיים אשר ממסגרים את הלמידה, ולהחליפם בניסיון ובהשקפות החברתיות-תרבותיות של התלמידים והתלמידות. הכוונה היא כי צוותי הלימוד יכירו את

המטען התרבותי הספציפי של כל אחד ואחת מחברי הכיתה, ולא יכפו שיטות למידה אשר מבוססות על מטען תרבותי חיצוני לתלמידים ולחיי היום-יום שלהם. גישה זו מבקשת כי הלמידה תקדם שוויון תרבותי וחברתי, ולא תכפה על תלמידות ותלמידים נורמות וערכים שנתפסים כאוניברסליים אף שהם תלויי חברה ותרבות. גישה זו נוטה להיטיב עם קבוצות תרבותיות וחברתיות המאופיינות בתתי-יציג, ולכן נטען כי היא מתאימה גם לטיפול בסוגיות של מגדר (Miović, 2017).

המחקר הקנדי ממליץ אם כן כי צוותים חינוכיים יהפכו את כיתות הפיזיקה למוקדים לשינוי מגדרי-חברתי פרוגרסיבי. זאת על ידי מתן מרחב לביטוי קולות נשיים בכיתה; שימוש בחומרי לימוד אשר משקפים חוויות חיים הן של בנות, הן של בנים ועושים זאת מתוך תפיסה מגדרית שוויונית; ושימוש בדוגמאות של מדעניות מצליחות. כמו כן, צוותים חינוכיים לפיזיקה צריכים לבחור בקפידה את הרכב קבוצות הלמידה השיתופית, כך שיאפשרו ליותר תלמידות להרגיש בנוח. כדי שכל התהליכים הללו יוכלו לצאת לפועל, חשוב שצוותי הנהלה של בתי ספר, צוותים של התוויית מדיניות וכן מחברות ומחברים של תוכניות לימוד ידאגו כי כלל הצוותים החינוכיים יקבלו את הידע והמשאבים הרלוונטיים. העברת הידע דורשת תוכניות פיתוח מקצועי רלוונטיות לצוותים חינוכיים במקצועות מדעיים מצד אחד, והגדרת ציפיות ברורות מצד צוותי הנהלה מצד שני (Miović, 2017).

יש מחקרים הקושרים בין מין המורה למדעים לבין תפיסות חיוביות של תלמידות ביחס למקצועות המדעים ושאיפות מקצועיות בתחום זה. הטענה היא שמורות יכולות להשפיע באופן חיובי על התפיסה העצמית של תלמידות בשיעור מדעים, שכן הן מציגות להן מודל לחיקוי. עצם נוכחותן בכיתה על תקן מומחיות למדעים יכול לנפץ מיתוסים שלפיהם רק גברים עשויים להתמחות במקצועות המדע. כמו כן, מורות עשויות להיות רגישות יותר לסוגיות של שוויון מגדרי בכיתה, ביחס למורים (Chavatzia, 2017). על בסיס הנחות אלה, הציעו חוקרים להדגיש תקשורת בין-אישית במעבדה בכימיה, ולכלול יותר מורות נשים במקצוע זה ובמקצועות מדעיים בכלל, על מנת לעודד תלמידות לחוש בנוח במעבדות ולהשתתף בהן (Hsieh et al., 2017).

עם זאת, נדגיש כי בספרות אין הסכמה גורפת לגבי טענה זו - לא לגבי טיבה ולא לגבי נכונותה. ראשית, יש המעירים כי באופן פרדוקסלי, טענה מסוג זה מציעה להילחם בהטיות מגדריות בהתבסס על הטיות מגדריות אחרות (המורה האישה קשובה יותר ומשתפת יותר לעומת המורה הגבר). שנית, ישנם מחקרים שמראים כי צוותים חינוכיים מכל מין יכולים להיות מחויבים לתמיכה בקידומן של תלמידות. במחקר שנערך ב-15 מדינות החברות ב-OECD נבדק המתאם בין מין המורה לבין ביצועים של תלמידות ותלמידים, ולא נמצאה תמיכה לטענה כי למורים גברים יש השפעה חיובית על הישגיהם של תלמידים, ולמורות - על הישגיהן של תלמידות (Miović, 2017). אף על פי כן, גם מחקרים שלא ביססו קשר ברור בין נוכחותן של מורות נשים לבין ביצועי בנות במקצועות המדע, מצאו שלמורות יש השפעה חיובית גם על תלמידות וגם על תלמידים (Chavatzia, 2017).

לסיכום, ישנה קשת של שיטות הוראה שנתפסות כתומכות בשוויון מגדרי בכיתה, ומכאן - כשיטות שמייצרות לתלמידות תפיסה של מסוגלות עצמית ושל עניין בתחום הדעת. שיטות אלו מבוססות בעיקרן על נושאי עניין כלליים של תלמידות ושל תלמידים, על קשירת החומר המדעי בנושאים שתלמידות מביעות בהם עניין והבנה ועל למידה שיתופית ולא תחרותית. על מנת ששיטות הוראה אלו יגיעו למיצוין, יש לבססן בין השאר על תוכניות לימודים שמשקף בהן שוויון מגדרי.

4.4 תיקון של חומרי לימוד

בפרק הקודם ראינו כי הטיות מגדריות מוטמעות גם בתוכן חומרי הלימוד של מקצועות המדעים, בדגש על לימודי פיזיקה. חומרי לימוד במקצועות המדע - לרבות ספרים, דפי הנחיות, לומדות ומבחנים - מתווכים יחסי כוח שהמחברים והמחברות שלהם הפנימו, וגורמים גם לתלמידות ולתלמידים להפנים יחסי כוח כאלו והטיות מגדריות ביחס למקצועות מדעיים (Ståhl & Hussénus, 2017).

חוקרים ממליצים, בהקשר זה, כי מנסחי חומרי לימוד ותוכניות לימוד יעלימו הטיות מגדריות, על ידי הצגה שוויונית של גברים ונשים העוסקים במקצועות המדע. גם אם הייצוג הגבוה של גברים בהקשר מדעי לעומת ייצוג בחסר של נשים הוא שיקוף אמיתי של ההתפלגות המגדרית במדע, מערכות חינוך צריכות לשאוף לייצוג מגדרי מאוזן יותר. איזון כזה הוא צעד ראשון חיוני לקראת חינוך המציג גם גברים וגם נשים כמדענים פוטנציאליים (Kerkhoven et al., 2016).

הדוח של המכון לפיזיקה באנגליה אשר מדגיש את היתרונות החברתיים של למידת מדעים בהקשר הומניסטי, מציע גם הנחיות מבוססות מחקר לפיתוח תוכני לימוד אשר יאזנו את ההטיה המגדרית בלימודי המדע, בדגש על לימודי פיזיקה. הדוח מתמקד בדרך שבה סוגיות במקצוע הפיזיקה ממסוגרות בחומרי הלימוד, ומציע לנקוט את הצעדים הבאים:

שיעורי הפיזיקה צריכים להתמקד בסוגיות הקשורות להתנסויות ולחיי היום-יום.

השאלות במקצוע הפיזיקה צריכות להיות קשורות לסוגיות חברתיות.

חומרי הלימוד צריכים להציג את הקשר של סוגיות פיזיקליות למקצועות אחרים הדורשים ידע בפיזיקה.

סוגיות פיזיקליות צריכות להיות מודגמות על ידי תופעות הקשורות לגוף האדם.

יש להציג את הפיזיקה בהקשר ההיסטורי שלה, וכך להנכיח אותה כפעילות אנושית משתנה אשר מושפעת מכוחות חברתיים, תרבותיים ופוליטיים (Murphy & Whitelegg, 2006).

דגשים אלו דומים לאלו שהובאו בקשר לשיטות הוראה. ההבדל הוא כמובן ביישום שלהם. בהקשר לשיטות הוראה, האחריות נופלת על הצוותים החינוכיים המתכננים את מערכי השיעור ומוציאים אותם לפועל בכיתה. בדוח של מרפי ווייטלג מדובר על היבטים שמחברות ומחברים של תוכניות לימודים במדעים צריכים להביא בחשבון.

4.5 יצירת הנעה חיצונית לתלמידות

הנושא האחרון שמוזכר בהקשר להעלאת שיעור התלמידות המשתתפות בתחומי דעת מדעיים הוא יצירת הנעה חיצונית עבורן. במחקר שנערך באנגליה נבחנה השיטה של מתן מלגות עידוד לתלמידות מצטיינות שבוחרות במגמות מתמטיקה ופיזיקה. נמצא שלמלגות אלו יש השפעה מסוימת, אך לא גדולה, על בחירה במגמת פיזיקה. מלגות נוטות לשכנע תלמידות אשר מתלבטות בנוגע לבחירה במסלול מדעי, אך לא ליצור שינוי תודעתי ביחס למקצועות אלו. החוקרים מציעים שלוש התערבויות אלטרנטיביות:

- להציע לתלמידות לצבור ניסיון תעסוקתי בפועל במקצועות המדעיים.
- לספק להן מודלים של נשים העוסקות במקצועות המדע.
- לחזק את תפיסת המסוגלות של תלמידות אלו באמצעות שיטות הוראה שתומכות בהן ומעצימות אותן (Cassidy et al., 2018).

לסיכום, ניתן להצביע על שיטות הוראה ושיטות לחיבור תוכניות לימוד שמתמודדות עם ההטיות המגדריות הקיימות בהוראת מדעים ועם החסמים של תלמידות. לכך יש להוסיף שינוי בתדמית של המקצועות המדעיים, ובייחוד של פיזיקה. כצעד ראשון חיוני יש לשקף לפרחי הוראה, לצוותים שמכשירים אותם וכן לצוותים חינוכיים ותיקים את ההטיות המגדריות שמפעילות אותם בתקשורת שלהם עם תלמידות, באופן שמפלה תלמידות אלו; זאת כמובן לא רק עם הצוותים המלמדים את המגמות המדעיות, אלא גם עם צוותים חינוכיים בבית הספר היסודי ובחטיבת הביניים, שציפיותיהם והתנהגותם משפיעות על בחירות מאוחרות יותר של תלמידות ותלמידים.

פרק 5: סיכום ומסקנות

שיעור ההשתתפות הנמוך של תלמידות במגמות מדעים, בדגש על מגמת פיזיקה, אינו מצביע על הבדלי יכולת מולדים בין בנים לבנות, אלא על הטיית מגדריות חברתיות המועברות לצוותים חינוכיים, לתלמידים ולתלמידות בתהליכים של חברות בתוך מערכת החינוך ומחוצה לה. בפרקים השונים התמקדנו בדרך שבה תפיסות מוטות מגדריות מועברות דרך מערכת החינוך, וניסינו לאתר את המנגנונים העיקריים אשר מחלישים תחושות של מסוגלות, השתייכות ועניין בקרב תלמידות בהקשר של מקצועות המדע, בדגש על פיזיקה; זאת במטרה להצביע על חלופות למנגנונים אלו, שביכולתן להעצים תלמידות ולסייע לרבות יותר לבחור במגמה מדעית ולהתמיד בה, מתוך תחושת מסוגלות, השתייכות ועניין.

הפרק הראשון החל בהגדרה של מגדר, כתהליך סוציולוגי המייצר קטגוריות חברתיות, תרבותיות ופסיכולוגיות לגבי תפקידים נשיים וגבריים ראויים בעיני התרבות שמייצרת קטגוריות אלו; זאת כמבוא לנושא הדוח.

בפרק השני הצבענו על עומק ההטיה המגדרית המתקיימת בהקשר למערכות חינוך, בדגש על לימודי המדעים. הראינו שהטיית מגדריות מופנמות כבר בגיל צעיר, וממשיכות להשפיע על גיבוש הזהות של תלמידים ושל תלמידות לאורך כל שלבי החינוך. הזכרנו כמה גורמים מרכזיים במערכת החינוך:

- תפיסות של מורות ושל מורים ביחס למגדר משפיעות, במודע או שלא במודע, על ציפיותיהם השונות מתלמידות ומתלמידים ביחס לעניין במקצועות מדעיים והישגים בהם; על שיטות ההוראה שלהם, שמיטיבות עם תלמידים ומפלות תלמידות; על שוני בדפוסי השיח עם תלמידות לעומת תלמידים; על הערכת העבודה שלהם ועל מישובה - שבכולם משתקפת עמדה שלפיה מקצועות המדע, ובייחוד פיזיקה, אינם מתאימים לתלמידות.
- ההטיות המגדריות אינן נחלתם של מורות ומורים בלבד, אלא נוטות לאפיין את כלל תרבות לימודי המדע, בדגש על תרבות לימודי הפיזיקה. הן משתקפות בחומרי הלימוד המציגים, למשל, גברים בתור מדענים ומתווכחים ונשים בתור מורות או לבורנטיות ובעלות עמדות נאיביות ביחס למדע. מסרים אלו מועברים בטקסטים או באמצעים חזותיים בתוכניות לימודים, בספרי לימוד, בלומדות ובמבחנים.
- בחלק מהמגמות המדעיות, כמו פיזיקה, יש רוב "מסורתי" של תלמידים על חשבון תלמידות - מצב שמסייע לתיאור המצב החברתי כ"טבעי", וכן מקשה על תלמידות להיכנס לתחום.
- לבסוף, הראינו שההטיות המגדריות לא מסתיימות בשלב הבחירה של מגמת הלימודים. תלמידות שבחרות ללמוד מקצועות מדעיים כמו פיזיקה, או מקצועות אחרים שנחשבים "גבריים" כגון מחשבים, הנדסה ומתמטיקה, משלמות מחיר חברתי על בחירה זו ומסומנות על ידי הצוותים החינוכיים ועל ידי תלמידות ותלמידים אחרים כ"לא נשיות".

בהקשר להטיות המגדריות שתלמידות נחשפות אליהן בלימודי מדעים צריך להזכיר את התמונה הרחבה:

ראשית, גם בנים נחשפים לאותן הטיות מגדריות. אלו פועלות עליהם באופן הפוך ומסלילות אותם ללימודים מדעיים, גם אם אין להם עניין בהם או שאינם מצטיינים בהם.

שנית, המגמות המדעיות הן רק חלק מההיצע בבית הספר העיוני. תלמידות אינן רק מוסללות אל מחוץ למגמות STEM (למעט לימודי ביולוגיה), אלא גם מוסללות למגמות לימוד אחרות כגון מדעי הרוח (ספרות והיסטוריה) והחברה (סוציולוגיה). במקביל, תלמידים אינם מוסללים רק ללימודים של מדעים, מחשבים והנדסה, אלא גם מוסללים אל מחוץ למגמות אחרות, גם אם יש להם עניין בהן. כלומר, אף שתלמידות נפגעות יותר מתלמידים מהטיות מגדריות, אין לומר שהן הנפגעות היחידות.

בפרק השלישי עברנו לחסמים של תלמידות בבחירה בלימודי מדעים, היינו בתפיסות המגדריות שהן מפנימות בעקבות ההטיות המגדריות שהן נחשפות אליהן. החסמים נובעים ממערכת של הרגלים תרבותיים אשר משמרים קונפורמיות ביחס לערכים ונורמות המשרתים גברים ופוגעים בנשים. אלו הופכים למנגנון ויסות עצמי המכוון תלמידות שלא לבחור במקצועות המדע, בדגש על פיזיקה.

מנינו את החסמים הבאים:

- תפיסות עצמיות של מסוגלות נמוכה וביטחון נמוך המשפיעות לרעה על היכולת של תלמידות (יותר מתלמידים) להניע עצמן לפעולה, להתמיד ולהתמודד עם קשיים במגמות לימוד מדעיות. תלמידות נוטות לחוש חרדה גדולה יותר לעומת תלמידים ביחס למקצועות המדעים והמתמטיקה ולהאמין פחות ביכולתן, והדבר משפיע לרעה על יכולתן להתמודד עם החומר הנלמד ועל הישגיהן הלימודיים.
- אי גיבוש "זהות מדעית", כלומר הדרך שבה אנשים ונשים מפנימים חוויות הקשורות במדע, והמידה שבה הם רואים את עצמם כחברים אפשריים (או ממשיים) בקבוצות מדעיות. מחקרים הראו כי זהות מדעית נוצרת בקלות רבה יותר אצל תלמידים - גם אם מידת העניין שלהם במדע אינה רבה - מאשר אצל תלמידות; זאת משום שהתלמידים נוטים לזהות את עולם המדע כעולם שיש להם השתייכות טבעית אליו. תלמידות, לעומתם, צריכות להיאבק כדי לחוש חלק מעולם המדע, גם אם יש להן עניין ראשוני רב במדעים. אם הזהות שהן מגבשות אינה זהות של "אשת מדע", רמות העניין שלהן בתחום יורדות.
- תלמידות חוששות מכישלון יותר מתלמידים, ומעוניינות להצטיין בלימודים יותר מהם. במקביל, יש להן נטייה לייחוס פנימי לכישלונות. מכאן שגורמים חיצוניים לתלמידות - כמו הערכה ומישוב מוטים מגדרית של צוותים חינוכיים או שיטות הוראה שמפללות אותן - מותמרים על ידן בטעמים פנימיים לחוסר הצלחה או לחוסר הצטיינות וגורמים להן להימנע מבחירה במגמות מדעיות ובעיקר בפיזיקה.

החסמים הפנימיים של תלמידות הן במובן מסוים הגורם המיידי לבחירה שלהן במגמות לא מדעיות, ומאוחר יותר, בתור נשים צעירות, לבחירה שלהן בקריירה לא מדעית. מצד שני, החסמים נגרמים כאמור משורה של עמדות, תפיסות והתנהגויות שמפללות אותן, בין השאר בלימודי מדעים. לכן אסטרטגיות הפעולה המוצעות לטיפול בחסמים אלו מופנות כלפי הגורמים החיצוניים - הציפיות מוטות המגדר וההתנהגויות הנובעות מהן בשדה החינוך.

הפרק הרביעי בחן אסטרטגיות להתמודדות עם כלל האתגרים שהוצגו לאורך הדוח. בפרק נדונו המשתנים החינוכיים המשפיעים על הבידול המגדרי במקצועות המדע כאסטרטגיות אפשריות ליצירת שינוי. ההנחה היא שהמפתח לשינוי נמצא ראשית אצל הצוותים החינוכיים, ומעבר להם גם אצל צוותים של התוויית מדיניות, הנהלות של בתי ספר ומחברות ומחברים של תוכניות לימוד. הרעיונות העיקריים המוזכרים בפרק הם:

- **איתור עמדות ואמונות מוטות מגדר של פרחי הוראה ושל צוותים חינוכיים וטיפול בהן**

על מנת שמורות ומורים למדעים יהיו מחויבים לתמיכה בתלמידות ולקידומן, יש להתייחס קודם כול לאמונות ועמדות הנוגעות במגדר שהם מגיעים איתן לכיתת המדעים. תפיסות של צוותים חינוכיים ביחס למגדר משפיעות על הפרקטיקה הפדגוגית שלהם וכך גם על תהליכי למידה של תלמידות ותלמידים, ויכולות להיות משתנה מכריע בגיבושן של עמדות עצמיות בקרב תלמידות ותלמידים. לכן יש לאתר אמונות ועמדות מגדריות בקרב פרחי הוראה ומורות ומורים למדעים. ניתן לעשות זאת על ידי הקצאת משאבים לזיהוי צורת השיח המתקיימת בכיתת המדעים, ובחינה של הנחות היסוד שלו ביחס למגדר.

- **שינוי דרכי השיח המוטות המגדר בין צוותים חינוכיים לתלמידות ולתלמידים, ובכללן הערכה ומישוב**

על מנת להגביר תחושות של מסוגלות אצל תלמידות, יש להתמקד בקשרים המילוליים ובמחוות שצוותים חינוכיים נוקטים בכיתות מדעים; זאת תוך יישום שיטות לימוד שמציבות את התלמידים והתלמידות במרכז, ובכך מחזקות תפיסות של מסוגלות עצמית ביחס למדע. יחס חיובי ותומך של מורות ומורים אל תלמידות ותלמידים, הכולל משוב בונה על איכות עבודתם, הוא משתנה חשוב המשפיע על תחושות של מסוגלות עצמית בקרב תלמידות.

- **שינוי התדמית של מקצועות כגון פיזיקה ומחשבים**

מחקרים שהתמקדו בהיבט התרבותי ממליצים לייצר דמוקרטיזציה במקצועות מדעיים, בדגש על מקצוע הפיזיקה: מיתון העמדה שלפיה המקצוע הוא אליטיסטי, ובה בעת חיזוק העמדה שהוא פתוח לכול. בפן המערכתי, החוקרים מציעים לייצר תוכנית לימודים שוויונית ונגישה יותר, באמצעות הורדה של ציוני הסף לכניסה למגמות. בפן החינוכי, הם מציעים חוויית למידה התנסותית שנשענת על ניסיון החיים של התלמידות והתלמידים ואינה זרה להם או מופרדת מחיי היום-יום שלהם.

- **חלופות לאסטרטגיות למידה קיימות**

נמצא כי אסטרטגיית למידה שיתופית, שבה תלמידים מרגישים חלק מקבוצה הפועלת יחד למען מטרה משותפת, מתאימה לשינוי עמדות על מגדר ומדעים. כלומר, כדאי לצמצם את התחרותיות והאינדיבידואליזם בכיתה לטובת שיתוף פעולה. במקביל, כדאי גם להציף בפני תלמידות ותלמידים את המבנים החברתיים-תרבותיים שמהם נובעת ההטיה המגדרית מלכתחילה.

ישנם מחקרים הממליצים כי למידת המדעים, בדגש על לימודי פיזיקה, תתנהל בהקשר חברתי והומניסטי, קרי דרך קישור בין מדע, טכנולוגיה וחברה. הטענה היא כי למידה כזו משפרת משמעותית מוטיבציה וכישורי חשיבה עצמאית, ביקורתית

ויצירתית, ובהמשך לכך גם הישגים. לכן, מורות ומורים נדרשים לקבל הכשרה מתאימה שתאפשר להם ליצור את השינוי החשיבתי הנדרש.

מחקרים המתמקדים בפן הקוגניטיבי ממליצים כי הוראת המדעים תתבסס על הבנה קונספטואלית, שנושאה קשורים גם לחוויות חיים - גישה שיכולה לגרום לשיפור תפיסות עצמיות של תלמידות ביחס למקצוע הפיזיקה וכך גם לשפר את הישגיהן.

● עדכון של חומרי לימוד ושל תוכניות לימוד

תוכניות לימוד וחומרי לימוד צריכים לשאוף לאזן את ההטיה המגדרית בלימודי המדע באמצעות התמקדות בסוגיות הקשורות להתנסויות, לחיי היום-יום ולצורך האנושי להסביר תופעות סביבתיות וחברתיות. כמו כן, מומלץ להציג את הפיזיקה בהקשר ההיסטורי שלה, וכך להנכיח אותה כפעילות אנושית משתנה אשר מושפעת מכוחות חברתיים, תרבותיים ופוליטיים.

המחקר ממליץ על מתן מרחב לביטוי קולות נשיים בכיתה, על שימוש בחומרי לימוד אשר משקפים חוויות חיים הן של בנות והן של בנים ועל הבאת דוגמאות של מדעניות מצליחות. על צוותי התוויית מדיניות, צוותים של הנהלות בתי ספר ומחברות ומחברים של תוכניות לימודים לדאוג כי כלל הצוותים החינוכיים יקבלו את הידע והמשאבים הרלוונטיים על מנת שמדיניות זו תוכל לצאת אל הפועל. העברת הידע דורשת שיסופקו למורות ומורים תוכניות פיתוח מקצועי רלוונטיות, וכי צוותי הנהלה של בתי ספר יגדירו ציפיות ברורות ליצירת שינוי.

● מלגות עידוד לתלמידות

נמצא כי למלגות עידוד לתלמידות תיכון מצטיינות במגמות מתמטיקה ופיזיקה יש השפעה מסוימת, אך לא גדולה, על בחירה במגמת פיזיקה. מלגות נוטות לשכנע תלמידות אשר מתלבטות בנוגע לבחירה במסלול מדעי, אך לא ליצור שינוי תודעתי ביחס למקצועות אלו.

חשוב לציין שפרט להצעה להעניק מלגות לתלמידות, שמתבססת על עיקרון של העדפה מתקנת, כלל החלופות המוצעות לשיטות הוראה ותוכני לימוד לא נותנות העדפה לתלמידות אלא מבקשות להשוות את התנאים שלהן לאלו של תלמידים. יתרה מכך, נראה שגם תלמידים ולא רק תלמידות יוצאים נשכרים משיטות הוראה חלופיות וממודעות גבוהה יותר של צוותים חינוכיים ושלם עצמם להטיות מגדריות.

ברצלבסקי, ר', גטושקין, ד' וליכשטט, נ' (2019). תמונת מצב: לימודי המדעים בישראל – מגמות וממצאים ממערכת החינוך בישראל. ראמ"ה.

סנוף-כילפול, א' וזאבי, מ' (2017). לקסיקון מגדר. תל אביב: דקנאט הסטודנטים, אוניברסיטת תל אביב.

קרק, ר', דביר, ק' וזורמן, ר' (2016). תקציר ממצאי מחקר על הפוטנציאל של תלמידות להצטיין במתמטיקה ובמדעים. ירושלים: מכון הנרייטה סאלד.

Archer, L., Moote, J., Francis, B., DeWitt, J., & Yeomans, L. (2017). The “exceptional” physics girl: A sociological analysis of multimethod data from young women aged 10–16 to explore gendered patterns of post-16 participation. *American Educational Research Journal*, 54(1), 88-126.

Archer, L., & DeWitt, J. (2016). *Understanding young people's science aspirations*. London: Routledge.

Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. New York: General Learning Press.

Bandura, A. (Ed.). (1995). *Self-efficacy in changing societies*. New York, NY: Cambridge University Press.

Cassidy, R., Cattán, S., Crawford, C., & Dytham, S. (2018). *How can we increase girls' uptake of maths and physics a-level?* (No. R149). IFS Report.

Cerezo Rusillo, M. T., & Casanova Arias, P. F. (2004). Gender differences in academic motivation of secondary school students. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 2(1), 97-112.

Chavatzia, T. (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)* (Vol. 253479). Paris: UNESCO. unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479.

Damian, L. E., Stoeber, J., Negru-Subtirica, O., & Băban, A. (2017). Perfectionism and school engagement: A three-wave longitudinal study. *Personality and Individual Differences*, 105, 179-184.

Davis, K. (2016). Promoting sustainability in science education programmes: Becoming aware of gender stereotyping and improving practice. *Science Teacher Education*, 76, 11-20.

DeWitt, J., Archer, L., & Moote, J. (2019). 15/16-year-old students' reasons for choosing and not choosing physics at a Level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(6), 1071-1087.

Hofer, S. I., & Stern, E. (2016). Underachievement in physics: When intelligent girls fail. *Learning and Individual Differences*, 51, 119-131.

Hsieh, H. C., Chen, P. Y., & Lin, T. S. (2017). Girls' and boys' science choices and learning in upper-secondary schools in Taiwan. *Asian Women*, 33(3), 41-64.

Gullberg, A., Andersson, K., Danielsson, A., Scantlebury, K., & Hussénus, A. (2018). Pre-service teachers' views of the child: Reproducing or challenging gender stereotypes in science in preschool. *Research in Science Education*, 48(4), 691-715.

Kerkhoven, A. H., Russo, P., Land-Zandstra, A. M., Saxena, A., & Rodenburg, F. J. (2016). Gender stereotypes in science education resources: A visual content analysis. *PloS one*, 11(11), e0165037.

Koul, R., Lerdpornkulrat, T., & Poondej, C. (2016). Gender compatibility, math-gender stereotypes, and self-concepts in math and physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020115.

Kricheli-Katz, T., & Regev, T. (2020). [Do gendered languages fail women in math?](#).

Makarova, E., Aeschlimann, B., & Herzog, W. (2019). The gender gap in STEM fields: The impact of the gender stereotype of math and science on secondary students' career aspirations. *Frontiers in Education*, 4, article 60.

Miović, V. (2017). *The experiences of Ontario teachers supporting female students in senior physics courses*. (Master's thesis). University of Toronto, Toronto.

Mujtaba, T., & Reiss, M. J. (2013). What sort of girl wants to study physics after the age of 16? Findings from a large-scale UK survey. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2979–2998.

Murphy, P., & Whitelegg, E. (2006). *Girls in the physics classroom: A review of the research on the participation of girls in physics*. London, UK: Institute of Physics.

Simmie, G. M. & Lang, M. (2018). Deliberative teacher education beyond boundaries: discursive practices for eliciting gender awareness. *Teachers and Teaching theory and practice*. 24(2), 135-150.

OECD (2015). *The ABC of gender equality in education: Aptitude, behaviour, confidence*. PISA: OECD Publishing. [dx.doi.org/10.1787/9789264229945-en](https://doi.org/10.1787/9789264229945-en)

Pregaldini, D., Backes-Gellner, U., & Eisenkopf, G. (2020). Girls' preferences for STEM and the effects of classroom gender composition: New evidence from a natural experiment. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 178, 102-123.

Sezgintürk, M., & Sungur, S. (2020). A multidimensional investigation of students' science self-efficacy: The role of gender. *İlköğretim Online*, 19(1), 208-218.

Ståhl, M., & Hussénus, A. (2017). Chemistry inside an epistemological community box! Discursive exclusions and inclusions in Swedish national tests in chemistry. *Cultural Studies of Science Education*, 12(2), 395-423.

Steinke, J. (2017). Adolescent girls' STEM identity formation and media images of STEM professionals: Considering the influence of contextual cues. *Frontiers in Psychology*, 8, 716.

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.

van der Vleuten, M., Jaspers, E., Maas, I., & van der Lippe, T. (2016). Boys' and girls' educational choices in secondary education: The role of gender ideology. *Educational Studies*, 42(2), 181-200.