

# גישות להוראת מדע לתלמידים מתקשים ולתלמידים ממצב חברתי-כלכלי נמוך בחטיבת הביניים

סקירת ספרות מנקודת מבט אוניברסלית וישראלית



## מחברות הסקירה:

ד"ר אורנית ספקטור-לוי

ד"ר מרב יפרח

ד"ר תמי לוי נחום

הגב' אושרה אלוני

בית הספר לחינוך

אוניברסיטת בר אילן

סקירה זו חברה עבור אגף מדעים, משרד החינוך

תשע"ט



## תוכן העניינים

|    |                                                                         |
|----|-------------------------------------------------------------------------|
| 5  | תקציר.....                                                              |
| 5  | תקציר מנהלים.....                                                       |
| 7  | תובנות והמלצות העולות מסקירה זו.....                                    |
| 7  | ברמת הלומד                                                              |
| 8  | ברמת המורה                                                              |
| 9  | ברמה מערכתית                                                            |
| 10 | הקדמה.....                                                              |
| 11 | חלק א' – סקירת ספרות מנקודת מבט אוניברסלית.....                         |
| 11 | פערים בהישגים ובהזדמנויות למידה.....                                    |
| 11 | מי הם התלמידים התת-משיגים?.....                                         |
| 11 | פערים בהישגים ובעמדות.....                                              |
| 12 | פערים בהזדמנויות.....                                                   |
| 13 | פערי הזדמנויות ויכולות קוגניטיביות                                      |
| 14 | פערי הזדמנויות והשכלת הורים                                             |
| 14 | פערי הזדמנויות ותקצוב בתי ספר                                           |
| 15 | פערי הזדמנויות ו'פדגוגיה של עוני'                                       |
| 15 | קידום שוויון הזדמנויות בחינוך בכלל ובחינוך המדעי-טכנולוגי בפרט.....     |
| 16 | טיפול תפיסות הלומד.....                                                 |
| 17 | התאמת ההוראה לפרט.....                                                  |
| 18 | פדגוגיה מותאמת תרבות / קשובת תרבות.....                                 |
| 20 | תפקיד מורי המדעים בהקשר הרב-תרבותי                                      |
| 21 | הצעות לסטנדרטים לחינוך מדעי-טכנולוגי מותאם תרבות.....                   |
| 23 | קידום שוויון הזדמנויות בחינוך המדעי-טכנולוגי.....                       |
| 24 | רפורמה ברת קיימא כתנאי לצמצום אי השיוויון.....                          |
| 25 | אסטרטגיות הוראה אפקטיביות לתלמידים תת-משיגים בחינוך המדעי-טכנולוגי..... |
| 25 | הוראה בדרך החקר                                                         |
| 27 | הוראה באמצעות תהליך התיכון                                              |
| 27 | למידה חוץ כיתתית                                                        |
| 27 | למידה שיתופית בקבוצות                                                   |
| 28 | התערבות SRL (Self-regulated learning) מפורשת                            |

|    |                                                                         |
|----|-------------------------------------------------------------------------|
| 29 | הוראת מדע מבוססת 'דילמות חברתיות-מדעיות'                                |
| 29 | אוריינות שפתית כתומכת בפיתוח אוריינות מדעית                             |
| 30 | <b>יוזמות חינוכיות לצמצום פערים בחינוך המדעי</b>                        |
| 30 | פיתוח מורים ותלמידים בקהילות אינדיאנים- <i>multiple epistemologies</i>  |
| 31 | פרויקט TRY-IT                                                           |
| 31 | תכנית STARTS                                                            |
| 33 | <b>חלק ב' – סקירת ספרות מנקודת מבט ישראלית</b>                          |
| 33 | <b>פערים בהזדמנויות ובהישגים בחינוך המדעי-טכנולוגי בישראל</b>           |
| 33 | <b>מי הם התלמידים התת משיגים בישראל?</b>                                |
| 34 | <b>פערי הישגים ופערים בהזדמנויות בלימודי מדע בישראל</b>                 |
| 35 | פערי הזדמנויות על רקע מגזרי                                             |
| 36 | פערי הזדמנויות על רקע עדתי                                              |
| 36 | פערי הזדמנויות על רקע תרבותי                                            |
| 38 | <b>פערי הישגים בישראל, על פי המגזרים השונים, ובהשוואה למדינות אחרות</b> |
| 40 | תיאור פערי ההישגים על פי שיוך עדתי                                      |
| 40 | <b>כיווני פעולה לצמצום פערים בתחומי המדע והטכנולוגיה בחט"ב</b>          |
| 40 | פרסונליזציה של הלמידה בעולם ובישראל                                     |
| 41 | משאבים: דיפרנציאליות או העדפה מתקנת                                     |
| 41 | תוכניות לימודים מכוונות תרבות                                           |
| 42 | אקלים בית ספרי וכיתתי ואפקטיביות הלמידה                                 |
| 43 | קהילת מורים מקצועית לומדת, גם בישראל                                    |
| 44 | מדיניות וסדירויות המעצמות את אי השוויון בחינוך                          |
| 46 | <b>מיזמים לקידום שוויון הזדמנויות בחינוך בישראל</b>                     |
| 46 | דוגמא למהלך אזורי רחב היקף                                              |
| 46 | דוגמא למהלך עירוני/ישובי                                                |
| 47 | דוגמא לתוכניות תוספתיות בבתי הספר                                       |
| 47 | דוגמא לתוכניות המתמקדות במורים                                          |
| 48 | דוגמא לחומרי הוראה ולמידה                                               |
| 49 | <b>ביבליוגרפיה</b>                                                      |

---

## תקציר

---

סקירה זו מבוססת על 253 מאמרי מחקר אקדמיים, ספרים, דוחות, דפי עמדה ומסמכי מדיניות אשר נבחרו בקפידה ואוחזרו ממאגרי מידע מגוונים בארץ ובעולם. הסקירה מתבססת בעיקר על פרסומים שיצאו לאור בין השנים 2007-2017. כותבות הסקירה עשו מאמצים להשגת תמונת מצב אמינה ומהימנה המאפשרת ניסוח המלצות אופרטיביות לקובעי המדיניות. אנו תקווה כי קוראי סקירה זו ימצאו עניין בסוגיות וברעיונות המובאים בה ויפעלו ליישום ההמלצות הנובעות מסקירה זו.

## תקציר מנהלים

מדינת ישראל מחויבת על פי החוק לשוויון הזדמנויות בחינוך ילדיה, לניתוב חייהם לצמיחה ולבחירת עתידם ללא קשר לרקע ממנו הגיעו. שוויון הזדמנויות מלא בחינוך משמעותו אי תלות מוחלטת בין הישגים בלימודים לבין הרקע המשפחתי או כל גורם אחר שאיננו בשליטתו ובאחריותו של הילד.

אולם, ישראל היא אחת המדינות הפחות שוויוניות בקרב המדינות המפותחות (מדינות ה-OECD). בישראל בולטים פערי הזדמנויות והישגים על רקע מגזרי, עדתי, תרבותי ומעמד חברתי-כלכלי.

החברה הישראלית מאופיינת בריבוי תרבויות, תפיסות וקשת ערכים מגוונת ועל כן ניכרים בה מתחים בין המקומי לאוניברסלי, בין יהדות לדמוקרטיה, בין פלורליזם לבסיס ערכי משותף, בין היות הפרט חלק מחברה לבין היותו אינדיבידואל ועוד.

סקירה זו מבקשת להתייחס לסוגי הפערים המתקבעים במציאות החינוכית בעולם ובארץ, ולמנגנונים היוצרים והמשמרים אותם. באופן גס, ניתן לומר כי קיימים פערים בשני מישורים הנמצאים ביחסי גומלין – **פערים בהזדמנויות**, בהתייחס לשיוך חברתי-כלכלי, אתני, עדתי ומגזרי **ופערים בהישגים**, כפי שעולים ממבחנים סטנדרטיים ארציים ובינלאומיים. הסקירה כוללת ממצאי מחקרים, תכניות ורעיונות המציעים כיוונים ואסטרטגיות להתמודדות עם פערים אלה. מטרתה המרכזית של הסקירה היא לאפיין את האתגרים ולבחון דרכי פעולה אשר יקדמו תלמידים תת משיגים. כל אלו נידונים, תוך התייחסות אוניברסלית וישראלית, לחינוך בכלל, וללימודי מדע וטכנולוגיה בחט"ב בפרט.

אוריינות מדעית היא המטרה העיקרית של החינוך המדעי במדינות רבות, גם אם קיימות השקפות שונות לגבי מהי אוריינות מדעית. מטרה נוספת של החינוך המדעי היא הכשרת העובדים במקצועות העתיד הקשורים למדע ולהנדסה והרחבת ההשתתפות של אוכלוסיות תת-מיוצגות בשכבת המחקר ופיתוח של המדינה.

התלות בין אוריינות מדעית לבין מאפייני רקע של הפרט בחברה ובזמן, מתבטאת באופן כמעט מסורתי, בכל העולם, בהתאמה בין הישגים נמוכים בלימודים בכלל ובלימודי מדעים בפרט לבין הרקע החברתי-כלכלי או שיוך אתני, עדתי או מגזרי של המשיגים. במילים אחרות, לתלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך, בנים ובנות למשפחות מעוטות הכנסה, ציונים נמוכים מהממוצע בתחומי המדעים.

פערים בהזדמנויות מושפעים מקיומם או מאי קיומם של 'משאבים חינוכיים' (כמו למשל, סביבה ביתית תומכת, קהילה חינוכית שמזמנת למידה, מורים איכותיים והשקעה בלימודים בלתי פורמליים), ומהנגישות למשאבים אלו. פערים אלו בהזדמנויות מובילים לפערים בהישגים. הפערים בהזדמנויות, כמו גם הפערים בהישגים, משפיעים באופן ישיר על יכולת ההשתלבות והניוד החברתי של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך, על תחושת המסוגלות שלהם ועל התמודדותם עם הדרישות הלימודיות. עוד עולה, כי הבדלים מהותיים ברקע התרבותי-אתני של התלמידים, מחריפים את הפערים בהזדמנויות כיוון שתלמידים מרקע שאינו מערבי-מודרני, המצויים במערכות חינוך מערביות-מודרניות, מתמודדים עם בעיות שפה ופערי מסורת, ולימודי תחומי הדעת – עליהם להתמודד עם תפיסות עולם שונות במהותן משלהם. אנשי החינוך בדרך כלל מייצגים תרבות, ערכים וגישות מסוימות לחיים וכאשר הפדגוגיה איננה קשובת תרבות, תחושת הניכור של בני המיעוטים גדלה, הן בארץ והן בעולם.

הקשר בין מצב חברתי-כלכלי לבין תת הישגיות הוא במקרים רבים תולדה של 'פדגוגיה של עוני'. המונח 'פדגוגיה של עוני' מתייחס לפדגוגיה שמאפיינת בתי ספר המשרתים אוכלוסייה בעלת שיוך חברתי-כלכלי נמוך. הציפיות ללמידה משמעותית של תלמידים אלו נמוכות, ולכן פדגוגיה של עוני מאופיינת בהתמקדות במסירת מידע. פדגוגיה זו מאופיינת בהימנעות מלמידת עמיתים, חקר מדעי ואוטונומיה ללומדים. פדגוגיה זו מאופיינת בלמידה פאסיבית. סביבת לימודים כזו ממשיכה להיות המציאות הקודרת של ילדים בשכבות מעוטות יכולת ומיעוטים והיא מקבעת פערים בהזדמנויות הלמידה.

אחת הדרכים הנפוצות בעולם המערבי לצמצום הפערים בהישגים, היא הסללה (באמצעות הקבוצות, מגמות, כיתות ייעוד ועוד) ובהקשר הרחב יותר - מדיניות של הפרדה בין מגזרים ובין תלמידים שונים; ההפרדה וההסללה, התגלו כמקבעות ומשמרות את הפערים בהזדמנויות ולכן גם בהישגים.

השאיפה לאתר דרכים להוראה משמעותית לכלל התלמידים מחייבת אינטגרציה של מחקרים בנושאים שונים: שונות שפתית, אמונות אפיסטמולוגיות, תפיסות חברתיות-תרבותיות וזהות הלומד. האינטגרציה של נושאים אלה מאוד מורכבת, ועל כן, מחקרים המדווחים על השפעת תכניות התערבות על צמצום פערים בהישגים בין קבוצות אתניות, מתרבויות שונות, דוברי שפות שונות או בעלי שיוך חברתי-כלכלי שונה - הם מעטים. מורכבות זו גדלה בהקשר של הוראת המקצועות המדעיים.

הכיוון הכללי העולה מן המחקרים שנסקרו, מצביע על כך שקובעי המדיניות מבינים כיום, כי ההתמודדות עם פערים בהזדמנויות צריכה להתבסס על גישה הומניסטית-הוליסטית. כזו שמתייחסת לילד כאל עולם שלם, מורכב וייחודי. גישה זו שואפת ללמידה מותאמת ואפקטיבית יותר ללומד, וזאת בהתאמה גם לגישת הפרסונליזציה בחינוך התופסת תאוצה בעולם ובישראל. מדובר במהפכה שנדרשים במהלכה גמישות מחשבתית רבה, רגישות להיבטים פסיכו-פדגוגיים ופיתוח פדגוגיה קשובת תרבות. מתוך אמונה בתפיסה זו, יש לחתור לשינוי מערכתי מקיף, הכולל הקצאת משאבים לבנייה של סדיריות התנהגותיות וארגוניות שתומכות בלמידה מותאמת לכל ילד. נדרש פיתוח ויישום של תהליכי למידה שלוקחים בחשבון ממדים כמו רגש, אמפתיה, מוטיבציה, שייכות וערכיות.

מהסקירה עולה כי בלימודי מדע בגילאי חטיבת הביניים, הפערים בהזדמנויות ובהישגים בולטים במיוחד. למורי המדעים אין מספיק כלים להתמודד עם השונות התרבותית והאישית בין תלמידים וכך, מורי מדעים ופרחי הוראה במסלול מדעים, מגלים קושי בשינוי תפיסותיהם לגבי הוראה מותאמת לתלמידים ומרוכזים יותר בהוראת התכנים.

מהות המדע היא לחשוב באופן ביקורתי ולבחון ראיות ונתונים. תלמידים צריכים לקבל אוטונומיה בלמידה כך שלפחות חלק ממאמציהם בלמידת המדעים והפקת תוצרים יוקדש לסוגיות המשמעותיות בעיניהם באופן אישי; לאפשר לתלמידים לבחור איך ללמוד ומה ללמוד במדע, ולסייע להם בבניית תמונות עתיד אפשריות. כל אלו עשויים להגביר את שיתוף הפעולה שלהם עם תלמידים אחרים, את מעורבות משפחותיהם בלמידת המדעים ולאפשר להם לחבר טוב יותר בין מקורות ידע פורמליים ולא פורמליים בלימודי המדעים. במהלך השנים, פותחו אסטרטגיות אוטונומיות ואפקטיביות המזמנות, מעצם טבען הפתוח והמאפשר, הזדמנויות לביטוי רב-גוני ויצירתי, בלמידה חוץ כיתתית, שמאפייניה הם עבודה שיתופית, חקר פעיל המונע מסקרנות ותהליכי פיתוח ועיצוב.

נראה כי ישנה הבנה בקרב אנשי הוראת המדעים, שההתמקדות בסטנדרטיזציה, בתכניות לימודים ובחומרי הוראה, ברבות מן הרפורמות במהלך העשורים האחרונים - היתה לא מידתית ושאת מרב המאמצים יש להפנות לפיתוח מקצועי אינטנסיבי ומתמשך שכולל הקשבה, התבוננות ולמידה של השונות על כל גווניה לכלל אנשי החינוך, לרבות ההורים וחברי הקהילה כולה. במקביל, חשוב לפתח שיטות למידה, הוראה והערכה מגוונות. במקום שהמדע יהיה במרכז, צריך שחוויות התלמידים, התנסויותיהם וזהותם – הם שיהיו במרכז.

על רקע המסקנות העיקריות העולות מסקירת הספרות המוצגת במסמך זה, יש צורך לאמץ גישה רב מערכתית בנוגע לחינוך, השקעת המשאבים, תפיסת החינוך כרצף, גם על ציר הגיל – מגיל גן ועד תיכון, או עד לימודים אקדמאיים, וגם על ציר הזמן – חינוך 24 שעות ביממה, פורמלי ולא פורמלי. זאת במקביל לתפיסה הוליסטית המאפשרת ויוצרת מסגרות לעבודה משותפת של גורמי החינוך והרווחה ושיתוף פעיל של הקהילה.

## תובנות והמלצות העולות מסקירה זו

### ברמת הלומד

- ✳ הערכת הידע והניסיון שהתלמידים מביאים מהבית ומהקהילה שלהם;
- ✳ חיבור מקורות הידע של התלמידים עם ידע דיסציפלינרי;
- ✳ מתן הזדמנויות למידה מתאימות לכל לומד ולומדת;
- ✳ פיתוח פעילויות לימודיות המעוררות את ה'תשוקה' ללמוד אצל תלמידים באמצעות הקפדה על רלוונטיות החומרים ללומדים, למידה פעילה, שיתופית, תוצרים פתוחים המעודדים יצירתיות, פעילויות המזמנות יכולות העמקה והתמדה להשגת יעד;
- ✳ פיתוח תכניות לימודים מבוססות תפיסה הוליסטית – המאפשרות מענה אישי וקבוצתי לצרכים רגשיים, חברתיים, תחושתיים-תנועתיים וקוגניטיביים של הלומדים;
- ✳ יישום פרסונליזציה של הלמידה - התאמת תכנית הלמידה באופן אישי לכל תלמיד ותלמידה בחמישה ממדים: תוכן, תהליך, תוצר, נטיית הלומד וסביבת למידה. ההתאמה האישית כוללת מענה לצרכים כמו: תרבות, קצב למידה, עניין, חוזקות, בחירת דרך הלמידה ועוד. בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך, פרסונליזציה של הלמידה הוכחה כמועילה במיוחד בצמצום פעריהם, כמאיצה את התקדמותם ואף יוצרת התפתחות;
- ✳ יישום הערכה מעצבת, המזמנת משימות לימודיות פתוחות ומאפשרת דרכי הבעה מגוונות. פיתוח מגוון דרכי ההערכה מאפשר מציאות בה משקלו של המדד הכמותי פוחת וההערכה מתבססת גם על מדדים איכותניים;

- ✱ הוראת אתנו-מדע - הוראת מדע בהקשרים היסטוריים, חברתיים ופוליטיים; הוראת מדע בהקשרים של מסורות ומנהגים תרבותיים שתלמידים מביאים איתם, כבסיס ליצירת הידע והבנת הנרטיב המדעי תוך הקפדה על מתודה ואמינות מדעית;
- ✱ הקפדה על פיתוח תקשורת מורה-תלמיד, בשיעורי מדעים. בניית מערכת יחסים תומכת בתלמידים, מתן עצה והכוונה בהתאם לצרכי התלמידים כפרטים וכקבוצה;
- ✱ יישום אסטרטגיות הוראה אפקטיביות לתלמידים תת-משיגים בחינוך המדעי-טכנולוגי:
  - הוראה בדרך החקר: פדגוגיות המבוססות על הוראה בדרך החקר מבטיחות לאתגר את 'פדגוגית העוני', כיוון שהן אינן מתבססות על העברה ישירה של עובדות ואינן ממוקדות מורה.
  - הוראה המבוססת על תהליך התיכון ההנדסי (design): מאפשרת זיהוי של דפוסי התנהגות ואופני חשיבה אצל התלמידים ובכך מאפשר למורים לתת מענה למגוון התלמידים.
  - למידה חוץ כיתתית: תורמת לתפיסות חיוביות של התלמידים לגבי מדע והנאה ממדע. ללמידה חוץ כיתתית יש פוטנציאל לענות לצרכים המיוחדים של תלמידים כמו תנועה תוך כדי למידה, חוויה חושית-תנועתית, חיברות, עבודת צוות, התנסות בסביבות לא מוכרות, ועוד.
  - שיתוף פעולה בין קבוצות תלמידים מרקע שונה: קיום פרויקטים שיתופיים העוסקים למשל בסוגיות חברתיות (כמו שילוב תלמידים עם מוגבלויות בכיתות "רגילות"), סוגיות סביבתיות (כמו יישוב קונפליקטים של פיתוח מול שימור בין הרשויות הישראליות לבין תושבים מקומיים של שמורת טבע), סוגיות מדעיות-טכנולוגיות (כמו פיתוח של מוצר טכנולוגי על ידי תלמידים מבתי ספר שונים). פרויקטים כאלה מאפשרים לתלמידים להכיר אחד את השני וכמובן את הסביבה.
  - למידה שיתופית, בקבוצות - פעילויות שיתופיות מצליחות כשתלמידים מתייחסים בכבוד ובעניין לרעיונות חבריהם ומשתמשים בראיות כדי לדון במשמעותם. בניית האינטראקציות חשובה לקידום התקשורת בין תלמידים ממגוון תרבותי ומעוררת חיבור מתמשך ובר-קיימא למדע.
  - התערבות SRL (Self-regulated learning) מפורשת - למידה מפורשת של אסטרטגיות, על מנת לקדם את קביעת מטרות הלמידה, הפיקוח על הלמידה והרפלקציה על הלמידה של התלמידים בכיתה ועל ההכנה למבחנים בשיעורי מדעים.
  - הוראה מבוססת 'דילמות חברתיות-מדעיות' (Socio-Scientific Issues - SSI) גישה אפקטיבית לפיתוח אישיות וערכים של הפרט והכנתו כאזרח גלובלי בחייו הבוגרים. דורשת התייחסות להיבטים אתיים, פיתוח שיפוט ערכי לגבי נושאים מדעיים דרך אינטראקציות חברתיות ושיח.
  - אוריינות שפתית כתומכת באוריינות מדעית - תרגול יומי של פעילויות המשלבות דיבור וכתביה במדעים.

## ברמת המורה

- ✱ הפחתת הלחץ מהמורים, הגברת האמון בהם, מתן כלים ותנאים לשיפור העבודה הפדגוגית ופיתוח דרכים חלופיות להשגת שקיפות על מה שנעשה במערכת החינוך;
- ✱ הכשרת מורי מדעים מרקע תרבותי שאינו מערבי (למשל מוצא ערבי, אתיופי, הודי, פיליפיני) על מנת להוות מודלים לחיקוי ועל מנת לחשוף את התלמידים למימד האוניברסלי של המדע. המדע אינו נחלת המערב בלבד;



- ✱ השקעת מאמצים באיתור ובהצמחת מורים איכותיים, לספק להם תמיכה מתמשכת, כולל אפשרויות לשתף עמיתים ולהכשיר מנטורים למורים מתחילים;
- ✱ פיתוח תכניות התפתחות מקצועית והכשרת מורי מדעים להוראה רב-תרבותית המשלבות:
  - שיחות דיאלוגיות – הצפה ודיון בנושאים כמו מגדר והבדלים תרבותיים.
  - מיומנויות טרנספורמטיביות – ליצירת אקלים של קבלה והתחשבות. תקשורת והתייחסות לכל תלמיד ותלמידה. למשל אם לומדים על הטבק אז לברר מה המשמעות של עישון בתרבות של כל תלמיד.
  - פרקטיקה מחייבת - פיתוח והעמקת תחושת המחויבות של המורים להיות קשובים לכל התלמידים בכיתה. התמקצעות מתמשכת ורכישת הרגלים וכלים למתן תשומת לב וקשב לכלל התלמידים בכיתה.
  - גמישות והתבוננות רפלקטיבית – ליצור ולהתאמן על פתיחות בקרב המורים. להתבונן באופן ביקורתי על עצמם מבחינת קבלת האחר ודאגה לאחר ולכל תלמיד.
  - ידע על ידיעה - אפיסטמולוגיה - תורת ההכרה, עוסקת במהות וגבולות הידיעה, מהי וכיצד היא נרכשת.

### ברמה מערכתית

- ✱ צמצום מדיניות ההסללה: כיום יש הסכמה הולכת וגוברת שמדיניות ההסללה (כמו: הקבוצות, מיון תלמידים לפי הישגים, מגמות עיוניות ומקצועיות, כיתות למצטיינים) לא רק שפוגעת בתלמידים ובתלמידות רבים, אלא שהיא גם אחד הגורמים הראשיים להישגים הנמוכים של מערכות חינוך מדינתיות. ארצות שאין בהן הסללה משיגות תוצאות טובות יותר במבחנים הבין-לאומיים;
- ✱ יישום התפיסה כי כל תלמיד ותלמידה הם חשובים. כל התלמידים זכאים למיצוי יכולותיהם ולהצלחה - every student succeed;
- ✱ תרגול הפרקטיקות המבוססות על גישת "דפוס חשיבה מתפתחת" (growth mindset), על ידי כל השותפים (ההנהלה, צוות המורים, ההורים והתלמידים);
- ✱ אימוץ פדגוגיה מותאמת תרבות / פדגוגיה קשובת תרבות - פדגוגיה אשר שואפת להנחיל ולקדם פלורליזם שפתי, אורייני, תרבותי כחלק מתכנית ההשכלה הדמוקרטית;
- ✱ הקמת צוותי פיתוח של תוכניות לימודים, חומרי הוראה ולמידה אשר כוללים נציגים של קבוצות מיעוטים, אוכלוסיות תת-משיגות ומגזרים שונים בחברה הישראלית;
- ✱ הרחבת המודל של קהילות מורים: קהילת מורים שמנהיגה את עצמה, היא קהילה שבחרת את הסוגיות הפדגוגיות שמאתגרות אותה, ואת אופני הטיפול והלמידה יחד. בקהילת מורים שכזו, תרבות ההוראה משתפרת בזכות תהליכי השיקוף, השיתוף, הרפלקציה והלמידה. מעורבות פעילה של מורים בקהילות למידה מקצועיות מרחיבה את הידע המקצועי שלהם, וכפועל יוצא מכך משפרת את הלמידה של התלמידים.

לסיכום, למרות ריבוי התוכניות שמקיים משרד החינוך, מעטות התוכניות הייעודיות לקידום אוכלוסיות בעלות הישגים נמוכים בחט"ב, במדעים. מסקנת כותבות סקירה זו מכל האמור לעיל היא כי שינוי משמעותי וטיפול אמיתי בצמצום הפערים חייב לכלול השקעה דיפרנציאלית של משאבים מגוונים ואיכותיים בלימודי מדע בחט"ב, הן בין תלמידים, הן בתוך בתי הספר והן בין בתי ספר. אנו תקווה כי סקירה זו תהווה זרז, השראה, ובסיס לתכנית פעולה אשר תשאף ליישום ההמלצות אשר פורטו לעיל, לטובת התלמידים התת-משיגים בכלל ובמקצועות המדעים והטכנולוגיה בחט"ב בפרט.

---

## הקדמה

---

מדינת ישראל מחויבת על פי חוק לשוויון הזדמנויות בחינוך ילדיה. שוויון הזדמנויות מלא בחינוך, משמעותו אי תלות מוחלטת בין ההישגים בלימודים לבין הרקע המשפחתי או כל גורם אחר שאיננו בשליטתו ובאחריותו של הילד (גלבוע סקירה זו מבקשת להתייחס לפערים בהישגים באמצעות מיפוי והבנה של פערים בהזדמנויות, בהקשר לשיוך חברתי-כלכלי, אתני, תרבותי ומגזרי, ולקשרים שביניהם. בהקשר זה נסקרו גישות ותוכניות המציעות דרכים להתמודדות עם פערים אלו. כל אלו נבחנו תוך התמקדות בעיקר בלימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים בעולם ובישראל.

בהקשר זה, מקובלת התפיסה כי אוריינות מדעית היא המטרה העיקרית של חינוך מדעי בכל המדינות, גם אם קיימות השקפות שונות לגבי מהי אוריינות מדעית (Mun, et al., 2015). עוד מוסכם כי אוריינות מדעית היא מושג תלוי חברה המשתנה בהתאם להקשרים ולזמן

(Laugksch, 2000; Linder, Ostman, Roberts, Wickman, Erickson & MacKinnon, 2007; Miller, 1998). מטרה נוספת של החינוך המדעי היא הכשרת העובדים במקצועות העתיד הקשורים למדע ולהנדסה והרחבת ההשתתפות של אוכלוסיות תת-מיוצגות בשכבת המחקר ופיתוח (מו"פ) של המדינה (NRC, 2011).

תלות זו בין אוריינות מדעית לבין מאפייני רקע של הפרט בחברה ובזמן, מתבטאת באופן כמעט מסורתי, בכל העולם, בהתאמה בין הישגים נמוכים בלימודים בכלל ובלימודי מדעים בפרט לבין הרקע החברתי-כלכלי או שיוך אתני, עדתי או מגזרי של המשיגים. במילים אחרות, לתלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך, בנים ובנות למשפחות מעוטות הכנסה או ילידים או מהגרים (או בני מהגרים), ציונים נמוכים מהממוצע בתחומי המדעים. בספרות המחקרית מעטים הפרסומים המקשרים בין תוצרי תלמידים בתחומי המדעים לבין מכניזם סיבתי או משתנה כלשהו. גם אם נמצא קשר בין תוצרי תלמידים (במיוחד הישגיהם) לבין תהליכים חינוכיים או מכניזם סיבתי כלשהו – הקשר קלוש ברוב המחקרים. מחקרים אלה מפנים שימת לב להקשר החברתי-שפתי של החינוך המדעי, הכולל מאפיינים של מדיניות שפה ואקולוגיית שפה<sup>1</sup> ('language ecology') אשר משפיעים מאוד על תהליכי הוראה ולמידה (e.g., Cleghorn, 1992; Kearsy & Turner, 1999).

סקירה זו מבקשת לתאר, על פי מאמרים שפורסמו בספרות המקצועית בעולם, בעיקר בעשר השנים האחרונות, מי הם התלמידים התת משיגים בלימודי מדע וטכנולוגיה בגיל חטיבת הביניים, מהם הגורמים לתת-הישגיות ומהם הפתרונות המוצעים בספרות ובשטח לצמצום הפערים. בסיום הסקירה מוצגת רשימת המלצות לצמצום הפערים בלימודי מדע וטכנולוגיה, עבור קובעי המדיניות.

---

<sup>1</sup> שימוש במטאפורה הלוקוחה ממערכת אקולוגית כדי לתאר את היחסים בין מגוון השפות האנושיות הקיים בעולם, לבין קבוצות האנשים המדברות אותן והמקום שבו הן מדוברות (Language Ecology 2016). שפה משפיעה ומושפעת משינויים חברתיים, זכויות אדם, תפיסות על משמעות השפה ועוד.

## חלק א' – סקירת ספרות מנקודת מבט אוניברסלית

### פערים בהישגים ובהזדמנויות למידה

אנו חיים בעידן שבו מערכות חינוך ומסגרות להכשרת מורים ולפיתוח מקצועי של מורים, מכוונות למטרה משותפת והיא לסייע לתלמידים מגן ועד תיכון ללמוד ולקחת חלק בחברה ההולכת ומשתנה בקצב גובר ולעזור לתלמידים לפתח יכולות לקבל החלטות מושכלות בתחומים המשפיעים על חייהם ועל חיי אחרים בקהילה המקומית והגלובלית (Andrews, Richmond & Stroupe, 2017). במציאות המורכבת הזו, אנשי חינוך נדרשים להתגבר על מחלוקות, דעות קדומות, הרגלים ישנים, שונות תרבותית ושונות אידאולוגית ולקיים הוראה שיוויונית ואיכותית. ברוב מדינות העולם, מתקיים שיח חינוכי ציבורי אשר מטרתו להנחיל שיוויון הזדמנויות וצמצום פערים במערכות החינוך. בפועל, צמצום הפערים בהזדמנויות הלימודיות ובהישגים, הינו מהלך מאתגר המותיר תלמידים תת-משיגים רבים עם אופק חברתי ומקצועי, מצומצם מאוד (Andrews, Richmond & Stroupe, 2017).

#### מי הם התלמידים התת-משיגים?

התלמידים התת-משיגים הם לרוב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי (SES - Socio-Economic Status) נמוך. ברוב המדינות המפותחות, אלו ילדים ששייכים לקבוצות מיעוט על רקע מוצאם, שונות אתנית, דת ומגדר, כלומר, תלמידים מקבוצות אתניות שבאופן מסורתי הכי פחות מיוצגות במוסדות השלטון ובחברה בכלל, ובמקצועות בתחומי המדע, המתמטיקה והטכנולוגיה, בפרט (Rodriguez, 2001; Ruby, 2006). מדדים דמוגרפיים, חברתיים-תרבותיים, משפיעים על שימור העוני, כמו: העדר מקורות הכנסה, פער בהישגים (הישגים לימודיים נמוכים מהמוצע) והשתתפות נמוכה של התלמידים בפעילות הלימודית והחברתית בבתי הספר. כאשר בית ספר מוגדר כתת-משיג, המורים ותלמידיהם מתמודדים עם מוניטין אקדמי שלילי ודימוי נמוך של בית הספר והמחוז (Moore, 2007). כל אלו ועוד עלולים לתרום ליצירת תדמית שלילית ואלימה של בתי ספר אלה (Tobin et al., 2001; Barton, 2001).

בפרק זה מתוארים סוגי הפערים שמתקבעים במציאות החינוכית במדינות בעולם והמנגנונים המשמרים אותם.

### פערים בהישגים ובעמדות

Reardon (2011) טוען כי ניתוח מבחן ההישגים הלאומי בארה"ב (NAEP-National Assessment of Educational Progress) הראה כי הפערים בהישגים אקדמיים בין תלמידים ממעמד חברתי-כלכלי נמוך וגבוה, התרחבו ב-50 השנים האחרונות. תלמידים בארה"ב מגיעים לכיתה א' עם פערים גדולים ופערים אלו אינם מצטמצמים לאורך שנות בית הספר (Reardon, 2011). אמנם נמצא שיפור בהישגים בקרב קבוצות אפרו-אמריקאים והיספנים יחסית לתלמידים לבנים, כלומר, נראה כי יש התקדמות מסוימת בצמצום הפערים בהישגים לפי גזע והשתייכות אתנית, אבל עדיין קיימים פערים מובהקים (National Center for Education Statistics, 2013). Putnam (2015) טוען כי השינוי בארה"ב נובע מכך שהפער המשמעותי כיום הוא כלכלי (פערי ההזדמנויות, ראה הרחבה בהמשך) וכי הפערים בין ילדים ממשפחות עניות לילדים ממשפחות עשירות, גדולים כל-כך עד כי הניידות החברתית כמעט ונעלמה. לטענתו תופעה זו התפתחה

והתבססה בעשרים השנים האחרונות, הפער עדיין תלוי מוצא, אבל גם בין ילדי האפרו-אמריקאים העשירים לעניים מתפתחים פערים דומים.

פערים בהישגים באים לידי ביטוי באופנים שונים, כמו הישגים נמוכים במידה מובהקת בציוני מבחנים ביחס לממוצע, חזרה על שנת לימוד (הישארות כיתה), השמה לחינוך מיוחד, היקף וקצב נשירה מהמערכת ומספר שנות לימוד (Davison, Miller & Metheny, 1995). מורים מתארים ירידה בעמדות כלפי בית הספר, כמו גם ירידה בערך הלמידה בקרב הורים ותלמידים. חינוך ולמידה לא נתפסים כבעלי ערך (Moore, 2007). כך, חלה ירידה במוטיבציה פנימית וחיצונית, מוטיבציה לימודית, דימוי עצמי ותפיסת מסוגלות. בהקשר של החינוך המדעי, מדווחת ירידה בתפיסות חיוביות של התלמידים כלפי לימודי מדע, תפיסות התלמידים לגבי נושאים סביבתיים, מחויבות למדע, שאיפות מקצועיות עתידיות של התלמידים בהקשר למדע, הכרות של התלמידים עם טכנולוגיות מידע ותקשורת (ICT) (Areepattamannil & Kaur, 2013). הפערים בהישגים והירידה בעמדות ובמוטיבציה, משפיעים על הבחירה של תלמידים אלו בלימודי מדע הן בתיכון והן בהמשך. פחות בוחרים ללמוד מדע בתיכון, פחות בוחרים ללמוד מקצועות STEM בקולג' ופחות בוחרים בקריירה מבוססת מדע (US Department of Education, 2010).

### פערים בהזדמנויות

'פער ההזדמנויות' הוא מונח שטבעה Darling-Hammond (2006, 2010), לטענתה, תשומת לב רבה ניתנת לפערים בהישגים ופחות לפערי ההזדמנויות, אותם היא מגדירה כך: אוסף ההבדלים בגישה למשאבים חינוכיים מרכזיים כמו מורים איכותיים, יחס אישי, הזדמנויות למידה איכותיות ומקורות מידע. כל אלו תומכים בתהליך הלמידה בבית ובבית הספר. חוסר השוויון במקורות אלו מועצם לאורך הדורות. כמו כן היא טוענת כי הדיון המתמשך בפערי ההישגים מבוסס על ההנחה שאין פערים בהזדמנויות ולכן הכנסת המושג 'פערי ההזדמנויות' לשיח כל כך חיונית (Darling-Hammond, 2015). המושג 'פער בהזדמנויות' בהקשר של החינוך המדעי, נידון בשנים האחרונות באופן מורחב תחת המושג Science Capital – הון מדעי. Archer, Dawson, DeWitt, Seakins, and Wong (2015) מסבירים כי הון מדעי כולל ידע, גישות, התנסויות, ומשאבי מדע שנרכשים במהלך החיים. Archer וחבריו (2015) בנו מודל תפיסתי המפרט מה כולל ההון המדעי כחלק מהניסיון לפתח כלי למדידת הון מדעי. לתפיסתם, הון מדעי מתייחס לכמה ממדים:

- הון תרבותי-מדעי: אוריינות מדעית; עמדות והעדפות ביחס למדע; ההבנה שידע, כישורים והכשרה מדעית הם שימושיים במגוון מקומות עבודה ולימודים.
  - התנהגויות ופרקטיקות בהקשרים מדעיים: צריכה של מדע במדיה; השתתפות בפעילויות מדעיות מחוץ לבית הספר.
  - הון חברתי-מדעי: הכרות עם מישהו שעובד במקצועות מבוססי מדע; הכישורים, הידע וההשכלה של בני המשפחה בתחומי המדע; קיום שיח מדעי עם אחרים בחי" היום-יום.
  - משתנים נוספים: משיכה ללימודי המשך ו/או קריירה מדעית; זהות מדעית (כפי שהפרט תופס את עצמו או נתפס על ידי אחרים).
- לטענתם, לבית ולסביבה (ולא רק לבית הספר) יש השפעה משמעותית על יצירת הון מדעי. צבירה וגישות להון מדעי יכולות להסביר מדוע בני נוער בוחרים או לא בוחרים להתמחות בלימודי המדעים בתיכון ולמה רוב בני הנוער אינם חושבים שקריירה במקצועות מבוססי מדע יכולה להתאים להם.

בהקשר זה Claussen & Osborne (2013) מרחיבים כי דמוקרטיה בריאה תלויה ביכולת של מוסדותיה לזהות את ערכי ההון התרבותי והמדעי הקיים בחברה ולהבטיח שכל התלמידים מקבלים את ההזדמנות לרכוש ככל האפשר מהון זה. לטענתם, המציאות הכלכלית והחברתית היא כזו שלא מתקיים שוויון הזדמנויות והפערים מתרחבים.

### **פערי הזדמנויות ויכולות קוגניטיביות**

ראיה רחבה של הלמידה מובילה להבנה כי מאפיינים סביבתיים משפיעים על הזדמנויות ללמידה (OTL-Opportunity-to-Learn) במסגרות פורמליות ובמסגרות לא פורמליות. מאפיינים סביבתיים משפיעים על התפתחות קוגניטיבית של ילדים משכבות מצוקה החל מהשלב העוברי ועד להיות הפרט בוגר (Tate, Jones, Thorne- Wallington and Hogrebe, 2012):

- בשלב טרום לידה: נבחנת השפעת גורמי סיכון סביבתיים בקרב נשים בהריון ומשפחותיהן (כגון עישון, שתיית אלכוהול, אלימות ועוד) על ההתפתחות הקוגניטיבית של היילודים.

- מהלידה ועד גיל 4: מחקרים מראים השפעה שלילית של עוני על תפקודים קוגניטיביים של ילדים (Bradley & Corwyn, 2002; Brooks-Gunn & Duncan, 1997; Evans & Schamberg, 2009; McLoyd, 1998). בעיקר בקהילות עירוניות עניות החיות בתנאים מזיקים כמו, העדר טיפול ותזונה נאותים, חשיפה לעופרת, חשיפה לחומרי הדברה ומזיקים נוספים. לכל אלה תיתכן השפעה מזיקה על ההתפתחות הקוגניטיבית של ילדים (Bradley & Corwyn, 2002; Evans, 2004; Farah et al., 2006; McLoyd, 1998).

סביבת המשפחה המוקדמת מהווה מדד לניבוי יכולות קוגניטיביות ולא קוגניטיביות במהלך החיים (Heckman, 2006). Tate, Jones, Thorne-Wallington and Hogrebe, (2012), טוענים כי מהלידה עד גיל 4 לסביבת המשפחה ומסגרות החינוך טרום בית הספר יש השפעה חשובה על לימודי מדע. מסגרות חינוך טרום הגן משפרות יכולות בתחום קריאה וחשבון בגיל הגן ומנבאות הישגים במתמטיקה גם בבית הספר (Loeb, Bridges, Bassok, Fuller, & Rumberger, 2007; Melhuish et al., 2008). היתרון האקדמי הגדול ביותר אובחן אצל ילדים שנכנסו למסגרות חינוך בגילאי 2-3. גילאי 5-12, בית ספר יסודי: במהלך חופשת הקיץ תלמידים מאבדים מידע ומיומנויות בהיקף ממוצע של חודש למידה מנקודת הזמן בה היו ביציאה לחופשה. איבוד המידע בקיץ עלול להיות מצטבר לאורך זמן ואינו פרופורציונלי בקרב כל אוכלוסיית התלמידים. כך, ההבדל בין הזדמנויות הלמידה בקיץ (כמו שעורי תגבור בקיץ אצל מורה פרטי) של תלמידים ממשפחות עם הכנסה גבוהה לבין תלמידים ממשפחות עם הכנסה נמוכה, תורם באופן משמעותי לפער ההישגים (McCombs et al., 2011, p. xiii). ממצא דומה נמצא גם בהקשר לתוכניות לאיתור וטיפול מחוננים.

כך, Subotnik ושותפיו (Subotnik, Olszewski-Kubilius & Worrell 2011), מדגישים כי קשיים כלכליים של תלמידים והוריהם משכבות חברתיות-כלכליות נמוכות עלולים למנוע מתלמידים מחוננים לקחת חלק בתוכניות ייעודיות למחוננים. מצב זה עלול להשפיע על ההצלחה שלהם באיבחונים ובמדדים אחרים לקביעת אינטליגנציה ובכך לגרום מהם אפשרות להשתתף בתוכניות מתאימות שהספן שלהן דורש איבחון של אינטליגנציה ומחוננות.

מחקרים נוספים מלמדים על תפקיד מערכת העצבים המרכזית בהקשר של יכולת קוגניטיבית בקרב ילדים ממעמדות חברתיים-כלכליים שונים (Evans, 2009; Hackman & Farah, 2009). במעמד חברתי-כלכלי נמוך, תפקוד האונה הקדמית (תפקודי שפה ועוד) של הילדים נמצא נמוך לעומת ילדים ממעמד בינוני (Noble, McCandliss, & Farah, 2005; Noble, Norman, & Farah, 2007). בגילאי חטיבת ביניים, אובחנו פערים בתפקודים של האונה הקדמית הקשורים לזיכרון וויסות קוגניטיבי לטובת ילדים ממעמד חברתי-כלכלי בינוני לעומת נמוך (Farah et al., 2006). במבחני

אינטליגנציה שפתית נמצא פער לרעת ילדים ממשפחות המוגדרות כעניות בשל הכנסה נמוכה (Brooks-Gunn & Duncan, 1997). בנוסף, יכולת ביטוי בשפה הרשמית של המדינה בה גדלים התלמידים והשימוש בשפה העיקרית המדוברת בבית הספר הינה גורם מכריע שיכול לעצב את ההתפתחות הלימודית של הפרט. כאשר השפה המדוברת בבית היא אינה שפת הלימוד, הפערים עלולים לגדול (OECD, 2001, 2004).

- **שנות ההתבגרות:** Lillard & DeCicca (2001) טוענים כי המנדט של המדינה לקביעת דרישות המינימום בבית הספר התיכון (GCR - Course Graduation Requirements) בארה"ב גורם לנשירה של תלמידים מבית הספר התיכון. תופעת הנשירה אקוטית בעיקר בסביבה עירונית. נשירה והיעדרות (תופעת 'הכסא הריק', או 'נשירה סמויה') מהלימודים מהווה בעיה גם בתחום הוראת המדעים.

### **פערי הזדמנויות והשכלת הורים**

הורים ובני משפחה מספקים תמיכה מובנית ללמידה של ילדיהם בשלב מוקדם, לכן חיוני שהורים ומבוגרים משמעותיים לילדים יהיו בעלי אוריינות גבוהה. השכלת הורים (parental educational status – PES) נמצאה כמשפיעה על עמדות כלפי למידה. כך, השכלת הורים היא אחד המדדים היציבים ביותר של מצב חברתי-כלכלי מאחר ולמדד זה יש השפעה על היחיד כבר מגיל צעיר ומדד זה אינו משתנה - הורים משכילים של ילד צעיר יישארו משכילים גם בבגרותו. בהקשר של לימודי מדע, האפקט של מיקום בית-הספר וסטטוס השכלת ההורים על עמדות כלפי מדע נחקר רבות (Fasasi, 2017).

האוריינות המדעית של ההורים חשובה כחלק מהסביבה המשפחתית המספקת הזדמנויות ללמידה. לכן, למדד זה יש השפעה על עמדות והישגים במדע: ככל שהשכלת ההורים גבוהה יותר כך העמדות של ילדיהם כלפי מדע יהיו גבוהות יותר (Fasasi, 2017). בספרות קיימות עדויות רבות המצביעות על קשר ישיר בין עמדות חיוביות כלפי מדע לבין הישגים במדע (Osborne, 2001; Odogwu, 2002).

### **פערי הזדמנויות ותקצוב בתי ספר**

אפליה ממסדית על רקע מגזרי/גזעני בתקצוב בתי ספר עירוניים, מובילה לכך שהתקצוב לא הולם ואינו תואם את צורכי בית הספר וליצירת תנאים סביבתיים ירודים. באזורים בהם קיים עוני חמור, הכיתות עמוסות, השכונות מוזנחות, המבנים אינם מתוחזקים ומתפוררים (Texeira & Christian, 2002). לזאת נוספת עזיבה של אוכלוסייה מבוססת כלכלית, הפוגעת בתקציב הדל ממילא העומד לרשות המוסד.

Moore (2007), מצאה כי בבתי ספר תת-משיגים מתרחשים שינויים פרסונאליים תכופים בהנהלה, עליה בהיקף המעקב והמדידה, והזדמנויות מוגבלות לפיתוח מקצועי של מורים. תחת הנהלה חדשה, המורים נאלצים לעשות התאמות למדיניות חדשה בכל פעם, יחד עם עליה בהיקף הדיווחים לצורך בקרה והערכה. העלייה בהיקף הדיווחים אינה מאפשרת למורים להקדיש זמן להתפתחות מקצועית מחוץ לכיתה. עוד נמצא, כי בבתי ספר תת-משיגים, מורים מנוסים בעלי השכלה וניסיון, נוטים לעזוב את בית הספר בשל תנאי העסקה ירודים ועוברים לבתי ספר המאוכלסים בתלמידים ממצב חברתי-כלכלי גבוה יותר. כך, בתי ספר תת-משיגים קולטים לעיתים תכופות מורים חדשים עם ניסיון מועט והשכלה מצומצמת. צוות מורים לא מנוסה אינו יכול ואינו פנוי לגיוס משאבים לטובת בית הספר ותלמידיו (Moore, 2007).

Martin Haberman (1991) טבע את המונח 'פדגוגיה של עוני' בהתייחסו לפדגוגיה שמאפיינת בתי ספר המשרתים אוכלוסייה בעלת שיוך חברתי-כלכלי נמוך. הציפיות ללמידה משמעותית של תלמידים אלו נמוכות, ולכן פדגוגיה של עוני מאופיינת בהתמקדות במסירת מידע, העברת מבחנים, הנחיות וציונים, מעקב אחרי עבודה עצמית, פתירת סכסוכים ובדיקת שיעורי בית ומבחנים (Songer, Lee, & Kam, 2002). פדגוגיה זו מאופיינת בהימנעות מלמידת עמיתים, חקר מדעי ואוטונומיה ללומדים (Haberman, 1991), ולא מצופה מהתלמידים להיות לומדים אקטיביים ויצרניים מידע בתחום התוכן (Calabrese Barton, A., & Osborne, 2001). בהוראה כזו תלמידים קוראים יותר מספרי הלימוד, משלימים דפי עבודה ומצופים להיות לומדים פאסיביים. סביבת לימודים כזו ממשיכה להיות המציאות הקודרת של ילדים בשכבות מעוטות יכולת ומיעוטים (Calabrese, Barton & Osborne, 2001 ; Kozol, 2005) והיא מקבעת פערים בהזדמנויות הלמידה.

יתר על כן, בבתי ספר רבים, אוספים את התלמידים המתקשים מרקע חברתי-כלכלי נמוך ורקע תרבותי שונה ומלמדים אותם עם פחות דרישות ופחות השקעה בתהליכי למידה והעצמה (Thadani, Cook, Griffis, Wise, & Blakey, 2010). מחקרים מעידים על כך שהסללה ומיון תלמידים להקבצות על פי הישגים (המעידים, כביכול, על רמות יכולת) גורמים לחוסר שוויוניות בהזדמנויות ללמידה בין הקבוצות השונות, מאחר והתלמידים מהרקע החברתי-כלכלי הנמוך ורקע תרבותי שונה משויכים בדרך כלל למסלולים הנחשבים לנמוכים, בהם הידע פחות מאתגר - יש מעט מאוד שיעורי מדע, נדרשים פחות מאמצים אקדמיים והציפיות מהישגי התלמידים – נמוכות (Thadani, Cook, Griffis, Wise, & Blakey, 2010).

היבט נוסף שמקשה על אוכלוסיות תלמידים אלה להתקדם ולהתפתח, קשור לצורך של תרבות המערב במדידה על-פי פרמטרים אחידים. תוכניות הלימודים הנגזרות מהסטנדרטים האחידים למעשה יוצרות למידה 'משוללת מקום' או placeless education (Gruenewald, 2003). עצם הסטנדרטיזציה למעשה עומדת בסתירה לצורך ולרצון לבסס למידה רלוונטית לכלל התלמידים ובכך למעשה מגדילה את אי השוויון בהזדמנויות. הורים מתרבויות שונות נתקלים בחסמים בקשריהם עם המערכת החינוכית כתוצאה מהבדלי שפה, הבדלים בציפיות והבדלים תרבותיים לגבי הקשר הרצוי בין הבית לבין המסגרת החינוכית. מחקר מראה שפעמים רבות השיתוף אינו אמיתי. המחנכים סבורים שהורים לילדים מתרבויות מיעוט אינם מתעניינים בחינוך ילדיהם, אולם כששואלים את ההורים, מסתבר שהם מבינים את חשיבות החינוך ורוצים בהצלחת ילדיהם. חיזוק מעורבות הורים דורש אמון במסגרת החינוכית, תקשורת, משוב, הערכה לפעילות ההורים וחיבורם לקהילת בית הספר (Alexander, 2006; Mapp, 2003).

### **קידום שוויון הזדמנויות בחינוך בכלל ובחינוך המדעי-טכנולוגי בפרט**

השאיפה לאתר דרכים להוראה משמעותית לכלל התלמידים מחייבת אינטגרציה של מחקרים בנושאים שונים: שונות שפתית (linguistic diversity) (Lee, 2005), אמונות אפיסטמולוגיות (Ryu & Sandoval, 2012) וזהות הלומד (McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx, 2006; Sfard & Prusak, 2005). האינטגרציה של נושאים אלה מאוד מורכבת, ועל כן, מחקרים המדווחים על השפעת תוכניות התערבות על צמצום פערים בהישגים בין קבוצות אתניות, תרבויות שונות, שפות שונות וקבוצות ממצב חברתי-כלכלי שונה - הם מעטים (Lee, 2005). מורכבות זו גדלה בהקשר של הוראת המקצועות המדעיים.

ניתן להתייחס למספר רב של גורמים שבהם נדרש שינוי: ידע מוגבל של מורים, מיומנויות ואמונות, מדיניות שמחייבת מורים, אמצעים וזמן הוראה משמעותי, משמעותיות היסטורית של בית הספר, התנגדות של תלמידים לדרישות נוקשות, הרלוונטיות של תכנית הלימודים וחוסר הבנה לגבי טבע המדע (Bianchini, 2017).  
Lee and Buxton (2010) טוענים שהמאמצים לצמצום הפערים בהזדמנויות הלמידה צריכים להתמקד בשלושה נושאים:

1. הערכת הידע והניסיון שהתלמידים מביאים מהבית ומהקהילה שלהם;
2. חיבור מקורות הידע של התלמידים עם ידע דיסצפלינרי;
3. מתן הזדמנויות למידה מתאימות.

ברוח זו, פרק זה יסקור גישות פדגוגיות, מחקרים, תוכניות התערבות, שיטות הוראה, מסגרות להכשרת מורים ופיתוח מקצועי של מורים אשר דווחו בספרות כבעלי פוטנציאל לצמצום פערים והגברת שיוויון בהזדמנויות עבור אוכלוסיות התלמידים התת-משיגים בכלל ובתחומי מדע וטכנולוגיה בפרט.

### טיפול תפיסות הלומד

Carol Dweck (2017) חוקרת בעשורים האחרונים תהליכי למידה והתפתחות של ילדים מאזורים נחשלים בארה"ב בהקשר לתרבות דפוס חשיבה. מחקרה של דואק הראו שמאפיינים כמו "חריצות" ו"עצלנות", יכולת מתמדת להשתפר ולהגיע להישגים או היעדר יכולת כזו – קשורים לאמונות שאדם גיבש לעצמו החל מגיל צעיר (ובהשפעת מבוגרים משמעותיים סביבו) ביחס ליכולתו או אי יכולתו להצליח. האמונות הללו תקבענה האם אדם יתפתח להיות בעל מנטאליות חשיבה צומחת (growth mindset), או לאדם בעל מנטאליות חשיבה מקובעת (fixed mindset). דואק מצאה שסוג מסוים של התערבות יכול לחולל שינוי בסוג מנטאליות החשיבה של ילדים ולהעלות אותם על מסלול של שיפור והתפתחות מתמדת – לצורך כך פותחה סדנה בת שמונה מפגשים שהותאמה לשתי קבוצות: קבוצת ביקורת וקבוצת דפוס חשיבה צומח. שתי הקבוצות למדו כישורי למידה, טכניקות ניהול זמן, ואסטרטגיות זכירה. אולם, בקבוצת ההתערבות של דפוס חשיבה צומח, התלמידים למדו גם על הפלסטיות של המוח שלהם ומה הם יכולים לעשות כדי לפתח את האינטליגנציה שלהם. הם למדו שהמוח ניתן לשינוי וככל שמתרגלים אותו יותר, כך הוא משתפר בביצועיו. הם למדו שבכל פעם שהם משקיעים ולומדים משהו חדש, המוח שלהם משתנה ויוצר קשרים חדשים אשר לאורך זמן הופכים אותם לחכמים יותר. מחקרה של דואק מעידים על כך שתרגול הפרקטיקות המבוססות על גישת "דפוס חשיבה מתפתחת", על ידי כל השותפים (ההנהלה, צוות המורים, ההורים והתלמידים), מביא לצמצום פערים והצלחות מפתיעות באוכלוסיות נחשלות בארה"ב. שיפור בהישגים נצפה גם בהקשר של לימודי מתמטיקה ומדעים (Dweck, 2008). על בסיס גישתה ומחקרה, פותחו כלים ותכניות שאומצו על ידי צוותי מורים ובתי ספר, לתמיכה בתהליך שינוי תרבותי הוליסטי שיחזק את החשיבה המתפתחת (Cimpian, Arce, Markman, & Dweck, 2007; Kamins & Dweck, 1999; Mueller & Dweck, 1998). חיזוק משמעותי לגישה זו מציגה הפסיכולוגית האמריקאית Angela Duckworth (2016). היא מראה לכל מי ששואף להצליח – הורים, תלמידים, מחנכים, ספורטאים ואנשי עסקים (או בעצם כל אחד) – שהסוד מאחורי הצלחות יוצאות דופן אינו הכישרון שאנו ניחנים בו אלא שילוב מיוחד של להט והתמדה שאותו היא מכנה Grit (כח סבל, התמדה). Duckworth (2016) מפרטת את מסקנותיה מראיונות שערכה עם עשרות אנשים שהגיעו להישגים יוצאי דופן ומראה כי מה שאיפשר את הישגיהם היה ההבנה העמוקה למה הם שואפים ובעיקר מאמץ רב, התמדה ונחישות. ראוי לציין כי גישה זו זכתה גם ללא מעט ביקורת דווקא בהקשר של חינוך להישגים. טענה אחת מדגישה כי ההתמדה אינה תמיד האסטרטגיה הכי טובה ולעיתים צריך לדעת מתי לשנות כיוון ולמנוע נזק. אחרים טוענים כי במקום להתמקד בהתמדה חשוב לפתח דווקא את ה"תשוקה" ללמוד אצל תלמידים. יתרה מזאת, Grit מתמקד בהישגים



אקדמיים ואילו בהקשר החינוכי ישנם עוד כמה תחומים שחשוב לקדם בהם תלמידים. טענה נוספת מדגישה כי במערך החינוכי, תלמידים אינם האחראים הבלעדיים להצלחה או לכישלון. הביקורת מצביעה על אי-הכרה בכוחות אחרים המשפיעים על התלמיד וכי גם לקובעי מדיניות יש אחריות כמו למשל למגר אי-שוויון מערכתי המשפיע על הישגי התלמידים (Zimmerman & Brogan, 2015).

## התאמת ההוראה לפרט

הוראה (או למידה) דיפרנציאלית, מבדלת (Differentiated Instruction) משמעותה לתת מענה לשונות הגבוהה בכיתה ולמיוחדות של כל תלמיד. זוהי דרך הוראה המאפשרת לתלמידים בחירה בדרך הלמידה (סגנון הפעילות, המדיום, עם מי ללמוד, באיזה קצב, רמת המשימה ועוד) ובדרך הצגת הידע. גישת הוראה זו מכוונת להפוך את הכיתה לסביבה המאפשרת מתן מענה לצרכים, כישורים ותחומי העניין של כל התלמידים באמצעות חמישה אלמנטים שאותם המורה יכול להתאים לפי צרכי הלומד: *תוכן, תהליך, תוצר, נטיית הלומד וסביבת למידה* (Tomlinson & Eidson, 2003; Tomlinson & Strickland, 2005). הוראה מבדלת מוכרת כבר שנים רבות, אך נותרה מוגבלת שכן להוראה מסוג זה נדרש זמן רב יותר לתכנון והשקעת זמן במעקב ותשומת לב אישית להכוונה ותמיכה בכל תלמיד ותלמידה (Latz, Speirs Neumeister, Adams, & Pierce, 2009; Reis, McCoach, Little, Muller and Kaniskan 2010; Tomlinson, 2000).

Bray and McClaskey (2013) מבחינות בין שלושה סוגי הוראה מותאמת:

- הוראה אינדיבידואלית (Individualized Instruction) – הוראה המותאמת לצרכי הלמידה של מגוון התלמידים. מטרות הלמידה זהות עבור כל הלומדים, אבל תלמידים יכולים להתקדם בחומר הנלמד בקצב שונה. תלמידים יכולים להתעכב יותר זמן על חומר שאינם מבינים, או לדלג על חומר לימוד שכבר ידוע ומובן להם, או לחזור שוב על חומר שבו הם זקוקים ליותר סיוע.

הוראה דיפרנציאלית (Differentiated Instruction) – הוראה המעוצבת לפי העדפות למידה של כל לומד. מטרות הלמידה זהות עבור כל התלמידים אבל גישת ההוראה ומתודת ההוראה והלמידה שונות בהתאם להעדפות של כל לומד ולומדת ו/או בהתאם למה שהמחקר מראה כיעיל יותר עבור לומדים עם איפיונים מסויימים.

הוראה פרסונאלית (Personalized Instruction) – הוראה המותאמת לצרכי הלומדים, להעדפות הלמידה שלהם ולמה שמעניין אותם. בסביבה שהיא פרסונאלית מלאה, מטרות הלמידה, התכנים, מתודת הלמידה וקצב הלמידה, יכולים להיות שונים ומותאמים לכל תלמיד ותלמידה (הוראה פרסונאלית כוללת בתוכה הוראה אינדיבידואלית ודיפרנציאלית).

בשנים האחרונות עולה יותר ויותר הצורך בפרסונליזציה של הלמידה (personalized learning). קובעי מדיניות בכל רחבי העולם, מתחילים להכיר בצורך ובערך של מעבר מלמידה בגישת "one size fits all" לפרסונליזציה של הלמידה (הוראה קלינית), מתוך הבנת הרווחים הרבים לתלמיד, למורים, למערכת החינוך ולמערכת הרחבה (עיר, מחוז או מדינה) (Becker et al. 2016). כך למשל, ארצות הברית בימי נשיאות הנשיא אובמה (2015), אישרה למדינותיה להטמיע גישה של פרסונליזציה בחוק ה- Every student succeed.

אחת התוצאות המרכזיות והחשובות של מעבר לפרסונליזציה של הלמידה הינה צמצום פערים וקידום תלמידים מרקע כלכלי-חברתי-תרבותי חלש, שהיו מתקשים ונשארים מאחור במערכת החינוך המסורתית (Pane et al. 2015).

תלמידים שלומדים בגישת ההוראה הפרסונלית, סיכויי הנשירה שלהם קטנים, הם נוטים להתקבל יותר ללימודים גבוהים ומגיעים אליהם מוכנים יותר ובעלי כישורי למידה גבוהים יותר בהשוואה לתלמידים במסגרות חינוך מסורתיות (Becker, 2015; Freeman, et al. 2015; Pane et al. 2015). בעזרת פרסונליזציה של הלמידה יוכלו המורים להצליח להגיע

לכל אחד מהתלמידים בהוראה קלינית, באמצעות כלי אבחון מתקדמים שיאפשרו הערכה מעצבת, בניית תוכניות למידה אישיות ורקימת קשרים הדדיים חיוביים בין כל אחד מהתלמידים למורה ובין התלמידים לבין עצמם. כל התלמידים ירוויחו ממעבר זה ויוכלו ללמוד גם מתמטיקה ברמה גבוהה בהרבה, אך מעבר לכך, עבור התלמידים המגיעים מרקע מוחלש, הוא יהיה מועיל במיוחד (הכט, 2018; שמש, 2017).

התאמת הלמידה לצרכי הפרט כוללת בנוסף לכל האמור לעיל גם התאמה תרבותית. כלומר, התייחסות פדגוגית לרקע, לשפה, להרגלים ולתרבות שבה למד והתפתח הילד.

### פדגוגיה מותאמת תרבות / קשובת תרבות

בשנת 1995 Gloria Ladson-Billings הגתה את המושג *culturally relevant pedagogy* (Ladson-Billings, 1995). לשיטתה, העצמה אינטלקטואלית, חברתית, רגשית ופוליטית של התלמיד, בהקשר התרבותי, הינה חיונית לתהליכים משמעותיים של הבניית ידע, עיצוב וביסוס מיומנויות ועמדות (Ladson-Billings 1994). Django Paris. הרחיב את המושג וכינה גישה זו *culturally sustaining pedagogy* – פדגוגיה אשר שואפת להנחיל ולקדם פלורליזם שפתי, אורייני, תרבותי כחלק מתכנית ההשכלה הדמוקרטית (Paris, 2012). מאז, ועדיין, התפתחות מקצועית של מורים העובדים עם תלמידים ממיעוטים תרבותיים, ממוקדת בעיקר בטיפול הקשרים עם המשפחות והקהילה המקומית, וממעטת לעסוק בשאלה כיצד פרקטיקות ההוראה, בפועל בכיתה, יכולות להתחבר ולהתאים לתלמידים ממגוון תרבויות (Richmond, Bartell, Floden & Petchauer, 2017).

המושג תרבות וגם המושג אתניות מייצגים מאפיינים של חיבור ושיתוף מצד אחד ואינדיבידואליות מצד שני. קבוצת אנשים המשויכת לתרבות או לקבוצה אתנית מסוימת, אינה בהכרח מעידה על כך שהם זהים. מטרת החינוך הרב תרבותי היא לתת מענה לצרכי כל התלמידים ומתמקד בצדק חברתי (social justice). גישת הרב-תרבותיות מוגדרת כשדה מחקר שעוצב כדי לקדם שוויון בחינוך לכל התלמידים ולשם כך משלב תוכן, מושגים, עקרונות, תיאוריות ופרדיגמות מההיסטוריה, ממדעי החברה, ממדעי ההתנהגות ובעיקר מלימודי אתיקה ומגדר (ethnic studies and women studies) (Banks 2001a, p. xii; Moore, 2007). Moje (2007) סוקר את נושא הצדק החברתי בחינוך לאוריינות, ומציע מסגרת חשיבה לאופן שבו גישת "socially just pedagogy" – מאפשרת לתלמידים גישה שווה להזדמנויות למידה ובכך לשינוי בהקשר החברתי פוליטי.

מעט מחקרים עוסקים בקשר בין ידע מדעי מודרני-מערבי לבין ידע ילידי-מקומי (indigenous knowledge) המכונה לעיתים "ידע מסורתי" או "אתנו-מדע" (Snively and Corsiglia 2001). קיימת נטייה להתייחס לידע המדעי המודרני-מערבי כידע אוניברסלי "קובע", שעל פיו יישק דבר, ולהתעלם מהידע ומהתרומה של קבוצות תרבותיות, מקומיות אחרות (Gondwe, M., & Longnecker, 2015). אחת התוצאות היא הניכור שחשים בני מיעוטים כלפי המדע המערבי ויש לכך השפעה על העמדות וההישגים של תלמידים אלו, בתחומי המדע המערבי; הוראת אתנו-מדע (תוך הקפדה על מתודה ואמינות מדעית) משפרת את עמדותיהם של בני המיעוטים כלפי מדע, ואת המוטיבציה שלהם ללמוד מדע (אתנו-מדע - ראה הרחבה בהמשך). תלמידים ילידים-מקומיים צריכים ללמוד מדע בהקשרים היסטוריים, חברתיים ופוליטיים כבסיס ליצירת הידע, כך שהם יוכלו להבין את הנרטיב המדעי (Abrams, Taylor & Guo, 2013). Middleton, Benson, and Tang (2013) הראו שמורים ממוצא ילידי-מקומי הצליחו להתאים את תוכניות הלימודים לתלמידים הילידים-מקומיים. מסקנתם היתה שצריך יותר מורים ממוצא ילידי-מקומי ובמקביל להכשיר בצורה מתאימה את כלל המורים.

Gay (2000) מצביע על כך ששימוש בידע תרבותי וניסיון קודם, והתייחסות להקשר ולהעדפות הלמידה של מגוון תלמידים מקבוצות אתניות, חינויים על מנת שמפגשי הלמידה יהיו יותר רלוונטיים ומשמעותיים עבורם. כך, בהתייחס לאוכלוסיית התלמידים האפרו-אמריקאים, Gay מדגיש כי המטרה הראשונית של פדגוגיה קשובה תרבותית היא לסייע בפיתוח 'אישיות שחורה רלוונטית' המאפשרת לתלמידים אפרו-אמריקאים לבחור בהתמחות אקדמית ועדיין להזדהות עם התרבות האפריקאית והאפרו-אמריקאית. העברת המסר לתלמידים השחורים אודות חשיבות רכישת "חינוך טוב", מבטא את הדחיפות והצורך החברתי לחנך תלמידים אלו להשתלבות בחברה. באופן אידיאלי, יש צורך להבליט את הקשר בין תכנית הלימודים לבין הזהות החברתית של התלמידים (Smith, 2003). גישות חינוכיות רב-תרבותיות, כמו פדגוגית צדק חברתי, פדגוגיה פמיניסטית ופדגוגיה קשובה ורלוונטית, מכוונות להעצמה ושינוי עבור מורים ותלמידים (Moore, 2007). Fensham (2016) טוען כי שלושת הגורמים: צרכי התרבות, החברה והיחיד, כמעט ולא מטופלים במוסדות חינוך בהקשר של לימודי המדעים. הוא מצביע על כך שמאז שנות החמישים, עיקר ההשקעה במדינות השונות ברפורמות שהתרחשו – הייתה בפיתוח תכניות לימודים וחומרי הוראה ופחות בפיתוח מורים איכותיים ובפיתוח דרכי ההערכה. במקום שהמדע יהיה במרכז, צריך שחוויות התלמידים, התנסויותיהם וזהותם – הם שיהיו במרכז.

לאור אלה, אחת הגישות להוראת מדע שיווינית היא באמצעות הוראת מדע קשובה תרבות, אשר מלמדת ונשענת על החוזקות האישיות והתרבותיות של התלמידים, היכולות האינטלקטואליות שלהם והישיגיהם הקודמים (Gay, 2010). בתיאוריה, הוראת מדע קשובה תרבות נראית כטקטיקה אידאלית לצמצום פערים כרוניים בהישגים מדעיים בין נוער ילידי-מקומי ולא מקומי בכל העולם (Abrams et al., 2014). במציאות, התרחשויות כאלה בכיתה – נדירות (Brown & Crippen, 2016).

Elkana (1981) טוען כי לכל תרבות יש את המדע שלה, אשר משמעותו: דרך חשיבה והשקפת עולם ייחודית. יש דרכים אחרות להבין את העולם מלבד השיטה המדעית האירופאית שבעבר נחשבה לאוניברסלית. מדע ילידי (indigenous science) המכונה לעיתים "אתנו-מדע" הוגדר על ידי Hardesty (1977) כך: מערכות הידע שפותחו על ידי קבוצת תרבות מסוימת, למיין עצמים, פעולות ואירועים של היקום כפי שמוכר לקבוצה תרבותית זו. חשיבה מדעית שכזו באה לידי ביטוי בחקלאות מסורתית, אסטרונומיה, פרקטיקות רפואיות, מתמטיקה, הנדסה, ארכיטקטורה, מדע צבאי, אקולוגיה ועוד (Snively & Corsighia, 2001). זה כולל גם התרחבות טריטוריאלית (כמו האצטקים, מאיה, אימפריה מונגולית) או של אוכלוסיות מבודדות כמו האסקימואים, אבוריג'ינים, מיקרונזיה ועוד (Fasasi, 2017). George (2001) מציע קריטריונים לגישת האתנו-מדע: (1) השענות על חוויות תרבותיות וחיי היום-יום; (2) נגישות לדרכים שונות של חשיבה על מושגים מדעיים (תוך הקפדה על חשיבה מבוססת ראיות), ו- (3) גישור על הפער שבין המסורתי והקונבנציונלי. מחקר שנערך בניגריה (Fasasi, 2017), מצביע על האפקט של הוראת אתנו-מדע על עמדות כלפי מדע של תלמידי חטיבת הביניים. קבוצת ההתערבות כללה מורים שעברו הדרכה להוראת אתנו-מדע. נמצא כי תלמידים שלמדו בכיתות ההתערבות פתחו עמדות חיוביות יותר כלפי מדע והיו מונעים במוטיבציה פנימית (ציפייה, רגש, ערך מטלה). ההשפעה המובהקת מצביעה על כך שמודעות לקשר בין אמונות תרבותיות של הלומד לבין מושגים מדעיים הביאה לקשר רגשי גדול יותר למדע.

Reiser, Novak and McGill (2017) מציעים לפתח תוכניות לימודים בהקשר תרבותי (Curricular contextualization), כלומר, תהליך של התאמת חומרי הוראה איכותיים קיימים על מנת לסייע לתלמידים להבין מושגים מדעיים מאתגרים באמצעות מינוף הידע והחוויות הקודמות שלהם (Rivet & Krajcik, 2008). ידע קודם כולל חוויות עבר, הקשרים חברתיים-תרבותיים וגם תבניות קוגניטיביות הספציפיות לתרבותם וקהילותיהם. קוגניציה תרבותית ופסיכולוגיה התפתחותית נחקרה בעיקר בארצות תעשייתיות מפותחות אך הידע שהצטבר בתחומי מחקר אלו אינו

בהכרח מדויק לגבי כל הספקטרום של תרבויות אנושיות. על מנת לפתח חומרי הוראה בעלי הקשרים תרבותיים, החוקרים מציעים שבעה עקרונות אותם הדגישו על תכנית הלימודים בבילוגיה בארה"ב: 1. השענות על העדפות תרבותיות של הלומדים על מנת לקיים טיעונים שאינם טלאולוגיים בתחום התוכן הלימודי על צמחים, כמנוף ותמיכה בתלמידים בפיתוח הבנה של מושגים מורכבים כמו 'ברירה טבעית'. 2. משוב על טיעונים טלאולוגיים לגבי בעלי חיים דרך הערכת הסברים מבוססי ראיות לא מדויקות. 3. שימוש בידע תרבותי מסורתי כהקשר לחקר מושגים מדעיים מערביים ולזמן לכיתה חברי קהילה מבוגרים. 4. בניית ידע מסורתי ילידי-מקומי (Traditional Indigenous Knowledge – TIK) וידע מדעי מערבי (Western Science Knowledge – WSK) כדי למגר את הרעיון שידע מדעי מסורתי ילידי נחות מידע מדעי מערבי ובכך לאפשר חציית מחסום זה במהלך לימודי המדעים. 5. הבלטת TIK כמקור ידע לגיטימי המעשיר WSK. 6. עידוד חשיבה ביקורתית והכרה תרבותית. 7. שימוש בטכנולוגיה לשילוב ביחידות ההוראה של מסרים לגבי יתרונות הלמידה בקהילות התלמידים. החוקרים מציינים כי שילוב שבעת העקרונות הללו גרם למעורבות גבוהה ועלייה בהישגים של תלמידים. זה מוכיח שלמידת מדע בהקשרים תרבותיים תומכת בלמידת מושגים ביולוגיים מאתגרים.

### **תפקיד מורי המדעים בהקשר הרב-תרבותי**

על פי המחקר של Moore (2007) הגישה האישית של המורה ושיטת ההוראה שלו הם נקודת מוצא שעשויה לסייע בהעלאת הישגים, הערכה עצמית ואיכות התוצרים, של התלמידים. בעשור האחרון, חוקרים ואנשי חינוך רבים ממליצים להשקיע מאמצים באיתור ובהצמחת מורים איכותיים, לספק להם תמיכה מתמשכת, כולל אפשרויות לשתף עמיתים ולהכשיר מנטורים למורים מתחילים (Darling-Hammond, 2007).

הצלחתם האישית של המורים בהצעת תלמידיהם קדימה, תלויה בהצלחתם כקבוצה, ומכאן נובעים הצורך והאחריות ההדדית של המורים לשיפור איכות ההוראה של עמיתיהם (Akiba, LeTendre, Scribner, 2007). אחריות הדדית לאיכות ההוראה אינה רק ערך אלא היא צורך של "כיתת המורים". תפיסה זו מתיישבת עם ממצא חדשני אשר עולה במחקרם של Hattie וחבריו (2016) כי מסוגלות קבוצתית של צוות מורים – כלומר, התחושה שצוות המורים כקבוצה יכול להשפיע על הצלחת התלמיד – דורגה במקום הראשון בין הגורמים המשפיעים על הישגי תלמידים, יותר מכל מדד אחר, ובכלל זה משוב מורה-תלמיד ורקע חברתי-כלכלי של התלמיד (Alkahrer & Tal, 2014; Hattie, Masters, & Birch, 2016).

כך, מורים כקבוצה, זקוקים להתפתחות מקצועית שתתמוך באופן מלא ב"כיוון הפדגוגיה שלהם עם חוויותיהם התרבותיות והעדפת סגנון הלמידה של תלמידיהם" (Irvine 2003, p. 67, Moore, 2007). פיתוח מקצועי אמור להתמקד ולהשלים את החוזקות והידע שמורים למדעים ממוצא אפרו-אמריקאי מביאים איתם לכיתה, כמו גם את החוזקות והידע של התלמידים. (Moore, 2007) מורי מדעים בעלי מומחיות פדגוגית יכולים לשמש במגוון תפקידים תומכים: כלומדים יחד עם מורים, כמנטורים, כמנחים במסגרת מפגשי מורים או כמנהיגים פדגוגיים בתחום הוראת המדעים (Rhoton & Bowers, 2002; Spillane, Diamond, Walker, Halverson, & Jita, 2001; Tobin, Roth, & Zimmermann, 2001).

Dyches and Boyd (2017) מתארים מודל של פדגוגיית צדק חברתי וידע תוכן (Social Justice Pedagogical and Content Knowledge – SJPACK). זוהי הרחבה של מושג הידע תוכן פדגוגי

(Pedagogical Content Knowledge - PCK) של שולמן (Shulman, 1986). הרחבה זו מתחברת להיבטים שונים של למידה על צדק חברתי, חינוך רב-תרבותי ביקורתי, הוראה מבוססת משאבים, ערכים אנושיים וחוזקות אישיות. בהוראה שכזו, היבטים ספציפיים של צדק חברתי הופכים להיבטים אינטגרליים בהכנת ההוראה ובפיתוח חומרי הוראה. כלומר, הוראת תחום תוכן תוך הקפדה הן על פרקטיקות הוראה איכותיות הממנפות את יכולות ותובנות התלמידים בתוכן הנלמד והן שילוב היבטים של מוסר וצדק חברתי. אלו, משפיעים על עמדות התלמידים וחינוך התלמידים לחשיבה ביקורתית מבוססת ראיות (Richmond, 2017 – core teaching practices).

היבט נוסף של תפקודי מורים הוא פיתוח תקשורת מורה-תלמיד, בשיעורי מדעים. בניית מערכת יחסים תומכת בתלמידים, מתן עצה ומשמעת כשצריך, מסייע לתלמידים להתגבר על סטריאוטיפים ואמונות שליליות (Moore, 2007). אולם, מחקרים מראים כי לרוב, מורי מדעים מתקשים ללמד בגישה רב תרבותית. הם אינם מודעים להיבט זה ובדרך כלל אין להם את הכלים להתמודד עם שונות תרבותית (Lee, 2005). חומרי הוראה רק לעיתים נדירות משלבים חוויות תרבותיות ואנלוגיות המייצגות קבוצות תלמידים שאינם ב"זרם המרכזי" (mainstream). מורים בדרך כלל אינם מודעים להשפעת התרבות והשפה על למידת התלמידים. הם מתייחסים לחוסר שוויון כמצב נתון (Bryan & Atwater, 2002; Lee, 2005), כך, תלמידים שאינם ב-mainstream נדרשים להפוך להיות דו-תרבותיים, דו-שפתיים חוצי גבולות, על מנת לסגל גישה ותפיסה מותאמות לדיסציפלינות המדעיות ולחינוך המדעי בבית הספר. גם המורים מחויבים ללמוד לחצות גבולות תרבותיים על מנת להנגיש את המדע כיותר משמעותי ורלוונטי לכל התלמידים. באופן דומה, גם חוקרים צריכים לפרוץ את החסמים המפרידים בין תיאוריות שונות ומתודולוגיות מסורתיות אם הם שואפים להתיר קשרים סבוכים בין שונות התלמידים וחינוך מדעי (Lee, 2005). Barton ושותפיו (Barton et al, 2008) מדגישים את החשיבות של יצירת מרחב לימודי היברידי (בית ספר-בית/קהילה) שמאפשר למידה של כל התלמידים. מרחב שבו תלמידים תת משיגים ישלבו את ההעדפות והשיטות של בית הספר עם אלו של הבית והקהילה.

מעקב אחרי מורים שמצליחים להתמודד עם הקשיים מעלה כי הצלחתם נובעת משני מרכיבים מרכזיים (Moore, 2007):

#### 1. אמונות המורים:

- המורה אחראי להצלחה של כל תלמידיו
- להורים מקום וחשיבות בלמידה של ילדיהם (אחרי המורה)
- תפקיד המורה הוא לתמוך ולסייע לתלמידים להתגבר על הדימוי העצמי השלילי, על ידי יצירת ציפיות גבוהות, אשר יאפשרו להם להצליח.

#### 2. היוזמות והפעולות החינוכיות שבהן נקטו המורים, למשל: טיפוח תפיסת המסוגלות העצמית של תלמידיהם;

שיפור הדימוי העצמי הנמוך של תלמידיהם (למשל על ידי השתתפות בתחרות מהנדסים); חיזוק המסר של חשיבות הלימודים להצלחה בחיים על ידי עידוד לימודי המשך; טיפוח סביבת הקמפוס; סיור לימודי כאשר תלמיד לשעבר של המורה, ממוצא אפרו-אמריקאי, שימש כמדריך הסיור (מהווה תמונת עתיד אפשרית).

### הצעות לסטנדרטים לחינוך מדעי-טכנולוגי מותאם תרבות

Ferguson (2008) מעלה את השאלה: אילו היו קיימים סטנדרטים לחינוך מדעי רב-תרבותי, איך הם היו נראים? כתגובה, הוא מציג במאמרו סטנדרטים מבוססי ספרות מחקרית של הוראה רב-תרבותית שילמדו בקורס למתודות

הוראה בהכשרה של מורי מדעים. התמריץ לחינוך מדעי רב-תרבותי (MSE) multicultural science education מתבסס על שלושה מקורות:

(1) מדע לכל: (AAAS 1989, 1993; NRC 1996) "Science for All" – פרויקט (Project 2061) אשר החל לפעול בשנת 1985 ובאמצעות מומחים ממגוון תחומים הגדיר מה הכי חשוב שהדורות הבאים ידעו ויהיו מסוגלים לעשות בתחומי המדע, המתמטיקה והטכנולוגיה – כיצד ירכשו אוריינות מדעית. הפרויקט הגדיר לראשונה סטנדרטים אשר לאורם פותחו תכניות לימודים.

(2) No Child Left Behind (NCLB 2001) – גישה הגורסת כי חינוך מדעי איכותי צריך להינתן לכל התלמידים ללא קשר לרקע האתני, חברתי-כלכלי שלהם. זוהי חובה מוסרית. הזדמנות זהה ושווה לכולם. צדק חברתי (Rodriguez 2001; Seiler 2001; Tate 2001).

(3) נתונים על שינויים דמוגרפיים בבתי הספר הציבוריים בארה"ב (Chen, 2005).

מסתבר כי מורים למדעים או פרחי הוראה הלומדים במסלול למורי המדעים, מגלים קושי בשינוי תפיסותיהם לגבי הוראה מותאמת לתלמידים, כיוון שהם יותר מרוכזים בהוראת התכנים. לכן המחבר פונה לנסח סטנדרטים. "סטנדרט" משמעותו – סט של הנחיות מבוססות ספרות מקצועית למורים בקורס לשיטות הוראה אשר יאפשר להעריך ולתת משוב על המטרות והפעילויות של פרחי הוראה. להלן הצעות אחדות לסטנדרטים של פיתוח מקצועי והכשרת מורי מדעים להוראה רב-תרבותית (Ferguson, 2008):

- שיחות דיאלוגיות – הצפה ודיון בנושאים כמו מגדר והבדלים תרבותיים.
- מיומנויות טרנספורמטיביות – ליצור אקלים של קבלה והתחשבות. תקשורת והתייחסות לכל תלמיד ותלמידה. למשל אם לומדים על הטבק אז לברר מה המשמעות של עישון בתרבות של כל תלמיד.
- פרקטיקה מחייבת - כל מורה צריך להרגיש מחויב להיות קשוב לכל התלמידים בכיתה ולהמשיך להתמקצע בכיוון זה.
- גמישות והתבוננות רפלקטיבית – ליצור ולהתאמן על פתיחות בקרב המורים. להתבונן באופן ביקורתי על עצמם מבחינת קבלת האחר ודאגה לאחר ולכל תלמיד.
- ידע על עצמי, ידע על אחרים.
- ידע על ידיעה - אפיסטמולוגיה - תורת ההכרה, העוסקת במהות וגבולות הידיעה, מהי ידיעה וכיצד היא נרכשת.

חיזוק לגישה זו ניתן למצוא במסמך הסטנדרטים - NGSS (The Next Generation Science Standards, 2013) בארה"ב (Lee, Miller & Januszyk, 2014). הסטנדרטים של ה- NGSS מציעים חזון של הוראה ולמידת מדע על ידי שילוב פרקטיקות מדעיות והנדסיות, מושגים עדכניים, ורעיונות דיסציפלינריים מרכזיים כדי ליצור ידע מדעי מעמיק ומקיף. המניע לקראת למידה אקדמית עלה כדי להבטיח שכל התלמידים מוכנים ללימודי קולג' או לקריירה בסוף התיכון. זהו מהלך שמשנה הוראה ולמידת מדע. הרפורמה תתאפשר לא רק באמצעות השקעת משאבים בבתי הספר אלא גם באמצעות חיבור כיתת המדעים לבית, לקהילה ולמסגרות לא פורמליות. "All Standards, All Students." – במהלך השנתיים של פיתוח ה- NGSS, מונה צוות שהיה אמון על "שונות ושיוויון/אתיקה" - NGSS Diversity and Equity Team.

הספרות המקצועית בדרך כלל מתייחסת לכל קבוצה עם רקע דמוגרפי שונה או קשיים כמו לקויות למידה- בנפרד. בתכנית ה- NGSS **מתייחסים לכל התלמידים יחדיו**. למעשה, לימודי המדעים צריכים להישען על קרן הידע/ההון

התרבותי שכל קבוצה דמוגרפית יכולה לתרום. קבוצות דומיננטיות הן קבוצות בעלות מוניטין שאין בהכרח גדולות מבחינה מספרית אך בעלות סטטוס אקדמי גבוה. קבוצות לא דומיננטיות הן קבוצות שבאופן מסורתי היסטורי קופחו במערכת החינוך. התכנית החדשה פונה לכולם באופן שווה: ייצוג השונות; עקביות בשפה; בהירות השפה. שפה משלבת inclusive language – מדענים ומהנדסים מרקעים שונים. מדע רלוונטי לחיי התלמידים – בעיות מהעולם האמיתי, הקשרים מקומיים. ציוד מדעי זול – התחשבות בבתי ספר ומחוזות המוגבלים במשאבים. כל זה ייצור מדע משלב ורגיש לשונות התרבותית, נגיש לכל התלמידים. שימוש בשפה ומושגים פשוטים, ברורים, בקביעות. לעניין השונות השפתית ניתנה בארה"ב תשומת לב גדולה. כיוון שמדע וטכנולוגיה עמוסי מושגים, על המורים לזהות ולגבש את דרישות השפה בלמידה, תוך ניצול הזדמנויות ללמידת שפה עבור כל התלמידים.

צוות ה NGSS ביצע שבעה חקרי מקרה על שבע קבוצות דמוגרפיות; מדובר בהדגמה של איך ללמד קבוצה מסוימת. אלו אינם מרשמים, אלא המלצות. המורים מצופים "לתפור את החליפה המתאימה" לתלמידיהם. שבע הקבוצות הן: תלמידים מרקע כלכלי נמוך; תלמידים מקבוצה אתנית מסוימת; תלמידים בעלי לקויות; תלמידים שאינם דוברי אנגלית; בנות; תלמידים מחינוך אלטרנטיבי; מחוננים וגאונים. יש לזכור שבמציאות, תלמיד יכול להשתייך למספר קבוצות, לדוגמה תלמיד מחונן ובעל לקות למידה. יש להיזהר לא לתייג תלמידים. ויש לזכור שכל קבוצה "הומוגנית" – גם היא מאוד הטרוגנית.

## קידום שוויון הזדמנויות בחינוך המדעי-טכנולוגי

בספרות המחקרית כפי שתואר מעלה, מדגישים חוקרים ואנשי חינוך את החשיבות שהוראת המדע בבית הספר תתייחס ותעריך את זהותם של מיעוטים. המדע מספיק רחב ויכול לספק "מקום נוח" למגוון רחב מאוד של תלמידים. כשתלמידים אומרים שלימודי מדעים בבית הספר משעממים או לא רלוונטים, כפי שקורה בהרבה מדינות עשירות בעולם, מה שהם אומרים בעצם זה שהם לא רואים את הקשר בין המדע שהם לומדים בבית הספר לבין הסוגיות שהם עומדים בפניהן או מה שהם רוצים להיות. לכן "מדע בית ספרי" סובל לעיתים קרובות מבעיית זהות: הוא נכשל בלהתייחס לזהויות המתגבשות של התלמידים (Braund & Reiss, 2006). (Braund & Reiss, 2006) טוענים שהוראת מדע טובה צריכה לאפשר לתלמידים להבין שהמדע יכול לספק להם מרחב להתפתח למי שהם היו רוצים להיות. מדע מאפשר לתלמידים לבחון סוגיות אתיות ותרבותיות תוך למידה מה המדע אומר על הסוגיה הנבדקת. למשל מה יש לביולוגיה להגיד על מוצא וגזע והאם שונות בין קבוצות אנוש היא גדולה או קטנה. תלמידים צריכים להבין שמהות המדע היא לחשוב באופן ביקורתי ולבחון ראיות ונתונים. תלמידים צריכים לקבל אוטונומיה בלמידה כך שלפחות חלק ממאמציהם בלמידת המדעים והפקת תוצרים יוקדש לסוגיות המשמעותיות בעיניהם באופן אישי. כלומר, לאפשר לעיתים לתלמידים לבחור איך ללמוד ומה ללמוד במדע – לקחת אחריות על הלמידה. זה יגביר את שיתוף הפעולה שלהם עם תלמידים אחרים, יגביר את מעורבות משפחותיהם בלמידת המדעים ויחבר אותם טוב יותר בין מקורות ידע פורמליים ולא פורמליים בלימודי המדעים.

אם כן, הספרות המקצועית גדושה במסמכים שנכתבו על ידי קובעי מדיניות, חוקרים ומחנכים המציינים איך צריכה להראות הוראת מדע קשובה לשונות בין תלמידים ושיוויונית עבור כל התלמידים. השאלה המרכזית היא איך עושים את זה ואיך יודעים אם זה הצליח?

פרק זה מציג דוגמאות, הן לתפיסה כוללת בדמות רפורמה רחבת היקף והן דוגמאות לתוכניות התחומות בזמן אך מציגות נקודת מבט רחבה על הפרט – התלמיד/ה, כחלק מקהילה ותרבות אליה הוא/היא משוייכים.

## רפורמה ברת קיימא כתנאי לצמצום אי השיוויון

יש הסבורים כי אחת ממטרותיה של רפורמה מערכתית בחינוך מדעי-טכנולוגי, היא להכין את התלמידים ללימודים גבוהים ולממש הזדמנויות לקריירה בתחומי STEM. הגשמה מוצלחת של מטרות אלה עשויה לתרום לתלמיד האינדיבידואלי וגם לחברה כמכלול (Blank, Kim, & Smithson, 2000; Kim, Crasco, Blank, & Smithson, 2001).

במהלך המאה ה-20, התקיימו בארה"ב מספר רפורמות בהיקף נרחב במערכות החינוך. למרות זאת, עדיין מתקיים אי שוויון בחינוך לפי מעמד חברתי ובמידה פחותה לפי מוצא גזעי (Gamoran, 2008; Reardon, 2011, 2014; Weis, ).  
(Eisenhart, Cipollone, Stich, Nikischer, Hanson & Dominguez, 2015). כישלון הרפורמות בבתי ספר המאוכלסים במעוטי יכולת ומיעוטים על פי מוצא, מגדיל את הפער בינם לבין אוכלוסייה חזקה יותר שלגביה הרפורמות כן מצליחות (Weis, Eisenhart, Cipollone, Stich, Nikischer, Hanson & Dominguez, 2015).

(Payne (2008), Ruby (2002) ו-Christman (2001) מונים מספר מאפיינים בעייתיים של רפורמות מבוססות

סטנדרטים:

- מושפעות מהאווירה הפוליטית.
- סובלות ממחסור בזמן לצורך אימון, תכנון, רפלקציה, עבור אנשי מפתח שצריכים להחליף מידע.
- סובלות מהעדר מנהיגות ובסיס תמיכה.
- מציבות יעדים לשינוי בקנה מידה וקצב לא מתאימים.
- סובלות מתכנית לא קוהרנטית (Tate, Jones, Thorne-Wallington and Hogrebe, 2012).
- בבתי ספר המתרחבים נוצרות היררכיות נוספות שיש לבסס אותן (Weis, Eisenhart, Cipollone, Stich, ).  
(Nikischer, Hanson & Dominguez, 2015).

יישום רפורמות מלווה בלחץ להצגת נתונים של שיפור בהישגי תלמידים המגיע מהממנים, המתמודדים עם לחץ מהפוליטיקאים או ארגונים ממשלתיים, להצדקת ההוצאות הגדולות (Clune et al., 1997; Rodriguez, 2001). מדידת הצלחת רפורמה מערכתית מורכבת מאספקטים רבים. המחקר מעלה שבהירות מושגים מערכתית והגישה הביצועית הם הדבק המחבר את המרכיבים השונים של מאמצי הרפורמה (Rodriguez, 2001): **בהירות מושגים מערכתית** מאפשרת לכל המעורבים בהשגת היעדים לדמיין את החלק שלהם בפאזל של הרפורמה המערכתית. חזון משותף ומאמצים של כל המשתתפים בתחומם, הם המרכיבים הקובעים את כיוון התקדמות הרפורמה המערכתית. אחדות זו צריכה להתבטא בניתוח מסמכי סטנדרטים, מדריכים לתוכניות לימודים, תוצרי סדנאות מורים, דוחות התקדמות ועוד הגורם השני: **הכרת הגישה הביצועית**, היה גורם מפתח לאופן שבו המערכת פועלת ליישום החזון. התכנית המבצעית מתבססת על מתן מענה בהתאם לצרכים של בית הספר המטרה הסופית בהערכת יישום רפורמה לא צריכה ולא יכולה להיות שליטה בכל המרכיבים של הרפורמה. אלא, הבנת המרכיבים של רכיבים מבטיחים ברפורמה המערכתית יכולה לסייע להניע רפורמה מערכתית שוויונית ומקיפה יותר (Rodriguez, 2001).

Kim and Crasco (2006) מציגים רפורמה שגובשה על ידי ה-NSF שחבר לסוכנויות פדרליות נוספות בכדי להתניע שינוי מערכתי בכל הרמות של מערכות החינוך, יחד עם מחוזות בתי הספר, עם אוניברסיטאות שאליהן עוברים תלמידי התיכון. התכנית מבוססת על שישה ממדים:

שינוי המתמקד בארבעה ממדים תהליכיים (משתנים בלתי תלויים):



1. הכיתה: תכנית לימודים מבוססת סטנדרטים, הוראה, הערכה.
  2. מדיניות: מדיניות התומכת בלמידה והוראה איכותית, כולל התפתחות מקצועית ותמיכה בתלמידים.
  3. משאבים: איחוד של משאבים חינוכיים
  4. בעלי עניין/קהילה: שותפות והובלה עם תמיכה broad-based support.
  - שינוי המתמקד בתוצרים (משתנים תלויים):
  5. הגשמה/הישג (attainment): מדידת ההשפעה והיעילות ממוקדת בתוצרי התלמידים.
  6. שוויון וצדק (equity): הישגים של כל התלמידים כולל אלה שהיסטורית הוזנחו.
- הנתונים נאספו בתקופה שבין 1993 ועד 2000, מ-22 מחוזות בית ספריים, בכל רחבי ארה"ב וכללו 4.75 מיליון תלמידים מ-5,820 בתי ספר עירוניים ו-166,510 מורים; נאספו נתונים אודות בחירה במתמטיקה ובמדעים אחרי גיל 16, ציוני סיום התיכון, השלמת דרישות נוספות לסיום התיכון, הישגים במבחני מתמטיקה ומדעים בקורס הכנה לכניסה לאוניברסיטה AP, מבחני SAT ו-ACT, תעודות הכשרה של מורים והתפתחות מקצועית. הממצאים הצביעו על עלייה בהישגים במתמטיקה ובמדעים; הפער בין תלמידים בני מיעוטים לבין תלמידים לבנים הצטמצם; נצפתה עלייה במספר תלמידי כיתה י"א וי"ב שנגשו למבחני כניסה לקולג'ים; תלמידים שהשתתפו בקורסי הכנה לקולג'ים AP נגשו למבחני כניסה לקולג' יותר מתלמידים שלא השתתפו בקורסים כאלה. מה גרם לעלייה בהצלחת התלמידים? הכותבים טוענים כי שני המרכיבים: המדיניות והפרקטיקות שנמדדו, הם שיצרו את העלייה בהישגים מאחר והם מייצגים את "מערכת האמונות", את הציפייה שכל התלמידים יכולים וצריכים ללמוד מתמטיקה מאתגרת ותוכן מדעי, וכי עליהם להיות מוחזקים באותה רמה גבוהה. ארבעת הממדים התהליכיים המוזכרים למעלה, הניעו וקידמו את הישגי תלמידים במתמטיקה ומדעים ואת סגירת הפערים, את ההתפתחות המקצועית המתמשכת של המורים ואת התמיכה האינטנסיבית בתלמידים.

### **אסטרטגיות הוראה אפקטיביות לתלמידים תת-משיגים בחינוך המדעי-טכנולוגי**

הספרות המחקרית גדושה במאמרים וספרים העוסקים בתיאור תמונת המצב העגומה בה אוכלוסיות תת-משיגות המאופיינות במצב חברתי-כלכלי נמוך, מוצא תרבותי, מעמד כמיעוט תרבותי/גזעי ומיקום מגורים הנחשב כנחשל, סובלות מפערים בהישגים ובהזדמנויות ומ'פדגוגיית עוני'. עם זאת, מעטים המחקרים המצביעים על הצלחה משמעותית וגורפת בצמצום הפערים ושיפור משמעותי של הישגים, בכל המקצועות הנלמדים ובמיוחד במדע וטכנולוגיה. בפרק זה, נסקור כמה יוזמות מלוות מחקר אמפירי שפורסמו בעשרים השנים האחרונות. כאמור, הדוגמאות אינן רבות. בכולן מודגש ניצול המגוון התרבותי והרקע האתני של התלמידים כמקור מידע להמחשה של מדע בחי' היומיום, אשר יכול לסייע לתלמידים להבין עקרונות מדעיים (Lee, 2003; Warren, Ballenger, Ogonowski, Rosebery, & Hadicourt-Barnes, 2000). כמו גם הוראה מפורשת אשר נמצאה כמסייעת לתלמידים לקחת תפקיד גדול יותר בלמידה העצמית שלהם (Ruby, 2006) ולפתח את האחריות על הלמידה שלהם (O'Neill & Barton, 2005).

סקרנו אסטרטגיות אחדות שנחקרו גם בהקשר לקידום הזדמנויות בחינוך, והוכחו כמוצלחות:

### **הוראה בדרך החקר**

הוראת חקר עשויה לקדם את השוויון בחינוך המדעי (Thadani, Cook, Griffis, Wise & Blakey, 2010). פדגוגיות המבוססות על הוראה בדרך החקר מבטיחות לאתגר את 'פדגוגית העוני', כיוון שהן אינן מתבססות על העברה ישירה של עובדות ואינן ממוקדות מורה (Songer et al., 2002; Thadani, Cook, Griffis, Wise & Blakey, 2010). הוראת

חקר אפקטיבית צריכה לכלול חומרים אשר משתלבים עם ידע תרבותי רלוונטי ואמונות התלמידים מרקעים שונים (Geier, Blumenfeld, Marx, Krajcik, Fishman, Soloway & Clay-Chambers, 2008). למידה מבוססת חקר, מתאימה למגוון תלמידים בכיתה ומאפשרת לתלמידים ממוצא תרבותי מגוון להרגיש בעלי ערך בשיעורי המדעים על ידי עידודם לבחון את הרעיונות של עצמם. המחקר מראה כיצד חקר יכול להתבסס ולכבד רעיונות של תלמידים (DiSessa, 2000; Duschl, 2008; Linn & Eylon, 2011; Minstrell & Kraus, 2005) לתת כבוד לרעיונות תלמידים כשהם מסבירים את תהליכי החשיבה שלהם. כך, עיסוק התלמידים בחקר יכול לעזור לתלמידים להבחין בין רעיונות שונים, ויש לו את הפוטנציאל לפתח לומדים המבססים את החלטותיהם על עובדות ומנסחים טיעונים מדעיים (Linn, Gerard, Matuk & McElhaney, 2016; Rodriguez, 2013).

בספרות קיימות עדויות כי הוראת חקר או מיומנויות הקשורות בחקר כמו שאלת שאלות וניסוח טיעונים מדעיים, מעלה הישגים של תלמידים מרקע SES נמוך, ותלמידים תת-הישגיים (Zohar & Dori, 2003). מחקרים עם ממצאים כאלה אינם רבים ולרוב מדגם התלמידים הנבדק אינו גדול. אחת הדוגמאות למחקר שכלל אוכלוסיית תלמידים גדולה הוא מחקר שנערך על ידי צוותים מאוניברסיטת מישגן ומדינת דטרויט אשר בצעו מחקר התערבות המבוסס על למידת חקר בחטיבת הביניים (Geier, Blumenfeld, Marx, Krajcik, Fishman, Soloway & Clay-Chambers, 2008) המחקר עסק גם בהתפתחות המקצועית של המורים ובהכשרת מורים להוראה בכיתות בבתי ספר המאופיינים באוכלוסייה מרקע SES נמוך. במחקר המדווח, פותחה תכנית ללמידת חקר מבוססת פרויקטים. המטרה היתה לבדוק את הישגי התלמידים במבחן סטנדרטי של דטרויט. התכנית כללה יחידות חקר מבוססות על שאלות מעוררות חקירה ובכל שנה נערך שיפור של היחידות, על סמך תגובות המורים והישגי התלמידים. המורים בתכנית עברו התפתחות מקצועית שכללה השתלמות קיץ בת שבוע בבית הספר, פעם בחודש סדנא, קבוצות דיון, חומרי הוראה מקוונים, ותמיכה מוגבלת בכיתה על ידי סטודנטים ומורים עמיתים. אוכלוסיית המחקר כללה 37 מורים, 18 בתי ספר, 5,000 תלמידים. נערכה השוואה בין תלמידים בתכנית לבין תלמידים אחרים שלא השתתפו בתכנית (אבל יתכן שהשתתפו בתכניות קידום אחרות של דטרויט). הממצאים הצביעו על כך שהתלמידים בתכנית הראו עליה בהישגים, ובמיוחד נמצא כי צומצם הפער בהישגים בין בנים לבנות. ידוע מהספרות שבנים אפרו-אמריקאיים מרקע SES נמוך משיגים יותר נמוך מבנות מאותו רקע. במחקר המדווח הבנים האפרו-אמריקאיים צמצמו את הפער. ייתכן שפעילויות החקר האקטיביות, שימוש במחשבים, עבודת צוות, מפגש ישיר עם התופעה הנחקרת – הגבירה את העניין והרצון ללמוד אצל הבנים. בנוסף, נמצא שכלל שהתכנית מבוססת החקר נלמדה לאורך יותר שנים, כך ההישגים של התלמידים השתפרו.

דוגמא נוספת היא פרויקט CENS המשלב שימוש בחיישנים לאיסוף נתונים לחקר תופעות טבע (Griffis & Wise, 2005). הפרויקט התקיים בבתי ספר עם אחוזים גבוהים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך וכלל תכנית התערבות לפיתוח מקצועי של מורי המדעים. התכנית שילבה מאפיינים של חקר ולוותה בעזרי הוראה כמו חיישנים, שניתנו למורים על מנת לסייע ללמידה של המורים והתלמידים (Davis & Krajcik, 2005). כמו כן המורים בקבוצת הניסוי השתתפו בסדנה חד פעמית שבה הודגמה ההוראה הנדרשת בהתערבות, המורים צפו בוידאו של פיילוט של יישום השיטה ודנו באסטרטגיות להוראה (Thadani, Cook, Griffis, Wise & Blakey, 2010). ממצאי המחקר שליוו את הפרויקט מראים כי בבתי ספר מקבוצות הביקורת בהם לא התקיימה התכנית, נצפתה גישה פדגוגית מסוג "פדגוגיה של עוני", הוראה ממוקדת מורה ומעט מאוד הוראה בדרך החקר. בהשוואה לקבוצת הביקורת, בקבוצת הניסוי, בכל 3 בתי הספר, נצפתה יותר הוראה ולמידה בדרך החקר. תלמידי תכנית ההתערבות שיפרו את הישגיהם הלימודיים והציגו פער גדול יותר בין המבחן המקדים למבחן הסופי בהשוואה לקבוצת הביקורת. על אף זאת, יש לציין כי תלמידי ההתערבות לא הפגינו יתרון

ביישום מיומנויות חקר וניסוי. ממצא זה מעיד כי על מנת לשפר יכולות חקר, הוראת מיומנויות חקר צריכה להיות משולבת לאורך כל השנה במגוון נושאים (NRC, 2000; Thadani, Cook, Griffis, Wise & Blakey, 2010).

### **הוראה באמצעות תהליך התיכון**

במסגרת מחקר שהתקיים בבית ספר אמריקאי המאופיין באוכלוסייה מרקע SES נמוך (Mehalik, Doppelt & Schuun, 2008), תלמידים למדו את הנושא של חשמל ומעגל חשמלי בכיתה השמינית. 587 תלמידים התבקשו לבנות מערכת אצקה כחלק מהתנסות בלמידה והוראה המבוססת על תהליך התיכון ההנדסי (design). תלמידים אלה התנסו בתהליך פתרון בעיה הנדסית על כל שלביו. 446 תלמידים אחרים למדו את אותו נושא אבל התנסו במעגלים חשמליים בפעילויות מובנות מראש ללא תהליכי פתרון בעיות וללא תהליך התיכון. תלמידי התהליך ההנדסי הפתוח הגיעו במבחני ידע להישגים כמעט פי שניים גבוהים יותר מתלמידי קבוצת ההשוואה שלא התנסו בתהליך התיכון ההנדסי. השפעה משמעותית עוד יותר נצפתה בקרב תלמידים אפרו-אמריקאים. יתכן שגישת ההוראה-למידה מבוססת תהליך הנדסי, אפקטיבית ביותר עבור קבוצה דמוגרפית זו (Mehalik, Doppelt & Schuun, 2008).

Kali (2006) מדגיש כי הוראה באמצעות תהליך התיכון ההנדסי אשר מתקיים כחלק ממערך הוראה בכיתות עם אוכלוסיית תלמידים מגוונת, מאפשר זיהוי של דפוסי התנהגות ואופני חשיבה אצל התלמידים ובכך מאפשר למורים לתת מענה למגוון התלמידים.

### **למידה חוץ כיתתית**

למידה חוץ כיתתית תורמת לתפיסות חיוביות של התלמידים לגבי מדע והנאה ממדע (Cerini, Murray and Reiss, 2007; Zoldosova and Prokop, 2006; Prokop, Tuncer and Kvasnicak, 2007), לכן לדוגמה בקנדה ואוסטרליה יש דגש רב בתכנית הלימודים על חקר העולם האמיתי ועל רלוונטיות תרבותית (Ruth, Van Eijck, Reus & Hsu, 2008). באנגליה אנשי הוראת המדעים והחינוך החוץ כיתתי הוטרוו מאד בתחילת המאה ה-21 עם העלמות הלמידה החוץ כיתתית (Lock & Tilling, 2002). בסה"כ הוכחה יעילות למידה חוץ כיתתית עבור תלמידים המשתייכים לקבוצות מרקע חברתי-כלכלי נמוך ולכן קובעי מדיניות באנגליה ממשיכים בניסיון לשלב למידה כזו (Feinstein, 2003). המחקר מראה כי ללמידה חוץ כיתתית יש פוטנציאל לענות לצרכים המיוחדים של ילדים מרקע חברתי-כלכלי נמוך במובן של פיתוח יכולות עבודת צוות ותהליכי חיברות כמו גם ב'עשיית מדע'. על פי המודל של Rickinson וחבוריו (2004) המתייחס לממדים רגשיים, חברתיים, התנהגותיים וקוגניטיביים בלמידה חוץ כיתתית, במחקר זה נמצא כי ילדים משכבות מרקע חברתי-כלכלי נמוך הראו שיפור משמעותי בממדים חברתיים רגשיים והתנהגותיים בעקבות למידה בתכנית עשירה בפעילות חוץ כיתתית ושיפור קטן יותר בממדים קוגניטיביים. ממצאי המחקר מראים כי מיומנויות העבודה השיתופית והיחסים הבינאישיים התחזקו ויושמו בהמשך הלימודים בבית הספר. במהלך 5 שנות הפרויקט ניתן היה לראות כי החוויה הפיסית וחקר העולם הממשי היו פופולריים בקרב המורים והתלמידים. החוקרים מסכמים כי תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך מרוויחים מחשיפה לסביבת למידה שמקדמת חקר אותנטי ומעשי וכי למידה חוץ כיתתית יכולה לשפר עמדות שליליות כלפי למידת מדע (Amos & Reiss, 2012).

### **למידה שיתופית בקבוצות**

שיתוף פעולה ולמידה בקבוצות, תורמים להוראה למגוון תלמידים. פעילויות שיתופיות מצליחות כשתלמידים מתייחסים בכבוד ובעניין לרעיונות חבריהם ומשתמשים בראיות כדי לדון במשמעותם. בניית האינטראקציות חשובה לקידום

התקשורת בין תלמידים ממגוון תרבותי ומעוררת חיבור מתמשך ובר-קיימא למדע ( stimulating sustained engagement in science ) (Linn, Gerard, Matuk & McElhaney, 2016). במחקר שהתקיים בארה"ב, אשר התייחס לחיבור של תלמידים שעבורם אנגלית היא שפה זרה ללמידה, רוב מורי המדעים דיווחו שהם לא עברו הכנה מספקת בכל הקשור למטען התרבותי והשפתי של תלמידיהם. מורים בקשו הדרכה כיצד לחבר בין חיי היום יום של התלמידים, חוויותיהם והשפה הלא פורמלית, ללימודי המדעים. תכנית בשם The Chèche Konnen Project<sup>2</sup> אחת התוכניות הכי נחקרות בתחום הוראת המדעים (Linn, Gerard, Matuk & McElhaney, 2016), התמקדה במה מעניין תלמידים וסביב שאלות שהתלמידים שאלו מניסיון היום יום שלהם מחוץ למסגרת הפורמלית של הכיתה ( Rosebery et al., 1992). תפקיד המורים היה לסייע בתהליך החקר השיתופי של התלמידים סביב שאלות אלה. שיתוף פעולה בין המורים לחוקרים זיהה כיצד לעודד שאלות ותצפיות תלמידים וכיצד להטמיע רעיונות אלה כמקורות ללמידת מדעים. מחקרים ארוכי טווח הראו את היתרונות של החקר השיתופי עבור מיעוטים 'שפתיים' בלמידת המדעים (Lee, 2004).

### התערבות SRL (Self-regulated learning) מפורשת

Andrzejewski וחבריו טוענים שהתפתחות של מיומנויות SRL הן פסגת ההתפתחות המנטלית בגיל ההתבגרות. הם תומכים ברעיונות של Darling-Hammond (2010) ושל Milner (2012) לגבי פערי ההזדמנויות וטוענים כי תלמידים שמתחילים את בית הספר התיכון כשהם בעלי יכולות נמוכות להפנים הרגלי SRL, הם בסיכון להישגים נמוכים ולכישלונות. לאור זאת תוכננה תכנית התערבות מבוססת SRL בחטיבת הביניים – כיתה ט', הכוללת למידה מפורשת של אסטרטגיות, על מנת לקדם את קביעת מטרות הלמידה, הפיקוח על הלמידה והרפלקציה על הלמידה של התלמידים בכיתה ועל ההכנה למבחנים בשיעורי מדעים. הממצאים הראו כי להוראה מפורשת של יכולות SRL היתה השפעה דיפרנציאלית התלויה ב: 1. מידת המסירות והאחריות שחש המורה כלפי יישום תכנית ההתערבות. 2. המעמד החברתי של התלמיד בבית הספר (תלמידים בעלי רקע חברתי-כלכלי נמוך "הרוויחו" יותר מתכנית ההתערבות) (Andrzejewski, 2016). אצל תלמידים שהתנסו ב'התערבות מלאה' (שהמורים שלהם לקחו אחריות ויישמו את תכנית ההתערבות במלואה), נמצאה עליה מובהקת בהשתתפות בכיתה, הכנת שיעורי בית וציונים במבחנים. נמצאה השפעה מובהקת של המעמד החברתי-כלכלי על מדד ההשתתפות בכיתה. 6% מההבדלים נמצאו קשורים במובהק למעמד החברתי-כלכלי כאשר תלמידים ממעמד גבוה משתתפים יותר, ו-5% השפעה על ציוני המעבדה. לאורך הזמן כל התלמידים שיפרו את הציונים שלהם בלימודי המדעים. אצל תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך, כמו גם אצל חבריהם מרקע חברתי-כלכלי בינוני וגבוה, חל רק שיפור קטן בדיווח התלמידים על שימוש באסטרטגיות קוגניטיביות ושימוש באסטרטגיות SRL. כשמפלחים את המדגם ע"פ מצב חברתי-כלכלי ומוצא, רואים אצל תלמידים בני מיעוטים קשר בין מידת ההשתתפות בהתערבות לשיפור בציונים. מחקר זה מראה כי בני מיעוטים או תלמידים ממשפחות בעלות הכנסה נמוכה שמקבלים הזדמנות עקבית לעשות רפלקציה על תהליך הלמידה שלהם במדע מקבלים ציונים טובים יותר מבני מיעוטים בקבוצת הביקורת. החוקרים משערים כי הסיבה היא שמיומנויות SRL קשורות ויוצרות תרבות. מי שאינו נכלל בתרבות הזו יהיה בעל אפשרות נמוכה יותר להצליח אלא אם כן מאפשרים לו הזדמנות מפורשת לרכוש את המיומנויות הללו. ממצא זה מחזק ממצא במחקר קודם של אותה קבוצה (Davis et al., 2010, 2014).

<sup>2</sup> The Chèche Konnen Project <https://external-wiki.terc.edu/display/CKC/Cheche+Konnen+Center+Home>

## הוראת מדע מבוססת 'דילמות חברתיות-מדעיות'

הספרות המחקרית מציגה טיעונים וראיות שגישת הוראת המדע המבוססת על 'דילמות חברתיות-מדעיות' (Socioscientific Issues - SSI) יכולה לשמש כגישה אפקטיבית לפיתוח אישיות וערכים של הפרט והכנתו כאזרח גלובלי בחייו הבוגרים. הוראת מדע מבוססת מטבעה על 'דילמות חברתיות-מדעיות', דורשת התייחסות להיבטים אתיים, פיתוח שיפוט ערכי לגבי נושאים מדעיים דרך אינטראקציות חברתיות ושיח (Zeidler & Keefer, 2003). החלטות אתיות הן הכרח בסיסי להשתתפות מלאה של הפרט בפעולות המשפיעות על קהילות ועל המערכת האקולוגית הגלובלית (Mueller & Zeidler, 2010). במחקר שהתקיים בקרב תלמידי כיתות ט' נלמדה תכנית המבוססת על 'דילמות חברתיות-מדעיות' (Socioscientific Issues - Krajcik- Lee, et al, 2013) בנושא טכנולוגיות לשינויים גנטיים. הממצאים הראו שהתלמידים הפכו ליותר רגישים להיבטים אתיים ומוסריים של התפתחויות מדעיות וטכנולוגיות והראו יותר חמלה למגוון אנשים אשר חשים ניכור ליתרונות הטכנולוגיה המתקדמת או אנשים החשופים לפגיעה הלא מכוונת של הטכנולוגיה. בנוסף, התלמידים חשו אחראיים יותר לפתרון העתידי של דילמות גנטיות. עם זאת, התלמידים התקשו להפגין מסוגלות ונכונות להשתתף בפעילות של קהילות אקטיביסטיות בדילמות חברתיות-מדעיות (Lee, et al, 2013).

## אוריינות שפתית כתומכת בפיתוח אוריינות מדעית

הוראה אשר נועדה לפתח אוריינות מדעית, מרתיעה מורים בעיקר בהקשר להוראת תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך ומיעוטים. אחת הסיבות לכך היא שתלמידים תת-משיגים, מתקשים בקריאה בכלל ובקריאת טקסטים מדעיים בפרט. מכיוון שקריאה חיונית ללמידת מדעים (Connor et al., 2010; Maerten-Rivera et al., 2010), הרי שגם יישום אסטרטגיה כמו הוראה בדרך החקר קשה עם תלמידים שהם תת-משיגים במדעים ובקריאה.

על מנת להתגבר על קשיים אלה, פותחה תכנית התערבות הכוללת שילוב אוריינות אנגלית ורכישת שפה עם תכנים מדעיים; התכנית גם כוללת יישום שיטת הוראה לקידום חשיבה שיתופית וכתובה (Science Writing Heuristic - SWH). מורים בקבוצת הניסוי הוכשרו דו-שבועית כדי להעריך את ההתקדמות הפדגוגית שלהם ולבצע ניסויים ופעילויות חקירה; בהכשרה, המורים התנסו בחומרים, פעילויות ואסטרטגיות שהיו אמורים ליישם בכיתה. יישום תכנית ההתערבות התרחש כל יום, וכלל את השלבים הבאים:

- פעילות קריאה וכתובה מדעית באופן יומיומי במהלך דיון בקבוצה.
- קריאת טקסטים מדעיים במטרה לשפר הבנה של מושגים מדעיים ואוצר מילים.
- הגדרת מושגים מדעיים בשפה האנגלית.

ממצאים: ברוב המבחנים, תלמידים בקבוצת ההתערבות הצליחו יותר, הפגינו ביצועים משביעי רצון והבנה מספקת יותר בנושאים מדעיים שונים (Tong, Irby, Lara-Alecio, Guerrero, Fan & Huerta, 2014); בתוך קבוצות ההתערבות, יישום התכנית הוביל לצמצום כמעט מלא של פערים בהישגים בין תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך לתלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה. הצלחת ההתערבות בקרב מיעוטים בני מעמד חברתי-כלכלי נמוך נובעת משילוב של הוראה בדרך החקר עם קריאה וכתובה תוך הוראה מפורשת של אוצר מילים המקדמת את ביצועי התלמידים במדעים. הממצאים תואמים מחקרים קודמים (Cuevas et al., 2005; Greenleaf et al., 2011; Klenstchy, 2005; Shanahan & Wallace et al., 2004; Shanahan, 2008). בניסוי הציגו תוצאות גבוהות לעומת בנות, התוצאות של הבנים היו מעל הממוצע הארצי ובהתאם למחקרים נוספים (Bacharach et al., 2003; Kohlhas et al., 2010; NCES, 2012). כמו

כן, נמצא הבדל בין בני מיעוטים שונים - בנים שחורים הצליחו פחות מהיספאנים ואחריהם בנות היספאניות ובנות אפרו-אמריקאיות. הממצאים תואמים מחקרים אחרים (Muller et al., 2001; Kohlhas et al., 2010).

ההצלחה בתכנית שויכה בין היתר להכשרת המורים פעמיים בחודש בשילוב אוריינות שפה בשיעורי מדעים (39). החוקרים ניסחו מספר המלצות:

- **ליישום בכיתה:** תרגול יומי של פעילויות המשלבות דיבור וכתבה במדעים; יישום אסטרטגיה לפי מודל 3E<sup>3</sup> באופן יומי בכל שיעור; לשלב הערכה יומית של הבנת מושגים מדעיים.
- **ליישום בהתפתחות מקצועית של מורים:** להשקיע בהכשרת המורים זמן משמעותי; מנהלים צריכים לשקול הקצאת 4 שעות לפחות בחודש, לטובת עבודת המורה בפיתוח מיומנויות הוראה לשילוב אוריינות שפה בשיעורי מדעים.

## יזמות חינוכיות לצמצום פערים בחינוך המדעי

בפרק זה נביא מספר דוגמאות המדווחות בספרות המחקרית ככאלה אשר פעלו בהצלחה בקרב אוכלוסיות תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך ו/או משתייכים לקבוצות מיעוטים.

### פיתוח מורים ותלמידים בקהילות אינדיאנים - *multiple epistemologies*

מחקר זה מתאר מסגרת עבודה שהופעלה בקהילות אינדיאנים גם בעיר (ויסקונסין שבארה"ב) וגם מחוץ לעיר והתמקדה בתפיסה מבוססת תרבות ובהקשרים למנהגים התרבותיים הקשורים להוראת מדע. המחברים טוענים שצריך להעמיק את ההבנה שתרבות היא חלק אינטגרלי בתהליכי למידה (Nasir, Rosebery, Warren, & Nasir, 2006; Lee, 2006). Lee השתמש בגישה זו בכדי לעצב סביבת למידה שממנפת את הידע שנובע מניסיון החיים היומיומי, על מנת לתמוך בלמידה (Lee, 1993, 1995, 2001). בגישה זו, פרקטיקות תרבותיות יכולות לספק נקודת מבט אלטרנטיבית או תפיסה אלטרנטיבית. הבנה זו של תרבות מציעה שאין נקודות מבט 'טבעיות' או נטולות תרבות, בדיוק כמו שאין צילום או ציור שיכולים להיות נטולי הקשר תרבותי או נקודת מבט. במובן זה הכל תלוי תרבות (Rogoff, 2003), כולל הדרך בה בתי הספר מאורגנים והחינוך מבוצע (Lipka, 1998; Warren et al., 2001), או הארגון של מוזיאונים (Bitgood, 1993; Duensing, 2006) וכמובן גם פרקטיקות מדעיות ופרקטיקות הקשורות להוראת מדע בבית הספר (Warren & Rosebery, 2004).

מוקד המחקר היה יצירת יחידות לימוד מבוססות קהילה שפותחו על ידי צוותי הפיתוח במרכזים החינוכיים של הילידים. יחידות הלימוד פותחו בשיתוף פעולה בין חברי קהילה רבים – מבוגרים, הורים, מורים, מומחי תוכן ונוער. נערכו פגישות במהלך שנה וחצי בכדי להגדיר את המטרות הכלליות ופגישות שבועיות בין המורים לממונים מטעם הקהילה בכדי לבנות את יחידות הלימוד. חומרים אלו נקראו, נערכו ונבדקו על ידי קבוצה גדולה יותר של מעורבים בפרויקט. התוכניות שפותחו

<sup>3</sup> The 5E instructional model:

<https://nasaclips.arc.nasa.gov/teachertoolbox/the5e>  
<https://nasaclips.arc.nasa.gov/teachertoolbox/the5e>

בשתי הקהילות היו מבוססות מקום ופתרון בעיות. הנושאים שנבחרו היו משמעותיים לקהילה המקומית, בנושאים הקשורים למערכת אקולוגית. הם היו מרוכזים סביב הרעיון הכללי שכולנו (בני אדם, חיות אחרות וצמחים) קשורים וכללו הרבה פעילויות hands-on, מרצים אורחים מהקהילה ומומחים ועבודת מעבדה. תלמידים הסכימו יותר עם היגדים כמו "השבט שלי עושה מדע מזה זמן רב". השינוי הזה בתפיסה של מקורות הידע ושל מהו מדע נמצא גם בראיונות. הראיונות קודדו ונמצא שינוי עקבי אצל תלמידים מהאמירה שהם לומדים מדע בבית הספר ומהספרים והמורים לאמירה שמדע נלמד בהקשרים קהילתיים וגם מחברי הקהילה. נמצא שינוי משמעותי בלמידה ובתפיסות הקשורות לפרקטיקות בסביבת הלמידה. תוצאות אלו התקבלו לאחר מחנה קיץ של 3 שבועות בלבד (Bang & Medin, 2004).

לאחר 3 שנות פרויקט נמצא שינוי במטרות המקצועיות של אנשים שעובדים בפרויקט, 3 אנשי צוות שנרשמו לתואר ראשון, ארבעה לקולג', כמה אחרים בעלי תואר שני נרשמו לדוקטורט. הם קושרים את ההחלטות שלהם להשתתפות בפרויקט. ההערכה והתמיכה של כלל הקהילה בפרויקט היו מאד משמעותיים והדגימו איך ידע וערכים של קהילה רלוונטיים לתלמידים ולמורים כאחד.

### פרויקט TRY-IT

פרויקט TRY-IT יועד לבני מיעוטים ותלמידים מרקע SES נמוך. מדובר בתכנית קיץ חינוכית שאורכה שבועיים. היא נערכה על ידי אוניברסיטת קנטאקי בארה"ב במשך שנתיים ברצף. התכנית התמקדה בתחום הביו-רפואה ובנושאים כמו אנטומיה של הלב ופיסיולוגיה, מדעי המוח, הפה והשיניים, מחקר, ניסיון קליני וטכנולוגיה. שיטות ההוראה/למידה כללו הרצאות, פעילויות hands-on, דיונים, משחקים, פעילויות למידה שיתופית ופעילויות חוץ בית ספריות, כמו ביקורים במוזיאונים. במרכז הפעילות היה שימוש בתוכנת הדמיה תלת ממדית, שהפעלתה דורשת ידע טכנולוגי והשימוש בה דורש ידע מדעי (של תכנים שנלמדו בקורס). בנוסף, לכל תלמיד הוצמד מנטור, מאנשי המחקר, שתקשר איתו (פנים אל פנים או וירטואלית) לפחות אחת לשבועיים. לפרויקט התקבלו תלמידים מרקע SES נמוך ובני מיעוטים. נבחרו מורים שמלמדים מדעים, מתמטיקה או טכנולוגיה לפחות שנתיים והם קיבלו על ההשתתפות בפרויקט מלגה וגמול להתפתחות מקצועית. ממצאי המחקר מצביעים על קשרים מובהקים בין הקבוצה (ניסוי או השוואה) לבין שינוי לאורך זמן של: הערכה עצמית בהקשר למחשבים, עמדות בנוגע למחשבים, ידע בנוגע לתחומי התוכן של הפרויקט, תוכניות ללימודי המשך, תפיסת מסוגלות ללימודי מדע לאחר שנתיים (Boelter, Link, Perry & Leukefeld, 2004).

### תכנית STARTS

Science Teachers are Responsive to Students (STARTS) היא תכנית להתפתחות מקצועית של מורים שפותחה בארה"ב, כתגובה לחוסר יכולת של מורי מדעים להתייחס למרכיב התרבותי על מנת לספק הוראת מדע מותאמת. כדי להכין מורים בעלי גישה קשובה לתרבות, המחברים מציעים סט הנחות מעצבות (design conjectures) והנחות תיאוריות (theoretical conjectures) המתארות איך פונקציות אלה מייצרות למידה (Sandoval, 2014), ומכשירות מורים למדעים להוראה מגיבת-תרבות (Culturally Responsive Instruction).

STSARTS מופעלת לאורך כ- 6 חודשים וכוללת 6 פעילויות עיקריות: תכנון וניתוח של שיעור; מטלת מיפוי ואיפיון תלמידים והרקע התרבותי שלהם; למידה לעומק של נושא להוראה והתאמה לתלמידים; התאמת יחידות הוראה

לפדגוגיה של הוראה מגיבת-תרבות; מפגשי מורים לצורך שיתוף התקיימו אחת לחודש; פיתוח יחידות הוראה על סמך משימות קודמות. במחקר השתתפו חמש מורות למדעי החיים, מרקעים שונים.

ממצאים מרכזיים (Sandoval, 2014):

1. בדיקה ביקורתית של פרקטיקות ההוראה של המורים תוך כדי למידה מה תלמידיהם צריכים וחווים, אפשרה למורים לזהות אסטרטגיות הוראה 'מגיבת-תרבות'.
2. דוגמאות ליישום גישת הוראה מגיבת-תרבות, תוך זיהוי צרכי הכיתה, אפשרה למורים לזהות הוראה מותאמת ובכך להשיג הבנה מוצקה של המטרה וההתכנות של הוראת מדע בגישה מגיבת-תרבות.
3. על ידי הצדקת השימוש באסטרטגיות הוראה רגישה ומבוססת רפורמה בכיתה, מורים עשו קישורים מכוונים בין ניסיון התלמידים לבין הוראת המדע.



## חלק ב' – סקירת ספרות מנקודת מבט ישראלית

### פערים בהזדמנויות ובהישגים בחינוך המדעי-טכנולוגי בישראל

#### מי הם התלמידים התת משיגים בישראל?

בישראל, קבוצות התלמידים התת-משיגים בתחומי המדע והמתמטיקה הינם, בהכללה, תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך, לרוב תלמידים דוברי ערבית (רא"מ, 2018), ותלמידים עולים או בני עולים מאתיופיה (כהן קדושאי, מחלופ, וליפשוט (2018)). סבירסקי ודגן-בוזגלו (2011a) מצביעים על בידול עמוק השורר במערכת החינוך הישראלית ועל פערי המשאבים בין בתי הספר ופערים בין רשויות מקומיות. החלוקה הקיימת היא על בסיס מגזרי או סקטוריאלי - לאום: יהודי או ערבי; רמת דתיות: ממלכתי, ממלכתי-דתי, חרדי. יש לכך גם משמעות במרחב הגאוגרפי. למשל, בין מערכת החינוך העברית והערבית מתקיים בידול על בסיס לאום, המשולב בבידול על בסיס גאוגרפי ומעמד חברתי-כלכלי (אדי-רקח, גרינשטיין ובהק, 2016). אדי-רקח, גרינשטיין ובהק (2016) מציינים כי הבידול והפערים הלכו והעמיקו בין השנים 2002 ל-2012. לרוב, מחקרים אינם מצביעים על סיבתיות – מדוע נוצר פער ההישגים. בנוסף על הבידול המגזרי-עדתי-דתי, קיימת בשנים האחרונות מגמה של בידול בין כיתות בתוך בתי הספר בחינוך העל יסודי. בתי-ספר מושכים אליהם אוכלוסייה חזקה על ידי פתיחת מגמות לימוד ייחודיות וכיתות מצטיינים, והדבר מגביר את הבידול בפועל בין תלמידים מרקע חברתי-כלכלי שונה (בושריאן, 2016).

יש הטוענים כי הגיוון התרבותי והאתני המאפיין את ישראל, ועמו המבנה המוסדי של חלוקת מסגרות חינוך לפי סוגי האוכלוסייה, תוך הפרדה בין תלמידים חרדיים לבין דתיים וחילונים ובין יהודים לערבים, מציבים מכשולים המקשים על מימוש השאיפה לקדם חינוך רב תרבותי ולקבוע ערכים שמערכת חינוך פלורליסטית צריכה לשאוף אליהם (ברנדס ושראוס, 2013). לעומתם, אחרים, מכלל המגזרים, מעדיפים את שימור המערכות המופרדות על מנת לשמר את התרבויות השונות ומחפשים את המענה לצמצום פערים בתוך המבנים הקיימים (אבו-עסבה, 2007).

מדינת ישראל מחויבת על פי חוק לשוויון הזדמנויות בחינוך ילדיה, ולכן מדיניות ציבורית המכוונת להקטנת פערים ולהגדלת שוויון ההזדמנויות אמורה להחליש את הקשר בין הישגים בלימודים לרקע המשפחתי (גלבע, 2010). המדיניות המוצהרת בישראל היא צמצום פערים לימודיים ושיפור הישגיהם של תלמידים הבאים מאוכלוסיות מוחלשות (וורגן, 2009). מדיניות החינוך המוצהרת בישראל אכן מכוונת גם למטרה זו ולשם כך משרד החינוך מתקצב את בתי הספר על פי מדד טיפוח ומוסיף תקציבים לבתי ספר שבהם לומדים ילדים משכבות חברתיות-כלכליות נמוכות (תקצוב דיפרנציאלי לתלמיד). גלבע (2010) דן בשאלה מהו 'שוויון הזדמנויות בחינוך'? ומציע לאמץ את הגדרתו של Roemer (1998, אצל גלבע, 2010): שוויון הזדמנויות מלא בחינוך משמעותו אי תלות מוחלטת בין ההישגים בלימודים לבין הרקע המשפחתי או כל גורם אחר שאיננו בשליטתו ובאחריותו של הילד.

לפי נתוני רא"מ, מעט מידי תלמידים באזורי הפריפריה החברתית או הגיאוגרפית בוחרים במדעים ובמתמטיקה בהיקף רחב כתחום התמחות וכי תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה הגיעו להישגים גבוהים יותר בתחומים אלו מתלמידים מרקע חברתי-כלכלי בינוני ונמוך. במיצ"ב כיתות ח', בתחום מדע וטכנולוגיה, הפער בשנת תשע"ז התרחב (ב-15 נקודות), זאת בניגוד לצמצום החד בפער שנרשם בתשע"ו. התרחבות הפער בתשע"ז חלה במקביל לשיפור בהישגי

תלמידים מכל קבוצות הרקע החברתי-כלכלי - שיפור שהיה מתון בקרב תלמידים מרקע נמוך וגדול בקרב תלמידים מרקע גבוה (רא"מה, 2017).

### פערי הישגים ופערים בהזדמנויות בלימודי מדע בישראל

תיאור הפערים בהישגים במדעים בארץ נשען על ניתוח ממצאי מיצ"ב, על דוחות מחקר של ראמ"ה<sup>4</sup> ושל היוזמה למחקר חינוכי<sup>5</sup>, על דוחות ההישגים במבחני סטנדרט בינלאומיים (TIMSS, 2015<sup>7</sup>; PISA, 2015<sup>6</sup>) ועל מאמרים שנכתבו בארץ ופורסמו בעברית ובאנגלית. כמו כן נאספו נתונים על תכניות התערבות קיימות בתחומי החינוך הפורמלי והלא-פורמלי. מעט מאוד התייחסות נמצאה בכל אלו ישירות ללימודי מדע וטכנולוגיה בחט"ב בקבוצות השונות של תלמידים בעלי הישגים נמוכים, ואף לא אחת מהתוכניות הוערכה הערכה חיצונית ומחקרית. לכן, לתיאור כיווני הפעולה האפשריים נוסף גם תכניות קיימות, שנדרשת הערכתם וחשיבה על הרחבתם, וכיוונים אפשריים לפעולה שלא נבדקו בהכרח במדעים.

ישראל היא אחת המדינות הפחות שוויוניות בקרב המדינות המפותחות (מדינות OECD) (בושריאן, 2016). בכדי להדגיש את הנתון הזה אפשר לבחון את דו"ח העוני. בדו"ח זה מצוין כי 18.4% מהמשפחות בישראל ו-29.6% מהילדים חיים בעוני (המוסד לביטוח לאומי<sup>8</sup>). בושריאן (2016) מוסיף כי אחוז זה הוא הגבוה ביותר ב OECD. מדינות שבהן קיים אי שוויון כלכלי גבוה במיוחד הן מדינות שקיים בהן מתאם גבוה בין הכנסות ההורים לאלה של ילדיהם. כלומר, יש בהן פחות ניעות כלכלית בין דורית, פחות נגישות להזדמנויות עבור האוכלוסיות החלשות, ופחות יכולת למצות את ההזדמנויות הניתנות להן (Corak, 2013). כאשר מדברים על שוויון בהזדמנויות, הכוונה בראש ובראשונה היא לנגישות להשכלה, מכיוון שבחברת הידע והטכנולוגיה שבה אנו חיים, השכלה היא הגורם המשמעותי ביותר בקביעת כיווני החיים של אנשים (בושריאן, 2016). בישראל נמצא כי קיים שימור בין דורי של פערים, לדוגמה - ההסתברות לקבלת תעודת בגרות ותואר אקדמי ראשון עולה ככל שהיוקרה התעסוקתית של האב גבוהה. הקשר בין המיקום החברתי של המשפחה לבין הישגי ההשכלה של הילדים לא רק שלא נחלש בין 1995 ל-2008 אלא אף התחזק מעט (בר-חיים, בלנק ושביט, 2013). נמצא, למשל, כי לא רק שמשפחות חסרות אמצעים מספקות פחות שיעורים פרטיים לילדיהם אלא גם שההורים פחות מתפנים לעזור לילדיהם בלימודים (בושריאן, 2016). עוד נטען כי בישראל שיוך חברתי-כלכלי גבוה קשור לחברה יותר ליברלית (יונה ושנהב, 2000) ולגישה טובה יותר לידע, משאבים וניידות (Alkahrer & Tal, 2014).

<sup>4</sup> רא"מה – מחקרים בינלאומיים. <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/>

<sup>5</sup> היוזמה למחקר חינוכי <http://education.academy.ac.il/>

<sup>6</sup> <http://www.oecd.org/israel/pisa-2015-israel.htm>

<sup>7</sup> <http://timss2015.org/timss-2015/science/student-achievement/>

<sup>8</sup> המוסד לביטוח לאומי <https://www.btl.gov.il>

## פערי הזדמנויות על רקע מגזרי

פער ההזדמנויות בין המגזר היהודי לערבי קשורים בחלקם לפערים כלכליים בין המגזרים (ברנדס ושטראוס, 2013). סיבות אפשריות נוספות לכך הן שהחינוך הערבי מתנהל בתנאים של אי-שוויון שבא לידי ביטוי בשלושה מישורים (אגבארייה, 2011):

- **תקציב ומשאבי אנוש:** ההבדלים התקציביים והבדלים בכוח האדם שמקצה מערכת החינוך הממלכתית היו בולטים יותר בעבר (אבו-עסבה, 2007). אמנם חלו שינויים וצומצמו פערים בהקצאת תקציבים ומשאבים, אך עדיין קיימים פערים. למשל: מרכז המידע והמחקר של הכנסת, פרסם דו"ח - מבט על החינוך הערבי (ויניגר, 2018) המראה כי בשנת הלימודים תשע"ו (2015/16) התקציב הממוצע לתלמיד ערבי בחינוך היסודי היה גבוה מהתקציב הממוצע לתלמיד יהודי (16.7 אלף ש"ח לעומת 15.4 אלף ש"ח בהתאמה). בחטיבות הביניים ובחטיבות העליונות התמונה הייתה הפוכה ובהן התקציב הממוצע לתלמיד ערבי היה נמוך מהתקציב הממוצע לתלמיד יהודי (בחטיבות הביניים: 18.7 אלף ש"ח לעומת 19.6 אלף ש"ח בהתאמה; בחטיבות העליונות: 21.4 אלף ש"ח לעומת 27 אלף ש"ח בהתאמה). בחינת התקציב הממוצע לתלמיד בחלוקה לפי קבוצות טיפוח מעלה כי התקציב הממוצע לתלמיד במגזר הערבי בשנת הלימודים תשע"ו, היה נמוך מהתקציב הממוצע לתלמיד במגזר היהודי, בכל אחת מקבוצות הטיפוח בשלושת שלבי החינוך הבית ספריים (למעט בקבוצת הטיפוח החזקה בחטיבות העליונות). בתשע"ח, בחטיבת הביניים - פחות מורים בעלי תואר שני (31% במגזר הערבי לעומת 47% במגזר היהודי (למ"ס, 2018)<sup>9</sup>. בנוסף, בהשוואה לשנת תשס"ח בשלבי החינוך קדם יסודי ויסודי, ממוצע שנות ותק להוראה ירד בחינוך העברי, ואילו בחינוך הערבי קיימת תופעה הפוכה וממוצע שנות הוותק להוראה עלה (מינהל כלכלה ותקציבים במשרד החינוך, 2017)<sup>10</sup>.

- **תרבותי:** חוסר בהכרה בנרטיב התרבותי הערבי.

- **שיתופי:** נמצאו הבדלים בתרבות ההוראה למידה. אבו-עסבה (2007) טוען כי ההוראה במגזר הערבי בישראל היא יותר מרוכזת מורה מאשר בבתי הספר היהודים. עם זאת, מתקיימת נציגות מגזרית בוועדות המקצוע המפתחות את תכנית הלימודים וגם קיים מפקח באגף מדעים במשרד החינוך הממונה על התאמה תרבותית של תכניות הלימודים במדעים.

לשלושת הממדים הללו נוספים נתונים לגבי פעילות חינוך בלתי פורמלי: בחינוך הערבי, הבדואי והדרוזי קיימות בעיות שונות בשירותי החינוך הבלתי פורמלי: מצב התשתיות ומתקני הפנאי ביישובים הערביים ובמיוחד ביישובים הבדואים דל; קיים מחסור רב בכוח אדם מיומן ומקצועי, שלא בהתאם לגודל האוכלוסייה וצרכיה; מתקיימים רק מעט חוגים וקורסים המוצעים לתלמידים ללא תשלום ורוב בתי הספר אינם מקבלים תקציבים לקיים פעילויות לא פורמליות וחוגי-קוריקולריות בבתי הספר (נאסר-אבו אלהיג'א והיוש, 2012). אולם, בשנים האחרונות מתקיימים ניצני שיפור - בשנת 2017 החלה לפעול תכנית "חוג לכל ילד" בה משרד החינוך מעניק חוג אחרי שעות הלימודים לתלמידי כיתות ד'-ה' בכל הרשויות (עשירונים 1-10), בעלות סמלית של 100-200 ₪ בשנה. בצפון 50% מהמשתתפים היו מהחברה הערבית והדרוזית. גם בתוך המגזר הערבי קיימים פערים גדולים בין קבוצות שונות: ערבים, דרוזים ובדואים (במחוז דרום). במגזר הבדואי בדרום הארץ קיים מחסור ניכר ומתמשך בכיתות לימוד ומכיון שמספר התלמידים בבתי-הספר גדול, הצפיפות בכיתות

<sup>9</sup> הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2018), עובדי הוראה במערכת החינוך תשע"ח <https://www.cbs.gov.il>

<sup>10</sup> מינהל כלכלה ותקציבים במשרד החינוך, מערכת החינוך (2017) – מבחר נתונים <http://edu.gov.il/sites/MinhalCalcala/>

גדולה אף היא. מנתוני משרד החינוך עולה כי התקציב לבניית כיתות חדשות במגזר הבדואי בנגב גבוה בהשוואה לאוכלוסייה הכללית, אולם אינו מספיק בכדי להתמודד עם המחסור בכיתות. יתר על כן, הנתונים מראים כי מספר הכיתות שנבנו בפועל קטן בהרבה ממספר הכיתות שתוקצבו (וורגן ולוטן, 2007).

פערי הזדמנויות נוספים נוצרים מעצם השוני התרבותי - תוכניות הלימודים בישראל מבוססות תרבות ישראלית מערבית, ותוכניות הלימודים במדעים מבוססות סטנדרטים בינלאומיים אוניברסליים ומערביים. כך לדוגמא, שאילת שאלות עומדת במרכז התפקודים המוגדרים בסטנדרטים המדעיים החדשים (NGSS, 2013). במחקר שערכו דקאדיק, ממלוק-נעמן והופשטיין (Dkeidek, Mamlok-Naaman & Hofstein, 2011) בישראל, בקרב תלמידי תיכון, הם בחנו את ההבדלים בין תלמידים ערבים ליהודים ביכולת לשאלות שאלות חקר בכימיה. הם מצאו הבדלים בין שני המגזרים. לדוגמא, ההבדלים במספר השאלות ששאלו תלמידים: לאחר קריאת מאמר מדעי מעובד, תלמידים מהמגזר היהודי שאלו בממוצע 4.1 שאלות ותלמידים מהמגזר הערבי 1.8 שאלות. לאחר קריאת מאמר מדעי מעובד 88.3% מהשאלות שתלמידים יהודים שאלו היו מסדר חשיבה גבוהה ו- 11.7% שאלות מסדר חשיבה נמוך. לעומת זאת אצל התלמידים הערבים 59.2% מהשאלות היו מסדר חשיבה גבוהה ו- 40.8% מסדר חשיבה נמוך. החוקרים הניחו כי מקור ההבדלים הוא בתרבות, במסורת, בנורמות, במבנה חברתי, בתנאי המחיה ובתפיסות לגבי הפרט בחברה.

### **פערי הזדמנויות על רקע עדתי**

כפי שתואר בהרחבה בחלק א' של סקירה זו, בספרות המחקר העולמית יש התייחסות רבה למהגרים ולבני מהגרים. קבוצת התלמידים העולים או בני העולים מאתיופיה, בישראל, מתאימה במידה רבה לתיאור זה. ניתן לראות מכנה משותף בין הקשיים שחווים העולים לישראל ובין אלו שחווים מהגרים בין מדינות (הישגי תלמידים יוצאי אתיופיה, דוח ראמ"ה, 2017)<sup>11</sup>. נתון רלוונטי הוא הקשר בין השיוך העדתי למצב חברתי-כלכלי: 88% מהתלמידים יוצאי אתיופיה בכיתות ח' הם מרקע חברתי-כלכלי נמוך לעומת 10% מכלל התלמידים שאינם יוצאי אתיופיה. מחקרים בין לאומיים שעוסקים בקשיים לימודיים של מהגרים מעידים כי הישגי תלמידים מהגרים נמוכים במעט מהישגי תלמידים בני מהגרים, ונמוכים במידה ניכרת מהישגי ילידים שמוצאם בארץ הקולטת. תיאור זה מתאים לתלמידי חט"ב יוצאי אתיופיה בישראל (הישגי תלמידים יוצאי אתיופיה, דוח ראמ"ה, 2017). המחקר תולה פערים אלו בריכוז מכוון של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך (והשכלת הורים נמוכה) בבתי-ספר מסויימים ובקשיי שפה (אי-שליטה בשפת המדינה שבה נערך המבחן).

### **פערי הזדמנויות על רקע תרבותי**

לאור הסקירה מנקודת מבט אוניברסלית בחלק א' של מסמך זה, נשאלת השאלה: איך באה התפיסה המדעית תרבותית לידי ביטוי בישראל? מהו המדע הילידי בישראל? על פי קורן ובר (2006) המחקר של הוראת מדע בהקשרים רב תרבותיים עוסק בהשפעות לשוניות ותרבותיות על תפיסות מדעיות ומתמקד בשלושה היבטים מרכזיים:

<sup>11</sup> הישגי תלמידים יוצאי אתיופיה, דוח ראמ"ה, 2017

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/HaarachatProjectim/Ethiopia.htm>

1. **ההיבט האפיסטמולוגי:** תפיסת מעמד הדעת בחברה, מהו מקור הסמכות של הידע בחברה? כיצד רוכשים ידע וכיצד מבקרים אותו? מה קורה כאשר יש התנגשות בין הידע המדעי ובין התפיסה המסורתית? (ג'נאם, 1999; Worsnop & Lawson, 1992).

2. **השפעת הלימוד של הסילבוס התקני על לומדים** המצויים בחברה נתונה: מה קורה כאשר מלמדים סילבוס תקני בחברה רב-תרבותית או רב-לשונית? האם לומדים הבאים מארצות שאינן מערביות יכולים להצליח בלימודים לפי סילבוס מדעי-טכנולוגי מערבי? האם יש לפתח עבור לומדים מתרבות שונה סילבוס המתאים לשפתם ולתרבותם? באיזו מידה תואמות שיטות ההוראה בחברה המסורתית את השיטות המומלצות להוראת הסילבוס התקני? לפי התפיסה הרב-תרבותית הליברלית, יש להתייחס לשאלות אלה בבניית תכנית הלימודים (קורן ובר, 2006).

3. **חקר תפיסת מושגים 'רגישים לתרבות':** יש מושגים מדעיים שרגישים פחות לתרבות ויש שרגישים יותר. נמצא כי לומדים מגילאים שונים ומרקע שונה המגיעים מארצות שונות עשויים לדבוק בתפיסות זהות בקשר לנושאים מסוימים (כגון: חשמל, התנדפות וכוח). אך קיימות גם עדויות להשפעת השפה והתרבות על תפיסות מושגים, לדוגמה מושג הצפיפות, מושגי חום וטמפרטורה, פירוש תופעות טבע, או תפיסת מושג החיים (עבדו, 2001). את ההשפעות התרבותיות על התפיסה של מושגים מדעיים ניתן להסביר על-ידי תאוריית הקונסטרוקטיביזם החברתי, שמדגישה שהלימוד הוא תהליך חברתי ושמניחה שתפיסות של מושגים מדעיים ספציפיים והתפיסה הכוללת של מדע ומדענים הן תלויות חברה, שפה ותרבות (ג'נאם, 1999).

בישראל, יתכנו הבדלים תרבותיים בין המגזרים השונים. המגזר הערבי בישראל נתפס בעיני הרוב כתרבות אחרת (קורן ובר, 2006). זהו מיעוט אתני, דתי, לשוני, לאומי וגאוגרפי. ניתן לבחון את כל ההיבטים המצויינים לעיל: אפיסטמולוגיה, סילבוס ומושגים, בהקשר להוראת ולמידת מדע בחברה הערבית. למשל, בהיבט האפיסטמולוגי, החברה הערבית בישראל אמנם מאד מגוונת, אבל עם זאת, מהו מקור הסמכות של הידע בחברה הערבית? כיצד רוכשים ידע וכיצד מבקרים אותו? מה קורה כאשר יש התנגשות בין הידע המדעי-מערבי ובין התפיסה הערבית המסורתית?; בהיבט של תכנית לימודים, למשל, תכנית הלימודים למדע וטכנולוגיה בחט"ב בישראל (תכנית הלימודים למדע וטכנולוגיה לחט"ב, 2016, ולאחר התאמה אושרה שוב ב-2018)<sup>12</sup>, אפשר, מחד, למצוא את האפשרות ואולי את הכוונה לפיתוח תכניות לימודים המכוונות לרב תרבותיות, כפי שעולה מהציטוט הבא: "תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה .. מיועדת לכל תלמידי כיתות א-ט בכל המגזרים במדינת ישראל ללא קשר לדת או לאום". מאידך, תפיסת ההטרוגניות המוצגת במסמך מאד צרה ומכוונת למעשה לרמות לימוד, כפי שעולה מהמשך הציטוט לעיל: "התכנית מותאמת לאוכלוסיית לומדים הטרוגנית. נושאי הלימוד בכל דרגת כיתה יילמדו בדרגות שונות של התמקדות מהיקף בסיסי המחייב את כלל אוכלוסיית התלמידים ועד להיקף מורחב ומעמיק שנועד לתלמידים מתעניינים. על בית הספר לחתור לקדם את כל תלמידיו, על ידי חיזוק תוכני גרעין החומר בקרב התלמידים המתקשים מחד גיסא והצבת יעדים ואתגרים מעבר לאלה שהוגדרו כהישגים בסיסיים

<sup>12</sup> תכנית הלימודים למדע וטכנולוגיה, חטיבת הביניים

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut\\_Pedagogit/MadaTechnologya/tochnitLimudim/hatab+tl.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/MadaTechnologya/tochnitLimudim/hatab+tl.htm)

מאידך גיסא. למרות הגדרת ההטרונות הזו בהמשך המסמך קיימת התייחסות המאפשרת מתן מענה רחב ורב תרבותי, כפי שעולה מהמשך המסמך:

"התכנית מגדירה תחומי תוכן, נושאים מרכזיים, מטרות ורעיונות מרכזיים המתייחסים לתכנים ומיומנויות. עם זאת, בתי הספר יוכלו להעניק למרכיבים אלה ביטוי ייחודי בהתאם לצרכי האוכלוסייה וליעדיה (תלמידים, מורים, בית ספר וקהילה), כמו: יוזמות מקומיות, הדגשת היבטים ייחודיים (כגון תעשייה, בריאות, קיימות ועוד), שימוש במשאבי הסביבה הקרובה, אתרים רלוונטים, הורים. בהנחיות משרד החינוך לצוותי פיתוח חומרי לימוד (חוזר מנכ"ל, תשע"ה), קיימת דרישה לייצוג מגדרי ומגזרי נאות ולא סטראוטיפי, וקיימות דרישות מפורשות בנוגע להתאמת חומרי למידה למגזרים מסוימים כגון המגזר החרדי, התורני או הערבי. בסעיף (4) 6.3.5 הודן בתרגום חומרי למידה מעברית לערבית, נכתב: "חומר למידה מתורגם יותאם למאפיינים התרבותיים המיוחדים לכלל דוברי הערבית כשפת-אם ולמאפיינים של כל תת-קבוצה בהם (בדווים, צ'רקסים, דרוזים, מוסלמים ונוצרים)". עם זאת, כותבות מסמך זה הובילו צוות פיתוח של חומרי למידה למדעים לחט"ב, בשנים 2007-2012.<sup>13</sup> כל חומרי הלמידה שפותחו (ספרי לימוד, אתר אינטרנט ועזרי למידה) תורגמו לערבית. הכותבות מבקשות לציין כי לא היתה כל הנחיה ברורה ממשרד החינוך באשר לתהליך ההתאמה - מה היא התאמה למאפיינים תרבותיים, ואף לא היתה כל בדיקה למהות ההתאמה שהן ערכו.

דוגמא מעניינת לגבי שונות תרבותית והקשר למדע והוראת מדע עולה ממחקרן של רובין, בר וכהן (Rubin, Bar & Cohen, 2003). במחקר זה התבקשו סטודנטים ערבים ויהודים, המוכשרים להיות מורים למדעים, לציין שמות של מדענים. באופן ברור הסטודנטים היהודים ציינו שמות של מדענים מערביים, כמו אינשטיין וניוטון ואילו הסטודנטים הערבים ציינו שמות של מדענים ערביים, כמו אבו-סינא ופארווד (Rubin, Bar & Cohen, 2003), ממצאים דומים עולים ממחקרן של קורן ובר (2009).

### **פערי הישגים בישראל, על פי המגזרים השונים, ובהשוואה למדינות אחרות**

תת-פרק זה מבוסס על ניתוחי נתונים שבצעה ראמ"ה ממבחני המיצ"ב (דוח מיצ"ב תשע"ו)<sup>14</sup> וממבחן PISA (דוח PISA, 2017)<sup>15</sup>. ניתוח הפערים נערך באמצעות שני מדדים – גודל הפיזור – הפער בין הציונים הנמוכים לציונים הגבוהים ובחינת שכיחויות התלמידים בקטגוריות ציוני הקצה (הנמוכים ביותר והגבוהים ביותר). נביא כאן ממצאים עיקריים מייצגים:

- על פי ניתוח מבחן PISA, בישראל הפער, או ממוצע פיזורי הציונים, גבוה בהשוואה למדינות המשתתפות (342 נק' לעומת ממוצע המדינות המשתתפות - 296 נק'), וגבוה גם בהשוואה למדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים. ממצא זה חוזר בעקביות במחזורי המחקר של מבחנים בין-לאומיים שונים שישראל משתתפת בהם. בנוסף, לאחרונה, בהשוואה למחזור המחקר הקודם חל גידול משמעותי בפער (דוח ראמה, PISA 2017). במבחני PISA נמצאו פערים בכלל האוכלוסייה של 91 נק' בין ממוצע הציונים של התלמידים מהרקע החברתי-כלכלי הנמוך לגבוה (הראמ"ה דוח PISA), ובמבחני מיצ"ב (מדעים לכיתה ח') נמצא פער של 74 נק' (הראמ"ה דוח מיצ"ב). במבחני PISA שכיחויות

<sup>13</sup> עולם של מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים

<sup>14</sup> דוח מיצב, תשע"ו, ראמ"ה <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/Meitzav/DochotMaarachtim.htm>

<sup>15</sup> דוח PISA, ראמ"ה [http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA\\_2015.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2015.htm)

התלמידים בקבוצות ה'קצה': 12% מתלמידי ישראל השיגו ציון ברמת 'הצטיינות', מה שמציב את ישראל במקום התשיעי מבחינת שיעור התלמידים המצטיינים (בדומה להונגריה, ארה"ב והונג קונג). בהשוואה למדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים, בישראל שיעור התלמידים המצטיינים הוא הגבוה ביותר. ואולם שיעור התלמידים בישראל שהשיגו ברמה 'מתחת לסף' גבוה אף הוא יחסית, ועומד על 16%. שיעור זה הוא הגבוה ביותר בקרב המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים, ולמעשה הוא השני בגובהו בקרב 21 המדינות שממוצע הישגי תלמידיהן במדעים גבוה מממוצע המדינות המשתתפות.

- בשיעור ההשקעה בחינוך מתוך התמ"ג (תוצר מקומי גולמי), ישראל נמצאת במקום גבוה, כמו מדינות סקנדינביה וברמת ההשכלה של האוכלוסייה הבוגרת, ישראל נמצאת מעט מעל לממוצע של המדינות המשתתפות במבחני PISA. אולם, יוגב, ליבנה ופניגר (2009) טוענים כי השפעתו של משתנה זה על הישגי התלמידים, בישראל ובמדינות אחרות, נמצאה כמצומצמת.

- על פי ניתוח מבחני PISA (דוח PISA, 2017) פער ההישגים במדעים בין מגזרי השפה התרחב מכ-50 נקודות במחזור 2011 לכדי כ-70 נקודות במחזור 2015. כאשר, הציון הממוצע של תלמידים דוברי עברית גבוה מממוצע המדינות המשתתפות והציון הממוצע של תלמידים דוברי ערבית נמוך ממנו. כאשר בוחנים את התפלגות הציונים לפי מגזר שפה ניתן לראות כי בבתי-ספר דוברי ערבית, למעלה ממחצית התלמידים מצויים בשתי רמות ההישג הנמוכות, כאשר בבתי-ספר דוברי ערבית כרבע מהתלמידים מצויים ברמות אלו (הממוצע הבינלאומי הוא 36%). בחינת קבוצות ה'קצה' מראה תמונה חריפה יותר, כאשר שיעורי התלמידים המתקשים, שהשיגו 'מתחת לסף' בבתי ספר דוברי ערבית הוא כשני שליש מן השיעור החציוני הבין-לאומי, ואילו בבתי-ספר דוברי ערבית כפול ממנו. מסקנה חשובה של כותבי הדוח היא כי לא ניתן לייחס את הפיזור הגדול בציונים רק לפערים בהישגים בין מגזרי השפה, שכן פיזור הציונים בכל מגזר שפה בנפרד גבוה אף הוא מממוצע פיזור הציונים בקרב המדינות המשתתפות (דוח PISA, 2017).

ניתוח המיצ"ב מעלה ממצאים דומים. קיים פער גדול (30 נק') בהישגים בין דוברי הערבית לדוברי העברית, אם כי בשנת תשע"ו הצטמצם ביחס לפער שנרשם בשנת תשס"ח (ירידה של 17 נק'). חשוב לציין שהמגמה לאורך השנים אינה יציבה אלא תנודתית.

- נקודה מעניינת היא הפער המגדרי. בישראל, ככלל, לא קיימים הבדלים בין הישגי הבנים להישגי הבנות. עם זאת, ממצא מעניין הוא כי בקרב אוכלוסיית דוברי הערבית בישראל הישגי הבנות עולים באופן מובהק על הישגי הבנים, כאשר ממצא דומה נמצא במדינות הערביות המשתתפות במבחנים הבינלאומיים (דוח PISA, 2017). אמנם הבדלים מגדריים אינם מעניינה של סקירה זו, אבל מכיוון שקבוצות אתניות, עדתיות וחברתיות-כלכליות שונות עומדות בלב סקירה זו, ומכיוון שאוכלוסיית דוברי הערבית בישראל שייכות ליותר מאחת מקבוצות אלו, כותבות סקירה זו מצאו לנכון לציין את הנתון הזה.

- בניתוח נתוני המיצ"ב נערך פילוח בתוך קבוצת התלמידים דוברי הערבית בין תלמידים ערבים, דרוזים ובדואים ממחוז דרום. תשומת לב מיוחדת ראוי לתת לקבוצת תלמידי המגזר הבדואי דרום. קבוצת תלמידים אלו בולטת, גם בתוך קבוצת דוברי הערבית, בפערים גדולים במיוחד (דוח מיצ"ב, 2016). בכל השנים הישגי התלמידים במגזר הבדואי בדרום נמוכים מהישגי תלמידים במגזר הערבי והדרוזי. בשנת תשע"ו הצטמצם מאד פער ההישגים בין המגזר הבדואי בדרום למגזר הערבי, והוא עומד בשנה זו על 18 נק' בלבד. הצמצום נובע מהעלייה החדה יותר בהישגי המגזר הבדואי בדרום.

## **תיאור פערי ההישגים על פי שיוך עדתי**

בדוח של הראמ"ה (הישגי תלמידים יוצאי אתיופיה, דוח ראמ"ה, 2017), נערכה השוואה בין הישגיהם של תלמידים יוצאי אתיופיה להישגי כלל התלמידים מבתי ספר דוברי עברית. את עיקרי הממצאים, הנוגעים ללמידת מדע וטכנולוגיה, נביא כאן. בין שנת תשס"ח לשנת תשע"ו הפערים בהישגים במדעים ביחס לכלל התלמידים דוברי העברית הצטמצמו ב-16 נק'. מכיוון שמרבית התלמידים יוצאי אתיופיה משתייכים לרקע חברתי-כלכלי נמוך, הישגיהם הושוו גם להישגי תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך (ללא תלמידים יוצאי אתיופיה). מהשוואה זו עולה כי למרות שהפער בהישגים בין תלמידים יוצאי אתיופיה לתלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך שאינם יוצאי אתיופיה, הולך ומצטמצם לעומת הפער בינם לבין כלל התלמידים דוברי העברית, עדיין קיים פער ניכר. הפערים בשכבת כיתה ח' גדולים מן הפערים בשכבת כיתה ה'. נראה כי עם המעבר לחט"ב, תפיסות התלמידים נעשות בעיקרן שליליות יותר והפערים בתפיסות מתרחבים בהשוואה לתלמידים ילידי ישראל גם בקרב תלמידים דור שני בישראל. פערים אלו מדגימים היבט מרכזי בקשיי קליטה וההשתלבות של יוצאי אתיופיה, שנמשך גם אל אלו מהתלמידים שלא חוו את העלייה בעצמם (בני עולים).

## **כיווני פעולה לצמצום פערים בתחומי המדע והטכנולוגיה בחט"ב**

המדיניות המוצהרת בישראל היא שאחד היעדים המרכזיים של מערכת החינוך בישראל הוא צמצום פערים לימודיים ושיפור הישגיהם של תלמידים הבאים מאוכלוסיות מוחלשות (וורגן, 2009). בדוח שכתבו ברנדס ושראוס (2013) הם מתארים קול קורא שהוצאו ובעזרתו ביקשו להבין מהן תפיסות הציבור כלפי מקומם הראוי של ערכים ושל חינוך ערכי במערכת החינוך בישראל. אחת התובנות מסקירה זו היא שקשת הערכים והתפיסות רחבה מאד ועל פי טענת הכותבים ניכרים בה אותם מתחים שאפשר להבחין בהם בחברה הישראלית מרובת התרבויות - מתחים בין המקומי לאוניברסלי, בין יהדות לדמוקרטיה, בין פלורליזם לבסיס ערכי משותף, בין היותך חלק מחברה לבין היותך אינדיבידואל ועוד. למרות ריבוי הערכים והמטרות, ומכיוון שצמצום פערים הינו יעד מוצהר של משרד החינוך, המחברות מבקשות לענות בסקירה זו על השאלה – מה ניתן לעשות בכדי לצמצם את הפערים בהישגים ובהזדמנויות בקרב תלמידי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים בישראל?

על רקע הדברים שתוארו בסקירה עד כה, הכרחי שתהיה במדינת ישראל מערכת חינוך שתפעיל מדיניות חברתית נכונה להקטנת אי-השוויון. עם כל ההסתייגויות והקשיים שתוארו למעלה, בושריאן (2016) טוען כי כחברה האמצעי הטוב ביותר לקידום הזדמנויות שוויוניות הוא הרחבת ההשכלה. השאלה היא אילו אמצעים מאפשרים את הרחבת ההשכלה וצמצום הפערים. נתייחס כאן למספר דרכים העולות מהספרות ומחקרים בעולם.

## **פרסונליזציה של הלמידה בעולם ובישראל**

אחת המהפכות בחינוך כיום, היא מהפיכת הפרסונליזציה (התאמה לפרט). פרסונליזציה של הלמידה הינה גישה חינוכית לפיה יש להתאים את תכנית הלמידה באופן אישי לכל תלמיד ותלמידה על פי צרכיהם – תרבות, קצב למידה, עניין, חוזקות ועוד (קשת-מאור, 2017). בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך, פרסונליזציה של הלמידה הוכחה כמועילה במיוחד בצמצום פעריהם, כמאיצה את התקדמותם ואף יוצרת התפתחות (Pane, 2017) שיתכן מאוד שלא הייתה מתאפשרת בכיתה הטרוגנית בה המורה מלמד "את התלמיד הממוצע". לפיכך, ישנה חשיבות גבוהה להטמעת פרסונליזציה של החינוך בישראל בניסיון לצמצם את הפערים הקיימים בחינוך הישראלי.



פרסונליזציה של הלמידה מבוססת בין היתר על הוראה דיפרנציאלית. הוראה דיפרנציאלית (הוראה מבדלת) היא הוראה המתחשבת בהעדפות אופני הלמידה של התלמידים ובמתן בחירה לתלמידים באיזו דרך ילמדו ובאיזו דרך יציגו את הידע שרכשו. בהוראה כזאת המורה צופה את הצרכים של התלמידים ומגיב להם. כדי לתת מענה לצרכי התלמידים, מורים יוצרים דיפרנציאציה על-ידי התאמת התוכן (מה לומדים?), התהליך (איך לומדים?) והתוצר (איך מציגים את ההבנה?) (קשת-מאור, 2017; Tomlinson & Strickland, 2005).

### **משאבים: דיפרנציאליות או העדפה מתקנת**

בלס (2015) טוען כי הקצאת משאבים דיפרנציאלית היא תנאי הכרחי – אם כי לא מספיק – לצמצום פערים בהישגים הלימודיים והחינוכיים. ברוב המדינות המפותחות קיימות תכניות שונות של העדפה מתקנת, אך בסיכומו של דבר המשאבים העומדים לרשות התלמידים מהשכבות המבוססות הם בדרך כלל גדולים מאלה העומדים לרשות תלמידים משכבות לא מבוססות והתכניות השונות של ההעדפה המתקנת אינן מבטלות בפועל את הפערים בתפוקות החינוכיות והלימודיות. לגבי איכות המורים, טוען בלס כי בניגוד לממצאים הבינלאומיים המראים הבדל באיכות המורים המלמדים בבתי ספר של אוכלוסיות מרקע חברתי-כלכלי גבוה בהשוואה לרקע חברתי-כלכלי נמוך (הבדל בוותק, בהכשרה, בתחלופה ועוד) בישראל הבדלים אלו אינם גורם משמעותי בהגדלת הפערים. לגבי גודל כיתה טוען בלס (2015) שלמרות חילוקי הדעות לגבי השפעת גודל כיתה על הלמידה, רוב החוקרים מסכימים שלגודל הכיתה יש קשר להישגים הלימודיים והחינוכיים. לטענת בלס (2015) קשר זה חזק במיוחד לגבי תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך.

וורגן (2009) מצטט מתוך דו"ח מקינזי (2007) וטוען כי מערכות חינוך מצטיינות משקיעות משאבים רבים בבתי ספר ובתלמידים שהישגיהם נמוכים, תוך שהן שמות דגש במדיניות של העדפה מתקנת כלפי תלמידים עם רקע חברתי-כלכלי נמוך, בייחוד בכיתות היסוד. על-פי הדוח, במדינות אלו מופעלות מערכות ניטור לזיהוי בתי הספר והתלמידים שיש פער בין הישגיהם לבין הרמה הנדרשת, וההתערבות הבית ספרית במקרים אלו כוללת בראש ובראשונה הוראה בקבוצות קטנות (בשעות הלימודים ולאחריהן) וכן שיעורי עזר יחידניים. דוח בנק ישראל (וורגן, 2009), בעקבות דוח מקינזי, מציין כי התלמידים בפינלנד ובסינגפור מגיעים להישגים גבוהים בהשוואה בין לאומית, בין השאר הודות להעדפה מתקנת רחבת היקף: בפינלנד 30% מהתלמידים, החלשים ביותר, זוכים להוראה פרטנית, בעיקר בשפת אם ובמתמטיקה, ממורים בעלי הכשרה מתאימה (וורגן, 2009).

בישראל, בשנת 2013 פרסם משרד החינוך את מסמך תפנית – תשתית פדגוגית לניהול תכניות בבית הספר העל יסודי (2013). מבחינת המסמך עולה, כי למרות ריבוי התוכניות שמקיים משרד החינוך לא קיימות תכניות ייעודיות לקידום אוכלוסיות בעלות הישגים נמוכים בחט"ב, במדעים. מסקנת כותבות סקירה זו מכל האמור לעיל היא כי שינוי משמעותי וטיפול אמתי בצמצום הפערים חייב לכלול השקעת משאבים דיפרנציאלית בלימודי מדע בחט"ב, הן בתוך בתי הספר והן בין בתי ספר.

### **תוכניות לימודים מכוונות תרבות**

דרישה עיקרית של קבוצות מיעוטים היא התאמת תוכני הלימוד לאוכלוסיות השונות, לאמונות השונות ולמגזרים השונים, וכן לצרכיו, יכולותיו ורצונותיו של התלמיד כפרט (אבישי ורוטנברג, 2012). כחלק מן התפיסה הזאת יש להתאים את הלימודים לתלמידים ולפתח את יכולותיהם האינדיווידואליות, תוך התייחסות לצרכים המיוחדים של האוכלוסיות מעוטות-האמצעים. זאת בהתאם למוצהר בדור החדש של הסטנדרטים (NGSS, 2013). התייחסות כזו אפשרית באמצעות

הקמת צוותי פיתוח של תוכניות לימודים, חומרי הוראה ולמידה אשר כוללים נציגים של קבוצות מיעוטים, אוכלוסיות תת-משיגות ומגזרים שונים בחברה הישראלית.

דוגמא לשיתוף פעולה כזה, אפשר למצוא בתהליך שנערך במכון ון ליר. בניסיון לגבש מודל של ליבה משותפת למערכת החינוך בארץ. גויסו ארבעה צוותים ממגזרים שונים במערכת החינוך: ממלכתי, ממלכתי-דתי, ממלכתי-ערבי ועצמאי-חרדי. כל חבר ביטא את ערכי המגזר שאליו השתייך. במהלך ביצוע הפרויקט התגלו ערכים משותפים לכלל המגזרים: שוויון, כבוד האדם, תרבות וזהות יהודית וערבית (אבישי ורוטנברג, 2012).

דרך נוספת ליישום תוכניות לימודים מכוונות תרבות, משלבת את תחום החינוך הסביבתי. **חינוך סביבתי, הוא "כל מעשה חינוכי, הנעשה בבית הספר ומחוצה לו, ושואף להקנות ידע על הסביבה הפיסית והאנושית-חברתית, לקדם אכפיות וכבוד לסביבה, לאדם ולחברה, ושמטרתו לפתח מיומנויות לפעולה למען הסביבה הפיסית והאנושית-חברתית"** (טל, 2009, עמ' 7). לכן, לימודי סביבה יכולים להוות פלטפורמה ליישם כמה מהרעיונות שנידונו בסקירה זו. הנושאים בהם עוסקים יכולים להיות רלוונטיים לתלמידים, לא רק בכך שהם קשורים לחיי היומיום שלהם, אלא גם לתפיסות העולם שלהם. החינוך הסביבתי מזמן כיום גישה המקרבת את התפיסות הילידיות עם התפיסות המערביות ליצירת גישה משולבת, מכבדת ואחראית כלפי הסביבה (Alkahrer & Tal, 2014). כחלק מתפיסה רחבה זו, אלקהר וטל (2014) מציעות כיוון מעניין לטיפול בפערים. טענתן היא כי בכדי לצמצם את הפער, באופן כללי, ובין תלמידים יהודים לתלמידים ערבים, באופן ספציפי, המשתתפים צריכים להכיר אחד את השני, לכבד את המסורת והמנהגים ולהיות נכונים לשתף פעולה ולעבוד יחד. בכדי להתמודד עם אתגר זה הן מציעות לשלב שני רעיונות מתחומי הלמידה הסביבתית: למידה חברתית ואזרחות חברתית. בנוסף, בנוגע לנושאים סביבתיים, תושבים יהודים וערבים בישראל גרים במקומות מסויימים בשכונות קרובה, כך שהממשק ביניהם אינו רק פוליטי אלא גם יומיומי, לדוגמא בנושאים סביבתיים כמו זיהום, ושימושי קרקע. במאמרו, אלקהר וטל (2014) מתארות תכנית ללימודי סביבה משותפת לתלמידים יהודים ובדואים בצפון הארץ. תלמידים יהודים המזוהים עם התפיסות והערכים המערביים, יחד עם תלמידים בדואים, שבאופן כללי יותר קרובים לדרכי החיים המסורתיות, עבדו ולמדו יחד בשני פרויקטים שיתופיים העוסקים בקונפליקטים חברתיים סביבתיים, כולל דיונים לגבי קונפליקטים של פיתוח מול שימור בין הרשויות הישראליות לבין תושבים מקומיים של שמורת טבע, ודיונים לגבי שימוש פרטי או ציבורי של משאבי טבע. באמצעות למידה חוץ כיתתית, בסביבת המחיה המשותפת לשתי הקבוצות, התאפשר לתלמידים להכיר אחד את השני וכמובן את הסביבה. אלקהר וטל (2014) בדקו את הידע של התלמידים והתפיסות ביחס לסביבתם המקומית ולגבי הקהילות אחד של השני, כמו גם את תפיסות התלמידים כלפי פרמטרים אלו כפי שהם באים לידי ביטוי אצל שותפיהם. ממצאי המחקר הראו כי בתחילת הפרויקט, הידע האקולוגי וגם הידע על התרבות של שותפיהם, בקרב התלמידים היה גבוה משל הבדואים. הידע בשני התחומים עלה בצורה מובהקת אצל שתי הקבוצות עם תום הפרויקט, כאשר אצל הבדואים העלייה הייתה גדולה יותר. בסוף הפרויקט תלמידים היו בעלי הבנה טובה יותר של נושאים חברתיים סביבתיים ונמצא שינוי בתפיסותיהם את שותפיהם. מחברות המאמר טוענות כי ההבדלים שהן מצאו בין הקבוצות אינם נובעים משונות אתנית כי אם ממצב חברתי-כלכלי וממידת החשיפה לתוכניות חינוך סביבתי.

### **אקלים בית ספרי וכיתתי ואפקטיביות הלמידה**

אקלים בית ספרי ואקלים כיתתי הם מושגים המתייחסים לשורת מדדים המאפיינים את החוויה של קהילת בית הספר (תלמידים, אנשי צוות ומשפחות התלמידים) על פי מערכות היחסים, דפוסי החיים, הנורמות, הערכים, ההוראה, הלמידה,

מנהיגות בית הספר והמבנה הארגוני (ברקוביץ', אסטור ומור, 2015). מחקרים בתחום הנירו-פסיכולוגיה מצביעים על כך שביצועי למידה (כמו יכולות מטא-קוגניטיביות ויצירתיות) עולים בשיעור דרמטי כאשר אדם חווה רגשות חיוביים (הנאה, עניין, שמחה, גאווה), והם יורדים כאשר הוא חווה רגשות שליליים (חרדה, כעס, עצב) (Kim & Pekrun, 2014). בית ספר ששוקד על יצירת חוויה של אמון בקרב הבאים בשעריו מקדם למידה והוראה המבוססות על רגשות חיוביים יותר (נאות עופרים, 2017). יכולתם של מורים לייצר אינטראקציות תומכות מבחינה רגשית בתוך כיתה מאורגנת היטב ישפיעו על תוצאות אקדמיות בהמשך הדרך. המחקר מבסס את הקשר הסטטיסטי בין אפקטיביות הלמידה בבית הספר לבין האקלים החברתי השורר בו. ניתן לזהות מספר מרכיבים של אקלים שנוטים לחזור בהגדרות השונות: יחסים חיוביים בבית הספר, תחושת ביטחון, חיבור וקשר של התלמיד לבית הספר. טענה רווחת היא כי לאקלים כיתתי ובית ספרי חיוביים יש השפעה מיטיבה על התוצאות האקדמיות של התלמידים, וזאת במיוחד בבתי ספר המשרתים אוכלוסיות מוחלשות (ברקוביץ', אסטור ומור, 2015). לאקלים הבית ספרי יש השפעה ממתנת על הקשר בין מאפייני רקע של התלמיד ובין הישגים אקדמיים. המשמעות היא שבתי ספר וכיתות המאופיינים באקלים חיובי מצליחים "לאזן את מגרש המשחקים" עבור תלמידים מרקעים מוחלשים ולצמצם פערי הישגים הנובעים ממאפייני רקע של התלמידים.

### **קהילת מורים מקצועית לומדת, גם בישראל**

במערכות חינוך בכל רחבי העולם הולך ומתרחב המודל של "קהילת מורים מקצועית לומדת", לעיתים כאלטרנטיבה להשתלמויות המורים המסורתיות. קלוט (Calvert, 2016) טוענת כי כדי שהפיתוח המקצועי אכן יתמוך בלמידת המורים, חייבת ההנהגה החינוכית להכיר בחשיבותה של הפעילות המורית (Teacher Agency) וקהילת מורים מקצועית לומדת היא דוגמא לביטוי לפעלתנות מורית. קהילת מורים שמנהיגה את עצמה, היא קהילה שבוחרת את חבריה, את הסוגיות הפדגוגיות שמאתגרות אותה, ואת אופני הטיפול והלמידה יחד. פיליפ (2003) טוען כי בקהילת מורים שכזו, תרבות ההוראה משתפרת בזכות תהליכי השיקוף, השיתוף, הרפלקציה והלמידה המתרחשים במסגרת הקהילה המקצועית הלומדת (Phillips, 2003).

מהספרות המקצועית עולה כי לקהילת מורים איתנה, כזו הפועלת לאורך זמן ומצליחה להביא לשיפור בהישגי תלמידים, יש כמה מאפיינים מרכזיים. בולם ושותפיו (Bolam, McMahon, Stoll, Thomas & Wallace, 2005) מאחדים מאפיינים אלה לכדי הגדרה של קהילה מקצועית לומדת כקהילה שיש לה יכולת לקדם ולקיים את הלמידה של כל אנשי המקצוע השותפים לה, ומטרתה הקולקטיבית היא שיפור הלמידה של התלמידים. קהילות הלמידה מעוגנות בשתי הנחות עיקריות. הראשונה - הידע המקצועי נמצא בחוויות היום-יומיות של המורים ולכן ניתן להבינו בצורה הטובה ביותר באמצעות רפלקציה ביקורתית משותפת עם אלה החולקים את אותה חוויה (Buysse, Sparkman, & Wesley, 2003). השנייה - מעורבות פעילה של מורים בקהילות למידה מקצועיות תרחיב את הידע המקצועי שלהם, וכפועל יוצא מכך תשפר את הלמידה של התלמידים. אחת הסיבות לכך היא שבמסגרת קהילה מקצועית לומדת המורים מתמקדים ב**למידה של התלמיד**, ולא בתהליכי הוראה (DuFour, DuFour, Eaker, Many & Mattos, 2016).

בשנים האחרונות קמו בישראל קהילות דיסציפלינריות אזוריות, המאגדות (בנפרד) מורים לפיזיקה, לכימיה, ביולוגיה, מדעי הסביבה וחקלאות מבתי ספר שונים, ללמידה ולחקירה משותפות. במסגרת זו, קמו גם קהילות למידה בית ספריות ואזוריות של מורי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים (שרץ, 2018). מטרתה העיקרית של קהילה ממוקדת נושא היא קידום ידע תוכן וכישורים פדגוגיים בדיסציפלינה ספציפית כדי לתרום להתפתחות המקצועית של המורים ובכך לקדם את למידת התלמידים. נמצא קשר חיובי בין פיתוח מקצועי אינטנסיבי ומתמשך לבין הישגי התלמידים (Darling-

(Hammond, et al., 2009). הדגש בקהילה מעין זו הוא על למידת תוכן, ומטרתה להעלות את רמת הידע והמיומנויות של המורים בתחום התמחותם. במקרים שבהם הקהילה מתקיימת במסגרת בית-ספרית, מדובר במורים מאותו בית ספר העוסקים בהתמקצעות בתחום התמחותם. ישיבות צוות מקצועיות ושיחות הנערכות בין חברי צוות מקצועי הן דוגמה למסגרות של קהילה מסוג זה. היקף השפעתה של קהילה חד-תחומית בית-ספרית מצומצם הואיל והיא מתמקדת בבית הספר בלבד. לפי דופור (DuFour & Eaker, 1998) אחד ממאפייני הקהילות המקצועיות הלומדות הוא אוריינטציית מטרה, כלומר ההכרה בכך שצריך וחשוב להעריך את פעילותה על סמך תוצרים ולא על סמך כוונות. הדעות חלוקות באשר למדדי ההצלחה של קהילה מקצועית לומדת. בספרות המקצועית מופיעים מדדים שונים, ובהם:

- שיפור בהישגי התלמידים (McDowal, Cameron & Dingle, 2007).
- התפתחות הקהילה - יכולת התפתחותה וכישרון התמדתה לאורך זמן (Blitz & Schulman, 2016).
- שינוי בידע, בכישורים המקצועיים ובפרספקטיבות של המורים בהקשר של הנושא שבו עסקו בקהילה (McDowal, Cameron & Dingle, 2007).

וסקיו, רוז ואדמס (Vescio, Ross & Adams, 2008) גורסים כי הכרחי לבחון את השינוי בלמידת התלמידים לאור השתתפות המורים בקהילת למידה. עם זאת, רוב המחקרים שנעשו עד כה התמקדו דווקא בהשפעת ההשתתפות בקהילה על הפרקטיקות של המורים. המחקרים שנעשו בתחום מצביעים על כך שלקהילה מקצועית לומדת מפותחת ואיכותית יש השפעה חיובית הן על הפרקטיקות של המורים והן על למידת התלמידים (Vescio, Ross & Adams, 2008). עם זאת, עדיין חסרים ממצאים מחקרניים המצביעים על תרומת קהילות המורים המקצועיות לקידום תלמידים תת-משיגים במדעים.

### **מדיניות וסדירות המעצמות את אי השוויון בחינוך**

אחת המטרות המוצהרות שהציב משרד החינוך בישראל, ביחס להוראת המדעים והטכנולוגיה בחטיבות הביניים, היא **שיפור הישגי התלמידים במבחני המיצ"ב, במבחן המפמ"ר ובמבחנים הבינלאומיים** (בעיקר החל מ-2012). על סמך מטה אנליזה של מספר מחקרים, אלכסנדר וחוב' (Alexander, et al., 2012) מראים שהמבחנים הסטנדרטיים הלאומיים מגבילים את אפשרויות הלמידה של הילדים, ונכשלים פעמים רבות באספקת מידע מהימן על התלמיד כפרט, על בתי הספר, על המגזר והמערכת כמכלול. מבחנים אלה מביאים להתמקדות יתר בנושאים הנמדדים על חשבון נושאי לימוד אחרים (זוהר, 2013). הם מלווים בחרדת בחינות, ואפילו היעדר המוצהר שלהם: העלאת הסטנדרטים של ההישגים הלימודיים עלול להיפגע בפועל כתוצאה מהפעלת היתר שלהם (אלכסנדר וחוב', 2012; זוהר, 2013). מבחינה מחקרית, המבחנים הסטנדרטיים אינם מספיק מהימנים, כלומר אינם מדויקים בתוצאותיהם ואינם מספיק תקפים, מפני שאינם מודדים את מה שבאמת חשוב. סיבה אחת לחוסר התקפות היא שהמידה כוללת רק חלק קטן ממה שהיתה אמורה למדוד: ההישגים הלימודיים. אלכסנדר וחוב' (2012) מציינים כי הערכה והפקה שיטתית של נתונים הן חשובות, ויש לבנותן מחדש באופן שיתמוך בתהליך הלמידה, יקיף את מרב הנושאים הנלמדים וישרת את התלמיד, את המורה ואת ההתקדמות. מחקרים נוספים העלו ממצאים דומים, לרבות אפקט שלילי על המוטיבציה ללמוד, לחץ ופגיעה ביצירתיות (ברנדס ושטראוס, 2013). נזקיהם של מבחנים אלה כוללים תופעות של רמאות, עזיבת המערכת מצד מורים שלא עומדים בלחץ, פגיעה בתלמידים חלשים ועוד. המבחנים שחוברו במדינות עצמן הפכו למבחנים עתירי סיכון ונערכו לקראתם הכנות אינטנסיביות. כן נכללים בנזקים אלה הכנה מרובה לבחינה הבאה על חשבון הוראה של תחומים שלא כוללים בה, וצמצום ההוראה רק ליעדים הנבדקים בבחינה במסגרת התחומים הכלולים בה. עדויות על השפעת המבחנים

המשווים (כמו מבחני מפמ"ר ומיצ"ב) על הוראת המדעים בחטיבת הביניים בארץ אפשר למצוא במחקרן של זוהר ואלבוחר-אגמון (2016). במסגרת מחקר זה הן ראינו 19 מורות בכירות ומורה בכיר אחד למדעים, שמשמשים גם מדריכים למדעים במשרד החינוך או רכזי מקצוע בבתי הספר, במטרה לבחון את תפיסותיהם לגבי השפעת המבחנים המערכתיים על תהליכי ההוראה-למידה במדעים בחטיבת הביניים בישראל. הראיונות התקיימו ב-2012, בתקופה בה הוכרז השיפור בהישגים במבחנים מערכתיים כיעד מרכזי של משרד החינוך. לצורך זה, משרד החינוך נקט בפעולות מערכתיות ענפות למשל שינויים בתכניות הלימודים והתאמתם למפרט המבחנים הבינלאומיים, הכנת חומרי למידה ותרגול לקראת הבחינות, הנהגת מבחני מפמ"ר מערכתיים, הוספת שעות למקצועות הבחינה ותגבור בתי הספר במדריכים למקצועות אלה. בתי הספר נמצאו תחת בקרה קפדנית שבחנה אם הם אכן מלמדים את התכניות והחומרים שהוכנו לצורך זה. מהראיונות עלו התופעות הבאות: תחושת לחץ – מורים חשו לחץ שמא לא יספיקו ללמד את החומר הנדרש וחשו מאויימים מהממונים עליהם; התנהלות לא ישרה – המורים תארו תופעות גילוי תשובות לתלמידים, מורים שלא מספיקים ללמד את כל החומר מלמדים את השאלה שבבחינה או נותנים דוגמאות דומות לה; מורים מפנים תלמידים חלשים מחוץ לכיתה כדי שלא ישיבו על שאלות הבחינה; פגיעה בהוראה, בלמידה ובהנאה – צמצום חווית ההנאה וההנעה של תלמידים ומורים; זניחת מטרות מורכבות כמו למידה משמעותית ותהליכי הוראה לפיתוח חשיבה, לחקר וליצירתיות לטובת מטרות פשוטות הממוקדות בהצלחה בבחינה. תופעה נוספת הרלוונטית ביותר לסקירה זו היא תופעת הרחבת פערים – המחקר הראה, שקיימת חוסר הלימה בין דרישות התכנית ללמד היקף רחב של נושאים – לעתים בדרגות מורכבות גבוהה ובזמן קצוב לבין התאמת הדרישות לשונות שקיימת בין התלמידים מתוך רצון להקטין את פערי ההישגים בין אוכלוסיות שונות. לדברי המראיינים במחקר, קצב הלמידה המהיר שנדרש בהכנה למבחנים מתאים יותר ליכולות של תלמידים חזקים ופוגע במתן מענה מתאים לתלמידים מתקשים.

על בסיס ממצאים אלו זוהר ואלבוחר-אגמון (2016) ממליצות לפעול בשני ערוצים מקבילים: האחד, פיתוח מגוון דרכי ההערכה כך שמשקלו של המדד הכמותי יפחת וזה ישמש רק אחד מכמה מדדים – חלקם גם איכותניים. הערוץ השני יכלול הפחתת הלחץ מהמורים, הגברת האמון בהם, מתן כלים ותנאים לשיפור העבודה הפדגוגית ופיתוח דרכים חלופיות להשגת שקיפות על מה שנעשה במערכת החינוך.

### **נזקי מדיניות הסללה**

סבירסקי ודגן-בוזגלו (2011b) מתארים מצב בו "מזה שנים רבות מערכת החינוך בנויה על הסללה עמוקה. תלמידים ותלמידות בני מגזרים שונים ובני שכבות חברתיות שונות משובצים למסלולי לימוד שונים, לומדים תכנית לימודים שונה בתוכן ובאיכות, ובהתאם גם מגיעים לנקודות סיום שונות. אופן הפעולה הנורמטיבי של מערכת החינוך כרוך במיון מתמיד של התלמידים." הסללה במערכת החינוך מתקיימת במגוון צורות: הקבצות, מיון תלמידים לפי הישגים, מגמות עיוניות ומקצועיות, כיתות למצטיינים וכיתות למתקשים. העברה של תלמידים ותלמידות שאינם עומדים, מסיבות שונות, בקריטריונים הנורמטיביים, למסלולים נמוכי הישגים – הקבצה נמוכה, מסלול מקצועי, בחינת בגרות ברמה נמוכה, יוצר פערים בין קבוצות שונות של תלמידים. במקום להשקיע בשדרוג של בתי הספר המתקשים לתת מענה לכלל תלמידיהם, המדינה בחרה ב"פתרון" קל יותר: חלוקת התלמידים לשלוש רמות, שתאפשר טיפוח של מיעוט נבחר במסגרת הקבצה א'. אולם, כיום יש הסכמה הולכת וגוברת שמדיניות המיסלול לא רק שפוגעת בתלמידים ובתלמידות רבים, אלא שהיא גם אחד הגורמים הראשיים להישגים הנמוכים של מערכות חינוך מדיניות. הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי עומד על הנושא בכל דוחותיו: כך, למשל, במסמך שהכין OECD עבור ממשלת ארצות הברית, שתלמידה הגיעו להישגים נמוכים במבחן PISA, ציינו החוקרים כי ארצות שאין בהן הסללה משיגות

תוצאות טובות יותר במבחנים הבין-לאומיים. הם ציינו במיוחד את קנדה, שהציפייה הפוליטית-ציבורית שלה היא שכל התלמידים יצליחו; את פינלנד, ששורר בה קונצנזוס פוליטי שיש לחנך את כל הילדים ביחד, כולל תלמידים הזקוקים לחינוך מיוחד; ואת יפן, שהנחת היסוד שלה היא שכל התלמידים, או כמעט כולם, יכולים להגיע להישגים גבוהים. ככל שבתי ספר מרבים לקבץ תלמידים בקבוצות איכות במקצועות השונים, וככל שבתי ספר מרבים להעביר לבתי ספר אחרים תלמידים בעלי הישגים נמוכים או בעלי בעיות התנהגותיות או ליקויי למידה, כך יורדת רמת ההישגים של המערכת כולה (OECD, 2010)<sup>16</sup>.

## מיזמים לקידום שוויון הזדמנויות בחינוך בישראל

בפרק זה נביא דוגמאות של מיזמים ותוכניות אשר בין שאר מטרותיהם פעלו לצמצום פערים בהזדמנויות ולניתוק הקשר בין מצב חברתי-כלכלי ונתוני רקע אחרים, לבין הישגים לימודיים. קצרה היריעה מלתאר את כל המיזמים והתוכניות ועל כן בחרנו מספר דוגמאות המייצגות התערבויות ברמות ארגוניות שונות. המטרה אינה להתעמק בהישגים, הצלחות או קשיים של מיזמים אלה, אלא להדגים כי פערים בהזדמנויות ובהישגים אינם גזירת גורל אלא יש ביכולתנו לקדם שוויון הזדמנויות בחינוך בישראל במגוון דרכים.

### דוגמא למהלך אזורי רחב היקף

**מדערום** היתה תכנית הוליסטית (בחינוך הפורמלי והבלתי פורמלי) לילדי גן עד י"ב ואף הורחבה למערכת ההשכלה הגבוהה. המיזם החל בשנת 1997. היעד היה שוויון הזדמנויות לכל ילד וילדה וצמצום פערים תוך טיפוח ופיתוח מקצועי של מורים. מטרה נוספת היתה שיפור וקידום הישגים בתחומי המתמטיקה, המדע והטכנולוגיה תוך שימת דגש על אוכלוסיות חלשות. הוקמו מרכזים רבים שפעלו לאחר הלימודים. בתי ספר קיבלו תקציב וסל משאבים בהתאם לתכניתם. כבר בשנים הראשונות לפעילות חל שיפור בהישגי התלמידים במתמטיקה, במדע וטכנולוגיה ובעברית וחלה עלייה בשיעור הזכאות לבגרות של תלמידי הדרום – הן במגזר היהודי והן במגזר הערבי.

### דוגמא למהלך עירוני/ישובי

בירוחם התקיים החל מתשע"ה מיזם 'ירוחם עיר חינוך'. מטרות המיזם להבטיח שכל ילד וילדה ביישוב יוכלו לממש את הפוטנציאל הגלום בהם בלא קשר למעמד החברתי-כלכלי של משפחתם, להשתייכותם המגדרית או הקהילתית. מערכת החינוך בירוחם מתמקדת בכל מעגלי חייו של הילד: הורים, שכונה, קהילה, חינוך פורמלי ובלתי פורמלי. 'ערי חינוך' נוספות קיימות בישראל ומשתייכות לרשת 'ערי חינוך' (בהובלת יעקב הכט ורם שמואלי).

דוגמא נוספת היא מערכת החינוך ב**ישוב הבדואי חורה**, בנגב. חורה הינה רשות מקומית. בחורה הוקמו בתי ספר יחודיים במגזר הבדואי בנגב: בית ספר למצוינות במדעים 'אל-עהד', מרכז למחוננים, בית ספר לחינוך מיוחד. למערכת החינוך בחורה הישגים מרשימים המציגים עלייה באחוז הנבחנים לבגרות ב-5 יחידות בתחומי המדעים ואחוז הזכאים לבגרות.

<sup>16</sup> OECD, 2010 <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/educationataglance2010oecdindicators.htm>

**קדם עתידים** היא תכנית הפועלת ביישובים ומועצות אזוריות העומדים במדד פריפריאליות 1-4 כולל וגם במדד חברתי-כלכלי 1-6 וביישובים ומועצות אזוריות העומדים במדד פריפריאליות 5-6 כולל וגם במדד חברתי-כלכלי 1-4 של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. מטרת התכנית היא לסייע לתלמידים בחטיבות הביניים והחטיבות העליונות של יישובים אלה להגיע לתעודת בגרות איכותית שתאפשר להם להמשיך בלימודים אקדמיים בעיקר בתחומי ההנדסה והמדעים המדויקים, תוך פיתוח מיומנויות וכישורים אישיים המחזקים את תחושת המסוגלות העצמית. בוגרי התכנית מהווים חלק מרכזי בתשתית האנושית לתכנית הקצונה האקדמית של עתידים בצה"ל.

**חינוך לפסגות** היא עמותה המפעילה עשרות מרכזי מצוינות ברחבי הארץ. העמותה מעניקה לחניכיה תכנית הוליסטית חינוכית-חברתית לאורך עשור, מכיתה ג' עד י"ב, ולאחר מכן השתלבות בתכנית הבוגרים המלווה אותם בחייהם הבוגרים באקדמיה, בשוק התעסוקה ועוד. חזון העמותה נותן מענה לסוגיה האסטרטגית של טיפוח ומיצוי ההון האנושי בפריפריה. בוגרים ובוגרות של התכנית הם אזרחים מעורבים המשרתים בתפקידי איכות בצה"ל, בדרכם להשכלה גבוהה, כאשר חלקם כבר סיימו את לימודיהם ומועסקים בחברות מובילות במשק. בוגרי העמותה מהווים מודל לחיקוי עבור משפחותיהם, חבריהם וקהילתם, וממשיכים את השינוי במעגלים רחבים יותר.

עמותת **אופנים** מעניקה העשרה חינוכית בתחומי המדע, הטכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה (STEM) לילדים (כיתות ג'-ו') הגרים בפריפריה, במטרה להעניק להם הזדמנות שווה ולצמצם את הפערים בחינוך הבלתי פורמלי. המטרה היא להעצים את היכולות של הילדים ואת תחושת המסוגלות העצמית שלהם להצליח ולהמשיך בלמידה גם במסודות ההשכלה הגבוהה. העמותה מפעילה "מעבדות ניידות" המצוידות בכל הדרוש ללמידה ופעילות בתחומי ה-STEM.

**'מרכז תמר'** באמצעות 'התכנית לקידום מצוינות במדעים' ו'רשת בוגרי תמר' פועל במטרה לסייע ליותר תלמידים, בני החברה הערבית-בדואית בנגב להתקבל למסודות להשכלה גבוהה בכלל ולתחומי מדע וטכנולוגיה בפרט, ולסיים תארים בהצלחה. התכנית לקידום מצוינות במדעים הינה תכנית ארבע שנתית, מכיתה ט' עד י"ב, כאשר בלב התכנית, לימודים לקראת תעודת בגרות מדעית איכותית, המהווה 'כרטיס כניסה' ללימודים אקדמיים.

התכנית בנויה באופן הוליסטי, תוך תשומת לב מרבית להיבטים שונים של הלמידה ולחסמים שונים העומדים בפני התלמידים. כך, התכנית מכוונת ללמידה משמעותית הן של תכנים והן של מיומנויות בתחומי מתמטיקה, פיסיקה או כימיה וכן, למתן מענה לכלל ההיבטים המהווים חסם בפני התלמידים בני החברה הערבית-בדואית. לכן, התכנית כוללת: למידה משמעותית של אנגלית כשפה מדוברת, הכנה לאקדמיה והכוון אקדמי, פיתוח וטיפוח מיומנויות רגשיות וחברתיות וחשיפה לתעסוקה ולאקדמיה. 'רשת בוגרי תמר' מהווה מסגרת תומכת, אישית וקבוצתית, החל מסוף התיכון ובמהלך שנות לימודיהם.

**חותם - Teach First Israel** היא תכנית הפועלת להובלת שינוי ולקידום שוויון הזדמנויות בחינוך בפריפריה החברתית והגיאוגרפית של ישראל על ידי גיוס, הכשרה ופיתוח קהילה איכותית של מורים ואנשי חינוך בעלי חזון וכישורי מנהיגות. תכנית חותם מבקשת ליצור שינוי יסודי וארוך-טווח בחייהם של ילדים משכבות חברתיות-כלכליות נמוכות על-מנת לתת להם הזדמנות לנתב את חייהם להצלחה ולבחור את עתידם ללא קשר להכנסה, השכלה או למעמד החברתי של הוריהם.

התכנית כוללת ליווי ארוך טווח למורי חותם בהוראת המתמטיקה והמדעים הן במישור האישי והן במישורים האזורי והארצי. התפיסה היא כי הכשרת מורי מתמטיקה ומדעים מחויבים ואיכותיים ושיבוצם בבתי ספר באזורי פריפריה חברתית גאוגרפית, מהווה מפתח משמעותי ליכולתם של תלמידים לבחור בעתיד טוב יותר. התכנית כוללת הצמחה של מורים מובילים ומנהיגים פדגוגיים הפועלים יחד ליצירת השינוי בבתי הספר ובחברה כולה.

### **דוגמא לחומרי הוראה ולמידה**

קיימות גישות שונות המכוונות למתן מענה לצרכים השונים של מגוון התלמידים בכיתת המדעים. אחת הגישות היא **הגישה ההוליסטית הרב-ערוצית** (The Multi Faceted Holistic Approach - MuFHA) - גישה המתייחסת לארבעת מימדי התלמיד השלם: הקוגניטיבי, הרגשי, החברתי והסנסו-מוטורי (חוש-נועי) (יפרח, גלובמן, וספקטור-לוי, 2016). על בסיס גישה זו פותח מודל הוראה. מודל ההוראה נותן מענה לשונות בין התלמידים בצרכים הקוגניטיביים (כמו בחירת אופן הלמידה על פי העדפות אישיות, תמיכה בתלמידים עם קשיי למידה, מתן אתגר לתלמידים מחוננים); בצרכים החברתיים (כמו עבודת צוות); בצרכים הרגשיים (כמו מתן מושב חיובי, רלוונטיות, הומור) בצרכים סנסו-מוטוריים (תנאים פיזיים סביבתיים: תאורה, ריח, כיתה אקוסטית, ועוד; צרכים פיזיים אישיים: תנועה, ישיבה בקידמת הכיתה, פעילויות hands-on). ההנחה הבסיסית היא כי שיטות ההוראה המותאמות (כמו: הוראה מפורשת, שימוש בעזרים לארגון ידע) מכוונות להוראה לתלמידים בעלי לקות למידה ולתלמידים מתקשים אך הן עשויות להביא תועלת גם לכלל התלמידים בכיתה ההטרוגנית. מורים אשר יישמו את המודל ואת חומרי ההוראה שפותחו בסביבת הלמידה עולמו"ט, דיווחו על שיפור באווירה בכיתה; למידה פעילה של כלל התלמידים בכיתה; צמצום פערים בהישגים. יישום המודל ההוליסטי בכיתות מדע וטכנולוגיה נבדק במחקר מלווה אשר אישר את יעילות המודל וחומרי ההוראה.



## ביבליוגרפיה

- אבו-עסבה, ח' (2007). החינוך הערבי בישראל דילמות של מיעוט לאומי. מכון פלורסהיים למחקר מדיניות.
- אבישי, ל' ורוטברג, נ' (2012). אחדות מתוך שונות: ליבה חינוכית משותפת לילדי ישראל. מכון ון ליר בירושלים והוצאת רכס פרויקטים.
- אגבארייה, א' (2011). הכשרת המורים הערביים בישראל: שוויון, הכרה ושיתוף. בתוך: חיפוש גורלי: החברה בישראל מחפשת מורים טובים, מכון מופ"ת.
- אדי-רקח, א', בירן, ה', ופרידמן-גולדברג, ש' (2011), חטיבות ביניים: מאפיינים ואתגרים. סקירה מוזמנת כחומר רקע לעבודת ועדת שפה ואוריינות.
- אדי-רקח, א', גרינשטיין, י', ובהק, ח' (2016). מגמות של בידול או שילוב בסביבת המגורים על בסיס מיצב חברתי-כלכלי של התלמידים בבית הספר. מתוך: ע', בושריאן (עורך). אי-שוויון וחינוך: קשרים בין גידול באי-שוויון חברתי-כלכלי לבין שוויון בהזדמנויות ובהישגים בחינוך, דוח מפעילות לימודית. ע"מ 16-20. היזמה למחקר יישומי בחינוך, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.
- אדרי, י' ומובשוביץ-הדר, נ' (2013). מורים למתמטיקה מתגייסים לחינוך לערכים. דפים, 55, 90-117.
- בושריאן, ע' (עורך). (תשע"ו, 2016). אי-שוויון וחינוך: קשרים בין גידול באי-שוויון חברתי-כלכלי לבין שוויון בהזדמנויות ובהישגים בחינוך, דוח מפעילות לימודית. היזמה למחקר יישומי בחינוך, האקדמיה הלאומית הישראלית.
- בלס, נ' (2015). מגמות בהשקעת משאבים בחינוך לפי מעמד חברתי-כלכלי: השקעה ציבורית ממשלתית ומקומית. מוגש לצוות המומחים בנושא אי שוויון וחינוך: קשרים בין גידול באי-שוויון חברתי-כלכלי לבין שוויון בהזדמנויות ובהישגים בחינוך.
- בר-חיים, א', בלנק, כ', ושביט, י' (2013). שינויים בשוויון הזדמנויות בהשכלה, בתעסוקה ובכלכלה: 1995-2008. מתוך דוח מצב המדינה 2013. אוחר מתוך: [http://taubcenter.org.il/wp-content/files\\_mf/b4employmentandincomeschangesinequalitybarhaimetal..pdf](http://taubcenter.org.il/wp-content/files_mf/b4employmentandincomeschangesinequalitybarhaimetal..pdf)
- ברנדס, ע' ושטראוס, ע' (עורכים). (תשע"ד, 2013). חינוך לחברה של תרבות ודעת: תמורות במאה ה-21 והשלכותיהן. ירושלים: האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.
- ברקוביץ, ר', אסטור, ר' א', ומור ה' (2015). קשרים בין אקלים הכיתה ובית-הספר, היבטים חברתיים-כלכליים ואי-שוויון וזיקתם להישגים בלימודים. היזמה למחקר יישומי בחינוך, משרד החינוך.
- גלבו, י' (2010). האם מצטמצמים הפערים בחינוך? פרסומי מכון ון-ליר. ירושלים. אוחר מתוך: [http://www.vanleer.org.il/sites/files/product-pdf/research\\_policy10.pdf](http://www.vanleer.org.il/sites/files/product-pdf/research_policy10.pdf)
- דורי י' וכהן ז' (2013). מה ידוע על מודלים חינוכיים מיטביים להתמודדות מערכתית או מקומית עם שונות תלמידים? סקירה מוזמנת כחומר רקע לעבודת הוועדה 'מערכת חינוך לכול ולכל אחד'. היזמה למחקר חינוכי.
- הכט, י' (2018). על האפקטיביות של הפדגוגיה המקוונת. אוחר מתוך: <https://www.isoc.org.il/internet-il/articles-and-research/magazine/the-effectiveness-of-online-pedagogy>
- הר נוי, ש' (2016). תקציר הרצאה שניתנה במפגש לימודי בנושא חשיבות החינוך המדעי בקרב מוסדות חינוכיים למשרד החינוך: גופים פילנתרופיים, רשתות חינוך ורשויות מקומיות צוות מומחים לנושא 'לימוד ממלהכי עבר לשיפור החינוך המדעי בישראל והמצוינות בו'. אוחר מתוך: <http://education.academy.ac.il/files/2-pdf/2016%20הרצאה%20של%20שמואל%20הר20%20נוי.pdf>
- וורגן, י' (2009). יישום חוק השילוב בשנת הלימוד תש"ע. ירושלים: הכנסת – מרכז המחקר והמידע.
- וורגן, י' ולוטן, א' (2007). נתונים מתוך – מערכת החינוך במגזר הבדואי בנגב – תמונת המצב בכמה היבטים מרכזיים. מרכז המידע של הכנסת.
- ויניגר, א' (2018). מבט על החינוך הערבי. הכנסת, מרכז המחקר והמידע.
- זוהר, ע' (2013). ציונים זה לא הכל – לקראת שיקומו של השיח הפדגוגי. ספריית הפועלים.

- זוהר ע' ואלבוחר-אגמון, ו' (2016). נזקים כחול-לבן. הד החינוך, צ' (5), 80-83.
- חוזר מנכ"ל תשע"ה/9 ג 6-3-16 - הנוהל והתהליכים לקבלת אישור לספרים ולחומרי לימוד. אוחר מתוך:  
<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Applications/Mankal/EtsMedorim/6/6-3/HoraotKeva/K-2015-9-3-6-3-16.htm>
- טל, ט' (2009). חינוך סביבתי וחינוך לקיימות: עקרונות, רעיונות ודרכי פעולה. המשרד להגנת הסביבה.
- יובג, א', ליבנה, ע', פניגר, י' (2009). סינגפור במקום כרכור? מבחני הישג בין-לאומיים והגלובליזציה של יעדי החינוך. מגמות, מו' (3), 337-355.
- יונה, י' ושנהב, י' (2000). המצב הרב-תרבותי. תיאוריה וביקורת, 17, 163-188.
- יפרח, מ', גלובמן, ר' וספקטור-לוי, א' (2016). מודל הוליסטי להוראה וללמידה של מדע וטכנולוגיה בכיתה הטרוגנית משלבת: פיתוח, עיצוב ויישום. מגמות, נ' (2), 315-354.
- כהן קדושאי, א', מחלוף, י', וליפשוט, נ' (2018). הישגי תלמידים יוצאי אתיופיה בראי מבחני המיצ"ב תמונה רב-שנתית תשס"ח - תשע"ז. מחקר ופיתוח, ראמ"ה. אוחר מתוך:  
<http://cms.education.gov.il/educationcms/units/rama/haarachatprojectim/ethiopia.htm>
- לשכה מרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס), (2013). כוחות הוראה במערכת החינוך לשנים 1999-2013.
- נאות-עופרים, י' (2017). אין ההצלחה שרויה אלא בדבר הסמוי מן העין, או: הצלחות מפה ומשם. בתוך: נ' מנדל-לוי (עורכת). שווים: תמיכה בית ספרית בשוויון הזדמנויות (עמ' 64-57). ירושלים: מכון אבני ראשה.
- נאסר-אבו אלהיג'א, פ' והיוש, ט' (2012). בילוי הפנאי והפעילות החוץ-קוריקולרית של תלמידים בחינוך הערבי, הבדווי והדרוזי. דוח מסכם למקבלי החלטות. תל-אביב: אוניברסיטת תל-אביב, בית הספר לחינוך והמכללה האקדמית בית ברל.
- סבירסקי, ש', דגן-בוזגלו, נ' (2011a). יעדים לתיקון החינוך לקראת קידום כלל התלמידים בישראל. אתר מרכז אדווה. אוחר מתוך:  
<http://adva.org/he/category/research-fields/education>
- סבירסקי, ש', דגן-בוזגלו, נ' (2011b). די להסללה. הד החינוך, פו' (2), 65-67.
- עבאדי, ר', וקשת, י' (2011). סיבות להצלחה של תלמידי חטיבת ביניים בלמידת מדעים. מכללת לוינסקי לחינוך, תל אביב, מכון מופ"ת, תל אביב. אוחר מתוך:  
<http://mop.at.levinsky.ac.il/wp-content/uploads/sites/3/2013/12/CAUSE-33.pdf>
- עבדו, ב' (2001). תפיסות מושגיות באוכלוסייה דוברת ערבית בישראל (עבודת PhD). האוניברסיטה העברית בירושלים.
- פורטוס, ד', מועלם, ר', ולוי נחום, ת' (2013). מו"ט בחט"ב – תרומת האתמול למחר, מה ניתן ללמוד מניסיון 'מחר 98'? סיכום תחקיר. המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.
- קדם, ע' (2016). מיזם ירוחם עיר חינוך הצבת תשתית להערכה. מט"ח, מינהלת מדידה הערכה.
- קורן, פ', ובר, ו' (2009). תדמיות מדע ומדענים אצל סטודנטיות להוראה: מחקר רב-תרבותי. הלכה מעשה, 19, 1-37. אוחר מתוך:  
[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot\\_Limudim/HalachaVemase/Sifriyot/HachsharatMorim/TadmiyotMada.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot_Limudim/HalachaVemase/Sifriyot/HachsharatMorim/TadmiyotMada.htm)
- קשת-מאור, ג' (2017). הוראה דיפרנציאלית במאה ה-21. בתוך: נ' מנדל-לוי (עורכת). שווים: תמיכה בית ספרית בשוויון הזדמנויות (עמ' 12-7). ירושלים: מכון אבני ראשה. אוחר מתוך:  
[http://www.avneyrosha.org.il/resourcecenter/Pages/Differential\\_Teaching.aspx](http://www.avneyrosha.org.il/resourcecenter/Pages/Differential_Teaching.aspx)
- ראמ"ה (2017). מיצ"ב - מבחני הישגים, תשע"ז. אוחר מתוך:  
<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/Meitzav/DochotMaarachtim.htm>
- ראמ"ה (2018). מיצ"ב - מבחני הישגים, תשע"ח. אוחר מתוך:  
<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/Meitzav/DochotMaarachtim.htm>
- שמש, א' (2017) סקירת ספרות - פרסונליזציה של הלמידה. אוחר מתוך:  
<https://piechallenge.org.il/wp-content/uploads/2018/12/Personalized-Learning-Review.pdf>

שרץ, ז'. (2018). רשת קהילות לומדות במציאות של עולם משתנה: המקרה של מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים. *קריאת ביניים*, 31, 23-30.

תכנית הלימודים למדע וטכנולוגיה. (2015). *מסמך 'תפיסה רעיונית'*. אתר משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית. אוצר מתוך:

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot\\_Limudim/science\\_tech/TochnitMeo/ dkenet/](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot_Limudim/science_tech/TochnitMeo/ dkenet/)

- Abrams, E., Taylor, P. C., & Guo, C. J. (2013). Contextualizing culturally relevant science and mathematics teaching for indigenous learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(1), 1-21.
- Abrams, E., Yore, L. D., Bang, M., Brayboy, B., Castagno, A., Kidman, J., Lee, H., Villanueva, M. G., Wang, M. H., Webb, P., & Chiung-Fen Yen, C. F. (2014). Scientific literacy for all: Culturally relevant schooling for indigenous learners. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds). *Handbook of research in science education, Volume II*. (pp. 671-696). London & New York: Routledge.
- Adamson, F., Cook-Harvey, C., & Darling-Hammond, L. (2015). *Whose choice? Student experiences and outcomes in the New Orleans school marketplace*. Stanford, CA: Stanford Center for Opportunity Policy in Education. Retrieved from: <https://edpolicy.stanford.edu/sites/default/files/publications/scope-report-studentexperiences-new-orleans.pdf>.
- Adamuti-Trache, M., & Andres, L. (2008). Embarking on and persisting in scientific fields of study: Cultural capital, gender, and curriculum along the science pipeline. *International Journal of Science Education*, 30(12), 1557–1584.
- Akiba, M., LeTendre, G. K., & Scribner, J. P. (2007). Teacher quality, opportunity gap, and national achievement in 46 countries, *Educational Researcher* 36, 7, 369-387
- Alexander, B. (2006). Web 2.0: A new wave of innovation for teaching and learning? *EDUCAUSE Review*, 41, 32-44
- Alexander, R. J., Doddington, C., Gray, J., Hargreaves, L., & Kershner, R. (2012). *The Cambridge primary review research surveys*. London and New York: Routledge
- Alkaher, I., & Tal, T. (2014). The impact of socio-environmental projects of Jewish and Bedouin youth in Israel on students' local knowledge and views of each other. *International Journal of Science Education*, 36(3), 355-381.
- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans*. Washington, DC: Author.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York Oxford: Oxford University Press.
- Amos, R., & Reiss, M. (2012). The benefits of residential fieldwork for school science: Insights from a five-year initiative for inner-city students in the UK. *International Journal of Science Education*, 34(4), 485-511.
- Andrews, D. J. C., Richmond, G., & Stroupe, D. (2017). Teacher education and teaching in the present political landscape: promoting educational equity through critical inquiry and research. *Journal of Teacher Education*, 68(2), 121–124. doi: 10.1177/0022487117691243
- Andrzejewski, C. E., Davis, H. A., Bruening, P. S., & Poirier, R. R. (2016). Can a self-regulated strategy intervention close the achievement gap? Exploring a classroom-based intervention in 9th grade earth science. *Learning and Individual Differences*, 49, 85-99.

- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). "Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922-948. doi:10.1002/tea.21227
- Areepattamannil, S. (2012). Effects of inquiry-based science instruction on science achievement and interest in science: Evidence from Qatar. *The Journal of Educational Research*, 105, 134–146.
- Bacharach, V. R., Baumeister, A. A., & Furr, R. M. (2003). Racial and gender science achievement gaps in secondary education. *The Journal of Genetic Psychology*, 164(1), 115–126.
- Bang, M., & Medin, D. (2010). Cultural processes in science education: Supporting the navigation of multiple epistemologies. *Science Education*, 94(6), 1008-1026
- Banks J. A. (2001). Multicultural Education: Characteristics and Goals. In: Banks James A., & Cherry A. McGee Banks (eds.). *Multicultural Education. Issues & Perspectives*. 4th edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Barton, A. (2001). Science education in urban settings: Seeking new ways of praxis through critical ethnography, *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 899-917.
- Barton, A. C., Tan, E., & Rivet, A. (2008). Creating hybrid spaces for engaging school science among urban middle school girls, *American Educational Research Journal*, 45(1), 68-103
- Becker, S. A, Rodriguez, J. C., Estrada, V., & Davis, A. (2016). *Innovating Language Education: An NMC Horizon Project Strategic Brief*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Retrieved from [http://cdn.nmc.org/media/2016-nmc-strategic-brief-language\\_ed.pdf](http://cdn.nmc.org/media/2016-nmc-strategic-brief-language_ed.pdf)
- Berkowitz, R., Glickman, H., Benbenishty, R., Ben-Artzi, E., Raz, T., Lipshtat, N., & Astor, R.A. (2015). Compensating, mediating, and moderating effects of school climate on academic achievement gaps in Israel. *Teachers College Record*, 117, 070308.
- Bianchini, J. A. (2012). Teaching while still learning to teach: Beginning science teachers' views, experiences, and classroom practices. In B. J. Fraser (Ed.), *Second international handbook of science education* (pp. 389–399). New York, NY: Springer. Doi: 10.1007/978-1-4020-9041-7
- Bianchini J.A. (2017) Equity in Science Education. In: Taber, K.S., Akpan, B. (eds). *Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education*. Sense Publishers, Rotterdam.
- Bitgood, S. (1993). Social influences on the visitor museum experience. *Visitor Behavior*, 8(3), 4–5.
- Blitz, C. L., & Schulman, R. (2016). *Measurement Instruments for Assessing the Performance of Professional Learning Communities*. REL 2016-144. Regional Educational Laboratory Mid-Atlantic.
- Bolam, R., McMahon, A., Stoll, L., Thomas, S., Wallace, M., Greenwood, A., ... & Smith, M. (2005). *Creating and sustaining effective professional learning communities*. Bristol: University of Bristol y Department of Education and Skills.
- Boelter, C., Link, T. C., Perry, B. L., & Leukefeld, C. (2015). Diversifying the STEM Pipeline, *Journal of Education for Students Placed at Risk* (JESPAR), 20(3), 218-237. doi: 10.1080/10824669.2015.1030077
- Bradley, R., Corwyn, R. (2002). Socioeconomic status and child development *Ann Rev Psychol*, 53, 371-399. doi: 10.1146/annurev.psych.53.100901.135233
- Braund, M., & Reiss, M. (2006) Towards a More Authentic Science Curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388, doi: 10.1080/09500690500498419
- Bray, B. & McClaskey, K. (2013). *Personalization v differentiation v individualization* chart (v3). Retrieved from: <http://barbarabray.net/download/personalization-v-differentiation-v-individualization-v3/>

- Bray, B., & McClaskey, K. (2013). A step-by-step guide to personalise learning. *Learning & Leading with Technology*, 40(7), 12–19.
- Brooks-Gunn, J., & Duncan, G. J. (1997) The effects of poverty on children Future. *Child*, 7, 55-71. doi: 10.2307/1602387
- Brown, J. C., & Crippen, K. J. (2016). Designing for culturally responsive science education through professional development. *International Journal of Science Education*, 38(3), 470-492.
- Bryan, L. A., & Atwater, M. M. (2002). Teacher beliefs and cultural models: A challenge for science teacher preparation programs. *Science Education*, 86, 821–839.
- Buysse, V., Sparkman, K. L., & Wesley, P. W. (2003). Communities of practice: Connecting what we know with what we do. *Exceptional children*, 69(3), 263-277.
- Calabrese Barton, A., & Osborne, M. (2001). *Teaching science in diverse settings: Marginalized discourses and classroom practice*. New York: Peter Lang Publishing.
- Calvert, L. (2016). The Power of Teacher Agency. *The Learning Professional*, 37(2), 51.
- Cerini, B., Murray, I. & Reiss, M. (2003). *Student review of the science curriculum: Major findings*. London: Planet Science.
- Chen, X. (2005). *First generation students in postsecondary education: A look at their college transcripts* (NCES 2005–171) Washington, DC: U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics.
- Christman, J. (2001). *Powerful ideas, modest gains: Five years of systemic reform in Philadelphia middle schools*. Philadelphia, PA: Research for Action.
- Cimpian, A., Arce, H.-M. C., Markman, E. M., & Dweck, C. S. (2007). Subtle linguistic cues affect children's motivation. *Psychological Science*, 18, 314–316. doi:10.1111/j.1467-9280.2007.01896.x.
- Claussen, S., & Osborne, J. (2013). Bourdieu's notion of cultural capital and its implications for the science curriculum. *Science Education*, 97(1), 58–79.
- Cleghorn, A. (1992). Primary level science in Kenya: Constructing meaning through English and indigenous languages. *Qualitative Studies in Education*, 5, 311–323. doi: 10.1002/sce.21040
- Clune, W. H., Millar, S. B., Raizen, S. A., Webb, N. L., Britton, E. D., Bowcock, D. C., Gunter, R. L. & Mesquita, R. (Eds.). (1997). *Research on systemic reform: What have we learned? What do we need to know? Synthesis of the second annual NISE forum*. Vol 1: Analysis. Madison, WI: National Institute for Science Education / NSF.
- Connor, C., Kaya, S., Luck, M., Toste, J., Canto, A., Rice, D., & Underwood, P. (2010). Content area literacy: Individualizing student instruction in second-grade Science. *The Reading Teacher*, 63(6), 474–485.
- Corak, M. (2013). Income inequality, equality of opportunity, and intergenerational mobility. *The Journal of Economic Perspectives*, 27(3), 79-102.
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337–357.
- Darling-Hammond (2006). Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education*, 57(3), 300-314.
- Darling-Hammond, L. (2007). Third annual Brown lecture in education research—The flat earth and education: How America's commitment to equity will determine our future. *Educational researcher*, 36(6), 318-334.
- Darling-Hammond, L. (2010). *The flat world and education: How America's commitment to equity will determine our future*. Teachers College Press, New York.

- Darling-Hammond, L., Wei, R. C., Andree, A., Richardson, N., & Orphanos, S. (2009). *Professional learning in the learning profession*. Washington, DC: National Staff Development Council, 12.
- Davis, E. A., & Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3–14.
- Davis, H. A., Chang, M. L., Andrzejewski, C. E., & Poirier, R. R. (2010). Examining behavioral, relational, and cognitive engagement in smaller learning communities: A case study of reform in one suburban district, *Journal of Educational Change*, 11, 345-401
- Davis, H. A., Chang, M. L., Andrzejewski, C. E., & Poirier, R. R. (2014). Examining relational engagement across the transition to high school in three U.S. schools reformed to improve relationship quality, *Learning Environments Research Journal*, 17(2), 263-286
- Davison, D. M., Miller, K. W., & Metheny, D. L. (1995). What does integration of science and mathematics really mean *School Science and Mathematics*, 95(5), 226–230.
- DiSessa, A. A. (2000). *Changing minds: Computers, learning and literacy*. Cambridge: MIT Press.
- Dkeidek, I., Mamlok-Naaman, R., & Hofstein, A. (2011). Effect of culture on high school students question asking ability resulting from an inquiry-oriented chemistry laboratory. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1305-1331.
- Duckworth, A. (2016). *Grit: The power of passion and perseverance*. Simon and Schuster.
- Duensing, S. (2006). Culture matters: Science centers and cultural contexts. In Z. Bekerman, N. Burbules, & D. Silberman-Keller (Eds.), *Learning in places: The informal education reader*, New York: Peter Lang.
- DuFour, R., DuFour, R., Eaker, R., & Many, T. M. (2016). *Learning by doing: A handbook for professional learning communities at work*.
- DuFour, R., & Eaker, R. (1998). *Professional learning communities at work* Bloomington. IN: National Educational Service.
- Duncan, G. & Murnane, R. (Eds.) (2011). *Whither Opportunity? Rising Inequality and the Uncertain Life Chances of Low-Income Children*. New York: Russell Sage Foundation Press.
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 269–291.
- Dweck, C. S. (2008). *Mindsets and math/science achievement*. New York, NY: Carnegie Corp. of New York–Institute for Advanced Study Commission on Mathematics and Science Education
- Dweck, C. (2017). *Mindset: changing the way you think to fulfil your potential*. Hachette UK. Retrieved from, <https://www.mindsetworks.com/schools/default>
- Dyches, J., & Boyd, A. (2017). Foregrounding equity in teacher education: Toward a model of social justice pedagogical and content knowledge. *Journal of Teacher Education*, 68(5), 476-490.
- Elkana, Y. (1981). A Programmatic Attempt at an Anthropology of Knowledge. in E. Mendelson & Y. Elkana (eds.). *Science and Cultures. Sociology of the Sciences*, Vol. 5, Reidel, Dordrecht.
- Evans G. W. (2004). The environment of childhood poverty. *American Psychologist*, 59, 77–92. doi: 10.1037/0003-066X.59.2.77
- Evans, G. W., & Schamberg, M. A. (2009). Childhood poverty, chronic stress, and adult working memory. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 106, p. 6545. doi: 10.1073/pnas.0811910106
- Farah, M. J., Shera, D. M., Savage, J. H., Betancourt, L., Giannetta, J. M., Brodsky, N. L., Malmud, E. K., & Hurt, H. (2006). Childhood poverty: specific associations with neurocognitive development. *Brain Research*, 1110, 166–174. doi: 10.1016/j.brainres.2006.06.072



- Fasasi, R. A. (2017). Effects of ethnoscience instruction, school location, and parental educational status on learners' attitude towards science. *International Journal of Science Education*, 39(5), 548-564.
- Feinstein, L. (2003). Inequality in the early cognitive development of British children in the 1970 Cohort. *Economica*, 70(277), 73–97. Policy summary retrieved from: <http://cep.lse.ac.uk/pubs/download/CP146.pdf>
- Fensham, P. J. (2016). The Future Curriculum for School Science: What Can Be Learnt from the Past? *Research in Science Education*, 46(2), 165-185.
- Ferguson, R. (2008). If multicultural science education standards existed, what would they look like? *Journal of Science Teacher Education*, 19(6), 547.
- Gamoran, A. (2008). Persisting social class inequality in U.S. education. In Weis, L. (Ed.), *The way class works: Readings on school, family, and the economy* (pp. 169–179). New York, NY: Routledge.
- Gay, G. (2000). *Culturally Responsive Teaching: Theory, Research and Practice*. New York, London: Teachers College Press.
- Gay, G. (2010). *Culturally responsive teaching: Theory, research, and practice* (2nd ed.). New York, NY: Teachers College Press.
- Geier, R., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E., & Clay-Chambers, J. (2008). Standardized test outcomes for students engaged in inquiry-based science curricula in the context of urban reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(8), 922-939.
- George, J. (2001). *Culture and science education. A look from the developing world. An action bioscience*. Retrieved from: [www.actionbioscience.org/education/george.html](http://www.actionbioscience.org/education/george.html).
- Gondwe, M., & Longnecker, N. (2015). Scientific and cultural knowledge in intercultural science education: student perceptions of common ground. *Research in Science Education*, 45(1), 117-147.
- Greenleaf, C., Litman, C., Hanson, T., Rosen, R., Herman, J., Schneider, S., & Schneider, S. A. (2011). Integrating literacy and science in biology: Teaching and learning impacts of reading apprenticeship professional development. *American Educational Research Journal*, 48(3), 647–717. doi:10.3102/0002831210384839
- Griffis, K., & Wise, J. (2005). *Sensing the environment*. Los Angeles: Center for Embedded Networked Sensing, University of California, Los Angeles. Retrieved from: <http://interactive.cens.ucla.edu/education/InquiryModule>
- Gruenewald, D. A. (2003). The best of both worlds: A critical pedagogy of place. *Educational researcher*, 32(4), 3-12.
- Haberman, M. (1991). Can cultural awareness be taught in teacher education programs? *Teaching Education*, 4, 25-32.
- Hackman, D. A., & Farah, M. J. (2009). Socioeconomic status and the developing brain. *Trends in cognitive sciences*, 13(2), 65-73.
- Hamrick, F. A., & Stage, F. K. (2004). College predisposition at high-minority enrollment, low-income schools. *Review of Higher Education*, 27, 151–168. doi: 10.1353/rhe.2003.0058.
- Hardesty, D. L. (1977). *Ecological anthropology*. New York, NY: Wiley.
- Hattie, J., Masters, D., & Birch, K. (2016). *Visible learning into action: International case studies of impact*. New York, NY: Routledge.
- Heckman, J. J. (2006). Skill Formation and the Economics of Investing in Disadvantaged Children. *Science*, 312, 1900–1902.

- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459-1483.
- Irvine J. J. (2003). *Educating teachers for diversity: Seeing with a cultural eye*. New York Teachers College Press.
- Javidi, G., & Sheybani, E. (2010). Making youth excited about STEM education. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 26, 140–147.
- Johnson L., Adams Becker S., Estrada V., & Freeman, A. (2015). *NMC horizon report: 2015 K-12 edition*. The New Media Consortium, Austin
- Kali, Y. (2006). Collaborative knowledge-building using the design principles database. *International Journal of Computer Support for Collaborative Learning*, 1, 187–201.
- Kamins, M. L., & Dweck, C. S. (1999). Person versus process praise and criticism: Implications for contingent self-worth and coping. *Developmental Psychology*, 35, 835–847.
- Kearsey, J., & Turner, S. (1999). The value of bilingualism in pupils' understanding of scientific language. *International Journal of Science Education*, 21, 1037–1050.
- Kim, J. J., & Crasco, L. M. (2006). Best policies and practices in urban educational reform: A summary of empirical analysis focusing on student achievements and equity. *Journal of Education for Students Placed at Risk*, 11(1), 19-37.
- Kim C., & Pekrun R. (2014) Emotions and Motivation in Learning and Performance. In: Spector J., Merrill M., Elen J., Bishop M. (eds) *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Springer, New York, NY.
- Klenstchy, M. (2005). Science notebook essentials. *Science and Children*, 43(3), 24–27.
- Kohlhaas, K., Lin, H., & Chu, K. (2010). Disaggregated outcomes of ethnicity, gender, and poverty on fifth grade science performance. *Research in Middle Level Education Online*, 33(6), 1–12.
- Koren, P., & Bar, V. (2009a). Science and its images—Promise and threat: From classic literature to contemporary students' images of science and “the scientist”. *Interchange*, 40(2), 141–163.
- Kozol, J. (2005). *The shame of the nation: The restoration of apartheid schooling in America*. New York: Crown.
- Krajcik, J. (2015). Project-Based Science. *Science Teacher*, 82(1), 25-27. Retrieved from: <https://www.learntechlib.org/p/158426/>.
- Ladson-Billings, G. (1994). *The dream keepers: Successful teachers of African-American students* (1st ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Ladson-Billings, G. (1995). But that's just good teaching! The case for culturally relevant pedagogy. *Theory into Practice*, 34(3), 159–165.
- Laugtsch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Lawson, A. E., & Worsnop, W. A. (1992). Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief and religious commitment. *Journal of research in science teaching*, 29(2), 143-166.
- Lee, C. D. (1993). *Signifying as a scaffold for literary interpretation*. Urbana, IL: National Council of Teachers of English.
- Lee, C. D. (1995). A culturally based cognitive apprenticeship: Teaching African American high school students' skills in literary interpretation. *Reading Research Quarterly*, 30(4), 608–631.
- Lee, C. D. (2001). Is October Brown Chinese? A cultural modeling activity system for underachieving students. *American Educational Research Journal*, 38(1), 97–141.



- Lee, O. (2003). Equity for linguistically and culturally diverse students in science education: A research agenda. *Teachers College Record*, 105(3), 465–489.
- Lee, O. (2004). Teacher change in beliefs and practices in science and literacy instruction with English language learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 65–93.
- Lee, O. (2005). Science education and student diversity: Synthesis and research agenda. *Journal of Education for Students Placed at Risk*, 10(4), 431-440.
- Lee, O. & Buxton, C. A. (2010). *Diversity and equity in science education: Research, policy, and practice*. Teachers College Press, New York: NY
- Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S. W., Krajcik, J., Herman, B. C. & Zeidler, D. L. (2013) Socioscientific Issues as a Vehicle for Promoting Character and Values for Global Citizens. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2079-2113, doi: 10.1080/09500693.2012.749546
- Lee, O., Miller, E. C., & Januszyk, R. (2014). Next generation science standards: All standards, all students. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 223-233.
- Lillard, D. R., & DeCicca, P. P. (2001). Higher standards, more dropouts? Evidence within and across time. *Economics of Education Review*, 20, 459–473
- Linder, C., Östman, L., Roberts, D. A., Wickman, P. O., Erickson, G., & MacKinnon, A. (2011). Overview: scientific literacy and the state of the art in school science education. In C. Linder, L. Östman, D. A. Roberts, P.-O. Wickman, G. Erickson, & A. MacKinnon (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 1-6). New York: Routledge.
- Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2011). *Science learning and instruction: Taking advantage of technology to promote knowledge integration*. New York, NY: Routledge.
- Linn, M. C., Gerard, L., Matuk, C., & McElhaney, K. W. (2016). Science Education: From Separation to Integration. *Review of Research in Education*, 40(1), 529-587.
- Lipka, J. (1998). Expanding curricular and pedagogical possibilities: Yup'ik-based mathematics, science, and literacy, In J. Lipka, G. V. Mohatt, & the Ciulistet Group (Eds.), *Transforming the culture of schools: Yup'ik Eskimo examples*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lock, R. & Tilling, S. (2002). Ecology fieldwork in 16 to 19 biology. *School Science Review*, 84(307), 79–87.
- Loeb, S., Bridges, M., Bassok, D., Fuller, B., & Rumberger, R. W. (2007). How Much Is Too Much? The Influence of Preschool Centers on Children's Social and Cognitive Development. *Economics of Education Review*, 26(1), 52–66.
- Maerten-Rivera, J., Myers, N., Lee, O., & Penfield, R. (2010). Student and school predictors of high-stakes assessment in science. *Science Education*, 94(6), 937–962.
- Mapp, K. L. (2003). Having their say: Parents describe why and how they are engaged in their children's learning. *School Community Journal*, 13(1), 35–64.
- McCombs, J. S., Augustine, C. H., Schwartz, H. L., Bodilly, S. J., McInnis, B., Lichter, D. S., & Cross, A. B. (2011). *Making summer count: How summer programs can boost children's learning*. Santa Monica, CA: RAND Corporation.
- McDowall, S., Cameron, M., Dingle, R., Gilmore, A., & MacGibbon, L. (2007). *Evaluation of the literacy professional development project*. Report prepared for the Ministry of Education by the New Zealand Council of Educational Research and the University of Canterbury.
- McKinley, E. (2005). Locating the global: Culture, language and science education for Indigenous students. *International Journal of Science Education*, 27, 227-241.
- McLoyd V. C. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist*, 53, 185– 204

- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15, 153–191. doi:10.1207/s15327809jls1502\_1
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schuun, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71-85.
- Melhuish, E.C., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., Taggart, B., Phan, M.B., & Malin, A. (2008). Preschool influences on mathematics achievement. *Science*, 321(5893), 1161–1162.
- Middleton, M., Dupuis, J., & Tang, J. (2013). Classrooms and culture: The role of context in shaping motivation and identity for science learning in indigenous adolescents. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 111–141. doi:10.1007/s10763-012-9385-5
- Milner, H. R. (2012). Beyond a test score: Explaining opportunity gaps in educational practice. *Journal of Black Studies*, 43(6), 693-718
- Minstrell, J., Kraus, P. (2005). Guided inquiry in the science classroom. In Donovan, M. S., Bransford, J. D. (Eds.), *How students learn: History, mathematics, and science in the classroom* (pp. 475–511). Washington, DC: National Academies Press.
- Moje, E. B. (2007). Chapter 1: Developing socially just subject-matter instruction: A review of the literature on disciplinary literacy teaching. *Review of Research in Education*, 31, 1-44.
- Moore, F. M. (2007). Teachers' coping strategies for teaching science in a "low-performing" school district. *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 773-794.
- Mueller, C. M., Dweck, C. S. (1998). Praise for intelligence can undermine children's motivation and performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(1), 33-52
- Mueller M. P., Zeidler D. L. (2010). Moral–Ethical Character and Science Education: EcoJustice Ethics Through Socioscientific Issues (SSI). In Tippins D., Mueller M., van Eijck M., Adams J. (eds) *Cultural Studies and Environmentalism*. Cultural Studies of Science Education, vol 3. Springer, Dordrecht
- Muller, P. A., Stage, F. K., & Kinzie, J. (2001). Science achievement growth trajectories: Understanding factors related to gender and racial–ethnic differences in precollege science achievement. *American Educational Research Journal*, 38, 981–1012.
- Mun, K., Lee, H., Kim, S. W., Choi, K., Choi, S. Y., & Krajcik, J. S. (2015). Cross-cultural comparison of perceptions on the global scientific literacy with Australian, Chinese, and Korean middle school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 437-465.
- Nasir, N. S., & Hand, V. (2006). Exploring sociocultural perspectives on race, culture, and learning. *Review of Educational Research*, 76, 449–475.
- Nasir, N. S., Rosebery, A. S., Warren, B., & Lee, C. D. (2006). *Learning as a cultural process. Achieving equity through diversity. The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 489–504). New York: Cambridge University Press.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Center for Education Statistics - NCES (2012). *The Nation's Report Card: Science 2011. National assessment of educational progress at grade 8 (NCES 2012–455)*. Washington, DC: US Department of Education, Institute of Education Sciences.

- National Center for Education Statistics - NCES (2013). *The condition of education 2012 (NCES 2012-045)*. Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences.
- National science education standards* (1996). Washington, DC, National Academy Press
- Next generation science standards (NGSS): For states, by states* (2013). Washington, DC The National Academy Press.
- Noble, K. G., Norman, M. F. & Farah, M. J. (2005), Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*, 8, 74-87. doi:[10.1111/j.1467-7687.2005.00394.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00394.x)
- Noble, K. G., McCandliss, B. D. & Farah, M. J. (2007), Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*, 10, 464-480. doi:[10.1111/j.1467-7687.2007.00600.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00600.x)
- No Child Left Behind*. (2001). Retrieved from: <http://www.ed.gov/nclb/landing.jhtml>.
- Odogwu, H. N. (2002). Female students perception and attitude to mathematics: A bane to their SMT education. *The Journal of the Mathematical Association of Nigeria*, 27(1), 19–29.
- O'Neill, T., & Barton, A. (2005). Uncovering student ownership in science learning: The making of a student created mini-documentary. *School Science and Mathematics*, 105(6), 292–298.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2001). *Knowledge and skills for life: First results from PISA 2000*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2004). *PISA 2006 learning for tomorrow's world: First results from PISA 2003*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).
- Osborne, J. F. (2001). Science education for contemporary society: Problems, issues and dilemmas. In O. Dejong, E. R. Savelsbergh, & A. Alblas (Eds.), *Teaching for scientific literacy* (pp. 15–25). Proceedings of the 2nd International Utrecht / ICASE Symposium, Utrecht, The Netherlands.
- Pane, J. F. (2017). *Informing progress: insights on personalized learning implementation and effects*. RAND.
- Pane, J. F., Steiner, E., Baird, M. & Hamilton, L. (2015). *Continued progress: Promising evidence on personalized learning*. Retrieved from: <http://k12education.gatesfoundation.org/wp-content/uploads/2015/11/Gates-ContinuedProgress-Nov13.pdf>. Accessed 6 Sep 2016.
- Paris, D. (2012). Culturally sustaining pedagogy: A needed change in stance, terminology and practice. *Educational Researcher*, 41(3), 93–97.
- Payne, C. M. (2008). *So much reform, so little change: The persistence of failure in urban schools*. Cambridge, MA: Harvard Education Press.
- Phillips, J. (2003). Powerful learning: Creating learning communities in urban school reform. *Journal of curriculum and Supervision*, 18(3), 240-258.
- Prokop, P., Tuncer, G. & Kvasnicak, R. (2007). Short-term effects of field programme on students' knowledge and attitude toward biology: A Slovak experience. *Journal of Science Education and Technology*, 16(3): 247–255.
- Putnam, R. D. (2015). *Our Kids: The American Dream in Crisis*. New York: Simon and Schuster.
- Reardon, S. (2011). The widening academic achievement gap between the rich and the poor: New evidence and possible explanations. In Duncan, G. J., Murnane, R. J. (Eds.), *Whither opportunity? Rising inequality, schools, and children's life chances* (pp. 91–116). New York, NY: Russell Sage Foundation.

- Reardon, S. (2014). *Education state of the union. The poverty and inequality report*. Stanford, CA: The Stanford Center on Poverty and Inequality.
- Reiser, B. J., Novak, M., & McGill, T. A. W. (2017). *Coherence from the students' perspective: Why the vision of the framework for K-12 science requires more than simply "combining" three dimensions of science learning*. Paper commissioned for the board on science education workshop "instructional materials for the Next Generation Science Standards". Retrieved from: [http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse\\_180270.pdf](http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_180270.pdf)
- Rhoton, J., & Bowers, P. (2002). *Science teacher retention: Mentoring and renewal*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.
- Richmond, G., Bartell, T., Floden, R., & Petchauer, E. (2017). Core teaching practices: Addressing both social justice and academic subject matter. *Journal of Teacher Education*, 68(5), 432-434.
- Rickinson, M., Dillon, J., Tearney, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D. & Benefield, P. (2004). *A review of research on outdoor learning*, Slough: National Foundation for Educational Research.
- Rivet, A. E., & Krajcik, J. S. (2008). Contextualizing instruction: Leveraging students' prior knowledge and experiences to foster understanding of middle school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 79-100.
- Rodriguez, A. J. (1998). Strategies for counter resistance: Toward socio transformative constructivism and learning to teach science for diversity and for understanding, *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 589-622. Doi: 10.1002/(SICI)1098-2736(199808)35:6<589::AID-TEA2>3.0.CO;2-I
- Rodriguez, A. J. (2001). From gap gazing to promising cases: Moving toward equity in urban education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(10), 1115-1129. doi.org/10.1002/tea.10005
- Rodriguez, G. M. (2013). Power and agency in education: Exploring the pedagogical dimensions of funds of knowledge. *Review of Research in Education*, 37, 87–120. Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. New York: Oxford University Press. doi:10.3102/0091732X12462686
- Rosebery, A. S., Warren, B., & Conant, F. R. (1992). Appropriating scientific discourse: Findings from language minority classrooms. *Journal of the Learning Sciences*, 1, 61–94.
- Rosen, Y., & Wolf, I. (2011). *Bridging the Social Gap Through Educational Technology*. Educational Technology, 39.
- Roth, W. M., van Eijck, M., Reis, G. & Hsu, P. L. (2008). *Authentic Science Revisited: In praise of diversity, heterogeneity, hybridity*. Rotterdam: Sense.
- Rubin, E., Bar, V., & Cohen, A. (2003). The images of scientists and science among Hebrew-and Arabic-speaking pre-service teachers in Israel. *International Journal of Science Education*, 25(7), 821-846.
- Ruby, A. (2002). Internal teacher turnover in middle school reform. *Journal of Education for Students Placed at Risk*, 7(4), 379–406.
- Ruby, A. (2006). Improving science achievement at high-poverty urban middle schools. *Science Education*, 90(6), 1005-1027.
- Ryu, S & W. A. (2012). Improvements to elementary children's epistemic understanding from sustained argumentation, *Science Education*, 96(3), 488–526. doi.org/10.1002/sce.21006
- Sandoval, W. (2014). Conjecture mapping: An approach to systematic educational design research. *Journal of the Learning Sciences*, 23(1), 18–36. doi: 10.1080/10508406.2013.778204
- Seiler, G. (2001). Reversing the "standard" direction: Science emerging from the lives of African American students. *Journal of Research in Science Teaching* 38, 1000-1014. doi:10.1002/tea.1044

- Sfard, A. & Prusak, A. (2005). Telling identities: In search of an analytic tool for investigating learning as a culturally shaped activity. *Educational Researcher*, 34(4), 14–22.
- Shanahan, T., & Shanahan, C. (2008). Teaching disciplinary literacy to adolescents: Rethinking content-area literacy. *Harvard Educational Review*, 78, 40–59.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Smith, B. J. (2003). Cultural curriculum and marginalized youth: An analysis of conflict at a school for juvenile parolees. *The Urban Review* 35,253-280. doi:10.1023/B:URRE.0000017530.71824.56
- Snively, G., & Corsiglia, J. (2001). Discovering Indigenous science: Implications for science education. *Science Education*, 85, 6-34.
- Sofer, R. (2012). The cultural diversity training of students of education in Israel: A holistic model. *Education Sciences & Psychology*, 20(1).
- Songer, N. B., Lee, H. S., & Kam, R. (2002). Technology-rich inquiry science in urban classrooms: What are the barriers to inquiry pedagogy? *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 128 – 150.
- Spillane, J., Diamond, J., Walker, L., Halverson, R., & Jita, L. (2001). Urban school leadership for elementary science instruction: Identifying and activating resources in an undervalued school subject. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 918–940.
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological science in the public interest*, 12(1), 3-54. doi:10.1177/1529100611418056
- Tate, W. (2001). Science education as a civil right: Urban schools and opportunity-to-learn considerations, *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 1015-1028. doi: 10.1002/tea.1045
- Tate, W. F., Jones, B. D., Thorne-Wallington, E., & Hogrebe, M. C. (2012). Science and the City: Thinking Geospatially about Opportunity to Learn. *Urban Education*, 47(2), 399–433. Retrieved from: <https://doi.org/10.1177/0042085911429974>
- TexeiraM. T., Christian, P. M. (2002). And still they rise: Practical advice for increasing African American enrollments in higher education. *Educational Horizons*, 8(3), 117-124. Retrieved from: <http://www.jstor.org/stable/42927104>
- Thadani, V., Cook, M. S., Griffis, K., Wise, J. A., & Blakey, A. (2010). The Possibilities and Limitations of Curriculum-Based Science Inquiry Interventions for Challenging the “Pedagogy of Poverty”. *Equity & Excellence in Education*, 43(1), 21-37. doi: [10.1080/10665680903408908](https://doi.org/10.1080/10665680903408908)
- Tobin, K., Roth, W. M., & Zimmerman, A. (2001). Learning to teach science in urban schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8), 941-964.
- Tomlinson, C. (2000). Reconcilable differences? Standards-Based teaching and differentiation. *Educational Leadership*, 58(1), 6-11. Retrieved from <http://esblog.k12albemarle.org/attachments/7b8c23a2-1dd0-4aab-943fd417df093124.pdf>
- Tomlinson, C. & Eidson, C. (2003). *Differentiation in Practice: A Resource Guide for Differentiating Curriculum: Grades K–5*, Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, Virginia.
- Tomlinson, C. A., & Strickland, C. A. (2005). *Differentiation in practice: A resource guide for differentiating curriculum, grades 9–12*. Alexandria, VA: ASCD.
- Tong, F., Irby, B. J., Lara-Alecio, R., Guerrero, C., Fan, Y., & Huerta, M. (2014). A randomized study of a literacy-integrated science intervention for low-socio-economic status middle school students: Findings from first-year implementation. *International Journal of Science Education*, 36(12), 2083-2109.

- Vescio, V., Ross, D., & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning. *Teaching and teacher education*, 24(1), 80-91.
- Wallace, C., Hand, B., & Yang, E. (2004). The science writing heuristic: Using writing as a tool for learning in the laboratory. In W. Saul (Ed.), *Crossing borders in literacy and science instruction: Perspectives on theory and practice* (pp. 355–368). Newark, DE: International Reading Association.
- Warren, B., Ballenger, C., Ogonowski, M., Rosebery, A. S., & Hudicourt-Barnes, J. (2001). Rethinking diversity in learning science: The logic of everyday sense-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(5), 529–552.
- Warren, B., & Rosebery, A. S. (2004). *What do you think Keenan means? Exploring possible meanings of explicitness in the science classroom. Speaker series*. East Lansing: Center for the Scholarship of Teaching, College of Education, Michigan State University.
- Weis, L., Eisenhart, M., Cipollone, K., Stich, A. E., Nikischer, A. B., Hanson, J., ... & Dominguez, R. (2015). In the guise of STEM education reform: Opportunity structures and outcomes in inclusive STEM-focused high schools. *American Educational Research Journal*, 52(6), 1024-1059.
- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: Philosophical, psychological and pedagogical considerations. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 7–38). The Netherlands: Kluwer.
- Zimmerman, E., & Brogan, L. (2015). Grit and legal education. *Pace Law Review*, 36(1), 112-157. Retrieved from: <http://digitalcommons.pace.edu/plr/vol36/iss1/4>
- Zohar, A., & Ben-David, A. (2008). *Explicit teaching of meta-strategic knowledge in authentic classroom situations. Metacognition and Learning*, 3(1), 59-82.
- Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). Higher order thinking skills and low-achieving students: Are they mutually exclusive?. *The journal of the learning sciences*, 12(2), 145-181.
- Zoldosova, K. & Prokop, P. (2006). Education in the field influences children's ideas and interest toward science. *Journal of Science Education and Technology*, 15(3): 304–313.