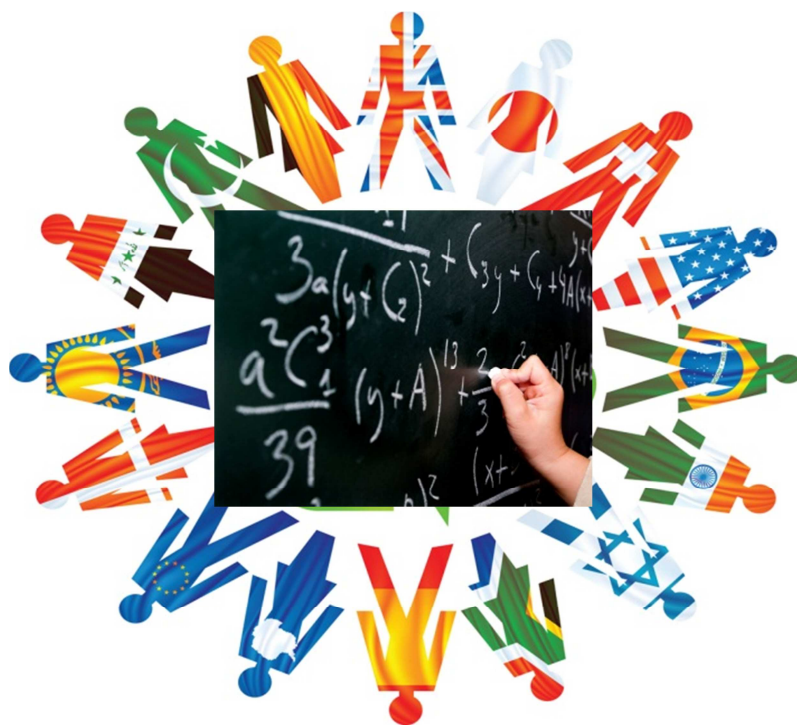


טימס 2011

**TIMSS – Trends in Mathematics and
Science Study**

**מחקר בין-לאומי להערכת הידע והמיומנויות של
תלמידי כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים**



מבט ישראלי

בישראל (לפי סדר א - ב):

פרופ' חגי נצר (יו"ר הוועדה)	החוג לאסטרונומיה ואסטרופיזיקה, אוניברסיטת תל-אביב
ד"ר נעמי גפני	המרכז הארצי לבחינות והערכה
ד"ר חוסם דיאב	מפקח על הוראת המדעים במגזר הערבי, משרד החינוך
פרופ' אברהם הרכבי	המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע
פרופ' מאיר מידב	בית הספר לחינוך, אוניברסיטת תל-אביב
ד"ר עפרה מייזלס	יו"ר המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך, החל מתשע"ב
ד"ר אסעד מחאג'נה	מפקח על המגזר הערבי והבדואי בדרום, משרד החינוך
גב' יפה פס	מנהלת האגף לחינוך על-יסודי, משרד החינוך
ד"ר חנה פרל	מפמ"ר להוראת המתמטיקה, משרד החינוך
ד"ר צבי צמרת	יו"ר המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך, עד תשע"ב
ד"ר עופר רימון	מנהל מינהל מדע וטכנולוגיה, משרד החינוך
גב' נעמי ריפתי	יו"ר המועצה הפדגוגית, הסתדרות המורים

נציגי ראמ"ה בוועדה:

פרופ' מיכל בלר	מנכ"לית ראמ"ה
גב' אימאן עואדיה	מנהלת תחום מחקרים בערבית, ראמ"ה
ד"ר ענבל רון קפלן	מנהלת תחום מחקרים בינלאומיים, ראמ"ה
ד"ר יואל רפ	מנהל אגף הבחינות, ראמ"ה

מנהלת המחקר בישראל (National Research Coordinator - NRC):

ד"ר ענבל רון קפלן	מנהלת תחום מחקרים בינלאומיים, ראמ"ה
-------------------	-------------------------------------

עיבוד נתונים וכתובת הדוח:

ד"ר הדס גלברט	מנהלת גף מחקרים בין-לאומיים, ראמ"ה
ד"ר עמיחי רגבי	מנהל תחום עיבוד נתונים, ראמ"ה
ד"ר יואל רפ	מנהל אגף מבחנים, ראמ"ה
ד"ר ענבל רון-קפלן	מנהלת תחום מבחנים בין-לאומיים, ראמ"ה
ד"ר חגית גליקמן	ממלאת מקום מנכ"לית ראמ"ה, החל מתשע"ג
ד"ר סמדר לב	יועצת ראמ"ה
גב' נילי עדן	עריכת לשון
גב' נינה חסין	ייעוץ בעיבוד נתונים ועיצוב תרשימים

תודה לתלמידים, למורים ולמנהלי בתי הספר שהשתתפו במחקר. תודות לכל מי שתרם להכנת הדוח, קרא, העיר, האיר וסייע להשלים את יצירתו.

* התפקידים והשיוך המוסדי של בעלי התפקידים נכונים ל-2011, אלא אם כן צוין אחרת

תוכן עניינים

פרק 1:	מבוא.....9
1.1	מדוע חשוב להשתתף במחקר?.....10
1.2	מי עורך את המחקר?.....10
1.3	מי משתתף במחקר?.....11
1.4	כיצד בנוי דוח זה?.....13
פרק 2:	המסגרת המושגית במחקר טימס 2011 ותכניות הלימודים בישראל.....15
2.1	המסגרת המושגית.....15
2.2	תכניות הלימודים.....17
פרק 3:	שיטת המחקר.....29
3.1	כלי ההערכה במחקר טימס.....29
3.2	הליך התרגום וההתאמה של חומרי המחקר.....32
3.3	מחקר החלוץ.....34
3.4	המחקר העיקרי.....34
3.5	עיבוד הנתונים.....41
3.6	דיווח התוצאות.....43
פרק 4:	ההישגים במתמטיקה ובמדעים במחקר טימס 2011.....47
4.1	הישגי ישראל במתמטיקה.....47
4.2	הישגי ישראל במדעים.....65
4.3	סיכום - הישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים בישראל.....82
פרק 5:	עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים.....91
5.1	כיצד נאסף המידע על עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים ועל ציפיותיהם להשכלה גבוהה?.....91
5.2	עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה במבט בין לאומי ופנים ישראלי.....93
5.3	עמדות התלמידים כלפי מדעים במבט בין לאומי ופנים ישראלי.....100
5.4	הציפייה להשכלה גבוהה.....106
5.5	השוואה בין עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה וכלפי מדעים.....107
פרק 6:	המורים למתמטיקה ולמדעים.....109
6.1	דגימת המורים.....110
6.2	איסוף הנתונים וניתוחם.....111
6.3	ממצאים: הכשרת המורים.....113
6.4	ממצאים: עמדות המורים למתמטיקה ולמדעים ותפיסותיהם.....125
6.5	השוואה בין המורים למתמטיקה והמורים למדעים בישראל.....136
פרק 7:	מה עשוי להסביר את העלייה בהישגי ישראל במחקר טימס 2011.....139
7.1	שינויים במערכת החינוך בשנים שקדמו למחקר טימס 2011.....140
7.2	שיפור כלי המבחן וסביבת המבחן לשם העלאת תוקף המבחן.....148
7.3	גורמים שנטען כי הטו את ייצוגיות המדגם ולכן את התוצאות.....151
7.4	עדויות נוספות לשיפור בהישגים: תוקף מתכנס.....154
7.5	סיכום ודיון.....155

12.....	המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2011 והשתתפותם במחזורי מחקר קודמים	לוח 1.1:
16.....	תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות במתמטיקה	לוח 2.1:
17.....	תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות במדעים	לוח 2.2:
19.....	תחומי התוכן בתכנית הלימודים החדשה במתמטיקה בישראל	לוח 2.3:
22.....	תחומי התוכן במדעים בתכנית הלימודים המעודכנת במדע וטכנולוגיה בישראל, הנושאים המרכזיים (מודגשים) ונושאי המשנה	לוח 2.4:
30.....	הפריטים במתמטיקה ובמדעים - לפי תחומי תוכן	לוח 3.1:
30.....	הפריטים במתמטיקה ובמדעים - לפי ממדים קוגניטיביים	לוח 3.2:
35.....	שכבות הדגימה במחקר טימס 2011 בישראל	לוח 3.3:
38.....	השתתפותם של בתי הספר שנדגמו בישראל	לוח 3.4:
39.....	תיאור המשתתפים במסגרת הדגימה, במדגם ובמחקר בפועל	לוח 3.5:
45.....	תיאור תמציתי של חמש רמות ההישג בסולם מתמטיקה	לוח 3.6:
46.....	תיאור תמציתי של חמש רמות ההישג בסולם מדעים	לוח 3.7:
100.....	השוואה בין עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה בשנים 2007 ו-2011 לפי מגזר שפה - שיעור התלמידים ה"מסכימים מאוד" עם היגדים המייצגים את מדדי העמדות	לוח 5.1:
106.....	השוואה בין עמדות התלמידים כלפי מדעים בשנים 2007 ו-2011 לפי מגזר שפה - שיעור התלמידים ה"מסכימים מאוד" עם היגדים המייצגים את מדדי העמדות	לוח 5.2:
111.....	מספר המורים והתלמידים במחקר לפי מגזר שפה וסוג פיקוח	לוח 6.1:
129.....	שיעור התלמידים שמוריהם חשים "בטוחים מאוד" ביכולת להפעיל אסטרטגיות להוראת מתמטיקה	לוח 6.2:
135.....	שיעור התלמידים שמוריהם חשים "בטוחים מאוד" בנוגע להפעלת אסטרטגיות להוראת מדעים	לוח 6.3:
141.....	שיעור כיסוי הנושאים שבמסגרת המושגית של מחקר טימס בתכניות הלימודים במתמטיקה ובמדע וטכנולוגיה בישראל	לוח 7.1:

תרשימים

2.1:	יעדי השיפור בהישגים הלימודיים ותכנית היישום כפי שהוצגו במסמך "ממשלת ישראל מאמינה בחינוך" לקראת שנת הלימודים תש"ע.....	25
תרשים 3.1:	תהליך התרגום בישראל משפת המקור (אנגלית) לכל אחת משפות המטרה (עברית/ערבית).....	32
תרשים 4.1:	ההישגים במתמטיקה בקרב המדינות המשתתפות בטימס 2011.....	48
תרשים 4.2:	התפלגות ההישגים לפי סְפִי ההישגים במתמטיקה במדינות שהשתתפו במחקר 2011.....	49
תרשים 4.3:	פיזור ההישגים במתמטיקה בקרב המדינות המשתתפות במחקר טימס 2011.....	50
תרשים 4.4:	פערים במתמטיקה בין בנות לבנים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר 2011.....	51
תרשים 4.5:	הישגי התלמידים בישראל במתמטיקה לפי מגזר שפה.....	52
תרשים 4.6:	התפלגות ההישגים במתמטיקה לפי ספי הישג ולפי מגזר שפה.....	52
תרשים 4.7:	הישגי ישראל במתמטיקה - לפי מגזר שפה ולפי מגדר.....	53
תרשים 4.8:	הישגי ישראל במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי.....	54
תרשים 4.9:	ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח.....	56
תרשים 4.10:	ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח ולפי מגדר.....	57
תרשים 4.11:	ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-כלכלי.....	58
תרשים 4.12:	הישגי ישראל במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן.....	59
תרשים 4.13:	הישגי ישראל במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן לפי מגזר שפה.....	59
תרשים 4.14:	הישגי ישראל במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן - לפי מגדר.....	60
תרשים 4.15:	הישגי ישראל במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות.....	60
תרשים 4.16:	הישגי ישראל במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות - לפי מגזר שפה.....	61
תרשים 4.17:	הישגי ישראל במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות - לפי מגדר.....	62
תרשים 4.18:	הישגי ישראל במתמטיקה בארבעת המחזורים של מחקר טימס 1999-2011.....	62
תרשים 4.19:	שיעור התלמידים בישראל בכל קטגוריית הישג במתמטיקה בארבעת מחזורי מחקר טימס 1999-2011.....	63
תרשים 4.20:	ההישגים במדעים בקרב המדינות המשתתפות במחקר טימס 2011.....	65
תרשים 4.21:	סְפִי ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2011.....	67
תרשים 4.22:	פיזור ההישגים במדעים בקרב המדינות המשתתפות במחקר טימס 2011.....	68
תרשים 4.23:	פערים במדעים בין בנות לבנים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2011.....	69
תרשים 4.24:	הישגי התלמידים בישראל במדעים - לפי מגזר.....	70
תרשים 4.25:	ההתפלגות של הישגי ישראל במדעים - לפי ספי הישג ולפי מגזר שפה.....	70
תרשים 4.26:	הישגי ישראל במדעים - לפי מגזר שפה ולפי מגדר.....	71
תרשים 4.27:	הישגי ישראל במדעים - לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי.....	72
תרשים 4.28:	ההישגים במדעים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח.....	73
תרשים 4.29:	ההישגים במדעים בקרב תלמידים בתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח ולפי מגדר.....	74
תרשים 4.30:	ההישגים במדעים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-כלכלי.....	75
תרשים 4.31:	הישגי ישראל במדעים בארבעת תחומי התוכן.....	76
תרשים 4.32:	הישגי ישראל במדעים בארבעת תחומי התוכן - לפי מגזר שפה.....	76
תרשים 4.33:	הישגי ישראל במדעים בארבעת תחומי התוכן - לפי מגדר.....	77
תרשים 4.34:	הישגי ישראל במדעים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות.....	77
תרשים 4.35:	הישגי ישראל במדעים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות - לפי מגזר שפה.....	78
תרשים 4.36:	הישגי ישראל במדעים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות - לפי מגדר.....	78
תרשים 4.37:	הישגי ישראל במדעים בארבעה מחזורים של מחקר טימס 1999-2011.....	79
תרשים 4.38:	שיעור התלמידים בישראל בכל סף הישג במדעים בארבעת מחזורי מחקר טימס 1999-2011.....	80
תרשים 5.1:	התפלגות התלמידים לפי מידת האהבה למתמטיקה.....	94
תרשים 5.2:	הישגי התלמידים לפי מידת האהבה למתמטיקה.....	94
תרשים 5.3:	התפלגות התלמידים לפי מידת ההערכה למתמטיקה.....	95

96.....	הישגי התלמידים לפי מידת ההערכה למתמטיקה	תרשים 5.4:
97.....	התפלגות התלמידים לפי מידת הביטחון ביכולת במתמטיקה	תרשים 5.5:
97.....	הישגי התלמידים לפי מידת הביטחון ביכולת במתמטיקה	תרשים 5.6:
101.....	התפלגות התלמידים לפי מידת האהבה למדעים	תרשים 5.7:
101.....	הישגי התלמידים לפי מידת האהבה למדעים	תרשים 5.8:
102.....	התפלגות התלמידים לפי מידת ההערכה למדעים	תרשים 5.9:
103.....	הישגי התלמידים לפי מידת ההערכה למדעים	תרשים 5.10:
103.....	התפלגות התלמידים לפי מידת הביטחון ביכולת במדעים	תרשים 5.11:
104.....	הישגי התלמידים לפי מידת הביטחון ביכולת במדעים	תרשים 5.12:
107.....	התפלגות התלמידים לפי הציפייה להשכלה גבוהה	תרשים 5.13:
114.....	התפלגות התלמידים לפי רמת ההשכלה הפורמלית ולפי תחומי הלימוד של המורים למתמטיקה	תרשים 6.1:
115.....	הישגי התלמידים בישראל לפי רמת ההשכלה הפורמלית של המורים למתמטיקה	תרשים 6.2:
116.....	הישגי התלמידים לפי תחומי הלימוד של המורים למתמטיקה	תרשים 6.3:
117.....	שיעור התלמידים לפי נושאי ההשתלמות של המורים למתמטיקה בשנת המחקר ובשנה שקדמה לה	תרשים 6.4:
117.....	התפלגות התלמידים לפי הוותק של המורים למתמטיקה	תרשים 6.5:
118.....	הישגי התלמידים לפי הוותק של המורים למתמטיקה	תרשים 6.6:
119.....	התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי רמת ההשכלה הפורמלית ותחומי הלימוד של המורים למתמטיקה ולפי סוג פיקוח	תרשים 6.7:
119.....	התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי ותק המורים למתמטיקה ולפי סוג פיקוח	תרשים 6.8:
120.....	התפלגות התלמידים לפי רמת ההשכלה הפורמלית ולפי תחומי הלימוד של המורים למדעים	תרשים 6.9:
121.....	הישגי התלמידים בישראל לפי רמת ההשכלה הפורמלית של המורים למדעים	תרשים 6.10:
122.....	הישגי התלמידים לפי תחומי הלימוד של המורים למדעים	תרשים 6.11:
123.....	שיעור התלמידים לפי נושאי ההשתלמות של המורים למדעים בשנת המחקר ובשנה שקדמה לה	תרשים 6.12:
123.....	התפלגות התלמידים לפי הוותק של המורים למדעים	תרשים 6.13:
124.....	הישגי התלמידים לפי הוותק של המורים למדעים	תרשים 6.14:
125.....	התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי רמת ההשכלה הפורמלית ותחומי הלימוד של המורים למדעים - לפי סוג פיקוח	תרשים 6.15:
125.....	התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי ותק המורים למדעים ולפי סוג פיקוח	תרשים 6.16:
126.....	התפלגות התלמידים לפי מיקוד בית הספר בלמידה ובהישגים במתמטיקה	תרשים 6.17:
127.....	הישגי התלמידים לפי מיקוד בית הספר בלמידה ובהישגים במתמטיקה	תרשים 6.18:
129.....	הישגי התלמידים במתמטיקה לפי מידת הביטחון של מוריהם	תרשים 6.19:
131.....	הישגי התלמידים במתמטיקה לפי מידת שביעות הרצון של מוריהם	תרשים 6.20:
132.....	התפלגות התלמידים לפי מיקוד בית הספר בלמידה ובהישגים במדעים	תרשים 6.21:
132.....	הישגי התלמידים לפי מיקוד בית הספר בלמידה ובהישגים במדעים	תרשים 6.22:
134.....	הישגי התלמידים במדעים לפי מידת הביטחון של מוריהם	תרשים 6.23:
136.....	הישגי התלמידים במדעים לפי מידת שביעות הרצון של מוריהם	תרשים 6.24:
157.....	ממוצע ההישגים במבחני המיצ"ב במתמטיקה, מדעים, שפת-אם ואנגלית בבתי ספר דוברי עברית	תרשים 7.1:
158.....	ממוצע ההישגים במבחני המיצ"ב במתמטיקה, מדעים, שפת-אם ואנגלית בבתי ספר דוברי ערבית	תרשים 7.2:

פרק 1: מבוא

חינוך מתמטי ומדעי נתפס כיעד חשוב ומרכזי במדינות רבות בעולם. רכישת ידע במתמטיקה ובמדעים נחשבת בסיס להצלחתם של תלמידים במשימות לימודיות בעתיד, ובסופו של דבר להצלחתם בחיי היום-יום ובעבודה. מעורבות פעילה ותורמת בחברה מחייבת היום, יותר מבעבר, הבנה במתמטיקה ובמדעים, וזאת על מנת לקבל החלטות מושכלות הן בנושאים אישיים כגון בריאות וכספים והן בנושאים ציבוריים כגון מדיניות בענייני סביבה וכלכלה. הצטיינות במתמטיקה ובמדעים עשויה להוביל את אזרחי המחר להשתלב במקצועות מבוססי ידע מתמטי וידע מדעי-טכנולוגי, הקשורים לצמיחה כלכלית ולפיתוח ההון האנושי במדינה. בשל חשיבותם של תחומי דעת אלו במערכות חינוך בעולם נערך המחקר הבין-לאומי לבחינת מגמות בהישגים במתמטיקה ובמדעים.

Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS [להלן "טימס"] – הוא מחקר בתחום החינוך שנועד להשוות בין הישגיהם של תלמידי בתי ספר במתמטיקה ובמדעים במדינות שונות לאורך שנים מספר. המחקר נערך על ידי הארגון הבין-לאומי להערכת הישגים בחינוך, ה-IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). מחזור המחקר הראשון היה בשנת 1995, ומאז המחקר מתקיים במחזוריות של אחת לארבע שנים בקרב תלמידי כיתות ד' ו-ח' במדינות שונות ברחבי העולם. בישראל נערך המחקר בכיתות ח' בלבד, ולכן מעתה ואילך יעסוק דוח זה במחקר בשכבת כיתה ח' בלבד.

ארגון IEA מפתח את כלי ההערכה במחקר טימס על מנת שישמשו להערכה של השגת יעדים חינוכיים בכל מדינה ויאפשרו לעקוב אחר מגמות של שינוי בהישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים. המחקר מבוסס על מערכת של מבחנים ושאלונים, ובאמצעותם נאסף מידע מהימן על רמת הידע של התלמידים במתמטיקה ובמדעים וכן נתוני רקע שעשויים להסבירה. באמצעות כלי ההערכה הללו מופקים מדדים חינוכיים המשמשים לניטור נקודות שוני ודמיון בין מדינות ובין מגזרים וקבוצות שונות בתוך המדינה. מטרתו המרכזית של המחקר היא לספק למדינות המשתתפות מידע שיביא לידי שיפור ההוראה והלמידה בתחומי המתמטיקה והמדעים, זאת באמצעות הערכה של מידת שליטתם של התלמידים בתוכני הלימוד, כפי שנקבעו במסגרת מושגית בין-לאומית משותפת ומוסכמת שפותחה בעבור המחקר. נוסף על מעקב אחר שינויים בהישגים, מחקר טימס עוקב גם אחר שינויים במדיניות של מערכת החינוך, בתכניות הלימודים ובדרכי היישום של ההוראה, וזאת באמצעות שאלונים למורים למתמטיקה ולמדעים, למנהל בית הספר ולתלמידים עצמם, ושאלון מרכזי המציג את התמונה הכלל-מערכתית של הוראת המקצועות הללו (מילוי השאלון המערכתי הוא באחריות מרכז המחקר בכל מדינה המשתתפת במחקר). המידע שנאסף נועד לסייע בהסבר השונות בהישגים הלימודיים ובפירוש השינויים שחלים בהם, על סמך מאפייני רקע של התלמידים ומאפיינים הנוגעים לבית הספר ולסביבה הלימודית.

ישראל השתתפה במחקר טימס לראשונה ב-1995, אך המדגם ב-1995 לא היה מייצג משום שכלל רק תלמידים בבתי ספר דוברי עברית.¹ מאז שנת 1999 נערך המחקר בישראל בקרב מדגם מייצג של תלמידי כיתות ח': כלל התלמידים המשתייכים לפיקוח הממלכתי (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית) ולפיקוח הממלכתי-דתי. המחקר הנוכחי הוא אפוא המחזור הרביעי של מחקר טימס בישראל שנערך בקרב מדגם מייצג, ולכן נתייחס בדוח זה רק לתוצאות שנאספו בארבעת מחזורי המחקר מאז 1999. המידע על

¹ ישראל השתתפה במחזור המחקר הראשון, בשנת 1995 גם במחקר כיתה ד' ובמחקר כיתה י"ב, אך המדגם לא היה מייצג.

הישגי התלמידים בכיתה ח' בישראל במתמטיקה ובמדעים כפי שנמדדו במחקר טימס 2011, וכן המידע על ההקשרים שבהם נלמדים תחומי תוכן אלו, יוצגו בדוח זה במבט בין-לאומי ובמבט פנים-ישראלי.

1.1 מדוע חשוב להשתתף במחקר?

השתתפות במחקר מאפשרת, לקבל נתונים בני השוואה על מושגים ותהליכים במתמטיקה ובמדעים שנלמדו בכיתה ח'. במחקר טימס המבחנים מקיפים באופן נרחב את תחומי הדעת הנמדדים ואת מיומנויות החשיבה הנמדדות; השאלונים מאפשרים ללמוד על עמדות התלמידים כלפי הלימודים והסביבה הלימודית ועל הקשר שלהן להישגים, ולחקור את הקשר שבין הישגים לבין משתני רקע שונים.

תוצאות המחקר מספקות מידע מהימן על מערכת החינוך בישראל בפרספקטיבה בין-לאומית. מידע על הוראת המתמטיקה והמדעים בישראל בהשוואה למערכות חינוך אחרות בעולם מסייע לקבוע אמות מידה שיהיו בהלימה לסטנדרטים בין-לאומיים. בזכות המחזוריות של המחקרים (תוך שמירה על כיוול סולם הציונים ממחקר אחד למשנהו - ראה פרק 3), ההשתתפות במחזורי המחקר לאורך זמן מאפשרת לעמוד על מגמות של שינוי בהישגים לאורך השנים ולהעריך משתנים מרכזיים כגון יישומן של תכניות הלימודים ותפוקותיה של מדיניות הקצאת המשאבים. מידע על אודות הבדלי מדיניות בין מערכות חינוך במדינות שונות עשוי להאיר היבטים חשובים הנוגעים למקורם של הבדלים אלו, וללמד על מודלים מוצלחים של חינוך במדינות אחרות.

בפרספקטיבה ישראלית, המחקר מאפשר להשוות בין הישגי הקבוצות השונות: הישגי התלמידים בישראל נותחו (ויצגו להלן) בפילוח לפי מגזרי שפה (תלמידים בבתי ספר דוברי עברית ותלמידים בבתי ספר דוברי ערבית) ולפי תת-קבוצות אחרות (סוג פיקוח, רקע חברתי-כלכלי, ועוד). בחינת השינויים לאורך זמן והשוואה במבט פנים-ישראלי ובמבט בין-לאומי מסייעות לעמוד על נקודות החוזק והחולשה של מערכת החינוך בישראל, ועשויות להוביל לקביעת אמות מידה לשוויון הזדמנויות בין הקבוצות השונות במדינה.

להשתתפות במחקר טימס יש ערך מוסף מעבר לזה המתקבל מביצוע מחקרים לאומיים רחבי היקף כדוגמת המיצ"ב. תוצאות מחקר טימס מספקות מידע שמאפשר להשוותו לנורמות בין-לאומיות ולקבל פשר נוסף בנוגע להישגים בישראל. מידע זה יכול לסייע בקביעת סטנדרטים להוראת מתמטיקה ומדעים בישראל.

1.2 מי עורך את המחקר?

ארגון IEA - גוף המתמחה במחקר חינוכי בין-לאומי המורכב מחוקרי חינוך במוסדות אקדמיים וברשויות ממשלתיות במדינות שונות בעולם - הוא שמופקד על קביעת המדיניות, על פיתוח הקווים המנחים ועל הגדרת סדרי העדיפויות במחקר טימס. הארגון נעזר לשם כך במומחיותם המשותפת של בני-סמכא מכל העולם.² הגוף המשמש ועד מנהל של IEA מושבו באמסטרדם, הולנד. מחקר טימס מנוהל בפועל בידי מרכז המחקר הבין-לאומי לטימס ופירלס בבוסטון קולג', ארצות הברית (TIMSS & PIRLS International Study Center at Boston College). תכנון המחקר וארגונו, ניהול המידע ועיבודו הסטטיסטי של המידע הנאסף במחקר טימס הם באחריות ה-DPC (Data Processing Centre) בהמבורג, גרמניה. ה-DPC נעזר ברשות הקנדית Statistics Canada - גוף המתמחה בסטטיסטיקה ובניתוחים סטטיסטיים ומשמש במחקר הנוכחי גוף מייעץ ומפקח על פעולות הדגימה במחקר. קונסורציום הגופים המנהלים את מחקר טימס ומוציאים אותו לפועל בעולם ייקראו להלן "מארגני טימס", או "מרכז המחקר הבין-לאומי".

² מידע נוסף על מחקרים של ארגון IEA ראה באתר <http://timss.bc.edu>

כל מדינה ממנה נציג מטעמה - מתאם מחקר לאומי (National Research Coordinators – NRC) - המופקד על ניהול המחקר וביצועו במדינה שהוא מייצג, על פי הנחיות מפורטות ממארגני טימס ובתיאום מלא עמם. הפעילות במדינה המשתתפת במחקר כוללת אחריות על תרגום המבחן מאנגלית לשפות המדינה והתאמתו מבחינה תרבותית, ארגון של העברת המבחן בבתי הספר ואיסוף הנתונים, בדיקת המבחנים וטיפול הנתונים, ועוד.

מרכז המחקר הבין-לאומי קובע מגוון סטנדרטים ופעולות שונות של בקרת איכות כדי להבטיח את איכותם של חומרי המבחן ושל הליכי העברתו במדינות השונות. הוא קובע את הליך הדגימה ומבצע אותו בפועל לאחר שהוא מקבל את רשימת בתי הספר והכיתות על מאפייניהם השונים מכל מדינה. הוא קובע את הסטנדרטים הנוגעים להליך התרגום ובדק אותו שוב לאחר שנעשה בכל מדינה בהתאם לשפתה והוא קובע את תנאי ההיבחנות ואת הקריטריונים לבדיקת המבחנים. כל השלבים האלה, כפי שיפורטו בפרק 3, תורמים למהימנות ולתוקף הגבוהים של תוצאות מחקר טימס, ומבטיחים כי התוצאות במדינות שונות יהיו בנות השוואה. הדבר מאפשר להיעזר בתובנות העולות מהמחקר לשם שיפור ההבנה בדבר תפוקות החינוך במדינות המשתתפות.

1.3 מי משתתף במחקר?

1.3.1 המדינות המשתתפות

הרכב המדינות המשתתפות במחקר טימס (כיתה ח') משתנה במעט ממחזור מחקר אחד למשנהו. במחזור המחקר הראשון, בשנת 1995, השתתפו תלמידי הכיתה השמינית (כיתה ח') מ-41 מדינות. בשנת 1999 נערך מחזור המחקר השני בהשתתפות תלמידים מ-38 מדינות. המחזור השלישי של המחקר נערך בשנת 2003 ב-45 מדינות. בשנת 2007 נערך המחזור הרביעי של מחקר טימס והשתתפו בו 49 מדינות. במחזור הנוכחי של המחקר, טימס 2011, השתתפו תלמידי כיתות ח' ב-42 מדינות. בלוח 1.1 מוצגת המדינות שהשתתפו במחזור מחקר 2011 והשתתפותם במחזורי המחקר הקודמים מאז 1995. יודגש כי הלוח מקיף רק את המדינות שהשתתפו ב-2011, אך מטבע הדברים, לא כל המדינות שהשתתפו בעבר השתתפו גם ב-2011. מלבד מדינות רשאים להשתתף במחקר גם רשויות חינוכיות של מדינות שהן חלק ממדינה פדראלית רחבה יותר, אך בעלות 'עצמאות חינוכית' במידה זו או אחרת (כגון מדינה בארצות הברית, מחוז/מדינה בקנדה או באוסטרליה, וכיו"ב). בכל אחת מהמדינות או הרשויות החינוכיות הבוחרות להיכלל במחקר משתתפים כ-5,000 תלמידי כיתות ח' מכ-150 בתי ספר המייצגים את האוכלוסייה הרלוונטית למחקר.

במחקר טימס 2011 השתתפו כ-240,000 תלמידי כיתות ח' מ-42 מדינות או ישויות מדיניות ברחבי העולם. נוסף על מדינות משתתפות אלו נכללו במחקר גם שמונה רשויות חינוכיות מחוזיות עצמאיות (מחוזות בקנדה ומדינות בארצות הברית), ובשלוש מדינות השתתפו תלמידים בשכבת גיל שונה (כיתה ט')³.

³ כל שמונת המחוזות והמדינות האלה מוצגים בדוח טימס הבין-לאומי בטבלאות נפרדות, ונתניהם אינם נכללים בעיבוד הנתונים המוצג בדוח זה.

לוח 1.1: המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2011 והשתתפותם במחזורי מחקר קודמים

2011	2007	2003	1999	1995	המדינות המשתתפות
✓	✓	✓	✓	✓	אוסטרליה
✓	✓				אוקראינה
✓					איחוד אמירויות ערביות
✓	✓	✓	✓		איטליה
✓	✓	✓	✓		אינדונזיה
✓	✓	✓	✓	✓	איראן
✓	✓	✓	✓	✓	אנגליה
✓	✓	✓			ארמניה
✓	✓	✓	✓	✓	ארצות הברית
✓	✓	✓			בחרין
✓	✓	✓			גאנה
✓	✓				גאורגיה
✓	✓	✓	✓	✓	הונג-קונג
✓	✓	✓	✓	✓	הונגריה
✓	✓		✓		טורקיה
✓	✓	✓	✓		טייוואן
✓	✓	✓	✓	✓	יפן
✓	✓	✓	✓		ירדן
✓	✓	✓	✓		ישראל
✓	✓	✓			לבנון
✓	✓	✓	✓	✓	ליטא
✓	✓	✓	✓		מלזיה
✓		✓	✓		מקדוניה
✓	✓	✓	✓		מרוקו
✓	✓	✓		✓	נורווגיה
✓		✓	✓	✓	ניו-זילנד
✓	✓	✓			סוריה
✓	✓	✓	✓	✓	סינגפור
✓	✓	✓	✓	✓	סלובניה
✓	✓				עומן
✓	✓	✓			ערב הסעודית
✓			✓		פינלנד
✓		✓	✓		צ'ילה
✓	✓	✓	✓	✓	קוריאה הדרומית
✓					קזחסטן
✓	✓				קטאר
✓	✓	✓	✓	✓	רומניה
✓	✓	✓	✓	✓	רוסיה
✓	✓	✓			הרשות הפלסטינית
✓	✓	✓		✓	שוודיה
✓	✓		✓	✓	תאילנד
✓	✓	✓	✓		תוניסיה

1.3.2 ההשתתפות של ישראל

החל ממחזור מחקר 2011 המחקר מנוהל ישירות ובאופן בלעדי על ידי ראמ"ה. השתתפותה של ישראל במחזורי המחקר שקדמו ל-2011 הייתה באחריותה של לשכת המדען הראשי של משרד החינוך, ואת המחקר ניהלו ותפעלו חוקרי חינוך מהאקדמיה (פרופ' רות זוזובסקי ופרופ' רפי נחמיאס) בליווי ועדת היגוי בתום מחזור טימס 2007 עברה האחריות על תפעול המחקרים הבין-לאומיים, ובכלל זה טימס, לידי ראמ"ה. במסגרת זו ראמ"ה משמשת גוף שמרכז את המחקר בישראל אל מול ה-IEA, והיא מפקדת על ניהולן וביצוען של כלל המשימות הקשורות לתכנון המחקר ולעריכתו (להלן "מרכז המחקר הלאומי"). נציגת ישראל בפורום מתאמי המחקר הלאומיים (National Research Coordinators – NRC) היא מנהלת תחום המבחנים הבין-לאומיים בראמ"ה, ונציגת ישראל בוועד המנהל של טימס היא מנכ"לית ראמ"ה.

מחקר טימס 2011 נוהל בישראל על ידי ראמ"ה, בליווי ועדת היגוי ובה מומחים מן האקדמיה מתחומי המתמטיקה והמדעים והוראת תחומי דעת אלו, לצד מומחים למדידה והערכה, ונציגים של מטה משרד החינוך הרלוונטיים לתחומי המתמטיקה והמדעים. במחקר החלוץ של מחקר טימס 2011 השתתפו בישראל כ-1500 תלמידי כיתות ח' ב-25 בתי ספר. במחקר טימס 2011 עצמו השתתפו כ-4,700 תלמידי כיתות ח' ב-150 בתי ספר. לצד התלמידים השתתפו במחקר המורים למתמטיקה ולמדעים שלימדו את התלמידים שנדגמו למחקר: 508 מורים למתמטיקה ו-275 מורים למדעים, וכן מנהלי בתי ספר שנדגמו להשתתף במחקר. מרכז המחקר בישראל מודה לכל המשתתפים ולכל העושים במלאכה (אנשי קשר בבית הספר, מנהלים, ועוד), שסייעו בהשלמת המחקר על הצד הטוב ביותר.

1.4 כיצד בנוי דוח זה?

מחקר טימס 2011 ותוצאותיו מוצגים בשבעה פרקים:

- ◆ **פרק 1 (הנוכחי) – מבוא ובו מידע כללי על המחקר ועל המשתתפים בו, לרבות ישראל. בפרק גם הוצגו המאפיינים העיקריים של מחקר טימס.**
- ◆ **פרק 2 – המסגרות המושגיות במחקר טימס 2011 ותכניות הלימודים בישראל. בפרק מוצגים תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות הנבדקים בכל אחד מהתחומים מתמטיקה ומדעים. כמו כן מוצג המודל שנעשה בו שימוש במחקר טימס לתיאור תכניות לימודים, ונסקרות בהרחבה תכניות הלימודים במתמטיקה ובמדע וטכנולוגיה⁴ לחטיבת הביניים בישראל.**
- ◆ **פרק 3 – שיטת המחקר. בפרק מתוארים במפורט כלי ההערכה במחקר (המבחנים והשאלונים) וכן הליכי ההתארגנות לקראתו, ובכללם הכנת חומרי ההערכה; עריכת מחקר החלוץ ועריכת המחקר העיקרי, כולל תיאור של הדגימה, שיעורי ההשתתפות, הליך איסוף הנתונים, בדיקת המבחנים ועיבוד הנתונים.**
- ◆ **פרק 4 – ההישגים במתמטיקה ובמדעים במחקר טימס 2011. בפרק מתוארים בהרחבה הישגי ישראל בשני התחומים במבט בין-לאומי ובמבט פנים-ישראלי, לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), לפי סוג פיקוח (בבתי ספר דוברי עברית), לפי מגדר ולפי רקע חברתי-כלכלי. בסופו של הפרק מובאת סקירה של מגמות השינוי שחלו בהישגים לאורך השנים.**
- ◆ **פרק 5 – עמדות תלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים. בפרק מוצגות עמדות התלמידים בנוגע לתחומי הדעת מתמטיקה ומדעים והקשר שלהן להישגים: האם התלמיד אוהב (like) מתמטיקה/מדעים? מעריך**

⁴ התיאור כולל סקירה של תחום מדעי כדור הארץ מתוך תכנית הלימודים בגאוגרפיה, ראה פרק 2.

אותם (value) ומכיר בחשיבותם? והאם הוא חש ביטחון (confident) ביכולתו ללמוד אותם? האם העמדות קשורות להישגים בכל אחד מהמקצועות? כמו כן מוצגות מידת המעורבות בשיעור וציפיות התלמידים לרכוש השכלה אקדמית בעתיד. עמדות התלמידים מוצגות במבט בין-לאומי ובמבט פנים-ישראלי, לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), לפי סוג פיקוח (בבתי ספר דוברי עברית) ולפי מגדר, וכן בהשוואה למחקר טימס 2007.

פרק 6 – המורים למתמטיקה ולמדעים. בפרק מוצגים מאפייני ההכשרה של המורים טרם התפקיד (השכלה פורמלית, תחומי לימוד) ותוך כדי תפקיד (הפיתוח המקצועי של המורים והוותק שלהם). כמו כן מוצגות עמדות המורים ותפיסותיהם כלפי ההוראה: באיזו מידה בית הספר שבו הם מלמדים ממוקד בלמידה ובהישגים? האם הם חשים מוכנים ללמד נושאים מתוך המסגרת המושגית של טימס, והאם לימדו את הנושאים הללו בכיתות? האם הם בטוחים ביכולתם ללמד? האם הם שבעי רצון בעבודתם? עמדות המורים למתמטיקה ולמדעים מוצגות במבט בין-לאומי ובמבט פנים-ישראלי, לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), לפי סוג פיקוח (בבתי ספר דוברי עברית) ולפי מגדר, וכן בהשוואה למחקר טימס 2007.

פרק 7 – מה עשוי להסביר את ההישגים הגבוהים במחקר טימס 2011? בפרק מפורטים הגורמים המרכזיים שהיו עשויים להשפיע על הישגי התלמידים בישראל במתמטיקה ובמדעים במחקר טימס 2011, זאת בניסיון להסביר את השיפור הניכר בהישגים. בפרק מתוארים השינויים במערכת החינוך בשנים שקדמו למחקר טימס 2011, בהשוואה למחזורי מחקר קודמים, וגורמים נוספים שהיו עשויים להשפיע על התוצאות.

פרק 2: המסגרת המושגית במחקר טימס 2011 ותכניות הלימודים בישראל

מחקר טימס בודק את הידע והמיומנויות במתמטיקה ובמדעים בקרב תלמידים מכל אחת מהמדינות המשתתפות בו. הידע הנבדק מוגדר באמצעות מסגרת מושגית (framework) המשמשת הן לתיאור הרקע התיאורטי והן לפירוט הנושאים והמיומנויות בכל אחד מתחומי הדעת במתמטיקה ובמדעים. בחלקו הראשון של הפרק יובא תיאור המסגרת המושגית של המחקר, ותיעשה השוואה בינה לבין תכנית הלימודים ואופן ההוראה של תחומי הדעת האלה בישראל. בפרק יוצגו הנושאים והמיומנויות הכלולים בכל אחת מהמסגרות המושגיות במתמטיקה ובמדעים. כדי לספק את ההקשר הנחוץ להבנת הישגי התלמידים בישראל במתמטיקה ובמדעים במחקר הנוכחי, תוצג בחלקו השני של הפרק תכנית הלימודים וההוראה בפועל של כל אחד ממקצועות הלימוד האלה בישראל בשנות הלימודים שקדמו למחקר טימס 2011. במילים אחרות, נבקש לבחון אם וכיצד ההישגים במבחן טימס בישראל רלוונטיים ליעדים שהגדירה לעצמה מערכת החינוך בישראל באמצעות תכניות הלימודים הרשמיות שלה ואופן הטמעתן.

2.1 המסגרת המושגית

2.1.1 מבוא

שתי מסגרות מושגיות – במתמטיקה ובמדעים – מתארות במפורט את הנושאים במסגרת ההערכה של מבחן טימס, ומשמשות סימוכין לנושאים ולמיומנויות הקוגניטיביות שהמבחן בודק מסגרות אלו מתפרסמות כשנתיים קודם לעריכת המחקר. במסגרת המושגית מפורטים הרעיונות המרכזיים שיימדדו בכל נושא והמיומנויות וההבנות שתלמידים אמורים להראות בעת פתרון פריטי המבחן.

המסגרות המושגיות של מתמטיקה ושל מדעים מאורגנות, כל אחת, סביב שני צירים: ציר התוכן והציר הקוגניטיבי. ציר התוכן מגדיר ומפרט את נושאי הלימוד העיקריים הנבדקים במבחנים. הציר הקוגניטיבי מגדיר את המיומנויות הקוגניטיביות ותהליכי החשיבה הנבדקים במבחנים. המסגרת המושגית במדעים מגדירה חמישה היבטים מרכזיים של תהליך המחקר המדעי, המשלבים בתוכם היבטים משני הצירים. המסגרות הללו מפורטות מיד בהמשך בסעיף 2.1.2 (למתמטיקה) ובסעיף 2.1.3 (למדעים).

פיתוח פריטי המבחן נעשה מתוך התפיסה כי "יש לבחון את התלמידים על חומר שמתאים לרמת הכיתה שבה הם נמצאים ושחשוב לחייהם בעתיד" וכי על חומר זה לשקף את הידע והמיומנויות המוגדרים במסגרת המושגית של המחקר. כל אחד מפריטי המבחן נבנה מתוך מטרה למדוד את הידע בתחום תוכן אחד ואת השליטה במיומנות קוגניטיבית אחת.

המסגרות המושגיות המשמשות במחקר פותחו במחזורים קודמים שלו והן מתעדכנות ממחזור מחקר אחד למשנהו. הפיתוח והעדכונים נעשו על ידי ועדה בין-לאומית של מומחים מובילים בעולם להוראת תחומי התוכן במתמטיקה ובמדעים. השינויים שנעשים ממחזור למחזור הם מזעריים, כנדרש ממחקר השוואתי לאורך השנים. ההליך של פיתוח המסגרות המושגיות ובחירת הנושאים מכל תחום תוכן שייבדקו במחקר כלל מיפוי של הנושאים הנכללים בתכניות הלימודים של רבות מהמדינות המשתתפות, זיהוי הנושאים המשותפים למרבית המדינות ושילובם במסגרת המושגית. כלומר, המסגרת המושגית אורגנה על פי (ובסופו של דבר גם כללה את) הנושאים שעשויה להיות הסכמה רחבה בין המדינות בדבר הצורך ללמד אותם (בכיתה ח' או עד כיתה ח'). בשל ההשפעה הרבה שיש למערכת מבחנים בין-לאומית רחבת היקף כדוגמת טימס, ועקב

החשיבות שמייחסות מדינות משתתפות להישגים במבחנים אלו, המסגרת המושגית של מחקרי טימס משפיעה על מפתחי תכניות לימודים במדינות המשתתפות (או במדינות שאינן משתתפות). המסגרת המושגית של טימס נתפסת כתכנית "לדוגמה" או תכנית "מומלצת", כזו המייצגת את החדשנות בתחום ואת המכנה המשותף למדינות ולתרבויות חינוכיות מגוונות. כך, לא מעט מדינות אימצו חלקים נרחבים מ"תכנית טימס" ובסופו של דבר כללו בתכניות הלימודים שלהן נושאים ומיומנויות הנכללים במסגרת המושגית של טימס.

2.1.2 המסגרת המושגית במתמטיקה

הנושאים והמיומנויות הקוגניטיביות שנכללו במסגרת המושגית במתמטיקה בטימס, מאורגנים על פי תחומי התוכן במתמטיקה ועל פי המיומנויות הקוגניטיביות המוגדרים במחקר,⁵ בלוח 2.1 שלהלן.

לוח 2.1: תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות במתמטיקה

תחומי התוכן במתמטיקה	
תחום מספרי	מספרים טבעיים; שברים פשוטים ועשרוניים; מספרים שלמים; יחס, פרופורציה ואחוזים
אלגברה	דפוסים; ביטויים אלגבריים; משוואות, נוסחאות ופונקציות
גאומטריה	צורות הנדסיות; מדידות גאומטריות; מיקום ותזוזה
עיבוד נתונים והסתברות	ארגון וייצוג של נתונים; פירוש נתונים; ניתוח סיכויים
המיומנויות הקוגניטיביות במתמטיקה	
ידע (knowing)	הגדרות, טרמינולוגיה, תכונות ופרוצדורות מתמטיות שתלמידים צריכים לדעת; זיהוי אובייקטים מתמטיים; חישוב פרוצדורות אלגוריתמיות, פרוצדורות אלגבריות פשוטות וחישובי אומדן; אחזור מידע מגרפים ומטבלאות; מדידה באמצעות מכשירי מדידה; מיון או קיבוץ של אובייקטים.
יישום (applying)	היכולת לבחור פעולה או אסטרטגיה לפתרון בעיה; ייצוג מידע; בניית מודל לפתרון בעיה פשוטה; הפעלה וביצוע של הוראות מתמטיות; פתרון בעיות פשוטות בהקשרים של חיי היום-יום בהקשרים מתמטיים.
חשיבה (reasoning)	ניתוח, זיהוי וקביעה של קשרים בין משתנים; הכללה; שילוב ואינטגרציה בין עובדות, מושגים ופרוצדורות מתמטיות; הצדקה באמצעות תוצאות או בעזרת תכונות מתמטיות; פתרון בעיות לא שגרתיות מורכבות בהקשרים של חיי היום-יום בהקשרים מתמטיים.

2.1.3 המסגרת המושגית במדעים

בלוח 2.2 מוצגים הנושאים והמיומנויות הקוגניטיביות שנכללו במסגרת המושגית במדעים, מאורגנים על פי תחומי התוכן במדעים ועל פי הממדים הקוגניטיביים המוגדרים במחקר.

במסגרת המושגית של מחקר טימס 2011 במדעים נכלל גם **תהליך החקר המדעי** בתור תחום הערכה מקיף הקשור ומשולב הן בתחומי התוכן והן במיומנויות הקוגניטיביות (פריטי המבחן מסווגים לפי תחומי התוכן

⁵ פירוט על המסגרות המושגיות, ובכלל זה רעיונות ודגשים בכל נושא, ראה בקישור: <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/OdotTIMSS.htm>

והמיומנויות הקוגניטיביות ולא לפי מיומנות הקשורות ישירות בתהליך החקר המדעי). ההיבטים המרכזיים של תהליך החקר המתאימים לתלמידים בכיתה ח' הם: ניסוח שאלות והשערות, תכנון ניסויים, ייצוג נתונים, ניתוח נתונים ופירושם, הסקת מסקנות ופיתוח הסברים. כמו כן תלמידים אמורים להפגין ידע בסיסי בדבר אופיו של המדע: היותו של ידע מדעי נתון לשינויים, חשיבותו של השימוש בחקר מדעי כדי לאשש ידע מדעי, אופן השימוש בשיטות מדעיות בסיסיות ודרכי הצגת התוצאות, והאינטראקציה שבין מדע, מתמטיקה וטכנולוגיה.

לוח 2.2: תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות במדעים

תחומי התוכן במדעים	
תכונות של אורגניזמים; מיון ותהליכי חיים של אורגניזמים; תאים ותפקודיהם; מחזורי חיים, רבייה ותורשה; שונות, הסתגלות לסביבה ובררה טבעית; מערכות אקולוגיות; בריאות האדם.	ביולוגיה
מיון חומרים וקביעת הרכבם; תכונות החומרים; שינויים כימיים.	כימיה
מצבי צבירה ושינויים בחומרים; גלגולי אנרגיה, חום וטמפרטורה; אור וקול; חשמל ומגנטיות; כוחות ותנועה.	פיזיקה
המבנה והמאפיינים הפיזיים של כדור הארץ; ההיסטוריה של כדור הארץ, התהליכים והמחזוריים בו; המשאבים של כדור הארץ, שימושיהם ושימורם; כדור הארץ כחלק ממערכת השמש והיקום.	מדעי כדור הארץ
המיומנויות הקוגניטיביות במדעים	
העובדות, הפרוצדורות והמושגים שתלמידים צריכים לדעת; הפגנת ידע מדעי או זיהוי ידע מדעי בצורות ייצוג שונות; הגדרת מושגים מדעיים; תיאור, המחשה ויצירה של הסברים באמצעות דוגמאות.	ידע (knowing)
היכולת ליישם ידע והבנה במצבים פשוטים ולפתור בעיות פשוטות. השוואה וסיווג, פירוש מידע מדעי תוך הסתמכות על מושג או עיקרון מדעי, ושימוש במושגים ובעקרונות מדעיים כדי למצוא פתרון או כדי לספק הסבר.	יישום (applying)
היכולת לפתור בעיות בהקשרים לא מוכרים או בהקשרים מוכרים, ניתוח הבעיה, קישור ושילוב של ידע מדעי, ניסוח שאלות חקר והשערות שאפשר לבדקן, תכנון ובחירה מתוך מגוון גישות, הסקת מסקנות מתוצאות והכללתן, הערכה והצדקה של הסברים על פי נתונים וראיות.	חשיבה (reasoning)

2.2 תכניות הלימודים

2.2.1 מודל תכנית הלימודים של טימס

מחקר טימס אימץ מודל מקובל לתיאור תכנית לימודים (הקוריקולום). על פי המודל, לתכנית לימודים בהגדרתה הרחבה יש שלושה היבטים:

תכנית הלימודים המיועדת: חומר הלימודים במתמטיקה ובמדעים שמערכת החינוך מעוניינת שתלמידים ילמדו, והאופן שבו יש לארגן את מערכת החינוך כדי לאפשר זאת.

תכנית הלימודים המופעלת: מה נלמד בפועל בכיתות, כולל מאפייני המורים ודרכי ההוראה.

תכנית הלימודים המושגת: הישגי התלמידים (מה שהתלמידים יודעים מתוך מה שלמדו), ומה שהם חושבים על הנושאים שלמדו.

תכנית הלימודים המיועדת היא מסמך מתווה הכולל את מפרט הידע (תכנים ונושאים) והמיומנויות שיש ללמד ולפתח בקרב תלמידים במקצוע מסוים. תכנית זו כוללת בדרך כלל גם את התפיסה הרעיונית של הוראת המקצוע ומטרותיו והנחיות בנוגע לארגון ההוראה ולאפשרויות הבחירה. מטבע הדברים לכל מדינה תכנית לימודים משלה, בהתאם להשקפת העולם בדבר הידע והמיומנויות שתלמידים אמורים לרכוש ולסדרי העדיפויות של מערכת החינוך במדינה נתונה. כאמור לעיל, מפתחי מחקר טימס בחנו את תכניות הלימודים במדינות השונות והושפעו מהן לצורך פיתוח המסגרת המושגית של המחקר ובחירת הנושאים והמיומנויות שנכללות בו. כמו כן, בכרך האנציקלופדיה הנלווה לפרסומי המחקר יש התייחסות נרחבת לתכניות הלימודים המיועדות במתמטיקה ובמדעים במדינות השונות.

בישראל תכנית הלימודים המיועדת היא התכנית הרשמית של משרד החינוך, המתפרסמת אחת לכמה שנים מטעם המזכירות הפדגוגית והפיקוח על הוראת תחום הדעת. במסמך מפורטים הנושאים והמיומנויות של ההוראה והלמידה בתחום דעת נתון בכל דרגת כיתה, וכן הרציונל, המטרות, אוכלוסיית היעד, מספר השעות המומלץ, תשתית (חדרים וציוד נדרש) ודרכי ההוראה וההערכה המומלצות להוראת המקצוע. בהמשך הפרק נסקור את תכניות הלימודים במתמטיקה ובמדעים לחטיבת הביניים שלפיהן למדו תלמידי המחזור שהשתתפו במחקר טימס 2011 בישראל. בשני תחומי הדעת הללו מדובר בתכניות לימודים חדשות שהוחל בהטמעתן במערכת החינוך בשנת הלימודים תש"ע (2010).

תכנית הלימודים המופעלת מתייחסת ל"מה מלמדים" ול"איך מלמדים" בפועל, כלומר מתייחסת לדרך יישומה של תכנית הלימודים במובנה הרחב (ברמה המערכתית וברמת ההוראה בכל כיתה). מטבע הדברים יש פער בין ההלכה למעשה - בין יעדים שמדינה מציבה לעצמה בהגדירה מהו חומר הלימודים שהיא מעוניינת שתלמידיה ילמדו ומהן דרכי ההוראה המומלצות (זוהי "תכנית הלימודים המיועדת") לבין האופן וההיקף שבו נלמדים הנושאים בפועל בכיתות. ברמה המערכתית, תכנית הלימודים המופעלת מתייחסת להיבטים שונים, כגון: האם מוקצות שעות בהיקף מספיק להוראת המקצועות כמוצג בתכנית הלימודים, וכיצד הן מנוצלות בבתי הספר ובכיתות? האם התכנית מלווה בחומרי למידה מתאימים המופצים לבתי הספר? האם מכשירים את המורים להוראת תכנית הלימודים? האם קיים מנגנון לאכיפה של שעות ההוראה? וכיוצא בזה. פעולות אלו ואחרות הן הקובעות בסופו של דבר את מידת ההטמעה והיישום של תכנית הלימודים. התכנית המופעלת מתייחסת אפוא להזדמנויות למידה, לתשומות ומשאבים, לתכניות עבודה, לשעות ולכוח אדם המוקצים להוראת המקצוע, להשכלתם של מורי המקצוע, להכשרתם ותפיסותיהם, לאמצעים ולמשאבים העומדים לרשות התלמידים הלומדים את המקצוע (מעבדות, מכשירים), ועוד. תכניות הלימודים המופעלות בכל אחת מהמדינות המשתתפות נלמדות במחקר טימס מתוך המידע הנמסר על ידי מתאמי המחקר בכל מדינה - מידע המתפרסם בכרך האנציקלופדיה של טימס - וכן מניתוח הנתונים שנאספו באמצעות שאלונים למורים ולמנהלי בתי הספר.

אשר לתכנית הלימודים המופעלת **בישראל**, נבדוק בהמשך כיצד הוטמעו והופעלו תכניות הלימודים האמורות לעיל במתמטיקה ובמדעים במערכת החינוך בשנים שקדמו למחקר טימס 2011, ובתוך כך נתייחס לאופן התקצוב, הארגון והניהול (במובן הרחב של המילה) של הוראת המתמטיקה והמדעים בארץ. בהקשר זה נציג את עיקריה של תכנית אסטרטגית של משרד החינוך, **התכנית לקידום ההישגים**, שעיצבה את הפעלתן של תכניות הלימודים במקצועות הרלוונטיים למחקר טימס מאז שנת הלימודים תש"ע (2010).

לבסוף, **תכנית הלימודים המושגת** מתארת את הישגי התלמידים בפועל, והיא מתייחסת למה שהתלמידים רכשו בתחומי הדעת ולעמדות שפיתחו כלפי המקצועות הללו. הישגי התלמידים במתמטיקה ומדעים כפי שהם נמדדים במחקר טימס משקפים את מה שהתלמידים יודעים ואת המיומנויות שבהן הם שולטים במקצועות

האלה בכל אחת מהמדינות המשתתפות במחקר. ההישגים בישראל יוצגו בפרק 4 ועמדות התלמידים כלפי מקצועות הלימוד יוצגו בפרק 5.

2.2.2 תכניות הלימודים המיועדת במתמטיקה ובמדעים לחטיבת הביניים בישראל

2.2.2.1 תכנית הלימודים (המיועדת) במתמטיקה

בשנת 2009 פורסמה תכנית לימודים חדשה במתמטיקה לחטיבות הביניים בישראל.⁶ התכנית החדשה החליפה את תכנית הלימודים הקודמת ששימשה את מערכת החינוך במשך קרוב לשני עשורים (מאז שנת הלימודים תש"ן - 1990). התכנית החדשה יצרה רצף, מבחינת התפיסה הרעיונית והמטרות, עם תכנית לימודים חדשה לבית הספר היסודי שהוחל בהטמעתה בבתי הספר בשנת הלימודים תשס"ז.⁷ עם זאת, בתכנית לחטיבת הביניים, בהשוואה לתכנית לבית הספר היסודי, חל מעבר ברור לדרכי חשיבה מתמטיות מתקדמות יותר, והיא משמשת תשתית להמשך לימודי המתמטיקה בחטיבה העליונה. מטרות-העל המוגדרות בתכנית הלימודים החדשה הן פיתוח מיומנויות חשיבה מתמטיות (המשקפות תהליכי חשיבה, לעומת עיסוק בפרוצדורות בלבד) והקניית ידע מתמטי רחב, מקושר ושימושי של מושגים ומערכות מושגים בנושאים מתמטיים. דגש נוסף בתכנית החדשה הוא הספירליות של הוראת הנושאים השונים לאורך השנים.

לוח 2.3: תחומי התוכן בתכנית הלימודים החדשה במתמטיקה בישראל

התחום המספרי (כולל הסתברות וסטטיסטיקה)	חוקים של פעולות החשבון, סדר פעולות החשבון וחזקות, מספרים מכוונים, מספרים הפכיים וחילוק ב-0, יחס בין מספרים, יחס ישר והפוך, פרופורציה, קנה מידה, אחוזים, סטטיסטיקה תיאורית והסתברות.
התחום האלגברי	חוקיות, משתנים, ביטויים אלגבריים, טכניקה אלגברית, פתרון משוואות ממעלה ראשונה, פתרון שאלות מילוליות המובילות למשוואות ממעלה ראשונה, מושג הפונקציה, השתנות בקצב אחיד ולא אחיד, ייצוגים של פונקציה: מספרי, גרפי, סימבולי, פונקציה קווית, אי-שוויונות לינאריים, פתרון מערכת שתי משוואות עם שני נעלמים ממעלה ראשונה, הוצאת גורם משותף בביטויים אלגבריים, צמצום שברים אלגבריים שבהם נדרש הוצאת גורם משותף, משוואות ממעלה ראשונה שניתן לפתור באמצעות הוצאת גורם משותף. חזקות עם מעריך שלם, כתיבה מדעית, הכרת נוסחאות הכפל המקוצר, פונקציה ריבועית ומשוואה ריבועית.
התחום הגאומטרי	צורות גאומטריות, עובדות גאומטריות והבנת הקשרים ביניהן ופיתוח מיומנות ההנמקה לקראת הוראה של הוכחות פורמליות (בכיתה ז' גאומטריה קדם-דדוקטיבית כהכנה לכיתות ח' ו-ט): מלבן, תיבה, משולש, מקבילית, מעוין, טרפז ומעגל. שטח מלבן, נפח תיבה, משולש ישר זווית, שטחים של משולש, מקבילית, מעוין, טרפז ומעגל, היקף מעגל, זווית, מדידת זווית, זוויות צמודות וזוויות קודקודיות, חוצה זווית, זווית בין ישרים מקבילים, משפטי החפיפה של משולשים, משולש שווה שוקיים, דמיון משולשים ומצולעים, משפט פיתגורס, שימוש במשפט פיתגורס במרחב.

⁶ לתכנית הלימודים במתמטיקה ראה קישור באתר:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativatBeinayim

⁷ המטרות המרכזיות של תכנית הלימודים החדשה לבית הספר היסודי הן הוראת מושגים ומבנים בתחומי המספרים והגאומטריה ופיתוח מיומנויות מתמטיות כגון תפיסה כמותית, רכישת תובנות בגאומטריה, מיומנויות חשיבות, שימוש בכלים מתמטיים לפתרון בעיות והבנת השפה המתמטית. ראה תכנית הלימודים לבית הספר היסודי באתר:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot_Limudim/Math_Yesodi/PDF

בלוח 2.3 מוצגים תחומי התוכן בתכנית הלימודים החדשה במתמטיקה – התחום המספרי (ובכלל זה הסתברות וסטטיסטיקה), התחום האלגברי, והתחום הגאומטרי, המקושרים לכדי מקצוע אחד (למשל, באמצעות עיסוק בבעיות שלפותרון דרוש שילוב של תחומים מתמטיים שונים, כגון מתן הוכחה אלגברית לבעיה בגאומטריה ולהפך). התכנית גם מדגישה את חיצוק הידע של עולם המספרים והרחבה של התובנה המספרית (כהעמקה לנלמד בבית הספר היסודי), תוך שהיא מתבססת על ידע מתמטי שנלמד בבית הספר היסודי בעת לימוד נושאים חדשים בחטיבת הביניים (בלימוד ביטויים אלגבריים, למשל, משולב ידע קודם בשברים ובאחוזים) ומרחיבה ומעמיקה באופן ספירלי בנושאים שלימודם החל בבית הספר היסודי. כך, למשל, הוראת הגאומטריה הוקדמה לכיתה ז' (גאומטריה קדם-דדוקטיבית) כדי ליצור רצף בין תכנית הלימודים בבית הספר היסודי לבין התכנית לחטיבת הביניים וכדי לאפשר לתלמידים "כניסה רכה" ללימודי הגאומטריה הדדוקטיבית לקראת אמצע כיתה ח'. בלימוד כל אחד מהתחומים במתמטיקה מושם דגש על פיתוח דרכי חשיבה מתמטיות, קישור המתמטיקה לתופעות המתרחשות בטבע ובחברה, וכן שימוש בכלים טכנולוגיים לביצוע חישובים.

על פי מחבריה, תכנית הלימודים החדשה עודכנה על סמך מחקרים בחינוך מתמטי בארץ ובעולם, ובהתאמה לסטנדרטים של תכניות לימודים במתמטיקה בעולם. כך, מכלול הנושאים והמיומנויות בתכנית הלימודים החדשה במתמטיקה מכסה את יריעת הנושאים והמיומנויות במסגרת המושגית במתמטיקה של מחקר טימס 2011 (על כך ראה עוד באנציקלופדיה של טימס).

בתום שנה להפעלה ניסיונית של התכנית בהיקף מצומצם (במספר בתי ספר) הוחלט במשרד החינוך להטמיע אותה בכלל בתי הספר החל משנת הלימודים תש"ע. המעבר לתכנית החדשה החל באותה שנה בכיתות ז'. בשנה שלאחר מכן, תשע"א, הורחבה הטמעתה גם לשכבת כיתות ח', כלומר המשתתפים במחקר טימס 2011 (תלמידים ומורים כאחד) היו כולם בני המחזור הראשון של תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה בכיתות ז' (בתש"ע) ובכיתות ח' (בתשע"א) – להלן "דרגות הכיתה הרלוונטיות למחקר טימס". בשנה השלישית (תשע"ב) הושלם המעבר לתכנית הלימודים החדשה והיא הוטמעה גם בשכבת כיתות ט'.

תכנית הלימודים במתמטיקה נכתבה להיקף הוראה של 4 שעות שבועיות בכיתה ז', ח' ו-ט'. בשנים תש"ע-תשע"א ניתנה שעה שבועית נוספת בכיתות ז' ו-ח', כפי שיפורט בהמשך. הטמעת התכנית החדשה בהיקף כלל-ארצי ואכיפתה נעשו כחלק מהתכנית לקידום הישגים שהוביל משרד החינוך באותן שנים (ראה הרחבה בסעיף 2.2.4).

2.2.2.2 תכנית הלימודים (המיועדת) במדע וטכנולוגיה

בחטיבת הביניים בישראל משולבים תחומי המדעים לכלל מקצוע לימוד אינטגרטיבי אחד, "מדע וטכנולוגיה". המקצוע כולל את תחומי התוכן ביולוגיה, כימיה ופיזיקה⁸ ומשלב גם היבטים טכנולוגיים של תחומים אלו.⁹ תכנית הלימודים להוראת מקצוע זה ("תכנית הלימודים המעודכנת במדע וטכנולוגיה לחטיבות הביניים")¹⁰ פורסמה רשמית בשנת הלימודים תשע"א (2011), אך למעשה הוחל בהטמעתה בשכבת כיתות ז' בשנת

⁸ במקצת חטיבות ביניים בישראל מלמדים פיזיקה כתחום נפרד בעבור תלמידים המאותרים להמשיך למגמת פיזיקה בתיכון.

⁹ במסגרת עדכון תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה הועבר תחום מדעי כדור הארץ והיקום מתכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה לתכנית הלימודים בגאוגרפיה לכיתה ח', בנושא "גאוגרפיה פיזית". עוד על הפעלת תכנית הלימודים בגאוגרפיה ראה בסעיף 2.3.1.3.

¹⁰ תכנית הלימודים המעודכנת בכתובת <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/MadaTech/HinucMadaTech/Hativot/> (תכנית יז עודכנה שוב ב-2012 ובשנים שלאחר מכן).

הלימודים תש"ע, עוד בהיותה בשלב של טיוטה מתקדמת. הטמעת התכנית בשלב זה נעשתה באמצעות "מסמך אב" שהיה מבוסס על טיוטת התכנית ופורסם על ידי הפיקוח על הוראת המדע והטכנולוגיה כמסמך מחייב (ראה בהמשך). בשנת תשע"א הורחבה הטמעת התכנית גם לשכבת כיתות ח', ובתשע"ב לשכבת כיתות ט'.

התכנית המעודכנת מבוססת ברובה על תכנית לימודים ותיקה יותר שפותחה בעקבות המלצות דוח הררי¹¹ (1992), ואשר פורסמה בשנת תשנ"ו¹² (1996). עיקרי ההמלצות של דו"ח הררי היו לפתח תכנית המשלבת את לימודי המדעים והטכנולוגיה בחטיבת הביניים לכלל מקצוע אינטגרטיבי שישקף את ההשפעות ההדדיות ואת הקשרים שבין מדע לטכנולוגיה בחברה המודרנית. המטרה המרכזית של תכנית הלימודים המעודכנת, כמו של התכנית המקורית שעליה היא מתבססת, היא "חינוך מדעי טכנולוגי לכלל אוכלוסיית התלמידים במטרה להכשיר אזרחים פעילים התורמים לתפקודה של החברה ולצמיחתה".¹³ מפרט הנושאים הכלולים בה נבנה בראייה ספיראלית ליצירת רצף עם המפרט המיועד לבית הספר היסודי, ונועד לשמש תשתית להמשך לימודי המקצועות המדעיים ו/או הטכנולוגיים בחטיבה העליונה.

תכנית הלימודים הקודמת במדע וטכנולוגיה (1996) כללה שבעה נושאי חובה מרכזיים מהתחומים מדעי החומר (כימיה ופיזיקה), מדעי החיים (ביולוגיה), מערכות טכנולוגיות, מידע ותקשורת ומדעי כדור הארץ והיקום. בתכנית הלימודים המעודכנת נכללים אותם הנושאים שהיו בתכנית המקורית, למעט נושאים מתחום מדעי כדור הארץ והיקום, שהועבר למקצוע הגאוגרפיה (על תכנית הלימודים בגאוגרפיה ועל הוראת מדעי כדור הארץ ראה סעיף 2.3.1.3). עיקרי השינויים בתכנית המעודכנת נוגעים לדגשים ולאופן ארגון הנושאים. חשוב לציין כי תכנית הלימודים המעודכנת נכתבה כך שתהיה התאמה רבה יותר בין היקף החומר הנדרש בתכנית הרשמית ("המיועדת") לבין מספר שעות ההוראה המוקצות בפועל בכל כיתה (התכנית המופעלת); זאת בעקבות העובדה שהתכנית המקורית נכתבה למספר שעות גדול יותר ממספר השעות שהוקצו בפועל להוראת המקצוע מדע וטכנולוגיה, מה שלא אפשר למורים ללמד את כל החומר הנכלל בתכנית הלימודים.¹⁴

מחברי התכנית המעודכנת במדע וטכנולוגיה מעידים כי היא גובשה כך שתהיה בה "הלימה טובה יותר עם מפרטי התכנים והמיומנויות המתפרסמים על ידי גופי הערכה בין-לאומיים". בהקשר של המבחנים הבין-לאומיים, ובכללם טימס, התכנית המעודכנת ומסמך האב מכסים את מרבית התכנים הכלולים במסגרת ההערכה של מחקר טימס (ראה מסמך הזיקות שפורסם על ידי הפיקוח על הוראת המדע והטכנולוגיה).¹⁵

תכנית הלימודים המעודכנת מאורגנת לפי תחומי התוכן המרכזיים שבבסיס המקצוע מדע וטכנולוגיה: מדעי החומר- פיזיקה, מדעי החומר- כימיה, מדעי החיים- ביולוגיה, וטכנולוגיה, ומתייחסת אליהם במפורש, תוך הקפדה על ייצוגם בכל הכיתות משכבת ז' ועד ט'. תחומי התוכן מאורגנים לפי נושאים מרכזיים ולפי נושאי

¹¹ דוח הועדה העליונה לחינוך מדעי טכנולוגי, "מחר 98" (1992). ירושלים: משרד החינוך והתרבות.

¹² תכנית לימודים למקצוע מדע וטכנולוגיה בכיתות ז'-ט' בבית הספר הממלכתי והממלכתי-דתי (1996). ירושלים: משרד החינוך, המנהל הפדגוגי, האגף לתכניות לימודים.

¹³ מתוך ההקדמה לתכנית הלימודים המעודכנת.

¹⁴ עוד על כך ראה למשל:

מני-איקן ואפרתי (2007). עמדות מפקחים, מדריכים, מנהלים ומורים כלפי תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים. מחקר הערכה. ירושלים: מכון סאלד.

פורטס, מועלם ולוי נחום (2009). מו"ט בחט"ב - תרומת האתמול למחר: מה ניתן ללמוד מניסיון "מחר 98"? סיכום תחקיר. רחובות: המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

¹⁵ עוד על ההתאמה בין תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה לבין המסגרות המושגיות של המבחנים הבין-לאומיים ראה באנציקלופדיה של טימס ובמסמך הזיקות בין תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה לבין סטנדרטים בין-לאומיים (TIMSS, PISA) באתר המורים למדע וטכנולוגיה (מוטנט) בקישור הבא: <http://www.motnet.proj.ac.il>

המשנה שלהם. הנושאים המרכזיים בתכנית המעודכנת נלמדים באופן ספירלי ולכן משותפים על פי רוב לכל דרגות הכיתה, בעוד נושאי המשנה נלמדים בדרגת כיתה אחת או יותר. עבור כל אחד מהנושאים או נושאי המשנה וכן המיומנויות נקבעו ציוני דרך (benchmarks) לכל שכבת גיל. את ציוני הדרך מלוות הערות והצעות דידקטיות שנועדו לכוון את המורים בתהליך ההוראה והצעות לפעילויות בכיתה המשלבות תוכן ומיומנות חקר (ובהן מיומנויות חשיבה מסדר גבוה ומידענות). מספר הנושאים המרכזיים צומצם וקצתם שולבו בתוך נושאים מרכזיים אחרים. נושאי משנה אחדים הודגשו או נוספו (למשל, בריאות האדם, המגוון בטבע, מעורבות האדם במרכיבי הסביבה).

בלוח 2.4 מוצגים הנושאים המרכזיים ונושאי המשנה שבתכנית הלימודים המעודכנת לפי תחומי תוכן.¹⁶ בארגון נושאי המשנה ניתן ביטוי לשלושת ההיבטים שבמהות המקצוע: המדעי, הטכנולוגי והחברתי-סביבתי. בתכנית הלימודים מוצגות גם מיומנויות חקר מדעי ופתרון בעיות, אך חלק זה בתכנית עדיין בשלב הטיטה, אין בו פירוט ממשי של ציוני הדרך בכל כיתה כפי שנעשה בעבור תחומי התוכן, ולכן אינו מובא להלן.

לוח 2.4: תחומי התוכן במדעים בתכנית הלימודים המעודכנת במדע וטכנולוגיה בישראל, הנושאים המרכזיים (מודגשים) ונושאי המשנה

התא: התא כיחידת מבנה ותפקוד בסיסית. מערכות ותהליכים ביצורים חיים: מאפייני החיים; תפקודים של מערכות/תהליכים ביצורים חיים; בריאות האדם, איכות החיים ודרכים לשמירתן. מערכות אקולוגיות: המגוון הביולוגי; יחסי גומלין בין יצורים ובינם לבין סביבתם;⁴ מעורבות האדם במרכיבי הסביבה והשלכותיה.⁴	מדעי החיים - ביולוגיה
חומרים: גופים, חומרים ותכונותיהם והשימושים בה;¹ תהליכי שינוי בחומרים וחוק שימור המסה, מבנה החומר; השפעת השימוש בחומרים על הפרט, החברה והסביבה. אנרגיה: סוגי אנרגיה, המרות אנרגיה, מעברי אנרגיה וחוק שימור האנרגיה; משאבי (מקורות) אנרגיה, הפקת אנרגיה והשימוש בה;⁴ השפעת השימושים באנרגיה על הפרט, על החברה ועל הסביבה;⁴ כוחות ותנועה:² כוחות ופעולות על גופים חיים; השפעת השימוש בכוחות על החברה ועל הסביבה.	מדעי החומר - כימיה ופיזיקה
מערכות טכנולוגיות ומוצרים: מהות הטכנולוגיה וקשרי גומלין בין טכנולוגיה לבין מדע;¹ תהליך התיכון כדרך לפתרון בעיות בטכנולוגיה;¹ אפיונים של מערכות טכנולוגיות;² השפעת הטכנולוגיה על החברה ועל הסביבה.³	טכנולוגיה

הערות: 1. נלמד בכיתה ז' בלבד; 2. נלמד בכיתה ח' בלבד; 3. נלמד בכיתות ז'-ח' בלבד; 4. נלמד בכיתות ח'-ט' בלבד מאחר שתכנית הלימודים המעודכנת החלה להיות מוטמעת במערכת החינוך בשנת הלימודים תש"ע (2010) בכיתה ז', מחזור התלמידים שהשתתף במחקר טימס 2011 כבר למד לפי תכנית הלימודים המעודכנת הן בכיתה ז' והן בכיתה ח'.

תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה נכתבה ותוכננה בעבור היקף של 4 שעות הוראה שבועיות בכיתה ז' ו-5 שעות שבועיות בכיתות ח'-ט'. בשנים תש"ע-תשע"א ניתנה שעה תוספתית בחלק מכיתות ז'-ח', כפי שיפורט בהמשך.

¹⁶ קישור לתכנית הלימודים המעודכנת כולל הטבלאות המארגנות באתר מוטנ"ט, מרכז מורים ארצי למדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים <http://www.motnet.proj.ac.il>

כמו במתמטיקה, גם במדע וטכנולוגיה, הטמעת התכנית המעודכנת ואכיפתה נעשו כחלק מהתכנית לקידום הישגים שהוביל משרד החינוך באותן שנים (ראה הרחבה בסעיף 2.2.4).

2.2.2.3 הוראת תחום מדעי כדור הארץ (כחלק מתכנית הלימודים בגאוגרפיה)

אחד הנושאים הנכללים במסגרת המושגית של מקצוע המדעים במחקר טימס הוא תחום מדעי כדור הארץ. תחום ידע זה נלמד בעבר בישראל במסגרת מקצוע מדע וטכנולוגיה, אך בשנת הלימודים תש"ע הועבר כאמור למקצוע הגאוגרפיה, כחלק בלתי נפרד מתחום הגאוגרפיה הפיזית, הנתון לאחריותו של הפיקוח על הגאוגרפיה.¹⁷

תכנית הלימודים המעודכנת בגאוגרפיה לכיתות ז'-ט' הוטמעה בבתי הספר בשנים תש"ע-תשע"א. החלק המיועד לכיתות ח' - מדעי כדור הארץ והיקום - הוטמע בבתי הספר במלואו החל בשנת הלימודים תשע"א, כך שמחזור התלמידים שהשתתף במחקר טימס 2011 למד ברובו על פי התכנית החדשה, הכוללת גם את הנושאים שבמסגרת המושגית של מחקר טימס.

התכנית המעודכנת בגאוגרפיה לכיתות ז'-ט' מציגה "גישה בין-תחומית וראייה מערכתית של מכלול התופעות והתהליכים, הפיזיים והאנושיים המתקיימים בעולם תוך בחינת קשרי הגומלין ביניהם, מיזוג מידע וידע מתחומי דעת שונים". החלק המיועד לכיתה ח' ממוקד בתחום הגאוגרפיה הפיזית, קרי, מדעי כדור הארץ. בתכנית זו מוקצות שתי שעות שבועיות ללימודי הגאוגרפיה בכיתה ח'. הטמעתה לוותה בהוצאה לאור של ספרים חדשים בתחום הגאוגרפיה, בעברית ובערבית, שתוכניהם מותאמים לתפיסות החדשות ולתכנים המעודכנים.

בדומה לתכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה, גם תכנית הלימודים בגאוגרפיה עודכנה והותאמה, על פי מחבריה, "לסטנדרטים המקובלים בעולם בתחום דעת זה". הנושאים המרכזיים בתכנית הלימודים בגאוגרפיה פיזית בתחום מדעי כדור הארץ הם אסטרונומיה, גאולוגיה (כוחות פנימיים) וגאומורפולוגיה (כוחות חיצוניים), אקלים ומזג אוויר ומשאבי כדור הארץ. גם בתחום זה, כמו במתמטיקה ובמדע וטכנולוגיה, נמצא כי הנושאים הנכללים בו, לפי תכנית הלימודים המחודשת בגאוגרפיה, מכסים במלואם את הנושאים שבמסגרת המושגית של מחקר טימס (בתחום מדעי כדור הארץ). גם תכנית זו הוטמעה באותן שנים במערכת החינוך כחלק מהתכנית לקידום הישגים.

2.2.3 מידת ההתאמה בין תכניות הלימודים בישראל לפרטי מבחן טימס 2011

מה היתה מידת ההתאמה בין תכניות הלימודים בישראל לבין מבחני טימס בפועל במחזור מחקר 2011? כדי להשיב על שאלה זו, ראמ"ה בדקה, כחלק מדרישות מחקר טימס, את מידת ההתאמה בין הפריטים לבין תכניות הלימודים (Test Curriculum Matching Analysis). בעבור כל פריט מבחן נבדק אם הנושא שבו הפריט עוסק אכן כלול בתכנית הלימודים. בדיקה זו נעשתה בישראל על פי אמות המידה שקבע מרכז המחקר הבין-לאומי. הבודקים היו מומחים להוראת המקצוע ולפיתוח מבחנים בכל אחד מתחומי התוכן המכירים היטב את ההוראה של כל אחד ממקצועות הלימוד בחטיבת הביניים בארץ.

הניתוח העלה כי הנושאים ב-95% מהפריטים במתמטיקה וב-80% מהפריטים במדעים מופיעים במסגרת תכנית הלימודים (במדעים מדובר הן בתכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה והן בתכנית הלימודים בגאוגרפיה, שבמסגרתה נלמדים מדעי כדור הארץ). לניתוח מסוג זה מגבלות ברורות: מידת ההתאמה בין נושא המופיע בפריט לבין אופן הצגתו בתכנית הלימודים נתונה לפרשנות. כמו כן יש להביא בחשבון כי מדובר בתכנית

¹⁷ אתר מפמ"ר גאוגרפיה:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut_Pedagogit/Geographya

הלימודים המיועדת, שאינה מתייחסת לשונות בהפעלתה בכיתות בפועל. עוד על כך ראה בפרק 7, הדן בשאלה מה עשוי להסביר את הישגי ישראל במחקר.

2.2.4 תכנית הלימודים המופעלת בישראל והתכנית לקידום ההישגים

משרד החינוך הגדיר לקראת שנת הלימודים תש"ע-תשע"ב סדרת יעדים שיש לחתור אליהם, כחלק מתכנית אסטרטגית נרחבת שמטרות-העל שלה היו חיזוק הערכים ושיפור ההישגים. התכנית, שכונתה "התכנית לקידום ההישגים"¹⁸, זכתה לתקצוב נוסף של 370 מיליון שקלים מתקציב המדינה.¹⁹

מתוך התפיסה כי "הממשלה והכנסת תכרנה בתקציב החינוך כהשקעה ולא כהוצאה" כללה התכנית יעדים מוגדרים היטב (חלקם מדידים) בתחום האקלים הבית-ספרי, הענקת הזדמנויות למידה, צמצום הפערים, שיפור ההישגים בתחומי ליבה עיקריים, חיזוק הערכים הדמוקרטיים-חברתיים, חיזוק הזהות היהודית, ועוד. תקצוב זה לווה בהתייחסות מפורשת בספר התקציב כדי "להפגין קשר בין התשומות המושקעות לבין התפוקות", ובמילים אחרות: התקצוב נעשה תוך ציפייה כי ההשקעה הגדולה תניב פירות שיבואו לידי ביטוי בשיפור (בר-מידה) בהישגים.

היעד העיקרי בתחום שיפור ההישגים בבתי הספר היסודיים ובחטיבות הביניים שמשרד החינוך הכריז עליו לשנים תש"ע-תשע"ב, בתכנית לקידום ההישגים, היה "בניית תשתיות ידע בתחומי הדעת המרכזיים בצמתים קריטיים - שיפור הכשירות האזרחית בשפת האם הכתובה והדבורה, והעלאת ההישגים במתמטיקה ובמדעים". התכנית התמקדה במוסדות החינוך הממלכתי (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית) והממלכתי-דתי. יישומה נעשה תוך תיאום ושיתוף פעולה מלאים בין המנהל הפדגוגי (אגפי הגיל), המזכירות הפדגוגית (המפמ"רים במקצועות הרלוונטיים), המינהל למדע וטכנולוגיה (הכולל את הפיקוח על הוראת המקצוע מדע וטכנולוגיה), מחוזות המשרד, ועוד.

בתרשים 2.1 מוצגים יעדי השיפור בהישגים הלימודיים כפי שהוצגו במסמך "ממשלת ישראל מאמינה בחינוך" שפורסם מטעם לשכת שר החינוך ולשכת המנכ"ל לקראת שנת הלימודים תש"ע, ובאתר האינטרנט של משרד החינוך. אפשר לראות כי היעדים הוגדרו במונחים מפורשים של עלייה בציון הממוצע במבחנים הארציים (מיצ"ב תש"ע-תשע"ב) ועלייה במדרג המדינות במחקרים הבין-לאומיים (טימס ופירלס 2011 ופיזה 2012). היעד הספציפי שהוכרז עליו היה עלייה של חמישה מקומות במדרג המדינות במחקר טימס 2011 ובמחקר פיזה 2012, ועלייה של עשרים מקומות במדרג המדינות במחקר פיזה שיערך בשנת 2016.²⁰ לכותבי דוח זה לא ידוע כיצד נקבעו היעדים המפורשים בנוגע לשיעור העלייה הרצוי בממוצע הציונים ובמדרג המדינות. מאידך, לא סומנו יעדים מפורשים המתייחסים לצמצום פערים בין-מגזריים או פערים על רקע חברתי-כלכלי.

¹⁸ קישור למסמך ראה למשל באתר מוט"נט:

<http://www.motnet.proj.ac.il/Apps/Public/getfile.aspx?inline=yes&f=files/ba3c28fc-8c3e-46d9-b4f3-effda4c7e27b/5dd54bfd-f1b8-4c5d-834a-1ddec1c789b/f487ee67-db02-45f0-98dd-9152fd20356c/a37d7691-901e-427f-9ea2-82c1a1ef3f35.pdf>

עוד על הערכת התכנית לקידום ההישגים ראה דוחות באתר ראמ"ה:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/HaarachatProjectim/Kidum_Hesegim.htm

¹⁹ עוד על הקצאת התקציב לתכנית האסטרטגית ראה באתר משרד האוצר:

http://www.mof.gov.il/BudgetSite/StateBudget/Budget2011_2012/Lists/List2/Attachments/2/mediniut.pdf

²⁰ על כלל היעדים של משרד החינוך באותן שנים ראה גם בקישור:

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Hofesh/DeenVeHeshbon/2008/2008/MatarotYeadim.htm>

תרשים 2.1: יעדי השיפור בהישגים הלימודיים ותכנית היישום כפי שהוצגו במסמך "ממשלת ישראל מאמינה בחינוך" לקראת שנת הלימודים תש"ע

שיפור הישגים

3

שיפור ההישגים הלימודיים

א. מבחני מציב ומבחינים ביכיל

תוכנית יישום:

בניית תשתיות ידע בתחומי הדעת המרכזיים בצמתים קריטיים

שיפור המיומנויות בשפת אם בכיתות ב':
כ-3,370 כיתות ב' יתוגברו בשפת אם בהיקף של כ-10,000 שעות שבועיות.
ינתן יום הדרכה שבועי לשפת אם, לכל חמישה בתי ספר, שהיכ 324 ימי הדרכה, 54 משרות מלאות

שיפור המיומנויות במתמטיקה, מדעים ושפת אם בכיתות ז':
תתווספה כ-25,000 שעות לימוד שבועיות.
לכל חמישה בתי ספר ינתן יום הדרכה שבועי לכל מקצוע (שהיכ ל-3,000 כיתות, 816 ימי הדרכה, 136 משרות מלאות). תתקיימה השתלמויות חובה למורים בהיקף של 30 שיש.
יתקיימו 2-3 מבחנים אחידים בנקודות זמן קבועות במהלך השנה, לצורך מעקב שוטף והערכה

הדרכה - "מורי מורים": מורים מצטיינים במקצועות המתמטיקה, המדעים ושפת אם, שיועסקו בחצי משרה וידריכו מורים בדיסציפלינות השונות

בכל מחוז, ימונה מנכ"ל מרכז, שיהיה אחראי לעבודת המורים בבתי הספר

כל התוכניות מלוות בהערכה חיצונית

שיפור הישגים

3

שיפור ההישגים הלימודיים

א. מבחני מציב ומבחינים ביכיל

מבחן PISA 2006



נקודת המוצא: ההישגים של תלמידי ישראל במבחנים הבינלאומיים בתחומי הדעת ומקצועות הליכה אינם משביעי רצון

המטרה: מיצוי הפוטנציאל של כלל תלמידי ישראל, שיבוא לידי ביטוי בתוצאות ובהישגים

היעדים:

- שיפור הדרגתי ועקבי בתוצאות מבחני המיצ"ב (מדדי יעילות בית ספרית)
בכיתות ה' - אנגלית (כיום 73.8), מתמטיקה (כיום 59.2), מדע וטכנולוגיה (59.2), שפת אם (דוברי עברית - 78.4, דוברי ערבית - 63.8)
בכיתות ז' - אנגלית (כיום 58.4), מתמטיקה (כיום 44.1), שפת אם (דוברי עברית - 67.9, דוברי ערבית - 58.6)
- 2011 מבחן PIRLS לאוריינות קריאה לכיתה ד' שיפור בדירוג 20 ל-15 נק' באוריינות השפה העברית והערבית
- 2011 מבחן TIMSS למתמטיקה ומדעים לכיתה ח' שיפור בדירוג 24 ל-19 במתמטיקה, שיפור בדירוג 25 ל-20 במדעים +12 נק' במדעים / +17 נק' במתמטיקה
- 2012 מבחן PISA בקריאה, מתמטיקה ומדעים שיפור בדירוג 40 ל-35 במתמטיקה שיפור בדירוג 40 ל-35 בשפה, שיפור בדירוג 39 ל-34 במדעים +36 נק' במדעים / +42 נק' בקריאה / +48 נק' במתמטיקה
- 2016 מבחן PISA שיפור בדירוג 40 ל-20 נק' במדעים / +68 נק' בקריאה / +83 נק' במתמטיקה

2.2.4.1 התנעת התכנית

בתחילת שנת הלימודים תש"ע ערך משרד החינוך כנסים במחוזות, בהשתתפות נציגים של מטה המשרד (מנהלי מינהלים ואגפים) ומנהלי המחוזות עצמם, וכן מדריכים ארציים במקצועות הרלוונטיים. הכנסים נועדו להתניע את התכנית ולגייס את מעורבותם של בתי הספר, והוזמנו אליהם רכזי המקצועות ומדריכי המקצוע. בכנסים הוסברו יעדי התכנית והאמצעים להשגתם ופורטו תכניות הפעולה. כמו כן נערכו במחוזות כנסים למורים על מנת להביאם לידי הכרה בחשיבות התכנית, וכך להעלות את המוטיבציה והעניין שלהם בהוראת תחום הדעת ובשיפור הישגי תלמידיהם, מתוך חתירה להשגת היעדים במחקרים השונים, לגייסם ליישום התכנית בכיתות ולהטמעת תכניות הלימודים, ולעודדם להשתתף בתכניות לפיתוח מקצועי.

2.2.4.2 יישום התכנית

יישום התכנית לקידום ההישגים כלל את הפעולות האלה: החלת הטמעתן של תכניות הלימודים החדשות במתמטיקה, במדע וטכנולוגיה ובגאוגרפיה (ראה לעיל) בהיקף ארצי, וכן ארגון ההוראה במקצועות לימוד אלו על ידי הפיקוח על כל אחד מהמקצועות; תוספת שעות שבועיות להוראת מקצועות לימוד אלו; הרחבת ההדרכה בבתי הספר; הפעלת תכנית ייחודית במתמטיקה "מיצוי ומצוינות" לקידום תלמידי ה"קצוות", דהיינו המתקשים והמצטיינים; הפעלה מורחבת של תכניות לפיתוח מקצועי של מורים (השתלמויות) במקצועות מתמטיקה, מדע וטכנולוגיה וגאוגרפיה, תוך דרישה מהמורים להשתתף בהן; פיתוח של חומרי למידה וכלי הערכה והפצתם לבתי הספר.

חשוב לציין כי רבות מהפעולות הללו אופייניות לשלב ראשוני בהטמעה של תכניות לימודים חדשות באשר הן. מאחר שהתכניות האמורות היו חלק בלתי נפרד מהתכנית לקידום ההישגים, קשה לקבוע בנוגע לכל פעולה אם נעשתה בשל הצורך להטמיע תכנית לימודים חדשה או כחלק ייעודי ייחודי של התכנית לקידום ההישגים (מרכיביה של תכנית זו מוצגים להלן ביתר פירוט).

החלת הטמעתן של תכניות הלימודים החדשות. בשנת תש"ע הוחל בתהליך ההטמעה של תכניות הלימודים החדשות במקצועות הרלוונטיים בדרגות הכיתה הרלוונטיות למחקר טימס 2011. מדובר בתכניות שהיו בתהליכי פיתוח, אישור והטמעה ניסיונית בהיקף מצומצם, לכן יש להניח כי התכניות היו מוטמעות במערכת החינוך בשלב כלשהו ובהדרגה. ואולם הטמעת תכניות הלימודים החדשות והמעודכנות, במהלך חד-פעמי ובהיקף ארצי נרחב בכיתות ז'-ח' בשנים אלו (תש"ע-תשע"ב), זורזה בין היתר כחלק מהתכנית האסטרטגית לקידום ההישגים והתאפשרה בזכות המשאבים שהוקצו לה.

ארגון ההוראה. כדי לסייע בהטמעת התכנית החדשה **במתמטיקה** פרסם הפיקוח על הוראת המתמטיקה במשרד החינוך מסמך לתכנון ההוראה בעבור כל שכבת כיתה. המסמך פרס את תוכני הלימוד הכלולים בתכנית הלימודים, והציג רצף הוראה (מתי ללמד כל נושא) בהתאם ללוח הזמנים של שנת הלימודים. המורים נדרשו ללמד את הנושאים במתמטיקה לפי הרצף שנקבע במסמך.

הטמעת תכנית הלימודים המעודכנת **במדע וטכנולוגיה** החלה עוד לפני שפורסמה התכנית עצמה. הדבר נעשה באמצעות "מסמך אב" - מסמך מחייב מטעם הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה בחטיבות הביניים, ששימש תכנית לימודים דה-פקטו המבוססת על תכנית הלימודים שעדיין הייתה בשלבי פיתוח.²¹ במסמך הוצגו הנושאים ונושאי המשנה מתוך תכנית הלימודים, ורצף ההוראה המחייב של נושאים אלו בשנת הלימודים בדרגות הכיתה הרלוונטיות למחקר טימס 2011. הפצת המסמך לוותה בהפצה של ערכות ה"ה" (הוראה

²¹ מסמכי אב שפורסמו מאז תשע"א אפשר למצוא באתר המינהל למדע וטכנולוגיה בקישור: <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/MadaTech/HinucMadaTech/Hativot>

למידה הערכה לבתי הספר), ועליהן יפורט בהמשך. במסמך האב שיצא לבתי הספר בשנת הלימודים תש"ע הוצגו לצד כל נושא ותת-נושא לימודי קישורים והפניות לפרקים המתאימים בספרי לימוד שונים ובחומרי עזר נלווים. מסמך זה ומסמך תכנון ההוראה במתמטיקה נועדו להבטיח את ההספק של הוראת הנושאים הכלולים בתכניות הלימודים, ולסייע לפיקוח לאכוף את יישום התכנית ואת כיסוי כלל הנושאים הללו.

תוספת שעות שבועיות להוראה.²² **תכנית הלימודים פותחה לפי הקצאה של 4 שעות שבועיות לכיתה ז', 5 לכיתה ח', ו-4 לכיתה ט'.** להטמעת התכנית החדשה במתמטיקה הוקצו 5 שעות שבועיות בכיתה ז' בתש"ע (5-5 כמתוכנן בכיתה ח') ובתש"א - 6 שעות שבועיות להוראת מתמטיקה בכיתה ח'. הקצאה זו שיקפה למעשה תוספת של שעת הוראה אחת במתמטיקה לכיתה ז' בתש"ע ושעת הוראה אחת לכיתה ח' בתש"א מעבר למתוכנן בתכנית הלימודים (ולעומת השעות שהוקצו להוראת המתמטיקה לפני החלת התכנית החדשה). שעה תוספתית זו הוקצתה באותן שנים בשל החדרתה של תכנית לימודים חדשה מתוך תפיסה כי המורים עדיין לא התנסו בהוראה על פיה ולכן, לצורך שלב המעבר, נדרש יותר זמן להוראה. כמו כן ניתנה תוספת של שעות שבועיות במסגרת התכנית "מיצוי ומצוינות" (ראה פירוט בהמשך).

להטמעת התכנית במדע וטכנולוגיה הוקצו בתש"ע (ומאז ועד היום) 4 שעות שבועיות להוראת המקצוע בכיתה ז', ובתש"א - 5 שעות שבועיות בכיתות ח'-ט'. חלוקת משאבים נוספים לבתי הספר נעשתה באופן דיפרנציאלי, תוך הקצאת תוספת שעות הוראה לבתי ספר שנמצא כי הם זקוקים לכך (מבחינת ההישגים במקצוע זה). מלבד הקצאת שעות ההוראה נעשו פעולות לאכיפתן של השעות שהוקצו. בכ-85% מבתי הספר הגיעו לאכיפה מלאה של השעות.

להטמעת תחום מדעי כדור הארץ במסגרת הוראת הגאוגרפיה הוקצו 2 שעות שבועיות להוראת המקצוע בכיתות ח'. היקף השעות להוראה בכיתה ח' נשמר גם כיום.

הרחבת ההדרכה בבתי הספר. כדי לתמוך במורים בעת הפעלתן של תכניות הלימודים החדשות ובה בעת לפקח על הפעלתן ולאכוף את יישומן, הוגדל מספר שעות ההדרכה והיחס המספרי בין מספר מדריכים לבין מספר בתי ספר, על פי מפתח של שני מדריכים לחמישה בתי ספר במקצוע המתמטיקה ומדריך אחד לחמישה בתי ספר במקצועות מדע וטכנולוגיה (וכן שפת אם). עבור הוראת תחום התוכן מדעי כדור הארץ במסגרת מקצוע הגאוגרפיה, הוקצו מדריכים לפי מפתח של 10 ימי הדרכה לבית ספר. התוספת ניתנה תחילה בשכבת כיתה ז' בלבד (בשנת תש"ע), ולאחר מכן גם בשכבת כיתה ח' (בשנת תש"א). לצורך הרחבה זו של משאבי הדרכה גויסו והוכשרו, בתוך זמן קצר, מדריכים חדשים מתוך קהילת מורי המקצוע בבתי הספר ("מורי מורים"). המדריכים סייעו לפיקוח לעקוב אחר הספק הלמידה. הדבר נעשה בין היתר באמצעות משימות הערכה מחייבות שהופצו לבתי הספר והועברו בהם באופן פנימי, ולעתים אף דרישה להעביר לפיקוח את ציוני התלמידים במשימות הללו.

הפעלת תכנית ייחודית במתמטיקה: "מיצוי ומצוינות". כדי לתת מענה לתלמידי ה"קצוות" במתמטיקה - למצות את יכולתם של המתקשים ולטפח את המצטיינים - הופעלה בתש"ע בפריסה ארצית התכנית "מיצוי ומצוינות במתמטיקה",²³ שהותאמה לתכנית הלימודים החדשה.²⁴ עד לאותה שנה הופעלה תכנית זו במשך כמה שנים באופן ניסיוני במספר בתי ספר, אך בתש"ע הוחל ביישומה בכל בתי הספר.

²² חשוב לציין כי מלבד תוספת זו של שעות נוספו באותן שנים לבתי הספר היסודיים (ובמקצת חטיבות הביניים) גם שעות פרטניות במסגרת רפורמת "אופק חדש", שבחלקן נוצלו לסגירת פערים ולהוראה פרטנית לתלמידים מתקשים.

²³ ראה קישור:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativatBeinayim/metzuyanut.htm

²⁴ התכנית "מיצוי ומצוינות" פותחה על ידי האוניברסיטה העברית (התכנית למיצוי) והטכניון (התכנית למצוינות) ופעלה כתכנית ניסיונית החל משנה"ל תשס"ג, ביוזמתו ובהובלתו של האגף לחינוך על-יסודי במשרד החינוך.

בתכנית ה"מיצוי" השתתפו תלמידים מתקשים ובעלי פוטנציאל (השישית השנייה מלמטה בדירוג היכולות המתמטיות), שבתי הספר הגדירו אותם "תלמידים שלא תמיכה עלולים לנשור מלימודי המתמטיקה", וזאת כדי להעניק להם בסיס ידע וביטחון עצמי לקראת עמידה בבחינת הבגרות במתמטיקה בהיקף של 3 יחידות לימוד בבוא העת. בתכנית ה"מצוינות" השתתפו תלמידים בעלי עניין, מוטיבציה ויכולת גבוהה במתמטיקה. תכנית זו נועדה לפתח ולטפח את העניין והיכולת שלהם במתמטיקה, כבסיס להמשך לימודי המקצוע ברמות הגבוהות ולמצוינות במתמטיקה.

שתי הקבוצות של תלמידי ה"קצוות" למדו בכיתות נפרדות ובשיטות לימוד המותאמות להן: קבוצת ה"מיצוי" למדה בכיתות ז'-ח' את כל שעות המתמטיקה (5 ש"ש) בקבוצה נפרדת מכיתת האם; קבוצת ה"מצוינות" למדה את שעות המתמטיקה הרגילות בכיתת האם (או בהקבוצת), בדרך כלל בתוספת 1-2 שעות לימוד להעשרה במתמטיקה.

הפעלה מורחבת של תכניות לפיתוח מקצועי של מורים (השתלמויות). במהלך שנות הלימודים תש"ע ותשע"א נדרשו מורי המקצועות האמורים בכיתות ז'-ט' להשתתף בהשתלמויות בהיקף של 30 שעות לפחות לשם העמקת הנושאים הנכללים בתכניות הלימודים המעודכנות והחדשות. השתלמויות אלו אורגנו על ידי הפיקוח על הוראת כל אחד מהמקצועות ופותחו על פי מפרט אחיד בכל המחוזות.

בשנים תש"ע-תשע"א התמקדו השתלמויות המורים למתמטיקה בעיקר בהטמעת התכנית החדשה וכן בתכנית "מיצוי ומצוינות", בהתאם לקבוצה שהמורה מלמד. השתלמויות המורים למדע וטכנולוגיה עסקו בעיקר בהקניית ידע הנחוץ להוראה אפקטיבית של תכנית הלימודים המעודכנת, והתמקדו בנושאים פיזיקה וכימיה ובדגש על מיומנות החקר המדעי ופתרון בעיות. זאת ועוד: לאחר שהובחן כי פיזיקה היא התחום שבו המורים למדע וטכנולוגיה חשים חוסר ביטחון בהשוואה לתחומים האחרים, הורחבו השתלמויות המורים בנושאים השונים בפיזיקה ונפתחו מסלולים להרחבת הרישוי להוראת המקצוע.

פיתוח והפצה של חומרי למידה וכלי הערכה. הטמעת תכניות הלימודים כחלק מהפעלת התכנית לקידום ההישגים לוותה בעדכון ספרי לימוד קיימים ובהוצאת ספרי לימוד חדשים על פי תכניות הלימודים החדשות (בעקבות ההתנסות בשנה הראשונה עודכנו שוב מקצת ספרי הלימוד והוכנסו שינויים קלים בתכניות הלימודים עצמן).

עדכון תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה לווה גם בהכנת חומרי לימוד ייעודיים. כהשלמה לספרי הלימוד שיועדו לתכנית הלימודים החדשה (קצתם עדיין היו בשלבי פיתוח בעת הכנסת השינויים לתכנית הלימודים) וכחלק מתכנית ההישגים, הזמין משרד החינוך מגופים חיצוניים (כגון מכון ויצמן ומט"ח) חומרי עזר ומשימות הערכה - ערכות הל"ה²⁵ ("הוראה למידה הערכה"), שהתמקדו בעיקר בתחומי הפיזיקה והביולוגיה. ערכות אלו מיועדות לסייע למורה לתכנן וליישם באופן אפקטיבי הוראת תכנים ומיומנויות הכלולים בתכניות הלימודים, ומלבד חומר הלימודים עצמו הן כוללות גם משימות רבות לתרגול והערכה של הנושאים שנלמדו. הערכות הופצו לכלל המורים למדע וטכנולוגיה בתחילת שנת הלימודים תש"ע, והמורים התבקשו להשתמש בהן.

מלבד ערכות הל"ה, שנועדו לשימוש של המורה על פי שיקול דעתו, פותחו מבדקים ייעודיים לסיכום נושאי לימוד שונים במדע וטכנולוגיה. פיתוחם נעשה על ידי הפיקוח על הוראת המקצוע, והם הופצו לבתי הספר באמצעות המדריכים או דרך האינטרנט.

²⁵ על ערכות הל"ה ראה למשל בקישור: <http://meyda.education.gov.il/files/MadaTech/htzha.pdf>

ערכות הל"ה פותחו גם בעבור תחום מדעי כדור הארץ: http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Geographya/beynaim/MdaeiKadorHaretz/Erkut.htm

פרק 3: שיטת המחקר

ביצוע מחקר טימס, משלב ההיערכות לקראתו דרך איסוף המידע וניתוח התוצאות ועד פרסומן, אורך כארבע שנים. ההיערכות למחקר החלה בשנת 2009 במרכז המחקר הבין-לאומי. בשלב ראשון עודכנו המסגרות המושגיות ופותחו כלי ההערכה (המבחן והשאלונים). עם סיומו של תהליך הפיתוח העביר מרכז המחקר את החומרים שפותחו למדינות המשתתפות במחקר, ובהן ישראל, לשם תרגום והתאמה. בישראל תורגמו המבחן והשאלונים לשתי שפות ההוראה במדינה: עברית וערבית.

בשנת 2010 נערך מחקר חלוץ שנועד לבדוק את התאמתם של כלי ההערכה ואת ההליכים והנהלים לאיסוף המידע. המבחנים והשאלונים הועברו בקרב מדגם מצומצם של תלמידים במדינות שהשתתפו במחקר. במחקר החלוץ נבדקה איכות התרגום לשפות השונות, ותוצאותיו שימשו בסיס לבחירת הפריטים המתאימים ביותר למחקר העיקרי. בשנת 2011 נערך המחקר העיקרי: המבחנים והשאלונים הועברו בקרב מדגם מייצג של תלמידים בכל אחת מהמדינות המשתתפות, לאחר מכן נבדקו המבחנים בכל מדינה, ונתוני המבחנים והשאלונים הועברו לעיבוד במרכז המחקר הבין-לאומי. המחקר הסתיים שנה וחצי לאחר העברת המבחנים והשאלונים בקרב המדגם המייצג, ובדצמבר 2012 פורסמו תוצאות המחקר בדוח בין-לאומי רחב היקף.

מחקר טימס מגדיר סטנדרטים גבוהים וקפדניים לביצוע שלבי המחקר השונים, בהם שלב התרגום של המבחנים והשאלונים, דגימת בתי הספר ודגימת הכיתות בתוכם, העברת המבחן בבתי הספר ובדיקת המבחנים. הקפדה על סטנדרטים אלו מבטיחה את איכות הנתונים הנאספים ומאפשרת לעשות השוואה תקפה בין כלל המדינות המשתתפות. בפרק זה יתוארו השלבים העיקריים בביצוע המחקר בישראל, משלב התרגום ועד לשלב של ניתוח הנתונים. לפירוט על אודות המחקר וביצועו מנקודת מבט בין-לאומית ראה המדריך הטכני של דוח טימס 2011²⁶ ובו פירוט של השיטות והנהלים שיושמו במחקר.

3.1 כלי ההערכה במחקר טימס

כלי ההערכה במחקר טימס כוללים מבחן לתלמידים הבודק את הישגיהם במתמטיקה ובמדעים וכן שאלונים לתלמידים, למורים למתמטיקה ולמורים למדעים המלמדים את התלמידים הנבחרים, ולמנהלי בתי הספר שבהם לומדים נבחרים אלו. השאלונים נועדו לאסוף מידע ברמה מערכתית. השאלון לתלמיד משמש לאיסוף מידע על הרקע של התלמידים ועל עמדותיהם כלפי המקצועות מתמטיקה ומדעים; השאלונים למורים ולמנהלי בתי הספר משמשים לאיסוף מידע על ההקשר הלימודי של רכישת הידע: רקע ועמדות של המורים, דרכי ההוראה, האקלים הלימודי בבית הספר, ועוד. נוסף על כך קיים שאלון לנציג המדינה (בדרך כלל מתאם המחקר), המשמש לאיסוף מידע ברמה המערכתית על תכניות הלימודים במקצועות אלו ועל מדיניותה של מערכת החינוך בכל מדינה. המידע שנאסף באמצעות השאלונים משמש לאפיון הזדמנויות הלמידה שניתנו לתלמידים ומספק את ההקשר של הישגי התלמידים ועמדותיהם. מידע על תכניות הלימודים ועל מדיניות מערכת החינוך בכל אחת מהמדינות המשתתפות מתפרסם בכרך המכונה "אנציקלופדיה של מחקר טימס".²⁷

²⁶ קישור למדריך הטכני (באנגלית) למחקר טימס 2011 - <http://timssandpirls.bc.edu/methods/index.html>

²⁷ האנציקלופדיה של מחקר טימס מוצגת באתר של מרכז המחקר הבין-לאומי בקישור: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/encyclopedia-timss.html>

3.1.1 מבנה המבחן

בדומה למסגרות המושגיות, גם שאלות המבחן ("פריטי המבחן") פותחו על ידי קבוצות מומחים בתחומי הדעת השונים ממדינות שונות, תוך שהם מסתמכים על הידע והמיומנויות שנבחרו למסגרות המושגיות ואושרו על ידי קבוצות מומחים בין-לאומיות שמונו על ידי מרכז המחקר הבין-לאומי. בפיתוח הפריטים נעשה ניסיון לפתח מגוון גדול של פריטים על מנת להגדיל ככל האפשר את פוטנציאל הדיווח על הישגים בתחומי התוכן ובמיומנויות הקוגניטיביות הנבדקות.

כל פריט (שאלה) במבחן נבנה על מנת למדוד בעיקר תחום תוכן אחד ומיומנות קוגניטיבית אחת (ראה פרק 2). [בלוח 3.1 ובלוח 3.2 מוצגים מספר הפריטים במבחן והחלק היחסי בו, של כל סוג פריט בכל אחד מתחומי התוכן במתמטיקה ובמדעים ושל כל אחת מהמיומנויות הקוגניטיביות, וכן מספר הפריטים מכל תחום תוכן]. כמחצית מהפריטים במתמטיקה ובמדעים הם שאלות סגורות (שאלות רבות בִּכְרָה), וכמחצית הם שאלות פתוחות שבהן התלמיד מתבקש להפיק תשובה בכוחות עצמו על סמך הידע שלו ורמת שליטתו במיומנות הנבדקת.

לוח 3.1: הפריטים במתמטיקה ובמדעים - לפי תחומי תוכן

מספר פריטים בסה"כ	חלק יחסי במבחן	תחומי התוכן במדעים	מספר פריטים בסה"כ	חלק יחסי במבחן	תחומי התוכן במתמטיקה
79	37%	ביולוגיה	61	29%	מספרים
44	20%	כימיה	70	33%	אלגברה
55	25%	פיזיקה	43	19%	גאומטריה
39	18%	מדעי כדור הארץ	43	19%	נתונים והסתברות
217	100%	סה"כ	217	100%	סה"כ

לוח 3.2: הפריטים במתמטיקה ובמדעים - לפי ממדים קוגניטיביים

מספר פריטים בסה"כ	חלק יחסי במבחן	הממדים הקוגניטיביים במדעים	מספר פריטים בסה"כ	חלק יחסי במבחן	הממדים הקוגניטיביים במתמטיקה
73	32%	ידע (knowing)	80	36%	ידע (knowing)
92	44%	יישום (applying)	85	39%	יישום (applying)
52	24%	חשיבה (reasoning)	52	25%	חשיבה (reasoning)
217	100%	סה"כ	217	100%	סה"כ

3.1.1.1 ארגון הפריטים בחוברות המבחן

על פי ההערכה, משך הזמן הנחוץ לפתרון כלל פריטי המבחן (217 במתמטיקה ו-217 במדעים) אילו נפתרו על ידי תלמיד יחיד ברצף הוא עשר שעות וחצי. בפועל, מאחר שאין אפשרות לתת לתלמיד אחד לפתור את כל הפריטים, כל תלמיד נבחן במשך 90 דקות (45 דקות במתמטיקה ו-45 במדעים) ומקבל רק חלק מן הפריטים של המבחן. ליתר פירוט: כל תלמיד קיבל במחקר הנוכחי חוברת מבחן אחת (מתוך 14 חוברות שונות) ובה ארבעה מקבצי פריטים (ראה הסבר להלן). במערך כזה של מבחן, האופייני למבחנים שבהם מטרת המדידה

היא המדינה בכללותה ולא התלמיד היחיד, כל תלמיד נבחן רק על חלק קטן מפריטי המבחן, אך במצטבר, כאשר מצרפים את תגובות כל התלמידים במדינה נתונה, אפשר לקבל תמונה מקיפה ברמה ארצית על אודות השליטה של כלל התלמידים במדינה זו בתחומי הדעת הנבדקים. מאידך, אי-אפשר לספק לתלמיד הנבחן ציון תקף, ואף לא לקבוצות קטנות כגון הכיתה הנבחנת, שכן בקבוצה קטנה מעט מדי תלמידים משיבים על כל אחד מהפריטים.

הפריטים אורגנו ב-28 מקבצים (blocks) - 14 במתמטיקה ו-14 במדעים, וכל מקבץ כלל כ-10-18 פריטים. נעשה ניסיון ליצור הקבלה בין המקבצים הן מבחינת התוכן והן מבחינת רמת הקושי של המקבצים השונים. מקבצי פריטים אלו אורגנו ב-14 חבורות מבחן שונות (14 נוסחי מבחן), כך שכל אחד מנוסחי המבחן כלל ארבעה מקבצים, שניים במתמטיקה ושניים במדעים. בין נוסחי המבחן הייתה חפיפה חלקית: כל אחד מהמקבצים הופיע פעמיים, בשני נוסחי מבחן (שתי חבורות) ובמיקום שונה בכל חבורת (פעם אחת בחצי הראשון של החבורת ופעם אחרת בחצי השני); זאת כדי לאפשר בקרה על אפקט הסדר והמיקום של כל מקבץ וכך לבקר את השפעתו האפשרית של מיקום המקבצים במבחן על ההשבה (עקב גורם העייפות, למשל).

3.1.1.2 השאלונים

כמו המבחן, גם השאלונים במחקר טימס פותחו על ידי קבוצות מומחים ממדינות שונות שמינה מרכז המחקר הבין-לאומי. בכל אחד מהשאלונים השאלות סגורות. מרביתן מורכבות ממספר היגדים, וממלא השאלון מתבקש לקבוע את מידת הסכמתו עם ההיגד או את התדירות שבה הוא עושה פעולה מסוימת, בסולם של ארבע דרגות. מקצת השאלות מבקשות לברר מידע מסוים (כגון השאלה "באיזו תדירות המורה שלך נותן לך שיעורי בית?" - שאלה סגורה ובה חמש אפשרויות תשובה).

השאלון לתלמיד אחיד לכל התלמידים, הוא מכיל 20 שאלות סגורות ומתוכנן לכ-30 דקות השבה. השאלות עוסקות בהיבטים שונים בחיי התלמידים בבית ובבית הספר, בהם מידע דמוגרפי בסיסי, הסביבה הביתית, אקלים הלמידה בבית ספר, הדימוי העצמי של התלמיד ועמדותיו כלפי מתמטיקה ומדעים. ניתוח התשובות מספק לחוקרים את ההקשר והרקע של התלמידים שאפשר לקשר אותם להישגיהם. התלמידים השיבו על השאלון מיד בסיום המבחן.

השאלון למורים קיים בשני נוסחים מקבילים: למורים למתמטיקה ולמורים למדעים. בשאלון 30 שאלות סגורות, מתוכן 20 שאלות כלליות זהות בשני הנוסחים ו-10 שאלות ממוקדות בהוראת תחום הדעת ומותאמות לכל מקצוע לימוד. השאלות עוסקות ברקע האקדמי והמקצועי של המורים, במשאבים בכיתה, בדרכי ההוראה ובעמדות המורים כלפי ההוראה. בשאלון גם נאסף מידע על מאפייני הכיתה הנבחנת, על חומרי הלימוד, על נושאי הלימוד, על הפעילויות המשמשות ללימוד מתמטיקה ומדעים ולטיפול העניין של התלמידים בתחומים אלו, ועוד.

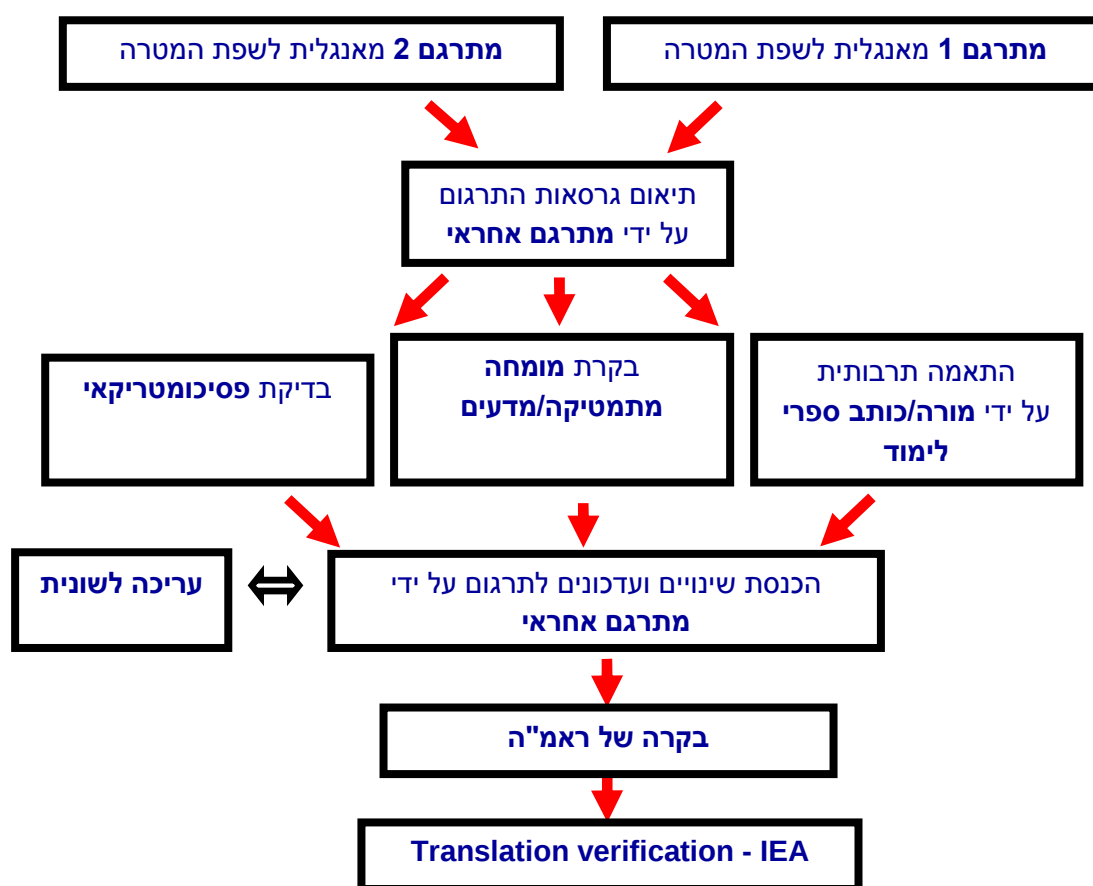
השאלון למנהלי בתי הספר עוסק במאפייני בית הספר. יש בו 17 שאלות סגורות העוסקות במאפייני בית הספר, במשך הזמן המוקדש להוראה, בזמינות המשאבים והטכנולוגיה, במעורבות ההורים, באקלים הלמידה בבית הספר, בצוות המורים, בתפקיד המנהל ובמוכנות של התלמידים.

השאלונים למורים ולמנהלים הם **בפורמט ממוחשב** והם נשלחים לבית הספר באמצעות רשת האינטרנט כשבועיים לפני מועד המבחן. משך הזמן המשוער המוקדש להשבה על השאלון הוא כ-30-45 דקות, והמורים והמנהלים מתבקשים לסיים למלא את השאלון לפני מועד העברת המבחנים והשאלונים לתלמידים.

3.2 הליך התרגום וההתאמה של חומרי המחקר

כל חומרי המחקר בישראל, ובכלל זה פריטי המבחן והמחווים לבדיקתם, השאלונים והמדריכים, תורגמו מאנגלית והותאמו בנפרד לכל אחת משתי שפות ההוראה בישראל, עברית וערבית. התרגום לשתי השפות נעשה במקביל, באמצעות צוותי תרגום ייעודיים וליווי ובקרה שוטפים של ראמ"ה (המנהלת את התהליך בכללותו), וכן בקרה סופית של מרכז המחקר הבין-לאומי. הליך התרגום של פריטי המבחן והשאלונים מוצג בפירוט בתרשים 3.1. הליך מורכב זה מבטיח את איכות התרגום, את נאמנותו למקור מבחינת התוכן, את שימור המאפיינים הפסיכומטריים של יחידות המבחן ושל הפריטים (כגון משלב השפה, מורכבות המשפטים ואחידות המסחים בשאלות הסגורות) ואת האחידות הסגנונית של יחידות המבחן בכל אחת משפות המטרה.

תרשים 3.1 תהליך התרגום בישראל משפת המקור (אנגלית) לכל אחת משפות המטרה (עברית/ערבית)



השלב הראשון בהליך התרגום מאנגלית (לעברית או לערבית) נעשה באופן עצמאי בידי כל אחד משני מתרגמים. המתרגם האחראי סוקר את שתי גרסאות התרגום ומציע נוסח מתורגם אחד. לאחר מכן מועבר הנוסח הזה למתאם תרבותי שפועל על פי ההנחיות שארגון ה-IEA מספק בדבר ההתאמות שאפשר לעשות לפריטים. התאמה מקובלת היא, למשל, החלפת שמות האנשים או המקומות בגרסת המקור בשמות מוכרים ומקובלים בשפת המטרה. התאמות אחרות מתייחסות למשלב השפה המקובל והמצופה מתלמידים בכתה ח' ולמונחים כפי שמקובלים בהוראת המקצוע בכיתה זו. מומחה בתחום התוכן בודק את שימור המאפיינים התוכניים של הפריטים בנוסח המתורגם בהשוואה לנוסח המקורי באנגלית, ופסיכומטריקאי בודק את שימור מאפייניהם הפסיכומטריים (כגון רמת הקושי של הפריט וכיו"ב). בעקבות הערות המומחים מוכנסים שינויים

בנוסח המתורגם, והגרסה המעודכנת מועברת לעריכה לשונית. ראמ"ה, המלווה את הליך התרגום על כל שלביו, עושה בקרת איכות על התוצר הסופי ומעבירה את החומרים המתורגמים למרכז המחקר הבין-לאומי לשם אימות (ורפיקציה) ולשם בקרה על התרגום, ולאישור סופי²⁸ של כל הגרסאות בשפות המטרה השונות.

תיבה 3.1: שיפור התרגום

הקפדה על איכות התרגום של פריטי מבחן בינלאומי במדינות השונות חיונית הן משיקולים פסיכומטריים והן בשל הצורך להבטיח את תוקף המבחן: על הנוסח המתורגם להיות מקביל ככל האפשר למקור הן בתוכן והן ברמת המשלב והבהירות של הפריטים. בנוסף לכך, חשוב להציג לתלמידים שאלות מנוסחות בשפת המבחן (בישראל, עברית וערבית) רהוטה ועדכנית. משקיבלה ראמ"ה לאחריותה את ניהול המחקרים הבינלאומיים ב-2007, החלה ליישם הליך תרגום רב-שלבי (ראה **תרשים 3.1**). הליך תרגום זה תאם את הסטנדרטים שקבעו הארגונים העורכים את המבחנים הבינלאומיים (ה-OECD וה-IEA).

לקראת טימס 2011 בדקה ראמ"ה את התרגום לעברית ולערבית של פריטי מבחן שכבר הועברו במחזורי מחקר קודמים ואשר היו אמורים לשמש גם במחזור המחקר הנוכחי (פריטי העוגן, הפריטים המקשרים המשותפים למחקר טימס 2011 ולמחזורי מחקר קודמים, ראה **סעיף 3.5.1**). בבדיקה זו נמצאו פריטים שתרגומם לא תאם מספיק את המקור מבחינת התוכן, כמו כן נמצא כי התרגום של מקצתם של הפריטים לקה בחסר והיה לעתים לא מדויק או לא די בהיר, ואף נמצאו פריטים מתורגמים הכתובים בשפה שאינה תקנית. נראה היה כי הנבחנים בעבר נאלצו להתמודד לעתים עם ניסוחים שהקשו עליהם להבין את השאלות ולפתור אותן. פריטים אחדים תורגמו באופן שעשוי להקשות על הפתרון לעומת שפת המקור, או להרתיע תלמידים מלנסות ולפתור. במקרים אחדים נמצאו פריטים שהתרגום שלהם בעבר הקל על פתרונם שלא לצורך באופן שאינו תואם למקור.

לאחר הפניית תשומת לבו של הארגון הבין-לאומי לבעיה שנחשפה ראמ"ה ביקשה ממה-IEA להתיר לה לשפר את התרגום של פריטי העוגן שבהם נתגלתה בעיה. הארגון הכיר בצורך לתקן את התרגום של הפריטים הבעייתיים ואישר לראמ"ה לשפרם. לצד זאת הודיע הארגון כי בשל שיפור פריטי העוגן המקשרים בין מחזורי המחקר, הוא ימנע מלהציג בדוח הבין-לאומי את מגמות השינוי (trends) בין תוצאות מחזורי מחקר קודמים לתוצאות מחזור המחקר הנוכחי בישראל (ובמדינות נוספות ששיפרו את התרגום או היבטים אחרים במחקר).

החלטה זו של הימנעות מפרסום מגמות שינוי במקרים של עריכת שינויים בתנאי ההיבחנות (ובכלל זה שינוי בדרגת הכיתה או בהרכב האוכלוסייה הנבחנת) היא החלטה אחידה המיושמת באופן א-פריורי ובאופן גורף במקרים כאלו, אף אם השינוי הכרחי ומשפר את המחקר (כמו במקרה של שיפור התרגום). כך ההחלטה אינה נעשית על סמך בדיקת של ההשפעה בפועל של השינוי (ובמקרה זה של השיפור בתרגום) על התוצאות. הארגון הבין-לאומי הציע לראמ"ה לאמוד בעצמה את מידת השינוי בהישגים בין המחזורים, והמליץ על הדרך הנכונה לחשב זאת. הארגון בעצמו המשיך לפרסם את נתוני ישראל בשנים קודמות בתור נתונים תקפים ועל אותו סולם ציונים. לאור הדברים האלה, ובעקבות בדיקה שערכה, ראמ"ה רואה את ההשוואה בין נתוני 2011 לנתוני מחזורי קודמים כתקפה (עוד על כך ראה **בפרק 7**).

²⁸ הליך התרגום בישראל, המתואר להלן, תואם את הסטנדרטים שקבע ארגון ה-IEA ונחשב בעיניו קפדני ביותר ואיכותי יותר מהליך התרגום במחזורי קודמים של מחקר טימס בישראל. על השינוי בהליך התרגום ועל הסיבות לשינוי ראה פירוט בתיבה 3.1.

3.3 מחקר החלוצ

כל פריטי המבחן שפותחו לצורך המחקר הנוכחי, וכן שאלוני הרקע, נוסו במחקר חלוצי בחודש אפריל 2010, כשנה לפני המחקר העיקרי, בכל אחת מהמדינות המשתתפות. מחקר החלוצי בישראל, כמו בשאר המדינות המשתתפות, כלל כ-1,400 תלמידים מכ-25 בתי ספר.

למחקר החלוצי שתי מטרות: לבדוק את הפריטים ולתרגל את הנהלים הלוגיסטיים הכרוכים בביצוע המחקר. בהיבט הבין-לאומי, בדיקת הפריטים משמשת לבחירת הפריטים שייכללו במחקר העיקרי ולאיתור פריטים המצריכים שינויים עד לגיבושם הסופי. בהיבט הלאומי, בדיקת הפריטים מאפשרת לאמת את איכות התרגום ואת ההתאמה של הפריטים.

נתוני מחקר החלוצי עובדו ונותחו במרכז המחקר הבין-לאומי, ובעקבותיהם בחר המרכז את הפריטים שייכללו במחקר העיקרי. כשני שלישים מהפריטים שנבדקו במחקר החלוצי נבחרו למחקר העיקרי. בחירתם נעשתה על פי שיקולים פסיכומטריים (למשל: נגרעו מהמחקר פריטים שנמצאו קשים מדי או קלים מדי ברמה הבין-לאומית, או פריטים שאינם מבחינים במידה מספקת בין תלמידים בעלי רמות ידע שונות) או על פי שיקולי תוכן (הצורך לוודא כי נותרו די פריטים שיכסו באופן מאוזן את כלל הנושאים והמיומנויות). על סמך מחקר החלוצי גובשו חומרי ההערכה הסופיים - המבחן וכן השאלונים לתלמיד ולבית הספר.

ברמה הלאומית, בעקבות מחקר החלוצי סיפק המרכז הבין-לאומי לכל מדינה דוח נתונים פסיכומטריים של פריטי המבחן (בעבור ישראל הופקו דוחות נפרדים לעברית ולערבית). נתונים אלו אפשרו לבחון את תפקודם של הפריטים ברמה הלאומית ולאתר קשיים ופריטים חריגים בנוסח המתורגם בכל מדינה שהשתתפה במחקר. מנהלי המחקר בכל מדינה נתבקשו לשוב ולבדוק פריטים שנתוניהם נמצאו חריגים ולברר אם אין בהם בעיות בתרגום או בהפקה (כגון בעיות דפוס, עיצוב גרפי וכיוצא בזה).²⁹

3.4 המחקר העיקרי

השלב העיקרי במחקר – שלב העברת המבחנים והשאלונים בבתי הספר - נערך בישראל בחודש מאי 2011. להלן יתוארו השלבים המרכזיים בביצוע המחקר העיקרי.

3.4.1 הדגימה

במחקר העיקרי נדרשים להשתתף לפחות 150 בתי ספר ולפחות 4,500 תלמידים מכל אחת מהמדינות המשתתפות. שיטת הדגימה, המחייבת מדינות אלו, נקבעת ומתבצעת על ידי מרכז המחקר הבין-לאומי ונועדה להבטיח כי מדגם זה של בתי ספר ושל תלמידים אכן מייצג את אוכלוסיית המטרה באותה מדינה. זאת ועוד: הדגימה בפועל נעשתה אף היא על ידי מרכז המחקר הבין-לאומי, על סמך הנתונים שמעבירות אליו המדינות המשתתפות.

3.4.1.1 מערך הדגימה

מערך הדגימה ששימש במחקר טימס 2011 (כמו במחזורי קודמים של המחקר) הוא מערך דגימה דו-שלבי בשכבות (Cluster Design Two-Stage Stratified): בשלב הראשון נדגמים באקראי בתי ספר. בשלב השני

²⁹ בישראל, מתוך הפריטים שנבחרו למחקר העיקרי אותרו בעיות תרגום בשישה פריטים בעברית ובארבעה פריטים בערבית, ובעיות הפקה בשלושה פריטים בעברית ובארבעה פריטים בערבית. בעיות אלו טופלו לקראת המחקר העיקרי.

נדגמת באקראי כיתה אחת (ולעתים שתי כיתות) בכל בית ספר שנדגם. כל התלמידים בכיתה שנדגמה אמורים להשתתף (למעט מספר קטן של תלמידים, בהתאם לכללי המחקר המפורטים ב**תיבה 3.2**).

כדי להבטיח ייצוג הולם במדגם לכל הקבוצות והמגזרים באוכלוסייה (מגדר, מגזר שפה,³⁰ בתי ספר מסוגים שונים, רקע חברתי-כלכלי וכיוצא בזה), מקבצים בהליך הכנתו את בתי הספר לשכבות (strata), ומהן ידגמו אחר כך את בתי הספר על פי שיעורה של כל שכבה באוכלוסייה. שכבות הדגימה מוגדרות בכל מדינה בשיתוף מרכז המחקר הבין-לאומי. בישראל תוכננו שכבות הדגימה כך שייצגו היבטים מרכזיים במערכת החינוך בארץ וישקפו את השונות הקיימת במוסדות החינוך השונים, כך שתובא בחשבון השפעתם האפשרית של משתנים שונים על הישגי התלמידים (למשל: השפעת המשתנה "מגזר שפה", "רקע חברתי-כלכלי" וכיוצא בזה). השכבות השונות (הגלויות והסמויות) ששימשו במחקר טימס 2011 מוצגות ב**לוח 3.3**. השכבות שתוכננו תואמות רובן ככולן את שכבות הדגימה במחקר טימס 2007³¹ ובמחקר טימס קודמים, וכן במחקרים בין-לאומיים אחרים שישראל משתתפת בהם.

דגימת בתי הספר נעשית ביחס לגודלם (Systematic Probability Proportional to Size, (PPS. בשיטה זו, אם למשל בית ספר א' גדול פי שניים מבית ספר ב', ההסתברות שהוא יעלה במדגם תהיה כפולה מזו של בית ספר ב'. בכך נמנע מצב שתלמידים הלומדים בבתי ספר קטנים יידגמו בהסתברות גבוהה יותר מתלמידים הלומדים בבתי ספר גדולים.

לכל בית ספר שנדגם למחקר נדגמים מלכתחילה שני בתי ספר "מחליפים" (מחליף ראשון ומחליף שני). הדומים במאפייני הרקע שלהם למאפייניו של אותו בית ספר. הסיבות להחלפת בתי הספר יכולות להיות בשל סירוב מצד בית ספר להשתתף במחקר, או מסיבות טכניות (כגון סגירת בית ספר או איחוד עם בית ספר אחר) או קשורות לשיקולים של מרכז המחקר הלאומי (למשל, עקב השתתפותו של בית ספר במחקר נוסף).

לוח 3.3: שכבות הדגימה במחקר טימס 2011 בישראל

שכבות גלויות	שכבות סמויות	
משתנה שכבתי-1	משתנה שכבתי-2	משתנה שכבתי-3
בתי ספר דוברי עברית		
פיקוח ממלכתי	רקע חברתי-כלכלי – נמוך, בינוני, גבוה	
פיקוח ממלכתי-דתי	רקע חברתי-כלכלי – נמוך, בינוני, גבוה	מגדר בית-ספרי – מעורב, בנים, בנות
בתי ספר דוברי ערבית		
ערבים	רקע חברתי-כלכלי – נמוך, בינוני	
דרוזים	-	
בדואים	אזור גאוגרפי – צפון, דרום	

³⁰ "מגזר שפה" מתייחס לחלוקת בתי הספר בהתאם לשפת הדיבור השגורה בהם: בתי ספר שרוב תלמידיהם דוברי עברית נקראים בדוח זה "בתי ספר דוברי עברית", ובתי ספר שרוב תלמידיהם דוברי ערבית נקראים "בתי ספר דוברי ערבית".

³¹ השכבות שימשו ברובן גם לצורכי דיווח הציונים, למעט שכבות שמספר התלמידים בהן קטן מדי ואינו מאפשר דיווח מהימן.

בלוח 3.3 אפשר לראות כי המשתנים שלפיהם גובשו שכבות הדגימה בישראל הם מגזר שפה, סוג פיקוח, לאום ורקע חברתי-כלכלי של בית הספר (הנקבע כממוצע של כלל התלמידים הלומדים בו). תת-חלוקה נוספת היא הוראה לפי מגדר (בנים, בנות, מעורב) ואזור גאוגרפי. בבניית השכבות לא שימשו מחוזות מינהליים במשרד החינוך, סוג יישוב (אורבני לעומת כפרי) וחלוקה לבתי ספר פרטיים וציבוריים. משתנים אחרונים אלו משמשים לא אחת לחלוקה לשכבות במדינות משתתפות אחרות.

3.4.1.2 אוכלוסיית המטרה, מסגרת הדגימה והמדגם

מחקר טימס מגדיר את **אוכלוסיית המטרה** בכל מדינה כך: "כל התלמידים הלומדים בדרגת כיתה המייצגת את שנת הלימודים השמינית בבית הספר, אלא אם כן הגיל הממוצע של תלמידים בשנת הלימודים השמינית נמוך מ-13.5 שנים".³² מתוך אוכלוסיית המטרה בכל מדינה נבנית **מסגרת הדגימה** וממנה יידגמו בתי הספר והכיתות שישתתפו במחקר. על פי הגדרה זו, ברוב המדינות, וגם בישראל, אוכלוסיית המטרה היא כלל התלמידים הלומדים בכיתות ח' (אוכלוסיית מטרה זו מוגדרת "100% התלמידים").³³ מתוך אוכלוסיית המטרה מוגדרת "אוכלוסיית התלמידים שאמורים להיבחן" בפועל, כמוסבר להלן:

הסטנדרטים של מחקר טימס מאפשרים למדינות שלא לכלול באוכלוסיית התלמידים האמורים להיבחן עד 5% מהתלמידים שב**אוכלוסיית המטרה**, וזאת באמצעות גריעתם של בתי ספר שלמים מתוך אוכלוסיית המטרה או גריעתן של כיתות בתוך בתי ספר או אף של תלמידים יחידים הלומדים בכיתות שנדגמו (על הכללים לגריעת בתי ספר, כיתות או תלמידים כפי שהוגדרו במחקר ראה פירוט ב**תיבה 3.2**). לעתים מרכז המחקר מאשר גריעת תלמידים בשיעור גבוה מ-5%. מדינות שבהן אושר שיעור גריעה גבוה מהסטנדרט האמור, נרשמת בדוח הבין-לאומי הערה ליד שמותיהן בלוחות המציגים את תוצאות המחקר. במחקר טימס 2011, כמו במחזורי מחקר קודמים, אישר מרכז המחקר הבין-לאומי לישראל לגרוע מאוכלוסיית המטרה תלמידים בשיעור גבוה מ-5%, וזאת בשל ייחודיותה של מערכת החינוך בישראל על זרמיה וגווניה, ובעיקר בשל אי-השתתפותם של בתי הספר החרדיים במחקרים הבין-לאומיים בעבר ובהווה, כפי שיפורט להלן.

³² קביעת השנה הראשונה בבית הספר בכל מדינה נעשית על פי תקן בין-לאומי לסיווג רמות לימוד במדינות שונות ה-ISCED International Standard Classification of Education (ISCED) שפותח על ידי אונסקו. ה-ISCED מספק סכמה לסיווג רמות הלימוד החל בטרם-יסודי (רמה 0) וכלה בתואר דוקטור (רמה 6 לפי ISCED 1997 ורמה 8 לפי ISCED 2011).

³³ במחקר זה (כמו במחזורי קודמים של מחקר טימס בישראל), בתי ספר דוברי ערבית במזרח ירושלים לא נכללים מראש בהגדרה של אוכלוסיית המטרה, זאת בעיקר משום שבבתי ספר אלו לומדים, מסיבות היסטוריות, לפי תכנית הלימודים של ירדן.

תיבה 3.2: כללי מחקר טימס לגריעת תלמידים מאוכלוסיית המטרה

הכללים המוגדרים במחקר טימס לגריעת תלמידים מאוכלוסיית המטרה הם אלה: **בשלב דגימת בתי הספר** אפשר לגרוע (באמצעות הוצאה ממסגרת הדגימה) בתי ספר "שאינם נגישים" (בשל ריחוק גיאוגרפי, למשל), בתי ספר "קטנים מאוד" (כשהשכבה הרלוונטית למחקר מונה 4 תלמידים או פחות), בתי ספר שהמבנה או תכניות הלימודים שלהם שונים מהמבנה או מתכניות הלימודים של בתי הספר המשתייכים לזרם העיקרי במדינה (למשל, בתי ספר חרדיים בישראל), ובתי ספר שכלל הלומדים בהם פטורים מראש מלהשתתף בבחינה (למשל, בתי ספר מיועדים לחינוך מיוחד). **בשלב דגימת הכיתות** אפשר לגרוע (כלומר להוציא ממסגרת הדגימה) כיתות של תלמידי החינוך המיוחד בבתי הספר שנדגמו. **לאחר שנדגמו הכיתות** אפשר לגרוע תלמידים יחידים מכיתה שנדגמה ולפטור אותם מלהשתתף במחקר, על רקע צרכים מיוחדים כגון לקויות למידה ו/או נכות פיזית שאינה מאפשרת להם להשתתף במבחן, או על רקע שפתי (תלמידים מהגרים שעדיין אינם קוראים בשפת המבחן - לומדים פחות משנה במדינה שאליה היגרו). יש לציין כי מרכז המחקר הבין-לאומי מאפשר לגרוע תלמידים אלו בין היתר בשל העובדה שלא מתאפשרות חלופות הולמות כגון מתן התאמות מיוחדות במבחן.

3.4.1.3 אוכלוסיית המחקר ומסגרת הדגימה בישראל

בישראל כללה אוכלוסיית המטרה בסך הכול 114,854 תלמידים.³⁴ בשלב דגימת בתי הספר נגרעו **ממסגרת דגימה זו** בתי ספר של החינוך המיוחד (1.5% מכלל התלמידים באוכלוסיית המטרה) ובתי ספר של הפיקוח החרדי (14.9% מכלל התלמידים באוכלוסיית המטרה), זאת בשל אי-השתתפותו של הזרם החרדי במחקר טימס (בתי ספר של הפיקוח החרדי נגרעו גם במחזורי מחקר טימס קודמים). כמו כן נגרעו ממסגרת הדגימה בתי ספר קטנים במיוחד ובתי ספר ששפת ההוראה בהם היא אנגלית או צרפתית (פחות מ-0.1% מהתלמידים). בסך הכול, שיעור הגריעה של תלמידים מאוכלוסיית המטרה בישראל עקב גריעת בתי ספר ממסגרת הדגימה עמד על 16.4%. לאחר גריעת בתי ספר אלו נותרו **במסגרת הדגימה** 864 בתי ספר ובהם 95,967 תלמידים.

מתוך 864 בתי הספר הללו נדגמו 152 בתי ספר, ומתוכם 151 נמצאו מתאימים להשתתף במחקר לפי כללי טימס (בית ספר אחד נמצא לא מתאים מאחר ששכבת כיתה ח' בו מנתה רק שלושה תלמידים, בכיתת חינוך מיוחד). שמונה מתוך בתי הספר שנדגמו הומרו בבתי ספר "מחליפים" הדומים להם במאפייני הרקע,³⁵ כפי שמוצג ב**לוח 3.4** להלן.

בשלב דגימת הכיתות בבתי הספר שנדגמו, נגרעו כיתות חינוך מיוחד (כ-5% מהתלמידים באוכלוסיית המטרה) ותלמידים בעלי צרכים מיוחדים הלומדים בכיתות רגילות שנדגמו להשתתף במדגם. שיעור הגריעה של תלמידים הלומדים בכיתות חינוך מיוחד ושל תלמידים המשולבים בכיתות רגילות עמד על 6.1% מכלל התלמידים באוכלוסיית המטרה. במהלך ההערכות לדגימה, התברר כי בישראל שיעור התלמידים המוגדרים כתלמידים בעלי צרכים מיוחדים על פי הסטנדרטים של מבחן טימס גבוה יחסית לשיעורם במדינות אחרות ונובע בעיקר ממתן פטור לכיתות החינוך המיוחד בתוך בתי הספר שנדגמו (כ-5%). ברוב המדינות המשתתפות שיעור ההוצאה של תלמידים בסעיף זה נמוך ביותר – כ-0.27% תלמידים פטורים בתוך בתי

³⁴ הנתונים נכונים לחודש דצמבר 2009.

³⁵ שיעור החלפה זה נחשב נמוך בהשוואה לשיעור ההחלפה הממוצע במדינות המשתתפות. הסיבות להחלפת בתי הספר היו טכניות. לא נרשם שום מקרה של סירוב מצד בית ספר להשתתף במחקר.

הספר בממוצע. ייתכן כי במדינות רבות תלמידי החינוך המיוחד משולבים בתוך הכיתות הרגילות ולכן לא עלה אצלם צורך לפטור כיתות שלמות, או שהמדינות הללו בחרו שלא לפטור כיתות שלמות כאלו בבתי הספר שנדגמו. אולם אין לשלול את האפשרות שבישראל שיעור התלמידים המוגדרים כתלמידי חינוך מיוחד הוא גבוה בהשוואה למרבית המדינות המשתתפות, ראמ"ה מתכוונת להמשיך ולחקור סוגיה זו של שיעור התלמידים בעלי צרכים מיוחדים במערכת החינוך.

כדי לצמצם במידת האפשר את שיעור התלמידים הפטורים מלהשתתף במבחן בתוך כל כיתה, הנחו עורכי המחקר בישראל את בתי הספר לבחור תלמיד אחד בלבד בעל צרכים מיוחדים בכל כיתה שיקבל פטור מהמבחן. כך קיבלו פטור מלהשתתף במבחן 87 תלמידים; מתוכם השתתפו במבחן 22 תלמידים אף שקיבלו פטור. בסך הכול עמד שיעור הגריעה של תלמידים מאוכלוסיית המטרה בישראל על 22.6% (מתוכם, כאמור, חלק הארי הם תלמידי המגזר החרדי, שהוא לבדו עמד על כ-15%).

3.4.1.4 ייצוגיות המדגם בפועל

שיעור הגריעה בישראל אמנם גבוה בהשוואה לכלל המדינות המשתתפות, אך מנגד נרשם בה שיעור השתתפות גבוה יחסית הן בהשוואה למדינות אחרות והן בהשוואה לשיעור ההשתתפות במחקר טימס 2007 ובמחקרי טימס קודמים. שיעור השתתפותם של בתי הספר שנדגמו בישראל היה 100% (ראה פירוט בהמשך), ושיעור השתתפותם של תלמידים שהיו אמורים להשתתף במחקר, כלומר תלמידים בכיתות שעלו במדגם, עמד על 92%.³⁶

לוח 3.4 השתתפותם של בתי הספר שנדגמו בישראל

שכבת דגימה	בתי הספר שנדגמו	בתי הספר שנמצאו לא מתאימים	השתתפות בתי הספר		
			החלפה ראשונה*	החלפה שנייה*	מספר בתי הספר בפועל
בתי ספר דוברי עברית – ממלכתי	72	1	4	2	71
בתי ספר דוברי עברית – ממ"ד	35	0	1	1	35
בתי ספר דוברי ערבית	45	0	0	0	45
סך הכול בישראל	152	1	5	3	151

* לכל בית ספר הוקצו בהליך הדגימה שני בתי ספר מחליפים (מחליף ראשון ומחליף שני), הדומים במאפייניהם לבית הספר המקורי. החלפה ראשונה או שנייה בלוח מתייחסת לבתי ספר מחליפים אלו, בהתאמה.

³⁶ שיעור ההשתתפות הכולל של התלמידים במחקר מחושב לפי מספר התלמידים שהשתתפו במחקר בפועל מתוך כלל התלמידים שהיו אמורים להשתתף. בישראל, מספר התלמידים שהיו רשומים כמי שלומדים בכיתות שנדגמו למחקר היה 5,174. מתוכם 19 תלמידים, כך התברר, עזבו את בית הספר אף שעדיין היו רשומים בתור לומדים בכיתות שנדגמו, ו-64 תלמידים קיבלו פטור ממרכז המחקר בישראל. לאחר גריעתם של תלמידים אלו נותרו 5,091 תלמידים שהיו אמורים להשתתף במחקר. מתוכם נעדרו 392 תלמידים מבית הספר ביום המבחן. סה"כ השתתפו במחקר בישראל 4,699 תלמידים, שהם כ-92% מהתלמידים שהיו אמורים להשתתף. שיעורי השתתפות דומים התקבלו בשני המגזרים ובכל שכבות הדגימה. שיעורי השתתפות היו דומים בשני מגזרי השפה ובכל שכבות הדגימה.

בלוח 3.5 מוצגים התפלגות התלמידים לפי מגזר שפה ולפי סוג פיקוח, בבתי הספר המיוצגים במסגרת הדגימה, ושיעור המשתתפים בפועל.

לוח 3.5: תיאור המשתתפים במסגרת הדגימה, במדגם ובמחקר בפועל

מגזר שפה	פיקוח	מסגרת הדגימה			המדגם			המשתתפים בפועל		
		מספר בתי הספר	מספר התלמידים	שיעור התלמידים	מספר בתי הספר	מספר התלמידים	שיעור התלמידים	מספר בתי הספר	מספר התלמידים	שיעור התלמידים
דוברי עברית	ממלכתי	381	53,119	55.40%	72	2,477	49.70%	71	2,368	50.40%
	ממלכתי-דתי	271	15,573	16.20%	35	889	17.80%	35	847	18%
	סך הכול	652	68,692	71.60%	107	3,366	67.60%	106	3,215	68.40%
דוברי ערבית	סך הכול	193	27,275	28.40%	45	1,615	32.40%	45	1,484	31.60%
	סך הכול כלי	864	95,967	100%	152	4,981	100%	151	4,699	100%
ישראל										

מלוח 3.5 עולה כי שיעור התלמידים שהשתתפו בפועל במחקר, בשני מגזרי השפה, דומה לשיעורם באוכלוסייה (כמוגדר במסגרת הדגימה), אם כי לא זהה. חשוב לשים לב כי כדי "לפצות" על ההבדלים בפועל בשיעורי הדגימה וההשתתפות בכל שכבה לעומת מסגרת הדגימה, נעשה על ידי מארגני טימס משקול של תוצאות התלמידים במבחן בשכבות השונות כך שהתוצאות של המחקר ייצגו את מסגרת הדגימה כהלכה (על משקול הנתונים ראה **תיבה 3.3**).

תיבה 3.3: משקול הנתונים - כיצד חושב הציון הממוצע?

המדגם במחקר טימס נעשה באמצעות שכבות דגימה שתוכננו מראש כך שהמדגם ייצג נאמנה את כלל האוכלוסייה על הקבוצות השונות המרכיבות אותה. בפועל, במחקר עצמו, בשל שיעורי ההשתתפות שונים בשכבות השונות, שיעור המשתתפים בפועל עלול שלא לייצג נכונה את שיעור התלמידים בשכבות השונות באוכלוסייה. כדי "לפצות" על הבדלים אלו, לכל תלמיד שהשתתף במחקר מחושבת "משקולת" (weight), הנותנת משקל שונה לנתוני כל תלמיד בעת חישוב הממוצע הארצי או המגזרי ומדדים סטטיסטיים נוספים. המשקולות מחושבים כך שלאחר קביעתם יהיו השיעורים המתוקנים בכל שכבה דומים לשיעורי השכבה המתאימה באוכלוסייה. במילים אחרות: בכל שכבה, כל תלמיד "מייצג" מספר שונה של תלמידים משכבתו. המשקולת יכולת להיות קטנה מ-1 או גדולה מ-1 (למשל, אם בשכבת דגימה נתונה שיעור התלמידים שהשתתפו בפועל במחקר קטן משיעור התלמידים שהיו אמורים להשתתף בו, אזי המשקולת תהיה גדולה מ-1, ולהפך כאשר שיעורם גדול משיעור התלמידים שהיו אמורים להשתתף).

3.4.2 הליך איסוף הנתונים

כל בית ספר שנדגם קיבל על כך הודעה בשיחה טלפונית אישית של נציגי ראמ"ה (מרכז המחקר בישראל) עם מנהל בית הספר, כחודשיים לפני ביצוע המחקר, ובמכתב מטעם ראמ"ה. מנהלי בתי הספר נתבקשו למנות איש קשר מטעמם, לרוב מורה מנוסה מהצוות החינוכי בבית הספר או דמות ניהולית בבית הספר (כגון רכז שכבה, רכז פדגוגי, סגן מנהל). איש הקשר היה מופקד על הארגון הלוגיסטי של עריכת המחקר בבית ספרו,

לרבות תיאום מועד לקיומו, הקצאת חדר מתאים, איסוף שמות התלמידים בעלי צרכים מיוחדים, הודעה לתלמידים שנדגמו על השתתפותם במחקר ועידודם להשתתף בו ברצינות הראויה, וכיוצא באלה פעולות לתיאום ביצועו של המבחן. כחודש לפני תחילת המחקר בישראל יזמה ראמ"ה מפגש היערכות למנהלים ולאנשי הקשר בבתי הספר שנדגמו. במפגש הוצג לפנייהם מחקר טימס ותוצריו וניתנו הנחיות מפורטות לביצועו בבית הספר, וכן דגשים להעלאת המוטיבציה של התלמידים להשתתף בו ברצינות ולעשות במבחן כמיטב יכולתם. הודגש לפני המנהלים ואנשי הקשר כי אין לעשות כל הכנה לימודית מיוחדת עם התלמידים בשכבת כיתות ח' בכלל ועם הכיתה שנדגמה להשתתף במחקר בפרט, וכי הכנה שכזו עשויה לחבל בתוקף המחקר ובמידה שבה המדגם מייצג את האוכלוסייה. בסיום המפגש נמסר לכל אחד מהנוכחים מי הכיתה/ות שנדגמו להשתתף במחקר מתוך כיתות ח' בבית הספר.

המבחנים והשאלונים הועברו בבתי הספר בידי בוחנים חיצוניים שאינם מצוות בית הספר. הבוחנים הוכשרו על ידי מרכז המחקר בישראל, בהתאם להנחיות שסיפקו מארגני המחקר הבין-לאומי ועל פי המדריך לבוחן שנכתב במרכז המחקר הבינלאומי ותורגם בישראל לעברית ולערבית. הבחינה הועברה בשעות הבוקר. בכל כיתה נבחרת נכחו שני בוחנים ומורה משגיח מתוך צוות בית הספר. בתחילת הבחינה הקריאו הבוחנים לתלמידים הוראות אחידות (ההוראות, שתורגמו לשפות המבחן השונות, סופקו על ידי מארגני המחקר במדריך לבוחן). כל אחד מהתלמידים קיבל לידייו את אחת מגרסאות המבחן, שהוקצתה לו מראש באקראי באמצעות תוכנה של מרכז המחקר הבין-לאומי (ראה פירוט על חוברות המבחן בפרק 2). לתלמידים הוקצה זמן כולל של שעה וחצי להשיב על שאלות המבחן - 45 דקות לפריטים במתמטיקה ו-45 דקות לפריטים במדעים, ללא הפסקה. אחר כך ניתנה להם הפסקה קצרה, ולאחריה הם נתבקשו למלא את השאלון לתלמיד. לשם כך הוקצו להם 30 דקות.

3.4.3 בקרת איכות על העברת המבחנים והשאלונים

נציגי ראמ"ה (מרכז המחקר בישראל) ערכו "ביקורי פתע" בשעת המבחן בכמחצית מבתי הספר המשתתפים. ככלל, המבחנים התקיימו כסדרם ועל פי נוהלי מרכז המחקר הבין-לאומי, ולא נצפו בעיות מיוחדות ו/או חריגות מן הנהלים. נוסף על כך מינה מרכז המחקר הבינלאומי בִּקְר איכות מטעמו בכל מדינה משתתפת. הִבְקָר הוכשר באמצעות חומרי קריאה ששלחו אליו מארגני המחקר הבין-לאומי ונכחו ב-15 בתי ספר שנדגמו באקראי על ידי מרכז המחקר הבין-לאומי. הוא מילא דוחות מפורטים על התנהלות הבחינה בכל אחד מבתי הספר שהיה בהם, והעבירם ישירות למארגני טימס. ככל הידוע לא נרשמו בעיות חריגות בישראל בהעברת המבחנים.

3.4.4 בדיקת המבחנים וקידודם (ציינון)

שלב בדיקת המבחנים נעשה בסמיכות לתום השלב של העברתם. המבחנים נבדקו בידי סטודנטים במקצועות רלוונטיים שגויסו והוכשרו על ידי מרכז המחקר בישראל (ראמ"ה) לאחר שנמצאו מתאימים למשימה.. ההכשרה כללה תרגול של בדיקת פריטי המבחן ודיון בתשובות שונות של תלמידים בכל הפריטים הפתוחים (דהיינו, בשאלות הפתוחות שבהן הנבחן נדרש להפיק תשובה בכוחות עצמו ולא לבחור מתוך כמה תשובות נתונות). ההכשרה כללה תרגול של תהליך הציינון מתוך דוגמאות של תשובות נכונות ושגויות של תלמידים ולצדן הציון הנכון על פי מרכז המחקר הבין-לאומי. הפריטים הפתוחים במבחנים נבדקו בהתאם להנחיות המפורטות במחונן (מדריך הקידוד) של המבחנים, שנכתב באנגלית במרכז המחקר הבין-לאומי ותורגם במרכז המחקר בישראל לשתי שפות המטרה – עברית וערבית - על פי הליך התרגום המפורט לעיל בסעיף 3.2. מעריכי המבחנים לוו לאורך כל הבדיקה במעריכים בכירים, בעלי ניסיון עשיר בהוראת תחומי הדעת בכל אחת משפות המבחן. בדיקת המבחנים הייתה רוחבית (כלומר לפי מקבצי פריטים ולא לפי חוברות המבחן) בעבור

כל מקבץ של פריטים נבדקו תשובותיהם של כל התלמידים בגרסאות השונות של חוברות המבחן). כמו כן, מקצת המקבצים נבדקו בידי שני מעריכים בלתי תלויים לצורך בדיקת מהימנות בין מעריכים. הציונים (קודים) שניתנו בפריטים הפתוחים ומספר התשובה שהנבחים בחרו בשאלות הסגורות במבחנים ובשאלונים הוקלדו לתוכנה ייעודית של מרכז המחקר הבין-לאומי והועברו אליו.

3.4.5 טיוב הנתונים

טיוב הנתונים ועיבודם במחקר נעשו במרכז המחקר הבין-לאומי בשיתוף פעולה עם מנהלי המחקר במדינות המשתתפות. בדומה למחקר החלוץ, גם במחקר העיקרי הופק לכל מדינה דוח נתונים פסיכומטריים לכל פריטי המבחן והשאלונים, על פי הנתונים שנאספו באותה מדינה. בשלב זה התבקשו מנהלי המחקר בכל מדינה לבחון אם יש ממצאים מספריים חריגים שעשויים להעיד כי בשאלון או במבחן יש פריט או שאלה שלא תורגמו, הופקו או נבדקו כראוי ויש להוציא את נתוניהם מניתוח התוצאות הכולל. בישראל אותרו מרבית הבעיות בתרגום ובהתאמה התרבותית עוד במחקר החלוץ, ותוקנו טרם המחקר העיקרי. לא נמצאו בעיות נוספות במחקר העיקרי.

3.5 עיבוד הנתונים

3.5.1 ניתוח הנתונים במחקר טימס וחישוב הציונים

3.5.1.1 תיאוריית התגובה לפריט

תיאוריית התגובה לפריט (Item Response Theory - IRT) היא הגישה התיאורטית המשמשת לניתוח נתוני המבחנים במחקר טימס. בבסיס התיאוריה, בעבור כל פריט מוגדר הקשר בין רמת היכולת של הנבחן (קרי הידע שלו, שליטתו בתחום הדעת) לבין ההסתברות שיצליח להשיב נכונה על הפריט. אחד היתרונות של תיאוריה זו הוא שאפשר לחשב באמצעותה אומדני רמת יכולת לכל הנבחים על אותו סולם, גם אם נבחים שונים השיבו על נוסחים שונים של המבחן (כלומר השיבו על מקבצים שונים של פריטים), ובלבד שהפריטים השונים מודדים את אותה יכולת (או, במקרה דנן, את אותו תחום דעת).

יתרון נוסף של שימוש בתיאוריית התגובה לפריט הוא שרמת היכולת (הידע) של הנבחן ורמת הקושי של הפריטים מחושבות במונחי אותו סולם – הסולם של התכונה הנמדדת (במקרה הנוכחי – סולם תחום דעת נתון). לפי מודל ה-IRT, הקשר בין הצלחתו של נבחן לבין הפריטים הוא הסתברותי: ככל שהנבחן הוא בעל יכולת (ידע) מעל לרמת הקושי של פריט נתון, ההסתברות כי ישיב נכונה על הפריט גבוהה יותר; ככל שהנבחן הוא בעל יכולת (ידע) נמוכה מרמת הקושי של פריט נתון, ההסתברות שיוכל להשיב נכונה על הפריט נמוכה יותר.

במחקר טימס משתמשים במודל ה-IRT החד-פרמטרי (מודל Rasch), בשילוב מודלים המותאמים לעיבוד נתוני פריטים פוליטומיים (Polytomous Items – פריטים שבהם יש יותר משתי רמות תשובה, כגון פריטים שבהם התגובה לפריט יכולה להיות נכונה, נכונה חלקית או שגויה).

לאחר איסוף הנתונים, מרכז המחקר הבין-לאומי אומד תחילה את מאפייני הפריטים (הפרמטרים שלהם) בהליך המכונה "כיול הפרמטרים של הפריטים". פעולה זו נעשית בנפרד במתמטיקה ובמדעים ובנפרד בנושאים ובמיומנויות בתוך כל תחום דעת. על בסיס אומדנים אלו של מאפייני הפריטים ועל פי תגובות הנבחים בפריטי המבחן השונים, אומדים בהמשך את רמת הידע של כל נבחן ונבחן. בהליך כיול הפרמטרים משולבים גם תגובותיהם של התלמידים בפריטי העוגן (פריטים מקשרים, המשותפים למחקר טימס 2011

ולמחזורי מחקר קודמים) במחזור זה ובמחזורים קודמים של המחקר, מה שמאפשר לכייל את הפרמטרים של הפריטים במחקר 2011 לסולם מחקרי העבר, ואגב כך גם לכייל את ציוני התלמידים במחזור זה לסולם הציונים הכללי במחזורים קודמים של טימס. כיול זה מאפשר השוואה של הציונים לאורך מחזורי מחקר שונים.

במסגרת מחקר טימס 2011, תיאוריית התגובה לפריט הוחלה בפעם הראשונה גם על תשובות התלמידים, המורים והמנהלים בשאלוני העמדות והרקע. לכל "נושא" בשאלונים אלו חושב "ציון" על בסיס התגובות של המשיבים במספר היגדים רלוונטיים לאותו נושא.

3.5.1.2 ערכים סבירים (plausible values)

מחקר טימס נועד לאמוד את התפלגות רמת היכולת של כלל אוכלוסיית המטרה (התלמידים בדרגת הכיתה הרלוונטית בכל מדינה שמשתתפת במחקר), ולא את רמת היכולת של נבחן יחיד. אולם בשל העובדה שכל נבחן מקבל מספר קטן יחסית של פריטי מבחן, אומדני רמת היכולת (הידע) של כלל האוכלוסייה (המתבססים על אומדני רמת הידע של הנבחנים היחידים) עלולים להיות מוטים מבחינה סטטיסטית (בעיקר אומדני סטיית התקן/השונות של הציונים ושל אחוזוני הציונים, ועוד). כדי להתגבר על בעיה זו משתמשים במחקרים רחבי היקף כדוגמת מחקר טימס במתודולוגיה שבה אומדים ישירות את הפרמטרים של התפלגות רמת היכולת של כלל אוכלוסיית התלמידים הרלוונטית. לצורך אמידת הממוצע והשונות של רמת היכולת של האוכלוסייה, ולצורך אמידת פרמטרים אחרים של ההתפלגות (כגון אחוזונים), דוגמים באקראי בעבור כל נבחן חמישה ערכים מתוך ההתפלגות הנאמדת המותנית של רמת היכולת (רמת הידע) שלו. חמישה ערכים אלו (המייצגים חמישה אומדנים של רמת היכולת של נבחן נתון) מכונים "ערכים סבירים" (plausible values), והם משמשים לחישוב המדדים המסכמים של כלל אוכלוסיית הנבחנים.

לשיפור אומדני הפרמטרים ואומדני הציונים של הנבחנים משתמשים בהליך האמידה של הפרמטרים לא רק בציונים שקיבלו הנבחנים בכל אחד מהפריטים שהשיבו עליהם, אלא גם בכל מידע אחר שנאסף על אודות הנבחנים ואשר עשוי לסייע באמידת ההתפלגות של רמת יכולתם, כגון נתוני רקע השאובים מהשאלונים שמילאו.

3.5.2 סולם הציונים

כאמור, עקב הליך כיול הפרמטרים של הפריטים ושל רמת היכולת (רמת הידע) של כל נבחן ונבחן, הציונים המתקבלים מכילים לסולם הציונים של טימס במחזורים קודמים, כך שהציונים הנוכחיים יהיו בני השוואה למחזורי מחקר קודמים. סולם הציונים המקורי של מחקר טימס נקבע במחזור המחקר הראשון בשנת 1995 כסולם ציונים רציף. בכל תחום דעת בנפרד - מתמטיקה ומדעים - נקבע הסולם כך שממוצע הציונים בכל המדינות שהשתתפו באותה שנה³⁷ היה 500 וסטיית התקן הייתה 100. תיאורטית הציונים יכולים לנוע בין 0 ל-1,000, אך בפועל, טווח הציונים הוא בין 200 ל-800 בעבור נבחן יחיד (והוא מצומצם הרבה יותר בעבור ממוצע המדינות).

3.5.3 רמות הישג

כדי לתת משמעות נוספת לציונים, מרכז המחקר הבין-לאומי קבע על סולם ציוני טימס מספר "רמות הישג". לאחר החלטה על מספר הרמות נקבעו ספי הישגים - הערכים שלהם על סולם הציונים שמסמנים את הגבול בין רמה לרמה. מדובר בהליך שיטתי המביא בחשבון את רמת הקושי של שאלות המבחן ואת המיומנות והידע

³⁷ משמעות השינוי בהרכב המדינות המשתתפות היא שממוצע הישגים הבין-לאומי בעבור כל תחום תוכן משתנה מעט בכל פעם, מכיוון שהוא מחושב בכל פעם על פי הרכב המדינות המשתתפות באותו מחזור מחקר.

הנדרשים מן התלמיד בכל אחת מרמות ההישג כדי להתמודד בהצלחה עם השאלות. במחקר טימס 2011, כמו במחזורי טימס קודמים, נקבעו חמש קטגוריות לפי רמת ההישג:

- (1) רמת ה"מצטיינים" (Advanced Benchmark) – תלמידים שסוף הישגיהם במבחן הוא לפחות 625 נקודות;
- (2) רמת ה"גבוהים" (High Benchmark) – תלמידים שסוף הישגיהם במבחן הוא לפחות 550;
- (3) רמת ה"בינוניים" (Intermediate Benchmark) – תלמידים שסוף הישגיהם במבחן הוא לפחות 475;
- (4) רמת ה"נמוכים" (Low Benchmark) – תלמידים שסוף הישגיהם במבחן הוא לפחות 400;
- (5) תלמידים מתחת לרמת הנמוכים (להלן "מתחת לסף") – תלמידים שהישגיהם במבחן נמוכים מ-400.

בהליך המכונה "עיון הסולם" (Scale Anchoring), פריטי המבחן מסווגים במרכז המחקר הבין-לאומי לרמות ההישג לפי רמת הקושי שלהם. בד בבד, כל נבחן מסווג לקטגוריה המייצגת את רמת ההישג הגבוהה ביותר שבה הוא מצופה לענות נכונה על מרבית השאלות המתאימות לאותה רמה. המיון נעשה כך שתלמיד הנמצא בקטגוריה נתונה צפוי כי ישיב נכונה על לפחות מחצית משאלות המבחן ברמה זו. מובן מאליו שלא כל התלמידים ברמת הישג נתונה מצופים לשיעור זהה של תשובות נכונות. תלמיד שמוצב בגבול התחתון של אותה רמת הישג צפוי לענות נכונה על 50% מן השאלות ברמה זו, ולעומתו, תלמיד שמוצב קרוב לגבול העליון של רמת ההישג צפוי לענות נכונה על שיעור גבוה יותר של שאלות ברמה זו. תלמיד המוצב בקטגוריה הגבוהה ביותר (רמת ה"מצטיינים") צפוי לענות נכונה על רוב פריטי המבחן.³⁸ בשלב הבא, מומחי תוכן מנתחים ונותנים פשר לתוכן ולדרישות הקוגניטיביות של הפריטים ששוויו לכל רמת הישג, ובעקבות זאת מוגדרים הידע והכישורים הנדרשים מהתלמידים שמסוגלים לענות נכון על פריטים ברמת הישג נתונה (ראה בפרק 2 תיאור של המיומנויות והידע שתלמיד שולט בהן בכל אחת מהרמות, כפי שהגדיר מרכז המחקר הבין-לאומי).

תיאור תמציתי של תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות הנדרשים בכל אחת מרמות ההישג מוצג בלוח 3.6 עבור סולם מתמטיקה ובלוח 3.7 עבור סולם מדעים.

3.6 דיווח התוצאות

התוצאות הבין-לאומיות של מחקר טימס מתפרסמות באמצעי התקשורת, באינטרנט ובדוחות רשמיים של המארגנים. התוצאות של ישראל וניתוחים ייחודיים לישראל מתפרסמים בדוח הנוכחי ובאתר ראמ"ה. בדוח הנוכחי מוצגים הישגי התלמידים בישראל (ממוצע ההישגים ורמות ההישג) במבט בין-לאומי ובמבט ישראלי. במבט בין-לאומי, הישגי ישראל מוצגים בהשוואה ל-42³⁹ המדינות שבהן תלמידי כיתה ח' משתתפים במחקר. במבט פנים-ישראלי מוצגים בכל אחד מהתחומים מתמטיקה ומדעים הישגיהם של כלל התלמידים, וכן בפילוח לפי מגזר שפה, לפי מגדר ולפי רקע חברתי-כלכלי. נוסף על כך, ההישגים מדווחים לפי תחומי תוכן ומיומנויות חשיבה המוגדרים במסגרות המושגיות (ראה הרחבה עליהן בפרק 2). מגמות שינוי בהישגים לאורך מחזורי המחקר השונים מוצגות אף הן. גם נתוני השאלונים מוצגים במבט בין-לאומי ובהשוואה לישראל. במבט פנים-

³⁸ הרחבה על שיטת הפיתוח של רמות ההישג נמצאת במדריך הטכני של דוח טימס 2011, המפרט את השיטות והנהלים שיושמו במחקר: <http://timssandpirls.bc.edu/methods/index.html>

³⁹ עם 42 המדינות נמנות המדינות המוצגות בדוח טימס הבין-לאומי בלוחות של נתוני המדינות. ברשימה זו נכללות מספר ארצות/אומות שאינן מדינות ריבוניות "מלאות" (אנגליה, לדוגמה). ברשימה לא נכללות 8 מדינות וישויות נוספות, המוצגות בדוח הבין-לאומי בלוחות נפרדים. עם 8 מדינות אלו נמנות מדינות בארצות הברית, מחוזות בקנדה (בעלות מערכת חינוך אוטונומית), ומדינות שתלמידיהן השתתפו במחקר הנוכחי בשכבת גיל שונה מזו שאליה הוא מכון (כיתה ט' במקום כיתה ח').

ישראלי מוצגים נתונים אלו לפי מגזר שפה ולפי סוג פיקוח. מקצת הנתונים מקושרים להישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים, ומשמשים לבחינת ההקשר שבו הושגו הציונים.

לצורך העמקה בנתונים וביצוע מחקרי המשך המבוססים על נתוני מחקר טימס בישראל, הנתונים הגולמיים (כולל מידע רקע נוסף) נגישים לחוקרים באמצעות פנייה למשרד החינוך. מסד הנתונים הבין-לאומי (לרבות השאלונים והמבחנים) נגיש באתר טימס לכל המעוניין (ראה פירוט בקישור זה:

<http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/index.html>

לוח 3.6: תיאור תמציתי של חמש רמות ההישג בסולם מתמטיקה

רמת הישג	ציון של ערך הסף	מה התלמידים מסוגלים לעשות
"מצטיינים"	625	תלמידים ברמה זו יכולים לארגן נתונים ולהסיק מסקנות ממידע, להכליל ולפתור בעיות לא-שגרתיות בנוגע ליחסים, פרופורציות ואחוזים. הם יכולים ליישם ידע מספרי ואלגברי, לבטא הכללות באופן אלגברי ולתאר מצבים באמצעות מודלים מתמטיים. כמו כן הם יכולים לגזור ולהשיג מידע ממקורות שונים כדי לפתור בעיות רב-שלביות.
"גבוהים"	550	תלמידים ברמה זו יכולים ליישם את הבנתם ואת הידע שלהם למצבים מורכבים יחסית, הם יכולים לחשב שברים פשוטים, שברים עשרוניים, אחוזים ומספרים שליליים, ולפתור בעיות העוסקות בפרופורציות. הם יכולים לעבוד תוך שימוש בביטויים אלגבריים ובמשוואות לינאריות. הם יכולים לעשות שימוש בידע על תכונות גאומטריות כדי לפתור בעיות הכוללות חישובים של שטח, נפח וזוויות. הם יכולים לפרש נתונים מטבלאות ומגרפים, ולפתור בעיות פשוטות הקשורות להסתברות.
"בינוניים"	475	תלמידים ברמה זו יכולים ליישם ידע מתמטי בסיסי לסיטואציות פשוטות, הם יכולים לחבר, לכפול, לפתור בעיות מילוליות בנות שלב אחד, תוך שימוש במספרים שלמים ובשברים עשרוניים. הם יכולים לעבוד עם שברים פשוטים, הם מבינים יחסים אלגבריים פשוטים, ויכולים להפגין הבנה של תכונות משולשים ושל מושגים גאומטריים פשוטים. הם יכולים לקרוא ולפרש גרפים וטבלאות, ולזהות מושגי הסתברות בסיסיים.
"נמוכים"	400	לתלמידים ברמה זו יש ידע מסוים על מספרים שלמים, שברים עשרוניים, פעולות חשבון בסיסיות וגרפים פשוטים.
"מתחת לסף"	נמוך מ-400	תלמידים ברמה זו הם מתחת לסף הניתן להערכה – אין תיאור של ביצועיהם.

לוח 3.7: תיאור תמציתי של חמש רמות ההישג בסולם מדעים

רמת הישג	ציון של ערך הסף	מה התלמידים מסוגלים לעשות
"מצטיינים"	625	תלמידים ברמה זו מפגינים הבנה של מושגים מורכבים ומופשטים בביולוגיה, בכימיה, בפיזיקה ובמדעי כדור-הארץ. הם מבינים את מורכבותם של היצורים החיים ואת יחסי הגומלין שלהם עם הסביבה. הם מפגינים הבנה בנוגע לתכונות של מגנטים, קול ואור, וכן הבנה בנוגע למבנה החומר, תכונותיו הפיזיקליות והכימיות והשינויים החלים בו. יש להם ידע על מערכת השמש, על תכונותיו של כדור-הארץ ועל התהליכים המתרחשים בו, והם מיישמים ידע זה להבנת סוגיות סביבתיות. הם מבינים דברים בסיסיים הקשורים לחקר מדעי, ויכולים ליישם עקרונות פיזיקליים לפתרון בעיות כמותיות. הם מסוגלים לספק הסברים ולדווח על ידע מדעי.
"גבוהים"	550	תלמידים ברמה זו מפגינים הבנה מושגית של מחזורים, מערכות ועקרונות. הם מבינים מושגים ביולוגיים הנוגעים בתהליכי החיים בתא, בביולוגיה של האדם, בבריאות וביחסי הגומלין שבין צמחים ובעלי-חיים במערכת האקולוגית. הם מיישמים ידע למצבים הקשורים לאור ולקול, מפגינים ידע בנוגע לחום וכוחות, ומציגים הבנה של מבנה החומר, של תהליכים פיזיקליים וכימיים ושל שינויים בחומר. הם מפגינים הבנה בנוגע למערכת השמש, תהליכים על פני כדור הארץ ומשאבים, וכן ידע הקשור לכמה סוגיות סביבתיות. כמו כן הם מפגינים שליטה במיומנויות חקר מדעי בסיסיות, משלבים מידע ומסיקים מסקנות, מפרשים נתונים המוצגים בטבלאות ובגרפים, ומספקים הסברים קצרים המבוססים על ידע מדעי.
"בינוניים"	475	תלמידים ברמה זו מפגינים ידע מדעי בנושאים הנוגעים בבעלי-חיים, במערכות מזון ובהשפעות של שינויים באוכלוסייה על המערכת האקולוגית. הם מכירים היבטים מסוימים של קול וכוח, ויש להם ידע בסיסי בנוגע לשינויים כימיים. הם מפגינים ידע על מערכת השמש, תהליכי חיים, משאבים וסביבה. הם מסוגלים לחלץ מידע מתוך טבלאות ולפרש גרפים. הם יכולים ליישם ידע מדעי למצבים מעשיים.
"נמוכים"	400	תלמידים ברמה זו מכירים עובדות בסיסיות הקשורות למדעי החיים ולמדעי החומר. יש להם ידע מסוים על גוף האדם והיכרות עם תופעות פיזיקליות בחיי היום-יום. הם יכולים לפרש תמונות וגרפים וליישם ידע על מצבים פיזיקליים למצבים מעשיים.
"מתחת לסף"	נמוך מ-400	תלמידים ברמה זו הם מתחת לסף הניתן להערכה – אין תיאור של ביצועיהם.

פרק 4: הישגים במתמטיקה ובמדעים במחקר טימס 2011

בפרק זה תובא סקירה של הישגי התלמידים בכיתות ח' במחקר טימס 2011 – בחלקו הראשון של הפרק יתוארו ההישגים בתחום המתמטיקה ובחלקו השני יתוארו ההישגים בתחום המדעים. בכל תחום תוכן יושוו הישגי התלמידים בישראל לרמת ההישגים הבין-לאומית, ולעיתים גם להישגיהם של תלמידים במדינות מסוימות אחרות, דומות בהישגיהן לישראל, שהשתתפו במחקר זה. לאחר מכן יתמקד הדוח בהישגים בתוך ישראל לפי פילוחים שונים: מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), מגדר, סוג פיקוח (ממלכתי וממלכתי-דתי) ורקע חברתי-כלכלי.

כזכור, סולמות הציונים במתמטיקה ובמדעים, והסולמות בכל אחד מתחומי התוכן השונים והמיומנויות השונות, נקבעו במחקר טימס הראשון שנערך ב-1995 כך שממוצע המדינות שהשתתפו יעמוד על 500 נקודות וסטיית התקן של הציונים תהיה 100 נקודות. הציונים במחזורי המחקר השונים מכילים לסולם זה, מה שמאפשר להשוות בין מחזור מחקר אחד למשנהו.

4.1 הישגי ישראל במתמטיקה

4.1.1 מבט בין-לאומי

בתרשים 4.1 מוצגים ההישגים במתמטיקה בישראל וב-42 המדינות שהשתתפו במחזור המחקר ב-2011. המדינות מוצגות בסדר יורד לפי ממוצע הישגיהן. בראש המדרג קוריאה הדרומית, סינגפור וטייוואן⁴⁰ (613, 611 ו-609 נקודות, בהתאמה), ובתחתית המדרג מצויות גאנה, עומאן ומרוקו (331, 366 ו-371 נקודות, בהתאמה). מתרשים זה עולה כי ממוצע הציון הכולל במתמטיקה בישראל היה 516 נקודות, מה שמציב אותה במקום השביעי במדרג המדינות שהשתתפו במחקר.⁴¹ ממוצע הציונים של 42 המדינות המשתתפות הוא 467 נקודות (להלן "ממוצע המדינות המשתתפות"). הציונים הממוצעים בקרב כלל המדינות המשתתפות מוצגים בפירוט ב**טבלה נ-1 (בנספח לפרק זה)**. העמודות המובלטות בקו **בתרשים 4.1** מייצגות מדינות שציון הממוצע אינו שונה במובהק מבחינה סטטיסטית מן הציון הממוצע של ישראל, והן פינלנד, ארה"ב, אנגליה, הונגריה ואוסטרליה. מדינות אלו (להלן, "מדינות דומות בהישגיהן לישראל" ישמשו בהמשך הדוח בסיס להשוואה עם ישראל בפרמטרים שונים.

נוסף על הציון הממוצע בכל מדינה אפשר לתאר את ההישגים בכל מדינה על פי התפלגות התלמידים ברמות ההישגים השונות, כפי שהוסבר ב**פרק 3**. רמות ההישגים השונות מוגדרות לפי ספי ההישגים (benchmarks) המחלקים את סולם הציונים הרציף לחמש קטגוריות אלה:

(1) רמת "מצטיינים" - תלמידים שסף הישגיהם במבחן הוא 625 נקודות, כלומר שהשיגו במבחן לפחות 625 נקודות.

(2) רמת "גבוהים" - תלמידים שסף הישגיהם הוא 550 נקודות.

(3) רמת "בינוניים" - תלמידים שסף הישגיהם הוא 475 נקודות.

(4) רמת "נמוכים" - תלמידים שסף הישגיהם הוא 400 נקודות.

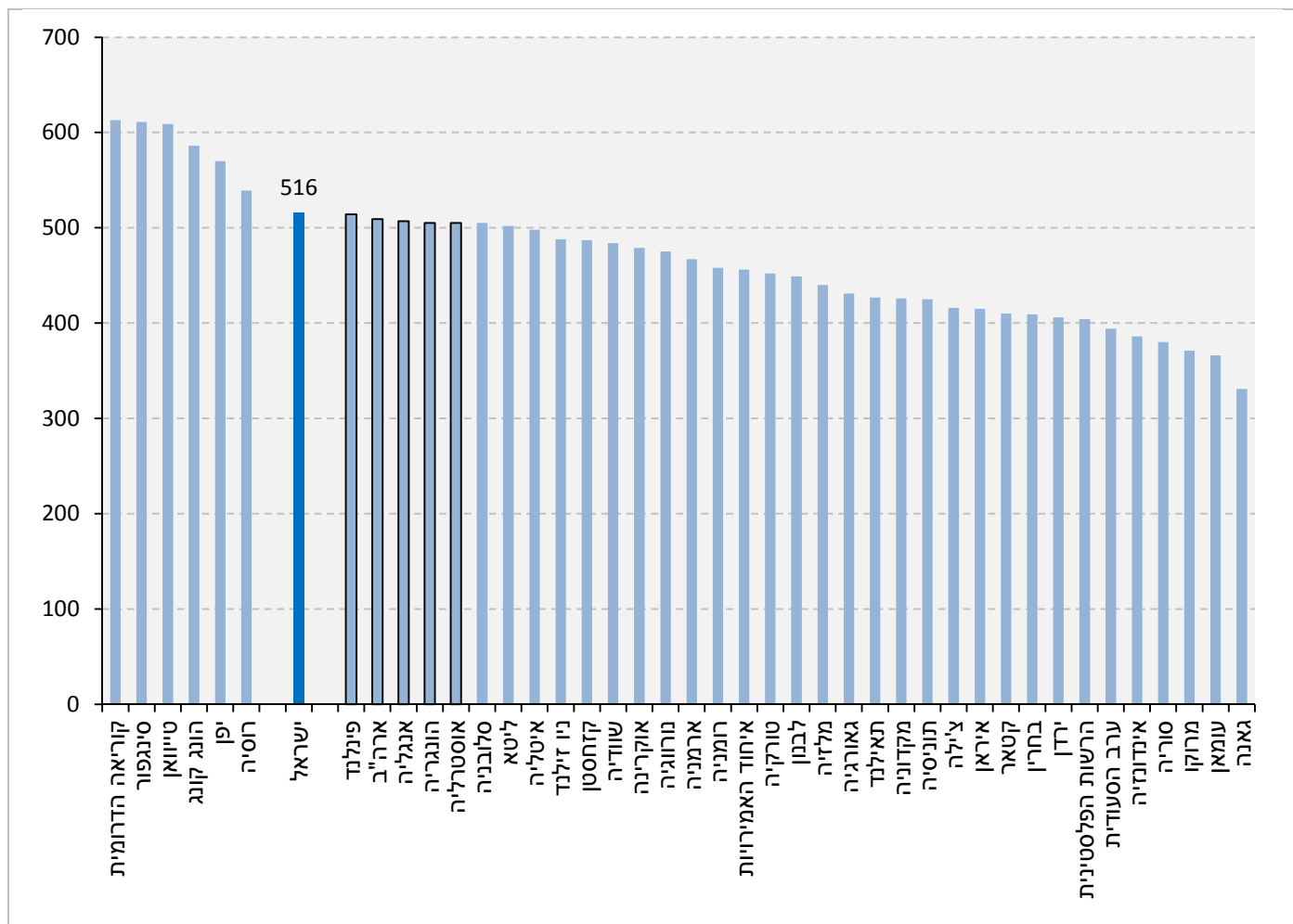
(5) "מתחת לסף" - תלמידים שהישגיהם במבחן נמוכים מ-400.

⁴⁰ מסיבות גאו-פוליטיות שמה הרשמי של מדינה זו בדוח טימס הוא Chinese Taipei. לשם הנוחות נעשה שימוש בשם "טייוואן" בדוח זה.

⁴¹ על פי הטבלה שבנספח F2 בדו"ח הבין-לאומי, המקשרת בין רמת ההישגים לבין ממוצע שיעור התשובות הנכונות בכל מדינה, הציון הממוצע בישראל תואם לכ-50% תשובות נכונות. לשם השוואה, בקוריאה הדרומית הנמצאת בראש המדרג, הציון הממוצע תואם לממוצע של -74% תשובות נכונות.

הציון הממוצע בכל מדינה מושפע, כמובן, מהתפלגות ציוני התלמידים: ריבוי תלמידים בקטגוריות הישג גבוהות בצד מיעוט תלמידים בקטגוריות הישג נמוכות משמעו ממוצע הישגים גבוה יותר, ולהפך.

תרשים 4.1: ההישגים במתמטיקה בקרב המדינות המשתתפות בטימס 2011

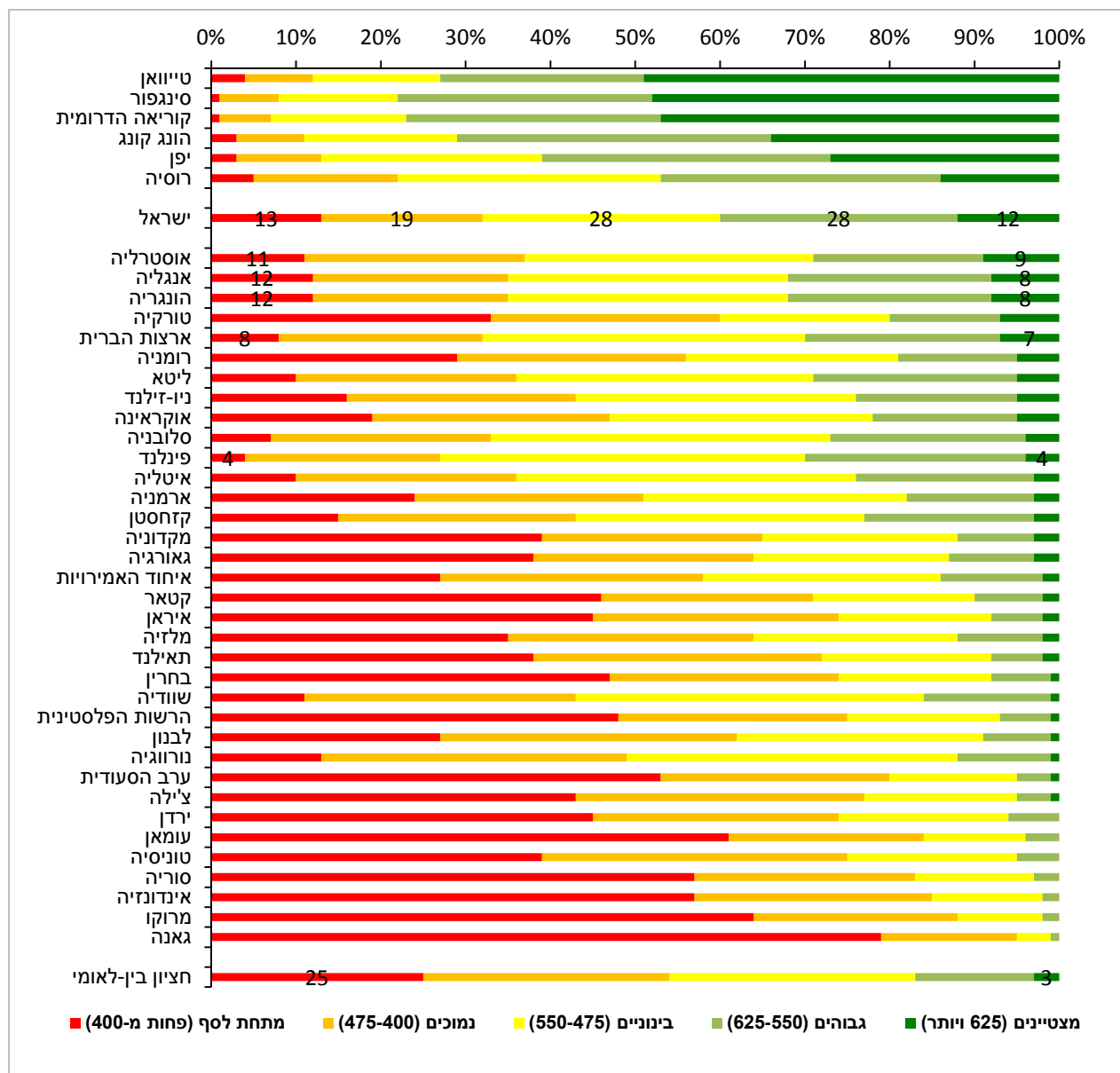


4.1.1.1 התפלגות ההישגים לפי ספי ההישגים במתמטיקה ופיזור ההישגים

בנוסף לבחינת ממוצע ההישגים כמדד המעיד על הרמה הכללית של מדינה ביחס למדינות משתתפות אחרות, רצוי לבחון את פיזור ההישגים במדינות השונות, כמדד לפערים הקיימים במערכת החינוך בין תלמידים. בתרשים 4.2 מוצגת התפלגות ההישגים במתמטיקה לפי ספי ההישגים. המדינות בתרשים זה מסודרות לפי שיעור התלמידים המצויים בקטגוריה "מצטיינים".⁴² כמו כן, מוצגים בתרשים שיעורי התלמידים המצויים בקטגוריות "מצטיינים" ומתחת לסף" בישראל ובמדינות הדומות לה בהישגיהן. מתרשים 4.2 עולה כי 12% מן התלמידים בישראל השיגו ציון גבוה מסף ה"מצטיינים", מה שמציב אותה במקום השביעי מבחינת שיעור התלמידים המצויים מעל סף זה. בהשוואה למדינות הדומות בהישגיהן לישראל, שיעור התלמידים המוגדרים "מצטיינים" בישראל הוא הגבוה ביותר. עם זאת, שיעור התלמידים בישראל המוגדרים "מתחת לסף" גבוה אף הוא יחסית ועומד על 13%. שיעור זה הוא הגבוה ביותר בקרב המדינות הדומות בהישגיהן לישראל.

⁴² יש לשים לב כי סידור זה ממקם את המדינות באופן שונה במקצת ממדרג המדינות לפי ממוצע הישגים.

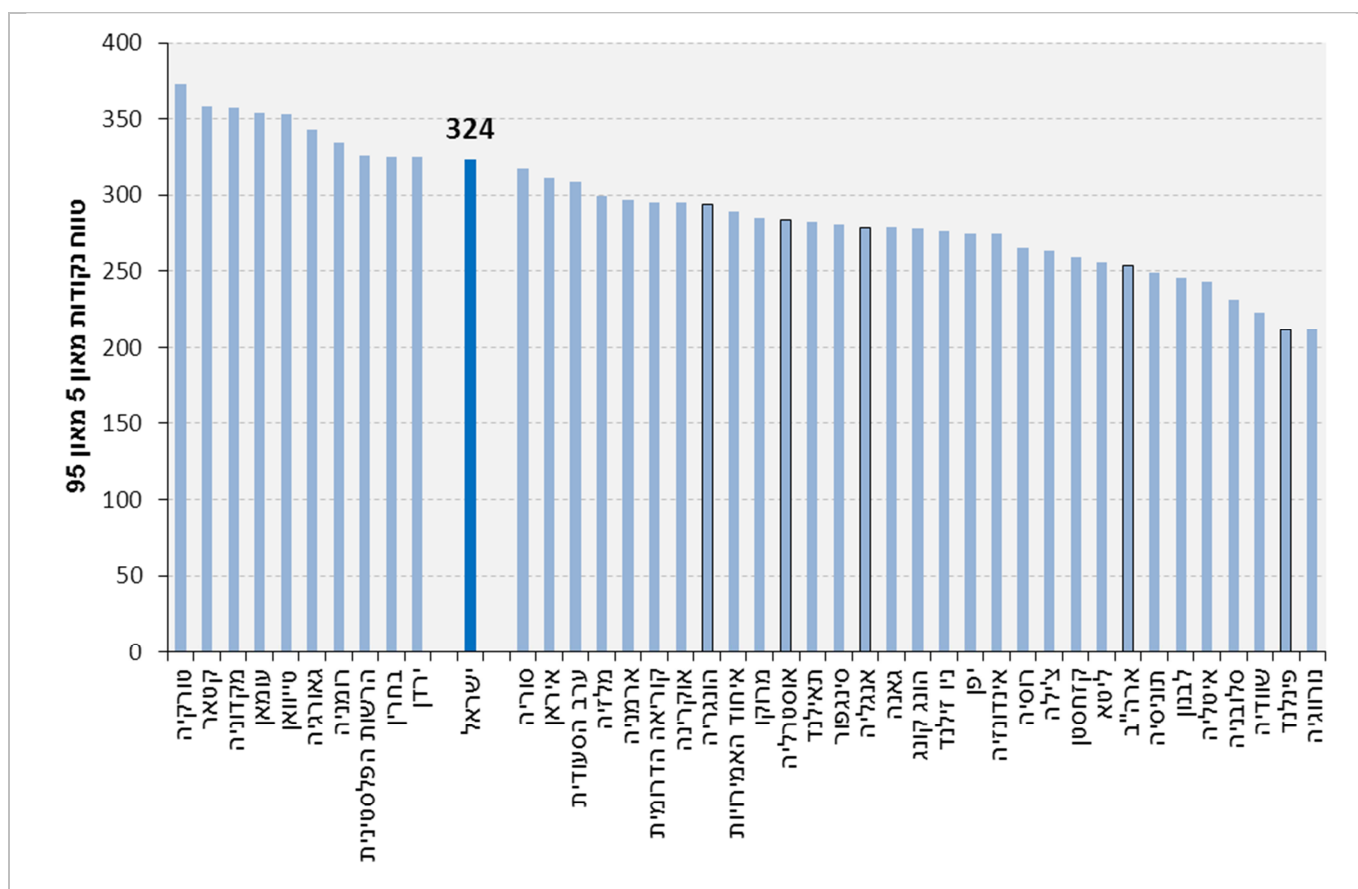
תרשים 4.2: התפלגות ההישגים לפי ספי הישגים במתמטיקה במדינות שהשתתפו במחקר 2011



התפלגות ההישגים במתמטיקה, לפי ספי הישגים, משקפת תמונת מצב ולפיה שיעור גדול יחסית של תלמידים בישראל מצויים בקטגוריות העליונות ("מצטיינים" ו"גבוהים"), לצד שיעור גדול יחסית של תלמידים בקטגוריות התחתונות ("מתחת לסף" ו"נמוכים"). במילים אחרות, בישראל יש פיזור רב בציוני התלמידים (הרבה תלמידים טובים במתמטיקה אך גם הרבה תלמידים מתקשים במתמטיקה). **בתרשים 4.3** מוצג פיזור ההישגים במתמטיקה בקרב המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2011 על פי הטווח שבין הציון המייצג את המאון החמישי (הציון ש-5% התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה מצויים מתחתיו) לבין הציון המייצג את המאון ה-95 (הציון ש-5% התלמידים הטובים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). המדינות בתרשים מוצגות בסדר יורד על פי גודלו של מדד פיזור זה. מהתרשים עולה כי בהשוואה לחמש המדינות הדומות בהישגיהן לישראל, פיזור הציונים בישראל הוא הגדול ביותר (324 נקודות), והוא גם גבוה מממוצע פיזור הציונים בקרב המדינות המשתתפות, העומד על 290 נקודות (לפירוט הפיזור בכל מדינה ראה **לוח נ-1 בנספח לפרק זה**).

הממצא בדבר שונות ציונים גדולה בישראל חוזר בעקביות שוב ושוב במחזורי המחקר של מבחנים בין-לאומיים שונים שישראל משתתפת בהם.⁴³

תרשים 4.3: פיזור הישגים במתמטיקה בקרב המדינות המשתתפות במחקר טימס 2011



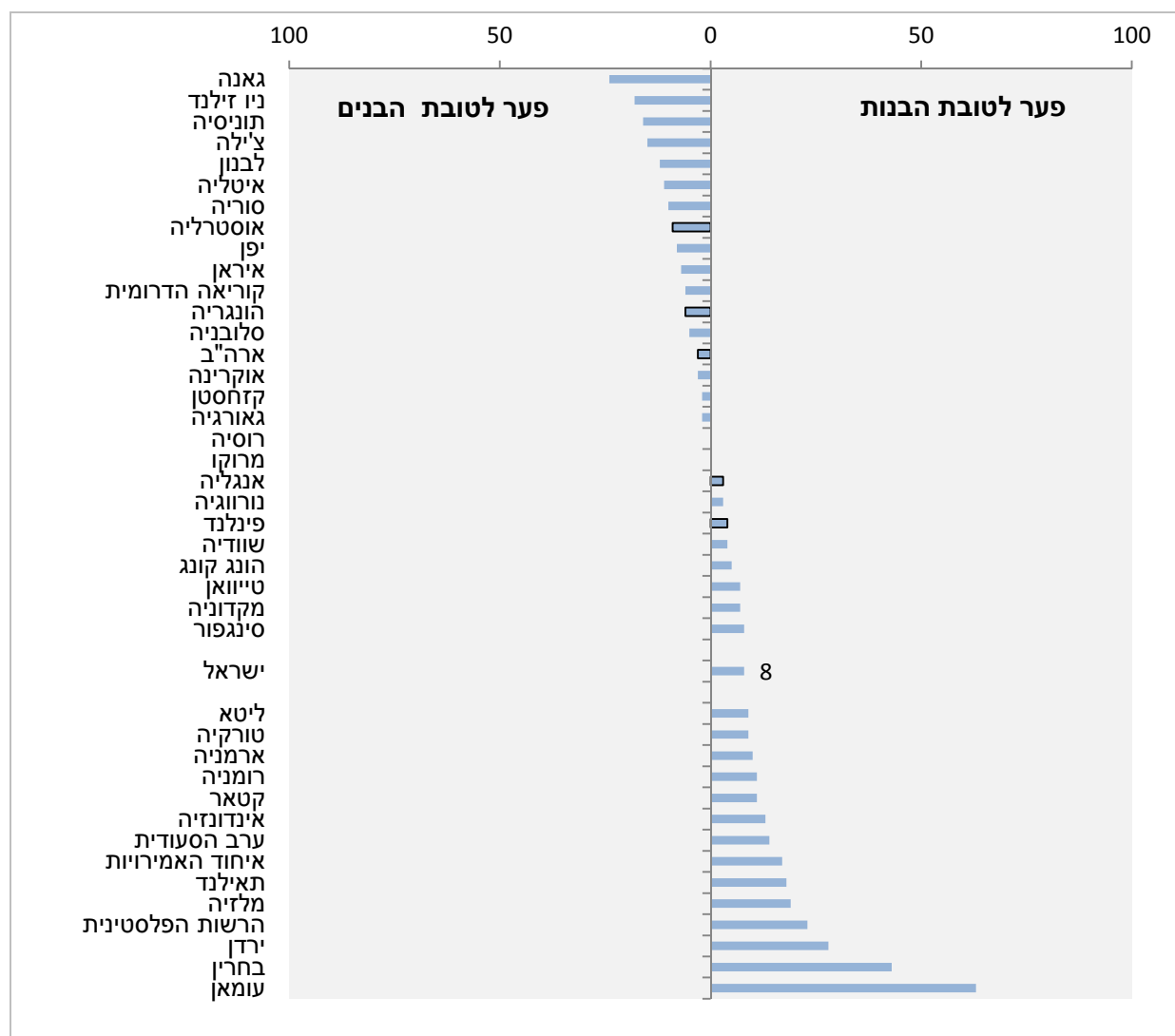
4.1.1.2 הישגים במתמטיקה לפי מגדר

בתרשים 4.4 מוצג הפער בין הישגי הבנים והבנות במתמטיקה. המדינות מסודרות לפי גודל הפער בין המגדרים. העמודות בצד ימין מציגות פער לטובת הבנות, ואילו העמודות בצד שמאל מציגות פער לטובת הבנים. מתרשים זה עולה כי ב-17 מתוך 42 המדינות המשתתפות נמצא פער לטובת הבנים, ואילו ב-23 מדינות הפער הוא לטובת הבנות. פער זה לטובת הבנות הוא הגדול ביותר במדינות ערביות (דפוס חוזר במבחנים בין-לאומיים נוספים).⁴⁴ גם בישראל יש פער בהישגים במתמטיקה לטובת הבנות, אך הוא קטן ביותר (שמונה נקודות). לעומת זאת, בכל חמש המדינות הדומות בהישגיהן לישראל הפער במתמטיקה הוא לטובת הבנים (לפירוט הציונים הממוצעים בקרב כל קבוצת מגדר בכל המדינות המשתתפות ראה **לוח נ-1 בנספח לפרק זה**).

⁴³ ראה למשל ראמ"ה (2013), דו"ח פיזה 2009: אוריינות תלמידים בני 15 בקריאה, מתמטיקה ומדעים. http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2009_Report.htm

⁴⁴ ראה למשל OECD (2010), PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I, p.57; p.136; p.153). <http://dx.doi.org/10.1787/9789264091450-en>

תרשים 4.4: פערים במתמטיקה בין בנות לבנים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר 2011



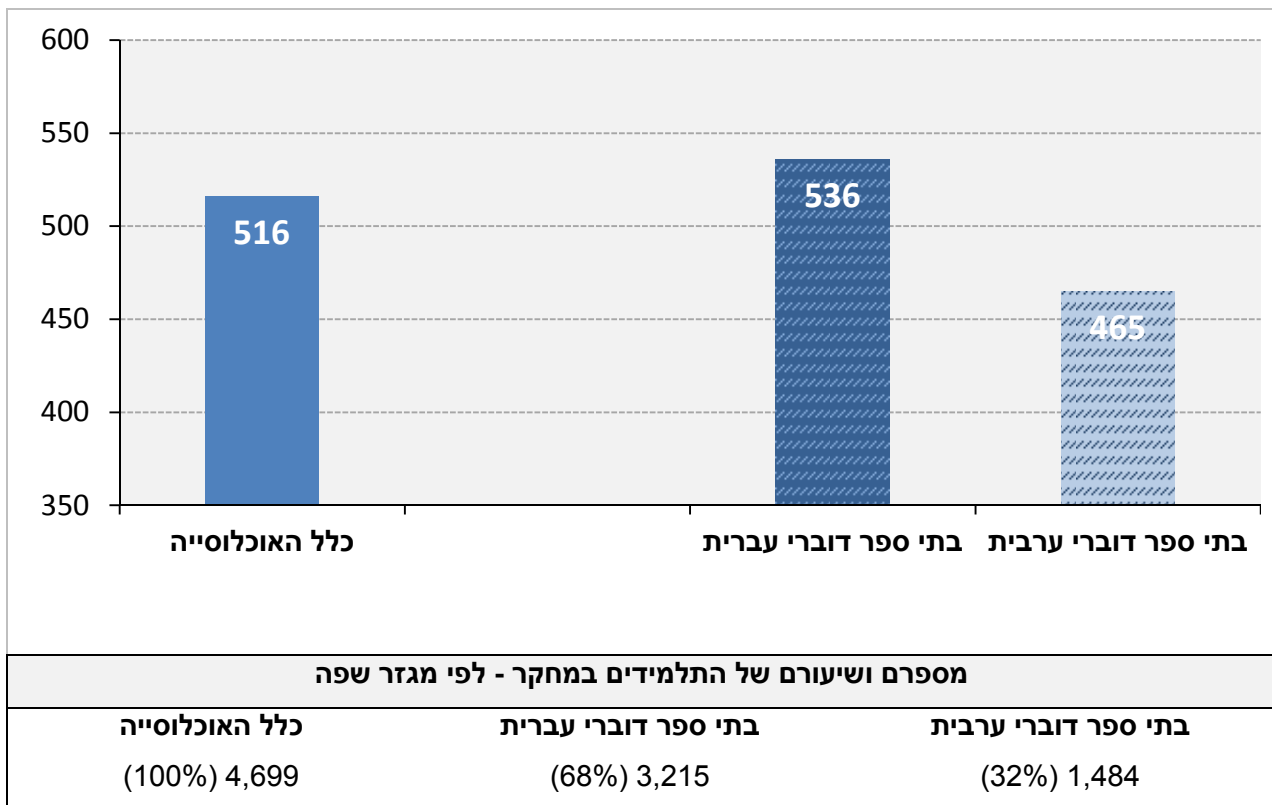
4.1.2 הישגים במתמטיקה במבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל במתמטיקה במחקר טימס 2011. הממצאים בדבר ההישגים במתמטיקה יוצגו לפי הפילוחים הבאים: מגזר שפה ומגדר (בסעיף 4.1.2.1); רקע חברתי-כלכלי (בסעיף 4.1.2.2); סוג הפיקוח (בסעיף 4.1.2.3). הממצאים בדבר תחומי התוכן הספציפיים (מספרים, אלגברה, גאומטריה, נתונים והסתברות) יוצגו בפילוחים מפורטים פחות (בסעיף 4.1.2.4). הממצאים ומשמעויותיהם האפשריות יידונו בסוף פרק זה.

4.1.2.1 הישגים במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר

בתרשים 4.5 מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית). מתרשים זה עולה כי הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית במתמטיקה גבוהים ב-71 נקודות (כשני שליש סטיית תקן) מהישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית (536 לעומת 465, בהתאמה). כמו כן, הציון הממוצע של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית גבוה מן הממוצע הבין-לאומי (467 נקודות), ואילו ציונם הממוצע של התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית כמעט זהה לו (465 נקודות).

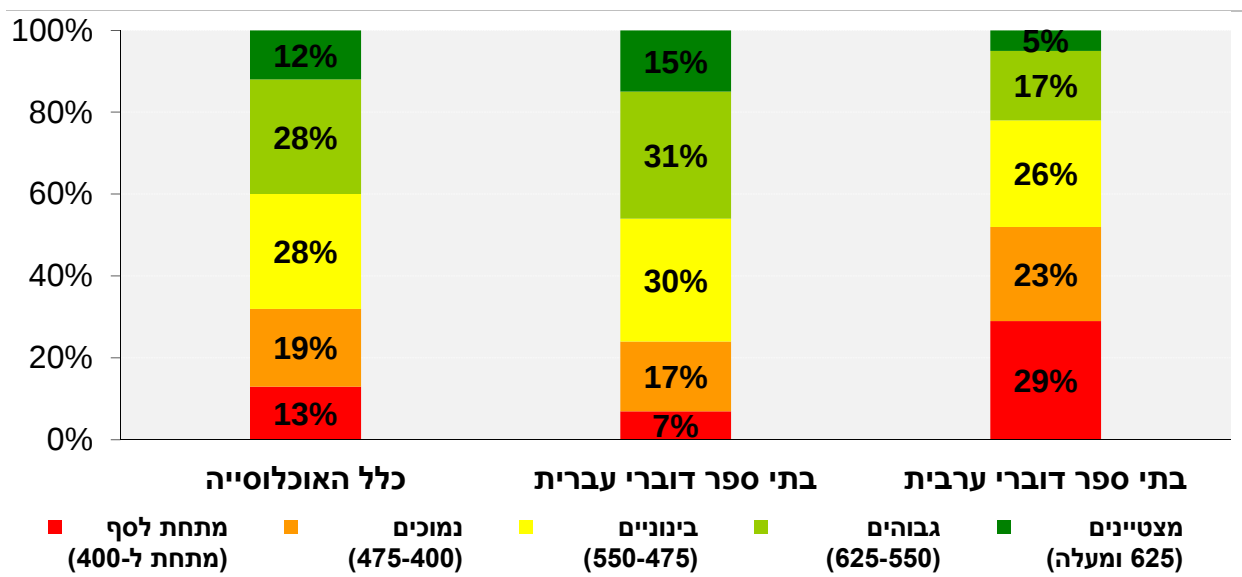
תרשים 4.5: הישגי התלמידים בישראל במתמטיקה לפי מגזר שפה



*הממוצע הבין-לאומי: 467 נקודות

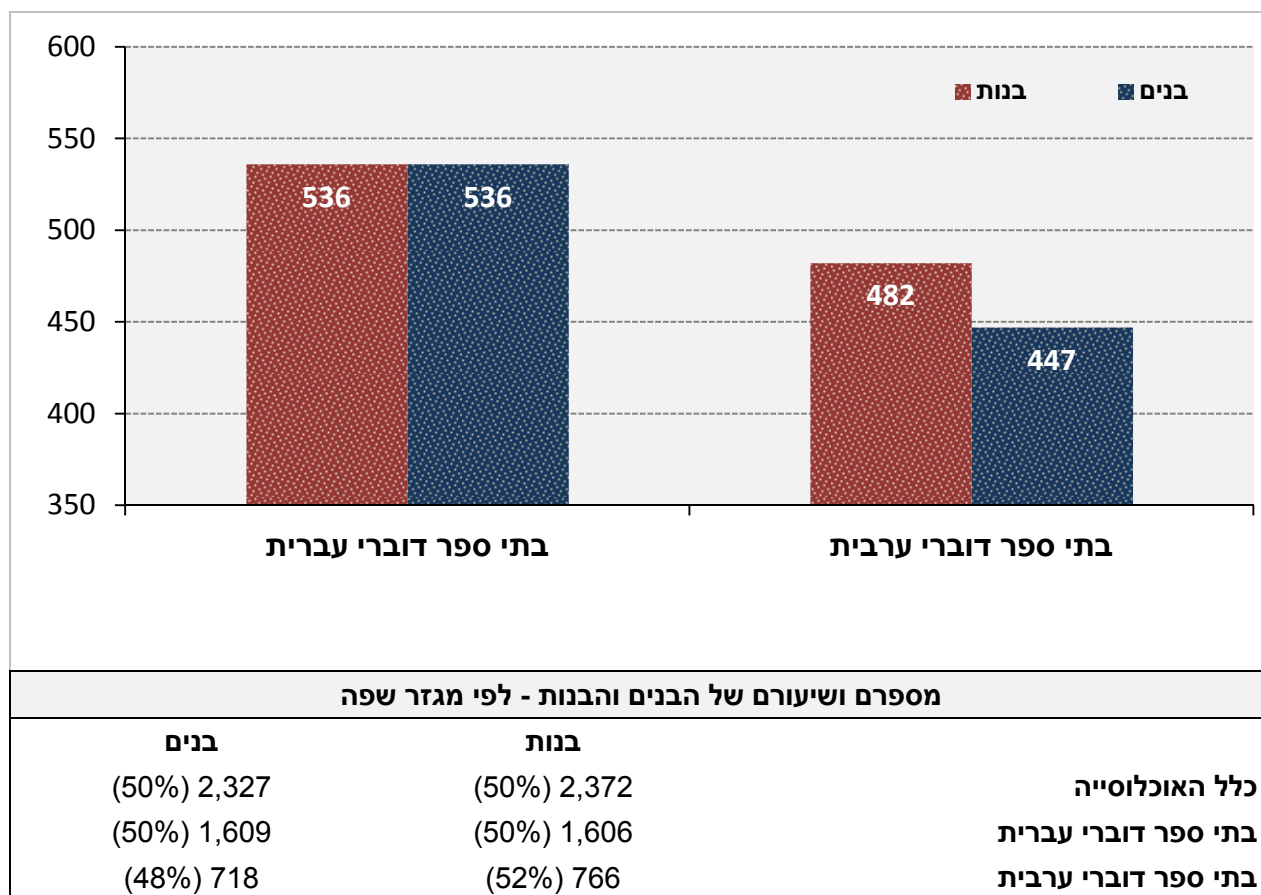
בתרשים 4.6 מוצגת התפלגות התלמידים לפי ספי הישג. מתרשים זה עולה כי בבתי ספר דוברי ערבית 29% מן התלמידים מצויים בקטגוריית "מתחת לסף", לעומת 7% בלבד בבתי ספר דוברי עברית (לשם השוואה, ערך החציון הבין-לאומי של קטגוריה זו הוא 25%). בהתאמה עם נתון זה נמצא כי שיעור התלמידים המצויים בקטגוריית "מצטיינים" הוא 5% בבתי ספר דוברי ערבית ו-15% בבתי ספר דוברי עברית (לשם השוואה, ערך החציון הבין-לאומי של קטגוריה זו הוא 3%; ראה **תרשים 4.2** לעיל).

תרשים 4.6: התפלגות ההישגים במתמטיקה לפי ספי הישג ולפי מגזר שפה



בתרשים 4.7 מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מבתי ספר דוברי עברית אין הבדל בציונים בין הבנות לבנים, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית ציוני הבנות גבוהים במידה ניכרת מציוני הבנים (פער של 35 נקודות - כשליש סטיית תקן). יש לציין כי הפער הבין-מגדרי לטובת הבנות בבתי ספר דוברי ערבית הוא השלישי בגודלו מקרב כלל המדינות המשתתפות. ממצא זה ולפיו יש פער ניכר בהישגים במתמטיקה לטובת הבנות בבתי ספר דוברי ערבית, לצד היעדר פער בין-מגדרי בבתי ספר דוברי עברית, חוזר שוב ושוב במערכות נוספות של מבחנים רחבי היקף הנערכים בישראל (כגון פיזה, מבחני המיצ"ב, ועוד).⁴⁵

תרשים 4.7: הישגי ישראל במתמטיקה - לפי מגזר שפה ולפי מבתי ספר



*הממוצע הבין-לאומי: 467 נקודות

⁴⁵ ראמ"ה (2012), מיצ"ב תשע"ב, חלק א'- מבחני הישגים:

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/Meitzav/DochotMaarachtim.htm>

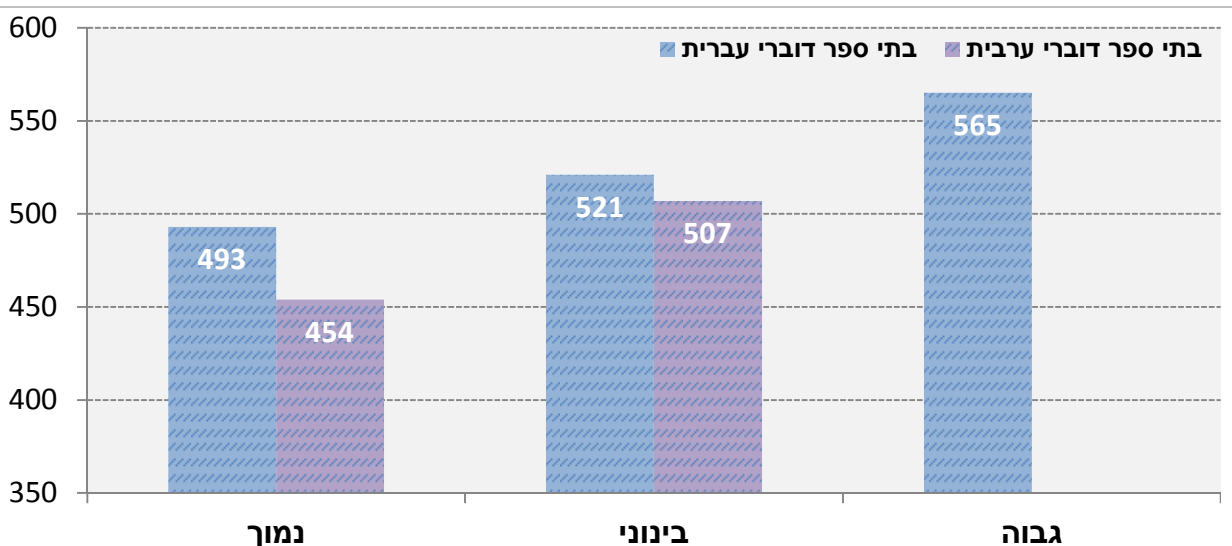
4.1.2.2 הישגים במתמטיקה לפי רקע חברתי-כלכלי

בחלק זה מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החברתי-כלכלי של בתי הספר בישראל (נמוך, בינוני וגבוה). חלוקת בתי הספר לקבוצות אלו נקבעה על פי מדד בית-ספרי המבוסס על מדד טיפוח "שטראוס" של התלמידים הלומדים בו (להרחבה - ראה **תיבה 4.1** להלן). חשוב להדגיש כי אף שיש קשר עקבי והדוק בין הרקע החברתי-כלכלי של התלמידים לבין הישגיהם, אין להסיק מממצאים אלו על קשרי סיבה-תוצאה ביניהם. בקרב כלל האוכלוסייה נבחנו טימס 2011 בישראל, הפער בהישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החברתי-כלכלי הוא כדלהלן: גבוה לעומת בינוני - 50 נקודות; בינוני לעומת נמוך - 50 נקודות; גבוה לעומת נמוך - 100 נקודות (כל הפערים הם לטובת קבוצת הרקע הגבוהה יותר).

תיבה 4.1: מדד טיפוח "שטראוס"

מדד טיפוח "שטראוס" הוא מדד אישי המחושב לכל תלמיד ותלמיד בבית ספר (בכל שכבות הכיתה הקיימות בו) ומשקף את הרקע החברתי-כלכלי שלו. מדד זה כולל ארבעה רכיבים: (1) השכלת ההורים - מבוסס על השכלת ההורה המשכיל יותר (חלקו במדד - 40%); (2) מצב כלכלי - מבוסס על הכנסת הורי התלמידים (חלקו במדד - 20%); (3) פריפריאליות - מבוסס על המרחק בין בית הספר לתל-אביב (חלקו במדד - 20%); (4) שילוב של ארץ לידה וארץ מצוקה - מבוסס על רשימת ארצות מצוקה של האו"ם⁴⁶ (חלקו במדד - 20%). המדד מבוסס באמצעות עשירון טיפוח (מעשירון 1- המבוססים ביותר ועד לעשירון 10 - החלשים ביותר). מתוך מדד אישי זה מחושב המדד ברמה הבית-ספרית, המבוסס על ממוצע פשוט של עשירון הטיפוח שניתן לכל תלמיד ותלמיד בבית ספר נתון. בתי הספר במחקר זה חולקו לשלוש רמות. ברקע חברתי כלכלי על פי ערך המדד הבית-ספרי: גבוה (1-3.99); בינוני (4-6.99); נמוך (7-10).

תרשים 4.8: הישגי ישראל במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי



⁴⁶ ראה קישור: http://www.un.org/esa/policy/devplan/profile/ldc_list.pdf

רמה גבוהה	רמה בינונית	רמה נמוכה	כלל האוכלוסייה
1,532 (33%)	1,348 (29%)	1,819 (39%)	בתי ספר דוברי עברית
1,532 (48%)	1,148 (36%)	535 (17%)	בתי ספר דוברי ערבית
-	200 (13%)	1,284 (87%)	

*הממוצע הבין-לאומי: 467 נקודות

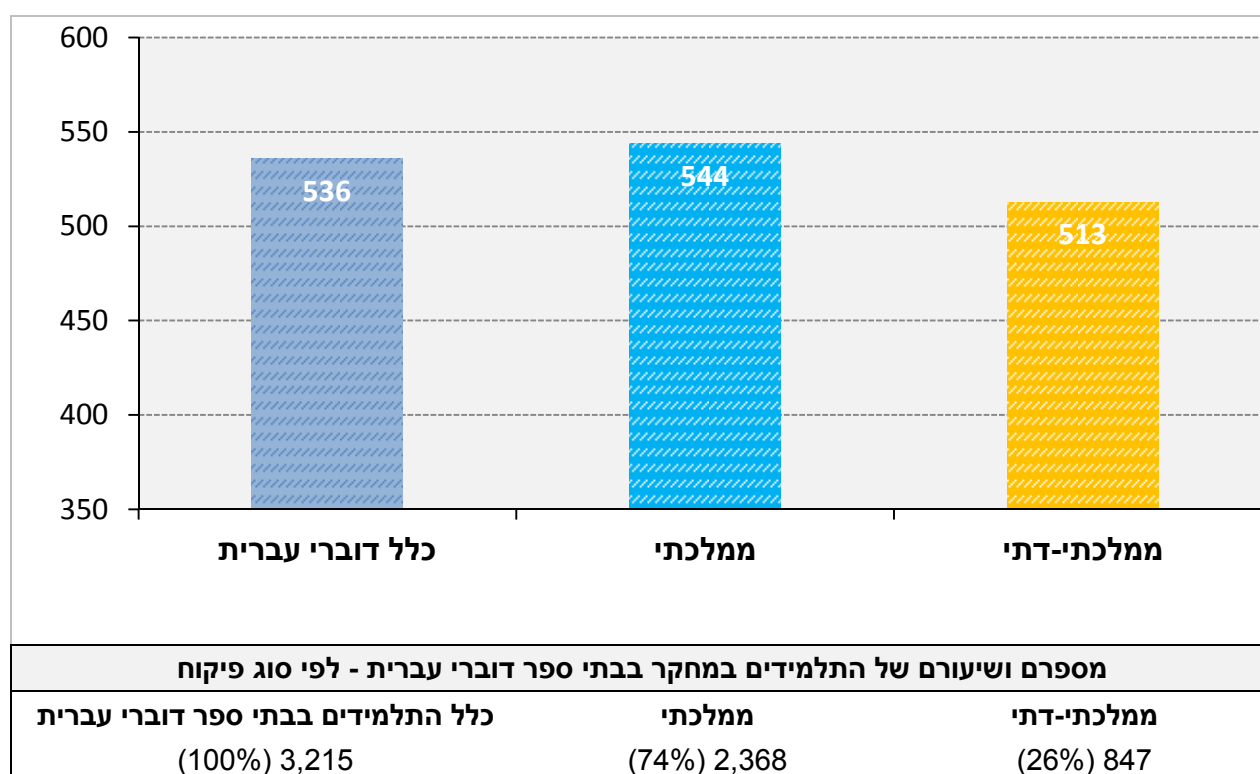
בתרשים 4.8 מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי רקע חברתי-כלכלי בכל מגזר שפה בנפרד. אפשר לראות כי הקשר בין רקע חברתי-כלכלי לבין הישגים נשמר בכל אחד ממגזרי השפה: בבתי ספר דוברי עברית הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני הוא 28 נקודות, ובין תלמידים מרקע בינוני לתלמידים מרקע גבוה הוא 44 נקודות; בבתי ספר דוברי ערבית הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני הוא 53 נקודות.⁴⁷ עם זאת, הממצאים המעניינים יותר עולים כאשר משווים את הפערים בין המגזרים בתוך כל רמת רקע חברתי-כלכלי בנפרד. מהשוואה זו עולה כי הפער בין תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לבין עמיתיהם בבתי ספר דוברי ערבית מצטמצם: בקרב תלמידים בבתי ספר בעלי רקע בינוני הפער בהישגים במתמטיקה מצטמצם במידה ניכרת ועומד על 14 נקודות לטובת תלמידים בבתי ספר דוברי עברית (וזאת לעומת פער של 71 נקודות בהשוואה הכללית בין מגזרי השפה); גם בקרב תלמידים בבתי ספר בעלי רקע נמוך פער ההישגים במתמטיקה מצטמצם ועומד על 39 נקודות לטובת התלמידים בבתי ספר דוברי עברית (ושוב, לעומת פער של 71 נקודות בהשוואה הכללית בין מגזרי השפה). במילים אחרות, נראה שהפערים הכלכליים-חברתיים בין שני מגזרי השפה עשויים להסביר חלק ניכר מפער ההישגים ביניהם. מהתפלגות ספי ההישגים בפילוח לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי (ראה **לוח נ-2 בנספח לפרק זה**) בולט מאוד ההבדל בין מגזרי השפה מבחינת שיעור התלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך המצויים בקטגוריה "מתחת לסף": בבתי ספר דוברי עברית שיעורם הוא 13%, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית שיעור זה עומד על 31%.

4.1.2.3 הישגים במתמטיקה לפי סוג הפיקוח בבתי ספר דוברי עברית

בחלק זה יוצגו ההישגים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית בלבד, בפילוח לפי סוג פיקוח (ממלכתי/ממלכתי-דתי). בתרשים **4.9** מוצגים ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית בפילוח לפי סוג פיקוח. מתרשים זה עולה כי הישגי התלמידים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי גבוהים יותר - 31 נקודות במוצע, שהן כשליש סטיית תקן. פער זה נחשב גדול למדי, אך יש לזכור כי בפיקוח הממלכתי-דתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי, יש שיעור גבוה יותר של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך (ראה **תרשים 4.11** בהמשך), מה שיכול להסביר חלקית פער זה.

⁴⁷ מאחר שבמגזר הערבי כמעט אין בתי ספר בעלי רקע חברתי-כלכלי גבוה, לא נעשה חישוב נפרד לקבוצה זו של בתי ספר.

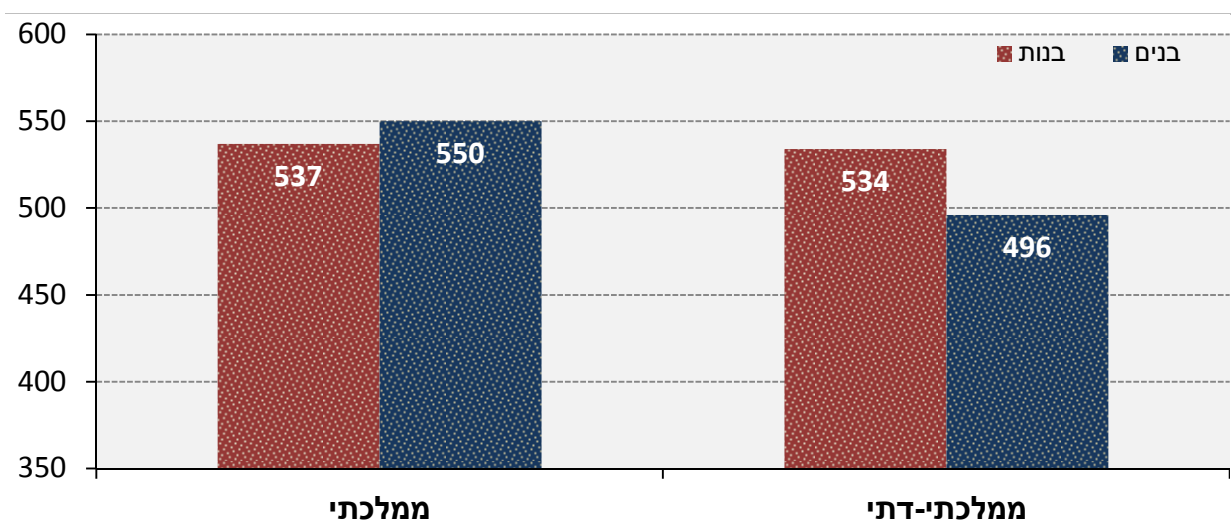
תרשים 4.9: ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית – לפי סוג פיקוח



*הממוצע הבין-לאומי: 467 נקודות

בתרשים 4.10 שלהלן מוצגים ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר. מהתרשים עולה כי אמנם אין הבדל בהישגים בין בנים לבנות בקרב כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית (ראה **תרשים 4.7** לעיל), אולם כאשר מתבוננים בפערים בין המגדרים בתוך כל סוג פיקוח, מתקבלת תמונה שונה: בקרב תלמידי הפיקוח הממלכתי קיים פער קל לטובת הבנים (13 נקודות), ואילו בקרב תלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי יש פער גדול לטובת הבנות (38 נקודות). ייתכן שהיפוך זה נובע מהבדלים בהקצאת שעות לימוד במתמטיקה לבנים ולבנות בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי או מתכנון מערכת שעות דיפרנציאלית לכיתות של בנים ולכיתות של בנות בתוך אותו בית ספר (ממלכתי-דתי בלבד).

תרשים 4.10: ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית – לפי סוג פיקוח ולפי מגדר

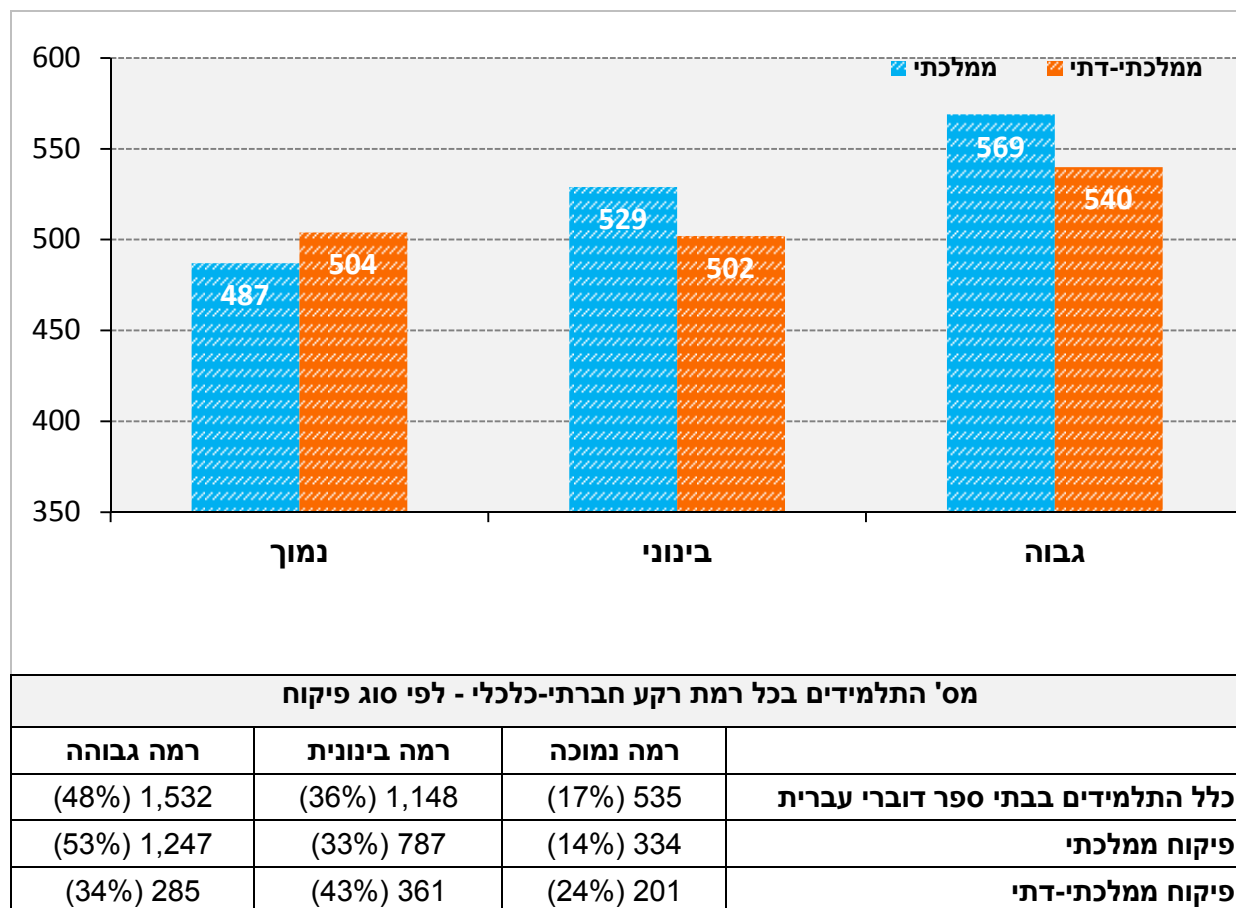


מספרם ושיעורם של הבנות והבנים - לפי סוג פיקוח		
בנות	בנים	
1,606 (50%)	1,609 (50%)	כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית
1,207 (51%)	1,161 (49%)	פיקוח ממלכתי
399 (47%)	448 (53%)	פיקוח ממלכתי-דתי

*הממוצע הבין-לאומי: 467 נקודות

בתרשים 4.11 מוצגים ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית, בפילוח לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-כלכלי. בטרם יוצגו התוצאות חשוב לציין כי החלוקה לתת-קבוצות אלו, בפילוח זה, יוצרת לעתים קבוצות קטנות שייתכן כי אינן מייצגות מספיק (כלומר ממוצעהן עלולים להיות מוטים). לכן יש להתייחס להשוואת הממוצעים בפרק זה בזהירות הראויה ולהתמקד במגמות העיקריות בלבד. מן התרשים עולה כי בתוך כל קבוצת פיקוח, לתלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה יותר יש הישגים גבוהים יותר, אך מגמה זו בולטת פחות בקרב תלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי, היות שאין הבדל של ממש בהישגים במתמטיקה בין תלמידים בבתי ספר בעלי רקע בינוני לבין תלמידים בבתי ספר בעלי רקע נמוך. ההשוואה המעניינת יותר היא בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חברתי-כלכלי. מהשוואה זו עולה כי בתוך קבוצות הרקע החברתי-כלכלי הגבוה והבינוני הפער הוא לטובת הפיקוח הממלכתי, ובעל סדר גודל דומה (29 ו-27 נקודות, בהתאמה, קרוב לפער הכללי שבין שני סוגי הפיקוח [31 נקודות]). לעומת זאת, בתוך קבוצת התלמידים מרקע נמוך, הפער **מתהפך** ועומד על 17 נקודות לטובת תלמידים שבפיקוח הממלכתי-דתי. ייתכן כי ממצא זה, בצירוף הממצא בדבר הישגים דומים בתוך הפיקוח הממלכתי-דתי בין קבוצות הרקע החברתי-כלכלי הנמוך והבינוני, נובעים מהפניית מאמצים מיוחדים בפיקוח זה לקידום תלמידים בבתי ספר בעלי רקע חברתי-כלכלי נמוך.

תרשים 4.11: ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית – לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-כלכלי



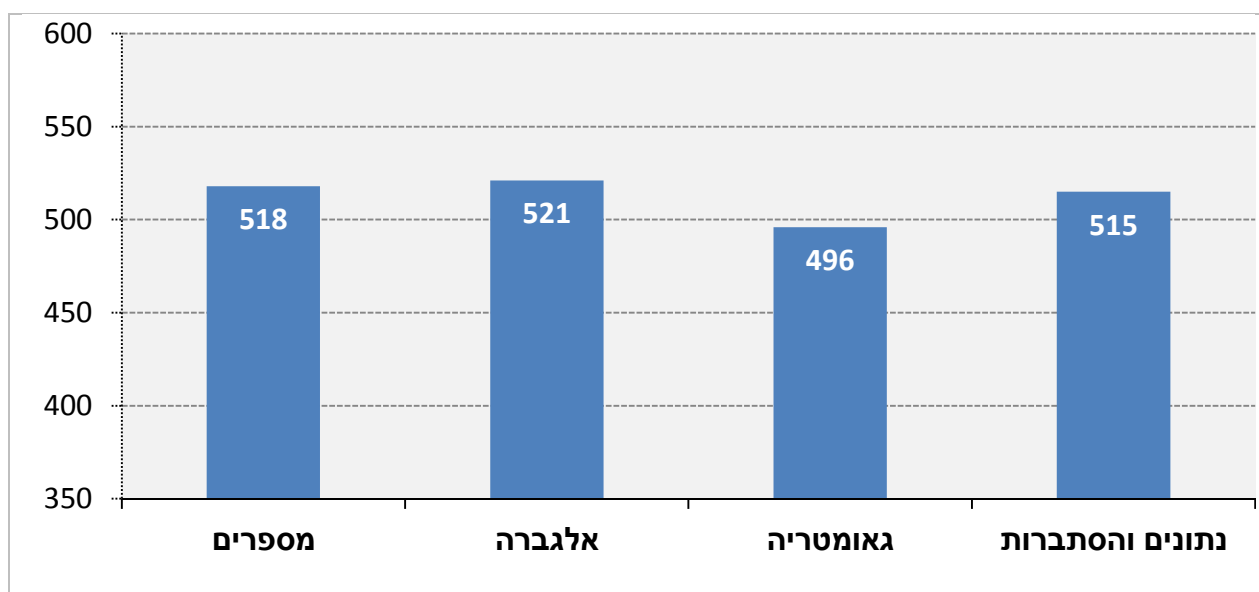
*הממוצע הבין-לאומי: 467 נקודות

4.1.2.4 הישגים במתמטיקה בתחומי התוכן ובמיומנויות הקוגניטיביות

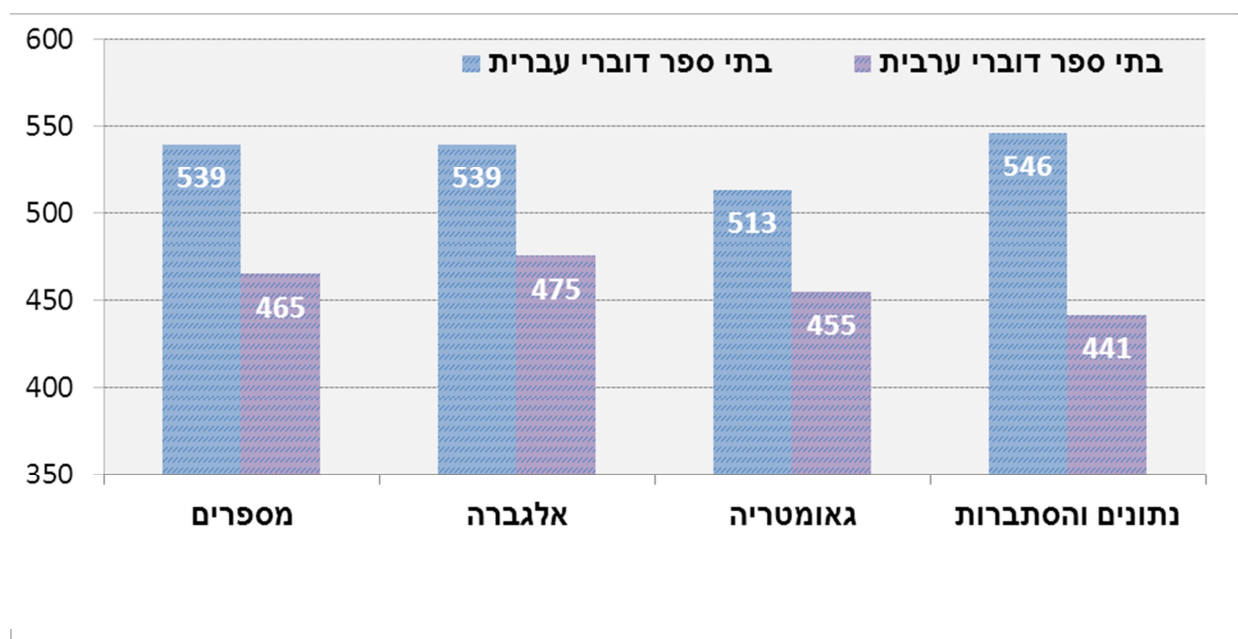
במחקר טימס מחושבים, נוסף על הציון הכולל במתמטיקה, גם שבעה תת-ציונים המשקפים שליטה בהיבטים ובנושאים שונים בתחום זה: ארבעה מהם משקפים תחומי תוכן (התחום המספרי, אלגברה, גאומטריה, עיבוד נתונים והסתברות) ושלושה מהם משקפים מיומנויות קוגניטיביות (ידע, יישום וחשיבה). תיאור מפורט של תת-ציונים אלו ושל התכנים העומדים מאחוריהם מוצג בפרק 2. בחלק זה יוצגו הישגיהם של תלמידי ישראל בארבעת תחומי התוכן ובשלוש המיומנויות הקוגניטיביות, תוך השוואה ביניהם ובחלוקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר.

בתרשים 4.12 מוצגים הישגיהם של כלל התלמידים בישראל בארבעת תחומי התוכן. מתרשים זה עולה כי בתחום הגאומטריה השיגו תלמידי ישראל ציון נמוך בהשוואה לציוניהם בשאר תחומי התוכן (שבהם ההישגים דומים למדי). עם זאת, ובהתאם להישג הגבוה בציון הכולל במתמטיקה בישראל, ההישגים בארבעת תחומי התוכן גבוהים בשליש עד חצי סטיית תקן מן הממוצעים הבין-לאומיים, שהם: מספרים - 466 נקודות; אלגברה - 470 נקודות; גאומטריה - 463 נקודות; נתונים והסתברות - 458 נקודות.

תרשים 4.12: הישגי ישראל במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן



תרשים 4.13: הישגי ישראל במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן לפי מגזר שפה

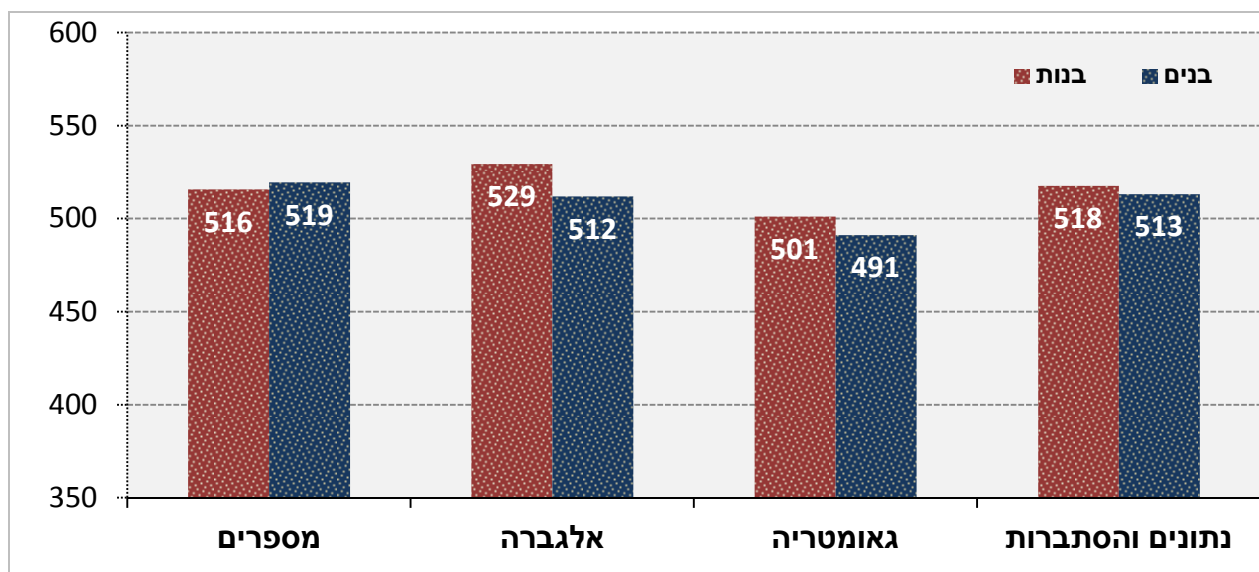


בתרשים 4.13 מוצגים ההישגים בארבעת תחומי התוכן בפילוח לפי מגזר שפה. אפשר לראות כי הפער בתחומים מספרים ו אלגברה, בין תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לבין תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית דומה לפער המתקבל בהשוואת הציון הכולל במתמטיקה, ועומד על כשני-שלישים סטיית תקן; בגאומטריה הפער קטן יותר (58 נקודות), אך בתחום נתונים והסתברות הפער בין המגזרים עצום – 104 נקודות (יותר מסטיית תקן שלמה).

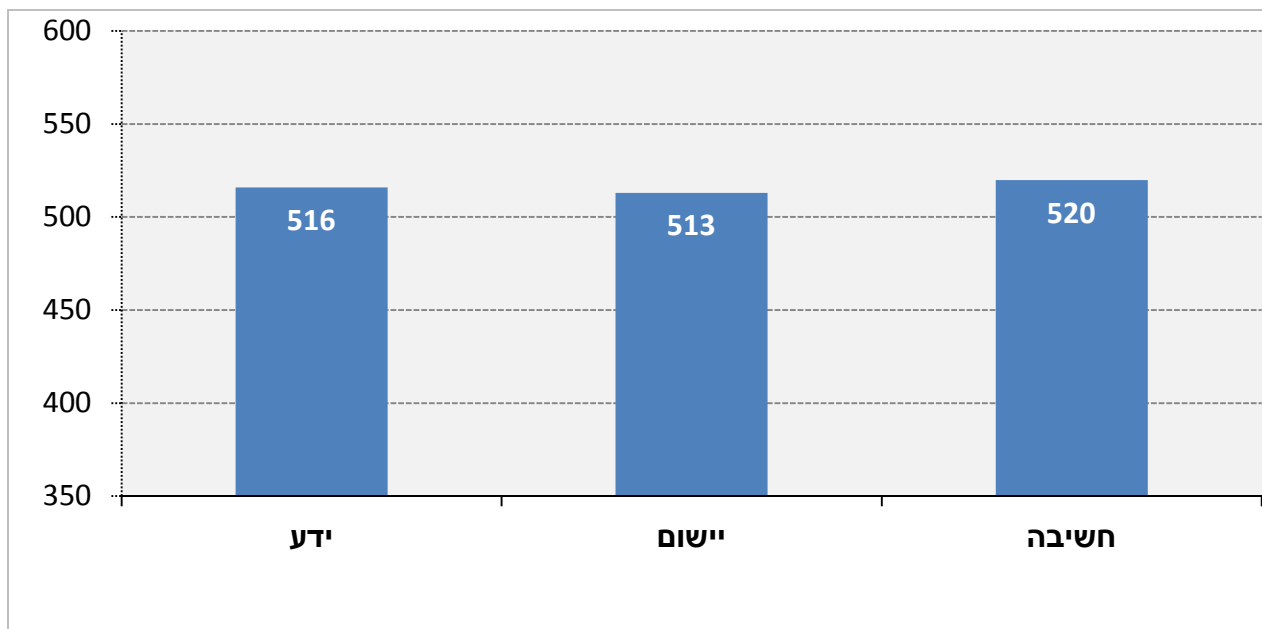
בתרשים 4.14 מוצגים ההישגים בארבעת תחומי התוכן בפילוח לפי מגדר. מתרשים זה עולה כי למעט בתחום האלגברה, שבו יש פער של 18 נקודות לטובת הבנות, אין הבדלים של ממש בין הישגי המגדרים בתחומים

השונים. יש לציין כי ממצא זה ולפיו לבנות יש יתרון בתחום האלגברה חוזר גם במבחני המיצ"ב.⁴⁸ זאת ועוד, כאשר מפלחים את ההישגים לפי מגדר בתוך כל מגזר שפה (ראה **תרשים נ-1 בנספח לפרק זה**) מתקבלת אותה תמונה שהתקבלה בנוגע לציון הכולל במתמטיקה: בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לא נמצא הבדל של ממש בין המגדרים בהישגים בתחומי התוכן השונים (פער של 12 נקודות במספרים ושל 5 נקודות בנתונים והסתברות לטובת הבנים; פער של 6 נקודות באלגברה ושל נקודה אחת בגאומטריה לטובת הבנות), ואילו בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית יש פער לטובת הבנות בכל ארבעת התחומים, והוא עומד על 22 נקודות במספרים, 46 נקודות באלגברה, 35 נקודות בגאומטריה ו-36 נקודות בנתונים והסתברות.

תרשים 4.14: הישגי ישראל במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן - לפי מגדר



תרשים 4.15: הישגי ישראל במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות

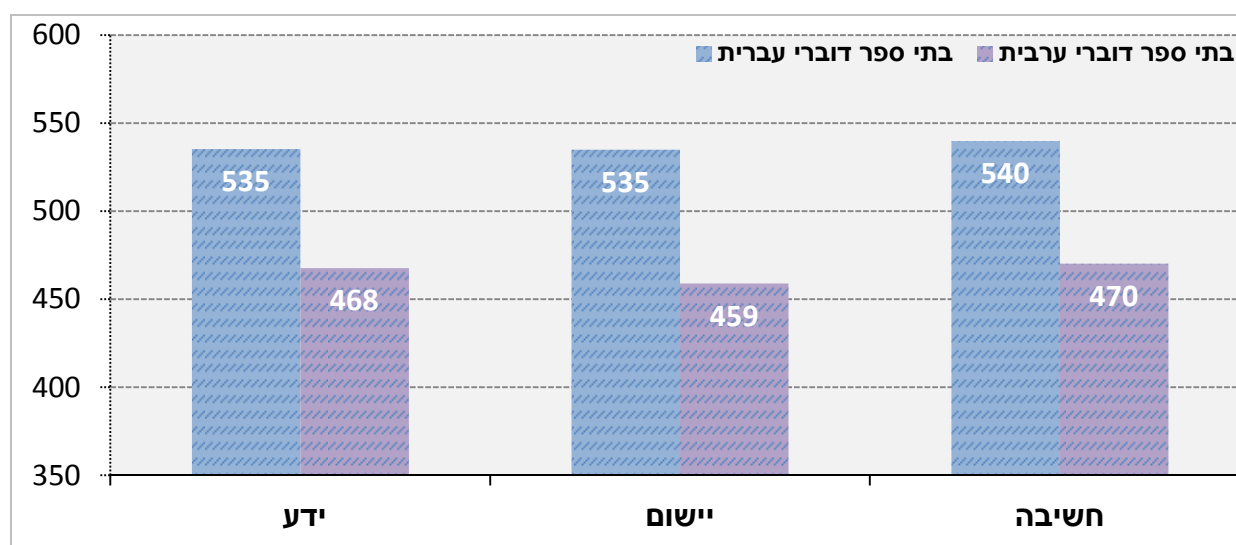


⁴⁸ רפ י', נוטע-קורן ע', רון-קפלן י', עואדיה א', רוגל ע', גלברט ה', בשארה א'. פערים בין בנים לבנות בהישגים במתמטיקה במבחנים מערכתיים בישראל - בחינת מגמות והתאמת הנתונים למודלים שונים של פערים בין-מגדריים. מצגת שהוצגה בכנס האגודה הישראלית לפסיכומטריקה 2013.

בתרשים 4.15 מוצגים הישגי כלל התלמידים בישראל בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות שנמדדו במחקר. מהתרשים עולה כי ההישגים בשלושת סוגי המיומנויות דומים למדי וכי אין ביניהם הבדלים של ממש. עם זאת, ובהתאם להישג הגבוה בציון הכולל במתמטיקה בישראל, ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות בישראל גבוהים בכמחצית סטיית תקן מן הממוצעים הבין-לאומיים, שהם: ידע - 467 נקודות; יישום - 465 נקודות; חשיבה - 464 נקודות.

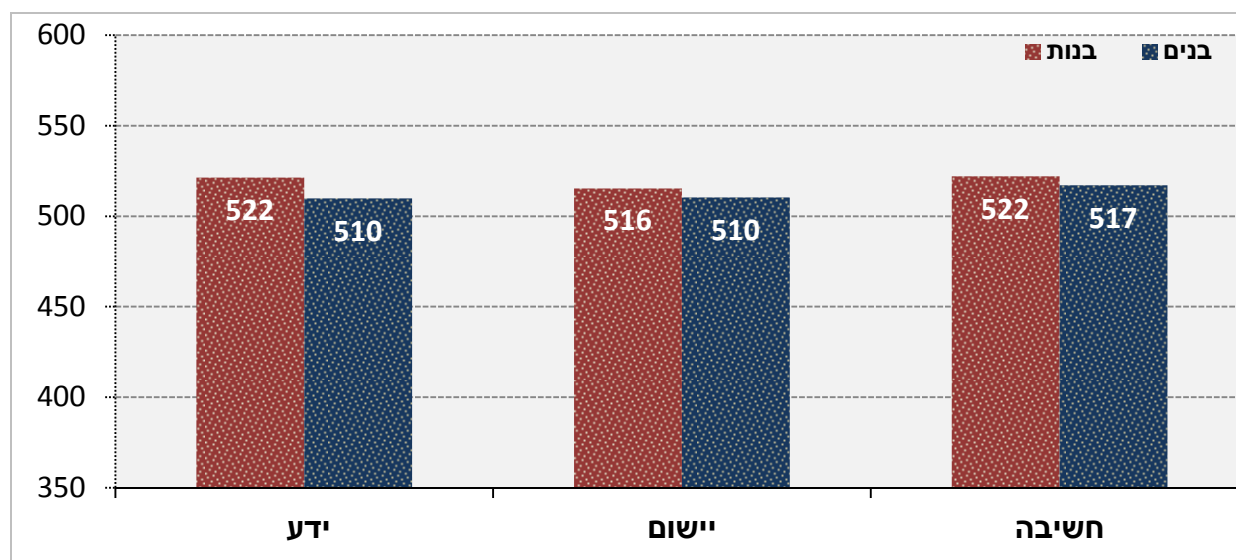
בתרשים 4.16 מוצגים ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות בפילוח לפי מגזר שפה. אפשר לראות כי ההבדל בין תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לתלמידים בבתי ספר דוברי ערבית אינו משתנה, ועומד על כ- 70 נקודות - פער הדומה בגודלו לפער בציון הכללי במתמטיקה בין שני מגזרי השפה.

תרשים 4.16: הישגי ישראל במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות - לפי מגזר שפה



בתרשים 4.17 מוצגים ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות בפילוח לפי מגזר. אפשר לראות כי אין הבדל של ממש בהישגים בין המגדרים בכל שלוש המיומנויות. עם זאת, כאשר מפלחים לפי מגזר בתוך כל מגזר שפה (ראה **תרשים נ-2 בנספח לפרק זה**), מתקבלת תמונה דומה לתמונה שהתקבלה בציון הכולל במתמטיקה: בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לא נרשם הבדל בין המגדרים, ואילו בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית נרשם הבדל לטובת הבנות בכל שלוש המיומנויות, והוא עומד על כשליש סטיית תקן.

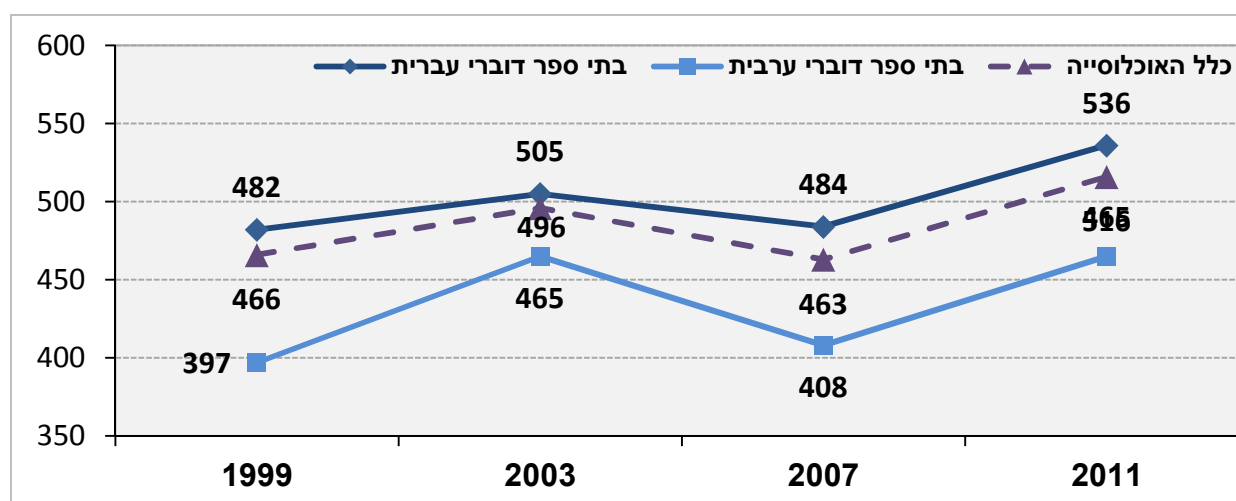
תרשים 4.17: הישגי ישראל במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות - לפי מגדר



4.1.3 מגמות רב-שנתיות

בתרשים 4.18 מוצגים הישגי ישראל במתמטיקה בשנים 1999-2011 בארבעת המחזורים של מחקר טימס בעבור כלל התלמידים ובפילוח לפי מגזר שפה.⁴⁹ מתרשים זה עולה כי בהישגים במתמטיקה ניכרת מגמה מעורבת לאורך השנים. עם זאת, אם מתבוננים במגמה הכוללת, מעבר לתנודתיות בהישגים בין מחזור מחקר אחד למשנהו, אפשר לראות כי ממחזור מחקר 1999 ועד למחזור 2011 חלה עלייה של 50 נקודות (מחצית סטיית תקן) בקרב כלל האוכלוסייה, של 54 נקודות בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית ושל 68 נקודות בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית. כמו כן נראה כי נוסף על התנודתיות בהישגים בתוך כל מגזר שפה, פערי ההישגים בין מגזרי השפה הצטמצמו אך במעט לאורך השנים: מ-85 נקודות בשנת 1999 ל-71 נקודות ב-2011.

תרשים 4.18: הישגי ישראל במתמטיקה בארבעת המחזורים של מחקר טימס 1999-2011

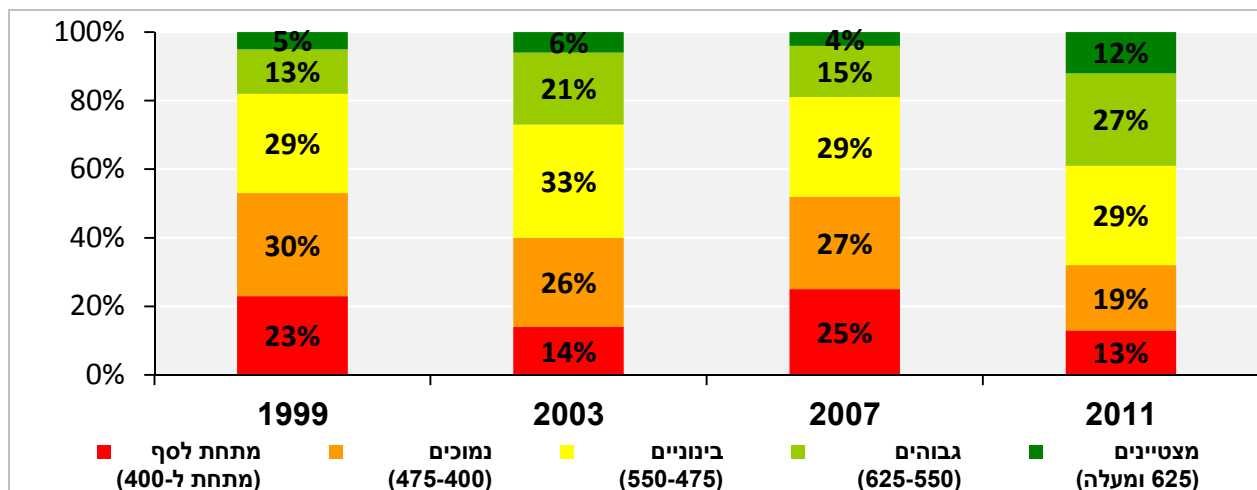


בתרשים 4.19 מוצגת ההתפלגות של ההישגים בחמשת הקטגוריות לאורך ארבעת מחזורי המחקר. מתרשים זה עולה בבירור כי בהשוואה לשלושת מחזורי המחקר הקודמים (1999-2007) חלה במחזור 2011 עלייה

⁴⁹ במחזור 1995 השתתפה ישראל במחקר טימס, אך מדגם התלמידים בשנה זו לא ייצג את כלל האוכלוסייה.

ניכרת בשיעורי התלמידים המצויים בקטגוריות "גבוהים" ו"מצטיינים", בצד תנודתיות בשיעורי התלמידים המצויים בקטגוריות "מתחת לסף" ו"נמוכים".

תרשים 4.19: שיעור התלמידים בישראל בכל קטגוריית הישג במתמטיקה בארבעת מחזורי מחקר טימס 1999-2011



4.1.4 סיכום ההישגים בתחום המתמטיקה

- הציון הכולל במתמטיקה של כלל נבחני טימס 2011 בישראל הוא 516 נקודות בממוצע. ציון ממוצע זה מציב את ישראל במקום השביעי מתוך 42 המדינות שהשתתפו במחקר מבחינת ממוצע ההישגים.
- שיעור התלמידים המוגדרים "מצטיינים" בישראל הוא הגבוה ביותר בקרב המדינות הדומות לה בהישגיהן. לעומת זאת, שיעור התלמידים המוגדרים "מתחת לסף" הוא הגבוה ביותר מבין המדינות הדומות בהישגיהן לישראל (ובפרט בבתי ספר דוברי ערבית).
- השיעורים הגבוהים של "מצטיינים" ושל תלמידים בקטגוריות הנמוכות משקפים את השונות היחסית הגדולה בהישגים בישראל, המתבטאת גם בפיזור גבוה של הציונים יחסית למדינות אחרות.
- פילוח הנתונים לפי מגזר שפה, לפי מגדר ולפי סוג פיקוח מעלה את הממצאים העיקריים הבאים: (1) פער הישגים של כשני שלישים סטיית תקן בין שני מגזרי השפה, לטובת התלמידים בבתי ספר דוברי עברית; (2) היעדר פער של ממש בין הישגי בנים ובנות בכלל בתי הספר בישראל; (3) בבתי ספר דוברי ערבית - פער של כשליש סטיית תקן בין בנים לבנות, לטובת הבנות; (4) בבתי ספר דוברי עברית - פער של כשליש סטיית תקן בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לתלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי, לטובת תלמידי הפיקוח הממלכתי; (5) בקרב תלמידי הפיקוח הממלכתי - פער של כשליש סטיית תקן בין בנים לבנות לטובת הבנות; בקרב תלמידי הפיקוח הממלכתי - פער קל לטובת הבנים.
- מפילוח הממצאים לפי רקע חברתי-כלכלי עולה כי פערי ההישגים בין מגזרי השפה מצטמצמים, בעיקר בבתי ספר בעלי רקע בינוני, אך גם בבתי ספר בעלי רקע נמוך. זאת ועוד: בבתי ספר דוברי עברית פער ההישגים בין שני סוגי הפיקוח מצטמצם אף הוא, בעיקר בבתי ספר בעלי רקע חברתי-כלכלי נמוך.
- מניתוח ההישגים בתחומי התוכן השונים עולה כי בישראל ההישגים הנמוכים ביותר הם בתחום הגאומטריה, ואילו בשלושת תחומי התוכן האחרים (מספרים, אלגברה, נתונים והסתברות) ההישגים דומים למדי. בפילוח לפי מגזר שפה נמצא פער הישגים בסדרי גודל של כשני-שלישים סטיית תקן עד סטיית תקן שלמה בארבעת תחומי התוכן. בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית נרשמו פערים של ממש לטובת הבנות בכל תחומי התוכן במתמטיקה.

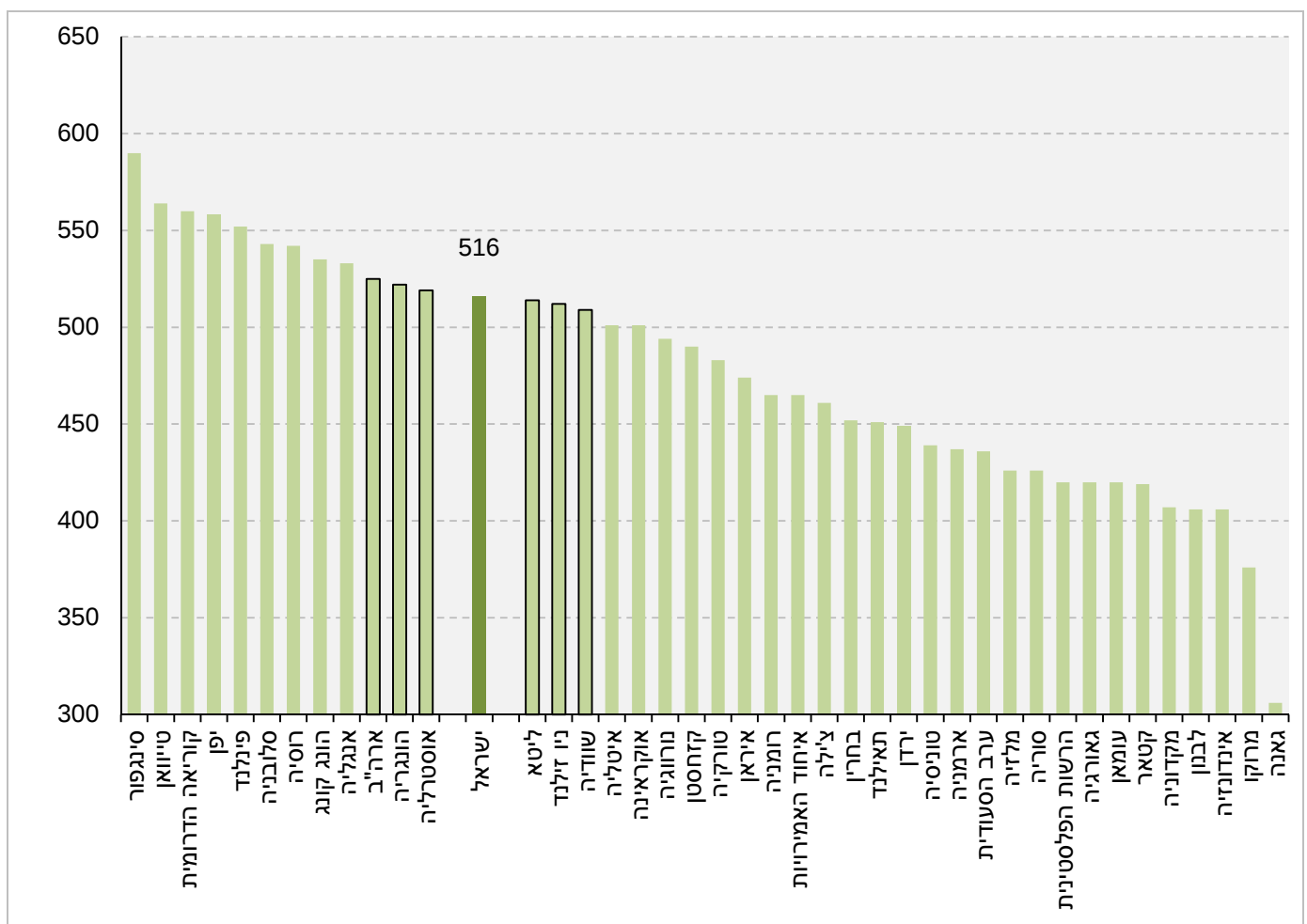
- מניתוח ההישגים במיומנויות הקוגניטיביות עולה כי בקרב כלל האוכלוסייה אין פער הישגים של ממש במיומנויות השונות. בפילוח לפי מגזר שפה נמצא פער הישגים בסדר גודל דומה (כשני שלישים סטיית תקן) בכל אחת מהמיומנויות. כמו כן, בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית נמצא פער של ממש לטובת הבנות בכל שלוש המיומנויות.
- מבט רב-שנתי מצביע על מגמה מעורבת בארבעת מחזורי המחקר, ולפיה ההישגים 2011 ב-2003 וב-2011 טובים מההישגים ב-1999 וב-2007. השוואה בין מחזור המחקר הראשון שישראל השתתפה בו (1999) לבין מחזור המחקר האחרון מצביעה על שיפור ניכר בהישגים. **פרק 7** יעסוק בהרחבה בנושא זה.

4.2 הישגי ישראל במדעים

4.2.1 מבט בין-לאומי

בתרשים 4.20 מוצגים ההישגים במדעים ב-42 המדינות שהשתתפו במחקר ב-2011. המדינות מוצגות בסדר יורד לפי ממוצע הישגיהן. בראש המדרג מצויות סינגפור, טיוואן⁵⁰ וקוריאה הדרומית (560, 564 ו-590 נקודות, בהתאמה), ובתחתית גאנה, מרוקו ואינדונזיה (306, 376 ו-406 נקודות, בהתאמה). מתרשים זה עולה כי ממוצע הציון הכולל במדעים בישראל היה 516 נקודות,⁵¹ מה שמציב אותה במקום ה-13 במדרג המדינות שהשתתפו במחקר. ממוצע הציונים הממוצעים של 42 המדינות המשתתפות הוא 477 נקודות (להלן "ממוצע המדינות המשתתפות"). הציונים הממוצעים בקרב כלל המדינות המשתתפות מוצגים בפירוט ב**לוח נ-3** בנספח לפרק זה.

תרשים 4.20: ההישגים במדעים בקרב המדינות המשתתפות במחקר טימס 2011



⁵⁰ מסיבות גאו-פוליטיות שמה הרשמי של מדינה זו בדוח טימס הוא Chinese Taipei. לשם הנוחות נעשה שימוש בשם "טייוואן" בדוח זה.

⁵¹ על פי הטבלה שבנספח F2 בדו"ח הבין-לאומי, המקשרת בין רמת ההישגים לבין ממוצע שיעור התשובות הנכונות בכל מדינה, הציון הממוצע בישראל תואם לממוצע של כ-50% תשובות נכונות. לשם השוואה, הציון הממוצע של סינגפור, הנמצאת בראש המדרג, תואם לממוצע של כ-64% תשובות נכונות.

העמודות המובלטות בקו בתרשים 4.20 מייצגות מדינות שציון הממוצע אינו שונה במובהק מבחינה סטטיסטית מן הציון הממוצע של ישראל. אפשר לראות כי הממוצע של ישראל דומה לממוצע המדינות המצויות בין המקום ה-10 למקום ה-16 במדרג המדינות המשתתפות. מדינות אלו הן ארה"ב, הונגריה, אוסטרליה, ליטא, ניו-זילנד ושוודיה (להלן "מדינות דומות בהישגיהן לישראל")⁵², ובהמשך הדוח הן ישמשו בסיס להשוואה עם ישראל בפרמטרים שונים.

נוסף על הציון הממוצע בכל מדינה, אפשר לתאר את ההישגים בכל מדינה על פי התפלגות התלמידים ברמות ההישגים השונות, כפי שהוסבר בפרק 3. רמות ההישגים השונות מוגדרות לפי ספי ההישגים (benchmarks), המחלקים את סולם הציונים הרציף לחמש קטגוריות:

- (1) רמת "מצטיינים" - תלמידים שסף הישגיהם במבחן הוא 625 נקודות, כלומר שהשיגו לפחות 625 נקודות במבחן.
- (2) רמת "גבוהים" - תלמידים שסף הישגיהם הוא 550 נקודות.
- (3) רמת "בינוניים" - תלמידים שסף הישגיהם הוא 475 נקודות.
- (4) רמת "נמוכים" - תלמידים שסף הישגיהם הוא 400 נקודות.
- (5) "מתחת לסף" - תלמידים שהישגיהם במבחן נמוכים מ-400.

הציון הממוצע בכל מדינה מושפע, כמובן, משיעור התלמידים בכל אחת מהקטגוריות: ריבוי תלמידים בקטגוריות הישג גבוהות בצד מיעוט תלמידים בקטגוריות הישג נמוכות משמעו ממוצע הישגים גבוה יותר, ולהפך.

4.2.1.1 התפלגות ההישגים לפי ספי ההישגים במדעים ופיזור ההישגים

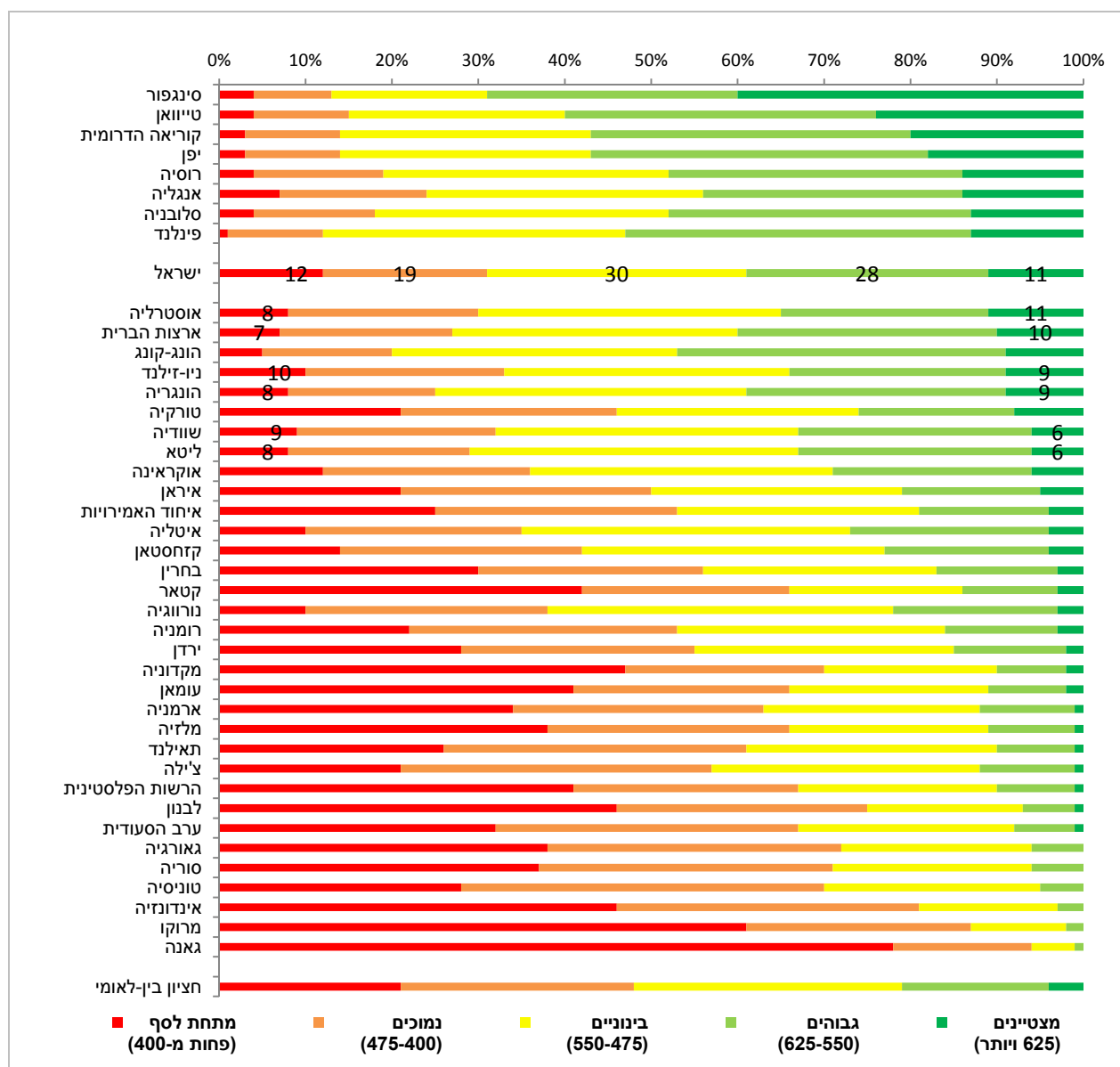
בנוסף לבחינת ממוצע ההישגים כמדד המעיד על הרמה הכללית של מדינה ביחס למדינות משתתפות אחרות, רצוי לבחון את פיזור ההישגים במדינות השונות, כמדד לפערים הקיימים במערכת החינוך בין תלמידים. בתרשים 4.21 מוצגת התפלגות ההישגים במדעים לפי ספי ההישגים. המדינות בתרשים זה מסודרות לפי שיעור התלמידים המוגדרים "מצטיינים"⁵³. בתרשים מוצגים גם שיעורי התלמידים המוגדרים "מצטיינים" ו"מתחת לסף" בישראל ובמדינות הדומות לה בהישגיהן. מתרשים 4.21 עולה כי 11% מתלמידי ישראל השיגו ציון גבוה מסף ה"מצטיינים", מה שמציב אותה במקום התשיעי מביחינת שיעור התלמידים המצויים מעל סף זה. בהשוואה למדינות הדומות בהישגיהן לישראל, שיעור התלמידים בישראל המוגדרים "מצטיינים" הוא הגבוה ביותר, בצד ארצות הברית ואוסטרליה. עם זאת, שיעור התלמידים בישראל המוגדרים "מתחת לסף" גבוה אף הוא יחסית ועומד על 12%. שיעור זה הוא הגבוה ביותר בקרב המדינות הדומות בהישגיהן לישראל.

התפלגות ההישגים במדעים, לפי ספי הישגים, מצביעה על שיעור גדול יחסית של תלמידים בישראל בקטגוריות העליונות ("מצטיינים" ו"גבוהים"), בצד שיעור גדול יחסית של תלמידים בקטגוריות התחתונות ("מתחת לסף" ו"נמוכים"). במילים אחרות, בישראל יש פיזור רב בציוני התלמידים (הרבה תלמידים טובים במדעים אך גם הרבה תלמידים שמתקשים במדעים).

⁵² קבוצת המדינות הדומות לישראל בהישגיהן במדעים אינה זהה לקבוצה המקבילה במתמטיקה.

⁵³ יש לשים לב כי בסידור זה מיקומן של המדינות במדרג שונה במקצת ממיקומן במדרג לפי ממוצע הישגים.

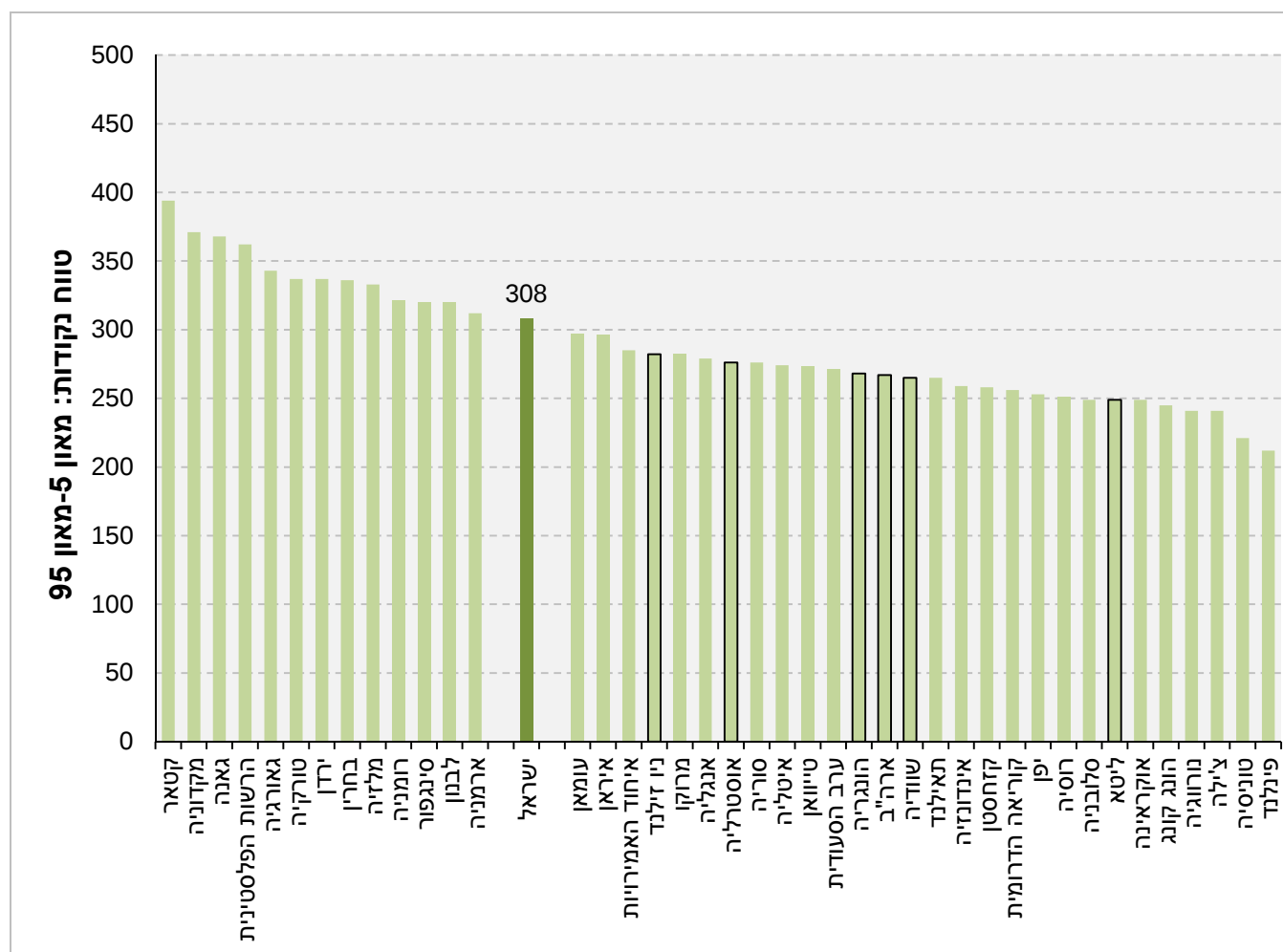
תרשים 4.21: סְפִי ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2011



בתרשים 4.22 מוצג פיזור ההישגים במדעים בקרב המדינות המשתתפות במחקר טימס 2011 על פי הטווח שבין ציון המייצג את המאון החמישי (הציון ש-5% התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה מצויים מתחתיו), לבין הציון המייצג את המאון ה-95 (הציון ש-5% התלמידים הטובים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). המדינות מוצגות בתרשים בסדר יורד על פי גודלו של מדד פיזור זה. מהתרשים עולה כי בהשוואה לשש המדינות הדומות בהישגיהן לישראל, פיזור הציונים בישראל הוא הגדול ביותר (308 נקודות), והוא גדול גם ממוצע פיזור הציונים בקרב המדינות המשתתפות, העומד על 288 נקודות (לפירוט הפיזור בכל מדינה ראה **לוח נ-3 בנספח לפרק זה**). שונות ציונים גדולה בישראל היא ממצא החוזר בעקביות שוב ושוב במחזורי המחקר של מבחנים בין-לאומיים שונים שישראל משתתפת בהם.⁵⁴

⁵⁴ ראה למשל ראמ"ה (2013), דוח פיזה 2009: אוריינות תלמידים בני 15 בקריאה, מתמטיקה ומדעים. http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiyim/PISA_2009_Report.htm

תרשים 4.22: פיזור ההישגים במדעים בקרב המדינות המשתתפות במחקר טימס 2011

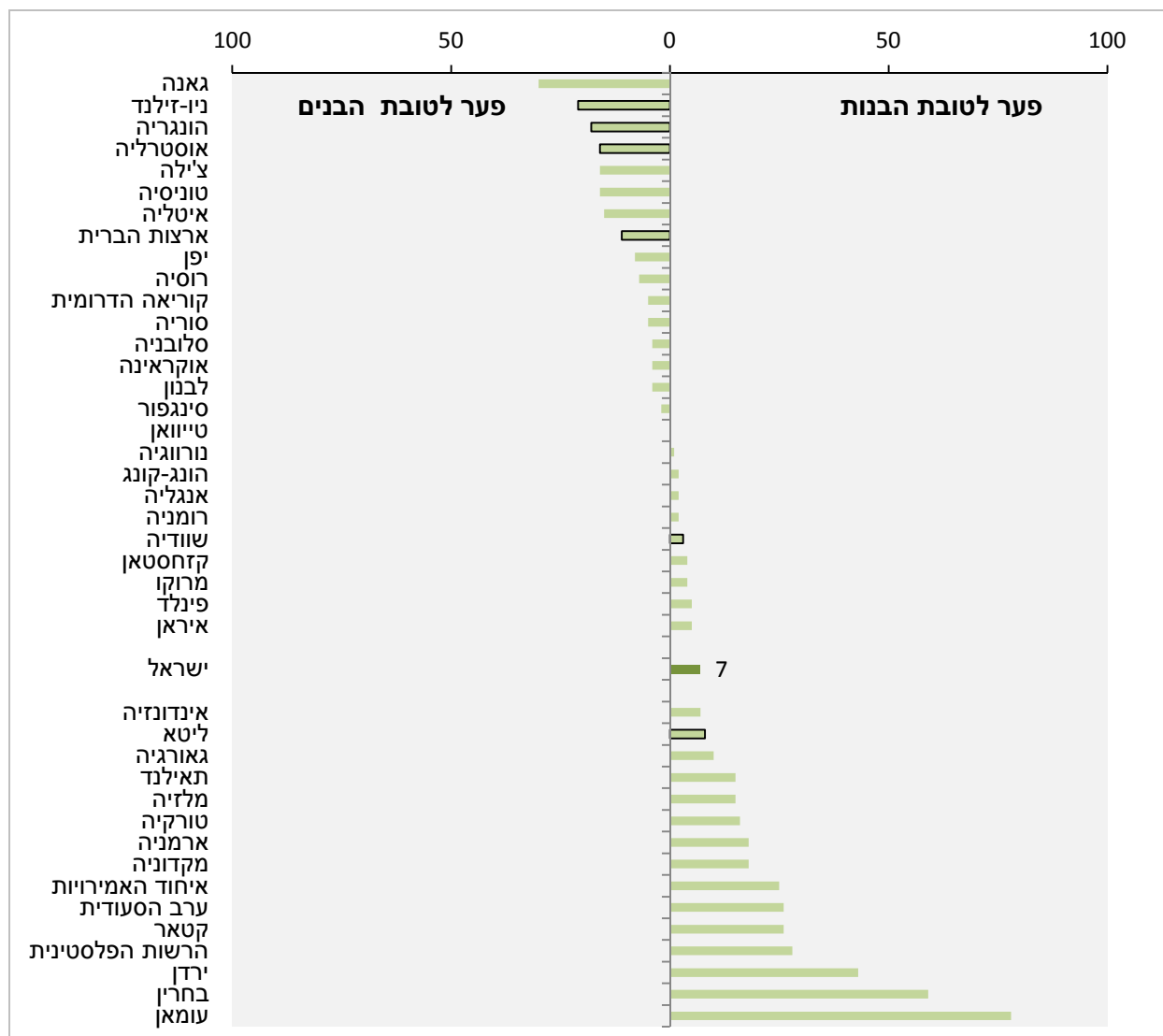


4.2.1.2 ההישגים במדעים לפי מגדר

בתרשים 4.23 מוצג הפער בין הישגי הבנים והבנות במדעים. המדינות מסודרות לפי גודל הפער בין המגדרים. העמודות בצד ימין בתרשים מציגות פער לטובת הבנות, ואילו העמודות בצד שמאל מציגות פער לטובת הבנים. מתרשים זה עולה כי מתוך 42 המדינות המשתתפות, ב-16 מדינות נמצא פער לטובת הבנים וב-25 נמצא פער לטובת הבנות. הפער הגדול ביותר לטובת הבנות נמצא במדינות ערביות (דפוס חוזר, כפי שנמצא בתחום המתמטיקה ובמבחנים בין-לאומיים נוספים).⁵⁵ גם בישראל יש פער בהישגים במדעים לטובת הבנות, אך הוא קטן ביותר (שבע נקודות) ואינו מובהק. לעומת זאת, בארבע מדינות הדומות בהישגיהן לישראל יש פער בהישגים במדעים לטובת הבנים, ורק בליטא ובשוודיה הפער הוא לטובת הבנות (לפירוט הציונים הממוצעים בכל קבוצת מגדר בכל המדינות המשתתפות ראה **לוח נ-3 בנספח לפרק זה**).

⁵⁵ OECD (2010), PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I, p.57; p.136; p.153).

תרשים 4.23: פערים במדעים בין בנות לבנים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2011



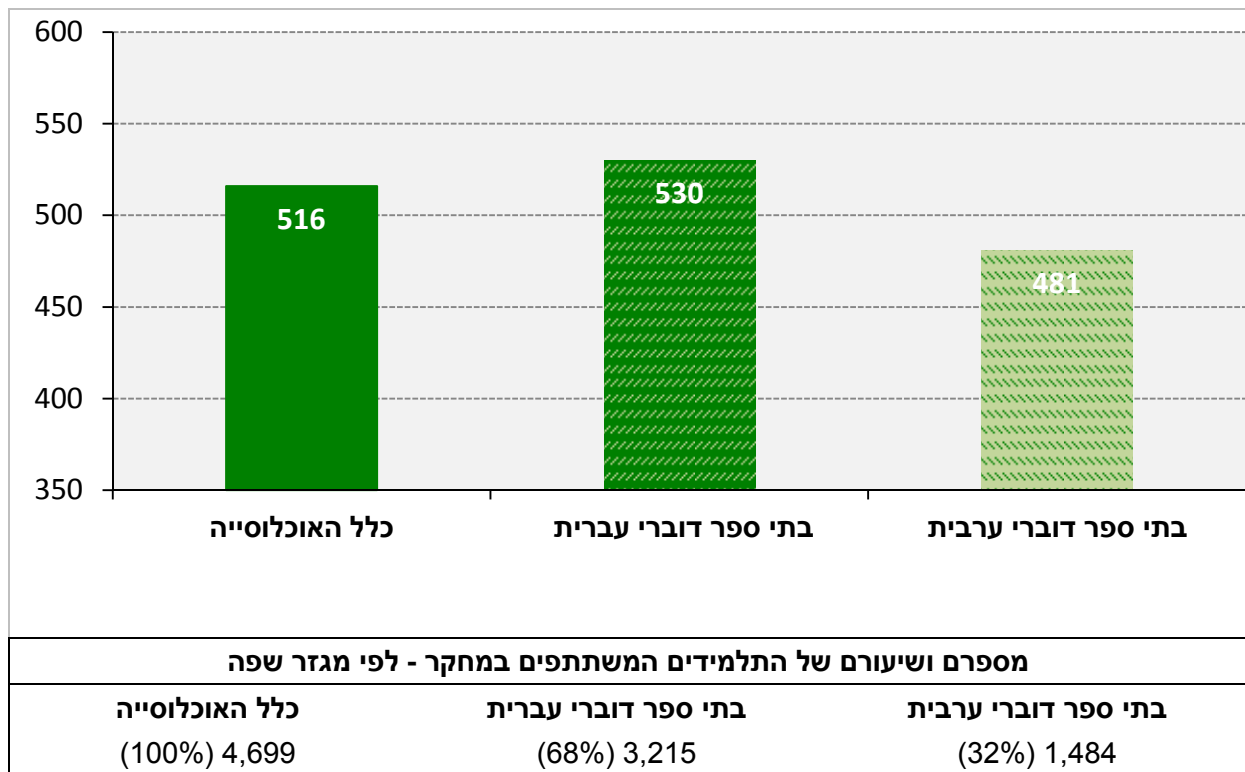
4.2.2 ההישגים במדעים במבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל במדעים במחקר טימס 2011. הממצאים בדבר ההישגים במדעים יוצגו לפי הפילוחים הבאים: מגזר שפה ומגדר (בסעיף 4.2.2.1); רקע חברתי-כלכלי (בסעיף 4.2.2.2); סוג פיקוח (בסעיף 4.2.2.3). הממצאים בדבר תחומי התוכן הספציפיים (ביולוגיה, כימיה, פיזיקה ומדעי כדור הארץ) יוצגו בפילוחים מפורטים פחות. הממצאים ומשמעויותיהם האפשריות יידונו בסוף פרק זה.

4.2.2.1 הישגים במדעים לפי מגזר שפה ולפי מגדר

בתרשים 4.24 מוצגים ההישגים במדעים בפילוח לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית). מתרשים זה עולה כי בבתי ספר דוברי עברית הישגי התלמידים במדעים גבוהים ב-49 נקודות (כמחצית סטיית תקן) מהישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית (530 לעומת 481, בהתאמה). עם זאת יש לציין כי בשני מגזרי השפה הציון הממוצע במדעים גבוה מן הממוצע הבין-לאומי (477 נקודות).

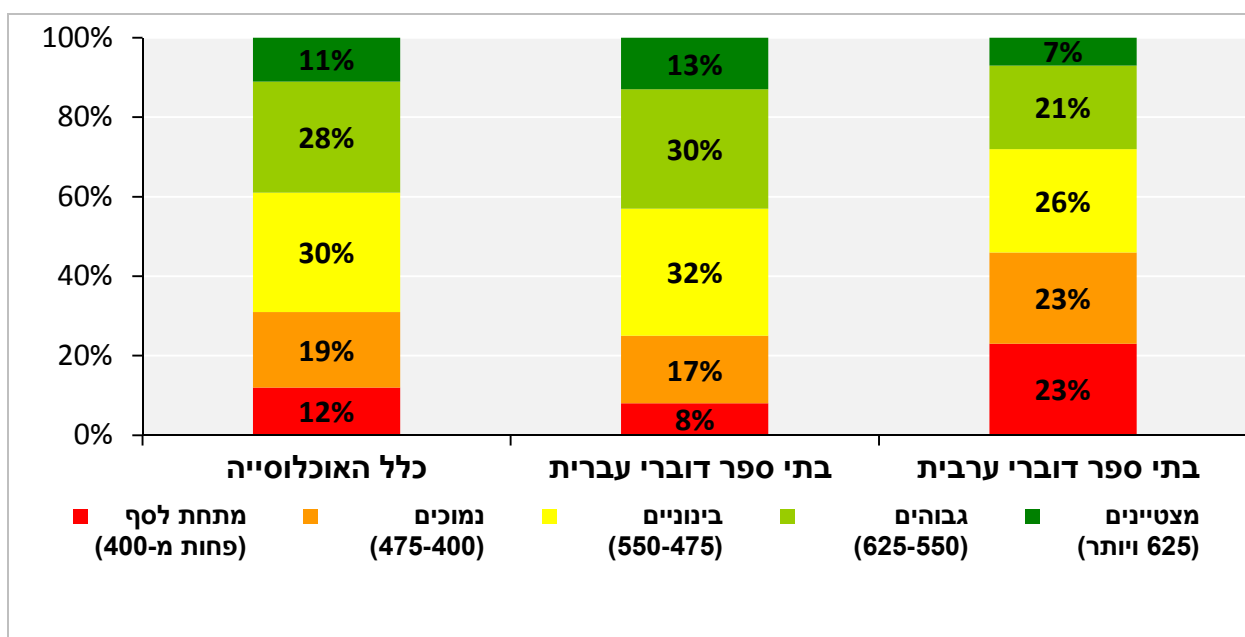
תרשים 4.24: הישגי התלמידים בישראל במדעים – לפי מגזר



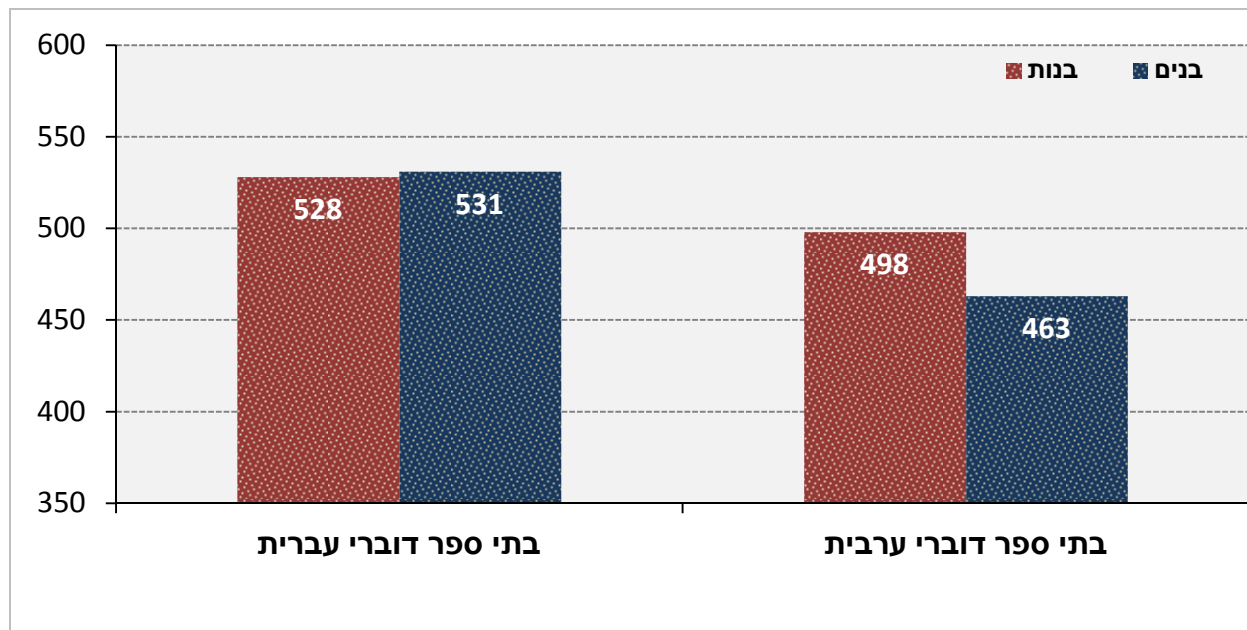
*הממוצע הבין-לאומי: 477 נקודות

בתרשים 4.25 מוצגת התפלגות התלמידים לפי ספי הישגים. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי ערבית 23% מהתלמידים מצויים בקטגוריית "מתחת לסף הנמוכים" ומתחתיה, לעומת 8% בלבד בבתי ספר דוברי עברית (לשם השוואה: ערך החציון הבין-לאומי של קטגוריה זו הוא 21%). בהתאמה עם נתון זה נמצא כי בבתי ספר דוברי ערבית שיעור התלמידים המצויים בקטגוריית "מצטיינים" הוא 7%, לעומת 13% בבתי ספר דוברי עברית (לשם השוואה: ערך החציון הבין-לאומי של קטגוריה זו הוא 4% - ראה **תרשים 4.21** לעיל).

תרשים 4.25: ההתפלגות של הישגי ישראל במדעים - לפי ספי הישג ולפי מגזר שפה



תרשים 4.26: הישגי ישראל במדעים - לפי מגזר שפה ולפי מגדר



מספרם ושיעורם של הבנות והבנים לפי מגזר שפה		
בנות	בנים	
2,372 (50%)	2,327 (50%)	כלל האוכלוסייה
1,606 (50%)	1,609 (50%)	בתי ספר דוברי עברית
766 (52%)	718 (48%)	בתי ספר דוברי ערבית

*הממוצע הבין-לאומי: 477 נקודות

בתרשים 4.26 מוצגים ההישגים במדעים בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר. מתרשים זה עולה כי בבתי ספר דוברי עברית פער ההישגים בין הבנות לבנים זניח (3 נקודות בלבד), ואילו בבתי ספר דוברי ערבית ההישגים הבנות גבוהים במידה ניכרת מהישגי הבנים (פער של 35 נקודות - כשליש סטיית תקן). יש לציין כי הפער הבין-מגדרי לטובת הבנות בבתי ספר דוברי ערבית הוא הרביעי בגודלו בקרב כלל המדינות המשתתפות. פער ניכר בהישגים במדעים לטובת הבנות בבתי ספר דוברי ערבית, בצד היעדר פער בין בנות לבנים בבתי ספר דוברי עברית, הוא ממצא שחוזר שוב ושוב במערכות נוספות של מבחנים רחבי היקף הנערכים בישראל (כגון מבחני פיזה ומבחני המיצ"ב).⁵⁶

4.2.2.2 הישגים במדעים לפי רקע חברתי-כלכלי

בחלק זה מוצגים ההישגים במדעים בפילוח לפי הרקע החברתי-כלכלי של בתי הספר בישראל (נמוך, בינוני, גבוה). חלוקת בתי הספר לקבוצות אלו נקבעה על פי מדד בית-ספרי המבוסס על מדד טיפוח שטראוס של התלמידים הלומדים בו (להרחבה ראה **תיבה 4.1 בסעיף 4.1.2.2**).

⁵⁶ ראמ"ה (2012), מיצ"ב תשע"ב, חלק א' - מבחני הישגים.

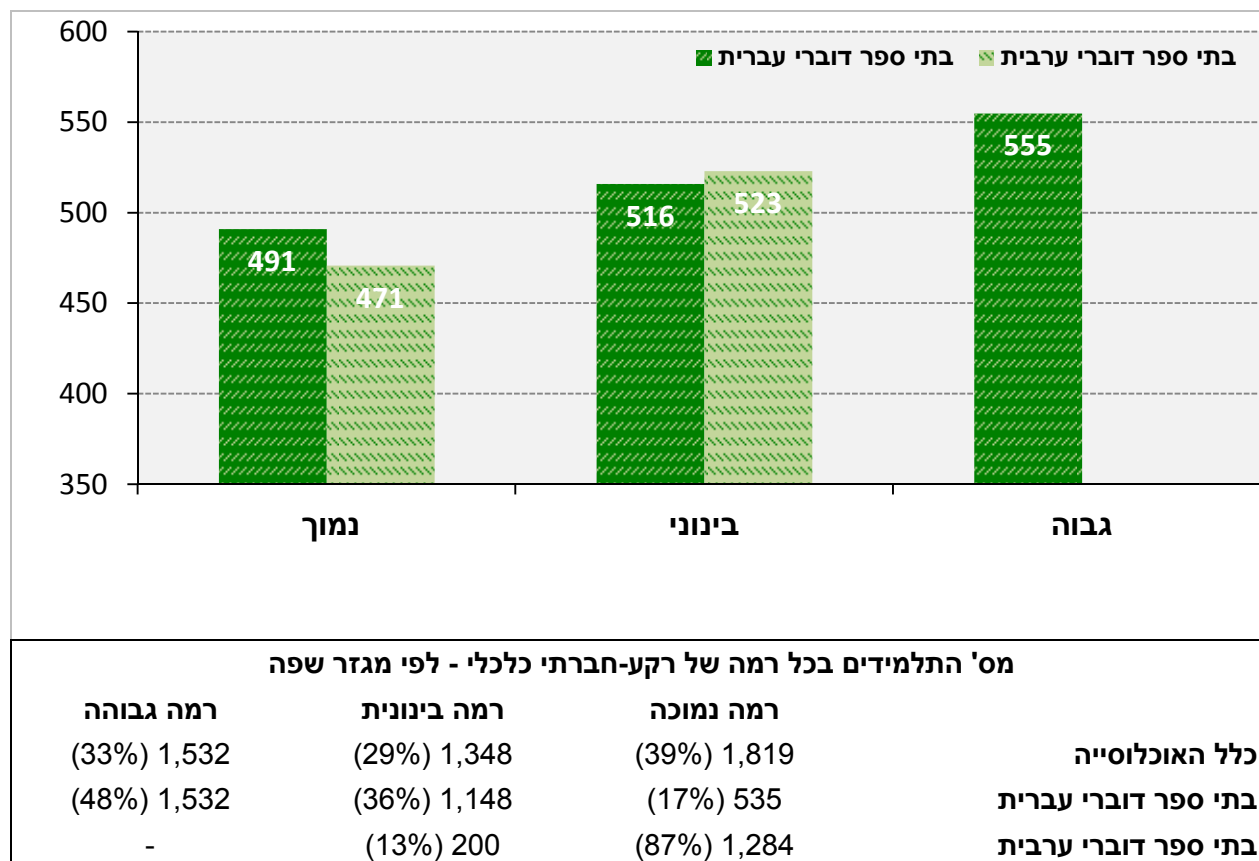
<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/Meitzav/DochotMaarachtim.htm>

מעניין לציין עוד כי פער בין-מגדרי במדעים לטובת בנות נרשם גם בקרב קבוצות מיעוט נוספות בעלות רקע חברתי-כלכלי נמוך (כגון תלמידים יוצאי אתיופיה בבתי ספר דוברי עברית). ראה למשל: ראמ"ה (2012), הישגי תלמידים יוצאי אתיופיה במערכת החינוך בישראל בראי נתוני המיצ"ב והפיזה [מצגת שהוצגה בכנס ראמ"ה].

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

בכלל אוכלוסיית נבחני טימס 2011 בישראל, הפער בהישגים במדעים בפילוח לפי הרקע החברתי-כלכלי הוא כדלהלן: גבוה לעומת בינוני - 37 נקודות; בינוני לעומת נמוך - 41 נקודות; גבוה לעומת נמוך - 78 נקודות (כל הפערים הם לטובת קבוצת הרקע הגבוהה יותר).

תרשים 4.27: הישגי ישראל במדעים - לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי



*הממוצע הבין-לאומי: 477 נקודות

בתרשים 4.27 מוצגים ההישגים במדעים בפילוח לפי רקע חברתי-כלכלי בכל מגזר שפה בנפרד. אפשר לראות כי גם לאחר פילוח זה, הישגיהם של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה טובים יותר: בבתי ספר דוברי עברית הפער בין תלמידים מרקע בינוני לבין תלמידים מרקע נמוך הוא 25 נקודות, ובין תלמידים מרקע גבוה לבין תלמידים מרקע בינוני - 39 נקודות; בבתי ספר דוברי ערבית הפער בין תלמידים מרקע בינוני לבין תלמידים מרקע נמוך הוא 52 נקודות.⁵⁷ עם זאת, הממצאים המעניינים יותר עולים כאשר משווים את הפערים הבין-מגזריים בנפרד בעבור כל רמת רקע חברתי-כלכלי. מהשוואה זו עולה כי הפער בין שני מגזרי השפה מצטמצם: בבתי ספר בעלי רקע בינוני הפער בהישגים במדעים **נסגר**, ועומד על שבע נקודות **לטובת תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית** (וזאת לעומת פער של 49 נקודות לרעתם בהשוואה הכללית בין מגזרי השפה); בקרב תלמידים בבתי ספר בעלי רקע נמוך הפער מצטמצם בהשוואה לפער הכללי בין המגזרים, ועומד על 20 נקודות לטובת תלמידים בבתי ספר דוברי עברית. במילים אחרות, נראה שהפערים הכלכליים-חברתיים בין שני מגזרי השפה עשויים להסביר חלק ניכר מהפער בהישגים ביניהם. מהתפלגות ספי ההישגים בפילוח לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי (ראה **לוח 4-בנספח לפרק זה**) עולה כי בתוך רמת הרקע החברתי-כלכלי הנמוך ישנם פערים בולטים בשכיחויות ספי ההישג השונים: שכיחות התלמידים המוגדרים מתחת לסף

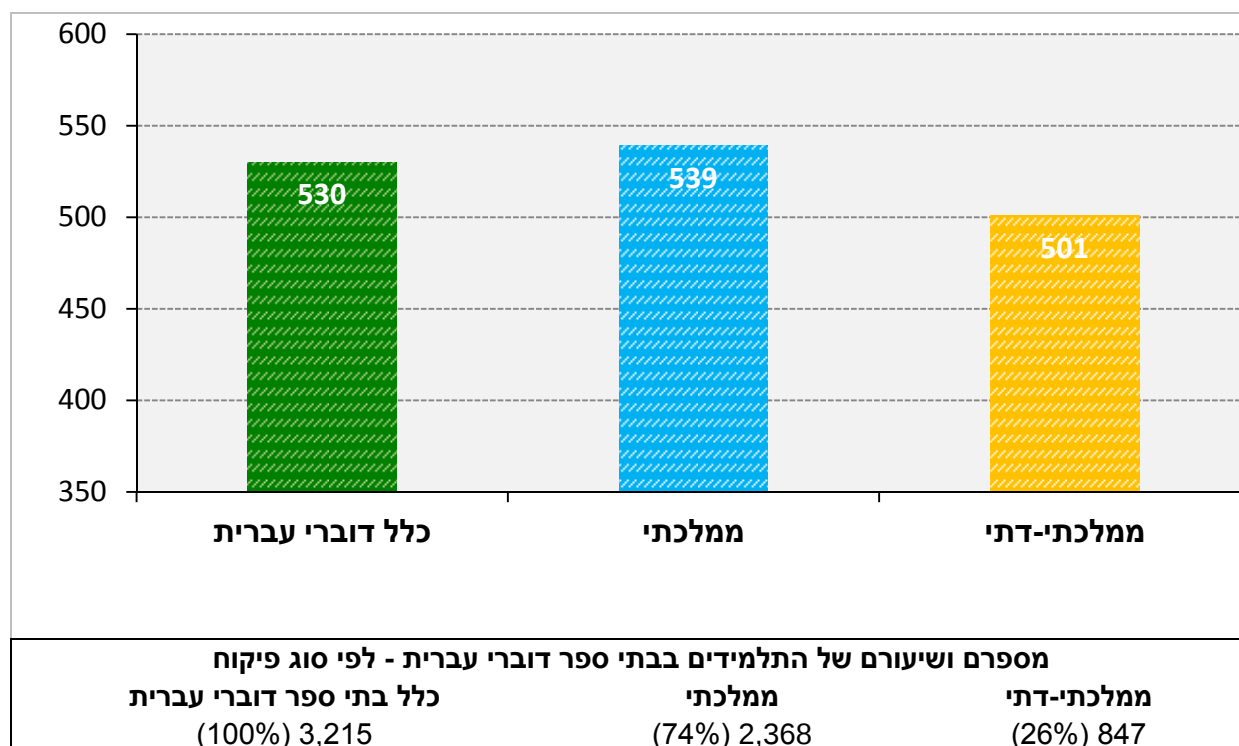
⁵⁷ מאחר שבמגזר הערבי אין כמעט בתי ספר בעלי רקע חברתי-כלכלי גבוה, לא נעשה חישוב נפרד לקבוצה זו של בתי ספר.

ה"נמוכים" היא 25% בבתי ספר דוברי ערבית, לעומת 14% בבתי ספר דוברי עברית, ואילו שכיחות התלמידים המוגדרים כסף "בינוניים" היא 26% בבתי ספר דוברי ערבית, לעומת 36% בבתי ספר דוברי עברית.

4.2.2.3 הישגים במדעים לפי סוג הפיקוח בבתי ספר דוברי עברית

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית בלבד, בפילוח לפי סוג פיקוח (ממלכתי וממלכתי-דתי). **בתרשים 4.28** מוצגים ההישגים במדעים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית בפילוח לפי סוג פיקוח. מהתרשים עולה כי ככלל, בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי נרשמו הישגים גבוהים יותר

תרשים 4.28: ההישגים במדעים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית – לפי סוג פיקוח

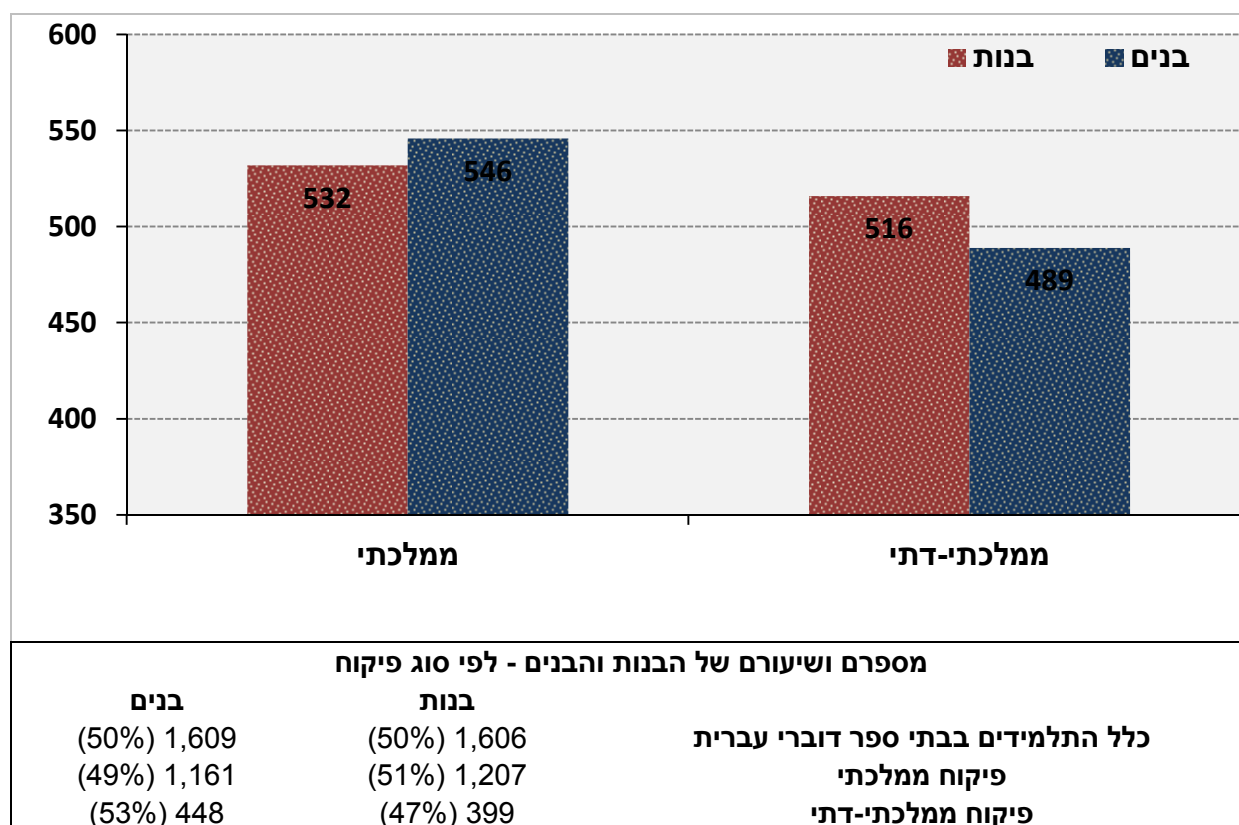


*הממוצע הבין-לאומי: 477 נקודות

הפער הממוצע בין הישגי התלמידים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי לבין הישגי עמיתיהם בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי הוא 38 נקודות. פער זה, של יותר משליש סטיית תקן, נחשב גדול למדי, אך יש לזכור כי בפיקוח הממלכתי-דתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי, יש שיעור גבוה יותר של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך (ראה **תרשים 4.30** בהמשך), מה שעשוי להסביר חלקית פער זה (כפי שהסביר חלקית גם את הפער הבין-מגזרי שהוצג לעיל).

בתרשים 4.29 מוצגים ההישגים במדעים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר. מהתרשים עולה כי הפער הכללי בין בנים לבנות בבתי ספר דוברי עברית הוא זעיר (שלוש נקודות בלבד - ראה **תרשים 4.26** לעיל), אולם יש הבדלים מבחינה זו בין שני סוגי הפיקוח: בפיקוח הממלכתי קיים פער לטובת הבנים (14 נקודות), ואילו בפיקוח הממלכתי-דתי קיים פער לטובת הבנות (27 נקודות). ייתכן שהיפוך זה נובע מהבדלים בהקצאת שעות לימוד במדעים לבנים ולבנות בפיקוח הממלכתי-דתי, או מתכנון מערכת שעות דיפרנציאלית לכיתות של בנים ולכיתות של בנות בתוך אותו בית ספר (ממלכתי-דתי בלבד).

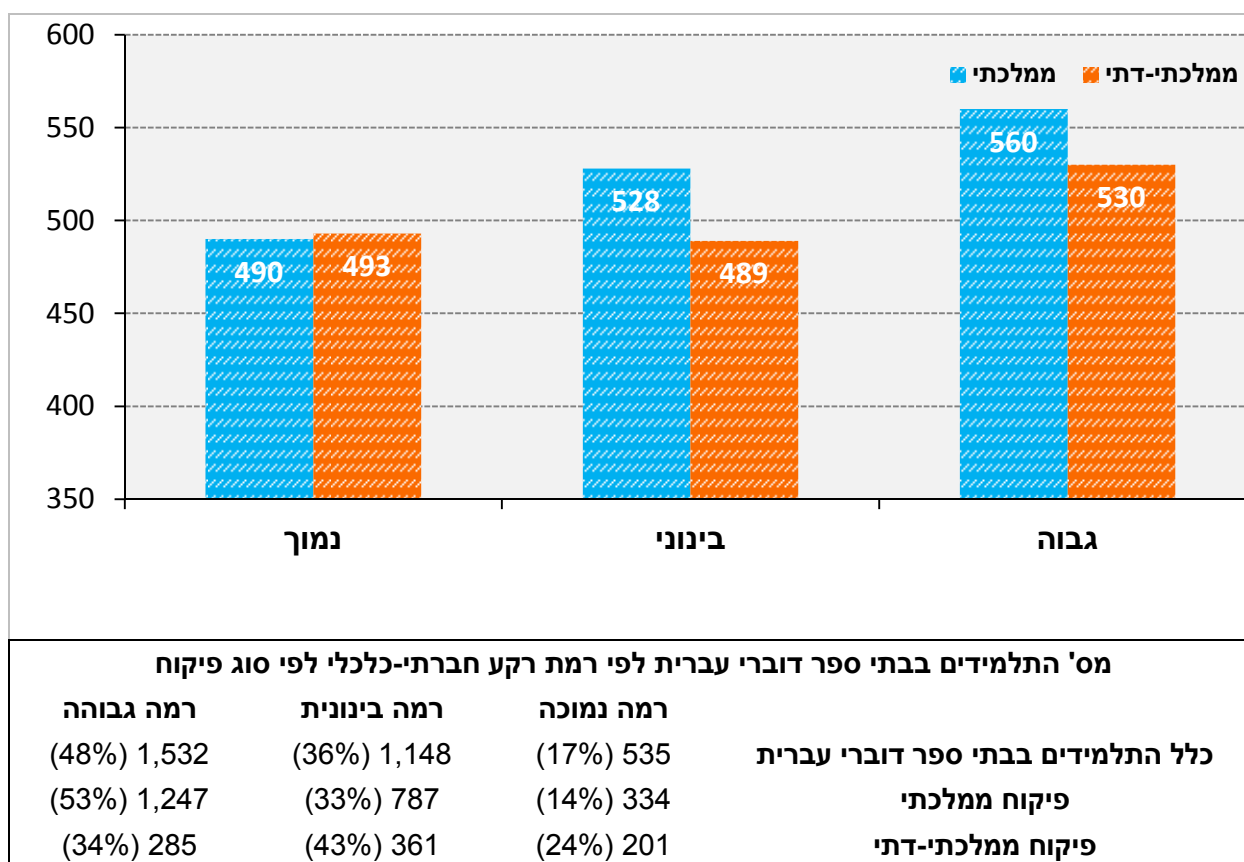
תרשים 4.29: ההישגים במדעים בקרב תלמידים בתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח ולפי מגדר



*הממוצע הבין-לאומי: 477 נקודות

בתרשים 4.30 מוצגים ההישגים במדעים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית, בפילוח לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-כלכלי. חשוב לציין כי החלוקה לתת-קבוצות אלו במדגם יוצרת לעתים קבוצות קטנות, שייתכן כי אינן מייצגות מספיק (כלומר ממוצעהן עלולים להיות מוטים). לכן יש להתייחס להשוואת הממוצעים בפרק זה בזהירות הראויה ולהתמקד במגמות עיקריות בלבד. מהמגמות העיקריות בתרשים עולה כי פער ההישגים בין תלמידים בבתי ספר בעלי רקע בינוני לבין עמיתיהם בבתי ספר בעלי רקע נמוך בולט יותר בפיקוח הממלכתי: הפער בין תלמידים בבתי ספר בעלי רקע גבוה לבין תלמידים בבתי ספר בעלי רקע בינוני הוא 32 נקודות, ובין תלמידים בבתי ספר בעלי רקע בינוני לבין תלמידים בבתי ספר בעלי רקע נמוך הוא 38 נקודות; לעומת זאת, בפיקוח הממלכתי-דתי פער ההישגים בין תלמידים בבתי ספר בעלי רקע בינוני לבין עמיתיהם בבתי ספר בעלי רקע נמוך הוא מזערי (ארבע נקודות בלבד), והפער בין תלמידים בבתי ספר בעלי רקע גבוה לבין תלמידים בבתי ספר בעלי רקע בינוני הוא 41 נקודות. הממצאים המעניינים יותר מתקבלים כאשר משווים בין סוגי הפיקוח בתוך כל רמת רקע חברתי-כלכלי. מהשוואה זו עולה כי בבתי ספר בעלי רקע חברתי-כלכלי גבוה ובינוני, הפער בהישגי התלמידים בין סוגי הפיקוח דומה לפער הכללי ביניהם (רקע גבוה: 30 נקודות לטובת הפיקוח הממלכתי; רקע בינוני: 39 נקודות, וזאת לעומת פער כללי של 38 נקודות). לעומת זאת, בבתי ספר בעלי רקע חברתי-כלכלי נמוך הפער בין סוגי הפיקוח מזערי ועומד על שלוש נקודות בלבד. ייתכן כי ההישגים הדומים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך בשני סוגי הפיקוח נובעים מהפניית מאמצים מיוחדים בפיקוח הממלכתי-דתי לקידום תלמידים בבתי ספר בעלי רקע חברתי-כלכלי נמוך.

תרשים 4.30: ההישגים במדעים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית – לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-כלכלי



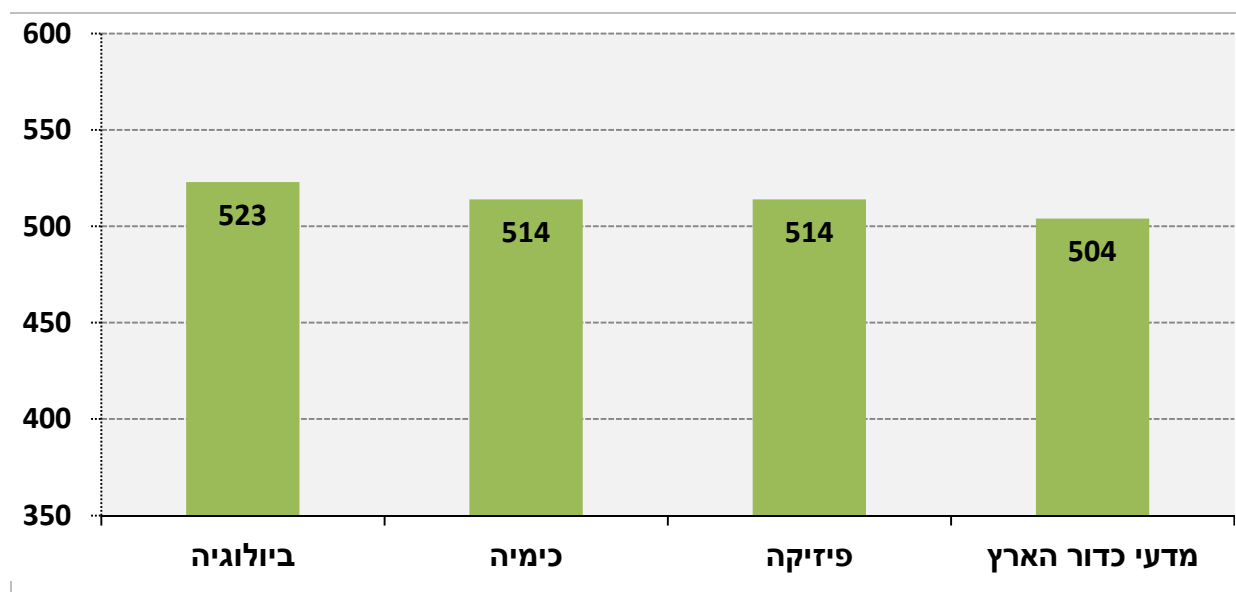
*הממוצע הבין-לאומי: 477 נקודות

4.2.2.4 הישגים במדעים בתחומי התוכן ובמיומנויות הקוגניטיביות

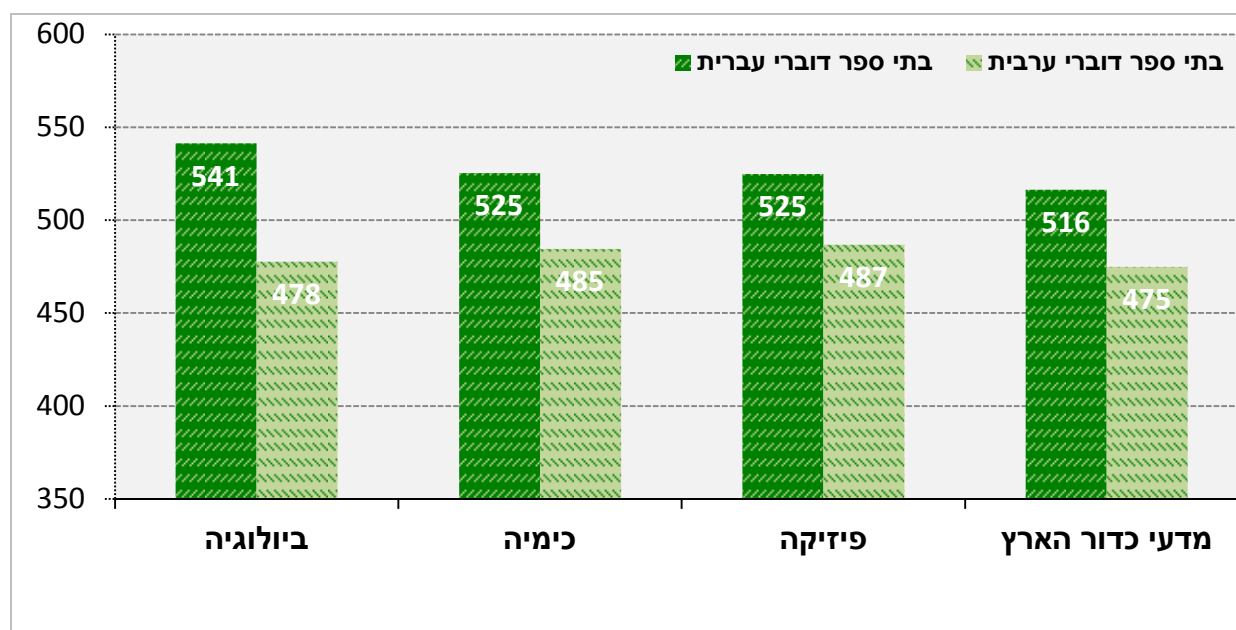
במחקר טימס מחושבים, נוסף על הציון הכולל במדעים, גם שבעה תת-ציונים המשקפים שליטה בהיבטים ובנושאים שונים בתחום זה. ארבעה מהם משקפים תחומי תוכן (ביולוגיה, כימיה, פיזיקה ומדעי כדור הארץ) ושלושה מהם משקפים מיומנויות קוגניטיביות (ידע, יישום וחשיבה). תיאור מפורט של תת-ציונים אלו ושל התכנים העומדים מאחוריהם מוצג בפרק 2. בחלק זה יוצגו הישגיהם של תלמידי ישראל בארבעת תחומי התוכן ובשלוש המיומנויות הקוגניטיביות, תוך השוואה ביניהם ובחלוקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר.

בתרשים 4.31 מוצגים הישגי כלל התלמידים בישראל בארבעת תחומי התוכן. מתרשים זה עולה כי בתחום מדעי כדור הארץ השיגו תלמידי ישראל ציון נמוך בהשוואה לציוניהם בשאר תחומי התוכן, ובעיקר בהשוואה לביולוגיה, שבה ההישגים הם הגבוהים ביותר. עם זאת, ובהתאם להישג הגבוה בציון הכולל במדעים בישראל, ההישגים בארבעת תחומי התוכן גבוהים בשליש עד חצי סטיית תקן מן הממוצעים הבין-לאומיים, שהם: ביולוגיה - 475 נקודות; כימיה - 477 נקודות; פיזיקה - 474 נקודות; מדעי כדור הארץ - 474 נקודות.

תרשים 4.31: הישגי ישראל במדעים בארבעת תחומי התוכן



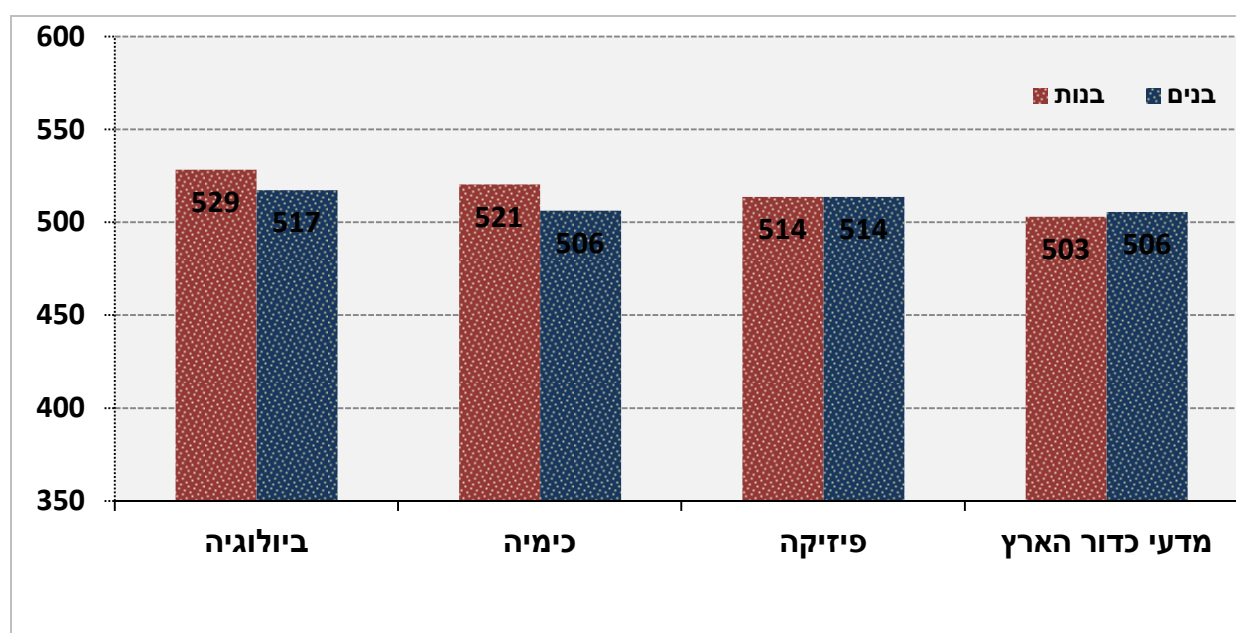
תרשים 4.32: הישגי ישראל במדעים בארבעת תחומי התוכן - לפי מגזר שפה



בתרשים 4.32 מוצגים ההישגים בארבעת תחומי התוכן בפילוח לפי מגזר שפה. אפשר לראות כי פער ההישגים בין שני מגזרי השפה דומה לפער המתקבל בהשוואת הציון הכולל במדעים, ועומד על כמחצית סטיית תקן ואף יותר מזה בתחום הביולוגיה.

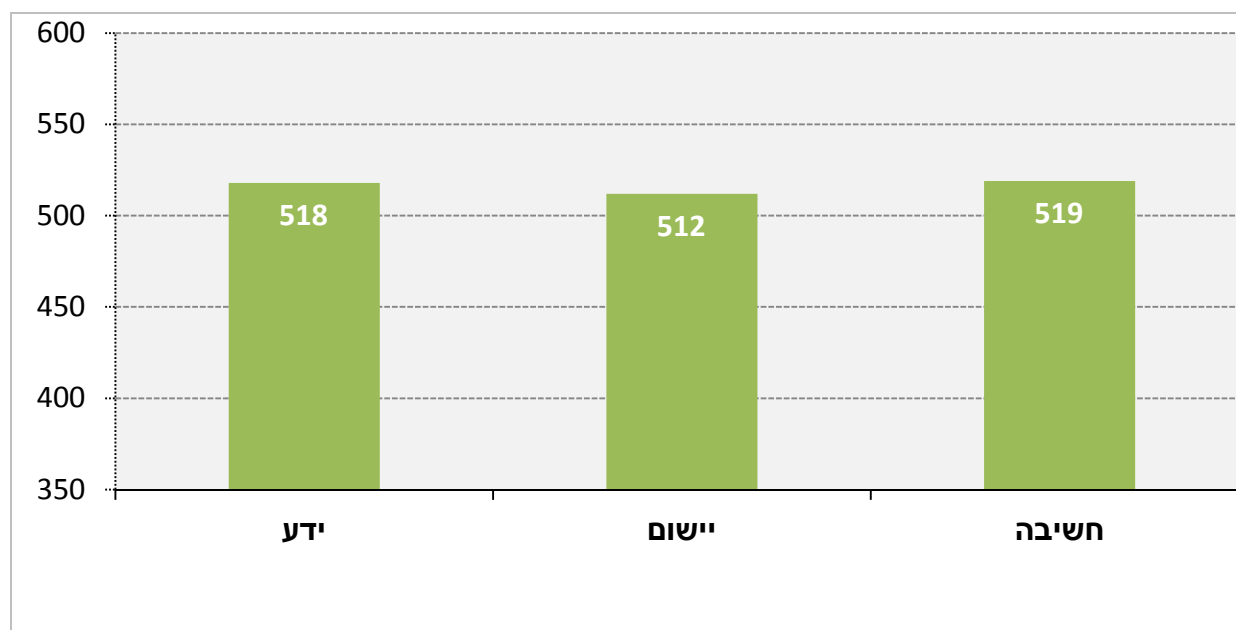
בתרשים 4.33 מוצגים הישגי התלמידים בארבעת תחומי התוכן בפילוח לפי מגדר. מהתרשים עולה כי בשני התחומים כימיה וביולוגיה יש פער לטובת הבנות, אולם בפיזיקה ובמדעי כדור הארץ אין פער הישגים של ממש בין הבנות לבנים. זאת ועוד: בפילוח לפי מגדר בתוך כל מגזר שפה (ראה **תרשים נ-3 בנספח לפרק זה**) מתקבלת אותה תמונה שהתקבלה בנוגע לציון הכולל במדעים: בבתי ספר דוברי עברית לא נרשם פער הישגים של ממש בין בנים לבנות במדעים (11 נקודות בפיזיקה ובמדעי כדור הארץ לטובת הבנים, 5 נקודות בלבד בכימיה לטובת הבנות), ואילו בבתי ספר דוברי ערבית יש פער לטובת הבנות בכל ארבעת התחומים, והוא עומד על כשליש סטיית תקן. פער זה גדול אף יותר בתחומי הביולוגיה והכימיה.

תרשים 4.33: הישגי ישראל במדעים בארבעת תחומי התוכן - לפי מגדר



בתרשים 4.34: מוצגים הישגיהם של כלל התלמידים בישראל בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות שנמדדו במחקר. מהתרשים עולה כי ההישגים בשלושתן דומים למדי. עם זאת, ובהתאם להישג הגבוה בציון הכולל במדעים בישראל, ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות בישראל גבוהים בשליש עד חצי סטיית תקן מן הממוצעים הבין-לאומיים, שהם: ידע - 477 נקודות; יישום - 475 נקודות; חשיבה - 474 נקודות.

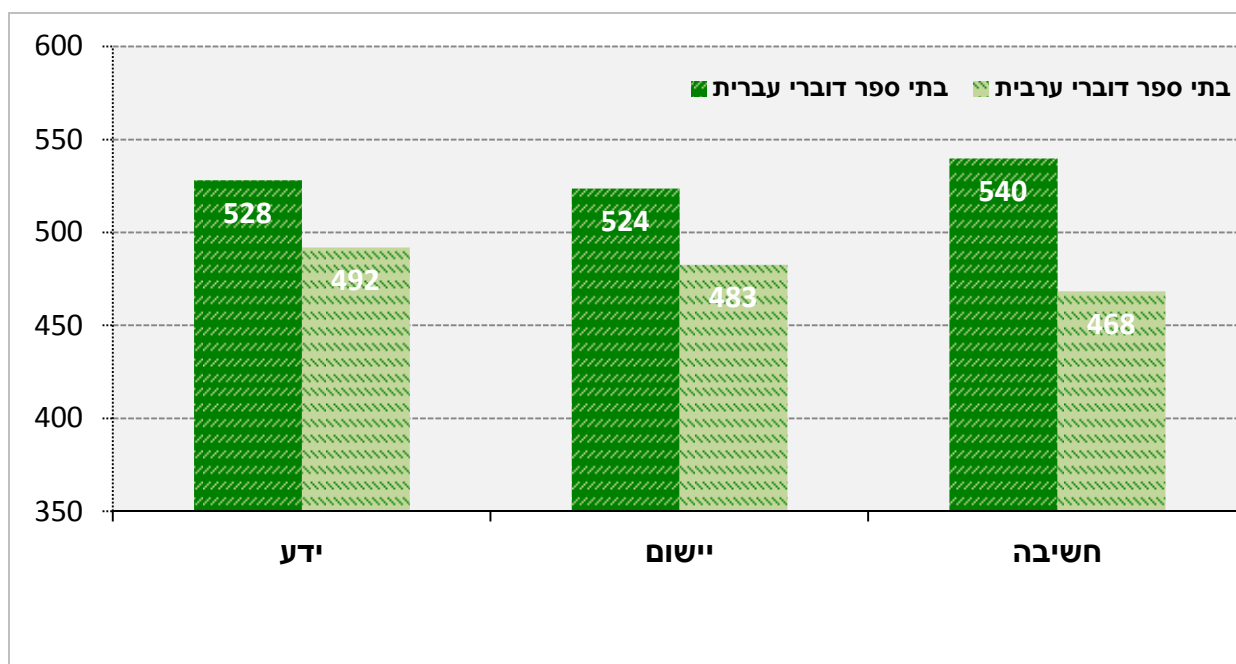
תרשים 4.34: הישגי ישראל במדעים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות



בתרשים 4.35: מוצגים ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות בפילוח לפי מגדר שפה. אפשר לראות כי הפער בין שני מגזרי השפה משתנה כפונקציה של המיומנות: ב"ידע" הפער לטובת תלמידים בבתי ספר דוברי עברית עומד על 36 נקודות; ב"יישום" - 41 נקודות, וב"חשיבה" - 72 נקודות. פערים אלו לטובת תלמידים בבתי ספר דוברי עברית נובעים מקיומה של אינטראקציה בין מגזר השפה לבין ההישגים במיומנויות הקוגניטיביות השונות: בקרב התלמידים בבתי ספר דוברי עברית ההישג הגבוה ביותר הוא במיומנות חשיבה

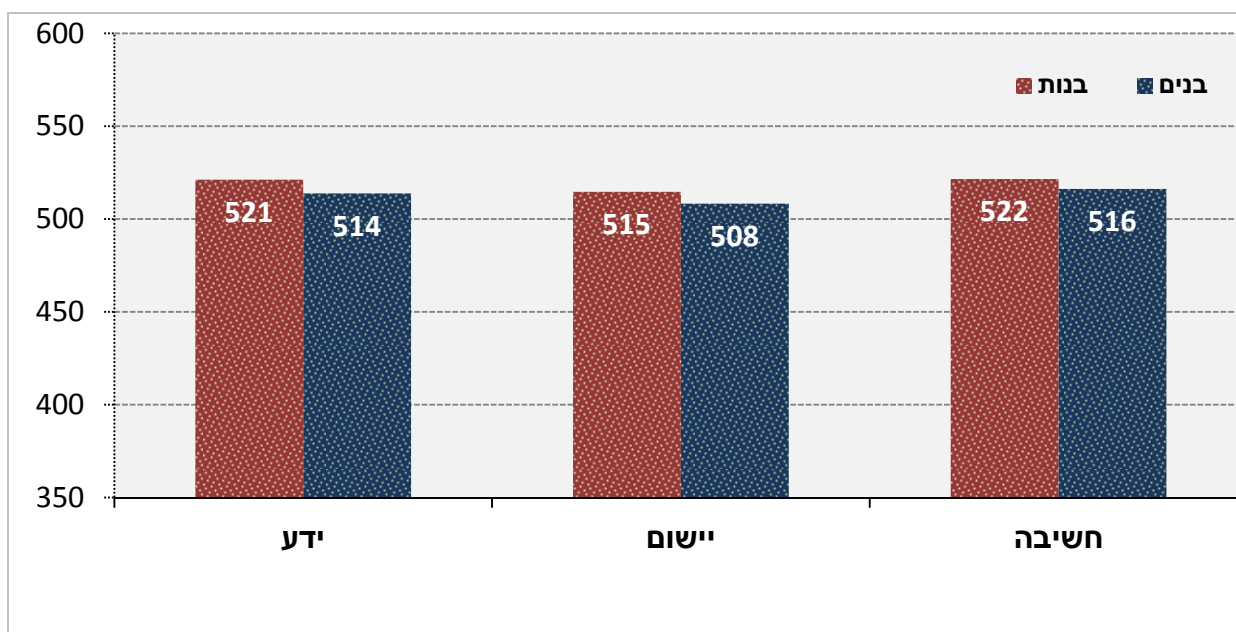
ולאחר מכן בידע וביישום, ואילו בקרב עמיתיהם בבתי ספר דוברי ערבית התמונה הפוכה: ההישג הגבוה ביותר הוא בידע, לאחר מכן ביישום, והנמוך ביותר - במיומנות חשיבה.

תרשים 4.35: הישגי ישראל במדעים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות - לפי מגזר שפה



בתרשים 4.36 מוצגים ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות בפילוח לפי מגדר. אפשר לראות כי בין המגדרים יש פערים קלים בהישגים לטובת הבנות, בכל שלוש המיומנויות. עם זאת, כאשר מפלחים לפי מגדר בתוך כל מגזר שפה (ראה **תרשים נ-4 בנספח לפרק זה**), מתקבלת תמונה דומה לתמונה שמתקבלת בציון הכולל במדעים: בבתי ספר דוברי עברית לא נרשם פער בין המגדרים, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית נרשם פער לטובת הבנות בכל שלוש המיומנויות, והוא עומד על כשליש סטיית תקן.

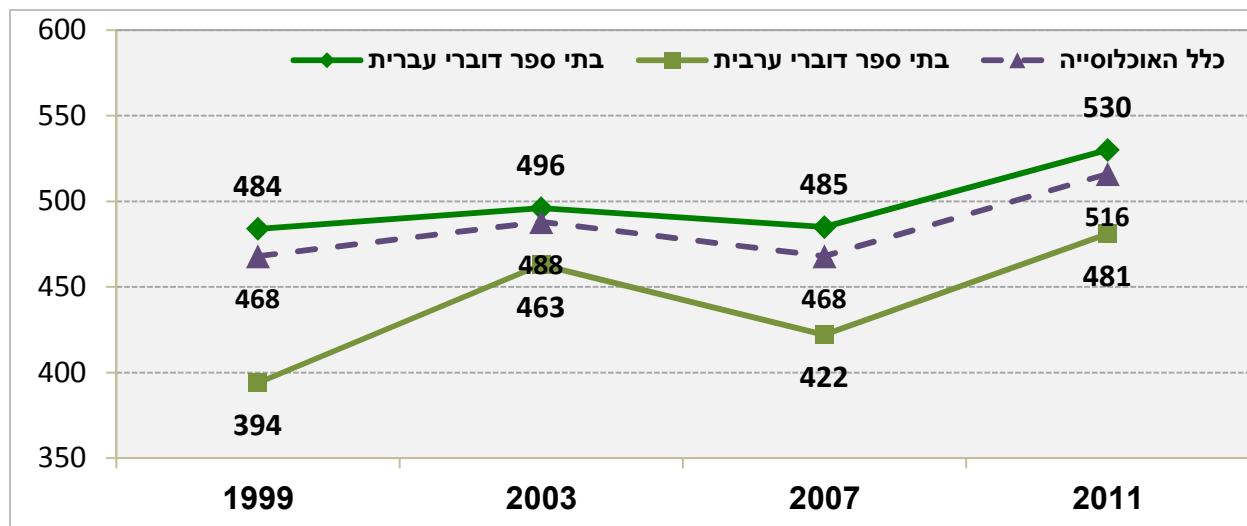
תרשים 4.36: הישגי ישראל במדעים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות - לפי מגדר



4.2.3 מגמות רב-שנתיות

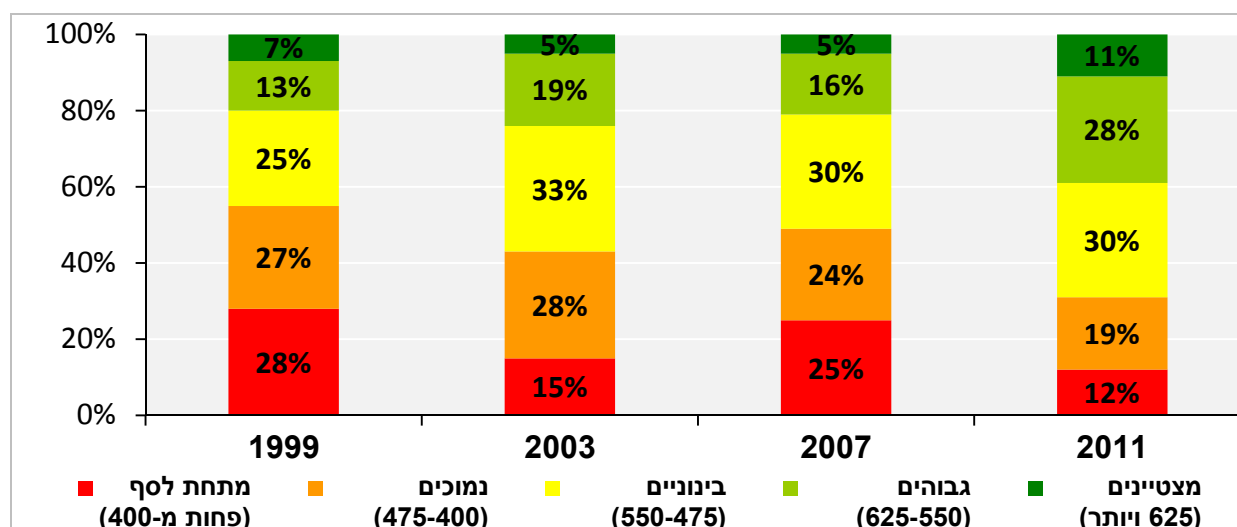
בתרשים 4.37 מוצגים הישגי ישראל במדעים בשנים 1999-2011 בארבעת המחזורים של מחקר טימס, בעבור כלל התלמידים ובפילוח לפי מגזר שפה.⁵⁸ מתרשים זה עולה כי בהישגים במדעים ניכרת מגמה מעורבת לאורך השנים (בעיקר בבתי ספר דוברי ערבית). עם זאת, אם מתבוננים במגמה הכוללת מעבר לתנודתיות בהישגים בין מחזור מחקר אחד למשנהו, אפשר לראות כי ממחזור 1999 ועד למחזור 2011 חלה עלייה של 48 נקודות (כמחצית סטיית תקן) בעבור כלל האוכלוסייה, עלייה של 46 נקודות בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית ועלייה של 87 נקודות בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית. עוד ניכר כי גם פער ההישגים בין שני מגזרי השפה לקה בתנודתיות לאורך שנים. עם זאת, מעבר לתנודות אלו, הפער בין מגזרי השפה נמצא במגמה כללית של הצטמצמות: מ-90 נקודות בשנת 1999 לכ-50 נקודות ב-2011 (פער זה התכווץ לכדי 33 נקודות ב-2003 והתרחב שוב לכ-70 נקודות ב-2007). לפירוט והסבר נוסף שעשוי להסביר מגמות אלו ראה פרק 7.

תרשים 4.37: הישגי ישראל במדעים בארבעה מחזורים של מחקר טימס 1999-2011



⁵⁸ כזכור, ב-1995 השתתפה ישראל במחקר טימס, אך מדגם התלמידים באותה שנה לא ייצג את כלל האוכלוסייה.

תרשים 4.38: שיעור התלמידים בישראל בכל סף הישג במדעים בארבעת מחזורי מחקר טימס 2011-1999



בתרשים 4.38 מוצגת ההתפלגות של ספי ההישגים בארבעת מחזורי המחקר. מתרשים זה עולה בבירור כי בהשוואה לשלושת המחזורים הקודמים (1999-2007) חלה במחזור 2011 ירידה ניכרת בשיעורי התלמידים המצויים בקטגוריות "מתחת לסף הנמוכים" ו"נמוכים", בצד עלייה בולטת בשיעורי התלמידים המצויים בקטגוריות "גבוהים" ו"מצטיינים".

4.2.5 סיכום ההישגים בתחום המדעים

- הציון הכולל של כלל נבחני טימס 2011 בישראל בתחום המדעים הוא 516 נקודות. ציון זה מציב את ישראל במקום ה-13 במדרג מתוך 42 המדינות שהשתתפו במחקר.
- שיעור התלמידים המוגדרים "מצטיינים" בישראל הוא הגבוה ביותר בקרב המדינות הדומות לה בהישגיהן. עם זאת, גם שיעור התלמידים המוגדרים "מתחת לסף" הוא הגבוה ביותר בקרב המדינות הדומות בהישגיהן לישראל (ובפרט בבתי ספר דוברי ערבית).
- השיעורים הגבוהים של "מצטיינים" ושל תלמידים בקטגוריות הנמוכות משקפים את השונות היחסית הגדולה בהישגים בישראל, המתבטאת גם בפיזור גבוה של הציונים יחסית למדינות אחרות.
- פילוח הנתונים לפי מגזר שפה, לפי מגדר ולפי סוג פיקוח מעלה את הממצאים העיקריים הבאים: (1) פער הישגים של כמחצית סטיית תקן בין שני מגזרי השפה לטובת תלמידים בבתי ספר דוברי עברית; (2) היעדר פער של ממש בין הישגי בנים ובנות בכלל בתי הספר בישראל; (3) בבתי ספר דוברי ערבית - פער הישגים של כשליש סטיית תקן בין בנים לבנות, לטובת הבנות; (4) בבתי ספר דוברי ערבית - פער הישגים של יותר משליש סטיית תקן בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לתלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי, לטובת תלמידי הפיקוח הממלכתי; (5) בקרב תלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי - פער הישגים של כשליש סטיית תקן בין בנים לבנות לטובת הבנות; בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי אין פער של ממש לטובת הבנים.
- מפילוח הממצאים לפי רקע חברתי-כלכלי עולה כי הפערים בין מגזרי השפה מצטמצמים, בעיקר בבתי הספר בעלי רקע בינוני, אך גם בבתי ספר בעלי רקע נמוך. זאת ועוד: בבתי ספר דוברי עברית בעלי רקע חברתי-כלכלי נמוך פער ההישגים בין שני סוגי הפיקוח מצטמצם אף הוא.
- מניתוח ההישגים בתחומי התוכן השונים עולה כי בישראל ההישג הגבוה ביותר הוא בתחום הביולוגיה, והנמוך ביותר - בתחום מדעי כדור הארץ. בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית נרשמו פערים של ממש לטובת הבנות בכל תחומי התוכן, בעיקר בתחומי הביולוגיה והכימיה.

- מניתוח ההישגים במיומנויות הקוגניטיביות עולה כי בקרב כלל האוכלוסייה אין פער הישגים של ממש במיומנויות השונות. פער ההישגים הגדול ביותר בין מגזרי השפה נרשם ב"חשיבה", ואילו הפער הקטן ביותר הוא ב"ידע". בבתי ספר דוברי ערבית יש פערים של ממש לטובת הבנות בכל שלוש המיומנויות.
- מבט רב-שנתי מצביע על מגמה מעורבת בארבעת מחזורי המחקר: ההישגים ב-2011 וב-2003 טובים מההישגים ב-1999 וב-2007. עם זאת קיים פער כללי גדול - כמחצית סטיית תקן - בין מחזור המחקר הראשון שישראל השתתפה בו (1999) לבין מחזור המחקר האחרון. **פרק 7** יעסוק בהרחבה בנושא זה.

4.3 סיכום - הישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים בישראל

ניתוח תמונת הישגים המשותפת במקצועות מדעים ומתמטיקה מעלה כי רב הדומה ביניהם על השונה. הדמיון בין שני תחומי הדעת קיים ברמת הישגים בישראל ובפילוח לפי מגזר שפה וסוג פיקוח, וכן במיקומה של ישראל במדרג המדינות הן מבחינת ממוצע הישגים והן מבחינת פיזורם (ראה להלן). כמו כן נמצא בישראל מתאם סטטיסטי גבוה למדי (ברמת התלמיד) בין הישגים בתחום המתמטיקה לבין הישגים בתחום המדעים: המתאם בין הציונים בשני התחומים עומד בישראל על 0.86. נתון זה פירושו שתלמידים שהשיגו ציון גבוה באחד משני תחומי הדעת, השיגו בהסתברות גבוהה ציון גבוה גם בתחום הדעת האחר; וכן, תלמידים שמתקשים באחד משני תחומי הדעת, מתקשים במרבית המקרים גם בתחום האחר. מתאם סטטיסטי גבוה כזה בין הציונים בשני תחומי הדעת נמצא גם בפילוחים לפי מגזר שפה, לפי מגדר ורקע חברתי-כלכלי.

באשר לממוצע הישגים: בהשוואה הבין-לאומית השיגה ישראל בדיוק את אותו ממוצע ציונים בשני תחומי הדעת (516 נקודות). אמנם במדרג המדינות ממוצע זה ממקם את ישראל גבוה יותר בתחום המתמטיקה בהשוואה לתחום המדעים (מקום 7 לעומת מקום 13), אך יש לזכור כי מבחינה סטטיסטית הישגי ישראל דומים להישגי המדינות המדורגות בין המקום ה-7 למקום ה-12 במדרג המדינות, וכי בתחום המדעים הישגי ישראל דומים להישגי המדינות המדורגות בין המקום ה-10 ל-16. בשני התחומים ישראל נמצאת בשליש המוביל של המדינות המשתתפות.

באשר לפיזור הציונים: הפיזור בהישגים שנמצא בשני תחומי הדעת הוא מן הגבוהים בקרב המדינות המשתתפות במחקר הן במתמטיקה והן במדעים. במדד זה ישראל נמצאת בשני התחומים בשליש התחתון של המדינות המשתתפות המחקר. אף כי הפיזור במתמטיקה נוטה להיות גדול מהפיזור בתחום המדעים (ככל הנראה בשל פער גדול יותר בהישגים בין שני מגזרי השפה – ראה להלן).

השוואה פנים-ישראלית מעלה כי לבנות יתרון קל על הבנים הן במתמטיקה והן במדעים. ממצא זה נובע בעיקר מהעובדה שבבתי ספר דוברי ערבית קיימת נטייה עקבית ולפיה בנות מגיעות להישגים גבוהים במידה ניכרת (כשליש סטיית תקן) מהישגי הבנים. הפערים בין מגזרי השפה מעידים כי בשני תחומי הדעת, הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית גבוהים מהישגי עמיתיהם בבתי ספר דוברי ערבית. הפער במתמטיקה גדול יותר מהפער במדעים (71 נקודות לעומת 49 נקודות, בהתאמה). בשני תחומי הדעת, כאשר מפלחים את מגזרי השפה לפי רקע חברתי-כלכלי הפערים מצטמצמים במידה ניכרת, ובעיקר במדעים. בבתי ספר דוברי עברית, הפערים בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לתלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי דומים בגודלם ובכיוונם בשני תחומי הדעת (כשליש סטיית תקן לטובת תלמידי הפיקוח הממלכתי). עם זאת, בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך הפער בשני התחומים (ובעיקר במתמטיקה) הוא לטובת תלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי.

המגמה הרב-שנתית היא תנודתית בשני תחומי הדעת. עם זאת, בשניהם חל שיפור דומה של כ-50 נקודות (כמחצית סטיית התקן) בין ממוצע הציונים במחזור 1999 (שנת המבחן התקפה הראשונה בישראל) לבין ממוצע הציונים במחזור 2011. פילוח מגמות אלו לפי מגזר שפה מצביע על מגמה בולטת יותר של צמצום פערים בתחום המדעים בשנים שבין מחקר 1999 למחקר 2011.

נספחים - מתמטיקה

לוח נ-1: הממוצע והפיזור של הציון הכולל במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר 2011 ובחלוקה לפי מגדר

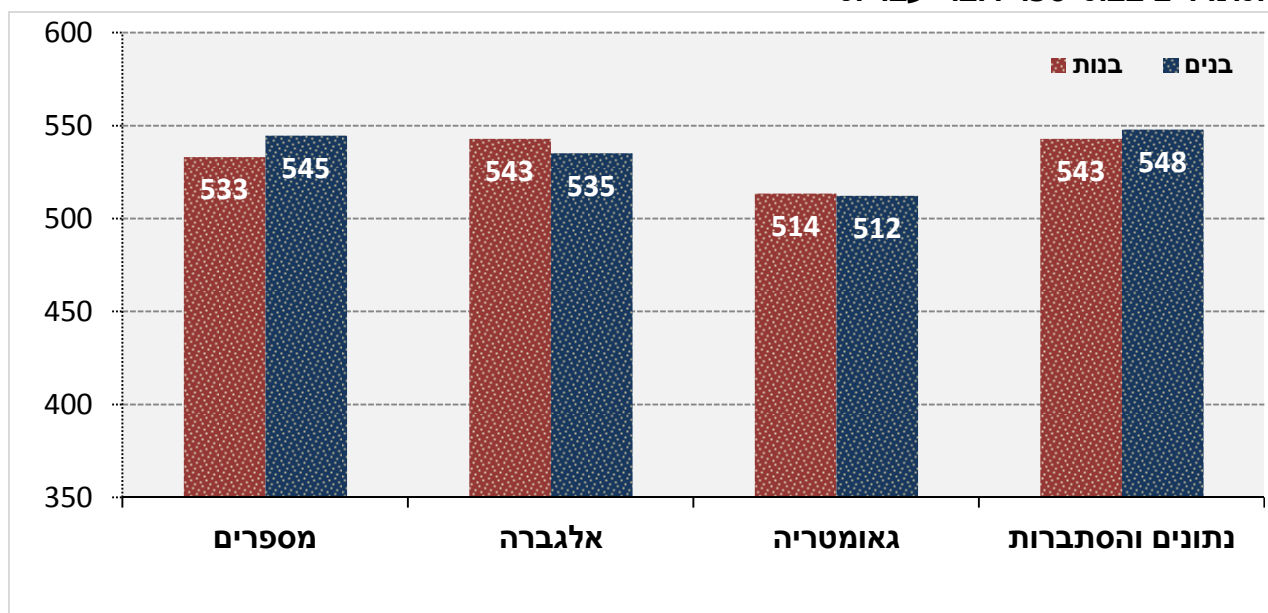
מקום	שם המדינה	ציון ממוצע	טעות תקן	פיזור (P5-P95)	ממוצע בנות	ממוצע בנים	פער (בנות-בנים)
1	קוריאה הדרומית	613	2.9	295	610	616	-6
2	סינגפור	611	3.8	281	615	607	8
3	טאיוואן	609	3.2	353	613	606	7
4	הונג קונג	586	3.8	278	588	583	5
5	יפן	570	2.6	275	566	574	-8
6	רוסיה	539	3.6	266	539	539	0
7	ישראל	516	4.1	324	520	512	8
8	פינלנד	514	2.5	212	516	512	4
9	ארה"ב	509	2.6	254	508	511	-3
10	אנגליה	507	5.5	279	508	505	3
11	הונגריה	505	3.5	294	502	508	-6
12	אוסטרליה	505	5.1	284	500	509	-9
13	סלובניה	505	2.2	231	502	507	-5
14	ליטא	502	2.5	256	507	498	9
15	איטליה	498	2.4	243	493	504	-11
16	ניו זילנד	488	5.5	277	478	496	-18
17	קזחסטן	487	4	259	486	488	-2
18	שוודיה	484	1.9	223	486	482	4
19	אוקרינה	479	3.9	295	478	481	-3
20	נורווגיה	475	2.4	212	476	473	3
21	ארמניה	467	2.7	297	472	462	10
22	רומניה	458	4	335	464	453	11
23	איחוד האמירויות	456	2.1	289	464	447	17
24	טורקיה	452	3.9	373	457	448	9
25	לבנון	449	3.7	246	444	456	-12
26	מלזיה	440	5.4	299	449	430	19
27	גאורגיה	431	3.8	343	430	432	-2
28	תאילנד	427	4.3	283	435	417	18
29	מקדוניה	426	5.2	357	430	423	7
30	תוניסיה	425	2.8	249	417	433	-16
31	צ'ילה	416	2.6	263	409	424	-15
32	אירן	415	4.3	311	411	418	-7
33	קטאר	410	3.1	358	415	404	11
34	בחרין	409	2	325	431	388	43
35	ירדן	406	3.7	325	420	392	28
36	הרשות הפלסטינית	404	3.5	326	415	392	23
37	ערב הסעודית	394	4.6	309	401	387	14
38	אינדונזיה	386	4.3	275	392	379	13
39	סוריה	380	4.5	318	375	385	-10
40	מרוקו	371	2	285	371	371	0
41	עומאן	366	2.8	354	397	334	63
42	גאנה	331	4.3	279	318	342	-24

לוח נ-2 ספי הישגים - לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי

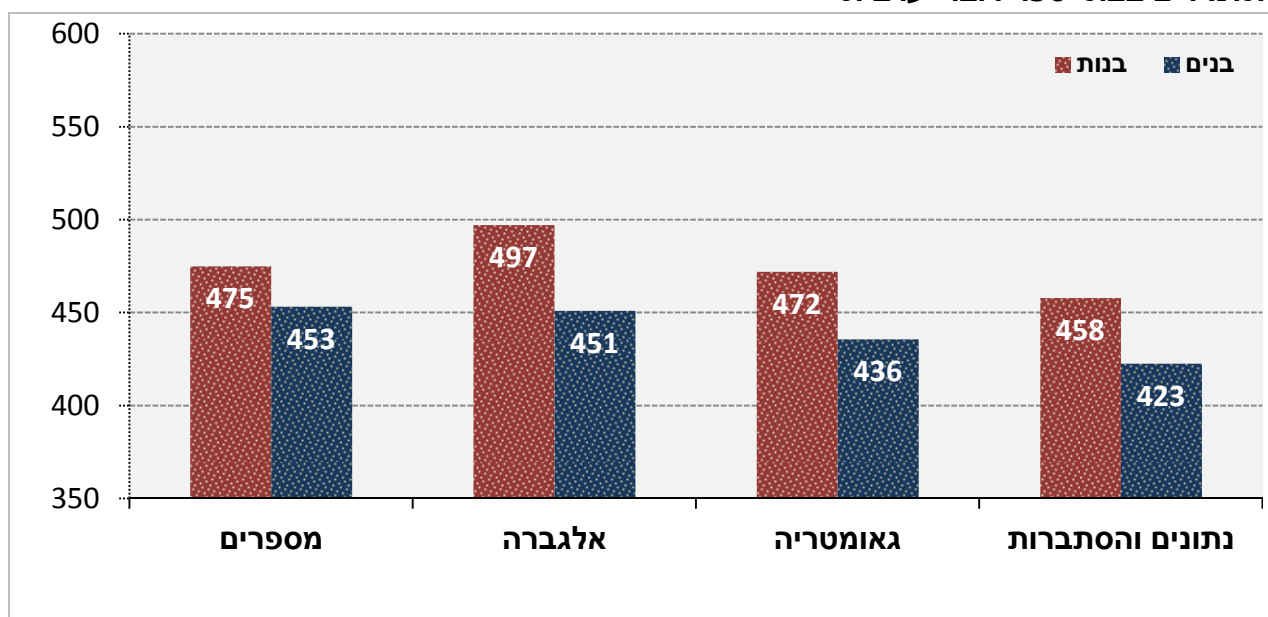
מגזר שפה	רקע חברתי-כלכלי	סף הישג	מספר תלמידים	שכיחות (%)
תלמידים בבתי"ס דוברי עברית	נמוך	מתחת לסף	64	13%
		נמוכים	144	28%
		בינוניים	183	33%
		גבוהים	116	21%
		מצטיינים	29	5%
	בינוני	מתחת לסף	113	9%
		נמוכים	217	19%
		בינוניים	370	32%
		גבוהים	314	27%
		מצטיינים	134	12%
	גבוה	מתחת לסף	56	3%
		נמוכים	171	10%
		בינוניים	422	27%
		גבוהים	556	38%
		מצטיינים	327	22%
תלמידים בבתי"ס דוברי ערבית	נמוך	מתחת לסף	410	31%
		נמוכים	320	25%
		בינוניים	326	26%
		גבוהים	176	14%
		מצטיינים	52	4%
	בינוני	מתחת לסף	25	16%
		נמוכים	28	16%
		בינוניים	50	30%
		גבוהים	49	29%
		מצטיינים	13	9%

תרשים נ-1: הציונים הממוצעים בארבעת התחומים המרכיבים את הציון הכולל במתמטיקה – לפי מגזר שפה ולפי מגדר

תלמידים בבתי ספר דוברי עברית

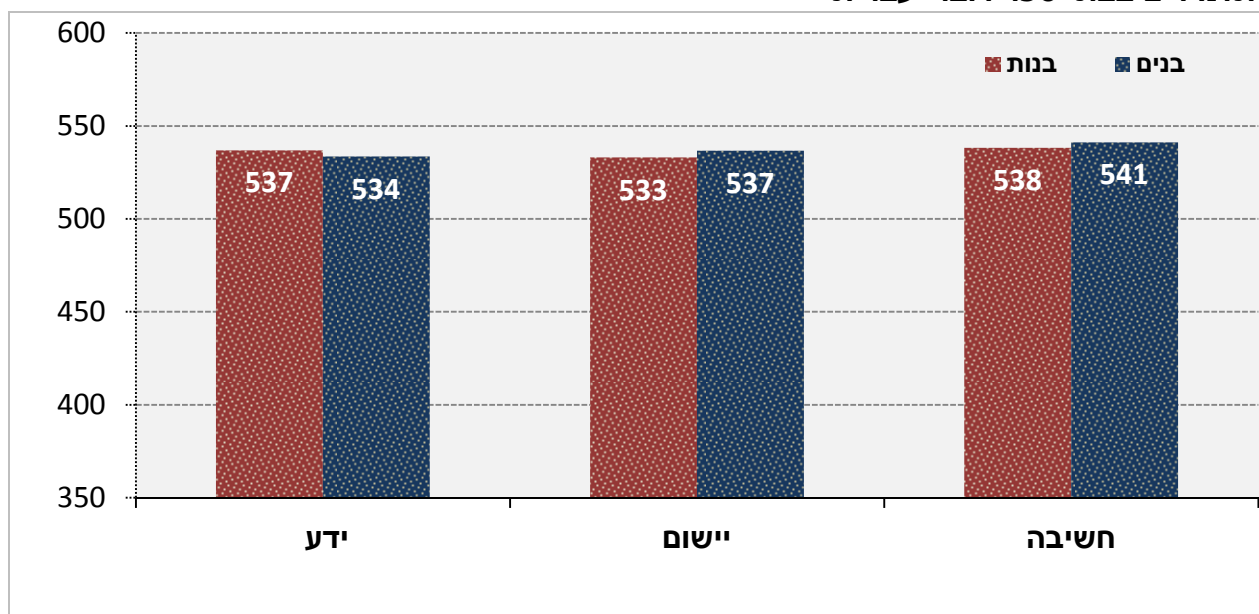


תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית

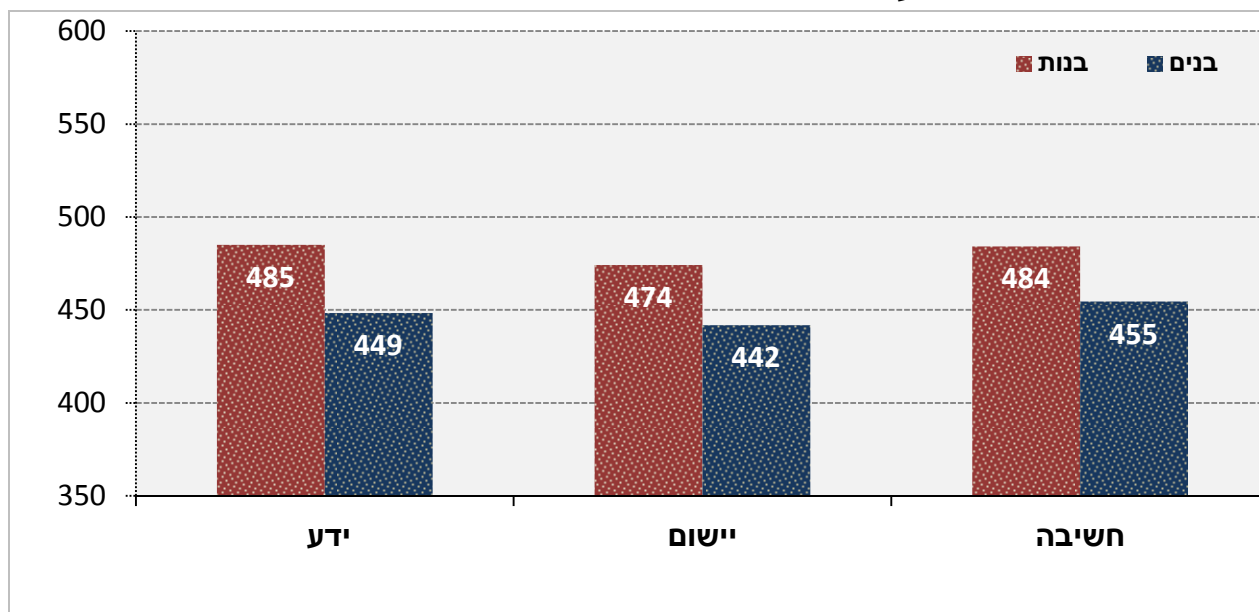


תרשים נ-2: הציונים הממוצעים בארבעת התחומים המרכיבים את הציון הכולל במתמטיקה – לפי מגזר שפה ולפי מגדר

תלמידים בבתי ספר דוברי עברית



תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית



נספחים - מדעים

לוח נ-3: הממוצע והפיזור של הציון הכולל במדעים בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר
טימס 2011 ובחלוקה לפי מגדר

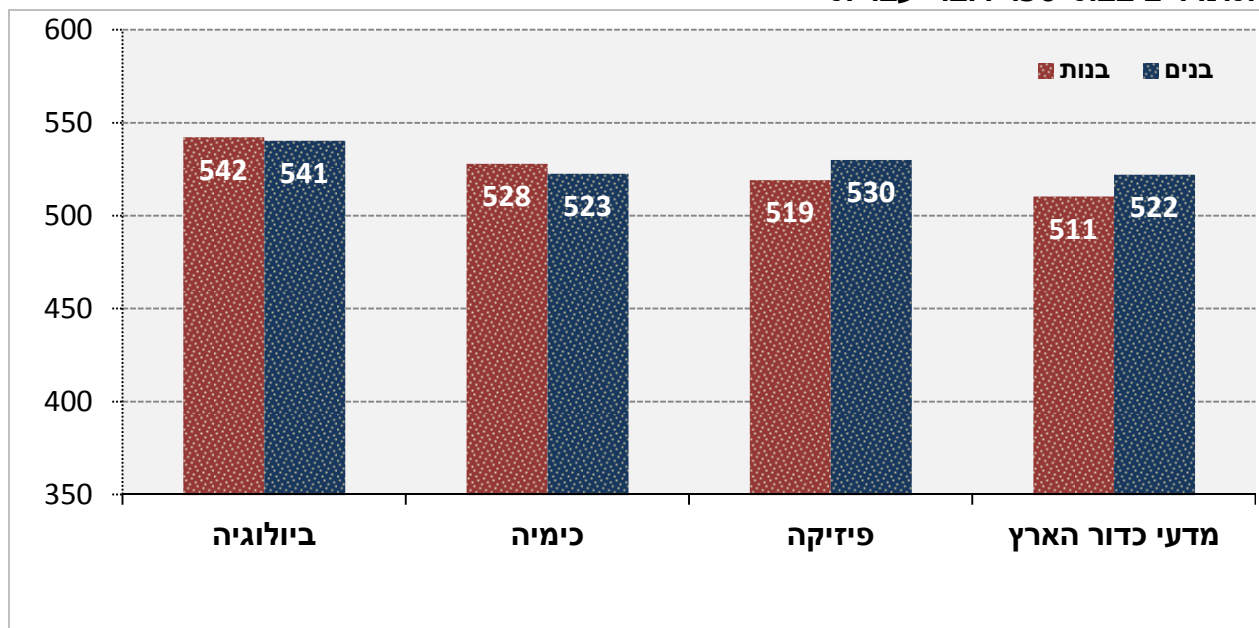
מקום	שם המדינה	ציון ממוצע	טעות תקן	פיזור (P5-P95)	ממוצע בנות	ממוצע בנים	פער (בנות-בנים)
1	סינגפור	590	4.3	320	589	591	-2
2	טייוואן	564	2.3	273	564	564	0
3	קוריאה הדרומית	560	2	256	558	563	-5
4	יפן	558	2.4	253	554	562	-8
5	פינלנד	552	2.5	212	555	550	5
6	סלובניה	543	2.7	249	541	545	-4
7	רוסיה	542	3.2	251	539	546	-7
8	הונג קונג	535	3.4	245	536	534	2
9	אנגליה	533	4.9	279	534	532	2
10	ארה"ב	525	2.6	267	519	530	-11
11	הונגריה	522	3.1	268	513	531	-18
12	אוסטרליה	519	4.8	276	511	527	-16
13	ישראל	516	4	308	519	512	7
14	ליטא	514	2.6	249	518	510	8
15	ניו זילנד	512	4.6	282	501	522	-21
16	שוודיה	509	2.5	265	511	508	3
17	איטליה	501	3.4	274	493	508	-15
18	אוקראינה	501	2.5	249	499	503	-4
19	נורווגיה	494	2.6	241	495	494	1
20	קזחסטן	490	4.3	258	492	488	4
21	טורקיה	483	3.4	337	491	475	16
22	איראן	474	4	296	477	472	5
23	רומניה	465	2.4	321	466	464	2
24	איחוד האמירויות	465	3.5	285	477	452	25
25	צ'ילה	461	2.5	241	454	470	-16
26	בחרין	452	2	336	482	423	59
27	תאילנד	451	3.9	265	458	443	15
28	ירדן	449	4	337	471	428	43
29	תוניסיה	439	2.5	221	431	447	-16
30	ארמניה	437	3.1	312	446	428	18
31	ערב הסעודית	436	3.9	271	450	424	26
32	מלזיה	426	6.3	333	424	429	-5
33	סוריה	426	3.9	276	434	419	15
34	הרשות הפלסטינית	420	3.2	362	425	415	10
35	גאורגיה	420	3.2	343	434	406	28
36	עומאן	420	3	297	458	380	78
37	קטאר	419	3.4	394	432	406	26
38	מקדוניה	407	5.4	371	417	399	18
39	לבנון	406	4.9	320	404	408	-4
40	אינדונזיה	406	4.5	259	409	402	7
41	מרקו	376	2.2	282	378	374	4
42	גאנה	306	5.2	368	290	320	-30

לוח נ-4: ספי הישגים - לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי

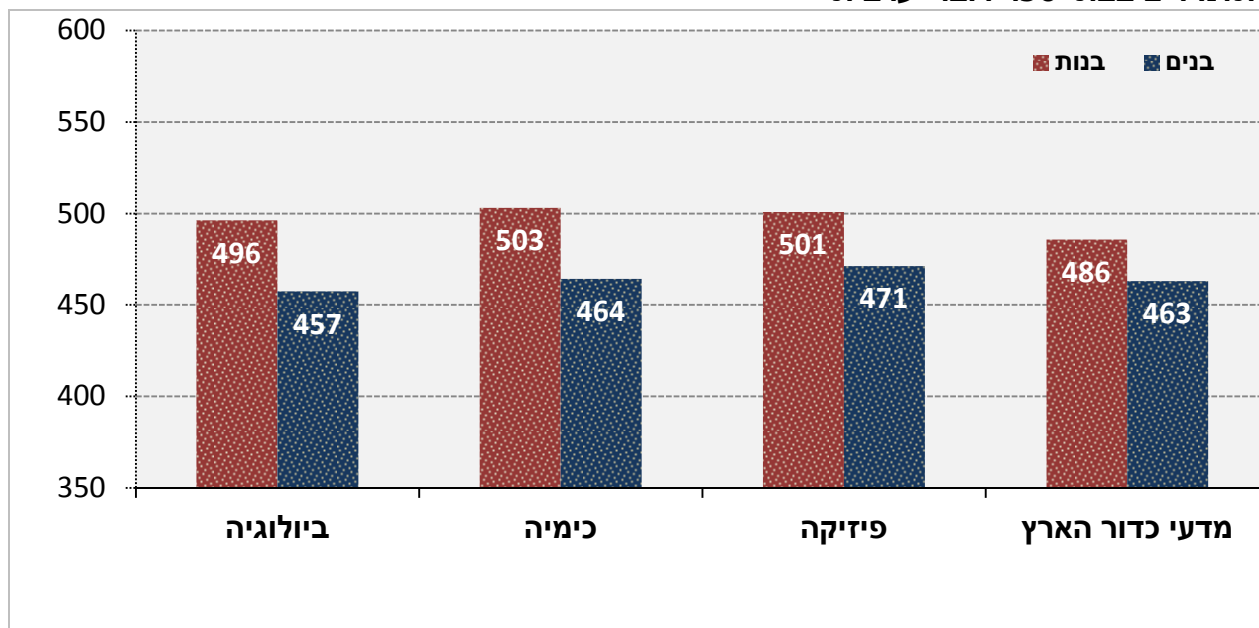
מגזר שפה	רקע חברתי-כלכלי	סף הישג	מספר תלמידים	שכיחות (%)
תלמידים בבתי"ס דוברי עברית	נמוך	מתחת לסף	67	14%
		נמוכים	133	26%
		בינוניים	198	36%
		גבוהים	115	20%
		מצטיינים	22	4%
		מתחת לסף	127	11%
	בינוני	נמוכים	228	20%
		בינוניים	354	31%
		גבוהים	321	27%
		מצטיינים	119	10%
		מתחת לסף	66	3%
		נמוכים	191	11%
	גבוה	בינוניים	465	31%
		גבוהים	545	37%
		מצטיינים	264	18%
תלמידים בבתי"ס ספר דוברי ערבית	נמוך	מתחת לסף	344	25%
		נמוכים	303	24%
		בינוניים	335	26%
		גבוהים	233	19%
		מצטיינים	70	5%
		מתחת לסף	20	10%
	בינוני	נמוכים	31	14%
		בינוניים	58	28%
		גבוהים	63	32%
		מצטיינים	28	16%

תרשים נ-3: הציונים הממוצעים בארבעת התחומים המרכיבים את הציון הכולל במדעים – לפי מגזר שפה ולפי מגדר

תלמידים בבתי ספר דוברי עברית

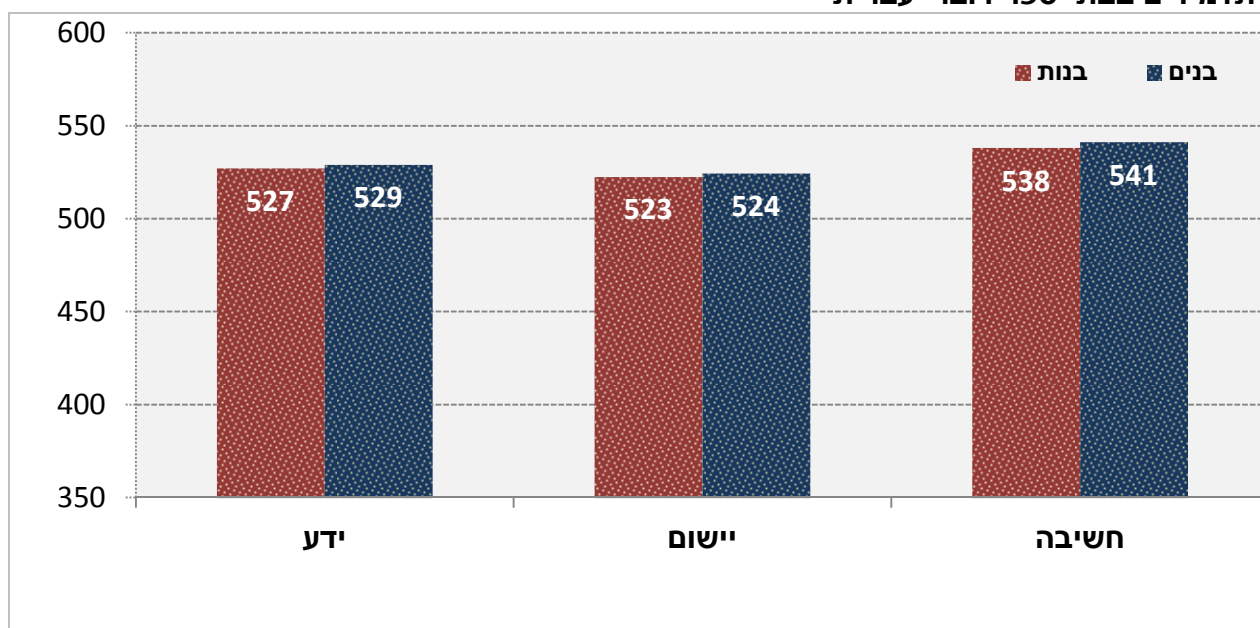


תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית

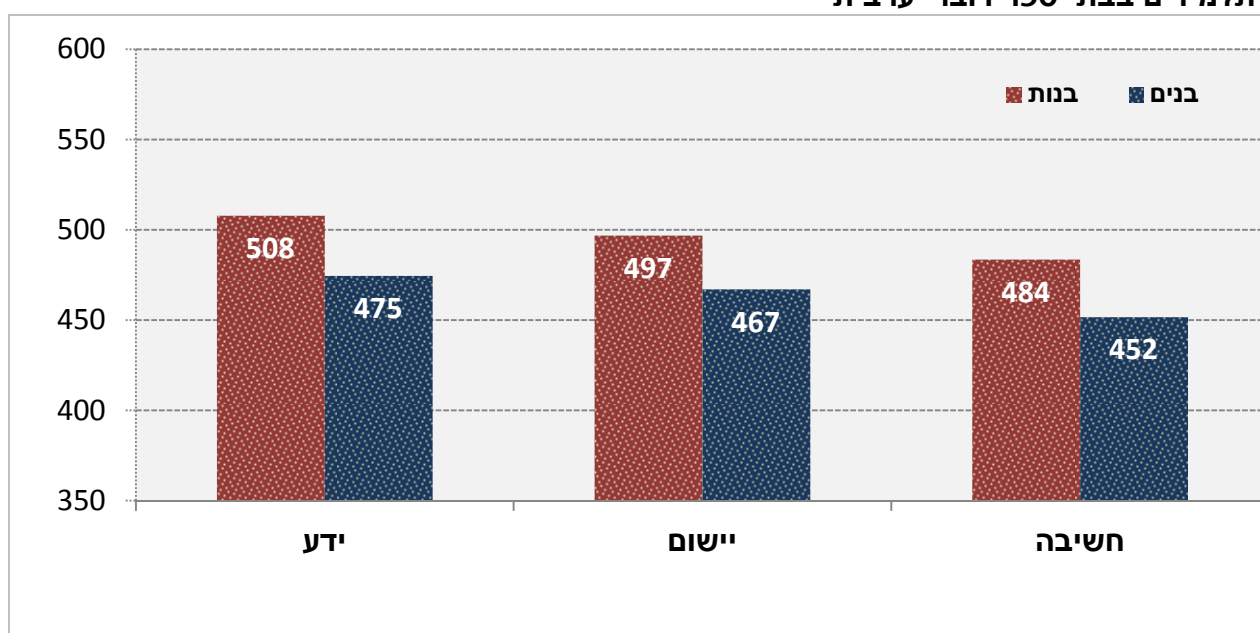


תרשים נ-4: הציונים הממוצעים בארבעת התחומים המרכיבים את הציון הכולל במדעים – לפי מגזר שפה ולפי מגדר

תלמידים בבתי ספר דוברי עברית



תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית



פרק 5: עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים

בצד רכישת ידע ומיומנויות, פיתוח עמדות חיוביות כלפי מתמטיקה ומדעים מוגדר אף הוא יעד מרכזי במדינות רבות ובכללן ישראל, והדבר בא לידי ביטוי בתכנית הלימודים המיועדת בכל אחד ממקצועות לימוד אלו. מחקר טימס ומחקרים רבים נוספים הראו כי עמדות חיוביות קשורות להישגים גבוהים, וכי הקשר הוא דו-כיווני: מצד אחד תלמידים טובים יותר במתמטיקה/במדעים נהנים יותר ללמוד מתמטיקה/מדעים, ומהצד האחר ההנאה מהלימודים והאהבה למקצוע מובילים להישגים גבוהים. מחקרים רבים העוסקים בעמדות תלמידים כלפי למידה כורכים עמדות חיוביות כלפי מקצוע עם המוטיבציה ללמוד אותו. מוטיבציה זו יכולה להיות מושפעת ממידת ההנאה שהתלמידים מפיקים מלימוד המקצוע, מהערך שהם מייחסים לו, ומהחשיבות שיש לו בעיניהם בחייהם בהווה ובעתיד. עמדות חיוביות כלפי מתמטיקה ומדעים עשויות להביא לידי הכרה בחשיבות השימוש בידע מתמטי ומדעי בתהליכי קבלת החלטות בנושאים אישיים ובנושאים ציבוריים, או לחלופין להיות מושפעות ממנה. הן גם מגדילות את הסיכוי שהתלמיד יבחר ללמוד את המקצועות הללו בעתיד וישתלב בעבודה במקצועות מבוססי ידע מתמטי וידע מדעי-טכנולוגי.

מחקר טימס עוסק בשלושה היבטים של המוטיבציה ללמוד, כפי שהם משתקפים בעמדות של תלמידים כלפי תחומי הדעת מתמטיקה ומדעים בכלל וכלפי לימוד תחומים אלו בבית הספר בפרט:

(1) מוטיבציה פנימית הקשורה לעניין אישי – מתייחסת לפעולות שנעשות מתוך עניין או מתוך הנאה אישית של התלמיד.

(2) מוטיבציה חיצונית הקשורה בערך ובתועלת שבלימוד – מתייחסת לפעולות שנעשות משום שהן מובילות לתוצאה שחפצים בה: הערכה מצד המורה, הישגים גבוהים, קבלה לאוניברסיטה טובה וקריירה טובה.

(3) אמונות בנוגע לעצמי כלומד – תחושת מסוגלות והצלחה המובילה להתמדה, להשקעת מאמצים ולמחויבות ללמידה.

פרק זה עוסק בשלושת ההיבטים האלה של מוטיבציה ללמוד ובהשפעתם האפשרית על הישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים, כפי שנמדדו על סמך שאלוני התלמידים והמורים במחקר טימס 2011. הנתונים מוצגים בהשוואה למדינות המשתתפות במחקר, וכן בניתוח פנים-ישראלי לפי מגזר שפה וסוג פיקוח, מגדר ורקע חברתי-כלכלי. בפרק מוצגות עמדות התלמידים בנוגע לתחומי הדעת מתמטיקה ומדעים בהתייחסות למספר היבטים: אם התלמיד אוהב (like) מתמטיקה/מדעים (1), מעריך אותם ומכיר בחשיבותם (value) (2) והאם הוא חש ביטחון (confident) ביכולתו ללמוד אותם (3). בפרק יוצג היבט נוסף המתייחס למידת המעורבות בשיעורים (4). היבט זה משקף את המוטיבציה של התלמיד ללמוד מתמטיקה ומדעים.. כמו כן יוצגו הציפיות של התלמידים לרכוש השכלה אקדמית בעתיד (5), שכן יש להניח כי גם הן משקפות את המוטיבציה/השאיפה של התלמידים להגיע להישגים.

5.1 כיצד נאסף המידע על עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים ועל ציפיותיהם להשכלה גבוהה?

עמדות התלמידים התקבלו בתשובה לשאלון שהועבר להם מיד עם סיום המבחן. מילוי השאלון ארך כ-30 דקות. השאלון כלל מספר שאלות לגבי כל אחד מארבעת ההיבטים שעליהם נשאלו (אהבת המקצוע, הערכתו, הביטחון ביכולת האישית, המעורבות בשיעורים), ושאלה אחת לגבי הציפיות של התלמיד באשר להשכלתו הגבוהה. מרבית השאלות (פרט לשאלה בדבר הציפיות לעתיד) נוסחו כהיגדים והתלמיד התבקש לציין באיזו מידה הוא מסכים עם כל היגד על סולם של ארבע דרגות (מאוד מסכים, מעט מסכים, מעט לא מסכים, מאוד לא מסכים; או סולם דומה המביע את מידת ההסכמה בשאלה ספציפית).

על מנת לקבץ את התשובות להיגדים השונים באשר לכל היבט תורגמו ארבעת קטגוריות התשובה האפשריות למספרים מ-1 (מאד לא מסכים) ועד 4 (מאד מסכים). לכל תלמיד חושב ממוצע תשובותיו על ההיגדים בכל היבט. ממוצע גבוה יותר שיקף עמדה חיובית יותר (אוהב יותר, מעריך יותר, מחשיב יותר, מעורב יותר).

בכל מדינה חושב ממוצע המדדים עבור כל היבט. המדדים הללו עברו טרנספורמציה כך שבכל מדד נקבע ממוצע המדינות לאפס וסטיית התקן ל-1. על הסולם קבעו מארגני המחקר שלוש דרגות לכל מדד. מאחר שהשיקולים לחלוקת הרצף של ציוני המדד לדרגות היו שונים בכל אחד מארבעת המדדים (בהתאם, למשל, למספר ההיגדים המרכיבים את המדד), לא מובאים כאן הערכים המדויקים. לפירוט כיצד נקבעה החלוקה בכל אחד מהמדדים ראה דוח טימס הבין-לאומי.⁵⁹

להלן פירוט ההיגדים בכל היבט:

מדד אוהב מתמטיקה ומדד אוהב מדעים *Students like mathematics/science* הורכבו מתוך **תשובות התלמידים** לחמישה היגדים. ההיגדים במתמטיקה היו: (1) אני נהנה ללמוד מתמטיקה; (2) הלוואי שלא הייתי חייב ללמוד מתמטיקה (היגד שקודד הפוך); (3) מתמטיקה היא מקצוע משעמם (היגד שקודד הפוך); (4) אני לומד הרבה דברים מעניינים במתמטיקה; (5) אני אוהב מתמטיקה. במדעים הוצגו לתלמידים אותם היגדים בהתאמה. לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשלוש דרגות: אוהב, די אוהב, לא אוהב.

מדד מעריך מתמטיקה ומדד מעריך מדעים *Students value mathematics/science* הורכבו מתוך תשובות התלמידים לחמישה היגדים העוסקים בתועלת לעתיד שבלימוד מתמטיקה/מדעים. ההיגדים במתמטיקה היו: (1) חשוב להצליח במתמטיקה; (2) אני חושב שלימודי המתמטיקה יעזרו לי בחיי היום-יום; (3) אני זקוק למתמטיקה כדי ללמוד מקצועות לימוד אחרים; (4) אני צריך ללמוד מתמטיקה כדי להתקבל לאוניברסיטה שאבחר ללמוד בה; (5) אני צריך ללמוד מתמטיקה כדי להתקבל לעבודה שארצה בה; (6) הייתי רוצה עבודה שנדרש בה שימוש במתמטיקה. במדעים הוצגו לתלמידים אותם היגדים בהתאמה. לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשלוש דרגות: מעריך, די מעריך, לא מעריך.

מדד בטוח ביכולת ללמוד מתמטיקה ומדד בטוח ביכולת ללמוד מדעים *Students confident in mathematics/science* הורכבו מתוך תשובות התלמידים לתשעה היגדים. ההיגדים במתמטיקה היו: (1) אני בדרך כלל מצליח במתמטיקה; (2) אני מתקשה במתמטיקה יותר מרבים מחבריי לכיתה (היגד שקודד הפוך); (3) מתמטיקה אינה מהמקצועות החזקים שלי (היגד שקודד הפוך); (4) אני לומד מהר דברים במתמטיקה; (5) מתמטיקה גורמת לי בלבול ועצבנות (היגד שקודד הפוך); (6) אני מצליח לפתור בעיות מתמטיות קשות; (7) המורה שלי חושב שאני יכול להצליח בשיעורי מתמטיקה שלומדים בהם חומר קשה; (8) המורה שלי אומר לי שאני טוב במתמטיקה; (9) קשה לי במתמטיקה יותר מבכל מקצוע אחר (היגד שקודד הפוך). במדעים הוצגו לתלמידים אותם היגדים בהתאמה. לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשלוש דרגות: בטוח, די בטוח, לא בטוח.

מדד מעורב בשיעורי מתמטיקה ומדד מעורב בשיעורי המדעים *Students engaged in lessons* הורכבו מתוך תשובות התלמידים לחמישה היגדים: (1) אני יודע מה המורה שלי מצפה ממני לעשות; (2) אני חושב על דברים שאינם קשורים לשיעור (היגד שקודד הפוך); (3) קל לי להבין את המורה שלי; (4) אני מתעניין במה שהמורה שלי אומר; (5) המורה שלי נותן לי לעשות דברים מעניינים במדעים הוצגו

⁵⁹ עמדות התלמידים כלפי מקצועות הלימוד מתמטיקה ומדעים מוצגות בפרק 8 בדוח הבין-לאומי, בקישורים הבאים:

<http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/international-results-mathematics.html>

<http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/international-results-science.html>

לתלמידים אותם היגדים בהתאמה. לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשלוש דרגות: מעורב, די מעורב, לא מעורב.

ציפיות תלמידים להשכלה גבוהה *Students' educational expectations* נבדקו באמצעות שאלה שבה התבקשו התלמידים לציין לאיזו רמת השכלה הם מצפים להגיע. התלמידים יכלו לענות לפי שש דרגות השכלה אפשריות (וניתנה להם האפשרות לסמן "לא יודע"). לצורך ניתוח הנתונים קובצו תשובות התלמידים לארבע רמות השכלה: (1) תואר שני ומעלה; (2) תואר ראשון; (3) השכלה על-תיכונית לא אקדמית; (4) השכלה תיכונית או פחות. ציפיות התלמידים כלליות ואינן מתייחסות לתחומי הדעת מתמטיקה ו/או מדעים.

5.2 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה במבט בין לאומי ופנים ישראלי

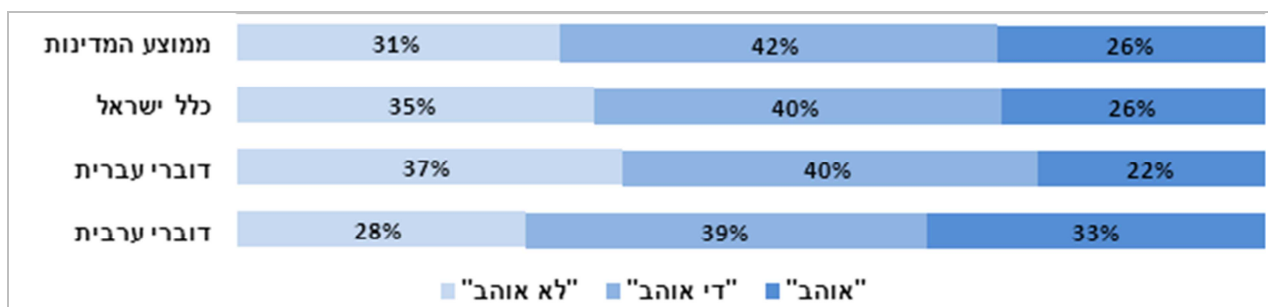
בראשית פרק זה העוסק בנתוני העמדות חשוב לזכור כי בניגוד למדד היכולת שהוא מדד אובייקטיבי הרי שמדדי האהבה, ההערכה, הביטחון והמעורבות בשיעור הם מדדים סובייקטיביים. לכן מדדים האלו יכולים להיות מושפעים מגורמים רבים ובפרט גורמים תרבותיים כמו: המידה שבה נהוג להחצין הצלחה ולהתגאות בה לעומת תרבות שבה מקובלת ענווה, וכמובן המידה בה מקובלת רצייה חברתית במענה על שאלות בשאלונים – בתרבויות אחדות מקובל להשיב באורח חיובי אם מתוך תפיסה חיובית ואם מתוך רצון לרצות את החוקרים ואת המערכת ובתרבויות אחרות מקובל לדווח ביתר ישירות או למשל להיות ביקורתי יותר כלפי המערכת.

5.2.1 מידת האהבה למתמטיקה

במדד **אוהב מתמטיקה** ישראל מדורגת, **במקום ה-22** במדרג המדינות, וכמו בממוצע המדינות המשתתפות, כרבע מהתלמידים בישראל (26%) דיווחו שהם אוהבים מתמטיקה. אף כי שיעור תלמידים זה אינו נראה גבוה, הוא גבוה משיעורם במדינות הדומות בהישגיהן לישראל. מתוכן, ארצות הברית היא הקרובה ביותר לישראל במדרג של מדד האהבה למתמטיקה ומדורגת במקום ה-28 (19% מהתלמידים אוהבים מתמטיקה), ואילו פינלנד נמצאת בתחתית המדרג במקום ה-39 ורק 10% מתלמידיה אוהבים מתמטיקה. מעניין לציין כי בראש המדרג נמצאות מדינות בעלות הישגים נמוכים או נמוכים יחסית, ואילו מדינות בעלות הישגים גבוהים כגון טיוואן, יפן וקוריאה הדרומית בתחתית הרשימה (במקומות 37, 40 ו-41, בהתאמה).

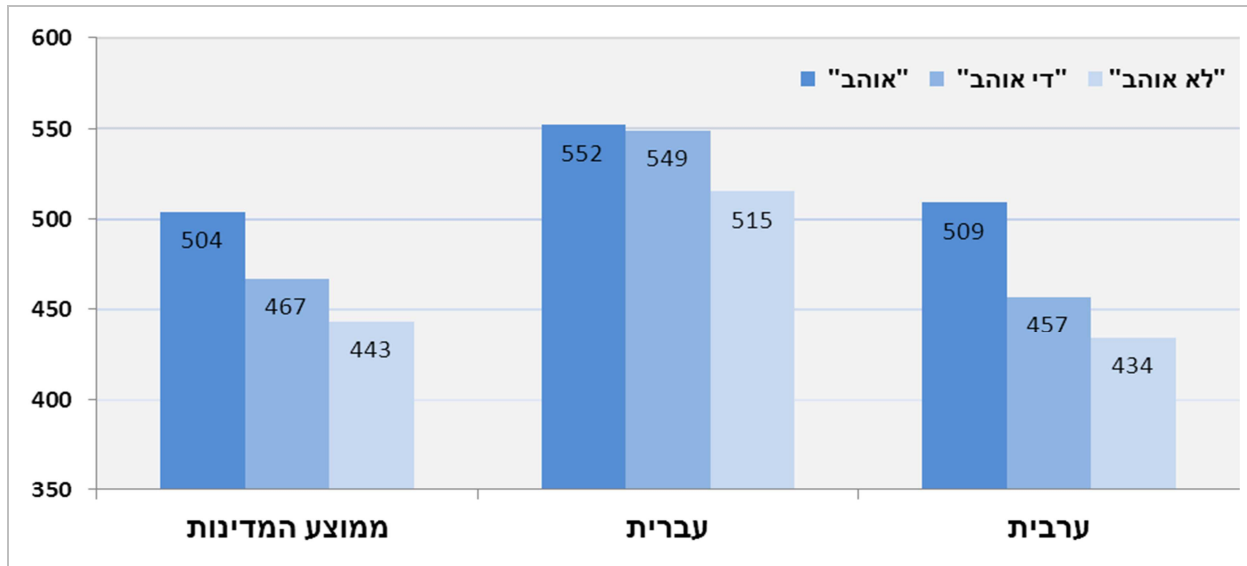
בתרשים 5.1 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מדד **אוהב מתמטיקה** בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי התפלגות התלמידים לפי מידת האהבה למתמטיקה בכלל ישראל אמנם דומה מאוד לממוצע המדינות המשתתפות, אך שונה בין מגזרי השפה: בבתי ספר דוברי ערבית, שיעור התלמידים המדווחים כי הם אוהבים מתמטיקה גבוה במידה ניכרת משיעורם בבתי ספר דוברי עברית (33% לעומת 22%, בהתאמה). תלמידים בבתי ספר דוברי עברית אוהבים מתמטיקה פחות מממוצע המדינות המשתתפות. עם זאת יש להתייחס לממצא זה בזהירות, שכן בדיווח עצמי של תלמידים קיימת לא פעם נטייה לרצייה חברתית, ומידת הנטייה הזאת עשויה להיות שונה במגזרי אוכלוסייה שונים.

תרשים 5.1: התפלגות התלמידים לפי מידת האהבה למתמטיקה



בתרשים 5.2 מוצגים הישגי התלמידים כפונקציה של מידת האהבה למתמטיקה, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים במתמטיקה לבין האהבה למתמטיקה. נמצא כי ברוב המדינות שהשתתפו במחקר, הישגי תלמידים שאוהבים מתמטיקה היו גבוהים מהישגי תלמידים ש"די אוהבים" מתמטיקה. התלמידים שאינם אוהבים מתמטיקה היו בעלי ההישגים הנמוכים ביותר. לעומת זאת, בישראל נמצא קשר חיובי אך נמוך (מתאם פירסון $r=0.17$) בין הישגי התלמידים במבחן טימס לבין מידת אהבתם למתמטיקה. קשר נמוך זה בא לידי ביטוי בנתונים המוצגים בתרשים. בבתי ספר דוברי ערבית, הפער בין אוהבי מתמטיקה לבין מי ש"די אוהבים" את המקצוע כפול מהפער בין מי ש"די אוהבים" את המקצוע לבין מי שאינם אוהבים אותו כלל (52 נקודות לעומת 23 נקודות, בהתאמה). בבתי ספר דוברי עברית דפוס הקשר שונה, ונראה כי הפער העיקרי בהישגים (34 נקודות - כשליש סטיית תקן) נמצא בין מי שאינם אוהבים מתמטיקה לבין מי שאוהבים מתמטיקה (בין אם "די אוהבים" ובין אם מאוד אוהבים).

תרשים 5.2: הישגי התלמידים לפי מידת האהבה למתמטיקה



5.2.2 מידת ההערכה למתמטיקה

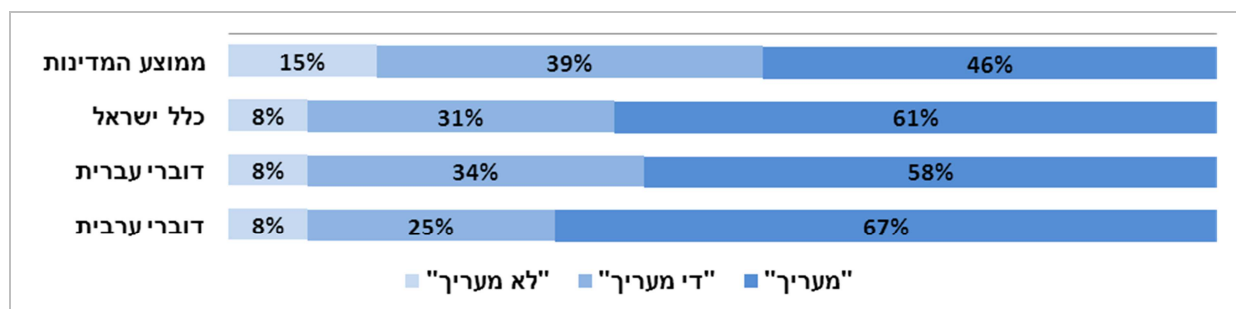
במדד **מעריך מתמטיקה** ישראל מדורגת במקום ה-9 במדרג המדינות. קרוב לשני שלישים מהתלמידים בישראל (61%) מכירים בערך המתמטיקה ובחשיבותה. שיעור זה גבוה במידה ניכרת מהשיעור המקביל בממוצע המדינות המשתתפות (46%). כך או כך, חשוב לשים לב כי בממוצע המדינות המשתתפות, שיעור התלמידים שמעריכים מתמטיקה כמעט כפול משיעור התלמידים שאוהבים מתמטיקה (46% לעומת 26%,

בהתאמה). הדבר מעיד כי גם תלמידים שאינם אוהבים מקצוע זה מעריכים את חשיבותם של לימודי המתמטיקה לעתידם.

בדומה למדד "אוהב מתמטיקה", המדינות הדומות בהישגיהן לישראל מדורגות נמוך מישראל במדד "מעריך מתמטיקה". מתוך המדינות הללו, ארצות הברית היא הקרובה ביותר במדרג לישראל - היא מדורגת במקום ה-16 (51% מתלמידיה מעריכים מתמטיקה), ואילו פינלנד נמצאת בתחתית המדרג, במקום ה-39 (15% מתלמידיה מעריכים מתמטיקה). ושוב, כמו במדד האהבה למתמטיקה, גם כאן נמצאות בראש המדרג דווקא מדינות בעלות הישגים נמוכים במתמטיקה, ואילו במדינות מזרח אסיה, בעלות ההישגים הגבוהים ביותר מדורגות במקום נמוך (סינגפור מדורגת במקום ה-31, וקוריאה הדרומית, טיוואן ויפן נמצאות בתחתית המדרג במקומות ה-40-42, בהתאמה).

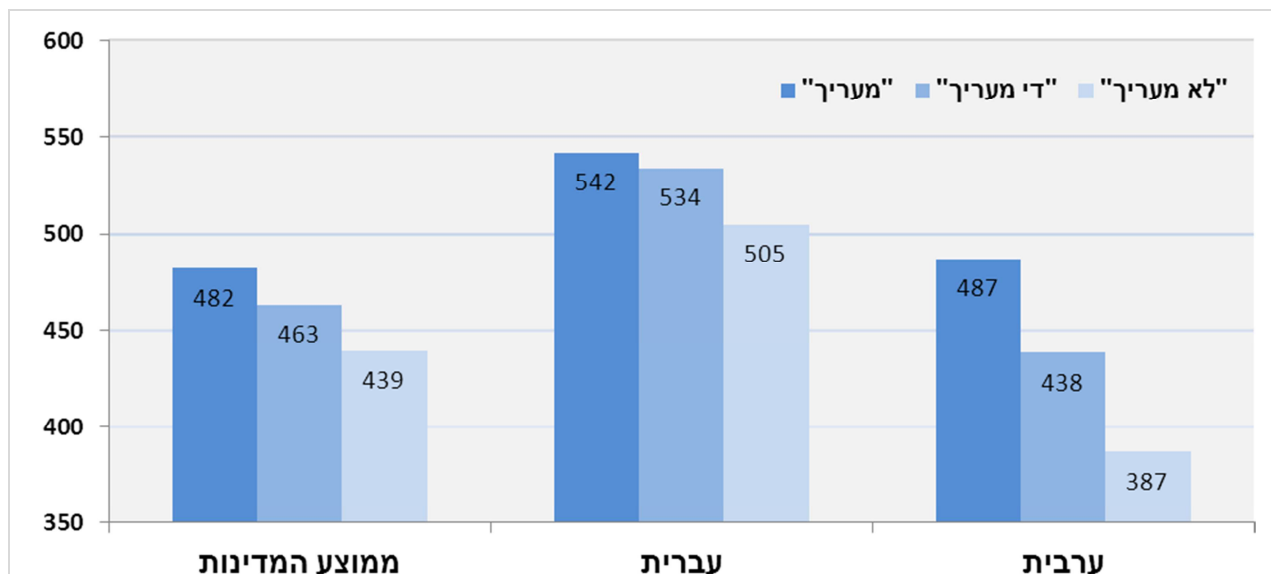
בתרשים 5.3 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מדד ההערכה למתמטיקה בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי כמו במדד האהבה למקצוע, שיעור התלמידים בישראל שמעריכים מתמטיקה גבוה בבתי ספר דוברי ערבית משיעורם בבתי ספר דוברי עברית (67% לעומת 58%, בהתאמה).

תרשים 5.3: התפלגות התלמידים לפי מידת ההערכה למתמטיקה



בתרשים 5.4 מוצגים הישגי התלמידים כפונקציה של מידת ההערכה למתמטיקה בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין המידה שבה הם מכירים בערך המתמטיקה. בישראל נמצא קשר חיובי נמוך (מתאם פירסון $r=0.13$) בין הישגי התלמידים במבחן טימס לבין מידת ההערכה למתמטיקה. בבתי ספר דוברי ערבית הפער בין הישגי התלמידים המעריכים מתמטיקה להישגי מי שמעריכים את המקצוע אך רק במידה מוגבלת ("די מעריכים") עמד על כ-50 נקודות (כחצי סטיית תקן), וכך גם הפער בין מי ש"די מעריכים" את המקצוע למי שאינם מעריכים אותו כלל (אף כי הקבוצה האחרונה קטנה יחסית רק - כ-8% מהתלמידים). לעומת זאת, בדומה למדד האהבה למתמטיקה, בבתי ספר דוברי עברית הפער העיקרי בהישגים (כ-30 נקודות - כשליש סטיית תקן) נמצא בין מי שמעריכים מתמטיקה לבין מי שמעריכים מקצוע זה רק במידה מסוימת, ולעומת זאת לא נמצא הבדל של ממש בהישגים בין מי שמעריכים מתמטיקה ומכירים בחשיבותה במידה מוגבלת לבין מי שמדווחים על הערכתם למקצוע (די מעריכים לעומת מעריכים).

תרשים 5.4: הישגי התלמידים לפי מידת ההערכה למתמטיקה

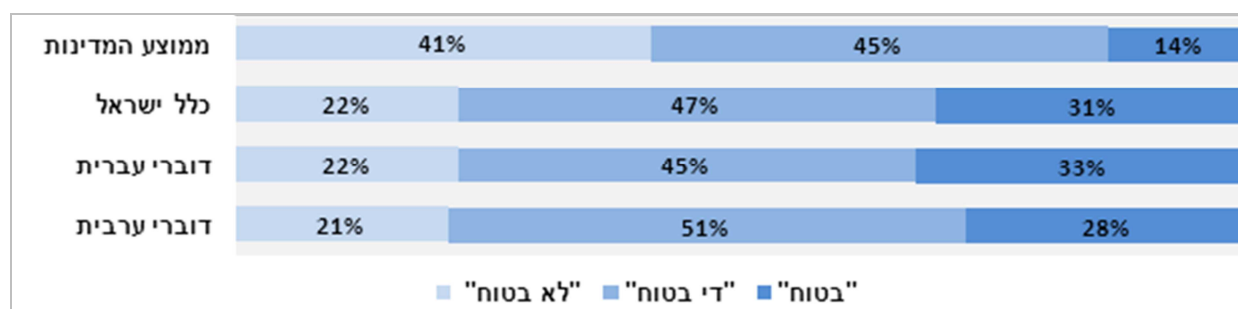


5.2.3 הביטחון ביכולת במתמטיקה

נראה שאחד הממצאים המעניינים ביותר בישראל הוא היותה מדורגת במקום הראשון במדרג המדינות המשתתפות במדד בטוח ביכולת במתמטיקה. 31% מהתלמידים בישראל מדווחים כי הם בטוחים ביכולתם במתמטיקה, לעומת 14% מהתלמידים בלבד בממוצע המדינות המשתתפות. מקרב המדינות הדומות בהישגיהן לישראל, ארצות הברית מדורגת מיד אחרי ישראל במקום השני (24% מתלמידיה בטוחים ביכולתם), אוסטרליה במקום העשירי, ואחריהן ניו זילנד (במקום ה-14), הונגריה (16), אנגליה (17) ופינלנד (במקום ה-20, רק 15% מתלמידיהם בטוחים ביכולתם במקצוע זה). באופן מעניין, מדינות מזרח אסיה, בעלות ההישגים הגבוהים ביותר במתמטיקה, מדורגות במדד זה במקום נמוך במדרג המדינות: סינגפור במקום ה-26 (14% מתלמידיה בטוחים ביכולתם), לעומתה טיוואן, קוריאה הדרומית ויפן בתחתית הרשימה (במקומות ה-36, 38 ו-41, בהתאמה), ורוסיה, בעלת ההישגים הגבוהים, במקום ה-31. ממצאים אלו מדגישים שוב כי קיימים הבדלים תרבותיים המשפיעים על האופן שבו תלמידים תופסים את עצמם ו/או מדווחים על עצמם, ללא קשר לרמת הישגיהם. על כן יש להיזהר בהשוואת נתונים אלו בין מדינות, בין תרבויות, ובין קבוצות אוכלוסייה בתוך מדינות.

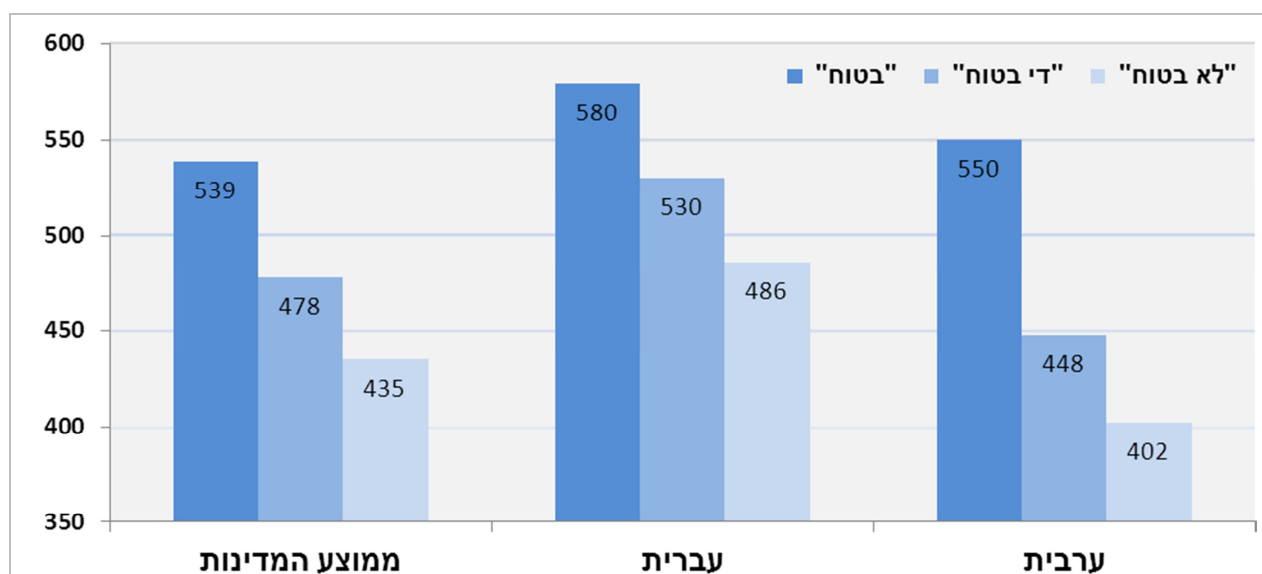
בתרשים 5.5 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מידת הביטחון של תלמידים ביכולתם במתמטיקה בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי במדד זה התפלגות התלמידים בשני מגזרי השפה דומה. בבתי ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים הבטוחים ביכולתם גבוה במידת מה משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית (33% לעומת 28%, בהתאמה).

תרשים 5.5: התפלגות התלמידים לפי מידת הביטחון ביכולת במתמטיקה



בתרשים 5.6 מוצגים הישגי התלמידים כפונקציה של מידת הביטחון ביכולת במתמטיקה, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין הביטחון ביכולת במתמטיקה. בישראל, שבה שיעור התלמידים המדווחים על ביטחון ביכולתם במתמטיקה הוא הגבוה ביותר, נמצא קשר חיובי (מתאם פירסון $r=0.44$) בין הישגי התלמידים במבחן טימס לבין מידת הביטחון ביכולת במתמטיקה. בבתי ספר דוברי עברית נמצא כי תלמידים שבטוחים ביכולתם במתמטיקה הגיעו להישגים גבוהים ב-50 נקודות (חצי סטיית תקן) מתלמידים "די בטוחים", והפער בין התלמידים שהם "די בטוחים" ביכולתם למי שכלל לא בטוחים ביכולתם היה אף הוא קרוב לחצי סטיית תקן (44 נקודות). בבתי ספר דוברי ערבית, פער ההישגים בין התלמידים הבטוחים ביכולתם במתמטיקה לבין התלמידים שהם "די בטוחים" היה פי שניים מזה - כ-100 נקודות (סטיית תקן שלמה), ואילו הפער בין מי ש"די בטוחים" ביכולתם למי שכלל לא בטוחים ביכולתם היה קרוב לחצי סטיית תקן (46 נקודות). מגמה זו מעידה כי מכל מדדי המוטיבציה ללמידת מתמטיקה, מדד "בטוח ביכולת" במתמטיקה קשור קשר חזק ביותר להישגים בישראל. עם זאת יש לזכור כי הקשר אינו מלמד על יחסי סיבה תוצאה, וייתכן שההשפעה דו-כיוונית: מצד אחד תלמידים שבטוחים יותר ביכולתם מגיעים להישגים גבוהים יותר בזכות ביטחונם, ומהצד האחר תלמידים שמצליחים יותר מודעים להצלחתם ומרגישים בטוחים יותר ביכולתם (ובישראל הם גם מרשים לעצמם לדווח על כך).

תרשים 5.6: הישגי התלמידים לפי מידת הביטחון ביכולת במתמטיקה



5.2.4 מעורבות בשיעורי המתמטיקה

בדומה למדד האהבה למתמטיקה, במדד **מעורב בשיעורי המתמטיקה** ישראל מדורגת במקום ה-21 במדרג המדינות. בישראל, כמו בממוצע המדינות המשתתפות, כרבע מהתלמידים דיווחו שהם מעורבים מאוד בשיעורי המתמטיקה. כמו כן, הדפוס שעולה מניתוח הקשר בין הישגי התלמידים לבין מידת מעורבותם בשיעור דומה לדפוס שנמצא בעבור מדד אוהב מתמטיקה, ולפיכך הנתונים אינם מוצגים בגרף. בדומה למדד אהבת המתמטיקה, בישראל נמצא קשר חיובי נמוך (מתאם פירסון $r=0.09$) בין הישגי התלמידים במבחן טימס לבין מידת מעורבותם בשיעורי המתמטיקה. עם זאת, בבתי ספר דוברי ערבית, המתאם בין הישגי התלמידים לבין מעורבותם בשיעורים גבוה מהמתאם המקביל בבתי ספר דוברי עברית ($r=0.28$) לעומת $r=0.1$ (בהתאמה), מה שמעיד כי בבתי ספר דוברי ערבית, ובפרט בקרב הבנים ($r=0.31$), המעורבות בשיעור מתמטיקה קשורה להישגים במקצוע זה יותר מבבתי ספר דוברי עברית. על הבדלי מגדר ראה סעיף 5.2.5 להלן.

5.2.5 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה - במבט פנים-ישראלי לפי מגדר

בחינת עמדות התלמידים בישראל לפי מגדר מעלה כי בבתי ספר דוברי עברית, שיעור הבנים המחזיקים בעמדות חיוביות כלפי מקצוע המתמטיקה גבוה במידת מה משיעור הבנות, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית, שיעור הבנות המחזיקות בעמדות חיוביות כלפי מקצוע זה גבוה במידה ניכרת משיעורם של הבנים (הנתונים אינם מוצגים בתרשים).

5.2.6 עמדות התלמידים כלפי המתמטיקה - במבט פנים-ישראלי בבתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח

מהשוואה בין סוגי הפיקוח בכל אחד ממדדי העמדות כלפי מתמטיקה עולה כי בשני סוגי הפיקוח התפלגות התלמידים בשלוש הרמות בכל אחת מהמדדים שנסקרו לעיל דומה מאוד, ובכלל זה דומים גם שיעורי התלמידים המחזיקים בעמדות חיוביות בכל אחד מהמדדים.

גם דפוס הקשר בין הישגי התלמידים לבין עמדותיהם דומים בשני סוגי הפיקוח. בפיקוח הממלכתי-דתי בולט יותר כי עיקר ההבדל בהישגים נמצא בין תלמידים שלא מעריכים מתמטיקה לבין חבריהם שמעריכים מתמטיקה במידה מסוימת. בפיקוח הממלכתי-דתי ההבדל עומד על 50 נקודות (מחצית סטיית תקן), ואילו בפיקוח הממלכתי הפער הוא 20 נקודות בלבד.

5.2.7 האם חל שינוי בעמדות התלמידים כלפי המתמטיקה לעומת מחקר 2007?

השינויים בהישגי התלמידים במתמטיקה בישראל במחקר הנוכחי, בהשוואה למחקר טימס 2007 (ראה פרק 4), מזמנים לבחון אם בהתאם לזה השתנו גם העמדות והתפיסות של התלמידים בנוגע למוטיבציה שלהם ללמוד את המקצוע (אהבת מתמטיקה, הכרה בערך ובחשיבות של מתמטיקה, ביטחון ביכולת ללמוד מתמטיקה).⁶⁰

כאמור, במחקר הנוכחי ישראל מדורגת במקום ה-22 במדרג המדינות במדד אהבת המתמטיקה, במקום התשיעי במדד הערכת מתמטיקה, ובמקום הראשון במדד הביטחון ביכולת. לעומת זאת, במחקר 2007, שבו

⁶⁰ בפרק 4 הוצג השינוי בהישגי התלמידים לאורך ארבעת מחזורי המחקר בהם השתתפה ישראל מאז 1999. לעומת זאת, בסעיף זה מוצגת ההשוואה בין עמדות התלמידים בישראל בשני מחזורי המחקר האחרונים בלבד (2007 ו-2011), זאת מכיוון שבין מחזורי המחקר השונים חלו שינויים בהיבטים שנבדקו ובסוג ההיגדים (ראה הסבר נוסף בתיבה 5.2).

השתתפו 49 מדינות, דורגה ישראל במקום ה-28 (מתוך 49 מדינות) במדד אהבת המתמטיקה, במקום ה-31 במדד הערכת המתמטיקה, ואילו במדד הביטחון ביכולת במתמטיקה, בדיוק כמו במחקר 2011, דורגה ישראל ראשונה מתוך כלל המדינות המשתתפות. כך, על פניו דומה כי בין 2007 ל-2011, עלתה בעיקר ההערכה של התלמידים כלפי מקצוע המתמטיקה והחשיבות שהם מייחסים לו.

תיבה 5.2: כיצד נעשתה ההשוואה בין תשובות התלמידים בשתי שנות המחקר?

השוואת המדדים בין שני מחזורי המחקר היא משימה מורכבת: ההיגדים ששימשו במחקר טימס 2011 להרכבת המדדים של עמדות התלמידים לא היו זהים להיגדים במחקר 2007, מה שמנע את האפשרות להשוות ישירות בין מערכי המדדים בשני מחזורי המחקר. כדי לעקוף מכשול זה נבחרו להשוואה היגדים ששימשו בשני המחקרים כמתואר להלן.

בעבור כל אחד מהמדדים ששימשו בשני המחקרים נבחר להשוואה היגד יחיד שנמצא באותו ניסוח בדיוק בשני מחזורי המחקר ומייצג ככל האפשר מבחינת תוכנו את המדד כולו. בעבור כל אחד מההיגדים נבדק שיעור התלמידים ש"מסכימים מאוד" עם הנאמר בו.

לייצוג המדד "אוהב מתמטיקה" נבחר ההיגד "אני אוהב מתמטיקה"; לייצוג המדד "מעריך מתמטיקה" נבחר ההיגד "אני צריך להצליח במתמטיקה כדי להתקבל לאוניברסיטה", המייצג את התועלת לעתיד שבלימוד מתמטיקה; לייצוג המדד "בטוח ביכולת במתמטיקה" נבחר ההיגד "אני לומד מהר דברים במתמטיקה". המדד "מעורבות בשיעורי מתמטיקה" נוסף במחקר 2011. עם זאת נבדקו גם מדדים אחרים, והתוצאות היו דומות לתוצאות המוצגות בסעיף זה.

ההשוואה בין עמדות התלמידים בישראל בשני מחזורי המחקר (2007 ו-2011) לפי מגזר שפה נעשתה באמצעות חישוב של שיעור המשיבים על היגדים ספציפיים שנבחרו לייצג את המדדים האמורים (ראה **תיבה 5.2**). **בלוח 5.1** מוצג שיעור התלמידים ש"מסכימים מאוד" עם כל אחד מההיגדים המייצגים את כל אחד מהמדדים, בשנים 2007 ו-2011, לפי מגזר שפה. מהנתונים בטבלה עולה כי בבתי ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים שמסכימים מאוד כי הם אוהבים מתמטיקה (כרבע מהתלמידים) עלה מעט בין השנים 2007 ו-2011 (23% לעומת 26%, בהתאמה), ואילו בבתי ספר דוברי ערבית ירד שיעורם במקצת בשנים אלו (46% לעומת 42%, בהתאמה). לעומת זאת, בשני מגזרי השפה עלה שיעור התלמידים שמסכימים מאוד כי הצלחה במתמטיקה תועיל להם בעתיד (בבתי ספר דוברי עברית - 63% לעומת 79%, בהתאמה; בבתי ספר דוברי ערבית - 61% לעומת 76%, בהתאמה). כן עלה שיעור התלמידים שבטוחים ביכולתם ללמוד מתמטיקה (בבתי ספר דוברי עברית - 31% לעומת 41%, בהתאמה; בבתי ספר דוברי ערבית - 36% לעומת 45%, בהתאמה). במילים אחרות, דומה כי אם חל שינוי בעמדות ובתפיסות של תלמידים בשני מגזרי השפה כלפי לימוד מתמטיקה, אין הוא טמון באהבת המקצוע דווקא, אלא בהכרה שלהן בחשיבותו ובתועלת שבו לעתידם. התלמידים בישראל של 2011 משוכנעים יותר מעמיתיהם ב-2007 כי חשוב ללמוד מתמטיקה ובטוחים ביכולתם ללמוד מקצוע זה.

לוח 5.1: השוואה בין עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה בשנים 2007 ו-2011 לפי מגזר שפה - שיעור התלמידים ה"מסכימים מאוד" עם היגדים המייצגים את מדדי העמדות

שם המדד		היגד שמייצג את המדד		בתי"ס דוברי עברית		בתי"ס דוברי ערבית	
				2011	2007	2011	2007
אוהב מתמטיקה*		"אני אוהב מתמטיקה"		26%	23%	42%	46%
מעריך מתמטיקה		"אני צריך ללמוד מתמטיקה כדי להתקבל לאוניברסיטה"		79%	63%	76%	61%
בטוח ביכולת במתמטיקה		"אני לומד מהר דברים במתמטיקה"		41%	31%	45%	36%

* במחקר טימס 2007 כונה מדד זה "יחס חיובי למתמטיקה"

5.3 עמדות התלמידים כלפי מדעים במבט בין לאומי ופנים ישראלי

במחקר טימס מוצגים שני מדרגי מדינות נפרדים בעבור עמדות התלמידים כלפי מקצוע הלימוד מדעים – מדרג בעבור המדינות, ובהן ישראל, שבהן נהוג ללמד מדעים כמקצוע אינטגרטיבי הכולל את תחומי הדעת השונים במדעים (26 מדינות מתוך 42 המדינות המשתתפות), ומדרג בעבור המדינות שבהן נהוג ללמד מדעים לפי תחומי הדעת כמקצועות נפרדים (16 מדינות). כך, במדרג שבו מוצגת ישראל מוצגות גם מדינות מזרח אסיה, שהישגיהן גבוהים מהישגי ישראל, אך לא מוצגות בו המדינות ליטא, שוודיה והונגריה, הדומות בהישגיהן לישראל, וכן רוסיה, שהישגיה גבוהים מהישגי ישראל.

בראשית סעיף זה העוסק בנתוני העמדות במדעים חשוב להזכיר כי מדדי האהבה, ההערכה הביטחון והמעורבות בשיעור הם מדדים סובייקטיביים, ולכן יכולים להיות מושפעים מגורמים רבים ובפרט גורמים תרבותיים כמו המידה שבה נהוג להחצין הצלחה ולהתגאות בה לעומת תרבות שבה מקובלת ענווה, וכמובן המידה בה באה לידי ביטוי רצייה חברתית במענה על שאלות בשאלונים.

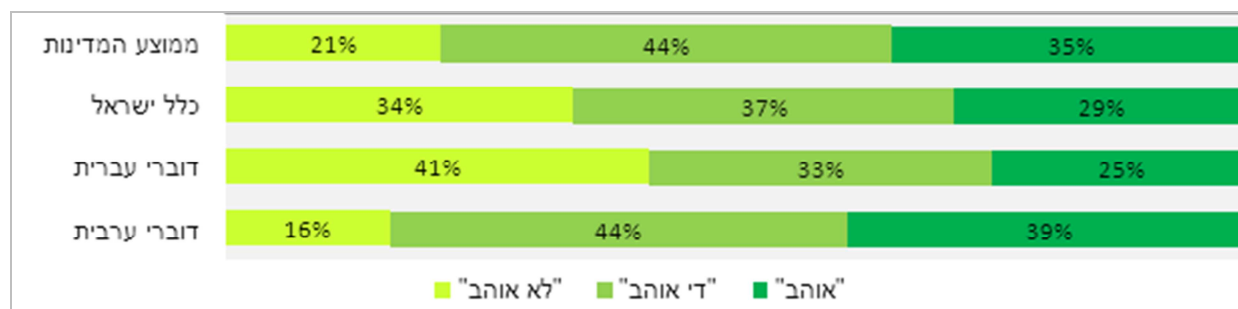
5.3.1 מידת האהבה למדעים

במדד **אוהב מדעים** ישראל מדורגת **במקום ה-18** במדרג המדינות, ושיעור התלמידים בה המדווחים שהם אוהבים מדעים נמוך מעט משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (29% ו-33%, בהתאמה). אף כי שיעור זה אינו נראה גבוה, הוא גבוה יחסית למדינות הדומות בהישגיהן לישראל: מתוך מדינות אלו, ארצות הברית מדורגת במקום ה-19 ושיעור התלמידים שאוהבים בה מדעים זהה לשיעורם בישראל, ואילו אוסטרליה וניו זילנד מדורגות במקומות ה-22 וה-23, בהתאמה. מעניין לציין כי בראש המדרג נמצאות מדינות בעלות הישגים נמוכים, ואילו מדינות מזרח אסיה, בעלות ההישגים הגבוהים ביותר במתמטיקה, אינן בעלות דפוס אחיד בנוגע למדד זה: סינגפור מדורגת במקום ה-11, הונג-קונג במקום ה-20, ואילו טייוואן, קוריאה הדרומית ויפן בתחתית הרשימה (במקומות ה-24 וה-26, בהתאמה).

בתרשים 5.7 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מדד **אוהב מדעים** בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי בישראל, שיעור התלמידים שאוהבים מדעים נמוך מהשיעור המקביל בממוצע המדינות המשתתפות, וכן שהתפלגותם לפי מידת האהבה למדעים שונה בין מגזרי השפה: בבתי

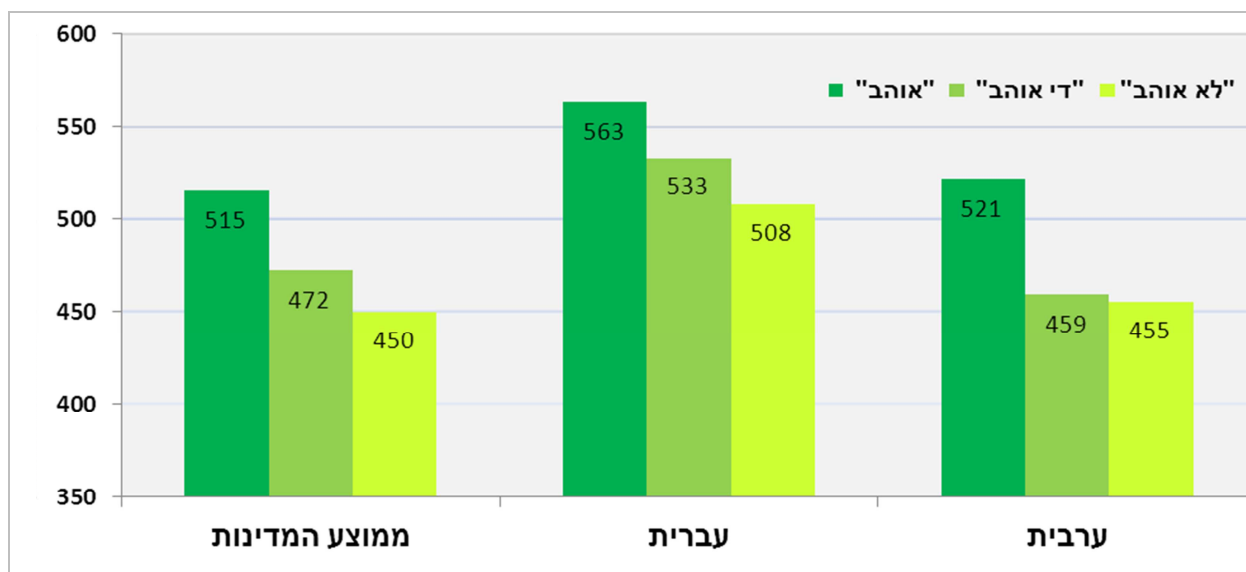
ספר דוברי עברית שיעור התלמידים שאוהבים מדעים נמוך מהשיעור המקביל בממוצע המדינות המשתתפות (או לפחות הם מוכנים פחות להכיר בזה), ואילו בבתי ספר דוברי עברית שיעור התלמידים המדווחים כי הם אוהבים מדעים גבוה במידה ניכרת משיעורם בבתי ספר דוברי עברית (39% לעומת 25%, בהתאמה). עם זאת יש להתייחס לממצא זה בזהירות, שכן בדיווח עצמי של תלמידים קיימת לא פעם נטייה לרצייה חברתית, ומידת הנטייה הזאת עשויה להיות שונה במגזרי אוכלוסייה שונים.

תרשים 5.7: התפלגות התלמידים לפי מידת האהבה למדעים



בתרשים 5.8 מוצגים הישגי התלמידים כפונקציה של מידת האהבה למדעים, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין האהבה למדעים. מהמחקר עלה כי ברוב המדינות המשתתפות, תלמידים שאוהבים מדעים הגיעו להישגים גבוהים בהשוואה לתלמידים ש"די אוהבים" מדעים. התלמידים שאינם אוהבים מדעים היו בעלי הישגים הנמוכים ביותר. בישראל נמצא קשר חיובי נמוך (מתאם פירסון $r=0.21$) בין הישגי התלמידים לבין האהבה למדעים. בבתי ספר דוברי עברית. הפער בין תלמידים שאוהבים את מקצוע המדעים לבין התלמידים שאוהבים אותו רק במידת מה ("די אוהבים") עומד על 30 נקודות, והפער בין תלמידים שאוהבים את המקצוע במידת מה לבין מי שלא אוהבים אותו כלל עומד על 25 נקודות. בבתי ספר דוברי ערבית דפוס הקשר שונה, ונראה כי הפער העיקרי בהישגים (כ-70 נקודות - כשלושת רבעי סטיית תקן) נמצא בין התלמידים שאוהבים מאוד את מקצוע המדעים לבין מי שאוהבים אותו במידה מסוימת או לא אוהבים כלל.

תרשים 5.8: הישגי התלמידים לפי מידת האהבה למדעים



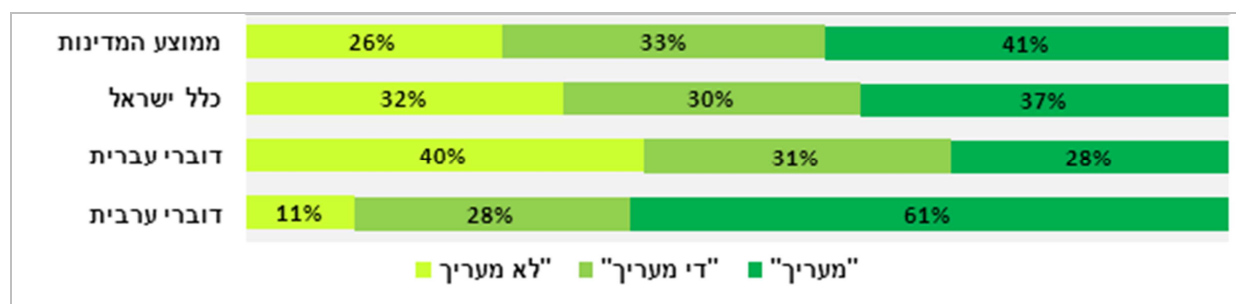
5.3.2 מידת ההערכה למדעים

במדד מעריך מדעים ישראל מדורגת במקום ה-17 במדרג המדינות. 37% מהתלמידים בישראל מכירים בערך המדעים ובחשיבותם - שיעור נמוך במעט מהשיעור המקביל בממוצע המדינות המשתתפות (41%). כך או כך, חשוב לשים לב כי שיעור התלמידים שמעריכים מדעים בממוצע המדינות המשתתפות גבוה אך במעט משיעור התלמידים שאוהבים מדעים (41% לעומת 35%, בהתאמה).

בדומה למדד אוהב מדעים, גם במדד מעריך מדעים ארצות הברית מדורגת במקום אחד נמוך מישראל (המקום ה-18, 36% מתלמידיה מעריכים מדעים). ניו זילנד מדורגת במקום ה-19, ואוסטרליה במקום ה-21. ושוב, כמו במדד האהבה למדעים, בראש המדרג נמצאות דווקא מדינות בעלות הישגים נמוכים במדעים, ואילו מדינות מזרח אסיה, בעלות ההישגים הגבוהים ביותר, נמצאות בתחתית המדרג (הונג קונג, קוריאה הדרומית, טייוואן ויפן במקומות ה-20, 23, 25 ו-26, בהתאמה). תוצאות אלו מרמזות כי ייתכן שהנטייה להשיב באופן חיובי יותר או פחות על שאלות בדבר עמדות היא עניין תלוי תרבות.

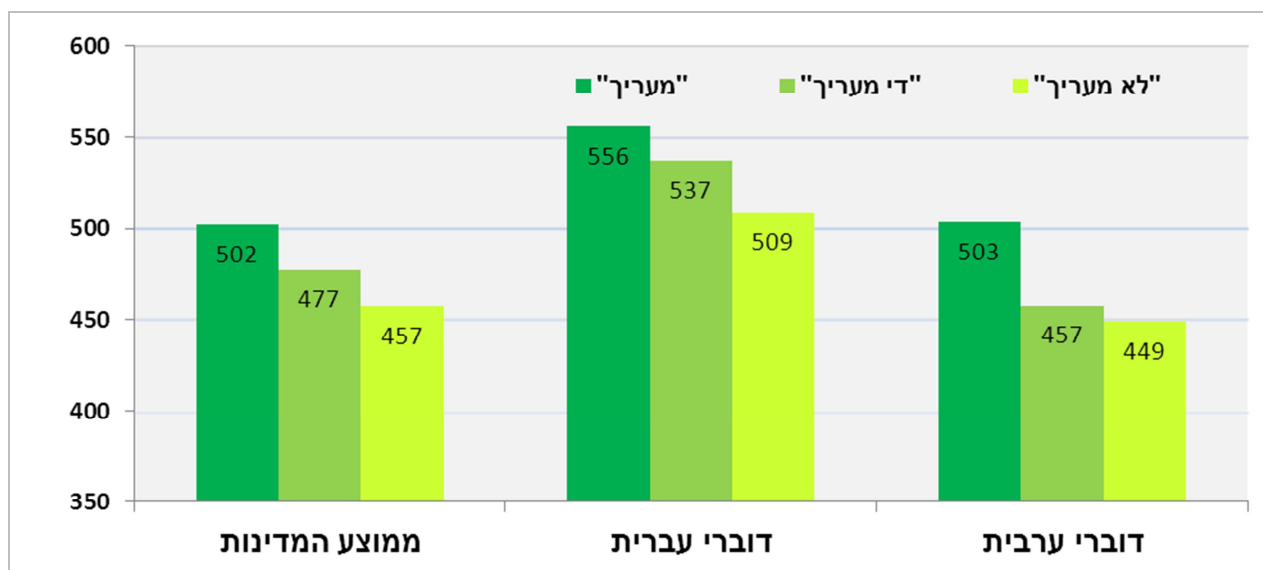
בתרשים 5.9 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מדד ההערכה למדעים בכלל ישראל, בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי ערבית, שיעור התלמידים שמעריכים מדעים גבוה פי שניים ויותר משיעורם בבתי ספר דוברי עברית (61% לעומת 28%, בהתאמה). הבדל זה בין מגזרי השפה בולט אף יותר מההבדל במדד אוהב מתמטיקה. עם זאת, כמו במדד אוהב מדעים, גם כאן יש להתייחס לממצא זה בזהירות, שכן בדיווח עצמי של תלמידים קיימת לא פעם נטייה לרצייה חברתית, ומידת הנטייה הזאת עשויה להיות שונה במגזרי אוכלוסייה שונים.

תרשים 5.9: התפלגות התלמידים לפי מידת ההערכה למדעים



בתרשים 5.10 מוצגים הישגי התלמידים כפונקציה של מידת ההערכה למדעים, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין מידת הערכתם למדעים. בישראל נמצא קשר חיובי נמוך (מתאם פירסון $r=0.14$). בבתי ספר דוברי עברית פער ההישגים בין מי שמעריכים את מקצוע המדעים לבין מי שמעריכים את המקצוע במידה מוגבלת קטן במידת מה מפער ההישגים בין מי שמעריכים את מקצוע המדעים במידה מוגבלת לבין מי שאינם מעריכים אותו כלל (19 נקודות לעומת 28 נקודות, בהתאמה). לעומת זאת, בבתי ספר דוברי ערבית, דפוס הקשר שונה, ונראה כי פער העיקרי בהישגים (כ-50 נקודות) נמצא בין תלמידים שאוהבים מאוד מדעים לבין מי שאוהבים את המקצוע במידה מסוימת או לא אוהבים אותו כלל.

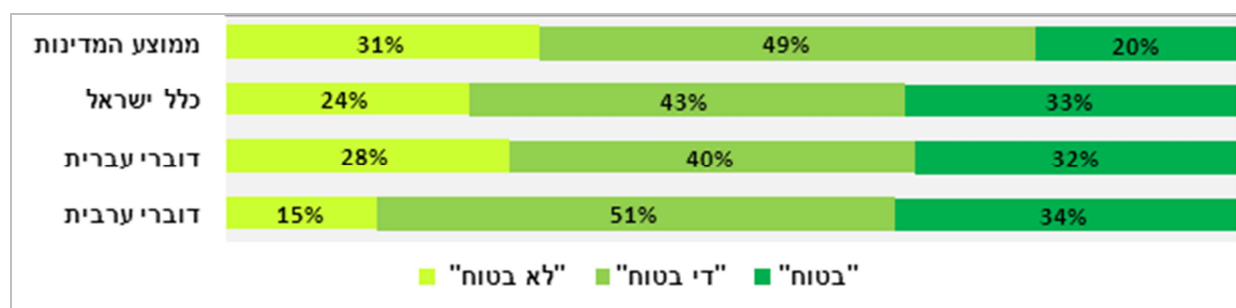
תרשים 5.10: הישגי התלמידים לפי מידת ההערכה למדעים



5.3.3 הביטחון ביכולת במדעים

נראה שאחד הממצאים המעניינים ביותר בישראל הוא היותה מדורגת **שלישית** במדרג המדינות המשתתפות, על פי מדד **בטוח ביכולת במדעים**. 33% מהתלמידים בישראל מדווחים כי הם בטוחים ביכולתם במדעים, לעומת 20% בלבד בממוצע המדינות המשתתפות. מקרב המדינות הדומות בהישגיהן לישראל, ארצות הברית היא הקרובה ביותר במדד זה לישראל, והיא מדורגת במקום העשירי (26% מתלמידיה בטוחים ביכולתם במדעים). אוסטרליה וניו זילנד נמצאות במקומות ה-17 וה-19. מדינות מזרח אסיה, בעלות ההישגים הגבוהים ביותר במדעים, מדורגות במדד זה נמוך במדרג המדינות המשתתפות. הגבוהה שבהן היא סינגפור, במקום ה-18, ואחריה הונג קונג וטייוואן (במקומות ה-21 וה-22, בהתאמה), קוריאה הדרומית (24) ויפן (26). שוב, ממצאים אלו מלמדים כי קיימים הבדלים תרבותיים המשפיעים על האופן שבו תלמידים תופסים את עצמם ו/או מדווחים על עצמם, ללא קשר לרמת הישגיהם. על כן יש להיזהר בהשוואת נתונים אלו בין מדינות, בין תרבויות, ובין קבוצות אוכלוסייה בתוך מדינות.

תרשים 5.11: התפלגות התלמידים לפי מידת הביטחון ביכולת במדעים

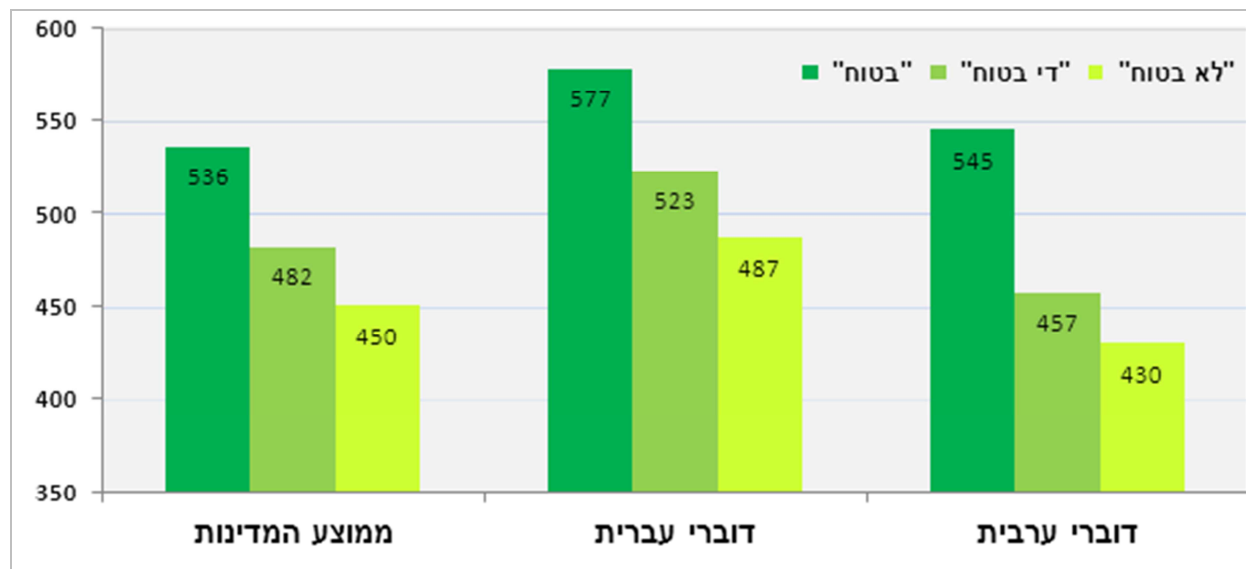


בתרשים 5.11 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מידת הביטחון שלהם ביכולתם במדעים בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בתרשים אפשר לראות כי בשני מגזרי השפה, כשליש מהתלמידים בטוחים מאוד ביכולתם במדעים, אולם שיעור התלמידים שאינם בטוחים כלל ביכולתם גבוה פי שניים כמעט בבתי ספר דוברי עברית, בהשוואה לבתי ספר דוברי ערבית (28% לעומת 15%, בהתאמה).

בבתי ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים הבטוחים ביכולתם גבוה במידת מה, משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית (33% לעומת 28%, בהתאמה).

בתרשים 5.12 מוצגים הישגי התלמידים כפונקציה של מידת הביטחון ביכולתם במדעים, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין הביטחון ביכולתם במדעים. בישראל, שבה שיעור גבוה ביותר של התלמידים מדווחים על ביטחון ביכולתם במדעים, נמצא קשר חיובי (מתאם פירסון $r=0.40$) בין ההישגים במבחן טימס לבין מידת הביטחון ביכולת במדעים. בשני מגזרי השפה. פער ההישגים בין התלמידים הבטוחים ביכולתם לבין התלמידים שהם "די בטוחים" גדול מפער ההישגים שבין מי ש"די בטוחים" לבין מי שאינם בטוחים כלל בבתי ספר דוברי עברית - פער של 54 נקודות לעומת 36 נקודות, בהתאמה; בבתי ספר דוברי ערבית הפער גדול יותר - 88 נקודות לעומת 27 נקודות, בהתאמה. מגמה זו מעידה כי מכל מדדי המוטיבציה ללמידת מדעים, מדד ה"ביטחון" הוא שקשור קשר חזק ביותר להישגים. עם זאת יש לזכור כי הקשר אינו מלמד על יחסי סיבה תוצאה, וייתכן כי ההשפעה היא דו-כיוונית: מצד אחד תלמידים שבטוחים יותר ביכולתם מגיעים להישגים גבוהים יותר בזכות ביטחונם, ומהצד האחר תלמידים שמצליחים יותר מודעים להצלחתם ומרגישים בטוחים יותר ביכולתם (ובישראל גם מרשים לעצמם לדווח על כך).

תרשים 5.12: הישגי התלמידים לפי מידת הביטחון ביכולת במדעים



5.3.4 מעורבות בשיעורי המדעים

במדד **מעורב בשיעורי המדעים** ישראל מדורגת במקום ה-13 במדרג המדינות. שיעור התלמידים שמעורבים בלימוד מדעים בישראל דומה מאוד לשיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (28% ו-29%, בהתאמה). מניתוח הקשר בין הישגי התלמידים לבין מידת מעורבותם בשיעור עולה דפוס הדומה לדפוס שנמצא במדד אוהב מדעים (ראה סעיף 5.3.2), ולפיכך הנתונים אינם מוצגים בגרף. בדומה לאהבת המדעים, בישראל נמצא קשר חיובי נמוך (מתאם פירסון $r=0.15$) בין הישגי התלמידים במבחן טימס לבין מידת מעורבותם בשיעורי המדעים. עם זאת, בבתי ספר דוברי ערבית, המתאם בין הישגי התלמידים לבין מעורבותם בשיעורים גבוה מהמתאם המקביל בבתי ספר דוברי עברית ($r=0.38$ לעומת $r=0.17$, בהתאמה), והוא גבוה יותר בקרב הבנים בבתי ספר דוברי ערבית ($r=0.42$), מה שמעיד על כך המעורבות בשיעור קשורה להישגים במדעים בבתי ספר דוברי ערבית, בפרט בקרב הבנים, יותר מבבתי ספר דוברי עברית. על הבדלי מגדר ראה סעיף 5.3.5 להלן.

5.3.5 עמדות התלמידים כלפי מדעים - במבט פנים-ישראלי - לפי מגדר

בחינת עמדותיהם של תלמידי ישראל לפי מגדר מעלה כי בבתי ספר דוברי עברית, שיעור הבנים המחזיקים בעמדות חיוביות כלפי מדעים גבוה במידת מה משיעור הבנות, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית, שיעור הבנות המחזיקות בעמדות חיוביות כלפי מדעים גבוה במידה ניכרת משיעור הבנים (הנתונים אינם מוצגים בתרשים).

5.3.6 עמדות התלמידים כלפי מדעים - במבט פנים-ישראלי בבתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח

השוואה בין סוגי הפיקוח בנוגע לכל אחד ממדדי העמדות כלפי מדעים מעלה כי התפלגות התלמידים בשלוש הרמות בכל אחד מהמדדים שנסקרו לעיל דומה בשני סוגי הפיקוח. שיעור התלמידים המחזיקים בעמדות חיוביות בכל אחד מהמדדים גבוה במידת מה בבתי ספר של הפיקוח הממלכתי בהשוואה לשיעורם בפיקוח הממלכתי-דתי. דפוס הקשר בין הישגי התלמידים לבין עמדותיהם כלפי מדעים דומה אף הוא בשני סוגי הפיקוח.

5.3.7 האם חל שינוי בעמדות התלמידים כלפי מדעים בהשוואה למחקר 2007?⁶¹

השינויים בהישגיהם של תלמידי ישראל במדעים במחקר הנוכחי, בהשוואה למחקר טימס 2007 (ראה פרק 4), מזמנת לבחון אם בהתאם לזה השתנו גם העמדות והתפיסות של התלמידים בנוגע למוטיבציה שלהם ללמוד את המקצוע (אהבת מדעים, הכרה בערך המדעים, ביטחון ביכולת במדעים).

כאמור, במחקר הנוכחי ישראל מדורגת במדד אהבת המדעים במקום ה-18 במדרג המדינות (מתוך 26 מדינות המשתתפות שבהן מלמדים מדעים כמקצוע אינטגרטיבי), במקום ה-17 במדד הערכת מדעים ובמקום השלישי במדד הביטחון ביכולת. לעומת זאת, במחקר 2007 דורגה ישראל במקום ה-24 (מתוך 29 מדינות שבהן מלמדים מדעים כמקצוע אינטגרטיבי) במדד אהבת המדעים, במקום ה-23 במדד הערכת המדעים, ואילו במדד הביטחון ביכולת במדעים דורגה ישראל ב-2007 במקום התשיעי מתוך המדינות המשתתפות, נמוך מב-2011. על פניו דומה אפוא כי עמדות התלמידים כלפי מדעים ב-2011 חיוביות יותר בהשוואה לעמדותיהם ב-2007.

ההשוואה בין עמדות התלמידים בישראל בשני מחזורי המחקר (2007 ו-2011) לפי מגזר שפה נעשתה באמצעות חישוב של שיעור המשיבים על היגדים ספציפיים שנבחרו לייצג את המדדים האמורים (ראה תיאור ההשוואה בעבור מתמטיקה בתיבה 5.2. ההשוואה בעבור מדעים נעשתה בהתאמה). בלוח 5.2 מוצג שיעור התלמידים ש"מסכימים מאוד" עם כל אחד מההיגדים המייצגים את כל אחד מהמדדים, בשנים 2007 ו-2011, לפי מגזר שפה. מהנתונים בטבלה עולה כי שיעור התלמידים המחזיקים בעמדות חיוביות כלפי כל אחד מהמדדים גבוה בבתי ספר דוברי ערבית בהשוואה לדוברי עברית, בשני מחזורי המחקר. שיעור התלמידים בבתי ספר דוברי עברית שמסכימים מאוד כי הם אוהבים מדעים (כרבע מהתלמידים) ירד מעט בין השנים 2007 ו-2011 (28% לעומת 26%, בהתאמה), ואילו השיעור המקביל בבתי ספר דוברי ערבית (כמחצית מהתלמידים) עלה מעט בשנים אלו (48% לעומת 54%, בהתאמה). לעומת זאת, בשני מגזרי השפה עלה שיעור התלמידים שמסכימים מאוד כי הצלחה במתמטיקה תועיל להם בעתיד (בבתי ספר דוברי עברית - 31% לעומת 41%, בהתאמה; בבתי ספר דוברי ערבית - 51% לעומת 64%, בהתאמה), וכן עלה שיעור התלמידים שבטוחים ביכולתם ללמוד מתמטיקה (בבתי ספר דוברי עברית - 33% לעומת 38%, בהתאמה; בבתי ספר דוברי ערבית - 43% לעומת 53%, בהתאמה). במילים אחרות, דומה כי אם חל שינוי בעמדות ובתפיסות של תלמידים כלפי לימוד מדעים אין הוא טמון באהבת המקצוע דווקא, אלא בהכרה בחשיבותו ובתועלת שיש בו

⁶¹ ראה הערה 59.

לעיתים וכן בביטחון ביכולתם. בבתי ספר דוברי ערבית השינוי שחל בעמדות גדול מבתי ספר דוברי עברית, וכולל גם את מדד האהבה למקצוע. העלייה הגדולה ביותר בעמדות התלמידים בבתי ספר אלו היא במדד ההערכה למקצוע. ככלל, בולט כי בשני מגזרי השפה בישראל, התלמידים של 2011 משוכנעים יותר מעמיתיהם ב-2007 כי חשוב ללמוד מדעים והם בטוחים ביכולתם במקצוע זה.

לוח 5.2: השוואה בין עמדות התלמידים כלפי מדעים בשנים 2007 ו-2011 לפי מגזר שפה - שיעור התלמידים ה"מסכימים מאוד" עם היגדים המייצגים את מדדי העמדות

שם המדד		היגד מייצג את המדד		בתי"ס דוברי עברית		בתי"ס דוברי ערבית	
				2011	2007	2011	2007
אוהב מדעים*		"אני אוהב מדעים"		26%	28%	54%	48%
מעריך מדעים		"אני צריך ללמוד מדעים כדי להתקבל לאוניברסיטה"		41%	31%	64%	51%
בטוח ביכולת במדעים		"אני לומד מהר דברים במדעים"		38%	33%	53%	43%

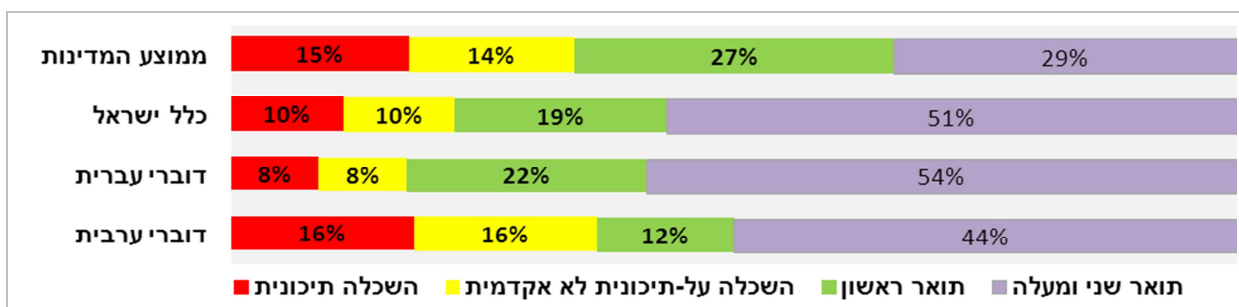
* במחקר טימס 2007 מדד זה כונה בשם "יחס חיובי למדעים"

5.4 הציפייה להשכלה גבוהה

במדד הציפייה להשכלה גבוהה ישראל מדורגת במקום הרביעי, הגבוה, במדרג המדינות המשתתפות. כמחצית מהתלמידים בישראל (51%) מצפים ללמוד לתואר השני לפחות, שיעור גבוה בהרבה משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (29%).

המדינות הדומות בהישגיהן לישראל מדורגות נמוך מישראל במדרג המדינות על פי מדד הציפיות להשכלה גבוהה. מתוך המדינות הללו ארצות הברית היא הקרובה ביותר במדד זה לישראל, והיא מדורגת במקום ה-12 (40% מהתלמידים בארה"ב מצפים ללמוד לתואר השני לפחות); ואילו פינלנד נמצאת בתחתית המדרג, במקום ה-37 (12% בלבד מהתלמידים בפינלנד מצפים ללמוד לתואר השני לפחות). ושוב, גם כאן, בראש המדרג נמצאות מדינות בעלות הישגים נמוכים במתמטיקה (ערב הסעודית, קטאר ואיראן מדורגות במקומות הראשון עד השלישי בהתאמה), ואילו מדינות מזרח אסיה, בעלות ההישגים הגבוהים ביותר במתמטיקה במחקר טימס, שונות זו מזו בציפיות התלמידים להשכלה גבוהה: סינגפור והונג קונג במקומות ה-15 וה-17, בהתאמה, ולעומתן קוריאה הדרומית ויפן במקומות ה-33 וה-41, בהתאמה. באופן מפתיע משהו, רוסיה, בעלת ההישגים הגבוהים יחסית (מקום שישי בהישגים), מדורגת במקום נמוך במיוחד (המקום ה-39) במדרג המדינות במדד זה - רק 6% מהתלמידים ברוסיה מצפים ללמוד לתואר השני לפחות.

תרשים 5.13: התפלגות התלמידים לפי הציפייה להשכלה גבוהה



בתרשים 5.13 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מדד הציפיות להשכלה בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בתרשים אפשר לראות כי בבתי ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים שמצפים ללמוד לתואר השני ומעלה גבוה משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית (54% לעומת 44%, בהתאמה). בבתי ספר דוברי עברית, ההתפלגות של תשובות הבנות ושל תשובות הבנים דומה מאוד. בבתי ספר דוברי ערבית, שיעור הבנות המצפות לרכוש השכלה גבוהה יותר מהשיעור המקביל בקרב הבנים (56%, בדומה לשיעור הבנות בבתי ספר דוברי עברית, ו-38%, בהתאמה).

בשני מגזרי השפה, נמצא קשר חיובי בין הציפייה להשכלה גבוהה לבין הישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים. ההבדל העיקרי הוא בין תלמידים שמצפים ללמוד לתואר אקדמי (תואר ראשון או תואר שני ומעלה) לבין מי שמצפים לרכוש השכלה תיכונית או על-תיכונית לא אקדמית.

5.5 השוואה בין עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה וכלפי מדעים

במדד האהבה למתמטיקה ישראל מדורגת במקום ה-22 במדרג המדינות, במדד המעורבות בשיעורי מתמטיקה - במקום ה-21, ושיעור התלמידים שאוהבים ללמוד מתמטיקה או מעורבים בשיעורים דומה לשיעורם בממוצע המדינות המשתתפות. במדד ההערכה והחשיבות שתלמידים מייחסים למתמטיקה ישראל מדורגת במקום התשיעי, הגבוה יחסית במדרג המדינות. אך הממצא הבולט ביותר הוא שבמדד הביטחון ביכולת ללמוד מתמטיקה ישראל מדורגת **במקום הראשון** במדרג המדינות. במדד האהבה למדעים ישראל מדורגת במקום ה-18 (מתוך 26 המדינות שבהן לומדים מדעים כמקצוע אינטגרטיבי), הנמוך יחסית במדרג המדינות, ושיעור התלמידים שאוהבים ללמוד מדעים נמוך משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות. במדד המעורבות בשיעורי מדעים היא ממוקמת במקום ה-13 במדרג המדינות, ושיעור התלמידים המעורבים בשיעורי מדעים דומה לשיעורם בממוצע המדינות המשתתפות. במדד ההערכה והחשיבות שתלמידים מייחסים למדעים ישראל נמצאת במקום ה-17, נמוך יחסית במדרג המדינות, בדומה למקומה במדד האהבה למדעים. אך הממצא הבולט ביותר הוא שבמדד הביטחון ביכולת ללמוד מדעים ישראל מדורגת **במקום השלישי** במדרג המדינות (טוניס ואירן במקומות הראשון והשני, בהתאמה).

מבין שני מקצועות הלימוד, המתמטיקה מוערכת יותר מאשר מדעים: שיעור התלמידים המעריכים ומייחסים חשיבות ללימודי מתמטיקה גבוה משיעור המעריכים מדעים הן בממוצע המדינות המשתתפות והן בישראל. לעומת זאת, בכל שאר המדדים, שיעור התלמידים המחזיקים בעמדות חיוביות כלפי מדעים גבוה יותר משיעורם במתמטיקה.

בממוצע המדינות המשתתפות, מדד ההערכה נמצא כמדד הקשור ביותר להישגים מבין כל המדדים, זאת בשני מקצועות הלימוד. בישראל דווקא מדד הביטחון ביכולת ללמוד נמצא כמדד הקשור ביותר להישגים מבין כל המדדים, בשני מקצועות הלימוד. ממצא זה אינו חדש, שכן מדד הביטחון ביכולת נמצא קשור להישגים בישראל גם במחקר 2007.

ניתוח מדד הביטחון ביכולת במבט פנים-ישראלי העלה כי שיעור התלמידים הבטוחים ביכולתם ללמוד מתמטיקה גבוה במעט בבתי ספר דוברי עברית (בשני סוגי הפיקוח) משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית, ואילו במדעים שיעורם דומה בשני מגזרי השפה. לעומת זאת, שיעור התלמידים האוהבים ללמוד את שני המקצועות הללו ושיעור המעורבים בשיעורים בשני המקצועות הללו גבוה במידת מה בבתי ספר דוברי ערבית בהשוואה לבתי ספר דוברי עברית. מידת ההערכה המיוחסת לשני מקצועות הלימוד שונה בין מגזרי השפה: בבתי ספר דוברי עברית ההערכה למתמטיקה גבוהה בהרבה מההערכה למדעים, בעוד בבתי ספר דוברי ערבית מידת ההערכה לשני מקצועות אלול גבוהה ודומה.

השוואה בין בנים ובנות העלתה הבדלים בין שני מגזרי השפה: בבתי ספר דוברי עברית, שיעור הבנים המחזיקים בעמדות חיוביות בכלל העמדות שנבדקו כלפי שני מקצועות הלימוד, גבוה מעט משיעורן של הבנות, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית, שיעור הבנות המחזיקות בעמדות חיוביות כלפי שני מקצועות הלימוד גבוה במידה ניכרת משיעורם של הבנים. מעניין לציין כי מתוך מדדי העמדות, המתאם בין המעורבות בשיעור לבין הישגי התלמידים גבוה בבתי ספר דוברי ערבית, ובפרט בקרב הבנים, בהשוואה לבתי ספר דוברי עברית.

במדד הציפיות לרכישת השכלה אקדמית בעתיד (המשקף בעקיפין ציפיות להישגים), התלמידים בישראל מדורגים גבוה - במקום הרביעי במדרג המדינות. שיעור התלמידים המצפים ללמוד לתואר השני ומעלה וכן לתואר הראשון גבוה בבתי ספר דוברי עברית משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית. שיעור הבנות בבתי ספר דוברי ערבית המצפות ללמוד לתואר הראשון ולתארים מתקדמים גבוה משיעור הבנים בבתי ספר אלו. בשני מגזרי השפה, נמצא קשר חיובי בין הציפייה להשכלה גבוהה לבין הישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים. ההבדל העיקרי הוא בין תלמידים שמצפים ללמוד לתואר אקדמי (תואר ראשון או תואר שני ומעלה) לבין חבריהם שמצפים לרכוש השכלה תיכונית או על-תיכונית לא אקדמית.

פרק 6: המורים למתמטיקה ולמדעים

המורה הוא הסוכן העיקרי ביישום תכנית הלימודים, וגורם בעל השפעה רבה על הסביבה הכיתתית ועל הישגי תלמידיו בלימודים. מורים שונים זה מזה בהשכלתם ובהכשרתם, בניסיון ההוראה שלהם, בידע שלהם בתחום הדעת ובעמדותיהם כלפי ההוראה. עדויות מצטברות ממחקרים שונים מצביעות על הכשרת מורים (teachers preparation) בתור מנבא חזק של הישגי תלמידים, שעשוי אף לפצות על פערי הישגים הקשורים להבדלים על רקע חברתי-כלכלי בין תלמידים.⁶² במחקר טימס ההתייחסות למונח "הכשרת מורים" היא רחבה, וכוללת - נוסף על ההכשרה הפורמלית - היבטים כגון הוותק של המורה, עמדותיו כלפי המקצוע והמוטיבציה שלו (ראה פירוט להלן).

פרק זה עוסק במאפייני ההכשרה של מורים, בעמדות המורים ותפיסותיהם כלפי ההוראה, ובהשפעה האפשרית של מאפיינים אלו על הישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים, כפי שנמדדו במחקר טימס 2011. בפרק מוצגים מאפייני המורים המלמדים מתמטיקה ומדעים בכיתות ח' בישראל, על פי דיווחי המורים בשאלונים. הנתונים מוצגים בהשוואה למדינות המשתתפות במחקר, ובניתוח פנים-ישראלי לפי מגזר שפה וסוג פיקוח. בפרק שני חלקים: בחלק הראשון מוצגים היבטים שונים הקשורים להכשרת המורים טרם התפקיד (pre service) ותוך כדי התפקיד (in service). ההכשרה טרם התפקיד מתייחסת להשכלה הפורמלית ולתחומי הלימוד, ואילו ההכשרה תוך כדי התפקיד מתייחסת לוותק בהוראה ולהשתתפות בתכניות לפיתוח מקצועי (השתלמויות מורים) במהלך ההוראה. מתוך הנחה שעמדות בית הספר וצוות המורים משפיעות על המוטיבציה של התלמידים ללמוד מתמטיקה ומדעים. בחלק השני מוצגות העמדות והתפיסות של המורים כלפי ההוראה: איך הם תופסים את עמדת בית הספר בנוגע לציפייה להישגים במתמטיקה ובמדעים? באיזו מידה הם חשים מוכנים ללמד נושאים במתמטיקה ובמדעים ולהפעיל אסטרטגיות הוראה שונות בכיתה, האם הספיקו ללמד את הנושאים שבתכנית הלימודים? באיזו מידה הם חשים ביטחון ביכולתם ללמד, ובאיזו מידה הם שבעי רצון מעבודתם כמורים?

בחינת ההיבטים השונים של הכשרת מורים למתמטיקה ולמדעים טרום התפקיד בישראל, בהשוואה למדינות המשתתפות במחקר, מזמינה התייחסות למסלולי ההכשרה למורים המקובלים בישראל. מורים למתמטיקה ומורים למדעים בישראל בשכבת כיתה ח' (ובכלל זה בבתי הספר היסודיים א'-ח') אשר הוכשרו בישראל, למדו בדרך כלל לתואר הראשון במסלול אוניברסיטאי או במכללה למורים, כפי שיוסבר להלן: (1) מסלול אוניברסיטאי - המורים רכשו תואר במתמטיקה או בתחום דעת מדעי (ביולוגיה, כימיה, פיזיקה וכיוצא בזה); לאחר סיום הלימודים (או במהלכם) הם למדו במסלול לתעודת הוראה בתחום הדעת (למשל, תעודת הוראה בביולוגיה), המעניק להם הכשרה בתחום החינוך ומכשיר אותם להיות מורים בתחום הדעת שלמדו;⁶³ (2) מסלול במכללה למורים - המורים רכשו תואר בחינוך הכולל בחירה של מסלול התמחות בהוראת תחום דעת (ולענייננו - הוראת מתמטיקה או הוראת מדעים). ההתמחות כוללת השתתפות בקורסים בתחום הדעת ובהוראתו (קורסים בידע תוכן מתמטי ובהוראת מתמטיקה, או בידע תוכן מדעי ובהוראת מדעים). ההבדל העיקרי בין שני המסלולים הוא שבאוניברסיטה הדגש בהשכלת המורים הוא על תחום הדעת (מתמטיקה או מדעים), ואילו במכללה עיקר ההתמחות היא בחינוך.

⁶² Darling-Hammond, L. (2000). Teacher quality and student achievement: A review of state policy evidence. *Educ. Pol. Anal. Arch.*, 8(1), 1-50. from <http://epaa.asu.edu/ojs/article/view/392>

⁶³ חשוב לציין כי בעלי תואר במתמטיקה או בתחום דעת מדעי יכולים להשתלב בהוראה גם מבלי שלמדו במסלול לתעודת הוראה. קצתם משלימים את לימודי התעודה לאחר שהשתלבו בהוראה.

מורים בעלי תואר שני ומעלה למדו בדרך כלל לתארים מתקדמים במתמטיקה או באחד מתחומי הדעת המדעיים (ביולוגיה, כימיה, פיזיקה וכיוצא בזה), או לתארים מתקדמים בהוראת מתמטיקה או בהוראת מדעים. שיעור נמוך מאוד של מורים בישראל אינם בעלי השכלה אקדמית.

נוסף על רכישת השכלה לקראת העיסוק בהוראה, מורים ממשיכים במהלך שנות עבודתם להתמחות בתחום הוראתם כחלק מהפיתוח המקצועי שלהם. זאת במסגרת השתלמויות מורים במהלך שנת הלימודים ובחופשות מבית הספר וכן בשנת שבתון. בשנים שקדמו למחקר (תש"ע ותשע"א) נדרשו מורים למתמטיקה ומדעים להשתתף ב- 30 שעות השתלמויות מורים בתחומי הדעת שלהם, זאת במסגרת הטמעתן של תכניות הלימודים החדשות ושל התכנית לקידום ההישגים (עוד על תכניות הלימודים במתמטיקה ובמדע וטכנולוגיה ועל הטמעתן במסגרת התכנית לקידום ההישגים ראה בפרק 2 סעיף 2.2.4).

6.1 דגימת המורים

המידע בפרק זה מבוסס על תשובות המורים בשאלונים⁶⁴. השאלונים למורים בשני תחומי הדעת דמו מאוד זה לזה, וכן נכללו בהם שאלות העוסקות בתכנים ייחודיים לתחום הדעת - מתמטיקה או מדעים. הם הועברו למורים למתמטיקה ו/או למדעים בכיתות ח' שנדגמו למחקר (לא נכללו מורים לגאוגרפיה שלימדו את תחום מדעי כדור הארץ), בין שלימדו את כלל התלמידים בכיתה ובין שלימדו רק קבוצה מתוכם (בהקבצה, למשל). חשוב להדגיש כי בשל שיטה זו של דגימת מורים למחקר אין לראות במורים שמילאו את השאלונים מדגם מייצג של כלל המורים למתמטיקה ומדעים בחטיבות הביניים בישראל, ואף לא של כלל המורים למתמטיקה ומדעים בכיתות ח' (כך גם בשאר המדינות המשתתפות במחקר). על אף הסתייגות זו, הנתונים מאפשרים לבחון מגמות כלליות הנוגעות להכשרת המורים ולעמדותיהם ותפיסותיהם בנוגע להוראה, ומאפשרים לבחון את הישגי התלמידים בישראל בהקשר של מאפייני המורים המלמדים בכיתותיהם. לנוכח העובדה שהמורים שמילאו את השאלונים אינם בהכרח מדגם מייצג, חשוב לציין גם שהנתונים בפרק זה מנותחים ברמת תלמידים ולא ברמת מורים, כלומר, על פי שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים בעלי מאפיין נתון, ולא על פי שיעור המורים בעלי המאפיין הזה.

במחקר השתתפו מורים למתמטיקה ולמדעים המלמדים בכיתות שנדגמו למחקר, בין שהם מלמדים את הכיתה כולה את תחום הדעת בכללותו או רק תחום תוכן מסוים מתוכו (מלמדים רק פיזיקה או רק ביולוגיה, למשל), ובין שהם מלמדים רק קבוצה מתוך תלמידי הכיתה (בשל חלוקה להקבצות, למשל). חשוב להזכיר כי מרבית המורים למדעים שענו על השאלון בישראל מלמדים מדע וטכנולוגיה כמקצוע אינטגרטיבי העוסק בתחומי הדעת ביולוגיה, כימיה ופיזיקה (ראה פרק 2 סעיף 2.2.2).⁶⁵ במחקר לא השתתפו מורים לגאוגרפיה (המלמדים את תחום מדעי כדור הארץ הנכלל במחקר טימס). בסך הכול ענו על השאלונים 508

⁶⁴ אפשר לעיין בשאלונים בקישורים הבאים:

מתמטיקה: http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/666DD87A-9AF6-4249-B2A8-5012142D9B32/182759/T11_TQM_8HEB.pdf

מדעים: http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/666DD87A-9AF6-4249-B2A8-5012142D9B32/182758/T11_TQS_8HEB.pdf

⁶⁵ יש לציין כי בשנים האחרונות עברו שיעור מסוים של בתי ספר ללמד פיזיקה וכימיה כתחומים נפרדים ממדע וטכנולוגיה, בעיקר בכיתות מופת וכיתות מצוינות, וכן בכיתות שתלמידיהן מיועדים להמשיך במסלולים אלו בבית הספר התיכון. למרכז המחקר בישראל אין מידע על שיעור בתי הספר המלמדים תחומי תוכן אלו כנושאים נפרדים ובכוונת ראמ"ה להוסיף ולבדוק מידע זה.

מורים למתמטיקה ו-275 מורים למדעים המלמדים ב-169 כיתות.⁶⁶ בלוח 6.1 מוצגת התפלגות המורים שמילאו את השאלונים לפי מגזר שפה וסוג פיקוח.

לוח 6.1: מספר המורים והתלמידים במחקר לפי מגזר שפה וסוג פיקוח

מורים למדעים	מורים למתמטיקה	תלמידים	
190	370	3,215	בתי"ס דוברי עברית
144	282	2,368	פיקוח ממלכתי
46	88	847	פיקוח ממלכתי-דתי
85	138	1,484	בתי"ס דוברי ערבית
275	508	4699	סך הכול

6.2 איסוף הנתונים וניתוחם

השאלונים למורים למתמטיקה ולמורים למדעים הועברו בפורמט ממוחשב באמצעות רשת האינטרנט. המורים התבקשו למלא אותם עוד לפני העברת המבחנים לתלמידים. מילוי השאלון ארך כ-30-45 דקות לכל מורה.

בשאלות העוסקות בעמדות המורים התבקש המורה לציין באיזו מידה הוא מסכים עם כל היגד נתון (מאוד מסכים, מעט מסכים, מעט לא מסכים, מאוד לא מסכים; או סולם דומה המביע את מידת ההסכמה בשאלה ספציפית). שאלות העוסקות בעמדות/תפיסות הורכבו על פי רוב מקבוצת היגדים רלוונטית לנושא הנבדק באותה שאלה. תשובות המורים בהיגדים אלו (ולעיתים תשובותיהם בכמה היגדים שהשתייכו לשאלות בנושאים אחרים) שימשו לחישוב של ציון המדד בנושא זה. ערכי המדד היו על סולם רציף שעליו נקבעו שתיים עד ארבע דרגות. סולם הערכים היה סולם ישר, כלומר ככל שהערכים בו היו גבוהים יותר, כך הם שיקפו ערך גבוה יותר של הנושא (למשל תפיסה חיובית של המשיב בנוגע לנושא המוצג). הממוצע של כל מדד מעבר למדינות המשתתפות במחקר נקבע אפס עם סטיית תקן של 1.

כדי שיהיה אפשר לקשר בין המידע על אודות המורים לבין הישגי תלמידיהם, נאסף מידע המקשר בין כל אחד מהמורים לבין התלמידים שהוא מלמד.

6.2.1 כיצד נאסף המידע על השכלת המורים, הכשרתם, הוותק שלהם והפיתוח המקצועי?

ההשכלה הפורמלית של המורים נבדקה בשאלה ייעודית ובה צוינו שש רמות השכלה שאפשר לבחור מתוכן. תשובות המורים קובצו לצורכי המחקר לארבע רמות השכלה: (1) תואר שני ומעלה; (2) תואר ראשון; (3) השכלה על-תיכונית לא אקדמית; (4) השכלה תיכונית.

⁶⁶ מספרם הגבוה של המורים למתמטיקה במחקר, בהשוואה למספר המורים למדעים, נובע מהעובדה שמקצוע המתמטיקה נלמד בבתי ספר רבים לפי קבוצות לימוד (הקבוצות), ואלו במקצוע מדע וטכנולוגיה הלימוד בקבוצות רווח פחות.

תחומי ההשכלה של המורים למתמטיקה ולמדעים בשלב הכשרתם להוראה (טרם תפקיד) נבדקו בשאלה שבה צוינו תחומי הלימוד האלה: מתמטיקה, ביולוגיה, פיזיקה, כימיה, מדעי כדור הארץ והיקום, חינוך – הוראת מתמטיקה, הוראת מדעים או חינוך כללי – או תחום אחר. תשובות המורים קובצו לחמש קטגוריות. הקטגוריות המייצגות את תחומי ההשכלה של המורים למדעים הן אלה: (1) מדעים והוראת המדעים; (2) מדעים בלבד; (3) הוראת המדעים בלבד; (4) התמחות בתחומים אחרים; (5) השכלה תיכונית ללא הכשרה פורמלית נוספת. הכשרת המורים למתמטיקה יוצגה באמצעות חמש קטגוריות מקבילות.

הוותק בהוראה חושב מתוך תשובות המורים על השאלה כמה שנים הם מלמדים בסך הכול, כולל השנה הנוכחית. לצורכי המחקר קובצו תשובותיהם לארבע קטגוריות: (1) 20 שנות הוראה או יותר; (2) 10-19 שנות הוראה; (3) 5-9 שנות הוראה; (4) פחות מ-5 שנות הוראה.

ההשתתפות בתכניות לפיתוח מקצועי (השתלמויות מורים) תוך כדי תפקיד נבדקה בשאלה "האם במהלך השנה שבה נערך המחקר או בשנה שקדמה לה השתתפת בהשתלמויות לפיתוח מקצועי שעסקו באחד התחומים בהוראת המתמטיקה או המדעים?" התחומים שעליהם נשאלו המורים למדעים הם אלה: (1) תכנים מדעיים, פדגוגיה/הוראת המדעים; (2) תכנית הלימודים במדעים; (3) שילוב של טכנולוגיית מידע; (4) פיתוח חשיבה ביקורתית או מיומנויות החקר; (5) הערכה במדעים. בשאלון למורים למתמטיקה הוצגו נושאים במתמטיקה, בהתאמה.

6.2.2 כיצד נאסף ונותח המידע על עמדות המורים ותפיסותיהם?

על פי תשובות המורים על השאלות הנוגעות לעמדותיהם ותפיסותיהם נבנו המדדים האלה:

מדד מיקוד בית הספר בלמידה ובהישגים, המתייחס לדגש המושם בבית הספר על הצלחה בלימודים (School emphasis on academic success) הורכב מתוך תשובות המורים לשאלה שבה התבקשו להתייחס למאפיינים האלה: (1) מידת ההבנה של המורים בדבר מטרות תכנית הלימודים; (2) מידת ההצלחה של המורים ביישום מטרות תכנית הלימודים הבית-ספרית; (3) רמת הציפיות של המורים בכל הנוגע להישגי התלמידים; (4) תמיכת ההורים בהישגי התלמידים; (5) השאיפה של התלמידים להצליח בבית הספר. לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשלוש דרגות: דגש רב מאוד, דגש רב, דגש בינוני.

מדד המוכנות ללמד נושאים במתמטיקה/במדעים (Teachers feel "very well" prepared to teach) הורכב מתוך תשובות המורים על השאלה באיזו מידה הם חשים מוכנים ללמד נושאים מתוך תחומי הדעת (על פי רשימת הנושאים הכלולים במבחן טימס). התשובות יכלו להינתן על סולם מ-1 עד 3 (לא מוכן היטב, די מוכן, מוכן היטב). בשאלון למורים למדעים הוצגה רשימה ובה שבעה נושאים בביולוגיה, חמישה בפיזיקה, ארבעה בכימיה וארבעה במדעי כדור הארץ (סה"כ 20 נושאים). בשאלון למורים למתמטיקה הוצגה רשימה ובה חמישה נושאים במספרים, חמישה באלגברה, שישה בגאומטריה ושלושה בנתונים והסתברות (סה"כ 18 נושאים).

שיעור התלמידים שלמדו את הנושאים מתוך המסגרת המושגית של מחקר טימס Percentage of students taught the TIMSS mathematics/science topics חושב מתוך תשובות המורים על השאלה בדבר כיסוי נושאים מתוך תחומי התוכן (על פי הנושאים הכלולים במבחן טימס). בשאלון למורים למדעים הוצגה רשימה שכללה 7 נושאים בביולוגיה, 5 נושאים בפיזיקה ו-4 נושאים בכל אחד מהתחומים כימיה ומדעי כדור הארץ (סה"כ 20 נושאים). בשאלון למורים למתמטיקה הוצגה רשימה שכללה 5 נושאים במספרים ו-5 נושאים באלגברה, 6 נושאים בגאומטריה ו-3 נושאים בנתונים והסתברות (סה"כ 19 נושאים). המורים התבקשו לבחור מתוך הרשימה את הנושאים שהם לימדו בכיתה. שיעור התלמידים חושב בעבור כלל הנושאים במתמטיקה וכלל הנושאים במדעים, וכן בנפרד בעבור כל אחד מתחומי התוכן במתמטיקה ובמדעים.

מדד הביטחון ללמד מתמטיקה/מדעים (Components of confidence in teaching mathematics/science scale) הורכב מתוך תשובות המורים לחמישה היגדים בנוגע למידת הביטחון להפעיל בכיתה אסטרטגיות הוראה שונות, שקצתן ייחודיות להוראת מתמטיקה/מדעים וקצתן כלליות. האסטרטגיות שהוצגו בשאלון למורים למדעים היו: (1) לענות על שאלות תלמידים על נושאים במדעים; (2) להסביר מושגים או עקרונות מדעיים באמצעות ניסויים מדעיים; (3) לספק משימות מאתגרות לתלמידים בעלי יכולת גבוהה; (4) להתאים את ההוראה כדי לעורר עניין בתלמידים; (5) לעזור לתלמידים להעריך את החשיבות של לימוד מדעים. בשאלון למורים למתמטיקה הוצגו היגדים מקבילים המותאמים למתמטיקה, ובמקום היגד 2 הוצג בשאלון שלהם ההיגד 'להדגים לתלמידים מגוון אסטרטגיות לפתרון בעיות'. לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשתי דרגות: ביטחון רב, ביטחון בינוני.

מדד שביעות הרצון של המורים בעבודתם (Career satisfaction) הורכב מתוך תשובות המורים על שישה היגדים: (1) אני מרוצה מהמקצוע שלי כמורה; (2) אני מרוצה מהיותי מורה בבית ספר זה; (3) חשתי התלהבות רבה יותר כשהתחלתי ללמד בהשוואה למה שאני חש היום (היגד זה קודד הפוך); (4) אני עושה עבודה חשובה כמורה; (5) אני מתכנן להמשיך לעבוד כמורה זמן רב ככל שאוכל; (6) אני מתוסכל כמורה (היגד זה קודד הפוך). לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשלוש דרגות: מרוצה, מרוצה במקצת, לא מרוצה.

6.3 ממצאים: הכשרת המורים

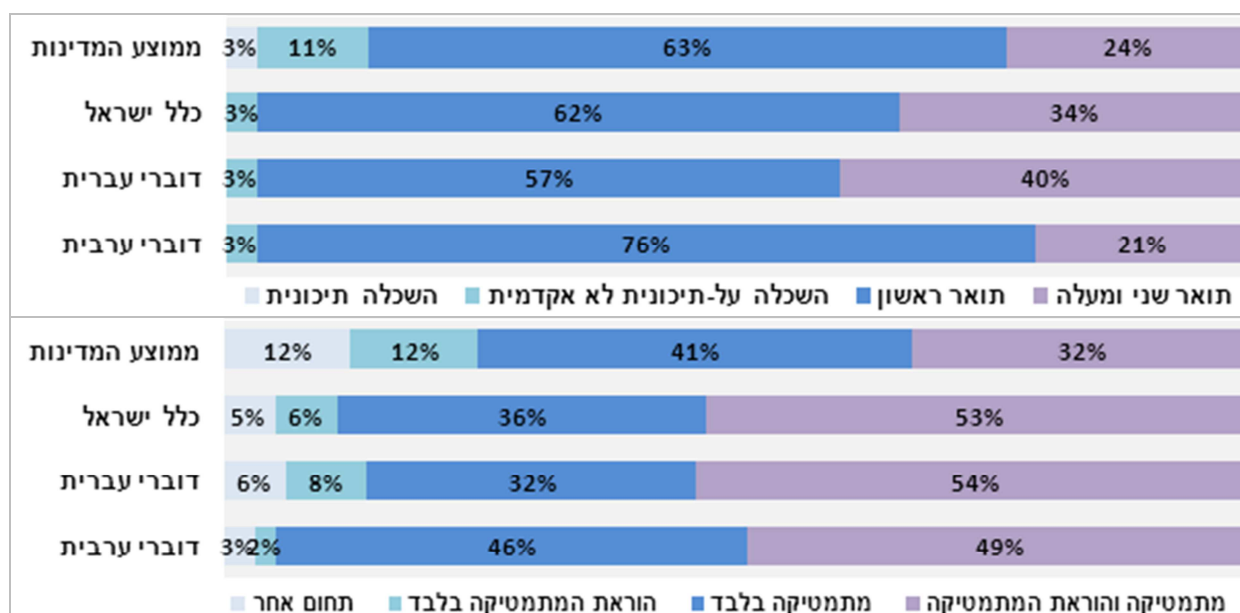
6.3.1 הכשרת המורים למתמטיקה במבט בין-לאומי ופנים-ישראלי

הכשרת המורים טרם כניסתם לתפקיד: בתרשים 6.1 מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמת ההשכלה הפורמלית ולפי תחומי הלימוד של מוריהם למתמטיקה בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים בעלי תואר ראשון בישראל דומה לשיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (62%-ו-63%, בהתאמה), ואילו שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים בעלי תואר שני ומעלה בישראל גבוה יותר (34%-ו-24%, בהתאמה). אף ששיעור המורים בעלי תואר שני ומעלה בישראל גבוה מהשיעור הממוצע במדינות המשתתפות, בכמה מהמדינות הדומות בהישגיהן לישראל שיעור התלמידים שמוריהם בעלי תואר שני ומעלה גבוה בהרבה: באוסטרליה (79% מהמורים), בפינלנד (78% מהמורים) ובארצות הברית (62%). ברוסיה, שבה הישגי התלמידים במתמטיקה גבוהים מההישגים בישראל, כלל המורים למתמטיקה (99%) הם בעלי תואר שני ומעלה.⁶⁷

בכל אחד משני מגזרי השפה בישראל, הרוב המוחלט של התלמידים (97%) למדו מתמטיקה אצל מורים בעלי תואר אקדמי (ראשון ו/או שני ומעלה), אך שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים בעלי תואר שני ומעלה בבתי ספר דוברי עברית כפול משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית (40% לעומת 21%, בהתאמה).

⁶⁷ חשוב לזכור כי בקרב המורים למתמטיקה בישראל יש מורים שעלו מברית המועצות לשעבר ורכשו שם את השכלתם טרם התפקיד. ייתכן כי השיעור הגבוה יחסית של מורים למתמטיקה בעלי תואר שני ומעלה בישראל קשור בחלקו לעובדה שההכשרה המקובלת למורים למתמטיקה במדינות אלו כוללת לימודים לתואר שני ומעלה.

תרשים 6.1: התפלגות התלמידים לפי רמת ההשכלה הפורמלית ולפי תחומי הלימוד של המורים למתמטיקה



שיעור התלמידים שמוריהם למדו הן מתמטיקה והן הוראת המתמטיקה גבוה במידה ניכרת בישראל בהשוואה לשיעורם הממוצע במדינות המשתתפות (53% לעומת 32%, בהתאמה), והוא הגבוה מקרב המדינות הדומות בהישגיהן לישראל.⁶⁸ שיעור התלמידים בישראל שתחום הלימוד של מוריהם היה מתמטיקה בלבד (תואר במתמטיקה, ללא התמחות בהוראת המתמטיקה) נמוך מעט בהשוואה לשיעור הממוצע במדינות המשתתפות (36% לעומת 41%, בהתאמה). שיעור התלמידים בישראל שתחום הלימוד של מוריהם היה הוראת המתמטיקה בלבד, או שלמדו תחום שאינו מתמטיקה, נמוך בהשוואה לשיעור הממוצע במדינות המשתתפות (11% לעומת 24%, בהתאמה).⁶⁹

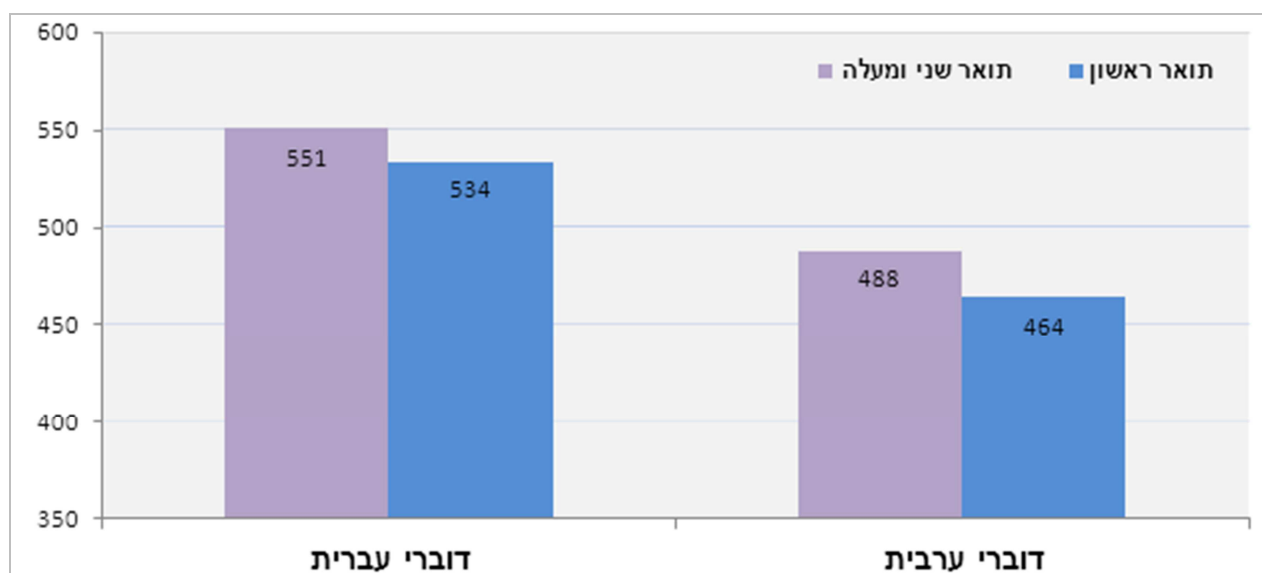
פילוח לפי מגזר שפה מעלה כי שיעור התלמידים שתחומי הלימוד של מוריהם היו הן מתמטיקה והן הוראת המתמטיקה גבוה במעט בבתי ספר דוברי עברית בהשוואה לשיעורם בבתי ספר דוברי ערבית (54%-ו-49%, בהתאמה), ואילו שיעור התלמידים שתחום הלימוד של מוריהם היה מתמטיקה בלבד (תואר במתמטיקה, ללא התמחות בהוראת המתמטיקה) גבוה בבתי ספר דוברי עברית בהשוואה לשיעורם בבתי ספר דוברי עברית (46% לעומת 32%, בהתאמה). שיעור אפסי של תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית למדו אצל מורים שתחום הלימוד שלהם היה הוראת המתמטיקה בלבד (2% בבתי ספר דוברי ערבית לעומת 8% בבתי ספר דוברי עברית).

⁶⁸ בהקשר הישראלי חשוב לציין כי בשל השונות במסלולי ההכשרה של מורים בארץ (ראה במבוא לפרק זה), הקטגוריה של תחומי הלימוד העיקריים מתמטיקה והוראת המתמטיקה אינה מבחינה בין המסלול האוניברסיטאי לבין מסלול במכללה למורים לתואר הראשון, כלומר הן בעלי התואר הראשון במתמטיקה והן בעלי התואר הראשון בהוראת המתמטיקה נכללים בקטגוריה זו. ייתכן כי מורים פירשו "תחום לימוד עיקרי" באופן שונה (למשל, היו מורים בעלי תואר במתמטיקה ותעודת הוראה שסימנו מתמטיקה בלבד כתחום הלימוד העיקרי שלהם, והיו שסימנו מתמטיקה והוראת המתמטיקה כתחומי הלימוד העיקריים. כך גם מורים בעלי תואר בהוראת המתמטיקה סימנו כי תחומי הלימוד העיקריים שלהם הם גם מתמטיקה וגם הוראת המתמטיקה).

⁶⁹ סביר להניח כי שיעור התלמידים שמוריהם למדו לתואר ראשון בהוראת המתמטיקה במסלול לתואר במכללה למורים גבוה בפועל מהשיעור המוצג בתרשים 6.1 (6%), זאת בשל ההערכה כי מקצת המורים שלמדו לתואר בהוראת המתמטיקה סימנו בשאלון את התחומים מתמטיקה והוראת המתמטיקה כשני תחומי לימוד עיקריים (כך ששיעור המורים שסימנו מתמטיקה והוראת המתמטיקה גבוה משיעורו בפועל). עוד סביר להניח כי מורים שסימנו מתמטיקה בלבד כתחום לימוד עיקרי למדו לתואר אוניברסיטאי במתמטיקה.

בתרשים 6.2 מוצגים הישגי התלמידים בישראל במתמטיקה כפונקציה של השכלת מוריהם, לפי מגזר שפה.⁷⁰ נמצא כי בשני מגזרי השפה, תלמידים שמוריהם בעלי תואר שני ומעלה הגיעו להישגים גבוהים יותר מתלמידים שמוריהם בעלי תואר ראשון בלבד. בבתי ספר דוברי עברית נמצא פער של כ-17 נקודות לטובת תלמידים שמוריהם בעלי תואר שני, ובבתי ספר דוברי ערבית עמד הפער על כרבע סטיית תקן (24 נקודות). הקשר הסטטיסטי בין השכלת המורים להישגי התלמידים מצביע על פניו כי מורים בעלי השכלה גבוהה יותר מלמדים טוב יותר. ואולם, ייתכן כי הקשר בין השכלת המורים (ובהמשך, גם בין מאפיינים אחרים של הכשרת מורים ועמדותיהם) לבין הישגי התלמידים מושפע גם מאופן השמתם של מורים לבתי ספר שונים ומאופן שיבוצם להוראת קבוצות לימוד שונות בתוך בתי הספר. בישראל, מורים בעלי נתוני השכלה גבוהים יותר מנתבים עצמם לבתי ספר טובים יותר שבהם ההישגים צפויים להיות גבוהים יותר. כמו כן, מורים בעלי השכלה גבוהה יותר נבחרים לא פעם ללמד בקבוצות לימוד טובות יותר בבתי הספר. במחקר קודם שנעשה בראמ"ה⁷¹ נמצא כי בבתי ספר רבים נוהגים לתת למורים למתמטיקה "טובים יותר" (בעלי ידע תוכן וידע תוכן פדגוגי וכן ותק בהוראה רב יותר) ללמד בהקבוצות הגבוהות יותר בבית הספר

תרשים 6.2: הישגי התלמידים בישראל לפי רמת ההשכלה הפורמלית של המורים למתמטיקה

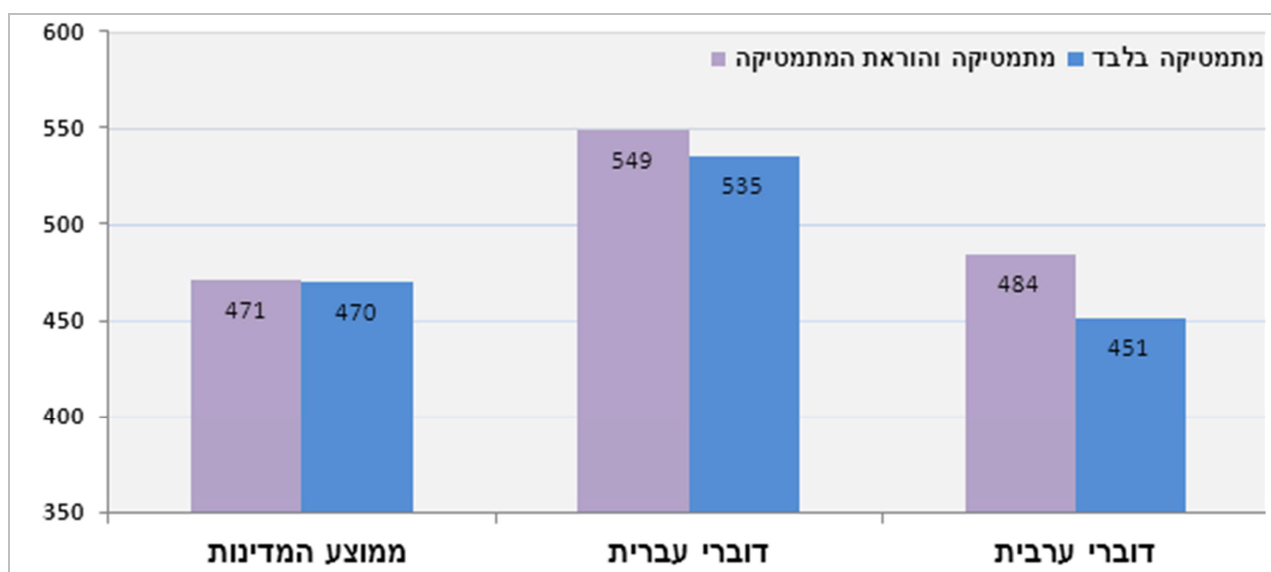


⁷⁰ מידע זה לא קיים בדוח טימס הבין-לאומי וחושב בישראל בעבור דוח זה.

⁷¹ ראה מחקר שנעשה בראמ"ה "בראי המבחנים: הוראה בקבוצות לימוד במתמטיקה בחטיבות הביניים" בקישור:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MaagareyYeda/Kenes_rama_2013_1.htm

תרשים 6.3: הישגי התלמידים לפי תחומי הלימוד של המורים למתמטיקה

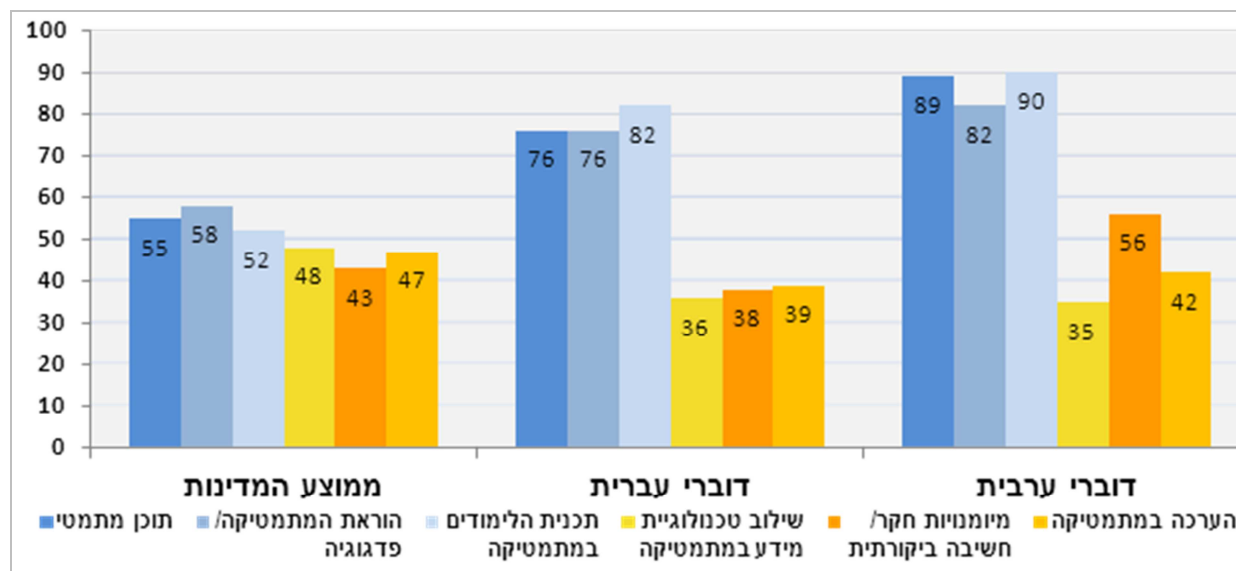


בתרשים 6.3 מוצגים הישגי התלמידים במתמטיקה כפונקציה של תחומי הלימוד של מורים, לפי מגזר שפה, ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות. בממוצע המדינות המשתתפות לא נמצא הבדל בין הישגי תלמידים שמוריהם למדו מתמטיקה והוראת המתמטיקה לבין הישגי תלמידים שמוריהם למדו רק לתואר במתמטיקה. לעומת זאת בישראל, בשני מגזרי השפה, נמצא כי תלמידים שמוריהם למדו הן מתמטיקה והן הוראת המתמטיקה הגיעו להישגים גבוהים יותר מתלמידים שמוריהם למדו מתמטיקה בלבד.

הכשרת המורים תוך כדי תפקיד: בתרשים 6.4 מוצג שיעור התלמידים לפי השתתפות המורים למתמטיקה בתכניות לפיתוח מקצועי (השתלמויות), בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות, יותר ממחצית מהתלמידים למדו אצל מורים שהשתתפו בתכניות לפיתוח מקצועי הקשורות בהתמחות בידע תוכן מדעי, ידע פדגוגי, ידע על תכנית הלימודים וכיוצא בזה, בשנת המחקר ובשנה שקדמה לה. בישראל, שיעור התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית שמוריהם השתתפו בהשתלמויות בשנת המחקר ובשנה שקדמה לה גבוה משיעורם בבתי ספר דוברי עברית.

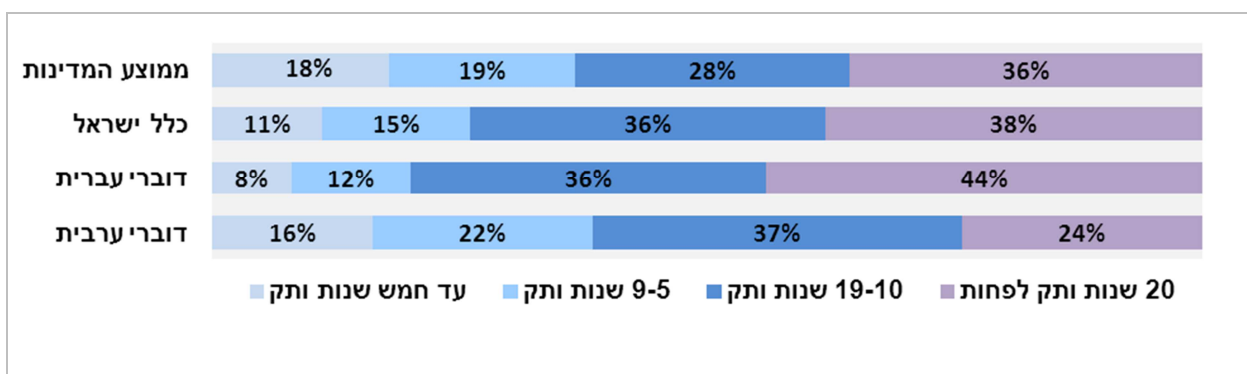
כזכור, במסגרת התכנית לקידום ההישגים נדרשו המורים למתמטיקה להשתתף בהשתלמות של 30 שעות במהלך שנת הלימודים שבה נערך המחקר ובשנה שקדמה לה (ראה פרק 2 סעיף 2.2.4.2). על סמך תשובות המורים אפשר להניח כי השיעור הגבוה יותר של תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית שמוריהם השתתפו בהשתלמויות בשנים אלו, בהשוואה לשיעורם בבתי ספר דוברי עברית, משקף יישום שונה של דרישה זו בשני מגזרי השפה. זאת ועוד: ניתוח התכנים של ההשתלמויות מלמד כי נושאים הקשורים בידע תוכן והוראתו ובידע על תכנית הלימודים נכללו בהשתלמויות בשני מגזרי השפה, אולם בהשתלמויות בשפה הערבית הושם דגש גם על נושאים כגון חשיבה ביקורתית ומיומנויות חקר.

תרשים 6.4: שיעור התלמידים לפי נושאי ההשתלמות של המורים למתמטיקה בשנת המחקר ובשנה שקדמה לה



בתרשים 6.5 מוצגת התפלגות התלמידים לפי הוותק של המורים בהוראה בכלל ישראל ולפי מגזר שפה, ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות. בממוצע המדינות המשתתפות, כשני שלישים מהתלמידים (64%) למדו אצל מורים בעלי ותק של 10 שנים לפחות. יתרה מזאת: 36% מהתלמידים למדו אצל מורים בעלי ותק של 20 שנה ויותר. בישראל שיעור דומה של תלמידים לומדים אצל מורים בעלי ותק של 20 שנה ויותר, אך שיעור התלמידים בישראל שמוריהם מנוסים פחות (עד 9 שנות ותק בהוראה) קטן משמעותית בממוצע המדינות המשתתפות (26% לעומת 37%, בהתאמה).⁷²

תרשים 6.5: התפלגות התלמידים לפי הוותק של המורים למתמטיקה

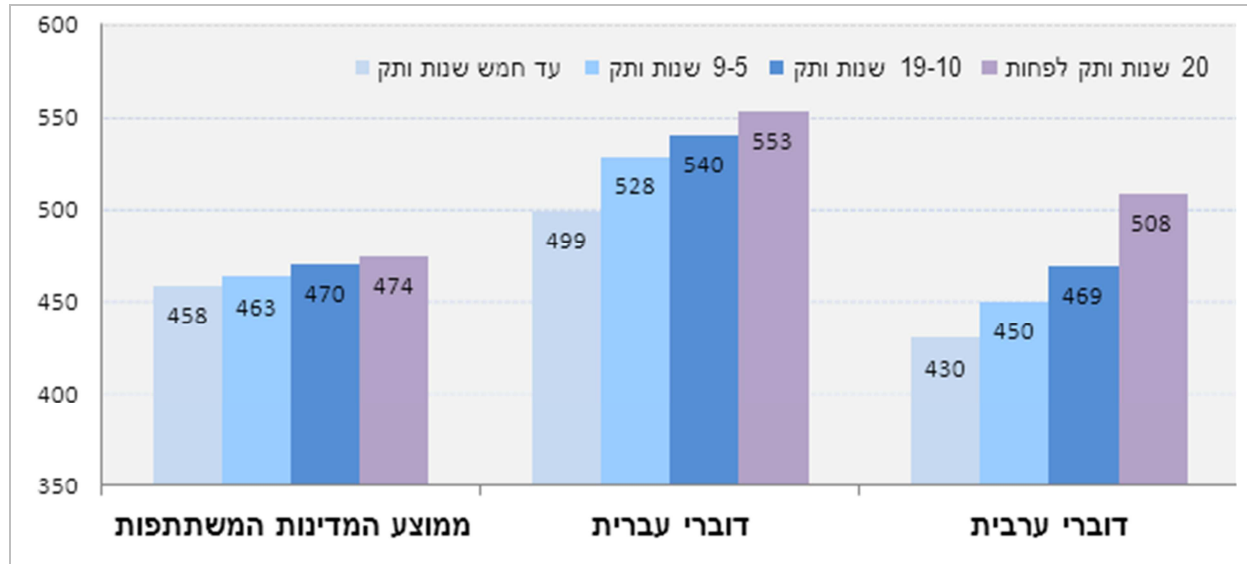


פילוח לפי מגזר שפה מעלה הבדלים ניכרים מבחינת הוותק של המורים: בבתי ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים שמוריהם בעלי ותק של 20 שנה ויותר כפול משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית (44% לעומת 24%, בהתאמה); ובהתאם לזה, בבתי ספר דוברי ערבית, שיעור התלמידים שמוריהם מנוסים פחות (עד 9 שנות ותק בהוראה) כמעט כפול משיעורם בבתי ספר דוברי עברית (38% לעומת 20%, בהתאמה). בבתי ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים "חדשים" (פחות מ-5 שנות ותק) נמוך במיוחד (8%)

⁷² הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה פרסמה נתונים דומים על התבגרותו של כוח ההוראה בישראל. ראה כתבה בנושא באתר כלכליסט: <http://www.calcalist.co.il/local/articles/0,7340,L-3609992,00.html>

בלבד). ממצאים אלו מעידים על מגמה חיובית של כניסת מורים חדשים למתמטיקה לבתי ספר דוברי ערבית, אך גם מתרעים על השיעור הנמוך של כניסת מורים חדשים למערכת בבתי ספר דוברי עברית ועל התבגרותה של קהילת המורים למתמטיקה בבתי ספר אלו.

תרשים 6.6: הישגי התלמידים לפי הוותק של המורים למתמטיקה



בתרשים 6.6 מוצגים הישגי התלמידים במתמטיקה כפונקציה של ותק המורים בהוראה בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. ככלל, נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים במתמטיקה לבין הוותק של מוריהם: ככל שהמורים בעלי ניסיון רב יותר בהוראה, כך הישגי התלמידים גבוהים יותר. בממוצע המדינות המשתתפות, תלמידים שלמדו אצל מורים מנוסים (בעלי ותק של 20 שנה ויותר) הגיעו להישגים גבוהים יותר (ב-16 נקודות) מתלמידים שלמדו אצל מורים "חדשים" (בעלי ותק של חמש שנים לכל היותר). תופעה זו נמצאה ביתר שאת גם בישראל, בשני מגזרי השפה: בבתי ספר דוברי עברית נמצא פער של כחצי סטיית תקן (54 נקודות) בין הישגיהם של תלמידים שלמדו אצל המורים המנוסים ביותר (בעלי ותק של 20 שנה ויותר) לבין הישגיהם של תלמידים שלמדו אצל מורים "חדשים" (עד 5 שנות ותק), ובבתי ספר דוברי ערבית פער זה אף גבוה משלושת רבעי סטיית תקן (78 נקודות). ייתכן שהמורים בעלי הוותק הגבוה יותר אחראים להישגים הגבוהים יותר ועניין זה גם יכול להיות מקור להבדל בהישגים בין שני מגזרי השפה כפי שדווח בפרק 4. בנוסף לזאת, גם כאן ייתכן שהקשר בין ותק המורים להישגי תלמידיהם מושפע משיבוץ המורים הוותיקים לקבוצות הלימוד הגבוהות או מניתובם מלכתחילה של מורים טובים יותר לבתי ספר טובים יותר.

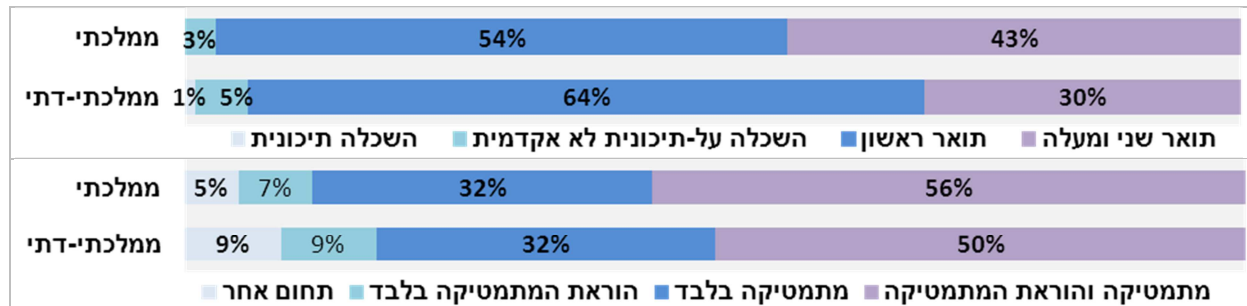
6.3.1.1 הכשרת המורים למתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח

הכשרת המורים טרם כניסתם לתפקיד מתוארת בתרשים 6.7, המראה את התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי רמת ההשכלה הפורמלית ותחום הלימוד של מוריהם למתמטיקה, לפי סוג פיקוח. מההשוואה עולה כי בשני סוגי הפיקוח רובם המוחלט של התלמידים למד אצל מורים בעלי השכלה אקדמית (97% בפיקוח הממלכתי ו-94% בפיקוח הממלכתי-דתי), אלא ששיעור התלמידים שמוריהם בעלי תואר שני ומעלה גבוה יותר בפיקוח הממלכתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי-דתי (43% לעומת 30%, בהתאמה).

עוד עולה מההשוואה כי שיעור התלמידים שמוריהם למדו גם מתמטיקה וגם הוראת המתמטיקה גבוה מעט בפיקוח הממלכתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי-דתי (56% לעומת 50%, בהתאמה). השוואת הישגי התלמידים במתמטיקה בשני סוגי הפיקוח לפי תחומי הלימוד של המורים מעלה כי כמו בקרב כלל התלמידים

בבתי ספר דוברי עברית (ראה **תרשים 6.3** לעיל), בשני סוגי הפיקוח, הישגי התלמידים שמוריהם למדו מתמטיקה והוראת מתמטיקה היו גבוהים מהישגי התלמידים שמוריהם למדו מתמטיקה בלבד. מעניין לציין כי בפיקוח הממלכתי-דתי פער זה בהישגי התלמידים היה גבוה מהפער בפיקוח הממלכתי (33 נקודות לעומת 8 נקודות, בהתאמה, נתונים אלו אינם מוצגים בתרשים).

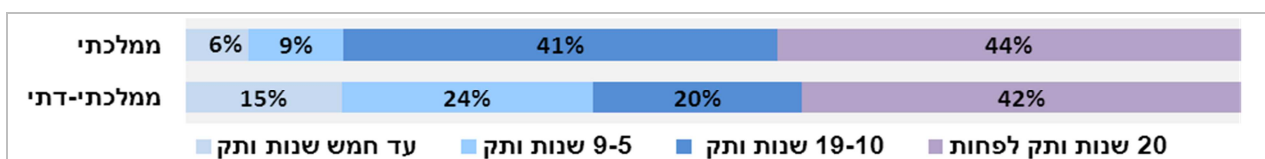
תרשים 6.7: התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי רמת ההשכלה הפורמלית ותחומי הלימוד של המורים למתמטיקה ולפי סוג פיקוח



באשר להכשרת המורים תוך כדי תפקיד נמצא כי שיעור התלמידים שמוריהם השתתפו בתכניות לפיתוח מקצועי (השתלמויות) בנושאים במתמטיקה ובהוראת המתמטיקה דומה בשני סוגי הפיקוח (נתונים אלה אינם מוצגים בתרשים).

בתרשים 6.8 מוצגת התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי הוותק של המורים למתמטיקה ולפי סוג פיקוח. בהשוואה בין שני סוגי הפיקוח נמצא כי שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים מנוסים (20 שנות ותק ויותר) דומה בשני סוגי הפיקוח (44% בפיקוח הממלכתי ו-42% בממלכתי-דתי), ואילו שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים מנוסים פחות ואצל מורים "חדשים" (5 עד 10 שנות ותק ופחות מ-5 שנות ותק, בהתאמה) גבוה לאין ערוך בפיקוח הממלכתי-דתי בהשוואה לפיקוח הממלכתי (6% לעומת 15% עם פחות מ-5 שנות הוראה, 9% לעומת 24% עם 5-9 שנות הוראה, בהתאמה).

תרשים 6.8: התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי ותק המורים למתמטיקה ולפי סוג פיקוח



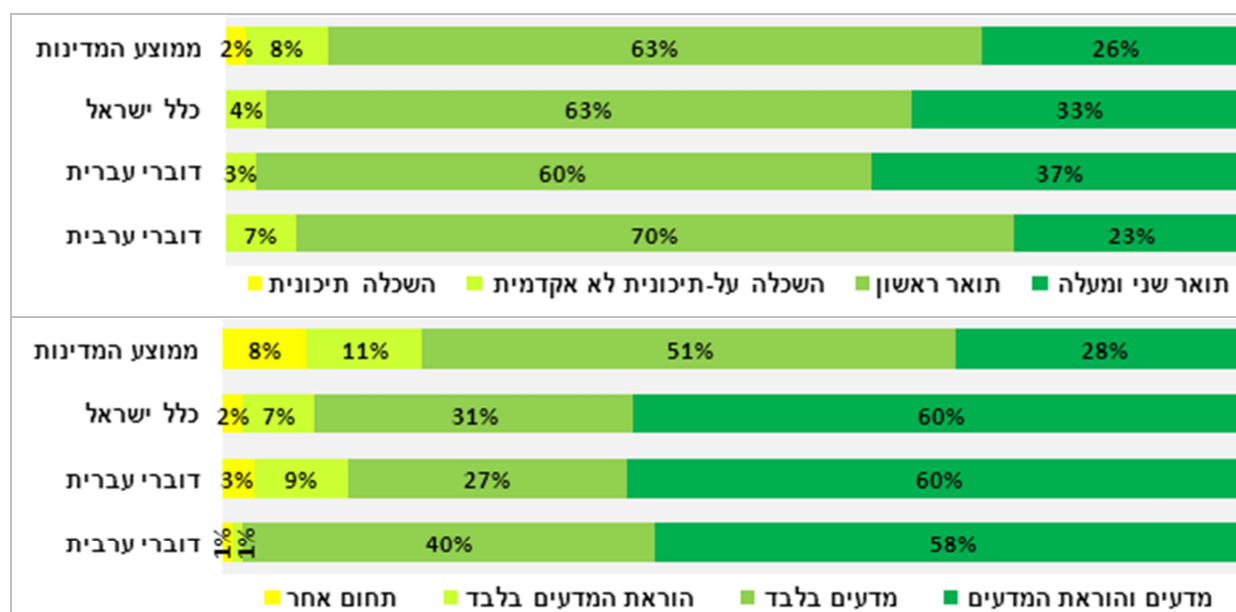
ממצאים אלו עשויים להעיד כי לבתי הספר שבפיקוח הממלכתי-דתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי, נכנסו יותר מורים חדשים למתמטיקה. כמו כן נמצא כי בשני סוגי הפיקוח, הפער בין הישגי התלמידים שלמדו אצל המורים המנוסים ביותר לבין הישגי עמיתיהם שלמדו אצל מורים "חדשים" דומה לפער בקרב כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, ועומד על כמחצית סטיית תקן (ראה **תרשים 6.6** לעיל). ייתכן כי ההבדלים בין שני סוגי הפיקוח בשיעורי התלמידים שלומדים אצל מורים חדשים מנוסים פחות מסבירים במידת מה את פערי ההישגים בין התלמידים בשני סוגי הפיקוח.

6.3.2 הכשרת המורים למדעים במבט בין-לאומי ופנים-ישראלי

הכשרת המורים טרם כניסתם לתפקיד: בתרשים 6.9 מוצגת התפלגות התלמידים לפי ההשכלה הפורמלית ולפי תחומי הלימוד של מוריהם למדעים בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה.

מהתרשים עולה כי שיעור התלמידים בישראל שמוריהם בעלי תואר ראשון דומה לשיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (63%), ואילו שיעור התלמידים בישראל שמוריהם בעלי תואר שני ומעלה גבוה יותר (33% לעומת 26%, בהתאמה). אף שבישראל שיעור המורים בעלי תואר שני ומעלה גבוה משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות, שיעור התלמידים שמוריהם בעלי תואר שני ומעלה גבוה בהרבה בכמה מהמדינות הדומות בהישגיהן לישראל: פינלנד (89% מהתלמידים), אוסטרליה (79% מהתלמידים) וארצות הברית (62% מהתלמידים). ברוסיה, שהישיג תלמידיה במתמטיקה גבוהים מהישיג התלמידים בישראל, כלל המורים למתמטיקה (99%) הם בעלי תואר שני ומעלה.

תרשים 6.9: התפלגות התלמידים לפי רמת ההשכלה הפורמלית ולפי תחומי הלימוד של המורים למדעים



בכל אחד משני מגזרי השפה בישראל, הרוב המוחלט של התלמידים (97% בבתי ספר דוברי עברית ו-93% בבתי ספר דוברי ערבית) למדו מדעים אצל מורים בעלי תואר אקדמי (ראשון ו/או שני ומעלה), אך בבתי ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים שמוריהם בעלי תואר שני ומעלה גבוה משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית (37% לעומת 23%, בהתאמה).

שיעור התלמידים בישראל שמוריהם למדו מדעים והוראת המדעים גבוה במידה ניכרת משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (60% לעומת 28%, בהתאמה), והוא הגבוה מקרב המדינות שהשתתפו במחקר. ייתכן כי הדבר קשור למסלולי הלימוד השונים המקובלים בישראל.⁷³ שיעור התלמידים בישראל שמוריהם למדו מדעים בלבד (בעלי תואר בתחום דעת מדעי, ללא התמחות בהוראת המדעים), נמוך בהשוואה לשיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (31% לעומת 51%, בהתאמה). שיעור התלמידים בישראל שמוריהם למדו

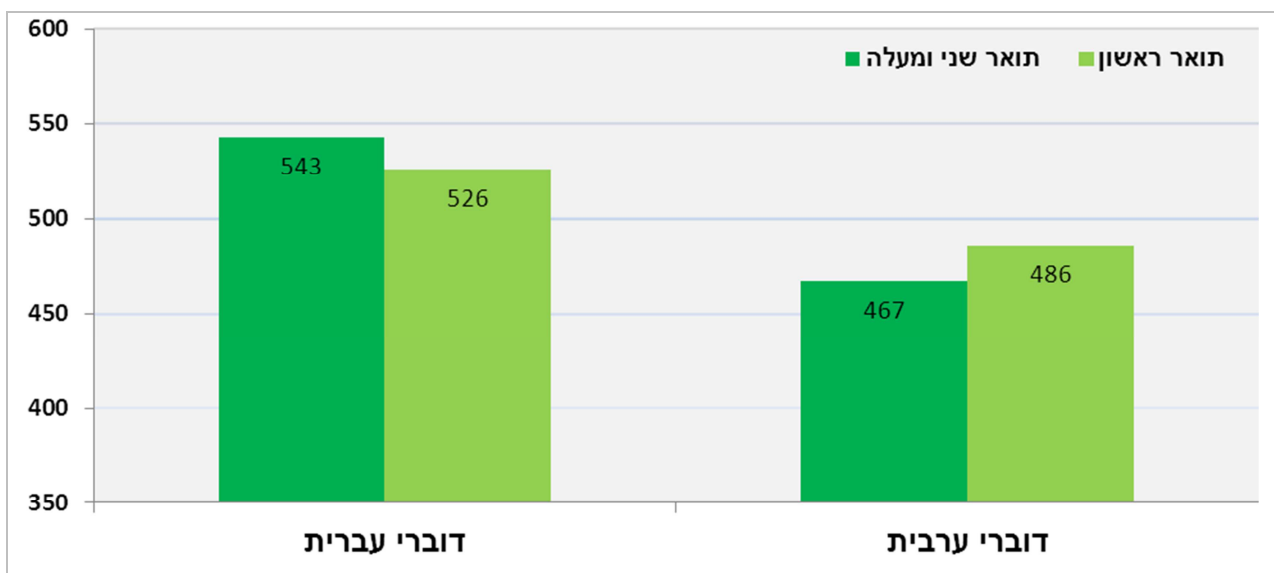
⁷³ בהקשר הישראלי חשוב לציין כי בדומה למתמטיקה, בשל השונות במסלולי ההכשרה של מורים בארץ (ראה במבוא לפרק זה), הקטגוריה של תחומי הלימוד העיקריים מדעים והוראת המדעים אינה מבחינה בין המסלול האוניברסיטאי לבין מסלול במכללה למורים לתואר הראשון, כלומר הן בעלי התואר הראשון במדעים והן בעלי התואר הראשון בהוראת המדעים נכללים בקטגוריה זו. ייתכן כי מורים פירשו "תחום לימוד עיקרי" באופן שונה (למשל, היו מורים בעלי תואר במדעים ותעודת הוראה שסימנו מדעים בלבד כתחום הלימוד העיקרי שלהם, והיו שסימנו מדעים והוראת המדעים כתחומי הלימוד העיקריים. כך גם מורים בעלי תואר בהוראת המדעים סימנו כי תחומי הלימוד העיקריים שלהם הם גם מדעים וגם הוראת המדעים).

הוראת המדעים בלבד או תחום אחר נמוך משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (19% לעומת 9%, בהתאמה).⁷⁴

פילוח לפי מגזר שפה מעלה כי שיעור התלמידים בישראל שמוריהם למדו גם מדעים וגם הוראת המדעים דומה בשני מגזרי השפה (60% בבתי ספר דוברי עברית ו-58% בבתי ספר דוברי ערבית), ואילו שיעור התלמידים שמוריהם למדו מדעים בלבד (בעלי תואר בתחום דעת מדעי, ללא התמחות בהוראת המדעים) גבוה בבתי ספר דוברי ערבית בהשוואה לשיעורם בבתי ספר דוברי עברית (40% לעומת 27%, בהתאמה). בבתי ספר דוברי ערבית, שיעור אפסי (1%) של תלמידים למדו אצל מורים שהתמחו בהוראת המדעים בלבד, לעומת 9% מהתלמידים בבתי ספר דוברי עברית.

בתרשים 6.10 מוצגים הישגי התלמידים במדעים כפונקציה של השכלת מוריהם, לפי מגזר שפה.⁷⁵ בבתי ספר דוברי ערבית, תלמידים שמוריהם בעלי תואר שני ומעלה הגיעו להישגים גבוהים יותר מתלמידים שמוריהם בעלי תואר ראשון בלבד (פער של 17 נקודות); לעומת זאת, בבתי ספר דוברי ערבית, תלמידים שמוריהם בעלי תואר ראשון הגיעו להישגים גבוהים יותר מתלמידים שמוריהם בעלי תואר שני ומעלה (פער של 19 נקודות). נתון זה חריג ביחס לדוברי העברית וביחס לממצא המקביל במתמטיקה, ויש להמשיך ולבדוק אותו.

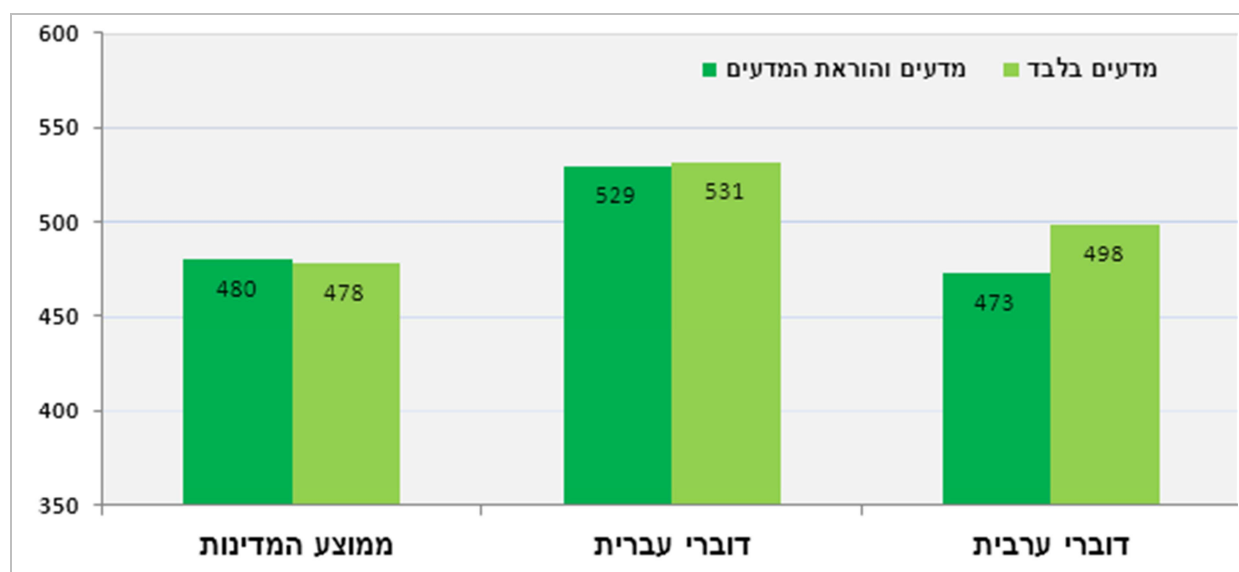
תרשים 6.10: הישגי התלמידים בישראל לפי רמת ההשכלה הפורמלית של המורים למדעים



⁷⁴ סביר להניח כי שיעור התלמידים שמוריהם למדו לתואר ראשון בהוראת המדעים במסלול לתואר במכללה למורים גבוה בפועל מהשיעור המוצג בתרשים 6.9 (7%), זאת בשל ההערכה כי מקצת המורים שלמדו לתואר בהוראת המדעים סימנו בשאלון את התחומים מדעים והוראת המדעים כשני תחומי לימוד עיקריים (כך ששיעור המורים שסימנו מדעים והוראת מדעים גבוה משיעורו בפועל). עוד סביר להניח כי מורים שסימנו מדעים בלבד כתחום לימוד עיקרי למדו לתואר אוניברסיטאי בתחום דעת מדעי.

⁷⁵ מידע זה אינו כלול בדוח טימס הבין-לאומי וחושב בישראל בעבור דוח זה.

תרשים 6.11: הישגי התלמידים לפי תחומי הלימוד של המורים למדעים

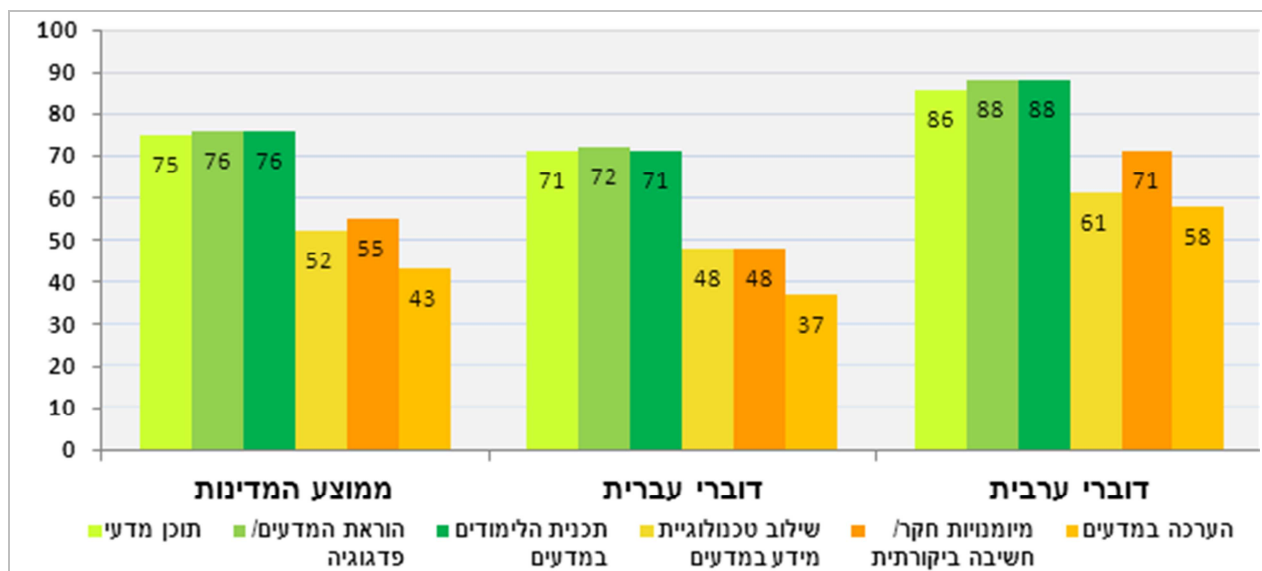


בתרשים 6.11 מוצגים הישגי התלמידים במדעים כפונקציה של תחומי הלימוד של מוריהם, לפי מגזר שפה ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות. בממוצע המדינות המשתתפות לא נמצא הבדל בין הישגי תלמידים שמוריהם למדו מדעים (תחום דעת מדעי) והוראת המדעים לבין הישגי תלמידים שמוריהם למדו מדעים בלבד. בישראל, בבתי ספר דוברי עברית לא נמצא פער ואילו בבתי ספר דוברי ערבית נמצא פער של 25 נקודות לטובת תלמידים שמוריהם התמחו במדעים בלבד (כאמור, 40% מהתלמידים) בהשוואה לתלמידים שמוריהם התמחו במדעים ובהוראת המדעים (498 לעומת 473, בהתאמה). ממצא זה בדבר הקשר בין סוג ההתמחות של המורים לבין הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית מעניין, ועשוי להצביע על הבדלים בין המורים בידע תוכן מדעי הנובעים מהבדלים ביישום תכניות הלימודים במסלולי ההכשרה השונים בישראל. יש אפוא להמשיך ולבדוק ממצא זה.

הכשרת המורים תוך כדי תפקיד: בתרשים 6.12 מוצגת התפלגות התלמידים לפי השתתפות המורים למדעים בתכניות לפיתוח מקצועי (השתלמויות), לפי מגזר שפה ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות. בממוצע המדינות המשתתפות, מוריהם של יותר ממחצית מהתלמידים השתתפו בתכניות לפיתוח מקצועי הקשורות בהתמחות בידע תוכן מדעי ופדגוגי, ידע על תכנית הלימודים וכיוצא בזה, בשנת המחקר ובשנה שקדמה לה. בישראל, שיעור התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית שמוריהם השתתפו בהשתלמויות במהלך שנת המחקר ובשנה שקדמה לה גבוה משיעורם בבתי ספר דוברי עברית.

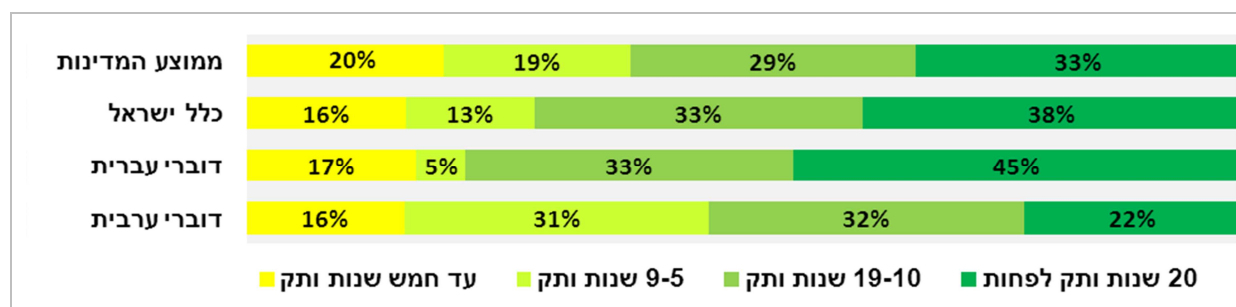
כזכור, במסגרת התכנית לקידום ההישגים התבקשו המורים למדעים להשתתף בהשתלמות של 30 שעות במהלך שנת המחקר ובשנה שקדמה לה (ראה פרק 2 סעיף 2.2.4.2). על סמך תשובות המורים אפשר להניח כי שיעור ההשתתפות הגבוה יותר של מורים בבתי ספר דוברי ערבית, בהשוואה לבתי ספר דוברי עברית, משקף יישום שונה של דרישה זו בשני מגזרי השפה. זאת ועוד: ניתוח התכנים של ההשתלמויות מלמד כי נושאים הקשורים בידע תוכן והוראתו ובידע של תכנית הלימודים נכללו בהשתלמויות בשני מגזרי השפה, אולם בהשתלמויות בשפה הערבית הושם דגש גם על נושאים כגון חשיבה ביקורתית ומיומנויות חקר.

תרשים 6.12: שיעור התלמידים לפי נושאי ההשתלמות של המורים למדעים בשנת המחקר ובשנה שקדמה לה



בתרשים 6.13 מוצגת התפלגות התלמידים לפי הוותק של המורים בהוראה בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. כשני שלישים מהתלמידים שהשתתפו במחקר למדו אצל מורים מנוסים בעלי ותק של 10 שנים לפחות בהוראה. יתרה מזאת: 33% מהתלמידים למדו אצל מורים בעלי ותק של יותר מ-20 שנה. בישראל שיעור דומה של תלמידים לומדים אצל מורים בעלי 20 שנות ותק ומעלה, אך שיעור התלמידים שמוריהם מנוסים פחות (בעלי ותק של 9 שנים לכל היותר) קטן משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (29% לעומת 39%, בהתאמה).

תרשים 6.13: התפלגות התלמידים לפי הוותק של המורים למדעים

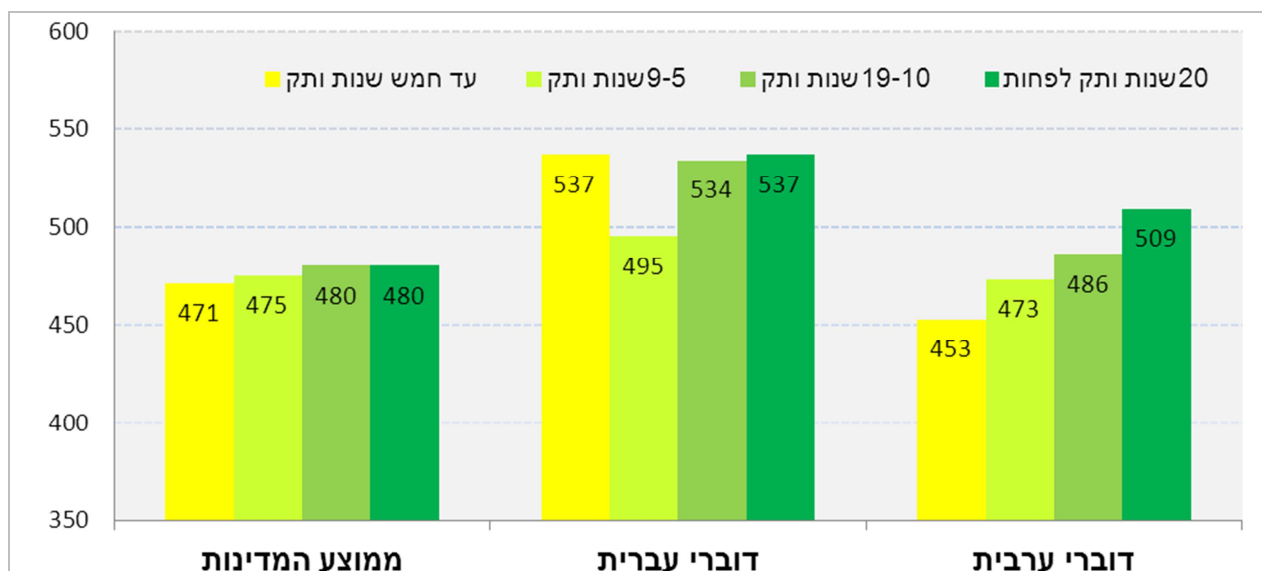


פילוח לפי מגזר שפה מעלה הבדלים ניכרים בכל הנוגע לוותק בהוראה: בבתי ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים שמוריהם בעלי ותק של 20 שנים ומעלה כפול כמעט משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית (45% לעומת 22%, בהתאמה). בבתי ספר דוברי ערבית בולט שיעורם של התלמידים שמוריהם בעלי ותק של 5 עד 9 שנים בהוראה, בהשוואה לשיעורם הנמוך מאוד בבתי ספר דוברי עברית (31% לעומת 5%, בהתאמה). שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים חדשים, בעלי ותק של פחות מ-5 שנים בהוראה, דומה מאוד בשני מגזרי השפה ועומד על כשישית מהתלמידים. ממצאים אלו מצביעים על מגמה חיובית של כניסת מורים חדשים למערכת בשני מגזרי השפה. מגמה זו חשובה במיוחד בבתי ספר דוברי עברית, שבהם שיעור התלמידים

שמוריהם בעלי 20 שנות ותק ומעלה גבוה מאוד ושיעור התלמידים שמוריהם בעלי ותק בינוני (5-9 שנים) נמוך מאוד.⁷⁶

בתרשים 6.14 מוצגים הישגי התלמידים במדעים כפונקציה של הוותק של המורים בהוראה לפי מגזר שפה, ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות. ככלל, נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין הניסיון של מוריהם בהוראה: ככל שהמורים ותיקים יותר, כך הישגי התלמידים גבוהים יותר. בממוצע המדינות המשתתפות, תלמידים שלמדו אצל מורים מנוסים (בעלי ותק של 20 שנה או יותר) הגיעו להישגים גבוהים במידת מה (ב-9 נקודות) מתלמידים שלמדו אצל מורים "חדשים" (פחות מ-5 שנות ותק). תופעה זו נמצאה ביתר שאת בישראל בבתי ספר דוברי ערבית - פער של כחצי סטיית תקן (56 נקודות) בין הישגי תלמידים שמוריהם בעלי ותק של 20 שנים ומעלה לבין הישגי תלמידים שמוריהם "חדשים" (פחות מ-5 שנות ותק). בבתי ספר דוברי עברית לא נרשם ממצא מקביל.⁷⁷ אם אמנם בקרב דוברי הערבית, הוותק משפיע ישירות על הישגי התלמידים, שיעורם הנמוך יחסית של תלמידים שלמדו אצל מורים ותיקים בבתי ספר דוברי ערבית בהשוואה לשיעורם המקביל בבתי ספר דוברי עברית, עשוי לספק הסבר ולו חלקי לפערי ההישגים בין שני מגזרי השפה.

תרשים 6.14: הישגי התלמידים לפי הוותק של המורים למדעים



6.3.2.1 הכשרת המורים למדעים בבתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח

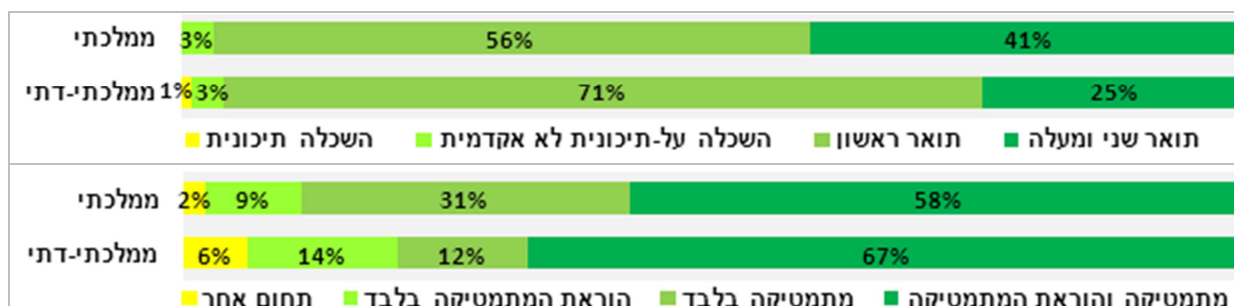
הכשרת המורים טרם כניסתם לתפקיד מתוארת בתרשים 6.15, המראה את התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי רמת ההשכלה הפורמלית ותחומי הלימוד של מוריהם ובפילוח לפי סוג פיקוח. מן ההשוואה עולה כי בשני סוגי הפיקוח, הרוב המוחלט של התלמידים (כ-97%) למדו אצל מורים בעלי השכלה אקדמית, אלא ששיעור התלמידים שמוריהם בעלי תואר שני ומעלה גבוה הרבה יותר בפיקוח הממלכתי בהשוואה לפיקוח הממלכתי-דתי (41% לעומת 25%, בהתאמה).

⁷⁶ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה פרסמה נתונים דומים על וותק המורים למדעים. ראה כתבה באתר כלכליסט: <http://www.calcalist.co.il/local/articles/0,7340,L-3603754,00.html>

⁷⁷ בבתי ספר דוברי עברית, מרבית המורים בעלי ותק של 5-9 שנים בהוראה לימדו בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי, כך שבפיקוח הממלכתי-דתי שיעור המורים שהם פחות מנוסים גדול יותר משיעורם בפיקוח הממלכתי. הבדלים בוותק המורים בין שני סוגי הפיקוח - הממלכתי והממלכתי-דתי - מסבירים את הישגיהם הנמוכים יחסית של התלמידים שלמדו בפיקוח הממלכתי-דתי (ראה תרשים 6.16 וכן פרק 4 סעיף 4.2.2.3)

עוד עולה מהשוואה כי בפיקוח הממלכתי-דתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי, שיעור התלמידים שמוריהם למדו מדעים והוראת המדעים גבוה (67% לעומת 58%, בהתאמה). השוואה בין ההישגים במדעים בשני סוגי הפיקוח מעלה כי כמו כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, הישגי התלמידים שמוריהם למדו תחום דעת מדעי והוראת המדעים גבוהים מהישגי התלמידים שמוריהם התמחו במדעים בלבד (נתונים אלו אינם מוצגים בתרשים)..

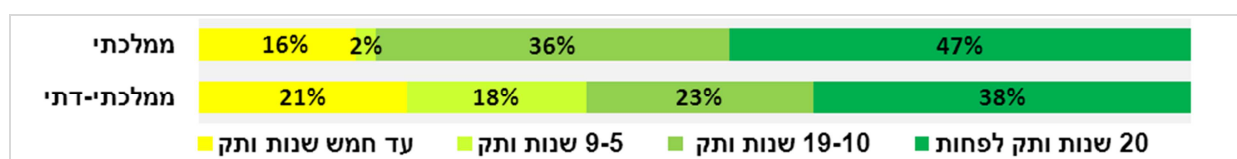
תרשים 6.15: התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי רמת ההשכלה הפורמלית ותחומי הלימוד של המורים למדעים - לפי סוג פיקוח



באשר להכשרת המורים תוך כדי תפקיד, נמצא כי בכל תחומי ההתפתחות המקצועית, שיעור התלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי שמוריהם השתתפו בפיתוח מקצועי בשנת המחקר ובשנה שקדמה לה גבוה מעט משיעורם בפיקוח הממלכתי (נתונים אלו אינם מוצגים בתרשים).

בתרשים 6.16 מוצגת התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית בישראל לפי הוותק של המורים למדעים ולפי סוג פיקוח. בהשוואה נמצא כי בבתי הספר של הפיקוח הממלכתי, שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים מנוסים (בעלי 10 שנות ניסיון ומעלה) גבוה משיעורם בבתי הספר של הפיקוח הממלכתי-דתי (83% לעומת 61%, בהתאמה), ואילו שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים מנוסים פחות או "חדשים" נמוך פי 2 בפיקוח הממלכתי בהשוואה לשיעורם בפיקוח הממלכתי-דתי (39% לעומת 18%, בהתאמה). בשני סוגי הפיקוח לא נמצא קשר בין ותק בהוראה לבין הישגי התלמידים.

תרשים 6.16: התפלגות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי ותק המורים למדעים ולפי סוג פיקוח



6.4 ממצאים: עמדות המורים למתמטיקה ולמדעים ותפיסותיהם

מורים בטוחים ביכולתם ומרוצים בעבודתם הם בעלי מוטיבציה ללמד ולהתכונן לקראת ההוראה, שעשויה להשפיע על עמדות התלמידים. ההשפעה יכולה להיות דו-כיוונית שכן עמדות חיוביות של תלמידים מעלות את הסיכוי של מורים בכיתה להטמיע את המטרות של תכנית הלימודים, והטמעת המטרות האקדמיות מעלה את הסיכוי להגיע להישגים גבוהים. בחלק זה נבחן את עמדות המורים ותפיסותיהם בישראל בהשוואה למדינות המשתתפות ובפילוח לפי מגזר שפה וסוג פיקוח ונסה לעמוד על הקשר בין עמדות המורים ותפיסותיהם לבין ההישגים בישראל.

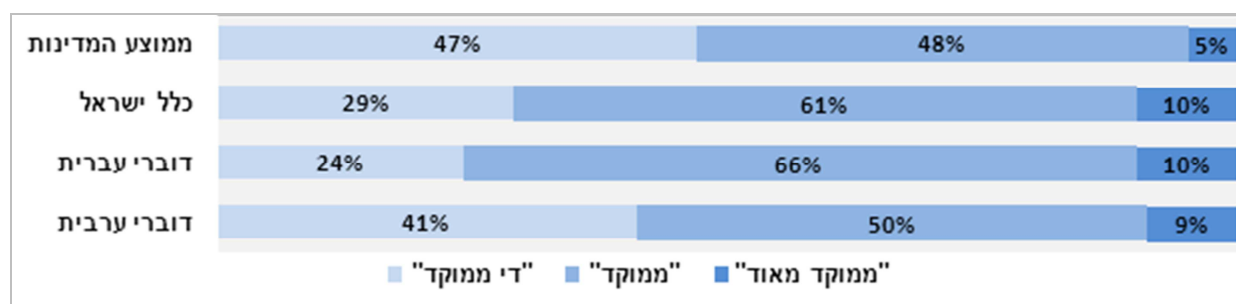
6.4.1 עמדות המורים למתמטיקה ותפיסותיהם במבט בין-לאומי ופנים-ישראלי

במדד המיקוד של בית הספר בלמידה ובהישגים במתמטיקה ישראל נמצאת במקום השביעי במדרג המדינות, במדד הביטחון ביכולת ללמד מתמטיקה ישראל מדורגת במקום ה-12 ובמדד שביעות הרצון בעבודה ישראל מדורגת במקום הרביעי. כמו כן, נמצא כי שיעור גבוה של תלמידים למדו אצל מורים שחשו "מוכנים מאוד" ללמד נושאים במתמטיקה (93% לעומת 84% בממוצע המדינות). בסעיף זה נסקור את המדדים השונים הנוגעים לעמדות ולתפיסות של המורים למתמטיקה. נבחן את המצב בישראל בהשוואה למדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה וסוג פיקוח, וננסה לעמוד על הקשר בין עמדות המורים ותפיסותיהם בישראל לבין הישגי תלמידיהם.

6.4.1.1 המיקוד בלמידה ובהישגים במתמטיקה

במדד המיקוד בלמידה ובהישגים במתמטיקה (על פי תשובות המורים), ישראל נמצאת במקום השביעי במדרג המדינות. 10% מהתלמידים בישראל למדו בבתי ספר ממוקדים מאוד בלמידה ובהישגים, 61% למדו בבתי ספר "ממוקדים" ו-29% בבתי ספר "די ממוקדים". שלוש מהמדינות הדומות בהישגיהן לישראל - אנגליה, ארצות הברית ואוסטרליה - מדורגות על פי מדד זה במקום גבוה מישראל (אנגליה במקום השני - 16% מתלמידיה למדו בבתי ספר שהיו ממוקדים מאוד בלמידה ובהישגים, ואילו ארצות הברית ואוסטרליה במקומות השלישי והרביעי - בכל אחת מהן 13% מהתלמידים למדו בבתי ספר שהיו ממוקדים מאוד). בממוצע המדינות המשתתפות, וגם בישראל, נמצא קשר בין הישגי התלמידים לבין מידת המיקוד בלמידה ובהישגים בבית הספר. פער ההישגים בין תלמידים בבתי ספר "ממוקדים" לבין תלמידים בבתי ספר "ממוקדים מאוד" גדול מעט יותר מהפער שבין תלמידים בבתי ספר "ממוקדים" לבין תלמידים בבתי ספר "די ממוקדים".

תרשים 6.17: התפלגות התלמידים לפי מיקוד בית הספר בלמידה ובהישגים במתמטיקה

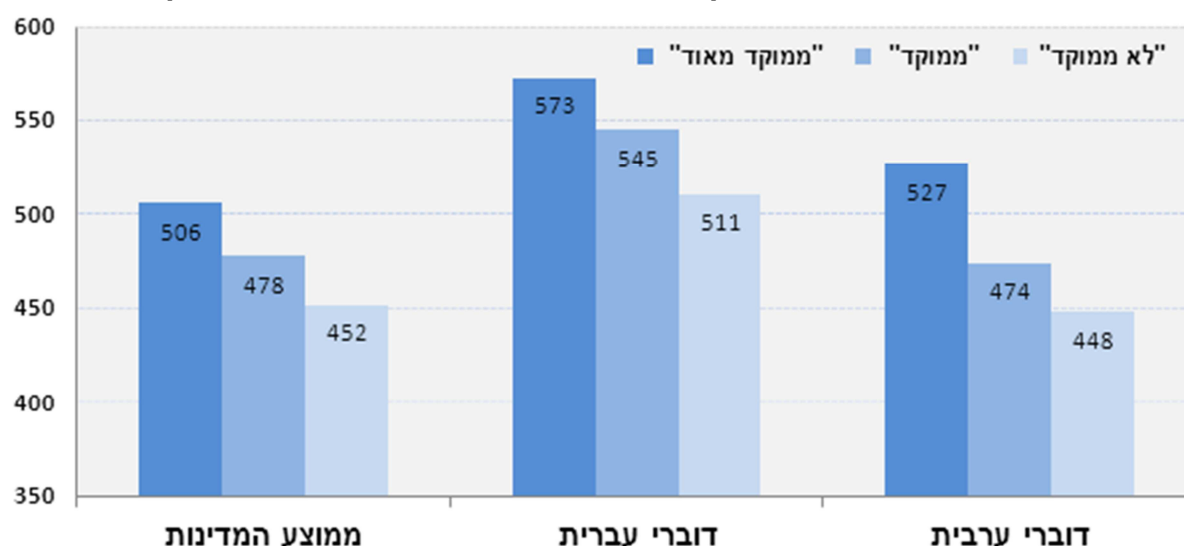


בתרשים 6.17 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מדד המיקוד בלמידה ובהישגים בתחום המתמטיקה בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי בישראל שיעור התלמידים שלמדו בבתי ספר ממוקדים מאוד בלמידה ובהישגים היה כפול משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (10% לעומת 5%, בהתאמה), וכן כי שיעור התלמידים שלמדו בבתי ספר ממוקדים בלמידה גבוה בישראל במידה ניכרת משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (61% לעומת 48%, בהתאמה). בישראל שיעור התלמידים שלמדו בבתי ספר ממוקדים מאוד בלמידה היה דומה בשני מגזרי השפה (10% בבתי ספר דוברי עברית ו-9% בבתי ספר דוברי ערבית), אולם בבתי ספר דוברי עברית שיעור התלמידים שלמדו בבתי ספר ממוקדים פחות בלמידה ("די ממוקדים") היה גבוה בהשוואה לשיעורם בבתי ספר דוברי עברית (41% לעומת 24%, בהתאמה).

בתרשים 6.18 מוצגים הישגי התלמידים במתמטיקה כפונקציה של מידת המיקוד בלמידה ובהישגים במתמטיקה בבית ספרם, לפי מגזר שפה ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות. ככלל, במחקר טימס נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים במתמטיקה לבין מידת המיקוד בלמידה ובהישגים בבית ספרם.

בישראל, בשני מגזרי השפה נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין מידת המיקוד בלמידה. בבתי ספר דוברי עברית קיים פער של 28 נקודות בין הישגי תלמידים בבתי ספר ממוקדים מאוד בלמידה והישגים לבין הישגי חבריהם בבתי ספר ממוקדים בלבד, ופער של 33 נקודות בין הישגי תלמידים בבתי ספר ממוקדים לבין הישגי תלמידים בבתי ספר די ממוקדים. בבתי ספר דוברי ערבית, הפער בין הישגי תלמידים בבתי ספר ממוקדים להישגי חבריהם בבתי ספר ממוקדים מאוד כפול מהפער שבין בתי ספר ממוקדים לבין בתי ספר די ממוקדים (53 נקודות לעומת 26 נקודות, בהתאמה).

תרשים 6.18: הישגי התלמידים לפי מיקוד בית הספר בלמידה ובהישגים במתמטיקה



מאחר שיש מקום להניח כי כמה מההיגדים המרכיבים את מדד המיקוד בלמידה ובהישגים קשור אולי לרקע החברתי-כלכלי של התלמידים (תמיכה הורית והדגשת החשיבות של הצלחה בלימודים), בדקנו את פער ההישגים בין תלמידים בבתי ספר די ממוקדים, ממוקדים וממוקדים מאוד - בפילוח לפי מגזר שפה וגם לפי רקע חברתי-כלכלי (נתונים אלו אינם מוצגים בתרשים). הניתוח העלה כי בשני מגזרי השפה, ההבדלים בין בתי הספר על פי מידת המיקוד שלהם בלמידה ובהישגים חוזרים ועולים בכל אחת מרמות הרקע החברתי-כלכלי (אף כי הבדלים אלו מתונים במידת מה בקרב תלמידים בבתי ספר בעלי רקע חברתי-כלכלי גבוה).

6.4.1.2 מוכנותם של המורים ללמד נושאים בתחום המתמטיקה

בממוצע המדינות המשתתפות, בחינת המוכנות ללמד נושאים במתמטיקה העלתה כי שיעור גבוה של תלמידים למדו אצל מורים שחשים כי הם "מוכנים מאוד" ללמד נושאים מתוך רשימת הנושאים הנכללים במסגרת המושגית במתמטיקה של מחקר טימס 2011. שיעור גבוה של תלמידים למדו אצל מורים "מוכנים מאוד" ללמד מספרים (92%), אלגברה (87%) וגאומטריה (85%), ורק 62% מהתלמידים למדו אצל מורים "בטוחים מאוד" ביכולתם ללמד נושאים בתחום "נתונים והסתברות". בישראל, שיעור התלמידים שמוריהם דיווחו כי הם "מוכנים מאוד" ללמד מתמטיקה היה גבוה מממוצע המדינות המשתתפות ודומה לשיעורם במדינות הדומות בהישגיהן לישראל. שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים "מוכנים מאוד" היה גבוה בישראל בכל אחד מארבעת תחומי התוכן במתמטיקה, והוא גבוה במידת מה בתחומי התוכן מספרים ואלגברה (95% ו-96%, בהתאמה), בהשוואה לתחומי התוכן גאומטריה ונתונים והסתברות (91% ו-90%, בהתאמה). שיעור

התלמידים שמוריהם חשים כי הם "מוכנים מאוד" ללמד את סך הנושאים מתוך רשימת הנושאים הנכללים במסגרת המושגית במתמטיקה ב-2011 גבוה במידה ניכרת משיעורם ב-2007 (93%-ו-69%, בהתאמה). חשוב לציין כי מבין תחומי התוכן, עלה במידה ניכרת שיעור התלמידים שמוריהם "מוכנים מאוד" ללמד נושאים בתחומי התוכן גאומטריה ונתונים והסתברות (כ-90% ב-2011 לעומת כ-50% ב-2007).

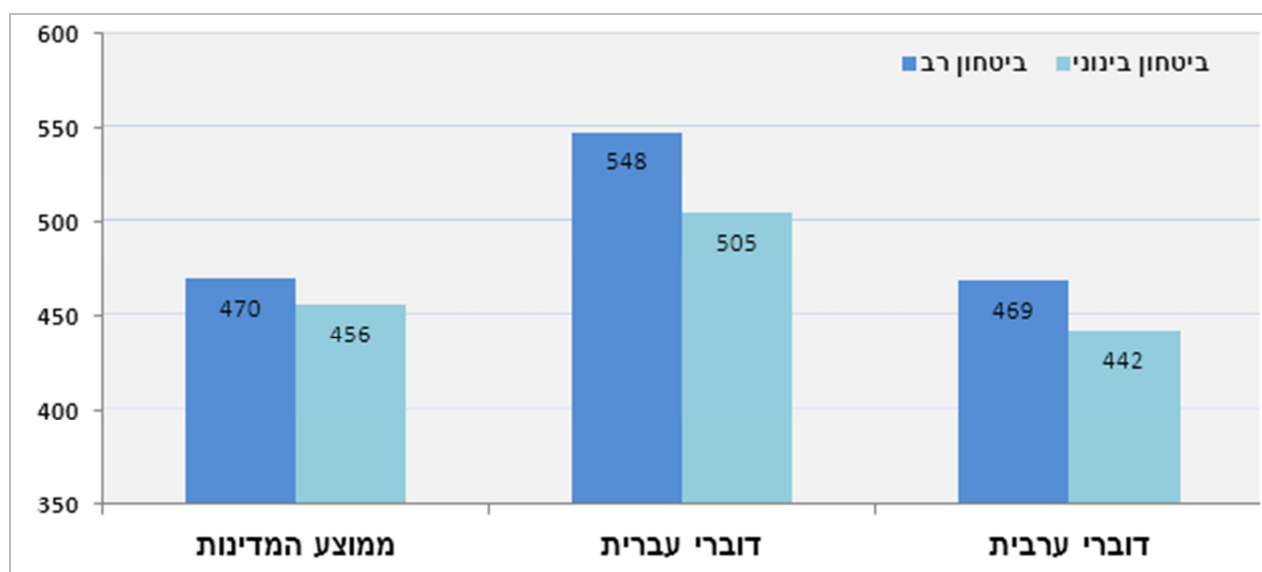
בחינת שיעור התלמידים שלמדו את הנושאים במתמטיקה מתוך המסגרת המושגית של מחקר טימס על פי דיווחי המורים שלימדו אותם העלתה כי בשנתיים שקדמו למחקר טימס 2011, למדו מרבית התלמידים בישראל (89%) את 19 הנושאים הכלולים במסגרת המושגית, לפי הפירוט הבא: כמעט כל התלמידים בישראל למדו את הנושאים בתחומי התוכן מספרים ואלגברה (99%-ו-94%, בהתאמה), וכ-80% מהתלמידים למדו נושאים בתחומי התוכן גאומטריה ונתונים והסתברות. שיעור זה גבוה מהשיעור המקביל במחקר 2007 (69% מהתלמידים), מה שמחזק בעקיפין את ההשערה כי בשנים שקדמו למחקר התמקדו בתי הספר בישראל בלמידה מתוך ציפייה להגיע להישגים (ראה תיאור מפורט בפרק 2).

6.4.1.3 הביטחון של המורים ביכולתם ללמד מתמטיקה

במדד הביטחון ביכולת ללמד מתמטיקה ישראל מדורגת במקום ה-12 במדרג המדינות. 86% מהתלמידים בישראל למדו אצל מורים שדיווחו על ביטחון רב ביכולתם ללמד מתמטיקה (לעומת 76% מהתלמידים בממוצע המדינות המשתתפות). מתוך המדינות הדומות בהישגיהן לישראל רק ארצות הברית מדורגת במדד זה גבוה מיישראל, במקום ה-11. מעניין לציין כי רוסיה, שהיא בעלת הישגים גבוהים בהשוואה לישראל, נמצאת במקום השלישי במדרג, ואילו מדינות מזרח אסיה, בעלות ההישגים הגבוהים ביותר, נמצאות בתחתית המדרג. פילוח לפי מגזר שפה מעלה כי בישראל, 83% מהתלמידים בבתי ספר דוברי עברית ו-93% מהתלמידים בבתי ספר דוברי ערבית למדו מתמטיקה אצל מורים שדיווחו כי הם "בטוחים מאוד" ביכולתם ללמד מתמטיקה. במקרה של ביטחון ללמד, לא ברור מהי הסיבה ומהו המסובב: מורים שחשים בטוחים ביכולתם ללמד עשויים לקדם את הישגי תלמידיהם, אך בה במידה תחושת הביטחון והמסוגלות של המורים ואהבתם למקצוע עשויות לנבוע מהישגי תלמידיהם. כמו במדד של ביטחון התלמידים ביכולתם, גם מדד ביטחון המורים ביכולתם הוא סובייקטיבי ומושפע מגורמים תרבותיים כמו: המידה שבה נהוג להחצין ביטחון או להצניעו, ומידת הרצייה החברתית בעת מילוי השאלונים,

בתרשים 6.19 מוצגים הישגי התלמידים במתמטיקה כפונקציה של מידת הביטחון של מוריהם, לפי מגזר שפה, ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות. בשני מגזרי השפה נמצא כי רק מיעוטם של התלמידים למדו אצל מורים שדיווחו על מידת ביטחון פחותה. תלמידים אלו גם הגיעו להישגים נמוכים יותר מהישגי חבריהם שמוריהם דיווחו על ביטחון רב: פער של 43 נקודות בבתי ספר דוברי עברית ופער של 27 נקודות בבתי ספר דוברי ערבית. פערים אלו בשני מגזרי השפה גדולים יותר מהפער שנמצא בממוצע המדינות המשתתפות, העומד על 14 נקודות בלבד. ממצא זה מרמז על השפעה הדדית דו כיוונית אפשרית בין הישגי התלמידים לבין ביטחון המורים שלהם, שכן במגזר דוברי הערבית ההישגים נמוכים יחסית בכל מקרה.

תרשים 6.19: הישגי התלמידים במתמטיקה לפי מידת הביטחון של מוריהם



בלוח 6.2 מוצג שיעור התלמידים שמוריהם "בטוחים מאוד" בנוגע לכל אחד מההיגדים המרכיבים את מדד הביטחון ביכולת ללמד מתמטיקה. היגדים אלו עסקו כאמור בביטחון ביכולת להפעיל אסטרטגיות הוראה כלליות או ייחודיות להוראת מדעים בכיתה. מניתוח הנתונים עולה כי שיעור גבוה ודומה של תלמידים בשני מגזרי השפה למדו אצל מורים שחשים "בטוחים מאוד" ביכולתם לענות על שאלות תלמידים במתמטיקה ולהדגים להם מגוון אסטרטגיות לפתרון בעיות - שתי אסטרטגיות הוראה הקשורות בידע תוכן ובידע תוכן פדגוגי הנוגע להוראת מתמטיקה. לעומת שיעור גבוה זה, בשני מגזרי השפה נמצא שיעור נמוך יחסית של תלמידים שמוריהם חשים בטוחים מאוד ביכולתם לספק אתגרים לתלמידים בעלי יכולת גבוהה. עוד נמצא כי בבתי ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים שמוריהם חשים בטוחים מאוד ביכולתם לעזור עניין בתלמידים וכן לעזור לתלמידים להעריך את הערך הטמון בלימוד מתמטיקה נמוך משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית.

לוח 6.2: שיעור התלמידים שמוריהם חשים "בטוחים מאוד" ביכולת להפעיל אסטרטגיות להוראת מתמטיקה

שיעור התלמידים שמוריהם "בטוחים מאוד" ביכולתם להפעיל את האסטרטגיה		אסטרטגיות הוראה המרכיבות את מדד הביטחון ללמד מתמטיקה
בתי"ס דוברי ערבית	בתי"ס דוברי עברית	
98%	96%	לענות על שאלות תלמידים על נושאים במתמטיקה
95%	89%	להדגים לתלמידים מגוון אסטרטגיות לפתרון בעיות
91%	76%	להתאים את ההוראה שלהם כדי לעזור עניין בתלמידים
91%	71%	לעזור לתלמידים להעריך את הערך הטמון בלימוד מתמטיקה
80%	73%	לספק משימות מאתגרות לתלמידים בעלי יכולת גבוהה

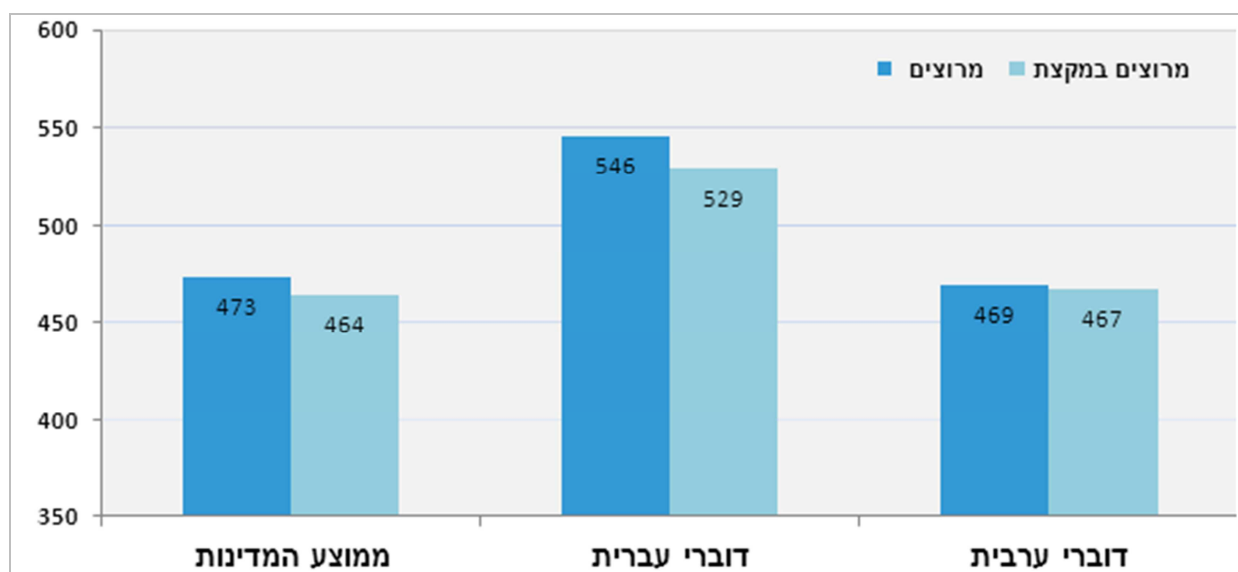
6.4.1.4 שביעות הרצון של המורים למתמטיקה בעבודתם

במדד שביעות הרצון בעבודה ישראל נמצאת במקום הרביעי במדרג המדינות. 69% מהתלמידים בישראל למדו אצל מורים המדווחים כי הם מרוצים מעבודתם, ו-28% למדו אצל מורים מרוצים במקצת (לעומת 47% ו-45% בהתאמה, בממוצע המדינות המשתתפות). המדינות הדומות לישראל בהישגיהן במתמטיקה מדורגות נמוך יחסית במדרג זה (הקרובות ביותר הן ניו זילנד וארצות הברית, במקומות ה-18 וה-19, בהתאמה), והמדינות בעלות ההישגים הגבוהים ביותר במתמטיקה מדורגות בתחתית. בניתוח הקשר שבין שביעות הרצון להישגים נמצא כי בממוצע המדינות המשתתפות, הישגי תלמידים שמוריהם "מרוצים בעבודתם" היו גבוהים במידת מה מהישגי תלמידים שמוריהם "מרוצים אך במקצת" (פער של 9 נקודות). בישראל התקבלה תמונה דומה, אך פער ההישגים בין שתי קבוצות התלמידים גדול יותר (16 נקודות).

בתרשים 6.20 מוצגים הישגי התלמידים במתמטיקה כפונקציה של מידת שביעות הרצון של המורים בעבודתם, לפי מגזר שפה ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות. בישראל, בשני מגזרי השפה, שיעור דומה של תלמידים למדו אצל מורים מרוצים בעבודתם (70% בבתי ספר דוברי עברית ו-66% בבתי ספר דוברי ערבית);⁷⁸ אך רק בבתי ספר דוברי עברית נמצא קשר בין הישגי התלמידים לבין מידת שביעות הרצון של מוריהם: הפער בבתי ספר אלו בין הישגי תלמידים שמוריהם מרוצים בעבודתם לבין הישגי תלמידים שמוריהם מרוצים פחות בעבודתם עמד על 17 נקודות, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית עמד פער זה על 2 נקודות בלבד. ואולם, גם כאשר קיים קשר אין להסיק מכך על כיוון הקשר הסיבתי שכן הישגים גבוהים של תלמידים עשויים לגורם סיפוק למורה ולהעלות את שביעות רצונו, ומאידך, מורה שבע רצון עשוי להיות מורה טוב יותר המביא את תלמידיו להישגים גבוהים יותר? כמו כן יתכן כי אין קשר סיבתי ישיר בין שני המשתנים והקשר הסטטיסטי ביניהם נובע מקשר עם גורם שלישי (כמו למשל ותק בהוראה) המשפיע באותו כיוון על שני המשתנים. הפער בין הישגי תלמידים שמוריהם מרוצים בעבודתם לבין הישגי תלמידים שמוריהם מרוצים פחות בעבודתם עמד על 17 נקודות, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית עמד פער זה על 2 נקודות בלבד. ואולם, גם כאשר קיים קשר אין להסיק מכך על כיוון הקשר הסיבתי שכן הישגים גבוהים של תלמידים עשויים לגורם סיפוק למורה ולהעלות את שביעות רצונו, ומאידך, מורה שבע רצון עשוי להיות מורה טוב יותר המביא את תלמידיו להישגים גבוהים יותר. כמו כן יתכן כי אין קשר סיבתי ישיר בין שני המשתנים והקשר הסטטיסטי ביניהם נובע מקשר עם גורם שלישי (כמו למשל ותק בהוראה) המשפיע באותו כיוון על שני המשתנים.

⁷⁸ שיעור אפסי של תלמידים בישראל למדו מתמטיקה אצל מורים "לא מרוצים" (דוברי עברית – 3%, דוברי ערבית – 1%), ולכן מוצגים נתונים רק עבור התלמידים שלמדו אצל מורים "מרוצים" או "מרוצים במקצת".

תרשים 6.20: הישגי התלמידים במתמטיקה לפי מידת שביעות הרצון של מוריהם



6.4.1.5 מבט פנים-ישראלי בבתי ספר דוברי עברית - לפי סוג פיקוח

בפילוח לפי סוג פיקוח נמצא כי שיעור התלמידים בבתי ספר דוברי עברית שמוריהם "בטוחים מאוד" ביכולתם ללמד מתמטיקה היה גבוה יותר בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי, בהשוואה לשיעורם בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי (74% לעומת 61%, בהתאמה). אשר לקשר בין הביטחון של המורים ביכולתם לבין הישגי תלמידיהם - בדומה לממצא בקרב כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, תלמידים שמוריהם "בטוחים מאוד" הגיעו להישגים גבוהים יותר מתלמידים שמוריהם "די בטוחים", בשני סוגי הפיקוח. עם זאת הפער בין שתי קבוצות התלמידים בבתי ספר דוברי עברית שבפיקוח הממלכתי גבוה מהפער ביניהן בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי (32 נקודות לעומת 7 נקודות, בהתאמה).

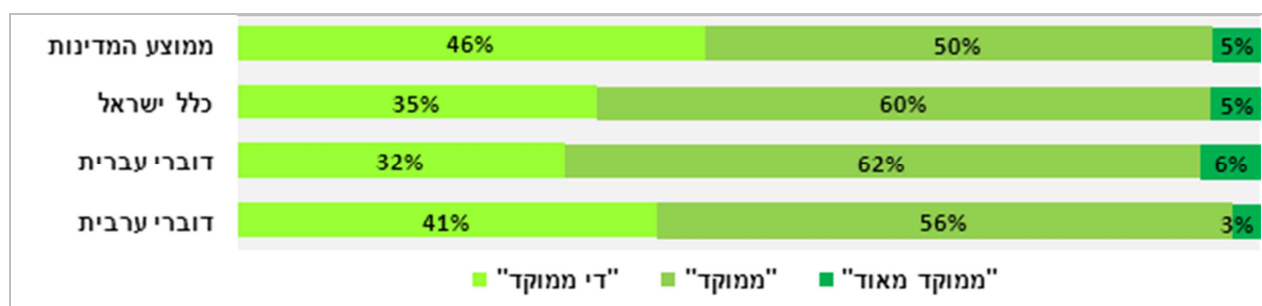
שיעור התלמידים שמוריהם מרוצים בעבודתם גבוה יותר בפיקוח הממלכתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי-דתי (71% לעומת 65%, בהתאמה). בדומה לממצא בקרב כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, בשני סוגי הפיקוח נמצא כי תלמידים שמוריהם מרוצים הגיעו להישגים גבוהים יותר, בהשוואה לתלמידים שמוריהם מרוצים פחות (פער של 16 נקודות בשני סוגי הפיקוח).

6.4.2 עמדות המורים למדעים ותפיסותיהם במבט בין-לאומי ופנים-ישראלי

6.4.2.1 המיקוד בלמידה ובהישגים במדעים

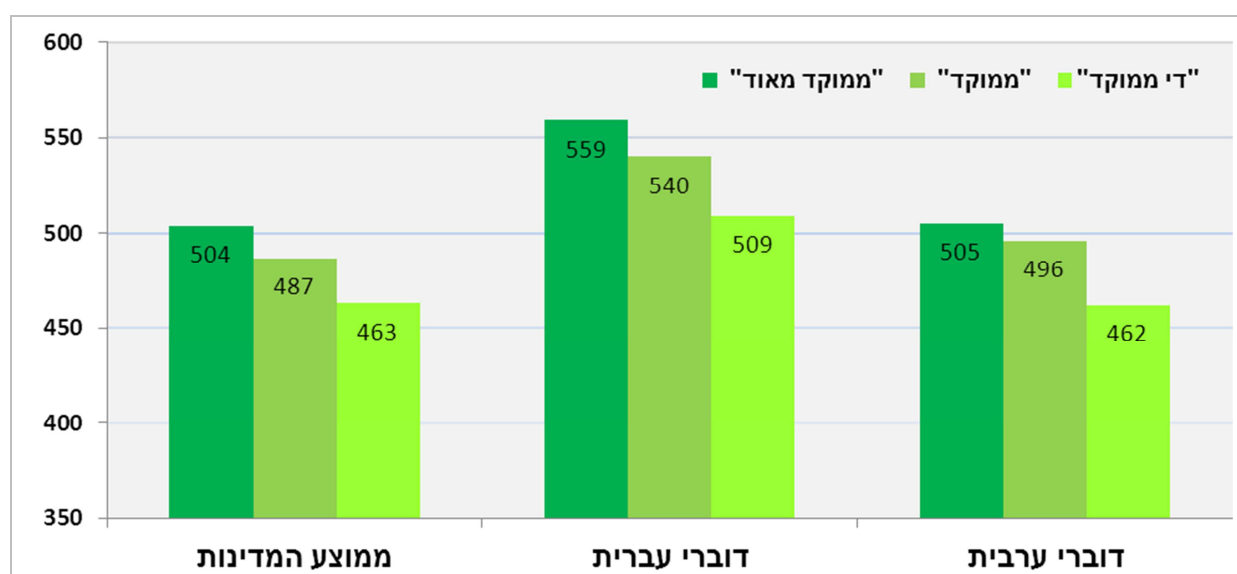
במדד המיקוד בלמידה ובהישגים במדעים (על פי תשובות המורים), ישראל נמצאת במקום ה-16 במדרג המדינות. רק 5% מהתלמידים בישראל למדו בבתי ספר ממוקדים מאוד בלמידה ובהישגים במדעים, 60% למדו בבתי ספר ממוקדים ו-35% בבתי ספר די ממוקדים. בדומה למתמטיקה, שלוש מהמדינות הדומות בהישגיהן ישראל - ארצות הברית, אוסטרליה וניו זילנד - מדורגות על פי מדד זה במקום גבוה מישראל (ארצות הברית ואוסטרליה במקום השלישי והרביעי, בהתאמה - 10% מהתלמידים בכל אחת מהמדינות למדו בבתי ספר ממוקדים מאוד בלמידה - וניו זילנד במקום ה-11 - 8% מהתלמידים). בממוצע המדינות המשתתפות, וגם בישראל, נמצא קשר בין הישגי התלמידים לבין מידת המיקוד בבית הספר בלמידה ובהישגים.

תרשים 6.21: התפלגות התלמידים לפי מיקוד בית הספר בלמידה ובהישגים במדעים



בתרשים 6.21 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מדד המיקוד בלמידה ובהישגים במדעים בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי שיעור התלמידים בישראל שלמדו בבתי ספר ממוקדים מאוד בלימוד מדעים זהה לשיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (5%), אך שיעור התלמידים בישראל שלמדו בבתי ספר ממוקדים בלימוד מדעים גבוה משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות (60% לעומת 50%, בהתאמה). השוואה בין שני מגזרי השפה מעלה כי בבתי ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים שלמדו בבתי ספר ממוקדים מאוד בלמידה כפול משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית (6% לעומת 3%, בהתאמה), וכן כי שיעור התלמידים שלמדו בבתי ספר די ממוקדים בלמידה גבוה יותר בבתי ספר דוברי ערבית משיעורם בבתי ספר דוברי עברית (41% לעומת 32%, בהתאמה).

תרשים 6.22: הישגי התלמידים לפי מיקוד בית הספר בלמידה ובהישגים במדעים



בתרשים 6.22 מוצגים הישגי התלמידים במדעים כפונקציה של מידת המיקוד בלמידה ובהישגים במדעים בבית ספרם, לפי מגזר שפה ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות. ככלל, במחקר טימס נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים במדעים לבין מידת המיקוד בלמידה ובהישגים בבית ספרם. בישראל, בבתי ספר משני מגזרי השפה נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין מידת המיקוד בלמידה. בבתי ספר דוברי עברית קיים פער של 19 נקודות בין הישגי תלמידים בבתי ספר ממוקדים מאוד בלמידה ובהישגים לבין הישגי חבריהם בבתי ספר ממוקדים בלבד, ופער של 31 נקודות בין הישגי תלמידים בבתי ספר ממוקדים לבין הישגי תלמידים בבתי ספר די ממוקדים. בבתי ספר דוברי ערבית, דפוס הקשר שונה, ונראה כי הפער העיקרי בהישגים (34 נקודות - כשליש סטיית תקן). נמצא בין התלמידים בבתי ספר "די ממוקדים" לבין חבריהם בבתי ספר ממוקדים במידה מסוימת.

מאחר שיש מקום להניח כי כמה מההיגדים המרכיבים את מדד המיקוד בלמידה ובהישגים קשור אולי לרקע החברתי-כלכלי של התלמידים (תמיכה הורית והדגשת החשיבות של הצלחה בלימודים), בדקנו את פער ההישגים בין תלמידים בבתי ספר די ממוקדים, ממוקדים וממוקדים מאוד - בפילוח לפי מגזר שפה ו לפי רקע חברתי-כלכלי (נתונים אלו אינם מוצגים בתרשים). הניתוח העלה כי בשני מגזרי השפה, ההבדלים בין בתי הספר על פי מידת המיקוד שלהם בלמידה ובהישגים חוזרים ועולים בכל אחת מרמות הרקע החברתי-כלכלי (אף כי הבדלים אלו מתונים במידת מה בקרב תלמידים בבתי ספר בעלי רקע חברתי-כלכלי גבוה).

6.4.2.2 מוכנותם של המורים ללמד נושאים בתחום המדעים

בחינת מוכנותם של המורים ללמד נושאים בתחום המדעים העלתה כי בממוצע המדינות המשתתפות, מוריהם של מרבית התלמידים דיווחו שהם "מוכנים מאוד" ללמד נושאים מתחומי התוכן כימיה, פיזיקה וביולוגיה (86%, 78% ו-77%, בהתאמה), ואילו מוריהם של פחות ממחצית מהתלמידים (47%) דיווחו כי הם חשים מוכנים ללמד נושאים בתחום מדעי כדור הארץ. בישראל, שיעור התלמידים שמוריהם דיווחו כי הם "מוכנים מאוד" ללמד נושאים בתחומי הכימיה והביולוגיה (90% ו-86%, בהתאמה) דומה ואף גבוה במידת מה משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות, ואילו שיעור התלמידים שמוריהם "מוכנים מאוד" ללמד נושאים בתחום הפיזיקה (77%) נמוך בהשוואה לשיעורם בכימיה וביולוגיה.⁷⁹ שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים שחשים כי הם "מוכנים מאוד" ללמד את סך הנושאים מתוך רשימת הנושאים הנכללים במסגרת המושגית במדעים ב-2011 דומה אמנם לשיעורם ב-2007 (71% ו-68%, בהתאמה), אך אם לא כוללים בחישוב את מדעי כדור הארץ, אפשר לראות כי שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים "מוכנים מאוד" הוא 84% ב-2011 לעומת 76% ב-2007. יש לציין כי שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים "מוכנים מאוד" ללמד נושאים בפיזיקה עלה מ-61% ב-2007 ל-77% ב-2011.

בחינת שיעור התלמידים שלמדו את הנושאים במדעים מתוך המסגרת המושגית של מחקר טימס (לפי דיווחי המורים שלימדו אותם) העלתה כי בשנתיים שקדמו למחקר טימס 2011, למדו מרבית תלמידי ישראל (74%) את 20 הנושאים הכלולים במסגרת המושגית, לפי הפירוט הבא: כמעט כל התלמידים בישראל למדו את הנושאים בתחום התוכן כימיה (94%), 80% מהתלמידים למדו נושאים בפיזיקה, 70% למדו נושאים בביולוגיה. 53% בלבד מהתלמידים למדו נושאים במדעי כדור הארץ (גם כאן יש לסייג נתון זה שכן תחום מדעי כדור הארץ נלמד במסגרת שיעורי גאוגרפיה ועל השאלון ענו מורים למדע וטכנולוגיה שבדרך כלל אינם מלמדים תחום תוכן זה בבית הספר). שיעור זה של תלמידים גבוה משיעורם מחקר 2007 (54% מהתלמידים). השיעור הגבוה יחסית של תלמידים שלמדו את הנושאים מתוך המסגרת המושגית מחזק בעקיפין את ההשערה שבשנים שקדמו למחקר התמקדו בתי הספר בישראל בלמידה, מתוך ציפייה להגיע להישגים (ראה תיאור מפורט בפרק 2).

6.4.2.3 ביטחון המורים ביכולתם ללמד מדעים

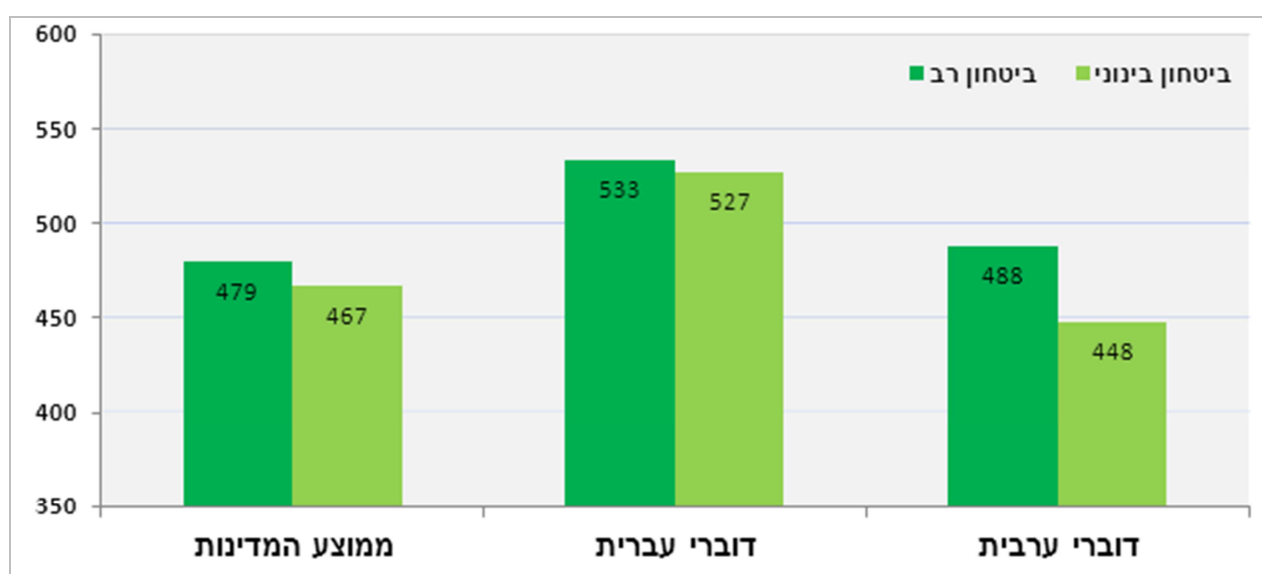
במדד הביטחון ביכולת ללמד מדעים, ישראל נמצאת במקום ה-13 במדרג המדינות. מוריהם של 84% מהתלמידים דיווחו על ביטחון רב ביכולתם ללמד מדעים (לעומת 73% בממוצע המדינות המשתתפות). מתוך המדינות הדומות בהישגיהן לישראל, ליטא ואנגליה מדורגות במקום גבוה מישראל במדד זה (במקומות ה-7

⁷⁹ אשר למוכנות ללמד נושאים בתחום התוכן מדעי כדור הארץ, בישראל פחות מחמישית מהתלמידים (18%) למדו אצל מורים שדיווחו כי הם חשים "מוכנים מאוד" לכך. נזכיר כי מאז שנת הלימודים תש"ע, תחום מדעי כדור הארץ נכלל בישראל במקצוע הגאוגרפיה, ומלמדים אותו מורים לגאוגרפיה ולא מורים למדעים, מה שעשוי להסביר את השיעור הנמוך של תלמידים שמוריהם דיווחו על מוכנות גבוהה ללמד נושאים בתחום זה נמוך אף משיעורם ב-2007 (ראה פירוט על תכנית הלימודים בפרק 2).

וה-11, בהתאמה), וארצות הברית מדורגת במקום ה-14. מעניין לציין כי רוסיה, שהיא בעלת הישגים גבוהים מישראל, מדורגת במקום השני במדד זה, ואילו מדינות מזרח אסיה ופינלנד, בעלות ההישגים הגבוהים ביותר, מדורגות בתחתית.

פילוח לפי מגזר שפה מעלה כי 82% מהתלמידים בבתי ספר דוברי עברית ו-87% מהתלמידים בבתי ספר דוברי ערבית למדו אצל מורים שדיווחו כי הם "בטוחים מאוד" ביכולתם ללמד מדעים. **בתרשים 6.23 מוצגים הישגי התלמידים במדעים כפונקציה של מידת הביטחון של מוריהם לפי מגזר שפה, ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות.** בבתי ספר דוברי ערבית, מיעוט מקרב התלמידים (13%) שמוריהם דיווחו על מידת ביטחון פחותה ("די בטוחים") הגיעו להישגים נמוכים, בהשוואה להישגי חבריהם שמוריהם דיווחו על ביטחון רב (448 נקודות לעומת 488 נקודות, בהתאמה; פער של 40 נקודות). פער זה לא חזר בבתי ספר דוברי עברית (6 נקודות בלבד), והוא גבוה מהפער שנמצא בממוצע המדינות המשתתפות (13 נקודות).

תרשים 6.23: הישגי התלמידים במדעים לפי מידת הביטחון של מוריהם



בלוח 6.3 מוצג שיעור התלמידים שלמדו אצל מורים "בטוחים מאוד" בכל אחד מההיגדים המרכיבים את מדד הביטחון ביכולת ללמד מדעים. ההיגדים שהרכיבו את המדד עסקו, כאמור, בביטחון של המורה ביכולתו להפעיל אסטרטגיות הוראה כלליות או ייחודיות להוראת מדעים בכיתה. מניתוח הנתונים עולה כי שיעור גבוה של תלמידים, בשני מגזרי השפה, למדו אצל מורים בטוחים מאוד ביכולתם לענות על שאלות תלמידים במדעים ולהסביר מושגים או עקרונות באמצעות ניסויים - שתי אסטרטגיות הוראה הקשורות בביטחון בידע תוכן ובידע תוכן פדגוגי שקשור בהוראת מדעים; זאת לעומת שיעור נמוך יחסית של תלמידים בשני מגזרי השפה שלמדו אצל מורים בטוחים מאוד ביכולתם לספק אתגרים לתלמידים בעלי יכולת גבוהה. בבתי ספר דוברי ערבית, בהשוואה לבתי ספר דוברי עברית, שיעור גבוה של תלמידים למדו אצל מורים המדווחים על ביטחון רב ביכולתם לעזור עניין בתלמידים וכן לגרום להם להעריך את הערך הטמון בלימוד מדעים. מעניין כי ההישגים של מיעוט התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית שמוריהם בטוחים פחות ביכולתם לעזור עניין ולגרום לתלמידים להעריך את לימודי המדעים, היו נמוכים מהישגי התלמידים שמוריהם בטוחים מאוד ביכולתם להפעיל אסטרטגיות אלו (פער של יותר מ-40 נקודות). ממצא זה לא חזר בבתי ספר דוברי עברית.

לוח 6.3: שיעור התלמידים שמוריהם חשים "בטוחים מאוד" בנוגע להפעלת אסטרטגיות להוראת מדעים

שיעור התלמידים שמוריהם "בטוחים מאוד" ביכולתם להפעיל את האסטרטגיה		אסטרטגיות הוראה המרכיבות את מדד הביטחון ללמד מדעים
בתי"ס דוברי עברית	בתי"ס דוברי ערבית	
94%	91%	לענות על שאלות תלמידים על נושאים במדעים
94%	85%	להסביר מושגים או עקרונות מדעיים באמצעות ניסויים מדעיים
87%	73%	להתאים את ההוראה שלהם כדי לעורר עניין בתלמידים
87%	70%	לעזור לתלמידים להעריך את הערך הטמון בלימוד מדעים
71%	60%	לספק משימות מאתגרות לתלמידים בעלי יכולת גבוהה

6.4.2.4 שביעות הרצון של המורים למדעים בעבודתם

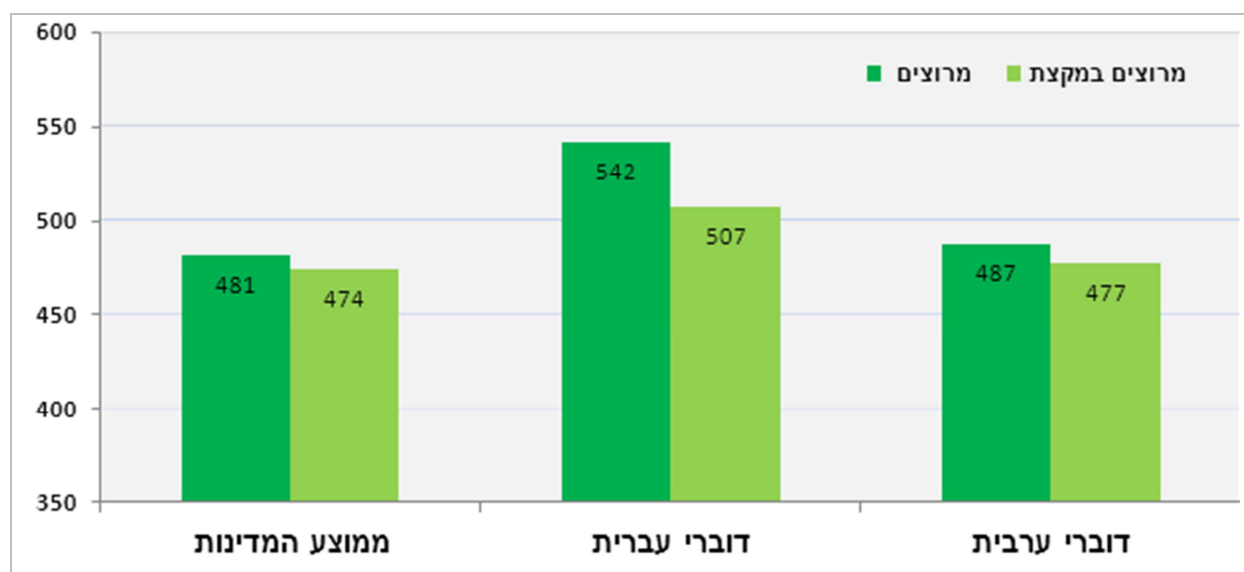
במדד **שביעות הרצון בעבודה** ישראל נמצאת במקום השביעי במדרג המדינות: 61% מהתלמידים בישראל למדו אצל מורים מרוצים בעבודתם, ו-37% למדו אצל מורים מרוצים במקצת (לעומת 47%-ו-45%, בהתאמה, בממוצע המדינות המשתתפות). המדינות הדומות בהישגיהן לישראל נמצאות נמוך יחסית במדרג זה (הקרובות ביותר הן ניו זילנד והונגריה, במקומות ה-27 וה-28, בהתאמה). המדינות בעלות ההישגים הגבוהים ביותר במדעים מדורגות בתחתית.

בניתוח הקשר שבין שביעות הרצון להישגים נמצא כי בממוצע המדינות המשתתפות, תלמידים שמוריהם מרוצים בעבודתם הגיעו להישגים גבוהים במידת מה מהישגי התלמידים שמוריהם מרוצים במקצת (פער של 7 נקודות). בישראל התקבלה תמונה בכיוון דומה, והפער בין שתי קבוצות התלמידים גדול אף יותר (32 נקודות, כשליש סטיית תקן).

בתרשים 6.24 מוצגים הישגי התלמידים בישראל כפונקציה של מידת שביעות הרצון של המורים בעבודה לפי מגזר שפה, ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות. נמצא כי בבתי ספר דוברי עברית שיעור התלמידים שמוריהם מרוצים בעבודתם היה גבוה משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית (65% לעומת 51%, בהתאמה).⁸⁰ בניתוח הישגי התלמידים לפי מידת שביעות הרצון של מוריהם בעבודה נמצא כי בבתי ספר דוברי עברית מדד שביעות הרצון קשור להישגי התלמידים יותר מבבתי ספר דוברי ערבית. בבתי ספר דוברי עברית, הישגי תלמידים שמוריהם מרוצים בעבודתם היו גבוהים במידה ניכרת מהישגי תלמידים שמוריהם דיווחו כי הם מרוצים פחות (542 נקודות לעומת 507 נקודות, בהתאמה; פער של 35 נקודות). פער זה לא חזר בבתי ספר דוברי ערבית (10 נקודות בלבד), והוא אף נמוך יותר בממוצע המדינות המשתתפות (7 נקודות).

⁸⁰ שיעור אפסי של תלמידים בישראל למדו אצל מורים למדעים "לא מרוצים" (כ-2% מהתלמידים מכל אחד ממגזרי השפה) ולכן מוצגים נתונים רק בעבור התלמידים שמוריהם "מרוצים" או "מרוצים במקצת".

תרשים 6.24: הישגי התלמידים במדעים לפי מידת שביעות הרצון של מוריהם



6.4.2.5 מבט פנים-ישראלי בבתי ספר דוברי עברית – לפי סוג פיקוח

בפילוח לפי סוג פיקוח נמצא כי בבתי ספר דוברי עברית בישראל, שיעור התלמידים שמוריהם למדעים "בטוחים מאוד" ביכולתם ללמד מדעים היה גבוה יותר בבתי ספר של הפיקוח הממלכתי, בהשוואה לבתי ספר של הפיקוח הממלכתי-דתי (84% לעומת 76%, בהתאמה), אך בשני סוגי הפיקוח לא נמצא הבדל של ממש בהישגי התלמידים לפי מידת הביטחון של מוריהם.

שיעור התלמידים שמוריהם מרוצים בעבודתם גבוה יותר בבתי הספר של הפיקוח הממלכתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי-דתי (69%-52% בהתאמה). בדומה לממצא בכלל בתי הספר דוברי עברית, בשני סוגי הפיקוח, הישגי התלמידים שמוריהם מרוצים הגיעו להישגים גבוהים מהישגי תלמידים שמוריהם מרוצים במקצת.

6.5 השוואה בין המורים למתמטיקה והמורים למדעים בישראל

השוואת מאפייני ההכשרה של המורים למתמטיקה ולמדעים בישראל, עמדותיהם ותפיסותיהם, במבט פנים-ישראלי ובהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות מעלה דמיון רב אך גם שוני, כמתואר להלן.

הכשרת המורים בישראל, טרום התפקיד ותוך כדי התפקיד, דומה בשני מקצועות הלימוד: בשניהם שיעור דומה של תלמידים שלמוריהם תואר שני ומעלה והוא גבוה משיעורם בממוצע המדינות המשתתפות. כך גם שיעור התלמידים שלמוריהם השכלה הן בתחום התוכן והן בהוראתו. שיעור התלמידים הללו בבתי ספר דוברי עברית גבוה משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית, והוא גבוה יותר בבתי ספר של הפיקוח הממלכתי בהשוואה לפיקוח הממלכתי-דתי.

מידת ההשתתפות בהשתלמויות לפיתוח מקצועי בשנת המחקר ובשנה שקדמה לה דומה אף היא בשני המקצועות. בשניהם התמקדו ההשתלמויות בתכניות הלימודים, בתחום התוכן (מתמטיקה או מדעים) ובדרכי הוראתו. ממצא זה מתיישב עם העובדה שבמסגרת התכנית לקידום ההישגים, נדרשו מורי המקצועות האמורים בכיתות ז'-ט' להשתתף בהשתלמויות בהיקף של 30 שעות לפחות לשם העמקת הנושאים הנכללים

בתכניות הלימודים המעודכנות והחדשות. שיעור התלמידים שלמד אצל מורים שהשתלמו גבוה בבתי ספר דוברי ערבית בהשוואה לבתי ספר דוברי עברית, כשבבתי ספר של הפיקוח הממלכתי-דתי שיעור ההשתתפות גבוה בהשוואה לפיקוח המלכתי.

הוותק של המורים הוא היבט מעניין במחקר טימס, שכן מכל מאפייני הרקע שנבדקו, הוא היחיד שנמצא קשור במדינות המשתתפות להישגי התלמידים בשני מקצועות הלימוד. בישראל, בבתי ספר דוברי ערבית נמצא קשר חיובי בין הוותק בהוראה להישגי התלמידים בשני מקצועות הלימוד, ואילו בבתי ספר דוברי עברית, נמצא קשר חיובי במתמטיקה אך לא במדעים.

בישראל, שיעור התלמידים שמורים מנוסים (בעלי ותק של 20 שנות הוראה ויותר) דומה לשיעורם בממוצע המדינות המשתתפות, אולם, שיעורם בבתי ספר דוברי עברית כפול כמעט משיעורם בבתי ספר דוברי ערבית. זאת ועוד: שיעור התלמידים שלמוריהם ותק של 9 שנים לכל היותר נמוך מאוד בבתי ספר דוברי עברית, בהשוואה לשיעורם בבתי ספר דוברי ערבית, והוא נמוך יותר במתמטיקה בהשוואה למדעים. הבדלים אלו בוותק של המורים עשויים להסביר במידה מסוימת את ההבדלים בהישגים בין שני מגזרי השפה, אך גם להתריע על התבגרותה של קהילת המורים המלמדים את שני מקצועות הלימוד ועל העובדה שבחמש השנים האחרונות נכנסו מעט מורים חדשים (בעיקר במתמטיקה) לבתי ספר דוברי עברית.

במדד שביעות הרצון בעבודה, ישראל נמצאת במקומות גבוהים במדרג המדינות המשתתפות (במקום הרביעי במתמטיקה והשביעי במדעים). בשני מקצועות הלימוד נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין מידת שביעות הרצון של המורים בעבודתם בבתי ספר דוברי עברית בלבד. בניגוד למקום הגבוה יחסית במדרג שביעות הרצון של המורים, במדד הביטחון ביכולת ללמד, המורים למתמטיקה בישראל נמצאים במקום ה-12 במדרג המדינות והמורים למדעים נמצאים במקום ה-13, כשבשני מקצועות הלימוד. באופן מעניין, בשני מקצועות הלימוד נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין מידת הביטחון של המורים ביכולת ללמד רק בבתי ספר דוברי ערבית.

במדד מיקוד בית הספר בלמידה ובהישגים, ישראל נמצאת במקום השביעי במדרג המדינות המשתתפות על פי תשובות המורים למתמטיקה, ואילו לפי תשובות המורים למדעים ישראל מדורגת במקום ה-16. הבדל זה בין שני המקצועות מרמז אולי על ייחוס ערך רב יותר למקצוע המתמטיקה בבתי הספר בישראל. נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים לבין מידת המיקוד של בית הספר בלמידה ובהישגים.

בשני מקצועות הלימוד, שיעור גבוה של תלמידים למדו אצל מורים שדיווחו כי הם "מוכנים מאוד" ללמד נושאים מתוך המסגרת המושגית של טימס וכן שיעור גבוה של תלמידים למדו בפועל את הנושאים האלה (על פי דיווחי מוריהם). נתונים אלו מעידים אף הם, גם אם בעקיפין, על ביטחון המורים ביכולתם ללמד ועל מיקוד בתי הספר בלמידה ובהישגים. גם כאן, שיעור התלמידים שמוריהם למתמטיקה דיווחו כי הם "מוכנים מאוד" ללמד נושאים מתוך המסגרת המושגית וגם לימדו בפועל את הנושאים בכיתה גבוה משיעורם במדעים. את תחושת המוכנות הגבוהה של המורים ללמד נושאים מתוך המסגרת המושגית של טימס ניתן להסביר על ידי הטמעת תכניות הלימודים המותאמות למסגרות המושגיות של טימס, הקצאת מדריכים לבתי הספר, אכיפת ההפעלה של התכניות בכיתות, וכן להרחבת מידת ההשתתפות בתכניות לפיתוח מקצועי – כל זאת כאמור במסגרת התכנית לקידום ההישגים.

פרק 7: מה עשוי להסביר את העלייה בהישגי ישראל במחקר טימס 2011

הישגי התלמידים בישראל במחקר טימס 2011 הציבו את ישראל במקום גבוה במדרג המדינות המשתתפות, והיו גבוהים הן בהשוואה להישגי מדינות אחרות והן בהשוואה להישגי ישראל במחזורי קודמים של מחקר טימס. בשנים 2007, 2003 ו-1999 דורגה ישראל במקומות 24, 19 ו-28 במתמטיקה ובמקומות 25, 23 ו-26 במדעים, בהתאמה. דירוגים אלו העמידו את ישראל ב-2007 וב-2003 בערך במחצית המדרג של המדינות המשתתפות. גם במחקר פיזה, הבודק אוריינות קריאה, אוריינות מתמטיקה ואוריינות מדעים בקרב בני 15, דורגה ישראל בעשור הראשון של שנות ה-2000 (ב-2002, 2006 ו-2009) במקום נמוך יחסית (בערך בשליש האחרון במדרג המדינות המשתתפות).

במונחי ממוצע הציונים של תלמידי ישראל, העלייה הגדולה בהישגים במחקר טימס בישראל בין מחזורי 2007 ל-2011 (53 נקודות במתמטיקה ו-48 נקודות במדעים) הייתה גדולה ואף חריגה בהשוואה למידת השיפור המקובלת בקרב מדינות שמשתתפות במחזורי מחקר רצופים. העלייה בהישגים בין 2007 ל-2011 בישראל העמידה אותה במקום השלישי במידת השיפור במתמטיקה ובמקום השני במידת השיפור במדעים, מתוך 37 המדינות שהשתתפו בשני מחזורי המחקר, 2007 ו-2011. שיפור של יותר מ-50 נקודות בהישגים נרשם רק בעוד שתי מדינות מלבד ישראל: קטאר (שיפור של כ-100 נקודות בשני מקצועות הלימוד) וערב הסעודית (שיפור של 65 נקודות במתמטיקה). השיפור בישראל היה גדול בהרבה גם מממוצע השיפור במדינות שחלה עליה בהישגיהן (במתמטיקה השתפרו 21 מדינות מתוך 37; במדעים השתפרו 22 מדינות מתוך 37). ממוצע השיפור של מדינות אלו עמד על 17 נקודות במתמטיקה ו-15 נקודות במדעים.⁸¹

העלייה הגדולה בהישגי התלמידים בישראל ב-2011 גרמה לכלי התקשורת ולחוקרי חינוך בישראל להיות חשדנים ולהטיל ספק בתקפותם של הממצאים, ולראות בנתונים תוצאות מוטות כלפי מעלה (ראה **תיבה 7.1**). פרק זה נועד לבדוק את סוגיית תוקפם של הממצאים בכללותם, וזאת בכמה דרכים:

א. בחינת הגורמים המרכזיים שהיו עשויים להשפיע על השיפור בהישגי התלמידים בישראל במחקר 2011 בהשוואה למחקרי העבר (שינויים במערכת החינוך - **סעיף 7.1**, שיפורים בכלי המדידה ובסביבת המבחן - **סעיף 7.2**).

ב. בדיקת הטענות בנוגע לגורמים מטים פוטנציאליים (**סעיף 7.3**).

ג. הבאת עדויות נוספות לתוקף הממצאים באמצעות נתונים ממבחני המיצ"ב (מה שמכונה בתחום המדידה "תוקף מתכנס" - **סעיף 7.4**).

⁸¹ ממוצע השינויים בציונים בכלל המדינות שהשתתפו בשני מחזורי המחקר (עלייה בציון הממוצע או ירידה בציון הממוצע) עמד על 13 נקודות במתמטיקה ו-11 נקודות במדעים.

תיבה 7.1: התגובות בישראל בעקבות פרסום התוצאות

פרסום הממצאים של מחקר טימס 2011 היה מלווה בהד תקשורתי ובתגובות רבות מצד הציבור ומצד חוקרי חינוך. כתבים לענייני חינוך וחוקרי חינוך בישראל התייחסו בחשדנות ובספקנות לעלייה בהישגי התלמידים בישראל. במדורי החינוך והכלכלה בעיתונים ובאתרי האינטרנט המרכזיים הועלו טיעונים שערערו על תקפות הממצאים. הטענות התמקדו בשני היבטים עיקריים של המחקר: ספק בדבר תקינות הביצוע של הליך המחקר עצמו בישראל, וספק בדבר הלגיטימיות של השוואת נתוני המחקר הנוכחי לנתונים של מחזורי מחקר קודמים. בהקשר של תקינות הביצוע הועלתה טענה ולפיה המדגם אינו מייצג כיאות את אוכלוסיית המטרה של המחקר, שכן הוצאו ממנו לכאורה קבוצות אוכלוסייה חלשות הידועות בהישגיהן הלימודיים הנמוכים על מנת להעלות באורח מלאכותי את ממוצע ההישגים בישראל. בפרט נטען באמצעי התקשורת כי משרד החינוך לא כלל במדגם את תלמידי מזרח ירושלים ואת תלמידי המגזר החרדי, וכן כי לא נכללו בו בתי ספר חלשים ו/או תלמידים חלשים. חוקרי חינוך אחדים העלו את הטענה כי נעשתה הכנה ממוקדת למבחן רק לתלמידים שהשתתפו במחקר, מה שהעלה את הישגיהם באופן שאינו מייצג את כלל התלמידים. בהקשר של השוואת המחקר למחזורי מחקר קודמים נטען כי השוואה זו אינה לגיטימית בשל השיפור בתרגום לעברית ולערבית במחזור המחקר האחרון. טענה זו התבססה על העובדה שישראל נכללה בדוח טימס הבין-לאומי בטבלת המדינות המשתתפות בתור אחת מהמדינות שנתונין "אינם בני השוואה לנתוני מחזורים קודמים, בעיקר בשל שיפור התרגום במדינות אלו או הגדלת כיוסי האוכלוסייה" (הערת שולים שנכתבה בתחתית הטבלה) ולפיכך לא הוצגו בדוח הבין-לאומי נתוני השוואה (trends) בין תוצאות המחקר הנוכחי לבין תוצאות מחזורי מחקר קודמים בעבור ישראל. כתבים טענו כי הצגת הנתונים בהשוואה לנתוני העבר אינה לגיטימית, וכי משרד החינוך הסתיר עובדה זו כדי להדגיש את העלייה בהישגים.

7.1 שינויים במערכת החינוך בשנים שקדמו למחקר טימס 2011

בשנים שקדמו לביצוע מחקר טימס 2011 חלו בישראל שינויים ניכרים במערכת החינוך בכלל ובהוראת תחומי המתמטיקה והמדעים בחטיבת הביניים בפרט, בהשוואה לשנים עברו. ראשית חל שינוי במדיניות הכוללת שהציב משרד החינוך באותן שנים - הצבת יעדי חינוך כמותיים ומדידים כחלק מהתפיסה ולפיה הצבת יעדים כמותיים לכשעצמה עשויה לקדם הישגים, מאחר שהיא משפיעה על המוטיבציה של צוותי החינוך ושל התלמידים להשקיע יותר בהוראה ובלמידה מתוך שאיפה להגיע ליעד שסומן. היעדים לא היו רק בתחום ההישגים אלא גם בתחומים של הפחתת אלימות והטמעת ערכים. בד בבד הוקצו משאבים שנועדו לסייע למערכת החינוך להגיע לאותם יעדים. מרבית המשאבים הושקעו בשנתיים שקדמו למחקר כחלק מהתכנית לקידום ההישגים שיזם משרד החינוך לקראת שנת הלימודים תש"ע (ראה בהרחבה על התכנית בפרק 2 ובהמשך פרק זה). המשאבים הושקעו בעיקר בשכבת הכיתה שהייתה עתידה להשתתף במחקר טימס, ובעיקר במקצועות הכלולים במחקר. במסגרת התכנית נעשה מאמץ לניצול מיטבי של זמן ההוראה, להספק בחומר הלימודים ולצמצום פערים לימודיים (למשל באמצעות התכנית "מיצוי ומצוינות" ובאמצעות השעות הפרטניות של רפורמת "אופק חדש"). כל זאת תוך עידוד המוטיבציה של מורים ותלמידים להגיע ליעדים המפורשים שהציב המשרד. זאת ועוד: הנבחנים במחקר טימס 2011 היו תלמידים שהתשתית הלימודית שלהם במתמטיקה בבית הספר היסודי הייתה שונה מזו של עמיתיהם שנבחנו במחזורים קודמים של טימס, כפי שיוסבר להלן.

נתייחס עתה למגוון הגורמים האלה, שכולם יחד וכל אחד לחוד היו עשויים להשפיע לחיוב על הישגי מערכת החינוך בכלל ועל ההישגים בשני המקצועות האמורים בפרט. חשוב לציין כי מכיוון שהשינויים שתוארו התרחשו במערכת במקביל ובאותה תקופה, אי-אפשר לבודד את תרומתו הייחודית של כל אחד מהם, ואף לא מן הנמנע שמגוון הגורמים השפיעו על ההישגים באינטראקציה זה עם זה. חשוב לציין גם שהשינויים הללו אמנם הופעלו תחילה בשכבת הגיל שהייתה עתידה להשתתף במחקר טימס 2011, אך מרבית השינויים (וחלק ניכר מן המשאבים התוספתיים) המשיכו להתקיים במערכת גם לאחר תום המחקר וחלו גם על מחזורי תלמידים שנכנסו לחטיבת הביניים בשנים תשע"ב-תשע"ג.

7.1.1 שינוי תכניות הלימודים

בעשור האחרון שונו תכניות הלימודים בישראל כך שתוכניהן הלכו ונעשו דומים לתכנים הנכללים במסגרת המושגית של מחקר טימס. ההתאמה נעשתה בין היתר מתוך הכרה באיכות המקצועית של המסגרת המושגית של טימס, שגובשה על ידי מומחים מכל העולם לאחר שבחנו את תכניות הלימודים במדינות שונות (ראה פרק 2). בשנים שקדמו למחקר טימס 2011 הוכנסו למערכת החינוך תכניות הלימודים החדשות והמעודכנות במתמטיקה, במדע וטכנולוגיה ובגאוגרפיה, כחלק מהתכנית לקידום הישגים או במקביל לה. בלוח 7.1 מוצג שיעור הכיסוי של הנושאים מתוך המסגרת המושגית של מחקר טימס בתכניות הלימודים במתמטיקה ובמדע וטכנולוגיה בישראל, בעשור שקדם למחקר. שיעורי הכיסוי המוצגים בלוח לקוחים מתוך דוח טימס הבין-לאומי כפי שדיווחו מתאמי המחקר (NRC) בישראל, בהתייעצות עם הגורמים הרשמיים האמונים על הוראת המקצוע במשרד החינוך.

לוח 7.1: שיעור כיסוי הנושאים שבמסגרת המושגית של מחקר טימס בתכניות הלימודים במתמטיקה ובמדע וטכנולוגיה בישראל

מחזור המחקר	שיעור כיסוי הנושאים במתמטיקה	שיעור כיסוי הנושאים במדע וטכנולוגיה
1999	41%	57%
2003	69%	77%
2007	79%	76%
2011	100%	80%

אפשר לראות כי בשנת 1999 עמד שיעור הכיסוי של הנושאים במסגרת המושגית של מחקר טימס במתמטיקה על 41%, אולם במרוצת השנים הוא גדל בהדרגה עד שבתכניות הלימודים שלפיהן למדו משתתפי מחקר טימס 2011 היה שיעור הכיסוי מלא ועמד על 100%. במדע וטכנולוגיה עלה השיעור של כיסוי הנושאים באותן שנים מ-57% ל-80%. תהליך זה העלה את תוקף התוכן של המבחן בישראל, כלומר את ההתאמה בין נושאי המבחן לנושאים בתכנית הלימודים המיועדת.

מידת ההתאמה בין נושאי המבחן לנושאים בתכנית הלימודים המיועדת (המכונה בתחום המדידה "תוקף תוכן") היא ודאי תנאי הכרחי להצלחה במבחן. ההתאמה הנמוכה יותר בשנים שקדמו ל-2011 עשויה להיות אחת הסיבות להישגים הגבוהים פחות במחזורי המחקרים שקדמו ל-2011. עם זאת, התאמה גבוהה בין הנושאים אינה תנאי מספיק, כפי שעולה מן הבדיקה שערך מרכז המחקר הבין-לאומי בנוגע לקשר שבין מידת הכיסוי של תכניות הלימודים המיועדות לבין הישגי התלמידים בקרב המדינות המשתתפות במחקר (ראה תיבה 7.2). כיסוי הנושאים בתכנית המיועדת ב-2011 יכול להסביר את העלייה רק בתנאי שהנושאים הללו

אמנם נלמדו בפועל (על ההבדל בין תכנית הלימודים המיועדת לבין תכנית הלימודים המופעלת ראה בהרחבה בפרק 2). הסעיף הבא עוסק בהטמעה ובאכיפה של תכניות הלימודים בשנים האמורות ובקשר בין הליכים אלו לבין השיפור בהישגים הארציים.

תיבה 7.2: בדיקת הקשר בין מידת הכיסוי של תכניות הלימודים המיועדות לבין הישגי

התלמידים בקרב המדינות המשתתפות במחקר

האם שינוי תכניות הלימודים על פי תוכני המבחן יכול לבדו להסביר את השינוי בהישגים? מבדיקה שערך מרכז המחקר הבין-לאומי בנוגע לקשר בין הישגי המדינות במחקר טימס לבין המידה שבה כיסו תכניות הלימודים (המיועדות) שלהן את המסגרת המושגית של טימס, עולה כי אין קשר של ממש בין מידת הכיסוי של תכנית הלימודים במדינות השונות לבין רמת ההישגים במבחן. בבדיקה נמצא כי במדינה נתונה, שיעור התשובות הנכונות של תלמידים בפריטי המבחן שהנושא שלהם כלול בתכנית הלימודים הרשמית של אותה מדינה גבוה במידה מעטה בלבד משיעור התשובות הנכונות שלהם בפריטים שאינם נכללים בתכנית הלימודים שלה (סיווג הפריטים ל"נכללים בתכנית הלימודים" ו"לא נכללים בתכנית הלימודים" נעשה על ידי מומחים להוראת תחום הדעת בכל מדינה, באחריות מתאמי המחקר בכל מדינה). בניתוח דומה שעשו Hencke, Rutkowski, Neuschmidt, and Gonzales⁸² ב-2008 נמצא כי ממוצע ההישגים בכל מדינה וכן מדרג המדינות במחקר טימס לא היו שונים בהרבה אילו חושב הציון רק על פי השאלות הנכללות בתכנית הלימודים של אותה מדינה, כלומר אילו נבחנו כל מדינה רק בנושאים הכלולים בתכניות הלימודים שלה.⁸³ משני המחקרים הללו מצטיירת אפוא תמונה ולפיה המידה שבה תכניות הלימודים הרשמיות מכסות את הנושאים שבמסגרת המושגית של מחקר טימס אינה הפרמטר החשוב ביותר המשפיע על ההישגים במבחן, אלא קיימים היבטים נוספים שמשפיעים על הישגיה של מדינה במחקרים מסוג זה.

לסיום סעיף זה ראוי להעלות את השאלה אם התאמה מלאה של תכניות הלימודים למסגרת המושגית של מחקר בין-לאומי, שהיא עצמה מבוססת על מיצוע של תכניות הלימודים הקיימות במדינות אחרות, היא מהלך מוצדק. ככל שהדבר נעשה מתוך הכרה באיכות המקצועית של המסגרת המושגית של טימס, ומתוך רצון לאמץ תפיסות ומגמות המקובלות בעולם ולהתאים עצמנו לסטנדרטים בין-לאומיים, וגם אם המניע לכך הוא השתתפותנו במבחן - חשוב לזכור כי בהתאמה מלאה זו המדינה מוותרת למעשה על התפיסות וההעדפות הייחודיות לה, על ייחודה התרבותי ועל מסורות הקשורות בהוראת תחומי הדעת בה. בפיתוח תכניות הלימודים יש לשקול אם ישנם נושאים חשובים שאינם כלולים במסגרת המושגית של מחקר טימס שכדאי לשלבם בתכניות הלימודים בישראל, ואם נושאים מסוימים הכלולים במסגרת המושגית של טימס מתאימים פחות לישראל.

⁸² Hencke, J., Rutkowski, L., Neuschmidt, O., and Gonzales, E. (2008) Curriculum coverage and scale correlation on TIMSS 2003. In IERI monograph series and methodologies in large-scale assessments http://www.ierinstitute.org/fileadmin/Documents/IERI_Monograph/IERI_Monograph_Volume_02_Chapter_04.pdf

⁸³ המידע במאמר של Hencke ושותפיו על אודות ישראל, שנלקח ככל הידוע מהדוח הבין-לאומי של מחקר טימס 2003, נראה שגוי. ישראל מוצגת במאמר כמדינה שתכניות הלימודים שלה מכסות את הנושאים הנכללים במבחן טימס במלואם או כמעט במלואם. מברור שעשו כותבי הדוח הנוכחי עולה כי מידע זה היה שגוי ולא ברור מה מקורו. ייתכן כי ישראל דיווחה לעורכי המחקר על הנושאים הנכללים בתכנית הלימודים המיועדת אף על פי שתכנים אלו לא נלמדו בפועל בשל מחסור בשעות לימוד. לחלופין ייתכן שהנושאים נלמדו אך רק בכיתה ט', כלומר לאחר המועד של מבחני טימס.

7.1.2 הטמעת תכניות הלימודים ואכיפתן

ההחלטה לאמץ תכניות לימודים חדשות ומעודכנות במתמטיקה ובמדע וטכנולוגיה שיהלמו את מסגרת המחקר הייתה אחת מאבני היסוד של התכנית לקידום הישגים (ראה בפרק 2). אך חשובה לא פחות הייתה הטמעת המוצלחת במערכת החינוך במסגרת התכנית לקידום הישגים. כפי שפורט בפרק 2 ובתחילת פרק זה, ננקטו לשם כך כמה צעדים:

- נוספו למערכת החינוך אלפי שעות הוראה במתמטיקה ובמדע וטכנולוגיה בשכבות הגיל הרלוונטיות.
- נבנו רצפי הוראה שהותאמו לשעות ההוראה וכללו פירוט של הנושאים שיש ללמד בכל שבוע ובכל תקופה (רצפי ההוראה פורסמו במסמך לתכנון ההוראה במתמטיקה ובמסמך האב במדע וטכנולוגיה).
- המורים למתמטיקה ולמדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים נדרשו להשתתף בהשתלמויות מורים ייעודיות בהיקף של 30 שעות לימוד לפחות (וכפי שהוצג בפרק 6, כ-80% מהמורים למתמטיקה וכ-75% מהמורים למדעים אכן השתתפו בהן. שיעור זה נחשב הגבוה ביותר בקרב המדינות המשתתפות במחקר טימס).
- ניתנה תוספת ניכרת של משאבי הדרכה. גויסו מדריכים לפי מפתח של מדריך אחד במדעים לכל חמישה בתי ספר ומדריך אחד במתמטיקה לכל שניים וחצי בתי ספר, וניתנו שעות הדרכה במקצועות מתמטיקה, מדע וטכנולוגיה וגאוגרפיה. משאבי הדרכה אלו נועדו, בין היתר, לנטר את תהליך הטמעתן של תכניות הלימודים ולוודא כי הן מיושמות הלכה למעשה, על מכלול נושאיהן.
- בתי הספר והמורים גויסו על ידי משרד החינוך למהלך של שיפור הלמידה במקצועות אלו, וזאת באמצעות הצגה מפורשת של יעדי הישגים בכנסים, במכתבים, בחוזרי מנכ"ל, בתכניות עבודה מחוזיות ובהשתלמויות.

מדיניות זו של משרד החינוך שיקפה קבלת אחריות-על של מטה המשרד על הוראת המקצועות הללו. עצם ההוספה של שעות לימוד למקצוע כך שיתאימו להיקף הנושאים בתכנית הלימודים המיועדת מגדילה את הסיכוי של המורים להספיק לכסות את הנושאים הנדרשים. במקצוע מדע וטכנולוגיה, התכנית לקידום הישגים שינתה לטובה מצב של פער מתמשך בשעות הוראה למדע וטכנולוגיה, שהיה קיים במשך שנים רבות במערכת החינוך. תכנית הלימודים הקודמת נכתבה לפי מספר שעות מסוים להוראת המקצוע, אך בפועל, מספר השעות שהוקצו להוראתו בחטיבות הביניים היה קטן ממספר השעות המתוכנן⁸⁴. מדיניות הניטור המתמיד וההדוק על ההוראה בפועל שנקט המשרד במסגרת התכנית לקידום הישגים הייתה אף היא שינוי לעומת הדרך שבה ניטר המשרד את הוראת המקצועות הללו בעבר, או נוהג לעשות זאת במקצועות אחרים שבהם בתי הספר נהנים מאוטונומיה רבה יותר.

על היקף ההצלחה של אכיפת תכניות הלימודים והפעלתן, לעומת תקופות קודמות בעבר, אפשר ללמוד מתוך נתונים שנאספו בשאלוני המורים במחקר הנוכחי על שיעור התלמידים שלמדו את נושאי הלימוד הנכללים במסגרת המושגית של טימס. הנתונים המוצגים בלוח 7.2 מצביעים על עלייה בשיעור התלמידים שלמדו את נושאי המבחן: על פי דיווחי המורים, ב-2003 למדו 61% מהתלמידים בישראל את הנושאים שבמסגרת המושגית במתמטיקה, וב-2011 כבר למדו אותם 89% מהתלמידים. בד בבד עלה שיעור התלמידים שלמדו את הנושאים במדע וטכנולוגיה מ-56% ב-2003 ל-74% ב-2011. את העלייה בשיעור התלמידים שלמדו את הנושאים במדע וטכנולוגיה הנכללים במבחן יש לייחס בעיקר לתחומים פיזיקה וביולוגיה ופחות לתחום מדעי כדור הארץ, שבו, כך נראה, לא חלה עלייה של ממש בשיעור הכיסוי (נתונים אלו אינם מוצגים בלוח). לפירוט

⁸⁴ ראו למשל עידית מני-איקן ורוית אפרתי (2007). עמדות מפקחים, מדריכים, מנהלים ומורים כלפי תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים. מכון סאלד.

שיעורם של הלומדים את הנושאים הנכללים במבחן ראה טבלה 8.9 בדוח הבין-לאומי מ-2011, וכן טבלה 5.6 בדוח הבין-לאומי מ-2007).⁸⁵

לוח 7.2: שיעור התלמידים שלמדו את הנושאים הכלולים במבחן טימס בשנת המחקר ובשנה שקדמה לה (על פי הנתונים בשאלוני המורים)*

מחזור המחקר	ממוצע שיעור התלמידים שלמדו נושאים אלו במתמטיקה	ממוצע שיעור התלמידים שלמדו נושאים אלו במדע וטכנולוגיה
2003	61%	56%
2007	69%	54%
2011	89%	74%

* ממוצע שיעור התלמידים בכל אחד ממחזורי המחקר חושב מתוך תשובות המורים על השאלה בדבר כיסוי נושאים מתוך תחומי התוכן הכלולים במבחן טימס. המורים התבקשו לבחור מתוך רשימה את הנושאים שהם לימדו בכיתה. שיעור התלמידים (לפי מספר התלמידים שכל מורה מלמד) חושב בעבור כלל הנושאים במתמטיקה וכלל הנושאים במדעים, וכן בנפרד בעבור כל אחד מתחומי התוכן במתמטיקה ובמדעים (עוד על החישוב ראה בפרק 6, סעיף 6.1.3).

עיון בלוח 7.2 מעלה כי שיעור התלמידים שלמדו את הנושאים במתמטיקה הנכללים במסגרת המושגית של טימס גבוה יותר משיעור התלמידים שלמדו את הנושאים במדעים. ייתכן כי הסיבה לכך היא שמלכתחילה לא כיסתה תכנית הלימודים הארצית במדעים את כל הנושאים הנכללים בטימס (כפי שהוצג בלוח 7.1).

הממצא הבולט בלוח 7.2 הוא עלייה בשיעור התלמידים שלמדו את נושאי התכניות ב-2011 לעומת נתונים ממחזורי קודמים של המחקר. עלייה זו מקבילה לעלייה במידת הכיסוי של נושאי המבחן בתכניות הלימודים (לוח 7.1). לעומת ההטמעה הגבוהה של תכניות הלימודים בשנת 2011 ותוספת השעות שניתנה למקצועות הנבחרים, ניכרת תמונת מצב שונה מאוד בנתוני 2007, השנה שבה נערך מחקר טימס הקודם. בשנה זו כללו תכניות הלימודים פחות נושאים, ואף אלה נלמדו פחות, ככל הנראה בשל שביתת המורים הגדולה בשנת הלימודים תשס"ז. בשנה זו השבית ארגון המורים את הלימודים בחטיבות הביניים למשך כ-60 ימים, וליווה זאת בעיצומי מורים לאורך השנה כולה. בשל כך הפסידו תלמידי כיתות ח' שעות לימוד רבות, ומן הסתם לא הספיקו ללמוד חלק ניכר מן החומר במתמטיקה ובמדעים (ראה דוח טימס 2007).⁸⁶ הפסד זה של שעות לימוד (ושל חומר לימוד בהתאם) התווסף במדעים לפער שצוין לעיל בין השעות המוקצות להוראת מקצוע המדעים לבין השעות הנדרשות על פי תכנית הלימודים. שביתת מורים מתמשכת עלולה להשפיע גם על איכות ההוראה ועל המוטיבציה ללמד וללמוד (ראה סעיף 7.2.2).

ההטמעה החלקית של תכניות הלימודים יכולה להסביר את הביצועים החלשים במיוחד ב-2007 ומכאן את הפער הגדול בין 2007 ל-2011. ההטמעה הטובה של תכניות הלימודים, כמפורט לעיל, תרמה ודאי גם היא לתמונה הכוללת של עלייה בהישגים מ-1999. **אנו סבורים אפוא כי הבדל זה בין השנים במידת ההטמעה של נושאי המבחן בהוראה בפועל בשנים הרלוונטיות למחקר הוא אחד ההסברים המרכזיים לעלייה הגדולה בהישגים במחקר טימס 2011 לעומת מחקר טימס 2007.**

מכלול הנתונים המוצגים כאן מחזקים את התפיסה הכמעט מובנת מאליה ולפיה רמת ההישגים במבחני טימס קשורה למידת ההלימה בין הנושאים הנלמדים בפועל לבין הנושאים הכלולים במבחן, שהרי אם לא נלמד נושא מסוים (אם בשל היעדרו מתכנית הלימודים ואם משום שלא אוכפים או מאפשרים את הוראתו), אי-אפשר לצפות שתלמידים ידעו אותו ויצליחו להשיב על השאלות העוסקות בו. עם זאת יש לזכור כי לא רק מידת כיסוי

⁸⁵ בעת עיון בטבלאות יש לזכור כי המורים שמהם נאסף מידע במחקר זה היו מורים למדעים ולא לגאוגרפיה, ולכן ייתכן שהנתון בדבר שיעור התלמידים שלמדו את נושא מדעי כדור הארץ ב-2011 אינו מדויק.

⁸⁶ נחמיאס וזוזובסקי (2008), ממצאי המחקר הבין-לאומי TIMSS 2007, ההישג הלימודי וההקשר החינוכי של תלמידי כיתות ח בישראל במתמטיקה ובמדעים. הוצאת רמות, אוניברסיטת תל אביב.

של נושא זה או אחר חשובה להעלאת הישגים, אלא גם עצם הגברת ההוראה במקצוע מסוים תוספת שעות לימוד במקצוע עשויה להגביר את החשיפה למקצוע, ולאפשר עיסוק רב יותר בעקרונות וברעיונות מרכזיים בתחום הדעת, פיתוח דרכי חשיבה, הצגת דרכים לפתרון בעיות, ועוד.

מדיניות האכיפה של הוראת תחום דעת נקבעת כמובן על ידי האמונים על תחום הדעת במשרד החינוך. אך כאשר מנתחים את תוצאות המחקר חשוב להבין אם ההחלטה על אכיפה מוגברת וניטור צמוד של ההספק ושל סדר ההוראה מצד מטה משרד החינוך, כפי שנעשה במקצועות מתמטיקה ומדעים בשנים הרלוונטיות למחקר הנוכחי ובדרגות הכיתה הרלוונטיות (במסגרת התכנית לקידום הישגים), התקבלה ויושמה רק בשנים האמורות מתוך שאיפה להגיע להישגים במחקר טימס, או שהיא נמשכת כמדיניות הנהוגה גם בשגרה, כאשר אין באופק מחקר בין-לאומי או ארצי זה או אחר. בין שהאכיפה נעשית כמדיניות שבשגרה ובין שהיא נעשית באופן ייעודי, סוגיית האכיפה המוגברת מתקשרת לטענות בדבר צמצום מידת האוטונומיה של בתי הספר והמורים, המשקף, לטענת אנשי חינוך המבקרים גישה זו, חוסר אמון של המשרד בבתי הספר והמורים. טענה אחרת הנשמעת לעתים בהקשר של ניטור ההספק וסדר ההוראה (ואשר הושמעה במקצת בתי הספר בשנים הנסקרות כאן) היא כי ה"מרוץ" להספיק לכסות חומר לימודי פוגע ביכולתם של התלמידים להפנים את נושאי הלימוד, וגורם למורים להתמקד בעיקר בהקניית ידע על חשבון מיומנויות חשיבה. הסתייגויות דומות הועלו בעבר לקראת מחקר טימס 2003, כאשר נעשו בכיתות ח' פעולות לאכיפת הוראתם של נושאי לימוד שנכללו במסגרת המחקר.⁸⁷ כך או כך, כדי שתוצאות המדידה המערכתית (במחקרים בין-לאומיים או לאומיים) ישקפו נאמנה את המצב בתחום הוראת המקצועות הנמדדים, חשוב להתמיד במדיניות האכיפה המתאימה לישראל, וזאת לאורך שנים ומעבר למחזורי תלמידים רבים.

7.1.3 הגברת התרגול והמבחנים

שני מאפיינים נוספים של הוראת מתמטיקה ומדעים, מאפיינים שהודגשו בשנים הרלוונטיות למחקר והיו עשויים להשפיע על העלייה בהישגים ב-2011 לעומת 2007, הם ריבוי השימוש בתרגול בהליכי ההוראה/למידה השוטפים והגברת השימוש במבדקים ובמבחנים חיצוניים או חיצוניים בחלקם. מאפיינים אלו משקפים שינוי בהוראת מקצועות אלו בהשוואה למה שהיה מקובל במערכת החינוך בעבר.

תרגול: היבט שאפיין בעיקר את הוראת המדעים (ובמידה פחותה את הוראת המתמטיקה) בשנים הרלוונטיות למחקר טימס 2011, בהשוואה למחזורי המחקר הקודמים, הוא שילוב פתרון תרגילים במהלך ההוראה השוטפת. במסגרת התכנית לקידום ההישגים (וכחלק מהטמעת תכניות הלימודים החדשות) פותחו ערכות לימוד שנועדו לאפשר למורים ללמד את התכניות החדשות עד שיצאו ספרי לימוד מעודכנים, ולסייע להם לתכנן את ההוראה. ערכות לימוד אלו - ערכות ה"ה" (הוראה למידה הערכה) - פותחו על ידי משרד החינוך באמצעות גופי זכיון כדוגמת מט"ח והמחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן, והופצו לבתי הספר (ראה פרק 2). הערכות התמקדו בעיקר בתחומי הפיזיקה והביולוגיה וכללו, מלבד חומר הלימודים עצמו, גם משימות רבות לתרגול והערכה של הנושאים שנלמדו. המורים יכלו להשתמש במשימות ובתרגילים הללו להוראה בכיתה, לתרגול התלמידים ולהערכת תלמידים.

מבדקים: במקצוע מדע וטכנולוגיה שלח הפיקוח למורים מבדקים לפי נושאי לימוד, לצורך תרגול התלמידים וניטור הידע שלהם. התרגול זימן לתלמידים התנסות בפתרון תרגילים הדומים לשאלות במבחן טימס, ואפשר למורים לאתר תלמידים מתקשים ולסייע להם באופן דיפרנציאלי. המבדקים שימשו גם כלי לפיקוח: המדריכים יכלו להשתמש בתוצאות המבדקים לשם ניטור הליכי ההוראה והלמידה בבתי הספר שבאחריותם, ולעתים נדרשו בתי הספר לדווח למדריכים ולפיקוח על תוצאות המבדקים ובכך סייעו המבדקים לאכוף את תכנית הלימודים.

⁸⁷ דוח הוועדה לבחינת השתתפות ישראל במחקר השוואה בין-לאומיים בלימודי המתמטיקה ומדע וטכנולוגיה - מטה מל"מ, המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי, 2002.

מבחנים חיצוניים: בשני המקצועות מתמטיקה ומדע וטכנולוגיה הועברו מבחנים ארציים חיצוניים או בעלי מאפיינים של מבחנים חיצוניים בשנים ובדרגות הכיתה הרלוונטיות למחקר. בכיתות ז' הועברו **מבחני מפמ"ר** במתמטיקה ובמדעים - מבחנים אחידים שנכתבו על ידי הפיקוח על הוראת המקצועות הללו במשרד החינוך והופצו לבתי הספר. בתי הספר העבירו אותם ובדקו אותם באופן עצמאי, ולעתים (בעיקר במקצוע מדע וטכנולוגיה) נדרשו לדווח לפיקוח על ציוני התלמידים או על ממוצעי הכיתות או בית הספר. בכיתות ח' הועברו **מבחני מיצ"ב** (חיצוניים או פנימיים), זאת במסגרת השוטפת של מערכת המיצ"ב (מדדי יעילות בית-ספריים).⁸⁸ מבחנים אלו במתכונתם החדשה מועברים החל משנת הלימודים תשס"ז (2007). בכל שנה ראמ"ה מפתחת את מבחני המיצ"ב ומעבירה אותם כמבחנים חיצוניים בכרבע מבתי הספר. בשאר בתי הספר הם מועברים כמבחנים פנימיים על ידי צוות בית הספר.

השפעות נלוות של המיצ"ב. החל משנת 2007, שבה הוחל במתכונת החדשה של המיצ"ב, הלכו מבחני המיצ"ב ותפסו מקום מרכזי בסדר היום של בתי הספר ושל מערכת החינוך בכללותה. מתכונת המיצ"ב משלבת הערכה פנימית לצד הערכה חיצונית, ונועדה לקדם תרבות של אחריותיות לצד תרבות של מדידה בשירות הלמידה.⁸⁹ בשנים הרלוונטיות למחקר טימס הגדיר משרד החינוך יעדים ארציים מדידים ברורים בנוגע למבחני המיצ"ב. יעדים אלו שולבו אף הם בתכניות העבודה של משרד החינוך ומחוזותיו, וכן בתכניות העבודה הבית-ספריות. אין ספק כי תהליכים אלו תרמו תרומה חיובית למערכת החינוך ולהישגים במקצועות המיצ"ב (כפי שנראה בסעיף 7.4). ההיבט החשוב ביותר הוא העובדה שיותר ויותר בתי ספר החלו להקפיד על הוראה מותאמת לתכניות הלימודים (ולמפרט מבחני המיצ"ב הבנוי על פיהן) במקצועות הנמדדים.⁹⁰

נראה כי הגברת התרגול, המבדקים והמבחנים החיצוניים ששולבו בלמידה השוטפת בתחומי הדעת הנבדקים וההערכות הבית-ספריות לקראת מבדקים ומבחנים אלו היו גורם נוסף במכלול הגורמים שתורמו לעלייה בהישגים.

כמו בעניין שאלת האכיפה של תכנית הלימודים, שנידונה בסעיף הקודם, גם כאן חשוב לציין כי קיימת מחלוקת בנוגע להגברת התרגול הממוקד ועריכת מבחנים הדומים למבחן היעד - פעולות הנעשות על פי רוב לקראת מבחן חיצוני מערכתי זה או אחר, מתוך שאיפה להעלות ככל האפשר את ההישגים בו. תרגול רב ומכוון מבחן עשוי אמנם להביא בתוך פרק זמן קצר יחסית לידי שיפור בהישגים,⁹¹ אך אנשי חינוך המתנגדים לגישה זו

⁸⁸ מערכת מבחני המיצ"ב מועברת בכיתות ה' ובכיתות ח' ב-4 תחומי דעת: אנגלית, מתמטיקה, שפת אם ומדע וטכנולוגיה. בכיתה ב' מתקיים מבחן בשפת אם. על המיצ"ב ראה קישור באתר ראמ"ה: http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/Meitzav/Meitzav_Klali.htm

⁸⁹ על המדידה בשירות הלמידה ועל השלכותיה ראה מאמרים בקישור הבא באתר ראמ"ה: http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MaagareyYeda/MaagareiYeda_Mazagot_heb.htm למשל, פרופ' מיכל בלר (2013), מדידה בשירות הלמידה, הלכה למעשה.

⁹⁰ שלא כמבחני טימס, שאינם "מבחנים עתירי סיכון" ברמת בית הספר (שכן בית הספר והתלמידים אינם מקבלים את ציוניהם במבחן), מבחני המיצ"ב נחשבים עתירי סיכון ברמת בית הספר והמורים, שכן בתי הספר מקבלים דוח על הישגיהם במיצ"ב ובו פירוט ההישגים לפי כיתות, וחשוב לבתי הספר להגיע לרמת הישגים גבוהה. על כן, לצד יתרונותיהם הרבים עלולות להיות למבחני המיצ"ב השלכות שליליות על הליכי ההוראה והלמידה, ובהן למידה ממוקדת אינטנסיבית לקראת המבחנים תוך צמצום הלמידה לנושאים הנכללים במבחן (teaching to the test), הכנת יתר של תלמידים לקראת המבחנים (באמצעות מבחני תרגול, למשל), הפניית משאבי הוראה רבים ואיכותיים יותר לדרגות הכיתה הנבחנות על חשבון דרגות כיתה אחרות ומקצועות אחרים, ותופעות נוספות שתכליתן להעלות את הישגי בית הספר. השלכות אלו הולכות וגוברות ככל שהמבחנים נעשים מרכזיים וחשובים יותר בעיני המערכת על דרגיה השונים, וככל שהם משמשים כלי יחיד להערכת העשייה החינוכית בבית הספר.

⁹¹ כחלק ממהלך ההערכות של משרד החינוך למחקר טימס 2003 תועד בעבר קשר אמפירי ברור בין תרגול שאלות בנושא מסוים לבין הצלחה באותו נושא במבחנים, ראה -

katz & Rimom (2004). The development of quantitative reasoning and quantitative literacy. In C. Papanastasiou (Ed.) Proceedings of the IRC-2 conference (Vol. 2). Lefkosia, Cyprus: Cyprus University Press, 47-68.

טוענים כי למידה המבוססת על תרגול יתר והתמקדות בפתרון מבחנים עלולה להיות שטחית וקצרת טווח. לגישתם, תרגול יתר לקראת מבחנים ותרבות של הוראה ממוקדת הישגים מזיקים מבחינה פדגוגית, בעיקר כאשר מדובר במה שמכונה *teaching to the test*. תרבות הוראה כזו, לטענתם, עלולה לפגוע בהנאה מהלמידה, להרתיע תלמידים ולפגוע באהבתם למקצוע. לעומתה, הוראה המעודדת תלמידים להבנות ידע וליצור קשרים בתחום התוכן הנלמד עשויה להיות משמעותית ובעלת השפעה לטווח הארוך, וכן לפתח את היצירתיות של התלמידים ולחבב עליהם את המקצוע בטווח הארוך.⁹² כאשר צעדים כאלו נעשים ביזמת משרד החינוך בעיקר בשם הצורך להעלות את ההישגים המדידים, עולה השאלה אם צורך זה מצדיק את המחיר הפדגוגי הכרוך בפעולות כאלו.

7.1.4 תשתית ידע במתמטיקה שנרכשה בבית הספר היסודי

שלא כתלמידים שנבחנו בעבר במבחני טימס (2007, 2003 ו-1999), נבחנו מחקר טימס 2011 למדו החל מכיתה ד' לפי תכנית לימודים חדשה במתמטיקה שהוחל בהטמעתה במערכת החינוך בשנת תשס"ז. לנוכח זאת לא מן הנמנע כי כשהגיעו נבחנו 2011 לחטיבת הביניים (או עלו לכיתה ז' בבית ספר יסודי), תשתית הידע שלהם במתמטיקה הייתה שונה מזו של עמיתיהם שנבחנו בטימס ב-2007 או קודם לכן. ייתכן כי ההצלחה במקצוע המתמטיקה במחקר טימס 2011 קשורה בחלקה לשיפור כולל שחל בהוראת מקצוע זה במערכת החינוך.

תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה לבית הספר היסודי פותחה בהלימה לסטנדרטים בין-לאומיים. בתכנית החדשה הודגשו עקרונות מתמטיים שלא היו מרכזיים בתכנית הקודמת. אחד הנושאים המרכזיים בתכנית החדשה הוא פיתוח תובנה חישובית - פיתוח של מגוון אסטרטגיות חישוב (ללא שימוש במחשבון) ושימוש באסטרטגיות חישוב "נוחות" או "טבעיות" שמשתמשים בהן בחיי היום-יום. זאת בניגוד להוראת המתמטיקה בעבר, שנשענה על תבניות והתאמות של שיטות חישוב פורמליות (כולל שימוש במחשבון). נושא מרכזי אחר שזכה לחידוש בתכנית החדשה הוא תחום הגאומטריה, שמתמקד עתה בפיתוח ראייה מרחבית. הבדל נוסף בתכנית החדשה לעומת התכנית הקודמת הוא שהנושאים והתכנים נלמדים באופן ספירלי לאורך שנות הלימוד בבית הספר היסודי, בדרך שמעמיקה ומרחיבה בכל פעם את ההבנה ואת השליטה, מחזקת את השילוב בין הנושאים השונים וכורכת ביניהם (למשל, בגאומטריה משולבים חישובים, בעיקר בנושא המדידות; הבעיות המילוליות לא נלמדות עוד כנושא בפני עצמו אלא כיישום החוצה את כל הנושאים במתמטיקה, ועוד). תכנית הלימודים לחטיבת הביניים נשענת על התכנית לבית הספר היסודי ומתבססת על ידע מתמטי שנלמד בו (הוראת ביטויים אלגבריים, למשל, משולבת עם ידע קודם בשברים ובאחוזים מתחום התובנה החישובית). קיים רצף בין תכנית הלימודים החדשה בבית הספר היסודי לבין התכנית של חטיבת הביניים. תכנית זו מרחיבה ומעמיקה באופן ספירלי בנושאים שלימודם החל בבית הספר היסודי (ראה בהרחבה בפרק 2).

עדות נוספת לכך שתלמידי טימס 2011 הגיעו לחטיבת הביניים עם תשתית הישגים גבוהה יותר בהשוואה לעמיתיהם ב-2007 היא העלייה המתמשכת בהישגי תלמידים (הן במתמטיקה והן במדעים) במבחני המיצ"ב לכיתות ה' במתמטיקה (וכן במדעים).

עוד על מהלך זה ראה דוח טימס 2007, נחמיאס וזוזובסקי (2008). ממצאי המחקר הבין-לאומי TIMSS 2007, ההישג הלימודי וההקשר החינוכי של תלמידי כיתות ח בישראל במתמטיקה ובמדעים. הוצאת רמות, אוניברסיטת תל אביב.

⁹² ב-2003 נמתחה ביקורת ברוח זו על משרד החינוך בהקשר של הליך ההיערכות למבחן טימס שנערך באותה שנה, במסגרת תכנית התערבות במתמטיקה, שכונתה "הפרויקט לקידום חשיבה כמותית", תלמידי כיתות ח' בכ-400 בתי ספר (ובכללם התלמידים שהשתתפו במחקר) למדו ותרגלו פתרון בעיות בתחומים מסוימים במתמטיקה (תחומים שהמשרד ביקש לחזק לקראת מבחן טימס). הלימוד כלל תרגול רב וביצוע מבחנים רבים. המבקרים ראו במיזם זה הכנה לא לגיטימית למבחן טימס (ראה הפרוטוקולים של דיונים בוועדת החינוך של הכנסת. knesset.gov.il/protocols/data/html/chinuch/2002-11-06.htm)

לאחר שהתקבלו תוצאות המחקר, יש שראו בהשקעה זו הסבר לעליית ההישגים של ישראל במחקר טימס 2003, עלייה שלוותה בירידה בציונים באותו סדר גודל במחזור טימס 2007.

7.1.5 תכניות לקידום תלמידים ולצמצום שיעור התלמידים שהשיגיהם נמוכים

אחד הגורמים שתורמו עלייה בממוצע ההישגים במחקר טימס הוא הצמצום בשיעור התלמידים שהשיגיהם במבחן נמוכים (לצד עלייה, אף כי קטנה יותר, בשיעור התלמידים ה"מצטיינים"). ההישגים במחקר טימס מצביעים על צמצום בשיעור התלמידים המצויים ברמות הבקאות הנמוכות ("נמוכים" ו"מתחת לסף") במתמטיקה ובמדעים ב-2011, בהשוואה ל-2007 (מכ-50% ב-2007 לכ-30% ב-2011 - ראה פרק 4). את הצמצום בשיעור התלמידים שהשיגיהם נמוכים בין 2007 ל-2011 אפשר אולי לייחס להשקעה פדגוגית דיפרנציאלית, שהעמיקה ומוסדה במערכת החינוך במסגרת רפורמת **אופק חדש** ובמסגרת תכנית **מיצוי ומצוינות** במתמטיקה (ובמקרה זה בהתייחס לחלק המיצוי, כפי שיפורט להלן).

אופק חדש⁹³ היא רפורמה מערכתית שהונהגה במערכת החינוך בהדרגה החל בתשס"ח, כלומר מקצת התלמידים שנבחנו במחקר טימס למדו בבית הספר היסודי ובחטיבת הביניים בשנים שבהן הוחל זה כבר בהטמעת הרפורמה במערכת החינוך. מרכיבים מרכזיים של הרפורמה קשורים להעלאת מעמד המורה ושכרו, ולהבניית עבודת המורה וארגון העבודה הפדגוגית והלימודית לא רק בשעות פונטליות, כפי שהיה נהוג בעבר, אלא גם בשעות פרטניות ושעות שהייה בבית הספר. כך, ההוראה הפרטנית בבתי ספר שמונהגת בהם רפורמת אופק חדש מאפשרת לתמוך בתלמידים מתקשים ולמנוע מהם לפתוח פערים לימודיים לעומת חבריהם לכיתה. השעות הפרטניות מתקיימות בכל מקצועות הלימוד, ובכללם מקצועות שנמדדו במחקר טימס, וניתנות על ידי כל המורים. יש להניח כי שימוש נכון בשעות אלו להוראה דיפרנציאלית והענקת תשומת לב אישית סייעו לצמצום את הפערים בין תלמידים חלשים לחזקים ומנעו התרחבות של הפערים בשנים הרלוונטיות למחקר טימס.

מיצוי ומצוינות היא תכנית ייחודית במתמטיקה המופעלת החל מתש"ע בפריסה ארצית במסגרת התכנית לקידום הישגים. מטרת התכנית הייתה (ועודנה) לתת מענה לתלמידי ה"קצוות" במתמטיקה - למצות את יכולתם של המתקשים ולטפח את המצטיינים (ראה פרק 2). יש מקום להניח כי תוספת השעות לשתי קבוצות התלמידים שבקצה, ובפרט תוספת השעות לתלמידים בקצה הנמוך - "קבוצת המיצוי" - תרמה להעלאת הישגיהם של תלמידים חלשים ולצמצום פערים בינם לבין שאר התלמידים, ובכך לצמצום שיעורם של תלמידים ברמות בקיאות נמוכות בטימס.

לנוכח השינויים הרבים שחלו במערכת החינוך בין 2007 ל-2011, הן בבתי הספר היסודיים והן בחטיבות הביניים, קשה לבדוד את השפעתה של כל אחת מהתכניות, אך יש להניח כי לכל אחת מהתכניות והרפורמות השונות היה חלק בקידום מערכת החינוך (לא רק במקצועות הנמדדים ובדרגות הכיתה הרלוונטיות), והדבר בא לידי ביטוי בהישגי התלמידים.

7.2 שיפור כלי המבחן וסביבת המבחן לשם העלאת תוקף המבחן

כאשר ראמ"ה קיבלה עליה אחריות כוללת לביצוע המחקרים הבין-לאומיים בישראל, בשנת 2008, זוהו קשיים בולטים בשני מישורים, קשיים שלהערכתה היו עשויים לפגוע בתוקף הממצאים במחזורי מחקר קודמים ולגרום להטיית הציונים במבחנים כלפי מטה: תרגום לא מיטבי של המבחנים לעברית ולערבית ומוטיבציה נמוכה של הנבחנים להשתתף בהם. בזמנו הועלה חשש כי שני גורמים אלו עלולים לפגוע בהישגי ישראל במבחנים לאומיים ובין-לאומיים בכלל, ובמבחן טימס בפרט, ואף נאספו עדויות אמפיריות לגביהם. כדי להעלות את תוקף התוצאות ולשלוט מצב שבו הציונים, אם הם אכן נמוכים, לא יהיו נמוכים "מהסיבות הלא נכונות", שיפורה

⁹³ נכון לשנת תשע"א, כ-1,500 בתי ספר יסודיים וכ-150 חטיבות ביניים בישראל הצטרפו לרפורמת אופק חדש (בהם בתי ספר יסודיים שמונה-שנתיים וחטיבות ביניים שהשתתפו במחקר טימס הנוכחי). על הרפורמה ראה קישור באתר ראמ"ה למחקר הערכה שביצעה ראמ"ה בנוגע לרפורמת אופק חדש: http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/HaarachatProjectim/Ofek_Hadash.htm

ראמ"ה את תרגום המבחנים ונקטה פעולות להעלאת המוטיבציה של הנבחנים. נתייחס עתה לשני היבטים אלו שחל בהם שיפור במחזור טימס 2011.

7.2.1 שיפור התרגום של המבחן והשאלונים

עם העברת הפיקוח על המבחנים לראמ"ה גובשו הליכים מקצועיים של תרגום פריטים. לקראת טימס 2011 בדקה ראמ"ה את התרגום של פריטי מבחן שכבר הועברו במחזורי מחקר קודמים, ואשר היו אמורים לשמש גם במחזור המחקר הנוכחי. בבדיקה זו נמצאו פריטים שתרגומם לא תאם מספיק את המקור מבחינת התוכן. כמו כן נמצא כי התרגום של מקצת הפריטים לקה בחסר והיה לעתים לא מדויק, מבלבל ולא די בהיר, ואף נמצאו פריטים מתורגמים הכתובים בשפה שאינה תקינה. נראה היה כי בעבר נאלצו הנבחנים להתמודד לעתים עם ניסוחים שהקשו עליהם להבין את השאלות ולפתור אותן. במחקר השוואה בין-לאומיים יש חשיבות עליונה לכך שהנוסח המתורגם בכל שפה ישקף את נוסח המקור, וישמר את אותה רמת קושי של הפריטים כמו במקור. כמו כן סברה ראמ"ה כי מבחינה חינוכית חשוב ששאלות המבחן בעברית ובערבית יהיו כתובות ללא שגיאות ובשפה עדכנית וקולחת. פריטים אלו מוצגים לתלמידים, ובסופו של דבר גם מתפרסמים ברבים. מאחר שהם מועברים מטעם משרד החינוך, הם משמשים חומר פדגוגי ודגם להוראה במיטבה, ולכן מן ההכרח שיהיו איכותיים מבחינת ניסוח, בהירות ועוד.

לאחר הפניית תשומת לבו של הארגון הבין-לאומי לבעיה שנחשפה, הכיר הארגון בצורך לתרגם שוב את הפריטים הבעייתיים ואישר לראמ"ה לשפרם. לצד זאת הודיע הארגון כי בשל שיפור הפריטים, המשמשים פריטי עוגן בין מחזור מחקר אחד למשנהו, הוא ימנע מלהציג בדוח הבין-לאומי את מגמות השינוי (trends) בין תוצאות מחזורי מחקר קודמים לתוצאות מחזור המחקר הנוכחי בישראל (ובמדינות נוספות ששיפרו את התרגום או היבטים אחרים במחקר). במקרים כאלה הארגון נוקט מדיניות גורפת, ולפיה כאשר במדינה מסוימת נעשה בין מחזור אחד למשנהו שינוי בכלי המחקר או בהיבטים אחרים של ההיבחנות (כגון שינוי בדרגת הכיתה הנבחנת או בהרכב של קבוצות האוכלוסייה הנבחנות), אין הוא מדווח על מגמת השינוי במדינה זו (אף אם השינוי הכרחי ומשפר את תוקף המחקר). למרות הודעה זו של הארגון הוחלט בראמ"ה כי יש לשפר את התרגום בכל זאת במקומות הנדרשים. הארגון הבין-לאומי הציע כי ראמ"ה היא שתאמוד את מידת השינוי בהישגים בין המחזוריים. הוא המליץ על הדרך הנכונה לחשב זאת, ולא מצא פסול בדיווח על כך בדוח הלאומי הישראלי.

בראמ"ה נעשתה הבדיקה המומלצת ונמצא כי שלא כצפוי, ההשפעה של איכות התרגום על ההישגים הייתה בסופו של דבר קטנה עד מאוד.⁹⁴ לנוכח זאת מצאה ראמ"ה לנכון לדווח בעצמה על מגמת השינוי בין 2007 ל-2011, ואף קיבלה גיבוי מהארגון הבין-לאומי לעשות כן. זאת ועוד: הארגון עצמו לא פסל בדיעבד את נתוני ישראל בשנות המחקר הקודמות, והוא ממשיך לפרסםם כנתונים תקפים לכל דבר ועניין. בסופו של דבר, על אף ההערה המתודית שנכתבה בדוח הבין-לאומי בדבר אי-היכולת להשוות בין התוצאות בשנת 2007 ל-2011, ראמ"ה סבורה כי אפשר בכל זאת (בזהירות הראויה) להשוות בין תוצאות מחקר טימס 2011 לבין התוצאות במחזורי המחקר הקודמים, ולקבוע כי גם אם העלייה בהישגים ב-2011 לעומת 2007 הייתה למעשה קטנה במעט מהעלייה שנרשמה בנתוני המחקר הרשמיים (כאמור, בשל הערכת חסר מסוימת של התוצאות בעבר

⁹⁴ על פי הבדיקה של ראמ"ה, השיפור בתרגום המבחנים העלה את שיעור התשובות הנכונות לפריט ששופר בכ-2% לכל היותר. הנחה זו מתבססת על השוואה בין מידת העלייה בשיעור ההצלחה בפריטים שלא נעשה בהם שינוי, בפריטים שנעשה בהם שינוי "קוסמטי" קל ובפריטים שנעשה בהם שינוי ניכר. יש לזכור כי שיפור התרגום אמנם הקל בפריטים אחדים שקודם לכן היו מסורבלים או לא מובנים, אך היו גם פריטים שתרגומם בעבר הקל את פתרונם שלא לצורך, באופן שאינו תואם את המקור. העלייה הנאמדת בשיעור ההצלחה בפריטים ששונו (רק בכשליש מהפריטים נעשה שינוי) תרמה בין נקודה אחת לשלוש נקודות בציון הממוצע של ישראל במתמטיקה ובמדעים (שינוי שאיננו מובהק מבחינה סטטיסטית). לפיכך, ההערכה היא כי לולא נהנתה ישראל מתוספת זו, היא הייתה יורדת במקום אחד במדרג המדינות במתמטיקה ובמדעים.

עקב תרגום לקוי), העלייה שנרשמה משקפת בכל זאת שיפור ניכר בהישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים בישראל.

לסיכום היבט זה של התרגום, נראה כי שיפור תרגומן של שאלות המבחן במחקר טימס 2011 בישראל היה הכרחי לכשעצמו. עם זאת, לאחר בדיקה נמצא כי אי-אפשר לייחס את העלייה הגדולה בהישגים בין 2007 ל-2011 לשינוי באיכות התרגום, אך יש מקום להניח כי איכות התרגום בעבר גרמה להטיה קלה של הישגי ישראל כלפי מטה.

7.2.2 העלאת המוטיבציה

במבחנים רחבי היקף המועברים למדגם של תלמידים, שאמור לייצג את כלל אוכלוסיית התלמידים, היעד המרכזי של המדידה הוא כלל המערכת ומגזרים גדולים בתוכה. במחקרים כאלו אין מטרת המבחנים לעמוד על רמת הידע של התלמיד היחיד או של תלמידי בית ספר מסוים. על כן לא מדווחים במחקרים כאלו על הציון ברמת התלמיד ואף לא על ממוצע הציונים בבית הספר שהשתתף במחקר. לתלמידים אין כל משוב על הביצוע במבחן, וזו אחת הסיבות לכך שאין להם תמריץ לביצוע מיטבי במבחן, ושהמוטיבציה שלהם להתאמץ בתנאים אלו נמוכה אם לא ירודה. תוקף המבחן (המידה שבה הציון משקף את הידע) במצב זה נחשב נמוך, שכן כאשר תלמיד אינו משיב על שאלה במבחן, אי-אפשר לדעת אם הוא לא ענה משום שלא ידע את התשובה, או משום שלא רצה להתאמץ להשיב על השאלה.

מחקר טימס 2007 הועבר בתקופה של עיצומי מורים, שכללו, בין היתר, התנגדות לעריכת המבחנים. התלמידים הנבחרים הובאו במיוחד לבית הספר במהלך השביתה כדי להשתתף במחקר, לעתים קרובות נגד רצון מוריהם, ומן הסתם גרע הדבר אף יותר מהמוטיבציה שלהם להתאמץ במבחן. המוטיבציה הנמוכה באה לידי ביטוי גם במחקרים בין-לאומיים אחרים שישראל משתתפת בהם, ובבדיקות שעשתה ראמ"ה נמצא כי מוטיבציה נמוכה אינה מייחדת את התלמידים בישראל דווקא, אך נראה כי בישראל תופעה זו נרחבת יותר.⁹⁵

כדי לנסות להעלות את המוטיבציה של התלמידים במחקרים בין-לאומיים, ובכלל זה במחקר טימס 2011, נקטה ראמ"ה מספר פעולות שנועדו להגביר את המודעות להשתתפות נאותה ולצורך להשקיע מאמץ בשעת המבחן כדי לשקף את הידע האמיתי של התלמידים. בפעולות שנעשו -

- שיחת טלפון אישית של מנהלי המחקר בישראל עם כל אחד ממנהלי בתי הספר שנדגמו למחקר. בשיחות הוסברה למנהלים חשיבות ההשתתפות במחקר.
- מפגש הסברה למנהלים ולאנשי הקשר הבית-ספריים ובו הוצגו המחקרים הבין-לאומיים והתוצרים של מחקרי העבר, וכן הובהרה חשיבות המחקר, החשיבות שבהעלאת המוטיבציה של התלמידים לעשות כמיטב יכולתם במבחן, וכו'. במוקד פעולות ההסברה הוצב הרעיון של "נבחרתי לייצג", ואנשי הקשר והמנהלים נתבקשו להעביר את המסר לתלמידים הנדגמים. בתי הספר עודדו לנקוט פעולות נוספות להגברת המוטיבציה, למשל חלוקת חולצות עם כתובת כגון "השתתפתי במחקר טימס 2011", ברכת המנהל בבוקר המבחן, חלוקת ממתק ומים בשעת המבחן, ועוד. מקצת בתי הספר יישמו פעולות אלו ופעולות דומות אחרות.
- הפצת מכתבים לתלמיד, למורה ולהורים (באמצעות בתי הספר) ובהם הסבר על אודות המחקר ועל חשיבות ההשתתפות בו. המכתבים הועמדו לרשות בתי הספר לשימוש על פי שיקול דעתם.
- העלאת מספר שאלות לדוגמה לאתר ראמ"ה וכן חומרי הסברה על אודות המחקר, לשימוש של בית הספר לצורך הכנה פסיכולוגית, הפגת אי-הוודאות והפחתת חרדת מבחנים בקרב התלמידים.

⁹⁵ ראה למשל המוטיבציה של תלמידים בישראל במבחני פיזה 2009:

<http://www.ispa.org.il/presentations2012.html>

- חלוקת שי סמלי לתלמידים בסיום המבחן, לאות הוקרה על השתתפותם (סט 'מרקרים' צבעוניים).

בשיחות הטלפון, במפגש ההסברה ובמכתבים לעידוד המוטיבציה הודגש כי אין לחרוג משגרת הלימודים או לעשות הכנה לימודית ממוקדת לקראת ההשתתפות במבחן טימס. צוין במפורש כי פעולות כאלו עלולות ליצור הערכת יתר של הישגי התלמידים ובכך לפגוע בתוקף המבחן ובממצאי המחקר. יש לציין כי מחקרי הערכה של ראמ"ה על תרומתן הפוטנציאלית של פעולות כאלו לעידוד המוטיבציה הראו כי השפעתן של פעולות אלו קיימת אך מוגבלת, וקשה לאמוד את גודלה.

נוסף על פעולות אלו, שהתמקדו במוטיבציה להיבחן, חשוב לזכור כי גם המוטיבציה של תלמידים ללמוד מתמטיקה ומדעים (ושל המורים ללמד מקצועות אלו) עלתה בשנים הרלוונטיות למחקר טימס, בזכות ההד של התכנית לקידום הישגים ובשל המשאבים שהושקעו בה. ביטוי לעלייה במוטיבציה של התלמידים אפשר לראות, למשל, בעלייה בשיעור התלמידים בישראל, בשני מגזרי השפה, שדיווחו במחקר טימס הנוכחי (2011) כי הם בטוחים ביכולתם במתמטיקה ובמדעים, לעומת שיעורם במחקר טימס 2007. ביטוי נוסף הוא העלייה בשיעור התלמידים המכירים בערך ובחשיבות של לימוד שני המקצועות הללו, ובעיקר מקצוע המתמטיקה (ראה פרק 5). על תפיסות המורים בדבר מוטיבציה ללמידה ולהישגים בבית ספרם אפשר ללמוד מתוך דיווחיהם על מידת המיקוד בלמידה ובהישגים: במידת המיקוד בלמידה ובהישגים במתמטיקה ישראל מדורגת במקום השביעי במדרג המדינות המשתתפות, ובמידת המיקוד במדעים היא מדורגת במקום ה-16 (המדד חושב לכל אחד מהמקצועות בנפרד, על פי תשובות המורים המלמדים את המקצוע). כמו כן, בשני מקצועות הלימוד עלה ב-2011 שיעור המורים שדיווחו על מוכנות גבוהה ללמד נושאים מתוך המסגרת המושגית של מחקר טימס, לעומת שיעורם ב-2007 (ראה פרק 6).

קשה להעריך את מידת ההשפעה של הגברת המוטיבציה להיבחן בקרב התלמידים, אך יש להניח כי העלייה במוטיבציה תרמה לעלייה בהישגים במחקר טימס 2011. המוטיבציה להיבחן הושגה באמצעות פעולות מקדימות שעשתה ראמ"ה (ואשר לא נעשו ב-2007), ותרמה לה האווירה הכוללת במערכת החינוך, שהדגישה את ההישגיות ואת החתירה ליעדי חינוך ברורים ומדידים והפעילה לשם כך את התכנית לקידום הישגים. אווירה זו הייתה שונה בתכלית מהאווירה הלימודית ב-2007, שאף הושפעה לרעה משביתת המורים המתמשכת.

7.3 גורמים שנטען כי הטו את ייצוגיות המדגם ולכן את התוצאות

דיון זה בגורמים שעשויים להסביר את העלייה בהישגים לא יהיה שלם ללא התייחסות לגורמים נוספים, שלטענת כלי התקשורת ובלוגים שונים באינטרנט (בהם בלוגים של אנשי חינוך וחוקרי חינוך מן האקדמיה) הם שהביאו לעלייה בהישגים במחקר טימס 2011 באופן שערער את התמונה החיובית המשתקפת מן התוצאות. בניסיון להשיב על השאלות כיצד חלה עלייה כל כך חריגה, איך ייתכן שהזינוק דרמטי כל כך והאם ההישגים אכן משקפים את איכותה של מערכת החינוך, נטען בין היתר כי מדגם בתי הספר והתלמידים בישראל לא ייצג את כלל האוכלוסייה, וכי אוכלוסיות חלשות או תלמידים חלשים אחדים הוצאו מהמחקר במכוון כדי להעלות את ממוצע הציונים של ישראל. עוד טענו חוקרי חינוך כי נעשתה הכנה ממוקדת של בתי הספר ושל התלמידים שעלו במדגם, כך שהמדגם אינו מייצג עוד את ההישגים של כלל המערכת. נתייחס כאן למגוון טענות אלו, שהמשותף לכולן הוא חוסר אמון בייצוגיות המדגם. נסביר מדוע הטענות אינן נכונות ולכן אין בהן כדי להסביר את העלייה שחלה בהישגים במתמטיקה ובמדעים בין 2007 ל-2011.

7.3.1 באיזו מידה המדגם מכסה את אוכלוסיית המחקר (הוצאת החרדים וערביי מזרח ירושלים)

טענה חוזרת הייתה כי מדגם התלמידים לא כיסה את כלל אוכלוסיית התלמידים בכיתות ח', מאחר שקבוצות תלמידים שלמות (וחלשות) לא נכללו במחקר במכוון. מדובר בתלמידים החרדיים ובתלמידים מקרב ערביי

מזרח ירושלים, שהוצאו מן המחקר בשל סירובם מזה ומשום שאינם לומדים את כלל לימודי הליבה מזה, ובפרט רבים מהם אינם לומדים מתמטיקה ומדעים, כפי שהוסבר בפרק 3. אמנם נכון כי מגזרים אלו הוצאו ממסגרת הדגימה, וזאת באישור הארגון הבין-לאומי,⁹⁶ ואולם עובדה זו אין בה כדי להסביר את העלייה בהישגים ב-2011, מכיוון שקבוצות אלו הוצאו מן המחקר גם בכל מחזורי המחקר הקודמים של טימס. לכן, אמנם נכונה הטענה כי העובדה שתלמידים אלו לא השתתפו במחקר מטה קרוב לוודאי את תוצאותיו בישראל כלפי מעלה, אך הטיה זו התקיימה בה במידה בכל מחזורי המחקר הקודמים. מכאן שאי-השתתפותם של **מגזרים אלו במחקר אכן חשובה וראויה לדיון לכשעצמה, אך אין בה כדי להסביר את העלייה בציונים ב-2011 לעומת המחזורים הקודמים.**

7.3.2 מידת ההטיה של המדגם

טענה נוספת שהועלתה בתקשורת הייתה כי בתי ספר חלשים לא נדגמו להשתתף במחקר. במילים אחרות, נטען כי המדגם היה מוטה לטובה. כדי להסביר מדוע טענה זו משוללת כל יסוד נחזור ונדגיש כי גודל המדגם ושיטת הדגימה נקבעים על ידי מרכז המחקר הבין-לאומי (ראה פרק 3), וביצוע הדגימה עצמה נעשה אף הוא באופן עצמאי על ידי מרכז המחקר הבין-לאומי, ללא כל מעורבות של מרכז המחקר בישראל. מארגני מחקר טימס דוגמים את המשתתפים מתוך רשימה של כלל בתי ספר ומצבת הכיתות והתלמידים בכיתות ח' בכל מדינה, ושולחים למרכז המחקר הלאומי את רשימת בתי ספר שנדגמו, ללא כל אפשרות לשנותה (למעט בתי ספר מחליפים, בעלי מאפיינים חברתיים-כלכליים זהים, שנדגמים מראש באותו הליך דגימה – ישראל השתמשה במשורה באופציה של החלפת בתי ספר שנדגמו – ראה פרק 3, סעיף 3.4.1.4). מאחר שלמדינה עצמה אין מעורבות בהליך הדגימה, אין אפשרות שהמדגם יהיה מוטה בכוונה תחילה. כמו כן, כמו בכל מדגם אקראי בסדר גודל כזה, הסיכוי שאין הוא מייצג את כלל האוכלוסייה הוא אפסי (ראה פרק 3, סעיף 3.4.1.4).

7.3.3 שיעור ההשתתפות

נוסף על הטענה הכוללת על אודות בתי ספר חלשים שהוצאו כביכול מהמחקר, נטען גם כי תלמידים חלשים הודרו מהמחקר. כדי להפריך טענה זו נבחן את שיעורי אי-ההשתתפות של תלמידים בישראל במחזור מחקר זה לעומת מחזורי מחקר קודמים ולעומת מדינות השוואה.

שיעור התלמידים הפטורים מלהשתתף במחקר: נוסף על בתי הספר החרדיים ובתי הספר של החינוך המיוחד, שהוצאו ממסגרת הדגימה, הוצאו גם תלמידים בעלי צרכים מיוחדים הלומדים בבתי ספר רגילים (תלמידי חינוך מיוחד, עולים חדשים וכו'), שבהגדרה אינם יכולים להשתתף במחקר. תלמידים אלו קיבלו פטור מהשתתפות על פי אמות מידה ברורות של מרכז המחקר הבין-לאומי (ראה פרק 3). הפטור ניתן להם הן במסגרת פטור לכיתות שלמות של החינוך המיוחד (בשלב של דגימת הכיתות בתוך בתי הספר) והן במסגרת פטור לתלמידים יחידים בתוך הכיתות שנדגמו למחקר. שיעור הפטורים הכולל בתוך בתי ספר שנדגמו עמד על 6.4% בישראל - שיעור גבוה במידה ניכרת מזה של יתר המדינות המשתתפות, אך נמוך מהשיעור המקביל ב-2007 (שעמד על 8.3%). השיעור הגבוה של תלמידים פטורים בישראל נובע בעיקרו משיעורם הגבוה של תלמידים הלומדים בכיתות של החינוך המיוחד בתוך בתי ספר רגילים - יותר מ-5%⁹⁷. מספרם של התלמידים המעטים שקיבלו פטור בתוך הכיתות הרגילות היה 61 בלבד ב-2011 (1.4%) לעומת 183 (5.5%) במחקר 2007.

⁹⁶ על כך נרשמה לישראל הערת כוכבית בדוח המחקר הבין-לאומי.

⁹⁷ אין לנו מידע על אופן השילוב של תלמידי החינוך המיוחד במדינות אחרות. ייתכן כי במדינות רבות תלמידי החינוך המיוחד משולבים בתוך כיתות רגילות ולכן לא עלה אצלם צורך לפטור כיתות שלמות, או שהמדינות הללו בחרו שלא לפטור כיתות שלמות כאלו בבתי הספר שנדגמו. אולם אין לשלול את האפשרות שבישראל שיעור התלמידים המוגדרים תלמידי חינוך מיוחד גבוה משיעורם במרבית המדינות המשתתפות, וראוי כי הדבר יבדק בעתיד.

שיעור המשתתפים בפועל: שיעור ההשתתפות של **בתי הספר** במחקר בישראל⁹⁸ גבוה בהשוואה למקובל במדינות המשתתפות ובמדינות ההשוואה: בישראל עמד שיעור זה על 94% מבתי הספר שנדגמו ועל 100% השתתפות לאחר ההחלפות (ראה פרק 3), זאת לעומת 95% השתתפות לפני החלפה ו-98% לאחר החלפה בממוצע המדינות המשתתפות⁹⁹. שיעור ההשתתפות של בתי הספר ב-2011 גבוה במעט מהשיעור המקביל ב-2007, שעמד אז על 93% לפני החלפה ו-97% לאחר החלפה.

שיעור ההשתתפות בפועל של התלמידים שנדגמו למחקר עמד על 92% (כלומר 8% מהתלמידים שהיו אמורים להשתתף לא באו למבחן), והוא דומה מאוד בשני מגזרי השפה. שיעור השתתפות זה אמנם נמוך מעט בהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות (96%), אך הוא דומה ואף גבוה משיעור ההשתתפות במדינות הדומות בהישגיהן לישראל. לדוגמה, שיעור ההשתתפות באוסטרליה ובניו זילנד היה 90%, באנגליה - 89%, ובארצות הברית - 94%. שיעור ההשתתפות של תלמידים בישראל ב-2011 נמוך אך במעט מהשיעור המקביל ב-2007 (94%). ייתכן כי העלייה בשיעור הנעדרים מן המבחן קשורה לירידה בשיעור התלמידים שקיבלו פטור רשמי מהשתתפות ב-2011 לעומת 2007 (ראו לעיל). כלומר, הניסיון לצמצם את שיעור התלמידים הפטורים הגדיל מצדו את שיעור ההיעדרות מהמבחן, מכיוון שמקצת התלמידים שלא קיבלו פטור לא באו לבית הספר ביום המבחן.

לנוכח שיעורי ההשתתפות הגבוהים יחסית, נראה כי להיעדרותם של תלמידים לא יכולה להיות השפעה גדולה מאוד על התוצאות. נוסף על כך, מאחר ששיעורי ההיעדרות ב-2011 דומים לשיעורים המקבילים בעבר, אי-השתתפותם של תלמידים חלשים אינה שונה ממה שהיה בעבר. לכן, **אי-אפשר לייחס את העלייה בהישגים במחקר טימס 2011 בישראל לעומת ההישגים ב-2007 להיעדרות של תלמידים חלשים** (ולא כל שכן להדרתם).

לסיכום חלק זה, הטענות כי המדגם אינו מייצג את כלל האוכלוסייה נחלקות לשניים. מקצת הטענות (גריעת קבוצות שלמות באוכלוסייה, כגון התלמידים החרדיים) אמנם נכונות, אך אין בהן כדי להסביר את העלייה בהישגים ב-2011 לעומת מחזורי מחקר קודמים, שהרי מדובר בקבוצות אוכלוסייה שנגרעו מן המחקר גם בעבר. לעומת זאת, הטענות בדבר הוצאתם של בתי ספר חלשים מן המדגם היו נטולות בסיס מלכתחילה ואינן תואמות את האופן שבו נעשה המחקר בפועל.

7.3.4 הכנה ממוקדת של בתי ספר וכיתות שעלו במדגם

במחקר טימס 2011, בתי הספר שעלו במדגם קיבלו הודעה ראשונית על כך רק כחודשיים לפני עריכת המחקר (לצורך תיאומים והיערכות לוגיסטית). ההודעה בדבר הכיתה המסוימת שעלתה במדגם נשלחה לבתי הספר רק כחודש לפני המחקר עצמו, וסמוך ליציאה לחופשת פסח. כך שגם אילו ביקשו לעשות הכנה ממוקדת לכיתות אלו, היא לא הייתה יכולה להיות ארוכת טווח. מכל מקום, בתי הספר שהשתתפו במחקר התבקשו במפורש על ידי ראמ"ה שלא להכין את התלמידים באופן ייחודי למחקר, כדי לא לפגוע במידה שבה תוצאות המדגם ייצגו את האוכלוסייה כולה. יתרה מזאת, מכיוון שתוצאות המבחן אינן מתפרסמות ברמת התלמיד היחיד או ברמת בתי הספר, ומאחר שהמבחן אינו נחשב עתיר סיכון, היה אפשר לשער שמידת התרגול לקראתו תהיה מצומצמת שכן לבתי הספר אין אינטרס מיוחד להצליח בו. עם זאת, בביקורים של אנשי ראמ"ה

⁹⁸ כדי למנוע מצב של היעדרות שיטתית קיבלו בתי הספר שנדגמו הודעה מראש ממרכז המחקר, ולפיה אם שיעור ההשתתפות של התלמידים לא יהיה גבוה מספיק, ייקבע יום היבחנות נוסף לבית הספר (ואכן, כאשר שיעור התלמידים היה נמוך, נערך יום מבחן נוסף לתלמידים שנעדרו), כך שלבתי הספר לא היה מניע להדיר תלמידים מהשתתפות במחקר.

בבתי הספר ביום המבחן, וכן בשיחות טלפון ובמסרים לא רשמיים שנתקבלו מעת לעת, נראה שבמקצת בתי הספר הייתה חריגה משגרת הלימודים ונעשתה הכנה כלשהי לקראת ההשתתפות במחקר.

אם אכן הייתה הכנה ממוקדת של כיתות שנדגמו למחקר טימס, ייתכן שהיא תבוא לידי ביטוי גם בציוני בחינות המיצ"ב במתמטיקה ובמדעים באותן כיתות, שכן בשני המבחנים נבדקים תחומי תוכן דומים במתמטיקה ובמדעים (אם כי סוגי הפריטים אינם זהים), ובחינות המיצ"ב החיצוני ב-2011 נערכו סמוך למועד שבו נערך מחקר טימס.¹⁰⁰ בבדיקה שעשתה ראמ"ה, שהתבססה על ציוני המיצ"ב (ראה **נספח 7.1**), לא נמצאו עדויות אמפיריות לכך שנעשתה הכנה ממוקדת לקראת מחקר טימס במקצוע המתמטיקה בבתי ספר בשני מגזרי השפה, וכך גם במקצוע המדעים בבתי ספר דוברי עברית. במקצוע המדעים נמצאו עדויות אמפיריות המעלות חשד כי ניתנו תשומות ייחודיות בכיתות ובבתי ספר דוברי ערבית שהשתתפו במחקר טימס.

חשוב לציין כי הכנת מדגם של כיתות לקראת מבחן מערכתי כזה או אחר אינה לגיטימית מבחינה מחקרית ומעבירה מסר בעייתי לתלמידים. זאת מכיוון שמהלך כזה של הכנת קבוצת התלמידים הנבחרים בלבד פוגע בתוקפן של תוצאות המחקר. יש לזכור כי המבחנים (הלאומיים והבין-לאומיים) נועדו למדוד את מצבה של מערכת החינוך. בבסיס המודל המדגמי שלהם טמון הרעיון שהעברת מבחנים למדגם של תלמידים במקום לאוכלוסייה כולה נובעת מהרצון לחסוך את הטרחה שבהיבחנות מכלל האוכלוסייה. השקעה ממוקדת במדגם או מתן תוספת משאבים חינוכיים למדגם בלבד מעלים את הידע והשליטה של תלמידי המדגם בלבד, וכך רמת הידע והשליטה של תלמידי המדגם במיומנויות בתחום התוכן שונה מזו של אוכלוסיית המטרה שהוא אמור לייצג. כאשר המדגם מייצג רק את עצמו, נמנעת מהחוקרים ומהציבור הרחב האפשרות להכליל מתוצאות המדגם על כלל האוכלוסייה וללמוד מהן על מערכת החינוך בכללותה. יש לזכור כי במחקר כזה הייצוג של הקבוצה צריך להיות במובן הסטטיסטי, שלא כמו בתחרויות בין-לאומיות, שבהן נציגי מדינה צריכים לקבל את האימונים הטובים ביותר כדי להצליח (לתחרויות בין לאומיות נבחרים מראש הטובים ביותר בכל המדינות המשתתפות).

7.4 עדויות נוספות לשיפור בהישגים: תוקף מתכנס

אחת הדרכים המקובלות לבדוק את תוקפם של ממצאי מחקר היא לבחון את אותם משתנים בכלים אחרים, ולבדוק אם התמונה המצטיירת באמצעותם דומה. כלי המדידה הדומים ביותר למבחני טימס הם מבחנים מערכתיים אחידים אחרים הנערכים בבתי הספר בשכבות גיל דומות, ואשר לגביהם יש תוצאות ארציות. אם מתברר שהשיפור בהישגים משתקף רק במבחני טימס ולא במבחנים מערכתיים אחרים, יש מקום להטיל ספק כלשהו בתוצאות. לעומת זאת, אם מתברר ששיפור בהישגים לאורך השנים בא לידי ביטוי גם בכלי מדידה אחרים, אפשר לתת יותר אמון בתוצאות ולהניח ביתר ודאות כי השיפור אמיתי.

מאחר שמבחני המיצ"ב נבנים בהתאם לתכניות הלימודים הרשמיות, קיים דמיון תוכני בינם לבין מבחן טימס, שתוכנו מכוסה בתכניות הלימודים של השנים האחרונות במתמטיקה ובמדעים. לא מפתיע אפוא כי נמצא מתאם גבוה בין ציוני המבחנים הללו: בבדיקה שעשתה ראמ"ה ב-2011 בקרב תלמידים שנבחנו בשני המבחנים נמצא מתאם גבוה בציונים בשני המבחנים. המתאם בין ציוני התלמידים שהשתתפו הן במבחן מיצ"ב והן במבחן טימס עמד על 0.74 במתמטיקה ועל 0.70 במדעים. כמו כן מתברר כי עלייה דומה (אם כי הדרגתית) בממוצעי הציונים נרשמה במבחני המיצ"ב לכיתות ח' החל משנת תשס"ח (2008) ועד שנת תשע"א

¹⁰⁰ מחקר טימס נערך בישראל בין התאריכים 19-30 במאי 2011. מיצ"ב חיצוני במדע וטכנולוגיה נערך ב-30 באפריל ובמתמטיקה ב-22 במאי.

(2011) הן במתמטיקה והן במדע וטכנולוגיה (וכן בשפת אם ובאנגלית).¹⁰¹ העלייה בציונים במחקר טימס 2011 אינה אפוא עדות יחידה או חריגה לעלייה בהישגים הלימודיים במקצועות המתמטיקה והמדעים בחטיבות הביניים במערכת החינוך של ישראל.¹⁰² נוסף על כך, נראה כי העלייה הגדולה בהישגים בין מחזור 2007 למחזור 2011 משקפת תהליך של שיפור הדרגתי מצטבר לאורך מספר שנים, ולא דווקא שיפור שהתרחש בבת אחת וב"קפיצת מדרגה", כפי שמצטייר לכאורה כאשר מסתכלים על ציוני טימס (כזכור, מבחני טימס מועברים רק אחת לארבע שנים). **עדות זו ממתנת במידת מה את ה"חריגות" כביכול של תוצאות המחקר הנוכחי. לסיכום, העלייה בהישגים במבחני טימס מתיישבת עם עדות נוספת, פנים-ישראלית, לשיפור מתמשך בהישגים ברמה הארצית באותם מקצועות לימוד, מאז הוחל במדידה סדורה ועד ל-2011.**

7.5 סיכום ודין

בפרק זה סקרנו את מכלול הגורמים שהיו עשויים להשפיע על העלייה בהישגים במחקר טימס 2011 ובפרט בהשוואה לנתוני 2007. סקירת זו העלתה כי לצד היבטים חשובים, שהתברר כי מידת השפעתם הייתה בסופו של דבר קטנה (שיפור התרגום) או מוגבלת (שיפור המוטיבציה להיבחן), ולצד שיפורים כוללים במערכת החינוך בבתי הספר היסודיים שאפשר כי השפיעו על בוגרי החינוך היסודי, אף שבלתי אפשרי לבודד את השפעתם (החלת רפורמת אופק חדש, שינויים ניכרים בהוראת המתמטיקה בבית הספר היסודי) וגורמים אחרים שקטו את תוצאות ישראל כלפי מטה במחזור המחקר הקודם (בעיקר שביתת המורים הארוכה ב-2007), נראה כי יש לייחס את עיקר העלייה בהישגים בטימס 2011 להשקעה האינטנסיבית והייחודית שנעשתה במערכת החינוך בשנים הרלוונטיות למחקר. כמו כן הובהר כי בניגוד למה שנטען באמצעי התקשורת, העלייה בהישגים אינה נובעת מכשלים במערך המחקר או מפעולות לא לגיטימיות כגון הטיית המדגם, זאת למעט הכנה ייעודית בתחום המדעים שנעשתה ככל הנראה בבתי ספר דוברי ערבית שעלו במדגם. נראה כי הצבת היעדים הכמותיים המדידים בראש רשימת יעדי משרד החינוך, שלוותה בהשקעה ממוקדת בחטיבות הביניים בעיקר (אף כי לא רק) במקצועות שנמדדו במחקר, ובעיקר (ושוב, לא רק) בשכבת הכיתה שהשתתפה במחקר, הם שהביאו לידי שיפור ניכר זה. זאת לצד הטמעת תכניות לימודים חדשות התואמות במידה מלאה את הנושאים שבמבחן. אפשר להניח כי הצבת יעדים שהתמקדו בהעלאת ההישגים, והמאמץ הרב שהושקע בהשגת יעדים אלו במסגרת התכנית לקידום ההישגים, תרמו לניצול טוב יותר של משאבי מערכת החינוך הקיימים ממילא ושל משאבים ייעודיים נוספים שניתנו במסגרת התכנית. במובנים רבים, ההשקעה והשינויים בשנים 2010-2011 מייצגים תמונת מצב הפוכה כמעט לזו של שנת 2007, שאלה מושווים נתוני 2011. אם בשנים שקדמו למחקר טימס 2011 נוספו שעות לימוד למקצועות המתמטיקה והמדעים, אזי בשנת 2007, בשל שביתת המורים המתמשכת, היו חסרות שעות לימוד רבות. אם ב-2011 נעשה מאמץ לגייס את המוטיבציה של כלל הגורמים במערכת החינוך, ובעיקר של המורים, ב-2007 מערכת החינוך לא תפקדה במלוא העוצמה, והמוטיבציה ללמד, ללמוד ולהיבחן הייתה מן הנמוכות (בשל אותה שביתה). מרבית הגורמים שתורמו לשיפור ההישגים בשנת 2011 הם גם אלו שסביר להניח כי היעדרם ב-

¹⁰¹ עוד על מבחני המיצ"ב והתוצאות לאורך השנים ראה דוחות מיצ"ב ב מערכתיים באתר האינטרנט של ראמ"ה בקישור: <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/Meitzav/DochotMaarachtim.htm>

¹⁰² הערת הסתייגות בנוגע לעלייה המתמשכת בתוצאות המיצ"ב היא כי בניגוד למגמת העלייה המתמשכת בשנים 2011-2007, במתמטיקה, חלה ירידה במוצע הארצי בשנה שלאחר מכן (תשע"ב). ראמ"ה תמשיך לעקוב בשנים הבאות אחר התוצאות במקצוע זה כדי לנסות להסביר את המגמה המעורבת שנרשמה.

2007 גרם לתוצאות הגרועות במיוחד. שילוב של שני אלו יש בו כדי להסביר את הפער הגדול במיוחד בהישגים בין 2007 ל-2011.

היבט חשוב בנוגע לעלייה בהישגי התלמידים במבחן טימס הנוכחי הוא שאמנם המהלך המקיף לקידום ההישגים התנהל תוך השקעות כספיות ניכרות במערכת, שחלקן היו אולי חד-פעמיות, אך רוב המשאבים שהושקעו לא ירדו לטמיון, וערכם למערכת יחרוג מתרומתם לעלייה בהישגים במחקר זה גרידא. המשאבים הללו יישארו במערכת ויתרמו לה גם לאחר תום המהלך המגייס: המדריכים ממשיכים לפעול במערכת, המורים שהשתלמו נשארים ללמד במערכת ושליטתם בחומר הלימוד שבתכנית הלימודים גבוהה יותר, תוספת השעות להוראת המקצועות הללו נשארה בחלקה (ובהנחה שאכן כל אלה יוותרו לאורך שנים), תכנית מיצוי ומצוינות במתמטיקה ממשיכה להתקיים, ועוד. יתרה מזו: ישראל הגיעה להישגים תוך שימוש באמצעים הקיימים במערכת החינוך, כלומר עם המורים הקבועים, עם מדריכים שגויסו מתוך בתי הספר, עם מערך הפיקוח והמערך המינהלי הקיימים במערכת החינוך. דומה שכלל הכוחות החינוכיים במערכת התגייסו לצורך שיפור ההישגים, תוך הצגת יכולת התארגנות מרשימה. הדבר מלמד כי למערכת החינוך של ישראל יש פוטנציאל להשתפר בקביעות ולהגיע להישגים גבוהים בקנה מידה בין-לאומי לא רק לקראת מבחנים, אם תשקיע ברצינות וביעילות משאבים בהיקפים דומים בעתיד, בכל שכבות הגיל ובכלל המקצועות.

עם זאת, כאשר בוחנים בעין ביקורתית את הפעולות היזומות שנעשו מתוך מטרה מוצהרת להביא לידי הישגים אלו, חשוב להעלות לדיון גם את השלכותיהן על הפדגוגיה הנוהגת ועל התוקף של המחקר. בהקשר זה צוינו כאן ההתאמה המלאה של תכניות הלימודים למסגרת המושגית של המחקר לאורך שנים (ראה סעיף 7.1.1), האכיפה המוגברת של תכניות הלימודים והניטור צמוד של ההספק ושל סדר ההוראה (ראה סעיף 7.1.2) ותרגול יתר ועריכת מבחנים ומבדקים הדומים למחקר הבין-לאומי בקרב התלמידים בשכבת הכיתה הנבחנת (ראה סעיף 7.1.3).

להשתתפותה של ישראל במבחנים הבין-לאומיים חשיבות עליונה, ותוצאותיהם יכולים לסייע למערכת החינוך ללמוד על עצמה. שימוש מושכל בתוצאות אלו יכול לעזור לקברניטי המערכת לעמוד על מצבה האמיתי והשוטף וללמוד על השפעתם של מהלכים מעמיקים ועקביים שנעשים בה ושל תכניות מתמשכות המופעלות בה (רפורמות כגון אופק חדש, שינויים מערכתיים בתרבות ההוראה ובתכניה, תכניות לימודים כגון תכנית מיצוי ומצוינות במתמטיקה). אך כדי לבודד את ההיבטים שתורמים לשיפורה ולקידומה של המערכת וכדי להכליל מהתוצאות המתקבלות בה גם על מצבה בימי שגרה, חשוב להימנע מפעולות קצרות טווח וחד-פעמיות אף אם הן תורמות לעלייה בהישגים. זאת משום שלעורכי המחקר אין אפשרות להפריד בין השפעתן של פעולות אלו על ההישגים לבין העלייה הנובעת משיפור כולל, עקבי וארוך טווח במערכת, והדבר פוגע ביכולת למצות את יתרונות ההשתתפות במבחנים ומונע מקברניטי המערכת להפיק מהם את המירב.

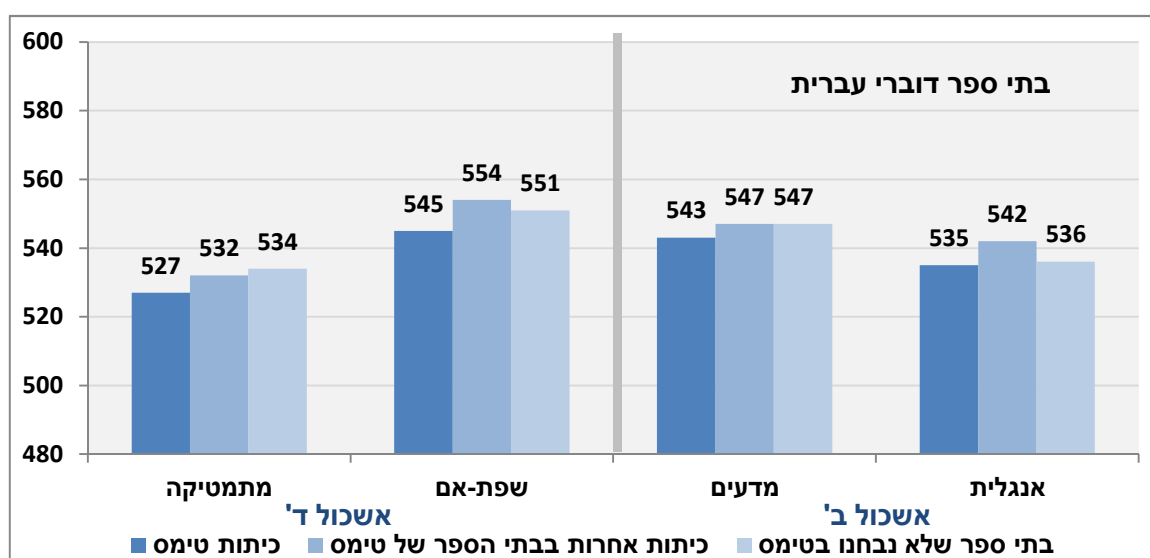
נספח 7.1 – בדיקת השאלה בנוגע להכנה הממוקדת של כיתות המדגם

במסגרת בדיקותיה בשאלת ההכנה הממוקדת של כיתות ובתי ספר שנדגמו למחקר טימס, עשתה ראמ"ה בדיקה שהתבססה על ההישגים במבחני המיצ"ב של אותן כיתות ובתי ספר. ליתר פירוט, נערכה השוואה בין הישגיהן של כיתות המדגם הללו במבחני המיצ"ב במתמטיקה, מדע וטכנולוגיה (להלן מדעים), שפת-אם (עברית וערבית) ואנגלית לבין ההישגים של כיתות אחרות באותם בתי ספר וההישגים של בתי ספר שלא השתתפו במחקר טימס.¹⁰³ התוצאות מוצגות בתרשים 7.1 (בתי ספר דוברי עברית) ובתרשים 7.2 (בתי ספר דוברי ערבית). מספר התלמידים ומספר הכיתות שהשתתפו במחקר טימס בכלל ישראל ולפי מגזר שפה מוצגים בלוח 7.1.

תרשים 7.1: ממוצע ההישגים במבחני המיצ"ב במתמטיקה, מדעים, שפת-אם ואנגלית בבתי

ספר דוברי עברית - השוואה בין ההישגים של תלמידי כיתות שהשתתפו במחקר טימס ("כיתות טימס"),

תלמידים שלמדו בכיתות אחרות בבתי"ס שהשתתפו במחקר טימס ותלמידים בבתי"ס שלא השתתפו במחקר*



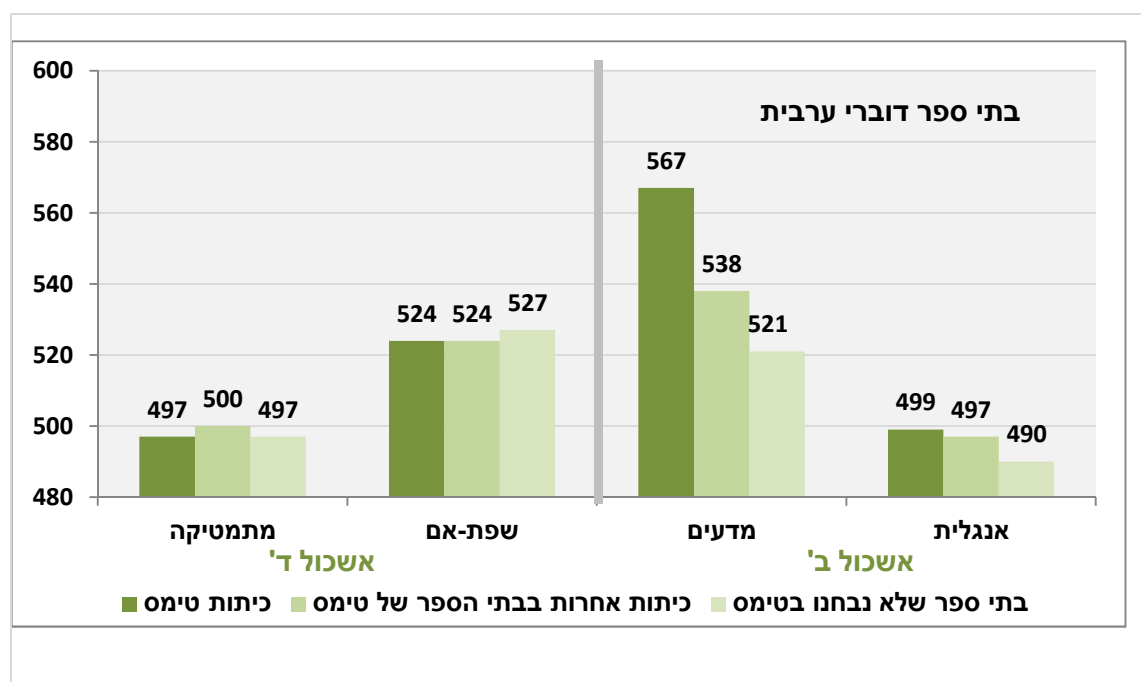
¹⁰³ בשנת 2011 השתתפו בתי ספר מאשכול ב' (כרבע מבתי הספר) במיצ"ב החיצוני במדע וטכנולוגיה (מדעים) ובאנגלית, ובתי ספר מאשכול ד' (כרבע מבתי הספר) השתתפו במיצ"ב במתמטיקה ובשפת-אם (עברית/ערבית). מתוך כל אחד מהאשכולות הללו נדגמו כ-20 בתי ספר דוברי עברית וכ-10 בתי ספר דוברי ערבית גם למחקר טימס 2011. פירוט על מערך האשכולות וההיבחנות במיצ"ב ראה באתר ראמ"ה:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/Meitzav/Meitzav_Klali.htm

תרשים 7.2: ממוצע ההישגים במבחני המיצ"ב במתמטיקה, מדעים, שפת-אם ואנגלית בבתי

ספר דוברי ערבית - השוואה בין ההישגים של תלמידי כיתות שהשתתפו במחקר טימס ("כיתות טימס"),

תלמידים שלמדו בכיתות אחרות בבתי"ס שהשתתפו במחקר טימס ותלמידים בבתי"ס שלא השתתפו במחקר*



* התרשימים מוצגים לפי חלוקת בתי הספר לאשכולות המיצ"ב. על פי מחזורי המיצ"ב, בשנת תשע"ב נבחנו בתי הספר באשכול ד' בשפת-אם ובמתמטיקה, ובתי הספר באשכול ב' באנגלית ובמדעים. כל אחד מאשכולות המיצ"ב הוא מדגם מייצג של האוכלוסייה.

מן התוצאות עולה כי בבתי ספר דוברי עברית, רמת ההישגים בכל מקצועות המיצ"ב בכיתות שהשתתפו במחקר טימס דומה לרמת ההישגים בכיתות האחרות. במקצועות שפת-אם ואנגלית הדמיון בהישגים מעיד על ייצוגיות המדגמים בשתי מערכות המבחנים. במקצועות מתמטיקה ומדעים, נוסף על ייצוגיות המדגמים הדמיון בהישגים במיצ"ב מעיד כי רמת הידע והשליטה של התלמידים שנבחנו במחקר טימס דומה לזו של כלל התלמידים באוכלוסייה הרלוונטית. במילים אחרות: בבתי ספר דוברי עברית לא נמצאה עדות אמפירית להכנה ממוקדת של תלמידי מדגם טימס במקצועות הרלוונטיים.

בבתי ספר דוברי ערבית התמונה פחות חד-משמעית. במקצועות מתמטיקה, שפת-אם ואנגלית הדמיון בהישגים מעיד על ייצוגיות המדגמים בשני המחקרים, ואין עדות אמפירית להכנה ממוקדת של בתי הספר והכיתות שנכללו במדגם טימס. כמו בבתי ספר דוברי עברית, במקצועות אלו ההישגים במיצ"ב בכיתות שהשתתפו במחקר טימס דומים להישגים בכיתות אחרות. לעומת זאת, במיצ"ב במדע וטכנולוגיה (מדעים) נמצא פער הישגים בין שלוש הקבוצות לטובת הכיתות ובתי הספר שהשתתפו במחקר טימס: הישגי התלמידים בבתי הספר שנדגמו למחקר גבוהים מהישגי התלמידים בבתי הספר שלא נדגמו, והישגי התלמידים בכיתות שהשתתפו במחקר טימס גבוהים מהישגי התלמידי הכיתות האחרות (שלא נבחנו בטימס) באותם בתי ספר. ממצאים אלו הם אינדיקציה ראשונית לכך שבשבועות שלפני מבחן טימס ניתנו בבתי ספר אלו תשומות מיוחדות למקצוע המדעים.¹⁰⁴ יצוין כי בתי הספר מקבלים הודעה כי עלו במדגם טימס כחודשיים לפני המחקר, אך בשלב זה אין בית הספר הנדגם יודע איזו כיתה משכבת כיתות ח' תשתתף בו. רק כחודש לפני עריכת המחקר עצמו מודיעים לבית הספר איזו כיתה נדגמה להשתתף במחקר. לכן יש להניח כי ההבדל בין שלוש הקבוצות שנבדקו בבדיקה הנוכחית נובע מהשקעת תשומות לימודיות ייחודיות שניתנו

¹⁰⁴ בהערכה גסה הושקעו תשומות בכ-70% מבתי הספר דוברי הערבית.

בתחילה לכל תלמידי שכבת ח' בבתי הספר שנדגמו, ולאחר מכן רק לכיתה הספציפית שנדגמה מתוך השכבה בבית הספר.

בשל מיעוט הכיתות בבתי ספר דוברי ערבית שנבחנו בטימס ואשר בעבורם יש תוצאות של מבחן מיצ"ב במדעים (314 תלמידים ב-11 כיתות ב-10 בתי ספר), קשה לאמוד את מידת השפעתן של התשומות שהושקעו באופן ייחודי בבתי הספר שעלו במדגם של טימס בכלל ובכיתות שהשתתפו במחקר טימס בפרט. אפשר להעריך שלתשומות אלו הייתה השפעה כלשהי על ההישגים במדעים במבחן טימס, אך ברור שלא באותם סדרי גודל כמו ההשפעה שהייתה להן על ההישגים במיצ"ב במדע וטכנולוגיה. אילו הייתה השפעתן על תוצאות מחקר טימס דומה להשפעתן על התוצאות של מבחני המיצ"ב במדע וטכנולוגיה (כפי שעולה מתרשימים 7.1 ו-7.2), היינו מצפים למצוא במחקר טימס במדעים צמצום פערם מלא בין ההישגים בבתי ספר דוברי עברית להישגים בבתי ספר דוברי ערבית, אך במחקר טימס הנוכחי נרשם פער של 49 נקודות ביניהם בתחום זה.

לסיכום, במקצוע המתמטיקה בכל בתי הספר, בשני מגזרי השפה, וכן במקצוע המדעים בבתי ספר דוברי עברית, לא נמצאו עדויות מחקריות להכנה ממוקדת לקראת מחקר טימס. רק במקצוע המדעים בבתי ספר דוברי ערבית נמצא חשש להכנה ממוקדת מסוג זה. תוצאות המיצ"ב במקצועות אנגלית ושפת-אם מחזקות את העובדה שהכיתות שנדגמו למחקר טימס היו כיתות רגילות שייצגו כיאות את כלל כיתות ח' בבתי הספר הרלוונטיים למחקר.

לוח 7.1: מספר התלמידים שהשתתפו במבחני המיצ"ב תשע"ב במדע וטכנולוגיה, מתמטיקה, אנגלית ושפת-אם, והציון הממוצע - בכלל ישראל ולפי מגזר שפה

מיצ"ב אשכול ב' – מדע וטכנולוגיה ואנגלית

מדע וטכנולוגיה	כיתות טימס		כיתות אחרות בבתי"ס של טימס		בתי"ס שלא נבחנו בטימס	
	מספר התלמידים	הציון הממוצע	מספר התלמידים	הציון הממוצע	מספר התלמידים	הציון הממוצע
כלל ישראל	996	550	3,802	545	12,451	541
בתי"ס דוברי עברית	682	543	2,313	547	10,344	547
בתי"ס דוברי ערבית	314	567	1,489	538	2,107	521

אנגלית	כיתות טימס		כיתות אחרות בבתי"ס של טימס		בתי"ס שלא נבחנו בטימס	
	מספר התלמידים	הציון הממוצע	מספר התלמידים	הציון הממוצע	מספר התלמידים	הציון הממוצע
כלל ישראל	1,025	524	3,886	527	13,355	524
בתי"ס דוברי עברית	663	535	2,313	542	10,201	536
בתי"ס דוברי ערבית	362	499	1,489	497	3,154	489

מיצ"ב אשכול ד' – מתמטיקה ושפת-אם

מתמטיקה		כיתות טימס		כיתות אחרות בבתי"ס של טימס		בתי"ס שלא נבחנו בטימס	
מספר התלמידים	הציון הממוצע	מספר התלמידים	הציון הממוצע	מספר התלמידים	הציון הממוצע	מספר התלמידים	הציון הממוצע
922	519	3,529	523	15,886	524		
578	527	2,209	532	11,683	534		
344	497	1,320	500	4,203	497		

שפת-אם		כיתות טימס		כיתות אחרות בבתי"ס של טימס		בתי"ס שלא נבחנו בטימס	
מספר התלמידים	הציון הממוצע	מספר התלמידים	הציון הממוצע	מספר התלמידים	הציון הממוצע	מספר התלמידים	הציון הממוצע
574	545	2,223	554	11,731	551		
346	524	1,316	524	4,251	527		