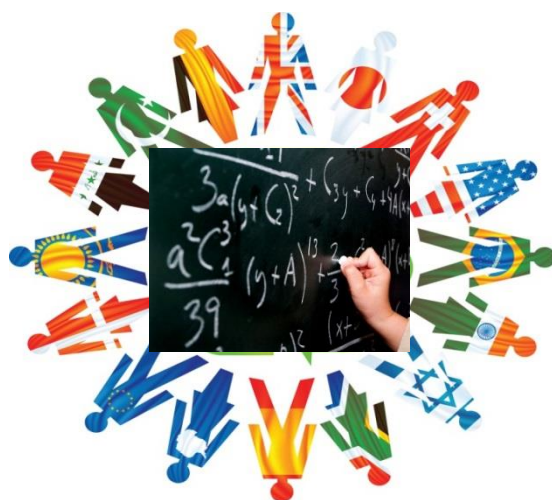


מחקר טימס 2015

TIMSS – Trends in International Mathematics and Science Study

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



מבט ישראלי

חשוון תשע"ז • נובמבר 2016

עודכן באדר תשע"ז • פברואר 2017

נציגות ישראל באסיפה הכללית (General assembly) של המחקר:

ד"ר חגית גליקמן, מנכ"לית ראמ"ה

ניהול המחקר בישראל:

ד"ר הדס גלברט, מנהלת גף מחקרים בין-לאומיים, ראמ"ה (National Research Coordinator)
ד"ר ענבל רון קפלן, מנהלת תחום מחקרים בין-לאומיים, ראמ"ה (National Research Coordinator)
ד"ר יואל רפ, מנהל אגף מבחנים, ראמ"ה
גב' אימאן עואדיה, מנהלת תחום מבחנים בערבית, ראמ"ה

עיבוד נתונים וכתיבת הדוח:

ד"ר יוסי מחלוף, מנהל תחום עיבוד מחקרים, ראמ"ה
ד"ר הדס גלברט, מנהלת גף מחקרים בין-לאומיים, ראמ"ה
ד"ר יואל רפ, מנהל אגף מבחנים, ראמ"ה
גב' ג'ורג'ט חילו, מנהלת גף מחקרים בין-לאומיים בערבית, ראמ"ה
גב' נורית ליפשוט, מנהלת תחום מחקרי אורך, ראמ"ה
גב' נילי עדן, יועצת ראמ"ה, עריכת לשון

תודה לכלל עובדי ראמ"ה באגפים השונים שעסקו בפרויקט בשלביו השונים ותרמו באופן משמעותי להצלחתו.

תודה לחברות הזכייניות של ראמ"ה על העבודה המסורה ותרומתן המשמעותית להצלחת הפרויקט בשלביו השונים: לחברת מטח שעסקה בניהול התרגום, ההתאמה התרבותית וההפקה של חומרי המבחן, ולחברת טלדור שעסקה בניהול העברת המבחנים והלוגיסטיקה של המחקר.

תודה מיוחדת לתלמידים, למורים ולמנהלי בתי-הספר שהשתתפו במחקר.

הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה) מתכבדת להציג את הדוח הישראלי של מחקר טימס 2015. ישראל משתתפת במחקר בין-לאומי זה למן המחזור הראשון, שנערך לפני כשני עשורים (1995), וזה המחזור השני (מאז 2011) שהשתתפותה של ישראל במחקר מתואמת ומנוהלת על ידי ראמ"ה, המשמשת למעשה מתאם מחקר לאומי ומשתתפת בוועד המנהל של הארגון המנהל את המחקר ובקביעת מדיניות המחקר.

מחקר טימס הוא אחד ממחקרי הארגון הבין-לאומי להערכת הישגים בחינוך (ה-IEA). המחקר בוחן את רמת השליטה, קרי ידע בתחומי תוכן ומיומנויות קוגניטיביות, של תלמידי כיתות ח' בתחומי הדעת מתמטיקה ומדעים, וכן אוסף נתוני רקע של התלמיד, מוריו המקצועיים ומנהל בית הספר, נתונים שעשויים להסביר את רמת ידיעותיו של התלמיד. המחקר, הנערך במחזוריות של אחת לארבע שנים, מאפשר, מלבד השוואה בין המדינות המשתתפות, גם מעקב אחר מגמות של שינוי לאורך זמן בכל מדינה ומדינה. מבחינה זו, יש עניין מיוחד במחזור המחקר הנוכחי (2015), לאור הזינוק החד בהישגי התלמידים בישראל שנרשם במחזור המחקר הקודם (2011), וההדים שעורר בקרב אנשי חינוך, תקשורת ובציבור הרחב.

מחקר טימס עומד בפני שינוי רב-חשיבות, שכן החל ממחזור המחקר הקרוב (2019) הוא יתקיים במתכונת ממוחשבת. בכך, מחקר טימס יצטרף למחקר פיזה (PISA, שנערך מטעם ה-OECD) ולמחקר פירלס (PIRLS, שנערך אף הוא מטעם ה-IEA). בשנים האחרונות, ראמ"ה מקדמת שימוש באמצעים מתוקשבים אף במחקרים ארציים דוגמת המשבח הארצי בגאוגרפיה. כולי תקווה שמעבר הדרגתי זה למבחנים רחבי-היקף, אם בין-לאומיים ואם ארציים, שיועברו ויבדקו באמצעות מחשבים, יורחב אף יותר בשנים הקרובות. מבחינים ממוחשבים מאפשרים לעשות שימוש בפריטי מבחן דינמיים, אינטראקטיביים, סימולטיביים, רבי-שלבים המסייעים לשקף את מלוא מנעד המיומנויות והכלים אליהם נחשף התלמיד בתהליך הלמידה, באורח שיאפשר לו לבטא את היכולות והידע אותם צבר. במבחנים ממוחשבים טמונים יתרונות בהיבטים של מגוון, חדשנות, דיוק, גמישות, אמינות ויעילות, ויש בהם כדי לשפר את המדידה. אולם, חשוב לזכור כי המדידה אינה מטרה לכשעצמה, אלא כלי שנועד לתרום לקידום ההוראה והלמידה במערכת החינוך. כך, השתתפות במחקרים בין-לאומיים לצד מחקרים ארציים, מממשת את חזון ראמ"ה להטמעת תרבות של "**מדידה בשירות הלמידה**" – מדידה המיועדת לתמוך בשיפור מתמיד של ההוראה והלמידה וההקשרים שבהם הן מתנהלות בבית הספר, תוך הלימה ליעדים ולחזון בית הספר ומערכת החינוך.

בדוח מחקר זה, שפרסומו מקביל לפרסום הדוח הבין-לאומי, מוצגת המסגרת המושגית של המחקר, תיאור שיטות המחקר וסיכום הממצאים בנוגעים להישגי התלמידים בישראל, מנקודת מבט בין-לאומי ובמבט פנים-ישראלי. ראמ"ה מתעתדת להמשיך בניתוח המידע הרב שנאסף במסגרת המחקר, שכאמור יש בו כדי לשפוך אור לא רק על הישגי תלמידים אלא גם על נתוני הרקע והעמדות שלהם, מאפייני המורים המקצועיים ותפיסותיהם, עמדות מנהלי בתי-הספר, והקשרים המורכבים ביניהם. אני תקווה כי הממצאים השונים המוצגים בפרקי דוח זה, ובפרקים שיראו אור בקרוב, יקדמו את תחומי המתמטיקה והמדעים, ויסייעו למובילי תחומי הדעת החשובים והמרכזיים הללו לשפר ולחדש את הוראתם ולמידתם, כצעד נוסף בדרך שתאפשר לכל ילדה וילד בישראל למצות את מיטב יכולתם ותביא לידי צמצום פערים בחברה הישראלית.

ראמ"ה נסתייעה בחברות זכייניות: **מטח** (מרכז טכנולוגיה חינוכית) שסייע בתרגום המבחן והתאמתו התרבותית לישראל, ובהפקה של חומרי המבחן; **וטלדור** שסייעה בהעברת המבחנים והלוגיסטיקה של המחקר. כמו כן, במחקר לקחו חלק מומחים בתחומי המדידה והערכה ופיתוח מבחנים, בוחנים, בודקי מבחנים, מעבדי נתונים ועוד. ברצוני להודות לכל מי שתרום להוצאת המחקר בישראל מן הכוח אל הפועל. **תודה מיוחדת** לתלמידי כיתות ח', למורים למתמטיקה ולמדעים, וכן למנהלים מכ-200 בתי-ספר ברחבי הארץ שהשתתפו במחקר. ללא שיתוף הפעולה המלא לו זכינו לא ניתן היה להשלים מחקר מרשים זה.

בברכה,

ד"ר חגית גליקמן
ח. גליקמן
מנכ"לית ראמ"ה

פרק 1: מבוא.....10

- 1.1 מדוע חשוב להשתתף במחקר?.....10
- 1.2 מי עורך את המחקר?.....11
- 1.3 מי משתתף במחקר?.....12
- 1.3.1 המדינות המשתתפות.....12
- 1.3.2 ההשתתפות של ישראל.....13
- 1.4 כיצד בנוי דוח זה?.....14

פרק 2: המסגרת המושגית במחקר טימס 2015 ותכניות הלימודים בישראל.....15

- 2.1 המסגרת המושגית.....15
- 2.1.1 מבוא.....15
- 2.1.2 המסגרת המושגית במתמטיקה.....16
- 2.1.3 המסגרת המושגית במדעים.....16
- 2.2 תכניות הלימודים.....17
- 2.2.1 תכניות הלימודים במתמטיקה ובמדעים בישראל.....17
- 2.2.2 תכניות הלימודים במתמטיקה ובמדעים לחטיבת הביניים בישראל.....19
- 2.2.3 מידת ההתאמה בין תכניות הלימודים בישראל למסגרת מבחן טימס 2015.....23

פרק 3: שיטת המחקר.....25

- 3.1 כלי ההערכה במחקר טימס.....25
- 3.1.1 מבנה המבחן.....25
- 3.2 הליך התרגום וההתאמה של חומרי המחקר.....27
- 3.3 מחקר החלוץ.....29
- 3.4 המחקר העיקרי.....29
- 3.4.1 שיטת הדגימה.....29
- 3.4.2 הליך איסוף הנתונים.....34
- 3.4.3 בקרת איכות על העברת המבחנים והשאלונים.....35
- 3.4.4 בדיקת המבחנים וקידודם (ציון).....35
- 3.4.5 טיוב הנתונים.....35
- 3.5 עיבוד הנתונים.....36
- 3.5.1 ניתוח הנתונים במחקר טימס וחישוב הציונים.....36
- 3.5.2 סולם הציונים.....37
- 3.5.3 רמות הישג.....37
- 3.5.4 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים.....39
- 3.6 דיווח התוצאות.....40

פרק 4: ההישגים במתמטיקה ובמדעים במחקר טימס 2015.....41

- 4.1 הישגי ישראל במתמטיקה.....41
- 4.1.1 מבט בין-לאומי.....41
- 4.1.2 מגמות רב-שנתיות בהישגים במתמטיקה במחקר טימס.....48
- 4.1.3 ההישגים במתמטיקה במבט פנים-ישראלי.....50
- 4.1.4 סיכום ההישגים בתחום המתמטיקה.....62
- 4.2 הישגי ישראל במדעים.....63
- 4.2.1 מבט בין-לאומי.....63
- 4.2.2 מגמות רב-שנתיות בהישגים במדעים במחקר טימס.....68
- 4.2.3 ההישגים במדעים במבט פנים-ישראלי.....70
- 4.2.4 סיכום ההישגים בתחום המדעים.....83

84.....	4.3. סיכום - הישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים בישראל
86.....	פרק 5: עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים בראי מחקר טימס 2015
87.....	5.1 עמדות תלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים – ההיבטים במוקד המחקר
92.....	5.2 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה במבט בין-לאומי ופנים-ישראלי
92.....	5.2.1 מידת האהבה ללמוד מתמטיקה
94.....	5.2.2 מידת ההערכה למתמטיקה
95.....	5.2.3 הביטחון ביכולת במתמטיקה
97.....	5.2.4 עידוד מעורבות בלמידה בשיעורי מתמטיקה
99.....	5.2.5 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה - במבט פנים-ישראלי, לפי מגדר
100.....	5.2.6 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה - במבט פנים-ישראלי, לפי רקע חברתי-כלכלי
102.....	5.2.7 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה - במבט פנים-ישראלי, לפי סוג פיקוח
102.....	5.2.8 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה – במבט-על
103.....	5.3 עמדות התלמידים כלפי מדעים במבט בין-לאומי ופנים-ישראלי
104.....	5.3.1 מידת האהבה ללמוד מדעים
106.....	5.3.2 מידת ההערכה למדעים
107.....	5.3.3 הביטחון ביכולת במדעים
109.....	5.3.4 עידוד מעורבות בלמידה בשיעורי המדעים
111.....	5.3.5 עמדות התלמידים כלפי מדעים - במבט פנים-ישראלי, לפי מגדר
112.....	5.3.6 עמדות התלמידים כלפי מדעים - במבט פנים-ישראלי, לפי רקע חברתי-כלכלי
114.....	5.3.7 עמדות התלמידים כלפי מדעים - במבט פנים-ישראלי, לפי סוג פיקוח
114.....	5.3.8 עמדות התלמידים כלפי מדעים – במבט-על
116.....	5.4 השוואה בין עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה וכלפי מדעים

רשימת לוחות

לוח 1.1:	המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015 לכיתות ח' והשתתפותן במחזורי מחקר קודמים	13
לוח 2.1:	פירוט תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות במתמטיקה לכיתות ח'	16
לוח 2.2:	פירוט תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות במדעים לכיתות ח'	17
לוח 2.3:	פירוט ותיאור של תחומי התוכן בתכנית הלימודים במתמטיקה בחטה"ב בישראל	19
לוח 2.4:	תחומי התוכן במדעים בתכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים בישראל, הנושאים המרכזיים (מודגשים) ונושאי המשנה	22
לוח 3.1:	הפריטים במבחן טימס 2015 במתמטיקה ובמדעים - לפי תחומי תוכן	26
לוח 3.2:	הפריטים במבחן טימס 2015 במתמטיקה ובמדעים - לפי ממדים קוגניטיביים	26
לוח 3.3:	שכבות הדגימה במחקר טימס 2015 בישראל	30
לוח 3.4:	השתתפותם של בתי-הספר שנדגמו בישראל	33
לוח 3.5:	התפלגות התלמידים לפי מגזר שפה ולפי סוג פיקוח בבתי-הספר שבמסגרת הדגימה ושיעור משתתפים בפועל	34
לוח 3.6:	תיאור תמציתי של חמש רמות ההישג במתמטיקה	38
לוח 3.7:	תיאור תמציתי של חמש רמות ההישג במדעים	39
לוח 4.1:	ספי ההישג ורמות ההישגים במחקר טימס 2015	43
לוח 5.1:	ממוצע הישגי התלמידים והתפלגות תלמידים (בסוגריים) לפי עמדותיהם כלפי מתמטיקה, לפי מגדר	100
לוח 5.2:	ממוצע הישגי תלמידים והתפלגות תלמידים (בסוגריים) לפי עמדותיהם כלפי מתמטיקה, לפי רקע חברתי-כלכלי	101
לוח 5.3:	הישגי תלמידים והתפלגות תלמידים (בסוגריים) לפי עמדותיהם כלפי מדעים, לפי מגדר	112
לוח 5.4:	ממוצע הישגי תלמידים והתפלגות תלמידים (בסוגריים) לפי עמדותיהם כלפי מדעים, לפי רקע חברתי-כלכלי	113
לוח 5.5:	מתאמים בין היבטי המוטיבציה בכל מגזר שפה בנפרד, בשני תחומי הדעת	118
לוח נ-1:	ממוצע הציון הכולל במתמטיקה ופיזור הציונים במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר טימס 2015	121
לוח נ-2:	התפלגות ציונים לפי רמות הישג במתמטיקה, וכן ממוצעי ציונים בתחומי התוכן והמיומנויות בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר טימס 2015	122
לוח נ-3:	ממוצע הציון הכולל במתמטיקה והתפלגות ציונים לפי רמות ההישג בקרב קבוצות אוכלוסייה בישראל, ובכלל המדינות המשתתפות*, לאורך חמשת מחזורי מחקר טימס 1999 עד 2015	123
לוח נ-4:	ממוצע הציון הכולל במתמטיקה והתפלגות ציונים לפי רמות הישג בקרב קבוצות אוכלוסייה בישראל, מחקר טימס 2015	124
לוח נ-5:	ממוצע הציון הכולל במדעים ופיזור הציונים במדעים בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר טימס 2015	125
לוח נ-6:	התפלגות ציונים לפי רמות הישג במדעים, וכן ממוצעי ציונים בתחומי התוכן והמיומנויות בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר טימס 2015	126

- לוח נ-7: ממוצע הציון הכולל במדעים והתפלגות ציונים לפי רמות ההישג בקרב קבוצות אוכלוסייה בישראל, ובכלל המדינות המשתתפות*, לאורך חמשת מחזורי מחקר טימס 1999 עד 2015 127
- לוח נ-8: ממוצע הציון הכולל במדעים והתפלגות ציונים לפי רמות הישג בקרב קבוצות אוכלוסייה בישראל, מחקר טימס 2015 128

רשימת תרשימים

תרשים 3.1:	תהליך התרגום בישראל משפת המקור (אנגלית) לכל אחת משפות המטרה (עברית/ערבית) ..	28
תרשים 4.1:	ממוצע ההישגים במתמטיקה בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015.....	42
תרשים 4.2:	התפלגות הציונים במתמטיקה לפי רמות ההישג בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015	44
תרשים 4.3:	פיזור ההישגים במתמטיקה בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015	45
תרשים 4.4:	פערים בהישגים במתמטיקה בין בנות לבנים בקרב המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015	47
תרשים 4.5:	ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל בחמשת המחזורים של מחקר טימס 2015-1999	49
תרשים 4.6:	ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה	51
תרשים 4.7:	ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל בחמשת המחזורים של מחקר טימס 2015-1999, לפי מגזר שפה	52
תרשים 4.8:	ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה ולפי מגדר	53
תרשים 4.9:	ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי	55
תרשים 4.10:	ההישגים במתמטיקה של תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית בישראל, לפי סוג פיקוח	56
תרשים 4.11:	ההישגים במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה	58
תרשים 4.12:	ההישגים במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן לפי מגדר, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה	59
תרשים 4.13:	ההישגים במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה	60
תרשים 4.14:	ההישגים במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות לפי מגדר, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה	61
תרשים 4.15:	ממוצע ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015	64
תרשים 4.16:	התפלגות הציונים במדעים לפי רמות ההישג בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015	65
תרשים 4.17:	פיזור ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015	67
תרשים 4.18:	פערים בהישגים במדעים בין בנות לבנים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015	68
תרשים 4.19:	ההישגים במדעים של תלמידי ישראל בחמשת המחזורים של מחקר טימס 2015-1999	70
תרשים 4.20:	ההישגים במדעים של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה	71
תרשים 4.21:	ההישגים במדעים של תלמידי ישראל בחמשת המחזורים של מחקר טימס 2015-1999, לפי מגזר שפה	72
תרשים 4.22:	ההישגים במדעים של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה ולפי מגדר	73
תרשים 4.23:	ההישגים במדעים של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי	75
תרשים 4.24:	ההישגים במדעים של תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית בישראל, לפי סוג פיקוח	76
תרשים 4.25:	ההישגים במדעים בארבעת תחומי התוכן, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה	79

- תרשים 4.26: ההישגים במדעים בארבעת תחומי התוכן לפי מגדר, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה.. 80
- תרשים 4.27: ההישגים במדעים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה.. 81
- תרשים 4.28: ההישגים במדעים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות לפי מגדר, בכלל ישראל ובחלוקה לפי
מגזר שפה..... 82

רשימת תיבות מידע

- תיבה 3.1: מדד הטיפוח החברתי-כלכלי "שטראוס" והשימוש בו במחקר זה 31
- תיבה 3.2: כללי מחקר טימס לגריעת תלמידים מאוכלוסיית המטרה 32
- תיבה 3.3: משקול הנתונים - כיצד חושב הציון הממוצע? 34
- תיבה 3.4: קביעת סולמות המדדים בכל היבטי המוטיבציה 40
- תיבה 5.1: מדד 'אהבה ללמוד את המקצוע' 88
- תיבה 5.2: מדד 'הערכה למקצוע' 89
- תיבה 5.3: מדד 'ביטחון ביכולת' 90
- תיבה 5.4: מדד 'עידוד מעורבות בלמידה' 91

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 היומיום 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 מושם עליהם דגש רב יחסית, ומוקצים משאבים רבים הן להוראתם והן לניטור והערכה של הישגי התלמידים והתקדמותם בתחומים אלו באמצעות מבחנים סטנדרטיים רחבי היקף. בין היתר נערכים מחקרים בין-לאומיים השוואתיים בנושאים אלו מעבר למדינות שונות.

Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS (להלן "טימס") – הוא מחקר בתחום החינוך שנועד להשוות בין הישגי תלמידים במתמטיקה ובמדעים בבתי-ספר במדינות שונות לאורך זמן. המחקר נערך על ידי הארגון הבין-לאומי להערכת הישגים בחינוך (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, ובקיצור IEA). מאז מחזור המחקר הראשון, בשנת 1995, המחקר נערך במחזוריות של אחת לארבע שנים בקרב תלמידי כיתות ד' וכיתות ח' במדינות שונות ברחבי העולם.¹

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 על רמת הידע של התלמידים במתמטיקה ובמדעים וכן נאספים נתוני רקע שעשויים להסבירה. באמצעות כלי ההערכה הללו מופקים מדדים חינוכיים המשמשים לניטור נקודות שוני ודמיון בין תלמידים במדינות שונות ובתוך המדינות. מטרתו המרכזית של המחקר היא לספק למדינות המשתתפות בו מידע שיוכל להביא לידי שיפור ההוראה והלמידה בתחומי המתמטיקה והמדעים. 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 המועברים למורים למתמטיקה, למורים למדעים, למנהל בית הספר ולתלמידים עצמם, ושאלון מרכזי המציג את התמונה הכלל-מערכתית של הוראת המקצועות הללו. המידע שנאסף נועד לסייע בהסבר השונות בהישגים הלימודיים ובפירוש השינויים שחלים בהם, על סמך מאפייני רקע של התלמידים ומאפיינים הנוגעים לבית הספר ולסביבה הלימודית.

מערכת החינוך של ישראל השתתפה במחקר טימס בפעם הראשונה ב-1995, אך באותו מחזור מחקר השתתפו רק תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית.² מאז מחזור המחקר של שנת 1999 ועד למחזור המחקר הנוכחי בשנת 2015 השתתפה ישראל בכל חמשת מחזורי המחקר, מה שמאפשר לעקוב לאורך זמן אחר מגמת ההישגים בתחומים אלו בישראל בפרספקטיבה בין-לאומית.

1.1 מדוע חשוב להשתתף במחקר?

השתתפות במחקר מאפשרת לקבל נתונים בני השוואה בין מדינות שונות על הישגים לימודיים במתמטיקה ובמדעים בנושאים שנלמדים עד כיתה ח'. במחקר טימס החומר הלימודי הנכלל במבחנים מקיף בהרחבה את תחומי הדעת הנמדדים ואת מיומנויות החשיבה הנמדדות. בד בבד השאלונים מאפשרים גם ללמוד על

¹ בישראל נערך המחקר בכיתות ח' בלבד.

² מחזור המחקר הראשון, בשנת 1995, היה ייחודי בכך שנעשה בקרב שלוש אוכלוסיות של תלמידים: בבית הספר היסודי (כיתות ד'), בחטיבת הביניים (כיתות ח') ובחטיבה העליונה (כיתות י"ב). המדגם בישראל כלל תלמידים מבתי-ספר דוברי עברית בלבד. הנתונים לא התפרסמו בדוחות הבין-לאומיים במלואם משום שהמדגם לא עמד בדרישות הדגימה של מארגני המחקר ולא ייצג את כלל אוכלוסיית תלמידי ישראל.

עמדות התלמידים כלפי הלימודים והסביבה הלימודית ועל הקשר בין עמדות אלו להישגים, ולחקור את הקשר שבין הישגים ובין משתני רקע שונים.

תוצאות המחקר מספקות מידע 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), ההשתתפות במחזורי המחקר לאורך זמן מאפשרת לעמוד על מגמות של שינוי בהישגים לאורך השנים ולהעריך משתנים מרכזיים כגון יישומן של תכניות הלימודים והתפוקות של מערכת החינוך לאור 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.

מנקודת מבט פנים-ישראלית, המחקר מאפשר להשוות בין הישגי הקבוצות השונות במערכת החינוך במדינה. הישגי התלמידים בישראל נותחו (ויוצגו להלן) בפילוח לפי מגזרי שפה (תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית ובבתי-ספר דוברי ערבית) ולפי תת-קבוצות אחרות (על פי סוג הפיקוח, רקע חברתי-כלכלי, מגדר 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 או משוב ארצי בתחום דעת נבחר.³ תוצאותיו מספקות ממצאים שאפשר להשוותם לממצאים מקבילים במדינות שונות ומעבר להן ובכך לשפוך אור נוסף על ההישגים בישראל. הדבר 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.⁴ הארגון נעזר לשם כך במומחיותם המשותפת של בני-סמך מכל העולם. מושבו של הוועד המנהל של IEA הוא באמסטרדם, הולנד, אך מחקר טימס מנוהל בפועל בידי מרכז המחקר הבין-לאומי לטימס ופירלס הנמצא 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 המרכז לעיבוד נתונים (DPC - Data Processing Centre) שמושב בהמבורג, גרמניה. ה-DPC נעזר ברשות הקנדית Statistics Canada – גוף המתמחה בסטטיסטיקה ובניתוחים סטטיסטיים ומשמש במחקר הנוכחי גוף מיינץ ומפקח על פעולות הדגימה במחקר. תאגיד הגופים המנהלים את מחקר טימס ומוציאים אותו לפועל בעולם ייקראו להלן "מארגני טימס" או "מרכז המחקר הבין-לאומי".

כל מדינה מְמַנֶּה נציג מטעמה - מתאם מחקר לאומי (NRC - National Research Coordinators) - 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 וטיוב הנתונים, ועוד. השתתפותה של ישראל במחקר מתואמת ומנוהלת מאז מחזור מחקר 2011 על ידי ראמ"ה (רשות ארצית למדידה והערכה בחינוך), המשמשת למעשה מתאם מחקר לאומי ומשתתפת בוועד המנהל של ה-IEA בקביעת מדיניות המחקר.

³ למשל, המשוב הארצי בגאוגרפיה 2014. מידע נוסף עליו נמצא באתר ראמ"ה:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimArtzyim/Mashov_Geo_2013.htm

⁴ מידע נוסף על מחקרים של ארגון IEA ראו באתר <http://timss.bc.edu>

מרכז המחקר הבין-לאומי קובע מגוון סטנדרטים ופעולות שונות של בקרת איכות כדי להבטיח את איכותם של חומרי המבחן ושל הליכי העברתו במדינות השונות באופן שיאפשר השוואה תקפה בין ההישגים במדינות המשתתפות. המרכז הבין-לאומי קובע את הסטנדרטים הנוגעים להליך התרגום, את דגימת בתי-הספר והתלמידים המשתתפים ואת תנאי ההיבחנות ובדיקת המבחנים. המרכז הבין-לאומי עוקב אחר הליכים אלו, בודק אותם ומבצע חלק מן הפעולות בעצמו (כגון דגימת בתי-הספר והתלמידים המשתתפים במחקר). כל השלבים האלה יפורטו בפרק 3.

1.3 מי משתתף במחקר?

1.3.1 המדינות המשתתפות

הרכב המדינות המשתתפות במחקר טימס 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-46 מדינות. בשנת 2007 נערך המחזור הרביעי של מחקר טימס והשתתפו בו 49 מדינות. בשנת 2011 נערך המחזור החמישי של מחקר טימס ב-42 מדינות ובשנת 2015, במחזור השישי, השתתפו בו 39 מדינות. מספר המדינות בכל מחזור מחקר מתייחס למחקר שבדק את תלמידי כיתות ח'.

בלוח 1.1 מוצגות המדינות שהשתתפו במחזור מחקר 2015 והשתתפות כל אחת מהן במחזורי המחקר הקודמים מאז 1995. יודגש כי הלוח מקיף רק את המדינות שהשתתפו ב-2015, אך מטבע הדברים, לא כל המדינות שהשתתפו בעבר השתתפו גם ב-2015. מלבד מדינות רשאיות להשתתף במחקר גם רשויות חינוכיות של מדינות שהן חלק ממדינה פדראלית רחבה יותר, אך שיש להן 'עצמאות חינוכית' במידה זו או אחרת (כגון מדינה בארצות הברית, מחוז/מדינה בקנדה, עיר בירה וכיוצא בזה). בכל אחת מהמדינות או הרשויות החינוכיות הבוחרות להיכלל במחקר משתתפים בו כ-5,000 תלמידי כיתות ח' מכ-150 בתי-ספר המייצגים את האוכלוסייה הרלוונטית למחקר.

במחקר טימס 2015 השתתפו כ-250,000 תלמידי כיתות ח' מ-39 מדינות ברחבי העולם. מלבד מדינות אלו נכללו במחקר גם כ-30,000 תלמידים משבע רשויות חינוכיות מחוזיות עצמאיות.⁵

⁵ הרשויות החינוכיות שהשתתפו במחקר 2015: בואנוס איירס, ארגנטינה; המחוזות אונטריו וקוויבק, קנדה; מחוזות בנורבגיה; אבו-דאבי ודובאי מאיחוד האמירויות הערביות; מדינת פלורידה, ארה"ב.

לוח 1.1: המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015 לכיתות ח' והשתתפותן במחזורי מחקר קודמים (לפי סדר א"ב)

המדינות המשתתפות	1995	1999	2003	2007	2011	2015
אוסטרליה	✓	✓	✓	✓	✓	✓
איחוד האמירויות הערביות					✓	✓
איטליה	✓	✓	✓	✓	✓	✓
איראן	✓	✓	✓	✓	✓	✓
אירלנד	✓					✓
אנגליה	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ארצות הברית	✓	✓	✓	✓	✓	✓
בוטסואנה [#]			✓	✓	✓	✓
בחריין			✓	✓	✓	✓
גאורגיה				✓	✓	✓
דרום אפריקה [#]	✓	✓	✓		✓	✓
הונג קונג	✓	✓	✓	✓	✓	✓
הונגריה	✓	✓	✓	✓	✓	✓
טורקיה		✓		✓	✓	✓
טאיוואן		✓	✓	✓	✓	✓
יפן	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ירדן		✓	✓	✓	✓	✓
ישראל	✓	✓	✓	✓	✓	✓
כווית	✓			✓		✓
לבנון			✓	✓	✓	✓
ליטא	✓	✓	✓	✓	✓	✓
מלזיה		✓	✓	✓	✓	✓
מלטה				✓		✓
מצרים			✓	✓		✓
מרוקו		✓	✓	✓	✓	✓
נורבגיה [#]	✓		✓	✓	✓	✓
ניו זילנד	✓	✓	✓		✓	✓
סינגפור	✓	✓	✓	✓	✓	✓
סלובניה	✓	✓	✓	✓	✓	✓
עומאן				✓	✓	✓
ערב הסעודית			✓	✓	✓	✓
צ'ילה		✓	✓		✓	✓
קוריאה הדרומית	✓	✓	✓	✓	✓	✓
קזחסטן				✓	✓	✓
קטאר				✓	✓	✓
קנדה	✓	✓				✓
רוסיה	✓	✓	✓	✓	✓	✓
שוודיה	✓		✓	✓	✓	✓
תאילנד	✓	✓		✓	✓	✓

[#] בשנת 2015, היבחות בדרגת כיתה ט'

1.3.2 ההשתתפות של ישראל

ישראל כאמור משתתפת במחקר טימס זה כעשרים שנה ברציפות. ב-2015 השתתפו בו כ-5,500 תלמידי כיתות ח' ב-200 בתי-ספר. לצדם השתתפו בו גם המורים למתמטיקה ולמדעים שתלמידיהם נדגמו למחקר: 555 מורים למתמטיקה ו-331 מורים למדעים, וכן מנהלי בתי-ספר שנדגמו להשתתף במחקר.

1.4 כיצד בנוי דוח זה?

מחקר טימס 2015 ותוצאותיו יוצגו בפרקים הבאים (בדוח זה):

- ◆ **פרק 1** (הנוכחי) – מבוא ובו מידע כללי על המחקר.
- ◆ **פרק 2** – המסגרות המושגיות במחקר טימס 2015 ותכניות הלימודים בישראל במתמטיקה ובמדעים בחטיבות הביניים. בפרק מוצגים תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות הנבדקים בכל אחד מהתחומים מתמטיקה ומדעים. כמו כן מוצג המודל ששימש במחקר טימס לתיאור תכניות לימודים, ונסקרות בהרחבה תכניות הלימודים במתמטיקה ובמדע וטכנולוגיה⁶ לחטיבות הביניים בישראל.
- ◆ **פרק 3** – שיטת המחקר. בפרק מפורטים כלי ההערכה במחקר (המבחנים והשאלונים) וכן הליכי הביצוע של המחקר בישראל, החל משלבי ההתארגנות לקראתו, ובכללם הכנת חומרי ההערכה; עריכת המחקר החלוץ ועריכת המחקר העיקרי, כולל תיאור של הדגימה, שיעורי ההשתתפות, הליך איסוף הנתונים, בדיקת המבחנים ועיבוד הנתונים.
- ◆ **פרק 4** – ההישגים במתמטיקה ובמדעים במחקר טימס 2015. בפרק מפורטים הישגיהם של תלמידי ישראל בשני התחומים במבט בין-לאומי ובמבט פנים-ישראלי, תוך התייחסות למגמות השינוי שחלו בהם לאורך השנים. הממצאים כוללים פילוח לפי מגזר שפה (בתי-ספר דוברי עברית ובתי-ספר דוברי ערבית), לפי מגדר, לפי רקע חברתי-כלכלי, לפי סוג הפיקוח (בבתי-ספר דוברי עברית).
- ◆ **פרק 5** – עמדות התלמידים. בפרק יפורטו עמדות התלמידים כלפי תחומי הדעת מתמטיקה ומדעים והקשר בין עמדות התלמידים ובין הישגיהם.

כמו כן, צפויים להתפרסם בהמשך:

- ◆ **פרק 6** – הצגת המורים למתמטיקה ולמדעים. בפרק יוצגו מאפייני הכשרת המורים טרם התפקיד (השכלה פורמלית, תחומי לימוד) ותוך כדי תפקיד (הפיתוח המקצועי של המורים והוותק שלהם), עמדותיהם ותפיסותיהם כלפי ההוראה והקשר בין ובין הישגי תלמידיהם.
- ◆ **פרק 7** – הצגת מנהלי בתי-הספר. בפרק יוצגו עמדותיהם ותפיסותיהם של מנהלי בתי-הספר כלפי מאפיינים שונים של תפקידם.

פרקים אלו יוצגו במבט בין-לאומי ובמבט פנים-ישראלי.

פרק נוסף ייוחד לנושא ההוראה בקבוצות הלימוד (הקבוצות) במתמטיקה ובמדעים, ולקשר שלו הן להישגי התלמידים והן לעמדותיהם כלפי תחומי הדעת.

⁶ התיאור כולל גם סקירה של תחום מדעי כדור הארץ מתוך תכנית הלימודים בגיאוגרפיה.

פרק 2: המסגרת המושגית במחקר טימס 2015 ותכניות הלימודים בישראל

מחקר טימס בודק את הידע והמיומנויות של תלמידים במתמטיקה ובמדעים. הידע הנבדק מוגדר באמצעות מסגרת מושגית (framework) המשמשת הן לתיאור הרקע התיאורטי והן לפירוט תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות בכל אחד מתחומי הדעת מתמטיקה ומדעים. בחלקו הראשון של הפרק יובא תיאור של המסגרת המושגית של המחקר ויוצגו תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות הכלולים במסגרת המושגית במתמטיקה ובמדעים. כדי לספק את ההקשר הנחוץ להבנת הישגי התלמידים בישראל במתמטיקה ובמדעים במחקר הנוכחי, תוצג בחלקו השני של הפרק תכנית הלימודים וההוראה של כל אחד ממקצועות לימוד אלו בישראל בשנות הלימודים שקדמו למחקר טימס 2015. במילים אחרות, נבקש לעמוד על טיב הקשר בין סטנדרטים לימודיים בין-לאומיים הבאים לידי ביטוי במבחן טימס ובין היעדים שהגדירה מערכת החינוך בישראל באמצעות תכניות הלימודים הרשמיות שלה במתמטיקה ובמדעים ואופן הטמעתן.

2.1 המסגרת המושגית

2.1.1 מבוא

המסגרת המושגית במתמטיקה ובמדעים מתארת במפורט את הנושאים שנכללים במבחן טימס, ומשמשת סימוכין לתחומי התוכן ולמיומנויות הקוגניטיביות שהמבחן בודק. מסגרת זו מתפרסמת כשנתיים קודם לעריכת המחקר. מפורטים בה הרעיונות המרכזיים שיימדדו בכל נושא והמיומנויות שהנבחנים אמורים להראות בעת פתרון הפריטים (השאלות) במבחן.

בכל אחד מתחומי הדעת, מתמטיקה ומדעים, המסגרת המושגית מאורגנת סביב שני צירים: ציר התוכן והציר הקוגניטיבי. ציר התוכן מגדיר ומפרט את נושאי הלימוד העיקריים הנבדקים במחקר. הציר הקוגניטיבי מגדיר את המיומנויות הקוגניטיביות ותהליכי החשיבה הנבדקים בו. בתחום המדעים מוגדרים גם חמישה מאפיינים מרכזיים של תהליך החקר המדעי, המיוצגים בחלק מהמבחן. המסגרת המושגית מפורטת בנפרד בשני המקצועות: מתמטיקה בסעיף 2.1.2 ומדעים בסעיף 2.1.3.

פיתוח 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 נועד למדוד את הידע בנושא מתחום תוכן אחד ואת השליטה במיומנות קוגניטיבית אחת.

המסגרת המושגית במחקר טימס פותחה במחזורי הקודמים של המחקר והיא מתעדכנת ממחזור אחד למשנהו. הפיתוח והעדכונים נעשו על ידי ועדה בין-לאומית של מומחים מובילים בעולם להוראת מתמטיקה ומדעים. השינויים ממחזור למחזור מזעריים, כנדרש ממחקר השוואתי לאורך שנים. ההליך של פיתוח המסגרות המושגיות ובחירת הנושאים שייבדקו במחקר מכל תחום תוכן כללו מיפוי של הנושאים הכלולים בתכניות הלימודים של רבות מהמדינות המשתתפות, זיהוי הנושאים המשותפים למרבית המדינות ושילובם במסגרת המושגית. כלומר, המסגרת המושגית אורגנה על פי הנושאים שעשויה להיות הסכמה רחבה בין המדינות בדבר הצורך ללמד עד כיתה ח', ובסופו של דבר גם כללה אותם במחקר. בשל החשיבות הרבה המיוחסת למערכת מבחנים בין-לאומית רחבת היקף כדוגמת טימס ועצם העובדה שהמסגרת המושגית שלה נבנתה על סמך תפיסות מקובלות במדינות רבות בנוגע להוראת מקצועות אלו, המסגרת המושגית של מחקרי טימס משפיעה על מפתחי תכניות לימודים במדינות המשתתפות במחקר (לעתים גם 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. כיוון שכך לא מעט מדינות אימצו חלקים נרחבים מ"תכנית טימס", ובסופו של דבר כללו בתכניות הלימודים שלהן נושאים ומיומנויות הנכללים במסגרת המושגית של טימס, מה שהעלה את ההומוגניות של תכניות הלימודים בשכבות גיל אלו במדינות השונות.

2.1.2 המסגרת המושגית במתמטיקה

הנושאים והמיומנויות הקוגניטיביות שנכללו במסגרת המושגית במתמטיקה בטימס 2015 מוצגים בלוח 2.1 שלהלן על פי תחומי התוכן במתמטיקה והמיומנויות הקוגניטיביות המוגדרים במחקר⁷.

לוח 2.1: פירוט תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות במתמטיקה לכיתות ח'

תחומי התוכן במתמטיקה	
מספרים (30%)	מספרים טבעיים; שברים פשוטים ועשרוניים; מספרים שלמים; יחס, פרופורציה ואחוזים
אלגברה (30%)	דפוסים וייצוג יחסים; ביטויים אלגבריים; משוואות ואי-שוויונים; נוסחאות ופונקציות
גאומטריה (20%)	צורות הנדסיות; מדידות גיאומטריות; מיקום ותזוזה
נתונים והסתברות (20%)	ארגון, אפיון וייצוג של נתונים; פירוש נתונים; ניתוח סיכויים
המיומנויות הקוגניטיביות במתמטיקה ⁸	
ידע – (35%) Knowing	היכרות עם הגדרות, טרמינולוגיה, תכונות ופרוצדורות מתמטיות וזכירתן; זיהוי אובייקטים מתמטיים; סיווג, מיון וסידור של אובייקטים מתמטיים; חישוב פרוצדורות אלגוריתמיות, פרוצדורות אלגבריות פשוטות וחישובי אומדן; אחזור מידע מגרפים ומטבלאות או מטקסט; מדידה באמצעות מכשירי מדידה וייצוג ביחידות מתאימות.
יישום – (40%) Applying	היכולת לבחור פעולה או אסטרטגיה מתאימה/יעילה לפתרון בעיה; ייצוג מידע באמצעות טבלה, גרף, משוואה וכו'; בניית מודל לפתרון בעיה פשוטה; הפעלה וביצוע של הוראות מתמטיות; פתרון בעיות פשוטות בהקשרים של חיי היום-יום.
הנמקה – (25%) Reasoning	ניתוח, זיהוי וקביעה של קשרים בין אובייקטים מתמטיים; הכללה; שילוב ואינטגרציה בין עובדות, מושגים ופרוצדורות מתמטיות לשם פתרון בעיות; הערכה של אסטרטגיות חלופיות לפתרון בעיות ופתרון; הצדקה באמצעות תוצאות או בעזרת תכונות מתמטיות; פתרון בעיות לא שגרתיות מורכבות בהקשרים של חיי היום-יום; הסקת מסקנות תקפות על סמך מידע.

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 2015 במדעים נכלל גם תהליך החקר המדעי המשולב הן בתחומי התוכן והן במיומנויות הקוגניטיביות (פריטי המבחן מסווגים לפי תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות ולא לפי מיומנויות הקשורות ישירות לתהליך החקר המדעי). בתהליך זה ההיבטים המרכזיים המתאימים לתלמידים בכיתה ח' הם ניסוח שאלות והשערות, תכנון ניסויים, ייצוג נתונים, ניתוח נתונים ופירושים, הסקת מסקנות ופיתוח הסברים. היבטים אלו נכללים בחלק מפריטי המבחן במדעים, אך הם אינם מהווים ציר מארגן במבחן והפריטים אינם מסווגים על פיהם. כמו כן, בחלק מפריטי המבחן התלמידים אמורים להראות 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.

⁷ פירוט של המסגרות המושגיות, ובכלל זה רעיונות ודגשים בכל נושא, ראו בקישור:

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiYim/OdotTIMSS.htm>

⁸ שלוש המיומנויות הקוגניטיביות זהות לאלו שבמחזורי המחקר הקודמים, אלא שהאחרונה נקראה בדוחות הקודמים "חשיבה" ואילו בדוח זה היא נקראת "הנמקה".

לוח 2.2: פירוט תחומי התוכן והמיומנויות הקוגניטיביות במדעים לכיתות ח'

תחומי התוכן במדעים	
תכונות של אורגניזמים; מיון ותהליכי חיים של אורגניזמים; תאים ותפקודיהם; מחזורי חיים, רבייה ותורשה; שונות, הסתגלות לסביבה וברירה טבעית; מערכות אקולוגיות; בריאות האדם.	ביולוגיה (35%)
מיון חומרים וקביעת הרכבם; תכונות החומרים; שינויים כימיים.	כימיה (20%)
מצבי צבירה ושינויים בחומרים; צורות אנרגיה, שימור והמרה של אנרגיה, העברה והולכה של חום; אור וקול; חשמל ומגנטיות; כוחות ותנועה.	פיזיקה (25%)
המבנה והמאפיינים הפיזיים של כדור הארץ; תהליכים גאולוגיים בהיסטוריה של כדור הארץ, המחזוריים בו, אקלים ומזג אוויר; המשאבים של כדור הארץ, שימושיהם ושימורם; כדור הארץ כחלק ממערכת השמש והיקום.	מדעי כדור הארץ (20%)
המיומנויות הקוגניטיביות במדעים	
היכרות עם עובדות, פרוצדורות ומושגים, זיהום וזכירתם; גילוי או זיהוי של ידע מדעי בצורות ייצוג שונות; הגדרת מושגים מדעיים; תיאור, המחשה ויצירה של הסברים באמצעות דוגמאות.	ידע – Knowing (35%)
היכולת ליישם ידע והבנה במצבים פשוטים ולפתור בעיות פשוטות. השוואה וסיווג; ייחוס ופירוש מידע מדעי תוך הסתמכות על מושג או עיקרון מדעי; שימוש במודלים כדי לייצג ידע מדעי; שימוש בידע ובעקרונות מדעיים כדי לפרש מידע מדעי או כדי לספק הסבר לתצפית או תופעה.	יישום – Applying (40%)
היכולת לפתור בעיות בהקשרים לא מוכרים או בהקשרים מורכבים. ניתוח בעיה, זיהוי מרכיביה ושימוש בידע מתאים לפתרונה; שיקול והתחשבות בגורמים ועקרונות שונים ושילוב של ידע מדעי לשם פתרון בעיה; ניסוח שאלות חקר והשערות שאפשר לבדוק וחיזוי ממצאים בהינתן מידע על מערך הניסוי; תכנון מערך מחקר לבחינת שאלת מחקר או השערה תוך בחירה ממגוון גישות חקר וכן זיהוי ותיאור מאפיינים של שאלות חקר (משתנים, בקורות, יחסים); הערכה והצדקה של ממצאים ושל הסברים חלופיים על פי נתונים וראיות; הסקת מסקנות תקפות ממצאים והכללתן.	הנמקה – Reasoning (25%)

2.2 תכניות הלימודים

2.2.1 תכניות הלימודים במתמטיקה ובמדעים בישראל

במחקר טימס משתמשים במודל תלת-שלבי שבמרכזו המושג "תכנית לימודים" (קוריקולום). על פי המודל, לתכנית לימודים בהגדרתה הרחבה יש שלושה היבטים:

תכנית הלימודים המיועדת (Intended): זו אשר נקבעת על ידי רשויות החינוך בכל מדינה והמשקפת את הציפיות והמטרות של הוראת תחומי הדעת, כלומר מה מערכת החינוך מעוניינת שתלמידים ילמדו, והאופן שבו יש לעשות זאת.

תכנית הלימודים המופעלת (Implemented): זו אשר מיושמת בכיתות בתי-הספר בפועל והמשקפת כיצד המורים והמנהלים מפרשים את תכנית הלימודים המיועדת וכיצד ובאיזו מידה הם מיישמים ומממשים אותה, כלומר מה נלמד בפועל בכיתות, כולל מאפייני המורים ודרכי ההוראה.

תכנית הלימודים המושגת (Attained): זו שבאה לידי ביטוי בקרב התלמידים שלומדים את התכנים שבתכנית הלימודים המופעלת, כלומר הישגי התלמידים ועמדותיהם כלפי מקצועות הלימוד.

נסקור עתה בהרחבה את שלושת ההיבטים שנמנו לעיל:

תכנית הלימודים המיועדת היא מסמך המתווה את התפיסה הרעיונית בנוגע למקצוע ולמטרותיו והמפרט את התכנים והמיומנויות שיש ללמד במקצוע מסוים ואת ארגון הוראתם. בישראל תכנית הלימודים המיועדת היא התכנית הרשמית של משרד החינוך, המתעדכנת 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, התשתית (חדרים וציוד נדרש) ודרכי ההוראה וההערכה המומלצות להוראת המקצוע. בהמשך הפרק נסקור את תכניות הלימודים

במתמטיקה ובמדעים לחטיבת הביניים בתקופה הרלוונטית למחקר הנוכחי, כלומר בתקופה שבה למדו תלמידי המחזור שהשתתף במחקר טימס 2015 בישראל. בשני תחומי הדעת הללו מדובר בתכניות לימודים חדשות יחסית, שהוחל בהטמעתן במערכת החינוך בשנת הלימודים תש"ע (2010), כחלק מהטמעת "התכנית לקידום ההישגים" שהוביל משרד החינוך באותן שנים.⁹ התכניות במתמטיקה ובמדעים עודכנו במהלך הטמעתן עד לאישורן הסופי בשנות הלימודים תשע"ג ותשע"ד, בהתאמה.

תכנית הלימודים המופעלת מתייחסת ל"מה מלמדים" ול"איך מלמדים" בפועל, כלומר מתייחסת לדרך יישומה של תכנית הלימודים (המיועדת) במובנה הרחב (ברמה המערכתית וברמת ההוראה בכל כיתה). מטבע הדברים יש פער בין ההלכה למעשה – בין יעדים שמערכת מציבה לעצמה בהגדרה מהו חומר הלימודים שהיא מעוניינת שתלמידיה ילמדו ומהן דרכי ההוראה המומלצות ובין האופן וההיקף שבו נלמדים הנושאים בפועל בכיתות. ברמה המערכתית, תכנית הלימודים המופעלת היא פועל יוצא של היבטים שונים, כגון מספר השעות המוקצות להוראת המקצועות ודרך ניצולן, מגננוני אכיפת שעות ההוראה, חומרי למידה העומדים לרשות המורים, ארגון הכיתה, הכשרת המורים להוראת המקצוע וכיוצא באלו. 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), למגננוני פיקוח ואכיפה, ועוד. היבטים אלו ואחרים הם הקובעים בסופו של דבר את טיבם ומידתם של ההטמעה והיישום של תכנית הלימודים. תכניות הלימודים המופעלות בכל אחת מהמדינות המשתתפות נלמדות במחקר טימס מתוך המידע הנמסר על ידי מתאמי המחקר בכל מדינה – מידע המתפרסם בכרך האנציקלופדיה של טימס¹⁰ – וכן מניתוח הנתונים שנאספו באמצעות השאלונים שהועברו למורים ולמנהלי בתי-הספר שהשתתפו במחקר.

אשר לתכנית הלימודים המופעלת בישראל, בתקופה שבה למדו תלמידי המחזור שהשתתף במחקר טימס 2015 בישראל, הושפעו תכניות הלימודים המופעלות בישראל מתכנית אסטרטגית חדשה שעליה הכריז משרד החינוך בשנת תשע"ד, **התכנית הלאומית ללמידה משמעותית** ('ישראל עולה כיתה', 2016-2014)¹¹, הפועלת גם כיום במידה זו או אחרת על כל רצף הגילאים מהחינוך הקדם-יסודי ועד כיתה י"ב. התכנית קבעה יעדים לקידום תהליכים המוכרים כתהליכי למידה משמעותית, ולצדם חיזוק החינוך למצוינות ערכית ואזרחית, חיזוק מעמדו של החינוך הציבורי, ומיתון הדגש שניתן בעבר להערכה רחבת היקף (וברובה סטנדרטית) ומתן מקום רב יותר להערכה חלופית.¹² התכנית אפשרה אוטונומיה חלקית וגמישות בארגון הלימודים ובחירה של כ-30% לכל היותר מנושאי הלימוד. במרבית תכניות הלימוד נעשתה הבחנה בין תוכני

⁹ עוד על יעדי התכנית לקידום ההישגים ראו בקישור:

<http://www.motnet.proj.ac.il/Apps/Public/getfile.aspx?inline=yes&f=files/ba3c28fc-8c3e-46d9-b4f3-effda4c7e27b/5dd54bfd-f1b8-4c5d-834a-1ddecb1c789b/f487ee67-db02-45f0-98dd-9152fd20356c/a37d7691-901e-427f-9ea2-82c1a1ef3f35.pdf>

¹⁰ ראו:

<http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/>

¹¹ עוד על התוכנית:

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Dovrut/pedagogia/lemidamashmautit.htm>

¹² תפיסה זו הביאה לידי שינויים בבחינות החיצוניות-מערכתיות-רחבות ההיקף כגון הבגרות והמיצ"ב. לנוכח תפיסה זו צומצם מספר בחינות הבגרות שעל התלמיד לגשת אליהן (היו בחינות שאוחדו, אחרות הפכו לבחינות פנימיות), וכן לא התאפשר עוד לבחון תלמידים בבחינות בגרות בכיתה י', אלא רק מכיתה י"א ואילך. נוסף על כך הוגדר כי רק 70% מחומר הלימוד בכל מקצוע (למעט במתמטיקה) ייכללו בבחינות חיצוניות והשאר יוערכו בדרכים פנימיות, רצוי בהערכה חלופית שמעודדת למידה מעמיקה והליכי חשיבה גבוהים. בנוגע לבחינות המיצ"ב בחטיבת ביניים ובבית הספר היסודי, שנת הלימודים תשע"ד הוקדשה לחשיבה ולהתארגנות מחודשות גם בהיבט של התאמת תהליכי ההערכה. לשם כך הוקמה ועדה לבחינת נושא ההיבחנות בכל שכבות הגיל, והוחלט כי עד שיגובשו ויפורסמו המלצותיה לא יתקיימו מבחני המיצ"ב החיצוניים בשנת הלימודים תשע"ד. בשנת הלימודים תשע"ה הוכרזה המדיניות החדשה של ההיבחנות, ולפיה תלמידי כיתות ח' ייבחנו במבחני מיצ"ב חיצוניים אחת לשלוש שנים בכל אחד מארבעה תחומי דעת: שפת אם, אנגלית, מתמטיקה ומדעים. גם בחינות המיצ"ב הותאמו והתמקדו מכאן ואילך ב-70% מהחומר הלימודי שהוגדר 'ליבה' בתכנית הלימודים.

ליבה (כ-70%) ותוכני בחירה (כ-30%). האופן שבו הוטמעה התפיסה הרעיונית של התכנית ללמידה משמעותית בהוראת המקצועות מתמטיקה ומדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים מפורט בסעיף 2.2.2.

תכנית הלימודים המושגת מתייחסת להישגי התלמידים ועמדותיהם במתמטיקה ובמדעים, כפי שבאו לידי ביטוי במחקר הנוכחי במדינות השונות (ובדוח הנוכחי – בדגש על ישראל). אלה יוצגו בפרק 4.

2.2.2 תכניות הלימודים במתמטיקה ובמדעים לחטיבת הביניים בישראל

2.2.2.1 תכנית הלימודים במתמטיקה

תכנית הלימודים במתמטיקה לחטיבות הביניים, שהוטמעה במערכת החינוך החל מתש"ע, מקיימת רצף, מבחינת התפיסה הרעיונית והמטרות, עם תכנית הלימודים לבית הספר היסודי.¹³ עם זאת, בתכנית לחטיבת הביניים, בהשוואה לתכנית לבית הספר היסודי, חל מעבר ברור לדרכי חשיבה מתמטיות מתקדמות יותר. כמו כן, התכנית בנויה כך שהתכנים שילמדו על פיה ישמשו תשתית להמשך לימודי המתמטיקה בחטיבה העליונה. מטרות-העל המוגדרות בתכנית הלימודים הן פיתוח מיומנויות חשיבה מתמטיות (המשקפות תהליכי חשיבה, לעומת עיסוק בפרוצדורות בלבד) והקניית ידע מתמטי רחב, מקושר ושימושי של מושגים ומערכות מושגים בנושאים מתמטיים. מאפיין נוסף בתכנית הוא הספירליות של הוראת הנושאים השונים לאורך השנים. התכנית עודכנה ושוכתבה במידת מה בשנת תשע"ג, והגרסה המעודכנת הוכנסה לתוקף בכיתה ז' החל משנת תשע"ג ובכיתה ח' משנת תשע"ד.

לוח 2.3: פירוט ותיאור של תחומי התוכן בתכנית הלימודים במתמטיקה בחטה"ב בישראל

תחום התוכן	תיאור תחום התוכן
התחום המספרי (כולל וסטטיסטיקה)	חוקים של פעולות החשבון, סדר פעולות החשבון וחזקות, מספרים מכוונים, מספרים הופכיים 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 של שתי משוואות עם שני נעלמים ממעלה ראשונה, הוצאת גורם משותף בביטויים אלגבריים, צמצום שברים אלגבריים שבהם נדרש הוצאת גורם משותף, משוואות ממעלה ראשונה שאפשר 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, 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.

בלוח 2.3 מוצגים בקצרה תחומי התוכן בתכנית הלימודים במתמטיקה: התחום המספרי (ובכלל זה הסתברות וסטטיסטיקה), התחום האלגברי והתחום הגאומטרי. ההוראה והלימוד של תחומי תוכן אלו מובילים לקישור ולשילוב בין התחומים, למשל באמצעות עיסוק בבעיות גאומטריות שלפתרון דרושה הוכחה אלגברית, ולהפך. התכנית מדגישה את הצורך בחיזוק הידע של עולם המספרים ובהרחבת התובנה

¹³ המטרות המרכזיות של תכנית הלימודים לבית הספר היסודי הן הוראת מושגים ומבנים בתחומי המספרים והגאומטריה ופיתוח מיומנויות מתמטיות כגון תפיסה כמותית, רכישת תובנות בגאומטריה, מיומנויות חישוביות, שימוש בכלים מתמטיים לפתרון בעיות והבנת השפה המתמטית. ראו תכנית הלימודים לבית הספר היסודי באתר:

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

המספרית, תוך שהיא מתבססת על ידע מתמטי שנלמד בבית הספר היסודי (בלימוד ביטויים אלגבריים, למשל, משולב ידע קודם בשברים ובאחוזים), תוך שהיא מרחיבה ומעמיקה באופן ספירלי בנושאים של ימודם החל בבית הספר היסודי. הוראת הגאומטריה נעשית בכיתה ז' (גאומטריה קדם-דדוקטיבית) כדי ליצור רצף בין תכנית הלימודים בבית הספר היסודי ובין התכנית בחטיבת 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, על קישור המתמטיקה לתופעות המתרחשות בטבע ובחברה, וכן על שימוש בכלים טכנולוגיים לביצוע חישובים.

על פי מחברה, תכנית הלימודים נבנתה בהתאמה לסטנדרטים מקובלים בתכניות לימודים במתמטיקה בעולם ובהשראת מחקרים בחינוך מתמטי בארץ ובעולם. מכלול הנושאים והמיומנויות בתכנית הלימודים במתמטיקה מכסה את יריעת הנושאים והמיומנויות הנכללות במסגרת המושגית במתמטיקה של מחקר טימס 2015 (על כך ראו עוד באנציקלופדיה של טימס).

חשוב לציין כי למרות שינויים בתכניות הלימודים בתחומי דעת רבים, תכנית הלימודים במתמטיקה לא השתנתה בעקבות יישומה של התכנית לקידום הלמידה המשמעותית (לקראת תשע"ה). עם זאת, הוראת המתמטיקה הושפעה מהתכנית ללמידה משמעותית בהיבטים ערכיים ופדגוגיים, והמורים נחשפו למושגי היסוד ולרעיונות שבמרכז התכנית ללמידה משמעותית בהשתלמויות למורים, והם נתבקשו והודרכו לאמץ דרכי הוראה מתקדמות יותר המדגישות מיומנויות חשיבה מסדר גבוה.

תכנית הלימודים במתמטיקה נכתבה להיקף הוראה של ארבע שעות שבועיות בכיתות ז' ו-ט' וחמש שעות בכיתה ח'. עם זאת, בשנים תש"ע ניתנה תוספת של שעת הוראה שבועית בשכבת כיתות ז' ובשנת תשע"א לשכבת כיתות ח' לכלל התלמידים לצורך הטמעת התכנית החדשה. בשנים תשע"ד ותשע"ה ניתנה שעה תוספתית לשכבת כיתות ז' ו-ט' בבתי-ספר דוברי עברית שהם במדד טיפוח 3 ומעלה (ראה הסבר על מדדי טיפוח בתיבה 3.2), ולכלל בתי-הספר דוברי הערבית.¹⁴ צומצמו ימי ההדרכה במתמטיקה בבתי-ספר, והוקצה מדריך אחד לחמישה בתי-ספר (לעומת מפתח של שניים לחמישה שהונהג משנת תש"ע).

בשנים שלקראת מחקר טימס 2015 המשיכה לפעול תכנית נוספת שיזם ומפעיל משרד החינוך בעשור האחרון - "מיצוי ומצוינות" במתמטיקה. התכנית, המוטמעת בבתי-ספר מאז תשע"א, נועדה לתת מענה לתלמידי ה"קצוות" במתמטיקה - למצות את יכולותיהם של המתקשים מזה ולטפח את יכולותיהם של המצטיינים מזה.¹⁵ הקצאת השעות נעשתה לפי מדד הטיפוח של בית הספר ומספר התלמידים בכל שכבה. בתכנית ה"מיצוי" השתתפו תלמידים מתקשים שבתי-הספר הגדירו אותם "תלמידים שללא תמיכה עלולים לנשור מלימודי המתמטיקה", וזאת כדי להעניק להם בסיס ידע וביטחון עצמי שעמם יוכלו בבוא העת לעמוד בבחינת הבגרות במתמטיקה בהיקף של 3 יחידות לימוד. 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 ולקידום מצוינות 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) בנפרד מכיתת האם; קבוצת ה"מצוינות" למדה את שעות המתמטיקה הרגילות בכיתת האם (או בהקבוצות), בדרך כלל בתוספת 1-2 שעות לימוד להעשרה במתמטיקה.

נוסף על כך, בשנים שלקראת מחקר טימס 2015 המשיכה לפעול בכיתות ז'-ט' התכנית "עתודה למנהיגות מדעית-טכנולוגית", שנועדה להכשיר יותר תלמידים ללימודים לקראת בגרות מוגברת במתמטיקה ובמקצועות מדעיים בחטיבה העליונה. במסגרת התכנית הוקמו כיתות ייחודיות (או קבוצות תלמידים ייעודיות

¹⁴ המלצת הפיקוח על הוראת המתמטיקה היא ללמד 5 שעות שבועיות מתמטיקה בכל אחת משכבות הכיתה בחטיבת הביניים. בשנת תשע"ו הושלם היישום ההדרגתי של תוספת השעות בשכבות כיתה ז' ו-ט' בעבור כלל בתי-הספר.

¹⁵ התכנית "מיצוי ומצוינות" פותחה על ידי האוניברסיטה העברית בירושלים (התכנית למיצוי) והטכניון (התכנית למצוינות) ופעלה כתכנית ניסויית החל משנה"ל תשס"ג, ביוזמתו ובהובלתו של האגף לחינוך על-יסודי במשרד החינוך.

מכיתות (אם שונות) בכל אחת משכבות הגיל. התכנית כללה שעות תוספתיות גם במתמטיקה. עוד על התכנית ראו סעיף 2.2.2.2.

2.2.2.2 תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה

בחיבת הביניים בישראל משולבים תחומי המדעים לכלל תחום דעת אחד - "מדע וטכנולוגיה". תחום זה כולל את תחומי התוכן ביולוגיה, כימיה, פיזיקה וטכנולוגיה.¹⁶ לצד זה נלמדים מדעי כדור הארץ במסגרת תחום הלימוד גאוגרפיה.¹⁷ תכנית הלימודים הנוכחית במדע וטכנולוגיה התפתחה מתוך תכנית לימודים שפותחה ב-1992 בעקבות המלצות דוח הררי, ואשר הוחל בהטמעתה בשנת תשנ"ו (1996). עיקרי ההמלצות של דוח 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. תכנית הלימודים הנוכחית,¹⁸ שלפיה מלמדים כיום, פורסמה רשמית בשנת הלימודים תשע"א (2011), אך למעשה הוחל בהטמעתה בשכבת כיתות ז' בשנת הלימודים תש"ע (2010), עוד בהיותה בשלב של טיוטה מתקדמת. הטמעת התכנית בהיקף כלל-ארצי ואכיפתה נעשו כחלק מהתכנית לקידום ההישגים שהוביל משרד החינוך באותן שנים.

המטרה המרכזית של תכנית הלימודים בתחום דעת מרכזי זה היא "חינוך מדעי טכנולוגי לכלל אוכלוסיית התלמידים במטרה להכשיר אזרחים פעילים התורמים לתפקודה של החברה ולצמיחתה". 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.

התכנית מאורגנת לפי תחומי התוכן המרכזיים שמשולבים בה: מדעי החומר - פיזיקה, כימיה; מדעי החיים - ביולוגיה; טכנולוגיה. היא מתייחסת אליהם במפורש, תוך הקפדה על ייצוג של כל אחד מהם בכל דרגות הכיתה מ-ז' ועד ט'. תחומי התוכן מאורגנים לפי נושאים מרכזיים ולפי נושאי המשנה שלהם. לצד תחומי התוכן, תכנית הלימודים מפרטת את המיומנויות שיש ללמד. הנושאים המרכזיים בתכנית נלמדים באופן ספירלי, ולכן הם משותפים על פי רוב לכל דרגות הכיתה, בעוד נושאי המשנה נלמדים בדרגת כיתה אחת או יותר. בעבור כל אחד מהנושאים או נושאי המשנה וכן המיומנויות נקבעו ציוני דרך (benchmarks) לכל שכבת גיל. ציוני הדרך מלווים בהערות והצעות דידקטיות שנועדו לכוון את המורים בתהליך ההוראה, ובהצעות לפעילויות בכיתה המשלבות תוכן ומיומנויות חקר (ובהן מיומנויות חשיבה מסדר גבוה ומידענות).

תכנית הלימודים המופעלת מתעדכנת בכל שנת לימודים החל מתשע"ג ומוטמעת באמצעות "מסמך אב" המבוסס על התכנית המיועדת. מסמך זה מתפרסם מטעם הפיקוח על הוראת המדע והטכנולוגיה, ומפורטים בו כלל הנושאים המרכזיים והמיומנויות המרכזיות במדע וטכנולוגיה מתוך תכנית הלימודים המיועדת, שיש ללמד באותה שנה, וגם הצעה לרצף הוראה על פי ציוני דרך בשילוב התנסויות מרכזיות (ראו פירוט בהמשך). מסמך האב, שפורסם לקראת שנת הלימודים תשע"ד (2014), כלל התאמות ברוח תפיסת התכנית ללמידה משמעותית (ראה סעיף 2.2.1). צוות מקצועי הגדיר כ-70% מהנושאים בתכנית המועדכנת 'תוכני ליבה', המחייבים את כלל תלמידי חטיבות הביניים בכל אחת משכבות הכיתה. התכנית המופעלת, שנקראה מעתה "תכנית הלימודים המותאמת", הוצגה במסמך האב, והיא למעשה התכנית שבתי-הספר

¹⁶ אף שמדובר במקצוע משולב הכולל מספר תחומי דעת, בפועל, בחלק מחטיבות הביניים בישראל קיימת לעיתים הפרדה של תחומי דעת אלו (נלמדים עם מורים שונים ובשעות ייעודיות).

¹⁷ תחום מדעי כדור הארץ והיקום, שבעבר היה חלק מתחום הדעת מדע וטכנולוגיה, הועבר בשנת הלימודים תש"ע לתחום הדעת גאוגרפיה תחת הנושא "גאוגרפיה פיזית". עוד על הפעלת תכנית הלימודים בגאוגרפיה ראו בסעיף 2.3.1.3.

¹⁸ אפשר לצפות בתכנית הלימודים המלאה באתר המזכירות הפדגוגית:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/MadaTechnologya/tochnitLi mudim/hatab+tl.htm

נתבקשו ללמד בכל הכיתות. שאר התכנים (כ-30% מכלל הנושאים בתכנית) הוגדרו 'פרקי הרחבה והעמקה', שהם בגדר חובה רק בכיתות עתודה מדעית טכנולוגית (על כיתות אלו ראו להלן).

בלוח 2.4 מוצגים הנושאים המרכזיים ונושאי המשנה שבתכנית הלימודים המותאמת, לפי תחומי תוכן. בארגון נושאי המשנה ניתן ביטוי לשלושת ההיבטים שבמהות המקצוע: המדעי, הטכנולוגי והחברתי-סביבתי. בתכנית הלימודים כלולות גם מיומנויות חקר מדעי, פתרון בעיות ומיומנויות מידעניות שאינן מוצגות בלוח זה. בתכנית הלימודים המותאמת מצוינים הנושאים המומלצים להרחבה (כ-30% מהנושאים).

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

תחום התוכן	תיאור תחום התוכן
מדעי החיים – ביולוגיה	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 ובין סביבתם; מעורבות האדם במרכיבי הסביבה והשלכותיה.
מדעי החומר – כימיה ופיזיקה	חומרים: גופים, חומרים ותכונותיהם והשימושים בהם; 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; השפעת השימושים באנרגיה על הפרט, על החברה ועל הסביבה. כוחות ותנועה: כוחות ופעולות על גופים חיים; השפעת השימוש בכוחות על החברה ועל הסביבה.
טכנולוגיה	מערכות טכנולוגיות ומוצרים: מהות הטכנולוגיה וקשרי גומלין בין טכנולוגיה ובין מדע; תהליך התיכון כדרך לפתרון בעיות בטכנולוגיה; אפיונים של מערכות טכנולוגיות; השפעת הטכנולוגיה על החברה ועל הסביבה.

לצד התאמת תכנית הלימודים, בשנת הלימודים תשע"ג פורסם מסמך, ובו הנחיה מפורשת בנוגע **למיומנויות החקר המדעי** הנדרשות בתכנית. במסמך פורטו המיומנויות הנדרשות בכל אחת משכבות הגיל.¹⁹ המורים התבקשו לשלב בהוראה התנסות במעבדה, ולשם כך פורסם מסמך מחייב – "מסמך התנסויות מרכזיות" – שבו פורטו בעבור כל שכבת גיל 10-15 התנסויות מרכזיות במדע וטכנולוגיה. המורים התבקשו לשלב התנסויות אלו בהוראה ולאפשר לתלמידים לבצען הלכה למעשה במעבדה (ולא באמצעות הדגמה בלבד בכיתה). החל משנת הלימודים תשע"ג החלו לתגבר את המעבדות בבתי-הספר ולצייד אותן בציוד המאפשר ביצוע חקר והתנסויות. השתלמויות המורים למדעים התמקדו בהטמעה וביישום של כל המסמכים הנוגעים לקידום שילובו של החקר בהוראת התכנים, ובכלל זה למידה התנסותית במעבדה ופעילויות לעידוד ההוראה של החקר המדעי.

תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה נכתבה ותוכננה להיקף של ארבע שעות הוראה שבועיות בכיתה ז' וחמש שעות שבועיות בכל אחת מכיתות ח'-ט'. בשנים תשע"א–תשע"ה הוקצתה שעה ייעודית נוספת לכיתות ז'-ח'. הדבר נועד לאפשר חלוקה של כיתות גדולות ופיצולן לקבוצות למידה קטנות לשם שיפור ההוראה במעבדה ותהליכים מיטביים של חקר. עם זאת, ימי ההדרכה הבית-ספרית צומצמו והוקצה מדריך אחד לשמונה בתי-ספר (לעומת מפתח של מדריך לחמישה שהונהג משנת תש"ע).

בשנים שלקראת מחקר טימס 2015 המשיכה לפעול בכיתות ז'-ט' תכנית נוספת המכונה "עתודה למנהיגות מדעית-טכנולוגית".²⁰ התכנית נועדה להכשיר תלמידים רבים יותר ללימודים לקראת בגרות מוגברת

¹⁹ למידת החקר מגיעה לשיאה בכיתות ו' ובכיתות ט', שבהן כל תלמיד אמור לבצע תהליך שלם של חקר מדעי או טכנולוגי, ותוצריהם לרוב מוצגים בירידי חקר למיניהם.

²⁰ לפירוט נוסף על התכנית ראו קישור:

במתמטיקה ובמקצועות מדעיים בחטיבה העליונה. במסגרת התכנית הוקמו כיתות ייחודיות (או קבוצות תלמידים ייעודיות מכיתות אם שונות) בכל אחת משכבות הגיל, ובהן תלמידים שמעוניינים (ואשר הם בעלי יכולות מתאימות) בלימודים מתוגברים ומועשרים במתמטיקה ובמדעים. בכל בית-ספר שהצטרף לתכנית, היא החלה לפעול בכיתות שבשכבת כיתה ז' וצמחה עם התלמידים משנה לשנה (לכיתה ח', ט' וכו'). תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה של כיתות אלו רחבה יותר ועשירה יותר מהתכנית הכללית. הכיתות החלו להיפתח בבתי-הספר ברחבי הארץ בתשע"א, ובשנת תשע"ה הן פעלו בכ-25% מחטיבות הביניים. בחטיבות הביניים ובחטיבות העליונות שמשותפות בתכנית התלמידים שלומדים בכיתה נפרדת ("כיתה מדעית טכנולוגית") במהלך כל לימודיהם או רק בשיעורי מתמטיקה ומדעים, מקבלים שעות תוספתיות: שעתיים בפיזיקה, שעתיים במתמטיקה ושעתיים במדעי המחשב. בתי-הספר שהצטרפו לתכנית קיבלו תקציב הצטיידות למעבדות לצורך עריכת הניסויים הדרושים. חשוב לציין שתלמידי "העתודה המדעית טכנולוגית" לומדים את כל פרקי תכנית הלימודים, הליבה וההרחבה כאחד, לצד תכניות ייעודיות גם בפיזיקה, במתמטיקה ובמחשבים.²¹

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

תחום מדעי כדור הארץ נכלל בישראל בחלק מלימודי המקצוע "גאוגרפיה-אדם וסביבה" (להלן "גאוגרפיה")²². תכנית הלימודים בגאוגרפיה לכיתות ז'-ט' (תשע"א) 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".

תכנית הלימודים בכיתות ז'-ח' כוללת נושאים בהיבט העולמי: הנושא הנלמד בכיתה ז', "האדם וסביבתו – כפר עולמי", עוסק בעיקר בסוגיות מרכזיות של הסביבה האנושית העולמית. יישום הנלמד נעשה באמצעות החקר הגאוגרפי של היישוב שהתלמידים מתגוררים בו. הנושא הנלמד בכיתה ח', "מדעי כדור הארץ והיקום", עוסק בעיקר בהיבטים פיזיים עולמיים ומתמקד ביחסי הגומלין בין האדם לסביבה. הנושאים המרכזיים בשנה זו הם אסטרונומיה, גאולוגיה (כוחות פנימיים) וגאומורפולוגיה (כוחות חיצוניים), אקלים ומזג אוויר ומשאבי כדור הארץ.²³ בכל נושא מובאות דוגמאות מאזורי הארץ השונים. הנושאים המרכזיים בתכנית הלימודים בגאוגרפיה לתלמידי כיתה ח' מכסים במידה רבה את הנושאים שבמסגרת המושגית של מחקר טימס בתחום מדעי כדור הארץ. לקראת שנת הלימודים תשע"ד (2014) נעשו בתכנית הלימודים התאמות בהתאם לרוח התכנית ללמידה משמעותית (70% נושאי חובה, 30% הרחבה, ראו סעיף 2.2.1). ללמידת מקצוע הגאוגרפיה בחטיבת הביניים מוקצות שש שעות לימוד שבועיות, שאמורות להתחלק על פני שלוש שנים בחטיבת הביניים (כיתות ז'-ט'), שעתיים בכל שכבה. עם זאת, בפועל נמצא כי לא תמיד ולא בכל בתי-הספר הוראת הגאוגרפיה מתקיימת בהיקף המלא הנדרש.²⁴

2.2.3 מידת ההתאמה בין תכניות הלימודים בישראל למסגרת מבחן טימס 2015

סוגיה מרכזית שלאורה יש לבחון את הישגי התלמידים במבחן טימס 2015, היא מידת ההלימה בין תכניות הלימודים (המיועדת והמיושמת) שלפיהן למדו תלמידי ישראל בשנים הרלוונטיות למחקר, ובין המסגרת המושגית של מבחן טימס במחזור מחקר 2015 (מבחינת כיסוי הנושאים והיקפיהם). במחקר טימס נבדקה בין השאר מידת ההלימה בין הפריטים ובין תכניות הלימודים (Test Curriculum Matching Analysis).

²¹ הלומדים בתכנית זו בחטיבה העליונה מקבלים שיעורי תגבור במתמטיקה ובמדעים.

²² אתר מפת"ר "גאוגרפיה-אדם וסביבה".

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

²³ בכיתה ט', הנושא הנלמד "ישראל – אדם, חברה, סביבה" מתמקד בניתוח ובהבנה של סוגיות גאוגרפיות רלוונטיות ואקטואליות המצריכות ראייה מערכתית בהיבט ארצי.

²⁴ להרחבה ראו באתר ראמ"ה דוח "המשוב הארצי בגאוגרפיה – אדם וסביבה", מחקר תשע"ד (יפורסם בקרוב).

בעבור כל פריט מבחן נבדק אם הנושא שבו הפריט עוסק אכן כלול בתכנית הלימודים המופעלת.²⁵ הניתוח העלה כי הנושאים ב-95% הפריטים במתמטיקה ובכ-58% מהפריטים במדעים כלולים בתכנית הלימודים עד כיתה ח'²⁶ (במדעים מדובר הן בתכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה והן בתכנית הלימודים בגאוגרפיה).

²⁵ הבדקים היו מומחים להוראת המקצוע ולפיתוח מבחנים בכל אחד מתחומי התוכן המכירים היטב את ההוראה של כל אחד ממקצועות הלימוד בחטיבת הביניים בארץ. התכנית המופעלת מתייחסת למסמך האב המחייב בשנה"ל תשע"ד-תשע"ה, ראו סעיף 2.2.2.2. עם זאת חשוב להיות ער לכך שלניתוח מסוג זה מגבלות ברורות: שכן לא תמיד קל לקבוע האם נושא המופיע בפריט בדרך מאוד מסוימת תואם את האופן שבו הוא מכוסה בתכנית הלימודים. לעיתים הקביעה על כך נתונה לפרשנות של המומחה.

²⁶ ההלימה הנמוכה יחסית בין פריטי המבחן במדעים לתכנית הלימודים בישראל מקורה בכך שחלק נרחב מן הנושאים שהיו "מכוסים" בתכנית הלימודים לכיתה ח' ב-2011, הועברו לקראת 2015 לתכנית הלימודים של כיתה ט' או נכללו בנושאי ההרחבה של כיתה ח' (כ-30% מהנושאים, אין בידינו מידע עד כמה הם נלמדים בפועל בבתי-הספר). ראמ"ה תערוך בדיקה האם קיים הבדל בהישגים במבחן טימס בין פריטים ש"מכוסים" על ידי תכנית הלימודים ובין אלו שבאופן רשמי אינם "מכוסים".

פרק 3: שיטת המחקר

ביצוע מחקר טימס, החל מההיערכות לקראתו דרך איסוף המידע וניתוח התוצאות ועד פרסומן, אורך כארבע שנים. ההיערכות למחקר החלה בשנת 2013 במרכז המחקר הבין-לאומי. בשלב ראשון עודכנו המסגרות המושגיות ופותחו כלי ההערכה (המבחן והשאלונים). עם סיומו של שלב זה העביר מרכז המחקר את החומרים שפותחו למדינות המשתתפות במחקר, ובהן ישראל, לשם תרגום והתאמה.

בשנת 2014 נערך בכל המדינות המשתתפות מחקר חלוץ שנועד לבדוק את תרגומם והתאמתם של המבחן והשאלונים ואת ההליכים והנהלים לאיסוף המידע, ולספק למארגני המחקר מידע לצורך בחירת הפריטים המתאימים ביותר. בכל מדינה משתתפת הועברו המבחנים והשאלונים למדגם מצומצם של תלמידים בכיתה ח'. תוצאות המחקר החלוץ שימשו בסיס לבחירת הפריטים המתאימים ביותר ע"י מרכז המחקר הבין-לאומי לקראת המחקר העיקרי. המחקר העיקרי נערך בשנת 2015: המבחנים והשאלונים הועברו למדגם מייצג של תלמידים בכל אחת מהמדינות המשתתפות, לאחר מכן נבדקו המבחנים בכל מדינה, ונתוני המבחנים והשאלונים הועברו לעיבוד ולניתוח במרכז המחקר הבין-לאומי. המחקר הסתיים בפועל יותר משנה לאחר העברת המבחנים והשאלונים, עם פרסום תוצאותיו בדוח בין-לאומי רחב היקף בסוף שנת 2016.

מחקר טימס קובע סטנדרטים גבוהים וקפדניים לביצוע שלבי המחקר השונים, בהם שלב התרגום וההתאמה של המבחנים והשאלונים, דגימת בתי-הספר ודגימת הכיתות בתוכם, העברת המבחן בבתי-הספר ובדיקת המבחנים. הקפדה על סטנדרטים אלו מבטיחה את איכות הנתונים הנאספים ואת תקפותה של השוואת התוצאות בין המדינות המשתתפות בו. בפרק זה יתוארו השלבים העיקריים בביצוע המחקר תוך התמקדות בישראל, משלב התרגום ועד לשלב של ניתוח הנתונים. פרטים על אודות המחקר וביצועו מנקודת מבט בין-לאומית ראו במדריך הטכני של דוח טימס 2015²⁷, שבו פירוט של השיטות והנהלים שיושמו במחקר.

3.1 כלי ההערכה במחקר טימס

כלי ההערכה במחקר טימס כוללים מבחן לתלמידי כיתה ח', הבודק את ידיעותיהם ואת המיומנויות שלהם במתמטיקה ובמדעים, וכן שאלונים לתלמידים, למורים למתמטיקה ולמורים למדעים המלמדים את התלמידים הנבחרים, ולמנהלי בתי-הספר שבהם לומדים תלמידים אלו. 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 הוראת המתמטיקה והמדעים ברמת הכיתה וברמת בית הספר: 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 על תכניות הלימודים במקצועות אלו ברמה המערכתית ועל מדיניותה של מערכת החינוך בכל מדינה. המידע שנאסף באמצעות השאלונים משמש לאפיון הזדמנויות הלימדה שניתנו לתלמידים והוא מספק 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"²⁸.

3.1.1 מבנה המבחן

בדומה למסגרות המושגיות, גם את שאלות המבחן (להלן "פריטי המבחן") פיתחו קבוצות של מומחים בתחומי הדעת השונים ממדינות שונות, תוך הסתמכות על הידע והמיומנויות שנבחרו למסגרות המושגיות ואושרו בידי קבוצות מומחים בין-לאומיות שמינה מרכז המחקר הבין-לאומי. בתהליך בניית המבחן נעשה ניסיון לפתח מגוון גדול של פריטים כדי להגדיל ככל האפשר את פוטנציאל הדיווח על הישגים בתחומי התוכן ובמיומנויות הקוגניטיביות הנבדקות.

²⁷ קישור למדריך הטכני (באנגלית) למחקר טימס 2015 –

<http://timssandpirls.bc.edu/publications/timss/2015-methods.html>

²⁸ האנציקלופדיה של מחקר טימס מוצגת באתר של מרכז המחקר הבין-לאומי בקישור:

<http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/>

כל פריט (שאלה) במבחן נבנה תוך התמקדות בתחום 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 מתמטיקה ומדעים ושל כל אחת מהמיומנויות הקוגניטיביות, וכן מספר הפריטים מכל תחום תוכן. כמחצית מהפריטים במתמטיקה ובמדעים הם שאלות סגורות (שאלות רב-בִּרְרָה), וכמחצית - שאלות פתוחות, שבהן התלמיד מתבקש להפיק תשובה בכוחות עצמו על סמך הידע שלו ורמת שליטתו במיומנות הנבדקת.

לוח 3.1: הפריטים במבחן טימס 2015 במתמטיקה ובמדעים - לפי תחומי תוכן

תחומי התוכן במתמטיקה	החלק היחסי במבחן	מספר הפריטים בסה"כ	תחומי התוכן במדעים	החלק היחסי במבחן	מספר הפריטים בסה"כ
מספרים	31%	64	ביולוגיה	36%	75
אלגברה	28%	62	כימיה	19%	44
גאומטריה	21%	43	פיזיקה	24%	56
נתונים והסתברות	21%	43	מדעי כדור הארץ	21%	45
סה"כ	100%	212	סה"כ	100%	220

לוח 3.2: הפריטים במבחן טימס 2015 במתמטיקה ובמדעים - לפי ממדים קוגניטיביים

הממדים הקוגניטיביים במתמטיקה	החלק היחסי במבחן	מספר הפריטים בסה"כ	הממדים הקוגניטיביים במדעים	החלק היחסי במבחן	מספר הפריטים בסה"כ
ידע (Knowing)	31%	69	ידע (Knowing)	36%	77
יישום (Applying)	45%	95	יישום (Applying)	41%	91
הנמקה (Reasoning)	24%	48	הנמקה (Reasoning)	23%	52
סה"כ	100%	212	סה"כ	100%	220

3.1.1.1 ארגון הפריטים בחוברות המבחן

על פי ההערכה, משך הזמן הנחוץ לפתרון כלל פריטי המבחן (212 במתמטיקה ו-220 במדעים), אילו נפתרו 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 דקות במדעים) רק על חלק מהם – הוא מקבל חוברת מבחן אחת (מתוך 14 חוברות שונות) ובה ארבעה מקבצי פריטים (ראו להלן). במערך כזה של מבחן, האופייני למבחנים שבהם מטרת המדידה היא המערכת בכללותה ולא התלמיד היחיד, אמנם כל תלמיד נבחן רק על חלק קטן מפריטי המבחן, אך במצטבר, כאשר מצרפים את תגובות כל התלמידים במדגם מייצג של מדינה נתונה, אפשר לקבל תמונה מקיפה ברמה הארצית על אודות השליטה של כלל תלמידי המערכת בתחומי הדעת הנבדקים. מובן שאי-אפשר (וכאמור, גם אין כוונה) לספק לתלמיד הנבחן ציון תקף ובר-השוואה, ואף לא לקבוצות קטנות כגון כיתה או בית-ספר, שכן בקבוצה המונה מספר מצומצם יחסית של תלמידים, מספר התגובות הנאספות על כל אחד מפריטי המבחן נמוך מדי.

מכלול הפריטים במבחן אורגנו ב-28 מקבצים (blocks) - 14 במתמטיקה ו-14 במדעים - ובכל אחד מהם כ-10-18 פריטים. בוני המבחן משתדלים שתהיה הקבלה בין המקבצים השונים הן מבחינת התוכן והן מבחינת רמת הקושי שלהם, אך דבר זה מתקיים רק בחלקו. 28 מקבצי הפריטים אורגנו, כאמור, ב-14 חוברות מבחן שונות (14 נוסחי מבחן), ובכל אחת מהן ארבעה מקבצים: שניים במתמטיקה ושניים במדעים. בין נוסחי המבחן הייתה חפיפה חלקית: כל אחד מהמקבצים נכלל בשני נוסחי מבחן (שתי חוברות) ובמיקום שונה בכל אחת מהחוברות (בחצי הראשון שלה או 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. השאלות הסגורות בכל אחד מהשאלונים, מורכבות ברובן ממספר היגדים. ממלא השאלון מתבקש לקבוע את מידת הסכמתו עם ההיגד או את התדירות שבה הוא עושה פעולה מסוימת על פני סולם של ארבע או חמש 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 כולל 19 שאלות סגורות (שבכל אחת היגדים רבים) ומתוכנן לכ-30 דקות השבה. השאלות עוסקות בהיבטים שונים בחיי התלמידים בבית ובבית הספר, בהם מידע דמוגרפי בסיסי ומידע על אודות הסביבה הביתית, אקלים הלמידה בבית-ספר, הדימוי העצמי של התלמיד ועמדותיו כלפי מתמטיקה ומדעים. ניתוח התשובות מספק לחוקרים את ההקשר והרקע של התלמידים שאפשר לקשרם להישגיהם. התלמידים השיבו על השאלון מיד בסיום המבחן.

השאלון למורים הופק בשני נוסחים מקבילים: למורים למתמטיקה ולמורים למדעים. בשאלון 32 שאלות סגורות (ובכל אחת מהן היגדים רבים), מתוכן 18 שאלות כלליות זהות בשני הנוסחים ו-14 שאלות שממוקדות בהוראת תחום הדעת ומותאמות לו. השאלות עוסקות ברקע האקדמי והמקצועי של המורים, במשאבים בכיתה, בדרכי ההוראה ובעמדות המורים כלפי ההוראה. בשאלון גם נאסף מידע על מאפייני הכיתה הנבחרת, על חומרי הלימוד, על נושאי הלימוד, על הפעילויות המשמשות ללימוד מתמטיקה ומדעים ולטיפול העניין של התלמידים בתחומים אלו, ועוד. במחקר הנוכחי הוטמעו בשאלון למורים בפעם הראשונה שאלות שפותחו במרכז המחקר בישראל ואשר יש בהן עניין בהקשר הישראלי. הן נוספו לשאלון בישראל בלבד ונסבו על סוג המוסד האקדמי שבו למד המורה לתואר האקדמי ולתעודת ההוראה, הגדרת התואר ותחום הדעת שלמד: תואר במתמטיקה או בתחום מדעי כלשהו מאוניברסיטה או תואר בחינוך ממכללה עם התמחות בהוראת מתמטיקה או מדעים, השתתפות בתכניות להסבת אקדמאים וכיוצא בזה.

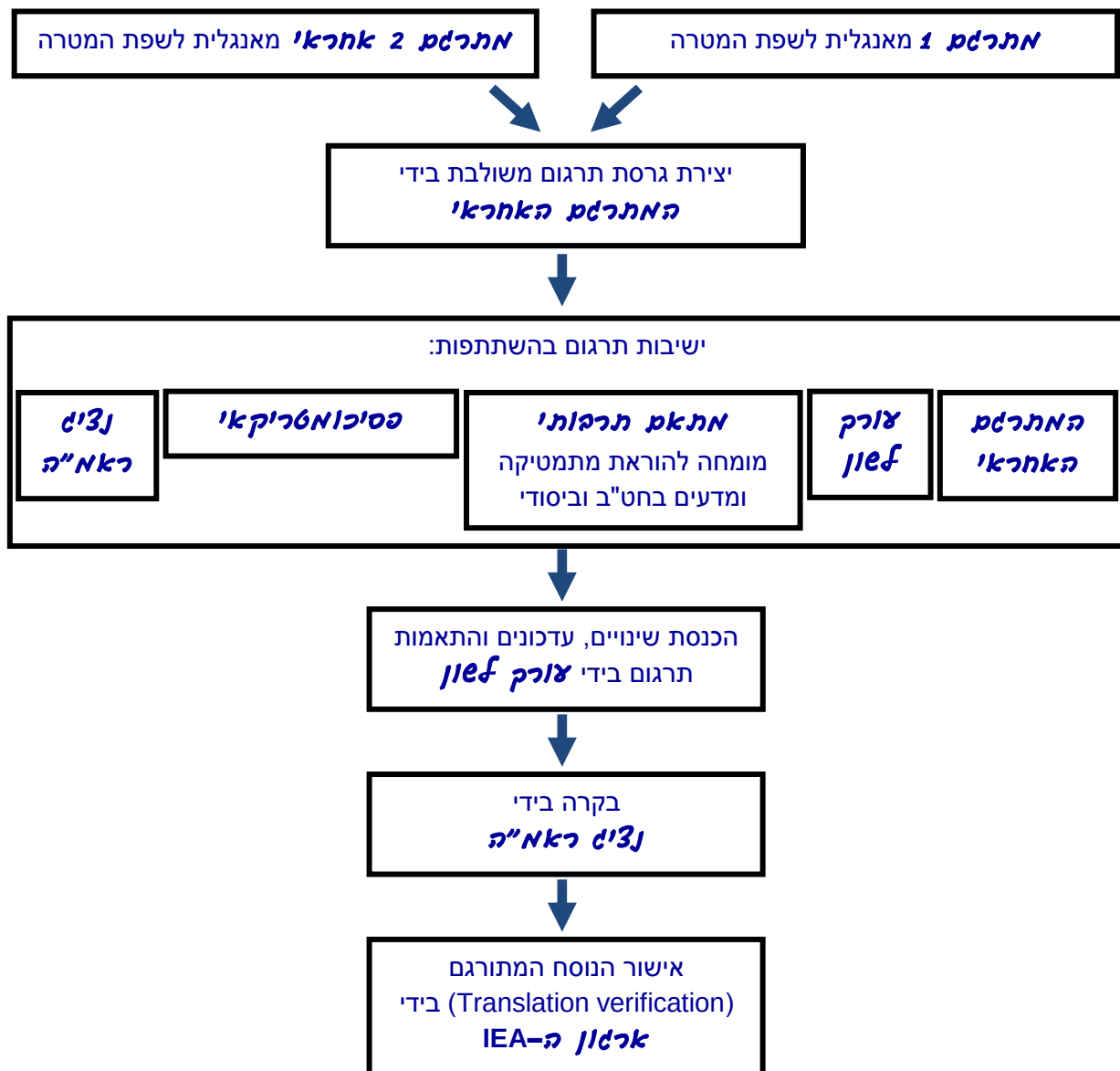
השאלון למנהלי בתי-הספר עוסק במאפייני בית הספר. הוא כולל 21 שאלות סגורות (הכוללות מספר רב של היגדים) על אודות מאפייני בית הספר, משך הזמן המוקדש להוראה, זמינות המשאבים והטכנולוגיה, מעורבות ההורים, אקלים הלמידה בבית הספר, צוות המורים, תפקיד המנהל והמוכנות של התלמידים.

השאלונים למורים ולמנהלים מועברים במתכונת של **שאלון ממוחשב**. הם נשלחים לבית הספר באמצעות רשת האינטרנט כשבועיים לפני מועד המבחן. משך הזמן המשוער להשבה על השאלון הוא כ-30 עד 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, המחוונים לבדיקתם והשאלונים, 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 שני מתרגמים בנפרד. המתרגם האחראי סוקר את שתי גרסאות התרגום, משלב ביניהן ומציע נוסח מתורגם אחד. נוסח זה מועבר לקבוצת מומחים: מתאם תרבותי, פסיכומטריקאי, עורך לשוני ומנהל המחקר בראמ"ה. המתאם התרבותי הוא מומחה בהוראת תחום הדעת בבית הספר ותפקידו לבדוק את שימור המאפיינים התוכניים של הפריטים בנוסח המתורגם בהשוואה לנוסח המקורי באנגלית. המתאם התרבותי אמור, למשל, להמליץ על אפשרויות של התאמות לפריטים, על פי ההנחיות של ארגון ה-IEA. ההתאמות מתייחסות בין היתר למשלב השפה המקובל והמצופה מתלמידים בכתה ח' ולמונחים המקצועיים המקובלים בהוראת המקצוע בכיתה זו. התאמה מקובלת נוספת היא החלפת שמות האנשים או המקומות בגרסת המקור בשמות מוכרים ומקובלים בשפת המטרה. הפסיכומטריקאי בודק את שימור מאפייניהם הפסיכומטריים (כגון רמת הקושי של הפריט וכיוצא בזה), והעורך הלשוני בוחן את תקינות השפה. המומחים מתכנסים לישיבות תרגום לדון יחד בהערותיהם, ובסיומן מוכנסים שינויים סופיים בנוסח המתורגם. 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 (verification) ולשם בקרה על התרגום ואישורו.

3.3 מחקר החלוצ

כל פריטי המבחן שפותחו לצורך המחקר הנוכחי, וכן שאלוני הרקע, נוסו במחקר חלוצ שנערך בחודש אפריל 2014, כשנה לפני המחקר העיקרי, בכל אחת מהמדינות המשתתפות. המחקר החלוצ בישראל, כמו במדינות המשתתפות האחרות, נעשה על כ-1,500 תלמידים מכ-25 בתי-ספר, מוריהם ומנהליהם.

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

נתוני המחקר החלוצ עובדו ונותחו במרכז המחקר הבין-לאומי, ובעקבות זאת בחר המרכז את הפריטים שייכללו במחקר העיקרי. כשני שלישים מהפריטים שנבדקו במחקר החלוצ נבחרו למחקר העיקרי. בחירתם נעשתה על פי שיקולים פסיכומטריים (למשל: על פי רמתם של הפריטים – במחקר נגרעו 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 הפריטים שנכללו במבחן העיקרי מכסים באופן מאוזן את כלל תחומי התוכן והמיומנויות). על סמך המחקר החלוצ גובשו חומרי ההערכה הסופיים: המבחן עצמו והשאלונים לתלמידים, למורים ולמנהלי בתי-הספר.

ברמה הלאומית, בעקבות המחקר החלוצ 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 ולאחר 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).

3.4 המחקר העיקרי

השלב העיקרי במחקר – שלב העברת המבחנים והשאלונים בבתי-הספר – נערך בישראל בחודשים אפריל-מאי 2015. להלן יתוארו השלבים המרכזיים בביצוע המחקר העיקרי.

3.4.1 שיטת הדגימה

במחקר העיקרי נדרשים להשתתף לפחות 150 בתי-ספר ולפחות 4,500 תלמידים בכל אחת מהמדינות המשתתפות. שיטת הדגימה, המחייבת מדינות אלו, נקבעת ומיושמת על ידי מרכז המחקר הבין-לאומי. השיטה נועדה להבטיח כי מדגם זה של בתי-ספר ושל תלמידים אכן מייצג את אוכלוסיית המטרה באותה מדינה. זאת ועוד, הדגימה בפועל נעשית אף היא על ידי מרכז המחקר הבין-לאומי, על סמך הנתונים שמועברים ממרכזי המחקר בכל אחת מהמדינות המשתתפות.

3.4.1.1 מערך הדגימה

מערך הדגימה ששימש במחקר טימס 2015 (כמו במחזורי המחקר הקודמים) הוא דו-שלבי בשכבות (Stratified Two-Stage Cluster Sample Design): בשלב הראשון נדגמים באקראי בתי-ספר. בשלב השני נדגמת באקראי כיתה אחת בכל בית-ספר שנדגם.²⁹ כל התלמידים בכיתה זו נדגמים להשתתף (למעט מספר קטן של תלמידים, בהתאם לכללי המחקר המפורטים ב**תיבה 3.3**).

³⁰ במחזור מחקר 2015 התווה מרכז המחקר שינויים קלים במערך הדגימה: בכל בית-ספר נדגמה כיתה אחת בלבד (ב-2011 נדגמו שתי כיתות בכמה מבתי-הספר הגדולים); הדגימה נעשתה על פי שכבות דגימה גלויות בלבד ובכל אחת מהן נדגמו לפחות 10 בתי-ספר. שינוי זה הביא להגדלת מספר בתי-הספר שהשתתפו במחקר מ-152 במחזור מחקר 2011 ל-200 במחזור מחקר 2015.

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 יידגמו 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, ותובא בחשבון השפעתם האפשרית והקשרים השונים בין המשתנים השונים להישגי התלמידים (למשל: הקשר בין הישגים לימודיים למשתנים "מגזר שפה", "רקע חברתי-כלכלי" וכיוצא באלה). השכבות השונות ששימשו במחקר טימס 2015 מוצגות בלוח 3.3.³¹ השכבות שתוכננו תואמות במידה רבה את שכבות הדגימה במחקר טימס קודמים, ובהם מחקר טימס 2011, וכן במחקרים בין-לאומיים אחרים שישראל משתתפת בהם.

לוח 3.3: שכבות הדגימה במחקר טימס 2015 בישראל

שכבת דגימה-1:	שכבת דגימה-2:	שכבת דגימה-3:
מגזר שפה וסוג פיקוח	רקע חברתי-כלכלי	מגדר בבתי-ספר שבפיקוח ממ"ד
בתי-ספר דוברי עברית	פיקוח ממלכתי פיקוח ממלכתי-דתי	נמוך, בינוני, גבוה נמוך, בינוני, גבוה
בתי-ספר דוברי ערבית	ערבים ודרוזים בדווים	נמוך, בינוני נמוך

דגימת בתי-הספר נעשית ביחס לגודלם - Probabilities Proportional to Size (PPS). בשיטה זו, הסיכוי של בית-ספר להידגם למחקר גבוה יותר ככל שבית הספר גדול יותר. לפיכך, אם למשל בית-ספר אחד גדול פי שניים מבית-ספר אחר, ההסתברות שהוא יעלה במדגם תהיה כפולה מזו של בית הספר הקטן. מכיוון שבתוך בית-ספר שנדגם, הסיכוי של תלמיד להידגם למחקר נמוך יותר (בערך פי שניים) בבית הספר הגדול מאשר בבית הספר הקטן, בסך הכל הסיכוי של תלמיד בבית הספר הגדול דומה לסיכוי של עמיתו בבית הספר הקטן.

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 שונות: סיבות טכניות (כגון סגירת בית-ספר או איחוד עם בית-ספר אחר) וסיבות הקשורות לשיקולים של מרכז המחקר הלאומי (למשל, עקב השתתפותו של בית-ספר במחקר חינוך נוסף באותה שנה).

בלוח 3.3 מוצגים המשתנים שלפיהם נקבעו שכבות הדגימה בישראל: מגזר שפה, סוג פיקוח,³² ורקע חברתי-כלכלי של בית הספר (להרחבה ראו **תיבה 3.1**). אפשר לראות כי מגדר אינו מופיע בתור משתנה שעל פיו נקבעות שכבות במדגם, זאת למעט חלוקה פנימית של בתי-הספר בתוך שכבת הפיקוח הממלכתי-דתי, שבחלק מהם נהוגה חלוקה מגדרית. כדי לשמור ככל האפשר על ייצוג פרופורציונלי של בנים ובנות במדגם בכלל ובשכבה זו בפרט, תוכננה תת-חלוקה לפי מגדר בבתי-הספר שבפיקוח הממלכתי-דתי (בתי-ספר של בנים בלבד, של בנות בלבד, ובתי-ספר מעורבים). עוד עולה מהלוח כי מחוזות מנהליים במשרד החינוך אינם מגדירים שכבות דגימה, וכן לא הוגדרו שכבות על פי סוג יישוב (עירוני/כפרי) וחלוקה לבתי-ספר פרטיים וציבוריים. משתנים אחרונים אלו משמשים לא אחת בחלוקה לשכבות במדינות אחרות שמשתתפות במחקר.

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.

³² הפיקוח הערבי והפיקוח הדרוזי אוחדו לשכבת דגימה אחת בשל ההחלטה של מרכז המחקר הבין-לאומי שבכל שכבת דגימה יהיו לפחות 10 בתי-ספר.

תיבה 3.1: מדד הטיפוח החברתי-כלכלי "שטראוס" והשימוש בו במחקר זה

מדד הטיפוח "שטראוס" הוא מדד אישי המחושב לכל תלמיד ותלמיד בבית-ספר (בכל שכבות הכיתה הקיימות בו). זהו מדד המשקף את הרקע החברתי-כלכלי של התלמיד, והוא נהוג במערכת החינוך בישראל החל ממחצית העשור הראשון של המאה ה-21. משוקללים בו ארבעה רכיבים: (א) השכלת ההורים – מבוסס על רמת ההשכלה של ההורה המשכיל יותר (חלקו במדד 40%); (ב) מצב כלכלי – מבוסס על חציון הכנסת הורי התלמידים בבית הספר (חלקו במדד 20%); (ג) פריפריאליות – מבוסס על המרחק הפיזי בין מיקומו של בית הספר לריכוזי אוכלוסייה גדולים (חלקו במדד 20%); (ד) מדד המתחשב בשילוב של הגירה (של התלמיד עצמו או לפחות של אחד מהוריו) וארץ מצוקה – מבוסס על רשימת ארצות מצוקה של האו"ם (חלקו במדד 20%).

מדד הטיפוח "שטראוס" מבוסס באמצעות עשיריני טיפוח המייצגים את עשירון התלמידים בהתפלגות המדד בכלל התלמידים בבתי-הספר בארץ (מעשירון 1- המבוססים ביותר, ועד לעשירון 10- החלשים ביותר). על בסיס עשיריני הטיפוח סווגו התלמידים לשלוש קבוצות של רקע חברתי-כלכלי אישי: גבוה (עשירונים 1-3), בינוני (4-7) ונמוך (8-10) לצורך הניתוח והדיווח במחקר זה.

הרקע החברתי-כלכלי של בית הספר נקבע כממוצע הרקע החברתי-כלכלי האישי של כלל התלמידים בביה"ס.

עוד על מאפייני מדד הטיפוח ראו בקישור:

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Scientist/CareIndex>

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".³³ על פי ההגדרה של 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").³⁴ מתוך אוכלוסיית המטרה מוגדרת "אוכלוסיית התלמידים שאמורים להיבחן בפועל", כמוסבר להלן:

הסטנדרטים של מחקר טימס מאפשרים למדינות שלא לכלול באוכלוסיית התלמידים האמורים להיבחן (להלן "אוכלוסיית המטרה") עד 5% מהתלמידים, וזאת באמצעות גריעתם של בתי-ספר שלמים מתוך אוכלוסיית המטרה או גריעתן של כיתות בתוך בתי-ספר ואף של תלמידים יחידים הלומדים בכיתות שנדגמו (לפירוט הכללים לגריעת בתי-ספר, כיתות או תלמידים כפי שהוגדרו במחקר ראו **תיבה 3.2**). לעתים מרכז המחקר מאשר גריעת תלמידים בשיעור גבוה מ-5%. בלוחות המציגים את תוצאות המחקר בדוח הבין-לאומי, נרשמת הערה ליד שמותיהן של מדינות שבהן אושר שיעור גריעה גבוה מהסטנדרט האמור. במחקר טימס 2015, כמו במחזורי המחקר הקודמים, אישר מרכז המחקר הבין-לאומי לישראל לגרוע מאוכלוסיית המטרה תלמידים בשיעור גבוה מ-5%, וזאת בשל ייחודיותה של מערכת החינוך בישראל על זרמיה וגווינה, ובעיקר בשל אי-השתתפותם של בתי-הספר החרדיים במחקרים הבין-לאומיים בעבר ובהווה, כפי שיפורט להלן.

³³ 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 אונסק"ו. ה-ISCED מספק סכמה לסיווג רמות הלימוד החל בחינוך הטרם-יסודי (רמה 0) וכלה בתואר דוקטור (רמה 6 לפי ISCED 1997 ורמה 8 לפי ISCED 2011).

³⁴ במחקר זה (כמו במחזורי הקודמים 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" (שבהם השכבה 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, בישראל - בתי-ספר חרדיים), ובתי-ספר שכלל הלומדים בהם פטורים מראש מלהשתתף בבחינה (למשל, בתי-ספר לחינוך מיוחד). **בשלב דגימת הכיתות** אפשר לגרוע כיתות של תלמידי חינוך מיוחד בבתי-הספר שנדגמו. **לאחר שנדגמו הכיתות**, אפשר לגרוע תלמידים יחידים מכיתה שנדגמה ולפטור אותם מלהשתתף במחקר על רקע של צרכים מיוחדים כגון לקויות למידה ו/או נכות פיזית שאינה מאפשרת להם להשתתף במבחן, או על רקע שפתי (תלמידים מהגרים, הלומדים פחות משנה במדינה שאליה היגרו, ולכן עדיין אינם שולטים בקריאה בשפת המבחן). יש לציין כי מרכז המחקר הבין-לאומי מאפשר לגרוע תלמידים אלו, בין היתר בשל העובדה שלא מתאפשרות חלופות הולמות כגון מתן התאמות מיוחדות ומתן תנאים מותאמים במבחן.

3.4.1.3 אוכלוסיית המחקר, מסגרת הדגימה והמדגם בישראל

בישראל כללה אוכלוסיית המטרה 129,441 תלמידים בסך הכול.³⁵ **בשלב דגימת בתי-הספר** נגרעו **ממסגרת דגימה זו** בתי-ספר של החינוך המיוחד (1.7% מכלל התלמידים באוכלוסיית המטרה), וכן בתי-ספר של הפיקוח החרדי (15.7% מכלל התלמידים באוכלוסיית המטרה) – זאת עקב השוני במבנה ובתכניות הלימודים בבתי-הספר של הזרם החרדי בתחומי הדעת הנבדקים במחקר טימס.³⁶ כמו כן נגרעו ממסגרת הדגימה בתי-ספר קטנים במיוחד ובתי-ספר ששפת ההוראה בהם היא אנגלית או צרפתית (0.16% מהתלמידים באוכלוסיית המטרה). בסך הכול, שיעור הגריעה של תלמידים מאוכלוסיית המטרה בישראל עקב גריעת בתי-ספר שלמים ממסגרת הדגימה עמד על 17.6%. לאחר גריעת בתי-ספר אלו נותרו **במסגרת הדגימה** 918 בתי-ספר ובהם 106,703 תלמידים.

מתוך 918 בתי-הספר הללו נדגמו 200 בתי-ספר שנמצאו מתאימים להשתתף במחקר לפי הכללים המוגדרים במחקר טימס. 18 מתוך בתי-הספר שנדגמו הומרו בבתי-ספר "מחליפים", הדומים להם במאפייני הרקע,³⁷ כפי שמוצג בלוח 3.4 שלהלן.

בשלב דגימת הכיתות בבתי-הספר שבמדגם נגרעו כיתות של החינוך המיוחד (5% מהתלמידים שנדגמו) וכן תלמידים בעלי צרכים מיוחדים הלומדים בכיתות רגילות שנדגמו להשתתף במדגם (0.19% מהתלמידים). בסך הכול עמד שיעור הגריעה בתוך בתי-הספר שנדגמו על כ-5.2% מכלל התלמידים באוכלוסיית המטרה. יש לציין כי בישראל שיעור התלמידים המוגדרים 'תלמידים בעלי צרכים מיוחדים' על פי הסטנדרטים של מבחן טימס גבוה בהשוואה לשיעורם במדינות אחרות: ברוב המדינות המשתתפות שיעור הגריעה של

³⁵ הנתונים מתייחסים לנתוני שכבת כיתות ח' כפי שהוצגו במצבת משרד החינוך בדצמבר 2013.

³⁶ בתי-ספר של הפיקוח החרדי נגרעו גם במחזורים הקודמים של מחקר טימס.

³⁷ החלפת בתי-הספר נבעה משיקולים של מרכז המחקר. החלפה של בתי-ספר שנדגמו למחקרים נוספים: המחקר החלוץ של פיזה 2016 (7 בתי-ספר בסה"כ) וכן מיצ"ב תשע"ה (11 בתי-ספר הוחלפו מתוך 57 בתי-ספר שנדגמו לשני המחקרים, טימס ומיצ"ב, באמצעות דגימה אקראית מתוך כלל בתי-הספר החופפים). ההחלפה נעשתה כדי להפחית את העומס מעל בתי-הספר בשנת הלימודים, ובפרט משום שמבחן המיצ"ב התקיים בפורמט חדש לאחר שנה של הפוגה במבחנים אלו. החלפת בתי-הספר שנדגמו למחקר טימס בשל חפיפה עם מיצ"ב או עם מחקר פיזה נעשתה מראש, לפני ההודעה לבתי-הספר. מספר בתי-הספר שהוחלפו נבחר כך שיאפשר לישראל לעמוד בסטנדרט ההשתתפות במחקר, גם אם יהיו בתי-ספר שיימצאו לא מתאימים להשתתף מסיבות שונות.

תלמידי כיתות החינוך המיוחד בבתי-ספר רגילים נמוך יותר. ייתכן כי במדינות רבות תלמידי החינוך המיוחד אינם לומדים בבתי-ספר רגילים, או לחילופין משולבים בתוך הכיתות הרגילות, ולכן לא עלה אצלם הצורך 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 החינוך המיוחד גבוה בהשוואה לשיעורם במרבית המדינות המשתתפות. בכוונת ראמ"ה לערוך מחקר שיבחן סוגיה זו של שיעור התלמידים בעלי הצרכים המיוחדים במערכת החינוך בישראל.

כדי לצמצם במידת האפשר את שיעור התלמידים הפטורים מלהשתתף במבחן בתוך כל כיתה, הנחו עורכי המחקר בישראל את בתי-הספר לבחור בכל כיתה לא יותר מתלמיד אחד בעל צרכים מיוחדים שיקבל פטור מהמבחן. כך קיבלו פטור מלהשתתף במבחן 130 תלמידים; מתוכם השתתפו במבחן 28 תלמידים אף שקיבלו פטור. בסך הכול עמד שיעור הגריעה של תלמידים מאוכלוסיית המטרה בישראל על 22.8% (מתוכם, כאמור, חלק הארי הם תלמידי המגזר החרדי, שהוא לבדו עמד על קרוב ל-16%).

לוח 3.4: השתתפותם של בתי-הספר שנדגמו בישראל

השתתפות בתי-הספר			שכבת דגימה	
החלפה ראשונה*	החלפה שנייה*	סה"כ בפועל	בתי-הספר שנדגמו	
9	4	106	בתי-ספר דוברי עברית – ממלכתי	106
2	1	36	בתי-ספר דוברי עברית – ממ"ד	36
1	1	58	בתי-ספר דוברי ערבית	58
12	6	200	סך הכול בישראל	200

* לכל בית-ספר הוקצו בהליך הדגימה שני בתי-ספר מחליפים (מחליף ראשון ומחליף שני), הדומים במאפייניהם לבית הספר המקורי. החלפה ראשונה בלוח מתייחסת להחלפת בית הספר שנדגם במקור עם בית הספר המחליף הראשון, והחלפה שנייה מתייחסת להחלפה גם של בית הספר שנדגם ראשון ולאחר מכן גם של בית הספר המחליף, כך שבית הספר שנבחר בפועל הוא המחליף השני.

3.4.1.4 ייצוגיות המדגם בפועל

שיעור הגריעה בישראל אמנם גבוה בהשוואה לשיעורו בכלל המדינות המשתתפות, אך מנגד שיעור ההשתתפות במחקר בישראל גבוה משיעור ההשתתפות במדינות אחרות (ואף גבוה מעט משיעור ההשתתפות במחקר טימס 2011). שיעור השתתפותם של בתי-הספר שנדגמו בישראל היה 100% (ראה פירוט בלוח 3.4), ושיעור השתתפותם של תלמידים שהיו אמורים להשתתף במחקר, כלומר תלמידים בכיתות שעלו במדגם, עמד על 93%.³⁸

מלוח 3.5 עולה כי שיעור התלמידים שהשתתפו בפועל במחקר, בשני מגזרי השפה, דומה לשיעורם באוכלוסייה (כמוגדר במסגרת הדגימה), אם כי אינו זהה לשיעור זה. חשוב לשים לב כי כדי "לפצות" על ההבדלים בפועל בין שיעורי הדגימה וההשתתפות בכל שכבה ובין מסגרת הדגימה, עשו מארגני מחקר טימס במרכז הבין-לאומי "משקול" של הנבחנים בשכבות השונות, כך שתוצאות המחקר ייצגו את מסגרת הדגימה כהלכה (על משקול הנתונים ראו תיבה 3.3).

³⁸ בכיתות שנדגמו להשתתף במחקר היו רשומים 6,079 תלמידים (על פי מצבת משרד החינוך בחודש דצמבר 2014). מתוכם 41 תלמידים, כך התברר, עזבו את בית הספר אף שעדיין היו רשומים בכיתות שנדגמו. כמו כן לא השתתפו 102 תלמידים מתוך 130 תלמידים שקיבלו פטור ממרכז המחקר בישראל. לאחר גריעתם של תלמידים אלו נותרו 5,936 תלמידים שהיו אמורים להשתתף במחקר. מתוכם נעדרו 424 תלמידים מבית הספר ביום המבחן. סה"כ השתתפו במחקר בישראל 5,512 תלמידים, שהם כ-93% מהתלמידים שהיו אמורים להשתתף. שיעורי השתתפות דומים התקבלו בשני מגזרי השפה.

לוח 3.5: התפלגות התלמידים לפי מגזר שפה ולפי סוג פיקוח בבתי-הספר שבמסגרת הדגימה ושיעור משתתפים בפועל

מגזר שפה	סוג פיקוח	מסגרת הדגימה*			המדגם*			המשתתפים בפועל		
		מספר בתיה"ו	מספר התלמידים	שיעור התלמידים	מספר בתיה"ו	מספר התלמידים	שיעור התלמידים	מספר בתיה"ו	מספר התלמידים	שיעור התלמידים
דוברי עברית	ממלכתי	396	57,320	53.7%	106	3,123	54.8%	106	3,049	55.3%
	ממלכתי-דתי	286	17,111	16.0%	36	885	15.5%	36	825	15.0%
	סך הכול	682	74,431	69.8%	142	4,008	70.3%	142	3,874	70.3%
דוברי ערבית	סך הכול	236	32,272	30.3%	58	1,690	29.7%	58	1,638	29.7%
	ישראל כלי	918	106,703	100%	200	5,698	100%	200	5,512	100%

*נתוני מסגרת הדגימה והמדגם מבוססים על מצבת משרד החינוך של תלמידי שכבת כיתות ח' נכון לדצמבר 2013. לקראת ביצוע המחקר בפועל עודכנו נתוני המדגם על פי מצבת דצמבר 2014.

תיבה 3.3: משקול הנתונים - כיצד חושב הציון הממוצע?

המדגם במחקר טימס נעשה באמצעות שכבות דגימה שתוכננו מראש כך שייצג נאמנה את כלל האוכלוסייה על הקבוצות השונות המרכיבות אותה. בפועל, במחקר עצמו, בשל שיעורי ההשתתפות שונים בשכבות השונות, שיעור המשתתפים עלול שלא לייצג נאמנה את שיעור התלמידים בשכבות השונות באוכלוסייה. כדי "לפצות" על הבדלים אלו, לכל תלמיד שהשתתף במחקר מחושבת "משקולת" (weight), הנותנת משקל שונה לנתוני התלמיד בעת חישוב הממוצע הארצי (או המגזרי) ומדדים סטטיסטיים נוספים ברמה הארצית. המשקולות חושבו לפי משתני השכבות 1 ו-2 המוצגים לעיל בלוח 3.2 (מגזר שפה, סוג פיקוח ורקע חברתי-כלכלי של בית הספר), והן מחושבות כך שלאחר קביעתן יהיו השיעורים המתוקנים בכל שכבה דומים לשיעורי השכבה המתאימה באוכלוסייה (למעשה, במסגרת הדגימה). במילים אחרות: בכל שכבה, כל תלמיד "מייצג" מספר שונה של תלמידים משכבתו. המשקולות יכולות להיות קטנה מ-1 או גדולה מ-1 (למשל, אם בשכבת דגימה נתונה שיעור התלמידים שהשתתפו בפועל במחקר נמוך משיעור התלמידים שהיו אמורים להשתתף בו, אזי המשקולות תהיה גדולה מ-1, וכאשר שיעורם גבוה משיעור התלמידים שהיו אמורים להשתתף היא תהיה קטנה מ-1).

3.4.2 הליך איסוף הנתונים

כחודשיים לפני ביצוע המחקר קיבלו מנהליהם של בתי-הספר שנדגמו הודעה על כך, הן בשיחה טלפונית אישית מנציגי ראמ"ה (מרכז המחקר בישראל) והן במכתב מטעם ראמ"ה. המנהלים 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, בהתאם להנחיות שסיפקו מארגני המחקר הבין-לאומי, ועל פי המדריך לבוחן שנכתב במרכז המחקר הבין-לאומי ותורגם בישראל לעברית ולערבית. עם תחומי אחריותו נמנו בין השאר תיאום מועד לקיום המבחן, הקצאת חדר מתאים, בדיקה של רשימת התלמידים בכיתה ואיסוף שמותיהם של התלמידים בעלי צרכים מיוחדים, הודעה לתלמידי הכיתה שנדגמה 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 שבמדגם. במפגש הוצג לפניהם מחקר טימס, ניתנו הנחיות מפורטות לביצועו בבית הספר ולהעלאת המוטיבציה של התלמידים להשתתף בו ברצינות ולהשיב על שאלות המבחן והשאלון כמיטב יכולתם. הודגש לפני המנהלים ואנשי הקשר כי אין לעשות כל הכנה לימודית מיוחדת עם התלמידים בשכבת כיתות ח' בכלל ועם הכיתה שנדגמה בפרט, וכי הכנה שכזו עשויה לחבל בתוקף המחקר ובמידה שבה המדגם מייצג את אוכלוסיית התלמידים כפי שהיא. בסיום המפגש נמסר לכל אחד מהנוכחים מי הכיתה שנדגמה להשתתף במחקר מתוך כיתות ח' בבית הספר.

המבחנים והשאלונים הועברו בבתי-הספר בידי בוחנים חיצוניים מיומנים שאינם מצוות בית הספר. הבוחנים הוכשרו על ידי מרכז המחקר בישראל, בהתאם להנחיות של מארגני המחקר הבין-לאומי ועל פי המדריך לבוחן, שהוזכר לעיל. הבחינה הועברה בשעות הבוקר. בכל כיתה נבחנת נכחו שני בוחנים חיצוניים ומורה משגיח מתוך צוות בית הספר. בתחילת הבחינה הקריאו הבוחנים לתלמידים הוראות אחידות (ההוראות, שתורגמו לשפות המבחן השונות, נכללו במדריך לבוחן). כל אחד מהתלמידים קיבל לידי את אחת מגרסאות המבחן, שהוקצתה לו מראש ובאקראי באמצעות תוכנה של מרכז המחקר הבין-לאומי. לתלמידים הוקצה זמן כולל של שעה וחצי כדי להשיב על שאלות המבחן - 45 דקות לפריטים במתמטיקה ו-45 דקות לפריטים במדעים, בלי הפסקה (פירוט על חוברות המבחן ראו בסעיף 3.1.1.1). לאחר הפסקה קצרה הם נתבקשו למלא את השאלון לתלמיד. לשם כך הוקצו להם 30 דקות.

3.4.3 בקרת איכות על העברת המבחנים והשאלונים

נציגי ראמ"ה 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 הבין-לאומי בקר איכות מטעמו בכל מדינה משתתפת. הבקר הוכשר במרכז המחקר הבין-לאומי וביקר ב-15 בתי-ספר שנדגמו באקראי על ידי מרכז המחקר הבין-לאומי. הוא מילא דוחות מפורטים על התנהלות הבחינה בכל אחד מהם והעביר אותם ישירות למארגני טימס. ככל הידוע, גם על פי דוחות אלו לא נרשמו בעיות חריגות בהעברת המבחנים בישראל.

3.4.4 בדיקת המבחנים וקידודם (ציינון)

בדיקת המבחנים נעשתה סמוך לתום העברתם. המעריכים (הבודקים) היו סטודנטים במקצועות רלוונטיים שגויסו, מוינו והוכשרו על ידי ראמ"ה למטרה זו. תהליך המיון כלל השבה על שאלון ידע במתמטיקה/מדעים ובדיקה של תשובות התלמידים על פריטים שונים ממחזורי מחקר קודמים של טימס, לפי מחוון. הכשרת המעריכים/הבודקים כללה גם תרגול של תהליך הציון (הציון שניתן על תשובתו של נבחן לאחר שהיא נבדקת) באמצעות דוגמאות של תשובות נכונות ושגויות של תלמידים ולצדן הציון הנכון (על פי קביעת מרכז המחקר הבין-לאומי). הפריטים הפתוחים נבדקו בהתאם להנחיות המפורטות במחוון (מדריך הקידוד) של המבחנים, שנכתב באנגלית במרכז המחקר הבין-לאומי ותורגם במרכז המחקר בישראל לשתי שפות המטרה, עברית וערבית, בהליך תרגום מקצועי. 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 שקיבלו מקבצים אלו בגרסאות השונות של חוברות המבחן). כמו כן, מקצת המקבצים נבדקו באופן בלתי תלוי יותר מפעם אחת (בידי מעריך נוסף) לשם בדיקת המהימנות בין מעריכים שונים. הציונים (קודים) שניתנו בפריטים הפתוחים ומספריהן של התשובות שהנבחנים בחרו בשאלות הסגורות במבחנים ובשאלונים הוקלדו לתוכנה ייעודית של מרכז המחקר הבין-לאומי. מאגר ציונים זה ברמת הפריטים הועבר בשלמותו אל מרכז המחקר הבין-לאומי לצורך עיבוד הנתונים.

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 בה. 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 נתונייהם מניתוח התוצאות הכולל. בישראל אותרו 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 הזאת, בעבור כל פריט מוגדר טיב הקשר בין "רמת היכולת של הנבחן" (הידע שלו, שליטתו בתחום הדעת) ובין ההסתברות שיצליח להשיב נכונה על הפריט הנתון. אחת מהנחות היסוד המרכזיות בתיאוריית התגובה לפריט היא שכל הפריטים מודדים את אותה תכונה (במחקר זה - ידע או מיומנות בתחום הדעת הנבדק). הנחה נוספת היא שההסתברות להשיב נכונה על פריט מסוים אינה תלויה ביכולת להשיב נכונה על פריט אחר במבחן. אחד היתרונות של תיאוריה זו הוא שאפשר לחשב באמצעותה אומדני רמת יכולת לכל הנבחנים על אותו סולם, גם אם נבחנים שונים השיבו על נוסחים שונים של המבחן (כלומר השיבו על מקבצים שונים של פריטים), ובלבד שהפריטים השונים מודדים את אותה יכולת (או, במחקר זה, ידע באותו תחום דעת).

יתרון נוסף של שימוש בתיאוריית התגובה לפריט הוא שרמת היכולת של הנבחן ורמת הקושי של הפריטים מחושבות במונחי אותו סולם – הסולם של התכונה הנמדדת (במחקר זה – סולם רמת הידע והמיומנות בתחום דעת נתון). לפי מודל ה-IRT, הקשר בין הצלחתו של נבחן ובין רמת קושי הפריטים בא לידי ביטוי בכך שככל שהנבחן הוא בעל יכולת (ידע) גבוהה מרמת הקושי של הפריט הנתון, 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 שיש בהם יותר משתי רמות תשובה, כגון פריטים שבהם התגובה יכולה להיות נכונה, נכונה חלקית או שגויה, והניקוד עליהם תלוי באיכות התשובה). במודל זה אין התייחסות לרמת ההבחנות של הפריט, ואף לא לרמת ההסתברות לנחש את התשובה הנכונה לגביו, גם אם לנבחן אין כל ידע בתחום הדעת הנבדק. יתרונו של מודל זה הוא בפשטותו יחסית למודלים מורכבים יותר של IRT.

לאחר איסוף הנתונים, מרכז המחקר הבין-לאומי אומד תחילה את מאפייני הפרמטרים של הפריטים בהליך המכונה "כיול הפרמטרים של הפריטים": בעבור כל פריט נאמדת רמת הקושי של כל אחת מרמות התשובה האפשריות. פעולה זו נעשית בנפרד בשני תחומי הדעת, מתמטיקה ומדעים, ובנפרד בתחומי התוכן ובמיומנויות בתוך כל תחום דעת. על בסיס אומדנים אלו של מאפייני הפריטים ועל פי תגובות הנבחנים על פריטי המבחן השונים, אומדים בהמשך את רמת הידע של כל נבחן ונבחן. בהליך כיול הפרמטרים משולבים גם תגובותיהם של התלמידים במחזור מחקר זה ובמחזורים קודמים ל"פריטי העוגן" (פריטים מקשרים, המשותפים למחקר טימס 2015 ולמחזורי מחקר קודמים), מה שמאפשר לכייל את הפרמטרים של הפריטים במחקר 2015 לסולם מחקר 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.

תיאוריית התגובה לפריט משמשת מאז מחזור טימס 2011 גם לניתוח תשובות התלמידים, המורים והמנהלים בשאלוני העמדות והרקע. לכל "נושא" בשאלונים אלו מחושב "ציון" על בסיס התגובות של המשיבים במספר היגדים רלוונטיים לנושא זה.

3.5.1.2 ערכים סבירים (plausible values)

מחקר טימס נועד לאמוד את התפלגות רמת היכולת של כלל אוכלוסיית המטרה, קרי התלמידים בדרגת הכיתה הרלוונטית בכל מדינה שמשתתפת במחקר, ולא את רמת היכולת של נבחן יחיד. אולם מאחר 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 פונקציית ההתפלגות הנאמדת המותנית של רמת היכולת שלו. חמישה ערכים אלו, המייצגים חמישה אומדים של רמת היכולת של נבחן נתון, מכונים "ערכים סבירים" (plausible values), והם משמשים לחישוב המדדים המסכמים של כלל אוכלוסיית הנבחנים, וכאמור אינם יכולים לשמש לצורך אמידת רמת היכולת של הנבחן היחיד.

לשיפור אומדני הפרמטרים ואומדני הציונים של הנבחנים משתמשים בהליך האמידה של הפרמטרים לא רק בתגובות הנבחנים על כל אחד מפריטי המבחן, 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, תוך שימוש ב"פריטי עוגן", הציונים המתקבלים במבחן מכילים לסולם הציונים של טימס במחזורי קודמים. משמעות הדבר היא שהציונים הנוכחיים הם בני השוואה לציונים במחזורי 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 שנה³⁹ 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 (ובעבור ממוצע המדינות הוא אף מצומצם הרבה יותר).

3.5.3 רמות הישג

כדי לתת משמעות נוספת לציונים, מרכז המחקר הבין-לאומי קבע כמה "רמות הישג". לאחר החלטה על מספר הרמות נקבעו ספי הישגים (Benchmarks) על סולם ציוני טימס - ערכים על סולם הציונים שמסמנים את הגבול בין רמה לרמה. מדובר בהליך שיטתי המביא בחשבון את רמת הקושי של שאלות המבחן ואת המיומנות והידע הנדרשים מן התלמיד בכל אחת מרמות ההישג כדי להתמודד בהצלחה עם השאלות. במחקר טימס 2015, בדומה למחזורי טימס קודמים,⁴⁰ נקבעו חמש קטגוריות של רמת הישג:

- (1) הישג ברמת "הצטיינות" (Advanced Benchmark) – בקטגוריה זו נמצאים תלמידים שספף הישגיהם במבחן הוא 625 נקודות (כלומר 625 נקודות או יותר);
- (2) הישג ברמה "גבוהה" (High Benchmark) – בקטגוריה זו נמצאים תלמידים שספף הישגיהם במבחן הוא 550 נקודות (ועד 625 נקודות);
- (3) הישג ברמה "בינונית" (Intermediate Benchmark) – בקטגוריה זו נמצאים תלמידים שספף הישגיהם במבחן הוא 475 נקודות (ועד 550 נקודות);
- (4) הישג ברמה "נמוכה" (Low Benchmark) – בקטגוריה זו נמצאים תלמידים שספף הישגיהם במבחן הוא 400 נקודות (ועד 475 נקודות);
- (5) הישג ברמה "מתחת לסף" – בקטגוריה זו נמצאים תלמידים שהישגיהם במבחן נמוכים מ-400 נקודות.

³⁹ משמעות השינוי בהרכב המדינות המשתתפות היא שממוצע ההישגים הבין-לאומי בעבור כל תחום תוכן משתנה מעט בכל פעם, מכיוון שהוא מחושב על פי הרכב המדינות המשתתפות באותו מחזור מחקר.

⁴⁰ בשני מחזורי המחקר הראשונים, בשנים 1995 ו-1999, ספי הישג שנקבעו היו הציונים הבין-לאומיים של האחוזונים ה-90, ה-75, ה-50 וה-25, שאפשרו להגדיר את העשירון העליון, הרבעון העליון, החציון העליון וטווח הציונים שמעל האחוזון העליון. כנגזר מכך, ספי הישג היו ייחודיים לכל תחום דעת ושונים בכל מחזור מחקר. החל ממחזור מחקר 2003 נקבעו 4 ערכי סף אחידים (כאמור: 625, 550, 475 ו-400) והם משמשים מאז ועד היום לקביעת רמות ההישג הן במתמטיקה והן במדעים. בהצגת מגמות לאורך מחזורי מחקר נעשה שימוש בספים אלו.

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 מתבסס על ההנחה שלפיה תלמיד ברמת הישג נתונה צפוי להשיב נכונה על מחצית לפחות משאלות המבחן ברמה זו. מובן מאליו שלא מכל התלמידים ברמת הישג נתונה מצפים לשיעור זהה של תשובות נכונות. תלמיד שהישגיו בגבול התחתון של אותה רמת הישג צפוי לענות נכונה על 50% מן השאלות ברמה זו, ולעומתו תלמיד שהישגיו קרובים לגבול העליון של רמת ההישג, צפוי לענות נכונה על שיעור גבוה יותר של שאלות ברמה זו. תלמיד שהישגיו בקטגוריה הגבוהה ביותר (הישג ברמת "הצטיינות") צפוי לענות נכונה על רוב פריטי המבחן.⁴¹ בשלב הבא, מומחי תוכן מנתחים ונותנים פשר לתכנים ולדרישות הקוגניטיביות המאפיינים את הפריטים ששויכו לכל רמת הישג, ובעקבות זאת מוגדרים הידע והכישורים הנדרשים מהתלמידים שמסוגלים לענות נכונה על פריטים ברמת הישג נתונה (ראה פרק 2 - תיאור 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 להלן בלוח 3.6 בעבור סולם מתמטיקה ובלוח 3.7 בעבור סולם מדעים.

לוח 3.6: תיאור תמציתי של חמש רמות ההישג במתמטיקה

רמת ההישג	סף ההישג	מה התלמידים מסוגלים לעשות
"הצטיינות"	625 נקודות	תלמידים ברמת הישג זו יכולים לפתור בעיות במגוון סיטואציות מתמטיות, לפתור משוואות לינאריות ולהכליל מהן; לארגן נתונים, להסיק מסקנות ממידע ולהצדיקן, ולפתור מגוון בעיות בנוגע לשברים, פרופורציות ואחוזים; להשתמש בידע שלהם על צורות גאומטריות כדי לפתור מגוון רחב של בעיות הנוגעות לשטח. הם מגלים הבנה של משמעות המושג 'ממוצע' ופותרים בעיות שהערכים בהן צפויים.
"גבוהה"	550 נקודות	תלמידים ברמת הישג 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; לעבוד תוך שימוש בביטויים אלגבריים ובמשוואות לינאריות; לעשות שימוש בידע על תכונות גאומטריות כדי לפתור בעיות הכוללות חישובים של שטח, נפח וזוויות; לפרש נתונים מטבלאות ומגרפים ולפתור בעיות פשוטות הקשורות להסתברות.
"בינונית"	475 נקודות	תלמידים ברמת הישג זו יכולים ליישם ידע מתמטי בסיסי לסיטואציות פשוטות. הם יכולים לחבר, לכפול, לפתור בעיות מילוליות בנות שלב אחד, תוך שימוש במספרים שליליים, שברים פשוטים ושברים עשרוניים, אחוזים ופרופורציות. הם מבינים יחסים אלגבריים פשוטים, ויכולים לגלות הבנה של תכונות של צורות גאומטריות ומושגים גאומטריים פשוטים. הם יכולים לקרוא ולפרש גרפים וטבלאות ולזהות מושגי הסתברות בסיסיים.
"נמוכה"	400 נקודות	לתלמידים ברמת הישג זו יש ידע מסוים על מספרים שלמים וגרפים פשוטים.
"מתחת לסף"		תלמידים ברמת הישג זו הם מתחת לסף הניתן להערכה – אין תיאור של ביצועיהם.

⁴¹ הרחבה על שיטת הפיתוח של רמות ההישג אפשר למצוא במדריך הטכני של דוח טימס 2015, המפרט את השיטות והנהלים שיושמו במחקר:

<http://timssandpirls.bc.edu/publications/timss/2015-methods.html>

לוח 3.7: תיאור תמציתי של חמש רמות ההישג במדעים

רמת ההישג	סף ההישג	מה התלמידים מסוגלים לעשות
"הצטיינות"	625 נקודות	תלמידים ברמת הישג זו מגלים הבנה של מושגים מורכבים ומופשטים בביוֹלוגיה, בכימיה, בפיזיקה ובמדעי כדור הארץ. הם מבינים את מורכבותם של היצורים החיים ואת יחסי הגומלין ביניהם ובין הסביבה, מגלים הבנה בנושאים של חשמל ומגנטיות, כוח ולחץ, קול ואור, וכן את מבנה החומר והרכבו, 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 מאפיינים בסיסיים הקשורים לחקר מדעי, ומסוגלים לתכנן ניסויים, לפרש ממצאים ולהסיק מסקנות ולדון בידע מדעי.
"גבוהה"	550 נקודות	תלמידים ברמת הישג זו מגלים הבנה של עקרונות מדעיים בהקשרים שונים. הם מבינים מושגים ביולוגיים הנוגעים לתהליכי החיים בתא, לביוֹלוגיה של האדם, לבריאות וליחסי הגומלין שבין צמחים ובעלי חיים במערכת האקולוגית. הם מיישמים ידע למצבים הקשורים לאור ולקול, מעגלים חשמליים פשוטים ותכונות של מגנטים. יש להם ידע בסיסי על חום, ועל כוחות ותנועה, והם מגלים הבנה של מבנה החומר, של תהליכים פיזיקליים וכימיים ושל שינויים בחומר. כמו כן הם מגלים הבנה של מערכת השמש, תהליכים על פני כדור הארץ ומשאבים וכן ידע הקשור לכמה סוגיות סביבתיות. הם מראים גם שליטה במיומנויות בסיסיות של חקר מדעי, משלבים מידע ומסיקים מסקנות, מפרשים נתונים המוצגים בטבלאות ובגרפים, ומספקים הסברים קצרים המבוססים על ידע מדעי.
"בינונית"	475 נקודות	תלמידים ברמת הישג זו מגלים ידע מדעי בנושאים הנוגעים בבעלי-חיים, במערכות מזון ובהשפעות של שינויים באוכלוסייה על המערכת האקולוגית. הם מכירים היבטים מסוימים של כוחות תנועה ואנרגיה ויש להם ידע בסיסי על תכונות החומר. הם מגלים ידע על מערכת השמש, תהליכי חיים, משאבים וסביבה. הם מסוגלים לחלץ מידע מתוך טבלאות ולפרש גרפים. הם יכולים ולספק הסברים קצרים המבוססים על ידע מדעי בהקשרים מעשיים.
"נמוכה"	400 נקודות	תלמידים ברמת הישג זו מכירים עובדות בסיסיות הקשורות למדעי החיים ולמדעי החומר. יש להם ידע מסוים על מערכות אקולוגיות, הולכת חום וחשמל ואלקטרומגנטיות, ועובדות בסיסיות הנוגעות למדעי כדור הארץ. הם יכולים לפרש תמונות וגרפים וליישם ידע מדעי בסיסי למצבים מעשיים.
"מתחת לסף"		תלמידים ברמת הישג זו הם מתחת לסף הניתן להערכה – אין תיאור של ביצועיהם.

3.5.4 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים

בירור עמדות התלמידים כלפי תחומי הדעת מדעים ומתמטיקה נעשה באמצעות שאלון שהועבר להם מיד עם סיום המבחן. כאמור, למילוי השאלון הוקצו כ-30 דקות. השאלון כלל, בין היתר, מספר שאלות לגבי כל אחד מארבעה ההיבטים: אהבת המקצוע, הערכתו, הביטחון ביכולת האישית, הוראה מעודדת מעורבות בלמידה (לפירוט ראו פרק 5.1). השאלות נוסחו כהיגדים והתלמיד התבקש לציין באיזו מידה הוא מסכים עם כל היגד על סולם של ארבע דרגות (1: מאוד לא מסכים, 2: מעט לא מסכים, 3: מעט מסכים, ו-4: מאוד מסכים). תגובותיו של תלמיד לכלל ההיגדים בהיבט נתון, או מידת הסכמתו עימם, שוקללה במדד אישי. כך, עבור כל תלמיד, ככל שמידת הסכמתו עם קבוצת היגדים בהיבט נתון גבוהה יותר, ועל כן ערך המדד האישי גבוה יותר - הדבר משקף עמדה חיובית יותר של התלמיד בהיבט הנבדק (קרי, אוהב יותר, מעריך יותר, בטוח יותר ביכולת, חווה הוראה שמקדמת מעורבות רבה יותר בתחום בדעת).

בכל מדינה חושב מדד ממוצע עבור כל היבט, בהתבסס על המדדים האישיים של כלל התלמידים בהיבט הנבדק. להרחבה על קביעת סולמות המדדים בכל היבטי המוטיבציה ראו תיבה 3.4.

תיבה 3.4: קביעת סולמות המדדים בכל היבטי המוטיבציה

בהתבסס על התפלגות תגובות התלמידים עם ההיגדים בכל היבט נבדק בקרב המדינות המשתתפות במחקר טימס 2015, ובמטרה לספק נקודת ייחוס להשוואה בין המדינות, המדדים עברו טרנספורמציה כך שבכל מדד נקבע ממוצע המדינות המשתתפות ל-10 נקודות (שהוא גם חציון הסולם), וסטיית התקן על 2 נקודות. על הסולם קבעו מארגני המחקר שלוש דרגות לכל מדד, המשקפות את מידת ההסכמה עם ההיגדים המרכיבים את המדד: וסימן מאוד (עמדה חיובית), די (עמדה די חיובית), ולא (עמדת שלילית) בסמיכות לשם המדד (כך עבור המדד "אוהב" הדרגות הן: מאוד אוהב, די אוהב ולא אוהב, ובהתאם לכך עבור שאר המדדים). השיקולים לקביעת ערכי הסף לחלוקת הסולם הרציף של ציוני המדד לדרגות היו שונים בכל אחד מארבעת המדדים (בהתאם, למשל, למספר ההיגדים המרכיבים את המדד). לפירוט כיצד נקבעה החלוקה בכל אחד מהמדדים ראו דוח טימס הבין-לאומי⁴² וכן בפרק 5.1.

3.6 דיווח התוצאות

התוצאות הבין-לאומיות של מחקר טימס מתפרסמות באמצעי התקשורת, באינטרנט ובדוחות הרשמיים של מארגני המחקר הבין-לאומי. התוצאות של ישראל וניתוחים ייחודיים לישראל מתפרסמים בדוח זה ובאתר ראמ"ה. בדוח זה מוצגים הישגי התלמידים בישראל (ממוצע הישגים ורמות הישג) במבט בין-לאומי ובמבט ישראלי. במבט בין-לאומי, הישגי ישראל מוצגים בהשוואה ל-1,738 המדינות הנוספות שתלמידי כיתות ח' שלהן השתתפו במחקר. במבט פנים-ישראלי מוצגים בכל אחד מתחומי הדעת מתמטיקה ומדעים הישגיהם של כלל התלמידים, וכן בפילוח לפי מגזר שפה, מגדר, רקע חברתי-כלכלי אישי וסוג פיקוח, ולפי שילוב של משתנים אלו. נוסף על כך, ההישגים מְדוּוּחִים לפי תחומי תוכן ומיומנויות חשיבה המוגדרים במסגרות המושגיות (ראו 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-ישראלי מוצגים נתונים אלו לפי מגזר שפה ולפי סוג פיקוח. מקצת הנתונים מקושרים להישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים והם משמשים לבחינת ההקשר שבו הושגו הציונים.

לשם העמקה בנתונים וביצוע מחקרי המשך המבוססים על נתוני מחקר טימס בישראל, הנתונים הגולמיים (כולל מידע רקע נוסף) מונגשים לחוקרים באקדמיה המעוניינים בכך (לאחר פנייה למרכז המחקר הלאומי). מסד הנתונים הבין-לאומי (ובכללם השאלונים והמבחנים) נגיש באתר טימס לכל המעוניין.

⁴² עמדות התלמידים כלפי מקצועות הלימוד מתמטיקה ומדעים מוצגות בפרק 10 בדוח הבין-לאומי, בקישורים:

מתמטיקה: <http://timss2015.org/wp-content/uploads/filebase/full%20pdfs/T15-International-Results-in-Mathematics-Grade-8.pdf>

מדעים: <http://timss2015.org/wp-content/uploads/filebase/full%20pdfs/T15-International-Results-in-Science-Grade-8.pdf>

פרק 4: ההישגים במתמטיקה ובמדעים במחקר טימס 2015

בפרק זה תובא סקירה של הישגי התלמידים בכיתות ח' במחקר טימס 2015 – בחלקו הראשון של הפרק יתוארו ההישגים בתחום המתמטיקה ובחלקו השני יתוארו ההישגים בתחום המדעים. בכל תחום דעת יושוו הישגי התלמידים בישראל לממוצעי ההישגים של התלמידים בכלל המדינות שהשתתפו במחקר, ולעתים גם להישגיהם של תלמידים במדינות ספציפיות שהשתתפו במחקר זה. לאחר מכן יתמקד הדוח בהישגים במבט פנים-ישראלי לפי פילוחים שונים: מגזר שפה (בתי"ס דוברי עברית ובתי"ס דוברי ערבית), מגדר, רקע חברתי-כלכלי וסוג פיקוח (ממלכתי וממ"ד).

כמתואר בפרק 3, סולמות הציונים במתמטיקה ובמדעים, והסולמות בכל אחד מהנושאים (תחומי התוכן) השונים והמיומנויות השונות בתוך כל תחום דעת, נקבעו במחקר טימס הראשון שנערך ב-1995, כך שממוצע הישגי התלמידים מהמדינות 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 ולעקוב אחר מגמות לאורך זמן.⁴³

עם זאת, במחקר טימס קיימת תחלופה גבוהה יחסית של מדינות משתתפות. על כן, יש להתייחס בזהירות הראויה לדרוג המדינות על פי הישגיהן בראיה רב-שנתית.⁴⁴

4.1 הישגי ישראל במתמטיקה

4.1.1 מבט בין-לאומי

4.1.1.1 ההישגים במתמטיקה

בתרשים 4.1 מוצגים ממוצעי ההישגים במתמטיקה ב-39 המדינות שהשתתפו במחקר טימס ב-2015. המדינות מוצגות בסדר יורד לפי ממוצע הישגיהן. המדינות בעלות ממוצעי ההישגים הגבוהים ביותר הן מדינות ממזרח אסיה: סינגפור, קוריאה הדרומית, טאיוואן,⁴⁵ הונג קונג⁴⁶ ויפן (621, 606, 599, 594 ו-587 נקודות, בהתאמה). המדינות בעלות ממוצעי ההישגים הנמוכים ביותר הן ערב הסעודית, דרום אפריקה, מרוקו וירדן (368, 372, 384 ו-385 נקודות, בהתאמה). ממוצע הציון הכולל במתמטיקה בישראל הוא 511 נקודות.⁴⁷ ממוצע זה גבוה באופן מובהק סטטיסטית מממוצע הציונים הכולל של 39 המדינות שהשתתפו במחזור המחקר הנוכחי, שעומד על 481 נקודות (להלן "ממוצע המדינות המשתתפות"). על פי ממוצע זה ישראל מדורגת במקום ה-16 במדרג המדינות שהשתתפו במחקר על פי ממוצע הישגיהן במתמטיקה.

⁴³ חשוב עם זאת לשים לב כי ממוצע ההישגים בכלל מדינות המשתתפות בכל אחד ממחזורי מחקר טימס שנערכו מאז, כמו גם במחזור הנוכחי, אינו עומד עוד על 500 נקודות, ומאז גם סטיית התקן אינה עומדת עוד על 100 נקודות.

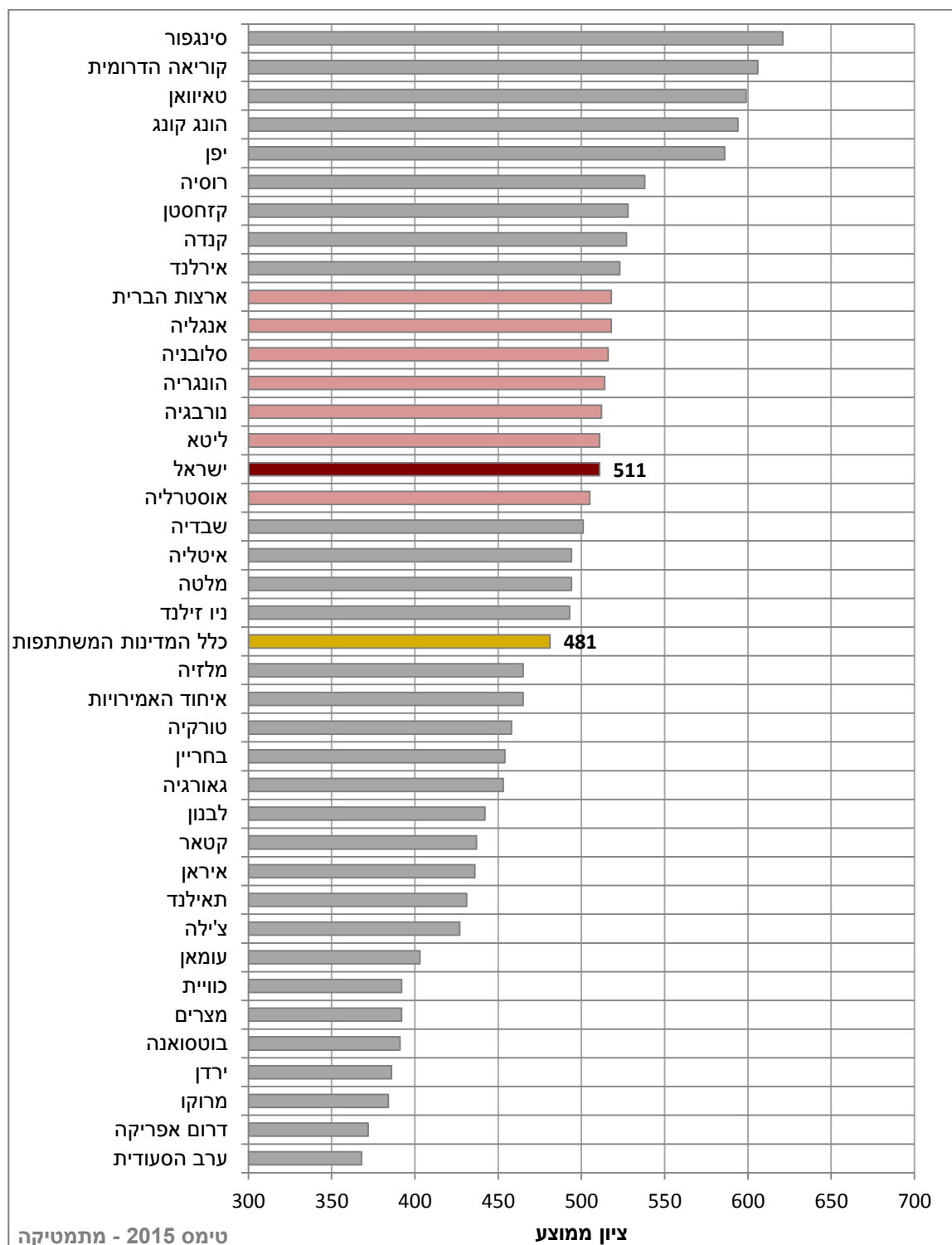
⁴⁴ כך גם יש להתייחס למדדים סטטיסטיים שונים המחושבים בכל מחזור מחקר ומבוססים על ערכי ממוצע וחציון של המדינות המשתתפות.

⁴⁵ מסיבות גאוגרפיות שמה הרשמי של מדינה זו בדוח טימס הבין-לאומי הוא Chinese Taipei. לשם הנוחות נעשה שימוש בשם "טייוואן" בדוח זה.

⁴⁶ שמה הרשמי של הונג קונג הוא "הונג קונג", האזור המנהלי המיוחד של הרפובליקה העממית של סין. לשם נוחות נעשה שימוש בשם "הונג קונג" בדוח זה.

⁴⁷ על פי טבלה שבנספח E2 בדוח הבין-לאומי, שמקשרת בין ממוצע הציונים הכולל ובין ממוצע שיעור התשובות הנכונות בכל מדינה, הרי שהציון הממוצע בישראל בסולם טימס במתמטיקה תואם ל-47% תשובות נכונות בממוצע לתלמיד. לשם השוואה, הציון הממוצע בסינגפור הנמצאת בראש המדרג תואם ל-74% תשובות נכונות בממוצע לתלמיד, ואילו זה של ערב הסעודית הנמצאת בתחתית המדרג תואם ל-21%.

תרשים 4.1: ממוצע ההישגים במתמטיקה בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015



העמודות המובלטות בצבע ורוד **בתרשים 4.1** מייצגות מדינות שממוצע הישגי תלמידיהן אינו שונה במובהק מהבחינה הסטטיסטית מן הציון הממוצע של תלמידי ישראל. אפשר לראות כי מבחינה סטטיסטית אין הבדל בין ממוצע ההישגים בישראל ובין ממוצעי ההישגים בקבוצת המדינות המדורגות במקומות 10 עד 17 במדרג המדינות שהשתתפו במחקר. עם מדינות אלו נמנות ארה"ב, אנגליה, סלובניה, הונגריה, נורבגיה, ליטא ואוסטרליה, והן יכנו בדוח זה "מדינות דומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה". מדינות אלו ישמשו

בהמשך הדוח בסיס להשוואה עם ישראל במדדים שונים. הציונים הממוצעים בקרב כלל המדינות המשתתפות מוצגים בפירוט בלוח נ-1 (בנספח לפרק זה).

נוסף על הציון הממוצע, אפשר לתאר את ההישגים בכל מדינה על פי התפלגות ציוני התלמידים ברמות ההישג השונות, כפי שהוסבר בתת-פרק 3.5.3 (ראו איור 4.1). רמות ההישג מוגדרות לפי סְפִי ההישגים (benchmarks), שנקבעו על 400, 475, 550 ו-625 נקודות. ספים אלו המחלקים את סולם הציונים הרציף לארבע קטגוריות: הישג ברמה "נמוכה", "בינונית", "גבוהה" ו"הצטיינות". נוסף על כך ישנם תלמידים שהישגם "מתחת לסף", כלומר נמוך מסף ההישג הנמוך ביותר (400 נקודות). סְפִי ההישגים אלו תקפים לבחינת הציון הכללי במתמטיקה (ומדעים), כמו גם בפילוחים בכל אחד מתחומי התוכן השונים והמיומנויות השונות. הציון הממוצע בכל מדינה קשור, כמובן, להתפלגות ציוני התלמידים: שכיחות גבוהה של תלמידים בקטגוריות רמות הישג גבוהות בצד שכיחות נמוכה של תלמידים בקטגוריות רמות הישג נמוכות מאפיינות לרוב מדינות שממוצע ההישגים של תלמידיהן גבוה יותר, ולהפך. התפלגות הציונים לפי רמות ההישג מספקת דרך נוספת ומעמיקה יותר להשוואה בין מדינות או בין מגזרים שונים / קבוצות אוכלוסייה שונות בתוך מדינה, למשל באמצעות בחינה של שיעורי התלמידים המצטיינים ושל שיעורי המתקשים בכל תחום דעת.

לוח 4.1: סְפִי ההישג ורמות ההישגים במחקר טימס 2015

רמת הישג	סף הישג	תחום הציונים
"הצטיינות"	625 נקודות	625 נקודות ומעלה
"גבוהה"	550 נקודות	מ-550 נקודות ועד 625 נקודות (לא כולל)
"בינונית"	475 נקודות	מ-475 נקודות ועד 550 נקודות (לא כולל)
"נמוכה"	400 נקודות	מ-400 נקודות ועד 475 נקודות (לא כולל)
"מתחת לסף"		פחות מ-400 נקודות

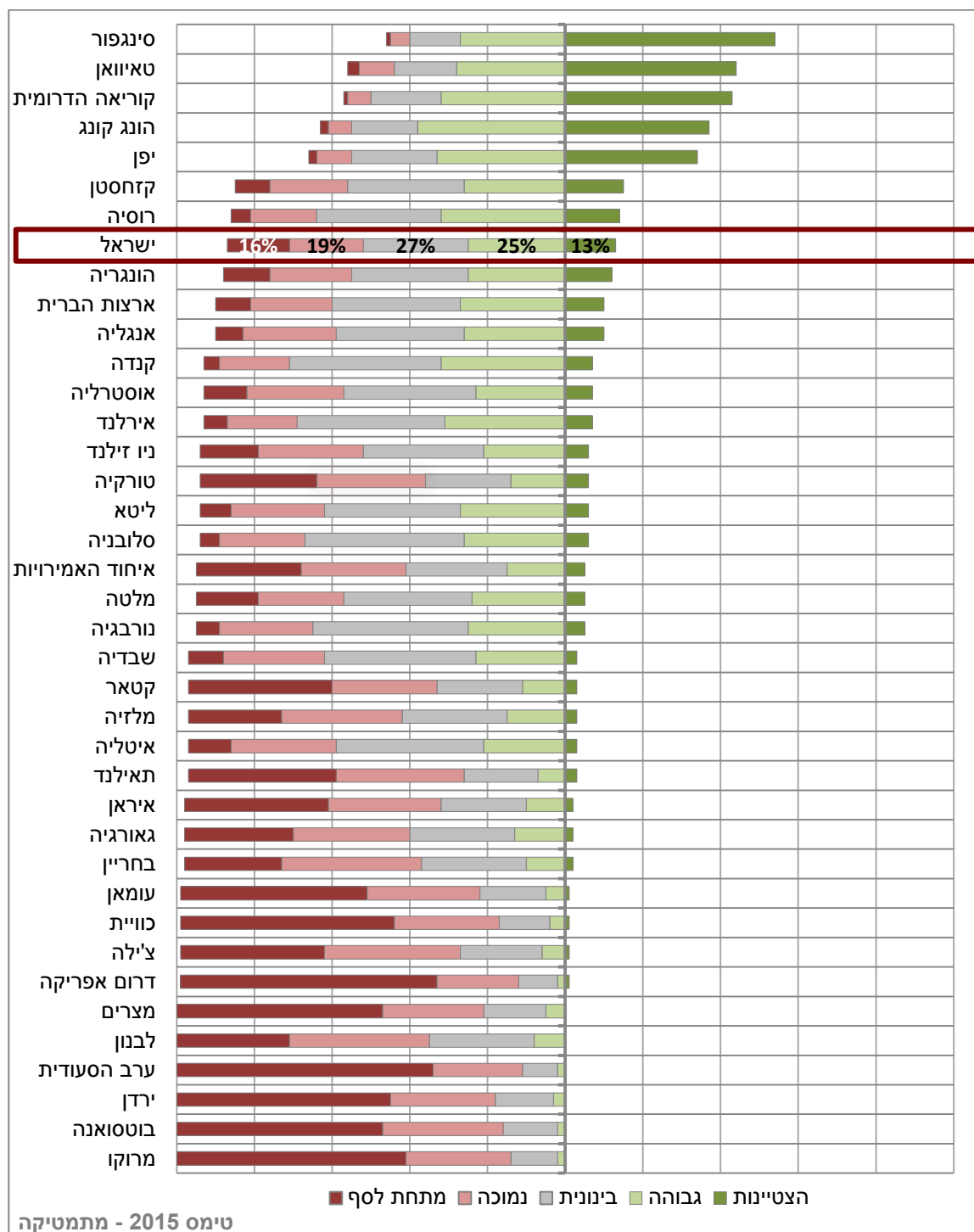
בתרשים 4.2 מוצגת התפלגות הציונים במתמטיקה לפי רמות ההישג. המדינות בתרשים זה מסודרות לפי שיעור התלמידים המצטיינים.⁴⁸ התפלגות הציונים במתמטיקה בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר מוצגת בפירוט בלוח נ-2 (בנספח לפרק זה). **מתרשים 4.2** עולה כי 13% מן התלמידים בישראל השיגו ציון ברמת "הצטיינות", מה שמציב את ישראל במקום השמיני מבחינת שיעור התלמידים המצטיינים, ומקדימות אותה רק שבע המדינות בעלות ההישגים הגבוהים ביותר (כמתואר בתרשים 4.1: חמש מדינות מזרח אסיה, רוסיה וקזחסטן). בהשוואה למדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה, בישראל שיעור התלמידים המצטיינים הוא הגבוה ביותר. ואולם שיעור התלמידים בישראל שהישגיהם ברמה "מתחת לסף" גבוה אף הוא יחסית ועומד על 16%. שיעור זה הוא הגבוה ביותר בקרב המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה, ולמעשה הוא הגבוה ביותר בקרב 21 המדינות שממוצע הישגי תלמידיהן במתמטיקה גבוה מממוצע המדינות המשתתפות.⁴⁹

נמצא אפוא כי שיעור גדול יחסית של תלמידים בישראל מצויים בשתי רמות ההישג הקיצוניות במתמטיקה (רמות "הצטיינות" ו"מתחת לסף"). תמונת מצב זו מציבה על כך שבישראל יש שונות גדולה בציוני התלמידים – שונות הבאה לידי ביטוי גם במדד פיזור הציונים המוצג בסעיף שלהלן.

⁴⁸ יש לשים לב כי בסידור זה מיקומן של המדינות במדרג שונה במקצת ממיקומן במדרג לפי ממוצע הישגים.

⁴⁹ שיעור דומה לזה של תלמידים שרמת הישגיהם "מתחת לסף" בישראל, נמצא גם באיטליה.

תרשים 4.2: התפלגות הציונים במתמטיקה לפי רמות ההישג בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015

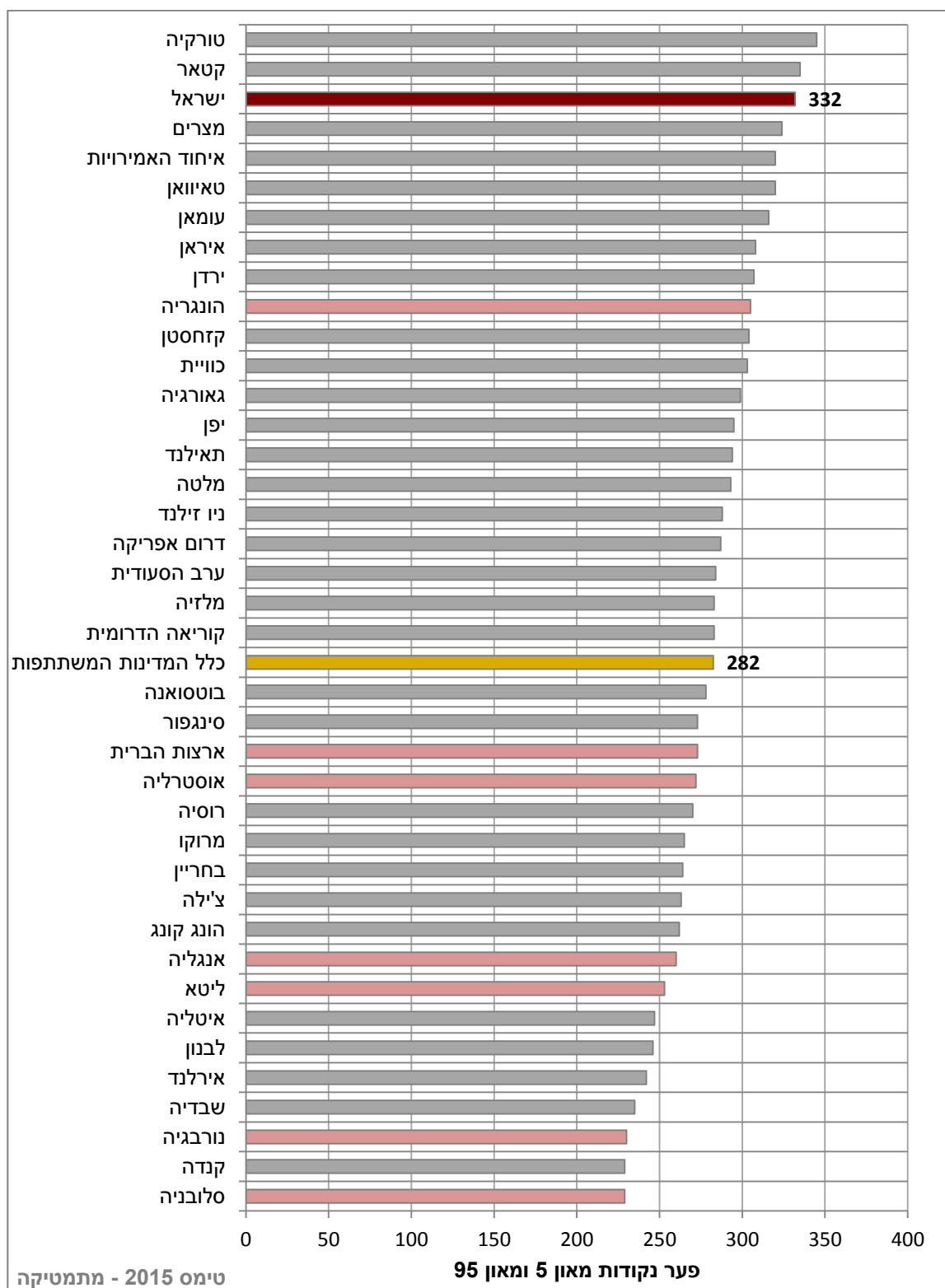


4.1.1.2 פיזור ההישגים במתמטיקה

בתרשים 4.3 מוצג פיזור ההישגים במתמטיקה על פי הפער שבין הציון המייצג את המאון ה-5 (הציון ש-5% התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה מצויים מתחתיו) ובין הציון המייצג את המאון ה-95 (הציון ש-5% התלמידים הטובים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). המדינות מוצגות בסדר יורד על פי גודלו של מדד פיזור זה. ישראל נמצאת בין המדינות "המובילות" מבחינת פיזור ההישגים במתמטיקה. פיזור הציונים בישראל (332 נקודות) גבוה מממוצע פיזורי הציונים בקרב המדינות המשתתפות (282 נקודות), וגבוה גם בהשוואה לפיזורי הציונים בכל המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה ומכל שאר 20

המדינות שממוצע הישגיהן במתמטיקה גבוה מממוצע המדינות המשתתפות (כמוצג בתרשים 4.1). למעשה, רק בשתי מדינות (טורקיה-345 נקודות, וקטאר-335 נקודות) נמדד פיזור ציונים במתמטיקה הגבוה מזה שנמדד בישראל.

תרשים 4.3: פיזור ההישגים במתמטיקה בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015



לפירוט הפיזור בכל מדינה ראו לוח נ-1 בנספח לפרק זה.

הממצא בדבר פיזור גבוה זה של הישגים הלימודיים בישראל חוזר בעקביות במחזורי המחקר של מבחנים בין-לאומיים שונים שישראל משתתפת בהם,⁵⁰ ובכללם מחקרי טימס קודמים.⁵¹ בניגוד ליעד מערכת החינוך בישראל בעשורים האחרונים – לצמצם פערים בחינוך ובהישגים הלימודיים – ניכר כי הפיזור נשאר גבוה ואף חל גידול קל של 8 נקודות בפיזור הציונים במתמטיקה במחזור המחקר הנוכחי בהשוואה למחזור המחקר הקודם (324 נקודות ב-2011). בהמשך הפרק ננסה לעמוד על מקורות אפשריים לגודלו של פיזור הציונים במתמטיקה בישראל, תוך הצגת פערים בין קבוצות אוכלוסייה שונות.

4.1.1.3 פערים מגדריים בהישגים במתמטיקה

לעתים, פערים בהישגים לימודיים בין תלמידים במערכות החינוך מתבטאים גם בפערים בין-מגדריים. **בתרשים 4.4** מוצג הפער בין הישגי הבנות להישגי הבנים במתמטיקה במדינות שהשתתפו במחקר. המדינות מסודרות לפי גודל הפער הבין-מגדרי. מסגרת שחורה משמשת לציון פער בין-מגדרי מובהק. מתרשים זה עולה כי בשבע מהמדינות שהשתתפו במחקר הישגי הבנות במתמטיקה גבוהים במובהק מהישגי הבנים (פער ממוצע של 17 נקודות), ואילו בשש מהמדינות הישגי הבנים גבוהים במובהק מהישגי הבנות (פער ממוצע של 9 נקודות). הפער בהישגים במתמטיקה לטובת הבנות ניכר בעיקר במדינות ערביות, דוגמת עומאן (32 נקודות) וירדן (19 נקודות) – דפוס החוזר במבחנים בין-לאומיים ובמבחנים ארציים נוספים.⁵² פער גדול לטובת הבנים נמצא בצ'ילה (18 נקודות), ברוסיה ובהונגריה (9 נקודות). בשאר 26 המדינות, ובכללן ישראל⁵³ והמדינות הדומות לה בממוצע הישגיהן במתמטיקה (למעט כאמור הונגריה), לא נמצא הבדל מובהק סטטיסטית בין הישגי הבנים והישגי הבנות במתמטיקה. לפירוט הציונים הממוצעים בקרב כל קבוצת מגדר בכל המדינות המשתתפות ראו **לוח נ-1** (בנספח לפרק זה).

⁵⁰ למשל ראמ"ה (2014), דו"ח פיזה 2012: אוריינות בקרב תלמידים בני 15 במדעים, בקריאה ובמתמטיקה.

http://meyda.education.gov.il/files/Rama/PISA_2012_Report_ed_final.pdf

⁵¹ למשל ראמ"ה (2013), דו"ח טימס 2011: מחקר בין-לאומי להערכת הידע והמיומנויות של תלמידי כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים.

http://meyda.education.gov.il/files/Rama/TIMSS_2011_Report1.pdf

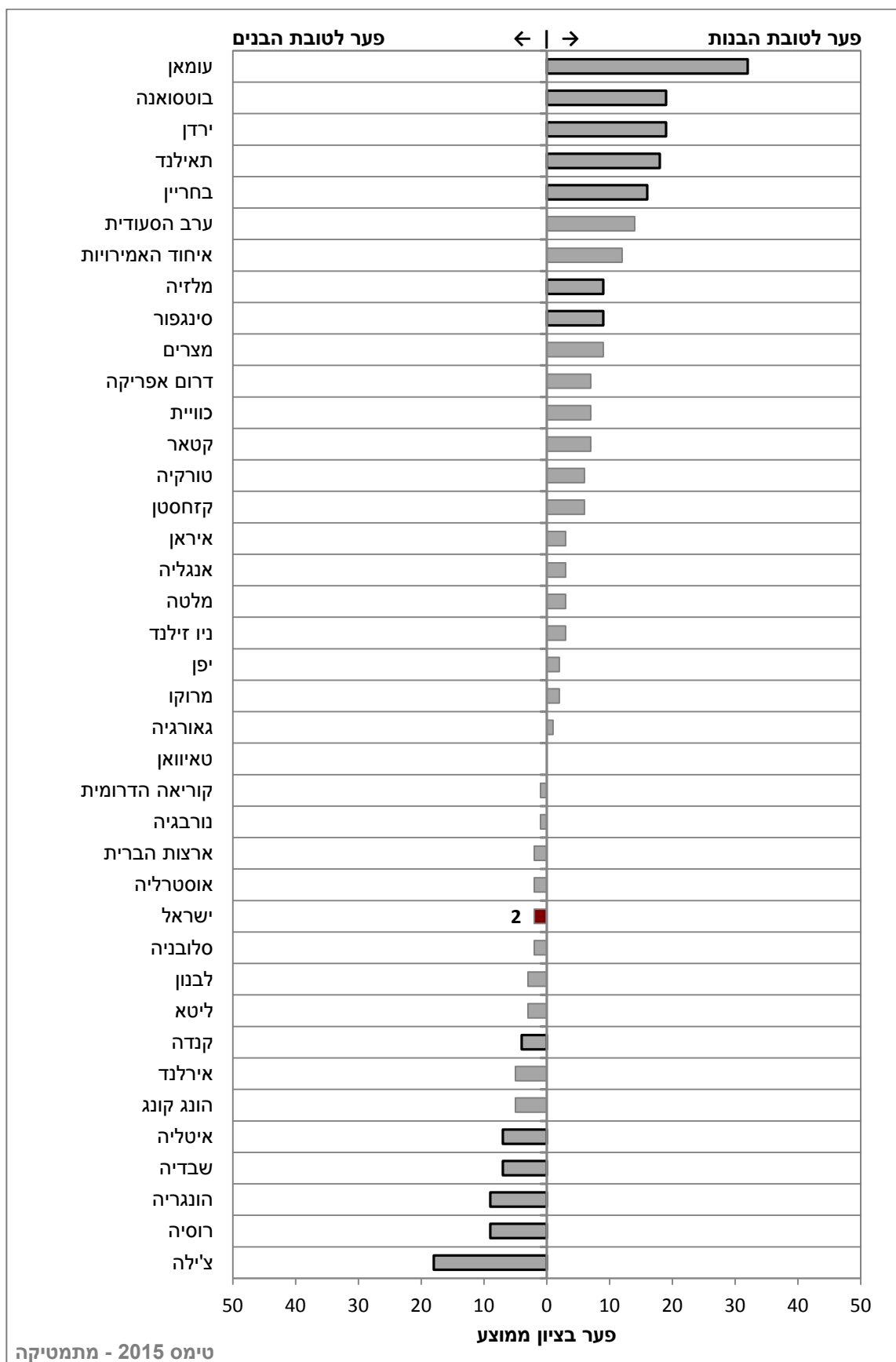
⁵² למשל ראמ"ה (2014), פערי הישגים בין בנים לבנות במתמטיקה ושפה – מה אפשר ללמוד מניתוח פערים אלו בקרב תלמידי ישראל? – גרסה בעברית ובאנגלית, וכן למשל

OECD (2013), PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I, p.75; etc.).

<https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-volume-I.pdf>

⁵³ בישראל, נמצא פער לא מובהק סטטיסטית של 2 נקודות לטובת הבנים.

תרשים 4.4: פערים בהישגים במתמטיקה בין בנות לבנים בקרב המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015



4.1.2 מגמות רב-שנתיות בהישגים במתמטיקה במחקר טימס

בתרשים 4.5 מוצגים הישגי תלמידי ישראל במתמטיקה בחמשת המחזורים של מחקר טימס שהתקיימו בשנים 1999 עד 2015,⁵⁴ תוך התייחסות לממוצע ההישגים וכן לשיעור התלמידים בקטגוריות רמות ההישג הקיצוניות - המצטיינים (ברמת הישג "הצטיינות") והמתקשים (ברמת הישג "מתחת לסף"). פירוט ממוצעי הציונים והתפלגות הציונים לפי רמות ההישג (שיעורי התלמידים בכל אחת מקטגוריות רמות ההישג) בכל מחזור מחקר, ברמה הלאומית וברמה הבין-לאומית, מוצג ב**לוח 3-ב** (בנספח לפרק זה).

ממוצע הציונים הכולל של תלמידי ישראל במתמטיקה במחזור המחקר הנוכחי (2015) גבוה ב-45 נקודות (כמחצית סטיית תקן) מזה שהושג במחזור המחקר הראשון (1999).⁵⁵ למעשה, לאורך ארבעת מחזורי המחקר הראשונים, החל מ-1999 ועד 2007, ניכרת תנודתיות בהישגים במתמטיקה בין מחזור מחקר אחד למשנהו, כאשר במחזור מחקר 2011 נרשמה עלייה חדה בממוצע ההישגים במתמטיקה (ובמדעים) ביחס למחזור 2007 שקדם לו.⁵⁶ רמת הישגים גבוהה זו במתמטיקה בקרב כלל ישראל במחזור מחקר 2011 נשמרה גם במחזור 2015. ממוצע הציונים במתמטיקה בישראל במחזור הנוכחי, 511 נקודות, נמוך אך ב-5 נקודות מממוצע הציונים במתמטיקה במחזור המחקר ב-2011, ואין ביניהם הבדל מובהק סטטיסטי. השיעור הגבוה של תלמידים מצטיינים במתמטיקה שנרשם במחזור 2011 (12%, לעומת 4%-6% בשלושת המחזורים הראשונים) נשמר במחזור 2015 (13%). גם השיעור הנמוך יחסית של תלמידים מתקשים במתמטיקה שנרשם במחזור 2011 (13%, לעומת שיעור כפול במחזור 2007) נשמר בעיקרו במחזור 2015 (16% - עלייה קלה מאוד ביחס למחזור מחקר 2011, ונמוך בהשוואה למחזור מחקר 2007). ממצאים אלו נמצאים בהלימה לממצאים על אודות הגידול הקל בפיזור ההישגים במחזור הנוכחי. יש לציין, כי בעוד שבמחזור 2011 שיעור המתקשים בישראל היה כמחצית מחציון שיעורי המתקשים במדינות המשתתפות (13% לעומת 25%, בהתאמה), הרי שבמחזור 2015 שיעור המתקשים בישראל דומה לחציון שיעורי המתקשים במדינות המשתתפות (16%, ושוב יש לסייג ולהזכיר כי הרכב המדינות מעט שונה בין שני מחזורי המחקר).

בדומה לישראל, ב-12 מדינות נוספות (מתוך 34 מדינות שהשתתפו גם במחזור מחקר 2011) לא חל שינוי משמעותי בהישגי התלמידים במתמטיקה בין 2011 ל-2015. לעומת זאת, כמעט בכל המדינות האחרות שהשתתפו במחזור מחקר 2011 (18 מתוך 21 מדינות), חל שיפור מובהק סטטיסטי בהישגי התלמידים במתמטיקה. כפועל יוצא, חלה עלייה מתונה של כ-14 נקודות בציון הממוצע של כלל המדינות שהשתתפו במחקר, מ-467 נקודות ב-2011 ל-481 נקודות ב-2015. יודגש שוב, כי הרכב המדינות המשתתפות אינו זהה בין מחזורי המחקר השונים.

למרות שממוצע הציון הכולל במתמטיקה של תלמידי ישראל נותר כמעט כשהיה, הרי שחלה ירידה קלה במיקום של ישראל במדרג המדינות בהשוואה בין מחזורי המחקר. ישראל, שהייתה ממוקמת בקבוצת המדינות שדורגו במקומות 7-12 במחזור 2011 (מתוך 42 מדינות), ממוקמת עתה בקבוצת המדינות המדורגות במקומות 10-17 במחזור 2015 (מתוך 39 מדינות). מבין שבע המדינות הדומות לישראל בממוצע

⁵⁴ במחזור 1995 השתתפה ישראל במחקר טימס, אך מדגם התלמידים בכיתות ח' (וי"ב) בשנה זו לא ייצג את כלל האוכלוסייה (כלל רק תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית) ולא עמד בדרישות הדגימה של מארגני המחקר.

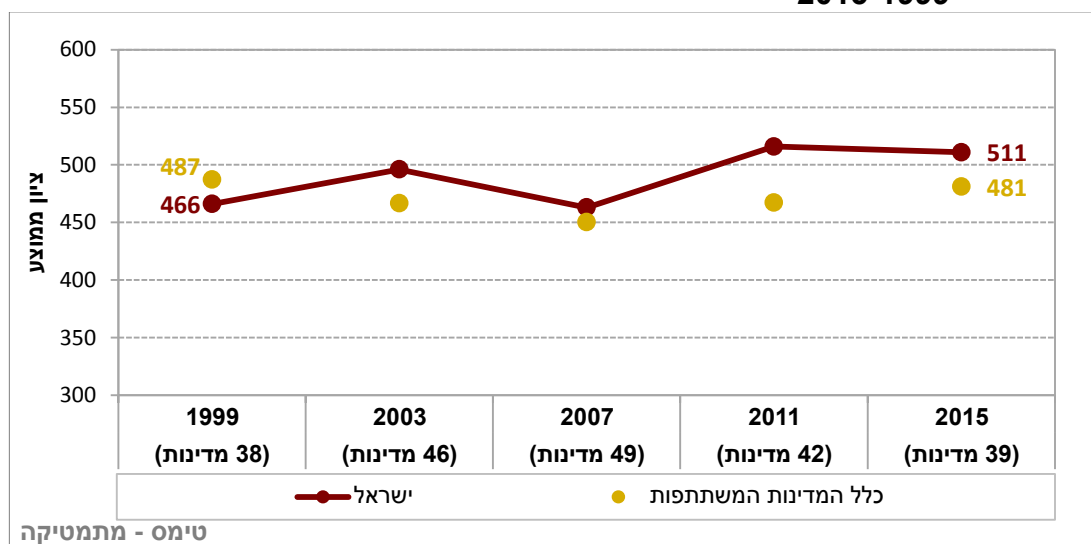
⁵⁵ חשוב להסתייג ולציין כי ההישגים במחזורי המחקר השונים בישראל עלולים להיות מושפעת משינויים מקומיים, כגון מידת ההיערכות וההכנה לקראת קיומם של המבחנים (2003), שביתות מורים בשנת המחקר (2007), הפעלת תכנית ממוקדת במערכת החינוך לקידום הישגים (2011) ועוד (להרחבה ראו פרק 7 בדוח טימס לשנת 2011). עם זאת, חשוב לבחון את המגמה הכוללת ולהשוות בין ההישגים ממחזור מחקר אחד למשנהו, גם מעבר לשני מחזורי המחקר האחרונים.

⁵⁶ העלייה הגדולה במונחי ממוצע הציונים של תלמידי ישראל (53 נקודות במתמטיקה ו-48 נקודות במדעים) במחקר טימס 2011, בהשוואה למחזור מחקר 2007, הייתה גדולה וחריגה בהשוואה למידת השיפור המקובלת בקרב מדינות המשתתפות במחזורי מחקר רצופים, והיא הובילה לחשדנות בקרב חוקרי חינוך וכלי תקשורת ולהטלת ספק בתקפות הממצאים. מכלול הגורמים שהיו עשויים להשפיע על עלייה זו בהישגים במחקר טימס 2011, על הטיית ייצוגיות המדגם ועל תוקף הממצאים – כל אלו נידונו לעומק בפרק 7 של דוח טימס 2011. להרחבה ראו:

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/TIMSS+2011.htm>

הישגיהן במתמטיקה במחזור הנוכחי, שלוש מדינות (אנגליה, ארה"ב ואוסטרליה) היו דומות בממוצע הישגיהן להישגי ישראל גם במחזור מחקר 2011 ושלוש מדינות נוספות (הונגריה, סלובניה וליטא) היו ממוקמות מתחת לישראל במדרג ההישגים אך בסמיכות רבה אליה. בכל מדינות אלה, מלבד אוסטרליה, חלה עלייה (בין שמובהקת ובין שלא) של כ-10 נקודות בממוצע ההישגים במתמטיקה בהשוואה למחזור קודם. נורבגיה, המדינה הנוספת שממוצע הישגי תלמידיה במתמטיקה במחזור המחקר הנוכחי דומה לממוצע הישגי תלמידי ישראל, מוקמה במחזור המחקר הקודם 13 מקומות מתחת לישראל, כשפרע משמעותי של 40 נקודות (לטובת תלמידי ישראל) מפריד ביניהן.⁵⁷ גם בקזחסטן, שבמחזור 2011 דורגה 10 מקומות מתחת לישראל, נרשם שיפור דרמטי של 45 נקודות בממוצע ההישגים במתמטיקה, שבעקבותיו במחזור 2015 היא מקדימה בדירוגה (7) את ישראל. כמו כן, למחזור המחקר הנוכחי הצטרפו שתי מדינות, קנדה ואירלנד, שלא השתתפו במחזור המחקר הקודם ושהישגי תלמידיהן במתמטיקה (ומדעים) גבוהים יותר משל ישראל (מדורגות 8 ו-9, בהתאמה). הצטרפותן של מדינות אלו דחקה כלפי מטה במדרג המדינות את קבוצת המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה. היות שכך, השינוי במיקום של ישראל במדרג המדינות נובע בעיקר מהצטרפות שתי מדינות שהישגי תלמידיהן גבוהים בהשוואה להישגים של התלמידים בישראל, משיפור ניכר בהישגיהן של שתי מדינות שהישגיהן ב-2011 היו נמוכים בהרבה מאלו של ישראל, ובמידה מסוימת גם מהשיפור שחל במדינות שהיו בעלות הישגים נמוכים במקצת מאלו של ישראל, ולא מירידה מובהקת בממוצע ההישגים של תלמידי ישראל.

תרשים 4.5: ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל בחמשת המחזורים של מחקר טימס 2015-1999



2015	2011	2007	2003	1999		
511	516	463	496	466	ממוצע הישגים	כלל ישראל
13%	12%	4%	6%	4%	מצטיינים (רמת הישג "הצטיינות")	
16%	13%	25%	14%	24%	מתקשים (רמת הישג "מתחת לסף")	
481	467	450	467	487	ממוצע הישגים	כלל המדינות המשתתפות
5%	3%	2%	3%	6%	מצטיינים (רמת הישג "הצטיינות")	
16%	25%	25%	16%	12%	מתקשים (רמת הישג "מתחת לסף")	

⁵⁷ ניתן להסביר, לפחות באופן חלקי, את העלייה המרשימה (37 נקודות) בציון הממוצע של תלמידי נורבגיה בין מחזורי המחקר, על ידי שינוי דרגת ההיבחנות של התלמידים בנורבגיה. במחזור המחקר 2011, תלמידי כיתות ח' השיגו ציון ממוצע של 475 נקודות. במחזור המחקר הנוכחי נבחנו תלמידי כיתות ט' (כדי שיהיו ברי השוואה למדינות פינלנד ושבדיה) והשיגו ציון ממוצע של 512 נקודות.

4.1.3 ההישגים במתמטיקה במבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל במחקר טימס 2015 במבט פנים-ישראלי. הממצאים יוצגו בעבור כלל ישראל וכן לפי הפילוחים הבאים: מגזר שפה (בסעיף 4.1.3.1); מגדר (בסעיף 4.1.3.2); רקע חברתי-כלכלי (בסעיף 4.1.3.3); וסוג הפיקוח בבתי-ספר דוברי עברית (בסעיף 4.1.3.4). הממצאים בדבר תחומי התוכן הספציפיים (מספרים, אלגברה, גאומטריה, נתונים והסתברות) יוצגו בפילוחים מפורטים פחות (בסעיף 4.1.3.5), וכך גם הממצאים לגבי שלוש המיומנויות הקוגניטיביות (ידע, יישום, חשיבה, בסעיף 4.1.3.6). הממצאים ומשמעויותיהם האפשריות יידונו בסוף פרק זה. לפירוט הציונים הממוצעים בקרב כל קבוצות האוכלוסייה בפילוחים השונים ראו **לוח נ-4** (בנספח לפרק זה). בתרשימים יוצגו הן ממוצע הציונים (בחלק העליון) והן התפלגות הציונים לפי רמות ההישג (שיעור התלמידים בכל רמת הישג, בחלק התחתון).

4.1.3.1 ההישגים במתמטיקה לפי מגזר שפה

בתרשים 4.6 מוצגים ההישגים במתמטיקה – ממוצע הציונים והתפלגות הציונים לפי רמות ההישג – בפילוח לפי מגזר שפה, קרי בחלוקה לבתי-ספר דוברי עברית ולבתי-ספר דוברי ערבית. **בתרשים 4.7** מוצגים ממוצעי הציונים ושיעורי התלמידים המצטיינים והמתקשים במתמטיקה בחמשת מחזורי מחקר טימס. פילוח ממוצעי הציונים על פי מגזרי שפה מגלה שההישגים הגבוהים במתמטיקה שנרשמו במחזור 2011 בקרב תלמידים בשני מגזרי השפה (536 נקודות בקרב דוברי העברית ו-465 נקודות בקרב דוברי הערבית) נותרו כמעט כשהיו במחזור 2015 (533 ו-460 נקודות, בהתאמה). הציונים במחזור זה משמרים את הזינוק החד בציונים, בכמחצית סטיית התקן, בהשוואה להישגים במחזור 2007 (484 ו-408 נקודות, בהתאמה). בהתאם לכך, גם פער ההישגים במתמטיקה בין מגזרי השפה נותר יציב לאורך מחזורי המחקר האחרונים, מאז 2007, ועומד על כשלושה רבעים סטיית תקן. כמו כן ראוי לציין כי בעוד הציון הממוצע של תלמידים דוברי עברית גבוה ב-52 נקודות מממוצע המדינות המשתתפות (481 נקודות), ציונם הממוצע של תלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית נמוך ממנו ב-21 נקודות.

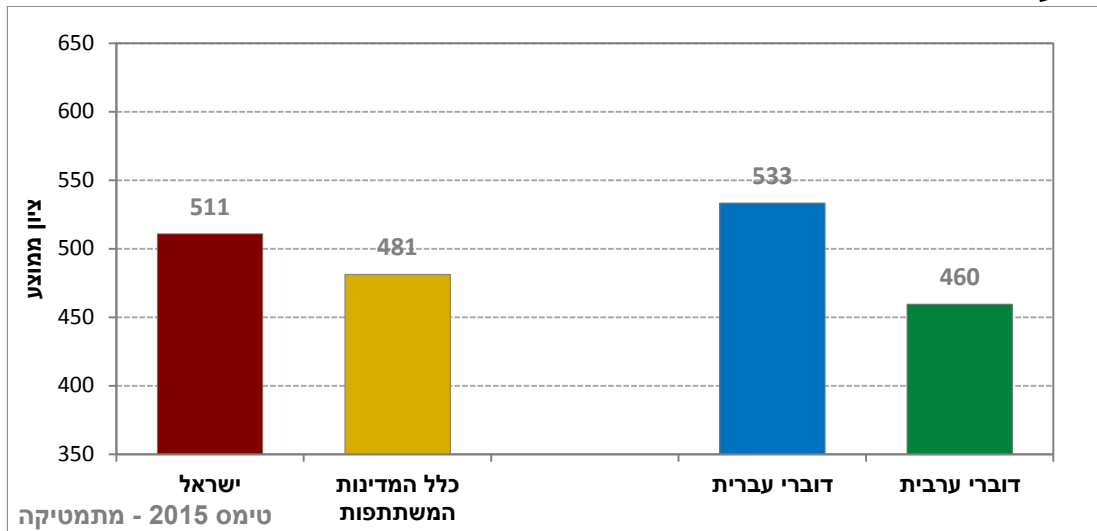
מהתפלגות הציונים במתמטיקה לפי רמות ההישג, בחלוקה לפי מגזר שפה, עולה כי בבתי-ספר דוברי ערבית רמת הישגיהם של 31% מהתלמידים היא "מתחת לסף" ושל 24% נוספים היא רמה "נמוכה", כך שלמעלה ממחצית התלמידים במגזר זה מצויים בשתי רמות ההישג הנמוכות. בבתי-ספר דוברי ערבית המצב טוב יותר: רמת הישגיהם של 9% מן התלמידים היא "מתחת לסף", ושל 17% נוספים היא רמה "נמוכה", כך שבשתי רמות ההישג הנמוכות מצויים כרבע מן התלמידים. לשם השוואה, ערכי החציון הבין-לאומי של רמות הישג אלו הם 16% ו-22%, בהתאמה (ובמצטבר, כ-38% מהתלמידים מצויים בשתי רמות ההישג הנמוכות). הפערים ניכרים בעיקר בשיעורי התלמידים המתקשים, שהישגיהם "מתחת לסף" – שיעורם בבתי-ספר דוברי ערבית מהווה כמחצית מן השיעור החציוני הבין-לאומי, ואילו שיעורם בבתי-ספר דוברי ערבית כפול ממנו. בקצה השני של רמות ההישג, שיעור המצטיינים בבתי-ספר דוברי ערבית הוא 6% בלבד, בדומה לערך החציון הבין-לאומי של רמת הישג זו (5%), לעומת שיעור גבוה פי שלושה בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית (16%). שיעורים אלו של תלמידים מצטיינים ומתקשים דומים מאוד לשיעורים המקבילים שנרשמו במחזור המחקר 2011, ומשקפים עלייה של 1%-3% בלבד.

פיזור הציונים במתמטיקה גבוה בשני מגזרי השפה בנפרד, ובעיקר במגזר דוברי הערבית (337 נקודות, לעומת 302 נקודות במגזר דוברי העברית). בהשוואה לפיזור הציונים במתמטיקה במחזור מחקר 2011, הרי שחל גידול של 14 נקודות בפיזור הציונים בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית (הפיזור עמד על 288 נקודות ב-2011), בעוד בפיזור הציונים בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית לא חל שינוי ניכר (הפיזור עמד על 334 נקודות ב-2011).

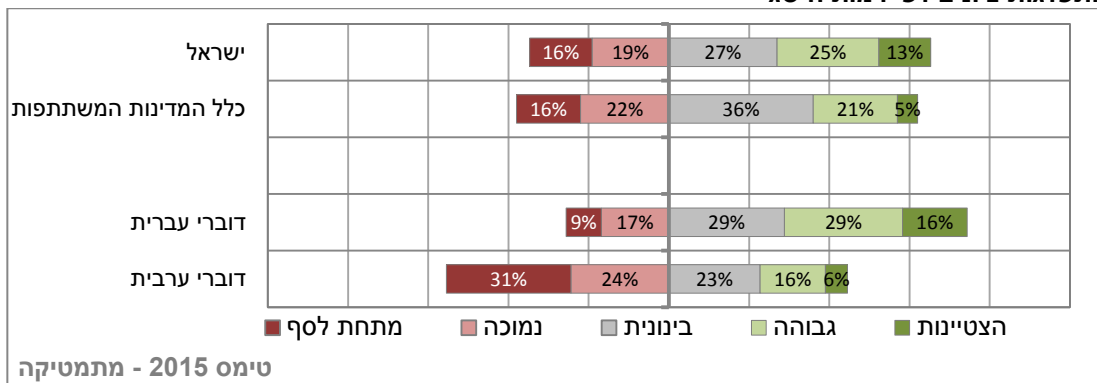
נראה אפוא כי לא ניתן לייחס את הפיזור הגדול בציונים במתמטיקה בכלל ישראל (כאמור, 332 נקודות) רק לפערים בהישגים במתמטיקה בין מגזרי השפה, שכן פיזור הציונים בכל מגזר שפה בנפרד גבוה אף הוא מממוצע פיזור הציונים בקרב המדינות המשתתפות (כאמור, 282 נקודות).

תרשים 4.6: ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה

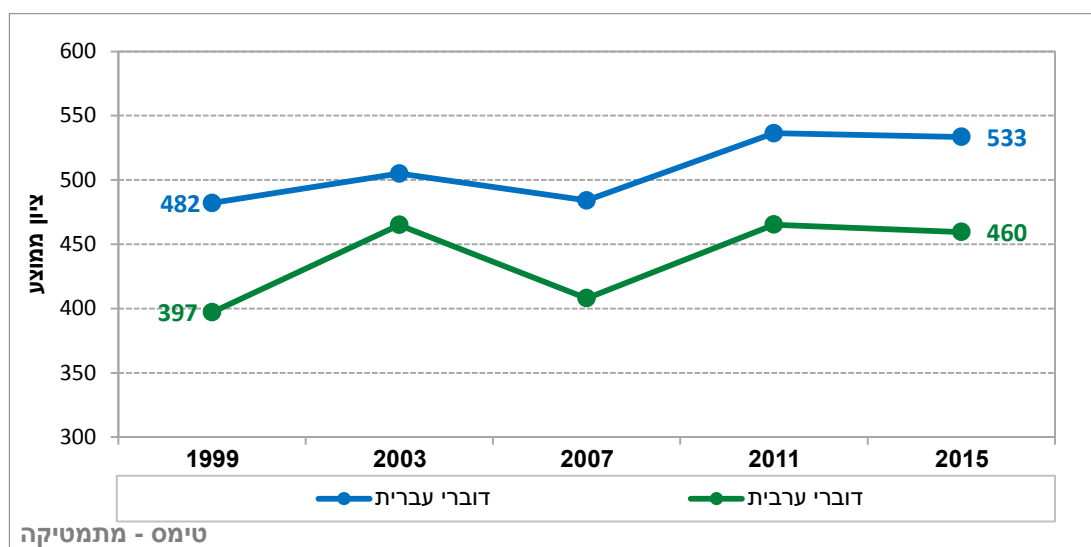
ממוצע הציונים



התפלגות ציונים לפי רמות הישג



תרשים 4.7: ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל בחמשת המחזורים של מחקר טימס 1999-2015, לפי מגזר שפה



מגזר שפה	2015	2011	2007	2003	1999	
דוברי עברית	533	536	484	505	482	מוצא הישגים
	16%	15%	5%	7%	4%	מצטיינים (רמת הישג "הצטיינות")
	9%	7%	17%	10%	19%	מתקשים (רמת הישג "מתחת לסף")
דוברי ערבית	460	465	408	465	397	מוצא הישגים
	6%	5%	1%	1%	0%	מצטיינים (רמת הישג "הצטיינות")
	31%	28%	47%	23%	51%	מתקשים (רמת הישג "מתחת לסף")

4.1.3.2 ההישגים במתמטיקה לפי מגזר

בתרשים 4.8 מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר. מתרשים זה עולה כי הן בקרב תלמידים דוברי עברית והן בקרב תלמידים דוברי ערבית אין הבדל של ממש במוצא הציונים בין הבנות לבנים. ממצא זה בקרב תלמידים דוברי ערבית מפתיע היות שלאורך שנים נרשם פער גדול יותר לטובת הבנות הן במחקר טימס והן במערכות נוספות של מבחנים רחבי היקף הנערכים בישראל (כגון פיזה, מבחני המיצ"ב ועוד).⁵⁸ אם ממצא זה מעיד על שינוי מגמה או שהוא ממצא חד-פעמי, אפשר יהיה לקבוע בשנים הבאות. כך או כך, צמצום הפער הבין-מגדרי במגזר דוברי הערבית, מ-35 נקודות במחזור מחקר טימס לשנת 2011 ל-7 נקודות בלבד במחזור המחקר הנוכחי, נובע משיפור מתון בהישגי הבנים (עלייה של 9 נקודות) לצד ירידה ניכרת ובלתי צפויה (של 19 נקודות) בהישגי הבנות.

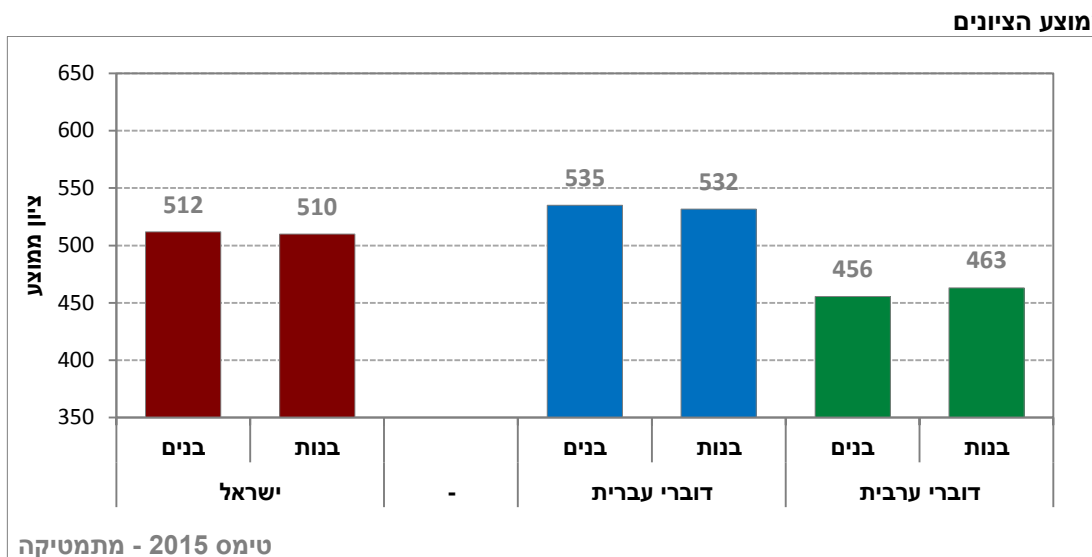
בדומה לממוצע הציונים הכללי, ממוצעי הציונים של בנים ושל בנות בבתי-ספר דוברי עברית גבוהים בכשני שלישים סטיית תקן ואף למעלה מכך בהשוואה לממוצעים המקבילים של בנים ושל בנות בבתי-ספר דוברי ערבית.

בבחינת התפלגות הציונים במתמטיקה לפי רמות הישג, בחלוקה לפי מגדר, הרי שבבתי-ספר דוברי עברית שיעור הבנים המצטיינים במתמטיקה הוא מעט גבוה יותר משיעור הבנות המצטיינות (18% לעומת 14%,

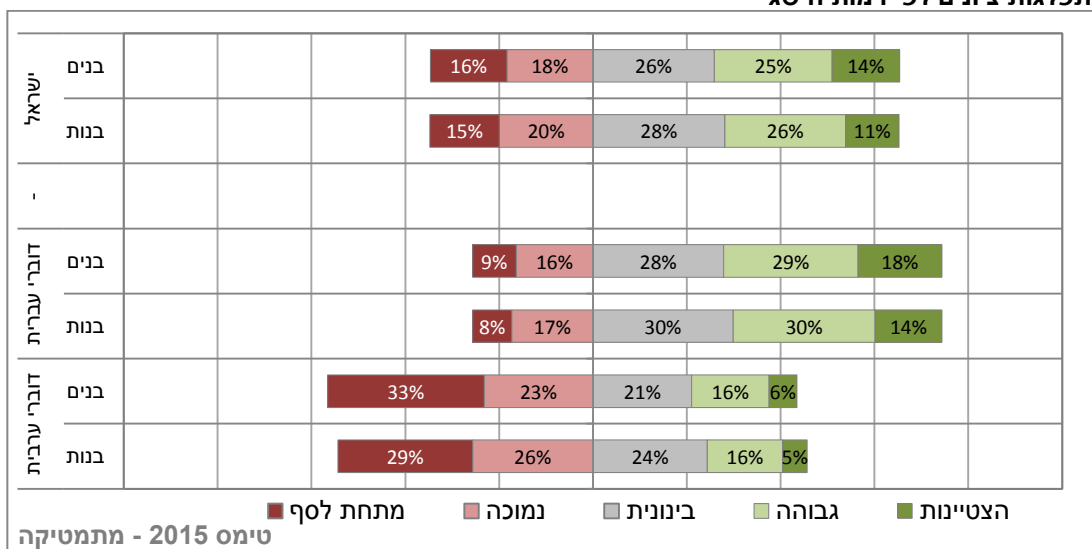
⁵⁸ למשל ראמ"ה (2014), פערי הישגים בין בנים לבנות במתמטיקה ושפה – מה אפשר ללמוד מניתוח פערים אלו בקרב תלמידי ישראל? – גרסה בעברית ובאנגלית, וכן למשל ראמ"ה (2015), מיצ"ב תשע"ה, חלק א' – מבחני הישגים:

בהתאמה). לעומת זאת בבתי-ספר דוברי ערבית, שיעורם של הבנים המתקשים, שרמת הישגיהם "מתחת לסף", גבוה יותר משיעור הבנות המתקשות (33% לעומת 29%, בהתאמה), ולצד זאת שיעורי הבנות שרמת הישגיהן "נמוכה" או "בינונית" גבוהים יותר משיעורי הבנים ברמות הישג אלו (במצטבר 50% לעומת 44%, בהתאמה).

תרשים 4.8: ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה ולפי מגדר



התפלגות ציונים לפי רמות הישג



4.1.3.3 ההישגים במתמטיקה לפי רקע חברתי-כלכלי

בחלק זה מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החברתי-כלכלי⁵⁹ של התלמיד (נמוך, בינוני וגבוה להרחבה - ראו תיבה 3.1 בפרק 3). כבר בפתח הדברים חשוב להדגיש כי בפרק זה מוצגים קשרים בין רקע חברתי-כלכלי ובין הישגים לימודיים, ואף שנמצא קשר עקבי והדוק ביניהם במחקרי חינוך שונים, הן בישראל

⁵⁹ עיבוד הנתונים ודיווח הממצאים בפרק זה מתייחסים לממד הרקע החברתי-כלכלי האישי של התלמיד. ניתוח זה שונה במקצת מהניתוח המקביל שנעשה במחזורי מחקר קודמים, בהם דווחו הנתונים תוך התייחסות לרקע חברתי-כלכלי בית-ספרי. עוד על הבדל זה ראו תת-פרקים 3.4 ו-3.6. הממד החברתי-כלכלי הבית-ספרי, ולא האישי, שימש גם במסגרת הדגימה כשכבת דגימה גלויה ולכן גם היה משמעותי במשקול הנתונים (ראו לוח 3.2 ותיבות 3.1 ו-3.3 בפרק 3).

והן במחקרים בין-לאומיים – אין בממצאים אלו כדי להעיד בהכרח על קשרי סיבה-תוצאה המתקיימים ביניהם.

בתרשים 4.9 מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי שלוש קבוצות הרקע החברתי-כלכלי בכלל ישראל ובכל מגזר שפה בנפרד. מן הנתונים המוצגים בתרשים עולה כי בקרב כלל ישראל, ככל שהרקע החברתי-כלכלי גבוה יותר, גבוהים יותר הישגי התלמידים. הפערים בממוצע הציונים במתמטיקה בין קבוצות הרקע החברתי-כלכלי הם: גבוה לעומת בינוני - 70 נקודות; בינוני לעומת נמוך - 61 נקודות; ובמצטבר, גבוה לעומת נמוך - 131 נקודות (כל הפערים הם לטובת קבוצת הרקע הגבוהה יותר). כמו כן, שיעורי התלמידים המצטיינים במתמטיקה גבוהים יותר ככל שהרקע החברתי-כלכלי גבוה יותר (3%, 9%, ו-26% בקרב תלמידים מרקע נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה), ואילו שיעורי התלמידים המתקשים נמוכים יותר (34%, 13%, ו-2%, בהתאמה). הבדלים אלו מדגישים ביתר שאת את הפערים העצומים בממוצעי הישגים בין קבוצות הרקע החברתי-כלכלי.

עוד עולה מן הנתונים כי הקשר האמור בין רקע חברתי-כלכלי ובין הישגים במתמטיקה נשמר בכל אחד ממגזרי השפה בנפרד: בבתי-ספר דוברי עברית הפער בין תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע בינוני הוא 67 נקודות, ובין תלמידים מרקע בינוני לתלמידים מרקע נמוך הוא 44 נקודות (ופער מצטבר של 111 נקודות בין תלמידים מרקע גבוה לנמוך); בבתי-ספר דוברי ערבית נמצאו פערים של 66 ו-64 נקודות, בהתאמה (ופער מצטבר של 130 נקודות). מכאן, שבמגזר דוברי הערבית הפערים בהישגים במתמטיקה בין קבוצות הרקע החברתי-כלכלי דומים בגודלם, כלומר ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי בינוני מצוי "באמצע" בין ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע גבוה וממוצע ההישגים של תלמידים מרקע נמוך, ומרוחק מהם בשיעור שווה. לעומת זאת, במגזר דוברי העברית הפער בין ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה לממוצע הישגים של תלמידים מרקע בינוני גדול פי 1.5 מהפער בין ממוצעי ההישגים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי בינוני לממוצע ההישגים של תלמידים מרקע נמוך. כלומר, ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי בינוני קרוב יותר, באופן יחסי, לממוצע ההישגים של תלמידים מרקע נמוך מאשר לממוצע ההישגים של תלמידים מרקע גבוה.

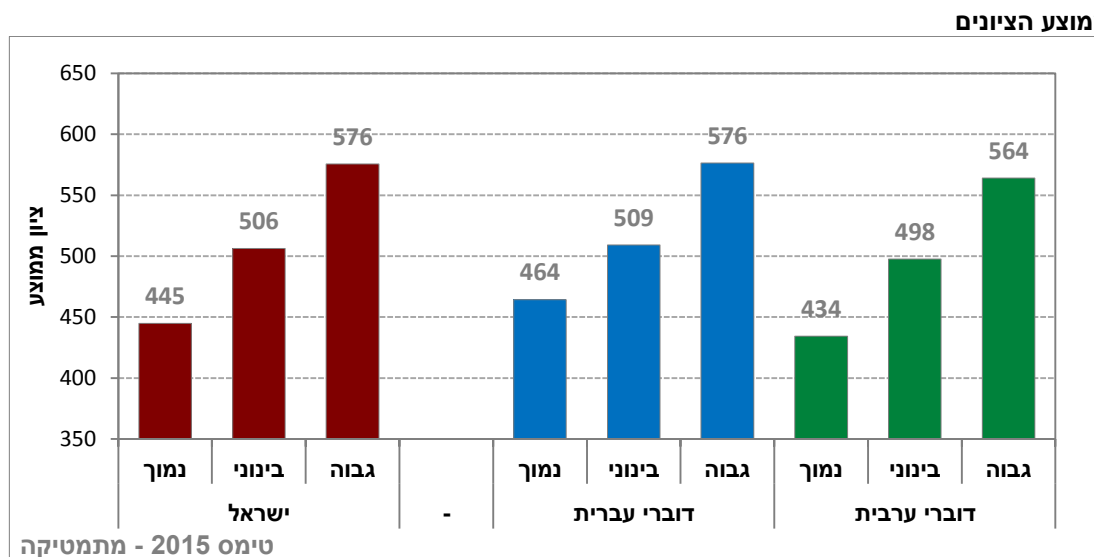
ניתוח הממצאים לפי רמות הישג מעלה תמונה דומה: בבתי-ספר דוברי עברית שיעור התלמידים המתקשים גבוה משמעותית בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך בהשוואה לתלמידים מרקע גבוה (24% לעומת 2%, בהתאמה), ושיעור המצטיינים נמוך משמעותית (3% לעומת 27%, בהתאמה). בבתי-ספר דוברי ערבית, ההבדל בין קבוצות הרקע החברתי-כלכלי בשיעורי התלמידים המתקשים בולט אף יותר: 39% בקרב תלמידים מרקע נמוך לעומת 1% בלבד בקרב תלמידים מרקע גבוה. גם בשיעורי התלמידים המצטיינים ניכר פער משמעותי, אף כי מתון יותר, בין קבוצות הרקע החברתי-כלכלי במגזר דוברי הערבית: 14% בקרב תלמידים מרקע גבוה לעומת 3% בלבד בקרב תלמידים מרקע נמוך.

השוואה בין הישגי תלמידים בשני מגזרי השפה בכל קבוצת רקע חברתי-כלכלי בנפרד חושפת תמונה מעניינת. הפער בין ממוצעי הציונים במתמטיקה של תלמידים דוברי עברית ושל עמיתיהם דוברי הערבית קטן יחסית לפער הכלל ארצי בין שני מגזרי השפה: פער של 12 נקודות בלבד בין תלמידים משני מגזרי השפה מרקע חברתי-כלכלי גבוה, פער של 11 נקודות בין תלמידים משני מגזרי השפה מרקע בינוני ופער של 30 נקודות בין תלמידים משני המגזרים מרקע נמוך. פערים אלו בכל קבוצת רקע חברתי-כלכלי קטנים במידה ניכרת מהפער בן 73 הנקודות בין ממוצעי ההישגים של כלל התלמידים דוברי העברית ושל כלל התלמידים דוברי הערבית. נראה שהדבר נובע מהבדלים הקיימים בהתפלגות הרקע החברתי-כלכלי של התלמידים בשני מגזרי השפה: בעוד בקרב דוברי העברית קיים שיעור גבוה של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה, הרי שבקרב דוברי הערבית, שיעורם של התלמידים מרקע גבוה הוא מזערי ואילו שיעור התלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך הוא גבוה.⁶⁰ הדבר מלמד כי לפחות חלק מן הפער הגדול יחסית שקיים בין ההישגים

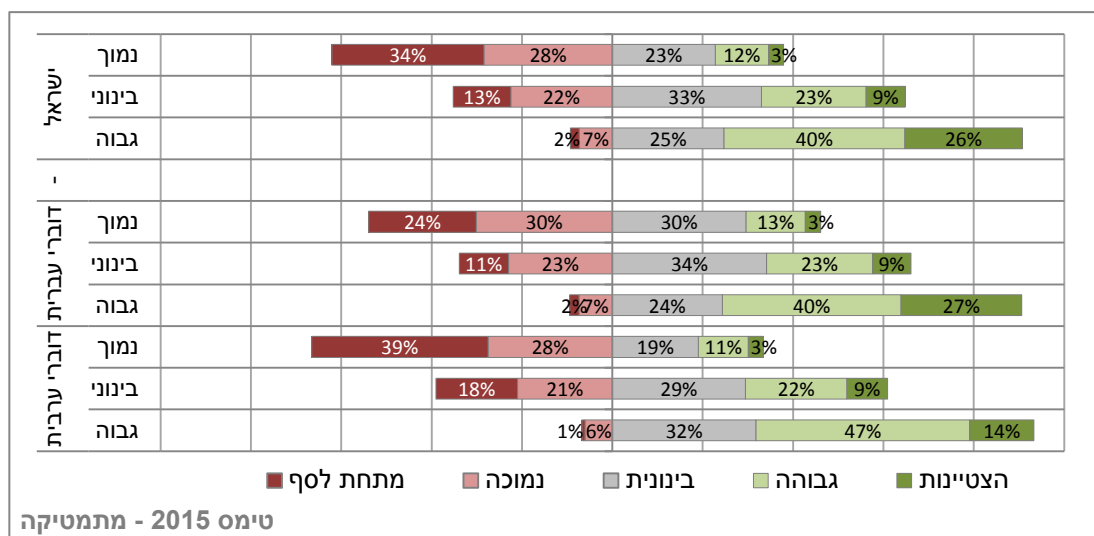
⁶⁰ השיעורים היחסיים של תלמידים בשלוש קבוצות הרקע החברתי-כלכלי שונה מאוד בשני מגזרי השפה. במגזר דוברי העברית, כשישית (16%) מהתלמידים משתייכים לקבוצת הרקע הנמוך, וכמעט מחצית (46%) מהתלמידים מרקע גבוה. לעומת זאת, במגזר דוברי הערבית, כשני שלישים (65%) מהתלמידים משתייכים לקבוצת הרקע הנמוך, ורק 6% תלמידים מרקע גבוה. נתונים אלו הם אומדנים המחושבים ממדגם טימס.

במתמטיקה בין שני מגזרי השפה מוסבר באמצעות הרקע החברתי-כלכלי של התלמידים. כפועל יוצא מכך, כאשר מחזיקים קבוע את הרקע החברתי-כלכלי בין שני מגזרי השפה, הפערים בממוצעי ההישגים במתמטיקה בין מגזרי השפה מצטמצמים במידה ניכרת.⁶¹

תרשים 4.9: ההישגים במתמטיקה של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי



התפלגות ציונים לפי רמות הישג



בהשוואה למחזור מחקר 2011, נמצאו מגמות מעורבות בקרב תלמידים מבתי-ספר דוברי עברית. מחד גיסא נרשמה עלייה קלה מאוד (של 5 נקודות) בהישגי תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה, ומאידך גיסא חלה ירידה מתונה (של 13 נקודות) בהישגי תלמידים מרקע נמוך. לא חל שינוי של ממש בהישגי תלמידים מרקע

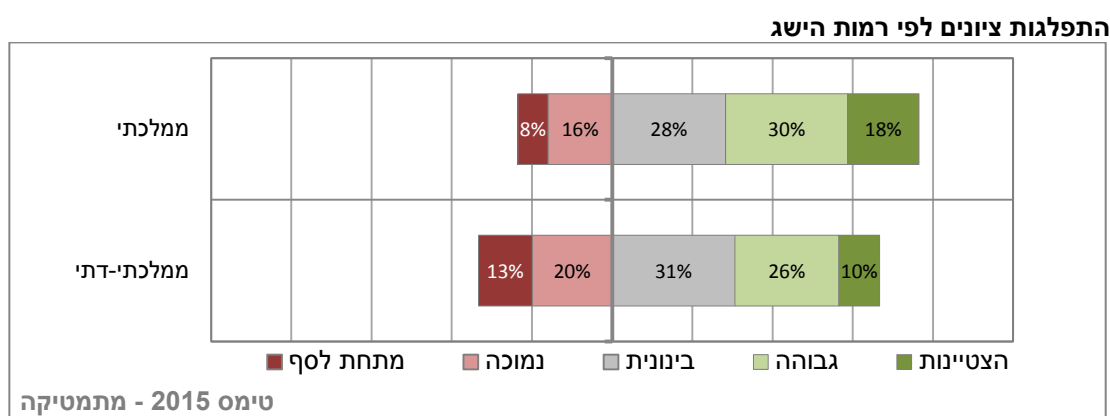
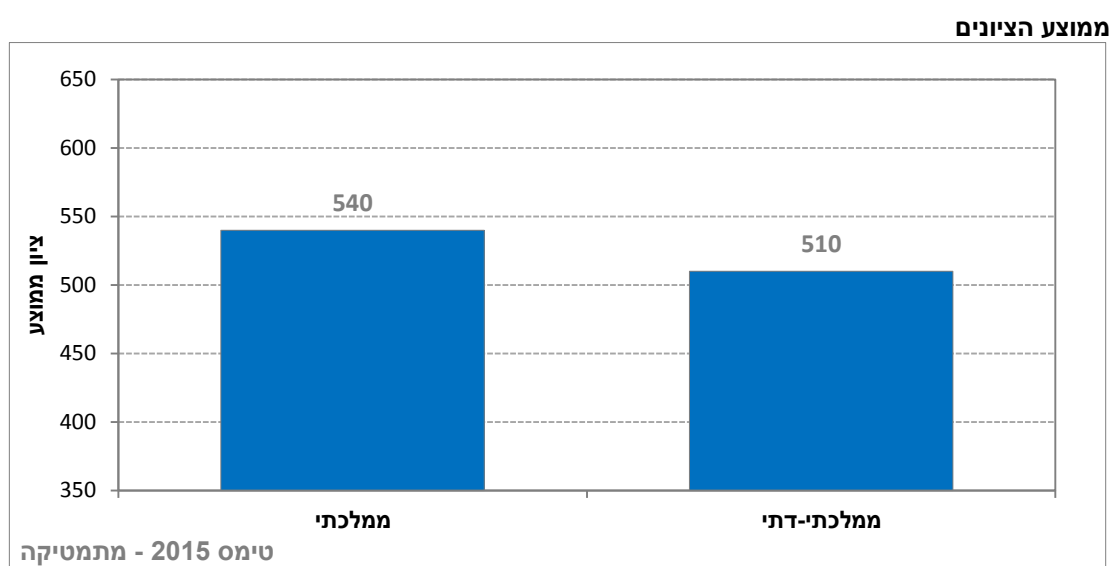
⁶¹ תמונה דומה נרשמת גם בבחינות המיצ"ב, אך לא נרשמת במחקר פיזה. ייתכן כי הדבר קשור בכך שהן מבחני הטימס והן מבחני המיצ"ב בודקים את רמת השליטה של התלמידים בתחומי המתמטיקה (והמדעים), תוך התייחסות לתכנית הלימודים, ואילו מבחני הפיזה בודקים אוריינות מתמטית (או מדעית) ויכולת יישום של ידע ולא דווקא את עצם רכישתו. מעבר לכך, יש לזכור כי בפיזה נבחנת שכבת גיל בוגרת יותר (בני 15), והמדד החברתי-כלכלי מחושב בדרך מעט שונה על בסיס דיווח עצמי.

בינוני. בקרב תלמידים מבתי-ספר דוברי ערבית חלו ירידות קלות (6 נקודות) עד מתונות (12 נקודות) בהישגי תלמידים מרקע חברתי-כלכלי בינוני ונמוך, בהתאמה.⁶²

4.1.3.4 ההישגים במתמטיקה לפי סוג הפיקוח בבתי-ספר דוברי עברית

בחלק זה מוצגים ההישגים במתמטיקה של תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית בלבד, בחלוקה לבתי-ספר בפיקוח ממלכתי ולבתי-ספר בפיקוח ממלכתי-דתי (להלן ממ"ד). מתרשים 4.10 עולה כי ממוצע ההישגים של תלמידים בבתי-הספר שבפיקוח ממלכתי גבוה ב-30 נקודות, שהן כשליש סטיית תקן מממוצע ההישגים של תלמידים בבתי-הספר שבפיקוח ממ"ד. פער דומה נמצא במחזור טימס 2011.⁶³ פער זה נחשב גדול למדי, ומתבטא גם בכך שבבתי-הספר בפיקוח ממלכתי, בהשוואה לאלו שבפיקוח ממ"ד שיעור התלמידים המצטיינים גבוה יותר (18% לעומת 10%, בהתאמה) ושיעור המתקשים נמוך יותר (8% לעומת 13%, בהתאמה).

תרשים 4.10: ההישגים במתמטיקה של תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית בישראל, לפי סוג פיקוח



⁶² לא מוצגת השוואה של הישגי תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה בבתי-ספר דוברי ערבית בשל גודלו הקטן של פלח אוכלוסייה זה במחזור 2011.

⁶³ גם במבחן המיצ"ב במתמטיקה, לא ניכר שינוי בין מחזור תשע"א למחזור תשע"ה בפער בין הישגי תלמידי כיתות ח' בבתי-ספר בפיקוח ממלכתי ואלו שבפיקוח ממלכתי-דתי.

4.1.3.5 ההישגים במתמטיקה לפי תחומי התוכן

במחקר טימס מחושבים, נוסף על הציון הכולל במתמטיקה, גם ארבעה תת-ציונים המשקפים שליטה בתחומי תוכן מתמטיים: התחום המספרי, אלגברה, גאומטריה, עיבוד נתונים והסתברות. תיאור מפורט של תחומי התוכן במתמטיקה, כמו גם ביטויים בתכנית הלימודים במתמטיקה, מובא בפרק 2.

בתרשים 4.11 מוצגים ההישגים של תלמידי ישראל בארבעת תחומי התוכן, בחלוקה לפי מגזר שפה, ובהשוואה לתלמידים בכלל המדינות שהשתתפו במחקר. מן התרשים עולה כי בכל תחומי התוכן פרט לגאומטריה, ממוצע הציונים של תלמידי ישראל גבוה בכשליש סטיית התקן מממוצע המדינות המשתתפות, ואילו בגאומטריה הפער קטן יותר ועומד על כעשירית סטיית תקן בלבד. ממצאים אלו הם עדות לכך שבישראל נרשמים הישגים גבוהים יחסית בתחומי המתמטיקה, למעט בתחום הגאומטריה. יש לציין כי בעוד בקרב כלל ישראל לא נרשם שינוי מובהק בממוצעי הציונים בארבעת תחומי התוכן, בהשוואה למחזור המחקר הקודם (2011), הרי שבממוצע במדינות המשתתפות חלה עלייה של כ-15 נקודות בממוצעי כל אחד מהתחומים. נזכור כי הרכב המדינות המשתתפות איננו זהה בין מחזורי המחקר השונים.

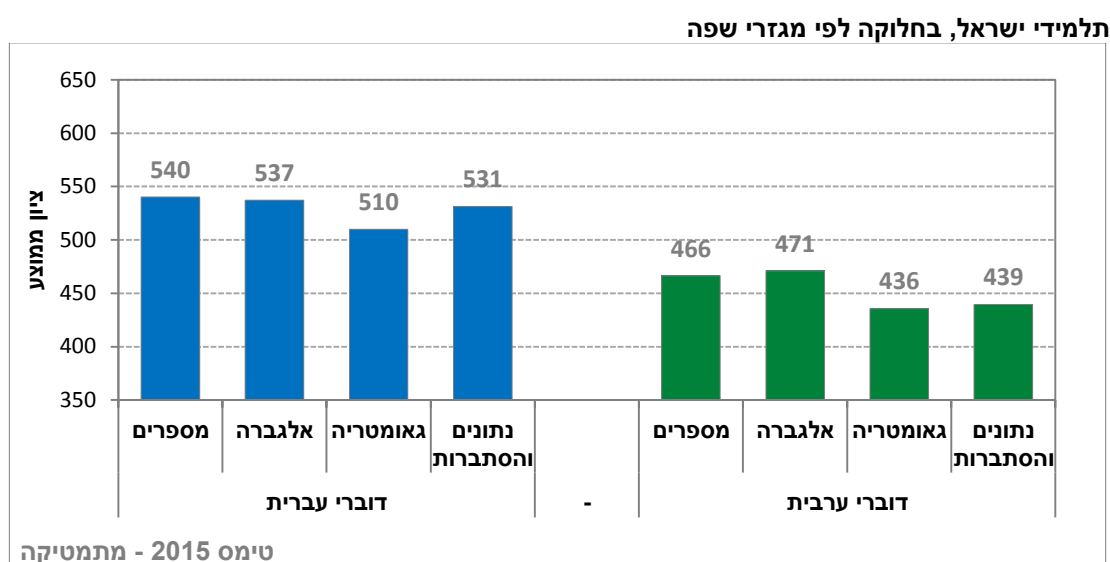
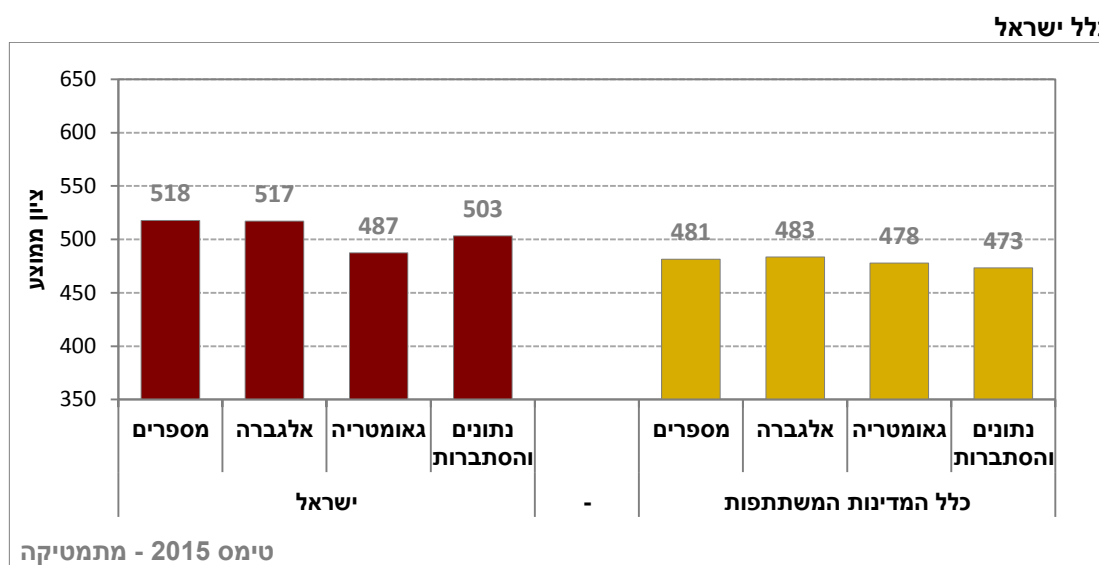
במבט פנים-ישראלי, ממוצעי ציוני התלמידים בתחומים מספריים ואלגברה גבוהים במובהק מן הממוצע הכללי הישראלי במתמטיקה (ב-7 וב-6 נקודות, בהתאמה), ואילו בתחומים נתונים והסתברות ובייחוד בגאומטריה הם נמוכים ממנו במובהק (ב-8 וב-24 נקודות, בהתאמה). השוואה אל שבע המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה מגלה כי הציון הממוצע בישראל בתחום האלגברה הוא גבוה יחסית, שני רק לארה"ב, ואילו הציונים הממוצעים בתחומים גאומטריה ונתונים והסתברות הם הנמוכים ביותר. הפער הגדול ביותר בין הממוצע הארצי הכללי במתמטיקה ובין הממוצע בתחום גאומטריה נרשם בישראל.⁶⁴ ממכלול הממצאים, הן במבט פנים-ישראלי והן ביחס למדינות שדומות בממוצע הישגיהן במתמטיקה לישראל, עולה תמונה שלפיה בישראל תחום האלגברה מהווה חוזקה יחסית, ואילו תחום הגאומטריה מהווה חולשה יחסית. פירוט הציונים הממוצעים בתחומי התוכן השונים בכל המדינות שהשתתפו במחקר מוצג בלוח נ-2, בנספח לפרק זה.

עוד עולה מתרשים 4.11 שהפערים בין תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית ובין עמיתיהם בבתי-ספר דוברי ערבית בתחומים מספריים וגאומטריה דומים לפער הבין-מגזרי בממוצע הציון הכולל במתמטיקה – כשלושה רבעים סטיית תקן; באלגברה הפער מעט קטן יותר (66 נקודות), אך בתחום נתונים והסתברות הפער בין המגזרים גדול יותר (92 נקודות). ועדיין, פער גדול זה בתחום נתונים והסתברות משקף צמצום ביחס לפער המקביל במחזור 2011 (105 נקודות). השוואת יתר הפערים הבין-מגזריים לפערים המקבילים במחזור המחקר הקודם, מעלה כי הפער בתחום הגאומטריה התרחב (מ-58 נקודות במחזור מחקר 2011 ל-74 נקודות במחזור המחקר הנוכחי), ואילו בפערים בתחומי המספריים והאלגברה לא חל שינוי של ממש.

בתרשים 4.12 מוצגים ההישגים בארבעת תחומי התוכן בפילוח לפי מגדר, בכלל האוכלוסייה ובחלוקה למגזרי שפה. מתרשים זה עולה כי בעבור כלל תלמידי ישראל – למעט בתחום המספריים, שבו קיים פער מובהק סטטיסטית של 15 נקודות לטובת הבנים – אין הבדלים מובהקים בין ממוצעי הציונים של בנים ושל בנות בתחומי התוכן השונים. בהשוואה למחזור המחקר הקודם, הרי שלרוב חלו ירידות קלות (6 עד 10 נקודות) בהישגי הבנים והבנות בנפרד בתחומי התוכן השונים, כשחריגים לכך הם: עלייה קלה בהישגי הבנים בתחום המספריים, היעדר שינוי בהישגי הבנים בתחום האלגברה, וירידה ניכרת בהישגי הבנות בתחום נתונים והסתברות.

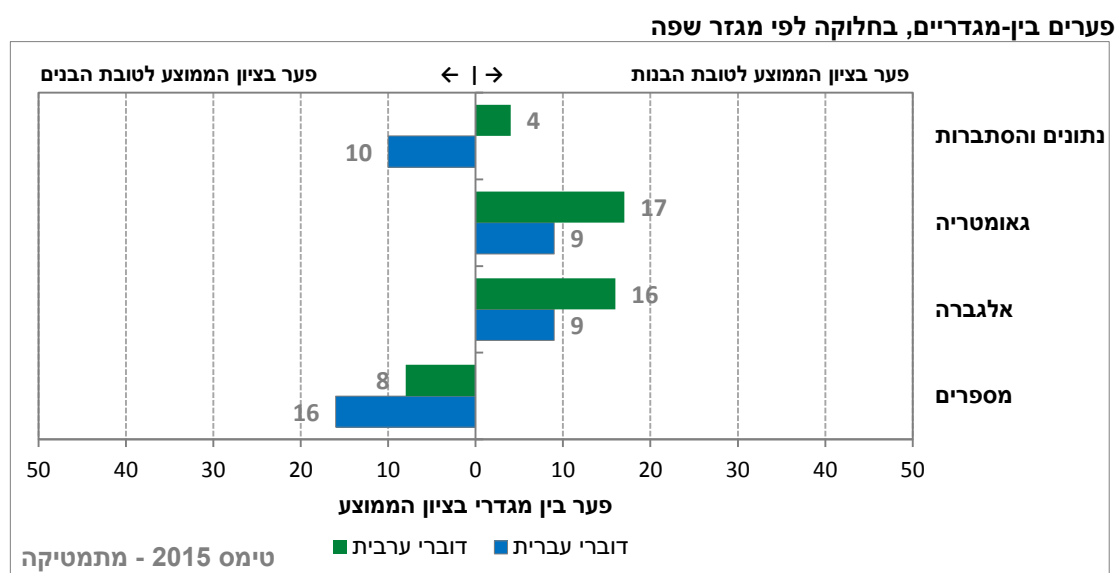
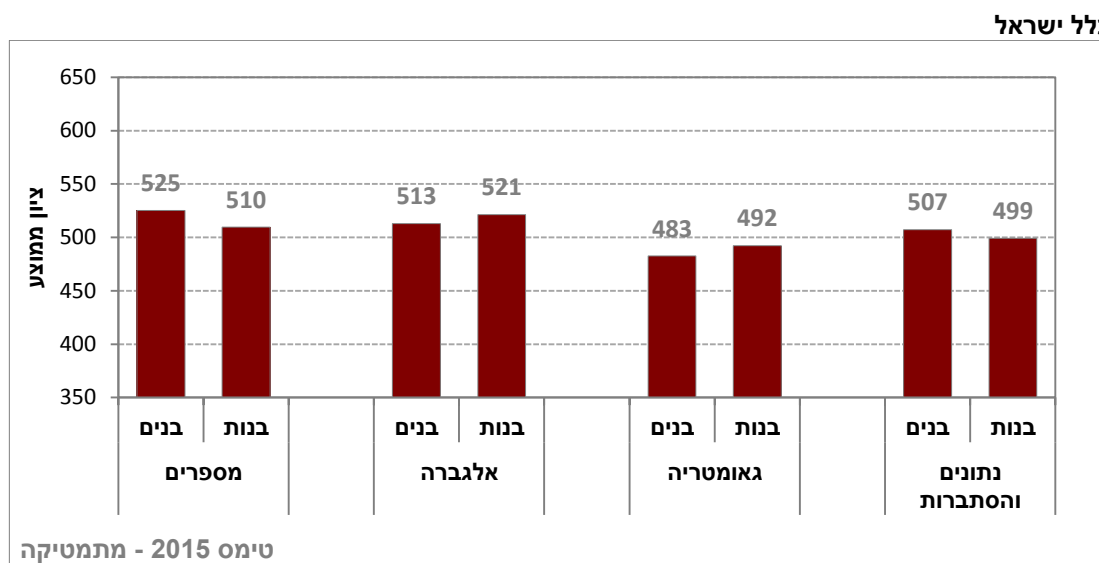
⁶⁴ מעניין לציין כי הפערים הגדולים ביותר בין הממוצע הארצי הכללי במתמטיקה ובין ממוצעי הציונים בשלושת תחומי התוכן נרשמו בנורבגיה (מבין שבע המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה).

תרשים 4.11: ההישגים במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה



כאשר מפלחים את ההישגים לפי מגדר בתוך כל מגזר שפה מתקבלת תמונה מורכבת ביחס לפערים הבין-מגדריים. בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית, רק בתחום המספרים נמצא פער מובהק של 16 נקודות לטובת הבנים, בעוד ביתר תחומי התוכן לא נרשמו הבדלים בין-מגדריים (נמצאו פערים שאינם מובהקים סטטיסטית: פער של כ-10 נקודות, בתחומי האלגברה והגאומטריה לטובת הבנות ובתחום נתונים והסתברות לטובת הבנים). פערים לא מובהקים ודומים יחסית בגודלם נמצאו גם במחזור טימס 2011. בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית לא נרשמו הבדלים בין-מגדריים (נמצאו פערים שאינם מובהקים סטטיסטית: פער של כ-17 נקודות בתחומי גאומטריה ואלגברה ופער של 4 נקודות בתחום הנתונים והסתברות לטובת הבנות, לעומת פער של 8 נקודות בתחום המספרים לטובת הבנים). פערים אלו קטנים משמעותית ביחס לפערים המקבילים במחזור המחקר הקודם. הצמצום בפערים בין הישגי הבנים והבנות בכל תחומי התוכן (למעט גאומטריה) במגזר דוברי הערבית נובע מעלייה מתונה בהישגי הבנים (12-17 נקודות בכל אחד משלושת תחומי התוכן) ולצידה ירידה מתונה בהישגי הבנות (13-18 נקודות). בתחום גאומטריה חלה ירידה גדולה בהישגי הבנות (28 נקודות) לצד ירידה קלה בהישגי הבנים (9 נקודות).

תרשים 4.12: ההישגים במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן לפי מגדר, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה



4.1.3.6 ההישגים במתמטיקה לפי המיומנויות הקוגניטיביות

במחקר טימס מחושבים גם שלושה תת-ציונים המשקפים שליטה במיומנויות קוגניטיביות במתמטיקה: ידע, יישום והנמקה.⁶⁵ תיאור מפורט של המיומנויות הקוגניטיביות במתמטיקה, כמו גם ביטוי בתכנית הלימודים במתמטיקה, מובא בפרק 2.

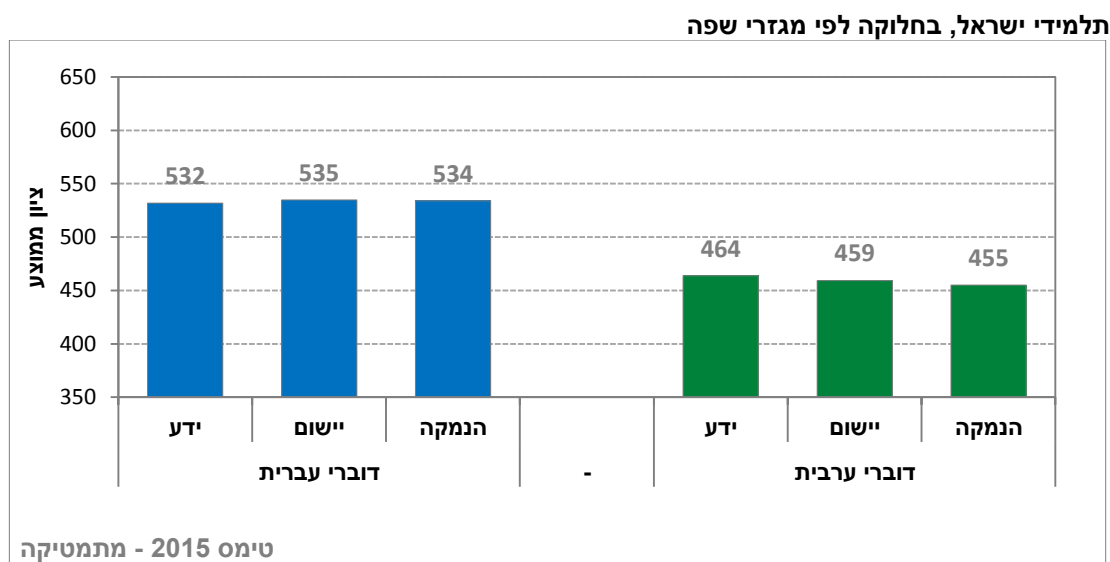
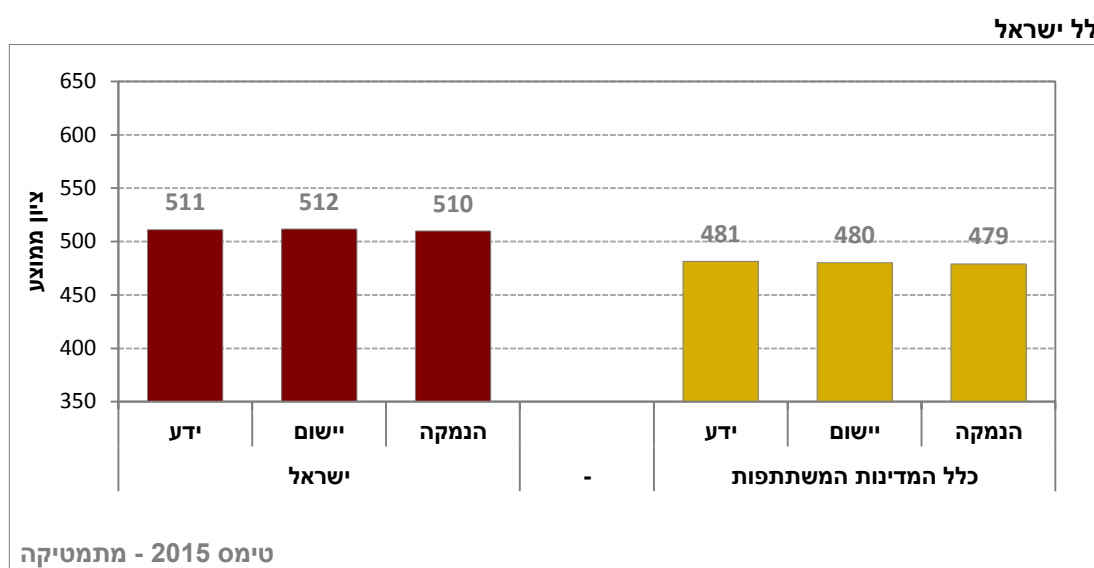
בתרשים 4.13 מוצגים ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות של תלמידי ישראל, בחלוקה לפי מגזר שפה, ובהשוואה לתלמידים בכלל מדינות שהשתתפו במחקר. מן התרשים עולה כי ממוצעי ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות בקרב כלל ישראל גבוהים בכשליש סטיית תקן מממוצעי המדינות המשתתפות, שעומדים על כ-480 נקודות. ממוצעים אלו דומים למקביליהם ממחזור המחקר הקודם. כמו כן, בישראל אין הבדל של ממש בין ממוצעי הציונים בשלוש המיומנויות.

⁶⁵ ידע (Knowing), יישום (Applying) והנמקה (Reasoning). האחרון נקרא בדוחות קודמים "חשיבה".

פירוט הציונים הממוצעים במיומנויות הקוגניטיביות השונות בכל המדינות שהשתתפו במחקר מוצג בלוח נ-2, בנספח לפרק זה. מבין המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה, הציונים הממוצעים של תלמידי ישראל במיומנויות יישום והנמקה היו מבין הנמוכים ביותר, שניים רק לאוסטרליה ביישום ולליטא בהנמקה. הדבר מצביע על חולשה יחסית של תלמידי ישראל בשתי מיומנויות אלו, ביחס למדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה.

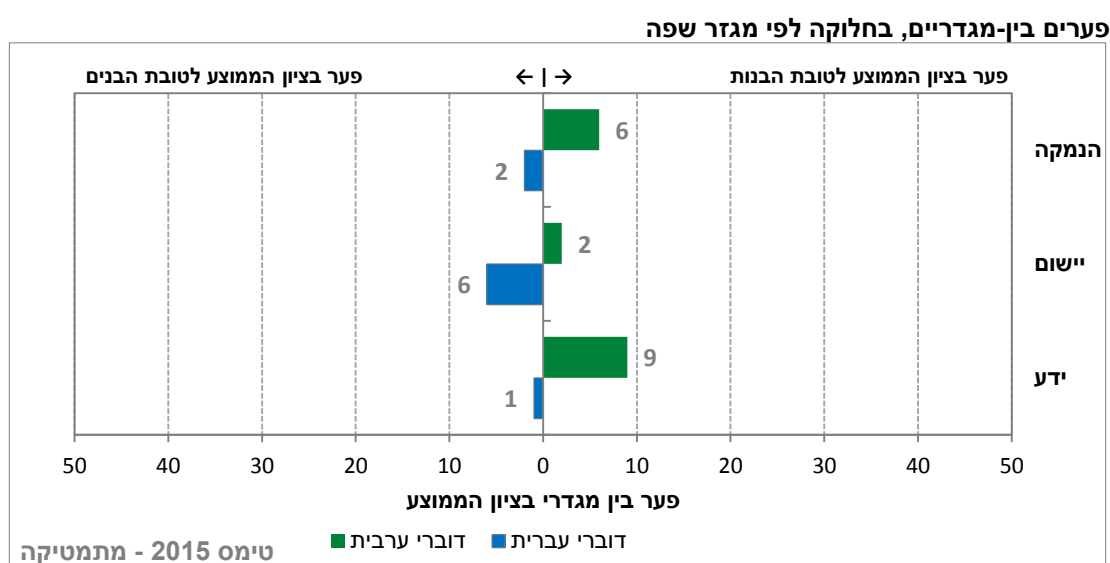
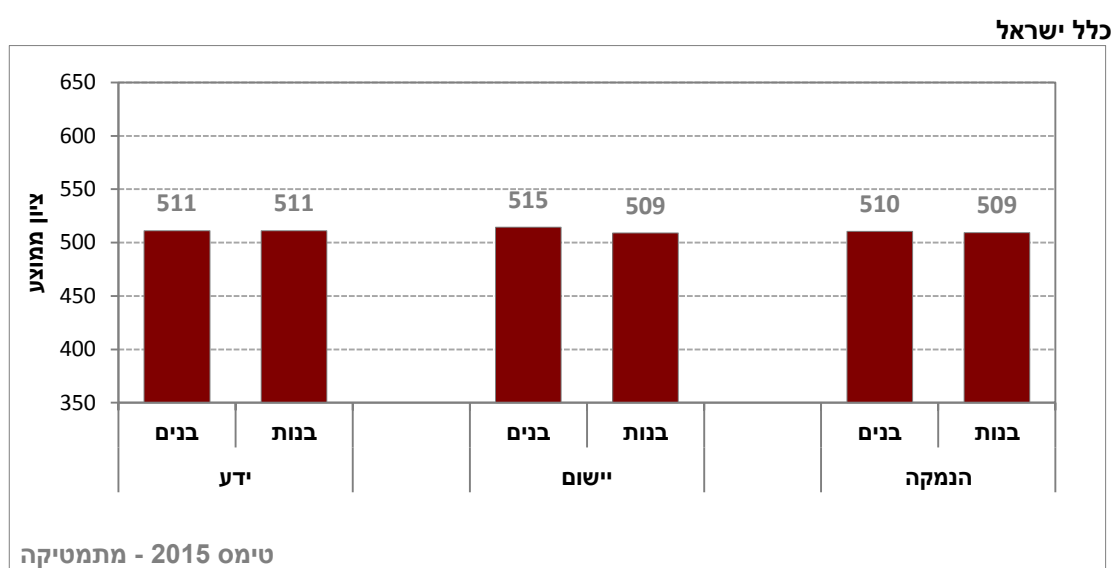
הפערים בציונים הממוצעים בין תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית לתלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית דומים יחסית בגודלם – כשלושה רבעים סטיית תקן לערך - בדומה לפער בציון הכללי במתמטיקה בין שני מגזרי השפה. כמו כן, בכל מגזר שפה בנפרד ממוצעי הציונים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות דומים מאוד זה לזה, ובייחוד בולט הדבר במגזר דוברי העברית.

תרשים 4.13: ההישגים במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה



בתרשים 4.14 מוצגים ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות בפילוח לפי מגדר, בכלל האוכלוסייה ובחלוקה למגזרי שפה. בקרב כלל תלמידי ישראל אין הבדל של ממש בהישגים בין המגדרים בכל שלוש המיומנויות. כאשר מפלחים את ההישגים לפי מגדר בתוך כל מגזר שפה, לרוב מתקבלת בשני המגזרים תמונה דומה לזו שהתקבלה בנוגע לציון הכולל במתמטיקה: הישגי הבנים והבנות בשלוש המיומנויות כמעט זהים (פערים של 1-6 נקודות לטובת הבנים בכל אחת מן המיומנויות בקרב תלמידים דוברי עברית, ופערים של 2-9 נקודות לטובת הבנות בכל אחת מהמיומנויות בקרב תלמידים דוברי ערבית). הפערים הבין-מגדריים בקרב תלמידים דוברי עברית דומים בגודלם (אם כי לא בכיוונם) לפערים שנרשמו במחזור המחקר הקודם. מנגד, הפערים הבין-מגדריים בקרב התלמידים דוברי ערבית קטנים יותר ביחס לאלו שנרשמו במחזור המחקר הקודם (ב-2011 נרשמו פערים של כשליש סטיית תקן לטובת הבנות). הצמצום בפערים בין הישגי הבנות והבנים במיומנויות הקוגניטיביות במתמטיקה במגזר דוברי הערבית נובע מעלייה בהישגי הבנים (10 נקודות במיומנות ידע ו-16 נקודות במיומנות יישום) ולצידה ירידה בהישגי הבנות (14-17 נקודות בכל אחת מן המיומנויות).

תרשים 4.14: ההישגים במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות לפי מגדר, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה



4.1.4 סיכום ההישגים בתחום המתמטיקה

- ממוצע ההישגים במתמטיקה של כלל נבחני טימס 2015 בישראל הוא 511 נקודות. ציון ממוצע זה מציב את ישראל במקום ה-16 מתוך 39 המדינות שהשתתפו במחקר כאשר אין הבדל מובהק מבחינת ממוצע הציונים בין ישראל למדינות המדורגות במקומות 10 עד 17.
- בישראל בכלל ובקרב תלמידים דוברי עברית בפרט, שיעור התלמידים המצטיינים במתמטיקה (שהישגיהם ברמת "הצטיינות") הוא גבוה. ישראל מדורגת במקום שמיני מבחינת שיעור התלמידים המצטיינים, והיא הראשונה מבין שבע המדינות הדומות לה בממוצע ההישגים במתמטיקה. מצד שני, שיעור התלמידים המתקשים במתמטיקה (שרמת הישגיהם "מתחת לסף") גבוה אף הוא, ובייחוד בקרב תלמידים דוברי ערבית. שיעור התלמידים המתקשים בישראל הוא הגבוה ביותר מבין 21 המדינות שממוצע הישגיהן במתמטיקה גבוה מממוצע המדינות המשתתפות.
- השיעורים הגבוהים של תלמידים מצטיינים ושל תלמידים מתקשים משקפים את הפיזור הגדול בהישגים במתמטיקה בישראל, השלישי בגודלו מבין המדינות המשתתפות במחקר.
- מבט רב-שנתי מלמד כי רמת ההישגים הגבוהה במתמטיקה שנרשמה במחזור 2011 נשמרה במחזור 2015 (לצד ירידה קלה במדרג המדינות). זאת הן בהתייחס לכלל האוכלוסייה והן בכל מגזר שפה בנפרד. יציבות זו בהישגים חלה לאחר עלייה ניכרת בהישגים שנרשמה ב-2011 ביחס למחזורי המחקר הקודמים.
- במבט פנים-ישראלי, פילוח הנתונים לפי משתני רקע מעלה את הממצאים העיקריים הבאים:
 - (1) פער הישגים של כשלושה רבעים סטיית תקן בין שני מגזרי השפה לטובת התלמידים בבתי-ספר דוברי עברית. בהתאם לכך, שיעור המצטיינים בבתי-ספר דוברי עברית גבוה כמעט פי שלושה, ואילו שיעור התלמידים שהישגיהם "מתחת לסף" גבוה פי 3.5 בבתי-ספר דוברי ערבית;
 - (2) היעדר פער של ממש בין הישגי הבנים והבנות בכלל בתי-הספר בישראל, ואף בכל מגזר שפה בנפרד;
 - (3) בכלל האוכלוסייה ובכל מגזר שפה בנפרד, ככל שהרקע החברתי-כלכלי של התלמידים גבוה יותר, כך גם גבוהים הישגיהם במתמטיקה. קיים פער של למעלה מסטיית תקן שלמה בין ממוצע הציונים של תלמידים מרקע גבוה לזה של תלמידים מרקע נמוך (112 נקודות בקרב דוברי עברית ו-130 נקודות בקרב דוברי ערבית);
 - (4) בתוך כל קבוצת רקע חברתי-כלכלי בנפרד, פערי ההישגים בין מגזרי השפה מצטמצמים, בעיקר בקרב תלמידים מרקע גבוה או בינוני, אך גם בקרב תלמידים מרקע נמוך;
 - (5) בבתי-ספר דוברי עברית – קיים פער של כשליש סטיית תקן בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לתלמידי הפיקוח הממ"ד, לטובת תלמידי הפיקוח הממלכתי.
- מניתוח ההישגים בתחומי התוכן השונים, בראיה פנים-ישראלית וביחס למדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה, עולה תמונה שלפיה תחום האלגברה מהווה חוזקה יחסית, ואילו תחום הגאומטריה מהווה חולשה יחסית.
- מניתוח ההישגים במיומנויות הקוגניטיביות עולה כי בקרב כלל האוכלוסייה אין פער של ממש בהישגים במיומנויות השונות. זאת הן בקרב כלל התלמידים והן בקרב כל מגזר שפה בנפרד.

4.2 הישגי ישראל במדעים

4.2.1 מבט בין-לאומי

4.2.1.1 ההישגים במדעים

בתרשים 4.15 מוצגים ממוצעי ההישגים במדעים ב-39 המדינות שהשתתפו במחזור המחקר ב-2015. המדינות מוצגות בסדר יורד לפי ממוצע הישגיהן. המדינות בעלות ממוצעי ההישגים הגבוהים ביותר הן מדינות ממזרח אסיה: קרי סינגפור, יפן, וטאיוואן (597, 571, ו-569 נקודות, בהתאמה). המדינות בעלות ממוצעי ההישגים הנמוכים ביותר הן דרום אפריקה, מצרים, בוטסואנה, מרוקו, ערב הסעודית ולבנון (358, 371, 392, 393, 396, ו-398 נקודות, בהתאמה). ממוצע הציון הכולל במדעים בישראל הוא 507 נקודות.⁶⁶ ממוצע זה גבוה באופן מובהק סטטיסטית מממוצע הציונים הכולל של 39 המדינות שהשתתפו במחזור המחקר הנוכחי שעומד על 486 נקודות (להלן "ממוצע המדינות המשתתפות"). על פי ממוצע זה ישראל מדורגת במקום ה-19 במדרג המדינות שהשתתפו במחקר על פי ממוצע הישגיהן במדעים.

העמודות המובלטות ברקע ורוד **בתרשים 4.15** מייצגות מדינות שממוצע הישגי תלמידיהן אינו שונה במובהק מהבחינה הסטטיסטית מן הציון הממוצע של תלמידי ישראל. אפשר לראות כי מבחינה סטטיסטית אין הבדל בין ממוצע ההישגים בישראל ובין ממוצעי ההישגים בקבוצת המדינות המדורגות במקומות 16 עד 20 במדרג המדינות שהשתתפו במחקר. עם מדינות אלו נמנות ניו זילנד, אוסטרליה, נורבגיה, ואיטליה, והן יכולו בדוח זה "מדינות דומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים".⁶⁷ מדינות אלו ישמשו בהמשך הדוח בסיס להשוואה עם ישראל במדדים שונים. הציונים הממוצעים בקרב כלל המדינות המשתתפות מוצגים בפירוט ב**לוח 5-נ** (בנספח לפרק זה).

נוסף על הציון הממוצע, אפשר לתאר את ההישגים בכל מדינה על פי התפלגות התלמידים ברמות ההישג השונות, כפי שהוסבר **בתת-פרק 3.5.3** (ראו **איור 4.1** לעיל). רמות ההישג מוגדרות לפי ספי ההישגים (benchmarks), שנקבעו על 400, 475, ו-625 נקודות. ספים אלו המחלקים את סולם הציונים הרציף לארבע קטגוריות: הישג ברמה "נמוכה", "בינונית", "גבוהה" ו"הצטיינות". נוסף על כך ישנם תלמידים שהישגם "מתחת לסף", כלומר נמוך מסף ההישג הנמוך ביותר (400 נקודות). סיפי הישגים אלו תקפים לבחינת הציון הכללי במתמטיקה (ומדעים), כמו גם בפילוחים בכל אחד מתחומי התוכן השונים והמיומנויות השונות. הציון הממוצע בכל מדינה קשור, כמובן, להתפלגות ציוני התלמידים: שכיחות גבוהה של תלמידים בקטגוריות רמות הישג גבוהות בצד שכיחות נמוכה של תלמידים בקטגוריות רמות הישג נמוכות מאפיינות לרוב מדינות שממוצע ההישגים של תלמידיהן גבוה יותר, ולהפך. התפלגות הציונים לפי רמות ההישג מספקת דרך נוספת ומעמיקה יותר להשוואה בין מדינות או בין מגזרים שונים / קבוצות אוכלוסייה שונות בתוך מדינה, למשל באמצעות בחינה של שיעורי התלמידים המצטיינים והתלמידים המתקשים בכל תחום דעת.

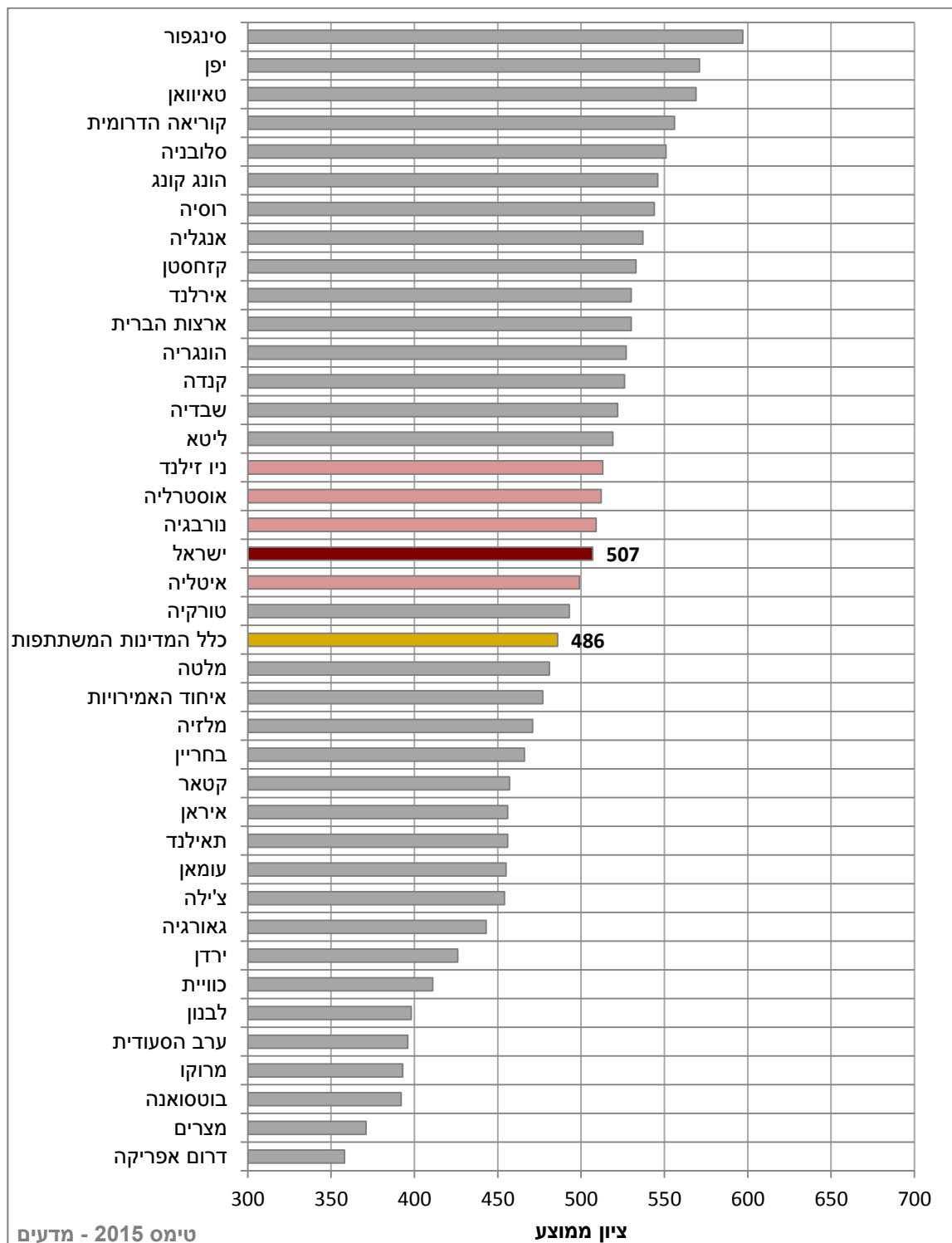
בתרשים 4.16 מוצגת התפלגות הציונים במדעים לפי רמות ההישג. המדינות בתרשים זה מסודרות לפי שיעור התלמידים המצטיינים. התפלגות הציונים במדעים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר מוצגת בפירוט ב**לוח 6-נ** (בנספח לפרק זה). **מתרשים 4.16** עולה כי 12% מתלמידי ישראל השיגו ציון ברמת "הצטיינות", מה שמציב את ישראל במקום התשיעי מבחינת שיעור התלמידים המצטיינים (שיעור דומה של תלמידים מצטיינים נמצא גם בהונגריה, ארצות הברית והונג קונג). בהשוואה למדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים, בישראל שיעור התלמידים המצטיינים הוא הגבוה ביותר. ואולם שיעור התלמידים בישראל שהישגיהם ברמה "מתחת לסף" גבוה אף הוא יחסית ועומד על 16%. שיעור זה הוא הגבוה ביותר

⁶⁶ על פי טבלה שבנספח E2 בדוח הבין-לאומי, שמקשרת בין ממוצע הציונים הכולל ובין ממוצע שיעור התשובות הנכונות בכל מדינה, הרי שהציון הממוצע בישראל בסולם טימס במדעים תואם ל-46% תשובות נכונות בממוצע לתלמיד. לשם השוואה, הציון הממוצע בסינגפור הנמצאת בראש המדרג תואם ל-64% תשובות נכונות בממוצע לתלמיד, ואילו זה של דרום אפריקה הנמצאת בתחתית המדרג תואם ל-24%.

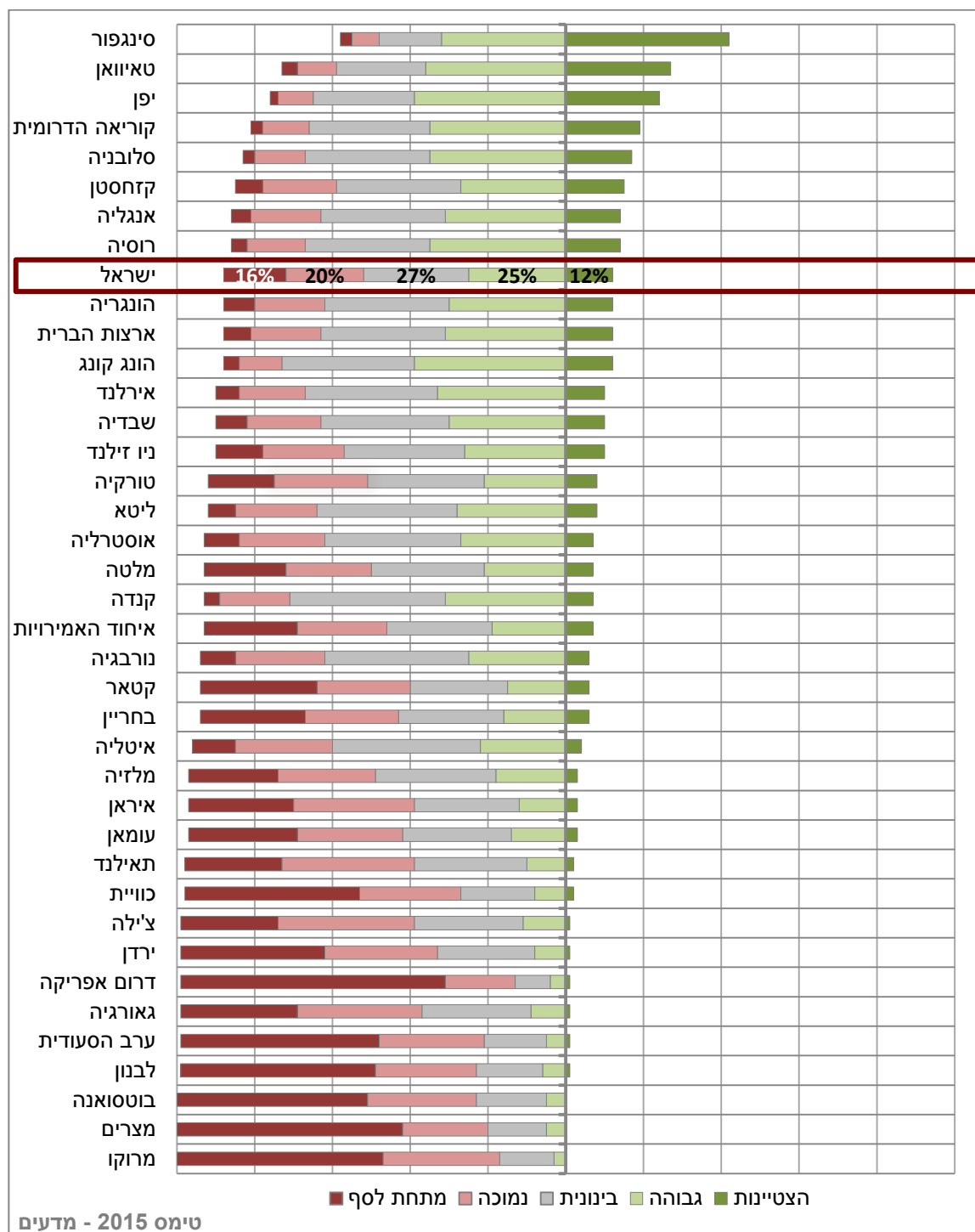
⁶⁷ קיימת חפיפה חלקית בלבד בין קבוצת המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים לקבוצה המקבילה במתמטיקה, כאשר רק אוסטרליה ונורבגיה משותפות לשתי הקבוצות.

בקרב המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים, ולמעשה הוא השני בגובהו, נמוך רק מטורקיה (17%) בקרב 21 המדינות שממוצע הישגי תלמידיהן במדעים גבוה מממוצע המדינות המשתתפות.

תרשים 4.15: ממוצע ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015



תרשים 4.16: התפלגות הציונים במדעים לפי רמות ההישג בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015



נמצא אפוא כי שיעור גדול יחסית של תלמידים בישראל מצויים בשתי רמות ההישג הקיצוניות במדעים (רמות "הצטיינות" ו"מתחת לסף"). תמונת מצב זו מצביעה על כך שב ישראל יש שונות גדולה בציוני התלמידים – שונות הבאה לידי ביטוי גם בממדד הפיזור המוצג בסעיף שלהלן.

4.2.1.2 פיזור ההישגים במדעים

בתרשים 4.17 מוצג פיזור ההישגים במדעים על פי הפער שבין ציון המייצג את המאון ה-5 (הציון ש-5% התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה מצויים מתחתיו), ובין הציון המייצג את המאון ה-95 (הציון ש-5%

התלמידים הטובים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). המדינות מוצגות בסדר יורד על פי גודלו של מדד פיזור זה. פיזור הציונים בישראל (342 נקודות) גבוה מממוצע פיזורי הציונים בקרב המדינות המשתתפות (296 נקודות), וגבוה גם בהשוואה לפיזורי הציונים בכל המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים ומכל שאר 20 המדינות שממוצע הישגיהן במדעים גבוה מממוצע המדינות המשתתפות (כמוצג ב**תרשים 4.15**). פיזור ציונים הגבוה מזה שנמדד בישראל נמצא רק בשמונה מדינות, שכולן מדורגות בחצי התחתון של מדרג ההישגים במדעים, ובכללן שלוש המדינות בתחתית המדרג. לפירוט הפיזור בכל מדינה ראו **לוח נ-5** בנספח לפרק זה.

הממצא בדבר פיזור גבוה זה של ההישגים הלימודיים בישראל חוזר בעקביות במחזורי המחקר של מבחנים בין-לאומיים שונים שישראל משתתפת בהם,⁶⁸ ובכללם מחקרי טימס קודמים.⁶⁹ בניגוד ליעד מערכת החינוך בישראל בעשורים האחרונים – לצמצם פערים בחינוך ובהישגים הלימודיים – לא זו בלבד שפיזור הציונים במדעים בישראל גבוה יחסית לשאר המדינות המשתתפות, אלא שגם בהשוואה למחזור המחקר הקודם חל בו גידול משמעותי של 34 נקודות (308 נקודות ב-2011). בהמשך הפרק ננסה לעמוד על מקורות אפשריים לגודלו של פיזור הציונים במדעים בישראל, תוך הצגת פערים בין קבוצות אוכלוסייה שונות.

4.2.1.3 פערים מגדריים בהישגים במדעים

לעתים, פערים בהישגים לימודיים בין תלמידים במערכות החינוך מתבטאים גם בפערים בין-מגדריים. ב**תרשים 4.18** מוצג הפער בין הישגי הבנות להישגי הבנים במתמטיקה במדינות שהשתתפו במחקר. המדינות מסודרות לפי גודל הפער הבין-מגדרי. מסגרת שחורה משמשת לציון פער בין-מגדרי מובהק. מתרשים זה עולה כי ב-14 מהמדינות שהשתתפו במחקר הישגי הבנות במדעים גבוהים במובהק מהישגי הבנים (פער ממוצע של 28 נקודות), ואילו ב-5 מדינות בלבד הישגי הבנים גבוהים במובהק מהישגי הבנות (פער ממוצע של 11 נקודות). הפער בהישגים במדעים לטובת הבנות ניכר בעיקר במדינות ערביות, דוגמת ערב הסעודית (55 נקודות), בחריין (50 נקודות), כוויית (47 נקודות), עומאן (45 נקודות), וירדן (41 נקודות), ודפוס זה חוזר במבחנים בין-לאומיים נוספים.⁷⁰ פער לטובת הבנים נמצא בהונגריה (17 נקודות), בצ'ילה (12 נקודות), בהונג קונג ובאיטליה (10 נקודות), וארה"ב (5 נקודות). בשאר 20 המדינות, ובכללן ישראל⁷¹ והמדינות הדומות לה בממוצע הישגיהן במדעים (למעט כאמור איטליה), לא נמצא הבדל מובהק סטטיסטית בין הישגי הבנים והישגי הבנות במדעים. לפירוט הציונים הממוצעים בקרב כל קבוצת מגדר בכל המדינות המשתתפות ראו **לוח נ-5** (בנספח לפרק זה).

⁶⁸ למשל ראמ"ה (2014), דו"ח פיזה 2012: אוריינות בקרב תלמידים בני 15 במדעים, בקריאה ובמתמטיקה.

http://meyda.education.gov.il/files/Rama/PISA_2012_Report_ed_final.pdf

⁶⁹ למשל ראמ"ה (2013), דו"ח טימס 2011: מחקר בין-לאומי להערכת הידע והמיומנויות של תלמידי כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים.

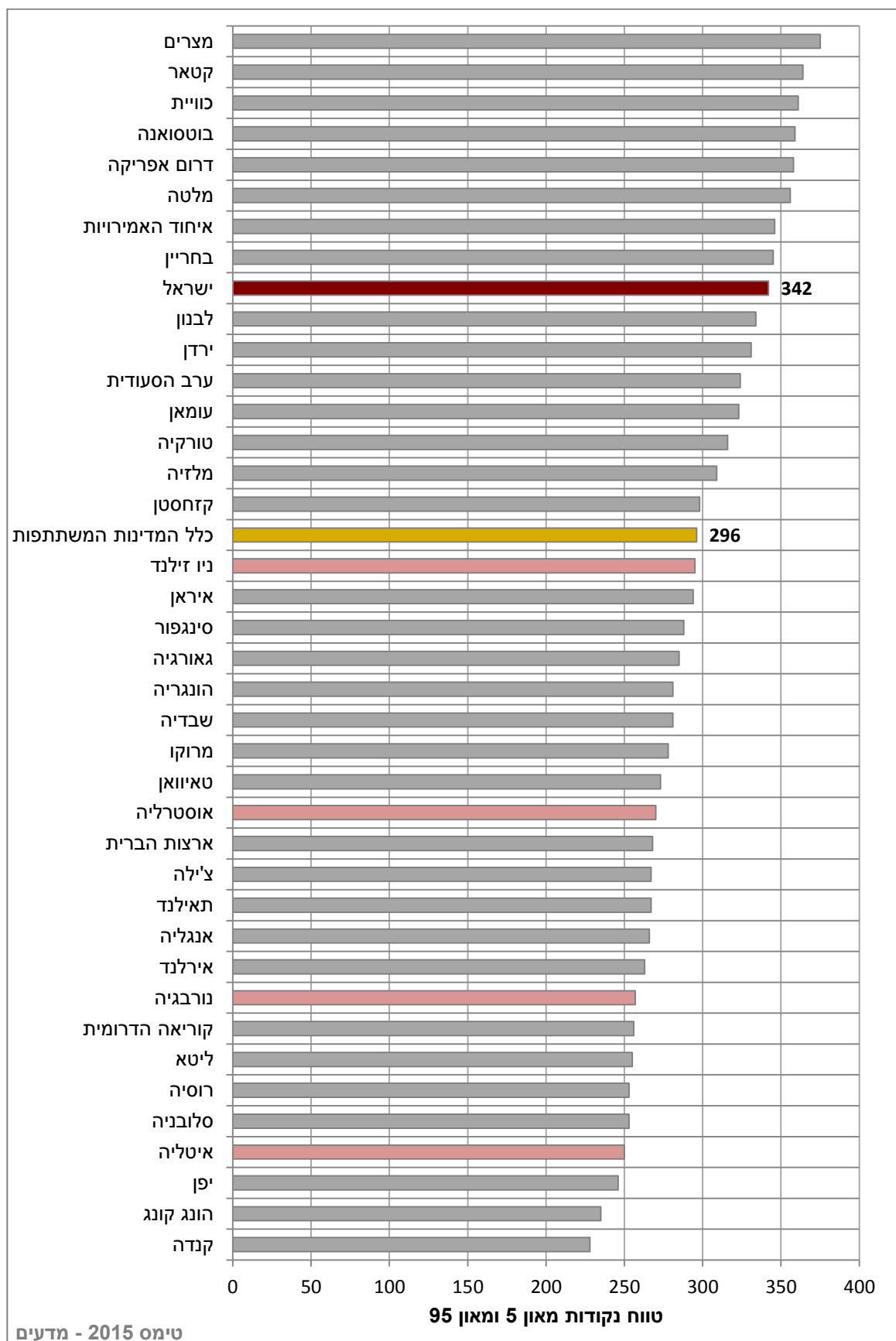
http://meyda.education.gov.il/files/Rama/TIMSS_2011_Report1.pdf

⁷⁰ ראו למשל OECD (2013), PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I, p.240; etc.).

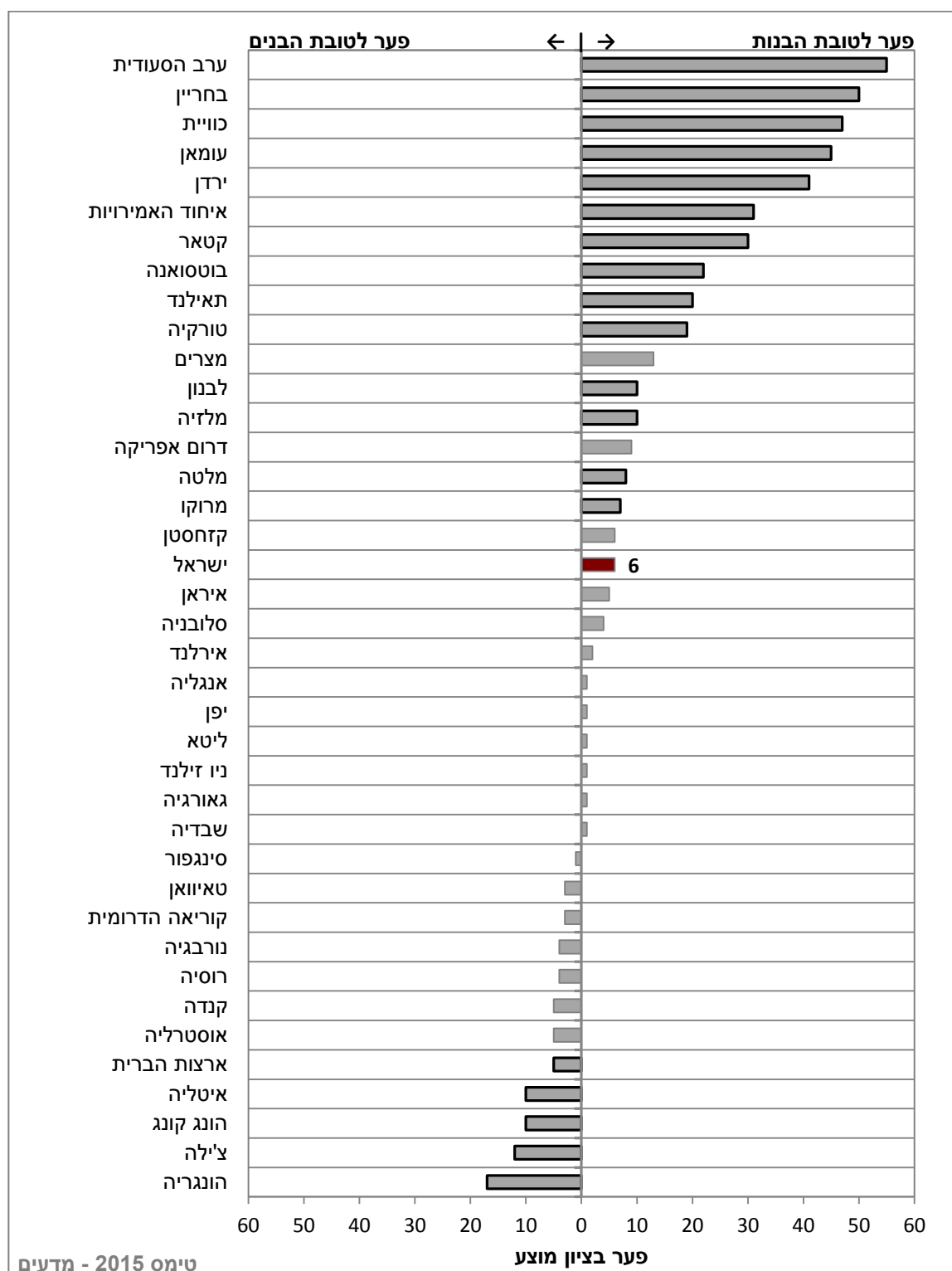
<https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-volume-I.pdf>

⁷¹ בישראל, נמצא פער לא מובהק סטטיסטית של 6 נקודות לטובת הבנות.

תרשים 4.17: פיזור ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015



תרשים 4.18: פערים בהישגים במדעים בין בנות לבנים בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר טימס 2015



4.2.2 מגמות רב-שנתיות בהישגים במדעים במחקר טימס

בתרשים 4.19 מוצגים הישגי תלמידי ישראל במדעים בחמשת המחזורים של מחקר טימס שהתקיימו בשנים 1999-2015, תוך התייחסות לממוצע ההישגים וכן לשיעורי התלמידים בקטגוריות רמות ההישג הקיצוניות – המצטיינים (ברמת הישג "הצטיינות") והמתקשים (ברמת הישג "מתחת לסף"). פירוט ממוצעי הציונים

והתפלגות הציונים לפי רמות ההישג (שיעורי התלמידים בכל אחת מקטגוריות רמות ההישג) בכל מחזור מחקר, ברמה הלאומית וברמה הבין-לאומית, מוצג ב**לוח נ-7** (בנספח לפרק זה).

ממוצע הציונים הכולל במדעים של תלמידי ישראל במחזור המחקר הנוכחי (2015) גבוה ב-39 (כארבע עשיריות סטיית תקן) מזה שהושג במחזור המחקר הראשון (1999). למעשה, לאורך ארבעת מחזורי המחקר הראשונים, החל מ-1999 ועד 2007, ניכרת תנודתיות בהישגים במדעים בין מחזור אחד למשנהו, כאשר במחזור מחקר 2011 נרשמה עלייה חדה בממוצע ההישגים במדעים (ומתמטיקה) ביחס למחזור 2007 שקדם לו.⁷² רמת הישגים גבוהה זו במדעים בקרב כלל ישראל במחזור מחקר 2011 נשמרה גם במחזור 2015. ממוצע הציונים במדעים בישראל במחזור הנוכחי, 507 נקודות, נמוך אך ב-9 נקודות מממוצע הציונים במדעים במחזור המחקר ב-2011, ואין ביניהם הבדל מובהק סטטיסטית. השיעור הגבוה של תלמידים מצטיינים במדעים שנרשם במחזור 2011 (11%, לעומת 5%-7% בשלושת המחזורים הראשונים) נשמר במחזור 2015 (12%). גם השיעור הנמוך יחסית של תלמידים מתקשים במדעים שנרשם במחזור 2011 (12%, לעומת שיעור כפול במחזור 2007) נשמר בעיקרו במחזור 2015 (16%, עלייה קלה ביחס למחזור מחקר 2011, ונמוך בהשוואה למחזור מחקר 2007). ממצאים אלו נמצאים בהלימה לממצאים על אודות הגידול בפיזור ההישגים במחזור הנוכחי. יש לציין, כי בעוד שבמחזור 2011 שיעור המתקשים בישראל היה קטן במידה ניכרת מחציון שיעורי המתקשים במדינות המשתתפות (12% לעומת 21%, בהתאמה), הרי שבמחזור 2015 שיעור המתקשים בישראל דומה לחציון שיעורי המתקשים במדינות המשתתפות (16%), ושוב יש לסייג ולהזכיר כי הרכב המדינות מעט שונה בין שני מחזורי המחקר).

בדומה לישראל, ב-15 מדינות נוספות (מתוך 34 מדינות שהשתתפו גם במחזור מחקר 2011) לא חל שינוי משמעותי בהישגי התלמידים במדעים בין 2011 ל-2015. לעומת זאת, ברובן המכריע של המדינות האחרות שהשתתפו גם במחזור מחקר 2011 (15 מתוך 19 מדינות) חל שיפור מובהק בהישגי התלמידים במדעים. כפועל יוצא, חלה עלייה קלה של כ-9 נקודות בציון הממוצע של כלל המדינות שהשתתפו במחקר, מ-477 נקודות ב-2011 ל-486 נקודות ב-2015. יודגש שוב, כי הרכב המדינות המשתתפות איננו זהה בין מחזורי המחקר השונים.

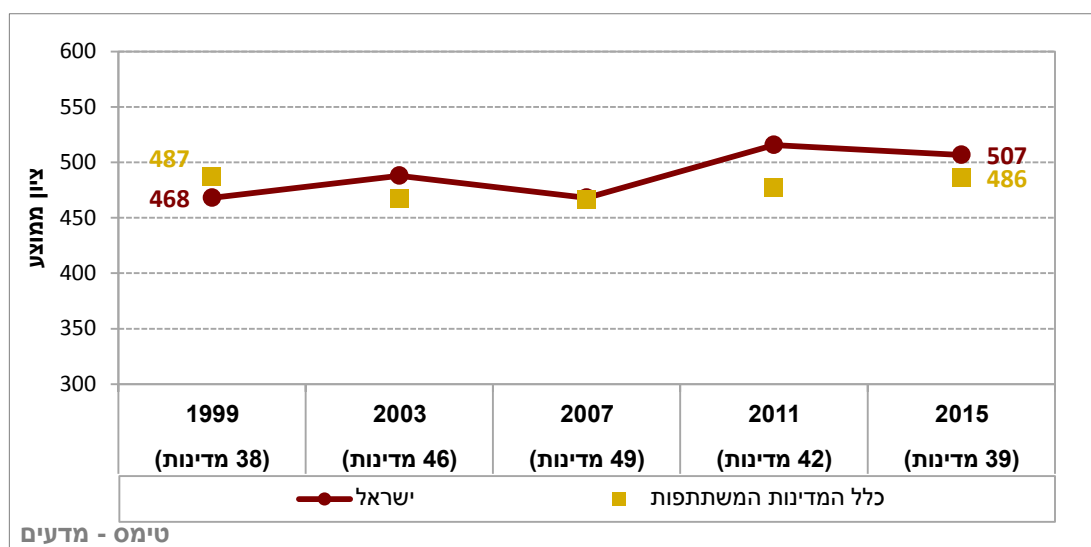
למרות שממוצע הציון הכולל במדעים של תלמידי ישראל נותר כמעט כשהיה, הרי שחלה ירידה קלה במיקום של ישראל במדרג המדינות בהשוואה בין מחזורי המחקר. ישראל, שהיתה ממוקמת בקבוצת המדינות שדורגו במקומות 10-16 במחזור 2011 (מתוך 42 מדינות), ממוקמת בקבוצת המדינות המדורגות במקומות 16-20 במחזור 2015 (מתוך 39 מדינות). מבין שש המדינות שממוצע הישגיהן במדעים במחזור 2011 היה דומה לזה של ישראל, שתי מדינות (ניו זילנד ואוסטרליה) עדיין דומות בממוצע הישגיהן להישגי ישראל גם במחזור מחקר 2015, ואילו ביתר ארבע המדינות נרשם שיפור בהישגים (בין ששיפור זה מובהק כמו בשבדיה ובלטא, ובין שלא כמו בארה"ב ובהונגריה), ובמחזור זה שש מדינות אלו מדורגות גבוה מבישראל. יתר על כן, בקזחסטן, שבמחזור 2011 דורגה שבע מקומות מתחת לישראל, נרשם שיפור דרמטי של 43 נקודות בממוצע ההישגים במדעים, בעקבותיו במחזור 2015 היא מקדימה בדירוגה (9) את ישראל, וזאת בדומה למתמטיקה. כמו כן, למחזור המחקר הנוכחי הצטרפו שתי מדינות, אירלנד וקנדה, שלא השתתפו במחזור המחקר הקודם ושהישגי תלמידיהן במדעים (ובמתמטיקה) גבוהים משל תלמידי ישראל (מדורגות 10 ו-13, בהתאמה). הצטרפותן של מדינות אלו דחקה כלפי מטה במדרג המדינות את קבוצת המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים. היות שכך, השינוי במיקום של ישראל במדרג נובע בעיקר מהצטרפות שתי מדינות שהישגי תלמידיהן גבוהים בהשוואה להישגים של התלמידים בישראל, משיפור ניכר בהישגים של מדינה שהישגיה ב-2011 היו נמוכים בהרבה מאלו של ישראל, ובמידה מסוימת גם מהשיפור

⁷² העלייה הגדולה במונחי ממוצע הציונים של תלמידי ישראל (53 נקודות במתמטיקה ו-48 נקודות במדעים) במחקר טימס 2011, בהשוואה למחזור מחקר 2007, היתה גדולה וחריגה בהשוואה למידת השיפור המקובלת בקרב מדינות המשתתפות במחזורי מחקר רצופים, והובילה לחשיבות בקרב חוקרי חינוך וכלי תקשורת, ולהטלת ספק בתקפות הממצאים. מכלול הגורמים שהיו עשויים להשפיע על עלייה זו בהישגים במחקר טימס 2011, על הטיית ייצוגיות המדגם ועל תוקף הממצאים – הללו נידונו לעומק בפרק 7 של דוח טימס 2011. להרחבה ראו קישור:

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiyim/TIMSS+2011.htm>

שחל בארבע מהמדינות שהיו בעלות הישגים דומים לאלו של ישראל, ולא מירידה מובהקת בממוצע ההישגים של תלמידי ישראל.

תרשים 4.19: ההישגים במדעים של תלמידי ישראל בחמשת המחזורים של מחקר טימס 2015-1999



2015	2011	2007	2003	1999		
507	516	468	488	468	ממוצע הישגים	כלל ישראל
12%	11%	5%	5%	5%	מצטיינים (רמת הישג "הצטיינות")	
16%	12%	25%	15%	25%	מתקשים (רמת הישג "מתחת לסף")	
486	477	466	467	487	ממוצע הישגים	כלל המדינות המשתתפות
7%	4%	3%	4%	7%	מצטיינים (רמת הישג "הצטיינות")	
16%	21%	22%	14%	12%	מתקשים (רמת הישג "מתחת לסף")	

4.2.3 ההישגים במדעים במבט פנים-ישראלי

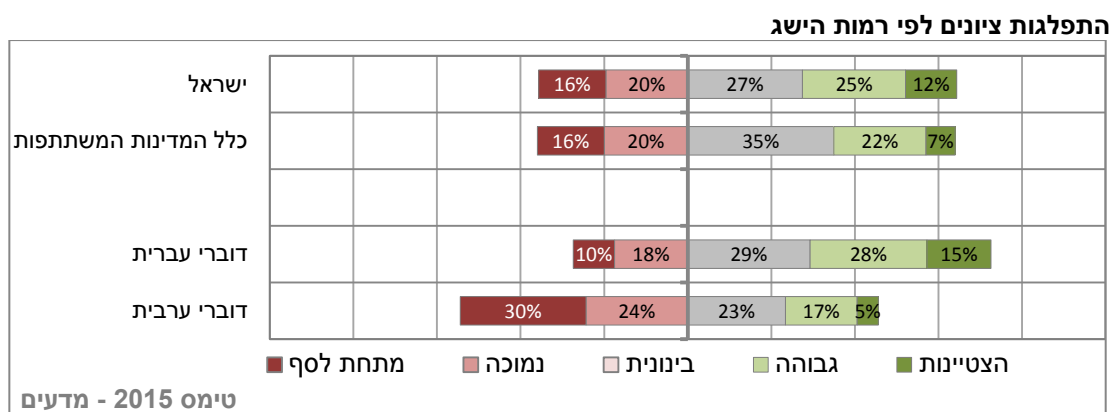
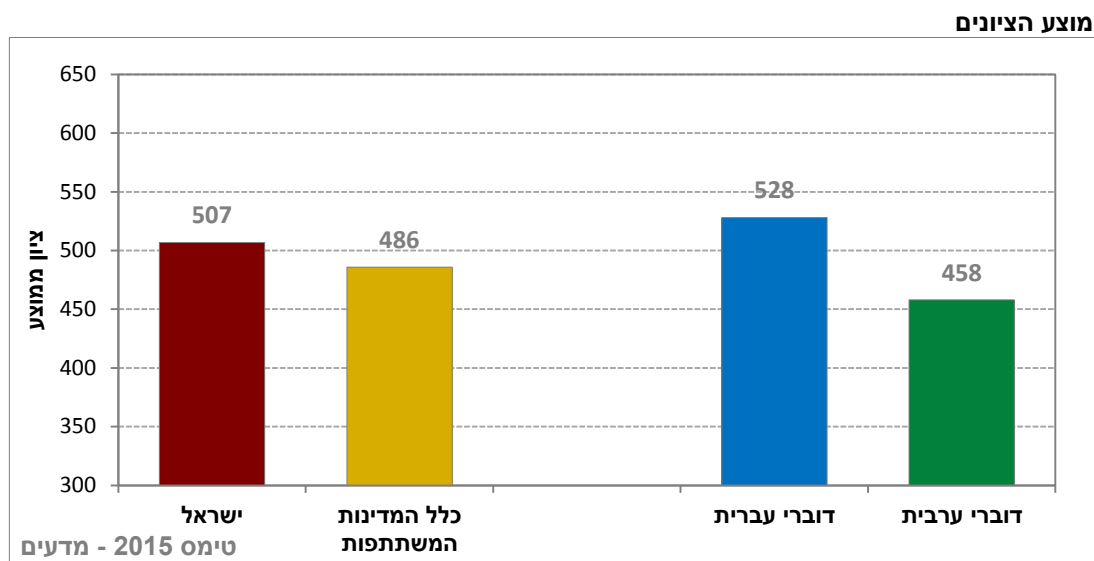
בחלק זה יוצגו ההישגים במדעים של תלמידי ישראל במחקר טימס 2015 במבט פנים-ישראלי. הממצאים יוצגו בעבור כלל ישראל וכן לפי הפילוחים הבאים: מגזר שפה (בסעיף 4.2.3.1); מגדר (בסעיף 4.2.3.2); רקע חברתי-כלכלי (בסעיף 4.2.3.3); וסוג הפיקוח בבתי-הספר דוברי עברית (בסעיף 4.2.3.4). הממצאים בדבר תחומי התוכן הספציפיים (ביולוגיה, כימיה, פיזיקה ומדעי כדור הארץ) יוצגו בפילוחים מפורטים פחות (בסעיף 4.2.3.5), וכך גם הממצאים לגבי שלוש המיומנויות הקוגניטיביות (ידע, יישום, חשיבה, בסעיף 4.2.3.6). הממצאים ומשמעויותיהם האפשריות יידונו בסוף פרק זה. לפירוט הציונים הממוצעים בקרב כל קבוצות האוכלוסייה בפילוחים השונים ראו **לוח נ-8** (בנספח לפרק זה). בתרשימים יוצגו הן ממוצע הציונים (בחלק העליון) והן התפלגות הציונים לפי רמות ההישג (שיעור התלמידים בכל רמת הישג, בחלק התחתון).

4.2.3.1 ההישגים במדעים לפי מגזר שפה

בתרשים 4.20 מוצגים ההישגים במדעים – ממוצע הציונים והתפלגות הציונים לפי רמות ההישג – בפילוח לפי מגזר שפה, קרי בחלוקה לבתי-ספר דוברי עברית ולבתי-ספר דוברי ערבית. **בתרשים 4.21** מוצגים ממוצעי הציונים ושיעורי התלמידים המצטיינים והמתקשים במדעים בחמשת מחזורי מחקר טימס. פילוח ממוצעי הציונים על פי מגזרי שפה מגלה שההישגים הגבוהים במדעים שנרשמו במחזור 2011 בקרב תלמידים בשני מגזרי השפה (530 נקודות בקרב דוברי העברית ו-481 נקודות בקרב דוברי הערבית) נותרו כשהיו בקרב תלמידים דוברי עברית (528 נקודות – ללא שינוי של ממש) ונשחקו בקרב תלמידים דוברי

ערבית (458 נקודות – ירידה גדולה של 23 נקודות) במחזור 2015. הציונים במחזור זה משמרים באופן מלא (דוברי עברית) או חלקי (דוברי ערבית) את הזינוק החד בציונים, בכמחצית סטיית התקן, בהשוואה להישגים במחזור 2007 (485 ו-422 נקודות, בהתאמה). משמע, במגזר דוברי העברית חלה התייצבות בהישגים במדעים, ואילו במגזר דוברי הערבית נמשכת התנועתיות שנמצאה בארבעת מחזורי המחקר הראשונים (1999-2011), אף כי במידה מתונה יותר. בהתאם לכך, פער ההישגים במדעים בין מגזרי השפה במדעים, שמתאפיין בתנועתיות לאורך מחזורי המחקר, התרחב מכ-50 נקודות במחזור 2011 לכדי כ-70 נקודות במחזור 2015, שני בגודלו רק לפער 90 הנקודות שנרשם במחזור המחקר 1999. כמו כן ראוי לציין כי בעוד הציון הממוצע של תלמידים דוברי עברית גבוה ב-42 נקודות ממוצע המדינות המשתפות (486 נקודות), ציונם הממוצע של תלמידים דוברי ערבית נמוך ממנו ב-28 נקודות.

תרשים 4.20: ההישגים במדעים של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה

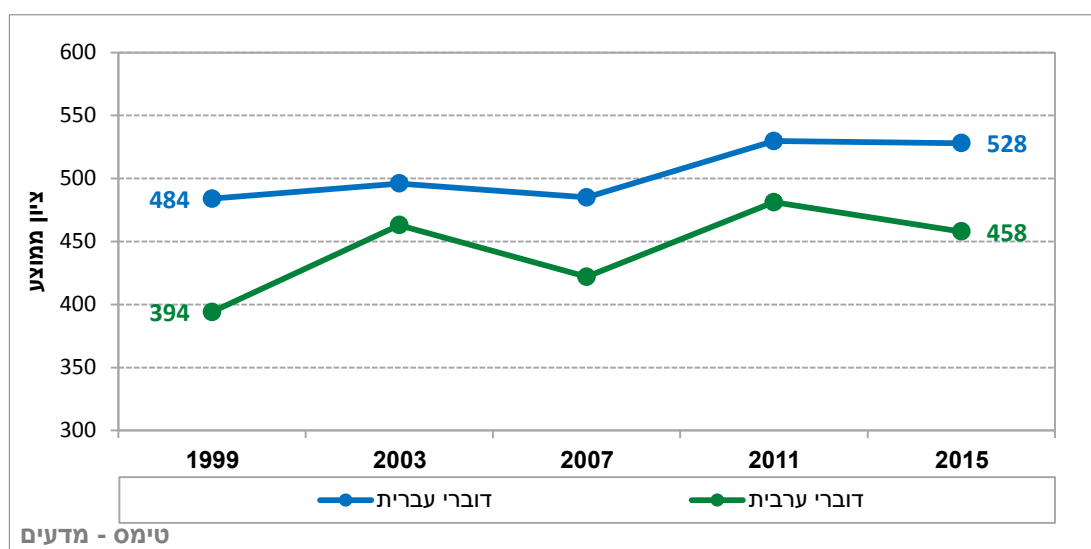


מהתפלגות הציונים במדעים לפי רמות ההישג, בחלוקה לפי מגזר שפה, עולה כי בבתי-ספר דוברי ערבית רמת הישגיהם של 30% מהתלמידים היא "מתחת לסף" ושל 24% נוספים היא רמה "נמוכה", כך שלמעלה ממחצית התלמידים במגזר זה מצויים בשתי רמות ההישג הנמוכות. בבתי-ספר דוברי עברית המצב טוב יותר: רמת הישגיהם של 10% מן התלמידים היא ברמה "מתחת לסף", ושל 18% נוספים ברמה "נמוכה", כך שבשתי רמות ההישג הנמוכות מצויים כרבע מן התלמידים. לשם השוואה: ערכי החציון הבין-לאומי של רמות הישג אלו הם 16% ו-20%, בהתאמה (ובמצטבר כ-36% מהתלמידים מצויים בשתי רמות ההישג הנמוכות). הפערים בין שני מגזרי השפה ניכרים בעיקר בשיעורי התלמידים המתקשים, שהישגיהם "מתחת לסף" – שיעורם בבתי-ספר דוברי ערבית מהווה כשני שלישים מן השיעור החציוני הבין-לאומי, ואילו שיעורם בבתי-ספר דוברי ערבית כפול ממנו. בקצה השני של רמות ההישג, שיעור המצטיינים בבתי-ספר דוברי

ערבית הוא 5% בלבד, נמוך אך במעט מערך החציון הבין-לאומי של רמת הישג זו (7%), לעומת שיעור גבוה פי שלושה בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית (15%).

בהשוואה למחזור 2011, הרי שבמחזור 2015 במגזר דוברי העברית לא חל שינוי ניכר בהתפלגות ציוני התלמידים במדעים – עלייה קלה של 2% הן בשיעור המצטיינים והן בשיעור המתקשים. לעומת זאת, במגזר דוברי הערבית נרשם זינוק של 7% בשיעור המתקשים (מ-23% ל-30%, בהתאמה), לצד ירידה בשיעורי התלמידים שרמת הישגיהם "בינונית" עד "הצטיינות" (מ-54% במצטבר ל-45%, בהתאמה).

תרשים 4.21: ההישגים במדעים של תלמידי ישראל בחמשת המחזורים של מחקר טימס 2015-1999, לפי מגזר שפה



מגזר שפה	2015	2011	2007	2003	1999	
דוברי עברית	528	530	485	496	484	ממוצע הישגים
	15%	13%	5%	6%	5%	מצטיינים (רמת הישג "הצטיינות")
	10%	8%	18%	14%	18%	מתקשים (רמת הישג "מתחת לסף")
דוברי ערבית	458	481	422	463	394	ממוצע הישגים
	5%	7%	1%	1%	0%	מצטיינים (רמת הישג "הצטיינות")
	30%	23%	42%	22%	50%	מתקשים (רמת הישג "מתחת לסף")

פיזור הציונים במדעים גבוה בשני מגזרי השפה בנפרד, ובעיקר במגזר דוברי הערבית (351 נקודות, לעומת 311 נקודות במגזר דוברי העברית). בהשוואה לפיזור הציונים במדעים במחזור מחקר 2011, הרי שחל גידול של כ-20 נקודות בפיזור הציונים בקרב תלמידים בבתי-ספר בכל אחד ממגזרי השפה (הפיזור עמד על 311 ו-288 נקודות, בהתאמה, ב-2011). נראה אפוא כי לא ניתן לייחס את הפיזור הגדול בציונים במדעים בכלל ישראל (כאמור, 342 נקודות) רק לפערים בהישגים במדעים בין מגזרי השפה, שכן פיזור הציונים בכל מגזר שפה בנפרד גבוה אף הוא מממוצע פיזור הציונים בקרב המדינות המשתתפות (כאמור, 296 נקודות).

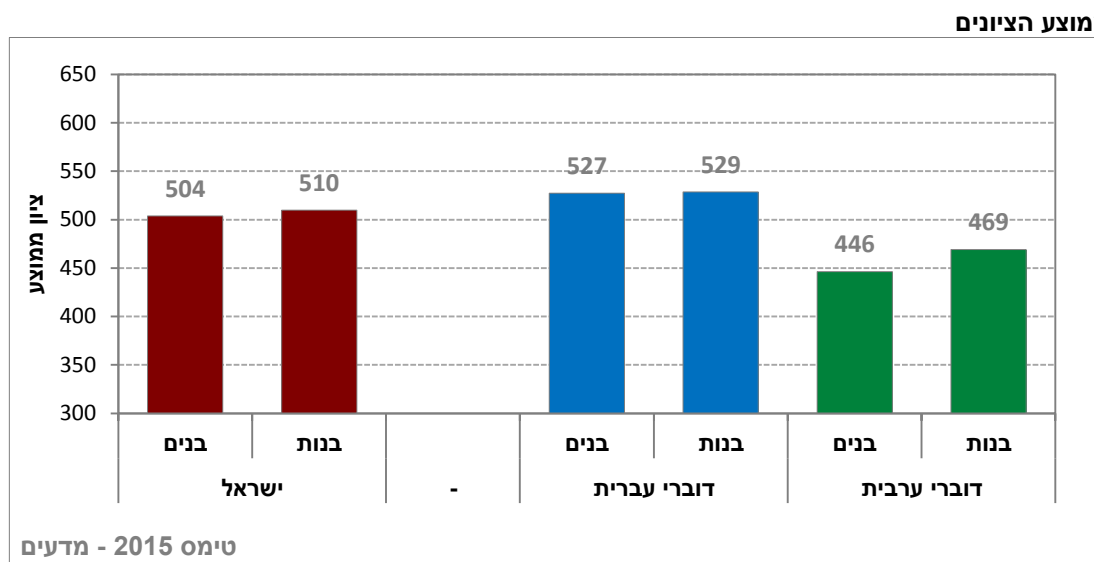
4.2.3.2 ההישגים במדעים לפי מגזר

בתרשים 4.22 מוצגים ההישגים במדעים בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר. מתרשים זה עולה כי בקרב תלמידים דוברי עברית אין הבדל של ממש בממוצע הציונים בין הבנות לבנים, ואילו בקרב תלמידים דוברי ערבית ממוצע הישגי הבנות גבוה במידה רבה מזה של הבנים (פער מובהק של 23 נקודות - כרבע סטיית תקן). ממצא זה ולפיו קיים פער בין-מגדרי עקבי ומשמעותי בהישגים במדעים לטובת הבנות בבתי-ספר דוברי ערבית, לצד היעדר פער בין-מגדרי בבתי-ספר דוברי עברית, חוזר שוב ושוב במערכות נוספות של

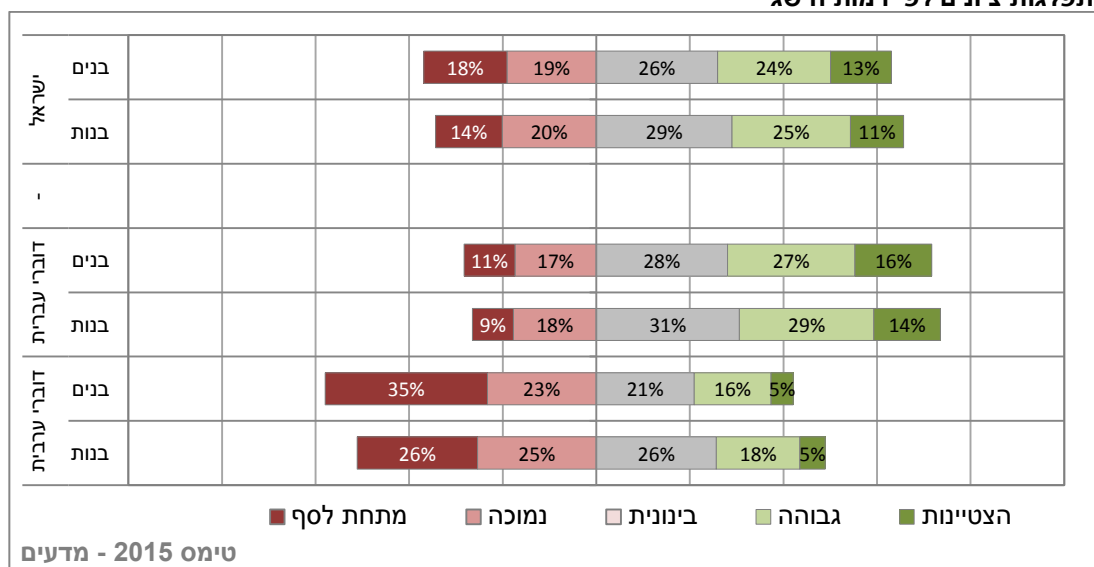
מבחינים רחבי היקף הנערכים בישראל (כגון מבחני פיזה ומבחני המיצ"ב). בקרב תלמידים דוברי ערבית, צמצום הפער הבין-מגדרי, מ-35 נקודות במחזור מחקר טימס לשנת 2011 ל-23 נקודות במחזור המחקר הנוכחי, נובע אך ורק מירידה (של 13 נקודות) בהישגי הבנות, בעוד בהישגי הבנים לא חל שינוי. פער 23 הנקודות לטובת הבנות בבתי-ספר דוברי ערבית הוא השמיני בגודלו בקרב כלל המדינות המשתתפות.

בדומה לממוצע הציונים הכללי, ממוצעי הציונים של בנים ושל בנות בבתי-ספר דוברי עברית גבוהים בכמעט מחצית סטיית תקן בהשוואה לממוצעים של בנים ושל בנות בקרב כלל המדינות שהשתתפו במחקר. הפער בממוצעי ההישגים במדעים בין מגזרי השפה עומד על כ-80 נקודות בקרב הבנים, וכ-60 נקודות בקרב הבנות.

תרשים 4.22: ההישגים במדעים של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה ולפי מגדר



התפלגות ציונים לפי רמות הישג



בבחינת התפלגות הציונים במדעים לפי רמות ההישג, בחלוקה לפי מגדר, הרי שבבתי-ספר דוברי עברית אין הבדלים ניכרים בין שיעורי הבנים והבנות ברמות ההישג במדעים. ההבדלים בשיעורי הבנים והבנות בכל קטגוריה של רמת הישג הם עד 3%, כאשר הקיטוב בולט בעיקר בקרב הבנים: הן שיעורי הבנים המצטיינים (16%) והן שיעורי המתקשים (11%) גבוהים יותר משיעורי הבנות המצטיינות (14%) והמתקשות (9%). לעומת זאת, בבתי-ספר דוברי ערבית, שיעור הבנים המתקשים, גבוה הרבה יותר משיעור הבנות המתקשות

(35% לעומת 26%, בהתאמה). לצד זאת, שיעורי הבנים שהישגיהם ברמה "נמוכה", "בינונית" ו"גבוהה" נמוכים בעד 2% עד 5% מן השיעורים המקבילים בקרב הבנות.

4.2.3.3 ההישגים במדעים לפי רקע חברתי-כלכלי

בחלק זה מוצגים ההישגים במדעים בפילוח לפי הרקע החברתי-כלכלי של התלמיד⁷³ (נמוך, בינוני וגבוה להרחבה - ראו **תיבה 3.1** בפרק 3). כאמור, חשוב להדגיש כי בפרק זה מוצגים קשרים בין רקע חברתי-כלכלי ובין הישגים לימודיים, אך אין בממצאים אלו כדי להעיד בהכרח על קשרי סיבה-תוצאה המתקיימים ביניהם.

בתרשים 4.23 מוצגים ההישגים במדעים בפילוח לפי שלוש קבוצות רקע חברתי-כלכלי בכלל ישראל ובכל מגזר שפה בנפרד. מן הנתונים המוצגים בתרשים עולה כי בקרב כלל ישראל, ככל שהרקע החברתי-כלכלי גבוה יותר, גבוהים יותר הישגי התלמידים. הפערים בממוצעי הציונים במדעים בין קבוצות הרקע החברתי-כלכלי הם: גבוה לעומת בינוני - 67 נקודות; בינוני לעומת נמוך - 61 נקודות; ובמצטבר, גבוה לעומת נמוך - 128 נקודות (כל הפערים הם לטובת קבוצת הרקע הגבוהה יותר). כמו כן, שיעורי התלמידים המצטיינים במדעים גבוהים יותר ככל שהרקע החברתי-כלכלי גבוה יותר (3%, 8%-25% בקרב תלמידים מרקע נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה), ואילו שיעורי התלמידים המתקשים נמוכים יותר (33%, 14%-2%, בהתאמה). הבדלים אלו מדגישים ביתר שאת את הפערים העצומים בהישגים בין קבוצות רקע חברתי-כלכלי.

עוד עולה מן הנתונים כי הקשר האמור בין רקע חברתי-כלכלי ובין הישגים במדעים נשמר בכל אחד ממגזרי השפה בנפרד: בבתי-ספר דוברי עברית הפער בין תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע בינוני הוא 67 נקודות, ובין תלמידים מרקע בינוני לתלמידים מרקע נמוך הוא 43 נקודות (ופער מצטבר של 110 נקודות בין תלמידים מרקע גבוה לנמוך); בבתי-ספר דוברי עברית נמצאו פערים של 61 ו-67 נקודות, בהתאמה (ופער מצטבר של 128 נקודות). בדומה לממצאים במתמטיקה, במגזר דוברי הערבית הפערים בהישגים במדעים בין קבוצות הרקע החברתי-כלכלי דומים בגודלם, כלומר ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי בינוני הם "באמצע" בין ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה וממוצע ההישגים של תלמידים מרקע נמוך. לעומת זאת, במגזר דוברי העברית הפער בין ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה לממוצע ההישגים של תלמידים מרקע בינוני גדול פי 1.5 מהפער בין ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי בינוני לממוצע ההישגים של תלמידים מרקע נמוך. כלומר, ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי בינוני קרובים יותר, באופן יחסי, לממוצע ההישגים של תלמידים מרקע נמוך מאשר לממוצע ההישגים של תלמידים מרקע גבוה.

ניתוח הממצאים לפי רמות הישג מעלה תמונה דומה: בבתי-ספר דוברי עברית שיעור התלמידים המתקשים גבוה משמעותית בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך בהשוואה לתלמידים מרקע גבוה (24% לעומת 2%, בהתאמה), ושיעור המצטיינים נמוך משמעותית (3% לעומת 25%, בהתאמה). בבתי-ספר דוברי ערבית ההבדל בין קבוצות הרקע החברתי-כלכלי בשיעורי התלמידים המתקשים בולט אף יותר: 38% בקרב תלמידים מרקע נמוך לעומת 1% בלבד בקרב תלמידים מרקע גבוה. גם בשיעורי התלמידים המצטיינים ניכר פער משמעותי, אף כי מתון יותר, בין קבוצות הרקע החברתי-כלכלי במגזר דוברי הערבית: 13% בקרב תלמידים מרקע גבוה לעומת 3% בלבד בקרב תלמידים מרקע נמוך.

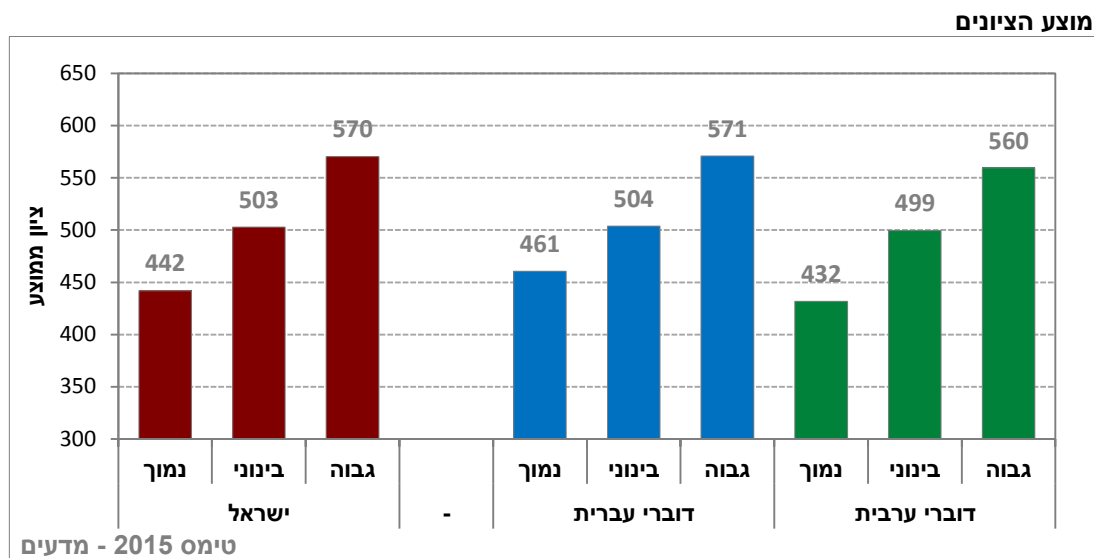
השוואה בין הישגי תלמידים במגזרי השפה בכל קבוצת רקע חברתי-כלכלי בנפרד חושפת תמונה מעניינת. הפער בין ממוצעי הציונים במדעים של תלמידים דוברי עברית ושל עמיתיהם דוברי הערבית קטן בהשוואה לפער הכלל ארצי בין שני מגזרי השפה: פער של 11 נקודות בין תלמידים משני מגזרי השפה מרקע חברתי-כלכלי גבוה, פער של 5 נקודות בין תלמידים משני מגזרי השפה מרקע בינוני, ופער של 29 נקודות בין תלמידים משני מגזרי השפה מרקע נמוך. פערים אלו בכל קבוצת רקע חברתי-כלכלי קטנים במידה ניכרת מהפער בן 70 הנקודות בין ממוצעי ההישגים של כלל התלמידים דוברי העברית ושל כלל התלמידים דוברי

⁷³ כאמור, עיבוד הנתונים ודיווח הממצאים בפרק זה מתייחסים לממד הרקע החברתי-כלכלי האישי של התלמיד. ניתוח זה שונה במקצת מהניתוח המקביל שנעשה במחזורים קודמים, שבהם דווחו הנתונים תוך התייחסות לרקע חברתי-כלכלי בית-ספרי.

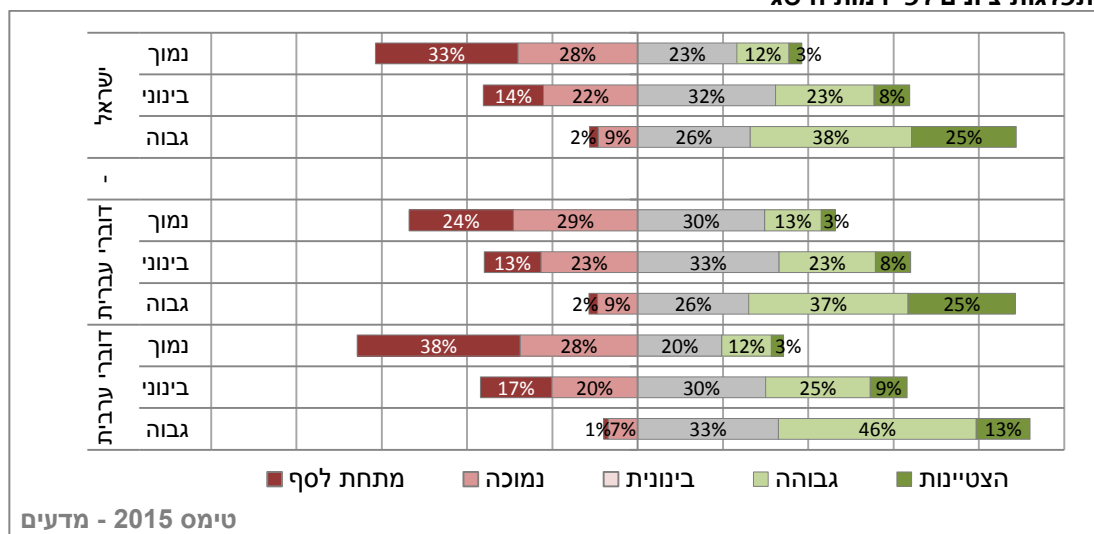
הערבית. נראה שהדבר נובע מהבדלים הקיימים בהתפלגות הרקע החברתי-כלכלי של תלמידים בשני מגזרי השפה.⁷⁴ הדבר מלמד כי לפחות חלק מן הפער הגדול יחסית שקיים בין ההישגים במדעים בין שני מגזרי השפה מוסבר באמצעות הרקע החברתי-כלכלי של התלמידים. כפועל יוצא מכך, כאשר מחזיקים קבוע את הרקע החברתי-כלכלי בין שני מגזרי השפה, הפערים בממוצעי ההישגים במדעים בין מגזרי השפה מצטמצמים במידה ניכרת.

ממצאים אלא דומים לממצאים במתמטיקה, וגם לממצאים במדעים בבחינות אחרות דוגמת המיצ"ב.

תרשים 4.23: ההישגים במדעים של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-כלכלי



התפלגות ציונים לפי רמות הישג



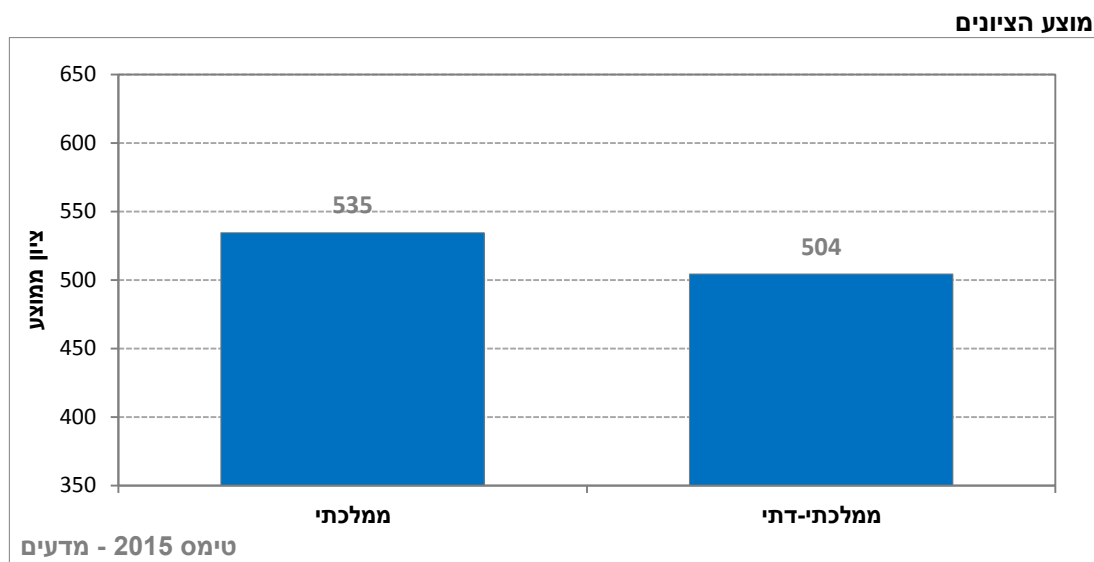
⁷⁴ כאמור, התפלגות התלמידים בשלוש קבוצות הרקע החברתי-כלכלי שונה מאוד בשני מגזרי השפה (ראו הערה לעיל).

בהשוואה למחזור מחקר 2011, נמצאו מגמות מעורבות בקרב תלמידים מבתי-ספר דוברי עברית. מחד גיסא נרשמה עלייה קלה (של 9 נקודות) בהישגי תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה, ומאידך גיסא חלה ירידה מתונה (של 13 נקודות) בהישגי תלמידים מרקע נמוך. לא חל שינוי של ממש בהישגי תלמידים מרקע בינוני. בקרב תלמידים מבתי-ספר דוברי ערבית חלו ירידות ניכרות (17 נקודות) עד גדולות (29 נקודות) בהישגי תלמידים מרקע חברתי-כלכלי בינוני ונמוך, בהתאמה.⁷⁵

4.2.3.4 ההישגים במדעים לפי סוג הפיקוח בבתי-ספר דוברי עברית

בחלק זה מוצגים ההישגים במדעים של תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית בלבד, בחלוקה לבתי-ספר בפיקוח ממלכתי ולבתי-ספר בפיקוח ממ"ד. מתרשים 4.24 עולה כי ממוצע הציונים של תלמידים בבתי-ספר שבפיקוח ממלכתי גבוה ב-30 נקודות, שהן כשליש סטיית תקן, בהשוואה לממוצע הציונים של תלמידים בבתי-הספר שבפיקוח ממ"ד. פער דומה (של 38 נקודות) נמצא במחזור טימס 2011.⁷⁶ פער זה נחשב גדול למדי, ומתבטא גם בכך שבבתי-הספר בפיקוח ממלכתי, בהשוואה לאלו בפיקוח ממ"ד, שיעור התלמידים המצטיינים גבוה יותר (17% לעומת 10%, בהתאמה) ושיעור המתקשים נמוך יותר (8% לעומת 15%, בהתאמה).

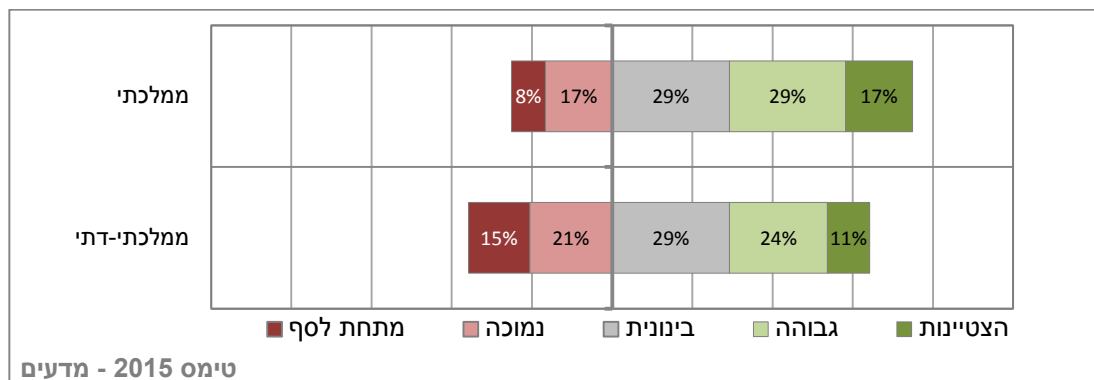
תרשים 4.24: ההישגים במדעים של תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית בישראל, לפי סוג פיקוח



התפלגות ציונים לפי רמות הישג

⁷⁵ לא מוצגת השוואה של הישגי תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה בבתי-ספר דוברי ערבית בשל גודלו הקטן של פלח אוכלוסייה זה במחזור 2011.

⁷⁶ גם במבחן המיצ"ב במדע וטכנולוגיה, לא ניכר שינוי בין מחזור תשע"א למחזור תשע"ה בפער בין הישגי תלמידי כיתות ח' בבתי-ספר בפיקוח ממלכתי ואלו שבפיקוח ממ"ד.



4.2.3.5 ההישגים במדעים בתחומי התוכן

במחקר טימס מחושבים, נוסף על הציון הכולל במדעים, גם ארבעה תת-ציונים המשקפים שליטה בתחומי תוכן מדעיים: ביולוגיה, כימיה, פיזיקה ומדעי כדור הארץ. תיאור מפורט של תחומי התוכן במדעים, כמו גם ביטויים בתכנית הלימודים במדעים, מובא בפרק 2.

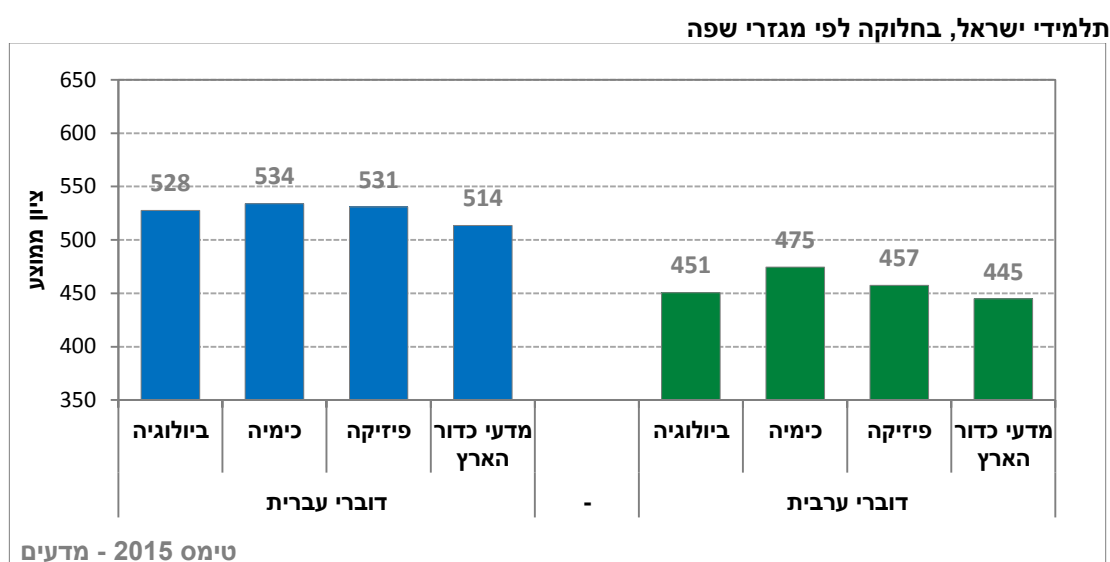
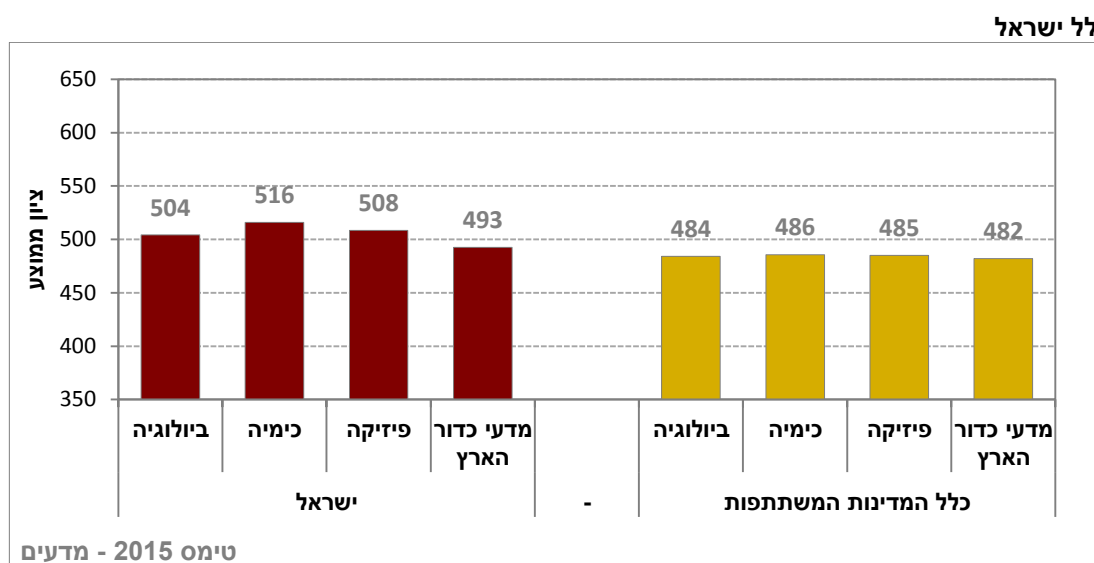
בתרשים 4.25 מוצגים ההישגים של תלמידי ישראל בארבעת תחומי התוכן, בחלוקה לפי מגזר שפה, ובהשוואה לתלמידים בכלל המדינות שהשתתפו במחקר. מן התרשים עולה כי בכל תחומי התוכן, פרט למדעי כדור הארץ, ממוצע הציונים של תלמידי ישראל גבוה ב-20 עד 30 נקודות ממוצעי המדינות המשתתפות, ואילו במדעי כדור הארץ הפער קטן יותר ועומד על כעשירית סטיית תקן בלבד. ממצאים אלו הם עדות לכך שבשראל נרשמים הישגים גבוהים יחסית בתחומי המדעים, למעט בתחום מדעי כדור הארץ. עוד נמצא כי בהשוואה למחזור המחקר הקודם (2011), חלה ירידה מובהקת בממוצע הציונים בביולוגיה (ב-19 נקודות) ובמדעי כדור הארץ (ב-12 נקודות), ואילו בממוצעי הציונים בכימיה ופיזיקה לא חל שינוי של ממש. בממוצעי המדינות המשתתפות, לעומת זאת, חלה עלייה של כ-10 נקודות בכל אחד מתחומי התוכן. נזכור כי הרכב המדינות המשתתפות איננו זהה בין מחזורי המחקר השונים.

במבט פנים-ישראלי, השוואה בין ארבעת תחומי התוכן מעלה כי ממוצע הישגי התלמידים בכימיה גבוה במובהק מן הממוצע הכללי הישראלי במדעים (ב-9 נקודות), ואילו בתחום מדעי כדור הארץ הוא נמוך ממנו במובהק (ב-14 נקודות). ממוצעי הציונים בתחומים ביולוגיה ופיזיקה אינם שונים במובהק מן הממוצע הכללי הישראלי. השוואה אל ארבע המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים מגלה כי הציונים הממוצעים של תלמידי ישראל הם הגבוהים ביותר בכימיה והנמוכים ביותר במדעי כדור הארץ. ממכלול הממצאים, הן במבט פנים-ישראלי והן ביחס למדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים, עולה תמונה שלפיה בישראל תחום הכימיה מהווה חוזקה יחסית, ואילו תחום מדעי כדור הארץ מהווה חולשה יחסית. פירוט הציונים הממוצעים בתחומי התוכן השונים בכל המדינות שהשתתפו במחקר מוצג בלוח נ-6, בנספח לפרק זה.

עוד עולה מתרשים זה שהפערים בין תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית ובין עמיתיהם בבתי-ספר דוברי ערבית בתחומים מדעי כדור הארץ ופיזיקה דומים לפער הבין-מגזרי בממוצע הציון הכולל במדעים, העומד על כ-70 נקודות; בכימיה הפער קטן מעט יותר (59 נקודות), אך בתחום הביולוגיה הפער בין המגזרים גדול מעט יותר (77 נקודות). בהשוואה לפערים בין הישגי התלמידים במגזרי השפה השונים שנרשמו במחזור מחקר 2011, הרי שבכל תחומי התוכן הפערים התרחבו – התרחבות מתונה בביולוגיה (מ-63 נקודות ב-2011 ל-77 נקודות ב-2015), והתרחבות גדולה בשאר התחומים (מכ-40 נקודות במחזור 2011 ל-59 עד 69 ו-74 נקודות בכימיה, מדעי כדור הארץ ופיזיקה, בהתאמה, במחזור 2015). מקור התרחבות הפערים הוא בירידה גדולה בכל ארבעת תחומי התוכן שחלה בהישגי התלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית, ירידה של כ-30 נקודות בתחומי הפיזיקה, מדעי כדור הארץ והביולוגיה ושל כ-10 נקודות בכימיה, זאת לעומת שינויים

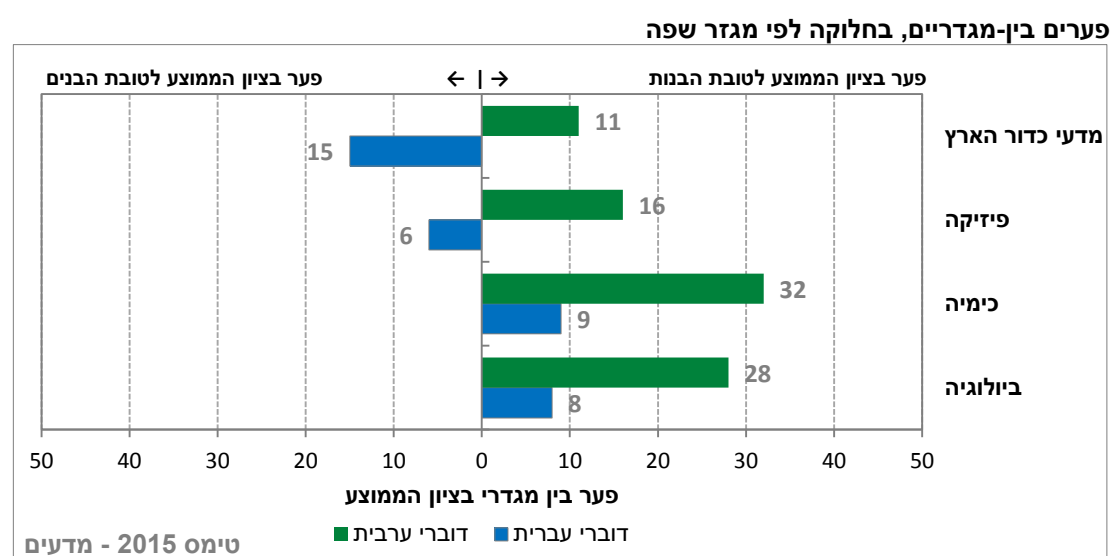
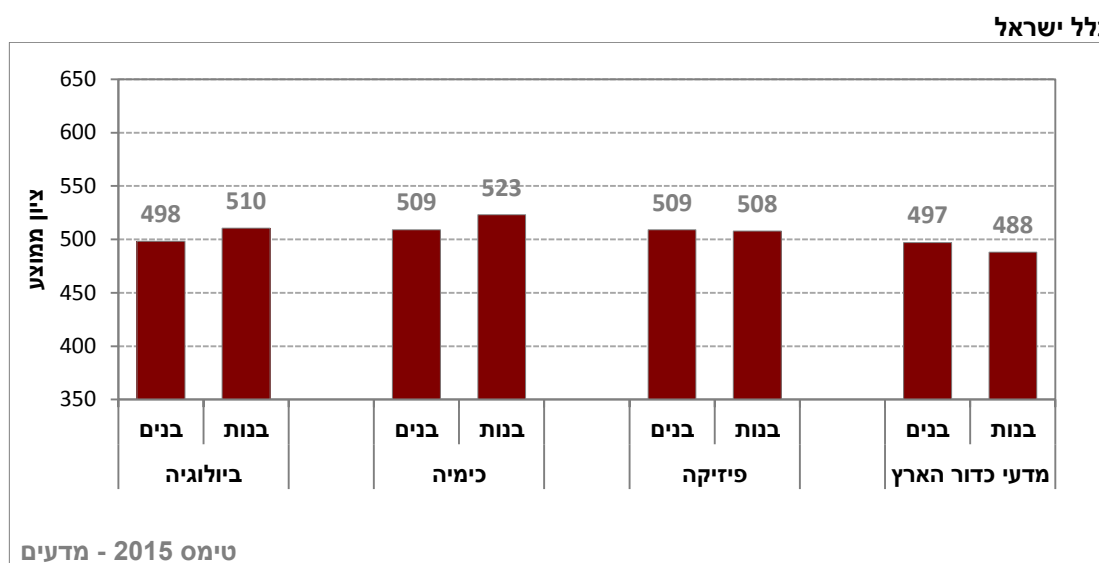
מתונים יותר בהישגי תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית, שהתבטאו בשיפור של עד 10 נקודות בתחומי הפיזיקה והכימיה, היעדר שינוי של ממש בתחום מדעי כדור הארץ וכן ירידה מתונה בתחום הביולוגיה.

תרשים 4.25: ההישגים במדעים בארבעת תחומי התוכן, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה



בתרשים 4.26 מוצגים ההישגים בארבעת תחומי התוכן בפילוח לפי מגזר, בכלל האוכלוסייה ובחלוקה למגזרי שפה. מתרשים זה עולה כי עבור כלל תלמידי ישראל – בתחומי הביולוגיה והכימיה קיימים פערים מובהקים סטטיסטית של 12 ו-14 נקודות לטובת הבנות, ואילו בתחומי הפיזיקה ומדעי כדור הארץ אין הבדלים מובהקים בין ממוצעי הציונים של בנים ושל בנות. זאת ועוד, כאשר מפלחים את ההישגים לפי מגזר בתוך כל מגזר שפה מתקבלת תמונה ייחודית: בבתי-ספר דוברי עברית, רק בתחום מדעי כדור הארץ נמצא פער מובהק סטטיסטית של 15 נקודות לטובת הבנים, בעוד ביתר תחומי התוכן לא נרשמו הבדלים בין-מגדריים (נמצאו פערים של עד 9 נקודות שאינם מובהקים סטטיסטית). פערים אלו דומים יחסית לפערים שנרשמו במחזור המחקר הקודם, ואף קטנים מהם במעט. בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית נמצאו פערים גדולים עד גדולים מאוד לטובת הבנות בכל תחומי התוכן (פערים לא מובהקים של כ-10-15 נקודות בתחומי מדעי כדור הארץ והפיזיקה, ופערים מובהקים של כ-30 נקודות בתחומי הביולוגיה והכימיה). פערים אלו קטנים ביחס לפערים המקבילים במחזור מחקר 2011. בהשוואה למחזור 2011, בכל תחומי התוכן הירידה בהישגי הבנים הייתה פחותה בגודלה מן הירידה בהישגי הבנות (בקרב הבנים: ירידה של כ-5 נקודות בממוצע הישגים בכימיה וירידה של כ-25 נקודות בממוצע של שאר התחומים, ואילו בקרב הבנות: ירידות של כ-13 וכ-35 נקודות, בהתאמה).

תרשים 4.26: ההישגים במדעים בארבעת תחומי התוכן לפי מגדר, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה



4.2.3.6 ההישגים במדעים לפי המיומנויות הקוגניטיביות

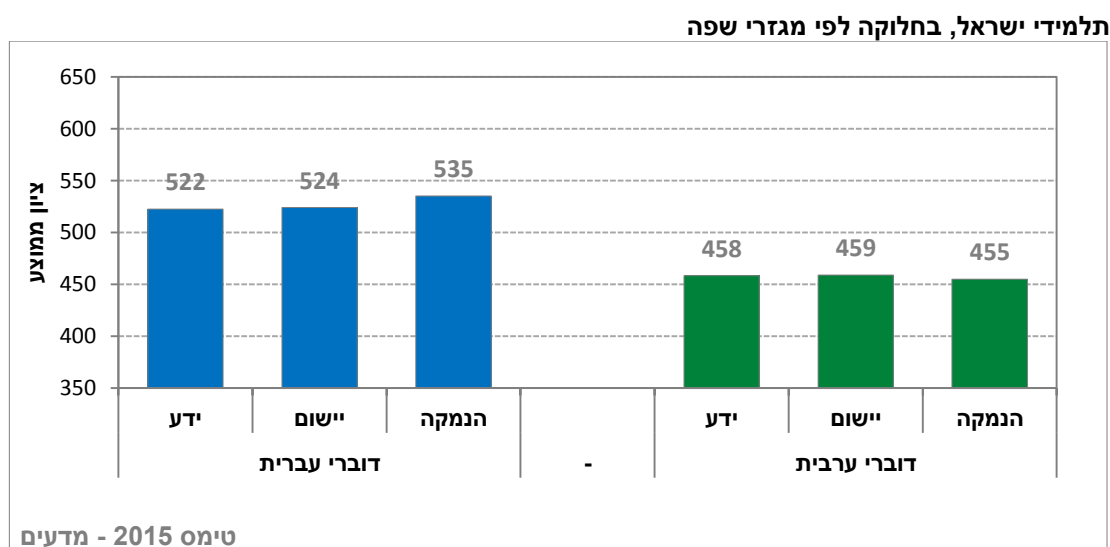
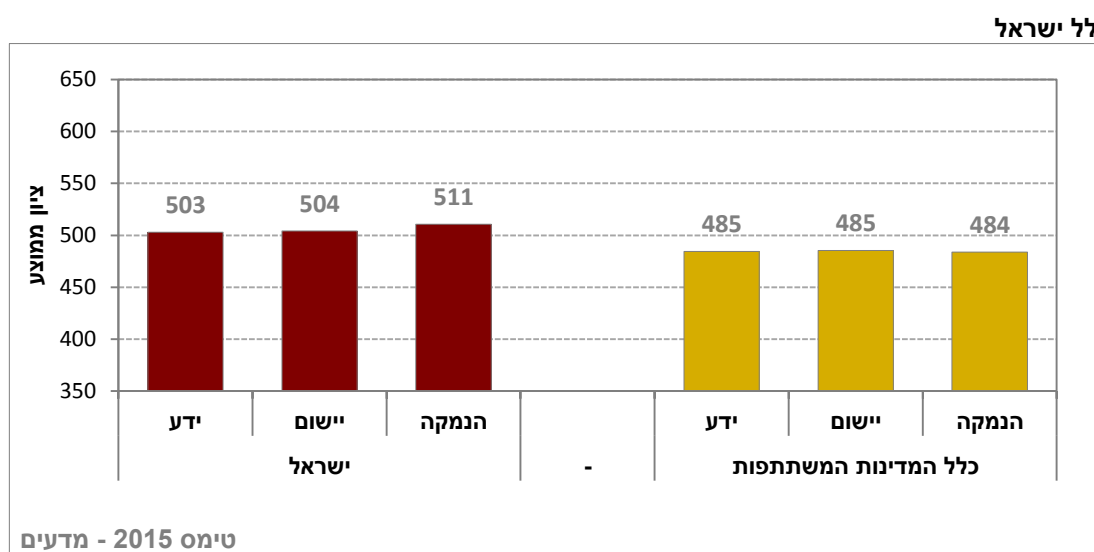
במחקר טימס מחושבים גם שלושה תת-ציונים המשקפים שליטה במיומנויות קוגניטיביות במדעים: ידע, יישום והנמקה. תיאור מפורט של המיומנויות הקוגניטיביות במדעים, כמו גם ביטוי בתכנית הלימודים במדעים, מובא בפרק 2.

בתרשים 4.27 מוצגים ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות של תלמידי ישראל, בחלוקה לפי מגזר שפה, ובהשוואה לתלמידים בכלל המדינות שהשתתפו במחקר. מן התרשים עולה כי הציון הממוצע בשאלות הנמקה (511 נקודות) גבוה במובהק מן הממוצע הארצי הכללי במדעים, ואילו הציונים הממוצעים בשאלות ידע (503 נקודות) ובשאלות יישום (504 נקודות) נמוכים ממנו במובהק. ממוצעי ההישגים במיומנויות הקוגניטיביות בקרב כלל התלמידים בישראל גבוהים בכחמישית סטיית תקן במיומנויות ידע ויישום ובכרבע סטיית תקן במיומנות הנמקה בהשוואה לממוצעי המדינות המשתתפות, שעומדים על כ-485 נקודות בכל המיומנויות. בהשוואה למחזור המחקר 2011, הרי שחלה במחזור 2015 ירידה ניכרת (של 15 נקודות) בממוצע הציונים במיומנות הידע, ואילו בממוצעי מיומנויות היישום וההנמקה אמנם חלה ירידה של 8 נקודות, אך זו איננה מובהקת.

פירוט הציונים הממוצעים במיומנויות הקוגניטיביות השונות בכל המדינות שהשתתפו במחקר מוצג בלוח נ-6, בנספח לפרק זה. מבין המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים, הרי שממוצע הציונים של תלמידי ישראל בכל אחת מן המיומנויות הוא הרביעי בגודלו, בדומה למיקום היחסי של ישראל בין חמש המדינות.

בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית, ממוצעי הציונים בשלוש המיומנויות דומים מאוד ועומדים על 455 עד 459 נקודות, ואילו בבתי-ספר דוברי עברית ממוצעי הציונים מעט גבוהים יותר – במיומנות ההנמקה - 535 נקודות וביתר המיומנויות - כ-523 נקודות. הפערים בציונים הממוצעים בין תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית לתלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית עומדים על כשני שלישים סטיית תקן במיומנויות של ידע ויישום, ואילו במיומנות של הנמקה הפער גבוה מעט יותר, ועומד על 80 נקודות. פערים אלו לטובת תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית משקפים, בעיקר בהתייחס למיומנויות הידע והיישום, גידול של כרבע סטיית תקן ואף למעלה מכך, בהשוואה לפערים שנמצאו במחזור המחקר הקודם.

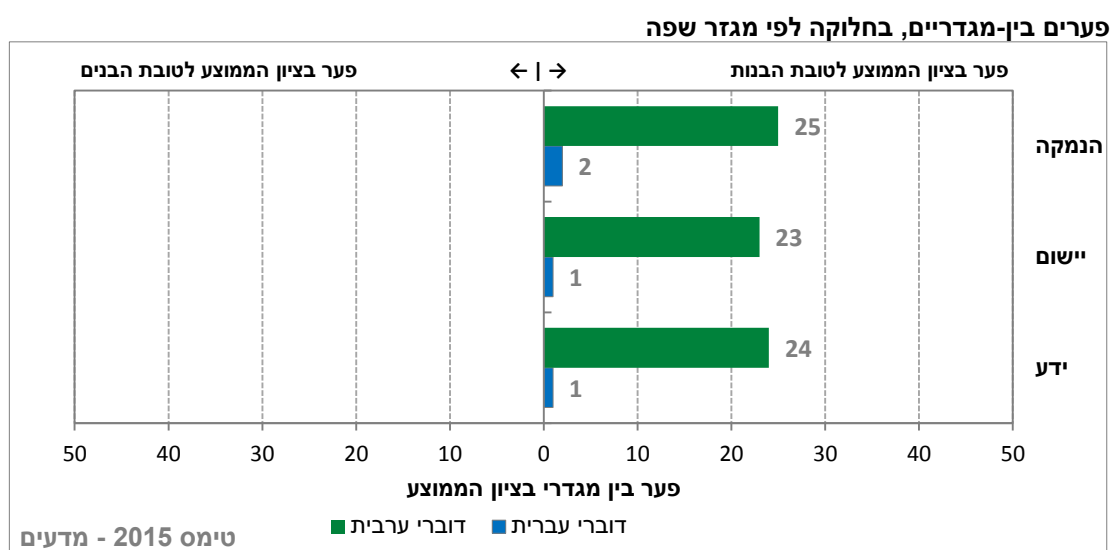
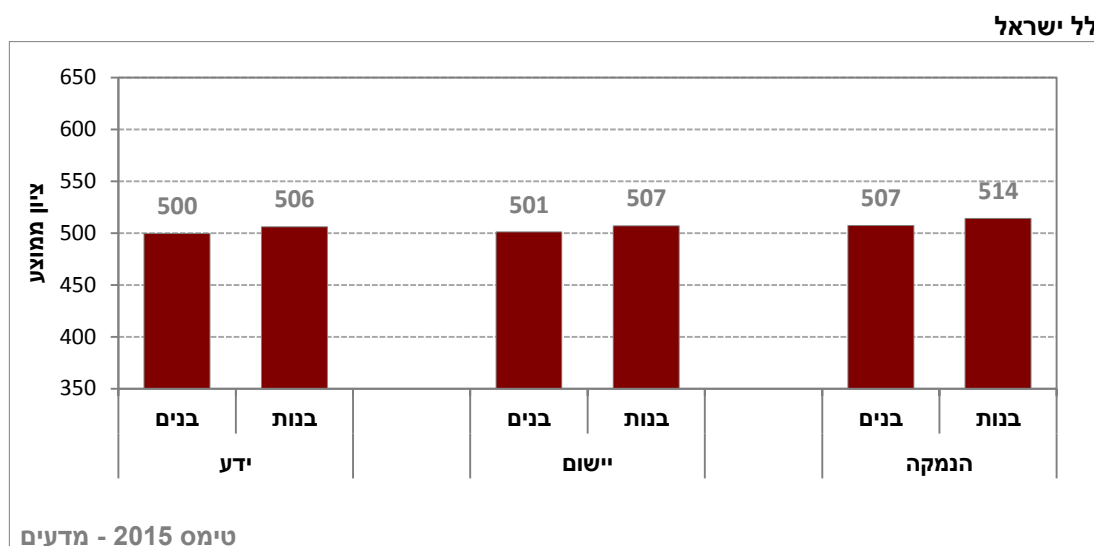
תרשים 4.27: ההישגים במדעים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה



בתרשים 4.28 מוצגים ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות בפילוח לפי מגדר, בכלל האוכלוסייה ובחלוקה למגזרי שפה. מן התרשים עולה כי בקרב כלל תלמידי ישראל לא נרשמו הבדלים בין-מגדריים (נמצאו פערים לא מובהקים סטטיסטית של כ-6-7 נקודות לטובת הבנות) בכל שלוש המיומנויות. זאת ועוד, כאשר מפלחים את ההישגים לפי מגדר בתוך כל מגזר שפה, מתקבלת תמונה דומה לתמונה שמתקבלת בציון הכולל במדעים: בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית הישגי הבנים והבנות זהים כמעט לחלוטין, ואילו בבתי-ספר דוברי ערבית נרשם פער של כרבע סטיית תקן לטובת הבנות בכל שלוש המיומנויות.

השוואה של הפערים הבין-מגדריים בהישגים בשלוש המיומנויות שנמצאו במחזור המחקר הנוכחי אל הפערים שנמצאו במחזור המחקר הקודם, מעלה שבמגזר דוברי העברית גם במחזור 2011 לא נמצאו פערים של ממש בין הישגי הבנים והבנות במיומנויות השונות, ואילו במגזר דוברי הערבית גם במחזור 2011 ניכרו פערים גדולים לטובת הבנות בכל שלוש המיומנויות, ואז הם היו רחבים אף יותר ועמדו על כשליש סטיית תקן. בקרב האחרונים, הממצאים על אודות ההישגים במיומנויות הקוגניטיביות בדומה לממצאים על אודות ההישגים בתחומי התוכן, הסיבה לצמצום הפערים בין הישגי הבנות והבנים נעוצה בכך שהירידה בהישגי הבנות במחזור מחקר זה היתה חדה יותר מן הירידה בהישגי הבנים, בהשוואה להישגים במחזור המחקר הקודם.

תרשים 4.28: ההישגים במדעים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות לפי מגדר, בכלל ישראל ובחלוקה לפי מגזר שפה



4.2.4 סיכום ההישגים בתחום המדעים

- ממוצע ההישגים במדעים של כלל נבחני טימס 2015 בישראל הוא 507 נקודות. ציון ממוצע זה מציב את ישראל במקום ה-19 מתוך 39 המדינות שהשתתפו במחקר, כאשר אין הבדל מובהק מבחינת ממוצע הציונים בין ישראל למדינות המדורגות במקומות 16 עד 20.
- בישראל בכלל ובקרב תלמידים דוברי עברית בפרט, שיעור התלמידים המצטיינים במדעים הוא גבוה. ישראל מדורגת במקום התשיעי מבחינת שיעור התלמידים המצטיינים, והיא הראשונה מבין ארבע המדינות הדומות לה בממוצע ההישגים במדעים. מצד שני, שיעור התלמידים המתקשים במדעים גבוה אף הוא, ובפרט בקרב תלמידים דוברי ערבית. שיעור התלמידים המתקשים בישראל הוא השני בגודלו, קטן רק מטורקיה, בקרב 21 המדינות שממוצע הישגיהן במדעים גבוה מממוצע המדינות המשתתפות.
- השיעורים הגבוהים של תלמידים מצטיינים ושל תלמידים מתקשים משקפים את הפיזור הגדול בהישגים במדעים בישראל, התשיעי בגודלו מבין המדינות המשתתפות במחקר.
- מבט רב-שנתי מלמד כי רמת ההישגים הגבוהה במדעים שנרשמה במחזור 2011 נשמרה ברובה במחזור 2015 (לצד ירידה קלה במדרג המדינות). זאת בהתייחס לכלל האוכלוסייה ולמגזר דוברי העברית. יציבות זו בהישגים חלה לאחר עלייה ניכרת בהישגים שנרשמה ב-2011 ביחס למחזורי המחקר הקודמים. במגזר דוברי הערבית חלה ירידה של 23 נקודות בציון הממוצע, אך זה עדיין גבוה מממוצעי ההישגים שנרשמו במחזורי מחקר 2007 ו-1999 (ודומה לזה של מחזור מחקר 2003).
- במבט פנים-ישראלי, פילוח הנתונים לפי משתני רקע מעלה את הממצאים העיקריים הבאים:
 - (1) פער הישגים של למעלה משני שלישים סטיית תקן בין שני מגזרי השפה לטובת התלמידים בבתי-ספר דוברי עברית, ובהתאם לכך הבדלים ניכרים בשיעורי התלמידים המצטיינים והמתקשים;
 - (2) היעדר פער של ממש בין הישגי הבנים והבנות בכלל בתי-הספר בישראל, ובקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית, לצד פער של כרבע סטיית תקן לטובת הבנות בבתי-ספר דוברי ערבית;
 - (3) בכלל האוכלוסייה ובכל מגזר שפה בנפרד, ככל שהרקע החברתי-כלכלי של התלמידים גבוה יותר כך גם גבוהים הישגיהם במדעים. קיים פער של למעלה מסטיית תקן שלמה בין ממוצע הציונים של תלמידים מרקע גבוה לזה של תלמידים מרקע נמוך (110 נקודות בקרב דוברי עברית ו-128 נקודות בקרב דוברי ערבית);
 - (4) בתוך כל קבוצת רקע חברתי-כלכלי בנפרד, פערי ההישגים בין מגזרי השפה מצטמצמים, בעיקר בקרב תלמידים מרקע גבוה או בינוני, אך גם בקרב אלו מרקע נמוך;
 - (5) בבתי-ספר דוברי עברית קיים פער של כ-30 נקודות בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לתלמידי הפיקוח הממ"ד, לטובת תלמידי הפיקוח הממלכתי.
- מניתוח ההישגים בתחומי התוכן השונים, בראייה פנים-ישראלית וביחס למדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים, עולה תמונה שלפיה תחום הכימיה מהווה חוזקה יחסית, ואילו תחום מדעי כדור הארץ מהווה חולשה יחסית. בפילוח לפי מגדר נמצא פער לטובת בנים בבתי-ספר דוברי עברית בתחום של מדעי כדור הארץ, ופערים לטובת הבנות בבתי-ספר דוברי ערבית בכל התחומים, ובעיקר בכימיה ובביולוגיה.
- מניתוח ההישגים במיומנויות הקוגניטיביות עולה כי בקרב כלל האוכלוסייה אין פער של ממש בהישגים במיומנויות השונות. נמצאו פערים קטנים (כ-6-7 נקודות) לטובת הבנות בכל שלוש המיומנויות, שמקורם בפערים גדולים (כרבע סטיית תקן) לטובת בנות במגזר דוברי הערבית בלבד.

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 ההישגים בישראל ובפילוחים לפי מגזר שפה, מגדר, רקע חברתי-כלכלי וסוג פיקוח, וכן במיקומה של ישראל במדרג המדינות הן מבחינת ממוצע ההישגים והן מבחינת פיזורם (ראו להלן). כמו כן, נמצא בישראל מתאם סטטיסטי גבוה למדי (ברמת התלמיד) בין ההישגים בתחום המתמטיקה ובין ההישגים בתחום המדעים: המתאם בין הציונים בשני התחומים עומד בישראל על 0.89. 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. ואכן, נמצא שכ-8% מן התלמידים מצטיינים בשני תחומי הדעת, ואילו כ-12% מן התלמידים מתקשים בשני תחומי הדעת. מתאם סטטיסטי גבוה כזה בין הציונים בשני תחומי הדעת נמצא גם בפילוחים לפי מגזר שפה, לפי מגדר, לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-כלכלי.

אשר לממוצע ההישגים: בהשוואה הבין-לאומית נמצא שהישגי תלמידי ישראל מעט גבוהים יותר, באופן יחסי, בתחום המתמטיקה. הדבר מתבטא הן בממוצע ההישגים (511 נקודות בתחום המתמטיקה לעומת 481 ממוצע בין-לאומי, ו-507 נקודות בתחום המדעים לעומת 486 ממוצע בין-לאומי) והן במיקום של ישראל במדרג המדינות על פי ממוצע ההישגים בכל תחום דעת (מקום 16 במדרג המדינות על פי ממוצע ההישגים במתמטיקה, הגבוה בשלושה מקומות מהמקום ה-19 במדרג המדינות על פי ממוצע ההישגים במדעים). יש לזכור כי מהבחינה הסטטיסטית, ממוצע ההישגים של ישראל בתחום המתמטיקה איננו שונה במובהק מממוצעי המדינות המדורגות בין המקום ה-10 למקום ה-17 במדרג המדינות, ואילו ממוצע ההישגים של ישראל בתחום המדעים איננו שונה במובהק מממוצע המדינות המדורגות בין המקום ה-16 למקום ה-20. בשני תחומי הדעת ישראל נמצאת בחלקו העליון של השליש האמצעי של מדרג המדינות המשתתפות. נוסף על כך, שיעור המצטיינים במתמטיקה (13%) דומה מאוד לשיעור המקביל במדעים (12%), אך שיעור המתקשים במתמטיקה (16%) נמוך במידה ניכרת מהשיעור המקביל במדעים (25%). בשני תחומי הדעת שיעורי המצטיינים בישראל הם מהגבוהים ביותר בקרב המדינות המשתתפות – מקום 8 במתמטיקה ומקום 9 במדעים במדרג המדינות לפי שיעור מצטיינים.

אשר לפיזור הציונים: פיזור הציונים בכל אחד תחומי הדעת, מתמטיקה ומדעים, הוא מן הגבוהים בקרב המדינות המשתתפות במחקר. מבחינת ערכים מוחלטים, הפיזור בתחום המתמטיקה (332 נקודות) נמוך במעט מן הפיזור בתחום המדעים (342 נקודות). בהשוואה למדדי הפיזור בשאר המדינות המשתתפות, הרי שמדובר בפיזור השלישי בגודלו בתחום המתמטיקה והתשיעי בגודלו בתחום המדעים (ככל הנראה בשל פער גדול יותר בהישגים בין שני מגזרי השפה – ראו להלן).

אשר למגמות הרב-שנתיות: ממוצעי ההישגים בשני תחומי הדעת התאפיינו במגמה תנועתית, כאשר העלייה החדה שנרשמה בממוצע ההישגים במחזור הקודם (2011), נשמרה ברובה במחזור המחקר הנוכחי. למעשה, ממוצעי ההישגים בשני תחומי הדעת במחזור המחקר הנוכחי אינם שונים במובהק מן הממוצעים המקבילים במחזור המחקר הקודם, וגבוהים בכ-40 נקודות ומעלה (כמעט מחצית סטיית התקן) מהממוצעים המקבילים במחזור מחקר 1999 (שנת המבחן התקפה הראשונה בישראל). פילוח מגמות אלו לפי מגזר שפה מצביע על מגמת התייצבות בממוצע ההישגים בעיקר במתמטיקה (ירידות לא מובהקות של 3 נקודות ו-5 נקודות, בקרב דוברי העברית ובקרב דוברי הערבית, בהתאמה) ובמידה מסוימת גם במדעים (ירידה לא מובהקת של 2 נקודות בקרב דוברי העברית, לצד ירידה מובהקת של 23 נקודות בקרב דוברי הערבית).

השוואה פנים-ישראלית מעלה כי ממוצעי הישגיהם של תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית בשני תחומי הדעת גבוהים בכשלושה רבעים סטיית תקן בהשוואה לממוצעי הישגיהם של עמיתיהם דוברי הערבית. הדבר מצביע על שימור הפער במתמטיקה לצד התרחבות משמעותית של הפער במדעים, בהשוואה למחזור המחקר הקודם. בבחינת הפער הבין-מגדרי, הרי שלא קיימים פערים של ממש בין ממוצעי ההישגים של בנים ושל בנות בבתי-ספר דוברי עברית, ואילו בבתי-ספר דוברי ערבית הישגי בנות גבוהים מהישגי בנים במדעים (23 נקודות). בשני תחומי הדעת, ככל שהרקע החברתי-כלכלי גבוה יותר, גבוהים יותר הישגי התלמידים, כאשר הפער בממוצע ההישגים בין תלמידים מרקע גבוה לאלו מרקע נמוך עומד על כ-110 נקודות בקרב

תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית, והוא ניכר אף יותר בבתי-ספר דוברי ערבית – כ-130 נקודות. זאת ועוד, בשני תחומי הדעת, כאשר שומרים את הרקע החברתי-כלכלי מבוקר, הפערים בהישגים בין מגזרי השפה מצטמצמים במידה ניכרת. בבתי-ספר דוברי עברית, הפערים בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לתלמידי הפיקוח הממ"ד דומים בגודלם ובכיוונם בשני תחומי הדעת (כשליש סטיית תקן לטובת תלמידי הפיקוח הממלכתי).

אשר לתחומי התוכן, הרי שבכל תחום דעת נמצאו תחומים המהווים חוזקה יחסית (אלגברה ומספרים במתמטיקה, כימיה במדעים) וכאלו המהווים חולשה יחסית (גאומטריה במתמטיקה, מדעי כדור הארץ במדעים), הן בראיה פנים-ישראלית והן ביחס למדינות שדומות בממוצע הישגיהן לישראל.

אשר למיומנויות הקוגניטיביות, הרי שבמתמטיקה לא נמצאו הבדלים של ממש בקרב כלל ישראל בין ממוצעי ההישגים במיומנויות הקוגניטיביות השונות. הבדלים משמעותיים לא נמצאו גם בקרב כל מגזר שפה בנפרד, ובפילוח לפי מגדר. במדעים, לעומת זאת, בכלל ישראל ממוצע ההישגים במיומנות ההנמקה היה גבוה במובהק מן הממוצעים בשאר המיומנויות, וזאת בשל ביצועים גבוהים יותר במיומנות זו בקרב תלמידים דוברי עברית. כמו כן, נמצא פער בין-מגדרי גדול לטובת הבנות בכל שלוש המיומנויות, אך רק בקרב תלמידים מבתי-ספר דוברי ערבית.

פרק 5: עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים בראי מחקר טימס 2015

בצד רכישת ידע תוכן ואסטרטגיות/מיומנויות חשיבה ועשייה, פיתוח של ערכים ועמדות (ואף התנהגויות) 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 בתחום דעת נתון (מתמטיקה ו/או מדעים) נהנים יותר ללמוד את תחום הדעת ובטוחים יותר ביכולתם בו, ומהצד האחר ההנאה מהלימודים, האהבה למקצוע, הבנת החשיבות שבלמידתו וביטחון ביכולת ללמוד את תחום הדעת מובילים להישגים גבוהים יותר.⁷⁷ 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, ומתפיסת חשיבותו לחייהם בהווה ובעתיד. עמדות חיוביות כלפי מתמטיקה ומדעים עשויות להביא לידי הכרה בחשיבות השימוש בידע מתמטי ומדעי בתהליכי קבלת החלטות בנושאים אישיים ובנושאים ציבוריים, או לחילופין להיות מושפעות ממנה. עמדות חיוביות גם מגדילות את הסיכוי שהתלמיד יבחר ללמוד את המקצועות הללו בעתיד וישתלב בעבודה במקצועות מבוססי ידע מתמטי וידע מדעי-טכנולוגי.

עמדות התלמידים כלפי המקצוע עשויות להיות מושפעות גם מדרך הוראת המקצוע ומאיכות הוראתו. אחד האתגרים העומדים בפני המורים הוא לנקוט בדרכי הוראה אפקטיביות שיעודדו (וישמרו) פעילות קוגניטיבית של התלמידים ביחס לחומר הלימוד וימנעו הסחות דעת. הדבר מצריך ניהול כיתה, קביעת מטרות לימודיות ברורות והעמדת אתגר ודרישות קוגניטיביות גבוהות (במידה ובאופן המותאמים לגיל התלמידים), מתן הנחייה, תמיכה ומשוב מקדם למידה לתלמידים, קישור חומר לימודי חדש לידע קודם של התלמידים, מתן אפשרות ללמידה עצמאית או בשיתוף עם עמיתים להגברת תחושת העצמאות, והעברת מסרים שמגבירים את תחושת השייכות של התלמידים, את תחושת מסוגלות שלהם ואת ביטחונם ביכולתם, וכפועל יוצא את המוטיבציה שלהם. הוראה אפקטיבית, מצריכה גם יצירת סביבה לימודית שמתאפיינת בכללי התנהגות ברורים, ואשר בה נדרש מהמורה להיות קשוב לתלמידיו ולספק מענה לשאלותיהם, לגלות אמפטיה לצורכיהם ולראות צרכים אלה כחשובים, לבנות יחסי אמון עם התלמידים, וליצור אווירה של כבוד בין תלמידים ובינם ובין המורה. אם כך, לדרכי ההוראה, לניהול הכיתה ולסביבת הלמידה יש היבטים קוגניטיביים ורגשיים, שיש בכוחם להשפיע על הישגים לימודיים, על השתתפות התלמידים ומעורבותם בשיעורים, על העניין שלהם בחומר הלימוד, ועל המוטיבציה שלהם ללמוד.^{78, 79}

מחקר טימס עוסק במספר היבטים של מוטיבציה ונכונות ללמידה, כפי שהם משתקפים בעמדות של תלמידים כלפי תחומי הדעת מתמטיקה ומדעים בכלל וכלפי לימוד תחומים אלו בבית הספר בפרט. שלושה מההיבטים נוגעים למאפיינים של הלומד, ואילו היבט נוסף נוגע להקשר הלימודי בכיתה:

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

2. מוטיבציה חיצונית הקשורה בערך ובתועלת שבלמוד – מתייחסת לפעולות שנעשות משום שהן מובילות לתוצאה שחפצים בה: הערכה מצד המורה ו/או ההורים, הישגים גבוהים (במקצוע

⁷⁷ הקשר מתקיים כמובן גם בקצה האחר של היכולת ושל העמדות, למשל, ככל שהישגיהם הלימודיים של תלמידים במקצוע נמוכים יותר, יש להניח כי הם יפתחו כלפיו רגשות ועמדות שליליים, ולהיפך.

⁷⁸ להרחבה ראו עמודים 77-79 במסגרת המושגית של מחקר טימס 2015, בקישור:

http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/downloads/T15_Frameworks_Full_Book.pdf

⁷⁹ ראו גם מאמר מצורף המבוסס על מחקר פיזה 2012, ובעיקר פרק 3:

Echazarra A., Salinas D., Mendez I., Denis V. and Rech G. (2016), "How teachers teach and how students learn: Successful strategies for school", OECD Education Working Papers, No. 130, OECD Publishing, Paris.
<http://dx.doi.org/10.1787/5jm29kpt0xxx-en>

ובמקצועות אחרים), הזדמנות להתקבל למגמת לימוד סלקטיבית ואף לאוניברסיטה, הזדמנות לעבודה/קריירה טובה וכו'.

3. אמונות בנוגע לעצמי כלומד – מתייחסות לתחושת מסוגלות, ביטחון ביכולת והצלחה המובילה להתמדה, להשקעת מאמצים ולמחויבות ללמידה.

4. הוראה מעודדת מעורבות ללמידה – מתייחס לתפיסת התלמיד את המידה שבה המורה נוקט בדרכי הוראה אשר מעודדות מעורבות בלמידה, מגייסות אותו ללמידה תוך מחויבות לתהליך – מעוררות עניין, מתייחסות לצרכיו וקשיו, מאפשרות לו לבטא את הבנתו וידיעותיו, מספקות לו משוב, תמיכה והנחיה.⁸⁰

5.1 עמדות תלמידים כלפי מתמטיקה ומדעים – ההיבטים במוקד המחקר

כאמור, בירור עמדות התלמידים נעשה באמצעות שאלון שהועבר להם מיד עם סיום המבחן, ואשר למילוי הוקצו כ-30 דקות. לבירור כל היבט, התבקש התלמיד לציין את מידת הסכמתו עם מספר היגדים על סולם של ארבע דרגות (1: מאוד לא מסכים, 2: מעט לא מסכים, 3: מעט מסכים, ו-4: מאוד מסכים). פירוט ההיגדים בכל מדד מובא בתיבות 5.1 עד 5.4.⁸¹ על "המרת" תגובות התלמידים להיגדים השונים בכל היבט לכדי מדד מסכם וחלוקתו לשלוש דרגות (עמדות חיוביות מאוד, עמדות די חיוביות, ועמדות שליליות) ראו הרחבה בפרק 3.5.4, בתיבה 3.4 לעיל ותיבות 5.1 עד 5.4 להלן.

פרק זה עוסק בממצאים על אודות עמדות התלמידים כלפי ארבעת ההיבטים שצינו לעיל, ובקשר אפשרי בין עמדות אלו ובין הישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים. הנתונים מוצגים בהשוואה למדינות המשתתפות במחקר, וכן בניתוח פנים-ישראלי לפי מגזר שפה, מגדר ורקע חברתי-כלכלי.

חשוב לזכור כי בניגוד למדדי הידע והמיומנויות שהם מדדים המבוססים על גילויי יכולת ושליטה אובייקטיביים במבחנים, הרי שהמדדים של 'אהבה ללמוד את המקצוע', 'הערכה למקצוע', 'ביטחון ביכולת במקצוע', כמו גם המדד של 'עידוד מעורבות בלמידה' הם מדדים המבוססים על עקרון הדיווח העצמי, ולכן הם סובייקטיביים ויכולים להיות מושפעים במידות שונות מגורמים שונים. כך למשל תגובות התלמידים עלולות להיות מושפעות מהיבטים תרבותיים כגון עד כמה נהוג להחצין הצלחה ולהתגאות בה, תפיסה חיובית של המציאות והתמקדות בטוב, רצייה חברתית, מודעות לחשיבות השבה באופן כן ומדויק וכיוצא באלו. הבדלים תרבותיים משפיעים על האופן שבו תלמידים מודעים לעצמם, תופסים את עצמם ו/או מדווחים על עצמם, ללא קשר לרמת הישגיהם. כמו כן, חשוב לזכור כי בתחום העמדות קשה יותר לנסח היגדים באופן שיתפרש בצורה דומה בכל התרבויות ועל ידי כל התלמידים, ויתכנו הבדלים בין-אישיים, בין-מגזריים ובין-תרבותיים באופן שבו התלמידים מבינים ומפרשים את השאלה או ההיגד, וזאת מעבר לידיעתם ולזכירתם של פרטים ואירועים הקשורים לנושא שהשאלה או ההיגד עוסקים בו. משום כך יש להיזהר בהשוואת נתונים אלו בין מדינות, בין תרבויות ובין קבוצות אוכלוסייה בתוך מדינות. כדי למתן הטיות אלו ולתת פשר להערכה של היבטים מוטיבציוניים/רגשיים סובייקטיביים מעין אלו, נהוג לנתח את הנתונים בתוך קבוצה תרבותית/מגזרית/שפתית נתונה, ולערוך השוואות של ערכי מדדים שונים בתוך כל קבוצה (ולא בין קבוצות). על כן, הממצאים בישראל מוצגים לא רק בהשוואה לכלל המדינות המשתתפות במחקר, אלא בעיקר בניתוח פנים-ישראלי בין שני מגזרי שפה,⁸² ובכל מגזר שפה בפילוח לפי מגדר, רקע חברתי-כלכלי וסוג פיקוח (במגזר דוברי העברית בלבד).

⁸⁰ במחזור מחקר 2011, המדד הדגיש את תפיסת התלמיד את מעורבותו כלומד בשיעורי מתמטיקה/מדעים, ואילו במחזור מחקר 2015, המדד מדגיש את תפיסת התלמיד את ההוראה כמקדמת מעורבות של תלמידים בשיעורים.

⁸¹ למרות שהיגדים רבים בכל היבט השמרים וחוזרים על עצמם לאורך מחזורי מחקר טימס, הרי שאלו ששימשו במחזור המחקר 2015 אינם זהים בהכרח לאלו ששימשו במחזורי הקודמים. בנוסף, במחזור המחקר 2011 רק חלק מן ההיגדים שוקללו בחישוב המדד, ואילו במחזור 2015 כל ההיגדים שוקללו בחישוב המדד. עם זאת, שיטת הכיול מאפשרת לבחון מגמות לאורך שנים במדדים עבור תלמידים ממדינה נתונה. חריג לכך הוא המדד 'עידוד מעורבות' שסולמו כיול לראשונה בשנת 2015.

⁸² באופן כללי, שיעורי ההסכמה עם ההיגדים גבוהים יותר במגזר דוברי הערבית, ודפוס זה תקף בהיבטים השונים המצוינים לעיל ובהיבטים אחרים.

תיבה 5.1: מדד 'אהבה ללמוד את המקצוע'

מדד 'אוהב ללמוד מתמטיקה/מדעים' (Students Love Mathematics/Science) הורכב מתוך תשובות התלמידים לתשעה היגדים. ההיגדים במתמטיקה היו:

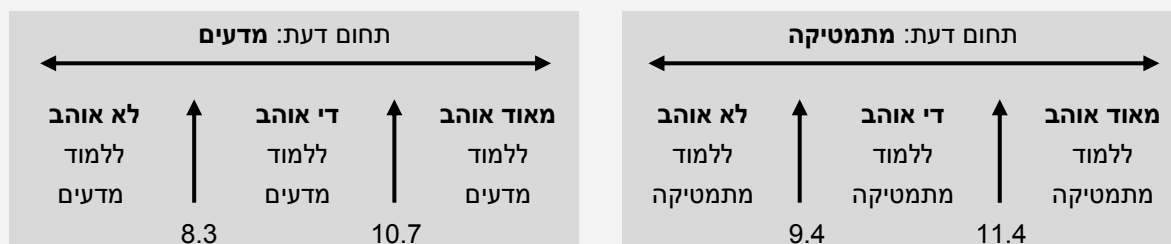
מאוד מסכים	מעט מסכים	מעט מסכים	מאוד מסכים	
☐	☐	☐	☐	א. אני נהנה ללמוד מתמטיקה
☐	☐	☐	☐	ב. הלוואי שלא הייתי חייב ללמוד מתמטיקה ^א
☐	☐	☐	☐	ג. מתמטיקה הוא מקצוע משעמם ^א
☐	☐	☐	☐	ד. אני לומד הרבה דברים מעניינים במתמטיקה
☐	☐	☐	☐	ה. אני אוהב מתמטיקה
☐	☐	☐	☐	ו. אני אוהב כל משימה לימודית שיש בה מספרים
☐	☐	☐	☐	ז. אני אוהב לפתור בעיות מתמטיות
☐	☐	☐	☐	ח. אני מצפה לשיעורי מתמטיקה
☐	☐	☐	☐	ט. מתמטיקה הוא אחד המקצועות האהובים עליי
				^א היגד שקודד הפוך

במדעים הוצגו לתלמידים אותם היגדים בהתאמה, עם השינויים הבאים בהיגדים:

ו. בשיעורי מדעים אני לומד איך הדברים בעולם עובדים; ו-

ז. אני אוהב לערוך ניסויים במדעים.

לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשלוש דרגות: מאוד אוהב ללמוד, די אוהב ללמוד, לא אוהב ללמוד. ערכי הסף לחלוקת הסולם הרציף של ציוני המדד לדרגות היו:



ערכי הסף נקבעו על פני מדרג שלפיו תלמידים שמאוד אוהבים ללמוד את תחום הדעת במוצע השיבו "מאוד מסכים" על 5 היגדים, ו"מעט מסכים" על יתר 4 ההיגדים. לעומת זאת, תלמידים שלא אוהבים ללמוד את תחום הדעת במוצע השיבו "מעט לא מסכים" על 5 היגדים, ו"מעט מסכים" על יתר 4 ההיגדים. שאר התלמידים נחשבים כמי שדי אוהבים ללמוד את תחום הדעת.

תיבה 5.2: מדד 'הערכה למקצוע'

מדד 'מעריך' מתמטיקה/מדעים (Students Value Mathematics/Science) הורכב מתוך תשובות התלמידים לתשעה היגדים. ההיגדים במתמטיקה היו:

מאוד מסכים	מעט מסכים	מעט מסכים	מאוד מסכים	
☐	☐	☐	☐	א. אני חושב שלימודי המתמטיקה יעזרו לי בחיי היומיום
☐	☐	☐	☐	ב. אני זקוק למתמטיקה כדי ללמוד מקצועות לימוד אחרים
☐	☐	☐	☐	ג. אני צריך להצליח במתמטיקה כדי להתקבל לאוניברסיטה שאבחר ללמוד בה
☐	☐	☐	☐	ד. אני צריך להצליח במתמטיקה כדי להתקבל לעבודה שארצה בה
☐	☐	☐	☐	ה. הייתי רוצה עבודה שנדרש בה שימוש במתמטיקה
☐	☐	☐	☐	ו. חשוב ללמוד מתמטיקה כדי להתקדם בחיים
☐	☐	☐	☐	ז. לימוד מתמטיקה ייתן לי יותר הזדמנויות עבודה כשאהיה מבוגר
☐	☐	☐	☐	ח. להורים שלי חשוב שאצליח במתמטיקה
☐	☐	☐	☐	ט. חשוב להצליח במתמטיקה

במדעים הוצגו לתלמידים אותם היגדים בהתאמה.

לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשלוש דרגות: מאוד מעריך, די מעריך, לא מעריך. ערכי הסף לחלוקת הסולם הרציף של ציוני המדד לדרגות היו:



ערכי הסף נקבעו על פני שלפיו תלמידים שמאוד מעריכים את תחום הדעת בממוצע השיבו "מאוד מסכים" על 5 היגדים, ו-"מעט מסכים" על יתר 4 ההיגדים. לעומת זאת, תלמידים שלא מעריכים את תחום הדעת בממוצע השיבו "מעט לא מסכים" על 5 היגדים, ו-"מעט מסכים" על יתר 4 ההיגדים. שאר התלמידים נחשבים ככאלו שדי מעריכים את תחום הדעת.

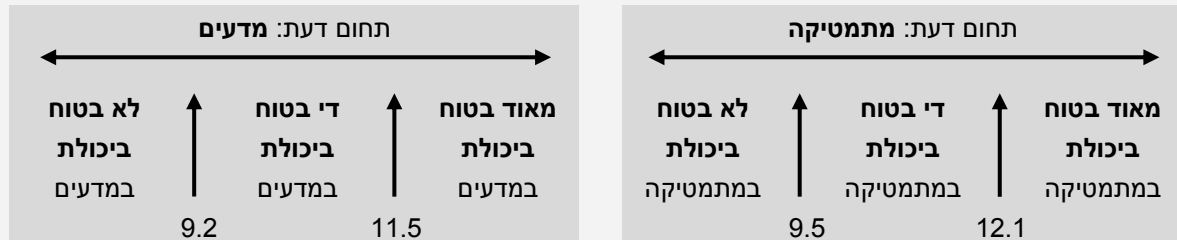
תיבה 5.3: מדד 'ביטחון ביכולת'

מדד 'בטוח ביכולת' במתמטיקה/מדעים (Students **Confident** in Mathematics/Science) הורכב מתוך תשובות התלמידים לתשעה היגדים. ההיגדים במתמטיקה היו:

מאוד מסכים	מעט מסכים	מעט מסכים	מאוד מסכים	
☐	☐	☐	☐	א. אני בדרך כלל מצליח במתמטיקה
☐	☐	☐	☐	ב. אני מתקשה במתמטיקה יותר מרבים מחבריי לכיתה ^א
☐	☐	☐	☐	ג. מתמטיקה אינה מהמקצועות החזקים שלי ^א
☐	☐	☐	☐	ד. אני לומד מהר דברים במתמטיקה
☐	☐	☐	☐	ה. מתמטיקה גורמת לי עצבנות ^א
☐	☐	☐	☐	ו. אני מצליח לפתור בעיות מתמטיות קשות
☐	☐	☐	☐	ז. המורה שלי אומר לי שאני טוב במתמטיקה
☐	☐	☐	☐	ח. קשה לי במתמטיקה יותר מבכל מקצוע אחר ^א
☐	☐	☐	☐	ט. מתמטיקה גורמת לי בלבול ^א
				^א היגד שקודד הפוך

במדעים הוצגו לתלמידים אותם היגדים בהתאמה, פרט להיגד החמישי שהושמט.

לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשלוש דרגות: מאוד בטוח, די בטוח, לא בטוח. ערכי הסף לחלוקת הסולם הרציף של ציוני המדד לדרגות היו:



ערכי הסף נקבעו על פני מדרג שלפיו תלמידים שמאוד מעריכים את תחום הדעת במוצע השיבו "מאוד מסכים" על 5 היגדים, ו-"מעט מסכים" על יתר 4 ההיגדים (4 היגדים ו-4 היגדים במדעים, בהתאמה). לעומת תלמידים שלא מעריכים את תחום הדעת במוצע השיבו "מעט לא מסכים" על 5 היגדים, ו-"מעט מסכים" על יתר 4 ההיגדים (שוב, 4 היגדים ו-4 היגדים במדעים, בהתאמה). שאר התלמידים נחשבים ככאלו שדי מעריכים את תחום הדעת.

תיבה 5.4: מדד 'עידוד מעורבות בלמידה'

מדד 'עידוד מעורבות בלמידה' בשיעורי מתמטיקה/מדעים (Students' Views on Engaging Teaching in Mathematics/Science Lessons) הורכב מתוך תשובות התלמידים לעשרה היגדים. ההיגדים במתמטיקה היו:

מאוד מסכים	מעט מסכים	מעט לא מסכים	מאוד לא מסכים
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐

- אני יודע מה המורה שלי מצפה ממני לעשות
- קל להבין את המורה שלי
- אני מתעניין במה שהמורה שלי אומר
- המורה שלי נותן לי לעשות דברים מעניינים
- המורה שלי יש תשובות ברורות לשאלות שלי
- המורה שלי מסביר היטב את החומר במתמטיקה
- המורה שלי מאפשר לי להראות את מה שלמדתי
- המורה שלי משתמש בשיטות מגוונות כדי לעזור לנו ללמוד
- המורה שלי מסביר לי איך להשתפר כשאני טועה
- המורה שלי מקשיב למה שיש לי לומר

במדעים הוצגו לתלמידים אותם היגדים בהתאמה.

לצורך ניתוח הנתונים חולק סולם המדד לשלוש דרגות: הוראה מעודדת מעורבות רבה, הוראה מעודדת מעורבות בינונית, הוראה מעודדת מעורבות מעט. ערכי הסף לחלוקת הסולם הרציף של ציוני המדד לדרגות היו:



ערכי הסף נקבעו על פני מדרג שלפיו תלמידים שדיווחו על הוראה מעודדת מעורבות רבה בשיעורי המקצוע בממוצע השיבו "מאוד מסכים" על 5 היגדים, ו-"מעט מסכים" על יתר 5 ההיגדים. לעומת תלמידים שדיווחו על הוראה שאיננה מעודדת מעורבות בממוצע השיבו "מעט לא מסכים" על 5 היגדים, ו-"מעט מסכים" על יתר 5 ההיגדים. שאר התלמידים נחשבים כמי שדיווחו על הוראה מעודדת מעורבות.

לשם נוחות, לעיתים יקרא מדד זה בקצרה מדד 'עידוד מעורבות'.

ראשית יוצגו עמדות התלמידים עבור ארבעת ההיבטים הנ"ל בעבור כלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בתוך כך יוצגו התפלגויות התלמידים לשלוש דרגות הסכמה בכל היבט, קרי שיעורי התלמידים שעמדוניהם "מאד חיוביות", "די חיוביות", ו"שליליות" (כמפורט בתיבות 5.1 עד 5.4 לעיל), וכן הציונים הממוצעים של התלמידים. כמו כן, יבחנו עמדות התלמידים במחזור מחקר 2015 ביחס למחזור מחקר 2011 כדי לבדוק אם ועד כמה השתנו העמדות הממוצעות של התלמידים בכל מדד. לבסוף יוצגו עמדות התלמידים בפילוח על פי מגדר, רקע חברתי-כלכלי, וסוג פיקוח, בכל מגזר שפה בנפרד.

5.2 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה במבט בין-לאומי ופנים-ישראלי

התלמידים בכלל המדינות המשתתפות מחזיקים בעמדות חיוביות כלפי תחום הדעת מתמטיקה וכלפי הוראתו - 42% מהתלמידים מדווחים שהם מעריכים מאוד מתמטיקה ושיעור דומה (43%) מדווחים כי בשיעורי המתמטיקה שלהם מתקיימת הוראה שמעודדת מעורבות רבה (לעומת 13% ו-17% בלבד מהתלמידים שאינם מעריכים מתמטיקה או שמדווחים על הוראה שאינה מעודדת מעורבות, בהתאמה). ברם, בבחינת אהבתם את לימודי המקצוע, העמדות הן חיוביות פחות – רק 22% מדווחים שהם אוהבים מאוד ללמוד מתמטיקה לעומת 38% שמדווחים שאינם אוהבים מתמטיקה – ועוד פחות מכך בנוגע לביטחון ביכולתם במתמטיקה – רק 14% מהתלמידים מאוד בטוחים ביכולתם במתמטיקה לעומת 43% שאינם בטוחים ביכולתם.

בהשוואה למחקר טימס 2011, ביותר מדינות חלו נסיגות⁸³ בעמדות תלמידים כלפי מתמטיקה, בהשוואה לאלו שבהן חלו עליות: במדד 'מערך מתמטיקה' נרשמו נסיגות בעמדות תלמידים ב-16 מדינות ורק במדינה אחת חלה עלייה; במדד 'אוהב ללמוד מתמטיקה' נרשמו נסיגות בעמדות תלמידים בשש מדינות, לעומת ארבע מדינות שבהן חלו עליות; ובמדד 'ביטחון ביכולת במתמטיקה' נרשמו נסיגות בעמדות תלמידים בעשר מדינות, לעומת תשע מדינות שבהן חלו עליות.

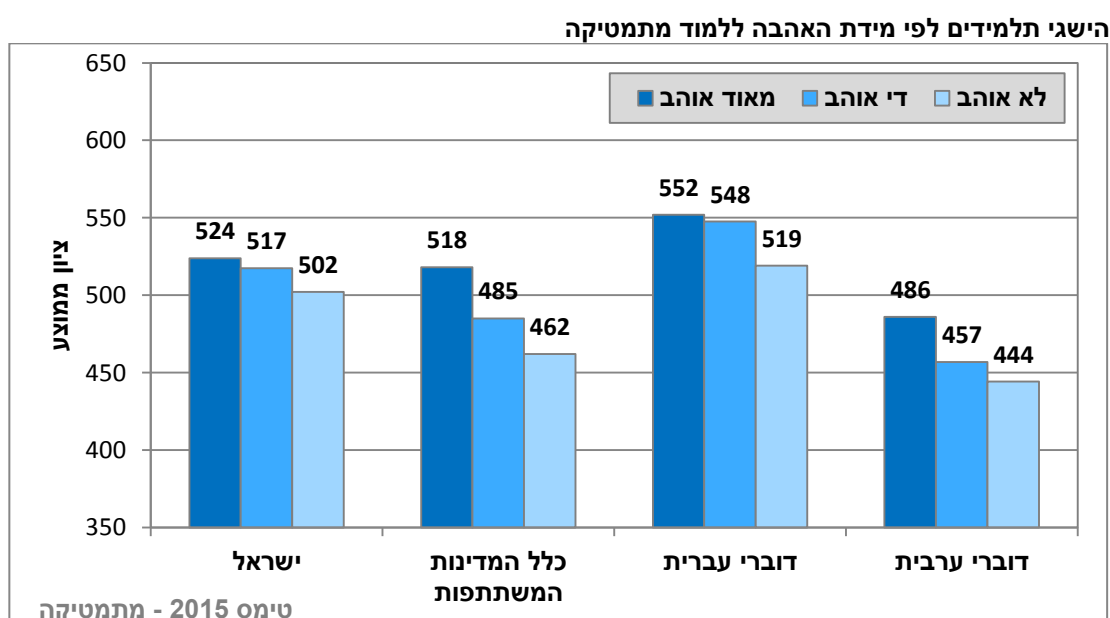
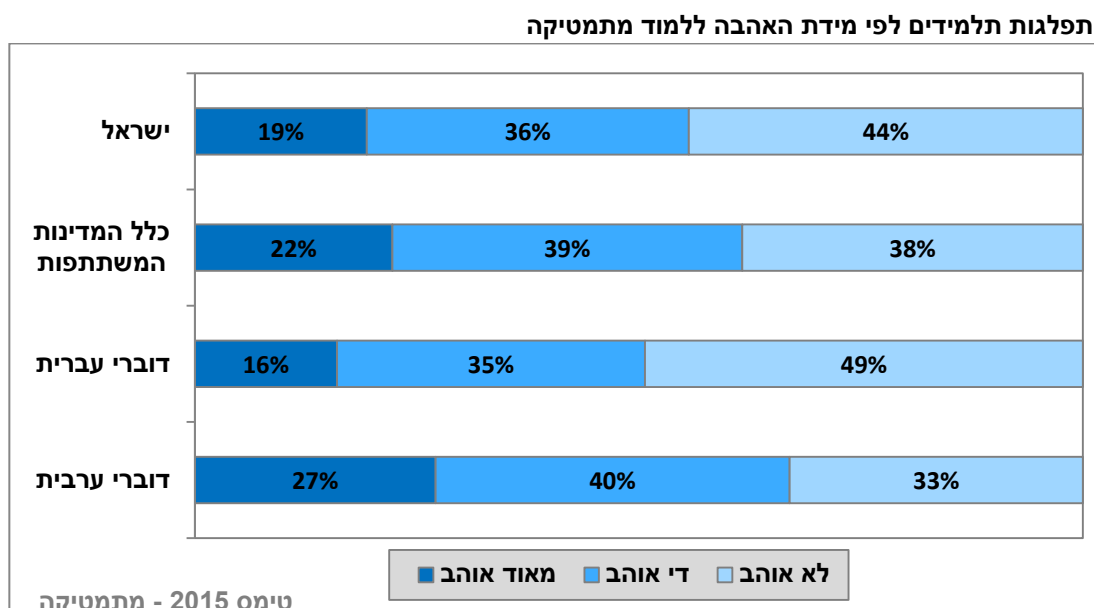
5.2.1 מידת האהבה ללמוד מתמטיקה

במדד 'אוהב ללמוד מתמטיקה' ישראל מדורגת במקום ה-21 במדרג המדינות לפי שיעור התלמידים שאוהבים מאוד ללמוד מתמטיקה. כחמישית מהתלמידים בישראל (19%) דיווחו שהם מאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה. שיעור תלמידים זה אינו גבוה, והוא נמוך במעט מממוצע המדינות המשתתפות (22%). עם זאת הוא גבוה מהשיעורים המקבילים בשבע המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה. מתוכן ארצות הברית היא הקרובה ביותר לישראל במדרג של מדד ה'אהבה ללמוד מתמטיקה' ומדורגת במקום ה-23 (17% מתלמידיה מאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה), ואילו סלובניה נמצאת בתחתית המדרג במקום ה-39 (רק 5% מתלמידיה מאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה). כמו כן, שיעור התלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה בישראל גבוה גם מהשיעורים המקבילים בארבע מבין חמש מדינות מזרח אסיה הממוקמות בצמרת מדרג הישגים (פרט לסינגפור ש-24% מתלמידיה מאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה). מעניין לציין כי מדינות בעלות הישגים גבוהים במתמטיקה כגון טאיוואן, יפן וקוריאה הדרומית ממוקמות בתחתית המדרג של מדד ה'אהבה ללמוד מתמטיקה' (במקומות 35, 37 ו-38, בהתאמה), ואילו מדינות בעלות הישגים נמוכים במתמטיקה כגון בוסטואנה, מרוקו ודרום אפריקה ממוקמות בראש המדרג של מדד ה'אהבה ללמוד מתמטיקה' (מקומות 1 עד 3, בהתאמה).

בתרשים 5.1 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מידת האהבה של התלמידים ללמוד מתמטיקה בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי התפלגות התלמידים לפי מידת האהבה ללמוד מתמטיקה בכלל ישראל אמנם דומה מאוד לממוצע המדינות המשתתפות, אך שונה בין מגזרי השפה: בבתי-ספר דוברי ערבית שיעור התלמידים המדווחים כי הם מאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה (27%) נמוך אך במעט משיעור התלמידים שאינם אוהבים ללמוד מתמטיקה (33%). לעומת זאת, בבתי-ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים שאינם אוהבים ללמוד מתמטיקה (49%) גבוה פי שלושה משיעור התלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה (16%). עוד נמצא שבהשוואה לממוצע המדינות המשתתפות, תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית פחות אוהבים ללמוד מתמטיקה ואילו תלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית אוהבים יותר ללמוד מתמטיקה.

⁸³ "נסיגה" מתבטאת בירידה מובהקת במדד הממוצע של ההיבט הנבדק, בהשוואה למדד המקביל במחזור 2011. בהתאם לכך, "עלייה" פירושה עלייה מובהקת במדד הממוצע של ההיבט הנבדק.

תרשים 5.1: מדד 'אוהב ללמוד מתמטיקה' של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה



בתרשים 5.1 מוצגים גם ממוצעי הישגי התלמידים במתמטיקה כפונקציה של מידת האהבה ללמוד מתמטיקה, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים במתמטיקה ובין מידת האהבה ללמוד מתמטיקה. ממוצע הישגי התלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה גבוה ב-33 נקודות מממוצע הישגי תלמידים שדי אוהבים ללמוד מתמטיקה, ושל הללו גבוה ב-23 נקודות מממוצע הישגי תלמידים שאינם אוהבים ללמוד מתמטיקה. גם בישראל נמצא קשר חיובי בין מידת האהבה ללמוד מתמטיקה להישגים במתמטיקה במבחן טימס, אך הפערים בממוצעי הישגי התלמידים על פי האהבה ללמוד מתמטיקה קטנים יותר (7 נקודות ו-15 נקודות, בהתאמה), ובהתאם לכך הקשר חלש יחסית (מתאם פירסון $r=0.11$).⁸⁴ בבתי-ספר דוברי ערבית, הפער בממוצע ההישגים בין תלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה ובין אלו שדי אוהבים ללמוד את המקצוע (29 נקודות) הוא כפול

⁸⁴ חשוב לציין כי פערים בהישגים בין קבוצות תלמידים שעמדותיהם שונות אינם בהכרח מצביעים על קשר ליניארי (מתאם) חזק בין עמדות והישגים. הדבר נובע מכך שמתאם פירסון מושפע במידה רבה מהשונות ומפזר הציונים בכל קבוצת אוכלוסייה (תלמידים שעמדתם חיובית מאוד, די חיובית או שלילית) וביניהן, וכן מתייחס לערך המדד של כל תלמיד ולא באופן קטגוריאלי לשיוכו לקבוצת אוכלוסייה. הדבר תקף עבור על המשתתפים להלן.

מהפער בין מי שדי אוהבים ללמוד את המקצוע ובין מי שאינם אוהבים כלל ללמוד מתמטיקה (13 נקודות). בניגוד לכך, בבתי-ספר דוברי עברית אין כמעט הבדל בין ממוצעי ההישגים של תלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה ותלמידים שדי אוהבים ללמוד מתמטיקה (כ-550 נקודות בשתי הקבוצות), ואילו ממוצע ההישגים של תלמידים שאינם אוהבים ללמוד מתמטיקה (כ-520 נקודות) נמוך מהם בכשליש סטיית תקן. הקשר בין האהבה ללמוד מתמטיקה להישגים במתמטיקה חזק מעט יותר בבתי-ספר דוברי עברית (מתאם פירסון $r=0.19$) מאשר בבתי-ספר דוברי ערבית (מתאם פירסון $r=0.14$).

בהשוואה למחקר טימס 2011, חלה נסיגה של כעשירית סטיית תקן בממוצע מדד 'אוהב ללמוד מתמטיקה' בכלל ישראל (מ-9.9 נקודות ל-9.6 נקודות), והדבר מתבטא גם בירידה של כ-6% הן בשיעור התלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה (בבתי-ספר משני מגזרי השפה) והן בשיעור התלמידים שדי אוהבים ללמוד מתמטיקה (בבתי-ספר דוברי עברית).

5.2.2 מידת ההערכה למתמטיקה

במדד 'מעריך מתמטיקה', הנוגע כאמור לתפיסת הערך, החשיבות והתועלת העתידית מלימודי המקצוע, ישראל מדורגת במקום ה-7 במדרג המדינות לפי שיעור התלמידים שמעריכים מאוד מתמטיקה. למעלה ממחצית מהתלמידים בישראל (58%) מכירים בערך המתמטיקה ובחשיבותה. שיעור זה גבוה במידה ניכרת מהשיעור המקביל בממוצע המדינות המשתתפות (42%). חשוב לשים לב כי בממוצע המדינות המשתתפות שיעור התלמידים שמאוד מעריכים מתמטיקה כפול משיעור התלמידים שמאוד אוהבים מתמטיקה (42% לעומת 22%, בהתאמה), ובישראל אף ביתר שאת (58% לעומת 19%, בהתאמה). השיעורים הגבוהים בישראל של תלמידים שאינם אוהבים ללמוד מתמטיקה, בעיקר בקרב דוברי עברית, לצד שיעורים גבוהים מאוד של תלמידים שדי מעריכים או מאוד מעריכים מתמטיקה, בשני מגזרי השפה, מעידים כי גם בין אלו שאינם אוהבים מאוד ללמוד מקצוע זה יש המכירים בערך ובחשיבות של לימודי המתמטיקה לעתידם.

בדומה למדד 'אוהב ללמוד מתמטיקה', המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה מדורגות נמוך מישראל במדד 'מעריך מתמטיקה'. מתוך המדינות הללו, אנגליה היא הקרובה ביותר במדרג לישראל - היא מדורגת במקום ה-13 (46% מתלמידיה מאוד מעריכים מתמטיקה), ואילו סלובניה מדורגת במקום ה-35 (רק 19% מתלמידיה מאוד מעריכים מתמטיקה). ושוב, כמו במדד 'אוהב ללמוד מתמטיקה', גם כאן מדינות בעלות הישגים גבוהים במתמטיקה כגון הונג-קונג, קוריאה הדרומית, יפן וטאיוואן ממוקמות בתחתית המדרג של מדד ההערכה למתמטיקה (במקומות 36 עד 39, בהתאמה), ואילו מדינות בעלות הישגים נמוכים במתמטיקה כגון דרום אפריקה, בוטסואנה ומרוקו (מקומות 38, 35 ו-37 במדרג ההישגים, בהתאמה) ממוקמות בראש המדרג של מדד 'מעריך מתמטיקה' (מקומות 1 עד 3, בהתאמה).

בתרשים 5.2 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מידת ההערכה של התלמידים למתמטיקה בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי בניגוד למדד האהבה למקצוע, התפלגות התלמידים לפי מידת ההערכה למתמטיקה בכלל ישראל שונה מממוצע המדינות המשתתפות, אך דומה בין מגזרי השפה. הן בבתי-ספר דוברי עברית והן באלו דוברי הערבית כ-60% מן התלמידים מאוד מעריכים מתמטיקה, כשליש די מעריכים מתמטיקה, וכ-8% מדווחים שאינם מעריכים מתמטיקה.

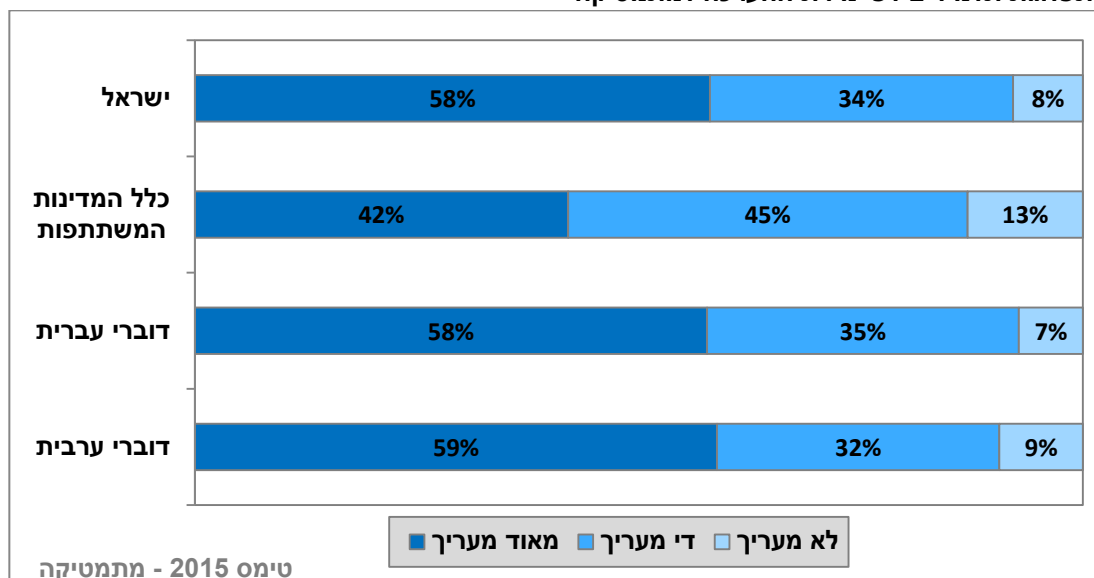
בתרשים 5.2 מוצגים גם ממוצעי הישגי התלמידים במתמטיקה כפונקציה של מידת ההערכה למתמטיקה, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים במתמטיקה ובין מידת ההערכה שהם רוחשים למקצוע. ממוצע הישגי התלמידים שמאוד מעריכים מתמטיקה גבוה ב-21 נקודות מממוצע הישגי תלמידים שדי מעריכים מתמטיקה, ושל הללו גבוה ב-28 נקודות מממוצע הישגי תלמידים שאינם מעריכים מתמטיקה. גם בישראל נמצא קשר חיובי (מתאם פירסון $r=0.16$) בין ההערכה למתמטיקה להישגים במתמטיקה במבחן טימס (פערים של 19 נקודות ו-43 נקודות, בהתאמה). בבתי-ספר דוברי ערבית הפער בממוצע ההישגים בין תלמידים שמאוד מעריכים מתמטיקה ובין אלו שדי מעריכים את המקצוע (38 נקודות) דומה לפער בין מי שדי מעריכים את המקצוע ובין מי שאינם מעריכים אותו כלל (44 נקודות). בבתי-ספר דוברי עברית הפער בממוצע ההישגים בין תלמידים שמאוד מעריכים מתמטיקה ובין אלו שדי מעריכים את המקצוע (14 נקודות) הוא כמחצית הפער בין מי שדי מעריכים את המקצוע ובין מי שאינם מעריכים אותו כלל (31 נקודות). הקשר בין הערכת מתמטיקה להישגים

במתמטיקה חזק יותר בבתי-ספר דוברי ערבית (מתאם פירסון $r=0.25$) מאשר בבתי-ספר דוברי עברית (מתאם פירסון $r=0.13$), זאת בניגוד לקשר בין אהבה ללמוד מתמטיקה ובין הישגים במתמטיקה שחזק יותר דווקא בבתי ספר דוברי עברית.

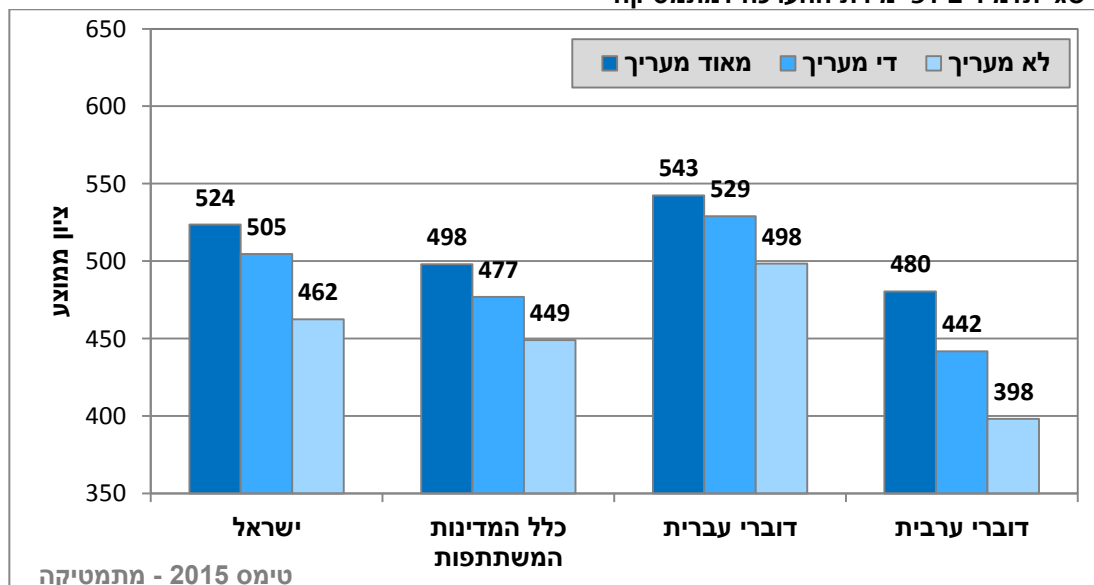
בהשוואה למחקר טימס 2011, לא חל שינוי של ממש בממוצע מדד 'מעריך מתמטיקה' בכלל ישראל (עומד על כ-10.5 נקודות). בהשוואה למחזור קודם, במחזור המחקר הנוכחי בבתי-ספר דוברי עברית לא חל שינוי בהתפלגות התלמידים לפי מידת ההערכה למקצוע, ואילו בבתי-ספר דוברי ערבית נרשמה ירידה של 8% בשיעור התלמידים שמאוד מעריכים מתמטיקה.

תרשים 5.2: מדד 'מעריך מתמטיקה' של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה

התפלגות תלמידים לפי מידת ההערכה למתמטיקה



הישגי תלמידים לפי מידת ההערכה למתמטיקה



5.2.3 הביטחון ביכולת במתמטיקה

נראה שאחד הממצאים המעניינים ביותר בישראל הוא היותה מדורגת במקום השני במדרג המדינות המשתתפות לפי שיעור התלמידים שמאוד בטוחים ביכולתם במתמטיקה. כרבע (24%) מהתלמידים בישראל מדווחים כי הם בטוחים מאוד ביכולתם במתמטיקה, לעומת שביעית (14%) בלבד מהתלמידים

בממוצע המדינות המשתתפות. מיד אחרי ישראל, במקומות 3 עד 5, מדורגות שלוש מבין המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה: נורבגיה (23% מתלמידיה מאוד בטוחים ביכולתם במתמטיקה) ארצות הברית (21% מתלמידיה) והונגריה (19% מתלמידיה), כאשר באנגליה, אוסטרליה וליטא במרכז המדרג (15% מתלמידיהן, במקומות 16 עד 18), ואילו סלובניה בחלקו התחתון של המדרג (12% מתלמידיה, במקום ה-30). גם במדד זה, מדינות מזרח אסיה, בעלות ההישגים הגבוהים ביותר במתמטיקה, מדורגות לרוב בתחתית מדרג המדינות: סינגפור במקום ה-24 (13% מתלמידיה מאוד בטוחים ביכולתם), ובעיקר הונג-קונג, טאיוואן, קוריאה הדרומית ויפן בתחתית הרשימה (במקומות ה-31, 33, 36 ו-37, בהתאמה).

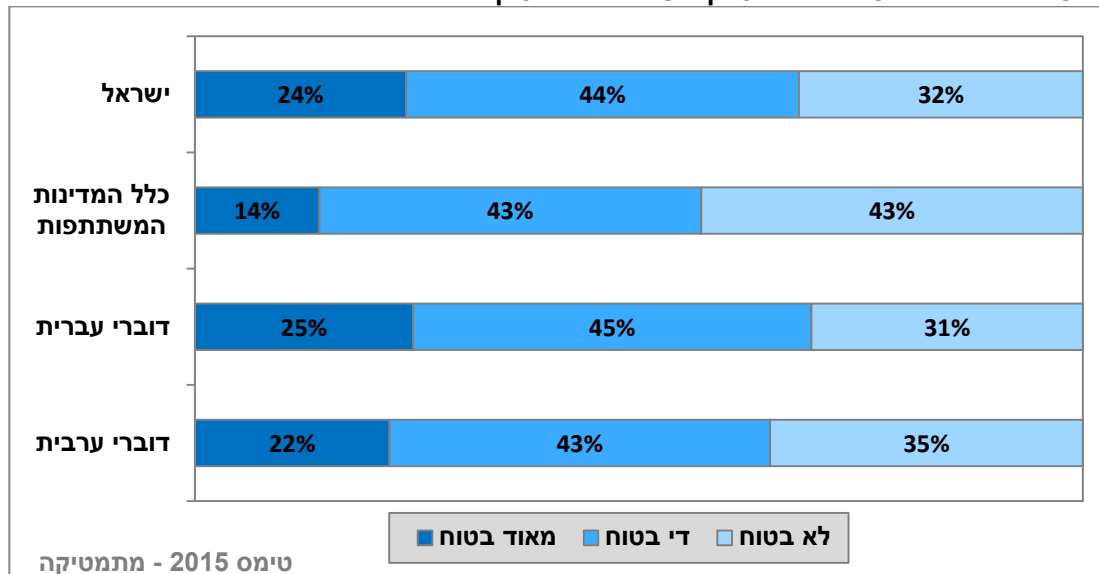
בתרשים 5.3 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מידת הביטחון של תלמידים ביכולתם במתמטיקה בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי בניגוד למדד ה'אהבה ללמוד את המקצוע' ובדומה למדד ה'הערכה למקצוע', התפלגות התלמידים לפי מידת הביטחון ביכולתם במתמטיקה בכלל ישראל שונה מממוצע המדינות המשתתפות, אך דומה בין מגזרי השפה. הן בבתי-ספר דוברי עברית והן באלו דוברי ערבית כרבע מן התלמידים (22% עד 25%) מאוד בטוחים ביכולתם במתמטיקה, כמעט מחצית (43% עד 45%) די בטוחים ביכולתם במתמטיקה, וכשליש (31% עד 35%) מדווחים שאינם בטוחים ביכולתם במתמטיקה.

בתרשים 5.3 מוצגים גם ממוצעי הישגי התלמידים במתמטיקה כפונקציה של מידת הביטחון ביכולת במתמטיקה, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים ובין הביטחון ביכולת במתמטיקה. ממוצע הישגי התלמידים שמאוד בטוחים ביכולתם במתמטיקה גבוה ב-60 נקודות מממוצע הישגי תלמידים שדי בטוחים ביכולתם במתמטיקה, ושל הללו גבוה ב-45 נקודות מממוצע הישגי תלמידים שאינם בטוחים ביכולתם במתמטיקה. פערים דומים (57 נקודות ו-42 נקודות, בהתאמה) וקשר דומה נמצאו גם בישראל (מתאם פירסון $r=0.36$). בבתי-ספר דוברי ערבית, הפער בממוצע ההישגים בין תלמידים שמאוד בטוחים ביכולתם במתמטיקה ובין אלו שדי בטוחים ביכולתם במתמטיקה (80 נקודות) גדול כמעט פי שלושה מהפער בין מי שדי בטוחים ביכולתם ובין מי שאינם בטוחים ביכולתם במתמטיקה כלל (30 נקודות). בבתי-ספר דוברי עברית הפערים בממוצעי ההישגים על פי מידת הביטחון במתמטיקה דומים בגודלם (47 נקודות ו-43 נקודות, בהתאמה). הקשר בין הביטחון ביכולת במתמטיקה להישגים במתמטיקה דומה בשני מגזרי השפה (מתאם פירסון $r=0.38$).

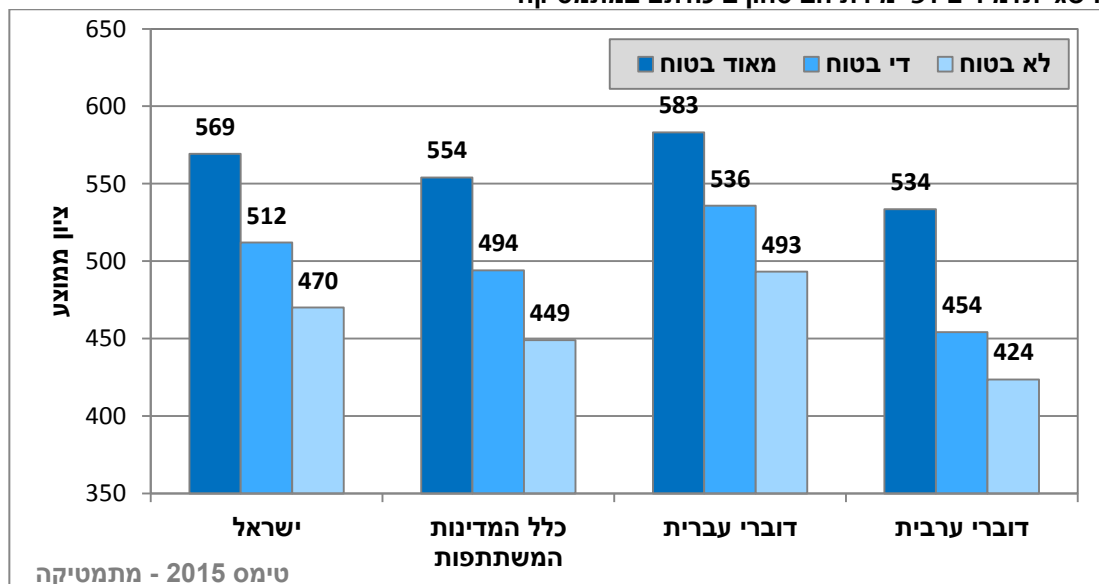
בהשוואה למחקר טימס 2011, חלה נסיגה של כשתי עשירית סטיית תקן בממוצע מדד 'הביטחון ביכולת במתמטיקה' בכלל ישראל (מ-11.1 נקודות ל-10.7 נקודות), וגם הקשר בין הביטחון ביכולת במתמטיקה להישגים במתמטיקה, על אף היותו חזק, נחלש מעט (בהשוואה למתאם פירסון $r=0.44$ במחזור מחקר קודם). בהשוואה למחזור קודם, במחזור המחקר הנוכחי בישראל נרשמה ירידה של 8% בשיעור התלמידים שדיווחו שהם מאוד בטוחים ביכולתם במתמטיקה (ירידה של 8% בבתי-ספר דוברי עברית ושל 6% בבתי-ספר דוברי ערבית), לצד עלייה של 10% בשיעור אלו שאינם בטוחים ביכולתם במתמטיקה (של 9% ו-14%, בהתאמה). לסיכום, התלמידים בישראל עדיין מאוד בטוחים ביכולתם במתמטיקה, בהשוואה לתלמידים במדינות המשתתפות במחקר, ולמדד זה קשר חזק עם הישגי התלמידים, אף שבהשוואה למחזור מחקר קודם חלה ירידה הן במידת הביטחון ביכולת במתמטיקה והן בעוצמת הקשר בין מידת הביטחון ביכולת במתמטיקה ובין רמת ההישגים במקצוע זה.

תרשים 5.3: מדד 'הביטחון ביכולת מתמטיקה' של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה

התפלגות תלמידים לפי מידת הביטחון ביכולתם במתמטיקה



הישגי תלמידים לפי מידת הביטחון ביכולתם במתמטיקה

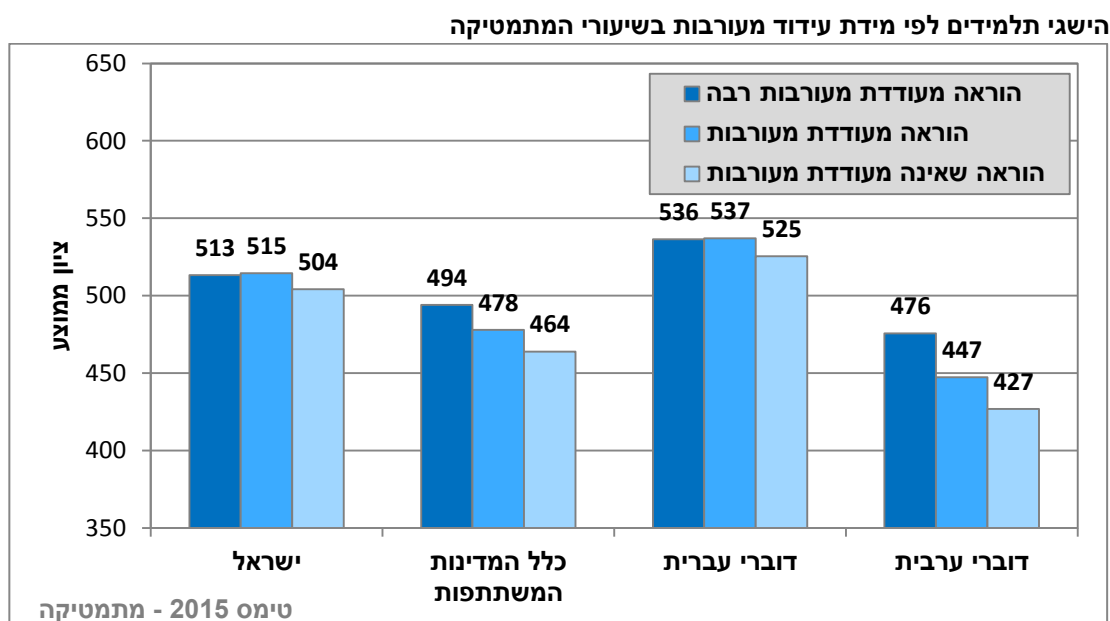
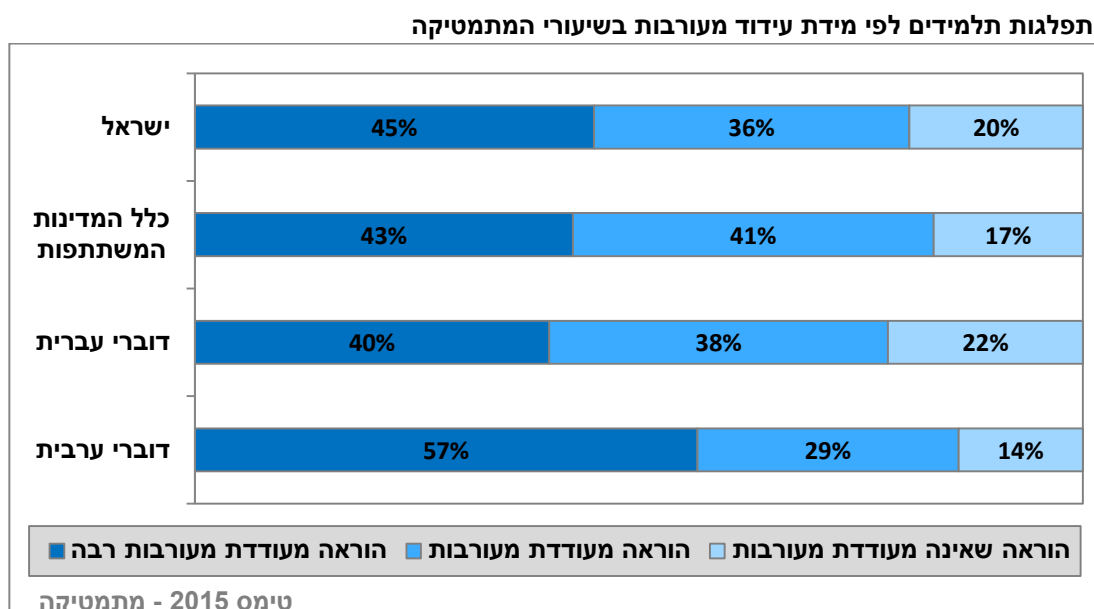


5.2.4 עידוד מעורבות בלמידה בשיעורי מתמטיקה

במדד 'עידוד מעורבות בלמידה' (להלן "מעורבות"), ישראל מדורגת במקום ה-16 במדרג המדינות לפי שיעור התלמידים שמדווחים על הוראה מעודדת מעורבות רבה. בישראל, כמו בממוצע המדינות המשתתפות, כמעט מחצית (45%) מהתלמידים דיווחו על הוראה המעודדת מעורבות רבה בשיעורי המתמטיקה, ופחות ממחצית מכך (חמישית, קרי 20% מהתלמידים) דיווחו על הוראה שאיננה מעודדת מעורבות בלמידה. בחציו התחתון של המדרג מממוקמות כל שבע המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במתמטיקה (הקרובה ביותר לישראל היא ארה"ב, במקום ה-21, ש-43% מתלמידיה דיווחו על הוראה המעודדת מעורבות רבה בשיעורי מתמטיקה), ובתחתית המדרג מדינות מזרח אסיה שהישגיהן במתמטיקה הם הגבוהים ביותר (רק כרבע מתלמידי הונג קונג וטאיוואן דיווחו על הוראה המעודדת מעורבות רבה בשיעורי מתמטיקה, ועוד פחות מכך - 10% ו-8% - מתלמידי יפן וקוריאה הדרומית, בהתאמה).

בתרשים 5.4 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מידת עידוד המעורבות בשיעורי המתמטיקה בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי התפלגות התלמידים לפי מדד זה בכלל ישראל דומה לממוצע המדינות המשתתפות, אך שונה בין מגזרי השפה. בבתי-ספר דוברי עברית שיעור התלמידים שדיווחו על הוראה מעודדת מעורבות רבה בשיעורי המתמטיקה (40%) כפול משיעור המדווחים על הוראה שאינה מעודדת מעורבות (22%), ובבתי-ספר דוברי ערבית השיעור גבוה פי ארבעה (57% ו-14%, בהתאמה).

תרשים 5.4: מדד 'עידוד מעורבות בשיעורי מתמטיקה' של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה



בתרשים 5.4 מוצגים גם ממוצעי הישגי התלמידים במתמטיקה כפונקציה של עידוד מעורבות בשיעורי המתמטיקה, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים ובין עידוד מעורבות בשיעורי המתמטיקה. בעוד במדינות המשתתפות קיים פער של 30 נקודות בין ממוצע הישגי תלמידים שדיווחו על הוראה שמעודדת מעורבות רבה ובין ממוצע הישגי תלמידים שדיווחו על הוראה שאינה מעודדת מעורבות (לטובת הראשונים), הרי שבאשראי כלל ובבתי-ספר דוברי עברית הפער קטן יותר ועומד על כ-10 נקודות, ואילו בבתי-ספר דוברי ערבית הפער גדול הרבה

יותר ועומד על כ-50 נקודות. כמו כן, בבתי-ספר דוברי ערבית ניכר שהישגי תלמידים שדיווחו על הוראה שדי מעודדת מעורבות נמוכים מהישגי תלמידים שדיווחו על הוראה מעודדת מעורבות רבה, ואילו בבתי-ספר דוברי עברית הישגיהם של אלה שדיווחו על הוראה שדי מעודדת מעורבות דומים להישגי אלה שדיווחו על הוראה המעודדת מעורבות רבה. בהתאם לכך, הקשר בין עידוד מעורבות בשיעורי המתמטיקה להישגים במתמטיקה נמצא רק בבתי-ספר דוברי ערבית (מתאם פירסון $r=0.20$), אך לא בבתי-ספר דוברי עברית (מתאם פירסון $r=0.04$).

במחזור מחקר 2011 מדד 'עידוד מעורבות' הוגדר באופן שונה, המדגיש את עצם המעורבות בשיעורי המתמטיקה ולא דווקא את דרכי ההוראה וניהול כיתה כגורמים המעודדים מעורבות זו, וכן התבסס על הרכב היגדים שונה במעט. על כן, נוצר סולם ציונים חדש למדד זה במחקר 2015. לפיכך, השוואה בין מחזורי מחקר איננה אפשרית וחסרת תוקף, אף על פי שלכאורה בשני מחזורי המחקר קיים מדד דומה של 'עידוד מעורבות'.

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

בלוח 5.1 מוצגים ממוצעי הישגי התלמידים ושיעורם היחסי לפי עמדותיהם בכל מדד, לפי מגזר שפה ומגדר. מן הלוח עולה כי בשלושת היבטי המוטיבציה הנוגעים ללומד (קרי, אהבה ללמוד את המקצוע, הערכה למקצוע וביטחון ביכולת במקצוע), בבתי-ספר דוברי עברית שיעור הבנים המחזיקים בעמדות חיוביות מאוד כלפי תחום הדעת מתמטיקה גבוה במקצת (2%-3%) משיעור הבנות, ואילו בבתי-ספר דוברי ערבית שיעור הבנות המחזיקות בעמדות חיוביות מאוד כלפי תחום הדעת מתמטיקה גבוה במקצת (4%-7%) משיעור הבנים.

מבחינת הבדלים בהישגים בארבעת ההיבטים מצטיירת תמונה מעניינת: בבתי-ספר דוברי ערבית, בקרב תלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד הרי שהישגי הבנים גבוהים מהישגי הבנות (בעיקר בפילוח לפי מידת הביטחון ביכולת במתמטיקה), ואילו בקרב תלמידים שעמדותיהם די חיוביות או שליליות הישגי הבנות גבוהים מהישגי הבנים. כפועל יוצא, בבתי-ספר דוברי ערבית בכל אחד מהמדדים, ובעיקר במדד 'עידוד מעורבות', הפער בממוצעי ההישגים בין תלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי מתמטיקה ובין חבריהם שעמדותיהם שליליות כלפי המקצוע גדול יותר בקרב בנים (לפחות פי 1.25 מהפער בקרב בנות).

לעומת זאת, בבתי-ספר דוברי עברית הפערים בממוצעי ההישגים בין תלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי מתמטיקה ובין חבריהם שעמדותיהם שליליות, לעתים דומים בשני המגדרים – בעיקר בכל האמור למדד 'הביטחון ביכולת במתמטיקה' ולמדד 'עידוד מעורבות בשיעורי המתמטיקה' – ולעתים הפערים בממוצעי ההישגים ניכרים במגדר מסוים. לדוגמא במדד 'אוהב ללמוד מתמטיקה' הפער גדול יותר בקרב בנות ואילו במדד 'מעריך מתמטיקה' הפער גדול יותר בקרב בנים. במדד 'עידוד מעורבות בשיעורי המתמטיקה' בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית, הישגי בנים ובנות שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי המקצוע דומים מאוד להישגי בנים ובנות שעמדותיהם די חיוביות, וטובים אך במעט מהישגי בנים ובנות שעמדותיהם שליליות כלפי המקצוע – זאת בהלימה להיעדר קשר בין עידוד מעורבות בשיעורי המתמטיקה להישגים במתמטיקה בבתי-ספר דוברי עברית.

בכל ארבעת המדדים הפערים בכל קבוצת מגדר בין תלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי מתמטיקה ובין חבריהם שעמדותיהם שליליות כלפי המקצוע גדולים הרבה יותר בבתי-ספר דוברי ערבית, פרט למדד 'אהבה ללמוד מתמטיקה' בקרב בנות.

דפוסי הקשר בין עמדות תלמידים ובין הישגיהם דומים בין בנים ובין בנות בבתי-ספר דוברי עברית, פרט למדד 'אהבה ללמוד מתמטיקה' בו הקשר חזק יותר בקרב בנות. בניגוד לכך, בבתי-ספר דוברי ערבית, הקשרים בין עמדות תלמידים ובין הישגיהם חזקים יותר בקרב בנים, פרט למדד 'אהבה ללמוד מתמטיקה' שבו נמצא קשר דומה בין עמדות תלמידים ובין הישגים במתמטיקה בקרב בנים ובקרב בנות.

לוח 5.1: ממוצע הישגי התלמידים והתפלגות תלמידים (בסוגריים) לפי עמדותיהם כלפי מתמטיקה, לפי מגדר

היבט		בתי-ספר דוברי עברית		בתי-ספר דוברי ערבית		מגדר
		בנות	בנים	בנות	בנים	
מדד: 'אהבה ללמוד מתמטיקה'	מאוד אוהב	484 (29%)	489 (25%)	555 (15%)	550 (17%)	
	די אוהב	464 (37%)	451 (43%)	547 (34%)	548 (36%)	
	לא אוהב	447 (34%)	441 (32%)	516 (52%)	523 (47%)	
	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד אוהב" ל"לא אוהב"	37	48	39	27	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.14	0.14	0.22	0.16	
מדד: 'הערכה למתמטיקה'	מאוד מעריך	476 (62%)	485 (55%)	539 (56%)	545 (59%)	
	די מעריך	449 (31%)	434 (32%)	526 (38%)	532 (33%)	
	לא מעריך	404 (7%)	395 (13%)	503 (6%)	496 (8%)	
	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד מעריך" ל"לא מעריך"	72	90	36	49	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.18	0.30	0.12	0.13	
מדד: 'ביטחון במתמטיקה'	מאוד בטוח	522 (25%)	551 (19%)	583 (23%)	583 (26%)	
	די בטוח	461 (41%)	448 (45%)	535 (42%)	536 (47%)	
	לא בטוח	425 (34%)	422 (36%)	495 (35%)	491 (26%)	
	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד בטוח" ל"לא בטוח"	97	129	88	92	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.36	0.42	0.39	0.37	
מדד: 'עידוד מעורבות בשיעורי מתמטיקה'	הוראה מעודדת מעורבות רבה	472 (62%)	480 (50%)	534 (41%)	539 (39%)	
	הוראה מעודדת מעורבות	452 (26%)	443 (33%)	535 (37%)	539 (39%)	
	הוראה שאינה מעודדת מעורבות	443 (12%)	415 (16%)	523 (23%)	528 (21%)	
	פער בממוצע ההישגים בין מדווחים על הוראה "מעודדת מעורבות רבה" ל"שאינה מעודדת מעורבות"	29	65	11	11	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.16	0.23	0.05	0.04	

5.2.6 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה - במבט פנים-ישראלי, לפי רקע חברתי-כלכלי

לוח 5.2 מוצגים ממוצעי הישגי התלמידים ושיעורם היחסי לפי עמדותיהם בכל מדד, לפי מגזר שפה ורקע חברתי-כלכלי.

מן הלוח⁸⁵ עולה כי בבתי-ספר דוברי עברית התפלגות התלמידים בשלוש הרמות בכל אחד מהיבטי המוטיבציה שנסקרו לעיל דומה מאוד בכל קבוצות הרקע החברתי-כלכלי, ובכלל זה דומים גם שיעורי התלמידים המחזיקים בעמדות חיוביות מאוד בכל אחד מהמדדים. בבתי-ספר דוברי ערבית, מסתמן כי בשלושת מדדי המוטיבציה הנוגעים ללומד, הרי ככל שהרקע החברתי-כלכלי גבוה יותר, כך שיעורי

⁸⁵ הנתונים מוצגים עבור כל קבוצות הרקע החברתי-כלכלי בשני מגזרי השפה. עם זאת, יש להתייחס לנתונים בזהירות הראויה, בשל מגבלות הגודל של פלחי אוכלוסייה מסוימים, בעיקר בכל האמור לתלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה בבתי-ספר דוברי ערבית.

התלמידים שעמדוניהם מאוד חיוביות גבוהים יותר, ואילו שיעורי התלמידים שעמדוניהם שליליות כלפי המקצוע נמוכים יותר, ובפרט במדד 'ביטחון ביכולת במתמטיקה'.

זאת ועוד, דפוס הקשר בין הישגי התלמידים ובין עמדוניהם דומים יחסית בקבוצות הרקע החברתי-כלכלי, בעיקר במדדים 'הערכת מתמטיקה' ו'עידוד מעורבות בלמידה'. בשני המדדים האחרים, 'אהבה ללמוד מתמטיקה' ו'ביטחון ביכולת במתמטיקה', הקשר חזק יותר בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה (בהשוואה לאלו מרקע בינוני או נמוך – ממצא הנכון הן בבתי-ספר דוברי עברית והן באלו דוברי ערבית).

לוח 5.2: ממוצע הישגי תלמידים והתפלגות תלמידים (בסוגריים) לפי עמדוניהם כלפי מתמטיקה, לפי רקע חברתי-כלכלי

היבט			בתי-ספר דוברי עברית			בתי-ספר דוברי ערבית		
רקע חברתי-כלכלי			גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך
מדד: 'אהבה ללמוד מתמטיקה'	מאוד אוהב	601 (15%)	527 (15%)	484 (20%)	590 (33%)	522 (26%)	460 (27%)	
	די אוהב	593 (36%)	520 (33%)	472 (35%)	562 (42%)	498 (41%)	428 (39%)	
	לא אוהב	558 (49%)	498 (52%)	453 (45%)	532 (25%)	481 (33%)	424 (34%)	
	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד אוהב" ל"לא אוהב"	43	29	31	58	41	36	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.29	0.17	0.16	0.38	0.12	0.15	
מדד: 'הערכה למתמטיקה'	מאוד מעריך	586 (57%)	517 (58%)	473 (58%)	574 (70%)	515 (64%)	454 (56%)	
	די מעריך	569 (36%)	506 (34%)	462 (35%)	542 (28%)	479 (27%)	422 (34%)	
	לא מעריך	540 (7%)	475 (8%)	441 (7%)	523 (2%)	431 (9%)	381 (10%)	
	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד מעריך" ל"לא מעריך"	46	42	32	51	84	73	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.18	0.13	0.11	0.26	0.28	0.22	
מדד: 'ביטחון ביכולת במתמטיקה'	מאוד בטוח	620 (28%)	549 (22%)	518 (20%)	597 (48%)	559 (24%)	505 (19%)	
	די בטוח	573 (46%)	515 (44%)	471 (45%)	542 (35%)	496 (47%)	427 (42%)	
	לא בטוח	536 (26%)	479 (34%)	431 (35%)	517 (17%)	451 (29%)	412 (39%)	
	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד בטוח" ל"לא בטוח"	84	70	87	80	108	93	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.44	0.32	0.36	0.52	0.41	0.32	
מדד: 'עידוד מעורבות בשיעורי מתמטיקה'	הוראה מעודדת מעורבות רבה	586 (36%)	513 (43%)	471 (45%)	573 (61%)	512 (60%)	449 (55%)	
	הוראה מעודדת מעורבות	576 (41%)	509 (36%)	469 (35%)	554 (28%)	483 (28%)	426 (30%)	
	הוראה שאינה מעודדת מעורבות	563 (23%)	505 (21%)	449 (20%)	542 (11%)	466 (12%)	405 (15%)	
	פער בממוצע ההישגים בין מדווחים על הוראה "מעודדת מעורבות רבה" ל"שאינה מעודדת מעורבות"	23	8	22	31	46	44	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.12	0.03	0.11	0.19	0.22	0.19	

בכל שלוש קבוצות הרקע החברתי-כלכלי בולט כי הפער בהישגים בין תלמידים שעמדוניהם מאוד חיוביות כלפי מתמטיקה ובין חבריהם שעמדוניהם שליליות כלפי מתמטיקה מתבטא בעיקר במדד 'ביטחון ביכולת במתמטיקה' (כ-80 נקודות בבתי-ספר דוברי עברית וכ-95 נקודות בבתי-ספר דוברי ערבית). כמו כן, בכל ארבעת המדדים, הפערים בכל קבוצת רקע חברתי-כלכלי בין תלמידים שעמדוניהם חיוביות מאוד כלפי מתמטיקה ובין חבריהם שעמדוניהם שליליות כלפי המקצוע גדולים יותר בבתי-ספר דוברי ערבית, ולעיתים אף כפולים מן הפערים המקבילים בבתי-ספר דוברי עברית. ממצא זה מתקיים בעיקר במדדים 'הערכת

המקצוע', 'עידוד מעורבות בלמידה' ו'ביטחון ביכולת במקצוע'. הדבר מוצא ביטוי נוסף בכך שבכל קבוצת רקע חברתי-כלכלי, הקשר בין עמדות התלמידים ובין הישגיהם הלימודיים במתמטיקה חזק יותר בבתי-ספר דוברי ערבית בהשוואה לבתי-ספר דוברי עברית, כשחריג לכך באופן חלקי הוא מדד 'אהבה ללמוד את המקצוע'.

5.2.7 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה - במבט פנים-ישראלי, לפי סוג פיקוח (בבתי-ספר דוברי עברית בלבד)

מהשוואה בין תלמידים מבתי-ספר בסוגי הפיקוח השונים, ממלכתי וממ"ד, עולה כי בשני סוגי הפיקוח התפלגות התלמידים בשלוש הרמות בכל אחד מהיבטי המוטיבציה שנסקרו לעיל דומה מאוד, ובכלל זה דומים גם שיעורי התלמידים המחזיקים בעמדות חיוביות מאוד בכל אחד מהמדדים. זאת ועוד, גם דפוסי הקשר בין הישגי התלמידים ובין עמדותיהם דומים בשני סוגי הפיקוח.

הן בבתי-ספר בפיקוח הממלכתי והן באלו בפיקוח ממ"ד, בולט כי הפער בהישגים בין תלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי מתמטיקה ובין אלו שעמדותיהם שליליות ניכר בעיקר במדד 'ביטחון ביכולת במתמטיקה' (כמעט סטיית תקן שלמה, כ-90 נקודות). הבדל ניכר בין בתי-ספר משני סוגי הפיקוח ניכר במדד 'אהבה ללמוד מתמטיקה' – בבתי-ספר בפיקוח ממלכתי הפער בממוצע ההישגים בין תלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה לחבריהם שאינם אוהבים ללמוד מתמטיקה עומד על למעלה משליש סטיית תקן (37 נקודות), ואילו בבתי-ספר בפיקוח הממ"ד לא קיים פער של ממש (רק 4 נקודות).

5.2.8 עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה – במבט-על

בבחינת עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה בכל המדינות המשתתפות במחקר עולה כי בארבעת המדדים שנבדקו, מדינות מזרח אסיה, שהן בעלות ההישגים הגבוהים ביותר במתמטיקה, ממוקמות דווקא בתחתית המדרגים לפי שיעורי תלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד. למעשה, **בתרשים 5.5** ניתן לראות כי ברמת המדינות המשתתפות, עבור כל אחד מן המדדים מתקיים קשר שלילי בין ממוצע עמדות תלמידים כלפי המתמטיקה ובין ממוצע הישגיהם במתמטיקה. ישראל בולטת בהיבטים 'הערכה למתמטיקה' ו'ביטחון ביכולת במתמטיקה', שבהם הישגי התלמידים גבוהים מהישגי התלמידים במדינות עם ממוצע דומה בכל אחד מן ההיבטים (לחלופין, ההערכה למקצוע ומידת הביטחון ביכולת במתמטיקה גבוהות יותר בקרב תלמידי ישראל בהשוואה לאלו במדינות עם ממוצע הישגים הדומה לישראל), וכמובן גבוהים מן החזוי על פי המגמה בכלל המדינות. קשר (שלילי) דומה מתקיים גם בין שיעורי התלמידים בכל מדינה שאוחדים בעמדות חיוביות מאוד כלפי המקצוע בכל אחד מן ההיבטים, פרט למדד 'ביטחון ביכולת במתמטיקה', ובין ממוצע ההישגים הכללי במתמטיקה של תלמידי המדינה (הנתונים לא מוצגים). בניגוד לכך, בכל מדינה בנפרד נמצאו לרוב קשרים חיוביים בין עמדות תלמידים בכל היבט נבדק ובין ממוצעי ההישגים במתמטיקה.

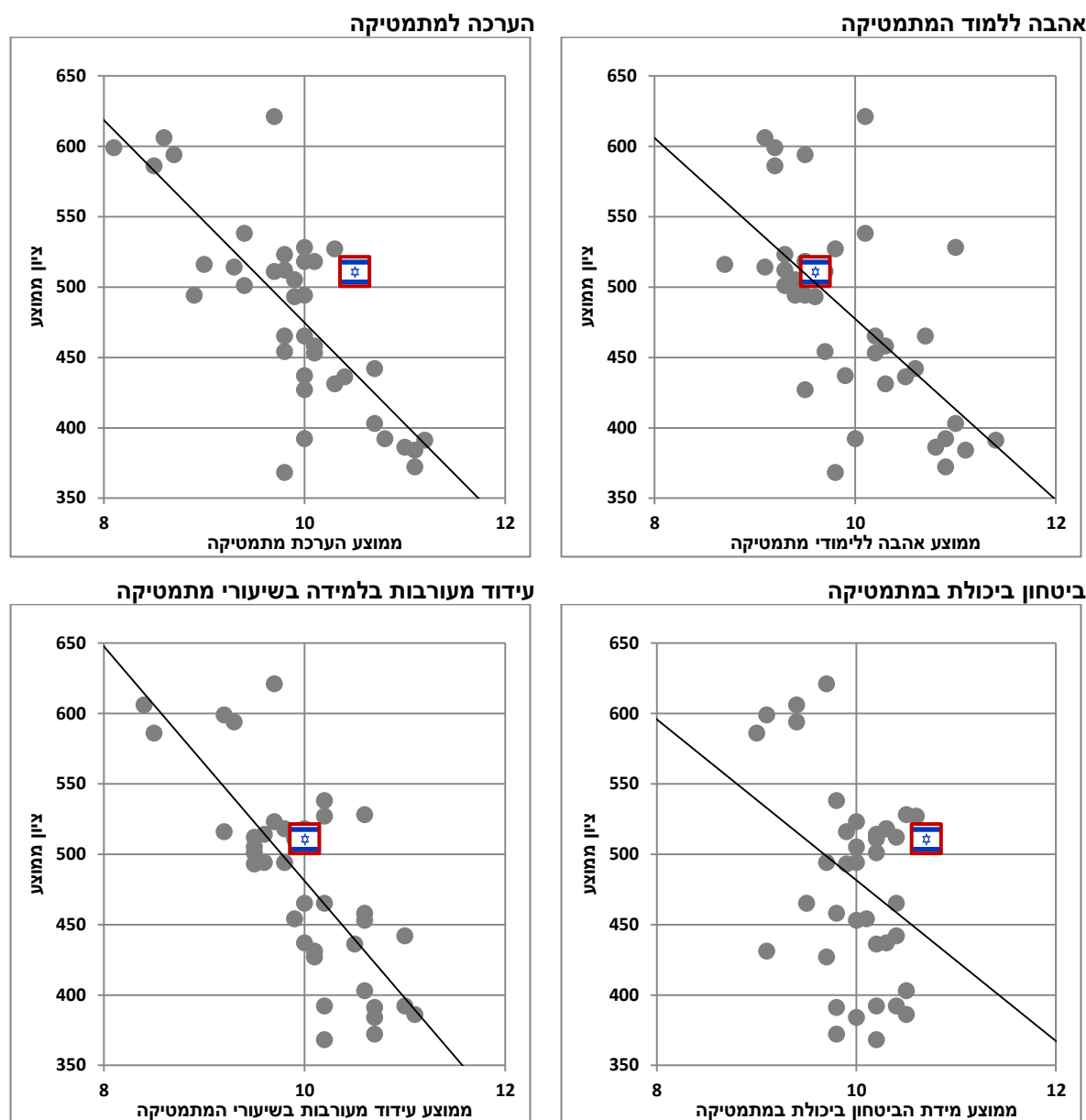
תלמידי ישראל בולטים בשיעורם הגבוה של אלו שמאוד בטוחים ביכולתם במתמטיקה (24% מהתלמידים, מקום 2), ושל תלמידים שמאוד מעריכים מתמטיקה (58% מהתלמידים, מקום 7). לעומת זאת שיעורי התלמידים בישראל שדיווחו על עידוד מעורבות רבה בשיעורי המתמטיקה (45% מהתלמידים, מקום 16) ואלו שמאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה (19% מהתלמידים, מקום 21) דומים לשיעורים של ממוצע המדינות המשתתפות (43%-22%, בהתאמה).

בהשוואה למחזור מחקר 2011, הרי שבשראל חלה נסיגה קלה (אך מובהקת) בשיעור הממוצע של התלמידים שדיווחו הן על ביטחון ביכולתם במתמטיקה והן על אהבתם ללמוד את המקצוע, בעוד במידת הערך והתועלת העתידית שהם רוכשים למקצוע לא חל שינוי של ממש (השינוי קטן מאוד ולא מובהק).

נמצא קשר בין כל אחד משלושת מדדי המוטיבציה ללמידה הנוגעים ללומד ובין ההישגים במתמטיקה, כאשר הקשר החזק ביותר נמצא עם המדד 'ביטחון ביכולת במתמטיקה', ואחריו בסדר יורד עם המדדים 'הערכה למתמטיקה' ו'אהבה ללמוד מתמטיקה'. קשרים אלו נמצאו בקרב תלמידים בבתי-ספר משני מגזרי השפה – בבתי-ספר דוברי ערבית הקשר בין ההישגים במקצוע למדד 'הערכה למתמטיקה' חזק יותר (בהשוואה לבתי-ספר דוברי עברית), ואילו בבתי-ספר דוברי עברית הקשר ההישגים במקצוע למדד 'אהבה ללמוד מתמטיקה'

חזק מעט יותר (בהשוואה לבתי-ספר דוברי ערבית). זאת ועוד, קשר בין הישגים במתמטיקה למדד עידוד מעורבות בלמידה נמצא רק בקרב תלמידים מבתי-ספר דוברי ערבית. ממצא זה מצריך בחינה מעמיקה.

תרשים 5.5: ממוצע הישגים במתמטיקה כפונקציה של ממוצע מדדי עמדות תלמידים, פיזור המדינות המשתתפות*



*מתוך 39 מדינות, ישראל מסומנת בדגל ישראל מוקף במסגרת אדומה

יש לזכור כי הקשרים הללו בין מוטיבציה להישגים אינם מלמדים על יחסי סיבה תוצאה, וייתכן שההשפעה היא דו-כיוונית: מצד אחד ייתכן שתלמידים הבטוחים יותר ביכולתם מגיעים להישגים גבוהים יותר בזכות ביטחונם, ומהצד האחר ייתכן שתלמידים שמצליחים יותר, מודעים להצלחתם ומרגישים בטוחים יותר ביכולתם (ובישראל הם גם מרשים לעצמם לדווח על כך). כנ"ל לגבי שאר המדדים, פרט לעידוד מעורבות בלמידה בבתי-ספר דוברי ערבית.

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

השווים במדעים (29 מדינות מתוך 39 המדינות המשתתפות), ומדרג בעבור המדינות שבהן נהוג ללמד מדעים לפי תחומי הדעת כמקצועות נפרדים (שאר 10 המדינות). כך, במדרג שבו מוצגת ישראל מוצגות גם מדינות מזרח אסיה, שהשיגה גבוהים מהישיג של ישראל, וכן כל ארבע המדינות הדומות לישראל בממוצע הישיגה במדעים (ניו זילנד, אוסטרליה, נורבגיה ואיטליה), אך לא מוצגות בו סלובניה, רוסיה, קזחסטן, הונגריה, שבדיה וליטא, שממוצעי הישיגה במדעים גבוהים מזה של ישראל. בתת-פרק זה ההשוואה למדינות אחרות תוגבל לאותן 29 מדינות שבהן נהוג ללמד מדעים כמקצוע אינטגרטיבי.

התלמידים בכלל המדינות המשתתפות מחזיקים בעמדות חיוביות כלפי הוראת תחום הדעת מדעים - 47% מהתלמידים מדווחים כי בשיעור מדעים שלהם מתקיימת הוראה שמעודדת מעורבות רבה (לעומת 17% בלבד מהתלמידים שמדווחים על הוראה שאינה מעודדת מעורבות). הם גם חיוביים בנוגע לערך שהם רואים במקצוע ולאהבתם את לימודי המקצוע - 40% מדווחים שהם מעריכים מאוד מדעים ו-37% מדווחים שהם אוהבים מאוד ללמוד מדעים, לעומת 19% שהפגינו עמדות שליליות כלפי המקצוע, קרי שאינם מעריכים או שאינם אוהבים ללמוד את המקצוע. לעומת זאת, פחות מרבע (22%) מהתלמידים מדווחים שהם מאוד בטוחים ביכולתם במדעים, לעומת שיעור כמעט כפול (40%) שאינם בטוחים ביכולתם.

שיעורי התלמידים המתייחסים לעמדות מאוד חיוביות במדעים 'עידוד מעורבות בלמידה' בשיעור מדעים ו'הערכת מדעים' נמצאו דומים מאוד לשיעורים המקבילים של אותם מדדים בתחום הדעת מתמטיקה. עם זאת, ניכר כי 'האהבה ללמוד מדעים' גבוהה הרבה יותר מ'האהבה ללמוד מתמטיקה', מאחר שבמדעים, בהשוואה למתמטיקה, שיעור המדווחים על אהבה רבה ללימודי מקצוע גבוה פי שניים (37% לעומת 22%, בהתאמה), ואילו שיעור המדווחים על שאינם אוהבים ללמוד את המקצוע נמוך פי שניים (19% לעומת 38%, בהתאמה). בדומה לכך, גם מידת 'הביטחון ביכולת במדעים' גבוהה ממידת 'הביטחון ביכולת במתמטיקה', מאחר ששיעור המדווחים על היותם בטוחים מאוד ביכולתם במדעים גבוה פי 1.5 משיעור המדווחים על היותם בטוחים מאוד ביכולתם במתמטיקה (22% לעומת 14%, בהתאמה).

בהשוואה למחקר טימס 2011, הרי שביותר מדינות חלו עליות⁸⁶ במדד הממוצע של עמדות תלמידים כלפי מדעים, בהשוואה לאלו שבהן חלו נסיגות: במדד 'אוהב ללמוד מדעים' נרשמו בעשר מדינות עליות בממוצע עמדות התלמידים, לעומת מדינה אחת בלבד שבה חלה נסיגה; כך גם במדד 'מעריך מדעים'; ובמדד 'ביטחון ביכולת במדעים' נרשמו בשש מדינות עליות בממוצע עמדות התלמידים, לעומת שלוש מדינות שבהן חלו נסיגות.

5.3.1 מידת האהבה ללמוד מדעים

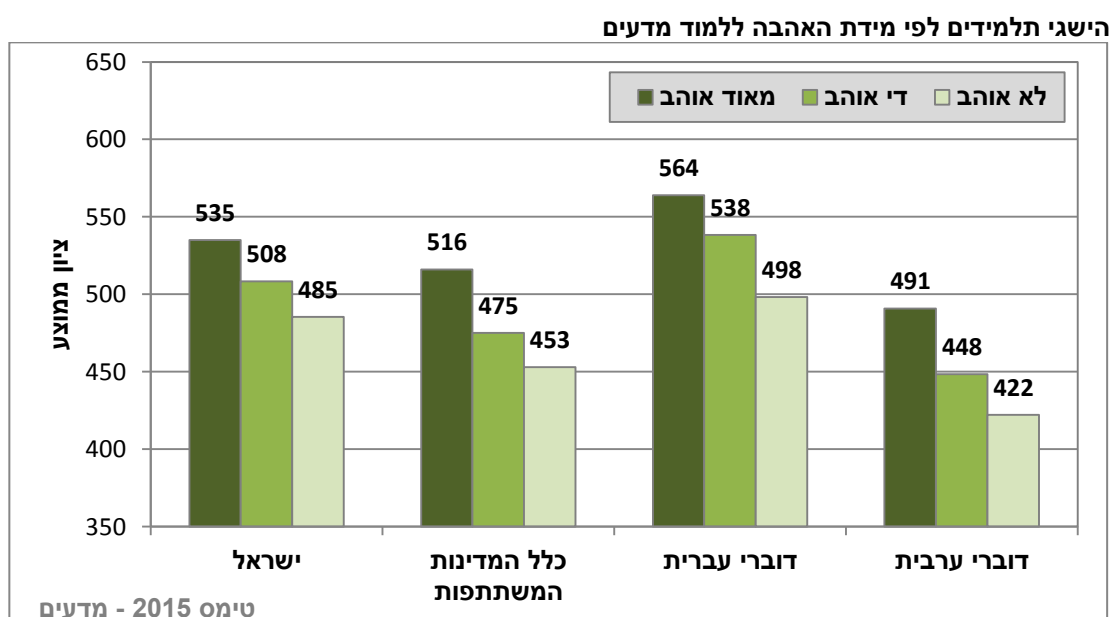
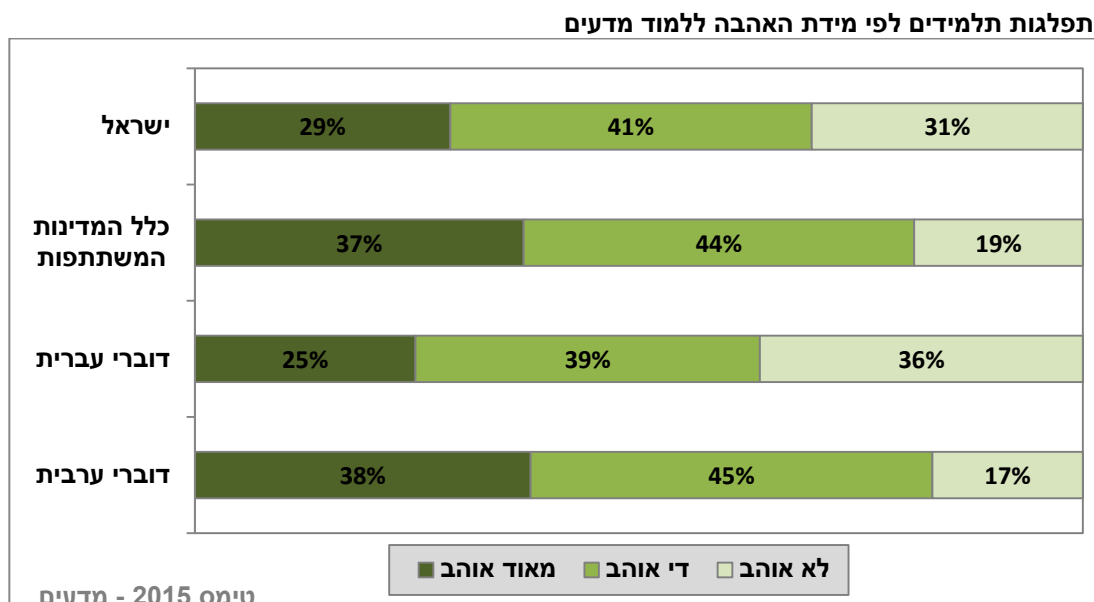
במדד 'אוהב ללמוד מדעים' ישראל מדורגת במקום ה-23 (מתוך 29, כאמור) במדרג המדינות לפי שיעור התלמידים שאוהבים מאוד ללמוד מדעים. כמעט שליש מהתלמידים בישראל (29%) דיווחו שהם מאוד אוהבים ללמוד מדעים. שיעור תלמידים זה נמוך מממוצע המדינות המשתתפות (37%), אך הוא דומה לשיעורים המקבילים בארבע המדינות הדומות לישראל בממוצע הישיגה במדעים (28% עד 31% מתלמידיהן מאוד אוהבים מדעים, והן מדורגות בצמידות לישראל). בדומה למדד 'אהבה ללמוד מתמטיקה', מעניין לציין כי מדינות בעלות הישגים גבוהים במדעים כגון טאיוואן, יפן וקוריאה הדרומית ממוקמות בתחתית המדרג של מדד 'האהבה ללמוד מדעים' (במקומות 27 עד 29, בהתאמה, רק 10% עד 18% מתלמידיהן מאוד אוהבים מדעים), ואילו מדינות בעלות הישגים נמוכים יחסית במדעים כגון בוטסואנה וירדן ממוקמות בראש המדרג של מדד 'האהבה ללמוד מדעים' (מקומות 1 ו-2, בהתאמה, למעלה ממחצית מתלמידיהן מאוד אוהבים מדעים).

בתרשים 5.6 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מדד 'אוהב ללמוד מדעים' בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי התפלגות תלמידים מבתי-ספר דוברי ערבית לפי מידת האהבה ללמוד מדעים דומה מאוד לממוצע המדינות המשתתפות, אך לא כך הדבר עבור תלמידים מבתי-ספר דוברי ערבית: בבתי-ספר דוברי ערבית שיעור התלמידים המדווחים כי הם מאוד אוהבים ללמוד מדעים

⁸⁶ כאמור, "נסיגה" ו"עלייה" מתייחסים לירידה מובהקת ולעלייה מובהקת, בהתאמה, במדד הממוצע של ההיבט הנבדק, בהשוואה למדדים המקבילים במחזור 2011.

(38%) הוא כפול משיעור התלמידים שאינם אוהבים ללמוד מדעים (17%). לעומת זאת, בבתי-ספר דוברי עברית, שיעור התלמידים שאינם אוהבים ללמוד מדעים (36%) גבוה פי 1.5 משיעור התלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מדעים (25%). כלומר, תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית אוהבים ללמוד מדעים במידה דומה לממוצע המדינות המשתתפות, ואילו תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית אוהבים ללמוד מדעים במידה פחותה.

תרשים 5.6: מדד 'אוהב ללמוד מדעים' של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה



בתרשים 5.6 מוצגים גם ממוצעי הישגי התלמידים במדעים כפונקציה של מידת האהבה ללמוד מדעים, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים במדעים ובין מידת האהבה ללמוד מדעים. ממוצע הישגי התלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מדעים גבוה ב-41 נקודות ממוצע הישגי תלמידים שדי אוהבים ללמוד מדעים, ושל הללו גבוה ב-22 נקודות ממוצע הישגי תלמידים שאינם אוהבים ללמוד מדעים (דומה מאוד לממצא בעבור המדד המקביל של 'אהבה ללמוד מתמטיקה'). גם בישראל נמצא קשר חיובי בין מידת האהבה ללמוד מדעים להישגים במדעים במבחן טימס (פערים של 27 נקודות ו-23 נקודות, בהתאמה, מתאם פירסון $r=0.20$). בבתי-ספר דוברי ערבית, הפער בממוצע ההישגים בין תלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מדעים ובין אלו שדי אוהבים ללמוד את

המקצוע (43 נקודות) גדול יותר מהפער בין מי שדי אוהבים ללמוד את המקצוע ובין מי שאינם אוהבים כלל ללמוד אותו (26 נקודות), ואילו בבתי-ספר דוברי עברית מתקבלת תמונה הפוכה (26 נקודות ו-40 נקודות בהתאמה). הקשר בין האהבה ללמוד מדעים להישגים במדעים חזק מאוד הן בבתי-ספר דוברי עברית (מתאם פירסון $r=0.30$) והן בבתי-ספר דוברי ערבית (מתאם פירסון $r=0.25$).

בהשוואה למחזור מחקר טימס 2011, לא חל שינוי מובהק בממוצע מדד 'אהבה ללמוד מדעים' בכלל ישראל (עומד על 9.5 נקודות). כמו כן, בהשוואה למחזור קודם, במחזור המחקר הנוכחי לא חלו שינויים של ממש בהתפלגות התלמידים לפי מידת האהבה ללמוד מדעים, הן בבתי-ספר דוברי עברית והן באלו דוברי ערבית.

5.3.2 מידת ההערכה למדעים

במדד 'מעריך מדעים' ישראל מדורגת במקום ה-14⁸⁷ במדרג המדינות לפי שיעור התלמידים שמעריכים מאוד מדעים. כמעט מחצית מהתלמידים בישראל (40%) מכירים בערך לימודי המדעים ובחשיבותם. שיעור זה זהה לשיעור המקביל בממוצע המדינות המשתתפות. חשוב לשים לב כי בממוצע המדינות המשתתפות, שיעור התלמידים שמאוד מעריכים מדעים דומה לשיעור התלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מדעים (40% לעומת 37%, בהתאמה, להבדיל ממתמטיקה), אך בישראל תלמידים מדווחים בשיעורים גבוהים יותר על הערכה רבה למדעים מאשר על אהבה רבה שהם רוחשים ללימודי המקצוע (40% לעומת 29%, בהתאמה, בדומה למתמטיקה).

בניגוד למדד 'אהבה ללמוד מדעים', המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים מדורגות נמוך מישראל במדד 'הערכה למדעים'. מתוך המדינות הללו, ניו זילנד היא הקרובה ביותר במדרג לישראל - היא מדורגת במקום ה-21 (30% מתלמידיה מאוד מעריכים מדעים), ואילו איטליה מדורגת במקום ה-26 (רק 15% מתלמידיה מאוד מעריכים מדעים). ושוב, כמו במדד 'אהבה ללמוד מדעים', גם כאן מדינות בעלות הישגים גבוהים במדעים כגון קוריאה הדרומית, טאיוואן ויפן ממוקמות בתחתית המדרג של המדד 'הערכה למדעים' (במקומות 37 עד 39, בהתאמה), ואילו מדינות בעלות הישגים נמוכים במדעים כגון בוטסואנה, ירדן ומצרים (מקומות 37, 32 ו-38 במדרג ההישגים, בהתאמה) ממוקמות בראש המדרג של מדד ההערכה למדעים (מקומות 1 עד 3, בהתאמה).

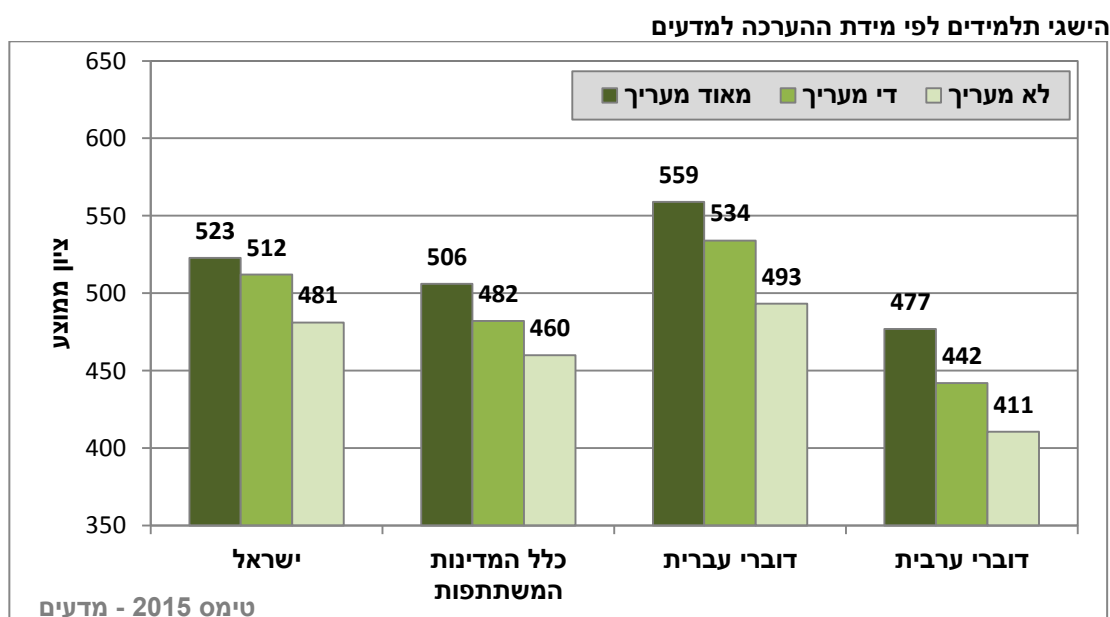
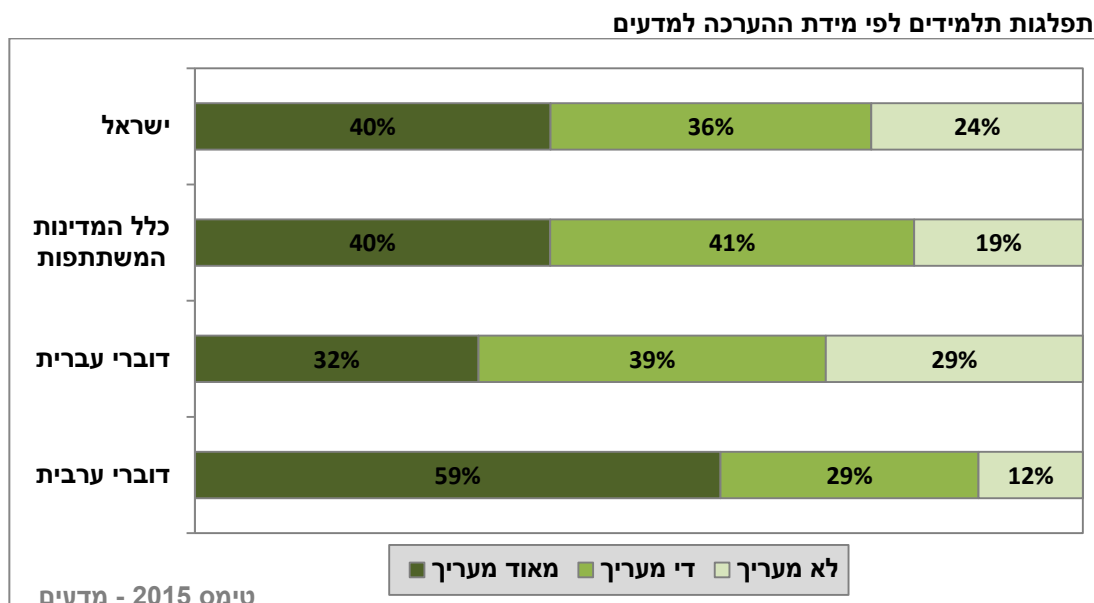
בתרשים 5.7 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מדד 'ההערכה למדעים' בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי בניגוד למדד 'אהבה ללמוד מדעים', התפלגות התלמידים לפי מידת ההערכה למדעים בכלל ישראל דומה לממוצע המדינות המשתתפות, אך שונה בין מגזרי השפה. בעוד בבתי-ספר דוברי עברית שיעור התלמידים שמאוד מעריכים מדעים (59%) גבוה פי חמישה משיעור התלמידים שאינם מעריכים מדעים (12% בלבד), הרי בבתי-ספר דוברי עברית שיעורי התלמידים דומים (32% ו-29%, בהתאמה).

בתרשים 5.7 מוצגים גם ממוצעי הישגי התלמידים במדעים כפונקציה של מידת ההערכה למדעים, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים במדעים ובין מידת ההערכה שהם רוחשים למקצוע. ממוצע הישגי התלמידים שמאוד מעריכים מדעים גבוה ב-24 נקודות מממוצע הישגי תלמידים שדי מעריכים מדעים, ושל הללו גבוה ב-22 נקודות מממוצע הישגי תלמידים שאינם מעריכים מדעים. גם בישראל נמצא קשר חיובי (מתאם פירסון $r=0.17$) בין הערכת המקצוע מדעים להישגים במדעים במבחן טימס (פערים של 11 נקודות ו-31 נקודות, בהתאמה). בבתי-ספר דוברי ערבית, הפער בממוצע ההישגים בין תלמידים שמאוד מעריכים מדעים ובין אלו שדי מעריכים את המקצוע (35 נקודות) דומה לפער בין מי שדי מעריכים את המקצוע ובין מי שאינם מעריכים אותו כלל (31 נקודות). בבתי-ספר דוברי עברית הפער בממוצע ההישגים בין תלמידים שמאוד מעריכים מדעים ובין אלו שדי מעריכים את המקצוע (25 נקודות) הוא כמחצית הפער בין מי שדי מעריכים את המקצוע ובין מי שאינם

⁸⁷ מתוך 29 המדינות שאליהן מושווית בשאר המדדים. במדד זה, להבדיל משאר שלושת המדדים, עורכי המחקר הבין-לאומי בחרו שלא להפריד בין מדינות שבהן נהוג ללמד מדעים כמקצוע אינטגרטיבי לעומת מדינות שבהן נהוג ללמד מדעים לפי תחומי הדעת כמקצועות נפרדים. בכלל 39 המדינות המשתתפות, מדורגת ישראל במקום 18.

מעריכים אותו כלל (41 נקודות). נמצא שהקשר בין הערכת מדעים להישגים במדעים חזק הן בבתי-ספר דוברי עברית (מתאם פירסון $r=0.30$) והן בבתי-ספר דוברי ערבית (מתאם פירסון $r=0.26$).

תרשים 5.7: מדד 'מערך מדעים' של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה



בהשוואה למחזור מחקר טימס 2011, חלה עלייה של כסטיית תקן וחצי בממוצע מדד 'מערך מדעים' בכלל ישראל (מ-9.7 נקודות ל-10.0 נקודות). בהשוואה למחזור קודם, במחזור המחקר הנוכחי נרשמה בבתי-ספר דוברי עברית עלייה של 4% בשיעור התלמידים שמאוד מעריכים מדעים ונסיגה גדולה אף יותר של 11% בשיעור התלמידים שאינם מעריכים מדעים, בעוד בבתי-ספר דוברי ערבית לא חל שינוי של ממש בהתפלגות התלמידים לפי מידת ההערכה למקצוע.

5.3.3 הביטחון ביכולת במדעים

נראה שאחד הממצאים המעניינים ביותר בישראל הוא היותה מדורגת במקום השלישי במדרג המדינות המשתתפות לפי שיעור התלמידים שמאוד בטוחים ביכולתם במדעים, כשליש (32%) מהתלמידים בישראל מדווחים כי הם בטוחים מאוד ביכולתם במדעים, לעומת פחות מרבע (22%) בלבד מהתלמידים בממוצע המדינות המשתתפות. מבין המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים, רק נורבגיה (29%

מתלמידה מאוד בטוחים ביכולתם במדעים, במקום ה-8) ממוקמת בחצי העליון של המדרג, בעוד איטליה (24% מתלמידיה, במקום ה-15) ממוקמת בדיוק בחצי המדרג, ואילו אוסטרליה (17% מתלמידיה, במקום ה-19) וניו-זילנד (16% מתלמידיה, במקום ה-21) ממוקמות בחצי התחתון של המדרג. גם במדד זה, מדינות מזרח אסיה, בעלות ההישגים הגבוהים ביותר במדעים, מדורגות בתחתית מדרג המדינות: פרט לסינגפור (17% מתלמידיה) שבמקום ה-20, הרי שהונג-קונג, טאיוואן, קוריאה הדרומית ויפן מדורגות במקומות ה-24 עד 26 ו-29, בהתאמה (13%, 9%, 7%, ו-5% מתלמידיהן דיווחו על כך, בהתאמה).

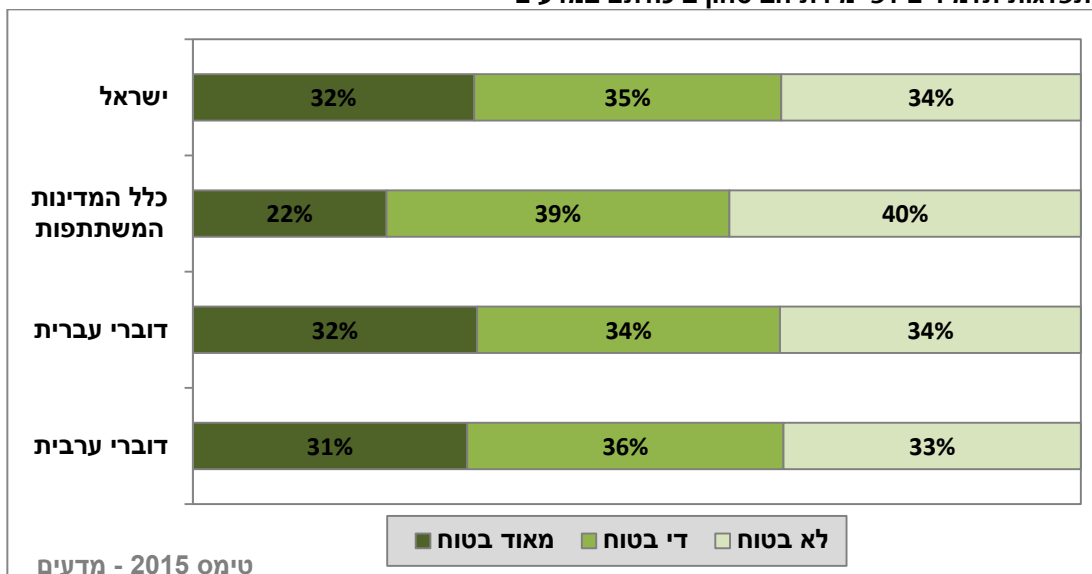
בתרשים 5.8 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מידת הביטחון של תלמידים ביכולתם במדעים בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי בניגוד למדד 'הערכה למקצוע', התפלגות התלמידים לפי מידת הביטחון ביכולתם במדעים בכלל ישראל שונה מממוצע המדינות המשתתפות, אך דומה בין מגזרי השפה. הן בבתי-ספר דוברי עברית והן באלו דוברי ערבית, נמצא התפלגות שווה של תלמידים על פי מידת הביטחון ביכולתם במדעים, קרי כשליש מהם מאוד בטוחים ביכולתם במדעים, ושיעורים דומים של תלמידים די בטוחים או שאינם בטוחים ביכולתם במדעים.

בתרשים 5.8 מוצגים גם ממוצעי הישגי התלמידים במדעים כפונקציה של מידת הביטחון ביכולת במדעים, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים ובין הביטחון ביכולת במדעים. נרשם פער של 48 נקודות בין ממוצע הישגי התלמידים שמאוד בטוחים ביכולתם במדעים לממוצע הישגי תלמידים שדי בטוחים ביכולתם במדעים, ופער של 38 נקודות בין ממוצע האחרונים לממוצע הישגי תלמידים שאינם בטוחים ביכולתם במדעים. פערים גדולים מעט יותר (57 נקודות ו-50 נקודות, בהתאמה) וקשר דומה נמצא גם בכלל ישראל (מתאם פירסון, $r=0.38$). בבתי-ספר דוברי ערבית, הפער בממוצע ההישגים בין תלמידים שמאוד בטוחים ביכולתם במדעים ובין אלו שדי בטוחים ביכולתם במדעים (66 נקודות) גדול יותר מהפער בין מי שדי בטוחים ביכולתם ובין מי שאינם בטוחים ביכולתם במדעים כלל (45 נקודות). בבתי-ספר דוברי עברית הפער בממוצע ההישגים דומים בגודלם (51 נקודות ו-54 נקודות, בהתאמה). הקשר בין מידת הביטחון ביכולת במדעים להישגים במדעים דומה בשני מגזרי השפה (מתאם פירסון כ- $r=0.42$).

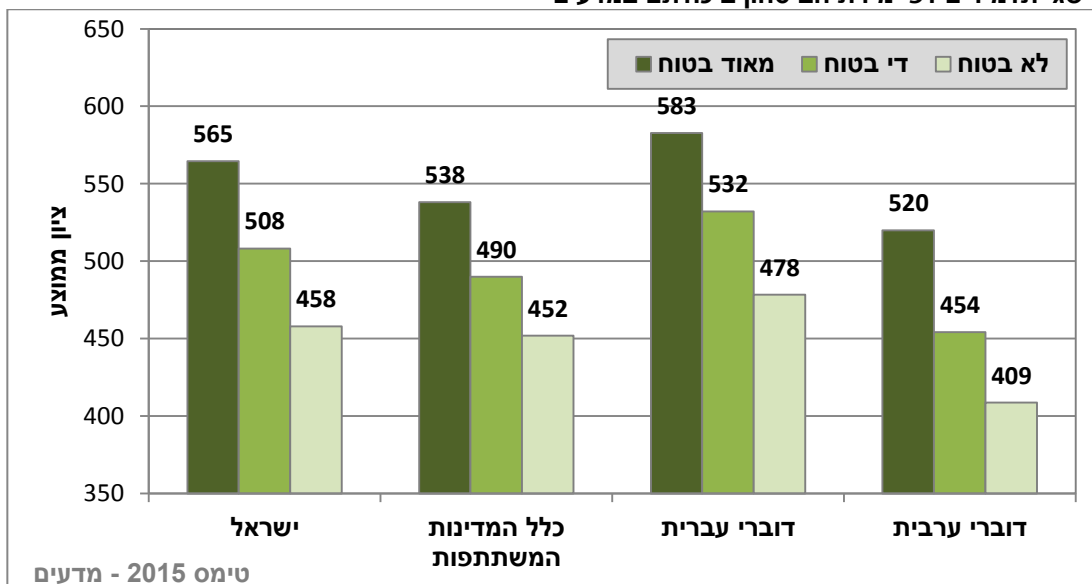
בהשוואה למחזור מחקר טימס 2011, לא חל שינוי מובהק בממוצע המדד 'ביטחון ביכולת במדעים' בכלל ישראל (כ-10.5 נקודות). בהשוואה למחזור קודם, במחזור המחקר הנוכחי חל גידול בשיעור התלמידים שדיווחו שאינם בטוחים ביכולתם במדעים וירידה מקבילה בעיקר בשיעור אלו שדי בטוחים ביכולתם במדעים: 6% בבתי-ספר דוברי עברית ו-18% בבתי-ספר דוברי ערבית.

תרשים 5.8: מדד 'הביטחון ביכולת מדעים' של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה

התפלגות תלמידים לפי מידת הביטחון ביכולתם במדעים



הישגי תלמידים לפי מידת הביטחון ביכולתם במדעים



5.3.4 עידוד מעורבות בלמידה בשיעורי המדעים

במדד 'עידוד מעורבות בלמידה' (להלן "מעורבות"), ישראל מדורגת במקום ה-18 במדרג המדינות לפי שיעור התלמידים שמדווחים על הוראה מעודדת מעורבות רבה. בישראל, בדומה לממוצע המדינות המשתתפות, כמעט מחצית (45%) מהתלמידים דיווחו על הוראה המעודדת מעורבות רבה בשיעורי המדעים. בסמיכות לישראל, בחציו התחתון של המדרג מממוקמות כל ארבע המדינות הדומות לישראל בממוצע הישגיהן במדעים, במקומות ה-20 (ניו זילנד, 42% מתלמידיה דיווחו על כך), 21, 23 ו-25 (נורבגיה, 35% מתלמידיה). בתחתית המדרג מדינות מזרח אסיה שהישגיהן במדעים הם הגבוהים ביותר.

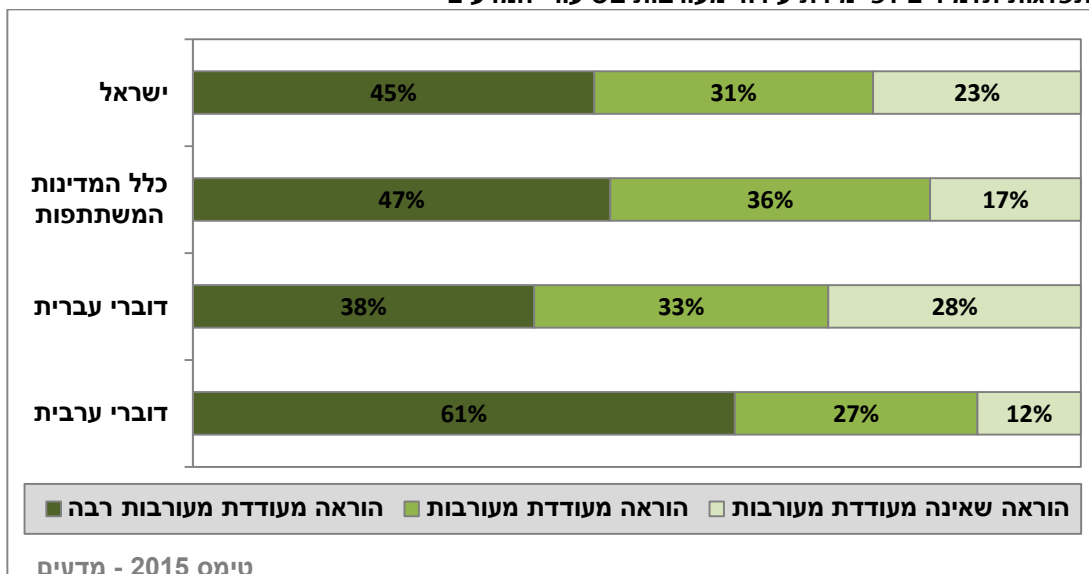
בתרשים 5.9 מוצגת התפלגות התלמידים לפי מידת עידוד המעורבות בשיעורי המדעים בכלל ישראל, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי התפלגות התלמידים לפי מדד זה בכלל ישראל דומה לממוצע המדינות המשתתפות, אך שונה בין מגזרי השפה. בבתי-ספר דוברי ערבית שיעור התלמידים שדיווחו על הוראה המעודדת מעורבות רבה בשיעורי המדעים (61%) גבוה פי חמישה משיעור

המדווחים על הוראה שאינה מעודדות מעורבות (12%). גם בבתי-ספר דוברי עברית יותר תלמידים דיווחו על הוראה המעודדת מעורבות רבה בשיעורי המדעים מאשר תלמידים שדיווחו על הוראה שאינה מעודדות מעורבות (38% ו-28%, בהתאמה), אך הפער בין שיעורי הדיווח נמוך הרבה יותר (10% בבתי-ספר דוברי עברית לעומת כ-50% בבתי-ספר דוברי ערבית).

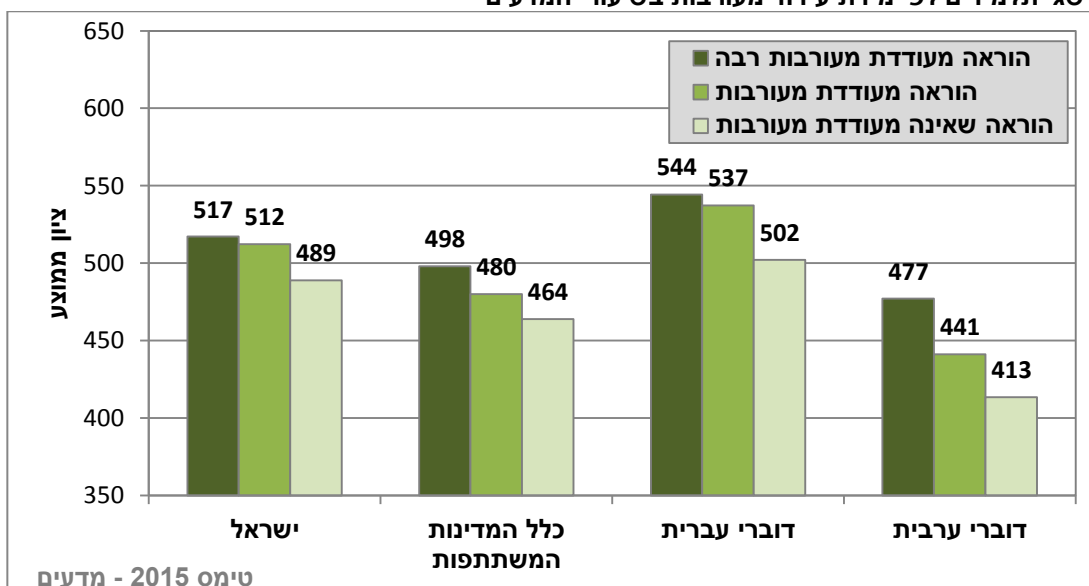
בתרשים 5.9 מוצגים גם ממוצעי הישגי התלמידים במדעים כפונקציה של עידוד מעורבות בשיעורי המדעים, בממוצע המדינות המשתתפות ולפי מגזר שפה. בממוצע המדינות המשתתפות נמצא קשר חיובי בין הישגי התלמידים ובין עידוד מעורבות בשיעורי המדעים. קיים פער של כ-30 נקודות בין ממוצע הישגי תלמידים שדיווחו על הוראה שמעודדת מעורבות רבה ובין ממוצע הישגי תלמידים שדיווחו על הוראה שאינה מעודדת מעורבות (34 נקודות בממוצע המדינות המשתתפות, 28 נקודות בכלל ישראל). בישראל פער זה גדול יותר בבתי-ספר דוברי עברית (42 נקודות) ובעיקר בבתי-ספר דוברי ערבית (64 נקודות). כמו שנמצא בתחום המתמטיקה, בבתי-ספר דוברי ערבית ניכר שהישגי תלמידים שדיווחו על הוראה שדי מעודדת מעורבות בשיעורי מדעים נמוכים מהישגי תלמידים שדיווחו על הוראה מעודדת מעורבות רבה, ואילו בבתי-ספר דוברי עברית הישגיהם דומים. בהתאם לכך, נמצא כי הקשר בין עידוד מעורבות בשיעורי המדעים להישגים במדעים חזק מעט יותר בבתי-ספר דוברי ערבית (מתאם פירסון $r=0.25$) מאשר בבתי-ספר דוברי עברית (מתאם פירסון $r=0.20$).

תרשים 5.9: מדד 'עידוד מעורבות בשיעורי מדעים' של תלמידי ישראל, לפי מגזר שפה

התפלגות תלמידים לפי מידת עידוד מעורבות בשיעורי המדעים



הישגי תלמידים לפי מידת עידוד מעורבות בשיעורי המדעים



5.3.5 עמדות התלמידים כלפי מדעים - במבט פנים-ישראלי, לפי מגזר

בלוח 5.3 מוצגים ממוצעי הישגי תלמידים ושיעורם היחסי לפי עמדותיהם בכל מדד, לפי מגזר שפה ומגדר.

בכל ארבעת ההיבטים שנבדקו, בבתי-ספר דוברי עברית שיעור הבנים המחזיקים בעמדות חיוביות מאוד כלפי תחום הדעת מדעים גבוה במקצת (3%-6%, פרט להערכת מדעים בו נרשמו ערכים דומים בין המגדרים) משיעור הבנות, ואילו בבתי-ספר דוברי ערבית התמונה הפוכה, ושיעור הבנות המחזיקות בעמדות חיוביות מאוד כלפי תחום הדעת מדעים גבוה במידה רבה (12%-15%) משיעור הבנים. תמונה דומה עולה גם בניתוח העמדות כלפי מתמטיקה בפילוח על פי מגדר, אף כי הפערים בשיעורים ניכרים יותר בתחום המדעים.

מבחינת הבדלים בהישגים בארבעת ההיבטים מצטיירת תמונה מעניינת: בכל ההיבטים בשני מגזרי שפה הפער בממוצעי ההישגים בין תלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי מדעים ובין חבריהם שעמדותיהם שליליות כלפי המקצוע גדול יותר בקרב בנים מאשר בקרב בנות (פרט להערכת מדעים בבתי-ספר דוברי עברית). הדבר ניכר יותר בבתי-ספר דוברי ערבית. בהתאם לכך, בבתי-ספר דוברי ערבית בכל המדדים

הקשרים בין עמדות תלמידים ובין הישגיהם חזקים יותר בקרב בנים מאשר בקרב בנות, אך בבתי-ספר דוברי עברית דפוסי הקשר בין עמדות תלמידים ובין הישגיהם וכן חוזקם של דפוסי אלו דומים בין בנים ובין בנות.

לוח 5.3: הישגי תלמידים והתפלגות תלמידים (בסוגריים) לפי עמדותיהם כלפי מדעים, לפי מגדר

היבט		בתי-ספר דוברי עברית		בתי-ספר דוברי ערבית		מגדר
		בנות	בנים	בנות	בנים	
מדד: 'אהבה ללמוד מדעים'	מאוד אוהב	487 (45%)	497 (30%)	563 (23%)	565 (27%)	
	די אוהב	464 (40%)	435 (51%)	540 (38%)	536 (40%)	
	לא אוהב	426 (15%)	419 (19%)	500 (39%)	496 (33%)	
	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד אוהב" ל"לא אוהב"	61	78	63	69	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.19	0.29	0.29	0.30	
מדד: 'הערכה למדעים'	מאוד מעריך	479 (65%)	474 (53%)	559 (32%)	559 (32%)	
	די מעריך	450 (27%)	435 (31%)	535 (37%)	533 (41%)	
	לא מעריך	434 (8%)	398 (16%)	493 (31%)	493 (27%)	
	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד מעריך" ל"לא מעריך"	45	76	66	66	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.21	0.28	0.30	0.30	
מדד: 'ביטחון ביכולת במדעים'	מאוד בטוח	512 (38%)	535 (23%)	582 (29%)	583 (35%)	
	די בטוח	457 (37%)	451 (34%)	535 (34%)	529 (34%)	
	לא בטוח	415 (25%)	404 (43%)	483 (37%)	474 (31%)	
	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד בטוח" ל"לא בטוח"	97	131	99	109	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.39	0.43	0.43	0.44	
מדד: 'עידוד מעורבות בשיעורי מדעים'	הוראה מעודדת מעורבות רבה	481 (67%)	473 (54%)	540 (37%)	548 (40%)	
	הוראה מעודדת מעורבות	447 (25%)	436 (30%)	539 (33%)	536 (33%)	
	הוראה שאינה מעודדת מעורבות	442 (8%)	398 (16%)	506 (30%)	498 (27%)	
	פער בממוצע ההישגים בין מדווחים על הוראה "מעודדת מעורבות רבה" ל"שאינה מעודדת מעורבות"	39	75	34	50	
	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	0.20	0.27	0.18	0.22	

נוסף על כך, בבתי-ספר דוברי ערבית, בקרב תלמידים שעמדותיהם שליליות כלפי המקצוע הרי שהישגי בנות גבוהים מהישגי בנים (בעיקר במדדים 'הערכה למדעים' ו'עידוד מעורבות בלמידה'), ולצד זאת בקרב אלו שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי המקצוע הרי שהישגי בנים גבוהים מהישגי בנות (בעיקר במדדים 'ביטחון ביכולת במדעים' ו'אהבה ללמוד מדעים').

5.3.6 עמדות התלמידים כלפי מדעים - במבט פנים-ישראלי, לפי רקע חברתי-כלכלי

בלוח 5.4 מוצגים ממוצעי הישגי התלמידים ושיעורם היחסי לפי עמדותיהם בכל מדד, לפי מגזר שפה ורקע חברתי-כלכלי.

מן הלוח עולה כי בכל קבוצות הרקע החברתי-כלכלי התפלגות התלמידים בשלוש הרמות בכל אחד מהיבטי המוטיבציה שנסקרו לעיל דומה מאוד, והדבר ניכר בשני מגזרי השפה ובעיקר בבתי-ספר דוברי ערבית. חריג לכך הוא המדד 'ביטחון ביכולת במדעים' שכן ככל שהרקע החברתי-כלכלי גבוה יותר כך שיעור המדווחים על ביטחון רב ביכולתם גבוה יותר ושיעור אלו שאינם בטוחים ביכולתם נמוך יותר. יש לציין שבקרב תלמידים דוברי ערבית עליה בשיעורי הדיווח על ביטחון גבוה ביכולת ככל שהרקע החברתי-כלכלי גבוה יותר נמצאה גם בתחום המתמטיקה, אלא שבתחום המתמטיקה דפוס דומה נמצא גם עבור שאר שלושת מדדי המוטיבציה, ואילו בתחום המדעים אין מדובר על דפוס משותף.

לוח 5.4: ממוצע הישגי תלמידים והתפלגות תלמידים (בסוגריים) לפי עמדותיהם כלפי מדעים, לפי רקע חברתי-כלכלי

בתי-ספר דוברי ערבית			בתי-ספר דוברי עברית			היבט	
גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	רקע חברתי-כלכלי	
579 (36%)	514 (42%)	472 (36%)	599 (28%)	542 (21%)	494 (26%)	מאוד אוהב	מדד: 'אהבה ללמוד מדעים'
550 (50%)	489 (41%)	423 (47%)	581 (39%)	513 (39%)	467 (38%)	די אוהב	
542 (14%)	488 (16%)	386 (17%)	537 (33%)	480 (40%)	439 (36%)	לא אוהב	
37	26	86	62	62	55	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד אוהב" ל"לא אוהב"	
0.27	0.14	0.31	0.29	0.26	0.34	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	מדד: 'הערכה למדעים'
573 (63%)	507 (65%)	453 (57%)	594 (35%)	534 (29%)	493 (30%)	מאוד מעריך	
533 (23%)	492 (25%)	419 (31%)	575 (39%)	513 (38%)	467 (41%)	די מעריך	
545 (14%)	457 (10%)	379 (12%)	536 (26%)	474 (33%)	431 (29%)	לא מעריך	
28	50	74	58	60	62	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד מעריך" ל"לא מעריך"	מדד: 'ביטחון ביכולת במדעים'
0.21	0.18	0.28	0.28	0.27	0.31	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	
580 (50%)	538 (38%)	498 (26%)	610 (39%)	553 (27%)	525 (23%)	מאוד בטוח	
567 (34%)	486 (35%)	434 (36%)	522 (27%)	463 (38%)	428 (43%)	די בטוח	
510 (18%)	455 (27%)	390 (38%)	522 (27%)	463 (38%)	428 (43%)	לא בטוח	מדד: 'עידוד מעורבות בשיעורי מדעים'
70	83	108	88	90	97	פער בממוצע ההישגים בין "מאוד בטוח" ל"לא בטוח"	
0.41	0.33	0.41	0.39	0.38	0.46	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	
571 (62%)	505 (65%)	456 (59%)	586 (38%)	517 (39%)	485 (39%)	הוראה מעודדת מעורבות רבה	
542 (26%)	491 (25%)	415 (28%)	578 (36%)	511 (30%)	460 (32%)	הוראה מעודדת מעורבות	מדד: 'עידוד מעורבות בשיעורי מדעים'
541 (12%)	487 (11%)	372 (12%)	541 (26%)	486 (31%)	440 (29%)	הוראה שאינה מעודדת מעורבות	
30	18	84	45	31	45	פער בממוצע ההישגים בין מדווחים על הוראה "מעודדת מעורבות רבה" ל"שאינה מעודדת מעורבות"	
0.20	0.11	0.31	0.17	0.22	0.24	קשר עמדות-הישגים (מתאם פירסון)	

זאת ועוד, גם דפוס הקשר בין הישגי התלמידים ובין עמדותיהם דומים בקבוצות הרקע החברתי-כלכלי – בבתי-ספר דוברי ערבית הקשר מעט חזק יותר בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך (בעיקר בהשוואה לאלו מרקע בינוני), ואילו בבתי-ספר דוברי עברית לרוב הקשר מעט חזק יותר בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי גבוה (וגם ממצא זה משותף לתחום המתמטיקה).

בכל שלוש קבוצות הרקע החברתי-כלכלי, בולט כי הפער בהישגים בין תלמידים שעמדותיהם מאוד חיוביות כלפי מדעים ובין חבריהם שעמדותיהם שליליות ניכר בעיקר במדד 'ביטחון ביכולת במדעים'. מעניין לציין כי בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית, הפערים בהישגים בין תלמידים שעמדותיהם מאוד חיוביות כלפי מדעים ובין חבריהם שעמדותיהם שליליות יחסית דומים בכל קבוצות הרקע החברתי-כלכלי. לעומת זאת, בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית, הפערים בהישגים בין תלמידים שעמדותיהם מאוד חיוביות כלפי מדעים ובין חבריהם שעמדותיהם שליליות גדולים הרבה יותר בקבוצת הרקע החברתי-כלכלי הנמוך (בשני מדדים – הערכת מדעים וביטחון ביכולת במדעים – נמצאה מגמה אשר לפיה הפער הזה גדול יותר ככל שקבוצת הרקע החברתי-כלכלי נמוכה יותר). תמונה מעניינת מתגלה כאשר בוחנים את הפערים בהישגים בכל קבוצת רקע חברתי-כלכלי בין תלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי מדעים ובין חבריהם שעמדותיהם שליליות – בקרב תלמידים מרקע גבוה או בינוני, הפערים הללו גדולים יותר בבתי-ספר דוברי עברית (בהשוואה לפערים המקבילים בבתי-ספר דוברי ערבית), ואילו בקרב תלמידים מרקע נמוך הפערים הללו גדולים יותר בבתי-ספר דוברי ערבית. הדבר נכון עבור כל המדדים ומדגיש את חשיבות עמדות התלמידים והקשר בין עמדותיהם אלו להישגים במדעים, בייחוד בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך במגזר דוברי הערבית.

5.3.7 עמדות התלמידים כלפי מדעים - במבט פנים-ישראלי, לפי סוג פיקוח (בבתי-ספר דוברי עברית בלבד)

מהשוואה בין תלמידים מבתי-ספר בסוגי הפיקוח השונים, ממלכתי וממ"ד, בכל אחד ממדדי העמדות כלפי מדעים עולה כי להבדיל מהממצאים הנוגעים לעמדות כלפי מתמטיקה, הרי שבבתי-ספר בפיקוח ממלכתי שיעורי התלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי מדעים גבוהים יותר (ב-10% עד 13%) ושיעורי התלמידים שעמדותיהם שליליות נמוכים יותר (ב-9% עד 17%), בהשוואה לשיעורים המקבילים בבתי-ספר בפיקוח ממ"ד. עם זאת, דפוסי הקשר בין הישגי התלמידים ובין עמדותיהם דומים בשני סוגי הפיקוח.

בהשוואת ההישגים בין תלמידים מבתי-ספר בסוגי פיקוח שונים, שעמדותיהם דומות כלפי המקצוע, הרי שהפער לטובת תלמידים בפיקוח הממלכתי ניכר יותר בקרב תלמידים שעמדותיהם מאוד חיוביות כלפי המקצוע, במידה פחותה בקרב אלו שעמדותיהם די חיוביות כלפי המקצוע, ואילו הפערים בקרב תלמידים שעמדותיהם שליליות הרבה יותר נמוכים.

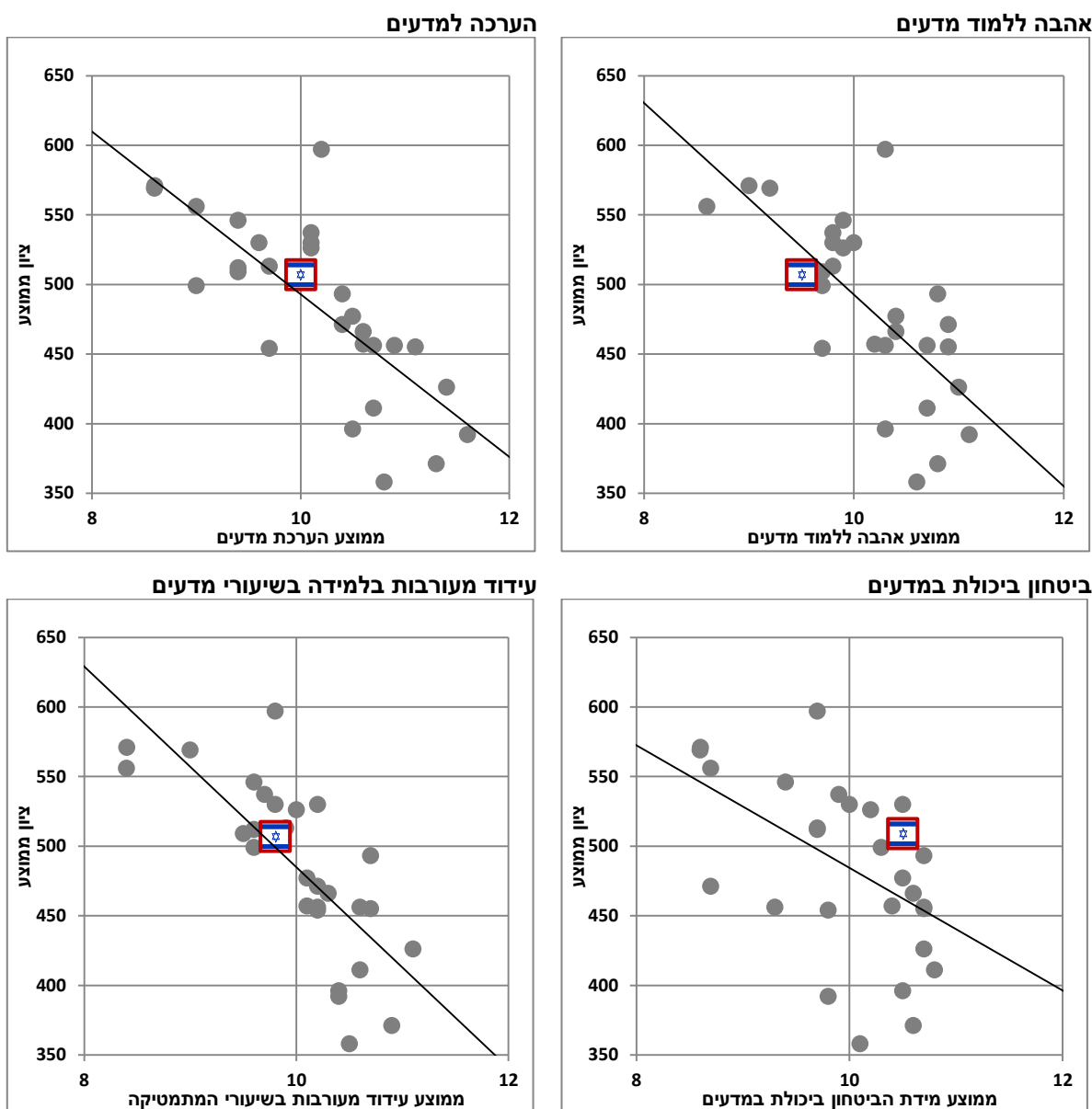
בדומה לעמדות כלפי מתמטיקה, הן בבתי-ספר בפיקוח הממלכתי והן באלו בפיקוח ממ"ד, בולט כי הפער בהישגים בין תלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי מדעים ובין חבריהם שעמדותיהם שליליות ניכר בעיקר במדד 'ביטחון ביכולת במדעים' (104 נקודות ו-91 נקודות, בהתאמה). עוד נמצא כי הפערים בממוצעי ההישגים בין תלמידים שעמדותיהם מאוד חיוביות כלפי מדעים לחבריהם שעמדותיהם שליליות גדולים יותר בבתי-ספר בפיקוח ממלכתי, והדבר ניכר בייחוד במדד 'הערכה למדעים' (פער של 70 נקודות, לעומת פער של 41 נקודות בבתי-ספר בפיקוח ממ"ד).

5.3.8 עמדות התלמידים כלפי מדעים – במבט-על

בבחינת עמדות התלמידים כלפי מדעים ב-29 המדינות המשתתפות במחקר, שבהן נהוג ללמד מדעים כמקצוע אינטגרטיבי, עולה כי בארבעת המדדים שנבדקו, מדינות מזרח אסיה, שהן בעלות ההישגים הגבוהים ביותר במדעים, ממוקמות דווקא בתחתית המדרגים לפי שיעורי תלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד. למעשה, **בתרשים 5.10** ניתן לראות כי ברמת 29 המדינות הללו, עבור כל אחד מן המדדים מתקיים קשר שלילי בין ממוצע עמדות התלמידים כלפי מדעים ובין ממוצע הישגיהם במדעים. בהיבט 'ביטחון ביכולת במדעים' הישגי התלמידים בישראל גבוהים מהישגי תלמידים במדינות עם ממוצע דומה בהיבט זה (לחלופין, מידת הביטחון ביכולת במדעים גבוהה יותר בקרב תלמידי ישראל בהשוואה לזו במדינות עם ממוצע הישגים הדומה לישראל), וכמובן גבוהים מן החזוי על פי המגמה בכלל המדינות. בשלושת המדדים האחרים ישראל קרובה לקו הנייבוי (הבין-לאומי) בין עמדות תלמידים והישגיהם, קרי הישגי התלמידים אינם חורגים מההישג המנובא על פי עמדות התלמידים. קשר (שלילי) דומה מתקיים גם בין שיעורי התלמידים בכל מדינה שאוחדים בעמדות חיוביות מאוד כלפי המקצוע (גם במדד 'ביטחון ביכולת במדעים' – להבדיל מהמדד 'ביטחון ביכולת במתמטיקה') ובין ממוצע ההישגים במדעים של כלל תלמידי המדינה (הנתונים אינם מוצגים). בניגוד לכך,

בכל מדינה בנפרד נמצאו לרוב קשרים חיוביים בין עמדות תלמידים בכל היבט נבדק ובין ממוצעי ההישגים במדעים.

תרשים 5.10: ממוצע הישגים במדעים כפונקציה של ממוצע מדדי עמדות תלמידים, פיזור המדינות המשתתפות*



*מתוך 29 מדינות בהן המקצוע נלמד באופן אינטגרטיבי, ישראל מסומנת בדגל ישראל במסגרת אדומה

תלמידי ישראל בולטים בשיעור הגבוה של אלו שמאוד בטוחים ביכולתם במדעים (32% מהתלמידים, מקום 3). לעומת זאת, שיעורי התלמידים שמאוד מעריכים מדעים (40% מהתלמידים, מקום 14)⁸⁸ ושיעוריהם של אלו שדיווחו על הוראה שמעודדת מעורבות רבה בשיעורי המדעים (45% מהתלמידים, מקום 18) דומים לשיעורים של ממוצע המדינות המשתתפות (40%-47%, בהתאמה), ואילו שיעורי התלמידים בישראל שמאוד אוהבים ללמוד מדעים (29% מהתלמידים, מקום 23) נמוכים מממוצע המדינות המשתתפות (37%). בהשוואה למחזור מחקר 2011, הרי שחלה עלייה קלה בשיעור הממוצע של הערכת המקצוע, אך במידת האהבה ללמוד את המקצוע ובמידת הביטחון ביכולת במדעים לא חל שינוי של ממש.

⁸⁸ כאמור, במדד זה בדוח הבין-לאומי, שישראל תופסת בו את המקום ה-18, קובצו יחד כל 39 המדינות המשתתפות, מבלי להבחין אם המקצוע נלמד באופן אינטגרטיבי או כתחומי תוכן נפרדים.

נמצא קשר בין כל אחד משלושת מדדי המוטיבציה ללמידה הנוגעים ללמוד ובין הישגים במדעים. הקשר החזק ביותר נמצא עם המדד 'ביטחון ביכולת במדעים', אחריו עם המדדים 'אהבה ללמוד מדעים' ו'הערכה למדעים' (עוצמת קשר דומה), ואילו הקשר עם המדד 'עידוד מעורבות בלמידה' בשיעורי מדעים מעט חלש יותר. תמונה דומה לזו התקבלה גם בין מדדי המוטיבציה ללמידה במתמטיקה ובין הישגים במתמטיקה. קשרים אלו נמצאו בקרב תלמידים בבתי-ספר משני מגזרי השפה, בהבדלים מסוימים: בבתי-ספר דוברי עברית הקשרים עם המדדים 'הערכה למדעים' ו'אהבה ללמוד מדעים' מעט חזקים יותר (בהשוואה לעוצמת הקשרים בבתי-ספר דוברי ערבית) ואילו בבתי-ספר דוברי ערבית הקשר עם המדד 'עידוד מעורבות בלמידה' מעט חזק יותר (בהשוואה לעוצמת הקשר בבתי-ספר דוברי ערבית).

כאמור, יש לזכור כי הקשרים הללו בין מוטיבציה להישגים אינם מלמדים על יחסי סיבה תוצאה, וייתכן שההשפעה היא דו-כיוונית. מצד אחד ייתכן שתלמידים הבטוחים יותר ביכולתם מגיעים להישגים גבוהים יותר בזכות ביטחונם, ומהצד האחר ייתכן שתלמידים שמצליחים יותר, מודעים להצלחתם ומרגישים בטוחים יותר ביכולתם (ובישראל הם גם מרשים לעצמם לדווח על כך). כנ"ל לגבי שאר המדדים.

מעניין לציין כי שיעור התלמידים המאוד בטוחים ביכולתם במדעים, כמו גם אלו הבטוחים מאוד ביכולתם במתמטיקה, דומה בשני מגזרי השפה, ובעיקר בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי נמוך (בשני תחומי הדעת) ובינוני (רק במתמטיקה). ממצא דומה נרשם גם במחזור מחקר 2011, והוא מחזק את ייחודיותו של מדד זה. זאת לעומת תופעה החוזרת בסקרים רחבי היקף המועברים במערכת החינוך הישראלית שלפיה דפוסי ההשבה בבתי-ספר דוברי ערבית שונים מאלו שבבתי-ספר דוברי עברית: בבתי-ספר דוברי ערבית התלמידים נוטים להשיב על שאלוני עמדות ותפיסות באורח חיובי יותר. ניתן להסביר זאת בקשר בין הישגים למידת ביטחון ביכולת: הישגי תלמידים דוברי ערבית נמוכים יותר מהישגי תלמידים דוברי עברית, ועל כן צפוי היה שביטחונם ביכולתם יהיה נמוך יותר, אך בשל דפוס ההשבה המעיד על עמדות חיוביות יותר בקרבם, נמצא שמידת הביטחון ביכולת דומה בשני מגזרי השפה. עם זאת, יש לזכור כי בשאר המדדים – בעיקר אהבה ללמוד את המקצוע ועידוד למעורבות וגם במדד 'הערכה המקצוע' (רק במדעים) – התלמידים בבתי-ספר דוברי ערבית מגלים עמדות חיוביות יותר מעמיתיהם בבתי-ספר דוברי עברית, ולרוב מדובר בפער גדול. הדבר מתבטא גם בכך שעוצמת הקשר בין עמדות תלמידים להישגיהם חזקה הרבה יותר במדד 'ביטחון ביכולת'.

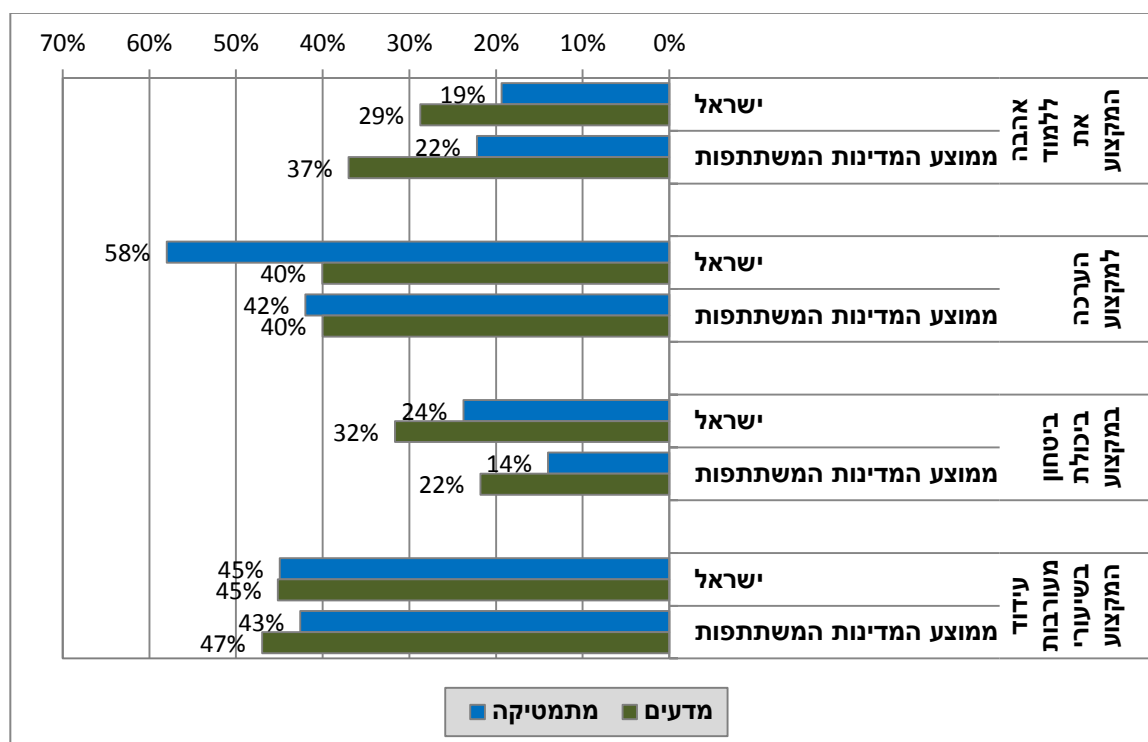
5.4 השוואה בין עמדות התלמידים כלפי מתמטיקה וכלפי מדעים

בתת-פרק זה נתמקד בדמיון ובשוני בין עמדות תלמידים כלפי תחומי הדעת מתמטיקה ומדעים. כפי שמוצג ב**תרשימים 5.1 עד 5.4** ו-**5.6 עד 5.9** לעיל וב**תרשים 5.11** להלן, בממוצע **המדינות המשתתפות** התפלגויות התלמידים (שיעורי התלמידים שעמדותיהם מאוד חיוביות, די חיוביות או שליליות) במדד 'הערכה למקצוע' דומות יחסית בתחומי הדעת מתמטיקה ומדעים, וכך גם התפלגויות התלמידים במדד 'עידוד מעורבות'. לעומת זאת, במדדים 'ביטחון ביכולת' ו'אהבה ללמוד את המקצוע' ניכרת העדפה לתחום המדעים, כך שיותר תלמידים דיווחו שהם בטוחים מאוד ביכולתם במדעים או אוהבים מאוד ללמוד מדעים, בהשוואה לאלו שדיווחו שהם בטוחים מאוד ביכולתם במתמטיקה או אוהבים מאוד ללמוד מתמטיקה. תמונה דומה נמצאה גם בכלל **ישראל** ובכל מגזר שפה בנפרד, פרט למדד 'הערכה למקצוע', שבו נרשמה בבתי-ספר דוברי עברית (ונגזר מכך גם בכלל ישראל) הערכה למתמטיקה הגבוהה במידה רבה מההערכה למדעים (בעוד בבתי-ספר דוברי ערבית מידת ההערכה לשני מקצועות אלו גבוהה ודומה).

עוד עולה ב**תרשים 5.11** כי בישראל, כמו בממוצע המדינות המשתתפות, שיעור התלמידים שמאוד אוהבים ללמוד מתמטיקה נמוך משיעורם של אלו שמאוד אוהבים ללמוד מדעים, וכך גם שיעור התלמידים שמאוד בטוחים ביכולתם במתמטיקה נמוך משיעורם של אלו שמאוד בטוחים ביכולתם במדעים. לעומת זאת, בישראל שיעור התלמידים שדיווחו על הוראה מעודדת מעורבות רבה בשיעורי מתמטיקה דומה לשיעור אלו שדיווחו על הוראה מעודדת מעורבות רבה בשיעורי מדעים, וגם זה בדומה לממוצע המדינות. ברם, ממצא בולט ונבדל הוא הפער הגדול בין שיעורי התלמידים בישראל שמאוד מעריכים מתמטיקה (58%) ובין שיעורם של אלו שמאוד מעריכים מדעים (40%), ובהשלמה לכך שיעור התלמידים שאינם מעריכים מתמטיקה (8%) נמוך משיעורם של אלו שאינם מעריכים מדעים (24%). מדד '**הערכה למקצוע**' חריג לכך כיוון שניכר בו פער

משמעותי בעמדות תלמידים לטובת **מתמטיקה**, בהשוואה לעמדותיהם ביחס למדעים. חשוב לציין כי מקור הפער הוא בעיקר בבתי-ספר דוברי עברית: בעוד בבתי-ספר דוברי ערבית שיעורי התלמידים שמאוד מעריכים מתמטיקה (59%) או שאינם מעריכים מתמטיקה (9%) דומים לשיעורים המקבילים ביחס למדעים (59%-12%, בהתאמה), הרי שבבתי-ספר דוברי עברית שיעור התלמידים שמאוד מעריכים מתמטיקה (58%) כמעט כפול משיעור אלו שמאוד מעריכים מדעים (32%) ושיעור התלמידים שאינם מעריכים מתמטיקה (7% בלבד) קטן פי ארבעה משיעור התלמידים שאינם מעריכים מדעים (29%). זהו למעשה המדד היחיד שבו קיים הבדל בין מתמטיקה ומדעים ביחס בין שיעורי התלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי המקצוע בשני מגזרי השפה (בדומה למה שנמצא במחזור מחקר 2011). עוד נציין שלא חל שינוי במוצע הכללי בישראל בהערכה למתמטיקה בהשוואה למחזור מחקר 2011, וזאת לעומת הירידות (הקטנות אך המובהקות) שחלו במוצע ה'אהבה ללמוד מתמטיקה' ובמוצע מידת 'הביטחון ביכולת במתמטיקה'. ייתכן שמקור מכלול הממצאים הללו בתכניות ופרויקטים לקידום הוראת המתמטיקה. הללו אמנם הופנו ברובם לתלמידי החטיבה העליונה, אך אין זה מן הנמנע שהאווירה הכללית בדבר חשיבות המתמטיקה, ערכה והתרומה העתידית של לימודי מתמטיקה בהיקף נרחב בטווח הקרוב (והרחוק יותר) חלחלו גם אל תלמידי חטיבות הביניים ומשתקפים במדד זה.

תרשים 5.11: שיעורי התלמידים בישראל ובמוצע המדינות המשתתפות שעמדותיהם חיוביות מאוד כלפי המקצוע, מתמטיקה לעומת מדעים



במדרגי המדינות על פי שיעורי התלמידים שעמדותיהם מאוד חיוביות כלפי המקצועות מתמטיקה ומדעים, בולט הממצא שלפיו במדד 'הביטחון ביכולת במקצוע' ישראל מדורגת בצמרת המדרגים (מקום שני במתמטיקה ושלישי ובמדעים).⁸⁹ מידת הביטחון ביכולת בשני תחומי הדעת בישראל, לא זו בלבד שהיא גבוהה מאוד יחסית לעומת זו שנרשמה בקרב המדינות המשתתפות, אלא שאף במבט פנים-ישראלי ניתן ללמוד כי מידת הביטחון של תלמידי ישראל ביכולתם במקצועות אלו גבוהה במעט ממידת אהבתם את המקצועות הללו, וזאת בניגוד לממוצעי המדינות המשתתפות (כפי שמתבטא הן במדד הממוצע והן בשיעורי התלמידים שעמדתם חיובית מאוד). בהתאם לכך, שיעורי התלמידים שמאוד בטוחים ביכולתם בכל אחד

⁸⁹ כאמור, במתמטיקה המדרג כולל 39 מדינות, ואילו במדעים הוא מתייחס ל-29 המדינות שבהן המקצוע נלמד באופן אינטגרטיבי.

מהמקצועות בישראל גבוהים ב-10% מהשיעורים בממוצע המדינות המשתתפות. במדד 'הערכה למקצוע' רק במתמטיקה (מקום 7) שיעור התלמידים בישראל שמאוד מעריכים את המקצוע גבוה מהשיעור בממוצע המדינות המשתתפות, ואילו במדעים (מקום 14) שיעורי ההערכה דומים. במדד 'אהבה ללמוד את המקצוע', במתמטיקה (מקום 21) שיעור התלמידים בישראל שמאוד אוהבים את המקצוע דומה לשיעור בממוצע המדינות המשתתפות, ואילו במדעים (מקום 23) השיעור בישראל נמוך מהשיעור הבין-לאומי. במדד 'עידוד מעורבות בלמידה' הן במתמטיקה והן במדעים נמצא ששיעורי התלמידים בישראל המדווחים על הוראה מעודדת מעורבות רבה דומים יחסית לשיעורים בממוצע המדינות המשתתפות (מקומות 16 ו-18, בהתאמה). מהמיקומים היחסיים של ישראל **במתמטיקה לעומת במדעים** במדרגים⁹⁰ של המדדים 'הערכה למקצוע' ו'אהבה ללמוד את המקצוע',⁹¹ ניתן ללמוד על כך שבאופן יחסי הפער בהערכת המקצועות (לטובת מתמטיקה) גדול הרבה יותר בקרב תלמידי ישראל, ואילו הפער באהבה ללמוד את המקצועות (לטובת מדעים) דווקא קטן יותר בקרב תלמידי ישראל, בהשוואה לפערים בממוצע המדינות המשתתפות.

מעניין לציין כי בישראל, בשני תחומי הדעת, דווקא במדד שבו שיעורי התלמידים שעמדותיהם חיוביות מאוד הוא כמעט הנמוך ביותר – מדד 'ביטחון ביכולת במקצוע' – הקשר, כלומר המתאם, בין עמדות תלמידים והישגים לימודיים הוא החזק ביותר (וכך גם הפער בהישגים בין אלו שעמדותיהם חיוביות מאוד לאלו שעמדותיהם שליליות הוא הגדול ביותר). בנוסף, במדד שלגביו לכמעט מחצית מן התלמידים עמדות חיוביות מאוד – מדד 'עידוד מעורבות בלמידה' – הקשר בין עמדות תלמידים והישגיהם הלימודיים הוא החלש ביותר (וכך גם הפער בהישגים בין אלו שעמדותיהם חיוביות מאוד לאלו שעמדותיהם שליליות הוא הנמוך ביותר).

בלוח 5.5 מוצגות עוצמות הקשרים (מתאם פירסון) בין ארבעת המדדים, המשקפים את היבטי המוטיבציה ללימודי מתמטיקה ומדעים, ובין הישגים לימודיים, ובין עוצמתם, בכל מגזר שפה בנפרד. תחילה נתייחס לקשר בין המדדים להישגים הלימודיים.

לוח 5.5: מתאמים בין היבטי המוטיבציה בכל מגזר שפה בנפרד, בשני תחומי הדעת

מגזר שפה			דוברי עברית			דוברי ערבית		
מתאם בין היבטים			מתמטיקה			מתמטיקה		
מדעים	אהבה ללמוד המקצוע	הישגים לימודיים	מדעים	אהבה ללמוד המקצוע	הישגים לימודיים	מדעים	אהבה ללמוד המקצוע	הישגים לימודיים
0.19	>	0.30	0.14	>	0.25	0.25	>	0.25
0.13	>	0.30	0.25	>	0.26	0.39	>	0.41
0.38	>	0.43	0.20	>	0.25	0.63	>	0.67
0.04	>	0.20	0.69	>	0.68	0.57	>	0.60
0.63	>	0.69	0.71	>	0.64	0.42	>	0.52
0.56	>	0.71	0.55	>	0.64	0.59	>	0.64
0.51	>	0.64	0.51	>	0.43	0.42	>	0.43
0.45	>	0.57	0.55	>	0.43	0.42	>	0.43
0.39	>	0.55	0.51	>	0.43	0.42	>	0.43
0.37	>	0.51	0.51	>	0.43	0.42	>	0.43

באופן כללי, בבתי-ספר דוברי עברית עוצמת הקשרים בין עמדות תלמידים כלפי מדעים להישגיהם במדעים לרוב גדולה מעוצמת הקשרים בין עמדות תלמידים כלפי מתמטיקה להישגיהם במתמטיקה. לעומת זאת, בבתי-ספר דוברי ערבית, עוצמת הקשרים בין עמדות תלמידים כלפי מדעים להישגיהם במדעים לרוב דומה לעוצמת הקשרים בין עמדות תלמידים כלפי מתמטיקה להישגיהם במתמטיקה, או גדולה אך במעט.

⁹⁰ יודגש כי הדבר איננו מתבסס על הערכים המוחלטים, שכן כל סולם כויל אחרת, עם ערכי סף שונים לקביעת הרמות (מאוד, די, לא), אלא על המיקום היחסי בכל מקצוע במדרג המדינות.

⁹¹ ובמידה מסוימת גם משיעורי הדיווח על הוראה המקדמת מעורבות רבה בשיעורים.

בשני תחומי הדעת, במדד 'ביטחון ביכולת במקצוע' נמצאה עוצמת הקשר הגדול ביותר בין עמדות התלמידים להישגיהם הלימודיים במקצוע, וזאת בשני מגזרי השפה. עוצמת הקשר בין 'אהבה ללמוד מדעים' להישגים לימודיים במדעים גדולה מעוצמת הקשר בין 'אהבה ללמוד מתמטיקה' להישגים לימודיים במתמטיקה, וגם זאת בשני מגזרי השפה. עם זאת, שני תחומי הדעת נבדלים בכך שעוצמת הקשר בין הישגים לימודיים ובין המדדים 'אהבה ללמוד את המקצוע' ו'עידוד למעורבות בלמידה' גדולה הרבה יותר במדעים מאשר במתמטיקה, בקרב תלמידים דוברי עברית בלבד. למעשה בבתי-ספר דוברי עברית, לא נמצא קשר בין 'עידוד למעורבות' בשיעורי מתמטיקה ובין הישגים במתמטיקה, וזאת להבדיל מהקשר בין 'עידוד למעורבות' בשיעורי מדעים ובין הישגים במדעים (להבדיל מכך, בבתי-ספר דוברי ערבית נמצא קשר בין 'עידוד למעורבות' ובין הישגים לימודיים בשני תחומי הדעת).

בבתי-ספר דוברי עברית בלבד, עוצמת הקשר בין הערכת המקצוע ובין הישגים לימודיים חזקה יותר במדעים מאשר במתמטיקה. בנוסף, שיעור התלמידים שעמדותיהם מאוד חיוביות, כלומר רואים ערך גבוה ללימוד המקצוע, גבוה יותר כלפי מדעים מאשר כלפי מתמטיקה.⁹² ייתכן שמקור ההבדלים בין תחומי התוכן הוא בשינוי תלמידים לכיתות לימוד ובפרט להקבצות לימוד. בעוד לימודי המתמטיקה בחטיבות הביניים מתקיימים לרוב בהקבצות לימוד על פי רמות הידע וההישג של התלמידים, הרי שלרוב מתקיימים לימודי המדעים בכיתות האם. במחקר ההמשך ננסה לעמוד על קשר אפשרי זה. נוסף על כך, ביחס למחזור מחקר קודם, חלה עלייה בהערכה הממוצעת למדעים, אך זו של מתמטיקה נותרה לא שינוי של ממש. ייתכן שקיים קשר בין העלייה בהערכה למדעים ובין הרחבת הפריסה של כיתות מופת, עתודה מדעית טכנולוגית, נחשון וכדומה – המהוות מעין "הקבצה" של מצטיינים במדעים – שהביאה לעלייה ביוקרתו של מקצוע המדעים ובערך שהתלמידים מייחסים ללמידתו. הסבר אפשרי זה יבחן במחקר המשך.

עוד עולה מלוח 5.5 כי עוצמת הקשרים בין כל שניים מבין ארבעת המדדים גדולה יותר עבור המדדים בתחום המדעים מאשר בין המדדים בתחום המתמטיקה, וזאת בבתי-ספר דוברי עברית. כלומר, בקרב תלמידים בבתי-ספר דוברי עברית הקשרים בין מדדי המוטיבציה במדעים חזקים יותר מן הקשרים בין מדדי המוטיבציה במתמטיקה. הדבר ניכר מאוד בכל חמשת הקשרים, כאשר הפער בין תחומי הדעת בעוצמת הקשר בין 'אהבה ללמוד את המקצוע' למידת 'הביטחון ביכולת במקצוע' אינו גדול באופן יחסי. לעומת זאת, בבתי-ספר דוברי ערבית עוצמות הקשר בין מדדי המוטיבציה הן לרוב דומות בין שני תחומי הדעת, אך יש שני קשרים שחוזקם ניכר יותר בתחום המדעים מאשר בתחום המתמטיקה: (א) הקשר בין 'אהבה ללמוד את המקצוע' ל'עידוד מעורבות בלמידה', (ב) הקשר בין מידת 'הביטחון ביכולת במקצוע' ל'עידוד מעורבות בלמידה'.

מלוח 5.5 ניתן ללמוד גם על המשותף בין שני תחומי הדעת. הן במתמטיקה והן במדעים, בכל מגזר שפה בנפרד, הקשרים החזקים ביותר הם בין (א) 'אהבה ללמוד את המקצוע' ומידת 'הביטחון ביכולת במקצוע', ובין (ב) 'אהבה ללמוד את המקצוע' ו'עידוד מעורבות בלמידה'. לעומת זאת, הקשר החלש ביותר הוא בין 'הערכת המקצוע' ומידת 'הביטחון ביכולת במקצוע'.

ביחס למחזור מחקר קודם, ומעבר למתאמים בין המדדים (ובינם ובין הישגים לימודיים במקצוע), ניתן לזהות הבדל משמעותי נוסף בין תחומי הדעת, הקשור למדד הארצי הממוצע. בהשוואה למחקר 2011, הרי שבמחקר 2015 נרשמה ירידה הן ב'ביטחון ביכולת במתמטיקה' והן במידת 'אהבה ללמוד מתמטיקה', ואילו גם ב'ביטחון ביכולת במדעים' וגם במידת 'אהבה ללמוד מדעים' לא חל שינוי של ממש. כפי שניתן לראות בלוח 5.5, המתאם בין שני מדדים אלו הוא החזק ביותר בקרב תלמידי ישראל.

בשל המורכבות והריבוי של הגורמים המסבירים האפשריים הנוגעים לקשרים בין המשתנים הללו, בין משתני רקע ובין משתנים הנוגעים להוראה בכיתות, איננו מתיימרים לספק הסברים בשלב זה. המשך המחקר יעסוק בבחינת גורמים מסבירים אפשריים, כגון שיוך להקבצות לימוד. ננסה לעמוד על הבדלים בעוצמת הקשרים

⁹² הממצאים קשורים זה בזה, שכן ככל שהשונויות במדד קטנה יותר, קרי הרוב המוחלט של התלמידים מאוד מעריכים מתמטיקה, הרי שהקשר עם הישגים (או כל מדד אחר) נוטה להיות חלש יותר.

בין היבטים המוטיבציוניים (ובינם ובין ההישגים הלימודיים) בין תחומי הדעת בהתאם למבנה הכיתה (כיתת אם בהשוואה להקבוצות השונות).

היבטים הנוגעים בחשיבותם של הממדים הרגשיים והקוגניטיביים של תלמידים, המתבטאים בין היתר באופן שבו הם תופסים את תחומי הדעת מתמטיקה ומדעים, בעמדותיהם כלפי תחומי הדעת הללו וכלפי הוראתם, ובקשר בין הללו ובין ההישגים הלימודיים של תלמידים, תוך התייחסות למשתני רקע כגון מגדר, רקע חברתי-כלכלי ועוד – כל אלה נבחנו גם במחקרים ובפרויקטים בין-לאומיים ולאומיים נוספים. עם הבולטים שבהם נמנים מחקר PISA,⁹³ פרויקט ROSE,⁹⁴ פרויקט ASPIRES⁹⁵ ועוד, כולם עוסקים בנושא שהיווה כר פורה למחקר אקדמי רחב היקף ב-40-50 השנים האחרונות. אף שכלי המדידה, ובכלל זה המדדים וההיגדים המרכיבים אותם, אינם זהים במחקרים השונים, ולמרות הבדלים גם בהרכב המדינות המשתתפות במחקרים הללו ובגילאי התלמידים מושאי המחקרים, הרי שיש עניין רב במבט אינטגרטיבי על הממצאים העולים מהמחקרים השונים. בעשור ומחצה האחרונים גוברים הקולות המעלים חשש לגבי עתודת העוסקים בתחומי המדע, הטכנולוגיה, ההנדסה והמתמטיקה (אף כי יש גם כאלו המטילים ספק בחשש זה). החששות הללו נובעים ממידת העניין ההולכת ופוחתת שמגלים התלמידים בתחומי דעת אלו, וממידת הספקנות הגדלה כלפיהם (בעיקר בקרב בנות במדינות מפותחות), מהעדר ההצלחות, שלא לומר הכישלונות, הנקשרים בהוראת המדעים והמתמטיקה בבתי-ספר, מוסדות שאמורים לשמש כמסגרת ליצירת סקרנות, לקידום הכרה בחשיבותם ובערכם של תחומי דעת אלו ברמה אישית, כתשתית ללימודי המשך ולקריירה, ואף ברמה החברתית והלאומית, ולהגברת העניין של התלמידים בלימודים בתחומי הדעת. נוסף על כך ניכרים פערים בין מגדרים ובין קבוצות רקע חברתי-כלכלי בהתייחסות לכל אחד מתחומי הדעת, ואף פערים ביחס להיבטים שונים בתוך תחומי הדעת ובהשוואה בין תחום אחד למשנהו. מחקרים כגון טימס, פיזה ואחרים, מספקים עדויות חשובות לקובעי מדינות ולבעלי עניין, העשויות לשמש ולהובילם לקבלת החלטות מושכלות בנושאי החינוך הרלוונטיים, שיהיה בהם כדי לקדם תהליכים ותכניות לשיפור פני הדברים ברמת המדינה ואף מעבר לכך. זאת ועוד, עצם קיום המחקרים והעמדת בסיסי המידע לרשות הקהילה המדעית, מאפשרים גם להציף שאלות חדשות ולבחון היפותזות בדבר עמדות תלמידים, הישגיהם הלימודיים, הקשרי הסביבה הפדגוגית והאקלים הבית-ספרי, משתני הרקע של התלמיד ומשפחתו, תכניות לימודים וקוריקולום – סוגיות שיתמקדו בתחומי המתמטיקה והמדעים, ויבררו היבטים הנוגעים לכל תחום דעת בנפרד, אך גם בהקשרים שביניהם.

⁹³ ממצאי המחקר מפורטים בערך III, העוסק במעורבות התלמידים, מניעיהם (מוטיבציה) והאמונה עצמית שלהם:

http://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2012-results-ready-to-learn-volume-iii_9789264201170-en

⁹⁴ בפרויקט שותפות כ-40 מדינות, ובבסיסו בחינת משתנים שיכולים להשפיע על עמדות תלמידים בני 15 כלפי מדע וטכנולוגיה ועל המוטיבציה שלהם ללמוד מקצועות אלו. לאתר הפרויקט:

<http://roseproject.no/>

⁹⁵ מחקר לאומי בריטי הבוחן עמדות ושיפוט לקריירה בתחום המדעים בקרב תלמידים בגילאי 10 עד 14.

<http://www.kcl.ac.uk/sspp/departments/education/research/aspires/ASPIRES-final-report-December-2013.pdf>

נספחים - מתמטיקה

לוח נ-1: ממוצע הציון הכולל במתמטיקה ופיזור הציונים במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר טימס 2015

מיקום שם המדינה	ציון ממוצע	טעות תקן	סטיית תקן	ציון אחוזון 5	ציון רבעון I	ציון רבעון II	ציון רבעון III	ציון אחוזון 95	פיזור הציונים P95-P5	ציון בנים	ציון בנות	פער מגדרי (בנות-בנים)
1 סינגפור	621	3.2	82	462	572	633	680	735	273	616	626	10
2 קוריאה הדרומית	606	2.6	85	455	551	611	665	738	283	606	605	-1
3 טאיוואן	599	2.4	97	419	539	612	669	739	320	599	599	0
4 הונג קונג	594	4.6	78	448	550	602	647	710	262	597	591	-6
5 יפן	586	2.3	89	434	529	589	647	729	295	585	588	3
6 רוסיה	538	4.7	82	399	483	542	594	669	270	543	533	-10
7 קזחסטן	528	5.3	93	373	463	530	593	677	304	525	531	6
8 קנדה	527	2.2	70	406	482	531	576	635	229	530	525	-5
9 אירלנד	523	2.7	74	392	478	530	574	634	242	526	521	-5
10 ארה"ב	518	3.1	83	378	461	521	577	651	273	519	517	-2
11 אנגליה	518	4.2	80	389	460	517	577	649	260	517	520	3
12 סלובניה	516	2.1	69	400	470	518	564	629	229	518	515	-3
13 הונגריה	514	3.8	93	355	452	518	582	660	305	519	510	-9
14 נורבגיה	512	2.3	70	392	465	515	560	622	230	512	511	-1
15 ליטא	511	2.8	77	379	458	515	568	632	253	513	510	-3
16 ישראל	511	4.1	102	332	441	518	586	664	332	512	510	-2
17 אוסטרליה	505	3.1	82	365	449	507	563	637	272	506	504	-2
18 שבדיה	501	2.8	72	378	452	504	553	613	235	504	497	-7
19 איטליה	494	2.5	75	365	445	498	547	612	247	498	491	-7
20 מלטה	494	1	88	330	436	504	558	623	293	492	495	3
21 ניו זילנד	493	3.4	88	345	433	494	555	633	288	491	494	3
22 מלזיה	465	3.6	87	326	402	464	528	609	283	461	470	9
23 איחוד האמירויות	465	2	98	303	395	466	535	623	320	459	471	12
24 טורקיה	458	4.7	105	289	385	454	531	634	345	455	461	6
25 בחרין	454	1.4	80	324	399	453	507	588	264	446	462	16
26 גאורגיה	453	3.4	92	297	390	456	520	596	299	453	454	1
27 לבנון	442	3.6	75	319	390	443	497	565	246	444	441	-3
28 קטאר	437	3	102	272	363	436	509	607	335	434	440	6
29 איראן	436	4.6	94	286	369	434	501	594	308	435	438	3
30 תאילנד	431	4.8	89	296	369	425	486	590	294	422	440	18
31 צ'ילה	427	3.2	80	297	372	427	482	560	263	436	418	-18
32 עומאן	403	2.4	96	241	339	405	470	557	316	388	420	32
33 כוויית	392	4.6	91	247	330	389	452	550	303	389	396	7
34 מצרים	392	4.1	99	229	322	393	463	553	324	387	397	10
35 בוטסואנה	391	2	83	245	337	395	449	523	278	381	400	19
36 ירדן	386	3.2	94	228	321	387	452	535	307	376	395	19
37 מרוקו	384	2.3	80	257	329	381	438	522	265	384	385	1
38 דרום אפריקה	372	4.5	87	242	311	364	426	529	287	369	376	7
39 ערב הסעודית	368	4.6	86	230	309	364	425	514	284	360	375	15

לוח נ-2: התפלגות ציונים לפי רמות הישג במתמטיקה, וכן ממוצעי ציונים בתחומי התוכן והמיומנויות בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר טימס 2015

מיקום שם המדינה	שיעורי התלמידים ברמות הישג [%]					ציון ממוצע בתחומי תוכן					ציון ממוצע במיומנויות
	מתחת לסף	נמוכה בינונית	גבוהה	הצטיינות	מספרים אלגברה גאומטריה נתונים והסתברות	ידע	יישום הנמקה				
1 סינגפור	1	5	13	27	54	629	623	617	617	633	616
2 קוריאה הדרומית	1	6	18	32	43	601	612	600	606	607	608
3 טאיוואן	3	9	16	28	44	590	613	588	602	598	602
4 הונג קונג	2	6	17	38	37	594	593	597	595	600	591
5 יפן	2	9	22	33	34	572	596	589	592	578	591
6 רוסיה	5	17	32	32	14	533	558	507	541	543	528
7 קזחסטן	9	20	30	26	15	516	555	492	527	533	525
8 קנדה	4	18	39	32	7	537	513	527	528	520	534
9 אירלנד	6	18	38	31	7	544	501	503	520	527	521
10 ארה"ב	9	21	33	27	10	520	525	500	515	528	514
11 אנגליה	7	24	33	26	10	528	492	514	519	513	522
12 סלובניה	5	22	41	26	6	524	498	522	514	518	516
13 הונגריה	12	21	30	25	12	518	503	518	516	511	515
14 נורבגיה	6	24	40	25	5	529	471	498	516	500	516
15 ליטא	8	24	35	27	6	511	497	515	520	502	501
16 ישראל	16	19	27	25	13	518	517	487	512	511	510
17 אוסטרליה	11	25	34	23	7	511	491	500	502	504	512
18 שבדיה	9	26	39	23	3	513	482	478	507	484	509
19 איטליה	11	27	38	21	3	494	481	504	495	489	500
20 מלטה	16	22	33	24	5	501	492	484	493	499	484
21 ניו זילנד	15	27	31	21	6	500	475	488	493	488	499
22 מלזיה	24	31	27	15	3	472	467	455	463	472	453
23 איחוד האמירויות	27	27	26	15	5	464	485	447	457	476	461
24 טורקיה	30	28	22	14	6	447	459	463	460	447	472
25 בחרין	25	36	27	10	2	436	483	449	445	463	452
26 גאורגיה	28	30	27	13	2	457	469	441	454	456	441
27 לבנון	29	36	27	8	0	440	466	444	439	456	406
28 קטאר	37	27	22	11	3	435	452	433	435	440	431
29 איראן	37	29	22	10	2	432	437	448	434	435	436
30 תאילנד	38	33	19	7	3	430	429	429	431	425	435
31 צ'ילה	37	35	21	6	1	427	413	428	427	423	432
32 עומאן	48	29	17	5	1	389	426	415	401	401	402
33 כוויית	55	27	13	4	1	395	384	382	389	398	374
34 מצרים	53	26	16	5	0	393	420	393	385	399	379
35 בוטסואנה	53	31	14	2	0	393	400	377	385	394	389
36 ירדן	55	27	15	3	0	380	418	381	378	391	380
37 מרוקו	59	27	12	2	0	382	372	410	385	382	374
38 דרום אפריקה	66	21	10	2	1	368	394	364	362	371	383
39 ערב הסעודית	66	23	9	2	0	352	391	342	364	359	374

לוח נ-3: ממוצע הציון הכולל במתמטיקה והתפלגות ציונים לפי רמות הישג בקרב קבוצות אוכלוסייה בישראל, ובכלל המדינות המשתתפות*, לאורך חמשת מחזורי מחקר טימס 1999 עד 2015

אוכלוסייה	מחזור מחקר	מדגם אוכלוסייה [תלמידים]	ציון ממוצע	טעות תקן	שיעורי התלמידים ברמות הישג [%]				
					מתחת לסף	נמוכה	בינונית	גבוהה	הצטיינות
כלל ישראל	1999	4,195	466	3.9	24	27	30	15	4
	2003	4,318	496	3.4	14	26	33	21	6
	2007	3,294	463	3.9	25	27	29	15	4
	2011	4,699	516	4.1	13	18	29	27	12
	2015	5,512	511	4.1	16	19	27	25	13
	שינוי 2015 לעומת 2011		-5		+3	+1	-2	-2	+1
דוברי עברית	1999	3,383	482	4.7	19	26	33	18	4
	2003	3,162	505	3.7	10	26	34	23	7
	2007		484	4.8	17	27	33	18	5
	2011	3,125	536	4.7	7	17	30	31	15
	2015	3,874	533	4.0	9	17	29	29	16
	שינוי 2015 לעומת 2011		-3		+2	--	-1	-2	+1
דוברי ערבית	1999	812	397	7.0	51	32	15	2	0
	2003	1,156	465	7.7	23	30	31	15	1
	2007		408	6.8	47	28	19	5	1
	2011	1,484	465	7.9	28	23	26	17	5
	2015	1,638	460	9.9	31	24	23	16	6
	שינוי 2015 לעומת 2011		-5		3+	+1	3-	-1	+1
כלל המדינות המשתתפות	1999		487		12	27	34	21	6
	2003		467		16	29	34	18	3
	2007		450		25	29	31	13	2
	2011		467		25	29	29	14	3
	2015		481		16	22	36	21	5
	שינוי 2015 לעומת 2011		+14		-9	-7	+7	+7	+2

* הנתון ההשוואתי עבור ממוצע הציון הכולל הוא ממוצע ממוצעי כלל המדינות המשתתפות, והנתון ההשוואתי עבור התפלגות רמות הישג הוא חציון שיעורי התלמידים של כלל המדינות המשתתפות בכל רמת הישג בנפרד.

לוח נ-4: ממוצע הציון הכולל במתמטיקה והתפלגות ציונים לפי רמות הישג בקרב קבוצות אוכלוסייה בישראל, מחקר טימס 2015

שיעורי התלמידים ברמות הישג [%]					ציון טעות סטיית			שיעור יחסי אכלוסייה לאחר		קטגוריה	משתנה
מתחת ל-16	נמוכה	בינונית	גבוהה	הצטיינות	ממוצע	תקן	ממוצע	משקול [%]	משקול [%]		
13	25	27	19	16	102	4.1	511	100.0	5,512	ישראל	כללי
11	26	28	20	15	98	4.3	510	49.1	2,698	בנות	מגדר
14	25	26	18	16	106	4.8	512	50.9	2,814	בנים	
16	29	29	17	9	92	4.0	533	69.5	3,874	דוברי עברית	מגזר שפה
6	16	23	24	31	104	9.9	460	30.5	1,638	דוברי ערבית	
26	40	25	7	2	75	3.9	576	34.0	1,919	גבוה	רקע חברתי-כלכלי
9	23	33	22	13	89	5.5	506	34.5	1,876	בינוני	
3	12	23	28	34	97	6.8	445	30.6	1,669	נמוך	
18	30	28	16	8	91	4.7	540	78.4	3,049	ממלכתי	פיקוח מ"ד
10	26	31	20	13	94	7.6	510	21.6	825	מ"ד	
14	30	30	17	8	89	4.6	532	48.1	1,860	דוברי עברית-בנות	מגזר שפה ומגדר
18	29	28	16	9	96	4.9	535	51.9	2,014	דוברי עברית-בנים	
5	16	24	26	29	100	9.5	463	51.3	838	דוברי ערבית-בנות	
6	16	21	23	33	108	11.2	456	48.7	800	דוברי ערבית-בנים	
27	40	24	7	2	76	4.0	576	46.7	1,821	דוברי עברית-גבוה	מגזר שפה ורקע חברתי-כלכלי
9	23	34	23	11	85	5.4	509	37.6	1,421	דוברי עברית-בינוני	
3	13	30	30	24	90	7.5	464	15.7	610	דוברי עברית-נמוך	
14	47	32	6	1	57	10.9	564	5.9	101	דוברי ערבית-גבוה	
9	22	29	21	18	98	14.4	498	28.4	460	דוברי ערבית-בינוני	
3	11	19	28	39	100	9.5	434	65.8	1,064	דוברי ערבית-נמוך	

נספחים - מדעים

לוח נ-5: ממוצע הציון הכולל במדעים ופיזור הציונים במדעים בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר טימס 2015

מיקום שם המדינה	ציון ממוצע תקן	טעות תקן	סטיית תקן	ציון אחוזון 5	ציון רבעון I	ציון חציון	ציון רבעון III	ציון אחוזון 95	פיזור הציונים P95-P5	ציון בנים	ציון בנות	פער מגדרי (בנות-בנים)
1 סינגפור	597	3.2	86	430	547	609	657	718	288	597	596	-1
2 יפן	571	1.8	75	440	523	575	624	686	246	570	571	1
3 טאיוואן	569	2.1	83	417	519	579	629	690	273	571	568	-3
4 קוריאה הדרומית	556	2.2	78	423	505	558	609	679	256	557	554	-3
5 סלובניה	551	2.4	77	419	500	554	605	672	253	549	553	4
6 הונג קונג	546	3.9	72	418	504	552	593	653	235	551	540	-11
7 רוסיה	544	4.2	77	413	494	547	596	666	253	546	542	-4
8 אנגליה	537	3.8	81	399	480	540	595	665	266	536	537	1
9 קזחסטן	533	4.4	90	385	473	532	593	683	298	530	536	6
10 אירלנד	530	2.8	80	387	482	537	585	650	263	529	531	2
11 ארצות הברית	530	2.8	82	388	475	535	588	656	268	533	527	-6
12 הונגריה	527	3.4	85	377	473	532	588	658	281	535	519	-16
13 קנדה	526	2.2	70	407	481	529	575	635	228	529	524	-5
14 שבדיה	522	3.4	86	368	471	528	582	649	281	522	523	1
15 ליטא	519	2.8	78	385	467	524	574	640	255	519	520	1
16 ניו זילנד	513	3.1	90	357	453	518	576	652	295	512	513	1
17 אוסטרליה	512	2.7	82	369	459	516	569	639	270	515	510	-5
18 נורבגיה	509	2.8	78	374	458	513	562	631	257	511	507	-4
19 ישראל	507	3.9	104	320	440	516	582	662	342	504	510	6
20 איטליה	499	2.4	76	368	450	503	552	618	250	504	494	-10
21 טורקיה	493	4	96	329	431	498	560	645	316	484	503	19
22 מלטה	481	1.6	106	284	415	492	557	640	356	477	485	8
23 איחוד האמירויות	477	2.3	105	293	405	484	554	639	346	461	492	31
24 מלזיה	471	4.1	94	303	409	479	539	612	309	466	476	10
25 בחרין	466	2.2	106	285	394	471	541	630	345	442	492	50
26 קטאר	457	3	112	266	379	462	538	630	364	441	471	30
27 איראן	456	4	89	308	395	457	519	602	294	454	459	5
28 תאילנד	456	4.2	81	323	399	456	511	590	267	445	465	20
29 עומאן	455	2.7	98	281	390	461	526	604	323	433	478	45
30 צ'ילה	454	3.1	81	317	398	455	511	584	267	460	448	-12
31 גאורגיה	443	3.1	87	291	386	448	505	576	285	443	444	1
32 ירדן	426	3.4	101	246	361	435	499	577	331	405	447	42
33 כוויית	411	5.2	110	224	336	415	488	585	361	387	434	47
34 לבנון	398	5.3	102	228	326	401	471	562	334	393	403	10
35 ערב הסעודית	396	4.5	98	231	330	398	466	555	324	368	423	55
36 מרוקו	393	2.5	84	255	334	393	452	533	278	390	397	7
37 בוטסואנה	392	2.7	109	194	322	403	471	553	359	381	403	22
38 מצרים	371	4.3	115	176	291	375	455	551	375	364	377	13
39 דרום אפריקה	358	5.6	108	191	283	350	426	549	358	353	362	9

לוח נ-6: התפלגות ציונים לפי רמות הישג במדעים, וכן ממוצעי ציונים בתחומי התוכן והמיומנויות בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר טימס 2015

מיקום שם המדינה	שיעורי התלמידים ברמות הישג [%]	ציון ממוצע בתחומי תוכן מדעי				ציון ממוצע במיומנויות			
		נמוכה בינונית גבוהה הצטיינות	ביולוגיה	כימיה פיזיקה	כדור הארץ	ידע	יישום	הנמקה	
1 סינגפור	3	7	16	32	42	609	593	608	595
2 יפן	2	9	26	39	24	570	570	570	570
3 טאיוואן	4	10	23	36	27	565	579	560	589
4 קוריאה הדרומית	3	12	31	35	19	554	550	564	555
5 סלובניה	3	13	32	35	17	548	552	545	558
6 הונג קונג	4	11	34	39	12	549	536	540	558
7 רוסיה	4	15	32	35	14	539	558	548	532
8 אנגליה	5	18	32	31	14	542	529	535	523
9 קזחסטן	7	19	32	27	15	520	554	543	529
10 אירלנד	6	17	34	33	10	534	517	525	523
11 ארצות הברית	7	18	32	31	12	540	519	516	532
12 הונגריה	8	18	32	30	12	521	534	531	528
13 קנדה	4	18	40	31	7	534	512	521	526
14 שבדיה	8	19	33	30	10	520	512	524	519
15 ליטא	7	21	36	28	8	521	517	513	513
16 ניו זילנד	12	21	31	26	10	520	498	508	513
17 אוסטרליה	9	22	35	27	7	522	493	505	512
18 נורבגיה	9	23	37	25	6	502	503	512	500
19 ישראל	16	20	27	25	12	504	516	508	511
20 איטליה	11	25	38	22	4	496	487	496	505
21 טורקיה	17	24	30	21	8	491	493	506	489
22 מלטה	21	22	29	21	7	473	481	490	489
23 איחוד האמירויות	24	23	27	19	7	475	481	475	478
24 מלזיה	23	25	31	18	3	466	473	480	466
25 בחרין	27	24	27	16	6	469	462	461	462
26 קטאר	30	24	25	15	6	454	455	459	448
27 איראן	27	31	27	12	3	448	458	475	455
28 תאילנד	25	34	29	10	2	466	445	437	469
29 עומאן	28	27	28	14	3	454	452	449	455
30 צ'ילה	25	35	28	11	1	459	438	439	466
31 גאורגיה	30	32	28	9	1	447	456	429	452
32 ירדן	37	29	25	8	1	420	438	424	430
33 כוויית	45	26	19	8	2	402	413	411	415
34 לבנון	50	26	17	6	1	366	438	412	403
35 ערב הסעודית	51	27	16	5	1	397	377	385	395
36 מרוקו	53	30	14	3	0	380	400	395	395
37 בוטסואנה	49	28	18	5	0	397	390	384	371
38 מצרים	58	22	15	5	0	348	395	378	372
39 דרום אפריקה	68	18	9	4	1	356	369	359	337

לוח נ-7: ממוצע הציון הכולל במדעים והתפלגות ציונים לפי רמות ההישג בקרב קבוצות אוכלוסייה בישראל, ובכלל המדינות המשתתפות*, לאורך חמשת מחזורי מחקר טימס 1999 עד 2015

אוכלוסייה	מחזור מחקר	מדגם אוכלוסייה [תלמידים]	ציון ממוצע	טעות תקן	שיעורי התלמידים ברמות הישג [%]				
					מתחת לסף	נמוכה	בינונית	גבוהה	הצטיינות
כלל ישראל	1999	4,195	468	4.9	25	25	28	18	5
	2003	4,318	488	3.1	15	28	33	19	5
	2007	3,294	468	4.3	25	24	30	16	5
	2011	4,699	516	4.0	12	19	30	28	11
	2015	5,512	507	3.9	16	20	27	25	12
	שינוי 2015 לעומת 2011		-9		+4	+1	-3	-3	+1
דוברי עברית	1999	3,383	484	5.7	18	26	30	21	5
	2003	3,162	496	3.6	14	25	34	21	6
	2007	485	485	5.3	18	25	33	19	5
	2011	3,125	530	4.0	8	17	32	30	13
	2015	3,874	528	4.0	10	18	29	28	15
	שינוי 2015 לעומת 2011		-2		+2	+1	-3	-2	+2
דוברי ערבית	1999	812	394	10.1	50	30	16	4	0
	2003	1,156	463	5.8	22	32	32	13	1
	2007	422	422	7.8	42	27	23	8	1
	2011	1,484	481	7.9	23	23	26	21	7
	2015	1,638	458	9.5	30	24	23	17	5
	שינוי 2015 לעומת 2011		-23		+7	+1	3-	-4	-2
כלל המדינות המשתתפות	1999		487		12	22	35	24	7
	2003		467		14	28	35	19	4
	2007		466		22	29	32	14	3
	2011		477		21	27	31	17	4
	2015		486		16	20	35	22	7
	שינוי 2015 לעומת 2011		+9		-5	-7	+4	+5	3+

* הנתון ההשוואתי עבור ממוצע הציון הכולל הוא ממוצע ממוצעי כלל המדינות המשתתפות, והנתון ההשוואתי עבור התפלגות רמות ההישג הוא חציון שיעורי התלמידים של כלל המדינות המשתתפות בכל רמת הישג בנפרד.

לוח נ-8: ממוצע הציון הכולל במדעים והתפלגות ציונים לפי רמות הישג בקרב קבוצות אוכלוסייה בישראל, מחקר טימס 2015

שיעורי התלמידים ברמות הישג [%]					ציון ממוצע תקן			מדגם שיעור יחסי אוכלוסייה לאחר [תלמידים] משקול [%]		משתנה קטגוריה
12	25	27	20	16	104	3.9	507	100.0	5,512	כללי ישראל
11	25	29	20	14	98	4.1	510	49.1	2,698	מגדר בנות
13	24	26	19	18	110	4.7	504	50.9	2,814	בנים
15	28	29	18	10	95	4.0	528	69.5	3,874	מגזר שפה דוברי עברית
5	17	23	24	30	108	9.5	458	30.5	1,638	דוברי ערבית
25	38	26	9	2	77	3.9	570	34.0	1,919	רקע גבוה
8	23	32	22	14	91	5.3	503	34.5	1,876	חברתי- בינוני
3	12	23	28	33	102	6.7	442	30.6	1,669	כלכלי נמוך
17	29	29	17	8	92	4.6	535	78.4	3,049	ממלכתי
11	24	29	21	15	100	8.2	504	21.6	825	פיקוח מ"ד
14	29	31	18	9	90	4.7	529	48.1	1,860	דוברי עברית-בנות
16	27	28	17	11	99	4.8	527	51.9	2,014	מגזר שפה דוברי עברית-בנים
5	18	26	25	26	101	8.8	469	51.3	838	ומגדר דוברי ערבית-בנות
5	16	21	23	35	114	11.1	446	48.7	800	דוברי ערבית-בנים
25	37	26	9	2	78	4.1	571	46.7	1,821	דוברי עברית-גבוה
8	23	33	23	13	89	5.5	504	37.6	1,421	מגזר שפה דוברי עברית-בינוני
3	13	30	29	24	94	7.6	461	15.7	610	ורקע דוברי עברית-נמוך
13	46	33	7	1	60	12.6	560	5.9	101	חברתי- דוברי ערבית-גבוה
9	25	30	20	17	98	13.1	499	28.4	460	כלכלי דוברי ערבית-בינוני
3	12	20	28	38	105	9.4	432	65.8	1,064	דוברי ערבית-נמוך