

# פיזה 2012

PISA – Programme for International Student Assessment

**אוריינות בקרב תלמידים בני 15  
במדעים, בקריאה ובמתמטיקה**



**מבט ישראלי**

גרסה I - 3.12.2013

## חברי ועדת ההיגוי (לפי סדר א"ב):

### יו"ר הוועדה:

פרופ' אורית זסלבסקי הטכניון

### חברי הוועדה:

פרופ' אברהם הרכבי	מכון ויצמן
פרופ' עלית אולשטיין	האוניברסיטה העברית
ד"ר נאדר אגר	הטכניון
פרופ' חגי נצר	אוניברסיטת תל-אביב
ד"ר ענת בן-סימון	המרכז הארצי לבחינות והערכה
מזל שיניאק	משרד החינוך
כאות'ר ג'אבר	משרד החינוך
ד"ר עופר רימון	משרד החינוך
ד"ר חנה פרל	משרד החינוך
גב' יפה פס	משרד החינוך
ד"ר צבי צמרת	משרד החינוך
ד"ר יעקב גויסקי	משרד החינוך
נעמי ריפתי	הסתדרות המורים

### נציגי ראמ"ה בוועדה:

פרופ' מיכל בלר	המנכ"לית המייסדת של ראמ"ה
ד"ר יואל רפ	מנהל אגף הבחינות, ראמ"ה
גב' אימאן עואדיה	מנהלת תחום מחקרים בערבית, ראמ"ה
בועז רוזנבאום	מנהל תחום מבחנים ממוחשבים, ראמ"ה
ד"ר ענבל רון קפלן	מנהלת תחום מחקרים בין-לאומיים, ראמ"ה

### מנהלי המחקר בישראל (NPM - National Project Manager):

ד"ר ענבל רון קפלן	מנהלת תחום מחקרים בין-לאומיים, ראמ"ה
ד"ר יואל רפ	מנהל אגף מבחנים, ראמ"ה

### נציגת ישראל בוועד המנהל של מחקר פיזה (PGB)

ד"ר חגית גליקמן	מנכ"לית ראמ"ה בפועל
-----------------	---------------------

### עיבוד נתונים וכתיבת הדוח:

ד"ר עמיחי רגבי	מנהל תחום עיבוד נתונים, ראמ"ה
ד"ר הדס גלברט	מנהלת גף מחקרים בין-לאומיים, ראמ"ה
ד"ר יואל רפ	מנהל אגף מבחנים, ראמ"ה
גב' נורית ליפשוט	מנהלת תחום מחקרי אורך, ראמ"ה
ד"ר ענבל רון-קפלן	מנהלת תחום מבחנים בין-לאומיים, ראמ"ה

תודה לתלמידים, למורים ולמנהלי בתי הספר שהשתתפו במחקר.

## תוכן עניינים

<b>פרק 1: מבוא</b>	<b>4</b>
1.1: מהו מחקר פיזה (PISA)?	4
1.2: המדינות שהשתתפו במחקר פיזה 2012	6
1.3: מאפיינים עיקריים של מחקר פיזה	7
1.4: מבנה דוח זה	10
<b>פרק 2: המסגרת המושגית באוריינות מתמטיקה במחקר פיזה ותכנית הלימודים במתמטיקה</b>	
<b>בישראל</b>	<b>12</b>
2.1: הערכה של אוריינות מתמטית במחקר פיזה	12
2.2: הוראת מתמטיקה בישראל בשנים שלקראת מחקר פיזה 2012	25
<b>פרק 3: הביצוע של מחקר פיזה 2012</b>	<b>35</b>
3.1: חומרי ההערכה	35
3.2: מחקר החלוץ	41
3.3: המחקר העיקרי	42
3.4: קשיים ואתגרים בעריכת מחקר פיזה 2012 בישראל	53
<b>פרק 4: ההישגים במבחן המודפס והממוחשב במתמטיקה במחקר פיזה 2012</b>	<b>56</b>
4.1: הישגי ישראל באוריינות מתמטיקה	56
4.2: תוצאות המבחן הממוחשב במתמטיקה	71
4.3: סיכום	80
4.4: נספחים	83
<b>פרק 5: ההישגים באוריינות קריאה ואוריינות קריאה דיגיטלית במחקר פיזה 2012</b>	<b>88</b>
5.1: הערכה של אוריינות קריאה במחקר פיזה 2012	88
5.2: הישגי ישראל באוריינות קריאה	92
3.5: מבחן בקריאה	
דיגיטלית	102
5.4: סיכום	113
5.5:	
נספחים	116
<b>פרק 6: ההישגים באוריינות מדעים במחקר פיזה 2012</b>	<b>119</b>
6.1: הערכה של אוריינות מדעים במחקר פיזה	119
6.2: הישגי ישראל באוריינות מדעים	123
6.3:	
סיכום	135
6.4:	
נספחים	137

## פרק 1: מבוא

### 1.1: מהו מחקר פיזה (PISA)?

#### 1.1.1: כללי

מינהל החינוך של ה-OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) ייסד בשנת 2000 את מחקר פיזה (PISA) - התכנית הבין-לאומית להערכת תלמידים (The Programme for International Student Assessment). מחקר פיזה נועד לאפשר לכל מדינה לבדוק תפוקות של מערכת החינוך שלה ולהעריך את הישגי תלמידים מנקודת מבט בין-לאומית משותפת ומוסכמת. במחקר משתתפים תלמידים בני 15 והוא נערך במחזוריות של אחת לשלוש שנים. במחקר נבדקים שלושה תחומי אוריינות עיקריים: קריאה בשפת-אם, מתמטיקה ומדעים, ובכל מחזור מחקר מושם דגש על אחד מהם. נוסף על שלושה תחומים עיקריים אלו נבדקים בכל מחזור גם "תחומי אורח" שונים כגון פתרון בעיות, אוריינות כלכלית ועוד. מחקר פיזה נחשב כיום תכנית ההערכה הבין-לאומית המקיפה והקפדנית ביותר בתחום החינוך. מלבד הערכת הישגים נאסף במחקר מידע על אודות מאפיינים שונים של התלמיד, של משפחתו ושל המוסד החינוכי שבו הוא לומד, וזאת באמצעות שאלונים לתלמידים ולמנהל בית הספר. איסוף משתנים אלו עשוי לסייע בהסבר השונות בהישגים הלימודיים בין תלמידים על בסיס מאפייני רקע (כגון מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי ועוד), אסטרטגיות למידה, ומאפיינים הקשורים לבית הספר ולסביבה הלימודית. מוקדשים מאמצים ומשאבים ניכרים על מנת שכלי ההערכה המשמשים במחקר יהיו עשירים ומגוונים מבחינה תרבותית ולשונית. כמו כן נעשה שימוש במגוון תקנים שנועדו להבטיח את איכותם של חומרי המבחן ושל הליכי העברתו במדינות השונות, ובהם תקנים הנוגעים להליך התרגום ותוצריו, לדגימה, לתנאי ההיבחנות, לאופן בדיקת המבחנים ועוד. כל אלו תורמים למהימנות ותקפות גבוהות של תוצאות מחקר פיזה, מה שמאפשר להיעזר בהן כדי לשפר את ההבנה בכל הנוגע לתפוקות החינוך במדינות המשתתפות בו.

#### 1.1.2: רקע היסטורי

לקראת שנת 2000 השיק מינהל החינוך ב-OECD את פרויקט פיזה. אף שבתחילת דרכו תוכנן מחקר פיזה לשמש את מדינות ה-OECD בלבד, הוא הפך עם השנים לכלי הערכה המשמש מדינות רבות בעולם. בעקבות מחקרי פיזה העמיד ה-OECD לרשות הציבור הרחב מאגרי מידע רחבי היקף על כל מחזור מחקר משנת 2000 ואילך. מאגרי מידע אלו מצויים באתר פיזה<sup>1</sup> וכוללים מגוון רחב של סוגי מידע: קובצי נתונים גולמיים, דוגמאות לשאלות, דוחות ומדריכים שונים ועוד. המאגר מאפשר לעקוב אחר מדדים (אינדיקטורים) חינוכיים לאורך זמן לשם ניטור מערכות חינוכיות באופן אבסולוטי ובאופן השוואתי למדינות אחרות, וכן להשוות בין קבוצות אוכלוסייה וקבוצות תרבות בתוך מדינות. בכל מחקר פיזה נבדקים בקביעות שלושה תחומי דעת: קריאה, מתמטיקה ומדעים, ובכל מחזור אחד מהם נמצא במוקד המחקר. כמו כן, במחזורים שונים עשויים להצטרף "תחומי אורח" שונים הנלווים לשלושת התחומים הללו. **בלוח 1.1** שלהלן מתוארים המחזורים השונים של מחקר פיזה, התחומים שנבדקו במחקר והמדינות והישויות הפוליטיות שהשתתפו בו:

<sup>1</sup> <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/>

### לוח 1.1: מחזורי המחקר של פיזה, התחומים הנבדקים והמדינות המשתתפות

מחזור המחקר	תחום האורח שבמוקד המחקר	תחומי אורח	מס' המדינות המשתתפות (מקרב מדינות ה-OECD)	השתתפות ישראל
פיזה <sup>1</sup> 2000	קריאה	-	32 (28)	לא
פיזה <sup>2</sup> 2003	מתמטיקה	פתרון בעיות	41 (30)	לא <sup>2</sup>
פיזה 2006	מדעים	-	57 (30)	כן
פיזה <sup>3</sup> 2009	קריאה	קריאה דיגיטלית	65 (30)	כן
פיזה 2012	מתמטיקה	קריאה דיגיטלית, פתרון בעיות ממוחשב, מתמטיקה ממוחשב, אוריינות כלכלית	65 (34)	כן

<sup>1</sup>למחזור זה נוסף בשנת 2002 עוד גל שכלל 11 מדינות ואשר כונה פיזה+. ישראל השתתפה בגל זה.

<sup>2</sup>ישראל לא השתתפה במחזור 2003 בשל סמיכות הזמנים בינו לבין מחקר פיזה+.

<sup>3</sup>למחזור זה נוסף בשנת 2010 עוד גל שכלל 10 מדינות.

ישראל השתתפה בכל מחזורי המחקר של פיזה, למעט מחזור 2003 (בשל סמיכות הזמנים בינו לבין מחזור פיזה+) והיא נערכת להשתתף גם במחזור המחקר השישי בשנת 2015. בשני מחזורי המחקר הראשונים שישראל השתתפה בהם, ביצוע המחקר בישראל היה באחריות לשכת המדען הראשי של משרד החינוך. את המחקר ניהלו ותפעלו חוקרי חינוך מהאקדמיה והוא לווה בוועדת היגוי. בשנת 2007 הועברה האחריות על השתתפות ישראל במחקרים בין-לאומיים בתחום החינוך, ובכללם פיזה, לידי הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה), שהוקמה כשנה לפני כן. מאז אותה שנה ראמ"ה היא הגוף המוציא לפועל ומנהל את השתתפות ישראל במחקר. כמו כן, משנת 2006 מנכ"לית ראמ"ה משמשת נציגת ישראל בפורום הוועד המנהל של פיזה (PGB-PISA Governing Board, ראה להלן). מידע נוסף על מחקר פיזה ותוצאותיו, במיקוד על ישראל, מצוי באתר ראמ"ה<sup>2</sup>.

### 1.1.3: גופים ובעלי תפקידים בפיזה

מחקר פיזה נערך על ידי ארגון ה-OECD ומלווה על ידי הוועד המנהל של פיזה (PGB). הוועד המנהל מופקד על קביעת המדיניות, פיתוח הקווים המנחים והגדרת סדרי העדיפויות במחקר, וחברים בו נציגי כל המדינות המשתתפות במחקר פיזה. ביצוע המחקר ברמה הבין-לאומית מופקד בידי היחידה האדמיניסטרטיבית של ה-OECD (OECD Secretariat), המעסיקה לשם ביצועו מאגד (קונסורציום) בין-לאומי של גופים וחברות (להלן: מנהלת פיזה). המאגד כולל גופים מקצועיים שונים מתחום המבחנים וההערכה החינוכית מכל רחבי העולם. הגוף שניהל את מחקר פיזה בעבור ה-OECD ממחזור המחקר הראשון ועד המחזור הנוכחי הוא ACER (Australian Council for Educational Research). יתר הגופים בקונסורציום מופקדים על חלקים שונים במחקר, כגון פיתוח המסגרות התאורטיות שלו, פיתוח השאלונים, דגימת המשתתפים וכו', בהתאם להנחיות ולעקרונות שקבע הוועד המנהל. כל מדינה ממנה מנהל פרויקט לאומי (National Project Manager – NPM), המופקד על ניהולו וביצועו של המחקר במדינה שהוא מייצג ועל התיאום עם מנהלת פיזה. הפעולות העיקריות שה-NPM מופקד עליהן הן תרגום של המבחן והשאלונים לשפות המדינה והתאמתם לתרבותה, הפקת חוברות המבחן וגרסאות המבחן הממוחשבות; ארגון הליך ההיבחנות, ובכלל זה היערכות לדגימת בתי הספר והכיתות שישתתפו במחקר ותיאום עם בתי הספר; העברת המבחנים והשאלונים בבתי הספר הנדגמים; בדיקת המבחנים וטיוב הנתונים; בקרה על נתוני המדינה והפרסומים על אודות המדינה שהוא מייצג בדוח הבין-לאומי;

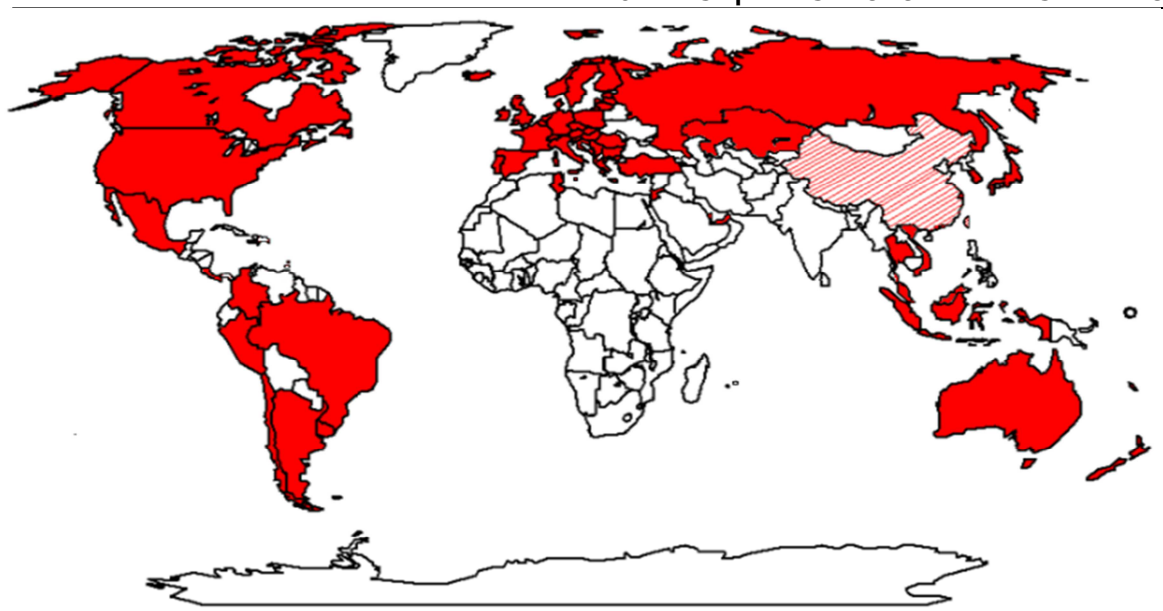
<sup>2</sup> <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiYim/OdotPisa.htm>

פרסום דוח מקומי, ועוד. בישראל, כאמור, הפרויקט מנוהל על ידי ראמ"ה, שמייצגת את ישראל בפורום מנהלי הפרויקטים הלאומיים. ראמ"ה מפרסמת את הנתונים הפנים-ישראליים ומופקדת על ניהול מאגרי המידע והנתונים שנאספו ונאספים בישראל במחזורי פיזה הקודמים ובמחזור הנוכחי. את המחקר בישראל ליוותה ועדת היגוי שהוקמה על ידי ראמ"ה ובה אנשי אקדמיה מתחומי הדעת הנבדקים במחקר ומתחום הוראתם (ובעיקר מתמטיקה), מומחים להערכה ומדידה ונציגי משרד החינוך האמונים על הוראת תחומי הדעת שנבדקו במחקר. הוועדה שימשה גורם מייעץ לראמ"ה בניהול הפרויקט.

## 1.2: המדינות שהשתתפו במחקר פיזה 2012

**בתרשים 1.1** מוצגת מפת העולם ומצוינות בו 65 המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר פיזה 2012, מתוך 34 חברות ב-OECD. ארבע מהמדינות החברות - אסטוניה, ישראל, סלובניה וצ'ילה - הצטרפו לארגון בשנת 2010. כפי שאפשר לראות במפה, מרבית המדינות המשתתפות הן באירופה (מערב ומזרח), באמריקה (הצפונית והדרומית) ובמזרח אסיה, ולצדן מיעוט של מדינות במזרח התיכון ובצפון אפריקה. בולטת העובדה כי מדינות אפריקה אינן משתתפות במחקר פיזה. בפיזה 2012 השתתפו כ-510,000 תלמידים בכל העולם, המייצגים כ-28 מיליון תלמידים בני 15 מהמדינות המשתתפות.

תרשים 1.1: מפת המדינות שהשתתפו במחקר פיזה 2012



**מדינות OECD:** אוסטריה, אוסטרליה, איטליה, איסלנד, אירלנד, אסטוניה, ארצות הברית, בלגיה, בריטניה, גרמניה, דנמרק, הולנד, הונגריה, טורקיה, יוון, יפן, ישראל, לוקסמבורג, מקסיקו, נורווגיה, ניו-זילנד, סלובניה, סלובקיה, ספרד, פולין, פורטוגל, פינלנד, צ'ילה, צ'כיה, צרפת, קוריאה, קנדה, שוודיה, שווייץ.

**מדינות שותפות:** אורוגוואי, איחוד האמירויות, אינדונזיה, אלבניה, ארגנטינה, בולגריה, ברזיל, הונג-קונג (סין), וייטנאם, טוניסיה, טייוואן, ירדן, לטביה, ליטא, ליכטנשטיין, מונטנגרו, מלזיה, מקאו (סין), סינגפור, סרביה, פרו, קולומביה, קוסטה ריקה, קזחסטן, קטאר, קפריסין, קרואטיה, רומניה, רוסיה, שנחאי (סין), תאילנד.

### 1.3: מאפיינים עיקריים של מחקר פיזה

מחקר פיזה הוא מערכת של מבחנים ושאלונים. מטרתם לפתח ולהקים גוף נתונים שיאפשרו לבחון ולהבין שינויים החלים בידע ובכישורים של תלמידים במדינות שונות. התחומים הכלולים במחקר מוגדרים לפי התכנים החשובים ביותר על פי תפיסת הארגון הבין-לאומי ואשר מייצגים תשתית משותפת למרבית המדינות המשתתפות (ברובן מדינות מפותחות). במחקר נבדקת האוריינות בקרב התלמידים בתחומי דעת שונים, כלומר "יכולתם ליישם ידע וכישורים שרכשו בתחומים אלו, ולנתח, להסיק ולהסביר ביעילות את הדרכים שבהן הם ניגשים לבעיות, מפרשים אותן ומוצאים להן פתרונות, במגוון מצבים "יום-יומיים". המונח "אוריינות" בהקשר זה נועד להקיף טווח נרחב של יכולות רלוונטיות להתמודדות בחיים הבוגרים, במציאות שבה הידע והיכולות הנדרשים משתנים בקצב מהיר<sup>3</sup>. המבחנים בנויים על פי מסגרת מושגית מוגדרת מראש, בכל אחד משלושת תחומי האוריינות: קריאה, מתמטיקה ומדעים, וכן בתחומים האחרים. המסגרת המושגית פותחה במחקר פיזה הראשון בידי קבוצת מומחים רב-לאומית בתחומי הדעת, אושרה על ידי הוועד המנהל של פיזה (PGB), ובכל מחזור המסגרת מתעדכנת בתחום הדעת שבמוקד המחקר. לקראת מחקר 2012 עודכנה המסגרת המושגית להערכת אוריינות מתמטיקה על ידי חברת Pearson האמריקנית, וזו התקבלה ואושרה על ידי הוועד המנהל של פיזה.

#### 1.3.1: המטרות העיקריות של מחקר פיזה

המטרה המרכזית של מחקר פיזה היא להעריך באיזו מידה תלמידים בני 15 עד 16 מסוגלים להשתמש בידע ובמיומנויות שרכשו במהלך דרכם במערכת החינוך במדינתם כדי להתמודד עם אתגרים שיעמדו לפניהם בחייהם הבוגרים (לאחר שיסיימו את לימודי החובה). גיל 15 נבחר על ידי יוזמי פיזה בשל העובדה שבגיל זה מסתיים חינוך החובה במרבית מדינות ה-OECD.

נוסף על מבחני ההישגים, התלמידים המשתתפים במחקר משיבים על שאלון ובו שאלות על הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי שלהם ושאלות העוסקות בתחום הדעת המרכזי של המחקר (במחזור זה - תחום המתמטיקה). מנהלי בתי הספר משיבים על שאלון בנוגע לסביבה הלימודית בבתי הספר, ובכלל זה היקף המשאבים המושקעים בבית הספר (בדגש על התחום המרכזי הנבדק), מידת ההכשרה של הצוות החינוכי וכן האקלים הבית-ספרי. הנתונים הנאספים מסייעים להבין כיצד נתוני הרקע של התלמידים עצמם או איכות המשאבים הבית-ספריים המושקעים בהם ובלמידה מסבירים את ההישגים, או כיצד המדיניות החינוכית של בית הספר או של מערכת החינוך קשורים להישגים הלימודיים או משפיעים עליהם.

<sup>3</sup> הגדרת האוריינות לפי פיזה, בכל אחד משלושת התחומים, תובא בהמשך דוח זה. את המסגרת המושגית המקיפה של מחקר פיזה 2012 אפשר למצוא באתר ראמ"ה: <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA+2012.htm>

### 1.3.2: אוריינות – מושג מרכזי במחקר פיזה

ההערכה במחקר פיזה מתמקדת ביכולתם של התלמידים ליישם את הידע והמיומנויות שרכשו במהלך חייהם (בעיקר באמצעות החינוך הפורמלי שקיבלו) בבואם לפתור בעיות במצבים אמיתיים בחיים. במצבים אלו נבדק אם תלמידים מסוגלים לנתח, להבין ולהביע את רעיונותיהם בדרך יעילה ובעלת השפעה, באיזו מידה הם משתמשים בחידושים טכנולוגיים, עד כמה הם קיבלו הכנה להמשיך ללמוד במהלך חייהם, אם הם מצוידים באסטרטגיות למידה מתאימות, וכו'. יכולות אלו מתמצות במונח "אוריינות" - מונח מרכזי בגישה של פיזה. רמת האוריינות, ולא רק הידע לכשעצמו, עשויה להיות קשורה להצלחתם הכלכלית בעתיד, לסוג מקום העבודה שלהם ולאופי החברה והמדינה שבה הם חיים, וכן לרמת החיים שלהם ושל החברה שבה הם פועלים. גישה זו מייצגת תפיסת עולם שונה מזו הבאה לידי ביטוי, בדרך כלל, במבחנים רחבי-היקף אחרים המקובלים במערכות חינוך רבות (ובכללן בישראל). מערכות המבחנים השגרתיות מבקשות למדוד באיזו מידה תלמידים שולטים בתוכני לימוד נתונים, ואילו מבחני פיזה מנסים למדוד תוצר חינוכי מורכב יותר, לא רק ידע דקלרטיבי הנלמד בבית הספר על פי תכניות לימודים. הראשונים מייצגים גישה הרואה בשליטה בחומר הלימודי יעד מרכזי של מערכת החינוך, ואילו האחרונים רואים גם את החשיבות שבמוכנות לחיים במובן רחב יותר. זאת ועוד: בעוד הגישה המקובלת במערכות חינוך היא הסתכלות מסכמת "אחורה" אל העבר (מה למד התלמיד בהיותו בבית הספר ומה הוא זוכר מלימודיו), הגישה של פיזה היא הסתכלות "קדימה" כלפי העתיד - מהם הכלים והמיומנויות המצויים בידי התלמיד (בלי קשר לשאלה אם רכש אותם בבית הספר או במקום אחר) שיאפשרו לו להתמודד עם הצפוי לו בהמשך חייו. הדגש הוא אפוא על הכשרים שרכש האדם לקראת בגרותו במדינה שבה הוא מתגורר, וההתייחסות היא בהיבט הכלכלי – מידת יכולתו להשתלב בכלכלה ולתרום לחברה במדינות מפותחות ובכלכלות מודרניות.

כפועל יוצא מגישה זו, מחקר פיזה אינו מתמקד בתכנים ספציפיים ובידע מוגדר וקבוע מראש הנרכש באופן פורמלי במערכת חינוך מסוימת על פי גישה חינוכית כזו או אחרת במוסד בעל אופי מסוים. לפי תפיסת פיזה, הנגישות לידע ו"התפוצצות" הידע האופייניות לעידן הנוכחי, בד בבד עם ההתיישנות המהירה של חלקים ממנו, הופכת את הקניית הידע הקלאסית לרלוונטית פחות ופחות. לכן ההיבט החשוב בחינוך במאה ה-21 הוא הקניית כלים ומיומנויות שיאפשרו את איתור הידע, סינונו, רכישתו והיכולת ליישמו בזמן ובמקום המתאימים; כלומר, הפרמטר החשוב בחינוך בעידן הנוכחי טמון בפיתוח תהליכי למידה וחשיבה, ולא דווקא בהקניית ידע גרידא. זאת ועוד: אף שרכישה של ידע ספציפי חשובה ללמידה בהקשר הבית-ספרי, יישום של ידע כזה בחיים הבוגרים תלוי במידה רבה ברכישת מושגים וכישורים רחבים יותר. במתמטיקה, היכולת להסיק באופן כמותי ולייצג יחסים או קשרים בין משתנים רלוונטית יותר מהיכולת לפתור בעיות בצורה טכנית. בקריאה בכלל, ובקריאה דיגיטלית בפרט (תחום אוריינות שנוסף החל ממחזור 2009), איתור ידע, פיתוח פרשנות מתוך חומר כתוב וחשיבה יסודית וביקורתית על התכנים ועל המשמעויות של הטקסט, כל אלה הם כישורים מרכזיים. במדעים, הכרת שמות של בעלי חיים וצמחים חשובה פחות מההבנה של נושאים רחבים כגון צריכת אנרגיה ובריאות האדם, שהם נושאים ערכיים ובעלי השפעה על חיינו כבוגרים. גישה זו של פיזה באה לידי ביטוי במבחנים עצמם, בנתונים הנאספים באמצעות השאלונים, ובעובדה כי קשה "להתכונן" למבחנים הללו וללמוד על פיהם ובהתאם אליהם.



### 1.3.3: התועלת שבהשתתפות במחקר פיזה

מבחינת המדינות המשתתפות, ובכלל זה ישראל, יתרונו המרכזי של המחקר אינו רק באפשרות להשוות את ישראל למדינות אחרות המשתתפות בו מבחינת רמת ההישגים, וגם לא באפשרות לעקוב אחר מקומה של ישראל במדרג המדינות, שהוא אחד מתוצרי המחקר. ההשתתפות במחקרים הבין-לאומיים מאפשרת למדינות המשתתפות להכיר מקרוב גישות חדשות ועדכניות בתחומי הדעת הנבדקים ולהיות מעורבות בהן; לעמוד על מגמות כלל-עולמיות בתחומי הדעת הללו ובתחומי דעת חדשים ומתפתחים (כגון מיומנויות המאה ה-21, שימוש באמצעים ממוחשבים להוראה, למידה והערכה וכיו"ב), וכל זאת לנוכח הגדרתן במסגרת מושגית על ידי ארגון מרכזי המייצג מדינות מתקדמות רבות בעולם.

ממצאי מחקר פיזה עשויים לשמש את קובעי המדיניות בישראל למגוון מטרות:

- ניטור ההישגים הלימודיים של מערכת החינוך ושל התלמידים בחינוך העל-יסודי שלא באמצעות בחינות הבגרות (לא בהכרח על פי תכניות הלימודים הישראליות ויעדי מערכת החינוך הפורמליים).
- מעקב אחר מידת השונות בהישגים ובמיומנויות הנמדדות ועמידה על הקשר שבין רמת ההישגים הלימודיים לבין הרמה החברתית-תרבותית-כלכלית בישראל, ובהשוואה למדינות אחרות.
- השוואת הידע והמיומנויות של קבוצות שונות (מגדר, מגזר שפה, סוג פיקוח) בתוך המדינה והשוואה בין ההישגים בזרמי חינוך שונים.
- למידה והפקת מסקנות על אודות המדיניות החינוכית הנוהגת בישראל באמצעות השוואתה למדיניות הנהוגה במדינות אחרות.
- הבנת נקודות החוזק והחולשה של מערכת החינוך, בדיקת השאלה אם תלמידי המדינה מתבלטים באופן יחסי באחת המיומנויות יותר מאשר באחרות.

### 1.3.4: מאפיינים ייחודיים של מחקר פיזה 2012

מחקר פיזה 2012 שונה ממחזורי המחקר הקודמים במספר היבטים:

- **עדכון המסגרת המושגית של תחום המתמטיקה:** לקראת מחזור מחקר זה עודכנה המסגרת התאורטית של המחקר לא רק בהיבטים הקשורים לאוריינות מתמטיקה גרידא, כפי שהיא נבדקת במבחן בפיזה, אלא גם בהיבטים הקשורים לאסטרטגיות הלמידה של התלמידים בתחום המתמטיקה, למידת העניין שלהם במקצוע זה ולעמדותיהם כלפיו וכלפי נושאים שונים בו.
- **הערכת היכולת לפתור בעיות:** תחום אורח במחקר הנוכחי, מלבד שלושת תחומי האוריינות השוטפים, היה פתרון בעיות. המבחן בתחום זה ביקש לבדוק את יכולתם של תלמידים בני 15 להתמודד עם בעיות שאינן מתחום דעת מסוים ואשר מאפיינות התמודדות יום-יומית ומעשית בחברה מפותחת ומודרנית תחום זה נמדד באמצעים ממוחשבים: הבעיות הוצגו באמצעות מחשב תוך ניצול המדיום ליצירת משימות סימולטיביות ודינמיות, שפתרון נעשה לעתים בדרך אינטראקטיבית ואשר מאפשרות לעקוב אחר הליך הפתרון ולא רק אחר התוצאה.
- **הערכת אוריינות כלכלית:** תחום שנבדק זו הפעם הראשונה בפיזה, במחזור מחקר זה. במסגרת ההערכה נבדק כיצד תלמידים מתמודדים עם סוגיות כלכליות יום-יומיות.

- **שימוש באמצעים ממוחשבים להערכת תחומי האוריינות השונים:** פיזה החלה בהערכה מבוססת מחשב באופן ניסיוני ב-2006 כאשר בחנה את תחום המדעים באורח ממוחשב במספר קטן של מדינות. בשנת 2009 כלל מחקר פיזה הערכה של קריאת טקסטים דיגיטליים ( ERA- Electronic Reading Assessment). עשרים מדינות השתתפו בחלק זה. ישראל לא יכלה להשתתף בו משום שהמערכת הממוחשבת לא התאימה להצגת טקסטים מימין לשמאל. בשנת 2012 הורחבה ההיבחנות באמצעים ממוחשבים במידה ניכרת, הן מבחינת מספר המדינות המשתתפות בה והן מבחינת מספר התחומים הנמדדים באמצעים ממוחשבים. התחומים שנבדקו בבחינה הממוחשבת בישראל במחקר 2012 היו קריאה דיגיטלית, אוריינות מתמטיקה ופתרון בעיות. השאיפה של ה- OECD היא שבמחזור 2015 יועברו מבחני פיזה כולם רק באמצעים ממוחשבים.
- **הערכת טווח רחב יותר של יכולות התלמיד:** במחזורי הקודמים של מחקר פיזה השיגו מספר מדינות ציונים נמוכים ביותר, ושיעור גבוה של תלמידים במדינות אלו היה מתחת לרמת הבקאות שנקבעה כרמת סף. בפיזה 2009 פותח מערך חדש של פריטי קריאה המתאים לקוראים בעלי כישורים בסיסיים, כדי להיטיב למדוד את הביצוע של תלמידים בעלי הישגים נמוכים. מספר מצומצם יחסית של מדינות בחרו במערך בחינה זה.

#### 1.4: מבנה הדוח

התוצאות של פיזה 2012 בישראל מוצגות בעשרה פרקים, שיפורסמו בכמה פעימות זמן. בפעימה הראשונה, בשנת 2013, יפורסמו הפרקים הבאים:

- **פרק 1 (הנוכחי) – מבוא ובו מידע כללי על המחקר, על מאפייניו העיקריים ועל התחומים הנבדקים בו.**
- **פרק 2 – המסגרת המושגית של אוריינות מתמטיקה ואופן הערכתה במחקר פיזה 2012.** בפרק זה מוצגת הגדרה של "אוריינות מתמטיקה" ומתוארת בהרחבה המסגרת המושגית שלה, לרבות הנושאים והתהליכים הנדרשים לפתרון משימות בתחום זה, וההבדלים העיקריים בין מחזור המחקר הנוכחי לבין המחזורי הקודמים מבחינת המסגרת המושגית. כמו כן מוצגים ההיבטים השונים הנוגעים להערכה של אוריינות מתמטיקה, כגון סולמות הציונים ורמות הבקאות בתחום זה. בפרק גם נסקרת בהרחבה הוראת המתמטיקה בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה בישראל ביחס למסגרת המושגית של פיזה.
- **פרק 3 – השיטה והביצוע של מחקר פיזה 2012.** בפרק מפורטים הליכי המחקר, הליך התרגום וההתאמה והכנת חומרי ההערכה; עריכת המחקר החלוץ; עריכת המחקר העיקרי, לרבות תיאור שיטת הדגימה, שיעורי ההשתתפות, הליך איסוף הנתונים, הליך בדיקת המבחנים ועיבוד הנתונים. בפרק מוצגים גם קשיים ואתגרים ייחודיים בביצוע המחקר בישראל.
- **פרקים 4-6 – ההישגים בשלושת תחומי האוריינות המרכזיים במחקר פיזה 2012.** פרק 4 יוקדש לאוריינות מתמטיקה, ובכלל זה ההישגים במבחן המודפס ובמבחן הממוחשב במתמטיקה; פרק 5 יוקדש לאוריינות מדעים; פרק 6 יוקדש לאוריינות קריאה, ובכלל זה אוריינות קריאה דיגיטלית. בכל הפרקים יוצגו ההישגים בציון הכולל בכל אחד מתחומי האוריינות (ובכללם הממוחשבים), הן במבט בין-לאומי (כולל סקירה של מגמות השינוי שחלו בהישגים באוריינות מתמטיקה במחקר פיזה בישראל

לאורך השנים) והן במבט פנים-ישראלי: לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), לפי סוג פיקוח (ממלכתי וממלכתי-דתי, בבתי ספר דוברי עברית), לפי רקע חברתי-כלכלי ולפי מגדר. בפרק המוקדש לאוריינות מתמטיקה יוצגו גם ההישגים במיומנויות מתמטיות ספציפיות שנבדקו במחקר זה, לנוכח העבודה שתחום אוריינות זה עמד במוקד מחקר 2012.

בפעימה השנייה והשלישית, שיחולו בשנת 2014, יוצגו הפרקים האלה:

- עמדות תלמידים כלפי מקצוע המתמטיקה וכלפי הסביבה הלימודית על פי מחקר פיזה 2012, והקשר בין לבין ההישגים במתמטיקה.
- השונות בהישגי התלמידים והקשר בין ההישגים לבין הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי והמדיניות החינוכית. בפרק נבחנים ההישגים באוריינות מתמטיקה לנוכח השונות בין בתי הספר ובתוכם, בעיקר זו הנובעת מהבדלים ברקע החברתי-תרבותי-כלכלי. כמו כן יוצגו היבטים נוספים הקשורים למדיניות המערכתית והבית-ספרית, כפי שהשתקפו בדיווחיהם של מנהלי בתי-הספר.
- הישגים בפתרון בעיות באמצעות מחשב.
- הישגים באוריינות כלכלית.

## **פרק 2: המסגרת המושגית באוריינות מתמטיקה במחקר פיזה ותכנית הלימודים במתמטיקה בישראל**

### **2.1: הערכה של אוריינות מתמטית במחקר פיזה**

מקצוע המתמטיקה נתפס בעיני רבים כאחד התחומים החשובים ביותר בהשכלה הנרכשת בבית הספר, וכתחום המזוהה ביותר עם מפתח להצלחה ולהשתלבות כאזרח פעיל במדינה. דומה כי המתמטיקה נמצאת בכל מקום: היא משמשת מודל שיכול להסביר את העולם הסובב אותנו, ובכלל זה תופעות במדעי הטבע, במדעי החברה ואף במדעי הרוח (מוזיקה); היא חיונית בחיי היום-יום (חישובים פשוטים במכולת, קבלת החלטות תחבורתיות, קבלת הלוואה בבנק, חישובי שטחים בקניית קרקע או דירה, מעקב אחר המשכורת ותנאי הפנסיה, ועוד); היא מאפשרת לפרש ולהבין נתונים המוצגים באמצעי תקשורת שונים, והיא שימושית בחיי העבודה (בעיקר, אך לא רק, בתחומים מדעיים, הנדסיים וטכנולוגיים-דיגיטליים). יתרה מזו: יש הרואים בעיסוק במתמטיקה ובעקרונותיה למידה של שפה נוספת, ייחודית, ואמצעי לפיתוח החשיבה האנושית (והאישית) בכללותה. לא פלא אפוא כי למידת המתמטיקה היא נושא מרכזי במערכות חינוך של מדינות רבות, מערכות שתפקידן, בין השאר, להכין את התלמידים לניהול אחראי ואפקטיבי של חייהם כאזרחים בוגרים המשתלבים בעולם העבודה ומנהלים משק בית ומשפחה, ולהמשיך למידה והתפתחות אישית ומקצועית. מערכת החינוך בישראל הציבה אף היא את הקידום והמיצוי של הפוטנציאל האישי של כל ילד כאחד מיעדיה המרכזיים. זאת ועוד: ישראל, בתור אחת ממדינות ההיי-טק המובילות בעולם ואשר נמצאת בחוד החנית של החדשנות הטכנולוגית-דיגיטלית (הן בתחום האזרחי והן בתחום הצבאי-ביטחוני), צריכה לוודא כי בידי בוגרי מערכת החינוך שלה יימצאו מרב הכלים להשתלבות בעולם התעסוקתי וכי יוכלו בבוא העת לתרום לצמיחה הכלכלית של המדינה ולהובלתה בתחום המדעי-טכנולוגי-דיגיטלי.

אוריינות מתמטיקה (להלן "אוריינות מתמטית") היא מושג מורכב אשר מתייחס למכלול של ידע, מיומנויות, עמדות ומרכיבים מוטיבציוניים הנדרשים להתמודדות יעילה עם מטלות חיים שונות בעלות מרכיבים מתמטיים או סטטיסטיים<sup>4</sup>. תפיסת האוריינות המתמטית, שהופיעה בכתבי עת העוסקים בחינוך מתמטי החל משנות ה-80 של המאה העשרים, חדרה ביתר שאת ללקסיקון החינוכי לנוכח הכללתו כמושג מרכזי במחקר פיזה החל משנת 2000. אחד המאפיינים המייחדים את המחקר בהקשר זה הוא שהמטרות החינוכיות (או היעדים למדידה חינוכית) מוגדרים לא רק לפי המבנה הפנימי של תחום הדעת הנדון (הנושאים המרכזיים הכלולים בתחום הדעת "מתמטיקה") ובעקבות זאת החומר שעליו יש לבחון את התלמידים, אלא על פי הדרישות והמטלות שהעולם האמיתי מציב לפני בני אדם בוגרים.

הפרק הנוכחי עוסק באוריינות המתמטית כפי שהיא מוגדרת ונמדדת בפיזה וברלוונטיות של תפיסה זו להוראת המתמטיקה במערכת החינוך בישראל. תחילה יוצגו היבטים של אוריינות מתמטית המוגדרים במסגרת המושגית של המחקר, ולאחריהם יתוארו תכניות הלימודים במתמטיקה בישראל, בעיקר בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה, ותיבחן מקומה של אוריינות המתמטיקה, כהיבט נפרד או כרעיון חוצה נושאים, בתכניות לימודים אלו.

<sup>4</sup> עדו גל (2012). אוריינות מתמטית. סקירה מדעית המוגשת לוועדה בנושא: "מה צריכים לדעת העוסקים בהוראת המתמטיקה?", היזמה למחקר יישומי בחינוך, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.

זאת כדי לספק את ההקשר הנחוץ לבחינת הישגיהם של התלמידים הישראלים באוריינות מתמטיקה במבחן פיזה 2012.

### 2.1.1: אוריינות מתמטית כפי שהיא מוגדרת במחקר פיזה

אוריינות מתמטית במחקר פיזה מוגדרת "יכולתו של הפרט לנסח, ליישם ולפרש מתמטיקה, במגוון הקשרים, וכן לזהות את התפקיד שהמתמטיקה ממלאת בעולם, זאת באמצעות תיאור, מידול, הסבר וחזיון של תופעות". הגדרה זו מתמקדת במתמטיקה הנחוצה לפתרון בעיות במצבים מחיי היום-יום - המתמטיקה שבני האדם מתמודדים אתה בקביעות באופן שמסייע להם בשיפוט ובקבלת החלטות. לפי פיזה, אוריינות מתמטית היא תכונה והפוטנציאל לפיתוחה קיים תמיד. כמו כל תכונה אפשר לתאר אותה על רצף שבין יכולת אוריינית גבוהה לבין כ יכולת אוריינית נמוכה. בעלי אוריינות מתמטית גבוהה, בהשוואה לבעלי אוריינות מתמטית נמוכה, מיטיבים להשתמש במתמטיקה ובכלים מתמטיים כדי לשפוט ולקבל החלטות מושכלות הנדרשות לשם היותם אזרחים חושבים, מעורבים ורפלקטיביים.

בבסיס המסגרת המושגית של מחקר פיזה 2012 עומדת ההנחה כי אדם בעל אוריינות מתמטית גבוהה יאמץ עמדה מתמטית פעילה ויעילה ביחס לעולם הסובב אותו; יפתח מודלים עבור מצבים מורכבים, ואולי אף בלתי מוכרים, בהקשרים שונים; יניח הנחות ויזהה את המגבלות; יישם רעיונות מתמטיים כגון אומדנים; יבחר, ישווה ויעריך אסטרטגיות שונות לפתרון בעיה וינסח ויסביר את המסקנות שהגיע אליהן. אדם בעל אוריינות מתמטית מפותחת פחות יוכל, קרוב לוודאי, להשיב על שאלות העוסקות בהקשרים מוכרים, לזהות מידע בסיסי בבעיה וככל הנראה לבצע הליכים מתמטיים שגורתיים, אך יתקשה בכל השאר.

המסגרת המושגית של המחקר רואה בתלמידים פותרי בעיות מתמטיות פעילים, ומתמקדת בנושאי תוכן ובהקשרים המתאימים לבני 15. הערכת אוריינות מתמטית במחקר פיזה 2012 נועדה להשיב על שאלות כגון: לאיזה ידע של תוכן מתמטי נוכל לצפות מבני האדם בכלל – ומתלמידים בני 15 בפרט? מהן היכולות המתמטיות של תלמידים בני 15 ברחבי העולם? האם הם מסוגלים להתמודד בדרך מתמטית עם בעיות שהם נתקלים בהן בחיי היום-יום? אילו תהליכים הם מבצעים בשעה שהם פותרים בעיות מתמטיות הנתונות בהקשר? באילו הקשרים אפשר לראות אוריינות מתמטית ולהעריך אותה?

### 2.1.2: המסגרת המושגית של מחקר פיזה 2012 להערכת אוריינות מתמטיקה

המסגרת המושגית של המחקר מתארת אוריינות מתמטית במונחים של שלושה היבטים הקשורים זה בזה:

- **התהליכים המתמטיים** המתארים מה עושים אנשים כדי לחבר בין ההקשר של הבעיה לבין המתמטיקה בבואם לפתור אותה, והיכולות המתמטיות שבבסיס התהליכים הללו.

- **התוכן המתמטי**

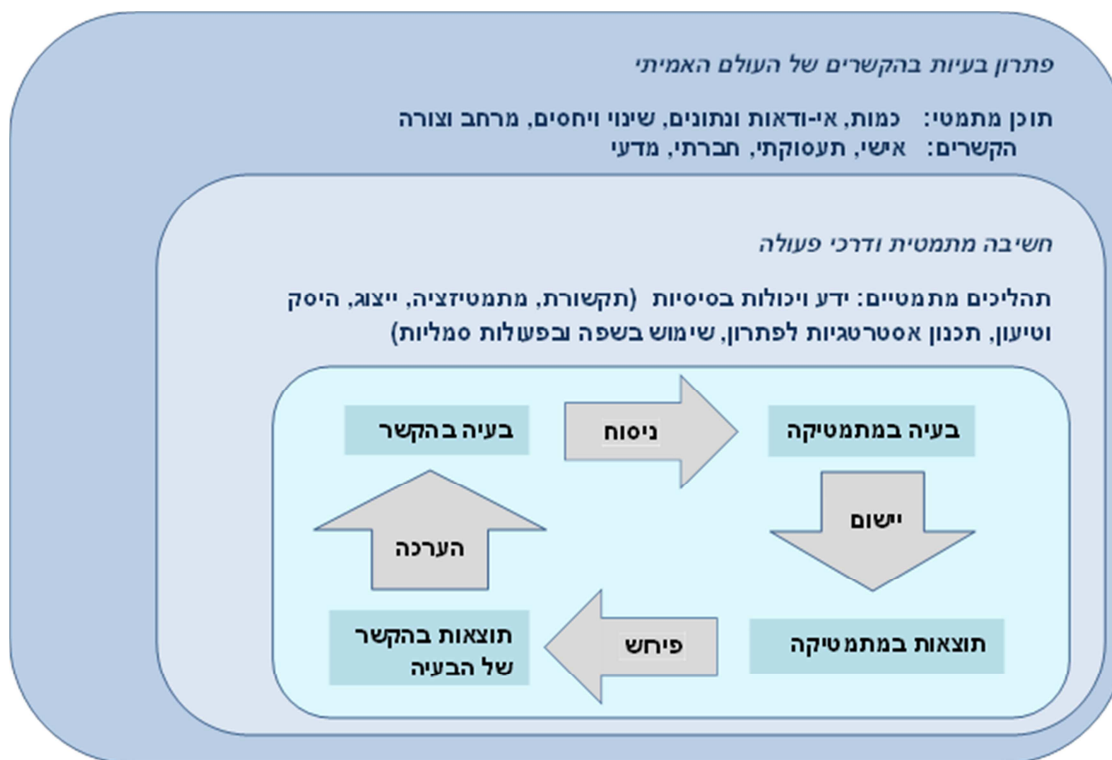
- **ההקשרים שבהם נתונות הבעיות**

שלושת ההיבטים האלה מפורטים בסעיפים הבאים. היבטים אלו שימשו לפיתוחם ולמיפויים של הפריטים (שאלות המבחן) באוריינות מתמטית במבחן פיזה 2012.

ההיבטים (המבנים) המרכזיים הנכללים במסגרת המושגית של אוריינות מתמטית והאופן שבו הם קשורים ביניהם מוצגים **בתרשים 2.1**. בתיבה הגדולה מוצגים התוכן המתמטי וכן המצבים וההקשרים הכלולים בהערכת

אוריינות מתמטית. בתיבה האמצעית מפורטים התהליכים המתמטיים שיש להפעיל כדי לקשר בין תופעות מחיי היום-יום לבין המתמטיקה. בתיבה הפנימית ביותר מוצג המודל המופעל לשם פתרון בעיה באופן מתמטי בהקשר יום-יומי. בסעיף 2.1.8 שלהלן מודגם, לצורך המחשה, השימוש במודל זה בהליך של פתרון בעיה מתמטית, באמצעות אחת מהמטלות במבחן פיזה.

## תרשים 2.1: המבנים המרכזיים הכלולים במסגרת המושגית של אוריינות מתמטית



### 2.1.3: התהליכים המתמטיים

המסגרת המושגית כוללת במודל פתרון הבעיה את התהליכים המתמטיים האלה:

- **ניסוח** (formulating) – ניסוח של מצבים בדרך מתמטית.
- **יישום** (Employing) – יישום של מושגים, עובדות, הליכים והיסקים מתמטיים.
- **פירוש** (interpreting) – פירוש והערכה של תוצאות מתמטיות.

**תהליך הניסוח** מתייחס ליכולת להבחין בהזדמנות או באפשרות להשתמש במתמטיקה בהתמודדות עם בעיה בעולם האמיתי ולנסח באופן מתמטי. תהליך הניסוח כולל זיהוי של ההיבטים המתמטיים של הבעיה, פיתוח מודל מתמטי מתאים לפתרונה, ארגון הבעיה תוך הנחת הנחות מתאימות ותרגומה לשפה מתמטית או לייצוג מתמטי. במילים אחרות, התהליך מתייחס ליכולתו של הפרט "לתרגם" בעיה בעולם המציאות לשפה ולכלים מתמטיים.

**תהליך היישום** מתייחס לביצוע חישובים ופרוצדורות מתמטיות תוך שימוש נכון במושגים ונתונים מתמטיים כדי להגיע לפתרון מתמטי או לטיעון מתמטי. תהליכי היישום כוללים, למשל, ביצוע חישובים אריתמטיים, פתרון משוואות, חילוף מידע מתמטי מטבלאות ומגרפים וניתוח נתונים, הוכחת טיעון מתמטי, קביעת הכללות על סמך

התוצאות המתקבלות, ועוד. במילים פשוטות, התהליך הזה מתייחס ליכולתו של הפרט לעשות חישובים/לפתור תרגילים/להוכיח הוכחות בשפת המתמטיקה הפורמלית.

**תהליך הפירוש**<sup>5</sup> מתייחס ליכולת לבחון תוצאה ולהסיק מסקנה מתוך התוצאות שהתקבלו, ולפרש אותן בהקשר של הבעיה כדי לקבוע אם המסקנות או התוצאות הגיוניות, סבירות ומתאימות להקשר של השאלה ולמציאות. תהליכי הפירוש כוללים, למשל, פירוש תוצאה מתמטית בהקשר של העולם האמיתי; הסבר מדוע תוצאה או מסקנה מתמטית כלשהי סבירה והגיונית – או אינה סבירה והגיונית – בהקשר של הבעיה; בחינה ביקורתית של המודל המשמש לפתרון הבעיה וזיהוי מגבלותיו, ועוד. במילים אחרות: תהליך הפירוש מתייחס ליכולת של הפרט לתרגם בחזרה את התוצאות בשפה המתמטית לשפת הסביבה שבה מלכתחילה הוצגה הבעיה, לפרשה בהקשר זה ולבחון בחינה ביקורתית את מידת התאמתן של התוצאות לפתרון הבעיה המקורית (ובמידת הצורך להפעיל שוב את מודל פתרון הבעיה בהתאם לתובנות החדשות שנצברו).

המסגרת המושגית של מחקר פיזה מגדירה גם את מכלול הכשרים/היכולות (capabilities) המתמטיים העומדים בבסיס התהליכים המתמטיים הללו. מסגרת המחקר מציגה שבע יכולות קוגניטיביות בסיסיות של אנשים, ו/או יכולות שהם יכולים לפתח, המשמשות לפתרון בעיות או להבנת מצבים שמעורבת בהם מתמטיקה. ואלה שבע היכולות: (1) **תקשורת**; (2) **מתמטיזציה**; (3) **ייצוג**; (4) **היסק וטיעון**; (5) **תכנון אסטרטגיות לפתרון בעיות**; (6) **שימוש בשפה ובפעולות סמליות, פורמליות וטכניות**; (7) **שימוש בכלים מתמטיים**. היכולות המתמטיות עומדות במידה זו או אחרת בבסיס כל אחד מהתהליכים המתמטיים הראשיים המוגדרים לעיל (ניסוח, יישום ופירוש). **בלוח 2.1** מוצגות היכולות המתמטיות, מסווגות על פי הדרכים שבהן הן באות לידי ביטוי בכל אחד מהתהליכים המתמטיים. יכולות אלו משמשות גם בסיס לתיאור של **רמות הבקאות** במתמטיקה במחקר פיזה (ראה בהמשך): ככל שגדלה רמת האוריינות המתמטית של האדם, כך גדלה יכולתו להסתמך על היכולות המתמטיות. בהמשך הפרק, בסעיף **2.1.8**, מוצגת דרך הפתרון של אחד מפריטי פיזה כדי להדגים אילו תהליכים משמשים בפתרון הבעיה.

<sup>5</sup> תהליך מתמטי זה כולל הן את החץ "פירוש" והן את החץ "אישוש"/"הערכה" המוצגים במודל אוריינות מתמטית שבתרשים **2.1** הלכה למעשה.

**לוח 2.1: היחס בין התהליכים המתמטיים הראשיים והכשרים/יכולות מתמטיות בסיסיות**

תהליכים מתמטיים / כשרים יכולות מתמטיים	ניסוח	יישום	פירוש והערכה
<b>תקשורת</b>	לקרוא, לפענח ולפרש טענות, שאלות, משימות, עצמים או תמונות, כדי ליצור מודל מנטלי של המצב.	להגדיר פתרון, להציג את החישובים המביאים לידי פתרון, לסכם ולהציג תוצאות ביניים מתמטיות.	לבנות הסברים וטיעונים בהקשר של הבעיה ולהציגם.
<b>מתמטיזציה</b>	לזהות את המשתנים והמבנים המתמטיים שבבסיס בעיה בהקשר של העולם האמיתי, ולהניח הנחות כדי שיהיה אפשר להשתמש בהם.	להיעזר בהבנת ההקשר כדי לכוון או לזרז את תהליך הפתרון המתמטי. למשל, לגבש את רמת הדיקו הנדרשת בפתרון.	להבין את היקפו ומגבלותיו של פתרון מתמטי, הנובעים מהמודל המתמטי ששימש לפתרון הבעיה.
<b>ייצוג</b>	ליצור ייצוג מתמטי של מידע הלקוח מהעולם האמיתי.	לפרש ולקשר מגוון ייצוגים במהלך ההתמודדות עם הבעיה, ולהשתמש בהם.	לפרש תוצאות מתמטיות המופיעות במגוון של תצורות ביחס למצב מסוים או ביחס לשימוש שנעשה בהן; להשוות או להעריך שני ייצוגים או יותר ביחס למצב מסוים.
<b>היסק וטיעון</b>	להסביר או לספק הוכחה לייצוג מסוים של העולם האמיתי שזוהה או שהומצא.	להסביר או לספק הוכחה לתהליכים ולהליכים המשמשים למציאת תוצאה או פתרון מתמטיים, לחבר חלקי מידע כדי להגיע לתוצאה מתמטית, ליצור הכללות או לספק טיעון רב-שלבי.	לגבש פתרונות מתמטיים ולספק הסברים וטיעונים המחזקים, מפריכים או מגבילים פתרון מתמטי לבעיה הנתונה.
<b>תכנון אסטרטגיות לפתרון בעיות</b>	לבחור או להמציא מודל, תכנית או אסטרטגיה כדי לארגן מחדש בעיות נתונות בהקשר.	להפעיל מנגנוני בקרה יעילים לאורך הליכים רב-שלביים המובילים לפתרונות, מסקנות או הכללות מתמטיים.	לתכנן וליישם אסטרטגיה כדי לפרש, להעריך ולאשש פתרון מתמטי לבעיה נתונה בהקשר.
<b>שימוש בשפה ובפעולות סמליות, פורמליות וטכניות</b>	להשתמש במשתנים, סמלים, דיאגרמות ומודלים סטנדרטיים מתאימים כדי לייצג בעיה מהעולם האמיתי באמצעות שפה סימבולית/פורמלית.	להבין וליישם מבנים פורמליים המבוססים על הגדרות, כללים ומערכות פורמליות, וכן להשתמש באלגוריתמים.	להבין את הקשר שבין תוכן הבעיה לבין הייצוג של הפתרון המתמטי. להסתייע בהבנה זו כדי לפרש את הפתרון במסגרת ההקשר ולהעריך את מידת ההיתכנות של הפתרון ואת מגבלותיו האפשריות.
<b>שימוש בכלים מתמטיים</b>	להשתמש בכלים מתמטיים כדי לזהות מבנים מתמטיים או כדי לתאר קשרים מתמטיים.	להכיר כלים שונים שעשויים לסייע ביישום תהליכים והליכים למציאת פתרונות מתמטיים, ולדעת כיצד להשתמש בהם כראוי.	להשתמש בכלים מתמטיים כדי לקבוע מה סבירותו של פתרון מתמטי ומה מגבלותיו והאילוצים החלים עליו, בהינתן הקשר הבעיה.



#### 2.1.4: התוכן המתמטי

אי-אפשר להיות בעל אוריינות מתמטית בלי להישען על ידע קוריקולרי, ובלי להבין ולשלוט, ולו באופן בסיסי, במספר נושאים, תכנים ומיומנויות במתמטיקה. כך, אי-אפשר גם להעריך אוריינות מתמטית בלי להתייחס לתכנים (תחומים ונושאים) שסביר להניח כי תלמידים בני 15 למדו או נחשפו אליהם, אם במסגרת לימודיהם ואם מתוך ניסיון החיים לאורך השנים, תכנים שישמשו מטבע הדברים לפיתוח המשימות והשאלות במבחן.

התוכן המתמטי מאורגן במחקר פיזה בארבע קטגוריות, המשקפות ומקיפות את התופעות המתמטיות שמאפיינות בעיות השאובות מחיי היום-יום: (1) **שינוי ויחסים**; (2) **מרחב וצורה**; (3) **כמות**; (4) **אי-ודאות ונתונים**.<sup>6</sup> ארגון זה שונה מהארגון הנושאי המאפיין את תחום הדעת "מתמטיקה" ואת תכניות הלימודים במתמטיקה במדינות רבות, ובהן ישראל. על פי רוב, תכניות הלימודים מאורגנות מלכתחילה סביב תחומי תוכן המשקפים, בין היתר, את ההתפתחות ההיסטורית של המתמטיקה - **אלגברה, גאומטריה, מספרים**. כל תחום תוכן מלווה ברשימה מפורטת של הנושאים הנכללים בו. עם זאת, מפרט הנושאים שנוצר כשמארגנים את התוכן המתמטי לפי פיזה תואם במידה רבה את מפרט הנושאים שברוב תכניות הלימודים במתמטיקה במדינות שונות. זאת מכיוון שבמדינות רבות תכניות הלימודים במתמטיקה מכוונות בין היתר לצייד את התלמידים בידע ובמיומנויות הנחוצים לשם התמודדות עם תופעות מתמטיות בסיסיות ופתרון בעיות מתמטיות השאובות מחיי היום-יום או מדמיון אותן. חשוב לציין שמקצת הנושאים בתכניות הלימודים עשויים להופיע ביותר מקטגוריית תוכן אחת של מחקר פיזה (למשל, נושאים באלגברה משויכים באופן טבעי לקטגוריה **שינוי ויחסים**, אך בהקשרים מסוימים יכולים להיכלל גם בקטגוריה **מרחב וצורה**). **להלן** תיאורי הידע המתמטי המאפיינים כל אחת מארבע הקטגוריות, וכן מפרט הנושאים במתמטיקה הכלולים במבחן פיזה.

**שינוי ויחסים**. בטבע וכן בסביבות מעשה ידי אדם מתקיימים יחסים, קבועים או זמניים, בין עצמים שונים או בין נסיבות. עם מגוון הסביבות שבהן באים לידי ביטוי תהליכי שינוי ויחסים נמנים מחזור עונות השנה, דפוסי מזג אוויר, אורגניזמים בתהליך גדילה, רמות תעסוקה ותנאים כלכליים.

אוריינות גבוהה בקטגוריית השינוי והיחסים כרוכה בהבנת סוגים יסודיים של שינויים ובזיהוי הנסיבות שבהן הם מתרחשים. הבנה זו מאפשרת לפתח ולהשתמש במודלים מתמטיים המתאימים לתיאור ולחיזוי של השינוי. הנושאים המתמטיים בקטגוריה זו המאפשרים מידול הם בדרך כלל מתחום האלגברה - מידול השינוי והיחסים באמצעות הפונקציות והמשוואות המתאימות, וכן יצירה, פירוש ותרגום של ייצוגים סימבוליים וגרפיים של יחסים. **מרחב וצורה**. מרחב וצורה הם קטגוריה המקיפה מגוון רחב של תופעות המתחוללות בכל מקום בעולמנו החזותי: זיהוי דפוסים, זיהוי מאפיינים של עצמים כגון מיקומם וכיוונם, ופעולות שונות של פענוח וקידוד מידע חזותי, בהן ניווט ואינטראקציה דינמית עם צורות ועם ייצוגים של צורות.

אוריינות מתמטית בתחום המרחב והצורה קשורה במגוון פעילויות, כגון הבנת הפרספקטיבה - לדוגמה, בציור, ביצירת מפות וקריאתן, בפירוש תמונות תלת-ממדיות ובבניית ייצוגים של צורות. אף שהגאומטריה היא אחת מאבני היסוד של הקטגוריה "מרחב וצורה", היא מכילה בתוכה גם נושאים מתחומים מתמטיים אחרים, כגון מדידה (למשל, שימוש בנוסחאות למדידה של עצמים), מספרים ואלגברה (לדוגמה: צורות עשויות להשתנות,

<sup>6</sup> ארגון התוכן בקטגוריות אלה איננו חדש, כפי שמדגימים שני ספרים ידועים: On the Shoulders of Giants: New Approaches to Numeracy (Steen, 1990) ו-Mathematics: The Science of Patterns (Devlin, 1994). הקטגוריות במחקר הנוכחי תואמות את הקטגוריות ששימשו במחזור הקודמים של מחקר פיזה.

ונקודה עשויה לנוע על פני ציר, מה שמחייב שימוש במושגי הפונקציה). בקטגוריה זו נכללים גם מניפולציה ופירוש של צורות תוך שימוש בכלים שונים, מתוכנת גאומטריה דינמית ועד למערכת ניווט לוויינית (GPS).

**כמות.** רעיון ה"כמות" הוא אולי ההיבט המתמטי הנפוץ והחיוני ביותר לצורך מעורבות ותפקוד בעולמנו. רעיון זה משלב בתוכו כימות תכונותיהם של עצמים, יחסים, מצבים וישויות בעולם, הבנת דרכי ייצוג שונות לכמויות והערכה ושיפוט של טיעונים המבוססים על כמות.

אוריינות בקטגוריית הכמות מחייבת פיתוח תובנה מספרית: יישום של ידע בתחום המספרים ובפעולות על מספרים במגוון רחב של מצבים הכרוכים בהבנת מידות, ספירות, סדרי גודל, יחידות, מדדים, גודל יחסי ומגמות ודפוסים של מספרים, וכן היבטים של הסקה כמותית: תובנה מספרית, מגוון ייצוגים למספרים, אלגנטיות בחישוב ואומדן והערכה של סבירות התוצאות.

**אי-ודאות ונתונים.** אי-ודאות היא מצב נתון במדע, בטכנולוגיה ובחיי היום-יום: היא קיימת בתחזיות מדעיות, בתוצאות סקרים, בתחזיות מזג אוויר ובמודלים כלכליים. שונות קיימת בתהליכי ייצור, בציוני מבחנים ובממצאי סקרים, והסיכוי/סיכון עומד ביסודן של רבות מפעילויות הפנאי שמהן נהנים בני האדם. אי-ודאות היא לפיכך תופעה הנמצאת בלבו של הניתוח המתמטי של מצבי בעיה רבים. קטגוריית התוכן "אי-ודאות ונתונים" כוללת את הבנת מושג השונות, הבנת המשמעות של אי-ודאות וטעויות מדידה, וכן ידע בנוגע למושג הסיכוי (הסתברות). הקטגוריה מתייחסת גם למתן הסברים לתוצאות, להסקת מסקנות, ולהצגה ופירוש של נתונים שהתקבלו בתנאי אי-ודאות.

ההסתברות והסטטיסטיקה מספקות אמצעים פורמליים לתיאור, למידול ולפירוש של סוג מסוים של תופעות אי-ודאות. כמו כן נחוץ ידע בתחום המספרים ובהיבטים מסוימים באלגברה, כגון הבנת גרפים ושיטות שונות לייצוג ולהצגה של נתונים.

#### **2.1.4.1: מפרט הנושאים**

**בלוח 2.2** מוצג מפרט הנושאים במתמטיקה הכלולים במבחן פיזה. חשוב לזכור כי רשימת הנושאים נועדה להמחיש את נושאי התוכן שנכללו במבחן בפיזה 2012, והיא אינה ממצה. כמו כן, אין מיפוי חד-חד-ערכי בין מפרט הנושאים במתמטיקה לבין קטגוריות התוכן. לדוגמה, נושאים הקשורים ביחס ובפרופורציה (נושא ט') משמשים בהקשרים שונים ומגוונים כגון המרת מידות, חישוב הסתברויות ובחינה של אורכי הצלעות בצורות דומות. ככלל, סעיפים א'-ד' הם מתחום האלגברה, סעיפים ה'-ו' הם מתחום הגאומטריה, וסעיפים ז'-י"ד - מהתחום המספרי.

**לוח 2.2: הנושאים שנכללו במסגרת המושגית להערכת אוריינות מתמטית**

א	פונקציות	מושג הפונקציה, בדגש על (אך לא רק) פונקציות לינאריות, תכונותיהן, ומגוון תיאורים וייצוגים שלהן. ייצוגים נפוצים הם ייצוגים מילוליים, סימבוליים, טבלאיים וגרפיים.
ב	ביטויים אלגבריים	פירוש מילולי ומניפולציה של ביטויים אלגבריים, הכוללים מספרים, סמלים, פעולות חשבון, חזקות ושורשים פשוטים.
ג	משוואות	משוואות לינאריות ומשוואות הקשורות בהן.
ד	מערכות קואורדינטות	ייצוג ותיאור של נתונים ויחסים, וכן עצמים גאומטריים ואלגבריים רלוונטיים.
ה	יחסים בתוך עצמים גאומטריים וביניהם בשניים ובשלושה ממדים	יחסים סטטיים, כגון קשרים אלגבריים בין צלעות במשולש (לדוגמה, משפט פיתגורס כפי שהוא מגדיר את היחס בין אורכי צלעותיו של משולש ישר-זווית), מיקום יחסי, דמיון וחפיפה, ויחסים דינמיים העוסקים בתמורתם ובתנועתם של עצמים, וכן התאמה בין עצמים דו-ממדיים ותלת-ממדיים.
ו	מדידה גאומטרית	התכונות המספריות של עצמים והמרחקים ביניהם, כגון מידות זווית, אורך, היקף, קוטר, שטח ונפח.
ז	מספרים ויחידות	מושגים, ייצוגים ומאפיינים של מספרים שלמים ורציונליים, היבטים רלוונטיים של מספרים אי-רציונליים, וכן כמויות ויחידות הקשורות לתופעות ולרעיונות כגון זמן, כסף, משקל, טמפרטורה, מרחק, שטח ונפח, וכן כמויות נגזרות ותיאורן המספרי.
ח	פעולות חשבוניות	טבען של הפעולות הללו, מאפייניהן, ומוסכמות הסימון הקשורות אליהן.
ט	אחוזים, יחס ופרופורציות	תיאורים מספריים של גודל יחסי והשימוש בפרופורציות ובהסקה פרופורציונלית לצורך פתרון בעיות.
י	אומדן	הערכה מונחית-מטרה של כמויות וביטויים מספריים, ובכלל זה ספרות משמעותיות ועיגול מספרים.
י"א	איסוף וייצוג של נתונים	טבעם, מקורם ואיסופם של סוגי נתונים שונים, והאופנים השונים לייצוגם.
י"ב	שונות של נתונים ותיאור השונות	מושגים כגון שונות, התפלגות ומגמה מרכזית של מערכי נתונים, ואופנים לתיאורם ולפירושם במונחים כמותיים.
י"ג	מדגמים ודגימה	מושגי דגימה ונטילת דגימות מאוכלוסיות נתונים, ובכלל זה היקשים פשוטים המבוססים על מאפייני מדגמים.
י"ד	סיכוי והסתברות	מושג בדבר אירועים מקריים, שונות מקרית וייצוגה, סיכוי ושכיחות של אירועים וכן היבטים בסיסיים של מושג ההסתברות.

### 2.1.5: ההקשר שבו ממוקמת הבעיה

ההקשר הוא ההיבט בעולמו של האדם שבו ממוקמות הבעיות. המסגרת המושגית של מחקר פיזה מתייחסת למגוון רחב של הקשרים המייצגים את תחומי העניין ואת שלל המצבים שבהם בני האדם פועלים. למסגרת המושגית של מחקר פיזה בתחום המתמטיקה נבחרו והוגדרו ארבעה סוגי הקשרים שיש להם רלוונטיות לתחומי העניין של התלמידים ולחיהם:

**הקשר אישי** – בעיות המתמקדות באדם עצמו, במשפחתו ובקבוצה החברתית שהוא משתייך אליה. סוגי ההקשרים האישיים כוללים אורח חיים, תקציב משפחתי, הכנת אוכל, קניות, משחקים, ספורט, נסיעות, סדר יום וכיו"ב.

**הקשר תעסוקתי** – בעיות המתרכזות בעולם העבודה, שעוסקות במשכורות/חשבונאות, בקרת איכות, לוחות זמנים, מלאי, קבלת החלטות הקשורות לעבודה. הקשרים תעסוקתיים העשויים להתייחס לכל רמה שהיא בכוח העבודה, החל בעבודה לא מיומנת וכלה בעבודה מקצועית בדרגים הגבוהים ביותר.

**הקשר חברתי** – בעיות המתמקדות בקהילה ובחברה בנושאים כגון הצבעה בבחירות, תחבורה ציבורית, ממשלה, מדיניות ציבורית, דמוגרפיה, פרסום וכלכלה.

**הקשר מדעי** – בעיות הקשורות ליישום המתמטיקה בעולם הטבע ובנושאים הקשורים למדע וטכנולוגיה. הקשרים מדעיים כוללים תחומים כגון מזג אוויר או אקלים, אקולוגיה, רפואה, מדע החלל, גנטיקה, מדידה ועולם המתמטיקה עצמו.

### 2.1.6: רמות הבקאות באוריינות מתמטיקה

המסגרת המושגית של המחקר מגדירה שש רמות בקיאות של תלמידים וכך ממשיגה את הרעיון בדבר היותה של האוריינות המתמטית תכונה, כפי שהוסבר לעיל. רמות הבקיאות מוצגות בלוח 2.3. קביעתן מאפשרת לדרג את הישגי התלמידים ולתאר מה הם יכולים לעשות (בדרך כלל) בכל רמה ורמה. ככלל, רמת בקיאות גבוהה יותר מלמדת על יכולת לפתור מטלות בעלות רמת קושי גבוהה יותר. למעשה, תלמידים ברמת בקיאות נתונה מראים את הידע והמיומנויות ברמה זו, ואף מביאים לידי ביטוי את הידע והמיומנויות הנדרשים ברמות נמוכות יותר. למשל: תלמידים ברמת בקיאות 3 בקיאים גם במה שמתואר ברמות בקיאות 1 ו-2. תיאור של יכולות התלמידים בכל רמה ורמה פותח וגובש בין היתר על בסיס ניתוח אמפירי של הישגי התלמידים בפרטים השונים במדינות המשתתפות במחקר (כפי שנאספו במחקרים קודמים ובמחקר החלוצי). עוד על דרך הקביעה של רמות הבקיאות ועל דרך הסיווג של התלמידים לרמות הבקיאות השונות ראו בפרק 3 בדוח זה ובדוח פיזה הבין-לאומי.

## לוח 2.3: תיאור תמציתי של שש רמות הבקאות בסולם אוריינות מתמטיקה

רמת בקיאות	ציון גבול תחתון	מה התלמידים מסוגלים לעשות בכל רמה
6	669	התלמידים ברמה זו יכולים להמשיג ולהכליל מידע המבוסס על חקירות והדגמות שעשו ולהשתמש בו למצבים מורכבים של בעיות. הם יכולים לקשור בין מקורות מידע וייצוגים שונים ולתרגם בגמישות מקור מידע/ייצוג אחד למשנהו. לתלמידים יכולת חשיבה והסקה מתמטית מתקדמת. הם יכולים ליישם את ההבנה והתובנות שלהם, תוך שליטה באופרציות וביחסים מתמטיים סימבוליים ופורמליים, כדי לפתח גישות ואסטרטגיות חדשות להתמודדות עם מצבים חדשים. התלמידים יכולים לנסח ולהסביר בדיוקנות את פעולותיהם ומחשבותיהם בנוגע לממצאיהם, פירושיהם וטיעוניהם, ואת מידת ההתאמה של כל אלה למצבים המקוריים שבהם הוצגו הבעיות.
5	607	התלמידים ברמה זו מסוגלים לפתח מודלים במצבים מורכבים ולעבוד עמם, תוך זיהוי האילוצים וההנחות שבבסיס הבעיה. הם יכולים לבחור, להשוות ולהעריך אסטרטגיות לפתרון בעיות כדי להתמודד עם בעיות מורכבות הקשורות למודלים אלו. הם מגלים יכולת לחשיבה מורכבת ורחבה וביכולתם לתכנן את דרך פעולתם בהתאם לכך. התלמידים מסוגלים לקשר בין ייצוגים שונים, מאפיינים סימבוליים ופורמליים ותובנות המתייחסים למצבים אלו. הם יכולים לעשות רפלקציה לפעולותיהם ולנסח ולהסביר את הפירושים והמסקנות שהגיעו אליהם.
4	545	התלמידים ברמה זו יכולים לעבוד ביעילות עם מודלים ברורים בבואם להתמודד עם מצבים מורכבים קונקרטיים, תוך זיהוי האילוצים וההנחות העומדים בבסיס הבעיה. הם יכולים לבחור ולשלב ייצוגים שונים, ובהם גם ייצוגים סימבוליים, ולקשר אותם ישירות להיבטים של מצבים בחיי היום-יום. התלמידים יכולים להשתמש במיומנויותיהם בגמישות, לנתח את הבעיה, ולהגיע למידה מסוימת של תובנות. זאת ועוד: הם יכולים להסביר לאחרים ולהבנות טיעונים המבוססים על פעולותיהם ועל האופן שבו פירשו את הבעיה.
3	482	התלמידים ברמה זו מסוגלים להוציא אל הפועל הליכים פשוטים, ובהם תהליכים המצריכים קבלת החלטות סדרתית. ביכולתם לבחור וליישם אסטרטגיות פשוטות לפתרון בעיות. התלמידים יכולים לפרש ייצוגים המבוססים על מקורות מידע שונים, להשתמש בהם ולהסיק ישירות מהם. הם יכולים לפתח הסברים קצרים לשם דיווח על פרשנויותיהם, ממצאיהם ומסקנותיהם.
2	420	התלמידים ברמה זו יכולים לפרש ולזהות מצבים בהקשרים המצריכים הסקה ישירה ותו לא. ביכולתם להוציא מידע רלוונטי ממקור מידע אחד ולהשתמש במודל ייצוג אחד. התלמידים יכולים להשתמש באלגוריתמים, נוסחאות, הליכים או מוסכמות בסיסיים ולהציע פרשנות כתובה לממצאיהם.
1	358	התלמידים ברמה זו יכולים לענות על שאלות הכוללות הקשרים מוכרים שכל המידע הרלוונטי מוצג בהן ואשר מוגדרות באופן ברור. הם מסוגלים לזהות מידע ולבצע הליכים שגרתיים לפי הוראות ישירות במצבים ברורים. ביכולתם לבצע פעולות מובנות מאלו הנובעות מגירוי נתון.

## 2.1.7: המבחן הממוחשב

הערכה מתמטית מבוססת מחשב היא תחום חדש שנכלל במחקר פיזה 2012, זאת על פי הרציונל לפיו המחשבים הופכים לחלק חיוני באוריינות מתמטית במאה העשרים ואחת: הם מספקים, בין היתר, כלים לחישוב, ייצוג, הדמיה, שינוי, מחקר והתנסות עם מגוון רחב של עצמים, תופעות ותהליכים מתמטיים. בעלי אוריינות מתמטית גבוהה צריכים להיות מסוגלים להשתמש בכלים אלו בניסיונותיהם לתאר, להסביר ולחזות תופעות שונות. בהגדרה זו, המילה "כלי" מתייחסת למחשבונים ולמחשבים, וכן לעצמים פיזיים אחרים כגון סרגלים המשמשים למדידה ולבנייה של עצמים.

המחשב מספק הזדמנויות לפתח פריטי מבחן אינטראקטיביים, אותנטיים ומושכים יותר. הזדמנויות אלו כוללות לא רק את האפשרות להשתמש בצבע ובגרפיקה אטרקטיבית לבני 15 על מנת שהמבחן יהיה מעניין יותר, ולא רק להכניס פריטים חדשניים המשלבים תצורות תגובה מגוונות וחדישות (למשל, פריטים שבהם התשובה ניתנת באמצעות גרירה או סימון של אזור מסוים בצג באמצעות שימוש ב"היפר-לינקים"), אלא הן גם מאפשרות להציג פריטים שיש בהם אינטראקציה והדמיה חלקית של העולם האמיתי (למשל, שימוש בגיליון אלקטרוני של נתונים שמאפשר חישובים סטטיסטיים שונים, מיון, סידור, יצירת גרפים וכו'). המאפיינים של פריטי מבחן פיזה במתמטיקה ממוחשבת במחזור מחקר 2012 כללו:

- תצוגות דינמיות (כגון אנימציה, הדמיות, וידאו).
- תגובות הכוללות פעילות גומלית, שמשקפות את פעולת המשתמש (לדוגמה: לשנות אוטומטית את קנה המידה של גרף, להציע תיקון לנוסחה, להוסיף סוגריים על מנת להשלים ביטוי).
- ייצוגים מרובים המקושרים זה לזה באופן דינמי, כך ששינוי בייצוג אחד מחולל אוטומטית שינוי בייצוג אחר (לדוגמה: שינוי בטבלת נתונים מחולל שינוי בגרף, והתלמיד יכול להתנסות בתופעה ולחקור אותה בדרך כמותית).
- תמיכה בחישובית. למשל, באמצעות האפשרות להשתמש במחשבון בשאלות שבהן הדבר נדרש. תמיכה כזו מסייעת להתמודד עם שאלות בתחום האלגברה המספרית וחישובים סטטיסטיים, ומאפשרת למקד את תשומת הלב של התלמידים באסטרטגיות של פתרון בעיות, במושגים ובמבנים ופחות בחישובים גרידא.
- גישה מובנית וקלה למידע (לדוגמה: מאגרי מידע, מידע מקושר בהיפר-קישורים, יכולות מיון וסידור, בחירה בתת-מערכים מסוימים של נתונים).

הערכות מבוססות מחשב נסמכות על מערך של כישורי תקשוב בסיסיים בשימוש במחשבים. כישורים אלו כוללים היכרות עם אמצעי חומרה בסיסיים (כגון צג, מקלדת ועכבר) ועם מוסכמות בסיסיות (כגון שימוש בחצים כדי לעבור ממסך למסך, לחיצה על לחצני העכבר כדי "לגרור ולשחרר" [drag and drop], לחיצה כפולה [double click], שימוש בחצים כדי לגלול את הנראה על הצג ושימוש בכפתורים מסוימים שיש ללחוץ עליהם כדי לקבל הבהרות והוראות). המטרה היא שקבוצת כישורים אלו תהיה בסיסית ככל האפשר בהערכה מבוססת מחשב של מתמטיקה, כדי שלא להתנות את ההצלחה בפריטי המבחן בהיכרות ובניסיון בשימוש במחשבים.

### 2.1.8: מיפוי המבחן

פריטי המבחן מסווגים לפי שלושת ההיבטים המרכזיים המוגדרים במסגרת המושגית: **התהליכים המתמטיים** הנדרשים כדי לפתור את הבעיה המוצגת ולענות על הפריט, **התוכן המתמטי** של הבעיה וההקשר של הבעיה (לוחות 2.4-2.6). פיתוח הפריטים ומיפויים דומה במבחן המודפס ובמבחן הממוחשב. בסיווג לפי התהליכים המתמטיים, הפריטים מסווגים לאחד משלושת התהליכים המתמטיים: ניסוח, יישום ופירוש. המטרה הייתה ליצור איזון בין התהליכים המקשרים בין העולם האמיתי לעולם המתמטי (ניסוח ופירוש) לבין התהליכים המתקיימים בתוך העולם המתמטי (יישום). כך, כמחצית הפריטים מתמקדים בניסוח ופירוש, ומחציתם ביישום. בשאר ההיבטים (התוכן המתמטי וההקשר) המבחן נבנה כך שיהיה איזון בשיעור הפריטים בכל אחד מארבעת תחומי התוכן וכן בכל אחד מארבעת ההקשרים.

נוסף על סיווג לפי שלושת ההיבטים שלעיל, כל פריט מסווג גם לפי רמת הקושי שלו. המסגרת המושגית של המחקר הגדירה כאמור שש רמות בקיאות המתארות מה תלמידים בעלי רמות בקיאות שונות יכולים ומסוגלים לעשות בדרך כלל. רמות אלו מייצגות גם את רמות קושי של הפריטים במבחן (כפי שיוסבר בפרק 3, במחקר פיזה - המבוסס על תאוריית התגובה לפריט - משתמשים באותו סולם כדי לבטא הן את רמות הקושי של הפריטים במבחן והן את רמת היכולת של תלמידים).

### לוח 2.4: התפלגות הפריטים לפי קטגוריית התהליכים המתמטיים

קטגוריית התהליך	שיעור הפריטים במבחן
ניסוח מצבים בצורה מתמטית	כ-25%
יישום של מושגים, עובדות, הליכים והיסקים מתמטיים	כ-50%
פירוש של תוצאות מתמטיות, שימוש בהן והערכתן	כ-25%
סה"כ	100%

### לוח 2.5: התפלגות הפריטים לפי קטגוריית התהליך המתמטי

קטגוריית התוכן	שיעור הפריטים במבחן
שינוי ויחסים	כ-25%
מרחב וצורה	כ-25%
כמות	כ-25%
אי-ודאות ועיבוד נתונים	כ-25%
סה"כ	100%

### לוח 2.6: התפלגות הפריטים לפי קטגוריית התהליך המתמטי

קטגוריית ההקשר	שיעור הפריטים
אישי	כ-25%
תעסוקתי	כ-25%
חברתי	כ-25%
מדעי	כ-25%
סה"כ	100%

### 2.1.9: הדגמה של פתרון בעיה בהקשר

נדגים את התהליכים המתמטיים ואת היכולות המתמטיות שבבסיס התהליכים באמצעות הפריט הופעת רוק, ששימש במחקר החלוץ של פיזה ב-2003 (גם בו התחום הראשי שנבדק היה האוריינות המתמטית). פריט זה נסמך בעיקר על יכולתם של התלמידים לנסח מצב בשפה מתמטית, לפרש את המידע הנתון בו ולתרגם אותו לצורה מתמטית כדי לפתור אותו:

#### הופעה של להקת רוק

לקהל בהופעת רוק הוקצה אזור מלבני שגודלו 100 מטר x 50 מטר. הכרטיסים להופעה נמכרו כולם, המגרש היה מלא והקהל כולו עמד.

איזו מאפשרויות התשובה הבאות היא האומדן הסביר ביותר לסך כל האנשים שנכחו בהופעה?

- א. 2,000
- ב. 5,000
- ג. 20,000
- ד. 50,000
- ה. 100,000

מטרת הנבחן בפריט זה היא לאמוד, על פי כמה נתונים בסיסיים ובחלקם מעורפלים מעט (שנדרש ידע עולם כדי לגבשם לכלל נתונים של ממש), את מספר האנשים שנכחו בהופעת רוק שהתקיימה במגרש (ללא ספק ההקשר מתאים לתלמידים בני 15 במרבית המדינות "המפותחות" במערב). בתחילת ההתמודדות עם הפריט נדרשת יכולת *תקשורת* כדי לקרוא את הטקסט, להבין את משמעותו בכלל ואת משמעותם המתמטית של מונחים ומושגים מתמטיים בפרט: *מלבן*, *גודל*, *הסימן X* שבין מספרים המייצגים את מידות האורך והרוחב של המלבן, המילה *אומדן* בהקשר המתמטי, היישום המתמטי של חלק משפט כגון "*המגרש היה מלא*", ועוד. מובן שידע על העולם האמיתי יסייע בהבנת הטקסט וכך גם בפתורו. היכולת *מתמטיזציה מעורבת אף היא*, שכן הבעיה מצריכה הבניה מתמטית שלה ויצירת מודל שלה. כדי לפתור את הבעיה יש להניח הנחות מסוימות על אודות החלל שאדם עשוי למלא בעודו עומד וצופה בהופעת רוק (נדרש ידע עולם והיכרות עם מושגים כגון חלל, האפשרות למדוד ולייצג חלל ביחידות מוכרות, וכו'), *ליצור ייצוג מתמטי של המצב או ייצוג גרפי כלשהו*, כחלק מהניסוח וההבניה של המודל, שיקשר בין החלל הנדרש לאדם בקהל לבין שטח המגרש, ולתכנן אסטרטגיה רב-שלבית שתאפשר להגיע לפתרון הבעיה.

בעת ההחלטה כיצד לגשת לבעיה יש צורך לדמיין בין היתר איזה סוג של מודל יהיה שימושי יותר לצורך הגדרת האדם בקהל במונחים של השטח שהוא תופס (כדי לפתור בעיה זו יש לדמיין צורה גאומטרית דו-ממדית מובנית - ריבוע או מלבן, תוך התעלמות מהנפח של האדם העומד בקהל, ותוך התעלמות מהעובדה שצורתו של אדם אינה באמת ריבוע או מלבן, אלא צורה אחרת שאין לה הגדרה פורמלית בשפה המתמטית). לאחר מכן יש ליצור מודל מנטלי שבו מבינים כי סך השטח שהאנשים תופסים הוא כמספר האנשים כפול השטח שתופס אדם אחד. יצירת



מודל מנטלי זה הוא שלב הניסוח של הבעיה בשפה מתמטית. יצירת המודל כוללת את ההנחה שהאנשים הם בעלי גודל זהה, כגודלו של אדם ממוצע/טיפוסי (או לחלופין להבין שגם אם יש שונות, בהקשר הנוכחי אפשר להתעלם ממנה ולהתייחס לגודל הממוצע של האנשים לצורך החישובים, מפני שבמספר גדול של אנשים אפשר להעריך כי הגדולים שבהם "יתקזזו" עם הקטנים). לאחר שנעשה החישוב יש לבדוק ולאשש את ההנחות והמודלים שנשקלו בעת התכנון, ולקבוע אם התשובה שהתקבלה סבירה, אפשרית, ואם אפשר - גם נכונה. אסטרטגיה אחת לפתרון בעיה זו היא להתחיל בחישוב גודל האזור שהוקצה לכלל הקהל (100X50), להמשיך בחלוקה של גודל השטח שהתקבל במספר האנשים המצוין בכל אחת מאפשרויות התשובה, ולבדוק/להעריך אם השטח שהתקבל בעבור אדם אחד תואם את המרחב הנדרש לאדם על מנת שיעמוד בנוחות (אישוש תוצאה). אסטרטגיה אחרת לפתרון הבעיה היא להתחיל בכיוון הפתרון: להעריך את גודל השטח הנדרש לכל אדם כדי לעמוד בהופעה ולהכפיל שטח זה במספר האנשים שבכל אחת מהתשובות הנתונות, ולהשוות את התוצאות שהתקבלו בכל אחת מהאפשרויות לתנאים שתוארו בשאלה (כלומר גודל השטח הכולל המוקצה לקהל בהופעה, שטח שגם אותו יש לחשב מתוך נתוני השאלה).

שלב היישום של האסטרטגיה שנבחרה מבוסס על היכולת שימוש בשפה ובפעולות סמליות, רשמיות וטכניות, בהן פירוש ושימוש בנתונים שסופקו ובתכונות הרלוונטיות לחישוב של שטחי מלבנים ולביצוע החישובים הנדרשים, וקישור בין שטח המגרש לשטח לאדם. לבסוף, שלב הפירוש וההערכה, שבו יכולת ההיסק והטיעון נחוצה כדי לחשוב על היחס בין המודל המתמטי שפותח, התוצאה שנבעה ממנו ומידת ההתאמה של התשובה להקשר ולעולם המציאותי/האמיתי, זאת כדי לאשש את המודל שבו נעשה שימוש ולוודא שנבחרה התשובה הנכונה שעשויה להתאים לעולם מציאותי (למשל שגודל השטח שהתקבל בעבור כל אדם הוא סביר ומספיק לו כדי לעמוד בנוחות בהופעה. לשם כך נדרשת, כמובן, היכרות וידע עולם בדבר הגודל הסביר של אדם טיפוסי והשטח שנדרש לו בהופעה). אם התוצאה המתקבלת איננה סבירה, יש לחשב שוב ואולי להניח הנחות אחרות שיובילו לשינוי המודל.

## **2.2: הוראת המתמטיקה בישראל בשנים שלקראת מחקר פיזה 2012**

מחקר פיזה 2012 בדק באיזו מידה תלמידים בני 15 שולטים באוריינות מתמטית על היבטיה השונים. ההשתתפות של ישראל במחקר והצורך לפרש את תוצאותיו באופן שיועיל לישראל מזמנים עיון בתכנית הלימודים במתמטיקה בישראל וביישומה בהוראה. בפרט ראוי להתעכב על תחומי התוכן וגישות ההוראה ולבחון את מקומה של אוריינות המתמטיקה בתכניות הלימודים המשמשות את מערכת החינוך. בדיקה כזו עשויה לספק את ההקשר הנחוץ לבחינת הישגיהם של התלמידים הישראלים באוריינות מתמטיקה במבחן פיזה 2012. פרק זה סוקר את התפיסה הכללית של הוראת המתמטיקה בישראל, ובפרט בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה. בפרק מוצגת מדיניות ההוראה ומטרותיה וכן הנושאים שנכללו בתכניות הלימודים, הטמעת התכניות ויישומן בכיתות הרלוונטיות למחקר.

## 2.2.1: תכניות הלימודים במתמטיקה בישראל

בסעיפים הבאים יתוארו תכניות הלימודים לחטיבת הביניים ותכניות ההוראה (תכניות ההיבחנות) לחטיבה העליונה שלפיהן למדו התלמידים שהשתתפו במחקר פיזה הנוכחי. כמו כן תתואר בקצרה התשתית המתמטית שרכשו אותם תלמידים בבית הספר היסודי.

### 2.2.1.1: תכנית הלימודים לחטיבת הביניים

בראשית הדברים חשוב לציין כי בעת עריכת מחקר פיזה הנוכחי, הייתה מערכת החינוך בישראל בעיצומה של מעבר בין שתי תכניות לימודים בחטיבת הביניים - מתכנית לימודים ששימשה את המערכת משנות ה-90 לתכנית לימודים חדשה.<sup>7</sup> בין שתי התכניות קיים הבדל גדול, הן בתחומי התוכן והן בגישת ההוראה של תחומי התוכן, כפי שיוסבר בהמשך.

תכנית הלימודים החדשה לחטיבת הביניים החלה להיות מוטמעת במערכת בהיקף ארצי בשנת הלימודים תש"ע כחלק מהיישום של התוכנית לקידום הישגים<sup>8</sup> ותוך שימוש במשאביה. בשנה הראשונה הופעלה התוכנית רק בכיתה ז'. בשנה שלאחר מכן, תשע"א, "צמחה" התוכנית והוטמעה גם לשכבת כיתות ח', ובשנה שלאחר מכן, תשע"ב, "צמחה" לשכבת כיתות ט'. כך יצא שהתלמידים שבשעת עריכת מחקר פיזה 2012 היו בכיתה ט' (כ-15% מהתלמידים המשתתפים במחקר פיזה), למדו בכל שנותיהם בחטיבת הביניים לפי תכנית הלימודים החדשה. לעומת זאת, התלמידים שהיו בכיתה י' בעת עריכת המחקר (מרבית התלמידים שהשתתפו בפיזה, כ-85% מבני ה-15) למדו בכל שנותיהם בחטיבת הביניים לפי תכנית הלימודים הישנה. תלמידי כיתות ט' שהשתתפו בפיזה היו למעשה המחזור הראשון בישראל שלמד החל מכיתה ז' על פי תכנית הלימודים החדשה. מכאן שאם להוראה לפי תכנית הלימודים החדשה בחטיבת הביניים הייתה השפעה כלשהי על ההישגים במתמטיקה, כפי שנמדדו במחקר פיזה 2012, היא השפיעה בעיקר על מיעוטם של המשתתפים במחקר פיזה, כלומר על תלמידי כיתה ט'.

תכנית הלימודים החדשה, על פי מחבריה, נשענת על מגמות בחינוך מתמטי בארץ ובעולם, ומותאמת לסטנדרטים של תכניות לימודים במתמטיקה בעולם. תחומי התוכן בתכנית החדשה מכסים במידה רבה הן את הנושאים שבמסגרות המושגית של מחקר טימס 2011<sup>9</sup> לכיתה ח' והן את הנושאים שבמסגרת המושגית של מחקר פיזה 2012 כפי שיוצג בהמשך.

התוכן המתמטי שונה באופן ניכר בתכנית הלימודים החדשה בהשוואה לתכנית הלימודים הקודמת. תכנית הלימודים הישנה התמקדה באלגברה, כאשר נושאים בגאומטריה ונושאים מהתחום המספרי נכללו בה באופן מצומצם. לעומת זאת, בתכנית הלימודים החדשה מוגדרים שלושה תחומים מרכזיים – **התחום האלגברי**, **התחום הגאומטרי והתחום המספרי** ובכלל זה הסתברות וסטטיסטיקה. **לוח 2.3** מציג את תחומי התוכן

<sup>7</sup> לתכנית הלימודים החדשה במתמטיקה ראה קישור:

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut\\_Pedagogit/Matematika/ChativatBeinayim](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativatBeinayim)

<sup>8</sup> על התכנית לקידום ההישגים והטמעת התכנית ראה דוח טימס 2011 באתר ראמ"ה:

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

<sup>9</sup> קישור לדוח טימס הישראלי 2011 באתר ראמ"ה:

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

והשעות המוקדשות להוראה של כל אחד מהם בתכנית הלימודים הישנה והחדשה.<sup>10</sup> ניכר כי נושא המספרים הורחב בתוכנית החדשה לעומת התוכנית הישנה. בעבר הוא היה תת-נושא מצומצם והווה חלק מנושא האלגברה בעוד שבתכנית הישנה הוא הפך לתחום בפני עצמו.

תחומי התוכן ונושאי הלימוד בתוכנית החדשה דומים בעיקרו של דבר לתחומים המוגדרים במסגרת המושגית של פיזה. כך למשל נוסף לתכנית החדשה התחום המספרי שלא נכלל בתכנית הקודמת, והוא כולל יחס, קנה מידה, פרופורציה סטטיסטית והסתברות שיש להם מקום מרכזי במסגרת המושגית של מחקר פיזה. על מידת ההתאמה בין הנושאים והתחומים שבתכנית החדשה לבין הנושאים הכלולים במסגרת המושגית של פיזה אפשר ללמוד מעיון בלוח 2.2. בלוח זה מוצגים הנושאים שבמסגרת המושגית של פיזה: סעיפים א'-ד' משתייכים לתחום האלגברי בתכנית הלימודים החדשה, סעיפים ה'-ו' לתחום הגאומטרי וסעיפים ז'-י"ד לתחום המספרי.

### לוח 2.3: תחומי התוכן בתכניות הלימודים הישנה והחדשה ומספר השעות המוקצות להוראה - לפי דרגות הכיתה

כיתה		ז'		ח'		ט'	
תכנית לימודים*		ישנה	חדשה	ישנה	חדשה	ישנה	חדשה
תחום אלגברי**		120	68	90	58	60	90
תחום גאומטרי		–	52	30	38	60	60
תחום מספרי		–	30	–	54	–	–

\* תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה נכתבה להיקף הוראה של 4 שעות שבועיות בכיתות ז', ח' ו-ט' (120 שעות שנתיות). בשנים שבהן נעשה המחקר ניתנה תוספת של שעה, ולכן השעות בתכנית החדשה מסתכמות ב-150 שעות שנתיות (ראה סעיף בדבר יישום תכנית הלימודים).

\*\* בתכנית הישנה נושאים מסוימים מתחום המספרים משולבים באלגברה.

בתכנית הלימודים הקודמת נלמד כל אחד מתחומי התוכן כתחום נפרד, ואילו התכנית החדשה מדגישה את הקישוריות והשילוב בין נושאים בתחומי התוכן השונים, בין השאר באמצעות עיסוק בבעיות שלפתרון דרוש שילוב של תחומים מתמטיים שונים כגון מתן הוכחה אלגברית לבעיה בגאומטריה, ולהפך. עיסוק בבעיות במתמטיקה באופן שאינו מוגבל לתחום מתמטי מסוים מזמן עיסוק בידע מתמטי בהקשרים שונים ועשוי לעודד פיתוח של חשיבה מתמטית ומיומנויות של פתרון בעיות במקום שינון ותרגול.

נוסף על כך, תכנית הלימודים החדשה פותחה תוך חשיבה על רצף בין הלמידה בחטיבת הביניים לבין הלמידה בבית הספר היסודי. היא מרחיבה ומעמיקה באופן ספירלי בנושאים שלימודם החל בבית הספר היסודי (על התשתית המתמטית בבית הספר היסודי ראה תיבה 2.1). הוראה בדרך ספירלית מאפשרת לבסס את הידע הנרכש בעוד רמת ההעמקה הולכת ועולה. הרצף בין תכנית הלימודים לבית הספר היסודי לבין התכנית לחטיבת הביניים מאפשר לתלמידים מעבר טבעי "רך" בין נושאים כשרמת החשיבה והעיסוק בהיבטים פורמליים של המתמטיקה עולה. למשל, בגאומטריה - המעבר מעיסוק במדידות ותכונות של צורות גאומטריות (גאומטריה

<sup>10</sup> הנושאים הנכללים בכל אחד מתחומי התוכן מפורטים בתכנית הלימודים במתמטיקה לחטיבת הביניים בקישור הבא: [http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut\\_Pedagogit/Matematika/ChativatBeinayim](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativatBeinayim)

קדם-דדוקטיבית), המתחיל בבית הספר היסודי, לעיסוק בהוכחות פורמליות (גאומטריה דדוקטיבית) לקראת אמצע כיתה ח'.

התכנית החדשה מעודדת **לימוד לקראת הבנה** יותר מלימוד של טכניקות ופרוצדורות מתמטיות. לימוד לקראת הבנה מתמקד בהבנת מושגים, מציאת קשרים בין מושגים שונים ופתרון בעיות מתחום המתמטיקה ומתחומי דעת אחרים. באותה הרוח, בתכנית החדשה חל צמצום בדרישה לביצוע ידני של מיומנויות טכניות, לנוכח הזמינות של טכנולוגיה המאפשרת זאת (כגון מחשבון), וכן נעשה מעבר לשימוש בכלים טכנולוגיים מבוססי מחשב.

במבוא של תכנית הלימודים החדשה קיימת התייחסות לתהליכים קוגניטיביים העומדים בבסיס פתרון הבעיות המתמטיות שתכנית הלימודים מבקשת להדגיש: פיתוח דרכי חשיבה מתמטיות, דרכי עבודה ודרכי שיח אופייניים למתמטיקה, תהליכי "מידול" ו"סימול" (שימוש בשפה מתמטית לייצג בעיות, לפתור אותן ולבקר את פתרונן), פיתוח הסברים וטיעונים (מתן הסברים ובחינה ביקורתית של הסברים של אחרים), מעקב אחר מהלכי הוכחה והבנתם ויכולת לבנות הוכחות פשוטות, שימוש בייצוגים ובכלים שונים ופיתוח אסטרטגיות לפתרון בעיות, קישור המתמטיקה לתופעות המתרחשות בטבע ובחברה, ושימוש בכלים טכנולוגיים לביצוע חישובים. יש לציין כי תיאור התהליכים האלה כמעטפת רעיונית כוללת הוצג כרציונל עוד בתכנית הלימודים הקודמת. תהליכים אלו דומים במידה רבה לתהליכים המתוארים במסגרת המושגית של מחקר פיזה.

### **תיבה 2.1: התשתית המתמטית בבית הספר היסודי**

תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה לבית הספר היסודי כוללת שני נושאים מרכזיים: **מספרים ופעולות** (כולל חקר נתונים) ו**גאומטריה ומדידות**. בכל אחת מדרגות הכיתה, כ-75% מכלל שיעורי המתמטיקה עוסקים במספרים ופעולות, וכ-25% - בגאומטריה ומדידות. הנושאים והתכנים בכל אחד משני הנושאים המרכזיים נלמדים **באופן ספירלי** לאורך שנות הלימוד בבית הספר היסודי, באופן שמעמיק ומרחיב בכל פעם את ההבנה ואת השליטה ומחזק את **הקישוריות** - שילוב בין נושאים שונים (כך, למשל, בגאומטריה משולבים חישובים, בעיקר בנושא המדידות, וכמו כן הבעיות המילוליות אינן נלמדות כנושא בפני עצמו אלא כיישום החוצה את כל הנושאים במתמטיקה).

בהוראת **מספרים ופעולות** יש פחות עיסוק בטכניקה מבעבר (למשל, הפסיקו ללמד 'חילוק ארוך') ויותר דגש על **פיתוח תובנה מספרית**. תובנה מספרית באה לידי ביטוי בראייה אינטואיטיבית של מבנים מתמטיים ובקישורם לפעולות חשבון, ביכולת לגייס ידע וניסיון קודמים כדי לפתח אסטרטגיות פתרון שונות, בהבנת דרכי פתירה שונות ובגילוי פתיחות לדרכים חדשות וגמישות בטיפול בנושאים מתמטיים, גם במצבים אותנטיים (למשל, בשאלות המצריכות הערכה ואומדן). ההוראה על פי תפיסה זו מתמקדת בפיתוח של מגוון אסטרטגיות לחישוב, ומעודדת שימוש באסטרטגיות חישוב "נוחות" או "טבעיות" המשמשות בחיי היום-יום.

הנושא **גאומטריה** מתמקד בפיתוח ראייה מרחבית ומדידות. גם כאן, תכנית הלימודים החדשה מדגישה את החשיבות של **פיתוח תובנה גאומטרית** - הבנת הקשר בין הצורות והגופים הנלמדים לבין העצמים והתופעות. למשל, עיסוק בסוגים שונים של מדידה שיש להם קשר לסביבה שבה התלמיד פועל.

תכנית לימודים חדשה במתמטיקה לבית הספר היסודי פורסמה בתשס"ז<sup>11</sup>. כך, התלמידים שהשתתפו במחקר פיזה 2012 היו במובן מסוים בוגרי תכנית הלימודים החדשה בבית הספר היסודי. תלמידים שהיו בכיתה י' בעת עריכת מחקר פיזה למדו לפי תכנית זו בכיתות ה'-ו', ואילו תלמידים שלמדו אז בכיתה ט' למדו לפי התכנית החדשה בהיותם בכיתות ד'-ו'.

<sup>11</sup> לתכנית הלימודים במתמטיקה לבית הספר היסודי ראה קישור באתר:

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut\\_Pedagogit/Matematika/KdamYesodiVeyesodi](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/KdamYesodiVeyesodi)

## 2.2.1.2: תכנית ההיבחנות לחטיבה העליונה

בחטיבה העליונה לא קיימת תכנית לימודים רשמית במתמטיקה. תכנית כזאת נמצאת בשלבי פיתוח מתמשך זה כמה שנים. בהיעדר תכנית לימודים פותחה **תכנית היבחנות** לבחינות הבגרות המשמשת תכנית לימודים בפועל ומכתיבה הלכה למעשה את הוראת המתמטיקה בבתי הספר התיכוניים בישראל. את התכנית קבע משרד החינוך בשנת הלימודים תשס"ח (2007). היא הופעלה בהדרגה כניסוי ונכנסה לתוקף רשמי החל משנת הלימודים תשע"א (2010).

על פי מחבריה, תכנית ההיבחנות פותחה כדי לאפשר הוראה תוך התחשבות במבנה תחום התוכן המתמטי, באופן המעודד פיתוח חשיבה ומאפשר התאמה מדויקת, ככל האפשר, של רמת החשיבה והמיומנויות המתמטיות הנדרשות מכל תלמיד לרמות הלימודים השונות (שלוש, ארבע וחמש יחידות לימוד) ובהתאם לשכבות הגיל. התכנית מורכבת משלוש תכניות שהותאמו לרמות ידע שונות במתמטיקה: רמה בסיסית - שלוש יחידות לימוד לבגרות, ושתי רמות מוגברות - ארבע וחמש יחידות לימוד לבגרות. כל אחת מהתכניות הללו כוללת את מפרט התכנים לבחינות הבגרות, ומפרטת את הנושאים ותת-הנושאים הנדרשים בכל אחד משאלוני הבגרות. תלמידים הלומדים בהיקף של שלוש יחידות לימוד נבחרים בשלושה שאלוני בגרות: אחד בסיום כיתה י' (בדרך כלל) ושניים בסיום כיתה י"א. תלמידים הלומדים בהיקף של ארבע וחמש יחידות לימוד נבחרים בשני שאלונים כל אחד: שאלון בחינה בסיום כיתה י"א, ושאלון בחינה בסיום כיתה י"ב. בכל שנה, כ-60% מהתלמידים הניגשים לבחינת בגרות במתמטיקה נבחרים בהיקף של שלוש יחידות לימוד, והשאר - בהיקף של ארבע וחמש יחידות לימוד.

תכנית ההיבחנות ברמות הלימוד השונות כוללת נושאים מהתחומים אלגברה, סדרות, גאומטריה, טריגונומטריה, הסתברות וסטטיסטיקה, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי (ובחמש יחידות לימוד גם וקטורים ומספרים מרוכבים).<sup>12</sup> קיימים הבדלים ניכרים בין רמות הלימוד השונות הן בנושאי הלימוד והיקפם בכל אחד מהתחומים במתמטיקה והן ברמת הידע וההעמקה הנדרשת בכל אחד מהנושאים. רמת הקושי של השאלות שהתלמידים עוסקים בהן נגזרת מהבדלים אלו, והיא עולה ככל שרמת הלימוד עולה.

הדגש בתכניות היבחנות אלו על **ידע מתמטי, מיומנויות וטכניקה מתמטית** רב יותר מבתכנית ההיבחנות לשלוש יחידות לימוד. בדומה לגישה המאפיינת את תכניות הלימודים החדשות לבית הספר היסודי ולחטיבת הביניים, גם בתכנית ההיבחנות מודגשים רעיונות **הקישוריות** בין נושאים שונים ו**ההוראה הספירלית**, הבאים לידי ביטוי בהכללת נושאים מסוימים ביותר משאלון אחד וברמות העמקה הולכות ועולות.

אחד ההבדלים הבולטים בין תכנית ההיבחנות לארבע וחמש יחידות לימוד לבין התכנית לשלוש יחידות לימוד הוא הדגש על נושא **האוריינות המתמטית**. בתכניות לארבע וחמש יחידות יש דגש מועט על אוריינות מתמטית כשלעצמה, ואילו התכנית לשלוש יחידות לימוד מדגישה בעיקר את האוריינות המתמטית: פתרון בעיות "מציאותיות" (מתוך כלל הנושאים הנלמדים), המצריכות (לצד יכולת קריאה והבנת הנקרא) ניתוח ויישום של הידע המתמטי שאמור להיות שגור אצל התלמידים.

<sup>12</sup> מבנה תכניות ההיבחנות וחלוקת הנושאים לפי שאלונים לבגרות ברמות של שלוש, ארבע וחמש יחידות לימוד מוצג בקישור הבא: [http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut\\_Pedagogit/Matematika/ChativaElyona/Mivne.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativaElyona/Mivne.htm)

בשנת תשע"ב פורסם מאגר שאלות, רבות מהן אורייניות, המשמש מקור לשאלות שייכללו בשאלון לבגרות לתלמידי שלוש יחידות בסיום כיתה י' (שאלון 35801, שמשקלו 25% מסך כל הציון)<sup>13</sup>. על פי מחבריו, הרציונל שביסוד פיתוח השאלות במאגר זה הוא אורייני במהותו: להנגיש את המתמטיקה כשפה אוניברסלית לכלל האוכלוסייה ולהכשיר אדם בעל יכולות אורייניות מתמטיות, כלומר אדם היודע לעבד מידע מילולי וויזואלי לשפה המתמטית, לקשר את המתמטיקה לחיי היום-יום ולפתח אינטואיציה מתמטית. השאלות במאגר הן שאלות מילוליות, בדרך כלל בנושאים כגון קנייה, מכירה ותשלומים, התייקרויות והוזלות באחוזים. השאלות העוסקות בקריאת גרפים יכללו גרפים המתארים מצבים "מציאותיים", וגם השאלות העוסקות בשינוי נושא בנוסחה תוצגנה בבחינה בהקשר מציאותי.

בגישה המאפיינת את התכנית לקראת בחינת הבגרות בהיקף של שלוש יחידות ואת מאגר השאלות שנבנה לקראת הבחינה אפשר לזהות, במידה מסוימת, את הגישה האופיינית של פיזה ואת ההתייחסות של פיזה לאוריינות מתמטית (אם כי רמת השאלות האורייניות נמוכה יחסית ומתאימה לתלמידים הנבחרים בהיקף של שלוש יחידות). הסעיף הבא עוסק באוריינות מתמטית בהוראת המקצוע בישראל.

### 2.2.1.3 אוריינות מתמטית בהוראת מתמטיקה בישראל

רעיון האוריינות המתמטית כחלק מהוראת המקצוע בבתי הספר זכה לתהודה בכתבי-עת בתחום החינוך המתמטי החל משנות ה-80 של המאה העשרים. הרעיונות השפיעו על התפיסה של אוריינות מתמטית שהובילו הוגי מחקר פיזה מראשיתו, ובד בבד על תפיסות בהוראת המתמטיקה בעולם ובישראל. בשנות ה-90 פותחה במחלקה להוראת המתמטיקה במכון ויצמן תכנית לימודים לכיתות ז' ו-ח' - **מתימחשב אלגברה**, שהתמקדה באוריינות מתמטית, כחלק מהמיזם "מחר 98"<sup>14</sup>. בתכנית זו הוצגו פעילויות חקר של בעיות מחיי היום-יום ו/או של בעיות מתמטיות באמצעות שימוש בגיליון אלקטרוני ולומדות נוספות. התכנית פעלה במערכת החינוך לאורך השנים בהיקף מצומצם, ושאלות מתוכה שולבו אחר כך בספרי לימוד אחרים. אך למרות שילובה המוקדם של הגישה האוריינית בהוראת המתמטיקה, היא לא הוטמעה כמרכיב אורגני בתכניות הלימודים בישראל אלא נותרה בגדר עיסוק תוספתי לתכנית המרכזית. עם זאת, בשנים האחרונות היא קונה לה יותר ויותר אחיזה בהוראת המתמטיקה בישראל, וזאת בדרכים מגוונות:

#### 1. שילוב הגישה האוריינית בתכניות הלימודים

בתכניות הלימודים החדשות במתמטיקה שתוארו לעיל הוטמעו היבטים ורעיונות שהם אורייניים ביסודם (אף כי אין הם בהכרח מוגדרים באופן זה בתכניות הלימודים עצמן):

- **קישוריות** בין נושאי לימוד והוראה **ספירלית**. הרעיון לקשור בין נושאים שונים בעת ההוראה ורעיון הספירליות הם לכשעצמם מייצגים גישה אוריינית. גישה זו בהוראה גם מאפשרת לעסוק בבעיות

<sup>13</sup> מאגר השאלות לבגרות מוצג בקישור הבא:

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut\\_Pedagogit/Matematika/ChativaElyona/Maagar3](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativaElyona/Maagar3)

בכל שאלה מהמאגר אפשר לשנות בבחינת הבגרות את המספרים המוצגים בה, להוסיף סעיפי מדרגה, להסיר סעיפים, להוסיף סרטונים וכדומה. בשנת תשע"ג פורסם מאגר שאלות בעבור שאלון 35802 המיועד לתלמידי שלוש יחידות לימוד בכיתה י"א.

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

אינטגרטיביות המשלבות תחומי תוכן מנושאים שונים ברמות העמקה שונות, מה שמאפיין בעיות בזיקה אוריינית שהן אותנטיות וקשורות למציאות ולחיי היום-יום.

- **לימוד לקראת הבנה** ופיתוח **תובנה מספרית ותובנה גאומטרית**, תוך הדגשת מגוון האסטרטגיות הקיימות לפתרון בעיות וגילוי פתיחות לדרכי פתרון שונות, במקום הדגשת השליטה בשיטות חישוב פורמליות ובפרוצדורות מתמטיות. גישה זו מאפשרת לעסוק בבעיות המדגישות לא רק את התוצאה אלא גם את התהליך. רעיונות אלו הם לב לבנה של האוריינות המתמטית.
- שילוב נושאים חדשים כגון פיתוח **יכולת אומדן** או **מדידות** הקשורים לבעיות מחיי היום-יום ומדגישים את הרלוונטיות לסביבה שבה התלמיד פועל. נקודה זו מדגימה כי לא רק הגישה להוראה השתנתה בעצם הטמעת הרעיונות של אוריינות מתמטית, אלא גם תחומי התוכן עצמם (אומדנים, מדידות וכיו"ב). כמו כן, תפיסות אלו בתכניות הלימודים החדשות ובתכנית ההיבחנות נמצאות בהלימה עם התפיסה העומדות ביסוד המסגרת המושגית של פיזה.

## 2. **שילוב משימות אורייניות בהשתלמויות מורים, בספרי לימוד ובמבחנים רחבי היקף במערכת החינוך בישראל**

- מחבריהם של ספרי הלימוד שנכתבו לתכנית הלימודים החדשה לחטיבת הביניים הונחו לכלול בהם שאלות אורייניות (ובודקי הספרים הונחו לבדוק קריטריון זה).
- מבחני מיצ"ב לכיתה ח' כוללים כמות הולכת וגדלה של שאלות אורייניות. שיעורן במבחן לכיתה ח' (וכן במבחן לכיתה ה') עלה משנת 2008 ואילך, בעיקר בעקבות החלת הלימוד לפי תכניות הלימודים החדשות במתמטיקה.
- בעת עריכת המחקר, 25% מציון בחינת הבגרות לתלמידי שלוש יחידות לימוד התבסס על השאלות האורייניות בשאלון הבחינה, שניגשים אליה בדרך כלל בכיתה י'. בשנה שלאחר המחקר, תשע"ג, הוטמע שאלון נוסף שמשקלו 35%, המבוסס על מאגר שאלות אורייניות.
- מבחני המפמ"ר במתמטיקה (המועברים בבתי הספר לקראת סוף שנת הלימודים בכיתה ז' ו-ט') כוללים שאלה אוריינית כבר משנת תשס"ו (2006), עוד לפני הפעלת המהלך הכלל-מערכתי לטיפוח האוריינות.
- תכנית "מצוינות"<sup>15</sup> בחטיבת הביניים מתמקדת בעיקר בשאלות אורייניות שמקשרות בין תחומי תוכן שונים במתמטיקה.
- השתלמויות מורים ייעודיות בנושא האוריינות והוספת פרק העוסק באוריינות מתמטית (מפגש או סדרת מפגשים) בהשתלמויות מורים למתמטיקה. למשל, הטמעת תכניות הלימודים החדשות לוותה בהשתלמויות ייעודיות מטעם הפיקוח על הוראת המתמטיקה, והמורים התבקשו להשתתף בהן. ההשתלמויות התמקדו בתחומי התוכן במתמטיקה, אך שולבו בהן מפגשים שעסקו באוריינות מתמטית.

<sup>15</sup> "מצוינות" היא חלק מהתכנית "מיצוי ומצוינות", שפותחה על ידי האוניברסיטה העברית (התכנית למיצוי) והטכניון (התכנית למצוינות) לקידום תלמידי הקצוות. היא פעלה כתכנית ניסויית החל משנה"ל תשס"ג, ביזמתו ובהובלתו של האגף לחינוך על-יסודי במשרד החינוך. עוד על התכנית ראה בקישור: [http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut\\_Pedagogit/Matematika/ChativatBeinayim/metzuyanut.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativatBeinayim/metzuyanut.htm)



סוגי השאלות והמשימות ששולבו בהוראת המתמטיקה בישראל, הן בספרים שהופצו ובתכניות ההתערבות והן במבחני המיצ"ב ובמבחני הבגרות, דומים במידה רבה לשאלות ולמשימות במבחן פיזה. הדמיון קיים הן בתוכן המתמטי, הן בהקשר של הבעיות השאוב מחיי היום-יום של אדם צעיר בסביבתו הטבעית במדינה מודרנית, והן בתהליכים המתמטיים הדרושים לפתרון.

### 3. הפעלת תכניות ייעודיות להטמעת אוריינות מתמטיקה

- לקראת שנת הלימודים תשס"ו (2006) יזם משרד החינוך **מהלך כולל לטיפול האוריינות בקריאה, במדעים ובמתמטיקה**, בכיתות ז', ח' ו-ט'. במסגרת מהלך זה פותחה תכנית התערבות שכללה הטמעת משימות אינטגרטיביות במתמטיקה המצריכות יכולת יישום של מיומנויות חישוב, אלגברה, סטטיסטיקה וגאומטריה. המשימות הוצגו באתר האגף לתכנון ופיתוח תכניות לימודים של משרד החינוך, ולוו במדריך למורה ובו תיאור של הגישה האוריינית על פי המסגרת המושגית של פיזה 2003 וכן תיאור של המאפיינים המרכזיים של כל משימה ודרכי הפתרון (בדרך כלל הוצגו מספר גישות לפתרון) והסברים לשילוב המשימות בהוראה.
- התכנית הלאומית לחיזוק האוריינות בכיתות ט'-י' 2012: בשנה שלקראת המחקר הנוכחי (תשע"א) יזם משרד החינוך **מהלך ייעודי לחיזוק האוריינות בקריאה, במדעים ובמתמטיקה – "התכנית הלאומית לחיזוק האוריינות"**, שהתמקדה בכיתות ט'-י'. במסגרת התכנית הוקם ברשת האינטרנט פורטל ושמו "התכנית לשיפור הכשירות האוריינית". בפורטל רוכזו משימות רבות באוריינות בשלושת תחומי הדעת, ממקורות שונים (שאלות מהתכנית לטיפול האוריינות שבסעיף הקודם [2006], שאלות ממחקר פיזה שהותרו לפרסום, ושאלות בסגנון פיזה שפותחו או לוקטו). המשימות מופו והוצגו, ממוינות לפי תחומי דעת, ובתוך כל תחום דעת - לפי נושאים ותת-נושאים. התכנית לוותה בהשתלמויות מורים, שבהן התנהלו דיונים בנוגע למשימות אלו, והמורים נתבקשו לשלב את המשימות בכיתות ט'-י' **כחלק אינטגרלי מתהליך ההוראה השוטף במתמטיקה בכיתות אלו** (זאת בכל ההקבצות ובכל רמות הלימוד) – משימה אחת לשבוע, לפי רצף שנקבע בפורטל.
- מהלך זה היה המשך ישיר למהלך לחיזוק הידע והמיומנויות בשפת אם, מתמטיקה ומדעים (או חלק ממנו). הוא היה רווי משאבים והופעל החל משנת הלימודים תש"ע בכיתות ז' (ובתשע"א "צמח" לכיתות ח', ובתשע"ב - לכיתות ט'). המהלך כונה "התכנית לקידום ההישגים", ובמסגרתו הוטמעה תכנית הלימודים החדשה לחטיבת הביניים.<sup>16</sup> בהתאם לתכנית, תלמידים שהיו בכיתה ט' בשנת תשע"ב קיבלו שעה תוספתית לצורך הטמעת תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה לחטיבות הביניים. תלמידי שלוש יחידות לימוד שהיו בכיתה י' בשנה זו קיבלו שעה תוספתית לצורך הטמעת התכנית הלאומית לחיזוק האוריינות. המשאבים שהוקצו לתכנית כללו תוספת שעות לימוד, תוספת הדרכות, השתלמויות מורים, פיתוח חומרי למידה חדשים ואכיפה ומגברת של הוראת תחומי הדעת הללו על פי תכניות הלימודים הרשמיות. משאבים אלו נועדו לשפר את ההישגים בתחומי הדעת המרכזיים. לשם כך הוצבו יעדים כמותיים-מדידים מפורשים בתחום ההישגים הלימודיים במתמטיקה, מדעים ושפת אם במבחנים

<sup>16</sup> עוד על התכנית לקידום ההישגים ראה דוח טימס 2011 באתר ראמ"ה, בקישור:

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

הלאומיים (מיצ"ב) ובמחקרים הבין-לאומיים שישראל עמדה להשתתף בהן באותן שנים (טימס 2011, פירלס 2011 ופיזה 2012). אפשר להניח כי אווירה זו של חתירה להישגים השפיעה באותן שנים על המוטיבציה של מורים ותלמידים כאחד ללמד/ללמוד נושאים אלו ועל המוטיבציה בעת המבחנים עצמם.

## פרק 3: הביצוע של מחקר פיזה 2012

בפרק זה מתוארת בהרחבה השיטה שבה הועבר מחקר פיזה בעולם בכלל ובישראל בפרט. מחקר פיזה מתאפיין בתקנים רבים ובהקפדה רבה ביותר על יישומם בכל הנוגע לביצוע שלבי המחקר השונים: דגימה, תרגום, הליכי העברת המבחן בבתי הספר, בדיקת המבחנים, ועוד. תקנים אלו נועדו לאפשר בקרה על איכות הנתונים הנאספים על מנת שההשוואה בין כלל המדינות המשתתפות תהיה מהימנה ותקפה. במחקר 2012 הועברו המבחנים בישראל בפעם הראשונה, כאמור, לא רק במבחני "נייר ועיפרון" סטנדרטיים (להלן "מבחנים מודפסים"), כפי שהיה נהוג במחקרי פיזה עד אז, אלא גם במבחנים ממוחשבים: האחד באוריינות מתמטיקה והאחר בקריאה דיגיטלית<sup>17</sup>. זאת כחלק ממדיניות פיזה לעבור בהדרגה למבחן שכולו ממוחשב, כמתוכנן לקראת מחזור מחקר פיזה 2015.

### 3.1: חומרי ההערכה<sup>18</sup>

#### 3.1.1: חוברות המבחן המודפס

מחקר 2012 כלל 17 חוברות מבחן מודפסות ובכל אחת מהן ארבעה מקבצי שאלות המכונים "אשכולות" (clusters). כל אשכול עסק בתחום דעת אחד בלבד, דהיינו, אשכול במתמטיקה מכיל רק יחידות מבחן באוריינות מתמטיקה, אשכול מדעים מכיל רק יחידות באוריינות מדעים, ואשכול קריאה מכיל רק יחידות באוריינות קריאה. מתוך 17 חוברות המבחן, 13 הכילו אשכולות באחד או יותר משלושת תחומי האוריינות – מתמטיקה, קריאה ומדעים. שאר חוברות המבחן (14-17) שימשו רק במדינות שבחרו להשתתף **ג** באופציה של אוריינות כלכלית, והן הורכבו מאשכולות באוריינות כלכלית<sup>19</sup> בצירוף אשכולות באוריינות מתמטיקה או קריאה. מאגר האשכולות שממנו נבנו 17 חוברות המבחן בתחומי האוריינות השונים כלל תשעה אשכולות במתמטיקה, שלושה בקריאה, שלושה במדעים ושניים באוריינות כלכלית. חוברות הבחינה 1-13 נבנו כך שכל אשכול היה יכול להופיע פעם אחת בכל אחד מארבעת המיקומים האפשריים (לדוגמה: אשכול נתון במתמטיקה היה האשכול הראשון בחוברת מבחן מספר 7, האשכול השני בחוברת מבחן מספר 4, השלישי בחוברת מבחן מספר 1 והרביעי בחוברת מבחן מספר 12, וכיו"ב)<sup>20</sup>. כל אשכול הכיל כ-4 עד 6 יחידות (units). יחידה היא מטלה הכוללת גִּרְוֹן (stimulus) כגון טקסט, לוח ו/או תרשים, ולאחריו מספר פריטים (items) שהם למעשה השאלות המתייחסות אליו. במחקר פיזה 2012 היו 56 יחידות במתמטיקה, 13 יחידות בקריאה, 18 יחידות במדעים, ולמדינות שהשתתפו באופציה של אוריינות כלכלית - 29 יחידות בתחום זה, ובסך הכול 116 יחידות. כמה מיחידות המבחן כבר הועברו במחזורי

<sup>17</sup> במחקר זה השתתפו תלמידי ישראל גם במבחן ממוחשב בנושא פתרון בעיות, אשר, כאמור בפרק 1, לא יוצג בפעמייה הראשונה של הדוח.

<sup>18</sup> על מיופי פריטי המבחן באוריינות מתמטיקה בשלושת ההיבטים הנגזרים מתוך המסגרת המושגית של המבחן ראה פרק 2.

<sup>19</sup> כפי שצוין בפרק 1, התוצאות בתחום זה לא יוצגו בפעמייה הראשונה של הדוח. הממצאים בדוח הנוכחי, בתחומי אוריינות מתמטיקה, מדעים וקריאה, מתבססים רק על הנתונים שנאספו ב-13 חוברות המבחן הראשונות.

<sup>20</sup> ממחקרים אחרים ידוע כי מיקום הפריטים במבחן משפיע על שיעור ההשבה ועל שיעורי המשיבים נכונה. ככל שהפריט קרוב יותר לתחילת המבחן, כך משיבים עליו יותר נבחנים ושיעורי ההצלחה שלו גבוהים יותר. על כן חשוב שתהיה בקרה על מיקומם של הפריטים במבחן.

פיזה קודמים. הפריטים ביחידות אלו שימשו פריטי עוגן לצורך כיול בין סולמות הציונים במחזורי מחקר פיזה השונים, מה שמאפשר לעמוד על מגמות שינוי בהישגי תלמידים בתחומים השונים לאורך שנים. מבחני פיזה 2012 במתכונת נייר ועיפרון (ראה בהמשך על המבחן במתכונת הממוחשבת) כללו פריטים "סגורים" ופריטים "פתוחים". בפריטים הסגורים נתונות מספר אפשרויות תשובה, והתלמידים נדרשים לזהות את התשובה הנכונה ולסמן אותה. בפריטים הפתוחים הם נדרשים להפיק את תשובותיהם בכוחות עצמם. במתמטיקה, מקצת הפריטים אמנם פתוחים, אך נכונות התשובה מוגדרת במדויק (למשל, תוצאה מספרית בעקבות חישוב מתמטי מסוים), מה שמאפשר שיפוט חד-משמעי של התשובה על ידי שופט אנושי בשלב הבדיקה (במבחן הממוחשב אפשר לבדוק תשובות אלו באופן אוטומטי באמצעות מחשב). השילוב של סוגי פריטים שונים מאפשר למדוד טווח כישורים נרחב יותר.

היחס בין שאלות סגורות לשאלות פתוחות משתנה בתחומי האוריינות השונים: במתמטיקה כ-40% מן השאלות הן סגורות, בקריאה כ-45%, במדעים כ-65% (ובאוריינות כלכלית כ-55%). דוגמאות ליחידות ולפריטי מבחן בעברית ובערבית (שתורגמו מהמקור באגלית ובצרפתית) אפשר למצוא באתר ראמ"ה<sup>21</sup>.

### 3.1.2: המבחן הממוחשב

כאמור, במחקר פיזה 2012 הועבר בישראל בפעם הראשונה מבחן בפורמט ממוחשב, וזאת מתוך כוונה של עורכי המחקר לעבור בהדרגה להיבחנות באמצעות מחשבים עד להשלמתו של המעבר במחזור מחקר פיזה 2015. במחקר 2012 נערכו בישראל מבחנים ממוחשבים שבדקו שלושה תחומים: אוריינות מתמטיקה, קריאה דיגיטלית ופתרון בעיות<sup>22</sup>. האופנות הממוחשבת של המבחן מאפשרת חידושים רבים בהערכת התחומים השונים מעבר לתצוגה מאירת עיניים ודינמיות בתגובות הנבחנים. עם זאת, אף שבתחום המתמטיקה יש דמיון תוכני בין המבחן המודפס לבין המבחן הממוחשב, ואפשר לראות במבחן הממוחשב מעין הרחבה של המבחן המודפס, לא כך בתחום הקריאה. בתחום זה יש הבדל מהותי ואיכותי בין תחומי הדעת הנבדקים במבחן הממוחשב לבין התחומים הנבדקים במבחן המודפס: המבחן המודפס בודק אוריינות קריאה בטקסטים המוצגים באמצעים מסורתיים (ראה בהרחבה בדוח פיזה 2009)<sup>23</sup>, ואילו המבחן הממוחשב בודק מיומנות חדשה במבחנים המכונה **קריאה דיגיטלית** (או אלקטרונית). מיומנות זו, שהיא אחת ממיומנויות המאה ה-21, מאפיינת את האתגרים המצפים לאזרחים צעירים במדינה מפותחת ומודרנית. מיומנות פתרון בעיות הנעשית באופן ממוחשב, מאפשרת יצירת שינויים איכותיים בפריטי המבחן, ביחס למבחן פתרון בעיות מודפס (שניתן במחקר פיזה 2003), יחד עם שדרוג הערכת הביצוע של התלמיד. עוד על קריאה דיגיטלית ועל מתמטיקה ופתרון בעיות במבחן הממוחשב ראה בפרקים 2, 4, 5 ו-7 בדוח זה.

המבחנים הממוחשבים כללו 24 נוסחים שונים ובכל אחד מהם שני אשכולות. גם כאן, כל אשכול כלל מספר יחידות בתחום דעת אחד בלבד. מאגר האשכולות בתחומים השונים כלל ארבעה אשכולות במתמטיקה, ארבעה

<sup>21</sup> [http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/Quest\\_Dug.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/Quest_Dug.htm)

<sup>22</sup> כפי שצוין בפרק 1, ממצאי המבחן בפתרון בעיות לא יוצגו בפעמייה הראשונה של הדוח.

<sup>23</sup> [http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA\\_2009\\_Report.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2009_Report.htm)

אשכולות בפתרון בעיות ושניים בקריאה דיגיטלית, וממנו נבנו 24 הנוסחים (תוך בקרה על אפקט הסדר). היחידות הורכבו מ-15 יחידות במתמטיקה, 6 יחידות בקריאה ו-16 יחידות בפתרון בעיות, ובסך הכול 37 יחידות. כל יחידה הכילה פריטים מסוגים שונים: "סגורים" (כגון שאלות רב-ברירה ושאלות שהמחשב עצמו יכול לבדוק, כגון לחיצה/הקלקה על איור מסוים על המסך, גרירה של אלמנטים וסידורם בסדר מסוים, וכיו"ב), "פתוחים פשוטים" (הקלדה של תשובה מספרית שהמחשב יכול לבדוק את נכונותה) או "פתוחים" (הנבחן מתבקש להקליד את תשובתו בתוך תיבת טקסט, והתשובה נבדקת אחר כך על ידי מעריך אנושי). היחס בין שאלות סגורות לשאלות פתוחות משתנה לפי תחומי האוריינות השונים: במתמטיקה כ-29% מן השאלות היו סגורות, בקריאה כ-63% (ובפתרון בעיות כ-28%). דוגמאות ליחידות ולפריטי מבחן אפשר למצוא באתר הראמ"ה<sup>4</sup>.

### 3.1.3 הליך הפיתוח של הפריטים ושל המבחן

על בסיס המסגרת המושגית של המחקר (framework) שפיתחה חברת Pearson האמריקנית, פותחו יחידות המבחן והמבחן בכללותו. דרך פיתוחן של יחידות המבחן, הן המודפס והן הממוחשב, נועדה לבטא נאמנה את מטרות המחקר ולשקף את המסגרת המושגית של תחומי האוריינות השונים. את פריטי המבחן, בכל תחום נתון, פיתחו באופן ראשוני נציגים ממדינות שונות, ובהן קבוצה מישראל<sup>24</sup>. הפריטים נסקרו ועברו פיתוח נוסף על ידי קבוצות מומחים רב-לאומית (אחת לכל אחד מתחומי האוריינות השונים) שמינה הוועד המנהל של פיזה. הפיתוח של יחידות המבחן על פריטיהם וגיוש המבחן הלכה למעשה נעשה על ידי צוות מקצועי בגוף שנשכר על ידי ה-OECD לנהל את המחקר ולפתח את המבחנים (ארגון ACER מאוסטרליה) – גוף המתמחה במדידה והערכה חינוכית ומופקד על פיתוח מבחני פיזה מאז מחזור המחקר הראשון בשנת 2000. הפיתוח כלל ניסוי של הפריטים באמצעות העברתם למדגם מצומצם של תלמידים תוך הפעלת שיטת החשיבה בקול רם (think aloud method), וכן בדיקה ומשוב של המדינות המשתתפות. בשלב הפיתוח המדינות מוזמנות להעיר על היחידות והשאלות בהיבטים האלה: מידת ההתאמה התרבותית והטיות אפשריות, מידת הרלוונטיות לתלמידים בני 15 בהקשרים שונים, ומידת המוכרות והעניין שיש בהן. תהליך ההיוועצות במדינות השונות נעשה הן כחלק מפיתוח הפריטים למחקר החלוץ והן לשם בחירת היחידות לקראת המחקר העיקרי (ראה בהמשך פירוט של שלבים אלו). בכל שלב מפתחי המבחן וצוותי המומחים עושים תיקונים והתאמות, עד לגיוש הסופי של היחידות שייכללו במחקר החלוץ ובמחקר העיקרי. תיקונים נעשים גם בעקבות המחקר החלוץ, המספק נתונים פסיכומטריים אמפיריים לאומיים ובין-לאומיים על פריטי המבחן.

### 3.1.3: שאלוני הרקע והעמדות

נוסף על חוברות המבחן בשלושת תחומי הדעת הועברו במחקר בכלל המדינות המשתתפות שני שאלונים: "שאלון לבית הספר", שמולא בידי מנהל בית הספר (או נציג מטעמו), ו"שאלון לתלמיד". בשני השאלונים במחקר 2012 הושם דגש מיוחד על תחום המתמטיקה, שהיה התחום הראשי במחקר פיזה 2012. השאלון לתלמיד כלל שאלות על אודות התלמיד עצמו, משפחתו, סביבתו הלימודית, לימודי המתמטיקה שלו, גישתו למחשבים ולתקשוב וזמינותם של אלה. שלא כבמחזורי המחקר הקודמים, שבהם היה רק נוסח אחד של שאלון לתלמיד

<sup>24</sup> שתיים מהיחידות שפיתחה הקבוצה מישראל התקבלו למחקר החלוץ ואחת שימשה במחקר העיקרי.

ונוסח אחד למנהל, במחזור הנוכחי היו שלושה נוסחים של שאלון לתלמיד. בכל אחד מהם היה חלק אחד משותף לכל השלושה (שעסק בנתונים הדמוגרפיים של התלמיד) וחלק שהשתנה מנוסח לנוסח. שיטה זו ניצלה את העובדה שהנתונים נאספים לצרכים של דיווח לאומי ולא לדיווח ברמת התלמיד היחיד ואפשרה לאסוף מידע רב יותר מבעבר בשאלון לתלמיד. השאלון למנהל בית הספר כלל שאלות על אודות בית הספר עצמו, התלמידים והמורים בו, משאביו, ההוראה ותכניות הלימודים שבו, תוך התמקדות בהוראת המתמטיקה, וכן על אודות אקלים בית הספר, מדיניותו ודפוסי עבודתו (ומידע על אודות הוראה של חינוך כלכלי). מידע זה מאפשר לנתח את ההישגים במתמטיקה על פי היבטים שונים שמקורם בתלמיד, בבית הספר ובמערכת החינוך, על מנת להציג תמונה מורכבת ומלאה יותר בדבר הישגיהן של קבוצות שונות באוכלוסייה. מלבד שאלונים אלו ניתנה למדינות האפשרות להעביר שני שאלונים נוספים: שאלון להורי התלמידים שהשתתפו במחקר (לא הועבר בישראל), ושאלון נוסף לתלמיד על מידת נגישותם של אמצעי תקשורת. באמצעות שאלון זה, המכונה ICT (Information and Communication Technologies), נאסף מידע על נגישות המחשבים והשימוש בהם, על עמדות כלליות של התלמידים כלפי השימוש במחשב, ועל מידת הביטחון שהם חשים בעת שהם משתמשים בו. שאלון זה הועבר בישראל בתור החלק האחרון בשאלון לתלמיד.

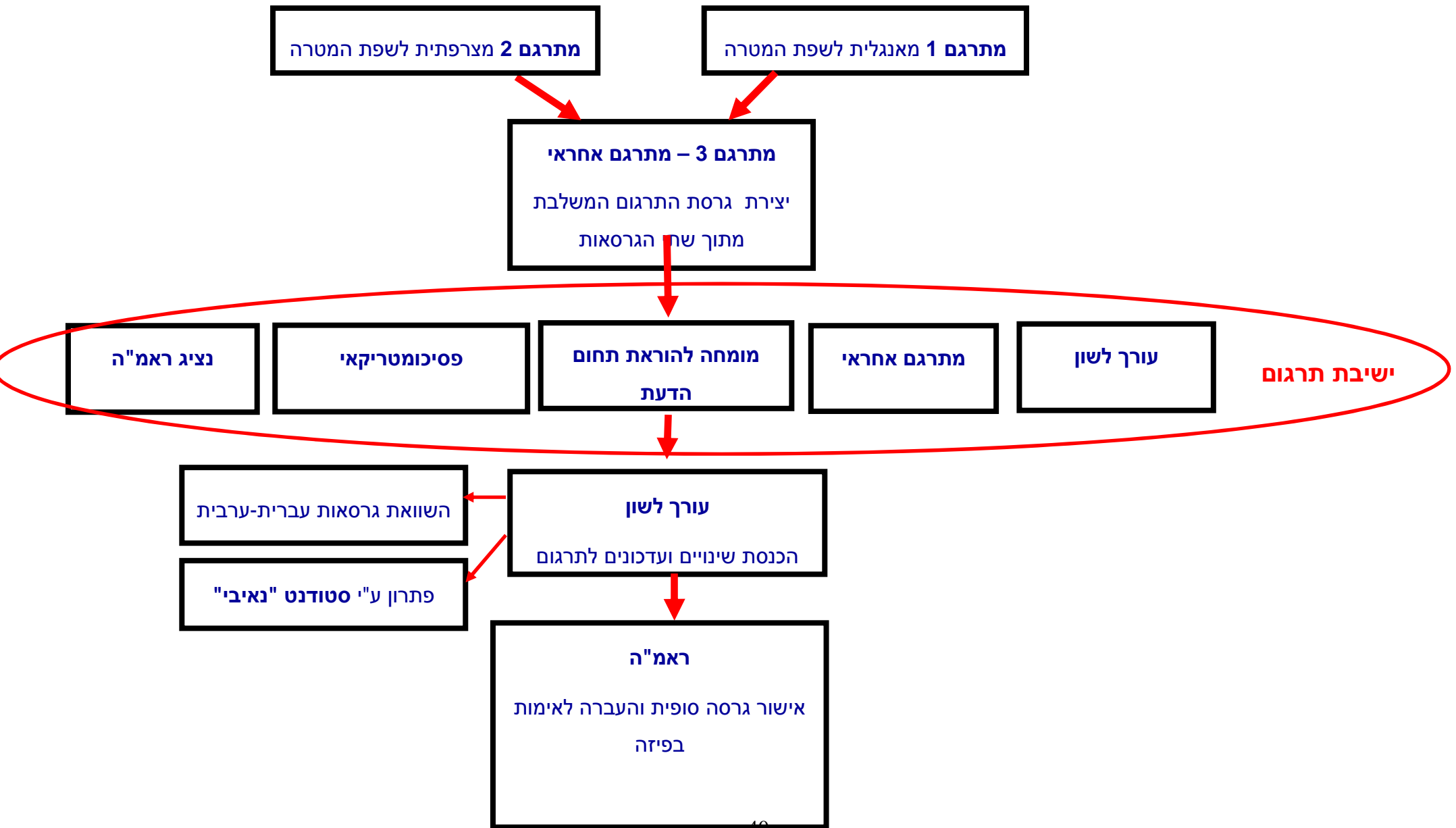
### 3.1.3: הליכי התרגום וההתאמה

כל חומרי המחקר, דהיינו יחידות המבחן ומחווניהן, הנוסחים הממוחשבים, השאלונים והמדריכים להעברת המבחן (מדריך לבוחן ומדריך לאיש הקשר בבית הספר), הופצו למדינות המשתתפות בשתי שפות מקור: אנגלית וצרפתית. במדינות שהשפה בהן אינה אנגלית או צרפתית תורגמו והותאמו המבחנים ושאר חומרי המחקר לשפות המשמשות את התלמידים במערכת החינוך שלהן. בישראל, כל חומרי המחקר, ובהם יחידות המבחן, השאלונים והמדריכים, תורגמו והותאמו משפות המקור - אנגלית וצרפתית - לשתי שפות המטרה - עברית וערבית, שהן שפות ההוראה בבתי הספר בישראל. הליך התרגום נקבע בפירוט על ידי מארגני פיזה, והתרגום וההתאמה לעברית ולערבית נעשו בהתאם להליך זה במקביל ובאופן בלתי תלוי זה בזה. כמו כן, הליך התרגום בישראל לווה בהליכים נוספים של בקרת איכות (כגון שלב הדיון בגרסת מתאם התרגום, בהשתתפות אנשי מקצוע בתחומים השונים, שלב ההשוואה בין התרגום לעברית והתרגום לערבית, ועוד). ההליך המוקפד על שלביו השונים נועד להבטיח את איכות התרגום, את הנאמנות למקור, את שימור המאפיינים התוכניים והפסיכומטריים של יחידות המבחן ושל השאלות (כגון משלב השפה, מורכבות המשפטים ואחידות המסחים בשאלות סגורות), ואת האחידות הסגנונית של יחידות המבחן, וזאת משום שנמצא כי להיבטים אלו השפעה רבה על רמת הקושי של הטקסטים ושל השאלות. **בתרשים 3.1** מוצג ההליך שלפיו תורגמו יחידות המבחנים בישראל, על שלביו השונים. לאחר סיומו של הליך התרגום, ולפני עיצובן הסופי של השאלות ושל יחידות המבחן בכל אחת מן המדינות המשתתפות, ובכללן ישראל, הועברו החומרים המתורגמים למרכז פיזה לשם אימות (ורפיקציה) ולשם בקרה על התרגום ואישור סופי שלו על ידי הארגון הבין-לאומי.

חשוב לציין כי בהליך התרגום וההתאמה של פריטים במבחן הממוחשב לשפות המבחן בישראל קיים קושי נוסף בהתאמת הפריטים לשפות הנקראות מימין לשמאל (כדוגמת עברית וערבית), מאחר שיש לוודא כי כיוון הצגת הרכיבים של כל פריט ופריט וכן הממשק/הדפדפן שבו הפריטים מוצגים מותאמים כולם לכיווני הטקסט (לדוגמה, אם בגרסת המקור תיבת הגרין נמצאת בצד שמאל של המסך והפריטים בצד ימין, בגרסה הישראלית

על הגריין לעבור לצד ימין; ועוד דוגמה קטנה: חץ ימינה בדפי מחשב בשפות הנקראות משמאל לימין מייצג מעבר לעמוד הבא, וממוקם לרוב בצד ימין למטה, ואילו בישראל יש להפוך את כיוונו של החץ ולמקמו. בתחתית הדף בצד שמאל – וכמובן חשוב לוודא כי התוכנה מזהה לחיצה של העכבר על סימן החץ במיקומו החדש). התאמות מסוג זה באות לידי ביטוי גם בהתאמת מנגנון הבדיקה האוטומטי של מקצת הפריטים. לדוגמה, בפריט מסווג זה באות לידי ביטוי גם בהתאמת מנגנון הבדיקה האוטומטי של מקצת הפריטים. להיעשות משמאל לימין או להפך. מכיוון שתלמידים ישראלים מסדרים לעתים רכיבים מימין לשמאל, לפי כיוון הקריאה שהם מורגלים בו, ולעתים משמאל לימין, בהתאם לסדר החשובי של הספרות, נדרשה התאמה בתוכנת הבדיקה האוטומטית כדי שתקבל גם את התשובה ה"הפוכה" כתשובה נכונה. מכלול ההתאמות האלה דרשו מעורבות שוטפת ושלבי בדיקה רבים של תפעול הבחינה הממוחשבת על ידי מרכז המחקר בישראל, וכן שיתוף פעולה מלא של מפתחי התוכנה בארגון הבין-לאומי (שבדרך כלל אינם קוראים עברית או ערבית ואינם יכולים לאתר בכוחות עצמם קשיים אלו בהתאמת המבחן לשפות שמימין לשמאל).

תרשים 3.1: תהליך התרגום שנעשה בישראל לכל אחת משפות המטרה (עברית/ערבית)





## 3.2 המחקר החלוץ

כל יחידות המבחן שפותחו לצורך המחקר הנוכחי, וכן שאלוני הרקע, נוסו במחקר חלוץ נרחב בשנת 2011, כשנה לפני המחקר העיקרי, בכל המדינות המשתתפות, ובהן ישראל. המחקר החלוץ נערך בישראל בחודשים מרץ-אפריל 2011. מבחני המחקר הועברו במדגם של 90 בתי ספר, והשתתפו בהם 2,778 תלמידים - קצתם נבחנו רק במבחן הממוחשב וקצתם הן במבחן הממוחשב והן במבחן המודפס. במהלך המחקר החלוץ, שדמה במבנה ובהליך למחקר העיקרי, הועברו גם השאלונים לתלמידים ולמנהלים. התלמידים ובתי הספר שנדגמו למחקר החלוץ לא היו מדגם מייצג של כלל התלמידים במחזור זה של בני 15. במחקר החלוץ ניתנת גמישות מסוימת למנהלי המחקר בכל מדינה בדגימת בתי הספר. על המדגם לייצג במידה סבירה את אוכלוסיית המטרה ולשרת את מטרות המחקר החלוץ, ובעיקר לאסוף מספר תגובות מספק מתלמידים ברמות בקיאות שונות, לשם איתור תקלות בתרגום והכללת בתי ספר משכבות דגימה שונות באופן שיאפשר לחשוף בעיות לוגיסטיות הקשורות להעברת המחקר.

נתוני המחקר החלוץ עובדו ונותחו במרכז פיזה הבין-לאומי, ונתוני כל מדינה נשלחו למנהלי המחקר הלאומיים שלה. הנתונים כללו את התפלגות התשובות לכל אחת משאלות המבחן, וכן נתונים פסיכומטריים על כל פריט (כגון דרגת הקושי שלו ורמת האבחנה של הפריטים) במדינה עצמה ובממוצע מדינות ה-OECD (בישראל נמסרו נתונים נפרדים בעבור כל אחת משפות המטרה). נתונים אלו אפשרו לבחון את טיב השאלות ברמה הלאומית (בישראל - בכל אחת משפות המבחן) בהשוואה לרמה הבין-לאומית, ולאתר קשיים ושאלות חריגות בנוסחי מדינה נתונה. מנהלי המחקר בכל מדינה נתבקשו לעשות ניתוח פריטים, דהיינו לבדוק את הנתונים הפסיכומטריים של כל פריט, ובמקרה של ממצאים חריגים לעשות בדיקה חוזרת של התוכן והצורה שבהם הוצגו הפריטים שנתונייהם חריגים (למשל, לבדוק אם יש בעיות בתרגום ובהתאמה התרבותית או בהפקה - בעיות דפוס, עיצוב גרפי, בעיות בתצוגה במעבר בפריטים הממוחשבים משפות שמאל-ימין לשפות ימין-שמאל וכיו"ב, בעיות במחווה או בהגדרות של הבדיקה האוטומטית שמקשות או מקלות את קריאת השאלה, הבנתה, פתרונה או בדיקתה באופן נכון).

ברמה הבין-לאומית התבססו עורכי המחקר על נתוני המחקר החלוץ כדי לבחור את השאלות הטובות ביותר לשימוש במחקר העיקרי (למשל, השאלות המבחינות ביותר, שאין בהן הטיות תרבותיות, מגדריות וכיו"ב), תוך שהם מביאים בחשבון את הצורך לבנות מבחן המאזן בין שאלות בעלות דרגות קושי שונות. וכך, על סמך נתוני המחקר החלוץ גיבשו עורכי המחקר, ברמה הבין-לאומית, את חומרי ההערכה הסופיים: חוברות המבחן והשאלונים לתלמיד ולבית הספר.

מטרה נוספת של המחקר החלוץ היא לבדוק את הליך העברת המבחן בכללותו על היבטיו הלוגיסטיים, החל משלב הדגימה, הפנייה לבתי הספר, העברת המבחן ואיסוף הנתונים, ועוד. במקרה דנן, מטרה מרכזית במחקר החלוץ הייתה לבדוק גם את התנהלות המבחן תוך שילוב בין מבחנים מודפסים ומבחנים ממוחשבים, ואת פעולתה התקינה של תוכנת המבחן הממוחשב. בישראל נבדקה היכולת להעביר מבחן ממוחשב בבתי הספר בישראל תוך הישענות על תשתיות החומרה והתוכנה הקיימות בבתי הספר.

בעקבות ניתוח התוצאות של המחקר החלוץ בישראל אותרו מספר קשיים בהפקה ובעיצוב, בעיות בהתאמה התרבותית בנוסחים בעברית ובערבית, ואף כמה קשיים ובעיות לשוניות בשאלות בנוסחים בעברית ובערבית שהושאלו ממחזורים קודמים של מחקר פיזה. כל אלה תוקנו לקראת המחקר העיקרי. קושי מרכזי שעלה מהמחקר החלוץ בישראל היה השונות הגדולה בתשתיות המחשבים (חומרה ותוכנה) בבתי הספר. במקצת בתי הספר היה קשה מאוד להסתמך על המחשבים לשם העברת המבחנים הממוחשבים. לנוכח זאת, לקראת המחקר העיקרי הוחלט במרכז המחקר הלאומי (ראמ"ה) לספק לבתי הספר מעבדות מחשבים ניידות ביום ההיבחנות.

### 3.3: המחקר העיקרי

השלב העיקרי במחקר פיזה 2012 - שלב העברת המבחנים והשאלונים הנלווים אליהם - נעשה בבתי הספר בישראל בחודשים מרץ ואפריל 2012. ההכנות לביצוע המחקר החלו, כאמור, שנתיים קודם לכן, וכללו בין היתר הכנה ותרגום של חומרי המחקר, הפקת המבחנים והשאלונים, הכנת נוסחי המבחנים הממוחשבים בעברית ובערבית ועריכת מחקר החלוץ. שלבי המחקר העיקרי כללו את העברת המבחנים והשאלונים למדגם מייצג של בתי ספר ותלמידים, בדיקת המבחנים וציינונם, עיבוד הנתונים וניתוחם, ופרסום הנתונים על ידי ה-OECD (בישראל - על ידי ראמ"ה). במחקר פיזה 2012 פורסמו הנתונים בדצמבר 2013. להלן יפורטו השלבים המרכזיים בביצוע המחקר העיקרי.

#### 3.3.1: דגימה

##### אוכלוסיית המטרה

אוכלוסיית המטרה במחקר פיזה היא תלמידים בני 15 (ליתר דיוק, תלמידים שגילם נע בין 15 ושלושה חודשים ל-16 וחודשיים), הלומדים במוסד חינוכי כלשהו במדינה נתונה. למעשה, פיזה הגדירו את אוכלוסיית היעד של המחקר כך: כל בני 15 הלומדים במוסד חינוכי, חינוכי-למחצה או הכשרתי (כגון במוסדות לחונכות מקצועית-תעשייתית, פנימיות, בתי ספר בין-לאומיים, וכיו"ב) - בין שהלימודים בו הם במתכונת מלאה ובין שהם במתכונת חלקית; בין שהם במסגרת פרטית ובין שהם במסגרת ציבורית; בין שהלימודים הם בפיקוח וניהול ישירים של משרד החינוך במדינה נתונה ובין שהם מנוהלים על ידי משרדים ממשלתיים או גופים אחרים (כגון רשויות מחוזיות, רשויות מקומיות, רשויות דת, ועד מנהל, ועד נאמנים, ועד הורים); בין שהלימודים בו מבוססים על תכנית לימודים מוסכמת על ידי המדינה ובין שאינם כאלה; בין שבתי הספר מיועדים לתלמידים רגילים ובין שהם מיועדים לבעלי צרכים מיוחדים (כגון בתי ספר לחינוך מיוחד, בתי ספר לתלמידים המאושפזים בבתי חולים, וכיו"ב). הסיבה שארגון ה-OECD מעוניין להכליל מוסדות חינוך מכל הסוגים והזרמים הקיימים במדינה נתונה קשורה לתפיסה הרעיונית של מחקר פיזה. כזכור, המחקר מבקש לבדוק באיזו מידה אזרחים צעירים (בני 15) רכשו את הכלים הנחוצים לשם השתלבות מוצלחת ואפקטיבית בחברה בוגרת, ובאיזו מידה הם "מוכנים לחיים" במדינה מפותחת מבחינה כלכלית (ועל פי רוב מדינה בתרבות מערבית, כמו רוב מדינות ה-OECD), ולא באיזו מידה הם רכשו את הידע הקוריקולרי המוגדר בתכנית לימודים זו או אחרת, כוללת או ייחודית, במדינה נתונה. לפיכך, הבדיקה אינה מתמקדת רק במערכות החינוך הפורמליות או בתכנית לימודים ספציפית, אלא בודקת את

תמונת המצב במדינה באופן כללי. מסיבה זו גם ההתמקדות היא בשכבת גיל ולא בשכבת כיתה. ואכן, בני 15 עשויים ללמוד בדרגות כיתה שונות במדינות השונות, ואף בדרגות כיתה שונות בתוך בית ספר נתון. התבססות על גיל המשתתפים ולא על דרגת הכיתה מאפשרת השוואות בין-לאומיות תקפות יותר. אילו התבססה אוכלוסיית המחקר על דרגת כיתה ולא על גיל, היה קושי מסוים לעשות השוואות בין-לאומיות, שכן יש שונות רבה בין מדינות בכל הנוגע לגיל שבו מתחילים לימודי החובה בבית הספר, וכן במדיניות של השארת כיתה. אם כן, אוכלוסיית הנבחנים בישראל שהוגדרה לצורך מחקר פיזה 2012 כללה את כל התלמידים בני 15 (למעשה את כל ילידי 1996) שלומדים במוסד חינוכי כלשהו בישראל<sup>25</sup>.

### מסגרת הדגימה

מסגרת הדגימה נבנתה מתוך אוכלוסיית המטרה. כדי להבטיח כיסוי טוב ככל האפשר של אוכלוסיית המטרה בכל מדינה משתתפת (וכך להבטיח את תקפות ההשוואה בין ההישגים בכל המדינות המשתתפות), ניתנת למדינות אפשרות לפטור מאוכלוסיית המחקר עד 5% מהתלמידים שבאוכלוסיית המטרה, אם באמצעות הוצאת בתי ספר מן המחקר ואם באמצעות הוצאת תלמידים בתוך בתי ספר שנדגמו להשתתף במחקר, כדלהלן:

1. **הוצאת בתי ספר ממסגרת הדגימה:** הגדרות המחקר מציבות כללים ברורים בדבר הוצאת מוסדות חינוך שלמים ממסגרת הדגימה. בכל מדינה אפשר להוציא ממסגרת זו בתי ספר שאינם נגישים (בשל ריחוק גאוגרפי, למשל). בדרך זו אפשר לפטור עד 0.5% מאוכלוסיית היעד. נוסף על כך אפשר לפטור עד 2% מאוכלוסיית המטרה, על ידי הוצאת ממסגרת הדגימה של בתי ספר שכלל תלמידיהם פטורים מלהשתתף בבחינה (ראה בסעיף הבא כללים למתן פטור לתלמיד), כגון בתי ספר לחינוך מיוחד, שכלל תלמידיהם הם בהגדרה בעלי צרכים מיוחדים; מוסדות אולפן, שבהם בהגדרה כלל התלמידים אינם שולטים בשפת הבחינה, וכיו"ב. על פי כללים אלו אפשר אפוא לפטור מן המחקר עד 2.5% מאוכלוסיית התלמידים באמצעות הוצאת בתי ספר ממסגרת הדגימה. בישראל הוצאו לפי סעיף זה בתי ספר של החינוך המיוחד ובתי ספר שנמצאים במוסדות רפואיים, ובסך הכול, שיעור התלמידים שהוצאו ממסגרת הדגימה בישראל בשלב זה עמד על 2.46%.

2. **הוצאת תלמידים בתוך בתי ספר:** כל מדינה רשאית להוציא עוד 2.5% מהתלמידים בני 15 בתוך בתי הספר שנדגמים למחקר. על פי כללי פיזה אפשר לפטור תלמידים המשתייכים לאחת מקטגוריות אלו: בעלי ליקויים גופניים שאינם מאפשרים להם להיבחן ולהשתתף במחקר, בעלי ליקויים שפתיים או לימודיים/קוגניטיביים שאינם מאפשרים להם להיבחן במשך שעות עבודה עצמם ללא כל התאמות או תנאים מיוחדים (כגון תלמידים בעלי צרכים מיוחדים, ובכלל זה תלמידים הזכאים לתמיכה מתכנית השילוב - תלמידי חינוך מיוחד המשולבים בבתי ספר רגילים), ותלמידים בעלי מגבלה שפתית (כגון מהגרים, ובישראל - עולים חדשים, שטרם רכשו את היכולת לקרוא ולכתוב בשפת הבחינה). בישראל הוצאו ממסגרת הדגימה על פי סעיפים אלו עוד 150 תלמידים - 1.67% מהתלמידים שבאוכלוסיית המטרה (ראה להלן ההשתתפות בפועל). בסך הכול הוצאו ממסגרת הדגימה בישראל 4.13% מהתלמידים בני 15.

<sup>25</sup> להוציא את התלמידים הערבים במזרח ירושלים, שאינם נכללים באוכלוסיית המטרה של המחקר מאז מחזור המחקר הראשון.

האוכלוסייה של בני 15 בישראל הוערכה ב-118,953 ילדים. על פי הרישומים נמצא כי מתוכם 113,278 משולבים במסגרות חינוכיות. כיסוי אוכלוסיית בני 15 בישראל המשולבים במוסדות לימוד (על פי הגדרות פיזה) עומד אפוא על כ-95%.

### המדגם והליך הדגימה למחקר פיזה 2012 בישראל

שיטת הדגימה במחקר פיזה מוכתבת על ידי הארגון הבין-לאומי ונתונה לפיקוחו, והוא אף שעושה בפועל את הדגימה עצמה, באמצעות תוכנה ייעודית. מדגם פיזה הוא מדגם דו-שלבי, דהיינו בשלב הראשון נדגמים בתי ספר, ובשלב השני נדגמים תלמידים בתוך כל בית ספר שנדגם, כמפורט להלן:

1. **דגימת בתי ספר:** בכל מדינה נעשתה דגימת בתי הספר על ידי מארגני מחקר פיזה, מתוך רשימת בתי הספר שסיפק להם מרכז המחקר הלאומי של המדינה, וזאת בשיטה של דגימת שכבות (ראה להלן). הקביעה של שכבות הדגימה והדגימה בנפרד מכל שכבה נועדה להבטיח ייצוג הולם של כל שכבה במדגם על מנת שהמדגם ייצג כהלכה את אוכלוסיית המטרה. ייצוגיות המדגם משתפרת כאשר מספר המוסדות הנדגם בכל שכבה הוא ביחס ישר לגודלה היחסי של השכבה באוכלוסייה. השכבות יכולות להיות לפי מגדר, מגזר שפה, מצב כלכלי, זרם חינוכי (בתי ספר פרטיים/ציבוריים, בתי ספר בעלי השקפת עולם דתית/חילונית, בית ספר חונכות/רגיל, וכיו"ב), סוג המוסד וגודלו (חטיבת ביניים, תיכון, בית ספר גדול/בינוני/קטן), וכדומה. השכבות הרלוונטיות לכל מדינה עשויות אפוא להיות שונות, והן גובשו על ידי אנשי מרכז המחקר הלאומי של כל מדינה במשותף ובהתייעצות עם מארגני פיזה. סיכויי הדגימה של כל בית ספר במדינה נתונה נקבעים באופן פרופורציונלי למספר "תלמידי פיזה" הלומדים בו (תלמידים בני 15 בשעת עריכת המחקר): ככל שמספרם של בני 15 במוסד נתון היה רב יותר, כך גדל הסיכוי שהוא יידגם למחקר.

2. **דגימת התלמידים בתוך בית ספר שנדגם:** בעבור כל בית ספר שעלה במדגם הוכנה רשימת "תלמידי פיזה" (במחקר 2012 בישראל מדובר, כאמור, על כל ילידי שנת 1996), ומתוכה נדגמו באקראי 43 תלמידים<sup>26</sup> (אם היו כמספר הזה תלמידי פיזה בבית הספר), או פחות (כמספר "תלמידי פיזה" באותו בית ספר). מחד גיסא, הסיכוי של בית ספר להידגם למחקר גדול יותר ככל שבית הספר "גדול יותר" (כלומר יש בו יותר תלמידי פיזה), ומאידך גיסא הסיכוי של תלמיד בבית ספר שנדגם להידגם למחקר גדול יותר ככל שבית הספר שלו "קטן יותר" (יש בו פחות תלמידי פיזה). לכן, ברמה הארצית, לכל תלמיד שנכלל במסגרת הדגימה יש למעשה סיכויים שווים להידגם למחקר.

בתום השלב של דגימת התלמידים ניתנה לכל בית ספר אפשרות לבקש לפטור תלמידים שנדגמו מלהשתתף במחקר. כאמור, בקשה כזו היה אפשר להגיש בעבור תלמידים עולים חדשים (פחות משנה בארץ) ותלמידים בעלי ליקויים גופניים או קוגניטיביים שאינם מאפשרים להם להיבחן במשך שעותיים בכוחות עצמם (ללא כל

<sup>26</sup> במדינות רבות עמד מספר התלמידים הנדגמים במחקר על 35 בכל בית ספר. בישראל הוגדל מספר זה כדי להבטיח מראש מספר מספיק של משתתפים במחקר, במקום להגדיל את מספר בתי הספר הנדגמים. הצורך בזה נבע מן הספק בדבר השתתפותם של תלמידי המגזר החרדי.

תנאים מותאמים). כמוסבר לעיל, לכל מדינה ניתנה אפשרות לפטור מהמבחן, בתוך בתי הספר שנדגמו, עד 2.5% מהתלמידים שבמדגם. על פי כלל זה היה אפשר אפוא לפטור מן ההשתתפות במחקר עד תלמיד אחד בממוצע בכל בית ספר שנדגם למחקר.

### שכבות הדגימה

לפני הדגימה יש לסווג את בתי הספר לשכבות הדגימה, כמתואר לעיל. שכבות אלו נקבעות בדרך כלל על פי משתנים שידוע (או שיש סיכוי סביר) כי יש להם קשר להישגים לימודיים. בתי הספר מחולקים לשכבות דגימה גלויות וסמויות. דוגמה למשתנה שכבה גלוי בישראל הוא מגזר שפה - בתי ספר דוברי עברית לעומת בתי ספר דוברי ערבית. דוגמה למשתנה שכבה סמוי בישראל (כמו במדינות רבות נוספות) הוא המצב החברתי-כלכלי של תלמידי בית הספר<sup>27</sup>. שכבות הדגימה הסמויות עוזרות למיין את בתי ספר בתוך כל קבוצה של שכבת דגימה גלויה. השכבות השונות אשר שימשו במחקר פיזה 2012 מוצגות להלן **בלוח 3.1**.

**לוח 3.1: שכבות הדגימה במחקר פיזה 2012 בישראל**

שם שכבת הדגימה	סוג שכבת הדגימה	רמות בתוך השכבה
מגזר שפה	גלויה	עברית; ערבית
מגדר	גלויה	בנות; בנים
סוג פיקוח (בבתי ספר דוברי עברית)	גלויה	ממלכתי; ממ"ד; חרדי
קבוצה אתנית (בבתי ספר דוברי ערבית)	גלויה	ערבי; דרוזי; בדואי
משרד מפקח	גלויה	משרד החינוך; משרד התמ"ת
סוג בית הספר	סמויה	חט"ב בלבד; תיכון בלבד; מעורב
גודל בית הספר	סמויה	גדול; קטן
מצב חברתי-כלכלי	סמויה	גבוה; בינוני; נמוך
מחוז מינהלי גאוגרפי	סמויה	צפון; דרום

בתי ספר שרוב תלמידיהם דוברי עברית נקראים בדוח זה "בתי ספר דוברי עברית", ובתי ספר שרוב תלמידיהם דוברי ערבית נקראים "בתי ספר דוברי ערבית". חלוקה זו תואמת כמעט תמיד גם את שפת המבחן (בתי ספר דוברי עברית נבחנו במבחן פיזה בעברית ובתי ספר דוברי ערבית נבחנו במבחן פיזה בערבית). בתי ספר דוברי עברית כוללים מוסדות שחולקו לשכבות לפי סוג פיקוח (מייצג סוג פיקוח חינוכי עיקרי ומגדר הלומדים במוסד): ממלכתי, ממלכתי-דתי (בנות, בנים או מעורב) וחרדי על כל זרמיו והגדרותיו<sup>28</sup> (בנות, בנים ומעורב), ומוסדות חינוך/לימוד בפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר משרד התמ"ת). בתי ספר דוברי ערבית כוללים מוסדות בפיקוח משרד החינוך שחולקו לשכבות לפי מגזר: ערבי, דרוזי ובדואי, ומוסדות בפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר משרד התמ"ת).

<sup>27</sup> המצב החברתי-כלכלי של בתי הספר בישראל מחושב על פי מדד שטראוס - מדד טיפוח בית-ספרי המשמש את משרד החינוך. המדד הבית-ספרי הוא ממוצע המחושב על פי מדד הטיפוח של כל תלמידי בית הספר (לא רק של תלמידי פיזה הלומדים בו). בתי ספר דוברי עברית חולקו על ידי מרכז המחקר הלאומי לשלוש רמות של המדד (נמוכה, בינונית וגבוהה), ואילו בתי ספר דוברי ערבית חולקו לשתי רמות של המדד (נמוכה ובינונית). מדד הטיפוח (מדד "שטראוס") כולל מרכיבים המשקפים היבטים כלכליים ודמוגרפיים אישיים (כגון רמת ההשכלה של ההורים, סטטוס עלייה) ובית-ספריים (ההכנסה החציונית של תלמידי בית הספר ופריפריאליות).

<sup>28</sup> בתי ספר אלו יכולים להיות מוכרים ושאינם מוכרים, להיות תחת הגדרה של מוסדות פטור, מוסדות חינוך רשמיים ושאינם רשמיים, כוללים, ישיבות, אולפנות וכיו"ב.

## שיעורי ההשתתפות

על פי התקנים של מחקר פיזה נדרש מדגם של לפחות 150 בתי ספר ו-5,000 תלמידים בכל מדינה. במדגם כזה מובטח כי המדדים הסטטיסטיים השונים יהיו יציבים וכי טעות המדידה של אינדיקטורים שונים לא תעלה על ערכים מקובלים. חשוב לציין כי גודל זה של מדגם מיועד לכל המדינות המשתתפות, בין שמדובר במדינה גדולה כמו ארצות הברית ובין שמדובר במדינה קטנה כמו לוקסמבורג או ישראל. נוסף על כך, כדי להיכלל בממצאי מחקר פיזה נדרש שיעור השתתפות של לפחות 85% מתוך בתי הספר שעלו במדגם, ושיעור השתתפות של לפחות 80% מהתלמידים (מתוך התלמידים שנדגמו ולא קיבלו פטור מהשתתפות בבחינה). בית ספר נחשב "משתתף" אם לפחות 50% מהתלמידים שנדגמו בו השתתפו בפועל בבחינה. תלמיד נחשב משתתף אם השיב ולו תשובה אחת בחוברת הבחינה. כאשר בית ספר שעלה במדגם מסרב להשתתף או מנוע מכך מסיבות כלשהן, מארגני פיזה מאפשרים להחליפו בבית ספר אחר התואם אותו מבחינת מאפייניו. בית ספר כזה נדגם מראש, מתוך אותה שכבת דגימה גלויה, כך שיהיה בעל מאפיינים דומים מבחינת שכבות הדגימה הסמויות.

### לוח 3.2: תיאור המשתתפים במסגרת הדגימה במדגם ובמחקר בפועל (באחוזים מעוגלים)

סך הכול כלי	בתי ספר דוברי ערבית						בתי ספר דוברי עברית								מסגרת הדגימה
	סה"כ	תמ"ת	בדואי	דרוזי	ערבי	סה"כ	תמ"ת	חרדי מעורב <sup>1</sup>	חרדי בנים	חרדי בנות	ממ"ד- מעורב	ממ"ד- בנים	ממ"ד- בנות	ממלכתי	
2,535	366	20	71	30	245	2,169	44	181	669	333	91	147	131	573	מספר בתי"ס
112,252	25,190	1,275	4,877	2,394	16,644	87,062	1,285	85	8,825	8,271	3,296	5,611	6,227	53,462	מספר התלמידים
100%	22%	1%	4%	2%	15%	78%	1%	0%	8%	7.5%	3%	5%	5.5%	48%	שיעור התלמידים
172	39	2	8	4	25	133	3	0	3	16	4	11	11	85	מספר בתי"ס במדגם בפועל
5,055	1,161	47	211	125	778	3,894	58	0	73	521	110	311	324	2,497	מספר התלמידים שהשתתפו
100%	23%	1%	4%	3%	15%	77%	1%	0%	1.5%	10.5%	2%	6%	6.5%	49.5%	שיעור התלמידים שהשתתפו

<sup>1</sup> מוסדות חרדיים שלומדים בהם תלמידים שאינם בהכרח חרדיים. בתי ספר אלו לא היו במדגם בפועל מאחר שלא נמצאו בהם תלמידי פיזה.

**לוח 3.2 מוצגים מספרם ושיעורם (באחוזים מעוגלים) של בתי הספר והתלמידים במסגרת הדגימה, ובמדגם בפועל לפי שכבות הדגימה השונות בישראל. יש לזכור כי מספרי המשתתפים בפועל מתייחסים למי שהשתתפו רק בחלקים הבודקים את שלושת תחומי האוריינות הקבועים במחקר, ואינם כוללים את התלמידים שהשיבו על חוברות הבחינה באוריינות כלכלית (ראה לעיל פירוט והסבר על אודות 4 חוברות הבחינה שכללו יחידות באוריינות כלכלית). כך גם הדיווח על ההישגים שיוצגו בפרקים הבאים מתבסס רק על מדגם זה של תלמידים.**

**השתתפות בתי הספר:** מתוך 186 בתי ספר שהיו אמורים להשתתף במחקר פיזה, רק 172 השתתפו בפועל. מתוך 186 בתי הספר שעלו במדגם, 20 סירבו להשתתף, מרביתם בתי ספר חרדיים לבנים<sup>29</sup>. 14 בתי ספר לא השתתפו ולא נמצא להם מחליף (כולם מוסדות חינוך חרדיים לבנים), ואילו ל-6 בתי ספר אחרים שסירבו

<sup>29</sup> הסירוב של מוסדות החינוך החרדיים לבנים הוא גורף. הוא נקבע על ידי מנהיגי הקהילה החרדית ואינו נתון לשיקול הדעת של בתי הספר עצמם. שלושה מוסדות חינוך חרדיים לבנים שכן הסכימו להשתתף במחקר הם בתי ספר יוצאי דופן מבחינה תרבותית וערכית. עוד על האתגרים שבשיתוף האוכלוסייה החרדית במחקר פיזה ראה בסעיף 3.4.1.

להשתתף נמצאו מחליפים (מתוכם 2 מוסדות חרדיים לבנים ו-2 מוסדות חרדיים לבנות). ב-172 בתי הספר שנדגמו, נדגמו 6,877 תלמידים שהיו אמורים עקרונית להשתתף במחקר פיזה. נתונים אלו מלמדים כי בישראל רמת ההיענות של בתי הספר להשתתפות במחקר גבוהה יחסית, והסירוב להשתתף נובע בדרך כלל מטעמים ערכיים-אידיאולוגיים.

**השתתפות התלמידים:** 6,877 תלמידים נדגמו להשתתף במחקר. מתוכם, 150 תלמידים קיבלו פטור מהשתתפות במבחן מסיבות שונות, כגון ליקוי למידה או ליקוי גופני, וכן היו מספר תלמידים שעזבו או עברו לבית ספר אחר קודם למועד המחקר. לאחר הוצאת התלמידים הללו, נותרו במדגם 6,727 תלמידים. התלמידים חולקו לשתי קבוצות. 5,594 נועדו להיבחן בשלושת תחומי האוריינות הקבועים: מתמטיקה, מדעים וקריאה, ושאר 1,133 התלמידים נועדו להשיב על חוברות המבחן באוריינות כלכלית, והתוצאות ידווחו על ידי פיזה במועד מאוחר יותר. מתוך 5,594 התלמידים שנדגמו להשיב על המבחנים ה"רגילים", 5,055 השתתפו בפועל במבחן. דהיינו, שיעור ההשתתפות ברמת התלמיד עמד בישראל על כ-90% (5,055 תלמידים השתתפו מתוך 5,594 שנדגמו). ככלל, שיעור זה היה דומה בכל שכבות הדגימה, והוא דומה לשיעורי ההשתתפות של תלמידים בישראל במחקרים בין-לאומיים ובמבחנים רחבי היקף המועברים במערכת החינוך על ידי ראמ"ה, כגון מבחני המיצ"ב בכיתות ה' ובכיתות ח'.

מתוך 5,594 התלמידים שנדגמו להיבחן בשלושת תחומי האוריינות הקבועים, 2,962 נדגמו להשתתף גם במבחן הממוחשב (שהתקיים מאוחר יותר באותו היום). בפועל השתתפו במבחן הממוחשב 2,555 תלמידים, היינו שיעור השתתפות של כ-86%.

עוד עולה מהלוח כי שיעור התלמידים שהשתתפו בפועל במחקר, בכל שכבות הדגימה, דומה למדי לשיעורם במסגרת הדגימה. יוצאי דופן הוא שיעור המשתתפים הנמוך בקרב הבנים החרדיים (1% משתתפים לעומת 8% במסגרת הדגימה, כלומר רק כ-12% מהתלמידים בשכבת דגימה זו השתתפו בפועל במחקר - ראה הערה 12). תהליך המשקול, המתואר בהרחבה בתיבה 3.12, אינו יכול לפתור את הבעיה הנובעת ממיעוט קיצוני כזה של תלמידים במדגם. כך, נתוני מיעוט זה אינם יכולים לשמש בסיס לאומדן ההישגים של כלל שכבת הבנים החרדיים. זאת ועוד: מעט בתי הספר החרדיים לבנים שהשתתפו במחקר אינם מייצגים מבחינה חינוכית ותרבותית את כלל שכבת הבנים החרדיים. לנוכח קושי זה לא יוצגו בהמשך הדוח ההישגים של שכבת הבנים החרדיים בתור קבוצה נבדלת ומופרדת, ולא ייעשו השוואות אליה (ראה בהמשך הפרק, בחלק העוסק בקושי לשלב את מוסדות הפיקוח החרדי במחקר פיזה).

### 3.3.2: הליך איסוף הנתונים - ההיבחנות

כל בית ספר שנדגם להשתתף במחקר קיבל על כך הודעה רשמית מנציגי ראמ"ה בפנייה אישית למנהל בית הספר כחודשיים לפני עריכת המחקר, ובמכתב מטעם ראמ"ה. מנהלי בתי הספר נתבקשו למנות איש קשר מטעם, לרוב מורה מנוסה מהצוות החינוכי בבית הספר או דמות פדגוגית-ניהולית בבית הספר (כגון רכז שכבה, רכז פדגוגי, סגן מנהל). איש הקשר היה מופקד על הארגון הלוגיסטי של עריכת המחקר בבית הספר, ובכלל זה תיאום מועד לקיום המבחן, הקצאת חדרים מתאימים, הכנת רשימה של תלמידים בעלי צרכים מיוחדים, הודעה

לתלמידים שנדגמו על השתתפותם במחקר, וכיו"ב פעולות לתיאום העברת המחקר. המחקר הועבר בימים שונים בחודשים מרץ-אפריל 2012, ובתי הספר יכלו לבחור את יום המחקר מתוך כמה ימים אפשריים.

המבחנים והשאלונים הועברו בבתי הספר בשעות הבוקר על ידי בוחנים ייעודיים חיצוניים, שהוכשרו מטעם מרכז המחקר בישראל לפי הנחיות שסיפקו מארגני המחקר. ביום שנקבע, בכל בית ספר משתתף חולקו התלמידים לשתי כיתות בחינה, ובכל אחת מהן נכחו שני מנהלי מחקר מטעם ראמ"ה (להלן "בוחנים"). יש להזכיר כי מכיוון שהבחינה נועדה לתלמידים בני 15, הנבחנים בבית ספר נתון היו עשויים להיות מכיתות אם שונות ומדרגות כיתה שונות. יום המחקר חולק לשלושה חלקים. בחלק הראשון הועברו המבחנים המודפסים, לאחר מכן הועברו השאלונים, ובסוף יום המחקר הועברו המבחנים הממוחשבים. בתחילת הבחינה הקריאו הבוחנים לתלמידים הוראות אחידות (ההוראות סופקו על ידי מארגני המחקר ותורגמו לשפות המבחן השונות מבעוד מועד). כל אחד מהתלמידים קיבל לידי את חוברת המבחן (אחת מהחוברות 1-17) שהוקצתה לו מראש באקראי (באמצעות תוכנה של פיזה)<sup>30</sup>. לתלמידים הוקצו שעתיים להשיב על שאלות המבחן, והם נתבקשו שלא לעזוב את הכיתה לפני תום הזמן הקצוב גם אם סיימו להשיב על השאלות. אחר כך ניתנה לתלמידים הפסקה קצרה, ולאחריה חולקה להם חוברת השאלון לתלמיד, שאף היא הוקצתה מראש (כאמור, היו שלושה נוסחים של שאלון לתלמיד), והוקצו להם 35 דקות להשיב על השאלות. עם תום מילוי השאלון לתלמיד שוחררו מקצת הנבחנים. השאר (עד 18 תלמידים בכל בית ספר) יצאו להפסקה של חצי שעה ולאחריה נבחנו במבחנים הממוחשבים.

המבחנים הממוחשבים הועברו באמצעות יישום ייעודי שהוכן על ידי פיזה. היישום הותקן על גבי "דיסק-און-קי" (להלן "דיסקון") שהותקן, נבדק והורץ מבעוד מועד, כך שהמבחן הממוחשב היה מוכן להרצה ברגע שהתלמידים נכנסו לכיתה המבחן. בישראל הם הועברו על גבי מחשבים ניידים שהובאו והוכנו מראש. המחשבים הניידים סופקו ע"י מינהל תקשוב ומערכות מידע של משרד החינוך, כך שלא היה צורך להסתמך על מעבדות המחשבים של בתי הספר (לעומת המחקר החלוץ, שבו התגלתה בעיה עקב היעדר מחשבים העונים על התקן הנדרש במבחן). מערך המחשבים הניידים ותוכנת המבחנים הותקנו בזמן שהתלמידים נבחנו במבחן המודפס, ותפעולם הופקד בידי הבוחנים בצירוף טכנאי מחשבים חיצוני של מינהל התקשוב. עם תחילת המבחן זוהה כל תלמיד באמצעות הזנת קוד אישי ספציפי שהוכן מבעוד מועד, ומשם עבר לשלב היכרות עם סביבת המבחן הממוחשב. ההיכרות וההסברים על המבחן נמשכו 15 דקות, ולאחריהם החל המבחן גופא, שנמשך 40 דקות. כמו במבחן המודפס, גם כאן נשארו התלמידים בכיתה בכל 40 הדקות, גם אם סיימו את המבחן לפני תום הזמן. בתום 40 הדקות הסתיים המבחן אוטומטית, גם אם התלמיד היה בעיצומו, והדיסקונים נאספו בידי המשגיחים והועברו למרכז המחקר הלאומי בישראל. בסוף כל יום נפרקו קובצי התגובות של הנבחנים מכל בתי הספר שנבחנו באותו יום, לאחר מכן נבדקו (כדי לוודא שאין בהם פגמים טכניים) והועברו (באמצעות האינטרנט למרכז המחקר הבין-לאומי).

<sup>30</sup> מתוך 17 החוברות הוקצו לנבחנים החרדים רק שלוש, שבהן היחידות במדעים אינן כוללות פריטים הנוגדים את ערכיהם.



בכל מדינה מינו מארגני פיזה בֶּקֶר איכות לאומי. הבֶּקֶר הוכשר באמצעות חומרי קריאה רלוונטיים שנשלחו אליו. הוא נכח במהלך הכשרת הבוחנים וביקר ב-7 בתי ספר שנדגמו באקראי על ידי מארגני פיזה לצורך בקרה על נוהלי העברת המבחן ועל תפקוד הבוחנים בבתי הספר, וזאת בלי שזהות בתי הספר שבהם ביקר הייתה ידועה לצוות המחקר בישראל. הבֶּקֶר מילא דוחות מפורטים על התנהלות הבחינה בכל אחד מבתי הספר והעבירם ישירות למארגני פיזה. כמו כן נעשו בקורות מטעם החברה הזכייתית של ראמ"ה שהעבירה את המבחנים בפועל בעבורה, ובקורות פתע מטעם נציגי ראמ"ה שביקרו במספר רב של בתי ספר בעת המחקר. ככלל, המבחנים התקיימו כסדרם ולא נצפו בעיות מיוחדות ו/או חריגות יוצאות דופן מן הנהלים.

### **3.3.3: בדיקת המבחנים, קידודם (הציון) וטיוב הנתונים**

בתום השלב של העברת המבחנים ואיסופם למרכז המחקר בישראל, החל שלב בדיקת המבחנים וציון התגובות של הנבחנים. הבודקים הוכשרו לבדיקת מבחני פיזה על פי מדריך הקידוד (המחווה) של המבחנים, שתורגם מבעוד מועד לשתי שפות המטרה – עברית וערבית. בודקי המבחנים – סטודנטים במקצועות רלוונטיים – עברו תהליך מיון מטעם מרכז המחקר הלאומי בישראל (ראמ"ה), שכלל משימת בדיקה של מבחנים דמויי פיזה. לקראת הבדיקה עצמה נסרקו מחברות הבחינה, ותוצרי הבדיקה הדיגיטליים נשלחו למרכז פיזה הבין-לאומי. שם הם הוטענו למערכת תוכנה שתמכה בבדיקה הממוחשבת של המבחנים ובניהול הבדיקה בכללותה. התשובות שנאספו במבחנים הממוחשבים, שהיו ממילא דיגיטליות, הוטענו אף הן במרכז פיזה הבין-לאומי לאותה תוכנה תומכת בדיקה (התשובות על פריטים סגורים או פתוחים למחצה נבדקו באופן אוטומטי). באמצעות פלטפורמת הבדיקה הזינו הבודקים למחשב את מספר התשובה שבחרו הנבחנים בפריטים הסגורים, ובפריטים הפתוחים הם בדקו (וקודדו) את התשובות והזינו למחשב את הקוד שבו בחרו. בזכות תוכנה זו נעשתה בדיקה רוחבית של הפריטים הפתוחים, כלומר תשובותיהם של נבחנים שונים על פריט מסוים נבדקו בזו אחר זו. הדבר אפשר לבודקים "להתמחות" בכל פעם ביחידה אחת ובפריט אחד ומנע הטיות, שכן בדרך זו הבודק לא היה יכול להיות מושפע ממידת הצלחתו של הנבחן בפריטים אחרים, וכך הבדיקה הייתה מהימנה יותר. לאחר קבלת הדרכה על מקבץ שאלות הוקצו לבודקים באקראי תשובותיהם של הנבחנים על פריט נתון, וכל אחד מהם בדק באופן סדרתי מספר רב של תשובות (של תלמידים שונים) על שאלה נתונה.

תוכנת הבדיקה הייעודית סייעה גם לאתר בזמן אמת חריגות בבדיקה או בודקים חורגים, ואפשרה למנהל הבדיקה מטעם מרכז המחקר בישראל לנטר את התקדמות הבודקים והבדיקה ולטייב את נתוני הבדיקה. במידת הצורך נעשתה בדיקה חוזרת של יחידות מבחן שנתגלתה בהן חריגה בבדיקה וכיו"ב. הנתונים נאגרו באופן אוטומטי במחשבים של מרכז הבדיקה הבין-לאומי.

### **בדיקת המהימנות בין שופטים**

מתוך 125 שאלות פתוחות שנבדקו, כ-88 הוגדרו על ידי פיזה "מורכבות" (שבדיקתן מורכבת יותר). בשאלות אלו נעשה הליך של בדיקת מהימנות בין שופטים כדי לוודא כי אין הטיות בבדיקה על ידי בודק זה או אחר ולבדוק באיזו מידה הבודקים השונים תופסים את התשובה ומציינים אותה באופן דומה. המהימנות בין שופטים נבחנה באמצעות פלטפורמת הבדיקה כך: כ-100 תשובות של נבחנים עברו קידוד מרובה, כלומר 4 בודקים שונים בדקו

כל אחת מ-100 התשובות באופן בלתי תלוי (בלי להיוועץ זה בזה). בפריטים שבהם נמצאה מהימנות נמוכה בין שופטים הייתה אפשרות לבדוק את תרגום המבחן (מדריך הבדיקה), ובמידת הצורך לתת תדריך חדש לבודקים ולעשות בדיקה חוזרת של הפריטים.

### 3.3.4: עיבוד הנתונים

עיבוד הנתונים במחקר נעשה על ידי מרכז מחקר פיזה הבין-לאומי בשיתוף עם מנהלי המחקר במדינות המשתתפות. לאחר עיבוד הציונים ביחידות השונות נשלחו לכל מדינה נתונים פסיכומטריים לשם ניתוח פריטים של יחידות המבחן (ראה לעיל הסבר על אודות שלב זה במחקר החלוצי). בשלב זה התבקשו מנהלי המחקר בכל מדינה לבדוק אם יש ממצאים כמותיים חריגים (בהשוואה לנתונים של שאר המדינות המשתתפות), שיש בהם להעיד כי שאלה זו או אחרת (בשאלון או במבחן) לא הופקה כראוי או לא נבדקה כראוי ויש להוציאה טרם ניתוח התוצאות הכולל. ואמנם, כאשר התגלתה בעיה חריגה בשאלה מסוימת במדינה נתונה, היא הוצאה מן העיבוד בעבור אותה מדינה בניתוח הנתונים הסופי. כזכור, מרבית הבעיות בתרגום ובהתאמה התרבותית התגלו עוד בשלב של המחקר החלוצי ותוקנו בטרם נעשה המחקר העיקרי.

### חישוב הציונים ותאוריית התגובה לפריט

הגישה התאורטית המשמשת לניתוח נתוני המבחנים במחקר פיזה היא "תאוריית התגובה לפריט" (Item Response Theory - IRT). בבסיסה מצוי הקשר בין רמת היכולת של נבחן לבין ההסתברות שיצליח להשיב נכונה על פריט במבחן. אחד היתרונות של תאוריה זו הוא שאפשר לחשב באמצעותה אומדני רמת יכולת לכל הנבחנים על אותו סולם, גם אם נבחנים שונים השיבו על נוסחים שונים של המבחן (דהיינו על מקבצים שונים של פריטים), ובלבד שהפריטים השונים מודדים את אותו תחום דעת. באמצעות המודלים השונים שמוצעים במסגרת תאוריה זו אפשר להשוות בין הישגיהם של נבחנים שקיבלו חוברות/נוסחי מבחן שונים וכן בין הישגיהם של נבחנים שנבחנו בשנים שונות. נוסף על מודלים פשוטים יותר של IRT, המתאימים לפריטים שיש בהם שתי אפשרויות תשובה מובחנות (נכון/לא נכון), במחקר פיזה נעשה שימוש גם במודלים מורכבים יותר המותאמים לעיבוד נתוני פריטים פוליטומיים (שאלות שיש בהן יותר משתי רמות תשובה; למשל, שאלות שהתשובה עליהן יכולה להיות נכונה, נכונה בחלקה או שגויה, כפי שקורה לא אחת בפריטים "פתוחים"). במסגרת הגישה האמורה, לאחר העברת המבחן ובתום איסוף הנתונים נאמדים תחילה מאפייני הפריטים (הפרמטרים שלהם). פעולה זו מכונה "כיול הפרמטרים של הפריטים". על בסיס אומדנים אלו של מאפייני הפריטים ועל פי תשובות הנבחנים על פריטי המבחן אומדים את רמת היכולת של הנבחנים היחידים. כיול הפרמטרים נעשה ברמה הבין-לאומית, תוך שמובאים בחשבון כל הנתונים במדינות ה-OECD. העיבודים הללו נעשים בכל תחום אוריינות בנפרד תוך מיזוג נתונים מפריטי עוגן שהועברו גם במחזורי מחקר קודמים. כך, הפרמטרים של הפריטים המתקבלים בהליך זה והציונים המתקבלים בו מכילים לסולם הציונים במחזורי מחקר קודמים.

מטרת מחקר פיזה היא לאמוד את התפלגות רמת היכולת של כלל האוכלוסייה (או של קבוצת נבחנים רחבה), ולא את רמת היכולת של נבחן יחיד. אולם מאחר שכל נבחן יחיד מקבל מספר קטן יחסית של פריטים במבחן,

אומדני הפרמטרים של התפלגות רמת היכולת של כלל האוכלוסייה - שיתבססו על אומדני רמת היכולת של הנבחנים היחידים (כמפורט לעיל) - עלולים להיות מוטים מבחינה סטטיסטית (למשל, אומדני סטיית התקן של הציונים ושל האחוזונים של הציונים, ועוד). כדי להתגבר על בעיה זו, במחקרים רחבי היקף כדוגמת מחקר פיזה משתמשים במתודולוגיה שבה אומדים ישירות את הפרמטרים של התפלגות רמת היכולת של כלל האוכלוסייה. למעשה, "מפיקים" (דוגמים) בעבור כל נבחן חמישה ערכים באקראי מתוך ההתפלגות הנאמדת המותנית של רמת היכולת שלו. ערכים אלו, המייצגים חמישה אומדנים של רמת היכולת של נבחן נתון, מכונים "ערכים סבירים" (PV-plausible values). ערכים סבירים אלו משמשים לחישוב המדדים המסכמים של כלל אוכלוסיית הנבחנים. בהליך האמידה של המדדים המסכמים (הפרמטרים הסטטיסטיים) הללו ושל פונקציות ההתפלגות של רמת היכולת של כל נבחן משתמשים לא רק בציוני הנבחנים בפריטי המבחן, אלא בכל מידע נוסף על אודות הנבחנים שעשוי לסייע באמידת ההתפלגות של רמת היכולת שלהם, כגון נתוני רקע השאובים מהשאלונים שמילאו, רמת היכולת שהראו בתחומי אוריינות אחרים, וכיו"ב.

### סולם הציונים ורמות הבקיות

יתרון נוסף של שימוש בתאוריית התגובה לפריט הוא שרמת היכולת של הנבחן ורמת הקושי של הפריטים מחושבות במונחי אותו סולם – הסולם של התכונה הנמדדת (במקרה הנוכחי – האוריינות בתחום דעת נתון). הקשר בין הצלחתו של נבחן לבין הפריטים הוא הסתברותי: ככל שנבחן ממוקם (מבחינת יכולתו) מעל לרמת הקושי של פריט נתון, כן גבוהה ההסתברות כי ישלים את הפריט בהצלחה; ככל שנבחן ממוקם מתחת לרמת הקושי של פריט נתון, כן נמוכה ההסתברות שישלים את הפריט בהצלחה. סולם הציונים לכל תחום אוריינות – קריאה, מתמטיקה ומדעים – הוא סולם רציף. לכל תחום אוריינות הוגדר סולם ציונים כולל. בתחום אוריינות המתמטיקה הוגדרו גם ארבעה תת-סולמות בעבור נושאים מתמטיים שונים (שינויי יחסים, כמויות, מרחב וצורה, הסתברות ונתונים) ושלושה תת-סולמות בעבור תהליכי חשיבה מתמטיים בתחום זה (פירוש, ניסוח ויישום). נוסף על כך נקבעו סולמות ציונים נפרדים (והליכי כיול בכלל זה) במתמטיקה ממוחשבת, באוריינות קריאה דיגיטלית, בפתרון בעיות ובאוריינות כלכלית. לצורך מתן משמעות לציונים נקבעו על כל אחד מארבעה עשר הסולמות הללו "רמות בקיות". לאחר החלטה על מספר הרמות נקבע מיקומן של נקודות החתך שמסמנות את הגבול בין רמה לרמה. מדובר בהליך שיטתי ובו מובאות בחשבון רמת הקושי של שאלות המבחן והמיומנות והידע שנדרשים מן התלמיד בכל אחת מרמות הבקיות כדי שיוכל להתמודד בהצלחה עם השאלות. מעבר לסולם הציונים הרציף, רמות הבקיות אמורות לייצג שינוי איכותי ברמת הידע של התלמיד. במחקר 2012 נקבעו שש רמות בקיות באוריינות מתמטיקה (ונוסף על כך קיימת רמה אחת שהיא מתחת לרמות הבקיות), שש רמות בקיות במדעים ושבע רמות באוריינות קריאה (האחרונות נקבעו ועוצבו במחקר פיזה 2009, שבו תחום אוריינות הקריאה היה התחום המרכזי). למבחנים הממוחשבים הופקו סולמות ציונים כוללים, כלומר ללא תת-סולמות לנושאים ולמיומנויות ספציפיים (רלוונטי במחקר 2012 רק לתחום המתמטיקה). מבחינת רמות הבקיות, למבחן הממוחשב במתמטיקה, כמו למודפס, נקבעו שש רמות בקיות; למבחן בקריאה דיגיטלית, לעומת זאת, נקבעו ארבע רמות בקיות ולא שבע, כפי שקיים במודפס, וזאת משום שמספר פריטי המבחן אינו גדול, מה שלא אפשר ליצור הבחנה דקה מספיק בין רמות הבקיות הנמוכות מאוד (בין לבין עצמן) לבין רמות הבקיות הגבוהות (בין לבין עצמן).

כל רמה, כאמור, מוגדרת בטווח ציונים מסוים, ולכל אחת מהן הוגדרו המיומנויות והיכולות המאפיינות תלמידים המצויים בה. כל תלמיד מסווג לרמת הבקיאות הגבוהה ביותר שבעבורה הוא צפוי לענות נכונה על מרבית השאלות המתאימות לאותה רמה. תלמיד הנמצא ברמת בקיאות נתונה, צפוי כי על פי רוב יענה נכון על פריטי המבחן ברמת קושי המתאימה לרמת בקיאות זו. מובן מאליו כי לא כל התלמידים ברמת בקיאות נתונה צפויים להגיע לשיעור זה של תשובות נכונות: תלמיד שממוקם בגבול התחתון של אותה רמת בקיאות צפוי לענות נכונה על 50% מן השאלות ברמה זו, ולעומת זאת, תלמיד שממוקם קרוב לגבול העליון של רמת הבקיאות צפוי לענות נכונה על שיעור גבוה יותר של שאלות ברמה זו. תלמיד המוצב ברמת הבקיאות הגבוהה ביותר צפוי לענות נכונה על כל אחד מפריטי המבחן. פרטים נוספים על רמות הבקיאות בכל אחד מהסולמות של פיזה מצויים בפרק 2 ובפרקי ההישגים (פרקים 3-5).

### 3.3.5: חישובי סטטיסטיים ו"משקלות" תלמידים

כמו בכל מדינה משתתפת, גם בישראל אוכלוסיית התלמידים מורכבת מקבוצות ושכבות שונות (ראה לעיל) ולכל אחת מהן שיעור שונה באוכלוסייה. המדגם במחקר פיזה נקבע באמצעות שכבות דגימה שתוכננו מראש כך שייצגו כראוי את האוכלוסייה. ואכן, בדרך כלל ניתן במדגם ייצוג לקבוצות האוכלוסייה השונות בשיעורים דומים לשיעוריהן באוכלוסייה הכללית. עם זאת, לעתים שיעור הנדגמים במדגם עשוי להיות שונה מהשיעור המקביל באוכלוסייה, וזאת, למשל, בשל שיעורי השתתפות שונים במגזרים שונים. דוגמה אחרת היא כאשר מלכתחילה נדגם שיעור שונה של פרטים בשכבה מסוימת, למשל כאשר עושים דגימת יתר למגזר מסוים (שגודלו היחסי באוכלוסייה קטן) כדי שיהיה אפשר לחשב נתונים סטטיסטיים מהימנים בעבור אותו מגזר.

כדי לפצות על הבדלים אלו בין המדגם בפועל לבין האוכלוסייה, בעת שמחשבים סטטיסטיים שונים ברמת המדינה (ממוצע, שונות, שיעור המצטיינים וכיו"ב) מצמידים בדיעבד "משקלות" (weight) לכל תלמיד שהשתתף במחקר ואשר כלול בקובץ הנתונים. המשקלות משמשים להכפלה בנתון של כל תלמיד כאשר מחשבים את הסטטיסטיים מתוך המדגם. בדרך זו "מנפחים" או "מכווצים" כל שכבה, כך שלאחר ההכפלה יתאים גודלה היחסי לגודל היחסי שלה באוכלוסייה. במילים אחרות: בכל שכבה, כל תלמיד "מייצג" מספר תלמידים משכבתו. אם יש מחסור בתלמידים באותה שכבה, המשקולת תהיה גדולה מ-1 והתלמיד "ייצג" יותר תלמידים חסרים. אם במדגם הגודל היחסי של שכבה גדול בהשוואה לגודלה היחסי באוכלוסייה, המשקולות באותה שכבה יהיו קטנים מ-1.

ואולם, לא נכון "לנפח" שכבה של תלמידים כאשר שיעור ההשתתפות בה נמוך מדי, שכן מיעוט המשתתפים בשכבה זו עשוי שלא לייצג נאמנה את כלל השכבה. במקרה כזה נוהגים לקבץ שתי שכבות תלמידים בעלי מאפיינים דומים; במילים אחרות, לזקוף לזכות התלמידים הנעדרים משכבה זו את הישגי השכבה שאוחדה עם השכבה הדומה לה במאפייניה.

פעולות כאלו של איחוד שתי שכבות טרם חישוב המשקולות נעשו בישראל בעבור שכבת הבנים החרדיים. שיעור ההשתתפות במחקר בבתי הספר לבנים שבפיקוח החרדי היה קטן מדי (1% במדגם לעומת 8%, כמשקלם במסגרת הדגימה), והמשתתפים מקרב שכבה זו לא ייצגו במאפייניהם את כלל שכבת הבנים החרדים. משום כך צורפו הבנים החרדיים שהשתתפו במחקר לשכבת הבנים שבפיקוח הממלכתי-דתי. לאחר מכן חושבו משקלות

התלמידים שהשתתפו במחקר בשכבה המאוחדת. במילים אחרות, במחקר פיזה 2012, לצורך חישובי הסטטיסטיים ברמת המדינה והסטטיסטיים של בתי ספר דוברי עברית, נזקפו לזכות הבנים החרדיים (שבעיקרו של דבר לא השתתפו במחקר) נתוניהם של הבנים המשתייכים לפיקוח הממלכתי-דתי ושל מעט הבנים החרדים שהשתתפו.

### 3.3.6: דיווח התוצאות

התוצאות הבין-לאומיות של המחקר מתפרסמות באמצעי התקשורת, באינטרנט ובדוחות רשמיים של מארגני פיזה. תוצאות המבחנים בישראל וניתוחים ייחודיים לישראל מתפרסמים בדוח הנוכחי ובאתר ראמ"ה<sup>31</sup>. מסד הנתונים הגולמיים הבין-לאומי (ובכלל זה השאלונים והמבחנים) נגיש באתר פיזה לכל המעוניין, לצורך העמקה בנתונים ועריכת מחקרי המשך<sup>32</sup>.

תוצאות מחקר פיזה יוצגו בדוח זה בעיקר באמצעות ציונים ממוצעים, המשקפים את הביצוע הממוצע של התלמידים על פני הסולמות הכלליים ותת-הסולמות בתחום אוריינות המתמטיקה, וכן באמצעות שיעורי התלמידים המצויים בכל רמת בקיאות. לעתים יובאו נתונים סטטיסטיים נוספים, כגון מידת הפיזור של הציונים.

## 3.4: קשיים ואתגרים בעריכת מחקר פיזה 2012 בישראל

### 3.4.1: שיתוף התלמידים החרדיים במחקר

למרות העובדה שאוכלוסיית המחקר כוללת את כל גילאי 15 במדינה נתונה הלומדים במוסד חינוכי כלשהו, רק שלושה מ-22 המוסדות החרדיים לבנים (רובם ככולם ישיבות) שנדגמו בשכבה זו השתתפו במחקר בישראל (ראה לוח 3.2). שלושת המוסדות הללו היו מלכתחילה יוצאים מן הכלל מבחינה חינוכית, פוליטית ודתית-אידאולוגית, והם שונים ממרבית מוסדות החינוך של קבוצת הבנים החרדיים (למשל במגזר שממנו באים התלמידים הלומדים בהם, או בעובדה שמלמדים בהם נושאים שונים ממה שמלמדים בשאר המוסדות ואף מקצועות חול כמו מתמטיקה, אנגלית וחשמלאות). בשל חריגות זו של בתי הספר החרדיים שהשתתפו בפועל במחקר, וממילא בשל היות מדגם בתי הספר והתלמידים המשתתפים קטן מדי, אי-אפשר לראות בנבחנים אלו מדגם המייצג את קבוצת הבנים שבפיקוח החרדי ואין משמעות לחישוב מדדים סטטיסטיים שונים. לכן אי-אפשר לעשות הערכה תקפה של ההישגים בקבוצת אוכלוסייה זו, ואף לא לדווח בנפרד על התוצאות בקבוצת הבנים שבפיקוח זה.

שלא כמו הבנים החרדיים, מוסדות החינוך של הבנות החרדיות (אולפנות, סמינרים וכיו"ב) ניאותו בדרך כלל להשתתף במחקר (השתתפו 16 בתי ספר מתוך 18 שנדגמו). ההיענות נעשתה בגיבוי המנהיגים הרוחניים-

<sup>31</sup> <http://cms.education.gov.il/educationcms/units/rama/> תחת לשונית "מחקרים בין-לאומיים".

<sup>32</sup> <http://www.oecd.org/pisa/>

פדגוגיים של הקהילה, בין היתר משום שהבנות החרדיות לומדות בשגרה מקצועות המכונים "מקצועות חול" כגון מתמטיקה ומדעים, ומשום שמוסדות לבנות חרדיות השתתפו במחקר פיזה הקודמים.

בהסכמת מארגני פיזה, בתי הספר החרדיים (של הבנים ושל הבנות) נבחנו רק במספר מצומצם של נוסחי בחינה, הן במבחן המודפס והן במבחן הממוחשב. נוסחים אלו נבחרו על ידי עורכי המחקר בישראל מפני שלא נמצאו בהם תכנים הסותרים את עולם הערכים החינוכי והדתי של המגזר החרדי. חשוב לציין שוב כי ההשתתפות של תלמידי המגזר החרדי רק בחלק מנוסחי המחקר לא פגעה בתוצאות המחקר בישראל, וזאת משום שבמחקר נעשה שימוש בתאוריית התגובה לפריט, המאפשרת לאמוד ציונים בני השוואה לנבחנים שונים הנבחנים בפריטים שונים. ראוי לציין כי למרות העובדה שהתלמידים והתלמידות החרדיים אינם נוהגים בדרך כלל להשתמש במחשבים, במוסדות החרדיים שהשתתפו במחקר התקיים גם המבחן הממוחשב (למעט בשני מוסדות של בנות חרדיות שסירבו להשתתף בחלק הממוחשב, וזאת ממניעים אידאולוגיים). עם זאת, תלמידי הפיקוח החרדי סירבו להשתתף בשאלון לתלמיד על נגישותם של אמצעי תקשורת (ICT), משום שברבים מהמוסדות שבפיקוח החרדי נאסר השימוש במחשב ו/או באמצעי תקשורת, והשתתפות בשאלון הייתה מתפרשת כמתן לגיטימציה לשימוש בהם.

### 3.4.2: המוטיבציה להשתתפות במחקר

אחד המאפיינים של מבחנים רחבי היקף ומעוטי סיכון (low stake) הוא שהנבחנים נוטים שלא להתאמץ, שכן אין להם כל תמריץ לביצוע מיטבי, וגם לא סיכון אם לא יצליחו במבחן. בעיה זו מחריפה כאשר התלמידים הנבחנים אף אינם מקבלים משוב על הציון שקיבלו במבחן. סוגיה זו של מוטיבציה נמוכה קיימת גם במבחני השוואה בין-לאומיים כדוגמת מחקר פיזה, והיא מאיימת על התוקף של תוצאות המבחן. נוסף על כך ישנו קושי בגיוס בתי הספר להשתתף במחקר, מכיוון שגם להם אי-אפשר לתת משוב על ציוני התלמידים המשתתפים או ציון לבית הספר. חוסר המוטיבציה של התלמידים בא לעתים לידי ביטוי בהיעדרות מהבחינה או בזלזול ובחוסר השקעה של מאמץ במבחן. בעקבות זאת, וכן על בסיס עדויות ממחקרים בין-לאומיים קודמים שבהם השתתפה ישראל, ננקטו כבר במחקר 2009 צעדים שנועדו להעלות את המוטיבציה של התלמידים בישראל להשתתף במחקר פיזה. צעדים דומים ננקטו גם במחקר 2012.

בעיית המוטיבציה היא סוגיה מרכזית גם במדינות אחרות שמשתתפות במחקר פיזה. ניסיונות להעלות את המוטיבציה באמצעות תגמול כגון מענק כספי לבתי הספר המשתתפים, תשלום לאנשי הקשר לפי מספר התלמידים שהשתתפו, תשלום לתלמידים, וכדומה, לא שיפרו את המוטיבציה. בישראל הוחלט למקד את מרב המאמצים בהסברה נכונה לבתי הספר, למורים ולתלמידים, ולהדגיש את חשיבות השתתפותם והשקעת מרב מאמציהם במחקר, מכיוון שהם שנבחרו לייצג את ישראל. כמו כן הועבר לבתי הספר מסר מרגיע כי התוצאות לא יפורסמו ברמת בית הספר, לא ישמשו נגד בתי הספר שהשתתפו במחקר ולא יוכלו לפגוע בהם במקרה של אי-הצלחה. כדי להשיג את מרב שיתוף הפעולה של התלמידים וכן של המורים ומנהלי בתי הספר נוצר קשר אישי עם מנהלי בתי הספר, ומונה איש קשר בית-ספרי שישמש מתווך בין מרכז פיזה בישראל לבין בית הספר. כמו כן נקטה ראמ"ה מספר פעולות, כדלהלן:

- נערך כינוס לאנשי הקשר הבית-ספריים בהשתתפות בעלי תפקידים ממטה משרד החינוך, ובו הוצג המיזם לפני המשתתפים ונמסרו להם חומרי הסברה ושי שימושי (דיסקון שהכיל את חומרי ההסברה). במוקד פעולות ההסברה הוצב הרעיון "נבחרתי לייצג" ובקשה מאנשי הקשר והמנהלים להעביר מסר דומה לתלמידים הנדגמים.
- הועלה דף הסברה באתר של ראמ"ה ובו, בין היתר, פנייה אישית לתלמיד ולמורה, שאלות לדוגמה ומצגות הסברה.
- בסיום הבחינה נמסר לכל תלמיד שי צנוע - קופסת 'מרקרים' עם הכיתוב "השתתפתי בפיזה 2012".
- בתום איסוף הנתונים מבתי הספר נשלחו מכתבי הוקרה למנהליהם, בחתימת מנכ"לית ראמ"ה, והובטח להם כי עם פרסום הדוח הישראלי יישלחו אליהם עותקים מודפסים של הדוח המסכם.

נוסף על פעולות הסברה אלו של מרכז פיזה בישראל, ידוע כי במספר בתי ספר ננקטו פעולות נוספות, ביוזמת בית הספר, לעידוד המוטיבציה של התלמידים, כגון חלוקת חולצות ועליהן הכיתוב "נבחרתי לפיזה 2012", חלוקת ממתק ובקבוק שתייה בשעת המבחן, עידוד התלמידים שנדגמו מצד חבריהם לכיתה טרם הבחינה, ושיחה של המנהל עם התלמידים הנבחרים.

יש להדגיש כי בכינוסים לאנשי הקשר הבית-ספריים ובשיחות עם מנהלי בתי הספר, וכן בחומרי ההסברה שחולקו והועלו באופן רשמי באתר ראמ"ה, הודגש כי אין להתכונן באורח אינטנסיבי וממוקד למבחן פיזה, וכי פעולות כאלו עלולות לפגוע בתוקף המבחן ובממצאי המחקר. ההכנה הראויה היחידה, כך הוסבר, היא גיוס המוטיבציה של התלמידים בשם תחושת הייצוג וחיפיתם למתכונת המבחן ולסוגי השאלות.

לסיום, יש לחזור ולציין את האווירה הכללית במערכת החינוך במהלך שנת הלימודים תשע"ב (ובשתי השנים שקדמו לה), שנבעה מהעובדה שבאותן שנים התווה משרד החינוך יעדים כמותיים-מדידים ברורים בתחום ההישגים הלימודיים, והשקיע משאבים כספיים ופדגוגיים רבים למען השגתם (ראה פרק 2 – התכנית לקידום הישגים, ודוח טימס 2011 באתר ראמ"ה<sup>33</sup>). יש להניח כי דגש זה על חתירה להישגים לימודיים במבחנים רחבי היקף שנערכו בישראל באותן שנים תרמו אף הם למוטיבציה של נבחני מחקר פיזה 2012 להשקיע במבחן.

<sup>33</sup> בחלונית "מחקרים בין-לאומיים" באתר האינטרנט של ראמ"ה: <http://rama.education.gov.il>

## פרק 4: ההישגים במבחן המודפס ובמבחן הממוחשב במתמטיקה במחקר פיזה 2012

בפרק זה תובא סקירה של הישגי התלמידים באוריינות מתמטיקה (להלן "מתמטיקה") במחקר פיזה 2012. בחלקו הראשון יוצגו ההישגים במבחן המודפס באוריינות מתמטיקה (להלן "המבחן במתמטיקה"), ובחלקו השני יוצגו ההישגים במבחן הממוחשב באוריינות מתמטיקה (להלן "המבחן הממוחשב"). פרטים על אודות הגדרת התחומים, המסגרות המושגיות, סולמות הציונים ורמות הבקיות מובאים כולם בפרק נפרד (פרק 2), וזאת לנוכח העובדה שמתמטיקה הייתה תחום ההיבחנות המרכזי במחקר 2012. בתחילת הפרק יוצגו הישגי התלמידים בישראל תוך התייחסות לרמת ההישגים ולשונות בין תלמידים. ההישגים יוצגו בהשוואה לרמת ההישגים הבין-לאומית ולהישגיהם של תלמידים במדינות מסוימות אחרות שהשתתפו במחקר, אשר נבחרו לפי אמות מידה שיפורטו בהמשך. נקודת השוואה מרכזית נוספת להישגי ישראל תהיה הממוצע מעבר למדינות ה-OECD (להלן "ממוצע ה-OECD"). לאחר מכן יתמקד הדוח בהישגים בתוך ישראל לפי פילוחים שונים: מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי וסוג פיקוח (בבתי ספר דוברי עברית: פיקוח ממלכתי, ממלכתי-דתי ובתי ספר חרדיים לבנות). ההישגים בתחום המתמטיקה יפורטו ברמת הציון הכללי וגם ברמת תת-תחומים ומיומנויות (מה שמתאפשר לנוכח העובדה שתחום זה עמד במוקד מחקר 2012). כמו כן יוצגו בסוף הפרק נספחים ובהם נתונים על ההישגים בכלל המדינות המשתתפות, נתונים על גודליהן של קבוצות האוכלוסייה השונות בישראל שהשתתפו במחקר זה וכן נתונים על המדד לרקע חברתי-כלכלי-תרבותי ששימש בדוח זה.

### 4.1: הישגי ישראל באוריינות מתמטיקה

#### 4.1.1: מבט בין-לאומי

כאמור בפרק 2, סולמות הציונים במתמטיקה נקבעו במחקר פיזה בשנת 2003 כך שממוצע המדינות שהשתתפו באותו מחקר עמד על 500 נקודות וסטיית התקן של הציונים הייתה 100 נקודות. הציונים במחזורי המחקר השונים מכוילים לסולם זה, מה שמאפשר להשוות בין מחזור מחקר אחד למשנהו. **בתרשים 4.1** מוצגים ההישגים בציון הכולל במתמטיקה ב-64 המדינות שהשתתפו במחקר פיזה 2012.<sup>34</sup> המדינות מוצגות בסדר יורד לפי ממוצע הישגיהן. הציון הממוצע של ישראל במתמטיקה הוא 466 נקודות, מה שמציב אותה במקום ה-40 במדרג המדינות שהשתתפו במחקר זה. מדינות נוספות שממוצע ההישגים שלהן במתמטיקה אינו שונה סטטיסטית מהממוצע של ישראל הן הונגריה וקראטיה. בראש המדרג מצויות סינגפור, הונג-קונג וטייוואן<sup>35</sup>, שממוצע ציוניהן הוא 573, 561 ו-560 נקודות, בהתאמה. בהקשר זה מעניין להיווכח כי את כל ששת המקומות

<sup>34</sup> הדיווח בפרק זה אינו כולל את נתוני שנחאי, מאחר שהיא עיר שאינה מייצגת מדינה. הונג-קונג ומקאו, למרות היותן ערים השייכות לסין, כן נכללות בהצגת הנתונים היות שמסיבות היסטוריות וגאו-פוליטיות הן בעלות מערכות כלכלה וחינוך נפרדות משל סין.

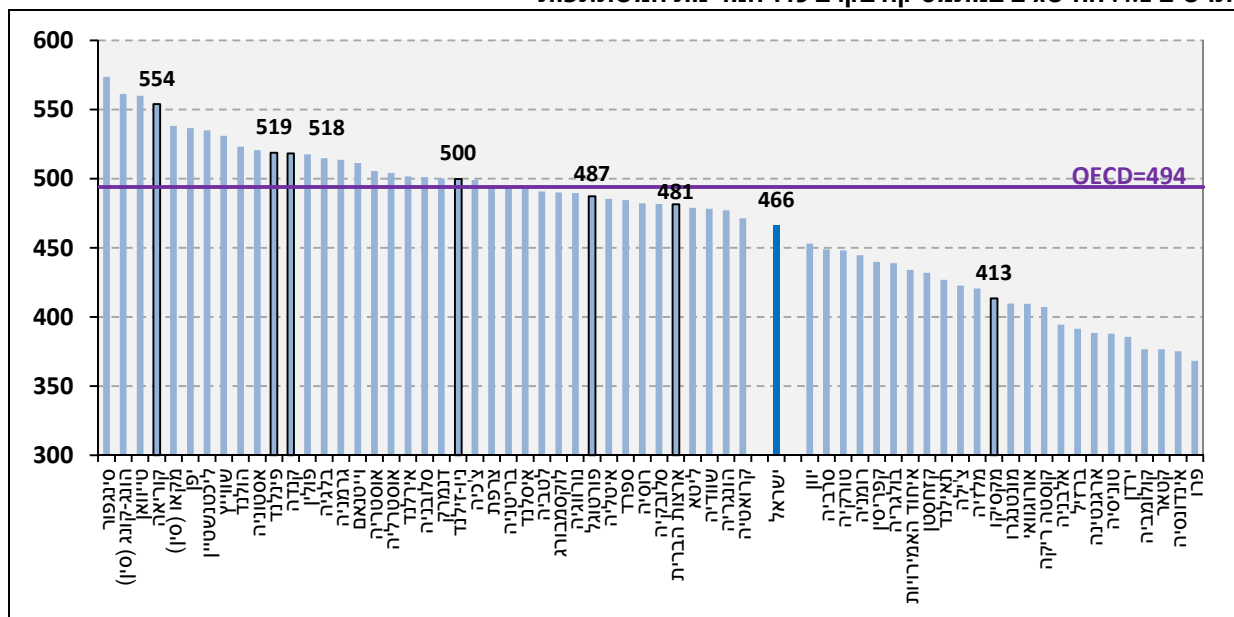
<sup>35</sup> מסיבות גאו-פוליטיות שמה הרשמי של מדינה זו הוא Chinese Taipei. לשם הנוחות היא נקראת "טייוואן" בדוח זה.



הראשונים תופסות מדינות ממזרח-אסיה. בתחתית המדרג מצויות קטאר, אינדונזיה ופרו (376, 375 ו-368 נקודות, בהתאמה). ממוצע ה-OECD הוא 494 נקודות (מיוצג על ידי הקו האופקי הסגול **בתרשים 4.1**) – 28 נקודות מעל הציון הממוצע של ישראל. פירוט הציונים הממוצעים בקרב כלל המדינות המשתתפות מוצגים בפירוט **בנספח 4א** לפרק זה. העמודות המובלטות במסגרת שחורה **בתרשים 4.1** מייצגות מדינות שנבחרו לשמש מדינות השוואה – מדינות שישמשו בהמשך הדוח בסיס להשוואה עם ישראל בפרמטרים שונים. המדינות שנבחרו והסיבות לבחירתן הן אלה:

- (1) פורטוגל: מדינה עם תל"ג לנפש הדומה מאוד לזה של ישראל<sup>36</sup>.
- (2) קנדה ופינלנד: מדינות גבוהות במדרג ההישגים בפיזה ובמתן שירותים חברתיים.
- (3) ארצות הברית: מדינת השוואה פופולרית בשיח הציבורי וכן מדינה אשר בדומה לישראל מאופיינת בהגירה.
- (4) ניו-זילנד: נחשבת גם היא מדינת הגירה וגם דומה לישראל מבחינת הפיזור הרחב של הציונים שהתקבלו בה במחקר הנוכחי (על סוגיית פיזור הציונים ראה בהמשך).
- (5) קוריאה הדרומית (להלן, "קוריאה"): מייצגת את קבוצת המדינות המכונות "The Four Asian Tigers" – מונח המתייחס לקוריאה, הונג-קונג, סינגפור וטייוואן, המאופיינות בגידול כלכלי מרשים ונחשבות מרכז של תעשיות עתירות-ידע ופיננסים.
- (6) מקסיקו: בעלת הציונים הנמוכים ביותר בקרב מדינות ה-OECD.

**תרשים 4.1: ההישגים במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות**



#### 4.1.1.1: התפלגות ההישגים לפי רמות הבקיאות במתמטיקה ופיזור ההישגים

נוסף על הציון הממוצע בכל מדינה מוצגים ההישגים על פי התפלגות התלמידים ברמות הבקיאות השונות. כפי שהוסבר **בסעיף 2.1.6 בפרק 2**, רמות הבקיאות השונות נקבעו על ידי פיזה והן מחלקות את סולם הציונים הרציף לשש רמות (ונוסף על כך יש תלמידים הנמצאים מתחת לרמת הבקיאות הנמוכה ביותר). כל רמת בקיאות מייצגת שינוי איכותי ברמת האוריינות המתמטית, ומלווה בתיאור המסביר מה מאפיין תלמידים בטווח זה של

<sup>36</sup> OECD, Education at a Glance 2013: OECD Indicators.

ציונים ומה הם בדרך כלל יודעים ומצליחים לפתור. **בלוח 4.1** שלהלן מוצגות נקודות החתך של רמות הבקיאות השונות. פירוט מלא שלהן מצוי **בלוח 2.3 בפרק 2**. הציון הממוצע בכל מדינה נמצא בהלימה, כמובן, עם התפלגות ציוני התלמידים ברמות בקיאות אלו: שכיחות גבוהה של תלמידים ברמות הבקיאות הגבוהות בצד שכיחות נמוכה של תלמידים ברמות הבקיאות הנמוכות יהיו בדרך כלל במדינות בעלות ממוצע הישגים גבוה, ולהפך. השוואת מדינות על פי רמות בקיאות אלו נותנת תמונה מעשירה יותר על אודות הפערים הקיימים בין תלמידים במערכות החינוך השונות.

#### לוח 4.1: נקודות החתך בעבור רמות הבקיאות באוריינות מתמטיקה

רמת הבקיאות	גבול ציון תחתון
רמה 6 (מצטיינים)	669
רמה 5	607
רמה 4	545
רמה 3	482
רמה 2	420
רמה 1	358
מתחת לרמה 1	

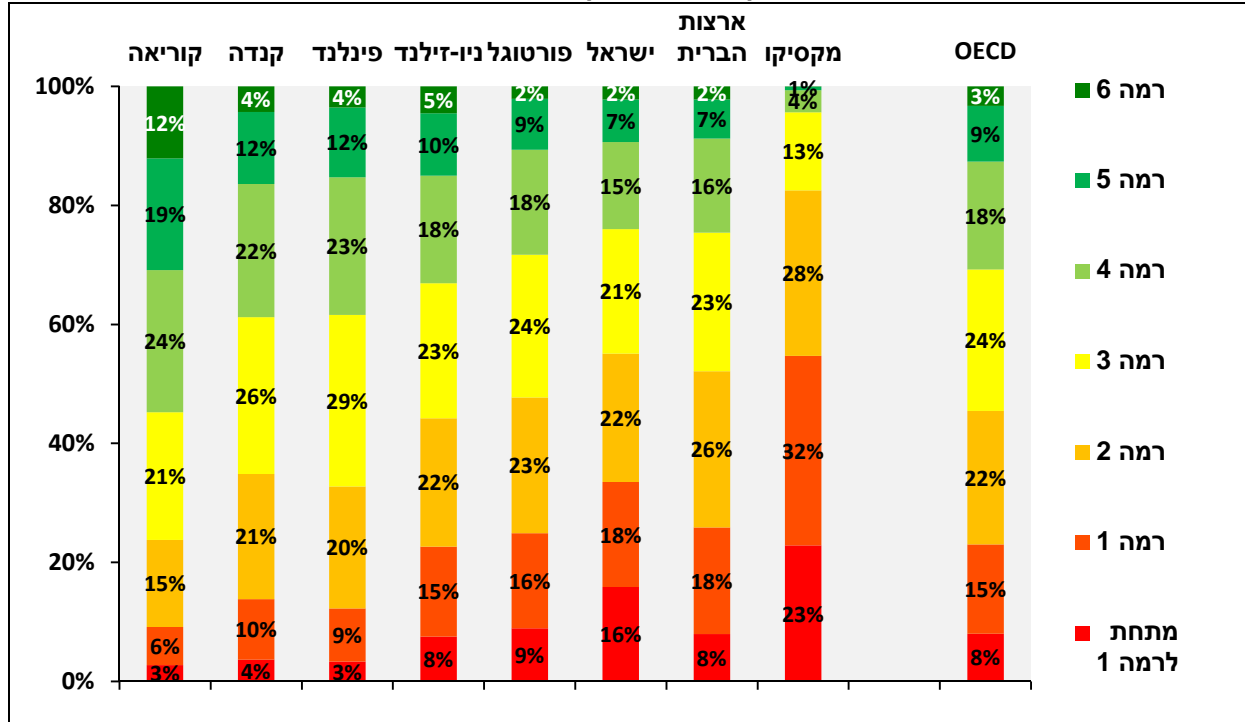
**בתרשים 4.2** מוצגת התפלגות ההישגים באוריינות מתמטיקה לפי רמות הבקיאות בישראל, במדינות ההשוואה ובממוצע ה-OECD. מדינות ההשוואה מסודרות בסדר יורד לפי שיעור התלמידים המוגדרים "מצטיינים" (קרי, הנמצאים ברמת בקיאות 5 ו-6). מהתרשים עולה כי 9% מן התלמידים בישראל נמצאים ברמות בקיאות אלו. שיעור זה גדול מן השיעור המקביל במקסיקו (1%), דומה לזה שבארצות הברית (9%), וקטן פי שלושה לערך מן השיעור המקביל בקוריאה (31%). ביחס למדינות ההשוואה ולממוצע ה-OECD בולט שיעורם הגבוה (34%) של התלמידים בישראל ברמות הבקיאות הנמוכות ביותר ("מתחת לרמה 2"). למעט מקסיקו, שבה שיעורם עומד על 55%, מדובר בשיעור הגבוה ביותר בקרב מדינות ההשוואה.

**בתרשים 4.3** מוצג גודלו של מדד פיזור ההישגים במתמטיקה בקרב המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012. מדד הפיזור שנבחר הוא הטווח שבין הציון המייצג את המאון החמישי (הציון ש-5% מן התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה מצויים מתחתיו), לבין הציון המייצג את המאון ה-95 (הציון ש-5% מן התלמידים החזקים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). המדינות בתרשים מוצגות בסדר יורד על פי גודלו של מדד פיזור זה. הקו הסגול האופקי בתרשים מציג את ממוצע פיזור זה בממוצע ה-OECD, שהוא 301 נקודות. מהתרשים עולה כי למעט טיוואן (375 נקודות), פיזור הציונים בישראל הוא הגדול ביותר בקרב המדינות המשתתפות (347 נקודות). לפירוט הפיזור בכל מדינה ראה **נספח 4 לפרק זה**. הממצא בדבר השונות הגדולה של הציונים בישראל הוא ממצא עקבי במחזורי המחקר של פיזה<sup>37</sup> ובמחקרים בין-לאומיים אחרים<sup>38</sup>.

<sup>37</sup>ראמ"ה (2013), דוח פיזה 2009: אוריינות תלמידים בני 15 בקריאה, מתמטיקה ומדעים.  
[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA\\_2009\\_Report.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2009_Report.htm)

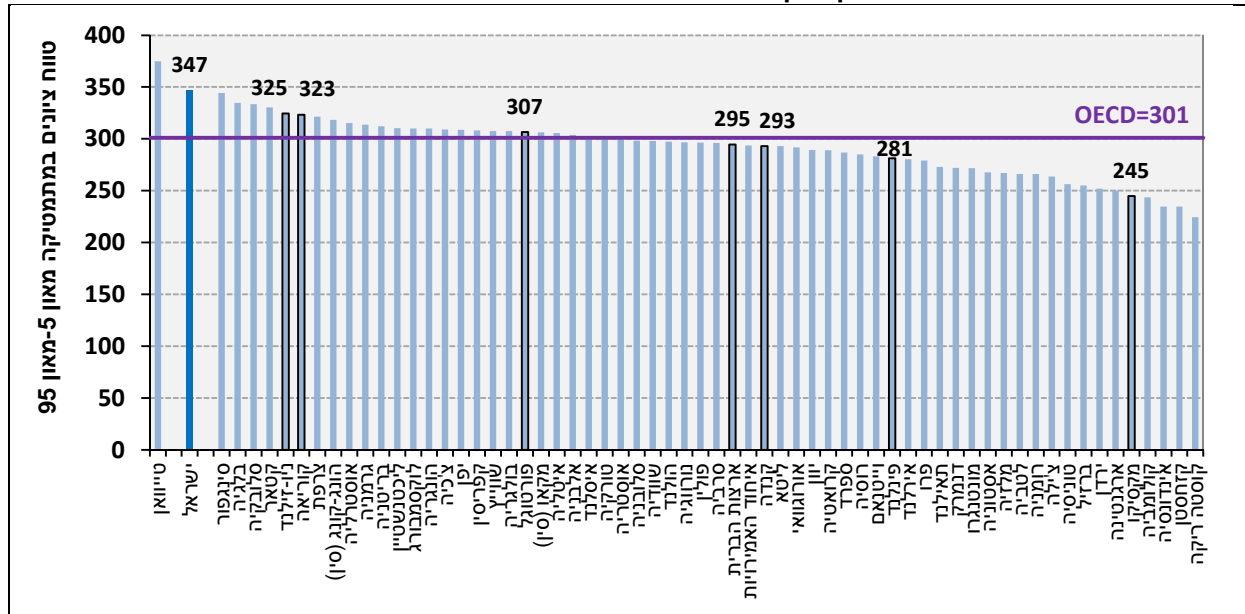
<sup>38</sup>ראמ"ה 2013, דוח טימס 2011: מחקר ביו-לאומי להערכת הידע והמיומנויות של תלמידי כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים.  
<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/TIMSS+2011.htm>

**תרשים 4.2: התפלגות ההישגים לפי רמות הבקיות במתמטיקה בישראל, במדינות השוואה ובממוצע ה-OECD**



הערה: בתרשים זה ייתכן כי סך האחוזים לא יסתכם ל-100% בגלל פערי עיגול.

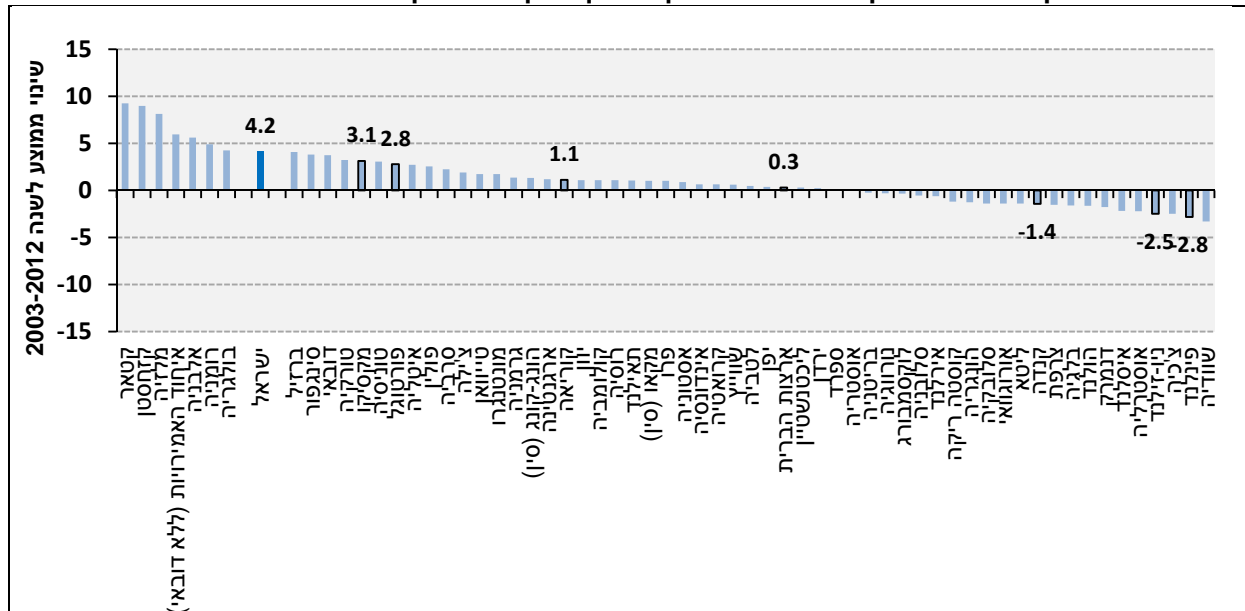
**תרשים 4.3: פיזור ההישגים במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות**



#### 4.1.1.2: מגמות לאורך זמן

**בתרשים 4.4** מוצג אומדן של השינוי השנתי הממוצע במתמטיקה במחקרי פיזה בין השנים 2003 ל-2012.<sup>39</sup> בחישוב אומדן זה מובא בחשבון מידע חסר הנובע מאי-השתתפות מדינה מסוימת במחזור מחקר מסוים (למשל, ישראל לא השתתפה במחזור 2003 ולכן החישוב נעשה רק על מחזורי 2006-2009-2012). מהתרשים עולה כי בישראל אומדן זה עומד על כארבע נקודות לשנה. נתון זה מעמיד אותה במקום השמיני מבחינת גודל השיפור השנתי במתמטיקה. במדינות ההשוואה, ארצות הברית, קוריאה פורטוגל ומקסיקו חלה עלייה שנתית בסדרי גודל של כחצי נקודה עד שלוש נקודות. קנדה, ניו-זילנד ופינלנד, לעומתן, נמצאות בתהליך של ירידה שנתית בציון בסדר גודל של נקודה אחת עד שלוש נקודות לשנה. שיפור מתמשך ומרשים זה של ישראל באוריינות מתמטיקה בעשור האחרון מצוין בתיבה נפרדת בדוח פיזה הבין-לאומי 2012.<sup>40</sup> **בתרשים 4.5** מוצג הציון הממוצע במתמטיקה בישראל בשלושת המחזורים האחרונים של מחקר פיזה, ואכן אפשר לראות בתרשים כי בין 2006 ל-2012 עלה הציון הכולל הממוצע באוריינות מתמטית בישראל ב-24 נקודות במצטבר, עלייה שאפשר לייחס בעיקר לשיפור ניכר בהישגים בין מחקר פיזה 2009 למחקר פיזה 2012. כמו כן חשוב לציין כי לצד העלייה בממוצע של ישראל נרשם צמצום מתמשך בשיעור התלמידים המתקשים, הנמצאים ברמת בקיאות נמוכה מרמה 2 (מ-42% ב-2006 ל-34% ב-2012), ועלייה קלה בשיעור התלמידים המצטיינים ברמות 5 ו-6 (מ-6% ב-2006 ל-9% ב-2012). עם זאת חשוב גם לציין כי למרות העלייה המרשימה בהישגים באוריינות מתמטיקה (ובכלל זה הירידה בשיעור התלמידים המתקשים והעלייה בשיעור המצטיינים), ישראל עודנה מדורגת לאורך השנים בערך במקום ה-40 במדרג המדינות המשתתפות ובתחתית רשימת מדינות ה-OECD.

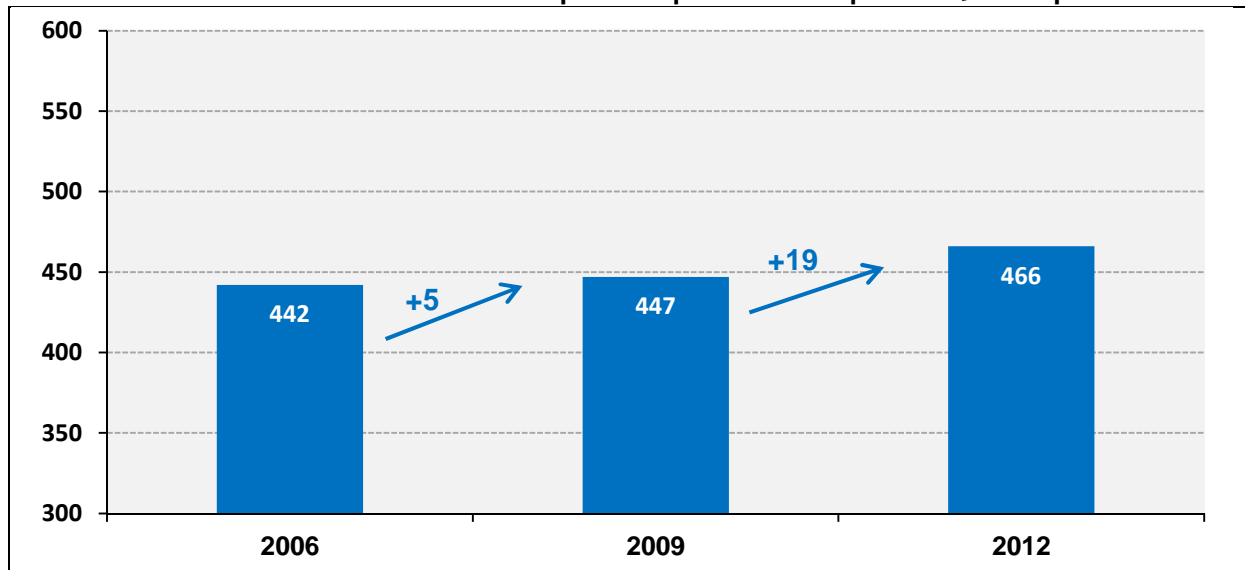
**תרשים 4.4: אומדן שינוי שנתי בציון הממוצע במתמטיקה לאורך מחקרי פיזה בין 2003 ל-2012**



<sup>39</sup> נקודת הבסיס של שינויים בציון במתמטיקה לאורך השנים היא מחקר פיזה שבו המתמטיקה הייתה תחום המחקר העיקרי, קרי מחזור 2003.

<sup>40</sup> ראה Box IV.1.4, Improving in PISA: Israel, בכרך IV, פרק 1, עמ' 48 בדוח פיזה הבין-לאומי של ה-OECD.

תרשים 4.5: הציון הממוצע במתמטיקה בישראל במחקרי פיזה בין השנים 2006 ו-2012



#### 4.1.2: ההישגים במתמטיקה במבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל במתמטיקה במחקר פיזה 2012. הממצאים יוצגו לפי הפילוחים האלה: מגזר שפה ומגדר; רקע חברתי-תרבותי-כלכלי; סוג פיקוח. הממצאים בדבר תחומי התוכן הספציפיים (שינוי ויחסים, כמויות, מרחב וצורה, אי-ודאות ונתונים) יוצגו בפילוחים מפורטים פחות. הממצאים ומשמעויותיהם האפשריות יידונו בסוף פרק זה. **נספח 4ג לפרק זה** מציג את גודליהן של קבוצות האוכלוסייה השונות לפי הפילוחים השונים.

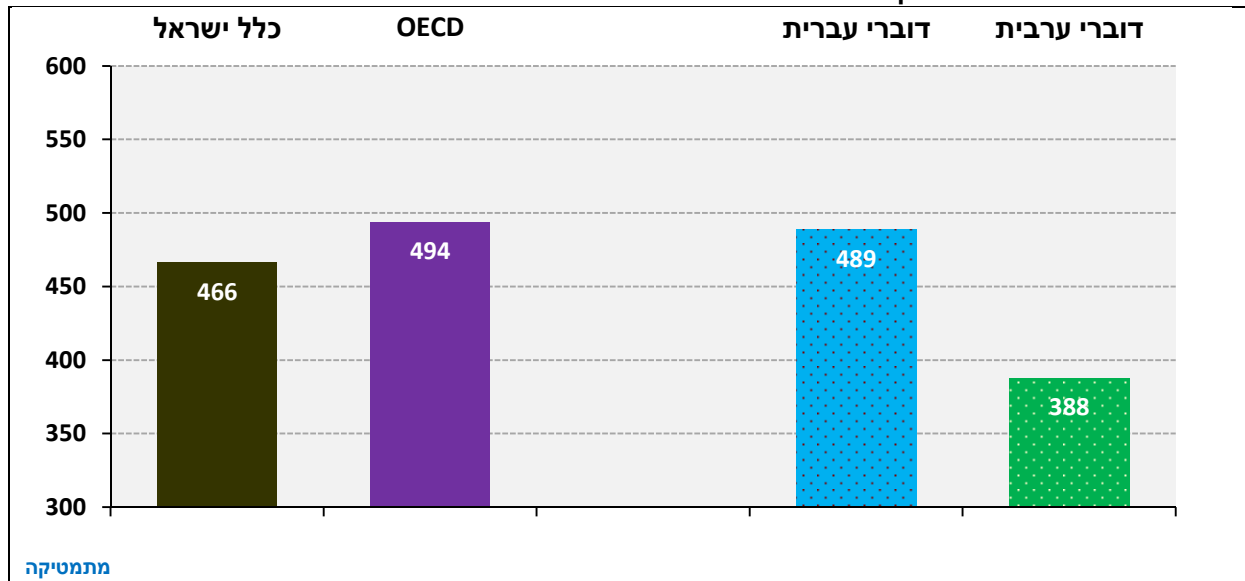
##### 4.1.2.1: ההישגים במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר

**בתרשים 4.6** מוצגים ממוצעי ההישגים במתמטיקה בישראל בפילוח לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית<sup>41</sup> ובתי ספר דוברי ערבית<sup>42</sup>). מהתרשים עולה כי בקרב התלמידים בבתי ספר דוברי עברית ההישגים במתמטיקה גבוהים ב-101 נקודות (כסטיית תקן שלמה) מהישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית (489 לעומת 388 נקודות, בהתאמה). לו היו בודקים היכן ממוקם כל מגזר שפה במדרג המדינות לפי הישגיהן, אזי הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית היו דומים להישגים במדינות המדורגות סביב המקום ה-30 (מתוך 64), ואילו הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית היו דומים להישגים במדינות המדורגות סביב המקום ה-60 (מתוך 64). כמו כן יש לציין כי הציון הממוצע של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית דומה מאוד לממוצע ה-OECD (494 נקודות). מבחינת שינויים לאורך השנים, בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית חלה עלייה של 29 נקודות בין מחקר 2006 למחקר 2012; בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית חלה עלייה של 16 נקודות בין שני מחזורי מחקר אלו.

<sup>41</sup>אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, ובהם תלמידים (בעיקר בנות) במוסדות החינוך שבפיקוח החרדי ותלמידים (בנים ובנות) במוסדות החינוך שבפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר התמ"ת).

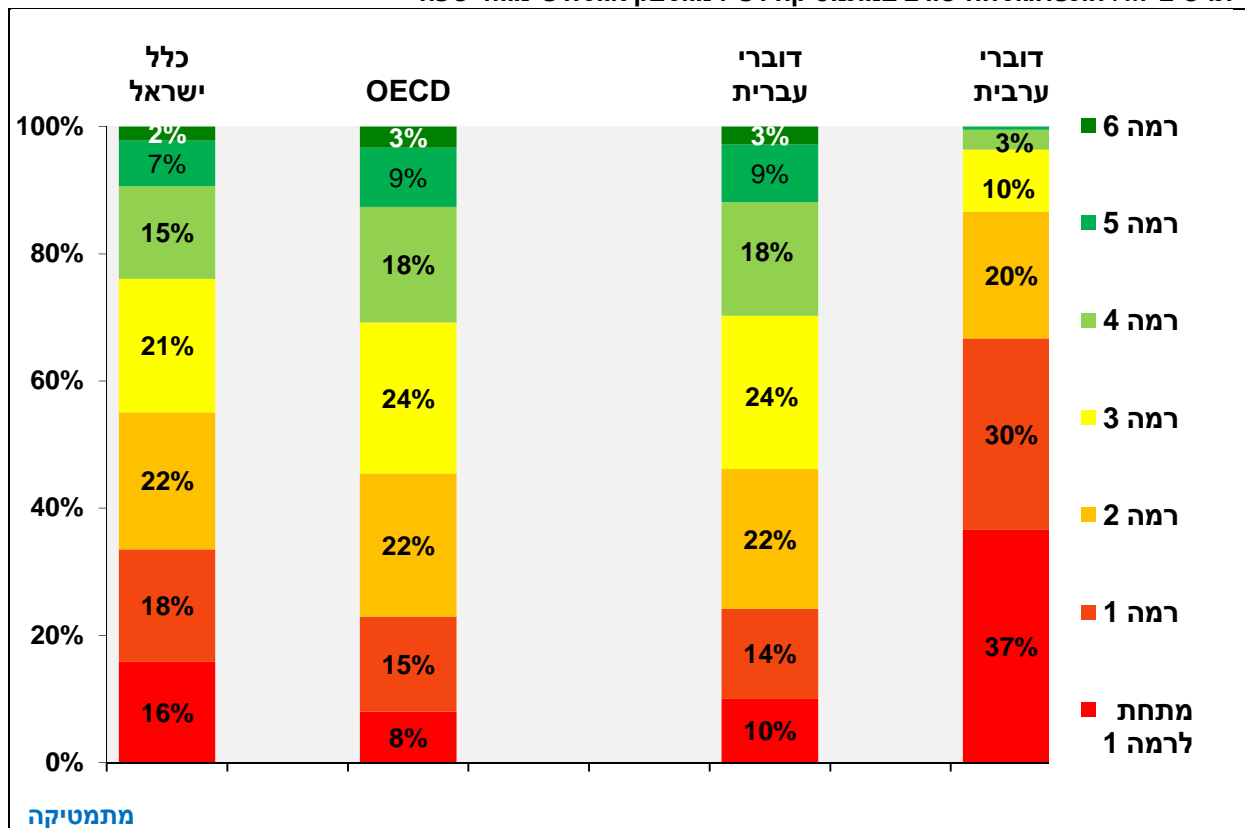
<sup>42</sup>אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, ובהם תלמידים (בנים ובנות) במוסדות שבפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר התמ"ת).

תרשים 4.6: ההישגים במתמטיקה לפי מגזר שפה



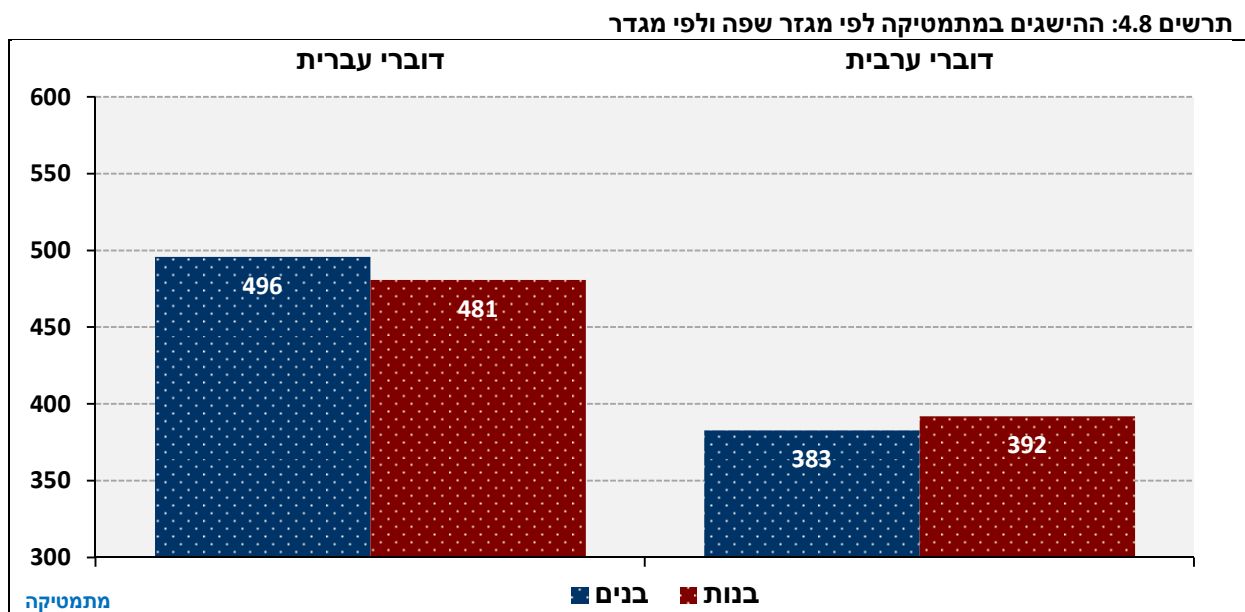
**בתרשים 4.7** מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות הבקיות בשני מגזרי השפה בישראל. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי ערבית 67% מן התלמידים מצויים מתחת לרמת בקיאות 2, לעומת 24% בלבד בבתי ספר דוברי עברית (לשם השוואה, שכיחות התלמידים בקטגוריה זו בממוצע ה-OECD היא 23%). בהתאמה עם נתון זה נמצא כי שיעור התלמידים המצויים בשתי הרמות הגבוהות ביותר הוא 12% בבתי ספר דוברי עברית ו-0% בבתי ספר דוברי ערבית (לשם השוואה, שכיחות התלמידים בשתי רמות אלו בממוצע ה-OECD היא 12%).

תרשים 4.7: התפלגות ההישגים במתמטיקה לפי רמות בקיאות ולפי מגזר שפה



הערה: בתרשים זה ייתכן כי סך האחוזים לא יסתכם ל-100% בגלל פערי עיגול.

**בתרשים 4.8** מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי עברית יש פער של 15 נקודות לטובת הבנים, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית יש פער של 9 נקודות לטובת הבנות. ממצא זה ולפיו קיים פער בהישגים במתמטיקה לטובת הבנים בבתי ספר דוברי עברית, ופער לטובת הבנות בבתי ספר דוברי ערבית, חוזר שוב ושוב במחקר פיזה ובמערכות נוספות של מבחנים רחבי היקף הנערכים בישראל<sup>43</sup>. יש לציין כי בעוד הפער הבין-מגדרי בבתי ספר דוברי עברית דומה בכיוונו ובגודלו לפער במוצע ה-OECD, הפער הבין-מגדרי בבתי ספר דוברי ערבית מאפיין מיעוט של המדינות המשתתפות במחקר פיזה, ובעיקר מדינות ערביות (שתי המדינות שנמצא בהן הפער הגדול ביותר לטובת הבנות היו ירדן וקטאר - 21 נקודות ו-16 נקודות, בהתאמה).



\* ממוצע ה-OECD - בנות: 489 נקודות; בנים: 499 נקודות.

#### 4.1.2.2: ההישגים במתמטיקה לפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי

בחלק זה מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי של התלמידים בישראל (נמוך, בינוני וגבוה). חלוקת התלמידים לקבוצות אלו נקבעה על פי מדד לרקע חברתי-תרבותי-כלכלי של התלמיד שפותח על ידי מארגני מחקר PISA - מדד ESCS (Index of Economic Social and Cultural Status), שיכונה בדוח זה **מדד חת"כ** (חברתי-תרבותי-כלכלי). להרחבה ראה **להלן תיבה 4.1**. חשוב להדגיש כי אף שיש קשר עקבי והדוק בין הרקע החת"כ של התלמידים לבין הישגיהם, אין להסיק ממצאים אלו על קשרי סיבה-תוצאה ביניהם. בכלל אוכלוסיית נבחני פיזה 2012 בישראל ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי רקע חת"כ הם כדלהלן: תלמידים מרקע נמוך - 415 נקודות; תלמידים מרקע בינוני - 469 נקודות; תלמידים מרקע גבוה - 522 נקודות. אם כן, תמונת הפערים בין קבוצות אלו היא כדלקמן: נמוך לעומת בינוני - 54 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 53 נקודות; נמוך לעומת גבוה - 107 נקודות (כל הפערים הם לטובת קבוצת הרקע הגבוהה יותר).

<sup>43</sup> רפ"י, נוטע-קורן ע', רון-קפלן ע', עואדיה ע', רוגל ע', גלברט ה', בשארה א'. פערים בין בנים לבנות בהישגים במתמטיקה במבחנים מערכתיים בישראל. מצגת שהוצגה בכנס ראמ"ה, 2013.

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MaagareyYeda/Kenes\\_rama\\_2013\\_1.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MaagareyYeda/Kenes_rama_2013_1.htm)

**בתרשים 4.9** מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי רקע חת"כ בכל מגזר שפה בנפרד. אפשר לראות כי הקשר בין מדד זה לבין ההישגים נשמר בכל אחד ממגזרי השפה, כלומר לתלמידים מרקע גבוה יותר יש בממוצע הישגים גבוהים יותר. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי עברית הפערים בהישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החת"כ הם כדלהלן: נמוך לעומת בינוני - 46 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 50 נקודות; נמוך לעומת גבוה - 96 נקודות. בבתי ספר דוברי ערבית הפער בהישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החת"כ הוא כדלהלן: נמוך לעומת בינוני - 18 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 39 נקודות; נמוך לעומת גבוה - 57 נקודות. יש לשים לב כי הפער בין הרקע הנמוך לבינוני קטן יותר בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית (18 נקודות), בהשוואה לתלמידים בבתי ספר דוברי עברית (46 נקודות).

השוואות בין שני מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע חת"כ ממשיכות להצביע על פערי הישגים גדולים בין שני המגזרים. בעיקר יש לשים לב לממצא ולפיו הציון הממוצע של תלמידים מרקע גבוה בבתי ספר דוברי ערבית נמוך ב-10 נקודות מן הציון הממוצע של תלמידים מרקע נמוך בבתי ספר דוברי עברית (430 ו-440 נקודות, בהתאמה). אמנם בתוך קבוצת הרקע הנמוך הפער בין שני מגזרי השפה מצטמצם ל-67 נקודות, לעומת הפער הכללי ביניהם העומד על 101 נקודות (ראה **תרשים 4.6** לעיל), אך בתוך קבוצות הרקע הבינוני והגבוה הפערים בין מגזרי השפה הם 95 נקודות ו-106 נקודות, בהתאמה. צמצום הפער בהישגים בתוך קבוצת רקע החת"כ הנמוך משמעו שחלק מסוים מן הפער בהישגים בין כלל התלמידים בשני מגזרי השפה אפשר להסביר באמצעות ההבדלים ביניהם בהתפלגות התלמידים לפי רקע החת"כ (ראה נתונים סטטיסטיים על אודות רקע זה **בנספחים ג4-ד4 לפרק זה**).

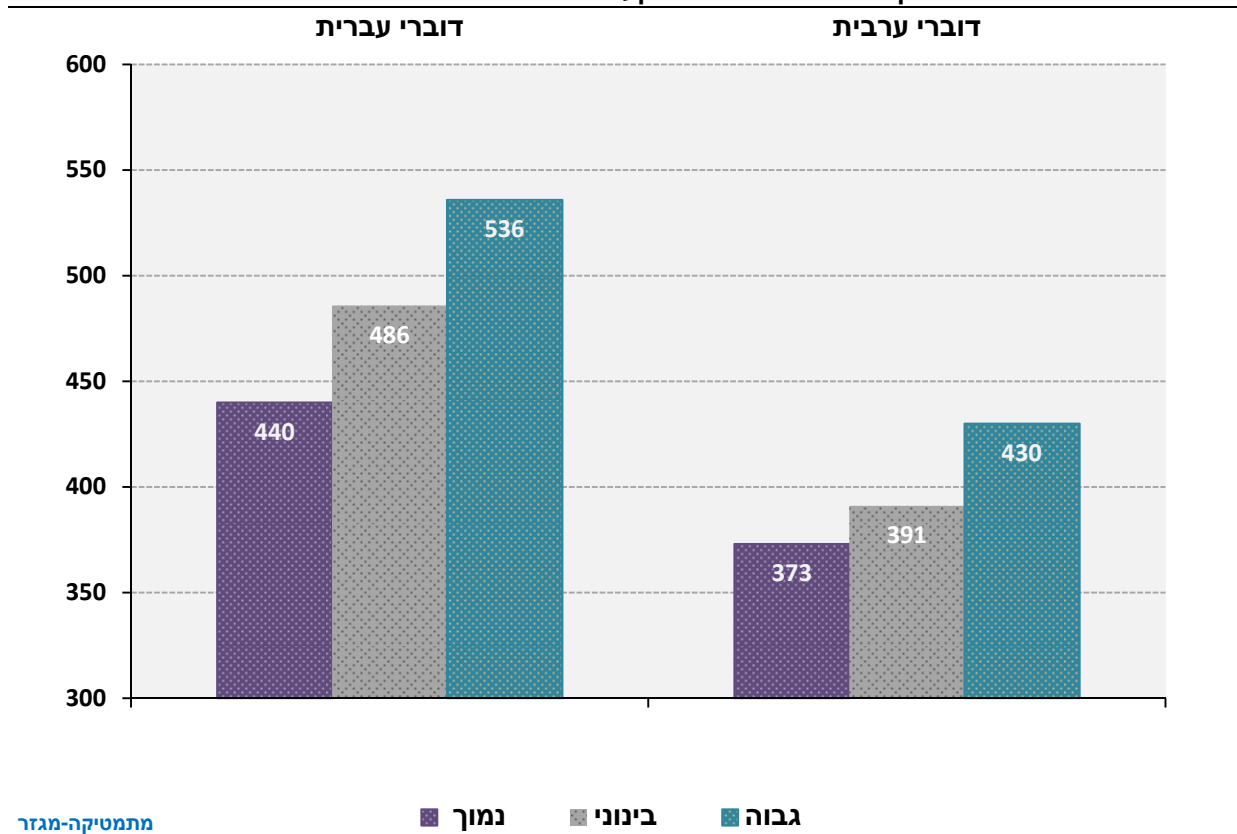
#### **תיבה 4.1: המדד החברתי-תרבותי-כלכלי של פיזה (מדד חת"כ)**

##### **PISA index of Economic Social and Cultural Status (ESCS)**

מדד זה מחושב על סמך דיווח עצמי בשאלונים לתלמיד. המידע שנאסף כולל, בין היתר, את הפרטים האלה: מידע על עיסוקם של האב והאם, רמת ההשכלה של האב והאם, נגישות של משאבים חינוכיים, תרבותיים וכלכליים בבית (לדוגמה, ספרים שמסייעים בהכנת עבודות לבית הספר, ספרי שירה או יצירות אמנות, שולחן כתיבה לרשות התלמיד, מחשב וכיו"ב) ואמצעים נוספים המעידים על מצב כלכלי. המדד אינו כולל מידע על ארץ הלידה של התלמיד ושל הוריו, והוא נקבע כך שיהיה בעל ממוצע אפס וסטיית תקן של 1 במדינות ה-OECD. שני שלישים מן התלמידים במדינות ה-OECD נמצאים אפוא בין הערכים -1 ל-1+ בהתפלגות של מדד זה (בדומה להתפלגות נורמלית). מדד החת"כ הוא מדד רציף. בדוח זה חולקו הנבחים בישראל לשלוש קטגוריות: רקע נמוך – אחוזונים 0-30; רקע בינוני – אחוזונים 31-70; רקע גבוה – אחוזונים 71-100. מדד החת"כ הוא מדד אישי המבוסס אך ורק על דיווח עצמי של התלמיד. לעומת זאת, במדד הטיפוח של משרד החינוך (מדד "שטראוס"), המשמש לתקצוב בתי ספר, יש מרכיבים בית-ספריים (לדוגמה, רמת ההכנסה החצינית של הורי כלל התלמידים בבית הספר והמרחק הגאוגרפי של בית הספר ממרכז הארץ). מדד החת"כ אינו מתואם אפוא במלואו עם מדד "שטראוס", ולפיכך גם החלוקה לקטגוריות נמוך-בינוני-גבוה שונה בין המדדים. נתונים סטטיסטיים על אודות התפלגות התלמידים לפי רקע החת"כ בישראל מוצגים **בנספח 4 לפרק זה**.



#### תרשים 4.9: ההישגים במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי

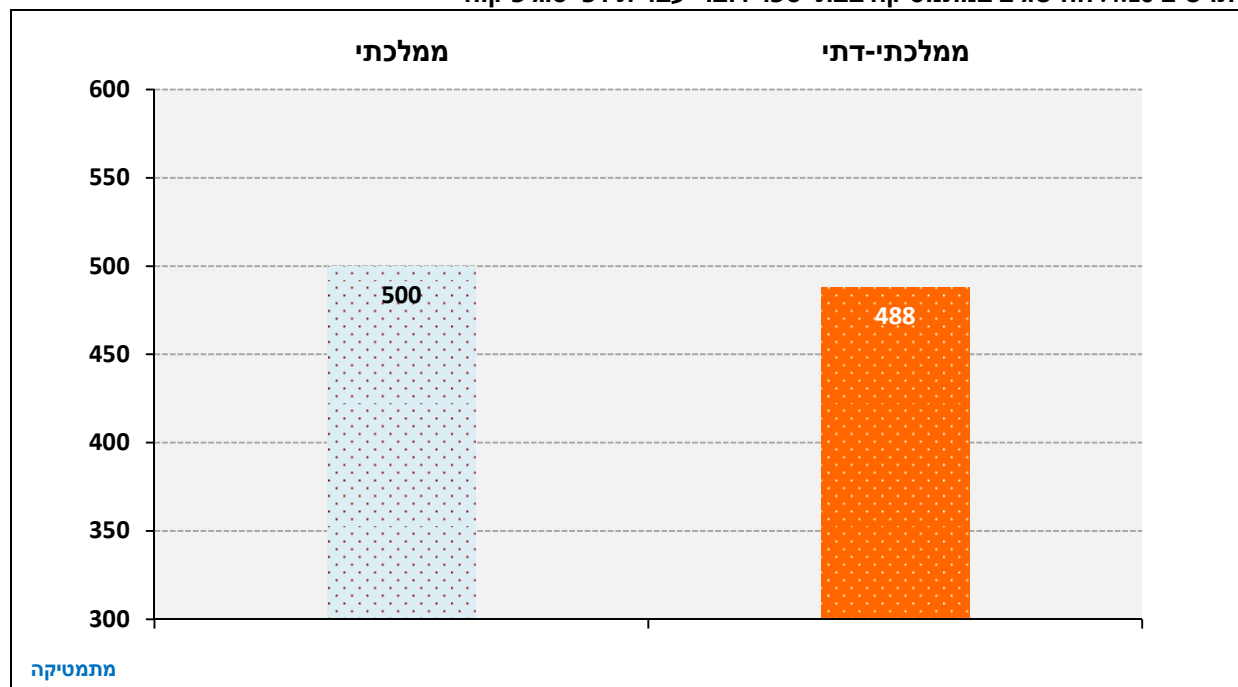


#### 4.1.2.3: ההישגים במתמטיקה לפי סוג פיקוח בבתי ספר דוברי עברית

בחלק זה יוצגו הישגיהם של תלמידים במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית בלבד. **בתרשים 4.10** מוצגים הישגיהם בפילוח לפי סוג פיקוח<sup>44</sup> (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מהתרשים עולה כי הישגי התלמידים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי גבוהים מעט מהישגי עמיתיהם בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי - 12 נקודות בממוצע.

<sup>44</sup> חלוקה זו אינה כוללת תלמידים הלומדים במוסדות שבפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר משרד התמ"ת).

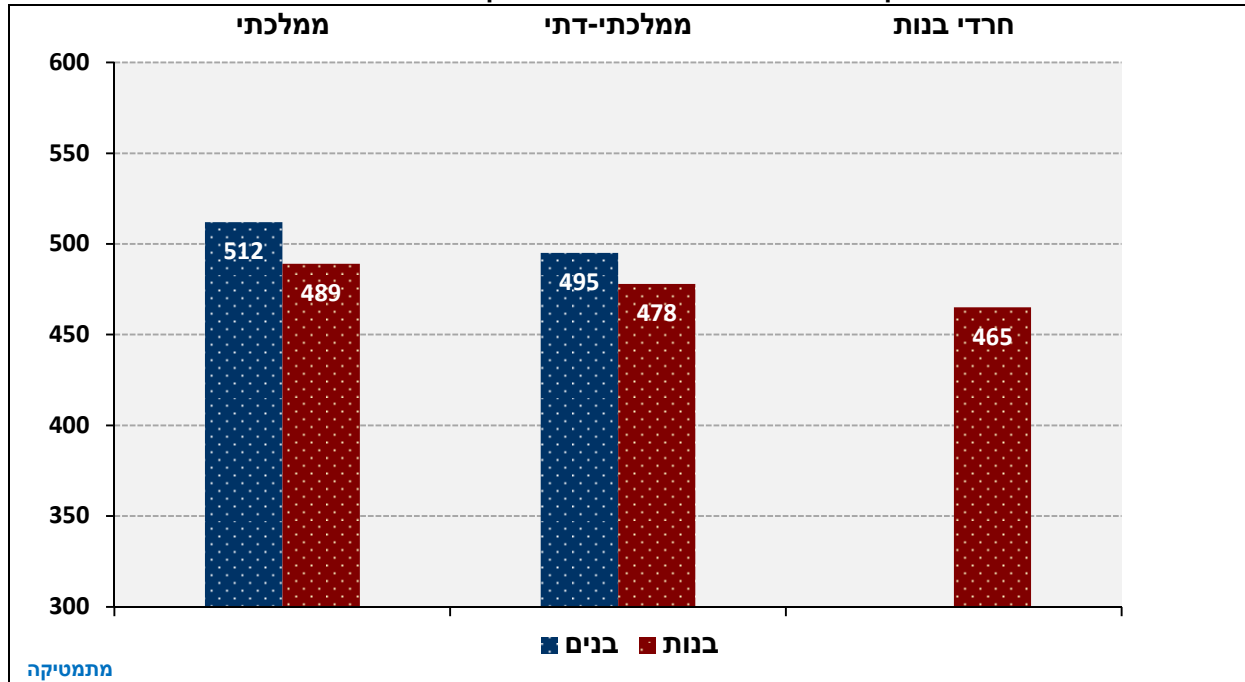
תרשים 4.10: ההישגים במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח



\*ממוצע ה-OECD: 494 נקודות

**בתרשים 4.11** שלהלן מוצגים הישגי התלמידים במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר. לתרשים זה נוספו גם הישגי הבנות בבתי ספר שבפיקוח החרדי. בפיקוח זה אפשר לדווח רק על הישגי הבנות, משום שבתי הספר החרדיים לבנים שהסכימו להשתתף במחקר אינם מייצגים את כלל בתי הספר של קבוצת אוכלוסייה זו. מן התרשים עולה כי הפער לטובת הבנים קיים הן בפיקוח הממלכתי והן בפיקוח הממלכתי-דתי, והוא גדול במעט בפיקוח הממלכתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי-דתי (פער של 23 ו-17 נקודות, בהתאמה). הישגי הבנות שבפיקוח החרדי נמוכים מהישגי הבנות שבפיקוח הממלכתי והממלכתי-דתי (פער של 24 ו-13 נקודות, בהתאמה).

תרשים 4.11: ההישגים במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר

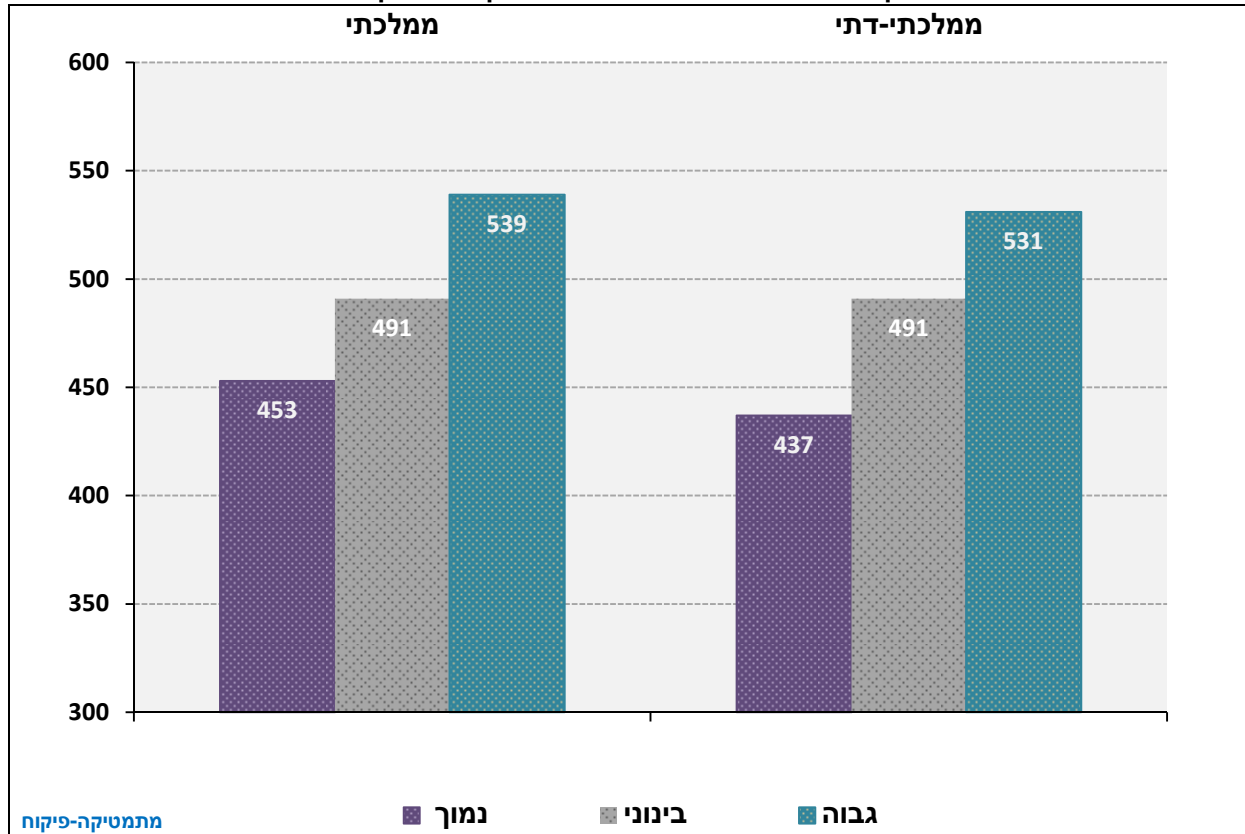


\* ממוצע ה-OECD - בנות: 489 נקודות; בנים: 499 נקודות.

**בתרשים 4.12** מוצגים הישגי התלמידים במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית, בפילוח לפי סוג פיקוח ולפי רקע חת"כ. חשוב לציין כי החלוקה לתת-קבוצות אלו, בפילוח זה, יוצרת לעתים קבוצות קטנות שייתכן כי אינן מייצגות מספיק (כלומר ממוצעי התלמידים שנבחנו בתת-הקבוצות עלולים שלא לשקף במדויק את הישגי כלל התלמידים המשתייכים לאותן קבוצות אוכלוסייה). לכן יש להתייחס בזהירות הראויה להשוואות הממוצעים בפרק זה ולהתמקד במגמות העיקריות בלבד. מן התרשים עולה כי הקשר בין רקע חת"כ לבין הישגים נשמר בכל אחד משני סוגי הפיקוח, כלומר לתלמידים מרקע גבוה יותר יש בממוצע הישגים גבוהים יותר. בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי הפער בהישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החת"כ הוא כדלהלן: נמוך לעומת בינוני - 38 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 48 נקודות; נמוך לעומת גבוה - 86 נקודות. בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי הפער בהישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החת"כ הוא כדלהלן: נמוך לעומת בינוני - 54 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 40 נקודות; נמוך לעומת גבוה - 94 נקודות. הנקודה הבולטת העולה מתמונת פערים זו היא שהפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני גדול יותר בפיקוח הממלכתי-דתי, בהשוואה לפער המקביל בפיקוח הממלכתי (54 נקודות ו-38 נקודות, בהתאמה).

השוואות בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ מראות כי פער ההישגים הגדול ביותר בין שני סוגי הפיקוח קיים בקבוצת הרקע הנמוך ועומד על 16 נקודות. בשתי הקבוצות האחרות, לעומת זאת, הפערים נמוכים הרבה יותר: 0 נקודות בקבוצת הרקע הבינוני ו-8 נקודות בקבוצת הרקע הגבוה.

תרשים 4.12: ההישגים במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי



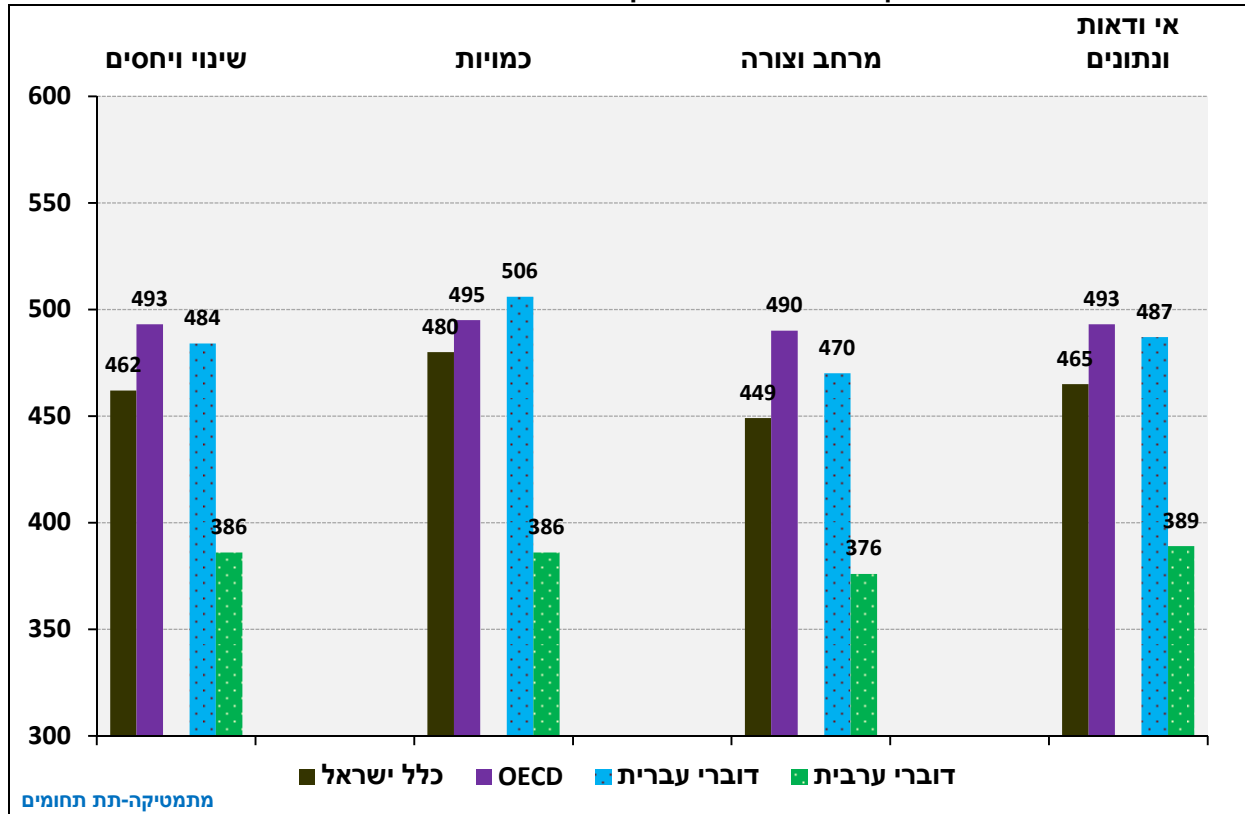
#### 4.1.2.4: ההישגים במתמטיקה בתחומי התוכן ובמיומנויות הקוגניטיביות

במחקר פיזה מחושבים, נוסף על הציון הכולל במתמטיקה, גם שבעה תת-ציונים המשקפים שליטה בהיבטים ובנושאים שונים בתחום זה: ארבעה מהם משקפים תחומי תוכן (שינוי ויחסים, כמויות, מרחב וצורה, אי-ודאות ונתונים) ושלושה מהם משקפים מיומנויות קוגניטיביות-מתמטיות (יישום, ניסוח ופירוש). תיאור מפורט של תחומי תוכן ומיומנויות אלו מוצג בפרק 2. בחלק זה יוצגו הישגיהם של תלמידי ישראל בארבעת תחומי התוכן ובשלוש המיומנויות הקוגניטיביות, תוך השוואה ביניהם ובחלוקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר.

**בתרשים 4.13** מוצגים הישגיהם של כלל התלמידים בישראל בארבעת תחומי התוכן ובחלוקה לפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי בכל תחומי התוכן ממוצעי הציונים בישראל נמוכים מממוצע ה-OECD. הפער הקטן ביותר הוא בתחום הכמויות (15 נקודות) והגדול ביותר הוא בתחום מרחב וצורה (41 נקודות). חולשתה זו של ישראל בתחום הגאומטריה הוא ממצא שחזר גם במחקר טימס (TIMSS) 2011 – מחקר חינוך בין-לאומי נוסף המעריך הישגים במתמטיקה ובמדעים בקרב תלמידי כיתות ח'<sup>5</sup>. כמו כן עולה נקודת חוזק בתחום "כמויות" בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית. בקבוצה זו נרשם ממוצע גבוה בתחום תוכן זה – 506 נקודות – שהוא גבוה ב-11 נקודות מממוצע ה-OECD.

בפילוח לפי מגזר שפה שוב בולטים הפערים העצומים בין שני המגזרים, העומדים על כסטיית תקן שלמה כמעט. בתחום הכמויות, התחום החזק של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, הפער אף גבוה יותר.

תרשים 4.13: ההישגים במתמטיקה בארבעת תחומי התוכן לפי מגזר שפה



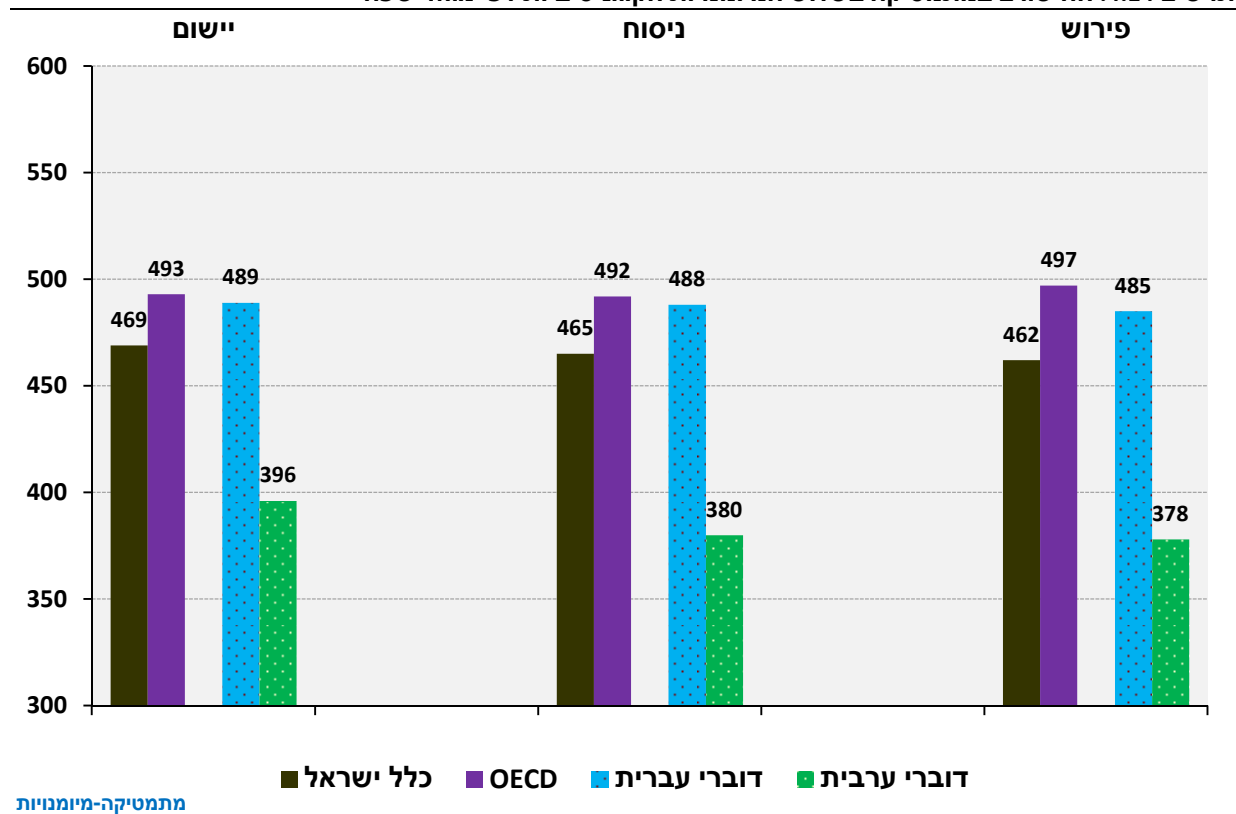
**בלוח 4.2** מוצגים ההישגים בארבעת תחומי התוכן בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר (פילוח לפי מגזר שפה בלבד מוצג לעיל **בתרשים 4.13**). הנתונים בלוח זה עולים בקנה אחד עם תמונת הממצאים הכללית בפילוח מגזר-מגדר: בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית הפערים הם לטובת הבנים ובסדרי גודל דומים בכל תת-התחומים – כ-15 נקודות, גדולים במעט מן הפערים המקבילים בממוצע ה-OECD. בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית הפערים בכל תת-התחומים הם לטובת הבנות ובסדרי גודל של כחמש נקודות בתחומים "שיוני ויחסים" ו"מרחב וצורה" ושל כעשר נקודות בתחומים "כמויות" ו"אי-ודאות ונתונים". פערים אלו הפוכים בכיוונם בהשוואה לפערים המקבילים בממוצע ה-OECD.

**לוח 4.2: ההישגים בתחומי התוכן במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר (מספר בסימן שלילי מייצג פער לטובת הבנות)**

שיוני ויחסים	כמויות	מרחב וצורה	אי-ודאות ונתונים	
דוברי עברית - בנות	476	498	463	479
דוברי עברית - בנים	492	515	477	495
פער (בנים-בנות)	16	17	14	16
דוברי ערבית - בנות	388	392	378	394
דוברי ערבית - בנים	383	380	374	383
פער (בנים-בנות)	-5	-12	-4	-11
OECD - בנות	487	490	482	489
OECD - בנים	498	501	497	497
פער (בנים-בנות)	11	11	15	8

**בתרשים 4.14** מוצגים הישגיהם של כלל התלמידים בישראל בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות ובחלוקה לפי מגזר שפה. מהתרשים עולה כי בכל שלוש המיומנויות הציונים של תלמידי ישראל במבחני פיזה נמוכים בכ-30 נקודות מממוצע ה-OECD. עם זאת יש פערים קטנים בלבד בין הציונים הממוצעים בשלוש מיומנויות אלו בבתי ספר דוברי עברית לבין הציונים המקבילים בממוצע ה-OECD. בפילוח לפי מגזר שפה שוב נראים הפערים העצומים בין שני המגזרים, העומדים על כסטיית תקן שלמה כמעט.

**תרשים 4.14: ההישגים במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות לפי מגזר שפה**



מתמטיקה-מיומנויות

**בלוח 4.3** מוצגים ההישגים בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר (פילוח לפי מגזר שפה בלבד מוצג לעיל **בתרשים 4.14**). הנתונים בלוח זה עולים בקנה אחד עם תמונת הממצאים הכללית בפילוח מגזר-מגדר: בבתי ספר דוברי עברית הפערים הם לטובת הבנים. הפער הקטן ביותר בין בנים לבנות הוא במיומנות היישום (11 נקודות), והגדול ביותר הוא במיומנות הפירוש (21 נקודות), וכל הפערים גדולים במעט מן הפערים המקבילים ב-OECD. בבתי ספר דוברי ערבית הפערים בכל תת-התחומים הם לטובת הבנות, ובסדרי גודל של עשר נקודות לכל היותר.

**לוח 4.3: ההישגים במיומנויות הקוגניטיביות במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר (מספר בסימן שלילי מייצג פער לטובת הבנות)**

פירוש	ניסוח	יישום	
475	480	484	דוברי עברית - בנות
496	497	495	דוברי עברית - בנים
21	17	11	פער (בנים-בנות)
381	382	400	דוברי ערבית - בנות
375	378	391	דוברי ערבית - בנים
-6	-4	-9	פער (בנים-בנות)
492	484	489	OECD - בנות
502	499	498	OECD - בנים
10	15	9	פער (בנים-בנות)

## 4.2: תוצאות המבחן הממוחשב במתמטיקה

במחקר הנוכחי הועבר בפעם הראשונה גם מבחן ממוחשב באוריינות מתמטיקה, וזאת מתוך כוונה למחשב בעתיד את מחקר פיזה כולו החל משנת 2015 ואילך (עוד על נושא זה ראה בפרק 2, סעיף 2.1.7). שלא כבמבחן המודפס, מן המבחן הממוחשב הופק רק ציון אחד (ציון כולל), שגם הוא על סולם בעל ממוצע 500 וסטיית תקן 100 במדינות ה-OECD. חשוב לציין כי אף שמבחינת התוכן והמיומנויות הנבדקות מדובר בשאלות שונות בשני המבחנים, ולמרות העובדה שאופנויות ההצגה והתגובה בשני הפורמטים שונות - שני המבחנים בודקים אוריינות מתמטית. ולראיה, בין הציון הכולל במבחן המודפס באוריינות מתמטיקה לציון הכולל במבחן הממוחשב באוריינות מתמטיקה נרשם מתאם סטטיסטי גבוה מאוד ברמת התלמיד (מתאם פירסון בנתוני התלמידים בכלל המדינות המשתתפות היה 0.91, ובישראל - 0.85), מה שמרמז כי שני המבחנים מודדים היבטים דומים.

### 4.2.1: הישגי ישראל בציון הכולל במבחן הממוחשב - במבט בין-לאומי

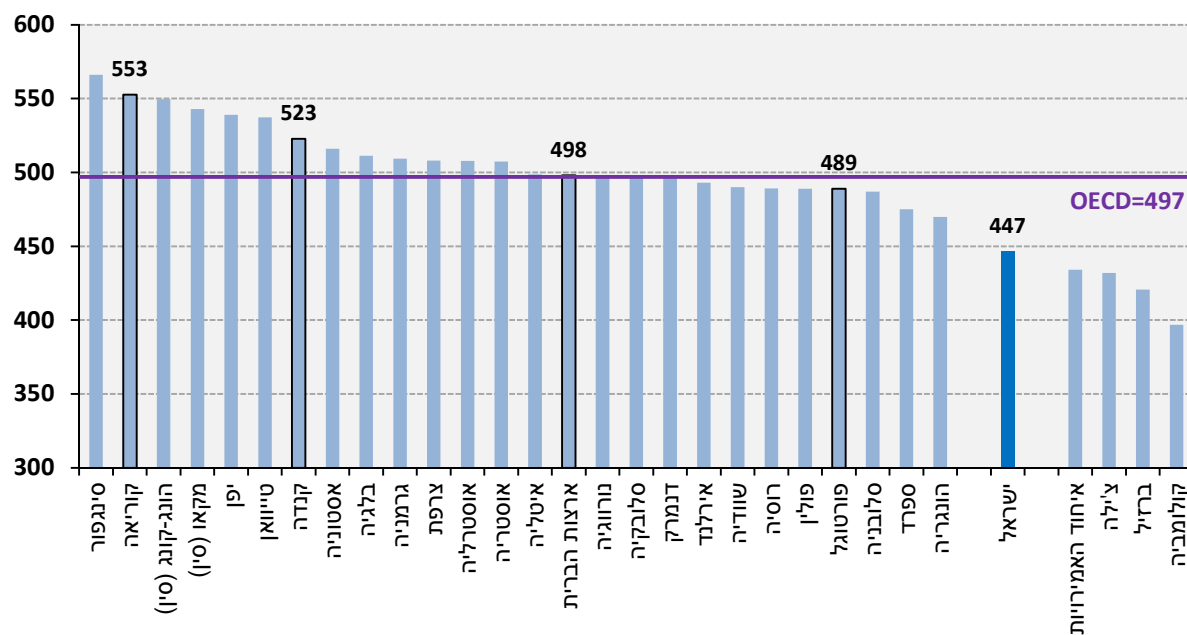
במבחן הממוחשב במתמטיקה נבחנו רק 31 מקרב המדינות המשתתפות, רובן מדינות OECD (ראה להלן לוח 4.4). הציון הממוצע של ישראל במבחן זה הוא 447 נקודות, מה שמציב אותה במקום ה-27 מתוך 31 מדינות במדרג הבין-לאומי (ראה להלן תרשים 4.15)<sup>45</sup>. ממוצע ה-OECD במבחן זה הוא 497 נקודות. את המקומות הראשונים תופסות גם כאן המדינות ממזרח-אסיה: סינגפור, קוריאה והונג-קונג (566, 553 ו-550 נקודות, בהתאמה), ובמקומות האחרונים - צ'ילה, ברזיל וקולומביה (432, 421 ו-397 נקודות, בהתאמה). מבחינת רמות הבקיאות, ישראל נמצאת במקום השלישי בשיעור התלמידים ברמות הבקיאות הנמוכות ביותר - רמה 1 או מתחתיה (39%, לעומת 20% בממוצע ה-OECD). רק בברזיל ובקולומביה שיעורם גבוה יותר. מבחינת שיעור התלמידים בשתי רמות הבקיאות הגבוהות ביותר, ישראל נמצאת במקום ה-26 (מתוך 31). רק 6% מהתלמידים בישראל נמצאים ברמות בקיאות אלו, לעומת 11% בממוצע ה-OECD. מבחינת מדד פיזור הציונים, ישראל היא בעלת הפיזור הגבוה ביותר בהישגים, והיא מדורגת במקום הראשון מקרב המדינות שהשתתפו במבחן הממוחשב במתמטיקה: בישראל, הטווח בין המאון ה-5 למאון ה-95 הוא 365 נקודות, לעומת ממוצע ה-OECD העומד על 291 נקודות (ראה להלן תרשים 4.16 ונספח 4.16).

לוח 4.4: ההשתתפות במבחן הממוחשב במתמטיקה לפי מדינות

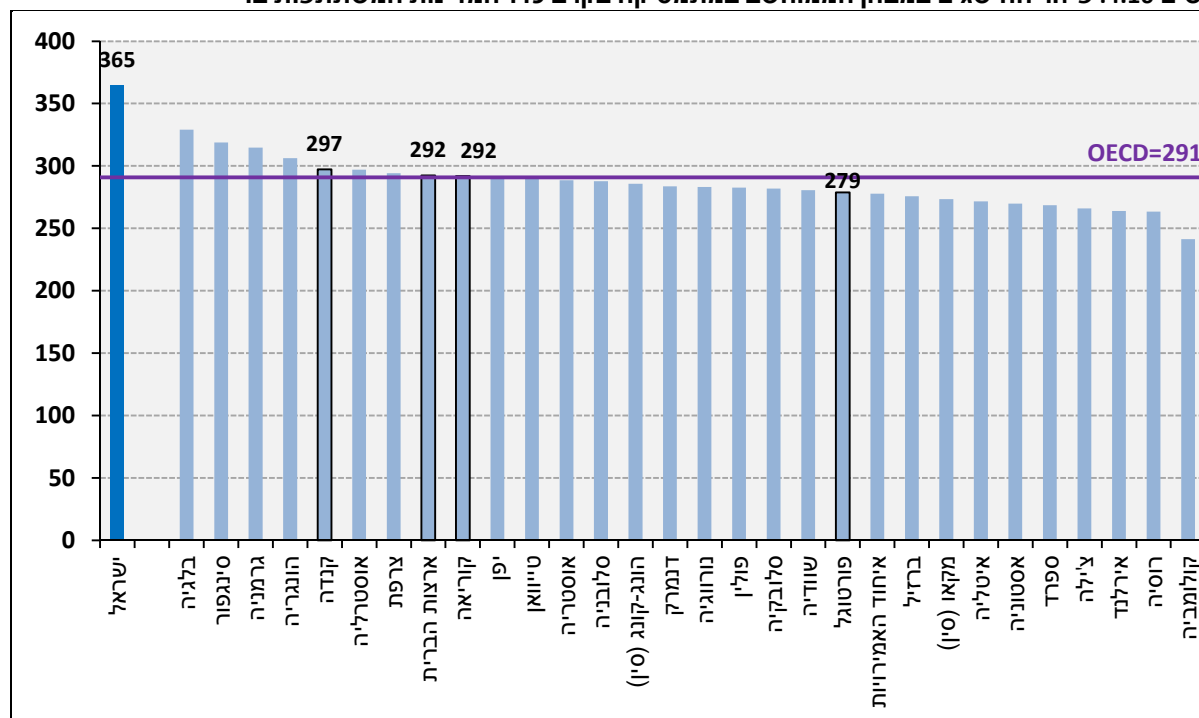
השתתפו	לא השתתפו
אוסטריה, אוסטרליה, איחוד האמירויות, איטליה, אירלנד, אסטוניה, ארצות הברית, בלגיה, ברזיל, גרמניה, דנמרק, הונג-קונג (סין), הונגריה, טייוואן, יפן, ישראל, מקאו (סין), נורווגיה, סינגפור, סלובניה, סלובקיה, ספרד, פולין, פורטוגל, צ'ילה, צרפת, קולומביה, קוריאה, קנדה, רוסיה ושוודיה.	איסלנד, בריטניה, הולנד, טורקיה, יוון, לוקסמבורג, מקסיקו, ניו-זילנד, פינלנד, צ'כיה, שווייץ, אורוגוואי, אינדונזיה, אלבניה, ארגנטינה, בולגריה, וייטנאם, טוניסיה, ירדן, לטביה, ליטא, ליכטנשטיין, מונטנגרו, מלזיה, סרביה, פרו, קוסטה-ריקה, קזחסטן, קטאר, קפריסין, קרואטיה, רומניה ותאילנד.

<sup>45</sup> הסיבה שיש ישראל נמצאת במבחן זה בתחתית המדרג בעוד במבחן המודפס היא נמצאת בערך בתחילת השליש השלישי של המדרג, קשורה לעובדה שבמבחן הממוחשב השתתפו כמעט רק מדינות ה-OECD, שהן בדרך כלל בעלות רמת הישגים גבוהה משל ישראל באוריינות מתמטיקה (בכל אופנות היבחנות שהיא).

תרשים 4.15: ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות בו



תרשים 4.16: פיזור ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות בו



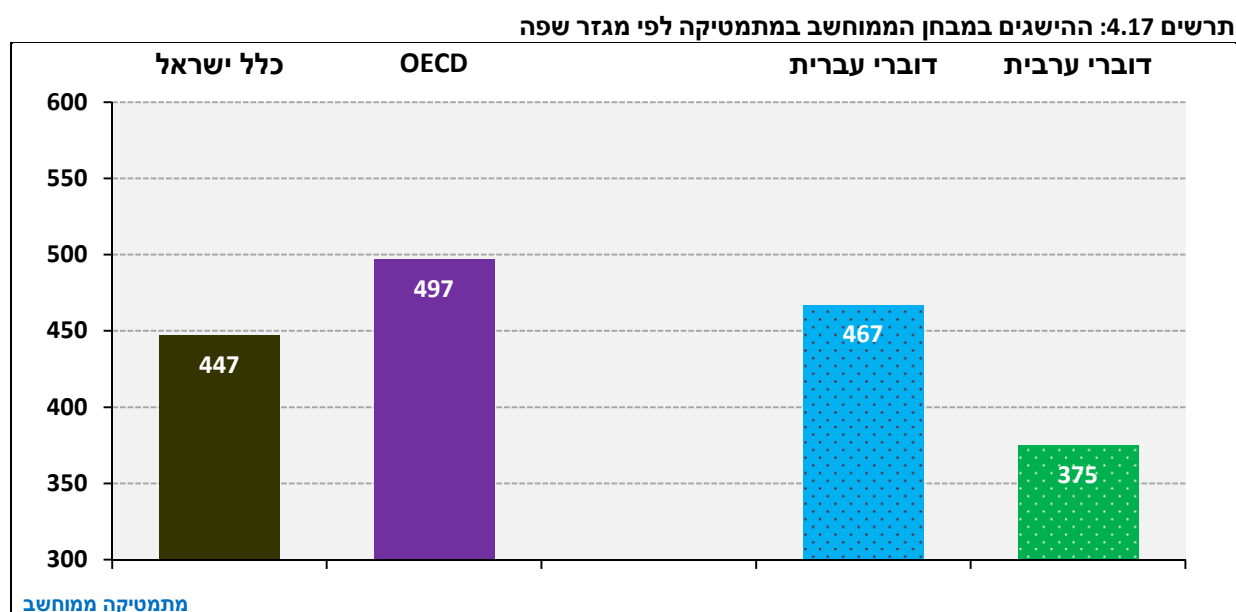
#### 4.2.2: הישגי ישראל במבחן הממוחשב – ניתוח פנים-ישראלי

**בתרשים 4.17** מוצגים הישגי ישראל בציון הכולל במבחן הממוחשב במתמטיקה בעבור כלל הנבחנים ובפילוח לפי מגזר שפה. בדומה למבחן המודפס, גם במבחן הממוחשב הפער בין תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לבין עמיתיהם בבתי ספר דוברי ערבית גדול מאוד - 92 נקודות (כסטיית תקן שלמה). לו היו בודקים היכן ממוקם כל מגזר שפה במדרג המדינות לפי הישגיהן, אזי הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית היו דומים להישגי

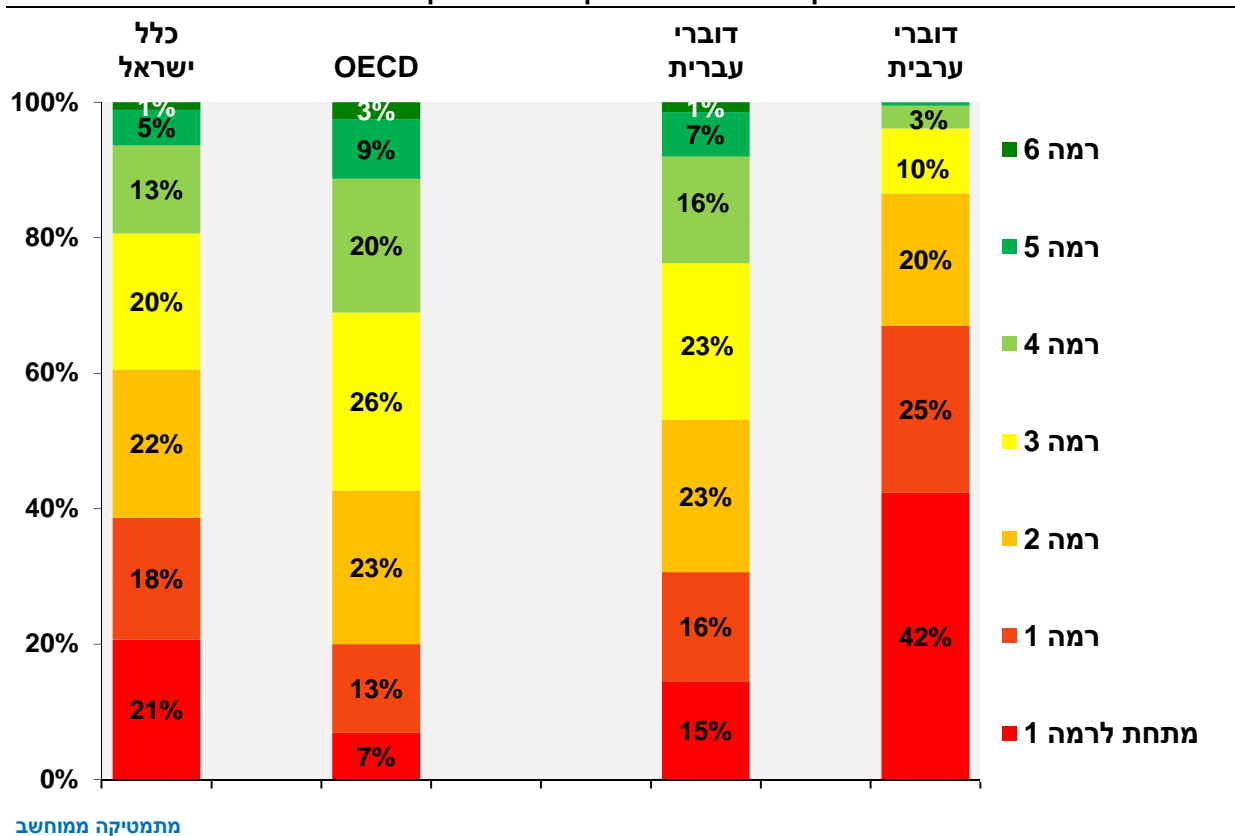


מדינות המדורגות סביב המקום ה-26 (מתוך 31), ואילו הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית היו מדורגים במקום האחרון. בשני מגזרי השפה הפער בין הישגיהם הממוצעים לממוצע ה-OECD גדול יותר במבחן הממוחשב במתמטיקה, בהשוואה למבחן המודפס: נבחנים בבתי ספר דוברי ערבית נמצאים 30 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD במבחן הממוחשב ורק 5 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD במבחן המודפס, ואילו נבחנים בבתי ספר דוברי ערבית נמצאים 122 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD במבחן הממוחשב ו-106 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD במבחן המודפס.

**בתרשים 4.18** מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות בקיאות. התפלגות זו משקפת אף היא את ההישגים הנמוכים יותר במבחן הממוחשב בהשוואה למבחן המודפס: בקרב כלל הנבחנים בישראל, 39% נמצאו מתקשים במבחן הממוחשב (קרי, מתחת לרמה 2), לעומת 34% במבחן המודפס; בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית - 31% לעומת 24%, ובקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית - 67% בשני המבחנים (אף כי 42% מתלמידים אלו נמצאים במבחן הממוחשב מתחת לרמה 1, לעומת 37% מהם במבחן המודפס).



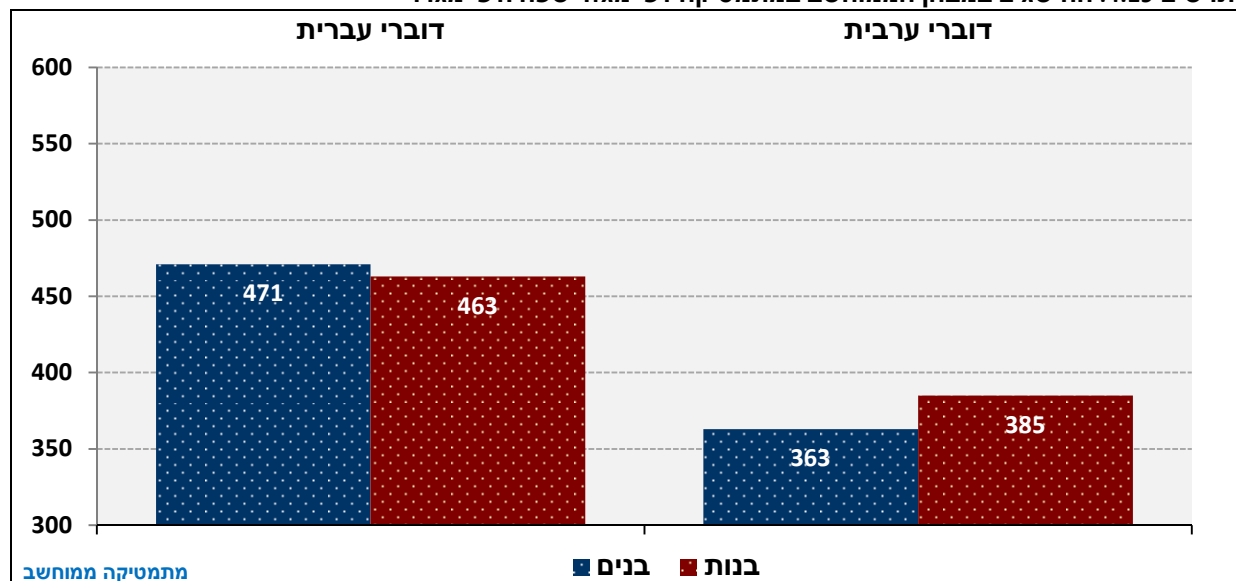
תרשים 4.18: התפלגות ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה לפי רמות בקיאות ולפי מגזר שפה



הערה: בתרשים זה ייתכן כי סך האחוזים לא יסתכם ל-100% בגלל פערי עיגול.

**בתרשים 4.19** מוצג ממוצע הציון הכולל במבחן הממוחשב במתמטיקה, בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר. מהתרשים עולה הדפוס החוזר של הפערים בין המגדרים בישראל: בבתי ספר דוברי עברית נרשם פער של 8 נקודות לטובת הבנים, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית - פער של 22 נקודות לטובת הבנות. נראה אפוא כי הפערים בין המגדרים במבחן הממוחשב מצטמצמים בבתי ספר דוברי עברית (8 נקודות לטובת הבנים במבחן הממוחשב, לעומת 15 נקודות במבחן המודפס) אך בה בעת מתרחבים בבתי ספר דוברי ערבית (22 נקודות לטובת הבנות במבחן הממוחשב, לעומת 9 נקודות במבחן המודפס). המגמה בהיבט זה שונה בישראל מבמדינות ההשוואה וב-OECD: בקנדה ובפורטוגל, למשל, הפער לטובת הבנים במבחן הממוחשב גדל בהשוואה לפער במבחן המודפס; בקוריאה ובממוצע ה-OECD הפערים כמעט שווים בגודלם.

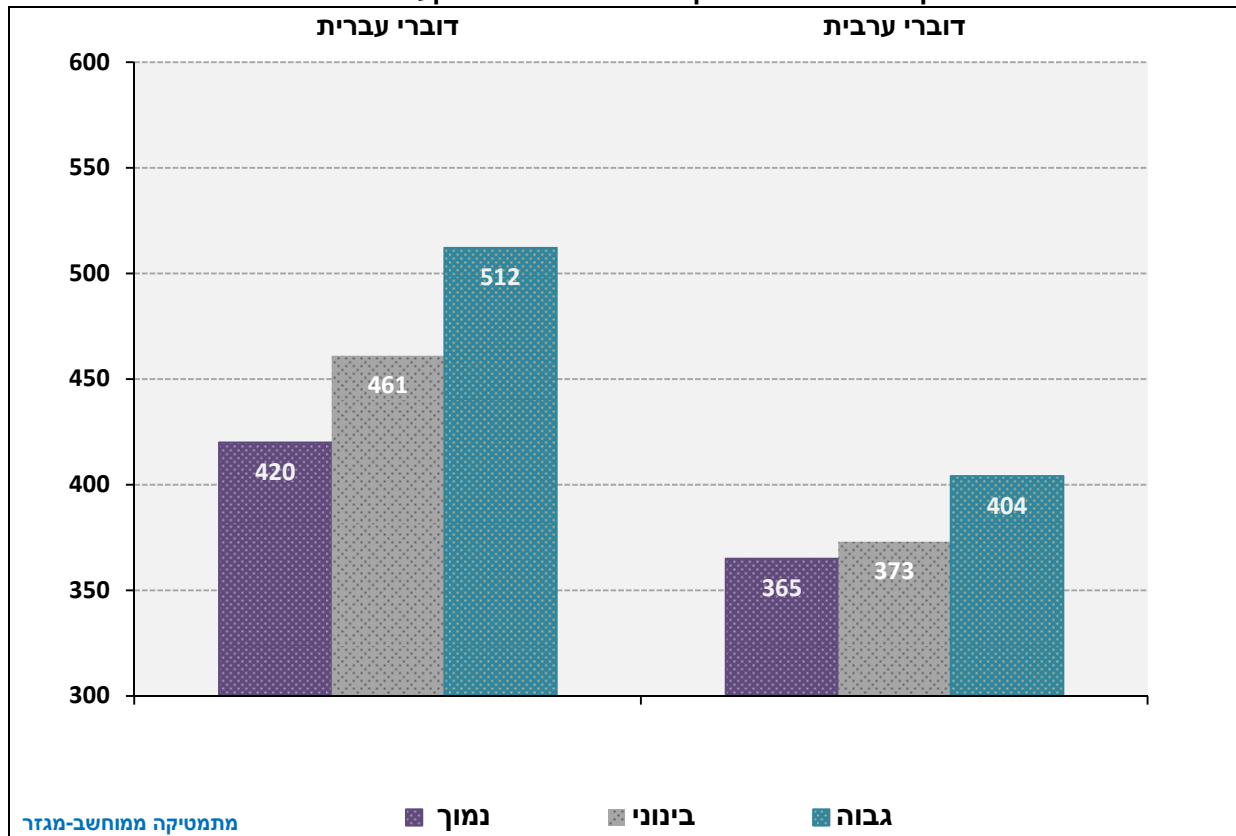
תרשים 4.19: ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר



\*ממוצע ה-OECD - בנות: 491 נקודות; בנים: 503 נקודות.

**בתרשים 4.20** מוצגים הישגי התלמידים במבחן הממוחשב במתמטיקה, בפילוח לפי רקע חת"כ בכל מגזר שפה בנפרד. הממצאים כאן דומים מאוד לממצאים המקבילים במבחן המודפס (**תרשים 4.9**). כלומר, תלמידים מרקע חת"כ גבוה הם בעלי הישגים גבוהים יותר בשני מגזרי השפה, בהשוואה לעמיתיהם בקבוצות הרקע הנמוך והבינוני. כך גם ההישגים בקבוצת הרקע הבינוני בבתי ספר דוברי עברית גבוהים ב-41 נקודות מההישגים בקבוצת הרקע הנמוך; ונוסף על כך יש הבדל קטן של 8 נקודות בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית. מעניין לציין כי בקבוצות הרקע הנמוך, הפער בין שני מגזרי השפה עומד על 55 נקודות בלבד, לעומת הפער של 92 נקודות בין שני מגזרי השפה באופן כללי. אך לעומת זאת, גם כאן חוזר הממצא ולפיו ממוצע הציונים בקרב התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית מרקע נמוך ב-16 נקודות מן הממוצע של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית מרקע נמוך: 404 לעומת 420 נקודות, בהתאמה (במבחן המודפס הפער המקביל בין הקבוצות הללו עומד על 10 נקודות – ראה **תרשים 4.9**).

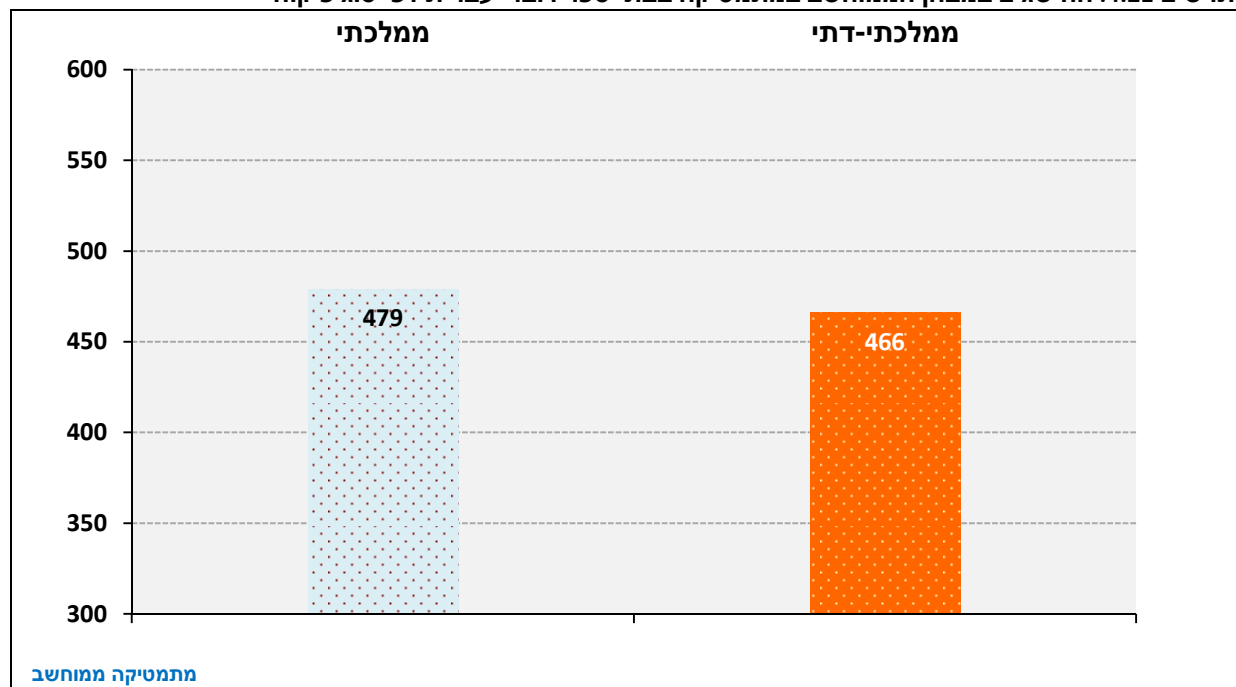
תרשים 4.20: ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי



#### 4.2.3: ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים במבחן הממוחשב במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית בלבד. **בתרשים 4.21** מוצג הציון הכולל במבחן הממוחשב במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית בפילוח לפי סוג פיקוח (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מהתרשים עולה כי הישגי התלמידים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי גבוהים ב-13 נקודות מהישגי התלמידים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי. פער זה דומה לפער המקביל שנרשם במבחן המודפס באוריינות מתמטיקה (12 נקודות).

תרשים 4.21: ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח

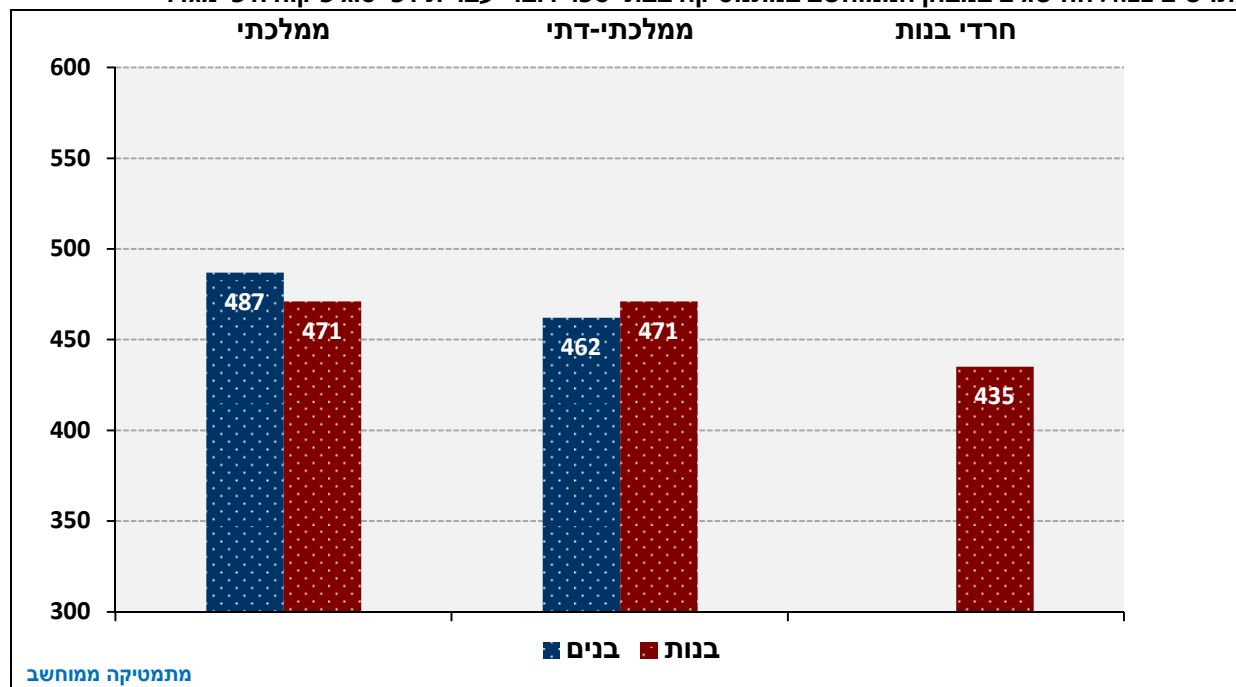


\*ממוצע ה-OECD: 497 נקודות

**בתרשים 4.22** שלהלן מוצגים הישגי התלמידים במבחן הממוחשב במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית, בפילוח לפי סוג פיקוח ולפי מגדר. לתרשים זה נוספו גם הישגי הבנות שבפיקוח החרדי (כזכור, בפיקוח זה אפשר לדווח רק על הישגי הבנות). מהתרשים עולה כי בפיקוח הממלכתי הפער הבין-מגדרי במבחן הממוחשב הוא לטובת הבנים (16 נקודות), והוא קטן במעט מהפער המקביל במבחן המודפס (23 נקודות), ואילו בפיקוח הממלכתי-דתי הפער הבין-מגדרי במבחן זה הוא לטובת הבנות. במילים אחרות, בפיקוח הממלכתי-דתי הפער הבין-מגדרי מוסבר על ידי אינטראקציה בין המגדר לאופנות הצגת המבחן: בעוד במבחן המודפס במתמטיקה הפער שנרשם הוא 17 נקודות לטובת הבנים, במבחן הממוחשב הפער הוא 9 נקודות לטובת הבנות. זאת ועוד: בנות בפיקוח הממלכתי ובנות בפיקוח הממלכתי-דתי השיגו ציון זהה במבחן הממוחשב, ואילו במבחן המודפס הפער בין שתי קבוצות אלו עמד על 11 נקודות לטובת הבנות בפיקוח הממלכתי.

לעומת זאת, הפער בין הישגי הבנות החרדיות לבין הישגי הבנות בשני סוגי הפיקוח האחרים גדול יותר במבחן הממוחשב, בהשוואה למבחן המודפס - 36 נקודות במבחן הממוחשב (לעומת פערים של 13 נקודות בהשוואה לממלכתי-דתי ו-24 נקודות בהשוואה לממלכתי במבחן המודפס). אמנם אין מדובר בציונים על אותו סולם ציונים, אך נראה כי באופן יחסי הבנות החרדיות מתקשות להביא לידי ביטוי את הידע שלהן במתמטיקה במבחן הממוחשב (ממוצע הציון שלהן במבחן הממוחשב נמוך ב-30 נקודות מן הציון שלהן במבחן המודפס, ואילו בשני סוגי הפיקוח האחרים הפערים בממוצע הציונים לרעת המבחן הממוחשב הם 18 נקודות בממלכתי ו-7 נקודות בממלכתי-דתי). ייתכן כי הדבר נובע ממיעוט ניסיון של תלמידות אלו בשימוש במחשבים ובאמצעים דיגיטליים אחרים.

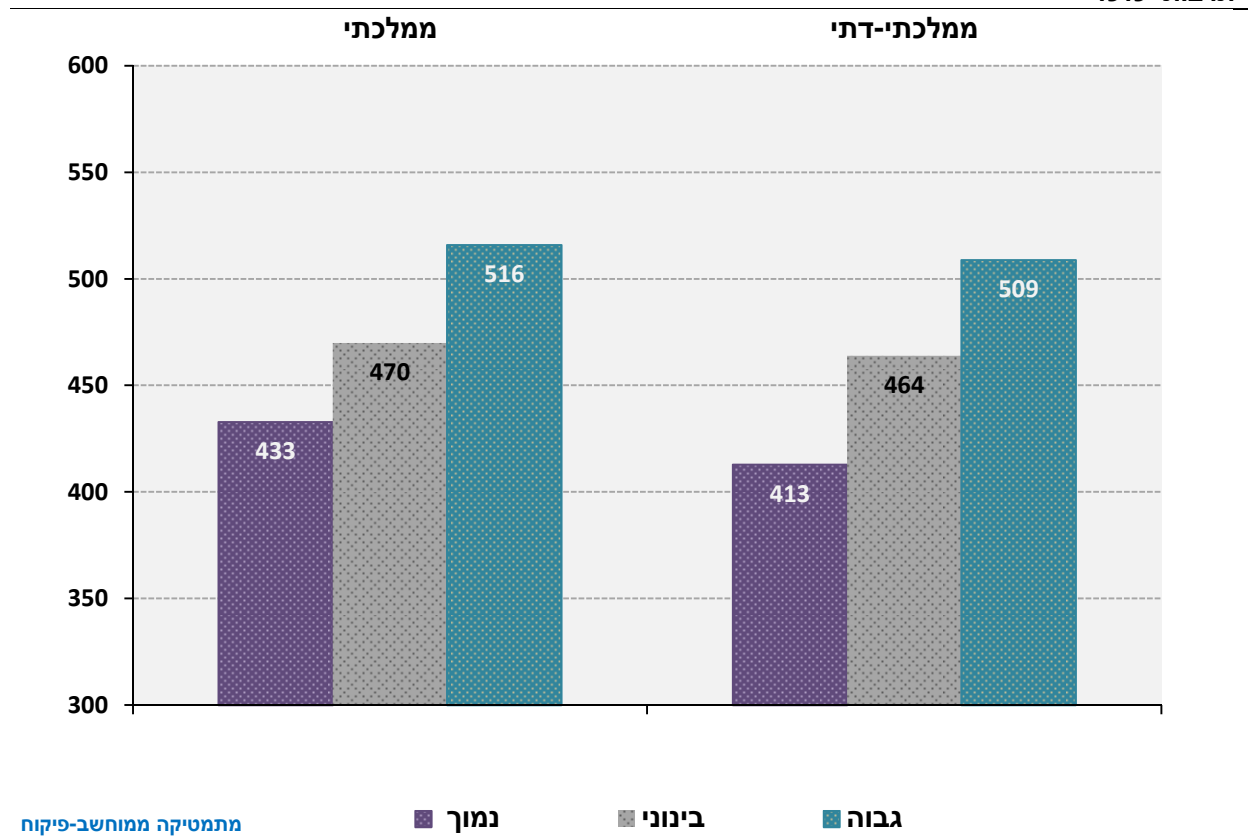
תרשים 4.22: ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר



\*ממוצע ה-OECD - בנות: 491 נקודות; בנים: 503 נקודות.

**בתרשים 4.23** מוצגים הישגי התלמידים במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית, בפילוח לפי סוג פיקוח ולפי רקע חת"כ. חשוב לציין כי החלוקה של הנבחנים לתת-קבוצות אלו, בפילוח זה, יוצרת לעתים קבוצות קטנות שייתכן כי אינן מייצגות מספיק את כלל האוכלוסייה בתת-קבוצות אלו. לכן יש להתייחס להשוואות הממוצעים בפרק זה בזהירות הראויה ולהתמקד במגמות העיקריות בלבד. מן התרשים עולה כי דפוס הפערים בהישגים בין קבוצות הרקע החת"כ השונות וכן גודלם דומה לדפוס שנרשם במבחן המודפס באוריינות מתמטיקה, וזאת בכל אחד מסוגי הפיקוח. כך, תלמידים מרקע חת"כ גבוה הם בעלי הישגים גבוהים יותר בהשוואה להישגי התלמידים מרקע בינוני, ולאחרונים הישגים גבוהים יותר מלעמיתיהם מרקע חת"כ נמוך. ההשוואות בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ מראות כי הפער הגדול ביותר בין שני סוגי הפיקוח הוא בקרב קבוצת התלמידים מהרקע החת"כ הנמוך, והוא עומד על 20 נקודות (בקבוצת הרקע החת"כ הבינוני והגבוה הפערים הם 6 ו-7 נקודות, בהתאמה. לשם השוואה ראה **תרשים 4.12**).

תרשים 4.23: ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי



### 4.3 סיכום: הישגי ישראל באוריינות מתמטיקה במבחן המודפס ובמבחן הממוחשב במחקר פיזה 2012

#### סיכום ההישגים במבחן המודפס באוריינות מתמטיקה

- במחקר פיזה 2012 השיגה ישראל ציון כולל של 466 נקודות באוריינות מתמטיקה במבחן המודפס. ציון זה, הנמוך ב-28 נקודות מממוצע מדינות ה-OECD, מציב אותה במקום ה-40 מתוך 64 מדינות וישויות כלכליות שהשתתפו במחזור מחקר זה. המובילות בתחום אוריינות המתמטיקה הן מדינות במזרח-אסיה: סינגפור, הונג-קונג, טייוואן, קוריאה, מקאו ויפן, התופסות את כל ששת המקומות הראשונים.
- ישראל בולטת בפיזור הציונים הגדול שבה. הפיזור בישראל הוא השני בגודלו מקרב 64 המדינות המשתתפות.
- בישראל, לצד תלמידים בעלי הישגים גבוהים במיוחד יש תלמידים רבים בעלי הישגים נמוכים במיוחד. 9% מן התלמידים מצויים בשתי רמות הבקיאיות הגבוהות ביותר - שיעור הקרוב לממוצע ה-OECD, העומד על 12%. לעומת זאת, 34% מן התלמידים מצויים מתחת לרמת בקיאות 2, לעומת 23% בממוצע ה-OECD.
- מבחינת שינויים לאורך שלושה מחזורי מחקר (2006-2009-2012), ישראל נמצאת במגמת שיפור מתמדת בעשור האחרון. בין מחזור 2006 ל-2012 עלה ממוצע הציונים באוריינות מתמטיקה ב-24 נקודות במצטבר, והעלייה השנתית נאמדת בכ-4 נקודות בשנה. במבט כולל, ישראל נמצאת במקום השמיני מקרב המדינות שהשתתפו בשלושת מחזורי המחקר מבחינת השיפור.
- הממצא הבולט ביותר העולה מן הניתוח הפנים-ישראלי של התוצאות הוא הפער העצום בין הישגי תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לבין הישגי עמיתיהם בבתי ספר דוברי ערבית. פער זה עומד על כ-100 נקודות (סטיית תקן שלמה). זאת ועוד: ממוצע ההישגים בבתי ספר דוברי עברית קרוב לממוצע ה-OECD, ואילו הממוצע בבתי ספר דוברי ערבית רחוק מאוד ממנו.
- להלן ממצאים נוספים העולים מן הניתוח הפנים-ישראלי של נתוני מחקר 2012 במבחן המודפס במתמטיקה:

1. **בחלוקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר** נראית מגמה עקבית ולפיה בבתי ספר דוברי עברית יש יתרון לבנים, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית יש יתרון לבנות.

2. **בחלוקה לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי** - בבתי ספר דוברי עברית הפערים בין קבוצות רקע חת"כ עוקבות (נמוך-בינוני-גבוה) הם כ-50 נקודות. בבתי ספר דוברי ערבית פערים אלו קטנים יותר, בעיקר בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני - פער של 18 נקודות. כמו כן, השוואה בין מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע מגלה כי הפערים העצומים ביניהם (כ-100 נקודות) נשמרים בקבוצות הרקע הבינוני והגבוה, אך בקבוצת הרקע הנמוך



הפער מצטמצם בשליש לערך. כלומר, ייתכן שחלק מפער ההישגים בין שני מגזרי השפה עשוי להיות מוסבר על ידי הפער ברקע החת"כ ביניהם.

3. **בחלוקה לפי סוג פיקוח בבתי ספר דוברי עברית:** פערי ההישגים בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לתלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי אינם גדולים והם עומדים על 12 נקודות בממוצע לטובת הפיקוח הממלכתי. פער בסדר גודל דומה נשמר גם כאשר משווים בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ. השוואה בין רמות הרקע החת"כ השונות בתוך כל סוג פיקוח מגלה כי הפערים בין תלמידים מרקע נמוך לבין תלמידים מרקע בינוני גדולים יותר בפיקוח הממלכתי-דתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי. כמו כן, הישגים הבנות בפיקוח החרדי נמוכים מהישגי הבנות בשני סוגי הפיקוח האחרים.

- ניתוח ההישגים בארבעת תחומי התוכן הנבדקים בתחום אוריינות המתמטיקה מעלה כי בהשוואה לממוצע ה-OECD, הפער הקטן ביותר הוא בתחום "כמויות" והגדול ביותר הוא בתחום "מרחב וצורה". ניתוח המיומנויות הקוגניטיביות מעלה כי הפער הגדול ביותר בהשוואה לממוצע ה-OECD הוא במיומנות הפירוש.

#### סיכום ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה

- במבחן הממוחשב במתמטיקה השיגה ישראל ציון של 447 נקודות. ציון זה, הנמוך בכ-50 נקודות מממוצע ה-OECD, מציב אותה במקום ה-27 מתוך 31 מדינות שהשתתפו במבחן הממוחשב. גם במבחן זה ישראל בולטת בפיזור הציונים הגדול שבה (הראשון בגודלו מקרב המדינות המשתתפות).
- מבחינת רמות הבקיאיות השונות, ישראל מדורגת במקום השלישי מקרב המדינות המשתתפות בשיעור התלמידים ברמות הבקיאיות הנמוכות ביותר (39%; ב-OECD - 20%), ובמקום ה-26 בשיעור התלמידים ברמות הבקיאיות הגבוהות ביותר (6%; ב-OECD - 11%).
- גם במבחן הממוחשב הפער בין שני מגזרי השפה דומה ועומד על כ-100 נקודות (כסטיית תקן שלמה). פער זה קשור גם לממצא ולפיו 67% מן התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית נמצאים ברמות הבקיאיות הנמוכות ביותר, וזאת לעומת כ-31% מן התלמידים בבתי ספר דוברי עברית. זאת ועוד: בבתי ספר דוברי ערבית אין כלל תלמידים ברמות הבקיאיות הגבוהות.
- ממצאים נוספים העולים מן הניתוח הפנים-ישראלי של נתוני מחקר 2012 במבחן הממוחשב במתמטיקה:

1. **בחלוקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר** - בהשוואה למבחן המודפס, הפערים בין המגדרים במבחן הממוחשב מצטמצמים בבתי ספר דוברי עברית. בבתי ספר דוברי ערבית, לעומת זאת, הפערים במבחן הממוחשב מתרחבים לטובת הבנות, שהישגיהן היו גבוהים משל הבנים גם במבחן המודפס.

2. **בחלוקה לפי מגזר שפה ולפי רקע כלכלי-חברתי:** בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית הפערים בין קבוצות רקע חת"כ עוקבות (נמוך-בינוני-גבוה) הם כ-40 עד 50 נקודות. בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית פערים אלו קטנים יותר, בעיקר הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני, העומד על 8 נקודות בלבד. כמו כן, השוואה בין מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע מגלה כי הפערים העצומים ביניהם נשמרים בקבוצות הרקע הבינוני והגבוה ומצטמצמים בכמחצית בקבוצת הרקע הנמוך. כלומר, גם במבחן זה ייתכן שחלק מפער ההישגים בין שני מגזרי השפה עשוי להיות מוסבר על ידי הפער ביניהם ברקע החברתי-תרבותי-כלכלי.

3. **בחלוקה לפי סוג פיקוח בבתי ספר דוברי עברית:** פערי הציונים בין הפיקוח הממלכתי לממלכתי-דתי אינם גדולים ועומדים על 13 נקודות. כאשר מפלחים את ההישגים לפי מגדר מגלים כי שלא כבמבחן המודפס, במבחן הממוחשב במתמטיקה יש פער לטובת הבנות בפיקוח הממלכתי-דתי, ואילו בפיקוח הממלכתי הפער הוא לטובת הבנים. חלוקה לפי הרקע החת"כ מראה תמונה דומה לזו שבמבחן המודפס: כאשר משווים בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ, הפערים דומים לפער הכללי הקיים ביניהם. השוואה בין הרמות השונות של הרקע החת"כ בתוך כל סוג פיקוח מגלה כי הפערים בין תלמידים מרקע נמוך לבין תלמידים מרקע בינוני גדולים יותר בפיקוח הממלכתי-דתי, בהשוואה לפיקוח הממלכתי. כמו כן הישגי הבנות בפיקוח החרדי נמוכים מהישגי שאר הקבוצות במבחן הממוחשב ונמוכים גם בהשוואה להישגיהן במבחן המודפס.

## 4.4. נספחים

## נספח 4א

הממוצע והפיזור של הציון הכולל במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012 ובחלוקה לפי מגדר

מקום במדרג	שם המדינה	ציון ממוצע	טעות תקן	פיזור (P5-P95)	ממוצע בנות	ממוצע בנים	פער (בנות-בנים)
1	סינגפור	573	(1.3)	344	575	572	3
2	הונג-קונג (סין)	561	(3.2)	318	553	568	-15
3	טייוואן	560	(3.3)	375	557	563	-5
4	קוריאה	554	(4.6)	323	544	562	-18
5	מקאו (סין)	538	(1.0)	306	537	540	-3
6	יפן	536	(3.6)	309	527	545	-18
7	ליכטנשטיין	535	(4.0)	310	523	546	-23
8	שווייץ	531	(3.0)	308	524	537	-13
9	הולנד	523	(3.5)	297	518	528	-10
10	אסטוניה	521	(2.0)	268	518	523	-5
11	פינלנד	519	(1.9)	281	520	517	3
12	קנדה	518	(1.8)	293	513	523	-10
13	פולין	518	(3.6)	296	516	520	-4
14	בלגיה	515	(2.1)	335	512	518	-6
15	גרמניה	514	(2.9)	314	507	520	-14
16	וייטנאם	511	(4.8)	283	507	517	-10
17	אוסטריה	506	(2.7)	301	494	517	-22
18	אוסטרליה	504	(1.6)	315	498	510	-12
19	אירלנד	501	(2.2)	280	494	509	-15
20	סלובניה	501	(1.2)	298	499	503	-3
21	דנמרק	500	(2.3)	272	493	507	-14
22	ניו-זילנד	500	(2.2)	325	492	507	-15
23	צ'כיה	499	(2.9)	309	493	505	-12
24	צרפת	495	(2.5)	321	491	499	-9
25	בריטניה	494	(3.3)	312	488	500	-12
26	איסלנד	493	(1.7)	302	496	490	6
27	לטביה	491	(2.8)	266	493	489	4
28	לוקסמבורג	490	(1.1)	310	477	502	-25
29	נורווגיה	489	(2.7)	297	488	490	-2
30	פורטוגל	487	(3.8)	307	481	493	-11
31	איטליה	485	(2.0)	306	476	494	-18
32	ספרד	484	(1.9)	287	476	492	-16
33	רוסיה	482	(3.0)	285	483	481	2
34	סלובקיה	482	(3.4)	334	477	486	-9
35	ארצות הברית	481	(3.6)	295	479	484	-5
36	ליטא	479	(2.6)	293	479	479	0
37	שוודיה	478	(2.3)	298	480	477	3
38	הונגריה	477	(3.2)	310	473	482	-9
39	קרואטיה	471	(3.5)	289	465	477	-12
40	ישראל	466	(4.7)	347	461	472	-12

-8	457	449	289	(2.5)	453	יוון	41
-9	453	444	296	(3.4)	449	סרביה	42
-8	452	444	302	(4.8)	448	טורקיה	43
-4	447	443	266	(3.8)	445	רומניה	44
0	440	440	308	(1.1)	440	קפריסין	45
2	438	440	307	(4.0)	439	בולגריה	46
5	432	436	294	(2.4)	434	איחוד האמירויות	47
0	432	432	235	(3.0)	432	קזחסטן	48
14	419	433	273	(3.4)	427	תאילנד	49
-25	436	411	264	(3.1)	423	צ'ילה	50
8	416	424	267	(3.2)	421	מלזיה	51
-14	420	406	245	(1.4)	413	מקסיקו	52
0	410	410	272	(1.1)	410	מונטנגרו	53
-11	415	404	292	(2.8)	409	אורוגוואי	54
-24	420	396	224	(3.0)	407	קוסטה ריקה	55
1	394	395	304	(2.0)	394	אלבניה	56
-18	401	383	255	(2.1)	391	ברזיל	57
-14	396	382	250	(3.5)	388	ארגנטינה	58
-15	396	381	256	(3.9)	388	טוניסיה	59
21	375	396	252	(3.1)	386	ירדן	60
-25	390	364	244	(2.9)	376	קולומביה	61
16	369	385	330	(0.8)	376	קטאר	62
-5	377	373	235	(4.0)	375	אינדונזיה	63
-19	378	359	279	(3.7)	368	פרו	64
-11	499	489	301	(0.5)	494	ממוצע OECD	

הערה: ייתכנו סטיות של עד נקודה אחת בגלל פערי עיגול.

הממוצע והפיזור של הציון הכולל במבחן הממוחשב במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012 ובחלוקה לפי מגדר (בטור "פער [בנות-בנים] ייתכנו סטיות עד נקודה אחת בגלל פערי עיגול)

מקום במדרג	שם המדינה	ציון ממוצע	טעות תקן	פיזור (P5-P95)	ממוצע בנות	ממוצע בנים	פער (בנות-בנים)
1	סינגפור	566	(1.3)	319	566	566	-1
2	קוריאה	553	(4.5)	292	543	561	-18
3	הונג-קונג (סין)	550	(3.4)	286	540	558	-17
4	מקאו (סין)	543	(1.1)	274	536	549	-13
5	יפן	539	(3.3)	291	531	546	-15
6	טייוואן	537	(2.8)	290	530	545	-15
7	קנדה	523	(2.2)	297	514	532	-17
8	אסטוניה	516	(2.2)	270	512	521	-9
9	בלגיה	511	(2.4)	329	507	516	-9
10	גרמניה	509	(3.3)	315	504	514	-10
11	צרפת	508	(3.3)	294	501	516	-15
12	אוסטרליה	508	(1.6)	297	503	512	-9
13	אוסטריה	507	(3.5)	289	497	518	-21
14	איטליה	499	(4.2)	272	489	507	-18
15	ארצות הברית	498	(4.1)	292	498	498	0
16	נורווגיה	498	(2.8)	283	496	499	-3
17	סלובקיה	497	(3.5)	282	491	503	-11
18	דנמרק	496	(2.7)	284	486	506	-20
19	אירלנד	493	(2.9)	264	484	502	-19
20	שוודיה	490	(2.9)	281	483	497	-13
21	רוסיה	489	(2.6)	263	482	496	-14
22	פולין	489	(4.0)	283	484	495	-11
23	פורטוגל	489	(3.1)	279	479	499	-20
24	סלובניה	487	(1.2)	288	486	488	-3
25	ספרד	475	(3.2)	269	469	481	-12
26	הונגריה	470	(3.9)	306	464	476	-12
27	ישראל	447	(5.6)	365	445	448	-3
28	איחוד האמירויות	434	(2.2)	278	440	428	13
29	צ'ילה	432	(3.3)	266	423	442	-19
30	ברזיל	421	(4.7)	276	410	432	-22
31	קולומביה	397	(3.2)	241	391	403	-12
	ממוצע OECD	497	(0.7)	291	491	503	-12

הערה: ייתכנו סטיות של עד נקודה אחת בגלל פערי עיגול.

**גודלי קבוצות האוכלוסייה השונות בקרב הנבחרים במחקר פיזה 2012 בישראל**  
(האחוזים המוצגים פשוטים ולא ממושקלים)

כלל דוברי עברית	כלל דוברי ערבית	כלל האוכלוסייה
3894 (77%)	1161 (23%)	5055 (100%)

	כלל דוברי עברית	כלל דוברי ערבית	סך הכול
<b>בנות</b>	2177 (56%)	648 (56%)	2825 (56%)
<b>בנים</b>	1717 (44%)	513 (44%)	2230 (44%)
<b>סך הכול</b>	3894 (100%)	1161 (100%)	5055 (100%)

	כלל דוברי עברית	כלל דוברי ערבית	סך הכול
<b>רקע חת"כ נמוך</b>	898 (23%)	553 (48%)	1541 (29%)
<b>רקע חת"כ בינוני</b>	1569 (40%)	362 (31%)	1931 (38%)
<b>רקע חת"כ גבוה</b>	1266 (33%)	218 (19%)	1484 (29%)
<b>ערכים חסרים</b>	161 (4%)	28 (2%)	189 (4%)
<b>סך הכול</b>	3894 (100%)	1161 (100%)	5055 (100%)

פיקוח ממלכתי	פיקוח ממלכתי-דתי	פיקוח חרדי	דוברי עברית (ללא תמ"ת)
2497 (65%)	745 (19%)	594 (16%)	3836 (100%)

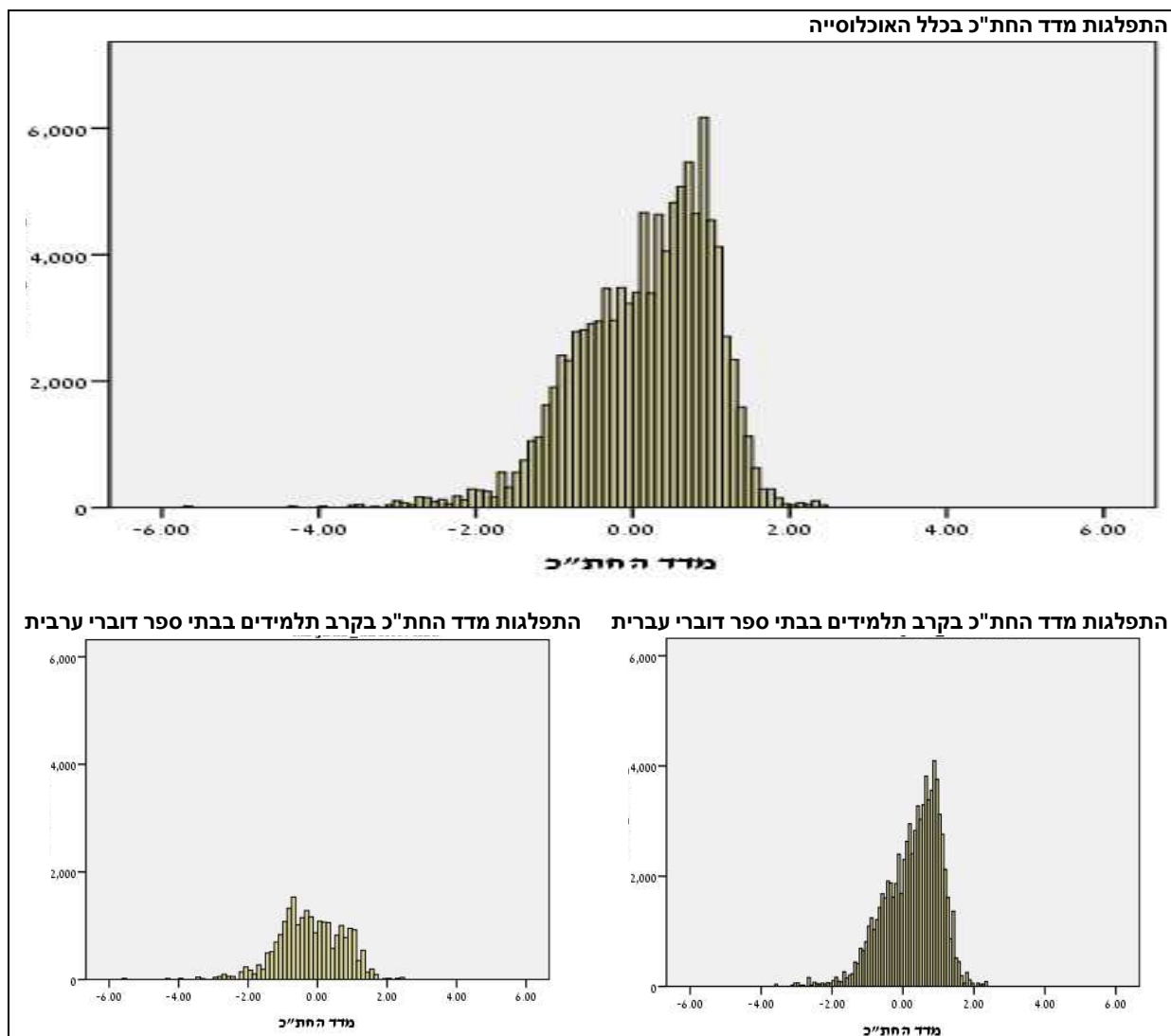
	פיקוח ממלכתי	פיקוח ממלכתי-דתי	פיקוח חרדי	סך הכול
<b>בנות</b>	1261 (51%)	386 (52%)	521 (88%)	2168 (57%)
<b>בנים</b>	1236 (49%)	359 (48%)	73 (12%)	1688 (43%)
<b>סך הכול</b>	2497 (100%)	745 (100%)	594 (100%)	3836 (100%)

	פיקוח ממלכתי	פיקוח ממלכתי-דתי	פיקוח חרדי	סך הכול
<b>רקע חת"כ נמוך</b>	509 (20%)	175 (24%)	186 (31%)	870 (23%)
<b>רקע חת"כ בינוני</b>	961 (39%)	328 (44%)	266 (45%)	1555 (40%)
<b>רקע חת"כ גבוה</b>	985 (39%)	226 (30%)	52 (9%)	1263 (33%)
<b>ערכים חסרים</b>	42 (2%)	16 (2%)	90 (15%)	148 (4%)
<b>סך הכול</b>	2497 (100%)	745 (100%)	594 (100%)	3836 (100%)

דוברי עברית תמ"ת	דוברי ערבית תמ"ת	כלל התמ"ת
58 (1.5%)	47 (4%)	105 (2%)

נתונים סטטיסטיים על אודות הרקע החת"כ בישראל (כל הנתונים ממושקלים למעט גודלי הקבוצות)

מספר הנבחים	ממוצע (טעות תקן)	סטיית תקן	
4,866	0.17 (0.03)	0.85	כלל האוכלוסייה
3,733	0.28 (0.03)	0.79	דוברי עברית
1,133	-0.21 (0.05)	0.94	דוברי ערבית



רקע חת"כ נמוך	מספר הנבחים	ממוצע (טעות תקן)	סטיית תקן
כלל האוכלוסייה	1,451	-0.88 (0.02)	0.57
דוברי עברית	898	-0.82 (0.02)	0.53
דוברי ערבית	553	-97.0 (0.04)	0.62
רקע חת"כ בינוני	מספר הנבחים	ממוצע (טעות תקן)	סטיית תקן
כלל האוכלוסייה	1,931	0.28 (0.007)	0.28
דוברי עברית	1,569	0.29 (0.008)	0.27
דוברי ערבית	362	0.21 (0.01)	0.29
רקע חת"כ גבוה	מספר הנבחים	ממוצע (טעות תקן)	סטיית תקן
כלל האוכלוסייה	1,484	1.06 (0.008)	0.27
דוברי עברית	1,266	1.06 (0.009)	0.26
דוברי ערבית	218	1.08 (0.01)	0.29

## פרק 5: ההישגים באוריינות קריאה ובאוריינות דיגיטלית במחקר פיזה 2012

בפרק זה תובא סקירה של הישגי התלמידים באוריינות קריאה במחקר פיזה 2012. תחום זה, ועמו אוריינות מדעים, היה תחום היבחנות משני במחזור המחקר הנוכחי. בחלקו הראשון של הפרק יוצגו ההישגים באוריינות קריאה במבחן המודפס, ובחלקו השני יוצגו ההישגים באוריינות קריאה במבחן הממוחשב (בתחום המכונה "קריאה דיגיטלית"). בתחילת כל חלק יוצגו בקצרה המסגרת המושגית של התחומים הנמדדים, סולמות הציונים ורמות הבקאות. לאחר מכן יוצגו הישגי התלמידים בישראל תוך התייחסות לרמת ההישגים ולשונות בין תלמידים. ההישגים יוצגו בהשוואה לרמת ההישגים הבין-לאומית ולהישגי תלמידים במדינות מסוימות אחרות שהשתתפו במחקר ואשר נבחרו לפי אמות מידה שפורטו בפרק 4. נקודת השוואה מרכזית נוספת להישגי ישראל תהיה הציון הממוצע במדינות ה-OECD (להלן "ממוצע ה-OECD"). לאחר מכן יוצגו ניתוחי ההישגים בתוך ישראל לפי פילוחים שונים: מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), מגדר, רקע חברתי-כלכלי, מגדר וסוג פיקוח (רק בבתי ספר דוברי עברית). בסוף הפרק יובאו נספחים ובהם נתונים על אודות ההישגים בקרב כלל המדינות המשתתפות.

### 5.1: הערכה של אוריינות קריאה במחקר פיזה 2012

אוריינות קריאה חשובה לטווח רחב של התנסויות חיים. תפיסת אוריינות הקריאה במחקר פיזה שואפת לכלול את מגוון המצבים שבהם בני אדם קוראים, את צורות הצגתם השונות של טקסטים כתובים ואת מגוון הגישות שקוראים נוקטים בבואם לקרוא טקסט - החל מגישה פונקציונלית, כגון איתור חלק מסוים של מידע מעשי, וכלה בגישה רחבה יותר, דהיינו קריאה על מנת ללמוד ולהבין דרכים חדשות של עשייה, חשיבה והוויה. אוריינות קריאה כוללת מערך רחב של מיומנויות קוגניטיביות, החל בפענוח בסיסי, דרך ידע על מילים, דקדוק ומבנים, מאפיינים לשוניים וטקסטואליים, ועד לידע על העולם. היא כוללת גם מיומנויות מטא-קוגניטיביות, בהן מודעות למגוון של אסטרטגיות מתאימות לעיבוד טקסטים והיכולת להשתמש בהן.

#### 5.1.1: אוריינות קריאה מהי? הגדרה ומסגרת מושגית

הגדרת אוריינות קריאה במחקר פיזה הוצגה בהרחבה במחזור מחקר פיזה 2009, שבו היא הייתה תחום עיקרי. לפי פיזה, אוריינות קריאה מוגדרת "יכולתו של הפרט להבין טקסטים כתובים, להשתמש בהם, להעריך ולבקר אותם, ולעסוק בהם כדי להשיג את מטרותיו, לפתח את הידע והפוטנציאל שלו ולהיות חלק מהחברה". המילה **להבין** נוגעת למשימתו של הקורא להפיק מן הטקסט משמעות. המילה **להשתמש** נוגעת לקריאה שנועדה ליישם מידע ורעיונות מן הטקסט לשם ביצוע משימה או מימוש מטרה, או בניסיון לחזק עמדות או לשנותן. **בהערכה ובביקורת** של טקסט הקורא מקשר את שקרא למחשבותיו ולהתנסויותיו. הוא עשוי, למשל, להשתמש בטקסט



כדי להאיר באור חדש דבר זה או אחר בחייו; הוא עשוי גם לשפוט את הטקסט עצמו, בהתבסס על מסגרות התייחסות חיצוניות. בבואם לקרוא טקסט, קוראים נדרשים לתהליכי שיפוט רבים. למשל, עליהם להעריך אם הטקסט מתאים למשימה שניצבת מולם ולקבוע אם ביכולתו לספק את המידע הדרוש להם; עליהם לשפוט את מידת המהימנות של התוכן; עליהם להביא בחשבון הטיות שהם עשויים לגלות בטקסט, ובטקסטים מסוימים עליהם לשפוט את איכות הטקסט, הן בתור אובייקט אמנותי והן כאמצעי להשגת מידע. המונח **לעסוק**, המופיע בהגדרה, נוגע למוטיבציה לקרוא. אנשים רבים קוראים טקסטים רק כאשר משימה מסוימת מחייבת אותם לעשות כן. אחרים קוראים גם לשם ההנאה שבקריאה ומתוך עניין. המונח **טקסט כתוב** כולל טקסטים במגוון של תצורות, בהן טקסט רציף וטקסט שאינו רציף, וכן מגוון של סוגי טקסט, כגון טקסט סיפורי (נרטיבי), היצגי (אקספוזיציה) או מפעיל (אינטראקטיבי). מונח זה כולל גם טקסטים מסוגי מדיה שונים: כתובים ביד, מודפסים ודיגיטליים. עד לעת האחרונה מרבית הקריאה הייתה של חומר מודפס על נייר. כיום קוראים נדרשים לקרוא טקסטים המוצגים על מסכים מסוגים שונים, ועל כך יפורט בחלק העוסק בקריאה דיגיטלית. החלק השני של ההגדרה – **כדי להשיג את מטרותיו, לפתח את הידע והפוטנציאל שלו ולהיות חלק מהחברה** – נוסח כך שיכלול את הקשת המלאה של המצבים שבהם אוריינות קריאה ממלאת תפקיד. **כדי להשיג את מטרותיו** פירושו שלפרט יש מגוון צרכים שעליו למלא, החל בקיום בסיסי, דרך שביעות רצון אישית והתפתחות תעסוקתית ומקצועית, וכלה במעורבות חברתית.

## 5.1.2: היבטים של אוריינות קריאה במבחן המודפס ומיפוי הפריטים

הערכת אוריינות הקריאה במחקר מבוססת על שלושה מאפיינים מרכזיים: טקסטים, תהליכים וקשרים, אשר הוערכו במחקר 2012 באמצעות 44 פריטי מבחן (שאלות), כמפורט להלן. מאחר שתחום אוריינות הקריאה היה תחום משני בלבד במחקר זה, אין מכלול הפריטים מכסה את כל היבטי הקריאה שהוגדרו במסגרת ההיבחות של מחזור מחקר 2009.

**טקסטים:** מאפיין זה קשור לסוגי הטקסטים שעל התלמידים לקרוא. **בלוח 5.1** שלהלן מוצגת התפלגות 44 הפריטים (שאלות) ששימשו להערכת אוריינות קריאה במחקר 2012, ממוינים לפי הסוגה (הז'אנר) של הטקסט ולפי תצורת הטקסט.

לוח 5.1: סוגים ותצורות של טקסט ששימשו במחקר 2012

תצורת הטקסט	רציף (סיפור)	לא רציף (רשימה)	מעורב (שילוב של סיפור ורשימה)	מרובה (מכמה מקורות מידע)	סוג הטקסט
מידעי (שאלות "מה?")	4 פריטים	2 פריטים	-	-	
סיפורי (שאלות "מתי?")	9 פריטים	-	-	-	
היצגי (שאלות "כיצד?")	4 פריטים	9 פריטים	3 פריטים	-	
טיעוני (שאלות "מדוע?")	5 פריטים	2 פריטים	פריט אחד	פריט אחד	
הכוונה (מציג הוראות)	4 פריטים	-	-	-	

**תהליכים:** מאפיין זה קשור לשאלה מהי מטרת הקורא ומהי גישתו אל הטקסט. עם תהליכים אלו אפשר למנות תהליך פשוט כמו אחזור מידע מן הטקסט (10 פריטים), תהליך מורכב יותר של מיזוג מידע ומתן פרשנות לטקסט

(24 פריטים), ותהליך מורכב אף יותר של רפלקציה והערכה, שבו הקורא מהרהר בטקסט הכתוב ומקשרו לאירועים והתנסויות בחייו (10 פריטים).

**הקשרים:** מאפיין זה קשור לשאלה איזה שימוש נועד לטקסט, מנקודת מבטו של המחבר. שימוש זה יכול להיות לצרכים אישיים (למשל, סיפוק עניין אישי - 16 פריטים); לצרכים ציבוריים (למשל, טקסט המתייחס לחברה הרחבה יותר - 5 פריטים); לצרכים לימודיים (למשל, טקסט המשמש לצורכי הוראה והדרכה - 14 פריטים); ולצרכים תעסוקתיים (טקסט הקשור לעולם העבודה - 9 פריטים).

מתוך 44 הפריטים במבחן אוריינות הקריאה המתייחסים לטקסטים, לתהליכים ולהקשרים שונים, 13 היו פריטי רב-ברירה פשוטים (שבהם הנבחן נדרש לסמן תשובה אחת מתוך ארבע או חמש אפשרויות); 8 היו פריטי רב-ברירה מורכבים (שבהם הנבחן נדרש לבחור יותר מתשובה אחת או להקיף מילה או ביטוי קצר); 4 היו פריטים מובנים סגורים (שבהם הנבחן נדרש להשיב תשובה בעלת טווח אפשרויות מצומצם למדי); 3 היו פריטים פתוחים (שבהם הנבחן נדרש להשיב תשובה קצרה); ו-17 היו פריטים מובנים פתוחים (שבהם הנבחן נדרש להשיב תשובות ארוכות ומפורטות, עם טווח רחב של תשובות אפשריות).

### 5.1.3: סולם הציונים ורמות הבקיאות באוריינות קריאה

סולם הציונים באוריינות קריאה נקבע במחקר פיזה 2000 כך שממוצע הציונים של מדינות ה-OECD יעמוד על 500 נקודות וסטיית התקן על 100 נקודות. הציונים במחזורי המחקר השונים מכוילים לסולם זה, מה שמאפשר להשוות בין מחזור מחקר אחד למשנהו (החל ממחזור פיזה 2000). נוסף על הציון הממוצע בכל מדינה, אפשר לתאר את ההישגים על פי התפלגות התלמידים ברמות בקיאות שונות. רמות אלו מוגדרות לפי נקודות חתך ("ספים") המוצגות ב**לוח 5.2** שלהלן ומחלקות את סולם הציונים לשבע רמות השונות זו מזו מבחינת איכותן.<sup>46</sup> הציון הממוצע בכל מדינה נמצא בהלימה, כמובן, עם התפלגות ציוני התלמידים ברמות בקיאות אלו: שכיחות גבוהה של תלמידים בקטגוריות בקיאות גבוהות בצד שכיחות נמוכה של תלמידים בקטגוריות בקיאות נמוכות יאפיינו בדרך כלל מדינות בעלות ממוצע הישגים גבוה, ולהפך. כמו כן, שכיחות התלמידים בקטגוריות השונות מתקשרת גם למידת הפיזור בציונים, כפי שיוסבר בהמשך. השוואה בין המדינות על פי רמות בקיאות אלו מספקת תמונה מעשירה יותר על אודות הפערים שבין תלמידים במערכות החינוך השונות.

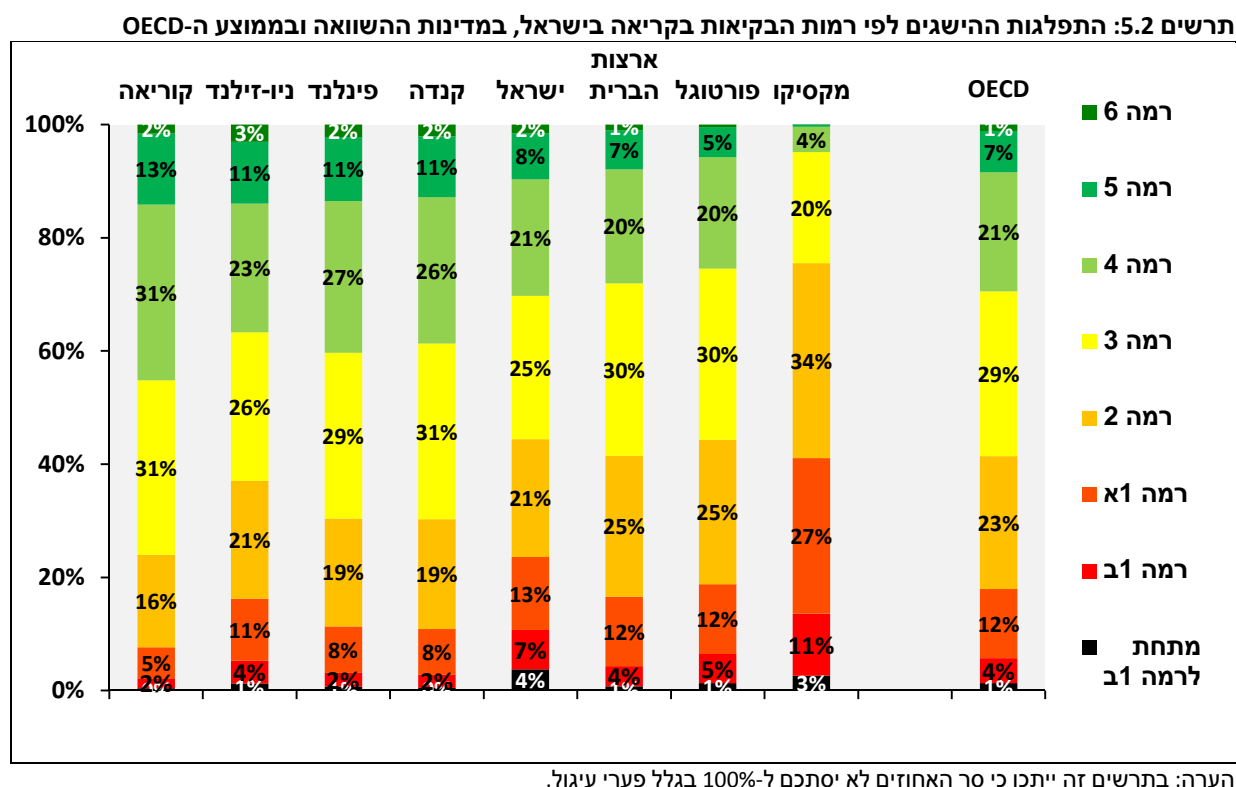
<sup>46</sup> כמו כן קיימת קבוצה של תלמידים שרמתם באוריינות קריאה היא מתחת לרמת הבקיאות הנמוכה ביותר, ולגביהם לא קיים תיאור איכותי של מה שהם מסוגלים לעשות. כמו כן יש לשים לב לכך שעד למחקר 2009 חולק הסולם ל-6 רמות בקיאות, וב-2009 הוחל בחלוקת רמת הבקיאות "1" לשתי רמות: 1א' ו-1ב'.

**לוח 5.2: נקודות החתך בעבור רמות הבקאות בקריאה**

רמת בקאות	ציון גבול תחתון	מה התלמידים מסוגלים לעשות בכל רמה
רמה 6	698 נקודות	בדרך כלל התלמיד יודע לעשות היקשים, השוואות והנגדות מרובים, באופן מפורט ומדויק כאחד. הקורא מסוגל להראות הבנה מלאה ומפורטת של טקסט נתון, ולעתים המשימות כרוכות במיזוג של מידע משני טקסטים או יותר. הקורא עשוי להתמודד עם רעיונות לא מוכרים לנוכח מידע מתחרה בולט וליצור קטגוריות מופשטות לפרשנויות. במשימות הערכה וביקורת הוא עשוי להעלות השערות או לעשות הערכה ביקורתית בנוגע לטקסט מורכב בנושא לא מוכר, תוך התחשבות במספר רב של אמות מידה או נקודות מבט ויישום של הבנה מתוחכמת שמקורה מעבר לטקסט. תנאי חשוב במשימות של איתור מידע ואחזורו ברמה זו הוא דיוק בניתוח ותשומת לב קפדנית לפרטים שאינם בולטים בטקסטים.
רמה 5	626 נקודות	התלמיד מצליח בדרך כלל להתמודד עם משימות הכרוכות באחזור מידע, המחייבות אותו לאתר ולארגן מספר פיסות מידע שיש לחלצן מתוך הטקסט ולהסיק מהו המידע הרלוונטי. משימות הכרוכות בהערכה וביקורת מצריכות הערכה או העלאת השערות ביקורתיות, תוך הסתמכות על ידע ספציפי. אלו גם אלו מצריכות הבנה מלאה ומפורטת של טקסט שתוכנו או צורתו אינם מוכרים. בכל תהליכי הקריאה, משימות ברמה זו כרוכות בדרך כלל בהתמודדות עם מושגים המנוגדים לציפיות.
רמה 4	553 נקודות	התלמיד מצליח על פי רוב להתמודד עם משימות הכרוכות באחזור מידע המחייבות אותו לאתר ולארגן מספר פיסות מידע שיש לחלצן מן הטקסט. מקצת המשימות מצריכות פרשנות בנוגע לניואנסים לשוניים בקטע מסוים בטקסט, תוך התייחסות לטקסט בכללותו. משימות פרשנות אחרות מצריכות הבנה ויישום של קטגוריות בהקשר לא מוכר. במשימות ההערכה התלמיד נדרש להיעזר בידע רשמי או ציבורי כדי להעלות השערות בנוגע לטקסט או להעריכו באופן ביקורתי. עליו להראות הבנה מדויקת של טקסטים ארוכים או מורכבים, שייתכן כי תוכנם או צורתם אינם מוכרים לו.
רמה 3	480 נקודות	התלמיד מצליח בדרך כלל להתמודד עם משימות המחייבות לזהות את הקשר בין מספר פיסות מידע החייבות לעמוד במספר תנאים. משימות פרשנות ברמה זו מצריכות מיזוג של כמה חלקים מן הטקסט כדי לזהות רעיון מרכזי, להבין יחס, או לפרש מילה או משפט. על הקורא להביא בחשבון מאפיינים רבים בבואו לעשות השוואה, הנגדה או סיווג. לעתים קרובות המידע הדרוש אינו בולט או שיש שפע של מידע מתחרה; לעתים יש מכשולים טקסטואליים אחרים, כגון רעיונות המנוגדים לציפיות הנבנות בעת קריאת הטקסט או מנוסחים על דרך השלילה. במשימות הערכה ברמה זו התלמיד עשוי להידרש לעשות קישורים והשוואות ולהסביר או להעריך אחד ממאפייני הטקסט. במשימות הערכה מסוימות עליו להראות הבנה מעמיקה של הטקסט ביחס לידע מוכר ויום-יומי. במשימות אחרות לא נדרשת הבנה מפורטת של הטקסט, אך הקורא נדרש להסתמך על ידע נפוץ פחות.
רמה 2	407 נקודות	מקצת המשימות ברמה זו שהתלמיד מצליח להתמודד עמן מצריכות איתור של פיסת מידע אחת או יותר שיש להסיק מתוך הטקסט ולוודא שהן עומדות במספר תנאים. במשימות אחרות הקורא עשוי להידרש לזהות רעיון מרכזי בטקסט, להבין יחסים וקשרים או להבין משמעות בתוך חלק מסוים בטקסט, כאשר המידע אינו בולט והקורא נדרש להיסקים ברמה נמוכה. משימות ברמה זו עשויות לכלול השוואות או הנגדות על סמך מאפיין יחיד בטקסט. במשימות הערכה טיפוסיות ברמה זו על התלמיד לעשות השוואה או קישור בין הטקסט לבין ידע חיצוני, על סמך התנסות אישית ועמדות אישיות.
רמה 1א'	335 נקודות	התלמיד מסוגל לאתר פיסה של מידע מפורש, או כמה פיסות של מידע מפורש שאינן תלויות זו בזו, לזהות את הנושא המרכזי או את כוונת המחבר בטקסט על נושא מוכר, או לעשות קישור פשוט בין מידע מתוך הטקסט לבין ידע נפוץ, יום-יומי. בדרך כלל המידע הנדרש בולט בטקסט, ואין, או כמעט אין, מידע מתחרה.
רמה 1ב'	262 נקודות	התלמיד מצליח לאתר פיסה אחת של מידע מפורש המצויה במקום בולט, בטקסט קצר ופשוט מבחינה תחבירית, מהקשר ומסוג מוכרים כגון נרטיב או רשימה פשוטה. בדרך כלל הטקסט מציע לתלמיד תמיכה, כגון חזרה על מידע, הצגת תמונות או סמלים מוכרים, ועוד. בטקסט שעמו הוא מתמודד יש כמות מזערית של מידע מתחרה. במשימות המצריכות פרשנות הקורא עשוי להידרש לעשות קישורים פשוטים בין פיסות מידע סמוכות זו לזו.
מתחת לרמה 1ב'	ציון מינימלי	

92

(הנמצאים ברמת בקיאות 5 ו-6). מהתרשים עולה כי 10% מן התלמידים בישראל נמצאים ברמות בקיאות אלו. שיעור זה גדול מן השיעור המקביל במקסיקו (0%), בפורטוגל (5%), בארצות הברית ובממוצע ה-OECD (שניהם 8%), וקטן פי 1.5 בקירוב מן השיעור המקביל בקוריאה (15%). ואולם, לעומת מדינות השוואה וממוצע ה-OECD בולט שיעורם הגבוה של התלמידים ה"מתקשים" בישראל (שנמצאים מתחת לרמה 2), העומד על 24% במצטבר. למעט מקסיקו, שבה שיעורם הוא 41%, זהו השיעור הגבוה ביותר בקרב מדינות השוואה. (ממוצע ה-OECD הוא 17%).



**בתרשים 5.3** מוצג פיזור ההישגים באוריינות קריאה בקרב המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012, על פי הטווח שבין ציון המייצג את המאון החמישי (הציון ש-5% התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה מצויים מתחתיו) לבין הציון המייצג את המאון ה-95 (הציון ש-5% התלמידים החזקים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). הקו הסגול האופקי בתרשים מציג את הממוצע של פיזור זה במדינות ה-OECD, העומד על 310 נקודות. המדינות בתרשים מוצגות בסדר יורד על פי גודלו של מדד הפיזור. מהתרשים עולה כי פיזור הציונים בישראל הוא השלישי בגודלו מקרב המדינות המשתתפות (374 נקודות). לפניה מצויות רק בולגריה ואלבניה (386 ו-383 נקודות, בהתאמה). לפירוט הפיזור בכל מדינה ראה **נספח 5א** (לפרק זה). הממצא כי בישראל פיזור הציונים הגדול ביותר עקבי בתחומי האוריינות השונים, והוא נמצא גם במחזורי המחקר הקודמים של פיזה שישראל השתתפה בהם (פיזה 2000, 2006 ו-2009<sup>48</sup>, וכן במחקרים בין-לאומיים אחרים)<sup>49</sup>.

<sup>48</sup> ראמ"ה (2013), דוח פיזה 2009: אוריינות תלמידים בני 15 בקריאה, מתמטיקה ומדעים.  
[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA\\_2009\\_Report.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2009_Report.htm)

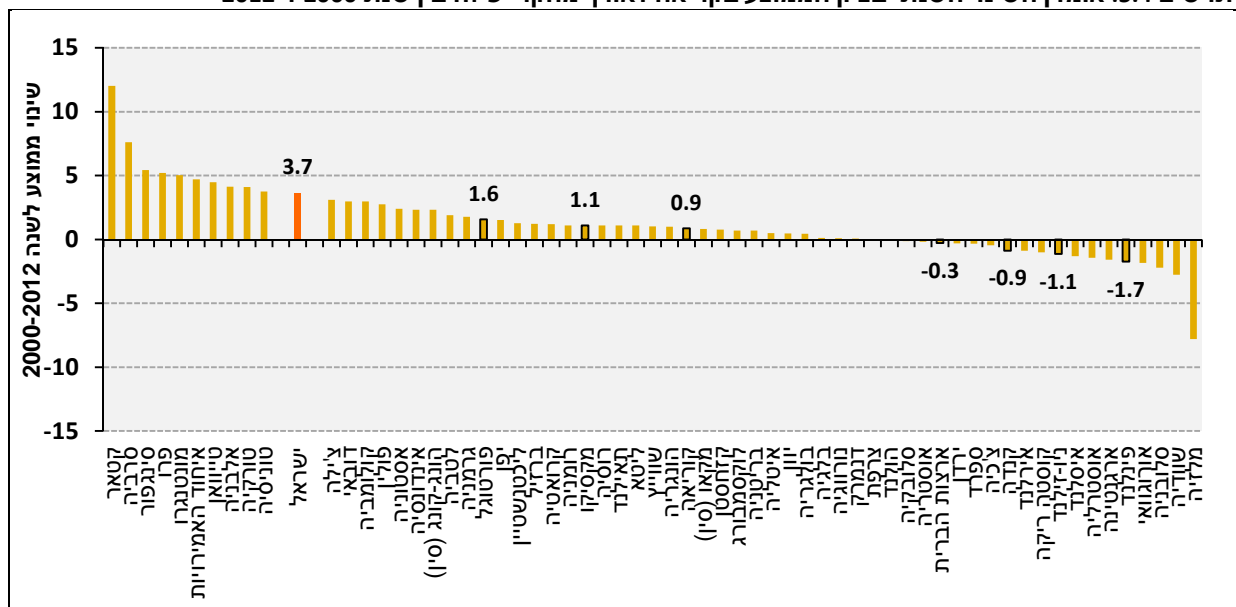


לנוכח כל זאת מסתמן כי משלושת תחומי האוריינות הקבועים הנבדקים בפיזה, אוריינות הקריאה היא התחום שבו עשתה ישראל את השיפור הגדול ביותר בעשור האחרון. על כך מעיד גם השיפור היחסי במיקומה במדרג

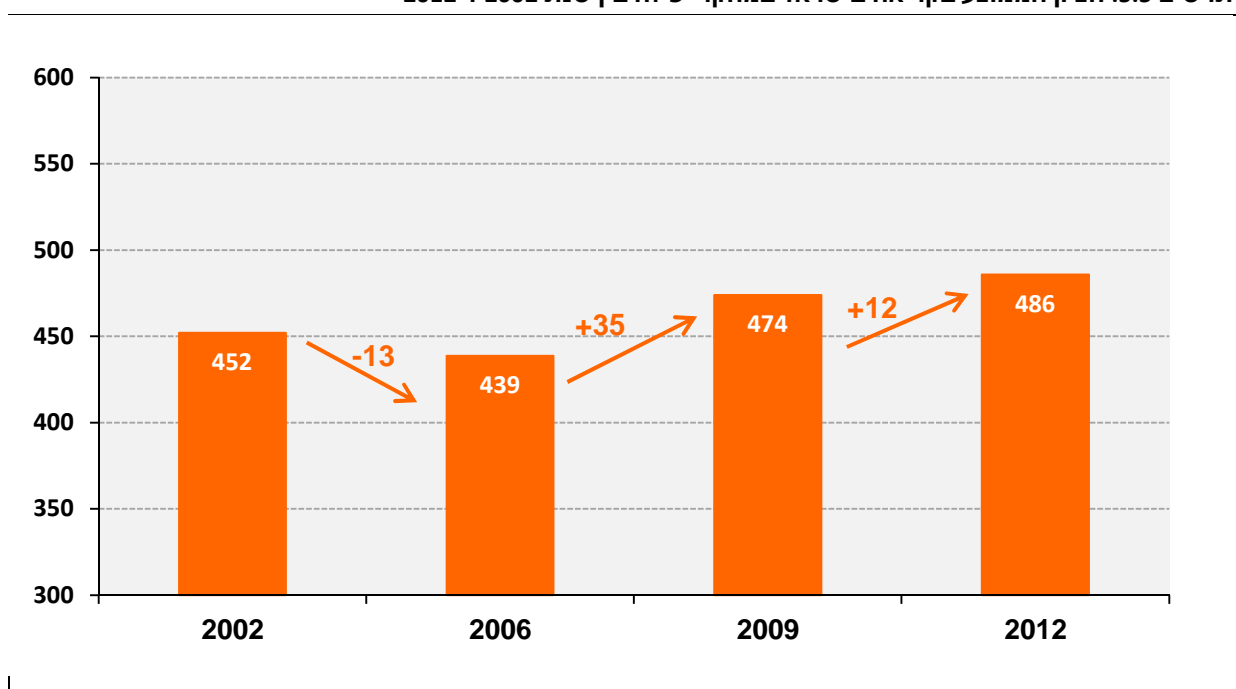
<sup>51</sup> שיפור מתמשך זה של ישראל באוריינות קריאה בעשור האחרון מוצג בתביבה נפרדת בדוח פיזה 2012 הבין-לאומי: ראה Box IV.1.4 - Improving in PISA: Israel, בכרך IV, פרק 1, עמ' 48 בדוח פיזה הבין-לאומי של ה-OECD.

המדינות. ממצא זה משקף שוב את העובדה כי תחום אוריינות הקריאה בישראל הוא הטוב ביותר יחסית לנורמות בין-לאומיות.

**תרשים 5.4: אומדן השינוי השנתי בציון הממוצע בקריאה לאורך מחקרי פיזה בין שנת 2000 ל-2012**



**תרשים 5.5: הציון הממוצע בקריאה בישראל במחקרי פיזה בין שנת 2002 ל-2012**



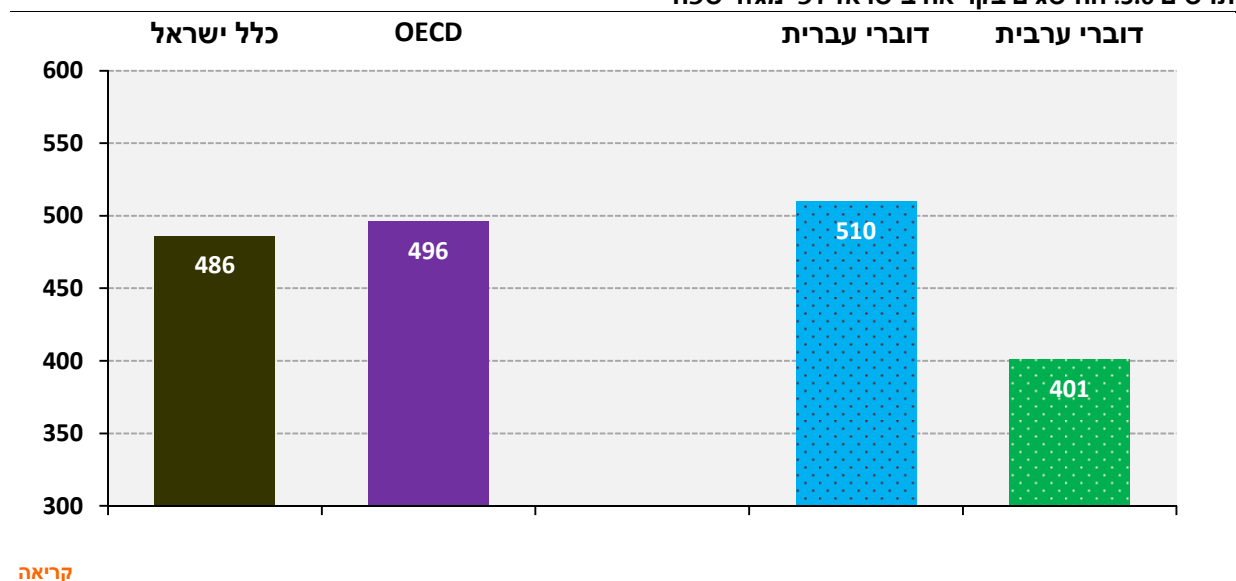
## 5.2.2: ההישגים בקריאה במבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל בקריאה במחקר פיזה 2012. הממצאים יוצגו לפי פילוחים אלו: מגזר שפה ומגדר; רקע חברתי-כלכלי; סוג פיקוח. **בנספח 4 לפרק 4** מוצגים גודליהן של קבוצות האוכלוסייה השונות לפי הפילוחים השונים.

### 5.2.2.1: ההישגים בקריאה לפי מגזר שפה ולפי מגדר

**בתרשים 5.6** מוצגים ממוצעי ההישגים באוריינות קריאה בפילוח לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית<sup>52</sup> ובתי ספר דוברי ערבית<sup>53</sup>). מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי עברית הישגי התלמידים בקריאה (ממוצע 510 נקודות) גבוהים ב-109 נקודות (יותר מסטיית תקן שלמה) מהישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית (ממוצע 401 נקודות). לו היו בודקים היכן ממוקם כל מגזר שפה במדרג המדינות לפי הישגיהן, אזי ההישגים בבתי ספר דוברי עברית היו דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-15 (מתוך 64), ואילו הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית היו דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-56 (מתוך 64). יתרה מזו: הציון הממוצע של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית גבוה ב-14 נקודות מממוצע ה-OECD (496 נקודות). מבחינת שינויים לאורך השנים, בבתי ספר דוברי עברית חלה עלייה של 45 נקודות בהישגי התלמידים בעשור שבין מחקר 2002 למחקר 2012, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית חלה עלייה של 23 נקודות בהישגי התלמידים בין שני מחזורי מחקר אלו. ההישגים הבולטים לטובה של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית מתיישבים עם הישגי התלמידים הצעירים יותר (בכיתה ד') בקריאה לפי המחקר הבין-לאומי PIRLS, שבו הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית הם מן הגבוהים בקרב המדינות המשתתפות (ראה למשל נתוני פירלס 2006 ופירלס 2011 באתר ראמ"ה). גם מיקומם היחסי של התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית בתחום אוריינות הקריאה טוב במקצת ממיקומם בתחום המתמטיקה והמדעים.

תרשים 5.6: ההישגים בקריאה בישראל לפי מגזר שפה



**בתרשים 5.7** מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות הבקיאיות באוריינות קריאה בשני מגזרי השפה בישראל. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי עברית, 16% מהתלמידים הם "מתקשים" (נמצאים ברמות הבקיאיות שמתחת לרמה 2), לעומת 50% בבתי ספר דוברי ערבית, שבהם כל תלמיד עשירי נמצא מתחת לרמה 1 – רמת

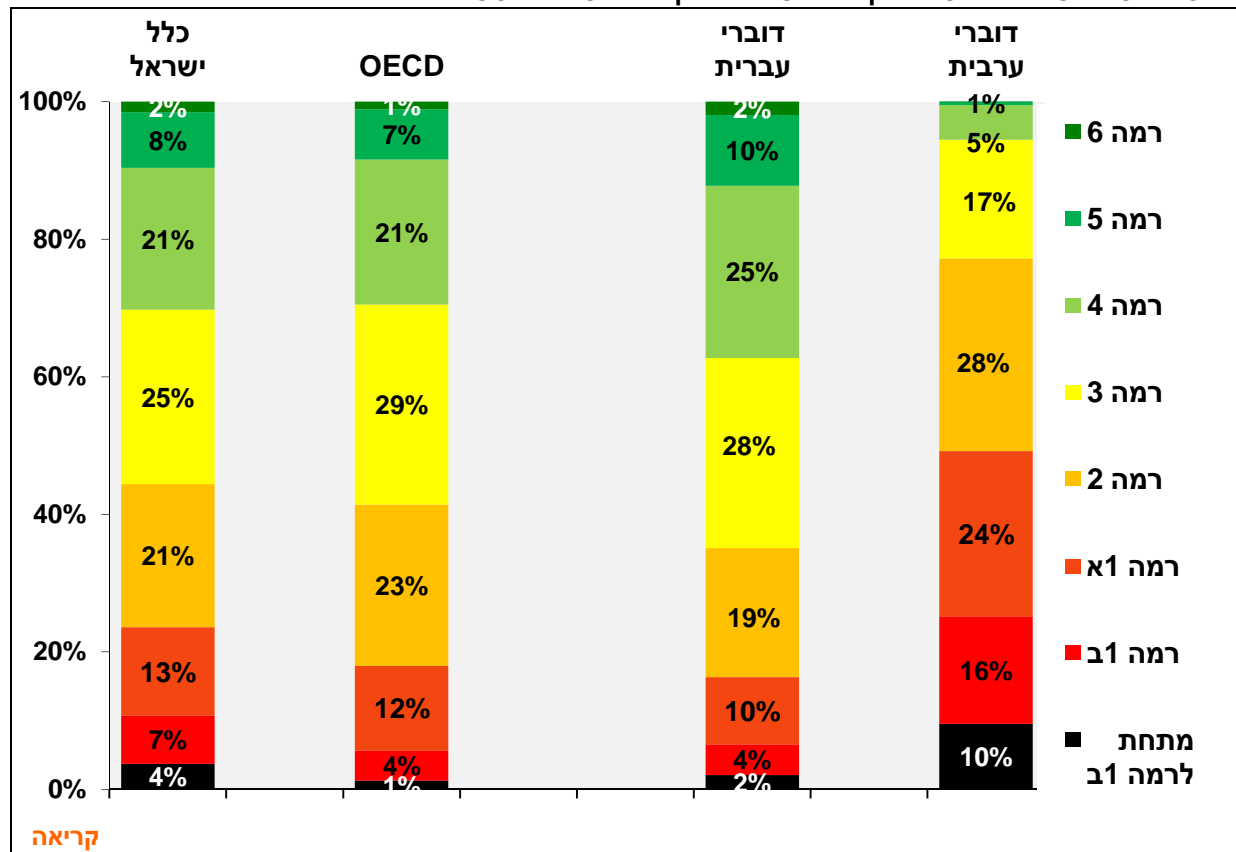
<sup>52</sup> אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, ובהם תלמידים (בעיקר בנות) במוסדות שבפיקוח החרדי ותלמידים (בנים ובנות) במוסדות שבפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר משרד התמ"ת).

<sup>53</sup> אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, ובהם תלמידים (בנים ובנות) במוסדות שבפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר משרד התמ"ת).



הבקיאות הנמוכה ביותר. הממצאים בקצה העליון תואמים נתון זה. נמצא כי שיעור התלמידים המצויים בשתי הרמות הגבוהות ביותר הוא 12% בבתי ספר דוברי עברית ו-1% בבתי ספר דוברי ערבית (לשם השוואה, שיעור התלמידים בשתי רמות אלו בממוצע ה-OECD הוא 8%).

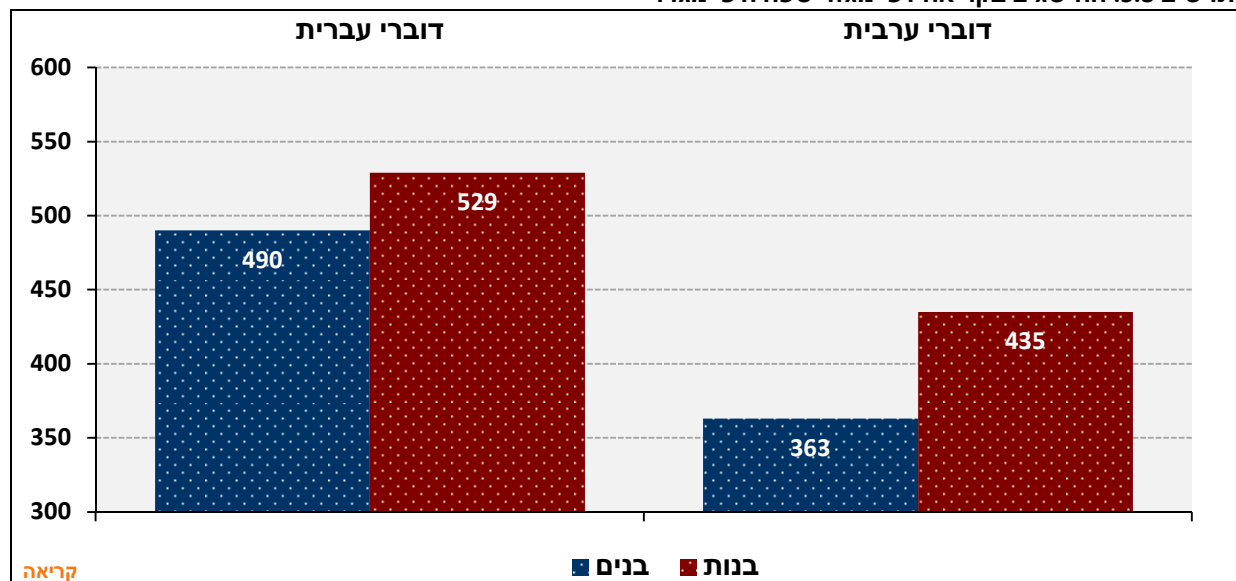
תרשים 5.7: התפלגות ההישגים בקריאה לפי רמות בקיאות ולפי מגזר שפה



הערה: בתרשים זה ייתכן כי סך האחוזים לא יסתכם ל-100% בגלל פערי עיגול.

**בתרשים 5.8** מוצגים ההישגים באוריינות קריאה בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר. מהתרשים עולה כי בשני מגזרי השפה בישראל, הישגי הבנות בקריאה עולים על הישגי הבנים. ממצא זה חוזר בכל המדינות המשתתפות במחקר פיזה ובכל המחזורים, החל משנת 2000. כך, בבתי ספר דוברי עברית הפער עומד על 39 נקודות (דומה לפער הממוצע במדינות ה-OECD ולפער שנרשם ב-2009). לעומת זאת, בבתי ספר דוברי ערבית הפער עומד על 72 נקודות (דומה לפער שנרשם בפיזה 2009), והוא הגדול שבפערים הבין-מגדריים ברוב המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012.

תרשים 5.8: ההישגים בקריאה לפי מגזר שפה ולפי מגדר



\*ממוצע ה-OECD - בנות: 515 נקודות; בנים: 478 נקודות.

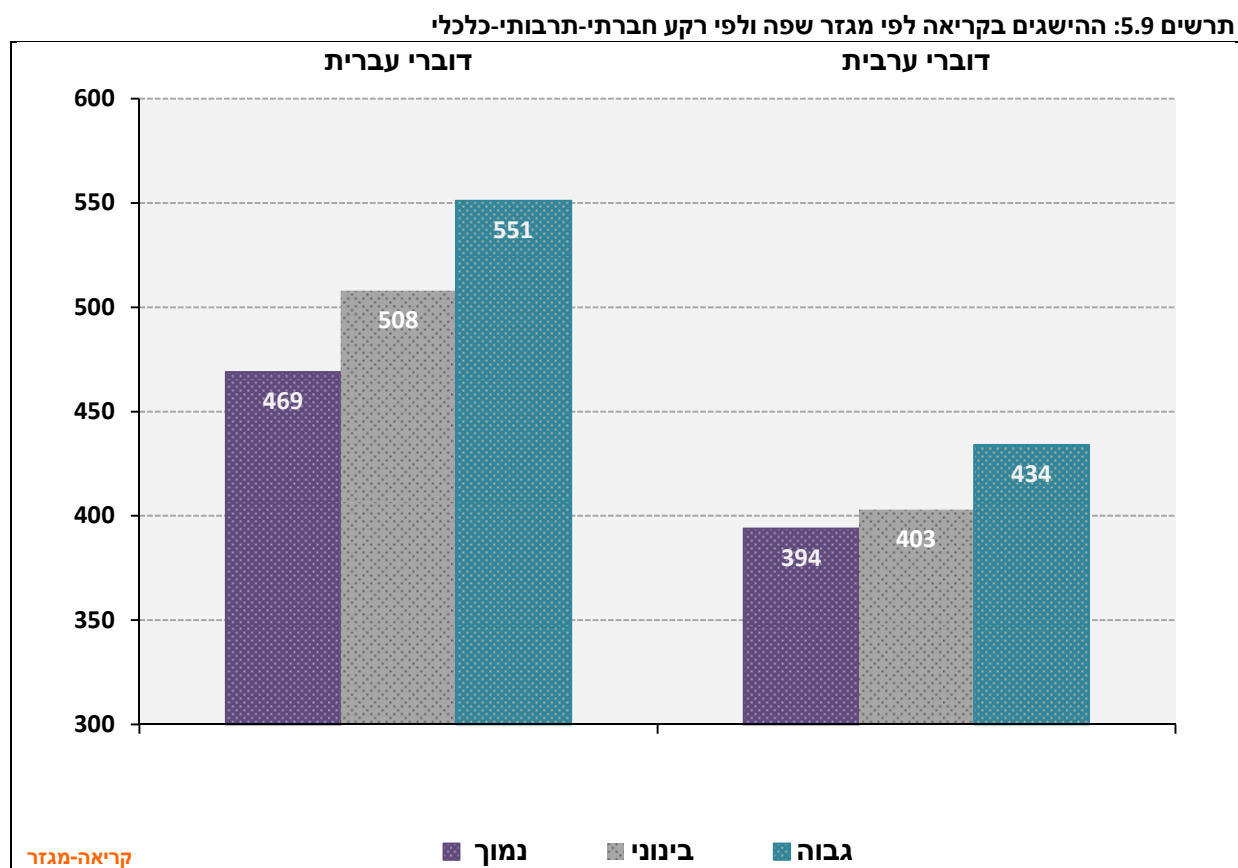
### 5.2.2.2: ההישגים בקריאה לפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי

בחלק זה מוצגים ההישגים באוריינות קריאה בפילוח לפי הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי (חת"כ) של התלמידים בישראל (נמוך, בינוני וגבוה). החלוקה לקבוצות אלו נקבעה על פי מדד ה-ESCS (ראה פרק 4, סעיף 4.1.2.2 ותיבה 4.1). חשוב להדגיש שוב כי אף שיש קשר עקבי והדוק בין הרקע החת"כ של התלמידים לבין הישגיהם, אין להסיק ממצאים אלו על קשרי סיבה-תוצאה ביניהם. ההישגים בישראל באוריינות קריאה בפילוח לפי הרקע החת"כ מציינים כי קיים פער בין התלמידים בקבוצות השונות: ממוצע ההישגים בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך הוא 442 נקודות, הממוצע בקרב תלמידים מרקע חת"כ בינוני הוא 489 נקודות, והממוצע בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה הוא 536 נקודות. בין קבוצות החת"כ הבינוני והנמוך קיים אפוא פער של 47 נקודות, ופער זהה בגודלו קיים בין קבוצות החת"כ הגבוה והבינוני. בסך הכול יש פער של 94 נקודות בין קבוצת החת"כ הגבוה לקבוצת החת"כ הנמוך (כל הפערים הם לטובת קבוצת הרקע הגבוה יותר).

**בתרשים 5.9** מוצגים ההישגים באוריינות קריאה בפילוח לפי רקע חת"כ בכל מגזר שפה בנפרד. הקשר בין רקע חת"כ לבין ההישגים נשמר בכל אחד ממגזרי השפה, כלומר לתלמידים מרקע גבוה יותר יש בממוצע הישגים גבוהים יותר. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי עברית הפערים בהישגים בקריאה בפילוח לפי הרקע החת"כ הם כדלהלן: נמוך לעומת בינוני - 39 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 43 נקודות; נמוך לעומת גבוה - 82 נקודות. בבתי ספר דוברי ערבית הפערים בהישגים בקריאה בפילוח לפי הרקע החת"כ הם כדלהלן: נמוך לעומת בינוני - 31 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 40 נקודות. יש לשים לב כי הפער בין הרקע הנמוך לבינוני קטן יותר בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, בהשוואה לפער המקביל בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית (9 לעומת 39 נקודות, בהתאמה).

ההשוואות בין שני מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע חת"כ ממשיכות להצביע על פערים גדולים בהישגים בין שני מגזרי השפה. אמנם בתוך קבוצת הרקע החת"כ הנמוך הפער בין שני מגזרי השפה מצטמצם ל-75 נקודות,

לעומת הפער הכללי ביניהם העומד על 109 נקודות (ראה לעיל **תרשים 5.5**), אך בתוך קבוצות הרקע הבינוני והגבוה הפערים בין מגזרי השפה הם 105 ו-117 נקודות, בהתאמה. בעיקר יש לשים לב כי הציון הממוצע בקרב תלמידים מרקע גבוה בבתי ספר דוברי ערבית (434 נקודות) נמוך ב-35 נקודות מן הציון הממוצע בקרב תלמידים מרקע נמוך בבתי ספר דוברי עברית (469 נקודות). (ראה נתונים סטטיסטיים על אודות הרקע החת"כ **בנספחים ג4-ד4 לפרק 4**).

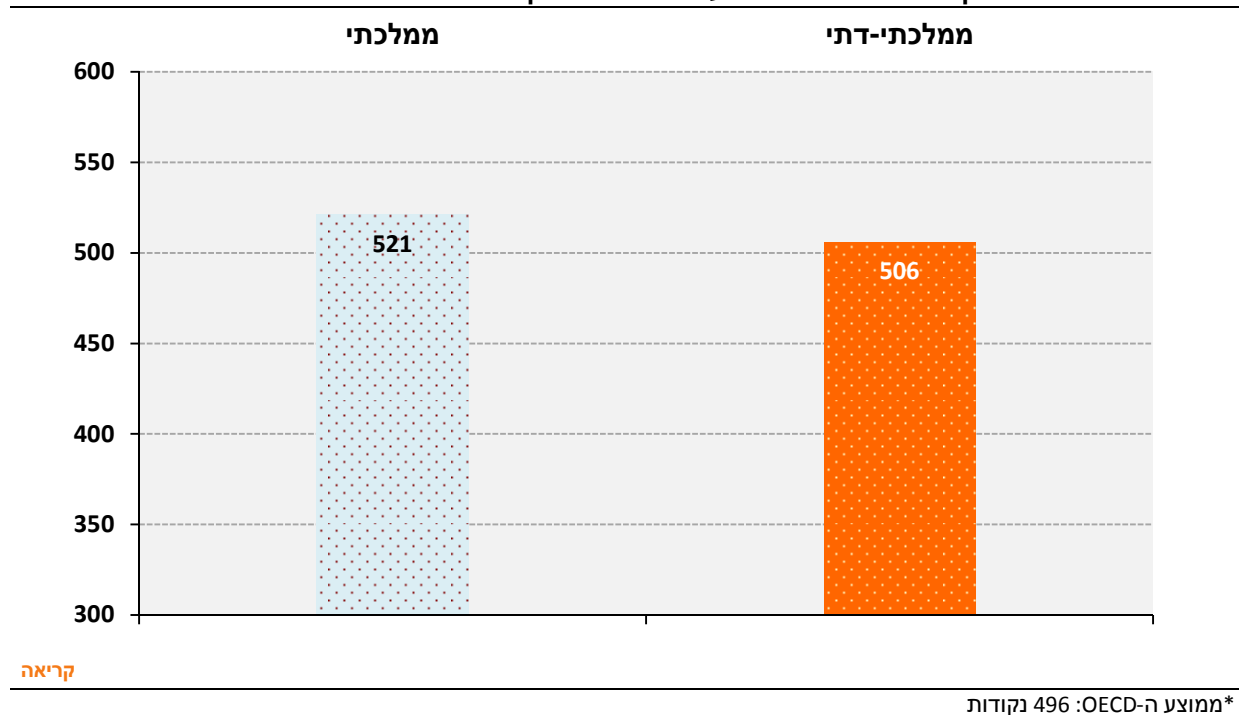


### 5.2.2.3: ההישגים בקריאה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בקריאה בבתי ספר דוברי עברית בלבד. **בתרשים 5.10** מוצגים הישגיהם בפילוח לפי סוג פיקוח<sup>54</sup> (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מהתרשים עולה כי ממוצע הישגי התלמידים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי גבוהים ב-15 נקודות מממוצע עמיתיהם שבפיקוח הממלכתי-דתי.

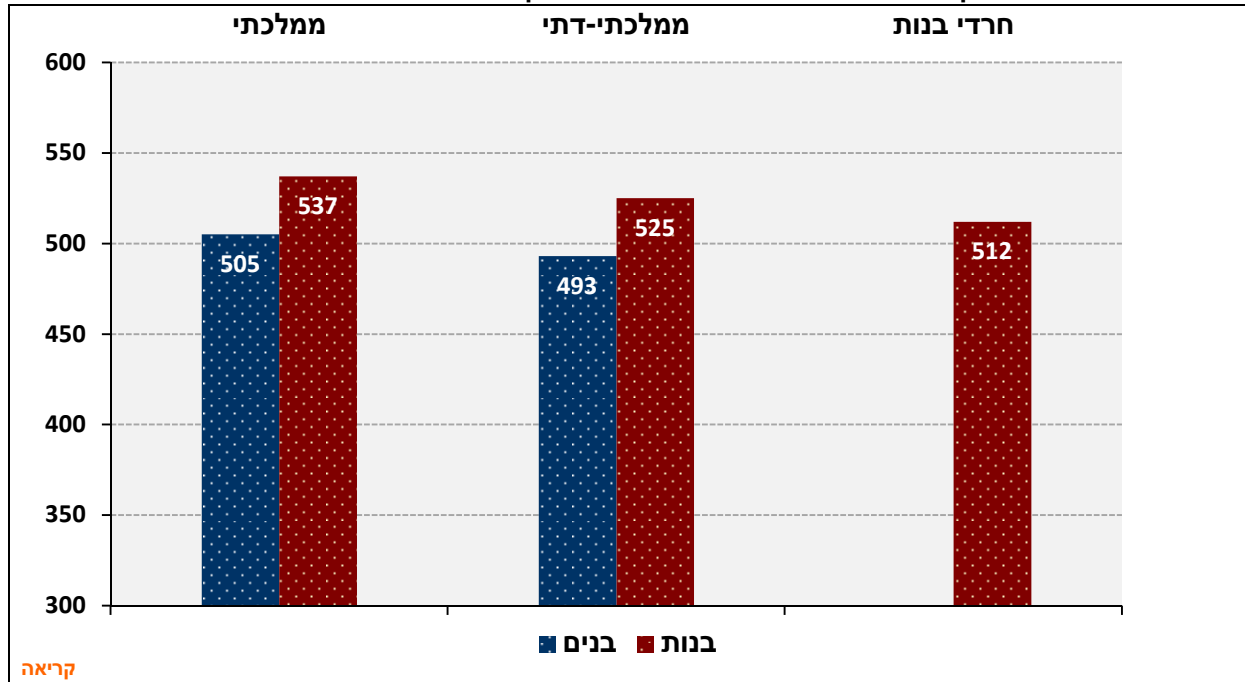
<sup>54</sup> חלוקה זו אינה כוללת תלמידים במוסדות שבפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר משרד התמ"ת).

תרשים 5.10: ההישגים בקריאה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח



**בתרשים 5.11** שלהלן מוצגים הישגי התלמידים בקריאה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר. לתרשים נוספו גם הישגי הבנות בפיקוח החרדי. כזכור, בפיקוח החרדי אפשר לדווח רק על הישגי הבנות, משום שבתי הספר לבנים חרדיים שהסכימו להשתתף במחקר הם מעטים ואינם מייצגים את בתי הספר של קבוצת אוכלוסייה זו. מן התרשים עולה כי הפער הבין-מגדרי בקריאה לטובת הבנות מתקיים הן בפיקוח הממלכתי והן בפיקוח ממלכתי-דתי, והוא זהה בגודלו בשני סוגי הפיקוח (32 נקודות). עוד עולה מן הנתונים כי ממוצע ההישגים של הבנות שבפיקוח החרדי (512 נקודות) נמוך מממוצע ההישגים של הבנות שבפיקוח הממלכתי (537 נקודות) והממלכתי-דתי (525 נקודות). הפער בין לבין עמיתותיהן עומד אפוא על 25 ו-13 נקודות, בהתאמה.

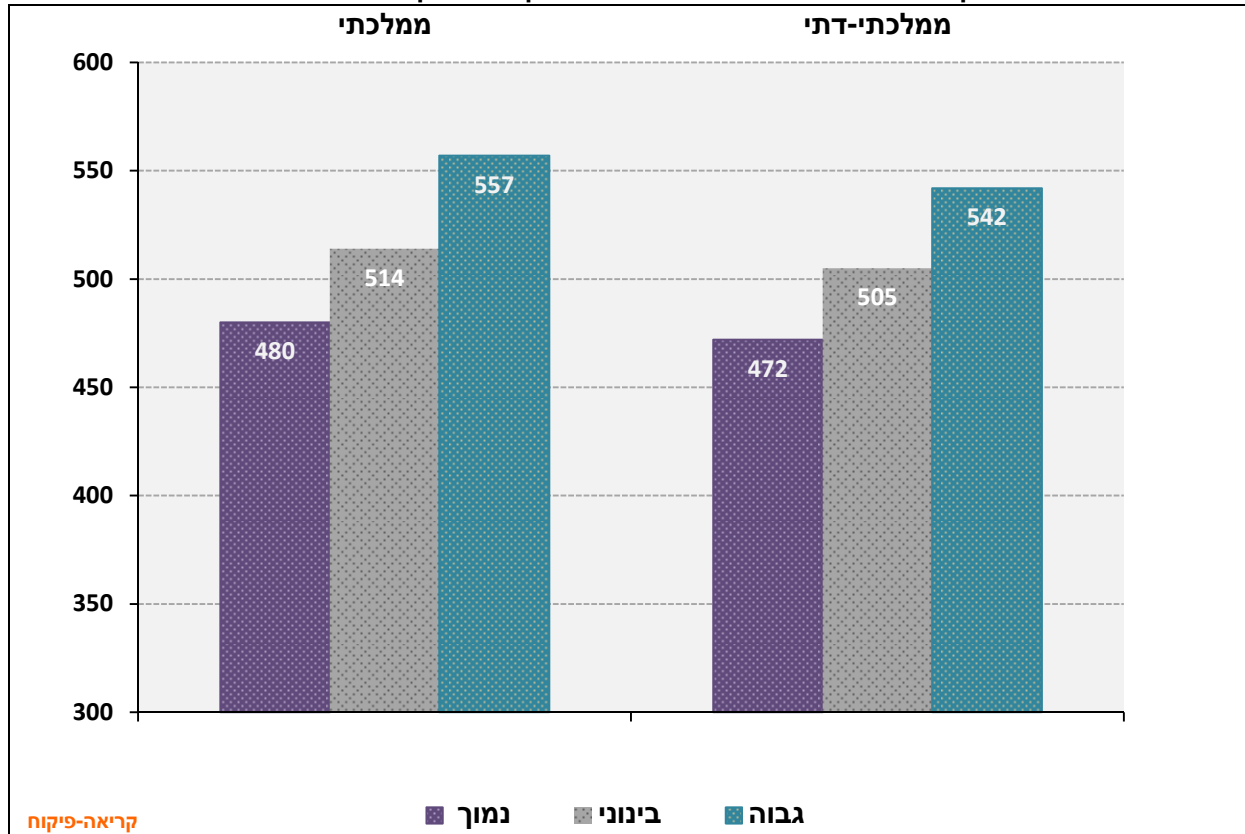
תרשים 5.11: ההישגים בקריאה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר



\*ממוצע ה-OECD - בנות: 515 נקודות; בנים: 478 נקודות

**בתרשים 5.12** מוצגים הישגי התלמידים בקריאה בבתי ספר דוברי עברית, בפילוח לפי סוג פיקוח ולפי רקע חת"כ. חשוב לציין כי החלוקה לתת-קבוצות אלו, בפילוח זה, יוצרת לעתים קבוצות קטנות שייתכן כי אינן מייצגות מספיק (כלומר ממוצעי התלמידים שנבחנו בתת-הקבוצות עלולים שלא לשקף את הישגי כלל התלמידים המשתייכים לאותן קבוצות אוכלוסייה). לכן יש להתייחס להשוואת הממוצעים בפרק זה בזהירות הראויה ולהתמקד במגמות העיקריות בלבד. מן התרשים עולה כי פערי ההישגים לפי הרקע החת"כ של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית חוזרים בכל אחד משני סוגי הפיקוח בנפרד. כלומר, לתלמידים מרקע גבוה יותר יש בממוצע הישגים גבוהים מהישגיהם של תלמידים מרקע בינוני, ולתלמידים מרקע בינוני הישגים נמוכים מהישגיהם של תלמידים מרקע נמוך. בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי פער ההישגים בקריאה בפילוח לפי הרקע החת"כ הוא כדלהלן: נמוך לעומת בינוני - 34 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 43 נקודות; נמוך לעומת גבוה - 77 נקודות. בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי פער ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החת"כ דומה מאוד: נמוך לעומת בינוני - 33 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 37 נקודות; נמוך לעומת גבוה - 70 נקודות. ההשוואות בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ מצביעות על פערים בסדר גודל של 8-15 נקודות. פערים אלו דומים מאוד לפער הכללי בין שני סוגי הפיקוח, העומד על 15 נקודות; אך במפתיע, ובשונה מהממצא המקביל במתמטיקה ולפיו הפער הגדול ביותר נרשם בקבוצת התלמידים מרקע נמוך, כאן הפער הגדול ביותר בין שני סוגי הפיקוח נרשם בקבוצת התלמידים מרקע גבוה.

תרשים 5.12: ההישגים בקריאה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי



### 5.3: המבחן בקריאה דיגיטלית

#### 5.3.1: קריאה דיגיטלית מהי? הגדרה ומסגרת מושגית

במחזור מחקר פיזה 2012 הועבר בפעם השנייה מבחן באוריינות קריאה דיגיטלית. הייתה זו הפעם הראשונה שישאל השתתפה במבחן זה, היות שבמחקר 2009 לא העמידו מארגניו פלטפורמה ממוחשבת שתתמוך בשפות הנכתבות מימין לשמאל (כגון עברית וערבית). קריאה דיגיטלית היא מיומנות חדשה ורלוונטית לתפקוד בסביבה החינוכית והתעסוקתית ובחיי היום-יום. רלוונטיות זו נובעת מהגידול העצום בשימוש במחשבים שחל ב-30 השנים האחרונות במדינות מפותחות, ומהרחבת השימוש ברשת האינטרנט והפיכתה לחלק בלתי נפרד מחיי היום-יום (ברשתות חברתיות, רשתות ציפים וכדומה). חידושים אלו באים לידי ביטוי גם בטלפונים חכמים, המשמשים יותר ויותר בידי אזרחים מבוגרים וצעירים כאחד. לטכנולוגיות אלו שימושים רבים ומגוונים, אך כולם מחייבים קריאה של טקסט דיגיטלי ברמה כזו או אחרת.

הטקסט הדיגיטלי מרחיב את מושג הקריאה ומכליל בתוכו סוגים נוספים של טקסט ותוכן שאינם קיימים בדפוס. דוגמאות לסוגים אלו: **טקסטים אינטראקטיביים**, כגון חילופי מסרים באתרים המיועדים לתגובות בבלוגים, שרשרות של תגובות להודעות דואר אלקטרוני, תוכנות מסרונים אינטראקטיביות, וכדומה; **טקסטים מרובים**, המוצגים בו-בזמן על מסך אחד או מקושרים באמצעות היפר-קישורים או היפר-טקסטים (hyperlink, hypertext). תכונה זו של ההיפר-קישור/טקסט היא אחת התכונות המאפיינות ביותר של טקסט דיגיטלי, שאינן

קיימות בטקסט מודפס. תכונה זו מצריכה התמודדות עם טקסט ועם ייצוגים טקסטואליים (במובן הרחב של המילה) לא בדרך של ניווט לינארי או סדרתי, אלא באמצעות ניווט והתקדמות בכיוונים שונים: קריאה למעלה ולמטה, לצדדים, פנימה (לעומק, למשל על ידי ברור התוכן של מילה מסוימת או דילוג לדף אינטרנט אחר) ובחזרה החוצה. נוסף על כך, הטקסט הדיגיטלי הוא דינמי ולא קבוע, וביכולתו להתרחב או להצטמצם. במשימות קריאה דיגיטלית יש מרכיב של אי-ודאות, קרי, היקף הטקסט אינו תמיד ידוע, או שרק חלק ממנו מוצג ברגע נתון על הצג. כך השלמת משימת הקריאה מחייבת לא פעם לנווט בין מספר לא ידוע של "דפים" ולהתייחס אליהם. מכאן שההבדלים בין טקסטים מודפסים לבין טקסטים דיגיטליים מצריכים מערך של מיומנויות קריאה שונות. זאת ועוד: היקפי הטקסטים הדיגיטליים הם על פי רוב גדולים מאוד, מה שמצריך תהליך מתמיד של שיפוט, ביקורת, מיון וברירה בין עיקר לטפל, או במילותיו של סופר הפנטזיה והמדע בדיוני ניל גיימן (Neil Gaiman) – "גוגל ייתן 100,000 תשובות לשאלה; ספרן ייתן תשובה אחת, אך נכונה"<sup>55</sup>.

מבחן פיזה בקריאה דיגיטלית כולל טקסטים דיגיטליים מהסוג המתואר לעיל, מה שמאפשר לעמוד על יכולות התלמידים בהבנת מידע ובשימוש בו במדיום הדיגיטלי. עוד מאפשר הדבר ללמוד על הדמיון והשוני בין סוגי הקריאה (של טקסטים מודפסים ושל טקסטים דיגיטליים), ועל האופן שבו מאפיינים שונים של הטקסטים בשני סוגי המדיה משפיעים על ההיבטים הקוגניטיביים של הקריאה. ואכן, מנתוני המחקר הנוכחי עולה כי שני חלקי המבחן הללו - אוריינות קריאה, המועבר באמצעות חוברות מודפסות, וקריאה דיגיטלית, המועבר באמצעות מחשב - מודדים דברים אחרים (אף כי לא לגמרי שונים זה מזה). נמצא כי המתאם הסטטיסטי ברמת התלמיד בין הציונים במבחן הקריאה המודפס לבין הציונים במבחן בקריאה דיגיטלית אינו גבוה מאוד ועומד על 0.85 בקרב כלל התלמידים במדינות המשתתפות ועל 0.79 בקרב התלמידים בישראל. הדבר מרמז כי יש דמיון במיומנויות שנמדדות בשני המבחנים. נזכיר כי המתאם בין שני חלקים אלו של המבחן קטן מהמתאם שנמצא בין המבחן המודפס באוריינות מתמטיקה לזה הממוחשב, העומד על ערך המתקרב ל-0.95 (ראה פרק 4).

### 5.3.2: היבטים של טקסטים בקריאה דיגיטלית ומיפוי פריטי המבחן

המסגרת המושגית של תחום הקריאה הדיגיטלית מוסיפה על ההיבטים שקיימים בתחום אוריינות הקריאה (באופנות המודפסת) ואשר כוללים את המאפיינים של הטקסטים וכן של התהליכים וההקשרים. ההיבטים הנוספים הם מרכיב הסביבה - האם הטקסט הוא "מחובר" (authored), כלומר כזה שהקורא אינו יכול לשנותו, או שהטקסט הוא מסוג "מבוסס הודעות" (message based), כלומר כזה שהקורא יכול להוסיף עליו ולמעשה לשנותו. הטקסט הדיגיטלי יכול גם להיות מעורב, כלומר להכיל גם טקסט מחובר וגם טקסט מבוסס הודעות.

קריאה דיגיטלית במחקר 2012 הוערכה באמצעות 19 פריטי מבחן: 13 מחוברים, 5 מבוססי הודעות ואחד מעורב. מבחינת סוגיהם, 12 היו פריטי רב-ברירה פשוטים, 2 רב-ברירה מורכבים ו-5 פריטים פתוחים מובנים. שלא כבמבחן המודפס, שבו שכיחה תצורת הטקסט הרציפה (הסיפורית), במבחן בקריאה דיגיטלית, מעצם ההגדרה של מיומנות זו, תצורת הטקסט הנפוצה ביותר הייתה זו המרובה (המחייבת שילוב מכמה מקורות מידע) – כך ב-15 פריטים. שאר ארבעת הפריטים מנו שני פריטים בתצורת טקסט לא-רציפה, פריט אחד רציף ופריט אחד מעורב. מבחינת תהליכים, 4 פריטים היו מסוג אחזור מידע מן הטקסט, 6 מסוג מיזוג מידע ומתן

<sup>55</sup>"Google can bring you back 100,000 answers, a librarian can bring you back the right one".

פרשנות לטקסט, 3 מסוג של רפלקציה והערכה ו-5 מסוג מורכב (complex) – סוג שלא נכלל במבחן המודפס. פריטים אלו מבקשים לדמות משימת קריאה דיגיטלית בחי' היום-יום, כגון ניווט אל מידע מסוים מתוך דף בית של אתר וקישורו לרמות כלליות יותר של המידע המוצג באתר כולו. מבחינת הקשרים, 6 פריטים היו מסוג פריטים בהקשר אישי, 10 מסוג פריטים בהקשר ציבורי ו-3 מסוג פריטים בהקשר לימודי. דוגמאות של פריטים בקריאה דיגיטלית מצויים באתר הראמ"ה<sup>56</sup>.

### 5.3.3: סולם הציונים בקריאה דיגיטלית ורמות הבקיות

בדומה לסולם הציונים במבחן המודפס באוריינות קריאה, גם סולם הציונים בקריאה דיגיטלית נקבע כך שממוצע הציונים של מדינות ה-OECD יעמוד על 500 נקודות וסטיית התקן על 100 נקודות. עם זאת, שלא כבמבחן המודפס, המחולק לשבע רמות בקיות (ראה להלן **לוח 5.3**), סולם הציונים במבחן בקריאה דיגיטלית חולק לארבע רמות בקיות דיאגנוסטיות, וזאת בגלל מיעוט הפריטים. **בלוח 5.3** מפורט מה תלמידים יכולים לעשות בכל רמת בקיות בקריאה דיגיטלית.

**לוח 5.3: רמות הבקיות במבחן בקריאה דיגיטלית**

רמת בקיות	ציון גבול תחתון	מה התלמידים מסוגלים לעשות בכל רמה
רמה 5 ומעלה (מצטיינים)	626 נקודות	התלמיד יודע לאתר, לנתח ולהעריך באופן ביקורתי מידע בהקשר לא מוכר וברמת עמימות מסוימת וליצור אמת מידה הדרושה להערכת הטקסט. התלמיד יודע לנווט על פני מספר אתרים ללא כיוון מוגדר כלשהו וללא בחינה מדוקדקת של הטקסט, המוצג במגוון פורמטים.
רמה 4	553 נקודות	התלמיד מסוגל להעריך מידע מכמה מקורות ולנווט על פני כמה אתרים המכילים טקסטים בפורמטים שונים. כמו כן הוא מסוגל ליצור אמת מידה להערכת ההקשר שבו נתון הטקסט. במשימות אחרות ברמה זו שהתלמיד מתמודד עמן הוא נדרש לפרש מידע מורכב על פי אמת מידה מוגדרת היטב בהקשר טכנולוגי או מדעי מסוים.
רמה 3	480 נקודות	התלמיד מסוגל להעריך מידע, אם באמצעות ניווט על פני מספר אתרים כדי למצוא מידע מוגדר היטב, ואם באמצעות יצירת קטגוריות פשוטות כאשר המשימה אינה מוגדרת מפורשות. תהליך ההערכה נעשה בעיקר על מידע נגיש באופן ישיר או על חלק ממנו.
רמה 2	407 נקודות	התלמיד מסוגל בדרך כלל לאתר ולהעריך מידע מוגדר היטב וכזה המצוי בהקשרים מוכרים. משימות שבהן נדרש ניווט על פני מספר מוגבל של אתרים ושימוש בכלי ניווט ייעשה רק כאשר הדבר נדרש באופן ישיר ומפורש. המשימות עשויות לדרוש תכלול של מידע המוצג בפורמטים שונים וזאת באמצעות זיהוי של דוגמאות המתאימות היטב לקטגוריות שונות.
מתחת לרמה 2	ציון מינימלי	

### 5.3.4: הישגי ישראל בקריאה דיגיטלית במבט בין-לאומי

באוריינות קריאה דיגיטלית נבחנו רק 31 מקרב המדינות שהשתתפו בפיזה 2012 - רובן מדינות OECD (ראה להלן **לוח 5.4**). הציון הממוצע של ישראל במבחן זה הוא 461 נקודות, מה שמציב אותה במקום ה-26 מתוך 31 המדינות במדרג הבין-לאומי (ראה להלן **תרשים 5.13**). הממוצע של ישראל במבחן זה נמוך ב-36 נקודות מממוצע מדינות ה-OECD, העומד על 497 נקודות. את המקומות הראשונים תופסות, גם כאן, מדינות מזרח-אסיה: סינגפור, קוריאה והונג-קונג (שממוצעייהן 567, 555 ו-550 נקודות, בהתאמה), ואת המקומות האחרונים

<sup>56</sup> [http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/Quest\\_Dug.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/Quest_Dug.htm)

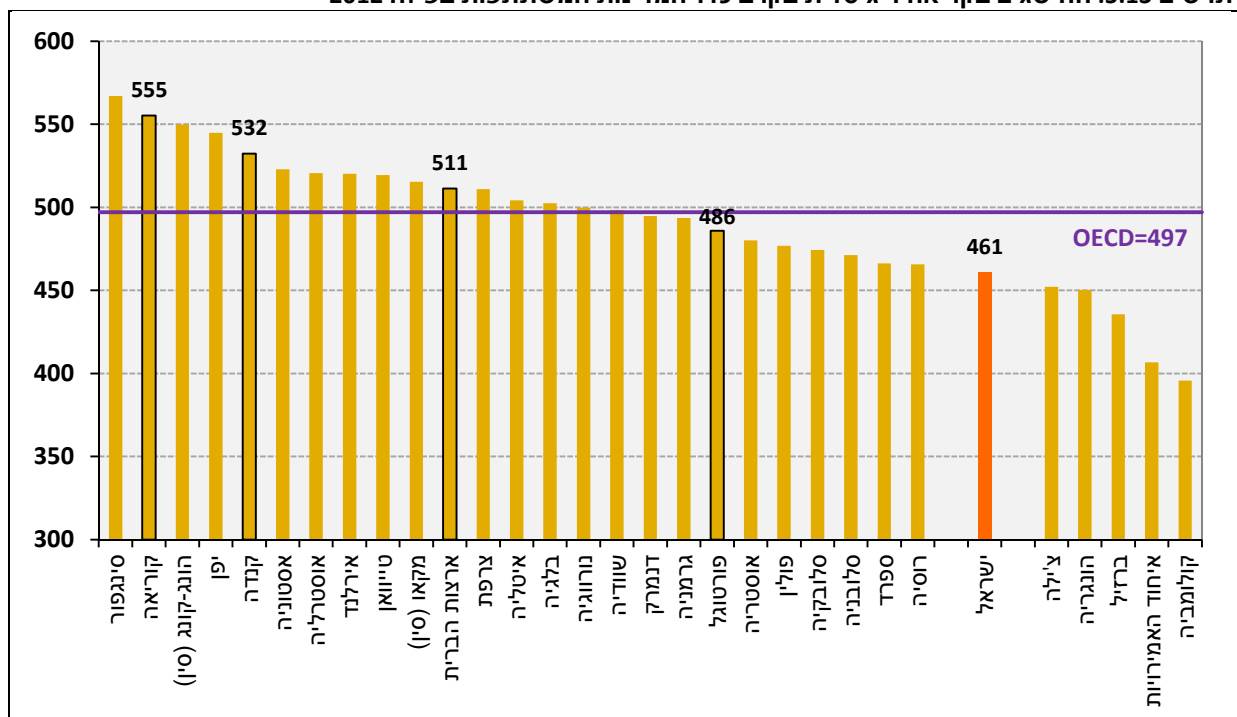


תופסות ברזיל, איחוד האמירויות וקולומביה (שממוצעייהן 436, 407 ו-396 נקודות, בהתאמה). מבחינת רמות הבקאות, שיעור התלמידים "המצטיינים" (שרמת בקיאותם גבוהה מ-4) דומה לשיעורם בממוצע מדינות ה-OECD - כ-6% מן התלמידים בישראל נמצאים ברמה זו (לעומת 8% בממוצע ה-OECD), מה שמציב את ישראל במקום ה-17 מתוך 31 המדינות המשתתפות בהיבט זה. עם זאת שיעור התלמידים "המתקשים" בישראל גדול יחסית (31% מצויים מתחת לרמת בקיאות 2, לעומת 18% בממוצע מדינות ה-OECD). רק בקולומביה, באיחוד האמירויות, בברזיל ובהונגריה יש שיעור גבוה יותר של תלמידים ברמות בקיאות אלו (55%, 50%, 37% ו-32%, בהתאמה). בדומה למבחנים באוריינות מתמטיקה ובאוריינות קריאה, גם בקריאה דיגיטלית ישראל בולטת בפיזור הציונים הגבוה ומדורגת במבחן זה במקום הראשון במדד פיזור הציונים. הטווח בין המאון ה-5 למאון ה-95 בישראל הוא 377 נקודות, לעומת ממוצע של 307 נקודות במדינות ה-OECD (ראה להלן **תרשים 5.14**).

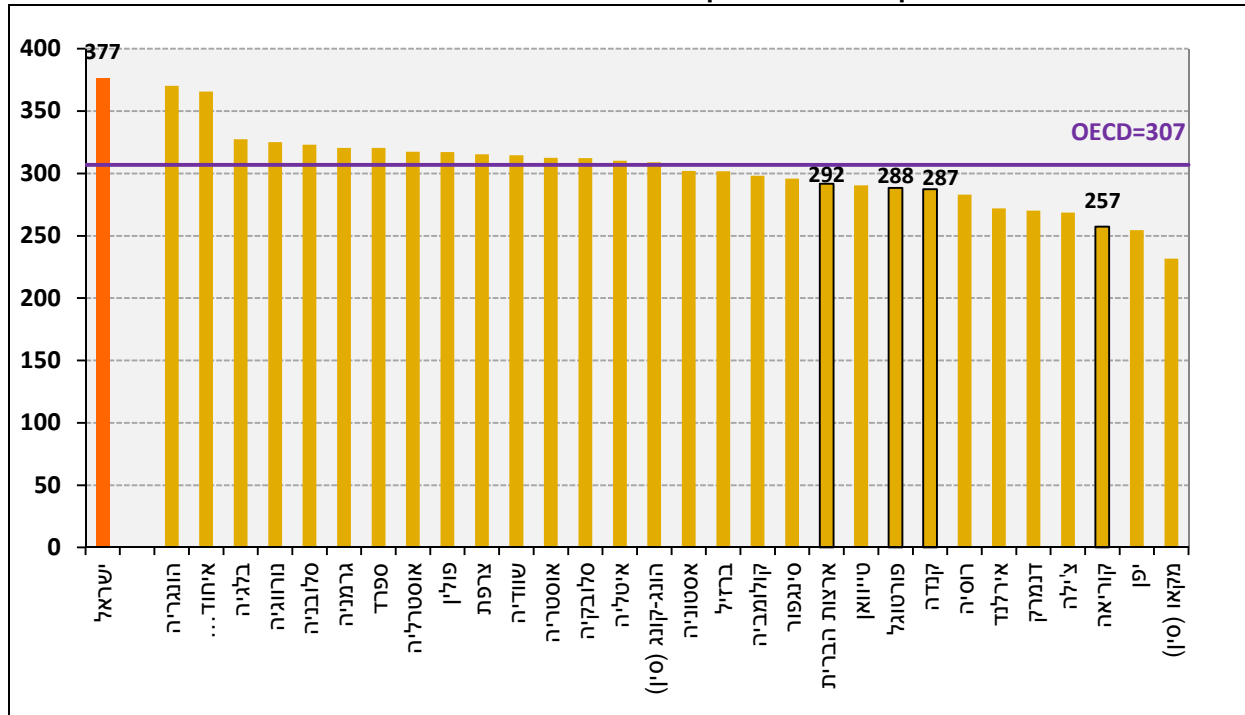
#### לוח 5.4: ההשתתפות במבחן בקריאה דיגיטלית לפי מדינות

השתתפו	לא השתתפו
אוסטריה, אוסטרליה, איחוד האמירויות, איטליה, אירלנד, אסטוניה, ארצות הברית, בלגיה, ברזיל, גרמניה, דנמרק, הונג-קונג (סין), הונגריה, טייוואן, יפן, ישראל, מקאו (סין), נורווגיה, סינגפור, סלובניה, סלובקיה, ספרד, פולין, פורטוגל, צ'ילה, צרפת, קולומביה, קוריאה, קנדה, רוסיה, שוודיה	איסלנד, בריטניה, הולנד, טורקיה, יוון, לוקסמבורג, מקסיקו, ניו-זילנד, פינלנד, צ'כיה, שווייץ, אורוגוואי, אינדונסיה, אלבניה, ארגנטינה, בולגריה, וייטנאם, טוניסיה, ירדן, לטביה, ליטא, ליכטנשטיין, מונטנגרו, מלזיה, סרביה, פרו, קוסטה-ריקה, קזחסטן, קטאר, קפריסין, קרואטיה, רומניה, תאילנד

#### תרשים 5.13: ההישגים בקריאה דיגיטלית בקרב כלל המדינות המשתתפות בפיזה 2012



תרשים 5.14: פיזור ההישגים בקריאה דיגיטלית בקרב כלל המדינות המשתתפות



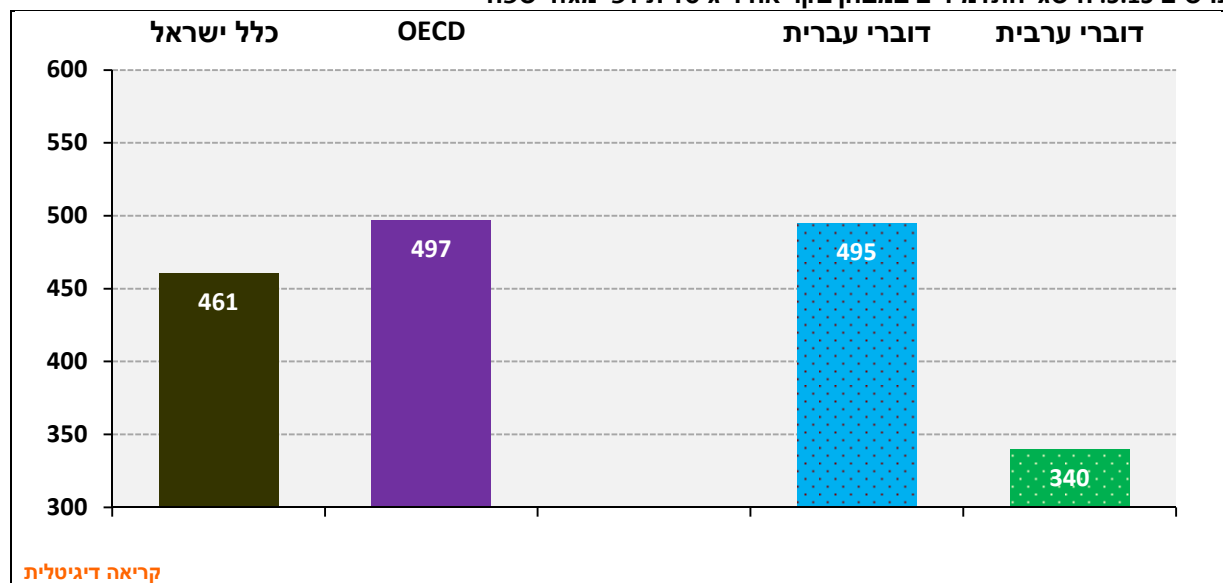
### 5.3.5: הישגי ישראל בקריאה דיגיטלית – מבט פנים-ישראלי

**בתרשים 5.15** מוצגים ההישגים במבחן בקריאה דיגיטלית בעבור כלל הנבחנים בישראל ובפילוח לפי מגזר שפה. מן הנתונים עולה כי ממוצע הציונים של תלמידים בבתי ספר דוברי עברית עומד על 495, זהה כמעט לממוצע מדינות ה-OECD, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית הממוצע נמוך הרבה יותר ועומד על 340 נקודות בלבד. בין שני מגזרי השפה יש אפוא פער עצום בהישגים בקריאה דיגיטלית: פער של 155 נקודות לטובת התלמידים בבתי ספר דוברי עברית – סטיית תקן ומחצה! פער זה גדול פי אחד וחצי בערך מהפער שנרשם בין שני מגזרים אלו באוריינות מתמטיקה ובאוריינות קריאה (ראה לעיל **פרק 4 וסעיף 5.2.2.1**). לו היו בודקים היכן ממוקם כל מגזר שפה בישראל במדרג המדינות לפי הישגיהן, אזי הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית דומים להישגים במדינות המדורגות סביב המקום ה-17 (מתוך 31), ואילו הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית היו מדורגים במקום ה-31 (המקום האחרון). חשוב לשים לב שבשני מגזרי השפה התוצאות בקריאה דיגיטלית נמוכות יחסית בהשוואה לנתון המקביל במבחן הקריאה המודפס: בקריאה דיגיטלית התלמידים בבתי ספר דוברי עברית נמצאים שתי נקודות מתחת לממוצע ה-OECD, לעומת 14 נקודות מעל ממוצע ה-OECD במבחן המודפס בקריאה, ואילו התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית נמצאים 157 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD, לעומת 95 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD במבחן המודפס.

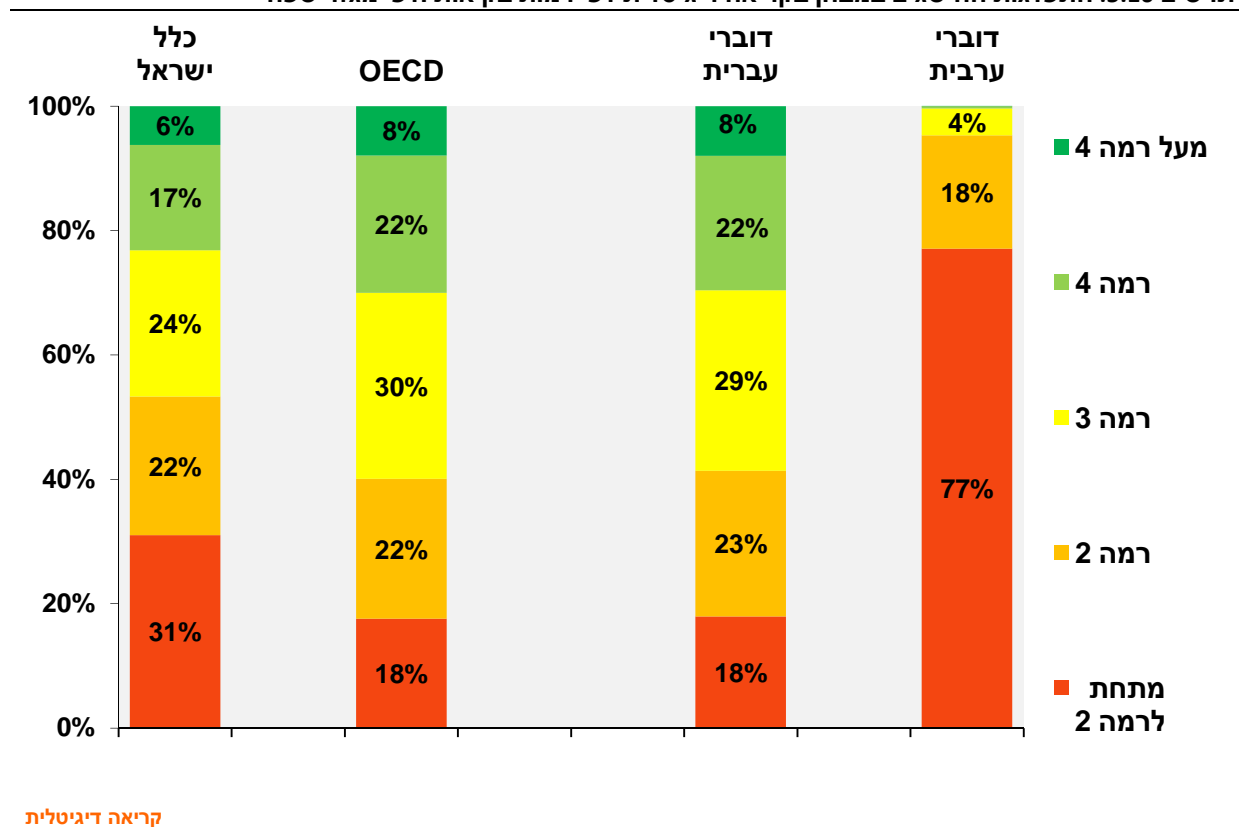
**בתרשים 5.16** מוצגת התפלגות התלמידים לפי חמש רמות הבקיאיות במבחן זה. ההתפלגות ממחישה את תמונת המצב העגומה של ההישגים באוריינות קריאה דיגיטלית בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית: 77% נמצאים מתחת לרמה 2, לעומת 50% מתחת לרמה זו במבחן המודפס. הנתונים המקבילים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית דומים בשני המבחנים: 18% בקריאה דיגיטלית ו-16% במבחן המודפס הם תלמידים "מתקשים" (מתחת לרמה 2) – בדומה לנתונים המקבילים בממוצע ה-OECD (18% ו-17%, בהתאמה). הממצאים

בקצה העליון תואמים תמונה זו: 8% מן התלמידים בבתי ספר דוברי עברית הם "מצטיינים" (מעל רמה 4) - זהה לשיעור המקביל בממוצע מדינות ה-OECD (8%). בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית הנתון המקביל הוא 0%. כלומר, בקריאה דיגיטלית כל התלמידים המצטיינים בישראל לומדים בבתי ספר דוברי עברית (למעט כמה תלמידים).

תרשים 5.15: הישגי התלמידים במבחן בקריאה דיגיטלית לפי מגזר שפה

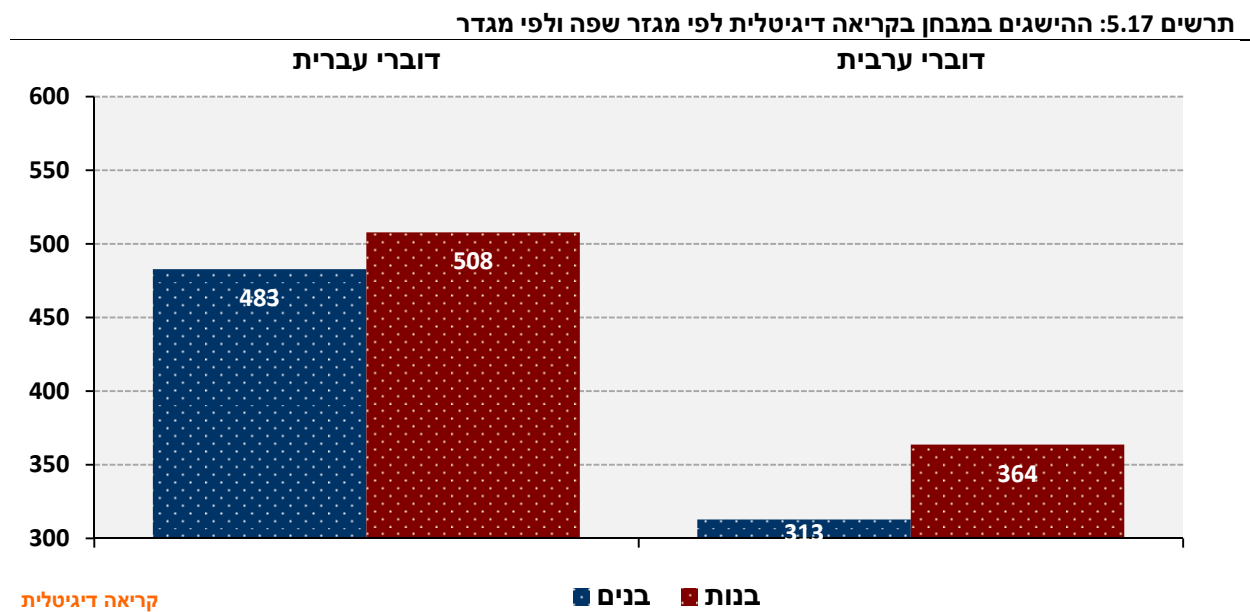


תרשים 5.16: התפלגות ההישגים במבחן בקריאה דיגיטלית לפי רמות בקיאות ולפי מגזר שפה



הערה: בתרשים זה ייתכן כי סך האחוזים לא יסתכם ל-100% בגלל פערי עיגול.

**בתרשים 5.17** מוצג ממוצע הציון בקריאה דיגיטלית בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר. מהתרשים עולה כי בשני מגזרי השפה הפערים הבין-מגדריים בקריאה דיגיטלית (כמו בקריאה במבחן המודפס) הם לטובת הבנות (25 נקודות בבתי ספר דוברי עברית ו-51 נקודות בבתי ספר דוברי ערבית). עם זאת, פערים אלו קטנים בהשוואה לפערים הבין-מגדריים המקבילים במבחן המודפס (בבתי ספר דוברי עברית - 39 נקודות לטובת הבנות, ובבתי ספר דוברי ערבית - 72 נקודות לטובת הבנות). דומה אפוא שבקריאה דיגיטלית, בהשוואה למבחן המודפס, הפערים בין המגדרים בישראל מתמתנים. ממצא זה מתיישב עם ממצא דומה בכל המדינות שהשתתפו במבחן בקריאה דיגיטלית במחקר פיזה 2009<sup>57</sup>. אחד הממצאים הבולטים לרעה בחלק זה של המחקר הוא רמת ההישגים הנמוכה ביותר של הבנים בבתי ספר דוברי ערבית (ממוצע של 313 נקודות בלבד).



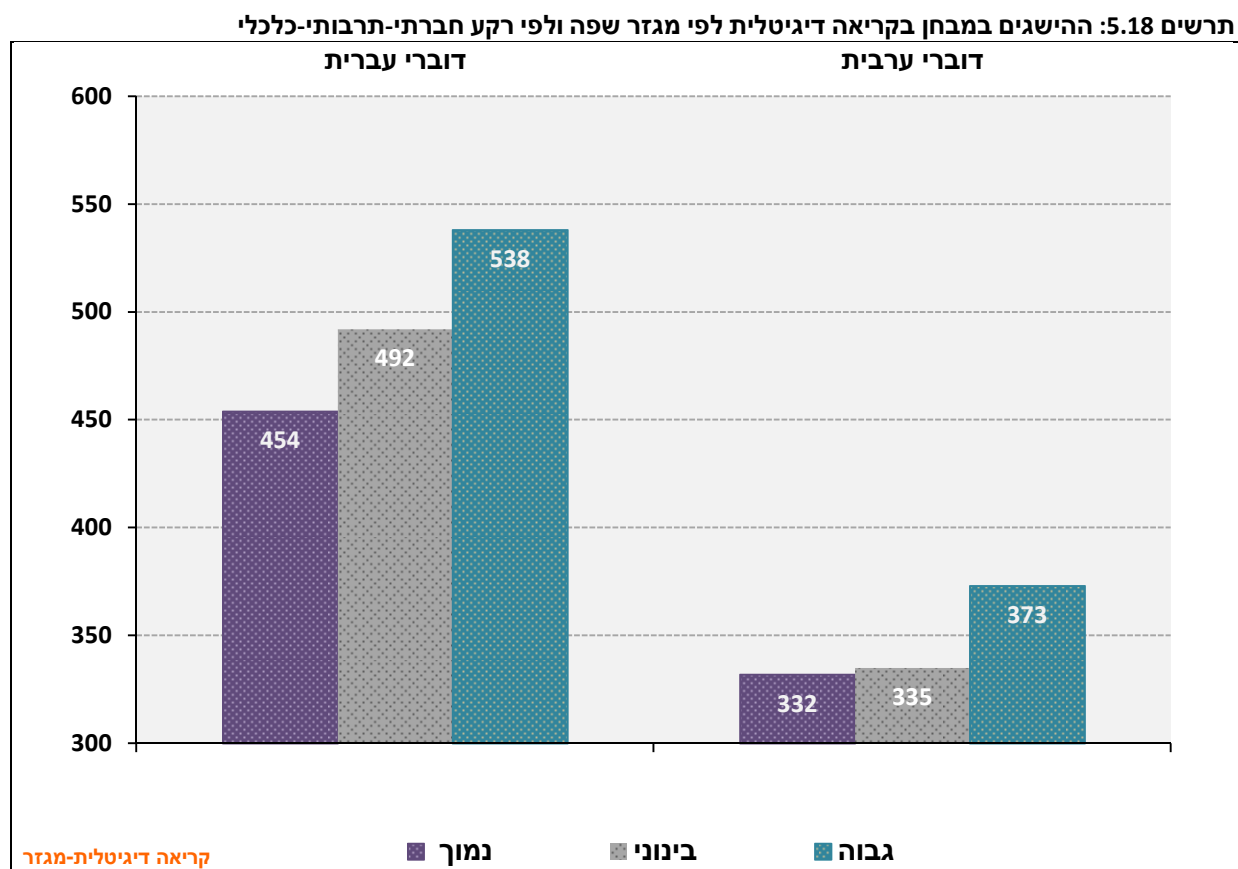
\* ממוצע ה-OECD - בנות: 510 נקודות; בנים: 484 נקודות.

**בתרשים 5.18** מוצגים ההישגים במבחן בקריאה דיגיטלית בפילוח לפי רקע חת"כ בכל מגזר שפה בנפרד. הממצאים כאן דומים מאוד לממצאים המקבילים במבחן המודפס (**תרשים 5.9**). כך, בבתי ספר דוברי עברית, לתלמידים מרקע גבוה הישגים גבוהים בכ-40 נקודות מהישגי תלמידים מרקע בינוני, ולתלמידים מרקע בינוני הישגים גבוהים בכ-40 נקודות מהישגי תלמידים מרקע נמוך. בבתי ספר דוברי ערבית, לתלמידים מרקע גבוה הישגים גבוהים בכ-40 נקודות מהישגי עמיתיהם בשתי הקבוצות האחרות (אין הבדל של ממש בין התלמידים מרקע בינוני ומרקע נמוך). הפער בין שני מגזרי השפה בקבוצת התלמידים מרקע חת"כ נמוך מצטמצם לעומת הפער הכללי הקיים בין שני המגזרים (122 נקודות לעומת 155 נקודות, בהתאמה). עם זאת, בקריאה דיגיטלית הפערים בין שני מגזרי השפה חמורים יותר מאשר בקריאה במבחן המודפס: ממוצע הציונים של התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית מרקע גבוה קטן ב-81 נקודות מהממוצע של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית מרקע

<sup>57</sup> ראה כרך VI בדוח פיזה 2009 באתר ה-OECD

<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2009/pisa2009resultsstudentsonlinedigitaltechnologiesandperformancevolumevi.htm>

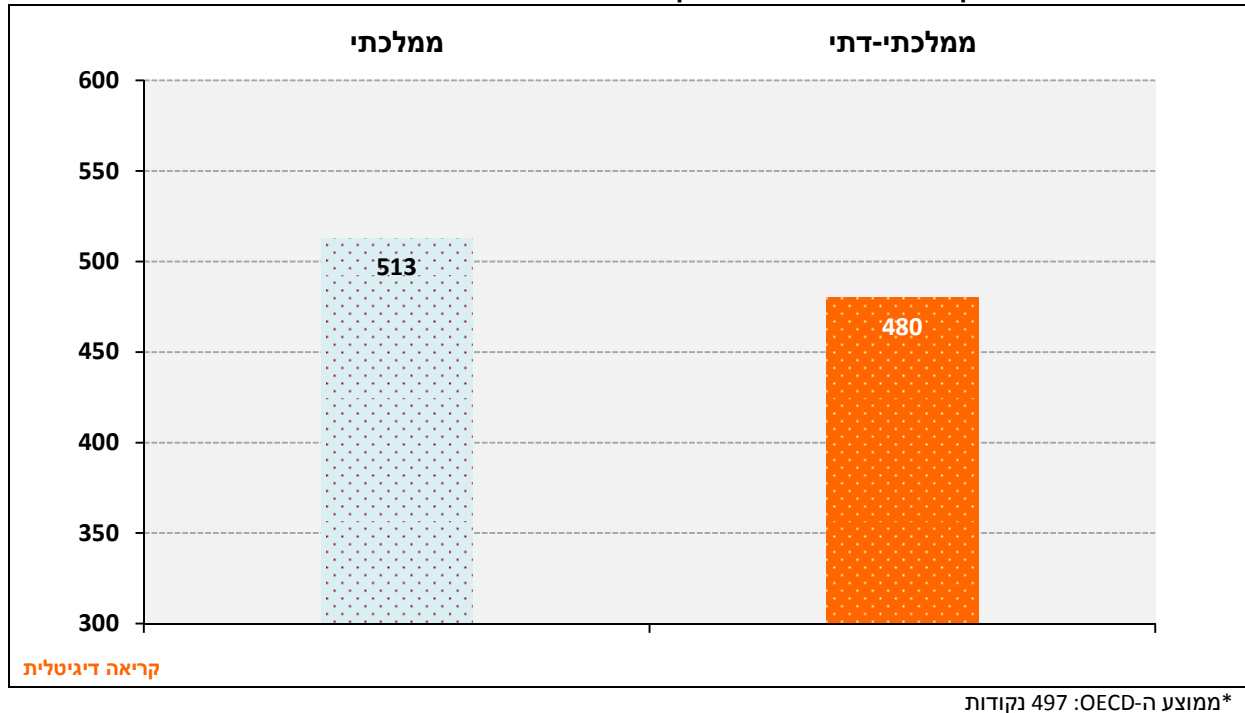
נמוך (373 לעומת 454 נקודות, בהתאמה). במבחן המודפס הפער המקביל בין הקבוצות הללו היה קטן יותר ועמד על 35 נקודות (ראה תרשים 5.9).



### 5.3.6 הישגים בקריאה דיגיטלית בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח

בחלק זה יוצגו ההישגים במבחן בקריאה דיגיטלית בבתי ספר דוברי עברית בלבד. **בתרשים 5.19** מוצג הציון הכולל בקריאה בבתי ספר דוברי עברית בפילוח לפי סוג פיקוח (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מהתרשים עולה כי בקריאה דיגיטלית הישגי התלמידים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי גבוהים ב-33 נקודות מהישגי התלמידים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי. פער זה כפול מן הפער המקביל במבחן המודפס.

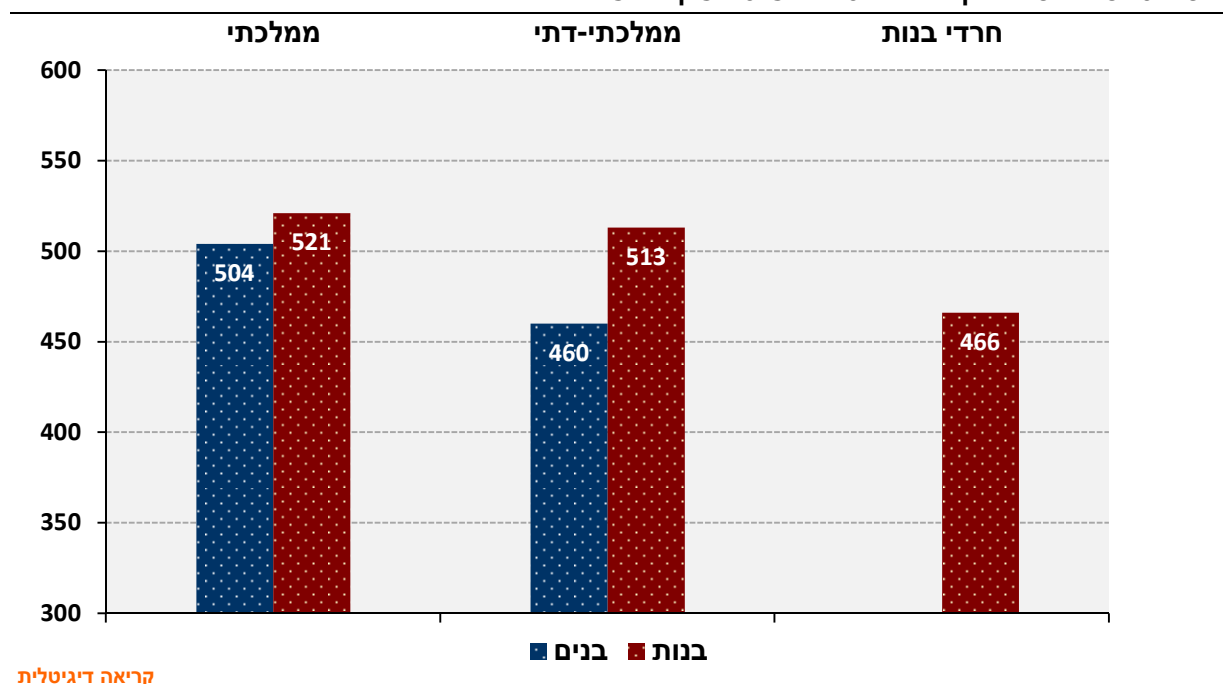
תרשים 5.19: ההישגים בקריאה דיגיטלית לפי סוג פיקוח



**בתרשים 5.20** שלהלן מוצגים ההישגים בקריאה דיגיטלית בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר. לתרשים נוספו גם הישגי הבנות שבפיקוח החרדי. כזכור, בפיקוח זה אפשר לדווח רק על הישגי הבנות. השוואה בין הפערים הבין-מגדריים בקריאה דיגיטלית לפערים הבין-מגדריים באוריינות קריאה במבחן המודפס מעלה כי בפיקוח הממלכתי הפער בקריאה דיגיטלית לטובת הבנות (17 נקודות) קטן פי שניים בערך מן הפער המקביל במבחן המודפס (32 נקודות), ואילו בפיקוח הממלכתי-דתי מצטיירת תמונה הפוכה: הפער לטובת הבנות בקריאה דיגיטלית (53 נקודות) גדול פי 1.5 בערך מן הפער המקביל לטובתן במבחן המודפס (32 נקודות). במילים אחרות, בעוד הקריאה הדיגיטלית בפיקוח הממלכתי סייעה לבנים לצמצם פערים מול הבנות (בדומה למגמה הבין-לאומית), הפער לרעת הבנים בפיקוח הממלכתי-דתי דווקא התרחב. פער זה גם מסביר מדוע גדל הפער בין הפיקוח הממלכתי לפיקוח הממלכתי-דתי בקריאה דיגיטלית לעומת מבחן הקריאה המודפס. חולשתם היחסית של הבנים בפיקוח הממלכתי-דתי יצרה גם פער של 44 נקודות בינם לבין עמיתיהם שבפיקוח הממלכתי - פער גדול כמעט פי ארבעה מן הפער המקביל במבחן המודפס (12 נקודות). לעומת זאת, הפער בין הבנות שבפיקוח הממלכתי לבין הבנות שבפיקוח הממלכתי-דתי דומה בשני המבחנים (קריאה דיגיטלית - 8 נקודות; מבחן קריאה מודפס - 12 נקודות).

במבחן בקריאה דיגיטלית נרשם פער בין הבנות החרדיות לבין הבנות בשני סוגי הפיקוח האחרים, והוא גדול הרבה יותר מהפער המקביל במבחן הקריאה המודפס: בהשוואה לבנות שבפיקוח הממלכתי-דתי הפער הוא 13 נקודות במודפס ו-47 בממוחשב; בהשוואה לבנות שבפיקוח הממלכתי הפער הוא 25 נקודות במודפס ו-55 בממוחשב. כלומר, באופן יחסי, הישגי הבנות החרדיות בקריאה דיגיטלית נמוכים מהישגיהן במבחן הקריאה המודפס. ייתכן כי הדבר נובע ממיעוט ניסיון של תלמידות אלו בשימוש במחשב ובאמצעים דיגיטליים אחרים.

תרשים 5.20: ההישגים בקריאה דיגיטלית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר

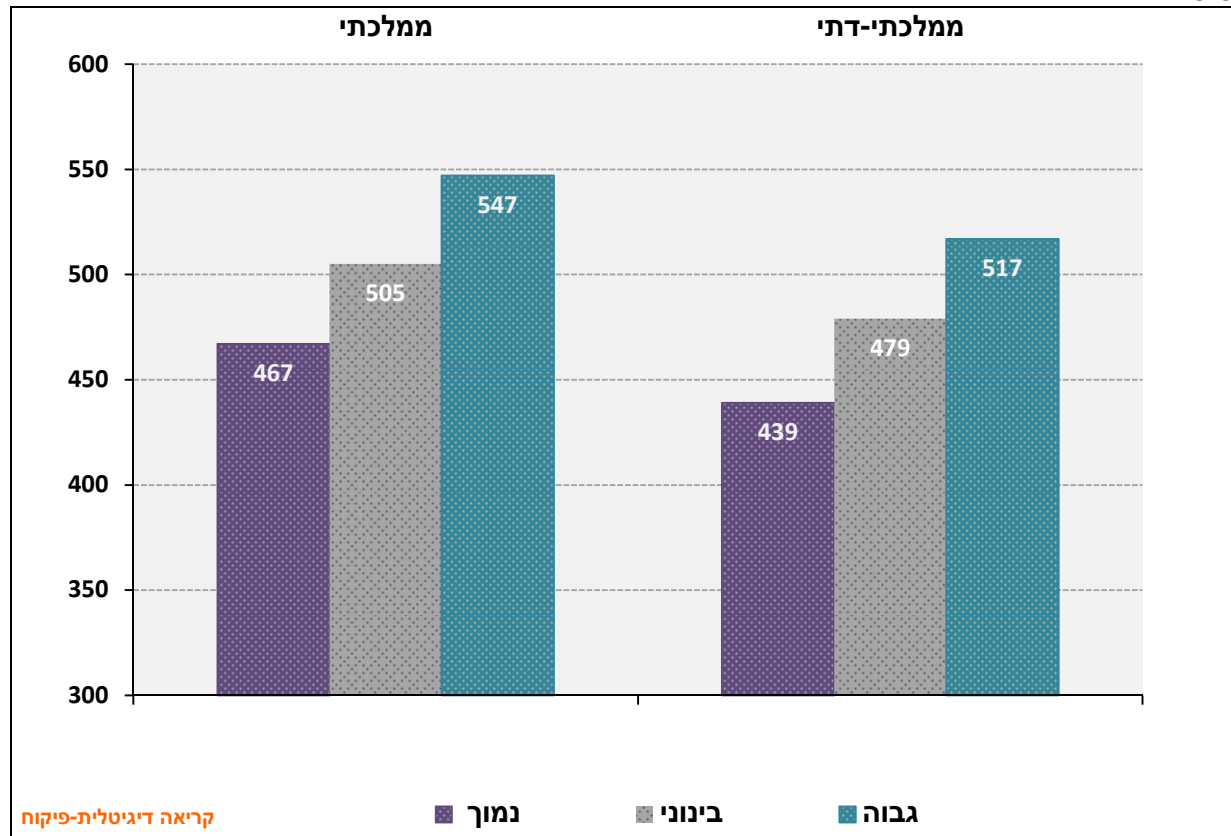


קריאה דיגיטלית

\*ממוצע ה-OECD - בנות: 510 נקודות; בנים: 484 נקודות

**בתרשים 5.21** מוצגים ההישגים בקריאה דיגיטלית בבתי ספר דוברי עברית, בפילוח לפי סוג פיקוח ולפי רקע חת"כ. אף על פי שהחלוקה לתת-קבוצות אלו, בפילוח זה, יוצרת לעתים קבוצות קטנות שייתכן כי אינן מייצגות מספיק את כלל האוכלוסייה, מסתמן כי תמונת הפערים בקריאה דיגיטלית דומה מאוד לתמונה שנרשמה באוריינות קריאה במבחן המודפס. עוד עולה כי הפערים בכל אחד משני סוגי הפיקוח הללו דומים לפערים בקרב כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית: פער של כ-40 נקודות בין תלמידים מרקע חת"כ גבוה לתלמידים מרקע חת"כ בינוני, וכ-40 נקודות בין תלמידים מרקע בינוני לתלמידים מרקע נמוך. ההשוואות בין שני סוגי הפיקוח בכל אחת מקבוצות הרקע החת"כ בנפרד מצביעות על פערים בסדר גודל של כ-30 נקודות. פערים אלו דומים לפער הכללי הקיים בין המגזרים (ראו תרשים 5.19).

תרשים 5.21: ההישגים במבחן בקריאה דיגיטלית בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי





## 5.4: סיכום - הישגי ישראל באוריינות קריאה ובאוריינות דיגיטלית במחקר

### פיזה 2012

#### סיכום ההישגים במבחן המודפס באוריינות קריאה

- במחקר פיזה 2012 השיגה ישראל ציון כולל של 486 נקודות במבחן הקריאה המודפס. ציון זה, הנמוך ב-10 נקודות מממוצע ה-OECD, מציב אותה במקום ה-33 מתוך 64 מדינות וישויות כלכליות שהשתתפו במחזור מחקר זה. המובילות בתחום אוריינות הקריאה הן מדינות מזרח-אסיה: הונג-קונג, סינגפור ויפן, התופסות את שלושת המקומות הראשונים.
- ישראל בולטת בפיזור הציונים הגדול שבה. הפיזור בישראל הוא השלישי בגודלו מקרב 64 המדינות המשתתפות.
- בישראל, לצד תלמידים בעלי הישגים גבוהים במיוחד יש תלמידים רבים בעלי הישגים נמוכים במיוחד: 10% מן התלמידים נמצאים בשתי רמות הבקיאות הגבוהות ביותר - שיעור הגדול במעט מממוצע ה-OECD העומד על 8%. לעומת זאת, 24% מן התלמידים בישראל מצויים מתחת לרמת בקיאות 2. בממוצע ה-OECD שיעור זה עומד על 17%.
- מבחינת שינויים לאורך ארבעה מחזורי מחקר (2002-2006-2009-2012), ישראל נמצא במגמת שיפור מתמדת. בין מחזור 2006 ל-2012 עלה ממוצע הציונים באוריינות קריאה ב-47 נקודות, והעלייה השנתית נאמדת ב-3.7 נקודות בשנה. מבחינת השיפור, ישראל נמצאת במקום ה-11 מקרב המדינות שהשתתפו בארבעת מחזורי המחקר.
- הממצא הבולט ביותר העולה מן הניתוח הפנים-ישראלי של התוצאות הוא הפער הגדול בין הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לבין הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית. פער זה עומד על כ-100 נקודות (סטיית תקן שלמה). זאת ועוד: בבתי ספר דוברי עברית ממוצע ההישגים גבוה במעט מממוצע ה-OECD, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית ההישגים רחוקים מאד מממוצע זה.
- ממצאים נוספים העולים מן הניתוח הפנים-ישראלי של נתוני מחקר 2012 במבחן הקריאה המודפס:

1. **בחלוקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר** נראית המגמה העקבית והכלל-עולמית ולפיה לבנות יש יתרון בתחום זה, וזאת בשני מגזרי השפה.

2. **בחלוקה לפי מגזר שפה ולפי רקע כלכלי-חברתי:** בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית הפערים בין קבוצות רקע חת"כ עוקבות (נמוך-בינוני-גבוה) הם כ-40 נקודות. בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית פערים אלו קטנים יותר, ובעיקר הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני, העומד על תשע נקודות בלבד. כמו כן, השוואה בין מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע מגלה כי הפערים העצומים ביניהם (כ-100 נקודות) נשמרים בקבוצות הרקע

הבינוני והגבוה, ואילו בקבוצת הרקע הנמוך הפער מצטמצם ברבע לערך. כלומר, הפער ברקע החת"כ בין שני מגזרי השפה עשוי להסביר רק במעט את פער ההישגים העצום ביניהם.

3. **בחלוקה לפי סוג פיקוח בבתי ספר דוברי עברית:** פערי הציונים בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לתלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי אינם גדולים, והם עומדים על 15 נקודות בממוצע לטובת הפיקוח הממלכתי. פער בסדר גודל דומה נשמר גם כאשר משווים בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ. השוואה בין שלוש קבוצות הרקע החת"כ בתוך כל סוג פיקוח מגלה פערים דומים בין הקבוצות - כ-30-40 נקודות בשני סוגי הפיקוח. הישגי הבנות בבתי הספר שבפיקוח החרדי נמוכים מהישגי הבנות בשני סוגי הפיקוח האחרים.

### סיכום ההישגים במבחן באוריינות קריאה דיגיטלית

- במבחן באוריינות קריאה דיגיטלית השיגה ישראל ציון של 461 נקודות. ציון זה, הנמוך ב-36 נקודות מממוצע ה-OECD, מציב אותה במקום ה-26 מתוך 31 מדינות שהשתתפו במבחן זה. גם בתחום זה ישראל בולטת בפיזור הציונים הגדול שבה (הראשון בגודלו מקרב המדינות המשתתפות).
- מבחינת שיעורי התלמידים ברמות הבקיאות השונות (חמש במספר במבחן זה), שיעור התלמידים בישראל ברמות הבקיאות שמתחת לרמה 2 הוא הרביעי בגודלו מקרב המדינות המשתתפות ((31% לעומת 18%-ב-OECD). אשר לשיעור התלמידים ברמות הבקיאות הגבוהות, ישראל נמצאת באמצע המדרג (6% לעומת 8%-ב-OECD).
- הממצאים הבולטים ביותר בתחום אוריינות זה הוא הפער בין שני מגזרי השפה, העומד על 155 נקודות (כסטיית תקן ומחצה!) פער זה קשור גם לממצא ולפיו כשלושה-רבעים מן התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית נמצאים מתחת לרמת בקיאות 2, לעומת כחמישית מן התלמידים בבתי ספר דוברי עברית. זאת ועוד: בבתי ספר דוברי ערבית אין כלל תלמידים ברמות הבקיאות הגבוהות.
- ממצאים נוספים העולים מן הניתוח הפנים-ישראלי של נתוני מחקר 2012 במבחן בקריאה דיגיטלית:

1. **בחלוקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר** נשמרת המגמה העקבית והכלל-עולמית ולפיה לבנות יש יתרון בתחום זה, בשני מגזרי השפה. עם זאת, הפער בין המגדרים במבחן הממוחשב קטן מן הפער המקביל במבחן המודפס, וזאת בשני מגזרי השפה. אחד הממצאים הבולטים לרעה הוא רמת ההישגים הנמוכה ביותר של הבנים בבתי ספר דוברי ערבית (הממוצע: 313 נקודות בלבד).

2. **בחלוקה לפי מגזר שפה ולפי רקע כלכלי-חברתי:** בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית הפערים בין קבוצות רקע חת"כ עוקבות (נמוך-בינוני-גבוה) הם כ-40 נקודות. בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית פערים אלו הם קטנים יותר, ובעיקר הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני, העומד על שלוש נקודות בלבד. כמו כן, השוואה בין מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע מגלה כי הפערים העצומים ביניהם (כ-150 נקודות) נשמרים בקבוצות הרקע

הבינוני והגבוה. בקבוצת הרקע הנמוך הפער מצטמצם רק במעט, כלומר הפער ברקע החת"כ בין שני מגזרי השפה אינו מסביר את פער ההישגים העצום ביניהם במבחן בקריאה דיגיטלית.

3. **בחלוקה לפי סוג פיקוח בבתי ספר דוברי עברית:** בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לתלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי יש פערים ניכרים בציונים - 33 נקודות בממוצע - לטובת הפיקוח הממלכתי (פערים בסדר גודל דומה נשמרים גם כאשר משווים בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ). פער זה בחלקו נובע מן ההישגים הנמוכים יחסית של הבנים בפיקוח הממלכתי-דתי בתחום אוריינות הקריאה הדיגיטלית. קבוצה נוספת שהישגיה נמוכים במיוחד בתחום אוריינות זה היא הבנות שבפיקוח החרדי.

## 5.5: נספחים

## נספח 5א

הממוצע והפיזור של הציון הכולל בקריאה בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012 ובחלוקה לפי מגדר

מקום במדרג	שם המדינה	ציון ממוצע	טעות תקן	פיזור (P5-P95)	ממוצע בנות	ממוצע בנים	פער (בנות-בנים)
1	הונג-קונג (סין)	545	(2.8)	281	558	533	25
2	סינגפור	542	(1.4)	329	559	527	32
3	יפן	538	(3.7)	325	551	527	24
4	קוריאה	536	(3.9)	282	548	525	23
5	פינלנד	524	(2.4)	309	556	494	62
6	אירלנד	523	(2.6)	286	538	509	29
7	טייוואן	523	(3.0)	298	539	507	32
8	קנדה	523	(1.9)	305	541	506	35
9	פולין	518	(3.1)	289	539	497	42
10	אסטוניה	516	(2.0)	263	538	494	44
11	ליכטנשטיין	516	(4.1)	288	529	504	24
12	ניו-זילנד	512	(2.4)	347	530	495	34
13	אוסטרליה	512	(1.6)	318	530	495	34
14	הולנד	511	(3.5)	300	525	498	26
15	בלגיה	509	(2.2)	339	525	493	32
16	שווייץ	509	(2.6)	296	527	491	36
17	מקאו (סין)	509	(0.9)	270	527	492	36
18	וייטנאם	508	(4.4)	245	523	492	31
19	גרמניה	508	(2.8)	300	530	486	44
20	צרפת	505	(2.8)	357	527	483	44
21	נורווגיה	504	(3.2)	328	528	481	46
22	בריטניה	499	(3.5)	320	512	487	25
23	ארצות הברית	498	(3.7)	303	513	482	31
24	דנמרק	496	(2.6)	281	512	481	31
25	צ'כיה	493	(2.9)	290	513	474	39
26	איטליה	490	(2.0)	319	510	471	39
27	אוסטריה	490	(2.8)	300	508	471	37
28	לטביה	489	(2.4)	278	516	462	55
29	הונגריה	488	(3.2)	303	508	468	40
30	ספרד	488	(1.9)	303	503	474	29
31	לוקסמבורג	488	(1.5)	347	503	473	30
32	פורטוגל	488	(3.8)	311	508	468	39
33	ישראל	486	(5.0)	374	507	463	44
34	קרואטיה	485	(3.3)	284	509	461	48
35	שוודיה	483	(3.0)	350	509	458	51
36	איסלנד	483	(1.8)	323	508	457	51
37	סלובניה	481	(1.2)	301	510	454	56
38	ליטא	477	(2.5)	281	505	450	55
39	יוון	477	(3.3)	325	502	452	50
40	טורקיה	475	(4.2)	285	499	453	46

40	455	495	300	(3.0)	475	רוסיה	41
39	444	483	346	(4.2)	463	סלובקיה	42
64	418	481	366	(1.2)	449	קפריסין	43
46	423	469	307	(3.4)	446	סרביה	44
55	413	469	314	(2.5)	442	איחוד האמירויות	45
23	430	452	258	(2.9)	441	צ'ילה	46
55	410	465	259	(3.1)	441	תאילנד	47
25	427	452	247	(3.5)	441	קוסטה ריקה	48
40	417	457	296	(4.0)	438	רומניה	49
70	403	472	386	(6.0)	436	בולגריה	50
24	411	435	264	(1.5)	424	מקסיקו	51
62	391	453	303	(1.2)	422	מונטנגרו	52
35	392	428	316	(3.2)	411	אורוגוואי	53
31	394	425	281	(2.1)	410	ברזיל	54
31	388	418	291	(4.5)	404	טוניסיה	55
19	394	412	278	(3.4)	403	קולומביה	56
75	361	436	300	(3.6)	399	ירדן	57
40	377	418	275	(3.3)	398	מלזיה	58
28	382	410	247	(4.2)	396	אינדונזיה	59
38	377	414	315	(3.7)	396	ארגנטינה	60
15	387	401	383	(3.2)	394	אלבניה	61
37	374	411	243	(2.7)	393	קזחסטן	62
70	354	424	372	(0.8)	388	קטאר	63
22	373	395	308	(4.3)	384	פרו	64
38	478	515	310	(0.5)	496	ממוצע OECD	

הערה: ייתכנו סטיות של עד נקודה אחת בגלל פערי עיגול.

## נספח 5

הממוצע והפיזור של הציון הכולל במבחן באוריינות קריאה דיגיטלית בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012 ובחלוקה לפי מגדר

מקום במדרג	שם המדינה	ציון ממוצע	טעות תקן	פיזור (P5-P95)	ממוצע בנות	ממוצע בנים	פער (בנות-בנים)
1	סינגפור	567	(1.2)	296	576	558	18
2	קוריאה	555	(3.6)	257	559	552	7
3	הונג-קונג (סין)	550	(3.6)	309	560	541	19
4	יפן	545	(3.3)	255	553	537	16
5	קנדה	532	(2.3)	287	543	522	21
6	אסטוניה	523	(2.8)	302	541	504	37
7	אוסטרליה	521	(1.7)	317	536	506	31
8	אירלנד	520	(3.0)	272	533	508	25
9	טייוואן	519	(3.0)	290	528	511	17
10	מקאו (סין)	515	(0.9)	232	525	506	18
11	ארצות הברית	511	(4.5)	292	526	497	28
12	צרפת	511	(3.6)	315	522	499	22
13	איטליה	504	(4.3)	310	516	494	21
14	בלגיה	502	(2.5)	327	515	490	24
15	נורווגיה	500	(3.5)	325	523	477	46
16	שוודיה	498	(3.4)	315	515	482	33
17	דנמרק	495	(2.9)	270	506	483	23
18	גרמניה	494	(4.0)	321	509	479	30
19	פורטוגל	486	(4.4)	288	495	477	17
20	אוסטריה	480	(3.9)	313	493	467	27
21	פולין	477	(4.5)	317	493	459	34
22	סלובקיה	474	(3.5)	312	484	465	19
23	סלובניה	471	(1.3)	323	492	452	39
24	ספרד	466	(3.9)	320	480	453	27
25	רוסיה	466	(3.9)	283	474	457	18
26	ישראל	461	(5.1)	377	474	447	27
27	צ'ילה	452	(3.6)	269	457	447	9
28	הונגריה	450	(4.4)	370	466	433	33
29	ברזיל	436	(4.9)	302	445	426	19
30	איחוד האמירויות	407	(3.3)	366	431	381	50
31	קולומביה	396	(4.0)	298	398	393	4
	ממוצע OECD	497	(0.7)	307	510	484	26

הערה: ייתכנו סטיות של עד נקודה אחת בגלל פערי עיגול.

## פרק 6: ההישגים באוריינות מדעים במחקר פיזה 2012

בפרק זה תובא סקירה של הישגי התלמידים באוריינות מדעים (להלן "מדעים") במחקר פיזה 2012. אוריינות מדעים, לצד אוריינות קריאה, הייתה תחום היבחנות משני במחזור המחקר הנוכחי. בתחילת הפרק יובא הסבר על הגדרת התחום במחקר פיזה, המסגרת המושגית שלו, סולמות הציונים ורמות הבקיות. לאחר מכן יוצגו הישגי התלמידים בישראל תוך התייחסות לרמת ההישגים ולשונות בין תלמידים. ההישגים יוצגו בהשוואה לרמת ההישגים הבין-לאומית ולהישגיהם של תלמידים במדינות מסוימות אחרות שהשתתפו במחקר ואשר נבחרו לפי אמות מידה שפורטו בפרק 4. נקודת השוואה מרכזית נוספת להישגי ישראל תהיה ההישג הממוצע במדינות ה-OECD (להלן "ממוצע ה-OECD"). לאחר מכן יתמקד הדוח בהישגים בתוך ישראל לפי פילוחים שונים: מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי וסוג פיקוח (בבתי ספר דוברי עברית: ממלכתי, ממלכתי-דתי וחרדי בנות). בסוף הפרק יובאו נספחים ובהם נתונים על אודות ההישגים בקרב כלל המדינות המשתתפות.

### 6.1: הערכה של אוריינות מדעים במחקר פיזה

#### 6.1.1: אוריינות מדעים מהי? הגדרה ומסגרת מושגית

הגדרת אוריינות מדעים במחקר פיזה הוצגה בהרחבה במחזור 2006, שבו אוריינות מדעים הייתה התחום העיקרי. במסגרת מחקר פיזה אוריינות מדעים מוגדרת כך: "ידע מדעי של הפרט והשימוש בידע זה על מנת לזהות שאלות, לרכוש ידע חדש, להסביר תופעות מדעיות, ולהסיק מסקנות המבוססות על הוכחות בנושאים הקשורים למדע; הבנת המאפיינים של מדע כצורה של ידע וחקירה אנושיים; מודעות לאופן שבו מדע וטכנולוגיה מעצבים את הסביבה החומרית, האינטלקטואלית והתרבותית שלנו; ורצון לעסוק בנושאים וברעיונות מדעיים, כאזרחים רפלקטיביים". אוריינות מדעים מתייחסת לידע של מדע (knowledge of science): ידע של עולם הטבע בתחומים השונים: פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי כדור הארץ והחלל, ומדע מבוסס טכנולוגיה (ולידע על מדע (knowledge about science): ידע של האמצעים והמטרות – דרכי החקירה וההסברים המדעיים – של המדע).

#### 6.1.2: היבטים של אוריינות מדעים ומיפוי הפריטים

המסגרת המושגית של אוריינות מדעים כוללת ארבעה היבטים עיקריים: 1. ידע: הבנת העולם על בסיס ידע של מדע וידע על מדע; 2. מיומנויות: זיהוי של נושאים מדעיים, הסבר מדעי של תופעות ושימוש בראיות מדעיות; 3. הקשר ונושאים: הנסיבות והסביבה שבהן מוצגת המטלה; 4. עמדות: עניין במדע, תמיכה במחקר מדעי, והנעה לפעול באופן אחראי כלפי תחומים מדעיים (כגון משאבים טבעיים והסביבה). אוריינות מדעים הוערכה במחקר פיזה 2012 באמצעות 53 פריטי מבחן (שאלות).

### 6.1.2.1: ידע מדעי

שני סוגי ידע נכללים באוריינות מדעים: ידע של מדע וידע על מדע. ידע של מדע הוא ידע (הכרה) של מושגים ותיאוריות והבנה של הטבע הסובב אותנו – החי, הצומח והדומם – כפי שהוא נלמד בדיסציפלינות הנפרדות המוצגות להלן (בסוגריים נתון מספר הפריטים המשמשים להערכת סוגי הידע השונים):

1. **מערכות פיזיקליות** (6 פריטים): מבנה החומר (המודל החלקיקי, קשרים), תכונות החומר (שינוי מצבי צבירה, הולכת חום והולכה חשמלית), שינויים כימיים של החומר (תגובות, העברת אנרגיה, חומצות/בסיסים), תנועה וכוחות (מהירות, חיכוך), אנרגיה וגלגוליה (שימור, איבוד/בזבז, תגובות כימיות), אינטראקציות של אנרגיה וחומר (גלי אור וגלי רדיו, גלי קול וגלים סיסמיים).
2. **מערכות חיים** (9 פריטים): תאים (מבנים ותפקוד, DNA, צמחים ובעלי חיים), בני אדם (בריאות, תזונה, מחלות, רבייה, תת-מערכות [כגון: עיכול, נשימה, מחזור הדם, הפרשה] והקשרים ביניהן), אוכלוסיות (מינים, אבולוציה, מגוון מינים, שונות תורשתית), מערכות אקולוגיות (שרשרת המזון, זרימת חומר ואנרגיה), הביוספירה (תרומת המערכות האקולוגיות, קיימות).
3. **מערכות כדור הארץ והחלל** (7 פריטים): מבנים במערכת כדור הארץ (ליתוספירה, אטמוספירה, הידרוספירה), אנרגיה במערכת כדור הארץ (מקורות, אקלים כלל-עולמי), שינויים במערכת כדור הארץ (טקטוניקה של הלוחות, מחזורים גאוכימיים, כוחות בונים והורסים), ההיסטוריה של כדור הארץ (מאובנים, מוצא ואבולוציה), כדור הארץ בחלל (כוח הכבידה, מערכת השמש).
4. **מערכות טכנולוגיות** (4 פריטים): תפקידה של טכנולוגיה מבוססת מדע (פתרון בעיות, סיוע לבני האדם למלא צרכים ושאיפות, תכנון וביצוע של מחקרים), יחסים בין מדע לטכנולוגיה (טכנולוגיות תורמות לקידום המדע), מושגים (אופטימיזציה, חלופות, עלויות, סיכון, רווח), עקרונות חשובים (אמות מידה, אילוצים, עלות, חידוש, תגלית, פתרון בעיות), תפקידה של טכנולוגיה מבוססת מדע (פתרון בעיות, סיוע לבני האדם למלא צרכים ושאיפות, תכנון וביצוע של מחקרים).

ידע על מדע כולל שתי קטגוריות: מחקר מדעי - התהליך העיקרי ביישום המדע - שבאמצעותו המדענים אוספים הוכחות; הסבר מדעי, שהוא מטרת המחקר ונובע ממנו, כדלהלן:

1. **מחקר מדעי** (14 פריטים): מקורותיו (סקרנות, שאלות מדעיות), מטרותיו (לייצר הוכחות המסייעות להשיב על שאלות מדעיות כגון רעיונות עכשוויים, מודלים ותיאוריות כדי להדריך מחקרים), ניסויים (שאלות שונות מובילות לדרכי חקירה שונות, תכנון), נתונים (כמותיים [מדידות] ואיכותניים [תצפיות]), מדידות (אי-ביטחון מובנה, יכולת שחזור, שונות, דיוק/הערכה בכלי המדידה ובתהליכים), מאפייני התוצאות (אמפירי, זמני, ניתן לבחינה, ניתן להפרכה, ניתן לתיקון עצמי).
2. **הסברים מדעיים** (13 פריטים): סוגים (השערה, תיאוריה, מודל, חוק מדעי), הבניה (ידע קיים וממצאים חדשים, יצירתיות ודמיון, היגיון), חוקים (עקביות לוגית, מבוססים על הוכחות, מבוססים על ידע היסטורי ועכשווי), תוצאות (ידע חדש, שיטות חדשות, טכנולוגיות חדשות, חקירות חדשות).



### 6.1.2.2: מיומנויות מדעיות

במבחן באוריינות מדעים נבדקות שלוש המיומנויות האלה (בסוגריים נתון מספר הפריטים [שאלות] במחקר 2012 המשמשים להערכת סוגי המיומנויות השונות):

1. **זיהוי של נושאים מדעיים** (13 פריטים): זיהוי נושאים שאפשר לחקור בדרך מדעית, זיהוי מילות-מפתח לחיפוש מידע מדעי, הכרת מאפיינים עיקריים של מחקר מדעי.
2. **הסבר תופעות באופן מדעי** (22 פריטים): יישום ידע מדעי במצב נתון, תיאור או מתן הסבר מדעי לתופעות, יכולת לנבא שינויים באופן הולם.
3. **שימוש בראיות מדעיות** (18 פריטים): פירוש ראיות מדעיות, הצגת מסקנות וזיהוי הנחות, הוכחות והסברים שמאחורי המסקנות, חשיבה רפלקטיבית על ההשלכות החברתיות של פיתוחים מדעיים וטכנולוגיים.

במיומנויות אלו באים לידי ביטוי יכולות ותהליכים קוגניטיביים בסיסיים: חשיבה אינדוקטיבית ודדוקטיבית, חשיבה מערכתית, קבלת החלטות באופן ביקורתי, העברה של מידע (כגון העברת נתוני גלם ללוחות ומידע בלוחות לתרשימים) ובנייה של טיעונים והסברים המבוססים על נתונים, על חשיבה במושגים של מודלים ועל שימוש בידע מדעי.

### 6.1.2.3: נושאים במדעים וההקשר שבו הם נבדקים

נושאי השאלות למבחן מוצגים לתלמידים מתוך מגוון של מצבים מוכרים מחיי היום-יום הקשורים למדע ולטכנולוגיה. ואלה הנושאים: בריאות, שימוש במשאבי טבע, איכות הסביבה, צמצום סכנות, התפתחות מדעית וטכנולוגית. מגוון המצבים יוחסו לשלושה הקשרים עיקריים: הקשר אישי (הפרט, המשפחה וקבוצת הגיל); הקשר חברתי (הקהילה); והקשר כלל-עולמי (גלובלי), כמפורט להלן **בלוח 6.1** (בסוגריים נתונים מספרי הפריטים המשמשים להערכת כל נושא בהקשרו).

לוח 6.1: הנושאים וההקשרים בהערכת אוריינות מדעים במחקר פיזה 2012

נושאים/הקשרים	אישי	חברתי	כלל-עולמי (גלובלי)
"בריאות"	שמירה על הבריאות, תאונות, הזנה (7 פריטים)	בקרת מחלות, תפוצה חברתית, העדפות מזון, בריאות בקהילה (2 פריטים)	מגפות, התפשטות מחלות מידבקות (0 פריטים)
"משאבי טבע"	צריכה אישית של חומרים ואנרגיה (פריט אחד)	ניטור אוכלוסיות בני-אדם, איכות חיים, ביטחון, ייצור מזון והפצתו, אספקת אנרגיה (7 פריטים)	משאבים מתחדשים ולא מתחדשים, מערכות טבעיות, גידול אוכלוסייה, שימוש בר-קיימא במיני אורגניזמים (3 פריטים)
"איכות הסביבה"	התנהגות ידידותית לסביבה, שימוש בחומרים וסילוקם (0 פריטים)	פיזור אוכלוסייה, סילוק פסולת, השפעת הסביבה, אקלים מקומי (7 פריטים)	מגוון מינים, אקולוגיה בת-קיימא, בקרת זיהומים, התהוות והרס של קרקע (3 פריטים)

"צמצום סיכונים"	צמצום סיכונים טבעיים ומעשה ידי אדם, החלטות בנוגע למגורים (0 פריטים)	שינויים מהירים (רעידות אדמה, מזג אוויר קיצוני), שינויים אטיים ומתמשכים (בליה חופית, התהוות סלעי משקע), הערכת סיכונים (6 פריטים)	שינויים אקלימיים, השפעת לחימה מודרנית, הכחדת מינים (2 פריטים)
"חזית המדע והטכנולוגיה"	התעניינות בהסברים מדעיים לתופעות טבעיות, לטכנולוגיה, לתחביבים ולספורט מבוססי מדע (0 פריטים)	חומרים, עזרים ותהליכים חדשים, הנדסה גנטית, תחבורה (7 פריטים)	חקר החלל, מוצאו של היקום ומבנהו (3 פריטים)

תחום אוריינות המדעים הוערך במחקר 2012 באמצעות 53 פריטים המעריכים, כאמור, ידע מדעי ומיומנויות מדעיות בנושאים ובהקשרים שונים, כמפורט לעיל. מתוכם, 18 פריטי רב-ברירה בסיסיים שבהם התלמיד נדרש לבחור תשובה אחת מתוך ארבע-חמש אפשרויות; 17 פריטי רב-ברירה מורכבים – שבהם התלמיד נדרש לבחור יותר מתשובה אחת או להקיף מילה או ביטוי קצר (כגון "נכון"/"לא נכון"); 17 פריטים מובנים פתוחים – שבהם הוא נדרש להשיב תשובות ארוכות ומפורטות עם טווח רחב של תשובות; ופריט מובנה סגור אחד, שבו התלמיד נדרש להשיב תשובה בעלת טווח אפשרויות מצומצם למדי.

### 6.1.3: סולמות הציונים ורמות הבקאות באוריינות מדעים

סולם הציונים של אוריינות מדעים נקבע במחקר פיזה 2006 כך שממוצע הציונים של מדינות ה-OECD יעמוד על 500 נקודות וסטיית התקן על 100 נקודות. הציונים במחזורי המחקר השונים מכוילים לסולם זה, מה שמאפשר להשוות בין מחזור מחקר אחד למשנהו. נוסף על הציון הממוצע בכל מדינה אפשר לתאר את ההישגים על פי התפלגות התלמידים ברמות בקיאות שונות. באוריינות מדעים קיימות שש רמות בקיאות, ובנוגע לכל אחת מהן מוגדר מה תלמידים ברמת בקיאות זו מסוגלים בדרך כלל לעשות (לוח 6.2). כמו כן קיימת קבוצה של תלמידים שרמתם באוריינות מדעים היא מתחת לרמת הבקיאות הנמוכה ביותר, ולגביהם לא קיים תיאור איכותי של מה שהם מסוגלים לעשות. הציון הממוצע בכל מדינה נמצא בהלימה, כמובן, עם התפלגות ציוני התלמידים ברמות בקיאות אלו: שכיחות גבוהה של תלמידים ברמות בקיאות גבוהות בצד שכיחות נמוכה של תלמידים ברמות בקיאות נמוכות יאפיינו בדרך כלל מדינות שממוצע הישגיהן גבוה, ולהפך. נוסף על כך, כפי שהוסבר בפרקים הקודמים, שכיחות התלמידים בקטגוריות השונות מתקשרת גם למידת הפיזור בציונים.

### לוח 6.2: רמות הבקיאות באוריינות מדעים במחקר פיזה 2012

רמת הבקיאות	ציון גבול תחתון	מה התלמידים מסוגלים לעשות בכל רמה
רמה 6 (מצטיינים)	708 נקודות	התלמידים מסוגלים לזהות, להסביר וליישם "ידע של מדע" ו"ידע על מדע" במגוון מצבים מורכבים השאובים מחיי היום-יום, לקשור מידע והסברים ממקורות שונים ולהשתמש בהוכחות ממקורות אלו כדי להצדיק את החלטותיהם. הם מדגימים באופן עקבי וברור חשיבה מדעית ושיקול דעת מתקדמים, ונכונות להשתמש בהבנה המדעית שלהם כדי לתמוך בפתרונות מדעיים וטכנולוגיים למצבים לא מוכרים. תלמידים ברמה זו מסוגלים להשתמש בידע המדעי ולפתח טיעונים כדי לתמוך בהחלטות ובהמלצות המתייחסות לפרט, לחברה או לעולם כולו.
רמה 5	633 נקודות	התלמידים מסוגלים לזהות מרכיבים מדעיים במצבים מורכבים רבים השאובים מחיי היום-יום, ליישם הן מושגים מדעיים והן "ידע על מדע" למצבים אלו, ולהשוות, לבחור ולהעריך ראיות מדעיות הולמות כדי להגיב על מצבים יום-יומיים. התלמידים מסוגלים להפעיל יכולות חקירה

טובות, לקשר ידע מדעי ולהציג חשיבה ביקורתית. הם מסוגלים לספק הסברים על סמך הוכחות וטיעונים המתבססים על ניתוח ביקורתי שעשו.		
התלמידים מסוגלים לטפל ביעילות במצבים ובנושאים שכוללים תופעה המחייבת אותם להסיק מסקנות בדבר תפקיד המדע או הטכנולוגיה; לבחור ולשלב הסברים מתחומי דעת שונים של מדע או טכנולוגיה ולקשר אותם למצבים יום-יומיים; לעשות רפלקציה על פעולותיהם ולהציג את החלטותיהם תוך שימוש בידע ובראיות מדעיות.	559 נקודות	רמה 4
התלמידים מסוגלים לזהות ולתאר בבירור נושאים מדעיים במגוון הקשרים; לבחור עובדות וידע כדי להסביר תופעה וליישם מודלים פשוטים או מיומנויות חקר; לפרש מושגים מדעיים מתחומי דעת שונים, להשתמש בהם וליישם; לבנות הסברים קצרים תוך שימוש בעובדות ולהציג החלטות המבוססות על ידע מדעי.	484 נקודות	רמה 3
לתלמידים יש ידע מדעי לספק הסברים אפשריים בהקשרים מוכרים או להסיק מסקנות המבוססות על מחקרים פשוטים. הם מסוגלים לחשיבה ישירה ולניסוח מילולי של מסקנות ממחקר מדעי או של פתרון בעיה טכנולוגית.	410 נקודות	רמה 2
לתלמידים ידע מדעי מוגבל שאפשר ליישמו במצבים מוכרים מעטים. הם יכולים להציג הסברים מדעיים מובנים מאלהם, הנובעים ישירות מהוכחות נתונות.	335 נקודות	רמה 1
	ציון מינימלי	מתחת לרמה 1

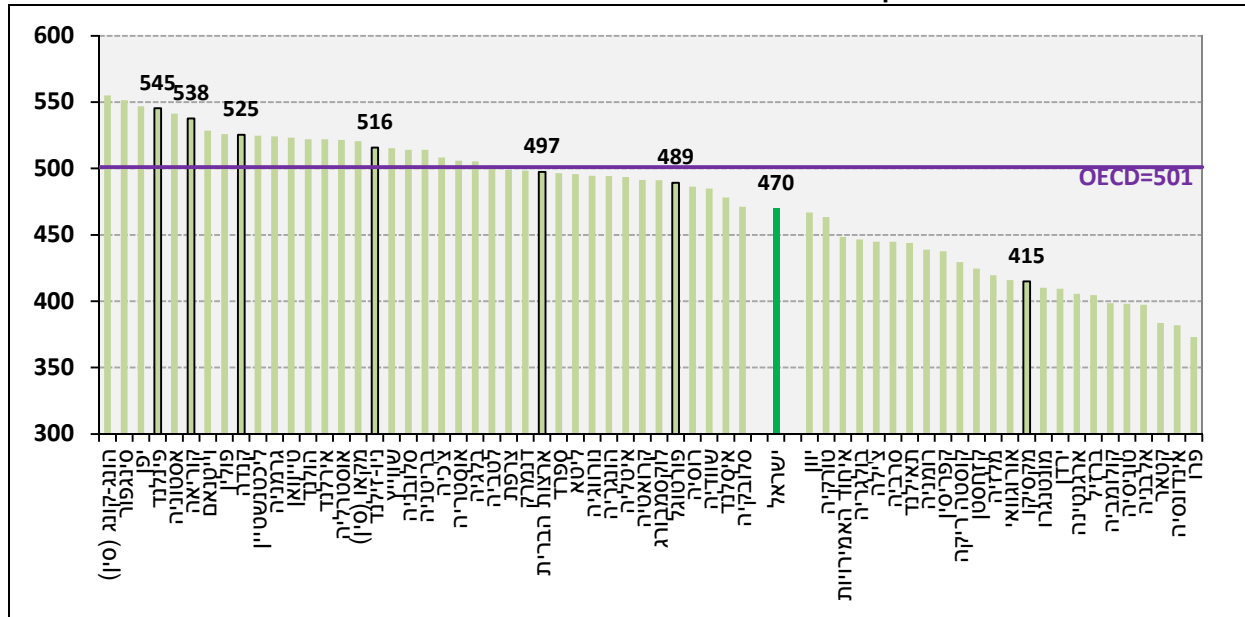
## 6.2: הישגי ישראל באוריינות מדעים

### 6.2.1: הישגי ישראל במבט בין-לאומי

**בתרשים 6.1** מוצגים ההישגים בציון הכולל באוריינות מדעים ב-64 המדינות שהשתתפו במחקר פיזה 2012<sup>58</sup>. המדינות מוצגות בסדר יורד לפי ממוצע הישגיהן. הציון הממוצע של ישראל הוא 470 נקודות, מה שמציב אותה במקום ה-40 במדרג המדינות שהשתתפו במחקר זה. מדינות נוספות שההישג שלהן במדעים אינם שונים סטטיסטית מזה של ישראל הן איסלנד, סלובקיה, יוון וטורקיה. בראש המדרג נמצאות הונג-קונג, סינגפור ויפן (ממוצע ציוניהן הוא 555, 551, ו-547 נקודות, בהתאמה), ובתחתיתו - קטאר, אינדונזיה ופרו (ממוצע של 384, 382 ו-373 נקודות, בהתאמה). ממוצע ה-OECD הוא 501 נקודות (מיוצג באמצעות הקו האופקי הסגול **בתרשים 6.1**). כלומר, בדומה לנתונים באוריינות מתמטיקה (**פרק 4**), ממוצע הציונים של ישראל באוריינות מדעים נמוך ב-31 נקודות מממוצע מדינות ה-OECD. פירוט ממוצעי הציונים של כלל המדינות המשתתפות מוצג **בנספח 6א לפרק זה**. העמודות המובלטות במסגרת שחורה **בתרשים 6.1** מייצגות מדינות שנבחרו לשמש מדינות השוואה בדוח זה (על הסיבות לבחירתן ראה **פרק 4**).

<sup>58</sup> הדיווח בפרק זה אינו כולל את נתוני שנחאי מאחר שהיא עיר שאינה מייצגת מדינה. הונג-קונג ומקאו, למרות היותן ערים השייכות לסין, כן נכללות בהצגת הנתונים היות שמסיבות היסטוריות וגאוגרפיות הן בעלות מערכות כלכלה וחינוך נפרדות משל סין.

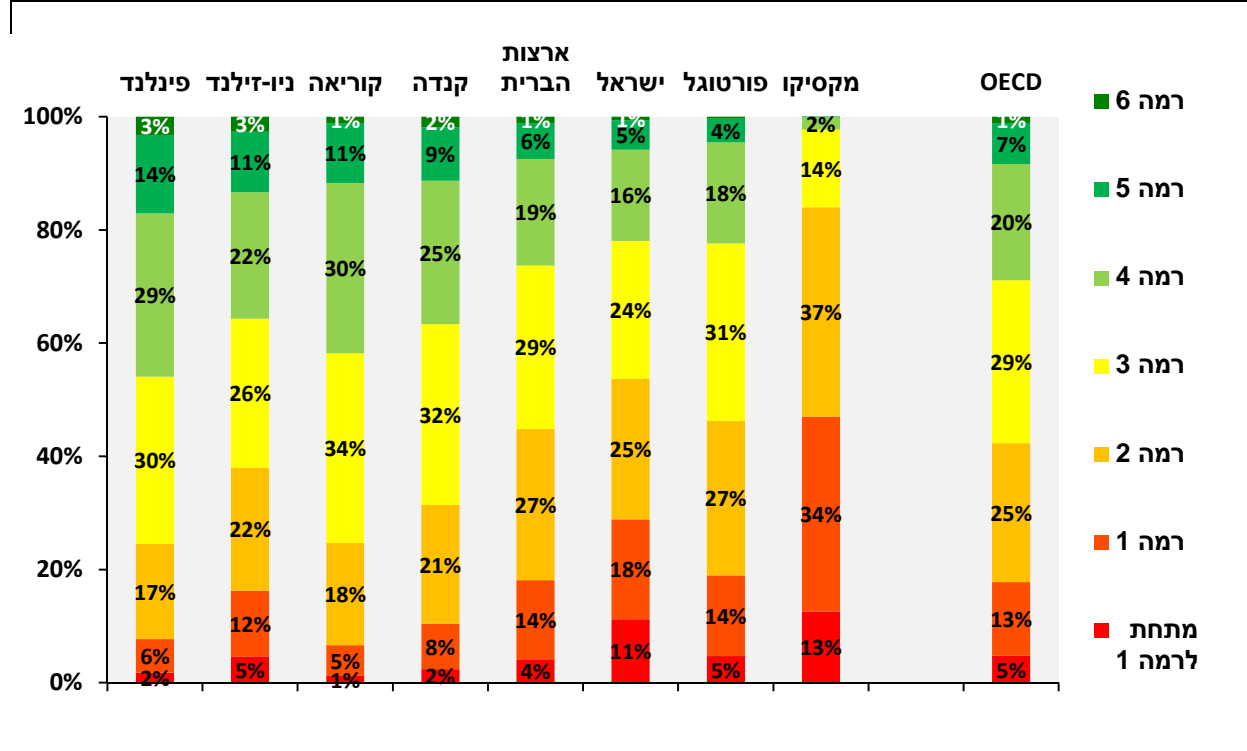
תרשים 6.1: ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות המשתתפות



#### 6.2.1.1: התפלגות ההישגים לפי רמות בקיאות במדעים ופיזור ההישגים

כאמור בלוח 6.2, אפשר לתאר את ההישגים במדעים גם לפי התפלגותם לשש רמות הבקאות באוריינות מדעים. בתרשים 6.2 מוצגת התפלגות ההישגים במדעים לפי רמות הבקאות בישראל, במדינות השוואה ובממוצע ה-OECD. מדינות השוואה מסודרות בסדר יורד לפי שיעור התלמידים "המצטיינים" – הנמצאים ברמת בקיאות 5 ו-6. מהתרשים עולה כי 6% מן התלמידים בישראל נמצאים ברמות בקיאות אלו. שיעור זה גבוה מן השיעור המקביל במקסיקו (0%) ובפורטוגל (4%), דומה לזה שבארצות הברית (7%) ובממוצע ה-OECD (8%), וקטן פי שלושה בערך מן השיעור המקביל בפינלנד (17%). אך בעוד שיעור המצטיינים דומה לנורמה הבין-לאומית, בולט שיעורם הרב של התלמידים "המתקשים" בישראל (ברמת בקיאות שמתחת לרמה 2), העומד על 29% (לעומת 18% בממוצע ה-OECD). למעט מקסיקו, שבה שיעור זה הוא 47%, שיעור המתקשים בישראל הוא הגבוה ביותר מקרב מדינות השוואה.

תרשים 6.2: התפלגות ההישגים לפי רמות בקיאות במדעים בישראל, במדינות ההשוואה ובמוצע ה-OECD



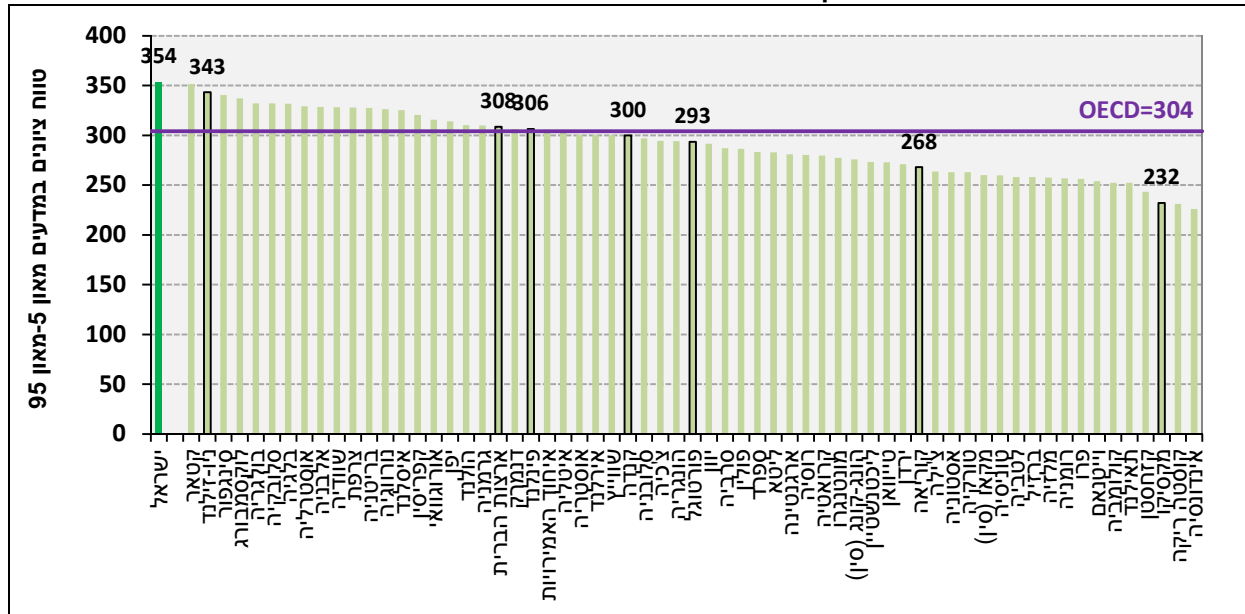
הערה: בתרשים זה ייתכן כי סך האחוזים לא יסתכם ל-100% בגלל פערי עיגול.

**בתרשים 6.3** מוצג גודלו של מדד פיזור ההישגים באוריינות מדעים בקרב המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012. מדד הפיזור שנבחר הוא הטווח שבין הציון המייצג את המאון החמישי (הציון ש-5% מן התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה נמצאים מתחתיו), לבין הציון המייצג את המאון ה-95 (הציון ש-5% מן התלמידים החזקים ביותר במדינה נתונה נמצאים מעליו). המדינות שבתרשים מוצגות בסדר יורד על פי גודלו של מדד הפיזור. הקו הסגול האופקי שבתרשים מייצג את ממוצע הפיזור במוצע ה-OECD, העומד על 304 נקודות. מהתרשים עולה כי פיזור הציונים בישראל הוא הגדול ביותר מקרב המדינות המשתתפות (354 נקודות). לפירוט הפיזור בכל מדינה ראה **נספח 6א** לפרק זה. הממצא בדבר שונות הציונים הגדולה בישראל הוא ממצא עקבי ביתר התחומים הנבדקים במחקר זה (ישראל היא השנייה בגודל הפיזור באוריינות מתמטיקה ושלישית בגודל הפיזור באוריינות קריאה) וכן בכל מחזורי המחקר של פיזה שישראל השתתפה בהם<sup>59</sup> ובמחקרים בין-לאומיים אחרים<sup>60</sup>.

<sup>59</sup>ראמ"ה (2013), דוח פיזה 2009: אוריינות תלמידים בני 15 בקריאה, מתמטיקה ומדעים. [http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA\\_2009\\_Report.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2009_Report.htm)

<sup>60</sup>ראמ"ה 2013, דוח טימס 2011: מחקר ביו-לאומי להערכת הידע והמיומנויות של תלמידי כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/TIMSS+2011.htm>

**תרשים 6.3: פיזור ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות המשתתפות**



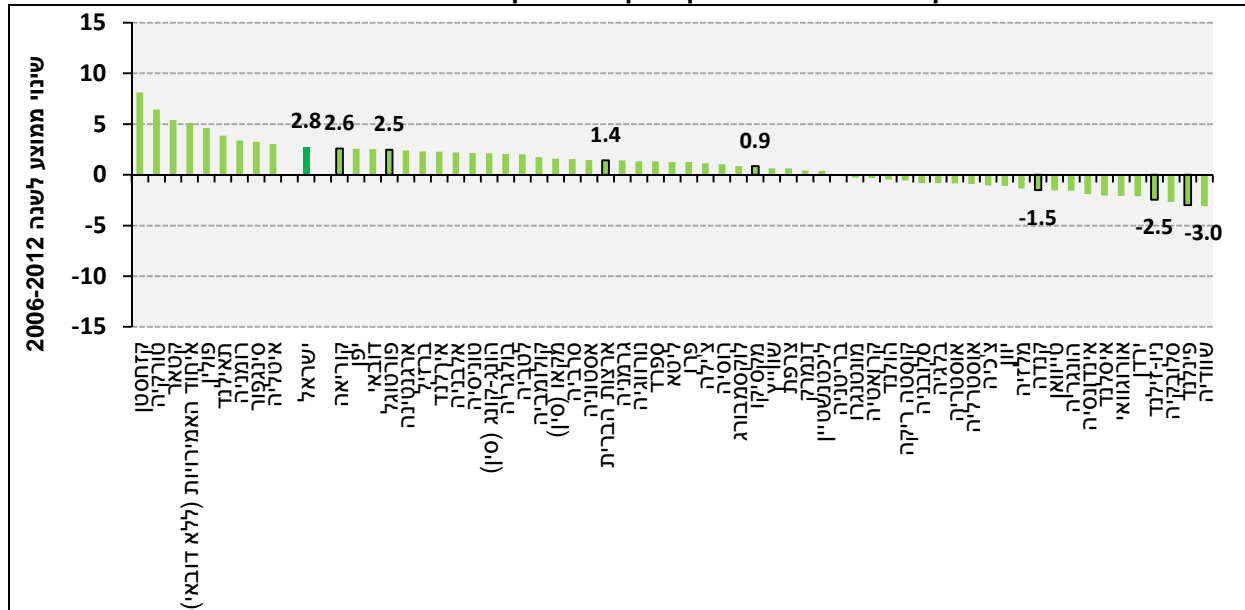
### 6.2.1.2: מגמות לאורך זמן

**בתרשים 6.4** מוצג אומדן של השינוי השנתי הממוצע במדעים בשלושת מחקרי פיזה שהתקיימו בין 2006 ל-2012.<sup>61</sup> בחישוב אומדן זה מובא בחשבון מידע חסר הנובע מאי-השתתפות מדינה מסוימת במחזור מחקר מסוים. מהתרשים עולה כי בישראל אומדן זה עומד על כשלוש נקודות לשנה, נתון המעמיד אותה במקום העשירי מבחינת גודל השיפור השנתי במדעים.<sup>62</sup> ביחס למדינות ההשוואה חלה במקסיקו, ארצות הברית, פורטוגל וקוריאה עלייה שנתית בסדרי גודל של נקודה עד שלוש נקודות לשנה. קנדה, ניו-זילנד ופינלנד, לעומת זאת, נמצאות בהליך של ירידה שנתית בציון בסדר גודל של שתיים-שלוש נקודות. **בתרשים 6.5** מוצג הציון הממוצע במדעים בישראל בשלושת מחזורי מחקר פיזה 2006-2009-2012. אפשר להיווכח כי בין שנת 2006 ל-2012 עלה ציון ממוצע זה ב-16 נקודות במצטבר, עלייה שמקורה בעיקר בעלייה שבין מחקר פיזה 2009 למחקר פיזה 2012. חשוב גם לציין כי לצד העלייה בממוצע של ישראל נרשם צמצום מתמשך בשיעור התלמידים המתקשים - הנמצאים ברמת בקיאות נמוכה מרמה 2 (מ-36% ב-2006 ל-29% ב-2012) ועלייה קלה בשיעור התלמידים המצטיינים ברמות 5 ו-6 (מ-5% ב-2006 ל-6% ב-2012). עם זאת חשוב לציין כי למרות העלייה המתמשכת בהישגים באוריינות מדעים (כולל הצמצום בשיעור התלמידים המתקשים), גם כאן - כמו בתחום אוריינות המתמטיקה - ישראל עדיין מדורגת לאורך השנים בערך במקום ה-40 במדרג המדינות המשתתפות ובתחתית רשימת מדינות ה-OECD.

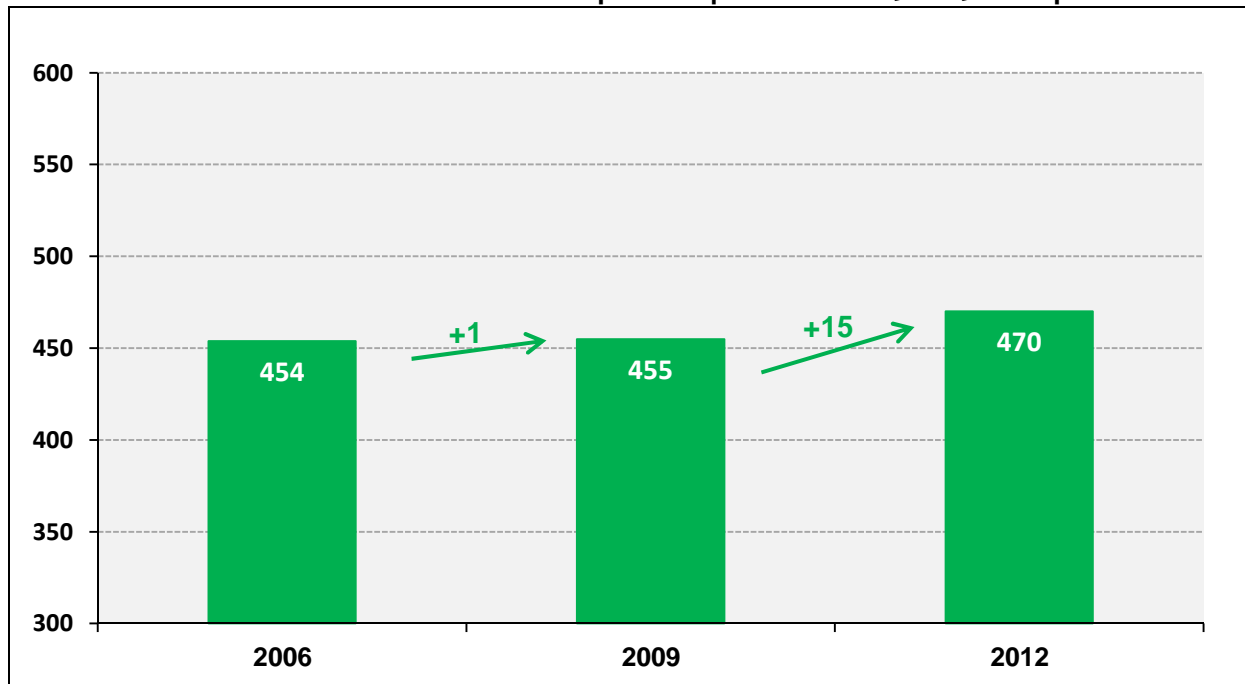
<sup>61</sup> נקודת הבסיס של שינויים בציון במדעים לאורך השנים היא מחקר פיזה שבו המדעים היו תחום המחקר העיקרי, קרי מחקר 2006.

<sup>62</sup> על העלייה המתמשכת בהישגי ישראל בתחומי האוריינות השונים במחקר פיזה לאורך השנים ראה גם Improving in - Box IV.1.4 PISA: Israel, בכרך IV, פרק 1, עמ' 48 בדוח פיזה הבין-לאומי של ה-OECD.

**תרשים 6.4: שינוי לשנה בציון הממוצע במדעים לאורך מחקרי פיזה בין 2006 ל-2012**



**תרשים 6.5: הציון הממוצע במדעים בישראל במחקרי פיזה בין 2006 ל-2012**



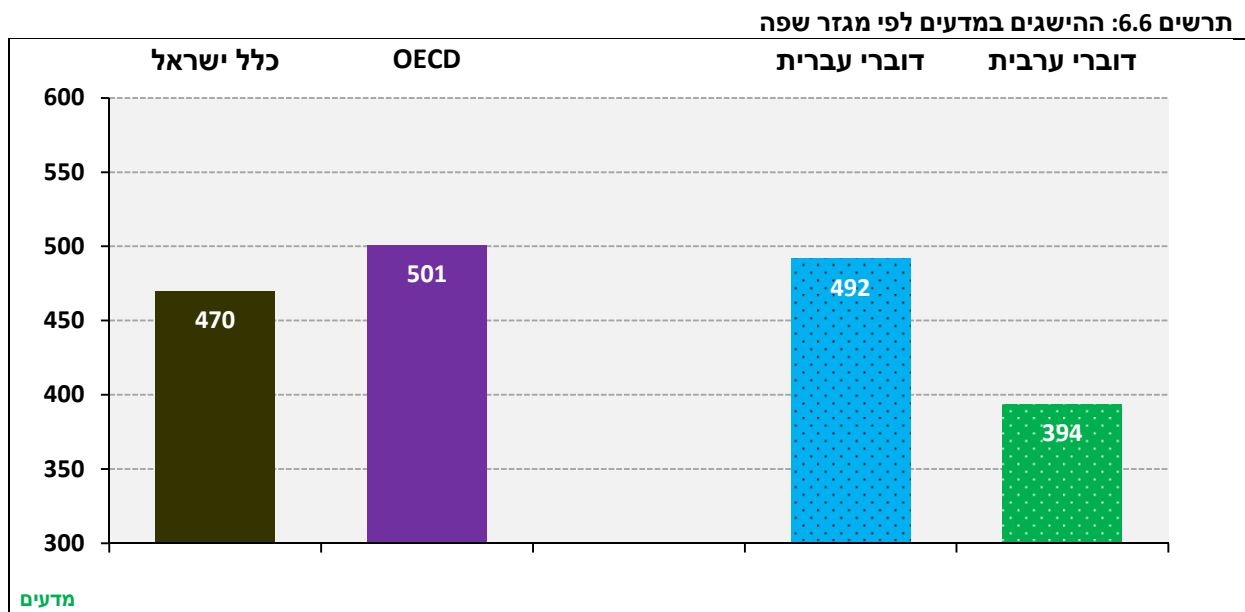
### 6.2.2: ההישגים במדעים במבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל באוריינות מדעים במחקר פיזה 2012. הממצאים בנוגע להישגים יוצגו לפי פילוחים אלו: מגזר שפה ומגדר, רקע חברתי-כלכלי, סוג פיקוח (בבתי ספר דוברי עברית בלבד). **בנספח 4**

**לפרק 4** מוצגים גודליו של קבוצות האוכלוסייה השונות לפי הפילוחים השונים.

### 6.2.2.1: ההישגים במדעים לפי מגזר שפה ולפי מגדר

**בתרשים 6.6** מוצגים ממוצעי ההישגים באוריינות מדעים בפילוח לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית<sup>63</sup> ובתי ספר דוברי ערבית<sup>64</sup>). מהתרשים עולה כי כמו ביתר תחומי האוריינות שנבדקו בפיזה 2012 וכמו במחזורי קודמים של מחקר פיזה, ממוצע ההישגים באוריינות מדעים בבתי ספר דוברי עברית (492 נקודות) גבוה ב-98 נקודות (סטיית תקן שלמה כמעט) מממוצע ההישגים בבתי ספר דוברי ערבית (394 נקודות). לו היו בודקים היכן ממוקם כל מגזר שפה במדרג המדינות לפי הישגיהן, אזי הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית היו דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-30 (מתוך 64), ואילו ההישגים של התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית היו דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-60 (מתוך 64). כמו כן יש לציין כי הציון הממוצע של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית נמוך אך במעט מממוצע מדינות ה-OECD (501 נקודות). מבחינת שינויים לאורך השנים, בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית חלה עלייה של 25 נקודות בין מחקר 2006 למחקר 2012, ואילו בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית חלה ירידה של 9 נקודות בין שני מחזורי מחקר אלו.



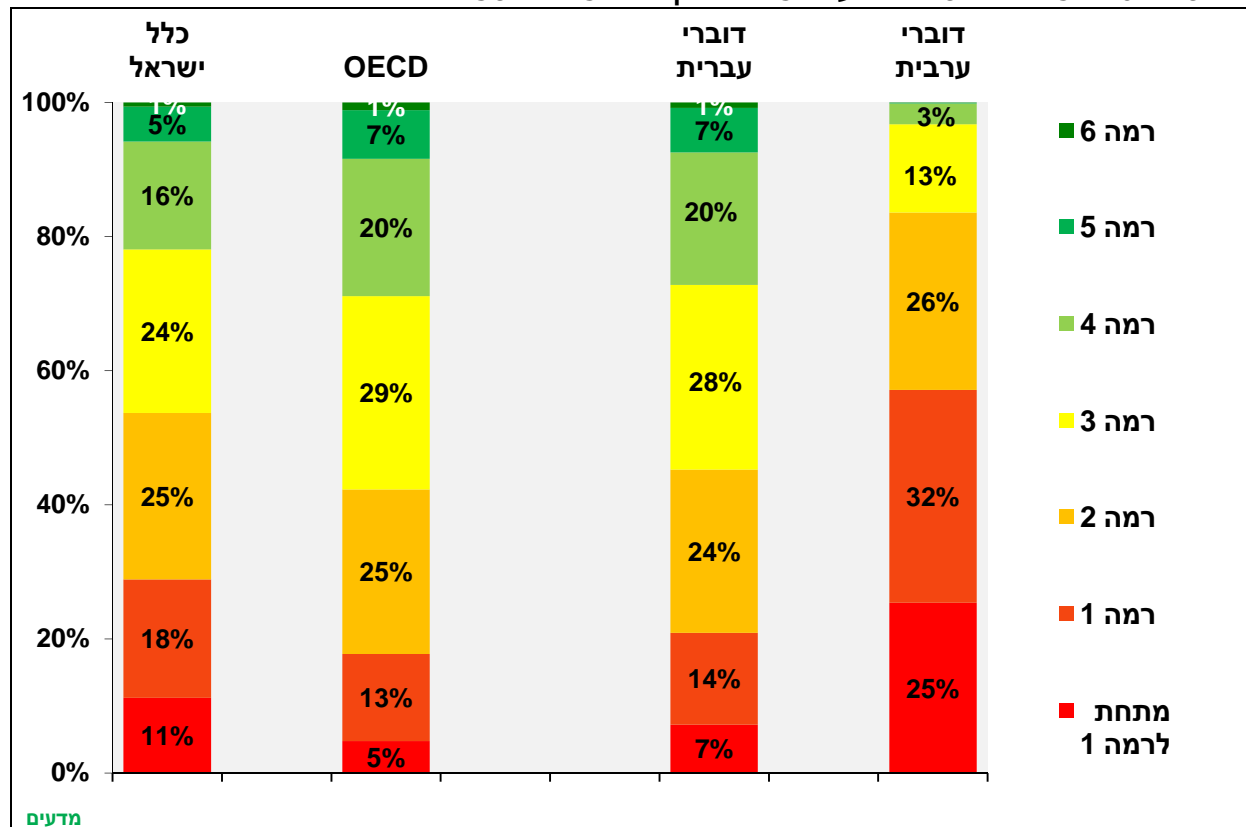
**בתרשים 6.7** מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות הבקיאות בשני מגזרי השפה בישראל. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי ערבית 57% מן התלמידים נמצאים ברמות הבקיאות הנמוכות ביותר – מתחת לרמה 2, כלומר נחשבים "מתקשים", וזאת לעומת 21% בלבד בבתי ספר דוברי עברית (לשם השוואה, שכיחות התלמידים ברמת בקיאות זו בממוצע ה-OECD היא 18%). כמו כן נמצא כי בבתי ספר דוברי ערבית, רבע מן התלמידים נמצאים מתחת לרמת בקיאות 1. בהתאמה עם נתון זה נמצא כי שיעור התלמידים "המצטיינים" (הנמצאים בשתי הרמות הגבוהות ביותר, 5 ו-6) הוא 8% בבתי ספר דוברי עברית ו-0% בבתי ספר דוברי ערבית (לשם השוואה, שיעור התלמידים בשתי רמות אלו בממוצע ה-OECD הוא 8%).

<sup>63</sup>אוכלוסייה זו כוללת את כל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, ובהם תלמידים במוסדות שבפיקוח החרדי (בעיקר תלמידות) ותלמידים (בנים ובנות) במוסדות שבפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר משרד התמ"ת).

<sup>64</sup>אוכלוסייה זו כוללת את כל התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, ובהם תלמידים (בנים ובנות) במוסדות שבפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר משרד התמ"ת).



תרשים 6.7: התפלגות ההישגים במדעים לפי רמות בקיאות ולפי מגזר שפה



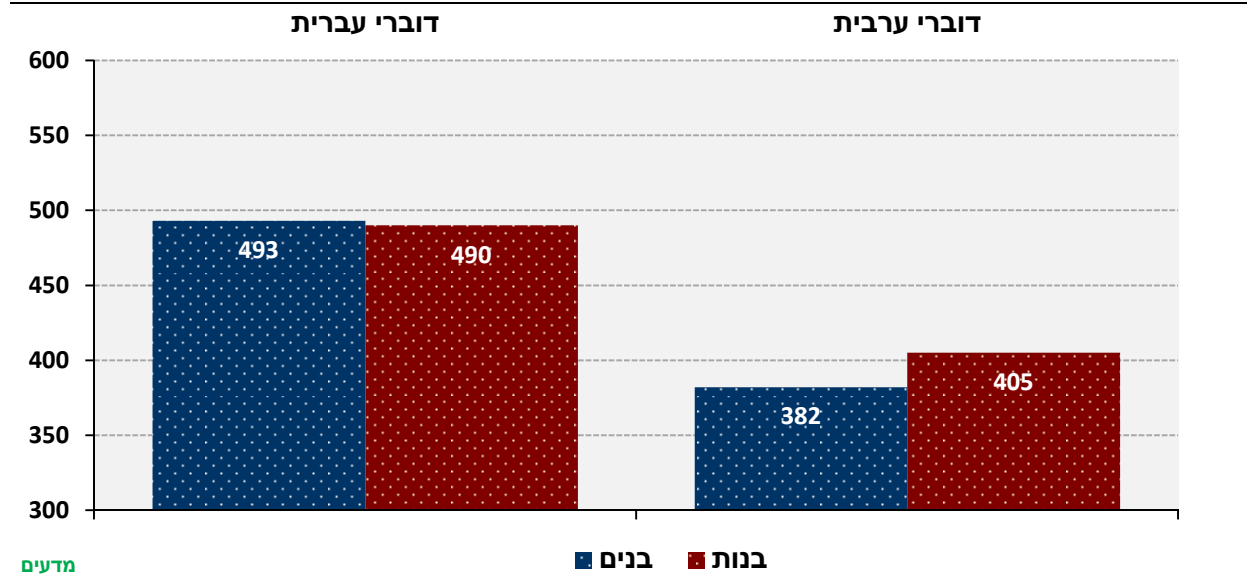
הערה: בתרשים זה ייתכן כי סך האחוזים לא יסתכם ל-100% בגלל פערי עיגול.

**בתרשים 6.8** מוצגים ההישגים באוריינות מדעים בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי עברית אין הבדל של ממש בציון הממוצע בין בנות לבנים, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית יש פער של 23 נקודות לטובת הבנות. ממצא זה ולפיו קיים פער בהישגים במדעים לטובת הבנות בבתי ספר דוברי ערבית, לצד היעדר פער בין-מגדרי בבתי ספר דוברי עברית, חוזר במערכות נוספות של מבחנים רחבי היקף הנערכים בישראל<sup>65</sup>. יש לציין כי בעוד הממצא בדבר היעדר פער בין-מגדרי בבתי ספר דוברי ערבית דומה לממצא המקביל בממוצע ה-OECD. בבתי ספר דוברי ערבית הפער לטובת הבנות בתחום זה נחשב גדול בהשוואה למדינות משתתפות אחרות, והוא מאפיין מדינות ערביות כגון ירדן (43 נקודות לטובת הבנות), קטאר (35 נקודות לטובת הבנות) ואיחוד האמירויות (28 נקודות לטובת הבנות). בשלוש מדינות אלו הפער לטובת הבנות הוא הגדול ביותר מקרב 64 המדינות המשתתפות.

<sup>65</sup> רפ"י, נוטע-קורן ע', רון-קפלן ע', עואדיה ע', רוגל ע', גלברט ה', בשארה א'. פערים בין בנים לבנות בהישגים במתמטיקה במבחנים מערכתיים בישראל. מצגת שהוצגה בכנס ראמ"ה, 2013.

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MaagareyYeda/Kenes\\_rama\\_2013\\_1.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MaagareyYeda/Kenes_rama_2013_1.htm)

תרשים 6.8: ההישגים במדעים לפי מגזר שפה ולפי מגדר



\*ממוצע ה-OECD - בנות: 500 נקודות; בנים: 502 נקודות

### 6.2.2.2: ההישגים במדעים לפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי

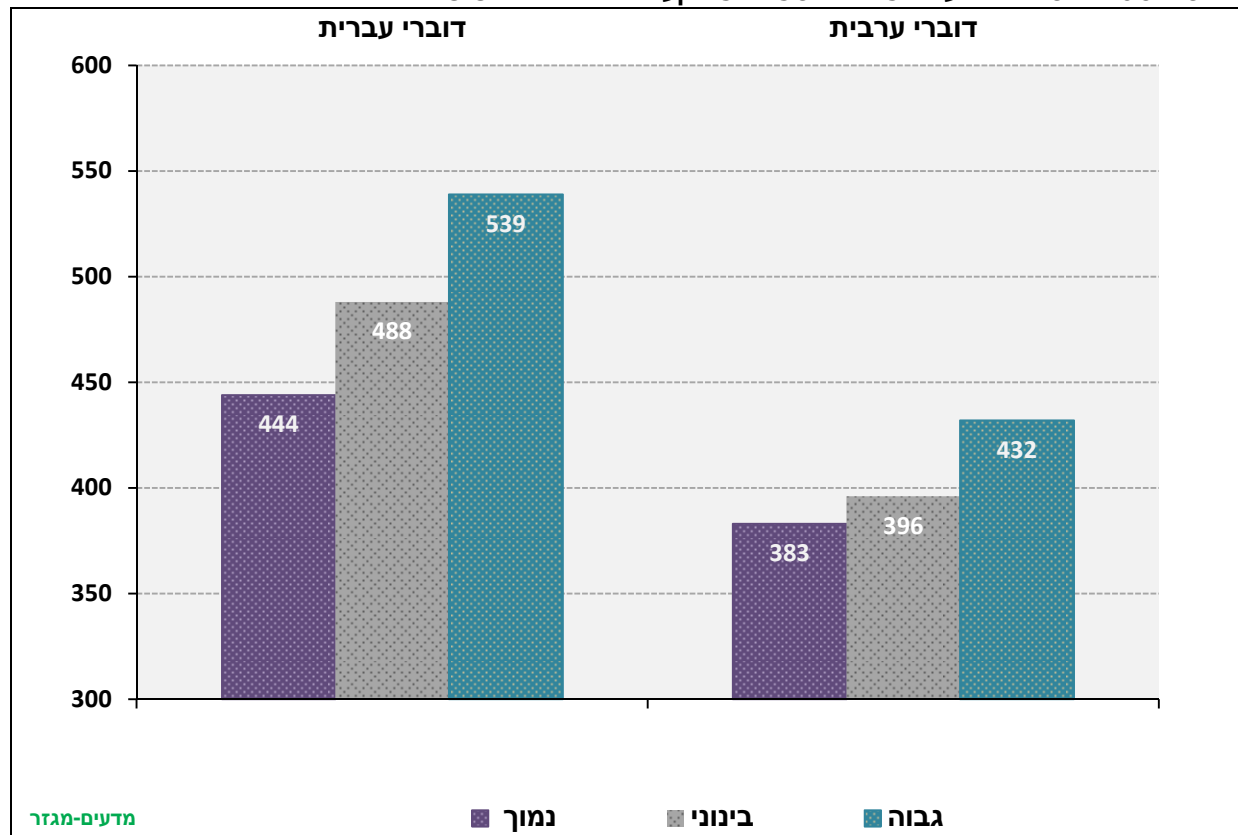
בחלק זה מוצגים ההישגים באוריינות מדעים בפילוח לפי הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי של התלמידים בישראל (נמוך, בינוני וגבוה). חלוקת התלמידים לקבוצות אלו נקבעה על פי מדד לרקע חברתי-כלכלי-תרבותי של התלמיד אשר פותח על ידי מארגני PISA. מדד זה מכונה בדוח זה **חת"כ** (ראה פרק 4, סעיף 4.1.2.2 ותיבה 4.1). חשוב להדגיש כי אף שיש קשר עקבי והדוק בין הרקע החת"כ של התלמידים לבין הישגיהם, אין להסיק מממצאים אלו על קשרי סיבה-תוצאה ביניהם. בכלל נבחני פיזה 2012 בישראל ההישגים במדעים בפילוח לפי הרקע החת"כ הם כדלהלן: תלמידים מרקע נמוך - 421 נקודות; תלמידים מרקע בינוני - 472 נקודות; תלמידים מרקע גבוה - 525 נקודות. הפער בין קבוצות התלמידים מרקע נמוך ובינוני הוא אפוא 51 נקודות, ובין קבוצות הרקע הבינוני והגבוה - 53 נקודות; ובסך הכול, בין קבוצות הרקע הגבוה והנמוך - 104 נקודות (כל הפערים הם לפי ממוצע ההישגים בכל קבוצה ולטובת קבוצת הרקע הגבוהה יותר).

**בתרשים 6.9** מוצגים ההישגים באוריינות מדעים בפילוח לפי רקע חת"כ בכל מגזר שפה בנפרד. אפשר לראות כי דפוס הפערים באוכלוסייה הכללית נשמר גם בתוך כל אחד ממגזרי השפה, כלומר, לתלמידים מרקע גבוה יותר יש בממוצע הישגים גבוהים יותר. אך הפערים הללו קטנים יותר בבתי ספר דוברי ערבית, בהשוואה לבתי ספר דוברי עברית. בבתי ספר דוברי עברית הפערים בהישגים במדעים בפילוח לפי רקע חת"כ הם כדלהלן: נמוך לעומת בינוני-44 נקודות; בינוני לעומת גבוה-51 נקודות; נמוך לעומת גבוה-95 נקודות. אך בקרב דוברי הערבית הפער מתמקד בעיקר בין קבוצת הרקע החת"כ הגבוה לבינוני: נמוך לעומת בינוני-13 נקודות; בינוני לעומת גבוה-36 נקודות; נמוך לעומת גבוה; נמוך לעומת גבוה-49 נקודות.

ההשוואות בין שני מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע חת"כ ממשיכים להצביע על פערי ההישגים הגדולים בין שני המגזרים. בפרט יש לשים לב לממצא המראה כי הציון הממוצע בקרב התלמידים מרקע גבוה בבתי ספר דוברי ערבית קטן ב-12 נקודות מן הציון הממוצע בקרב תלמידים מרקע נמוך בבתי ספר דוברי עברית (432 ו-432).

444 נקודות, בהתאמה). אמנם בתוך קבוצת הרקע הנמוך הפער בין שני מגזרי השפה מצטמצם ל-61 נקודות, לעומת הפער הכללי ביניהם, העומד על 98 נקודות, אך בתוך קבוצות הרקע הכלכלי-חברתי הבינוני והגבוה הפערים בין מגזרי השפה הם 92 נקודות ו-107 נקודות, בהתאמה. צמצום הפער בהישגים בתוך קבוצת הרקע החת"כ הנמוך משמעו שחלק מסוים מן הפער בהישגים בין כלל התלמידים בשני מגזרי השפה ניתן להסביר באמצעות ההבדלים ביניהם בהתפלגות התלמידים לפי רקע חת"כ (ראה נתונים סטטיסטיים על אודות רקע זה בנספחים ג4 ו-44 לפרק 4).

תרשים 6.9: ההישגים במדעים לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי

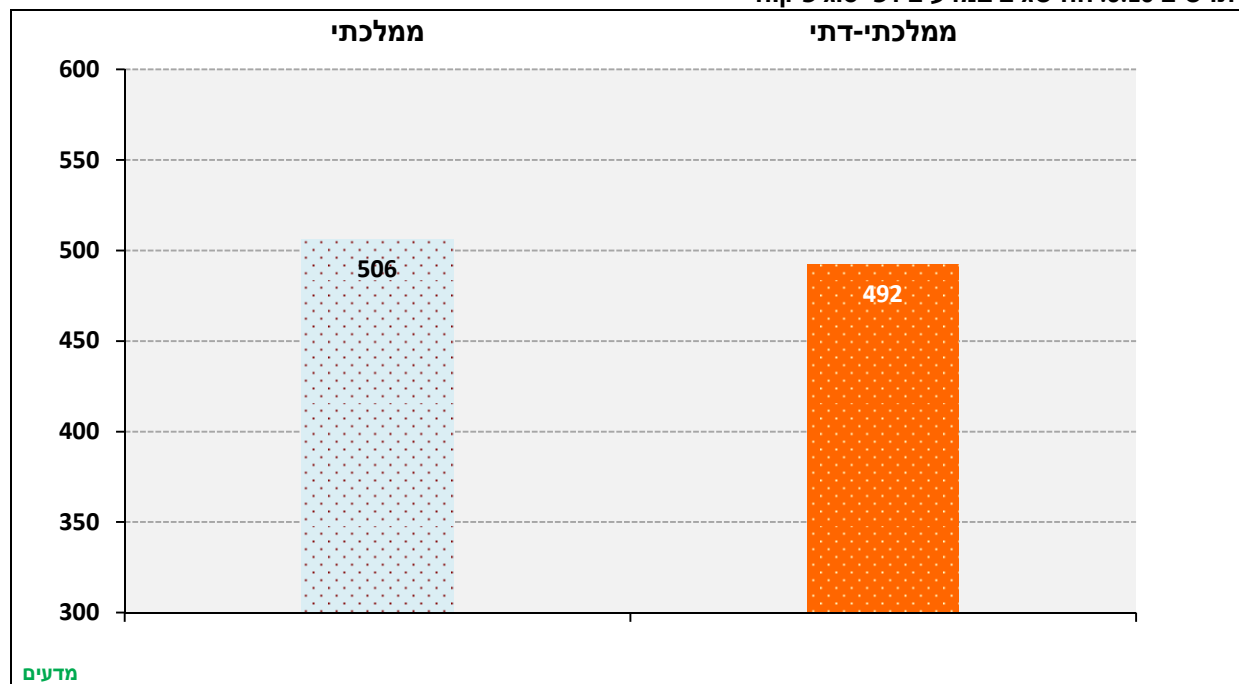


### 6.2.2.3: ההישגים במדעים בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים במדעים בבתי ספר דוברי עברית בלבד. **בתרשים 6.10** מוצגים הישגיהם בפילוח לפי סוג פיקוח<sup>66</sup> (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מהתרשים עולה כי ממוצע הישגי התלמידים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי גבוה במעט מממוצע עמיתיהם שבפיקוח הממלכתי-דתי - 14 נקודות בממוצע. פער זה דומה בכיוונו ובגודלו לפער המקביל באוריינות מתמטיקה (12 נקודות) ובאוריינות קריאה (15 נקודות).

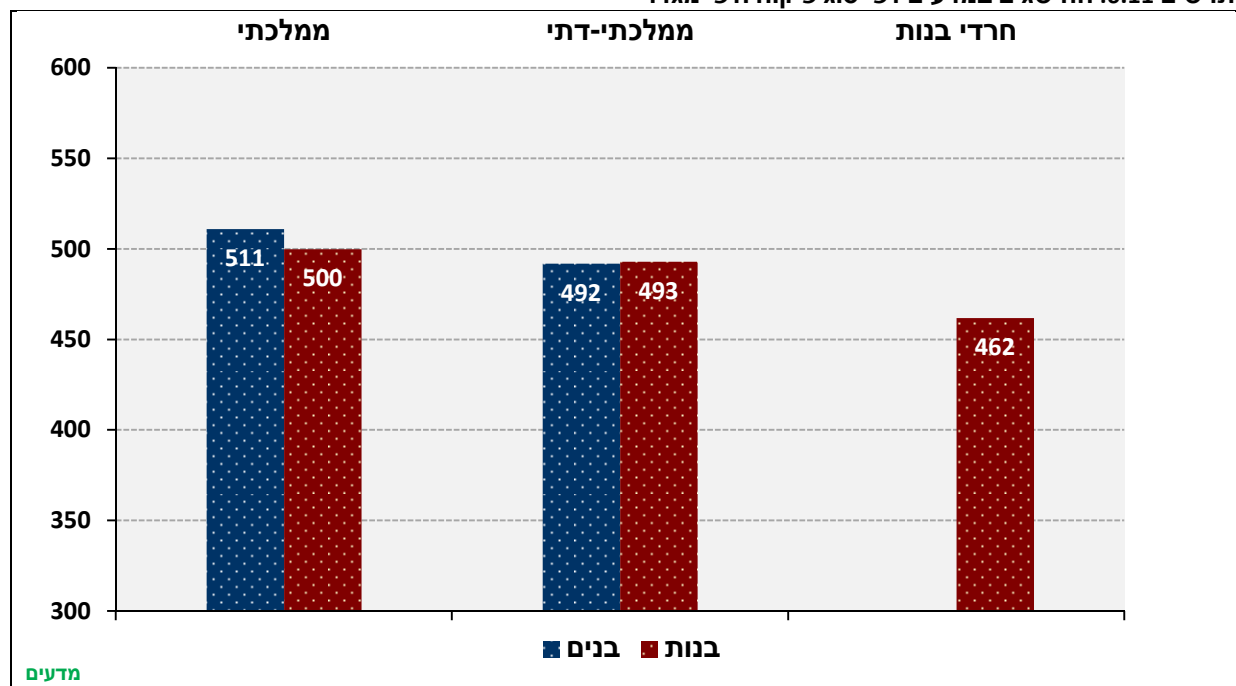
<sup>66</sup> חלוקה זו אינה כוללת תלמידים במוסדות שבפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר משרד התמ"ת).

תרשים 6.10: ההישגים במדעים לפי סוג פיקוח



**בתרשים 6.11** שלהלן מוצגים ההישגים באוריינות מדעים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר. לתרשים נוספו גם הישגי הבנות שבפיקוח החרדי. בפיקוח זה אפשר לדווח רק על הישגי הבנות, משום שבתי הספר החרדיים לבנים שהסכימו להשתתף במחקר אינם מייצגים את בתי הספר של קבוצת אוכלוסייה זו. מן התרשים עולה כי גם בתוך כל סוג פיקוח בנפרד ההבדלים הבין-מגדרים קטנים או למעשה לא קיימים (11 נקודות לטובת הבנים בפיקוח הממלכתי; נקודה אחת לטובת הבנות בפיקוח הממלכתי-דתי). ממוצע ההישגים של תלמידות הפיקוח החרדי (462 נקודות) נמוך מהממוצע של תלמידות הפיקוח הממלכתי (500 נקודות) והממלכתי-דתי (493 נקודות) - פער של 38 ו-31 נקודות, בהתאמה. פערים אלו גדולים מהפערים המקבילים באוריינות מתמטיקה ובאוריינות קריאה. באופן יחסי, רמתן של הבנות החרדיות באוריינות מדעים נמוכה מרמתן בשני התחומים האחרים.

תרשים 6.11: ההישגים במדעים לפי סוג פיקוח ולפי מגדר



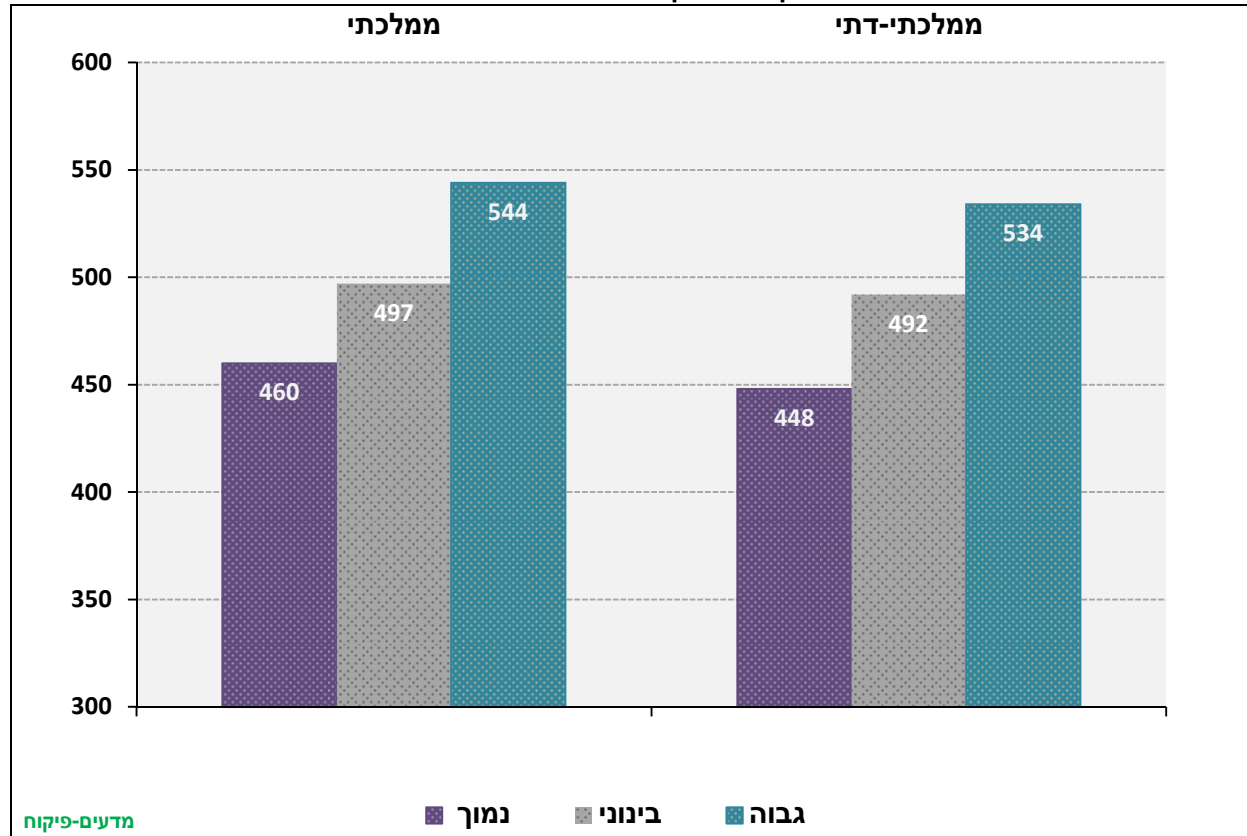
\*ממוצע ה-OECD - בנות: 500 נקודות; בנים: 502 נקודות

**בתרשים 6.12** מוצגים ההישגים במדעים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית, בפילוח לפי סוג פיקוח ולפי רקע חת"כ. חשוב לציין כי החלוקה לתת-קבוצות אלו, בפילוח זה, יוצרת לעתים קבוצות קטנות שייתכן כי אינן מייצגות מספיק (כלומר ממוצעי התלמידים שנבחנו בתת-הקבוצות עלולים לא לשקף את הישגי כלל התלמידים השייכים לאותן קבוצות אוכלוסייה). לכן יש להתייחס להשוואת הממוצעים בפרק זה בזהירות הראויה ולהתמקד במגמות העיקריות בלבד. מן התרשים עולה כי דפוס הפערים בהישגים בין קבוצות הרקע החת"כ השונות בקרב כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית (**תרשים 6.9** משמאל) נרשם גם בכל אחד משני סוגי הפיקוח בנפרד.

**מתרשים 6.12** עולה כי בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי פערי ההישגים במדעים בפילוח לפי הרקע החת"כ הם כדלהלן: נמוך לעומת בינוני - 37 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 47 נקודות; נמוך לעומת גבוה - 84 נקודות. בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי פער ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החת"כ הוא כדלהלן: נמוך לעומת בינוני - 44 נקודות; בינוני לעומת גבוה - 42 נקודות; נמוך לעומת גבוה - 86 נקודות.

ההשוואות בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ מראות כי בתוך קבוצת הרקע הנמוך הפער בין שני סוגי הפיקוח הוא 12 נקודות; בתוך קבוצת הרקע הבינוני - 5 נקודות; ובתוך קבוצת הרקע הגבוה - 10 נקודות. פערים אלו קטנים במקצת מהפער הכללי שבין שני סוגי הפיקוח (העומד על 14 נקודות), מה שמלמד כי חלק מן הפער נובע אולי מההבדלים בהתפלגות רמת המדד החת"כ של התלמידים.

תרשים 6.12: ההישגים במדעים לפי סוג פיקוח ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי



### 6.3: סיכום - הישגי ישראל באוריינות מדעים במחקר פיזה 2012

- במחקר פיזה 2012 השיגה ישראל ציון כולל של 470 נקודות במבחן באוריינות מדעים. ציון זה, הנמוך ב-31 נקודות מממוצע ה-OECD, מציב אותה במקום ה-40 מתוך 64 מדינות וישויות כלכליות שהשתתפו במחזור מחקר זה. המובילות בתחום אוריינות המדעים הן מדינות מזרח-אסיה: הונג-קונג, סינגפור ויפן, התופסות את שלושת המקומות הראשונים.
- ישראל בולטת בפיזור הציונים הגדול שבה. הפיזור בישראל הוא הראשון בגודלו מקרב 64 המדינות המשתתפות.
- בישראל, לצד תלמידים בעלי הישגים גבוהים במיוחד, יש תלמידים רבים בעלי הישגים נמוכים במיוחד. 6% מן התלמידים נמצאים בשתי רמות הבקיאות הגבוהות ביותר - שיעור הקרוב לממוצע ה-OECD, העומד על 8%. לעומת זאת, 29% מן התלמידים נמצאים מתחת לרמת בקיאות 2, לעומת 18% בממוצע ה-OECD.
- מבחינת שינויים לאורך שלושה מחזורי מחקר (2006-2009-2012), ישראל נמצא במגמת שיפור מתמדת בעשור האחרון. בין מחזור 2006 ל-2012 עלה ממוצע הציונים באוריינות מדעים ב-16 נקודות במצטבר, והעלייה השנתית נאמדת ב-2.8 נקודות לשנה. במבט כולל, מבחינת השיפור ישראל נמצאת במקום העשירי מקרב המדינות שהשתתפו בשלושת מחזורי המחקר.
- הממצא הבולט ביותר העולה מן הניתוח הפנים-ישראלי של התוצאות הוא הפער העצום בין הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לבין הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית. פער זה עומד על כ-100 נקודות (כסטיית תקן שלמה). זאת ועוד: ממוצע ההישגים בבתי ספר דוברי עברית קרוב לממוצע ה-OECD, ואילו הממוצע בבתי ספר דוברי ערבית רחוק מאוד ממנו.
- ממצאים נוספים העולים מן הניתוח הפנים-ישראלי של נתוני מחקר 2012 במבחן באוריינות מדעים:

1. **בחלוקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר:** בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית אין כמעט פער בין המגדרים, ואילו בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית יש יתרון לבנות.
2. **בחלוקה לפי מגזר שפה ולפי רקע כלכלי-חברתי:** בבתי ספר דוברי עברית הפערים בין קבוצות רקע חת"כ עוקבות (נמוך-בינוני-גבוה) הם כ-50 נקודות. בבתי ספר דוברי ערבית, פערים אלו קטנים יותר, בעיקר הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני, העומד על 13 נקודות. כמו כן, השוואה בין מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע מגלה כי הפערים העצומים ביניהם (כ-100 נקודות) נשמרים בקבוצות הרקע הבינוני והגבוה. בקבוצת הרקע הנמוך הפער מצטמצם בשליש לערך, כלומר חלק מסוים מפערי ההישגים בין שני מגזרי השפה עשויים להיות מוסברים על ידי הפערים ברקע החת"כ ביניהם.

3. **בחלוקה לפי סוג פיקוח בבתי ספר דוברי עברית:** פערי הציונים בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לתלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי אינם גדולים, והם עומדים על 14 נקודות בממוצע לטובת הפיקוח הממלכתי. פערים בסדר גודל דומה נראים גם כאשר משווים בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ. השוואה בין רמות הרקע החת"כ השונות בתוך כל סוג פיקוח מגלה פערים בסדר גודל של כ-40 נקודות. כמו כן, הישגי הבנות שבפיקוח החרדי נמוכים מהישגי הבנות בשני סוגי הפיקוח האחרים.



## 6.4 נספחים

## נספח 6א

הממוצע והפיזור של הציון הכולל במדעים בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012 ובחלוקה לפי מגדר

מקום במדרג	שם המדינה	ציון ממוצע	טעות תקן	פיזור (P5-P95)	ממוצע בנות	ממוצע בנים	פער (בנות-בנים)
1	הונג-קונג (סין)	555	2.6	276	551	558	-7
2	סינגפור	551	1.5	340	552	551	1
3	יפן	547	3.6	314	541	552	-11
4	פינלנד	545	2.2	306	554	537	16
5	אסטוניה	541	1.9	263	543	540	2
6	קוריאה	538	3.7	268	536	539	-3
7	וייטנאם	528	4.3	254	528	529	-1
8	פולין	526	3.1	286	527	524	3
9	קנדה	525	1.9	300	524	527	-3
10	ליכטנשטיין	525	3.5	273	516	533	-17
11	גרמניה	524	3.0	310	524	524	1
12	טייוואן	523	2.3	273	523	524	-1
13	הולנד	522	3.5	310	520	524	-3
14	אירלנד	522	2.5	300	520	524	-4
15	אוסטרליה	521	1.8	329	519	524	-5
16	מקאו (סין)	521	0.8	260	521	520	1
17	ניו-זילנד	516	2.1	343	513	518	-5
18	שווייץ	515	2.7	300	512	518	-6
19	סלובניה	514	1.3	297	519	510	9
20	בריטניה	514	3.4	327	508	521	-13
21	צ'כיה	508	3.0	294	508	509	-1
22	אוסטריה	506	2.7	300	501	510	-9
23	בלגיה	505	2.1	332	506	505	0
24	לטביה	502	2.8	258	510	495	15
25	צרפת	499	2.6	328	500	498	2
26	דנמרק	498	2.7	306	493	504	-10
27	ארצות הברית	497	3.8	308	498	497	2
28	ספרד	496	1.8	283	493	500	-7
29	ליטא	496	2.6	283	503	488	15
30	נורווגיה	495	3.1	326	496	493	4
31	הונגריה	494	2.9	294	493	496	-3
32	איטליה	494	1.9	305	492	495	-3
33	קרואטיה	491	3.1	280	493	490	2
34	לוקסמבורג	491	1.3	337	483	499	-15
35	פורטוגל	489	3.7	293	490	488	2
36	רוסיה	486	2.9	280	489	484	6
37	שוודיה	485	3.0	328	489	481	7
38	איסלנד	478	2.1	325	480	477	3
39	סלובקיה	471	3.6	332	467	475	-7
מקום במדרג	שם המדינה	ציון ממוצע	טעות תקן	פיזור (P5-P95)	ממוצע בנות	ממוצע בנים	פער (בנות-בנים)

1	470	470	354	5.0	470	ישראל	40
13	460	473	292	3.1	467	יוון	41
10	458	469	263	3.9	463	טורקיה	42
28	434	462	306	2.8	448	איחוד האמירויות	43
20	437	457	332	4.8	446	בולגריה	44
-7	448	442	264	2.9	445	צ'ילה	45
4	443	447	287	3.4	445	סרביה	46
19	433	452	252	2.9	444	תאילנד	47
5	436	441	257	3.3	439	רומניה	48
13	431	444	320	1.2	438	קפריסין	49
-12	436	424	231	2.9	429	קוסטה ריקה	50
9	420	429	243	3.0	425	קזחסטן	51
11	414	425	258	3.0	420	מלזיה	52
1	415	416	316	2.8	416	אורוגוואי	53
-6	418	412	232	1.3	415	מקסיקו	54
17	402	419	278	1.1	410	מונטנגרו	55
43	388	430	271	3.1	409	ירדן	56
7	402	409	281	3.9	406	ארגנטינה	57
-2	406	404	258	2.1	405	ברזיל	58
-18	408	390	252	3.1	399	קולומביה	59
-1	399	398	260	3.5	398	טוניסיה	60
7	394	401	328	2.4	397	אלבניה	61
35	367	402	351	0.7	384	קטאר	62
3	380	383	226	3.8	382	אינדונזיה	63
-6	376	370	256	3.6	373	פרו	64
-1	502	500	304	0.5	501	ממוצע OECD	

הערה: ייתכנו סטיות של עד נקודה אחת בגלל פערי עיגול.