

פיזה 2012

PISA – Programme for International Student Assessment

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



מבט ישראלי

גרסה I - 3.12.2013

חברי וועדת ההיגוי (לפי סדר א - ב):

יו"ר הוועדה:

פרופ' אורית זסלבסקי הטכניון

חברי הוועדה:

פרופ' אברהם הרכבי	מכון וייצמן
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
יפה פס	משרד החינוך
ד"ר צבי צמרת	משרד החינוך
ד"ר יעקב גויסקי	משרד החינוך
נעמי ריפתין	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 בינלאומיים, ראמ"ה

מנהלי המחקר בישראל (NPM - National Project Manager):

ד"ר ענבל רון קפלן	מנהלת תחום מחקרים בינלאומיים, 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

פרק 1: מבוא	4
1.1 : מהו מחקר פיזה (PISA)?	4
1.2 : המדינות שהשתתפו במחקר פיזה 2012	6
1.3 : מאפיינים עיקריים של מחקר פיזה	6
1.4 : מבנה דוח זה	10
פרק 2: המסגרת המושגית באוריינות מתמטיקה במחקר פיזה ותכנית הלימודים במתמטיקה בישראל	11
2.1 : הערכה של אוריינות מתמטית במחקר פיזה	11
2.2 : הוראת מתמטיקה בישראל בשנים שלקראת מחקר פיזה 2012	24
פרק 3: הביצוע של מחקר פיזה 2012	32
3.1 : חומרי ההערכה	32
3.2 : מחקר החלוץ	37
3.3 : המחקר העיקרי	38
3.4 : קשיים ואתגרים בעריכת מחקר פיזה 2012 בישראל	49
פרק 4: ההישגים במבחן המודפס והממוחשב במתמטיקה במחקר פיזה 2012	52
4.1 : הישגי ישראל באוריינות מתמטיקה	52
4.2 : תוצאות המבחן הממוחשב במתמטיקה	67
4.3 : סיכום	76
4.4 : נספחים	79
פרק 5: ההישגים באוריינות קריאה ואוריינות קריאה דיגיטלית במחקר פיזה 2012	84
5.1 : הערכה של אוריינות קריאה במחקר פיזה 2012	84
5.2 : הישגי ישראל באוריינות קריאה	88
5.3 : המבחן בקריאה דיגיטלית	98
5.4 : סיכום	109
5.5 : נספחים	112
פרק 6: ההישגים באוריינות מדעים במחקר פיזה 2012	115
6.1 : הערכה של אוריינות מדעים במחקר פיזה	115
6.2 : הישגי ישראל באוריינות מדעים	119
6.3 : סיכום	130
6.4 : נספחים	132

פרק 1: מבוא

1.1: מהו מחקר פיזה (PISA)?

1.1.1: כללי

מנהל החינוך של ה-OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) 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 כאשר בכל מחזור מחקר מושם דגש על אחד משלושת תחומי האוריינות האלה. בנוסף לשלושת תחומי האוריינות הנבדקים בכל מחזור, נבדקים תחומי "אורח" שונים כגון פתרון בעיות, אוריינות כלכלית ועוד. מחקר פיזה נחשב כיום לתכנית ההערכה הבין-לאומית המקיפה והקפדנית ביותר בתחום החינוך. מלבד הערכת הישגים, נאסף במחקר מידע אודות מאפיינים שונים של התלמיד, משפחתו ושל המוסד החינוכי שבו הוא לומד, וזאת באמצעות שאלונים לתלמיד ולמנהל בית הספר. איסוף משתנים אלו עשוי לסייע בהסבר השונות בהישגים הלימודיים בין תלמידים על בסיס מאפייני רקע (כגון מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי), אסטרטגיות למידה, ומאפיינים הקשורים לבית הספר ולסביבה הלימודית. מאמצים ומשאבים ניכרים מוקדשים 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, בהם 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 הושק פרויקט פיזה על ידי מנהל החינוך ב-OECD. על אף שבתחילת דרכו תוכנן מחקר פיזה לשמש את מדינות ה-OECD בלבד, הוא הפך עם השנים לכלי הערכה המשמש מדינות רבות בעולם. בעקבות מחקרי הפיזה, העמיד ה-OECD לרשות הציבור הרחב מאגרי מידע רחבי היקף על כל מחזור פיזה החל משנת 2000. מאגרי מידע אלו מצויים באתר הפיזה¹ וכוללים מגוון רחב של סוגי מידע: קבצי 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 מאפשר להשוות בין קבוצות אוכלוסייה וקבוצות תרבותיות בתוך מדינות. בכל מחקר פיזה נבדקים באופן קבוע שלושה תחומי דעת – קריאה, מתמטיקה ומדעים – כאשר בכל מחזור ישנו תחום הנמצא במוקד המחקר. כמו כן, במחזורים שונים עשויים להצטרף "תחומי אורח" שונים הנלווים לשלושת התחומים הנבדקים באופן קבוע. **לוח 1.1** להלן מתאר את מחזורי מחקר הפיזה השונים, התחומים שנבדקו בו והמדינות והישויות הפוליטיות שהשתתפו בו:

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

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

מחזור המחקר	תחום אוריינות במחקר	תחומי אורח	מס' מדינות משתתפות (מדינות OECD)	השתתפות ישראל
פיזה ¹ 2000	קריאה	-	32 (28)	לא
פיזה ² 2003	מתמטיקה	פתרון בעיות	41 (30)	לא ²
פיזה 2006	מדעים	-	57 (30)	כן
פיזה ³ 2009	קריאה	קריאה דיגיטלית	65 (30)	כן
פיזה 2012	מתמטיקה	קריאה דיגיטלית, פתרון בעיות ממוחשב, מתמטיקה ממוחשב, אוריינות כלכלית	65 (34)	כן

¹ למחזור זה נוסף גל נוסף בשנת 2002 שכלל 11 מדינות נוספות וכוונה פיזה+. ישראל השתתפה בגל זה.

² ישראל לא השתתפה במחזור 2003 בשל סמיכות הזמנים בינו לבין מחקר פיזה+.

³ למחזור זה נוסף גל נוסף בשנת 2010 שכלל 10 מדינות נוספות.

ישראל השתתפה בכל מחזורי המחקר של פיזה, למעט מחזור 2003 (בשל סמיכות הזמנים בין מחזור זה למחזור פיזה+) ונערכת להשתתף גם במחזור המחקר השישי אשר יתקיים בשנת 2015. בשני מחזורי המחקר הראשונים שבהם השתתפה ישראל, ביצוע המחקר בישראל היו באחריות לשכת המדען הראשי של משרד החינוך. את המחקר ניהלו ותפעלו חוקרי חינוך מהאקדמיה והמחקר נערך בליווי ועדת היגוי. בשנת 2007 עברה האחריות על השתתפות ישראל במחקרים בינלאומיים בתחום החינוך, ובכללם פיזה, לידי הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה) שהוקמה כשנה לפני כן. מאז, ראמ"ה היא הגוף המוציא לפועל ומנהל את השתתפות ישראל במחקר. כמו כן, משנת 2006, מנכ"לית הראמ"ה משמשת כנציגת ישראל בפורום הוועד המנהל של פיזה (PGB-PISA Governing Board, ראו להלן). מידע נוסף על מחקר פיזה ותוצאותיו במיקוד על ישראל מצוי באתר הראמ"ה².

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. בוועד זה יושבים נציגי כל המדינות המשתתפות במחקר הפיזה. 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 עבור ה-OECD ממחזור המחקר הראשון ועד המחזור הנוכחי של המחקר הוא ACER (Australian Council for Educational Research). יתר הגופים בקונסורציום מופקדים על חלקים שונים במחקר, כגון פיתוח המסגרות התאורטיות של המחקר, פיתוח השאלונים, דגימת המשתתפים וכו', בהתאם להנחיות ולעקרונות שקבע הוועד המנהל. כל מדינה ממנה מנהל פרויקט לאומי (National Project Manager – NPM), המופקד על ניהול וביצוע המחקר במדינה שאותה הוא מייצג ועל התיאום עם מנהלת הפיזה. הפעולות העיקריות שאותן מנהל ה-NPM הן תרגום והתאמה תרבותית של המבחן והשאלונים לשפות המדינה והתאמתם לתרבותה, הפקת חוברות המבחן וגרסאות המבחן הממוחשבות; ארגון הליך ההיבחנות הכולל היערכות לדגימת בתי הספר והכיתות המשתתפים במחקר, תיאום עם בתי הספר; העברת המבחנים והשאלונים בבתי הספר הנדגמים; בדיקת המבחנים וטיוב הנתונים; בקרה על נתוני המדינה והפרסומים אודות המדינה אותה הוא מייצג בדוח הבין-לאומי; פרסום דוח מקומי ועוד. בישראל כאמור, הפרויקט מנוהל על ידי הראמ"ה, אשר מייצגת את ישראל בפורום מנהלי

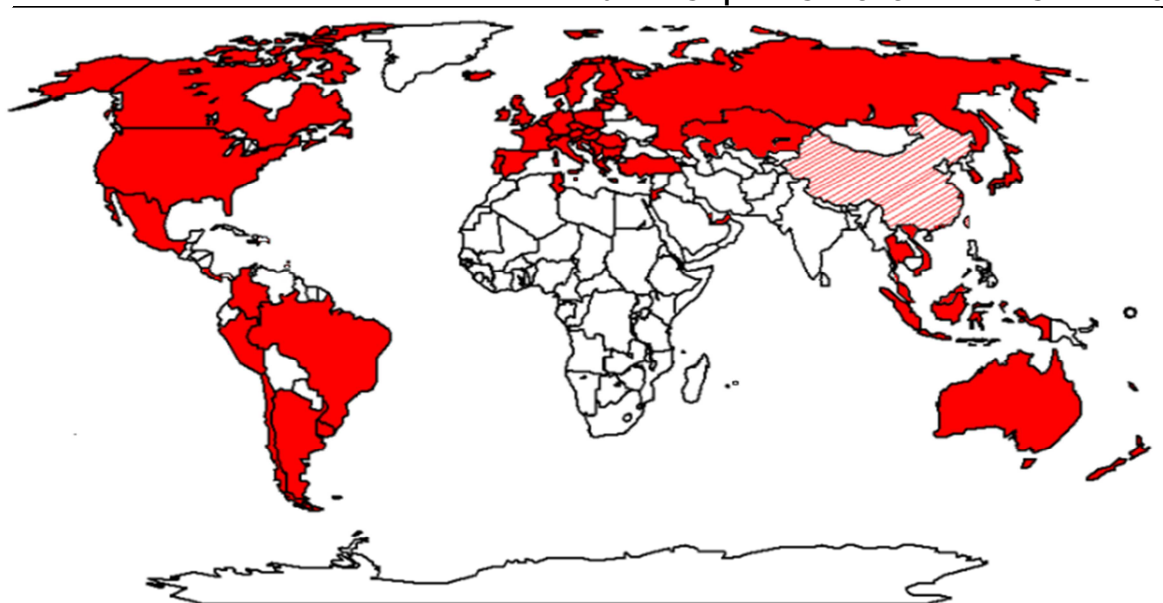
² <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/OdotPisa.htm>

הפרויקטים הלאומיים. ראמ"ה מפרסמת את הנתונים הפנים ישראליים ומופקדת על ניהול מאגרי המידע והנתונים שנאספו ונאספים בישראל במחזורי פיזה הקודמים ובמחזור פיזה הנוכחי. המחקר בישראל לווה על ידי וועדת היגוי שהוקמה על ידי ראמ"ה וכללה אנשי אקדמיה מתחומי הדעת הנבדקים במחקר והוראת תחומים אלו (ובפרט 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, מתוכן, 34 חברות ב-OECD. ארבע מהמדינות החברות - אסטוניה, ישראל, סלובניה וצ'ילה – הצטרפו לארגון בשנת 2010. כפי שאפשר לראות במפה, מרבית המדינות המשתתפות הן מדינות 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, אינדונסיה, 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 שמטרתם לפתח ולקיים גוף נתונים שבאמצעותם ניתן לבחון ולהבין שינויים החלים בידע ובכישורים של תלמידים במדינות שונות. התחומים הכלולים במחקר מוגדרים לפי התכנים החשובים ביותר על פי תפיסת הארגון הבינלאומי ואשר מייצגים תשתית משותפת למרבית המדינות המשתתפות (ברובן מדינות מפותחות). במחקר נבדקת אוריינות 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 "ומיומניים". המונח "אוריינות" בהקשר זה נועד להקיף טווח נרחב של יכולות רלוונטיות להתמודדות בחיים הבוגרים, במציאות שבה הידע והיכולות הנדרשים משתנים בקצב מהיר³. המבחנים בנויים על-פי מסגרת מושגית המוגדרת מראש, בכל אחד משלושת תחומי האוריינות: אוריינות קריאה, אוריינות מתמטיקה ואוריינות מדעים ובתחומים האחרים. המסגרת המושגית פותחה במחקר פיזה הראשון בידי קבוצת מומחים רב-לאומית בתחומי הדעת, אושרה על-ידי הוועד המנהל של פיזה (ה-PGB), ובכל מחזור המסגרת מתעדכנת בתחום הדעת שבמוקד המחקר. לקראת מחקר 2012 עודכנה המסגרת המושגית להערכת אוריינות מתמטיקה על ידי חברת Pearson האמריקאית 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 שסיימו את לימודי החובה). גיל 15 נבחר על ידי יוזמי פיזה בשל העובדה כי זהו גיל בו מסתיים חינוך חובה במרבית מדינות ה-OECD.

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

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 במצבי חיים אמיתיים. במצבים אלו נבדק האם תלמידים מסוגלים לנתח, להבין ולהביע את רעיונותיהם בדרך יעילה ובעלת השפעה, באיזו מידה הם עושים שימוש בחידושים טכנולוגיים, האם הם מוכנים להמשיך וללמוד במהלך חייהם, והאם הם מצוידים באסטרטגיות למידה מתאימות וכו'. יכולות אלו מתמצות במונח "אוריינות", המשמש מונח מרכזי בגישה של פיזה. רמת האוריינות, ולא רק הידע לכשעצמו, עשויה להיות קשורה להצלחתם הכלכלית בעתיד, לסוג מקום

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

העבודה שלהם ולאופי החברה והמדינה שבה הם חיים, וכן לרמת החיים שלהם ושל החברה שבה הם מתפקדים. 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 והמבחנים בפיזה מנסים למדוד תוצר חינוכי מורכב יותר, לא רק ידע דקלרטיבי הנלמד בבית הספר על פי תכניות לימודים. הראשונים מייצגים גישה הרואה בשליטה בחומר הלימודי את היעד המרכזי של מערכת החינוך ואילו האחרונים רואים גם את החשיבות שבמוכנות לחיים במובן רחב יותר. זאת ועוד, בעוד שהגישה המקובלת במערכות חינוך היא בהסתכלות מסכמת "אחורה" אל העבר (מה למד התלמיד בהיותו בבית הספר ומה הוא זוכר מכך), פיזה נוקט בהסתכלות "קדימה" כלפי העתיד - מה הם הכלים והמיומנויות המצויים בידי התלמיד (ללא קשר לעובדה אם רכש אותם בבית ספר או במקום אחר) אשר יאפשרו לו להתמודד עם הצפוי לו. הדגש הוא, אם כך, על הכשרים שרכש אדם לקראת בגרותו במדינה בה הוא מתגורר, וההתייחסות היא בהיבט כלכלי - היכולת להשתלב בכלכלה ולתרום לחברה במדינות מפותחות ובכלכלות מודרניות.

כפועל יוצא מגישה זו, מחקר פיזה אינו מתמקד בתכנים ספציפיים ובידע מוגדר וקבוע מראש הנרכש במערכת חינוך מסוימת באופן פורמלי 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 ליישם אותו בזמן ובמקום המתאים. 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 שאלות בצורה טכנית. בקריאה, ובקריאה דיגיטלית בפרט (תחום אוריינות שנוסף החל ממחזור 2009), היכולת לאתר ידע, לפתח פרשנות מתוך חומר כתוב ולחשוב באופן יסודי וביקורתי על התכנים ועל המשמעויות של הטקסט 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 וללמד על פיהם ובהתאם אליהם.

1.3.3: התועלת שבהשתתפות במחקר פיזה

מבחינת המדינות המשתתפות, ובכלל זה ישראל, יתרונן המרכזי של המחקר, הוא לא רק באפשרות להשוות את ישראל למדינות אחרות המשתתפות במחקר מבחינת רמת ההישגים, ובאפשרות לעקוב אחר מקומה של ישראל במדרג המדינות, שהוא אחד מתוצרי המחקר. ההשתתפות במחקרים הבין-לאומיים מאפשרת למדינות השונות המשתתפות להכיר מקרוב ולהיות מעורבים בגישות חדשות ועדכניות בתחומי הדעת הנבדקים ובמגמות כלל עולמיות בתחומי הדעת הללו ובתחומי דעת חדשים ומתפתחים (מיומנויות כגון מיומנויות המאה ה-21, שימוש באמצעים ממוחשבים להוראה, למידה והערכה וכיוב'). זאת, לנוכח הגדרתן במסגרת המושגית על ידי ארגון מרכזי המייצג מדינות מתקדמות רבות בעולם.

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

- 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 בין רמת ההישגים הלימודיים לבין הרמה החברתית-תרבותית-כלכלית בישראל, ובהשוואה למדינות אחרות.
- השוואת הידע והמיומנויות של קבוצות שונות (מגדר, מגזרי שפה, פיקוח) בתוך המדינה והשוואה בין ההישגים בזרמי חינוך שונים.
- למידה והפקת מסקנות אודות המדיניות החינוכית הנוהגת באמצעות השוואתה למדיניות במדינות אחרות.
- הבנת נקודות החוזק והחולשה של מערכת החינוך, בדיקה האם 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 שנבדקת במבחן בפיזה, אלא גם בהיבטים הקשורים לאסטרטגיות הלמידה של התלמידים בתחום המתמטיקה ולמידת העניין ועמדותיהם כלפי מקצוע זה וכלפי נושאים שונים בו.
- **הערכת יכולת פתרון בעיות:** תחום אורח שנוסף במחקר הנוכחי לשלושת תחומי האוריינות השוטפים היה פתרון בעיות. המבחן בתחום הזה ביקש לבדוק את יכולתם של תלמידים בני 15 להתמודד ולפתור בעיות שאינן מתחום דעת מסוים והמאפיינות התמודדות יומיומית ומעשית בחברה מפותחת ומודרנית. תחום זה נמדד באמצעים ממוחשבים, כאשר הבעיות הוצגו על ידי מחשב תוך ניצול המדיום ליצירת משימות סימולטיביות ודינמיות שפתרון נעשה לעתים בדרך אינטראקטיבית והמאפשרים מעקב אחר הליך הפתרון ולא רק אחר התוצאה שלה.
- **הערכת אוריינות כלכלית:** תחום שנבדק בפיזה לראשונה במחזור מחקר זה, ובמסגרת הערכתו נבדק כיצד תלמידים מתמודדים עם סוגיות כלכליות יומיומיות.
- **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, אך ישראל לא יכלה להשתתף בחלק זה בשל העובדה שהמערכת הממוחשבת לא התאימה להצגת טקסטים מימין לשמאל. בשנת 2012 חלה הרחבה משמעותית של ההיבחנות באמצעים ממוחשבים, הן מבחינת מספר המדינות המשתתפות בה והן מבחינת מספר התחומים הנמדדים באמצעים ממוחשבים. התחומים שבהם נערכה בחינה ממוחשבת 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 פיזה הקודמים השיגו מספר מדינות ציונים נמוכים ביותר, ושיעור גבוה של תלמידים במדינות אלו היה מתחת לרמת הבקיאות שנקבעה כרמת סף. בפיזה 2009 פותח מערך חדש של פריטי קריאה המתאים לקוראים בעלי כישורים בסיסיים, כדי

להיטיב לתאר את הביצוע של תלמידים בעלי הישגים נמוכים. מספר מדינות מצומצם יחסית בחר במערך בחינה זה.

1.4: מבנה דוח זה

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

- **פרק 1 (הנוכחי)** – מבוא ובו מידע כללי על המחקר, המאפיינים העיקריים של המחקר והתחומים הנבדקים במסגרתו.
- **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 במסגרת המושגית במחקר הנוכחי לעומת מחזורי המחקר הקודמים. כמו כן מתוארים ההיבטים השונים הנוגעים להערכה של אוריינות מתמטיקה, כגון סולמות הציונים ורמות הבקיאות בתחום זה. בפרק גם נסקרת בהרחבה הוראת המתמטיקה בישראל, בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה ביחס למסגרת המושגית של פיזה.
- **פרק 3** – השיטה והביצוע של מחקר פיזה 2012. בפרק מתוארים במפורט הליכי המחקר, הליך התרגום וההתאמה והכנת חומרי ההערכה; עריכת מחקר החלוץ; עריכת המחקר העיקרי, לרבות תיאור שיטת הדגימה, שיעורי ההשתתפות, הליך איסוף הנתונים, הליך בדיקת המבחנים ועיבוד הנתונים. בפרק מוצגים גם קשיים ואתגרים יחודיים בביצוע המחקר בישראל.
- **פרקים 4-6** – פרקים אלו יתארו את ההישגים בשלושת תחומי האוריינות המרכזיים במחקר פיזה 2012. פרק 4 יוקדש לאוריינות מתמטיקה, כולל הישגי המבחן המודפס והמבחן הממוחשב במתמטיקה; פרק 5 יוקדש לאוריינות מדעים; פרק 6 יוקדש לאוריינות קריאה כולל אוריינות קריאה דיגיטלית. בכל הפרקים יתוארו ההישגים בציון הכולל בכל אחד מתחומי האוריינות (כולל אלו 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 (בבתי ספר דוברי עברית), לפי רקע חברתי-כלכלי ולפי מגדר. בפרק המוקדש לאוריינות מתמטיקה יוצגו גם ההישגים במיומנויות מתמטיות ספציפיות שנבדקו במחקר זה לאור היות תחום אוריינות זה התחום שבמוקד מחקר 2012.

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

- **פרק 7** – עמדות תלמידים כלפי מתמטיקה וכלפי הסביבה הלימודית במחקר פיזה 2012 והקשר שלהם להישגים במתמטיקה.
- **פרק 8** – 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 שקשורים למדיניות המערכתית והבית-ספרית, כפי שהשתקפו בדיווחיהם של מנהלי בתי-הספר.
- **פרק 9** – פרק הישגים בפתרון בעיות באמצעות מחשב.
- **פרק 10** – פרק הישגים באוריינות כלכלית.

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

2.1: הערכה של אוריינות מתמטית במחקר פיזה

בעיני רבים נתפס מקצוע המתמטיקה כאחד התחומים החשובים ביותר בהשכלה של תלמידים הלומדים בבית הספר וכתחום המזוהה ביותר כמפתח להצלחה ולהשתלבות כאזרח פעיל במדינה. דומה כי המתמטיקה נמצאת בכל מקום: היא מהווה מודל היכול להסביר את העולם הסובב, החל מתופעות במדעי הטבע, מדעי החברה ואף מדעי הרוח (מוזיקה), היא חיונית בחיי היומיום (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 (במיוחד, אך לא רק, בתחומים מדעיים, הנדסיים וטכנולוגיים-דיגיטליים). מעבר לכך, יש הרואים בעיסוק במתמטיקה ובעקרונותיה למידה של שפה נוספת, ייחודית, וכאמצעי לפתח את החשיבה האנושית (והאישית) בכללותה. לא פלא אפוא כי למידת המתמטיקה היא מרכזית במערכות חינוך של מדינות רבות שתפקידן הוא, 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, כאחת ממדינות ההיי-טק המובילות בעולם והנמצאת בחוד החנית של החדשנות הטכנולוגית-דיגיטלית (הן בתחום האזרחי והן בתחום הצבאי-בטחוני) צריכה לוודא כי בידי בוגרי מערכת החינוך שלה ימצאו מירב 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 שיש בהן מרכיבים מתמטיים או סטטיסטיים⁴. תפיסת האוריינות המתמטית שהופיעה בכתבי עת העוסקים בחינוך מתמטי החל משנות ה-80 של המאה העשרים, חדרה ביתר שאת ללקסיקון החינוכי לאור הכללתו כמושג מרכזי במחקר פיזה PISA החל משנת 2000. אחד המאפיינים המייחדים את מחקר פיזה בהקשר זה, הוא הגדרת המטרות החינוכיות (או היעדים למדידה חינוכית) לא רק לפי המבנה הפנימי של תחום הדעת הנדון (הנושאים המרכזיים הכלולים בתחום הדעת "מתמטיקה") ובהתאם לכך – על מה צריך לבחון תלמידים הלומדים תחום זה, אלא בהתייחס לדרישות ולמטלות שהעולם האמיתי מציב לאנשים בוגרים.

הפרק הנוכחי עוסק באוריינות המתמטית כפי שמוגדרת ונמדדת בפיזה ואת הרלוונטיות של תפיסה זו להוראת המתמטיקה במערכת החינוך בישראל. תחילה יתוארו 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 הלימודים אלה. זאת כדי לספק את ההקשר הנחוץ לבחינת הישגיהם של התלמידים הישראלים באוריינות מתמטיקה במבחן פיזה 2012.

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

2.1.1: אוריינות מתמטית כפי שהיא מוגדרת במחקר פיזה

אוריינות מתמטית במחקר פיזה מוגדרת כ"יכולתו של הפרט לנסח, ליישם ולפרש מתמטיקה, במגוון הקשרים, וכן לזהות את התפקיד שממלאת המתמטיקה בעולם, זאת על ידי תיאור, מידול, הסבר וחזויו של תופעות". הגדרה זו מתמקדת במתמטיקה הנחוצה לפתרון בעיות במצבים מחיי היום-יום - המתמטיקה אתה מתמודדים אנשים בקביעות באופן שמסייע להם בשיפוט וקבלת החלטות. לפי פיזה, אוריינות מתמטית היא תכונה והפוטנציאל לפיתוחה קיים תמיד. כמו כל תכונה ניתן לתאר אותה על רצף, כאשר חלק מבני האדם הם בעלי יכולת אוריינית גבוהה וחלק בעלי אוריינות נמוכה - אנשים בעלי אוריינות מתמטית גבוהה מסוגלים להשתמש במתמטיקה ובכלים מתמטיים טוב יותר כדי לשפוט ולקבל החלטות מושכלות הנדרשות כדי להיות 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 אליהן הגיע. אדם בעל אוריינות מתמטית מפותחת פחות יוכל, קרוב לוודאי, להשיב על שאלות העוסקות בהקשרים מוכרים, לזהות מידע בסיסי בבעיה וידע ככל 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 אדם בכלל – ומתלמידים בני 15 בפרט? מהן היכולות המתמטיות של תלמידים בני 15 ברחבי העולם? האם הם מסוגלים להתמודד בדרך מתמטית עם בעיות עמן הם נתקלים 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 מתמטית

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

- **התהליכים המתמטיים** המתארים מה עושים אנשים כדי לחבר בין הקשר הבעיה לבין המתמטיקה בבואם לפתור אותה, והיכולות המתמטיות הנמצאות בבסיס התהליכים הללו.

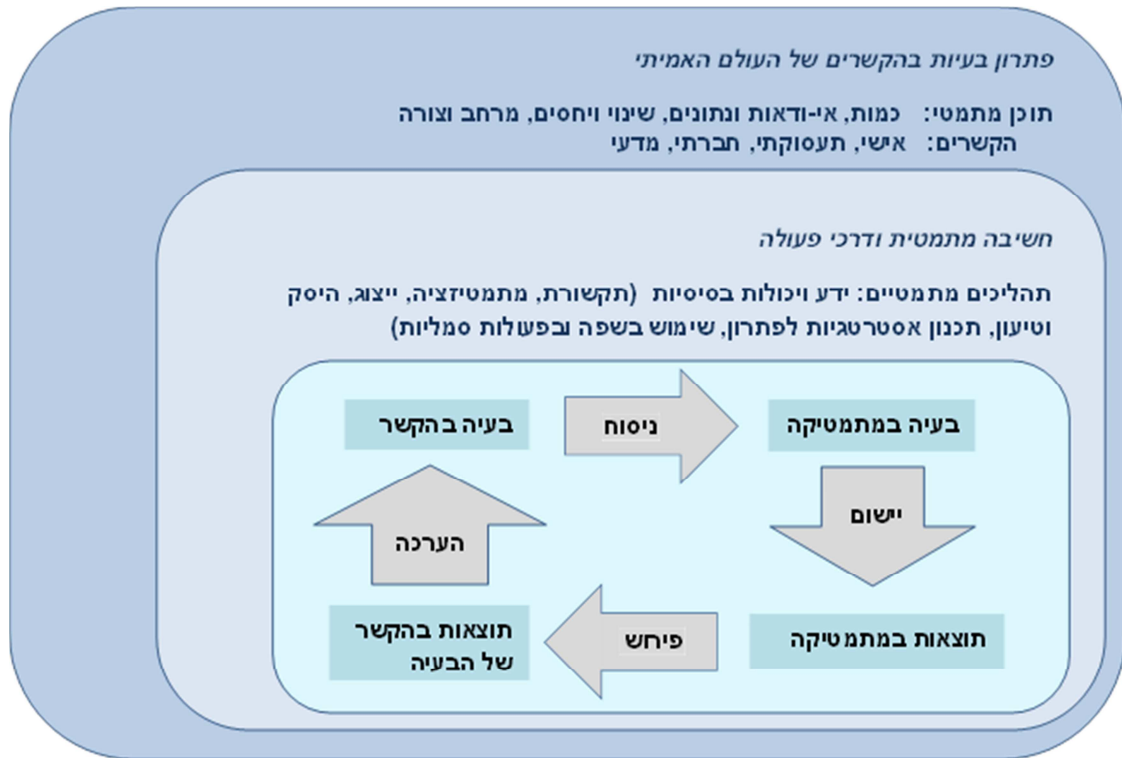
- **התוכן המתמטי**

- **ההקשרים בהם נתונות הבעיות**

שלושת ההיבטים האלה, מתוארים בפירוט 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 בו הם קשורים ביניהם מוצגים בתרשים 2.1. התיבה הגדולה מתייחסת לתוכן המתמטי וכן למצבים ולהקשרים הכלולים בהערכת אוריינות מתמטית. התיבה האמצעית מפרטת את התהליכים המתמטיים שיש להפעיל כדי לקשר בין תופעות מחיי היום-יום לבין המתמטיקה. התיבה הפנימית ביותר מתארת את המודל המופעל כדי להגיע לפתרון בעיה בהקשר יומיומי באופן מתמטי. בסעיף 2.1.8 להלן 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 (evaluating) של תוצאות מתמטיות.

תהליך הניסוח מתייחס ליכולת להבחין בהזדמנות או אפשרות להשתמש במתמטיקה בהתמודדות עם בעיה בעולם האמיתי ולנסח אותה 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 וכלים 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 לערוך חישובים/לפתור תרגילים/להוכיח הוכחות בשפת המתמטיקה הפורמלית.

תהליך הפירוש⁵ מתייחס ליכולת לבחון תוצאה ולהסיק מסקנה מתוך התוצאות שהתקבלו, לפרש 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 הינה – או אינה – סבירה ואינה הגיונית בהקשר של הבעיה; בחינה ביקורתית של המודל המשמש לפתרון הבעיה וזיהוי מגבלותיו. כלומר, היכולת של הפרט לתרגם בחזרה את התוצאות בשפה המתמטית לשפת הסביבה שבה מלכתחילה הופיעה והוצגה הבעיה, לפרשה בהקשר זה ולבחון באורח ביקורתי את מידת ההתאמה 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/יכולות (capabilities) המתמטיות העומדות בבסיס התהליכים המתמטיים הללו. מסגרת המחקר מציגה שבע יכולות קוגניטיביות בסיסיות של אנשים, ו/או כאלו שהם יכולים לפתחן, המשמשים לפתור בעיות או להבין מצבים שמעורבת בהן מתמטיקה. שבע היכולות הללו הן: (1) **תקשורת**; (2) **מתמטיזציה**; (3) **ייצוג**; (4) **היסק וטיעון**; (5) **תכנון אסטרטגיות לפתרון בעיות**; (6) **שימוש בשפה ובפעולות סמליות, פורמליות וטכניות**; ו-(7) **שימוש בכלים מתמטיים**. היכולות המתמטיות עומדות במידה כזו או אחרת בבסיס של כל אחד מהתהליכים המתמטיים הראשיים המוגדרים לעיל (ניסוח, יישום ופירוש). **בלוח 2.1** מוצגות היכולות המתמטיות, מסווגות על פי הדרכים בהן הן באות לידי ביטוי בכל אחד מהתהליכים המתמטיים. יכולות אלה משמשות גם כבסיס לתיאור של **רמות הבקיות** במתמטיקה במחקר פיזה (ראה בהמשך) - ככל שגדלה רמת האוריינות המתמטית של אדם, כך גדלה יכולתו להסתמך על היכולות המתמטיות. בהמשך הפרק, בסעיף **2.1.8** מודגם באמצעות דרך הפתרון של אחד מפריטי פיזה, אילו תהליכים משמשים בפתרון הבעיה.

⁵ תהליך מתמטי זה כולל הן את החץ "פירוש" והן את החץ "אישוש"/"הערכה" המופיעים במודל אוריינות מתמטית המופיע ב**תרשים 2.1** הלכה למעשה.

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

תהליכים מתמטיים / כשרים/ יכולות מתמטיות	ניסוח	יישום	פירוש והערכה
תקשורת	לקרוא, לפענח ולפרש טענות, שאלות, משימות, עצמים או תמונות, כדי ליצור מודל מנטלי של המצב	להגדיר פתרון, להציג את החישובים המביאים לפתרון, לסכם ולהציג תוצאות ביניים מתמטיות	לייצר הסברים וטיעונים בהקשר של הבעיה ולהציגם
מתמטיזציה	לזהות את המשתנים והמבנים המתמטיים שבבסיס בעיה בהקשר של העולם האמיתי, ולהניח הנחות כדי שאפשר יהיה להשתמש בהם	להיעזר בהבנת ההקשר כדי לכוון או לזרז את תהליך הפתרון המתמטי, למשל לגבש את רמת הדיוק הנדרשת בפתרון	להבין את היקפו ומגבלותיו של פתרון מתמטי, הנובעים מהמודל המתמטי שבו נעשה שימוש
ייצוג	ליצור ייצוג מתמטי של מידע הלקוח מהעולם האמיתי	לפרש, לקשר ולהשתמש במגוון ייצוגים במהלך ההתמודדות עם הבעיה	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
היסק וטיעון	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 התומכים, מפריכים או מגבילים פתרון מתמטי לבעיה הנתונה
תכנון אסטרטגיות לפתרון בעיות	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 על מנת לפרש, להעריך ולאשש פתרון מתמטי לבעיה נתונה בהקשר
שימוש בשפה ובפעולות סמליות, פורמליות וטכניות	להשתמש במשתנים, סמלים, דיאגרמות ומודלים סטנדרטים מתאימים על מנת לייצג בעיה מהעולם האמיתי בעזרת שפה סימבולית/פורמלית	להבין ולהשתמש במבנים פורמליים המבוססים על הגדרות, כללים ומערכות פורמליות, וכן להשתמש באלגוריתמים	להבין את הקשר בין תוכן הבעיה לבין הייצוג של הפתרון המתמטי. להשתמש בהבנה זו כדי לסייע לפרש את הפתרון במסגרת ההקשר ולהעריך את מידת ההיתכנות של הפתרון ואת מגבלותיו האפשריות
שימוש בכלים מתמטיים	להשתמש בכלים מתמטיים כדי לזהות מבנים מתמטיים או כדי לתאר קשרים מתמטיים	להכיר ולדעת כיצד להשתמש כראוי בכלים שונים שעשויים לסייע ביישום תהליכים והליכים למציאת פתרונות מתמטיים	להשתמש בכלים מתמטיים על מנת לקבוע מה סבירותו של פתרון מתמטי ומהם מגבלותיו והאילוצים עליו, בהינתן הקשר הבעיה

2.1.4: התוכן המתמטי

לא ניתן להיות בעל אוריינות מתמטית מבלי להישען על ידע קוריקולרי, ובלי להבין ולשלוט, ולו באופן בסיסי, במספר נושאים, תכנים ומיומנויות במתמטיקה. כך, לא ניתן גם להעריך אוריינות מתמטית מבלי להתייחס לתכנים (התחומים והנושאים) שסביר להניח שתלמידים בני 15 למדו או נחשפו אליהם, אם במסגרת לימודיהם ואם מתוך ניסיון החיים לאורך השנים, תכנים שישמשו מטבע הדברים לפיתוח המשימות ושאלות במבחן. התוכן המתמטי מאורגן במחקר פיזה בארבע קטגוריות המשקפות ומקיפות את התופעות המתמטיות המאפיינות בעיות הלקוחות מחיי היומיום: (1) **שינוי ויחסים**; (2) **מרחב וצורה**; (3) **כמות**; ו-(4) **אי-ודאות ונתונים**.⁶ ארגון זה שונה מהארגון והחלוקה הנושאית המאפיינת את תחום הדעת "מתמטיקה" ואת תכניות הלימודים במתמטיקה במדינות רבות, כמו גם בישראל. על פי רוב, תכניות הלימודים מאורגנות מלכתחילה סביב תחומי תוכן המשקפים, בין היתר, את ההתפתחות ההיסטורית של המתמטיקה - **אלגברה**, **גאומטריה**, **מספרים**, כשכל תחום תוכן מלווה ברשימה מפורטת של הנושאים הנכללים בתחום. עם זאת, מפרט הנושאים הנוצר כשמארגנים את התוכן המתמטי לפי פיזה תואם במידה רבה את מפרט הנושאים הנמצא ברוב תכניות הלימודים במתמטיקה במדינות שונות. זאת מכיוון שתכניות הלימודים במתמטיקה במדינות רבות מתוכננות בין היתר במטרה לצייד את התלמידים בידע ובמיומנויות הנחוצים להתמודדות עם תופעות מתמטיות בסיסיות ופתרון בעיות מתמטיות הלוקחות, או מדמות בעיות מחיי היום-יום. חשוב לציין שחלק מהנושאים בתוכניות הלימודים עשויים להופיע ביותר מקטגוריית תוכן אחת של מחקר פיזה (למשל, נושאים באלגברה משויכים באופן טבעי לקטגוריה **שינוי ויחסים**, אך יכולים להופיע בהקשרים מסוימים גם בקטגוריה **מרחב וצורה**). **להלן** מובאים תיאורי הידע המתמטי אשר מאפיינים 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. בין מגוון הסביבות בהן באים לידי ביטוי תהליכי שינוי ויחסים ניתן למנות את 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 פיתוח ושימוש במודלים מתמטיים המתאימים לתיאור ולחיזוי 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 היא קטגוריה המקיפה מגוון רחב של תופעות המתחוללות בכל מקום בעולמנו החזותי: זיהוי דפוסים, זיהוי מאפיינים של עצמים כמו מיקומם וכיוונם ופעולות שונות של פענוח וקידוד מידע חזותי, ביניהם ניווט ואינטראקציה דינמית עם צורות ועם ייצוגים של צורות.

אוריינות מתמטית בתחום המרחב והצורה קשורה במגוון פעילויות, כגון הבנת הפרספקטיבה - לדוגמה, בציור, יצירת מפות וקריאתן, פירוש תמונות תלת-ממדיות ובניית ייצוגים של צורות. למרות שהגאומטריה היא אחד 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, ונקודה עשויה לנוע על פני ציר, דבר שמחייב שימוש במושגי הפונקציה). בקטגוריה זו נכללים גם

⁶ 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 אלו ששימשו במחזורי מחקר פיזה הקודמים.

מניפולציה ופירוש של צורות תוך שימוש בכלים שונים, מתוכנת גיאומטריה 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, הערכה 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 עובדה נתונה במדע, בטכנולוגיה, ובחיי היום יום: היא קיימת בתחזיות מדעיות, בתוצאות סקרים, בתחזיות מזג אוויר ובמודלים כלכליים. שונות קיימת בתהליכי ייצור, בציוני מבחנים ובמצאי 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, הסקת מסקנות, והצגה 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 ולהצגת 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 ופרופורציה (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' מגאומטריה 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 נתונים ויחסיים, וכן עצמים גיאומטריים ואלגבריים רלוונטיים
ה	יחסים בתוך עצמים גיאומטריים 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 גיאומטרית	התכונות המספריות והמרחקים בין עצמים, 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 שקשורות 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, לרבות ספרות משמעותיות ועיגול מספרים
י"א	איסוף וייצוג 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, לרבות היקשים פשוטים המבוססים על מאפייני מדגמים
י"ד	סיכוי והסתברות	מושג בדבר אירועים מקריים, שונות מקרית וייצוגה, סיכוי ושכיחות של אירועים, כמו גם היבטים בסיסיים של מושג ההסתברות

2.1.5: ההקשר בו ממוקמת הבעיה

ההקשר הוא אותו היבט בעולמו של האדם שבו ממוקמות הבעיות. המסגרת המושגית של מחקר פיזה מתייחסת למגוון רחב של הקשרים המייצגים את תחומי העניין ואת שלל המצבים שבהם אנשים פועלים. במסגרת המושגית במתמטיקה של מחקר פיזה מוגדרים ארבעה סוגי הקשרים שנבחרו ושיש להם רלוונטיות לתחומי העניין של התלמידים ולחיייהם:

הקשר אישי – בעיות המתמקדות באדם עצמו, במשפחתו ובקבוצה החברתית אליה הוא משתייך. סוגי ההקשרים האישיים כוללים אורח חיים, תקציב משפחתי, הכנת אוכל, קניות, משחקים, ספורט, נסיעות, סדר-יום וכיוצא בזאת.

הקשר תעסוקתי – בעיות המתרכזות בעולם העבודה. בעיות 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 כמו הצבעה בבחירות, תחבורה ציבורית, ממשלה, מדיניות ציבורית, דמוגרפיה, פרסום וכלכלה.

הקשר מדעי – בעיות הקשורות ליישום של מתמטיקה בעולם הטבע ובנושאים השייכים למדע וטכנולוגיה. הקשרים מדעיים כוללים תחומים כמו 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 וממשיגה כך את רעיון היות האוריינות המתמטית תכונה כפי שהוסבר לעיל. רמות הבקאות מוצגות ב**לוח 2.3**. קביעתן של רמות בקיאות במתמטיקה 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 פותחה וגובשה בין היתר על בסיס ניתוח אמפירי של הישגי התלמידים בפריטים השונים במדינות המשתתפות במחקר (כפי שנאספו במחקרים קודמים ובמחקר החלוץ). עוד על דרך הקביעה של רמות הבקאות ועל דרך הסיווג של התלמידים לרמות הבקאות השונות ראו ב**פרק 3** בדוח זה ובדוח פיזה הבינלאומי.

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. התלמידים בעלי יכולת לחשיבה ולהסקה 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 בהם ואשר מוגדרות באופן ברור. הם מסוגלים לזהות מידע ולבצע הליכים שגרתיים לפי הוראות ישירות במצבים ברורים. הם יכולים לבצע פעולות מובנות מאליהן 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 חלק 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. אנשים בעלי אוריינות מתמטית גבוהה צריכים להיות מסוגלים להשתמש בכלים אלו בניסיונותיהם לתאר, להסביר ולחזות תופעות שונות. בהגדרה זו, המילה "כלי" מתייחסת למחשבוני ולמחשבים, וכן לעצמים פיזיים אחרים כגון סרגלים המשמשים למדידה ולבנייה של עצמים.

המחשב מספק הזדמנויות לפיתוח פריטי מבחן אינטראקטיביים, אותנטיים ומושכים יותר. הזדמנויות אלה כוללות לא רק את האפשרות להשתמש בצבע ובגרפיקה אטרקטיבית לבני 15, על מנת להפוך את המבחן למעניין יותר ולא רק שילוב של פריטים חדשנים המשלבים תצורות תגובה מגוונות וחדישות (למשל פריטים שבהם התשובה ניתנת באמצעות גרירה או סימון אזור מסוים בצג על ידי שימוש ב"היפר-לינקים"), אלא מאפשרת גם 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 בפיזה 2012 כללו:

- תצוגות דינמיות (לדוגמה, אנימציה, הדמיות, וידאו).
- תגובות הכוללות פעילות גומלין, 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 ולחקור את התופעה בדרך כמותית).
- תמיכה חישובית. למשל, באמצעות האפשרות להשתמש במחשבון בחלק מהשאלות, שבהן זה נדרש. תמיכה כזו מסייעת להתמודד עם שאלות בתחום האלגברה המספרית, וחישובים סטטיסטיים, ומאפשרת למקד את תשומת הלב של התלמידים באסטרטגיות פתרון בעיות, מושגים ומבנים 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 כישורי תקשוב בסיסיים בשימוש במחשבים. כישורים אלה כוללים היכרות עם אמצעי חומרה בסיסיים (למשל צג, מקלדת ועכבר) ומוסכמות בסיסיות (למשל שימוש בחצים כדי לעבור ממסך למסך, לחיצה על כפורי העכבר כדי "לגרור ולשחרר" (and drop drag), לחיצה כפולה (double click), שימוש בחיצים כדי לגלול את המוצג בצג, ושימוש בכפתורים מסוימים שעליהם יש ללחוץ כדי לקבל הבהרות והוראות). המטרה היא כי קבוצת כישורים אלה תהיה בסיסית ככל האפשר בהערכה מבוססת-המחשב של מתמטיקה, כדי לא להתנות את ההצלחה בפריטים בהיכרות ובניסיון בשימוש במחשבים.

2.1.8: מיפוי המבחן

פריטי המבחן מסווגים לפי שלושת ההיבטים המרכזיים שמוגדרים 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 והמיפוי שלהם דומה במבחן המודפס ובמבחן הממוחשב. בסיווג לפי

התהליכים המתמטיים, הפריטים מסווגים לאחד משלושה 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 והמחצית הנותרת מתמקדים ביישום.

ביתר ההיבטים (התוכן המתמטי וההקשר) המבחן נבנה כך שיהיה איזון בשיעור הפריטים בכל אחד מארבעה תחומי התוכן וכן בכל אחד מארבעת ההקשרים.

בנוסף לסיווג בשלושת ההיבטים האמורים, 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 הן כדי לבטא את רמות הקושי של הפריטים במבחן והן כדי לבטא את רמת היכולת של תלמידים).

לוח 2.4: התפלגות הפריטים לפי קטגוריית התהליכים המתמטיים

קטגוריית התהליך	שעור 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	שעור 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	שעור 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 העומדות בבסיס התהליכים באמצעות הפריט הופעת רוק ששימש במחקר החלוץ של פיזה 2003 (שגם בו היה תחום האוריינות המתמטית התחום הראשי הנבדק במחקר פיזה). פריט זה נסמך בעיקר על יכולתם של התלמידים לנסח מצב בשפה מתמטית, כשהם נדרשים לפרש את המידע הנתון בו ולתרגם אותו לצורה מתמטית כדי לפתור אותו:

הופעה של להקת רוק

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

איזו מבין התשובות 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

המטרה של הנבחן בפריט זה היא לאמוד, על פי מספר נתונים בסיסיים ובחלקם מעט מעורפלים (שנדרש ידע עולם כדי לגבש אותם לכדי נתונים של ממש), את מספר האנשים שנכחו בהופעת רוק שהתקיימה בפארק (ללא ספק, ההקשר מתאים לתלמידים בני 15 במרבית המדינות "המפותחות" המערביות). בתחילת ההתמודדות עם הפריט, נדרשת יכולת *תקשורת* כדי לקרוא את הטקסט, להבין את המשמעות שלו בכלל ואת המשמעות 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. כמובן שידע על העולם האמיתי יסייע בהבנת הטקסט כמו גם בפתורו. היכולת *מתמטיזציה מעורבת אף היא*, שכן הבעיה דורשת הבנייה מתמטית של הבעיה ויצירת מודל שלה. כדי לפתור את הבעיה יש להניח הנחות מסוימות אודות החלל שעשוי אדם למלא בעודו עומד וצופה בהופעת רוק (נדרש ידע עולם והכרות עם מושגים כמו חלל, האפשרות למדוד ולייצג חלל ביחידות מוכרות וכו'), ליצור "יצוג מתמטי" של המצב, או "יצוג גרפי" כלשהו, כחלק מניסוח והבניית המודל שיקשר בין החלל הנדרש לאדם בקהל לבין שטח המגרש, ולתכנן *אסטרטגיה* רב-שלבית שתאפשר להגיע לפתרון הבעיה.

בעת ההחלטה על האופן שבו יש 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 מכך שצורתו של אדם אינה באמת צורת ריבוע או מלבן, אלא צורה אחרת שאין לה הגדרה פורמלית בשפה המתמטית). לאחר מכן, יש ליצור מודל מנטלי שבו מבינים שסך השטח שתופסים האנשים הוא כמספר האנשים כפול השטח שתופס אדם אחד. יצירת מודל מנטלי זה מהווה את שלב הניסוח של הבעיה בשפה מתמטית. יצירת המודל זה כוללת את ההנחה שהאנשים הם בעלי גודל זהה, כגודלו של אדם ממוצע/טיפוסי ושאינן שונות בגודל של האנשים (או לחילופין, להבין שגם אם ישנה שונות, בהקשר הנוכחי אפשר להתעלם ממנה ולהתייחס לגודל הממוצע של האנשים לצורך החישובים, מפני שבכמות גדולה של אנשים, אפשר להעריך כי אנשים גדולים "יתקצזו" עם אנשים קטנים). 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), המשך בחלוקה של גודל השטח שהתקבל במספר האנשים המצוין בכל אחת מאפשרויות התשובה, ובדיקה/הערכה האם השטח המתקבל בעבור אדם אחד מתאים למרחב הנדרש לאדם לעמוד בנוחות (אישוש תוצאה).

אסטרטגיה אחרת לפתרון הבעיה היא להתחיל בכיוון הפתרון: להעריך מהו גודל השטח הנדרש לכל אדם בהופעה כדי לעמוד בה ולהכפיל שטח זה במספר האנשים שמוצג בכל אחת מהתשובות המוצגות, והשוואת התוצאות המתקבלות 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, ביניהם פירוש ושימוש בנתונים שסופקו ובתכונות הרלוונטיות לחישוב של שטחי מלבנים וביצוע החישובים הנדרשים, קישור בין שטח המגרש לשטח לאדם. לבסוף, שלב הפירוש וההערכה בה יכולת ההיסק והטיעון נחוצה לצורך חשיבה על היחס בין המודל המתמטי שפותח, התוצאה שנבעה ממנו ומידת ההתאמה של התשובה להקשר ולעולם המציאות/אמיתי, זאת כדי לאשש את המודל שבו נעשה שימוש ולבדוק שנבחרה התשובה הנכונה שעשויה להתאים לעולם מציאותי (למשל, שגודל השטח שהתקבל עבור כל אדם הוא סביר ומספיק לו כדי לעמוד בנוחות בהופעה, לשם כך כמובן נדרשת היכרות וידע עולם לגבי הגודל הסביר של אדם טיפוסי והשטח שנדרש לו בהופעה). אם התוצאה המתקבלת איננה סבירה, יש לחשב מחדש ואולי להניח הנחות אחרות שייבילו לשינוי המודל.

2.2: הוראת מתמטיקה 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 תוצאות המחקר באופן מועיל עבור ישראל 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 שהופיעו 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 לפיהן למדו התלמידים שהשתתפו במחקר פיזה הנוכחי. בנוסף, תתואר בקצרה התשתית המתמטית שנרכשה בבית הספר היסודי של אותם התלמידים.

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.⁷ 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 הישגים⁸ 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 שנתיים 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 שנתיים 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 שבמסגרת המושגית של מחקר טימס 2011⁹ 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 והשעות המוקדשות להוראה של כל אחד מהם בתכנית הלימודים הישנה והחדשה.¹⁰ 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 בתוכנית החדשה לבין הנושאים המופיעים במסגרת המושגית של פיזה ניתן ללמוד מעיון ב**לוח 2.2** המציג את הנושאים שבמסגרת המושגית של פיזה: סעיפים א'-ד' שייכים לתחום האלגברי בתכנית הלימודים החדשה, סעיפים ה'-ו' לתחום הגאומטרי וסעיפים ז'-י"ד לתחום המספרי.

⁷ לתכנית הלימודים החדשה במתמטיקה ראה קישור:

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

⁸ 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>

⁹ קישור לדו"ח טימס הישראלי 2011 באתר ראמ"ה:

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

¹⁰ 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

לוח 2.3: תחומי התוכן בתכנית הלימודים הישנה והחדשה והשעות המוקדשות להוראה, לפי דרגות הכיתה

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

* תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה נכתבה להיקף הוראה של 4 שעות שבועיות בכיתה ז', ח' ו-ט' (120 שעות שנתיות). בשנים בהם התבצע המחקר ניתנה שעה תוספתית ולכן השעות בתכנית החדשה מסתכמות ב-150 שעות שנתיות (ראה סעיף יישום תכנית הלימודים).

** בתכנית הישנה נושאים מסוימים מתחום המספרים משולבים באלגברה

בתכנית הלימודים הקודמת נלמד כל אחד מתחומי התוכן כתחום נפרד, התכנית החדשה מדגישה את **הקישוריות** והשילוב בין נושאים בתחומי התוכן השונים, למשל, 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 מזמנת עיסוק בידע מתמטי בהקשרים שונים ועשויה לעודד פיתוח של חשיבה מתמטית ומיומנויות פתרון בעיות במקום שיון ותרגול.

בנוסף לכך, תכנית הלימודים החדשה פותחה תוך חשיבה על רצף בין הלמידה בחטיבת הביניים לבית הספר היסודי. היא מרחיבה ומעמיקה באופן **ספירלי** בנושאים שלמודם החל בבית הספר היסודי (על התשתית המתמטית בבית הספר היסודי ראה **תיבה 2.1**). הוראה באופן ספירלי מאפשרת ביסוס הידע הנרכש, כשרמת ההעמקה הולכת ועולה. הרצף בין תכניות הלימודים לבית הספר היסודי ולחטיבת הביניים מאפשר לתלמידים מעבר טבעי "רך" בין נושאים כשרמת החשיבה והעיסוק בהיבטים פורמליים של המתמטיקה עולה. למשל בגאומטריה נעשה המעבר בין עיסוק במדידות ותכונות של צורות גאומטריות (גאומטריה קדם-דדוקטיבית) המתחיל בבית הספר היסודי, לעיסוק בהוכחות פורמליות (גאומטריה דדוקטיבית) לקראת אמצע כיתה ח'.

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

במבוא של תכנית הלימודים החדשה קיימת התייחסות לתהליכים קוגניטיביים העומדים בבסיס פתרון הבעיות המתמטיות שאותן מבקשת תכנית הלימודים 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 האלו כמעטפת רעיונית כוללת הופיע זה כרציונל עוד בתוכנית הלימודים הקודמת. התהליכים האלו 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), **וגאומטריה ומדידות**. בכל אחת מדרגות הכיתה, כ- 75% מכלל שיעורי המתמטיקה עוסקים במספרים ופעולות, וכ- 25% מכלל השיעורים עוסקים בגאומטריה ומדידות. הנושאים והתכנים בכל אחד משני הנושאים המרכזיים נלמדים **באופן ספיראלי** 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, וכן הבעיות המילוליות לא נלמדות כנושא בפני עצמו אלא כיישום החוצה את כל הנושאים במתמטיקה).

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

הנושא **גאומטריה** מתמקד בפיתוח ראייה מרחבית ומדידות. גם במקרה זה, 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 בה פועל התלמיד.

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

¹¹ לתכנית הלימודים במתמטיקה לבית הספר היסודי ראה קישור באתר:

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 לימודים לחטיבה העליונה נמצאת בשלבי פיתוח מתמשך מזה כמה שנים. בהיעדר תכנית לימודים פותחה **תכנית היבחנות** לבחינות הבגרות המשמשת כתכנית לימודים בפועל ומכתיבה הלכה למעשה את הוראת המתמטיקה בבתי הספר התיכוניים בישראל. את התכנית קבע משרד החינוך בשנת הלימודים תשס"ח (2007) והיא 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 ותתי הנושאים הנדרשים בכל אחד משאלוני הבגרות. תלמידים הלומדים בהיקף של שלוש יחידות לימוד נבחנו בשלושה שאלוני בגרות: שאלון בחינה אחד בסיום כיתה י' (בדרך כלל), ושני שאלוני בחינה בסיום כיתה י"א. תלמידים הלומדים בהיקף של ארבע וחמש יחידות לימוד נבחנו בשני שאלונים כל אחד: שאלון בחינה בסיום כיתה י"א, ושאלון בחינה בסיום כיתה י"ב. כ-60% מהתלמידים הנבחנו לבגרות במתמטיקה מידי שנה לומדים לבגרות 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).¹² בין רמות הלימוד השונות קיימים הבדלים ניכרים הן בנושאי הלימוד והיקפם בכל אחד מהתחומים במתמטיקה והן ברמת הידע וההעמקה הנדרשת בכל אחד מהנושאים. רמת הקושי של השאלות בהן עוסקים התלמידים נגזרת המבדלים אלה והיא עולה ככל שרמת הלימוד עולה.

הדגש שניתן בתכניות היבחנות אלה **לידע מתמטי, מיומנויות וטכניקה מתמטית** רב יותר מאשר בתכנית 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 וה**הוראה הספירלית** הבאים לידי ביטוי באמצעות הכללת נושאים מסוימים ביותר משאלון אחד וברמות העמקה הולכות ועולות. אחד ההבדלים הבולטים בין תכנית ההיבחנות לארבע וחמש יחידות לימוד והתוכנית לשלוש יחידות לימוד הוא הדגש על נושא **האוריינות המתמטית**. בעוד שבתכניות לארבע וחמש יחידות יש מעט דגש על אוריינות מתמטית פר-סה, התכנית לשלוש יחידות לימוד מדגישה בעיקר את האוריינות המתמטית: פתרון בעיות "מציאותיות" (מתוך כל הנושאים הנלמדים), הדורשות (לצד יכולת קריאה והבנת הנקרא), ניתוח ויישום ידע המתמטי שאמור להיות שגור אצל התלמידים.

בשנת תשע"ב פורסם מאגר שאלות, רבות מהן אורייניות, שמשמש כמקור לשאלות שיופיעו בשאלון לבגרות אליו ניגשים תלמידי שלוש יחידות בסיום כיתה י' (שאלון 35801, שמשקלו 25% מסך כל הציון)¹³. על פי

¹² מבנה תכניות ההיבחנות וחלוקת הנושאים לפי שאלונים לבגרות ברמות של שלוש, ארבע וחמש יחידות לימוד בקישור הבא:
http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativaElyona/Mivne.htm

¹³ מאגר השאלות לבגרות מוצג בקישור הבא:
http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/ChativaElyona/Maagar3

מחבריו הרציונל העומד ביסוד פיתוח השאלות במאגר זה, הינו אורייני במהותו: להנגיש את המתמטיקה כשפה אוניברסאלית 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 שעשויות לעוסק בנושאים כגון קנייה, מכירה ותשלומים, התייקרויות והוזלות באחוזים. שאלות העוסקות בקריאת גרפים ייכללו גרפים המתארים מצבים "מציאותיים" ואף שאלות העוסקות בשינוי נושא בנוסחה תופענה בבחינה בהקשר מציאותי. במידה מסוימת, ניתן לזהות בגישה המאפיינת את תכנית ההיבחנות לבחינת הבגרות בשלוש יחידות לימוד ואת מאגר השאלות שנבנה לקראת בחינה זו את הגישה האופיינית של פיזה וההתייחסות של פיזה לאורייניות מתמטית (אם כי רמת השאלות האורייניות הן ברמה נמוכה יחסית המתאימה לתלמידים הניגשים למבחן של שלוש יחידות). הסעיף הבא עוסק באורייניות מתמטית בהוראת המקצוע בישראל.

2.2.1.3 אורייניות מתמטית בהוראת מתמטיקה בישראל

רעיון האורייניות המתמטית כחלק מהוראת המקצוע בבתי הספר זכה לתהודה בכתבי-עת בתחום החינוך מתמטי החל משנות ה-80 של המאה העשרים. הרעיונות השפיעו על התפיסה של אורייניות מתמטית שהובילו הוגי פיזה מראשיתה, ובמקביל על תפיסות בהוראת המתמטיקה בעולם כמו גם בישראל. בשנות ה-90 פותחה במחלקה להוראת המתמטיקה במכון ויצמן תכנית לימודים לכיתות ז' ו-ח' בשם **מתימחשב אלגברה**, שהתמקדה באורייניות מתמטית, כחלק מפרויקט "מחר 98"¹⁴. התכנית הציגה פעילויות חקר של בעיות מחיי היום-יום ו/או של בעיות מתמטיות בעזרת שימוש בגיליון אלקטרוני ולומדות נוספות. התכנית, פעלה במערכת החינוך לאורך השנים בהיקף מצומצם. שאלות מתכנית לימודים זו שולבו מאוחר יותר בספרי לימוד אחרים. אך למרות השילוב המוקדם של הגישה האוריינית בהוראת המתמטיקה, היא לא הוטמעה כמרכיב אורגני בתכניות הלימודים בישראל אלא נותרה כעיסוק תוספתי לתכנית המרכזית. יחד עם זאת, בשנים האחרונות היא הולכת וקונה לה אחיזה בהוראת המתמטיקה בישראל בדרכים מגוונות:

1. שילוב הגישה האוריינית בתכניות הלימודים

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

- **קישוריות** בין נושאי לימוד והוראה **ספירלית**. הרעיון לקשור בין נושאים שונים בעת ההוראה ורעיון הספירליות הם לכשעצמם רעיונות המייצגים גישה אוריינית. גישה זו בהוראה גם מאפשרת לעסוק בבעיות אינטגרטיביות, המשלבות תחומי תוכן מנושאים שונים ברמות העמקה שונות, המאפיין בעיות בזיקה אוריינית שהן אותנטיות וקשורות למציאות ולחיי היום-יום.
- **לימוד לקראת הבנה** ופיתוח **תובנה מספרית** ו**תובנה גאומטרית** תוך הדגשת מגוון האסטרטגיות הקיימות לפתרון בעיות וגילוי פתיחות לדרכי פתרון שונות במקום הדגשת השליטה בשיטות חישוב

בכל שאלה מהמאגר ניתן לשנות בבחינת הבגרות את המספרים המופיעים בשאלה, להוסיף סעיפי מדרגה, להוריד סעיפים, להוסיף סרטוטים וכדומה. בשנת תשע"ג פורסם מאגר שאלות עבוד שאלון 35802 המיועד לתלמידי שלוש יחידות לימוד בכיתה י"א

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

פורמליות ובפרוצדורות מתמטיות. גישה זו מאפשרת לעסוק בבעיות המדגישות לא רק את התוצאה אלא גם את התהליך. רעיונות אלה הם לב האוריינות המתמטית.

- שילוב נושאים חדשים כמו למשל פיתוח יכולת אומדן או מדידות הקשורים לבעיות מחיי היום-יום ומדגישים את הרלוונטיות לסביבה בה פועל התלמיד. נקודה זו מדגימה כי לא רק הגישה להוראה השתנתה בעצם הטמעת הרעיונות של אוריינות מתמטית אלא גם תחומי התוכן עצמם (אומדנים, מדידות וכיוצא בזאת). כמו כן, תפיסות אלה בתכניות הלימודים החדשות ובתכנית ההיבחנות נמצאות בהלימה עם התפיסה העומדות ביסוד המסגרת המושגית של פיזה.

2. שילוב משימות אורייניות בהשתלמויות המורים, בספרי הלימוד ובמבחנים רחבי ההיקף במערכת החינוך בישראל

- מחברי 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 של השאלות האורייניות במבחן לכיתה ח' (כמו גם במבחן לכיתה ה') עלה בין השנים 2008 ואילך ובפרט בעקבות החלת הלימוד לפי תכניות הלימודים החדשות במתמטיקה.
 - 25% מציון בחינת הבגרות לתלמידי שלוש יחידות לימוד בעת עריכת המחקר התבסס על השאלות האורייניות המרכיבות את השאלון אליו נוגשים בדרך כלל בכיתה י'. בשנה שלאחר המחקר, תשע"ג, הוטמע שאלון נוסף בהיקף של 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 לטיפול האוריינות.
 - תכנית "מצוינות"¹⁵ בחטיבת הביניים מתמקדת בעיקר בשאלות אורייניות שנעשה בהן קישור 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.
- סוגי השאלות והמשימות ששולבו בהוראת המתמטיקה בישראל, הן בספרים שהופצו ובתוכניות ההתערבות, והן במבחני המיצ"ב ובמבחני הבגרות דומים במידה רבה לשאלות ולמשימות במבחן פיזה. הדמיון קיים הן בתוכן המתמטי, הן בהקשר של הבעיות הלקוח מחיי היום-יום האופייני לאדם צעיר בסביבה הטבעית שלו במדינה מודרנית והן בתהליכים המתמטיים הנדרשים לפתרון.

¹⁵ תכנית "מצוינות" היא חלק מהתכנית "מיצוי ומצוינות" שפותחה על ידי האוניברסיטה העברית (התכנית למיצוי) והטכניון (התכנית למצוינות) לקידום תלמידי הקצוות ופעלה כתכנית ניסויית החל משנה"ל תשס"ג, ביוזמתו 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

3. הפעלת תכניות ייעודיות להטמעת אוריינות מתמטית

- 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 הדורשות 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 (בד"כ הוצגו מספר גישות לפתרון) והסברים לשילוב המשימות בהוראה.
 - התכנית הלאומית לחיזוק האוריינות בכיתות ט' ו-י' 2012: בשנה שלקראת המחקר הנוכחי (תשע"א) יזם משרד החינוך **מהלך ייעודי לחיזוק האוריינות בקריאה, במדעים ובמתמטיקה – "התכנית הלאומית לחיזוק האוריינות"** אשר התמקדה בכיתות ט' ו-י'. במסגרת התוכנית הוקם פורטל ברשת האינטרנט בשם "התכנית לשיפור הכשירות האוריינית" ובו רוכזו משימות רבות באוריינות בשלושת תחומי הדעת ממקורות שונים (שאלות מהתכנית לטיפול האוריינות בסעיף הקודם (2006), שאלות ממחקר פיזה ששחררו לפרסום ושאלות נוספות בסגנון פיזה שפותחו או לוקטו). המשימות מופו והוצגו כשהם ממוינות לפי תחומי דעת ובתוך כל תחום דעת לפי נושאים ותת נושאים. התכנית לוותה בהשתלמויות מורים בהן התקיימו דיונים בנוגע למשימות אלה, והמורים נתבקשו לשלב את המשימות בכיתה ט' ו-י' כחלק אינטגרלי מתהליך ההוראה השוטף במתמטיקה בכיתות ט' ובכיתות י' (זאת בכל ההקבצות ובכל רמות הלימוד) – משימה אחת לשבוע, לפי רצף שנקבע בפורטל.
- מהלך זה היווה המשך ישיר (או חלק) ממהלך לחיזוק הידע והמיומנויות בשפת אם, מתמטיקה ומדעים. מהלך זה היה רווי משאבים והופעל החל משנת הלימודים תש"ע בכיתות ז' (ובתשע"א "צמח" לכיתות ח' ובתשע"ב לכיתות ט'). המהלך כונה התוכנית לקידום ההישגים וכחלק ממנו הוטמעה תכנית הלימודים החדשה לחטיבת הביניים.¹⁶ כחלק מהתוכנית, תלמידים שהיו בכיתה ט' בשנת תשע"ב קיבלו שעה תוספתית לצורך הטמעת תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה בחטיבות הביניים. תלמידי שלוש יחידות לימוד שהיו בכיתה י' בשנה זו קיבלו שעה תוספתית לצורך הטמעת התכנית הלאומית לחיזוק האוריינות. המשאבים שניתנו במסגרת התוכנית כללו תוספת שעות למוד, תוספת הדרכות, השתלמויות מורים, פיתוח חומרי למידה חדשים ואכיפה ומגברת של הוראת תחומי הדעת הללו על פי תכניות הלימודים הרשמיות. משאבים אלו ניתנו במטרה לשפר את ההישגים בתחומי הדעת המרכזיים. לשם כך הוצבו יעדים כמותיים-מדידים מפורשים בתחום ההישגים הלימודיים במתמטיקה, מדעים ושפת-אם במבחנים הלאומיים (מיצ"ב) ובמחקרים הבין-לאומיים שבהן ישראל עמדה להשתתף באותן שנים (טימס 2011, פירלס 2011 ופיזה 2012). אפשר להניח כי אורה זו של חתירה להישגים השפיעה על המוטיבציה של מורים ותלמידים כאחד באותן שנים ללמד נושאים אלו ועל המוטיבציה במבחנים עצמם.

¹⁶ עוד על התכנית לקידום ההישגים ראה דוח טימס 2011 באתר ראמ"ה בקישור:

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

פרק 3: הביצוע של מחקר פיזה 2012

פרק זה מתאר בהרחבה את השיטה שבה הועבר מחקר פיזה בכלל ובישראל בפרט. מחקר פיזה מתאפיין בתקנים רבים ובהקפדה רבה ביותר על יישומם בנוגע לביצוע שלבי המחקר השונים: דגימה, תרגום, הליכי העברת המבחן בבתי הספר, בדיקת המבחנים, ועוד. תקנים אלו נועדו לאפשר בקרה על איכות הנתונים הנאספים באופן שיאפשר להשוות בין כלל המדינות המשתתפות באופן מהימן ותקף. במחקר 2012 נבחנה ישראל לראשונה כאמור, לא רק במבחני "נייר ועיפרון" סטנדרטיים (להלן "מבחנים מודפסים"), כפי שנהוג היה במחקרי פיזה עד כה, אלא גם במבחנים ממוחשבים: האחד באוריינות מתמטיקה והאחר בקריאה דיגיטלית.¹⁷ זאת כחלק ממדיניות פיזה לעבור בהדרגה למבחן שכולו ממוחשב, כמתוכנן לקראת מחזור מחקר פיזה שיערך ב-2015.

3.1: חומרי ההערכה¹⁸

3.1.1: חוברות המבחן המודפס

מחקר 2012 כלל 17 חוברות מבחן מודפסות. כל חוברת מבחן כללה ארבעה מקבצי שאלות המכונים "אשכולות" (clusters). כל אשכול עוסק בתחום דעת אחד בלבד, דהיינו, אשכול במתמטיקה מכיל רק יחידות מבחן באוריינות מתמטיקה, אשכול מדעים מכיל יחידות באוריינות מדעים ואשכול קריאה המכיל יחידות באוריינות קריאה. מתוך 17 חוברות המבחן, 13 חוברות מבחן הכילו אשכולות באחד או יותר משלושת תחומי האוריינות – מתמטיקה, קריאה ומדעים. ארבע חוברות המבחן הנותרות (14-17), היו רק במדינות שבחרו להשתתף באופציה של אוריינות כלכלית והן הורכבו מאשכולות באוריינות כלכלית¹⁹, 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 יכול היה להופיע פעם אחת בכל אחד מארבעת המיקומים האפשריים (לדוגמה: אשכול נתון במתמטיקה הופיע כאשכול הראשון בחוברת מבחן מספר 7, כאשכול השני בחוברת מבחן מספר 4 כאשכול השלישי בחוברת מבחן מספר 1 וכאשכול רביעי בחוברת מבחן מספר 12 וכיו"ב).²⁰ כל אשכול הכיל כ-4 עד 6 יחידות (units). יחידה היא מטלה הכוללת גִּיּוּן (stimulus) (כגון טקסט, לוח ו/או תרשים) ולאחריו מספר פריטים (items) – שהם בעצם השאלות המתייחסים 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 הכל 116 יחידות. כמה מיחידות המבחן הן יחידות שהועברו במחזורי

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

¹⁸ על מפוי פריטי המבחן באוריינות מתמטית בשלושת ההיבטים הנגזרים מתוך המסגרת המושגית של המבחן ראה פרק 2.

¹⁹ כאמור בפרק 1, התוצאות בתחום זה לא יוצגו בפעמייה הראשונה של הדוח. הממצאים בדוח הנוכחי, בתחומי האוריינות מתמטיקה, מדעים וקריאה מתבססים רק על הנתונים שנאספו ב-13 חוברות המבחן הראשונות.

²⁰ ממחקרים אחרים ידוע כי מיקום הפריטים במבחן משפיע על שיעור ההשבה ועל שיעורי המשיבים נכונה. ככל שפריט ממוקם קרוב יותר לתחילת מבחן, כך משיבים עליו יותר נבחנים ושיעורי ההצלחה שלו גבוהים יותר. על כן חשוב לבקר את מיקומם של הפריטים במבחן.

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

היחס בין שאלות סגורות לפתוחות משתנה בתחומי האוריינות השונים: במתמטיקה כ-40% מן השאלות הן סגורות, בקריאה כ-45%, במדעים כ-65% (ובאוריינות כלכלית כ-55%). דוגמאות ליחידות ופריטי מבחן בעברית ובערבית (שתורגמו מהמקור באגלית ובצרפתית) ניתן למצוא באתר הראמ"ה²¹.

3.1.2: המבחן הממוחשב

במחקר פיזה 2012, כאמור, נערך לראשונה מבחן בפורמט ממוחשב בישראל וזאת מתוך כוונה של עורכי פיזה לעבור באופן הדרגתי במחקרי פיזה להיבחנות באמצעות ממוחשבים, כאשר המעבר למבחנים ממוחשבים אמור להיות מושלם במחזור מחקר פיזה 2015. במחקר 2012 נערכו בישראל מבחנים ממוחשבים שבדקו שלושה תחומים: אוריינות מתמטיקה, קריאה דיגיטלית ופתרון בעיות²². אופנות המבחן הממוחשבת מאפשרת חידושים רבים בהערכת התחומים השונים מעבר לתצוגה מאירת עיניים ודינמיות בתגובות הנבחנים. עם זאת, למרות שקיים דמיון תוכני בין המבחן במתמטיקה המודפס למבחן במתמטיקה הממוחשב ואפשר לראות במבחן הממוחשב מעין הרחבה של המבחן המודפס, הרי שלא כך הוא המצב בתחום הקריאה. בתחום זה, ישנו הבדל מהותי ואיכותי בין תחומי הדעת הנבדקים במבחן הממוחשב לבין המבחן המודפס. בעוד המבחן המודפס בודק אוריינות קריאה בטקסטים המוצגים באמצעים מסורתיים (ראו בהרחבה בדוח פיזה 2009)²³, המבחן הממוחשב בודק מיומנות חדשה במבחנים המכונה **קריאה דיגיטלית** (או אלקטרונית). מיומנות זו של קריאה דיגיטלית, המהווה את אחת ממיומנויות המאה ה-21, מאפיינת את האתגרים המצפים לאזרחים צעירים במדינה מפותחת ומודרנית. עוד על קריאה דיגיטלית ועל מתמטיקה במבחן הממוחשב ראו **בפרקים 2, 4 ו-5 בדוח זה**.

המבחנים הממוחשבים כללו 24 נוסחים שונים. כל נוסח כלל שני אשכולות. גם כאן, כל אשכול כלל מספר יחידות בתחום דעת אחד בלבד. מאגר האשכולות בתחומים השונים כלל ארבעה אשכולות במתמטיקה, ארבעה אשכולות בפתרון בעיות ושניים בקריאה דיגיטלית ממנו נבנו 24 הנוסחים (תוך בקרה על אפקט הסדר). היחידות הורכבו מ-15 יחידות במתמטיקה, 6 יחידות בקריאה ו-16 יחידות בפתרון בעיות, ובסך הכל 37 יחידות. כל יחידה הכילה, פריטים, כאשר אלו יכלו להיות "סגורים" (כגון "שאלות רב ברירה" ושאלות

²¹ http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/Quest_Dug.htm

²² כאמור בפרק 1, ממצאי המבחן בפתרון בעיות לא יוצגו בפעילה הראשונה של הדוח

²³ http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2009_Report.htm

שאותן המחשב יכול לבדוק לבד כגון לחיצה/הקלקה על איור מסויים על המסך, גרירה של אלמנטים וסדורם בסדר מסוים וכיוב', "פתוחים פשוטים" (הקלדה של תשובה מספרית שהמחשב יכול לבדוק את נכונותה) או "פתוחים" (הנבחן מתבקש להקליד את תשובתו בתוך תיבת טקסט והתשובה נבדקת מאוחר יותר על ידי מעריך אנושי. היחס בין שאלות סגורות לפתוחות משתנה לפי תחומי האוריינות השונים: במתמטיקה כ-29% מן השאלות היו סגורות, בקריאה כ-63% (ובפתרון בעיות כ-28%). דוגמאות ליחידות ופריטי מבחן ניתן למצוא באתר הראמ"ה⁴.

3.1.3 הליך פיתוח הפריטים והמבחן

על בסיס המסגרת המושגית של המחקר (framework) שפותחה על ידי חברת Pearson האמריקאית, פותחו יחידות המבחן והמבחן בכללותו. דרך פיתוחן של יחידות המבחן, הן המודפס והן הממוחשב, נועד לבטא נאמנה את מטרות המחקר ולשקף את המסגרת המושגית של תחומי האוריינות השונים. את פריטי המבחן, בכל תחום נתון, פיתחו באופן ראשוני נציגים מארצות שונות ובהן קבוצה מישראל²⁴, 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 וגיבוש המבחן הלכה למעשה נעשה על ידי צוות מקצועי בגוף שנשכר על ידי ה-OECD לניהול המחקר ולפיתוח המבחנים (ארגון A.C.E.R. מאוסטרליה) – גוף המתמחה במדידה והערכה חינוכית ואחראי 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. המדינות מוזמנות בשלב הפיתוח להעיר על היחידות והשאלות בהיבטים האלה: מידת ההתאמה התרבותית והטיות אפשריות, מידת הרלוונטיות לתלמידים בני 15 בהקשרים שונים, ומידת המוכרות והעניין שיש בו. תהליך ההיוועצות במדינות השונות נעשה הן כחלק מפיתוח הפריטים למחקר החלוץ והן לשם בחירת היחידות לקראת המחקר העיקרי (ראו בהמשך פירוט לגבי שלבים אלו). בכל שלב בפיתוח היחידות מפתחי המבחן וצוותי המומחים עורכים תיקונים והתאמות, עד לגיבוש הסופי של היחידות שנכללו במחקר החלוץ ובמחקר העיקרי. תיקונים נערכים גם בעקבות מחקר החלוץ שממנו מתקבלים נתונים פסיכומטריים אמפיריים לאומיים ובין-לאומיים על פריטי המבחן.

3.1.3: שאלוני הרקע והעמדות

בנוסף על חוברות המבחן בשלושת תחומי הדעת השונים, הועברו במחקר בקרב כלל המדינות המשתתפות שני שאלונים: "שאלון לבית הספר", שמולא בידי מנהל בית הספר (או נציג מטעמו), ו"שאלון לתלמיד". שני השאלונים במחקר 2012 נתנו דגש מיוחד לתחום המתמטיקה, שהיה התחום הראשי במחקר פיזה 2012. השאלון לתלמיד כלל שאלות אודות התלמיד עצמו, משפחתו, סביבתו הלימודית, לימודי המתמטיקה שלו, גישתו למחשבים ותקשוב, זמינותם של אלה. בניגוד למחזורי המחקר הקודמים שבהם היה רק נוסח שאלון אחד לתלמיד ונוסח אחד למנהל, במחזור הנוכחי היו שלושה נוסחי שאלון לתלמיד. בכל נוסח היה חלק אחד המשותף לכל השלושה (שעסק בנתונים הדמוגרפיים של התלמיד), וחלק אשר השתנה מנוסח לנוסח. שיטה זו ניצלה את העובדה כי הנתונים נאספים לצרכים של דיווח לאומי ולא לדיווח ברמת התלמיד הבודד ואיפשרה

²⁴ שתיים מבין היחידות שפיתחה הקבוצה מישראל התקבלו למחקר החלוץ ואחת מהיחידות שימשה במחקר העיקרי.

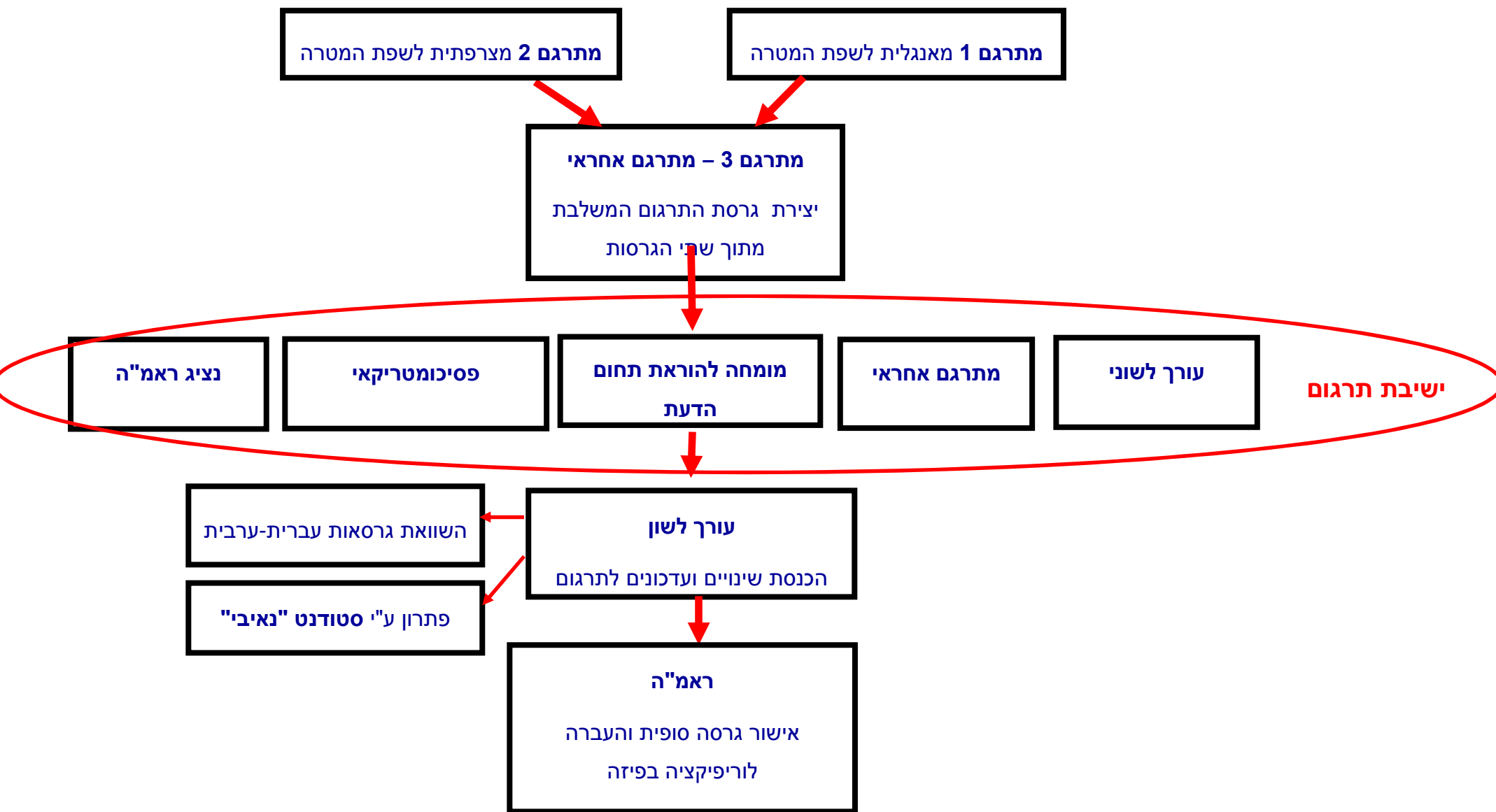
איסוף מידע רב יותר מאשר בעבר בשאלון לתלמיד. השאלון למנהל בית הספר כלל שאלות אודות בית הספר עצמו, התלמידים והמורים בו, משאביו, ההוראה ותכניות הלימודים שבו, תוך התמקדות בהוראת המתמטיקה וכן אקלימו, מדיניותו ודפוסי עבודתו (ומידד אודות הוראה של חינוך כלכלי). מידע זה מאפשר לנתח את ההישגים במתמטיקה על פי היבטים 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 שעסק במידת נגישותם של אמצעי תקשוב המכונה השאלון (Information and Communication Technologies), ובאמצעותו 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 כחלק 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. מדינות שהשפה בהן אינה אנגלית או צרפתית תרגמו והתאימו את המבחנים ואת שאר 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, המשמשות כשפות ההוראה בבתי הספר בישראל. הליך התרגום נקבע בפירוט על ידי מארגני פיזה, והתרגום וההתאמה לעברית ולערבית נעשה בהתאם להליך זה במקביל ובאופן בלתי תלוי לשתי שפות המטרה. בנוסף, הליך התרגום בישראל לווה בהליכים נוספים של בקרת איכות (כגון, שלב הדיון בגרסת מתאם התרגום, הכולל אנשי מקצוע בתחומים השונים, שלב ההשוואה בין התרגום בעברית והתרגום בערבית ועוד). הליך התרגום המוקדם 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 המסיחים 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 הליך התרגום שעל פיו תורגמו יחידות המבחנים בישראל על שלביו השונים. לאחר סיומו, ולפני העיצוב 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 רכיבי כל פריט ופריט כמו גם הממשק/דפדפן שבו מוצגים הפריטים מותאמים כולם לכיווני הטקסט (לדוגמא, אם בגרסת המקור, תיבת הגרין נמצאת בצד השמאלי של המסך והפריטים בצד הימני בגרסה הישראלית על הגרין לעבור לצד הימני; דוגמא קטנה נוספת, חץ ימינה מייצג בדפי מחשב בשפות הנקראות משמאל לימין מעבר לדף הבא, וממוקם לרוב בצד ימין למטה, ובישראל יש להפוך את כיוונו של החץ ולמקמו

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



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 חלק מהפריטים. לדוגמא, בפריט מסוים התבקשו התלמידים לסדר אובייקטים ממוספרים אך לא צוין האם הכיוון מגדול לקטן צריך להיעשות משמאל לימין או להיפך. מכיוון שתלמידים ישראליים לעיתים מסדרים רכיבים מימין לשמאל, לפי כיוון הקריאה אליו הם רגילים, ולעיתים מסדרים משמאל לימין, בהתאם לסדר החשובי של הספרות, נדרשה התאמה בתוכנת הבדיקה האוטומטית כדי לקבל גם את התשובה "הפוכה" כזו כנכונה. מכלול ההתאמות האלה דרשו מעורבות שוטפת ושלב בדיקה רבים של תפעול הבחינה הממוחשבת על ידי מרכז המחקר בישראל וכן שיתוף פעולה מלא של מפתחי התוכנה בארגון הבינלאומי (שבדרך אינם קוראים עברית או ערבית ואינם יכולים לאתר בעצמם קשיים אלו בהתאמת המבחן לשפות ימין-שמאל).

3.2 מחקר החלוצי

כל יחידות המבחן שפותחו לצורך המחקר הנוכחי, וכן שאלוני הרקע, נוסו במחקר חלוצי נרחב בשנת 2011, שנערך כשנה לפני המחקר העיקרי, בכל המדינות המשתתפות, ובהן ישראל. מחקר החלוצי נערך בישראל בחודשים מרץ-אפריל 2011. המחקר הועבר במדגם של 90 בתי ספר והשתתפו בו 2778 תלמידים, חלקם נבחנו רק במבחן הממוחשב וחלקם הן במבחן הממוחשב והן במבחן המודפס. במהלך מחקר החלוצי, שדמה במבנה ובהליך למחקר העיקרי, הועברו גם השאלונים לתלמידים ולמנהלים. התלמידים ובתי הספר שנדגמו למחקר החלוצי לא היוו מדגם מייצג של כלל התלמידים במחזור זה של תלמידים בני 15. במחקר החלוצי קיימת גמישות במידה מסוימת למנהלי המחקר בכל מדינה בדגימת בתי הספר. כאשר המדגם צריך להיות כזה שייצג במידה סבירה את אוכלוסיית המטרה וישרת את מטרות מחקר החלוצי, ובעיקר, איסוף מספר תגובות מספק מתלמידים ברמות בקיאות שונות, לשם איתור תקלות בתרגום והכללת בתי ספר משכבות דגימה שונות באופן שיאפשר חשיפת בעיות לוגיסטיות הקשורות להעברת המחקר.

נתוני מחקר החלוצי עובדו ונותחו במרכז פיזה הבין-לאומי, ונתוני כל מדינה נתונה נשלחו למנהלי המחקר הלאומיים שלה. הנתונים כללו את התפלגות התשובות לכל אחת משאלות המבחן, וכן נתונים פסיכומטריים אודות כל פריט (כגון, דרגת הקושי ורמת האבחנה של הפריטים), במדינה ובמוצע מעבר למדינות 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 לערוך ניתוח פריטים, דהיינו לבדוק את הנתונים הפסיכומטריים של הפריטים ובמקרה של ממצאים חריגים לערוך בדיקה חוזרת לתוכן ולצורה שבה הוצגו הפריטים בעלי נתונים חריגים אלו (למשל, לבדוק האם ישנן בעיות בתרגום ובהתאמה התרבותית או בהפקה - בעיות דפוס, עיצוב גרפי, בעיות ב-layout במעבר בפריטים הממוחשבים משפות שמאל-ימין לשפות ימין-שמאל וכיו"ב, בעיות במחווה או בהגדרות של הבדיקה האוטומטית שמקשים או מקלים על קריאת השאלה, הבנתה, פתרונה או בדיקתה באופן נכון).

ברמה הבין-לאומית התבססו עורכי המחקר על נתוני מחקר החלוצי כדי לבחור את השאלות הטובות ביותר לשימוש במחקר העיקרי (למשל, שאלות המבחינות ביותר, שאין בהן הטיות תרבותיות, מגדריות וכיו"ב), תוך לקיחה בחשבון של הצורך בבניית מבחן המאזן בין שאלות בעלות דרגות קושי שונות. כך, על סמך נתוני מחקר

החלוץ גיבשו עורכי המחקר, ברמה הבין-לאומית, את חומרי ההערכה הסופיים - חוברות המבחן והשאלונים לתלמיד ולבית הספר.

מטרה נוספת של מחקר החלוץ היא לבדוק את הליך העברת המבחן בכללותו על ההיבטים הלוגיסטיים שבו, החל משלב הדגימה, הפנייה לבתי הספר, העברת המבחן ואיסוף הנתונים ועוד. במקרה דנן, מטרה מרכזית במחקר החלוץ הייתה לבדוק גם את עריכת 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 השענות על תשתיות החומרה והתוכנה הקיימות בבתי ספר.

בעקבות ניתוח התוצאות של מחקר החלוץ בישראל אותרו מספר קשיים בהפקה ובעיצוב, בעיות בהתאמה התרבותית בנוסחים בעברית ובערבית ואף מספר קשיים ובעיות לשוניות בנוסחים בעברית ובערבית של שאלות המחקרים שהושאלו ממחזורים קודמים של מחקר פיזה. כל אלה תוקנו לקראת המחקר העיקרי. קושי מרכזי שעלה ממחקר החלוץ בישראל היה השונות הגדולה בתשתיות המחשבים (חומרה ותוכנה) בבתי הספר. בחלק מבתי הספר עלה קושי גדול להסתמך על המחשבים כדי לערוך את המבחנים הממוחשבים. לאור זאת, לקראת המחקר העיקרי, הוחלט במרכז המחקר הלאומי (ראמ"ה) להגיע עם מעבדות ניידות של מחשבים לבתי הספר ביום ההיבחנות.

3.3: המחקר העיקרי

השלב העיקרי במחקר פיזה 2012 - שלב העברת המבחנים והשאלונים הנלווים אליהם - בוצע 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 והכנת נוסחי המבחנים הממוחשבים בעברית ובערבית ועריכת מחקר החלוץ. שלבי המחקר העיקרי כללו את העברת המבחנים והשאלונים בבתי הספר על מדגם מייצג של בית ספר ותלמידים, בדיקת המבחנים וציונם, עיבוד הנתונים וניתוחם, ופרסום הנתונים על-ידי ה-OECD (בישראל, על ידי ראמ"ה). במקרה של פיזה 2012, הפרסום נערך בדצמבר 2013. להלן יתוארו 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 ה-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 ישיר 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 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 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 בתוכנית למודים 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. אוכלוסיית הנבחנים בישראל, אם כן, שהוגדרה לצורך מחקר פיזה 2012 כללה את כל בני ה-15 (למעשה, כל ילידי 1996) שלומדים במוסד חינוכי כלשהו בישראל²⁵.

מסגרת הדגימה

מתוך אוכלוסיית המטרה נבנתה מסגרת הדגימה. כדי להבטיח כסוי טוב ככל הניתן של אוכלוסיית המטרה בכל מדינה משתתפת (וכך להבטיח את תקפותה של ההשוואה בין ההישגים בכל המדינות המשתתפות) הסטנדרטים של פיזה מאפשרים למדינות לפטור מאוכלוסיית המחקר רק עד 5% מהתלמידים באוכלוסיית המטרה, אם באמצעות הוצאת בתי ספר שלמים מן המחקר ואם באמצעות הוצאת תלמידים בודדים בתוך בתי ספר שנדגמו להשתתף במחקר. להלן:

1. הוצאת בתי ספר שלמים ממסגרת הדגימה: הגדרות המחקר מציבות כללים ברורים בדבר הוצאת מוסדות חינוך שלמים ממסגרת הדגימה: בכל מדינה אפשר להוציא ממסגרת זו בתי ספר שאינם נגישים (למשל, בשל ריחוק גיאוגרפי). בדרך זו אפשר לפטור עד 0.5% מאוכלוסיית היעד; בנוסף לכך אפשר להוציא עד 2% מאוכלוסיית המטרה, על ידי הוצאה ממסגרת הדגימה של בתי ספר שכלל התלמידים הלומדים בהם פטורים מהשתתפות בבחינה (ראו הכללים למתן פטור לתלמיד בסעיף הבא), כגון בתי ספר לחינוך מיוחד, שבהם כלל התלמידים הם בהגדרה בעלי צרכים מיוחדים, מוסדות אולפן, שבהם בהגדרה כלל התלמידים אינם שולטים בשפת הבחינה, וכיו"ב. כך על פי כללים אלו אפשר אפוא לפטור מן המחקר עד 2.5% מאוכלוסיית התלמידים על ידי הוצאת בתי ספר שלמים ממסגרת הדגימה. בישראל, הוצאו ממסגרת הדגימה לפי סעיף זה בתי ספר של החינוך המיוחד ובתי ספר שנמצאים במוסדות רפואיים, ובסך הכול, שיעור התלמידים שהוצאו ממסגרת הדגימה בישראל שלב 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 מהמבחן המשותפים לאחת מהקטגוריות הבאות: בעלי לקויים גופניים שאינם מאפשרים להם להיבחן ולהשתתף במחקר, בעלי לקויים שפתיים או לימודיים/קוגניטיביים שאינם מאפשרים להם להיבחן במשך שעותיים בכוחות

²⁵ להוציא את התלמידים הערביים במזרח ירושלים שאינם נכללים באוכלוסיית המטרה של המחקר מאז מחזור המחקר הראשון.

עצמם ללא כל התאמות או תנאים מיוחדים (כגון תלמידים בעלי צרכים מיוחדים ובכלל זה תלמידים הזכאים לתמיכה מתוכנית השילוב - תלמידי חינוך מיוחד המשולבים בבתי ספר רגילים) ותלמידים בעלי מגבלה שפתית (כגון, מהגרים, בישראל - עולים חדשים, שטרם רכשו את היכולת לקרוא ולכתוב בשפת הבחינה). בישראל הוצאו ממסגרת הדגימה על פי סעיפים אלו עוד 150 תלמידים שהיוו 1.67% מהתלמידים באוכלוסיית המטרה (ראו להלן, ההשתתפות בפועל). בסך הכול הוצאו ממסגרת הדגימה בישראל 4.13% מהתלמידים בני ה-15.

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

המדגם והליך הדגימה למחקר פיזה 2012 בישראל

שיטת הדגימה במחקר פיזה מוכתבת ומפוקחת על ידי הארגון הבינלאומי, ואף הדגימה עצמה נעשית בפועל על ידו, באמצעות תוכנה ייעודית. מדגם פיזה הוא מדגם דו-שלבי, דהיינו, בשלב הראשון נדגמים בתי ספר ובשלב השני נדגמים תלמידים בתוך כל בית ספר שנדגם כמתואר להלן:

1. *דגימת בתי ספר*: בכל מדינה נעשתה דגימת בתי הספר על ידי מארגני מחקר פיזה, מתוך רשימת בתי ספר שסיפק להם מרכז המחקר הלאומי של המדינה, וזאת בשיטת דגימת שכבות (ראו להלן). הקביעה של שכבות הדגימה ודגימה נפרד מכל שכבה נועדה להבטיח ייצוג הולם של כל שכבה במדגם במטרה שהמדגם ייצג כהלכה את אוכלוסיית המטרה. ייצוגיות המדגם משתפרת על ידי כך שבכל שכבה, מספר המוסדות הנדגם הוא ביחס ישר לגודלה היחסי של השכבה באוכלוסייה. השכבות יכולות להיות שכבות 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), וכיו"ב. השכבות הרלוונטיות לכל מדינה עשויות, אפוא, להיות שונות והם 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" (במקרה של מחקר 2012 בישראל מדובר כאמור על כל ילידי שנת 1996), ומתוכה נדגמו באקראי 43 תלמידים²⁶ (אם היו כמספר הזה תלמיד פיזה בבית הספר המסוים), או פחות (כמספר "תלמידי פיזה" באותו בית ספר). מאחר, שמחד גיסא, הסיכוי של בית ספר להידגם למחקר גדול יותר ככל שבית הספר "גדול יותר" (מכיל 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 ארצית, לכל תלמיד שנכלל במסגרת הדגימה יש למעשה סיכוי שווים להידגם למחקר.

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

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

שכבות הדגימה

לפני הדגימה יש לסווג את בתי הספר לשכבות הדגימה, כמתואר לעיל. שכבות אלו הן נקבעות בדרך כלל על פי משתנים שידוע לגביהם (או שקיים סיכוי סביר) שיש 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 גם במדינות רבות נוספות) הוא המצב החברתי-כלכלי של תלמידי בית הספר²⁷. שכבות הדגימה הסמויות עוזרות למיין את בתי ספר בתוך כל קבוצה של שכבת דגימה גלויה. השכבות השונות אשר שימשו במחקר פיזה 2012 מוצגות ב**לוח 3.1** להלן.

לוח 3.1: שכבות הדגימה במחקר פיזה 2012 בישראל

שם שכבת הדגימה	סוג שכבה הדגימה	רמות בתוך השכבה
מגזר שפה	גלויה	דוברי עברית; דוברי ערבית
מגזר	גלויה	בנות; בנים
סוג הפיקוח (בתוך דוברי עברית בלבד)	גלויה	ממלכתי; ממ"ד; חרדי
קבוצה אתנית (בתוך דוברי ערבית בלבד)	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 מנהלי גיאוגרפי	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". החלוקה הזו תואמת כמעט תמיד גם את שפת המבחן (ובתי ספר דוברי עברית נבחנו בעברית בעוד שבתי ספר דוברי ערבית נבחנו במבחן הפיזה בערבית). בתי ספר דוברי עברית כוללים מוסדות שחולקו לשכבות לפי סוג הפיקוח (מייצג סוג פיקוח חינוכי עיקרי ומגדר הלומדים במוסד): ממלכתי, ממלכתי-דתי (בנות, בנים או מעורב) וחרדי על כל זרמיו והגדרותיו²⁸ (בנות, בנים ומעורב), ומוסדות חינוך/לימוד בפיקוח משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה (תמ"ת). בתי ספר דוברי ערבית כוללים מוסדות בפיקוח משרד החינוך שחולקו לשכבות לפי מגזר: ערבי, דרוזי ובדואי, ומוסדות בפיקוח משרד התמ"ת.

²⁷ המצב החברתי-כלכלי של בתי הספר בישראל מחושב על פי מדד טיפוח בית-ספרי המשמש את משרד החינוך, מדד שטראוס. המדד הבית ספרי הוא ממוצע המחושב מדד הטיפוח של כל התלמידים הלומדים בבית 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 - הנמוכה והבינונית - של המדד. מדד הטיפוח (מדד "שטראוס") כולל מרכיבים המשקפים היבטים כלכליים ודמוגרפיים אישיים (כגון רמת ההשכלה של ההורים, סטטוס עליה) ובית ספריים (ההכנסה החציונית של תלמידי בית הספר ופריפריאליות).

²⁸ בתי ספר אלו יכולים להיות מוכרים ושאינם מוכרים, להיות תחת הגדרה של מוסדות פטור, מוסדות חינוך רשמיים ושאינם רשמיים, לכלול כוללים, שיבות, אולפנות וכיו"ב.

שיעורי ההשתתפות

על פי התקנים של מחקר פיזה נדרש מדגם של לפחות 150 בתי ספר בכל מדינה ו-5000 תלמידים. גודל זה של מדגם מבטיח את יציבות המדדים הסטטיסטיים השונים וכי טעות המדידה של אינדיקטורים שונים לא יעלה על ערכים מקובלים. חשוב לציין כי גדלי מדגם אלו מיועדים לכל המדינות המשתתפות בין אם מדובר במדינה גדולה כמו ארצות הברית או במדינה קטנה כמו לוקסמבורג או ישראל. בנוסף לכך, כדי להיכלל בממצאי מחקר פיזה, נדרש שיעור השתתפות של לפחות 85% מתוך בתי הספר שעלו במדגם ושיעור השתתפות של ו-80% מהתלמידים לכל הפחות (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. מארגני פיזה מאפשרים להחליף בתי ספר שעלו במדגם, אך מסרבים להשתתף או מנועים מכך מסיבות כלשהן, בבית ספר אחר תואם 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 הכל כלי	דוברי ערבית						דוברי עברית							מסגרת הדגימה
	סה"כ	תמ"ת	בדואי	דרוזי	ערבי	סה"כ	תמ"ת	חרדי מעורב ¹	חרדי בנים	חרדי בנות	ממ"ד- מעורב	ממ"ד- בנים	ממ"ד- בנות	
2,535	366	20	71	30	245	2,169	44	181	669	333	91	147	131	573
112,252	25,190	1,275	4,877	2,394	16,644	87,062	1,285	85	8,825	8,271	3296	5611	6227	53,462
100%	22%	1%	4%	2%	15%	78%	1%	0%	8%	7.5%	3%	5%	5.5%	48%
172	39	2	8	4	25	133	3	0	3	16	4	11	11	85
5,055	1,161	47	211	125	778	3,894	58	0	73	521	110	311	324	2,497
100%	23%	1%	4%	3%	15%	77%	1%	0%	1.5%	10.5%	2%	6%	6.5%	49.5%

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

לוח 3.2 מציג את מספרם ושיעורם באחוזים מעוגלים של בתי הספר והתלמידים במסגרת הדגימה, ובמדגם בפועל לפי שכבות הדגימה השונות בישראל. יש לשים לב לכך שהמספרים לגבי המשתתפים בפועל מתייחסים לתלמידים שהשתתפו במחקר רק בחלק שבדק את שלושת תחומי האוריינות הקבועים במחקר ואינו כולל את התלמידים שהשיבו על חוברות הבחינה באוריינות הכלכלית (ראו פירוט והסבר לעיל, אודות 4 חוברות הבחינה שכללו יחידות באוריינות כלכלית). כך גם הדיווח על ההישגים המוצגים בפרקים הבאים מתבסס רק על מדגם זה של תלמידים.

השתתפות בתי ספר: מתוך 186 בתי ספר שאמורים היות להשתתף במחקר פיזה השתתפו בפועל רק 172 בתי ספר. מתוך 186 בתי הספר שעלו במדגם, 20 בתי ספר סירבו להשתתף, מרביתם בתי ספר של בנים

חרדים²⁹. 14 בתי ספר לא השתתפו ולא נמצא להם מחליף (כולם מוסדות חינוך של בנים חרדים), בעוד שעבור 6 בתי ספר נוספים שסירבו נמצא מחליף (2 מתוכם מוסדות חרדים לבנים ו-2 מוסדות חרדים לבנות). ב-172 בתי הספר שנדגמו, נדגמו 6877 תלמידים שהיו אמורים עקרונית להשתתף במחקר פיזה. נתונים אלו מלמדים כי בישראל רמת ההיענות, מצד בתי הספר, להשתתפות במחקר היא גבוהה יחסית, וסירוב לעשות זאת נובע בדרך כלל מטעמים ערכיים-אידיאולוגיים.

השתתפות תלמידים: 6877 תלמידים נדגמו להשתתף במחקר. מתוכם, 150 תלמידים קיבלו פטור מהשתתפות במבחן מסיבות שונות כגון: פטור על בסיס 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 הוקצו לשתי קבוצות. 5594 תלמידים נועדו להיבחן בשלושת תחומי האוריינות הקבועים, מתמטיקה, מדעים וקריאה. ויתר 1133 התלמידים הוקצו להשיב על חוברות המבחן של אוריינות כלכלית ותוצאותיהם ידווחו על-ידי פיזה במועד מאוחר יותר. מתוך 5594 התלמידים שנדגמו להשיב על המבחנים "הרגילים", 5,055 תלמידים השתתפו בפועל במבחן. דהיינו, שיעור השתתפות ברמת תלמיד בישראל עמד על כ-90% (5055 תלמידים השתתפו מתוך 5594 שנדגמו). ככלל, שיעור זה היה דומה בכל שכבות הדגימה והוא דומה לשיעורי ההשתתפות של תלמידים בישראל במחקרים בינלאומיים ובמבחנים רחבי היקף המועברים במערכת החינוך על ידי ראמ"ה, כגון מבחני המיצ"ב בכיתות ה' וכיתות ח'. מתוך 5594 התלמידים שנדגמו להיבחן בשלושת תחומי האוריינות הקבועים, 2962 תלמידים נדגמו להשתתף גם במבחן הממוחשב (שהתקיים מאוחר יותר באותו היום). בפועל השתתפו במבחן הממוחשב 2555 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 החרדים (1% משתתפים לעומת 8% במסגרת הדגימה, כלומר, רק כ-12 אחוז מהתלמידים בשכבת דגימה זו השתתפו בפועל במדגם) - ראו 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 חרדים. זאת ועוד, מעט בתי הספר של הבנים החרדים אשר השתתפו במחקר אינם מייצגים מבחינה חינוכית ותרבותית את כלל שכבת הבנים החרדים. לאור קושי זה, בהמשך הדוח לא יוצגו ההישגים עבור שכבת הבנים החרדיים כקבוצה נבדלת ומופרדת, ולא יערכו השוואות אליה (ראו בהמשך הפרק בחלק העוסק בקושי בשילוב הפיקוח החרדי במחקר פיזה).

3.3.2: הליך איסוף הנתונים - ההיבחנות

כל בית ספר שנדגם להשתתף במחקר קיבל על כך הודעה רשמית מנציגי הראמ"ה בפנייה אישית למנהל בית הספר כחודשיים לפני עריכת המחקר, ומכתב מטעם הראמ"ה. מנהלי בתי הספר נתבקשו למנות איש קשר מטעמם, לרוב מורה מנוסה מהצוות החינוכי בבית הספר או דמות פדגוגית-ניהולית בבית הספר (כגון רכז

²⁹ הסירוב של מוסדות החינוך של בנים חרדים 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 הינם בתי ספר יוצאי מבחינה תרבותית וערכית. עוד על האתגרים שבשיתוף האוכלוסייה החרדית במחקר פיזה ראו סעיף 3.4.1.

שכבה, רכז פדגוגי, סגן מנהל). איש הקשר היה מופקד על הארגון הלוגיסטי של עריכת המחקר בבית ספרו, ובכלל זה תיאום מועד לקיום המבחן, הקצאת חדר מתאים, הכנת רשימה של תלמידים בעלי צרכים מיוחדים, הודעה לתלמידים שנדגמו על השתתפותם במחקר וכיו"ב פעולות לתיאום העברת המחקר. המחקר הועבר בימים שונים בתקופה מרץ-אפריל 2012, בתי הספר יכלו לבחור את יום המחקר מתוך מספר 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 שבבחינה השתתפו תלמידים 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 לידיו את חוברת המבחן (אחת מהחוברות 1-17) שהוקצתה לו מראש באורח אקראי (באמצעות תוכנה של פיזה)³⁰. לתלמידים הוקצו שיעורים להשיב על המבחן והם נתבקשו שלא לעזוב את הכיתה לפני תום הזמן הקצוב גם אם סיימו להשיב על השאלות. לאחר מכן ניתנה הפסקה קצרה ולאחריה חולקה להם חוברת השאלון לתלמיד שאף היא הוקצתה מראש (כאמור לעיל, היו שלושה נוסחים של שאלון לתלמיד) והוקצו להם 35 דקות להשיב עליה. לאחר סיום מילוי השאלון לתלמיד, חלק מן הנבחנים שוחררו וחלק (עד 18 תלמידים בכל בתי ספר) יצאו להפסקה בת חצי שעה ולאחריה נבחנו במבחנים הממוחשבים.

המבחנים הממוחשבים הועברו באמצעות יישום ייעודי שהוכן על ידי פיזה שהותקן 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 (דבר שנתגלה כבעייתי במחקר החלוץ בשל העדר מחשבים העונים על התקן הנדרש במבחן). מערך המחשבים הניידים והתקנת תוכנת המבחנים הוכן בזמן שהתלמידים ביצעו את המבחן המודפס ותפעולו היה באחריות הבוחנים יחד עם טכנאי מחשבים חיצוני של מינהל התקשוב. עם תחילת המבחן, כל תלמיד זוהה על ידי הזנת קוד אישי ספציפי שהוכן מבעוד מועד ומשם עבר לשלב היכרות עם סביבת המבחן הממוחשב. שלב ההיכרות וההסברים על המבחן נמשך 15 דקות ולאחריו החל המבחן גופא שנמשך 40 דקות. כמו במבחן המודפס, גם כאן התלמידים נשארו בכיתה במשך כל 40 הדקות, גם אם סיימו את המבחן לפני תום הזמן. בתום 40 הדקות, המבחן הסתיים אוטומטית, גם אם התלמיד היה בעיצומו של המבחן, והדיסקונים נאספו על ידי המשגיחים והועברו למרכז המחקר הלאומי בישראל. בסוף כל יום נפרקו קבצי התגובות של הנבחנים מכל בתי הספר שנבחנו באותו יום, לאחר מכן הקבצים נבדקו (מבחינת פגמים טכניים) והועברו (באמצעות הרשת) למרכז המחקר הבין-לאומי.

³⁰ לנבחנים החרדים הוקצו רק שלוש חוברות מתוך ה-17 אשר כללו יחידות במדעים שאינם כוללים פריטים שנוגדים את ערכיהם.

בכל מדינה, מונה בִּקְר איכות לאומי על ידי מארגני הפיזה. הבִּקְר הוכשר באמצעות חומרי קריאה רלוונטיים אשר נשלחו אליו. הבִּקְר 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. הבִּקְר מילא דוחות מפורטים על התנהלות הבחינה בכל אחד מבתי הספר והעבירם ישירות למארגני פיזה. בנוסף, נעשו בקרות מטעם החברה הזכיינית של ראמ"ה, שהעבירה את המבחנים בפועל בעבורה, ובקרות פתע מטעם נציגי ראמ"ה, שביקרו במספר רב של בתי ספר בשעת 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 שלב העברת המבחנים ואיסופם למרכז המחקר בישראל, החל שלב בדיקת המבחנים וציון התגובות של הנבחנים. הבודקים הוכשרו לבדיקת מבחני פיזה על-פי מדריך הקידוד (המֶחוון) 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, עברו מחברות הבחינה סריקה ותוצרי הבדיקה הדיגיטליים נשלחו למרכז פיזה הבין-לאומי, שם הוטענו למערכת תוכנה שתמכה בבדיקת המבחנים באופן ממוחשב ובניהול הבדיקה בכללותה. התגובות שנאספו במבחנים הממוחשבים, שהיו ממילא דיגיטליים, הוטענו אף הם במרכז פיזה הבין-לאומי לאותה תוכנה תומכת בדיקה (כאשר התגובות לפריטים סגורים או פתוחים למחצה נבדקו באופן אוטומטי). באמצעות פלטפורמת הבדיקה, הבודקים הזינו למחשב את מספרה של התגובה שבחרו התלמידים בפריטים הסגורים ובפריטים הפתוחים הם בדקו (וקודדו) את תשובות התלמידים והזינו את הקוד שבו בחרו למחשב. תודות לתוכנת הבדיקה בדיקת הפריטים הפתוחים נעשתה באופן רוחבי (בדיקה רוחבית), כלומר התגובות של תלמידים שונים לפריט מסויים נבדקו בזה אחר זה, דבר שאפשר "התמחות" של הבודקים בכל פעם ביחידה ופריט אחד ומנע הטיות בבדיקה, שכן הבודק לא יכול היה להיות מושפע ממידת הצלחתו של הנבחן בפריטים אחרים. כך, הבדיקה הייתה מהימנה יותר. לאחר קבלת הדרכה על מקבץ שאלות, התשובות של הנבחנים בפריט נתון הוקצו לבודקים באופן אקראי וכל בודק בדק באופן סדרתי מספר רב של תשובות (של תלמידים שונים) עבור כל שאלה נתונה.

תוכנת הבדיקה הייעודית סייעה גם לאתר חריגות בבדיקה, או בודקים חורגים בזמן אמיתי ואפשרה למנהל הבדיקה, מטעם מרכז המחקר בישראל, לנטר את התקדמות הבודקים והבדיקה ולטייב את נתוני הבדיקה. במידת הצורך נערכה בדיקה חוזרת של יחידות מבחן שבהן נתגלתה חריגה בבדיקה וכיוב'. הנתונים נאגרו באופן אוטומטי במחשבים של מרכז הבדיקה הבין-לאומי.

בדיקת המהימנות בין-שופטים

מתוך 125 שאלות פתוחות שנבדקו, כ-88 מהם הוגדרו על-ידי פיזה כמורכבות (שהבדיקה שלהם מורכבת יותר). עבור שאלות אלו בוצע הליך של בדיקת מהימנות בין-שופטים שמטרתה לוודא כי אין הטיות בבדיקה על ידי בודק זה או אחר, ואת המידה בה הבודקים השונים תופסים את התשובה ומיינים אותה באופן דומה. המהימנות בין שופטים נבדקה באמצעות פלטפורמת הבדיקה באופן הבא: כ-100 תשובות של תלמידים עברו

קידוד מרובה, כלומר 4 בודקים שונים בדקו כל אחת מ-100 התשובות, באופן בלתי תלוי (מבלי להתייעץ האחד באחר). בפריטים שבהם נתגלתה מהימנות נמוכה בין שופטים ניתן היה לבדוק את התרגום של המבחן (מדריך הבדיקה) ובמידת הצורך לערוך תדריך חדש לבודקים ובדיקה חוזרת של פריטים.

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 ביצוע ניתוח פריטים של יחידות המבחן (ראה תיאור לעיל אודות שלב זה במחקר החלוץ). בשלב זה התבקשו מנהלי המחקר בכל מדינה לבדוק אם ישנם ממצאים כמותיים חריגים (בהשוואה לנתונים של שאר המדינות המשתתפות), שעשויים להעיד כי שאלה זו או אחרת (בשאלון או במבחן) לא הופקה כראוי או לא נבדקה כראוי ויש להוציאה טרם ניתוח התוצאות הכולל. כאשר אכן 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 מחקר החלוץ ותוקנו בטרם נערך המחקר העיקרי.

חישוב הציונים ותיאוריית התגובה לפריט

הגישה התיאורטית שהמשמשת לניתוח נתוני המבחנים במחקר פיזה היא "תיאוריית התגובה לפריט" (IRT - Response Theory). בבסיס התיאוריה מצוי הקשר בין רמת היכולת של נבחן לבין ההסתברות שיצליח להשיב נכונה על פריט במבחן. אחד היתרונות של תיאוריה זו הוא שאפשר לחשב באמצעותה אומדני רמת יכולת לכל הנבחנים על אותו סולם, גם אם נבחנים שונים השיבו על נוסחים שונים של המבחן (דהיינו השיבו על מקבצים שונים של פריטים), ובלבד שהפריטים השונים מודדים את אותו תחום דעת. באמצעות המודלים השונים שמוצעים במסגרת תיאוריה 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 שבהם יש שתי אפשרויות תגובה מובחנות (נכון/לא נכון), במחקר פיזה נעשה גם שימוש במודלים מורכבים יותר המותאמים לעיבוד נתוני פריטים פוליטומיים (שאלות שיש בהן יותר משתי רמות תשובה; למשל, שאלות שהתגובה עליהן יכולה להיות נכונה, נכונה חלקית 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 תגובות הנבחנים בפריטי המבחן אומדים את רמת היכולת של הנבחנים היחידים. כיול הפרמטרים נעשה ברמה הבין-לאומית תוך לקיחה בחשבון של כל הנתונים במדינות ה-OECD. העיבודים הללו מבוצעים בכל תחום אוריינות בנפרד תוך מיזוג נתונים מפריטי עוגן שהועברו גם במחזורי מחקר קודמים. כך, הפרמטרים של הפריטים המתקבלים בהליך זה והציונים המתקבלים בו מכוילים 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 (כמתואר 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 שהפגין בתחומי אוריינות אחרים וכיו"ב.

סולם הציונים ורמות הבקיות

יתרון נוסף של שימוש בתיאוריית 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, ההסתברות כי ישלים את הפריט בהצלחה גבוהה יותר; ככל שנבחן ממוקם מתחת לרמת הקושי של פריט נתון, ההסתברות שישלים את הפריט בהצלחה נמוכה יותר. 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 (שינוי ויחסים, כמויות, מרחב וצורה, והסתברות ונתונים) ושלושה תת-סולמות עבור תהליכי חשיבה מתמטיים בתחום זה (פירוש, ניסוח ויישום). בנוסף נקבעו סולמות ציונים נפרדים (והליכי כיוול בכלל זה) במתמטיקה ממוחשבת, באוריינות קריאה דיגיטלית, בפתרון בעיות ובאוריינות כלכלית. לצורך מתן משמעות לציונים נקבעו על כל אחד מארבע עשרה 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 לאוריינות מתמטיקה (ובנוסף לכך קיימת רמה אחת שהיא מתחת לרמות הבקיות) שש רמות במדעים ושבע רמות בקיות לאוריינות 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 ספציפיות (רלוונטי במחקר 2012 רק לתחום המתמטיקה). מבחינת רמות הבקיות, למבחן הממוחשב במתמטיקה, כמו במודפס, נקבעו שש רמות בקיות; למבחן בקריאה דיגיטלית, לעומת זאת, נקבעו ארבע רמות בקיות ולא שבע, כפי שקיים במודפס, וזאת בשל מספר לא גדול של פריטי מבחן, מה שלא אפשר ליצור הבחנה דקה מספיק בין רמות הבקיות הנמוכות מאד (בינן לבין עצמן) ובין רמות הבקיות הגבוהות (בינן לבין עצמן).

כל רמה, כאמור, מוגדרת בטווח ציונים מסוים, ולכל רמה הוגדרו המיומנויות והיכולות המאפיינות תלמידים המצויים בה. כל תלמיד מסווג לרמת הבקיות הגבוהה ביותר שבעבורה הוא צפוי לענות נכונה על מרבית השאלות המתאימות לאותה רמה. תלמיד הנמצא ברמת בקיות נתונה, צפוי כי יענה על פי רוב נכון על פריטי

המבחן ברמת קושי המתאימה לרמת בקיאות זו. מובן מאליו כי לא כל התלמידים ברמת בקיאות נתונה צפויים להגיע לשיעור זהה 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, אוכלוסיית התלמידים בישראל מורכבת מקבוצות ושכבות שונות (ראה עיל); לכל אחת מהן שיעור שונה באוכלוסייה. המדגם במחקר פיזה נקבע באמצעות שכבות דגימה שתוכננו מראש כך שהמדגם ייצג כראוי את האוכלוסייה. ואכן, בדרך כלל במדגם ניתן ייצוג לקבוצות האוכלוסייה השונות בשיעורים דומים לשיעוריהן באוכלוסייה הכללית. עם זאת לעיתים שיעור הנדגמים במדגם עשוי להיות שונה מאשר באוכלוסייה. זאת, למשל בשל שיעורי השתתפות שונים במגזרים שונים. דוגמא אחרת היא כאשר מלכתחילה נדגם שיעור שונה של פרטים בשכבה מסוימת, כמו במקרים שבהם עושים דגימת יתר למגזר מסוים (שגודלו היחסי באוכלוסייה קטן) כדי לאפשר לחשב נתונים סטטיסטיים מהימנים בעבור אותו מגזר.

כדי לפצות על הבדלים אלו בין המדגם בפועל לאוכלוסייה בעת שמחשבים סטטיסטים שונים ברמת המדינה (ממוצע, שונות, שיעור מצטיינים וכיו"ב) מצמידים בדיעבד לכל תלמיד שהשתתף במחקר והמופיע בקובץ הנתונים "משקולת" (weight). המשקולות משמשות להכפלה בנתון של כל תלמיד כאשר מחשבים את הסטטיסטים מתוך המדגם. בדרך זו, "מנפחים" או "מכווצים" כל שכבה, כך שלאחר ההכפלה הגודל היחסי של כל שכבה יתאים לגודל היחסי שלה באוכלוסייה. במילים אחרות: בכל שכבה, כל תלמיד "מייצג" מספר תלמידים משכבתו. אם יש מחסור בתלמידים באותה שכבה, המשקולת תהיה גדולה מאחד והתלמיד "ייצג" יותר תלמידים חסרים. אם הגודל היחסי של שכבה גדול במדגם יחסית לגודלה היחסי באוכלוסייה, המשקולות באותה שכבה יהיו קטנים מאחד.

ואולם, לא נכון "לנפח" שכבה של תלמידים כאשר שיעור ההשתתפות בה נמוך מדי, שכן מעוט המשתתפים בשכבה זו עשויים 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 הישגיה של השכבה המאוחדת עם השכבה הדומה לה במאפייניה.

פעולות כאלו של איחוד שתי שכבות בטרם חישוב המשקולות, נעשתה 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 החרדיים. משום כך צורפו הבנים החרדיים שהשתתפו במחקר לשכבת הבנים בפיקוח הממלכתי-דתי. לאחר מכן, חושבו המשקולות של התלמידים שהשתתפו במחקר בשכבה המאוחדת. במילים אחרות, במחקר פיזה 2012, לצורך חישובי הסטטיסטיים ברמת המדינה והסטטיסטיים של מגזר דוברי העברית, נזקפו לזכות הבנים החרדיים (שבעיקרו של דבר לא השתתפו במחקר) נתונים של הבנים מהפיקוח הממלכתי-דתי ומעט הבנים החרדיים 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 הראמ"ה³¹. לצורך העמקה בנתונים וביצוע מחקרי המשך מסד הנתונים הגולמיים הבין-לאומי (לרבות השאלונים והמבחנים) נגיש באתר פיזה לכל המעוניין³².

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. לעיתים 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, מתוך 22 מוסדות לבנים בפיקוח החרדי (רובם ככולם ישיבות) שנדגמו בשכבה זו רק שלושה השתתפו במחקר בישראל (ראו **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 מגיעים 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 שהשתתפו בפועל במחקר, וממילא בשל היות מדגם בתי הספר והתלמידים המשתתפים קטן מדי, אי-אפשר לראות בנבחנים אלו מדגם המייצג את קבוצת הבנים בפיקוח 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 בפיקוח זה.

שלא כמו הבנים החרדיים, מוסדות החינוך של הבנות החרדיות (אולפנות, סמינרים וכיו"ב) נאותו להשתתף בדרך כלל במחקר (16 בתי ספר השתתפו מתוך מתוך 18 שנדגמו). ההיענות נעשתה בגיבוי המנהיגים הרוחניים-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 (הן של הבנים והן של 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 בו תכנים הסותרים את עולם הערכים החינוכי והדתי של המגזר החרדי. חשוב להזכיר כי ההשתתפות של תלמידי המגזר החרדי רק בחלק מנוסחי המחקר לא פגעה בתוצאות המחקר בישראל, וזאת

³¹ <http://cms.education.gov.il/educationcms/units/rama/> תחת לשונית "מחקרים בינלאומיים".

³² <http://www.oecd.org/pisa/>

בשל העובדה כי במחקר נעשה שימוש בתאוריית התגובה לפריט המאפשרת לאמוד ציונים בני השוואה לנבחנים שונים הנבחנים בפריטים שונים. ראוי לציין כי למרות 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 אידיאולוגיים). ואולם, בניגוד לכך, תלמידי הפיקוח החרדי סרבו לקחת חלק בשאלון לתלמיד על נגישותם של אמצעי תקשורת (ICT), בשל העובדה שברבים מהמוסדות שבפיקוח החרדי נאסר השימוש במחשב ו/או באמצעי תקשורת והשתתפות בשאלון הייתה מתפרשת כמתן לגיטימציה לכך.

3.4.2: מוטיבציה 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 לידי ביטוי לעתים 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 שמטרתם 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 יתפרסמו ברמת בית ספר, לא ישמשו נגד בתי הספר שהשתתפו במחקר ולא יוכלו לפגוע בהם במקרה של אי-הצלחה. כדי להשיג את מירב 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 נעשו מספר פעולות על ידי ראמ"ה 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 האינטרנט של ראמ"ה ובו, בין היתר, פנייה אישית לתלמיד ולמורה, שאלות לדוגמה ומצגות הסברה.
- בסיום הבחינה נמסר לכל תלמיד שי צנוע - קופסת 'מַרְקָרִים' 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 נעשו פעולות נוספות, ביזמת 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 וחשיפתם למתכונת המבחן ולסוגי השאלות.

לסיום, יש לחזור ולציין את האווירה הכללית במערכת החינוך במהלך שנת הלימודים תשע"ב (ובשתי השנים שקדמו לה) שנוצרה עקב כך שבאותן שנים משרד החינוך התווה יעדים כמותיים-מדידים ברורים בתחום ההישגים הלימודיים ולמען השגתם השקיע משאבים כספיים ופדגוגיים רבים (ראו פרק 2 – התוכנית לקידום הישגים ובדוח טימס 2011 באתר ראמ"ה³³). יש להניח כי דגש זה על חתירה להישגים לימודיים במבחנים רחבי היקף שנערכו בישראל באותן שנים תרמו אף הם למוטיבציה של התלמידים שהשתתפו במחקר פיזה 2012 להשקיע במבחן.

³³ בחלופית "מחקרים בינלאומיים" באתר האינטרנט של ראמ"ה: <http://rama.education.gov.il>

פרק 4: ההישגים במבחן המודפס והממוחשב במתמטיקה במחקר פיזה 2012

בפרק זה תובא סקירה של הישגי התלמידים באוריינות מתמטיקה (להלן "מתמטיקה") במחקר פיזה 2012. החלק הראשון של פרק זה יתאר את ההישגים במבחן המודפס באוריינות מתמטיקה (להלן המבחן במתמטיקה); החלק השני של פרק זה יתאר את ההישגים במבחן הממוחשב באוריינות מתמטיקה (להלן המבחן הממוחשב). פרטים אודות הגדרת התחומים, המסגרות המושגיות, סולמות הציונים ורמות הבקיות מובאים כולם בפרק נפרד (פרק 2), וזאת לאור 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 קריטריונים שיפורטו בהמשך. נקודת השוואה מרכזית נוספת להישגי ישראל תהיה לממוצע 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 הפיקוח (בבתי ספר דוברי עברית: פיקוח ממלכתי, ממלכתי-דתי ובתי ספר חרדיים של בנות). ההישגים בתחום אוריינות זה יפורטו ברמת הציון הכללי וגם ברמת תת-תחומים ומיומנויות במתמטיקה (מה שמתאפשר לאור העבודה שתחום זה הינו במוקד מחקר 2012). כמו כן, בסוף הפרק מוצגים נספחים הכוללים נתונים אודות ההישגים בקרב כלל המדינות המשתתפות, נתונים אודות גדלי קבוצות האוכלוסייה השונות בישראל שהשתתפו במחקר זה ונתונים אודות המדד לרקע חברתי-כלכלי-תרבותי שנעשה בו שימוש בדוח זה.

4.1: הישגי ישראל באוריינות מתמטיקה

4.1.1: מבט בין-לאומי

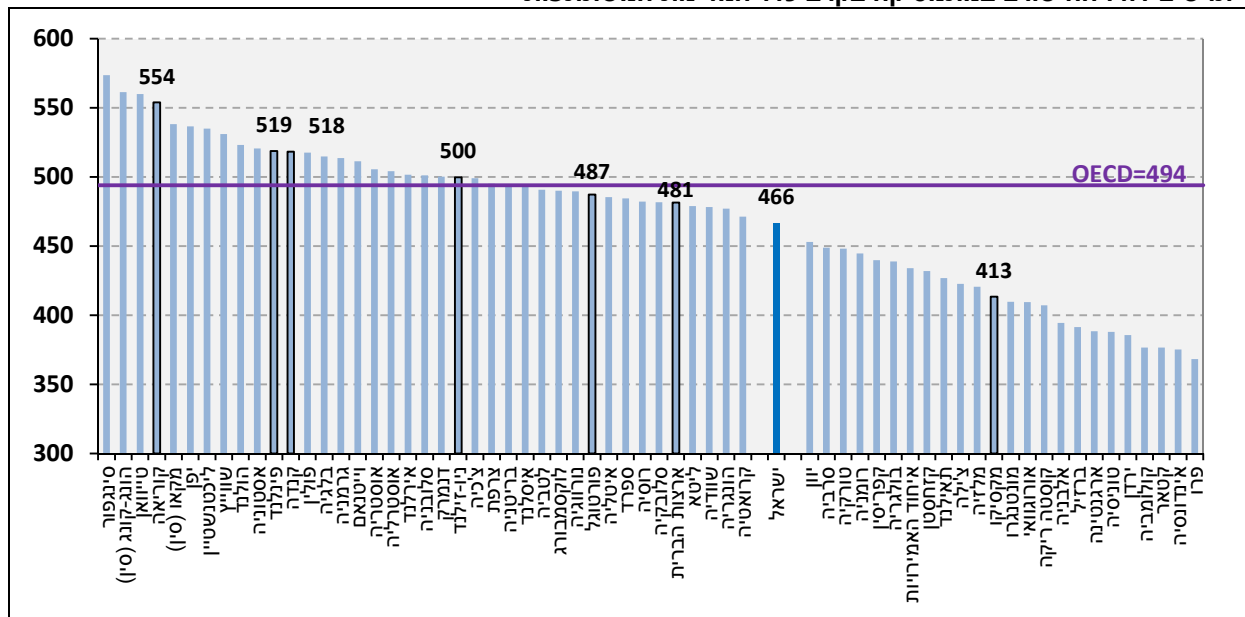
כאמור בפרק 2 סולמות הציונים במתמטיקה נקבעו במחקר פיזה שנערך בשנת 2003 כך שממוצע המדינות שהשתתפו באותו מחקר עמד על 500 נקודות וסטיית התקן של הציונים הייתה 100 נקודות. הציונים במחזורי המחקר השונים מכילים לסולם זה, מה שמאפשר להשוות בין מחזורי מחקר אחד למשנהו. **בתרשים 4.1** מוצגים ההישגים בציון הכולל במתמטיקה ב-64 המדינות שהשתתפו במחקר פיזה 2012³⁴. 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 אינם שונים סטטיסטית מזה של ישראל הן הונגריה וקוראטיה. בראש המדרג מצויות סינגפור, הונג-קונג וטייוואן³⁵ שממוצע ציוניהן הוא 573, 561 ו-560 נקודות, בהתאמה. בהקשר זה, מעניין לראות כי את כל ששת המקומות הראשונים תופסות מדינות ממזרח-אסיה. בתחתית המדרג מצויות קטאר, אינדונזיה ופרו (376, 375, 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

³⁴ הדיווח בפרק זה אינו כולל את נתוני שנחאי מאחר והיא עיר שאינה מייצגת מדינה. הונג-קונג ומקאו, למרות היותן ערים השייכות לסין כן נכללות בהצגת הנתונים היו והן בעלות מערכות כלכלה וחינוך נפרדות משל סין מסיבות היסטוריות וגאו-פוליטיות.
³⁵ מסיבות גאו-פוליטיות שמה הרשמי של מדינה זו הוא Chinese Taipei. לשם הנוחות נעשה שימוש בשם "טייוואן" בדוח זה.

מוצגים בפירוט **בנספח 4א** לפרק זה. העמודות המובלטות במסגרת שחורה **בתרשים 4.1** מייצגות מדינות שנבחרו כמדינות השוואה – מדינות אשר ישמשו בהמשך הדוח בסיס להשוואה עם ישראל בפרמטרים שונים. המדינות שנבחרו והסיבות לבחירתן הן אלה:

- (1) פורטוגל: מדינה עם תל"ג לנפש הדומה מאד לזה של ישראל³⁶.
- (2) קנדה ופינלנד: מדינות גבוהות במדרג ההישגים בפיזה ובמתן שירותים חברתיים.
- (3) ארצות הברית: מדינת השוואה פופולרית בשיח הציבורי כמו גם מדינה, אשר בדומה לישראל, מאופיינת בהגירה.
- (4) ניו-זילנד: נחשבת כמדינת הגירה גם כן וגם דומה לישראל מבחינת הפיזור הרחב של הציונים שהתקבלו בה במחקר הנוכחי (על סוגיית פיזור הציונים ראו בהמשך).
- (5) דרום קוריה: מייצגת את קבוצת המדינות המכונות "The Four Asian Tigers" - מונח המתייחס למדינות קוריה, הונג-קונג, סינגפור וטייוואן המאופיינות בגידול כלכלי מרשים ונחשבות למרכז של תעשיות עתירות-ידע ופיננסים.
- (6) מקסיקו: מדינת ה-OECD בעלת הציונים הנמוכים ביותר.

תרשים 4.1: ההישגים במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות



³⁶OECD, Education at a Glance 2013: OECD Indicators.

4.1.1.1: התפלגות ההישגים לפי רמות הבקיאות במתמטיקה ופיזור ההישגים

נוסף על הציון הממוצע בכל מדינה מתוארים 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 (ובנוסף ישנם 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 ציונים ומה הם בדרך כלל יודעים ומצליחים לפתור. לוח 4.1 להלן מציג את 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 שבהן ממוצע ההישגים גבוה, ולהפך. השוואת מדינות על פי רמות בקיאות אלו נותנת תמונה מעשירה יותר אודות הפערים הקיימים בין תלמידים במערכות החינוך השונות.

לוח 4.1: נקודות החתך עבור רמות הבקיאות באוריינות מתמטיקה

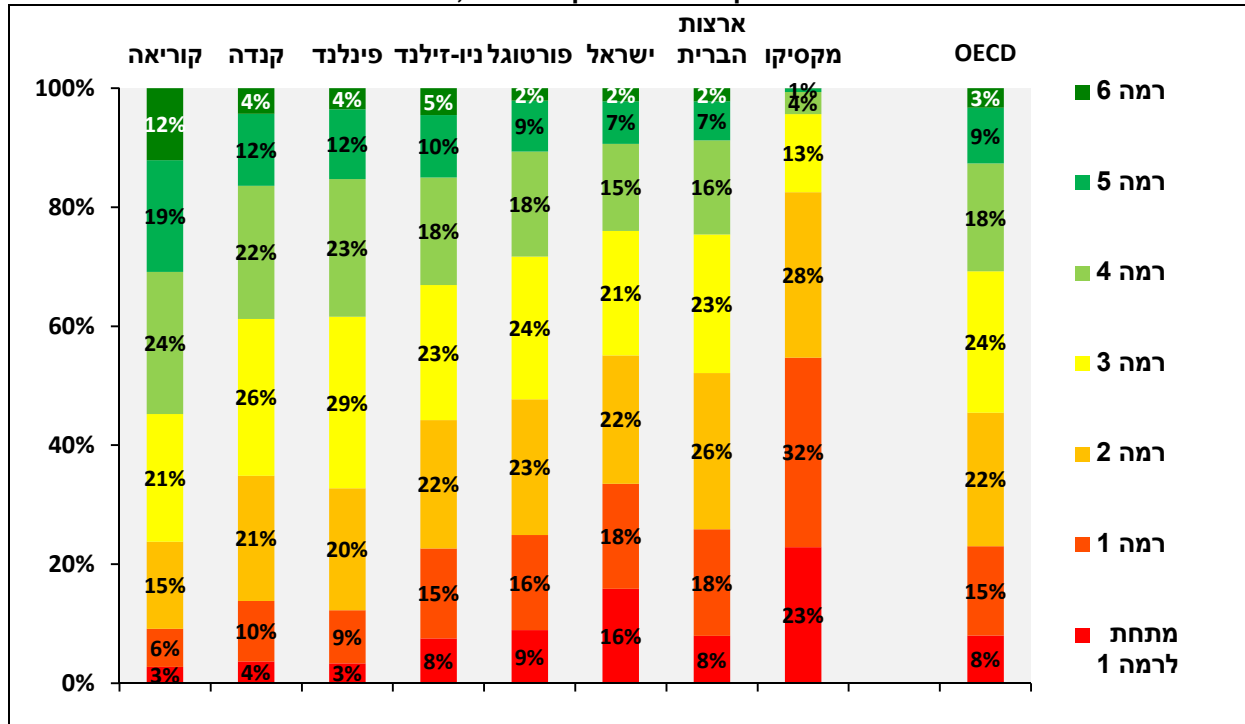
רמת הבקיאות	גבול ציון תחתון
רמה 6 (מצטיינים)	669
רמה 5	607
רמה 4	545
רמה 3	482
רמה 2	420
רמה 1	358
מתחת לרמה 1	

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 "המצטיינים" (קרי, המצויים ברמת בקיאות 5 ו-6). מתרשים זה עולה כי 9% מן התלמידים בישראל מצויים ברמות בקיאות אלו. שיעור זה גדול מן השיעור המקביל במקסיקו (1%), דומה לזה שבארצות הברית (9%) וקטן פי שלוש לערך מן השיעור המקביל בדרום קוריאה (31%). ביחס למדינות ההשוואה ולממוצע ה-OECD בולט השיעור הרב של התלמידים בישראל ברמות הבקיאות הנמוכות ביותר ("מתחת לרמה 2") העומד על 34%. למעט מקסיקו, שבה שיעור זה הוא 55%, מדובר על השיעור הגבוה ביותר בקרב מדינות ההשוואה.

בתרשים 4.3 מוצג גודל 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 זה מוצגות בסדר יורד על פי גודל מדד פיזור זה. הקו הסגול האופקי המופיע בתרשים מציג את ממוצע פיזור זה בממוצע ה-OECD שהוא 301 נקודות. מתרשים זה עולה כי, למעט טיוואן (375 נקודות), פיזור הציונים בישראל הוא הגדול ביותר בקרב המדינות המשתתפות (347 נקודות). לפירוט הפיזור בכל מדינה ראו **נספח 4 לפרק זה**. הממצא בדבר שונות ציונים הגדולה בישראל הוא ממצא עקבי במחזורי המחקר של פיזה³⁷ ובמחקרים בין-לאומיים אחרים.³⁸

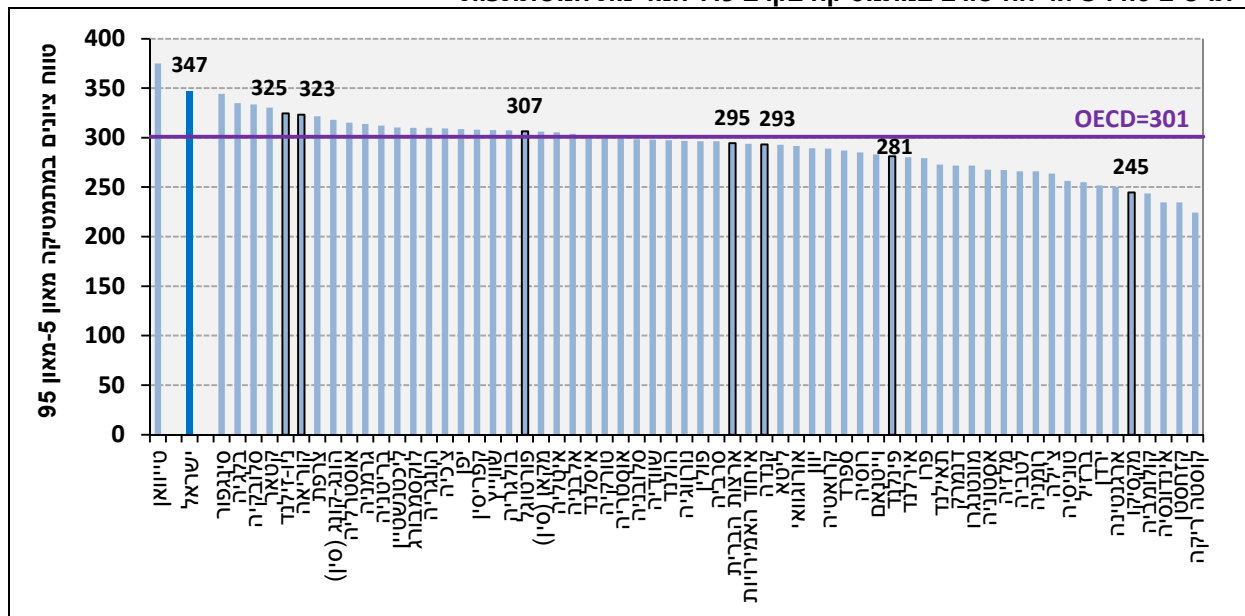
³⁷ראמ"ה (2013), דוח פיזה 2009: אוריינות תלמידים בני 15 בקריאה, מתמטיקה ומדעים.
http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2009_Report.htm

תרשים 4.2: התפלגות ההישגים לפי רמות הבקאות במתמטיקה בישראל, מדינות השוואה וממוצע 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



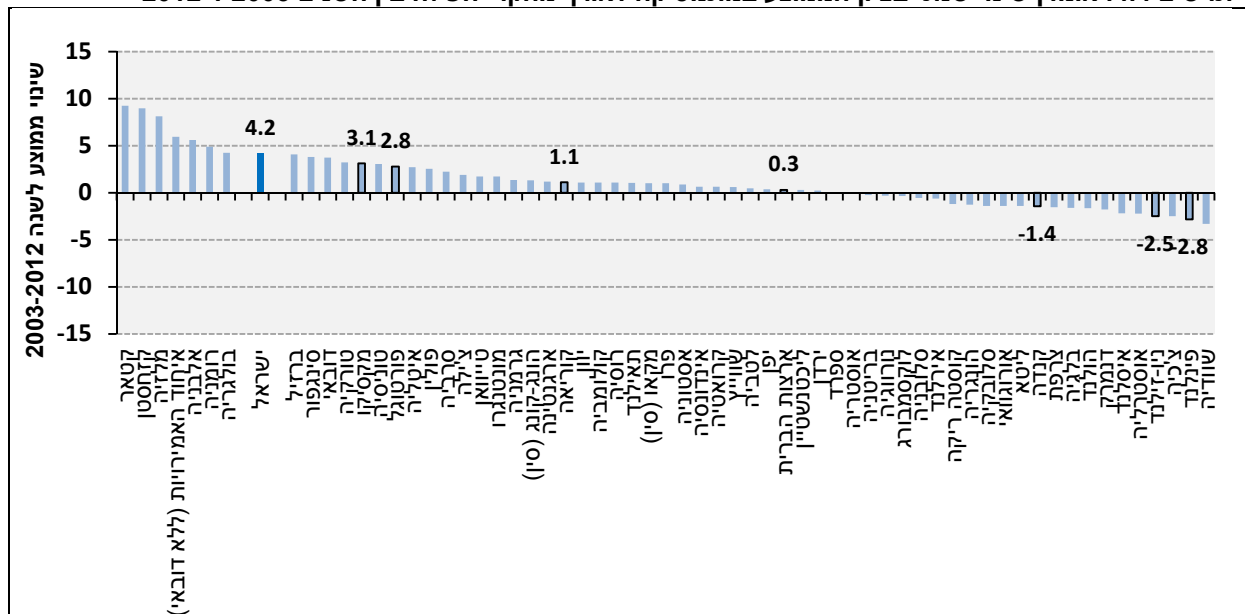
³⁸ ראמ"ה 2013, דוח טימס 2011: מחקר ביו-לאומי להערכת הידע והמיומנויות של תלמידי כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים
<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/TIMSS+2011.htm>

4.1.1.2: מגמות לאורך זמן

בתרשים 4.4 מוצג אומדן של השינוי השנתי הממוצע במתמטיקה במחקרי הפיזה שהתקיימו בין השנים 2003 ל-2012.³⁹ חישוב אומדן זה לוקח 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). מתרשים זה 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, דרום קוריאה, פורטוגל ומקסיקו חלה עליה שנתית בסדרי גודל של כחצי נקודה עד שלוש נקודות. קנדה, ניו-זילנד ופינלנד לעומת זאת, נמצאות בהליך של ירידה שנתית בציון בסדר גודל של נקודה אחת עד שלוש נקודות לשנה. שיפור מתמשך מרשים זה של ישראל בעשור האחרון באוריינות מתמטיקה מוזכר בתיבה נפרדת בדוח פיזה 2012 הבינלאומי.⁴⁰

בתרשים 4.5 מוצג הציון הממוצע במתמטיקה בישראל בשלושת מחזורי הפיזה האחרונים, ואכן ניתן לראות מתרשים זה כי בין השנים 2006 ל-2012 הציון הכולל הממוצע באוריינות מתמטית עלה בישראל ב-24 נקודות במצטבר, עליה שאפשר לייחס בעיקר לעלייה משמעותית בהישגים בין מחקר פיזה 2009 לבין מחקר פיזה 2012. בנוסף לכך, 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 לציין, כי למרות העלייה המרשימה בהישגים באוריינות מתמטיקה (כולל הצמצום בשיעור התלמידים המתקשים והעליה בשיעור המצטיינים) עדיין ישראל מדורגת לאורך השנים בערך במקום ה-40 במדרג המדינות המשתתפות ובתחתית רשימת מדינות ה-OECD.

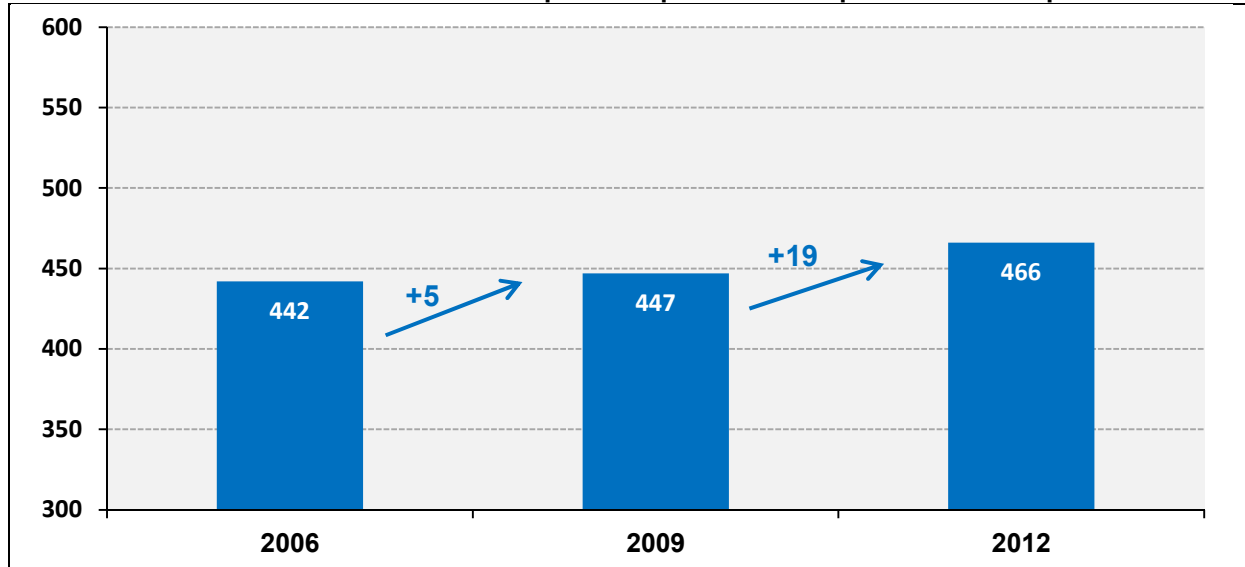
תרשים 4.4: אומדן שינוי שנתי בציון הממוצע במתמטיקה לאורך מחקרי הפיזה בין השנים 2003 ל-2012



³⁹ נקודת הבסיס של שינויים בציון במתמטיקה לאורך השנים היא מחקר הפיזה שבו תחום המתמטיקה היה תחום המחקר העיקרי, קרי מחקר 2003.

⁴⁰ ראו Box IV.1.4 - Improving in PISA: Israel, בכרך IV, פרק 1, עמ' 48 בדוח פיזה הבינלאומי של ה-OECD.

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



4.1.2: ההישגים במתמטיקה במבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל במתמטיקה במחקר פיזה 2012. הממצאים בדבר ההישגים במתמטיקה יוצגו לפי הפילוחים הבאים: מגזר שפה ומגדר; רקע חברתי-תרבותי-כלכלי וסוג הפיקוח. 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 4 לפרק זה** מציג את גדלי קבוצות האוכלוסייה השונות לפי הפילוחים השונים.

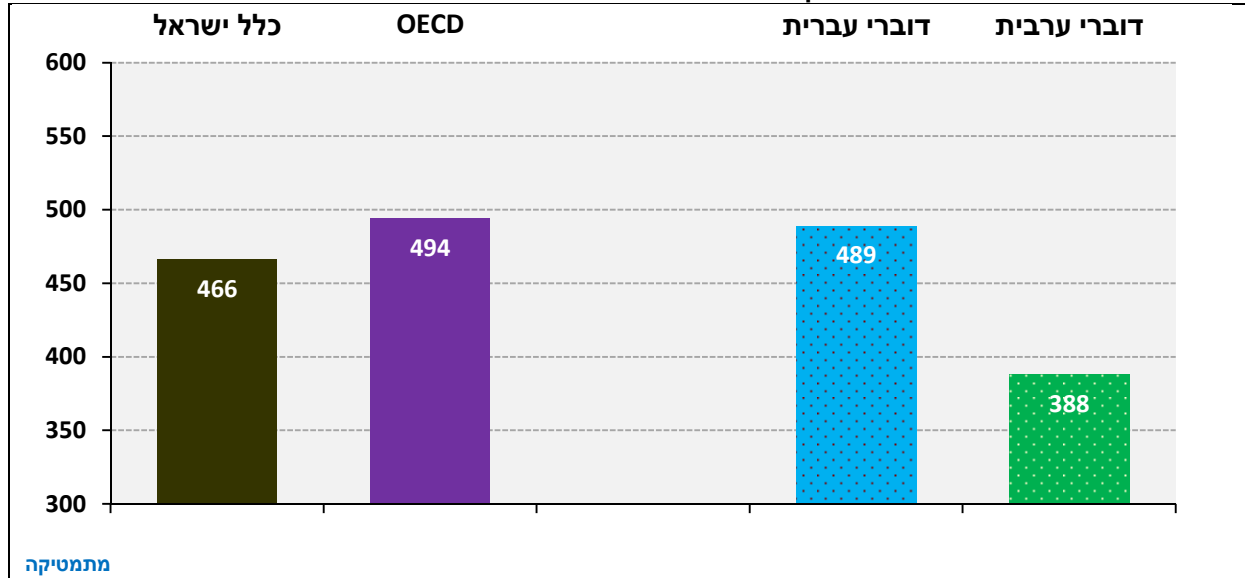
4.1.2.1: הישגים במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר

בתרשים 4.6 מוצגים ממוצעי ההישגים במתמטיקה בישראל בפילוח לפי מגזר שפה (דוברי עברית⁴¹ ודוברי ערבית⁴²). מתרשים זה 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 בוחנים היכן ממוקם כל מגזר שפה במדרג המדינות לפי הישגיהן, אזי הישגיהם של התלמידים דוברי העברית היו דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-30 (מתוך 64) ואילו ההישגים של התלמידים דוברי הערבית היו דומים להישגי מדינות 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 עליה של 29 נקודות בין מחקר 2006 למחקר 2012; בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית חלה עליה של 16 נקודות בין שני מחזורי מחקר אלו.

⁴¹אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, כולל תלמידים (בעיקר בנות) במוסדות החינוך בפיקוח החרדי ותלמידים (בנים ובנות) הלומדים במוסדות בפיקוח משרד הכלכלה (התמ"ת לשעבר).

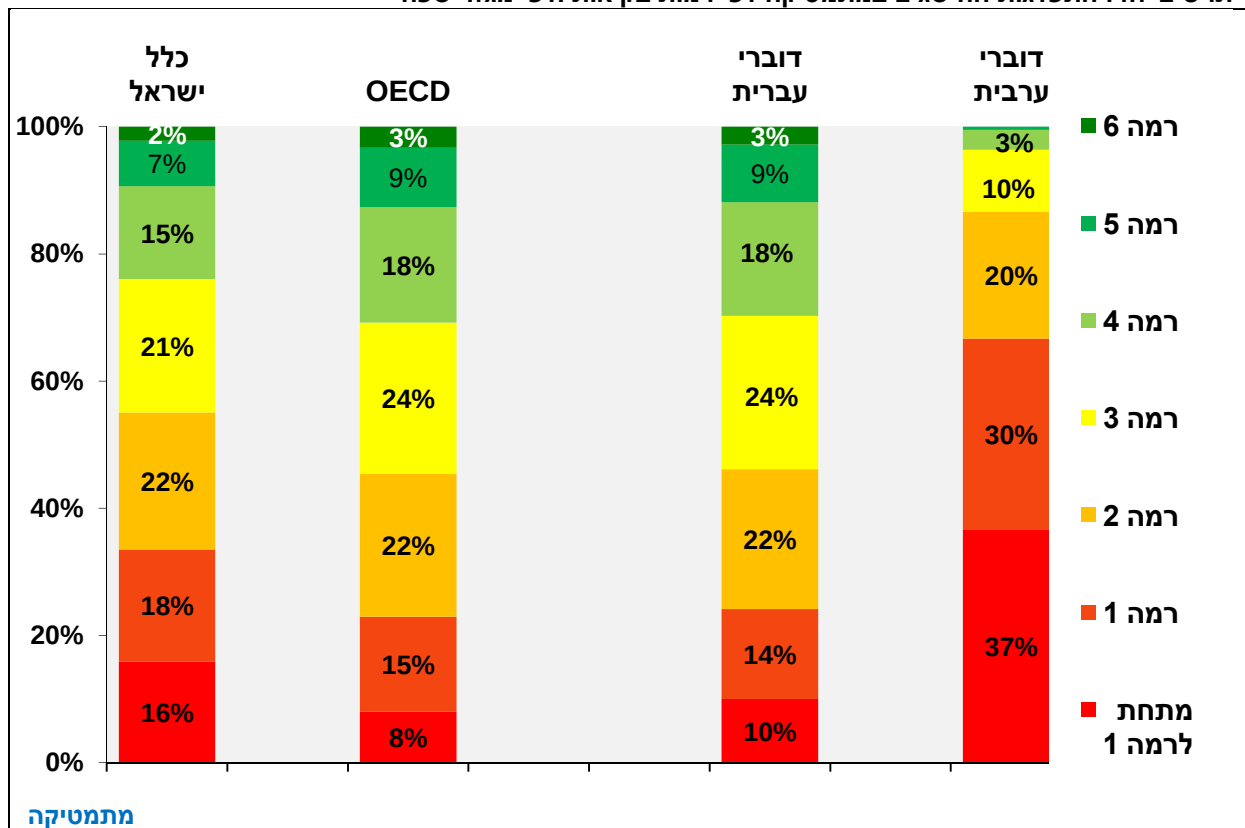
⁴²אוכלוסיית זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית כולל תלמידים (בנים ובנות) הלומדים במוסדות בפיקוח משרד הכלכלה (התמ"ת לשעבר).

תרשים 4.6: הישגי התלמידים במתמטיקה לפי מגזר שפה



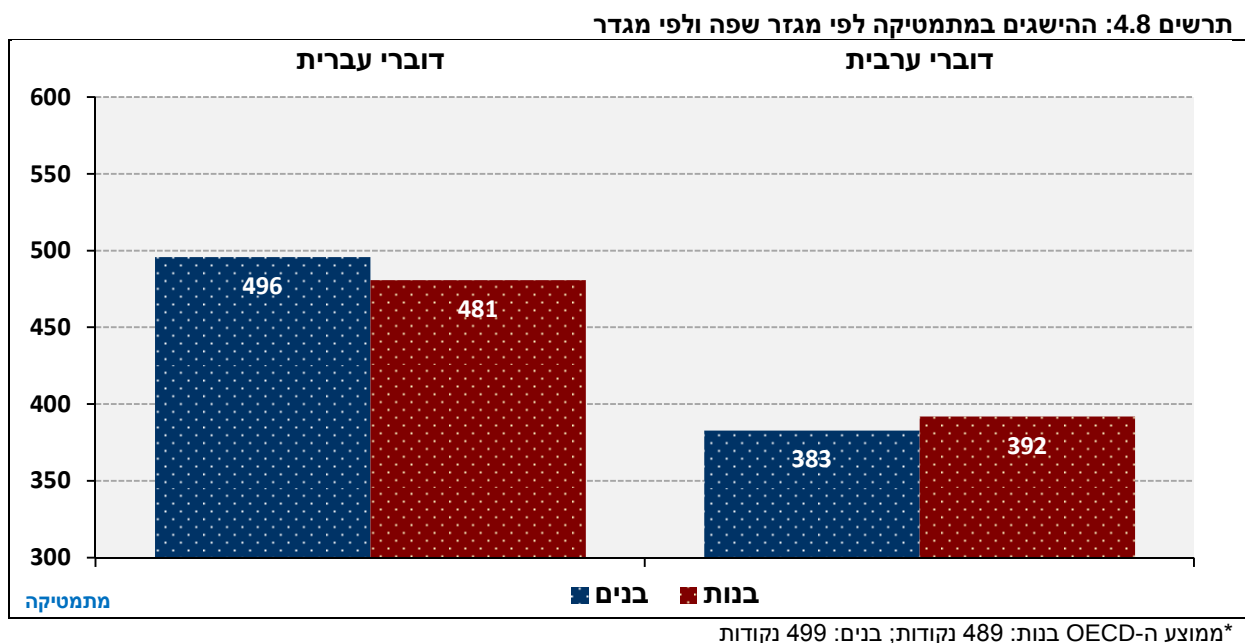
בתרשים 4.7 מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות הבקיאות בשני מגזרי השפה בישראל. מתרשים זה עולה כי בבתי ספר דוברי ערבית 67% מן התלמידים מצויים מתחת לרמת בקיאות 2, וזאת לעומת 24% בלבד בבתי ספר דוברי עברית (לשם השוואה, שכיחות התלמידים בקטגוריה זו בממוצע ה-OECD היא 23%). בהתאמה עם נתון זה נמצא כי שיעור התלמידים המצויים בשתי הרמות הגבוהות ביותר הוא 12% בבתי ספר דוברי ערבית 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. מתרשים זה עולה כי בבתי ספר דוברי עברית ישנו פער בן 15 נקודות לטובת הבנים, ואילו בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית ישנו פער בן 9 נקודות לטובת הבנות. ממצא זה ולפיו קיים פער בהישגים במתמטיקה לטובת הבנים בבתי ספר דוברי עברית, ופער לטובת הבנות בבתי ספר דוברי עברית, חוזר שוב ושוב במחקרי הפיזה ובמערכות נוספות של מבחנים רחבי היקף הנערכים בישראל⁴³. יש לציין כי בעוד הפער הבין-מגדרי בקרב תלמידים דוברי עברית דומה בכיוונו ובגודלו לפער בממוצע ה-OECD, הפער הבין-מגדרי לטובת הבנות במתמטיקה בקרב התלמידים בבתי ספר דוברי עברית מאפיין מיעוט של המדינות המשתתפות בפיזה, ובפרט מאפיין מדינות ערביות (שתי המדינות שבהן היה הפער הגדול ביותר לטובת הבנות היו ירדן וקטאר - 21 נקודות ו-16 נקודות, בהתאמה).



4.1.2.2: הישגים 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 אשר פותח על ידי מארגני ה-PISA. מדד זה מכונה מדד ESCS (Index of Economic Social and Cultural Status) אשר בדוח זה יכונה 'מדד חת"כ' (חברתי-תרבותי-כלכלי, להרחבה, ראה תיבה 4.1 להלן). 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. תמונת הפערים, אם כך, בין קבוצות אלו היא: נמוך לעומת בינוני-54 נקודות; בינוני לעומת גבוה-53 נקודות; נמוך לעומת גבוה-107 נקודות (כל הפערים הם לטובת קבוצת הרקע הגבוהה יותר).

⁴³ 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

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. מתרשים זה 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) מאשר בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית (46 נקודות).

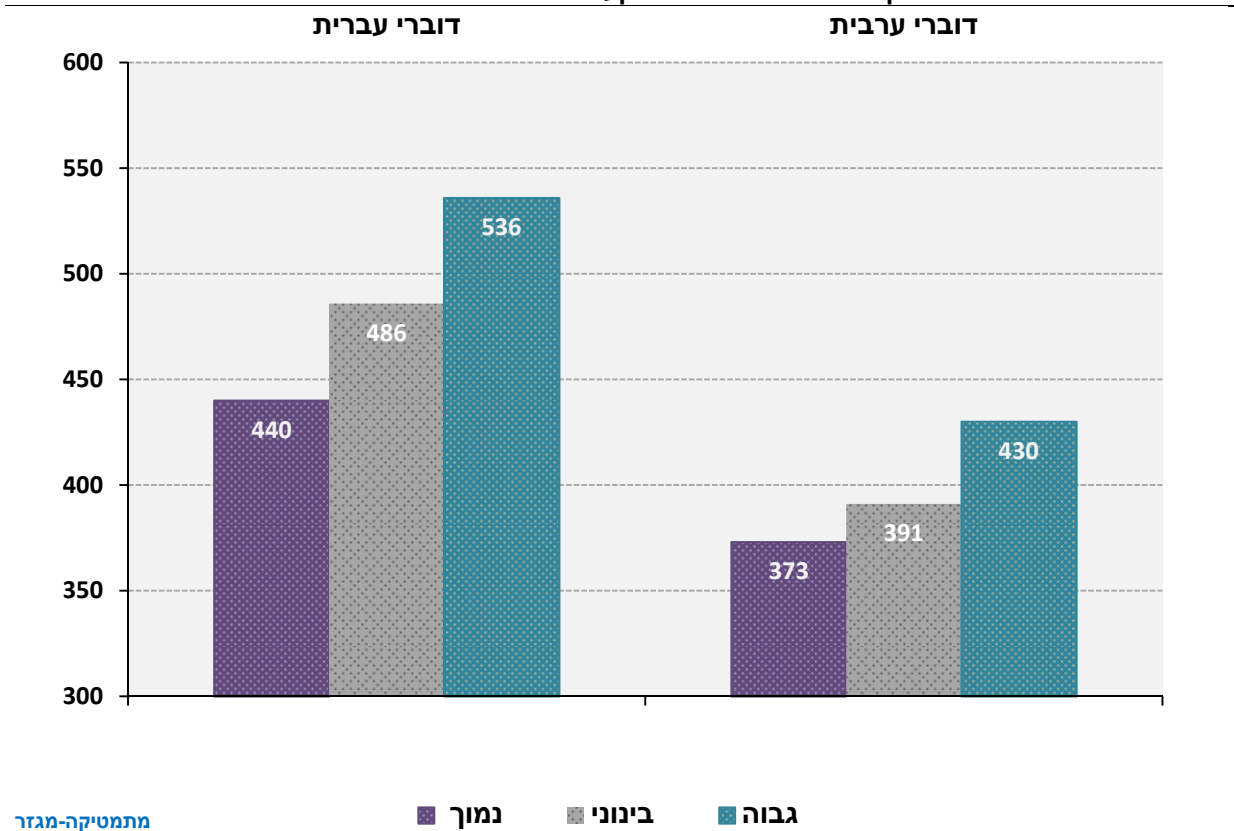
השוואות בין שני מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע חת"כ ממשיכים להצביע על פערי ההישגים הגדולים בין שני המגזרים, בפרט יש לשים לב לממצא המראה כי הציון הממוצע בקרב התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית ובעלי רקע גבוה קטן ב-10 נקודות מן הציון הממוצע בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית ובעלי רקע נמוך (430, 440 נקודות, בהתאמה). אומנם בתוך קבוצת הרקע הנמוך הפער בין שני מגזרי השפה מצטמצם ל-67 נקודות לעומת הפער הכללי הקיים ביניהם שהוא 101 נקודות (ראו **תרשים 4.6** לעיל), אך בתוך קבוצת 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 ניתן להסביר באמצעות ההבדלים ביניהם בהתפלגות התלמידים לפי רקע החת"כ (ראו נתונים סטטיסטיים אודות רקע זה ב**נספחים 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, האם יש לתלמיד שולחן כתיבה, מחשב וכיו"ב) ואמצעים נוספים המעידים על מצב כלכלי. המדד אינו כולל מידע על ארץ הלידה של התלמיד ושל הוריו. המדד נקבע כך שיהיה בעל ממוצע אפס וסטיית תקן של 1 במדינות ה-OECD. כך, שני שלישים מן התלמידים במדינות ה-OECD נמצאים 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 כדלהלן: רקע נמוך: אחוזונים 0-30; רקע בינוני: אחוזונים 31-70; רקע גבוה: אחוזונים 71-100. מדד החת"כ הוא מדד אישי המבוסס על דיווח עצמי של התלמיד בלבד. לעומת זאת, מדד הטיפוח של משרד החינוך (מדד "שטראוס"), המשמש לתקצוב בתי ספר, הוא מדד שיש בו מרכיבים בית ספריים (לדוגמה, רמת ההכנסה החציונית של כלל תלמידי בית הספר והמרחק הגיאוגרפי של בית הספר ממרכז הארץ). לכן, מדד החת"כ אינו מתואם במלואו עם מדד "שטראוס", ולפיכך, גם החלוקה לקטגוריות נמוך-בינוני-גבוה שונה בין המדדים. נתונים סטטיסטיים אודות התפלגות התלמידים לפי רקע החת"כ בישראל מוצגים ב**נספח 4 לפרק זה**.

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

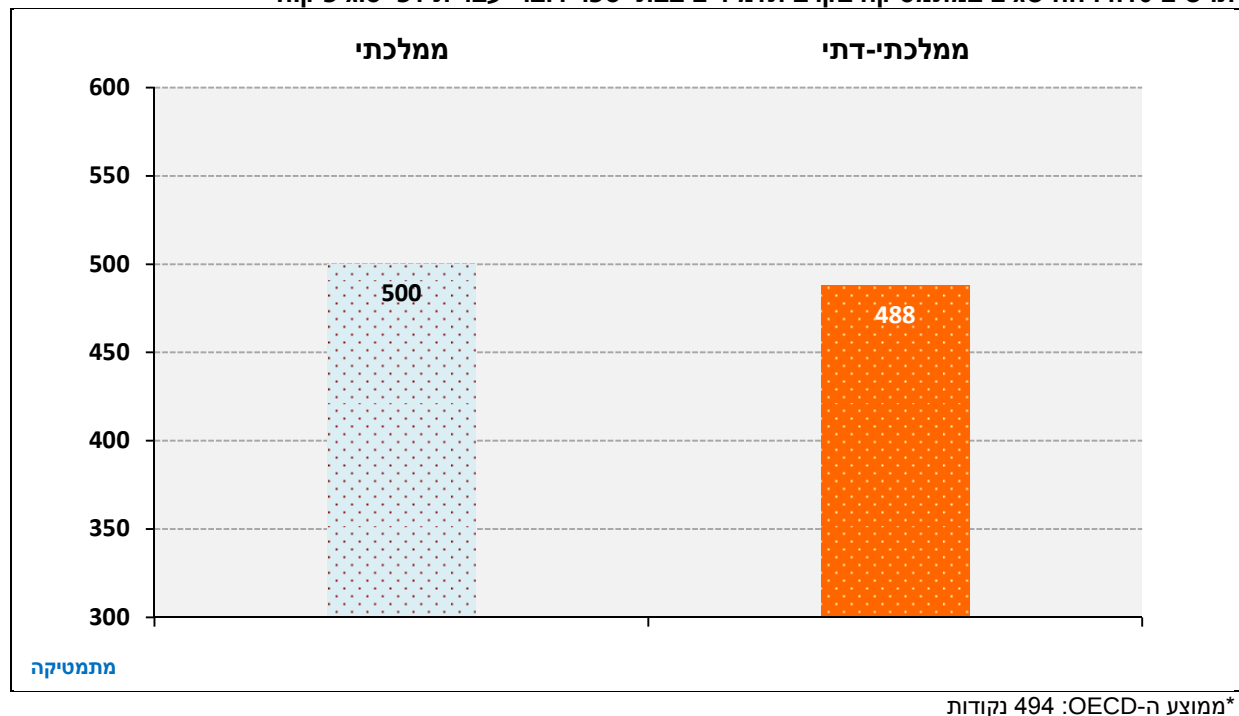


4.1.2.3: הישגים במתמטיקה לפי סוג הפיקוח בבתי ספר דוברי עברית

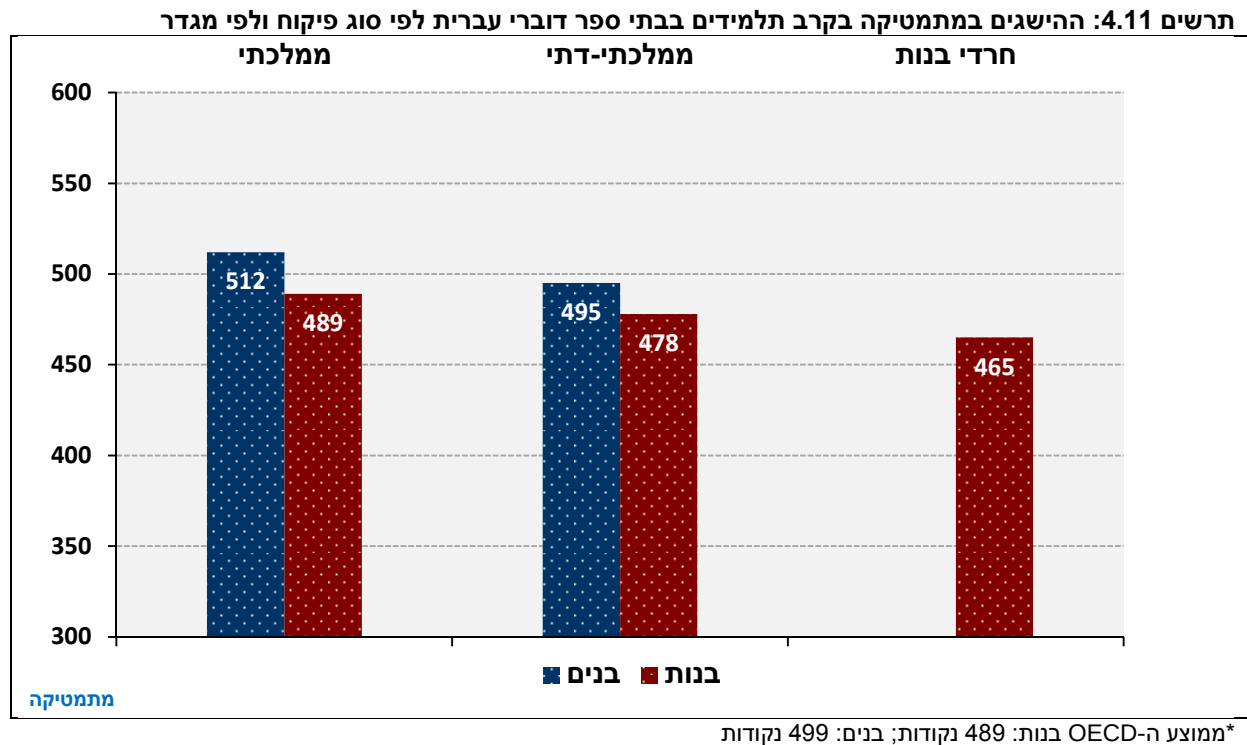
בחלק זה יוצגו ההישגים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית בלבד, **בתרשים 4.10** מוצגים ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים אלו בפילוח לפי סוג פיקוח⁴⁴ (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מתרשים זה עולה כי הישגי התלמידים בבתי ספר בפיקוח הממלכתי גבוהים מעט מאלו של עמיתיהם הלומדים בפיקוח הממלכתי-דתי - 12 נקודות בממוצע.

⁴⁴חלוקה זו אינה כוללת תלמידים הלומדים במוסדות בפיקוח משרד הכלכלה (משרד התמ"ת לשעבר).

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



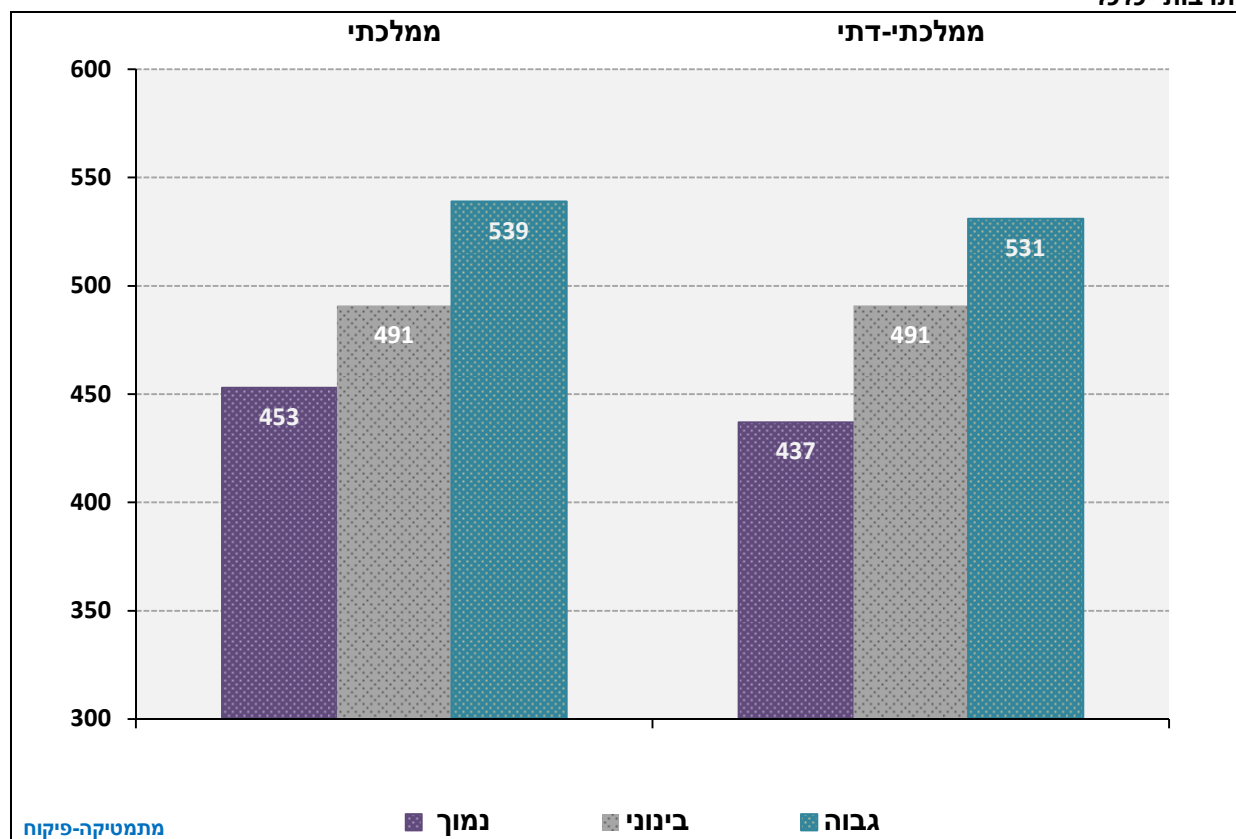
בתרשים 4.11 שלהלן מוצגים ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר, כאשר לתרשים זה נוספו גם ההישגים בקרב הבנות בפיקוח החרדי. בפיקוח זה, ניתן לדווח רק על הישגי הבנות משום שבתי הספר של הבנים החרדים שהסכימו להשתתף במחקר, אינם מייצגים את כלל בתי הספר של קבוצת אוכלוסייה זו. מן התרשים עולה כי הפער לטובת הבנים מתקיים הן בפיקוח הממלכתי והן בפיקוח ממלכתי-דתי והוא גדול במעט בקרב תלמידי הפיקוח הממלכתי (23 נקודות), לעומת תלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי (17 נקודות). לבנות בפיקוח החרדי הישגים נמוכים משל הבנות בפיקוח הממלכתי והממלכתי-דתי (פער של 24 ו-13 נקודות, בהתאמה).



בתרשים 4.12 מוצגים ההישגים במתמטיקה 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 במדויק 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 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 בפיקוח 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 בפיקוח 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 מתמונת פער זה היא שהפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני גדול יותר בפיקוח הממלכתי-דתי ביחס לפער המקביל בפיקוח הממלכתי (54 נקודות, 38 נקודות, בהתאמה).

השוואות בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ מראות כי פער ההישגים בין שני סוגי הפיקוח הוא הגדול ביותר בקרב קבוצת התלמידים בעלי רקע נמוך: 16 נקודות בעוד שבקבוצות הרקע הבינוני והגבוה הפערים נמוכים הרבה יותר (0 נקודות ברקע החת"כ הבינוני ו-8 נקודות ברקע הגבוה).

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



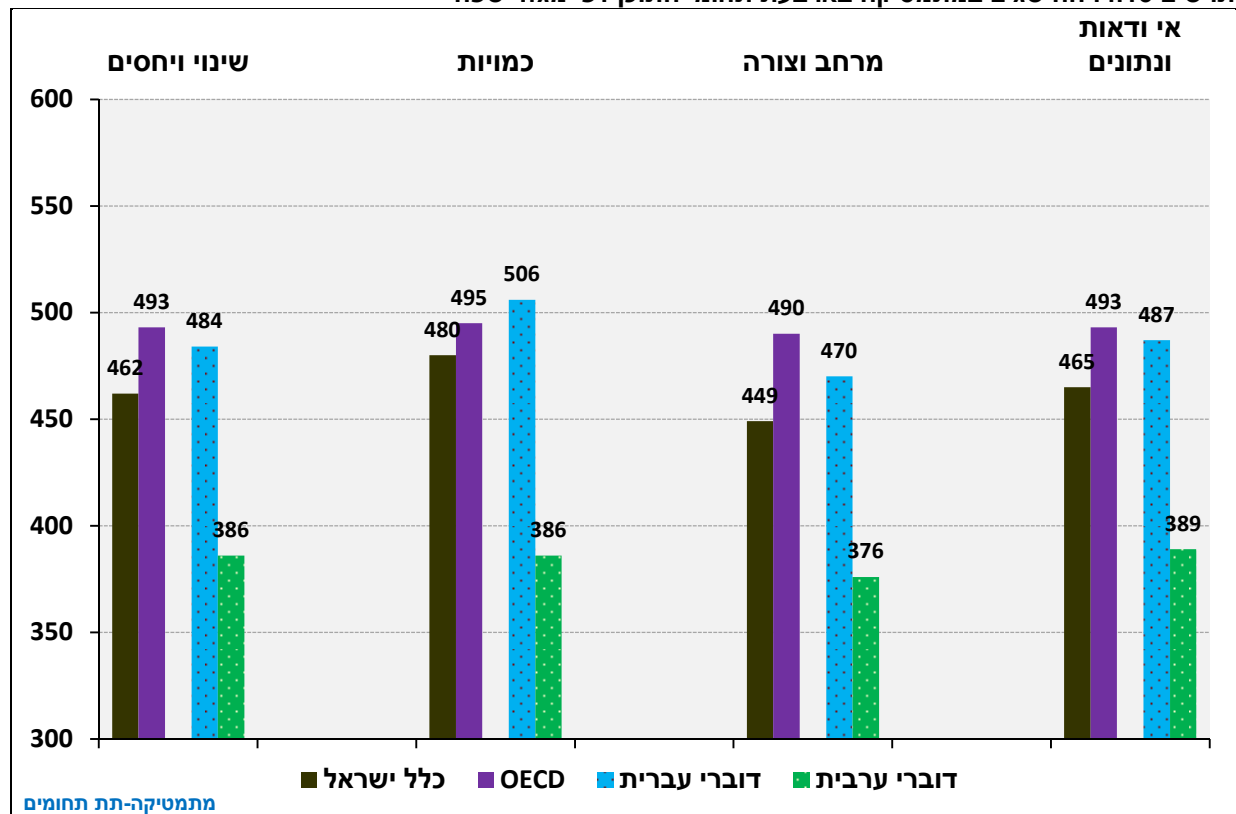
4.1.2.4: הישגים במתמטיקה בתחומי התוכן ובמיומנויות הקוגניטיביות

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 השפה. מתרשים זה עולה כי בכל תחומי התוכן ממוצעי הציונים בישראל נמוכים מממוצע ה-OECD, כאשר הפער הקטן ביותר הוא בתחום הכמויות (15 נקודות) והגדול ביותר הוא בתחום מרחב וצורה (41 נקודות). חולשתה זו של ישראל בתחום הגיאומטריה הוא ממצא שחזר על עצמו גם במחקר טימס (TIMSS) 2011 – מחקר חינוך בין-לאומי נוסף המעריך הישגים במתמטיקה ומדעים לתלמידי כיתות ח'⁵. בנוסף לזאת עולה נקודת חוזק בתחום "כמויות" בקרב התלמידים דוברי עברית. בקבוצה זו נרשם ממוצע גבוה בתחום התוכן הזה – 506 נקודות – שהוא גבוה ב-11 נקודות מממוצע ה-OECD.

בפילוח לפי מגזר השפה שוב בולטים הפערים העצומים בין שני המגזרים העומדים על כסטיית תקן שלמה כמעט, ובתחום הכמויות, התחום החזק של דוברי העברית, 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 ומגדר (פילוח לפי מגזר בלבד מוצג **בתרשים 4.13** לעיל). 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-סביב 15 נקודות – מעט יותר גדולים 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 "שינוי ויחסים" ו-"מרחב וצורה" ושל כעשר נקודות בתחומים "כמויות" ו-"אי-ודאות ונתונים" ואלו הפוכים בכיוונם ביחס לפערים המקבילים בממוצע ה-OECD.

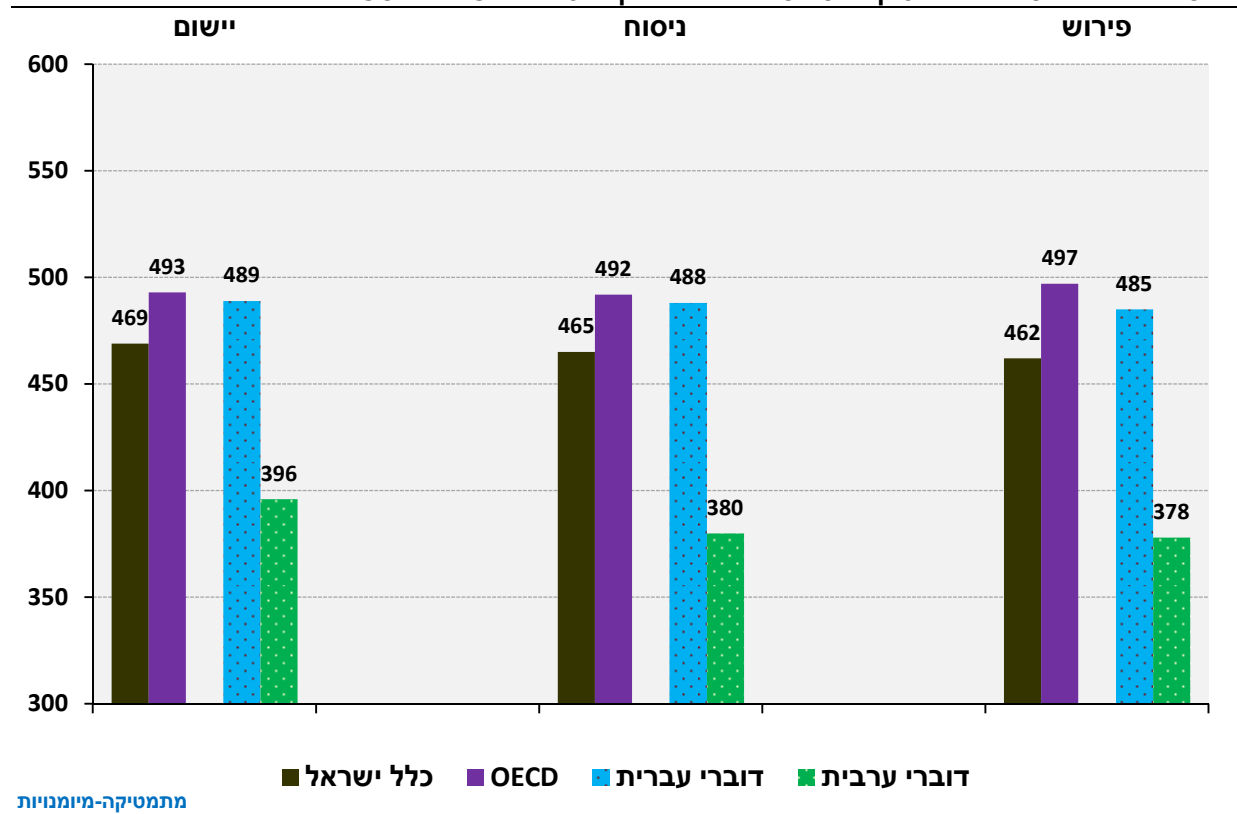
לוח 4.2: הישגים בתחומי התוכן במתמטיקה לפי מגזר ומגדר (מספר בסיסן שלילי מייצג פער לטובת הבנות)

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

בתרשים 4.14 מוצגים הישגיהם של כלל התלמידים בישראל בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות, ובחלוקה לפי מגזר השפה. מתרשים זה עולה כי בכל שלוש המיומנויות הציונים של תלמידי ישראל בפיזה נמוכים מממוצע

ה-OECD בכ-30 נקודות. בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית, לעומת זאת, ישנם פערים קטנים בין הציונים הממוצעים בשלוש מיומנויות אלו לבין הציונים המקבילים בממוצע ה-OECD. בפילוח לפי מגזר השפה שוב נראים הפערים העצומים בין שני המגזרים העומדים על כסטיית תקן שלמה כמעט.

תרשים 4.14: ההישגים במתמטיקה בשלוש המיומנויות הקוגניטיביות לפי מגזר שפה



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

לוח 4.3: הישגים במיומנויות הקוגניטיביות במתמטיקה לפי מגזר ומגדר (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 לראשונה גם מבחן ממוחשב באוריינות מתמטיקה וזאת מתוך כוונה למחשב בעתיד את כלל מחקר הפיזה החל ממחקר 2015 ואילך (עוד על כך ראו בפרק 2, בסעיף 2.1.7). בניגוד למבחן המודפס, מן המבחן הממוחשב הופק רק אחד (ציון כולל), שגם הוא על סולם בעל ממוצע 500 וסטיית תקן 100 במדינות ה-OECD. חשוב לציין כי, למרות שמדובר בשאלות שונות בשני המבחנים מבחינת התוכן ומבחינת המיומנויות הנבדקות ושאופניות ההצגה והתגובה בשני הפורמטים שונים - שני המבחנים בודקים אוריינות מתמטית. כראיה לכך, בין הציון הכולל במבחן המודפס באוריינות מתמטיקה למבחן 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 על כך כי שני המבחנים מודדים היבטים דומים.

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

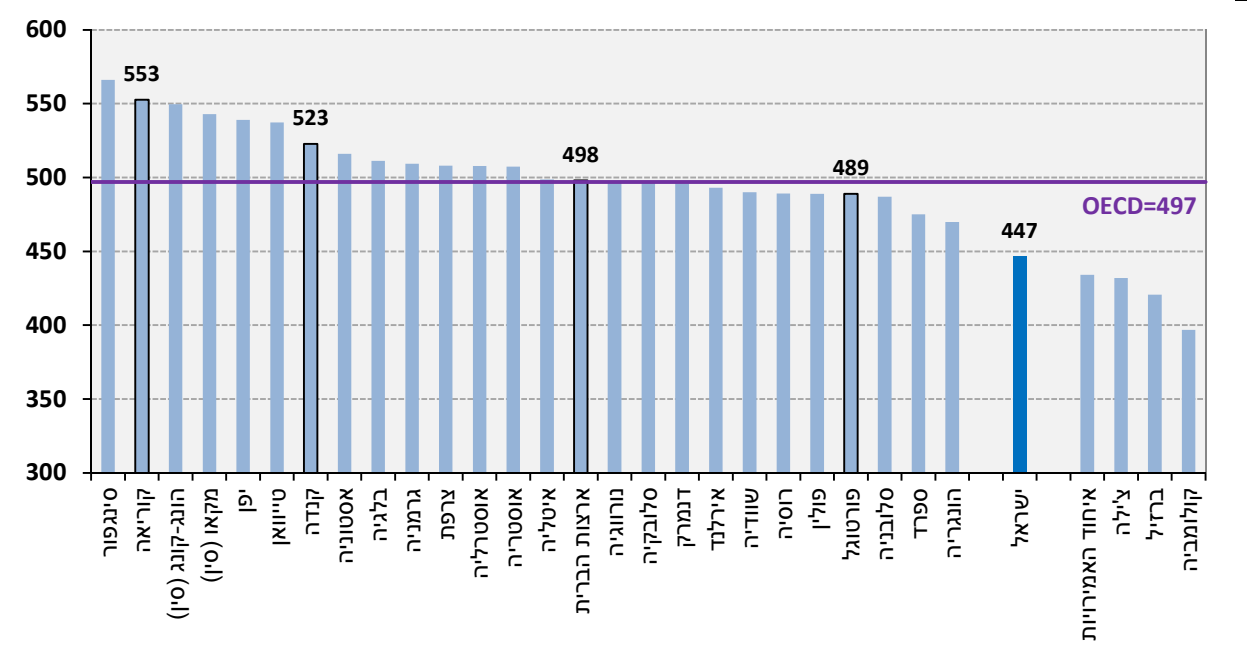
במבחן הממוחשב במתמטיקה נבחנו רק 31 מדינות מבין המדינות המשתתפות, רובן מדינות OECD (ראו לוח 4.4 להלן). הציון הממוצע של ישראל במבחן זה הוא 447 נקודות, מה שמציב אותה במקום ה-27 מבין 31 מדינות במדרג הבין-לאומי (ראו תרשים 4.15 להלן)⁴⁵. ממוצע ה-OECD במבחן זה הוא 497 נקודות. את המקומות הראשונים תופסות, גם כאן המדינות המזרח-אסייתיות סינגפור, קוריאה והונג-קונג (550, 553, 566 נקודות, בהתאמה), ואת המקומות האחרונים תופסות צ'ילה, ברזיל וקולומביה (397, 421, 432 נקודות, בהתאמה). מבחינת רמות הבקיאות, ישראל נמצאת במקום השלישי בשיעור תלמידים המצויים ברמת הבקיאות הנמוכות ביותר – רמה 1 או מתחתיה (39%, לעומת 20% בממוצע ה-OECD) כאשר רק בברזיל וקולומביה ישנו שיעור גדול יותר של תלמידים ברמות בקיאות אלו. מבחינת שיעור התלמידים בשתי רמות הבקיאות הגבוהות ביותר, ישראל ממוקמת במקום ה-26 (מתוך 31), כאשר רק 6% מן התלמידים מצויים ברמות בקיאות אלו (לעומת 11% בממוצע ה-OECD). מבחינת מדד פיזור הציונים, ישראל היא בעלת הפיזור הגבוה ביותר בהישגים, והיא מדורגת במקום הראשון מבין המדינות שהשתתפו במבחן הממוחשב במתמטיקה: בישראל, הטווח בין המאון ה-5 למאון ה-95 הוא בן 365 נקודות לעומת ממוצע ה-OECD העומד על 291 נקודות, (ראו תרשים 4.16 ונספח 4 להלן).

לוח 4.4: המדינות שהשתתפו ושלא השתתפו במבחן הממוחשב במתמטיקה

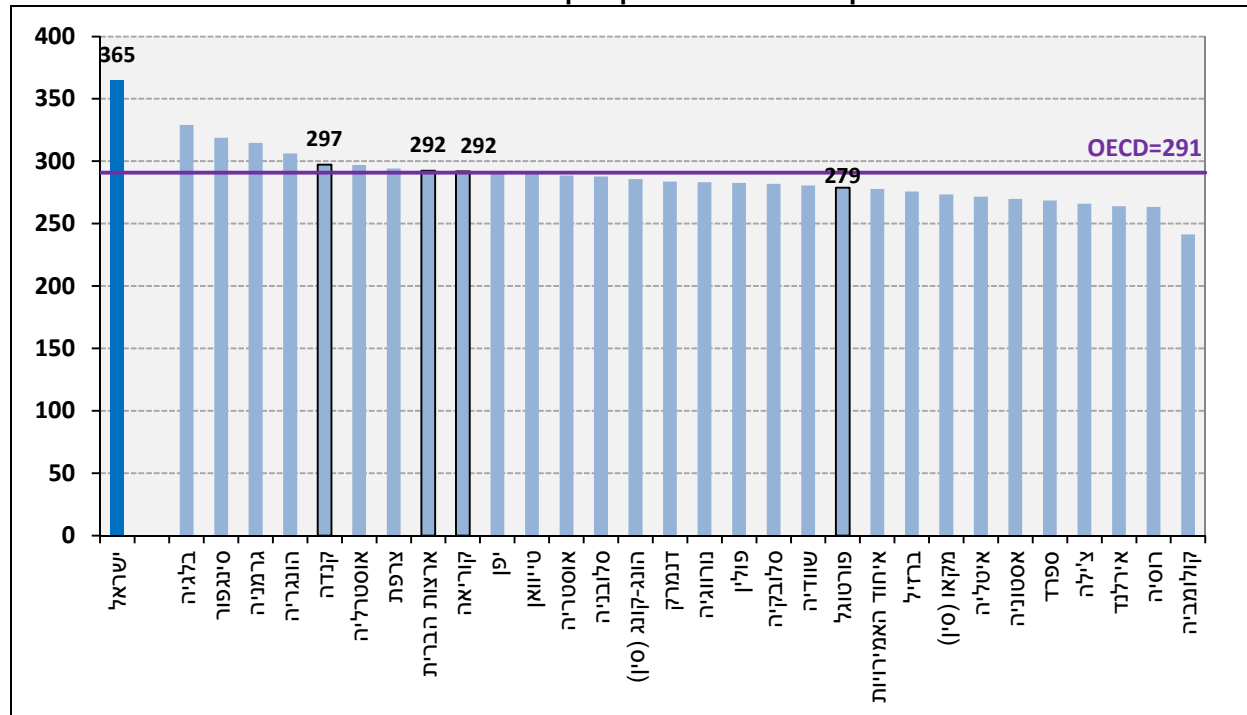
השתתפו	לא השתתפו
אוסטריה, אוסטרליה, איחוד האמירויות, איטליה, אירלנד, אסטוניה, ארצות הברית, בלגיה, ברזיל, גרמניה, דנמרק, הונג-קונג (סין), הונגריה, טייוואן, יפן, ישראל, מקאו (סין), נורווגיה, סינגפור, סלובניה, סלובקיה, ספרד, פולין, פורטוגל, צ'ילה, צרפת, קולומביה, קוריאה, קנדה, רוסיה, שוודיה	איסלנד, בריטניה, 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

⁴⁵ הסיבה כי ישראל נמצאת במבחן זה בתחתית המדרג, בעוד שבמבחן המודפס היא נמצאת בערך בתחילת השליש השלישי של המדרג קשורה לכך 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: הישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות בו



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



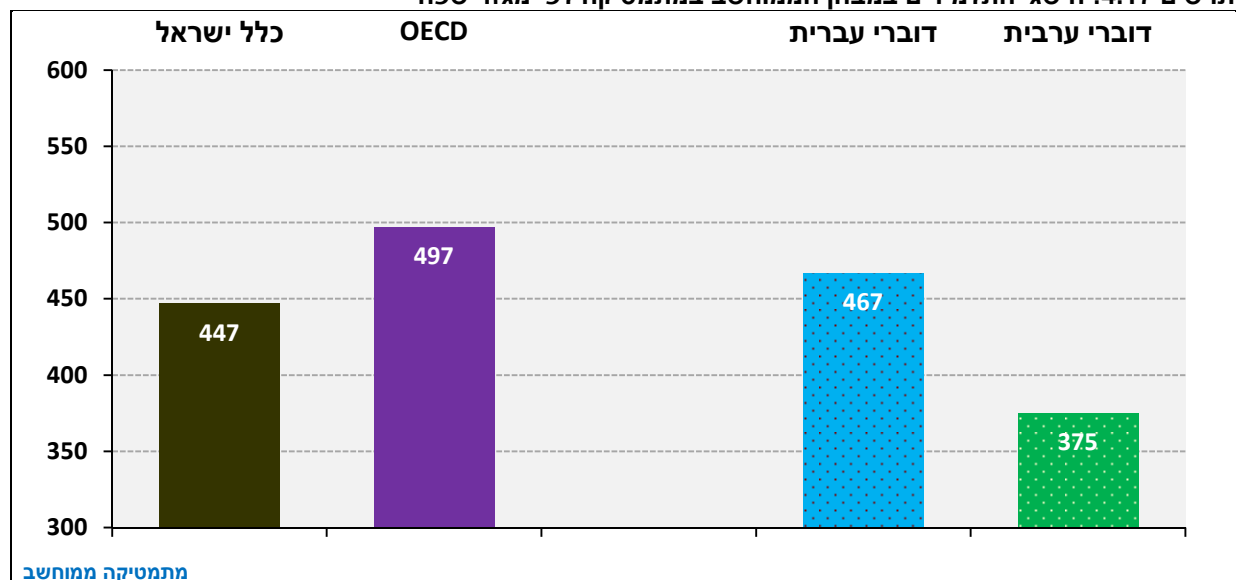
4.2.2: הישגי ישראל במבחן הממוחשב – ניתוח פנים-ישראלי

תרשים 4.17: מציג את הישגים בציון הכולל במבחן הממוחשב במתמטיקה עבור כלל הנבחנים ובפילוח לפי מגזר השפה. בדומה למבחן המודפס, גם במבחן הממוחשב הפער בין התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לבין התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית בישראל הוא גבוה מאד ועומד על 92 נקודות (כסטיית תקן שלמה). לו היו בוחנים היכן ממוקם כל מגזר שפה במדרג המדינות לפי הישגיהן, אזי הישגיהם של התלמידים דוברי

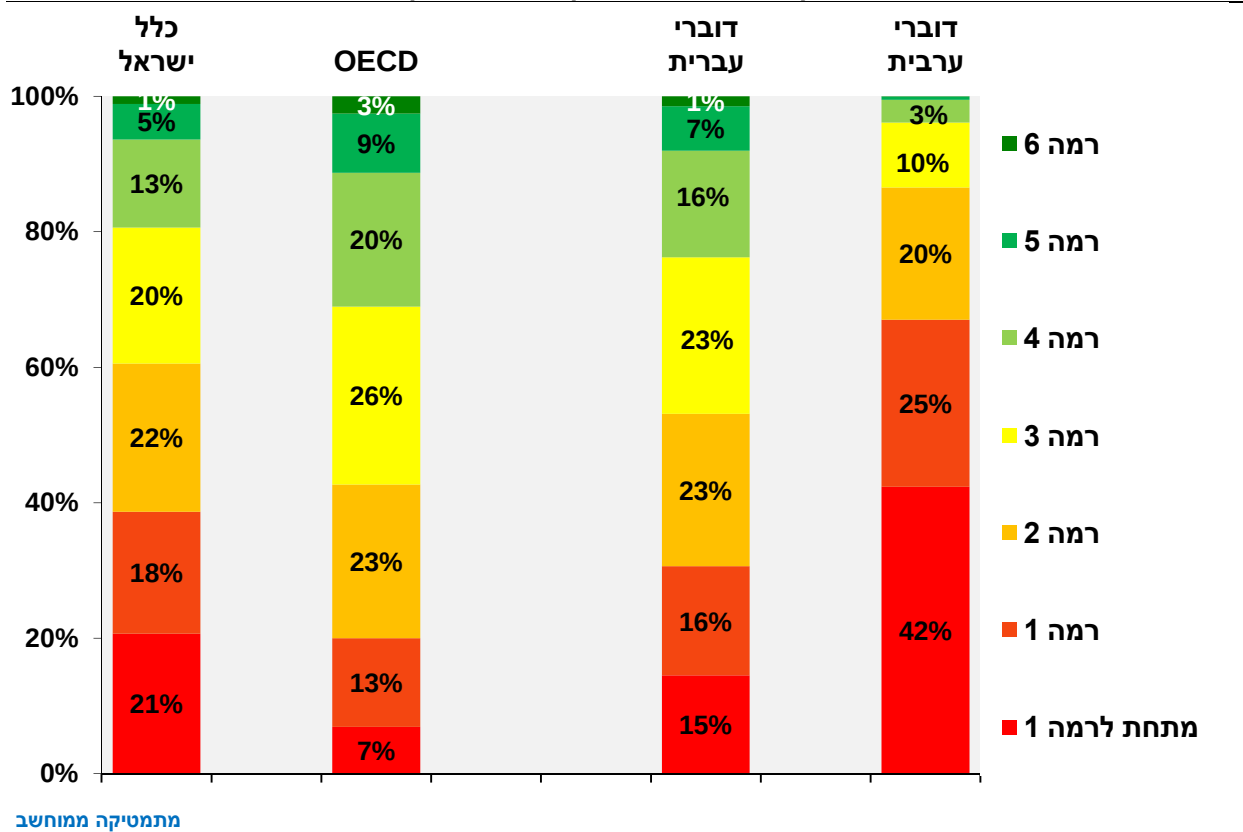
העברית היו דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-26 (מתוך 31) ואילו ההישגים של התלמידים דוברי הערבית היו במקום האחרון. בקרב שני מגזרי השפה הפער בין הישגיהם הממוצעים לממוצע ה-OECD גדול יותר במבחן הממוחשב במתמטיקה לעומת המבחן המודפס במתמטיקה: דוברי העברית נמצאים 30 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD במבחן הממוחשב ורק 5 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD במבחן המודפס, ודוברי הערבית נמצאים 122 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD במבחן הממוחשב לעומת פער של 106 נקודות לרעתם במבחן המודפס.

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

תרשים 4.17: הישגי התלמידים במבחן הממוחשב במתמטיקה לפי מגזר שפה



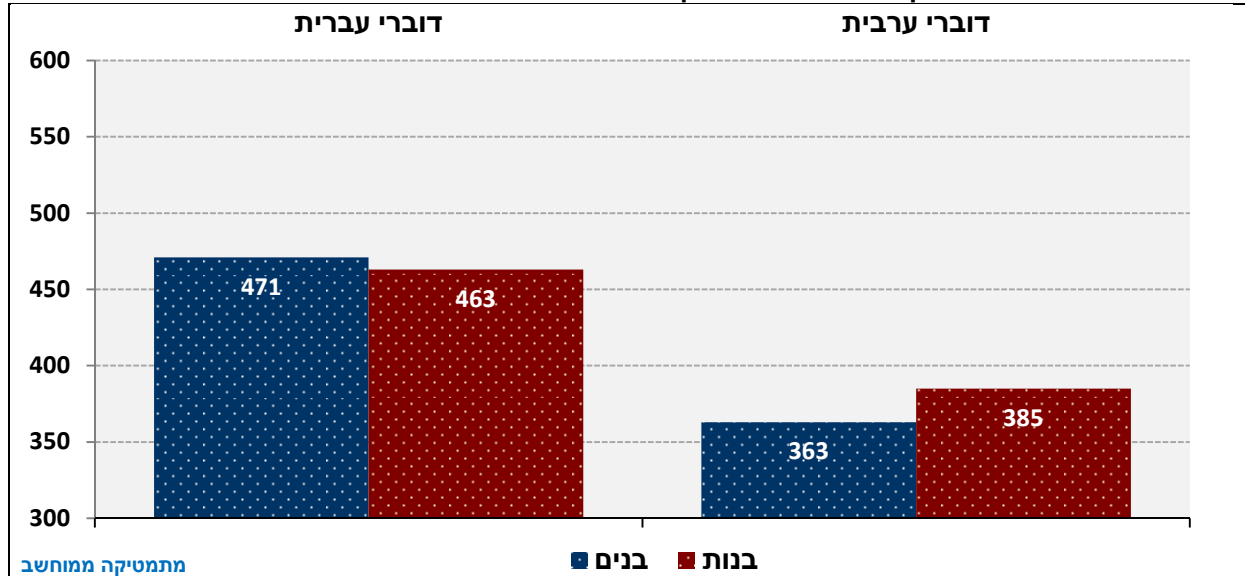
תרשים 4.18: התפלגות ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה לפי רמות בקיאות ולפי מגזר שפה



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. מתרשים זה עולה הדפוס החוזר של הפערים בין המגדרים בישראל: בקרב תלמידים 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 בקרב התלמידים בבתי ספר דוברי עברית (8 נקודות במבחן הממוחשב לעומת 15 נקודות במבחן המודפס, לטובת הבנים) אך בה בעת מתרחבים בקרב התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית (22 נקודות במבחן הממוחשב לעומת 9 נקודות במבחן מודפס, לטובת הבנות). המגמה בהיבט זה שונה בישראל מאשר במדינות ההשוואה וב-OECD: בקנדה ובפורטוגל, למשל, הפער לטובת הבנים במבחן הממוחשב גדל לעומת הפער במבחן המודפס, בקוריאה ובממוצע ה-OECD הפערים כמעט שווים בגודלם.

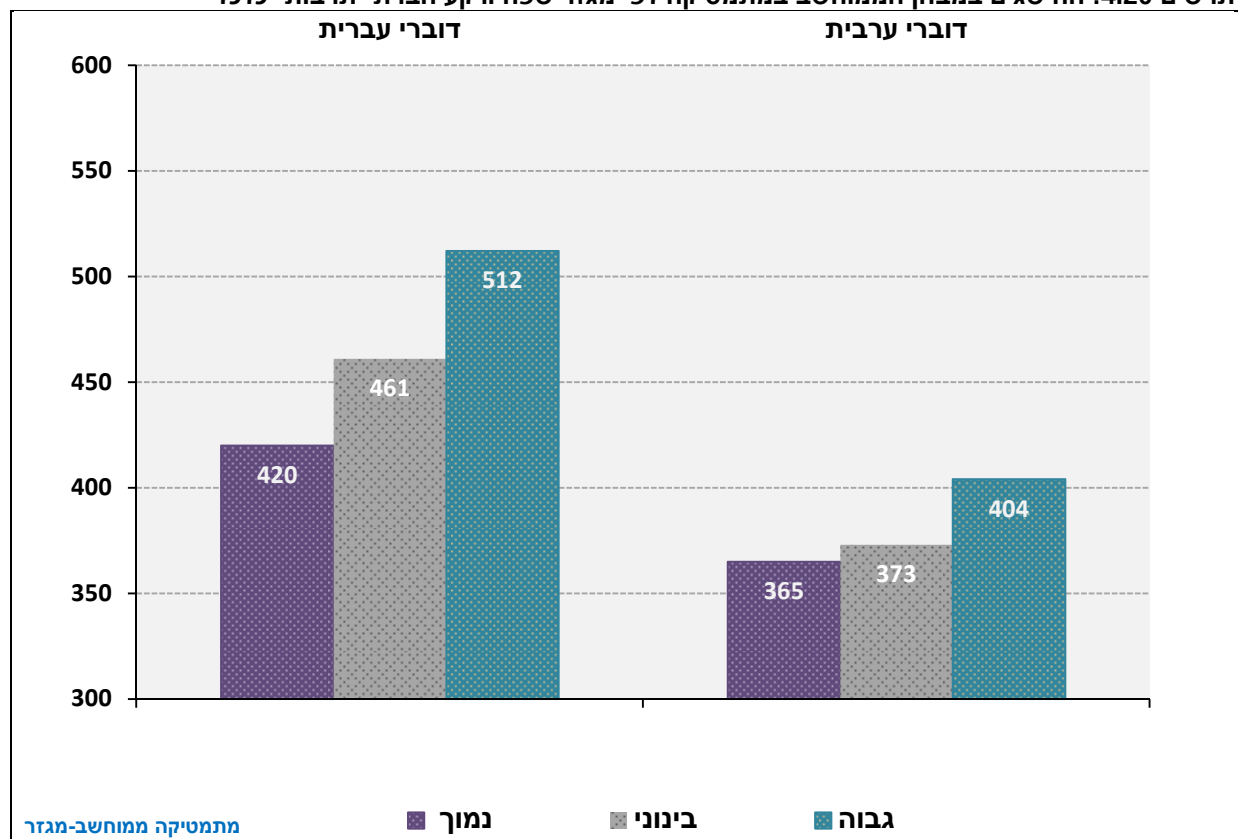
תרשים 4.19: הישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה לפי מגזר שפה ולפי מגדר



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

בתרשים 4.20 מוצגים הישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה בפילוח לפי רקע חת"כ בכל מגזר שפה בנפרד. תמונת הממצאים כאן דומה מאד לממצאים המקבילים במבחן המודפס (**תרשים 4.9**). כלומר, התלמידים מרקע חת"כ גבוה הם בעלי הישגים גבוהים יותר בקרב שני מגזרי השפה מאשר עמיתיהם בקבוצות רקע החת"כ הנמוך והבינוני. כך גם הישגים בקבוצת רקע החת"כ הבינוני בקרב דוברי העברית גבוהים ב-41 נקודות מאשר ההישגים בקבוצת רקע החת"כ הנמוך; ובנוסף, יש הבדל קטן של 8 נקודות בקרב דוברי הערבית. מעניין לציין כי בקבוצות רקע החת"כ הנמוך, הפער בין שני המגזרים עומד על 55 נקודות בלבד, לעומת הפער בן 92 הנקודות הקיים בין שני מגזרי השפה באופן כללי. אך לעומת זאת, גם כאן חוזר הממצא המראה כי ממוצע הציונים בקרב התלמידים דוברי הערבית מרקע חת"כ גבוה נמוך ב-16 נקודות מן הממוצע של התלמידים דוברי העברית מרקע חת"כ נמוך: 404 נקודות לעומת 420 נקודות (במבחן המודפס הפער המקביל בין הקבוצות הללו עומד על 10 נקודות - **תרשים 4.9**).

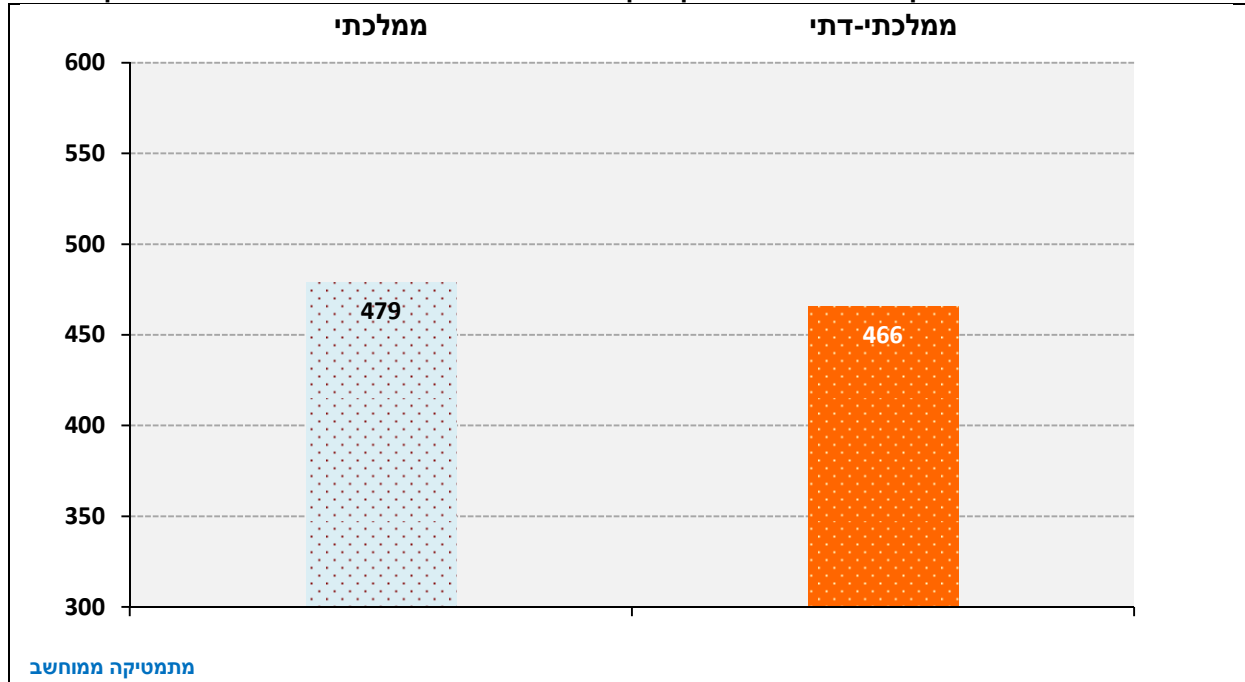
תרשים 4.20: הישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה לפי מגזר שפה ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי



4.2.3: הישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה לפי סוג הפיקוח בבתי ספר דוברי עברית

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

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

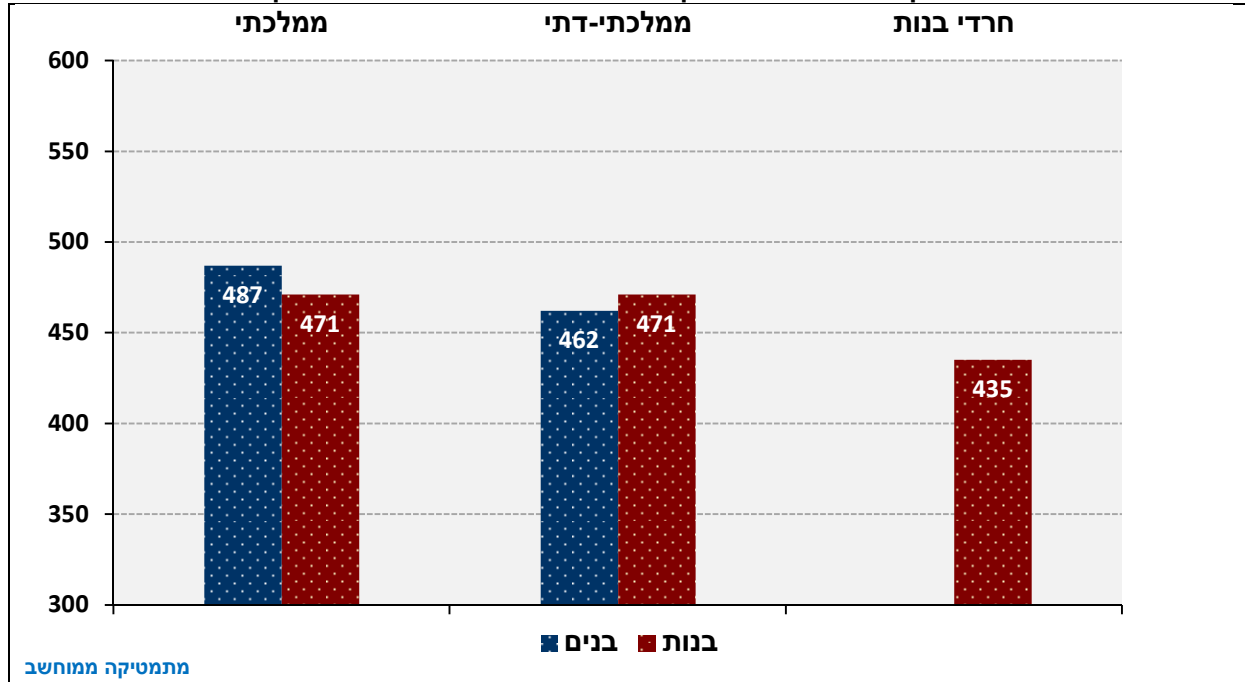


*ממוצע ה-OECD: 497 נקודות

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

לעומת זאת, בקרב הבנות החרדיות, נפער הבדל גדול יותר בין לבין הבנות בשני סוגי הפיקוח האחרים במבחן הממוחשב לעומת במבחן המודפס - פער של 36 בממוחשב (לעומת פערים של 13 נקודות בהשוואה לממלכתי-דתי ו-24 נקודות בהשוואה לממלכתי, במבחן המודפס). אומנם אין מדובר בציונים על אותו סולם ציונים, אך נראה כי באופן יחסי, הבנות החרדיות מתקשות לבטא את הידע שלהן במתמטיקה במבחן הממוחשב (ממוצע הציון שלהן במבחן הממוחשב נמוך ב-30 נקודות מן הציון שלהן במבחן המודפס, בעוד שבשני סוגי הפיקוח האחרים הפערים בממוצע הציונים לרעת המבחן הממוחשב הם 18 נקודות בממלכתי ו-7 נקודות בממלכתי-דתי). ייתכן כי ממצא זה נובע מניסיון מועט בשימוש במחשבים ואמצעים דיגיטליים אחרים בקרב קבוצה זו.

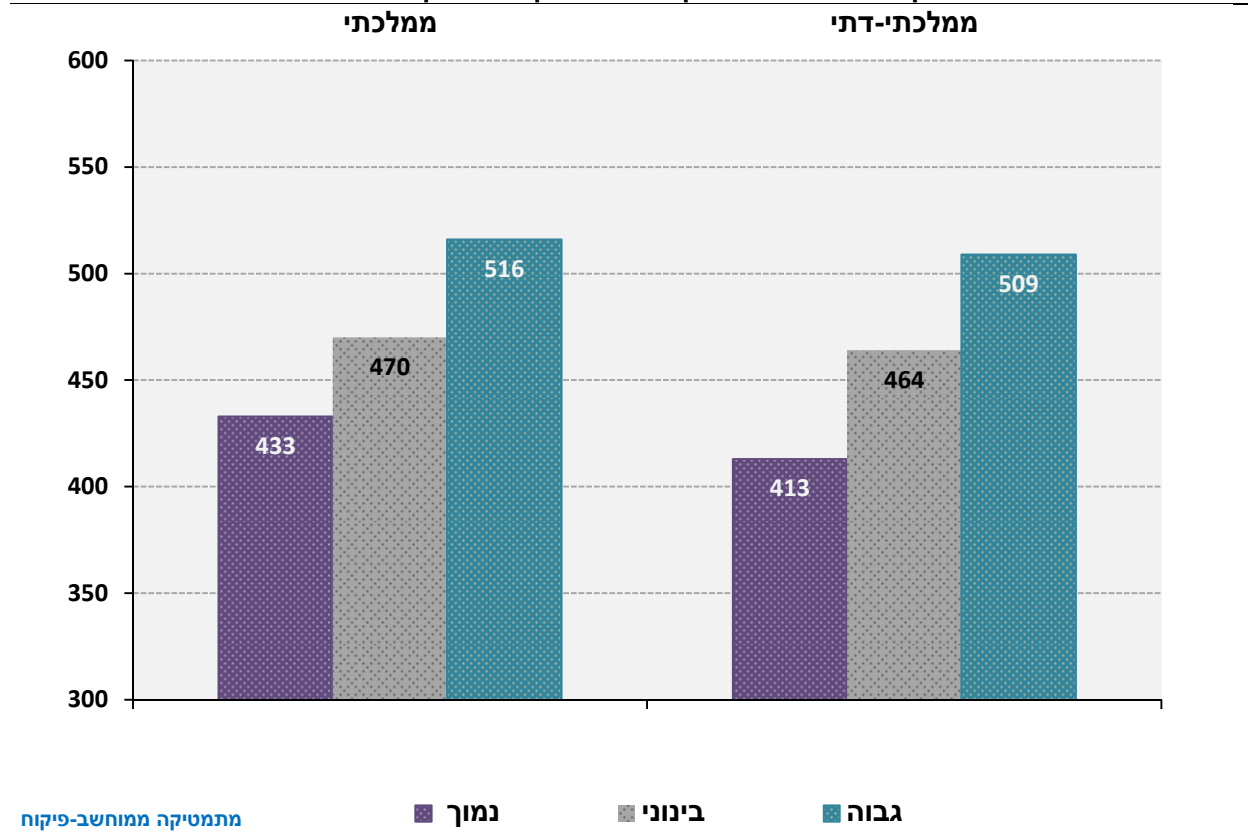
תרשים 4.22: ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר



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

בתרשים 4.23 מוצגים ההישגים במתמטיקה בקרב תלמידים 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 רקע החת"כ השונות וכן גודלם דומה לדפוס שנרשם במבחן המודפס באוריינות מתמטיקה. זאת בכל אחד מסוגי הפיקוח. כך, הישגי התלמידים מרקע חת"כ גבוה גבוהים יותר מהישגי התלמידים מרקע בינוני, ולאחרונים הישגים גבוהים יותר מאשר עמיתיהם בעלי רקע חת"כ נמוך. ההשוואות בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ מראים כי הפער הגדול ביותר בין שני סוגי הפיקוח הוא בקרב קבוצת התלמידים בעלי רקע החת"כ הנמוך והוא עומד על 20 נקודות (בקבוצת הרקע החת"כ הבינוני והגבוה הפערים הם 6 ו-7 נקודות, בהתאמה) (לשם השוואה ראו **תרשים 4.12**).

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



4.3 סיכום: הישגי ישראל באוריינות מתמטיקה ובאוריינות מתמטיקה ממוחשב במחקר פיזה 2012

סיכום ההישגים במבחן המודפס באוריינות מתמטיקה

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

1. **בחלוקה לפי מגזר שפה ומגדר** נראית המגמה העקבית שבה יש יתרון לבנים בבתי ספר דוברי עברית ויתרון לבנות בבתי ספר דוברי ערבית.

2. **בחלוקה לפי מגזר שפה ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי:** בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית הפערים בין קבוצות רקע חת"כ עוקבות (נמוך-בינוני-גבוה) הם כ-50 נקודות. בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, פערים אלו הם קטנים יותר, בפרט הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני שהוא 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 וחלק

מפער ההישגים בין שני מגזרי השפה עשוי להיות מוסבר על ידי הפער ברקע החת"כ הקיים ביניהם.

3. **בחלוקה לפי סוג הפיקוח בקרב התלמידים בבתי ספר דוברי עברית:** פערי הציונים בין הפיקוח הממלכתי לממלכתי-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 התלמידים מרקע נמוך לבין התלמידים מרקע בינוני גדולים יותר בפיקוח הממלכתי-דתי, ביחס לפיקוח הממלכתי. כמו כן, לבנות בפיקוח החרדי הישגים נמוכים יותר לעומת הבנות בשני סוגי הפיקוח האחרים.

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

סיכום ההישגים במבחן הממוחשב במתמטיקה

- במבחן הממוחשב במתמטיקה ישראל השיגה ציון של 447 נקודות. ציון זה, הנמוך בכ-50 נקודות מממוצע ה-OECD, מציב אותה במקום ה-27 מתוך 31 מדינות שהשתתפו במבחן זה. גם במבחן זה בולטת ישראל בפיזור הציונים הגדול שבה (הראשון בגודלו).
 - מבחינת שיעורי התלמידים ברמות הבקיאות השונות, בישראל במקום השלישי, מבין המדינות המשתתפות, של תלמידים המצויים ברמות הבקיאות הנמוכות ביותר (39%, OECD -20%). מבחינת שיעור התלמידים ברמות הבקיאות הגבוהות, ישראל מצויה במקום ה-26 עם 6% מתלמידיה המצויים ברמות בקיאות אלו (OECD -11%).
 - גם במבחן הממוחשב הפער בין שני מגזרי השפה הוא דומה ועומד על כ-100 נקודות (כסטיית תקן שלמה). פער זה קשור גם לממצא המראה כי 67% מן התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית מצויים ברמות הבקיאות הנמוכות ביותר, וזאת לעומת כ-31% מן התלמידים בבתי ספר דוברי עברית. זאת ועוד, ברמות הבקיאות הגבוהות אין כלל תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית.
 - ממצאים נוספים העולים מן הניתוח הפנים-ישראלי של נתוני מחקר 2012 במבחן הממוחשב במתמטיקה הם:
1. **בחלוקה לפי מגזר שפה ומגדר** ביחס למבחן המודפס, מצטמצמים הפערים בין המגדרים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית. בבתי ספר דוברי ערבית, לעומת זאת, מתרחבים הפערים לטובת הבנות, שגם במבחן המודפס היו לטובתן.

2. **בחלוקה לפי מגזר שפה ורקע 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 הם קטנים יותר, בפרט הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני שהוא 8 נקודות בלבד. כמו כן, השוואה בין מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע מגלה כי הפערים העצומים ביניהם נשמרים בקבוצות הרקע הבינוני והגבוה, בקבוצת הרקע הנמוך הפער מצטמצם במחצית בערך כלומר, גם במבחן זה ייתכן וחלק מפער ההישגים בין שני מגזרי השפה עשוי להיות מוסבר על ידי הפער ברקע החת"כ הקיים ביניהם.

3. **בחלוקה לפי סוג הפיקוח בקרב התלמידים 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, בניגוד למבחן המודפס, במבחן הממוחשב במתמטיקה ישנו פער לטובת הבנות בפיקוח הממלכתי-דתי, בעוד שבפיקוח הממלכתי הפער הוא לטובת הבנים. חלוקה לפי הרקע החת"כ מראה תמונה דומה לזה שבמבחן המודפס - כאשר משווים בין שני סוגי הפיקוח בתוך כל קבוצת רקע חת"כ הפערים דומים לפער הכללי הקיים ביניהם. השוואה בין רמות הרקע החת"כ השונות בתוך כל סוג פיקוח מגלה כי הפערים בין התלמידים מרקע נמוך לבין התלמידים מרקע בינוני גדולים יותר בפיקוח הממלכתי-דתי, ביחס לפיקוח הממלכתי. כמו כן, לבנות בפיקוח החרדי, ישנם הישגים נמוכים יותר משאר הקבוצות וגם נמוכים יותר ביחס 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	אינדונסיה	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.

נספח 4ב

הממוצע והפיזור של הציון הכולל במבחן הממוחשב במתמטיקה בקרב כלל המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012 ובחלוקה לפי מגדר (בטור "פער (בנות-בנים) ייתכנו סטיות של 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.

נספח 4א

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

כלל דוברי עברית	כלל דוברי ערבית	כלל האוכלוסייה
3,894 (77%)	1,161 (23%)	5,055 (100%)

	כלל דוברי עברית	כלל דוברי ערבית	סך הכל
בנות	2,177 (56%)	648 (56%)	2,825 (56%)
בנים	1,717 (44%)	513 (44%)	2,230 (44%)
סך הכל	3,894 (100%)	1,161 (100%)	5,055 (100%)

	כלל דוברי עברית	כלל דוברי ערבית	סך הכל
רקע חת"כ נמוך	898 (23%)	553 (48%)	1,451 (29%)
רקע חת"כ בינוני	1,569 (40%)	362 (31%)	1,931 (38%)
רקע חת"כ גבוה	1,266 (33%)	218 (19%)	1,484 (29%)
ערכים חסרים	161 (4%)	28 (2%)	189 (4%)
סך הכל	3,894 (100%)	1,161 (100%)	5,055 (100%)

פיקוח ממלכתי	פיקוח ממלכתי-דתי	פיקוח חרדי	דוברי עברית (ללא תמ"ת)
2,497 (65%)	745 (19%)	594 (16%)	3,836 (100%)

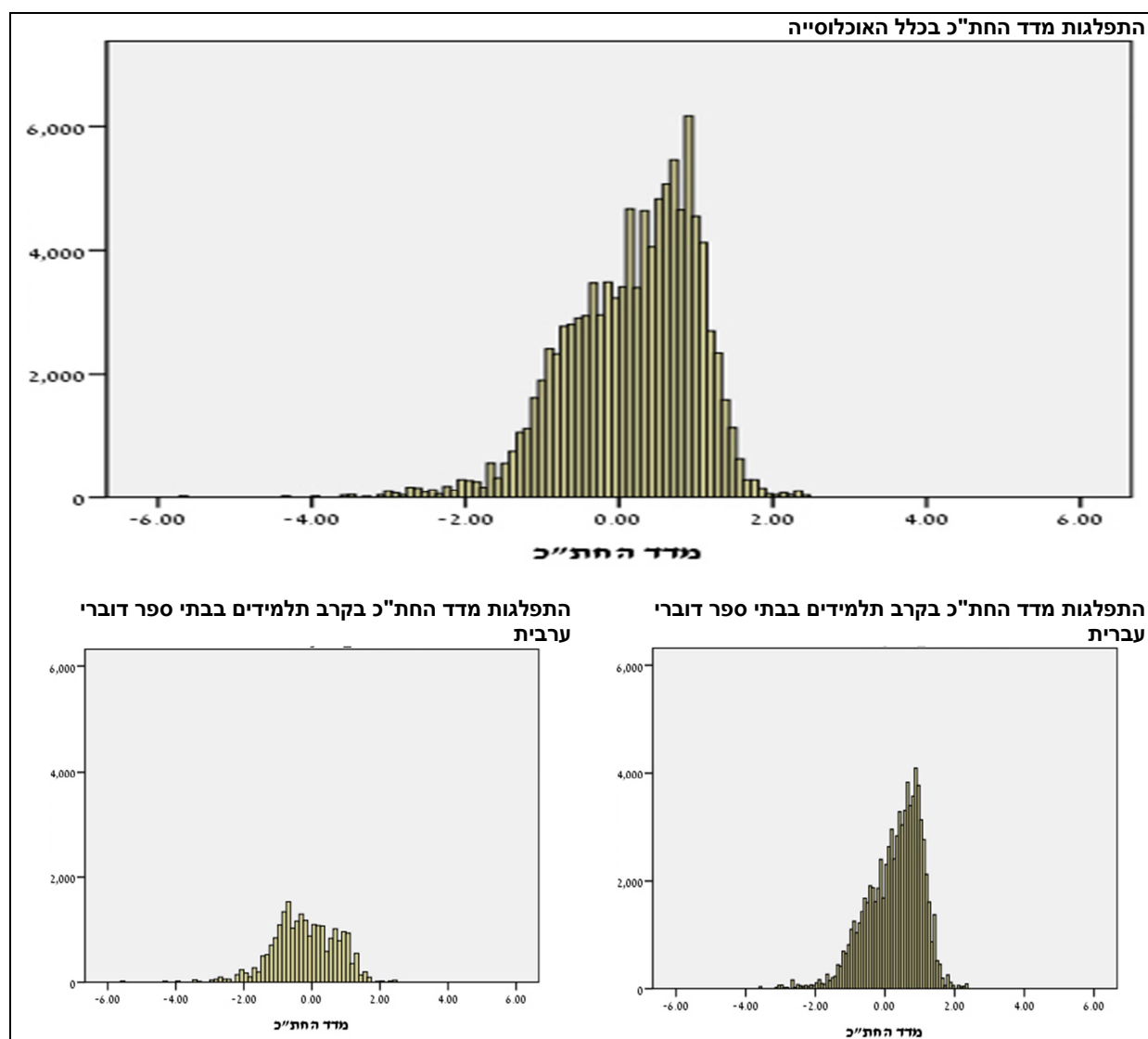
	פיקוח ממלכתי	פיקוח ממלכתי-דתי	פיקוח חרדי	סך הכל
בנות	1,261 (51%)	386 (52%)	521 (88%)	2,168 (57%)
בנים	1,236 (49%)	359 (48%)	73 (12%)	1,668 (43%)
סך הכל	2,497 (100%)	745 (100%)	594 (100%)	3,836 (100%)

	פיקוח ממלכתי	פיקוח ממלכתי-דתי	פיקוח חרדי	סך הכל
רקע חת"כ נמוך	509 (20%)	175 (24%)	186 (31%)	870 (23%)
רקע חת"כ בינוני	961 (39%)	328 (44%)	266 (45%)	1,555 (40%)
רקע חת"כ גבוה	985 (39%)	226 (30%)	52 (9%)	1,263 (33%)
ערכים חסרים	42 (2%)	16 (2%)	90 (15%)	148 (4%)
סך הכל	2,497 (100%)	745 (100%)	594 (100%)	3,836 (100%)

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

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

מספר נבחנים	ממוצע (טעות תקן)	סטיית תקן
4,866	0.17 (0.03)	0.85
3,733	0.28 (0.03)	0.79
1,133	-0.21 (0.05)	0.94



רקע חת"כ נמוך	מספר נבחנים	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	-0.97 (0.04)	0.62
רקע חת"כ בינוני	מספר נבחנים	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 נבחנים	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 ואוריינות דיגיטלית במחקר פיזה 2012

בפרק זה תובא סקירה של הישגי התלמידים באוריינות קריאה במחקר פיזה 2012. תחום זה, יחד עם אוריינות מדעים, היה תחום היבחנות משני במחזור המחקר הנוכחי. החלק הראשון בפרק זה יתאר את ההישגים במבחן אוריינות הקריאה המודפס; החלק השני של פרק זה יתאר את ההישגים במבחן אוריינות הקריאה הממוחשב (בתחום המכונה "קריאה דיגיטלית"). בתחילת כל חלק תוצג בקצרה המסגרת המושגית של התחומים הנמדדים, 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 קריטריונים שפורטו בפרק 4. נקודת השוואה מרכזית נוספת להישגי ישראל תהיה להישג הממוצע שהתקבל 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 הפיקוח (רק בקרב דוברי העברית). בסוף הפרק מוצגים נספחים הכוללים נתונים 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 ומאפיינים לשוניים וטקסטואליים, ועד לידע על העולם. היא כוללת גם מיומנויות מטא-קוגניטיביות ביניהן, מודעות למגוון של אסטרטגיות מתאימות לעיבוד טקסטים והיכולת להשתמש בהן.

5.1.1: אוריינות קריאה מה היא? - הגדרה ומסגרת מושגית

הגדרת אוריינות קריאה במחקר פיזה הוצגה בהרחבה במחזור מחקר פיזה 2009, שבו אוריינות קריאה הייתה תחום עיקרי. לפי פיזה, אוריינות קריאה מוגדרת כ"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 שמטרתה 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 כגון: עליהם להעריך אם הטקסט מתאים למשימה שניצבת מולם ולקבוע אם ביכולתו לספק את

המידע הדרוש להם; עליהם לשפוט את מידת והמהימנות 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). כמו כן, 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 שיקלו את הקשת המלאה של המצבים שבהם אוריינות קריאה ממלאת תפקיד. **כדי להשיג את מטרותיו** פירושו כי לפרט 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 והקשרים, אשר הוערכו במחקר 2012 באמצעות 44 פריטי מבחן (שאלות) כפי שמפורט להלן. שמאחר שתחום אוריינות הקריאה היה במחקר זה תחום משני בלבד, אין מכלול הפריטים מכסה את כל ההיבטים של הקריאה שהוגדרו במסגרת ההיבחנות של מחזור מחקר 2009.

טקסטים: מאפיין זה קשור לסוגי הטקסטים שעל התלמידים לקרוא. **לוח 5.1** להלן מציג את התפלגות 44 הפריטים (שאלות) ששימשו להערכת אוריינות קריאה במחקר 2012, כאשר אלו ממוינים לפי סוגת (ז'אנר) הטקסט ותצורת הטקסט.

לוח 5.1: סוגים ותצורות של טקסט ששימשו במחקר 2012

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

תהליכים: מאפיין זה קשור לשאלה מהי מטרת הקורא ומהי גישתו אל הטקסט. בין תהליכים אלו ניתן למנות תהליך פשוט כמו אחזור מידע מן הטקסט (10 פריטים); תהליך מורכב יותר של מיזוג מידע ומתן פרשנות לטקסט (24 פריטים) ותהליך מורכב עוד יותר של רפלקציה והערכה שבו הקורא מהרהר בטקסט הכתוב ומקשרו לאירועים והתנסויות בחייו (10 פריטים).

הקשרים: מאפיין זה קשור לשאלה מהו השימוש המיועד של הטקסט, 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); לימודי (למשל, טקסט המשמש לצרכי הוראה והדרכה- 14 פריטים); ותעסוקתי (טקסט הקשור לעולם העבודה- 9 פריטים).

מתוך 44 הפריטים במבחן אוריינות הקריאה המתייחסים לטקסטים, תהליכים והקשרים שונים, 13 היו פריטים רבי-ברירה פשוטים (כאלו הדורשים מן הנבחן לסמן אפשרות תשובה אחת מתוך ארבע או חמש אפשרויות); 8 היו פריטים רבי-ברירה מורכבים (כאלו הדורשים מן הנבחן בחירה של יותר מתשובה אחת או הקפה של מילה או ביטוי קצר); 4 היו פריטים מובנים סגורים (כאלו הדורשים מן הנבחן להשיב תשובה בעלת טווח אפשרויות מצומצם למדי); 3 היו פריטים פתוחים (כאלו הדורשים מן הנבחן תשובה ארוכות ומפורטות עם טווח רחב של תשובות). פתוחים (כאלו הדורשים מן הנבחן להשיב תשובות ארוכות ומפורטות עם טווח רחב של תשובות).

5.1.3: סולם הציונים ורמות הבקיות באוריינות קריאה

סולם הציונים של אוריינות 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 מחקר פיזה 2000). נוסף על הציון הממוצע בכל מדינה אפשר לתאר את ההישגים על פי התפלגות התלמידים ברמות בקיות שונות. רמות הבקיות השונות מוגדרות לפי נקודות חתך ("סיפים") המוצגות בלוח 5.2 להלן ומחלקות את סולם הציונים לשבע רמות השונות איכותית זו מזו⁴⁶. הציון הממוצע בכל מדינה נמצא בהלימה, כמובן, עם התפלגות ציוני התלמידים ברמות בקיות אלו: שכיחות גבוהה של תלמידים בקטגוריות בקיות גבוהות בצד שכיחות נמוכה של תלמידים בקטגוריות בקיות נמוכות יאפינו בדרך כלל במדינות שבהן ממוצע ההישגים גבוה ולהפך. בנוסף, שכיחות התלמידים בקטגוריות השונות מתקשרת גם למידת הפיזור בציונים כפי שיוסבר בהמשך. השוואת מדינות על פי רמות בקיות אלו נותנת תמונה מעשירה יותר אודות הפערים הקיימים בין תלמידים במערכות החינוך השונות.

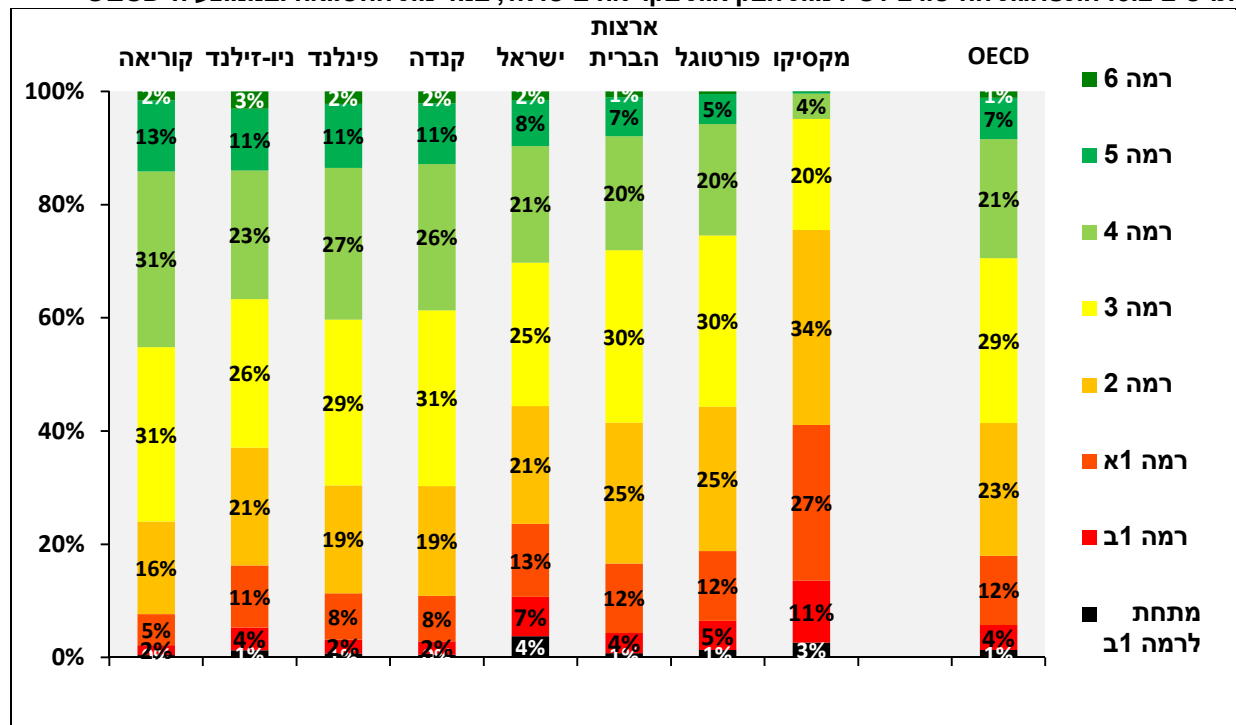
⁴⁶ בנוסף לכך, קיימת קבוצה של תלמידים שרמת אוריינות הקריאה שלהם היא מתחת לרמת הבקיות הנמוכה ביותר, ולגביהם לא קיים תיאור איכותי של מה שהם מסוגלים לעשות. כמו כן יש לשים לב לכך שעד למחקר 2009, חולקה הסקלה ל-6 רמות בקיות, וב-2009 הוחל ב חלוקת מת הבקיות "1" לשתי רמות: "א' ו-ב'".

לוח 5.2: נקודות החתך עבור רמות הבקאות בקריאה

רמת בקיאות	ציון גבול תחתון	מה התלמידים מסוגלים לעשות בכל רמה
רמה 6	698 נקודות	בדרך כלל הקורא 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 מתוככמת 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	הקורא מצליח בדרך כלל להתמודד עם משימות הכרוכות באחזור מידע מחייבות את הקורא לאתר ולארגן מספר פיסות מידע שיש לחלץ 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	הקורא מצליח להתמודד על פי רוב עם משימות הכרוכות באחזור מידע מחייבות את הקורא לאתר ולארגן מספר פיסות מידע שיש לחלץ 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 הקורא נדרש להיעזר בידע רשמי או ציבורי כדי להעלות השערות בנוגע לטקסט או להעריכו באופן ביקורתי. על הקורא להראות הבנה מדויקת של טקסטים ארוכים או מורכבים, שייתכן כי תוכנם או צורתם אינם מוכרים לו.
רמה 3	480 נקודות	הקורא 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 הקורא עשוי להידרש לעשות קישורים והשוואות ולהסביר או להעריך אחד ממאפייני הטקסט. במשימות הערכה מסוימות עליו להראות הבנה מעמיקה של הטקסט ביחס לידע מוכר ויומיומי. במשימות אחרות לא נדרשת הבנה מפורטת של הטקסט, אך הקורא נדרש להסתמך על ידע נפוץ פחות.
רמה 2	407 נקודות	מקצת המשימות ברמה זו שעמן מצליח קורא להתמודד, 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 להיסיקם ברמה נמוכה. משימות ברמה זו עשויות לכלול השוואות או הנגדות על סמך מאפיין יחיד בטקסט. במשימות הערכה טיפוסיות ברמה זו על הקורא לעשות השוואה או קישור בין הטקסט לבין ידע חיצוני, על סמך התנסות אישית ועמדות אישיות.
רמה 1א'	335 נקודות	הקורא 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, יומיומי. בדרך כלל המידע הנדרש בולט בטקסט, ואין, או כמעט אין, מידע מתחרה.
רמה 1ב'	262 נקודות	הקורא 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 לקורא תמיכה, כגון חזרה על מידע, הצגת תמונות או סמלים מוכרים ועוד. יש בטקסט עמו הוא מתמודד 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	

שיעור זה גדול מן השיעור המקביל במקסיקו (0%), בפורטוגל (5%), בארצות הברית ובממוצע ה-OECD (שניהם 8%), וקטן פי 1.5 בערך מן השיעור המקביל בדרום קוריאה (15%). ואולם, לעומת מדינות ההשוואה וממוצע ה-OECD בולט השיעור הגדול של התלמידים ה"מתקשים" בישראל (נמצאים מתחת לרמה 2) העומד על 24% במצטבר. למעט מקסיקו, שבה שיעור זה 41%, מדובר על השיעור הגבוה ביותר בקרב מדינות ההשוואה הגבוה מהשיעור בממוצע מדינות ה-OECD (17%).

תרשים 5.2: התפלגות ההישגים לפי רמות הבקאות בקריאה בישראל, במדינות ההשוואה ובממוצע ה-OECD



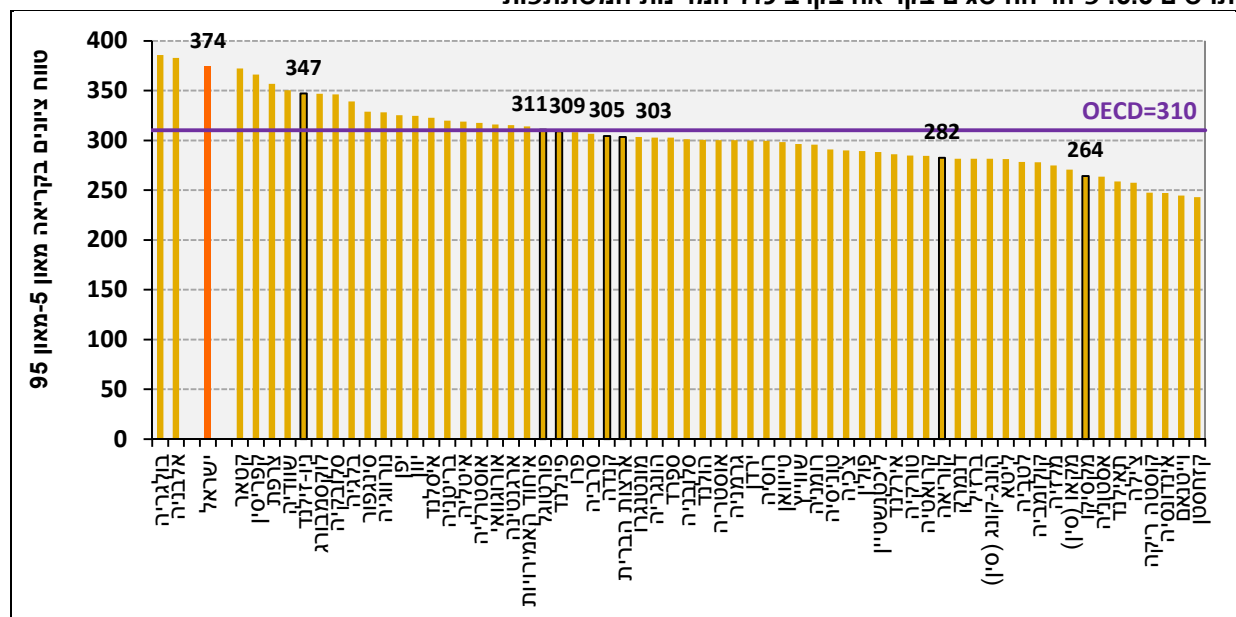
הערה: בתרשים זה ייתכן כי סך האחוזים לא יסתכם ל-100% בגלל פערי עיגול.

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 ממוצע פיזור זה במדינות ה-OECD העומד על 310 נקודות. המדינות בתרשים זה מוצגות בסדר יורד על פי גודל מדד פיזור זה. מהתרשים עולה כי פיזור הציונים בישראל הוא השלישי בגודלו בקרב המדינות המשתתפות (374 נקודות) ולפניה מצויות רק בולגריה ואלבניה (386, 383 נקודות, בהתאמה, לפירוט הפיזור בכל מדינה ראו **נספח 5א** לפרק זה). הממצא בדבר פיזור ציונים גדול ביותר בישראל הוא ממצא עקבי בתחומי האוריינות השונים, והוא חוזר ונמצא במחזורי המחקר של הקודמים של פיזה (החל מפיזה 2000, פיזה 2006 ו-פיזה 2009)⁴⁸, ובמחקרים בין-לאומיים אחרים שבהם ישראל משתתפת.⁴⁹

⁴⁸ראמ"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

⁴⁹ראמ"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 5.3: פיזור ההישגים בקריאה בקרב כלל המדינות המשתתפות



5.2.1.2: מגמות לאורך זמן

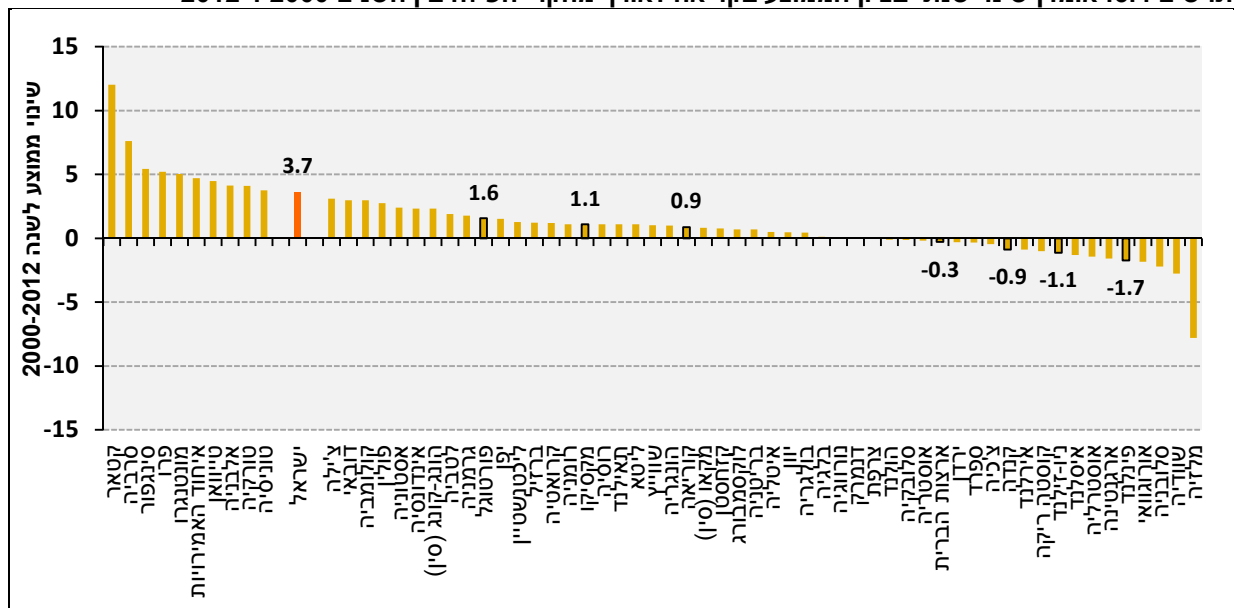
בתרשים 5.4 מוצג אומדן של השינוי השנתי הממוצע באוריינות קריאה במחקר הפיזה שהתקיימו בין השנים 2000 ל-2012.⁵⁰ חישוב אומדן זה לוקח בחשבון מידע חסר הנובע מאי-השתתפות מדינה מסוימת במחזור מחקר מסוים (כגון, ישראל שלא השתתפה במחזור המחקר ב-2003). מתרשים זה עולה כי בישראל אומדן שיפור זה עומד על 3.7 נקודות בשנה. נתון זה מעמיד אותה במקום ה-11 מבחינת גודל השיפור השנתי באוריינות קריאה. במדינות ההשוואה פורטוגל, מקסיקו ודרום קוריאה חלה עליה שנתיית בסדרי גודל של נקודה אחת עד שתי נקודות. ארצות הברית, קנדה, ניו-זילנד ופינלנד, לעומת זאת, נמצאות בהליך של ירידה שנתיית באוריינות קריאה בסדר גודל של כחצי נקודה עד כשתי נקודות לשנה. **בתרשים 5.5** מוצג הציון הממוצע באוריינות קריאה בישראל בארבעה מחזורי הפיזה 2000 (2002), 2006, 2009 ובמחקר הנוכחי. ניתן לראות כי לאחר ירידה בהישגים בין 2002 ל-2006, בין השנים 2006 ל-2012 הציון הממוצע של ישראל עלה ב-47 נקודות במצטבר (34 נקודות משנת 2002), עליה שמקורה בעיקר בעלייה משמעותית בין מחקר פיזה 2006 לבין מחקר פיזה 2009.⁵¹ בנוסף לכך חשוב לציין כי לצד העלייה בממוצע של ישראל נרשם צמצום מתמשך בשיעור התלמידים "המתקשים" הנמצאים ברמת בקיאות נמוכה מרמה 2 (מ-33% ב-2002 ל-24% ב-2012), ונרשמה עלייה בשיעור התלמידים "המצטיינים" הנמצאים ברמות בקיאות 5 ו-6 (מ-4% ב-2002 ל-10% ב-2012).

לאור כל זאת, מסתמן כי, מבין שלושת תחומי האוריינות הקבועים הנבדקים בפיזה, תחום אוריינות הקריאה הוא התחום שבו עשתה ישראל את השיפור הגדול ביותר בעשור האחרון. על כך מעיד גם השיפור היחסי במיקום במדרג המדינות. ממצא זה משקף שוב את העובדה כי תחום אוריינות הקריאה בישראל, הוא התחום הטוב ביותר באופן יחסי לנורמות בין-לאומיות.

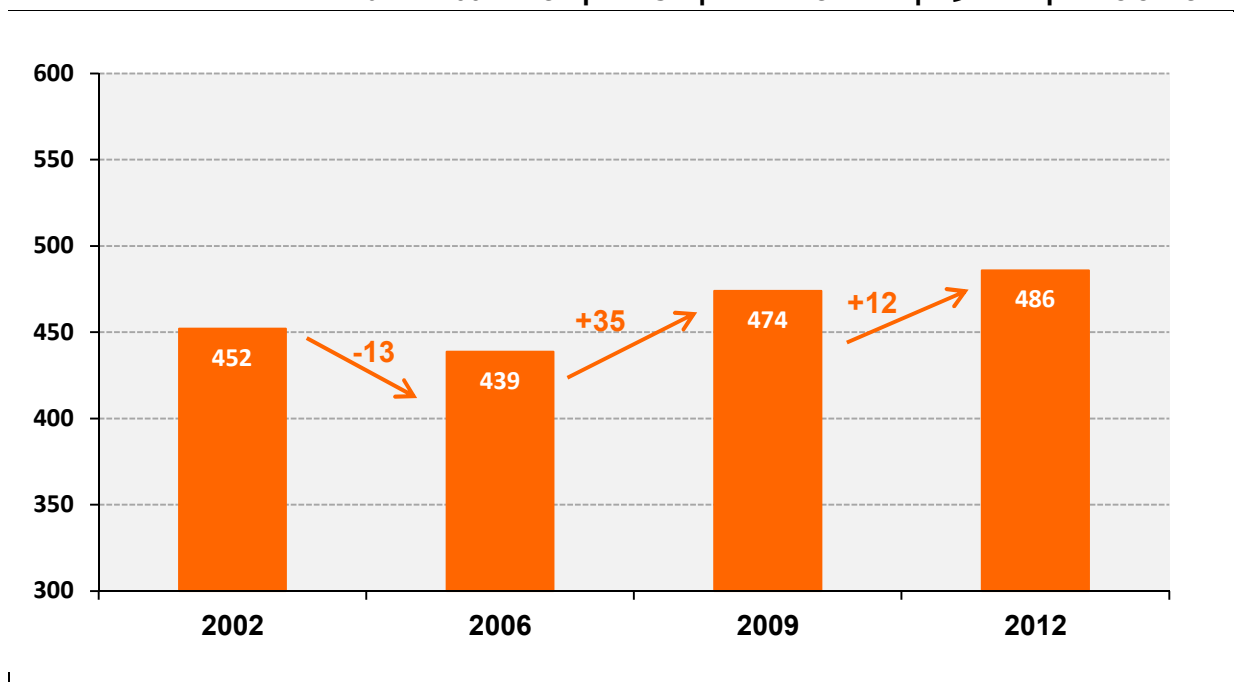
⁵⁰ נקודת הבסיס של שינויים בציון בקריאה לאורך השנים היא מחקר פיזה שבו תחום הקריאה היה תחום המחקר העיקרי, קרי מחקר 2000. יוזכר כי ישראל השתתפה במחקר 2000 בשנת 2002, במסגרת מחקר "פיזה פלוס".

⁵¹ שיפור מתמשך זה של ישראל בעשור האחרון באוריינות קריאה מוזכר בתיבה נפרדת בדוח פיזה 2012 הבינלאומי: ראו Box 1.4. Improving in PISA: Israel, בכרך IV, פרק 1, עמ' 48 בדוח פיזה הבינלאומי של ה-OECD.

תרשים 5.4: אומדן שינוי שנתי בציון הממוצע בקריאה לאורך מחקרי הפיזה בין השנים 2000 ל-2012



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



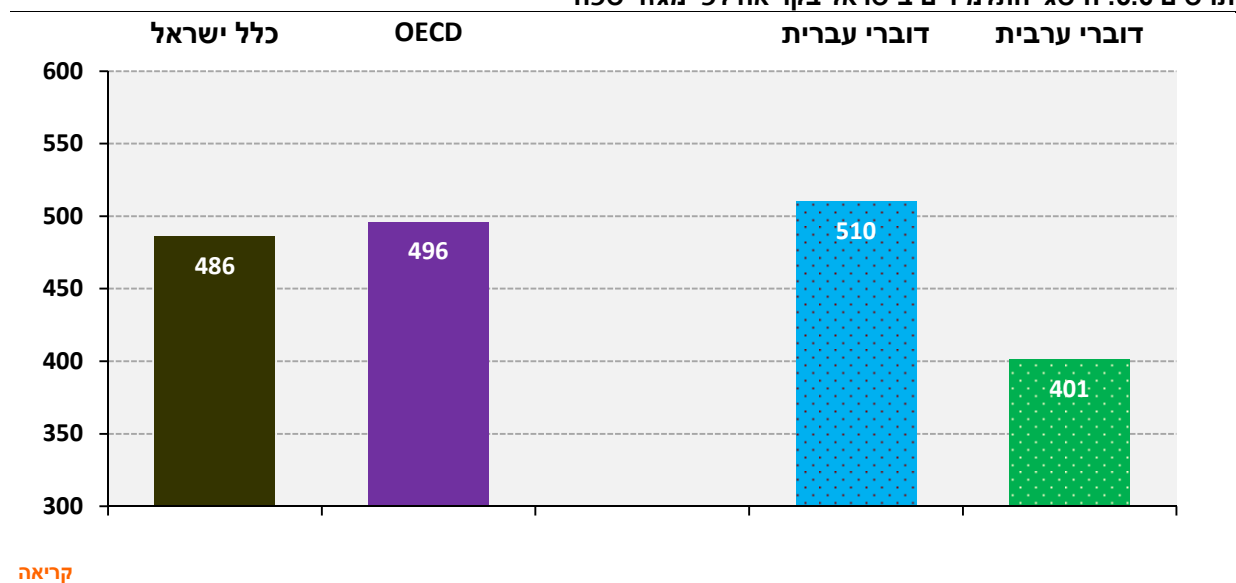
5.2.2: ההישגים בקריאה במבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל בקריאה במחקר פיזה 2012. הממצאים בדבר ההישגים בקריאה יוצגו לפי הפילוחים הבאים: מגזר שפה ומגדר; רקע חברתי-כלכלי וסוג הפיקוח. **נספח 4 ג' לפרק 4** מציג את גדלי קבוצות האוכלוסייה השונות לפי הפילוחים השונים.

5.2.2.1: הישגים בקריאה לפי מגזר שפה ולפי מגדר

בתרשים 5.6 מוצגים ממוצעי ההישגים באוריינות קריאה בפילוח לפי מגזר שפה (דוברי עברית⁵² ודוברי ערבית⁵³). מתרשים זה עולה כי בקרב התלמידים בבתי ספר דוברי עברית ההישגים בקריאה (ממוצע 510 נקודות) גבוהים ב-109 נקודות (למעלה מסטיית תקן שלמה) מהישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית (ממוצע 401 נקודות). לו היו מציינים היכן ממוקם כל מגזר שפה במדרג המדינות לפי הישגיהן, אזי הישגיהם של התלמידים דוברי העברית היו דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-15 (מתוך 64) ואילו ההישגים של התלמידים דוברי הערבית היו דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-56 (מתוך 64). יתירה מכך, הציון הממוצע של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית גבוה ב-14 נקודות מממוצע ה-OECD (496 נקודות). מבחינת שינויים לאורך השנים, בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית חלה עליה של 45 נקודות בעשור שבין מחקר 2002 למחקר 2012; בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית חלה עליה של 23 נקודות בין שני מחזורי מחקר אלו. ההישגים הבולטים לטובה של התלמידים דוברי העברית באוריינות קריאה מתיישרים עם ההישגים של עמיתיהם הצעירים (בכיתה ד') בקריאה שפי שעולים במחקר הבינלאומי PIRLS שבו התלמידים דוברי העברית מגיעים להישגים מן הגבוהים בקרב המדינות המשתתפות (ראו למשל נתוני פירלס 2006 ופירלס 2011 באתר ראמ"ה). גם המיקום היחסי של התלמידים דוברי הערבית טוב במקצת מהמיקום המקביל שלהם בתחום המתמטיקה והמדעים.

תרשים 5.6: הישגי התלמידים בישראל בקריאה לפי מגזר שפה



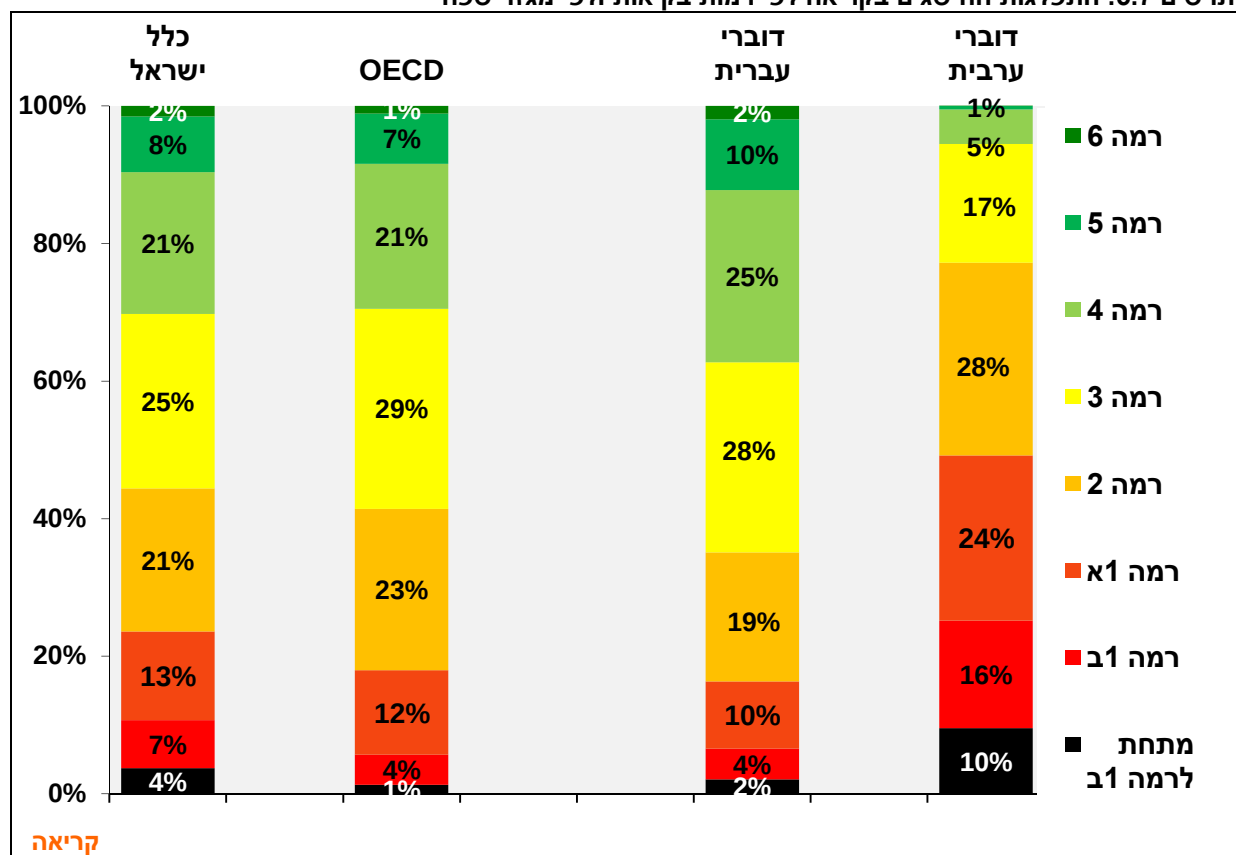
בתרשים 5.7 מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות הבקיאות בשני מגזרי השפה בישראל. מתרשים זה עולה כי בבתי ספר דוברי עברית, 16% מהתלמידים מתקשים (נמצאים ברמות הבקיאות מתחת לרמה 2), ואילו בבתי ספר דוברי ערבית 50% מן התלמידים מתקשים, כאשר כל תלמיד עשירי מן התלמידים דוברי הערבית נמצאים מתחת לרמה 1' –רמת הבקיאות הנמוכה ביותר. הממצאים בקצה העליון נמצאים בהתאמה עם נתון

⁵²אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, כולל הלומדים במוסדות בפקוח החרדי (בעיקר בנות) ותלמידים (בנים ובנות) הלומדים במוסדות בפקוח משרד הכלכלה (משרד התמ"ת, לשעבר).

⁵³אוכלוסיית זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית כולל תלמידים (בנים ובנות) הלומדים במוסדות בפקוח משרד הכלכלה (משרד התמ"ת לשעבר).

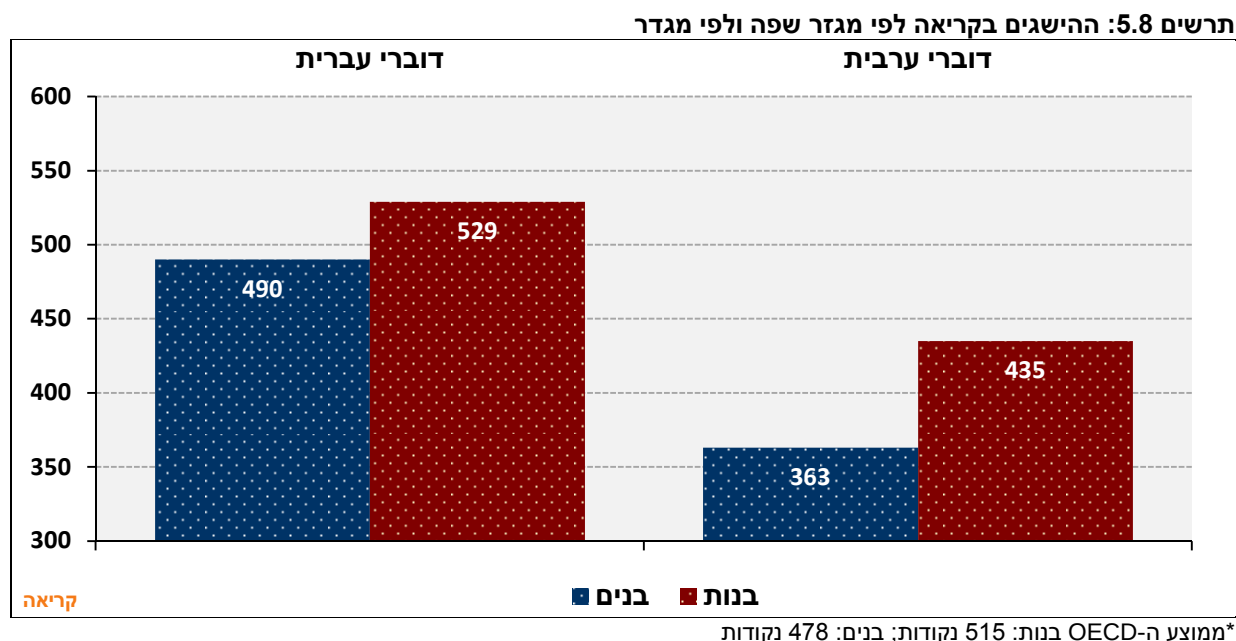
זה. נמצא כי שיעור התלמידים המצויים בשתי הרמות הגבוהות ביותר: 12% בבתי ספר דוברי עברית ו-1% בבתי ספר דוברי ערבית (לשם השוואה, שיעור התלמידים בשתי רמות אלו בממוצע ה-OECD הוא 8%).

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. מתרשים זה עולה כי בקריאה, בשני מגזרי השפה בישראל, הישגי הבנות עולים על הישגי הבנים. ממצא זה חוזר ונמצא בכל המדינות המשתתפות בפיזה, ובכל מחזורי פיזה, החל משנת 2000. כך, בבתי ספר דוברי עברית הפער עומד על 39 נקודות (פער הדומה לפער הממוצע במדינות ה-OECD ולפער שנרשם ב-2009; לעומת זאת, בבתי ספר דוברי ערבית הפער עומד על 72 נקודות – פער זה דומה לפער שנרשם בפיזה 2009, והוא הגדול ביותר מן הפערים הבין מגדריים ברוב המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2012).



5.2.2.2: הישגים בקריאה לפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי

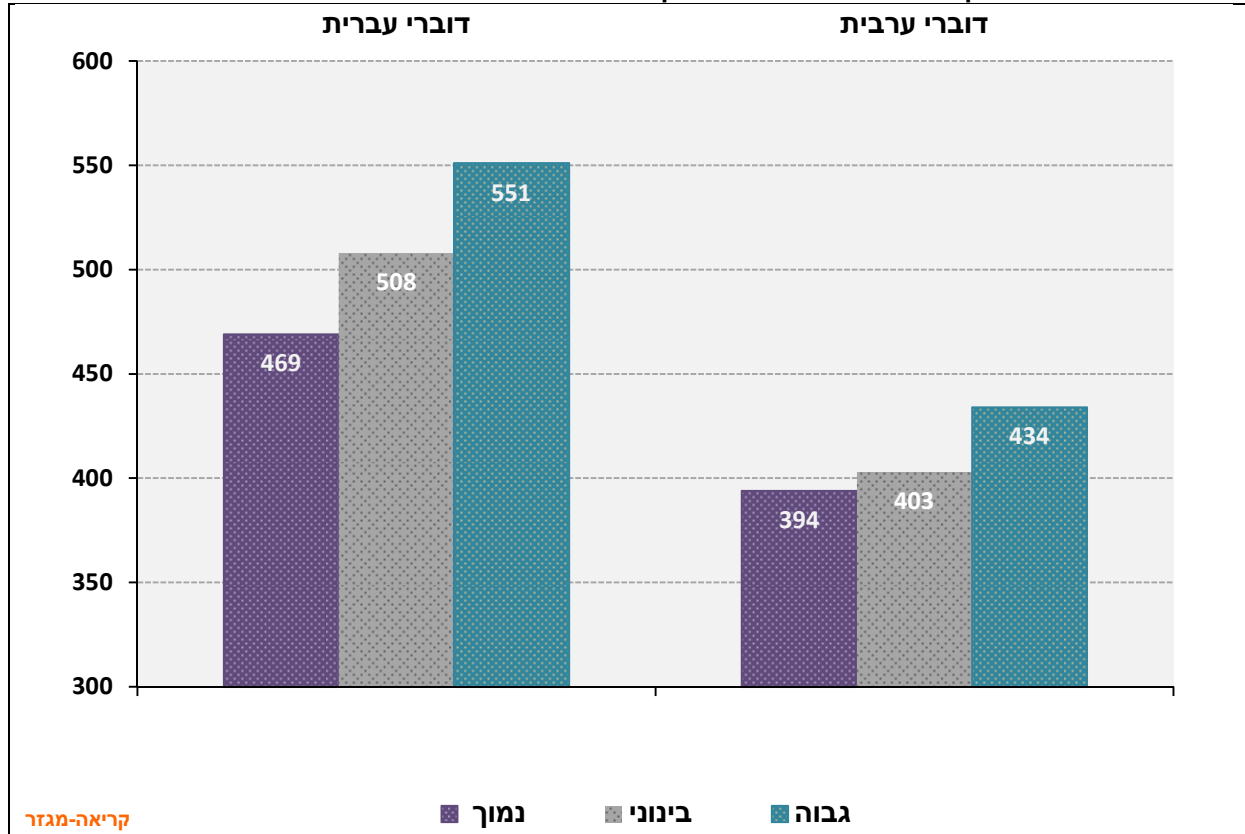
בחלק זה מוצגים ההישגים באוריינות קריאה בפילוח לפי הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי (חת"כ) של התלמידים בישראל (נמוך, בינוני וגבוה). החלוקה לקבוצות אלו נקבעה על פי מדד ה-ESCS (ראה פרק 4, סעיף 4.1.2.2 ותיבה 4.1). חשוב להדגיש שוב כי אף שיש קשר עקבי והדוק בין הרקע החת"כ של התלמידים לבין הישגיהם, אין להסיק מממצאים אלו על קשרי סיבה-תוצאה ביניהם. ההישגים בישראל באוריינות קריאה בפילוח לפי הרקע החת"כ מציינים כי קיים פער בין התלמידים בקבוצות השונות: ממוצע התלמידים מרקע חת"כ נמוך-442 נקודות; ממוצע התלמידים מרקע חת"כ בינוני-489 נקודות; ממוצע התלמידים מרקע חת"כ גבוה-536 נקודות. תמונת הפערים, אם כך, בין קבוצות החת"כ הבינוני לנמוך קיים פער של 47 נקודות ופער בגודל זהה קיים בין קבוצות החת"כ הגבוה לעומת הבינוני. בסך הכול קיים פער של 94 נקודות בין קבוצת החת"כ הגבוה לנמוך (כל הפערים הם לטובת קבוצת הרקע הגבוהה 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. מתרשים זה 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 הפער בהישגים בקריאה בפילוח לפי הרקע החת"כ הוא כדלהלן: נמוך לעומת בינוני-תשע נקודות; בינוני לעומת גבוה-31 נקודות; נמוך לעומת גבוה-40 נקודות. יש לשים לב כי הפער בין הרקע הנמוך לבינוני הוא קטן יותר בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית ביחס לפער המקביל בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית (9 נקודות לעומת 39 נקודות, בהתאמה).

ההשוואות בין שני מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע חת"כ ממשיכות להצביע על פערי הישגים הגדולים בין שני מגזרים השפה. אומנם בתוך קבוצת רקע החת"כ הנמוך הפער בין שני מגזרי השפה מצטמצם ל-75 נקודות לעומת הפער הכללי הקיים ביניהם שהוא 109 נקודות (ראו תרשים 5.5 לעיל), אך בתוך קבוצות רקע החת"כ הבינוני והגבוה הפערים בין מגזרי השפה הם 105 נקודות ו-117 נקודות, בהתאמה. בפרט יש לשים

לב כי הציון הממוצע בקרב התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית בעלי רקע חת"כ גבוה (434 נקודות) נמוך ב-35 נקודות מן הציון הממוצע בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית בעלי רקע חת"כ נמוך (469 נקודות). (ראו נתונים סטטיסטיים אודות רקע החת"כ בנספחים ג-44 ד-4 לפרק 4).

תרשים 5.9: הישגים בקריאה לפי מגזר שפה ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי

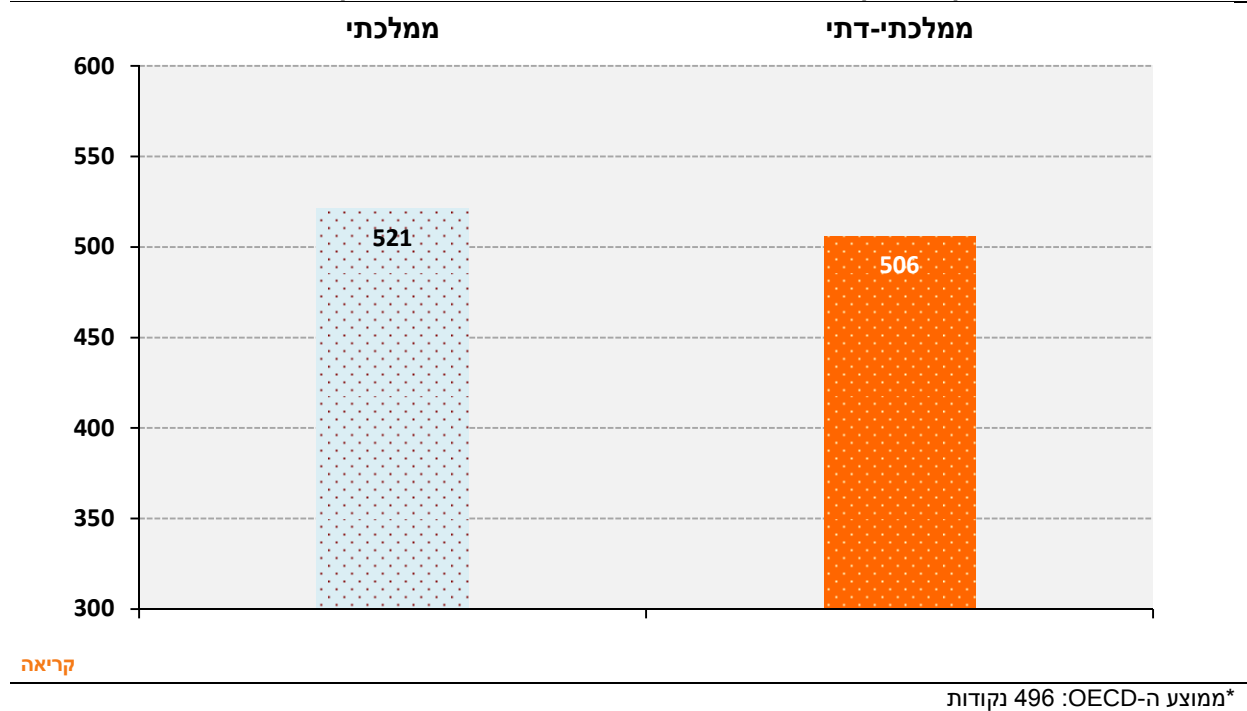


5.2.2.3: הישגים בקריאה לפי סוג הפיקוח בבתי ספר דוברי עברית

בחלק זה יוצגו ההישגים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית בלבד, **בתרשים 5.10** מוצגים ההישגים בקריאה בקרב תלמידים אלו בפילוח לפי סוג פיקוח⁵⁴ (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מתרשים זה עולה כי ממוצע הישגי התלמידים בבתי ספר בפיקוח הממלכתי גבוהים ב-15 נקודות מממוצע עמיתיהם הלומדים בפיקוח הממלכתי-דתי.

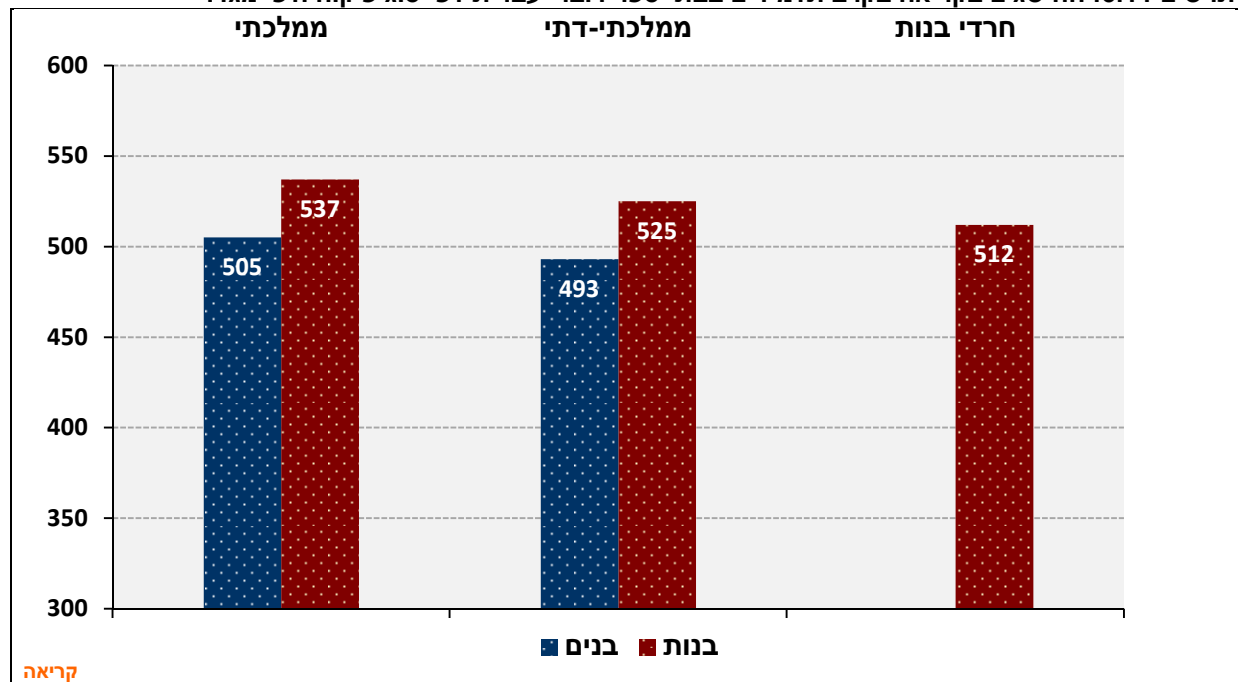
⁵⁴ חלוקה זו אינה כוללת תלמידים הלומדים במוסדות בפיקוח משרד התמ"ת.

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



בתרשים 5.11 שלהלן מוצגים ההישגים בקריאה בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר, כאשר לתרשים זה נוספו גם ההישגים בקרב הבנות בפיקוח החרדי. כזכור, בפיקוח החרדי ניתן לדווח רק על הישגי הבנות משום שבתי הספר של הבנים החרדים שהסכימו להשתתף במחקר הם מעטים והם אינם 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 בקרב שני סוגי הפיקוח (32 נקודות). עוד עולה מן הנתונים כי לבנות בפיקוח החרדי ממוצע הישגים (512 נקודות) הנמוך מהממוצע של הבנות בפיקוח הממלכתי (537 נקודות) והממלכתי-דתי (525 נקודות) - הפער בין לבין עמיתותיהן עומד אפוא על 25 ו-13 נקודות, בהתאמה.

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

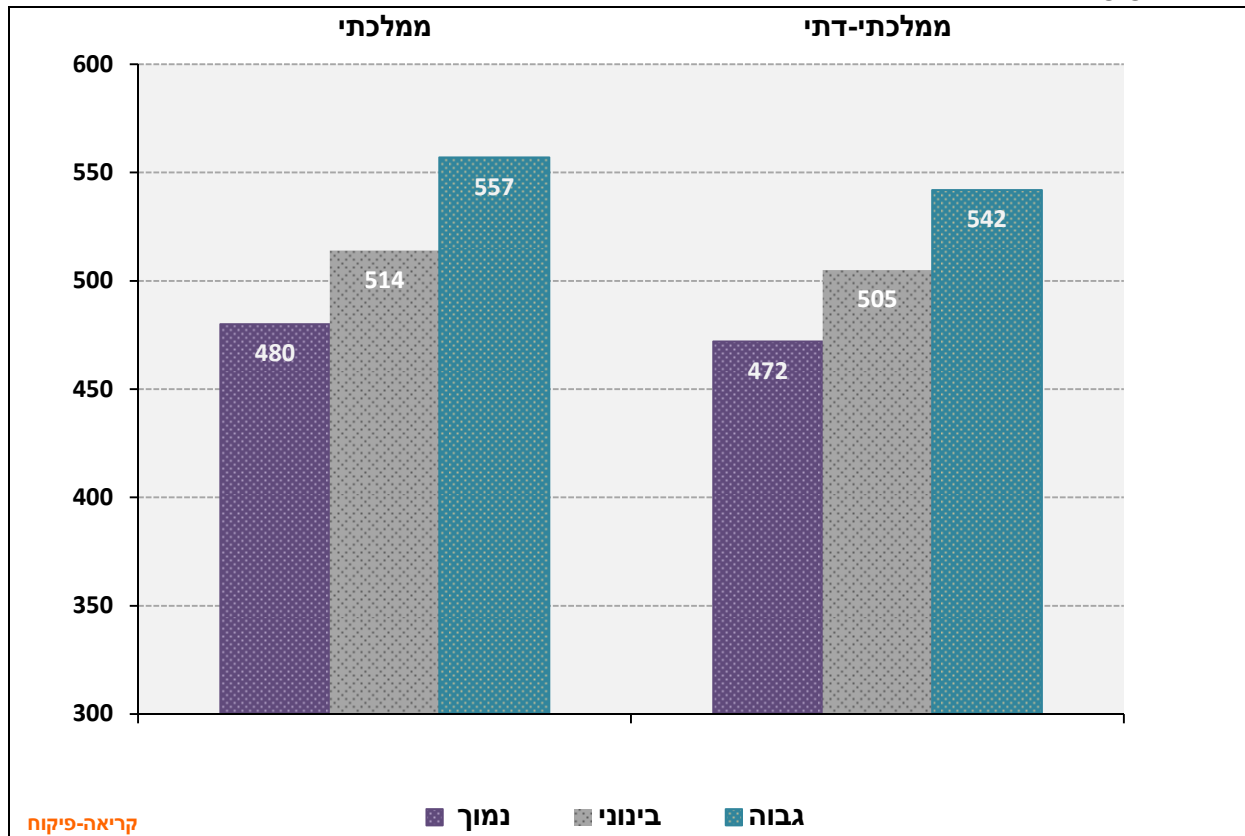


*ממוצע ה-OECD בנות: 515 נקודות; בנים: 478 נקודות

בתרשים 5.12 מוצגים ההישגים בקריאה 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 להשוואות הממוצעים בפרק זה בזהירות הראויה ולהתמקד במגמות העיקריות בלבד. מן התרשים עולה כי תמונת הפערים בהישגים לפי רקע החת"כ של התלמידים שנרשמה בקרב כלל דוברי העברית חוזרת ונרשמת בכל אחד משני סוגי הפיקוח בנפרד. כלומר, לתלמידים מרקע גבוה יותר יש בממוצע הישגים גבוהים יותר מאשר התלמידים מרקע בינוני, ולתלמידים מרקע בינוני הישגים נמוכים יותר מהתלמידים מרקע חת"כ נמוך. בבתי ספר בפיקוח הממלכתי הפער בהישגים 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 בפיקוח הממלכתי-דתי הפער בהישגים במתמטיקה בפילוח לפי הרקע החת"כ דומה מאד: 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 מצביעים על פערים בסדר גודל של 8-15 נקודות, הדומים מאד לפער הכללי בין שני סוגי הפיקוח העומד על 15 נקודות אך באופן מפתיע, ובשונה מהממצא המקביל במתמטיקה, שבו הפער הגדול ביותר נרשם בקבוצת התלמידים מרקע חת"כ נמוך. כאן, הפער הגדול יותר נרשם בקבוצת התלמידים מרקע חת"כ גבוה.

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



5.3: המבחן בקריאה דיגיטלית

5.3.1: קריאה דיגיטלית מה היא? - הגדרה ומסגרת מושגית

במחזור מחקר פיזה 2012 הועבר בפעם השנייה מבחן באוריינות קריאה דיגיטלית. לישראל הייתה זו הפעם הראשונה ליטול חלק במבחן זה, היות ובמחקר 2009 מארגני המחקר לא העמידו פלטפורמה ממוחשבת שתתמוך בשפות הנכתבות מימין לשמאל (כגון עברית וערבית). קריאה דיגיטלית היא מיומנות חדשה ורלוונטית לתפקוד בסביבה החינוכית, התעסוקתית, ובחיי היומיום. רלוונטיות זו נובעת מהגידול העצום שחל ב-30 השנים האחרונות במדינות מפותחות בשימוש במחשבים, ומהרחבת השימוש ברשת האינטרנט והפיכתה לחלק בלתי נפרד מחיי היום-יום (ברשתות חברתיות, רשתות ציורים 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 קריאת 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 הם: **טקסטים אינטראקטיביים**, כגון חילופי מסרים באתרים המוקדשים לתגובות בבלוגים, שרשרות של תגובות להודעות דואר אלקטרוני, תוכנות מסרונים אינטראקטיביות, וכדומה; **טקסטים מרובים**, המוצגים בזמנית 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 דורשת התמודדות עם טקסט וייצוגים טקסטואליים (במובן הרחב של המילה) באופן המצריך ניווט לא לינארי ולא סדרתי, אלא ניווט והתקדמות בכיוונים שונים: קריאה למעלה ולמטה, לצדדים, פנימה (לעומק, למשל על ידי בירור של תוכן של מילה מסוימת או דילוג לדף אינטרנט אחר) וחזרה החוצה. בנוסף, הטקסט הדיגיטלי הוא טקסט דינמי ולא קבוע, עם יכולת הרחבה או צמצום. 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 דורשת לא פעם ניווט בין מספר לא ידוע של "דפים" והתייחסות אליהם. מכאן עולה, כי ההבדלים בין טקסטים מודפסים לבין טקסטים דיגיטליים מצריכים מערך של מיומנויות קריאה שונות. זאת ועוד, היקפי הטקסטים הדיגיטליים הם, על פי רוב, גדולים מאד, 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"⁵⁵.

המבחן בקריאה דיגיטלית בפיזה כולל טקסטים דיגיטליים מהסוג המתואר לעיל כך שמתאפשר 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 הקריאה הדיגיטלית אינו מאוד גבוה ועומד על 0.85 בקרב כלל התלמידים במדינות המשתתפות ועל 0.79 בקרב התלמידים בישראל, מה שמרמז על כך כי יש דמיון במיומנויות שמודדים שני המבחנים. נזכיר כי המתאם בין שני חלקי מבחן אלו קטן מזה שנמצא בין המבחן באוריינות מתמטיקה המודפס לזה הממוחשב עומד על ערך המתקרב ל-0.95 (ראו פרק 4).

5.3.2: היבטים של טקסטים בקריאה דיגיטלית ומיפוי פריטי המבחן

המסגרת המושגית של תחום הקריאה הדיגיטלית מוסיפה היבטים נוספים על ההיבטים הקיימים בתחום אוריינות הקריאה (באופנות המודפסות) והכוללים את המאפיינים של הטקסטים, תהליכים והקשרים. היבטים הנוספים הם מרכיב הסביבה - האם הטקסט הוא טקסט "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 סוג הפריטים, 12 היו רבי-ברירה פשוטים, 2 היו רבי-ברירה מורכבים ו-5 פריטים פתוחים מובנים. בניגוד למבחן המודפס, שבו שכיחה תצורת הטקסט הרציפה (הסיפורית), במבחן הקריאה הדיגיטלית, מעצם הגדרת מיומנות זו, תצורת הטקסט הנפוצה ביותר הייתה זו המרובה (דורשת שילוב מכמה מקורות מידע) - 15 פריטים. שאר ארבעת הפריטים התחלקו לשני 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 פרשנות לטקסט, 3 מסוג של רפלקציה והערכה ו-5 היו מסוג מורכב (complex) – סוג שלא הופיע במבחן

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

המודפס. פריטים אלו מבקשים לדמות משימת קריאה דיגיטלית בחיי היומיום, כמו למשל ניווט אל מידע מסוים מתוך דף בית של אתר מסוים וקישורו לרמות כלליות יותר של המידע המוצג באתר כולו. מבחינת הקשרים, 6 פריטים היו מסוג פריטים בהקשר אישי, 10 היו מסוג פריטים בהקשר ציבורי ו-3 היו מסוג פריטים בהקשר לימודי. לדוגמה של פריטים בקריאה דיגיטלית, ראו קישור רלוונטי באתר הראמ"ה⁵⁶.

5.3.3: סולם הציונים בקריאה דיגיטלית ורמות הבקאות

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, בניגוד למבחן המודפס, שבו יש חלוקה לשבע רמות בקיאות (ראו **לוח 5.3** להלן), סולם הציונים במבחן בקריאה דיגיטלית חולק לארבע רמות בקיאות דיאגנוסטיות, וזאת בגלל מיעוט הפריטים. **לוח 5.3** מתאר מה יכולים לעשות תלמידים בכל רמות הבקאות בקריאה דיגיטלית.

לוח 5.3: רמות הבקאות במבחן בקריאה דיגיטלית

רמת בקיאות	ציון גבול תחתון	מה התלמידים מסוגלים לעשות בכל רמה
רמה 5 (ומעלה) (מצטיינים)	626 נקודות	הקורא ברמת יכולת זו יודע לאתר, לנתח ולהעריך ביקורתית מידע בהקשר לא מוכר ובעל רמת עמימות מסוימת. ולצור קריטריון הדרוש להערכת הטקסט. הקורא יודע לנווט על פני מספר אתרים ללא כיוון מוגדר כלשהו וללא בחינה מדוקדקת של הטקסט שמופיע במגוון פורמטים.
רמה 4	553 נקודות	ברמה זו, הקורא מסוגל להעריך מידע מכמה מקורות ולנווט על פני כמה אתרים המכילים טקסטים פורמטים שונים. כמו כן, הקורא מסוגל לייצר קריטריון להערכת ההקשר בו מופיע הטקסט. משימות אחרות ברמה זו שעמן מתמודד הקורא דורשות ממנו לפרש מידע מורכב על פי קריטריון מוגדר היטב בהקשר טכנולוגי או מדעי מסוים.
רמה 3	480 נקודות	הקורא ברמה זו מסוגל להעריך מידע, אם באמצעות ניווט על פני מספר אתרים על מנת 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 מן המידע.
רמה 2	407 נקודות	הקורא 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 במקרים שבהם הדבר נדרש באופן ישיר ומפורש. המשימות עשויות לדרוש תכלול של מידע המוצג בפורמטים שונים הקשור וזאת על ידי 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 השתתפו רק 31 מדינות מבין המדינות שהשתתפו בפזיה 2012 - רובן מדינות OECD (ראו **לוח 5.4** להלן). הציון הממוצע של ישראל במבחן זה הוא 461 נקודות, מה שמציב אותה במקום ה-26 מבין 31 המדינות במדרג הבין-לאומי (ראו **תרשים 5.13** להלן). הממוצע של ישראל נמוך ב-36 נקודות מממוצע מדינות ה-OECD במבחן זה, העומד על 497 נקודות. את המקומות הראשונים תופסות, גם כאן, המדינות המזרח-אסייתיות סינגפור, דרום קוריאה והונג-קונג (ממוצע 567, 555, 550 נקודות, בהתאמה) ואת המקומות האחרונים תופסות ברזיל, איחוד האמירויות וקולומביה (ממוצע 436, 407, 396 נקודות, בהתאמה).

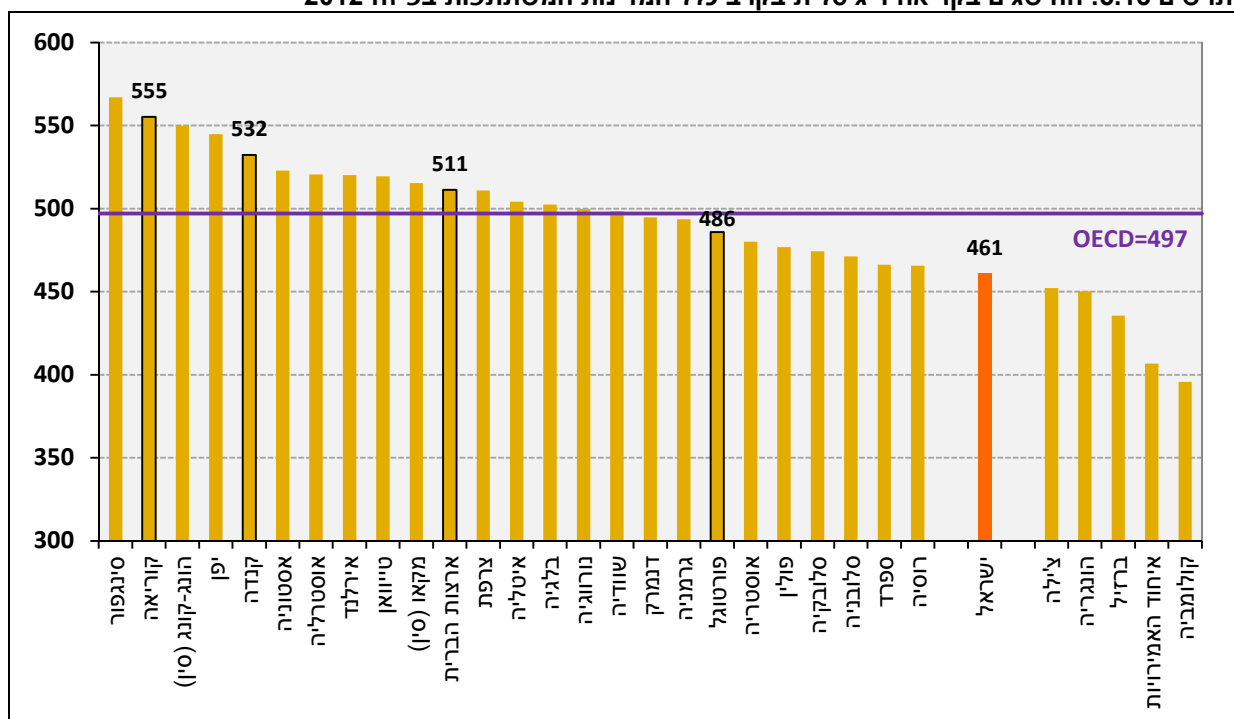
⁵⁶ http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/Quest_Dug.htm

מבחינת רמות הבקיאות, שיעור התלמידים "המצטיינים" (ברמת בקיאות מעל 4), דומה לשיעורם בממוצע מדינות ה-OECD - כ-6% מן התלמידים מצויים בישראל ברמה זו (לעומת 8% בממוצע ה-OECD) - ומעמיד את ישראל במקום ה-17 בין 31 המדינות המשתתפות בהיבט זה. עם זאת שיעור התלמידים "המתקשים" בישראל יחסית גדול (31% מצויים מתחת לרמת בקיאות 2 לעומת 18% בממוצע מדינות ה-OECD), כאשר רק בקולומביה, באיחוד האמירויות, בברזיל ובהונגריה ישנו שיעור גדול יותר של תלמידים ברמות בקיאות אלו (55%, 50%, 37%, 32%, בהתאמה). בדומה למבחנים באוריינות מתמטיקה וקריאה, גם בקריאה דיגיטלית ישראל בולטת בפיזור הציונים הגבוה ומדורגת במבחן זה במקום הראשון במדד פיזור הציונים, כאשר הטווח בין המאון ה-5 למאון ה-95 בישראל הוא 377 נקודות לעומת בממוצע של 307 נקודות במדינות ה-OECD ראו **תרשים 5.14** להלן).

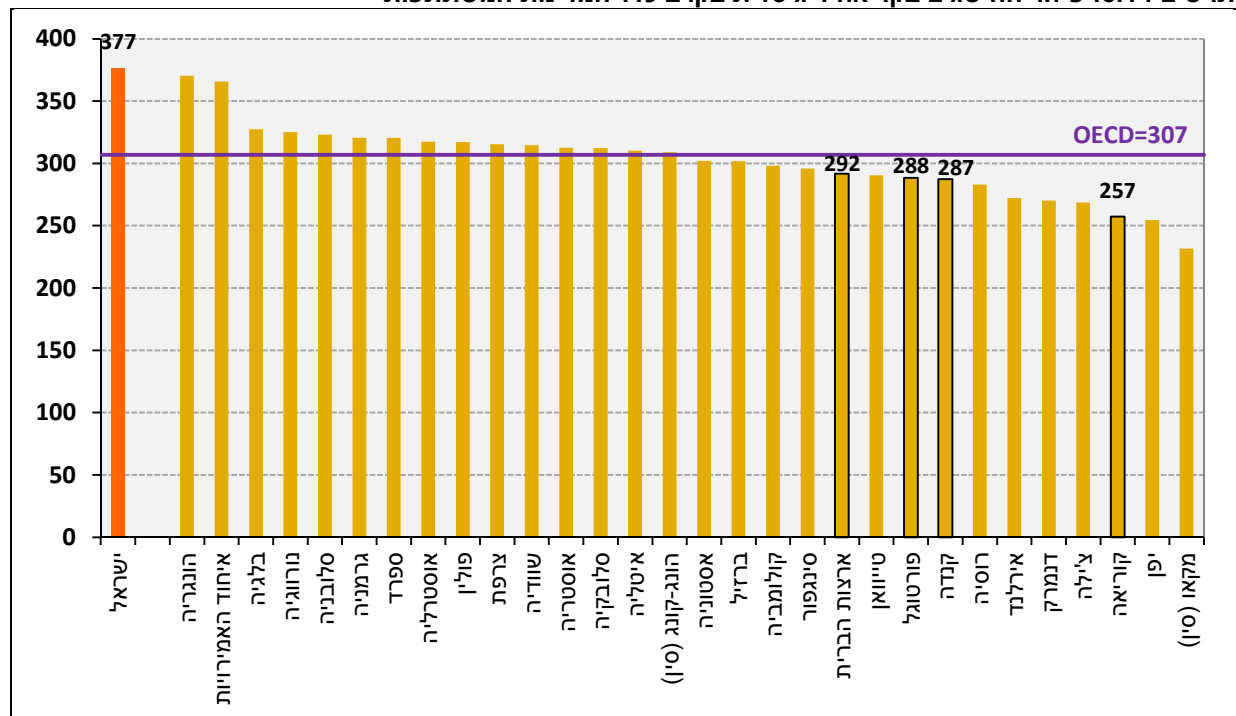
לוח 5.4: המדינות שהשתתפו ושלא השתתפו במבחן הקריאה הדיגיטלית

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



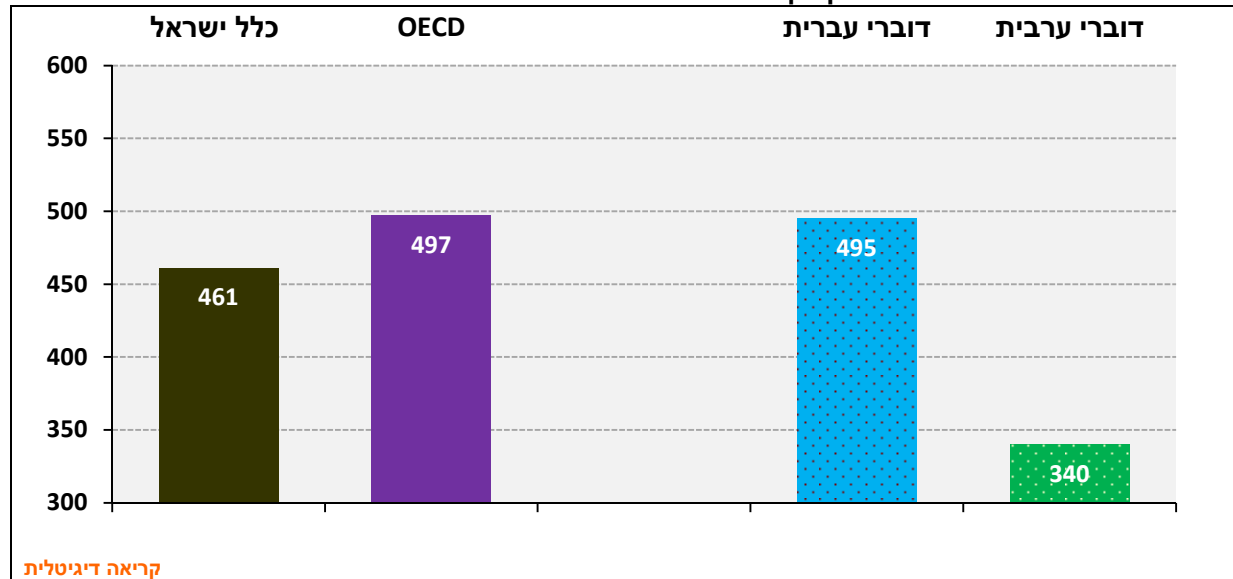
5.3.5: הישגי ישראל בקריאה דיגיטלית – מבט פנים-ישראלי

תרשים 5.15 מציג את ההישגים במבחן הקריאה הדיגיטלית עבור כלל הנבחנים בישראל ובפילוח לפי מגזר שפה. מן הנתונים עולה כי ממוצע דוברי העברית עומד על 495 וכמעט זהה לממוצע מדינות ה-OECD, בעוד שממוצע דוברי הערבית נמוך הרבה יותר ועומד על 340 נקודות בלבד. פער ההישגים בקריאה דיגיטלית בין שני המגזרים הוא אפוא עצום, ועומד על 155 נקודות לטובת דוברי העברית – סטיית תקן ומחצה! פער זה גדול פי אחד וחצי בערך מהפער שנרשם בין שני המגזרים האלו באוריינות מתמטיקה ואוריינות קריאה (ראו פרק 4 וסעיף 5.2.2.1 לעיל). לו היו בודקים היכן ממוקם כל מגזר שפה בישראל במדרג המדינות לפי הישגיהן, אזי הישגיהם של התלמידים דוברי העברית דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-17 (מתוך 31) ואילו ההישגים של התלמידים דוברי הערבית היו במקום ה-31 (המקום האחרון). חשוב לשים לב לכך שבאופן יחסי, בשני מגזרי השפה התוצאות בקריאה דיגיטלית נמוכות בהשוואה לנתון המקביל במבחן הקריאה המודפס: דוברי העברית מצויים בקריאה דיגיטלית שתי נקודות מתחת לממוצע OECD לעומת 14 נקודות מעל ממוצע ה-OECD בקריאה במבחן המודפס, ודוברי הערבית מצויים 157 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD בקריאה דיגיטלית לעומת 95 נקודות מתחת לממוצע ה-OECD במבחן המודפס.

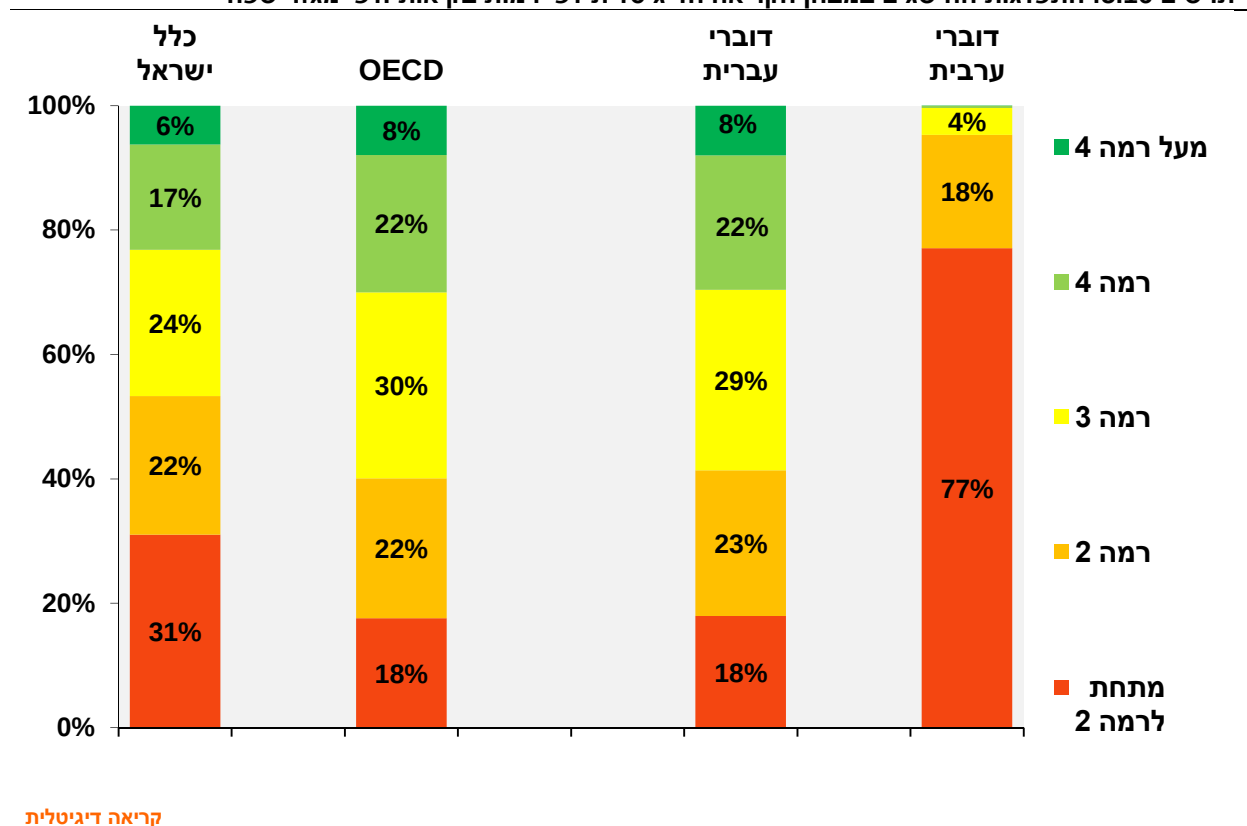
בתרשים 5.16 מוצגת התפלגות התלמידים לפי חמש רמות הבקיות במבחן זה. ההתפלגות ממחישה את תמונת המצב העגומה של ההישגים באוריינות קריאה דיגיטלית בקרב תלמידים דוברי ערבית: 77% מצויים מתחת לרמה 2, לעומת 50% מתחת לרמה זו במבחן המודפס. הנתונים המקבילים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית דומים בשני המבחנים – 18% בקריאה דיגיטלית ו-16% במבחן המודפס הם תלמידים "מתקשים" (מצויים 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 "מצטיינים" (מעל רמה 4) – שיעור הזהה לזה בממוצע מדינות ה-OECD (8%). בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית

הנתון המקביל הוא 0%. כלומר, בקריאה דיגיטלית, כל התלמידים המצטיינים בישראל הם דוברי עברית (למעט תלמידים בודדים).

תרשים 5.15: הישגי התלמידים במבחן הקריאה הדיגיטלית לפי מגזר שפה

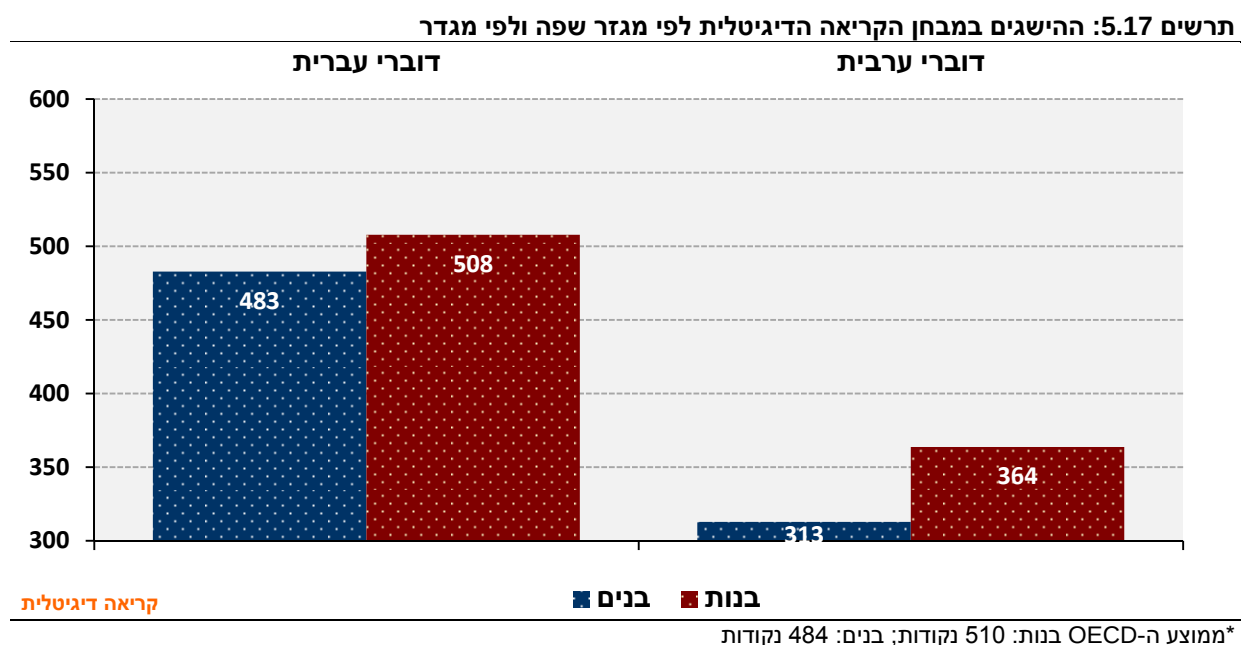


תרשים 5.16: התפלגות ההישגים במבחן הקריאה הדיגיטלית לפי רמות בקיאות ולפי מגזר שפה



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

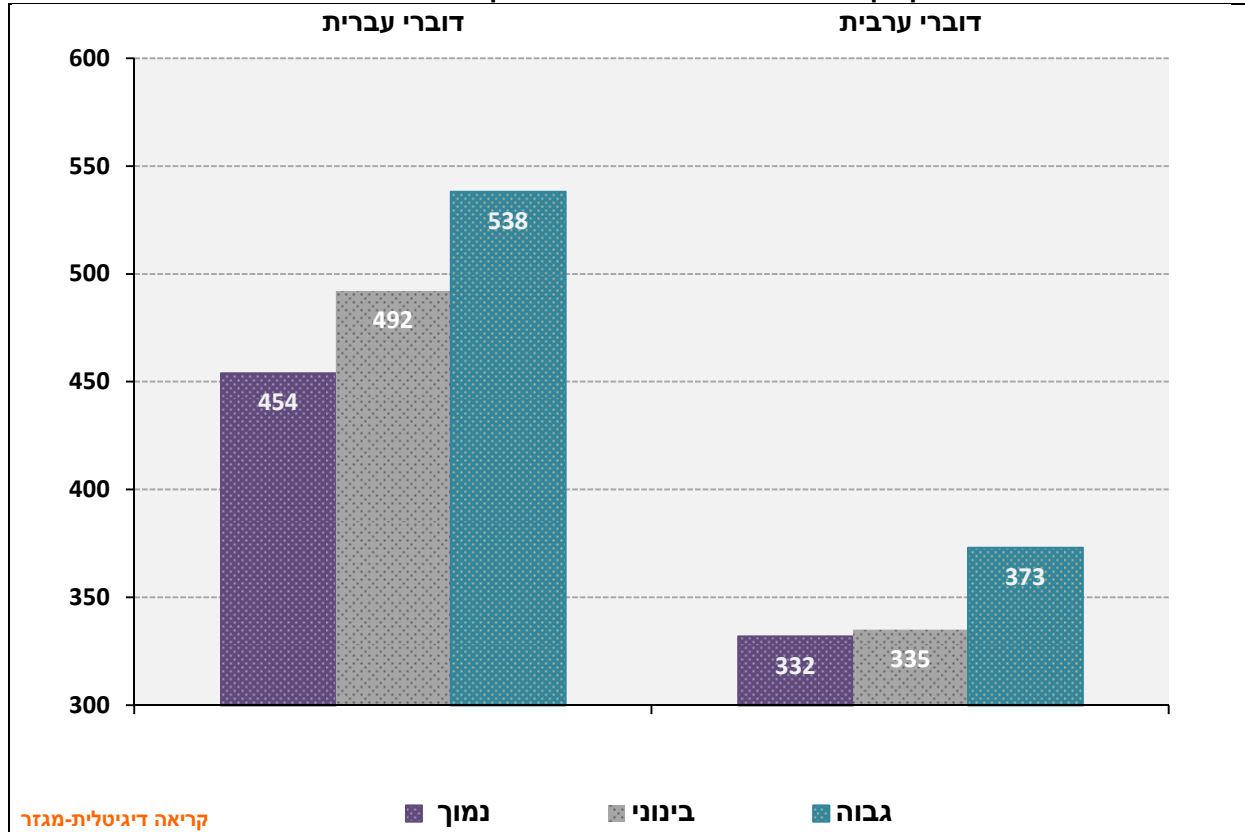
בתרשים 5.17 מוצג ממוצע הציון בקריאה דיגיטלית בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר. מתרשים זה עולה כי בשני מגזרי השפה הפערים הבין-מגדריים בקריאה דיגיטלית (כמו בקריאה במבחן המודפס) הם לטובת הבנות (25 נקודות בקרב דוברי העברית ו-51 נקודות בקרב דוברי הערבית). עם זאת, פערים אלו קטנים יותר ביחס לפערים הבין-מגדריים המקבילים במבחן המודפס (בקרב דוברי העברית: 39 נקודות לטובת הבנות ובקרב דוברי הערבית: 72 נקודות לטובת הבנות). דומה אפוא שבקריאה דיגיטלית בישראל מתמתנים הפערים בין המגדרים לעומת המבחן המודפס. ממצא זה מתיישב עם ממצא דומה בכל המדינות אשר השתתפו במבחן בקריאה דיגיטלית במחקר פיזה 2009⁵⁷. אחד הממצאים הבולטים לרעה בחלק זה של המחקר הוא רמת ההישגים הנמוכה ביותר של הבנים דוברי הערבית (ממוצע: 313 נקודות בלבד).



בתרשים 5.18 מוצגים ההישגים במבחן הקריאה הדיגיטלית בפילוח לפי רקע חת"כ בכל מגזר שפה בנפרד. תמונת הממצאים כאן דומה מאד לממצאים המקבילים במבחן המודפס (**תרשים 5.9**). כך, בקרב תלמידים בבתי ספר במגזר דוברי העברית לתלמידים מרקע חת"כ גבוה הישגים גבוהים יותר בכ-40 נקודות מאשר לתלמידים מרקע חת"כ בינוני, ולתלמידים מרקע חת"כ בינוני הישגים גבוהים יותר בכ-40 נקודות מהתלמידים מרקע חת"כ נמוך; בקרב התלמידים בבתי הספר דוברי ערבית, לתלמידים מרקע חת"כ גבוה הישגים גבוהים יותר בכ-40 נקודות מעמיתיהם בשתי הקבוצות האחרות, כאשר אין הבדל של ממש בין התלמידים מרקע חת"כ בינוני ונמוך. 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, תמונת הפערים בין שני מגזרי השפה חמורה יותר בקריאה דיגיטלית מאשר בקריאה במבחן המודפס: ממוצע הציון בקרב התלמידים דוברי ערבית מרקע חת"כ גבוה קטן ב-81 נקודות מן הציון בקרב תלמידים דוברי עברית מרקע נמוך (373 לעומת 454 נקודות, בהתאמה). במבחן המודפס הפער המקביל בין הקבוצות הללו היה קטן יותר ועמד על 35 נקודות (**תרשים 5.9**).

⁵⁷ ראו כרך VI בדוח פיזה 2009 באתר ה-OECD <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2009/pisa2009resultsstudentsonlinedigitaltechnologiesandperformancevolumevi.htm>

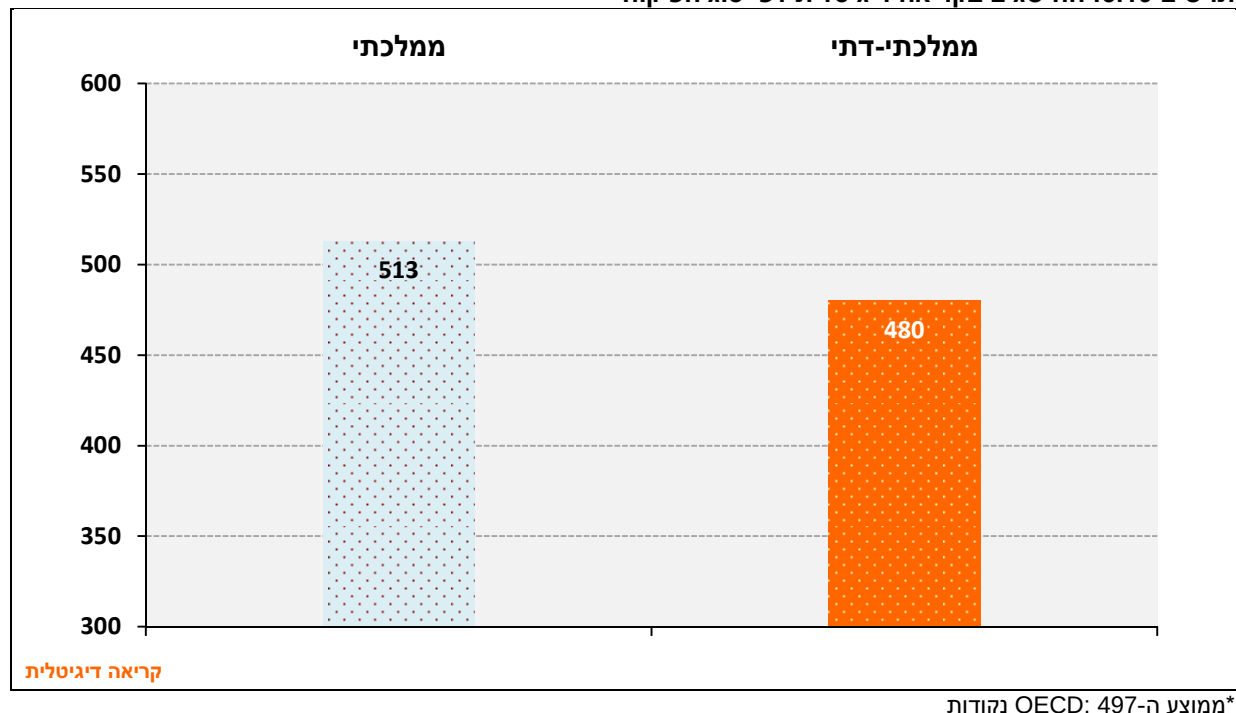
תרשים 5.18: ההישגים במבחן הקריאה הדיגיטלית לפי מגזר שפה ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי



5.3.6 הישגים בקריאה דיגיטלית לפי סוג הפיקוח בבתי ספר דוברי עברית

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

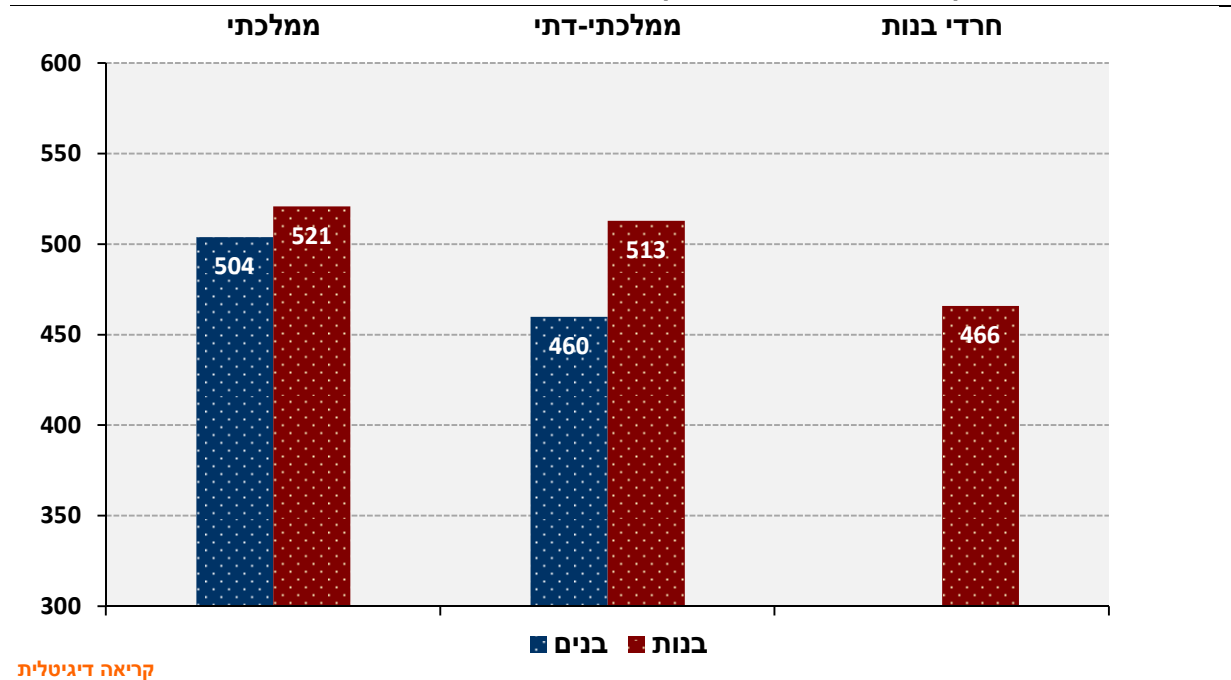
תרשים 5.19: ההישגים בקריאה דיגיטלית לפי סוג הפיקוח



בתרשים 5.20 שלהלן מוצגים ההישגים בקריאה דיגיטלית בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר, כאשר לתרשים זה נוספו גם ההישגים בקרב הבנות בפיקוח החרדי. כזכור, בפיקוח זה, ניתן לדווח רק על הישגי הבנות. השוואת הפערים הבין-מגדריים בקריאה דיגיטלית לפערים הבין-מגדריים באוריינות קריאה במבחן המודפס מעלה כי בעוד שבפיקוח הממלכתי הפער בקריאה דיגיטלית לטובת הבנות (17 נקודות) קטן פי שניים בערך מן הפער המקביל במבחן המודפס (32 נקודות), הרי שבפיקוח 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 שהקריאה הדיגיטלית בפיקוח הממלכתי סייעה לבנים לצמצם פערים למול הבנות (בדומה למגמה הבין-לאומית), הפער לרעתם של הבנים בפיקוח הממלכתי-דתי דווקא התרחב. פער זה גם מסביר מדוע גדל הפער בין הפיקוח הממלכתי לפיקוח הממלכתי-דתי בקריאה דיגיטלית לעומת הקריאה במבחן המודפס. חולשתם היחסית של הבנים בפיקוח הממלכתי-דתי פער של 44 נקודות בינם לבין עמיתיהם בפיקוח הממלכתי - פער הגדול כמעט פי ארבעה מן הפער המקביל במבחן המודפס (12 נקודות), זאת בעוד שהפער בין בנות הפיקוח הממלכתי לבנות הפיקוח הממלכתי-דתי דומה בשני המבחנים (קריאה דיגיטלית-8 נקודות; מודפס-12 נקודות).

בקריאה דיגיטלית נרשם פער בין הבנות החרדיות לבין הבנות בשני סוגי הפיקוח האחרים הגדול הרבה יותר מהפער המקביל במבחן הקריאה המודפס: ביחס לבנות בפיקוח הממלכתי-דתי הפער הוא 13 נקודות במודפס ו-47 בממוחשב; ביחס לבנות בפיקוח הממלכתי הפער הוא 25 נקודות במודפס ו-55 בממוחשב. כלומר, באופן יחסי, הבנות החרדיות מגיעות להישגים נמוכים יותר בקריאה דיגיטלית מאשר בקריאה במבחן המודפס. ייתכן כי דבר זה נובע ממיעוט בניסיון בשימוש במחשב ואמצעים דיגיטליים אחרים בקרב תלמידות אלו.

תרשים 5.20: ההישגים בקריאה דיגיטלית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר

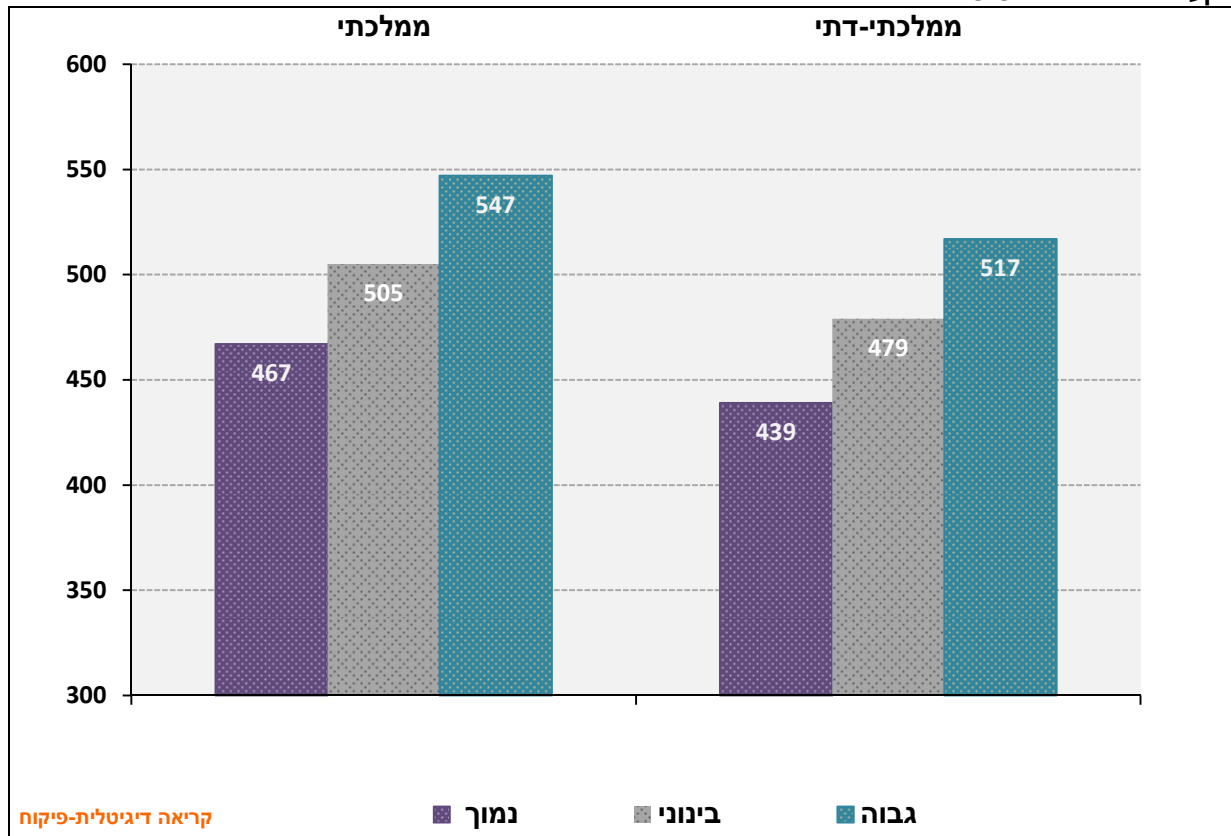


קריאה דיגיטלית

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

בתרשים 5.21 מוצגים ההישגים בקריאה דיגיטלית בקרב תלמידים 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 בתת-קבוצות אלו, מסתמן כי תמונת הפערים בקריאה דיגיטלית דומה מאוד לתמונה שנרשמה באוריינות קריאה במבחן המודפס. עוד עולה כי הפערים בכל אחד משני סוגי הפיקוח הללו דומה לתמונה בקרב כלל התלמידים דוברי העברית: פער של כ-40 נקודות בין התלמידים מרקע חת"כ גבוה לתלמידים מרקע חת"כ בינוני, וכ-40 נקודות נוספות בין תלמידים מרקע חת"כ בינוני לנמוך. ההשוואות בין שני סוגי הפיקוח בנפרד בכל אחת מקבוצות רקע החת"כ מצביעות על פערים דומים בסדר הגודל שלהן - כ-30 נקודות לפער הכללי בין שני סוגי הפיקוח (33 נקודות) (ראו תרשים 5.19).

תרשים 5.21: ההישגים במבחן הממוחשב בקריאה בקרב תלמידים 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 זה. ציון זה, הנמוך ב-10 נקודות מהציון בממוצע ה-OECD, מציב אותה במקום ה-33 מתוך 64 מדינות וישויות כלכליות שהשתתפו במחזור מחקר זה. בתחום אוריינות זה המדינות המובילות הן המדינות המזרח-אסייתיות הונג-קונג, סינגפור ויפן התופסות את שלושת המקומות הראשונים.
- ישראל בולטת בפיזור הציונים הגדול שבה. הפיזור בישראל הוא השלישי בגודלו בקרב 64 המדינות המשתתפות.
- בישראל, לצד תלמידים בעלי הישגים גבוהים במיוחד, ישנם תלמידים רבים בעלי הישגים נמוכים במיוחד - 10% מן התלמידים המצויים בשתי רמות הבקיות הגבוהות ביותר - שיעור הגדול מעט מממוצע ה-OECD שהוא 8%. לעומת זאת, 24% מן התלמידים בישראל מצויים מתחת לרמת בקיות 2 כאשר 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 ממוצע הציונים באוריינות קריאה עלה ב-47 נקודות והעליה השנתית נאמדת ב-3.7 נקודות בשנה. ישראל נמצאת במקום ה-11 מבחינת השיפור, מבין המדינות שהשתתפו בארבעת מחזורי המחקר.
- הממצא הבולט ביותר העולה מן הניתוח הפנים ישראלי של התוצאות הוא הפער הגדול בין הישגיהם של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לבין הישגיהם של התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, העומד על כ-100 נקודות (סטיית תקן שלמה). זאת ועוד, בעוד שממוצע ההישגים של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית גבוה במעט מממוצע ה-OECD, הישגיהם של עמיתיהם בבתי ספר דוברי ערבית רחוקים מאד מממוצע זה.
- ממצאים נוספים העולים מן הניתוח הפנים-ישראלי של נתוני מחקר 2012 במבחן הקריאה המודפס הם:

1. **בחלוקה לפי מגזר שפה ומגדר** נראית המגמה העקבית והכלל עולמית המראה שלבנות יש יתרון בתחום זה, וזאת בשני מגזרי השפה.

2. **בחלוקה לפי מגזר שפה ורקע 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, בפרט הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני שהוא 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, ובקבוצת 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 הפיקוח בתוך התלמידים בבתי ספר דוברי עברית:** פערי הציונים בין הפיקוח הממלכתי לממלכתי-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. ההשוואה בין שלושת קבוצות הרקע החת"כ בתוך כל סוג פיקוח מגלה פערים בסדר גודל דומה ביניהם של כ-30-40 נקודות. כמו כן, לבנות בפיקוח החרדי הישגים נמוכים יותר לעומת הבנות בשני סוגי הפיקוח האחרים.

סיכום ההישגים במבחן באוריינות קריאה דיגיטלית

- באוריינות קריאה דיגיטלית ישראל השיגה ציון של 461 נקודות. ציון זה, הנמוך ב-36 נקודות ממוצע ה-OECD, מציב אותה במקום ה-26 מתוך 31 מדינות שהשתתפו במבחן זה. גם במבחן זה בולטת ישראל בפיקוח הציונים הגדול שבה (הראשון בגודלו).
- מבחינת שיעורי התלמידים ברמות הבקיאות השונות (חמש במספר במבחן זה), בישראל ישנו השיעור הרביעי בגודלו של תלמידים המצויים ברמות הבקיאות מתחת לרמה 2 - 31% מהתלמידים (OECD-18%). מבחינת שיעור התלמידים ברמות הבקיאות הגבוהות, ישראל מצויה באמצע המדרג עם 6% מתלמידיה המצויים ברמות בקיאות אלו (OECD-8%).
- הממצאים הבולטים ביותר בתחום אוריינות זה הוא הפער בין שני מגזרי השפה העומד על 155 נקודות (כסטיית תקן ומחצה!). פער זה קשור גם לממצא המראה כי שלושה-רבעים מן התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית מצויים מתחת לרמת בקיעות 2, וזאת לעומת כחמישית מן התלמידים בבתי ספר דוברי עברית. זאת ועוד, ברמות הבקיאות הגבוהות אין כלל תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית.
- ממצאים נוספים העולים מן הניתוח הפנים-ישראלי של נתוני מחקר 2012 במבחן הקריאה הדיגיטלית הם:

1. **בחלוקה לפי מגזר שפה ומגדר** נשמרת המגמה העקבית והכלל עולמית המראה שלבנות יש יתרון בתחום זה, וזאת בשני מגזרי השפה. עם זאת, הפער בין המגדרים במבחן הממוחשב קטן יותר מן הפער המקביל במבחן המודפס, וזאת בשני מגזרי השפה. אחד הממצאים הבולטים לרעה הוא רמת ההישגים הנמוכה ביותר של הבנים דוברי הערבית (ממוצע: 313 נקודות בלבד).

2. **בחלוקה לפי מגזר שפה ורקע 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, בפרט הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני שהוא שלוש נקודות בלבד. כמו כן, ההשוואה 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 הקריאה הדיגיטלית.

3. **בחלוקה לפי סוג הפיקוח בתוך התלמידים בבתי ספר דוברי עברית:** פערי הציונים בין הפיקוח הממלכתי לממלכתי-דתי הם משמעותיים ועומדים על 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 זה. קבוצה נוספת המראה הישגים נמוכים במיוחד בתחום אוריינות זה היא הבנות בפיקוח 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	אינדונסיה	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. תחום זה, יחד עם אוריינות קריאה, היה תחום היבחות משני במחזור המחקר הנוכחי. בתחילת הפרק יובא הסבר על הגדרת אוריינות מדעים במחקר פיזה, המסגרת המושגית שלו, סולמות הציונים ורמות הבקיות. לאחר מכן יוצגו הישגי התלמידים בישראל תוך התייחסות לרמת ההישגים ולשונויות בין תלמידים. ההישגים יוצגו בהשוואה לרמת ההישגים הבין-לאומית ולהישגיהם של תלמידים במדינות מסוימות אחרות שהשתתפו במחקר ואשר נבחרו לפי קריטריונים שפורטו בפרק 4. נקודת השוואה מרכזית נוספת להישגי ישראל תהיה להישג הממוצע שהתקבל 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-כלכלי וסוג הפיקוח (בבתי ספר דוברי עברית: ממלכתי, ממלכתי-דתי וחרדי בנות). כמו כן, בסוף הפרק מוצג נספח הכוללים נתונים אודות ההישגים בקרב כלל המדינות המשתתפות.

6.1 הערכה של אוריינות מדעים במחקר פיזה

6.1.1 אוריינות מדעים מה היא? – הגדרה ומסגרת מושגית

הגדרת אוריינות מדעים במחקר פיזה הוצגה בהרחבה במחזור מחקר פיזה 2006, שבו אוריינות מדעים הייתה תחום עיקרי. 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 תופעות באופן מדעי ושימוש בראיות מדעיות; 3. הקשר ונושאים: המצב והסביבה שבהם מוצגת המטלה; 4. עמדות: עניין במדע, תמיכה במחקר מדעי, והנעה לפעול באופן אחראי כלפי תחומים מדעיים (כגון משאבים טבעיים והסביבה). אוריינות המדעים הוערכה במחקר פיזה 2012 באמצעות 53 פריטים (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, כדלהלן, בסוגריים מופיעים מספר הפריטים אשר מעריכים את 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), הביוספרה (תרומת המערכות האקולוגיות, קיימות).
3. **מערכות כדור הארץ והחלל** (7 פריטים): מבנים במערכת כדור הארץ (ליתוספרה, אטמוספרה, הידרוספרה), אנרגיה במערכת כדור הארץ (מקורות, אקלים כלל-עולמי), שינויים במערכת כדור הארץ (טקטוניקה של הלוחות, מחזורים גיאוכימיים, 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/קריטריון, 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 [מידות] 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

- אוריינות מדעים בפיזה בודקת את שלוש המיומנויות האלה, בסוגריים מופיעים מספר הפריטים (שאלות) במחקר 2012 אשר מעריכים את 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 מספר 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), כמתואר ב**לוח 6.1** להלן (בסוגריים מצויינים מספרי הפריטים המעריכים 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 והקשרים שונים, כמפורט לעיל. מתוכם, 18 פריטים רבי-ברירה ("שאלות אמריקאיות")

בסיסיים- כאלו הדורשים בחירה של תשובה אחת מתוך ארבע-חמש אפשרויות; 17 פריטים רב-ברירה מורכבים- כאלו הדורשים בחירה של יותר מתשובה אחת או הקפה של מילה או ביטוי קצר (כגון "נכון"/"לא נכון"); 17 פריטים מובנים פתוחים- כאלו הדורשים מן התלמיד להשיב תשובות ארוכות ומפורטות עם טווח רחב של תשובות; פריט מובנה סגור אחד- כזה הדורש מן התלמיד להשיב תשובה בעלת טווח אפשרויות מצומצם למדי.

6.1.3: סולמות הציונים ורמות בקיאות 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 מכילים 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 אשר לגבי כל אחת מהן מוגדר מה תלמידים ברמת בקיאות זו מסוגלים בדרך כלל לעשות (לוח 6.2). בנוסף לכך, קיימת קבוצה של תלמידים שרמת אוריינות המדעים שלהם 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 יאפיין בדרך כלל מדינות שבהן ממוצע ההישגים גבוה, ולהפך. בנוסף, כפי שהוסבר בפרקים הקודמים, שכיחות התלמידים בקטגוריות השונות מתקשרת גם למידת הפיזור בציונים.

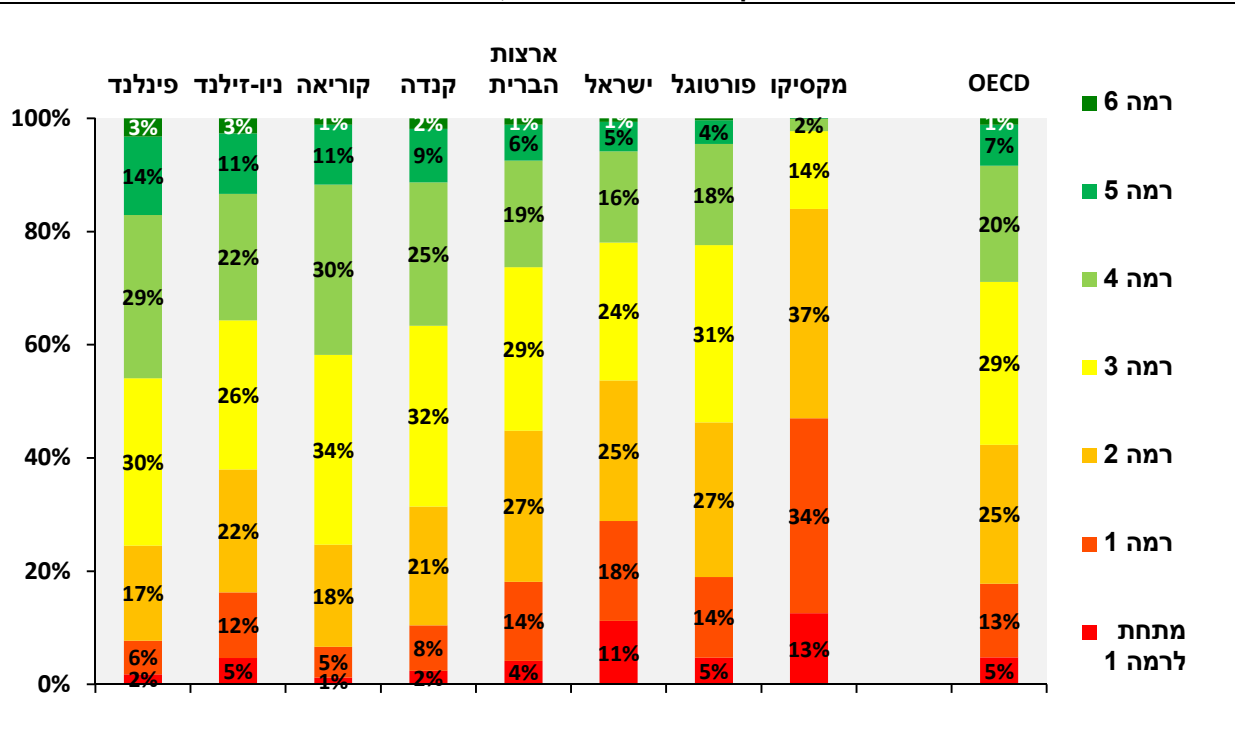
לוח 6.2: רמות הבקיאות באוריינות מדעים במחקר פיזה 2012

רמת הבקיאות	ציון גבול תחתון	מה מסוגלים התלמידים לעשות
רמה 6 (מצטיינים)	708 נקודות	התלמידים מסוגלים לזהות, להסביר וליישם "ידע של מדע" ו"ידע על מדע" במגוון מצבים מורכבים הלקוחים 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 הלקוחים 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 המבוססים על הוכחות ועל טיעונים המבוססים על ניתוח ביקורתי שעשו.
רמה 4	559 נקודות	התלמידים מסוגלים לטפל ביעילות במצבים ובנושאים שכוללים תופעה הדורשת מהם 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.
רמה 3	484 נקודות	התלמידים מסוגלים לזהות ולתאר בבהירות נושאים מדעיים במגוון הקשרים; לבחור עובדות וידע כדי להסביר תופעה וליישם מודלים פשוטים או מיומנויות חקר; לפרש מושגים מדעיים מתחומי דעת שונים, להשתמש בהם ליישם; לבנות הסברים קצרים תוך שימוש בעובדות ולהציג החלטות המבוססות על ידע מדעי.
רמה 2	410 נקודות	לתלמידים יש דיוק 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.
רמה 1	335 נקודות	לתלמידים יש ידע מדעי מוגבל שאפשר ליישמו במצבים מוכרים מעטים. הם יכולים להציג הסברים מדעיים מובנים מאלהם, הנובעים ישירות מהוכחות נתונות.
מתחת לרמה 1	ציון מינימלי	

119

הבקיאות מתחת לרמה 2) העומד על 29% (לעומת 18% בממוצע ה-OECD). למעט מקסיקו, שבה שיעור זה הוא 47%, שיעור המתקשים בישראל הוא הגבוה ביותר מבין מדינות ההשוואה.

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



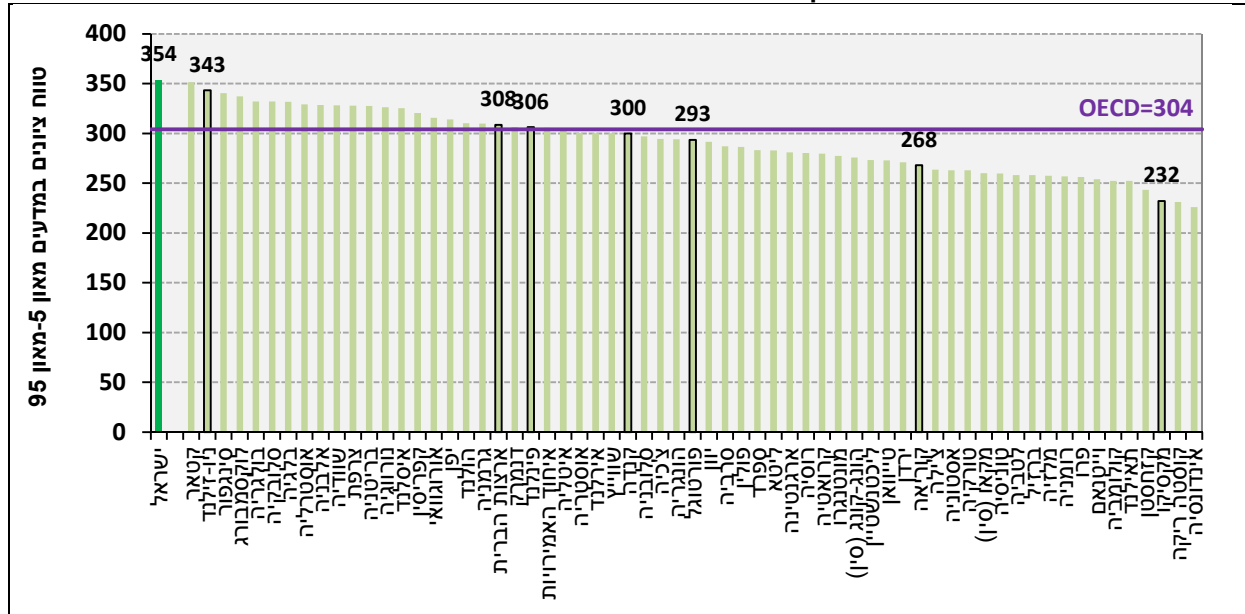
הערה: בתרשים זה ייתכן כי סך האחוזים לא יסתכם ל-100% בגלל פערי עיגול.

בתרשים 6.3 מוצג גודל 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 מצויים מתחתיו), לבין הציון המייצג את המאון ה-95 (הציון ש-5% מן התלמידים החזקים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). המדינות בתרשים זה מוצגות בסדר יורד על פי גודל מדד פיזור זה. הקו הסגול האופקי המופיע בתרשים מציג את ממוצע פיזור זה בממוצע ה-OECD העומד על 304 נקודות. מתרשים זה עולה כי פיזור הציונים בישראל הוא הגדול ביותר בקרב המדינות המשתתפות (354 נקודות). לפירוט הפיזור בכל מדינה ראו **נספח 6א** לפרק זה. הממצא בדבר שונות ציונים הגדולה בישראל הוא ממצא עקבי ביתר התחומים הנבדקים במחקר זה (ישראל שנייה בפיזור באוריינות מתמטיקה ושלישית בגודל הפיזור באוריינות קריאה) וכן, בכל מחזורי המחקר של פיזה שבהם ישראל השתתפה⁵⁹ ובמחקרים בין-לאומיים אחרים.⁶⁰

⁵⁹ראמ"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

⁶⁰ראמ"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



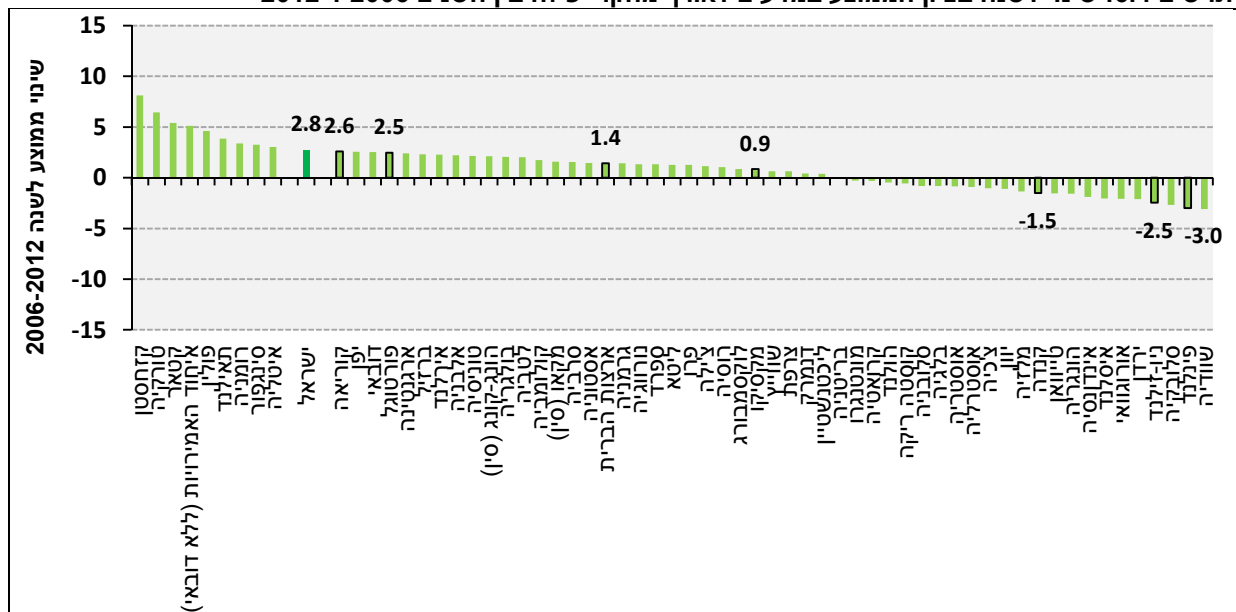
6.2.1.2: מגמות לאורך זמן

בתרשים 6.4 מוצג אומדן של השינוי השנתי הממוצע במדעים בשלושת מחקרי פיזה שהתקיימו בין השנים 2006 ל-2012.⁶¹ חישוב אומדן זה לוקח בחשבון מידע חסר הנובע מאי-השתתפות מדינה מסוימת במחזור מחקר מסוים. מתרשים זה עולה כי בישראל אומדן זה עומד על כשלוש נקודות לשנה. נתון זה מעמיד אותה במקום העשירי מבחינת גודל השיפור השנתי במדעים⁶². ביחס למדינות ההשוואה, במקסיקו, ארצות הברית, פורטוגל ודרום קוריאנה חלה עלייה שנתי בסדרי גודל של נקודה עד שלוש נקודות לשנה. קנדה, ניו-זילנד ופינלנד, לעומת זאת, נמצאות בהליך של ירידה שנתי בציון בסדר גודל של שתיים-שלוש נקודות. **בתרשים 6.5** מוצג הציון הממוצע במדעים בישראל בשלושת מחזורי הפיזה 2006-2009-2012, בו ניתן לראות כי בין השנים 2006 ל-2012 ציון ממוצע זה עלה ב-16 נקודות במצטבר, עליה שמקורה בעיקר בעלייה שבין מחקר פיזה 2009 לבין מחקר פיזה 2012. בנוסף לכך חשוב 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) עדיין, כמו בתחום אוריינות המתמטיקה, ישראל מדורגת לאורך השנים בערך במקום ה-40 במדרג המדינות המשתתפות ובתחתית רשימת מדינות ה-OECD.

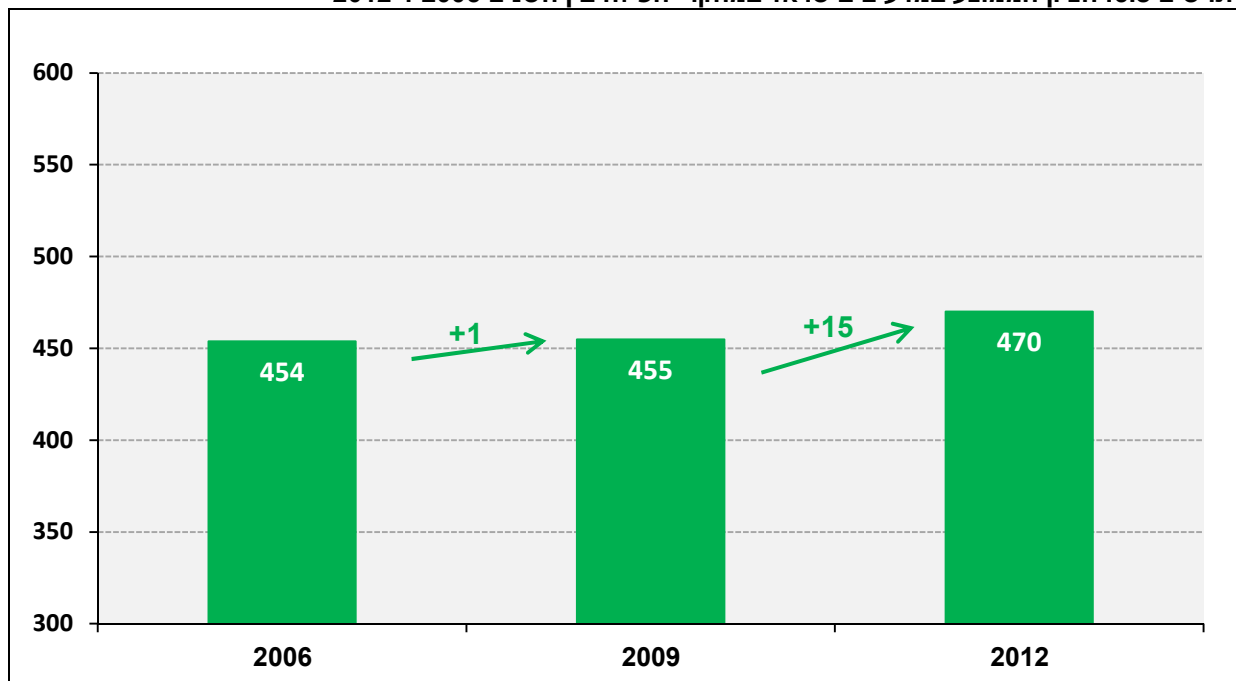
⁶¹ נקודת הבסיס של שינויים בציון במדעים לאורך השנים היא מחקר פיזה שבו תחום המדעים היה תחום המחקר העיקרי, קרי מחקר 2006.

⁶² על העלייה המתמשכת של ישראל בתחומי האוריינות השונים במחקר פיזה לאורך השנים, ראו גם Box IV.1.4 - Improving in PISA: Israel, בכרך IV, פרק 1, עמ' 48 בדוח פיזה הבינלאומי של ה-OECD.

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



תרשים 6.5: הציון הממוצע במדעים בישראל במחקרי הפיזה בין השנים 2006 ל-2012



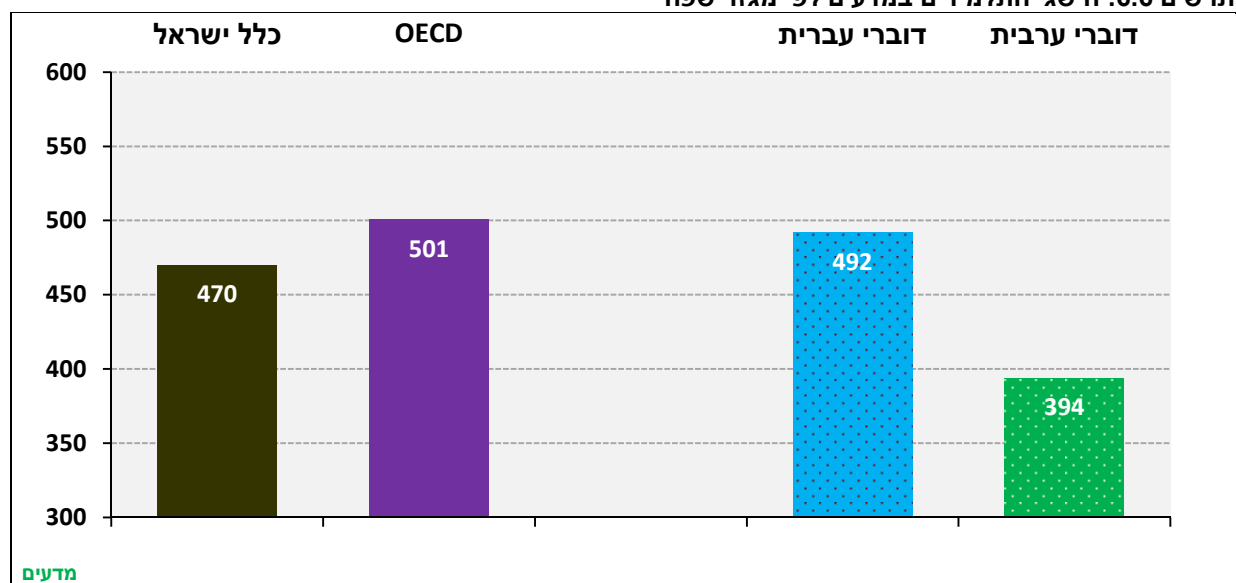
6.2.2: ההישגים במדעים במבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל באוריינות מדעים במחקר פיזה 2012. הממצאים בדבר ההישגים יוצגו לפי הפילוחים הבאים: מגזר שפה ומגדר, רקע חברתי-כלכלי וסוג הפיקוח (בקרב דוברי עברית בלבד).
נספח 4 לפרק 4 מציג את גדלי קבוצות האוכלוסייה השונות לפי הפילוחים השונים.

6.2.2.1: הישגים במדעים לפי מגזר שפה ולפי מגדר

בתרשים 6.6 מוצגים ממוצעי ההישגים באוריינות מדעים בפילוח לפי מגזר שפה (דוברי עברית⁶³ ודוברי ערבית⁶⁴). מתרשים זה עולה כי כמו ביתר תחומי האוריינות שנבדקו בפיזה 2012 וכמו במחזורי מחקר פיזה קודמים, ממוצע ההישגים של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית באוריינות מדעים (492 נקודות) גבוה ב-98 נקודות (סטיית תקן שלמה כמעט) מממוצע הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי הערבית (394 נקודות). לו היו בודקים היכן ממוקם כל מגזר שפה במדרג המדינות לפי הישגיהם, אזי הישגיהם של התלמידים דוברי העברית היו דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-30 (מתוך 64) ואילו ההישגים של התלמידים דוברי הערבית 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 ממוצע מדינות ה-OECD (501 נקודות). מבחינת שינויים לאורך השנים, בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית חלה עליה של 25 נקודות בין מחקר 2006 למחקר 2012 אך בניגוד לכך, בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית חלה ירידה של 9 נקודות בין שני מחזורי מחקר אלו.

תרשים 6.6: הישגי התלמידים במדעים לפי מגזר שפה

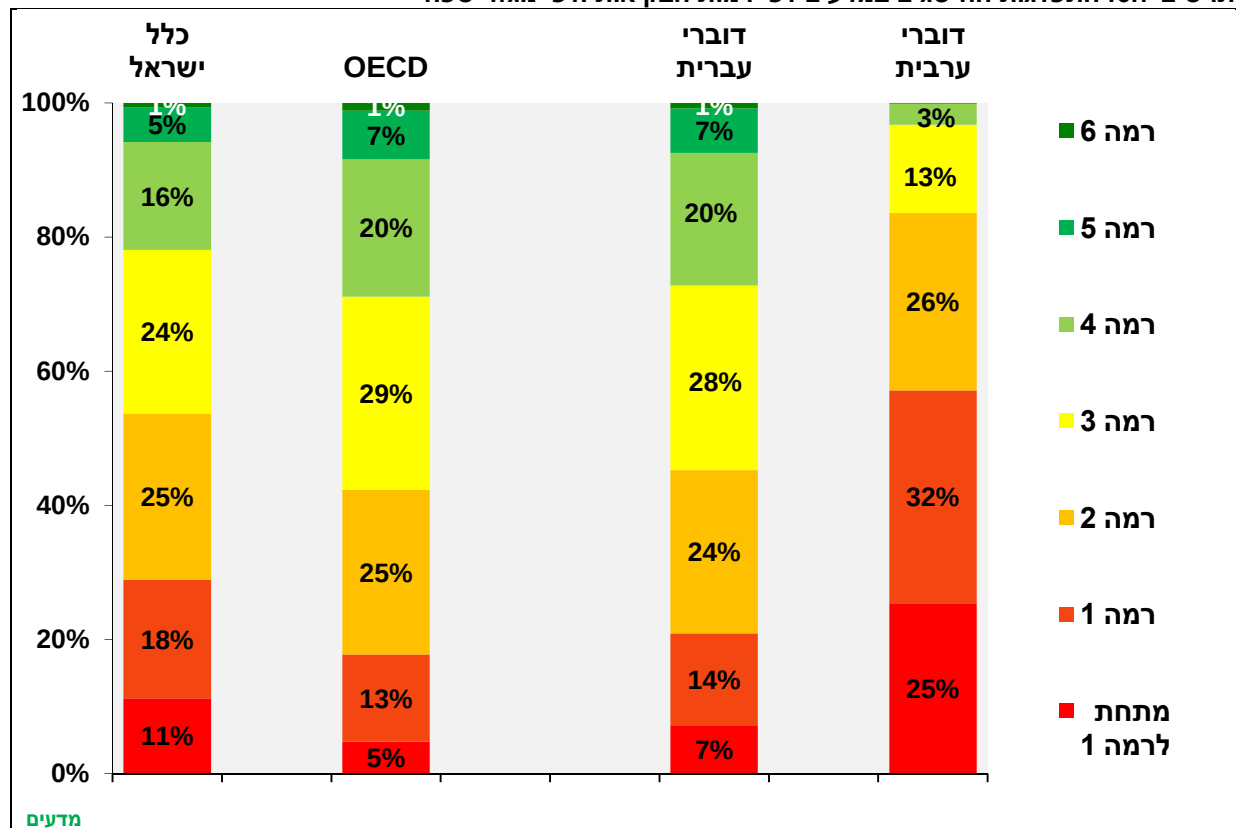


בתרשים 6.7 מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות הבקיאות בשני מגזרי השפה בישראל. מתרשים זה עולה כי בבתי ספר דוברי ערבית 57% מן התלמידים מצויים ברמות הבקיאות הנמוכות ביותר – מתחת לרמה 2, כלומר, נחשבים ל"מתקשים", וזאת לעומת 21% בלבד בבתי ספר דוברי עברית. לשם השוואה, שכיחות התלמידים ברמת בקיאות זו בממוצע ה-OECD היא 18%). בנוסף לכך, נמצא כי בקרב דוברי הערבית, רבע מן התלמידים נמצאים מתחת לרמת בקיאות 1. בהתאמה עם נתון זה נמצא כי שיעור התלמידים "המצטיינים" (המצויים 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%).

⁶³אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, כולל תלמידים הלומדים במוסדות בפיקוח החרדי (בעיקר תלמידות) ותלמידים (בנים ובנות) הלומדים במוסדות בפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר, משרד התמ"ת).

⁶⁴אוכלוסיית זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית כולל תלמידים (בנים ובנות) הלומדים במוסדות בפיקוח משרד הכלכלה (לשעבר, משרד התמ"ת).

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



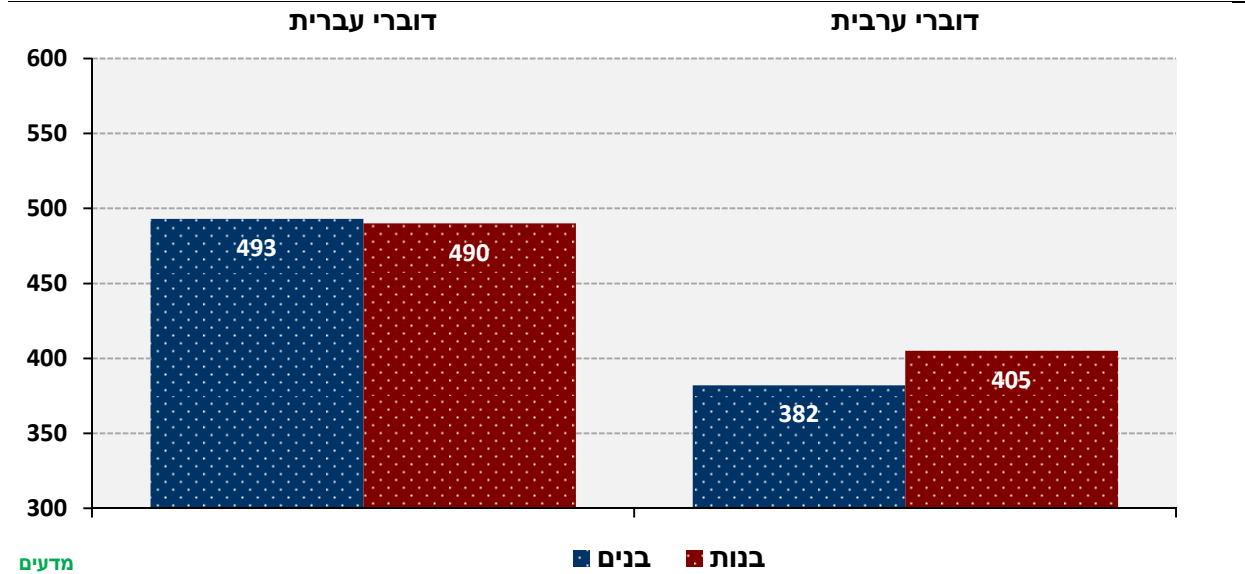
הערה: בתרשים זה ייתכן כי סך האחוזים לא יסתכם ל-100% בגלל פערי עיגול.

בתרשים 6.8 מוצגים ההישגים באוריינות מדעים בפילוח לפי מגזר שפה ולפי מגדר. מתרשים זה עולה כי בבתי ספר דוברי עברית אין הבדל של ממש בציון הממוצע בין בנות לבנים, ואילו בבתי ספר דוברי ערבית ישנו פער של 23 נקודות לטובת הבנות. ממצא זה לפיו קיים פער בהישגים במדעים לטובת הבנות בבתי ספר דוברי ערבית, לצד היעדר פער בין-מגדרי בבתי ספר דוברי עברית, חוזר ונרשם במערכות נוספות של מבחנים רחבי היקף הנערכים בישראל⁶⁵. יש לציין כי בעוד הממצא אודות העדר פער בין-מגדרי בקרב תלמידים דוברי עברית דומה לממצא המקביל בממוצע ה-OECD, בקרב תלמידים דוברי ערבית הפער לטובת הבנות בתחום זה נחשב לגדול יחסית למדינות משתתפות אחרות, ומאפיינים מדינות ערביות כגון ירדן (43 נקודות לטובת הבנות), קטאר (35 נקודות לטובת הבנות) ואיחוד האמירויות (28 נקודות לטובת הבנות). בשלוש מדינות אלו ישנו הפער הגדול ביותר לטובת הבנות מבין 64 המדינות המשתתפות.

⁶⁵ 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

תרשים 6.8: ההישגים במדעים לפי מגזר שפה ולפי מגדר



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

6.2.2.2: הישגים במדעים לפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי

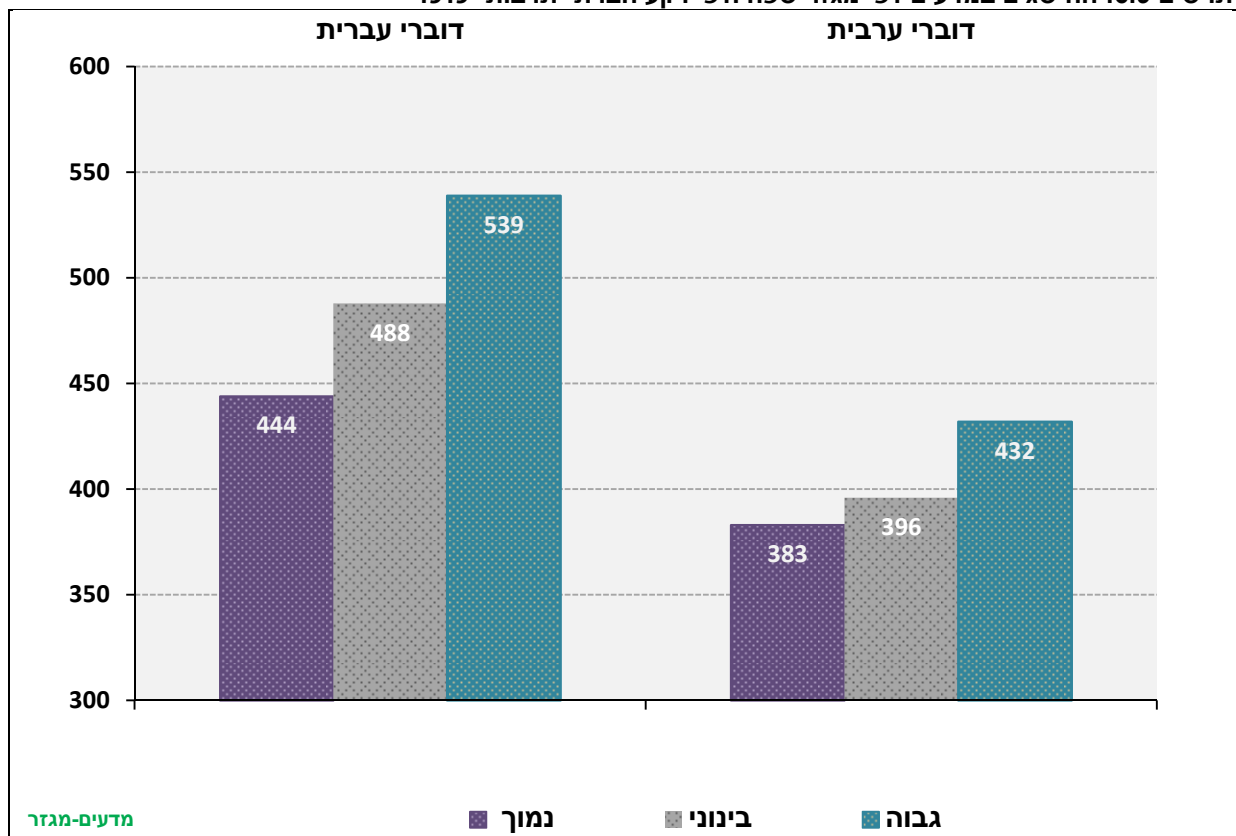
בחלק זה מוצגים ההישגים באוריינות מדעים בפילוח לפי הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי של התלמידים בישראל (נמוך, בינוני וגבוה). חלוקת התלמידים לקבוצות אלו נקבעה על פי מדד לרקע חברתי-כלכלי-תרבותי של התלמיד אשר פותח על ידי מארגני ה-PISA ומכונה בדוח זה חת"כ (ראה פרק 4, סעיף 4.1.2.2 ותיבה 4.1). חשוב להדגיש כי אף שיש קשר עקבי והדוק בין הרקע החת"כ של התלמידים לבין הישגיהם, אין להסיק ממצאים 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. תמונת הפערים, אם כך, בין קבוצת התלמידים מרקע חת"כ נמוך לבינוני -51 נקודות ובין קבוצת רקע החת"כ הבינוני לגבוה-53 נקודות; ובסך הכול, בין קבוצת רקע החת"כ הגבוה לנמוך-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 גודל הפערים הללו קטן יותר במגזר דוברי הערבית מאשר במגזר דוברי העברית. בקרב דוברי העברית הפערים בהישגים במדעים בפילוח לפי הרקע החת"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 רקע 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 בבתי ספר דוברי ערבית ובעלי רקע גבוה קטן ב-12 נקודות מן הציון הממוצע בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית ובעלי רקע נמוך (432, 444 נקודות, בהתאמה). אומנם בתוך קבוצת הרקע הנמוך הפער בין שני מגזרי השפה מצטמצם ל-61 נקודות לעומת הפער הכללי הקיים ביניהם שהוא 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 רקע החת"כ הנמוך משמעו שחלק מסוים מן הפער בהישגים בין כלל התלמידים בשני מגזרי השפה ניתן להסביר באמצעות ההבדלים ביניהם בהתפלגות התלמידים לפי רקע החת"כ (ראו נתונים סטטיסטיים אודות רקע זה בנספחים 44 ו-44 לפרק 4).

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

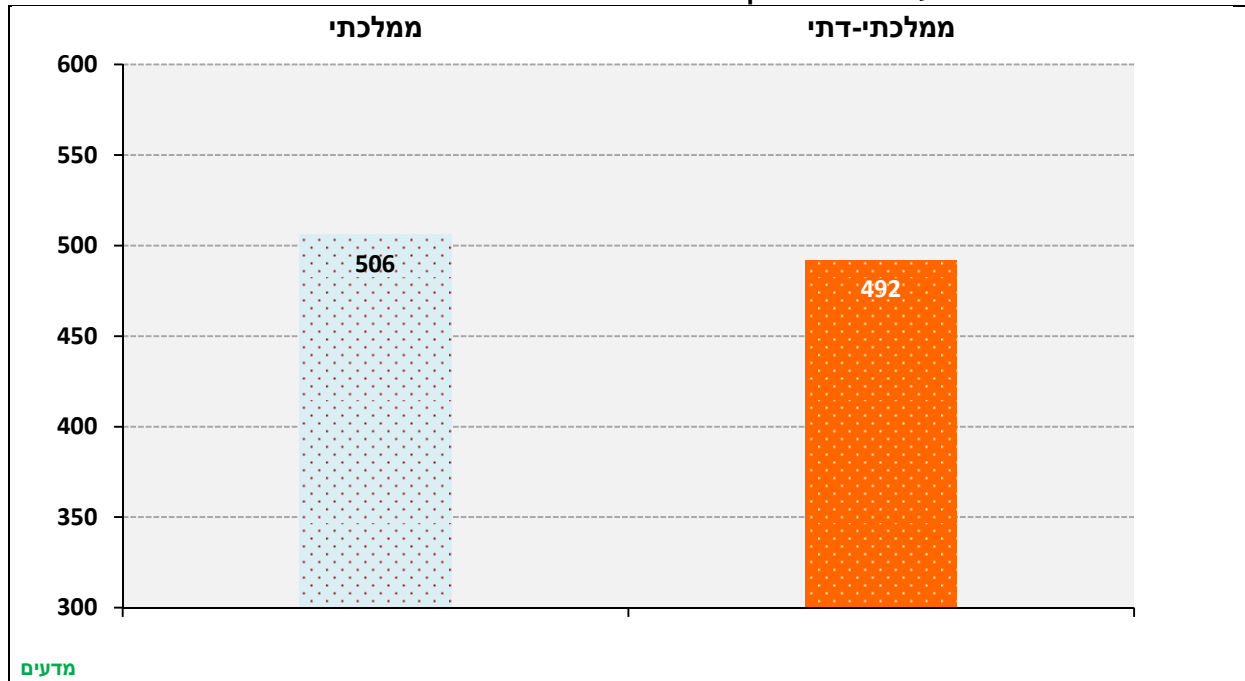


6.2.2.3: הישגים במדעים לפי סוג הפיקוח בבתי ספר דוברי עברית

בחלק זה יוצגו ההישגים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית בלבד. **בתרשים 6.10** מוצגים ההישגים באוריינות מדעים בקרב דוברי העברית בפילוח לפי סוג הפיקוח⁶⁶ (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מתרשים זה עולה כי ממוצע הישגי התלמידים בבתי ספר בפיקוח הממלכתי גבוה מעט מממוצע עמיתיהם הלומדים בפיקוח הממלכתי-דתי - 14 נקודות בממוצע. פער זה דומה בכיוונו ובגודלו לפער המקביל באוריינות מתמטיקה (12 נקודות) ובאוריינות קריאה (15 נקודות).

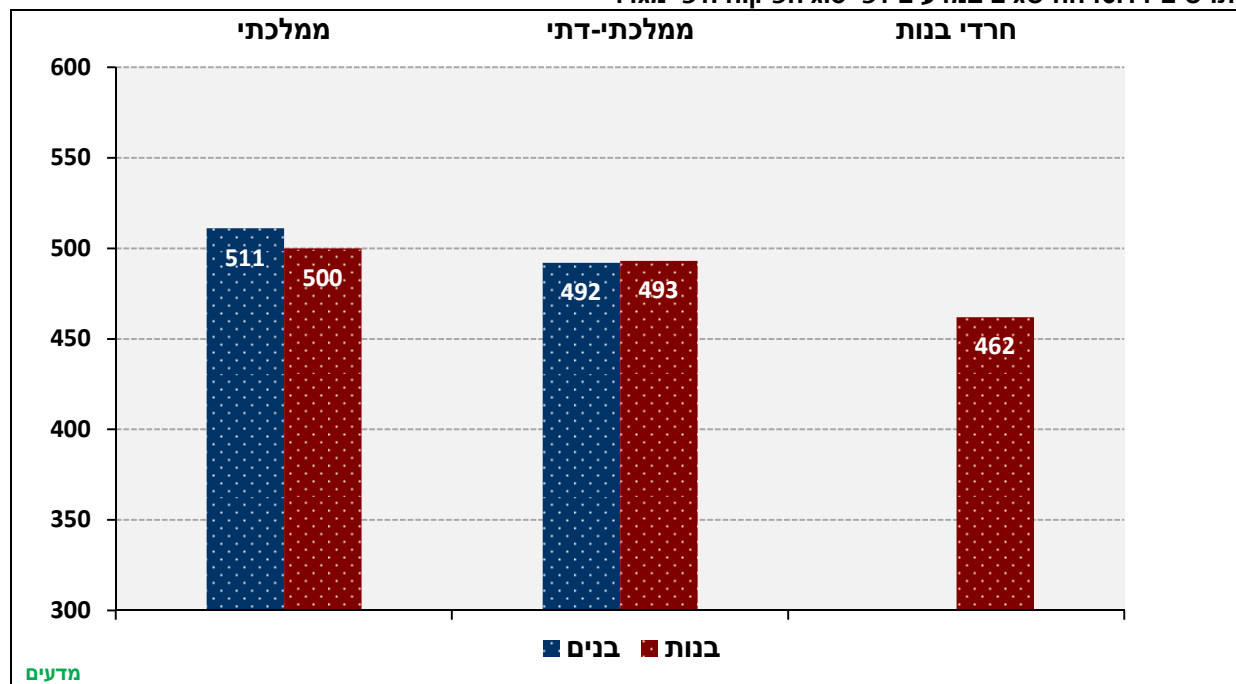
⁶⁶ חלוקה זו אינה כוללת תלמידים הלומדים במוסדות בפיקוח משרד התמ"ת.

תרשים 6.10: ההישגים במדעים לפי סוג הפיקוח



בתרשים 6.11 שלהלן מוצגים ההישגים באוריינות מדעים בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית לפי סוג פיקוח ולפי מגדר, כאשר לתרשים זה נוספו גם ההישגים בקרב הבנות בפיקוח החרדי. בפיקוח זה, ניתן לדווח רק על הישגי הבנות משום שבתי הספר של הבנים החרדים 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 הבנות בפיקוח החרדי (462 נקודות) נמוך מזה של הבנות בפיקוח הממלכתי (500 נקודות) ושל הממלכתי-דתי (493 נקודות) (פער של 38 ו-31 נקודות, בהתאמה). פערים אלו גדולים מהפערים המקבילים באוריינות מתמטיקה ואוריינות קריאה. באופן יחסי, רמתן של הבנות החרדיות באוריינות מדעים נמוכה יותר מאשר בשני התחומים האחרים.

תרשים 6.11: ההישגים במדעים לפי סוג הפיקוח ולפי מגדר

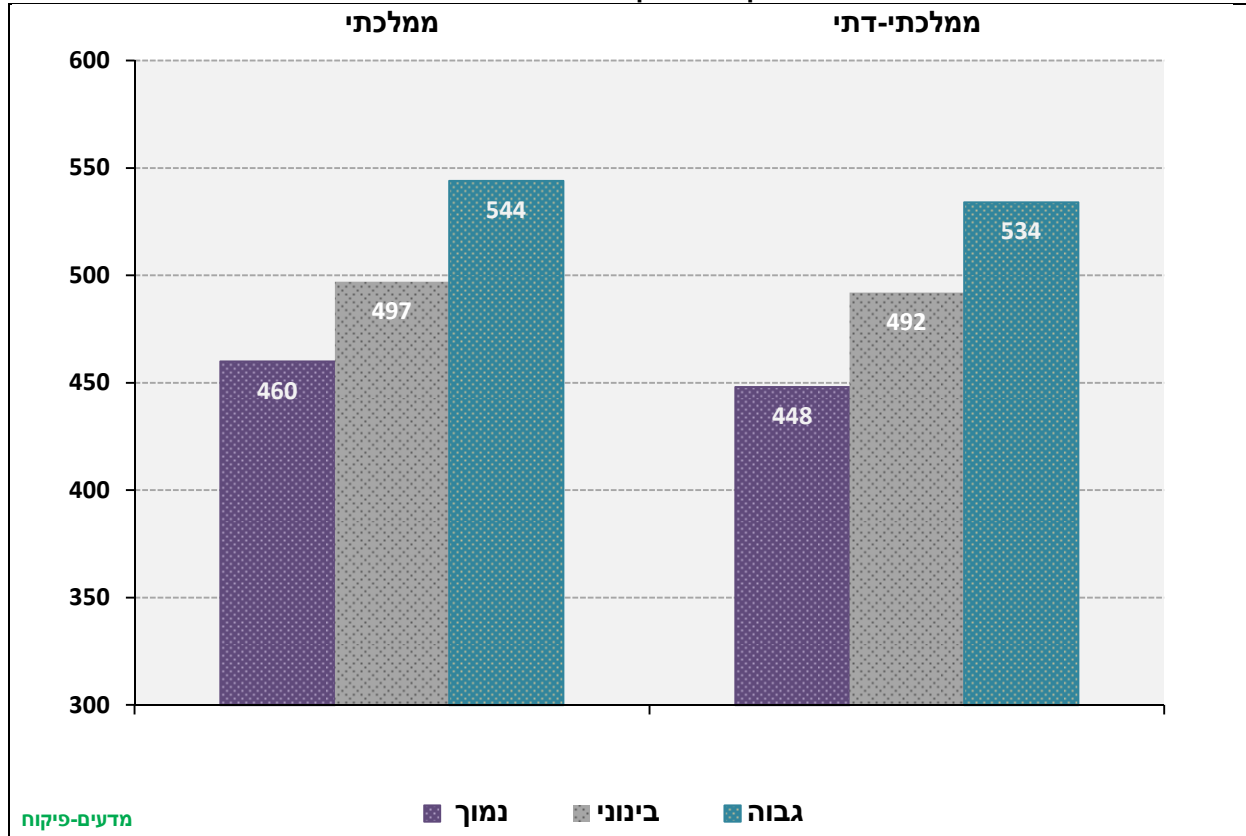


*ממוצע ה-OECD בנות: 500 נקודות; בנים: 502 נקודות

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 רקע החת"כ השונות בקרב כלל דוברי העברית (**תרשים 6.9** משמאל) נרשם גם בכל אחד משני סוגי הפיקוח בנפרד. **מתרשים 6.12** עולה כי בבתי ספר בפיקוח הממלכתי הפער בהישגים במדעים בפילוח לפי הרקע החת"כ הוא כדלהלן: נמוך לעומת בינוני-37 נקודות; בינוני לעומת גבוה-47 נקודות; נמוך לעומת גבוה-84 נקודות. בבתי ספר בפיקוח הממלכתי-דתי הפער בהישגים 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 מראים כי בתוך קבוצת הרקע הנמוך הפער בין שני סוגי הפיקוח הוא 12 נקודות; בתוך קבוצת הרקע הבינוני-5 נקודות; ובתוך קבוצת הרקע החת"כ הגבוה-10 נקודות. פערים אלו קטנים במקצת מהפער הכללי שבין שני סוגי הפיקוח (העומד על 14 נקודות), דבר המלמד כי חלק מן הפער נובע אולי מההבדלים בהתפלגות רמת מדד החת"כ של התלמידים.

תרשים 6.12: ההישגים במדעים לפי סוג הפיקוח 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 זה. ציון זה, הנמוך ב-31 נקודות מהציון בממוצע ה-OECD, מציב אותה במקום ה-40 מתוך 64 מדינות וישויות כלכליות שהשתתפו במחזור מחקר זה. בתחום אוריינות זה המדינות המובילות הן המדינות המזרח-אסייתיות, הונג-קונג, סינגפור ויפן, התופסות את שלושת המקומות הראשונים.
- ישראל בולטת בפיזור הציונים הגדול שבה. הפיזור בישראל הוא הראשון בגודלו בקרב 64 המדינות המשתתפות.
- בישראל, לצד תלמידים בעלי הישגים גבוהים במיוחד, ישנם תלמידים רבים בעלי הישגים נמוכים במיוחד - 6% מן התלמידים המצויים בשתי רמות הבקיאות הגבוהות ביותר - שיעור הקרוב לממוצע ה-OECD שהוא 8%. לעומת זאת, 29% מן התלמידים בישראל מצויים מתחת לרמת בקיאות 2 כאשר בממוצע ה-OECD שיעור זה עומד על 18%.
- מבחינת שינויים לאורך שלושה מחזורי מחקר (2006-2009-2012), ישראל נמצא במגמת שיפור מתמדת בעשור האחרון. בין מחזור 2006 ל-2012 ממוצע הציונים באוריינות מדעים עלה ב-16 נקודות במצטבר והעלייה השנתית נאמדת ב-2.8 נקודות לשנה. במבט כולל, ישראל נמצאת במקום העשירי מבחינת השיפור, מבין המדינות שהשתתפו בשלושת מחזורי המחקר.
- הממצא הבולט ביותר העולה מן הניתוח הפנים ישראלי של התוצאות הוא הפער העצום בין הישגיהם של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית לבין הישגיהם של התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, העומד על כ-100 נקודות (כסטיית תקן שלמה). זאת ועוד, בעוד שממוצע ההישגים של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית קרוב לממוצע ה-OECD, הישגיהם של עמיתיהם בבתי ספר דוברי ערבית רחוקים מאד מממוצע זה.
- ממצאים נוספים העולים מן הניתוח הפנים-ישראלי של נתוני מחקר 2012 במבחן באוריינות מדעים הם:

1. **בחלוקה לפי מגזר שפה ומגדר:** בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית אין כמעט פער בין המגדרים, אך בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית ישנו יתרון לבנות.
2. **בחלוקה לפי מגזר שפה ורקע כלכלי-חברתי:** בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית הפערים בין קבוצות רקע חת"כ עוקבות (נמוך-בינוני-גבוה) הם כ-50 נקודות. בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, פערים אלו הם קטנים יותר, בפרט הפער בין תלמידים מרקע נמוך לתלמידים מרקע בינוני שהוא 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 הפיקוח בתוך התלמידים בבתי ספר דוברי עברית:** פערי הציונים בין הפיקוח הממלכתי לממלכתי-דתי אינם גדולים והם עומדים על 14 נקודות בממוצע נקודות 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, לבנות בפיקוח החרדי הישגים נמוכים יותר לעומת 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	קראטיה	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)
40	ישראל	470	5.0	354	470	470	1

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	אינדונסיה	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.