

פיזה 2015

PISA – Programme for International Student Assessment

אוריינות בקרב תלמידים בני 15

במדעים, בקריאה ובמתמטיקה



מבט ישראלי

כסלו תשע"ז, דצמבר 2016

עודכן באייר תשע"ז, מאי 2017

נציגת ישראל בוועד המנהל של מחקר פיזה (PISA Governing Board, PGB Israel):

ד"ר חגית גליקמן, מנכ"לית ראמ"ה

ניהול המחקר בישראל:

ד"ר ענבל רון-קפלן, מנהלת תחום מחקרים בין-לאומיים, ראמ"ה (National Project Manager, NPM Israel)

ד"ר יואל רפ, מנהל אגף מבחנים, ראמ"ה (National Project Manager, NPM Israel)

מר בועז רזנבאום, מנהל תחום הערכה מתוקשבת, ראמ"ה

גב' אימאן עואדיה, מנהלת תחום מבחנים בערבית, ראמ"ה

ד"ר הדס גלברט, מנהלת גף מחקרים בין-לאומיים, ראמ"ה

עיבוד נתונים וכתיבת הדוח:

גב' נורית ליפשוט, מנהלת תחום מחקרי אורך, ראמ"ה

ד"ר רון ברצלבסקי, מנהל גף עיבוד וניתוח נתונים, ראמ"ה

ד"ר יואל רפ, מנהל אגף מבחנים, ראמ"ה

גב' ג'ורג'ט חילו, מנהלת גף מחקרים בין-לאומיים בערבית, ראמ"ה

ד"ר הדס גלברט, מנהלת גף מחקרים בין-לאומיים, ראמ"ה

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

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

תודה לחברות הזכייניות של ראמ"ה על העבודה המסורה ותרומתן המשמעותית להצלחת הפרויקט בשלביו השונים:

לחברת מטח שעסקה בניהול התרגום, ההתאמה התרבותית וההפקה של חומרי המבחן;

לחברת טלדור שעסקה בניהול העברת המבחנים והלוגיסטיקה של המחקר.

תודה לתלמידים, למורים ולמנהלי בתי הספר שהשתתפו במחקר.

שלום רב,

אנו שמחים להגיש בדוח זה את ממצאי מחקר פיזה 2015 בישראל. זו הפעם השלישית מאז שנת 2009 שראמ"ה אמונה על העברת המחקר בישראל. מחקר זה מביא עמו הפעם מספר חידושים חשובים.

דומה שלא ניתן להפריז בחשיבות של מחקר פיזה, המחקר הבינלאומי בתחום החינוך, שהוא אולי הנרחב ביותר מבחינת מספר המדינות המשתתפות בו (72 במחקר זה, והמספר עומד להיות קרוב ל-80 במחזור הבא), מגוון התחומים הנבדקים בו ומספר המדדים שהוא מספק. היוזמה לביצוע מחקר זה והיישום שלו הם בידי ארגון ה-OECD, שאליו ישראל צורפה לאחר שנים רבות של מועמדות, בשנת 2010. כבר קודם לכן, ישראל השתתפה במחקר פיזה במחזור הראשון שנערך בשנים 2000-2002, כאשר השתתפו בו מספר קטן יחסית של מדינות. תוצאות מחקר ראשון זה הביאו לטלטלה במספר מערכות חינוך במדינות שונות. מחקר זה גילה לעולם את איכותן של מערכות החינוך של פינלנד מצד אחד ושל מדינות מזרח אסיה (יפן, דרום קוריאה, הונג קונג וסינגפור) מצד שני. תוצאות המחקר זעזעו את מערכת החינוך של גרמניה (טלטלה שזכתה לכינוי "פיזה שוק") ושל מדינות נוספות ובכללן ישראל. בעקבות התדהמה שאחזה בציבור הישראלי עם היוודע תוצאות מחקר פיזה של ישראל במחזור הראשון, הוקמה "ועדת דוברת" לבחינה מעמיקה של מערכת החינוך הישראלית וגובשו המלצות שמשיפיעו על המערכת עד ימים אלו. דבר נוסף שלמדנו מהמחקר על עצמנו הוא מידת ההטרואניות הרבה של מערכת החינוך שלנו והפערים הגדולים, ויש יאמרו הבלתי נסבלים, המתקיימים בה בין המגזרים השונים של החברה הישראלית ובין תלמידים מרקע חברתי-כלכלי חלש לחבריהם מרקע חברתי-כלכלי חזק. למדנו גם על פערי בנים ובנות ועל כך שבבתי הספר דוברי הערבית תלמידות מקדימות את הבנים בהישגים הלימודיים בכל תחומי האוריינות.

מחקר פיזה הוא מחקר יוצא דופן, הוא מסתכל "קדימה" אל עתידם של תלמידים במערכות חינוך - האם הטמיעו את הידע שרכשו לאורך כל השנים במערכת? והאם הם יודעים לממש אותו וליישם אותו בחיי יומיום באופן שהוא רלבנטי ובעל ערך? במילים אחרות, המחקר בודק עד כמה הבוגרים של המערכת מוכנים לחיים וצפויים לתרום להתפתחות החברה והכלכלה כאשר ישתלבו בעולם העבודה. כחלק מהגישה הזו, המחקר השלים במחזור הנוכחי את המעבר ממבחנים מודפסים למבחנים ממוחשבים. שכן, הציפייה היא שבוגרי מערכת החינוך היום ישתלבו בהצלחה בעולם המקיף אותנו שרובו מתנהל על מחשבים ובאמצעותם. שנת 2015 הייתה שנת המפנה במחקר פיזה בה כל המבחנים והשאלונים הועברו במחקר באמצעות מחשבים. השימוש במבחנים במחשב מאפשר מדידה תקפה יותר של מיומנויות חשיבה מסדר גבוה, באופן התואם את תפיסת העולם של מחקר פיזה ואת העקרונות והמדיניות של מערכת החינוך הישראלית בשנים האחרונות.

אני רוצה להודות בהזדמנות זו לידידינו מעבר לים, מאות האנשים ב-OECD ובארגונים ממדינות שונות, שפיתחו, יזמו והעבירו את מחקר פיזה הבינלאומי, ולעשרות העובדים והאנשים שהיו מעורבים במחקר פיזה בישראל, לעובדי ראמ"ה המסורים שהקפידו ליישם את המחקר בישראל על פי כל הכללים וכל התקנים ולעובדים השותפים בחברות הזכייניות העובדות עם ראמ"ה: עובדי חברת מטח שהיו מעורבים בהליך התרגום וההתאמה של המבחנים והשאלונים לעברית ולערבית, ועובדי חברת טלדור שהיו מעורבים בהעברת המחקר בבתי הספר עם מחשבים ניידים ובוחנים שהגיעו לבתי ספר מדרום הארץ ועד לצפונה. בסוף השרשרת המופלאה הזו, מנהלי בתי הספר ואנשי הקשר שתרמו את חלקם ושיתפו פעולה וכמובן התלמידים והתלמידות בני ה-15 בכל רחבי הארץ. בלעדיהם לא יכולנו לקבל תמונה חשובה זו של מערכת החינוך שלנו על כל מגזריה וגווניה.

בברכה,

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

תוכן עניינים

פרק 1: מבוא	13
מהו מחקר פיזה (PISA)?	13
כללי	13
גופים ובעלי תפקידים בפיזה	14
המדינות שהשתתפו במחקר פיזה 2015	14
מאפיינים עיקריים של מחקר פיזה	15
המטרות העיקריות של מחקר פיזה	15
הגישה הכוללת של מחקר פיזה	16
התועלת שבהשתתפות במחקר פיזה	17
מאפיינים ייחודיים של מחקר פיזה 2015	17
פרק 2: המסגרת המושגית באוריינות מדעית במחקר פיזה ותכניות הלימודים במדעים בישראל	19
הערכה של אוריינות מדעית במחקר פיזה	19
אוריינות מדעית במחקר פיזה	20
המסגרת המושגית להערכת אוריינות מדעית במחקר פיזה 2015	21
הקשרים	21
מיומנויות מדעיות	22
סוגי הידע	23
ידע תוכן	23
ידע פרוצדורלי	24
ידע אפיסטמי	24
השוני בהגדרת אוריינות מדעית במחזור הנוכחי של מחקר פיזה לעומת מחזור 2006	25
עמדות	25
רמות הבקאות באוריינות מדעית	26
מחשוב המבחן והרחבת היריעה של ההערכה	27
מיפוי פריטי המבחן בחלק של אוריינות מדעית	28
הוראת המדעים בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה בישראל	29
הוראת המדעים בחטיבת הביניים	29
הוראת המדעים בחטיבה העליונה	30
תכניות שהוטמעו במערכת החינוך בשנים האחרונות בהקשר של לימודי המדעים	31
התכנית הלאומית ללמידה משמעותית	31
מסלול של עתודה מדעית טכנולוגית	32
הגישה האוריינית בתכניות הלימודים במדע וטכנולוגיה בישראל	32
מהלכים לטיפול הגישה האוריינית וליישומה בפועל	33
פרק 3: הביצוע של מחקר פיזה 2015	35
חומרי ההערכה	35

35	המבחן
35	הליך פיתוח השאלות והמבחן
36	שאלוני הרקע והעמדות
36	הליכי התרגום וההתאמה
39	מחקר החלוץ
42	המחקר העיקרי
42	המשתתפים
42	אוכלוסיית המטרה
43	מסגרת הדגימה
43	המדגם והליך הדגימה
44	שכבות הדגימה
45	מספר המשתתפים ושיעורי ההשתתפות
47	הליך איסוף הנתונים - ההיבחות
48	בדיקת המבחנים, קידודם (הציון) וטיוב הנתונים
49	בדיקת המהימנות בין-שופטים
49	עיבוד הנתונים
49	חישוב הציונים
51	סולם הציונים ורמות הבקיות
51	"משקלות" תלמידים בחישובי סטטיסטים
52	דיווח התוצאות
52	קשיים ואתגרים בעריכת מחקר פיזה 2015 בישראל
52	שיתוף התלמידים החרדיים במחקר
53	מוטיבציה להשתתפות במחקר
55	פרק 4: ההישגים באוריינות מדעים
55	אוריינות מדעים – מבט בין-לאומי
66	אוריינות מדעים – מבט פנים-ישראלי
66	אוריינות מדעים – מגזרי שפה
67	אוריינות מדעים – מגמות לאורך שנים
71	אוריינות מדעים – מגדר
72	אוריינות מדעים – רקע חברתי-תרבותי-כלכלי (חת"כ)
75	אוריינות מדעים – סוג פיקוח (דוברי עברית)
79	אוריינות מדעים – תחומים
79	תחומי תוכן
81	מיומנויות מדעיות
82	סוגי ידע

פרק 5: ההישגים באוריינות קריאה	83
אוריינות קריאה – מבט בין-לאומי	84
אוריינות קריאה – מבט פנים-ישראלי	91
אוריינות קריאה – מגזרי שפה	91
אוריינות קריאה – מגמות לאורך שנים	92
מגמות ארוכות טווח בקריאה (החל בפיזה 2000)	93
אוריינות קריאה – מגדר	96
אוריינות קריאה – רקע חברתי-תרבותי-כלכלי (חת"כ)	99
אוריינות קריאה – סוג פיקוח (דוברי עברית)	101
פרק 6: ההישגים באוריינות מתמטיקה	106
אוריינות מתמטיקה – מבט בין-לאומי	106
אוריינות מתמטיקה – מבט פנים-ישראלי	113
אוריינות מתמטיקה – מגזרי שפה	113
אוריינות מתמטיקה – מגמות לאורך שנים	114
אוריינות מתמטיקה – מגדר	118
אוריינות מתמטיקה – רקע חברתי-תרבותי-כלכלי (חת"כ)	119
אוריינות מתמטיקה – סוג פיקוח (דוברי עברית)	122
פרק 7: סיכום הממצאים בפרקי ההישגים בשלושת תחומי האוריינות	126
פרק 8: מוטיבציות ללמידת מדעים	131
מוטיבציה ללמידת מדעים	131
מוטיבציה פנימית (הנאה מלימודי מדעים)	133
עניין בתחומים מדעיים כלליים	139
פעילויות יומיומיות בתחום המדעים	145
מוטיבציה אינסטרומנטלית (ללמידת מדעים)	151
ציפיות לקריירה בתחומים מדעיים	157
סיכום הממצאים לגבי מוטיבציות ללמידת מדעים	162
נספחים	165
מתן משמעות לפערי ציונים במחקר פיזה	165
אוריינות מדעים – טבלאות נתונים	167
אוריינות קריאה – טבלאות נתונים	177
אוריינות מתמטיקה – טבלאות נתונים	179
שאלות לדוגמה	181
שאלון הרקע	202

רשימת טבלאות

טבלה 1: מחזורי המחקר של פיזה, התחומים הנבדקים ומספר המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות	13
טבלה 2: ההקשרים בהערכת אוריינות מדעית בפיזה 2015	22
טבלה 3: המיומנויות המדעיות במחקר פיזה 2015	22
טבלה 4: ידע התוכן הנכלל במסגרת המחקר	24
טבלה 5: הידע הפרוצדורלי הנכלל במסגרת מחקר פיזה 2015	24
טבלה 6: מאפייניו העיקריים של הידע האפיסטמי הדרוש באוריינות מדעית	25
טבלה 7: העמדות כלפי מדעים שמחקר פיזה 2015 מתייחס אליהן	26
טבלה 8: תיאור של שבע רמות הבקיאות בסולם אוריינות במדעים	27
טבלה 9: התפלגות הפריטים לפי סוגי הידע	28
טבלה 10: התפלגות הפריטים לפי המיומנויות המדעיות	28
טבלה 11: שכבות הדגימה במחקר פיזה 2015 בישראל	45
טבלה 12: תיאור המשתתפים במסגרת הדגימה במדגם ובמחקר בפועל (באחוזים מעוגלים)	46
טבלה 13: אוריינות מדעים – נקודות החתך (לאחר עיגול) של רמות הבקיאות השונות	61
טבלה 14: אוריינות מדעים – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים	68
(ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)	68
טבלה 15: אוריינות מדעים – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי מגדר ומגזר שפה ...	72
לאורך שנים	72
טבלה 16: אוריינות מדעים – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה	
לאורך שנים	75
טבלה 17: אוריינות מדעים – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים לפי סוג פיקוח	
(דוברי עברית בלבד)	77
טבלה 18: אוריינות קריאה – נקודות החתך (לאחר עיגול) של רמות הבקיאות השונות	86
טבלה 19: אוריינות קריאה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים	93
(ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)	93
טבלה 20: אוריינות קריאה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי מגדר ומגזר שפה	
לאורך שנים	99
טבלה 21: אוריינות קריאה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה	
לאורך שנים	101
טבלה 22: אוריינות קריאה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים לפי סוג פיקוח	
(דוברי עברית בלבד)	103
טבלה 23: אוריינות מתמטיקה – נקודות החתך (לאחר עיגול) של רמות הבקיאות השונות	109
טבלה 24: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים	115
(ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)	115
טבלה 25: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי מגדר ומגזר שפה	
לאורך שנים	119
טבלה 26: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי רקע חת"כ ומגזר	
שפה לאורך שנים	122
טבלה 27: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים לפי סוג	
פיקוח (דוברי עברית בלבד)	123

טבלה 28:	מוטיבציה פנימית ושיעור המסכימים עם כל אחד מההיגדים לפי פילוחים מרכזיים בישראל	137
טבלה 29:	מדד 'עניין בתחומים מדעיים כלליים' ושיעור המתעניינים בכל אחד מהנושאים לפי פילוחים מרכזיים בישראל	142
טבלה 30:	פעילויות יומיומיות בתחום המדעים, לפי פילוחים מרכזיים באוכלוסייה ושיעור התלמידים המבצעים אותן על בסיס קבוע לפחות	148
טבלה 31:	מוטיבציה אינסטרומנטלית ושיעור התלמידים המתעניינים בכל אחד מהנושאים, לפי פילוחים	155
טבלה 32:	שיעור התלמידים בכל אחת מקבוצות תחומי העיסוק לפי פילוחים מרכזיים בישראל	160

רשימת תרשימים

15	תרשים 1: מפת המדינות שהשתתפו במחקר פיזה 2015
21	תרשים 2: המבנים המרכזיים הכלולים במסגרת המושגית של אוריינות מדעית
39	תרשים 3: תהליך התרגום שנעשה בישראל עבור כל אחת משפות המטרה (עברית וערבית)
57	תרשים 4: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי מדינות וישויות כלכליות
58	תרשים 5: אוריינות מדעים – ממוצעי המדינות והישויות הכלכליות לפי תוצר לאומי גולמי לנפש
60	תרשים 6: אוריינות מדעים – ממוצעי המדינות והישויות הכלכליות לפי ההוצאה על חינוך
62	תרשים 7: אוריינות מדעים – רמות בקיאות לפי מדינות וישויות כלכליות
65	תרשים 8: אוריינות מדעים – מדד הפיזור (פער בציון בין אחוזון 95 לבין אחוזון 5) לפי מדינות וישויות כלכליות
66	תרשים 9: אוריינות מדעים – ממוצעים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
67	תרשים 10: אוריינות מדעים – רמות בקיאות (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
68	תרשים 11: אוריינות מדעים – ממוצעים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
70	תרשים 12: אוריינות מדעים – מגמות שינוי רב-שנתיות במונחים של שינוי תלת-שנתי ממוצע (2006-2015)
71	תרשים 13: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי מגדר ומגזר שפה
72	תרשים 14: אוריינות מדעים – רמות בקיאות לפי מגדר ומגזר שפה
74	תרשים 15: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה
75	תרשים 16: אוריינות מדעים – רמות בקיאות לפי רקע חת"כ ומגזר שפה
76	תרשים 17: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)
76	תרשים 18: אוריינות מדעים – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)
77	תרשים 19: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי סוג פיקוח ומגדר (דוברי עברית)
78	תרשים 20: אוריינות מדעים – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח ולפי מגדר בתוך סוג פיקוח (דוברי עברית)
78	תרשים 21: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)
79	תרשים 22: אוריינות מדעים – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)
80	תרשים 23: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי סוגי מערכות (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
81	תרשים 24: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי מיומנויות (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
82	תרשים 25: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי סוג ידע (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
85	תרשים 26: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי מדינות וישויות כלכליות
88	תרשים 27: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי מדינות וישויות כלכליות
90	תרשים 28: אוריינות קריאה – מדד הפיזור (פער בציון בין אחוזון 95 לבין אחוזון 5) לפי מדינות וישויות כלכליות
91	תרשים 29: אוריינות קריאה – ממוצעים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
92	תרשים 30: אוריינות קריאה – רמות בקיאות (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
93	תרשים 31: אוריינות קריאה – ממוצעים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
96	תרשים 32: אוריינות קריאה – האצה או האטה במגמת השינוי ארוכת הטווח (42 מדינות וממוצע 24 מדינות OECD)
97	תרשים 33: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי מגדר ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
	תרשים 34: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי מגדר ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)

98	(דוברי ערבית)
100	תרשים 35: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה
100	תרשים 36: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי רקע חת"כ ומגזר שפה
102	תרשים 37: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)
102	תרשים 38: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)
103	תרשים 39: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי סוג פיקוח ומגדר (דוברי עברית)
104	תרשים 40: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח ולפי מגדר בתוך סוג פיקוח (דוברי עברית)
104	תרשים 41: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)
105	תרשים 42: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)
108	תרשים 43: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי מדינות וישויות כלכליות
110	תרשים 44: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי מדינות וישויות כלכליות
112	תרשים 45: אוריינות מתמטיקה – מדד הפיזור (פער בציון בין אחוזון 95 לבין אחוזון 5) לפי מדינות וישויות כלכליות
113	תרשים 46: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
114	תרשים 47: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
115	תרשים 48: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
117	תרשים 49: אוריינות מתמטיקה – מגמות שינוי רב-שנתיות במונחים של שינוי תלת-שנתי ממוצע (-2015) (2003)
118	תרשים 50: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי מגדר ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
119	תרשים 51: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי מגדר ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
120	תרשים 52: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
121	תרשים 53: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי רקע חת"כ ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
122	תרשים 54: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)
123	תרשים 55: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)
124	תרשים 56: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי סוג פיקוח ומגדר (דוברי עברית)
124	תרשים 57: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח ולפי מגדר בתוך סוג פיקוח (דוברי עברית)
125	תרשים 58: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)
125	תרשים 59: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)
128	תרשים 60: שיעורי המצטיינים והמתקשים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)
134	תרשים 61: מוטיבציה פנימית לפי מדינות
136	תרשים 62: מוטיבציה פנימית לפי פילוחים מרכזיים בישראל
137	תרשים 63: הישגים במדעים לפי מוטיבציה פנימית (המדינות המשתתפות)
138	תרשים 64: מוטיבציה פנימית (רבעונים) וממוצע באוריינות מדעים לפי פילוחים מרכזיים
140	תרשים 65: עניין בתחומים מדעיים כלליים לפי מדינות
141	תרשים 66: מדד עניין בתחומים מדעיים כלליים לפי פילוחים מרכזיים בישראל

תרשים 67:	הישגים במדעים לפי עניין בתחומים מדעיים כלליים (המדינות המשתתפות)	143
תרשים 68:	עניין בתחומים מדעיים כלליים (רבעונים) וממוצע באוריינות מדעים לפי פילוחים מרכזיים	144
תרשים 69:	פעילויות יומיומיות בתחום המדעים, לפי מדינות	146
תרשים 70:	פעילויות יומיומיות בתחום המדעים לפי פילוחים מרכזיים בישראל	147
תרשים 71:	פעילויות יומיומיות בתחום המדעים - הישגים במדעים לפי מדד פעילויות יומיומיות בתחום המדעים (המדינות המשתתפות)	149
תרשים 72:	פעילויות יומיומיות בתחום המדעים (רבעונים) וממוצע באוריינות מדעים לפי פילוחים מרכזיים בישראל	150
תרשים 73:	מוטיבציה אינסטרומנטלית לפי מדינות	152
תרשים 74:	מוטיבציה אינסטרומנטלית לפי פילוחים מרכזיים בישראל	154
תרשים 75:	מוטיבציה אינסטרומנטלית – הישגים במדעים לפי מוטיבציה אינסטרומנטלית (המדינות המשתתפות)	155
תרשים 76:	מוטיבציה אינסטרומנטלית (רבעונים) וממוצע באוריינות מדעים לפי פילוחים מרכזיים	156
תרשים 77:	שיעור התלמידים עם ציפיות לקריירה בתחומים מדעיים, לפי מדינות	158
תרשים 78:	שיעור התלמידים עם ציפיות לקריירה בתחומים מדעי לפי פילוחים מרכזיים בישראל	159
תרשים 79:	הישגים במדעים לפי ציפיות לקריירה בתחומים מדעי (המדינות המשתתפות)	161
תרשים 80:	שיעור התלמידים המצפים לקריירה בתחום מדעי לפי רמות בקיאות באוריינות מדעים ופילוחים מרכזיים	162

רשימת תיבות

38	תיבה 1: התאמת מבחנים ממוחשבים לכיוון קריאה מימין לשמאל
41	תיבה 2: המעבר ממבחן מודפס למבחן ממוחשב
63	תיבה 3: שיעור המצטיינים הגלובאלי - תרומתן היחסית של מדינות וישויות כלכליות ל"מאגר" המצטיינים הגלובאלי
73	תיבה 4: המדד החברתי-תרבותי-כלכלי של פיזה
166	תיבה 5: מתן משמעות לפערי ציונים במחקר פיזה

פרק 1: מבוא

מהו מחקר פיזה (PISA)?

כללי

מינהל החינוך של ה-OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) בשנת 2000 את מחקר PISA (להלן "פיזה") - התכנית הבין-לאומית להערכת תלמידים (The Programme for International Student Assessment). מחקר פיזה נועד לאפשר לכל מדינה לבדוק תפוקות במערכת החינוך שלה ולהעריך את הישגי התלמידים מנקודת מבט בין-לאומית משותפת ומוסכמת. המחקר נערך במחזוריות של אחת לשלוש שנים ומשתתפים בו תלמידים בני 15 (ברוב המדינות הם לומדים בכיתות ט-י). במחקר נבדקים שלושה תחומי אוריינות: מדעים, קריאה ומתמטיקה, ובכל מחזור מחקר מושם דגש על אחד מהם. נוסף על שלושה תחומים עיקריים אלו נבדקים בכל מחזור גם "תחומי אורח" שונים כגון פתרון בעיות, אוריינות פיננסית ועוד. פיזה הוא המחקר הבין-לאומי המקיף ביותר בתחום החינוך מבחינת מספר המדינות המשתתפות והיקף התחומים הנמדדים בו, והוא נחשב חדשני ומוביל. מלבד הערכת הישגים נאסף במחקר מידע על אודות מאפיינים שונים של התלמיד, של משפחתו ושל המוסד החינוכי שבו הוא לומד, וזאת באמצעות שאלונים לתלמידים ולמנהלי בתי הספר. איסוף משתנים אלו עשוי לסייע בהסבר השונות בהישגים הלימודיים בין תלמידים על בסיס מאפייני רקע (כגון מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי ועוד), אסטרטגיות הלמידה שהם משתמשים בהן ופרקטיקות ההוראה של מוריהם, וכן מאפיינים הקשורים לבית הספר ולסביבה הלימודית. במחקר מושקעים מאמצים ומשאבים ניכרים על מנת שכלי ההערכה המשמשים בו יהיו עשירים ומגוונים מבחינה תרבותית ולשונית ויאפשרו השוואה בין מערכות חינוך שונות ומגוונות במדינות המשתתפות.

מחזוריות מחקר פיזה והשתתפות ישראל במחקר

כאמור, בכל מחזור מחקר נבדקים בקביעות שלושה תחומי אוריינות שאחד מהם נמצא במוקד המחקר, וכן "תחומי אורח" שונים הנלווים לשלושת התחומים הללו ומשתנים ממחזור למחזור. בטבלה 1 שלהלן מפורטים המחזורים השונים של מחקר פיזה, התחומים שנבדקו בכל מחזור ומספר המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו בו.

טבלה 1: מחזורי המחקר של פיזה, התחומים הנבדקים ומספר המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות

מחזור המחקר	תחום האוריינות שבמוקד המחקר	תחומי אורח	מס' מדינות משתתפות (מדינות OECD)	השתתפות ישראל
פיזה 2000	קריאה	-	32 (28)	כן ¹
פיזה 2003 ²	מתמטיקה	פתרון בעיות	41 (30)	לא ²
פיזה 2006	מדעים	-	57 (30)	כן
פיזה 2009 ³	קריאה	קריאה דיגיטלית	65 (30)	כן
פיזה 2012	מתמטיקה	קריאה דיגיטלית, פתרון בעיות (ממוחשב), מתמטיקה (ממוחשב), אוריינות פיננסית	65 (34)	כן
פיזה 2015	מדעים	פתרון בעיות שיתופי, אוריינות פיננסית ⁴	72 (35)	כן

¹ למחזור מחקר 2002 נוסף בשנת 2002 עוד גל שכלל 11 מדינות ואשר כונה פיזה+. ישראל השתתפה בגל זה.

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

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

⁴ מספר מצומצם בלבד של מדינות בחרו להשתתף בחלק זה של המבחן. ישראל לא השתתפה בחלק זה מסיבות טכניות.

ישראל השתתפה בכל מחזורי המחקר של פיזה, למעט מחזור 2003¹, והיא נערכת להשתתף גם במחזור המחקר השביעי בשנת 2018. בשני המחזורים הראשונים שישראל השתתפה בהם (בשנים 2002 ו-2006), ביצוע המחקר בישראל היה באחריות לשכת המדען הראשי של משרד החינוך. את המחקר ניהלו ותפעלו חוקרי חינוך מהאקדמיה והוא לווה בוועדת היגוי. בשנת 2007 הועברה האחריות על השתתפות ישראל במחקרים בין-

¹ ישראל השתתפה בסבב השני של מחזור פיזה 2000, שנערך ב-2002 וכוונה פיזה פלוס (PISA+), ובשל סמיכות הזמנים היא נמנעה מלהשתתף במחזור 2003.

לאומיים בתחום החינוך, ובכללם פיזה, לידי הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה), שהוקמה כשנה לפני כן. ראמ"ה היא הגוף שמוציא לפועל ומנהל את השתתפות ישראל במחקר. כמו כן, החל משנת 2006 מנכ"לית ראמ"ה משמשת נציגת ישראל בפורום הוועד המנהל של פיזה (PGB – Pisa Governing Board), ראה להלן). מידע נוסף על ראמ"ה ועל מחקר פיזה ותוצאותיו, במיקוד על ישראל, מצוי באתר ראמ"ה.²

גופים ובעלי תפקידים בפיזה

מחקר פיזה נערך על ידי ארגון ה-OECD ומלווה בידי הוועד המנהל של פיזה (PGB). הוועד המנהל מופקד על קביעת המדיניות, פיתוח הקווים המנחים והגדרת סדרי העדיפויות במחקר, וחברים בו נציגי כל המדינות המשתתפות במחקר פיזה. ביצוע המחקר ברמה הבין-לאומית מופקד בידי היחידה האדמיניסטרטיבית של ה-OECD (OECD Secretariat), המעסיקה לשם ביצועו מאגד (קונסורציום) בין-לאומי של גופים ותכרות (להלן: מנהלת פיזה). המאגד כולל גופים מקצועיים שונים מתחום המבחנים וההערכה החינוכית מכל רחבי העולם. הגוף שניהל את מחקר פיזה בעבור ה-OECD ממחזור המחקר הראשון ועד מחזור 2012 היה ACER (Australian Council for Educational Research)³, והחל ממחזור המחקר הנוכחי הגוף המופקד על ניהולו הכולל של המבחן בעבור ה-OECD הוא ה-ETS (Educational Testing Service)⁴ בארצות הברית, המופקד גם על פיתוח המבחנים. שאר הגופים במאגד מופקדים על חלקים שונים במחקר, כגון פיתוח המסגרות התיאורטיות, דגימת המשתתפים וכו', בהתאם להנחיות ולעקרונות שקבע ה-OECD בשיתוף צוותי מומחים מן העולם כולו בתחומים הרלוונטיים ובאישור הוועד המנהל. כל מדינה ממנה מנהל פרויקט לאומי (NPM - National Project Manager) המופקד, עם מרכז המחקר הלאומי בכל מדינה, על ניהולו וביצועו של המחקר בה ועל התיאום עם מנהלת פיזה. הפעולות העיקריות שה-NPM ומרכז המחקר הלאומי מופקדים עליהן הן תרגום המבחן והשאלונים לשפות המדינה והתאמתם לתרבותה, והפקת חוברות המבחן וגרסאות המבחן הממוחשבות בשפות המתאימות; ארגון הליך ההיבחנות, ובכלל זה דגימת בתי הספר והכיתות שישתתפו במחקר, ותיאום עם בתי הספר; העברת המבחנים והשאלונים בבתי הספר הנדגמים; בדיקת המבחנים וטיוב הנתונים; לאחר מכן, בקרה על נתוני המדינה והפרסומים על אודות המדינה שהוא מייצג בדוח הבין-לאומי; עיבוד נתונים ברמה הלאומית ופרסום דוח מקומי. בישראל, כאמור, הפרויקט מנוהל על ידי ראמ"ה, שמשמשת מרכז המחקר הלאומי ומייצגת את ישראל בפורום מנהלי הפרויקטים הלאומיים. ראמ"ה מפרסמת את הנתונים הפנים-ישראליים ומופקדת על ניהול מאגרי המידע והנתונים שנאספו בישראל במחזורי פיזה הקודמים ונאספים במחזור הנוכחי.

המדינות שהשתתפו במחקר פיזה 2015

בטרשים 1 מוצגת מפת העולם ומצוינות בו 72 המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר פיזה 2015 ואשר מוצגות בדוח, מתוך 35 חברות ב-OECD. כפי שאפשר לראות במפה, מרבית המדינות המשתתפות הן באירופה (מערב ומזרח), באמריקה (הצפונית והדרומית) ובמזרח אסיה,⁵ ולצדן מיעוט של מדינות במזרח התיכון ובצפון אפריקה. בולטת העובדה כי מדינות אפריקה המשוונית (שמתחת לסהרה) אינן משתתפות במחקר פיזה.⁶ במחזור המחקר 2015 השתתפו סה"כ כ-540,000 תלמידים, המייצגים כ-29 מיליון תלמידים בני 15 ב-72 המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות.

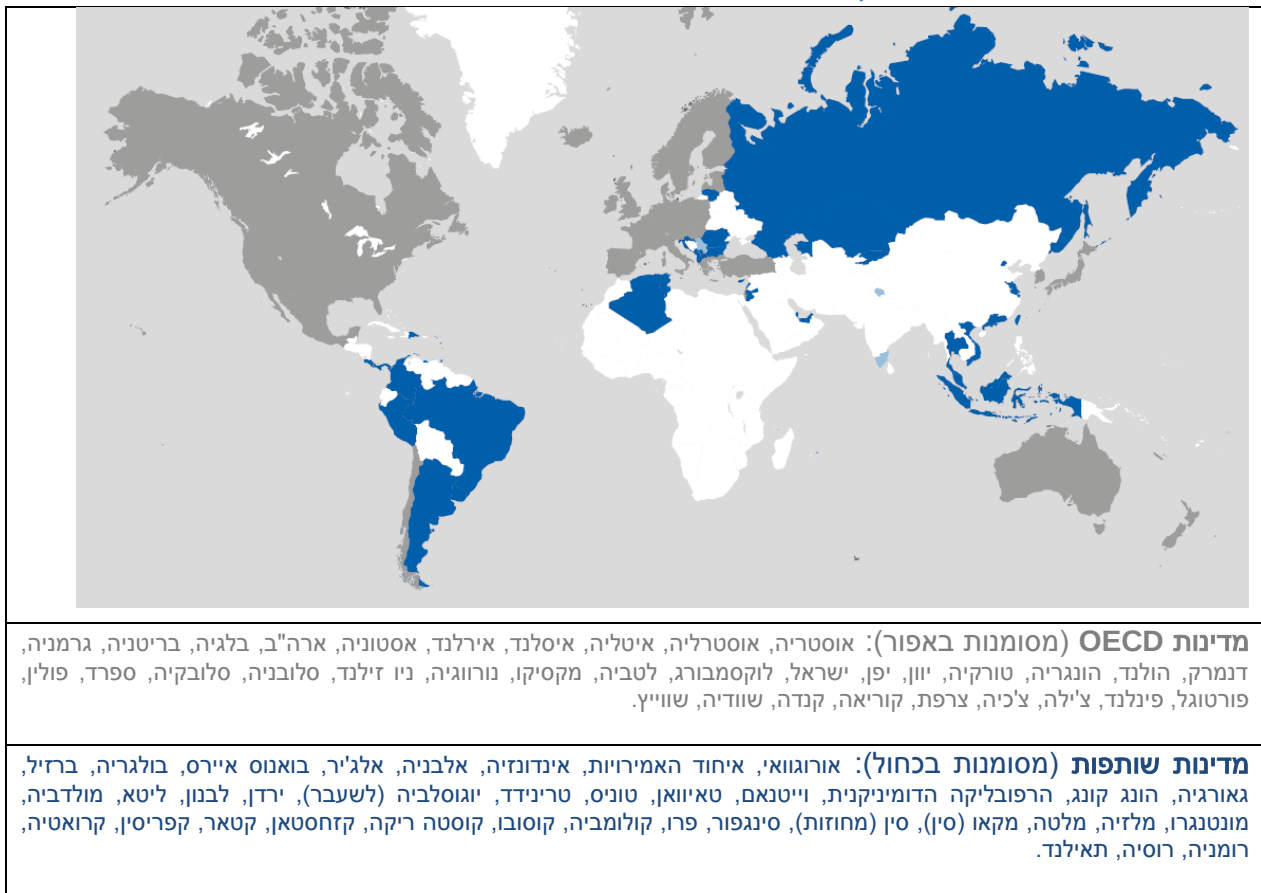
² <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/>

³ עוד על ACER ראה בקישור: <https://www.acer.edu.au>

⁴ עוד על ה-ETS ראה בקישור: <https://www.ets.org/about>

⁵ ההשתתפות של סין חלקית בלבד: ב-2012 השתתפה רק העיר בייג'ין וב-2015 השתתפו כמה ערים במדינה זו.

⁶ שתי מדינות אפריקניות משתתפות במחקר פיזה שנלווה למחקר זה - "פיזה לארצות מתפתחות" (PISA for Development). המחקר הנלווה נערך בפעם הראשונה בשנה זו (2015) ותוצאותיו יפורסמו ב-2017.



מאפיינים עיקריים של מחקר פיזה

מחקר פיזה מתבסס על מערכת של מבחנים ושאלונים שבאמצעותם נאספים מידע וגוף נתונים המאפשרים לבחון ולהבין שינויים שחלים בידע ובכישורים של תלמידים במדינות ובישויות כלכליות שונות. התחומים הכלולים במחקר מוגדרים לפי התכנים שהם החשובים ביותר על פי תפיסת הארגון הבין-לאומי ואשר מייצגים תשתית משותפת למרבית המדינות המשתתפות (ברובן מדינות הנחשבות מפותחות ובעלות כלכלות מודרניות). במחקר נבדקת האוריינות בקרב התלמידים בתחומי דעת שונים, כלומר "כולתם ליישם ידע וכישורים שרכשו בתחומים אלו, ולנתח, להסיק ולהסביר ביעילות את הדרכים שבהן הם ניגשים לבעיות, מפרשים אותן ומוצאים להן פתרונות, במגוון מצבים מחיי היום-יום". המונח "אוריינות" בהקשר זה נועד להקיף טווח נרחב של יכולות רלוונטיות להתמודדות בחיים הבוגרים, במציאות שבה הידע והיכולות הנדרשים משתנים בקצב מהיר.⁷ המבחנים בנויים על פי מסגרת מושגית מוסכמת ומוגדרת מראש, בכל אחד משלושת תחומי האוריינות: מדעים, קריאה ומתמטיקה, וכן בתחומים 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 מחקר המסגרת מתעדכנת בתחום הדעת שבמוקד המחקר. לקראת מחזור 2015 עודכנה המסגרת המושגית להערכת אוריינות מדעים על ידי חברת Pearson האמריקנית, שנבחרה לצורך כך על ידי ה-OECD, וזו התקבלה ואושרה על ידי הוועד המנהל של פיזה.

המטרות העיקריות של מחקר פיזה

המטרה המרכזית של מחקר פיזה היא להעריך באיזו מידה תלמידים בני 15 מסוגלים להשתמש בידע ובמיומנויות שרכשו במהלך דרכם במערכת החינוך במדינתם כדי להתמודד עם אתגרים שיעמדו לפניהם

⁷ המסגרת המושגית המקיפה של מחקר פיזה 2015 נמצאת באתר ראמ"ה:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2015.htm

בחיייהם הבוגרים (לאחר שיסיימו את לימודי החובה). גיל 15 נבחר על ידי יוזמי פיזה בשל העובדה שבגיל זה מסתיים חינוך החובה במרבית מדינות ה-OECD.⁸

נוסף על מבחני ההישגים, התלמידים המשתתפים במחקר משיבים על שאלון ובו שאלות על הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי שלהם, שאלות העוסקות בהוראה ובלמידה של תחום הדעת המרכזי של המחקר (במחזור זה - תחום המדעים) וכן שאלות על עמדות התלמידים בנושאים בעלי זיקה לתחום זה (במחזור זה - עמדות בעניין המדע וחשיבותו, שמירה על הסביבה וקיימות, ועוד). מנהלי בתי הספר משיבים על שאלון בעניין הסביבה הלימודית בבתי הספר, ובכלל זה היקף המשאבים המושקעים בבית הספר (בדגש על התחום המרכזי הנבדק), מידת ההכשרה של הצוות החינוכי וכן האקלים הבית-ספרי. כאמור לעיל, הנתונים הנאספים מסייעים להבין כיצד נתוני הרקע של התלמידים או טיב המשאבים הבית-ספריים המושקעים בהם ובלמידה מסבירים את ההישגים, או כיצד המדיניות החינוכית של בית הספר או של מערכת החינוך קשורה להישגים הלימודיים או משפיעה עליהם. נתונים אלו גם מאפשרים לבדוק אם הושגו תוצרי למידה ערכיים (כגון הכרת התלמידים בחשיבות השמירה על משאבי הטבע) ולעמוד על הקשר בין הישגים לימודיים לבין ערכים ועמדות.

הגישה הכוללת של מחקר פיזה

ההערכה במחקר פיזה מתמקדת ביכולתם של התלמידים ליישם את הידע והמיומנויות שרכשו במהלך חייהם (בעיקר באמצעות החינוך הפורמלי שקיבלו) בבואם לפתור בעיות במצבים אמיתיים בחיים. במצבים אלו נבדק אם תלמידים מסוגלים לנתח ולהבין את הבעיה ולהביע את רעיונותיהם בדרך יעילה ובעלת השפעה, באיזו מידה הם משתמשים בחידושים טכנולוגיים, מה מידת ההכנה שקיבלו להמשך לימודיהם במהלך חייהם, אם הם מצוידים באסטרטגיות למידה מתאימות, וכיו"ב. יכולות אלו מתמצות במונח "אוריינות" - מונח מרכזי בגישה של פיזה. רמת האוריינות, ולא רק הידע לכשעצמו, עשויה להיות קשורה להצלחתם הכלכלית בעתיד, לסוג מקום העבודה שלהם ולאופי החברה והמדינה שבה הם חיים, וכן לרמת החיים שלהם ושל החברה שבה הם פועלים. גישה זו מייצגת תפיסת עולם שונה מזו הבאה לידי ביטוי, בדרך כלל, במבחנים רחבי-היקף אחרים המקובלים במערכות חינוך רבות (ובכללן בישראל). מערכות המבחנים השגרתיות מבקשות למדוד באיזו מידה תלמידים שולטים בתוכני לימוד נתונים, ואילו מבחני פיזה מנסים למדוד תוצר חינוכי מורכב יותר, לא רק ידע דקלרטיבי הנלמד בבית הספר על פי תכניות לימודים. הראשונים מייצגים גישה הרואה בשליטה בחומר הלימודי יעד מרכזי של מערכת החינוך, ואילו האחרונים רואים גם את החשיבות שבמוכנות לחיים במובן רחב יותר. זאת ועוד: הגישה המקובלת במדידה של מערכות חינוך היא גישה "מסכמת" תוך הסתכלות "אחורה", אל העבר - מה למד התלמיד בהיותו בבית הספר ומה הוא זוכר מלימודיו, ואילו הגישה של פיזה מתמקדת בהסתכלות "קדימה" אל העתיד - באיזו מידה התלמיד מוכן להתמודד עם הצפוי לו בחייו הבוגרים, האם הוא יודע לתרגם את מה שרכש במערכת החינוך (או מחוצה לה) לכלל עשייה בתחומים שונים, אילו כלים ומיומנויות מצויים בידיו והאם די בהם לאפשר לו להתמודד עם הצפוי לו בהמשך חייו. הדגש הוא אפוא על מוכנותו של התלמיד לקראת בוגרותו במדינה מודרנית ובכלכלה מפותחת. מאפיין נוסף הוא נקודת המבט הכלכלית - מידת יכולתו של התלמיד להשתלב בכלכלה ולתרום לחברה.

כפועל יוצא מגישה זו, מחקר פיזה אינו מתמקד בתכנים ספציפיים ובידע מוגדר וקבוע מראש הנרכש באופן פורמלי במערכת חינוך מסוימת, על פי גישה חינוכית כזו או אחרת במוסד בעל אופי מסוים. לפי תפיסת פיזה, עקב הנגישות לידע ו"התפוצצות" הידע האופייניות לעידן הנוכחי, בד בבד עם ההתיישנות המהירה של חלקים ממנו, הקניית הידע הקלאסית נעשית רלוונטית פחות ופחות. לכן ההיבט החשוב בחינוך במאה ה-21 הוא הקניית כלים ומיומנויות שיאפשרו את איתור הידע, סינונו, רכישתו, והיכולת ליישמו בזמן ובמקום המתאימים. כלומר, הפרמטר החשוב בחינוך בעידן הנוכחי טמון בפיתוח תהליכי למידה וחשיבה, ולא דווקא בהקניית ידע גרידא. זאת ועוד: אף שרכישה של ידע ספציפי חשובה ללמידה בהקשר הבית-ספרי, יישום של ידע כזה בחיים הבוגרים תלוי במידה רבה ברכישת מושגים וכישורים רחבים יותר. במתמטיקה, למשל, היכולת להסיק באופן כמותי ולייצג יחסים או קשרים בין משתנים רלוונטית יותר מהיכולת לפתור בעיות בצורה טכנית; בתחום

⁸ למעשה, הגיל המדויק של התלמידים המשתתפים בפיזה הוא מ-15 ושלשה חודשים ועד 16 וחודשיים.

המדעים, הכרת מושגים ותהליכים מדעיים ושליפתם מן הזיכרון חשובות פחות מהבנת נושאים רחבים כגון צריכת אנרגיה ובריאות האדם - נושאים ערכיים ובעלי השפעה על חיינו כבוגרים. גישה זו של פיזה באה לידי ביטוי במבחנים עצמם, בנתונים הנאספים באמצעות השאלונים, ובעובדה שקשה "להתכונן" למבחנים הללו וללמוד על פיהם ובהתאם להם.

התועלת שבהשתתפות במחקר פיזה

מבחינת המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות, ובכללן ישראל, יתרונו המרכזי של המחקר מבחינת ישראל אינו רק האפשרות להשוואתה למדינות ולישויות כלכליות אחרות המשתתפות בו מבחינת רמת ההישגים, וגם לא באפשרות לעקוב אחר מקומה במדרג המדינות, שהוא אחד מתוצרי המחקר. ההשתתפות במחקרים הבין-לאומיים מאפשרת לישראל, כמו לכל המדינות המשתתפות, להכיר מקרוב גישות חדשות ועדכניות בתחומי הדעת הנבדקים ולהיות מעורבות במיזם חדשני המבקש להעריך תחומים חדשניים ומתפתחים, כגון מיומנויות המאה ה-21.

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

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

מאפיינים ייחודיים של מחקר פיזה 2015

מחקר פיזה 2015 שונה ממחזורי המחקר הקודמים בכמה היבטים:

- **עדכון המסגרת המושגית של תחום המדעים:** לקראת מחזור מחקר זה עודכנה המסגרת התיאורטית של המחקר לא רק בהיבטים הקשורים לאוריינות מדעים גרידא, כפי שהיא נבדקת במבחן בפיזה, אלא גם בהיבטים הקשורים למידת העניין של התלמידים במקצוע זה ולעמדותיהם כלפיו וכלפי נושאים שונים בו.
 - החל ממחזור מחקר זה, מבחני פיזה על כל תחומיהם מועברים באמצעים ממוחשבים. שאלות העוסקות בסוגיות בתחום אוריינות מדעים **הוצגו באמצעות מחשב** תוך ניצול המדיום ליצירת משימות סימולטיביות ודינמיות, שפתרון נעשה לעתים בדרך אינטראקטיבית ואשר מאפשרות לעקוב גם אחר הליך הפתרון ולא רק אחר התוצאה הסופית.
 - תחום אורח במחקר הנוכחי, מלבד שלושת תחומי האוריינות השוטפים, היה **פתרון בעיות שיתופי** (CPS – Collaborative Problem Solving). המבחן בתחום זה ביקש לבדוק את יכולתם של תלמידים בני 15 לעבוד בשיתוף פעולה כדי לפתור בעיות שמאפיינות התמודדות יום-יומית ומעשית בחברה מפותחת ומודרנית (הבעיות המוצגות לתלמידים אינן מתחום דעת מסוים).
- כמו במחזורי המחקר הקודמים, ה-OECD מפרסם את תוצאות המחקר הזה בסדרת פרסומים שבמרכזה דוח עב כרס המונה כמה כרכים. פרסומים אלו עוסקים בנתוני ההישגים ונתוני הרקע והעמדות ברמה כוללנית ובין-לאומית, ומאפשרים להשוות בין המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות על סמך פירוט ההישגים ונתוני ההקשר של כל אחת מהן.

הדוח הנוכחי, הכתוב בעברית, מתמקד בישראל ובנתוניו ומכוון לקהל ישראלי. מוצגים בו נתוני ישראל מנקודת מבט בין-לאומית ומנקודת מבט לאומית, תוך התמקדות בשאלות, סוגיות ומשתנים שעשויים לעניין את כלל הציבור בישראל, את מובילי מערכת החינוך בארץ וקובעי המדיניות במשרד החינוך בתחום המדעים (ולא רק בו), את החוקרים בתחום החינוך בישראל, ועוד.

אם כן, מצד אחד הדוח מתייחס לנתוני ישראל ולמערכת החינוך שלה כאל ישות אחת בהשוואה לנתונים הבין-לאומיים ולנתוני מדינות אחרות (כאשר יש לכך הצדקה), ובדק את מקומה של ישראל ואת הישגיה בהיבטים שונים בהשוואה לממצאים המקבילים המאפיינים את המדינות המשתתפות, ובפרט לממצאים במדינות ה-OECD. מצד שני הדוח עושה ניתוח פנים-ישראלי בזיקה לגוף הידע שהצטבר עד כה בישראל, על פי נתוני מחקרים ומבחנים רחבי היקף בין-לאומיים וישראליים כאחד, ותוך התייחסות למגזרי אוכלוסייה שונים והצורך להשוות ביניהם.

ואלה פרקי הדוח:

פרק 1 (הנוכחי) – מבוא ובו מידע כללי על המחקר, על מאפייניו העיקריים ועל התחומים הנבדקים בו.

פרק 2 – המסגרת המושגית של אוריינות מדעים ואופן הערכה במחקר פיזה 2015. בפרק זה מוצגת הגדרה של "אוריינות מדעים" ומתוארת בהרחבה המסגרת המושגית שלה, לרבות הנושאים והתהליכים הנדרשים לפתרון משימות בתחום זה, וההבדלים העיקריים בין מחזור המחקר הנוכחי לבין המחזורים הקודמים מבחינת המסגרת המושגית. כמו כן מוצגים ההיבטים השונים הנוגעים להערכה של אוריינות מדעים, כגון סולמות הציונים ורמות הבקיות בתחום זה. בפרק גם נסקרת בהרחבה הוראת המדעים בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה בישראל בהשוואה למסגרת המושגית של פיזה.

פרק 3 – השיטה והביצוע של מחקר פיזה 2015. בפרק מפורטים הליכי המחקר, הליך התרגום וההתאמה והכנת חומרי ההערכה; עריכת המחקר על שלביו השונים, לרבות תיאור שיטת הדגימה, שיעורי ההשתתפות, איסוף הנתונים, הליך בדיקת המבחנים ועיבוד הנתונים, ועוד. בפרק מוצגים גם קשיים ואתגרים ייחודיים בביצוע המחקר בישראל.

פרקים 4-7 – הנתונים על אודות ההישגים בשלושת תחומי האוריינות במחקר פיזה. פרק 4 עוסק בהישגים באוריינות מדעים והוא רחב יותר מפרקים 5 ו-6, העוסקים באוריינות קריאה ובאוריינות מתמטיקה, וכולל נתונים ועיבודים רבים יותר. זאת מכיוון שתחום אוריינות המדעים, שעמד במרכז המחזור הנוכחי, נמדד ביתר הרחבה והעמקה ונאספו בו נתונים ומדדים נוספים מלבד הציון הכולל בתחום. למשל, נבדקו בו ההישגים בתחומים מדעיים ספציפיים ומיומנויות שהן ספציפיות לתחום המדעים. פרק 5 עוסק בהישגים באוריינות קריאה, ופרק 6 – בהישגים באוריינות מתמטיקה. בכל התחומים הנמדדים, ההישגים בציון הכולל מוצגים הן במבט בין-לאומי והן במבט פנים-ישראלי – לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), לפי מגדר, לפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי ולפי סוג פיקוח (ממלכתי וממלכתי-דתי, וכן חרדי בנות בבתי ספר דוברי עברית). בפרק 7 מוצג סיכום אינטגרטיבי של הממצאים בשלושת תחומי האוריינות. בפרקים תוצג התייחסות גם למגמות לאורך זמן, ונתוני המחזור הנוכחי יושוּו לנתונים במחזורי מחקר קודמים.

פרק 8 – סוגי המוטיבציה השונים ללמידת מדעים וגורמים שונים שעשויים להסביר הבדלים במוטיבציה בין תלמידים שונים, כפי שבאים לידי ביטוי מתוך שאלון הרקע. התחום במוקד פיזה 2015 היה אוריינות מדעים וחלק גדול משאלון הרקע התמקד אף הוא בתחום זה. הפרק יעסוק בקשרים בין הממצאים שעלו מן המדדים השונים וההיגדים המרכיבים אותם, ובקשר שלהם להישגים באוריינות מדעים.

במהדורה הבאה של הדוח יתווסף פרק על הישגי התלמידים בתחום פתרון בעיות שיתופי.

פרק 2: המסגרת המושגית באוריינות מדעית במחקר פיזה ותכניות הלימודים במדעים בישראל

הערכה של אוריינות מדעית במחקר פיזה

תחום המדעים הוא התשתית לכל התפתחות תעשייתית, טכנולוגית, רפואית, חקלאית ותקשורתית בחברה האנושית בעידן המודרני והבסיס לצמיחה כלכלית. בהקשר זה, לתחום המדעים השלכות חשובות על הדרישות והצרכים של שוק העבודה בקרב כלכלות מפותחות. בארבעת העשורים האחרונים נרשמה ירידה בדרישה לעבודות "ידניות" ורוטניות (בשל התייעלות, רובוטזציה והעברת הייצור למדינות מתפתחות), ולצד זה הולכת ופוחתת גם הדרישה לעבודות רוטניות לא ידניות (אדמיניסטרציה, שירות לקוחות, ניהול חשבונות, הנדסאות וכד'), מכיוון שכיום יותר ויותר עבודות מתאפיינות במערך חוקים ברור, אפשר לבצען באמצעות מערכות ממוחשבות, או לחלופין, בשל הגלובליזציה, באמצעות כוח עבודה זול יותר במדינות מרוחקות ומתפתחות. מנגד יש עלייה חדה בדרישה לעבודות לא רוטניות, אינטראקטיביות ואנליטיות, שמצריכות שימוש באמצעי תקשורת טכנולוגיים כדי להשיג מידע, להסביר או לשכנע אחרים. כן גוברת הדרישה לחשיבה מתמטית, המצאתית, יצירתית וחדשנית הכוללת פתרון בעיות בִּמְקוֹם שאין בו פתרונות סדורים המבוססים על מערך כללים ידועים מראש, כגון בתעשיית ההיי-טק ובתעשיית התרופות. מגמות אלו מחددות את הרעיון שיש לטפח בוגרים "חושבים" ולא רק ללמדם חומר בדרך של שינון וחזרה, כדי שיוכלו להשתלב בכלכלה ובתעשייה מפותחות ומודרניות ולתמוך בהתפתחות כלכלית עתידית במדינתם. ללא טיפוח היכולת לשחזר ידע באורח דינמי ואינטראקטיבי וליישמו במצבים חדשים, ובלי מיומנויות חשיבה מפותחות, בוגרי מערכת החינוך עלולים להיות כשירים רק לסוג עבודות שהולך ונעלם מן העולם. המסגרת הקונספטואלית של מחקר פיזה במדעים משקפת התייחסות זו לכישורים שיידרשו יותר ויותר מצעירים הצפויים להשתלב בשוק העבודה בשנים הבאות.

מדינת ישראל בלטה מאז ראשית קיומה בתחומי המדע והטכנולוגיה. בעשורים האחרונים נרשמו בה הישגים מרשימים בתחומי תעשיית ההיי-טק, הביוטכנולוגיה, הרפואה, תעשיית התרופות, התעשיות הביטחוניות, ההנדסה החקלאית, טכנולוגיית המים וההשקיה, פיתוחים אגרונמיים, ועוד. ישראל, מעוטת משאבי טבע, נשענה לצורך התפתחותה הכלכלית על ההון האנושי ועל שליטתה בתחום המדעים ובתחומים אחרים. כיום היא נחשבת אחת המדינות המובילות בתחומים אלו. אם מדינת ישראל מעוניינת להמשיך לעמוד בחזית הטכנולוגיה והפיתוחים המדעיים במאה ה-21 ברמה הבין-לאומית ולהוביל בתחומי ההיי-טק, עליה להכשיר את דור העתיד לאתגרים הצפויים בתחומים המדעיים שיבטיחו המשך צמיחה כלכלית נאותה בעשורים הבאים.

אולם למרות כל הנאמר לעיל, ועל אף חשיבותו של תחום המדעים בארץ ובעולם והמודעות הרבה בקרב החברה לחשיבותו של תחום המדעים, בשנים האחרונות נרשמת בעולם ירידה במידת העניין של התלמידים במקצועות המדעיים, בעיקר בקרב הבנות, ובמיוחד בתחומים של מדעי המחשב והנדסת מחשבים (Duby, 2005). גם בישראל נמצא עוד לפני כעשר שנים כי רק מיעוט מקרב התלמידים בוחרים את תחום המדעים בתור תחום עניין עיקרי בלימודיהם. למשל, על פי נתוני משרד החינוך (2008), השיעור הממוצע של תלמידים שניגשו בשנים תשס"ה-תשס"ז (2005-2007) לבחינות הבגרות במקצועות הבחירה המדעיים היה נמוך ביותר: 15% בבילוגיה, 13% בפיזיקה ו-11% בכימיה. תמונה זו לא השתנתה ואף החריפה בכמה מהמקצועות בעשור האחרון, ובשנים תשע"ג ותשע"ד (2013-2014) עמד שיעור הנבחנים בחמש יחידות לימוד בבילוגיה על כ-16%, בפיזיקה על כ-9% וגם בכימיה על כ-9%⁹.

המסגרת המושגית של מחקר פיזה גובשה מתוך ראייה של צורכי החברה והכלכלה המודרניות בהווה ובעתיד ושל יכולת האזרחים הצעירים להשתלב ולהתאים את עצמם בהצלחה לצרכים אלו. בחלקים הבאים יתואר האופי הייחודי של הערכת תחום המדעים במחקר פיזה, המכונה תחום האוריינות המדעית. כן יוסבר כיצד הגדירה

⁹ מבוסס על נתונים מהמזכירות הפדגוגית, תשע"ה.

והתווה מערכת החינוך בישראל את הוראת המדעים בבתי הספר מתוך ניסיון להקנות ידע ומיומנויות בתחום זה למי שצפויים להשתלב בעתיד בתעשייה, במחקר, ברפואה ובאקדמיה, ובחברה בכלל.

פרק זה עוסק באוריינות המדעית כפי שהיא מוגדרת ונמדדת בפיזה, וברלוונטיות של תפיסת האוריינות המדעית להוראת המדעים בבתי הספר בישראל. תחילה יוצגו היבטים של אוריינות מדעית המוגדרים במסגרת המושגית של המחקר. כדי לספק את ההקשר הנחוץ לבחינת הישגיהם של התלמידים הישראלים בתחום זה במבחן פיזה 2015, תוצג תכנית הלימודים במדעים בישראל, בעיקר במסגרת תחום הדעת מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים (לצד תחום הגאוגרפיה - אדם וסביבה - הנלמדים בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה ועוד תחומי דעת מדעיים רלוונטיים הנלמדים בחטיבה העליונה), ותיבחן מקומה של האוריינות המדעית, כהיבט נפרד או כרעיון חוצה נושאים, בתכנית הלימודים בתחום המדע והטכנולוגיה בחטיבת הביניים ובתחומים רלוונטיים נוספים.

אוריינות מדעית במחקר פיזה

הערכת האוריינות המדעית במחקר פיזה שונה מרוב ההערכות המסורתיות בתחומי המדעים. הערכות אלו בודקות את מידת השליטה בתכנים מדעיים, ואילו במחקר פיזה ההערכה מתמקדת ביכולתם של התלמידים ליישם את הידע והמיומנויות שרכשו בלימודיהם על מצבים יום-יומיים ומצבים חדשים. גישה זו משקפת את ההכרה, שנדונה לעיל, כי הגלובליזציה והעובדה שהחברה הופכת להיות טכנולוגית ומתקשבת מובילות לשינויים מהירים בשוק העבודה, וכי יידרש מערך מיומנויות שונה ממי שייכנסו לשוק העבודה בשנים הבאות. כדי שבוגרים של מערכת חינוך יוכלו להשתלב ביעילות ובאפקטיביות בכוח העבודה בעתיד, נדרש מהם לא רק לזכור חומר ולאחזר אותו, אלא גם להיות מסוגלים לפתור בעיות שאין להן פתרון ברור ולמסור את רעיונותיהם בדרך מובנת ומשכנעת. לנוכח התמודדותה של האנושות עם אתגרים עצומים ועם דילמות בפתרון בעיות קיומיות כאספקת מי שתייה ומזון, מיגור מחלות וייצור אנרגיה, האדם נדרש לגייס את הידע המדעי שצבר ולקבל החלטות קריטיות ברמה האישית, המקומית/ארצית והעולמית-גלובלית. החלטות אלו עשויות להשפיע על הבריאות, על המזון ועל המשאבים ומקורות האנרגיה של האדם היחיד, של תושבי המדינות השונות ושל כלל החיים על פני כדור הארץ.

אוריינות מדעית במחקר פיזה 2015 מוגדרת "יכולת לעסוק בנושאים הקשורים למדע ובעקרונות המדע כאזרח רפלקטיבי". לפי גישה זו, הקנייתה נועדה לאפשר לבוגרים לקבל החלטות מושכלות בנושאים הקשורים למדע ולסגל גישה ביקורתית וזהירה בנושאים אלו.

למרות ההבדל המהותי בין מדע לטכנולוגיה בכל הנוגע למטרות, לתהליכים ולתוצרים, האוריינות המדעית מתייחסת הן לידע מדעי והן לידע טכנולוגי מבוסס מדעים. כשם שמדע וטכנולוגיה יכולים להיות תשתית לפתרון בעיה, באופן פרדוקסלי הם עצמם או שימוש לא הולם בהם עלולים לגרום לבעיות נוספות. אדם בעל אוריינות מדעית צפוי אפוא לקבל החלטות תוך הפעלת חשיבה ביקורתית ושיקולי דעת בדבר היתרונות והחסרונות של כל אחד מהתחומים.

המסגרת המושגית של מחקר פיזה 2015 מתבססת על ההנחה שאדם בעל אוריינות מדעית יכול לנהל דיון מדעי ביקורתי והוא מכיר ושולט בידע הנוגע לפרוצדורות ולפרקטיקות הנהוגות במחקר מדעי, וכן מכיר את התפיסות והרעיונות העיקריים שבבסיס החשיבה המדעית והטכנולוגית, את האופן שבו ידע שכזה נוצר ואת מידת התבססותו על ראיות ועל הסברים תיאורטיים. כדי שאדם בעל אוריינות מדעית יוכל להשתתף בשיח מנומק על מדע וטכנולוגיה, עליו להפעיל את מרבית המיומנויות האלה: להסביר תופעות באופן מדעי, להעריך ולתכנן חקר מדעי ולפרש נתונים וראיות באופן מדעי. מיומנויות אלו הן הבסיס למושג אוריינות מדעית. משום כך הדגש במסגרת המושגית הנוכחית מושם על חינוך לצריכה מושכלת של ידע מדעי.

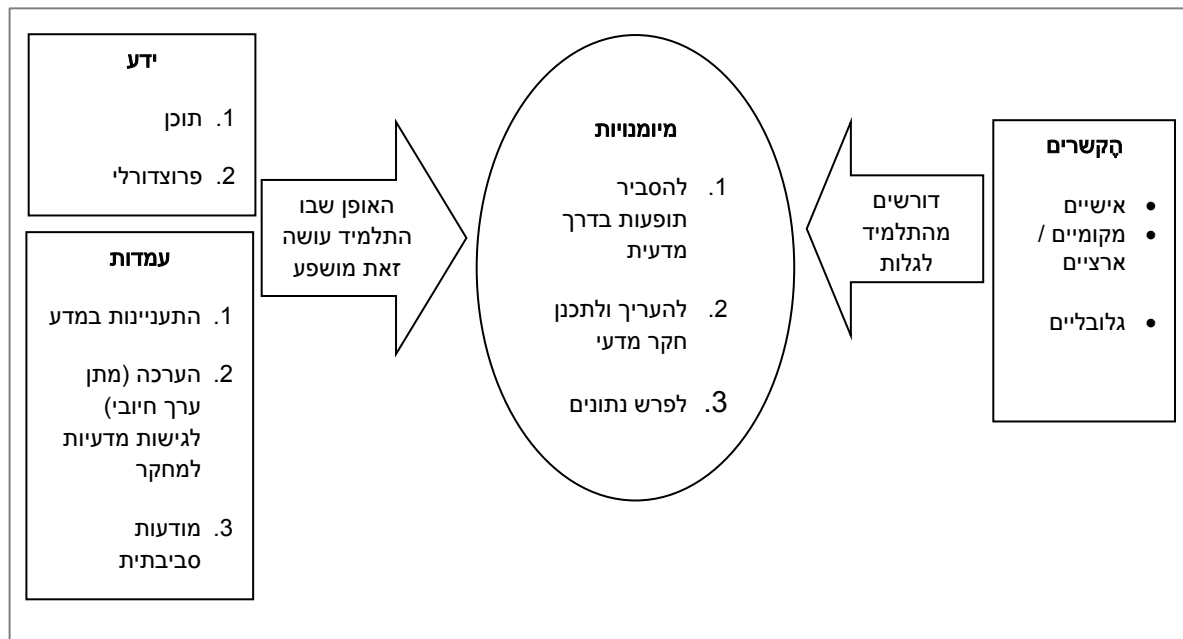
המסגרת המושגית להערכת אוריינות מדעית במחקר פיזה 2015

במסגרת המושגית של המחקר מתוארת האוריינות המדעית מארבעה היבטים הקשורים זה בזה:

- הקשרים
- ידע
- מיומנויות
- עמדות

היבטים אלו שימשו לפיתוחם ולמיפויים של הפריטים (שאלות המבחן) באוריינות מדעית במחקר פיזה 2015. בתרשים 2 שלהלן מוצגים ההיבטים (המבנים) המרכזיים הנכללים במסגרת המושגית של אוריינות מדעית והאופן שבו הם קשורים ביניהם.

תרשים 2: המבנים המרכזיים הכלולים במסגרת המושגית של אוריינות מדעית



הקשרים

ההקשרים שבהם מצופה מהתלמידים להשתמש בהצלחה בשלוש המיומנויות הכלולות באוריינות מדעית הם אישיים, מקומיים/ארציים ועולמיים/גלובליים, והם עשויים להיות מעבר להקשרים השגרתיים שתלמידים נחשפים אליהם במהלך לימודיהם בבית הספר. פריטי ההערכה במחקר מתמקדים אפוא במצבים הנוגעים לאדם היחיד, למשפחה ולקבוצות השווים, לקהילה הגדולה יותר ולעולם הרחב. יש שההקשרים יהיו היסטוריים ופריטי המבחן יבדקו הבנה של תהליכים ופרקטיקות הכרוכים בקידום הידע המדעי.

בטבלה 2 מוצגים היישומים העיקריים של מדע וטכנולוגיה בסביבות אישיות, מקומיות/ארציות וגלובליות,¹⁰ המשמשים הקשרים (רקע) בפריטי ההערכה. היישומים, המבוססים על מגוון מצבים בחיי היום-יום, נבחרו על פי הרלוונטיות שלהם לחיי התלמידים ולתחומי העניין שלהם. חשוב לציין שההערכה בפיזה אינה של הקשרים, אלא של מיומנויות וידע בתוך הקשרים ספציפיים.

¹⁰ ההקשרים המקומיים/הארציים הוצגו במסגרת המושגית של מחקר פיזה 2006 בתור הקשר אחד – "ההקשר החברתי".

טבלה 2: ההקשרים בהערכת אוריינות מדעית בפיזה 2015

גלובליים	מקומיים / ארציים	אישיים	
מגפות, תפוצת מחלות מידבקות	ניטור מחלות, תפוצת מחלות, בחירות תזונתיות, רגולציה של היגיינה בייצור מזון, בריאות בקהילה	שמירה על הבריאות, הימנעות מתאונות, תזונה	בריאות ומחלות
מערכות טבעיות מתחדשות ולא מתחדשות, גידול באוכלוסייה, שימוש בר-קיימא במינים שונים	צורכי הקיום של אוכלוסיות בני האדם, איכות חיים, ביטחון, ייצור מזון והפצתו, אספקת אנרגיה	צריכה אישית של חומרים ושל אנרגיה	משאבי טבע
מגוון ביולוגי, קיימות אקולוגית, בקרת זיהומים, התהוות ואובדן של קרקע, ביומסה כמקור אנרגיה חלופי	פיזור אוכלוסייה, סילוק פסולת, ניהול ורגולציה של זיהומים בטבע, יצירת תנאים למחזור, ניצול משאבי טבע, שמירה על הטבע, השפעה על הסביבה	התנהגות "ידידותית לסביבה", שימוש בחומרים ובמכשירים וסילוקם	איכות הסביבה
שינויי אקלים, השפעות התקשורת המודרנית	שינויים מהירים (כגון רעידות אדמה, מזג אוויר קיצוני), שינויים אטיים ומתמשכים (כגון בליה חופית, התהוות סלעי משקע), הערכת סיכונים	הערכת הסיכונים של סגנונות חיים שונים	צמצום סכנות
היכחדות מינים, חקר החלל, מוצאו של היקום ומבנהו	פיתוח חומרים חדשים, עזרים ותהליכים, הנדסה גנטית, טכנולוגיות בריאות, תחבורה	היבטים מדעיים של תחביבים, טכנולוגיה אישית, פעילויות של מוזיקה וספורט	התפתחויות בחזית המדע והטכנולוגיה

מיומנויות מדעיות

אדם בעל אוריינות מדעית יוכל לדון בסוגיות הנוגעות למדע וטכנולוגיה ולקבל החלטות בהקשרים אלו. לשם כך עליו לשלוט במיומנויות העיקריות המאפיינות אוריינות מדעית. מידת השליטה בהן היא שמבחינה בין רמות של מומחיות. המיומנויות העיקריות הנחוצות לאוריינות מדעית מוגדרות "פעולות". ומנוסחות באופן המבהיר מה אדם בעל אוריינות מדעית אמור להבין ולעשות. בטבלה 3 שלהלן מפורטות המיומנויות המצופות מתלמיד בעל אוריינות מדעית.

טבלה 3: המיומנויות המדעיות במחקר פיזה 2015

להסביר תופעות באופן מדעי
היכולת לזהות, להציע ולהעריך הסברים למגוון תופעות טבע ותופעות טכנולוגיות, תוך יכולת - • לאחזר/לשלוף ידע מדעי מתאים ולהשתמש בו. • לזהות, להשתמש ולייצר מודלים וייצוגים להסבר תופעות מדעיות. • לפתח חיזויים/ניבויים מתאימים ולהצדיקם. • להעלות השערות להסבר תופעות מדעיות. • להסביר את השלכותיו האפשריות של ידע מדעי על החברה.
להעריך ולתכנן חקר מדעי
היכולת לתאר ולהעריך חקר מדעי ולהציע דרכים מדעיות להתמודדות עם שאלות, תוך יכולת - • לזהות את השאלות הנבדקות במחקר מדעי נתון. • להבחין בין שאלות שאפשר לחקור באופן מדעי לבין שאלות שאי-אפשר לחקור באופן מדעי. • להציע דרכים לחקור שאלה נתונה באופן מדעי. • להעריך דרכים לחקור שאלה נתונה באופן מדעי. • לתאר ולהעריך מגוון דרכים המשמשות מדענים כדי להבטיח את מהימנות הנתונים ואת האובייקטיביות של ההסברים, ולהיות מסוגלים להכליל בעזרתן מן הפרט אל הכלל.
לפרש נתונים וראיות באופן מדעי
היכולת לנתח ולהעריך נתונים וטיעונים מדעיים המוצגים במגוון דרכי ייצוג ולהסיק מסקנות מתאימות, תוך יכולת - • להמיר נתונים מדרך ייצוג אחת לאחרת. • לנתח ולפרש נתונים ולהסיק מסקנות מתאימות. • לזהות את ההנחות, הראיות וההנמקות בטקסטים הנוגעים למדע. • להבחין בין טיעונים המבוססים על ראיות ותיאוריות מדעיות לבין טיעונים המבוססים על שיקולים אחרים. • להעריך ראיות וטיעונים מדעיים ממקורות שונים (כגון עיתון, רשת האינטרנט, כתבי עת).

כדי שתלמיד יצליח ליישם את המיומנות "להסביר תופעות באופן מדעי" עליו להיזכר בידע תוכן מתאים לסיטואציה הנתונה ולהשתמש בו כדי לפרש, להסביר או להעלות השערות זמניות גם בהקשרים שיש בהם מחסור בידע או בנתונים.

המיומנות "להעריך ולתכנן חקר מדעי" נחוצה כדי להעריך באופן ביקורתי דיווחים על ממצאים מדעיים ועל מחקר מדעי, והיא מחייבת ידע של מאפיינים מרכזיים במחקר המדעי, ומצריכה יכולת להעריך את איכות הנתונים ולזהות הנחות תיאורטיות מוקדמות בבסיסו של המחקר, אם יש כאלה, או להעריך אם מחקר בא לאתר ולזהות דפוס כלשהו. לצורך מיומנות זו נדרש מהתלמידים הן ידע פרוצדורלי (ידע על הפרוצדורות המשמשות מדענים כדי להגיע לידע מדעי) והן ידע אפיסטמי (ידע של מושגים ומאפיינים ספציפיים החיוניים לתהליך הבניית הידע), אולם היא עשויה להישען במידה זו או אחרת גם על ידע של תוכן מדעי.

המיומנות "לפרש נתונים וראיות באופן מדעי" מאפשרת לאדם לפרש את משמעותן של ראיות מדעיות ונתונים המוצגים במגוון ייצוגים, ואת השלכותיהן על קהל מוגדר, כדי להעלות טיעונים ולהסיק מסקנות במילים שלו. מיומנות זו מצריכה שימוש בכלים מתמטיים כדי לנתח ולעבד נתונים ויכולת להשתמש בשיטות ייצוג מקובלות. המיומנות מאפשרת לאדם לגשת למידע מדעי, להעריך טיעונים ומסקנות על סמך ראיות, להעריך מסקנות חלופיות, להציע נימוקים בעד ונגד כל אחת מהן בעזרת ידע פרוצדורלי או אפיסטמי ולזהות את ההנחות שבבסיס כל מסקנה.

סוגי הידע

המיומנויות הנחוצות לאוריינות מדעית מחייבות שלושה סוגי ידע: ידע תוכן, ידע פרוצדורלי וידע אפיסטמי. להלן הסבר על אודות שלושת סוגי הידע.

ידע תוכן

עובדות, תיאוריות, רעיונות ועקרונות מדעיים. במחקר פיזה הוערך ידע תוכן שנחוץ לתלמידים בני 15 כדי להבין את עולם הטבע ולפרש חוויות בהקשרים אישיים, מקומיים, ארציים וגלובליים. בטבלה 4 שלהלן מוצג ידע התוכן במסגרת המחקר. הידע שנבחר הוא מדגם מתוך תחום התוכן המדעי, וחשוב שיעמוד באמות מידה ברורות, כלומר -

- שיהיה רלוונטי למצבים מהחיים האמיתיים.
- שייצג מושג מדעי חשוב או תיאוריה מסבירה מרכזית המשמשת לאורך זמן.
- שיתאים לרמת ההתפתחות של בני 15.

טבלה 4: ידע התוכן הנכלל במסגרת המחקר

מערכות פיזיקליות, המצריכות ידע על -
מבנה החומר (המודל החלקיקי, קשרים, ועוד). תכונות החומר (שינויי מצב צבירה, הולכת חום והולכה חשמלית, ועוד). שינויים כימיים של החומר (תגובות כימיות, העברת אנרגיה, חומצות/בסיסים, ועוד). תנועה וכוחות (מהירות, חיכוך ועוד) ופעולה ממרחק (כוחות מגנטיים, כוח הכבידה וכוחות אלקטרוסטטיים, ועוד). אנרגיה וגלגוליה (שימור אנרגיה, איבוד אנרגיה, תגובות כימיות, ועוד). אינטראקציות של אנרגיה וחומר (גלי אור וגלי רדיו, גלי קול וגלים סיסמיים, ועוד).
מערכות חיים, המצריכות ידע על -
תאים (מבנים ותפקוד, DNA, צמחים ובעלי חיים, ועוד). המושג "אורגניזם" (חד-תאי ורב-תאי, ועוד). בני אדם (בריאות, תזונה, תת-מערכות [כגון עיכול, נשימה, מחזור הדם, הפרשות, רבייה] והקשרים ביניהן, ועוד). אוכלוסיות (מינים, אבולוציה, מגוון ביולוגי, שונות גנטית, ועוד). מערכות אקולוגיות (שרשרות מזון, גלגולי חומר ואנרגיה, ועוד). הביוספרה (שירותי המערכת האקולוגית, קיימות, ועוד).
מערכות כדור הארץ והחלל, המצריכות ידע על -
מבנים במערכות כדור הארץ (ליתוספרה, אטמוספרה, הידרוספרה, ועוד). אנרגיה במערכות כדור הארץ (מקורות אנרגיה, אקלים גלובלי, ועוד). שינויים במערכות כדור הארץ (טקטוניקת הלוחות, מחזורים גאוכימיים, כוחות בונים והורסים, ועוד). ההיסטוריה של כדור הארץ (מאובנים, מוצא ואבולוציה, ועוד). כדור הארץ בחלל (כוח הכבידה, מערכות כוכבים, גלקסיות, ועוד). ההיסטוריה של היקום וקנה המידה שלו (שנות אור, תיאוריית המפץ הגדול, ועוד).

ידע פרוצדורלי

אחת ממטרותיו הבסיסיות של המדע היא להציע תיאורים המסבירים את עולם החומר, החל מתיאורים שמסבירים אותו באופן טנטטיבי ועד בחינתם באמצעות מחקר אמפירי (בטבלה 5 שלהלן מתואר הידע הפרוצדורלי הנכלל במסגרת המושגית של המחקר).

ידע פרוצדורלי הוא הידע של העקרונות והפרוצדורות החיוניים לחקר מדעי, והוא הבסיס לאיסוף נתונים מדעיים מהימנים ותקפים, לניתוחם ולפירושם. חקירה אמפירית נשענת על כללים שיש להקפיד עליהם לאורך תהליך החקירה כדי שהנתונים הנאספים בה יהיו תקפים ומהימנים. הבנת כללים אלו מצופה מתלמיד בעל אוריינות מדעית. ידע כזה נחוץ גם כדי לבחון באופן ביקורתי את הראיות שאפשר להשתמש בהן כדי לתמוך בטיעונים אלה או אחרים.

טבלה 5: הידע הפרוצדורלי הנכלל במסגרת מחקר פיזה 2015

ידע פרוצדורלי
המושג "משתנים", ובכלל זה משתנים תלויים ובלתי תלויים, ומשתני בקרה. מושגים הקשורים למדידה (מדידות כמותיות, תצפיות איכותניות, קנה מידה, משתנים קטגוריאליים ורציפים, ועוד). דרכים להעריך אי-ודאות ולמזער אותה (חזרה על מדידות וחישוב הממוצעים שלהן, ועוד). מנגנונים שיבטיחו את היכולת לשחזר את הנתונים (קרבה בין מדידות חוזרות של אותה הכמות) ואת מידת דיוקם (קרבה בין הכמות הנמדדת לבין הערך האמתי של המדידה). דרכים מקובלות לפשט נתונים ולייצגם באמצעות טבלאות, גרפים ותרשימים, ושימוש נכון בהם. אסטרטגיית הבקרה של נתונים ותפקידה במערך הניסוי, או השימוש בניסויים אקראיים מבוקרים כדי להימנע ממצאים שאי-אפשר לייחס בוודאות לגורם הנבדק, וכדי לזהות מנגנונים סיבתיים אפשריים. מאפייניו של מערך מחקר המתאים לשאלה מדעית נתונה (מחקר ניסויי, מחקר שטח, חיפוש אחר דפוסים, ועוד).

ידע אפיסטמי

ידע אפיסטמי הוא ידע והבנה של המושגים והמאפיינים המרכזיים שהם חיוניים לתהליך בניית הידע במדע, ושל תפקידם בביסוס הידע שנוצר באמצעות המדע. למשל: מושגים ומרכיבים כגון השערה, תיאוריה או תצפית ותורמתם לאופן שבו אנו יודעים את מה שאנו יודעים (Duschl, 2007). נוסף על כך, בעלי ידע אפיסטמי אמורים להבחין בין סוגי הטיעונים (אינדוקטיביים לעומת דדוקטיביים) וגם להעריך את חשיבותה של ביקורת עמיתים בתור מנגנון לבחינת טיעונים המבוססים על ידע מדעי חדש. ידע פרוצדורלי נחוץ כדי להסביר למה הכוונה באסטרטגיית הבקרה של משתנים, ואילו ידע אפיסטמי הוא היכולת להסביר מדוע אסטרטגיית הבקרה של

משתנים או שחזור של מדידות הם חלק מרכזי בביסוס הידע במדע. ידע אפיסטמי ייבדק בעיקר באופן פרגמטי - התלמידים נדרשים להבין ולפרש שאלה המצריכה ידע כזה ולענות עליה, ולא באמצעות הערכה ישירה של מידת הבנתם בכל הנוגע למאפייני ידע זה. בטבלה 6 שלהלן מוצגים מאפייני העיקריים של הידע האפיסטמי הדרוש על פי המסגרת המושגית של אוריינות מדעית.

טבלה 6: מאפייני העיקריים של הידע האפיסטמי הדרוש באוריינות מדעית

ידע אפיסטמי
- המושגים והמאפיינים המכונים של המדע, כלומר: - מהותן של תצפיות, עובדות, השערות, תיאוריות ומודלים מדעיים. - מטרותיו ויעדיו של המדע (ליצור הסברים על עולם הטבע) לעומת מטרותיה ויעדיה של הטכנולוגיה (ליצור פתרון אופטימלי לצורכי האדם). - מהי שאלה מדעית או טכנולוגית ומהם נתונים מתאימים. - ערכי המדע (מחויבות לפרסום, אובייקטיביות ומניעת הטיות, ועוד). - סוגי הנימוקים המשמשים במדע (נימוקים דדוקטיביים ואינדוקטיביים, היסק להסבר הטוב ביותר, אנלוגיות, נימוקים מבוססי-מודל, ועוד). - תפקידם של המושגים והמאפיינים הללו בהצדקת הידע שנוצר על ידי המדע, כלומר: - כיצד טיעונים מדעיים נתמכים בנתונים ובנימוקים. - תפקידם של מחקרים אמפיריים מסוגים שונים בביסוס ידע, מטרותם (לבחון השערות או לזהות דפוסים) ותכונם (תצפית, ניסויים מבוקרים, מחקרים מתאמיים). - כיצד טעויות מדידה משפיעות על דרגת הביטחון בוודאותו של ידע מדעי. - השימוש במודלים פיזיים, מערכתיים ומופשטים, תפקידיהם ומגבלותיהם. - תפקידם של שיתוף פעולה וביקורת, וכיצד ביקורת עמיתים יש בה ליצור ביטחון בוודאותם של טיעונים מדעיים. - תפקידו של ידע מדעי, לצד צורות ידע אחרות, בזיהוי סוגיות חברתיות וטכנולוגיות ובהתמודדות עמן.

השוני בהגדרת אוריינות מדעית במחזור הנוכחי של מחקר פיזה לעומת מחזור 2006

הגדרת האוריינות המדעית במחזור פיזה 2015 מבוססת על ההגדרה של אוריינות מדעית כפי שנוסחה במחזור פיזה 2006 אך מרחיבה אותה. ב-2006, כמו במחזור הנוכחי, הועמד במוקד תחום האוריינות המדעית. המדידות של תחום האוריינות ב-2006 וב-2015 מאפשרות להשוות בין הנתונים בשני מחזורים אלו, אך הטקסונומיה של אוריינות מדעית במחקר פיזה 2006 הייתה שונה במקצת. אוריינות מדעית במחקר פיזה 2006 התייחסה אל "הידע המדעי" כאל מושג בעל שני מרכיבים: "ידע של מדע" ו"ידע על מדע" (OECD, 2006). "ידע של מדע" (knowledge of science) התייחס לידע של עולם הטבע בתחומים השונים: פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי כדור הארץ והחלל, ומדע מבוסס טכנולוגיה. במסגרת המושגית של המחקר הנוכחי סוג ידע זה נקרא "ידע תוכן" (ראה לעיל טבלה 4). "ידע על מדע" (science about knowledge) התייחס ב-2006 לידע על האמצעים של המדע (דרכי החקירה) ועל מטרותיו (הסברים מדעיים). "ידע על מדע" היה היבט של עשייה מדעית שהדגיש את הידע של התלמידים על מאפייני המדע. המונח "אוריינות מדעים" התייחס באופן כוללני לשני ההיבטים האלה יחד. ההגדרה של אוריינות מדעית במחקר פיזה 2015 התפתחה על בסיס עקרונות אלו, והמונח "ידע על מדע" פורט ופוצל לשני מרכיבים במסגרת המושגית של המחקר הנוכחי: ידע פרוצדורלי וידע אפיסטמי.

עמדות

עמדות התלמידים כלפי המדע יכולות להשפיע על מידת העניין שלהם בנושאים מדעיים, ועל המוטיבציה שלהם לעסוק במדע בהמשך חייהם ולפעול בתחומי. להוראת המדעים תפקיד כפול: גם להרחיב את הידע של התלמידים במדע ובטכנולוגיה, וגם להגביר את עניינם במדעים ובמחקר המדעי. עמדות חיוביות של תלמידים כלפי המדע עשויות לסייע להם בעתיד להחליט להרחיב את הידע המדעי שלהם, לשאוף לפתח קריירה מדעית ולהשתמש במושגים ובשיטות מדעיות במהלך חייהם. עמדות חיוביות כלפי מדע, נטייה להכיר בתרומה של הגישה המדעית למחקר והדאגה לסביבה ולאורח חיים בר-קיימא – כל אלה מאפיינים אדם בעל אוריינות מדעית, והם נחשבים תוצרים חשובים של החינוך בתחומי המדעים.

המסגרת המושגית של פיזה 2015 מתייחסת לעמדות כלפי מדעים משלושה היבטים: התעניינות במדע וטכנולוגיה; הערכה (מתן ערך חיובי) לגישות מדעיות למחקר; מודעות סביבתית.

התחום 'התעניינות במדע ובטכנולוגיה' נבחר בשל הקשרים המוכחים בינו לבין הישגים, בחירת מסלול לימודים, בחירת קריירה ולמידה מתמשכת לאורך החיים. 'הערכה' (מתן ערך חיובי) לגישות מדעיות למחקר¹¹ נחשבת אחת המטרות היסודיות ביותר של החינוך למדעים במדינות רבות, והיא מתייחסת לעמדות התלמידים כלפי השימוש בשיטה המדעית לשם חקירת תופעות טבע ותופעות חברתיות, וכלפי התובנות שעולות משיטות אלו. בהינתן חשיבותם של נושאים סביבתיים להמשך קיום החיים על פני כדור הארץ ולהישרדותה של האנושות, פיתוח של מודעות סביבתית ושל גישה אחראית כלפי הסביבה הוא מרכיב חשוב בחינוך למדעים בימינו, והתחום 'מודעות סביבתית' הוא בעל חשיבות בין-לאומית (הן בהקשר מקומי/ארצי והן בהקשר גלובלי) ובעל רלוונטיות כלכלית. חשוב לציין שבמחקר הנוכחי נבדקו עמדות התלמידים באמצעות שאלונים ייעודיים בלבד. זאת שלא כבמחקר פיזה 2006, שבו נבדקו עמדות התלמידים כלפי המדע באמצעות שאלונים ייעודיים ובאמצעות פריטי הערכה ששובצו בתוך יחידות המבחן. בטבלה 7 שלהלן מפורטות העמדות בשלושת התחומים.

טבלה 7: העמדות כלפי מדעים שמחקר פיזה 2015 מתייחס אליהן

היבט	האופן שבו ההיבט בא לידי ביטוי
התעניינות במדע ובטכנולוגיה	- סקרנות כלפי מדעים וכלפי נושאים ומיזמים הקשורים למדע. - רצון לרכוש עוד ידע מדעי וכישורים באמצעות מגוון מקורות ושיטות. - התעניינות מתמשכת במדע, ובכלל זה בחינת אפשרות לפיתוח קריירה הקשורה במדע.
הערכה (מתן ערך חיובי) לגישות מדעיות למחקר	- מחויבות לראיות בתור הנחת יסוד בבחינה של הסברים על העולם הגשמי. - מחויבות לגישה המדעית למחקר, כאשר הדבר רלוונטי. - הכרה בערכה של הביקורת כאמצעי לביסוס תוקפו של כל רעיון באשר הוא.
מודעות סביבתית	- התייחסות לסביבה ולקיימות. - נטייה לנקוט ולקדם התנהגויות סביבתיות בנות-קיימא.

אף שהשאלונים לתלמיד, שבאמצעותם נבדקו עמדות התלמידים כלפי המדע, נבנו בהתאם להיבטים שתוארו במסגרת המושגית, המדידה של עמדות התלמידים כלפי מדע נעשתה בפועל לפי מדדים אלו:¹²

- שאיפה לפיתוח קריירה מדעית
- השתתפות בפעילויות מדעיות
- הנאה ממדע
- עניין בנושאים רחבי היקף במדעים
- מוטיבציה אינסטרומנטלית ללמוד מדעים
- חוללות עצמית במדעים

רמות הבקאות באוריינות מדעית

במסגרת המושגית של המחקר הוגדרו שבע רמות של בקיאות באוריינות מדעית המתייחסות הן לשליטה בידע והן לשליטה במיומנויות. רמות הבקאות, המוצגות להלן בטבלה 8, הוגדרו כדי לסייע במתן פרשנות לציונים המספריים שנאספו במבחן. הן מתארות את יכולותיו של תלמיד ומידת שליטתו בידע ובמיומנויות השונות הנדרשות בשאלות המבחן, בהתאם למה שנקבע במסגרת המושגית. במחקר הנוכחי נקבעו שבע רמות בקיאות. שש מהן תואמות את רמות הבקיאות במחזור פיזה 2006, שגם במרכזו, כאמור, עמד תחום האוריינות המדעית. במחקר הנוכחי נוספה רמת בקיאות בתחתית הסולם, כך שיש בו שבע רמות בקיאות. שמה של רמת בקיאות 1 (ממחקר פיזה 2006) שונה וכונה במחקר הנוכחי רמה 1א', והרמה שנוספה מתחתיה נקראה 1ב'. רמה זו נוספה במחקר הנוכחי בהתבסס על המשימות הקלות ביותר שבמבחן, שנוספו כדי למדוד (ולתאר) את הידע והיכולות של תלמידים בעלי רמת בקיאות נמוכה ביותר.

¹¹ היבט זה נקרא במחקר פיזה 2006 "תמיכה במחקר מדעי".

¹² במהדורות הבאות של הדוח יתווספו פרקים על אודות נתוני הרקע של התלמידים, עמדותיהם, הסביבה הלימודית שלהם והקשר להישגים.

טבלה 8: תיאור של שבע רמות הבקיות בסולם אוריינות במדעים

רמה	ציון של גבול תחתון	תיאור
6	708	התלמידים מסוגלים להסתמך על מגוון רחב של רעיונות ומושגים מדעיים מתחומי הידע המדעי: פיזיקה, מדעי החיים ומדעי כדור הארץ, ולהשתמש בידע תוכן, בידע פרוצדורלי ובידע אפיסטמי כדי להעלות השערות המסבירות תופעות מדעיות, אירועים ותהליכים מדעיים שאינם מוכרים להם, וכדי לערוך חיזויים. כאשר הם מפרשים נתונים וראיות הם יודעים להבחין בין מידע רלוונטי למידע שאינו רלוונטי ויכולים להסתמך גם על ידע שאיננו חלק מתכנית הלימודים הרגילה. הם מסוגלים להבדיל בין טיעונים המבוססים על ראיות ותיאוריות מדעיות לבין טיעונים המבוססים על שיקולים אחרים. תלמידים ברמה 6 יכולים להעריך מערכים חלופיים של ניסויים מורכבים, מחקרי שטח או סימולציות, ולהצדיק את בחירותיהם.
5	633	התלמידים מסוגלים להשתמש ברעיונות ובמושגים מדעיים מופשטים כדי להסביר תופעות, אירועים ותהליכים לא מוכרים ומורכבים יותר הכוללים כמה וכמה קשרים סיבתיים. הם יכולים ליישם ידע אפיסטמי מורכב יותר כדי להעריך כמה מערכי ניסויים חלופיים ולהצדיק את בחירותיהם, ולהשתמש בידע תיאורטי כדי לפרש מידע או לערוך חיזויים. תלמידים ברמה 5 מסוגלים להעריך דרכים שונות לחקירה מדעית של שאלה נתונה, ולזהות את המגבלות של פירוש מערכי נתונים, לדוגמה: מקורם של מערכי הנתונים וההשפעות שיש לאי-ודאות של נתונים מדעיים.
4	559	התלמידים מסוגלים להשתמש בידע תוכן מורכב יותר או מופשט שניתן להם או שהם מזכירים בו, כדי לגבש הסברים לאירועים ותהליכים מורכבים יותר או מוכרים להם פחות. הם יכולים לעשות ניסויים הכוללים שני משתנים בלתי תלויים או יותר, ובאילוצים שונים. הם מסוגלים להצדיק בחירה במערך ניסויי מסוים על סמך אלמנטים של ידע פרוצדורלי וידע אפיסטמי. תלמידים ברמה 4 יכולים לפרש נתונים הלקוחים מתוך מערך נתונים שרמת מורכבותו בינונית או שהקשר שלו מוכר פחות, להסיק מסקנות מתאימות המצריכות יותר מנתונים גרידא ולהביא הצדקות לבחירותיהם.
3	484	התלמידים מסוגלים להשתמש בידע תוכן שרמת מורכבותו בינונית כדי לזהות או לגבש הסברים לתופעות מוכרות. במצבים מוכרים פחות או מורכבים יותר הם יכולים לגבש הסברים בעזרת תמיכה או רמזים רלוונטיים. הם יכולים להסתמך על אלמנטים של ידע פרוצדורלי וידע אפיסטמי כדי לבצע ניסוי פשוט בהקשר הכולל אילוצים שונים. תלמידים ברמה 3 מסוגלים להבחין בין סוגיות מדעיות לסוגיות שאינן מדעיות ולזהות את הראיות התומכות בטענה מדעית.
2	410	התלמידים מסוגלים להסתמך על ידע תוכן מחיי היום-יום ועל ידע פרוצדורלי בסיסי כדי לזהות הסבר מדעי מתאים, לפרש נתונים, ולזהות את השאלה הנבדקת במערך ניסוי פשוט. הם יכולים להשתמש בידע מדעי בסיסי או מחיי היום-יום כדי לזהות מסקנה תקפה העולה ממערך נתונים פשוט. תלמידים ברמה 2 מגלים ידע אפיסטמי בסיסי בעצם יכולתם לזהות שאלות שאפשר לחקור באופן מדעי.
1א	335	התלמידים מסוגלים להשתמש בידע תוכן וידע פרוצדורלי בסיסי או מחיי היום-יום כדי לזהות או לאתר הסברים לתופעות מדעיות פשוטות. בעזרת תמיכה הם יכולים לערוך חקר מדעי מובנה עם שני משתנים או פחות. הם יכולים לזהות קשרים סיבתיים או מתאמים פשוטים ולפרש נתונים גרפיים וחזותיים המציבים דרישות קוגניטיביות ברמה נמוכה. תלמידים ברמה 1א יכולים לבחור את ההסבר המדעי הטוב ביותר לנתונים המוצגים לפנייהם בהקשרים אישיים, מקומיים וגלובליים מוכרים.
1ב	261	התלמידים מסוגלים להשתמש בידע מדעי בסיסי או מחיי היום-יום כדי לזהות היבטים של תופעות מוכרות או פשוטות. הם יכולים לזהות דפוסים ברורים בנתונים, להכיר מונחים מדעיים בסיסיים, ולמלא אחר הוראות מפורשות כדי לבצע הליך מדעי.

מחשוב המבחן והרחבת היריעה של ההערכה

במסגרת המעבר של מבחני פיזה להיבחנות באמצעים מתוקשבים, כל היחידות והפריטים במחזור הנוכחי היו ממוחשבים. יחידות היבחנות במדעים נחלקו לשני סוגים עיקריים:

יחידות היבחנות סטטיות: יחידות אלו הכילו תוכן סטטי ובו טקסטים, גרפים, תרשימים, טבלאות ושאלות קשורות. יחידות אלו נכללו בחלקן במחקרים קודמים בגרסת נייר ועיפרון והומרו ליחידות ממוחשבות במחקר הנוכחי כפשוטן (כלומר, הם הוצגו כקובצי תמונה על המסך בדיוק באותה גרפיקה, צפיפות ועימוד כמו בגרסת המקור בנייר ועיפרון¹³).

יחידות דינמיות, אינטראקטיביות וסימולטיביות: ביחידות מבחן אלו קיימים אלמנטים דינמיים, סימולטיביים ואינטראקטיביים שבהם, למשל, הגריין דורש התערבות של התלמיד שגורמת להפעלה של דברים, או שמשולבת ביחידה הדגמה (סרטון, קובץ אודיו, אנימציה) שיכולה לתאר תופעה או מבנה, ובמקרים מסוימים

¹³ דוגמה ליחידה סטטית ויחידה דינמית ראו בנספח "שאלות לדוגמה".

מוצגת סביבה סימולטיבית המדמה סביבה לביצוע חקר מדעי (מעבדה או שדה מחקר). יחידות מבחן אלו פותחו לקראת מחזור המחקר הנוכחי והן מהוות 13% מכלל יחידות המדעים שבו.

השימוש במחשב הרחב יריעת הנושאים והמיומנויות שמחקר פיזה יכול להעריך. לדוגמה, הוא אפשר להעריך את יכולתם של התלמידים לתכנן חקירה מדעית באמצעות שימוש בסימולציות אינטראקטיביות המדמות תנאי מעבדה או שדה מחקר אותנטי.

השימוש במחשב אפשר גם להרחיב את ההקשרים שהיחידות דנות בהם, להציג סיטואציות דינמיות המתארות מצבים של תנועה ושינוי באופן הדומה יותר למציאות, ולהגביר את ההנעה (ובמובן מסוים גם את ההנאה) של התלמידים במבחן.

מיפוי פריטי המבחן בחלק של אוריינות מדעית

פריטי מבחן פיזה 2015 בחלק העוסק באוריינות מדעית מסווגים להלן לפי שלושת סוגי הידע שהוגדרו במסגרת המושגית: ידע תוכן, ידע פרוצדורלי וידע אפיסטמי, ולפי תחומי הידע המדעי: פיזיקה, מדעי החיים ומדעי כדור הארץ (טבלה 9). כמו כן קיים סיווג לפי המיומנויות המדעיות הנכללות באוריינות מדעית כפי שהוגדרו לעיל (טבלה 3) וכפי שהן באות לידי ביטוי בפריטים השונים במבחן (טבלה 10).

נוסף על הסיווג לפי שלושת ההיבטים שלעיל, כל פריט מסווג גם לפי סוג התגובה הנדרשת מהתלמיד - פריט פתוח או סגור, על פי רמת העיבוד הקוגניטיבי (רמת החשיבה) הנדרשת מהתלמיד כדי להשיב על הפריט (נמוכה, בינונית או גבוהה), על פי ההקשר (אישי, מקומי/ארצי, גלובלי/עולמי), ולבסוף – לפי רמת הקושי שלהם. המסגרת המושגית של המחקר הגדירה כאמור שבע רמות בקיאות המתארות מה תלמידים בעלי רמות בקיאות שונות מסוגלים לעשות בדרך כלל. רמות אלו מייצגות גם את רמות הקושי של הפריטים במבחן (להסבר נוסף על כך ראו פרק 3).

טבלה 9: התפלגות הפריטים לפי סוגי הידע

מערכות				סוגי הידע
סך הכול	כדור הארץ והחלל	חיים	מערכות פיזיקליות	ידע תוכן
66% - 54%	18% - 14%	24% - 20%	24% - 20%	ידע פרוצדורלי
31% - 19%	9% - 5%	11% - 7%	11% - 7%	ידע אפיסטמי
22% - 10%	6% - 2%	8% - 4%	8% - 4%	סך הכול
100%	28%	36%	36%	

טבלה 10: התפלגות הפריטים לפי המיומנויות המדעיות

המיומנויות המדעיות	שיעורן מסך כל הנקודות
להסביר תופעות באופן מדעי	50% - 40%
להעריך ולתכנן חקר מדעי	30% - 20%
לפרש נתונים וראיות באופן מדעי	40% - 30%
סה"כ	100%

הקשרי הפריטים התפלגו על פני הקשרים אישיים, מקומיים/ארציים וגלובליים, כך שמחציתם היו הקשרים מקומיים/ארציים והשאר התחלקו באופן שווה בין הקשרים אישיים להקשרים גלובליים. הפריטים התפלגו בערך ל-40% פריטים סגורים ו-60% פריטים פתוחים.

הוראת המדעים בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה בישראל

כאמור, מחקר פיזה 2015 התמקד באוריינות בתחום המדעים ובדק באיזו מידה תלמידים בני 15 בקיאים באוריינות מדעית על היבטיה השונים. מטרת מחקר פיזה אינה לבדוק את מימושה או יישומה של תכנית הלימודים במדינה נתונה אלא לבדוק אם וכיצד תלמידים יודעים להשתמש בידע שהצטבר לאורך שנים בתחום דעת מסוים וליישמו, בין שידע ומיומנויות אלו נרכשו במסגרת בית הספר ומערכת החינוך ובין שנרכשו בדרכים אחרות. עם זאת, בחינה של מטרות ההוראה של תכניות הלימודים בישראל ושל המסגרת המושגית שלהן נחוצה כדי לספק את ההקשר הנחוץ לבחינת הישגיהם של התלמידים במערכת החינוך בישראל במחקר פיזה. החלק הנוכחי סוקר את הוראת המדעים בבתי הספר בישראל בכלל ובחטיבת הביניים בפרט (כיתות ז-ט) – התקופה הלימודית המקדימה את מחקר פיזה ואשר בה תלמידים בני 15 רוכשים את עיקר ידיעותיהם ומיומנויותיהם בתחומי המדעים. תחום המדעים נלמד בישראל עד כיתה ט' במסגרת מקצוע משלב – "מדע וטכנולוגיה", ולאחר מכן הוא נלמד בחטיבה העליונה בתחומי דעת נפרדים כגון פיזיקה, כימיה וביולוגיה. תחום דעת נוסף שרלוונטי להקשר של המחקר הנוכחי הוא תחום הגאוגרפיה, זאת מאחר שאחד מתחומי התוכן הנבדקים במסגרת האוריינות המדעית במחקר פיזה הוא מדעי כדור הארץ (ראו טבלה 9), ונושא זה כלול בישראל בתכנית הלימודים בגאוגרפיה בחטיבת הביניים. כמו כן, שאלוני העמדות של מחקר פיזה עוסקים בעמדות כלפי קיימות ושמירה על הסביבה, שהן ערכים מרכזיים בלימודי מדעים וגאוגרפיה.

הוראת המדעים בחטיבת הביניים

מקצועות המדעים בבית הספר היסודי ובחטיבת הביניים בישראל נלמדים לרוב כמקצוע משלב אחד – "מדע וטכנולוגיה", הכולל את תחומי התוכן ביולוגיה, כימיה, פיזיקה וטכנולוגיה ונתון לפיקוח מקצועי ארצי יחיד.¹⁴ לתחום מדע וטכנולוגיה מיוחסת חשיבות רבה במערכת החינוך, וכנזה הוא נכלל ברשימת מקצועות הליבה ורובם המכריע של התלמידים לומדים אותו.¹⁵ זהו אחד מארבעת המקצועות שבהם נערכות בחינות המיצ"ב בכל שנה בכיתה ח'.¹⁶ החשיבות המיוחסת לתחום דעת זה במערכת החינוך בארץ באה לידי ביטוי גם במדיניות של הקצאת שעות לימוד למקצוע זה. בין תש"ע (2010) לתשע"ה (2015) הוקצו 4 שעות הוראה לכיתה ז', 5 שעות הוראה לכיתה ח' ו-5 שעות הוראה לכיתה ט'. באותן שנים נוספה שעה שבועית לכל כיתה תקנית (בשכבות ז'-ט') שמספרם הממוצע של התלמידים בה הוא עד 32 תלמידים, וזאת כדי להקטין את קבוצות הלימוד ולאפשר ביצוע התנסויות מעבדתיות ותהליכי חקר מדעי ופתרון בעיות. קיימת תכנית לימודים מחייבת של מקצוע לימוד זה ובה מפורטים תוכני הלימוד והמיומנויות שיש ללמד בכל אחת משכבות הגיל ז'-ט'.¹⁷ רצף ההוראה של הנושאים השונים בתכנית הלימודים והיקף ההוראה בכל שנת לימודים נקבעים על ידי הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, ובשנים האחרונות הם מתפרסמים בכל שנה באמצעות מסמך אב.

תכנית הלימודים מתייחסת אל ידע התוכן – המושגים, העקרונות והתהליכים שיש ללמד. לצד התכנים מפורטים בתכנית גם תהליכי החשיבה שיש ללמד: תהליך החקר המדעי, תהליך התיכון והתהליך המידעני, והמיומנויות שיש להקנות כדי לקיים תהליכים אלו, בהן מיומנויות טיעון והסקת מסקנות; מיומנויות מידעניות, כמו איתור מידע, עיבוד מידע ובחינתו באופן ביקורתי, ויצירת ידע חדש; ומיומנויות תקשורת ושיתוף כגון שיח ביקורתי,

¹⁴ לעיתים, אף שזה מקצוע משלב הכולל מספר תחומי דעת, בפועל קיימת בחלק מחטיבות הביניים בישראל הפרדה בין תחומי הדעת הללו (נלמדים עם מורים שונים ובשעות ייעודיות).

¹⁵ בעיקר בחינוך הממלכתי והממלכתי-דתי.

¹⁶ מערכת מבחנים סטנדרטיים כלל-ארצית רחבת היקף, המשמשת את בתי הספר ואת מערכת החינוך כדי לבדוק באיזו מידה יושמה והושגו מטרותיה של תכנית הלימודים בבתי הספר ובמערכת החינוך בכללותה. עד לפני כמה שנים הועברו מבחני מיצ"ב בכל שנה בכיתות ה' ובכיתות ח', וכעת רק בכיתות ח'.

¹⁷ תכנית הלימודים של המקצוע מבוססת על תכנית לימודים ותיקה שפותחה בעקבות המלצות דוח הררי (1992), שפורסם בשנת תשנ"ו (1996). עיקרי ההמלצות של דוח הררי היו לפתח תכנית המשלבת את לימודי המדעים והטכנולוגיה בחטיבת הביניים לכלל מקצוע אינטגרטיבי שישקף את ההשפעות ההדדיות ואת הקשרים שבין מדע לטכנולוגיה בחברה המודרנית.

קבלת משוב ומתן משוב, ויכולת לבטא רעיונות. התכנית מתייחסת גם לערכים שיש להקנות לתלמידי חטיבת הביניים במסגרת לימודי המדעים.¹⁸

תחום ידע התוכן הרביעי הנכלל במחקר פיזה, מדעי כדור הארץ, נלמד בישראל עד שנת הלימודים תשס"ט בתוך תחום הדעת מדע וטכנולוגיה, אך החל משנת הלימודים תש"ע הוא הועבר לתכנית הלימודים במקצוע "גאוגרפיה - אדם וסביבה" (להלן "גאוגרפיה") שבאחריות הפיקוח על הגאוגרפיה. גם מקצוע זה נחשב מקצוע ליבה וחלה חובה ללמדו לפחות שש שעות על פני שלוש השנים של חטיבת הביניים (ט-ז).¹⁹ תכנית הלימודים "גאוגרפיה - אדם וסביבה" בחטיבת הביניים מכוונת להעמיק במושגים גאוגרפיים מקצועיים העוסקים במכלול התופעות והתהליכים שבסביבה הטבעית ובסביבה האנושית, מהמרחב העולמי (הגלובלי) ועד המרחב המקומי (לוקלי).²⁰ ולצד התכנים, תכנית הלימודים בגאוגרפיה מתייחסת מפורשות למיומנויות ייעודיות וייחודיות למקצוע זה, לאסטרטגיות חשיבה כגון הוראה בדרך החקר ולטיפוח ערכים סביבתיים ומקיימים.

חשוב לציין כי התכנים בתכניות הלימודים הן בתחום מדע וטכנולוגיה והן בתחום מדעי כדור הארץ (במסגרת תכנית הלימודים בגאוגרפיה) נמצאים בדרך כלל בהלימה עם ידע התוכן הנכלל במסגרת המושגית של מחקר פיזה 2015 ומכסים את רוב התכנים הנבדקים בו. גם המיומנויות שמבקשים להקנות לתלמידים במקצועות אלו והגישה הכללית ללמידה והוראה נמצאות לרוב בהלימה למיומנויות הנכללות במסגרת המושגית של מחקר פיזה ולגישה הכוללת שלו.

הוראת המדעים בחטיבה העליונה

בחטיבה העליונה, החל מכיתה י', תחום המדעים כולל מספר רב של מקצועות לימוד²¹ מדעיים וטכנולוגיים. לצד תחומי הדעת המרכזיים במדעים: פיזיקה, כימיה וביולוגיה, קיימים מקצועות לימוד כגון מדעי הסביבה, מדעי החקלאות ומדעי כדור הארץ. כן קיימים גם מקצועות טכנולוגיים נפרדים רבים כגון מחשבים, ביטכנולוגיה, אלקטרוניקה, חשמל, מכטרוניקה, רובוטיקה ועוד.²²

לכל אחד מהמקצועות המדעיים והטכנולוגיים הללו תכנית לימודים נפרדת המגדירה את מטרות ההוראה מבחינת תכנים ומיומנויות, והתלמידים הלומדים מקצועות אלו ברמת התמחות (ברמה של חמש יחידות לימוד) נבחרים בבחינת בגרות ייעודית. תלמידים בחטיבה העליונה בישראל יכולים לבחור להתמחות באחד או בשניים מהמקצועות המדעיים או הטכנולוגיים, והחל מכיתה י' אפשר גם לשלב בין מקצוע מדעי ומקצוע טכנולוגי. חשוב לציין שבמגמות המדעיות והטכנולוגיות בחטיבה העליונה מלמדים בדרך כלל מורים המתמחים בהוראת המקצועות האלה, ולכל אחד מהמקצועות מסגרת נפרדת של פיקוח והנחיה ארצית.²³

התמחות במקצועות מדעיים וטכנולוגיים בתיכון נתונה לבחירתו של התלמיד. עם זאת, החל משנת הלימודים תשע"ד כל התלמידים, חוץ מתלמידים בנתיב הטכנולוגי²⁴ ומי שמתמחים בשני מקצועות מדעיים, חייבים ללמוד

¹⁸ לפירוט התכנים הנלמדים במדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים ראו קישור:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/MadaTechnology/tochnitLimudim/hatab+tl.htm

¹⁹ על פי מחקר שנערך על ידי ראמ"ה, נמצא כי בפועל רק כמחצית מהתלמידים לומדים גאוגרפיה בהיקף הנדרש על פי הנחיות תכנית הלימודים. ממצאי משוב ארצי בגאוגרפיה יתפרסמו בקרוב.

²⁰ תכנית הלימודים המותאמת לגאוגרפיה לכיתות ז-ט (תשע"ה):

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Geographya/beynaim/TochnitLimudim/TalTas_hah.htm

²¹ מקצוע שנלמד בהיקף של חמש יחידות לימוד נקרא בארץ לפעמים גם "מגמת לימוד" או "מקצוע לימוד מוגבר".

²² מקצועות הלימוד במדעים נחלקים לשני אשכולות: אשכול מקצועות מדעיים ואשכול מקצועות טכנולוגיים. המקצועות המדעיים כוללים פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי הסביבה, מדעי החקלאות, מדע וטכנולוגיה לכול ומדעי כדור הארץ. האשכול הטכנולוגי כולל, בין היתר, ביטכנולוגיה, הנדסת תוכנה, הנדסת אלקטרוניקה ועוד. ההיצע של מקצועות הלימוד מאשכולות אלו משתנה מבית ספר אחד למשנהו.

²³ פירוט מלא של תכניות הלימודים במקצועות המדעיים אפשר למצוא בקישור הבא:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/AgafMadaim/TochniyotLimudim

²⁴ על מבנה הלימודים בנתיב הטכנולוגי אפשר ללמוד בקישור הבא:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/MadaTech/HinucMadaTech/Odot/Odot_chinuchTechnology.htm

מקצוע מדעי אחד²⁵ ברמת מבוא לצורך זכאות לתעודת בגרות. המבוא נלמד בהיקף של יחידת לימוד אחת (שלוש שעות לימוד שבועיות) ומוערך בהערכה פנים-בית ספרית.

אשר למוטיבציה של תלמידים לבחור ללימוד מקצועות מדעיים ברמה מוגברת, מעבר לעניין האישי של כל תלמיד בתחום שהוא בוחר, חשוב לציין כי לימוד המקצועות המדעיים הבסיסיים (פיזיקה, כימיה, ביולוגיה) ברמה של חמש יחידות מעניק בונס מוגדל בעת חישוב ציון הקבלה לאוניברסיטאות.

תכניות שהוטמעו במערכת החינוך בשנים האחרונות בהקשר של לימודי המדעים

התכנית הלאומית ללמידה משמעותית

בשנת תשע"ד (2014) השיק משרד החינוך תכנית אסטרטגית חדשה: "התכנית הלאומית ללמידה משמעותית - ישראל עולה כיתה" על כל רצף הגילים, מהחינוך הקדם-יסודי ועד כיתה י"ב. המהלך נועד לקדם למידה מעמיקה המתמקדת בהבניית ידע, למידה שהיא גם חווייתית ומצמיחה מתוך הנעה פנימית ומכוונות עצמית של הלומד, בד בבד עם עמידה בהישגים הנדרשים. הגישה הכללית ביקשה לעבור ממצב של למידה טכנית ופרוצדורלית בעיקרה ללמידה שמקדמת הבנה ומיומנויות חשיבה מסדר גבוה, אשר יישארו עם התלמיד לטווח הארוך, ולהעדיף למידה המותאמת למאה ה-21 שבה חשוב לספק לתלמיד כלים לחיפוש מידע והערכתו, ולא דווקא לספק את המידע עצמו. על פי הוגי התכנית, כדי שהלמידה תהיה משמעותית עליה להיות רלוונטית ללומד ובעלת ערך ללומד ולחברה, וכמו כן צריכה להיות בה מעורבות של הלומד והמלמד כך שהלומד יפעל מתוך סקרנות, הנאה והנעה פנימית. למידה משמעותית בכל המקצועות ולאורך כל הרצף החינוכי תקדם את מטרות ההליך החינוכי: היא תעניק לתלמיד תחושת מסוגלות וצמיחה, תפתח תלמיד סקרן ויוזם, תקדם את ההנאה מהלמידה וההנעה ללמידה, תטפח אזרח אכפתי בעל ערכים ושייכות המסוגל להשתלב בחברה בכל רבדיה, ותצייד אותו במיומנויות הנדרשות להתמודדות עם אתגרי המאה ה-21. כדי ליישם גישה זו התאים המשרד בשנת תשע"ד (2014) את תכניות הלימודים בכל המקצועות (ובכלל זה במקצועות המדעיים) כך שיתאימו לרוח התפיסה של התכנית ללמידה משמעותית. ההנחיות להתאמת תכניות הלימודים התייחסו אל שלושה מרכיבים: הראשון בהם הוא הלימה בין היקף התכנים בתכניות הלימוד לבין היקף השעות המוקצות להוראה בכל מקצוע, באופן שיאפשר למידה משמעותית. במסגרת יישומו של מרכיב זה קוצצו מרבית תכניות הלימודים בכ-30% והומלץ ללמד את התכנים שקוצצו בנושאי בחירה להרחבה לכלל התלמידים. לבתי הספר הוענקה האוטונומיה לבחור אילו מהם יילמדו ומה יהיה טיבה ועומקה של למידתם. המרכיב השני ביישום התכנית האסטרטגית, שהיה רלוונטי בעיקר לחטיבה העליונה, הוא כי ב-70% מהתכנים בתכניות הלימוד שהוגדרו "מרכיב בסיס הידע והמיומנויות (פרקי חובה)" יוערכו התלמידים בהערכה חיצונית (בחינת בגרות), ואילו ב-30% מהתכנים שהוגדרו "מרכיב הרחבה והעמקה" תהיה ההערכה פנים-בית-ספרית מגוונת, תוך עידוד לנקוט דרכי הערכה חלופיות. כך ביקשה התכנית לעודד למעשה למידה מעמיקה וחשיבה יצירתית וביקורתית. עצם יישומו של מרכיב זה העניק לבתי הספר את האחריות על כ-30% מהציון הסופי של ציון הבגרות. המרכיב השלישי בתכנית הוא שילוב חשיבה מסדר גבוה ודרכי הוראה-למידה-הערכה המקדמות חשיבה והבנה מעמיקות בתחום הדעת, ובכלל זה היבטים דיגיטליים ומיומנויות המאה ה-21. במסגרת יישומו של מרכיב זה בתכנית האסטרטגית במדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, למשל, הושם דגש רב על קידום תהליכי למידה משמעותית, כגון ביצוע התנסויות (hands-on activities) ושילוב הדרגתי ומפורש של תהליכי חקר ופתרון בעיות בהוראת התכנים. חשוב לציין כי הגישה הרעיונית הכללית והדגשים במטרות ההוראה של רפורמת הלמידה המשמעותית דומה מאוד לגישה של מסגרת ההערכה של מחקר פיזה ולרוח השלטת בתחום הפדגוגיה בעולם בעשורים האחרונים, בעיקר בכל

²⁵ המקצועות שאפשר ללמוד ברמת מבוא הם מבוא לביולוגיה, מבוא לכימיה, מבוא לפיזיקה או מבוא למדע וטכנולוגיה לכול. הציון במקצוע המבוא למדעים הוא פנימי ומופיע בתעודת הבגרות בצד שמאל (של מקצועות שהערכתם היא פנים-בית-ספרית) תחת הכותרת "מקצוע מדעי (בהיקף של 1 יח"ל)".

הנוגע להתאמת מערכות חינוך להקניית מיומנויות המאה ה-21 וראיית התלמיד כמי שבסופו של דבר יצטרך להשתלב כאזרח תורם לחברה ולכלכלה במדינות מפותחות.²⁶

מסלול של עתודה מדעית טכנולוגית

בשנת הלימודים תשע"א החל משרד החינוך ליישם תכנית לימודים שש-שנתית בכיתות שנקראו "עתודה מדעית-טכנולוגית". כיתות אלו נועדו להגדיל את מספר התלמידים שילמדו בִּהמשך מדעים ומתמטיקה מוגברים ברמה של חמש יחידות, וכך לבלום את הצמצום בשיעור התלמידים הלומדים מקצועות אלו ברמה מוגברת וניגשים לבחינות בגרות ברמה של חמש יחידות לימוד. במסגרת מסלול זה, תלמידים בחטיבת הביניים בעלי פוטנציאל ומוטיבציה להשקיע בתחומי המתמטיקה והמדעים לומדים, נוסף על תכניות הלימוד הרגילות, שעות תוספתיות במתמטיקה, פיזיקה, מדעי המחשב ורובוטיקה במסגרת של כיתת אם או של קבוצות לימוד ייעודיות למקצועות אלו. הם לומדים תכנים ייעודיים למסלול בהתאם לתכניות לימוד וחומרי הוראה ייעודיים שפותחו, או תוכני הרחבה והעמקה מתכנית הלימודים הרגילה. בחטיבה העליונה התלמידים לומדים מתמטיקה ברמה של חמש יחידות וכן אחד מהמקצועות המדעיים-עיוניים (פיזיקה, כימיה או ביולוגיה) ואחד מהמקצועות הטכנולוגיים (הנדסת תוכנה, הנדסת אלקטרוניקה, ביוטכנולוגיה), או מתמחים בשני מקצועות מדעיים-עיוניים. כדי לסייע לתלמידים בחטיבת העליונה לעמוד במחויבות זו הם מקבלים שיעורי תגבור במתמטיקה ובמדעים. התכנית החלה לפעול בשנת תשע"א בכ-30 בתי ספר על-יסודיים שש-שנתיים, בשתי קבוצות בכל בית ספר: האחת בכיתה ז' והאחרת בכיתה י'. התכנית הורחבה בהדרגה לשאר השכבות בבית הספר, ובכל שנה הצטרפו עוד בתי ספר לתכנית וכיום היא מופעלת בכ-280 בתי ספר. כדי לעודד את התכנית ואת המצוינות במדע וטכנולוגיה העניק הטכניון בונס מיוחד לבוגרי התכנית, נוסף על הבונס שמוענק בכלל האוניברסיטאות בחישוב ציון הקבלה למי שנבחנו ברמה מוגברת במקצועות מדעיים-טכנולוגיים.

הגישה האוריינית בתכניות הלימודים במדע וטכנולוגיה בישראל²⁷

עוד בטרם יושמה רפורמת הלימודים המשמעותית, כללו מרבית תכניות הלימודים בישראל התייחסות אוריינית להוראת המקצוע ולמידתו, והתייחסות לאוריינות כהיבט נפרד שיש ללמד ולתרגל או כגורם משולב בהוראה ובלימוד עצמה. התכניות נכתבו בזיקה לתאוריות חינוך מתקדמות ובהשראתן, ובכלל זה מסגרות הערכה בינלאומיות כדוגמת מחקר פיזה.

תכנית הלימודים בחטיבת הביניים במדע וטכנולוגיה מבוססת על גישת ה-STS (Science, Technology, Society) המשלבת בין תחומי הדעת השונים, הטכנולוגיה והחברה. הגישה שומרת על אופיו הייחודי של כל אחד מהם מחד, ומשקפת את הקשרים וההשפעות ההדדיות ביניהם מאידך. התכנית מייחסת חשיבות לקישור עולם התכנים לעולמו היום-יומי של התלמיד וזאת באמצעות דוגמאות רלוונטיות במישור האישי, המקומי והגלובלי.

המטרה המרכזית של תכנית הלימודים בחטיבת הביניים היא להעניק חינוך מדעי טכנולוגי כללי לכלל אוכלוסיית התלמידים כדי להכשיר אזרחים פעילים התורמים לתפקודה של החברה ולצמיחתה. התכנית מציינת במפורש כי יש לפתח אזרחים בעלי אוריינות מדעית טכנולוגית, סקרנים ותאבי דעת, המסוגלים ללמוד באופן עצמאי ומשתמשים בידע מדעי וטכנולוגי ובמיומנויות חשיבה מסדר גבוה כדי להבין תופעות בעולם הסובב אותנו וכדי לפתור בעיות, לקבל החלטות ולנקוט עמדות בסוגיות מחיי היום-יום במסגרות שונות. כמו כן התכנית נועדה להכשיר את הבוגרים להתמודדות מוצלחת עם אתגרי המאה ה-21 ולתפקוד מיטבי בחברה דינמית ועתירת ידע ואמצעים טכנולוגיים.

²⁶ להרחבה: משרד החינוך (2014). אבני הדרך בלימוד משמעותית.

<http://meyda.education.gov.il/files/lemidamashmautit/chozer/index.html>

The Partnership for 21st Century Skills (2009). Framework for 21 Century Learning.

<http://www.p21.org/our-work/p21-framework>

²⁷ תת-פרק זה מבוסס על תכניות הלימודים במקצועות מדע וטכנולוגיה ובמקצוע הגאוגרפיה בכיתות ז-ט בבית הספר הממלכתי והממלכתי-דתי, ועל תכניות הלימוד של המקצועות ביולוגיה, כימיה ופיזיקה בחטיבה העליונה.

בבסיס התפיסה הרעיונית של התכנית קיימת ההנחה שיישום התכנים, השיטות ודרכי ההוראה שבתכנית הלימודים יאפשר לפתח ולטפח ערכים, עמדות והתנהגויות החשובים לכל אזרח מעורב ופעיל, כגון פיתוח גישה חיובית כלפי הידע, המקצוע, הטבע והסביבה לשם גיבוש עמדות במישור האישי, הלאומי והבין-לאומי,²⁸ הקניית הרגלי עבודה כגון דיוק, סדר ואחריות והכרה בערך העבודה לפרט, למשק ולתעשייה. התכנית שואפת לפתח מודעות אתית ומוסרית להשלכות חברתיות וסביבתיות של המדע והטכנולוגיה, מעורבות, קבלת אחריות ועידוד עשייה ברמה האישית והחברתית. כל תכניות הלימודים במקצועות המדעיים שמות דגש רב על טיפוח כישורי חשיבה ומיומנויות חשיבה מסדר גבוה במשולב עם התכנים. במקצועות המדעיים-עיוניים בחטיבה העליונה, מיומנויות החקר המדעי מהוות יחידת לימוד והיבחות העומדת בפני עצמה בלימודי ההתמחות.

הגישה האוריינית באה לידי ביטוי גם בתכנית הלימודים של מקצוע הגאוגרפיה. המקצוע משלב בין מדעי הטבע ומדעי החברה ועוסק בסוגיות אקטואליות מתחומים אלו, מתייחס בראייה מערכתית אל מכלול התופעות והתהליכים הפיזיים והאנושיים המתקיימים בעולם תוך בחינת קשרי הגומלין ביניהם, מתחבר לחיי היום-יום של התלמיד ותורם להבנת העולם שבו אנו חיים. תכניות הלימודים בגיאוגרפיה בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה כוללות שלושה מרכיבים: מרכיב הידע - בחירת נושאים רלוונטיים ואקטואליים מחזית המחקר; מרכיב הערכים - התייחסות לנושאים וסוגיות מקומיות וגלובליות כגון טיפוח ערכי כבוד ואחריות לטבע ולסביבה והגברת המודעות והאכפתיות לערך הקיימות והשמירה על הסביבה ברמה המקומית והגלובלית (היבט שנבדק בשאלוני העמדות במחקר פיזה); ומרכיב המיומנויות - פיתוח כישורי חשיבה כלליים מסדר גבוה, כגון פתרון בעיות וקבלת החלטות באופן מושכל, לצד מיומנויות ספציפיות לתחום. תהליך ההוראה-למידה-הערכה של המקצוע בחטיבה העליונה מתאפיין בשילוב עבודות חקר המזמנות למידה פעילה של התלמיד בנושאים רלוונטיים לחייו, ובשילוב מיומנויות חשיבה ושימוש בכלים מתקשבים.

דומה אפוא שמטרות-העל של תכנית הלימודים בישראל בתחומי המדעים מתיישבות היטב עם הגישה העקרונית של מסגרת מחקר פיזה, תוך התייחסות לאזרחי העתיד ולתפקודם בחברה מפותחת, ולרלוונטיות של הלמידה והלימודים לחיי היום-יום של התלמידים.

מהלכים לטיפוח הגישה האוריינית וליישומה בפועל

על הגישה האוריינית שבבסיסן של מרבית תכניות הלימודים בתחומים המדעיים הושם דגש בתהליכי הוראה, בפיתוח חומרי למידה, בתהליכי הערכה ובפיתוח המקצועי של המורים. למשל, בעבר, לקראת שנת הלימודים תשס"ו (2006), יזם משרד החינוך מהלך כולל לטיפוח האוריינות בקריאה, במדעים ובמתמטיקה בכיתות ט-י. במסגרת מהלך זה פותחו משימות הערכה אינטגרטיביות בתחומי המדעים השונים (לצד משימות הערכה כאלו גם בתחומי הקריאה והמתמטיקה). המשימות פותחו לשימוש של המורה בכיתה לשם שילובם בהליך ההוראה השוטפת. הן נבנו על מנת לטפח בקרב המִתְנַסִּים בהן מיומנויות של ניסוח הסברים וטיעונים, מיומנויות חקר ופירוש נתונים וממצאים.²⁹ המשימות יכלו לשמש הן 'טריגר' ללמידת נושא מסוים, הן לצורך הערכה מעצבת בכיתה והן לשם תרגול של משימות בעלות אופי אורייני לכשעצמן. זאת מתוך הנחה כי תרגול כזה יכול להעמיק את הבנת החומר הנלמד, לחזק את היכולת ליישם ידע פרוצדורלי בחיי היום-יום ולחבר את הנלמד בכיתה לחיי התלמיד כך שהלמידה תיעשה רלוונטית יותר בעבורו. המשימות הופצו בבתי הספר והמורים התבקשו לשלבן בתהליך ההוראה-למידה-הערכה. תהליך הטמעת המשימות לווה בהשתלמויות מורים ובהדרכה בית-ספרית. משימות אלו עדיין מוטמעות במידה זו או אחרת בהוראת המדעים הן בחטיבת הביניים והן בחטיבה העליונה.³⁰

במסגרת "תכנית היעדים לקידום ההישגים" שהחלה בשנת תש"ע (2010), ובשנים שלאחר מכן (בעיקר בשנים 2013-2014), פותחו משימות אורייניות נוספות, הן לחטיבת הביניים והן לחטיבה העליונה, קצתן בנייר ועיפרון וקצתן מתוקשבות, והן פורסמו ברשת האינטרנט בצירוף מיפוי לפי תחומים, נושאים ותת-נושאים ומיומנויות

²⁸ במסגרת המושגית של מחקר פיזה ההתייחסות היא להקשרים אישיים, מקומיים וגלובליים.

²⁹ המשימות הוצגו באתר האגף לתכנון ופיתוח תכניות לימודים של משרד החינוך:

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Tochniyot_Limudim/Portal/Haashara/Oryanut/MadaimRikuz.htm

³⁰ כדי לסייע בהטמעת המשימות מופו המשימות הקיימות והומלץ לשלבן בהתאם לרצף ההוראה.

שונות.³¹ המורים נתבקשו להשתמש במשימות אלו ולעבוד עמן בכיתה לצורכי לימוד ותרגול. כמו כן הוקצו משאבים שונים כגון ימי הדרכה ארציים ומחוזיים לפיתוח והטמעה של המשימות האורייניות בכיתות ט-י במקצועות המדעיים ובמתמטיקה,³² וננקטו צעדים מינהליים שונים כגון קביעת חובת דיווח על שימוש בפועל במשימות האורייניות בתהליכי הוראה בית-ספריים (2012).

בשנת תשע"ד (2014), במסגרת התאמת תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים לתפיסת "התכנית הלאומית ללמידה משמעותית", התבקשו המורים לשלב בכיתה במפורש את אסטרטגיות ההוראה האלה:

פיתוח מיומנויות חשיבה והוראה מפורשת של מיומנויות אלו: החל משנת הלימודים תשע"ב (2012) פרסם הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים "מסמך מדיניות להוראה מפורשת של מיומנויות והטמעתן". במסמך פורטו המיומנויות שיש להבנות במפורש בכל אחת משכבות הגיל בהתאם לתכנים הנלמדים. החל משנת הלימודים תשע"ג (2013) שילב הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה את המיומנויות במסמך האב.

למידה התנסותית: בשנת הלימודים תשע"ג (2013) פרסם הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים רשימה של התנסויות מרכזיות לכל שכבת גיל בחטיבה, שעל כל תלמיד לבצע בחדר המעבדה בשיעורי מדע וטכנולוגיה במהלך לימודיו. ההתנסויות שולבו גם בתהליכי ההערכה החיצונית (צוינו במפרט של מיצ"ב מדעים בכיתה ח'), הוטמעו בתהליכי הפיתוח המקצועי של המורים ושולבו במסמך האב בשנת תשע"ה.

למידה בדרך החקר: החל משנת הלימודים תשע"ב נדרשו כל תלמידי כיתה ט' לעבור תהליך שלם של חקר מדעי או פתרון בעיות טכנולוגי בנושאים רלוונטיים לתלמיד ומבוססים על התכנים שבתכנית הלימודים. הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה עודד השתתפות של התלמידים בירידי חקר בית-ספריים, מחוזיים וארציים. במקביל החלה המגמה של הטמעת תהליכי חקר שלם גם בכיתות בית הספר היסודי: כל תלמידי כיתות ו' נדרשו להתנסות בתהליך חקר מדעי או טכנולוגי שלם.

כדי לאפשר למורים ליישם אסטרטגיות אלו בהוראה הלכה למעשה, הן שולבו בהשתלמויות לפיתוח מקצועי של מורי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, ומידת יישומן אף הוערכה במפורש בתהליכי הערכה חיצונית.³³

³¹ המשימות המתוקשבות המיועדות לחטיבת הביניים פורסמו באגף טכנולוגיות מידע:

<http://online.lms.education.gov.il/course/view.php?id=5>

המשימות לחטיבה העליונה פורסמו באתר <http://edu.lnet.org.il>

³² עוד על התכנית לקידום ההישגים ראה בדוח טימס 2011 באתר ראמ"ה:

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

³³ החל משנת הלימודים תשע"ג, מפרט המיצ"ב במדעים לכיתה ח' הפנה במפורש אל מסמכי המדיניות להוראת אסטרטגיות אלו שפרסם הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה.

פרק 3: הביצוע של מחקר פיזה 2015

פרק זה מתאר בהרחבה את השיטה שבה הועבר מחקר פיזה בכלל המדינות המשתתפות ובישראל בפרט. מחקר פיזה מתאפיין בתקנים רבים ובהקפדה על יישומם במהלך ביצוע המחקר על שלביו השונים: דגימה, תרגום, 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.

חומרי ההערכה

המבחן

לראשונה, המבחן שנערך במחקר פיזה 2015 היה כולו ממוחשב. בכך הושלם המעבר ההדרגתי של מחקר פיזה ממבחנים (ושאלונים) מודפסים למבחנים (ושאלונים) המועברים באמצעות מחשב. הליך מעבר זה נמשך לאורך מספר מחזורי מחקר.³⁴ המבחן כלל שאלות בכל אחד מתחומי האוריינות שנבדקו במחקר: אוריינות במדעים, אוריינות במתמטיקה, אוריינות בקריאה ובתחום האורח "פתרון בעיות שיתופי". מאגר האשכולות של המבחן כלל 12 אשכולות באוריינות מדעים (6 אשכולות חדשים ו-6 אשכולות ישנים), 6 אשכולות באוריינות מתמטיקה (כולם ישנים), 6 אשכולות באוריינות קריאה (כולם ישנים), ו-3 אשכולות בפתרון בעיות שיתופי (כולם חדשים). כל אשכול מורכב ממספר יחידות מבחן בתחום אוריינות נתון, כאשר כל יחידת מבחן מורכבת מגרין המלווה במספר פריטי מבחן (כ-4-5 שאלות) שמתייחסים אליו ושואלים אודותיו. אשכול של מבחן בנוי כך שזמן ההיבחנות הכללי בו יארך כחצי שעה. כל גרסת מבחן כללה ארבעה אשכולות, כך שזמן ההיבחנות המתוכנן לכל נבחן עמד על כשעתיים.

במבחן היו בסך הכול 184 פריטים באוריינות מדעים, 71 פריטים באוריינות מתמטיקה, 88 פריטים באוריינות קריאה ו-117 פריטים בפתרון בעיות שיתופי. הפריטים במבחן היו משלושה סוגים: שאלות סגורות, שאלות פתוחות פשוטות ושאלות פתוחות רגילות. שאלות "סגורות" הן שאלות כגון "שאלות רב ברירה" עם מספר אפשרויות תשובה שמבינן הנבחן צריך לסמן את התשובה הנכונה, או שאלות אחרות שאת תשובת הנבחן המחשב יכול לבדוק באופן אוטומטי כגון לחיצה/הקלקה על איור מסוים על המסך, גרירה של אלמנטים וסידורם בסדר מסוים וכיו"ב. שאלות "פתוחות פשוטות" הן שאלות שלהן תשובה מספרית או מילולית פשוטה וידועה מראש שהמחשב יכול לבדוק את נכונותה באופן אוטומטי. שאלות "פתוחות רגילות" הן שאלות שבהן הנבחן מתבקש להקליד את תשובתו בתוך תיבת טקסט והתשובה נבדקת מאוחר יותר על ידי מעריך אנושי. בכלל המבחן, כחצי עד שליש מהשאלות היו שאלות פתוחות רגילות אך שיעורן היחסי של שאלות פתוחות רגילות היה שונה בין תחומי האוריינות השונים: באוריינות מדעים 32% מהשאלות היו פתוחות רגילות, באוריינות מתמטיקה 58% מהשאלות היו פתוחות רגילות, ובאוריינות קריאה 45% מהשאלות היו פתוחות רגילות. כל השאלות בתחום פתרון בעיות שיתופי היו שאלות סגורות.³⁵ נבחנים קיבלו אחת מ-66 גרסאות שונות של המבחן שנבדלו ביניהן במקבץ וברצף של האשכולות שנכללו בהן (תוך בקרה על אפקט הסדר). בכל גרסה וגרסה, תלמיד קיבל ארבע אשכולות שיכלו להיות מתחומי אוריינות שונים.

הליך פיתוח השאלות והמבחן

על בסיס המסגרת המושגית של המחקר (framework) שמתוארת בפרק 2 של דוח זה, פותחו יחידות המבחן והמבחן בכללותו. תוכן יחידות המבחן והמיומנויות הנבדקות בפריטים שלהן, נועדו לכסות ככל האפשר את עולם

³⁴ מחקר פיזה 2015 הועבר במרבית המדינות המשתתפות, ובהן ישראל, באופן ממוחשב בלבד. כל מדינות ה-OECD העבירו את המבחן והשאלונים באורח ממוחשב. בחלק מהמדינות המשתתפות, שאינן חברות ב-OECD, הועברו מבחנים מודפסים, בשל קושי לוגיסטי של מדינות אלו להיערך להעברה רחבת היקף של מבחנים ממוחשבים. המעבר של פיזה למבחנים ממוחשבים החל במחזורי מחקר קודמים (2006, 2009) בהם הוצעו חלקים ממוחשבים וחלק קטן יחסית מהמדינות השתתפו בהם. המעבר המשיך במחזור מחקר פיזה 2012 בו ההיבחנות הממוחשבת הייתה חובה עבור מדינות שיכלו להיבחן כך ובמסגרתה נבחנו אוריינות מתמטית, קריאה דיגיטלית, ופתרון בעיות. במחקר זה (פיזה 2012) ישראל השתתפה לראשונה במבחן ממוחשב במסגרת מחקר פיזה. המעבר למחשוב הושלם במחזור המחקר הנוכחי (פיזה 2015) שבו המבחן כולו מוחשב ומרבית המדינות המשתתפות העבירו אותו באופן ממוחשב.

³⁵ לפירוט אופן התשאלות בתחום מבחן זה ראה בפרסום העיתידי של פרק פתרון בעיות שיתופי.

התוכן שהוגדר ולשקף את המסגרת המושגית של תחומי האוריינות השונים. את פריטי המבחן, בכל תחום נתון, פיתחו באופן ראשוני נציגים מארצות שונות וכן מספר חברות בין-לאומיות המתמחות בפיתוח מבחנים.³⁶ החומרים נסקרו ועברו פיתוח נוסף על-ידי קבוצות מומחים רב-לאומית (אחת לכל אחד מתחומי האוריינות השונים) שמינה הוועד המנהל של פיזה. הפיתוח הסופי של יחידות המבחן ופריטיהם וגיבוש המבחן הלכה למעשה נעשה על ידי צוות מקצועי של חברת ETS (לפירוט אודות החברה, ראו פרק 1). עבור מחזור מחקר זה (פיזה 2015) פותחו יחידות חדשות בתחום אוריינות מדעים ובתחום פתרון בעיות שיתופי שהיה כאמור תחום אורח. יתר היחידות באוריינות מדעים, קריאה ומתמטיקה נלקחו ממחזורי מחקר קודמים.

הפיתוח של היחידות החדשות כלל ניסוי באמצעות העברתם למדגם מצומצם של תלמידים במדינות שונות בעולם וכן בדיקה על ידי נציגי המדינות המשתתפות. ליתר פירוט, המדינות הוזמנו לערוך סקירה (review) על החומרים ולהעיר על היחידות ופריטיהן בהיבטים שונים כגון, מידת ההתאמה התרבותית והטיות אפשריות, מידת הרלוונטיות לתלמידים בני 15 בהקשרים שונים, מידת המוכרות שלהם והעניין שיש בהם. תהליך ההיוועצות במדינות השונות נעשה הן כחלק מפיתוח היחידות למחקר החלוץ והן לשם בחירת היחידות לקראת המחקר העיקרי (ראו בהמשך פירוט לגבי שלבים אלו). בכל שלב בפיתוח היחידות מפתחי המבחן וצוותי המומחים ערכו תיקונים והתאמות, עד לגיבוש הסופי של היחידות. עיקר התיקונים נערכו בעקבות מחקר החלוץ והנתונים הפסיכומטריים האמפיריים שעלו ממנו בנוגע לפריטי המבחן ברמה הלאומית והבין-לאומית.

שאלוני הרקע והעמדות

בנוסף למבחן, הועברו במסגרת המחקר, כמו בכל מחזורי מחקר פיזה שני שאלונים: "שאלון לתלמיד" שמולא על ידי התלמידים שנבחנו ו"שאלון לבית הספר" שמולא על ידי מנהלי בתי הספר שהשתתפו במחקר. המידע הנאסף בשאלונים מאפשר לנתח את ההישגים הלימודיים בהתייחס להיבטים שונים שמקורם בתלמיד, בבית הספר ובמערכת החינוך, על מנת להציג תמונה מורכבת ומלאה יותר בדבר הישגיהן של קבוצות שונות באוכלוסייה. במחקר הנוכחי בשני השאלונים ניתן דגש מיוחד לתחום המדעים מתוקף היותו תחום האוריינות הראשי במחזור מחקר זה. השאלון לתלמיד כלל שאלות רקע אודות התלמיד עצמו, משפחתו, סביבתו הלימודית ולימודי המדעים שלו. שאלון בית הספר כלל שאלות אודות בית הספר, התלמידים והמורים בו, משאביו, ההוראה ותכניות הלימודים המשמשים אותו (תוך התמקדות בתחום המדעים), האקלים הבית-ספרי, מדיניות בית הספר בנושאי הערכה, משמעת, מיון והקבוצות, דפוסי העבודה הנהוגים בו ועוד. במסגרת המחקר הועבר בישראל גם שאלון אחד מבין השאלונים האופציונאליים (שאלונים שהמדינות יכולות לבחור אם להעביר אותם) - שאלון לתלמיד שעסק במידת נגישותם של אמצעי תקשורת. השאלון, בשמו המלא שאלון מידע ותקשורת (Information and Communication Questionnaire, ובקצרה ICQ), בודק את עמדות התלמידים כלפי השימוש במחשב, מידת הביטחון שהתלמידים חשים בעת שהם משתמשים בו, וכן המידה, התדירות וטיב השימוש במחשבים ובאינטרנט, הן בבית והן בבית הספר. זהו שאלון קצר יחסית, והוא הועבר בישראל כחלק האחרון בשאלון לתלמיד.³⁷

הליכי התרגום וההתאמה

כל חומרי המחקר, דהיינו יחידות המבחן על פריטיהן ומחווניהן, והשאלונים, 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 תורגמו והותאמו לשתי שפות המטרה - עברית וערבית, המשמשות כשפות ההוראה בבתי הספר בישראל. הליך התרגום וההתאמה התרבותית נקבע בפירוט על ידי מארגני פיזה, וההליך הזה יושם במקביל ובאופן בלתי תלוי זה בזה לשתי שפות המטרה בישראל. בנוסף, הליך התרגום בישראל לווה בהליכים נוספים של בקרת איכות. כגון, שלב שבו מתקיים דיון של אנשי מקצוע בתחומים שונים לגבי כל אחד מהחומרים המתורגמים, שלב

³⁶ בין יתר החברות שפיתחו יחידות למבחן היית גם חברת מטח מישראל.
³⁷ התלמידים החרדים לא השיבו על שאלון זה - ראו בהמשך.

ההשוואה בין התרגום בעברית והתרגום בערבית ועוד. הליך התרגום המוקפד על שלביו השונים נועד להבטיח את איכות התרגום, את הנאמנות למקור, את שימור המאפיינים הפסיכומטריים של יחידות המבחן ושל הפריטים (כגון משלב השפה, מורכבות המשפטים ואחידות המסיחים בשאלות סגורות), ואת האחידות הסגנונית של יחידות המבחן, וזאת משום שלהיבטים האלו עשויה להיות השפעה על רמת הקושי של הטקסטים ושל הפריטים השואלים אודותיהם. בישראל קיים גם צורך להתאים את כל רכיבי המבחן הממוחשב לשפות הנכתבות מימין לשמאל (ראה תיבה 1). בתיבה 1 מוצג הליך התרגום בישראל. לאחר סיומו, הועברו החומרים המתורגמים למרכז פיזה הבין-לאומי לשם אימות ובקרה על התרגום ואישור סופי שלו על ידי מארגני המחקר. פעולה זו נקראת – Translation Verification.

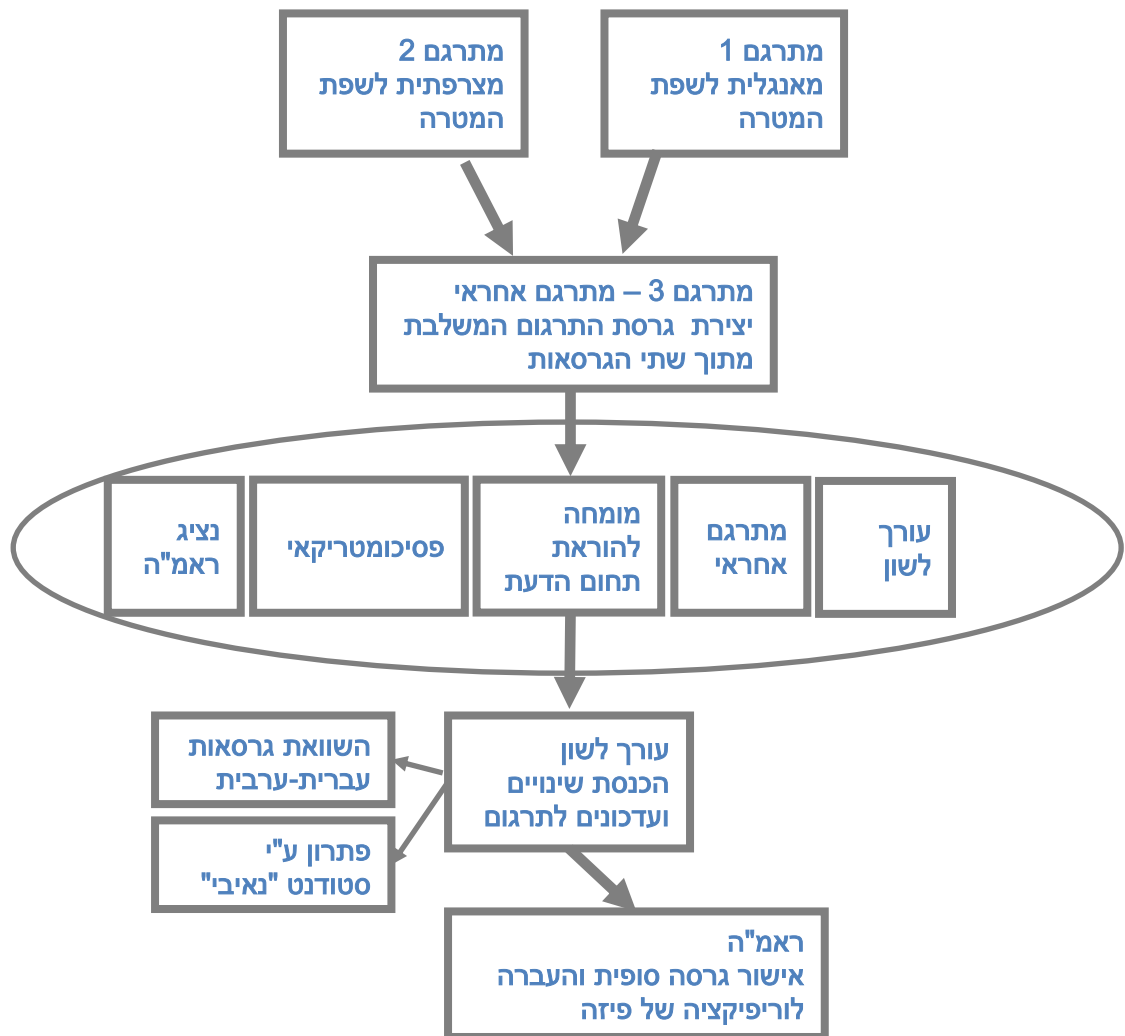
סוגיית תרגומו והתאמתו של מבחן ממוחשב משפת לעז (אנגלית או צרפתית) לשפה הנכתבת ונקראת מימין לשמאל (עברית או ערבית), דורשת התייחסות מיוחדת במבחן ממוחשב בין-לאומי.

כאשר מתבצע הליך של תרגום והתאמת מבחן שתוכנן בשפה הנקראת משמאל לימין לשפה הנקראת מימין לשמאל (כגון עברית וערבית בישראל), יש לוודא כי הכיוון של הרכיבים השונים המוצגים בפריטי המבחן (רכיבי טקסט וייצוגים גרפיים אחרים, רכיבי מולטימדיה, אנימציה וכיו"ב) וכן כיוון הממשק של מערכת המבחן מותאמים כולם לכיווני הקריאה בשפה. כיוון קריאת הטקסט בשפה מכתוב את רצף העיבוד הקוגניטיבי של המידע המוצג בפריט, דבר המשליך על המראה של הרכיבים עצמם, על מיקומם בפריט ועל הסידור שלהם במסך. ככלל, כל רכיב לא טקסטואלי בממשק יעבור התאמה לכיוון הקריאה והמיקום שלו יתהפך כבתמונת ראי. לדוגמה, אם בגרסת המקור הגריין שבו מופיע הטקסט נמצא בצד השמאלי של המסך והשאלות מימין, בגרסאות המבחן בישראל יידרש להציג את תיבת הגריין בצד הימני של המסך ותיבת השאלות משמאל. דוגמא נוספת, חץ המפנה ימינה הוא סמל גרפי המייצג במסכי מחשב בשפות הנקראות משמאל לימין מעבר לדף הבא, וממוקם לרוב בצד ימין של המסך - בישראל יש להפוך את כיוונו של החץ (החץ יפנה שמאלה) וימוקם בצד שמאל של המסך. גם בממשק המבחן נדרשת התאמה. למשל, סרגל ההתקדמות יהיה בכיוון הפוך, וההתקדמות בו תהיה מימין לשמאל.

קושי משמעותי בהתאמה קיים כאשר משולבים בפריט אלמנטים שבהם העיבוד הקוגניטיבי הוא מימין לשמאל לצד אלמנטים שבהם העיבוד הוא משמאל לימין (למשל, שילוב טקסט בעברית עם מספר או תרגיל בחשבון או עם מילה או ביטוי באנגלית, גרף או תרשים עם נתונים מספריים). במקרה כזה יש להפוך חלק מן הפריט לכיוון שמאל ימין בעוד שחלקים אחרים שלו נותרים מימין לשמאל (למשל, ציר ה-x בגרף יהיה משמאל לימין למרות שהמילים המשולבות בגרף הן בכיוון הפוך). בממשק, יהיו כאמור מרבית הרכיבים הפוכים גרפית כבתמונת ראי, אך ישנם יוצאי דופן, כמו למשל שעון שמציג את הזמן הנוכחי, או תיבת כתובת ה-URL שממשיכה להציג את הכתובת באנגלית (כי כך נהוג ומוכר בדפדפנים בישראל).

קושי נוסף הקשור לתרגום ולהתאמה של מבחן ממוחשב עלול להתקיים בפריטים שנבדקים אוטומטית במערכת המבחן הממוחשב. לדוגמא, בפריט מסוים שבו מתבקשים תלמידים לסדר אובייקטים ממוספרים מגדול לקטן (על ידי גרירתם באמצעות העכבר). המערכת מתוכנתת כך שהיא בודקת את הסידור משמאל לימין כי בשפת המקור ברור כי תלמידים מסדרים רכיבים משמאל לימין (עם כיוון הטקסט). תלמידים ישראליים לעומת זאת יכולים לסדר מספרים או רכיבים משאל לימין (לפי הכיוון שבו כותבים מספרים) או מימין לשמאל (לפי הכיוון שבו כותבים טקסט). בגרסאות הפריט בעברית ובערבית יש להתאים את ההנחיות (למשל: "סדרו את המספרים מקטן לגדול כשהמספר הקטן ביותר מימין") או להתאים את ערכי הבדיקה האוטומטית כך שגם סדור בכיוון ההפוך יתקבל כתגובה נכונה. כשלים כאלו מתגלים לעתים בשלב פתרון המבחן על ידי "סטודנט נאיבי", הקיים במודל התרגום בישראל (ראו תרשים 3). בכל מקרה, כחלק מהליך בקרת האיכות על הגרסה הממוחשבת של המבחן בעברית וערבית, נבדק שכל הרכיבים מתפקדים כנדרש, גם לאחר ששינוי את צורתם ומיקומם ואת הסדר הפנימי שלהם ובכלל זה שהבדיקה האוטומטית תקפה גם בגרסה המותאמת. התיקון וההתאמה הייחודיים בהיבט זה של הפריטים דורשים הבנה ושיתוף פעולה עם מרכז המחקר הבינלאומי ועם מפתחי התוכנה של המבחן הממוחשב, זאת מאחר שלצוות התרגום וההתאמה אין יכולת לערוך שינויים בתוכנת המבחן הממוחשב.

תרשים 3: תהליך התרגום שנעשה בישראל עבור כל אחת משפות המטרה (עברית וערבית)



מחקר החלוץ

כל יחידות המבחן שפותחו לצורך המחקר הנוכחי, וכן שאלוני הרקע, נוסו במחקר מקדים נרחב שנערך כשנה לפני המחקר העיקרי. מחקר זה, המכונה "מחקר החלוץ" נערך בכל המדינות המשתתפות, ובהן ישראל. מטרת מחקר החלוץ היא לבדוק את חומרי המבחן והשאלונים ברמה הבין-לאומית וכן לבדוק את טיב התרגום וההתאמה של החומרים המתורגמים בכל אחת מהמדינות המשתתפות. מחקר החלוץ משמש גם לבחינת ההיבטים הלוגיסטיים של העברת המחקר, בהם עבודה עם המחשבים ועם כל התוכנות הייעודיות, החל בתוכנת הדגימה וניהול נתוני המחקר וכלה בתוכנת המבחן והשאלונים עצמה. במחקר החלוץ ניתנת הזדמנות לתרגל ולבדוק את העברת המבחנים בבתי הספר על כל שלביה (יצירת קשר עם בתי הספר, הגעה אליהם והעברת המבחנים והשאלונים) ואת מערך הבדיקה של המבחנים (גיוס הבודקים, הדרכתם ובדיקת המבחנים עצמם).

במחזור המחקר הנוכחי, פיזה 2015, שבו הושלם המעבר למבחן ממוחשב מלא, שימש מחקר החלוץ גם לצורך בחינת ההשפעה של אופנות המבחן – מודפס או ממוחשב (mode effect study) – על ההישגים בו. לצורך כך, כל יחידות המבחן הישנות, שתוכננו להיכלל במחזור המחקר הנוכחי (באוריינות מדעים, מתמטיקה וקריאה), נבדקו במחקר החלוץ הן בפורמט ממוחשב והן בפורמט מודפס.

מחקר החלוץ נערך בישראל בחודש מרץ 2014. המחקר הועבר במדגם³⁸ של 60 בתי ספר והשתתפו בו 3,132 תלמידים (2,092 תלמידים בבתי ספר דוברי עברית ו-1,047 תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית). בכל בית ספר נדגמו 60 תלמידים ילידי 1998 (קרי, הם היו בני 15 כאשר נבחנו, בהתאם להגדרות פיזה). התלמידים שנדגמו בכל בית ספר חולקו מראש ובאופן אקראי ל-3 קבוצות. שתי קבוצות בנות 23 תלמידים וקבוצה אחת בת 14 תלמידים. התלמידים בשתי הקבוצות הראשונות נבחנו בפורמט הממוחשב. קבוצה אחת נבחנה רק ביחידות ישנות (שעברו מחשוב), הקבוצה השנייה נבחנה רק ביחידות חדשות (מדעים ופתרון בעיות שיתופי) והקבוצה השלישית נבחנה בפורמט המודפס של המבחן שכלל רק יחידות ישנות. לכל התלמידים הועברו גם שאלונים ולמנהלים הועברו שאלון בית הספר.

המבחנים והשאלונים נבדקו בישראל על ידי בודקים שמוינו והוכשרו לכך במיוחד על ידי מרכז המחקר בישראל. נתוני המבחנים שנבדקו (הציונים-קידודים בשאלות הפתוחות, וציון התגובה של הנבחנים בשאלות הסגורות) טויבו הוקלדו והועברו, ביחד עם הנתונים שנשמרו ונבדקו באופן אוטומטי במבחנים הממוחשבים, למרכז פיזה הבין-לאומי לצורך בדיקתם ועיבודם. בתום עיבוד הנתונים, נתוני כל מדינה ומדינה נשלחו אליה. הנתונים שהתקבלו כללו את התפלגות התשובות לכל אחת משאלות המבחן, וכן נתונים פסיכומטריים אודות כל שאלה (כגון, דרגת הקושי ורמת האבחנה של השאלות), הן ברמת מדינה (בנפרד עבור כל שפה) והן את ממוצע מדינות ה-OECD. נתונים אלו אפשרו לאתר שאלות חריגות ברמה הלאומית (בישראל, בכל אחת משפות המבחן) בהשוואה לרמה הבין-לאומית מבלי להסגיר את רמת הישגים בכל אחת מהשאלות ובמבחן בכללותו ברמה הלאומית ו/או הבין-לאומית. מנהלי המחקר בכל מדינה נתבקשו לערוך ניתוח פריטים, ולבדוק את הנתונים הפסיכומטריים של פריטי המבחן. במקרה של ממצאים חריגים בפריט מסוים הם נתבקשו לערוך בדיקה חוזרת לתוכן ו/או לצורה שלו. למשל, לבדוק האם ישנן בעיות בתרגום השפתי, בהתאמה התרבותית או/בהפקה, בעיות דפוס או בעיות הקשורות לעיצוב השאלה הממוחשבת ולבדיקה האוטומטית שלה (ראו לעיל תיבה 1). בשאלות פתוחות הם נתבקשו לבדוק גם בעיות בתרגום המחווה או במתן פרשנות שגויה שלו על ידי הבודקים. בישראל אותרו בשיטה זו או בקריאה חוזרת כמה פריטים אשר תוקנו תיקונים מזעריים, בין היתר אותר פריט שנדרש לתקן את הבדיקה האוטומטית שלו.

הנתונים הפסיכומטריים של המדינות השונות ושל כלל המדינות יחד שימשו את עורכי המחקר במרכז הבינלאומי לבחירת יחידות ופריטי המבחן הסופי. הבחירה נעשתה על פי איכות הפריטים מצד אחד ועל בסיס הצורך לבנות מבחן המכסה באופן מאוזן את רמות הקושי והבקיאות השונות, מצד שני. בהתבסס על הנתונים הפסיכומטריים, הושמטו מהמבחן פריטים בעלי רמת הבחנה נמוכה, פריטים שנתגלו בהם הטיות תרבותיות, מגדריות וכיו"ב. כרבע מיחידות המדעים החדשות שהועברו במחקר החלוץ לא נבחרו למחקר העיקרי וכן הושמטה יחידה אחת מתוך שש בתחום "פתרון הבעיות השיתופי". כמו כן, הוצאו מן המבחן חלק מן היחידות ו/או הפריטים הישנים בעקבות הבדלים שנתגלו בתפקוד שלהם בתלות באופנות המבחן – מודפס או ממוחשב. להרחבה ראו תיבה 2.

³⁸ ככלל, מדגם זה נבנה בדרך דומה לזו הנהוגה במחקר העיקרי, אך מאחר שהמטרה העיקרית של מחקר החלוץ היא איתור קשיים בפריטים, אזי, בניגוד למחקר העיקרי, בבניית המדגם למחקר החלוץ נלקחים בחשבון שיקולים של נוחות ושיקולים אחרים שאינם חלים על המחקר העיקרי. כגון, האם בית הספר נבחן במחקר בין-לאומי אחר באותה שנה? האם הנגישות לבית הספר קשה וכיו"ב.

מחקר החלוץ של פיזה 2015 שימש בין היתר לבדיקת שאלת ההשפעה של המעבר ממבחן מודפס למבחן ממוחשב. מרכז המחקר הבין-לאומי של פיזה ביקש לבדוק שני דברים עיקריים: האם המבחן הממוחשב מודד אותן מיומנויות כמו המבחן המודפס, והאם מיחשוב המבחן הפך אותו לקשה (או קל) יותר. ביתר פירוט, האם הפריטים שפותחו במחזורי פיזה קודמים (שהיו מבחנים מודפסים) מודדים את אותן מיומנויות גם כשהם מועברים במחשב או האם הם בוחנים מלבד מיומנויות אורייניות (למשל, במדעים או מתמטיקה) גם תכונות של יכולת לתפעל מחשב ולהתמצא בסביבה ממוחשבת, והאם רמת הקושי של הפריטים האלו זהה כשהם מועברים בפורמט מודפס לעומת פורמט ממוחשב?

לצורך בחינת המקביליות של שתי אופנויות המבחן נעשה שימוש בנתונים שנאספו בכל המדינות המשתתפות במסגרת מחקר החלוץ תוך שימוש במודלים של IRT (Item Response Theory – ראו 'חישוב הציונים' בהמשך פרק זה). בעקבות אומדן הפרמטרים של הפריטים סווגו הפריטים לשלוש קבוצות: (1) פריטים שרמת הקושי שלהם ומידת ההבחנתיות שלהם זהה בשתי האופנויות. (2) פריטים שמידת ההבחנתיות שלהם זהה בשתי האופנויות, אך רמת הקושי שלהם שונה. פריטים אלו ברובם היו קשים יותר במבחן ממוחשב, מאשר במבחן המודפס. (3) פריטים שרמת ההבחנתיות שלהם שונה, קרי, הם ככל הנראה מודדים מיומנויות שונות, כתלות באופנות המבחן. הפריטים בקבוצה השלישית הוצאו מהמבחן ולא נכללו במחקר העיקרי. הפריטים בקבוצות 1 ו-2, נכללו במבחן במחקר העיקרי והציבות של הפרמטרים שלהם (רמת הקושי ומידת ההבחנתיות) בפורמט המודפס ובפורמט הממוחשב נבדקה.

הנתונים שנאספו ברמה הבין-לאומית תמכו במקביליות מלאה (זהות ברמת הקושי ובמידת ההבחנתיות) בין שתי האופנויות ב- 61 פריטים באוריינות מדעים, 51 פריטים באוריינות מתמטיקה, ו-65 פריטים באוריינות קריאה. פריטים אלו שימשו כפריטי עוגן (anchor items) שבאמצעותם כויל המבחן למחזורי מחקר קודמים. יתר הפריטים שנכללו במחקר העיקרי של מחזור המחקר הנוכחי (24, 38, ו-30 פריטים באוריינות מדעים, מתמטיקה וקריאה, בהתאמה) שנמצא שרמת ההבחנתיות שלהם דומה בשתי האופנויות (ולכן, הונח שהם מודדים אותן מיומנויות בשתי אופנויות ההבחנות) אך שרמת הקושי שלהם שונה בין שתי האופנויות, שימשו רק לצינון (תרמו לדיוק של המדידה במבחן במחזור המחקר הנוכחי), אך לא לכיול בין המבחן הממוחשב למבחן העבר שהיו כאמור מודפסים.

המסקנה של הבדיקה הייתה אפוא, שאם תלמידים שנבחנו במחקר פיזה 2015 היו נבחים באותו המבחן בפורמט מודפס (כלומר עם אותם פריטים) הציון הממוצע שלהם, כמו גם הפרופורציה של התלמידים ברמות המיומנות השונות, לא הייתה שונה במידה משמעותית. יחד עם זאת, חשוב לציין שההשפעה של אופנות המבחן לא נבדקה בנפרד בכל מדינה ומדינה וייתכן שהמסקנה הזו אינה תקפה באותה מידה בכל המדינות שנבחנו במבחן הממוחשב ב-2015. עוד על בדיקה זו ראו בדוח פיזה הבינלאומי.

המחקר העיקרי

השלב העיקרי במחקר פיזה 2015 - שלב העברת המבחנים והשאלונים הנלווים אליהם - בוצע בבתי הספר בישראל בחודש מרץ 2015. ההכנות לביצוע המחקר החלו, כאמור, שנתיים קודם לכן, וכללו בין היתר הכנה ותרגום של חומרי המחקר, הפקת המבחנים והשאלונים, הכנת נוסחי המבחנים הממוחשבים בעברית ובערבית ועריכת מחקר החלוץ. שלבי המחקר העיקרי כללו את העברת המבחנים והשאלונים בבתי הספר על מדגם מייצג של בתי ספר ותלמידים, בדיקת המבחנים וציינונם, עיבוד הנתונים וניתוחם, ופרסום הנתונים על-ידי ה-OECD (בישראל, על ידי ראמ"ה). להלן יתוארו השלבים המרכזיים בביצוע המחקר העיקרי.

המשתתפים

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, עורכי מחקר 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 בפקוח 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 ה-OECD מעוניין להכליל מוסדות חינוך מכל הסוגים והזרמים הקיימים במדינה נתונה קשורה לתפיסה הרעיונית של מחקר פיזה. כזכור, המחקר מבקש לבדוק באיזו מידה אזרחים צעירים (בני 15) רכשו את הכלים הנחוצים לשם השתלבות מוצלחת ואפקטיבית בחברה בוגרת, ובאיזו מידה הם "מוכנים לחיים" במדינה מפותחת מבחינה כלכלית (ועל פי רוב, מדינה בתרבות מערבית, כמו רוב מדינות ה-OECD). לפיכך, הבדיקה אינה מתמקדת רק במידה שבה תלמידים רכשו את הידע הקוריקולרי המוגדר בתוכנית לימודים רשמית זו או אחרת במערכות החינוך הפורמליות, אלא בודקת את תמונת המצב במדינה באופן כללי, מעבר למוסדות חינוך שונים, תכנית הלימודים והמדיניות הלימודית (אם קיימת כזו) הנהוגה בהם. 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 תכניות הלימודים בדרגות הכיתה השונות במדינות שונות, וכן שונות בכל הנוגע לגיל שבו התחלת לימודי החובה בבית הספר ובמדיניות של השארת כיתה.

כך או כך, גם בישראל, אוכלוסיית הנבחנים של מחקר פיזה 2015 כללה את כל בני ה-15 (במחזור זה מדובר למעשה בכל ילידי 1999) שרשומים במוסד חינוכי כלשהו בישראל.³⁹

³⁹ אוכלוסיית המטרה של המחקר בישראל כוללת גם את כל תלמידי הישיבות והמוסדות החרדיים בני ה-15. מאידך היא אינה כוללת את התלמידים הלומדים בבתי הספר דוברי ערבית במזרח ירושלים. קבוצה זו אינה נכללת באוכלוסיית המטרה של המחקר מאז מחזור המחקר הראשון שבו ישראל משתתפת.

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 גריעת בתי ספר מן המחקר ואם באמצעות גריעת תלמידים בודדים בתוך בתי ספר שנדגמו להשתתף במחקר. להלן פירוט הקריטריונים לגריעת בתי ספר ותלמידים ממסגרת הדגימה ושיעור התלמידים הנכללים באוכלוסיית המטרה שנגרעו ממסגרת הדגימה בישראל.

גריעת בתי ספר: הגדרות המחקר מציבות כללים ברורים בדבר גריעת בתי ספר ממסגרת הדגימה: בכל מדינה אפשר לגרוע בתי ספר שאינם נגישים (למשל, בשל ריחוק גיאוגרפי). בדרך זו אפשר לפטור עד 0.5% מאוכלוסיית היעד; בנוסף לכך אפשר לגרוע עד 2% מאוכלוסיית המטרה, על ידי הוצאה ממסגרת הדגימה של בתי ספר שכלל התלמידים הלומדים בהם פטורים מהשתתפות במבחן (ראו הכללים למתן פטור לתלמיד בסעיף הבא), כגון בתי ספר לחינוך מיוחד, שבהם כלל התלמידים תואמים להגדרה של בעלי צרכים מיוחדים (כלומר, שאפשר להוציאם ממסגרת הדגימה על פי הסעיף הבא), מוסדות אולפן, שבהם בהגדרה כלל התלמידים אינם שולטים בשפת המבחן, וכיו"ב. בסך הכול על ידי הוצאת בתי ספר על פי מגוון הקריטריונים האלו מותר לפטור מן המחקר עד 2.5% מהתלמידים הנחשבים כאוכלוסיית המטרה של המחקר. בישראל, נגרעו ממסגרת הדגימה לפי סעיף זה בתי ספר של החינוך המיוחד, בתי ספר שנמצאים במוסדות רפואיים, בתי ספר ששפת ההוראה בהם אינה עברית או ערבית ובסך הכול, שיעור התלמידים שהוצאו ממסגרת הדגימה בישראל על פי כלל זה עמד על 1.94%.

גריעת תלמידים בתוך בתי ספר: כל מדינה רשאית לגרוע עוד 2.5% מהתלמידים בני 15 בתוך בתי הספר שנדגמים למחקר. על פי כללי פיזה אפשר לפטור תלמידים מהמבחן המשותפים לאחת מהקטגוריות הבאות: בעלי ליקויים גופניים שאינם מאפשרים להם להיבחן ולהשתתף במחקר, בעלי לקויים לימודיים או קוגניטיביים שאינם מאפשרים להם להיבחן במשך שעותיים בכוחות עצמם ללא כל התאמות או תנאים מיוחדים (בישראל עונים על קריטריון זה תלמידים בעלי צרכים מיוחדים 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 המבחן וכיו"ב). בישראל נגרעו ממסגרת הדגימה על פי קריטריונים אלו 115 תלמידים שהיוו 1.52% מהתלמידים במדגם (ראו להלן, ההשתתפות בפועל).

לסיכום, בסך הכול נגרעו ממסגרת הדגימה בישראל 3.44% מהתלמידים שהוגדרו על ידי פיזה כמשתתפים לאוכלוסיית המטרה.

המדגם והליך הדגימה

שיטת הדגימה במחקר פיזה מוכתבת ומפוקחת על ידי הארגון הבין-לאומי, ואף הדגימה עצמה נעשית בפועל על ידו באמצעות תוכנה ייעודית. עם זאת ההכנות לדגימה ואיסוף המידע החיוני לעריכת המדגם נעשה במרכזי המחקר של כל מדינה ומדינה על פי הוראות והנחיות מדויקות ועם פיקוח של מרכז פיזה הבין-לאומי.

מדגם פיזה הינו מדגם דו-שלבי, כאשר בשלב הראשון נדגמים בתי ספר ובשלב השני נדגמים תלמידים בתוך כל בית ספר שנדגם כמתואר להלן:

דגימת בתי ספר: בכל מדינה נעשתה דגימת בתי הספר על ידי מארגני מחקר פיזה, מתוך רשימת בתי ספר שסופקה על ידי מרכז המחקר הלאומי של המדינה. דגימת בתי הספר נערכה בשיטת

דגימת שכבות (ראו להלן). לאחר שנקבעות השכבות, נדגמים מכל שכבה בתי ספר באופן פרופורציונלי לגודל השכבה. כלומר, ככל שהשכבה גדולה יותר כך נדגמים יותר בתי ספר באותה שכבה.⁴⁰

סיכויי הדגימה של כל בית ספר במדינה נתונה נקבעים באופן פרופורציונלי למספר "תלמידי פיזה" הלומדים בו (תלמידים בני 15 בשעת עריכת המחקר המתאימים להגדרת לאוכלוסיית המטרה): ככלל, ככל שמספרם של תלמידי פיזה במוסד נתון גדול יותר, כך סיכויי הדגימה שלו, קרי, הסיכוי שבית הספר יידגם למחקר, גדול יותר.

דגימת התלמידים בתוך בית ספר שנדגם: בעבור כל בית ספר שעלה במדגם הוכנה רשימת "תלמידי פיזה", ומתוכה נדגמו באקראי 46 תלמידים⁴¹ (אם היו כמספר הזה "תלמידי 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" (יש בו יותר תלמידי פיזה), ומאידך גיסא הסיכוי של תלמיד להידגם, כשהוא לומד בבית ספר שנדגם, גדול יותר ככל שבית הספר שלו "קטן יותר" (יש בו פחות תלמידי פיזה), בחישוב הכולל, ברמה הארצית, לכל "תלמיד פיזה" במסגרת הדגימה יש למעשה סיכוי שווה להידגם למחקר.⁴²

בתום שלב דגימת התלמידים ניתנה לכל בית ספר אפשרות לבקש לפטור תלמידים שנדגמו להשתתף במחקר אם התלמיד משתייך לאחת הקטגוריות של פטור שהוזכרו מעלה.

שכבות הדגימה

הקביעה של שכבות הדגימה והדגימה בנפרד מכל שכבה נועדה להבטיח ייצוג הולם של כל שכבה במדגם במטרה שהמדגם הכולל ייצג טוב ככל האפשר את מסגרת הדגימה. ייצוגיות המדגם משתפרת על ידי כך שבכל שכבה, מספר המוסדות הנדגם הוא ביחס ישר לגודלה היחסי של השכבה באוכלוסייה. השכבות יכולות להיגזר ממשתנים כמו האזור הגאוגרפי (במדינות פדרליות, למשל, ארצות הברית, מקסיקו או גרמניה, השכבות יכולות להיגזר מהמחוזות או ה-states, בקנדה ובאוסטרליה לפי מחוזות שלטוניים אוטונומיים וכיו"ב), המגדר, מצב כלכלי, הקבוצה האתנית/לאומית/דתית/שפתית, זרם חינוכי כמו, למשל, בתי ספר פרטיים/ציבוריים, בתי ספר בעלי השקפת עולם דתית/חילונית, בתי ספר לחונכות/רגילים וכיו"ב. כמו כן, ישנה אפשרות להגדיר שכבות על פי החטיבה הלימודית (בישראל, חטיבת ביניים/תיכון), וגודל בית הספר. השכבות הרלוונטיות לכל מדינה עשויות אפוא, להיות שונות ממדינה למדינה, והם גובשו על ידי אנשי מרכז המחקר הלאומי של כל מדינה במשותף ובהתייעצות עם מארגני פיזה. בדרך כלל נבחרות שכבות לפי משתנים שידוע לגביהם (או שקיים סיכוי סביר) שיש להם קשר לטיב וסוג ההוראה ולרמת ההישגים הלימודיים. חלק מן השכבות הן גלויות וחלק סמויות (משמשות למיון בתי ספר בתוך השכבות הגלויות). דוגמה

⁴⁰ עם זאת קיימים לעתים סיבות להגדלה מתוכננת של המדגם בשכבות מסוימות. למשל, אם מתוכנן דיווח של ממצאים של תלמידי שכבה מסוימת יש צורך להגדיל את מספר בתי הספר מאותה שכבה על מנת לאפשר חישוב סטטיסטיים תקפים. דוגמא אחרת היא אם ידוע כי שיעור ההשתתפות של שכבה מסוימת עומד להיות נמוך חשוב להגדיל מראש את אותה שכבה וכיו"ב.

⁴¹ במדינות השונות המשתתפות במחקר מספר התלמידים הנדגמים בכל בית ספר היה שונה במעט ונקבע בשיתוף עם מארגני פיזה בהתאם לצרכים ולמאפיינים של כל מדינה. בישראל, מספר התלמידים שנדגם בכל בית ספר גבוה במקצת מהמספר שהוצע באופן ראשוני על-ידי מארגני המחקר, שעמד על 42 תלמידים. הגדלת התלמידים בכל בית ספר נדגם הקטינה במעט את מספר בתי הספר שצריך לדגום. לנגד עיני עורכי המחקר בישראל עמד הרצון "להטריד" כמה שפחות בתי ספר ולכן הוגדל במעט מספר התלמידים שנדגמו בכל בית ספר.

⁴² הסבר: בבית ספר גדול, הסיכוי של בית ספר כיחידה להידגם הוא גדול יותר אך מאחר שלומדים בו הרבה תלמידי פיזה, הסיכוי של התלמיד היחיד הלומד בבית ספר זה להידגם מביניהם קטן יותר. לעומת זאת, סיכוייו של בית ספר קטן להידגם קטנים יותר, אך אם בית הספר נדגם, אזי לתלמיד היחיד הלומד בו סיכוי יחסית גדול להידגם כי אין הרבה תלמידי פיזה בבית הספר. ההיפוכים האלו בסיכויי ההדגמות מאזנים אלו את אלו ובסופו של דבר לכל תלמיד במדינה נתונה, סיכוי זהה להידגם, בין אם לומד בבית ספר קטן, בינוני או גדול.

לשכבה גלויה בישראל היא מגזר שפה - בתי ספר דוברי עברית לעומת בתי ספר דוברי ערבית.⁴³ דוגמה לשכבה סמויה בישראל (כמו גם במדינות רבות נוספות) היא המצב החברתי- כלכלי של תלמידי בית הספר.⁴⁴ לאחר קביעת שכבות הדגימה מסווגים בתי הספר לשכבות הדגימה הגלויות. שכבות הדגימה הסמויות עוזרות למיין את בתי ספר בתוך כל שכבת דגימה גלויה. השכבות השונות אשר שימשו במחקר פיזה 2015 מוצגות בטבלה 11 להלן.

טבלה 11: שכבות הדגימה במחקר פיזה 2015 בישראל

שם שכבת הדגימה	סוג שכבה הדגימה	רמות בתוך השכבה
מגזר שפה	גלויה	דוברי עברית; דוברי ערבית
מגדר בית הספר (בתוך ממ"ד וחרדי בלבד)		בנות; בנים; מעורב
סוג הפיקוח (בתוך דוברי עברית בלבד)		ממלכתי; ממ"ד; חרדי
מגזר (בתוך דוברי ערבית בלבד)		ערבי; דרוזי; בדואי
משרד אחראי		משרד החינוך; משרד הרווחה (לשעבר משרד כלכלה)
סוג בית הספר	סמויה	חט"ב בלבד; תיכון בלבד; מעורב
גודל בית הספר		גדול, קטן
מצב חברתי-כלכלי של בית הספר		גבוה; בינוני; נמוך
מחוז מנהלי גיאוגרפי		צפון; דרום

בטבלה אפשר לראות את כי בתי הספר חולקו לשכבות הגלויות העיקריות האלו: מגזר השפה (דוברי עברית ודוברי ערבית), מגדר בית הספר (בתי ספר של בנות בלבד, של בנים בלבד ומעורבים - משתנה הרלבנטי לפיקוח הממלכתי דתי ולחרדי), סוג הפיקוח: ממלכתי, ממלכתי-דתי, וחרדי על כל זרמיו והגדרותיו⁴⁵ (משתנה רלבנטי לבתי ספר דוברי עברית בלבד), מגזר (קבוצה אתנית): ערבי, דרוזי ובדואי (רלבנטי רק לבתי ספר דוברי ערבית שבאחריות משרד החינוך). לבסוף כלל בתי הספר חולקו לפי המשרד שבאחריותו נמצאים מוסדות החינוך (משרד החינוך או משרד הרווחה⁴⁶).

מספר המשתתפים ושיעורי ההשתתפות

על פי התקנים של מחקר פיזה נדרש מדגם של לפחות 150 בתי ספר בכל מדינה ו-5,400 תלמידים משתתפים. גדלי מדגם אלו אחידים לכל המדינות המשתתפות בין אם מדובר במדינה גדולה כמו ארצות הברית או במדינה קטנה כמו לוקסמבורג או ישראל. במחזור 2015, מארגני המחקר המליצו להגדיל את מספר התלמידים המשתתפים בכל מדינה ל-6,300 וזאת בכדי להבטיח את יציבות המדדים הסטטיסטיים השונים, כלומר, להבטיח שטעות המדידה של אינדיקטורים שונים לא תעלה על ערכים מקובלים. הדבר יאפשר, בין היתר, לאמת כי הבדלים בין מדינות ובין חתכי אוכלוסייה שונים בתוך מדינות יהיו מובהקים סטטיסטית ברמה מקובלת.

⁴³ 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 פיזה בערבית).

⁴⁴ המצב החברתי-כלכלי של בתי הספר בישראל המשמש לצורך בניית השכבות במדגם פיזה נמדד 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 עלייה) ובית-ספריים (ההכנסה החיצונית של תלמידי בית הספר ופריפריאליות).

⁴⁵ בתי ספר אלו יכולים להיות מוכרים ושאנים מוכרים, להיות תחת הגדרה של מוסדות פטור, מוסדות חינוך רשמיים ושאנים רשמיים, לכלול כוללים, ישיבות, אולפנות וכיו"ב.

⁴⁶ בתי הספר של משרד הרווחה (במועד ביצוע המחקר היו באחריות משרד הכלכלה) שונים במהותם מבתי הספר של משרד החינוך. על פי רוב מדובר בבתי ספר מקצועיים או כאלו שבהם נהוגה הכשרה מקצועית (חונכות) ומשלבים בהם לימודים ועבודה במפעלים רלבנטיים. מאחר שכך מטרות המוסדות האלו, טיב הלמידה ומאפייני התלמידים הלומדים בהם שונה בדרך כלל מבתי הספר של משרד החינוך.

בנוסף לכך, כדי להיכלל בממצאי מחקר פיזה, נדרש שיעור השתתפות של בתי הספר יעמוד על לפחות 85%, וכן ששיעור השתתפות הכולל של התלמידים יעמוד על לפחות 80% ברמה הכלל ארצית (מתוך התלמידים שנדגמו ולא קיבלו פטור מהשתתפות במבחן). בית ספר נחשב "משתתף" אם לפחות 50% מהתלמידים שנדגמו בו השתתפו בפועל במבחן. מארגני פיזה מאפשרים להחליף בתי ספר שעלו במדגם, אך מסרבים להשתתף או מנועים מכך מסיבות כלשהן. ההחלפה היא בבית ספר אחר תואם מבחינת מאפייניו. בית ספר כזה נדגם מראש, על פי אותן שכבות דגימה גלויות במהלך פעולת הדגימה, כך שיהיה בעל מאפיינים דומים גם מבחינת שכבות הדגימה הסמויות.

טבלה 12: תיאור המשתתפים במסגרת הדגימה במדגם ובמחקר בפועל (באחוזים מעוגלים)

המדגם			מסגרת הדגימה				
שיעור התלמידים שהשתתפו	מספר התלמידים שהשתתפו	מספר בתי"ס במדגם בפועל	שיעור התלמידים	מספר התלמידים	מספר בתי"ס		
50%	3,314	83	47%	54,453	484	ממלכתי	דוברי עברית
7%	474	12	5.50%	6,443	108	ממ"ד בנות	
5%	353	10	5%	5,969	132	ממ"ד בנים	
2%	109	3	2.50%	2,918	54	ממ"ד מעורב	
8%	514	15	8%	9,135	172	חרדי בנות	
1%	74	3	8%	9,411	354	חרדי בנים	
0%	22	1	0%	58	13	חרדי מעורב ⁴⁷	
1%	55	2	1%	1,102	38	משרד הרווחה	
18%	1,189	30	15%	17,933	202	ערבי	דוברי ערבית
2%	120	3	2%	2,406	27	דרוזי	
5%	314	9	5%	5,688	65	בדואי	
1%	60	2	1%	1,409	19	משרד הרווחה	
100%	6,598	173	100%	116,925	2,535	סך הכול	

טבלה 12 מציגה את מספרם ושיעורם באחוזים מעוגלים של בתי הספר והתלמידים במסגרת הדגימה ובמדגם בפועל בישראל, לפי שכבות הדגימה הגלויות. המספרים בחלק העליון בטבלה של מסגרת הדגימה לא כוללים את בתי הספר שקיבלו פטור והוצאו מראש ממסגרת הדגימה (כגון בתי ספר של החינוך המיוחד) אך כוללים את התלמידים שזכאים לפטור הלומדים בבתי הספר הנכללים במסגרת הדגימה. כלומר ה-100% המצוין בשורות הסיכום הוא לפני הוצאתם של התלמידים הללו ממסגרת הדגימה. המספרים בחלק התחתון בטבלה, שמציגים את המדגם בפועל אינם כוללים את התלמידים שקיבלו פטור. כמו כן, המדגם בפועל אינו כולל את בתי הספר והתלמידים שהיו אמורים להיבחן אך לא נבחנו (ראו הסבר מטה). כלומר ה-100% המצוין בשורות הסיכום הוא לאחר הוצאתם מהספירה. חשוב לשים לב כי הדיווח על ההישגים המוצגים בפרקים הבאים מתבסס רק על המדגם בפועל של תלמידים כפי שיוסבר בהמשך.

⁴⁷ מוסדות חרדיים מעורבים הם מוסדות בניהול או בפקוח חרדי שלומדים בהם תלמידים שאינם בהכרח חרדיים. וכן, במקרים מסוימים, מוסדות שפועלים בשני מבנים שונים כשני בתי ספר נפרדים שיש להם סמל מוסד אחד, כפי שאכן היה בבית הספר היחיד שהשתתף בשכבת דגימה זו.

השתתפות בתי ספר: מתוך 192 בתי ספר שנדגמו בישראל ואמורים היו להשתתף במחקר פיזה השתתפו בפועל רק 173 בתי ספר. זאת מהסיבות הבאות: 16 בתי ספר של בנים חרדים סירבו להשתתף ולא נמצא להם מחליף ועוד 3 בתי ספר נמצאו כבתי ספר שניתן לפטור מהשתתפות במחקר ואין צורך בהחלפתם בהתאם לסטנדרטים של פיזה: בית ספר אחד שבו כל התלמידים היו עולים חדשים, בית ספר אחד שבו כל התלמידים בעלי צרכים מיוחדים ובית ספר אחד שנסגר. בנוסף, ארבעה בתי ספר הוחלפו (בבית ספר מחליף כמוסבר לעיל): שלושה בתי ספר שראמ"ה החליטה להחליפם בשל השתתפותם במחקרים בינלאומיים אחרים ובית ספר אחד של בנות חרדיות שסירב להשתתף. נתונים אלו מלמדים כי בישראל רמת ההיענות, מצד בתי הספר להשתתפות במחקר (כ-90%) היא גבוהה יחסית, אי ההשתתפות בישראל נובע בדרך כלל מטעמים ערכיים-אידיאולוגיים ולא מטעמים של נגישות או חוסר רצון לשתף פעולה באשר הוא.

השתתפות תלמידים: ב-173 בתי הספר שנדגמו, נדגמו 7,487 תלמידים שהיו צפויים להשתתף במחקר העיקרי. מתוכם, 115 תלמידים קיבלו פטור מהשתתפות במבחן מסיבות שונות כגון: פטור על בסיס ליקוי למידה או ליקוי גופני, וכן היו 76 תלמידים שעזבו את בית הספר או עברו לבית ספר אחר קודם למועד המחקר, לגבי 13 תלמידים - הוריהם סירבו להשתתפותם במחקר (כולן תלמידות בבית ספר חרדי לבנות). שיעור השתתפות ברמת תלמיד בישראל עמד על מעל 90%. ככלל, שיעור זה היה דומה בכל שכבות הדגימה והוא דומה לשיעור ההשתתפות של תלמידים בישראל במחקרים בינלאומיים ובמבחנים רחבי היקף המועברים במערכת החינוך על ידי ראמ"ה, כגון מבחני המיצ"ב בכיתות ה' וכיתות ח'.

עוד עולה מהלוח, כי שיעור התלמידים שהשתתפו בפועל במחקר, בכל אחת משכבות הדגימה דומה למדי לפרופורציה שלהם מתוך כלל מסגרת הדגימה. יוצאת דופן היא שכבת הבנים החרדיים, ששיעור המשתתפים בפועל בה הוא נמוך (1% במשתתפים בפועל לעומת 8% במסגרת הדגימה), למעשה רק כ-12 אחוז מהתלמידים בשכבת דגימה זו השתתפו בפועל במדגם אך דבר זה נובע כאמור מאי ההשתתפות של מרבית בתי הספר של הבנים החרדים במחקר.

הליך איסוף הנתונים - ההיבחות

כל בית ספר שנדגם להשתתף במחקר קיבל על כך הודעה רשמית מנציגי ראמ"ה בפנייה אישית למנהל בית הספר כחודשיים לפני עריכת המחקר, שלושה במכתב מטעם ראמ"ה. מנהלי בתי הספר נתבקשו למנות איש קשר מטעמם, לרוב מורה מנוסה מהצוות החינוכי בבית הספר או דמות פדגוגית-ניהולית בבית הספר (כגון רכז שכבה, רכז פדגוגי, סגן מנהל). איש הקשר היה מופקד על הארגון הלוגיסטי של עריכת המחקר בבית ספרו, ובכלל זה תיאום מועד לקיום המבחן, הקצאת חדרים מתאימים, הכנת רשימה של תלמידים בעלי צרכים מיוחדים, הודעה לתלמידים שנדגמו על השתתפותם במחקר וכיו"ב פעולות לתיאום העברת המחקר. המחקר הועבר בימים שונים במהלך חודש מרץ 2015 כאשר בתי הספר יכלו לבחור את מועד המחקר מתוך מספר מועדים אפשריים.

המבחנים והשאלונים הועברו בבתי הספר בשעות הבוקר על-ידי בוחנים חיצוניים שמוינו והוכשרו על ידי ראמ"ה (מרכז המחקר בישראל) לפי הנחיות שסיפקו מארגני המחקר. במועד שנקבע, בכל בית ספר משתתף, חולקו התלמידים לשתי כיתות מבחן ובכל כיתת מבחן נוהלה העברת המבחן והשאלון על ידי שני הבוחנים, אשר האחד מהם היה מפעיל מחשבים והתמצא במערכות ממוחשבות. יש להזכיר כי מכיוון שבמבחן השתתפו תלמידים בני 15, הנבחים בבית ספר נתון היו עשויים להיות מכיתות אם שונות ומדרגות כיתה שונות והיה צריך לכנסם לחדרי המבחן שהוקצו לשם כך.

המבחנים והשאלונים, שהיו כאמור ממוחשבים, הועברו באמצעות יישום ייעודי שהוכן על ידי פיזה והותקן על גבי מחשבים ניידים שהובאו לבית הספר על-ידי צוות הבוחנים ביום המבחן. המחשבים הניידים היו מסוג HP probocook 450 g2 שיש להם מעבד intel i7, זיכרון פנימי בגודל 4 ג'יגה-בייט

וגודל מסך "15.6". לכל מחשב חוברו עכבר ומקלדת חיצוניים. המחשבים על ציוד הקצה שלהם ותוכנת המבחן הותקנו בכיתת המבחן לפני כניסת התלמידים. בכיתה נוכח גם מורה מבית הספר או נציג אחר של בית הספר שתפקידו היה לשמור על סדר ועל "אווירת בחינה" בכיתה. המורה לא התערב בהעברת המבחן ולא נחשף לחומרי המבחן. עם תחילת המבחן, כל תלמיד הושב מול מחשב נייד וזוהה על ידי הזנת קוד אישי ספציפי שהוכן מבעוד מועד. בתחילת המבחן הקריאו הבוחנים לתלמידים הוראות אחידות. כל אחד מהתלמידים קיבל אחת מגרסאות המבחן שהוקצתה לו מראש באופן אקראי (באמצעות התוכנה של פיזה).⁴⁸ לאחר הקראת הברכות וההוראות החל שלב היכרות עם סביבת המבחן הממוחשב שנמשך 15 דקות ולאחריו החל המבחן עצמו שנמשך שעתיים. לפי הנחיות פיזה, התלמידים נשארו בכיתה בעמדת ההיבחות שלהם מול המחשב הנייד, במשך כל השעתיים, גם אם סיימו את המבחן לפני תום הזמן. לאחר מכן ניתנה הפסקה קצרה ולאחריה התלמידים שבו לכיתה לצורך מילוי השאלון הממוחשב במשך 40 דקות נוספות, בשלב זה יכלו המורה שהיה נוכח בכיתה והבוחנים לסייע לתלמידים להבין את שאלות הרקע, ככל שאלו לא היו ברורות. בסוף כל יום נאספו קבצי התגובות של הנבחנים מכל בתי הספר שנבחנו באותו יום. לאחר מכן הקבצים נבדקו (מבחינת פגמים טכניים) והועברו (באמצעות הרשת) למרכז המחקר הבין-לאומי.

בקורות איכות על העברת המבחנים נעשו מטעם החברה הזכיינית של ראמ"ה, שהעבירה את המבחנים בפועל (חברת טלדור). כמו כן, נעשו בקורות פתע מטעם נציגי ראמ"ה, שביקרו בקרוב למחצית בתי הספר ושהו בכיתות ההיבחות בשעת העברת המבחנים והשאלונים. בנוסף לבקורות אלו, מונו בכל מדינה שני בִּקְרֵי איכות לאומיים על ידי מרכז פיזה הבין-לאומי. הבִּקְרֵי היו בלתי תלויים במרכז המחקר הלאומי. הם הוכשרו באמצעות חומרי קריאה רלוונטיים אשר נשלחו אליהם וכן באמצעות שיחת webinar (מפגש סמינר אינטרנטי). הבִּקְרֵי נכחו במהלך הכשרת הבוחנים וביקרו ב-15 בתי ספר שנדגמו באקראי על-ידי מארגני פיזה לצורך בקרה על נוהלי העברת המבחן ועל תפקוד הבוחנים בבתי הספר וזאת מבלי שבתי הספר, ראמ"ה או הבוחנים, קיבלו על כך הודעה מראש. הבִּקְרֵי מילאו דוחות מפורטים על התנהלות המבחן בכל אחד מבתי הספר והעבירו אותם ישירות למארגני פיזה. בישראל, לא נרשמו בעיות מיוחדות או דברים חריגים בהליך ההעברה של המחקר.

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 (המחווה) של המבחנים, שתורגם מבעוד מועד לשתי שפות המטרה – עברית וערבית. בודקי המבחנים – סטודנטים במקצועות רלוונטיים – עברו תהליך מיון מטעם מרכז המחקר הלאומי בישראל (ראמ"ה) שכלל משימת בדיקה של מבחנים דמויי פיזה. הבדיקה נערכה במתקן ייעודי, כאשר הבודקים מערכים את המבחנים במקביל באותו מתקן. שיטה זו אפשרה למידה משותפת לפני ההערכה ואפשרה לשתף ולהעלות דילמות בהערכה בזמן אמת.

התגובות לשאלות סגורות או פתוחות פשוטות קודדו, כמוסבר לעיל, באופן אוטומטי על ידי מערכת המבחן הממוחשב. הבדיקה של השאלות הפתוחות הרגילות וציוןן (קידודן) נערכה על גבי תוכנה ייעודית שסופקה על ידי פיזה. בדיקה זו הייתה רוחבית. כלומר, התגובות של כל התלמידים שנבחנו בשאלה מסוימת (ביחידה נתונה) נבדקו ברצף בזה אחר זה, דבר שאפשר "התמחות" של הבודקים

⁴⁸ לנבחנים החרדים הוקצו גרסאות מבחן שלא כללו יחידות של פתרון בעיות שיתופי. זאת מאחר שיחידות אלו מדמות צ'אט עם תלמידים נוספים, דבר שאינו מקובל בקרב אוכלוסייה זו. בנוסף, לאחר בחינה מקיפה של כל החומרים נמצאו 25 יחידות מבחן (באוריינות מדעים, קריאה ומתמטיקה) שכללו פיסות מידע שנוגדות את ערכיהם של האוכלוסייה החרדית ויחידות אלו לא נתנו לאוכלוסייה החרדית. כלומר, אם אחת מיחידות אלו נכללה במסגרת גרסת מבחן נתונה, היא לא הייתה גלויה לנבחן. דבר זה גרם לכך שנבחנים חרדים קיבלו מבחנים קצרים יותר בחלק מהמקרים, היות שחסרו בהם חלק מיחידות המבחן.

בכל פעם ביחידה שבמוקד ובפריטיה הטעונים בדיקה. כך עלתה מהימנות הבדיקה של כל הפריטים, שכן בשיטה זו הבודקים לא יכולים להיות מושפעים ממידת הצלחתו של הנבחן בפריטים אחרים במבחן. השיטה עבדה כך: תחילה קיבלו הבודקים הדרכה על מקבץ יחידות ופריטיות, הם למדו ודנו במחווה של הפריטים, התרשמו ממספר דוגמאות של תשובות שגויות ומספר דוגמאות של תשובות נכונות. לאחר מכן התשובות של הנבחנים לכל פריט במקבץ הוקצו לבודקים באופן אקראי וכל בודק בדק באופן סדרתי מספר רב של תשובות (של תלמידים שונים) עבור פריט נתון של שאלה פתוחה. בתום בדיקת קובץ פריטים, עברה הבדיקה לקובץ הבא, וכך הלאה במהלך כל תקופת בדיקת המבחנים. את הבודקים ליווה איש מקצוע מתחום הדעת, מומחה להערכה ולהוראת תחום הדעת אשר סייע בפתרון דילמות בהערכה ובמידת הצורך העלה לדיון בפני כל הבודקים דילמות כאלו ואת ההחלטה שיש לקבל במקרים דומים.

תוכנת הבדיקה הייעודית סייעה גם לאתר חריגות בבדיקה, או בודקים חורגים בזמן אמת, 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 (ראו בפסקה הבאה).

בדיקת המהימנות בין-שופטים

במסגרת בדיקת השאלות הפתוחות בוצע על ידי פיזה הליך של בדיקת "מהימנות בין-שופטים" שמטרתו ולהעריך את המידה בה הבודקים השונים תופסים את התשובה ומציינים אותה באופן דומה ולאחר הטיית בבדיקה על ידי בודק יחיד זה או אחר. המהימנות בין שופטים נבדקה באמצעות תוכנת הבדיקה, ובדיקה זו היוותה חלק בלתי נפרד מהליך הבדיקה. עבור כל שאלה פתוחה רגילה, כ-100 תשובות של תלמידים עברו ציון (קידוד) מרובה, כלומר נבדקו על ידי 4 בודקים שונים באופן בלתי תלוי (מבלי להתייעץ האחד באחר). הבודקים לא יכלו לדעת איזה מן הפריטים ואיזה מן התשובות מקודדים קידוד מרובה מכיוון שהתשובות האלו נשתלו במיקום אקראי בין התשובות האחרות שנבדקו. בשאלות שבהן נתגלתה מהימנות נמוכה בין שופטים ניתן היה לבדוק את התרגום של המחנך (מדריך הבדיקה) ובמידת הצורך לערוך תדריך חדש לבודקים ובדיקה חוזרת של פריטים.

עיבוד הנתונים

נתוני המבחנים, ונתוני הבדיקה האוטומטיים והאנושיים הועברו כולם ישירות למרכז פיזה הבין-לאומי שערך את חישוב הציונים ועיבוד הנתונים. לאחר עיבוד הנתונים 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 פריט זה או אחר (הן במבחן והן בשאלון) לא הופק כראוי או לא נבדק כראוי או שמשו השתבש בהעברה שלו במערכת הממוחשבת, ויש להוציאה מניתוח התוצאות הכולל. כאשר התגלתה בעיה חריגה בשאלה מסוימת במדינה נתונה, היא והתגובות בה הוצאו מן העיבוד בעבור אותה מדינה בניתוח הנתונים הסופי. כזכור, מרבית הבעיות בתרגום ובהתאמה התרבותית התגלו בעקבות מחקר החלוץ ותוקנו לפני שנערך המחקר העיקרי.

חישוב הציונים

הגישה התיאורטית שהמשמשת לניתוח נתוני המבחנים במחקר פיזה היא "תיאוריית התגובה לפריט" (Item Response Theory - IRT). 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 אוריינות (במחקר פיזה) באותו תחום דעת. באמצעות המודלים השונים שמוצעים במסגרת תיאוריה זו אפשר להשוות בין הישגיהם של נבחנים שקיבלו גרסאות מבחן שונות וכן בין הישגיהם של נבחנים שנבחנו במחזורי מחקר שונים. 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 (שיש בהם יותר משתי רמות תשובה; למשל, שאלות שהתגובה עליהן יכולה להיות נכונה, נכונה חלקית ושגויה, כפי שקורה לא אחת בפריטי שאלות פתוחות). 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, כך שנתוני כל מדינות ה-OECD נלקחים בחשבון. 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 כוילו לסולם הציונים במחזורי מחקר קודמים. בנוגע לסוגיית הכיול בין שנת המחקר הנוכחית שבה המבחן היה ממוחשב במחזורי מחקר פיזה קודמים שבהם היו המבחנים מודפסים - ראו תיבה 2 לעיל.

החל ממחזור המחקר הנוכחי, שופר הליך "כיול הפרמטרים" בהשוואה למחזורי קודמים על ידי מארגני פיזה. ראשית, הוגדל מספר פריטי העוגן בתחומי אוריינות משניים (במקרה זה, מתמטיקה וקריאה). שנית, הוגדל מספר הנבחנים, שתגובותיהם משמשים לעריכת הכיול. אם בעבר נלקחו 500 תלמידים מכל מדינה למאגר המידע ששימש להליך "כיול הפרמטרים" הרי שהחל מהמחקר הנוכחי, השתמשו בתגובותיהם של כל הנבחנים בכל המדינות לצורך הליך זה (כ-6,000 תלמידים בכל מדינה). הגדלה זו התאפשרה לנוכח הגידול בקיבולת של תוכנות החישוב שמבצעות הליך זה והגדלת הקיבולת של המחשבים עליהם מתבצע ההליך בהשוואה לתחילת העשור. שלישית, בעבר חושב כיול הפרמטרים מעבר לכל המדינות המשתתפות ללא התייחסות לאפשרות שהפרמטרים של כל הפריטים לא יהיה זהה במדינות שונות (למשל, במקרה שבו פריט קשה או קל יותר במדינה מסוימת מאשר במרבית המדינות האחרות). החל ממחזור מחקר הנוכחי, הכיול מחושב גם בנפרד לכל מדינה ומדינה. בפריטים שעבורם נמצא כי למדינה מסוימת ישנם פרמטרים שונים, הוחלט כי פרמטרים אלו ישמשו לצורך חישוב הציונים של התלמידים באותה מדינה. השיטה מייעלת גם את חישוב השינוי בהישגים בין מחזורי המחקר השונים בכל מדינה ומדינה. עוד על שיטת כיול חדשה זו ויתרונותיה ראו בדוח הבין-לאומי של מחקר פיזה 2015.

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 האוכלוסייה או אומדני האחוזונים של הציונים עלולים להיות מוטים במדינה נתונה. כדי להתגבר על בעיה זו, במחקרים רחבי היקף דוגמת מחקר פיזה משתמשים במתודולוגיה שבה אומדים ישירות את הפרמטרים של התפלגות רמת היכולת של כלל האוכלוסייה. לצורך כך, למעשה "מפיקים" (דוגמים) בעבור כל נבחן עשרה ערכים⁴⁹ באקראי מתוך ההתפלגות הנאמדת המותנית של רמת היכולת שלו. ערכים אלו, המייצגים עשרה אומדנים של רמת היכולת של נבחן נתון, מכונים "ערכים סבירים" (PV-plausible values). ערכים סבירים אלו

⁴⁹ במחזורי מחקרים בינלאומיים בעבר, השתמשו בחמישה ערכים סבירים, והמעבר לעשרה ערכים מהווה שיפור באומדן של רמת היכולת של נבחנים.

משמשים לחישוב המדדים המסכמים של כלל אוכלוסיית הנבחנים. בהליך זה של הפקת ערכים סבירים לכל נבחן משתמשים לא רק בציונים שלו בפריטים השונים (הקודים שניתנו לו בהתאם לביצוע שלו בכל פריט ופריט במבחן), אלא בכל מידע נוסף על אודות הנבחנים שתורם לאמידת ההתפלגות של רמת היכולת של הנבחן, כגון נתוני רקע השאובים מהשאלון שמילא, רמת היכולת שהפגין בתחומי אוריינות אחרים וכיו"ב.

סולם הציונים ורמות הבקיאות

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 רמת יכולתו של נבחן לבין ההצלחה בפריט הוא הסתברותי: ככל שרמת יכולתו של נבחן גבוהה מרמת הקושי של פריט נתון, ההסתברות כי הוא יצליח להשיב נכונה על הפריט גבוהה יותר; ככל שרמת יכולתו של הנבחן נמוכה מרמת הקושי של הפריט, ההסתברות שישב נכונה על הפריט נמוכה יותר. לכל תחום אוריינות במחקר פיזה 2015 – מדעים, מתמטיקה, קריאה ופתרון בעיות שיתופי – הוגדר סולם ציונים כולל נפרד. בתחום אוריינות המדעים, שהוא תחום האוריינות שבמוקד המחקר הנוכחי, ובו הועבר מספר רב יותר של יחידות מבחן ופריטים הוגדרו גם תתי סולמות, בנושאים שונים, כפי שמפורט בפרק 2 בדוח זה.

לצורך מתן משמעות לציונים בסולמות השונים, נקבעו על כל אחד מהסולמות "רמות בקיאות". לאחר החלטה על מספר הרמות נקבעו ערכי סף שמסמנים את הגבול בין רמה לרמה. מדובר בהליך שיטתי ובו מובאות בחשבון רמת הקושי של שאלות המבחן והמיומנות והידע שנדרשים מן התלמיד בכל אחת מרמות הבקיאות כדי שיוכל להתמודד בהצלחה עם השאלות. מעבר לסולם הציונים הרציף, רמות הבקיאות אמורות לייצג שינוי איכותי ברמת הידע של התלמיד. כל רמה, כאמור, מוגדרת בטווח ציונים מסוים, ולכל רמה הוגדרו המיומנויות והיכולות המאפיינות תלמידים המצויים בה. כל נבחן מסווג לאחת מרמות הבקיאות, בכל תחום אוריינות, על פי אומדן הציון שלו. כלומר, הנבחן מסווג לרמת הבקיאות הגבוהה ביותר המתאימה לו, כזו שבה הוא צפוי לענות נכונה על מרבית השאלות שרמת הקושי שלהן תואמת את רמת הבקיאות. מאחר שמדובר על מודל הסתברותי, מובן כי לא כל התלמידים המסווגים לאותה רמת בקיאות צפויים להגיע לשיעור זהה של תשובות נכונות: תלמיד שממוקם בגבול התחתון של אותה רמת בקיאות צפוי לענות נכונה על 50% מן השאלות ברמה זו (ועל מרבית השאלות שברמות בקיאות נמוכות מרמה זו), ולעומת זאת, תלמיד שממוקם קרוב לגבול העליון של רמת הבקיאות צפוי לענות נכונה על שיעור גבוה יותר של שאלות ברמה זו. תלמיד שמסווג ברמת הבקיאות הגבוהה ביותר צפוי אפוא לענות נכונה על כמעט כל פריטי המבחן. להרחבה על רמות הבקיאות ראו פרק 2.

"משקלות" תלמידים בחישובי סטטיסטיים

כפי שתואר לעיל, המדגם במחקר פיזה הוא מדגם שכבות המתוכנן כך שבכל שכבה יהיה ייצוג בשיעור דומה לשיעור אותה שכבה במסגרת הדגימה. ברם, כפי שהוצג לעיל במקרה של ישראל, שיעור המשתתפים במחקר בפועל יכול להיות שונה בין שכבות שונות ולכן הייצוג של כל שכבה במדגם המשתתפים בפועל עלול להיות שונה מהחלק היחסי שלה באוכלוסיית המטרה. דבר זה יכול לקרות בשל שיעורי השתתפות מעט שונים בקרב קבוצות שונות (למשל, במקרה של ישראל, קבוצת החרדים הבנים שמיעטה להשתתף), או, למשל, במקרים שבהם מלכתחילה נדגם שיעור גדול יותר של פרטים בשכבה מסוימת (דגימת יתר) כדי לאפשר לחשב נתונים סטטיסטיים מהימנים בעבור אותה שכבה (דבר שנעשה בדרך כלל כאשר מדובר בשכבה קטנה יחסית).

כדי לפצות על הבדלים אלו בין ייצוג אוכלוסיות במסגרת הדגימה לבין ייצוג במדגם בפועל, בעת שמחשבים סטטיסטיים שונים ברמת המדינה (ממוצע, שונות, שיעור מצטיינים וכיו"ב) מצמידים בדיעבד במאגר הנתונים לכל רשומת נבחן ולכל רשומת בית ספר "משקולת" (weight). המשקולות משמשות להכפלת הנתון של כל נבחן (או בית ספר) בעת שמחשבים את הסטטיסטיים של המדינה, המחוז או המגזר. בדרך זו, "מנפחים" או "מכווצים" כל שכבה, כך שלאחר ההכפלה, הגודל היחסי של כל שכבה יתאים לגודלה היחסי באוכלוסייה. במילים אחרות: בכל שכבה, כל נבחן "מייצג" מספר תלמידים משכבתו. אם יש מחסור בנבחנים במדגם באותה שכבה, המשקולות תהיה גדולה מאחד (קרי, ייעשה "ניפוח" לשכבה) וכל נבחן באותה שכבה "ייצג" תלמידים שנעדרים מהמחקר משכבה זו. לתלמידים הנעדרים "זוקפים" למעשה את הנתון הממוצע של התלמידים שהשתתפו במחקר. אם יש עודף של נבחנים במדגם בשכבה יחסית לגודלה היחסי באוכלוסייה, המשקולות באותה שכבה תהיה קטנה מאחד (ייעשה "כיווץ" של השכבה בפועל). ברם, כאשר שיעור ההשתתפות בשכבה נמוך מדי, אין זה נכון עוד "לנפח" את הנתונים על ידי משקולת גדולה, שכן אי אפשר עוד להניח כי (מעט) הנבחנים המעטים שהיו בשכבה זו בפועל מייצגים נאמנה את כלל השכבה. במקרה כזה נהוג לקבץ שתי שכבות בעלות מאפיינים דומים. במילים אחרות, זוקפים לתלמידים הנעדרים משכבה חדשה זו (המורכבת משתי שכבות) את הנתונים הממוצעים של הנבחנים בשכבה המאוחדת. פעולה כזו של איחוד שתי שכבות המקדימה את חישוב המשקולות, נעשתה בישראל בעבור שכבת הבנים החרדים שמספר המשתתפים בה ושיעורם היה קטן מדי (1% במקום 8%). מעט הנבחנים בשכבת הבנים החרדיים צורפו על ידי מארגני פיזה לשכבת בנים בבתי ספר בפיקוח הממלכתי-דתי ובכך יצרו שכבה מאוחדת שרוב התלמידים בה היו בנים בבתי ספר בפיקוח הממלכתי דתי ומיעוטם בנים בבתי ספר בפיקוח חרדי.

דיווח התוצאות

התוצאות הבין-לאומיות של המחקר מתפרסמות באמצעי התקשורת, באינטרנט באתר ה-OECD ובדוחות רשמיים של מארגני פיזה (הדוחות באנגלית ובצרפתית). תוצאות המבחנים בישראל וניתוחים פנים-ישראליים מתפרסמים בעברית בדוח הנוכחי ובאתר ראמ"ה.⁵⁰ לצורך העמקה בנתונים וביצוע מחקרי המשך מונגש מסד הנתונים הגולמיים הבין-לאומי (לרבות נתוני השאלונים והמבחנים לכל המעוניין).⁵¹

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

בדוח הנוכחי ובדוח הבינלאומי, לצורך תיאור הבדלים בין קבוצות, נעשה שימוש ברמת מובהקות סטטיסטית של $p < 0.05$.

קשיים ואתגרים בעריכת מחקר פיזה 2015 בישראל

שיתוף התלמידים החרדיים במחקר

למרות העובדה שאוכלוסיית המטרה של המחקר כוללת, לפי הגדרת מארגני מחקר פיזה את כל בני ה-15 במדינה נתונה הלומדים במוסד חינוכי כלשהו, בישראל עלה קושי שהתבטא בשיעורי השתתפות נמוכים במיוחד בקרב בנים בני 15 הלומדים במוסדות חרדיים (ישיבות). רק 3 מתוך 19

⁵⁰ http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA_2015.htm
⁵¹ <http://www.oecd.org/pisa>

מוסדות לבנים חרדים השתתפו במחקר בישראל (ראו טבלה 12). זאת ועוד, שלושת המוסדות הללו היו מלכתחילה יוצאים מן הכלל מבחינה מגזרית, פוליטית, חינוכית-תכנית ודתית-אידאולוגית ושונים ממרבית מוסדות החינוך החרדיים. למשל, בבתי ספר אלו מלמדים נושאים שונים ממה שמקובל במגזר זה ואף מקצועות חול כמו מתמטיקה ואנגלית. בשל חריגות זו של בתי הספר שהשתתפו בפועל במחקר ומספרם הקטן, אי-אפשר לראות בנבחרים אלו מדגם המייצג את שכבת הבנים החרדים ואין משמעות בחישוב ודיווח מדדים סטטיסטיים שונים עבורם בנפרד. בדוח הנוכחי, לא מדווחים תוצאות קבוצת הבנים החרדיים, וכאמור לצורך חישוב הציון הממוצע של כלל ישראל נתוניהם אוחדו עם נתוני הבנים בבתי ספר בפיקוח ממ"ד.⁵²

בניגוד לבנים החרדיים, מרבית מוסדות החינוך של הבנות החרדיות (אולפנות, סמינרים וכיו"ב) ניאיות להשתתף במחקר (15 מתוך 16 בתי ספר) ובית ספר אחד שעמד בסירובו הוחלף בבית ספר תואם. באחד מבתי הספר של הבנות החרדיות, סרבו הוריהן של 13 תלמידות לאפשר לבנותיהן להשתתף במחקר.⁵³

בהסכמת מארגני פיזה, בתי הספר החרדיים (הן של הבנים והן של הבנות) לא נבחנו בגרסאות שכללו יחידות בתחום "פתרון בעיות שיתופי" וביתר הגרסאות, לא הועברו להם יחידות שנמצאו בהן תכנים הסותרים את עולם הערכים החינוכי והדתי של המגזר החרדי. חשוב להזכיר כי החסרת מספר יחידות מבחן במוסדות החינוך החרדיים לא השפיעה על תוצאות המחקר בישראל. זאת מכיוון שהפריטים שהושמטו לא היו בהכרח קשים או קלים יותר וכן כי במחקר הנוכחי נעשה שימוש בתאוריית התגובה לפריט המאפשרת לאמוד ציונים בני השוואה לנבחרים שונים הנבחרים בפריטים שונים. עוד ראוי לציין כי למרות שהתלמידים והתלמידות החרדיים אינם נוהגים בדרך כלל להשתמש במחשבים, המבחן הממוחשב עבר ללא קשיים מיוחדים במוסדות החרדיים. עם זאת, לתלמידים אלו לא הועבר השאלון הנוגע לנגישות ושימוש באמצעי תקשורת (ICQ), בשל העובדה שברבים מהמוסדות שבפיקוח החרדי נאסר השימוש במחשב ו/או באמצעי תקשורת, והשתתפות בשאלון הייתה מתפרשת כמתן לגיטימציה לכך. התוצאות של ישראל אודות שאלון זה לא כוללות אפוא את התלמידים החרדיים.

מוטיבציה להשתתפות במחקר

אחד המאפיינים של מבחנים רחבי היקף ומעוטי סיכון (low stake) הוא שהנבחרים בהם נוטים שלא להתאמץ, שכן אין להם כל תמריץ לביצוע מיטבי, אין להם כל סיכון בכך שלא יצליחו במבחן והם, מוריהם או בית הספר שלהם אף אינם מקבלים משוב על ביצועיהם במבחן. חוסר המוטיבציה של התלמידים בא לידי ביטוי לעתים בהיעדרות מהמבחן או בזלזול ובחוסר השקעה של מאמץ במבחן. מוטיבציה נמוכה של תלמידים ובתי ספר עלולה לפגוע בתוקף המבחן ולהטות את התוצאות כלפי מטה. מתוך חשש זה ועל 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 במחקרים שלאחר מכן ובכללם במחקר הנוכחי.

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, התגלו כלא יעילים. בישראל הוחלט למקד את מרב המאמצים בהסברה נכונה לבתי הספר, למורים ולתלמידים, ולהדגיש את חשיבות השתתפותם והשקעת מרב מאמציהם במחקר. כמו כן הועבר לבתי הספר על ידי ראמ"ה

⁵² במקרים בהם מדווחים תוצאות הבנים בממ"ד כקבוצה נפרדת, הם חושבו ללא תוצאות הבנים החרדים.

⁵³ ההיענות של מוסדות החינוך של הבנות החרדיות להשתתף במחקר הייתה 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.

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 אשר מינה איש קשר בית-ספרי שימש מתווך בין מרכז פיזה בישראל לבין בית הספר. כמו כן, במוקד ההסברה הוצב המוטיב "נבחרתי לייצג" לתלמידים והודגש הרעיון כי היבחות במבחנים אלו היא חשובה מבחינה חינוכית והיא לכשעצמה חוויה מעניינת וייחודית. נעשו מספר פעולות על ידי ראמ"ה כדלהלן:

נערך מפגש היערכות לאנשי הקשר הבית-ספריים, אליו הוזמנו גם מנהלי בתי ספר המעוניינים בכך. במפגש זה צוות ראמ"ה הציג את מחקר פיזה, את התוצרים שלו ואת חשיבות ההשתתפות בו. במפגש הוסבר הליך ההיערכות לקראת ההשתתפות במחקר מבחינה לוגיסטית, איסוף נתוני התלמידים, תיאום יום המבחן, מבנה יום המבחן וכיו"ב.

הועלה דף הסברה באתר האינטרנט של ראמ"ה ובו, בין היתר, פנייה אישית לתלמיד ולמורה, שאלות לדוגמה ומצגות הסברה.

בסיום המבחן נמסר לכל תלמיד שי צנוע - קופסת 'מַרְקֵי' עם הכיתוב "תודה" (בעברית ובערבית).

בתום איסוף הנתונים מבתי הספר נשלחו מכתבי הוקרה למנהליהם, בחתימת מנכ"לית ראמ"ה.

נוסף על פעולות הסברה אלו של מרכז פיזה בישראל בתי ספר יזמו לעתים פעולות נוספות לעידוד המוטיבציה של התלמידים הנבחרים, כגון, חלוקת חולצות עליהן הודפסו משפטי עידוד שונים, חלוקת תעודות, תליית ברכות ביום המבחן בכניסה לבית הספר, חלוקת ממתק ובקבוק שתייה בשעת המבחן, עידוד התלמידים שנדגמו על ידי חבריהם לכיתה ושיחה של המנהל עם התלמידים הנבחרים. בכל המפגשים וחומרי ההסברה שהוכנו על ידי מרכז המחקר בישראל הודגש כי אין להתכונן באורח אינטנסיבי וממוקד למבחן פיזה וכי פעולות תרגול עודף זה עלולות לפגוע בתוקף המבחן ובממצאי המחקר (ובמיוחד ביכולת להשוות באופן תקף את התוצאות לשנים קודמות). הודגש כי המטרה העיקרית של ההשתתפות של ישראל היא לקבל אינדיקציה תקפה על מצבה של מערכת החינוך הישראלית בכללותה, גם אם התמונה המצטיירת דרך מדדים אלו אינה בהכרח מחמיאה. ההכנה הראויה היחידה, כך הוסבר, היא אפוא גיוס המוטיבציה של התלמידים שיעשו כמיטב יכולתם בשעת המבחן, וחשיפתם למתכונת המבחן, לאופן העברתו ולסוגי השאלות הצפויים להיות במבחן.

פרק 4: ההישגים באוריינות מדעים

בפרק זה תובא סקירה של הישגי התלמידים באוריינות מדעים (להלן "מדעים") במחקר פיזה 2015. מדעים היה תחום ההיבחנות המרכזי במחקר 2015, ועל כן בפרק 2 בדוח מובאים במלואם פרטים על אודות הגדרת התחום ועל המסגרת המושגית, סולמות הציונים ורמות הבקיות שנקבעו בו. אוריינות מדעית מוגדרת כך: "היכולת לעסוק בנושאים הקשורים במדע ובעקרונות המדע כאזרח רפלקטיבי". בהמשך לכך, אדם בעל אוריינות מדעית יהא זה המסוגל להשתתף בדיון מושכל על מדע וטכנולוגיה, ולשם כך נדרשת ממנו היכולת להסביר תופעות באופן מדעי, להעריך ולתכנן בדיקה מדעית ולפרש מידע באופן מדעי. במסגרת מחקר פיזה נבדקו ההישגים באוריינות תוך התייחסות לשלושה סוגי ידע: ידע תוכני, ידע מתודולוגי וידע אפיסטמולוגי. השימוש במונח "אוריינות מדעית" נועד להדגיש כי המטרה של מחקר פיזה אינה רק לבדוק מה יודעים תלמידים במדעים, אלא גם מה הם יכולים לעשות באמצעות ידע זה, כלומר באיזו מידה הם יודעים כיצד ליישם ידע מדעי שרכשו במהלך כל תקופת לימודיהם במצבים אמיתיים בחיי היומיום.

החל ממחזור מחקר זה, 2015, מבחני פיזה מועברים באמצעות מחשב, אך היות שבחלק מהמדינות אי אפשר היה להעביר את המבחנים באמצעות מחשבים מסיבות שונות, ב-57 מדינות וישויות כלכליות, ובכללן כל מדינות ה-OECD, המחקר נערך באמצעות מחשבים, וב-15 מדינות וישויות כלכליות כמו גם בפורטו-ריקו (טריטוריה של ארה"ב)⁵⁴ נעשה שימוש בגרסה המודפסת שהופקה לשם כך. רק המבחן הממוחשב מכסה באופן מלא את הממדים החדשים שנוספו למסגרת המושגית של אוריינות מדעית, ואילו המבחן המודפס כולל רק פריטים שבהם נעשה שימוש במחזורים הקודמים של מחקר פיזה (כמצצית מכלל הפריטים). אף על פי כן, ההליכים של פיתוח המבחן ושל סילום תגובות התלמידים היו זהים בשתי קבוצות המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר, והציונים במבחן מדווחים על גבי סולם משותף שבו נעשה שימוש גם במחזורים קודמים, כך שניתן להשוות באופן ישיר את כל המדינות מעבר לאופנות המבחן ומעבר למחזור המבחן.

בפרק יוצגו הישגי התלמידים בישראל תוך התייחסות לרמת ההישגים ולשונות בין התלמידים. ההישגים יוצגו בהשוואה לרמת ההישגים הבין-לאומית ולהישגיהם של התלמידים במדינות אחרות שהשתתפו במחקר. נקודת ההשוואה המרכזית להישגי ישראל תהיה הממוצע של מדינות ה-OECD (להלן "ממוצע ה-OECD"). לאחר מכן יתמקד הדוח בהישגים באוכלוסיית המחקר בישראל לפי פילוחים שונים: מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי (בשני מגזרי השפה) וסוג פיקוח: ממלכתי, ממלכתי-דתי וחרדי (בבתי ספר דוברי עברית בלבד). ההישגים בתחום המדעים יפורטו ברמת הציון הכללי וגם ברמת תת-תחומים ותת-מיומנויות שנסקרו במחקר (דבר שהתאפשר במחקר 2015, כיוון שתחום המדעים עמד בו במוקד המחקר). סולמות הציונים במדעים במחקר פיזה נקבעו לראשונה במחקר פיזה בשנת 2006 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 מחזור מחקר אחד למשנהו.

אוריינות מדעים – מבט בין-לאומי

בתרשים 4 מוצגים ההישגים בציון הכולל במדעים ב-70 מהמדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר פיזה 2015, ובכללן זה ב-35 המדינות החברות בארגון ה-OECD. המדינות מוצגות בסדר

⁵⁴ בכמה מדינות נתגלו בעיות טכניות שונות. בארגנטינה עלה חשש שהדגימה אינה מייצגת את אוכלוסיית המטרה, ולכן מוצגים הנתונים שנאספו בבואנוס איירס בלבד (גם כאשר מוצגים נתונים לגבי מחזורי פיזה קודמים), במלזיה הדגימה אינה מייצגת את אוכלוסיית המטרה לאור שיעור השבה נמוך בבתי הספר שנדגמו ולכן מדינה זו אינה נכללת בדוח. לבסוף, בקזחסטן הציון במבחן חושב ללא הפריטים הפתוחים עקב חשש להטיה של הבדקים האנושיים, מכיוון שהפריטים אינם מכסים באופן מספק את הנושאים הנמדדים מדינה זו אינה נכללת בדוח. לפירוט ראו דוח ה-OECD פרק 1.

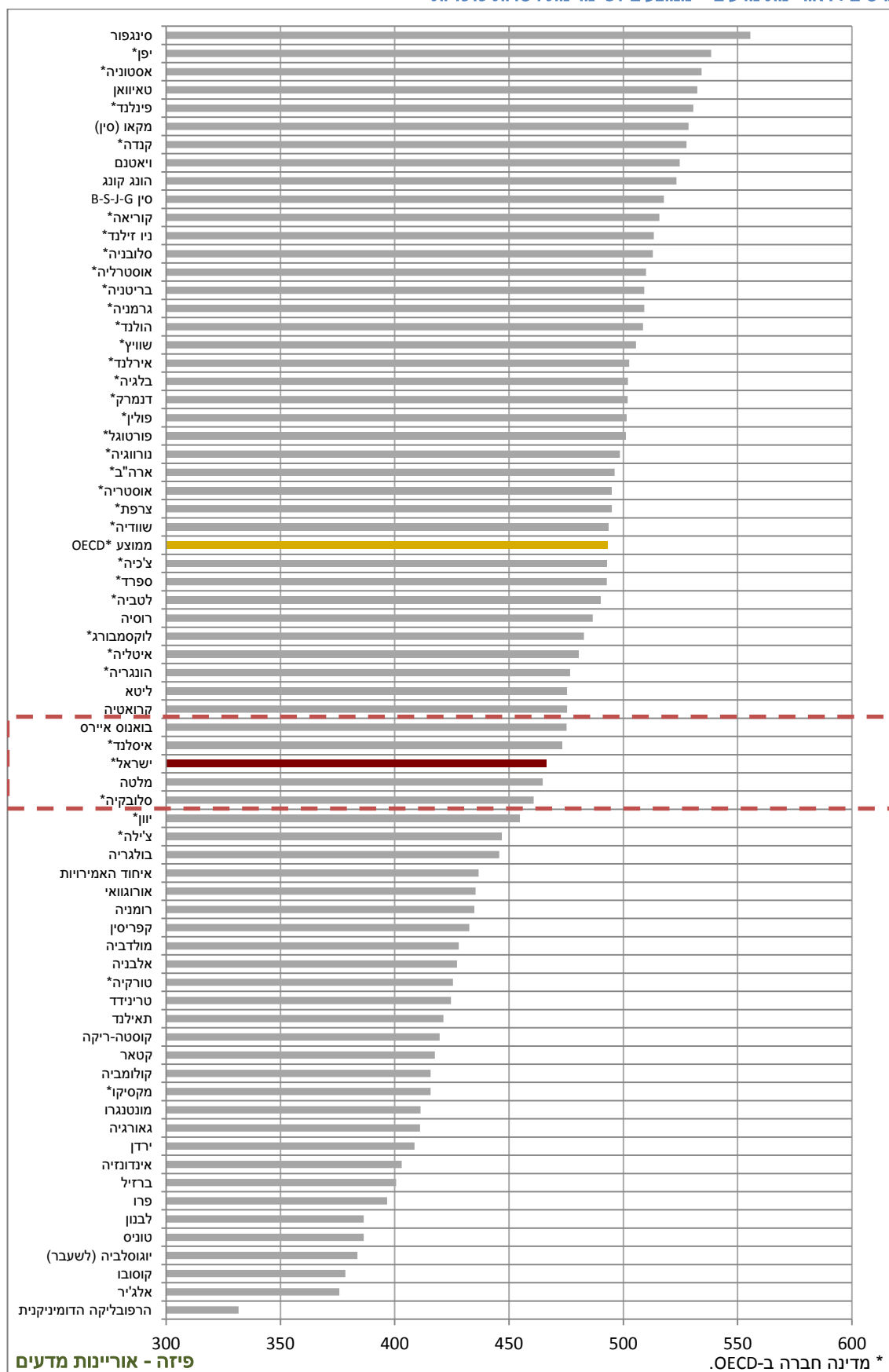
יורד לפי ממוצע הישגיהן. הציון הממוצע של ישראל במדעים, 467 נקודות, נמוך ב-26 נקודות (כרבע סטיית תקן) מממוצע ה-OECD העומד על 493 נקודות. במדרג 70 המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחזור מחקר זה, ממוקמת ישראל במקום ה-40, ומבין 35 המדינות החברות ב-OECD, מדורגת ישראל במקום ה-30. מדינות וישויות כלכליות נוספות שממוצע ההישגים שלהן במדעים אינו שונה סטטיסטית מהממוצע של ישראל הן בואנוס איירס (ארגנטינה), איסלנד, מלטה וסלובקיה. דירוגן של מדינות אלו הוא 38 עד 42, וממוצע הציונים שלהן הוא 461 עד 475 נקודות.

24 מדינות וישויות כלכליות הגיעו לממוצעים גבוהים מממוצע ה-OECD במדעים. בראש המדרג מצויות סינגפור, יפן ואסטוניה, שממוצע הציונים שלהן הוא 556, 538 ו-534 נקודות, בהתאמה. שבע מדינות הגיעו לממוצע דומה לממוצע ה-OECD: ארה"ב, אוסטרליה, צרפת, שוודיה, צ'כיה, ספרד ולטביה. ולבסוף, 39 מדינות וישויות כלכליות, ובכללן ישראל, הגיעו לממוצע הנמוך מממוצע ה-OECD. בתחתית המדרג מצויות קוסובו, אלג'יר והרפובליקה הדומיניקנית, שממוצע הציונים בהן הוא 378, 376 ו-332 נקודות, בהתאמה.

כאשר בוחנים את הממוצע במדעים בישראל לאור תיאורי רמות הבקיאות, ניתן לומר אפוא כי התלמיד הממוצע בישראל (כלומר זה שציונו הוא הציון הממוצע בישראל) מסוגל להשתמש בידע תוכן, בידע פרוצדורלי ובידע אפיסטמי כדי לספק הסברים, להעריך ולתכנן חקר מדעי, ולפרש נתונים בסיטואציות מסוימות מן החיים האמיתיים, המציבות בעיקר דרישות קוגניטיביות ברמה נמוכה אך לא למעלה מכך. כמו כן, התלמיד הממוצע בישראל מסוגל לפתח טיעונים חלקיים כדי לזהות את יתרונותיהם ואת חסרונותיהם היחסיים של הסברים, של פירושים לנתונים ושל הצעות למערכי ניסוי, להטיל ספק בחלקם ולבכר חלופות אחרות על פניהם בהתחשב בהקשרים אישיים, מקומיים וגלובליים מסוימים.

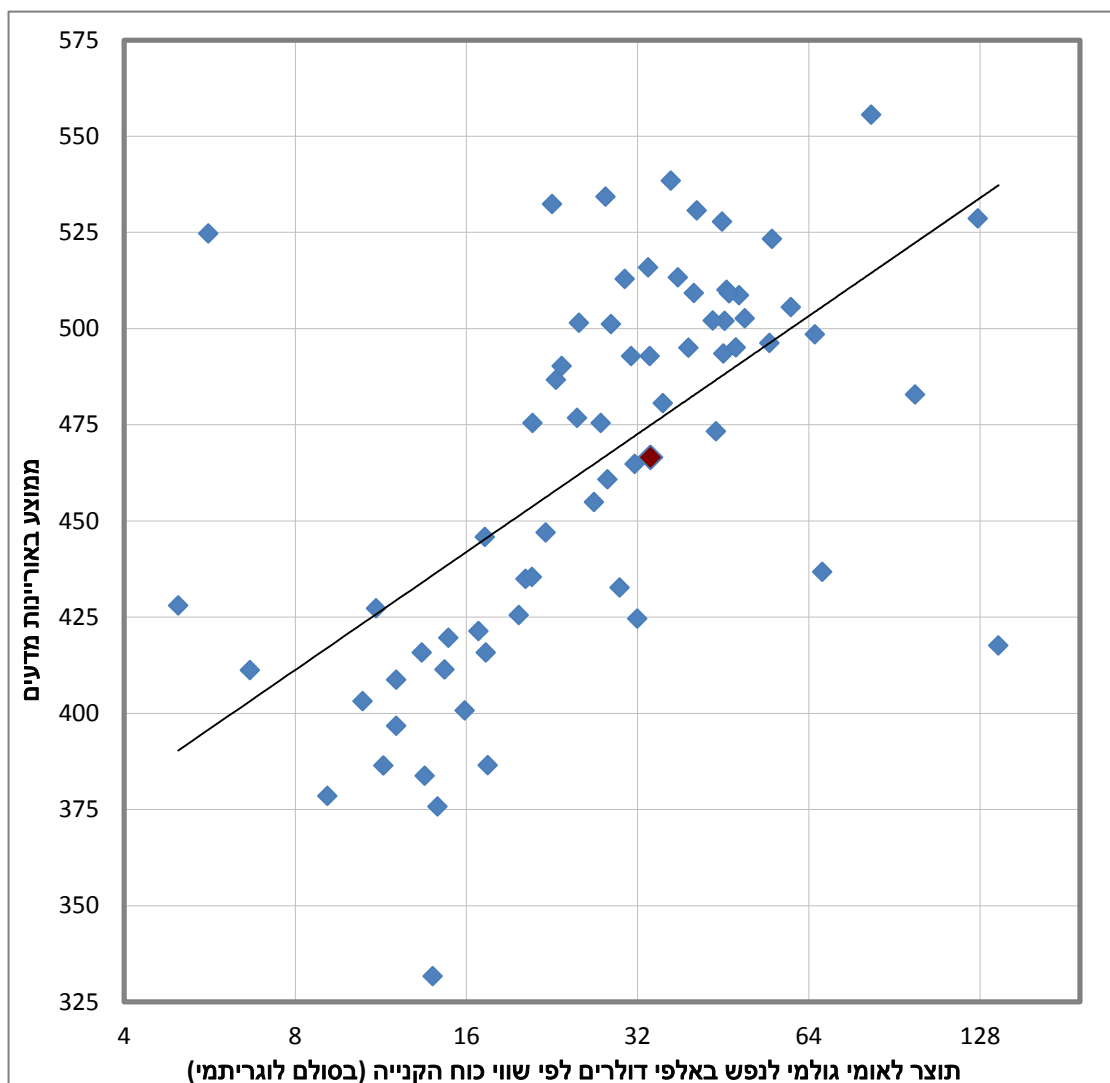
בין כלל המדינות המשתתפות ואף בין מדינות ה-OECD ישנה שונות גדולה בהישגים במדעים. מבין מדינות ה-OECD, הפער בין המדינה עם הציון הממוצע הגבוה ביותר (יפן) לבין המדינה עם הציון הממוצע הנמוך ביותר (מקסיקו) הוא 123 נקודות (כסטיית תקן ורבע). כלומר בעוד הממוצע של יפן (538 נקודות) גבוה כמעט בחצי סטיית תקן מממוצע ה-OECD, הממוצע של מקסיקו (416 נקודות), נמוך מממוצע ה-OECD ביותר משלושת רבעי סטיית תקן. הפער בין כלל המדינות המשתתפות גדול אף יותר: פער של 224 נקודות מבדיל בין סינגפור (556 נקודות), המצויה בראש מדרג המדינות, ובין הרפובליקה הדומיניקנית (332 נקודות), המצויה בתחתית המדרג.

תרשים 4: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי מדינות וישויות כלכליות



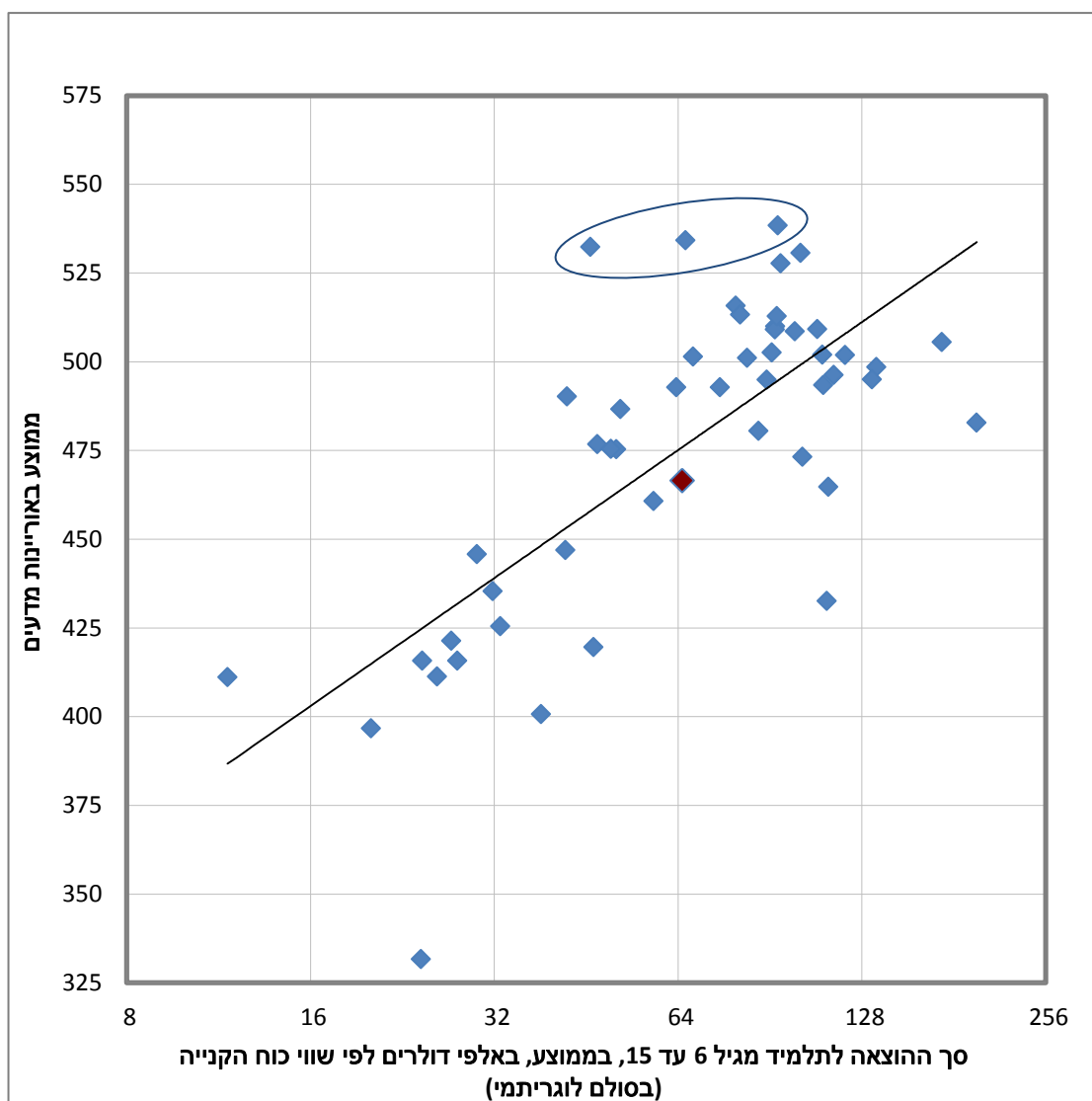
ההבדלים בין הממוצעים במדינות השונות יכולים לנבוע ממאפיינים שונים של מדינות אלה כמו גם להשפיע על מאפיינים אלה, כך שלעתים קשה לדעת מה הסיבה ומה המסובב ביחסי הגומלין שבין משתנים שונים לבין ההישגים הלימודיים. אחד המאפיינים הרלוונטיים במיוחד להישגים הלימודיים הוא השגשוג הכלכלי של המדינה. בתרשים 5 מוצגים ממוצעי ההישגים במדעים לפי התוצר הלאומי הגולמי לנפש (מתוקן לפי שווי כוח הקנייה – PPP), במדינות ובישויות הכלכליות המשתתפות במחקר, וכן קו הניבוי בין משתנים אלה. נראה כי ישנו קשר חיובי ברור, אם כי לא ניתן להגיע מתוכו למסקנות על קשרים סיבתיים בין השגשוג הכלכלי במדינה לבין ממוצע ההישגים במדעים. קשר זה מסביר 36% משונות ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות והישויות הכלכליות ו-23% מהשונות בקרב מדינות ה-OECD. ישראל (המודגשת באדום) קרובה מאוד לקו הניבוי, התל"ג הממוצע בישראל הוא \$34,000, והממוצע במדעים הוא 467. כלומר, הממוצע של ישראל במדעים קרוב מאוד לממוצע הצפוי לפי רמת השגשוג הכלכלי שלה.

תרשים 5: אוריינות מדעים – ממוצעי המדינות והישויות הכלכליות לפי תוצר לאומי גולמי לנפש



בתרשים 6 מופיעים ממוצעי כל המדינות באוריינות מדעים לפי מדד הוצאה על חינוך (סך ההוצאה לתלמיד מגיל 6 עד 15, בממוצע) בכל אחת מהן. אף שהשגשוג הכלכלי, כפי שהוא בא לידי ביטוי בתוצר הלאומי הגולמי לנפש בכל אחת מהמדינות, מצביע על המשאבים הזמינים להשקעה בחינוך, הוא אינו מלמד על המשאבים שהושקעו בחינוך בפועל. מדידת ההוצאה על חינוך מבטאת באופן

מדויק יותר את ההשקעה בחינוך בכל אחת מהמדינות. מהתרשים עולה כי למדד ההוצאה על חינוך קשר חיובי חזק יותר עם ההישגים הלימודיים בהשוואה לקשר בין השגשוג הכלכלי לבין ההישגים הלימודיים. ככלל, ככל שההוצאה הממוצעת (לתלמיד) על חינוך גבוהה יותר, כך ההישגים של התלמידים גבוהים יותר. מדד ההוצאה על חינוך מסביר 54% מהשונות בציון במדעים של כלל המדינות ו-38% מהשונות בציון במדעים בקרב מדינות ה-OECD. עוד נראה כי במדינות שבהן ההוצאה היא בינונית ולמעלה מכך, קיימת שונות גדולה יותר בציון במדעים. ממצא זה יכול להעיד על כך שהוצאה על חינוך, אף שהיא מהווה אמנם תנאי מקדים להישגים גבוהים, כשלעצמה אינה מספקת ודרושים תנאים נוספים על מנת להגיע להישגים הגבוהים ביותר. דוגמאות בולטות לכך ניתן לראות בשלוש המדינות עם ההישגים הגבוהים ביותר (מוקפות בקו בתרשים), שבהן ההוצאה הממוצעת על חינוך אינה מהגבוהות ביותר – ביפן שממוצע ההישגים בה עמד על 538 נקודות, ההוצאה על חינוך היא 93 אלפי דולרים, באסטוניה שממוצע ההישגים בה עמד על 534 נקודות, ההוצאה היא 66 אלפי דולרים ובטאיוואן שממוצע ההישגים בה עמד על 532 נקודות, ההוצאה – 46 אלפי דולרים בלבד. לשם השוואה, בישראל (מודגשת באדום), שבה ההוצאה הממוצעת על חינוך לתלמיד עומדת על 65 אלפי דולרים (דומה לאסטוניה ופי 1.4 לערך מאשר בטאיוואן), הממוצע במדעים עמד על 467 נקודות. עם זאת, גם במקרה זה, ההישגים בישראל קרובים להישגים הצפויים על פי רמת ההוצאה על חינוך.



נוסף על הציון הממוצע בכל מדינה, מוצגים ההישגים על פי התפלגות התלמידים ברמות הבקיאיות השונות. רמות הבקיאיות נקבעו על ידי פיזה והן מחלקות את סולם הציונים הרציף לשבע רמות (נוסף על כך יש תלמידים הנמצאים מתחת לרמת הבקיאיות הנמוכה ביותר, כך שבפועל ניתן להתייחס ל-8 קבוצות של תלמידים). כל רמת בקיאיות מייצגת שינוי איכותי ברמת אוריינות המדעים. בפרק 2 מובא תיאור המסביר מה מאפיין תלמידים בטווח זה של ציונים, ומה הם בדרך כלל יודעים ומצליחים לעשות ולפתור. בטבלה 13 מוצגות נקודות החתך של רמות הבקיאיות השונות. הציון הממוצע בכל מדינה נמצא בהלימה עם התפלגות ציוני התלמידים ברמות בקיאיות אלו: שכיחות גבוהה של תלמידים ברמות הבקיאיות הגבוהות ו/או שכיחות נמוכה של תלמידים ברמות הבקיאיות הנמוכות יהיו בדרך כלל במדינות בעלות ממוצע הישגים גבוה, ולהפך. השוואת מדינות על פי שיעור התלמידים בכל אחת מרמות בקיאיות אלה נותנת תמונה מורכבת ומלאה יותר על אודות הפערים הקיימים בין תלמידים במערכות החינוך השונות.

טבלה 13: אוריינות מדעים – נקודות החתך (לאחר עיגול) של רמות הבקיות השונות

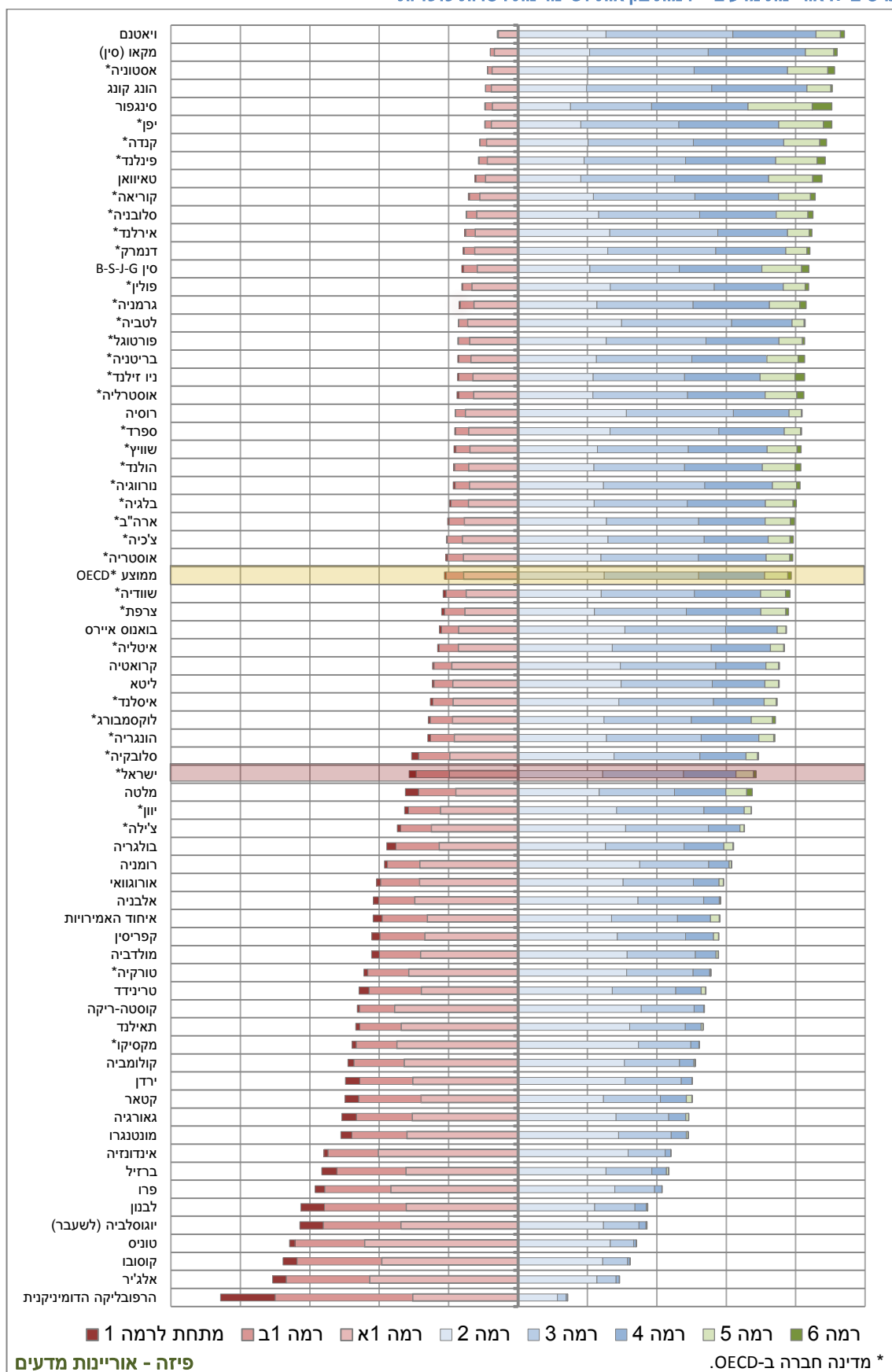
רמת הבקיות	גבול ציון תחתון	גבול ציון עליון
רמה 6	708	-
רמה 5	633	707
רמה 4	559	632
רמה 3	484	558
רמה 2	410	483
רמה 1א	335	409
רמה 1ב	261	334
מתחת לרמה 1	-	260

שיעור התלמידים ברמת בקיות 2 ומעלה חשוב במיוחד מאחר שרמה 2 מוגדרת על ידי מארגני פיזה כרמת בסיס של בקיות, המצופה מכל הבוגרים של מערכת החינוך על מנת שיוכלו ליהנות מהזדמנויות לימודיות ועל מנת שיוכלו להשתתף בעתיד באופן מלא בחיים החברתיים, הכלכליים והאזרחיים בחברות מודרניות בעולם הגלובלי. באוריינות מדעים ההבדל בין בקיות מתחת לרמה 2 ובין בקיות ברמה 2 ומעלה מתמצה בהבדל בין היכולת ליישם ידע מוגבל בלבד, וגם זאת בסביבות מוכרות בלבד, ובין יכולת בסיסית של חשיבה עצמאית והבנה של מאפיינים בסיסיים של מדע, אשר בתורן מאפשרות לתלמידים לקחת חלק בנושאים הקשורים למדע כאזרחים מעורבים. לכן ההבחנה העיקרית שתיעשה בהמשך דוח זה תהיה בין שיעור התלמידים ברמת בקיות 2 ומעלה ובין שיעורם של שאר התלמידים, שרמתם בקיותם היא מתחת לרמה 2 (להלן "המתקשים"). שיעור המתקשים מצביע בהכרח על שיעורם של אלו שרמת בקיותם גבוהה יותר, ולהפך.

בתרשים 7 מוצגת התפלגות ההישגים באוריינות מדעים לפי רמות הבקיות – בישראל, במדינות והישויות הכלכליות המשתתפות ובממוצע ה-OECD. המדינות מסודרות בסדר יורד לפי שיעור התלמידים ברמות 2 ומעלה. הציר האנכי בתרשים מוצב כך שמשמאלו מוצג שיעור התלמידים שמתחת לרמת בקיות 2, ומימינו שיעור התלמידים שברמה 2 ולמעלה מזה. תחילה נתייחס לשיעור התלמידים בשתי רמות הבקיות הגבוהות ביותר (להלן "המצטיינים") ולאחר מכן לתלמידים מתחת לרמה 2 ("המתקשים").

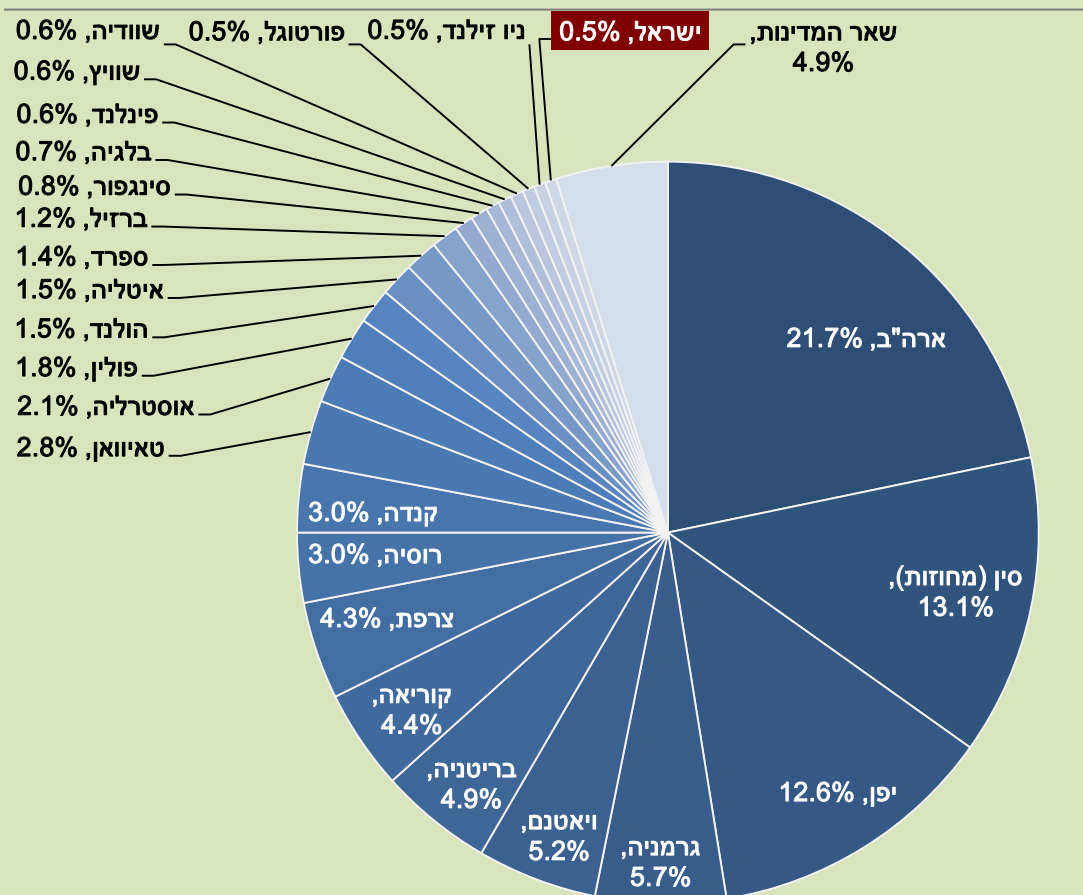
מהתרשים עולה כי 6% מן התלמידים בישראל מוגדרים כמצטיינים (נמצאים ברמות הבקיות הגבוהות ביותר – רמות 5 ו-6). שיעור המצטיינים בישראל קטן מהשיעור בממוצע ה-OECD (8%) ודומה לזה שבצ'כיה והונגריה (7% ו-5% בהתאמה), אף שבשתיהן ממוצע הציונים היה גבוה מזה שבישראל. ב-14 מדינות וישויות כלכליות שיעור התלמידים גדול מ-10%, וב-20 מדינות וישויות כלכליות אחרות שיעור זה קטן מאחוז אחד. בישראל שיעור התלמידים המתקשים גדול ביחס לממוצע ה-OECD (31% בישראל לעומת 21% בממוצע ה-OECD). שיעור זה גדול מהשיעור שנמצא בכשני שלישים מהמדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר.

תרשים 7: אוריינות מדעים – רמות בקיאות לפי מדינות וישויות כלכליות



שיעור המצטיינים הגלובלי

בישראל, שיעור המצטיינים גבוה באופן יחסי מהצפוי. עובדה זו באה לידי ביטוי גם באופן שבו המצטיינים "נחלקים" בין המדינות המשתתפות בפיה. בתרשים מובא הפלח היחסי של כל אחת מהמדינות, על פי השיעור היחסי של המצטיינים בהן. שיעור זה קשור כמובן הן בשיעור המצטיינים בכל אחת מהמדינות והן בגודל האוכלוסייה שלהן. בתרשים אפשר לראות כי התלמידים המצטיינים הישראליים מהווים 0.5% מכלל המצטיינים במחקר פיה במדינות המשתתפות. זאת, אף על פי שבאופן יחסי אוכלוסיית פיה בישראל מייצגת רק 0.4% מכלל אוכלוסיית המטרה של מחקר פיה. עוד עולה מן התרשים כי מבין כלל המצטיינים יותר ממחצית הם מארבע מדינות בלבד: ארה"ב (22%), סין (13%), יפן (13%) וגרמניה (6%). עשר מדינות וישויות כלכליות אחראיות ליותר מ-75% ממאגר המצטיינים הגלובלי. 35 מדינות ה-OECD מייצגות 72% מהמאגר הגלובלי של מצטיינים, ו-28 המדינות מהאיחוד האירופאי מייצגות 26% ממאגר זה. ארה"ב היא מדינה שבה שיעור המצטיינים עומד על 8.5%. עם זאת, כחמישית מכלל המצטיינים הגלובליים הם מארה"ב. מאחר שארה"ב היא מדינה בעלת אוכלוסייה גדולה, המהווה 13.2% מאוכלוסיית המטרה של מחקר פיה, אך הייצוג שלה בשיעור המצטיינים הגלובלי גדול בהרבה משיעור האוכלוסייה שלה. מנגד, סינגפור אשר בה שיעור המצטיינים הוא הגדול ביותר (24.2%) מיוצגת על ידי פחות מאחוז אחד מכלל המצטיינים הגלובליים. זאת כמובן מאחר שגודל האוכלוסייה שלה קטן יחסית.



בתרשים 8 מוצג גודלו של מדד פיזור ההישגים במדעים בקרב המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות במחקר פיזה 2015. מדד הפיזור המשמש בדוחות פיזה הוא הפער שבין הציון המייצג את האחוזון החמישי (הציון ש-5% מן התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה מצויים מתחתיו), לבין הציון המייצג את האחוזון ה-95 (הציון ש-5% מן התלמידים החזקים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). המדינות והישויות הכלכליות בתרשים מוצגות בסדר יורד על פי גודלו של מדד פיזור זה. מהתרשים עולה כי למעט מלטה (384 נקודות), פיזור הציונים בישראל הוא הגדול ביותר בקרב המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות (346 נקודות), וממילא הגדול ביותר בקרב מדינות ה-OECD. מדד הפיזור הממוצע במדינות ה-OECD הוא 309 נקודות. הממצא בדבר השונות הגדולה של הציונים בישראל חוזר בעקביות במחזורי המחקר של פיזה⁵⁵ ובמחקרים בין-לאומיים אחרים,⁵⁶ וזאת חרף העובדה שלאורך השנים ישראל הציבה בראש מעייניה את היעד של צמצום הפערים בחינוך.

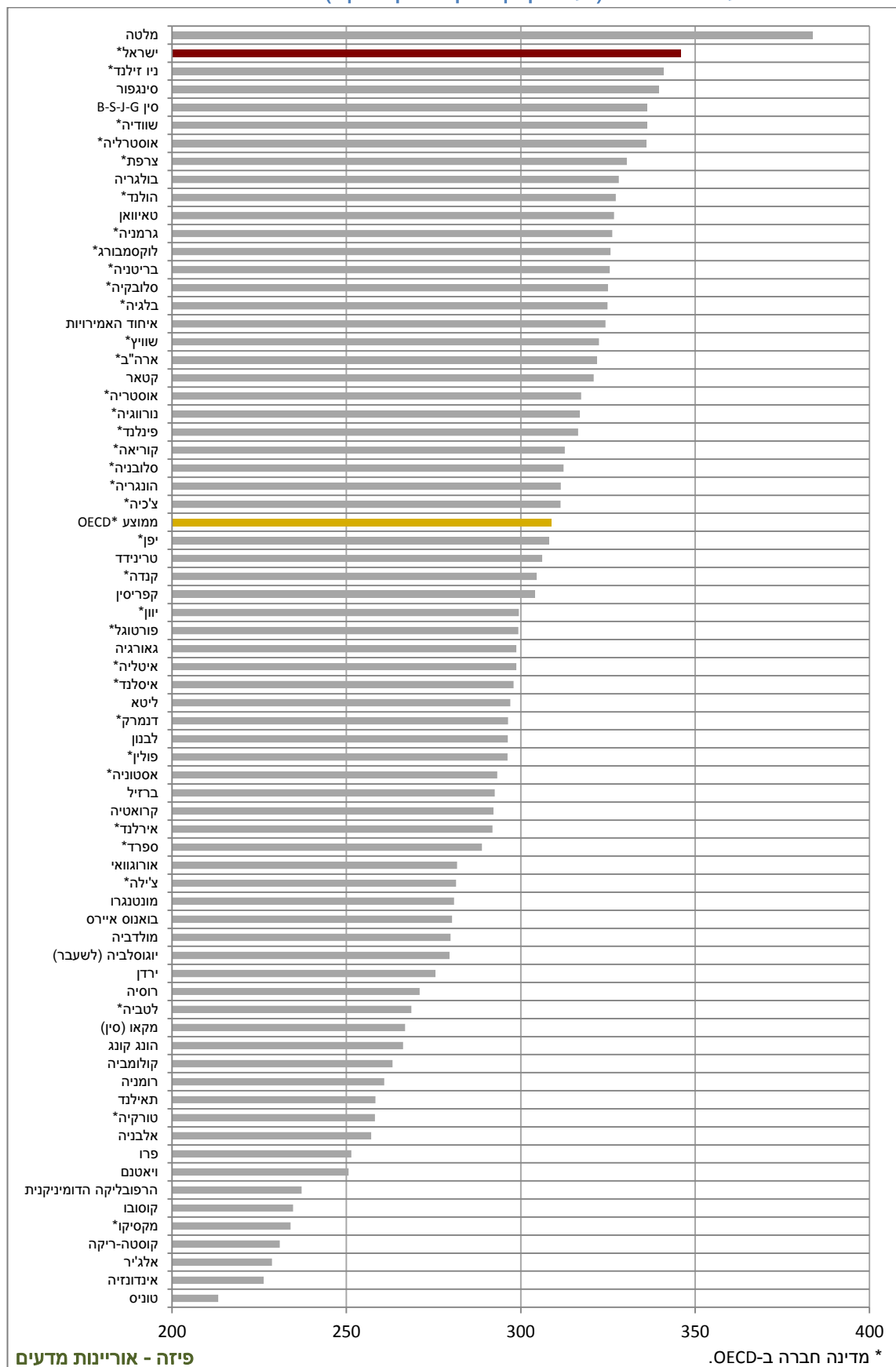
⁵⁵ ראמ"ה (2013), דוח פיזה 2012: אוריינות תלמידים בני 15 בקריאה, מתמטיקה ומדעים.

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiyim/PISA+2012.htm>

⁵⁶ ראמ"ה 2016, דוח טימס 2015: מחקר ביו-לאומי להערכת הידע והמיומנויות של תלמידי כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים.

http://cms.education.gov.il/educationcms/units/rama/mivchanimbenleumiyim/timss_2015.htm

תרשים 8: אוריינות מדעים – מדד הפיזור (פער בציון בין אחוזון 95 לבין אחוזון 5) לפי מדינות וישויות כלכליות



אוריינות מדעים – מבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל במדעים במחקר פיזה 2015 במבט פנים-ישראלי. הממצאים יוצגו לפי הפילוחים האלה: מגזר שפה, מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי וסוג פיקוח. כמו כן יוצגו הממצאים לגבי תחומים אלה: תחומי תוכן (מערכות פיזיקליות, מערכות חיים, ומערכות כדור הארץ והחלל), מיומנויות (להסביר תופעות מדעיות, לפרש נתונים וראיות באופן מדעי ולהעריך ולתכנן חקר מדעי), וסוגי ידע (ידע תוכן וידע פרוצדורלי-אפיסטמולוגי).

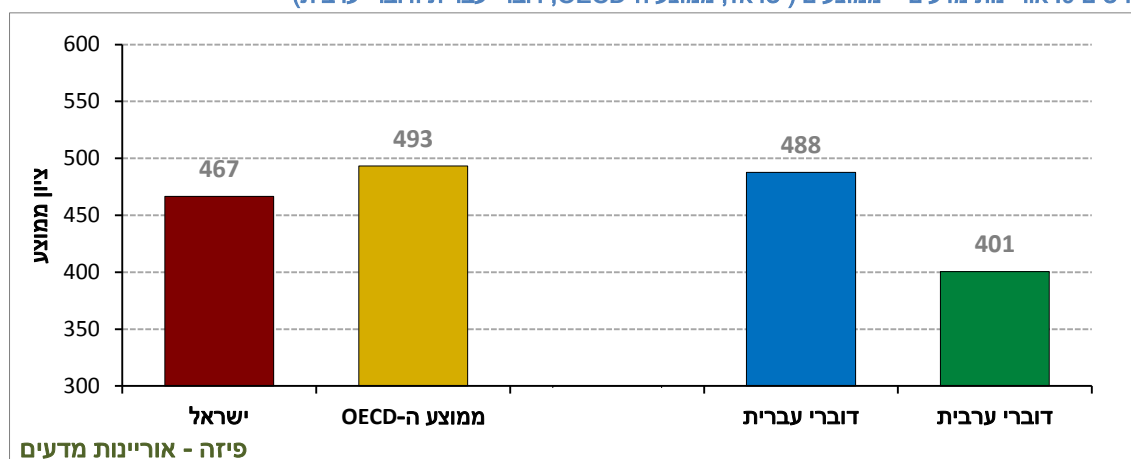
אוריינות מדעים – מגזרי שפה

בתרשים 9 מוצגים ממוצעי ההישגים במדעים בישראל בפילוח לפי מגזר שפה (בבתי ספר דוברי עברית⁵⁷ ובבתי ספר דוברי ערבית⁵⁸). מהתרשים עולה כי הממוצע של תלמידים בבתי ספר דוברי עברית הוא 488 נקודות, והממוצע של תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית הוא 401 נקודות - פער של 87 נקודות (קרוב לסטיית תקן שלמה).

כאשר בוחנים את הממוצעים בשני מגזרי השפה לאור תיאור רמות הבקאות, נראה כי בעוד התלמיד הממוצע בישראל מסוגל להתמודד רק עם בעיות המציבות דרישות קוגניטיביות נמוכות, התלמיד הממוצע בקרב דוברי העברית מסוגל להתמודד גם עם בעיות המציבות דרישות קוגניטיביות בינוניות, אך לא למעלה מכך. התלמיד הממוצע בקרב דוברי הערבית מסוגל להשתמש במעט ידע תוכן, ידע פרוצדורלי וידע אפיסטמי כדי לספק הסברים, להעריך ולתכנן חקר מדעי, ולפרש נתונים בסיטואציות מועטות מן החיים האמיתיים המציבות דרישות קוגניטיביות ברמה נמוכה בלבד. ביכולתו להשתמש במעט מקורות פשוטים של נתונים, במספר קטן של הקשרים ולתאר מעט קשרים סיבתיים פשוטים ביותר.

לו היו בודקים היכן ממוקמים תלמידים מכל מגזר שפה במדרג המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות לפי הישגיהן, אזי הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית היו ממוקמים קרוב לממוצע ה-OECD, ואילו התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית היו ממוקמים קרוב לתלמידים במדינות שבתחתית המדרג.

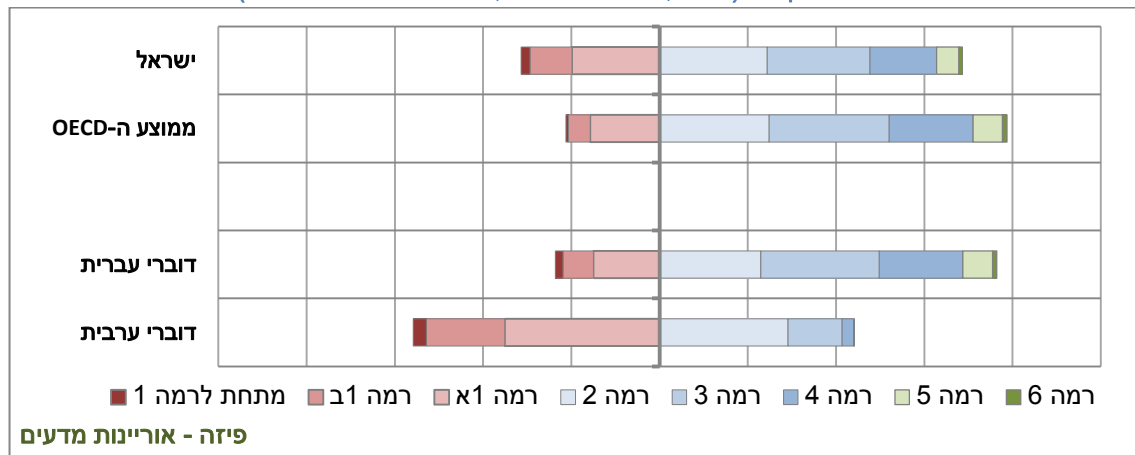
תרשים 9: אוריינות מדעים – ממוצעים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



⁵⁷ אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, ובהם תלמידים (בעיקר בנות) במוסדות החינוך שבפיקוח החרדי ותלמידים (בנים ובנות) במוסדות החינוך שבפיקוח משרד הרווחה (לשעבר הכלכלה).
⁵⁸ אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, ובהם תלמידים (בנים ובנות) במוסדות שבפיקוח משרד הרווחה (לשעבר הכלכלה).

בתרשים 10 מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות הבקיות בשני מגזרי השפה ובהשוואה לכלל האוכלוסייה בישראל ולממוצע ה-OECD. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי ערבית שיעור המתקשים הוא 56%, לעומת 24% בלבד בבתי ספר דוברי עברית (לשם השוואה, שכיחות המתקשים בממוצע ה-OECD היא 21%). בהתאמה לנתון זה נמצא כי שיעור המצטיינים (תלמידים ברמות הבקיות 5 ו-6) הוא 8% בבתי ספר דוברי עברית (זהה לזה שבממוצע ה-OECD) וקרוב לאפס בבתי ספר דוברי ערבית.

תרשים 10: אוריינות מדעים – רמות בקיות (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



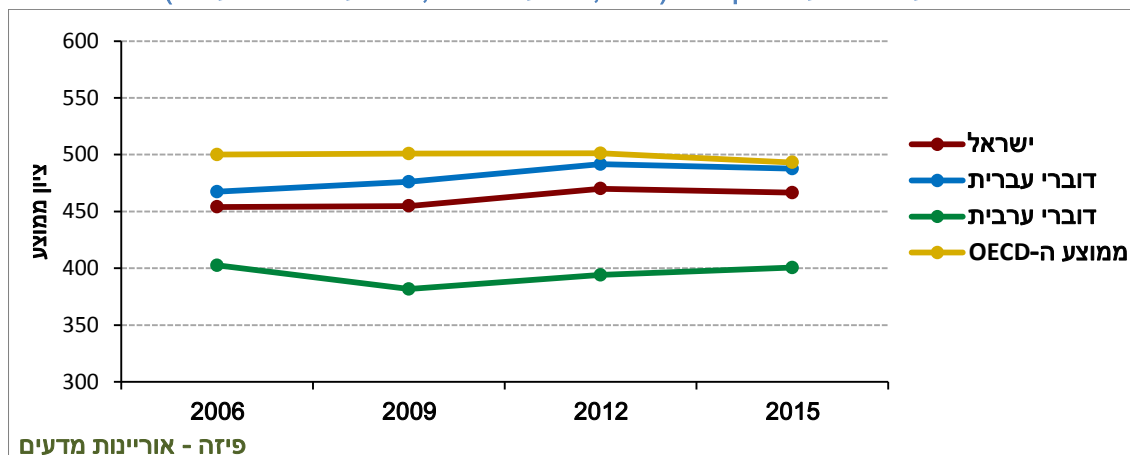
אוריינות מדעים – מגמות לאורך שנים

בחלק זה יוצגו השוואות לאורך שנים של הישגי ישראל באוריינות מדעים במחקרי פיזה. נקודת הבסיס למעקב אחר מגמות השינוי בציון במדעים היא מחזור פיזה שבו מדעים היה לראשונה תחום המחקר העיקרי, קרי פיזה 2006.

בתרשים 11 (ובטבלה 14) מוצגים הציונים הממוצעים במדעים במחקרי פיזה בין השנים 2006 ל-2015.⁵⁹ בישראל חל שיפור של 13 נקודות על פני העשור (בקירוב) המוצג בתרשים – מ-454 נקודות ב-2006 ל-467 נקודות ב-2015. עוד נראה כי עיקר העלייה התרחשה בין מחזורי פיזה 2009 ל-2012, אז השתפרו ההישגים ב-15 נקודות. מגמת עלייה זו לא נמשכה במחזור המחקר הנוכחי. אשר לשינויים לאורך השנים בשני מגזרי השפה, בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית חלה עלייה של 21 נקודות בין 2006 ל-2015, ובקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית לא חל שינוי ברמת ההישגים בין שני מחזורי מחקר אלו.

⁵⁹ בדוח זה מוצגים נתוני העבר של ה-OECD כפי שהופיע בפרסום המקורי. לעומת זאת, בדוח הבין-לאומי ממוצע ה-OECD של מחזורי פיזה קודמים וכן סטטיסטיים שונים חושבו מחדש, כך שבקבוצת מדינות ה-OECD נכללו גם מדינות אשר במועד מחזור מחקר נתון עדיין לא השתייכו ל-OECD. מדינות אלה, וביניהן ישראל, הצטרפו ל-OECD במהלך השנים. בשל כך, ייתכנו פערים קטנים בין הנתונים המוצגים בדוח זה ובין הנתונים המוצגים בדוחות של ה-OECD.

תרשים 11: אוריינות מדעים – ממוצעים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



כאשר בוחנים את שיעוריהם של המצטיינים והמתקשים (טבלה 14), לא נראים שינויים גדולים לאורך השנים. שיעורי התלמידים המצטיינים בכלל ישראל עלה במעט (מ-5% ב-2006 ל-6% ב-2015), וזאת בעקבות עלייה בשיעור המצטיינים בקרב תלמידים דוברי עברית (מ-6% ב-2006 ל-8% ב-2015). שיעורי התלמידים המתקשים ירד בכלל ישראל (מ-36% ב-2006 ל-31% ב-2015), ירידה אשר ניתן לייחס את כולה לירידה בשיעור המתקשים בקרב דוברי העברית (מ-32% ב-2006 ל-24% ב-2015). בקרב דוברי הערבית ניכרת יציבות – לא נרשמה ירידה בשיעור המתקשים ולא נרשמה עלייה בשיעור המצטיינים. עוד עולה כי גם בכלל ישראל וגם בקרב דוברי העברית ודוברי הערבית בנפרד לא נרשם שינוי מובהק בממוצעים או בשיעורי המתקשים והמצטיינים בהשוואה לממצאי פיצה 2012.

טבלה 14: אוריינות מדעים – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)

2015	2012	2009	2006		
467	470	455	454	ממוצע	ישראל
6%	6%	4%	5%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
31%	29%	33%	36%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
493	501	501	500	ממוצע	ממוצע ה-OECD
8%	8%	9%	9%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
21%	18%	18%	19%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
488	492	476	467	ממוצע	דוברי עברית
8%	7%	5%	6%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
24%	21%	25%	32%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
401	394	382	403	ממוצע	דוברי ערבית
0%	0%	0%	1%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
56%	57%	62%	54%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	

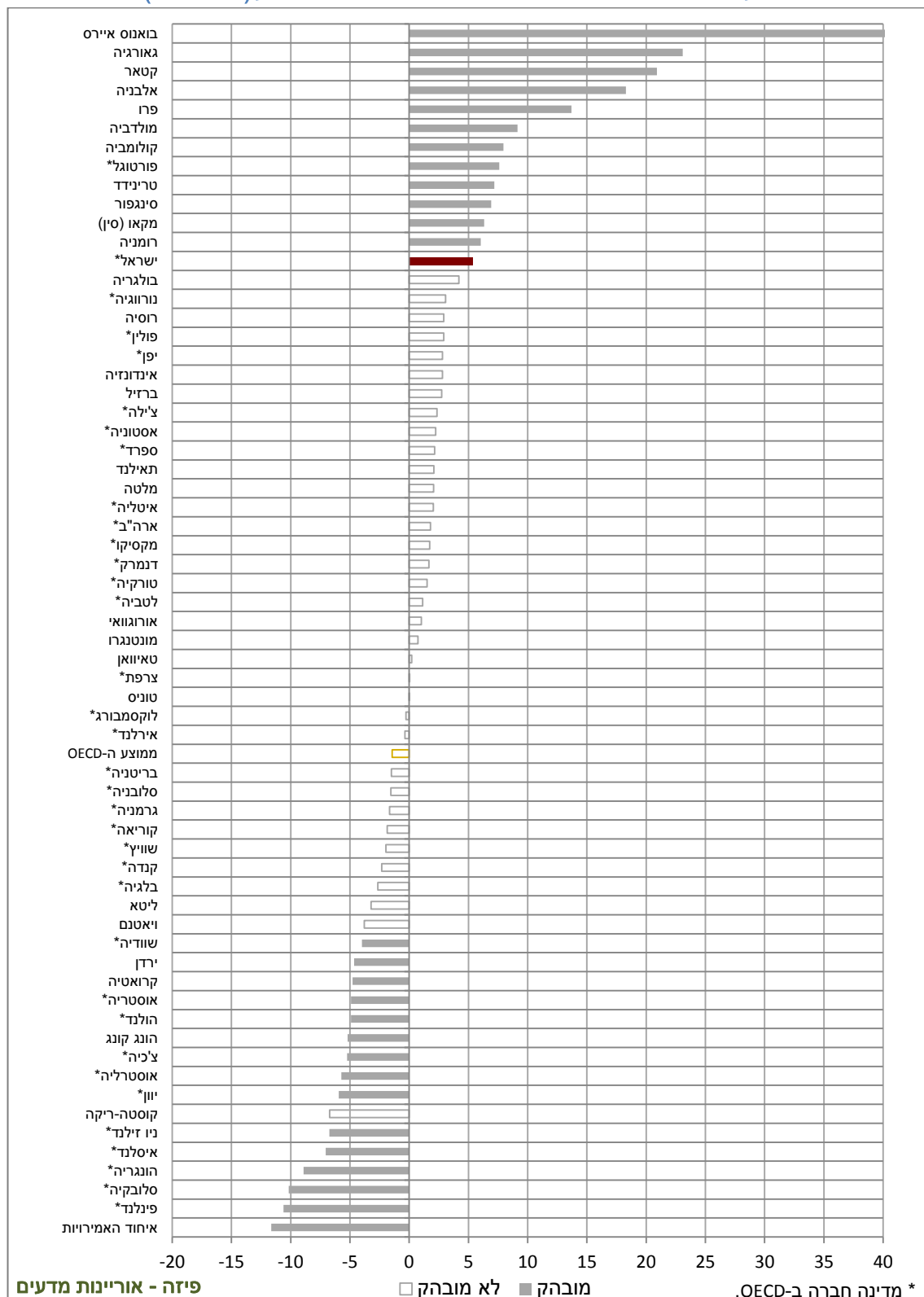
בדוח הבין-לאומי מוצגות השוואות רב-שנתיות אשר גם בהן שנת הבסיס היא 2006. על מנת להבין טוב יותר את מגמות השינוי בכל מדינה ועל מנת שניתן יהיה לכלול כמה שיותר מדינות בבדיקה זו, מתמקד הדוח הבין-לאומי בשינוי הממוצע בכל שלוש שנים (average three-year trend) בכל אחת מהמדינות (כך, למשל, ניתן לכלול בדוח הבין-לאומי גם מדינות שלא השתתפו במחזור פיצה

2006). השיטות העומדות בבסיס השוואה מסוג זה הן מורכבות, ועל כל אחד מהמחזורים לעמוד בכמה תנאים מקדימים על מנת שניתן יהיה לכלול אותם בהשוואה הזאת (להסבר מפורט על שיטת החישוב ראו בדוח פיזה של ה-OECD).⁶⁰

בתרשים 12 מוצגות המגמות הרב-שנתיות (במונחים של שיפור תלת-שנתי ממוצע) לגבי מדינות וישויות כלכליות עם נתונים ממחזורי פיזה הרלוונטיים. בישראל, המגמה התלת-שנתית מעידה על שיפור מובהק של 5.4 נקודות בכל שלוש שנים בממוצע. באופן כללי ציוני המדינות לאורך השנים שבין 2006 ל-2015 נותרו יציבים. מבין 64 המדינות שיש לגביהן מספיק נתונים, כמחצית (35 מדינות) לא הראו שינוי מובהק מהבחינה הסטטיסטית בציון הממוצע במדעים, 13 מדינות הראו שיפור ו-15 מדינות הראו ירידה בציונים. המדינות והישויות הכלכליות שבהן נראה השיפור החד ביותר, שיפור של יותר מ-20 נקודות בכל שלוש שנים בממוצע, הן בואנוס איירס (ארגנטינה), גאורגיה וקטאר. מבין מדינות ה-OECD המדינות שבהן נראה שיפור היו פורטוגל (יותר משבע נקודות בכל שלוש שנים בממוצע) וישראל (כאמור, למעלה מחמש נקודות בכל שלוש שנים בממוצע). לעומת זאת, באיחוד האמירויות, בפינלנד ובסלובקיה ציוני התלמידים ירדו ביותר מ-10 נקודות בכל שלוש שנים בממוצע.

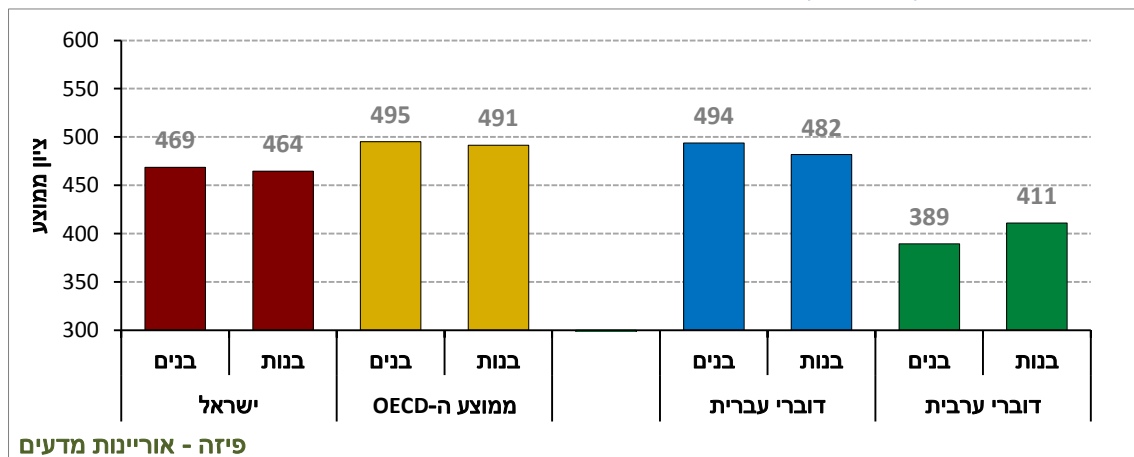
⁶⁰ יש לציין כי השיפור על פני שלוש שנים לא חושב כממוצע פשוט של השינוי בין המחזור הראשון והאחרון, אלא באמצעות מודל רגרסיה לינארית, המביא בחשבון את כל נקודות המדידה יחד.

תרשים 12: אוריינות מדעים – מגמות שינוי רב-שנתיות במונחים של שינוי תלת-שנתי ממוצע (2015-2006)



בתרשים 13 מוצגים ההישגים במדעים בפילוח לפי מגדר. מהתרשים עולה כי בכלל האוכלוסייה בישראל אין פער מובהק בין ממוצע הבנים וממוצע הבנות. בממוצע ה-OECD נראה כי ציוני הבנים גבוהים בממוצע ב-4 נקודות מציוני הבנות (495 לעומת 491 נקודות בהתאמה), פער זה אמנם מובהק סטטיסטית אך קטן במונחים מספריים. כאשר בוחנים את הפערים המגדריים בכל אחד ממגזרי השפה בנפרד עולה כי בקרב תלמידים מבתי ספר דוברי עברית ממוצע הבנים גבוה במעט מממוצע הבנות (פער של 12 נקודות שאינו מובהק סטטיסטית), ואילו בקרב תלמידים מבתי ספר דוברי ערבית ממוצע הבנים נמוך ב-22 נקודות מממוצע הבנות (389 ו-411 נקודות בהתאמה). יש לציין כי גודל הפער לטובת הבנות במדעים, כפי שנרשם בקרב דוברי הערבית בישראל, מאפיין רק מספר קטן של מדינות המשתתפות במחקר פיזה, בעיקר מדינות ערביות שבהן הפער לטובת הבנות הוא הגדול ביותר⁶¹ (המדינות שבהן נמצא הפער הגדול ביותר לטובת הבנות היו קטאר, איחוד האמירויות וירדן, עם פערים של 23, 26 ו-39 נקודות, בהתאמה).

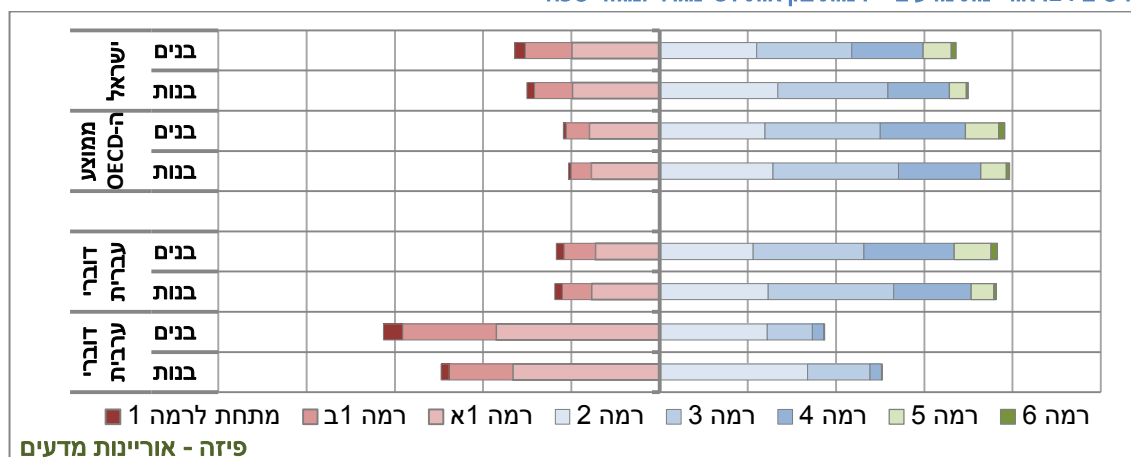
תרשים 13: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי מגדר ומגדר שפה



בתרשים 14 מוצגות התפלגויות רמות הבקאות במדעים לפי מגדר. מהתרשים עולה כי בכלל האוכלוסייה בישראל שיעור המצטיינים גדול יותר בקרב הבנים (7%) מאשר בקרב הבנות (4%). לצד זאת גם שיעור המתקשים גדול במעט בקרב הבנים (33%) מאשר בקרב הבנות (30%), אם כי פער זה אינו מובהק סטטיסטית. בממוצע ה-OECD עולה תמונה דומה – שיעור המצטיינים מעט גדול יותר בקרב הבנים (9%) מאשר בקרב הבנות (7%), ושיעור המתקשים אינו שונה בקרב הבנים והבנות (22% ו-21% בהתאמה). כאשר בוחנים פערים אלה בקרב תלמידים משני מגזרי השפה בנפרד, עולה כי בקרב תלמידים דוברי עברית, שיעור המצטיינים גדול יותר בקרב הבנים (10%) מאשר בקרב הבנות (6%) ושיעור המתקשים דומה בקרב הבנים והבנות (24% ו-23% בהתאמה). בקרב תלמידים דוברי ערבית, שיעור המצטיינים מקרב הבנים והבנות הוא אפסי, ושיעור המתקשים גדול יותר בקרב הבנים (63%) מאשר בקרב הבנות (50%).

⁶¹ עוד על תופעה ייחודית זו ראו בהרחבה באתר ראמ"ה "פערי הישגים בין בנים לבנות במתמטיקה ובשפה - מה אפשר ללמוד מניתוח פערים אלו בקרב תלמידי ישראל?", אוגוסט 2014.
http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MaagareyYeda/MaagareiYeda_Mazagot_heb.htm

תרשים 14: אוריינות מדעים – רמות בקיאות לפי מגדר ומגזר שפה



כאשר בוחנים את הממוצעים במדעים לפי מגדר לאורך שנים, לא עולות מגמות בולטות של שינוי בפער בין המגדרים באף אחד ממגזרי השפה. בקרב דוברי העברית נראה כי לאורך כל מחזורי המחקר קיים פער קטן בממוצע הישגים במדעים לטובת הבנים. בנוסף, נראה כי שיעור המצטיינים בקרב הבנים גדול משיעור זה בקרב הבנות, אך שיעורי המתקשים דומים בשני המגדרים. אצל דוברי הערבית, לאורך כל מחזורי המחקר קיים פער לטובת הבנות בממוצע ההישגים במדעים, שיעור המתקשים בקרב הבנים גבוה יותר בהשוואה לבנות ושיעור המצטיינים בקרב הבנים והבנות הוא אפסי.

טבלה 15: אוריינות מדעים – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי מגדר ומגזר שפה לאורך שנים

2015		2012		2009		2006			
בנות	בנים	בנות	בנים	בנות	בנים	בנות	בנים		
482	494	490	493	474	478	462	473	ממוצע	דוברי עברית
6%	10%	5%	10%	4%	6%	5%	8%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
24%	23%	19%	23%	24%	25%	31%	32%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
411	389	405	382	392	371	416	388	ממוצע	דוברי ערבית
0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
50%	63%	52%	63%	58%	67%	48%	60%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	

אוריינות מדעים – רקע חברתי-תרבותי-כלכלי (חת"כ)

בחלק זה מוצגים ההישגים במדעים בפילוח לפי הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי של התלמידים בישראל (נמוך, בינוני וגבוה). חלוקת התלמידים לקבוצות אלו נקבעה על פי מדד לרקע חברתי-תרבותי-כלכלי של התלמיד, שפותח על ידי מארגני מחקר PISA – מדד ESCS (Economic Social and Cultural Status), שיכונה להלן **מדד חת"כ** (חברתי-תרבותי-כלכלי). (להרחבה ראו תיבה 4). חשוב להדגיש כי אף שנמצא קשר עקבי והדוק במחקרי פיזה ובמחקרי חינוך רבים אחרים בין הרקע החת"כ של התלמידים לבין הישגיהם, אין להסיק ממצאים אלו על קשרי סיבה-תוצאה ביניהם.

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: מידע על עיסוקם ורמת השכלתם של הורי התלמיד, נגישותם של משאבים חינוכיים, תרבותיים וכלכליים בבית (לדוגמה, ספרים שיכולים לסייע בהכנת עבודות לבית הספר, ספרי שירה או יצירות אמנות שיכולים להעשיר את עולמו התרבותי של התלמיד, שולחן כתיבה לרשות התלמיד, מחשב ואמצעים נוספים המעידים על מצב כלכלי). המדד אינו כולל מידע על ארץ הלידה של התלמיד ושל הוריו. מדד החת"כ הוא מדד רציף וערכיו נקבעו כך שיהיה בעל ממוצע אפס וסטיית תקן של 1 במדינות ה-OECD (הערכים המדויקים ב-2015 הם ממוצע -0.0259, וסטיית התקן 1.00001). כשני שלישים מן התלמידים במדינות ה-OECD נמצאים בין הערכים 1- ל-1+ בהתפלגות של מדד זה (בדומה להתפלגות נורמלית). בדוח זה חולקו הנבחנים בישראל לשלוש קטגוריות לפי שיעורם באוכלוסיית ישראל: רקע נמוך – אחוזנים 0-30; רקע בינוני – אחוזנים 31-70; רקע גבוה – אחוזנים 71-100.

מדד חת"כ	כלל ישראל	דוברי עברית	דוברי ערבית
נמוך	30%	24%	48%
בינוני	40%	44%	28%
גבוה	30%	32%	24%

מדד החת"כ הוא מדד אישי, המבוסס אך ורק על דיווח עצמי של התלמיד, וזאת בניגוד למדד הטיפוח של משרד החינוך (מדד "שטראוס"), המשמש לתקצוב בתי ספר, וישו יש מרכיבים בית-ספריים (לדוגמה, רמת ההכנסה החציונית של הורי כלל התלמידים בבית הספר והמרחק הגאוגרפי של בית הספר ממרכז הארץ). מדד החת"כ אמנם מתואם עם מדד "שטראוס" אך אינו זהה לו, ולפיכך גם החלוקה לקטגוריות נמוך-בינוני-גבוה, הנהוגה במחקרים ובמערכות מבחנים רחבות היקף אחרות דוגמת המיצ"ב, שונה בין המדדים.

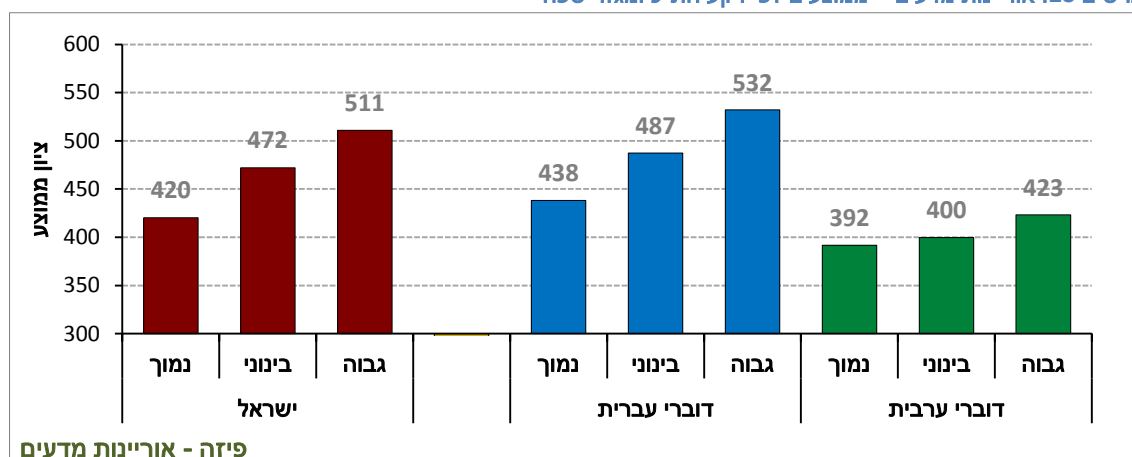
בתרשים 15 מוצגים ההישגים במדעים בפילוח לפי רקע חת"כ. אפשר לראות כי קשר חיובי בין רקע חת"כ לבין רמת ההישגים במדעים קיים בכלל האוכלוסייה, כמו גם בכל אחד ממגזרי השפה. כלומר ככל שהרקע של התלמידים גבוה יותר, כך גם גבוהים יותר הישגיהם במדעים. בכלל האוכלוסייה ציוני התלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה היו 420, 472 ו-511 נקודות בממוצע, בהתאמה, והפערים בין תלמידים מרקע חת"כ בינוני לתלמידים מרקע חת"כ נמוך (52 נקודות) גדולים מהפערים שבין תלמידים מרקע חת"כ גבוה לתלמידים מרקע חת"כ בינוני (39 נקודות).

בקרב דוברי העברית, ציוני התלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה היו 438, 487 ו-532 נקודות בממוצע, בהתאמה, ובקרב דוברי הערבית, ציוני התלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה היו 392, 400 ו-423 נקודות בממוצע בהתאמה. בהתאם נראה כי בקרב דוברי העברית, הפערים בין ההישגים של תלמידים מרמות סמוכות של רקע חת"כ עומדים על כ-45 נקודות בשתי ההשוואות (השוואה בין תלמידים מרקע גבוה לבינוני והשוואה בין תלמידים מרקע בינוני לנמוך). בקרב דוברי הערבית, פערים אלה עומדים על 23 נקודות בין תלמידים מרקע גבוה לבינוני ועל 8 נקודות בין תלמידים מרקע

בינוני לנמוך. בשל השיעור הגבוה יחסית של תלמידים דוברי ערבית מרקע חת"כ נמוך (48% בקרב דוברי הערבית לעומת 24% בקרב דוברי העברית) לצד ציוניהם הנמוכים יחסית לצינוני דוברי העברית, הפערים בין תלמידים מרקע חת"כ בינוני לבין תלמידים מרקע חת"כ נמוך גדולים יותר בכלל האוכלוסייה מאשר בכל מגזר שפה בנפרד.

השוואות בין שני מגזרי השפה בתוך כל קבוצת רקע חת"כ ממשיכות להצביע על פערי הישגים גדולים בין שני המגזרים. אמנם בתוך קבוצת הרקע הנמוך הפער בין שני מגזרי השפה מצטמצם ל-46 נקודות, לעומת הפער בין שני מגזרי השפה בכלל האוכלוסייה, העומד על 87 נקודות (ראה תרשים 9 לעיל), אך בתוך קבוצות הרקע הבינוני הפער בין מגזרי השפה זהה לפער ביניהם בכלל האוכלוסייה. בקבוצת הרקע הגבוה הפער בין מגזרי השפה גדול מהפער בכלל האוכלוסייה ועומד על 109 נקודות. צמצום הפער בהישגים בתוך קבוצת הרקע החת"כ הנמוך מצביע על כך שלפחות חלק מהפער בהישגים בין תלמידים משני מגזרי השפה יכול להיות מוסבר על ידי ההבדלים בהתפלגות הרקע החת"כ שלהם. עם זאת, רק חלק מהפער מוסבר על ידי הבדלים אלה, ויותר מכך – הציון הממוצע של תלמידים מרקע גבוה בבתי ספר דוברי ערבית, הקבוצה בעלת ההישגים הגבוהים ביותר בקרב דוברי הערבית, נמוך ב-15 נקודות מן הציון הממוצע של תלמידים מרקע נמוך בבתי ספר דוברי עברית, הקבוצה בעלת ההישגים הנמוכים ביותר בקרב דוברי העברית (423 ו-438 נקודות, בהתאמה). חשוב לציין כי במחקרים שאינם עוסקים באוריינות אלא בוחנים בקיאות בחומר הקיים בתוכניות הלימודים, הפער בין המגזרים מצטמצם במידה ניכרת, כאשר מביאים בחשבון את הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי של התלמידים.

תרשים 15: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה

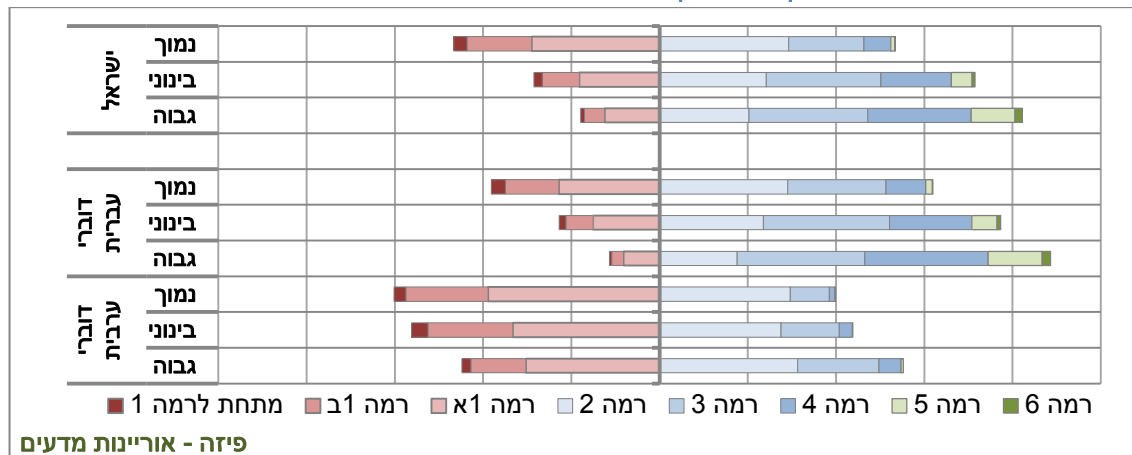


בתרשים 16 מוצגות התפלגויות רמות הבקיאות במדעים לפי מגזר שפה ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי. התמונה המתקבלת תואמת את הממצאים העולים בבחינת ממוצעי הציונים. בקרב כלל תלמידי ישראל שיעור המתקשים (מתחת לרמה 2) גדול יותר בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך (47%) בהשוואה לתלמידים מרקע חת"כ בינוני (28%) או גבוה (18%), ושיעור התלמידים המצטיינים (ברמות הבקיאות 5 ו-6) קטן יותר בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך (1%) בהשוואה לתלמידים מרקע חת"כ בינוני (5%) או גבוה (12%).

בקרב דוברי העברית מתקבלת תמונה זהה – שיעור התלמידים המתקשים קטן יותר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר (38%, 23% ו-11% בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה), ושיעור התלמידים המצטיינים גדול יותר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר (2%, 7% ו-14% בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה).

בקרב דוברי הערבית מתקבלת תמונה דומה, אך שיעור המתקשים מקרב תלמידים מרקע נמוך (60%) אינו שונה באופן מובהק משיעורם מקרב תלמידים מרקע חת"כ בינוני (56%), אך הוא שונה מזה שנמצא בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה (45%). שיעורי התלמידים המצטיינים קרובים לאפס בכל הקבוצות.

תרשים 16: אוריינות מדעים – רמות בקיאות לפי רקע חת"כ ומגזר שפה



בטבלה 16 מוצגים ממוצעי ההישגים ושיעורי המצטיינים והמתקשים בכל אחד ממחזורי פיזה לפי רקע חת"כ ומגזר שפה.⁶² נראה כי לאורך השנים לא היו שינויים גדולים בתמונת הפערים, מעבר למגמות הכלליות בשני מגזרי השפה. חשוב לציין כי הירידה בשיעור המתקשים, מ-2006 ל-2015, בקרב דוברי הערבית ניכרת אצל תלמידים משלושת רמות הרקע החת"כ.

טבלה 16: אוריינות מדעים – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה לאורך שנים

2015			2012			2009			2006			ממוצע	
גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך		
532	487	438	539	488	444	522	479	426	511	469	420	ממוצע	דוברי ערבית
14%	7%	2%	14%	6%	2%	10%	4%	1%	12%	5%	2%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
11%	23%	38%	9%	20%	35%	11%	22%	41%	18%	29%	49%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
423	400	392	432	396	383	419	386	371	435	408	390	ממוצע	דוברי ערבית
1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	1%	0%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
45%	56%	60%	41%	56%	62%	46%	60%	69%	38%	51%	60%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	

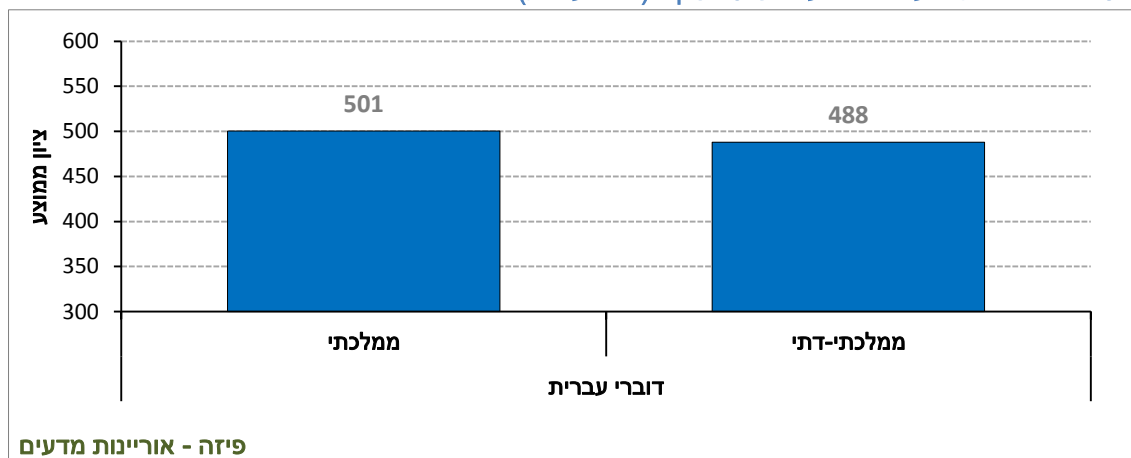
אוריינות מדעים – סוג פיקוח (דוברי ערבית)

חלק זה מתייחס להישגי תלמידים במדעים בבתי ספר דוברי ערבית בלבד. בתרשים 17 מוצגים הישגיהם של התלמידים דוברי הערבית בפילוח לפי סוג פיקוח⁶³ (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מהתרשים

⁶² יש לשים לב כי בפרסומים קודמים נעשה שימוש במשתנה רקע אחר המבוסס על מדד הטיפוח "שטראוס". לכן תיתכן אי-התאמה בין המוצג בדוח זה לבין המוצג בפרסומים הקודמים.
⁶³ הניתוח הנוכחי מתייחס לתלמידים בבתי ספר של משרד החינוך בלבד. בניתוח לא כלולים התלמידים הלומדים במוסדות שבפיקוח משרד הרווחה (לשעבר הכלכלה).

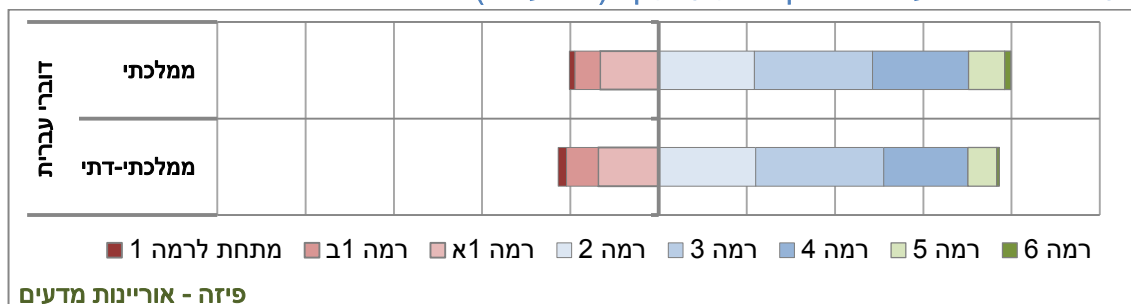
עולה כי הישגי התלמידים במדעים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי (501 נקודות) גבוהים מהישגי עמיתיהם בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי (488 נקודות) ב-13 נקודות בממוצע.

תרשים 17: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)



בתרשים 18 מוצגים שיעורי התלמידים בכל אחת מרמות הבקיאיות במדעים לפי סוג הפיקוח. שיעור המצטיינים בקרב התלמידים בפיקוח הממלכתי (10%) אינו שונה באופן מובהק משיעורם בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי (7%), ושיעור המתקשים מקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי (20%) אינו שונה אף הוא באופן מובהק משיעורם בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי (23%).

תרשים 18: אוריינות מדעים – רמות בקיאיות לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)



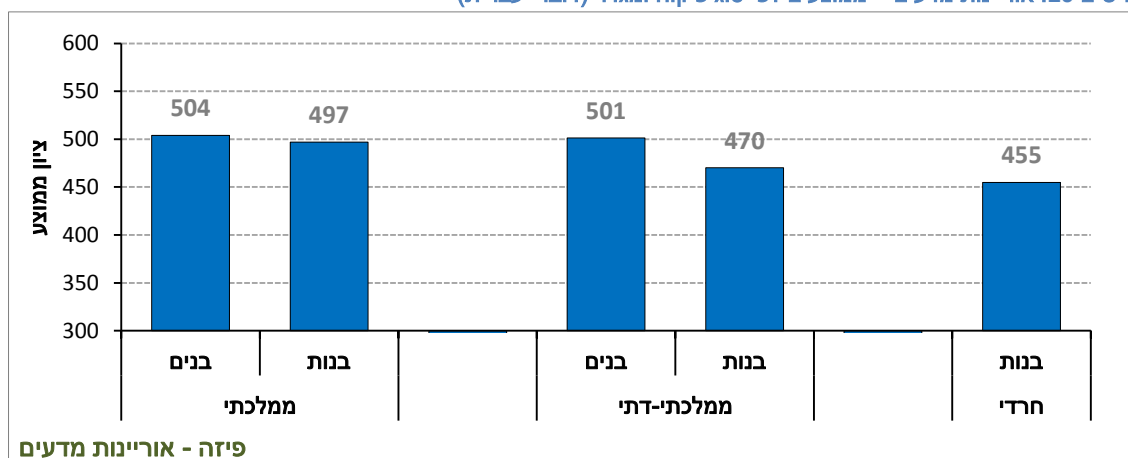
בטבלה 17 מוצגים הישגי התלמידים משני סוגי הפיקוח בין השנים 2006 ל-2015. נראה כי בשני סוגי הפיקוח הייתה עלייה בהישגים עד 2012 (35 נקודות בפיקוח הממלכתי ו-27 נקודות בפיקוח הממלכתי-דתי), וכי עלייה כזו לא נרשמה בין המחזור הקודם למחזור המחקר הנוכחי (2015). בשני סוגי הפיקוח שיעור המצטיינים נשאר יציב לאורך כל מחזורי המחקר, ואילו שיעור המתקשים ירד בכ-10%.

טבלה 17: אוריינות מדעים – ממוצעים ושיעורים של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים לפי סוג פיקוח (דוברי עברית בלבד)

2015	2012	2009	2006		
501	506	482	471	ממוצע	ממלכתי
10%	9%	5%	7%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
20%	16%	22%	31%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
488	492	477	465	ממוצע	ממלכתי-דתי
7%	7%	6%	5%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
23%	20%	24%	33%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
7%	7%	6%	5%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
23%	20%	24%	33%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	

בתרשים 19 מוצגים הישגיהם של התלמידים דוברי העברית בפילוח לפי סוג פיקוח (ממלכתי/ממלכתי-דתי/חרדי⁶⁴) ולפי מגדר. באף אחד מסוגי הפיקוח לא נמצאו פערים מובהקים בין בנים ובנות (בפיקוח הממלכתי-דתי נמצא פער של 31 נקודות לטובת הבנים, אם כי פער זה אינו מובהק סטטיסטית⁶⁵). ממצא זה, אשר לפיו אין פערים מובהקים בין בנים ובנות, חזר בעקביות גם בקרב כלל האוכלוסייה בישראל וגם בקרב דוברי העברית בנפרד. כאשר משווים את הבנות מהפיקוח החרדי לבנות משני סוגי הפיקוח האחרים, ניכר כי הממוצע של הבנות החרדיות (455) נמוך באופן מובהק מזה של הבנות בחינוך הממלכתי (497) אך לא מזה של בנות בפיקוח הממלכתי-דתי (470).

תרשים 19: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי סוג פיקוח ומגדר (דוברי עברית)



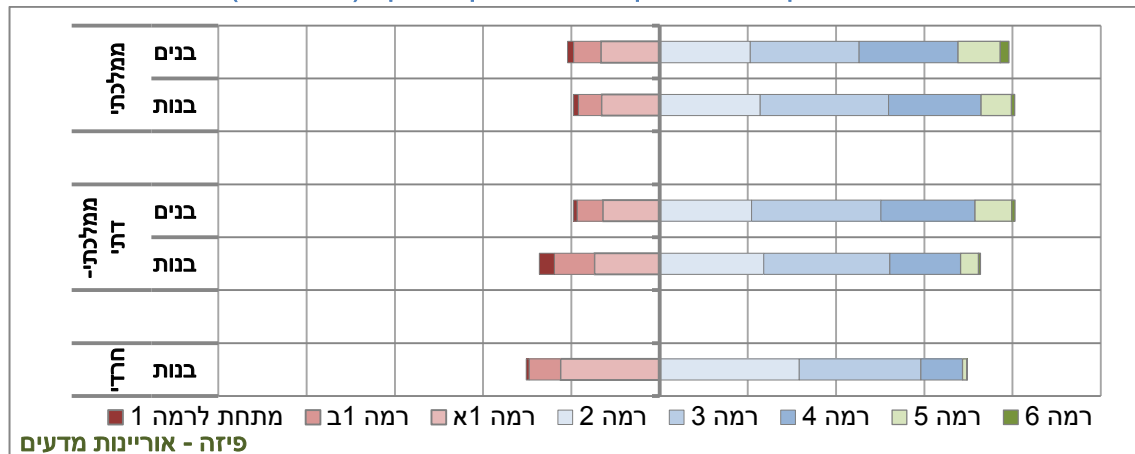
בתרשים 20 מוצגות התפלגויות רמות הבקיאיות במדעים לפי סוג הפיקוח ולפי מגדר. בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי נראה כי שיעור המצטיינים (תלמידים ברמות הבקיאיות 5 ו-6) גדול יותר בקרב הבנים (12%) מאשר בקרב הבנות (8%) ושיעור המתקשים (מתחת לרמת בקיאיות 2) דומה בקרב הבנים (21%) ובקרב הבנות (20%). בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי נראה כי שיעור המצטיינים אינו שונה באופן מובהק בקרב הבנים (9%) ובקרב הבנות (5%), כמו גם שיעור המתקשים, אשר על אף הפערים הגדולים במונחים מספריים, אינו שונה באופן מובהק בקרב הבנים

⁶⁴ מספר הבנים שהשתתפו בבחינה מקרב תלמידים בפיקוח החרדי היה קטן מאוד, ולכן לא ניתן להציגו בנפרד או כחלק מכלל האוכלוסייה החרדית. לפיכך, ההתייחסות לאוכלוסייה החרדית תיעשה רק בכפוף לחלוקה לפי מגדר, אז יוצגו בנפרד הבנות החרדיות בלבד.

⁶⁵ חלוקת מדגם התלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי לבנים ובנות יוצרת טעות אומדן גדולה יחסית, ולכן נדרש פער ציונים גדול יותר על מנת להגיע לרמת מובהקות מספקת.

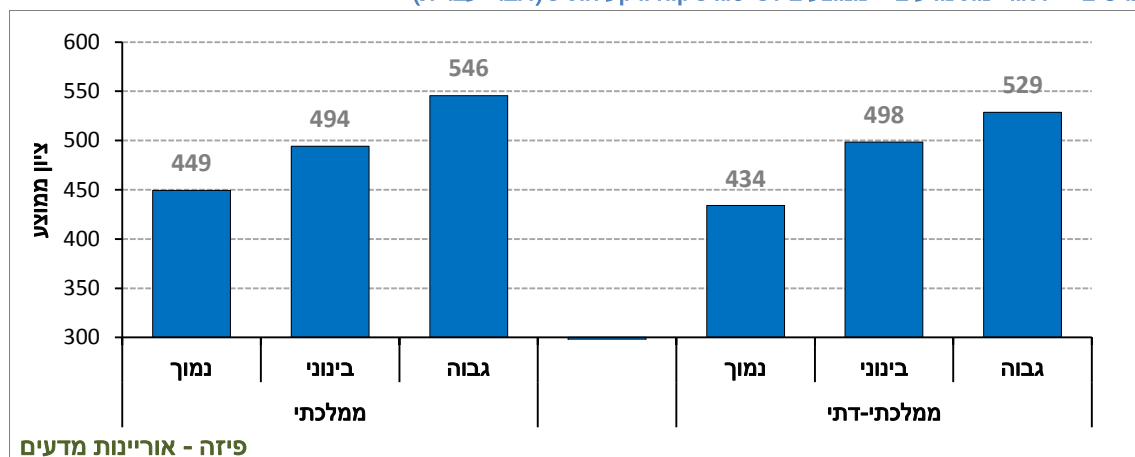
(19%) ובקרב הבנות (27%). שיעור המצטיינות בקרב הבנות החרדיות (1%) קטן משיעור המצטיינות בפיקוח הממלכתי ואינו שונה משיעור המצטיינות בפיקוח הממלכתי-דתי. שיעור המתקשות בקרב הבנות החרדיות (30%) גדול משיעור המתקשות בפיקוח הממלכתי ואינו שונה משיעור המתקשות בפיקוח הממלכתי-דתי. עוד נראה כי שיעור התלמידים בשתי רמות הבקאות הקיצוניות – ברמת הבקאות 6 מן העבר האחד ומתחת לרמה 1 מן העבר האחר – הוא אפסי.

תרשים 20: אוריינות מדעים – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח ולפי מגדר בתוך סוג פיקוח (דוברי עברית)



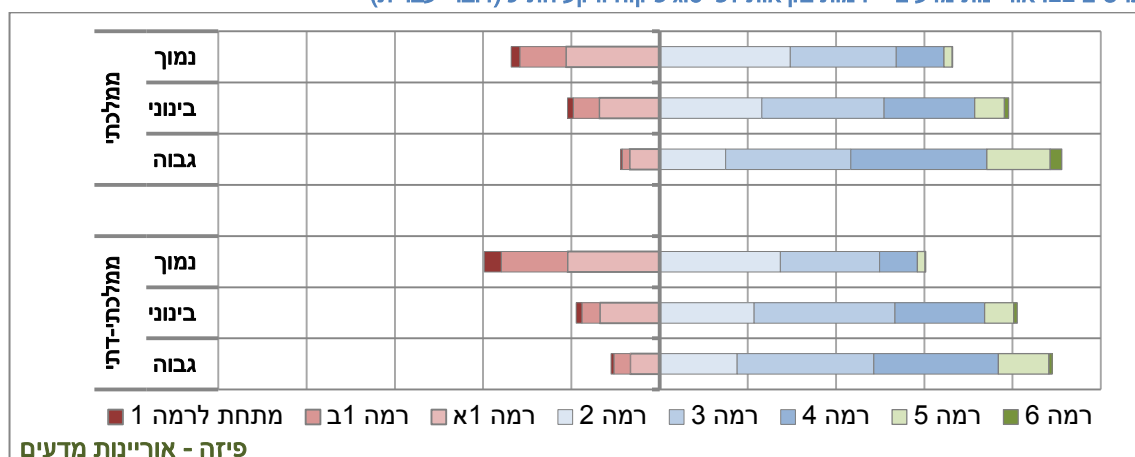
בתרשים 21 מוצגים הישגיהם של התלמידים דוברי העברית בפילוח לפי סוג פיקוח ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי. נראה כי בשני סוגי הפיקוח (ממלכתי וממלכתי-דתי) הפערים בין תלמידים מרקע חת"כ גבוה לתלמידים מרקע חת"כ נמוך הם משמעותיים ודומים בגודלם. אולם כאשר בוחנים את הפערים בין קבוצות רקע חת"כ סמוכות, עולה כי בעוד בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי הפערים בין קבוצות רקע חת"כ סמוכות הם דומים (כ-50 נקודות), הרי שבקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי, הפער שבין תלמידים מרקע בינוני לתלמידים מרקע נמוך (64 נקודות) גדול בהרבה מהפער שבין תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע בינוני (31 נקודות). עוד נראה כי הפער בין תלמידים משני סוגי הפיקוח קטן יותר בקרב תלמידים מרקע חת"כ בינוני (494 נקודות בפיקוח הממלכתי לעומת 498 נקודות בפיקוח הממלכתי-דתי), בהשוואה לפער בין הפיקוח הממלכתי והממלכתי-דתי בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך (449 נקודות ו-434 נקודות, בהתאמה) ובקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה (546 נקודות ו-529 נקודות, בהתאמה).

תרשים 21: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)



בתרשים 22 מוצגות התפלגויות רמות הבקאות במדעים לפי סוג הפיקוח ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי. כאשר בוחנים את שיעור המצטיינים (תלמידים ברמות הבקאות 5 ו-6) בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי ובפיקוח הממלכתי-דתי, נראה כי שיעורם אינו שונה באופן מובהק בכל אחת מרמות החת"כ (תלמידים מרקע חת"כ נמוך – 2% בממלכתי לעומת 2% בממלכתי-דתי, תלמידים מרקע חת"כ בינוני – 8% בממלכתי לעומת 7% בממלכתי-דתי ותלמידים מרקע חת"כ גבוה – 17% בממלכתי לעומת 12% בממלכתי-דתי). בדומה, נראה כי גם שיעורם של המתקשים אינו שונה בכל אחת מרמות החת"כ בקרב תלמידים משני סוגי הפיקוח (תלמידים מרקע חת"כ נמוך – 34% בממלכתי לעומת 40% בממלכתי-דתי; תלמידים מרקע חת"כ בינוני – 21% בממלכתי לעומת 19% בממלכתי-דתי ותלמידים מרקע חת"כ גבוה – 9% בממלכתי לעומת 11% בממלכתי דתי). נראה כי בדומה לתמונה המתקבלת בכלל האוכלוסייה ולתמונה המתקבלת בקרב דוברי העברית, גם בחלוקה לשני סוגי הפיקוח נמצאו פערים מובהקים בין שיעור המצטיינים בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך ובין שיעורם מקרב תלמידים מרקע חת"כ בינוני או גבוה, כך שכלל שהרקע החת"כ גבוה יותר, שיעור התלמידים המצטיינים גדול יותר. זאת, למעט התלמידים בחינוך הממלכתי-דתי, שבקרבם לא נמצא פער מובהק בשיעור המצטיינים בין תלמידים מרקע חת"כ נמוך ותלמידים מרקע חת"כ בינוני. עוד עולה כי קיימים פערים מובהקים בשיעור המתקשים בין תלמידים מרקע חת"כ נמוך לתלמידים מרקע חת"כ בינוני או גבוה, כך שכלל שהרקע החת"כ גבוה יותר, שיעור המתקשים קטן יותר.

תרשים 22: אוריינות מדעים – רמות בקאות לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)



אוריינות מדעים – תחומים

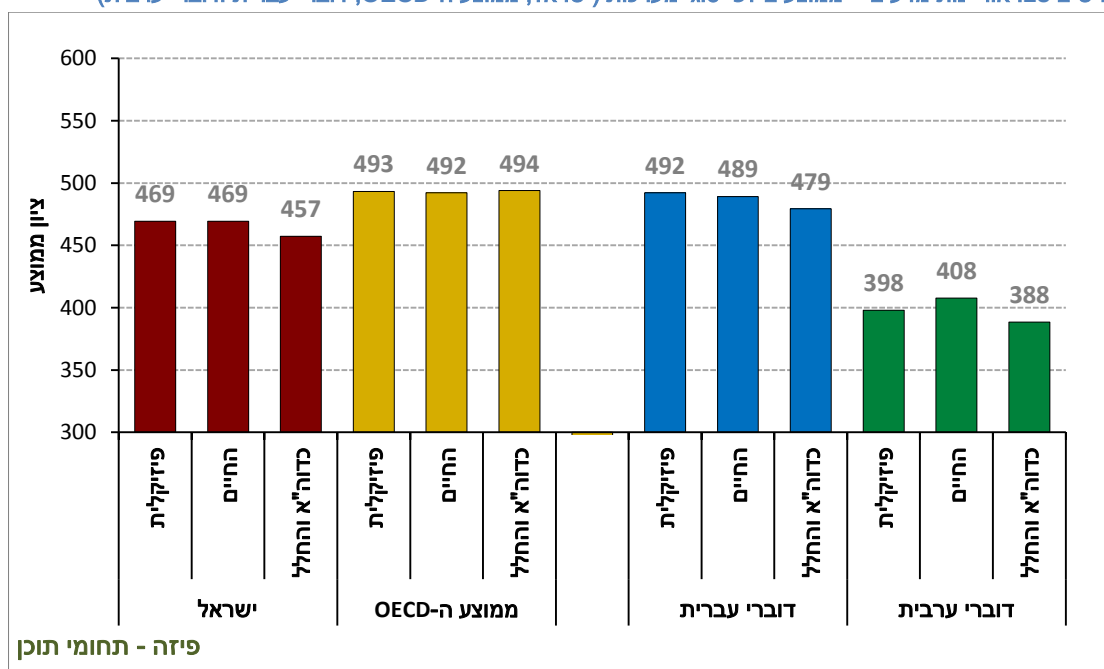
מחקר פיזה העמיד במוקד את תחום המדעים, ועל כן, מלבד הציון הכולל באוריינות מדעים מוצגים בדוח זה גם ממצאים על ההישגים בתחומים נפרדים. (עוד על התחומים באוריינות מדעים - ראו פרק 2). המסגרת המושגית של אוריינות מדעים נבנתה תוך התבססות על שישה ממדים. מתוכם שלושה ממדים קשורים במאפיינים של הפריטים: אופן התגובה על הפריט (פריט סגור/פריט פתוח), העומס הקוגניטיבי בעת מענה על הפריט (נמוך/בינוני/גבוה) וההקשר של הפריט (אישי/מקומי-לאומי/גלובלי). שלושה ממדים נוספים קשורים ביכולת שבוחן הפריט: תחומי תוכן, סוגי ידע ומיומנויות מדעיות. הניתוח הנוכחי מתייחס לשלושת ממדי היכולת, אשר חושבו להם ציונים מסכמים.

תחומי תוכן

החלוקה לתחומי תוכן מסווגת את הידע של התלמידים לתחומי תוכן מוגדרים. תחומי התוכן שנכללו במחקר פיזה 2015 היו מערכות פיזיקליות, מערכות חיים ומערכות כדור הארץ והחלל (להלן כדוה"א והחלל).

בתרשים 23 מוצגים ממוצעי הציונים לפי תחומי התוכן הללו. בכלל האוכלוסייה כמו גם בקרב דוברי העברית נראה כי ההישג הממוצע בתחום "כדור הארץ והחלל" נמוך מעט יותר מממוצע ה-OECD בהשוואה לפער ההישגים בתחומי התוכן האחרים. הממצא בדבר ההישגים הנמוכים יחסית בתחום תוכן זה שונה מהתמונה שהתקבלה בכל אחת מהמדינות האחרות, ורק ברפובליקה הדומיניקנית נמצאה תמונת פערים דומה. בקרב דוברי הערבית הפער הקטן ביותר הוא במערכות חיים (408 לעומת 492 בממוצע ה-OECD) והפער הגדול ביותר הוא בתחום כדור הארץ והחלל (388 לעומת 494 בממוצע ה-OECD).

תרשים 23: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי סוגי מערכות (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



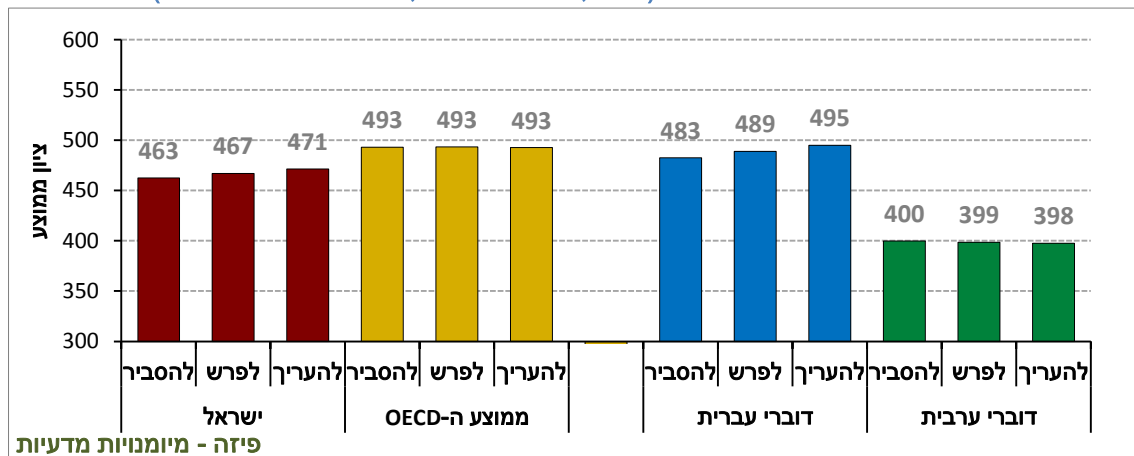
כאשר משווים בין בנות ובנים בכלל האוכלוסייה, עולה כי הציון הממוצע של הבנים גבוה מהציון הממוצע של הבנות בתחומי התוכן מערכות פיזיקליות וכדור הארץ והחלל (7 ו-5 נקודות בהתאמה), אך לא בתחום מערכות חיים. כאשר בוחנים את הציון הממוצע בתחומי התוכן בכל מגזר שפה בנפרד, עולה כי בקרב דוברי העברית הפערים לטובת הבנים גדולים יותר בתחום מערכות פיזיקליות (15), בכדור הארץ והחלל (11 נקודות) ואף במערכות חיים (8 נקודות) – תחום שבו לא נרשם פער בין-מגדרי בכלל האוכלוסייה. בקרב דוברי הערבית הפערים בכל התחומים הם לטובת הבנות – במערכות פיזיקליות (20), בכדור הארץ והחלל (17 נקודות) ובמערכות חיים (27 נקודות) – הפער הגדול ביותר לטובת הבנות. נראה אפוא כי בישראל, בדומה לשאר המדינות המשתתפות, התחום החזק יחסית של הבנים הוא מערכות פיזיקליות, ואילו התחום החזק יחסית של הבנות הוא מערכות חיים (אף כי בישראל אין פער אבסולוטי בין הבנים והבנות בתחום זה). בקרב המדינות המשתתפות קיימת מגמה מעורבת ביחס ל'מערכות חיים' – בחלק מהמדינות המשתתפות הפער היה לטובת הבנות ובחלק אחר – לטובת הבנים. כאשר בוחנים את הפערים לפי רקע חת"כ, עולה כי אין הבדל בתמונת הפערים בכלל האוכלוסייה ובקרב דוברי העברית בשני סוגי הידע. בקרב דוברי הערבית הפער בינם לבין כלל האוכלוסייה בתחום מערכות פיזיקליות גדול מעט יותר מאשר בתחומים האחרים.

מיומנויות מדעיות

כדי שאדם בעל אוריינות מדעית יוכל להשתתף בשיח מנומק על מדע ועל טכנולוגיה, עליו להפעיל חלק מהמיומנויות הבאות או את כולן: **להסביר תופעות באופן מדעי, לפרש נתונים וראיות באופן מדעי ולהעריך ולתכנן חקר מדעי**. מיומנויות אלה הן הבסיס למושג אוריינות, ועל כן במסגרת המושגית הנוכחית הושם עליהן דגש.

בתרשים 24 מוצגים הממוצעים בשלושת סוגי המיומנויות. נראה כי בקרב כלל תלמידי ישראל, כמו גם בקרב דוברי העברית לבדם, הציון הממוצע במיומנות "להעריך ולתכנן חקר מדעי" (471 בכלל ישראל ו-495 בקרב דוברי העברית) הוא הגבוה ביותר בהשוואה לממוצע ה-OECD. בקרב דוברי הערבית הממוצע בתחום זה עומד על 398 נקודות בלבד. הממוצע בכלל ישראל במיומנות "לפרש נתונים וראיות באופן מדעי" נמוך יותר בהשוואה לממוצע ה-OECD ועומד על 467 נקודות (489 נקודות בקרב דוברי העברית ו-399 נקודות בקרב דוברי הערבית), והממוצע הנמוך ביותר בהשוואה לממוצע ה-OECD נמצא במיומנות "להסביר תופעות באופן מדעי", ממוצע אשר עומד על 463 נקודות בכלל ישראל (483 נקודות בקרב דוברי העברית ו-400 נקודות בקרב דוברי הערבית). תלמידים בישראל עם עמיתיהם בארה"ב, בלגיה וצרפת, מראים דפוס שבו המיומנות "להעריך ולתכנן חקר מדעי" גבוהה יחסית בהשוואה למיומנות "להסביר תופעות באופן מדעי". עוד נראה כי בדומה לממוצע באוריינות מדעים, גם בשלוש המיומנויות שנבדקו קיים פער הקרוב ל-100 נקודות (סטיית תקן שלמה) בין דוברי העברית לדוברי הערבית. (נתונים נוספים על פילוחים פנים-ישראליים מוצגים בנספח).

תרשים 24: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי מיומנויות (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



כאשר משווים בין הישגי הבנות והבנים, עולה כי הממוצע של הבנים גבוה מהממוצע של הבנות כשמדובר ביכולת להסביר תופעות באופן מדעי (11 נקודות), אך לא ביכולת לפרש נתונים וראיות באופן מדעי או ביכולת להעריך ולתכנן חקר מדעי. כאשר בוחנים זאת בכל מגזר שפה בנפרד, עולה כי בקרב דוברי העברית הפערים לטובת הבנים גדולים אף יותר (20 נקודות), ואף נמצא פער קטן לטובת הבנים ביכולת לפרש נתונים וראיות באופן מדעי (5 נקודות). בקרב דוברי הערבית כל הפערים הם לטובת הבנות, אך הפער בין הבנים ביכולת להעריך ולתכנן חקר מדעי גדול יותר (24 נקודות) מאשר הפער ביכולת להסביר תופעות באופן מדעי (19 נקודות) ומהפער ביכולת לפרש נתונים וראיות באופן מדעי (20 נקודות). כאשר בוחנים את הפערים לפי רקע חת"כ, עולה כי תמונת הפערים בשלושת תחומי היכולת דומה. בכלל האוכלוסייה ובקרב דוברי העברית הפערים בין תלמידים מרקע חת"כ גבוה לתלמידים מרקע חת"כ נמוך עומדים על יותר מ-90 נקודות. בקרב דוברי הערבית, הפער בין תלמידים מרקע חת"כ גבוה ובין תלמידים מרקע חת"כ נמוך ביכולת להסביר

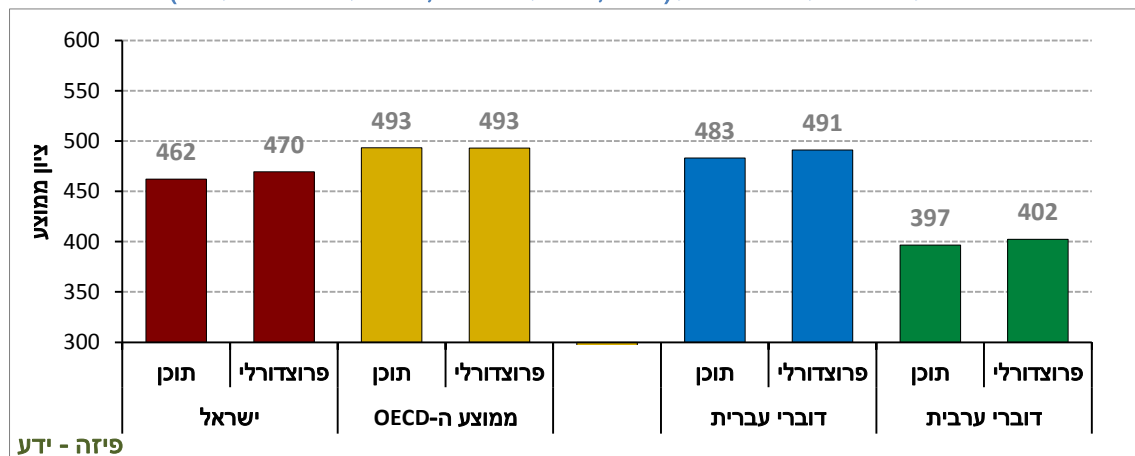
תופעות באופן מדעי (38 נקודות) גדול מהפער ביכולת לפרש נתונים וראיות באופן מדעי ומהפער ביכולת להעריך ולתכנן חקר מדעי (25 נקודות ו-26 נקודות בהתאמה).

סוגי ידע

סוגי הידע שהוגדרו ושנבדקו באמצעות פריטי המבחן במחקר פיזה 2015 היו **ידע תוכן**, **ידע פרוצדורלי וידע אפיסטמי** (ראו פרק 2). מאחר שכמות הפריטים שעסקו בידע אפיסטמי הייתה קטנה יחסית, חושב מדד משותף לידע פרוצדורלי ולידע אפיסטמי (להלן "פרוצדורלי").

בתרשים 25 מוצגים הממוצעים לפי סוגי הידע. בכלל האוכלוסייה ובקרב דוברי העברית ודוברי הערבית נראה כי בהשוואה לממוצעי ה-OECD, הממוצע בידע פרוצדורלי (470, 491 ו-402 נקודות בהתאמה) מעט גבוה יותר מאשר הממוצע בידע תוכן (462, 483 ו-397 נקודות בהתאמה).

תרשים 25: אוריינות מדעים – ממוצעים לפי סוג ידע (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



כאשר משווים בין בנות ובנים, עולה כי הממוצע של הבנים גבוה מהממוצע של הבנות בידע התוכן (11 נקודות) אך לא בידע הפרוצדורלי שלהם. כאשר בוחנים זאת בכל מגזר שפה בנפרד, עולה כי בקרב דוברי העברית הפערים לטובת הבנים גדולים יותר (20 נקודות) מאשר בקרב כלל האוכלוסייה. בקרב דוברי הערבית כל הפערים הם לטובת הבנות, והפער בידע תוכן (18 נקודות) קטן מהפער בידע פרוצדורלי (23 נקודות). כאשר בוחנים את הפערים לפי רקע חת"כ, עולה כי אין הבדל בתמונת הפערים בכלל האוכלוסייה ובקרב דוברי העברית בשני סוגי הידע. בקרב דוברי הערבית הפער בידע תוכן בין תלמידים מרקע חת"כ גבוה לתלמידים מרקע חת"כ נמוך, גדול יותר מהפער המקביל בידע פרוצדורלי. (פירוט מלא של הממוצעים בכל אחד מהתחומים ושיעורי המתקשים והמצטיינים בהם לפי פילוחים פנים-ישראליים מוצג בנספח).

פרק 5: ההישגים באוריינות קריאה

בפרק זה תובא סקירה של הישגי התלמידים באוריינות קריאה (להלן "קריאה") במחקר פיזה 2015. אוריינות קריאה במחקר פיזה מוגדרת כך: "היכולת להבין, לעשות שימוש ולעסוק בטקסטים כתובים, על מנת להשיג מטרות אישיות, לפתח את הידע והפוטנציאל האישיים, ולהשתתף בחברה". הגדרה זו מרחיקה לכת יותר מההגדרה המקובלת הנוגעת ביכולת לפענח מידע כתוב ולפרשו באופן מילולי. המסגרת המושגית של אוריינות קריאה במחקר פיזה כוללת את טווח המצבים שבהם בני אדם קוראים, את הדרכים השונות שבהן טקסטים מוצגים ואת מגוון האופנים שבהם הקוראים ניגשים לטקסטים ומשתמשים בהם, מיישום פשוט כמו איתור פיסת מידע שימושית בטקסט ועד להעמקה מרחיקת לכת, שיכולה להביא, למשל, לפיתוח החשיבה ולתפיסה מגוונת ועשירה יותר של האפשרויות לעשייה ולפתרון בעיות. אוריינות קריאה הייתה תחום האוריינות הראשי הן במחזור פיזה 2000, המחזור הראשון של מבחני פיזה, ושוב ב-2009.

החל ממחזור מחקר זה, 2015, מבחני פיזה מועברים באמצעות מחשב. עם זאת, מסיבות שונות בחלק מהמדינות שהשתתפו במחקר לא התאפשר להעביר את המבחנים באמצעות מחשבים, ועל כן ב-57 מדינות וישויות כלכליות, ובכללן כל מדינות ה-OECD, המחקר נערך באמצעות מחשבים, וב-15 מדינות וישויות כלכליות, כמו גם בפורטו-ריקו (טריטוריה של ארה"ב),⁶⁶ נעשה שימוש בגרסה המודפסת שהופקה לשם כך. עם זאת, ציוני כל המדינות מדווחים על פני סולם משותף, וממילא רוב הפריטים במבחן פותחו במחזור פיזה 2009 ובמחזורי מחקר קודמים, אשר הועברו בתצורת נייר ועפרון.⁶⁷

בפרק הנוכחי יוצגו הישגי התלמידים בישראל תוך התייחסות לרמת ההישגים ולשונות בין הישגי התלמידים. ההישגים יוצגו בהשוואה לרמת ההישגים הבין-לאומית ולהישגיהם של תלמידים במדינות אחרות שהשתתפו במחקר. נקודת השוואה מרכזית להישגי ישראל תהיה הממוצע של מדינות ה-OECD (להלן "ממוצע ה-OECD"). לאחר מכן יתמקד הדוח בהישגים של אוכלוסיית המחקר בישראל לפי פילוחים שונים: מגזר שפה (בתי ספר דוברי העברית ובתי ספר דוברי ערבית), מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי וסוג פיקוח (בבתי ספר דוברי העברית בלבד: פיקוח ממלכתי, ממלכתי-דתי וחרדי). סולמות הציונים בקריאה נקבעו במחקר פיזה בשנת 2000, כך שממוצע המדינות שהשתתפו באותו מחקר עמד על 500 נקודות וסטיית התקן של הציונים הייתה 100 נקודות. כמו בסולם של אוריינות מדעים, גם באוריינות קריאה, הציונים במחזורי המחקר השונים מכוילים לסולם זה, מה שמאפשר להשוות בין התוצאות של מחזור מחקר אחד לתוצאות משנהו.

⁶⁶ בכמה מדינות נתגלו בעיות טכניות שונות. בארגנטינה יש חשש שהדגימה אינה מייצגת את אוכלוסיית המדינה, ולכן מוצגים הנתונים שנאספו בבואנוס איירס בלבד (גם כאשר מוצגים נתונים לגבי מחזורי פיזה קודמים). במלזיה הדגימה אינה מייצגת את אוכלוסיית המטרה לאור שיעור השבה נמוך בבתי הספר שנדגמו, ולכן מדינה זו אינה נכללת בדוח, ובקזחסטן הציון במבחן חושב ללא הפריטים הפתוחים עקב חשש להטיה של הבדקים האנושיים, ומכיוון שהפריטים אינם מכסים באופן מספק את הנושאים הנמדדים – מדינה זו אינה נכללת בדוח. לפירוט ראו דוח ה-OECD פרק 1.

⁶⁷ בפיזה 2012 התלמידים נבחנו גם ב'קריאה דיגיטלית' – תחום זה אינו זהה לאוריינות קריאה מאחר שהוא כולל גם יכולות ספציפיות למדיה דיגיטלית. במחזור פיזה הנוכחי (2015) נעשה אמנם שימוש במחשבים, אך התחום הנמדד והסולם שעליו מוצגים הציונים הם 'אוריינות קריאה'. לכן ניתן להשוות בין הישגי התלמידים במחזור הנוכחי לבין הישגיהם במחזורי הקודמים. עוד על 'קריאה דיגיטלית' בדוח פיזה 2012.

אוריינות קריאה – מבט בין-לאומי

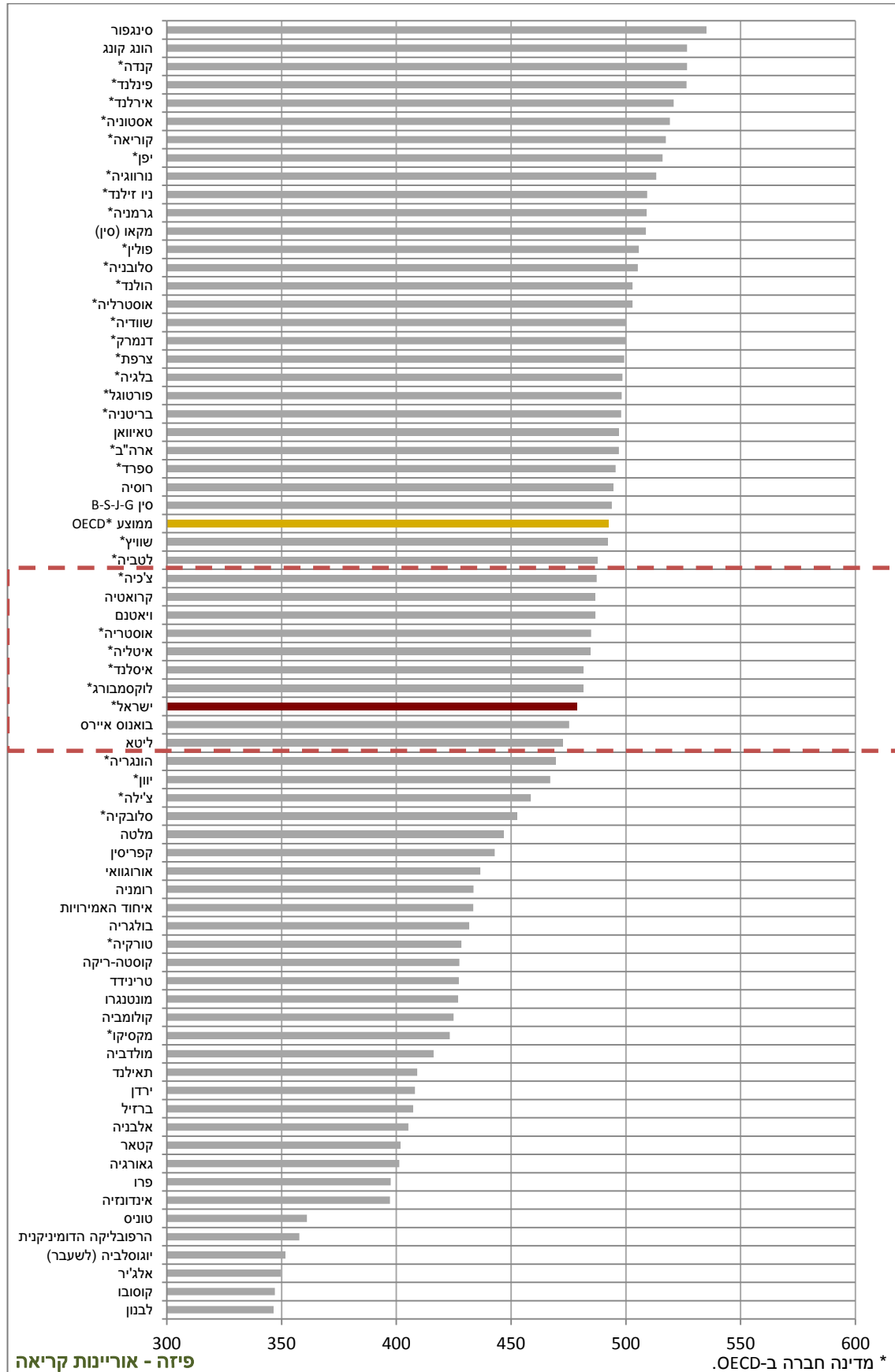
בתרשים 26 מוצגים ההישגים בציון הכולל בקריאה ב-70 מהמדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר פיזה 2015, ואשר כוללות את 35 המדינות החברות בארגון ה-OECD. המדינות מוצגות בסדר יורד לפי ממוצע הישגיהן. הציון הממוצע של ישראל בקריאה הוא 479 נקודות והוא נמוך ב-14 נקודות מממוצע ה-OECD, העומד על 493 נקודות. במדרג 70 המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחזור מחקר זה, ישראל ממוקמת במקום ה-37, ומבין 35 המדינות החברות ב-OECD, ישראל מדורגת במקום ה-29. מדינות וישויות כלכליות נוספות שממוצע ההישגים שלהן בקריאה אינו שונה סטטיסטית מהממוצע של ישראל הן צ'כיה, קרואטיה, וייטנאם, אוסטרליה, איטליה, איסלנד, לוקסמבורג, בואנוס איירס וליטא. ממוצע הציונים של מדינות אלה הוא בין 472 ל-487 נקודות.

סינגפור היא המדינה עם הממוצע הגבוה ביותר באוריינות קריאה (535 נקודות), כ-40 נקודות מעל ממוצע ה-OECD. שבע המדינות שהגיעו לממוצע דומה לממוצע ה-OECD היו: טאיוואן וארה"ב (497 נקודות בשתייהן), ספרד (496 נקודות), רוסיה (495 נקודות), סין B-S-J-G (494 נקודות), שווייץ (492 נקודות) ווייטנאם (487 נקודות). המדינות עם הממוצע הנמוך ביותר היו קוסובו ולבנון (347 נקודות בשתייהן).

כאשר בוחנים את הממוצע בקריאה בישראל לאור תיאורי רמות הבקיות באוריינות קריאה, אפשר לומר אפוא כי התלמיד הממוצע בישראל מסוגל לאתר מספר פיסות מידע אותן יש להסיק מתוך הטקסט ולוודא שהן עומדות במספר תנאים. כמו כן התלמיד מסוגל לזהות רעיון מרכזי בטקסט, להבין יחסים וקשרים בתוך חלק מסוים בטקסט או להבין את המשמעות הגלומה בו, גם כאשר המידע הדרוש לכך אינו בולט, והקורא נדרש לשם כך להיסקים ברמה נמוכה.

גם באוריינות קריאה קיימת שונות גדולה בין ממוצעי המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר פיזה. מבין מדינות ה-OECD, בקנדה הממוצע בקריאה הוא הגבוה ביותר (527 נקודות), ובמקסיקו הוא הנמוך ביותר (423 נקודות) – פער של יותר מ-100 נקודות. כאשר לוקחים בחשבון גם את המדינות שאינן חברות ב-OECD, הפער בין סינגפור (535 נקודות) לבין קוסובו ולבנון (347 נקודות) בכל אחת מהן גדול אף יותר ועומד על 189 נקודות.

תרשים 26: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי מדינות וישויות כלכליות



נוסף על הציון הממוצע בכל מדינה מוצגים ההישגים על פי התפלגות התלמידים ברמות הבקיות השונות. רמות הבקיות באוריינות קריאה (כמו גם באוריינות מדעים ומתמטיקה) נקבעו על ידי פיזה והן מחלקות את סולם הציונים הרציף לשבע רמות (ונוסף על כך יש תלמידים הנמצאים מתחת לרמת הבקיות הנמוכה ביותר). כל רמת בקיות מייצגת שינוי איכותי ברמת אוריינות הקריאה, ומלווה בתיאור המסביר מה מאפיין תלמידים בטווח זה של ציונים ומה הם בדרך כלל יודעים ומצליחים לפתור. בטבלה 18 מוצגות נקודות החתך של רמות הבקיות השונות. הציון הממוצע בכל מדינה נמצא בהלימה עם התפלגות ציוני התלמידים ברמות בקיות אלו: שכיחות גבוהה של תלמידים ברמות הבקיות הגבוהות ו/או שכיחות נמוכה של תלמידים ברמות הבקיות הנמוכות יהיו בדרך כלל במדינות בעלות ממוצע הישגים גבוה, ולהפך. השוואת מדינות על פי רמות בקיות אלו נותנת תמונה מורכבת ומלאה יותר על אודות ההישגים במערכות החינוך השונות.

טבלה 18: אוריינות קריאה – נקודות החתך (לאחר עיגול) של רמות הבקיות השונות

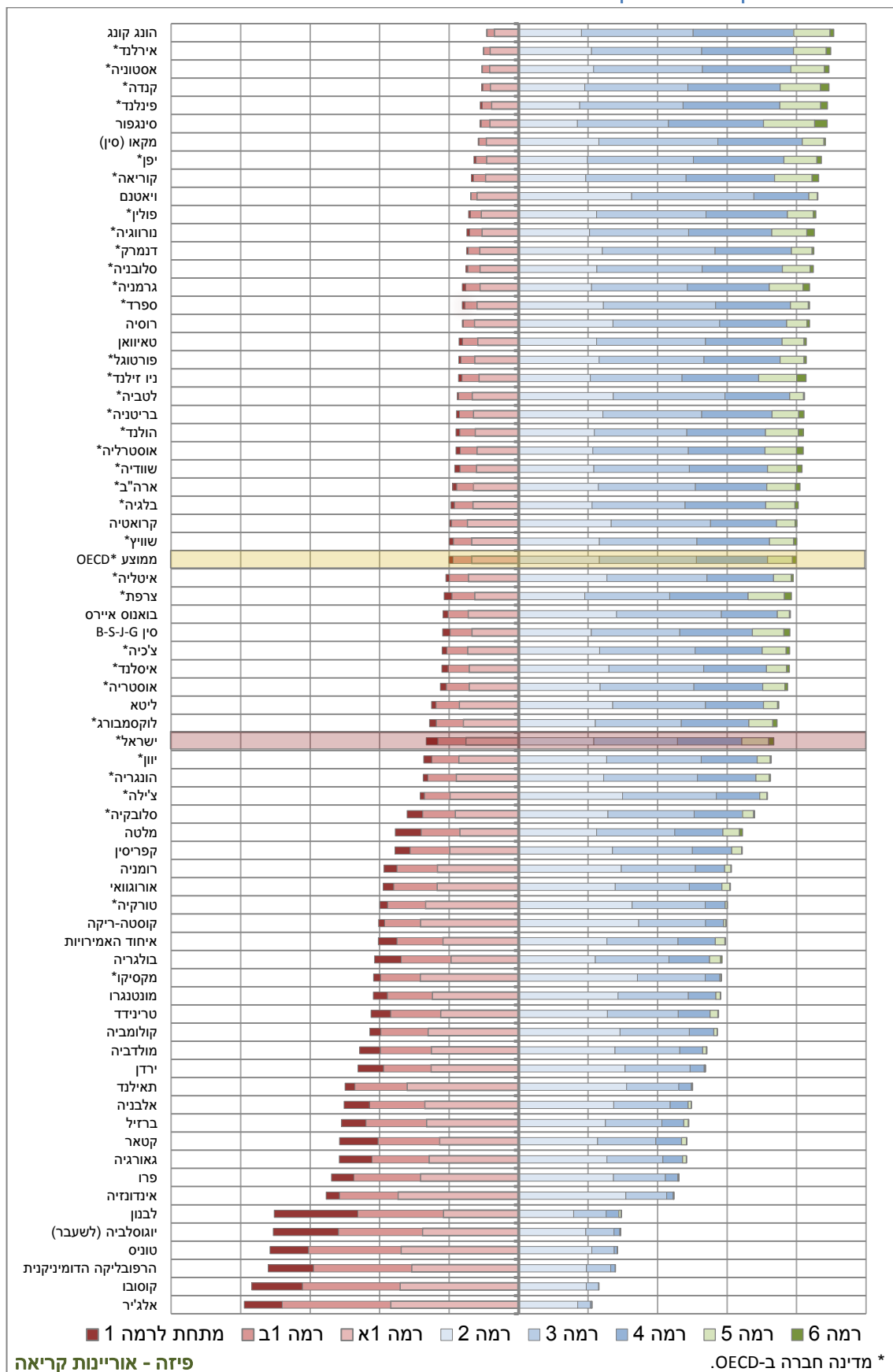
רמת הבקיות	גבול ציון תחתון	גבול ציון עליון
רמה 6	698	-
רמה 5	626	697
רמה 4	553	625
רמה 3	480	552
רמה 2	407	479
רמה 1א	335	406
רמה 1ב	262	334
מתחת לרמה 1	-	261

שיעור התלמידים ברמת בקיות 2 או למעלה מכך חשוב במיוחד מאחר שרמה 2 מוגדרת כרמת בסיס של בקיות שבה מתחילים התלמידים להפגין מיומנויות קריאה אשר יאפשרו להם בעתיד לקחת חלק פעיל בחברה ולתרום לה. במחקר שנערך בקנדה בדקו בשנת 2009 תלמידים שנבחנו במחזור פיזה בשנת 2000. נמצא שלתלמידים שהגיעו לרמת בקיות נמוכה מרמה 2 באוריינות קריאה, סיכוי גבוה באופן לא פרופורציונלי לא ללמוד לימודים על-תיכוניים ולהימצא במצב תעסוקתי גרוע בגיל 19, סיכון זה היה אף חמור מכך בגיל 21. לכן, ההבחנה העיקרית שתיעשה בהמשך, ואשר יהיה לה ביטוי גרפי בתרשימים שלהלן, תהיה בין שיעור התלמידים ברמת בקיות 2 או מעלה, ובין שיעור התלמידים שבקיותם נמוכה מרמה זו.

בתרשים 27 מוצגת התפלגות ההישגים באוריינות קריאה לפי רמות הבקיות בישראל, במדינות המשתתפות ובממוצע ה-OECD. המדינות המשתתפות מסודרות בסדר יורד לפי שיעור התלמידים שרמת הבקיות שלהם 2 ומעלה. הציר האנכי בתרשים מוצב כך שמשמאלו מוצג שיעור התלמידים שמתחת לרמת בקיות 2, ומימינו שיעור התלמידים שברמה 2 ולמעלה מזה. תחילה נתייחס לשיעור התלמידים בקצה העליון של הסולם, ואחר כך לתלמידים בקצה התחתון. מהתרשים עולה כי 9% מן התלמידים בישראל מוגדרים כמצטיינים (קרי, נמצאים ברמות הבקיות הגבוהות ביותר – רמות 5 ו-6). שיעור המצטיינים בישראל מעט גבוה משיעור זה בממוצע ה-OECD (8%) והוא דומה לזה שבסלובניה, בבריטניה, בארה"ב ובבלגיה (9% בכולן), אשר כולן ממוצע הציונים היה גבוה מזה שבישראל. ישנן 15 מדינות שבהן שיעור המצטיינים גדול מ-10% ו-15 מדינות אחרות ששיעור זה בהן קטן מאחוז אחד. בישראל, שיעור התלמידים המתקשים (מתחת לרמת בקיות 2) גדול ביחס לממוצע ה-OECD (27% בישראל לעומת 20% בממוצע ה-OECD). למעשה, ישראל היא אחת

משבע מדינות החברות ב-OECD שבהן שיעור התלמידים המוגדרים מתקשים (מתחת לרמת בקיאות 2) נע בין רבע לחצי (אף כי בישראל שיעורם הוא אך מעט מעל ל-25%). כך או כך, שיעור התלמידים הללו בישראל גדול מהשיעור שנמצא בכמחצית מהמדינות שהשתתפו במחקר.

תרשים 27: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי מדינות ושיויות כלכליות



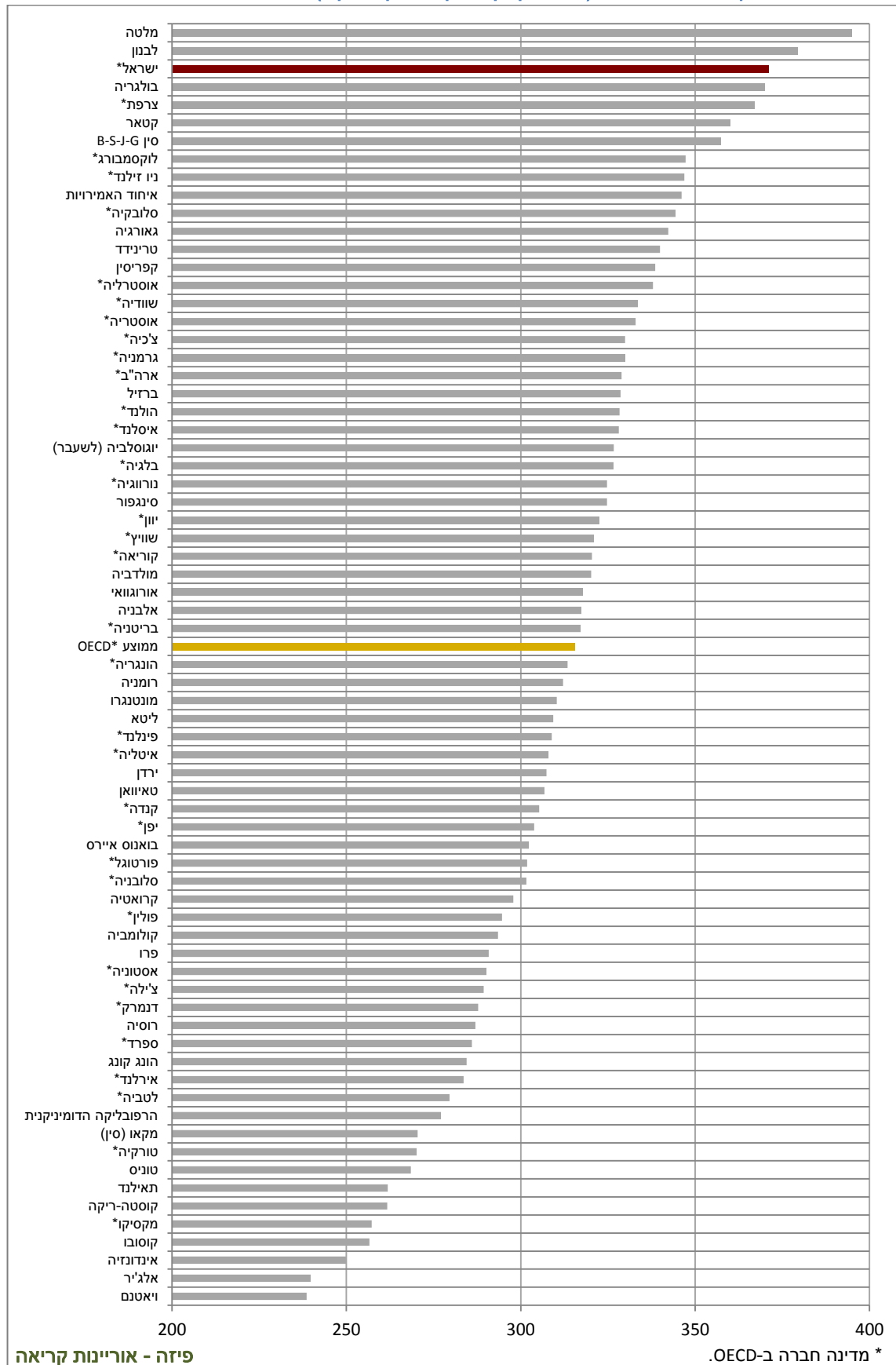
בתרשים 28 מוצג גודלו של מדד פיזור ההישגים בקריאה בקרב המדינות המשתתפות במחקר פיזה 2015. מדד הפיזור שנבחר הוא הטווח שבין הציון המייצג את האחוזון החמישי (הציון ש-5% מן התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה מצויים מתחתיו), לבין הציון המייצג את האחוזון ה-95 (הציון ש-5% מן התלמידים החזקים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). המדינות בתרשים מוצגות בסדר יורד על פי גודלו של מדד פיזור זה. מהתרשים עולה כי למעט מלטה ולבנון (395 ו-379 נקודות בהתאמה), פיזור הציונים בישראל הוא הגדול ביותר בקרב המדינות המשתתפות (371 נקודות). פיזור הציונים הממוצע במדינות ה-OECD עומד על 315. הממצא בדבר השונות הגדולה של הציונים באוריינות קריאה בישראל משחזר את הממצא באוריינות מדעים והוא חוזר בעקביות במחזורי המחקר של פיזה⁶⁸ ובמחקרים בין-לאומיים אחרים.⁶⁹

⁶⁸ ראמ"ה (2013), דוח פיזה 2012: אוריינות תלמידים בני 15 בקריאה, מתמטיקה ומדעים.

⁶⁹ ראמ"ה 2016, דוח טימס 2015: מחקר ביו-לאומי להערכת הידע והמיומנויות של תלמידי כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים.

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/PISA+2012.htm>
http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiym/TIMSS_2015.htm

תרשים 28: אוריינות קריאה – מדד הפיזור (פער בציון בין אחוזון 95 לבין אחוזון 5) לפי מדינות וישויות כלכליות



אוריינות קריאה – מבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל בקריאה במחקר פיזה 2015. הממצאים יוצגו לפי הפילוחים האלה: מגזר שפה, מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי וסוג פיקוח.

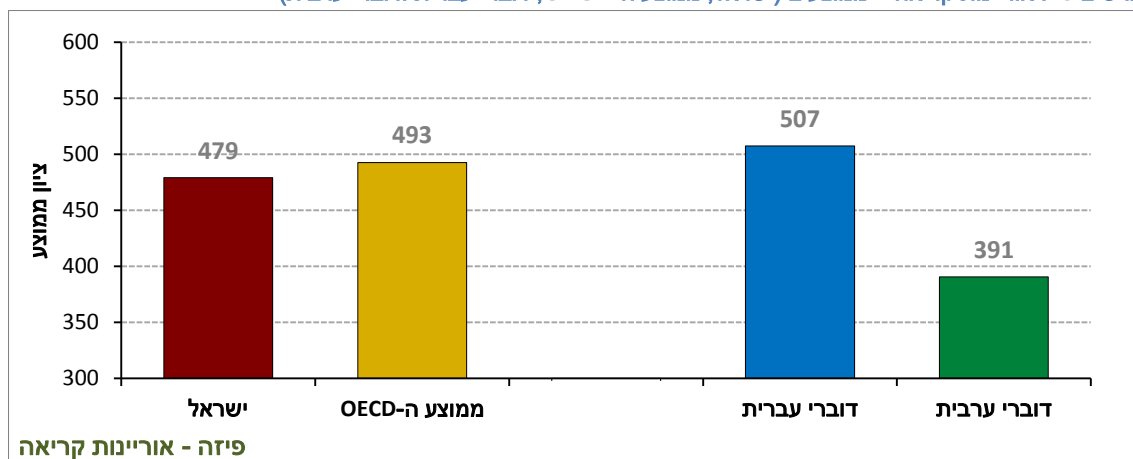
אוריינות קריאה – מגזרי שפה

בתרשים 29 מוצגים ממוצעי ההישגים בקריאה בישראל בפילוח לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית⁷⁰ ובתי ספר דוברי ערבית⁷¹). מהתרשים עולה כי ממוצע ההישגים של תלמידים דוברי עברית הוא 507, וממוצע ההישגים של תלמידים דוברי ערבית הוא 391 נקודות – פער של 116 נקודות (מעל לסטיית תקן שלמה) לטובת דוברי העברית.

כאשר בוחנים את הממוצעים בשני מגזרי השפה לאור תיאור רמות הבקיאות, נראה כי בעוד התלמיד הממוצע בישראל מסוגל להבין את הרעיון המרכזי בטקסטים פשוטים יחסית ותוך ביצוע מספר מוגבל של היסקים, התלמיד הממוצע בקרב דוברי העברית מסוגל למזג כמה חלקים מתוך טקסט כדי לזהות רעיון מרכזי, להבין יחס או לפרש מילה או משפט. זאת גם כאשר המידע הדרוש לשם כך אינו בולט או שיש שפע של מידע מתחרה. עליו להראות הבנה מעמיקה של הטקסט ביחס לידע מוכר ויומיומי או להראות הבנה פחות מעמיקה אך כזו המסתמכת על ידע נפוץ פחות. לעומת זאת, התלמיד הממוצע בקרב דוברי הערבית מסוגל לאתר פיסת מידע מפורש בלבד 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 ויומיומי. כל זאת כאשר המידע הדרוש בולט בטקסט, וכמעט ואין מידע שמתחרה בו.

לו היו בודקים היכן ממוקם כל מגזר שפה במדרג המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות לפי הישגיהן, אזי הישגי התלמידים דוברי העברית היו ממוקמים גבוה מממוצע ה-OECD, קרוב לתלמידים בניו זילנד, בגרמניה ובמקאו (סין). לעומת זאת, הישגי התלמידים דוברי הערבית היו ממוקמים נמוך מהישגי התלמידים באינדונזיה וגבוה מהישגיהם של התלמידים בטוניס, ברפובליקה הדומיניקנית, ביוגוסלביה (לשעבר), באלג'יר ובקוסובו ולבנון – שתי מדינות שהישגי תלמידיהן נמוכים במיוחד.

תרשים 29: אוריינות קריאה – ממוצעים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)

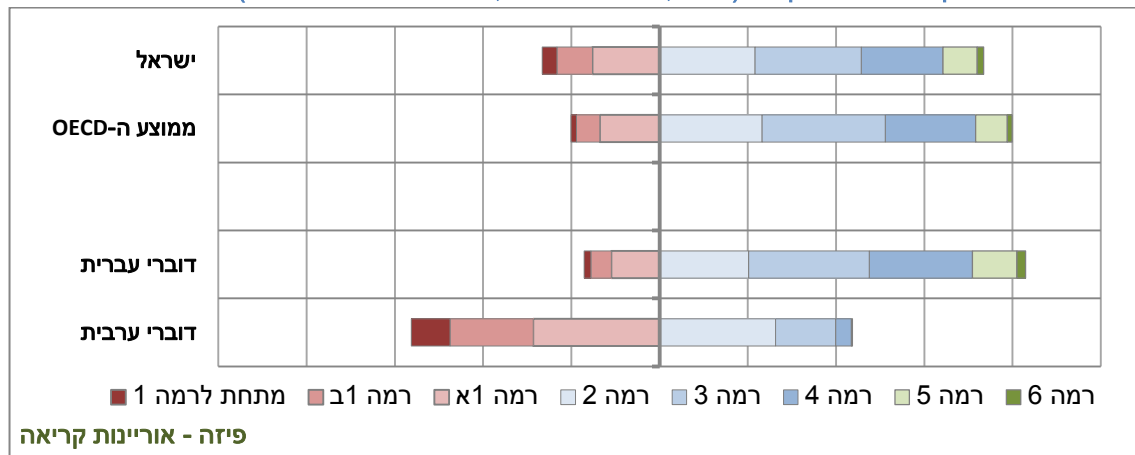


⁷⁰ אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, ובהם תלמידים (בעיקר בנות) במוסדות החינוך שבפיקוח החרדי ותלמידים (בנים ובנות) במוסדות החינוך שבפיקוח משרד הרווחה (לשעבר הכלכלה).

⁷¹ אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, ובהם תלמידים (בנים ובנות) במוסדות שבפיקוח משרד הרווחה (לשעבר הכלכלה).

בתרשים 30 מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות הבקיות בשני מגזרי השפה ובהשוואה לכלל האוכלוסייה בישראל ולממוצע ה-OECD. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי ערבית שיעור המתקשים (מתחת לרמה 2) עומד על 56%, לעומת 17% בלבד בבתי ספר דוברי עברית (לשם השוואה, שכיחות התלמידים המתקשים בממוצע ה-OECD היא 20%). מנגד נמצא כי שיעור התלמידים המצטיינים (ברמות בקיות 5 ו-6) בבתי ספר דוברי עברית הוא 12%, גדול מזה שבממוצע ה-OECD (8%), ובבתי ספר דוברי ערבית שיעור זה הוא אפסי.

תרשים 30: אוריינות קריאה – רמות בקיות (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



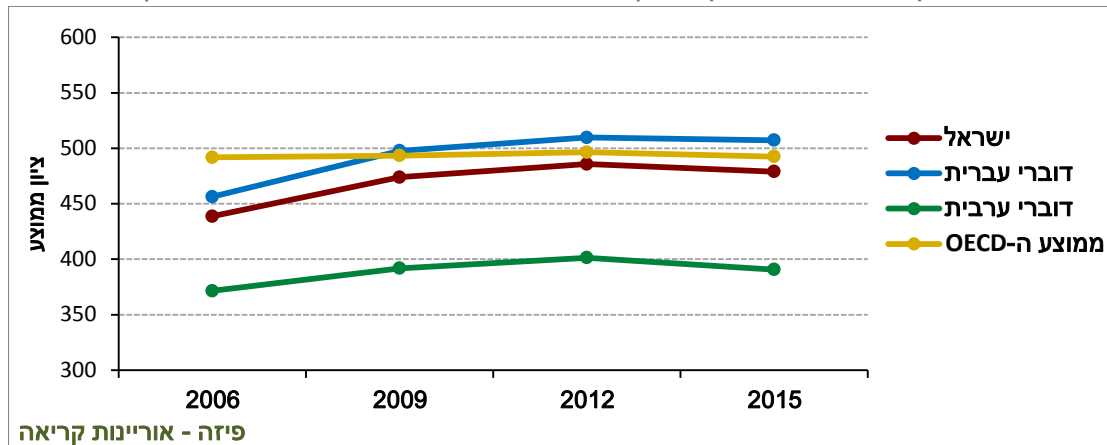
אוריינות קריאה – מגמות לאורך שנים

בחלק זה יוצגו השוואות לאורך שנים באוריינות קריאה במחקרי פיזה. מגמות של פילוחים פנים-ישראליים בדוח זה יוצגו החל משנת 2006 על מנת שניתן יהיה להשוות מגמות אלה למגמות שנראו בשני הנושאים האחרים, קרי מדעים ומתמטיקה. ישראל אמנם השתתפה במחזור פיזה של שנת 2000 (מחזור פיזה הראשון אשר גם בו קריאה היה הנושא העיקרי), אך המחקר התבצע בישראל רק בשנת 2002 (ובשל סמיכות המועדים ישראל לא השתתפה גם במחזור פיזה של שנת 2003). החל ממחזור פיזה של שנת 2006 ישראל משתתפת באופן רציף במחקר, ולכן נרצה להתייחס למחזורים אלה (שנעשו בהם מדידות לאורך עשר שנים בקירוב).

בתרשים 31 מוצגים הציונים הממוצעים בקריאה במחקרי פיזה בין השנים 2006 ל-2015.⁷² בישראל חל שיפור של 40 נקודות על פני תשע השנים שאליהן מתייחס התרשים – מ-439 נקודות ב-2006 ל-479 נקודות ב-2015. עיקר השיפור התרחש במחזורי פיזה המוקדמים, בין השנים 2006 ל-2009, אז טיפסו הציונים ב-35 נקודות. מגמת השיפור התמתנה בין 2009 ל-2012 (רק 12 נקודות שיפור) ולא נמשכה בין 2012 למחזור המחקר הנוכחי (בין 2012 ל-2015 נרשמה ירידה לא מובהקת של 7 נקודות מ-486 נקודות ל-479 נקודות). בחינת השינויים לאורך השנים בכל מגזר שפה בנפרד מעלה כי בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית חלה עלייה של 51 נקודות בין 2006 ל-2015; בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית נרשמה עלייה קטנה יותר של 19 נקודות. בשני מגזרי השפה עיקר העלייה נרשמה בין 2006 ל-2009.

⁷² בדוח זה מוצגים נתוני העבר של ה-OECD כפי שהופיעו בפרסום המקורי. לעומת זאת, בדוח הבין-לאומי, ממוצע ה-OECD של מחזורי פיזה קודמים וכן סטטיסטיים שונים חושבו מחדש, כך שבקבוצת מדינות ה-OECD נכללו גם מדינות אשר במועד מחזור מחקר נתון עדיין לא השתייכו ל-OECD. מדינות אלה, וביניהן ישראל, הצטרפו ל-OECD במהלך השנים. בשל כך, ייתכנו פערים קטנים בין הנתונים המוצגים בדוח זה ובין הנתונים המוצגים בדוחות של ה-OECD.

תרשים 31: אוריינות קריאה – ממוצעים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



כאשר בוחנים את השיעורים של המצטיינים ושל המתקשים לאורך השנים, עולה כי חל שיפור (עלייה בשיעור המצטיינים וירידה בשיעור המתקשים), אשר רובו התרחש בקרב דוברי העברית. שיעורי התלמידים המצטיינים גדלו בכלל ישראל (מ-5% ב-2006 ל-9% ב-2015) ובקרב תלמידים דוברי עברית (מ-6% ב-2006 ל-12% ב-2015). שיעורי התלמידים המתקשים ירדו בכלל ישראל (מ-39% ב-2006 ל-27% ב-2015), ירידה אשר ניתן לייחס את רובה לירידה בשיעור המתקשים בקרב דוברי העברית (מ-33% ב-2006 ל-17% ב-2015). בקרב דוברי הערבית הייתה ירידה קטנה יותר בשיעור המתקשים (מ-62% ב-2006 ל-56% ב-2015). שיעור המתקשים הקטן ביותר בקרב דוברי ערבית נרשם ב-2012, ועמד אז על 49%.

טבלה 19: אוריינות קריאה – ממוצעים ושיעורים של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)

2015	2012	2009	2006		
479	486	474	439	ממוצע	ישראל
9%	10%	7%	5%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
27%	24%	27%	39%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
493	496	493	492	ממוצע	ממוצע ה-OECD
8%	8%	8%	9%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
20%	18%	19%	20%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
507	510	498	456	ממוצע	דוברי עברית
12%	12%	9%	6%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
17%	16%	18%	33%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
391	401	392	372	ממוצע	דוברי ערבית
0%	1%	1%	1%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
56%	49%	55%	62%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	

מגמות ארוכות טווח בקריאה (החל בפיזה 2000)

בדוח הבין-לאומי מוצגות מגמות ארוכות טווח החל ממחזור פיזה הראשון, שבו קריאה היה תחום המחקר העיקרי – פיזה 2000. הדוח הבין-לאומי מתמקד בשינוי בכל שלוש שנים בממוצע (average three-year trend) בכל אחת מהמדינות המשתתפות במחקר. ההשוואה שנעשת באמצעות מדד זה מאפשרת הבנה טובה יותר של מגמות השינוי בכל מדינה בהשוואה למדינות האחרות, והיא גם

מאפשרת לכלול בבדיקה זו כמה שיותר מדינות. השוואה כזו גם מאפשרת להתמודד טוב יותר עם דפוסי השתתפות שונים במחזורים השונים, שכן ללא תלות במספר המחזורים (ובאילו מחזורים) שבהם השתתפה כל מדינה, לכל מדינה מחושב מדד אחיד, הוא המגמה התלת-שנתית הממוצעת, על בסיס כל הנתונים הזמינים לגביה. השיטות העומדות בבסיס השוואה מסוג זה הן מורכבות, ולכן על כל אחד מהמחזורים לעמוד בכמה תנאים מקדימים שיאפשרו לכלול אותם בהשוואה מסוג זה.⁷³ בהמשך נתייחס בקצרה גם למגמה שהחלה בפיה 2009, כאשר תחום הקריאה שב ועמד במוקד המחקר.

התלמידים שהשתתפו במחזור פיה 2015 רק נולדו בזמן שנערך מחזור פיה הראשון בשנת 2000. בין לבין נערכו ארבעה מחזורים נוספים של מבחני פיה, במרווחים קבועים של שלוש שנים. בשונה מאוריינות מדעים ואוריינות מתמטית, באוריינות קריאה התוצאות של כל ששת מחזורי פיה דווחו באופן עקבי על פני אותו הסולם, דבר המאפשר להשוות את הממצאים ולחשב מגמות על פני 15 שנים. בתקופה כה ארוכה לא רק מערכות החינוך אלא גם החברות והכלכלות במדינות המשתתפות עברו שינויים מרחיקי לכת. כך, למשל, בשנת 2000, רק 26% מהאוכלוסייה בממוצע מדינות ה-OECD עשו שימוש באינטרנט, לעומת יותר מ-80% שעשו כן ב-2015. טכנולוגיות חדשות וכן גידול במסחר ובתחרות הבין-לאומיים העלו את הרף התחתון של אוריינות קריאה הנחוץ למי שמבקש לקחת חלק מלא בעולם העבודה ובחברה בכלל. בו בזמן, בין 2005 ל-2013, גדלה ההוצאה על תלמידים במדינות ה-OECD ב-20%. עם זאת, בממוצע ה-OECD לא נראה שינוי בהישגים באוריינות קריאה. הצורך הגובר במיומנויות קריאה מחד גיסא וההשקעה הגדלה בחינוך מאידך גיסא עדיין אינם באים לידי ביטוי בשיפור תוצאות התלמידים.

חישוב המגמות ארוכות הטווח נעשה על 42 מדינות וישויות כלכליות, אשר לגבי 29 מהן קיימים נתונים מכל ששת מחזורי פיה. בישראל, צ'ילה ורוסיה נמצאה מגמת שיפור של בין שמונה לעשר נקודות בכל שלוש שנים בממוצע (בישראל 9.2 נקודות), ובתשע המדינות והישויות הכלכליות האחרות השיפור הוא בין שלוש לשש נקודות בכל שלוש שנים. ב-24 מדינות אחרות לא היה שינוי מובהק בין מחזור פיה הראשון שבו השתתפו (2000 או 2003) ובין מחזור פיה 2015. בחמש מדינות, וביניהן פינלנד, נמצאה מגמה שלילית ומובהקת, כך שבין מחזור פיה הראשון שבו השתתפו לבין מחזור פיה 2015, ממוצע הישגיהן הידרדר בין שלוש לשש נקודות בכל שלוש שנים. כאמור, ניתן לחשב מגמות רב-שנתיות גם ביחס לפיה 2009, אז קריאה היה שוב תחום המחקר העיקרי. מחישוב כזה עולה כי השינוי בישראל החל מ-2009 אינו מובהק, והוא עומד על ממוצע של 2.5 נקודות בכל שלוש שנים.⁷⁴

בתרשים 32 מוצגת מטריצה המסווגת את המדינות והישויות הכלכליות לתשעה דפוסים של מגמות שינוי מאז פיה 2000, כך שהשורות בתרשים מבטאות את מגמות השינוי ארוכות הטווח – ממגמה של שיפור (בגרפים המוצגים בשורה העליונה של התרשים) ועד מגמה של ירידה (בגרפים המוצגים בשורה התחתונה של התרשים). העמודות בתרשים מבטאות את שינוי הקצב (האטה או האצה) במגמת השינוי – ממגמת האטה (בגרפים המוצגים בעמודה השמאלית) ועד מגמת האצה (בגרפים המוצגים בעמודה הימנית).

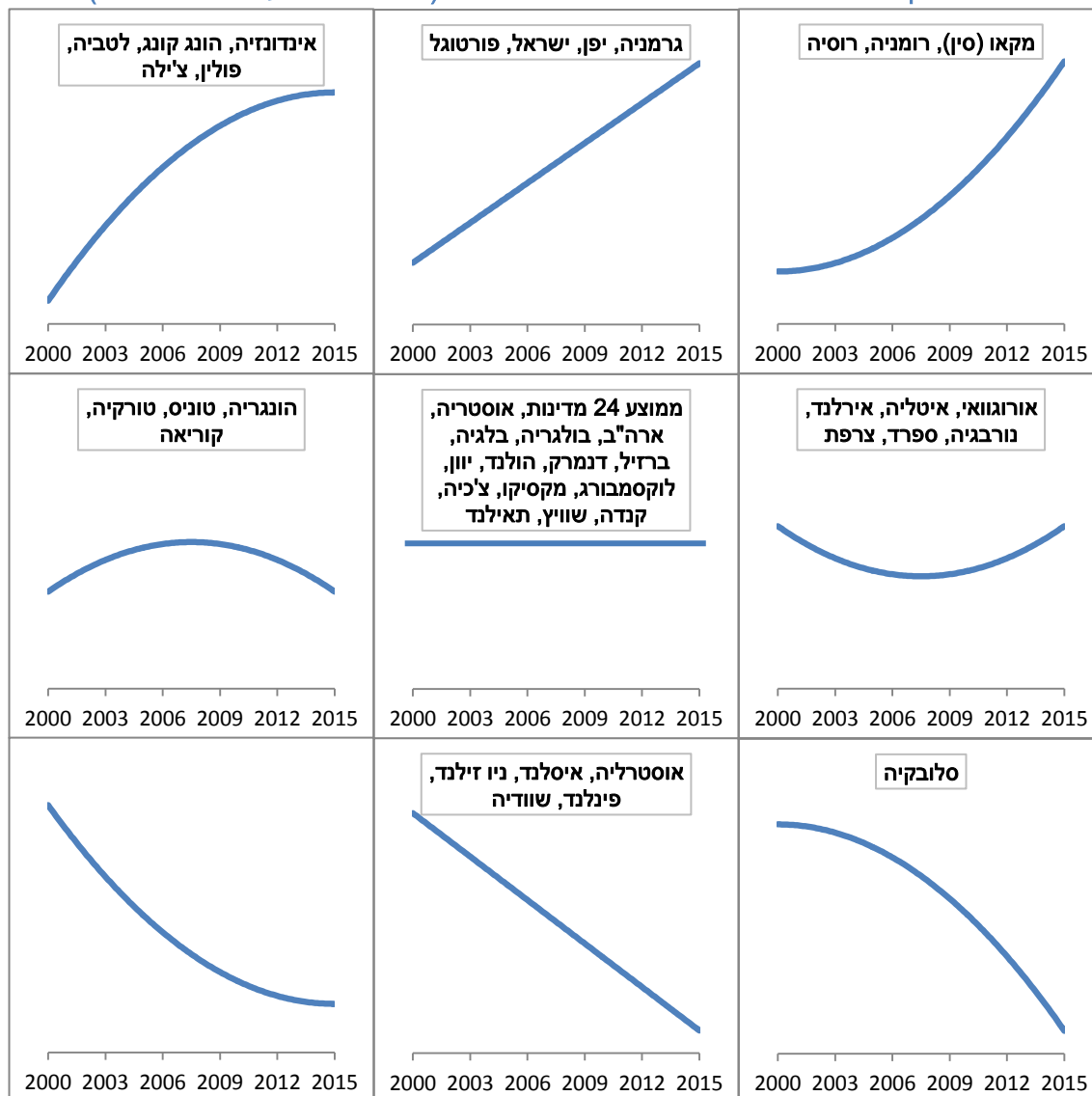
⁷³ יש לציין כי השינוי הממוצע על פני שלוש שנים לא חושב כממוצע פשוט של השינוי בין המחזור הראשון והאחרון אלא באמצעות מודל רגרסיה לינארית הלוקח בחשבון את כל נקודות המדידה יחד.
⁷⁴ הסיבה להבדל במגמת השינוי נעוץ בכך שבשראל עיקר השיפור בהישגים נרשם בין 2006 ל-2009, שיפור אשר בא לידי ביטוי רק כאשר מביאים בחשבון גם מחזורים שקדמו לפיה 2009.

בישראל המגמה ארוכת הטווח היא לינארית,⁷⁵ אך מגמות השינוי במדינות שונות יכולות להיות לינאריות או עקומות. לעתים נראית האצה או האטה במגמת השינוי, בין אם זו מגמה של שיפור בהישגים או מגמה של ירידה בהישגים. נוסף על כך, במדינות שבהן לא נמצא שינוי ארוך טווח חל לעתים שיפור (או ירידה) בהישגים בין מחזורי מחקר אחדים, ולאחריהם חזרה לרמת ההישגים הקודמת (כפי שיודגם להלן עם ספרד). במקרה כזה השיפור ארוך הטווח ייראה כמו פונקציה עקומה אופקית קעורה או קמורה. במקרה של יציבות ברמת ההישגים בכל מחזורי המחקר, קו המגמה ארוכת הטווח יהיה ישר ואופקי (כמו במקרה של ארצות הברית).

בישראל, כאמור, וכן בפורטוגל, בגרמניה וביפן מגמת השיפור יציבה (עקבית) יחסית. בישראל ממוצע ההישגים השתפר מ-452 נקודות ב-2002 (כשישראל השתתפה לראשונה במחקר פיזה כחלק מקבוצת פיזה 2000+), ל-474 נקודות ב-2009 (כשקריאה שוב היה הנושא שבו התמקד המחקר), ול-479 נקודות ב-2015. במדינות וישויות כלכליות אחרות לא נמצאה מגמת שינוי ארוך טווח חיובית או שלילית, אך זאת בעקבות הדרדרות לאורך מחזורי פיזה הראשונים ושיפור במחזורי פיזה האחרונים. דפוס זה נראה בנורבגיה, ספרד, איטליה, אורוגוואי, צרפת ואירלנד. בספרד, לדוגמה, הממוצע בקריאה ירד ב-493 נקודות במחזור פיזה 2000 ל-481 נקודות במחזור פיזה 2009, אך ב-2015 עלה ל-496 – קרוב לממוצע ה-OECD. בחלק מהמדינות והישויות הכלכליות נרשמת יציבות רבה, קרי, לא נרשם שיפור או שינוי לרעה לאורך השנים. בקנדה, לדוגמה, ההישגים בקריאה נותרו ברמה קבועה לאורך השנים – כ-20 נקודות מעל ממוצע ה-OECD בכל ששת המחזורים – הישג ראוי לציון.

⁷⁵ אשר למגמות השינוי התלת-שנתיות החל מפיזה 2000 והחל מפיזה 2009 – נראה שחלה האטה, אך שני האומדנים של מגמות השינוי התלת-שנתי אינם מספקים תמונה מלאה, שכן מרב השינוי בהישגי התלמידים בישראל התרחש דווקא בנקודת הזמן שבין פיזה 2006 לפיזה 2009 – הנמצאת באמצע טווח השנים שלגביו נערך החישוב.

תרשים 32: אוריינות קריאה – האצה או האטה במגמת השינוי ארוכת הטווח (42 מדינות וממוצע 24 מדינות OECD)



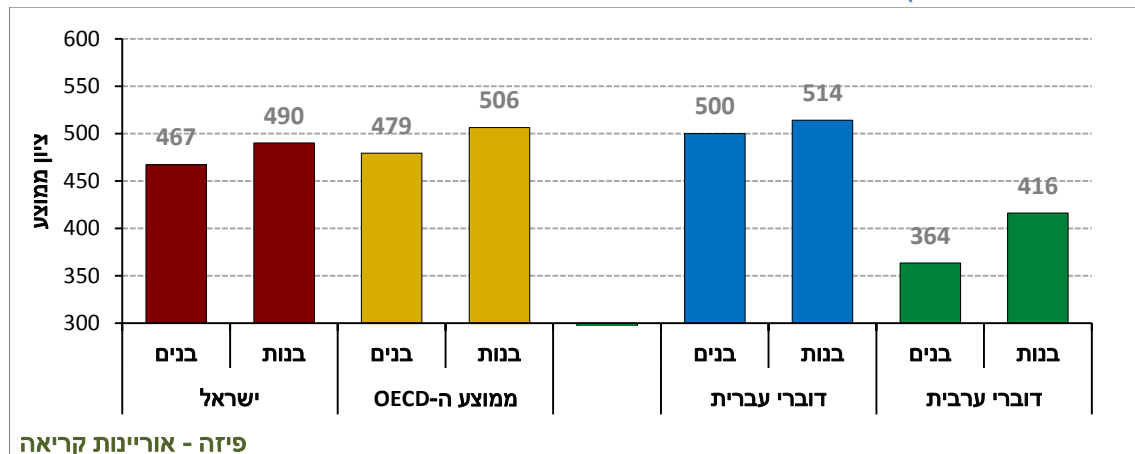
אוריינות קריאה – מגדר

בתרשים 33 מוצגים ההישגים בקריאה בפילוח לפי מגדר. מהתרשים עולה כי ממוצע הבנים נמוך מממוצע הבנות בכל הקבוצות, אם כי בקרב דוברי העברית פער זה אינו מובהק סטטיסטית. בכלל ישראל ממוצע הבנות גבוה ב-23 נקודות מממוצע הבנים (490 לעומת 467 נקודות, בהתאמה), ובממוצע ה-OECD ממוצע הבנות גבוה ב-27 נקודות מממוצע הבנים (506 לעומת 479 נקודות, בהתאמה).

כאשר בוחנים את הפערים המגדריים בכל אחד ממגזרי השפה בנפרד, עולה כי בקרב תלמידים מבתי ספר דוברי עברית אין פער מובהק בין ממוצע הבנים ובין ממוצע הבנות, אף על פי שהישגי הבנות גבוהים ב-14 נקודות בממוצע מהישגי הבנים (514 נקודות לעומת 500 נקודות בהתאמה), ואילו בקרב תלמידים מבתי ספר דוברי ערבית ממוצע הבנות גבוה ב-52 נקודות מממוצע הבנים (416 ו-364 נקודות בהתאמה), פער המהווה כחצי סטיית תקן. פער לטובת הבנות נראה בכל המדינות המשתתפות במחקר פיזה; הפער הקטן ביותר היה בפרו – 8 נקודות בממוצע לטובת הבנות, והפער הגדול ביותר היה בירדן – 72 נקודות בממוצע לטובת הבנות.

ברוב המדינות והישויות הכלכליות (48 מתוך 70), שונות הציונים גדולה יותר בקרב הבנים מאשר בקרב הבנות. מאחר שממוצע ציוני הבנות גבוה מממוצע ציוני הבנים, עיקר הפער ביניהם מצוי בקרב אלה אשר הישגיהם בקריאה חלשים. מצב זה מתקיים גם בישראל: ציוני הבנות באחוזון ה-90 דומים לציוני הבנים באחוזון זה, אבל ציוני הבנות באחוזון ה-10 גבוהים ב-42 נקודות מציוני הבנים באחוזון זה.

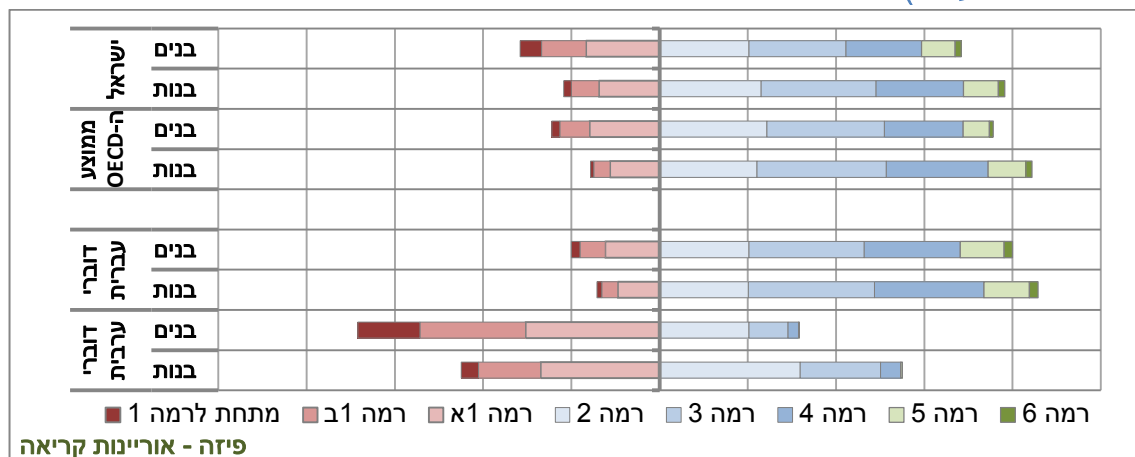
תרשים 33: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי מגדר ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



בתרשים 34 מוצגות התפלגויות רמות הבקריאות בקריאה לפי מגדר. כאמור, עיקר הפער בין ציוני הבנים לציוני הבנות טמון בתלמידים אשר הישגיהם בקריאה חלשים. מהתרשים עולה כי בכלל האוכלוסייה בישראל שיעור המצטיינים בקרב הבנים דומה לזה שבקרב הבנות (9% בשניהם), אך שיעור המתקשים גדול יותר בקרב הבנים (32%) לעומת זה שבקרב הבנות (22%). בממוצע ה-OECD תמונה זו בולטת גם כן – שיעור המצטיינים אמנם קטן יותר בקרב הבנים (7%) מאשר בקרב הבנות (10%), אך שיעור המתקשים גדול בהרבה בקרב הבנים (24%) לעומת השיעור בקרב הבנות (16%).

כאשר בוחנים פערים אלה בקרב תלמידים משני מגזרי השפה בנפרד, עולה כי בקרב תלמידים דוברי עברית, שיעור המצטיינים בקרב הבנים והבנות זהה (12%), ושיעור המתקשים גדול יותר בקרב הבנים (20%) מאשר בקרב הבנות (14%). בקרב תלמידים דוברי ערבית, שיעור המצטיינים מקרב הבנים ומקרב הבנות הוא אפסי ושיעור המתקשים מקרב הבנים (68%) גדול בהרבה משיעור זה מקרב הבנות (45%). גם נתון זה תואם לתמונה הבין-לאומית. בכל המדינות והישויות הכלכליות נמצא כי שיעור המתקשים גדול יותר בקרב הבנים מאשר בקרב הבנות, וב-43 מדינות וישויות כלכליות נמצא כי שיעור המצטיינים גדול יותר בקרב הבנות מאשר בקרב הבנים.

תרשים 34: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי מגדר ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



כאשר בוחנים את הממוצעים לפי מגדר לאורך שנים, עולה תמונה שונה בקרב תלמידים משני מגזרי השפה. בקרב תלמידים דוברי עברית הפער לטובת הבנות הצטמצם במידה ניכרת מ-35 נקודות ל-14 נקודות בין 2006 ל-2015. עיקר הצמצום התרחש בין שני מחזורי פיזה האחרונים – מ-39 נקודות ב-2012 ל-14 נקודות ב-2015. בדומה לכך, הפער בשיעור המתקשים (גם הוא כאמור, לטובת הבנות) הצטמצם מ-13% ל-6% בין 2006 ל-2015. עיקר הצמצום בפער הבין-מגדרי בנוגע לשיעור המתקשים התרחש אף הוא בין שני מחזורי פיזה האחרונים – מ-14% ב-2012 הצטמצם הפער ל-6% ב-2015. לא נרשם שינוי בגודל הפערים הבין-מגדריים בשיעורי המצטיינים לעומת 2006, אף שבמחזורי קודמים (2009 ו-2012) נרשם פער קטן גם בשיעורים אלה לטובת הבנות, פער אשר נמחק לחלוטין במחזור הנוכחי (פיזה 2015).

חשוב לציין כי הצמצום בפער לטובת הבנות בקרב דוברי העברית בין שני מחזורי המחקר האחרונים נבע אמנם מהשיפור בהישגי הבנים (עלייה ב-10 נקודות בממוצע, עלייה של אחוז אחד בשיעור המצטיינים וירידה של 3% בשיעור המתקשים), אך לצד עליות אלה נרשמה גם ירידה לא רצויה בהישגי הבנות (ירידה של 15 נקודות בממוצע, ירידה של 1% בשיעור המצטיינים ועלייה של 5% בשיעור המתקשים).

בקרב דוברי הערבית, הפער לטובת הבנות הצטמצם מ-72 נקודות ל-52 נקודות בין 2006 ל-2015. אך הפער לטובת הבנות בשיעורי המתקשים נותר יציב – שיעורי המתקשים בקרב הבנים ירדו ב-7% (מ-75% ל-68%) ובקרב הבנות ירדו ב-5% (מ-50% ל-45%) בין 2006 ל-2015. שיעור המצטיינים בקרב בנים ובנות דוברי ערבית נותר קרוב לאפס לאורך כל המחזורי.

גם בקרב דוברי הערבית הצמצום בפער הבין-מגדרי התרחש בעיקר בין 2012 למחזור הנוכחי, ואפשר לייחס אותו לירידה לא רצויה של 19 נקודות בקרב הבנות לצד יציבות בצינוי הבנים.

טבלה 20: אוריינות קריאה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי מגדר ומגזר שפה לאורך שנים

2015		2012		2009		2006			
בנות	בנים	בנות	בנים	בנות	בנים	בנות	בנים		
514	500	529	490	515	480	474	439	ממוצע	דוברי עברית
12%	12%	13%	11%	11%	8%	7%	6%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
14%	20%	9%	23%	13%	24%	26%	39%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
416	364	435	363	424	359	407	335	ממוצע	דוברי ערבית
0%	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
45%	68%	35%	66%	42%	69%	50%	75%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	

אוריינות קריאה – רקע חברתי-תרבותי-כלכלי (חת"כ)

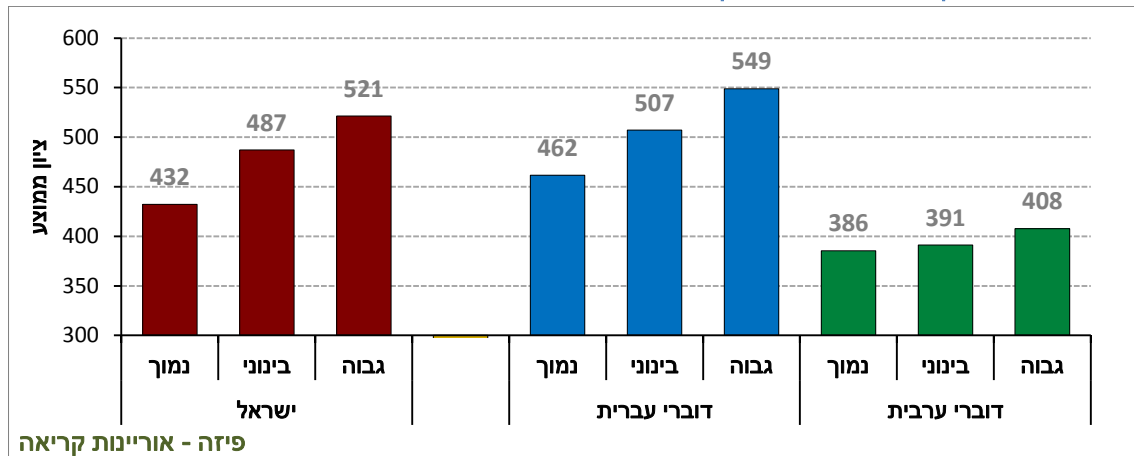
בחלק זה מוצגים ההישגים בקריאה, בפילוח לפי הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי של התלמידים בישראל (נמוך, בינוני וגבוה). חלוקת התלמידים לקבוצות אלו נקבעה על פי מדד החת"כ (ראו תיבה 4 בפרק 4). חשוב להדגיש שוב כי אף שיש קשר עקבי והדוק בין הרקע החת"כ של התלמידים לבין הישגיהם, אין להסיק מממצאים אלו על קשרי סיבה-תוצאה ביניהם.

בתרשים 35 מוצגים ההישגים בקריאה בפילוח לפי רקע חת"כ. שוב בולט הקשר החיובי בין רקע חת"כ להישגים לימודיים: ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חת"כ גבוה (521) גדול ב-34 נקודות מממוצע התלמידים מרקע חת"כ בינוני (487 נקודות), אשר בתורו גדול ב-55 נקודות מממוצע התלמידים מרקע חת"כ נמוך (432 נקודות). קשר חיובי זה מתקיים גם בכל אחד ממגזרי השפה בנפרד.

בקרב דוברי העברית, ממוצעי הציונים של תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה היו 462, 507 ו-549 נקודות, בהתאמה. בקרב דוברי הערבית, ממוצעי הציונים של תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה היו 386, 391 ו-408 נקודות, בהתאמה. בקרב דוברי העברית הפערים בין קבוצות תלמידים מרמות סמוכות של רקע חת"כ עומדים על כ-45 נקודות, הן בין תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע בינוני, והן בין תלמידים מרקע בינוני לתלמידים מרקע נמוך. בקרב דוברי הערבית, הפערים עומדים על 5 נקודות בין תלמידים מרקע בינוני לתלמידים מרקע נמוך ועל 17 נקודות בין תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע בינוני.

השוואה בין תלמידים משני מגזרי השפה בעלי רקע חת"כ דומה ממשיכה להצביע על קיומם של פערי הישגים גדולים בין שני המגזרים. אמנם בתוך קבוצת הרקע הנמוך הפער בין שני מגזרי השפה מצטמצם במידת מה, מ-116 נקודות (הפער הכללי בין כלל התלמידים דוברי העברית לבין כלל התלמידים דוברי הערבית) ל-76 נקודות, אך הפערים בתוך קבוצות הרקע הבינוני דומים לפער הכללי בין מגזרי השפה, והפערים בתוך קבוצת הרקע הגבוה אף גדולים מהפערים בין מגזרי השפה בכלל האוכלוסייה (הפער לטובת דוברי העברית עומד על 116 נקודות בקרב תלמידים מרקע חת"כ בינוני, ועל 141 נקודות בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה). צמצום הפער בהישגים בתוך קבוצת הרקע החת"כ הנמוך מצביע על כך שלפחות חלק מהפער בהישגים בין תלמידים משני מגזרי השפה יכול להיות מוסבר על ידי ההבדלים בהתפלגות הרקע החת"כ שלהם – כמחצית מדוברי הערבית מסווגים לקבוצת הרקע הנמוך לעומת כרבע מדוברי העברית, וכרבע מדוברי הערבית מסווגים לקבוצת הרקע הבינוני לעומת כמחצית מדוברי העברית. עם זאת, הצמצום בפער בא לידי ביטוי רק בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בעוד שביתר קבוצות הרקע החת"כ לא נרשם כל צמצום. יתרה מזו – הציון הממוצע של תלמידים מרקע גבוה בבתי ספר דוברי ערבית נמוך ב-54 נקודות מן הציון הממוצע של תלמידים מרקע נמוך בבתי ספר דוברי ערבית (408 לעומת 462 נקודות, בהתאמה).

תרשים 35: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה



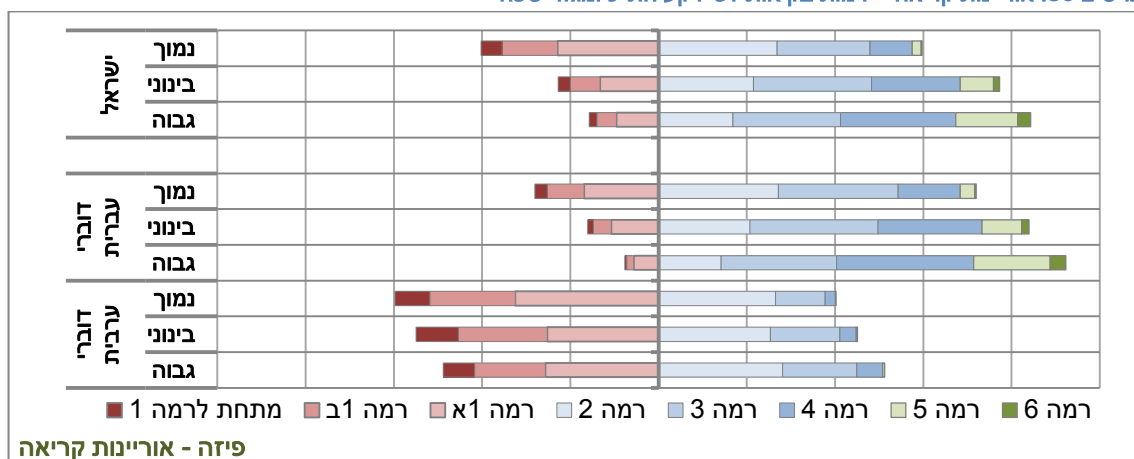
פיזה - אוריינות קריאה

בתרשים 36 מוצגות התפלגויות התלמידים לרמות בקיאות לפי מגזר שפה ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי. בכלל ישראל שיעורי התלמידים המתקשים (מתחת לרמה 2) גבוהים יותר בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך (40%) בהשוואה לתלמידים מרקע חת"כ בינוני (23%) או גבוה (16%), ושיעורי התלמידים המצטיינים (ברמות הבקאות 5 ו-6) נמוכים יותר בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך (2%) בהשוואה לתלמידים מרקע חת"כ בינוני (9%) או גבוה (17%).

בקרב דוברי העברית מתקבלת תמונה דומה – שיעור התלמידים המתקשים קטן יותר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר (28%, 16% ו-8% בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה), ושיעור התלמידים המצטיינים גדול יותר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר (4%, 11% ו-21% בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה).

בקרב דוברי הערבית מתקבלת תמונה דומה אך שיעור המתקשים מקרב תלמידים מרקע נמוך (60%) אינו שונה באופן מובהק משיעורם מקרב תלמידים מרקע חת"כ בינוני (55%), אך שונה מזה שאצל תלמידים מרקע חת"כ גבוה (49%). שיעורי התלמידים המצטיינים קרובים לאפס בכל הקבוצות.

תרשים 36: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי רקע חת"כ ומגזר שפה



פיזה - אוריינות קריאה

בטבלה 21 מוצגים הממוצעים ושיעורי המצטיינים והמתקשים בכל אחד ממחזורי פיזה לפי רקע חת"כ ומגזר שפה.⁷⁶ נראה כי לאורך השנים לא היו שינויים גדולים בתמונת הפערים בין תלמידים

⁷⁶ יש לשים לב כי בחלק מהפרסומים הקודמים נעשה שימוש במשתנה רקע אחר המבוסס על מדד הטיפוח "שטראוס". לכן תיתכן אי-התאמה בין המוצג בדוח זה לבין המוצג בפרסומים הקודמים.

מרקע חת"כ שונה, מעבר למגמות הכלליות בשני מגזרי השפה. כאשר בוחנים את שיעורי המצטיינים והמתקשים עולה תמונה מעט מורכבת יותר. בקרב דוברי העברית הפער בשיעורי המצטיינים בין תלמידים מרקע חת"כ גבוה לבין תלמידים מרקע חת"כ נמוך התרחב מפער של 8% לפער של 17% בין 2006 ל-2015. לעומת זאת, הפער בשיעורי המתקשים בין תלמידים מרקע חת"כ גבוה לבין תלמידים מרקע חת"כ נמוך הצטמצם מעט, מפער של 25% לפער של 20% בין 2006 ל-2015. בקרב דוברי הערבית שיעורי המצטיינים נמוכים מאוד בכל קבוצות הרקע החת"כ, והפער בשיעורי המתקשים בין תלמידים מרקע חת"כ גבוה לבין תלמידים מרקע חת"כ נמוך נותר יציב למדי – 11% ב-2006 וב-2015, וכ-15% ב-2006 וב-2009.

טבלה 21: אוריינות קריאה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה לאורך שנים

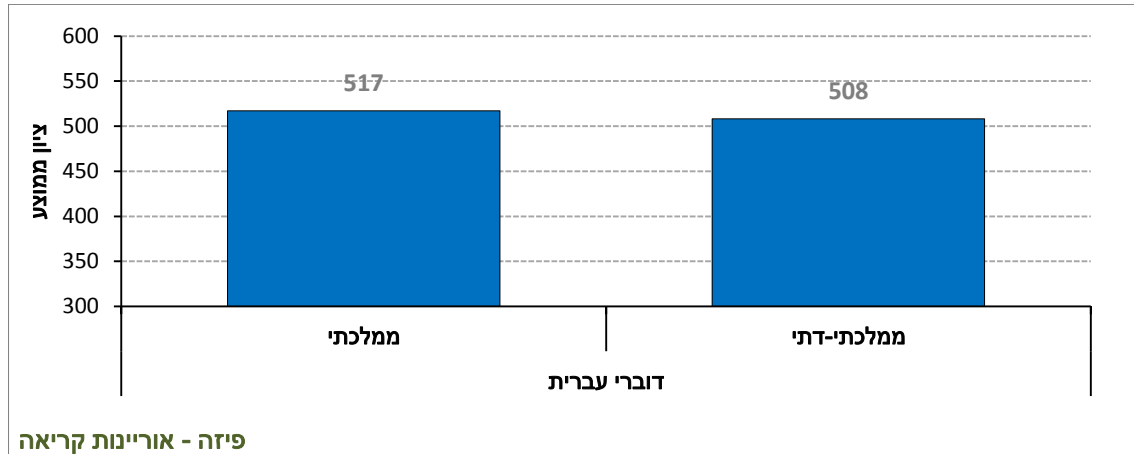
		2015			2012			2009			2006				
		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך		
דוברי עברית	ממוצע	549	507	462	551	508	469	541	503	449	494	461	413		
	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	21%	11%	4%	21%	10%	4%	17%	8%	3%	10%	6%	2%		
	מתקשים (מתחת לרמה 2)	8%	16%	28%	8%	15%	26%	9%	14%	31%	22%	30%	47%		
דוברי ערבית	ממוצע	408	391	386	434	403	394	419	398	386	392	375	365		
	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	0%	0%	0%	2%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	1%	0%		
	מתקשים (מתחת לרמה 2)	49%	55%	60%	37%	49%	52%	43%	54%	59%	54%	60%	65%		

אוריינות קריאה – סוג פיקוח (דוברי עברית)

חלק זה מתייחס להישגי תלמידים בקריאה בבתי ספר דוברי עברית בלבד. בתרשים 37 מוצגים הישגיהם של התלמידים דוברי העברית בפילוח לפי סוג פיקוח⁷⁷ (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מהתרשים עולה כי הישגי התלמידים בקריאה בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי (517 נקודות) גבוהים מהישגי עמיתיהם בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי (508 נקודות) ב-9 נקודות בממוצע, אך פער זה אינו מובהק סטטיסטית.

⁷⁷ חלוקה זו אינה כוללת תלמידים הלומדים במוסדות שבפיקוח משרד הרווחה (לשעבר הכלכלה).

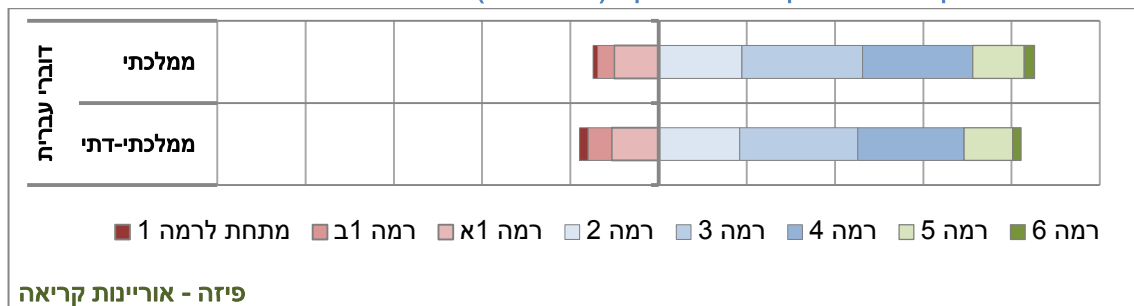
תרשים 37: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)



פיזה - אוריינות קריאה

בתרשים 38 מוצגים שיעורי התלמידים בכל אחת מרמות הבקיות בקריאה לפי סוג הפיקוח. שיעור המצטיינים בקרב התלמידים בפיקוח הממלכתי (14%) אינו שונה באופן מובהק משיעורם בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי (13%), ושיעור המתקשים בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי (15%) אף הוא אינו שונה באופן מובהק משיעורם בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי (18%).

תרשים 38: אוריינות קריאה – רמות בקיות לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)



פיזה - אוריינות קריאה

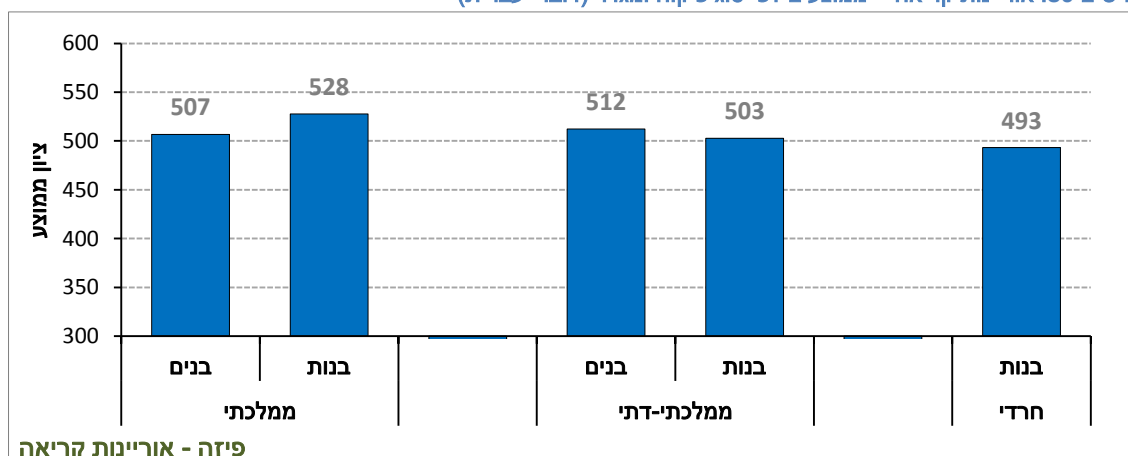
בטבלה 22 מוצגים הישגי התלמידים משני סוגי הפיקוח לאורך שנים. נראה כי בשני סוגי הפיקוח הייתה עלייה של כ-60 נקודות בהישגים, בעיקר בין 2006 ל-2009, אז חל שיפור של 45 נקודות בפיקוח הממלכתי ושל 54 נקודות בפיקוח הממלכתי-דתי. עם זאת, עלייה זו לא נמשכה בין מחזור המחקר הקודם (2012) למחזור הנוכחי (2015). בשני סוגי הפיקוח שיעור המצטיינים עלה לאורך השנים, מ-7% ל-14% בפיקוח הממלכתי, ומ-5% ל-13% בפיקוח הממלכתי-דתי, ושיעור המתקשים ירד לאורך השנים, מ-33% ל-15% בפיקוח הממלכתי, ומ-35% ל-18% בפיקוח הממלכתי-דתי. מגמות השינוי בשני סוגי הפיקוח אם כן הן דומות, ובהתאם ניתן לראות כי לא חלו שינויים בתמונת הפערים בין שני סוגי הפיקוח כאשר בוחנים את שיעורי המצטיינים והמתקשים בכל אחד מהם.

טבלה 22: אוריינות קריאה – ממוצעים ושיעורים של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים לפי סוג פיקוח (דוברי עברית בלבד)

2015	2012	2009	2006		
517	521	501	456	ממוצע	ממלכתי
14%	14%	9%	7%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
15%	13%	17%	33%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
508	506	503	449	ממוצע	ממלכתי-דתי
13%	12%	13%	5%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
18%	18%	19%	35%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	

בתרשים 39 מוצגים הישגיהם של התלמידים דוברי העברית בפילוח לפי סוג פיקוח ומגדר. בפיקוח הממלכתי הגיעו בנות לממוצע הישגים גבוה מזה של הבנים (528 לעומת 507 נקודות, בהתאמה). בפיקוח הממלכתי-דתי הבנים הגיעו להישגים שאינם שונים באופן מובהק מהישגי הבנות (512 לעומת 503 נקודות, בהתאמה).⁷⁸ כאשר משווים את הישגי הבנות החרדיות להישגי הבנות מהפיקוח הממלכתי והממלכתי-דתי, ניכר כי הממוצע של הבנות החרדיות (493 נקודות) נמוך מזה של הבנות בפיקוח הממלכתי (528 נקודות), אך אינו שונה באופן מובהק מזה של הבנות בפיקוח הממלכתי-דתי (503 נקודות).

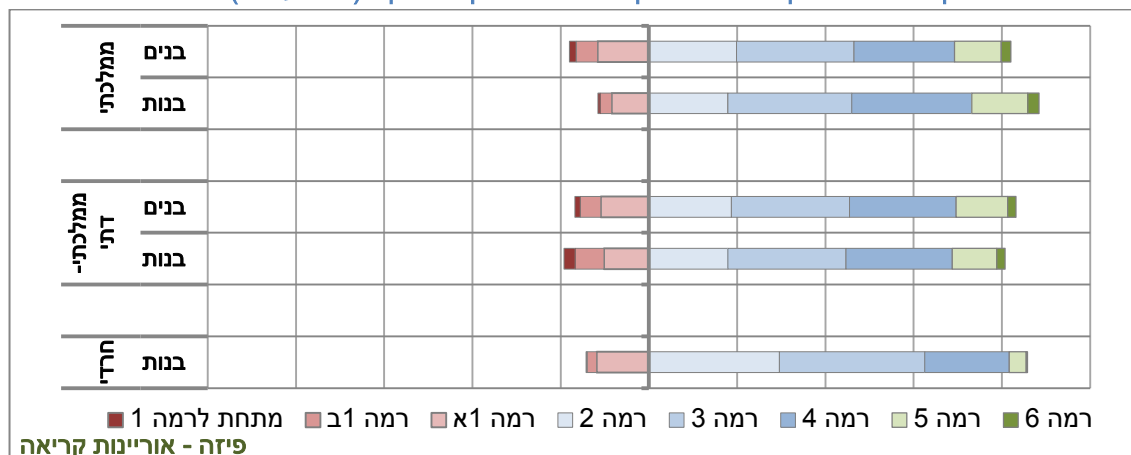
תרשים 39: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי סוג פיקוח ומגדר (דוברי עברית)



בתרשים 40 מוצגות התפלגויות רמות הבקיאות בקריאה לפי סוג הפיקוח ולפי מגדר. בקרב התלמידים בפיקוח הממלכתי נראה כי שיעור המצטיינים מקרב הבנים (13%) דומה לשיעורם מקרב הבנות (15%). אך שיעור המתקשים גדול יותר בקרב הבנים (18%) מאשר בקרב הבנות (12%). בפיקוח הממלכתי-דתי נראה שיעור דומה של תלמידים מצטיינים בקרב הבנים (14%) ובקרב הבנות (12%), וכך גם שיעור המתקשים (17% בקרב הבנים ו-19% בקרב הבנות). שיעור המצטיינות בקרב הבנות החרדיות (4%) קטן משיעור המצטיינות בפיקוח הממלכתי ומשיעור המצטיינות בפיקוח הממלכתי-דתי. שיעור המתקשות בקרב הבנות החרדיות (14%) אינו שונה באופן מובהק משיעור זה בקרב הבנות בפיקוח הממלכתי ומשיעור המתקשות בפיקוח הממלכתי-דתי.

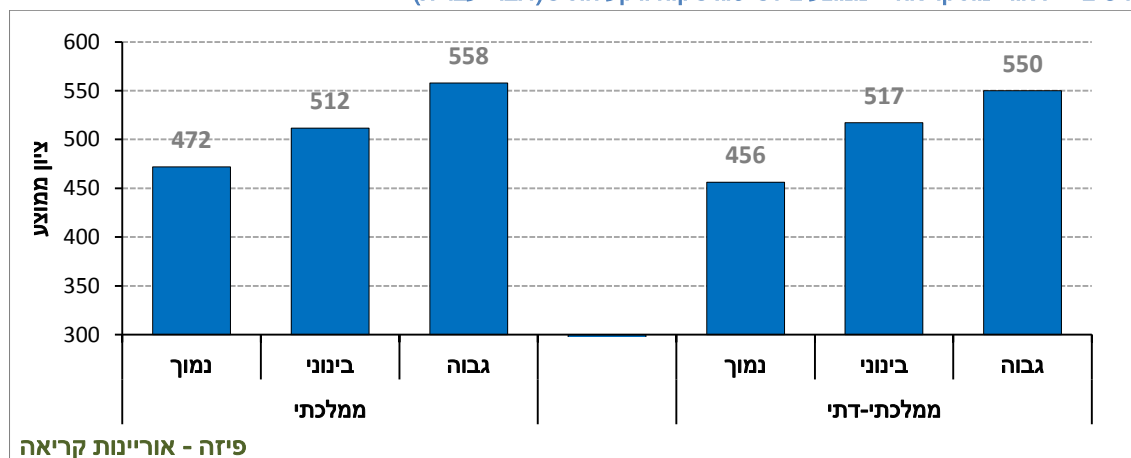
⁷⁸ חלוקת מדגם התלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי לבנים ולבנות יוצרת טעות אומדן גדולה יחסית, ולכן נדרש פער ציונים גדול יותר על מנת להגיע לרמת מובהקות מספקת.

תרשים 40: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח ולפי מגדר בתוך סוג פיקוח (דוברי עברית)



בתרשים 41 מוצגים הישגיהם של התלמידים דוברי העברית בפילוח לפי סוג פיקוח ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי. נראה כי בשני סוגי הפיקוח קיימים פערים משמעותיים בין תלמידים המגיעים מרקע חברתי-תרבותי-כלכלי שונה. הפער בין תלמידים מרקע חת"כ גבוה לבין תלמידים מרקע חת"כ בינוני גדול יותר בפיקוח הממלכתי (46 נקודות) מאשר בפיקוח הממלכתי-דתי (33 נקודות). מנגד, הפער בין תלמידים מרקע חת"כ בינוני לבין תלמידים מרקע חת"כ נמוך קטן יותר בפיקוח הממלכתי (40 נקודות) מאשר בפיקוח הממלכתי-דתי (61 נקודות). עוד נראה כי לא נמצא פער מובהק בין תלמידים משני סוגי הפיקוח בעלי אותו רקע חת"כ.

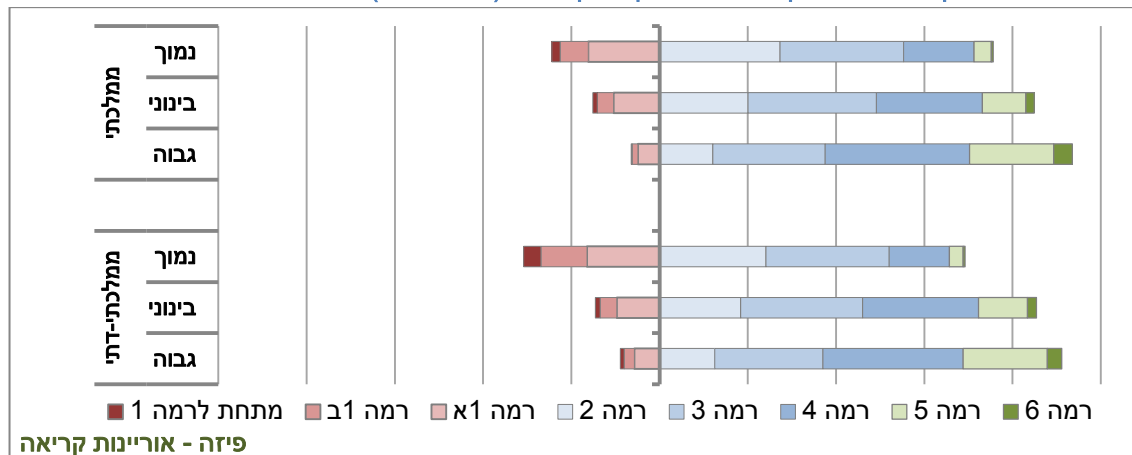
תרשים 41: אוריינות קריאה – ממוצעים לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)



בתרשים 42 מוצגות התפלגויות רמות הבקיאות בקריאה לפי סוג הפיקוח ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי. כאשר בוחנים את שיעור המצטיינים בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי והממלכתי-דתי נראה כי שיעורם אינו שונה בכל אחת מרמות החת"כ (אצל תלמידים מרקע חת"כ נמוך – 4% בפיקוח הממלכתי לעומת 4% בפיקוח הממלכתי-דתי; אצל תלמידים מרקע חת"כ בינוני – 12% בפיקוח הממלכתי לעומת 13% בפיקוח הממלכתי-דתי ואצל תלמידים מרקע חת"כ גבוה – 23% בפיקוח הממלכתי לעומת 22% בפיקוח הממלכתי-דתי). בדומה, שיעורם של המתקשים בקרב תלמידים ברמות רקע חת"כ בינוני וגבוה אינו שונה בפיקוח הממלכתי והממלכתי-דתי. לעומת זאת בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך נמצא שיעור מעט גדול יותר של תלמידים מתקשים בפיקוח הממלכתי-דתי מאשר בפיקוח הממלכתי, אך גם פער זה אינו מובהק (אצל תלמידים מרקע חת"כ נמוך – 24% בפיקוח הממלכתי לעומת 31% בפיקוח הממלכתי-דתי; אצל תלמידים מרקע חת"כ בינוני – 15% בפיקוח הממלכתי לעומת 15% בפיקוח הממלכתי-דתי ואצל תלמידים מרקע חת"כ גבוה – 6% בפיקוח הממלכתי לעומת 15% בפיקוח הממלכתי-דתי).

בפיקוח הממלכתי לעומת 9% בפיקוח הממלכתי-דתי). נראה כי בכל אחד משני סוגי הפיקוח קיימים פערים בשיעורי התלמידים המצטיינים והמתקשים, בהתאם לרקע החת"כ שלהם (נמוך לעומת בינוני או גבוה). כלומר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר שיעור התלמידים המצטיינים גדול יותר ושיעור המתקשים קטן יותר.

תרשים 42: אוריינות קריאה – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)



פרק 6: ההישגים באוריינות מתמטיקה

בפרק זה תובא סקירה של הישגי התלמידים באוריינות מתמטיקה (להלן "מתמטיקה") במחקר פיזה 2015. אוריינות מתמטיקה במחקר פיזה מוגדרת "כוללתו של הפרט לנסח, ליישם ולפרש מתמטיקה, במגוון הקשרים, וכן לזהות את התפקיד שהמתמטיקה ממלאת בעולם, זאת באמצעות תיאור, מידול, הסבר וחיזוי של תופעות". הגדרה זו מתמקדת במתמטיקה הנחוצה לפתרון בעיות במצבים מחיי היומיום – המתמטיקה שבני האדם מתמודדים אתה בקביעות באופן שמסייע להם בשיפוט ובקבלת החלטות. לפי תפיסת פיזה, אוריינות מתמטית היא תכונה שהפוטנציאל לפיתוחה קיים תמיד, וככל תכונה אפשר לתארה על רצף שבין יכולת אוריינית גבוהה לבין יכולת אוריינית נמוכה. בעלי אוריינות מתמטית גבוהה, בהשוואה לבעלי אוריינות מתמטית נמוכה, מיטיבים להשתמש במתמטיקה ובכלים מתמטיים כדי לנתח ולשפוט מציאות נתונה ולקבל לגביה החלטות מושכלות, הנדרשות לאלו שמעוניינים להיות שותפים חושבים, רפלקטיביים ומעורבים בחברה. אוריינות מתמטיקה הייתה הנושא שהושם במוקד המחקר במחזור פיזה 2003, המחזור השני של מבחני פיזה, והיא נקבעה שוב כנושא המרכזי בפיזה 2012.

החל ממחזור מחקר זה, 2015, מבחני פיזה מועברים באמצעות מחשב, אך היות שבחלק מהמדינות לא התאפשר להעביר את המבחנים באמצעות מחשבים מסיבות שונות, הרי שב-57 מדינות וישויות כלכליות, ובכללן כל מדינות ה-OECD, נערך המחקר באמצעות מחשבים, בעוד ב-15 מדינות/ישויות כלכליות כמו גם בפורטו-ריקו (טריטוריה של ארה"ב)⁷⁹ נעשה שימוש בגרסה המודפסת שהופקה לשם כך. בשתי אופניו המבחן נעשה שימוש באותן שאלות אשר פותחו לקראת מבחן פיזה 2012 ומבחן פיזה 2003. ציוני כל המדינות מדווחים על פני סולם משותף.⁸⁰

בפרק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל, תוך התייחסות לרמת ההישגים ולשונות בין הישגי התלמידים. ראשית, יוצגו ההישגים בהשוואה לרמת ההישגים הבין-לאומית ולהישגיהם של תלמידים במדינות אחרות שהשתתפו במחקר. נקודת ההשוואה המרכזית להישגי ישראל תהיה הממוצע של מדינות ה-OECD (להלן "ממוצע ה-OECD"). לאחר מכן יתמקד הדוח בהישגים בתוך ישראל לפי פילוחים שונים: מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית ובתי ספר דוברי ערבית), מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי וסוג פיקוח (בבתי ספר דוברי עברית בלבד: פיקוח ממלכתי, ממלכתי-דתי וחרדי). סולמות הציונים במתמטיקה נקבעו במחקר פיזה בשנת 2003, הציון הממוצע של המדינות שהשתתפו באותו מחקר עמד על 500 נקודות וסטיית התקן של הציונים הייתה 100 נקודות. כמו בסולם האחד שנקבע לציוני פיזה בתחום אוריינות מדעים, כך גם באוריינות מתמטיקה מכילים כל הציונים במחזורי המחקר השונים לסולם זה, מה שמאפשר להשוות בין מחזור מחקר אחד למשנהו.

אוריינות מתמטיקה – מבט בין-לאומי

בתרשים 43 מוצגים ההישגים במתמטיקה ב-70 מהמדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר פיזה 2015, אשר כוללות את 35 המדינות החברות בארגון ה-OECD. המדינות מוצגות בסדר יורד לפי ממוצע הישגיהן. הציון הממוצע של ישראל במתמטיקה הוא 470 נקודות, והוא נמוך ב-20 נקודות מממוצע ה-OECD העומד על 490 נקודות. במדרג 70 המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחזור מחקר זה, ישראל ממוקמת במקום ה-39, ומבין 35 המדינות החברות ב-OECD, ישראל

⁷⁹ בכמה מדינות נתגלו בעיות טכניות שונות. בארגנטינה יש חשש שהדגימה אינה מייצגת את אוכלוסיית המטרה ולכן מוצגים הנתונים שנאספו בבואנוס איירס בלבד (גם כאשר מוצגים נתונים לגבי מחזורי פיזה קודמים); במלזיה הדגימה אינה מייצגת את אוכלוסיית המטרה לאור שיעור השבה נמוך בבתי הספר שנדגמו, ולכן מדינה זו אינה נכללת בדוח. ובקזחסטן הציון במבחן חושב ללא הפריטים הפתוחים עקב חדש להטיה של הבדוקים האנושיים. כיוון שהפריטים אינם מכסים באופן מספק את הנושאים הנמדדים, מדינה זו אינה נכללת בדוח. לפירוט ראו דוח ה-OECD פרק 1.

⁸⁰ בשונה ממחזורי אחרים, בפיזה 2012 התלמידים נבחנו במבחן מודפס ובמבחן ממוחשב במתמטיקה. הישגי התלמידים במחזור פיזה הנוכחי (2015), כמו גם במחזורי פיזה שקדמו ל-2012, מושווים להישגי התלמידים במבחן המודפס במחזור פיזה הקודם (2012).

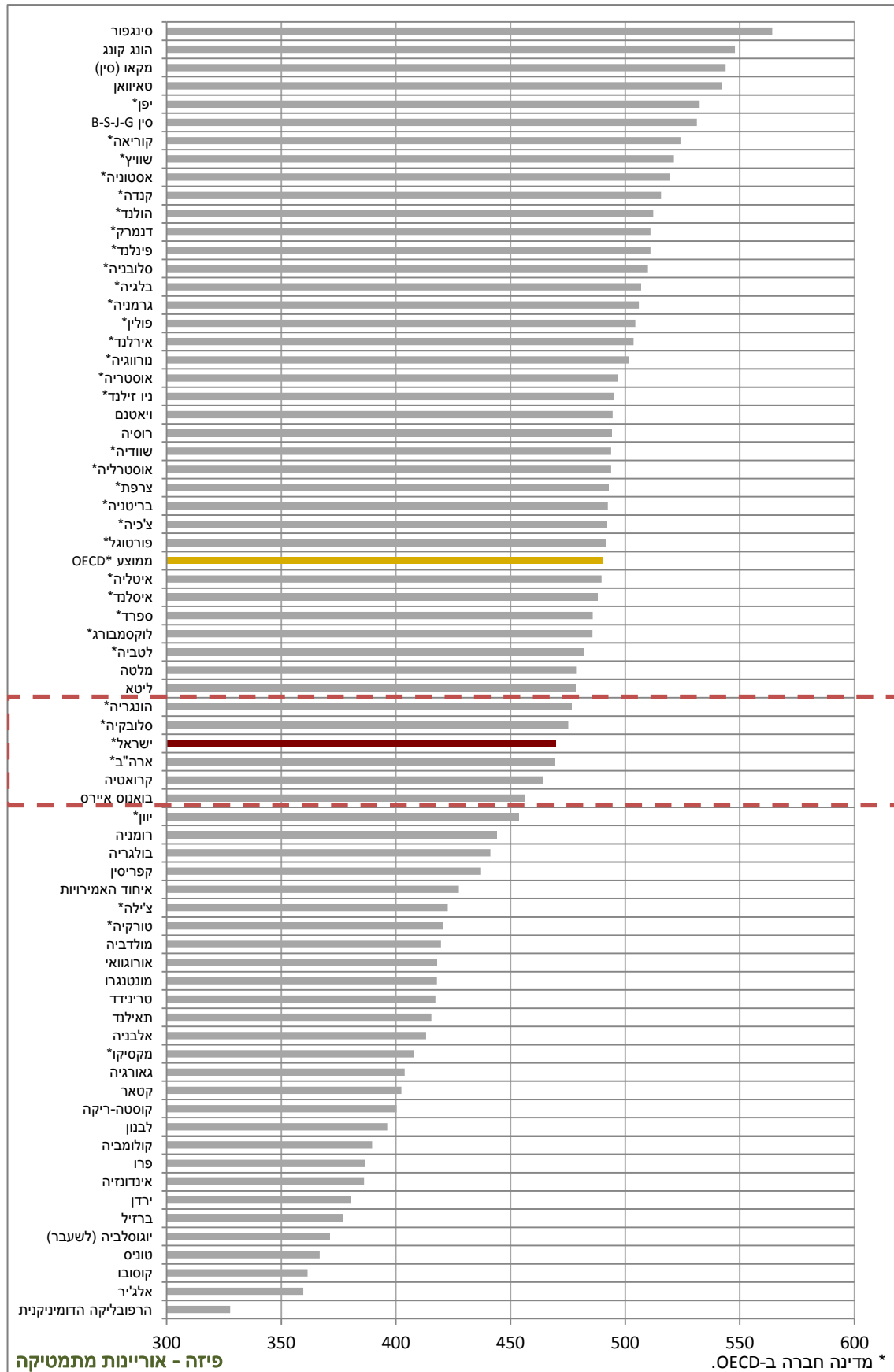
מדורגת במקום ה-30. מדינות וישויות כלכליות נוספות שממוצע ההישגים שלהן במתמטיקה אינו שונה סטטיסטית מהממוצע של ישראל הן הונגריה, סלובקיה, ארה"ב, קרואטיה ובואנוס איירס. ממוצע הציונים של מדינות אלה הוא בין 456 ל-477 נקודות.

סינגפור היא המדינה עם הממוצע הגבוה ביותר במתמטיקה (564 נקודות), 74 נקודות מעל ממוצע ה-OECD. מדינות שהגיעו לממוצע דומה לזה שבממוצע ה-OECD היו וייטנאם (495 נקודות), רוסיה (494 נקודות), שוודיה (494 נקודות), צרפת (493 נקודות), בריטניה (492 נקודות), צ'כיה (492 נקודות), פורטוגל (492 נקודות), איטליה (490 נקודות) ואיסלנד (488 נקודות). המדינה עם הממוצע הנמוך ביותר הייתה הרפובליקה הדומיניקנית (328 נקודות), ומעליה ממוקמות קוסובו ואלג'יר (362 ו-360 נקודות בהתאמה).

כאשר בוחנים את ממוצע ההישגים במתמטיקה בישראל לאור תיאורי רמות הבקיות, ניתן לומר אפוא כי התלמיד הממוצע בישראל מסוגל לפרש ולזהות מצבים בהקשרים המצריכים הסקה ישירה ותו לא, להוציא מידע רלוונטי ממקור מידע אחד ולהשתמש במודל ייצוג אחד. התלמיד הממוצע בישראל יכול להשתמש באלגוריתמים, נוסחאות, הליכים או מוסכמות בסיסיים ולהציע פרשנות כתובה לממצאיו.

בדומה לאוריינות מדעים ולאוריינות קריאה, גם באוריינות מתמטיקה קיימת שונות גדולה בין ממוצעי המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר פיזה. מבין מדינות ה-OECD הממוצע הגבוה ביותר במתמטיקה הוא ביפן (532 נקודות), והנמוך ביותר במקסיקו (408 נקודות) – פער של 124 נקודות. כשמביאים בחשבון גם את המדינות שאינן חברות ב-OECD, הפער בין המדינות גדול אף יותר ועומד על 236 נקודות.

תרשים 43: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי מדינות וישויות כלכליות



נוסף על הציון הממוצע בכל מדינה, מוצגים ההישגים על פי התפלגות התלמידים ברמות הבקיות השונות. רמות הבקיות השונות, שנקבעו על ידי פיזה, מחלקות את סולם הציונים הרציף לשש רמות (ונוסף על כך יש תלמידים הנמצאים מתחת לרמת הבקיות הנמוכה ביותר). כל רמת בקיות מייצגת שינוי איכותי ברמת אוריינות הקריאה, ומלווה בתיאור המסביר מה מאפיין תלמידים בטווח זה של ציונים ומה הם יודעים ומצליחים לפתור בדרך כלל. בטבלה 23 מוצגות נקודות החתך של רמות הבקיות השונות. הציון הממוצע בכל מדינה נמצא בהלימה עם התפלגות ציוני התלמידים ברמות בקיות אלו: שכיחות גבוהה של תלמידים ברמות הבקיות הגבוהות בצד שכיחות נמוכה של תלמידים ברמות הבקיות הנמוכות יופיעו בדרך כלל במדינות בעלות ממוצע הישגים גבוה, ולהפך. השוואת המדינות על פי רמות בקיות אלו נותנת תמונה מורכבת ומלאה יותר על אודות הפערים הקיימים בין תלמידים במערכות החינוך השונות.

טבלה 23: אוריינות מתמטיקה – נקודות החתך (לאחר עיגול) של רמות הבקיות השונות

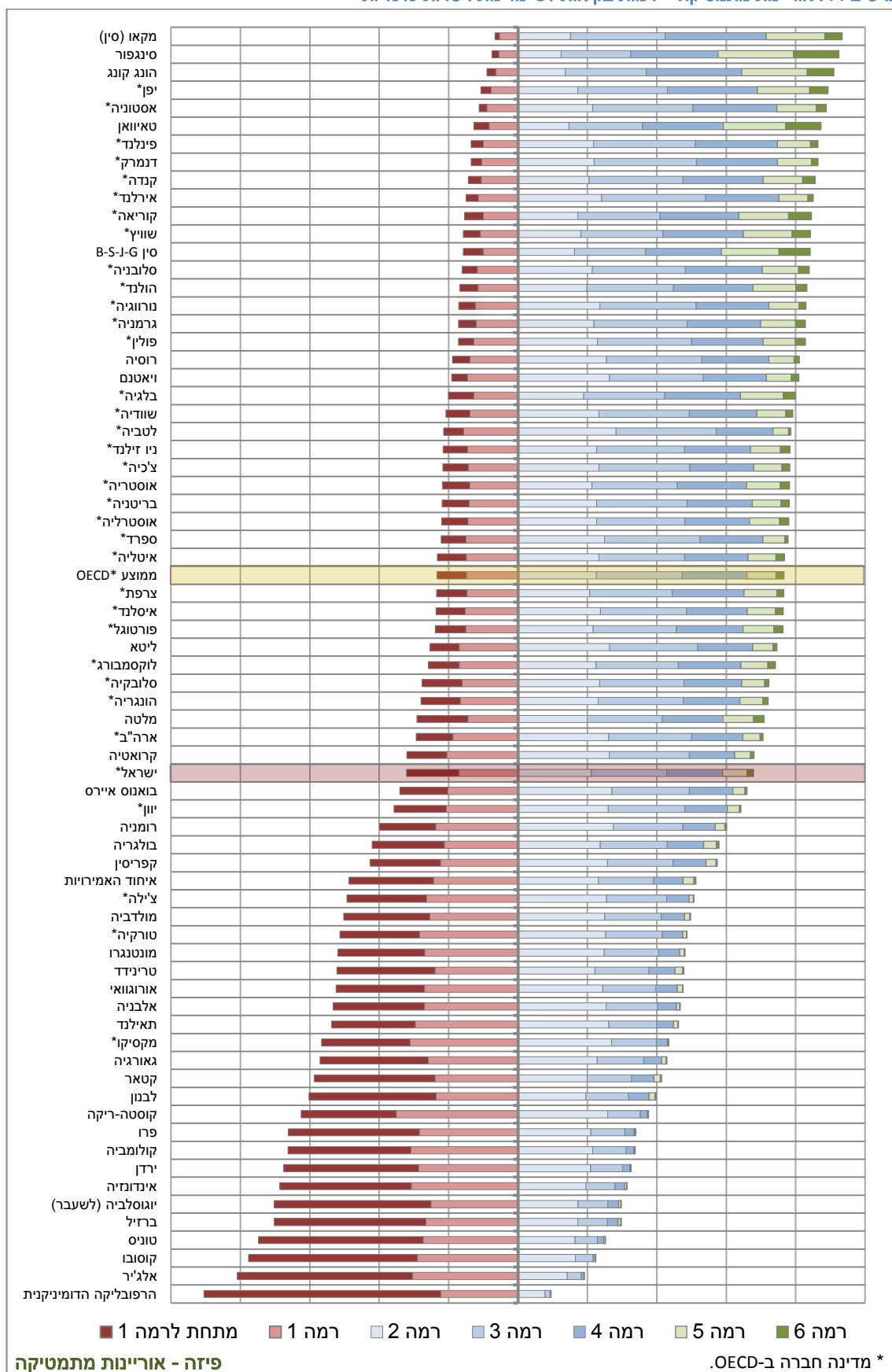
רמת הבקיות	גבול ציון תחתון	גבול ציון עליון
רמה 6	669	-
רמה 5	607	668
רמה 4	545	606
רמה 3	482	544
רמה 2	420	481
רמה 1	358	419
מתחת לרמה 1	-	357

כמו בשני תחומי האוריינות שנסקרו עד כה, גם באוריינות מתמטיקה שיעור התלמידים שרמת בקיותם 2 או למעלה מכך חשוב במיוחד, מאחר שרמה 2 מוגדרת כרמת בסיס של בקיות, אשר ממנה ומעלה תלמידים מפגינים מיומנות במתמטיקה אשר תאפשר להם בעתיד לקחת חלק פעיל בחברה ולהועיל לה. לפיכך, ההבחנה העיקרית שתיעשה בהמשך, ואשר תקבל ביטוי גרפי בולט בתרשימים שלהלן, תהיה בין שיעור התלמידים ברמת בקיות 2 או מעליה ובין שיעור התלמידים שרמת בקיותם נמוכה מרמה זו.

בתרשים 44 מוצגת התפלגות ההישגים במתמטיקה לפי רמות הבקיות בישראל, במדינות ובישויות הכלכליות המשתתפות ובממוצע ה-OECD. המדינות המשתתפות בפיזה 2015 מסודרות בסדר יורד לפי שיעור התלמידים ברמות 2 ומעלה. הציר האנכי בתרשים מוצב כך שמשמאלו מוצג שיעור התלמידים שמתחת לרמת בקיות 2, ומימין שיעור התלמידים שברמה 2 ולמעלה ממנה. תחילה נתייחס לשיעורי התלמידים המצטיינים (קרי, רמות הבקיות שלהם הן הגבוהות ביותר – רמות 5 ו-6), ולאחר מכן נתייחס לשיעורי התלמידים המתקשים (קרי, המצויים מתחת לרמת בקיות 2).

מהתרשים עולה כי 9% מן התלמידים בישראל מוגדרים כמצטיינים. שיעור זה נמוך מעט מהשיעור בממוצע ה-OECD (11%) ודומה לזה שברוסיה ווייטנאם (9% בשתייהן), אף שבשתייהן ממוצע הציונים היה גבוה מזה שבישראל. לעומת זאת, שיעור המצטיינים בארה"ב (6%), קטן משיעור זה בישראל, אף שממוצע הציונים בשתי המדינות דומה. ב-11 מדינות וישויות כלכליות שהשתתפו במחקר שיעור המצטיינים גדול מ-15%, וב-12 מדינות וישויות כלכליות אחרות שיעור זה קטן מאחוז אחד. שיעור המתקשים בישראל גדול ביחס לממוצע ה-OECD (32% בישראל לעומת 23% בממוצע ה-OECD). שיעור זה גדול מהשיעור שנמצא בכמחצית מהמדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר.

תרשים 44: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי מדינות וישויות כלכליות



בתרשים 45 מוצג גודלו של מדד פיזור ההישגים במתמטיקה בקרב המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות במחקר פיזה 2015. מדד הפיזור שנבחר הוא הטווח שבין הציון המייצג את האחוזון החמישי (הציון ש-5% מן התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה מצויים מתחתיו), לבין הציון המייצג את האחוזון ה-95 (הציון ש-5% מן התלמידים החזקים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). המדינות בתרשים מוצגות בסדר יורד על פי גודלו של מדד פיזור זה. מהתרשים עולה כי למעט מלטה וסין B-S-J-G (359 ו-345 נקודות בהתאמה), פיזור הציונים בישראל הוא הגדול ביותר בקרב המדינות המשתתפות (337 נקודות), והגדול ביותר מבין מדינות ה-OECD. פיזור הממוצע במדינות ה-OECD הוא 293. הממצא בדבר השונות הגדולה של הציונים בישראל חוזר בעקביות במחזורי המחקר של פיזה⁸¹ ובמחקרים בין-לאומיים אחרים.⁸²

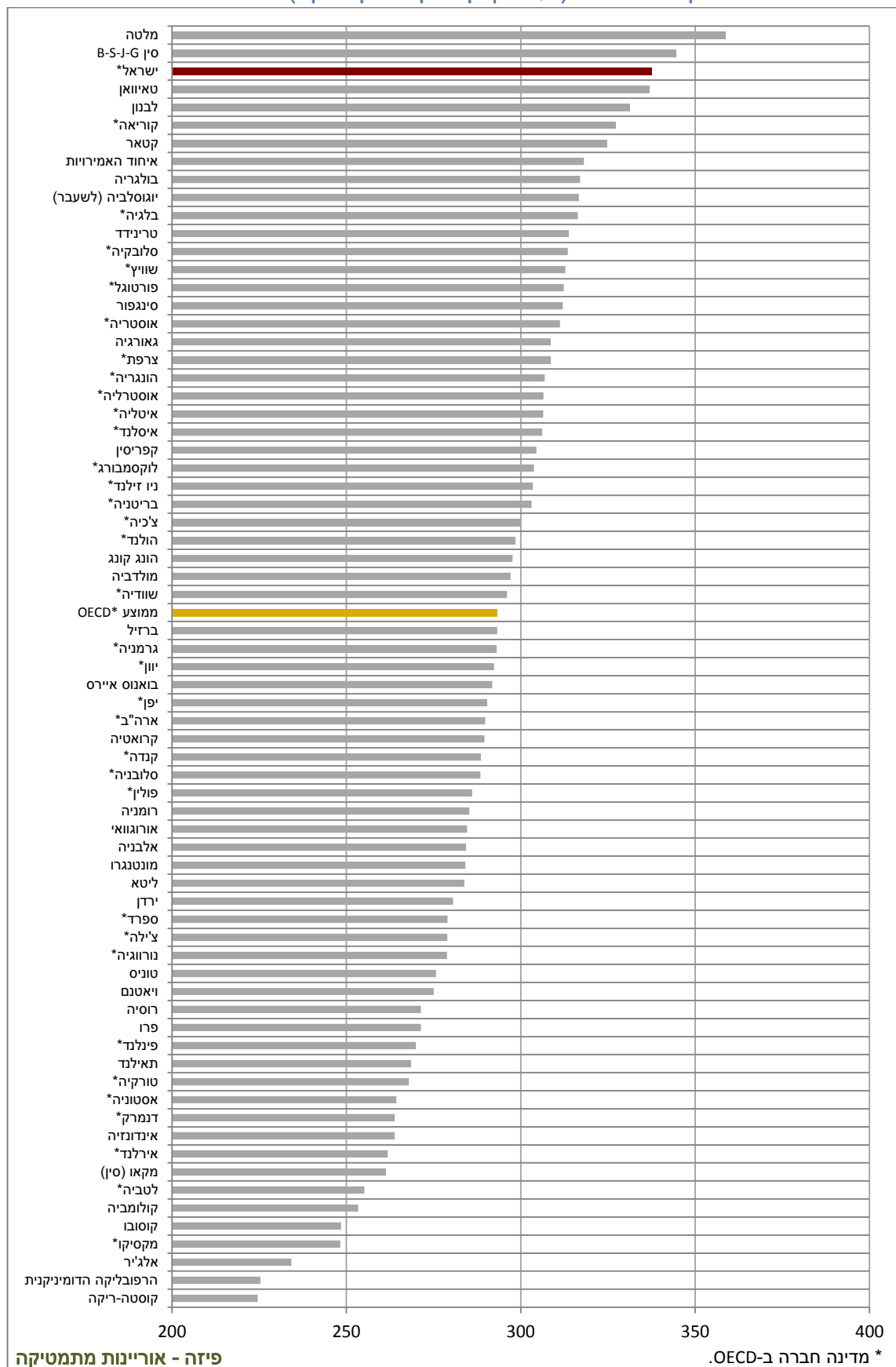
⁸¹ ראמ"ה (2013), דוח פיזה 2012: אוריינות תלמידים בני 15 בקריאה, מתמטיקה ומדעים.

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiyim/PISA+2012.htm>

⁸² ראמ"ה 2016, דוח טימס 2015: מחקר ביו-לאומי להערכת הידע והמיומנויות של תלמידי כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים.

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiyim/TIMSS_2015.htm

תרשים 45: אוריינות מתמטיקה – מדד הפיזור (פער בציון בין אחוזון 95 לבין אחוזון 5) לפי מדינות ושירות כלכליות



אוריינות מתמטיקה – מבט פנים-ישראלי

בחלק זה יוצגו הישגי התלמידים בישראל במתמטיקה במחקר פיזה 2015. הממצאים יוצגו לפי הפילוחים האלה: מגזר שפה, מגדר, רקע חברתי-תרבותי-כלכלי וסוג פיקוח.

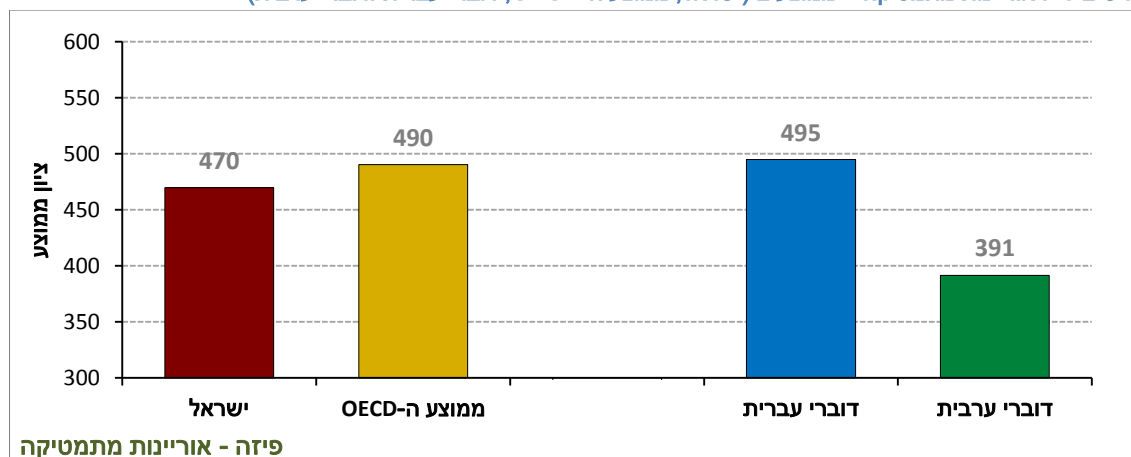
אוריינות מתמטיקה – מגזרי שפה

בתרשים 46 מוצגים ממוצעי ההישגים במתמטיקה בישראל בפילוח לפי מגזר שפה (בתי ספר דוברי עברית⁸³ ובתי ספר דוברי ערבית⁸⁴). מהתרשים עולה כי הממוצע של תלמידים בבתי ספר דוברי עברית הוא 495 נקודות, והממוצע של תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית הוא 391 נקודות – פער של 104 נקודות (יותר מסטיית תקן שלמה).

כאשר בוחנים את הממוצעים בשני מגזרי השפה לאור תיאור רמות הבקיאות, נראה כי בעוד התלמיד הממוצע בישראל מסוגל להתמודד עם בעיות המצריכות הסקה ישירה, להשתמש במקור מידע יחיד ומודל ייצוג יחיד ולעשות שימוש באלגוריתמים, נוסחאות, הליכים ומוסכמות בסיסיים בלבד – התלמיד הממוצע בקרב דוברי העברית מסוגל גם לפרש ייצוגים המבוססים על יותר ממקור מידע אחד, להשתמש בהם ולהסיק מסקנות ישירות מהם. התלמיד הממוצע בקרב דוברי הערבית, לעומת זאת, מסוגל לענות על שאלות המוגדרות באופן ברור, אשר כוללות הקשרים מוכרים בלבד ואשר כל המידע הרלוונטי מוצג בהן. כמו כן, התלמיד הממוצע בקרב דוברי הערבית יכול לזהות מידע ולבצע הליכים שגורתיים לפי הוראות ישירות במצבים ברורים.

לו היו בודקים היכן ממוקם כל מגזר שפה במדרג המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות לפי הישגיהן, אזי הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי עברית היו ממוקמים קרוב לממוצע ה-OECD, ואילו הישגי התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית היו ממוקמים קרוב לתלמידים בלבנון ובקולומביה.

תרשים 46: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



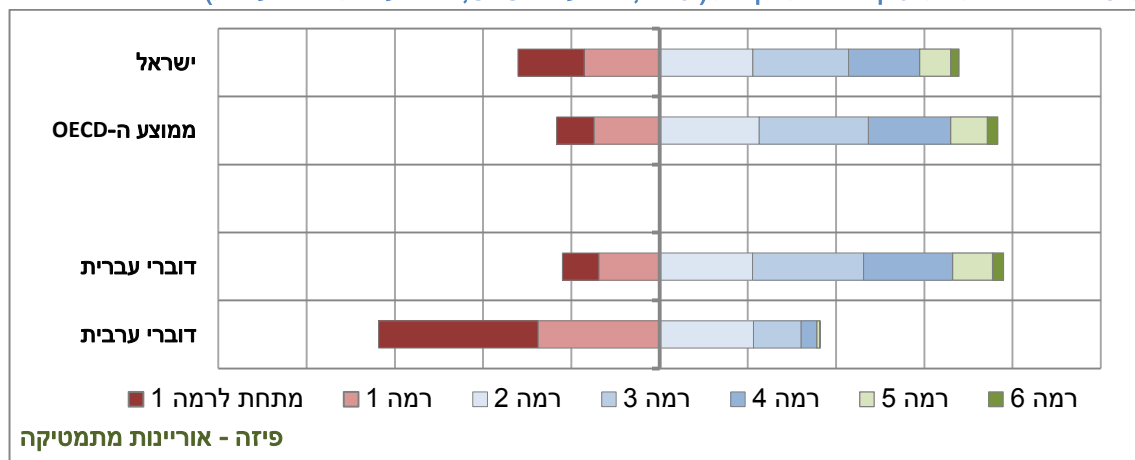
בתרשים 47 מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות הבקיאות בשני מגזרי השפה ובהשוואה לכלל האוכלוסייה בישראל ולממוצע ה-OECD. מהתרשים עולה כי בבתי ספר דוברי ערבית שיעור המתקשים הוא 64%, לעומת 22% בלבד בבתי ספר דוברי עברית (לשם השוואה, שכיחות המתקשים בממוצע ה-OECD היא 23%). מנגד, ובאופן המצוי בהלימה עם ההבדלים בשיעורי

⁸³ אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי עברית, ובהם תלמידים (בעיקר בנות) במוסדות החינוך שבפיקוח החרדי ותלמידים (בנים ובנות) במוסדות החינוך שבפיקוח משרד הרווחה (לשעבר הכלכלה).

⁸⁴ אוכלוסייה זו כוללת את כלל התלמידים בבתי ספר דוברי ערבית, ובהם תלמידים (בנים ובנות) במוסדות שבפיקוח משרד הרווחה (לשעבר הכלכלה).

המתקשים, נמצא כי שיעור המצטיינים בבתי ספר דוברי עברית הוא 12%, גבוה מזה שבממוצע ה-OECD (10%) ונמוך מאחוז אחד בבתי ספר דוברי ערבית.

תרשים 47: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



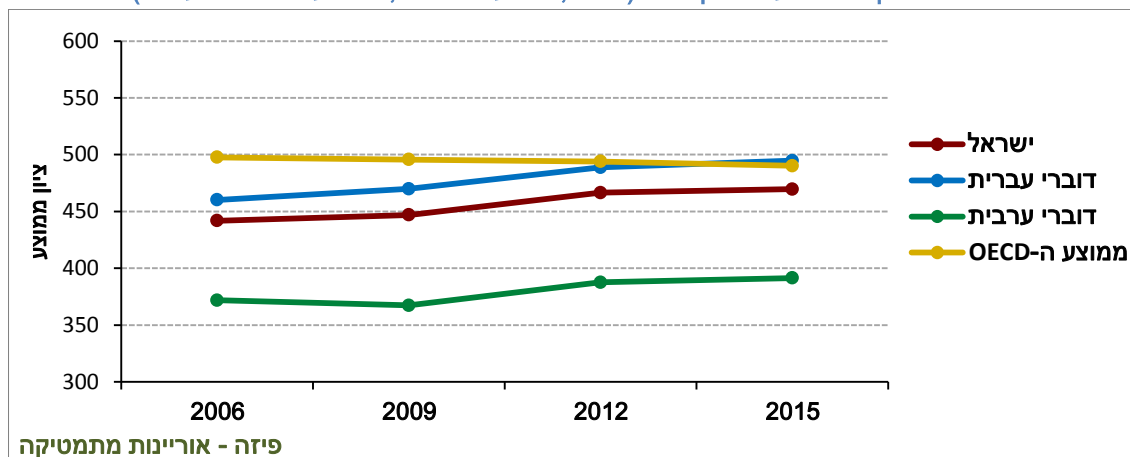
אוריינות מתמטיקה – מגמות לאורך שנים

בחלק זה יוצגו השוואות לאורך שנים בהישגים במתמטיקה במחקרי פיזה. נקודת הבסיס למעקב אחר מגמות השינוי בציון במתמטיקה היא מחזור פיזה 2003, שבו מתמטיקה היה לראשונה תחום המחקר העיקרי. עם זאת, בדוח זה יוצגו מגמות החל משנת 2006 בלבד, שכן ישראל לא השתתפה בפיזה 2003, אך נכללה כן במחקר פיזה שנערך ב-2006. נוסף על כך, התחום שבמוקד מחזור מחקר זה הוא אוריינות מדעים, ושנת הבסיס בו היא 2006, ולכן לשם נוחות ההצגה ונוחות ההבנה, נציג מגמות על פני אותו טווח שנים גם בתחומים האחרים.

בתרשים 48 ובטבלה 24 מוצגים הציונים הממוצעים במתמטיקה במחקרי פיזה בין השנים 2006 ל-2015.⁸⁵ בישראל חל שיפור של 28 נקודות על פני תקופה של כמעט עשור, המוצגת בתרשים - מ-442 נקודות ב-2006 ל-470 נקודות ב-2015. מגמת עלייה זו לא נמשכה במחזור המחקר הנוכחי. במחזור 2015 הישגי ישראל במתמטיקה אינם שונים באופן מובהק מהישגיה במחזור 2012. בחינת השינויים לאורך השנים בשני מגזרי השפה מעלה כי בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית חלה עלייה של 35 נקודות בין 2006 ל-2015, ובקרב תלמידים בבתי ספר דוברי ערבית הייתה עלייה קטנה יותר של 19 נקודות על פני אותם מחזורים.

⁸⁵ בדוח זה מוצגים נתוני העבר של ה-OECD כפי שהופיע בפרסום המקורי. לעומת זאת, בדוח הבין-לאומי, ממוצע ה-OECD של מחזורי פיזה קודמים וכן סטטיסטיים שונים חושבו מחדש כך שבקבוצת מדינות ה-OECD נכללו גם מדינות אשר במועד מחזור מחקר נתון עדיין לא השתייכו ל-OECD. מדינות אלה, וביניהן ישראל, הצטרפו ל-OECD במהלך השנים. בשל כך, ייתכנו פערים קטנים בין הנתונים המוצגים בדוח זה ובין הנתונים המוצגים בדוחות של ה-OECD.

תרשים 48: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



כאשר בוחנים את שיעוריהם של המצטיינים והמתקשים לאורך השנים (טבלה 24), נראה כי חל שיפור (עלייה בשיעור המצטיינים וירידה בשיעור המתקשים), אשר רובו התרחש בקרב דוברי העברית. שיעורי התלמידים המצטיינים גדלו בקרב כלל ישראל ובקרב התלמידים דוברי העברית (מ-6% ל-9% בכלל ישראל, ומ-7% ל-12% בקרב דוברי עברית, בין 2006 ל-2015 בהתאמה). בקרב דוברי הערבית, שיעורי המצטיינים היו אפסיים בכל מחזורי פיזה. במקביל, שיעוריהם של התלמידים המתקשים ירד בכלל ישראל ובקרב דוברי העברית (מ-42% ל-32% בכלל ישראל, ו מ-35% ל-22% בקרב דוברי העברית, בין 2006 ל-2015 בהתאמה). בקרב דוברי הערבית, חלה ירידה של 5% בשנים אלה, אך גם במחזור האחרון שיעור זה עדיין גדול מאוד.

טבלה 24: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)

2015	2012	2009	2006		
470	466	447	442	ממוצע	ישראל
9%	9%	6%	6%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
32%	34%	39%	42%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
490	494	496	498	ממוצע	ממוצע ה-OECD
11%	13%	13%	13%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
23%	23%	22%	21%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
495	489	470	460	ממוצע	דוברי עברית
12%	12%	7%	7%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
22%	24%	30%	35%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
391	388	367	372	ממוצע	דוברי ערבית
1%	0%	0%	1%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
64%	67%	73%	69%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	

בדוח הבין-לאומי מוצגות שתי השוואות לנתוני עבר: האחת - השוואה של נתוני המחזור הנוכחי (מחזור 2015) לנתוני המחזור האחרון, שבו תחום המתמטיקה היה התחום העיקרי (פיזה 2012), והשנייה - ניתוח מגמת השינוי הממוצע בשלוש שנים (average three-year trend), בהתבסס על כלל נתוני העבר של כל מדינה, החל מהמחזור הראשון שבו מתמטיקה היה תחום עיקרי (פיזה 2003). השיטות העומדות בבסיס ניתוח מגמת השינוי התלת-שנתי הממוצע הן מורכבות, ועל כל

אחד מהמחזורים לעמוד בכמה תנאים מקדימים על מנת שניתן יהיה לכלול אותם בהשוואה מסוג זה (להסבר מפורט על שיטת החישוב ראו בדוח פיזה של ה-OECD).⁸⁶

ציוני המדינות והישויות הכלכליות נותרו יציבים בין 2012 ל-2015, ובממוצע ה-OECD הייתה ירידה לא מובהקת של 4 נקודות. מבין כל המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחזור 2015, 11 מדינות וישויות כלכליות, בהן ארבע מדינות החברות ב-OECD, הראו שיפור מובהק מאז 2012. במקביל 12 מדינות וישויות כלכליות הראו ירידה בהישגים מאז 2012. בשאר המדינות, ביניהן ישראל, ההישגים נותרו יציבים מאז מחזור פיזה האחרון ב-2012.

בתרשים 49 מוצגות המגמות הרב-שנתיות (במונחים של שיפור תלת-שנתי ממוצע) לגבי מדינות וישויות כלכליות שהשתתפו במחקרי פיזה לצד נתונים ממחזורי פיזה הרלוונטיים. בישראל, אשר לא השתתפה במחזור פיזה 2003. מחושבת המגמה התלת-שנתית על בסיס כל המחזורים שבהם השתתפה ישראל, החל במחזור 2006. המגמה התלת-שנתית בישראל היא של שיפור מובהק בממוצע במתמטיקה של 10.1 נקודות בכל שלוש שנים בממוצע. 18 מדינות וישויות כלכליות, ובכללן ישראל, הראו שיפור מובהק בממוצע שלהן במתמטיקה בכל שלוש שנים בממוצע. לעומתן 13 מדינות וישויות כלכליות הראו ירידה מובהקת בממוצע שלהן במתמטיקה בכל שלוש שנים בממוצע. בשאר 28 המדינות והישויות הכלכליות לא היה שינוי מובהק בממוצע שלהן במתמטיקה לפי מדד זה.

⁸⁶ יש לציין כי השיפור על פני שלוש שנים לא חושב כממוצע פשוט של השינוי בין המחזור הראשון והאחרון אלא באמצעות מודל רגרסיה לינארית, המביא בחשבון את כל נקודות המדידה יחד.

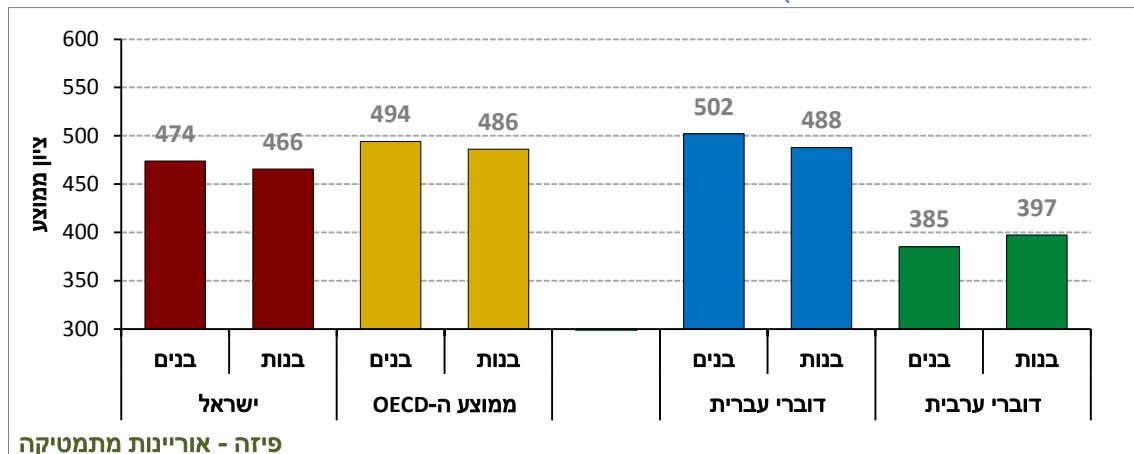
תרשים 49: אוריינות מתמטיקה – מגמות שינוי רב-שנתיות במונחים של שינוי תלת-שנתי ממוצע (2003-2015)



אוריינות מתמטיקה – מגדר

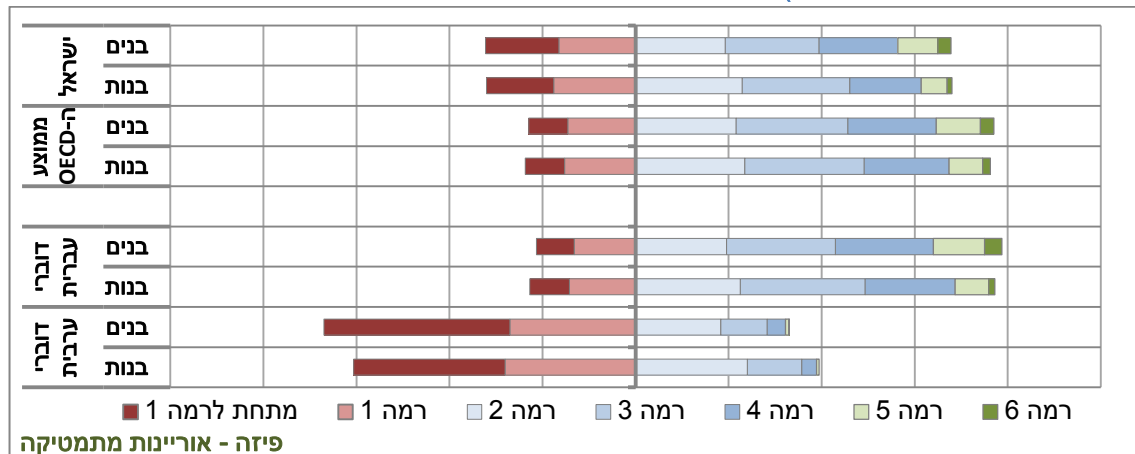
בתרשים 50 מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי מגדר. מהתרשים עולה כי בישראל ובממוצע ה-OECD ציוני הבנים (474 נקודות בישראל ו-494 נקודות בממוצע ה-OECD) גבוהים בממוצע ב-8 נקודות מצינוי הבנות (466 נקודות בישראל, ו-486 נקודות בממוצע ה-OECD). פער זה אינו מובהק סטטיסטית בישראל. בקרב תלמידים בבתי ספר דוברי עברית ממוצע הבנים גבוה מממוצע הבנות, אך בדומה לכלל ישראל, גם בקרב דוברי העברית פער זה אינו מובהק (502 לעומת 488 בהתאמה). בקרב תלמידים מבתי ספר דוברי ערבית ממוצע הבנים נמוך ב-12 נקודות מממוצע הבנות, וגם פער זה אינו מובהק (385 ו-397 נקודות בהתאמה).

תרשים 50: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי מגדר ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



בתרשים 51 מוצגות התפלגויות רמות הבקאות במתמטיקה לפי מגדר. מהתרשים עולה כי בכלל האוכלוסייה בישראל שיעור המצטיינים גדול יותר בקרב הבנים (11%) מאשר בקרב הבנות (7%), ושיעור המתקשים דומה בקרב הבנים ובקרב הבנות (32% בשתי הקבוצות). בממוצע ה-OECD עולה גם כן כי שיעור המצטיינים גדול יותר בקרב הבנים (12%) מאשר בקרב הבנות (9%), ושיעור המתקשים דומה בקרב הבנים ובקרב הבנות (23% ו-24% בהתאמה). כאשר בוחנים פערים אלה בקרב תלמידים משני מגזרי השפה בנפרד, עולה כי בקרב תלמידים דוברי עברית, שיעור המצטיינים בקרב הבנים (15%) כמעט כפול מזה שבקרב הבנות (9%), ושיעור המתקשים דומה בקרב הבנים והבנות (21% ו-23% בהתאמה). בקרב תלמידים דוברי ערבית, שיעור המצטיינים בקרב הבנים והבנות קטן מ-1%, ושיעור המתקשים גדול מעט יותר בקרב הבנים (67%) מאשר בקרב הבנות (61%).

תרשים 51: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי מגדר ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



כאשר בוחנים את הממוצעים במתמטיקה לפי מגדר לאורך שנים, לא עולות מגמות בולטות של שינוי בפער בין המגדרים באף אחד ממגזרי השפה. נראה כי בקרב דוברי העברית בכל מחזורי פיזה נרשם יתרון לטובת הבנים, הן בממוצע ההישגים והן בשיעורי המצטיינים. מנגד, בקרב דוברי הערבית בכל מחזורי פיזה נרשם יתרון בממוצע ההישגים לטובת הבנות, ולא נמצאו פערים גדולים בין בנים לבנות בשיעורי המצטיינים והמתקשים.

טבלה 25: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי מגדר ומגזר שפה לאורך שנים

2015		2012		2009		2006			
בנות	בנים	בנות	בנים	בנות	בנים	בנות	בנים		
488	502	481	496	463	477	451	469	ממוצע	דוברי עברית
8%	15%	7%	17%	5%	10%	5%	10%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
23%	21%	24%	24%	31%	29%	37%	32%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
397	385	392	383	373	361	379	364	ממוצע	דוברי ערבית
1%	1%	1%	0%	0%	0%	1%	1%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
61%	67%	65%	68%	71%	74%	68%	70%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	

אוריינות מתמטיקה – רקע חברתי-תרבותי-כלכלי (חת"כ)

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 החת"כ (ראה תיבה 4 בפרק 4). חשוב להדגיש כי אף שיש קשר עקבי והדוק בין הרקע החת"כ של התלמידים ובין הישגיהם, אין להסיק ממצאים אלו על קשרי סיבה-תוצאה ביניהם.

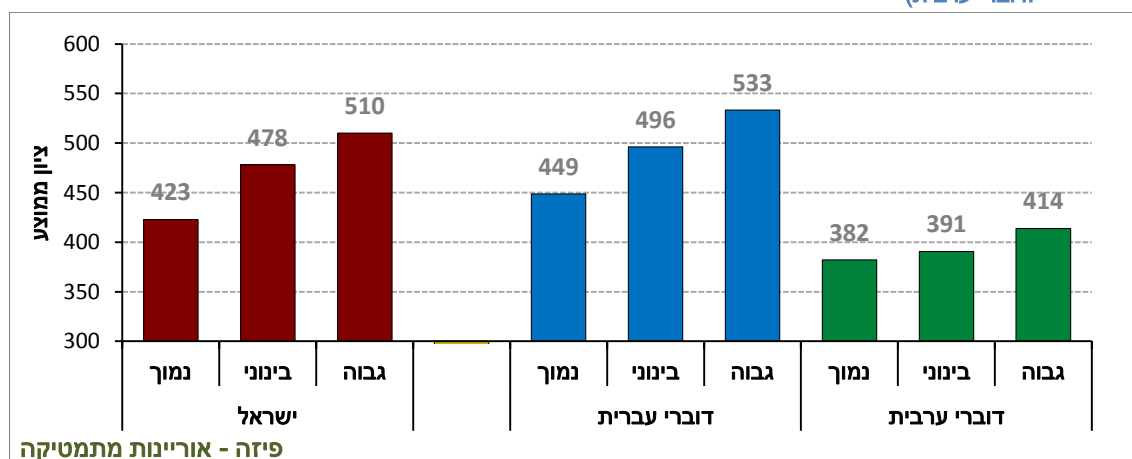
בתרשים 52 מוצגים ההישגים במתמטיקה בפילוח לפי רקע חת"כ. כמו בשני תחומי האוריינות אחרים, גם באוריינות מתמטיקה בולט הקשר החיובי בין רקע חת"כ להישגים לימודיים: ממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חת"כ גבוה (510) גבוה ב-32 נקודות מממוצע ההישגים של תלמידים מרקע חת"כ בינוני (478 נקודות), אשר בתורו גדול ב-55 נקודות מממוצע התלמידים מרקע חת"כ נמוך (423 נקודות). קשר חיובי זה מתקיים גם בכל אחד ממגזרי השפה בנפרד.

בקרב דוברי העברית ממוצעי הציונים של תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה היו 449, 496 ו-533 נקודות, בהתאמה. בקרב דוברי הערבית ממוצעי הציונים של תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה היו 382, 391 ו-414 נקודות, בהתאמה. הפערים בין קבוצות תלמידים בעלות רמות רקע חת"כ סמוכות בקרב דוברי העברית עומדים על 47 נקודות בין תלמידים מרקע בינוני לתלמידים רקע נמוך

ועל 37 נקודות בין תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע בינוני. בקרב דוברי הערבית ניכר פער של 9 נקודות בין תלמידים מרקע בינוני לתלמידים מרקע נמוך ופער של 23 נקודות בין תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע בינוני.

השוואה בין תלמידים משני מגזרי השפה בעלי רקע חת"כ דומה ממשיכה להצביע על קיומם של פערי הישגים גדולים בין שני המגזרים. אמנם בתוך קבוצת הרקע הנמוך הפער בין שני מגזרי השפה מצטמצם מעט מ-104 נקודות (הפער בין כלל התלמידים דוברי העברית לבין כלל התלמידים דוברי הערבית) ל-67 נקודות, אך הפערים בתוך קבוצות הרקע הבינוני דומים לפער הכללי בין מגזרי השפה, והפערים בתוך קבוצת הרקע הגבוה אף גדולים מהפערים בין מגזרי השפה בכלל האוכלוסייה (הפער לטובת דוברי העברית עומד על 105 נקודות בקרב תלמידים מרקע חת"כ בינוני, ועל 119 נקודות בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה). צמצום הפער בהישגים בתוך קבוצת הרקע החת"כ הנמוך מצביע על כך שלפחות חלק מהפער בהישגים בין תלמידים משני מגזרי השפה יכול להיות מוסבר באמצעות ההבדלים בהתפלגות הרקע החת"כ שלהם – כמחצית מדוברי הערבית מסווגים לקבוצת הרקע הנמוך לעומת כרבע מדוברי העברית, וכרבע מדוברי הערבית מסווגים לקבוצת הרקע הבינוני לעומת כמחצית מדוברי העברית. עם זאת, צמצום זה בא לידי ביטוי רק בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בעוד שביתר קבוצות החת"כ לא נראה צמצום כזה. יתרה מזאת – הציון הממוצע של תלמידים מרקע גבוה בבתי ספר דוברי ערבית נמוך ב-35 נקודות מן הציון הממוצע של תלמידים מרקע נמוך בבתי ספר דוברי ערבית (414 לעומת 449 נקודות, בהתאמה).

תרשים 52: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי ערבית ודוברי ערבית)

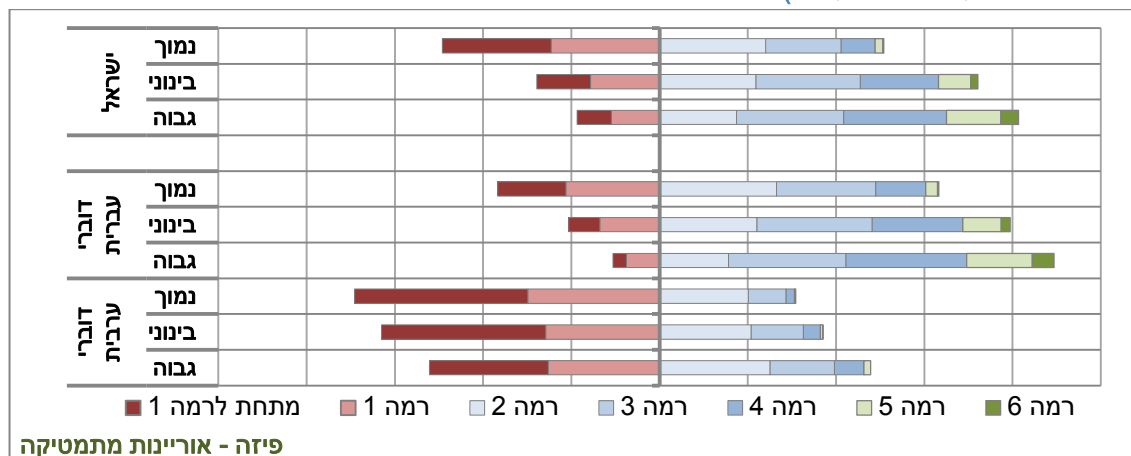


בתרשים 53 מוצגות התפלגויות התלמידים לרמות בקיאות במתמטיקה לפי מגזר שפה ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי. מהתרשים עולה כי בכלל ישראל, שיעור התלמידים המתקשים במתמטיקה קטן יותר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר, ושיעור התלמידים המצטיינים גדול יותר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר. וביתר פירוט: שיעורי התלמידים המתקשים גדולים יותר בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך (49%) בהשוואה לתלמידים מרקע חת"כ בינוני (28%) או גבוה (19%), ושיעורי התלמידים המצטיינים קטנים יותר בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך (2%) בהשוואה לתלמידים מרקע חת"כ בינוני (9%) או גבוה (16%).

בקרב דוברי ערבית מתקבלת תמונה זהה – שיעור התלמידים המתקשים קטן יותר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר (37%, 21% ו-11% בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה), ושיעור התלמידים המצטיינים גדול יותר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר (3%, 11% ו-20% בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה).

בקרב דוברי ערבית מתקבלת תמונה דומה, למעט שני הבדלים: שיעור המתקשים מקרב תלמידים מרקע נמוך (69%) אינו שונה באופן מובהק משיעורם מקרב תלמידים מרקע חת"כ בינוני (63%), אף שהוא שונה משיעור המתקשים בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה (52%). שיעורי התלמידים המצטיינים קרוב לאפס בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך, קרוב לאחוז בקרב תלמידים מרקע חת"כ בינוני ול-2% בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה.

תרשים 53: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי רקע חת"כ ומגזר שפה (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי ערבית ודוברי ערבית)



בטבלה 26 מוצגים הממוצעים ושיעורי המצטיינים והמתקשים בכל אחד ממחזורי פיזה לפי רקע חת"כ ומגזר שפה.⁸⁷ בקרב דוברי ערבית נראה כי לא היו שינויים גדולים לאורך השנים בתמונת הפערים של ממוצע ההישגים במתמטיקה בין תלמידים מרקע חת"כ שונה. לעומת זאת, בשיעורי המצטיינים והמתקשים ניתן לזהות כן מגמות כאלה: חלה התרחבות של 6% בפער בין שיעורי המצטיינים בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה לבין תלמידים מרקע חת"כ נמוך, ובמקביל חלה הצטמצמות של 7% בפער שבין שיעורי המתקשים מקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה לשיעור זה בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך. בקרב דוברי ערבית, חלה הצטמצמות בפער בין הממוצעים של תלמידים מרקע חת"כ גבוה לתלמידים מרקע חת"כ נמוך, מפער של 45 נקודות לפער של 32 נקודות בין 2006 ל-2015, ולא חלו שינויים בתמונת הפערים בשיעורי המצטיינים והמתקשים.

⁸⁷ יש לשים לב כי בפרסומים קודמים נעשה שימוש במשתנה רקע אחר המבוסס על מדד הטיפוח "שטראוס". לכן תיתכן אי-התאמה בין המוצג בדוח זה לבין המוצג בפרסומים הקודמים.

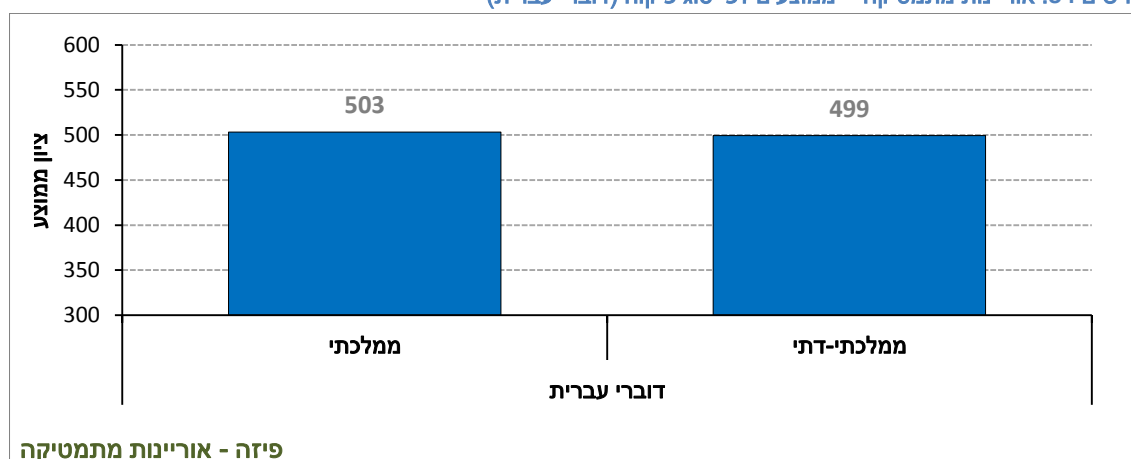
טבלה 26: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים ושיעוריהם של תלמידים מצטיינים ומתקשים לפי רקע חת"כ ומגזר שפה לאורך שנים

2015			2012			2009			2006				
גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	ממוצע	דוברי עברית
533	496	449	536	486	440	515	473	421	500	462	416		
20%	11%	3%	21%	10%	3%	15%	6%	2%	13%	6%	2%		
11%	21%	37%	10%	23%	41%	14%	27%	49%	20%	33%	53%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	דוברי עברית
414	391	382	430	391	373	400	374	356	406	373	361	ממוצע	
2%	1%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	0%	2%	1%	1%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
52%	63%	69%	47%	65%	73%	59%	70%	79%	57%	65%	75%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	דוברי עברית
												ממוצע	
												מצטיינים (רמות 5 ו-6)	

אוריינות מתמטיקה – סוג פיקוח (דוברי עברית)

בחלק זה יוצגו הישגיהם של תלמידים במדעים בבתי ספר דוברי עברית בלבד. בתרשים 54 מוצגים הישגיהם של התלמידים דוברי העברית בפילוח לפי סוג פיקוח⁸⁸ (ממלכתי/ממלכתי-דתי). מהתרשים עולה כי הישגי התלמידים באוריינות מתמטיקה בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי (503 נקודות) דומים להישגי עמיתיהם בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי (499 נקודות).

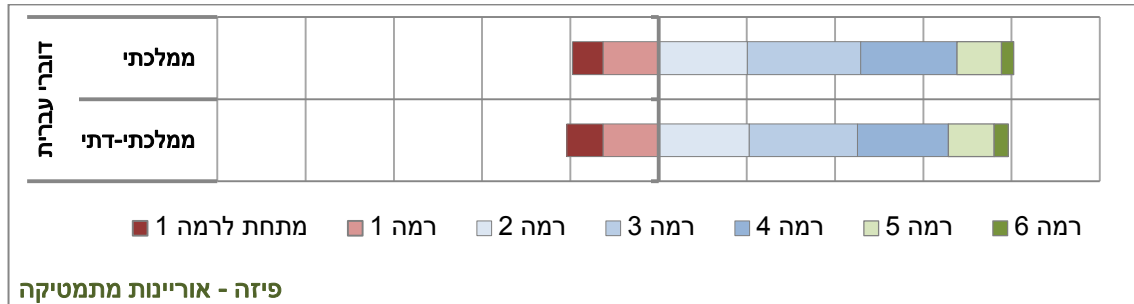
תרשים 54: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)



בתרשים 55 מוצגים שיעורי התלמידים בכל אחת מרמות הבקיאות במתמטיקה לפי סוג הפיקוח. כאשר משווים בין תלמידים בפיקוח הממלכתי לבין תלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי, לא נראים הבדלים מובהקים בשיעור התלמידים בכל אחת ברמות הבקיאות. שיעור המצטיינים והמתקשים אינו שונה בקרב התלמידים בפיקוח הממלכתי ובקרב התלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי (כ-13% מצטיינים וכ-20% מתקשים בשני סוגי הפיקוח).

⁸⁸ חלוקה זו אינה כוללת תלמידים הלומדים במוסדות שבפיקוח משרד הרווחה (לשעבר הכלכלה).

תרשים 55: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח (דוברי עברית)



בטבלה 27 מוצגים הישגי התלמידים משני סוגי הפיקוח לאורך שנים. נראה כי בשני סוגי הפיקוח הייתה עלייה של כ-40 נקודות בהישגים וכי בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי עלייה זו נבלמה בין שני מחזורי המחקר האחרונים. לאורך השנים שיעור המצטיינים והמתקשים אינו שונה באופן מובהק בקרב תלמידים משני סוגי הפיקוח.

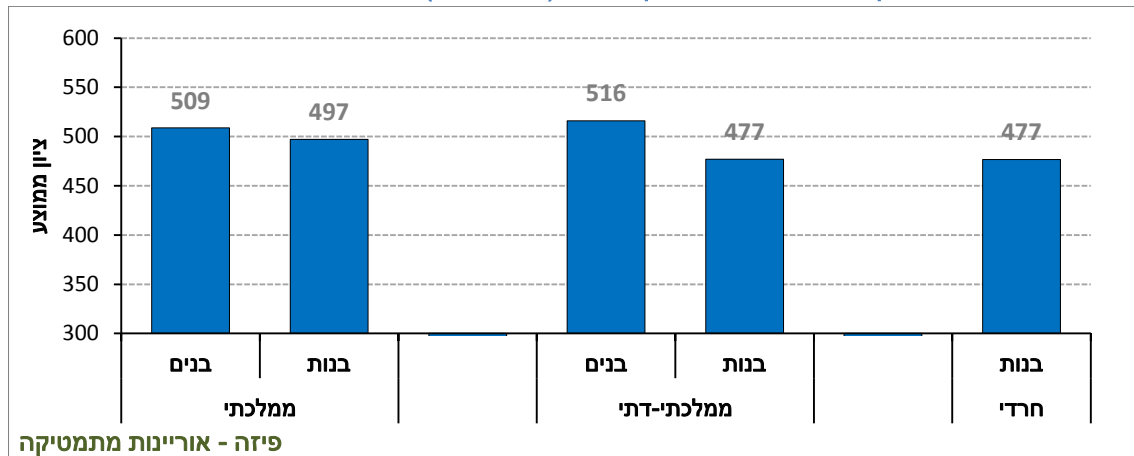
טבלה 27: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים ושיעורים של תלמידים מצטיינים ומתקשים לאורך שנים לפי סוג פיקוח (דוברי עברית בלבד)

2015	2012	2009	2006		
503	500	476	461	ממוצע	ממלכתי
13%	13%	8%	8%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
19%	20%	27%	35%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	
499	488	471	460	ממוצע	ממלכתי-דתי
14%	13%	9%	6%	מצטיינים (רמות 5 ו-6)	
21%	23%	31%	36%	מתקשים (מתחת לרמה 2)	

בתרשים 56 מוצגים הישגיהם של התלמידים דוברי העברית בפילוח לפי סוג פיקוח ומגדר. ממוצע הישגי הבנים אינו שונה באופן מובהק סטטיסטית מממוצע הישגי הבנות (509 נקודות לעומת 497 נקודות בפיקוח הממלכתי ו-516 נקודות לעומת 477 נקודות בפיקוח הממלכתי-דתי).⁸⁹ כאשר משווים את הבנות מהפיקוח החרדי לבנות משני סוגי הפיקוח האחרים, ניכר כי ממוצע הישגי הבנות החרדיות (477 נקודות) נמוך באופן מובהק מזה של הבנות בפיקוח הממלכתי וזה של הבנות בפיקוח הממלכתי-דתי.

⁸⁹ חלוקת מדגם התלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי לבנים ובנות יוצרת טעות אומדן גדולה יחסית, ולכן נדרש פער ציונים גדול יותר על מנת להגיע לרמת מובהקות מספקת.

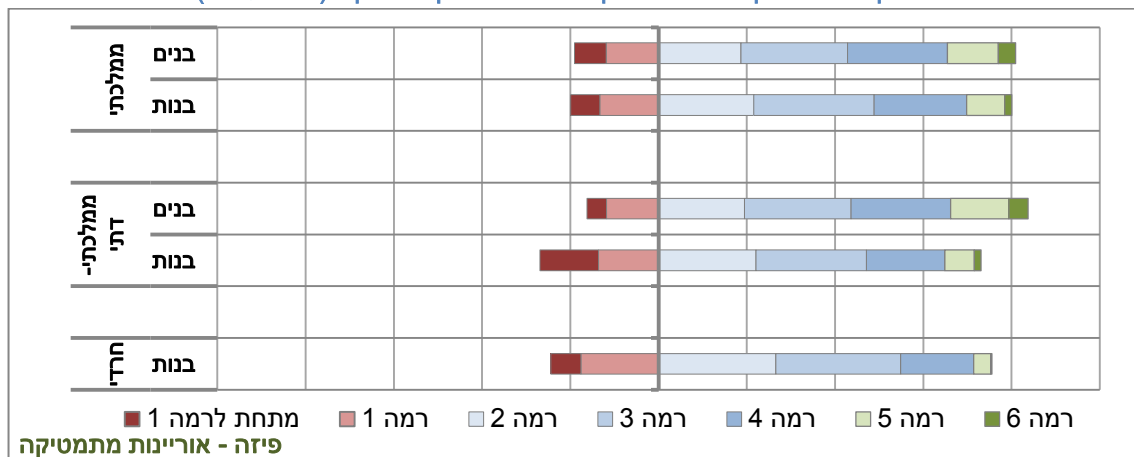
תרשים 56: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי סוג פיקוח ומגדר (דוברי עברית)



פיזה - אוריינות מתמטיקה

בתרשים 57 מוצגות התפלגויות רמות הבקאות במתמטיקה לפי סוג הפיקוח ולפי מגדר. אצל תלמידים בפיקוח הממלכתי נראה כי שיעור המצטיינים גדול יותר בקרב הבנים (15%) מאשר בקרב הבנות (10%) ושיעור המתקשים אינו שונה בקרב הבנים והבנות (19%-20%, בהתאמה). בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי, ההבדלים שנמצאו בין בנים ובנות בשיעור המצטיינים והמתקשים אינם מובהקים סטטיסטית על אף גודלם (שיעור המצטיינים עומד על 18% בקרב הבנים ועל 8% בקרב הבנות, ושיעור המתקשים עומד על 16% בקרב הבנים ועל 27% בקרב הבנות). שיעור המצטיינות בקרב הבנות החרדיות (4%) קטן משיעור המצטיינות בפיקוח הממלכתי ואינו שונה באופן מובהק משיעור המצטיינות בפיקוח הממלכתי-דתי. שיעור המתקשות בקרב הבנות החרדיות (24%) אינו שונה משיעור המתקשות בפיקוח הממלכתי ומשיעור המתקשות בפיקוח הממלכתי-דתי.

תרשים 57: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאות לפי סוג פיקוח ולפי מגדר בתוך סוג פיקוח (דוברי עברית)

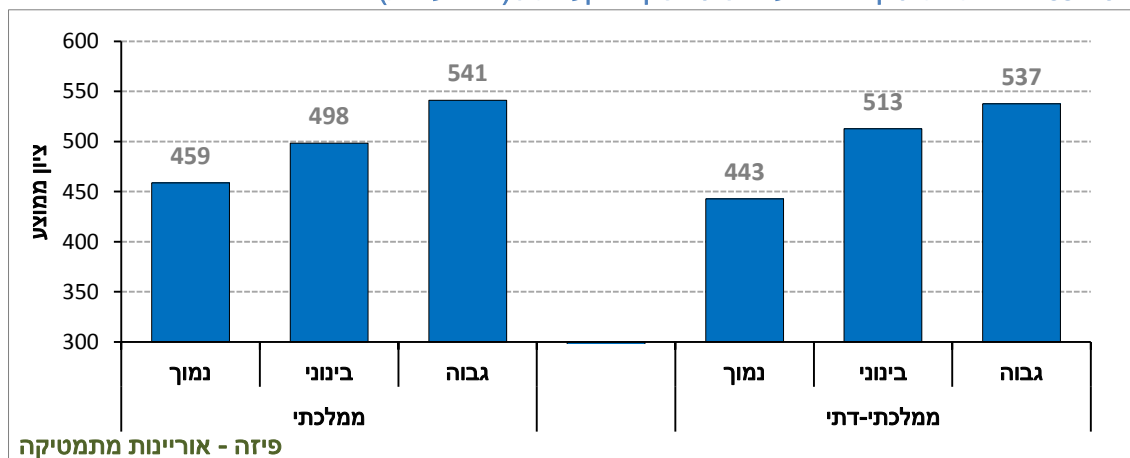


פיזה - אוריינות מתמטיקה

בתרשים 58 מוצגים הישגיהם של התלמידים דוברי העברית בפילוח לפי סוג פיקוח ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי. נראה כי בשני סוגי הפיקוח (ממלכתי וממלכתי-דתי) קיימים פערים משמעותיים בין תלמידים המגיעים מרקע חברתי-תרבותי-כלכלי שונה. הפער בין תלמידים מרקע חת"כ גבוה ובין תלמידים מרקע חת"כ בינוני גדול יותר בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי (43 נקודות) מאשר בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי (24 נקודות). מנגד, הפער בין תלמידים מרקע חת"כ בינוני ובין תלמידים מרקע חת"כ נמוך קטן יותר בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי (39 נקודות) מאשר בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי-דתי (70 נקודות). עוד נראה כי הפער בין שני סוגי הפיקוח קטן יותר בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה (פער של 4 נקודות), בהשוואה לפער בין הפיקוח הממלכתי

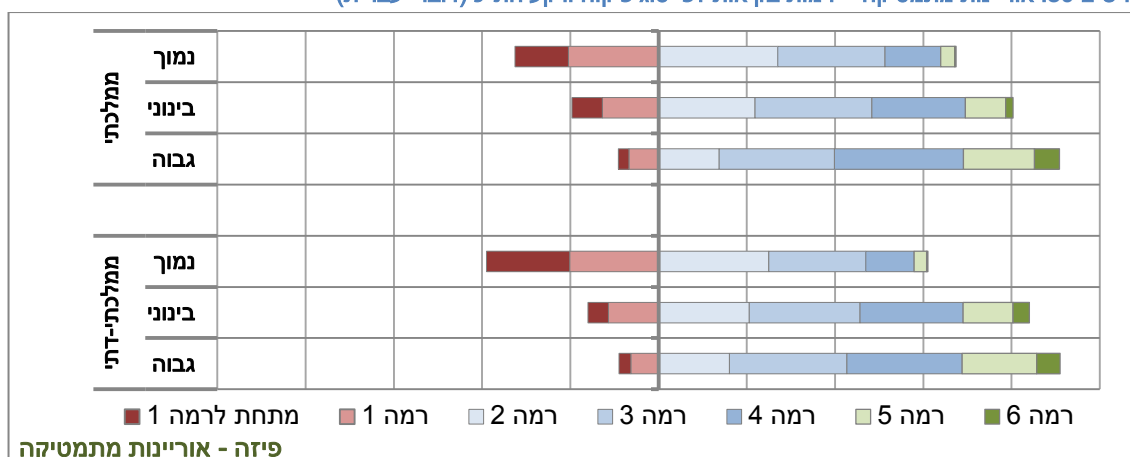
והממלכתי-דתי בקרב תלמידים מרקע חת"כ בינוני (פער של 15 נקודות), ובקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך (פער של 16 נקודות).

תרשים 58: אוריינות מתמטיקה – ממוצעים לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)



בתרשים 59 מוצגות התפלגויות רמות הבקיאיות במתמטיקה לפי סוג הפיקוח ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי. בחינה של שיעורי התלמידים המצטיינים והתלמידים המתקשים, בשני סוגי הפיקוח מעלה כי קיימים פערים מובהקים בין תלמידים מרקע חת"כ נמוך לבין תלמידים מרקע חת"כ בינוני או גבוה, כך שככל שהרקע החת"כ גבוה יותר שיעור התלמידים המצטיינים גדול יותר ושיעור התלמידים המתקשים קטן יותר. כאשר בוחנים את שיעור המצטיינים בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי ובפיקוח הממלכתי-דתי, נראה כי שיעורם אינו שונה באופן מובהק בכל אחת מרמות החת"כ (אצל תלמידים מרקע חת"כ נמוך – 3% בשני סוגי הפיקוח, אצל תלמידים מרקע חת"כ בינוני – 11% בממלכתי לעומת 15% בממלכתי-דתי ואצל תלמידים מרקע חת"כ גבוה – 22% בשני סוגי הפיקוח). בדומה, שיעור המתקשים בקרב תלמידים בפיקוח הממלכתי ובפיקוח הממלכתי-דתי אינו שונה באופן מובהק בכל אחת מקבוצות הרקע החברתי-כלכלי-תרבותי (אצל תלמידים מרקע חת"כ נמוך – 33% בפיקוח הממלכתי לעומת 39% בפיקוח הממלכתי-דתי; אצל תלמידים מרקע חת"כ בינוני – 20% בממלכתי לעומת 16% בממלכתי-דתי ואצל תלמידים מרקע חת"כ גבוה – 9% בשני סוגי הפיקוח).

תרשים 59: אוריינות מתמטיקה – רמות בקיאיות לפי סוג פיקוח ורקע חת"כ (דוברי עברית)



פרק 7: סיכום הממצאים בפרקי ההישגים בשלושת תחומי האוריינות

בחלק זה יתוארו עיקרי הממצאים שעלו ממבחני ההישגים באוריינות מדעים, אוריינות קריאה ואוריינות מתמטיקה במחקר פיזה 2015 ובהשוואה למחזורי המחקר הקודמים. ציוני פיזה מדווחים על פני סולם שנקבע בשנה הראשונה שבה היה כל אחד מהתחומים הנחקרים במוקד המחקר, ואשר לפיו הממוצע של מדינות ה-OECD הוא 500 וסטיית התקן - 100. נוסף על הציון הממוצע מדווחים ההישגים על פי התפלגות התלמידים ברמות הבקיות השונות. סולם הציונים הרציף מחולק לכמה "רמות הבקיות". כל רמת בקיות מייצגת שינוי איכותי ברמת האוריינות בתחום הנחקר ומלווה בתיאור המסביר מה מאפיין תלמידים בטווח זה של ציונים ומה הם יודעים ומצליחים לפתור בדרך כלל. תלמידים שהישגיהם מסווגים לאחת משתי רמות הבקיות הגבוהות ביותר (רמות 5 ו-6) מוגדרים "מצטיינים", ותלמידים שהישגיהם מסווגים לרמות הבקיות הנמוכות ביותר (מתחת לרמת בקיות 2) מוגדרים "מתקשים".

בישראל, הממוצע בכל אחד משלושת התחומים נמוך מזה שבממוצע ה-OECD (במדעים 467 בישראל לעומת 493 בממוצע ה-OECD, בקריאה 479 בישראל לעומת 493 בממוצע ה-OECD, ובמתמטיקה 470 בישראל לעומת 490 בממוצע ה-OECD). במחזור פיזה 2015 השתתפו 72 מדינות וישויות כלכליות, ביניהן 35 המדינות החברות ב-OECD. מבין 70 המדינות והישויות הכלכליות שנתונין מדווחים, בתחום המדעים ממוקמת ישראל במקום ה-40 (30 מבין מדינות ה-OECD), בקריאה היא ממוקמת במקום ה-37 (29 מבין מדינות ה-OECD) ובמתמטיקה – במקום ה-39 (30 מבין מדינות ה-OECD). בהשוואה למחקר שהתבצע ב-2006, ישראל שיפרה את ההישגים בשלושת התחומים (13 נקודות במדעים, 40 נקודות בקריאה ו-28 נקודות במתמטיקה), אך מגמה זו לא נמשכה במחזור פיזה הנוכחי. בהשוואה למחזור פיזה 2012 לא היו הבדלים מובהקים בממוצע ההישגים בשלושת התחומים.

פיזור הציונים בישראל הוא מהגדולים ביותר בקרב המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות במחקר. מדד הפיזור במחקר פיזה הוא הטווח שבין הציון המייצג את האחוזן ה-5 (הציון ש-5% מן התלמידים החלשים ביותר במדינה נתונה מצויים מתחתיו), לבין הציון המייצג את האחוזן ה-95 (הציון ש-5% מן התלמידים החזקים ביותר במדינה נתונה מצויים מעליו). בשלושת התחומים מדד הפיזור בישראל הוא הגדול ביותר מבין מדינות ה-OECD והוא עומד על כ-350 נקודות (כשלוש וחצי סטיות תקן) לעומת כ-300 נקודות (כשלוש סטיות תקן) בממוצע ה-OECD. בהשוואה לכלל המדינות והישויות הכלכליות שהשתתפו במחקר, פיזור הציונים בישראל שני בגודלו בתחום המדעים ושלישי בגודלו בתחומי הקריאה והמתמטיקה. בהשוואה ל-2006, מדד פיזור הציונים בישראל קטן יותר ב-16 נקודות במדעים, ב-19 נקודות בקריאה וב-10 נקודות במתמטיקה. בהשוואה למחזור פיזה 2012, מדד הפיזור ב-2015 קטן ב-11 נקודות במדעים, ב-3 נקודות בקריאה וב-10 נקודות במתמטיקה. הממצא בדבר השונות הגדולה של הציונים בישראל הוא ממצא עקבי, שעולה גם במחזורי המחקר של פיזה ובמחקרים בין-לאומיים אחרים, וזאת חרף העובדה שישראל הציבה לאורך השנים בראש מעייניה את היעד של צמצום הפערים בחינוך.

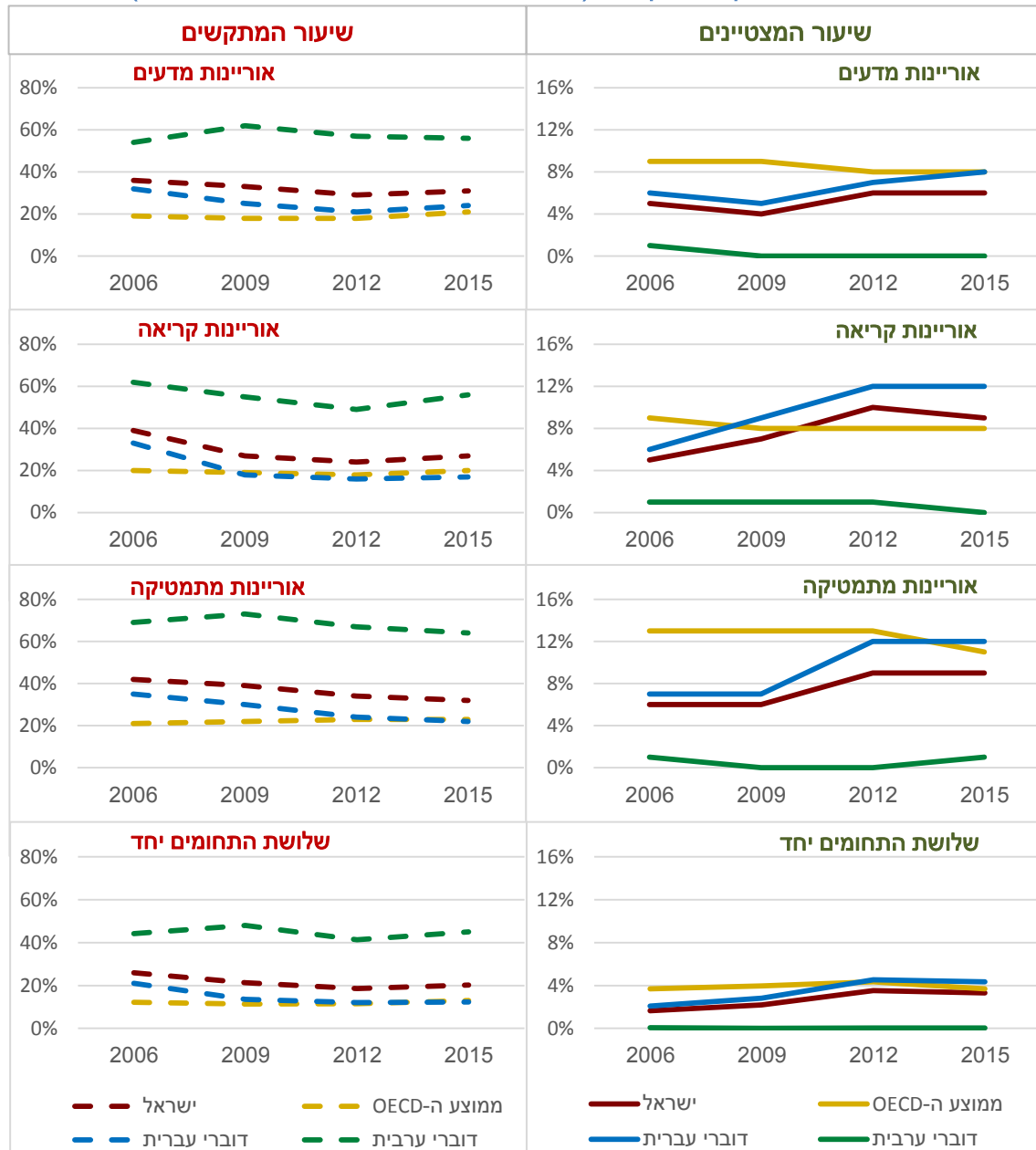
פחות מעשירית מהתלמידים בישראל מוגדרים **מצטיינים** בכל אחד משלושת תחומי האוריינות בנפרד. שיעורי המצטיינים במדעים ובמתמטיקה בישראל קטנים מעט משיעורי המצטיינים בממוצע ה-OECD (במדעים 6% בישראל לעומת 8% בממוצע ה-OECD, ובמתמטיקה 9% בישראל לעומת 11% בממוצע ה-OECD), ובקריאה שיעוריהם גדולים מעט מזה שבממוצע ה-OECD (9% בישראל לעומת 8% בממוצע ה-OECD). בישראל שיעור התלמידים **המצטיינים בכל שלושת תחומי האוריינות יחד**, קטן במעט מזה שבממוצע ה-OECD (3% בישראל לעומת 4% בממוצע ה-OECD), ב-27 מדינות וישויות כלכליות (22 מבין מדינות ה-OECD) שיעור זה גדול מזה שבישראל. לעומת זאת, שיעור **המתקשים** בישראל גדול מאוד. בכל אחד מתחומי האוריינות בנפרד קרוב לשליש מהתלמידים

בישראל מוגדרים מתקשים. שיעורים אלה גדולים משמעותית מהשיעורים המקבילים בממוצע ה-OECD (במדעים 31% בישראל לעומת 21% בממוצע ה-OECD, בקריאה 27% בישראל לעומת 20% בממוצע ה-OECD, ובמתמטיקה 32% בישראל לעומת 23% בממוצע ה-OECD). בישראל שיעור התלמידים המתקשים בכל שלושת תחומי האוריינות יחד גדול מזה שבממוצע ה-OECD (20% בישראל לעומת 13% בממוצע ה-OECD).

לאורך כל מחזורי המחקר ובכל התחומים ציוני התלמידים דוברי העברית גבוהים מציוני התלמידים דוברי הערבית. ב-2015 פער זה עומד על 87 נקודות במדעים, 116 נקודות בקריאה ו-104 נקודות במתמטיקה. הפערים בין התלמידים משני מגזרי השפה התרחבו בין 2006 ל-2015. בעוד שציוני התלמידים דוברי העברית עלו ב-21 נקודות במדעים, 51 נקודות בקריאה וב-35 נקודות במתמטיקה, ציוני התלמידים דוברי הערבית נותרו יציבים במדעים (ירידה של 2 נקודות) ועלו ב-19 נקודות בקריאה וב-19 נקודות במתמטיקה.

בחינה של שיעורי המצטיינים והמתקשים בקרב תלמידים משני מגזרי השפה מעלה כי בקרב דוברי העברית שיעורי המצטיינים במדעים ובמתמטיקה דומים לשיעורים בממוצע ה-OECD, ובקריאה הם גדולים מהשיעורים בממוצע ה-OECD (במדעים 8% בקרב דוברי העברית לעומת 8% בממוצע ה-OECD, במתמטיקה 12% לעומת 11% בממוצע ה-OECD, ובקריאה 12% בקרב דוברי העברית לעומת 8% בממוצע ה-OECD). גם שיעורי המתקשים דומים לשיעורים בממוצע ה-OECD (במדעים 24% בקרב דוברי העברית לעומת 21% בממוצע ה-OECD, בקריאה 17% בקרב דוברי העברית לעומת 20% בממוצע ה-OECD, ובמתמטיקה 22% בקרב דוברי העברית לעומת 23% בממוצע ה-OECD). בקרב דוברי הערבית שיעורי המצטיינים אפסיים בשלושת התחומים, אך שיעורי המתקשים גבוהים מאוד (56% במדעים ובקריאה ו-64% במתמטיקה). שיעור התלמידים המצטיינים בכל שלושת תחומי האוריינות יחד בקרב דוברי העברית (4%) דומה לזה שבממוצע ה-OECD, אך בקרב דוברי הערבית שיעור התלמידים המתקשים בכל שלושת תחומי האוריינות יחד בקרב דוברי העברית (12%) מעט נמוך מזה שבממוצע ה-OECD (13%), ובקרב דוברי הערבית (45%) שיעור המתקשים גבוה בהרבה מזה שבממוצע ה-OECD.

תרשים 60: שיעורי המצטיינים והמתקשים לאורך שנים (ישראל, ממוצע ה-OECD, דוברי עברית ודוברי ערבית)



במחקר פיזה 2015, מעלה ההשוואה בין המגדרים כי בישראל בנות ובנים מגיעים להישגים דומים במדעים, הבנות מגיעות להישגים גבוהים בהרבה מהבנים בקריאה (23 נקודות) והבנים מגיעים להישגים גבוהים במדעים בהשוואה לבנות במתמטיקה (8 נקודות). תמונת הפערים המגדריים בישראל דומה מאוד לתמונת הפערים בממוצע ה-OECD (כמעט שאין פער במדעים, פער גדול לטובת הבנות בקריאה ופער קטן יותר לטובת הבנים במתמטיקה). לאורך השנים, תמונת הפערים נותרה יציבה למדי במדעים ובמתמטיקה, אך בקריאה הפער לטובת הבנות הצטמצם כמעט למחצית (מ-42 נקודות ב-2006 ל-23 נקודות ב-2015). צמצום הפער הבין-מגדרי בקריאה התרחש בעיקר בין שני מחזורי פיזה האחרונים (2012 ו-2015), שבהם נרשמה יציבות בהישגי הבנים לצד ירידה של 17 נקודות בהישגי הבנות.

כאשר בוחנים את ההבדלים המגדריים בקרב תלמידים משני מגזרי השפה בנפרד, עולה כי בקרב דוברי העברית הבנים מגיעים להישגים גבוהים יותר מהבנות במדעים ובמתמטיקה (פערים של 12

נקודות ושל 14 נקודות, בהתאמה), ואילו הבנות מגיעות להישגים גבוהים יותר מהבנים בקריאה (14 נקודות). בקרב דוברי הערבית, הבנות מגיעות להישגים גבוהים יותר מהבנים בשלושת התחומים (פערים של 22 נקודות במדעים, של 52 נקודות בקריאה ושל 12 נקודות במתמטיקה). הפערים בין הבנים והבנות בקרב דוברי הערבית נותרו יציבים לאורך השנים.

בחינה של שיעורי המצטיינים והמתקשים לפי מגדר התלמידים מעלה כי בכלל ישראל **שיעור המצטיינים** מקרב הבנים גבוה משיעור זה בקרב הבנות באוריינות מדעים (7% לעומת 4%, בהתאמה) ובאוריינות מתמטיקה (11% לעומת 7%, בהתאמה). שיעורי המצטיינים בקרב הבנים והבנות באוריינות קריאה דומים (9% בקרב בנים ובנות). **שיעור המתקשים** בקרב הבנים גדול בהרבה משיעור זה בקרב הבנות באוריינות קריאה (32% לעומת 22%, בהתאמה), ושיעורי המתקשים בקרב הבנים ובקרב הבנות דומים באוריינות מדעים (33% לעומת 31% בהתאמה) ובאוריינות מתמטיקה (32% בקרב שני המגדרים).

קיים מתאם בין הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי של התלמידים ובין הישגיהם: ככל שהרקע החת"כ של התלמידים גבוה יותר כך הישגיהם גבוהים יותר. במחזור 2015 הפערים בהישגים בין תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע נמוך הם 91 נקודות במדעים, 89 נקודות בקריאה ו-87 נקודות במתמטיקה. לאורך השנים הפערים נותרו כמעט ללא שינוי. בקרב התלמידים דוברי העברית הפערים בהישגים בין תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע נמוך דומים לפערים בקרב כלל האוכלוסייה - 94 נקודות במדעים, 87 נקודות בקריאה ו-84 נקודות במתמטיקה. בקרב התלמידים דוברי הערבית הפערים קטנים בהשוואה לכלל האוכלוסייה - 31 נקודות במדעים, 22 נקודות בקריאה ו-32 נקודות במתמטיקה. עוד עולה כי בקרב דוברי הערבית הייתה מגמה של צמצום פערים לאורך השנים, מפערים של 30 עד 45 נקודות ב-2006 לפערים של 20 עד 30 נקודות ב-2015. חשוב לציין כי במחקרים שאינם עוסקים באוריינות אלא בוחנים בקיאות בחומר שבתכניות הלימודים, הפער בין המגזרים מצטמצם במידה ניכרת כאשר מביאים בחשבון את הרקע החברתי-תרבותי-כלכלי של התלמידים.

בכל תחומי האוריינות שיעור המצטיינים גדול יותר ככל שהרקע החברתי-תרבותי-כלכלי של התלמידים גבוה יותר. בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה, בינוני ונמוך **שיעורי המצטיינים** עומדים על: 12%, 5% ו-1% במדעים, 17%, 9%, 2% בקריאה ו-16%, 9%, ו-2% במתמטיקה. בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה, בינוני ונמוך **שיעורי המתקשים** עומדים על: 18%, 28% ו-47% במדעים, 16%, 23%, 40% בקריאה ו-19%, 28%, ו-49% במתמטיקה.

בקרב התלמידים דוברי העברית קיימים פערים קטנים בין תלמידים הלומדים בחינוך הממלכתי ובין תלמידים הלומדים בחינוך הממלכתי-דתי, לטובת אלה שבחינוך הממלכתי (במדעים 13 נקודות, ופערים לא מובהקים בקריאה 9 נקודות ובמתמטיקה 4 נקודות). כאשר משווים את הישגי הבנות החרדיות להישגי הבנות בפיקוח הממלכתי ולהישגי הבנות בפיקוח הממלכתי-דתי, עולה כי הישגיהן של החרדיות נמוכים מאלה של הבנות בפיקוח הממלכתי, אך אינם שונים באופן מובהק מהישגיהן של הבנות בפיקוח הממלכתי-דתי.

לסיכום, הישגי התלמידים בישראל בשלושת תחומי האוריינות השתפרו לאורך השנים שבין 2006 ל-2015, מגמה שנראה כי נעצרה במחזור האחרון. כיוון שכך הישגי ישראל בשנת 2015 אינם שונים במובהק מהישגיה בשנת 2012. מגמת השיפור בהישגים באוריינות מדעים היא האיטית ביותר - 13 נקודות בתשע שנים, מגמת השיפור באוריינות מתמטיקה - 28 נקודות בתשע שנים, ומגמת השיפור בהישגים באוריינות קריאה היא המהירה ביותר - 40 נקודות בתשע שנים. על אף העלייה בהישגים, הישגי ישראל נמוכים ממוצע ה-OECD, ובמדרג המדינות ישראל ממוקמת במקומות 37-40. במקביל, פיזור הציונים בישראל ממשיך להיות הגדול ביותר בקרב מדינות ה-OECD ומבין הגדולים

בקרב המדינות והישויות הכלכליות המשתתפות במחקר פיזה. ביטוי נוסף לשונות בהישגים ניתן לראות בשיעורי התלמידים המצטיינים, הקרובים לשיעורים אלה בממוצע ה-OECD, גם כשבדקים כל תחום בנפרד וגם כשבדקים את שיעור המצטיינים בשלושת התחומים יחד. זאת לצד שיעורים גבוהים מאוד של תלמידים מתקשים – כמעט שליש מהתלמידים בישראל מתקשים לפחות באחד מתחומי האוריינות וכחמישית מהתלמידים מתקשים בשלושת התחומים גם יחד. מקורות השונות בהישגי התלמידים בישראל הם מגוונים ומורכבים. שני הפערים הבולטים ביותר הם הפער בין דוברי העברית ובין דוברי הערבית, העומד על כ-100 נקודות והמצוי במגמת התרחבות, והפערים בין תלמידים מרקע חברתי-כלכלי-תרבותי שונה, העומדים על כ-90 נקודות בין תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע נמוך.

פרק 8: מוטיבציות ללמידת מדעים

שאלון הרקע (background questionnaire)

מחקר פיזה כולל לצד מבחני האוריינות גם שאלון רקע (background questionnaire), אשר ההשבה עליו אורכת כ-35 דקות. בשאלון נאסף מידע על התלמידים עצמם, על ביתם ובית ספרם ועל חוויות הלימודים שלהם. נוסף על השאלון שניתן לתלמידים, מתבקשים גם מנהלי בתי הספר לענות על שאלון ייעודי שבו נאסף מידע על בתי הספר ועל סביבת הלמידה בו (לפירוט נוסף על שאלון הרקע ראו פרק 2). בפרק זה יוצגו ממצאים העולים משאלון הרקע שהועבר לתלמידים כחלק ממחקר פיזה. מאחר שהתחום במוקד פיזה 2015 היה אוריינות מדעים, שאלון הרקע התמקד אף הוא בתחום זה, כך שהחלקים בשאלון שעסקו בלימודים התייחסו לתחומים מעולם המדעים. לכן, הקשרים בין הממצאים שעלו מן המדדים השונים וההיגדים המרכיבים אותם ייבחנו לאור ההישגים באוריינות מדעים בלבד.

הפרק הנוכחי יעסוק בסוגי המוטיבציה השונים ללמידת מדעים וכן בגורמים שונים שעשויים להסביר הבדלים במוטיבציה בין תלמידים שונים. יש לציין כי כל המידע המופק משאלון זה מבוסס על דיווח עצמי של התלמידים – התלמידים ענו על השאלות ולאחר מכן תגובותיהם קודדו בהתאם לסוג השאלה. השאלון מורכב מכמה סוגים של שאלות או מדדים:

- שאלות מפורשות (explicit) – למשל, האם את/ה בן או בת?
 - מדדים פשוטים (simple indices) – מדדים המבוססים על שאלה אחת אבל עוברים קידוד. למשל, באיזו עבודה תרצה לעבוד כשתהיה בן 30? – התשובות (הפתוחות) לשאלה זו סווגו לכמה קטגוריות ('אנשי מקצוע בתחום המדעים וההנדסה', 'מקצועות בריאות', 'מקצועות תקשוב', 'טכנאים ואנשי מקצוע במחקר ויישום מדעי', 'אנשי מקצוע שאינם מתחום המדע', ו'מערפל').
 - מדדים מורכבים (scale indices) – מדדים אלה חושבו באמצעות מספר פריטים משאלון הרקע באמצעות שיטות המבוססות על תיאוריית התגובה לפריט (IRT - Item Response Theory), וסולם הציונים נקבע כך שבממוצע ה-OECD יתקבל ממוצע 0 וסטיית תקן 1. מדדים הם אומדן של תכונות סמויות (latent traits) שלא ניתן לאמוד בצורה ישירה. מוטיבציה פנימית, למשל, נאמדת באמצעות חמישה היגדים המהווים אינדיקטורים למוטיבציה פנימית ללמידת מדעים, אשר אופן ההשבה על כל אחד מהם מושפע ממוטיבציה זו אצל התלמיד.
- לגבי כל מדד יוצגו ממצאים באמצעות הממוצע של המדד, שיעורי התלמידים המסכימים (או מסכימים מאוד) עם כל אחד מההיגדים הכלולים בו (בחלק מהמדדים אין מדובר בהסכמה אלא, למשל, במידת העניין לגבי נושאים שונים שעליה התלמידים דיווחו. במקרים אלה יוצגו שיעורי התלמידים בהתאם לסולם התשובות הרלוונטי), והישגי התלמידים באוריינות מדעים לפי מיקומם היחסי במדדים השונים (רבעונים).⁹⁰ בפרק יוצגו ממצאים עבור המדינות השונות וכן עבור פילוחים מרכזיים בישראל (מגזרי שפה, מגדר ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי).

מוטיבציה ללמידת מדעים

מוטיבציה בכל תחום שהוא מתוארת ככוח המניע שמאחורי העיסוק, הלמידה ובחירת המקצוע. כדי לטפח את העיסוק של תלמידים במדעים, לא די לציידם בידע בסיסי הדרוש להם לשם עיסוק בסוגיות מדעיות מורכבות, ומערכות חינוך צריכות לוודא כי נוסף על ידע בסיסי זה, עומדות לרשותם גם רמות גבוהות של עניין ומוטיבציה שייגרמו להם לרצות לעסוק בסוגיות אלה. בפיזה מבחינים בין שני סוגי מוטיבציה: מוטיבציה פנימית (אינטרינזית) – הדחף ללמוד מדעים מתוך עניין והנאה הנובעים

⁹⁰ בחלק מהמקרים ייתכנו פערים בין הנתונים המפורסמים בפרק זה לבין הנתונים שפורסמו בדוח הבין-לאומי. פערים אלה נובעים מפערי עיגול.

מהלימודים עצמם, ומוטיבציה אינסטרומנטלית – הדחף ללמוד מדעים כיוון שלימודים אלה נתפסים כבעלי ערך לתוכניות העתידיות של התלמידים.

מהממצאים עולות כמה תובנות. ראשית, נראה כי בעוד שדיווחי התלמידים בישראל בנוגע למוטיבציה אינסטרומנטלית (חשיבות/כדאיות לימודי המדעים) מצביעים על שיעורים גבוהים מממוצע ה-OECD, הדיווחים הרי שהשיעורים דומים לממוצע ה-OECD במוטיבציה פנימית (הנאה מלימודי מדעים) ובמדד הפעילויות היומיומיות בתחומים מדעיים, ונמוכים מממוצע ה-OECD במידת העניין בתחומים מדעיים כלליים. שנית, נראה כי בישראל הקשר שבין מוטיבציה להישגים באוריינות מדעים ניכר בעיקר כאשר בוחנים מוטיבציה פנימית (ואת מידת העניין בנושאים מדעיים) אך הקשר ניכר פחות כאשר בוחנים מוטיבציה אינסטרומנטלית. ממצאים דומים עולים גם מנתוני מחקר טימס ומנתוני המיצ"ב. מעניין לציין כי הקשר בין פעילויות יומיומיות בתחום המדעים להישגים הוא שלילי בכלל ישראל ובקרב דוברי ערבית ואינו קיים כלל בקרב דוברי עברית. לבסוף, קיימת תופעה (אשר תועדה גם במחקרים אחרים, למשל במחקר טימס) שלפיה הקשר שבין מדדי מוטיבציה (פנימית או אינסטרומנטלית) ובין הישגים הוא שלילי כאשר בוחנים אותו בהקשר בין-לאומי או בין-תרבותי, ואילו כאשר בוחנים אותו בתוך מדינה או קבוצה תרבותית, מתגלה קשר חיובי. כך, ככל שהממוצע במדד מוטיבציה כלשהו גבוה במדינה מסוימת, ממוצע ההישגים באותה מדינה נמוך יותר, אך בתוך כל מדינה או קבוצה תרבותית, ככל שהמוטיבציה גבוהה יותר ההישגים גבוהים יותר. הסבר אפשרי לכך הוא שמדדי המוטיבציה, המבוססים על דיווח עצמי בלבד, מושפעים במידה ניכרת מהבדלים תרבותיים, והשפעה זו ממסכת את הקשר שבין מדדי המוטיבציה להישגים. אולם כאשר בוחנים תלמידים מיחידה תרבותית אחידה, למשל, מדינה מסוימת או מגזר מסוים בתוך מדינה, נחשפים הקשרים בין מדדי המוטיבציה להישגים.

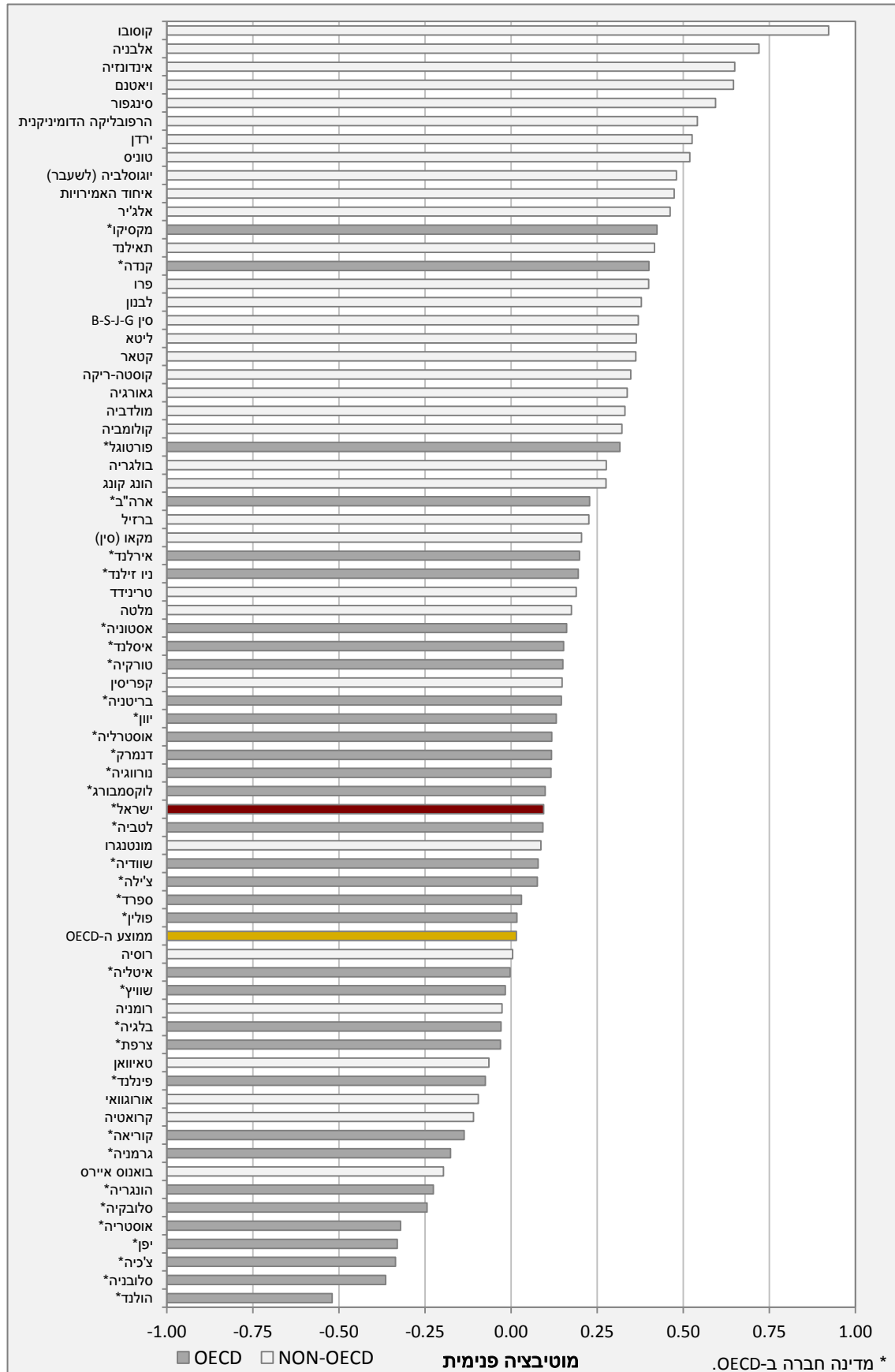
מוטיבציה פנימית (הנאה מלימודי מדעים)

מוטיבציה פנימית (אינטרינזית), המוגדרת גם כמוטיבציה המונעת מאהבה או מהנאה מלימודי מדעים, מתייחסת לדחף לעסוק בפעילות מסוימת אך ורק מתוך ההנאה או העניין הכרוכים בעיסוק עצמו. ממחקרים עולה כי מוטיבציה פנימית בקרב ילדים היא מנבא טוב להשתתפות בפעילויות הקשורות למדעים. לעומת זאת, יצירת הזדמנויות ללמידת מדעים אינן תורמות, בפני עצמן, להנאה ממדעים. עוד נראה כי בדרך כלל המוטיבציה הפנימית ללמידת מדעים פוחתת עם ההתקדמות בשכבות הלימוד. כך, למשל, עולה מממצאי טימס 2011 כי בכל 21 המדינות שבהן נלמד תחום הדעת מדעים כמקצוע אינטגרטיבי בכיתה ח', ושלגביהן יש מידע בר-השוואה לגבי כיתה ד', שיעור התלמידים שהסכימו מאוד עם ההיגד "אני נהנה ללמוד מדעים" היה נמוך יותר בקרב תלמידי כיתות ח' (43% בממוצע) מאשר בקרב תלמידי כיתות ד' (68% בממוצע). בדומה לכך, במיצ"ב שנערך בתשע"ג (השנתון האחרון שבו נערכו מבחני מיצ"ב במדע וטכנולוגיה גם בכיתות ה' וגם בכיתות ח'), שיעור התלמידים שהסכימו עם ההיגד "אני נהנה ללמוד מדעים" היה גדול יותר בכיתות ה' (70%) מאשר בכיתות ח' (49%). ניתן להסביר ממצא זה בכך שכלל שהתלמידים מתבגרים תחומי העניין שלהם נעשים מובחנים יותר והם מעמיקים בהם יותר. ניתן גם לתלות את הירידה בהנאה בלימודי המדעים בדרכי הוראה בתחום, העלולות לפגוע במוטיבציה הטבעית של התלמידים ללמוד מדעים.

מדד 'מוטיבציה פנימית' נאמד באמצעות חמישה היגדים, שלגבי כל אחד מהם התבקש כל תלמיד לציין אם הוא מאוד לא מסכים, לא מסכים, מסכים או מאוד מסכים. ההיגדים היו:

- היגד 1 - אני נהנה בדרך כלל כשאני לומד נושאים מדעיים.
- היגד 2 - אני אוהב לקרוא על נושאים מדעיים.
- היגד 3 - אני אוהב להתעסק בנושאים מדעיים.
- היגד 4 - אני נהנה לרכוש ידע חדש בנושאים מדעיים.
- היגד 5 - אני מגלה עניין בנושאים מדעיים.

הסולם של מדד המוטיבציה הפנימית הוא בר-השוואה למדד שחושב ב-2006. בתרשים 61 מוצגים הממוצעים במדד המוטיבציה הפנימית של כלל המדינות המשתתפות במחקר. מדינות החברות ב-OECD צבועות בתרשים באפור ושאר המדינות בלבן (ישראל צבועה באדום). הממוצע במוטיבציה פנימית בישראל עומד על 0.09 והוא דומה לממוצע במדינות ה-OECD (שבשנת 2006 נקבע על אפס). אפשר להבחין כי כמעט כל המדינות בחלקו העליון של מדרג המדינות (גבוהות במדד) הן מדינות שאינן חברות ב-OECD, וכי רוב המדינות החברות ב-OECD ממוקמות דווקא בחלק התחתון של התרשים (נמוכות במדד). מבין המדינות אשר הממוצע שלהן במדד היה גבוה מהממוצע בישראל, כשליש הן מדינות החברות ב-OECD (15 מתוך 43), והמדינה עם הממוצע הגבוה ביותר במדד היא קוסובו (0.92), ומבין מדינות ה-OECD הממוצע הגבוה ביותר נמדד במקסיקו (0.42). מבין המדינות שהממוצע שלהן במדד היה נמוך מהממוצע בישראל, יותר משני שלישים הן מדינות החברות ב-OECD (19 מתוך 26 מדינות), והמדינה עם הממוצע הנמוך ביותר במדד היא הולנד (-0.52). באלו מהמדינות או הישויות הכלכליות שאינן חברות ב-OECD, הממוצע הנמוך ביותר במדד המוטיבציה הפנימית נרשם בבואנוס איירס (-0.20).

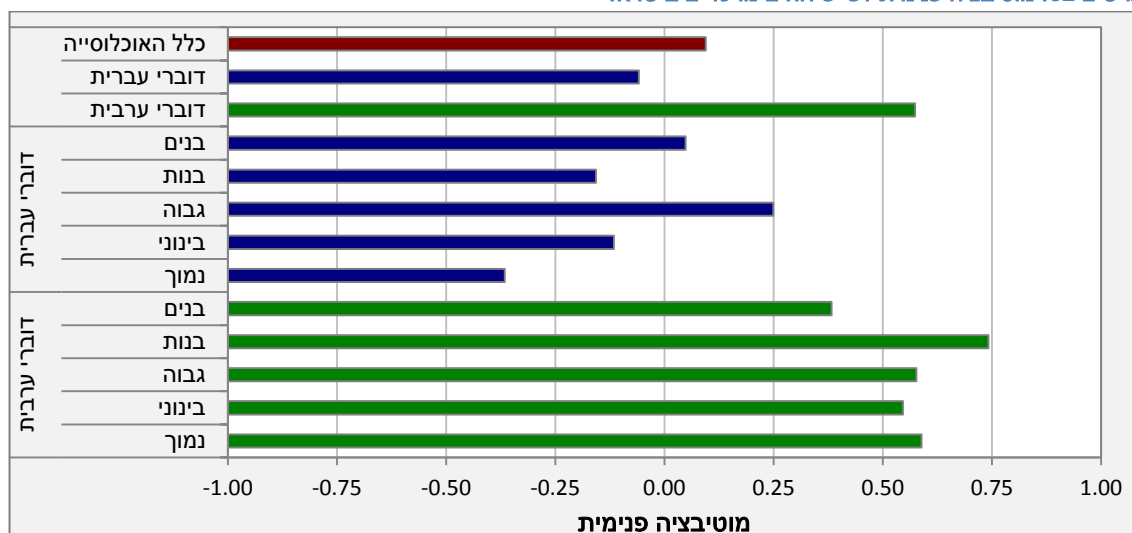


בין פיזה 2006 לפיזה 2015 נרשמה עלייה במדד מוטיבציה פנימית ב-17 מדינות וישויות כלכליות, ובהן ישראל, שבה נמדדה עלייה של 0.14 יחידות. לעומת זאת, ביותר מ-20 מדינות וישויות כלכליות נרשמה ירידה של 0.17 יחידות או יותר במדד זה.

מבין המדינות שבהן נרשמה עלייה במדד, באירלנד ובפולין נרשמה העלייה הגדולה ביותר, הממוצע במדד בשתי מדינות אלה עלה ב-0.4 ו-0.3 יחידות בהתאמה – שיעור התלמידים שהסכימו (או הסכימו מאוד) כי הם נהנים לרכוש ידע חדש במדעים (היגד 4) עלה ביותר מעשרה אחוזים באותה תקופה (עלייה דומה נמצאה גם לגבי ההיגדים האחרים במדד). עלייה מתונה יותר במדד המוטיבציה הפנימית ללמידת מדעים נרשמה באוסטרליה, קנדה, דנמרק, איסלנד, ניו-זילנד, ספרד, שוודיה, בריטניה וארצות הברית. כך, למשל, שיעור התלמידים שהסכימו כי הם נהנים כשהם לומדים מדעים (היגד 1) גדל בכעשרה אחוזים מ-55% ל-67% בבריטניה ומ-62% ל-72% בארה"ב.

בקרב המדינות שבהן נרשמה ירידה במדד בלטו פינלנד וטאיוואן ששיעור התלמידים בהן שדיווחו כי הם נהנים לרכוש ידע חדש במדעים נגרע בכעשרה אחוזים (מכ-70% לכ-60% בטאיוואן ומכ-60% לכ-50% בפינלנד), וכן הרפובליקה הצ'כית והונגריה ששיעור התלמידים בהן שדיווחו כי הם מגלים עניין בנושאים מדעיים הצטמצם בכעשרים אחוזים בהשוואה ל-2006.

בתרשים 62 ובטבלה 28 מוצגים הממוצעים במוטיבציה פנימית בקבוצות שונות באוכלוסייה בישראל. ניכר כי הממוצע של דוברי הערבית (0.57 יחידות) גבוה ביותר ממחצית סטיית תקן מזה של דוברי העברית (0.06- יחידות). ממצא זה תואם את הממצא העולה מהמבט הבין-לאומי, שלפיו הממוצע במוטיבציה פנימית גבוה יותר בקרב קבוצות מוחלשות אשר גם מאופיינות בדרך כלל בהישגים נמוכים (למשל, מדינות שאינן חברות ב-OECD). בתוך כל אחד ממגזרי השפה מתקבלת תמונה שונה. בקרב דוברי עברית, בנים נמצאו כבעלי מוטיבציה פנימית גבוהה יותר מאשר בנות (פער של 0.21 יחידות); אצל תלמידים מרקע חברתי-תרבותי-כלכלי גבוה נמצאה מוטיבציה פנימית גבוהה יותר מאשר תלמידים מרקע בינוני (פער של 0.37 יחידות), והמוטיבציה הפנימית של האחרונים הייתה גבוהה מזאת שנמדדה בקרב תלמידים מרקע נמוך (פער של 0.25 יחידות). לעומת זאת, בקרב דוברי ערבית, בקרב בנות נמדדה מוטיבציה פנימית גבוהה יותר מאשר בקרב בנים (פער של 0.36 יחידות), ואין כמעט פערים במוטיבציה הפנימית בין תלמידים המגיעים מרקע שונה. תמונת הפערים במדד מוטיבציה פנימית בכל אחד ממגזרי השפה תואמת את תמונת הפערים המתקבלת בבחינת ההישגים באוריינות מדעים.



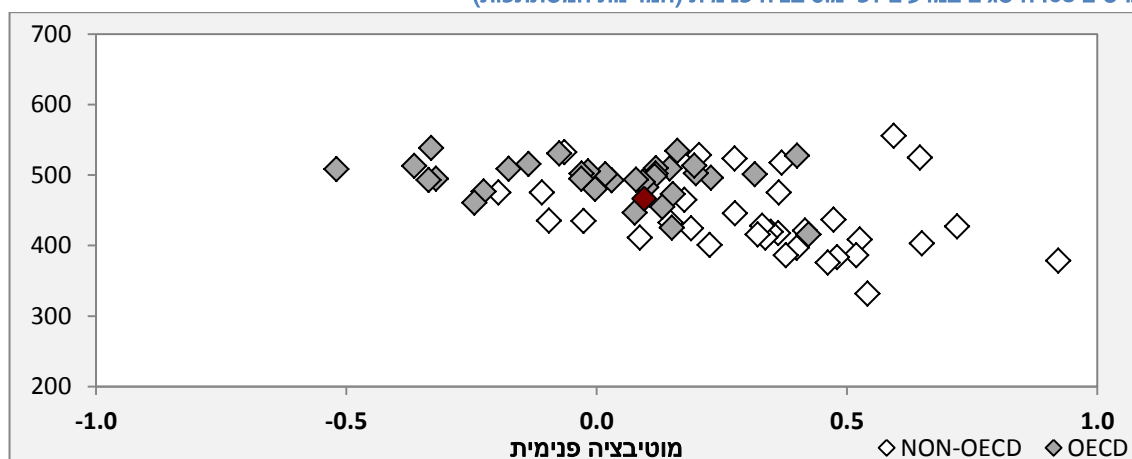
בטבלה 28 מוצגים שיעורי התלמידים אשר מסכימים או מסכימים מאוד עם הנאמר בכל אחד מחמשת ההיגדים, לפי פילוחים מרכזיים של אוכלוסיית ישראל. ההיגדים מוצגים בהתאם לסדר שבו הופיעו בשאלון (כפי שהוצגו לעיל). מהטבלה עולה כי תלמידים נוטים להסכים יותר עם שני ההיגדים האחרונים ('אני נהנה לרכוש ידע חדש בנושאים מדעיים' ו'אני מגלה עניין בנושאים מדעיים') מאשר עם שלושת ההיגדים הראשונים ('אני נהנה בדרך כלל כשאני לומד על נושאים מדעיים', 'אני אוהב לקרוא על נושאים מדעיים' ו'אני אוהב להתעסק בנושאים מדעיים'). הפער במידת ההסכמה בין תלמידים דוברי עברית ותלמידים דוברי ערבית ניכר בכל חמשת ההיגדים, והוא הגדול ביותר, פער של 26%, בהיגד השני 'אני אוהב לקרוא על נושאים מדעיים' – 49% הסכמה בקרב דוברי עברית לעומת 75% הסכמה בקרב דוברי ערבית. נראה כי הפער הגדול נובע בעיקר משיעור הסכמה נמוך יחסית של דוברי העברית עם היגד זה – בעוד שכ-60% מהתלמידים דוברי העברית הסכימו עם כל אחד משאר ההיגדים, בהיגד זה שיעור ההסכמה היה קטן מ-50%. גם בתוך כל מגזר, כאשר משווים בין בנים ובנות או בין תלמידים מרקע חת"כ שונה, הפערים במדד משתקפים היטב בכל אחד ואחד מההיגדים. כאמור, בקרב דוברי עברית המוטיבציה הפנימית של בנים גבוהה יותר מזו של בנות, וככל שהרקע החת"כ גבוה יותר כך גם המוטיבציה הפנימית גבוהה יותר. בקרב דוברי ערבית המוטיבציה הפנימית של בנות גבוהה יותר מאשר זו של בנים, אך אין הבדל משמעותי בין תלמידים מרקע חת"כ שונה.

טבלה 28: מוטיבציה פנימית ושיעור המסכמים עם כל אחד מההיגדים לפי פילוחים מרכזיים בישראל

היגד 5	היגד 4	היגד 3	היגד 2	היגד 1	מוטיבציה פנימית		
67%	69%	60%	55%	62%	0.09	כלל האוכלוסייה	
62%	65%	55%	49%	57%	-0.06	דוברי עברית	
80%	84%	76%	75%	78%	0.57	דוברי ערבית	
65%	68%	60%	54%	60%	0.05	בנים	דוברי עברית
59%	62%	49%	44%	56%	-0.16	בנות	
73%	74%	65%	57%	66%	0.25	גבוה	
60%	63%	53%	47%	56%	-0.12	בינוני	
52%	55%	45%	40%	49%	-0.37	נמוך	
75%	79%	72%	69%	68%	0.38	בנים	דוברי ערבית
84%	88%	80%	80%	86%	0.74	בנות	
79%	80%	73%	70%	76%	0.58	גבוה	
79%	82%	78%	73%	75%	0.55	בינוני	
81%	87%	77%	78%	80%	0.59	נמוך	

כאשר בוחנים את הקשר בין רמת המוטיבציה הפנימית להישגים באוריינות מדעים, עולה תמונה מורכבת. בתרשים 63 מוצגים ממוצעי ההישגים של המדינות השונות באוריינות מדעים לפי הממוצע שלהן במוטיבציה פנימית. בתרשים, מדינות החברות ב-OECD צבועות באפור, ושאר המדינות בלבן (ישראל צבועה באדום). כפי שראינו בתרשים 61, נראה כי בדרך כלל הממוצעים של מדינות ה-OECD במדד נמוכים בהשוואה לממוצעים של שאר המדינות. אשר לקשר שבין המדד לבין הממוצע במדעים נראה כי קיים קשר שלילי, כלומר ככל שהמדד גבוה יותר כך הממוצע במדעים נמוך יותר. יפן, למשל, הממוקמת רביעית מהסוף במוטיבציה פנימית עם ממוצע של -0.33, היא אחת מהמדינות המובילות באוריינות מדעים עם 538 נקודות בממוצע. לעומת זאת, הרפובליקה הדומיניקנית, הממוקמת גבוה יחסית במוטיבציה פנימית עם 0.54 יחידות, היא בעלת הממוצע הנמוך ביותר באוריינות מדעים, 332 נקודות בממוצע. עם זאת, כאשר בוחנים את הקשר בנפרד עבור מדינות החברות ב-OECD ועבור מדינות שאינן חברות ב-OECD, הקשר השלילי מעט חלש יותר.

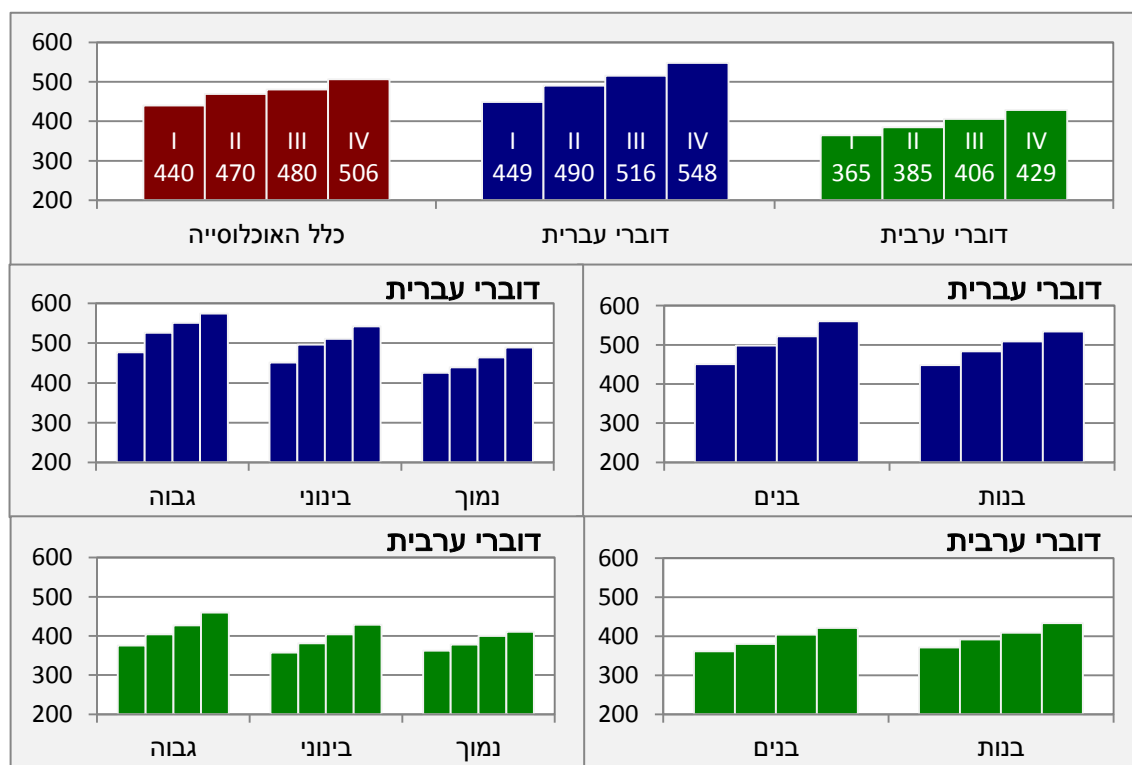
תרשים 63: הישגים במדעים לפי מוטיבציה פנימית (המדינות המשתתפות)



כדי לבחון את הקשר בין מוטיבציה פנימית ובין ההישגים באוריינות מדעים בקבוצות שונות באוכלוסייה בישראל, סווגו התלמידים בישראל לארבע קבוצות שוות גודל, לפי מדד מוטיבציה פנימית (להלן רבעונים). תלמידים שסווגו לקבוצה הראשונה הם התלמידים בעלי המוטיבציה הפנימית

הנמוכה ביותר (רבעון I), ותלמידים שסווגו לקבוצה הרביעית הם התלמידים בעלי המוטיבציה הפנימית הגבוהה ביותר (רבעון IV). נקודות החתך על הסולם הן: בין שני הרבעונים התחתונים - 0.80, בין שני הרבעונים המרכזיים (חציון) - 0.13 ובין שני הרבעונים העליונים - 0.86. הממוצע באוריינות מדעים חושב לכל אחת מהקבוצות שנוצרו לפי חלוקה זו ולפי חלוקה לפי פילוחים עיקריים באוכלוסייה. יש לשים לב לכך שהתפלגות הרבעונים בתוך כל אחד מהפילוחים אינה יוצרת ארבע קבוצות שוות, מאחר שהסיווג לרבעונים נעשה לפי התפלגות המדד בכלל האוכלוסייה בישראל. בתרשים 64 מוצגים הישגיהם של התלמידים לפי הרבעון שסווגו אליו. נראה כי בכל אחד מהפילוחים מתקיים קשר חיובי בין מוטיבציה פנימית ובין אוריינות מדעים, כך שכלל שהמוטיבציה גבוהה יותר כך אוריינות המדעים גבוהה יותר. בכלל ישראל, הממוצע במדעים של תלמידים מהרבעון הראשון במוטיבציה פנימית היה 440, ממוצע התלמידים מהרבעון השני היה 470, ממוצע התלמידים מהרבעון השלישי - 480 וזה של תלמידים מהרבעון הרביעי - 506. נמצא קשר בין מוטיבציה פנימית להישגים במדעים בכלל האוכלוסייה בישראל ($r = 0.24$). קשר זה חזק יותר בקרב כל מגזר שפה בנפרד מאשר בכלל האוכלוסייה (בקרב דוברי עברית, $r = 0.37$, ובקרב דוברי ערבית, $r = 0.29$). ככלל, נראה כי הקשר מעט חלש יותר בקרב דוברי ערבית ודוברי עברית מרקע נמוך - קבוצות המגיעות בדרך כלל להישגים נמוכים במדעים.

תרשים 64: מוטיבציה פנימית (רבעונים) וממוצע באוריינות מדעים לפי פילוחים מרכזיים



* פירוט הנתונים מוצג בנספח "שאלון הרקע".

עניין בתחומים מדעיים כלליים

עניין הוא אחד המרכיבים של מוטיבציה פנימית, ואחד הגורמים לכך שתלמידים ייהנו ללמוד מדעים. מה שמבחין עניין ממקורות אחרים המסבים הנאה הוא שעניין מכוון תמיד כלפי אובייקט, פעילות, תחום ידע או מטרה. עניין יכול להיות מוגדר באופן כללי, למשל עניין במדעים, או באופן ספציפי, למשל, עניין בתחומים מדעיים מסוימים. תחום העניין יכול להיות צר, למשל זיהומים חיידקיים או רחב, עניין בביולוגיה, למשל. תיאוריות עכשוויות העוסקות באופן שבו ילדים מפתחים עניין, מדגישות כי תחומי עניין אינם מתפתחים באופן מבודד. בזמן שמפגש מעניין או מסקרן עם אובייקט, פעילות או תחום ידע יכול להוות גורם המצית עניין ראשוני, כדי להפוך את העניין ה"מצבי" הזה לתכונה קבועה, נדרשת תמיכה ותחזוקה שלו. הבדלים בין-אישיים במידת העניין יכולים לנבוע מהבדלים בנגישות למושג העניין (אדם אינו יכול לפתח עניין כלפי משהו שהוא אינו חשוף אליו, וקשה לחשוב על פיתוח רמה גבוהה של עניין כלפי אובייקט כלשהו, אלא אם החשיפה אליו נעשית לאורך זמן ועל פני יותר מפעם אחת), ומהבדלים במידת התמיכה החיצונית הניתנת לשם קידום העניין והסקרנות הראשוניים לכדי מצב מוטיבציוני יציב. הבדלים בין-אישיים במידת העניין בתחומים מדעיים כלליים יכולים להיות גם תוצר לוואי של האופן שבו תלמידים, ובייחוד בגיל ההתבגרות, בוחנים את יכולותיהם ואת תחומי העניין שלהם כשהם מנסים להגדיר ולעצב את זהותם. תהליך זה מוביל לכך שערכם של כל תחומי העניין שאינם תואמים את התפיסה העצמית האידאולוגית יורד.

העניין של התלמידים בתחומים מדעיים כלליים נאמד באמצעות הצגת חמישה תחומים, אשר לגבי כל אחד מהם התבקש כל תלמיד לציין עד כמה הוא מתעניין בו באמצעות בחירת אחת מהדרגות שעל פני הסולם: **לא מתעניין, מעט מתעניין, מתעניין, מאוד מתעניין או לא יודע מה זה**. התחומים המדעיים שהוצגו היו:

תחום 1 - ביוספרה (למשל קיימות, שירותי המערכת האקולוגית).

תחום 2 - תנועה וכוחות (למשל מהירות, חיכוך, כוח מגנטי וכוח הכבידה).

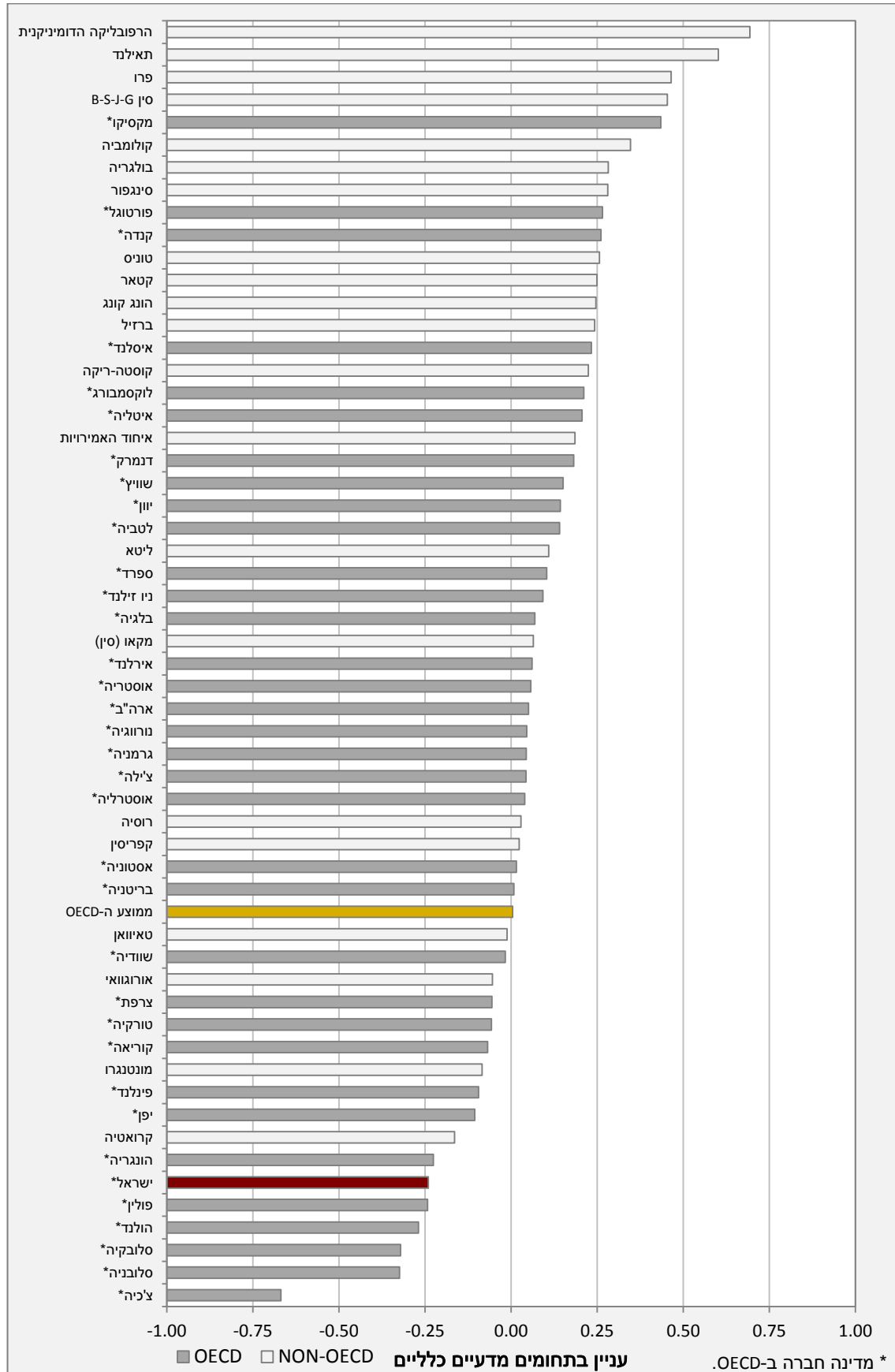
תחום 3 - אנרגיה והמרות אנרגיה (למשל שימור, תגובות כימיות).

תחום 4 - היקום וההיסטוריה שלו.

תחום 5 - כיצד המדע מסייע לנו במניעת מחלות.

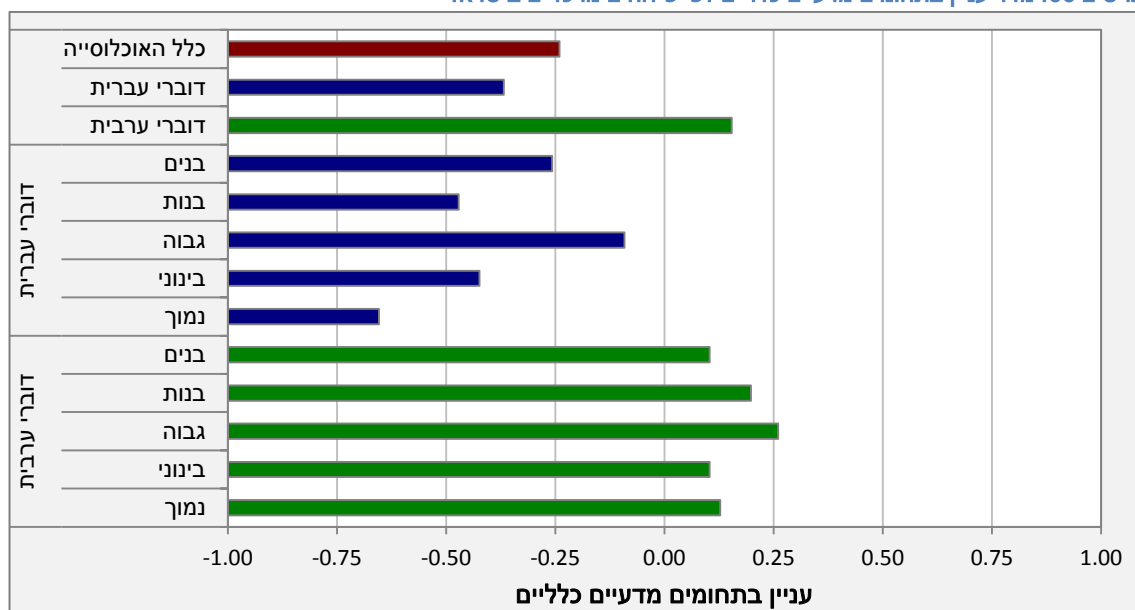
בתרשים 65 מוצגים הממוצעים במדד העניין בתחומים מדעיים כלליים של כלל המדינות המשתתפות במחקר. הממוצע במדד זה בישראל עומד על 0.24-, נמוך בכרבע סטיית תקן מהממוצע ב-OECD, העומד על 0. מעניין לציין כי בשונה מהצפוי, הממוצע הנמוך בישראל ב'עניין בתחומים מדעיים כלליים' אינו משתקף בממוצע נמוך במוטיבציה פנימית, וזאת אף שכאמור עניין הוא מרכיב מרכזי בהנאה (מוטיבציה פנימית). הסבר אפשרי לכך הוא שקיימים הבדלים בין מדינות או תרבויות באופן שבו תלמידים בהן מבינים ומשיבים על תת-השאלונים השונים, שבאמצעותם אומדים כל אחד מהמדדים, ובפרט באופן שבו הם מפרשים את סולם התשובות. לכן, ייתכנו הבדלים במיקום היחסי של מדינות ויחידות תרבותיות כאשר בוחנים תת-שאלונים שונים. עם זאת, הקשר התיאורטי שבין המשתנים החבויים (לטנטיים) נשמר, וראיה לכך אפשר למצוא במתאם הגבוה שבין שני המדדים בתוך ישראל ($r = 0.63$). בדומה ל'מוטיבציה פנימית' נראה שגם במדד עניין בתחומים מדעיים כלליים נמצא כי לרוב הממוצע גבוה יותר במדינות שאינן חברות ב-OECD לעומת מדינות החברות ב-OECD. המדינה עם הממוצע הגבוה ביותר במדד היא הרפובליקה הדומיניקנית (0.69), ומבין מדינות ה-OECD (שהממוצעים שלהן בדרך כלל נמוכים יותר) – מקסיקו (0.43). המדינה עם הממוצע הנמוך ביותר במדד היא צ'כיה (-0.67), ומבין המדינות שאינן חברות ב-OECD (שהממוצעים שלהן בדרך כלל גבוהים יותר) – קרואטיה (-0.16).

תרשים 65: עניין בתחומים מדעיים כלליים לפי מדינות



בתרשים 66 ובטבלה 29 מוצגים הממוצעים במדד 'עניין בתחומים מדעיים כלליים' בקבוצות שונות באוכלוסייה בישראל. ניכר כי ממוצע דוברי הערבית (0.15) גבוה מזה של דוברי העברית (-0.37). נראה, אם כן, כי הממוצע הנמוך של ישראל במדד זה מקורו בתלמידים דוברי עברית אשר הממוצע שלהם במדד נמוך ביותר ממחצית סטיית תקן בהשוואה לתלמידים דוברי ערבית, וביותר משליש סטיית תקן בהשוואה לממוצע ה-OECD. בקרב דוברי עברית, בנים מדווחים על רמות גבוהות יותר של עניין בהשוואה לבנות וככל שהרקע החת"כ של התלמידים גבוה יותר כך גם הממוצע שלהם במדד גבוה יותר. בקרב דוברי ערבית, בנות מדווחות על רמות גבוהות יותר של עניין בתחומים מדעיים כלליים מאשר בנים, אך בשונה מתמונת הממוצעים במדד מוטיבציה פנימית, שם לא נמצא קשר בין הרקע החת"כ של התלמידים לבין הממוצע שלהם במדד – תלמידים דוברי ערבית מרקע חת"כ גבוה מגיעים לממוצע גבוה יותר במדד עניין בתחומים מדעיים בהשוואה לחבריהם המגיעים מרקע חת"כ בינוני או נמוך.

תרשים 66: מדד עניין בתחומים מדעיים כלליים לפי פילוחים מרכזיים בישראל



בחינה של כל אחד מההיגדים המרכיבים את המדד בנפרד, מעלה כי בממוצע ה-OECD 66% מהתלמידים דיווחו כי הם מתעניינים בדרך שבה מדע יכול לתרום למניעת מחלות, וביקום וההיסטוריה שלו. פחות ממחצית מהתלמידים בממוצע ה-OECD דיווחו על עניין באנרגיה והמרות אנרגיה (49%), תנועה וכוחות (46%) ונושאים הקשורים לביוספרה (41%). התפלגות זאת של תחומי עניין נמצאת גם ברוב המדינות כשבוחנים אותן בנפרד. בתאילנד ביוספרה הוא הנושא שמשך אליו את רוב העניין, והרפובליקה הצ'כית היא המדינה היחידה (מבין המדינות שהשתתפו) שבה פחות ממחצית מהתלמידים הביעו עניין בכל אחד מחמשת התחומים שהוצגו להם.

בטבלה 29 מוצגים, לפי פילוחים מרכזיים של אוכלוסיית ישראל, שיעורי התלמידים אשר דיווחו כי הם מתעניינים או מאוד מתעניינים בכל אחד מחמשת התחומים הכלליים במדעים שעליהם נשאלו. שמות הנושאים מוצגים בקצרה על מנת לאפשר הצגה שלהם בטבלה. נראה כי בכלל ישראל שני התחומים המעוררים את העניין הרב ביותר הם 'מניעת מחלות' ו'היקום וההיסטוריה שלו' (קרוב ל-60% מהתלמידים הביעו עניין בתחומים אלה), אחריהם 'אנרגיה והמרות אנרגיה' ו'תנועה וכוחות' (למעלה מ-40% מהתלמידים הביעו עניין בתחומים אלה), והתחום שהשיעור הקטן ביותר של תלמידים מוצא בו עניין הוא ביוספרה (23%). השוואה בין תלמידים משני מגזרי השפה מעלה כי בעוד התמונה אצל תלמידים דוברי עברית דומה לתמונה בכלל האוכלוסייה, בקרב דוברי הערבית מצטיירת תמונה שונה,

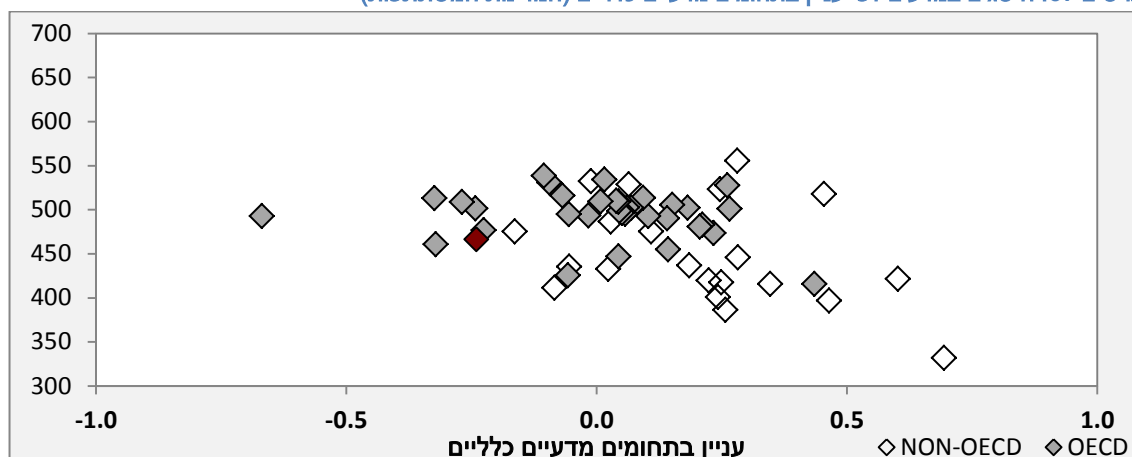
המתבטאת בכך שהשונות בשיעורי התלמידים המתעניינים בכל אחד מהתחומים קטנה בהרבה מזו שבאוקלוסייה הכללית. שיעורי התלמידים דוברי הערבית שדיווחו כי הם מתעניינים או מאוד מתעניינים בכל אחת מהתחומים היו בין 41% המתעניינים בביוספרה ל-65% המתעניינים במניעת מחלות. בקרב דוברי עברית יותר בנים בהשוואה לבנות דיווחו כי הם מתעניינים בתנועות וכוחות (45% לעומת 31%, בהתאמה), באנרגיה והמרות אנרגיה (44% לעומת 31%, בהתאמה), וביקום וההיסטוריה שלו (56% לעומת 49%, בהתאמה), ויותר בנות בהשוואה לבנים דיווחו כי הן מתעניינות במניעות מחלות (63% לעומת 53%, בהתאמה). בקרב דוברי ערבית נראה כי בנות מתעניינות יותר מבנים ב'מניעת מחלות' (72% לעומת 57%, בהתאמה). כמו כן, השוואה בין תלמידים מרקעים חברתיים-תרבותיים-כלכליים שונים מעלה כי בקרב דוברי העברית שיעורי התלמידים המתעניינים בכל אחד מחמשת התחומים גבוהים יותר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר. לעומתם, בקרב דוברי ערבית לא נראים הבדלים משמעותיים בין קבוצות הרקע החת"כ השונות בשיעורי התלמידים המתעניינים בכל אחד מהתחומים.

טבלה 29: מדד 'עניין בתחומים מדעיים כלליים' ושיעור המתעניינים בכל אחד מהנושאים לפי פילוחים מרכזיים בישראל

עניין בתחומים מדעיים כלליים	ביוספרה	תנועה וכוחות	אנרגיה והמרות אנרגיה	היקום וההיסטוריה שלו	מניעת מחלות	
כלל האוכלוסייה	-0.24	23%	41%	42%	55%	60%
דוברי עברית	-0.37	18%	38%	37%	52%	58%
דוברי ערבית	0.15	41%	51%	58%	63%	65%
דוברי עברית	בנים	-0.26	19%	45%	44%	56%
	בנות	-0.47	17%	31%	49%	63%
	גבוה	-0.09	25%	46%	43%	62%
	בינוני	-0.42	15%	35%	37%	51%
	נמוך	-0.65	14%	30%	28%	41%
דוברי ערבית	בנים	0.10	39%	51%	58%	63%
	בנות	0.20	43%	51%	57%	62%
	גבוה	0.26	43%	51%	61%	62%
	בינוני	0.10	37%	53%	59%	61%
	נמוך	0.13	42%	49%	56%	64%

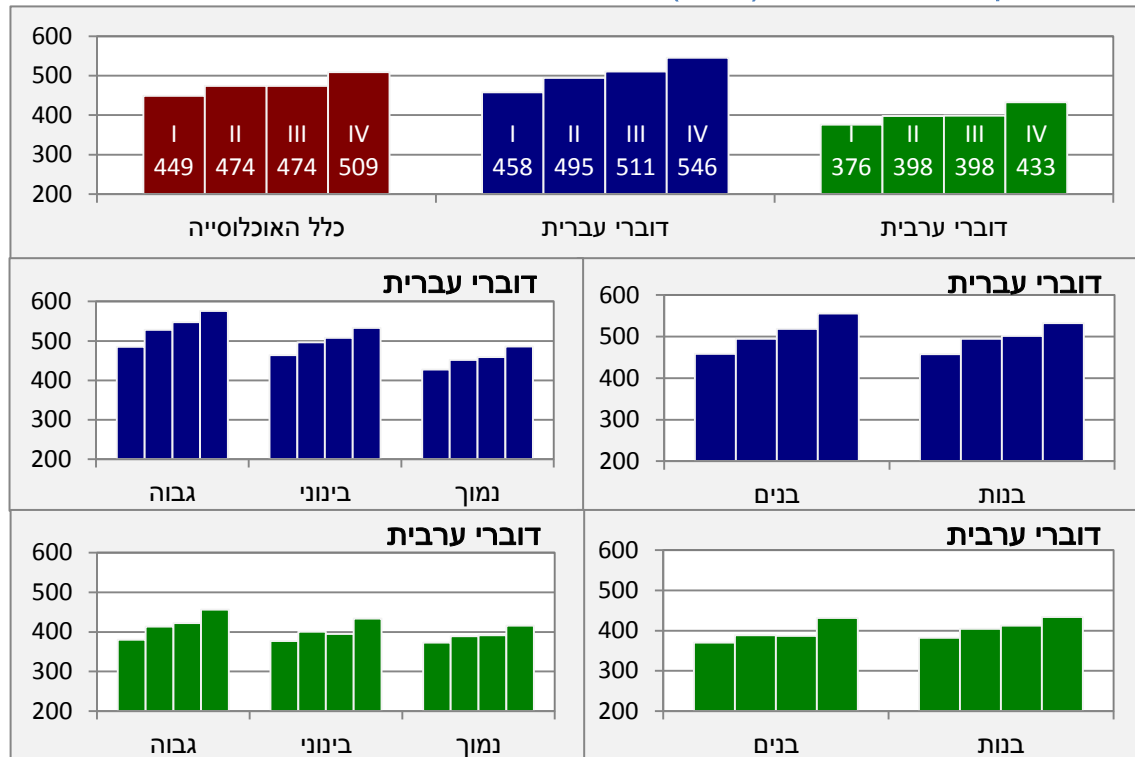
כאשר בוחנים את הקשר בין עניין בנושאים מדעיים כלליים ובין ההישגים באוריינות מדעים עולה שוב תמונה מורכבת. בתרשים 67 מוצגים ממוצעי ההישגים של המדינות ב'אוריינות מדעים' לפי הממוצע שלהן במדד 'עניין בנושאים מדעיים'. מדינות החברות ב-OECD צבועות באפור ושאר המדינות בלבן (ישראל צבועה באדום). נראה כי קיים קשר שלילי בין ערכי המדד הנבדק 'עניין בתחומים מדעיים כלליים' ובין ממוצע ההישגים באוריינות מדעים, כך שככל שהמדד גבוה יותר כך הממוצע במדעים נמוך יותר. קשר זה קטן בהרבה כאשר בוחנים מדינות החברות ב-OECD בנפרד, אך נשמר כאשר בוחנים מדינות שאינן חברות ב-OECD. הממוצע של ישראל במדד עניין בתחומים מדעיים נמוך מהממוצע ב-OECD, וממוצע ההישגים של ישראל באוריינות מדעים נמוך אף הוא מממוצע ה-OECD בתחום זה.

תרשים 67: הישגים במדעים לפי עניין בתחומים מדעיים כלליים (המדינות המשתתפות)



כדי לבחון את הקשר בין עניין בתחומים מדעיים כלליים ובין אוריינות מדעים בקבוצות שונות באוכלוסייה בישראל, סווגו התלמידים בישראל לארבע קבוצות שוות גודל לפי מדד עניין בתחומים מדעיים כלליים (להלן רבעונים). תלמידים שסווגו לקבוצה הראשונה הם התלמידים הנמוכים ביותר במדד (רבעון I) ותלמידים שסווגו לקבוצה הרביעית הם התלמידים הגבוהים ביותר במדד (רבעון IV). נקודות החתך על המדד הן: בין שני הרבעונים התחתונים – -0.84 , בין שני הרבעונים המרכזיים (חציון) – -0.12 ובין שני הרבעונים העליונים – 0.53 . בתרשים 68 מוצגים ממוצעי ההישגים באוריינות מדעים של התלמידים בכל אחד מהרבעונים ולפי הפילוחים המרכזיים. כאשר בוחנים את הקשר בין עניין בתחומים מדעיים כלליים לאוריינות מדעים ניתן, כצפוי, לזהות מגמות דומות למגמות הנראות כאשר בוחנים את הקשר שבין המדד מוטיבציה פנימית לאוריינות מדעים. נראה כי קשר זה הוא חיובי בכל אחת ואחת מהקבוצות שנבדקו, והוא חזק יותר בקרב קבוצות אשר הישגיהן בדרך כלל גבוהים. למשל, בקרב דוברי עברית, הקשר נראה משמעותי יותר אצל תלמידים מרקע חת"כ גבוה לעומת תלמידים מרקע חת"כ בינוני או נמוך. עוד עולה כי במרכז הטווח של המדד הקשר חלש יותר, דהיינו ההבדל בהישגים בין תלמידים מהרבעון השני והשלישי במדד עניין בתחומים מדעיים כלליים אינו גדול.

תרשים 68: עניין בתחומים מדעיים כלליים (רבעונים) וממוצע באוריינות מדעים לפי פילוחים מרכזיים



* פירוט הנתונים מוצג בנספח "שאלון הרקע".

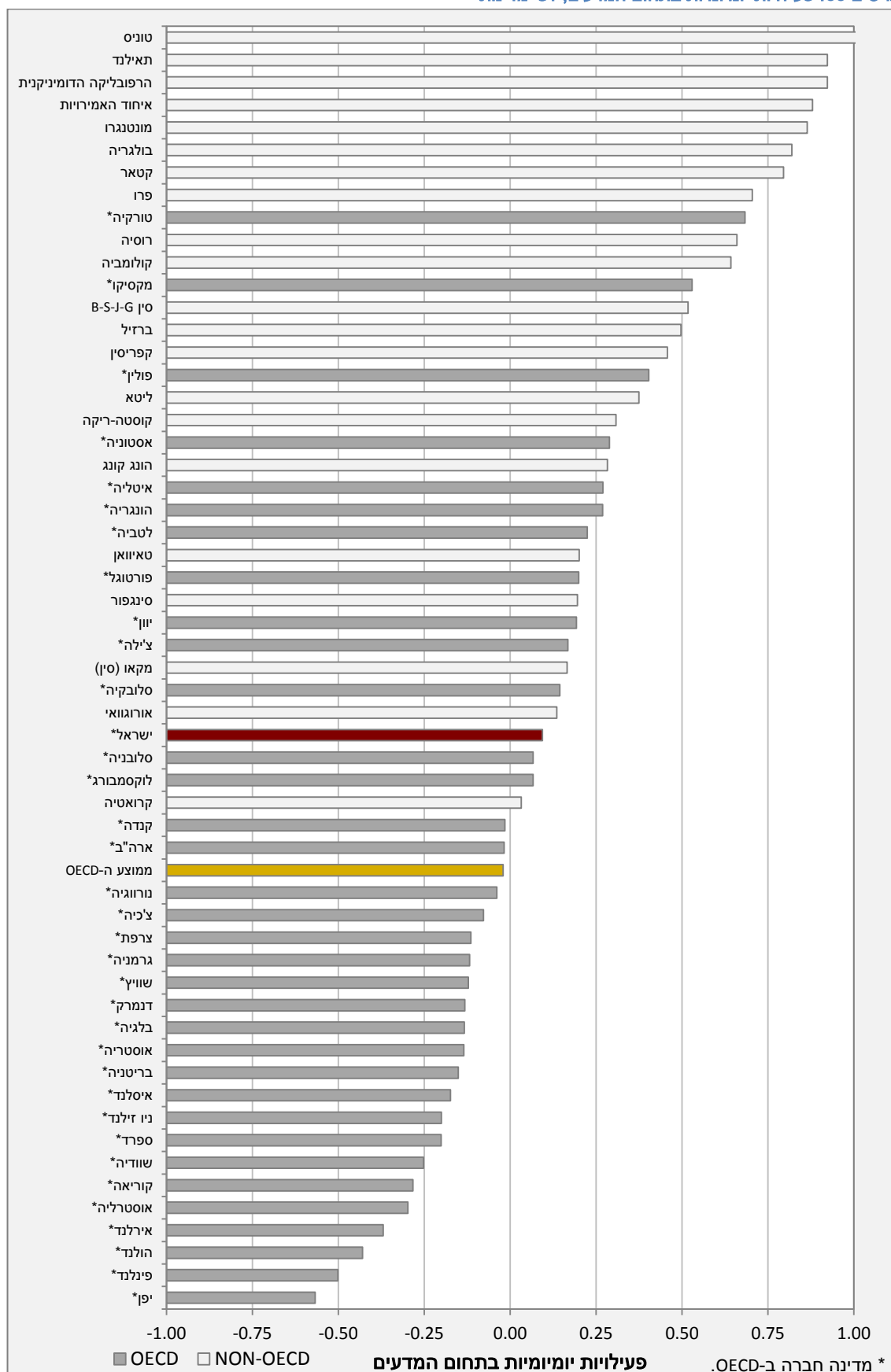
פעילויות יומיומיות בתחום המדעים

פעילויות יומיומיות בתחומים מדעיים, כגון קריאת חומר מדעי (בספרים או ברשת), השתתפות בחוגים וכיוצא בזה, יכולות למלא תפקיד בקידום העניין והסקרנות הראשוניים לכדי מצב מוטיבציוני יציב. ניתוח הנתונים לגבי פעילויות יומיומיות בתחום המדעים נעשה באמצעות מדד אשר חושב באמצעות דיווחי התלמידים לגבי תשעה סוגים של פעילויות יומיומיות בתחום המדעים. לגבי כל פעילות התבקש התלמיד לציין על פני סולם בן ארבע רמות באיזו תדירות הוא מבצע אותה: **לעיתים קרובות מאוד, בדרך כלל, לפעמים, אף פעם או כמעט אף פעם לא**. הפעילויות שהוצגו לתלמידים היו:

- פעילות 1 -** צופה בתכניות טלוויזיה על מדע.
- פעילות 2 -** קונה או שואל ספרים בנושאים מדעיים.
- פעילות 3 -** גולש באתרי אינטרנט שעוסקים בנושאים מדעיים.
- פעילות 4 -** קורא כתבי-עת מדעיים או מאמרים העוסקים במדעים בעיתונים.
- פעילות 5 -** משתתף בחוג מדעים.
- פעילות 6 -** מבצע סימולציה של תופעות טבע באמצעות תוכנת מחשב או באמצעות מעבדה וירטואלית.
- פעילות 7 -** מבצע סימולציה של תהליכים טכניים באמצעות תוכנת מחשב או באמצעות מעבדה וירטואלית.
- פעילות 8 -** גולש באתרי אינטרנט של ארגונים לאיכות הסביבה.
- פעילות 9 -** עוקב אחר בלוגים או מיקרובלוגים (למשל בטוויטר, עדכון סטטוס בפייסבוק) של ארגונים העוסקים במדע, באיכות הסביבה או באקולוגיה.

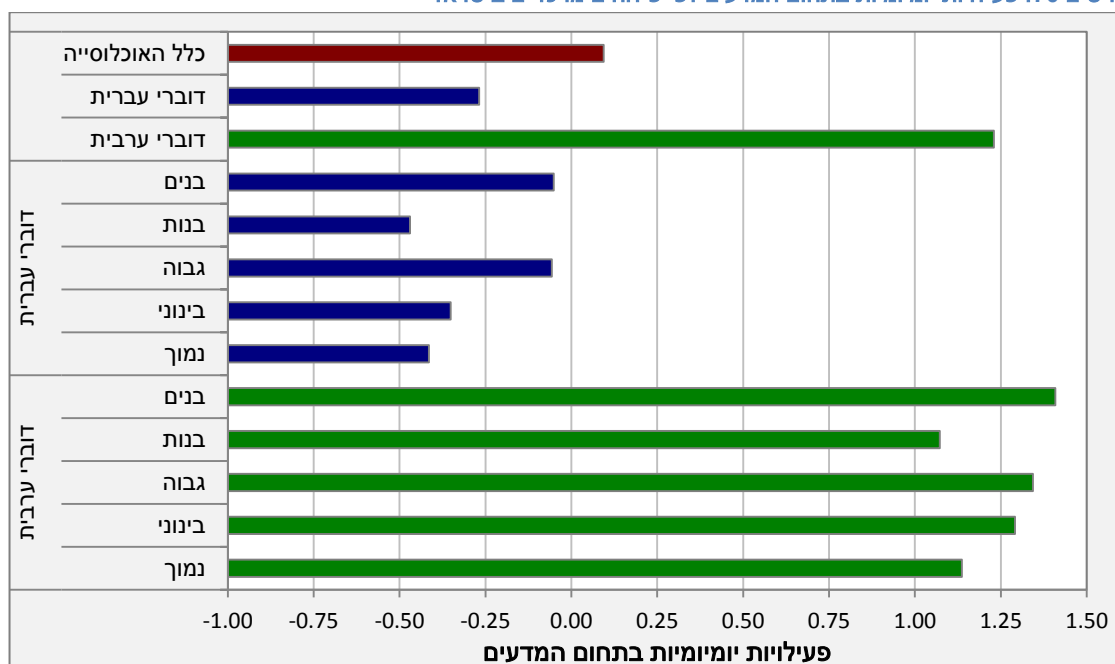
בתרשים 69 מוצגים הממוצעים במדד של כלל המדינות המשתתפות. הממוצע במדד פעילויות יומיומיות בתחום המדעים עומד בישראל על 0.09, מעט גבוה מאשר בממוצע ה-OECD, שם המדד עומד על 0.02-. מרבית המדינות הממוקמות גבוה במדרג המדינות על מדד פעילויות יומיומיות בתחום המדעים הן מדינות שאינן חברות ב-OECD – שמונה המדינות הגבוהות ביותר במדרג אינן חברות ב-OECD, ולהפך, מרבית מדינות ה-OECD ממוקמות נמוך במדרג זה – 21 המדינות הנמוכות ביותר במדרג הן מדינות החברות ב-OECD. המדינה עם הממוצע הגבוה ביותר במדד היא טוניס (1.20), ואחריה תאילנד והרפובליקה הדומיניקנית (0.92 בשתייהן). מבין מדינות ה-OECD טורקיה (0.68) היא המדינה עם הממוצע הגבוה ביותר במדד, ואחריה מקסיקו (0.53). המדינה עם הממוצע הנמוך ביותר במדד היא יפן (-0.57), ומבין המדינות שאינן חברות ב-OECD המדינה עם הממוצע הנמוך ביותר במדד היא קרואטיה (0.03-).

תרשים 69: פעילויות יומיומיות בתחום המדעים, לפי מדינות



בתרשים 70 ובטבלה 30 מוצגים הממוצעים בפעילויות היומיומיות בתחום המדעים בקבוצות שונות באוכלוסייה בישראל. ניכר כי הממוצע של דוברי הערבית (1.23) גבוה בהרבה (סטיית תקן וחצי) מזה של דוברי העברית (-0.27). פער זה גדול גם ביחס לפער שנמצא בין דוברי עברית ודוברי ערבית במוטיבציה פנימית ובמדד עניין בתחומים מדעיים כלליים. עוד עולה כי בקרב תלמידים משני מגזרי השפה ממוצע הבנים גבוה מממוצע הבנות. אשר לרקע החת"כ של התלמידים, נראה כי קיים קשר חיובי בינו ובין מדד הפעילויות בקרב תלמידים משני מגזרי השפה, כך שכלל שהתלמיד מגיע מרקע חת"כ גבוה יותר כך גם הממוצע שלו במדד הפעילויות היומיומיות בתחום המדעים גבוה יותר.

תרשים 70: פעילויות יומיומיות בתחום המדעים לפי פילוחים מרכזיים בישראל



בממוצע ה-OECD רק מיעוט מהתלמידים דיווחו כי הם עוסקים באחת הפעילויות בדרך כלל או לעתים קרובות מאוד. 23% מבני החמש-עשרה דיווחו כי הם צופים בטלוויזיה בתכניות בנושא מדעים ו-19% דיווחו כי הם נכנסים לאתרי אינטרנט כדי לקרוא חומר מדעי. שיעור התלמידים שדיווחו כי הם עוסקים בשאר הפעילויות על בסיס שהוא לכל הפחות קבוע, היה נמוך אף יותר. נראה אם כן כי תלמידים אינם נוטים לעסוק בפעילויות מדעיות מעבר לעיסוק בהן במסגרת בית הספר, ולכן התפקיד שממלא בית הספר כסוכן של חשיפה למדעים גדול אף יותר. נוסף על כך, אפשר לטעון כי החשיפה לתחומים מדעיים בבית הספר אינה מצליחה ליצור בקרב התלמידים רמת עניין שתגרום להם לעסוק בנושאים מדעיים גם מעבר לשעות הלימודים הפורמליות. יש לשים לב בהקשר זה כי לשם העיסוק בחלק מהפעילויות שהוצגו לתלמידים נדרש ציוד ייעודי שאינו נמצא תמיד בעבור כל התלמידים (לשם ביצוע סימולציות של תופעות טבע, למשל).

בטבלה 30 מוצגים הממצאים בכלל ישראל ולפי פילוחים מרכזיים של האוכלוסייה בישראל. ממצאים אלה כוללים את ממוצע מדד הפעילויות היומיומיות בתחום המדעים ואת שיעורי התלמידים אשר מבצעים כל אחת מהפעילויות השונות על בסיס קבוע או לעתים קרובות (שתי הקטגוריות הגבוהות בסולם התשובות). מאחר שלא ניתן לפרט בעמודות הטבלה את כל סוגי הפעילויות, הן מוצגות בהתאם לסדר שבו הופיעו בשאלון (כפי שהוצגו לעיל). נראה כי בכלל ישראל בכל אחת מהפעילויות עוסקים בין 15% ל-30% מהתלמידים. שיעור קטן יחסית של תלמידים (פחות מ-20%) דיווחו כי הם משתתפים בחוג מדעים, מבצעים סימולציות של תופעות טבע או של תהליכים טכניים וגולשים באתרי האינטרנט של ארגוני איכות הסביבה.

מהשוואה בין תלמידים משני מגזרי השפה עולה כי בקרב דוברי ערבית, שיעורי התלמידים המדווחים כי הם עוסקים בכל אחת מהפעילויות שהוצגו להם, גדולים בהרבה (כ-40% עד כ-50%) בהשוואה לשיעורי התלמידים המדווחים כך בקרב דוברי עברית (כ-10% עד כ-20%), אך הדפוס דומה – צפייה בתכניות בנושא מדעים בטלוויזיה היא הפעילות שבה עוסקים התלמידים בשיעור הגדול ביותר, וביצוע סימולציות של תופעות טבע או של תהליכים טכניים באמצעות תוכנת מחשב או מעבדה וירטואלית היא הפעילות שהשיעור הקטן ביותר בקרב התלמידים עוסק בה.

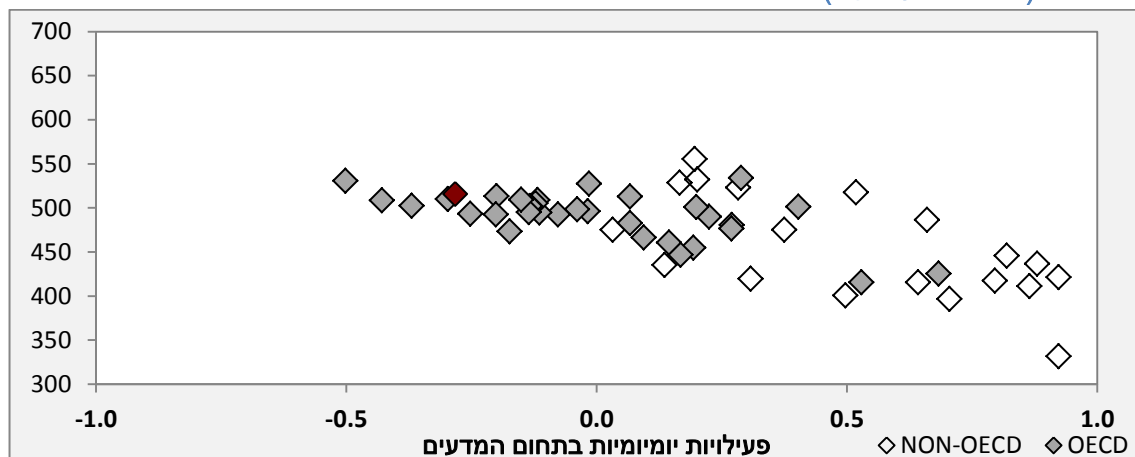
בקרב תלמידים משני מגזרי השפה, הפער לטובת הבנים במדד הכללי משתקף בכל אחת מן הפעילויות, כלומר שיעור הבנים העוסקים בכל אחת מהפעילויות גדול משיעור הבנות. כאשר בוחנים את דיווחי התלמידים לאור הרקע החת"כ שלהם לא מתקבלת תמונה חד-משמעית: בקרב דוברי עברית נראה שבדרך כלל רקע חת"כ אינו קשור לשיעור התלמידים המדווחים כי עוסקים בפעילויות השונות באופן קבוע, ולעתים אף נראה כי דווקא תלמידים מרקע נמוך מדווחים בשיעור גדול מעט יותר על עיסוק בפעילות זו או אחרת (למשל, ביצוע סימולציות של תופעות טבע באמצעות תוכנת מחשב או באמצעות מעבדה וירטואלית). בקרב דוברי ערבית, לעומת זאת, ההבחנה בין תלמידים מרקע שונה ברורה יותר, אך הפערים קטנים, בעיקר כאשר משווים תלמידים מרקע גבוה לתלמידים מרקע בינוני.

טבלה 30: פעילויות יומיומיות בתחום המדעים, לפי פילוחים מרכזיים באוכלוסייה ושיעור התלמידים המבצעים אותן על בסיס קבוע לפחות

פעילויות יומיומיות בתחום המדעים	פעילות 1	פעילות 2	פעילות 3	פעילות 4	פעילות 5	פעילות 6	פעילות 7	פעילות 8	פעילות 9
כלל האוכלוסייה	0.09	30%	20%	25%	22%	16%	17%	18%	21%
דוברי עברית	-0.27	21%	11%	17%	14%	9%	9%	10%	12%
דוברי ערבית	1.23	55%	48%	50%	47%	39%	39%	41%	47%
דוברי עברית	בנים	-0.05	28%	15%	22%	18%	12%	14%	16%
	בנות	-0.47	14%	8%	11%	11%	6%	5%	8%
	גבוה	-0.06	27%	13%	22%	17%	9%	11%	15%
	בינוני	-0.35	18%	9%	15%	13%	8%	8%	10%
	נמוך	-0.41	19%	12%	13%	13%	11%	10%	11%
דוברי ערבית	בנים	1.41	65%	54%	53%	51%	45%	50%	54%
	בנות	1.07	46%	42%	47%	42%	34%	32%	41%
	גבוה	1.34	59%	48%	54%	51%	47%	46%	57%
	בינוני	1.29	59%	51%	52%	49%	39%	42%	48%
	נמוך	1.14	51%	46%	46%	43%	35%	38%	42%

בתרשים 71 מוצגים ממוצעי המדינות באוריינות מדעים לפי הממוצע שלהן במדד פעילויות יומיומיות בתחום המדעים. בתרשים, מדינות החברות ב-OECD צבועות באפור ושאר המדינות בלבן (ישראל צבועה באדום). נראה כי קיים קשר שלילי בין המדד להישגים במדעים, כך שכלל שהמדד גבוה יותר במדינה מסוימת כך הממוצע במדעים באותה מדינה נמוך יותר. קשר שלילי זה נשמר גם כאשר בוחנים אותו בנפרד בקרב מדינות החברות ב-OECD ובקרב מדינות שאינן חברות ב-OECD.

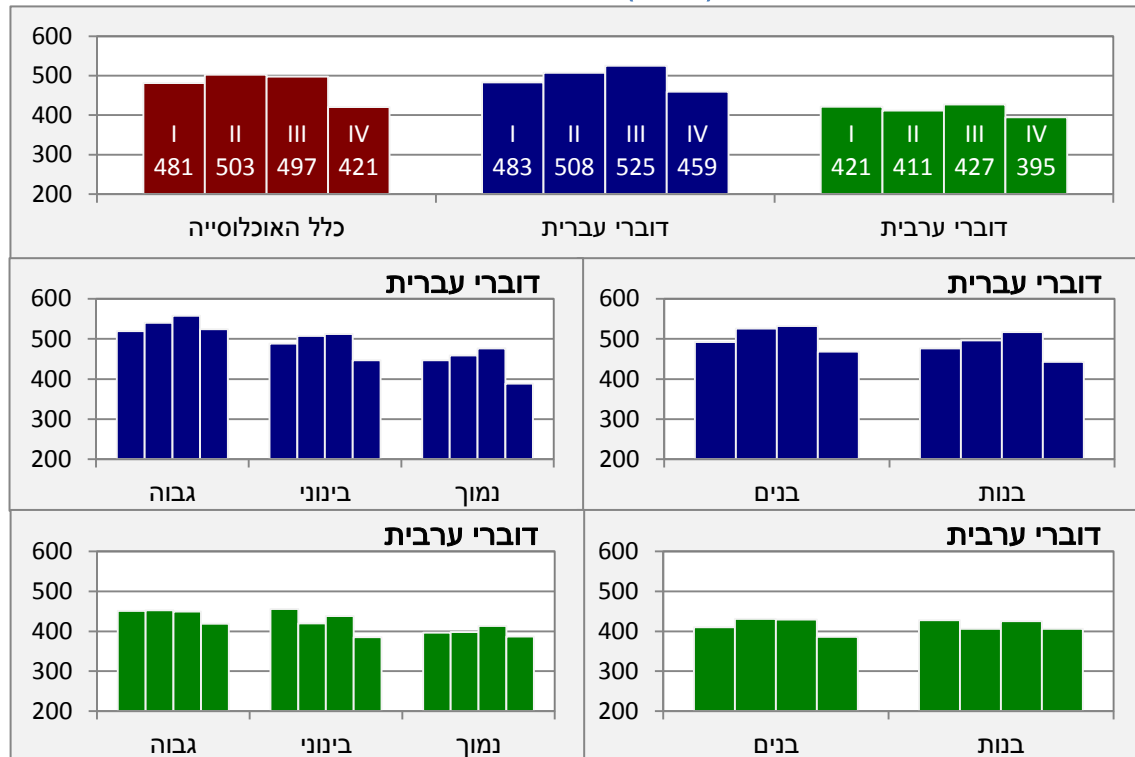
תרשים 71: פעילויות יומיומיות בתחום המדעים - הישגים במדעים לפי מדד פעילויות יומיומיות בתחום המדעים (המדינות המשתתפות)



כדי לבחון את הקשר בין מדד פעילויות יומיומיות בתחום המדעים לבין ההישגים באוריינות מדעים בקבוצות שונות באוכלוסייה בישראל, סווגו התלמידים בישראל לארבע קבוצות שוות (להלן רבעונים) לפי מדד פעילויות יומיומיות בתחום המדעים. תלמידים שסווגו לקבוצה הראשונה הם התלמידים הנמוכים ביותר במדד, ותלמידים שסווגו לקבוצה הרביעית הם התלמידים הגבוהים ביותר במדד. נקודת החתך על המדד בין שני הרבעונים התחתונים היא -0.86 , בין שני הרבעונים המרכזיים (חציון) – 0.09 ובין שני הרבעונים העליונים – 1.06 . הממוצע באוריינות מדעים חושב לכל אחת מהקבוצות שנוצרו לפי חלוקה זו ולפי חלוקה לפי פילוחים עיקריים באוכלוסייה.

בתרשים 72 מוצגים הישגיהם של התלמידים בכל אחת מהקבוצות שנוצרו. נראה כי אין קשר לינארי בין מדד הפעילויות ובין ההישגים במדעים וכי התלמידים עם ההישגים הגבוהים ביותר הם בדרך כלל תלמידים המסווגים לרבעון השני או השלישי של מדד הפעילויות, ואילו התלמידים המסווגים לרבעון הנמוך או הגבוה ביותר במדד הפעילויות היומיומיות בתחום המדעים מגיעים להישגים הנמוכים ביותר, בעיקר תלמידים המסווגים לרבעון הרביעי (הגבוהים ביותר במדד). דפוס זה נראה ברוב הקבוצות שנבחנו.

תרשים 72: פעילויות יומיומיות בתחום המדעים (רבעונים) וממוצע באוריינות מדעים לפי פילוחים מרכזיים בישראל



* פירוט הנתונים מוצג בנספח "שאלון הרקע".

מוטיבציה אינסטרומנטלית (ללמידת מדעים)

מוטיבציה אינסטרומנטלית ללמידת מדעים מתייחסת לדחף ללמוד מדעים המונע מכך שהתלמידים תופסים לימודים אלה כשימושיים להם ולעתידם הלימודי והמקצועי. ניתוח הנתונים לגבי מוטיבציה אינסטרומנטלית נעשה באמצעות מדד, אשר נבנה כדי לתמצת את תגובות התלמידים, באופן שיאפשר השוואה למדד המקביל שבו נעשה שימוש ב-2006. מדד מוטיבציה אינסטרומנטלית נאמד באמצעות ארבעה היגדים, אשר לגבי כל אחד מהם התבקש כל תלמיד לציין מהי מידת ההסכמה שלו להיגד, באמצעות סימון אחת מחמש האפשרויות: **מאוד לא מסכים, לא מסכים, מסכים או מאוד מסכים**. ההיגדים היו:

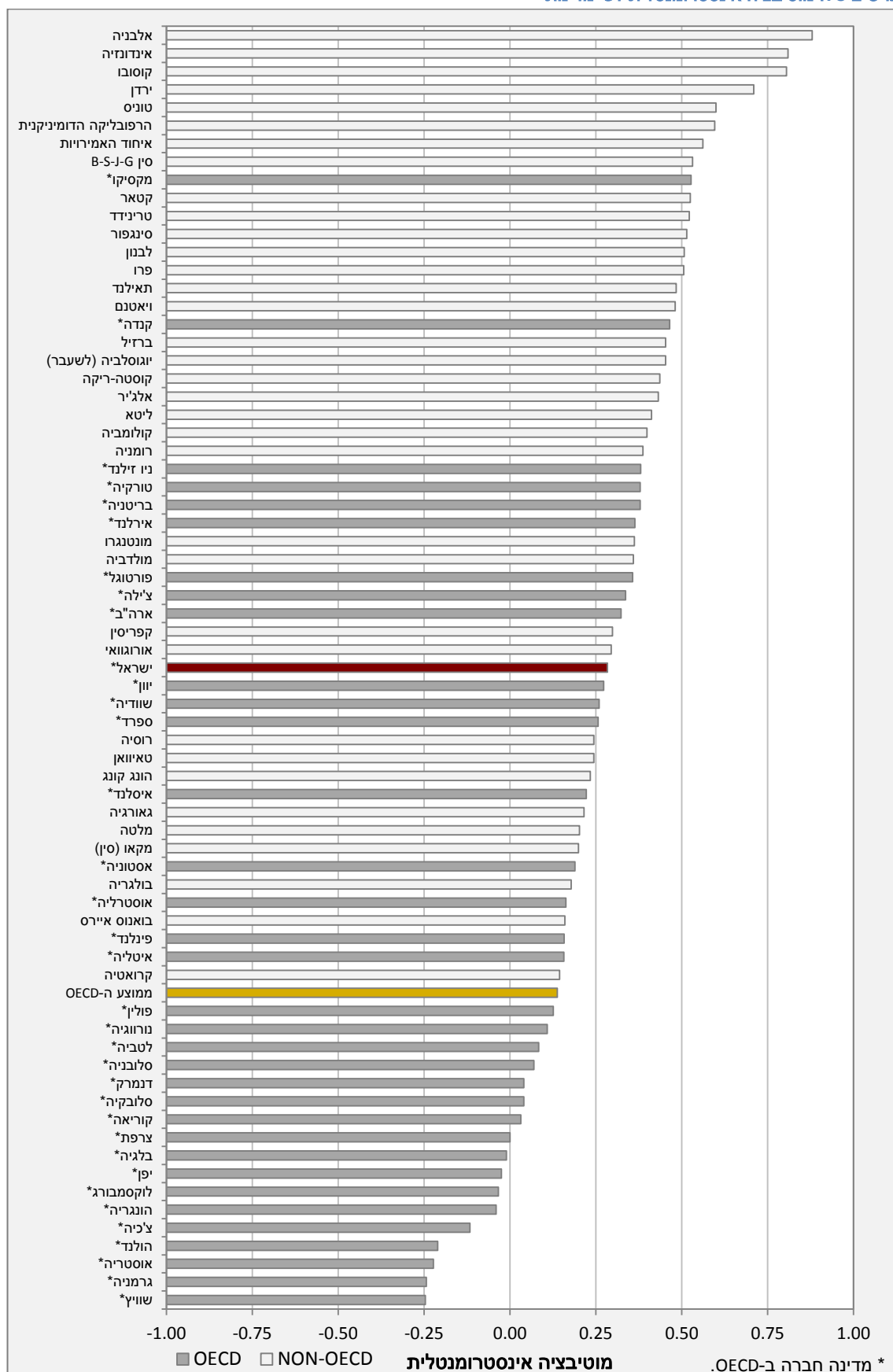
היגד 1 - כדאי לי להשקיע מאמץ במקצועות המדעים בבית הספר, כי זה יעזור לי בעבודה שבה אני רוצה לעסוק בעתיד.

היגד 2 - החומר שאני לומד במקצועות המדעים חשוב לי, כי הוא יעזור לי במה שאני רוצה לעשות בעתיד.

היגד 3 - כדאי לי ללמוד את מקצועות המדעים, כי הידע שאני רוכש ישפר את הסיכויים שלי למצוא עבודה טובה.

היגד 4 - דברים רבים שאני לומד במקצועות המדעים יעזרו לי למצוא עבודה.

בתרשים 73 מוצגים הממוצעים במוטיבציה אינסטרומנטלית של כלל המדינות המשתתפות במחקר. הממוצע במוטיבציה אינסטרומנטלית בישראל עומד על 0.28, והוא גבוה במעט מהממוצע במדינות ה-OECD (אשר עומד על 0.14). מרבית המדינות הממוקמות גבוה במדד הן מדינות שאינן חברות ב-OECD, ולהפך, כמחצית ממדינות ה-OECD ממוקמות אחרונות במדד זה. המדינה עם הממוצע הגבוה ביותר במדד היא אלבניה (0.88), ואחריה ממוקמות אינדונזיה (0.81) וקוסבו (0.80), ומבין מדינות ה-OECD – מקסיקו (0.53). המדינה עם הממוצע הנמוך ביותר במדד היא שווייץ (-0.25), ומבין המדינות שאינן חברות ב-OECD המדינה עם הממוצע הנמוך ביותר במדד היא קרואטיה (0.14).

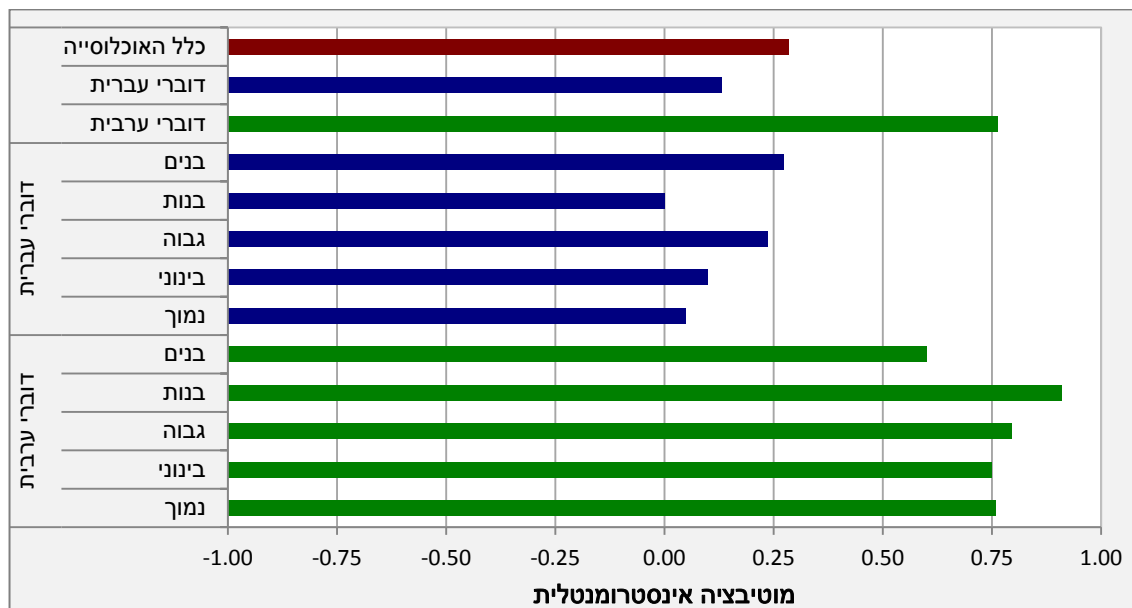


כשני שלישים מהתלמידים בממוצע ה-OECD מזהים את הערך של לימוד מדעים כדרך לשפר את הקריירה שלהם וכדי לעבוד בתחום שבו ירצו לעבוד. מבין ארבעת ההיגדים שהוצגו לתלמידים, שניים היו זהים לאלה שהוצגו לתלמידים ב-2006 (היגד 1 – 'כדאי לי להשקיע מאמץ במקצועות המדעים בבית הספר כי זה יעזור לי בעבודה שבה אני רוצה לעסוק בעתיד', והיגד 3 – 'כדאי לי ללמוד את מקצועות המדעים כי הידע שאני רוכש ישפר את הסיכויים שלי למצוא עבודה טובה'). בחינת הנתונים לגבי שני ההיגדים אלה מעלה כי חלה עלייה במוטיבציה האינסטרומנטלית ללימודי מדעים בממוצע ה-OECD (עלייה של 5%-6% בהתאמה), ממצא אשר משתקף גם בעלייה של 0.12 נקודות במדד הכללי של מוטיבציה אינסטרומנטלית ללימודי מדעים. ישראל היא בין המדינות שבהן נרשם הגידול המשמעותי ביותר בשיעור ההסכמה להיגדים אלה לצד פינלנד, יפן ושוודיה. במדינות אלה שיעור התלמידים שהגיבו באופן חיובי (הסכימו או מאוד הסכימו) לשני ההיגדים האלה עלה ביותר מעשרה אחוזים מאז 2006, ומדד מוטיבציה אינסטרומנטלית ללימוד מדעים עלה בלפחות 0.3 יחידות.

קיים קשר בין עלייה במדד המוטיבציה האינסטרומנטלית ללמידת מדעים לבין העלייה במדד מוטיבציה פנימית ללמידת מדעים, כך שעלייה באחד מהם במדינה כלשהי לאורך השנים מלווה בדרך כלל גם בעלייה במדד השני. אולם כאשר משווים בין מדינות, נראה כי ההבדלים במוטיבציה האינסטרומנטלית ללמידת מדעים אינם קשורים לא להבדלים בהישגים של תלמידים באותה מדינה, לא להבדלים במידת העיסוק במדעים ולא להבדלים ברמת החוללות העצמית במדעים (אשר נאמדו אף הם בשאלון הרקע). לבסוף, כאשר בוחנים את המדד לאור מגדר התלמידים עולה כי אין קשר עקבי בין מגדר התלמידים ובין המדד. ב-21 מדינות וכלכלות ובממוצע ה-OECD, המדד גבוה יותר בקרב בנים מאשר בקרב בנות, וב-21 מדינות וכלכלות אחרות המצב הפוך – המדד גבוה יותר בקרב בנות מאשר בקרב בנים.

בתרשים 74 ובטבלה 31 מוצגים הממוצעים במוטיבציה אינסטרומנטלית בקבוצות שונות באוכלוסייה בישראל. ניכר כי הממוצע של דוברי הערבית (0.76) גבוה מזה של דוברי העברית (0.13). פער זה דומה לפער שנמצא בין דוברי עברית ודוברי ערבית במוטיבציה פנימית ובמדד עניין בתחומים מדעיים כלליים. עוד עולה כי בקרב דוברי עברית ממוצע הבנים (0.27) גבוה מממוצע הבנות (0.00), אך בקרב דוברי ערבית ממוצע הבנים (0.60) נמוך מממוצע הבנות (0.91). פערים אלה דומים בכיוון ובגודל לפערים שנמצאו בין המינים במוטיבציה פנימית. אשר לרקע החת"כ של התלמידים, נראה כי בקרב דוברי עברית ככל שהרקע החת"כ של התלמיד גבוה יותר כך גבוהה יותר גם המוטיבציה האינסטרומנטלית שלו (0.05, 0.10 ו-0.24 בקרב תלמידים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה). בקרב דוברי ערבית לא נראה קשר ברור בין הרקע החת"כ של התלמידים לבין המוטיבציה האינסטרומנטלית שלהם, אך יש לציין כי בכל קבוצות הרקע החת"כ הממוצע במדד (כ-0.75) היה גבוה בהרבה בהשוואה לממוצע במדד בקרב דוברי העברית.

תרשים 74: מוטיבציה אינסטרומנטלית לפי פילוחים מרכזיים בישראל



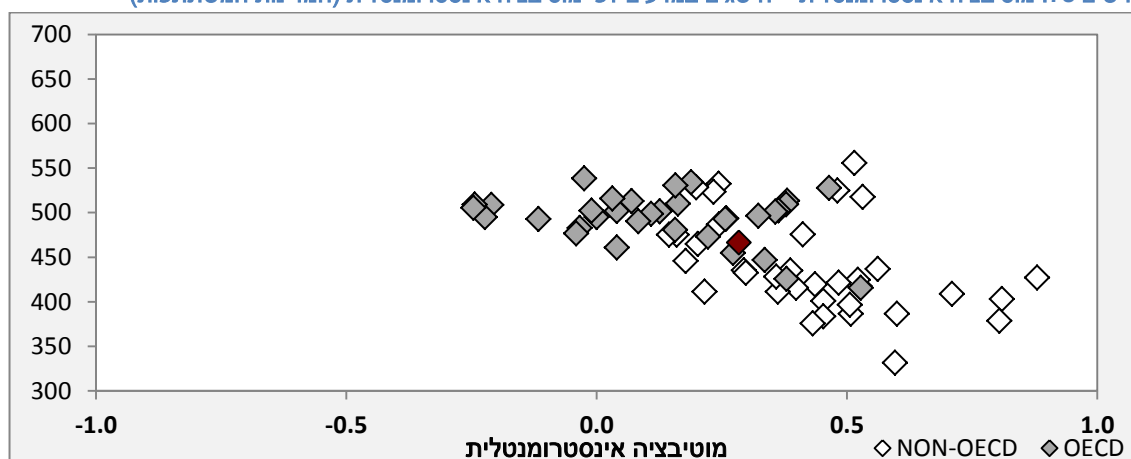
בטבלה 31 מוצגים שיעורי התלמידים אשר מסכימים או מאוד מסכימים עם הנאמר בכל אחד מארבעת ההיגדים לפי פילוחים מרכזיים של אוכלוסיית ישראל. מאחר שאורך ההיגדים אינו מאפשר הצגה נוחה שלהם בטבלה, מוצגים ההיגדים בהתאם לסדר שבו הופיעו בשאלון (כפי שהוצגו לעיל). נראה כי בכלל ישראל שיעור ההסכמה עם כל אחד מארבעת ההיגדים דומה וגבוה – 64%-70% (64% הסכמה עם ההיגדים 'החומר שאני לומד במקצועות המדעים חשוב לי כי הוא יעזור לי במה שאני רוצה לעשות בעתיד', ו'דברים רבים שאני לומד במקצועות המדעים יעזרו לי למצוא עבודה' ובין כ-70% הסכמה עם ההיגדים 'כדאי לי להשקיע מאמץ במקצועות המדעים בבית הספר כי זה יעזור לי בעבודה שבה אני רוצה לעסוק בעתיד', ו'כדאי לי ללמוד את מקצועות המדעים כי הידע שאני רוכש ישפר את הסיכויים שלי למצוא עבודה טובה', בהתאמה). באופן דומה בכל אחת מקבוצות הפילוח נרשמו שיעורי הסכמה דומים עם כל ארבעת ההיגדים, ואשר משקפים היטב את ההבדלים בין הקבוצות בממדד המסכם, כפי שהוא מוצג ומתואר בתרשים לעיל.

טבלה 31: מוטיבציה אינסטרומנטלית ושיעור התלמידים המתעניינים בכל אחד מהנושאים, לפי פילוחים מרכזיים בישראל

היגד 4	היגד 3	היגד 2	היגד 1	מוטיבציה אינסטרומנטלית	
64%	71%	64%	70%	0.28	כלל האוכלוסייה
59%	68%	56%	63%	0.13	דוברי עברית
82%	84%	87%	91%	0.76	דוברי ערבית
66%	73%	64%	70%	0.27	בנים
52%	62%	49%	57%	0.00	בנות
62%	72%	59%	68%	0.24	גבוה
57%	67%	55%	62%	0.10	בינוני
57%	63%	54%	60%	0.05	נמוך
78%	79%	83%	88%	0.60	בנים
86%	88%	90%	93%	0.91	בנות
80%	82%	87%	88%	0.79	גבוה
81%	81%	87%	90%	0.75	בינוני
84%	85%	86%	93%	0.76	נמוך

בתרשים 75 מוצגים ממוצעי המדינות באוריינות מדעים לפי הממוצע שלהן במוטיבציה אינסטרומנטלית. בתרשים, מדינות החברות ב-OECD צבועות באפור ושאר המדינות בלבן (ישראל צבועה באדום). נראה כי קיים קשר שלילי חזק (החזק ביותר מבין מדדי המוטיבציה) בין מוטיבציה אינסטרומנטלית להישגים במדעים, כך שכלל שממוצע המדד גבוה יותר כך הממוצע במדעים נמוך יותר. כאשר בוחנים את הקשר בנפרד בקרב מדינות החברות ב-OECD ובקרב מדינות שאינן חברות ב-OECD, הקשר נחלש מעט, בעיקר בקרב מדינות החברות ב-OECD, אך הוא נותר בינוני עד חזק.

תרשים 75: מוטיבציה אינסטרומנטלית – הישגים במדעים לפי מוטיבציה אינסטרומנטלית (המדינות המשתתפות)

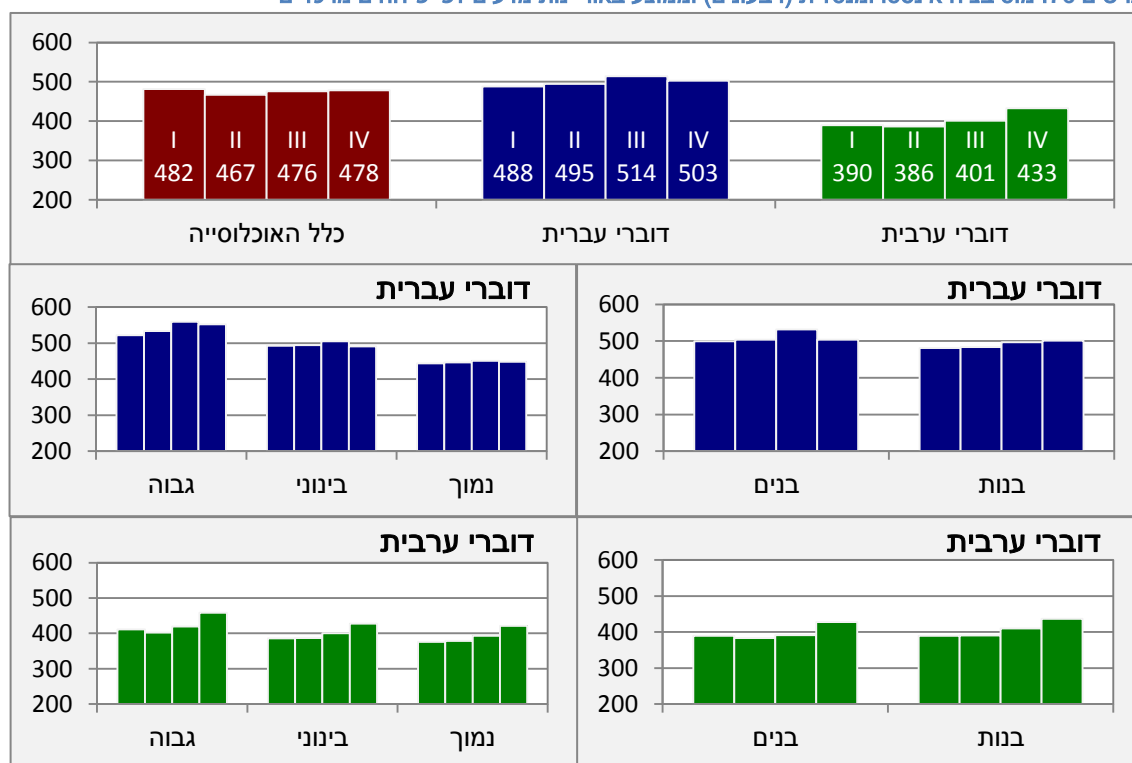


כדי לבחון את הקשר בין מוטיבציה אינסטרומנטלית ובין אוריינות מדעים בקבוצות שונות באוכלוסייה בישראל, סווגו התלמידים בישראל לארבע קבוצות שוות לפי מדד מוטיבציה אינסטרומנטלית. תלמידים שסווגו לקבוצה הראשונה הם התלמידים הנמוכים ביותר במדד ותלמידים שסווגו לקבוצה הרביעית הם התלמידים הגבוהים ביותר במדד (להלן רבעונים). נקודות החתך על המדד בין שני הרבעונים התחתונים היא -0.49, בין שני הרבעונים המרכזיים (חציון) היא 0.37 ובין שני הרבעונים

העליונים היא 1.24. הממוצע באוריינות מדעים חושב לכל אחת מהקבוצות שנוצרו לפי חלוקה זו ולפי חלוקה לפי פילוחים עיקריים באוכלוסייה.

בתרשים 76 מוצגים הישגיהם של התלמידים בכל אחת מהקבוצות שנוצרו. קשה לזהות קשר ברור ועקבי בין שני המדדים. בקרב דוברי עברית נראה כי רק בקרב תלמידים מרקע חת"כ גבוה ניתן לזהות קשר כזה, אך גם בקבוצה זו אין הבדל בין הממוצע במדעים של תלמידים מהרבעון הרביעי (הגבוה ביותר) במוטיבציה אינסטרומנטלית לתלמידים מהרבעון השלישי. בקרב דוברי עברית נראה שקיים קשר כזה בכל קבוצות הפילוח, אך הוא בולט בעיקר בקרב תלמידים מהרבעונים הגבוהים. בדיקת הקשרים שבין מוטיבציה אינסטרומנטלית להישגים במדעים מעלה כי לא נמצא קשר כזה בכלל האוכלוסייה ($r = 0.01$), אך כאשר בוחנים זאת בקרב כל מגזר שפה בנפרד נראה כי בקרב דוברי ערבית (אך לא בקרב דוברי עברית) הקשר הופך למשמעותי (בקרב דוברי עברית, $r = 0.09$, ובקרב דוברי ערבית, $r = 0.26$).

תרשים 76: מוטיבציה אינסטרומנטלית (רבעונים) וממוצע באוריינות מדעים לפי פילוחים מרכזיים



* פירוט הנתונים מוצג בנספח "שאלון הרקע".

ציפיות לקריירה בתחומים מדעיים

מאחר שמוטיבציה אינסטרומנטלית עוסקת בייחוס הערך ללימודי המדעים ובאופן שבו תורמים הלימודים לשאיפות ולרצונות של תלמידים, בעיקר בהקשר של לימודים גבוהים וקריירה, חשוב לבדוק גם מה הן ציפיות הקריירה של התלמידים. כדי לאמוד את הציפייה של תלמידים לעסוק בסוגי קריירה שונים, ובפרט את הציפייה לעסוק בתחומים הקשורים במדעים, התבקשו התלמידים לענות על השאלה: "באיזו עבודה היית רוצה לעבוד כשתהיה בן 30?". שאלה זו הוצגה לתלמידים כשאלה פתוחה, ותשובותיהם קודדו לפי סטנדרט בין-לאומי של תחומי עיסוק. בשלב ניתוח הנתונים, סווגו תחומי העיסוק המקודדים לשש קטגוריות:

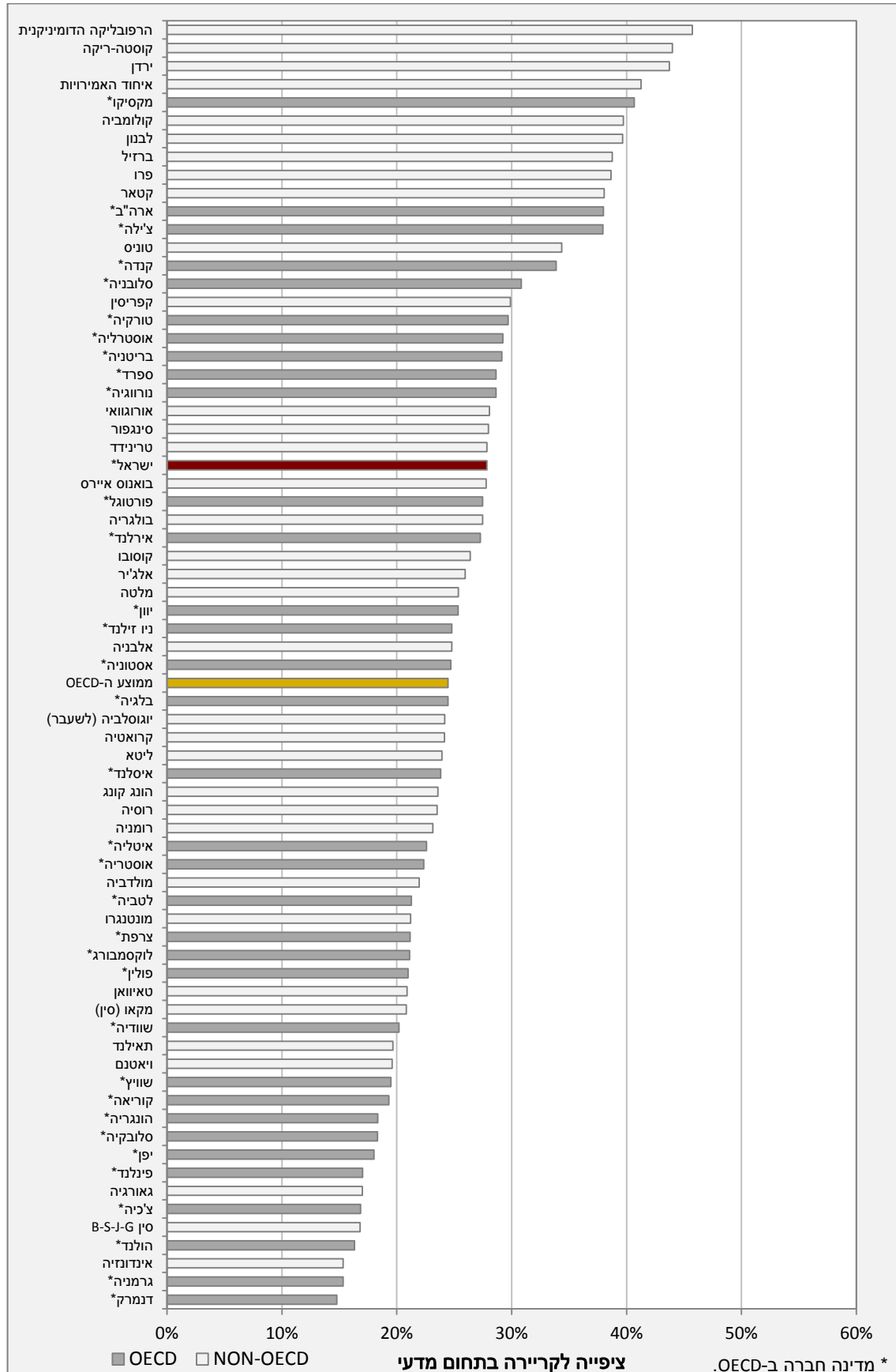
ארבע קטגוריות של תחומים מדעיים: 'אנשי מקצוע בתחומי המדעים וההנדסה', 'מקצועות בריאות', 'מקצועות תקשוב' ו'טכנאים ואנשי מקצוע במחקר ויישום מדעי' (להלן טכנאי מדע),

ושתי קטגוריות נוספות: 'אנשי מקצוע בתחומים שאינם מדעיים' ו'מערפל' (בקטגוריה זו נכללו תלמידים שענו כי אינם יודעים במה ירצו לעסוק וכאלה שענו באופן שאינו ברור מספיק).

שיעורי התלמידים המצפים לקריירה בתחום המדעים מחושבים מתוך סך כל התלמידים שענו על השאלה, כולל תלמידים שענו עליה באופן לא ברור או מעורפל, אך אינו כולל תלמידים שלא ענו על השאלה כלל.

בתרשים 77 מוצגים שיעורי התלמידים בכל אחת מהמדינות שצינו כי הם מעדיפים לעסוק בעתיד בתחום מדעי. המדינות מוצגות בסדר יורד, כך שבראש התרשים מוצגות מדינות שבהן שיעור התלמידים שצינו כי הם רוצים לעבוד בתחום מדעי היה גדול יחסית, ומדינות שבהן שיעור זה היה קטן יחסית מוצגות בתחתית התרשים. בישראל 28% מהתלמידים ציינו כי הם רוצים לעבוד בתחום מדעי כשהיו בני 30. שיעור זה גדול מעט מהשיעור בממוצע ה-OECD העומד על 24%. השיעור הגדול ביותר נמצא ברפובליקה הדומיניקנית, שם 46% מהתלמידים ציינו כי הם רוצים לעסוק בתחום מדעי, והשיעור הקטן ביותר נמצא בדנמרק, שם רק 15% מהתלמידים ציינו כי הם רוצים לעבוד בתחום מדעי. במדד זה, בשונה ממדדים אחרים, אין הבחנה ברורה בין מדינות החברות ב-OECD לבין מדינות שאינן חברות ב-OECD. עם זאת, גם כאן ניתן לראות, למשל, שמבין עשרת המדינות שמיקומן הוא הגבוה ביותר במדד, תשע הן מדינות שאינן חברות ב-OECD, ומצד שני מבין עשר המדינות הנמוכות ביותר במדד שבע הן מדינות החברות ב-OECD.

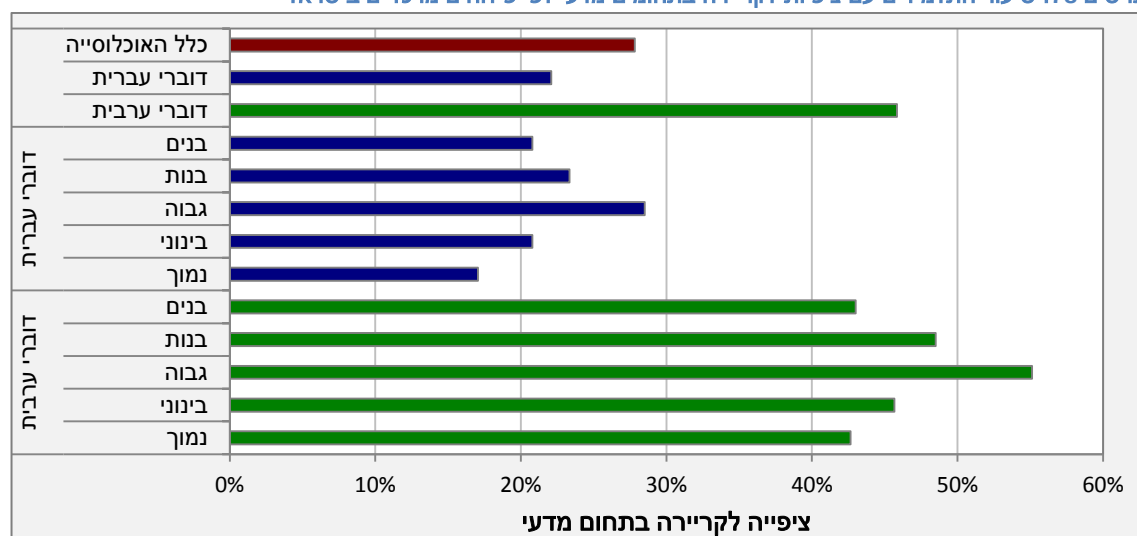
תרשים 77: שיעור התלמידים עם ציפיות לקריירה בתחומים מדעיים, לפי מדינות



בתרשים 78 ובטבלה 32 מוצגים שיעורי התלמידים שדיווחו כי הם רוצים לעסוק בתחום מדעי כשהיו בני 30 מתוך קבוצות שונות באוכלוסיית ישראל. שיעור זה קטן יותר בקרב דוברי עברית (22%) מאשר בקרב דוברי ערבית (46%).

בתוך כל אחד ממגזרי השפה מתקבלת תמונה דומה מאוד, אך בכל ההשוואות שלהלן שיעורים אלה גדולים פי שניים בקרב תלמידים דוברי ערבית בהשוואה לתלמידים דוברי עברית. בקרב תלמידים משני מגזרי השפה שיעור התלמידים המצפים לקריירה בתחום מדעי דומה בקרב בנות ובנים, אם כי הוא גדול במעט בקרב בנות בהשוואה לבנים (בקרב דוברי עברית 23% מהבנות לעומת 21% מהבנים ובקרב דוברי ערבית 48% מהבנות לעומת 43% מהבנים). בקרב תלמידים משני מגזרי השפה שיעור זה גדול יותר ככל שהרקע החת"כ גבוה יותר – בקרב דוברי עברית 17%, 21% ו-29% מהתלמידים המגיעים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה, ובקרב דוברי ערבית 43%, 46% ו-55% מהתלמידים המגיעים מרקע חת"כ נמוך, בינוני וגבוה, בהתאמה.

תרשים 78: שיעור התלמידים עם ציפיות לקריירה בתחומים מדעי לפי פילוחים מרכזיים בישראל



בטבלה 32 מוצגים שיעורי התלמידים המצפים לעסוק בקריירה בתחום מדעי. בנוסף, מוצג פירוט של תחומי העיסוק השונים של תלמידים שדיווחו כי מצפים לעסוק בעתיד בתחום מדעי (אנשי מקצוע בתחומי המדעים וההנדסה, מקצועות בריאות, מקצועות תקשוב וטכנאי מדע). כמו כן מוצג שיעור התלמידים שדיווחו כי הם מצפים לקריירה בתחום שאינו מדעי ושיעור התלמידים שלא ניתן היה לסווג את תגובתם. בכלל ישראל, מבין המקצועות המדעיים, התחומים הבולטים הם מקצועות הבריאות (16%) ואנשי מקצוע בתחומי המדעים וההנדסה (9%), 3% מהתלמידים ציינו כי ירצו לעבוד במקצועות תקשוב ושיעור אפסי של תלמידים ציינו כי ירצו לעבוד כטכנאי מדע (פחות מ-1%). כאשר בוחנים שיעורים אלה בנפרד בקרב תלמידים משני מגזרי השפה, נראה כי בעוד שבקרב תלמידים דוברי ערבית אין כמעט הבדל בין שיעורי התלמידים שציינו מקצועות בריאות לבין תלמידים שציינו מקצועות בתחומי המדעים או ההנדסה (10% ו-8% בהתאמה), בקרב דוברי ערבית יותר מפי שלושה מהתלמידים בחרו במקצועות בריאות (33%) לעומת מקצועות בתחום המדעים וההנדסה (10%).

בשני מגזרי השפה, שיעור הבנים שציינו העדפה למקצועות בתחומי המדעים וההנדסה היה גדול יותר משיעור הבנות (11% ו-6% בקרב דוברי עברית, ו-12% ו-8% בקרב דוברי ערבית, בהתאמה). בדומה לכך, שיעור הבנים שציינו כי הם שואפים לעסוק במקצועות מתחום התקשוב היה גדול משיעור הבנות שציינו זאת (5% ו-1% בקרב דוברי עברית ו-3% ו-1% בקרב דוברי ערבית, בהתאמה), אם כי שיעור התלמידים שציינו מקצועות אלה נמוך מאוד בכלל האוכלוסייה ובכל אחד

מהפילוחים. לעומת זאת, שיעור הבנים שצינו מקצועות מתחום הבריאות נמוך משיעור זה בקרב הבנות (4%-16% בקרב דוברי עברית ו-27%-39% בקרב דוברי ערבית, בהתאמה).

טבלה 32: שיעור התלמידים בכל אחת מקבוצות תחומי העיסוק לפי פילוחים מרכזיים בישראל.

מערפל	אנשי מקצוע שאינם מתחום המדע	טכנאי מדע	מקצועות תקשוב	מקצועות בריאות	אנשי מקצוע בתחומי המדעים וההנדסה	סך הכול - ציפיה לקריירה בתחום מדעי		
25%	47%	0%	3%	16%	9%	28%	כלל ישראל	
28%	50%	1%	3%	10%	8%	22%	דוברי עברית	
14%	40%	0%	2%	33%	10%	46%	דוברי ערבית	
31%	48%	1%	5%	4%	11%	21%	בנים	דוברי עברית
25%	51%	0%	1%	16%	6%	23%	בנות	
24%	48%	0%	4%	13%	11%	29%	גבוה	
29%	50%	1%	3%	9%	8%	21%	בינוני	
29%	54%	0%	1%	9%	7%	17%	נמוך	
18%	39%	0%	3%	27%	12%	43%	בנים	דוברי ערבית
11%	41%	0%	1%	39%	8%	48%	בנות	
13%	31%	0%	4%	39%	13%	55%	גבוה	
13%	41%	0%	2%	32%	12%	46%	בינוני	
13%	45%	0%	1%	33%	8%	43%	נמוך	

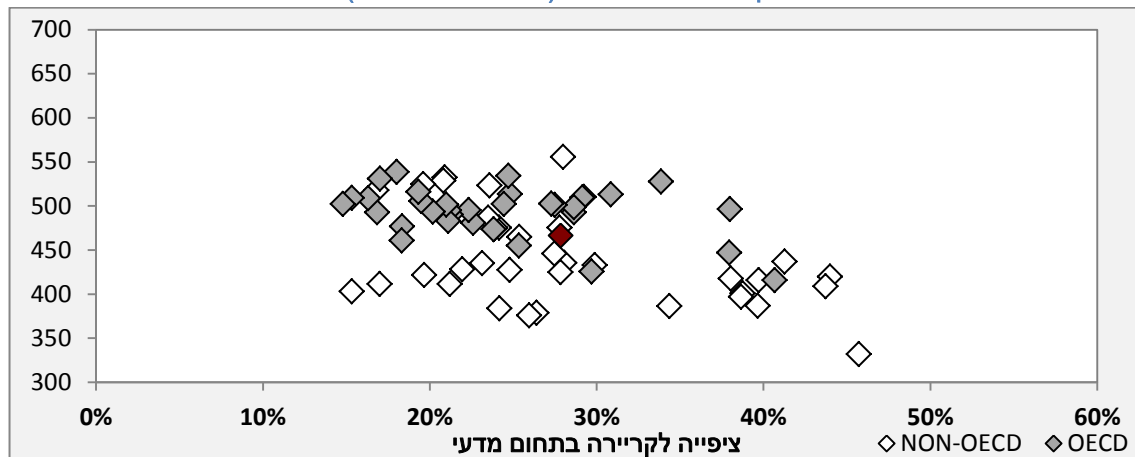
השוואה של המוטיבציה האינסטרומנטלית בין תלמידים עם ציפיות קריירה שונות חושפת את טווח העמדות של תלמידים כלפי השימושיות של לימודי המדעים. על מנת לבחון הבדלים אלה נתמקד בהיגד הראשון 'כדאי להשקיע בלימודי המדעים מאחר שלימודים אלה יעזרו בעבודה בה הם מתכוונים לעבוד' כהיגד המייצג באופן הטוב ביותר מוטיבציה אינסטרומנטלית כלפי תפקוד במקום העבודה (ההיגד השני מעורפל מעט יותר ועוסק ב'מה שאני רוצה לעשות בעתיד', ושני ההיגדים האחרונים אינם עוסקים בעבודה עצמה אלא בהשגתה). נראה כי בממוצע ה-OECD הסכימו עם ההיגד למעלה מ-90% מהתלמידים המתכוונים לעבוד כרופאים, 87% מהתלמידים המתכוונים להיות רופאי שיניים, רוקחים, פיזיותרפיסטים או דיאטנים, ו-86% מאלה שמתכוונים להיות מהנדסים. אולם רק כשני שלישים מהתלמידים המתכוונים לעבוד כמפתחי תוכנה או ארכיטקטים ומעצבים הסכימו עם ההיגד – שיעור דומה לזה שנמצא בקרב תלמידים המתכוונים לעבוד בתחומים הקשורים לספורט וכושר, בהוראה בבתי ספר ולהיות עובדי דת או עובדים סוציאליים. רק 54% מהתלמידים המתכוונים לעסוק בתחום המשפטי ופחות מ-50% מהתלמידים המתכוונים לעסוק באומנות, כתיבה או עיתונות הסכימו כי כדאי להם להשקיע בלימודי המדעים מאחר שלימודים אלה יסייעו להם בעבודה העתידית שלהם. הבדלים אלה בתפיסת השימושיות של לימודי המדעים יכולים להעיד על תפיסה צרה של משמעות לימודי המדעים ועל רידוד שלהם ללימודי תוכן בלבד, כגון ביולוגיה, כימיה ופיזיקה, ולא דווקא לימודים לגבי ידע תהליכי או אפיסטמי שניתן ליישמו גם בתחומים שאינם מדעיים.

ההבדלים במוטיבציה האינסטרומנטלית בין קבוצות תלמידים בעלי ציפיות קריירה שונות אינם זהים בכל המדינות. כך, בפינלנד, גרמניה ושווייץ, מקרב התלמידים המתכוונים לעבוד כמפתחי תוכנה שיעור המסכימים שכדאי להם ללמוד מדעים כי הלימודים יעזרו להם בעבודתם העתידית היה קטן מחצי, שיעור דומה לזה שנמצא בקרב תלמידים המתכוונים לעבוד כעורכי דין או כעיתונאים. מנגד, בארצות כגון קנדה, צרפת, יוון, הונג-קונג ומקאו יותר מ-80% מהתלמידים המתכוונים לעסוק בפיתוח

תוכנה הסכימו כי כדאי להשקיע בלימודי המדעים מאחר שלימודים אלה יעזרו להם בעבודה שבה הם מתכוונים לעבוד – שיעור הגבוה באופן מובהק מהשיעור בקרב תלמידים המתכוונים לעבוד כעורכי דין או כעיתונאים. הבדלים אלה יכולים להצביע על הבדלים בדגשים המושמים במדינות השונות על היבטים שונים של לימודי המדעים, כגון הדגשת ידע תוכן בלבד לעומת ידע תהליכי ואפיסטמי, אך הם יכולים גם להצביע על הבדלים מבניים במערכת הלימודים העל-תיכוניים המובילים לתחומי העיסוק האלה.

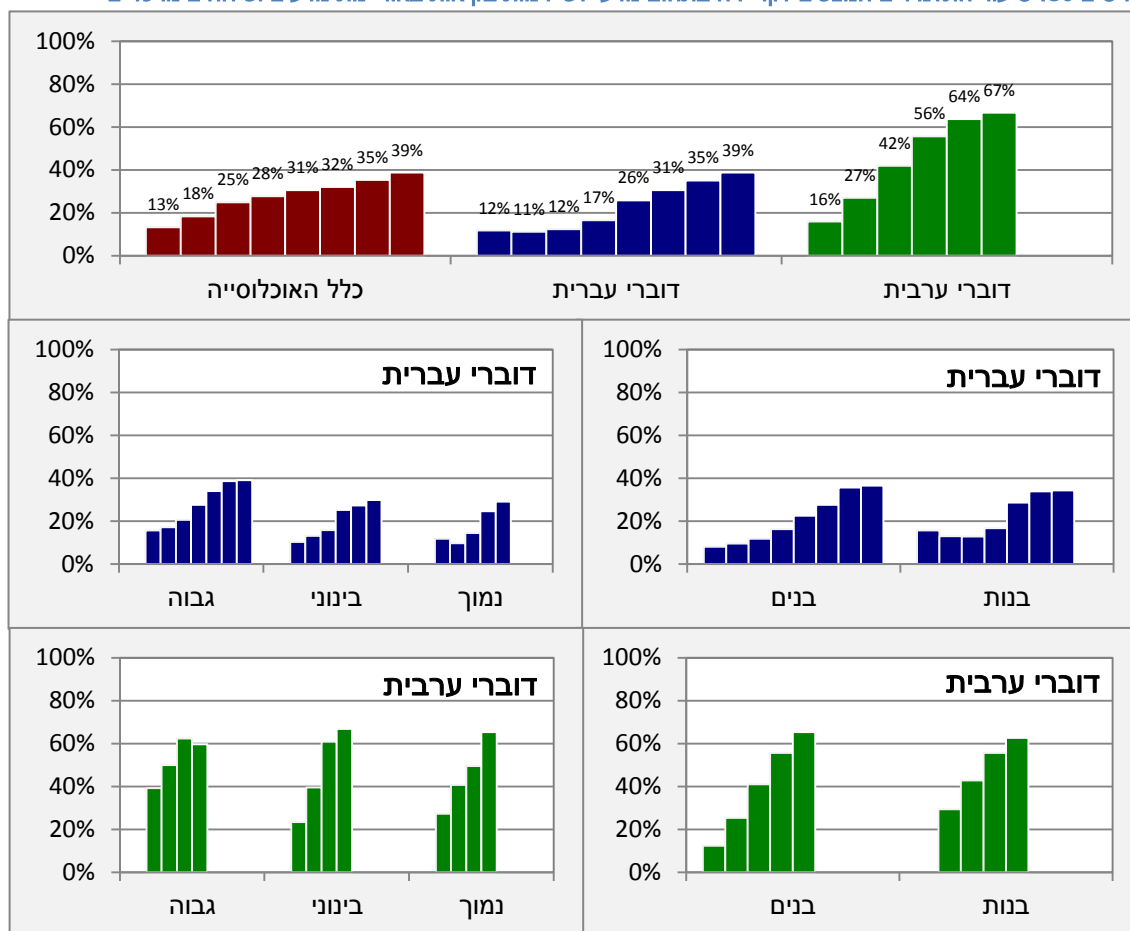
כאשר בוחנים את הקשר שבין ציפייה לקריירה בתחום מדעי לבין ההישגים באוריינות מדעים עולה תמונה מורכבת. בתרשים 79 מוצגים ממוצעי המדינות באוריינות מדעים לפי שיעור התלמידים עם ציפייה לקריירה בתחום מדעי. בתרשים, מדינות החברות ב-OECD צבועות באפור ושאר המדינות בלבן (ישראל צבועה באדום). נראה כי קיים קשר שלילי חזק בין מדד הציפייה לקריירה ובין ממוצע ההישגים במדעים, כך שככל שהמדד גבוה יותר כך הממוצע במדעים נמוך יותר. קשר זה נותר יציב גם כאשר בוחנים בנפרד את מדינות ה-OECD ובנפרד את שאר המדינות.

תרשים 79: הישגים במדעים לפי ציפיות לקריירה בתחומים מדעי (המדינות המשתתפות)



כדי לבחון את הקשר בין צפיות הקריירה של התלמידים לבין אוריינות המדעים שלהם בקבוצות שונות באוכלוסייה בישראל, סווגו התלמידים בישראל לרמות בקיאות לפי נקודות החתך שאותן קבע הארגון הבין-לאומי. בתרשים 80 מוצגים שיעורי התלמידים שצינו כי הם מצפים לעסוק בתחום מדעי כשהיו בני 30 לפי רמות הבקיאות שלהם באוריינות מדעים. בתרשים רמות הבקיאות מסודרות משמאל לימין, מהרמה הנמוכה ביותר עד הרמה הגבוהה ביותר. מאחר ששיעור דוברי הערבית ברמות הבקיאות הגבוהות הוא נמוך מאוד ומאחר שבתרשים נעשים פילוחים נוספים, לא מוצגים נתונים לגבי קבוצות המונות פחות מ-30 תלמידים. מהתרשים עולה כי ככל שרמת הבקיאות גבוהה יותר כך שיעור התלמידים המצפים לעסוק בתחום מדעי גדול יותר. כאמור, בקרב דוברי ערבית שיעור התלמידים שצינו שהם מצפים לעסוק במקצועות מדעיים גדול מזה שבקרב דוברי העברית, ומהתרשים עולה כי גם הקשר שבין ההישגים של דוברי הערבית לבין שיעור התלמידים המצפים לעסוק בתחום מדעי חזק יותר בהשוואה לדוברי ערבית. למשל, בעוד בקרב דוברי ערבית רק 31% מהתלמידים מרמת בקיאות 4 ציינו כי הם מצפים לעסוק במקצועות מדעיים, בקרב דוברי ערבית באותה רמת בקיאות 67% מהתלמידים ציינו מקצועות כאלה. זאת ועוד, אפילו בקרב תלמידים דוברי עברית המצטיינים במדעים, ברמת בקיאות 5 ו-6, שיעור התלמידים המצפים לעסוק במקצועות מדעיים אינו עולה על 40%. שיעור נמוך זה יכול מצביע על כך שלמען מיצוי הפוטנציאל המדעי נדרשת פעילות להעמקת הרצון של התלמידים לעסוק במדעים, ובפרט בקרב המצטיינים שבהם.

תרשים 80: שיעור התלמידים המצפים לקריירה בתחום מדעי לפי רמות בקיאות באוריינות מדעים ופילוחים מרכזיים



* פירוט הנתונים מוצג בנספח "שאלון הרקע".

סיכום הממצאים לגבי מוטיבציות ללמידת מדעים

חשוב לזכור כי הן האמידה של המדדים השונים במחקר פיזה, ובכללם מדד המוטיבציה על גווניה השונים, והן אמידת ההישגים התבצעו במקביל, קרי באותה נקודת זמן, ולכן אין להסיק מהנתונים המתקבלים במחקר זה על סיבתיות אלא רק על קשר המתקיים בין המדדים השונים, ובכללם מדדי ההישגים. מקובל לחשוב על מוטיבציה כעל הגורם להתנהגות כגון למידה, אך מתקבלת על הדעת גם על השפעה בכיוון ההפוך, כלומר שהישגים גבוהים במדעים ישפיעו באופן דומה על מוטיבציה, כמו גם שגורם חיצוני ישפיע באופן דומה הן על ההישגים והן על המוטיבציה. למשל, ניתן לשער שתלמידים בעלי מוטיבציה גבוהה יגיעו להישגים גבוהים יותר, אך גם שתלמידים המגיעים להישגים גבוהים יותר יראו מוטיבציה גבוהה יותר.

בחינת ההבדלים בין המדינות השונות המשתתפות במחקר בנוגע למאפייני הקשר בין תוצאות מדדי המוטיבציה וממוצעי ההישגים באוריינות מדעים והשוואתם אל ממצאים מקבילים שעלו בתוך קבוצות באוכלוסייה בישראל העלתה שתי מסקנות עיקריות; ראשית, התגלתה מגמה דומה בכיוון הקשר (קשר שלילי בין המדדים) במדינות המשתתפות וגם בשתי קבוצות האוכלוסייה העיקריות בישראל. ואולם מגמה שונה ולעתים סותרת נמצאה בבחינה של כל קבוצה תרבותית בישראל בנפרד. נראה כי בשני מדדי המוטיבציה, פנימית ואינסטרומנטלית, מדינות שאינן חברות ב-OECD, אשר מאופיינות ברובן בכלכלה חלשה ובהישגים נמוכים, מגיעות לממוצעים גבוהים יותר (במוטיבציה) בהשוואה

למדינות החברות ב-OECD, המאופיינות ברובן בכלכלה חזקה ובהישגים גבוהים. תופעה דומה ניתן לזהות כאשר משווים בישראל תלמידים דוברי עברית ותלמידים דוברי ערבית. משמעות ממצא זה היא כי, בניגוד למצופה, הקשר שבין כל אחד ממדדי המוטיבציה להישגים במדעים הוא שלילי. עם זאת, כאשר בוחנים נתונים אלה בתוך כל קבוצה תרבותית, מגמה זו נחלשת ולעתים כיוון הקשר אף מתהפך (כך שהוא תואם את הכיוון המצופה). כך, למשל, בקרב דוברי עברית, תלמידים מרקע בינוני מגיעים לממוצע גבוה יותר בשני מדדי המוטיבציה לעומת תלמידים מרקע נמוך, ותלמידים מרקע גבוה מגיעים לממוצע גבוה יותר בשני מדדי המוטיבציה לעומת תלמידים מרקע בינוני. בקרב תלמידים דוברי ערבית לא ניתן לזהות מדרג טבעי שכזה בין תלמידים מרקע חת"כ שונה, אך גם לא ניתן לזהות תופעה שבה דווקא בקרב תלמידים מקבוצות חלשות נמדד ממוצע גבוה במדד המוטיבציה.

בקרב כלל תלמידי ישראל קיים קשר חיובי בינוני בין מוטיבציה פנימית לבין מוטיבציה אינסטרומנטלית ($r = 0.38$). למוטיבציה פנימית יש קשר להישגים במדעים ($r = 0.24$), אך קשר כזה לא נמצא בין מוטיבציה אינסטרומנטלית לבין הישגים במדעים ($r = 0.01$). בחינה של הקשרים השונים בתוך כל מגזר שפה בנפרד מגלה כי הקשר שבין מוטיבציה פנימית להישגים בקרב כל מגזר שפה בנפרד חזק יותר מאשר בכלל האוכלוסייה (בקרב דוברי עברית, $r = 0.37$, ובקרב דוברי ערבית, $r = 0.29$). כמו כן, הקשר שבין מוטיבציה אינסטרומנטלית להישגים נמצא משמעותי, אך רק בקרב דוברי ערבית (בקרב דוברי עברית, $r = 0.09$, ובקרב דוברי ערבית, $r = 0.26$).

עניין הוא גורם מרכזי למוטיבציה פנימית, ואף מהווה במקרים מסוימים רכיב מרכזי בהגדרה של מוטיבציה כזו. בישראל דיווחו תלמידים כי הם מתעניינים בעיקר בתחומים של מניעת מחלות (60%) וביקום וההיסטוריה שלו (55%). בהתאם להנחה כי עניין הוא גורם או מרכיב של מוטיבציה פנימית, צפוי שמדד 'עניין בתחומים מדעיים כלליים' יהיה מתואם עם מוטיבציה פנימית, ואכן עולה כי יש קשר חזק בין מוטיבציה פנימית ובין 'עניין בתחומים מדעיים כלליים' ($r = 0.63$). הקשרים שבין מוטיבציה פנימית ל'עניין בתחומים מדעיים כלליים' חזק יותר בקרב דוברי ערבית מאשר בקרב דוברי ערבית ($r = 0.65$, $r = 0.46$, בהתאמה).

מאחר שקשה להעלות על הדעת שאדם יפתח עניין כלפי משהו מבלי להיות חשוף אליו לאורך זמן, נבדק גם הקשר שבין 'עניין' ובין היקף הפעילויות היומיומיות בתחום המדעים שבהן עוסקים התלמידים. בישראל בכל אחת מהפעילויות שהוצגו עוסקים בין 15% ל-30% מהתלמידים. כמו במדינות רבות אחרות, הפעילות שאותה מבצעים תלמידים בשיעור הגדול ביותר היא צפייה בתכניות טלוויזיה על מדע (30%), ובשיעור קטן יחסית דיווחו תלמידים על השתתפות בחוג מדעים, על ביצוע סימולציות של תופעות טבע או של תהליכים טכניים ועל גלישה באתרי אינטרנט של ארגוני איכות הסביבה (פחות מ-20%). נראה כי לפעילויות יומיומיות בתחום המדעים, מתאם חיובי עם עניין בתחומים מדעיים כלליים ($r = 0.39$), ועם מוטיבציה פנימית ($r = 0.43$), אך הקשר שבין פעילויות יומיומיות בתחום המדעים ובין הישגים באוריינות מדעים הוא שלילי ($r = -0.20$). כאשר בוחנים בנפרד תלמידים דוברי עברית ותלמידים דוברי ערבית, עולה כי הקשר השלילי שבין פעילויות יומיומיות בתחום המדעים ובין אוריינות מדעים ניכר רק בקרב תלמידים דוברי ערבית (בקרב תלמידים דוברי עברית לא נמצא כלל קשר בין שני הגורמים).

באופן דומה לקשרי הגומלין המשוערים שבין עיסוק בפעילויות בתחום המדעים ועניין בתחומים מדעיים ובין מוטיבציה פנימית ללמידת מדעים, ניתן לשער כי מתקיימת מערכת קשרים דומה בין ציפיות הקריירה של התלמידים והמוטיבציה האינסטרומנטלית ללמידת מדעים (מוטיבציה הנובעת מתפיסה של למידת המדעים ככלי להגשמת שאיפות בתחום הלימודים או הקריירה). בישראל, 28% מהתלמידים דיווחו כי הם מצפים לעסוק בתחום הקשור למדע כשהיו בני 30. ביניהם, למעלה ממחצית (16% מכלל התלמידים) דיווחו כי הם מצפים לעסוק במקצועות הבריאות, וכשליש (9%)

מכלל התלמידים) דיווחו כי הם מצפים לעסוק בתחום המדעים ו/או ההנדסה. ניתן להעריך כי לימודי המדעים ייתפסו ככדאיים בעיקר בקרב תלמידים המעוניינים לעסוק בתחומים מדעיים גם בחייהם הבוגרים (אף על פי שניתן לחשוב על דרכים רבות שבהן לימודי המדעים יכולים לתרום להצלחה גם בתחומים אחרים). ואכן נראה כי קיים קשר חיובי בין ציפייה לקריירה בתחום מדעי ובין מדד מוטיבציה אינסטרומנטלית ללמידת מדעים ($r = 0.31$). הקשר שבין ציפייה לקריירה בתחום מדעי ובין ההישגים באוריינות מדעים הוא אמנם חלש אך חיובי ומובהק ($r = 0.08$). מאחר שלא נמצא כל קשר בין מוטיבציה אינסטרומנטלית להישגים באוריינות מדעים, ניתן להסיק כי הקשר שבין ציפייה לקריירה בתחום מדעי לבין הישגים באוריינות מדעים אינו מתווך על ידי מוטיבציה אינסטרומנטלית.

נראה, אם כן, כי קיים קשר בין מדדי המוטיבציה השונים לבין ההישגים במדעים, אך מאחר שמדדי המוטיבציה רגישים להבדלים בין קבוצות אוכלוסייה שונות, ניתן לזהות את הקשר שבינם ובין ההישגים רק כאשר בוחנים כל אחת מהקבוצות הרלוונטיות בנפרד. עוד נראה כי מוטיבציה פנימית נמצאת בקשר חזק ויציב עם הישגים במדעים, קשר אשר מלבד היותו קשר חזק, ניתן לזהותו גם כאשר בוחנים את כלל האוכלוסייה בישראל.

נספחים

מתן משמעות לפערי ציונים במחקר פיזה

ציוני פיזה מדווחים על פני סולם שנקבע בשנה הראשונה שבה היה כל תחום במוקד המחקר, ולפיו הממוצע של מדינות ה-OECD הוא 500 וסטיית התקן 100. מאחר שלערכיו של סולם זה אין משמעות אמיתית (בשונה ממשקל בקילוגרמים או ממרחק במטרים, למשל), ניתן לתת משמעות לגודלם של פערים שונים על ידי השוואתם לעוגנים שונים כגון סטיית התקן, שיעור התלמידים בכל רמת הבקיאות וכדומה. דרך אחרת, אך עקיפה, להצגת הפערים היא לתרגם אותם לפערים בדרגות כיתה. ממצאים ממחקרים שנערכו בנושא מופיעים בתיבה 5 להלן.

מתן משמעות לפערי ציונים במחקר פיזה

ציוני פיזה מדווחים על פני סולם רווח, אשר לערכיו אין משמעות אמיתית (בשונה ממשקל בקילוגרמים, מרחק במטרים וכיו"ב). הסולם הוא סולם יחסי הנבנה על בסיס ציוני כל המשתתפים במחקר. תיאורטית אין לסולם זה ערך אפס בעל משמעות, וכן אין לו ציון מינימלי או מקסימלי – הסולם הוא נורמלי בקירוב, כך שבממוצע מדינות ה-OECD הממוצע הוא 500 וסטיית התקן 100. במונחים סטטיסטיים ניתן לתת משמעות לגודל הפער על ידי השוואה לסטיית התקן. דרך יותר טבעית, אך עקיפה, להצגת הפערים היא לתרגם אותם לפערים בדרגות כיתה. תלמידים הנבחנים בפיזה לומדים בדרך כלל בשתי דרגות כיתה נפרדות (בישראל, תלמידי פיזה לומדים בכיתות ט' ו-י'). דוחות קודמים התייחסו לפער בין ציונים של תלמידים בשתי דרגות הכיתה במדינות שבהן קיים שיעור ניכר של תלמידים בשתי דרגות הכיתה. פער זה עומד על 40 נקודות בממוצע בסולם פיזה. אולם השוואת ביצועיהם של תלמידים בני אותו גיל הלומדים בדרגות כיתה שונות יכול לתאר בצורה חלקית בלבד את התקדמותם של תלמידים לאורך שנת לימודים מלאה. בין השאר, קיים הבדל בין כלל התלמידים לבין תלמידים הלומדים בדרגת כיתה הנמוכה מהדרגה המתאימה לשכבת הגיל שלהם. הדבר נכון גם לגבי תלמידים הלומדים בדרגת כיתה הגבוהה מזו שמתאימה לדרגת הגיל שלהם.

שני סוגי מחקרים יכולים לשפוך אור על סוגיה זו: מחקרי אורך, שבהם אותם תלמידים נבחנים מספר פעמים לאורך השנים, ומחקרי חתך, שבהם בוחנים במקביל מדגמים של תלמידים משכבות גיל ודרגות כיתה שונות. מחקרים מסוג זה נערכו בגרמניה, שם נמצא כי תלמידים הגיעו להישגים גבוהים יותר ב-25 נקודות במתמטיקה וב-21 נקודות במדעים לאחר שנה (Prenzel et al. 2006). בקנדה, התלמידים שנבחנו בשנת 2000 נבחנו שוב לאחר תשע שנים, ונמצא כי הישגיהם עלו מ-541 נקודות כשהיו בני 15 ל-598 נקודות בגיל 24 (OECD 2012). בצרפת נבחנו בנוסף לאוכלוסיית פיזה גם תלמידים בני 14 (בכיתה ח'), ונמצא כי הפער בין שתי הקבוצות עומד על 44 נקודות במתמטיקה, אם כי נתון זה מהווה גבול עליון מאחר שחלק מהתלמידים בדרגת הכיתה הנמוכה חזרו על כיתה ח' או שעברו ללימודי מקצוע, ולכן ניתן להניח כי הממוצע שלהם נמוך יחסית (Keskpaik and Salles 2013). בהתבסס על מחקרים אלה ואחרים (למשל, Woessmann, 2016), נראה כי השיפור בציונים בין שתי דרגות כיתה עוקבות עומד על רבע עד שליש סטיית תקן.

בדוח הבינלאומי יש התייחסות לפער של 30 נקודות כאל שווה ערך לשנה אחת של לימודים. כמובן שמדובר על קירוב בלבד, שנועד להקל על פירוש הממצאים.

אוריינות מדעים – טבלאות נתונים

פִּיזָה - אוריינות מדעים	ממוצע	(טעות תקן)	סטיית תקן	(טעות תקן)	אחזון 5	רבעון I	רבעון II	רבעון III	אחזון 95
ממוצע ה-OECD	כלל האוכלוסייה	493.20	0.43	94.41	0.23	336.43	426.06	495.26	645.11
	בנים	494.96	0.54	97.74	0.29	333.48	424.46	496.75	652.22
	בנות	491.44	0.49	90.64	0.28	340.04	427.75	493.88	636.64
כלל ישראל	כלל האוכלוסייה	466.55	(3.44)	106.36	(1.63)	294.50	388.51	466.46	640.44
	בנים	468.74	(4.69)	112.94	(2.05)	289.63	382.37	467.39	652.96
	בנות	464.45	(4.09)	99.59	(1.90)	300.32	393.59	465.79	626.57
	גבוה	510.99	(3.71)	103.63	(2.04)	331.63	438.75	519.13	671.05
	בינוני	472.19	(3.58)	103.42	(1.85)	300.35	397.50	476.73	637.24
	נמוך	420.31	(4.04)	90.02	(2.11)	279.04	356.51	416.53	574.29
	סך הכול	487.66	(4.12)	105.38	(2.20)	306.14	415.15	493.87	652.62
	בנים	493.72	(5.19)	110.08	(2.58)	305.02	415.81	500.57	665.36
	בנות	481.80	(5.08)	100.27	(2.65)	307.29	414.48	488.56	638.19
	גבוה	532.21	(3.88)	96.62	(2.37)	357.15	470.76	540.41	679.32
	בינוני	487.20	(3.88)	101.07	(2.19)	313.43	418.65	493.74	645.21
	נמוך	438.15	(5.91)	95.84	(2.82)	280.32	371.31	438.86	593.18
דוברי ערבית	סך הכול	500.52	(4.58)	104.84	(2.66)	317.97	429.40	507.28	663.45
	בנים	503.98	(5.34)	109.84	(3.07)	314.18	427.65	511.97	673.61
	בנות	496.99	(4.54)	99.35	(2.69)	320.79	430.95	503.87	649.61
	גבוה	545.72	(4.49)	93.87	(2.36)	373.87	487.76	554.00	687.25
	בינוני	494.23	(3.98)	101.88	(2.67)	315.14	426.63	500.11	654.01
	נמוך	449.42	(6.59)	93.78	(3.46)	291.29	383.67	450.90	600.82
ממלכתי-דתי	סך הכול	488.00	(12.07)	104.34	(5.66)	303.67	418.84	498.28	647.58
	בנים	501.23	(12.59)	101.08	(5.48)	323.71	433.70	507.86	658.60
	בנות	470.15	(19.25)	105.97	(7.97)	279.78	401.71	481.40	629.49
	גבוה	528.75	(9.74)	93.78	(5.97)	345.12	473.08	538.52	668.91
	בינוני	498.42	(9.98)	97.99	(5.67)	329.57	434.15	506.71	649.09
	נמוך	433.95	(14.34)	100.16	(5.37)	270.67	362.30	436.91	595.04
דוברי ערבית	חרד' בנות	454.97	(7.16)	82.31	(2.72)	318.84	395.32	457.20	583.85
	סך הכול	400.51	(5.28)	78.78	(3.02)	276.14	345.28	397.82	537.27
	בנים	389.37	(6.64)	80.60	(4.14)	266.01	333.59	384.17	534.00
	בנות	410.97	(5.63)	75.54	(2.57)	289.46	357.63	410.10	539.21
	גבוה	423.27	(7.71)	83.56	(3.73)	291.21	363.61	421.26	562.00
	בינוני	399.69	(6.85)	81.62	(3.80)	270.73	340.54	396.81	538.05
	נמוך	391.87	(5.22)	71.14	(3.14)	278.68	343.11	391.42	514.85

פיזה - אוריינות מדעים	מתחת לרמה 1	רמה 1ב	רמה 1א	רמה 2	רמה 3	רמה 4	רמה 5	רמה 6	
ממוצע ה-OECD	כלל האוכלוסייה	0.6%	4.9%	15.7%	24.8%	27.2%	19.0%	6.7%	1.1%
	בנים	0.6%	5.2%	15.9%	23.9%	26.1%	19.3%	7.5%	1.3%
	בנות	0.5%	4.6%	15.5%	25.7%	28.4%	18.7%	5.8%	0.8%
כלל ישראל	כלל האוכלוסייה	2.1%	9.5%	19.9%	24.4%	23.3%	15.0%	5.1%	0.7%
	בנים	2.4%	10.5%	19.9%	22.0%	21.5%	16.2%	6.4%	1.1%
	בנות	1.7%	8.5%	19.8%	26.8%	25.0%	13.9%	3.9%	0.4%
	גבוה	0.8%	4.6%	12.5%	20.3%	26.9%	23.4%	10.0%	1.6%
	בינוני	1.9%	8.4%	18.2%	24.2%	26.0%	15.9%	4.8%	0.7%
	נמוך	3.0%	14.7%	29.0%	29.2%	17.1%	6.0%	1.0%	0.0%
	סך הכול	1.7%	6.9%	15.0%	22.9%	26.8%	19.0%	6.7%	1.0%
דוברי עברית	בנים	1.8%	7.1%	14.5%	21.2%	25.1%	20.5%	8.3%	1.4%
	בנות	1.7%	6.6%	15.4%	24.6%	28.5%	17.5%	5.1%	0.5%
	גבוה	0.5%	2.7%	8.2%	17.6%	29.0%	27.9%	12.3%	1.9%
	בינוני	1.5%	6.1%	15.1%	23.5%	28.6%	18.6%	5.7%	0.8%
	נמוך	3.1%	12.1%	22.8%	29.0%	22.2%	9.0%	1.6%	0.0%
	סך הכול	1.2%	5.7%	13.3%	21.7%	26.8%	21.7%	8.2%	1.3%
	בנים	1.3%	6.2%	13.3%	20.6%	24.6%	22.4%	9.5%	2.0%
ממלכתי	בנות	1.1%	5.2%	13.2%	22.8%	29.1%	21.0%	6.9%	0.7%
	גבוה	0.3%	1.7%	6.8%	15.0%	28.4%	30.8%	14.4%	2.6%
	בינוני	1.3%	5.9%	13.7%	23.2%	27.7%	20.5%	6.7%	1.0%
נמוך	2.0%	10.4%	21.2%	29.6%	24.1%	10.8%	1.9%	0.0%	
ממלכתי-דתי	סך הכול	1.9%	7.2%	13.7%	22.0%	29.0%	19.1%	6.5%	0.6%
	בנים	0.8%	5.8%	12.9%	20.9%	29.3%	21.3%	8.3%	0.7%
	בנות	3.4%	9.1%	14.8%	23.6%	28.6%	16.0%	4.1%	0.5%
	גבוה	0.7%	3.7%	6.6%	17.6%	31.0%	28.2%	11.4%	0.8%
	בינוני	1.3%	4.1%	13.5%	21.4%	31.9%	20.3%	6.6%	0.8%
	נמוך	3.8%	15.0%	20.9%	27.4%	22.4%	8.6%	1.8%	0.1%
	חרדי	0.7%	7.1%	22.5%	31.6%	27.6%	9.4%	1.0%	0.1%
דוברי ערבית	סך הכול	3.0%	17.7%	35.1%	29.1%	12.3%	2.6%	0.1%	0.0%
	בנים	4.3%	21.2%	37.0%	24.4%	10.2%	2.6%	0.2%	0.0%
	בנות	1.8%	14.4%	33.3%	33.5%	14.2%	2.6%	0.1%	0.0%
	גבוה	2.0%	12.5%	30.3%	31.3%	18.5%	5.0%	0.5%	0.0%
	בינוני	3.7%	19.2%	33.3%	27.5%	13.2%	3.0%	0.1%	0.0%
	נמוך	2.7%	18.7%	38.9%	29.6%	8.9%	1.3%	0.0%	0.0%
	נמוך	2.7%	18.7%	38.9%	29.6%	8.9%	1.3%	0.0%	0.0%

שיעור המצטיינים	שיעור המתקשים	אחוזון 95	אחוזון 5	(טעות תקן)	סטיית תקן	(טעות תקן)	ממוצע	להסביר תופעות	
8.3%	21.7%	650.04	333.57	0.25	96.78	0.45	492.98	כלל האוכלוסייה	ממוצע ה-OECD
10.1%	20.9%	660.48	334.24	0.32	99.87	0.57	498.99	בנים	
6.5%	22.4%	636.89	333.45	0.30	92.88	0.52	486.87	בנות	
5.9%	32.8%	641.28	284.17	(1.89)	109.50	(3.50)	462.52	כלל האוכלוסייה	כלל ישראל
8.1%	33.1%	657.47	280.77	(2.26)	116.53	(4.72)	468.21	בנים	
3.8%	32.5%	621.11	287.68	(2.17)	101.98	(4.26)	457.06	בנות	
11.2%	19.1%	669.32	325.44	(2.27)	105.77	(3.90)	507.10	גבוה	
5.7%	29.6%	639.78	288.82	(2.30)	106.94	(3.59)	467.90	בינוני	
1.2%	48.7%	575.45	266.91	(2.38)	94.39	(4.21)	416.41	נמוך	
7.7%	25.6%	652.92	299.53	(2.44)	108.07	(4.16)	482.59	סך הכול	
10.6%	24.5%	669.98	300.80	(2.80)	113.07	(5.16)	492.93	בנים	
4.9%	26.8%	632.44	298.45	(2.91)	102.01	(5.27)	472.58	בנות	
13.7%	13.0%	677.53	352.91	(2.69)	99.33	(4.17)	526.58	גבוה	
6.8%	24.5%	647.65	303.79	(2.72)	104.56	(3.88)	482.10	בינוני	
1.9%	41.2%	593.71	273.54	(3.15)	98.28	(6.01)	433.81	נמוך	
9.7%	21.7%	663.70	312.23	(2.93)	107.62	(4.65)	496.97	סך הכול	דוברי עברית
12.8%	21.4%	678.57	310.81	(3.47)	113.31	(5.54)	504.77	בנים	
6.6%	22.1%	643.19	314.07	(2.99)	100.86	(4.75)	489.01	בנות	
16.8%	9.9%	686.58	371.27	(3.03)	96.49	(4.67)	541.90	גבוה	
8.1%	22.3%	655.47	309.55	(3.06)	105.41	(4.18)	491.00	בינוני	
2.3%	36.1%	603.71	286.60	(3.67)	95.87	(6.45)	445.97	נמוך	
6.9%	24.2%	648.46	293.99	(6.83)	106.91	(12.22)	482.50	סך הכול	ממלכתי- דתי
9.0%	20.2%	659.93	318.25	(6.62)	102.98	(12.18)	497.93	בנים	
4.1%	29.6%	624.65	265.84	(9.16)	108.52	(19.65)	461.69	בנות	
10.8%	12.0%	666.03	353.36	(6.76)	95.73	(9.69)	522.24	גבוה	
7.5%	19.7%	652.92	316.16	(7.50)	101.32	(9.62)	492.39	בינוני	
2.0%	42.6%	597.00	253.82	(7.12)	104.09	(15.51)	430.18	נמוך	
0.8%	35.7%	573.99	308.09	(3.18)	81.68	(7.53)	441.28	חרדי	דוברי עברית
0.3%	55.2%	550.05	260.60	(3.30)	88.07	(5.57)	399.75	סך הכול	
0.3%	60.6%	546.64	252.13	(4.66)	89.40	(7.01)	389.66	בנים	
0.3%	50.1%	553.04	270.91	(2.80)	85.71	(6.30)	409.23	בנות	
1.0%	44.3%	582.98	281.67	(3.78)	92.65	(8.11)	426.60	גבוה	
0.3%	54.1%	551.77	253.65	(4.48)	90.47	(7.12)	399.36	בינוני	
0.1%	60.5%	525.28	260.85	(3.40)	80.34	(5.69)	388.66	נמוך	

שיעור המצטיינים	שיעור המתקשים	אחוזון 95	אחוזון 5	(טעות תקן)	סטיית תקן	(טעות תקן)	ממוצע	לפרש נתונים וראיות	
8.6%	21.9%	650.98	328.91	0.26	98.34	0.48	493.42	ממוצע ה-OECD	כלל האוכלוסייה
9.4%	23.1%	656.32	323.36	0.33	101.91	0.60	492.81		בנים
7.8%	20.6%	644.85	335.83	0.31	94.34	0.54	494.07		בנות
6.4%	31.5%	644.71	289.66	(1.83)	108.89	(3.65)	466.95	כלל ישראל	כלל האוכלוסייה
7.8%	33.4%	654.08	281.44	(2.09)	115.40	(5.21)	466.64		בנים
5.0%	29.6%	633.65	299.03	(2.22)	102.23	(4.41)	467.25		בנות
12.2%	18.7%	673.56	325.84	(2.51)	106.58	(3.83)	510.73		גבוה
6.1%	28.2%	642.43	295.69	(2.16)	105.99	(4.15)	473.28		בינוני
1.1%	46.3%	576.58	274.30	(2.37)	92.16	(4.24)	420.80		נמוך
8.4%	23.5%	656.54	299.29	(2.46)	108.34	(4.41)	488.78	סך הכול	סך הכול
10.2%	24.3%	666.29	292.55	(2.81)	113.71	(5.82)	491.32		בנים
6.6%	22.7%	645.64	306.28	(2.88)	102.80	(5.44)	486.33		בנות
15.1%	11.9%	681.30	353.67	(2.87)	99.43	(3.97)	533.12		גבוה
7.4%	22.2%	650.47	308.21	(2.63)	103.83	(4.51)	489.00		בינוני
1.8%	37.9%	597.06	268.97	(3.10)	99.52	(6.20)	438.48		נמוך
9.9%	20.5%	665.01	311.86	(2.73)	107.00	(4.70)	500.16	ממלכתי דוברי ערבית	סך הכול
11.5%	21.9%	673.20	305.24	(3.18)	112.20	(5.33)	500.53		בנים
8.3%	19.0%	655.30	321.02	(2.90)	101.39	(5.06)	499.79		בנות
17.3%	9.6%	690.48	369.40	(2.90)	96.39	(4.51)	544.74		גבוה
8.3%	20.9%	655.32	312.60	(2.60)	103.53	(4.22)	494.42		בינוני
2.1%	33.7%	600.98	285.75	(3.92)	97.36	(6.86)	449.06		נמוך
8.5%	23.1%	656.36	296.61	(5.63)	108.34	(13.23)	489.31	ממלכתי- דתי	סך הכול
10.4%	20.3%	664.39	318.22	(5.68)	106.20	(14.61)	500.98		בנים
5.9%	26.8%	641.02	277.51	(8.13)	109.16	(20.14)	473.57		בנות
14.8%	12.2%	672.18	343.78	(6.01)	98.82	(10.30)	530.42		גבוה
8.8%	18.8%	660.46	324.71	(6.75)	102.64	(12.67)	500.07		בינוני
2.0%	39.8%	598.36	262.49	(6.10)	101.69	(14.07)	434.42		נמוך
2.4%	26.8%	603.12	320.29	(3.78)	87.96	(9.06)	466.04	חרדי	בנות
0.0%	56.5%	533.48	274.96	(3.64)	77.90	(5.38)	398.66		סך הכול
0.1%	62.3%	530.25	263.46	(5.07)	80.28	(7.22)	388.22		בנים
0.0%	51.1%	534.19	288.04	(2.71)	74.21	(5.86)	408.46		בנות
0.2%	46.8%	559.77	286.57	(4.41)	82.50	(7.82)	418.20		גבוה
0.0%	57.4%	535.38	271.57	(4.14)	80.35	(7.15)	397.40		בינוני
0.0%	59.8%	511.53	279.12	(3.52)	70.33	(5.32)	392.61		נמוך

שיעור המצטיינים	שיעור המתקשים	אחוזון 95	אחוזון 5	(טעות תקן)	סטיית תקן	(טעות תקן)	ממוצע	להעריך ולתכנן חקר מדעי	
8.7%	22.2%	651.68	324.47	0.30	100.11	0.50	492.63	כלל האוכלוסייה	ממוצע ה- OECD
9.0%	23.9%	654.60	317.59	0.37	103.25	0.63	489.95	בנים	
8.3%	20.5%	648.30	332.66	0.35	96.51	0.58	495.41	בנות	
7.9%	30.9%	656.16	286.84	(1.89)	113.15	(3.78)	471.34	כלל האוכלוסייה	כלל ישראל
9.1%	33.1%	665.38	278.77	(2.39)	118.95	(5.35)	469.81	בנים	
6.7%	28.7%	646.44	296.33	(2.18)	107.25	(4.54)	472.82	בנות	
14.8%	18.4%	684.76	320.73	(2.70)	111.84	(4.50)	515.82	גבוה	
7.6%	27.5%	653.23	294.07	(2.23)	109.53	(4.08)	477.76	בינוני	
1.7%	45.8%	590.27	269.01	(2.29)	97.38	(4.66)	423.83	נמוך	
10.3%	22.7%	669.06	302.36	(2.59)	111.61	(4.57)	494.89	סך הכול	
11.9%	23.6%	678.21	296.67	(3.12)	116.04	(6.15)	496.45	בנים	דוברי ערבית
8.8%	21.9%	658.67	308.49	(3.07)	107.11	(5.60)	493.39	בנות	
18.3%	11.2%	693.35	352.40	(3.31)	103.63	(4.90)	539.94	גבוה	
9.1%	21.5%	662.09	309.69	(2.68)	107.12	(4.43)	494.25	בינוני	
2.7%	36.9%	610.85	274.88	(3.51)	102.50	(6.52)	445.28	נמוך	
12.8%	19.5%	679.68	316.09	(3.14)	111.05	(5.11)	507.79	סך הכול	
13.9%	21.3%	686.05	309.11	(3.77)	115.81	(6.29)	506.30	בנים	
11.7%	17.8%	671.95	323.17	(3.07)	105.93	(4.90)	509.32	בנות	ממלכתי דוברי ערבית
21.7%	8.9%	703.56	374.86	(3.26)	100.52	(5.58)	553.48	גבוה	
10.8%	19.9%	669.58	314.60	(3.14)	108.03	(4.59)	501.56	בינוני	
3.4%	32.6%	619.38	286.34	(4.46)	100.39	(7.32)	456.16	נמוך	
9.4%	22.3%	663.54	295.78	(6.15)	111.66	(13.15)	494.18	סך הכול	
11.1%	19.6%	670.45	312.67	(5.81)	107.84	(14.19)	504.21	בנים	ממלכתי- דתי
7.2%	26.0%	649.81	266.61	(9.31)	115.17	(21.25)	480.66	בנות	
16.2%	11.5%	682.82	332.23	(8.00)	103.89	(12.66)	535.88	גבוה	
9.8%	17.9%	665.86	321.26	(6.16)	104.03	(10.92)	504.10	בינוני	
2.6%	39.3%	610.73	258.75	(8.32)	108.48	(16.13)	439.93	נמוך	
2.1%	27.4%	604.34	320.59	(3.56)	87.31	(8.71)	465.29	חרדי	דוברי ערבית
0.2%	56.4%	536.71	265.65	(3.51)	81.90	(6.08)	397.68	סך הכול	
0.2%	63.3%	530.15	255.52	(4.12)	82.93	(7.55)	385.15	בנים	
0.1%	49.9%	541.71	278.73	(3.39)	79.09	(6.55)	409.44	בנות	
0.3%	47.9%	558.14	275.52	(4.14)	86.26	(9.15)	416.12	גבוה	
0.1%	56.2%	538.31	266.63	(4.20)	82.71	(7.57)	398.15	בינוני	
0.1%	60.0%	519.41	263.05	(3.79)	76.99	(6.80)	389.62	נמוך	

שיעור המצטיינים	שיעור המתקשים	אחוזון 95	אחוזון 5	(טעות תקן)	סטיית תקן	(טעות תקן)	ממוצע	ידע תוכן	
8.4%	21.6%	651.09	333.08	0.26	97.04	0.45	493.35	כלל האוכלוסייה	ממוצע ה- OECD
10.3%	20.9%	661.74	333.45	0.32	100.36	0.57	499.27	בנים	
6.5%	22.2%	637.70	333.22	0.31	92.89	0.52	487.34	בנות	
6.0%	32.9%	642.11	283.10	(1.89)	109.45	(3.57)	462.18	כלל האוכלוסייה	כלל ישראל
8.1%	33.0%	658.16	280.85	(2.19)	116.04	(4.72)	468.04	בנים	
4.0%	32.7%	623.25	285.66	(2.37)	102.40	(4.42)	456.54	בנות	
11.6%	19.0%	671.34	322.73	(2.10)	106.27	(4.43)	506.77	גבוה	
5.6%	29.5%	637.99	287.27	(2.12)	106.73	(3.64)	467.97	בינוני	
1.2%	48.9%	575.20	264.43	(2.52)	93.85	(4.10)	415.52	נמוך	
7.8%	25.0%	654.52	298.28	(2.56)	107.75	(4.27)	483.17	סך הכול	
10.5%	23.7%	669.98	301.22	(2.81)	112.35	(5.30)	493.42	בנים	דוברי עברית
5.2%	26.3%	634.27	295.81	(3.23)	102.12	(5.40)	473.24	בנות	
14.1%	12.6%	679.34	352.00	(2.49)	99.73	(4.75)	526.99	גבוה	
6.8%	24.1%	646.81	303.24	(2.62)	104.12	(3.96)	482.72	בינוני	
1.9%	39.7%	590.99	268.38	(3.48)	97.68	(5.93)	434.47	נמוך	
9.9%	21.2%	666.29	314.38	(2.61)	106.91	(4.58)	497.53	סך הכול	
12.7%	21.0%	680.09	313.28	(3.04)	112.05	(5.42)	505.50	בנים	
7.0%	21.4%	647.03	316.42	(2.89)	100.72	(4.88)	489.39	בנות	ממלכתי
17.2%	9.5%	688.05	372.11	(2.66)	96.38	(4.88)	542.28	גבוה	
8.2%	21.8%	656.59	312.92	(2.50)	104.51	(4.03)	491.84	בינוני	
2.1%	35.1%	599.35	287.12	(4.07)	94.99	(6.23)	445.95	נמוך	
7.0%	24.3%	649.43	285.17	(6.81)	107.76	(12.61)	481.56	סך הכול	
9.1%	20.1%	659.67	316.39	(6.99)	104.02	(13.07)	496.66	בנים	ממלכתי- דתי
4.3%	29.9%	626.04	260.44	(8.82)	109.33	(19.79)	461.17	בנות	
11.9%	12.4%	667.08	340.47	(7.13)	97.83	(11.13)	521.64	גבוה	
7.1%	20.3%	647.34	307.75	(7.44)	102.56	(10.55)	491.20	בינוני	
2.5%	41.6%	591.00	255.27	(6.77)	103.25	(15.06)	429.13	נמוך	
0.8%	34.8%	576.15	306.86	(3.81)	82.40	(7.31)	444.06	חרדי	דוברי עברית
0.3%	57.4%	547.02	260.05	(3.58)	86.26	(5.48)	396.52	סך הכול	
0.3%	62.7%	543.38	254.12	(4.62)	87.10	(6.78)	387.40	בנים	
0.3%	52.5%	551.07	267.67	(3.36)	84.56	(6.32)	405.08	בנות	
1.0%	45.5%	577.40	281.05	(4.17)	90.33	(8.66)	423.17	גבוה	
0.2%	55.5%	546.85	254.26	(4.10)	88.99	(6.79)	396.77	בינוני	
0.1%	63.7%	520.32	258.69	(4.04)	78.40	(5.39)	385.31	נמוך	

שיעור המצטיינים	שיעור המתקשים	אחוזון 95	אחוזון 5	(טעות תקן)	סטיית תקן	(טעות תקן)	ממוצע	ידע פרוצדורלי ואפיסטמי	
8.0%	21.7%	646.89	331.56	0.24	96.47	0.45	493.00	ממוצע ה-OECD	כלל האוכלוסייה
8.6%	23.2%	650.97	325.57	0.30	99.77	0.56	491.33		בנים
7.4%	20.2%	642.29	338.77	0.30	92.74	0.52	494.75		בנות
6.4%	30.6%	644.24	295.78	(1.65)	107.15	(3.50)	469.54	כלל ישראל	כלל האוכלוסייה
7.5%	32.7%	652.69	287.49	(2.01)	113.08	(4.77)	468.83		בנים
5.3%	28.7%	635.12	303.62	(1.95)	101.11	(4.13)	470.22		בנות
12.5%	17.6%	672.30	329.49	(2.13)	104.99	(3.89)	513.49		גבוה
5.8%	27.5%	640.19	300.57	(2.03)	104.05	(3.75)	475.53		בינוני
1.2%	45.6%	577.70	279.96	(2.32)	90.50	(3.95)	423.47		נמוך
8.4%	22.9%	656.50	306.35	(2.18)	106.36	(4.23)	491.06	סך הכול	סך הכול
9.8%	23.5%	663.69	301.74	(2.55)	110.88	(5.40)	493.51		בנים
6.9%	22.4%	647.15	311.29	(2.69)	101.74	(5.16)	488.68		בנות
15.5%	11.0%	680.43	356.04	(2.50)	97.88	(3.95)	535.65		גבוה
7.0%	21.7%	650.00	314.01	(2.40)	101.70	(4.07)	490.97		בינוני
1.9%	37.7%	597.50	280.81	(2.93)	96.74	(5.93)	440.96		נמוך
10.4%	20.0%	665.80	318.53	(2.70)	105.97	(4.68)	502.66	ממלכתי	סך הכול
11.5%	21.3%	670.63	312.85	(3.17)	110.30	(5.43)	502.20		בנים
9.3%	18.6%	659.15	323.85	(2.75)	101.34	(4.68)	503.13		בנות
18.4%	8.6%	688.66	376.19	(2.64)	94.76	(4.42)	548.20		גבוה
8.3%	20.3%	656.30	317.93	(2.74)	102.63	(4.09)	496.60		בינוני
2.3%	34.0%	605.13	291.03	(3.71)	95.47	(6.79)	450.81		נמוך
7.7%	22.2%	652.74	304.70	(5.19)	105.25	(12.37)	492.30	ממלכתי- דתי	סך הכול
9.3%	19.3%	660.37	323.14	(5.23)	102.58	(13.33)	504.01		בנים
5.5%	26.1%	636.62	285.69	(7.53)	106.71	(19.23)	476.49		בנות
13.3%	11.4%	670.39	334.39	(6.30)	97.58	(10.91)	531.41		גבוה
7.8%	17.8%	656.22	331.70	(5.83)	98.57	(10.43)	503.79		בינוני
2.2%	39.1%	599.52	275.55	(5.34)	99.47	(13.93)	437.96		נמוך
1.7%	27.6%	597.83	325.81	(3.58)	84.43	(8.25)	464.60	חרדי	בנות
0.0%	54.7%	534.24	277.52	(3.23)	77.59	(5.25)	402.21		סך הכול
0.1%	61.9%	530.23	267.32	(4.27)	79.13	(6.41)	390.37		בנים
0.0%	47.9%	538.08	292.03	(2.76)	74.40	(5.83)	413.33		בנות
0.2%	44.8%	556.92	293.07	(4.35)	81.00	(8.02)	421.90		גבוה
0.0%	55.4%	535.06	273.46	(3.73)	80.25	(6.70)	400.95		בינוני
0.0%	58.2%	517.14	279.27	(3.27)	71.10	(5.47)	395.59		נמוך

שיעור המצטיינים	שיעור המתקשים	אחוזון 95	אחוזון 5	(טעות תקן)	סטיית תקן	(טעות תקן)	ממוצע	החיים	
8.3%	22.2%	650.06	329.21	0.25	98.14	0.46	492.27	כלל האוכלוסייה	ממוצע ה-OECD
9.2%	23.2%	655.32	324.65	0.32	101.36	0.58	492.10	בנים	
7.5%	21.1%	644.08	334.76	0.30	94.49	0.53	492.47	בנות	
6.5%	30.3%	646.31	293.06	(1.84)	108.36	(3.48)	469.45	כלל האוכלוסייה	כלל ישראל
7.9%	32.3%	656.50	286.62	(2.34)	114.91	(4.88)	469.43	בנים	
5.1%	28.4%	634.29	301.25	(2.13)	101.65	(4.17)	469.48	בנות	
12.5%	17.5%	675.92	328.87	(2.35)	105.47	(3.87)	513.53	גבוה	
6.2%	27.4%	643.18	298.78	(2.21)	105.72	(3.73)	474.94	בינוני	
1.2%	44.8%	580.53	276.43	(2.22)	92.23	(4.32)	424.18	נמוך	
8.5%	23.4%	659.29	301.44	(2.34)	108.53	(4.25)	489.19	סך הכול	
10.3%	23.6%	667.84	297.66	(2.80)	113.56	(5.59)	493.15	בנים	דוברי ערבית
6.7%	23.2%	646.84	305.12	(2.85)	103.27	(5.14)	485.35	בנות	
15.4%	11.2%	684.27	355.26	(2.73)	99.26	(4.26)	534.34	גבוה	
7.4%	22.2%	651.40	306.68	(2.54)	104.47	(4.18)	489.00	בינוני	
1.8%	38.5%	598.51	273.03	(3.02)	98.77	(5.97)	438.77	נמוך	
10.4%	20.4%	668.05	312.52	(2.85)	107.92	(4.73)	501.27	סך הכול	
11.9%	21.5%	676.62	306.28	(3.50)	113.20	(5.59)	502.25	בנים	
8.8%	19.2%	658.97	319.36	(2.96)	102.23	(4.82)	500.27	בנות	ממלכת ישראל
18.1%	8.9%	692.40	373.91	(2.84)	96.54	(4.64)	546.56	גבוה	
8.6%	20.8%	658.57	308.77	(2.86)	105.70	(4.35)	495.27	בינוני	
2.2%	34.6%	606.37	289.71	(3.82)	96.50	(6.68)	449.70	נמוך	
8.5%	21.8%	658.03	300.01	(6.00)	107.93	(12.64)	492.08	סך הכול	
10.2%	18.7%	663.57	317.27	(6.00)	104.33	(13.92)	504.04	בנים	
6.1%	26.0%	642.79	275.64	(8.46)	110.55	(19.64)	475.93	בנות	ממלכת ישראל-דתי
14.8%	11.1%	676.72	335.86	(6.75)	99.07	(11.62)	533.92	גבוה	
8.7%	17.3%	660.04	325.57	(6.51)	100.76	(10.88)	502.86	בינוני	
2.1%	38.7%	599.72	262.23	(5.27)	102.90	(13.62)	436.41	נמוך	
1.1%	29.6%	589.90	315.15	(2.92)	83.90	(7.18)	457.29	חרדי	
0.3%	51.9%	546.98	279.64	(3.08)	81.17	(5.59)	407.72	סך הכול	דוברי ערבית
0.3%	59.8%	540.28	268.89	(4.23)	81.89	(7.12)	394.04	בנים	
0.3%	44.4%	551.89	294.39	(2.62)	78.30	(6.31)	420.55	בנות	
0.7%	43.4%	574.04	296.29	(3.59)	84.71	(8.18)	427.51	גבוה	
0.2%	52.4%	550.29	278.47	(3.90)	82.92	(7.00)	407.06	בינוני	
0.1%	54.7%	529.52	281.43	(3.69)	75.02	(5.97)	400.92	נמוך	

שיעור המצטיינים	שיעור המתקשים	אחוזון 95	אחוזון 5	(טעות תקן)	סטיית תקן	(טעות תקן)	ממוצע	פיזיקלית	
8.5%	21.6%	650.72	331.71	0.27	97.48	0.47	493.32	כלל האוכלוסייה	ממוצע ה-OECD
10.1%	21.4%	660.15	330.73	0.34	100.93	0.60	497.59	בנים	
6.9%	21.8%	639.15	333.19	0.32	93.39	0.55	488.99	בנות	
7.1%	31.2%	651.02	290.61	(1.75)	110.60	(3.77)	469.40	כלל האוכלוסייה	כלל ישראל
9.0%	31.7%	662.00	287.29	(2.22)	116.50	(5.01)	473.23	בנים	
5.3%	30.8%	636.04	293.86	(2.01)	104.49	(4.47)	465.72	בנות	
13.4%	17.6%	679.56	329.78	(2.73)	107.00	(4.16)	514.27	גבוה	
6.8%	27.7%	649.62	297.97	(2.09)	107.22	(4.11)	476.42	בינוני	
1.5%	47.2%	583.17	270.86	(2.24)	95.16	(4.34)	421.33	נמוך	
9.3%	23.0%	662.54	307.67	(2.15)	108.25	(4.41)	492.22	סך הכול	
11.7%	22.1%	674.33	309.73	(2.44)	111.66	(5.33)	500.17	בנים	דוברי ערבית
6.9%	24.0%	648.63	304.85	(2.73)	104.26	(5.45)	484.52	בנות	
16.5%	11.1%	687.57	359.85	(2.61)	99.57	(4.36)	535.82	גבוה	
8.2%	21.9%	657.45	314.37	(2.35)	104.04	(4.38)	492.46	בינוני	
2.5%	37.5%	604.38	278.40	(3.02)	99.64	(6.21)	443.07	נמוך	
11.6%	20.0%	673.92	316.53	(2.84)	108.65	(4.93)	504.62	סך הכול	
13.8%	20.0%	683.64	316.19	(3.35)	112.41	(5.73)	509.60	בנים	
9.4%	20.0%	662.38	317.37	(2.86)	104.43	(4.82)	499.52	בנות	ממלכת ישראל
19.9%	8.3%	696.53	379.22	(2.88)	96.76	(4.89)	549.81	גבוה	
9.7%	20.5%	666.23	315.45	(2.77)	106.05	(4.54)	499.00	בינוני	
3.1%	33.8%	614.72	290.11	(3.81)	98.72	(6.94)	453.03	נמוך	
8.3%	22.3%	655.31	303.71	(5.73)	107.10	(12.26)	491.49	סך הכול	
10.6%	18.3%	665.45	326.96	(5.63)	102.60	(12.15)	506.45	בנים	ממלכת ישראל - דת
5.3%	27.8%	636.54	271.63	(8.23)	109.63	(20.12)	471.30	בנות	
13.8%	12.3%	670.68	343.78	(6.36)	99.91	(10.69)	528.53	גבוה	
8.8%	17.8%	658.68	327.89	(6.74)	100.00	(10.21)	502.78	בינוני	
2.5%	38.6%	604.64	267.39	(6.29)	104.04	(15.77)	439.36	נמוך	
1.4%	29.6%	594.97	316.23	(4.07)	85.51	(8.70)	459.10	חרדי	דוברי ערבית
0.3%	56.9%	542.39	263.16	(3.33)	84.36	(6.16)	398.01	סך הכול	
0.3%	62.3%	538.77	251.33	(4.52)	86.26	(7.79)	387.62	בנים	
0.2%	51.8%	545.49	277.12	(2.97)	81.30	(6.55)	407.77	בנות	
0.8%	44.4%	574.45	287.34	(3.83)	89.03	(9.61)	425.19	גבוה	
0.2%	55.7%	545.25	260.73	(4.31)	86.53	(7.58)	398.99	בינוני	
0.0%	62.8%	515.27	264.13	(3.24)	75.54	(5.34)	386.66	נמוך	

שיעור המצטיינים	שיעור המתקשים	אחוזון 95	אחוזון 5	(טעות תקן)	סטיית תקן	(טעות תקן)	ממוצע	כדור"א והחלל	
8.5%	21.5%	650.50	329.15	0.28	98.14	0.48	493.89	כלל האוכלוסייה	ממוצע ה- OECD
9.8%	22.0%	658.07	325.53	0.34	101.83	0.61	495.74	בנים	
7.3%	20.9%	641.62	333.69	0.34	93.96	0.56	492.05	בנות	
5.3%	34.2%	636.24	274.75	(1.95)	110.46	(3.82)	457.41	כלל האוכלוסייה	כלל ישראל
7.0%	35.0%	648.14	270.10	(2.28)	116.84	(5.11)	460.19	בנים	
3.7%	33.4%	620.40	280.57	(2.51)	103.89	(4.45)	454.73	בנות	
10.3%	20.2%	664.04	314.45	(2.60)	107.32	(3.94)	501.46	גבוה	
5.0%	30.8%	633.62	281.87	(2.39)	107.48	(4.21)	463.52	בינוני	
1.0%	50.6%	571.61	254.12	(2.34)	96.18	(4.55)	410.30	נמוך	
7.0%	26.0%	647.57	293.41	(2.76)	108.13	(4.59)	479.45	סך הכול	
9.1%	25.9%	661.73	290.52	(2.97)	113.04	(5.65)	485.48	בנים	דוברי ערבית
4.9%	26.2%	632.75	296.28	(3.57)	102.81	(5.62)	473.60	בנות	
12.7%	13.1%	671.71	348.48	(2.71)	98.64	(3.96)	523.70	גבוה	
6.1%	24.9%	642.43	299.06	(2.93)	104.12	(4.55)	479.21	בינוני	
1.6%	41.8%	592.01	259.44	(3.58)	100.60	(6.79)	429.13	נמוך	
8.8%	21.9%	657.90	309.51	(2.85)	106.15	(4.73)	494.06	סך הכול	
10.7%	22.4%	668.93	305.68	(3.18)	111.11	(5.52)	497.94	בנים	
6.7%	21.3%	645.84	313.23	(3.34)	100.68	(4.70)	490.10	בנות	ממלכתי
15.4%	9.9%	680.80	367.98	(3.00)	95.41	(4.45)	538.13	גבוה	
7.2%	22.6%	650.24	304.94	(3.13)	103.92	(4.30)	487.94	בינוני	
1.7%	36.4%	600.12	281.62	(4.08)	96.27	(6.79)	443.57	נמוך	
6.5%	26.7%	642.46	286.16	(6.59)	109.39	(13.23)	475.62	סך הכול	
8.5%	22.8%	658.08	307.35	(5.92)	105.19	(13.58)	490.32	בנים	ממלכתי- דתי
3.7%	31.9%	618.43	251.13	(9.62)	111.76	(21.11)	455.79	בנות	
10.6%	13.8%	659.74	342.47	(6.86)	95.23	(8.75)	518.50	גבוה	
6.8%	22.4%	647.58	312.30	(6.92)	103.54	(11.97)	485.99	בינוני	
2.0%	45.8%	590.47	238.39	(6.13)	107.05	(15.83)	418.55	נמוך	
0.9%	32.4%	581.71	312.76	(4.08)	83.71	(8.87)	449.39	חרדי	דוברי ערבית
0.1%	59.8%	534.53	249.19	(3.83)	86.68	(5.40)	388.47	סך הכול	
0.2%	64.2%	535.28	240.09	(4.89)	89.00	(7.26)	379.83	בנים	
0.1%	55.6%	534.87	258.55	(3.45)	83.59	(6.37)	396.58	בנות	
0.5%	49.5%	562.29	259.85	(4.08)	91.62	(8.45)	409.55	גבוה	
0.0%	59.1%	537.53	245.87	(5.36)	89.61	(7.11)	387.76	בינוני	
0.0%	64.5%	515.21	249.98	(3.92)	79.92	(5.64)	380.28	נמוך	

אוריינות קריאה – טבלאות נתונים

פירגה - אוריינות קריאה	ממוצע	טעות (תקן)	סטיית תקן	טעות (תקן)	אחוזון 5	רבעון I	חציון	רבעון III	אחוזון 95
כלל האוכלוסייה	492.55	0.46	96.03	0.27	326.18	428.01	497.82	561.34	641.60
ממוצע ה-OECD	479.27	0.58	98.02	0.33	311.55	411.87	483.73	549.92	632.93
בנות	506.16	0.54	91.69	0.33	347.17	445.35	511.13	571.34	648.41
כלל האוכלוסייה	478.96	(3.78)	113.11	(1.97)	283.60	401.18	485.22	561.70	654.64
בנים	467.30	(5.39)	119.94	(2.82)	263.84	381.55	473.38	556.96	654.60
בנות	490.16	(4.56)	104.91	(2.24)	308.84	419.63	495.03	565.55	654.56
גבוה	521.42	(4.21)	109.38	(2.59)	322.98	451.92	533.64	601.27	679.52
בינוני	487.19	(4.33)	108.25	(2.39)	295.22	416.26	495.86	564.45	653.54
נמוך	432.23	(4.67)	100.85	(2.68)	264.37	362.67	433.30	503.73	595.79
סך הכול	507.20	(4.52)	103.79	(2.53)	321.35	440.51	514.93	580.98	666.09
בנים	499.95	(5.91)	107.87	(2.80)	308.90	427.75	507.42	577.79	665.89
בנות	514.22	(5.72)	99.16	(3.41)	337.39	451.92	521.16	583.64	665.93
גבוה	548.93	(4.05)	93.25	(2.35)	381.63	490.80	557.47	614.76	687.63
בינוני	507.05	(4.75)	99.50	(2.73)	330.61	443.90	514.97	576.35	660.94
נמוך	461.52	(6.96)	98.19	(3.61)	287.82	397.03	467.89	530.45	613.34
סך הכול	517.13	(4.52)	101.65	(2.90)	336.87	451.33	525.24	589.22	672.56
בנים	506.73	(5.25)	105.71	(3.11)	321.19	436.98	514.62	582.24	669.54
בנות	527.76	(4.66)	96.16	(3.12)	355.96	466.62	535.02	595.14	675.27
גבוה	557.90	(4.76)	90.78	(2.47)	391.98	502.67	566.45	621.50	692.95
בינוני	511.56	(4.36)	98.87	(3.09)	337.30	447.56	519.22	579.98	665.43
נמוך	472.01	(6.96)	94.50	(3.65)	308.86	409.36	475.94	538.14	619.52
סך הכול	508.18	(13.91)	107.21	(5.89)	315.33	439.38	518.61	585.72	668.06
בנים	512.22	(15.57)	103.60	(6.24)	326.23	443.93	520.44	588.68	670.43
בנות	502.73	(22.14)	111.61	(9.15)	294.84	433.98	516.36	581.53	663.34
גבוה	549.84	(11.77)	96.95	(6.23)	363.60	492.63	562.80	617.38	685.90
בינוני	517.20	(13.20)	100.62	(6.77)	336.86	451.99	526.28	587.11	670.56
נמוך	456.14	(16.01)	104.24	(5.76)	268.95	386.37	467.43	530.85	612.88
בנות	493.12	(7.78)	79.02	(3.78)	360.23	438.82	493.94	548.23	620.09
סך הכול	390.61	(6.08)	93.88	(3.27)	234.13	327.38	392.07	456.43	541.96
בנים	363.54	(7.75)	94.64	(4.71)	207.41	302.23	362.76	425.77	519.70
בנות	416.03	(6.12)	85.66	(2.55)	271.32	357.30	418.59	475.89	552.54
גבוה	407.71	(8.65)	97.00	(4.14)	245.80	341.12	410.82	475.97	563.17
בינוני	391.29	(7.71)	96.90	(4.33)	229.98	320.80	393.56	463.09	544.56
נמוך	385.54	(6.59)	86.36	(3.41)	241.60	328.82	386.30	444.09	526.00

פיזה - אוריינות קריאה								מתחת לרמה 1	רמה ב1	רמה א1	רמה 2	רמה 3	רמה 4	רמה 5	רמה 6
כלל האוכלוסייה								1.3%	5.2%	13.6%	23.2%	27.9%	20.5%	7.2%	1.1%
ממוצע ה-OECD	בנים							1.8%	6.8%	15.9%	24.4%	26.6%	17.9%	5.9%	0.9%
	בנות							0.7%	3.7%	11.2%	22.1%	29.3%	23.1%	8.5%	1.4%
כלל האוכלוסייה								3.3%	8.1%	15.2%	21.7%	24.0%	18.5%	7.7%	1.4%
כלל ישראל	בנים							4.9%	10.1%	16.7%	20.3%	22.0%	17.1%	7.6%	1.4%
	בנות							1.8%	6.2%	13.8%	23.0%	26.0%	19.8%	7.9%	1.5%
	גבוה							1.7%	4.4%	9.5%	16.9%	24.4%	26.2%	14.1%	2.9%
	בינוני							2.7%	6.8%	13.2%	21.5%	26.8%	20.1%	7.5%	1.3%
	נמוך							4.8%	12.6%	22.9%	26.9%	21.0%	9.6%	2.0%	0.2%
	סך הכול							1.5%	4.7%	10.9%	20.2%	27.4%	23.3%	10.1%	1.9%
דוברי עברית	בנים							2.0%	5.7%	12.3%	20.3%	26.1%	21.8%	10.0%	1.9%
	בנות							1.1%	3.6%	9.5%	20.1%	28.6%	24.8%	10.3%	1.9%
	גבוה							0.4%	1.6%	5.6%	14.1%	26.2%	31.1%	17.4%	3.6%
	בינוני							1.3%	4.0%	10.7%	20.7%	29.0%	23.5%	9.0%	1.6%
	נמוך							2.8%	8.3%	16.9%	27.2%	27.1%	14.1%	3.2%	0.4%
	סך הכול							1.0%	3.8%	10.1%	18.9%	27.3%	25.0%	11.6%	2.3%
ממלכת ישראל	בנים							1.5%	4.9%	11.7%	19.9%	26.6%	22.8%	10.6%	2.1%
	בנות							0.5%	2.7%	8.4%	17.9%	28.0%	27.2%	12.7%	2.5%
	גבוה							0.3%	1.3%	4.9%	12.1%	25.4%	32.7%	19.1%	4.2%
	בינוני							1.0%	3.7%	10.4%	20.0%	29.1%	24.0%	9.9%	1.8%
	נמוך							1.8%	6.4%	16.1%	27.3%	28.0%	16.0%	3.9%	0.4%
	סך הכול							1.8%	5.4%	10.6%	18.3%	26.8%	24.1%	11.0%	1.9%
ממלכת- דתי	בנים							1.3%	4.6%	10.9%	18.7%	26.8%	24.1%	11.7%	1.9%
	בנות							2.6%	6.5%	10.2%	17.9%	26.8%	24.1%	10.1%	1.9%
	גבוה							0.8%	2.3%	5.7%	12.5%	24.6%	31.8%	19.1%	3.2%
	בינוני							1.1%	3.8%	9.7%	18.4%	27.6%	26.2%	11.1%	2.0%
	נמוך							3.9%	10.4%	16.4%	24.1%	27.9%	13.7%	3.1%	0.4%
	סך הכול							3.9%	10.4%	16.4%	24.1%	27.9%	13.7%	3.1%	0.4%
דוברי ערבית	בנות							0.2%	2.2%	11.8%	29.6%	33.0%	19.2%	3.8%	0.3%
	סך הכול							8.8%	18.9%	28.6%	26.3%	13.7%	3.5%	0.2%	0.0%
	בנים							14.0%	23.9%	30.4%	20.3%	8.8%	2.4%	0.1%	0.0%
	בנות							3.9%	14.1%	27.0%	31.9%	18.2%	4.6%	0.4%	0.0%
	גבוה							7.1%	16.1%	25.7%	28.1%	16.8%	5.9%	0.4%	0.0%
	בינוני							9.6%	20.1%	25.2%	25.4%	15.7%	3.7%	0.3%	0.0%
דוברי ערבית	נמוך							7.9%	19.4%	32.5%	26.5%	11.3%	2.3%	0.1%	0.0%
	סך הכול							8.8%	18.9%	28.6%	26.3%	13.7%	3.5%	0.2%	0.0%
	בנים							14.0%	23.9%	30.4%	20.3%	8.8%	2.4%	0.1%	0.0%
	בנות							3.9%	14.1%	27.0%	31.9%	18.2%	4.6%	0.4%	0.0%
	גבוה							7.1%	16.1%	25.7%	28.1%	16.8%	5.9%	0.4%	0.0%
	בינוני							9.6%	20.1%	25.2%	25.4%	15.7%	3.7%	0.3%	0.0%

אוריינות מתמטיקה – טבלאות נתונים

פיזה - אוריינות מתמטיקה	ממוצע	(טעות תקן)	סטיית תקן	(טעות תקן)	אחוזון 5	רבעון I	חציון	רבעון III	אחוזון 95
כלל האוכלוסייה	490.20	0.44	89.49	0.26	340.49	428.46	492.35	553.34	633.83
ממוצע ה-OECD	494.14	0.56	92.20	0.32	340.25	429.78	496.31	559.88	641.93
בנות	486.20	0.51	86.24	0.31	341.14	427.29	488.68	546.81	623.97
כלל האוכלוסייה	469.67	(3.63)	103.36	(2.16)	296.29	395.94	473.38	544.83	633.75
בנים	473.99	(5.39)	109.32	(3.03)	290.18	394.41	478.17	554.76	647.51
בנות	465.52	(4.04)	97.09	(2.33)	301.42	397.38	469.69	535.71	618.31
גבוה	510.00	(4.07)	100.28	(2.74)	331.77	444.50	520.22	579.97	661.36
בינוני	478.05	(4.03)	98.85	(2.63)	307.75	409.58	483.23	549.36	631.33
נמוך	422.99	(4.30)	91.51	(2.46)	273.57	358.47	421.85	487.80	574.92
סך הכול	494.70	(4.31)	95.67	(2.63)	331.48	430.31	499.57	561.98	644.91
בנים	501.93	(5.97)	99.76	(3.47)	332.67	433.87	506.99	572.61	657.95
בנות	487.69	(4.89)	90.98	(2.85)	330.05	427.05	493.14	552.11	628.19
גבוה	533.24	(4.13)	87.65	(2.97)	379.34	479.27	539.08	593.18	669.17
בינוני	496.17	(4.40)	90.71	(2.64)	340.67	434.95	499.72	560.32	638.26
נמוך	448.54	(5.99)	90.08	(3.47)	294.33	388.97	452.23	511.71	591.38
סך הכול	503.06	(3.98)	93.07	(2.49)	342.62	440.47	507.96	568.74	649.13
בנים	508.80	(4.73)	96.99	(3.04)	340.41	444.15	515.37	576.49	659.71
בנות	497.19	(4.17)	88.49	(2.48)	344.77	436.95	502.28	560.23	635.59
גבוה	541.17	(4.20)	85.17	(2.67)	389.25	488.76	546.70	598.82	674.31
בינוני	498.29	(3.88)	89.23	(2.44)	342.40	439.09	502.11	562.03	638.03
נמוך	458.85	(5.95)	85.46	(3.50)	317.54	400.52	460.55	518.44	595.61
סך הכול	499.40	(12.74)	99.03	(6.05)	327.13	435.49	506.04	568.07	651.95
בנים	516.11	(15.02)	94.46	(6.18)	363.81	450.66	520.08	583.70	664.46
בנות	476.85	(17.96)	100.50	(8.55)	295.87	413.46	484.74	547.01	628.92
גבוה	537.48	(11.46)	86.19	(5.21)	385.38	482.74	539.87	598.05	672.25
בינוני	512.85	(11.51)	91.65	(6.10)	358.19	452.57	517.38	576.62	655.16
נמוך	442.77	(12.89)	96.33	(5.34)	274.79	379.90	450.39	511.36	593.66
סך הכול	476.70	(8.17)	78.42	(3.81)	345.75	420.67	480.15	533.76	601.61
סך הכול	391.37	(6.19)	85.83	(2.95)	255.54	330.60	387.99	449.52	537.82
בנים	385.19	(8.17)	88.99	(3.70)	248.31	321.72	379.71	443.47	543.38
בנות	397.18	(6.20)	82.30	(3.29)	264.25	339.76	395.62	453.51	534.20
גבוה	413.95	(8.70)	91.61	(3.69)	264.13	352.82	415.70	475.90	564.73
בינוני	390.58	(7.92)	89.26	(4.39)	247.65	326.47	386.50	453.82	539.94
נמוך	382.25	(5.99)	77.94	(3.89)	259.17	327.43	378.17	434.16	515.81

פיזה - אוריינות מתמטיקה							מתחת לרמה 1	רמה 1	רמה 2	רמה 3	רמה 4	רמה 5	רמה 6
ממוצע ה-OECD	כלל האוכלוסייה		8.5%	14.9%	22.5%	24.8%	18.6%	8.4%	2.3%				
	בנים		8.4%	14.6%	21.6%	24.0%	19.0%	9.5%	2.9%				
	בנות		8.5%	15.2%	23.5%	25.7%	18.2%	7.2%	1.7%				
כלל ישראל	כלל האוכלוסייה		15.0%	17.1%	21.1%	21.7%	16.1%	7.1%	1.9%				
	בנים		15.7%	16.5%	19.3%	20.1%	17.0%	8.6%	2.8%				
	בנות		14.4%	17.6%	22.9%	23.1%	15.4%	5.6%	1.0%				
	גבוה		7.7%	11.0%	17.4%	24.3%	23.3%	12.3%	4.0%				
	בינוני		12.2%	15.6%	21.9%	23.6%	17.7%	7.3%	1.6%				
	נמוך		24.7%	24.6%	24.0%	17.1%	7.7%	1.8%	0.2%				
	סך הכול		8.3%	13.7%	21.1%	25.1%	20.2%	9.1%	2.5%				
דוברי עברית	בנים		8.1%	13.2%	19.6%	23.4%	21.1%	11.0%	3.7%				
	בנות		8.5%	14.2%	22.5%	26.8%	19.3%	7.2%	1.3%				
	גבוה		3.1%	7.5%	15.6%	26.6%	27.3%	14.9%	5.0%				
	בינוני		7.0%	13.5%	22.1%	26.1%	20.6%	8.7%	2.0%				
	נמוך		15.5%	21.2%	26.5%	22.5%	11.3%	2.7%	0.3%				
	סך הכול		6.9%	12.6%	20.1%	25.7%	21.9%	10.1%	2.8%				
	בנים		7.2%	11.9%	18.6%	24.1%	22.7%	11.5%	3.9%				
ממלכת ישראל	בנות		6.6%	13.3%	21.6%	27.2%	21.0%	8.6%	1.6%				
	גבוה		2.4%	6.7%	13.7%	26.1%	29.3%	16.1%	5.7%				
	בינוני		6.9%	12.8%	21.8%	26.5%	21.2%	9.1%	1.7%				
	נמוך		12.1%	20.5%	27.0%	24.4%	12.6%	3.1%	0.3%				
	סך הכול		8.2%	12.6%	20.6%	24.5%	20.6%	10.4%	3.2%				
	בנים		4.4%	11.8%	19.5%	24.1%	22.6%	13.2%	4.4%				
	בנות		13.3%	13.6%	22.1%	25.0%	17.8%	6.6%	1.5%				
ממלכת- דת	גבוה		2.7%	6.3%	16.1%	26.6%	26.2%	16.9%	5.3%				
	בינוני		4.6%	11.4%	20.6%	25.1%	23.4%	11.3%	3.7%				
	נמוך		18.8%	20.2%	25.0%	21.9%	11.0%	2.9%	0.3%				
	סך הכול		6.8%	17.6%	26.6%	28.3%	16.5%	3.9%	0.3%				
	בנים		40.0%	27.0%	18.3%	9.9%	3.9%	0.8%	0.0%				
	בנות		32.5%	28.0%	24.0%	11.7%	3.2%	0.5%	0.0%				
	גבוה		26.9%	25.3%	25.0%	14.6%	6.7%	1.5%	0.0%				
דוברי ערבית	בינוני		37.2%	25.8%	20.8%	11.8%	3.9%	0.5%	0.0%				
	נמוך		39.3%	29.9%	20.1%	8.6%	1.9%	0.3%	0.0%				
	סך הכול		36.1%	27.5%	21.3%	10.9%	3.6%	0.6%	0.0%				

יחידות דינאמיות⁹¹

1. ריצה במזג אוויר חם

היחידה היא יחידת דס"א (דינאמית-סימולטיבית-אינטראקטיבית), המדמה סביבה של חקר מדעי בתחום התוכן "מערכות חיים", והיא עוסקת בנושא ויסות חום הגוף בזמן ריצה במזג אוויר חם. ביחידה מוצגת דמות אנושית שרצה ריצה ארוכה בתנאי חום ולחות גבוהים. התלמיד יכול לשלוט בטמפרטורת האוויר ובאחוז הלחות באוויר, ולקבוע אם הרץ שותה/לא שותה מים (להלן: המשתנים הבלתי תלויים). ערכי המשתנים האלו נקבעים על ידי שני כפתורי הזזה וכפתור שלישי שבאמצעותו התלמיד בוחר אם הרץ שותה או לא. לאחר שלוחצים על כפתור ההפעלה, הערכים שנקבעו משוגרים ומתקבל מידע על נפח הזיעה, אחוז איבוד המים מהגוף וטמפרטורת הגוף של הרץ (להלן, המשתנים התלויים), הן בתמונות של מד-טמפרטורה, של מד איבוד הנוזלים ושל מד נפח הזיעה, והן במספרים בטבלה. בכל מדידה ערכי המשתנים התלויים יופיעו באותה שורה בטבלה, לצד ערכי המשתנים הבלתי תלויים שהזין התלמיד. בכל שאלה הנבחן עורך מדידה ניסויית אחת או יותר, שבה הוא קובע את ערכי המשתנים הבלתי תלויים בהתאם לדרישות השאלה ועוקב אחר השינוי המתקבל עקב כך בתוצאות המשתנים התלויים. בכל מדידה (סבב ניסוי), אם המשתנים שנקבעו יוצרים תנאים שבהם עלולים להיגרם התייבשות ו/או מכת חום, המערכת מציגה דגל אדום מעל תנאים אלו בראש המסך.

ביחידה מספר שאלות. היחידה בנויה כך שכלל שמתקדמים בסדר השאלות עולה רמת מורכבות הניסוי שהתלמיד צריך לערוך – ממדידה אחת (סבב ניסוי אחד) בשאלה הראשונה, שבה ערכי המשתנים נמסרו לו בגוף השאלה, ועד לתכנון ניסוי שלם, תוך קיבוע כל המשתנים למעט המשתנה הבלתי תלוי שבמוקד השאלה וביצוע לפחות שתי מדידות בשני ערכים שונים של משתנה זה.

הליך היחידה:

לאחר הצגה כללית של הנושא (מסך 1) התלמיד מתוודע לממשק ההפעלה של היחידה בעזרת הנחיות ולומד תוך כדי תרגול כיצד משנים את ערכי המשתנים הבלתי תלויים (מסך 2). לאורך כל היחידה יכול התלמיד לחזור לשלב ההנחיות. לאחר מכן מוצגות בזו אחר זו שאלות היחידה.

⁹¹ סרטון המחשה ליחידה נמצא באתר ראמ"ה בקישור הבא:

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

מסך 1: הקדמה והצגת כללית של הנושא:

PISA 2015

ריצה במזג אוויר חם
הקדמה

קראו את ההקדמה. לאחר מכן לחצו על החץ "הבא".

ריצה במזג אוויר חם

בזמן ריצה למרחקים ארוכים, טמפרטורת הגוף עולה והגוף מדע.

אם הרצים אינם שותים מספיק כדי להחזיר לגופם את כמות המים שהם מאבדים בהזעה, הם עלולים לסבול מהתייבשות. איבוד מים בכמות של 2% או יותר ממסת הגוף נחשב למעב של התייבשות. האחוזים האלה מסומנים על מד איבוד המים שמוצג למטה.

אם טמפרטורת הגוף מגיעה ל-40°C או יותר, הרצים עלולים לסבול ממצב מסכן חיים הנקרא מכת חום. טמפרטורת גוף זו מסומנת על מד טמפרטורת הגוף שמוצג למטה.

מסך 2: הסברים כיצד להפעיל את היחידה: שאלה 1

PISA 2015

ריצה במזג אוויר חם
שאלה 1 מתוך 6

4 כיצד להפעיל את ההדמיה

כדי לאסוף נתונים, הפעילו את ההדמיה בהתאם למידע המופיע למטה. השלימו את התשובה לשאלה באמצעות בחירה מהתפריטים הנפתחים.

אדם רץ במשך שעה אחת, ביים חם יבש (טמפרטורת האוויר 40°C, לחות האוויר 20%). הוא אינו שותה מים כלל.

מה הסכנה לבריאותו בתנאים האלה?

הסכנה לבריאותו של הרץ היא בחרו

ראים זאת לפי בחרו של הרץ אחרי שעה אחת של ריצה.

הפעלה

טמפרטורת האוויר (°C) 20 25 30 35 40

לחות האוויר (%) 20 40 60

שתיית מים ☐ לא ☐ כן

טמפרטורת האוויר (°C)	לחות האוויר (%)	שתיית מים	נפח הזיעה (ליטרים)	איבוד המים (%)	טמפרטורת הגוף (°C)

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: על התלמיד להפעיל את ההדמיה ולבצע מדידה אחת פשוטה (סבב ניסויי אחד). על פי התוצאות שיתקבלו (שגם הן יופיעו באותה שורה בטבלה), עליו להשיב אם הרץ חשוף לסכנת התייבשות או למכת חום, ולציין לפי איזה משתנה בלתי תלוי הגיע למסקנה.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה
המיומנות	פירוש נתונים וראיות מדעיות
סוג הידע – תחום התוכן	פרוצדוראלי – מערכות חיים
הקשר	אישי – בריאות ומחלות
רמת קושי	רמה 3 (497)

מחווין

התשובה הנכונה:

✓ הסכנה לבריאותו של הרץ היא התייבשות/מכת חום. רואים זאת לפי נתוני איבוד המים/נפח הזיעה/ טמפרטורת הגוף של הרץ אחרי שעה אחת של ריצה.

שאלה 2

PISA 2015

ריצה במזג אוויר חם
שאלה 2 מתוך 6

כיצד להפעיל את ההדמיה

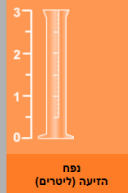
כדי לאסוף נתונים, הפעילו את ההדמיה בהתאם למידע המופיע למטה. כדי לענות על השאלה, סמנו את תשובתכם ובחרו את הנתונים המתאימים בטבלה.

אדם רץ במשך שעה אחת, ביום חם ולח (טמפרטורת האוויר 35°C , לחות האוויר 60%). אינו שותה מים כלל. הוא נמצא בסיכון להתייבשות וגם למכת חום.

כיצד תשפיע שתיית מים במהלך הריצה על הסיכון שלו להתייבשות ולמכת חום?

☐ שתיית מים תקטין את הסיכון למכת חום אך לא את הסיכון להתייבשות
☐ שתיית מים תקטין את הסיכון להתייבשות אך לא את הסיכון למכת חום.
☐ שתיית מים תקטין את הסיכון למכת חום וגם את הסיכון להתייבשות.
☐ שתיית מים לא תקטין את הסיכון למכת חום ולא תקטין את הסיכון להתייבשות.

★ סמנו בטבלה שתי שורות שבהן הנתונים תומכים בתשובתכם.



נפח הזיעה (ליטרים) איבוד המים (%) טמפרטורת הגוף ($^{\circ}\text{C}$)

טמפרטורת האוויר ($^{\circ}\text{C}$) 20 25 30 35 40
 לחות האוויר (%) 20 40 60

הפעלה

שתיית מים לא כן כן

טמפרטורת האוויר ($^{\circ}\text{C}$)	לחות האוויר (%)	שתיית מים	נפח הזיעה (ליטרים)	איבוד המים (%)	טמפרטורת הגוף ($^{\circ}\text{C}$)

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד צריך להוציא אל הפועל מהלך ניסויי קצר. עליו להפעיל את ההדמיה ולערוך שני סבבים ניסויים (שתי מדידות). בין סבב לסבב על התלמיד לשמור על המשתנים טמפרטורת האוויר ואחוז הלחות קבועים, ולשנות רק את המשתנה הבלתי תלוי בניסוי זה – שתיית מים.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה ותגובה פתוחה (סימון שורות בטבלה)
המיומנות	פירוש נתונים וראיות מדעיות
סוג הידע – תחום התוכן	פרוצדוראלי – מערכות חיים
הקשר	אישי – בריאות ומחלות
רמת קושי	רמה 4 (580)

מחווה

כדי לקבל ניקוד מלא עליו לבחור בתשובה:

✓ שתיית מים תקטין את הסיכון להתייבשות אך לא את הסיכון למכת חום.

ולסמן בטבלה שתי שורות:

✓ טמפרטורת האוויר - 35°C , לחות האוויר - 60%, שתיית מים – לא.

✓ טמפרטורת האוויר - 35°C , לחות האוויר - 60%, שתיית מים – כן.

כלומר, התלמיד הגיע לתשובה הנכונה בהתבסס על פרוצדורה מדעית נכונה.

אם התלמיד יבחר בתשובה הנכונה – שתיית מים תקטין את הסיכון להתייבשות אך לא את הסיכון למכת חום – אך בלי שסימן את המידע הרלוונטי בטבלה או שסימן מידע שגוי או חסר, יקבל ניקוד חלקי (הגיע לתשובה הנכונה אך מבלי להתבסס על פרוצדורה מדעית נכונה).

שאלה 3 (א3, ב3)

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש לחקור את השפעת השינוי בטמפרטורת האוויר על נפח הזיעה. התלמיד נדרש לערוך לפחות שני סבבי ניסוי (שתי מדידות), ולשמור במהלכם על כל המשתנים קבועים, למעט המשתנה הבלתי תלוי. כדי להעיד על הבנת תכנון הניסוי ותוצאותיו, על התלמיד לבחור שתי שורות מטבלת התוצאות שבהן הטמפרטורה שונה אך כל שאר המשתנים זהים. על סמך התוצאות, התלמיד נדרש להסביר את התופעה שגילה, תוך התייחסות מפורשת או מרומזת לתפקוד הזיעה והשפעתה על ויסות טמפרטורת הגוף.

מאפייני חלק א'

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה ותגובה פתוחה (סימון שורות בטבלה)
המיומנות	הערכה ותכנון של חקר מדעי
סוג הידע – תחום התוכן	פרוצדוראלי – מערכות חיים
הקשר	אישי – בריאות ומחלות
רמת קושי	רמה 3 (531)

מאפייני חלק ב'

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	פתוחה
המיומנות	הסבר תופעה באופן מדעי
סוג הידע – תחום התוכן	ידע תוכן – מערכות חיים
הקשר	אישי – בריאות ומחלות
רמת קושי	רמה 5 (641)

מחווון

ניקוד מלא - חלק א

✓ בחירת התשובה: נפח הזיעה גדל

ניקוד מלא - חלק ב

✓ התלמיד מציין במפורש או במשתמע את תפקידה של הזיעה בקירור הגוף ו/או את תפקידה בוויסות טמפרטורת הגוף.

שאלה 4

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש לחקור את השפעת טמפרטורת האוויר על הופעת מכת חום אצל הרץ בתנאים הנתונים בשאלה. התלמיד נדרש לערוך לפחות שני סבבי ניסוי (שתי מדידות), ולקבוע על סמך התוצאות את טמפרטורת האוויר הגבוהה ביותר שבה הרץ לא יסבול ממכת חום.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה, סימון שורות בטבלה, וניסוח תשובה
המיומנות	הערכה ותכנון של חקר מדעי
סוג הידע – תחום התוכן	פרוצדוראלי – מערכות חיים
הקשר	אישי – בריאות ומחלות
רמת קושי	רמה 4 (592)

מחווון

ניקוד מלא

✓ בחירת התשובה: 35°C

וגם

סימון שתי שורות:

✓ בראשונה: לחות האוויר = 40% וטמפרטורת האוויר = 35°C

✓ בשנייה: לחות האוויר = 40% וטמפרטורת האוויר = 40°C

וגם

✓ ניסוח הסבר המציין במפורש או במשתמע שכאשר לחות האוויר היא 40%, טמפרטורת האוויר

הגבוהה ביותר שבה עדיין לא מקבלים מכת חום היא 35°C, כיוון שהעלאת טמפרטורת האוויר

מ-35°C ל-40°C גורמת לרץ לקבל מכת חום.

שאלה 5

ריצה במדג אוויר חם
שאלה 5 מתוך 6

כיצד להפעיל את ההדמיה

כדי לאסוף נתונים, הפעילו את ההדמיה בהתאם למידע המופיע למטה. כדי לענות על השאלה, סמנו את תשובתכם, בחרו את הנתונים המתאימים בטבלה והקלידו את ההסבר.

בהדמיה זו אפשר לבחור לחות אוויר של 20%, 40% או 60%.
האם לדעתכם, ריצה שבמהלכה שותים מים, כאשר לחות האוויר היא 50% וטמפרטורת האוויר היא 40°C, היא בטוחה או מסוכנת?
☐ בטוחה
☐ מסוכנת

★ סמנו בטבלה שתי שורות שבהן הנתונים תומכים בתשובתכם.
הסבירו כיצד הנתונים האלה תומכים בתשובתכם.

טמפרטורת האוויר (°C)	לחות האוויר (%)	שתיית מים	נפח חזיה (ליטרים)	איבוד המים (%)	טמפרטורת הגוף (°C)

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש לחזות/לשער אם הריצה בתנאים שאותם לא ניתן לבדוק באמצעות הסימולציה מסוכנת לרץ. התלמיד נדרש לערוך ניסוי בשני סבבים (שתי מדידות), ולשמור במהלכם על כל המשתנים קבועים, למעט אחוז הלחות. כדי להוכיח הבנה של תכנון הניסוי ותוצאותיו, על התלמיד לסמן בטבלה שתי שורות שמהוות ראיה התומכת במסקנתו ולהסביר את מסקנתו על סמך התוצאות.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה, סימון שורות בטבלה וניסוח תשובה
המיומנות	הערכה ותכנון של חקר מדעי
סוג הידע – תחום התוכן	פרוצדוראלי – בריאות ומחלות
הקשר	אישי – בריאות ומחלות
רמת קושי	רמה 4 (598)

מחווון

ניקוד מלא

✓ בחירת התשובה: מסוכנת

וגם

סימון שתי השורות:

- ✓ בראשונה: טמפרטורת האוויר = 50°C , לחות האוויר = 40% ושתיית מים = כן
- ✓ ובשנייה: טמפרטורת האוויר = 50°C , לחות האוויר = 60% ושתיית מים = כן

וגם

- ✓ ניסוח הסבר המציין שאם הרץ סובל ממכת חום גם ב-40% לחות וגם ב-60% לחות, יש סיכון שבאותם התנאים הוא יקבל מכת חום ב-50% לחות.

יחידות סטטיות

2. נדידת הציפורים

היחידה היא סטטית (אין בה חלקים אינטראקטיביים), שייכת לתחום "מערכות חיים" ועוסקת בתופעת "נדידת הציפורים".

שאלה 1

⏪
⏩
?
🔍

PISA 2015

נדידת ציפורים

נדידת ציפורים היא תנועה עונתית עצומת-ממדים של ציפורים אל אתרי הרבייה שלהן ובחזרה מהם. בכל שנה, מתנדבים סופרים את הציפורים הנודדות במקומות מוגדרים. מדענים לוכדים חלק מהציפורים ומסמנים את רגליהן באמצעות שילובים שונים של טבעות ותוויות צבעוניות. המדענים נעזרים בתצפיות על הציפורים המסומנות ובספירה שמבצעים המתנדבים, כדי לקבוע מהם מסלולי הנדידה של הציפורים.



נדידת ציפורים

שאלה 1 מתוך 5

היעזרו בקטע "נדידת ציפורים" שבצד שמאל. כדי לענות על השאלה, סמנו את תשובתכם.

רוב הציפורים הנודדות אינן נודדות לבד. הן מתאספות במקום מסוים, ואז נודדות בקבוצות גדולות. ההתנהגות הזאת נובעת מאבולוציה. איזה מההסברים שלפניכם הוא ההסבר המדעי הטוב ביותר לאבולוציה של ההתנהגות הזאת אצל רוב הציפורים הנודדות?

- ☐ לציפורים שנדדו לבד או בקבוצות קטנות היה סיכוי קטן יותר לשרוד ולהתרבות.
- ☐ לציפורים שנדדו לבד או בקבוצות קטנות היה סיכוי גדול יותר למצוא מספיק מזון.
- ☐ נדידה בקבוצות גדולות אפשרה למינים אחרים של ציפורים להצטרף לנדידה.
- ☐ נדידה בקבוצות גדולות הגבירה את הסיכוי של כל ציפור למצוא מקום לקינון.

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: על התלמיד לזהות את היתרון האבולוציוני בנדידת הציפורים בקבוצות גדולות, אשר מהווה את ההסבר המדעי לתופעה.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה
המיומנות	הסבר מדעי של תופעה
סוג הידע – תחום התוכן	ידע של תוכן – מערכות חיים
הקשר	גלובלי – איכות הסביבה
רמת קושי	רמה 3 (501)

מחווין

ניקוד מלא

בחירת התשובה

✓ לציפורים שנדדו לבד או בקבוצות קטנות היה סיכוי נמוך קטן יותר לשרוד ולהתרבות.

שאלה 2

⏪ ⏩ ?

🕒

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

PISA 2015

נדידת ציפורים

נדידת ציפורים היא תנועה עונתית עצומת-ממדים של ציפורים אל אתרי הרבייה שלהן ובחזרה מהם. בכל שנה, מתנדבים סופרים את הציפורים הנודדות במקומות מוגדרים. מדענים לוכדים חלק מהציפורים ומסמנים את רגליהן באמצעות שילובים שונים של טבעות וחוות צבעוניות. המדענים נעזרים בתצפיות על הציפורים המסומנות ובספירה שמבצעים המתנדבים, כדי לקבוע מהם מסלולי הנדידה של הציפורים.



נדידת ציפורים

שאלה 2 מתוך 5

היעזרו בקטע "נדידת ציפורים" שבצד שמאל. הקלידו את תשובתכם לשאלה.

צינו גורם אחד שבגללו ספירת הציפורים הנודדות על ידי המתנדבים עשויה להיות לא-מדויקת, והסבירו כיצד גורם זה משבש את הספירה.

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש להצביע על גורם אחד שעלול להשפיע על דיוק ספירת הציפורים על ידי הצופים, ולהסביר כיצד גורם זה עלול להגביל את תהליך איסוף הנתונים ולשבש את הספירה.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	פתוחה
המיומנות	להעריך ולתכנן מחקר מדעי
סוג הידע – תחום התוכן	פרוצדוראלי – מערכות חיים
הקשר	גלובלי – איכות הסביבה
רמת קושי	רמה 4 (630)

מחווון

ניקוד מלא

התלמיד מציין לפחות גורם אחד שיכול להשפיע על מידת הדיוק של הספירה שעורכים המתצפתים.

- המתצפתים יכולים לפספס חלק מהציפורים כי הן עפות גבוה מדי.
- אם סופרים אותן ציפורים יותר מפעם אחת, זה יכול לגרום לכך שהמספרים יהיו גבוהים מדי.
- כשהמתנדבים סופרים ציפורים שעפות בקבוצות גדולות, הם יכולים רק להעריך כמה ציפורים יש.
- המתצפתים יכולים לטעות לגבי סוג הציפורים, כך שהמספרים לאותו סוג של ציפור יהיו לא נכונים.
- הציפורים נודדות בלילה.
- המתנדבים אינם יכולים להיות בכל מקום שבו הציפורים נודדות.
- המתצפתים יכולים לטעות בספירה.

שאלה 3

PISA 2015

**נדדת ציפורים
החופזי הזהוב**

החופזי הזהוב הוא ציפור נודדת המתרבה בצפון אירופה. בסתיו, הציפור הזו עפה לאזורים חמים יותר שיש בהם יותר מזון זמין. באביב, ציפור זו חוזרת אל אתרי הרבייה שלה.

המפות שלמטה מבוססות על יותר מעשר שנות מחקר על נדדת החופזי הזהוב. במפה 1 מוצגים מסלולי הנדידה דרומה של החופזי הזהוב במהלך הסתיו, ובמפה 2 מוצגים מסלולי הנדידה צפונה במהלך האביב. האזורים האפורים מסמנים יבשה והאזורים הלבנים מסמנים ים. עובי החצים מייצג את גודל הקבוצות של הציפורים הנודדות.

מסלולי הנדידה של החופזי הזהוב

מפה 1: מסלולי נדידה דרומה
בסתיו

מפה 2: מסלולי נדידה צפונה
באביב

נדדת ציפורים
שאלה 3 מתוך 5

היעזרו בקטע "החופזי הזהוב" שבכד שמאל, כדי לענות על השאלה, סמנו תשובה אחת או יותר.

באילו מן הסטענות בנוגע לנדדה של החופזי הזהוב תומכות המפות?

✓ שימו לב: אפשר לבחור תשובה אחת או יותר.

- ☐ במפות רואים ירידה במספר החופזים הזהובים שנודדים דרומה בעשר השנים האחרונות.
- ☐ במפות רואים שמסלולי הנדידה צפונה של חלק מהחופזים הזהובים שונים ממסלולי הנדידה דרומה.
- ☐ במפות רואים שהחופזים הזהובים מעבירים את החורף באזורים הנמצאים דרומית ודרום-מערבית לאתרי הרבייה והקינן שלהם.
- ☐ במפות רואים שמסלולי הנדידה של החופזי הזהוב התרחקו מאזורי החוף בעשר השנים האחרונות.

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש לפרש ולנתח את המידע המוצג במפות, להשתמש במידע זה כדי להשוות בין מסלולי הנדידה של "החופזי הזהוב" בסתיו ובאביב ולהסיק מסקנות נכונות.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה
המיומנות	פירוש נתונים וראיות באופן מדעי
סוג הידע – תחום התוכן	פרוצדוראלי – מערכות חיים
הקשר	גלובלי – איכות הסביבה
רמת קושי	רמה 4 (574)

מחווין

ניקוד מלא

בחירת שתי התשובות

✓ במפות רואים שמסלולי הנדידה צפונה של חלק מהחופזים הזהובים שונים ממסלולי הנדידה דרומה.

✓ במפות רואים שהחופזים הזהובים מעבירים את החורף באזורים הנמצאים דרומית ודרום-מערבית לאתרי הרבייה והקינן שלהם.

191

3. מטאורואידים ומכתשים

היחידה הינה סטטית (אין בה חלקים אינטראקטיביים) מתחום התוכן "מערכות פיסיקליות", ועוסקת בעקרונות פיסיקליים הקשורים במעבר מטאורואידים דרך האטמוספירה ויצירת מכתשים כתוצאה פגיעתם בכדור הארץ.

שאלה 1

◀ ▶ ?
🕒
□ □ □ □ □ □ □ □
PISA 2015

מטאורואידים ומכתשים

סלעים מהחלל הנכנסים לאטמוספירה של כדור הארץ נקראים מטאורואידים. כאשר המטאורואידים עוברים דרך האטמוספירה של כדור הארץ, הם מתחממים מאוד וזוהרים. רוב המטאורואידים נשרפים לגמרי לפני שהם מגיעים אל פני כדור הארץ. כאשר מטאורואיד פוגע בכדור הארץ הוא עשוי ליצור חור הנקרא מכתש.



מטאורואידים ומכתשים
 שאלה 1 מתוך 3

היעזרו בקטע "מטאורואידים ומכתשים" שבצד שמאל. כדי לענות על השאלה, סמנו את תשובתכם.

ככל שמטאורואיד מתקרב אל כדור הארץ והאטמוספירה, מהירותו גדלה. מהי הסיבה לכך?

- ☐ המטאורואיד נמשך על ידי סיבוב כדור הארץ.
- ☐ המטאורואיד נדחף על ידי אור השמש.
- ☐ המטאורואיד נמשך אל מסת כדור הארץ.
- ☐ המטאורואיד נדחה על ידי הריק בחלל.

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש ליישם את הידע המדעי שמהירותם של גופים הנופלים אל עבר כדור הארץ גדלה, כדי לזהות את ההסבר הנכון לתופעה המתוארת.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה
המיומנות	הסבר מדעי של תופעה
סוג הידע – תחום התוכן	ידע תוכן – מערכות פיסיקליות
הקשר	גלובלי – התפתחויות בחזית המדע והטכנולוגיה
רמת קושי	רמה 2 (483)

מחווה

ניקוד מלא

בחירת התשובה

✓ המטאורואיד נמשך אל מסת כדור הארץ.

שאלה 2

◀ ▶ ?
🕒
□ □ □ □ □ □ □ □
PISA 2015

מטאורואידים ומכתשים

סלעים מהחלל הנכנסים לאטמוספירה של כדור הארץ נקראים מטאורואידים. כאשר המטאורואידים עוברים דרך האטמוספירה של כדור הארץ, הם מתחממים מאוד וזוהרים. רוב המטאורואידים נשרפים לגמרי לפני שהם מגיעים אל פני כדור הארץ. כאשר מטאורואיד פוגע בכדור הארץ הוא עשוי ליצור חור הנקרא מכתש.



מטאורואידים ומכתשים

שאלה 2 מתוך 3

היעזרו בקטע "מטאורואידים ומכתשים" שבצד שמאל. השלימו את התשובה לשאלה באמצעות בחירה מהתפריטים הנפתחים.

איזו השפעה יש לאטמוספירה של כוכב-לכת על מספר המכתשים שיש עליה?

כלל שהאטמוספירה של כוכב-לכת עבה יותר, כך יש עליו

▼ בחור

כי

▼ מכתשים

▼ בחור

מטאורואידים נשרפים באטמוספירה.

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש לבחור בשתי תשובות כדי להסביר את השפעת עובי האטמוספירה של כוכב לכת על מספר המכתשים שיש עליו. על התלמיד ליישם את הידע המדעי שלפיו ככל שהאטמוספירה עבה יותר, כך יותר מטאורואידים נשרפים באטמוספירה, וקטן מספרם של המטאורואידים המצליחים לחדור את האטמוספירה ולהתנגש בכוכב הלכת.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה
המיומנות	הסבר מדעי של תופעה
סוג הידע – תחום התוכן	ידע תוכן – מערכות כדור הארץ והחלל
הקשר	גלובלי – התפתחויות בחזית המדע והטכנולוגיה
רמת קושי	רמה 2 (450)

מחון

ניקוד מלא

בחירת שתי האפשרויות התשובה:

✓ ככל שהאטמוספירה של כוכב-לכת עבה יותר, כך יש עליו פחות מכתשים, כי יותר מטאורואידים נשרפים באטמוספירה.

שאלה 3

⏪ ⏩ ? 🕒 📊 📊 📊 📊 📊 📊

PISA 2015

מטאורואידים ומכתשים

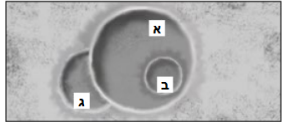
סלעים מהחלל הנכנסים לאטמוספירה של כדור הארץ נקראים מטאורואידים. כאשר המטאורואידים עוברים דרך האטמוספירה של כדור הארץ, הם מתחממים מאוד וזוהרים. רוב המטאורואידים נשרפים לגמרי לפני שהם מגיעים אל פני כדור הארץ. כאשר מטאורואיד פוגע בכדור הארץ הוא עשוי ליצור חור הנקרא מכתש.



מטאורואידים ומכתשים
שאלה 3 מתוך 3

היעזרו בקטע "מטאורואידים ומכתשים" שבצד שמאל. כדי לענות על השאלה, גררו את האותיות למקומות המתאימים.

התבוננו בשלושת המכתשים האלה:



סדרו את המכתשים לפי גודל המטאורואידים שיצרו אותם, מהגדול ביותר לקטן ביותר.

הגדול ביותר ← הקטן ביותר

א

ב

ג

סדרו את המכתשים לפי הזמן שבו נוצרו, מהקדום ביותר לחדש ביותר.

הקדום ביותר ← החדש ביותר

א

ב

ג

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: בחלק הראשון של השאלה התלמיד נדרש לפרש מידע המוצג בתרשים, תוך יישום ידע פשוט מחיי יומיום – גוף גדול יותר יגרום למכתש גדול יותר וההפך.

בחלק השני של השאלה התלמיד נדרש לפרש את המידע המוצג בתרשים ולהשוות בין שלושת המכתשים שבו, תוך התייחסות לחפיפה הקיימת ביניהם.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה (גרירה והדבקה)
המיומנות	פירוש מיד וראיות מדעיות
סוג הידע – תחום התוכן	ידע תוכן – מערכות כדור הארץ והחלל
הקשר	גלובלי – התפתחויות בחזית המדע והטכנולוגיה
רמת קושי	חלק ראשון: רמה 1ב (299) חלק שני: רמה 2 (438)

מחווין

חלק ראשון – ניקוד מלא

✓ א, ג, ב

חלק שני – ניקוד מלא

✓ ג, א, ב

4. חקר מדרונות

היחידה הינה סטטית (אין בה חלקים אינטראקטיביים) בתחום התוכן "מערכות כדור הארץ". היחידה מציגה חקר מדעי שנערך במטרה לזהות מהו הגורם להבדל בצמחייה בין שני מדרונות של עמק.

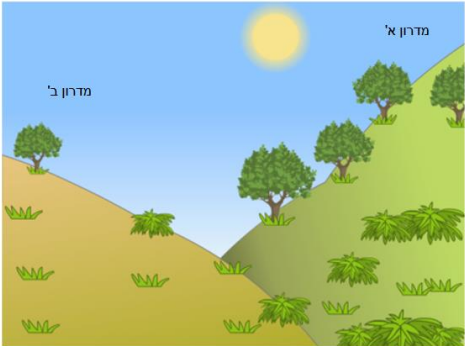
הקדמה ליחידה:

⏪ ⏩ ?
⌚
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
PISA 2015

חקר מדרונות
 הקדמה

קראו את ההקדמה. לאחר מכן לחצו על החץ "הבא".

חקר מדרונות



קבוצת תלמידים הבחינה בהבדל גדול בצמחייה הגדלה על שני המדרונות של עמק. הצמחייה על מדרון א' ירוקה ושופעת הרבה יותר מהצמחייה על מדרון ב'. הבדל זה מוצג באיור שבצד שמאל.

התלמידים חקרו מדוע הצמחייה שונה כל כך בין מדרון אחד לאחר. במסגרת המחקר הם מדדו שלושה גורמים סביבתיים במשך תקופה נתונה:

- **קרינת השמש:** כמות אור השמש המגיעה למקום נתון
- **לחות הקרקע:** כמות המים בקרקע במקום נתון
- **משקעים:** כמות הגשם היורדת במקום נתון

שאלה 1

PISA 2015

חקר מדרונות
איסוף הנתונים

התלמידים הציבו בכל מדרון שני מכשירים מכל אחד משלושת סוגי המכשירים שלפניכם, כפי שרואים למטה.

חיישן קרינת שמש: מודד את כמות אור השמש במגה-ג'אולים למטר רבוע (מגה-ג'אול/מ"ר)

חיישן לחות קרקע: מודד את כמות המים באחוזים מנפח הקרקע

מד גשם: מודד את כמות הגשם במילימטרים (מ"מ)

חקר מדרונות
שאלה 1 מתוך 4

היעזרו בקטע "איסוף הנתונים" שבצד שמאל. הקלידו את תשובתכם לשאלה.

מדוע התלמידים הציבו בכל מדרון שני מכשירים מכל סוג, כשהם חקרו את ההבדל בצמחייה הגדלה בשני המדרונות?

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש להסביר את מערך המחקר. התלמיד נדרש להבין את הרציונל של ביצוע שתי מדידות בלתי תלויות לכל אחד מהמשתנים הנמדדים.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	פתוחה
המיומנות	הערכה ותכנון של חקר מדעי
סוג הידע – תחום התוכן	ידע אפיסטמי – מערכות כדור הארץ והחלל
הקשר	מקומי/ארצי – משאבי טבע
רמת קושי	רמה 3 (517)

מחווון

ניקוד מלא

✓ בהסברו התלמיד מציין יתרון מדעי של השימוש ביותר ממכשיר מדידה אחד בכל מדרון, למשל, תיקון טווח השונות של התנאים על פני המדרון או הגדלת הדיוק של המדידות בכל מדרון.

196

שאלה 2

◀ ▶ ?
⏸
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
PISA 2015

חקר מדרונות
ניתוח הנתונים

התלמידים חישוב את הממוצע של המדידות שנאספו לאורך תקופה נתונה מכל זוג מכשירים בכל מדרון, וחישבו את טווח א-הוודאות של הממוצעים האלה. התוצאות מוצגות בטבלה שלמטה. טווח א-הוודאות מצוין מימין לסימן "±".



ממוצע הגשם	ממוצע לחות הקרקע	ממוצע קרינת השמש	
מדרון א' 450 ± 40 מ"מ	28 ± 2%	3,800 ± 300 מגה-ג'אול/מ"ר	
מדרון ב' 440 ± 50 מ"מ	18 ± 3%	7,200 ± 400 מגה-ג'אול/מ"ר	

חקר מדרונות
שאלה 4 מתוך 4

היעזרו בקטע "ניתוח הנתונים" שבצד שמאל, כדי לענות על השאלה, סמנו את תשובתכם והקלידו את ההסבר.

שני תלמידים לא הסכימו ביניהם בנוגע לסיבה להבדל בלחות הקרקע בין שני המדרונות.

- תלמיד 1 חושב שההבדל בלחות הקרקע נובע מהבדל בקרינת השמש בשני המדרונות.
- תלמיד 2 חושב שההבדל בלחות הקרקע נובע מהבדל בכמות הגשם בשני המדרונות.

על פי הנתונים, איזה תלמיד צודק?

☐ תלמיד 1
☐ תלמיד 2

הסבירו את תשובתכם.

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש לפרש ולהשוות את ממצאי הניסוי המוצגים בטבלה ולהשתמש בהם כראיות לטענה ולהסבירה.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	פתוחה
המיומנות	פירוש נתונים וראיות באופן מדעי
סוג הידע – תחום התוכן	ידע אפיסטמי – מערכות כדור הארץ והחלל
הקשר	מקומי/ארצי – משאבי טבע
רמת קושי	רמה 4 (589)

מחווין

ניקוד מלא

✓ התלמיד בוחר "תלמיד 1"

וגם

✓ מציין בהסברו שיש הבדל בין קרינת השמש בשני המדרונות ו/או שלא ניכר הבדל בכמות הגשם.

5. חוות דגים לגידול בר-קיימא

היחידה הינה סטטית (אין בה חלקים אינטראקטיביים) מתחום התוכן "מערכות חיים". היא עוסקת בתכנון חוות דגים לגידול בר-קיימא, תוך התייחסות לתפקודם של היצורים החיים בחווה ושל שאר המרכיבים המשפיעים עליה.

הקדמה ליחידה:

PISA 2015

חוות דגים לגידול בר-קיימא

הקדמה

קראו את ההקדמה. לאחר מכן לחצו על החץ "הבא".

חוות דגים לגידול בר-קיימא

העלייה בביקוש לדגים למאכל מכביד יותר ויותר על אוכלוסיות הדגים בטבע. כדי לצמצם את הבעיה, חוקרים בודקים דרכים לגדל דגים בחוות דגים לגידול בר-קיימא, כלומר לפי עקרונות הקיימות.

בהקמת חוות דגים לגידול בר-קיימא יש שני אתגרים: (1) האכלת הדגים שבחווה; (2) שמירה על איכות המים. הדגים שבחווה זקוקים לכמויות גדולות של מזון. חוות דגים לגידול בר-קיימא מייצרת את המזון הדרוש לדגים. הפסולת מהדגים עשויה להצטבר בחווה ולהגיע לרמות מסוכנות לדגים. דרך חווה כזו מוזרמים בקביעות מי האוקיינוס. לפני שמחזירים את המים לאוקיינוס, מסלקים מהם את הפסולת ואת העופצים של חומרי המזון (החומרים שאצות וצמחים זקוקים להם כדי לגדול).

A cartoon-style illustration of a flatfish, possibly a sole or flounder, viewed from above. The fish has an oval shape with a brown body covered in small dark spots. It has two large eyes on one side of its head and a slightly open mouth. The fins are depicted in a simple, stylized manner.

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש למקם את היצורים החיים במקומות הנכונים במערכת לפי המטרה הכללית של החווה ולפי תפקודם של כלל המרכיבים, תוך מיזוג בין מידע מילולי ומידע ויזואלי.

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה
המיומנות	הסבר מדעי של תופעה
סוג הידע – תחום התוכן	ידע תוכן – מערכות חיים
הקשר	מקומי/ארצי – משאבי טבע
רמת קושי	רמה 6 (740)

ניקוד מלא

199

שאלה 2

PISA 2015

חוות דגים לגידול בר-קיימא
שאלה 2 מתוך 4

הינך בקטע המידע שלמטה. כדי לענות על השאלה, סמנו את תשובתכם.

למכל זה מוסיפים חומרי מזון

מים נכנסים מהאוקיינוס אל החווה

מסנן

מסנן

מסנן

מסנן

ממכל זה נאספים הדגים

במכל זה המים מתנקים

מסננים המאפשרים רק לאצות המיקרוסקופיות לעבור ממכל למכל עם זרם המים

בתרשים מוצגת תכנית של חוות דגים ניסיונית ובה שלושה מכלים גדולים. מים מלוחים נשאבים מהאוקיינוס מסוננים, מוזרמים ממכל למכל ולבסוף מוחזרים אל האוקיינוס. החווה מיועדת בעיקר לגידול של דגי סול למאכל, באופן בר-קיימא.

- **דג סול:** הדג שמגדלים בחווה. המזון המועדף עליו הוא תולעים.
- בחווה משתמשים גם באורגניזמים אלה:
- **אצות מיקרוסקופיות:** אורגניזמים מיקרוסקופיים הזקוקים רק לאור ולחומרי מזון כדי לגדול.
- **תולעים:** חסרי תוליות הניזונים מאצות מיקרוסקופיות וגדלים מהר מאוד.
- **צדפות:** אורגניזמים הניזונים מאצות מיקרוסקופיות ומאורגניזמים קטנים אחרים שנמצאים במים.
- **צמחי ים:** צמחים הסופגים מהמים חומרי מזון ופסולת.

החוקרים שמו לב שהמים המוחזרים אל האוקיינוס מכילים כמות גדולה של חומרי מזון. איזה מהאורגניזמים שלפניהם צריך להוסיף לחווה כדי לצמצם את הבעיה?

☐ חומרי מזון
☐ תולעים
☐ צדפות
☐ צמחי ים

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש לזהות אילו מבין היצורים החיים יפחית את כמות חומרי המזון הנמצאים במים המוחזרים לאוקיינוס מחוות הדגים.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה
המיומנות	פירוש מידע וראיות באופן מדעי
סוג הידע – תחום התוכן	ידע תוכן – מערכות חיים
הקשר	מקומי/ארצי – משאבי טבע
רמת קושי	רמה 2 (456)

מחווה

ניקוד מלא: בחירת התשובה

✓ צמחי ים

שאלה 3

The screenshot shows the PISA 2015 interface. At the top, there's a blue header with navigation icons and the text 'PISA 2015'. Below the header, a light blue box contains the title 'חוות דגים לגידול בר-קיימא' and 'שאלה 4 מתוך 4'. The main content area has a light green border and contains the following text:

איזו פעולה בחוות הדגים תהפוך את גידול הדגים לבר-קיימא יותר?

- ☐ הגדלה של קצב זרימת המים במכלים.
- ☐ הגדלה של כמות חומרי המזון שמוסיפים למכל הראשון.
- ☐ שימוש במסננים המאפשרים לאורגניזמים גדולים יותר לעבור ממכל למכל.
- ☐ שימוש בפסולת שהאורגניזמים פולטים כדי לייצר דלק, ולהפעיל בעזרתו את משאבות המים.

מה נדרש כדי להשיב על השאלה: התלמיד נדרש להבין מהי מהות הרעיון "בר-קיימא" בהקשר של חוות גידול הדגים, ולקבוע איזו פעולה תהפוך את גידול הדגים בחווה לבר-קיימא יותר.

מאפייני השאלה

מאפיין	תיאור
סוג השאלה	סגורה
המיומנות	הסבר תופעה באופן מדעי
סוג הידע – תחום התוכן	ידע תוכן – מערכות פיסיקליות
הקשר	מקומי/ארצי – איכות הסביבה
רמת קושי	רמה 4 (585)

מחווון

ניקוד מלא: בחירת התשובה

✓ שימוש בפסולת שהאורגניזמים פולטים כדי לייצר דלק ולהפעיל בעזרתו את משאבות המים.

שאלון הרקע

	כלל ישראל	דובר עברית	דובר ערבית	דובר עברית					דובר ערבית				
				בנים	בנות	רקע גבוה	רקע בינוני	רקע נמוך	בנים	בנות	רקע גבוה	רקע בינוני	רקע נמוך
מוטיבציה פנימית	0.09	-0.06	0.57	0.05	-0.16	0.25	0.12	-0.37	0.38	0.74	0.58	0.55	0.59
מוטיבציה פנימית (רבעון 1)	440	449	365	451	448	477	451	426	361	371	376	357	362
מוטיבציה פנימית (רבעון 2)	470	490	385	498	483	526	496	439	380	391	404	381	378
מוטיבציה פנימית (רבעון 3)	480	516	406	522	509	551	510	464	404	408	427	404	400
מוטיבציה פנימית (רבעון 4)	506	548	429	560	534	575	543	489	421	433	460	429	411
אני נהנה בדרך כלל כשאני לומד נושאים מדעיים.	62%	57%	78%	60%	56%	66%	56%	49%	68%	86%	76%	75%	80%
אני אוהב לקרוא על נושאים מדעיים.	55%	49%	75%	54%	44%	57%	47%	40%	69%	80%	70%	73%	78%
אני אוהב להתעסק בנושאים מדעיים.	60%	55%	76%	60%	49%	65%	53%	45%	72%	80%	73%	78%	77%
אני נהנה לרכוש ידע חדש בנושאים מדעיים.	69%	65%	84%	68%	62%	74%	63%	55%	79%	88%	80%	82%	87%
אני מגלה עניין בנושאים מדעיים.	67%	62%	80%	65%	59%	73%	60%	52%	75%	84%	79%	79%	81%

	כלל ישראל	דובר עברית	דובר ערבית	דובר עברית					דובר ערבית				
				בנים	בנות	רקע גבוה	רקע בינוני	רקע נמוך	בנים	בנות	רקע גבוה	רקע בינוני	רקע נמוך
עניין בתחומים מדעיים כלליים	-0.24	-0.37	0.15	-0.26	-0.47	0.09	0.42	-0.65	0.10	0.20	0.26	0.10	0.13
עניין בתחומים מדעיים כלליים (רבעון 1)	449	458	376	458	458	485	464	427	370	382	381	377	373
עניין בתחומים מדעיים כלליים (רבעון 2)	474	495	398	495	494	528	496	452	389	405	413	400	389
עניין בתחומים מדעיים כלליים (רבעון 3)	474	511	398	519	501	548	508	459	387	412	422	395	392
עניין בתחומים מדעיים כלליים (רבעון 4)	509	546	433	555	532	576	533	486	431	434	456	434	416
ביוספרה	23%	18%	41%	19%	17%	25%	15%	14%	39%	43%	43%	37%	42%
תנועה וכוחות	41%	38%	51%	45%	31%	46%	35%	30%	51%	51%	51%	53%	49%
אנרגיה והמרות אנרגיה	42%	37%	58%	44%	31%	43%	37%	28%	58%	57%	61%	59%	56%
היקום וההיסטוריה שלו	55%	52%	63%	56%	49%	62%	51%	41%	63%	62%	62%	61%	64%
כיצד המדע מסייע לנו במניעת מחלות	60%	58%	65%	53%	63%	66%	56%	50%	57%	72%	64%	63%	66%

	כלל ישראל	דובר עברית	דובר ערבית	דובר עברית					דובר ערבית				
				בנים	בנות	רקע גבוה	רקע בינוני	רקע נמוך	בנים	בנות	רקע גבוה	רקע בינוני	רקע נמוך
פעילויות יומיומיות בתחום המדעים	0.09	-0.27	1.23	0.05	0.47	0.06	0.35	0.41	1.41	1.07	1.34	1.29	1.14
פעילויות יומיומיות בתחום המדעים (רבעון 1)	481	483	421	493	476	519	488	447	410	428	451	455	397
פעילויות יומיומיות בתחום המדעים (רבעון 2)	503	508	411	525	496	540	507	459	431	406	452	419	398
פעילויות יומיומיות בתחום המדעים (רבעון 3)	497	525	427	532	517	557	513	476	430	425	449	438	413
פעילויות יומיומיות בתחום המדעים (רבעון 4)	421	459	395	468	443	525	447	389	386	406	419	385	387
אופה בתכניות טלוויזיה על מדע.	30%	21%	55%	28%	14%	27%	18%	19%	65%	46%	59%	59%	51%
קונה או שואל ספרים בנושאים מדעיים.	20%	11%	48%	15%	8%	13%	9%	12%	54%	42%	48%	51%	46%
גולש באתרי אינטרנט שעוסקים בנושאים מדעיים.	25%	17%	50%	22%	11%	22%	15%	13%	53%	47%	54%	52%	46%
קורא כתבי-עת מדעיים או מאמרים העוסקים במדעים בעיתונים.	22%	14%	47%	18%	11%	17%	13%	13%	51%	42%	51%	49%	43%
משתתף בחוג מדעים.	16%	9%	39%	12%	6%	9%	8%	11%	45%	34%	47%	39%	35%
מבצע סימולציה של תופעות טבע באמצעות תוכנת מחשב או באמצעות מעבדה וירטואלית.	17%	9%	39%	12%	5%	8%	8%	10%	47%	32%	43%	42%	35%
מבצע סימולציה של תהליכים טכניים באמצעות תוכנת מחשב או באמצעות מעבדה וירטואלית.	18%	10%	41%	14%	5%	11%	8%	10%	50%	32%	46%	42%	38%
גולש באתרי אינטרנט של ארגונים לאיכות הסביבה.	18%	9%	43%	12%	7%	9%	9%	10%	50%	36%	49%	45%	39%
עוקב אחר בלוגים או מיקרובלוגים (למשל בטוויטר, עדכון סטטוס בפייסבוק) של ארגונים העוסקים במדע, באיכות הסביבה או באקולוגיה.	21%	12%	47%	16%	8%	15%	10%	11%	54%	41%	57%	48%	42%

	כלל ישראל	דובר עברית	דובר ערבית	דובר עברית					דובר ערבית				
				בנים	בנות	רקע גבוה	רקע בינוני	רקע נמוך	בנים	בנות	רקע גבוה	רקע בינוני	רקע נמוך
מוטיביציה אינסטרומנטלית	0.28	0.13	0.76	0.27	0.00	0.24	0.10	0.05	0.60	0.91	0.79	0.75	0.76
מוטיביציה אינסטרומנטלית (רבעון 1)	482	488	390	500	481	522	493	444	390	390	411	386	376
מוטיביציה אינסטרומנטלית (רבעון 2)	467	495	386	504	484	534	495	447	383	390	402	386	379
מוטיביציה אינסטרומנטלית (רבעון 3)	476	514	401	532	497	559	505	451	392	410	419	401	394
מוטיביציה אינסטרומנטלית (רבעון 4)	478	503	433	504	501	552	491	448	428	436	458	428	421
כדאי לי להשקיע מאמץ במקצועות המדעים בבית הספר כי זה יעזור לי בעבודה שבה אני רוצה לעסוק בעתיד. החומר שאני לומד במקצועות המדעים חשוב לי כי הוא יעזור לי במה שאני רוצה לעשות בעתיד. כדאי לי ללמוד את מקצועות המדעים כי הידע שאני רוכש ישפר את הסיכויים שלי למצוא עבודה טובה. דברים רבים שאני לומד במקצועות המדעים יעזרו לי למצוא עבודה.	70%	63%	91%	70%	57%	68%	62%	60%	88%	93%	88%	90%	93%
	64%	56%	87%	64%	49%	59%	55%	54%	83%	90%	87%	87%	86%
	71%	68%	84%	73%	62%	72%	67%	63%	79%	88%	82%	81%	85%
	64%	59%	82%	66%	52%	62%	57%	57%	78%	86%	80%	81%	84%

	כלל ישראל	דובר עברית	דובר ערבית	דובר עברית					דובר ערבית				
				בנים	בנות	רקע גבוה	רקע בינוני	רקע נמוך	בנים	בנות	רקע גבוה	רקע בינוני	רקע נמוך
ציפיות לקריירה בתחומים מדעיים	28%	22%	46%	21%	23%	29%	21%	17%	43%	48%	55%	46%	43%
מתחת לרמה 1	13%	12%	16%	8%	16%	-	-	-	12%	-	-	-	-
רמה 1ב	18%	11%	27%	10%	13%	16%	10%	12%	25%	29%	39%	23%	27%
רמה 1א	25%	12%	42%	12%	13%	17%	13%	10%	41%	43%	50%	40%	41%
רמה 2	28%	17%	56%	16%	17%	21%	16%	15%	56%	56%	62%	61%	50%
רמה 3	31%	26%	64%	23%	29%	28%	25%	25%	65%	63%	60%	67%	65%
רמה 4	32%	31%	67%	28%	34%	34%	27%	29%	-	-	-	-	-
רמה 5	35%	35%	-	36%	34%	39%	30%	-	-	-	-	-	-
רמה 6	39%	39%	-	37%	-	39%	-	-	-	-	-	-	-
אנשי מקצוע בתחום המדעים וההנדסה	9%	8%	10%	11%	6%	11%	8%	7%	12%	8%	13%	12%	8%
מקצועות בריאות	16%	10%	33%	4%	16%	13%	9%	9%	27%	39%	39%	32%	33%
מקצועות תקשוב	3%	3%	2%	5%	1%	4%	3%	1%	3%	1%	4%	2%	1%
טכנאים ואנשי מקצוע במחקר ויישום מדעי	0%	1%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
אנשי מקצוע שאינם מתחום המדע	47%	50%	40%	48%	51%	48%	50%	54%	39%	41%	31%	41%	45%
מעורפל	25%	28%	14%	31%	25%	24%	29%	29%	18%	11%	13%	13%	13%