

# מסגרת המחקר באוריינות מדעית

המסמך מבוסס על המסגרת המושגית של הערכת

אוריינות מדעית במחקר פיזה,

מתוך דוח פיזה 2006

## אוריינות מדעים

אוריינות מדעים מבטאת את היכולת לחשוב באופן מדעי, להשתמש בידע ובתהליכים מדעיים, לשם הבנת העולם הסובב אותנו ולשם השתתפות בהליך קבלת ההחלטות המשפיעות עליו.

### אוריינות מדעית

הידע המדעי של הפרט והשימוש שהוא עושה בידע זה על מנת לזהות שאלות, לרכוש ידע חדש, להסביר תופעות מדעיות, ולהסיק מסקנות המבוססות על הוכחות לגבי נושאים הקשורים למדע; הבנה של הסממנים המאפיינים את המדע כצורה ייחודית של ידע וחקירה אנושיים; מודעות לאופנים שבהם המדע והטכנולוגיה מעצבים את הסביבה החומרית, האינטלקטואלית והתרבותית שלנו; ושאפה לעסוק בנושאים מדעיים ובנושאים של מדע רפלקטיבי כאזרח ביקורתי.

אוריינות המדעים כפי שהיא נמדדת במחקר פיזה כוללת שלושה היבטים:

- ◆ ידע של מושגים מדעיים: היכולת לאחזר ידע בתחומי המדעים השונים (פיזיקה, כימיה, ביולוגיה ומדעי כדור הארץ והיקום), כולל ההקשרים המסייעים להבנת תופעות מדעיות שונות, וכן היכולת ליישם את הידע במצבים יומיומיים.
- ◆ מיומנויות מדעיות: היכולת לזהות סוגיות מדעיות, לתת הסבר מדעי לתופעות, ולעשות שימוש בהוכחות מדעיות. מיומנויות אלו דורשות מהתלמידים לרכוש ידע, לפרש אותו ולפעול בהתאם לעובדות.
- ◆ גישות כלפי מדע: הגישות והעמדות כלפי שלושה תחומים עיקריים – מדעי החיים והבריאות, מדעי כדור הארץ והסביבה, ומדע וטכנולוגיה.

## 1.1 אוריינות מדעים ואופן הערכתה במחקר פיזה 2006

תחום המדעים מהווה את התשתית לכל התפתחות תעשייתית, טכנולוגית, רפואית, חקלאית ותקשורתית בחברה האנושית בעידן המודרני וכן מהווה את הבסיס 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" ורוטיניות (בשל התייעלות, רובטיזציה והעברת הייצור למדינות מתפתחות). אולם לצד כך, גם הדרישה לעבודות רוטיניות לא ידניות (אדמיניסטרציה, שרות לקוחות, ניהול חשבונות, הנדסאות וכד') הולכת ופוחתת, מכיוון שכיום יותר ויותר עבודות מתאפיינות במערך חוקים ברור, ניתן לבצען באמצעות מערכות ממוחשבות או לחלופין, בשל הגלובליזציה, לבצען באמצעות כוח עבודה זול יותר במדינות מרוחקות ומתפתחות. בניגוד למגמה זו, ישנה עלייה חדה בדרישה לעבודות לא רוטיניות, אינטראקטיביות ואנליטיות, אשר דורשות שימוש באמצעי תקשורת טכנולוגיים, על מנת להשיג מידע, להסביר או לשכנע אחרים. כן גוברת הדרישה לחשיבה מתמטית, ממציאנית, יצירתית וחדשנית הכוללת פתרון בעיות במקום בו אין פתרונות סדורים המבוססים על מערך כללים ידועים מראש, בפרט בתעשיית ההיי-טק ופיתוח התרופות. מגמות אלה מחדדות את הרעיון, כי לשם שילובם של האזרחים הצעירים, בוגרי מערכת החינוך, בכלכלה ובתעשייה מפותחת ומודרנית ועל מנת שאלו יוכלו לתמוך בהתפתחות כלכלית עתידית במדינתם, יש לטפח בוגרים "חושבים" ולא רק ללמדם חומר בדרך של שינון וחזרה. ללא טיפוח היכולת לשחזר ידע באורח דינאמי ואינטראקטיבי וללא מיומנויות חשיבה מפותחות, הם עלולים להיות מוכנים רק לסוג עבודות שהולך

ונעלם מן העולם. המסגרת הקונצפטואלית של מבחן הפיזה במדעים, משקפת התייחסות זו לכישורים שידרשו יותר ויותר מצעירים, שצפויים להשתלב בשוק העבודה בשנים הקרובות.

מדינת ישראל, מאז ראשית קיומה בלטה בתחומי המדע והטכנולוגיה. בעשורים האחרונים היא רשמה הישגים מרשימים בתחומי תעשיית ההיי-טק, הביוטכנולוגיה, הרפואה, תעשיית התרופות, התעשיות הביטחוניות, ההנדסה החקלאית, טכנולוגיית המים וההשקיה, פיתוחים אגרונומיים ועוד. ישראל, מעוטת משאבי הטבע נשענה לצורך התפתחותה הכלכלית על ההון האנושי ועל השליטה שלה בתחום המדעים כמו גם בתחומים אחרים. כיום נחשבת ישראל לאחת המדינות המובילות בתחומים אלו. ככל שמדינת ישראל מעוניינת להמשיך ולעמוד בחזית הטכנולוגיה והפיתוחים המדעיים במאה ה-21 ברמה הבינלאומית ולהמשיך להוביל 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 הן בארץ והן בעולם והמודעות הרבה שיש לחברה בכללותה לגבי חשיבותו של תחום המדעים נרשמת בשנים האחרונות ירידה במידת העניין שמגלים תלמידים במקצועות המדעיים, בעיקר בקרב הבנות, ובמיוחד בתחומים של מדעי המחשב והנדסת מחשבים (Duby, 2005). גם בישראל נמצא כי רק מיעוט מהתלמידים בוחר את תחום המדעים כתחום עניין עיקרי בלימודים. למשל, על-פי נתוני משרד החינוך (2008) עולה כי ממוצע התלמידים שניגשו בשנים תשס"ה-תשס"ז לבחינות הבגרות במקצועות הבחירה המדעיים היה נמוך ביותר: 15% בביולוגיה, 13% בפיזיקה, ו-11% בכימיה.

המסגרת המושגית של מחקר פיזה גובשה מתוך גישה הרואה לנגד עיניה את צרכי החברה והכלכלה המודרניים בהווה ובעתיד והיכולת של האזרחים הצעירים להשתלב בה בהצלחה. בחלקים הבאים יתואר האופי הייחודי של הערכת תחום המדעים במחקר פיזה. כן יתואר האופן שבו הגדירה והתוותה מערכת החינוך בישראל את הוראת תחום המדעים בבתי הספר מתוך ניסיון להקנות את הידע והמיומנויות בתחום המדעים של מי שצפויים להשתלב בתעשייה, במחקר, ברפואה ובאקדמיה בעשור הבא.

### 1.1.1 אוריינות מדעים כפי שהיא מוגדרת במחקר פיזה<sup>1</sup>

גישת פיזה להערכה של אוריינות מדעים שונה מרוב ההערכות המסורתיות, אשר בודקות מידת שליטה בתכנים מדעיים. במקום זאת, ההערכה הנהוגה בפיזה מתמקדת ביכולת התלמידים ליישם את הידע והמיומנויות שהם רכשו בלימודיהם במצבים חדשים. גישה זו משקפת את ההכרה, הנדונה לעיל, כי הגלובליזציה והפיכת החברה לטכנולוגית ומתוקשבת מובילים לשינויים בשוק העבודה, וכי מערך מיומנויות שונה יידרש מאלה שייכנסו בשנים הקרובות לשוק העבודה. על מנת שבוגרי מערכת החינוך יוכלו להשתלב בצורה יעילה ובעלת השפעה בכוח העבודה העתידי, נדרש מהם להיות בעלי יכולת לפתור בעיות שאין להן פתרון ברור, לדעת למסור את רעיונותיהם בצורה מובנת ומשכנעת, ולא רק לזכור חומר ולאחזר אותו.

מחקר פיזה 2006 מבקש להעריך ידע מדעי הרלוונטי לתוכנית הלימודים במדעים של המדינות המשתתפות, אך מבלי להיות מוגבל להערכה של התכנים המשותפים לתוכניות הלימודים בכלל המדינות המשתתפות. הדבר נעשה באמצעות הערכה של מידת השימוש במיומנויות מדעיות במצבים חשופים, אשר משקפים את הנעשה בעולם, ובכלל זה הערכת היישום של ידע נבחר לגבי עולם הטבע, לגבי המדע עצמו, ולגבי הערכת עמדותיהם של התלמידים כלפי נושאים מדעיים.

כאמור, במחקר פיזה 2006 עמדה אוריינות מדעים במוקד ההערכה, ולכן ניתן דגש מיוחד לפיתוח ולהרחבת המסגרת המושגית שלה. המחקר מספק אפוא הזדמנות לפתח ולהרחיב את ההערכה החינוכית בתחום המדעים, כך שנוכל לענות על שאלות בנוגע למידת השליטה והיכולת של תלמידים להתמודד עם בעיות בתחום

<sup>1</sup> פרק זה מבוסס על הכתוב במסמך המסגרת התיאורטית של מחקר PISA 2006: Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006

המדעים, למשל: עד כמה התלמידים מכירים תיאוריות ומושגים מדעיים בסיסיים, באיזו מידה הם יכולים לזהות סוגיות מדעיות, להסביר תופעות בצורה מדעית, ולהשתמש בראיות מדעיות כאשר הם מתמודדים, מפרשים ופותרים בעיות אמיתיות בחיי היום-יום, בעיות העוסקות במדע וטכנולוגיה ושנדרשת בהן היכרות וידע עם נושאים אלו. יתרה מכך, מחקר פיזה 2006 הוא המחקר הבינלאומי הראשון הבדק בו-זמנית מיומנויות מדעיות, עניין ועמדות כלפי מדע, מאפיינים של בית הספר וגישות שונות להוראת המדעים, בהקשר בינלאומי.

### 1.1.2 מהי אוריינות מדעים?

- ◆ ידע מדעי של הפרט והשימוש שלו בידע זה על מנת לזהות שאלות, לרכוש ידע חדש, להסביר תופעות מדעיות, ולהסיק מסקנות המבוססות על הוכחות לגבי נושאים שקשורים למדע.
- ◆ הבנה של המאפיינים של מדע כצורה של ידע וחקירה אנושית.
- ◆ מודעות לאופן שבו המדע והטכנולוגיה מעצבים את הסביבה החומרית, האינטלקטואלית והתרבותית.
- ◆ רצון לעסוק בנושאים מדעיים ולדון במדע באורח רפלקטיבי.

### ביתר פירוט, תלמיד מוגדר כ"אורין מדעים" אם הוא –

- ◆ בעל ידע מדעי ומסוגל להשתמש בידע זה כדי לזהות שאלות, לרכוש ידע חדש, להסביר תופעות מדעיות ולהסיק מסקנות המבוססות על הוכחות בנושא הקשור למדע.
- ◆ בעל הבנה למאפייני המחקר והמדע כאחת הצורות של הידע האנושי.
- ◆ מודע לדרכים שבהן המדע והטכנולוגיה מעצבים את סביבותינו החומריות, האינטלקטואליות והתרבותיות.
- ◆ בעל מוכנות להיות מעורב בנושאים וברעיונות הקשורים למדע, כאזרח פעיל ורפלקטיבי.

### השוני בהגדרת אוריינות מדעים במחזור הנוכחי של פיזה לעומת המחזורים הקודמים

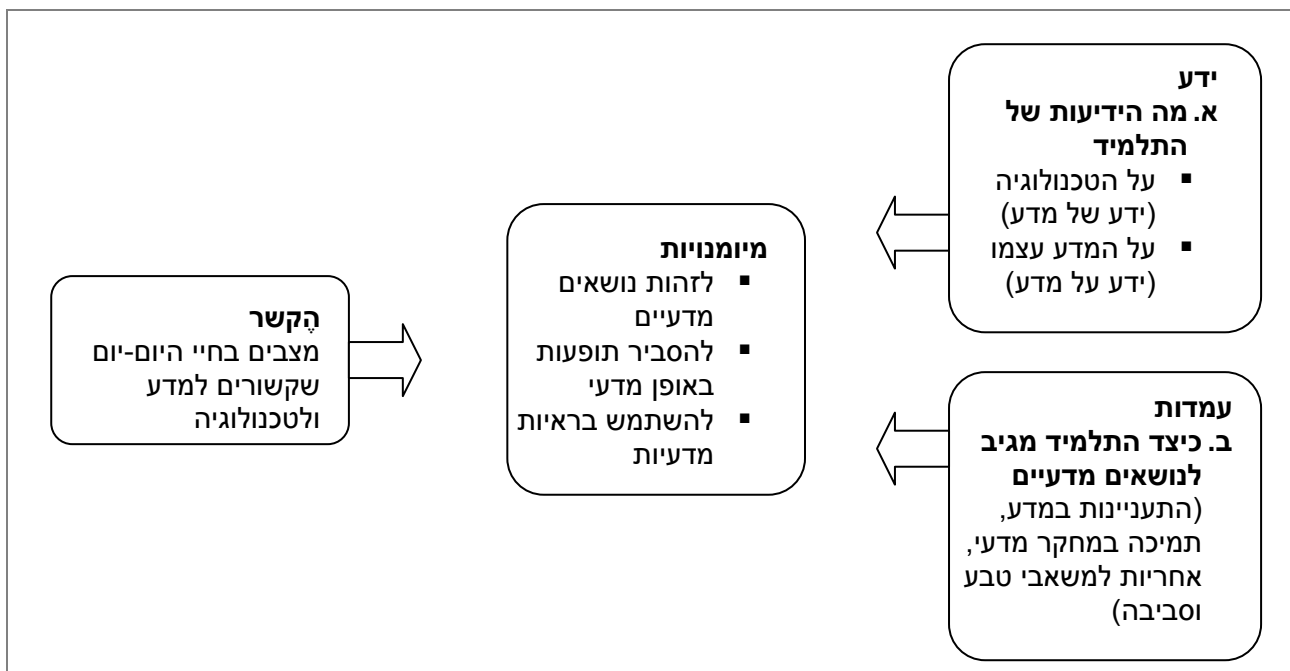
ישנם שני שינויים עיקריים בהערכה של תחום המדעים במסגרת מחקר פיזה 2006 לעומת מחזורי פיזה הקודמים: ראשית, ישנה הבחנה בין "ידע של מדע" (knowledge of science), המתייחס לידע של עולם הטבע בתחומים השונים: פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי כדור הארץ והחלל, ומדע מבוסס טכנולוגיה – לבין "ידע על מדע" (knowledge about science), אשר מתייחס לידע של האמצעים (דרכי החקירה) והמטרות (הסברים מדעיים) של המדע. "ידע על מדע" הוא היבט של עשייה מדעית, אשר מדגיש את הידע של התלמידים לגבי מאפייני המדע. המונח "אוריינות מדעים" מתייחס באופן כוללני לשני ההיבטים האלו גם יחד.

שנית, המסגרת המושגית של פיזה 2006 הורחבה באמצעות הוספה של תחום נוסף – "ידע ביחס לזיקה בין מדע וטכנולוגיה". כמו כן ישנו שינוי נוסף ממחזורי פיזה הקודמים והוא נוגע לדרך שבה אוריינות מדעים נמדדת. על מנת לחדד את ההבדל בין אוריינות מדעים לבין אוריינות קריאה, פריטי המדעים בפיזה 2006 דורשים בממוצע פחות קריאה לעומת מערך הפריטים של אוריינות מדעים שהשתמשו בו בעבר.

### 1.1.3 המסגרת המושגית של אוריינות מדעים

המסגרת המושגית של אוריינות מדעים בפיזה 2006 ופריטי המבחן במדעים כוללים ארבעה היבטים הקשורים זה לזה: **ההקשר** שבו מוצגת המטלה, **המיומנויות** שהתלמיד נדרש להפעיל לשם ביצועה, **הידע** על המדע ושל המדע הקשורים למטלה **ועמדות** התלמיד (ראו **תרשים 1.3**).

### תרשים 1.3: המסגרת המושגית של אוריינות מדעים בפיזה 2006



הערה: מקור התרשים בדוח הבינלאומי (OECD, 2007b, p. 35)

#### א. הקשר

בהתאם לגישת פיזה להעריך את מידת מוכנותם של תלמידים לחיים, נושאי השאלות נבחרו למבחן מתוך מגוון מצבים מוכרים מחיי היום-יום והקשורים למדע ולטכנולוגיה. נושאים אלה הם: בריאות, משאבי טבע, איכות הסביבה, צמצום סכנות והתפתחות בחזית המדע והטכנולוגיה. מגוון המצבים יוחסו לשלושה הקשרים: הקשר אישי (הפרט, המשפחה וקבוצת הגיל); הקשר חברתי (הקהילה); והקשר כלל עולמי (גלובלי) (ראו לוח 1.3).

#### לוח 1.3: הקשרים עבור הערכת אוריינות מדעים במחקר פיזה 2006

נושאים	אישי עצמי, משפחתי וקבוצת הגיל	חברתי הקהילה	כלל עולמי (גלובלי) החיים על פני כדור הארץ
בריאות	שמירה על הבריאות; תאונות; הזנה	בקרת מחלות; תפוצה חברתית; העדפות מזון; בריאות בקהילה	מגפות; התפשטות מחלות מידבקות
משאבי טבע	צריכה אישית של חומרים ואנרגיה	ניטור אוכלוסיות בני-אדם; איכות חיים; ביטחון; ייצור והפצת מזון; אספקת אנרגיה	מתחדשים ולא מתחדשים; מערכות טבעיות; גידול אוכלוסייה; שימוש בר-קיימא במיני אורגניזמים
איכות הסביבה	התנהגות ידידותית לסביבה; שימוש בחומרים וסילוקם	פיזור אוכלוסייה; סילוק פסולת; השפעת הסביבה; אקלים מקומי	מגוון מינים; אקולוגיה בת-קיימא; בקרת זיהומים; התהוות והרס של קרקע
צמצום סכנות	צמצום סיכונים טבעיים ומעשה ידי אדם; החלטות לגבי מגורים	שינויים מהירים (רעידות אדמה, מזג אוויר קיצוני); שינויים איטיים ומתמשכים (בלייה חופית, התהוות סלעי משקע); הערכת סיכונים	שינויים אקלימיים; השפעת לחימה מודרנית; הכחדת מינים
חזית המדע והטכנולוגיה	התעניינות בהסברים מדעיים לתופעות טבעיות; תחביבים המבוססים על מדע	חומרים; עזרים ותהליכים חדשים; הנדסה גנטית; תחבורה	חקר החלל; מוצאו של היקום ומבנהו

## ב. מיומנויות

פריטי המבחן במדעים במחקר פיזה 2006 דרשו מן התלמידים:

א. לזהות נושאים מדעיים;

ב. לתת הסבר מדעי לתופעות;

ג. להשתמש בראיות מדעיות.

שלוש המיומנויות האלו נבחרו בגלל חשיבותם ביישומים מדעיים והיכולות הקוגניטיביות המשמשות בהן כגון: חשיבה אינדוקטיבית ודדוקטיבית, חשיבה מערכתית, קבלת החלטות באופן ביקורתי, העברה של מידע (בניית טבלאות או גרפים מתוך נתונים גולמיים), ובנייה של טיעונים והסברים המבוססים על נתונים, על חשיבה במושגים של מודלים ועל שימוש בידע מדעי (ראו **לוח 1.4**).

### לוח 1.4: מיומנויות מדעיות על-פי מחקר פיזה 2006

נושא	מיומנויות מדעיות
זיהוי נושאים מדעיים	לזהות נושאים שניתן לחקור בדרך מדעית לזהות מילות-מפתח לחיפוש מידע מדעי להכיר מאפיינים עיקריים של מחקר מדעי
מתן הסבר מדעי לתופעות	ליישם ידע מדעי בסיטואציה נתונה לתאר או לתת הסבר מדעי לתופעות ולצפות שינויים לזהות תיאורים, הסברים וניבויים נכונים והולמים
שימוש בראיות מדעיות	לפרש ראיות מדעיות ולהציג מסקנות לזהות הנחות, הוכחות והסברים שמאחורי מסקנות לחשוב באופן רפלקטיבי על ההשלכות החברתיות של פיתוחים מדעיים וטכנולוגיים

## ג. ידע

אוריינות מדעים לפי פיזה 2006 כוללת שני סוגי ידע: "ידע של מדע" (knowledge of science), שהינו ידע של מושגים ותיאוריות, והבנה של הטבע שסביבנו – החי הצומח והדומם – כפי שהוא נלמד בדיסציפלינות הנפרדות, ו-"ידע על מדע" (knowledge about science), שהינו ידע העוסק בעבודתו של החוקר ובהבנת מאפייני תהליך המחקר המדעי. במחקר פיזה 2006 נבדק הן ה"ידע של מדע" והן ה"ידע על מדע".

כדי להעריך את ה"ידע של מדע" וכדי לבדוק את מידת יכולתם של התלמידים ליישם את ידיעותיהם, נכללו בשאלות המבחן מגוון פריטים מתחומי המדעים והטכנולוגיה. הפריטים נבנו כך שיהיו:

◆ רלוונטיים לחיי היום-יום של התלמיד

◆ מייצגים מושגים מדעיים חשובים

◆ מתאימים לרמת ההתפתחות של ילדים בני 15

כפי שמתואר ב**לוח 1.5** נבחרו ארבעה תחומי תוכן לשם הערכה והם: מערכות פיזיקליות, מערכות חיים, מערכות כדור הארץ והחלל ומערכות טכנולוגיות. תחומי תוכן אלה נבחרו כי הם מייצגים ידע בסיסי הדרוש לאדם הבוגר כדי להבין את העולם הסובב אותו. השימוש במושג "מערכות" במקום "מדעים" נועד לבטא את

כוונת פיזה להציג את המצב ה"אמיתי" שכל אחד מאיתנו פוגש מסביבו בחיי היום-יום. לא נושאים נפרדים מתחומי מדע שונים, אלא שילוב וקישור בין הנושאים, מדעיים ולא-מדעיים כאחד.

## לוח 1.5: תחומי תוכן לבדיקת "ידע של מדע" על-פי פיזה 2006

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

בהערכת ה"דע על מדע" מבחינים במחקר פיזה בשתי קטגוריות: "המחקר המדעי", שהוא התהליך העיקרי במדע, באמצעותו אוספים המדענים הוכחות, ו"ההסבר המדעי" שהוא מטרת המחקר ונובע ממנו (ראו **לוח 1.6**).

#### לוח 1.6: קטגוריות להערכת "ידע על מדע" על-פי פיזה 2006

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

#### ד. עמדות

להוראת המדעים יש תפקיד כפול: גם להרחיב את ידע התלמידים במדע ובטכנולוגיה, וגם להגביר בהם את העניין במדעים ובמחקר המדעי. עמדות חיוביות של תלמידים כלפי המדע עשויות לסייע להם בעתיד להחליט להרחיב את הידע המדעי, לשאוף לפיתוח קריירה מדעית ולהשתמש במושגים ושיטות מדעיות במהלך חייהם. הגישה של פיזה למיומנויות מדעיות כוללת לא רק יכולות במדעים אלא גם עמדות כלפי מדע. לפי גישה זו, יכולותיו המדעיות של אדם כוללות גם עמדות, אמונות, מוטיבציה וערכים.

במסגרת מחקר פיזה 2006 נאסף מידע על עמדות התלמידים ומעורבותם במדע בארבעה תחומים: תמיכה במחקר מדעי, אמונה עצמית כלומדי מדעים, התעניינות במדעים ואחריות כלפי משאבים טבעיים וסביבה (ראו **לוח 1.7**). תחומים אלו מספקים תמונה רחבה לגבי הערכה כללית של תלמידים את המדע, עמדות וערכים מוגדרים הנוגעים למדע, ותחושת אחריות כלפי נושאים מסוימים הקשורים למדע ושיש להם קשר אישי, מקומי, לאומי ובינלאומי.

בדיקת עמדות התלמידים לא נעשתה רק באמצעות השאלונים. במחקר פיזה 2006, לראשונה, נוספו למבחן שאלות, אשר משקפות את עמדות התלמידים כלפי תחום המדעים. הוספת פריטי הקשר אלה למבחן, מאפשרת לבדוק אם עמדות התלמידים משתנות כאשר הן נבדקות בתוך ההקשר ומחוץ לו, אם הן משתנות



בהקשרים שונים, ואם הן נמצאות בהלימה עם הישגי התלמידים בפריטים שבדקו תוכן של מדעים. ראו דוגמה לשאלות מסוג זה בסימון של יחידות המבחן המוצגות בנספח א'.

#### לוח 1.7: עמדות התלמידים שנבדקו במסגרת מחקר פיזה 2006

נושא	תחומים שנבדקו
תמיכה במחקר מדעי	להכיר בחשיבות ההתייחסות להיבטים ולטעונים מדעיים שונים לתמוך בשימוש במידע עובדתי והסברים רציונאליים לבטא את הצורך בתהליכים לוגיים זהירים בעת הסקת מסקנות
אמונה עצמית כלומדי מדעים	לנהל מטלות מדעיות ביעילות להתגבר על קשיים בפתרון בעיות מדעיות להדגים יכולות מדעיות מיטביות
התעניינות במדע	להביע סקרנות בנושאים במדעים לבטא נכונות לרכוש ידע ומיומנויות מדעיים תוך שימוש במגוון מקורות ושיטות לבטא נכונות לחפש מידע ולהתעניין בהתמדה במדע כולל האפשרות לבחור בקריירה מדעית
תחושת אחריות כלפי משאבים וסביבה	להראות חוש של אחריות אישית לשמירה על סביבה בת-קיימא להיות מודע לתוצאות הסביבתיות של פעולות היחיד להראות נכונות לפעול לשם שימור משאבי טבע

#### 1.1.4 אופן הערכת אוריינות מדעים במחקר פיזה 2006

מבחן פיזה כלל "יחידות מבחן" שכל אחת מהן כללה גרין ומספר שאלות נלוות (פריטים). הגרין שהוצג הוא טקסט כתוב קצר, לוח, תרשים, סרטוט או תמונה. התלמידים נדרשו לשלוט ברמה מסוימת של מיומנות קריאה, על מנת להבין ולענות על שאלות המדעים. בגרין נעשה שימוש בשפה ברורה, פשוטה וקצרה ככל האפשר כדי להימנע ככל הניתן ממדידת יכולת הבנת הנקרא, יכולת אשר משויכת לתחום אוריינות הקריאה. השאלות נדרשו מהתלמידים להשתמש באחת או ביותר מן המיומנויות המוזכרות לעיל, וכן בידע של מדע ו/או ידע על מדע.

במחקר נעשה שימוש במגוון של אופני תשאול (סוגי שאלות), על מנת להבטיח שכל טווח היכולות הקוגניטיביות והידע המדעי, כפי שהוגדר במסגרת המושגית של פיזה 2006, יבואו לידי ביטוי. סוגי השאלות שהופיעו במבחן היו אלה: שאלות סגורות רבות-ברירה פשוטות (37 פריטים) ומורכבות (למשל, צירוף של מספר פריטי נכון/לא נכון – 28 פריטים), בשאלות אלו התלמידים מתבקשים לבחור תשובה אחת נכונה מבין כמה אפשרויות; פריטים פתוחים פשוטים – מובנים סגורים – (4 פריטים), שהתשובה עליהם כוללת מילה אחת או סרטוט; ופריטים פתוחים מורחבים (34), שבהם התלמידים נדרשים לכתוב כתשובה, הסבר קצר המצביע על השיטות ועל תהליכי החשיבה שהשתמשו בהם.

רוב הפריטים היו דיכוטומיים, כלומר, היו בהם שתי אפשרויות תגובה: תשובה נכונה או תשובה שגויה, כך שהציון שניתן עליהם היה "ניקוד מלא" או "ללא ניקוד". חלק מהפריטים הפתוחים מדדו את התגובות באורח מפורט יותר. עבורם ניתן היה לקבל ניקוד "מלא", "חלקי", או "ללא ניקוד". "ניקוד מלא" משקף את רמת ההבנה הגבוהה ביותר המתאימה לתלמיד בן 15. תשובה נכונה, אך מדויקת פחות או מפורטת חלקית, קיבלה

"ניקוד חלקי", ואילו תשובה שגויה, לא רלוונטית או חסרה (היעדר תשובה) לא קיבלה ניקוד ("ללא ניקוד") דהיינו, קיבלה אפס.

### שילוב פריטי המדעים בחוברות המבחן

בסך הכול, כלל המבחן 108 שאלות במדעים (שנותרו לאחר שלב מחקר החלוץ שבו נופו חלק מן היחידות וחלק מן השאלות ביחידות שנותרו, לפירוט ראו דוח טכני של פיזה 2006). פריטים אלה קובצו לשבעה אשכולות מבחן במדעים, שסודרו במחברות מבחן עם פריטים בקריאה ובמתמטיקה. לנבחנים לא נאמר או נכתב במפורש לגבי כל יחידה מאיזה תחום דעת היא לקוחה.

### התפלגות הפריטים לפי מיומנויות ותחומים

פריטי המדעים סווגו לאחת משלוש המיומנויות – זיהוי נושאים מדעיים, מתן הסבר מדעי לתופעות, ושימוש בראיות מדעיות, ולאחד משני סוגי הידע – ידע של מדע (מערכות כדור הארץ והחלל, מערכות חיים, מערכות פיזיקליות, מערכות טכנולוגיות) וידע על מדע (מחקר מדעי והסברים מדעיים), כפי שמתואר בלוחות 1.8 ו-1.9.

#### לוח 1.8: התפלגות שאלות המדעים על-פי המיומנויות במחקר פיזה 2006

שיעור השאלות	מספר השאלות	
22%	24	זיהוי נושאים מדעיים מתן הסבר מדעי לתופעות שימוש בראיות מדעיות
49%	53	
29%	31	
100%	108	סך הכל

שיעור השאלות בשלוש המיומנויות המדעיות (לוח 1.8) נקבע מצד אחד על-פי הצורך לייצר מספר מספק של שאלות, על מנת להבטיח שיפוטח סולם מהימן בעבור כל אחת מהמיומנויות, ועל-פי החשיבות היחסית שלהן בהגדרה של פיזה לאוריינות מדעים מצד שני. המשקל הנמוך ביותר ניתן למיומנות הראשונה ("זיהוי נושאים מדעיים"), שהיא בעלת ההגדרה הצרה ביותר והחשיבות הנמוכה ביותר.

#### לוח 1.9: התפלגות פריטי המדעים על-פי תחומי הידע במחקר פיזה 2006

שיעור השאלות	מספר השאלות	
11%	12	מערכות כדור הארץ והחלל
23%	25	מערכות חיים
16%	17	מערכות פיזיקליות
7%	8	מערכות טכנולוגיות
57%	62	סך כל ידע של מדע
23%	25	מחקר מדעי
19%	21	הסברים מדעיים
43%	46	סך כל ידע על מדע
100%	108	סך הכל

לוח 1.9 מציג את התפלגות הפריטים במדעים לפי תחומי ידע. ההגדרה של אוריינות מדעים נותנת דגש רב יותר לידע של מדע (57%) לעומת ידע על מדע (43%). עוד ניתן לראות בלוח כי המשקל הרב ביותר, בתחום

של ידע של מדע, ניתן למערכות חיים (23%), והמשקל הנמוך ביותר ניתן למערכות טכנולוגיות (7%) ולמערכות כדור הארץ והחלל (11%). התפלגות הפריטים בתחום של ידע על מדע דומה, כך שסביב מחצית מהפריטים שויכו לכל אחד מהרכיבים (23% למחקר מדעי ו-19% להסברים מדעיים).

יש לציין עוד, כי בהתפלגות השאלות על-פי סוגי ההקשר השונים, רובן הופיעו בהקשר חברתי (כ-55%), מיעוטן הופיעו בהקשר גלובאלי (כ-18%), והיתר הופיעו בהקשר אישי (כ-27%). בהקשרים אלה, רוב השאלות התמקדו בנושאים של "בריאות" ו"חזית המדע והטכנולוגיה", ולאחר מכן ב"משאבי טבע" ו"איכות הסביבה".

### סולמות הציונים והגדרת רמות הבקיאות בעבור אוריינות מדעים

במחקר הנוכחי הוגדרו כמה סולמות ציונים באוריינות מדעים, אחד עבור כל אחת מהמיומנויות וכן סולם ציונים כולל של אוריינות במדעים. עבור כל אחד מהסולמות הוגדרו שש רמות בקיאות, שהגדירו את הישגי התלמידים בכל אחד מהסולמות. כל סולם כלל שש רמות בקיאות, אשר אפשרו להשוות את ההישגים בין תת-קבוצות של תלמידים, ולבדוק את ממוצע ההישגים של קבוצות תלמידים נתונות. **לוח 1.10** מתאר את רמות הבקיאות בסולם הכללי של אוריינות מדעים. הלוח מלווה בשיעור התלמידים בכל רמת בקיאות במדינות ה-OECD (פירוט על רמות הבקיאות לכל אחת מהמיומנויות ניתן לראות בנספח ב').

#### כיצד נקבעות רמות הבקיאות?

סולם הציונים עבור אוריינות מדעים כללית (ועבור כל אחת מהמיומנויות) הוא סולם רציף. לצורך מתן משמעות לציונים, נקבעות על סולם זה "רמות בקיאות". לאחר החלטה על מספר הרמות נקבע המיקום של נקודות החתך שמסמנות את הגבול בין רמה לרמה. מדובר בהליך שיטתי, הלוקח בחשבון את רמת הקושי של שאלות המבחן ואת המיומנות והידע שנדרשים מן התלמיד בכל אחת מרמות הבקיאות, כדי להיות מסוגל להתמודד בהצלחה עם השאלות. עבור אוריינות מדעים, בפיזה 2006 נקבעו שש רמות בקיאות – רמה 1 עד רמה 6 – ולהן נוספה רמה נוספת "מתחת לרמה 1" (הן בסולם הציון הכולל והן בשלושת סולמות המיומנויות). כל רמת בקיאות מוגדרת בטווח של ציונים. למשל, רמה 3 מוגדרת בין הציון 484.1 ל-558.7. לכל אחת מרמות הבקיאות הוגדרו המיומנויות והיכולות המאפיינות תלמידים המצויים ברמה זו.

#### כיצד מסווגים התלמידים לרמת בקיאות?

כל תלמיד מסווג לרמת הבקיאות הגבוהה ביותר שעבורה הוא מצופה לענות נכונה על מרבית השאלות המתאימות לאותה הרמה. תלמיד הנמצא ברמת בקיאות נתונה, צפוי כי יענה נכונה על לפחות מחצית שאלות המבחן ברמה זו. מובן מאליו, כי לא כל התלמידים ברמת בקיאות נתונה מצופים לשיעור זהה של תשובות נכונות. תלמיד שממוקם בגבול התחתון של אותה רמת בקיאות, צפוי לענות נכונה על 50% מן השאלות ברמה זו, ולעומת זאת, תלמיד שממוקם קרוב לגבול העליון של רמת הבקיאות, צפוי לענות נכונה על שיעור גבוה יותר של שאלות ברמה זו. תלמיד המוצב ברמת הבקיאות הגבוהה ביותר (רמה 6) צפוי לענות נכונה על רוב פריטי המבחן. הרחבה על שיטת הפיתוח של רמות הבקיאות ניתן לקרוא בדוח הטכני של פיזה 2006 (OECD, 2009).

**לוח 1.10: תיאור תמציתי של שש רמות הבקאות באוריינות מדעים כללית**

מה התלמידים יכולים לעשות בכל רמה	רמת בקאות	ציון של גבול תחתון	שיעור התלמידים שביצעו משימות ברמה זו לפחות (ממוצע OECD)
התלמיד מסוגל לזהות, להסביר וליישם "ידע של מדע" ו"ידע על מדע" במגוון מצבים מורכבים בחיי היום-יום. הוא מסוגל לקשור מידע והסברים ממקורות שונים ולהשתמש בהוכחות ממקורות אלו כדי להצדיק את החלטותיו. התלמיד מדגים באופן עקבי וברור חשיבה מדעית ושיקול דעת מתקדמים, וכן נכונות להשתמש בהבנה המדעית שלו כדי לתמוך בפתרונות מדעיים וטכנולוגיים של מצבים לא מוכרים. תלמיד ברמה זו מסוגל להשתמש בידע המדעי ולפתח טיעונים כדי לתמוך בהחלטות ובהמלצות המתייחסות לפרט, לחברה או לעולם כולו.	6	707.9	1.3%
התלמיד מסוגל לזהות מרכיבים מדעיים במצבים יום-יומיים מורכבים רבים, ליישם הן מושגים מדעיים והן "ידע על מדע" למצבים אלו, ומסוגל להשוות, לבחור ולהעריך ראיות מדעיות ראויות כדי להגיב למצבים יום-יומיים. התלמיד מסוגל להשתמש ביכולות חקירה טובות, לקשור ידע כהלכה ולהציג תובנות ביקורתיות. הוא מסוגל לבנות הסברים המבוססים על הוכחות וטיעונים שנבנו על אנליזה ביקורתית שלו.	5	633.3	9.0%
התלמיד מסוגל לטפל ביעילות במצבים ונושאים שבהם מעורבת תופעה הדורשת ממנו להסיק מסקנות על תפקיד המדע או הטכנולוגיה. הוא מסוגל לבחור ולשלב הסברים מדיסציפלינות שונות של מדע או טכנולוגיה ולקשור אותם למצבים יום-יומיים. הוא מסוגל לערוך רפלקציה על פעולותיו ולהציג את החלטותיו תוך שימוש בידע ובראיות מדעיות.	4	558.7	29.3%
התלמיד מסוגל לזהות ולתאר בבהירות נושאים מדעיים במגוון הקשרים. הוא יכול לבחור עובדות וידע כדי להסביר תופעה וליישם מודלים פשוטים או מיומנויות חקר. התלמיד מסוגל לפרש ולהשתמש במושגים מדעיים מדיסציפלינות שונות וליישם אותם. הוא מסוגל לבנות הצהרות קצרות תוך שימוש בעובדות ולהציג החלטות המבוססות על ידע מדעי.	3	484.1	56.7%
לתלמיד יש ידע מדעי מספיק כדי לספק הסברים אפשריים בהקשרים מוכרים או כדי להסיק מסקנות המבוססות על מחקרים פשוטים. הוא מסוגל לחשיבה ישירה ולניסוח מילולי של מסקנות ממחקר מדעי או פתרון בעיה טכנולוגית.	2	409.5	80.8%
לתלמיד יש ידע מדעי כה מוגבל שניתן ליישמו במצבים מוכרים מעטים. הוא יכול להציג הסברים מדעיים מובנים מאליהם, הנובעים ישירות מהוכחות נתונות.	1	334.9	94.8%

הערה: מקור הלוח בדוח הטכני של פיזה 2006 (OECD, 2009, p. 299-300)

**דוגמאות של יחידות מבחן במדעים**

בנספח א' ישנן מספר יחידות מבחן לדוגמה, ומהן ניתן להתרשם ממגוון המטלות ומרחב התחומים באוריינות מדעים שנכללים במחקר פיזה 2006. יש לציין, כי רק חלק קטן מפריטי האוריינות במדעים הותר לפרסום פומבי. נספח א' כולל את היחידות האלו: "פעילות גופנית", "גשם חומצי", "הגרנד קניון", "גידולים מהונדסים גנטית" ו"אפקט החממה". נוסף ליחידות עצמן, מתוארים מאפייניהם של הפריטים, וכן ההקשרים והידע שנדרש מהתלמידים על מנת לענות על השאלות נכון. מבין הדוגמאות, ביחידות הבאות – "גידולים מהונדסים גנטית", "גרנד קניון" ו"גשם חומצי" – תוכלו להתרשם משאלות ההקשר שצורפו למבחן לאחר חלק מהשאלות.

## נספח א': פריטי אוריינות מדעית מתוך מחקר PISA 2006

בדפים שלהלן מובאות מספר דוגמאות לפריטי אוריינות מדעית שנכללו במחקר PISA 2006, כאשר לכל דוגמא של יחידה מצורפות שאלה אחת, או יותר, לדוגמא.

בלוח ב-1 ניתן לראות את מיפוי הפריטים שמופיעים בנספח זה. עבור כל פריט, ניתן מידע לגבי המיומנות שנמדדת, רמת הבקיות והקושי של הפריט (המספר בסוגריים) וכן האם התשובה מקבלת ניקוד מלא או ניקוד מלא וחלקי. המיפוי מראה את הפריטים כשהם מסודרים לפי קושי, כאשר הפריטים ברמת הקושי הגבוהה ביותר (רמה 6) נמצאים בחלק העליון ואלה ברמת הקושי הנמוכה ביותר (רמה 1) נמצאים בחלק התחתון.

**לוח ב-1: פריטים לדוגמא ממחקר פיזה 2006 ונקודות חתך עבור רמות בקיאות באוריינות מדעית**

רמת בקיאות	ציון של גבול תחתון	זיהוי סוגיות מדעיות	מתן הסבר מדעי לתופעות	שימוש בהוכחות מדעיות
6	707.9	גשם חומצי שאלה 5 (717) (ניקוד מלא)	אפקט החממה שאלה 5 (709)	
5	633.3			אפקט החממה שאלה 4 (659) (ניקוד מלא)
4	558.7		פעילות גופנית שאלה 5 (583)	אפקט החממה שאלה 4 (568) (ניקוד חלקי)
3	484.1	גשם חומצי שאלה 5 (513) (ניקוד חלקי) גרנד קניון שאלה 7 (485)	פעילות גופנית שאלה 1 (545) גשם חומצי שאלה 2 (506)	אפקט החממה שאלה 3 (529)
2	409.5	גידולים מהונדסים גנטית שאלה 3 (421)	גרנד קניון שאלה 3 (451) גרנד קניון שאלה 5 (411)	גשם חומצי שאלה 3 (460)
1	334.9	גשם חומצי שאלה 5 (717) (ניקוד מלא)	אפקט החממה שאלה 5 (709)	

## יחידה א': פעילות גופנית

היחידה של "פעילות גופנית" פותחת בגריין מינימאלי, שמורכב מאיור ומשפט לגבי פעילות גופנית. היחידה בודקת את המיומנות "מתן הסבר מדעי לתופעות", באמצעות שלוש שאלות המתוארות להלן. בשאלות אלה התלמידים נדרשים ליישם את הידע שרכשו במדעים, בעיקר במערכות חיים, ולהבין את ההשפעה של פעילות גופנית על מגוון מערכות ביולוגיות, כגון המערכות של מחזור הדם, השרירים והנשימה. תחום היישום עבור יחידה זו הוא "בריאות", והיא נבדקת בהקשר אישי.

### פעילות גופנית

פעילות גופנית קבועה אך מתונה טובה לבריאותנו.



רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9  
633.3  
558.7  
484.1  
409.1  
334.1

#### פעילות גופנית – S493Q01

סוג הפרט: רב-ברירה מורכב

מיומנות: הסבר תופעות בצורה מדעית

תחום תוכן: "מערכות חיים" (ידע של מדע)

תחום יישום: "בריאות"

הקשר: אישי

דרגת קושי: 545 (רמה 3)

אחוז תשובות נכונות: 53 במדינות ה-OECD; 50% בישראל

מהם היתרונות של פעילות גופנית קבועה? סמנו בעיגול "כן" או "לא" ביחס לכל משפט.

האם זהו יתרון הנובע מאימון גופני קבוע?	כן או לא?
פעילות גופנית עוזרת למנוע מחלות של הלב ושל מחזור הדם	כן / לא
פעילות גופנית מובילה לתזונה בריאה	כן / לא
פעילות גופנית עוזרת למנוע עלייה במשקל	כן / לא

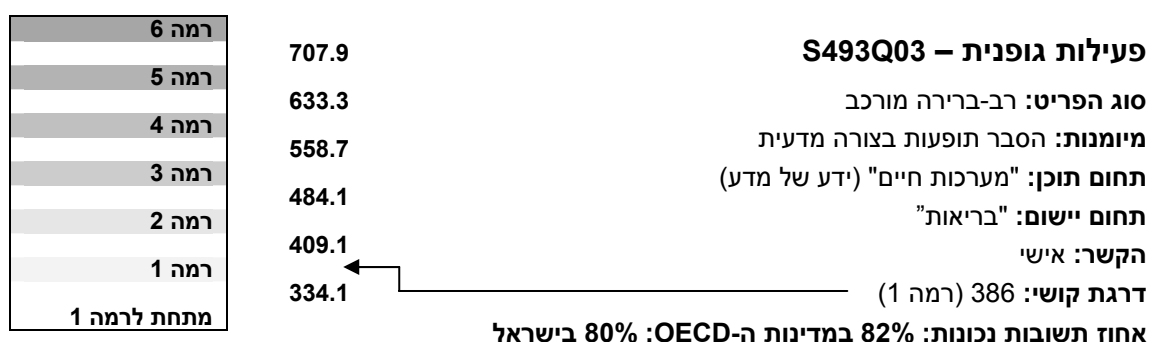
## צינון

### ניקוד מלא:

כל התשובות נכונות: כן, לא, כן בסדר זה.

## הערה

זוהי שאלת רב ברירה מורכבת, בה על התלמידים לבחור "כן" או "לא" בכל אחת משלוש האפשרויות. על מנת לקבל ניקוד מלא, על התלמיד לענות בצורה נכונה על כל השאלות ("כן", "לא", "כן", בסדר זה). לתלמידים צריך להיות ידע מסוים לגבי היתרונות של פעילות גופנית, והמיומנות לתת הסבר מדעי לתופעות. השאלה רלוונטית ביותר לתלמידים בני 15, כיוון שהיא קשורה לבריאותם האישית. שאלה זו, שהינה ברמת קושי של 545 נקודות, היא בעלת קושי מעל לממוצע, וממוקמת בחלק העליון של רמה 3. ברמה זו, התלמידים יכולים לבחור עובדות וידע על מנת להסביר תופעות ויכולים לפרש ולהשתמש במושגים מדעיים מדיסציפלינות שונות וליישם בצורה ישירה.



מה קורה בשרירים בעת פעילות? סמנו בעיגול "כן" או "לא" ביחס לכל משפט.	
האם זה מה שקורה כשמפעילים את השרירים?	כן או לא?
השרירים מקבלים אספקה מוגברת של דם	כן / לא
נוצרים שומנים בשרירים	כן / לא

## צינון

### ניקוד מלא:

שתי התשובות נכונות: כן, לא, בסדר זה.

## הערה

בשאלה זו, על מנת לקבל ניקוד מלא, על התלמיד לזכור בצורה נכונה ידע על פעילות השרירים ועל היווצרות השומן בגוף, כלומר, על התלמיד להיות בעל ידע של העובדה המדעית ששרירים פעילים מקבלים זרימת דם מואצת ושלא נוצר שומן כאשר השרירים פועלים. ידע זה מאפשר לתלמיד לקבל את ההסבר הראשון בשאלת רב ברירה מורכבת זו ולדחות את ההסבר השני.

שני ההסברים העובדתיים שכלולים בשאלה אינם קשורים זה לזה. כל אחד מהם מתקבל או נדחה כתוצאה מפעילות השרירים וידע זה הוא נפוץ ביותר. לפיכך, שאלה זו ממוקמת ברמה 1, בחלק התחתון של הסולם עבור המיומנות של מתן הסבר מדעי לתופעות.

רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9  
633.3  
558.7  
484.1  
409.1  
334.1

## פעילות גופנית – S493Q05

סוג הפריט: פתוח מובנה  
מיומנות: הסבר תופעות בצורה מדעית  
תחום תוכן: "מערכות חיים" (ידע של מדע)  
תחום יישום: "בריאות"  
הקשר: אישי  
דרגת קושי: 583 (רמה 4)

אחוז תשובות נכונות: 45% במדינות ה-OECD; 34% בישראל

### מדוע בשעת פעילות גופנית אנו נושמים נשימות עמוקות יותר מאשר בשעה שאנו נחים?

.....

.....

.....

## צינון

### ניקוד מלא:

על מנת להפחית רמות מוגברות של פחמן דו-חמצני ולספק יותר חמצן לגוף [אין לקבל "אוויר" במקום "פחמן דו-חמצני" או "חמצן"]. למשל:

- כאשר אתה עושה פעילות גופנית הגוף שלך צריך יותר חמצן ומייצר יותר פחמן דו-חמצני. הנשימה שלך עושה את זה.
- נשימה מהירה יותר מאפשרת לקלוט יותר חמצן לדם ולסלק ממנו יותר של פחמן דו-חמצני.
- לסלק מהגוף רמות מוגברות של פחמן דו-חמצני או לספק יותר חמצן לגוף, אך לא שניהם. [אין לקבל "אוויר" במקום "פחמן דו-חמצני" או "חמצן"]. למשל:
- מכיוון שאנחנו חייבים להיפטר מהפחמן הדו-חמצני שנוצר.
- מכיוון שהשרירים צריכים חמצן. [ההשלכה היא שהגוף צריך יותר חמצן כאשר מבצעים פעילות גופנית (באמצעות שימוש בשרירים)].
- מכיוון שלפעילות גופנית דרוש חמצן.
- אתה נושם בכבדות כיוון שאתה לוקח יותר חמצן לריאות. [הרעיון מבוטא בצורה דלה, אך יש בו הכרה לכך שהגוף קולט יותר חמצן].
- מכיוון שאתה משתמש בכל כך הרבה אנרגיה הגוף צריך מידה כפולה או משולשת של אוויר. הגוף גם צריך להיפטר מהפחמן הדו-חמצני. [קוד 12 עבור המשפט השני – ההשלכה היא שיש להיפטר מכמות רבה יותר של פחמן דו-חמצני מהגוף; המשפט הראשון אינו סותר, למרות שכשלעצמו יכול היה ליקבל קוד 01].

## הערה

בשאלה זו על התלמיד להסביר מדוע נשימה כבדה יותר (הכוונה לעמוקה ומהירה יותר) קשורה לעליה בפעילות גופנית. ניקוד מלא ניתן להסבר שמתייחס לכך ששרירים פועלים דורשים יותר חמצן ו/או צריכים



להיפטר מיותר פחמן דו-חמצני לעומת מצב של חוסר פעילות גופנית. מאחר שהתלמיד צריך לזכור מידע על מנת לנסח הסבר, השאלה שייכת לקטגוריה 'ידע של מדע'. ידע רלוונטי קשור לפיסיולוגיה של גוף האדם, כך שתחום היישום הוא "בריאות" בעוד שההקשר הוא אישי.

על התלמיד להתבסס על ידע של מערכות גופניות על מנת לקשור את חילופי הגזים שמתרחשים בריאות לעליה בפעילות הגופנית, ולקשור בין מספר פיסות מידע על מנת ליצור הסבר של התופעה. דרישה זו ממקמת את השאלה ברמה 4.

## יחידה ב': גשם חומצי

היחידה של "גשם חומצי" פותחת בגריין שמורכב מתמונה של פסלי הקריאטידות באקרופוליס באתונה וממשפט קצר. היחידה כוללת שלוש שאלות ובודקת את כל שלוש המיומנויות – זיהוי סוגיות מדעיות, מתן הסבר מדעי לתופעות, ושימוש בהוכחות מדעיות. היחידה כוללת גם שתי שאלות עמדה חבויות.

### גשם חומצי

בתצלום שלפניכם פסלים שנקראים קריאטידות שנבנו לפני למעלה מ-2500 שנים, על האקרופוליס שבאתונה. הפסלים עשויים סוג אבן שנקרא שיש, המורכב מסיידן פחמתי.



בשנת 1980 הועברו הפסלים המקוריים אל תוך מוזיאון האקרופוליס, ובמקומם הוצבו העתקים מדויקים שלהם. הפסלים המקוריים נהרסו בחלקם על ידי גשם חומצי.

רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9  
633.3  
558.7  
484.1  
409.1  
334.1

### גשם חומצי – S485Q02

סוג הפריט: פתוח מובנה

מיומנות: הסבר תופעות בצורה מדעית

תחום תוכן: "מערכות פיסיקליות" (ידע של מדע)

תחום יישום: "סכנות"

הקשר: חברתי

דרגת קושי: 506 (רמה 3)

אחוז תשובות נכונות: 58% במדינות ה-OECD; 41% בישראל

גשם רגיל הוא חומצי במקצת, משום שהוא סופג מהאוויר כמות קטנה של פחמן דו-חמצני. גשם חומצי, חומצי יותר מגשם רגיל, משום שנוסף על הפחמן הדו-חמצני, הוא סופג גם גזים אחרים כמו תחמוצות גופרית ותחמוצות חנקן.

מאין באות תחמוצות הגופרית ותחמוצות החנקן הנמצאות באוויר?

.....  
.....

## ציינו

### **ניקוד מלא:**

כל תשובה שמתייחסת לפליטת גזים על ידי מכוניות, שחרור גזים בבתי חרושת, שריפת דלק פוסילי כגון שמן ופחם, פליטת גזים עקב התפרצויות געשיות או תשובות אחרות דומות.

- משריפה של פחם ומשריפה של גז.
- תחמוצות מגיעות לאוויר כתוצאה מזיהום תעשייתי ומזיהום של בתי חרושת.
- הרי געש.
- גזים מתחנות כוח. ["תחנות כוח" כוללות תחנות כוח ששורפות דלק פוסילי].
- הם באים משריפה של חומרים שמכילים גופרית וחנקן.

### **ניקוד חלקי:**

תשובות שכוללות מקור זיהום נכון ומקור זיהום לא נכון. למשל:

- דלק פוסילי ודלק מתחנות כוח גרעיניות. [תחנות כוח גרעיניות אינן מקור לגשם חומצי].
- התחמוצות מגיעות מהאוזון, מהאטמוספירה וממטאורים שמגיעים לכדור הארץ. גם משריפה של דלקים פוסיליים.

תשובות המתייחסות למושג "זיהום" אך אינן מפרטות את מקור הזיהום כמקור לגשם חומצי. למשל:

- זיהום.
- הסביבה באופן כללי, האטמוספירה שבה אנו חיים – כלומר זיהום.
- גזיפיקציה, זיהום, שריפות, סיגריות. [לא ברור למה הכוונה ב"גזיפיקציה"; "שריפות" אינו פרטני דיו; עישון סיגריות אינו מקור משמעותי לגשם חומצי].
- זיהום דומה לזה שמגיע מתחנות כוח גרעיניות.

**הערה לציינו:** אזכור של "זיהום" מספיק לקוד 1.

## הערה

שאלה זו הינה דוגמא לשאלה במרכז הסולם. השאלה דורשת מהתלמידים להסביר את המקור של תחמוצות גופרית וחנקן באוויר. תשובות נכונות דורשות מהתלמידים להפגין הבנה לגבי מקורם של הכימיקאליים כגון בפליטת גז מצינור הפליטה של המכונית, מבתי חרושת, ומשריפת דלקים פוסיליים. התלמידים אמורים לדעת שתחמוצות גופרית וחנקן הן תוצרי החמצון של רוב סוגי הדלק או שמקורם בפעילות געשית.

תלמידים שקיבלו ניקוד מלא מפגינים יכולת לזכור עובדות רלוונטיות ולהסביר כי מקור הגזים שתורמים לגשם חומצי הם מזהמים של האטמוספירה. דבר זה ממקם את השאלה ברמה 3, וקושרת אותה למיומנות של מתן הסבר מדעי לתופעות. המודעות לכך שהחמצון גורם להיווצרותם של גזים אלה ממקם את השאלה בתחום התוכן של "מערכות פיסיקליות". כיוון שגשם חומצי הוא סכנה אזורית, ההקשר שלה הוא חברתי.

היחוס של הגזים לזיהום לא ממוקד גם הוא תשובה מקובלת. ניתוח של תשובות התלמידים מראה שונות מועטה ברמת היכולת של תלמידים שנתנו תשובה מעין זו בהשוואה לאלה שנתנו תשובה מפורטת יותר.

רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9  
633.3  
558.7  
484.1  
409.1  
334.1

### גשם חומצי – S485Q03

סוג הפריט: רב ברירה

מיומנות: שימוש בהוכחות מדעיות

תחום תוכן: "מערכות פיסיקליות" (ידע של מדע)

תחום יישום: "סכנות"

הקשר: אישי

דרגת קושי: 460 (רמה 2)

אחוז תשובות נכונות: 67% במדינות ה-OECD; 51% בישראל

את השפעת הגשם החומצי על השיש אפשר להדגים על ידי השריה של חתיכות שיש בתוך חומץ למשך הלילה. לחומץ ולגשם חומצי יש רמות חומציות דומות. כשחתיכת שיש מושרה בתוך חומץ, נוצרות בועות גז. את המסה של השיש היבש ניתן למדוד לפני הניסוי ואחריו.

המסה של חתיכת שיש אחת לפני שהושרתה בחומץ למשך הלילה היא 2.0 גרם. למחרת הוציאו את חתיכת השיש ויבשו אותה. מה תהיה המסה של חתיכת השיש היבשה?

- פחות מ-2.0 גרם
- 2.0 גרם בדיוק
- בין 2.0 ל-2.4 גרם
- למעלה מ-2.4 גרם

### צינון

ניקוד מלא:

א. פחות מ-2.0 גרם

### הערה

שאלה זו מספקת דוגמה טובה למיומנות של שימוש בהוכחות מדעיות עבור רמה 2. בשאלה, התלמידים מתבקשים להשתמש במידע על מנת לבסס מסקנות לגבי ההשפעה של חומץ על שיש, מודל פשוט לתיאור ההשפעה של גשם חומצי על שיש. בנוסף למידע התיאורי שיש למסור, התלמיד נדרש להתבסס על הידע שריאקציה כימית היא המקור לבועות הגז וכי הריאקציה נובעת, בחלקה, מכימיקלים שבאים במגע עם חתיכת השיש. משמעות הדבר היא, שחתיכת השיש תאבד מהמסה שלה. כיוון שהמודעות לתהליך הכימי היא דרישה מוקדמת להסקת המסקנה הנכונה, פריט זה שייך לתחום התוכן של "מערכות פיסיקליות". הפריט דן בסכנות של גשם חומצי, אך הניסוי קשור לפרט; לכן, ההקשר הוא אישי.

תלמיד שענה נכון על שאלה זו, שהינה ברמה 2, מסוגל להבחין ברמזים רלוונטיים וברורים אשר מתווים את הדרך הלוגית למסקנה פשוטה.

רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9  
633.3  
558.7  
484.1  
409.1  
334.1

## גשם חומצי – שאלה 5 (S485Q05)

סוג הפריט: פתוח מובנה

מיומנות: זיהוי סוגיות מדעיות

תחום תוכן: "מחקר מדעי" (ידע על מדע)

תחום יישום: "סכנות"

הקשר: אישי

דרגת קושי: ניקוד מלא 717 (רמה 6); ניקוד חלקי 513 (רמה 3)  
אחוז תשובות נכונות: 36% במדינות ה-OECD; 35% בישראל

**התלמידים שערכו את הניסוי הזה גם השרו חתיכות של שיש למשך הלילה גם במים טהורים (מזוקקים). הסבירו מדוע כללו התלמידים את השלב הזה בניסוי שלהם.**

.....  
.....

## צינון

### ניקוד מלא:

להראות שהחומצה (חומץ) הכרחית לריאקציה. למשל:

- לוודא שעל מי הגשם להיות חומציים כמו גשם חומצי, על מנת שתיווצר ריאקציה.
- לראות האם יש סיבות נוספות לחורים בחתיכות השיש.
- כיוון שזה מראה שחתיכות השיש אינן מגיבות עם כל נוזל, כיוון שהמים הם ניטרליים.

### ניקוד חלקי:

להשוות עם הניסוי של חומץ ושיש, אך לא ברור שהדבר נעשה במטרה להראות שהחומצה (חומץ) הכרחית לריאקציה. למשל:

- להשוות עם מבחנת הניסוי האחרת.
- לראות האם חתיכת השיש השתנתה במים מזוקקים.
- התלמידים כללו את השלב הזה כדי לראות מה קורה כאשר יורד גשם רגיל על השיש.
- כיוון שמים מזוקקים אינם חומצה.
- לשמש בקרה.
- לראות את ההבדל בין מים נורמאליים לבין מים חומציים (חומץ).

## הערה

תלמידים שקיבלו ניקוד מלא על תשובה לשאלה זו, מבינים שעליהם להראות שהריאקציה לא מתרחשת במים. חומץ הוא מגיב (reactant) הכרחי. השרייה של חתיכות השיש במים מזוקקים מדגימה הבנה לגבי בקרה בניסויים מדעיים.

תלמידים שקיבלו ניקוד חלקי מראים מודעות לכך שהניסוי כולל השוואה אך אינם מסבירים זאת בצורה שמדגימה כי הם יודעים שהמטרה היא להראות שחומץ הוא המגיב ההכרחי.

השאלה דורשת מהתלמידים להפגין ידע לגבי המבנה של ניסוי ולכן היא שייכת לתחום של "מחקר מדעי". היישום עוסק בסיכונים שגורם גשם חומצי אך הניסוי קשור לפרט ולכן ההקשר הוא אישי.

תלמיד שקיבל ניקוד מלא (רמה 6) מסוגל להבין הן את המודל הניסויי והן את השיטה שמשמשת כבקרה למשתנה העיקרי. תלמיד שענה נכון אך קיבל ניקוד חלקי (רמה 3) מסוגל להבחין רק בהשוואה שנעשית, ללא

יכולת להעריך את מטרת ההשוואה. שתי התשובות (ניקוד מלא וחלקי) קשורות למיומנות של זיהוי סוגיות מדעיות.

#### גשם חומצי (שאלות עמדה) - S485Q010N

באיזו מידה מעניין אתכם המידע הבא?				
סמנו X בריבוע אחד בלבד בכל שורה				
לא מעניין כלל	לא כל כך מעניין	די מעניין	מעניין מאוד	
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	א. לדעת אילו פעולות של בני האדם תורמות במידה הרבה ביותר להיווצרותו של גשם חומצי.
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	ב. ללמוד על טכנולוגיות שמצמצמות את פליטת הגזים הגורמים לגשם החומצי.
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	ג. להבין את השיטות שנוקטים כדי לשקם בניינים שניזוקו על ידי גשם חומצי.

#### גשם חומצי (שאלות עמדה) - S485Q010S

באיזו מידה אתם מסכימים עם המשפטים האלה?				
סמנו X בריבוע אחד בלבד בכל שורה				
לא מסכים/בהחלט	לא מסכים	מסכים	מסכים/בהחלט	
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	א. שימור של מבנים עתיקים שנהרסו יש לבסס על הוכחות מדעיות שנוגעות לסיבות ההרס.
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	ב. הצהרות בדבר הסיבות להיווצרותו של גשם חומצי צריכות להתבסס על מחקר מדעי.

**יחידה ג': גרנד קניון**

היחידה של ה"גרנד קניון" פותחת בגריין, שמורכב מתמונה וטקסט קצר, אשר מוסרים מידע לגבי המאפיינים הגיאומורפולוגיים של הגרנד קניון.

### ה"גרנד קניון"

ה"גרנד קניון" שוכן בלב מדבר בארצות-הברית. זהו קניון גדול ועמוק מאוד, ובו שכבות סלע רבות. תזוזות בקרום כדור הארץ גרמו להתרוממות שכבות אלה בתקופה קדומה בעבר. בחלקים מסוימים עומק הקניון כיום כ-1.6 ק"מ. נהר הקולורדו, שהוא נהר גדול מאוד, זורם בערוץ שבקרקעיתו.

התבוננו בתמונת הגרנד קניון שלפניכם. התמונה צולמה מהגדה הדרומית, וניתן להבחין בה בשכבות סלע אחדות, שיוצרות את קירות הקניון.

רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9  
633.3  
558.7  
484.1  
409.1  
334.1

**ה"גרנד קניון" – S426Q07**

סוג הפריט: רב ברירה מורכב  
מיומנות: זיהוי סוגיות מדעיות  
תחום תוכן: "מחקר מדעי" (ידע על מדע)  
תחום יישום: "סביבה"  
הקשר: חברתי  
דרגת קושי: 485 (רמה 3)

אחוז תשובות נכונות: 61% במדינות ה-OECD; 55% בישראל

בכל שנה מבקרים בשמורת הטבע של הגרנד קניון כחמישה מיליון איש. הנזק שגורמים מבקרים כה רבים לשמורה מעורר דאגה עמוקה.

לפניכם שתי שאלות. האם נוכל להשיב עליהן בעזרת מחקר מדעי? סמנו בעיגול "כן" או "לא" בנוגע לכל שאלה.

האם אפשר להשיב על שאלה זו בעזרת מחקר מדעי?	כן או לא?
כמה סחף נגרם בשל השימוש במסלולי ההליכה?	כן / לא
האם אזור השמורה יפה כפי שהיה לפני 100 שנים?	כן / לא

## ציינון

### ניקוד מלא:

שתי התשובות נכונות: כן, לא, בסדר זה.

## הערה

זוהי שאלת רב-ברירה מורכבת, בה התלמידים נדרשים לבחור "כן" או "לא" בכל אחת משתי האפשרויות. על מנת לקבל ניקוד מלא, על התלמיד לענות נכונה בשתי הפעמים ("כן" ו"לא", על פי סדר זה). לתלמיד צריך להיות ידע כלשהו לגבי היכולות והמגבלות של מחקר מדעי, כך שהשאלה בודקת את היכולת לזהות נושאים מדעיים. ההקשר של השאלה הינו חברתי, ואינו קשור להתנסות אישית של התלמיד. השאלה, ברמת קושי של 485 נקודות, נמצאת קצת מתחת לרמת הקושי הממוצעת והיא ממוקמת בחלק הנמוך של רמה 3. ברמה זו, תלמידים יכולים לזהות נושאים מדעיים המתוארים בצורה ברורה במגוון הקשרים.



הטמפרטורה בגרנד קניון נעה בין טמפרטורה מתחת ל-  $0^{\circ}\text{C}$  לבין טמפרטורה מעל  $40^{\circ}\text{C}$ . אף על פי שזהו אזור מדברי, לעתים יש מים בסדקי הסלעים. כיצד תורמים שינויי הטמפרטורה והמים המצויים בסדקי הסלעים להגברת קצב ההתפוררות של הסלעים?

- המים הקופאים ממיסים את הסלע החם.
- המים מדביקים את הסלעים זה לזה.
- הקרח מחליק את פני הסלע.
- המים הקופאים מתפשטים בסדקי הסלע.

## ציינון

### ניקוד מלא:

ד. המים הקופאים מתפשטים בסדקי הסלע.

## הערה

זוהי שאלת רב-ברירה. בחירת ההסבר הנכון לשחיקת הסלעים דורשת מהתלמיד לדעת כי מים קופאים כשהטמפרטורה יורדת מתחת לאפס מעלות צלזיוס וכי מים מתפשטים כאשר הם הופכים לקרח מוצק. אופן כתיבת השאלה נותן מספר רמזים לתלמידים מה אפשר לשלול, כך שרמת הקושי של השאלה יורדת.

התלמידים צריכים לזכור שתי עובדות מדעיות מוחשיות וליישם אותן בהקשר של תנאי המדבר המתוארים. אלה ממקמים את השאלה ברמה 2.



רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9

633.3

558.7

484.1

409.1

334.1

## "גרנד קניון" – S426Q05

סוג הפריט: רב ברירה

מיומנות: הסבר תופעות בצורה מדעית

תחום תוכן: "מערכות כדור הארץ והיקום" (ידע של מדע)

תחום יישום: "משאבים טבעיים"

הקשר: חברתי

דרגת קושי: 411 (רמה 2)

אחוז תשובות נכונות: 76% במדינות ה-OECD; 63% בישראל

בשכבת אבן הגיר א' של הגרנד קניון מצויים מאובנים של בעלי חיים ימיים רבים כמו צדפות, דגים ואלמוגים. מה קרה לפני מיליוני שנים שיכול להסביר מדוע מוצאים שם מאובנים כאלה?

- בעת העתיקה הביאו אנשים לאזור מאכלי ים מהאוקיינוס.
- בעבר היו האוקיינוסים סוערים הרבה יותר מהיום, ובעלי חיים ימיים נשטפו ליבשה על גבי גלים ענקיים.
- בזמן ההוא כיסה אוקיינוס את הסביבה הזאת, ומאוחר יותר הוא נסוג.
- בעלי חיים ימיים חיו בעבר על היבשה, ואחר כך הם עברו לחיות בים.

## צינון

ניקוד מלא:

ג. בזמן ההוא כיסה אוקיינוס את הסביבה הזאת, ומאוחר יותר הוא נסוג.

## הערה

שאלה זו דורשת מהתלמיד לזכור את העובדה כי מאובנים נוצרים במים וכאשר הים נסוג הוא עשוי לגלות מאובנים של אורגניזמים ששוקעו בתקופה מוקדמת יותר. ידע זה יוביל את התלמיד לבחור בהסבר הנכון, ובהקשר הנתון. השאלה ממוקמת ברמה 2, קרוב לגבול עם רמה 1.

## "גרנד קניון" (שאלות עמדה) - S426Q010S

באיזו מידה אתם מסכימים עם המשפטים האלה?

סמנו X בריבוע אחד בלבד בכל שורה

לא מסכים/ה בהחלט	לא מסכים/ה	מסכים/ה	מסכים/ה בהחלט	
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	א. חשוב לחקור את המאובנים באופן שיטתי.
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	ב. הפעולות הננקטות להגנה על שמורות הטבע צריכות להיות מבוססות על ראיות מדעיות.
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	ג. המחקר המדעי של השכבות הגיאולוגיות הוא דבר חשוב.

יחידה ד': גידולים מהונדסים גנטית

היחידה נפתחת בגריין שמורכב מטקסט העוסק בגידול תירס מהונדס. התלמידים נדרשים להפגין ידע לגבי מערכי מחקר מדעיים. התחום שנבדק הוא "חזית המדע", בהקשר חברתי.

גידולים מהונדסים גנטית

יש להחרים תירס שפותח בהנדסה גנטית

ארגונים לשמירת הטבע ואיכות הסביבה דורשים להטיל חרם על תירס חדש שפותח בהנדסה גנטית.

התירס המהונדס מתוכנן כך שהוא לא ייפגע מקוטל עשבים חדש ורב-עוצמה, שמשמיד את צמחי התירס הרגילים. קוטל העשבים החדש ישמיד את רוב העשבים הצומחים בשדות התירס.

שומרי הטבע טוענים שמשום שהעשבים המושמדים משמשים מזון לבעלי חיים קטנים, בייחוד לחרקים, הרי השימוש בקוטל העשבים החדש בשדות התירס המהונדס, יגרום נזק לסביבה. לעומתם, אלה שתומכים בשימוש בתירס המהונדס אומרים שמחקר מדעי הראה שדבר זה לא יקרה.

להלן מספר פרטים על המחקר המדעי שתואר לעיל:

- תירס נשתל ב 200 שדות ברחבי המדינה.
- כל שדה חולק לשניים. על שטח של מחצית השדה גידלו את התירס המהונדס שטופל בקוטל העשבים החדש, ובמחצית השנייה גודל תירס רגיל שטופל בקוטל העשבים הרגיל.
- מספר החרקים שנמצאו בשטח התירס המהונדס, אשר טופל בקוטל העשבים החדש, היה דומה למספר החרקים שנמצא בשטח התירס הרגיל, אשר טופל בקוטל העשבים הרגיל.

רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9  
633.3  
558.7  
484.1  
409.1  
334.1

גידולים מהונדסים גנטית - S508Q03

סוג הפריט: רב ברירה  
מיומנות: זיהוי סוגיות מדעיות  
תחום תוכן: "מחקר מדעי" (ידע על מדע)  
תחום יישום: "חזית המדע והטכנולוגיה"  
הקשר: חברתי  
דרגת קושי: 421 (רמה 2)  
אחוז תשובות נכונות: 74% במדינות ה-OECD; 69% בישראל

במחקר, שתלו החוקרים תירס ב-200 שדות ברחבי המדינה. מדוע נשתל התירס ביותר מאזור אחד?

- א. כדי שחקלאים רבים יוכלו לנסות את התירס המהונדס החדש.
- ב. כדי לראות כמה תירס מהונדס הם יכולים לגדל.
- ג. כדי לנסות שטחים רבים ככל האפשר בגידולי תירס מהונדס.
- ד. כדי לבחון את גידול התירס בתנאים שונים.

צינון ניקוד מלא: ד. כדי לבחון את גידול התירס בתנאים שונים.

## הערה

שאלה זו, הבודקת מיומנות של זיהוי סוגיות מדעיות, היא דוגמא מייצגת לשאלות הממוקמות בחלק התחתון של הסולם. זוהי שאלה פשוטה לגבי תנאים משתנים בחקירה מדעית, והתלמידים נדרשים להפגין ידע לגבי תכנון של ניסויים מדעיים.

על מנת לענות נכונה על השאלה, בהיעדר רמזים, על התלמיד להיות ער לכך שהאפקט של הטיפול (קוטלי עשבים שונים) על התוצאה (מספר חרקים) עשוי להיות תלוי בגורמים סביבתיים. כך, באמצעות חזרה על הניסוי ב-200 שדות, אפשר לנטר את האפשרות שמערך ייחודי של גורמים סביבתיים ישפיע על התוצאה. מאחר שהשאלה מתמקדת במתודולוגיה של המחקר, היא שייכת לתחום התוכן של "מחקר מדעי". תחום היישום של הנדסה גנטית ממקם את השאלה ב"חזית המדע והטכנולוגיה" ומאחר שהדבר נעשה במדינה אחת, ניתן לשייך זאת להקשר חברתי.

בהיעדר רמזים, יש לשאלה מאפיינים של רמה 4; כלומר, התלמיד מראה מודעות לצורך לשלוט בגורמים סביבתיים שונים והוא מסוגל לזהות דרך מתאימה על מנת לדון בנושא זה. אולם, השאלה למעשה מבוצעת ברמה 2, מאחר שניתנים רמזים בשלושה המסחים. התלמידים מסוגלים בקלות לשלול את שלוש האפשרויות האחרות וכך להשאיר את ההסבר הנכון כתשובה נכונה, דבר המפחית מרמת הקושי של השאלה.

## גידולים מהונדסים (שאלות עמדה) - S508Q010N

באיזו מידה מעניין אתכם המידע הזה?

סמנו X בריבוע אחד בלבד בכל שורה

לא מעניין כלל      לא כל כך מעניין      די מעניין      מעניין מאוד

☐ 4      ☐ 3      ☐ 2      ☐ 1

א. ללמוד על תהליך ההנדסה הגנטית בצמחים.

☐ 4      ☐ 3      ☐ 2      ☐ 1

ב. ללמוד מדוע צמחים מסוימים אינם מושפעים מקוטלי עשבים.

☐ 4      ☐ 3      ☐ 2      ☐ 1

ג. להבין טוב יותר את ההבדל בין הכלאה ובין הנדסה גנטית של צמחים.

## יחידה ה': אפקט החממה

יחידה זו פותחת בגריין שהוא קטע קריאה הכולל גם שני תרשימים. היחידה בודקת שתי מיומנויות – "שימוש בהוכחות מדעיות" ו"מתן הסבר מדעי לתופעות" – בהיבט סביבתי ובהקשר גלובאלי.

### אֶפֶקְט הַחֻמָּמָה

קראו את הקטעים הבאים והשיבו על השאלות.

#### אפקט החממה: מציאות או דמיון?

יצורים חיים זקוקים לאנרגיה כדי להתקיים. השמש מקרינה אנרגיה אל תוך החלל משום שהיא כה חמה. כמות זעירה מאנרגיה זו מגיעה אל כדור הארץ, והיא זו שמאפשרת את קיומם המתמשך של החיים על פניו.

האטמוספֶּרָה של כדור הארץ משמשת כשמיכה שמגנה על פני השטח שלו ומונעת את השינויים בטמפרטורה שהיו יכולים להתרחש אילו לא היה בעולם אוויר.

רוב אנרגיית הקרינה שמקורה בשמש עוברת דרך האטמוספירה של כדור הארץ. כדור הארץ קולט חלק מאנרגיה זו, והיתר מוקרן מפני השטח של כדור הארץ בחזרה לחלל. חלק מאנרגיה חוזרת זו נקלט על ידי האטמוספירה.

כתוצאה מכך הטמפרטורה הממוצעת על פני כדור הארץ גבוהה יותר ממה שהייתה יכולה להיות אילו לא הייתה אטמוספירה. לאטמוספירה של כדור הארץ יש אותה השפעה כמו לחממה, ומכאן המונח "אפקט החממה".

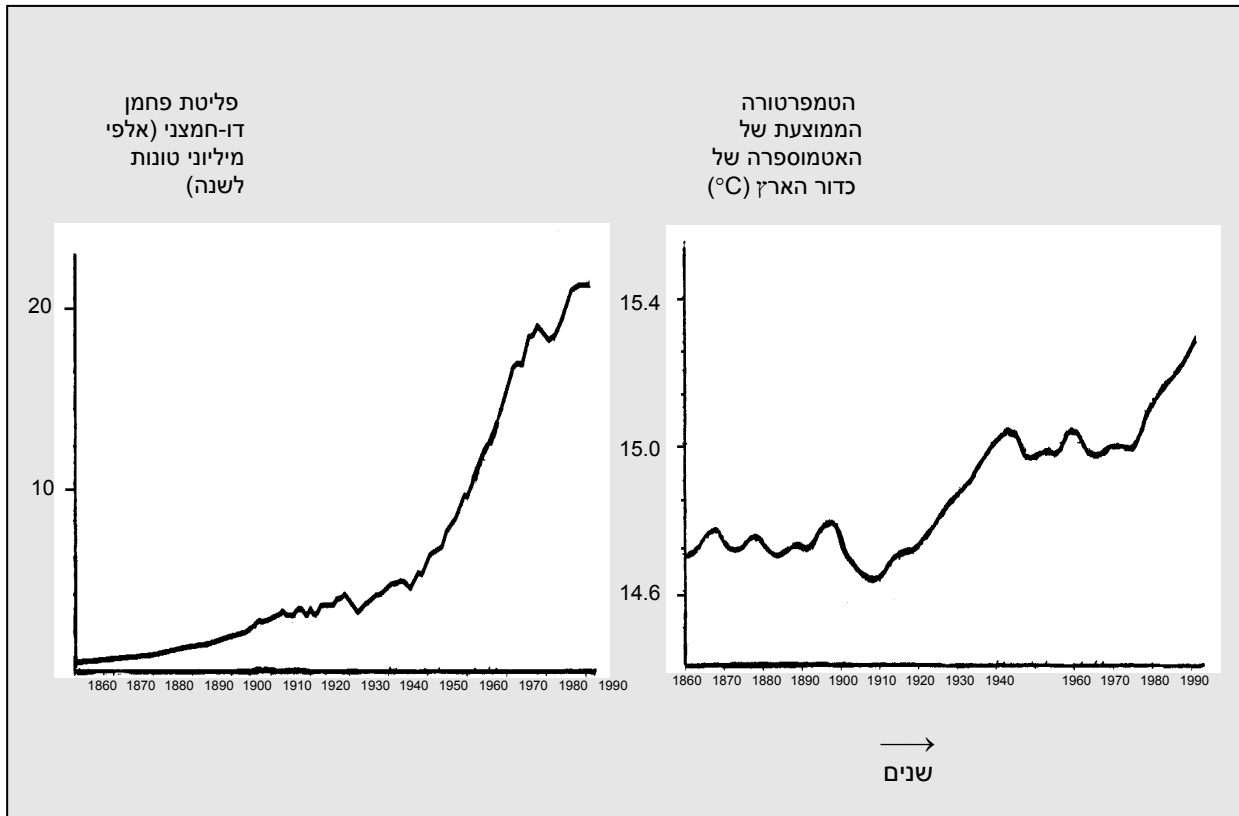
יש הטוענים שאפקט החממה התעצם במהלך המאה העשרים.

העובדה היא שהטמפרטורה הממוצעת של אטמוספירת כדור הארץ עלתה. בעיתונים ובכתבי עת אפשר למצוא לעתים קרובות מאמרים שמייחסים עלייה זו לפליטה המוגברת של פחמן דו-חמצני שהתרחשה במהלך המאה העשרים.

הנושא עורר את סקרנותו של תלמיד בשם אלעד, והוא החליט לבדוק אם קיים קשר בין הטמפרטורה הממוצעת של האטמוספירה המקיפה את כדור הארץ, ובין פליטת הפחמן הדו-חמצני על פני כדור הארץ.

הוא ניגש לספרייה, ותוך כדי עיון בחומר נתקל בשני הגרפים האלה:

משני הגרפים האלה הסיק אלעד בוודאות שהסיבה לעליית הטמפרטורה הממוצעת של אטמוספירת כדור הארץ היא הגידול בפליטת הפחמן הדו-חמצני.



רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9  
633.3  
558.7  
484.1  
409.1  
334.1

### אפקט החממה – S114Q03

סוג הפריט: פתוח מובנה

מיומנות: שימוש בהוכחות מדעיות

תחום תוכן: "הסברים מדעיים" (ידע על מדע)

תחום יישום: "סביבה"

הקשר: גלובלי

דרגת קושי: 529 (רמה 3)

אחוז תשובות נכונות: 54% במדינות ה-OECD; 44% בישראל

מה מהמצוי בגרפים תומך במסקנתו של אלעד?

.....

.....

## צינון

### **ניקוד מלא:**

התייחסות לעליה של שני הגורמים (בממוצע) – טמפרטורה ופליטת פחמן דו-חמצני. למשל:

- ככל שפליטת הפחמן הדו-חמצני עולה כך עולה הטמפרטורה.
- שני הגרפים עולים.
- כיוון שב-1910 שני הגרפים מתחילים לעלות.
- הטמפרטורה עולה ככל שנפלט יותר  $\text{CO}_2$ .
- קווי המידע בגרפים עולים ביחד.
- הכל עולה.
- ככל שנפלט יותר  $\text{CO}_2$ , כך הטמפרטורה גבוהה יותר.

התייחסות (במונחים כלליים) לקשר חיובי בין הטמפרטורה לבין פליטת הפחמן הדו-חמצני.

[הערה: פריט זה בודק את השימוש של התלמידים במונחים כגון "קשר חיובי", "צורה דומה" או "יחס ישיר"; למרות שהתשובות הבאות אינן מדויקות, הן מראות הבנה מספקת על מנת שיקבלו את מלא הניקוד.] למשל:

- כמות ה- $\text{CO}_2$  והטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ הם ביחס ישר.
- יש להם צורה דומה כך שהם מראים על קשר.

### הערה

השאלה מהווה דוגמא טובה ליכולת השימוש בהוכחות מדעיות ברמה 3. בשאלה, התלמידים נדרשים לפרש עובדות, המוצגות לפניהם בצורה גראפית, ולהסיק שהשילוב של שני הגרפים תומך במסקנה שהן הטמפרטורה הממוצעת והן פליטת הפחמן הדו-חמצני עולים. התלמיד נדרש לשפוט את תקפות המסקנה הקושרת בין הטמפרטורה של אטמוספירת כדור הארץ לבין כמות הפליטה של הפחמן הדו-חמצני, באמצעות השוואת הנתונים משני הגרפים, שיש להם סולם זמן זהה. על התלמיד להבין את ההקשר באמצעות קריאת מספר שורות בטקסט. ניקוד ניתן לעצם הזיהוי כי שני הגרפים עולים במהלך הזמן או שיש קשר חיובי בין שניהם, כך שהדבר תומך במסקנה המוצהרת. ההקשר של הפריט הוא גלובאלי, ומכיוון שנדרש מהתלמידים לפרש נתונים גראפיים, השאלה שייכת לתחום התוכן של "הסברים מדעיים".

תלמיד שקיבל את מלוא הניקוד על שאלה זו, שהינה ברמה 3, מסוגל לזהות תבנית פשוטה בשני מערכי נתונים גראפיים ולהשתמש בכך לשם תמיכה במסקנה.

רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9  
633.3  
558.7  
484.1  
409.1  
334.1

## אפקט החממה - S114Q04

סוג הפריט: פתוח מובנה

מיומנות: שימוש בהוכחות מדעיות

תחום תוכן: "הסברים מדעיים" (ידע על מדע)

תחום יישום: "סביבה"

הקשר: גלובלי

דרגת קושי: ניקוד מלא 659 (רמה 5) ; ניקוד חלקי 568 (רמה 4)  
אחוז תשובות נכונות: 34% במדינות ה-OECD; 32% בישראל

**תלמידה אחרת, שירה, חולקת על המסקנה של אלעד. היא משווה בין שני הגרפים ואומרת שחלקים אחדים מהם אינם תומכים במסקנה שלו.**

תנו דוגמה של חלק מתוך הגרפים שאינו תומך במסקנה של אלעד. הסבירו את תשובתכם.

.....

.....

.....

## ציינו

### ניקוד מלא:

התייחסות לחלק מסוים בגרפים שבו העקומות אינן יורדות או עולות יחדיו, ומתן ההסבר המתאים. למשל:

- ב-1990 - 1910 (בערך) CO<sub>2</sub> עלה, בזמן שהטמפרטורה ירדה.
- ב-1980 - 1983 פחמן דו-חמצני ירד והטמפרטורה עלתה.
- הטמפרטורה במאה ה-19 דומה פחות או יותר, אך הגרף הראשון עולה כל הזמן.
- בין 1950 ל-1980 הטמפרטורה לא עלתה אבל CO<sub>2</sub> עלה.
- מ-1940 ועד 1975 הטמפרטורה נשארה דומה אבל הפליטה של פחמן דו-חמצני מראה עליה חדה
- ב-1940 הטמפרטורה גבוהה בהרבה מאשר ב-1920 ובשתי השנים האלה יש פליטה דומה של פחמן דו-חמצני.

### ניקוד חלקי:

אזכור של תקופה נכונה, ללא כל הסבר. למשל:

- 1930 - 1933.
- לפני 1910.

אזכור של שנה אחת (לא תקופה של זמן), עם הסבר מתאים. למשל:

- ב-1980 הפליטה ירדה אך הטמפרטורה עדיין עלתה.

מתן דוגמא שאינה תומכת במסקנה של אלעד אך טועה בתקופה שאליה היא מתייחסת.

[הערה: צריכה להיות עדות לשגיאה זו – כלומר, התחום על הגרף מתאר תשובה נכונה אך יש טעות בפרשנות]

של המידע.] למשל:

- בין 1950 ל-1960 הטמפרטורה ירדה ופליטת הפחמן הדו-חמצני עלתה. התייחסות להבדלים בין שתי העקומות, בלי להזכיר תקופה מסוימת. למשל:
  - במקומות מסוימים הטמפרטורה עולה גם כאשר פליטת הפחמן הדו-חמצני יורדת.
  - בהתחלה הייתה פליטה מועטת אך טמפרטורה גבוהה.
  - בזמן שיש עליה עקבית בגרף 1, אין עליה בגרף 2, הוא נשאר קבוע. [הערה: הוא נשאר קבוע "באופן כללי".]
  - מכיוון שבהתחלה הטמפרטורה היא עדיין גבוהה בעוד שהפחמן הדו-חמצני היה מאוד נמוך. התייחסות לאי סדירות באחד מהגרפים. למשל:
  - השנה היא בסביבות 1910 כאשר הטמפרטורה ירדה ועלתה שוב למשך תקופה מסוימת.
  - בגרף השני יש ירידה בטמפרטורה של אטמוספירה כדור הארץ ממש לפני 1910.
- ציון הבדלים בגרפים, אך ההסבר דל. למשל:
- ב-1940 החום היה גבוה מאוד אך הפחמן הדו-חמצני היה מאוד נמוך. [הערה: ההסבר דל ביותר, אך ההבדל שהוא מוסר הינו ברור.]

### הערה

שאלה זו עוסקת במיומנות של שימוש בהוכחות מדעיות ומבקשת מהתלמידים לזהות חלק בגרף שיש בו נתונים שאינם תומכים במסקנה. השאלה דורשת מהתלמידים לחפש הבדלים פרטניים אשר סוטים מהמגמה של קשר חיובי בין שני מערכי הנתונים הגראפיים. על התלמידים לציין מיקום של החלק בגרפים שבו העקומות אינן עולות או יורדות יחדיו, ולספק ממצא זה כחלק מההצדקה למסקנה. כתוצאה מכך, הדבר כולל מידה רבה יותר של תובנה וכישורים אנליטיים מאשר נדרש בפריט 3. לעומת הכללה לגבי הקשר שבין הגרפים, בפריט זה התלמיד מתבקש לאתר תקופה שיש בה שונות ולספק הסבר לשונות זו על מנת לקבל ניקוד מלא.

היכולת להשוות בצורה אפקטיבית בין הפרטים של שני מערכי נתונים ולתת ביקורת למסקנה נתונה ממקמת את השאלה, כאשר היא מקבלת ניקוד מלא, ברמה 5 של סולם האוריינות המדעית. אם התלמיד מבין מה השאלה מבקשת ממנו לעשות ומזהה בצורה נכונה את ההבדלים בין שני הגרפים, אך הוא אינו מסוגל להסביר את ההבדל, הניקוד המתקבל הוא חלקי והשאלה ממוקמת ברמה 4 בסולם האוריינות המדעית.

נושא סביבתי זה הוא גלובאלי בהקשרו. המיומנות הנדרשת מהתלמידים היא לפרש נתונים המוצגים בצורה גראפית, כך שהשאלה שייכת לתחום התוכן של "הסברים מדעיים".



רמה 6
רמה 5
רמה 4
רמה 3
רמה 2
רמה 1
מתחת לרמה 1

707.9  
633.3  
558.7  
484.1  
409.1  
334.1

## אפקט החממה - S114Q05

סוג הפריט: פתוח מובנה

מיומנות: הסבר תופעות בצורה מדעית

תחום תוכן: "מערכות כדור הארץ והיקום" (ידע של מדע)

תחום יישום: "סביבה"

הקשר: גלובלי

דרגת קושי: 709 (רמה 6)

אחוז תשובות נכונות: 19% במדינות ה-OECD; 21% בישראל

אלעד ממשיך להתעקש ולטעון כי העלייה בטמפרטורה הממוצעת של אטמוספירת כדור הארץ מקורה בגידול בפליטת הגז פחמן דו-חמצני. אבל שירה חושבת שאלעד ממחר להסיק מסקנות ואומרת: "לפני שאתה מגיע למסקנה זו, עליך לוודא שגורמים אחרים באטמוספירה אינם משפיעים על אפקט החממה".

צינו אחד מן הגורמים ששירה מתכוונת אליהם.

## צינו

### ניקוד מלא:

ציון של גורם שמתייחס לאנרגיה / קרינה שמגיעה מהשמש. למשל:

- השמש גורמת לחימום וייתכן שכדור הארץ שינה את מיקומו.
- אנרגיה מוחזרת מכדור הארץ. [ההנחה היא שבכך התלמיד מתכוון ל"קרקע"].

ציון של גורם שמתייחס למרכיב ניטרלי או למזהם פוטנציאלי. למשל:

- אדי מים באוויר.
- זיהום אטמוספרי (גז, דלק).
- הכמות של גזי פליטה (אגוז).
- פריאונים (CFC's).
- כמות המכונות.
- אוזון (כמרכיב של האוויר).

## הערה

שאלה זו הינה דוגמה לרמת קושי 6 ולמיומנות של מתן הסבר מדעי לתופעות. בשאלה, התלמידים נדרשים לחשוב על ניטור של גורמים אחרים שעשויים להשפיע על אפקט החממה. השאלה משלבת היבטים של שתי מיומנויות – זיהוי סוגיות מדעיות ומתן הסבר מדעי לתופעות. התלמיד נדרש להבין את ההכרח לקבע גורמים חיצוניים, שאינם כלולים במשתנים (התלוי והבלתי תלוי), ולזהות אותם. התלמיד צריך להיות ידע מספק בתחום של "מערכות כדור הארץ" על מנת שיוכל לזהות לפחות אחד מהגורמים שיש לקבע. הקריטריון אחרון זה נחשב כמיומנות מדעית קריטית, ולכן השאלה מסווגת למיומנות של מתן הסבר מדעי לתופעות. מכיוון שההשפעה של נושא סביבתי זה הינו גלובלי, זה הקשר.

כצעד ראשון לקבלת ניקוד, על התלמיד לזהות את המשתנים התלוי והבלתי תלוי ולהיות בעל הבנה מספקת לגבי שיטות המחקר, כדי לזהות השפעה של גורמים אחרים. אולם, על התלמיד להיות מודע גם למספר מושגים מופשטים ולקשרים שקיימים ביניהם, על מנת שיוכל לקבוע אלו גורמים "אחרים" עשויים להשפיע על הקשר שבין טמפרטורת כדור הארץ לבין כמות הפחמן הדו-חמצני שמשתחרר לאטמוספירה. דבר זה ממקם את השאלה קרוב לגבול שבין רמה 5 לרמה 6, בקטגוריה של מתן הסבר מדעי לתופעות.

# נספח ב': רמות בקיאות עבור שלושה סוגי המיומנויות באוריינות מדעית

## תיאור רמות הבקיאות של תלמידים במיומנות "זיהוי נושאים מדעיים"

כ-22% מן המטלות של מחקר פיזה 2006 התייחסו למיומנות "זיהוי נושאים מדעיים". תחומי העניין העיקריים הם לזהות נושאים שאפשר לחקור בדרך מדעית, לזהות מילות מפתח לחיפוש מידע מדעי ולהכיר מאפיינים עיקריים של המחקר המדעי. הידע המדעי הנדרש בסוג זה של יכולת קשור בהבנת תהליכים מדעיים בתחומי התוכן של "מערכות פיזיקליות", "מערכות חיים" ו"מערכות כדור הארץ והחלל".

## תיאור תמציתי של שש רמות הבקיאות במיומנות "זיהוי נושאים מדעיים"

מה התלמידים יכולים לעשות בכל רמה (בקיאות כללית ומטלות לדוגמא)	רמת בקיאות	שיעור התלמידים שביצעו משימות ברמה זו לפחות (ממוצע OECD)
התלמיד מסוגל להבין ולתאר מודל מורכב הכלול במחקר המתואר. <ul style="list-style-type: none"> <li>לבטא היבטים במערך ניסוי התואמים את שאלת המחקר המדעית.</li> <li>לתכנן מחקר המותאם לדרישות של שאלת המחקר.</li> <li>לזהות משתנים שצריכים להיות מבוקרים במחקר ולהסביר שיטות כדי ליישם אותם.</li> </ul>	6	1.3%
התלמיד מבין את היסודות ההכרחיים של מחקר מדעי, וכך יכול להחליט אם ניתן ליישם שיטות מדעיות במגוון הקשרים מורכבים ולעתים גם מופשטים. לחלופין, על-ידי ניתוח ניסוי נתון הוא יכול לזהות את שאלת המחקר ולהסביר כיצד המתודולוגיה מתייחסת לשאלה זו. <ul style="list-style-type: none"> <li>לזהות את המשתנה התלוי (המושפע) והבלתי תלוי (המשפיע) במחקר, במגוון רחב של הקשרים.</li> <li>להבין את הצורך בפיקוח על משתנים חיצוניים למחקר העלולים לפגום בו.</li> <li>להציג שאלה מדעית רלוונטית לנושא נתון.</li> </ul>	5	8.4%
התלמיד יכול לזהות את המשתנה התלוי והבלתי תלוי במחקר, ולפחות משתנה מבוקר אחד. הוא יכול להציע דרכים ראויות כדי לבקר משתנים. הוא מסוגל לבטא את שאלות המחקר במחקרים פשוטים. <ul style="list-style-type: none"> <li>להבחין בקבוצת הביקורת אליה מושוות תוצאות הניסוי.</li> <li>לתכנן מחקרים בעלי יחסים פשוטים בין המשתנים, שאין בהם גורמים מופשטים.</li> <li>להציג מודעות להשפעות של משתנים לא מבוקרים ולהתחשב בהם במחקרים.</li> </ul>	4	28.4%
התלמיד מסוגל להחליט אם נושא מסוים מתאים למדידות מדעיות וכתוצאה מכך, למחקר מדעי. הוא מסוגל לזהות את המשתנה התלוי והמשתנה הבלתי תלוי בתיאור מחקר מדעי. <ul style="list-style-type: none"> <li>לזהות את המדדים שיכולים להוות משתנה תלוי במחקר.</li> <li>להבחין בין המשתנה התלוי והבלתי תלוי בניסוי פשוט.</li> <li>להבחין כשנעשתה השוואה בין שני טיפולים במחקר (אך אינו מסוגל לבטא את מטרת הבקרה).</li> </ul>	3	56.7%
התלמיד יכול להחליט אם משתנה מסוים במחקר ניתן למדידה. הוא יכול לזהות את המשתנה הבלתי תלוי, הנקבע על-ידי החוקר. התלמיד יכול להבין את הקשר בין מודל פשוט והתופעה שהוא מדגים. בחקירת נושאים מדעיים התלמיד יכול לבחור מילות מפתח מתאימות לחיפוש. <ul style="list-style-type: none"> <li>לזהות מאפיין רלוונטי המודגם במחקר.</li> <li>להראות הבנה מה ניתן ומה לא ניתן למדידה בעזרת מכשיר מדידה מדעי.</li> <li>לבחור את המטרות המתאימות ביותר עבור ניסוי מתוך מבחר נתון.</li> <li>לזהות מה השתנה בניסוי (הסיבה, המשתנה הבלתי תלוי).</li> <li>לבחור במקבץ הטוב ביותר של מילות חיפוש באינטרנט מתוך מבחר נתון.</li> </ul>	2	81%
התלמיד יכול להציע מקורות מידע מתאימים לנושאים מדעיים. הוא יכול לזהות משתנה שעובר שינוי בניסוי. הוא מסוגל לזהות, בהקשר מסוים, אם המשתנה הזה ניתן למדידה או לא, תוך שימוש באמצעי מדידה מוכרים. <ul style="list-style-type: none"> <li>לבחור במקורות מידע מתאימים מתוך מבחר נתון, עבור נושא מדעי.</li> <li>לזהות משתנה העובר שינוי, ולתת תיאור מתאים ופשוט.</li> <li>לזהות אם מכשיר עשוי לשמש למדידת משתנה (מתוך מבחר מכשירי מדידה מוכרים לתלמיד).</li> </ul>	1	94.9%

## תיאור רמות הבקאות של תלמידים במיומנות "מתן הסבר מדעי לתופעות"

היכולות הנדרשות במיומנות "מתן הסבר מדעי לתופעות" מתייחסות למטרות השיעורים המסורתיים במדעים, כגון פיזיקה וביוLOGיה. על-פי פיזה 2006, על המורים המלמדים מדעים בדרך המסורתית לשלב מושגים יסודיים יחד עם עובדות ומידע המתקשר למושגים אלו. תחומי העניין העיקריים במיומנות "מתן הסבר מדעי לתופעות" הוא יישום "דע של מדע" במצבים נתונים, תיאור או פירוש של תופעות בדרך מדעית וחיזוי שינויים. כ- 46% מהמטלות שנכללו במחקר פיזה 2006 מתייחסות לתחום זה.

### תיאור תמציתי של שש רמות הבקאות במיומנות "מתן הסבר מדעי לתופעות"

מה התלמידים יכולים לעשות בכל רמה (בקאות כללית ומטלות לדוגמא)	רמת בקאות	שיעור התלמידים שביצעו משימות ברמה זו לפחות (ממוצע OECD)
התלמיד מסוגל להשתמש בטווח רחב של ידע ומושגים מדעיים מופשטים ובקשרים שביניהם כדי לפתח הסברים לתהליכים בתוך מערכות. <ul style="list-style-type: none"> <li>להדגים הבנה של מגוון מערכות פיזיקליות, ביולוגיות או סביבתיות מורכבות ומופשטות.</li> <li>לתאר את הקשרים בין מספר יסודות ומושגים נפרדים תוך מתן הסבר לתהליכים.</li> </ul>	6	1.8%
התלמיד מסוגל להשתמש בידע של שניים או שלושה מושגים מדעיים ולזהות את הקשרים ביניהם, כשהוא מפתח הסבר לתופעה מסוימת. <ul style="list-style-type: none"> <li>לזהות בתסריט את מאפייניו העיקריים, מושגים או עובדתיים, ולהשתמש בקשרים ביניהם לשם הסברת תופעה.</li> <li>למזג שניים או שלושה רעיונות מרכזיים המופיעים בהקשר מסוים בפיתוח הסבר או חיזוי של תוצאה.</li> </ul>	5	9.8%
התלמיד מבין רעיונות מדעיים, כולל מודלים מדעיים, בעלי מידה משמעותית של הפשטה. הוא מסוגל ליישם מושג מדעי כללי, המכיל רעיונות כאלה בעת פיתוח הסבר לתופעה. <ul style="list-style-type: none"> <li>להבין מספר מודלים מדעיים מופשטים ולבחור מודל מתאים בעזרתו להסיק מסקנות, כדי להסביר תופעה בהקשר מסוים (למשל, מודל החלקיקים, מודלים פלנטאריים, מודלים של מערכות ביולוגיות).</li> <li>לקשור שניים או יותר פיסות מידע מסוים, כולל ממקור מופשט ולשלבם בהסבר (למשל, הגברת תרגול פיזי מוביל להגברת המטבוליזם בתאי השריר, מצב הדורש הגברת חילוף הגזים בדם המושג על-ידי הגברת קצב הנשימה).</li> </ul>	4	29.4%
התלמיד מסוגל ליישם רעיון/מושג מדעי מוחשי, אחד או יותר, בעת פיתוח הסבר לתופעה. יכולת זו מוגברת כאשר ניתנים לו רמזים מסוימים או אפשרויות זמינות שמהן עליו לבחור. בפיתוח הסבר, ניתן לזהות קשרי סיבה ותוצאה, שמהם נובעים מודלים מדעיים פשוטים וברורים. <ul style="list-style-type: none"> <li>להבין את המאפיינים העיקריים של מערכת מדעית, ולנבא תוצאת במושגים מוחשיים, של שינויים במערכת (למשל, ההשפעה של החלשות מערכת החיסון באדם).</li> <li>להיזכר בעובדות מוחשיות אחדות, בהקשר פשוט וברור, וליישם אותן בעת פיתוח הסבר לתופעה.</li> </ul>	3	56.4%
התלמיד מסוגל להיזכר בעובדה מדעית מתאימה, מוחשית וניתנת ליישום בהקשר פשוט וישיר, ויכול להשתמש בה לצורך מתן הסבר או ניבוי של תוצאה. <ul style="list-style-type: none"> <li>לציין עובדה מדעית או תהליך שגרמו לקבלת תוצאה, המתוארת בהקשר פשוט בעזרת רמזים מתאימים (למשל, מים מתפשטים כשהם קופאים וגורמים להיווצרות סדקים בסלעים, סלע המכיל מאובנים ימיים היה בעבר מתחת לפני הים).</li> <li>להיזכר בעובדות מדעיות מסוימות המקובלות בציבור (למשל, חיסון מספק הגנה מפני נגיפים הגורמים למחלות).</li> </ul>	2	80.4%
התלמיד מסוגל להכיר יחסים פשוטים של סיבה ותוצאה בעזרת רמזים מתאימים. הידע שלו מתבסס על עובדה מדעית בודדת הנובעת מהתנסות או מידע מקובל בציבור. <ul style="list-style-type: none"> <li>לבחור תגובה מתאימה מבין תגובות אחדות, בהקשר פשוט, ומשולב בעובדה מדעית יחידה (למשל, אַמפרטר משמש למדידת זרם חשמלי).</li> <li>לזהות יחסים של סיבה ותוצאה פשוטים מתוך מבחר רמזים (למשל, האם השרירים מקבלים יותר דם במהלך מאמץ גופני? נכון או לא נכון).</li> </ul>	1	94.6%

## תיאור רמות הבקאות של תלמידים במיומנות "שימוש בראיות מדעיות"

כ- 32% מהמטלות שניתנו במחקר פיזה 2006 התייחסו למיומנות "מתן הסבר מדעי לתופעות". מיומנות זו דורשת מן התלמיד לקשור ידע של מדע וידע על מדע כשהם מיושמים בסיטואציה מחיי היום-יום או בתופעה חברתית עכשווית. המאפיינים העיקריים של תכונה זו הם: לפרש ראיות מדעיות ולהציג מהן מסקנות; לזהות את ההשערות, ההוכחות וההנמקות שמאחורי המסקנות; לעשות רפלקציה על ההשלכות החברתיות של התפתחויות מדעיות וטכנולוגיות.

### תיאור תמציתי של שש רמות הבקאות במיומנות "שימוש בראיות מדעיות"

מה התלמידים יכולים לעשות בכל רמה (בקאות כללית ומטלות לדוגמא)	רמת בקאות	שיעור התלמידים שביצעו משימות ברמה זו לפחות (ממוצע OECD)
התלמיד בעל יכולת להשוות ולהבחין בין הסברים מתחרים על-ידי בחינת הוכחות תומכות. הוא יכול לנסח טיעונים תוך קישור הוכחות ממקורות רבים.	6	2.4%
<ul style="list-style-type: none"> <li>להכיר בכך שניתן להבנות השערות חלופיות מאותן הוכחות.</li> <li>לבחון השערות מתחרות כנגד הוכחות קימות.</li> <li>לבנות טיעון לוגי להשערה תוך שימוש בנתונים ממקורות אחדים.</li> </ul>		
התלמיד מסוגל להסביר נתונים מתוך מערכות נתונים רלוונטיים המוצגים במגוון אופנים. הוא יכול לזהות ולהסביר שונות ודמיון בנתונים ולהסיק מסקנות המבוססות על הוכחות משולבות המוצגות בנתונים אלו.	5	11.8%
<ul style="list-style-type: none"> <li>להשוות ולדון במאפיינים של מערכי נתונים שונים המוצגים בגרף על אותה מערכת צירים.</li> <li>לזהות ולדון ביחסים בין מערכי נתונים (גרפיים ואחרים) בהם המשתנים הנמדדים שונים.</li> <li>לשפוט את מידת התוקף של מסקנות, על בסיס ניתוח כמות מספקת של נתונים.</li> </ul>		
התלמיד יכול לפרש מערכי נתונים המבוססים בצורות שונות, כגון טבלה, גרף ודיאגרמה, על-ידי סיכום הנתונים והסבר תבניות רלוונטיות. הוא יכול להשתמש בנתונים כדי להסיק מסקנות רלוונטיות, ולהחליט אם הנתונים תומכים בטענות אודות התופעה.	4	31.6%
<ul style="list-style-type: none"> <li>לאתר חלקים רלוונטיים בגרפים ולהשוות אותם ביחס לשאלה מסוימת.</li> <li>להבין כיצד להשתמש בבקרה בניתוח של תוצאות מחקר ופיתוח מסקנות.</li> <li>לפרש טבלה המכילה שני משתנים מדידים ולומר מה סוג הקשר שקיים ביניהם.</li> <li>לזהות את המאפיינים של מתקן טכנולוגי פשוט על-ידי הסקה מדיאגרמה ומושגים מדעיים כלליים, וכך ליצור מסקנות בקשר לשיטת פעולתו של המתקן.</li> </ul>		
התלמיד מסוגל לבחור קטע מידע רלוונטי מתוך נתונים כשהוא עונה על שאלה או במתן תמיכה בעד או נגד מסקנה נתונה. הוא יכול להסיק מסקנה מתוך תבנית לא מורכבת של נתונים ולהחליט, במקרים פשוטים, אם המידע שבידיו מספיק כדי לתמוך במסקנה נתונה.	3	56.3%
<ul style="list-style-type: none"> <li>לאתר מידע מדעי רלוונטי בתוך טקסט כדי לענות על שאלה מסוימת.</li> <li>לבחור בין מסקנות תקינות ובלתי תקינות על סמך הוכחות/נתונים מסוימים.</li> <li>ליישם מערכת פשוטה של קריטריונים בהקשר נתון במטרה להסיק מסקנה או ניבוי בקשר לתוצאות.</li> <li>להחליט אם מערכת של תפקודים יישומית למכונה מסוימת.</li> </ul>		
התלמיד מסוגל לזהות מאפיינים כלליים של גרף אם קיבל רמזים מתאימים, ולהצביע על מאפיין ברור בגרף או בטבלה פשוטה כדי לתמוך בהצהרה נתונה. הוא מסוגל לזהות אם מערכת של מאפיינים ניתנת ליישום בתפקוד של מוצרים יום-יומיים בעת בחירת השימוש בהם.	2	78.1%
<ul style="list-style-type: none"> <li>להשוות שתי עמודות בטבלה פשוטה של נתוני מדידות ולהצביע על הבדלים.</li> <li>לתאר מגמה של מדידות, של קו פשוט או של גרף עמודות.</li> <li>לקבוע מאפיינים או תכונות השייכים למוצר פשוט, מתוך רשימת תכונות.</li> </ul>		
התלמיד מסוגל להוציא מידע מתוך דף מידע או דיאגרמה רלוונטיים להקשר פשוט, כדי לענות על שאלה. הוא מסוגל להוציא מידע מגרף עמודות, כשהדרישה היא להשוואה פשוטה של גובה העמודות. בהכללה, תלמיד מנוסה יכול ליחס תוצאה לסיבה.	1	92.1%
<ul style="list-style-type: none"> <li>לערך השוואות של גובה עמודות ולתת הסבר להבדלים נראים, כדי לענות על שאלה מסוימת המתייחסת לגרף עמודות.</li> <li>להצביע, במקרים מסוימים, על סיבה אפשרית לשינויים בתופעה טבעית (למשל, תנודות בתפוקה של טורבינות רוח עשויות להיות קשורות לשינויים בעוצמת הרוח).</li> </ul>		

