



## חלק א - מבוא: מ"ידע" ל"חשיבה" – האתגר שלנו

**מהן כשירויות מדעית?** כשירות מדעית היא היכולת של הפרט להשתמש בידע מדעי, לזהות שאלות ולהסיק מסקנות מבוססות ראיות, וזאת במטרה להבין את עולם הטבע ולקבל החלטות מושכלות לגבי השינויים שחלים בו בעקבות פעילות האדם. בעידן של "תפיסת הלמידה המתחדשת", הכשירות המדעית אינה מתמצה בצבירת עובדות, אלא ביכולת של התלמיד לתאר, להסביר ולחזות תופעות, ולהעריך באופן ביקורתי את המידע המוגש לו. הוראת מדעי כדור הארץ במסגרת "גאוגרפיה אדם וסביבה" היא הזירה המרכזית לפיתוח יכולות אלו, שכן היא מחברת בין חוקי הטבע הפיזיקליים לבין המציאות המרחבית המורכבת.

**הפער המדעי בלימודי גאוגרפיה אדם וסביבה:** בנייתו מעמיק נחשף פער עקבי: התלמידים מפגינים ידע רחב בזיהוי תופעות (הרי געש, סוגי אקלים, שמות כוכבי לכת), אך מתקשים באופן משמעותי בשאלות הדורשות הנמקה מדעית וקישור בין סיבה לתוצאה. התלמידים יודעים בדרך כלל "מה" קורה, אך מתקשה להסביר "למה" זה קורה ואיך הנתונים שלפניו תומכים במסקנה המדעית.

**מטרת היחידה:** היחידה שלפניכם אינה "עוד חומר ללמד". היא נועדה לשמש כלי עזר פרקטי למורה לגאוגרפיה, כדי לגשר על הפער האורייני הזה בדיוק. היחידה מנגישה מחדש את תכני מדעי כדור הארץ תוך מיקוד במיומנויות הליבה הנדרשות במאה ה-21. חשוב לציין שמגוון התכנים וערכות הוראה - למידה - הערכה (ה.ל.ה), נמצאים בדף הייעודי בפורטל: [מדעי כדור הארץ](#).

**השיטה שלנו:** לא נלמד מחדש את הגאוגרפיה, אלא "נלביש" על התכנים הקיימים בתכנית הלימודים את מיומנויות החשיבה המדעית (Scientific Reasoning). הדגש לא יהיה על שינון הגדרות, אלא על תרגול עקבי של המעבר מתיאור ("מה רואים בגרף?") להסבר מבוסס ראיות ("איך זה קורה?").

מסמך זה יפרט את הרעיונות הגדולים בבסיס הוראת מדעי כדור הארץ; את הצגת מודל טענה - ראייה- נימוק (ט"ן) ויישומו בתחומי המשנה (אקלים ואטמוספירה, גיאולוגיה, גיאומורפולוגיה, משאבים); סימולציות והדמיות; מחולל שאלות דיגיטלי; ומסלול ממוקד למורה.



## ארבעת המפתחות להבנת כדור הארץ - הרעיונות הגדולים

כדי לא ללכת לאיבוד בפרטים, הוראת מדעי כדור הארץ ביחידה זו מבוססת על ארבעה "רעיונות גדולים". אלו הם המשקפיים המדעיים המאפשרים לתלמיד לעבור משינון עובדות להבנת תהליכים עמוקה:

### 1. ראייה מערכתית

כדור הארץ הוא מערכת דינמית של ארבע "ספרות" (אטמוספירה, הידרוספירה, גאוספירה וביוספירה) המקיימות ביניהן יחסי גומלין בלתי פוסקים.

- **הקשר האורייני:** שינוי בספרה אחת (למשל, הגברת ריכוז גזי חממה באטמוספירה) יוביל לשינוי בספרות אחרות (התחממות אוקיינוסים בהידרוספירה או פגיעה במגוון ביולוגי בביוספירה).

### 2. אנרגיה: (Energy & Solar Radiation)

שום תהליך אינו קורה ללא מקור אנרגיה. כאן נכנס הבסיס האסטרונומי כחלק בלתי נפרד מהבנת האקלים:

- **השמש כ"סוללה" חיצונית:** השמש היא מקור האנרגיה המרכזי המניע את מחזור המים, הרוחות והחיים על פני כדור הארץ.
- **המנוע הפנימי:** האנרגיה האצורה במעמקי כדור הארץ היא המניעה את טקטוניקת הלוחות והפעילות הגעשית.
- **חלוקת אנרגיה:** נטיית ציר כדור הארץ ותנועת ההקפה סביב השמש אינן רק עובדות אסטרונומיות; הן אלו שקובעות את **חלוקת האנרגיה** (זוויות הקרינה ועוצמתה) ויוצרות את עונות השנה ואת אזורי האקלים השונים.

### 3. זמן וקנה מידה (Time & Scale)

הבנת העולם דורשת תפיסה של סדרי גודל – מהאטום והמולקולה ועד ליקום כולו, ומשניות בודדות ועד למיליארדי שנים.

- **האתגר הלימודי:** עלינו לגשר בין אירועים רגעים (רעידת אדמה, סופת טורנדו) לבין תהליכים אטיים המתרחשים ב"זמן גאולוגי" (נדידת יבשות, היווצרות סלעי משקע).

### 4. השפעת האדם וקיימות (Human Impact & Sustainability)

האדם אינו רק צופה, אלא גורם מרכזי המשנה את המערכת. רעיון זה שזור בכל פרקי הלימוד:

- **קבלת החלטות:** הבנת המחסור במשאבים (מים, אנרגיה) והשלכות השימוש בהם (זיהום, התחממות גלובלית) מחייבת חשיבה ביקורתית על "טביעת הרגל האקולוגית" שלנו ועל עתיד הדורות הבאים, תוך אימוץ תפיסת "פיתוח בר קיימא" בתחומי חיים, חברה וכלכלה.



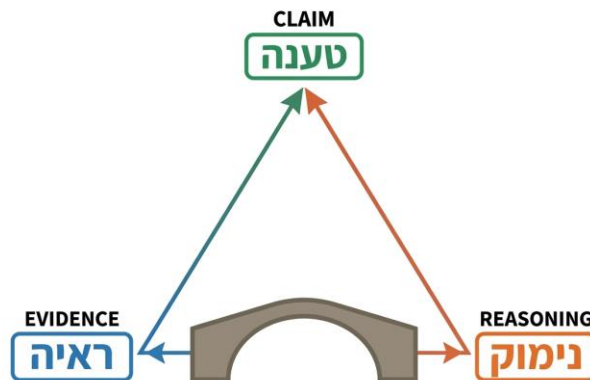
## המפתח להבנה עמוקה – מודל הטר"ן עוברים מ"תשובה נכונה" ל"חשיבה מדעית"

**הבעיה:** "הקפיצה למסקנות"

תלמידים רבים יודעים לשלוף את התשובה הנכונה ("העולם מתחמם" או "היבשה מתחממת מהר יותר"), אך מתקשים להסביר אותה בשפה מדעית. הם נוטים לדלג על השלב הקריטי ביותר: הגשר הלוגי המחבר בין מה שעיניהם רואות בגרף או במפה לבין מה שהם יודעים על חוקי המדע.

**הצעה לפתרון: מודל הטר"ן** (טענה – ראיה – נימוק)

כדי לבנות תשובה מלאה, מנומקת ומבוססת, נרגיל את התלמידים לחשוב ולכתוב במבנה של משולש לוגי:



1. **טענה (Claim):** מהי התשובה הישירה לשאלה? קביעה מדעית קצרה וברורה (למשל: "האקלים משתנה", "זמינות המים יורדת").
2. **ראיה (Evidence):** מהו הנתון העובדתי עליו אני מתבסס? זוהי הוכחה שנשענת ישירות מהמקור המוגש לתלמיד (גרף, מפה, טקסט או תצפית בניסוי).
  - משפט מפתח: "אני רואה בגרף/במפה ש..."
3. **נימוק (Reasoning):** – הגשר המדעי: כיצד הראיה מוכיחה את הטענה? זהו הלב של הכשירות המדעית. הנימוק משתמש בחוק טבע, עיקרון מדעי או תהליך פיזיקלי כדי להסביר מדוע הראיה שראינו היא הוכחה תקפה לנכונות הטענה.
  - משפט מפתח: "הסיבה המדעית לכך היא... ועל פי חוק/עיקרון X הראיה מוכיחה ש..."

### דוגמה ליישום המודל (נושא מים במערכת השמש)

שאלה: החיזורים טוענים כי יש סבירות גבוהה להימצאות מים נוזליים על כדור הארץ. הציגו ראיה מדעית אחת התומכת בטענה זו והסבירו אותה בעזרת מודל הטר"ן.

- **טענה:** כדור הארץ מאפשר קיום מים במצב צבירה נוזלי על פני השטח.
- **ראיה:** נתוני הטמפרטורה מראים כי הממוצע העולמי על פני השטח הוא כ-15°C
- **נימוק** (הגשר המדעי): קיום מים נוזליים תלוי במאזן אנרגיה מדויק. מרחק כדור הארץ מהשמש קובע את פוטנציאל הקרינה הנכנסת, אך קיומה של אטמוספירה בעלת הרכב גזים ועובי מתאימים (אפקט החממה) היא שכוללת את החום ומונעת ממנו לברוח לחלל. השילוב בין המרחק מהשמש להגנת האטמוספירה שומר על טמפרטורה יציבה, ולכן הראיות על הטמפרטורה מוכיחות את יכולתו של כדור הארץ להחזיק מים נוזליים.



## חלק ב': מיישמים את מודל הטר"ן בתחומי הליבה

### אטמוספירה ואקלים (חלק א')

### השאלה הגדולה: מה משפיע על הטמפרטורה של כדור הארץ?

הראציונל: הבנת המנגנון הבלתי-נראה של "תוצא החממה" כבסיס לדיון בשינויי אקלים ופעילות האדם.

#### 1. ההסבר המדעי: המנגנון שמאחורי הנימוק

כדי שתלמיד יצליח לנמק מדוע האטמוספירה שומרת על החום, הוא חייב להבין את מאזן האנרגיה המבוסס על הבדלי קרינה:

- **קרינה נכנסת (השמש):** מגיעה בעיקר כקרינה קצרת-גל (אור נראה). שעוברת בקלות דרך האטמוספירה ומחממת את פני השטח.
- **קרינה יוצאת (כדור הארץ):** פני השטח שהתחממו פולטים חזרה אנרגיה כקרינה ארוכת-גל (אינפרא-אדומה) כחום.
- **התפקיד של גזי החממה:** גזים אלו (כמו  $\text{CO}_2$  ומתאן) מתנהגים כ"מלכודת": הם מאפשרים לקרינה קצרת-הגל להיכנס, אך בולעים את הקרינה ארוכת-הגל שמנסה לצאת, ופולטים אותה חזרה למטה.



#### 2. מוקש הוראה

- **הטעות הנפוצה:** "החור באוזון גורם להתחממות גלובלית כי השמש נכנסת דרכו ומחממת יותר".
- **התיקון למורה:** יש לעשות הפרדה מוחלטת בשימוש בטר"ן
  - **אוזון  $\text{O}_3$**  הוא גז באטמוספירה ה"מסנן" קרינת UV מסוכנת (סוגיית בריאות)
  - **גזי חממה** הם גזים באטמוספירה היוצרים "שמיכה תרמית" שכולאת חום (סוגיית טמפרטורה ואקלים).
  - נימוק המערב בין השניים ייחשב שגוי מדעית.

#### 3. אימון טר"ן: שריפת דלקים והתחממות

**שאלה:** הסבירו כיצד שריפת דלקים מאובנים על ידי האדם גורמת לעלייה בטמפרטורה העולמית (בהסתמך על גרף עליית  $\text{CO}_2$  מאז המהפכה התעשייתית - הן צריכת אנרגיה, והן ריכוז  $\text{CO}_2$  באטמוספירה).

- **טענה (ט):** שריפת דלקים מאובנים על ידי האדם מאיצה את התחממות האטמוספירה.
- **ראיה (ר):** בגרף צריכת האנרגיה נראית עלייה דרמטית בשימוש בפחם ובנפט מאז 1850, ובמקביל נמדדה עלייה בריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה.



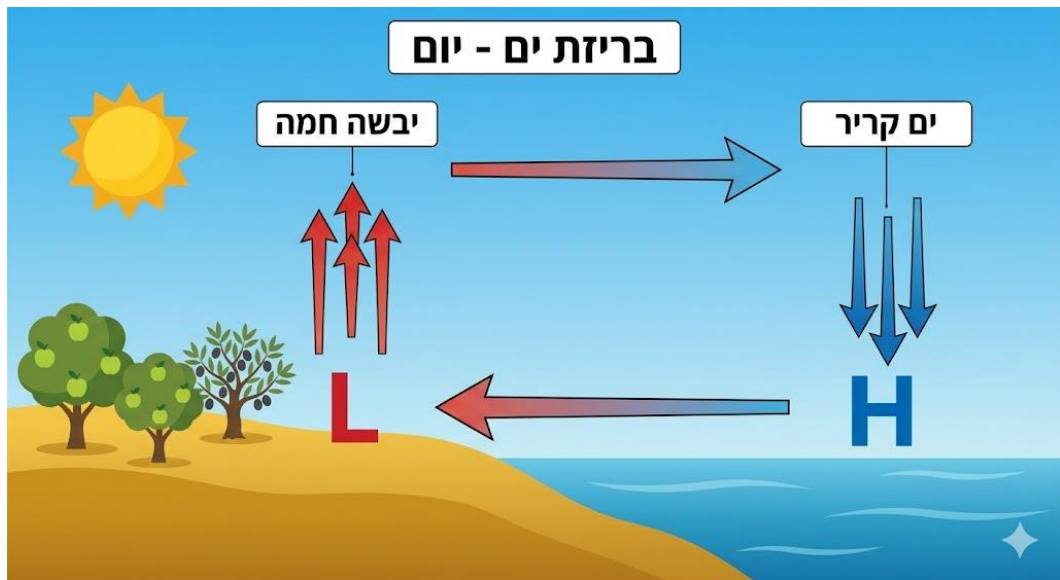
- **נימוק (נ):** שריפת דלקים פולטת פחמן דו-חמצני, המהווה גז חממה. על פי מנגנון אפקט החממה, גז זה בולע את קרינת החום (ארוכת-גל) שנפלטת מכדור הארץ ומונע ממנה לצאת לחלל. ככל שריכוז הגז עולה (הראיה), כך "השמיכה התרמית" עבה יותר, פחות חום נפלט לחלל והטמפרטורה עולה (הטענה).

## אטמוספירה ואקלים (חלק ב') – מערכות לחץ ורוחות

העיקרון: פיזיקה של לחצים וזרמים – הטבע שואף לאיזון.

### 1. השוואת לחצים

הרוח אינה "סתם מתקיימת". אוויר תמיד יזרום ממקום שבו הלחץ גבוה (H) - עודף אוויר / אוויר שוקע (מתבדר) למקום שבו הלחץ נמוך (L) - חוסר אוויר / אוויר עולה ומתכנס).



### 2. אימון טר"ן: בריזת הים (יישום העיקרון)

שאלה: בימים חמים בקיץ, בשעות הצהריים, אנו מרגישים רוח קרירה (בריזה) הנושבת מן הים אל החוף. הסבירו מדוע.

- **(ט) טענה:** הרוח נושבת מהים (מקום קריר) אל היבשה (מקום חם).
- **(ר) ראייה:** היבשה מתחממת מהר יותר מהים, ולכן האוויר מעליה חם יותר.
- **(נ) נימוק:** אוויר חם הוא קל ועולה למעלה, מה שיוצר לחץ נמוך (L) מעל היבשה. מעל הים הקריר נוצר לחץ גבוה (H). לפי חוק השוואת הלחצים, האוויר יזרום מהלחץ הגבוה לנמוך – כלומר מהים ליבשה.

### 3. חיבור לשינויי אקלים:

ככל שהעולם מתחמם (יותר אנרגיה), תפרוסת הטמפרטורות משתנה, הפרשי הלחצים משתנים והופכים קיצוניים יותר, וכך גם משתנים הכיוון והעוצמה של הרוחות, והסופות הופכות חזקות יותר.

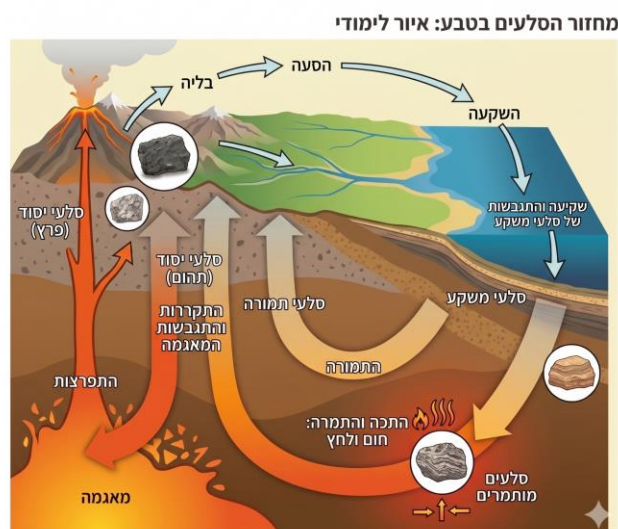


## הגאוספירה של כדור הארץ: גיאולוגיה

כדי להבין את עולם הסלעים, נדמה את כדור הארץ למטבח או מפעל ענק. חומרי הגלם (מינרלים) עוברים "בישול" בתנורים פנימיים של חום ולחץ עצום, או "הקפאה" ועיבוד חיצוני על ידי רוח ומים. התוצאה היא מגוון של סלעים שמשנים את צורתם ללא הרף.

### מחזור הסלעים: הגלגל שאינו עוצר

הסלעים נמצאים במעבר מתמיד בין הספירות. שום סלע אינו נשאר במצבו המקורי לנצח.



## 1. 'מפעלי' הסלעים - מיון לפי היווצרות

במקום לשנן שמות, נחלק את הסלעים לפי מקור האנרגיה שיצר אותם ולפי סביבת היווצרותם:

- **סלעי יסוד:** נוצרים מהתקררות והתגבשות של מגמה או לבה (מונעים על ידי האנרגיה הפנימית של כדור הארץ).
  - **סלעי תהום (פלוטוניים):** מגמה שהתקררה לאט עמוק בבטן האדמה (למשל: גרניט).
  - **סלעי פרץ (וולקניים):** לבה שפרצה אל פני השטח והתקררה מהר (למשל: בזלת).
- **סלעי משקע:** נוצרים בשכבות מחומרי בליה ששקעו בים או ביבשה. המנוע ליצירתם הוא חיצוני – אנרגיית השמש (המניעה רוח ומים שגורמים לבליה והסעה) וכוח הכובד (הגורם לשקיעת החומרים ויצירת השכבות).
- **סלעי תמורה:** סלעים קיימים שעברו שינוי של המבנה הגבישי עקב חום ולחץ גבוהים בתוך הקרום, ללא התכה (למשל: צפחה, שיש).

## 2. מיומנות אוריינית: מה מספר לנו גודל הגבישים? (אימון טר"ן א')

**שאלה:** מדוע בסלע הגרניט ניתן לראות גבישים גדולים בעין, בעוד שבסלע הבזלת הגבישים קטנים מאוד?  
[רצוי לצרף איור\ תצלום להמחשה]



- (ט) **טענה:** סלע הגרניט נוצר בתהליך התקררות אטי בהרבה מסלע הבזלת.
- (ר) **ראיה:** בגרניט יש גבישים מפותחים וגדולים, ובבזלת הגבישים זעירים (מיקרוסקופיים).
- (נ) **נימוק:** גודל הגביש נקבע לפי קצב הקירור. **סלע תהום** מתקרר בתוך קרום כדור הארץ במשך זמן ממושך, המאפשר לאטומים להסתדר במבנה גבישי גדול. **סלע פרץ** מתקרר כמעט מיד במגע עם האוויר או המים, ולכן הגבישים אינם מספיקים לצמוח.

### 3. יישום מורכב: הסלעים משנים את מיקומם (אימון טר"ן ב')

שאלה זו מחברת בין גאוספירה (הרים), הידרוספירה (ים קדום) וביוספירה (מאובנים).

**שאלה:** מטפסי הרים מצאו בפסגת האוורסט סלעי גיר<sup>1</sup> המכילים מאובני צדפות ויצורים ימיים. הסבירו כיצד ממצא זה תומך בטענה שפני כדור הארץ משתנים באופן דינמי.

- (ט) **טענה:** סלעי המשקע המרכיבים כיום את פסגת ההר הגבוה בעולם, נוצרו בעבר על קרקעיתו של ים רדוד.
- (ר) **ראיה:** סלעי גיר המכילים מאובני צדפות ויצורים ימיים אחרים נוצרים בסביבה ימית כתוצאה משקיעת שלדים, קונכיות ומשקעים גירניים במים. קיומם בראש ההר מעיד שהסלעים הללו היו פעם מתחת לפני הים.
- (נ) **נימוק:** על פי תיאוריית טקטוניקת הלוחות, קרום כדור הארץ מחולק ללוחות נעים. התנגשות ממושכת בין הלוח ההודי ללוח האירו-אסיאתי (החל מלפני כ-50 מיליון שנה) גרמה לסגירתו של ים טטיס הקדום. כוחות הלחיצה האדירים קימטו, דחסו והרימו את שכבות סלעי המשקע הימיים שהיו בקרקעית הים לגובה של אלפי מטרים מעל פני הים. הימצאות המאובנים הימיים בראש ההר היא הוכחה ישירה לכך שנוף כדור הארץ אינו קבוע, אלא משתנה ללא הרף בעקבות תהליכים טקטוניים פנימיים.

## הידרוספירה ומשאבים (חלק א') – המים

המיקוד: ממשאב טבע למשאב טכנולוגי (התפלה)

### 1. ההסבר המדעי: מים ותמיסות

מים נחשבים ל"ממס האוניברסלי". בשל כך, בטבע לא נמצא "מים טהורים" (H<sub>2</sub>O בלבד), אלא תמיסות המכילות מלחים, מינרלים וגזים מומסים. טכנולוגיית ההתפלה (אוסמוזה הפוכה) מאפשרת להפריד את המים ממרבית המלחים המומסים בהם.

### 2. אימון טר"ן: דילמת ההתפלה (חשיבה ביקורתית)

- **שאלה:** טענה רווחת היא שההתפלה פותרת את כל בעיות המים ואין לה חסרונות. הציגו טיעון המפריך טענה זו (הציגו חיסרון סביבתי).
- (ט) **טענה:** למרות יתרונותיה באספקת מים, להתפלה יש השפעות סביבתיות שליליות משמעותיות בתחומי האקלים והמערכת הימית.

<sup>1</sup> פסגת הר האוורסט (ה-100-80 המטרים העליונים שלו) מורכבת מיחידה סטרטיגרפית המכונה "תצורת קומולונגמה" (Qomolangma Formation). שכבה זו מורכבת מסלעי גיר (Limestone), דולומיט ושיש פלגי, המכילים שרידים ומאובנים של יצורים ימיים

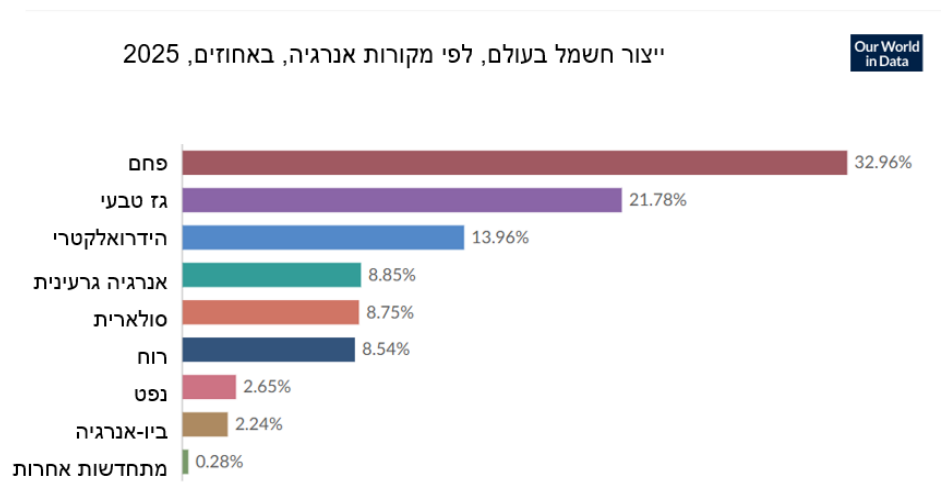


- (ר) **ראיה:** תהליך ההתפלה דורש כמות אדירה של אנרגיה (חשמל) להפעלת המשאבות בלחץ גבוה. בנוסף, תוצר הלוואי של התהליך הוא "תמלחת" – תמיסה של מלח בריכוז כפול ממי ים, המכילה לעיתים גם כימיקלים משטיפת הממברנות, וזו מוזרמת חזרה לים.
- (ג) **נימוק:** ראשית, ייצור החשמל במדינות רבות עדיין מבוסס על שריפת דלקים פוסיליים, הגורמת לפליטת גזי חממה המאיצים את ההתחממות הגלובלית. שנית, התמלחת כבדה יותר ממי הים ושוקעת לקרקעית; היא יוצרת סביבה בעלת מליחות קיצונית שפוגעת בבעלי חיים ובצמחים ימיים רגישים (עקב עומס אוסמוטי), ועלולה ליצור "אזורים מתים" דלי חמצן בסמוך לנקודת ההזרמה.
- 

## משאבי אנרגיה (חלק ב')

המיקוד: דלקים מאובנים מול אנרגיות מתחדשות

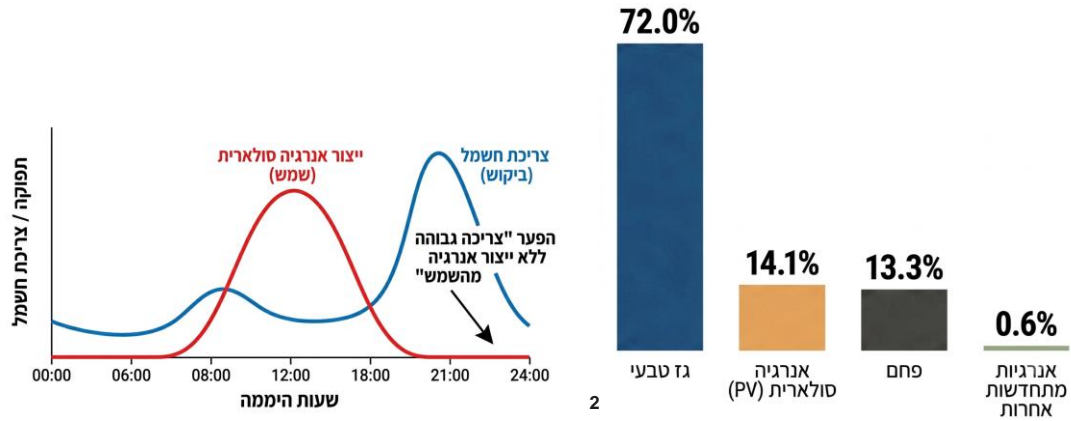
1. הויזואליה: תמונת מצב אנרגטית: גרף ייצור חשמל בעולם על פי מקורות אנרגיה



על פי [Our World in Data](https://ourworldindata.org/)

תרשים א: תמהיל מקורות האנרגיה בישראל

תרשים ב: הפקת אנרגיה סולארית מול צריכה,  
על פני היממה (סכמטי)



## 2. אימון טר"ן: קבלת החלטות וניהול סיכונים

**שאלה:** בהסתמך על תרשים יממת הייצור (נתון ב') ועל מושג ה"ביטחון האנרגטי", הסבירו מדוע מדינת ישראל אינה יכולה לעבור באופן מיידי לייצור של 100% מהחשמל שלה מאנרגיה סולארית, למרות היותה מדינה שטופת שמש.

- **(ט) טענה:** מעבר בלעדי (100%) לאנרגיה סולארית בישראל יפגע בביטחון האנרגטי של המדינה ויגרום להפסקות חשמל נרחבות.
- **(ר) ראייה:** מתוך תרשים היממה (נתון ב') רואים כי בשעות הערב, כאשר צריכת החשמל של התושבים היא הגבוהה ביותר, ייצור החשמל מהשמש יורד לאפס.
- **(נ) נימוק (הגשר המדעי):** רשת החשמל פועלת על עיקרון של איזון מיידי – כמות החשמל המיוצרת חייבת להיות שווה לכמות החשמל הנצרכת בכל רגע. מכיוון שקרינת השמש אינה רציפה (אין שמש בלילה), ומכיוון שאין עדיין טכנולוגיה זולה לאגירת חשמל בכמויות גדולות מאוד, הסתמכות מלאה על השמש תשאיר את המדינה ללא חשמל בשעות החשיכה. לכן, כדי לשמור על **ביטחון אנרגטי** (אספקה קבועה), ישראל חייבת לשלב בתמהיל שלה תחנות כוח מבוססות על מקורות אנרגיה אחרים, שיכולות לספק חשמל גם בלילה.

<sup>2</sup> מעובד על פי המקורות: דו"ח מחקר ומידע של הכנסת: משק האנרגיה- נתונים ונקודות לדיון - מאי 2025 ; דו"ח מצב משק האנרגיה 2025 (נתוני 2023), משרד האנרגיה והתשתיות



למידה בונה אדם  
המזכירות הפדגוגית  
אגף תבו"ר



מדינת ישראל  
משרד החינוך



## חלק ג: סימולציות והמחשות - מדעי כדור הארץ

הסימולציות המוצגות בעמוד זה, מאפשרות לתלמידים להבין קשר בין משתנים וסיבתיות

### 1. גאוספירה ותנועת לוחות: (Ancient Earth (PALEOMAP Project

זהו כלי מדהים שמאפשר לתלמידים "לנסוע בזמן" ולראות איך היבשות זזו ב-750 מיליון השנים האחרונות.

- **מה התלמיד עושה?** דוגמה: התלמיד מזין בתיבת החיפוש את המיקום "Kuwait City", ובוחר בתפריט הזמנים הימני את התקופה **Cretaceous** (לפני 105 מיליון שנה).
- **יישום טר"ן:** התלמיד מזהה שבאזור המפרץ הפרסי היבש בו נמצאים מאגרי הנפט הגדולים בעולם, שנוצרו משקיעת יצורים ימיים (ראיה), הוא רואה בסימולציה שהמיקום צבוע בתכלת ומצוי כולו מתחת לים קדום ורדוד (נימוק), וטוען כי בעקבות תנועת הלוח הערבי צפונה, האזור עבר הרמה טקטונית שגרמה לנסיגת הים (טענה).
- **קישור:** [Ancient Earth Globe](#)

### 2. אטמוספירה ורוחות בזמן אמת: Earth.nullschool.net

סימולציה חיה של נתונים סינופטיים גלובליים, המציגה רוחות, זרמי ים וחלקיקים באטמוספירה.

- **מוקש פדגוגי:** המפה מציגה קנה מידה גלובלי (מאקרו) ולכן לא ניתן לראות בה ברירת ים מקומית בחופי ישראל. בנוסף, המערכות דינמיות ומשתנות מדי יום.
- **מה התלמיד עושה?** מאתר שקע ברומטרי ברחבי הגלובוס (באוקיינוסים) על ידי איתור אזור שבו הרוחות חזקות ונעות בתנועה מעגלית/ספירלית מובהקת פנימה.
- **יישום טר"ן:** התלמיד מזהה מוקד של רוחות סיבוביות חזקות הנשאבות לנקודת מרכז (ראיה), משתמש בחוק השוואת הלחצים ובכוח קוריוליס כדי להסביר תנועה מעגלית אל עבר אזור לחץ נמוך (נימוק), וטוען כי במוקד זה מתקיים שקע ברומטרי או סופה (טענה).



• [קישור: Earth: A Global Map of Wind and Weather](#)

### 3. שינויי אקלים והשפעת האדם: Google Earth Engine Timelapse

כלי עוצמתי שמציג 40 שנות שינוי על פני כדור הארץ מתוך צילומי לוויין.

- מה התלמיד עושה? צופה בנסיגת קרחונים בגרינלנד או בייבוש ימת ארל.
- **יישום טר"ן:** התלמיד רואה את הקרחון מצטמצם לאורך השנים (ראיה), מקשר זאת לעליית ריכוז גזי החממה באטמוספירה (נימוק) וטוען שההתחממות הגלובלית משנה את פני השטח באופן מואץ (טענה).

• [קישור: Google Earth Engine Timelapse](#)

### 4. אפקט החממה גרסת (HTML5): PhET Greenhouse Effect

- מה התלמיד עושה? משנה את ריכוז גזי החממה ובודק מה קורה לפוטוני החום \ גלי הקרינה (הכדורים או החצים האדומים).
- **יישום טר"ן:** התלמיד רואה שהחצים האדומים "נבלעים" וחוזרים לאדמה כשיש הרבה פחמן דו-חמצני (ראיה), מסביר שגזי חממה הם שמיכה תרמית (נימוק) וטוען שהגדלת הפליטות תגרום לעליית טמפרטורה (טענה).

• [קישור: PhET - Greenhouse Effect \(HTML5\)](#)

## חלק ד: מחולל האוריינות הדיגיטלי

**המטרה:** לאפשר לכם ליצור מבדקים, שאלות תרגול ומשימות אוריינות מותאמות אישית, מבלי לנבור בעשרות קבצים. המערכת מבוססת על **מאגר המקורות** של הפיקוח ומציעה שימוש בכלי הבינה המלאכותית

### 1. המבנה: איפה הכל נמצא? מרבית החומר מרוכז בדף נושא "[מדעי כדור הארץ](#)" בפורטל.

כדי להקל על החיפוש, יצרנו מאגר של כל חומרי העזר מאורגנים עבורכם [בתיקית ענן אחת Google Drive](#), המחולקת ל-7 תיקיות נושאות:

1. אטמוספירה ואקלים | 2. היקום ומערכת השמש | 3. כוחות חיצוניים (גאומורפולוגיה) | 4. כוחות פנימיים (גאולוגיה) | 5. משאבים וקיימות | 6. תרגול מעורב (משימות רב-תחומיות) | 7. רכיבים חזותיים (גרפים, איורים ותרשימים מוכנים).

### 2. איך "מתשלים" את המחולל? המלצה לפרקטיקת בינה מלאכותית:

כדי לקבל תוצאה מדויקת בפורמט טר"ן (טענה-ראיה-נימוק), השתמשו ב"פרומפטים" (הנחיות) הבאים מול המחולל הייעודי: [מחולל שאלות מדעי כדור הארץ על פי מודל טר"ן](#)



א. חיפוש שאלה קיימת ושדרוגה: @Google Drive " חפש בתיקייה 'כוחות פנימיים' שאלה העוסקת  
בנדידת יבשות. נסח אותה מחדש כמשימת אוריינות הכוללת טקסט קצר, והוסף לה מחוון טר"ן  
מלא."

ב. יצירת שאלה חדשה ברמה גבוהה: "בהתבסס על הקובץ 'משימת משאבי אנרגיה', צור שאלה  
חדשה ברמת 'חשיבה גבוהה'. השאלה צריכה להציב דילמה סביבתית ולדרוש מהתלמיד לבנות טיעון  
מבוסס ראייה מדעית ונימוק פיזיקלי."

ג. התאמה לרמת הכיתה: "קח את השאלה בנושא 'אפקט החממה' מתוך תיקיית האקלים, והתאם  
את השפה שלה עבור כיתה ברמה בסיסית. שמור על מבנה הטר"ן אך השתמש בראיות ברורות יותר  
מהגרף."

הערה חשובה לשימוש במאגר וכן לשימוש בכלי בינה מלאכותית: וודאו שאתם מציגים נתונים עדכניים.  
ניתן לבקש מהבינה המלאכותית לעדכן את הנתונים, אך יש לתת הנחיה לשימוש במאגרי נתונים  
מהימנים בלבד. בנוסף, תמיד יש להפעיל בקרה פדגוגית על תוצרי בינה מלאכותית.

### 3. הטיפול ברכיבים החזותיים

שאלה אוריינית טובה חייבת גירוי חזותי. כך תעבדו עם תיקייה 7:

1. זיהוי: המחולל יפנה אתכם בדרך כלל לגרף או תרשים ספציפי (למשל: "גרף ריכוז CO<sub>2</sub>").
2. שליפה: היכנסו לתיקייה 7, שבה כל הגרפים שמורים כקובצי תמונה (JPG/PNG).
3. יצירה: אם חסר לכם איור, בקשו מה- AI: "יצר עבורי איור סכמטי של חתך בכדור הארץ המראה  
זרמי ערבול במעטפת וחצים של תנועת הלוחות שבליטוספירה מעליה."

### 4. צ'ק-ליסט לבדיקת שאלה (לפני ההדפסה)

לפני שאתם מוציאים את השאלה לתלמידים, ודאו שהיא עומדת ב"תו התקן" של היחידה:

- [ ] האם יש ראייה (גרף/מפה/טקסט) שהתלמיד חייב להשתמש בה?
- [ ] האם הנימוק המצופה דורש שימוש במושג מדעי (למשל: לחץ אוויר, טקטוניקה, קרינה)?
- [ ] האם הטענה נדרשת להיכתב באופן ברור וחד-משמעי?

### חלק ה: הצעה למסלול ממוקד

**המטרה:** להבטיח הוראה משמעותית גם כאשר הקצאת השעות מצומצמת, או לצורך שיעורי חזרה ותרגול  
ממוקדים. אנחנו לא מנסים "לכסות את כל החומר", אלא לבנות את מיומנות החשיבה של התלמיד דרך  
נושאי הליבה.

#### 1. מסלול ממוקד (10 שעות הוראה)

אם עומד לרשותכם זמן מוגבל בלבד, זוהי הצעה לתחנות ממוקדות. כל תחנה משלבת ידע תוכן עם מיומנות  
טר"ן:

- **תחנה 1: אקלים (3 שעות) – התמקדות באפקט החממה, התחממות כדור הארץ ובמאזן הקרינה.**
  - למה? זהו הבסיס להבנת הסביבה המשתנה במאה ה-21.
- **תחנה 2: גאולוגיה (4 שעות) – התמקדות בטקטוניקת לוחות ורעידות אדמה.**
  - למה? הבנת הכוחות המעצבים את עולמנו והקשר לישראל (השבר הסורי-אפריקאי).
- **תחנה 3: משאבים (3 שעות) – התמקדות בזמינות מים ודילמות אנרגיה.**



למידה בונה אדם  
המזכירות הפדגוגית  
אגף תבו"ר



מדינת ישראל  
משרד החינוך



○ למה? פיתוח חשיבה ביקורתית וקבלת החלטות (אוריינות סביבתית ומדעים).

## 2. שגרת "5 דקות של טר"ן"

אוריינות היא מיומנות המתפתחת דרך חזרתיות. לא תמיד יש צורך בשיעור שלם; להלן הצעה ל "נוהל פתיחת שיעור" קבוע:

1. הגירוי (דקה 1): הקרנת תמונה אחת מתוך **תיקיה 7 (רכיבים חזותיים)**.
2. השאלה (דקה 2): "מה הטענה המדעית שניתן להסיק מהתמונה?"
3. התשובה (דקות 3-5): תלמיד אחד מציג את הראיה מהתמונה ותלמיד שני מסביר את ה**נימוק** המדעי. ניתן גם לבקש מהתלמידים לחבר שאלות בעצמם ולתת לחבריהם לענות עליהם וכך לשלב שאילת שאלות למידת עמיתים.

## 3. ריכוז קישורים חשובים

- [\[קישור\] לתיקיית המקורות המלאה](#) (Drive) כל 7 התיקות, המבדקים והמשימות מאורגנים ומוכנים להדפסה. ניתן לערוך לפי הצורך.
- [קישור למחולל האוריינות](#) העוזר האישי שלכם לניסוח שאלות ומחווונים בשניות.
- [קישור למעבדה הדיגיטלית](#): 4 הסימולציות הנבחרות להמחשת "המנגנונים הנסתרים".

## סיכום היחידה

מדעי כדור הארץ הם המעבדה של חיינו. המטרה שלנו היא להעניק לתלמידים את הכלים להבין את המעבדה הזו שבה יחסי הגומלין בין אדם לסביבה ולמרחב משמעותיים, לשאול שאלות מבוססות ראיות ולבנות טיעונים מנומקים.

**בהצלחה!**