

ביבתון

גיליון מס' 18 | אוקטובר 2021, תשפ"ב

משבר האקלים

עלון מרכז המורים הארצי
לחינוך סביבתי ולקיימות



מורים יקרים ומורות יקרות,

סביבתי ולקיימות. בכל אחד מהעלונים שיפורסמו, תוכלו למצוא ראיונות עם חוקרים, מאמרים עדכניים בנושאים סביבתיים, המלצות על חומרי הוראה ממורים עמיתים, פרסומים על ימי עיון וכנסים, דבר המפמ"ר, ועוד חומרים מסוגים שונים, שיכולים לסייע לכם בהוראת הנושאים הסביבתיים בכיתה ומחוצה לה. בעלון החגיגי הראשון לשנת תשפ"ב, בחרנו לדון בסוגיה מרכזית ורלוונטית ביותר - משבר האקלים ודו"ח הפאנל הבין ממשלתי לשינוי האקלים ה-IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). לקראת הפקת העלונים הבאים, נשמח לקבל מקהל המורים רעיונות לפעילויות, סיכומים, מצגות, מאמרים וכל חומר מקצועי אחר, אשר יכול לתרום להוראת הנושא. העלון הבא יתמקד בנושא יעדי האו"ם לפיתוח בר קיימא - SDG (Sustainable Development Goals). ניתן לשלוח הצעות לחומרים בנושא זה למייל: beyadeinu@technion.ac.il. [מוזמנים להצטרף לרשימת התפוצה שלנו.](#)

מאחלות לכן קריאה מהנה,
שני צור ונירית לביא אלון

החודש השקנו את מרכז המורים הארצי לחינוך סביבתי ולקיימות. מרכז המורים החדש, לו חברו משרד החינוך והפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון, יסייע בפיתוח וכתובת חומרים, בהנגשת חומרים קיימים, בפיתוח מקצועי, בייזום וקיום השתלמויות ובבניית קהילה. ההידרדרות במצבו הסביבתי של כדור הארץ, ובפרט משבר האקלים והשלכותיו, מגבירים את ההבנה שחייב לבוא שינוי מהותי ביחס שלנו לסביבה וכי לחינוך סביבתי ולחינוך לקיימות יש תפקיד מרכזי בשינוי זה. אנחנו חייבים לעשות מעשה, לעסוק בנושאי סביבה, כאן ועכשיו. אתם המורים, מהווים גשר בין משרד החינוך ומרכז המורים לבין התלמידים כדי להעביר את מסר השינוי. בידכם הדבר להתאים תכנים, לקבוע סדרי עדיפויות, להוביל מיזמים ותהליכי חדשנות. כמרכז מורים, אנחנו רוצים להיות הבית שבמסגרתו תוכלו לממש את החזון הזה, ולכן חשוב לנו לשמוע אתכם ואת הרעיונות שלכם וכמובן גם לתת מענה לצרכים שלכם. אתם מוזמנים לפנות אלינו בכל דבר ועניין.

אנו שמחות לשתף אתכם בגיליון מר חשוון תשפ"ב (אוקטובר 2021) של הסביבתון, העלון של מרכז המורים הארצי לחינוך



תוכן עניינים

- 3 "אין לנו ברירה אלא להיות מאוד שאפתניים ומאוד אופטימיים" - ראיון עם פרופ' נגה קרנפלד שור על שינויי האקלים והשלכותיהם, דו"ח ה-IPCC והפעולות הנדרשות בחינוך
- 6 דו"ח המומחים הבין ממשלתי של האו"ם ה-IPCC, עיקרי הממצאים וההמלצות
- 8 הצעה להוראת דו"ח ה-IPCC בכיתה
- 13 אקטואליה בכיתה - שריפות
- 15 מורים מספרים מהשטח
- 17 ימי עיון וכנסים בנושאי סביבה וקיימות
- 19 דבר המפמ"ר

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגרי מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או בכל אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר - כל חלק שהוא המופיע בעלון זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בעלון זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמול.

מרכז המורים מופעל על ידי הטכניון עבור משרד החינוך במסגרת מכרז מס' 22/11.2020 © כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

עורכות: שני צור ונירית לביא אלון | ייעוץ אקדמי: פרופ' טלי טל
עיצוב גרפי: סטודיו נעמה | עריכת לשון: ד"ר אבשלום גינוסר
מנהלת הפרויקט: ד"ר נירית לביא אלון
תמונות שער ותמונות נוספות: depositphotos.com



"אין לנו ברירה אלא להיות מאוד שאפתניים ומאוד אופטימיים"

ראיון עם פרופ' נגה קרונפלד-שור על שינויי האקלים והשלכותיהם, דו"ח ה-IPCC והפעולות הנדרשות בחינוך

מראיינת: שני צור



צילום: יעל צור

פרופסור נגה קרונפלד-שור הנה חוקרת מובילה בתחום הפיזיולוגיה האקולוגית באוניברסיטת תל אביב. לפני כמעט שנה, נבחרה קרונפלד-שור לכהן כמדענית ראשית במשרד להגנת הסביבה, תפקיד במסגרתו מקדמים החלטות ופעולות הנוגעות לשמירה על הסביבה בהתבסס על מחקר מדעי. בראיון ביקשנו לשמוע על ראייתה את התפקיד, ועל נקודת מבטה בנוגע לדו"ח ה-IPCC. המתעניינים יכולים גם לשמוע את הרצאתה של פרופ' קרונפלד-שור על הנושא, שהועברה ביום העיון "בידינו הדבר" שהתקיים ב-10.10.21. ההרצאה וחומרים נוספים על הנושא זמינים עבורכם [בקישור](#).

מה מדיניותה של ישראל בנוגע לשינויי האקלים? ובמה עלינו להשתפר לדעתך?

המדיניות של ישראל, בדומה לזו בעולם, כוללת שני אפיקים - מיטיגציה ואדפציה. מיטיגציה (מיתון), משמע למנוע את המשך עליית הטמפרטורה ואדפציה (היערכות) לוקחת בחשבון שבכל מקרה, גם בתרחיש האופטימי ביותר, אנחנו נחווה עליה בטמפרטורה ובמספר מקרי אקלים קיצוניים ולכן אנחנו חייבים גם להיערך לשינויים האלה.

אנחנו עובדים, בשיתוף עם שאר משרדי הממשלה, בניסיון להפחית כמה שאפשר, בצורה ריאלית, פליטת גזי חממה ולהיערך להשלכות. היעדים הם לא תמיד היעדים השאפתניים שהיינו רוצים לראות, אבל אלו היעדים שמשרדי הממשלה חושבים שיוכלו לעמוד בהם. מצד אחד יש כל הזמן דחיפה

¹ בדו"ח המנהלת לשינויי אקלים ניתן לצפות [בקישור](#)



באיזה אופן מדינת ישראל נערכת לסכנות הנובעות ממשבר האקלים, כגון אירועי גשם חריגים והצפות, בצורות או יובש קיצוני, גלי חום, שריפות?

זה תפקידה של המנהלת לשינויי אקלים המובלת על ידי המשרד להגנת הסביבה. היא מאגדת את כל משרדי הממשלה הרלוונטיים ובונה תוכניות. המנהלת הוציאה לאחרונה את הדו"ח הראשון שלה - "היערכות מדינת ישראל לשינויי אקלים" שהוגש לממשלה. מעבר לזה, אני יכולה להגיד שמשרדים רבים כגון משרד הבטחון, הרווחה, הבריאות והחקלאות הקימו ועדות משרדיות בענייני שינויי אקלים. יש הרבה מאוד עבודה בנושא הזה בממשלה. ההערכות תדרוש השקעה של הרבה מאוד כספים, וזה הכיוון שאנחנו הולכים אליו.

להצבת יעדים שאפתניים יותר, חלקם כואבים ומעוררים התנגדות, ומצד שני אנו מנסים לשמור על ריאליות, ויש כל הזמן מתח בין הרצוי לריאלי. הייתי שמחה שהיעדים של ישראל יהיו גבוהים יותר, אבל כרגע זה לא מתאפשר.

ברמה העולמית, בדיונים לקראת הועידה, עסוקים בחלוקת הכספים בין מיטיגציה לאדפציה. ברור שהכי חשוב זה להפחית את הפליטות. מצד שני, אנחנו כבר מתמודדים עם השלכות שליליות של הפליטות ושכיחותן שתמשיך לעלות. לכן, צריך להמשיך להשקיע גם בהיערכות לשינויים הנובעים משינויי האקלים והממשלה הנוכחית כבר החליטה על זה. לשם כך, הוקמה מנהלת האקלים שבה נציגים של כמעט כל משרדי הממשלה, ותהיה השקעה כספית מאוד גדולה בהיערכות.

בדו"ח ה-IPCC הגדירו יעדים של הקטנה משמעותית של הפליטות עד 2030 ועד לאפס פליטות עד 2050. האם אלה מטרות ריאליות לדעתך?

אלו מטרות שאפתניות מאוד ואני מקווה שהן ריאליות. כרגע, גם בתרחיש האופטימי ביותר, אנחנו נגיע, בסיכוי גבוה, לעליה של מעלה וחצי בעשרים השנים הקרובות וזו עליה מאוד משמעותית. על פי דו"ח ה-IPCC בתרחיש האופטימי, אם נצליח להפחית משמעותית את פליטת גזי החממה, תהיה בעתיד ירידה בטמפרטורה העולמית הממוצעת, אבל גם בתרחיש הזה בכל מקרה תהיה עליה בטמפרטורה בשנים הקרובות. לעליה בטמפרטורה השלכות מאוד משמעותיות ושליליות. למשל, פגיעה ביכולות שלנו לייצר מזון בחקלאות, בצורות, פגיעה בבריאות האדם כתוצאה מגלי חום, שריפות, שיטפונות ועליה בשכיחות התפרצויות של מחלות מדבקות. במצב הזה אין לנו ברירה אלא להיות מאוד שאפתניים ומאוד אופטימיים. אי אפשר לעזוב הכל ולחכות לסוף העולם.



לאחרונה התפרסם דו"ח חדש של ה-IPCC. מה לדעתך החידוש המרכזי בדו"ח? ומה כדאי ללמוד ממנו?

ראשית, האווירה של הדו"ח. כמדענית אני יכולה להגיד שמדענים עושים תחזיות. הם אף פעם לא אומרים משהו בוודאות מלאה, הם תמיד אומרים "בסבירות גבוהה" כי אנחנו יכולים לעשות מודלים ולהגיד מה הסבירות שדברים יקרו או לא יקרו אבל לא יכולים לחזות את העתיד. אבל, השפה שהשתמשו בה הפעם בדו"ח, היא מאוד החלטית ואני חושבת שזה חידוש. בדו"חות קודמים היה פתח לוויכוח, כך שלמכחישי אקלים היה מקום להיכנס לדיון.

בנוסף, העובדה שהצליחו להגיע לקונצנזוס כל כך רחב - 234 מדענים ממעל 60 מדינות כתבו את הדו"ח, 195 מדינות חתמו עליו, והוא מבוסס על העבודה המדעית של עשרות אלפי מדענים ברחבי העולם.

מעבר לזה יש שלוש מסקנות עיקריות:

1. רמת הוודאות - אין שום ספק שההתחממות הגלובלית נגרמת על ידי פעילות אדם. עד כה היו ויכוחים לגבי הטענה שכדור הארץ לפעמים מתחמם ומתקרר. בדו"ח הזה נכתב שהשפעת האדם על ההתחממות מוכחת מעבר לכל ספק.
2. ההשלכות - ברמה העולמית, הדו"ח קובע שההשפעה של שינויי האקלים ושהסבירות לכל אחד מאירועי האקלים הקיצוניים היא גבוהה. השלכות של שינויי האקלים כבר כאן והן משפיעות על האדם ועל הטבע. וזו פעם ראשונה שזה נאמר בצורה כזו ברורה.
3. הקצב - הדו"ח קובע שהשינויים קורים בקצב מהיר יותר ממה שחשבונו

עד כה. המדענים סבורים שרוב הסיכויים שהטמפרטורה העולמית הממוצעת תעלה במעלה וחצי צלזיוס בעשרים השנים הקרובות. כך שלמעשה היעדים שהעמדנו לעצמנו בהסכם פריז לא מספיקים. גם בתרחיש האופטימי ביותר, נמשיך לראות עליה של הטמפרטורה העולמית הממוצעת ולסבול מההשלכות שלה. התובנה הזו היא קיצונית גם ביחס לדו"חות קודמים. בנוסף, ההערכה היא שבמקרה של "עסקים כרגיל" מבחינת פליטות גזי חממה אנחנו צפויים לעליה של ארבע מעלות צלזיוס שזה תרחיש בלחות וההשלכות שלו הן איומות. שלוש המסקנות הסופיות הללו, הן מאוד בוטות ומאוד חזקות וקוראות לפעולה מהירה, אגרסיבית, קיצונית, ואסור לנו להישאר אדישים אליה.

אחת מקבוצות ההערכה של ה-IPCC היא קבוצת משימה שמטרתה להעריך את פליטת גזי החממה במדינות השונות ולעודד צמצום שלה. מהן העדויות בנוגע למידת הפליטה של גזי החממה בישראל בהשוואה למדינות מפותחות אחרות בעולם?

ברגעים אלו מתרחשת עבודה קדחתנית בנושא לקראת פסגת האקלים בגלזגו - הוקם צוות בין משרדי ברשות המשרד להגנת הסביבה שהתפקיד שלו הוא להכין תוכנית להפחתת פליטות גזי חממה. על כל משרד להכין תוכנית להפחתת פליטות גזי חממה שתוצג לממשלה. בצוות גם תתי קבוצות, למשל קבוצה האחראית על איתור חסמים ותמיכה בטכנולוגיות חדשניות שיביאו להפחתה של גזי חממה, לניתוח של כל מקורות פליטת גזי החממה בישראל ופוטנציאל הצמצום שלהם, כל זה על מנת לראות איך נצליח לעמוד ביעדים שמדינת ישראל קבעה ואפילו להעמיק אותם. צריך לעשות את הדברים במקביל ועל מנת להתקדם ולהשיג את היעדים אנחנו עובדים בשיתוף פעולה עם המשרדים האחרים. למשל במשרד התחבורה והמשרד להגנת הסביבה הוחלט שכל האוטובוסים העירוניים החדשים שירכשו יהיו אוטובוסים חשמליים. ברור שאוטובוסים חשמליים מזהמים פחות, אבל מבחינת פליטות גזי חממה, היתרון המשמעותי שלהם יהיה כשמקור החשמל יהיה אנרגיה מתחדשת. לכן, צריך שבמקביל משרד האנרגיה יעבור לאנרגיות מתחדשות. משרד האנרגיה מוביל בשיתוף עם משרד החקלאות והמשרד להגנת הסביבה פרויקט חלוץ של מתקני אנרגיה סולרית בשילוב

חקלאות (שדות אגרו-וולטאים). זה צריך להעשות בצורה מאד מחושבת וזהירה, כך שמצד אחד יהיו שטחים גדולים לאנרגיה סולרית, ומצד שני נוודא שלא פוגעים ביכולת שלנו לספק מזון (גידולים חקלאיים) ולא פוגעים בסביבה. לדוגמה, יש אזורים שהם מסדרונות אקולוגיים המורכבים בעיקר משטחים חקלאיים, ואנחנו רוצים לוודא שבאזורים האלו שילוב של אנרגיה סולרית לא תפגע בתפקוד האקולוגי של המסדרונות. כלומר, יש פה תהליכים מאוד מורכבים שדורשים הרבה מאוד שיתופי פעולה. חלק מהדברים דורשים פיתוח של טכנולוגיות חדשות או בחינה של טכנולוגיות שכבר פותחו אבל לא נוסו מספיק וזה מעלה הרבה סוגיות סביבתיות נוספות. אם נחזור לנושא האוטובוסים החשמליים למשל - מה עושים עם סוללות הליתיום שלהם כשהן מתיישנות וכיצד מונעים פגיעה בסביבה? או מה עושים עם הפאנלים הסולריים כשיסיימו את תפקידם ויהיה צריך לחדש אותם? השינוי הוא שינוי מאוד מאוד מורכב ורחב שצריך לכלול לא רק את כל משרדי הממשלה, אלא את כל הסקטורים וכל התושבים. שינוי מחשבתי, תרבותי, התנהגותי. יש יעדים שאנחנו יודעים שאנחנו כנראה נצליח לעמוד בהם, יש יעדים שאנחנו אופטימים לגביהם, ויש דברים שננסה ולא נצליח. אבל כמו שאמרתי בהתחלה חייבים להיות אופטימיים, נחושים ושאפתניים.

מה תרומתו של אדם מן המניין להתחממות הגלובלית? מהי יכולתו של האדם הפרטי לשנות את המגמה ומהם הדברים אשר מוגדרים תחת האחריות המדינתית והבינלאומית?

קודם כל, אין יחידה שהיא קטנה מידי לתרום. כל אחד מאתנו צריך לקחת אחריות. בתור נציגה של הממשלה תמיד אומרים "אתם מפילים את זה על האזרחים", אבל אני חושבת שכל אחד מאיתנו אחראי. הסיבה שאני נמצאת במשרד להגנת הסביבה ולא באוניברסיטה, היא כי חשבתי שצריך לקחת אחריות אישית ואני חושבת שכל אחד מאיתנו צריך לקחת אחריות ברמה שהוא יכול. יש דברים שאנחנו יכולים לעשות, ויש דברים שאפשר לעשות רק אם הממשלה תאפשר לנו ותיתן לנו את הכלים. אבל צריך להתחיל ברמת הפרט, ולהגיע עד לרמת הממשלה, האו"ם והוועידות לשינוי האקלים. אנחנו עומדים בפני קטסטרופה. זה האיום הכי גדול שהאנושות התמודדה אתו אי פעם. כדי שנצליח להתמודד, צריך



ואני חושבת שהמורים יכולים להוביל את התהליכים האלו. לעודד את התלמידים לפעולה, לעזור להם לעשות פרויקטים. שיהיו פחי מיחזור בבתי הספר, שיבינו איך מפרידים פסולת, שיחשבו פעמיים לפני שמדפיסים משהו וזורקים את הנייר לפח. אפשר לדבר על תזונה בהקשר של תזונה בריאה וגם תזונה שהיא טובה לסביבה. מה אנחנו אוכלים, איך אורזים את המזון. הדרך הטובה ביותר היא לעורר את התלמידים לפעולה בעצמם, כי אנחנו ממש לא רוצים לתת להם את ההרגשה שסוף העולם מתקרב ואנחנו רוצים להעביר את המסר שיש מה לעשות.

מסר מרכזי לסיום, למורים שקוראים אותנו?

אני חושבת שאחד הדברים החשובים זה לזכור שהתלמידים האלה, שאנחנו מלמדים אותם היום, יהיו מקבלי ההחלטות בעתיד. אנחנו צריכים לחנך אותם ולא רק ללמד אותם, בתקווה שבעתיד הם יקבלו את ההחלטות הנכונות. שנית, צריך לזכור שהתלמידים הם הדרך שלנו להגיע לבתים. אם אנחנו נוביל אותם לזה, ונבקש מהם, למשל, לעשות פרויקט של שקילת הזבל שאנחנו מייצרים בבתיים, לערוך סקר ממה הזבל הזה מורכב וכמה הוא שוקל, אפשר בדרך זו להיכנס לבתים ולעשות שינוי בבתיים דרך התלמידים.

ולהפחית את שינוי אקלים, זה לתת להם כלים להבין את המצב ולהניע לפעולה. להסביר מה הם יכולים לעשות. ברגע שאתה מרגיש שאתה יכול לעשות משהו, אז יש הרגשה שאפשר להתמודד עם האיום. צריך לתת להם תקווה ולא להגיד להם שהולך להיות איום ונורא. זו הרגשה נוראית וקשה מאוד להתמודד עם זה. יכולה להיות הרגשה של סוף העולם, יש לזה אפילו שם היום, קוראים לזה חרדת אקלים. אנחנו לא רוצים להיות במצב הזה כי כשאתה בחרדה אתה לא מסוגל לפעול. המטרה שלנו הפוכה - אנחנו רוצים לגרום להם לפעול. אנחנו רוצים ללמד מה אפשר לעשות ואפשר לעשות המון.

מה לדעתך הם הדברים המהותיים שצריך ללמד בנוגע למשבר האקלים?

ראשית ללמד אותם מה זה מהשבר האקלים בצורה ברורה ופשוטה. ממה הוא נגרם ואיך אפשר להפחית ולהעריך. יש דברים פשוטים שאפשר לעשות בבית הספר: אפשר להכין קומפוסט ולהסביר איך מנהלים קומפוסט. ניתן לדבר על שימוש בשקיות, על פסולת, על צריכת יתר. על כלכלה מעגלית. למשל, על רכישת בגדים יד שניה - להפוך אותה ללגיטימית. לנסות להסביר את המשמעות וההשלכות של המעשים שלהם. לעודד להגיע באופניים לבית הספר זה טוב לבריאות וזה טוב לסביבה. ואם אין שביל אופניים, ניתן להכין עצומה למועצה כדי שהתלמידים יוכלו להגיע בבטחה לבית הספר. יש המון דברים שאפשר לעשות

כל אחד, בכל הרמות, להתגייס. זה דורש חינוך ולקיחת אחריות אישית בהתנהלות של יחידים, מוסדות, חברות, משרדי ממשלה ושל מדיניות. זה צריך לעשות בכל הרמות כדי שזה יצליח ואין תרומה שהיא קטנה מדי. למשל, חלק גדול מהפליטה של גזי החממה מקורה בצריכה המוגברת. אם אצמצם את הפסולת שלי - כמה זה תורם? אבל יש לקחת בחשבון שמישהו ייצר את המוצר שזרקנו, ובתהליך הייצור הושקעו המון אנרגיה ומשאבים סביבתיים. כל ירק שאנחנו קונים ואחרי שבוע והוא נעשה עייף וזורקים אותו - הושקעו בו קרקע, מים, עבודה של כלים חקלאים, שינוע, מיזוג של הסופרים, כל אלו גרמו לפליטה של גזי חממה ולזיהום סביבה ובסוף זה מצטבר. לכן אני חושבת שכל אחד מאיתנו צריך לקחת אחריות על מה שהוא עושה ושיש להבין את ההשלכות של העשייה שלנו. לשאול את עצמנו האם אנחנו באמת צריכים את מה שאנחנו קונים? את מה שהזמנו ברשת? במקביל, הממשלה צריכה לדאוג שתהיה לנו את האופציה למחזר ושזה יהיה נוח וקל. אז נדרשת פה פעולה מערכתית, משולבת ומתואמת שבתקווה תביא לשינוי משמעותי.

לפי דעתך, מה מחנכים צריכים לדעת על משבר האקלים?

אני חושבת שהנוער שומע ומכיר. אבל התגובה אצל ילדים ונוער ובמקרים רבים גם אצל המבוגרים, היא בעיקר פחד והרגשה שזה משהו שגדול עליהם. משהו שהם לא יכולים להתמודד אתו. לכן הדבר הכי חשוב בעיניי, שגם יעזור להתמודד עם הפחד



דו"ח המומחים הבין ממשלתי של האום ה-IPCC: עיקרי הממצאים וההמלצות

סיכמה: שני צור



בגורמים להיווצרות שינויי האקלים, השנייה בהשפעותיו של המשבר והקבוצה השלישית עוסקת באמצעים להפחתת שינויי האקלים. בנוסף, הוקם צוות משימה לפיתוח מתודולוגיה המתבססת על הידע הקיים לצורך הערכה וחישוב של פליטת גזי חממה לאומיים והדרכים לצימצומה.

עיקרי ממצאי הדו"ח

עליית הטמפרטורה בעולם והצפי לעליה נוספת בעתיד

– הדו"ח קושר באופן ישיר את העלייה המתמשכת בטמפרטורה הממוצעת לפעילות האדם, ובעיקר לפליטות גזי החממה ולשימוש בדלק פוסילי. אחד המזהמים העיקריים הינו גז המתאן. הדו"ח קובע, כי יש לצמצם במידת האפשר את פליטת המזהמים באופן בהול, מאחר והפסקת הזיהום עכשיו, תוכל לצמצם ולהפחית את ההשלכות הסביבתיות המרחיקות לכת הנגרמות כתוצאה מעליית הטמפרטורה בכל רחבי כדור הארץ. הדו"ח קובע, כי גם אם יבוצעו פעולות מידיות, נראה שלא נצליח להימנע מעליה של 1.5 מעלות צלזיוס בעשרים השנים הקרובות. כלומר, לא נעמוד ביעדים של הסכם פריז. הנתונים מצביעים על העשור הנוכחי כחם ביותר בהשוואה למאה אלף השנים האחרונות.

היתכנות אירועי קיצון כגון שיטפונות ובצורות -

הדו"ח מצביע על עלייה צפויה בהשלכות של שינויי האקלים, אם לא תהיה לכך התייחסות מתאימה. למשל, הדו"ח מציג תרחיש אפשרי של עליית מפלס הים ליותר משני מטרים. בנוסף, ישנן עדויות על תדירות שתלך ותגבר של אירועי יובש קיצוני ומגד של הצפות, שיטפונות ואירועי גשם חריגים

על הדו"ח וחשיבותו

בחודש אוגוסט 2021 פורסם דו"ח חדש, שישי במספר, על ידי הפאנל הבין ממשלתי בענייני שינויי האקלים. הפאנל מורכב מ-234 חברים מיותר מ-60 מדינות. ה-IPCC אינו מוביל מחקר בנושאי אקלים כגוף עצמאי, אלא מבצע סינתזה והערכה של מחקרים מדעיים מהעולם, ומפרסם דו"חות שהם למעשה סיכום של הנתונים, גורמי הסיכון, וההשלכות של שינויי האקלים. מטרת הארגון היא להנגיש מידע מדעי עדכני ומהימן בנושא משבר האקלים וזאת כדי לעודד ממשלות לפתח מדיניות הנוגעת לנושא חשוב זה. דו"ח ה-IPCC משקף באופן אובייקטיבי ככל שניתן את הממצאים המדעיים הנוגעים לנושא האקלים ומחבריו משתדלים לשמור על תוקף ומהימנות מחקרניים גבוהים. בדו"ח האחרון שפורסם בקיץ, נותחו כ-14,000 מאמרים שונים, המהווים את הבסיס המדעי עליו נכתב הדו"ח. מספר המדענים המשתתפים בחיבור הדו"ח ועובדת פיזורם במדינות שונות, מפותחות ומפתחות כאחד, מחזקים את מהימנות התובנות והמסקנות הכלולות בדו"ח. מיגוון המדענים השותפים לפרויקט גם מעיד במידה רבה על חשיבותו ומרכזיותו של נושא משבר האקלים ברמה העולמית. במאמרו, מתאר פרופסור דניאל רוזנפלד, חוקר ישראלי מהאוניברסיטה העברית, אשר היה שותף לכתיבת הדו"ח, את התהליך המרתק של כתיבתו של הדו"ח ואת ההקפדה הרבה והאמצעים שננקטו לאורך העבודה על מנת לשמור על מהימנותו. את העבודה על המידע המדעי הרב וסיכומו מבצעים ב-IPCC באמצעות שלוש קבוצות עבודה. האחת עוסקת ישירות



בעוצמתם. הנתונים מצביעים על כך שתדירות האירועים הקיצוניים ההולכת וגוברת ברחבי העולם, אינה משאירה מקום לספק כי מדובר בהשלכה ישירה של שינויי האקלים ולא באירועים אקראיים. שינויי האקלים מביאים גם להחמרה בנזק ובהיקף האירועים. למשל, במקרה של שריפות, עוצמת האש והתפשטותה לתלויים במידת הלחות בצמחיה ולכן מעבר לעליה בתדירות השריפות הצפויות, סביר שנראה גם שריפות בקנה מידה גדול יותר ובנזק גדול יותר כתוצאה מהתייבשות הצמחיה.

השלכות ותובנות הנובעות מהדו"ח

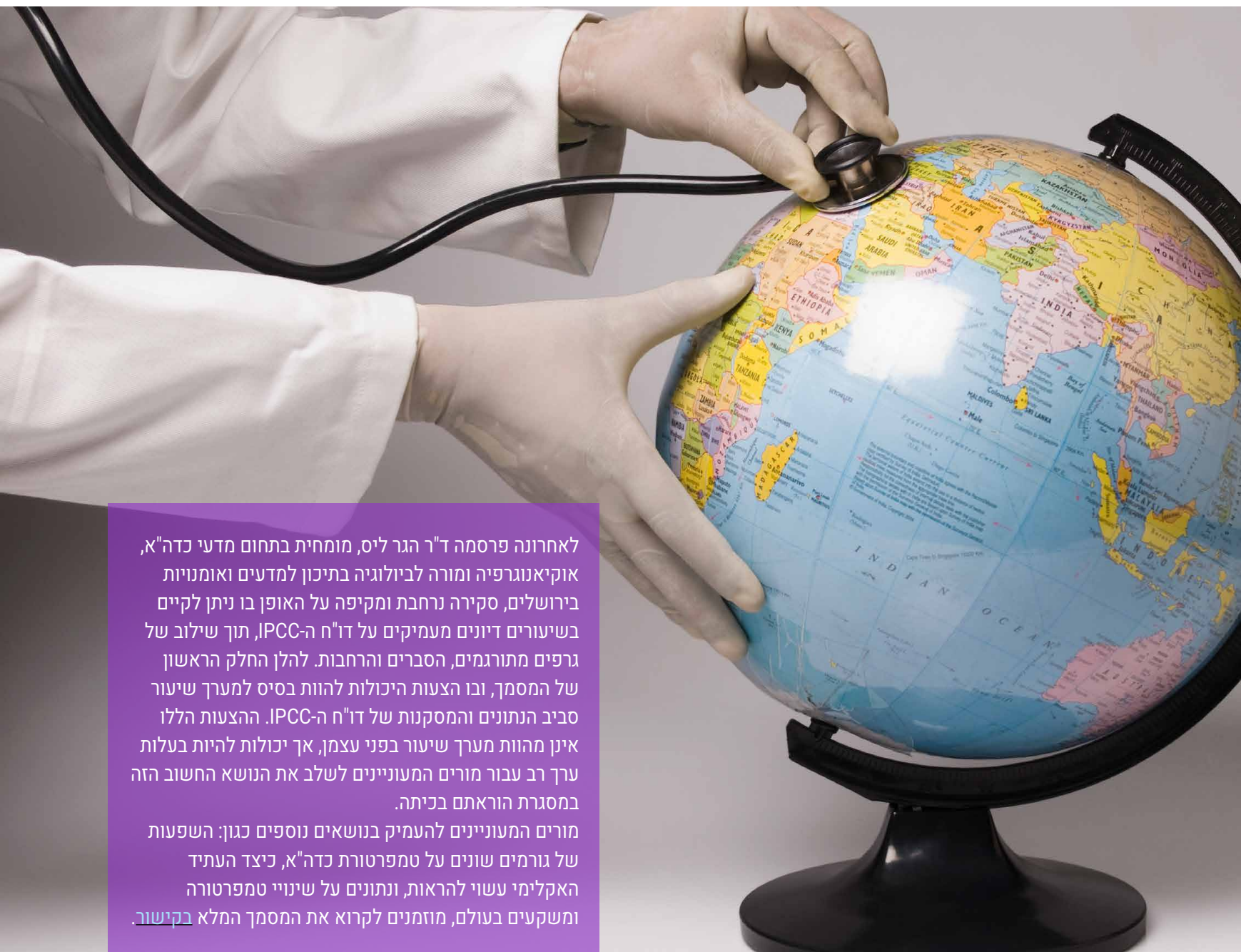
הדו"ח מציב תמונת מצב קשה בנוגע לשינויי האקלים ולהשלכותיו. ניתן ללמוד על חומרת הממצאים והדחיפות לשינוי [מהצהרת מזכ"ל האו"ם](#) בעקבות פרסום הדו"ח. לצד האזהרות החמורות, ישנה גם קריאה לשינוי. בדו"ח מצוין כי ניתן להפחית ולצמצם חלק מהשלכות של שינויי האקלים והנזקים האדירים העלולים לנבוע מכך, בעזרת הירתמות ופעולות משמעותיות שעל כל מדינה ומדינה לבצע. למשל, הדו"ח קובע כי יש להפחית באופן משמעותי את היקף השימוש בדלק פוסילי ולעבור לאנרגיות ירוקות ומתחדשות באופן כמעט בלעדי עד 2030 (למדינות ה-OECD) ואיסור מוחלט על שימוש באנרגיות מזהמות עד 2050. הדו"ח מצביע על כך שבמידה ולא ייעשו שינויים מרחיקי לכת, עליית הטפרטורה עלולה לעבור את נקודת האל חזור ולהיות הרסנית לחיים על כדור הארץ בעתיד. מחברי הדו"ח סבורים, כי רק הירתמות עולמית ונקיטת אמצעים קיצוניים לבלימת העלייה בטמפרטורה, יוכלו להביא להטבה במצב בעתיד.

מקורות מידע:

1. אתר ה-IPCC בו מופיע הדו"ח המלא
2. מאמר של משרד החוץ המציג בקצרה את עיקרי הדו"ח וחשיבותו
3. מאמרו של פרופ' דניאל רוזנפלד באתר השירות המטאורולוגי - מהות הדו"ח ועיקרי ממצאיו
4. דב חנין לאקולוגיה וסביבה מהיכן יגיע המפנה האקלימי?
5. סיכום למקבלי החלטות Summary for Policy Makers בגרסת PDF. (אנלית)
6. שאלות ותשובות - IPCC Frequently Asked Questions
7. אתר The Carbon Brief
8. אתר אוניברסיטת Yale בנושא אקלים

הצעה להוראת דו"ח ה- IPCC בכיתה

ד"ר הגר ליס, אגף מדעים במזכירות הפדגוגית, משרד החינוך



לאחרונה פרסמה ד"ר הגר ליס, מומחית בתחום מדעי כדה"א, אוקיאנוגרפיה ומורה לביולוגיה בתיכון למדעים ואומנויות בירושלים, סקירה נרחבת ומקיפה על האופן בו ניתן לקיים בשיעורים דיונים מעמיקים על דו"ח ה-IPCC, תוך שילוב של גרפים מתורגמים, הסברים והרחבות. להלן החלק הראשון של המסמך, ובו הצעות היכולות להוות בסיס למערך שיעור סביב הנתונים והמסקנות של דו"ח ה-IPCC. ההצעות הללו אינן מהוות מערך שיעור בפני עצמן, אך יכולות להיות בעלות ערך רב עבור מורים המעוניינים לשלב את הנושא החשוב הזה במסגרת הוראתם בכיתה.

מורים המעוניינים להעמיק בנושאים נוספים כגון: השפעות של גורמים שונים על טמפרטורת כדה"א, כיצד העתיד האקלימי עשוי להראות, ונתונים על שינויי טמפרטורה ומשקעים בעולם, מוזמנים לקרוא את המסמך המלא [בקישור](#).

◆ מדוע הסקירה כוללת רק פרסומים שעברו ביקורת עמיתים?

ביקורת עמיתים (peer review) היא הליך שיפוט חיצוני לבחינת מחקר מדעי. ההליך מהווה שלב חשוב לפני פרסום תוצאות המחקר כמאמר מדעי. בתהליך ביקורת עמיתים, מומחים בתחום שבו עוסק המחקר בוחנים האם הוא ראוי לפרסום, או האם הוא צריך לעבור תיקונים טרם פרסומו. ביקורת עמיתים תורמת לאמינות של הידע המדעי ומטרתה לאתר אי-דיוקים, טעויות והטיות בפרסומים מדעיים.

◆ למה הדו"ח עצמו עובר לביקורת עמיתים?

גם סינתזה של ידע מדעי עלולה להיות מושפעת מהטיות, טעויות או אי-דיוקים. לכן יש חשיבות לביקורת עמיתים שבוחנת את האמינות של התוצר הסופי. דו"ח ה-IPCC רגיש במיוחד מבחינה פוליטית, כלכלית וחברתית ולכן חשוב לשמור על אובייקטיביות במידה מירבית.

א. שאלות לדיון ודגשים כללים בנוגע לדו"ח ה-IPCC:

◆ יותר מ-200 מדענים היו שותפים לכתיבת הדו"ח במשך שלוש שנים. מדוע מספר כה גדול של מחברים שותפים לכתיבת דו"ח אחד?

מערכת האקלים היא מערכת מורכבת. ההבנה שלה והמחקר בתחום מחייבים שיתוף פעולה בין מדענים העוסקים במגוון רחב של תחומים: פיזיקה, כימיה, גיאולוגיה, ביולוגיה, מתמטיקה, סטטיסטיקה, מחשבים ועוד... מעבר לכך, בכל שנה יוצאים אלפי פרסומים בנושא. תהליך הכתיבה עצמו מלווה בדיונים ממושכים במטרה להגיע להסכמות של כל המחברים.



◆ מה מלמד אותנו השימוש במונח "חד משמעי" בדו"ח ה-IPCC השישי?

השימוש במונח "חד משמעי" נדיר בשפה המדעית. השימוש במונח מעיד על מידת הוודאות ועל ההסכמה הרחבה בקרב מדעני אקלים. כמו שתיאוריית האבולוציה או הקשר בין עישון סיגריות לבין הסיכוי לחלות בסרטן ריאות מקובלים כעובדה בעולם המדעי, כך גם הקשר הסיבתי בין פליטת גזי חממה ע"י האדם לבין התחממות גלובלית ומשבר האקלים. מידת הוודאות עולה כיוון שקיים גוף נתונים הכולל ראיות רבות ובלתי תלויות, אשר תומכות באותה מסקנה. כאן ההזדמנות לחזק את ההבנה של המונחים - עובדה, השערה, תיאוריה מדעית וכו'... [ראו יחידת הוראה דיגיטלית מבוא למשבר האקלים שיעור 8](#). (ראו סרטון)

ג. שינויים בטמפרטורה העולמית הממוצעת של פני השטח של כדור הארץ ביחס לטמפרטורה העולמית הממוצעת בין השנים 1850-1900

הסבר מקדים: מדעני אקלים בדרך כלל מציגים את השינוי בטמפרטורה (או מה שמכונה אנומליית טמפרטורה) במקום טמפרטורה מוחלטת. השינוי בטמפרטורה מציג את הסטייה של הטמפרטורה הנמדדת מערך מוגדר - בדרך כלל ממוצע ארוך טווח. ערכים חיוביים מעידים על עלייה בטמפרטורה ביחס לממוצע בעוד שערכים שליליים מעידים על ירידה. להסבר נוסף, היכנסו [לקישור](#) (אנגלית) או צפו [בסרטון](#) בין 3:40 - 5:26 דקות (אנגלית, ניתן להפעיל תרגום אוטומטי). גרף אנומליה מופיע בהמשך. בכל דו"ח של ה-IPCC הטמפרטורה העולמית הממוצעת (להלן טמפרטורה ממוצעת) בין השנים 1900-1850 מהווה קו-ייחוס, שמולו מכמתים את מידת התחממות. בחירה זו אינה שרירותית. כדי לכמת את השפעת פעילות האדם על טמפרטורת כדור הארץ, צריך להשוות את הטמפרטורות הנמדדות היום לאלו ששררו על פני כדור הארץ לפני התערבות האדם (אך עדיין בנוכחותו). מוסכם על מדענים להשוות לתקופה שקדמה למהפכה התעשייתית. חשוב לזכור כי ככל שהולכים אחורה בזמן, יש בידינו פחות נתונים על מדידות ישירות של טמפרטורה. לכן הגדרת קו הייחוס של ה-IPCC היא פשרה בין האמינות של המדידות הישירות של הטמפרטורה לבין בחירת תקופה שמייצגת את כדור הארץ לפני המהפכה התעשייתית. לדיון יותר מעמיק ראו את [התשובה של צוות ה-IPCC](#) (עמוד 7, אנגלית).

◆ מדוע ביקורת עמיתים על פרסום מסוים נעשית ע"י מומחים שלא שותפים לכתיבת הפרסום?

כדי למנוע ניגוד אינטרסים ולהעלות את מידת האובייקטיביות.

ב. שימוש בשפה חד משמעית בדו"ח

מחברי הדו"ח השישי של ה-IPCC מסיקים כי קיים קשר סיבתי "חד-משמעי" בין פעילות האדם בכלל, ופליטת גזי חממה לאטמוספירה בפרט, לבין התחממות כדור הארץ, וזו גורמת לשינויים במערכות כדה"א שהם "חסרי תקדים" בהשוואה למאות או אפילו אלפי השנים האחרונות. למעשה, מאז פרסום הדו"ח הראשון של ה-IPCC ב-1990, זוהי הפעם הראשונה שנוסח הדו"ח הוא חד משמעי ואינו מותיר מקום לספק.

מעניין להשוות את ניסוח הדו"ח הנוכחי לניסוחים בדו"חות הקודמים בהקשר של הקשר הסיבתי בין התחממות כדה"א לפליטת גזי חממה ע"י האדם. בשנים קודמות השתמשו במילים כמו "מסוגל" (1990), "עשוי" (1995), "כנראה" (2001), "התכנות סבירה" (2007) ו"התכנות גבוהה" (2013). אבל, בדו"ח הנוכחי מופיע המונח "חד משמעי" (2021). [בקישור](#) תוכלו למצוא טבלה המפרטת את הביטויים המדויקים באנגלית.

הצעה לשאלות לדיון ודגשים:

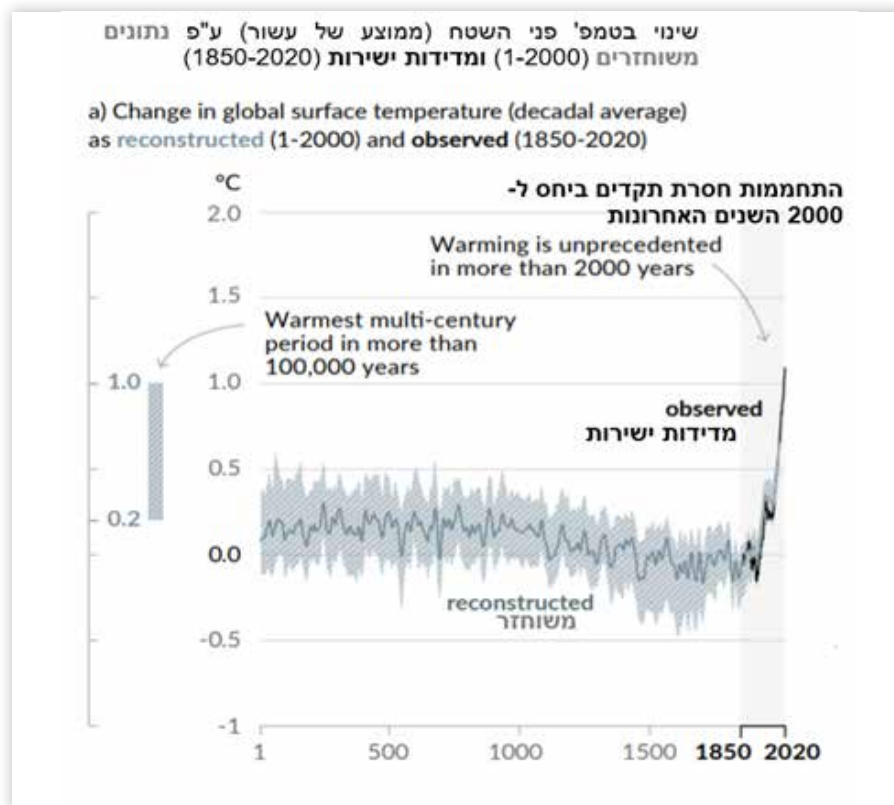
◆ מדוע מדענים בדרך כלל זהירים בתיאור המסקנות שלהם (שימוש במילים כמו "ייתכן" או "עשוי" או "מרמז")?

בהרבה מקרים אפשר למצוא יותר מהסבר אחד לתוצאות מסוימות. כמו כן יש יותר מדרך אחת לקשר בין גורמים (האם X גורם ל-Y או אולי Y גורם ל-X או אולי X ו-Y קשורים לגורם שלישי וכו'...). ניתן לתת דוגמה מניסויים שהתלמידים עצמם עשו בכיתה: למשל, בניסוי הבוחן את השפעת מלח על נביטת זרעים ניתן למצוא כמה וכמה הסברים לכך שבטיפול מסוים הזרעים לא נבטו: הזרעים לא נבטו כי הוספתי מלח, או הזרעים לא נבטו כי שכחתי להשקות, או הזרעים לא נבטו כי היה חורף והטמפרטורה הייתה נמוכה וכו'... ולכן חשוב מאוד לבדוד משתנים עד כמה שאפשר בניסוי בקרה. במקרה של מערכות אקלים והשפעת האדם אין אפשרות להשוות לקבוצת בקרה. כמו כן, ככל שמדובר במערכות יותר מורכבות, כך גם יותר קשה להראות קשרים חד משמעיים בין הגורמים. סיבה נוספת לניסוחים זהירים היא כי רעיונות מדעיים מתעדכנים כל הזמן כשמתגלים ממצאים חדשים.



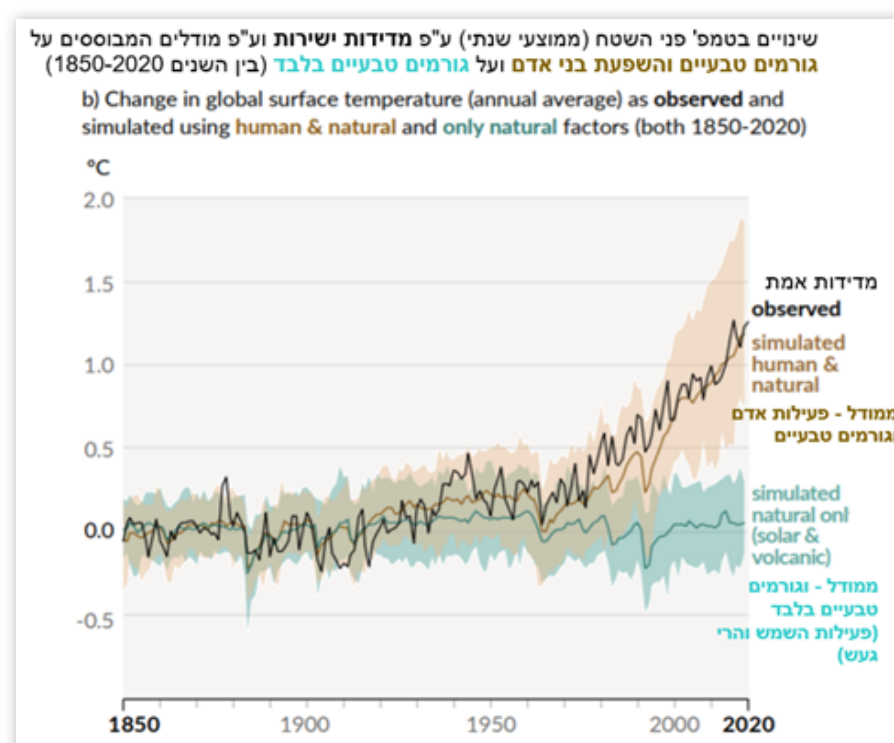
הסבר גרף a1: ציר ה-X מתאר זמן (בשנים) משנת 1 לספירה ועד הווה. ציר ה-Y מציג את השינוי בטמפרטורה ביחס לטמפרטורה הממוצעת בין השנים 1850-1900. ערכים חיוביים מעידים על התחממות ביחס לטמפרטורה הממוצעת, וערכים שליליים מעידים על התקררות ביחס אליה. הקו האפור מייצג [טמפרטורות משוחזרות](#)

[מהעבר](#). האזור הצבוע סביב הקו מציג את טווח האי-ודאות של שחזור זה. הקו השחור מתאר שינויים בטמפרטורה שהתקבלו ממדידות ישירות. ההתחממות בהווה היא חסרת תקדים בהיסטוריה של 2000 השנים האחרונות. ניתן לראות שעד 2020, כדור הארץ התחמם מעל מעלה אחת ביחס לטמפרטורה הממוצעת בין השנים 1850-1900.



הסבר גרף b1: ציר ה-X מציג זמן בין השנים 1850 ל-2020. ציר ה-Y מציג שינוי בטמפרטורה ביחס לטמפרטורה הממוצעת בין השנים 1900-1850. כל נקודה מייצגת ממוצע שנתי של טמפרטורה. הקו השחור מראה מדידות ישירות, בעוד שהקווים האחרים (ירוק וחום) מייצגים תוצאות חישוביות המבוססות על מודלים שלוקחים בחשבון גורמים שונים אשר משפיעים על טמפרטורת כדור הארץ:

*הקו הירוק מייצג מודל בו שינויים בטמפרטורת כדור הארץ מושפעים רק מגורמים טבעיים - פעילות הרי געש ושינויים בפעילות השמש. ניתן לראות שמודל זה אינו צופה שינוי משמעותי בטמפרטורה ממוצעת. *הקו החום מייצג מודל בו שינויי הטמפרטורה מושפעים הן מגורמים טבעיים והן מפעילות האדם. *האזורים הצבועים מראים את טווח אי-הודאות של הנתונים.





הצעה לשאלות לדיון ודגשים:

- ◆ תארו את הגרפים: מה מייצג ציר X? מה מייצג ציר Y? מה מייצג כל עקום?
- ◆ מהי המשמעות של ערכים שליליים /חיוביים בשינוי בטמפרטורה (ציר Y)?

התשובות לשאלות הנ"ל נמצאות בהסבר. עם זאת, כיוון שהגרפים מורכבים כדאי להקדים ולהבין מה הם מציגים לפני דיון על המסקנות והפרשנות.

◆ בגרפים ניתן לראות אזורים צבועים אשר מסמנים את טווח האי-וודאות. מה הכוונה לאי-וודאות במובן המדעי?

ביומיום, כאשר אנו אומרים שמהשו לא ודאי, אנחנו מתכוונים למשהו שלא יודעים או בטוחים לגביו. בעולם המדע, לביטוי "אי ודאות" יש משמעות שונה, המתארת את רמת הביטחון שיש למדענים בממצא או בתוצאה מסוימת. אי הוודאות יכולה לנבוא, למשל, ממכשירי המדידה. למשל, כאשר מודדים טמפרטורת גוף, אי הוודאות נובעת מחוסר הדיוק במדידה. הערכים המתקבלים במדידות חוזרות מפוזרים לרוב סביב הערך האמיתי שמנסים לאמוד וטווח הערכים המתקבל הוא אי הוודאות של המדידה.

◆ מדוע מציגים שינוי בטמפרטורה ולא טמפרטורה ממוצעת?

השינוי בטמפרטורה (או מה שמכונה אנומליית טמפרטורה) היא דרך נוחה להציג סטייה (עלייה או ירידה) ביחס לנקודת ייחוס מסוימת. נקודת הייחוס שהוחלט עליה היא ממוצע הטמפרטורה הרב-שנתית בין השנים 1850-1900 (ראו השאלה הבאה). בנוסף, כאשר אנו מחשבים ממוצע של טמפרטורות באזור מסוים, למיקום תחנות המדידה יש השפעה משמעותית על החישוב. למשל, בתחנות הממוקמות באזורים גבוהים או באזורים כפריים נמדדות בדרך כלל טמפרטורות יותר נמוכות מאלו הנמדדות בתחנות הממוקמות בעמקים או באזורים עירוניים. אבל כאשר אנו מסתכלים על שינוי הטמפרטורה ביחס לממוצע, הגורמים הללו פחות משמעותיים. להמחשה - הטמפרטורות בהר ובעמק יהיו שונות זו מזו במהלך הקיץ. אבל, הסטייה מהממוצע בשני המקומות לעומת עונות הקיץ בשנים קודמות יכולה להיות זהה, כלומר, מדובר באותו הפרש טמפרטורות.

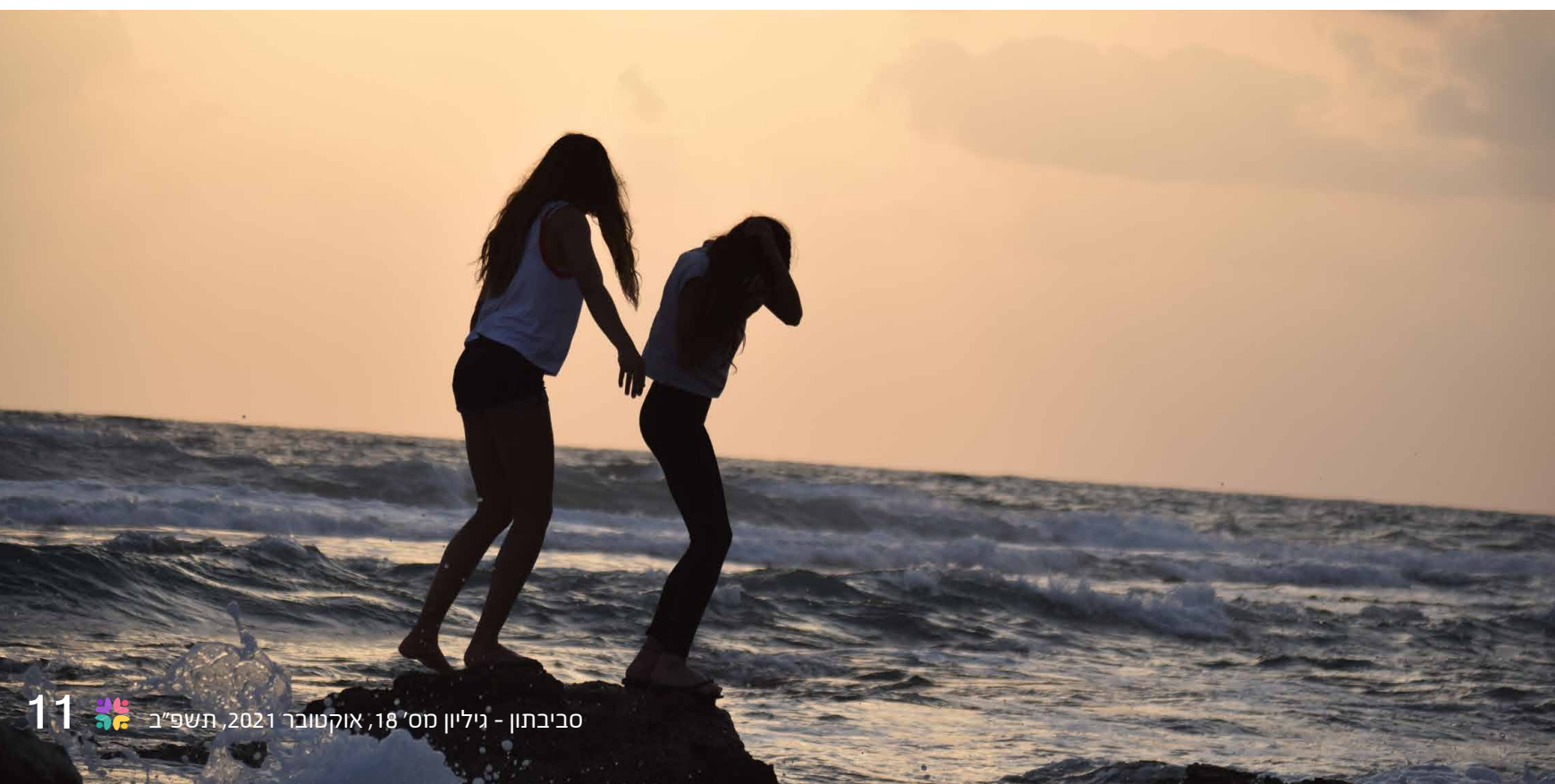
◆ בכל דו"ח של ה-IPCC, נעשית השוואה לטמפרטורה הממוצעת בין השנים 1850-1900 והיא מהווה "קו ייחוס" או קו להשוואה של מידת ההתחממות. מה החשיבות של קו ייחוס? מדוע קו-הייחוס קבוע לכל אורך דו"ח ה-IPCC?

קו ייחוס מאפשר לנו לכמת שינויים ביחס אליו. בבחירת קו הייחוס כדאי לבחור ערך שהוא בעל משמעות. במקרה של ממוצע הטמפרטורה הגלובלית, לקו הייחוס ישנה משמעות: האיזון בין מהימנות מדידות טמפרטורה לבין השפעת האדם על האקלים, כפי שהוסבר למעלה. לאורך כל דו"ח ה-IPCC יש השוואה לתקופה בה בני אדם היו קיימים אבל עדיין לא השפיעו בצורה משמעותית על האקלים.

◆ ביחס לממוצע טמפ' בין השנים 1850-1900, כדור הארץ התחמם בממוצע במעט יותר ממעלה אחת (גרף a1, גרף a2). מדוע עלייה של מעלה אחת כל כך חמורה ומדאיגה? (אפשר לומר, למשל, "מי מרגיש את ההבדל בין 24 ל-25 מעלות")?

חשוב להבהיר שלא מדובר על הבדל בין 24 ל-25 מעלות במהלך היום, אלא על עלייה ממוצעת של מעלה אחת בכל העולם. חלק מהאזורים בעולם יתחממו ביותר ממעלה אחת וחלק יתחממו בפחות ממעלה אחת. לדוגמה, האזור בו ישראל נמצאת צפוי להתחמם ביותר ממעלה אחת.

*אנחנו כבר עדים לנזק שגורמת עלייה ממוצעת של מעלה אחת. לפי הערכות המדענים, אירועי מזג האוויר הקיצוניים ואסונות הטבע שהתרחשו בקיץ 2021 הם תוצאה של שינוי במערכת האקלים המלווה את עליית הטמפרטורה הממוצעת בעולם. על פי התחזיות אפילו עלייה בחצי מעלה בממוצע עולמי היא משמעותית. לדוגמה, ההבדל בין עלייה של 1.5 מעלות צלזיוס לעלייה של 2.0 מעלות צלזיוס, הוא בקיום או כליה של שוניות אלמוגים, בקיום או בהיעדר קרח ימי בקיץ באזור הארקטי (אפשר למצוא דוגמאות נוספות מלוות באיורים באתר של ה-[New York Times](https://www.nytimes.com)).





◆ בגרף b1 מוצגות שלוש עקומות. מה מבטאת כל עקומה? מדוע לדעתכם כל שלוש העקומות מוצגות על מערכת צירים משותפת?

בשחור מופיעות מדידות ישירות (של שינויים בטמפרטורה), ובחום וירוק תוצאות שהתקבלו מחישובים של מודלים. העקומות מוצגות על מערכת צירים משותפת כדי להשוות את התחזיות של מודלים לנתוני אמת כדי שאפשר יהיה להעריך את איכות המודל ואת התרומה היחסית של גורמים שונים להתחממות כדה"א. במקרה שלפנינו, ניתן לראות כי מדידות הטמפרטורה במאה וחמישים השנים האחרונות אינן ניתנות להסבר על ידי מודלים הכוללים אך ורק תהליכים טבעיים (הקו הירוק וטווח אי-הוודאות שלו). על מנת לשחזר את המדידות במודלים האקלימיים, יש לקחת בחשבון גם שינויים הנובעים מפעילות האדם, כמו פליטות של פחמן דו חמצני וגזי חממה אחרים לאטמוספירה (הקו החום וטווח אי-הוודאות שלו).

ד. השלכות נוספות של משבר האקלים

כל אחד מארבעת העשורים האחרונים היה חם יותר מקודמיו וצפויה התחממות נוספת בעתיד. התלמידים של היום נולדו לתוך עידן של התחממות מתמדת. דו"ח ה-IPCC מזכיר מגוון השלכות של התחממות גלובלית שניתן לדון בהן בכיתה, במיוחד בהקשר של ההשפעה על מערכות אקולוגיות וגם בהקשר של ההשפעות על האדם (כלכלי, חברתי, פוליטי, בריאותי). בנוסף, חשוב לזכור כי ההשלכות המוצגות להלן קשורות זו בזו (לדוגמה: התחממות גוררת להמסת קרחונים שגורמת לעלייה במפלס פני הים שגורמת להצפות אזורים מיושבים שמובילה להשלכות חברתיות שונות). בהמשך מוצגות חלק מההשלכות וגם הצעות לדיון בהן. שימו לב, העוצמה של כל אחת מההשלכות האלו הולכת ועולה ככל שדרגת ההתחממות עולה.

1. נסיגת קרחונים בעולם מאז שנות ה-90 של המאה הקודמת. ניתן לדון בהשלכות של המסת קרחונים וגופי קרח גדולים אחרים - למשל [אובדן בתי גידול](#) ועלייה [בגובה פני הים](#) שתוביל להצפות של אזורים מיושבים (ראו גם סעיף 3).
2. [התחממות](#) והחמצה (ירידה ב-pH) של השכבה העליונה של האוקיינוסים (700 המטרים העליונים). ניתן לדון בהשלכות אקולוגיות, כמו ההשפעה על [שוניות אלמוגים](#) (קישור [לפעילות](#) בנושא של השפעת החמצת המים על האלמוגים). כמו כן, התפשטות תרמית תורמת אף היא לעלייה במפלס פני הים.
3. עלייה במפלס פני הים. ניתן לדון בהשלכות [אקולוגיות](#) ובהשלכות [החברתיות והכלכליות](#) ([קישור](#) נוסף) או במשמעות התופעה לערי החוף במדינת ישראל.
4. שינויים בבתי גידול ועונות גידול. מיני צומח ובעלי חיים הצפינו או הדרימו בעקבות התחממות כדה"א. ניתן לדון [בפגיעה במגוון ביולוגי](#) או כיצד שינויים בתפוצה של יצורים חיים יכולה גם להוות גורם מאיץ להפצת [מחלות](#) כמו [קורונה](#) או מלריה או מחלות [זואוונטיות](#) אחרות.
5. עלייה בתדירות ובעוצמה של אירועי מזג אוויר קיצוניים ואסונות טבע, כגון גלי חום ושריפות, גשמים חזקים והצפות, סופות טרופיות ובצורות.
6. השלכות בריאותיות בשלושה תחומים עיקריים: א. מחלות מידבקות. ב. תמותה. ג. השפעות נשימתיות, קרדיווסקולריות (לב וכלי דם) או נוירולוגיות (של מערכת העצבים). [מכתב מערכת ב-NEJM על ידי עורכים של כתבי עת רפואיים](#).
7. השלכות על הכלכלה, על החברה, על הפוליטיקה, על הביטחון התזונתי וכו'. א. חקיקה ורגולציה - [הרצאה של פרופ' אלון טל](#). ב. השפעה של משבר האקלים על הכלכלה והחברה - [הרצאה של פרופ' שושנה שילה](#), יאיר קראוס.



◆ בגרף b1 אנו רואים תחזיות על פי מודלים שונים. מודלים הם כלי חיוני בחקר מערכות מורכבות כמו מערכת האקלים. מהו מודל וכיצד הוא משמש מדענים לחקר האקלים?

מודלים הם ייצוג של מערכות מורכבות או תהליכים מורכבים. מודל הינו מערכת פשוטה יחסית המדמה במאפייניה החשובים מערכת מסובכת יותר, כמו מערכת אקלים. חשוב להדגיש שמודל הינו קירוב של המציאות ולא המציאות כולה. מודלים הם כלי רב עוצמתי במדע, שמסייע לנו להבין ולהסביר תהליכים וגם לעשות תחזיות לעתיד. מודלים הם אחד מהכלים של מדענים, לצד ביצוע ניסויים ותצפיות (ראו [יחידת הוראה מבוא למדעים](#), משבר האקלים שיעור 6).

מודלים של אקלים הם חלק מרכזי ובלתי נפרד מחקר אקלים כדור הארץ. הם מסייעים למדענים להבין את מערכת האקלים בעבר הרחוק ובהווה, וגם לחזות את האקלים העתידי. המודלים מתארים תהליכים פיזיקליים, כימיים וביולוגיים במערכת כדור הארץ באמצעות משוואות. ישנן רמות מורכבות שונות של מודלים. הפשוטים ביותר מבוססים על מאזני אנרגיה בין קרינת אור המגיעה מהשמש לבין קרינת חום הנפלטת מכדור הארץ. מודלים מורכבים יותר כוללים מעברי חומר ואנרגיה באטמוספירה ובאוקיינוסים, ייצוג של עננים ומשקעים, ייצוג של קרחונים, וכן לולאות משוב בין האקלים לצמחייה ולמחזור הפחמן. עם השנים, המודלים נעשים מורכבים ומדויקים יותר הודות לחקר האקלים בעבר הגיאולוגי של כדור הארץ, הבנה עמוקה יותר של הגורמים ושל התהליכים המשפיעים על האקלים, ושיפור בכוח המחשוב. חשוב לזכור שמודלים של אקלים אינם מושלמים ואינם "המציאות", אלא קירוב של המציאות.



אקטואליה בכיתה - שריפות

הפעילות בכיתה

חשיפה והבנת הבעיה - התלמידים ייחשפו לנושא השריפות על ידי סרטון, כתבות ותמונות (קישורים בהמשך) המציגים את הבעיה ואת ההיקף שלה בארץ ובעולם. הדיון יתמקד במגמה ההולכת וגוברת של שריפות ענק ובגורמים להן (יובש קיצוני, רשלנות אנושית וגם תהליכי שריפה טבעיים).

שאלת שאלות - התלמידים יציפו שאלות הנוגעות לנושא השריפות - מדוע השריפות מתרחשות? כיצד ניתן למנוע אותן? מה הקשר בין שריפות למשבר האקלים? מה הסכנה בשריפות? וכד'. השאלות יועלו בשיטת Think peer share. שיטה זו כוללת שלושה שלבים: א. זמן לחשיבה אישית; ב. שיתוף בן / בת זוג; ג. דיון בכיתה.

בשלב הראשון ניתן לכל תלמיד/ה כ-3-4 דקות לכתוב על דף או להעלות לקובץ שיתופי (ראו בהמשך הצעות להעברת השיעור במתכונת מקוונת), שאלות העולות מפתיחת השיעור.

בשלב השני נתחלק לזוגות והם ישתפו בשאלות שניסחו למשל: האם לשאלה ישנה תשובה מיידית? האם ניתן לחקור אותה? האם היא מעניינת / רלוונטית / חשובה להבנת הנושא?

בשלב השלישי הזוגות יציגו במליאה 2-3 שאלות שהסכימו עליהן. המורה תסכם את השאלות. ניתן להוסיף שאלות המקשרות את נושא השריפות לנושא שינויי האקלים. כדאי שלפחות שאלה אחת או שתיים הבוחנות את הקשר באופן ישיר יהיו חלק ממאגר השאלות שייבחר בכיתה.

סוגיות סביבתיות הן עניין שבשגרה, ופעמים רבות אנו נתקלים בהן בכלי התקשורת. מעבר לרצון להשאיר את תלמידינו מעודכנים ולהישאר בעצמנו רלוונטיים, עיסוק בסוגיות סביבתיות אקטואליות בכיתה מהווה מצע פורה **ללמידה משמעותית**. בכל סביבתון נציע לכם רעיון לפעילות בכיתה שמבוססת על **אסטרטגיית הוראה** המכוונת ללמידה משמעותית. בנוסף, נביא רעיונות **לכלים מקוונים**, אשר יכולים לשמש בפעילות המוצעת. אחת התופעות השכיחות של משבר האקלים הן שריפות. בחודשי הקיץ היינו עדים למספר מוקדי שריפות בארץ ובעולם. השילוב הקטלני של החום הרב, היובש הנובע בין היתר משינויי האקלים, ורשלנות האדם (ובמקרים מסוימים אף כוונת זדון), הביאו לפגיעה רחבה בחי, בצומח ובבני האדם המתגוררים בסמוך לאזורים הפגיעים. במהלך חודש אוגוסט, התרחשה שריפה גדולה באזור ירושלים שהשתוללה במשך 52 שעות, כאשר ההערכות הן שנפגע שטח נרחב של 14 אלף דונם ברובו של חורש טבעי, כפי שניתן לראות [מצילומי הלווין](#) של השריפה באתר של נאס"א.

פדגוגיית הוראה - עבודה בקבוצות וחקירת שאלה מובילה

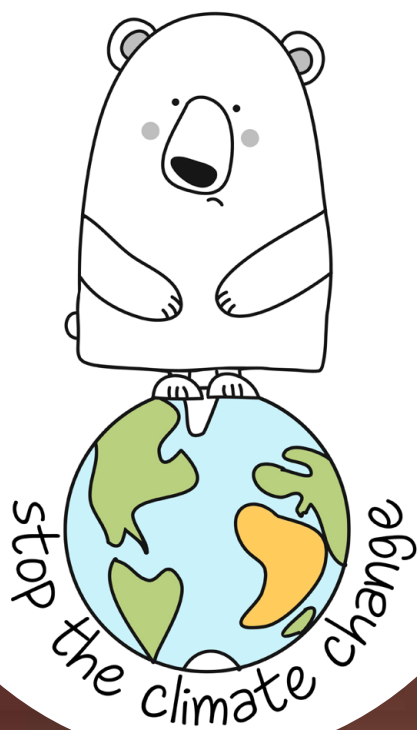
ההתחממות הגלובלית והעליה בשריפות כתוצאה מכך, היא נושא מורכב המעלה שאלות רבות ומאפשר העמקה בכיוונים רבים. לכן, בחרנו לעשות שימוש בהוראה באמצעות קבוצות, שמטרתה לחקור את הנושא סביב שאלה מרכזית אותה בוחרים התלמידים. שיטה זו מאפשרת לתלמידים בחירת נושא שמעניין אותם, ממקדת את הלמידה בזווית אחת של הנושא ומאפשרת אינטגרציה של החומר וחשיפת התלמידים לזוויות נוספות שלו. מומלץ לפעול בקבוצות של 3-4 תלמידים, על מנת לאפשר לכל תלמיד לבוא לידי ביטוי. עוד על עבודה יעילה בקבוצות ניתן לקרוא במאמרה של מאיה בוזו שוורץ [בקישור](#).

מובילה בקבוצות קטנות, להציג את הנושא במגוון זוויות ולהציע פעולה שתסייע להעלאת מודעות למצב. את שאילת השאלות Think peer share ניתן לבצע בכלי דיגיטלי מארגן כדוגמת Mentimeter. ניתן להציג את שאלות התלמידים בכלי "ended" המאפשר להציג את השאלות של התלמידים לכל הכיתה וכך להוביל לדיון בנושא.

את הפעילות בקבוצות מרחוק נעשה תוך שימוש בחדרים ב-ZOOM. כל קבוצה תוכל להתקדם באופן עצמאי והמורה יוכל להיכנס לחדרים ולהנחות את התלמידים בהתאם. את הממצאים של כל שאלה אפשר להציג במצגת שיתופית בפלטפורמת DRIVE או בעזרת הכלי Roojom. המאפשר לארגן תוכן כולל קישורים לסרטון, לאתר, תמונה ו/או טקסט. הכנסת המידע שאספו התלמידים למצגת רוג'ום תאפשר את הצגת המידע כרצף אחד, ובכך להקל על הבנת ההקשרים והנקודות השונות והמשיקות בין התחומים.

קישורים רלוונטיים

- [שריפות כמקור להתחדשות וקיום אקוססטמה בריאה. סרטון והצעה לשיעור של TED-ED.](#)
- [אקולוגיה וסביבה – הגורמים לשריפות](#)
- [אתר זווית – סקירת מאמר בנושא שריפות כמקור להפצת פתוגנים מחוללי מחלה.](#)
- [אקולוגיה וסביבה – וידאו בנושא קידום כללי ותכנוני של רעיית עיזים לצמצום סכנת שריפות](#)
- [השירות המטאורולוגי – על השריפה בהרי ירושלים](#)



שלב החקירה – התלמידים יחולקו למספר קבוצות עניין. כל קבוצה תבחר להעמיק בשאלה אחת שהועלתה במליאה. התלמידים יופנו למקורות מידע מהימנים (הצעות למקורות מידע ניתן למצוא בהמשך) ויתבקשו ללמוד ולסכם את הידע כך שיוכלו לתת מענה לשאלה שבה התעניינו. יש לעודד את התלמידים לבחון את ההיבטים השונים של כל שאלה ממספר מקורות מידע. בנוסף, נוכל לעשות שימוש בכרטיסיות הנחיה שיובילו את התלמידים לאורך שלבי החקירה והצעה לפעולה.

לכל קבוצת תלמידים נחלק שלוש כרטיסיות ונבקשם להשתמש בשלושתן:

שאלה פתוחה – כתבו שאלה המבוססת על הידע שרכשתם ושנוטרת פתוחה. את השאלה אתם יכולים ליעד לקבוצה אחרת / למורה או למומחה בתחום.

תשובה בבקשה – סכמו את תשובתכם לשאלה אותה חקרתם. תוכלו להציג את המידע במצגת, סרטון קצר, פוסטר מדעי וכו'. הציגו את המידע שרכשתם ממקורות מידע מגוונים.

ומה הלאה? – עליכם להציג הצעה לפעולה ביחס לנושא שלמדתם. למשל, תוכלו להכין פרסומת לעידוד נוער לפעול להקטנת פליטות גזי חממה או למניעת שריפות / לבנות עצומה להעלאת מודעות / לראיין מומחה בתחום ולפרסם את הראיון בעיתון או באתר בית הספר / לבנות ולהפיץ שאלון בקהילה בנוגע להרגלים הנוגעים להדלקת אש בשטחים פתוחים, או לכל פעילות אחרת המובילה לשינויי אקלים ועוד ועוד.

רצוי שהתלמידים יחליטו בעצמם על אופי הפעולה וכדאי לעודד אותם להשתתף באופן פעיל, כך שיחוו למידה מהנה, מספקת ומשמעותית. גם בשלב זה, יוכלו התלמידים להיעזר במקורות מידע מגוונים. למשל, [במאמר](#) של נעמה טוכפלד מרשות הטבע והגנים בו היא מסבירה וממליצה על דרכים למנוע את השריפה הבאה.

כלים טכנולוגיים והצעה להוראה מרחוק

שילוב של כלים מקוונים בהוראה הוא דבר מקובל. שימוש מושכל בכלים מקוונים בכיתה מסייע בבניית תהליכי לימוד, בפיתוח אינטראקציה מפרה בין מורים לתלמידים ובין תלמידים לעצמם וכן בקידום מיומנויות המאה ה-21. תוכלו לעשות שימוש בחלק מהכלים במהלך השיעור או להמיר את השיעור כולו לשיעור מרחוק במידה ותדרשו לכך. בשיעור בנושא השריפות הצענו לבצע חקירה סביב שאלה



מורים מספרים מהשטח

סדנת חופים

2. בדיקת ערכי המים באמצעות מקלות בדיקה (סטיקים). מטרת הבדיקה לבחון השפעת זיהומים שונים על מצבם של אלמוגים. לשם כך נבדקה גם פעילות הפוליפים באלמוגים. התלמידים קבלו הסבר בסיור בנערך במקום על שיטת שיקום האלמוגים בישראל והשפעת זיהומים שונים על מצבם של האצות. אחר כך יצאו התלמידים לסיור בחוף הים שצמוד למכון, בדגש השפעת סוגי מזהמים שונים בסביבה על האורגניזמים החיים בחוף. כחלק מהעשייה הסביבתית בחוף הים התלמידים השתתפו במבצע ניקיון של רצועת החוף. התלמידים נהנו מאד ולמדו המון.

תלמידי תיכון **מקיף א' שפרעם**, עם המורה **אימאן שבל**, ניצלו את מזג האוויר הנוח ויצאו לסדנה בחוף הים וביקור במכון לחקר ימים ואגמים בחיפה. הסדנה כללה עבודה במעבדה וסיור בחוף הים: בתחילת היום התאספו התלמידים באודיטוריום להרצאה קצרה, אחריה נכנסו התלמידים למעבדת ההוראה וביצעו בדיקת איכות מים משלושה אתרי דיגום במי-ים שנדגמו מחופים שונים באמצעות: 1. טיטרציה קולורימטרית (ע"י ערכות בדיקה מסחריות) לבדיקת זיהומים כימיים.



קול הנחלים

במסגרת השתלמות אינטר-דיסציפלינרית מרתקת על נחלי ישראל בראי משבר האקלים, בשיתוף האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה, התקיים ביום רביעי, 29.9.21, סיור לשמורת קישון ונחל נעמן. מורים מתחומי דעת שונים, ביולוגיה, מדעי הסביבה, גיאוגרפיה ומדעים בחט"ב השתתפו בסיור. לאורך הנחל פגשו המורים צמחייה עשירה של גדות הנחל, בעיקר גומא וסוף מצוי, ושמעו על בעלי חיים נדירים שאפשר לפגוש בנחל, כמו הצב הרך ודג לבנון הירקון. בסוף היום, התכנסו המורים לשמוע הרצאה מעניינת ומעשירה של אבי אוזן, אקולוג בתי גידול לחים בחסיבת המדע של רשות הטבע והגנים.

ההשתלמות כללה עד כה שתי הרצאות מקוונות, אותן ניתן לשמוע בקישורים המצורפים:

[מפגש #1 - נחלי ישראל - אתגרים והזדמנויות](#)

[מפגש #2 - נחלי ישראל בראי משבר האקלים](#)



ימי עיון וכנסים בנושאי סביבה וקיימות

פאנל מדעי בנושא שינוי האקלים

מתי: שידור חי ביום ראשון, 17.10.21 בשעה 20:30, בדף הפייסבוק של מדע גדול, בקטנה.

אתם מוזמנים פאנל בשידור חי של עמותת "מדע גדול, בקטנה", שבו נארח ממיטב מדעני האקלים בארץ ונסקור את הנושא מנקודת מבט מדעית. בין השאר נשאל מהו המנגנון הבסיסי של אפקט החממה, מה הקשר בין ההתחממות הגלובלית ובין אירועי אקלים קיצוניים? מה ההשפעה עלינו כאן בארץ? מה רמת הוודאות שהשינוי הזה הוא אכן מעשה ידי אדם?



סיור ליקוט עירוני

מתי: מרכז ת"א, יום שישי ה-10.21.22 בשעה 11:00.



מהו המזון הכי אקולוגי? קל להגיע למסקנה, שמזון, שגדל ללא השקעת משאבים ופְּעוּדָה והגיע אלינו טרי, מיד עם היקטפו וללא שינוע, הוא התשובה. כאלה הם צמחי הבר האכילים, ומתברר שרוב צמחי הבר שבסביבתנו הם כאלה. עץ בעיר מזמינים אתכם לסיור ליקוט ברחבי העיר. בואו רעבים.

ועידת עכו ה-3 לעירוניות

מתי: 18-19.12.2021 אולמות האבריים, העיר העתיקה, עכו.



הוועידה היא המקום לשמוע להשמיע ולהשפיע על העתיד של ישראל. מגוון מליאות ומושבים בקשת רחבה של נושאים בנוכחות נציגים בכירים של הממשלה והשלטון המקומי ואנשי מקצוע.

השקת פרויקט ההערכה הלאומית למערכות אקולוגיות ורווחת האדם

מתי: יום רביעי, 20.10.2021 בשעה 16:00.



מגמות אספקת שירותי המערכת האקולוגית בישראל וכן מעריך ומנתח את התועלות שהמערכות האקולוגיות והמגוון הביולוגי בהן מספקים לתושבי ישראל.

יום העיון יתקיים במוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב (בתו ירוק) ובאופן מקוון.

שירותי מערכת אקולוגית הם התהליכים והרכיבים במערכות האקולוגיות המשפיעים באופן ישיר או עקיף על רווחת האדם, ושמפוקות מהם תועלות חיוניות לקיום האדם. זהו הפרויקט הראשון בארץ המציג בקנה מידה לאומי את תמונת המצב ואת



ימי עיון וכנסים המשך...

People's Climate March 2021

מצעד האקלים הישראלי

מתי: כיכר רבין בת"א ביום שישי 29.10 בשעה 9:00



אנו, אזרחי ואזרחיות ישראל והעולם, צעירים ומבוגרים, מכל קצוות ישראל והקשת הפוליטית – מתאחדים לקריאה משותפת לממשלת ישראל להצטרף למדינות רבות ברחבי העולם: לקחת אחריות ולהכריז על מצב חירום אקלימי בישראל.

קורס המפתח של מרכז השל – הדלת

לעולם הקיימות

מתי: חמישה מפגשים בימי חמישי ב- 20:00-21:45.



שלושה מפגשים מקוונים ושני מפגשים פרונטלים במשרדי העמותה (בכפוף להנחיות) מתחילים ב- 28.10.21

יום העיון השנתי ה-19 בנושא חקלאות

וסביבה של נקודת ח"ן

מתי: 10.11.2021 בזום

את ההרצאה המרכזית יישאו שני חוקרים מובילים מהעולם: פרופ' Daniel Karp מ- UC DAVIS ו- Prof. Jessica Fanzo מ- Johns Hopkins University, פרופ' לאתיקה ולמדיניות מזון עולמית. ההרשמה החלה באתר [נקודת ח"ן](#).



כנס משפיעים 2021

מתי: 26.11.2021 יום שישי 8:30-13:00, סמינר הקיבוצים תל אביב-יפו

כנס תושבים ארצי בסוגיות תכנון, סביבה ואקלים. מתכנת ערים? חברת ועדה מקומית לתכנון ובניה? תושב המבקש להציל פארק מקומי? חברת צוות לתכנון אסטרטגי בישוב? פעיל סביבה וקהילה? הכנס הזה מיועד עבורכם! תכנית היום משלבת דיונים, הרצאות, ניתוחי מקרה וסדנאות יישומיות. בקרוב התכנית המלאה.

לקבלת פרטים נוספים במייל: <https://lp.vp4.me/p3qd>

לאיוונט בפייסבוק: <https://bit.ly/3ASoErO>





דבר המפמ"ר

זה, לפתח תובנה סביבתית ולהבין את הגורמים, ההשלכות, הפתרונות והאפשרויות למיתון המשבר, לקחת אחריות ולפעול באופן מקיים. כל זאת, יש לעשות באופן שמגן על הרווחה הנפשית של התלמידים. מומלץ להתייחס למשבר האקלים בכל מקום שבו יש הזדמנות רלוונטית בתוכנית הלימודים. למשל, בהקשר לאקולוגיה, למגוון הביולוגי ועוד. ניתן להיעזר [ביחידת ההוראה בנושא משבר האקלים](#) או בחלקים הרלוונטיים מתוכה.

החגים מאחורינו ואנו שמחים לשתף אתכם בגיליון הראשון של הסביבתון לשנת תשפ"ב – כתב העת של מרכז המורים לחינוך סביבתי ולקיימות. דו"ח הפאנל הבין ממשלתי לשינויי אקלים, ה-IPCC, קובע באופן חד משמעי כי שינויי האקלים הגלובליים והמשבר האקולוגי נובעים מפעילות האנושות. משבר האקלים הינו בעיה בוערת שנוגעת לעתיד המין האנושי. מכאן עלה הצורך בבניית הידע והמיומנויות הנחוצים כדי להבין ולפעול בהקשר

השתלמויות תשפ"ב

חדשים בסביבה -

מדעי הסביבה הוא תחום חדשני, המתעדכן כל העת ומקצוע הדורש ידע אינטר-דיסציפלינרי ותשומת לב מיוחדת לתהליך הלמידה האישי של כל תלמיד. בכל שנה מצטרפים אלינו מורים חדשים למדעי הסביבה ולכן עולה הצורך לפתוח השתלמות מיוחדת לתמיכה במורים החדשים, בדגש על ההערכה הפנימית שמהווה 40% במדעי הסביבה. להשתלמות זו נרשמו 30 מורים מכל הארץ והמפגש הראשון במסגרתה התקיים ב-13.10.21. ההשתלמות תתמקד בהכרת תכנית הלימודים במדעי הסביבה, במושגים חוצי נושאים, בהיכרות עם מיומנויות החקר המדעי, בניתוח והערכה של עבודות חקר שבהן יודגשו מיומנויות החקר, איסוף מידע, עיבודו והצגתו, ובתכנון סיורים בסביבות שונות במסגרת "הסדנה הסביבתית".

קהילות למידה מקצועיות במדעי הסביבה -

זו השנה הרביעית לפעילותן של קהילות למידה מקצועיות. השנה ייפתחו שתי קהילות: קהילה ממשיכה בבית ברל וקהילה למורים החדשים. מטרת הקהילות הלומדות היא לאפשר התפתחות מקצועית של המורים למדעי הסביבה. הקהילה מאפשרת למורה היחיד לחלוק ניסיון ומשאבים עם עמיתיו, להכיר ולהתנסות בפרקטיקות הוראה "ממוקדות לומד", ולקדם באופן שיתופי הוראה טובה המבוססת על עדויות מהכיתה.

פדגוגיה דיגיטלית מיטבית מקרוב ומרחוק -

השתלמות זו מציעה למורים ללמוד ולהתנסות בפדגוגיה דיגיטלית מיטבית מקרוב ומרחוק במטרה לפתח חוסן לשימוש בלמידה מרחוק, גם בזמן שגרה, ופיתוח תפיסה זמישה (זריזה וגמישה) של מורים כלפי הלמידה.

לומד עצמאי -

השתלמות שתעסוק במספר שאלות, כמו איך גורמים לתלמיד להיות פעיל בתהליך הלמידה? מהן הדרכים לטיפוח מוטיבציה בלמידה מקרוב ומרחוק? לאלו מיומנויות התלמיד זקוק כדי להיות לומד עצמאי? איך מעריכים למידה עצמאית?

השתלמויות מרכז המורים לשנת תשפ"ב לעדכון ידע מדעי ולהוראת משבר האקלים יתקיימו בתחילת ינואר 2022. מידע מפורט לגבי השתלמויות נוספות שיתקיימו בשנת הלימודים תשפ"ב יפורסם באתר המפמ"ר ויישלח בדיוור ישיר למורים הרשומים ברשימת התפוצה של מדעי הסביבה.

להוסיף ושל מרכז המורים. ניתן להצטרף לרשימת התפוצה [בקישור](#).



