

מעטפת פדגוגית לסרטון - האוקיינוס ושינויי אקלים

כתיבה והרצאה: פרופ' יעלה שקד ~ עריכת תוכן: שירה ליברטי עריכה מדעית: פורום האקלים

[מצגת ההרצאה](#) ~ [סרטון](#)

כתיבה: נירית לביא אלון, ייעוץ: שירה ליברטי

א. רקע

על מה מדברים בהרצאה?

✨ **תקציר:** האוקיינוס מכסה 70% משטחו של כדור הארץ - והוא גורם מפתח בשליטה ובוויסות האקלים העולמי. לכן, הבנת תהליכים הקורים בים היא קריטית בהבנת שינויי האקלים הנובעים מהחימום הגלובלי ומפליטת הפחמן הדו-חמצני. האוקיאנוגרפית יעלה שקד מראה לנו, שלב אחר שלב, כיצד הים מעצב את עולמנו, כיצד הוא מושפע מן השינויי האקלימי וכיצד הוא משפיע עליו. בהרצאה פרופ' שקד עונה על השאלות: כיצד האוקיינוס קולט פחמן דו חמצני וחום? מהו המסוע האוקייני? ומדוע החימום העולמי יכול בכלל להקפיא אזורים נרחבים באירופה?.

למה מדברים על זה?

ההרצאה מסייעת לנו להבין את תפקידו של הים כמווסת של שינויי האקלים. כשחושבים על שינויי האקלים לא מודעים לחשיבות העצומה של הים והשפעתו, הן כגוף שקולט את הפחמן הדו חמצני ומייצר חמצן, והן כמי שקולט כמויות גדולות של חום שהצטבר עקב ההתחממות הגלובלית. חשוב להבין את ההשפעות של שינויי האקלים על האוקיינוס וכיצד נפגע התפקוד החשוב שלו.

על מה מדברים בהרצאה?

ההרצאה בקליפת אגוז: פרופ' שקד מסבירה, צעד אחר צעד, מדוע הים הוא השחקן הכי משמעותי בשינויי האקלים. תחילה פרופ' שקד מראה שרוב כדור הארץ הוא ים אשר מממן את החום וגם סופח פד"ח אולם, מצב הים אינו קבוע אלא משתנה ופרופ' שקד מסבירה כיצד הים משפיע על האקלים ומושפע ממנו.

איך הים משפיע על כמות הפחמן הדו חמצני באטמוספירה? עם עליית כמות הפחמן הדו חמצני באטמוספירה, עולה ריכוזו גם בים - הכניסה של הפחמן הדו-חמצני גורמת לפגיעה במערכות רבות כמו שוניות אלמוגים, בעלי חיים וצמחים, וכן מנגוני ספיחת הפד"ח נפגעים והים מסוגל לקלוט פחות ופחות פד"ח.

איך הים עוזר להתמודד עם עליית החום? בזכות יכולת הקיבול של המים, האוקיינוס קלט כ-94 אחוז (!) מסך כל החום שהצטבר עקב ההתחממות הגלובלית.

איך הים מושפע מעליית החום בעולם? כתוצאה מכך שהים סופג כמויות אדירות של חום, הוא משתנה -

פרופ' שקד מסבירה על המערכת המורכבת של שיבוש החום של הים, ועל ההשלכות על אזורים שונים בכדור הארץ. התחממות הים גורמת להאטת הזרמים ולפגיעה ביכולת היוסות של האוקיינוס.

מושגים בסרטון: משאבת מסיסות, יצירת סלעים, משאבה ביולוגית, קיבול חום, המסוע האוקייני.

מתי ניגש להרצאה זו?

הרצאה זו מתאימה, כאשר רוצים להמחיש את חשיבותו הרבה של הטבע כגורם המשפיע על האקלים ומוסות אותו, או כאשר עוסקים בהשלכות של שינוי האקלים על הטבע ורוצים להדגים השפעת שינוי האקלים על הים.

ב. העשרה והוראה משלימה

העמקה במושגים מדעיים מרכזיים

שימו  ההרצאה זו פשוטה יחסית, ואין בה הרבה מושגים והסברים מורכבים. למרות זאת, כדאי לעצור ולהתעמק על מנת להבין כל מושג לעומק לפני שממשיכים למושגים הבאים ולוודא את ההבנה של הלומדים. כאן תוכלו למצוא הרחבה וביסוס של הידע. אנחנו ממליצים להיעזר ב**מצגת של הסרטון** על מנת לעצור ולהבהיר לתלמידים את נושאי הסרטון. הפעילויות שהצענו מהוות הרחבה והעמקה של נושאי ההרצאה.

משאבת המסיסות - לים מספר מנגנונים שונים לקליטת פחמן דו חמצני. במנגנון זה, הפחמן הדו-חמצני יכול להתמוסס במי הים. באמצעות המלחים שבים, הפחמן הדו חמצני עובר מהמצב הגזי שבאטמוספירה למצב שהוא מומס במים וכך מצטבר במים בריכוזים גבוהים ואף מגיב עם מולקולות אחרות. המים שוקעים מפני השטח של האוקיינוס לעומק האוקיינוס והופכים את הים למאגר גדול של פחמן מומס במי הים.

יצירת סלעים - מנגנון נוסף של קליטת פד"ח בים הוא ניצול הפחמן הדו-חמצני שנמצא במים לבניית שלדים של אלמוגים, צדפות, פלנקטון ויצורים שצפים במים ומשקיעים את השלד שלהם מפחמן או גיר שנמצא במים. כשהם מתים, הם שוקעים והופכים לסלעים, או כשהשוניות מתאבנות וככה הרבה מהפחמן נאגר במצב מוצק.

המשאבה הביולוגית - האצות, כמו כל צמח ביבשה, מקבעות את הפחמן הדו-חמצני בגוף שלהן בתהליך הפוטוסינתזה. כשהן מתות, הן שוקעות לקרקעית ומסיעות את הפחמן מפני השטח של הים לעומק האוקיינוס. לעיתים קרובות ניתן לראות פריחה של אצות המשתנה במרחב ובזמן. מנגנון זה, הנוסף למנגנון של המסיסות או יצירת סלעים מכונה בשם זה משום שקליטת הפד"ח בו נעשית בתהליך ביולוגי.

קיבול חום - תכונה פיזיקלית אשר מוגדרת ככמות החום הנדרשת על מנת להעלות את הטמפרטורה של גוף נתון במידה ידועה (ויקיפדיה), למשל להעלות את טמפ' המים במעלה אחת. קיבול החום נמדד בג'אול לקלווין.

בגלל קיבול חום גבוה של מים ובגלל הנפח הגדול של האוקיינוס, הים משמש כמשאבת חום מרכזית בכדור הארץ. ניתן לראות את השפעת השמש על כדה"א והאוקיינוסים [בהדמיה זו](#). לקריאה נוספת בנושא: [מהו קיבול חום והאם חול ים יבש יכול לאגור חום?](#) מכון דוידסון, 2010

המסוע האוקייני (הימי) - תהליך בו מועברים מים בין האוקיינוסים השונים. בהמעבר גורם להפרשים בצפיפות המים בגלל שינויים במאפייני האוקיינוסים, כמו שינויי טמפרטורה ומליחות. הפרשים ושינויים אלו משפיעים על תופעות אקלימיות. מערכת זרמי הים מסיעה את החום שמתקבל בעיקר בקו המשווה, אל הקטבים. ההסעה הזו נתמכת ברוח שגם מסייעת באידוי של המים והופכת אותם לקרים יותר ומלוחים יותר ואז גם לכבדים יותר וכך שוקעים בקטבים. כשמים מתקררים, המרחק בין המולקולות קטן. הם נעשים כבדים יותר לעומת מים חמים יותר בנפח זהה, ושוקעים מתחת להם. מלחים מומסים מוצאים את מקומם ברווחים שבין מולקולות המים, וכך תורמים להם את משקלם ומעלים את צפיפות המים, מה שעשוי להעצים את שקיעתם. למהלך הזה יש תפקיד מרכזי בוויסות האקלים - זרם הגולף (זרם ימי חם, היוצא ממפרץ מקסיקו לחופי מערב אירופה וצפונה) מעביר איתו כמויות אדירות של חום שמחממות את המדינות הסמוכות לאוקיינוסים ומשפיעות כך שהחורפים בהן מתונים יותר בהשוואה לאיזורים יבשתיים הרחוקים מהאוקיינוסים. שינויי האקלים משפיעים על המסוע האוקייני - בעקבות החימום המשמעותי של האוקיינוס, המים חמים יותר גם בקטבים, הקרחונים מפשירים, ולא נוצר קרח ים. כל אלו יחד עם מגוון סיבות נוספות, גורמים להעשרה במים מתוקים ולהקטנת המליחות, ועקב כך, המסוע הימי הופך איטי יותר (המים פחות כבדים ופחות שוקעים) ונפגע הוויסות של אקלים כדור הארץ ומזג האוויר.

לקריאה נוספת ומשאבים בנושא זה:

[מי סגר את הברז לזרם הגולף?](#) מכון דוידסון, אפריל 2018
[חוקרים מזהירים: התחממות האוקיינוסים תאיץ את שינויי האקלים](#), Ynet, מרץ 2023
להרחבה והעמקה בנושא זרמי הים:
[סרטון על תנועת האוקיינוסים של NOVA](#) (באנגלית) או [סימולציה של Marine Activities](#).
[סרטון Ted: איך זרמי הים עובדים?](#) (4.5 דקות, תרגום לעברית / ערבית).

הצעות לפעילות

1. פריחת אצות

בהרצאה מוזכרת פריחת אצות באוקיינוסים כחלק ממנגנון המשאבה הביולוגית. תופעה זו מעניינת ביותר. בקשו מהתלמידים לחקור על התופעה בעזרת מקורות המידע המוצעים או לאתר בעצמם מקורות ברשת ולענות על שאלות שונות. ניתן לחלק את השאלות בין הקבוצות על מנת, שביחד, יחקרו את התופעה מכל היבטיה. הם יכולים לשתף את ממצאיהם במצגת או לוח שיתופיים. ניתן לבחור את השאלות ואת המקורות בהתאמה לרמת התלמידים.

שאלות לדוגמה:

1. מה זה פיטופלנקטון?
2. מהי פריחת האצות ומהם הגורמים לה?
3. מהם היתרונות והחסרונות (או הסכנות) של פריחת האצות?
4. כיצד משפיעים שינויי אקלים על פריחת אצות וכיצד משפיעה פריחת האצות על שינויי אקלים?
5. מהן המדבריות האוקייניים וכיצד מתאפשרת שם פריחת אצות?
6. האם יש פריחת אצות בישראל? מהן ההשלכות של תופעה זו?

מקורות:

- פריחת האוקיינוסים: על הסכנות שבאצות, Ynet, 2010
- [רסס קטלני](#), זווית, 2017
- [האיום הכפול על מרבדי האצות](#), מכון דוידסון, 2018
- [הנגיף שמוריד לנו גשם](#), מכון דוידסון, 2018
- [מדבר פורח בלב ים](#), מכון דוידסון, 2017
- [פריחות של מיקרו-אצות וחידקים כחולים בסביבה המימית והסיכונים מהן](#), אקולוגיה וסביבה, 2018

להעשרה: [כיצד לזווינים מהחלל מזהים פריחת אצות באגמים ונהרות](#), סרטון (5.30 דקות, תרגום אוטומטי),

NASA

מיומנויות בפעילות: אוריינות מדעית: הסבר מדעי של תופעות, פרשנות מדעית של נתונים וראיות, אוריינות מידע: איתור, הערכה, ארגון והצגת מידע.

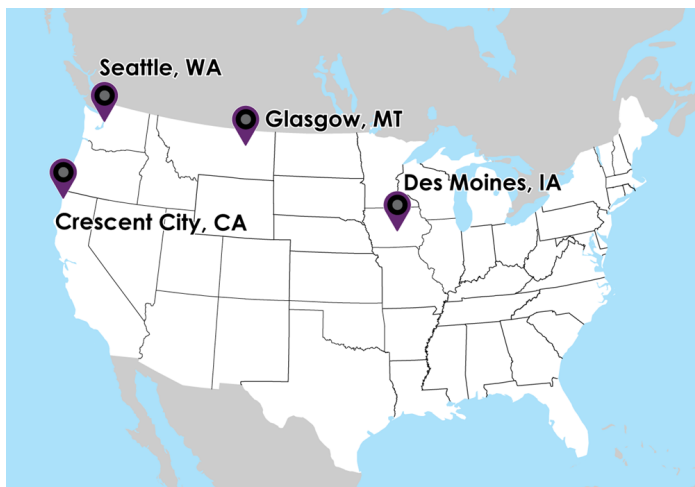
2. המסוע האוקייני

הציגו לתלמידים את הסימולציה שבקישור של [nullschool](#). סימולציה זו מאפשרת לראות נתונים מהיום ומהעבר (אפשר לבחור תאריך רצוי) של מספר מודלים: אוויר, אוקיינוסים, מודל כימי של האטמוספירה, חלקיקים באטמוספירה ושל החלל. בכל מודל ניתן לראות משתנים שונים. אפשר לסובב את כדה"א ולבחור עליו כל נקודה שמעניינת אותנו וכן לקרב ולהרחיק את נקודת המבט ע"י הזזת העכבר. כמו כן ניתן לבחור את צורת ההצגה (Projection). נבחר במצב Ocean בו נוכל להתבונן בגורמים הבאים: רוח (Wind), זרמים (Currents) וגלים (Waves). נבחר בזרמים. הסרגל מראה את מהירות הזרם ביחידות של מטר לשניה כשהכחול הם זרמים איטיים והאדום זרמים מהירים. אפשר לשלב הצגה זו יחד עם שכבות נוספות: גלים (Waves), גלים גבוהים במיוחד (HTSGW), טמפרטורת פני הים (SST), האנומליה של טמפרטורת פני הים (SSTA), אזורים בסכנת הלבנה (כלומר בעלי חומציות גבוהה BAA). כשנעשה זאת הסרגל ישתנה. ניתן לקרוא את יחידות הסרגל בפינה הימנית התחתונה.

נבחר את שכבת Ocean , Currents ונוסיף את טמפרטורת פני הים (SST) - נוכל לראות את השוני הרב בטמפרטורת פני הים באזורים השונים למשל בין קו המשווה לקטבים. נבחר נקודה שרירותית באחד האוקיינוסים ונשים לב לכיוון הזרמים ולטמפרטורה פני הים. כעת נשנה את התאריך , למשל 3 חודשים או חצי שנה לפני התאריך הנוכחי. נבדוק - האם כיוון הזרמים השתנה? האם השתנתה טמפ' פני הים באותה נקודה בהשוואה להיום?

נבקש מהתלמידים "לשחק" עם המודל והמשתנים הרבים הקשורים באוקיינוסים ולנסח שלוש שאלות עליהן יענו בעזרת המודל. אפשרות פשוטה יותר: להתבונן בסרטון המציג את השתנות טמפרטורת פני המים בתנועת זרם הגולף ממפרץ מקסיקו למערב אירופה. [Gulf Stream Sea Surface Currents and Temperatures](#), NASA ולנסח לגבי שלוש שאלות שעליהן יענו התלמידים. מיומנויות בפעילות: אוריינות מדעית: הסבר מדעי של תופעות, פרשנות מדעית של נתונים וראיות

3. השפעת האוקיינוס על יישובים במרחקים שונים



נציג לתלמידים מפה של ארה"ב ובה שני יישובים באותו קו רוחב: סיאטל (עיר ראשית) בווינגטון וגלזו (עיירה קטנה) במונטנה. נשאל - האם צפויים לדעתם להיות הבדלים בטמפרטורה ובמשקעים בין שני היישובים? מדוע?

נציג להם את שתי הטבלאות המתארות את הטמפ' הממוצעת והמשקעים בערים ונבקש מהם לערוך טבלה המשווה בין הנתונים של כל יישוב. שימו לב שהטמפרטורות בפרנהייט והמשקעים באינצ'ים.

נבקש שיסבירו את ההבדלים בין שתי הערים - נראה כי בסיאטל שליד הים הרבה יותר משקעים, וההפרש בין טמפ' מינימום ומקסימום נמוך בצורה משמעותית, כלומר מאוזן יותר בהשוואה לעיר גלזו שרחוקה מהים. במפה נצפות שתי ערים נוספות באותו קו רוחב - האם גם שם צפויים הבדלים דומים? אכן, גם בערים אלו צפויים הבדלים דומים ומאותה סיבה - השפעת האוקיינוס כגורם מממן ומווסת. אולם, חשוב לציין שגלזו חווה אקלים יבשתי צחיח למחצה (עם חורפים ארוכים, קרים ויבשים עם טמפרטורות משתנות וקיץ חם ויבש), לא רק בגלל המרחק מהים, אלא גם בגלל ההשפעות של הרי הרוקי. רוחות האוויר היורדות מהרי הרוקי מעלות את הטמפרטורה, בניגוד לטמפרטורה הקרה מאוד האופיינית למיקומים פנימיים בקו הרוחב הזה).

פעילות זו מבוססת על פעילות Exploring How the Ocean Affects Regional Climate מאתר [PBS](#)

[LEARNINGMEDIA](#)

מיומנויות בפעילות: אוריינות מדעית: הסבר מדעי של תופעות, פרשנות מדעית של נתונים וראיות.

גלסגו		סיאטל		חודש
טמפרטורה (F°) ממוצעת	משקעים (in)	טמפרטורה (F°) ממוצעת	משקעים (in)	
13.8	0.37	42.0	5.57	ינואר
19.2	0.26	43.4	3.50	פברואר
31.7	0.42	46.5	3.72	מרץ
44.9	0.85	50.3	2.71	אפריל
55.1	1.92	56.0	1.94	מאי
64.0	2.33	60.9	1.57	יוני
71.1	1.78	65.7	0.70	יולי
70.2	1.24	66.1	0.88	אוגוסט
58.2	0.94	61.3	1.50	ספטמבר
44.7	0.75	52.8	3.48	אוקטובר
29.3	0.40	45.4	6.57	נובמבר
16.3	0.40	40.6	5.35	דצמבר

שם העיר	כמות משקעים שנתית	טמפרטורה ממוצעת נמוכה ביותר	טמפרטורה ממוצעת גבוהה ביותר	ההפרש בין טמפ' מקסימום למינימום
סיאטל	in 37.47	40.6 (ינואר)	66.1 (אוגוסט)	25.5
גלזגו	in 11.66	16.3 (דצמבר)	71.1 (יולי)	54.8

לאן ניתן להמשיך לאחר הרצאה זו?

☐ על מנת להשלים את המידע בהרצאה זו מוצעים שני סרטונים שירחיבו את הלמידה:

א. [עליית מפלס הים - תצפיות מהעבר והשלכות על כדור הארץ | פרופ' מוטי שטיין](#)

ב. [מחזורי אקלים טבעיים | ד"ר יוני גולדסמית](#). לסרטון זה פותחה [מעטפת פדגוגית](#) שנמצאת באתר

בידינו.