שלום.

שמי יעלה שקד,
אני חוקרת במכון למדעי כדור הארץ

והמכון הבין-אוניברסיטאי
למדעי הים באילת.

כשחושבים על שינוי האקלים
והמערכות המרכזיות שמשפיעות עליו,

רובנו לא חושבים ישר על האוקיינוס,

היום אנסה להסביר בקצרה
עד כמה האוקיינוס משמעותי

לשינוי האקלים,
ובכלל לחיים בכדור הארץ.

אנחנו יצורים יבשתיים,
וכשאנחנו חושבים על כדור הארץ,

אנחנו חושבים על היבשה,
אבל בעצם כדור הארץ הוא ים,

כמו שאפשר לראות כשמסתכלים עליו
ככה בזווית של האוקיינוס השקט.

הים הוא אדיר ממדים,

הוא מכסה שבעים אחוז
משטחו של כדור הארץ,

ועם עומק ממוצע של כארבעה ק"מ,
כלומר, יש לו נפח כל כך גדול

שהוא חייב להיות שחקן מרכזי
בשינוי האקלים,

גם בגלל הגודל וגם בגלל
תהליכים שונים שמתרחשים בו,

שעליהם נדבר היום.

אז בואו נסתכל על הרכיבים המרכזיים

של שינוי האקלים,

שהם הפחמן הדו-חמצני והחימום.

הפחמן הדו-חמצני מצטבר באטמוספרה,

אבל חלקים מאוד מאוד גדולים ממנו
נקלטים למעשה בים.

עד כה, הים קלט
כרבע מהפחמן הדו-חמצני

שנפלט כתוצאה מפעילות אנושית,

והוא עושה את זה במנגנונים שונים.

המנגנון הראשון קשור למסיסות, למעשה,

של הפחמן הדו-חמצני במים.

במים כמו בקבוק הסודה שלכם,
פחמן דו-חמצני מתמוסס,

אבל כשאתם פותחים את הבקבוק,
הגז עוזב את המים,

זה לא המצב בים,

כי בים יש לנו מלחים

שמאפשרים לפחמן הדו-חמצני

לעבור מהמצב הגזי שלו

למולקולות אחרות,

הוא עובר למגוון מולקולות

שבעצם מאפשרות לו להצטבר במים

בריכוזים גבוהים.

כשהמים שוקעים מפני השטח של האוקיינוס

לעומק האוקיינוס,

בעצם הים מהווה מאגר גדול

של פחמן מומס במי הים,

אז זה מנגנון אחד שבו...

אנחנו קוראים לו משאבת המסיסות,

הפחמן הדו-חמצני מתמוסס מתוך האוויר

והופך להיות מומס במים.

אותו פחמן דו-חמצני שנמצא במים

יכול גם להילקח על ידי שלדים

של אלמוגים, יצורים שונים,

כמו צדפות, פלנקטון,

כל מיני יצורים שצפים במים

ומשקיעים את השלד שלהם

מפחמן

או גיר שנמצא במים.

כשהם מתים, הם שוקעים,
הופכים להיות לסלעים,

או כשהשוניות מתאבנות, וככה הרבה
מהפחמן נאגר בתוך מצב מוצק,

שהוא כמובן מצב שהוא לא חוזר בחזרה
למצב הגזי, לא מצטבר באטמוספרה.

מעבר למנגנון
של המסיסות או יצירת סלעים,

יש לנו עוד שחקן אחר
בקליטת הפחמן בים,

ואלו הן האצות.

אנחנו קוראים למנגנון הזה
המשאבה הביולוגית.

במנגנון הזה, אצות,
שאתם רואים אותן פה ככתם ירוק,

זאת פריחת אצות
בערך בגודל של אנגליה.

פריחת אצות מאוד רחבת היקף.

האצות, כמו כל צמח ביבשה,
מקבעות את הפחמן הדו-חמצני בגוף שלהן,

וכשהן מתות, הן שוקעות לקרקעית
ומסיעות את הפחמן מפני השטח של הים

לעומק האוקיינוס.

הפריחות האלו של האצות
משתנות במרחב ובזמן,

כמו שאפשר לראות בסרטון הזה
שמדמה את התפוצה של האצות

על סמך נתוני לוויין.

אתם יכולים לראות פה
את פריחת האצות בים

וגם קצת את הפוטוסינתזה ביבשה,

והתהליכים האדירים האלו
שקורים בכדור הארץ,

הם למעשה מנוע מרכזי
של ייצור חמצן,

מצד אחד, בתהליך הפוטוסינתזה
וכמובן קליטת פחמן דו-חמצני,

וזוהי למעשה מערכת תומכת חיים
מרכזית עבורנו.

אז בואו רגע נסכם
את הפחמן הדו-חמצני.

ראינו שהים בעצם
יכול לקלוט הרבה מאוד פחמן,

כמעט כרבע מהפחמן הדו-חמצני
שהצטבר עד כה,

הוא עושה את זה במנגנונים
של מסיסות,

כלומר, הכנסה של הפחמן עצמו
כמולקולה מומסת למים,

מנגנונים של יצירת שלדים,
יצירת חומר מוצק,

וכן, מנגנונים ביולוגיים של פוטוסינתזה.

כל המנגנונים האלו נפגעים

בעקבות עליית
ריכוזי הפחמן הדו-חמצני באטמוספרה

ולכן אנחנו צופים שבעתיד

היכולת של הים לקלוט פחמן תרד.

מעבר לכך,

הכניסה של הפחמן הדו-חמצני,

היא למעשה גורמת להחמצת הים

ומערכות רבות בים

שמושפעות מרמת החומציות
של הים נפגעות.

המערכת המדוברת ביותר היא
שונית האלמוגים,

ויש לנו הרצאה אחרת בסדרה
שמדברת על הנושא הזה.

אז עד כאן פחמן דו-חמצני,
ובואו נדבר קצת על חום.

האוקיינוס הוא, כמו שכבר אמרנו,

אדיר ממדים,

ויכול לקלוט כמויות
מאוד מאוד גדולות של חום.

בעצם אנחנו מעריכים שהאוקיינוס

קלט 94 אחוז מסך כל החום

שהצטבר עקב ההתחממות הגלובלית,

וכתוצאה מכך,
כמובן שהוא מתחמם.

יש אפילו אזורים שבהם אנחנו רואים
התחממות גדולה משציפינו.

אז מה נותן לים את היכולת
לקלוט כל כך הרבה חום?

דיברנו כבר על הממדים שלו,

אבל יש גם את הנושא
של התכונה עצמה של המים,

למים יש יכולת קיבול חום
מאוד גבוהה.

אפשר להדגים את זה בניסוי הבא.

ניקח בלון ונקרב אליו נר,

נראה שהוא מתפוצץ.

אוי!

לפחות נהיה בו חור.

להבדיל, כשנמלא את הבלון במים,
או אפילו קצת מים נשים בבלון,

ונקרב אליו נר,

הפעם נראה שגם לאורך זמן,
הבלון...

לא נהיה חור בבלון,

וזה קשור לעובדה שהמים בעצם
קולטים את החום שמגיע

ומקררים את הגומי של הבלון.
אתם רואים? זה די מדהים,

זה פשוט לא מתפוצץ.
-זה מדהים. -מתישהו זה יקרה.

טה-דאם!

וואו! מדהים.

המים מסוגלים לקלוט הרבה חום
ובגלל הנפח הגדול של האוקיינוס,

האוקיינוס הוא למעשה משאבת חום
מרכזית בכדור הארץ,

אבל מעבר ליכולת שלו לספוג חום,
הוא יכול גם להסיע את החום.

רוב החום מגיע לכדור הארץ
כמובן בקו המשווה,

והאוקיינוס יכול לפזר אותו
במערכת מאוד גדולה של זרמים,

שאנחנו קוראים לה המסוע האוקייני.

זרמי פני השטח מופיעים פה באדום,

בעוד זרמי העומק מופיעים לכם בכחול.

כשהמסוע האוקייני הזה

נראה פה מאוד מסובך

ולא אינטואיטיבי מבחינת ההבנה של הציור,

אבל מנגנון ההסעה שלו,

מנגנון העבודה שלו, הוא פשוט יחסית.

דיברנו כבר על זה שהקרינה

מגיעה בעיקר בקו המשווה,

והמים מתפשטים מקו המשווה לכיוון הקטבים.

בדרכם צפונה או דרומה

המים כל הזמן מתאדים,

לרוח יש תפקיד מאוד חשוב בלהסיע את המים,

כמו גם לאדות אותם

ולהפוך אותם לקרים יותר

ומלוחים יותר.

ככל שהמים הופכים להיות קרים ומלוחים יותר,

הם הופכים להיות כבדים יותר,

ככה שהם שוקעים גם בקטבים מצפון ומדרום,

ועושים את דרכם בחזרה לקווי הרוחב הגבוהים.

לאותו מסוע אוקייני יש תפקיד מאוד מרכזי
בוויסות מזג האוויר או האקלים,

וכדוגמה, אפשר להשוות בין לונדון לבוסטון.

אז לונדון היא מעט צפונית מבוסטון,

והיינו מצפים שהחורפים בה
יהיו קיצוניים יותר,

אבל אני מעריכה שהייתם כבר,

או ראיתם סרטים על לונדון ועל בוסטון

בתקופת החורף, ותמיד בוסטון
מקושרת אלינו לקור נוראי ושלג תמידי

ולונדון לגשם,

והסיבה לכך קשורה לזרם הגולף

שכמובן חלק מאותו מסוע גדול,

וזרם הגולף מעביר איתו כמויות אדירות של חום

שמחממות למעשה את אירופה ואת לונדון

ומשפיעות על החורפים המתונים שם.

לעומת זה, בוסטון,

שהיא רחוקה יותר מזרם הגולף,

בעצם אין מה שימתן בה את האקלים,

ולכן החורף קיצוני.

בעקבות החימום המשמעותי של האוקיינוס,

המים חמים יותר גם בקטבים,

ובנוסף לכך, המסת הקרחונים,

העובדה שלא נוצר קרח ים

ומגוון סיבות נוספות,

גורמות לכך שיש ההעשרה במים מתוקים

ומחסור יחסית במלח,

ועקב כך, המסוע הזה מתחיל להיות איטי יותר,

כלומר, המים כבדים פחות והם שוקעים פחות,

וככל שהמסוע הזה מואט,

גם היכולת שלו לווסת את
אקלים כדור הארץ או מזג האוויר נפגעת.

אז אם נסכם את כל זה ביחד,

אנחנו מדברים על

ספיגת חום משמעותית באוקיינוס,

את רוב החום שמגיע מהחימום הגלובלי

כתוצאה מכך, האוקיינוס מתחמם.

שינוי האקלים

גורם להאטה בפיזור החום מהמסוע,

דרך אותו מסוע אוקייני,

ושוב, לכך יש השלכות
על מזג האוויר בעולם.

ואם נסכם את שני הרכיבים יחד,

ראינו שהים הוא שחקן מפתח

באקלים כדור הארץ,

הוא קלט את מרבית החום

וכמויות גדולות מהפחמן הדו-חמצני

שהצטברו עד כה.

עקב כל השינויים באוקיינוס

כתוצאה מספיגת החום והפחמן הדו-חמצני,

האוקיינוס משתנה, כך שהיכולת שלו

להמשיך ולווסת
את שינוי האקלים בעתיד יורדת.

אז בנימה אופטימית זו,
תודה רבה.