

שינוי אקלים גלובלי:  
מה ידוע בוודאות ומה לא?

אורלי לחמי  
האוניברסיטה הפתוחה

יום עיון שינויי אקלים, ארגון עובדי הפלחה, 18.3.2024

# מחקר מתריע: העולם יחצה את הרף האדום של ההתחממות הגלובלית בעשור הבא

חוקרים הסתייעו בבינה מלאכותית כדי לחזות מתי העולם יגיע להתחממות של 1.5 מעלות, שאחריה צפויות השלכות משבר האקלים להאיץ

5 קריאת זן | שמרו | 5



העולם עומד לחצות סף אקלימי קריטי, קובעים חוקרים שמזהירים כי הזמן שנותר לאנושות לחסוך מעצמה את ההשלכות הקשות ביותר של משבר האקלים מתקצר

רמה



# עם רוחות במהירות של מעל 310 קמ"ש: דרגה 6 לסופות טרופיות?

סופות עוצמתיות הן אימת כמה אזורים בעולם ומובילות לרוב לפגיעה חמורה בנפש וברכוש. נוכח ההתחממות הגלובלית, בעיקר בשל השפעת בני האדם, נראה כי העתיד לא מבשר טובות, עם יותר ויותר סופות שעלולות להגיע למהירות של יותר מ-310 קמ"ש

55 תגובות

יוגב ישראלי | 07.02.24 | 08:06

תגיות: אוקיינוס, משבר האקלים, מחקר, הוריקן

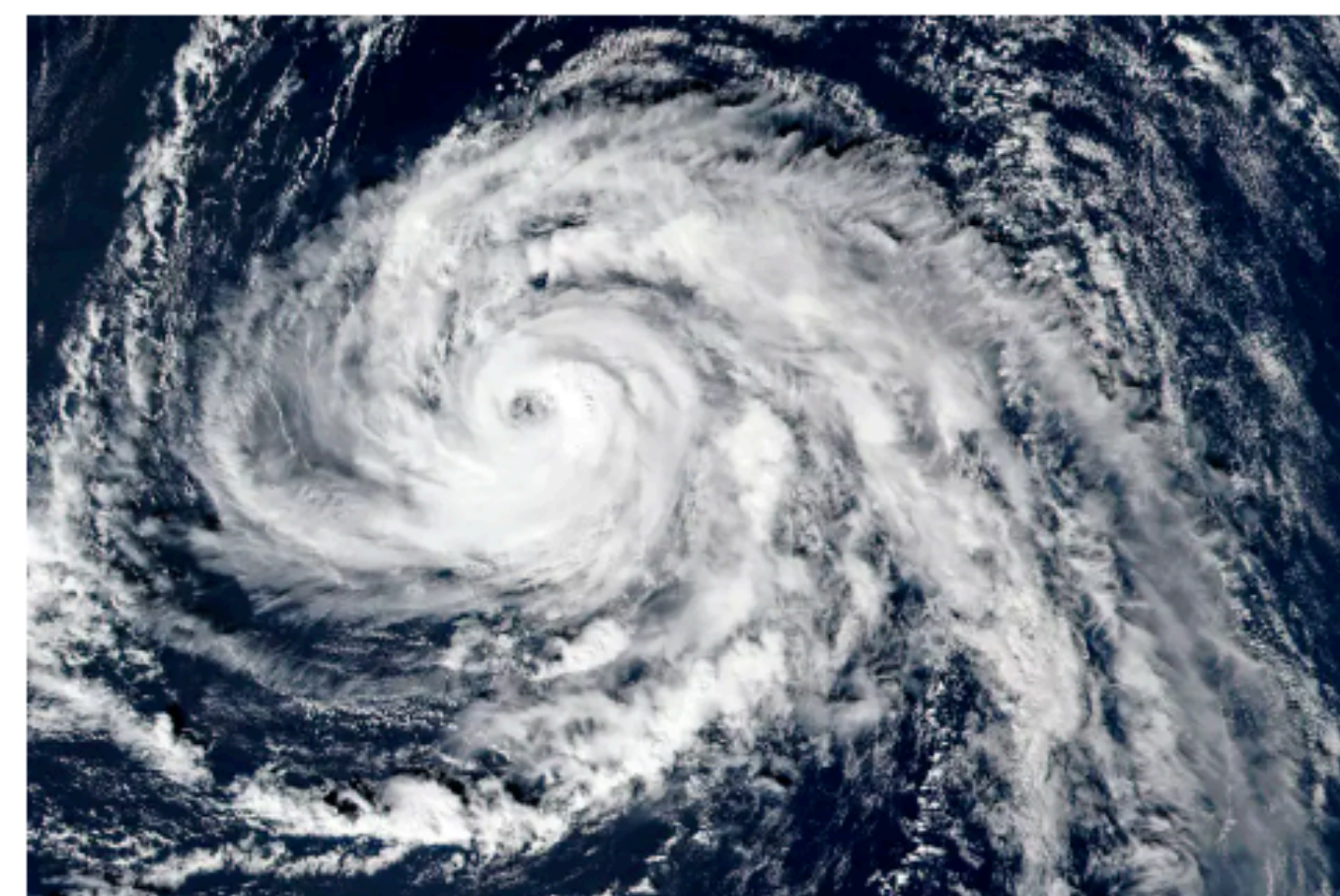
# האם זרם הגולף הולך להיעלם?

מחקרים שנעשו לאחרונה זיהו היחלשות של 15 אחוזים בזרם הים ממתן האקלים - ההשפעות על מזג האוויר בדרך

אסף גולן

16/4/2018, 13:06 | עודכן 8/5/2018, 15:51

0 השמעה



השפעות על מזג האוויר. הוריקן אופליה בדרכו לאירלנד ביצילום לוויין // צילום: AFP

פנים

# "גלי חום יהיו הרבה יותר שכיחים"

אחרי גל החום הנדיר שתקף את אירופה וגבה חיים של 3 בני אדם בצרפת, רבים תוהים מה יביא עימו העתיד והאם ניתן לעשות משהו בנידון. מומחה לאקלים מזהיר: "יכול להיות שנראה את זה כול כמה שנים - יש מגמת החמרה"

15:17 30/06/19 | עודכן 30/06/19 15:54

# מזג אוויר קיצוני? זו כנראה רק ההתחלה

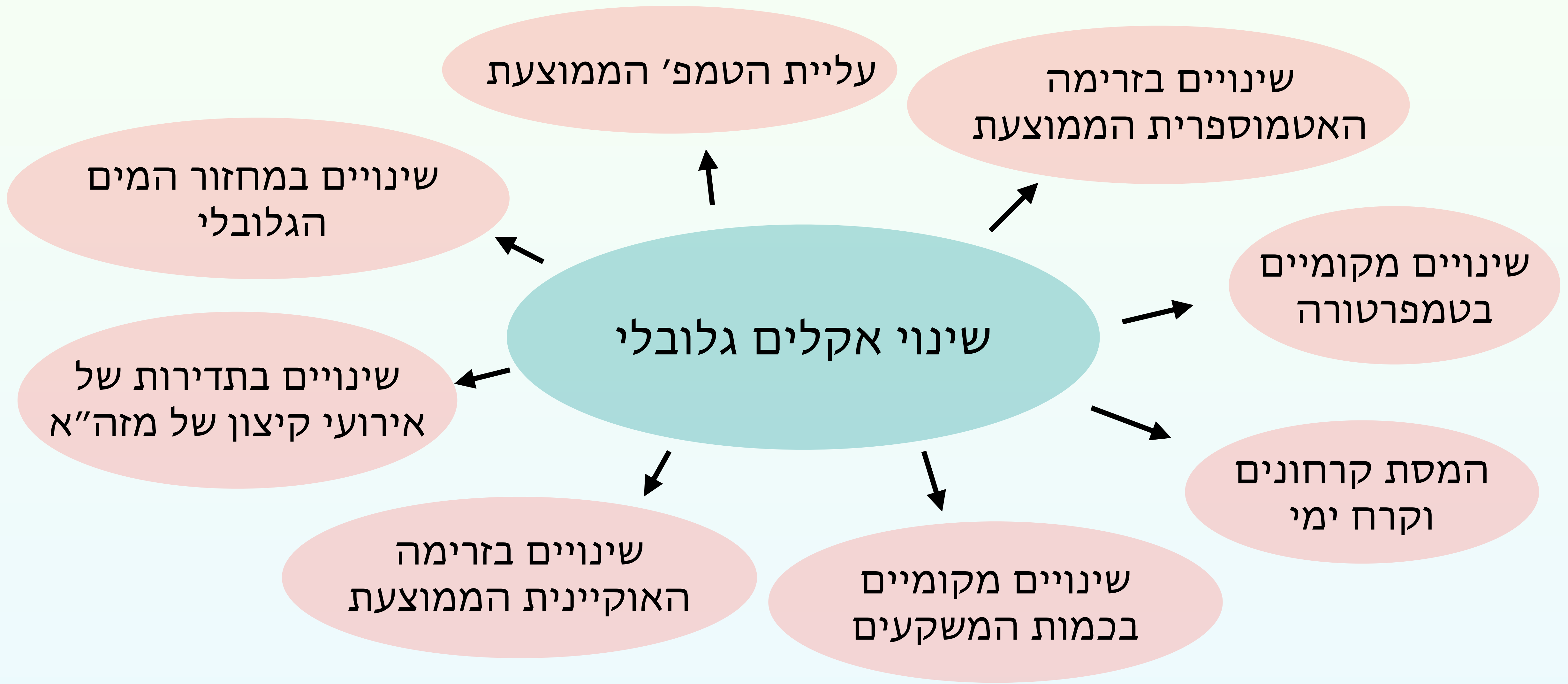
ההצפות החריגות בישראל, שריפות הענק שמכלות שטחים עצומים באוסטרליה וגלי קור קיצוניים - הם כנראה רק ההתחלה. וגם: למה כבר בעתיד הקרוב נשלם יותר על ביטוחים?

רחלי ווקס | זווית | פורסם 11/01/20 15:22

38,437 | הדפסה | 9







## שינויים תרמודינמיים

- שינויים בטמפרטורה הממוצעת
- המסת קרח
- שינויים במחזור המים הגלובלי
- עליית פני הים

## שינויים דינמיים

- שינויים ברוחות הממוצעות
- שינויים בזרמי האוקיינוס
- שינויים בתדירות ובעוצמה של סופות
- שינויים בתדירות אירועי קיצון של קור

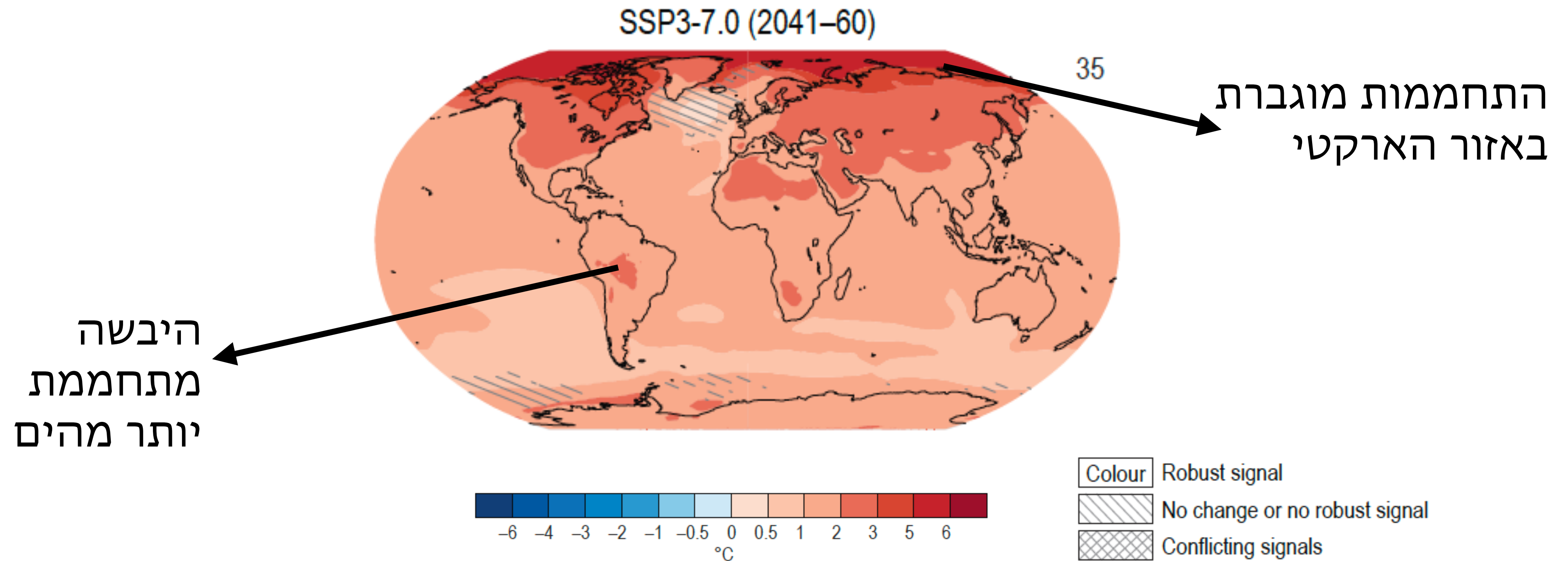
- שינויים בתדירות גלי חום ושריפות
- שינויים בתדירות של בצורות ושטפונות



# שינויים תרמודינמיים

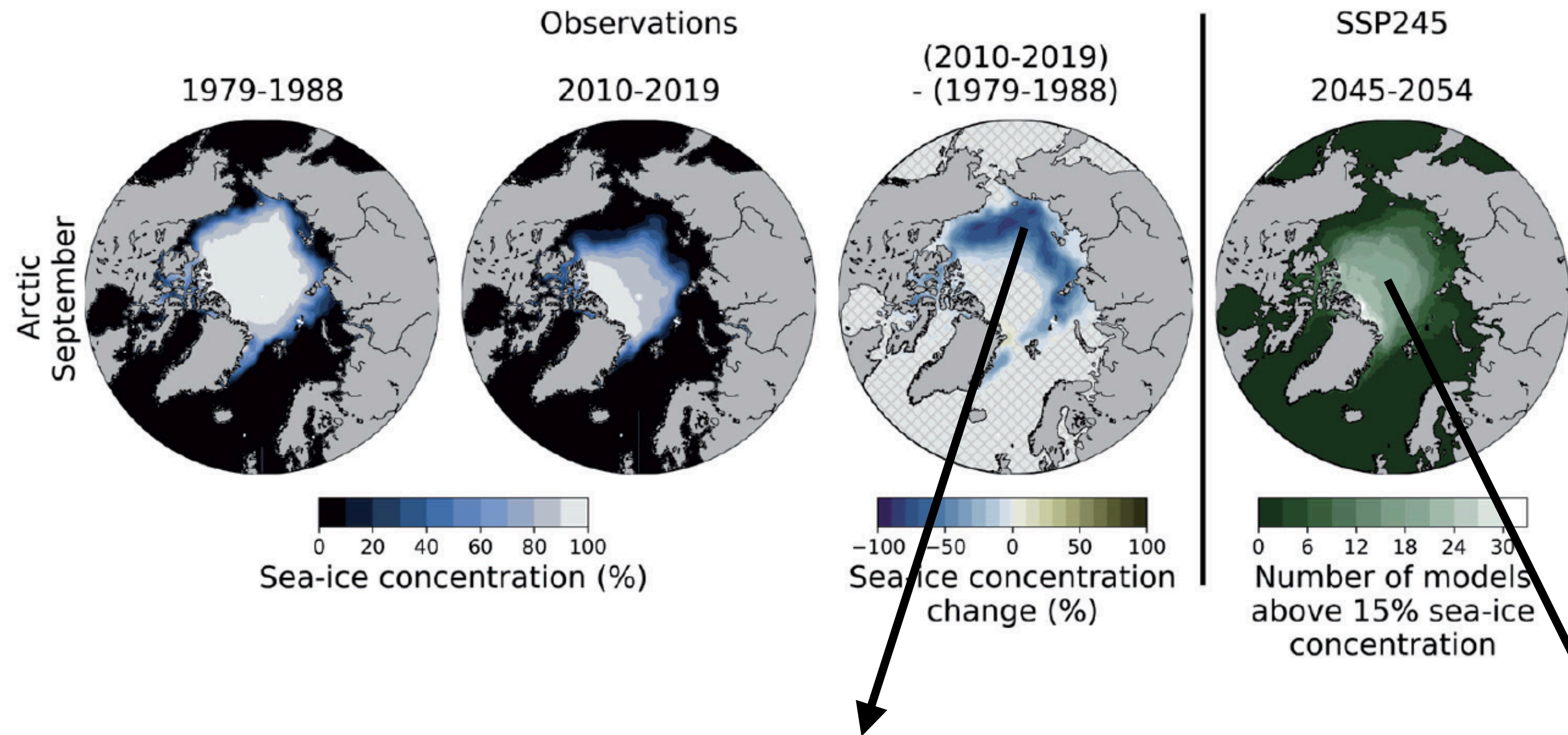


# שינוי בממוצע השנתי של הטמפרטורה



(IPCC AR6, 2021)

# ירידה בשטח הקרח הימי



אזור שבו הירידה בקרח הימי היא כבר מעבר לשונות הטבעית

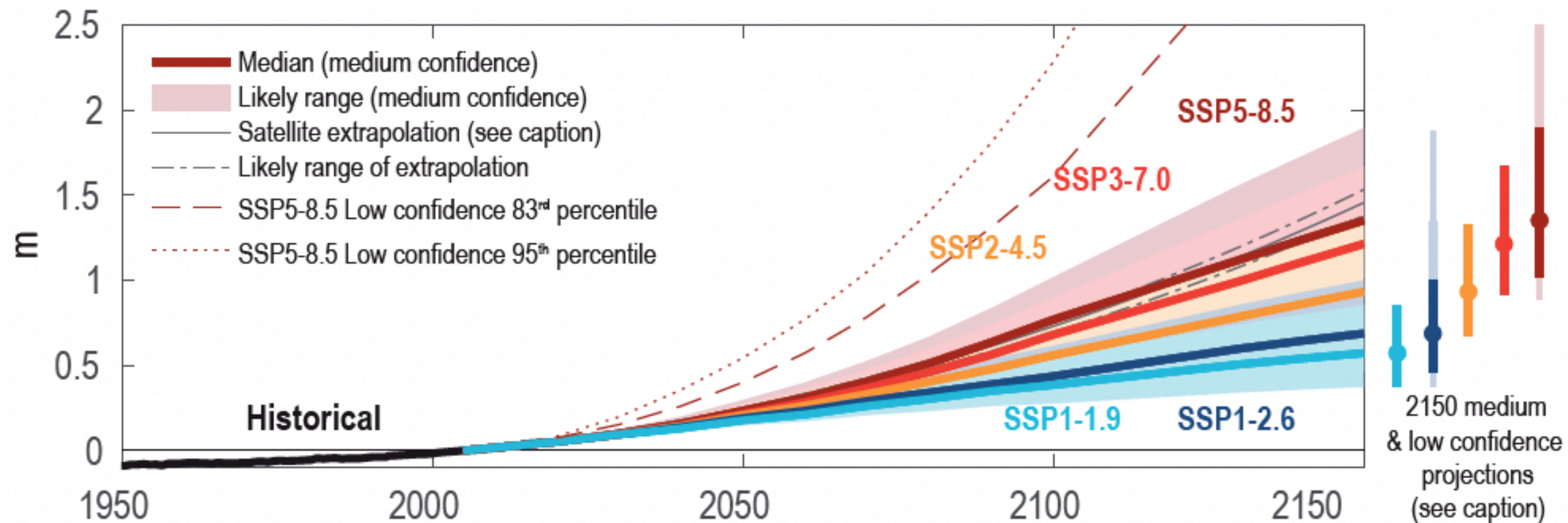
מודלים חוזים שיהיה  
פחות מ 15% קרח

(IPCC AR6, 2021)



# עליה בגובה פני הים

Projected global mean sea level rise under different SSP scenarios



פני הים כבר עלו בכ-10 ס"מ. המשך העלייה תלוי בתרחיש ונמצא בטווח של כ-0.3 עד 1 מטרים נוספים עד סוף המאה.

(IPCC AR6, 2021)

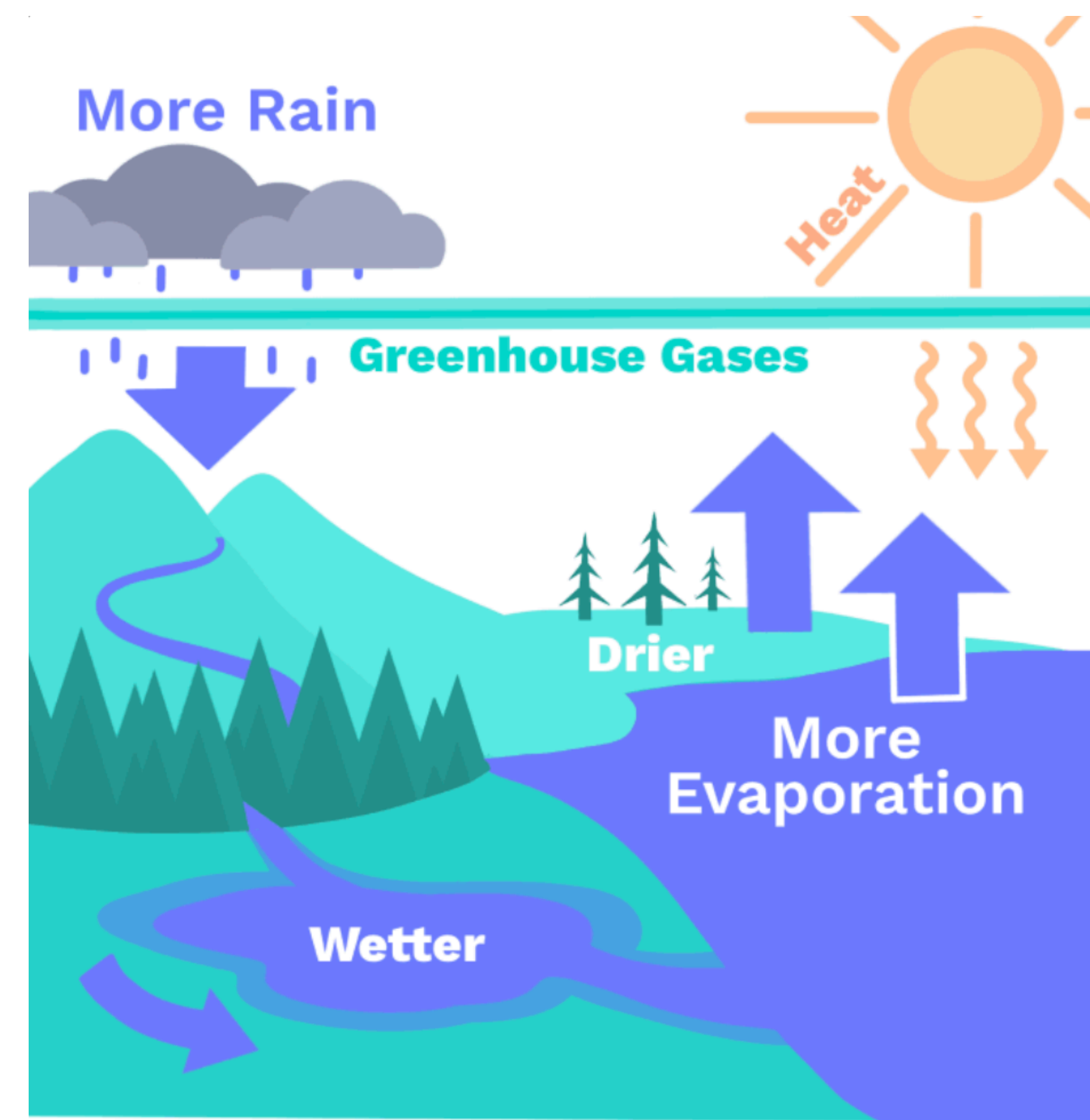
# שינויים במחזור המים הגלובלי

אוויר חם יכול להכיל יותר אדי מים



יותר אידוי ויותר משקעים  
בממוצע גלובלי

2-3% לכל מעלת צלזיוס

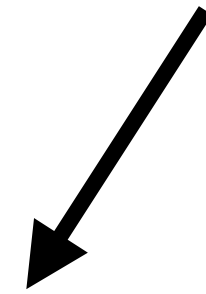


**The Warmer Water Cycle**

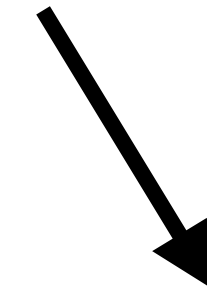
מתוך אתר [climatescience.org](http://climatescience.org)

## שינויים בתדירות בצורות ושטפונות

אוויר חם יכול להכיל יותר אדי מים



עבור אותה רמה ברומטרית בדיוק  
(ללא שינוי בלחות היחסית) כמות  
האידוי עולה  
7% לכל מעלת צלזיוס

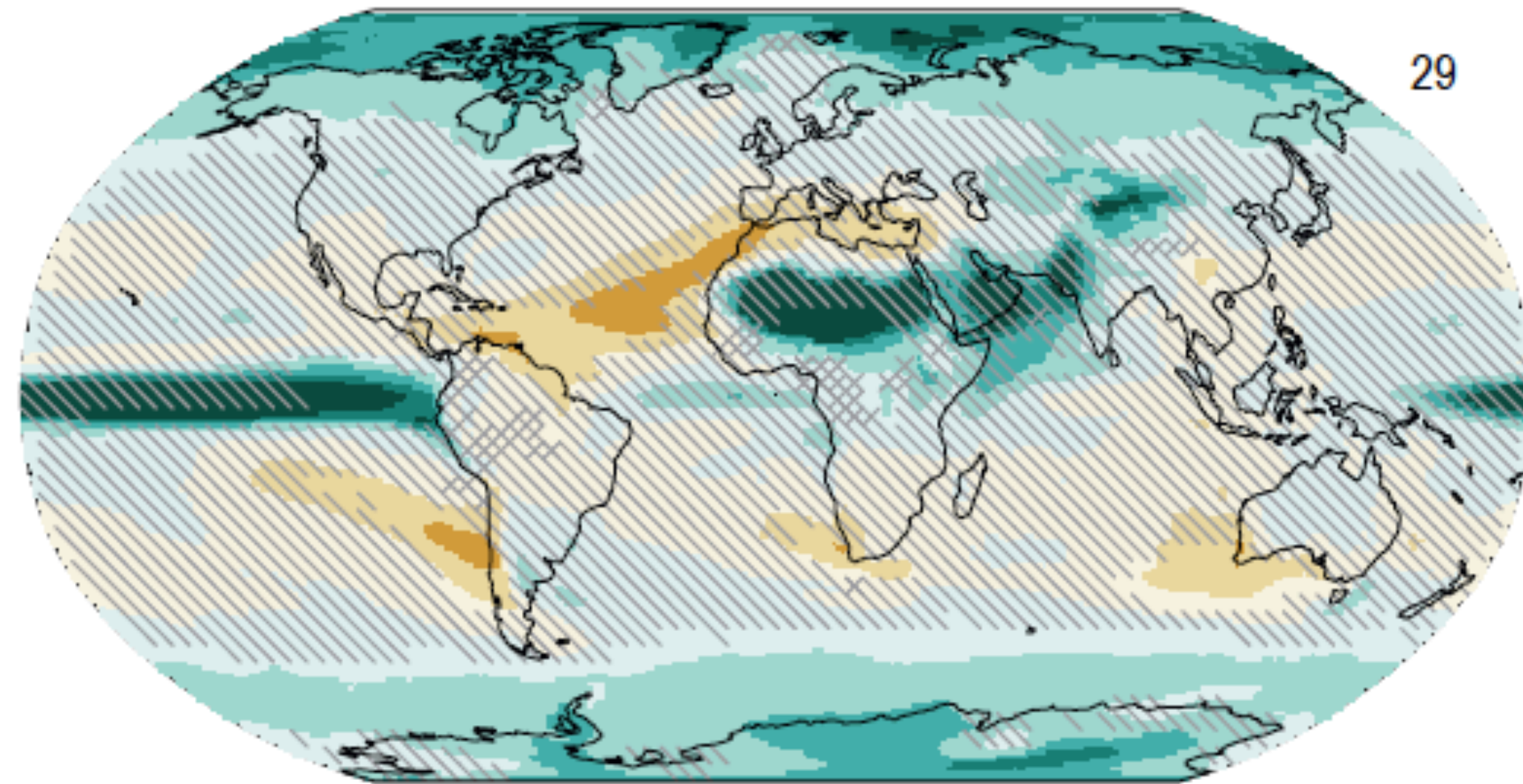


עבור אותה סופה בדיוק (מבחינת תנועת  
האוויר) כמות המשקעים עולה  
7% לכל מעלת צלזיוס

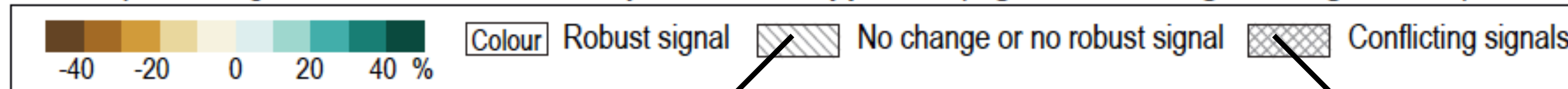


# שינוי בממוצע השנתי של המשקעים

(e) Precip change 2040–2060 (SSP3-7.0) rel. to 1850–1900



Representing robustness and uncertainty: **Advanced approach (significant change and agreement)**



התגובה לשינוי אקלים קטנה  
בעוצמתה מהשונות הטבעית

אין הסכמה בין המודלים  
לגבי סימן התגובה

גורמים לאי-ודאות:

- שונות טבעית של מערכת האקלים
- שונות בין מודלים
- הטיות של מודלים
- אי ודאות בתצפיות

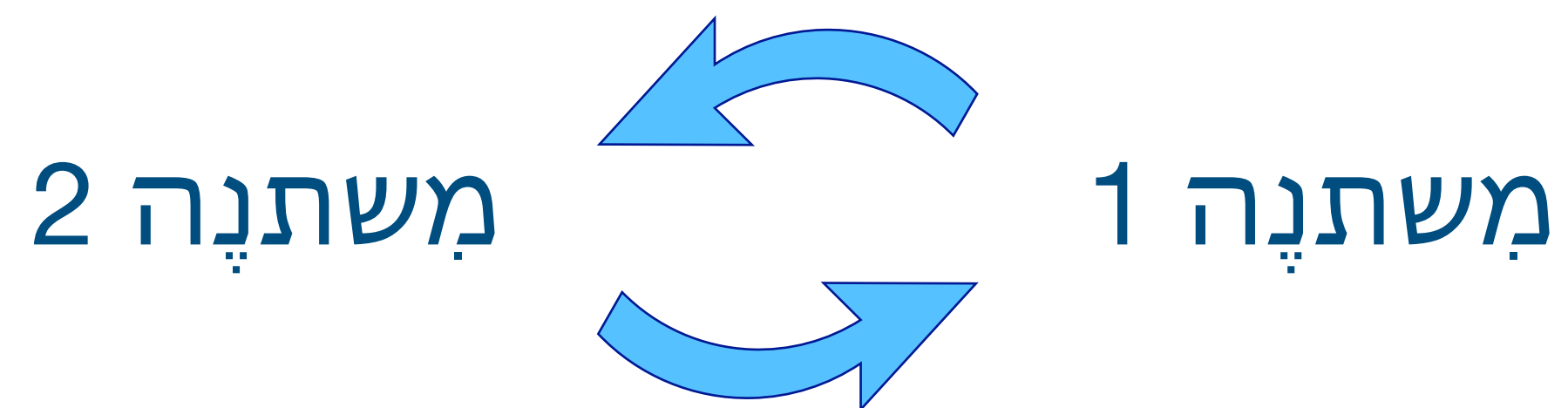
# שינויים דינמיים



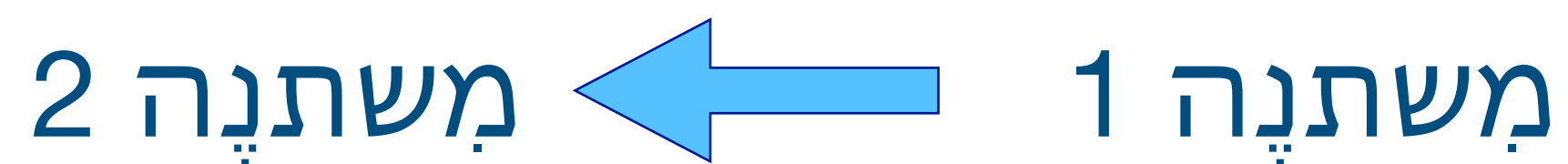
shutterstock.com · 1030251043

כאן מתחילה הבעייה...

תהליך לא ליניארי

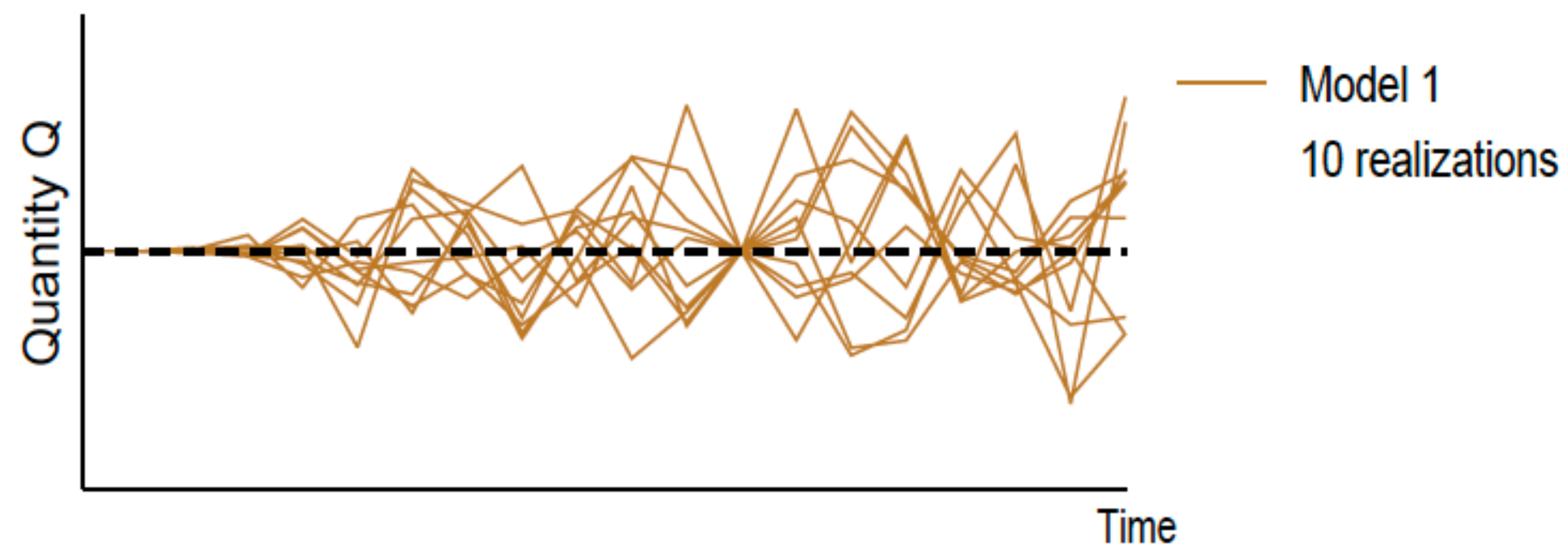


תהליך ליניארי



## שינויים דינמיים

כדי לחזות שינוי במשתנה מסוים עושים הרבה סימולציות עם אותו מודל ומשנים טיפה את תנאי ההתחלה



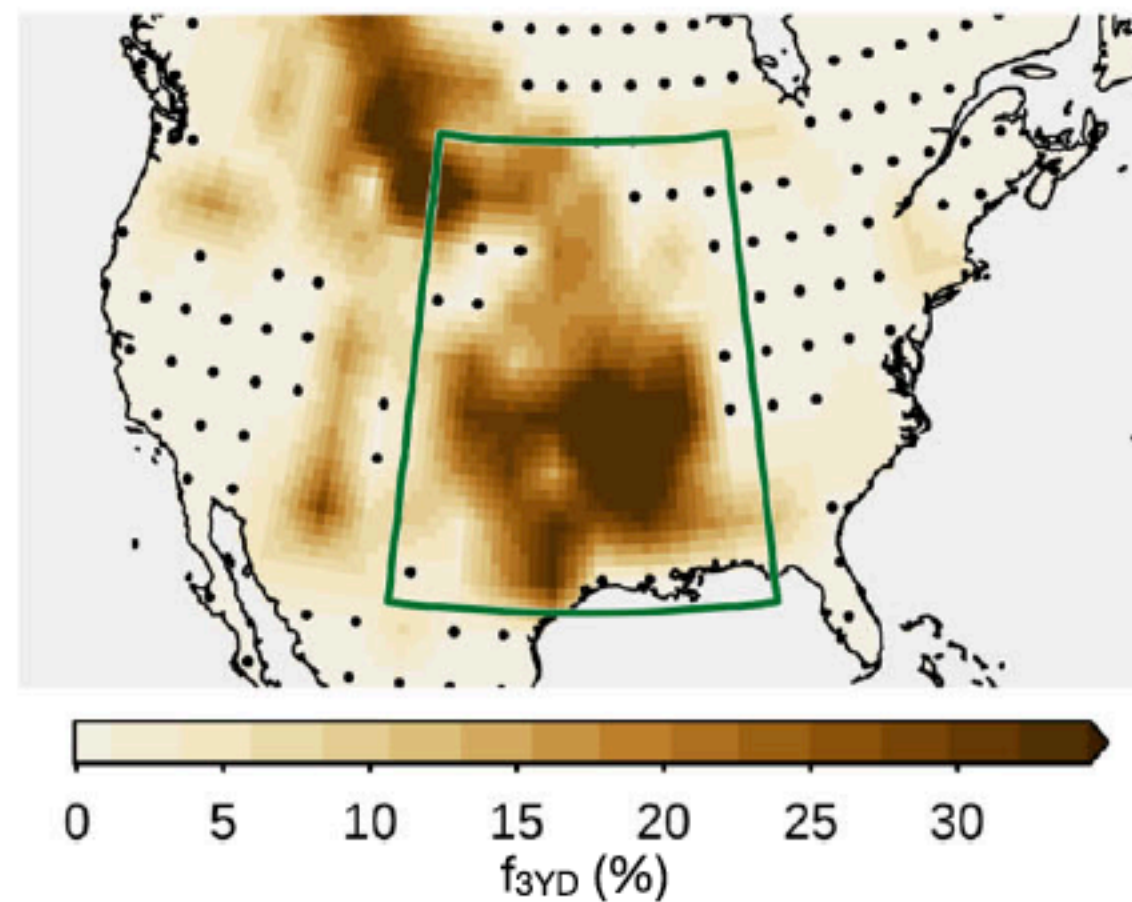
(IPCC AR6, 2021)



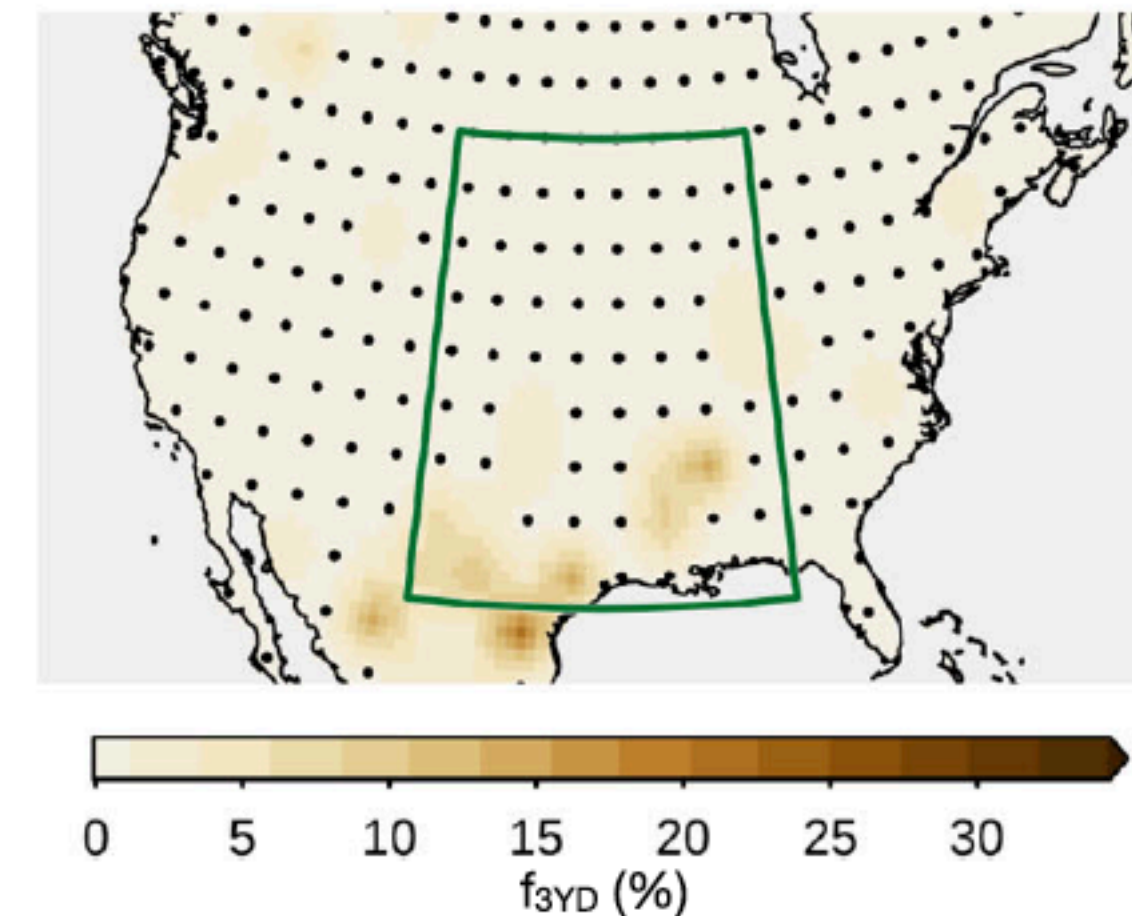
# דוגמה לאי וודאות שנובעת משינויים דינמיים

שינוי בתדירות האירועים של שלוש שנות בצורת רציפות  
לפי סדרת סימולציות עם הבדלים קטנים בתנאי ההתחלה

סימולציות באחוזון 95



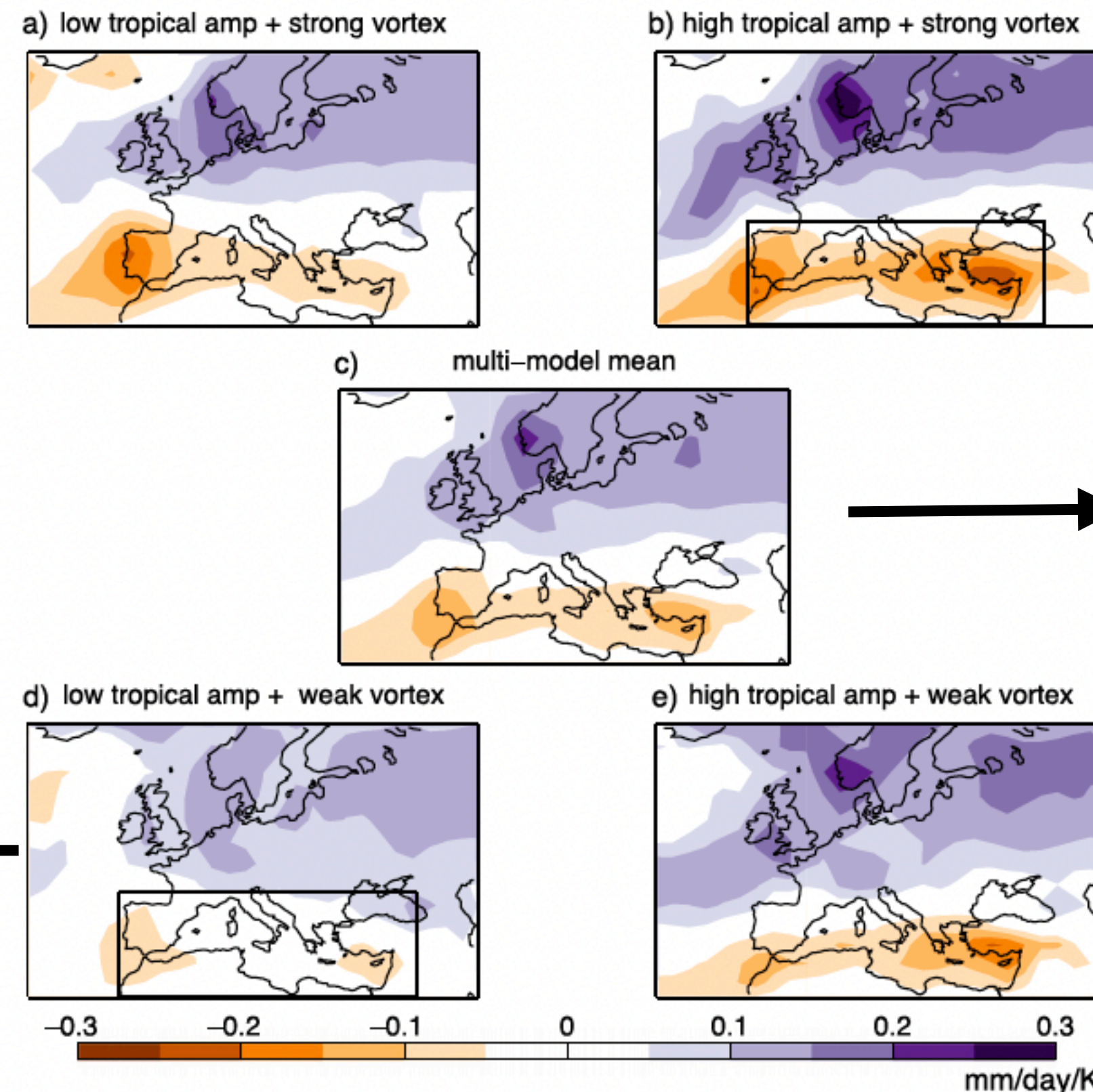
סימולציות באחוזון 5



Bevacqua et al. (2023)

# דוגמה לאי וודאות שנובעת משינויים דינמיים

שינוי במשקעים כתוצאה מעלייה של מעלת צלזיוס אחת בטמפרטורה הגלובלית



אם שינוי הטמפרטורה  
בטרופים גבוה  
והמערבולת הפולרית  
מתחזקת

ממוצע על פני  
המודלים

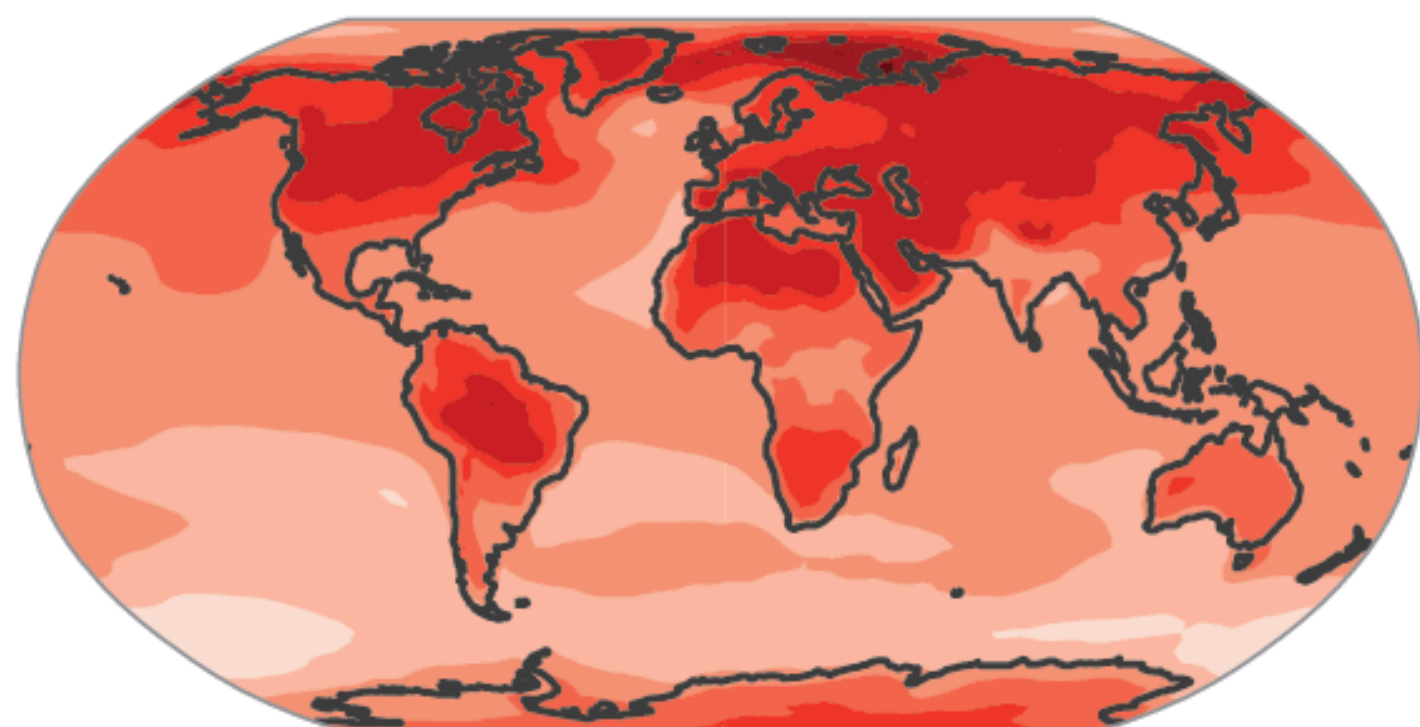
אם שינוי הטמפרטורה  
בטרופים נמוך  
והמערבולת הפולרית  
נחלשת

Zappa and Shepherd (2017)

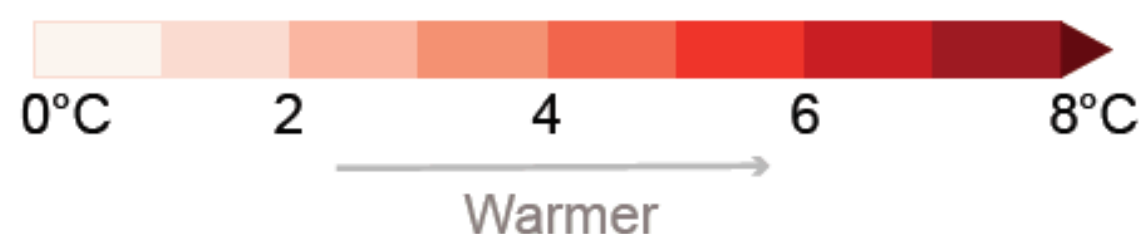
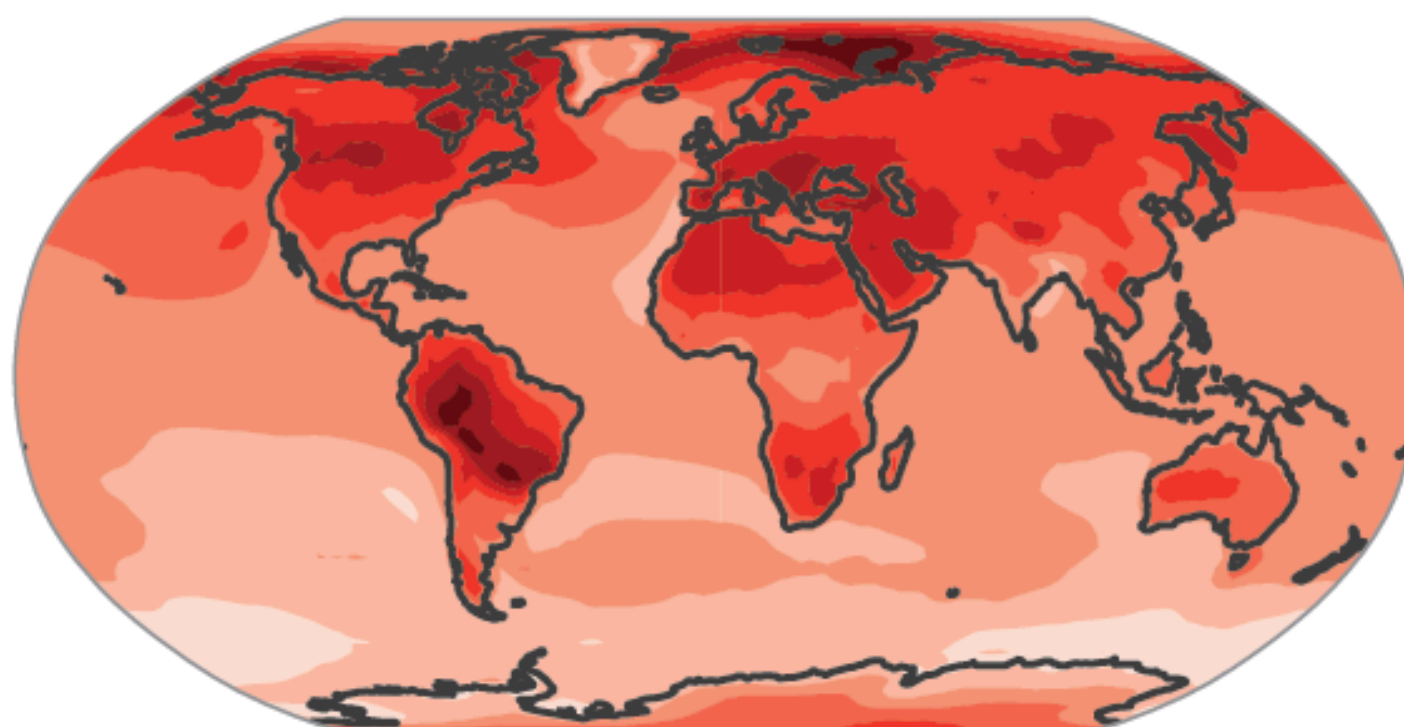


# שינויים בתדירות אירועי קיצון של מזג האוויר

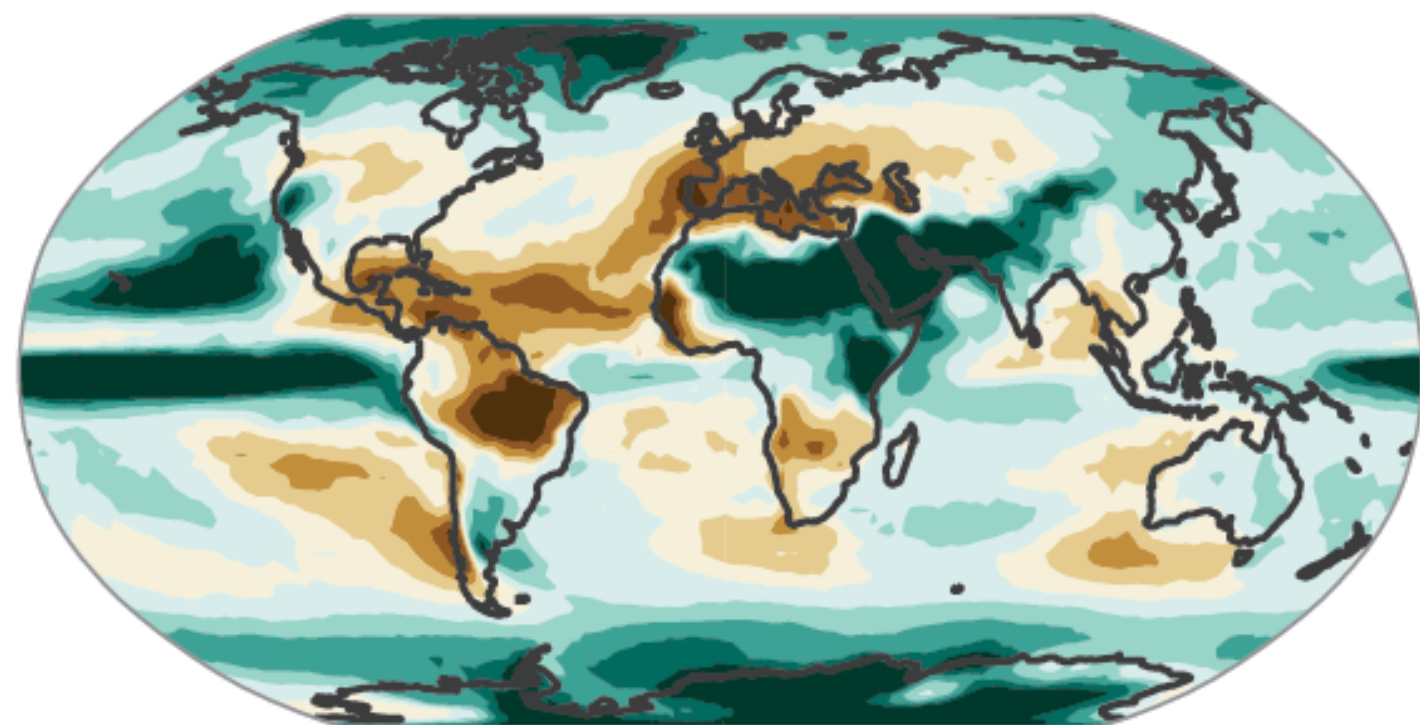
Climate average



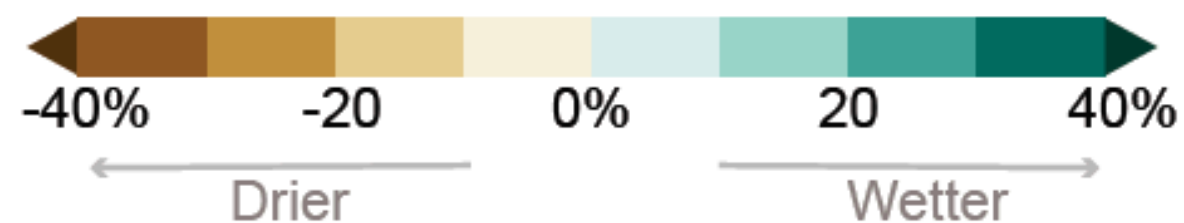
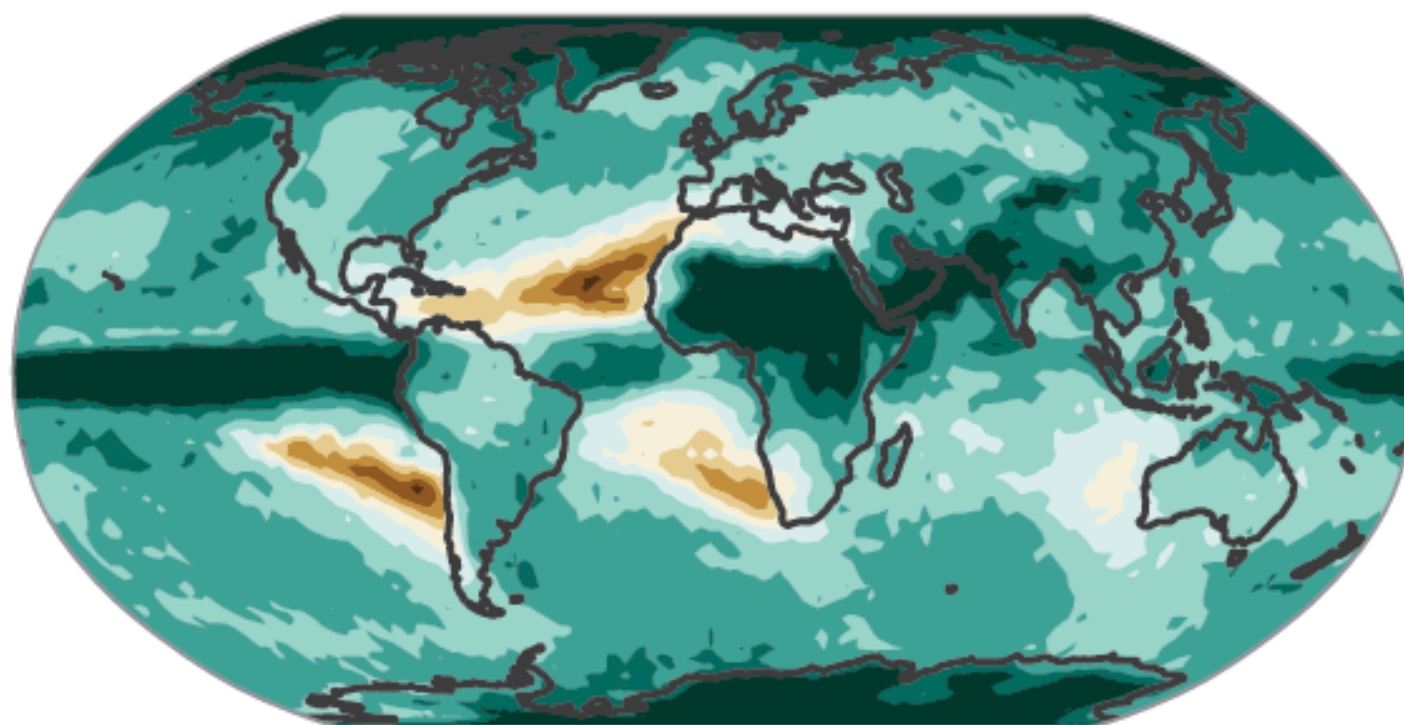
Climate extreme



Climate average



Climate extreme



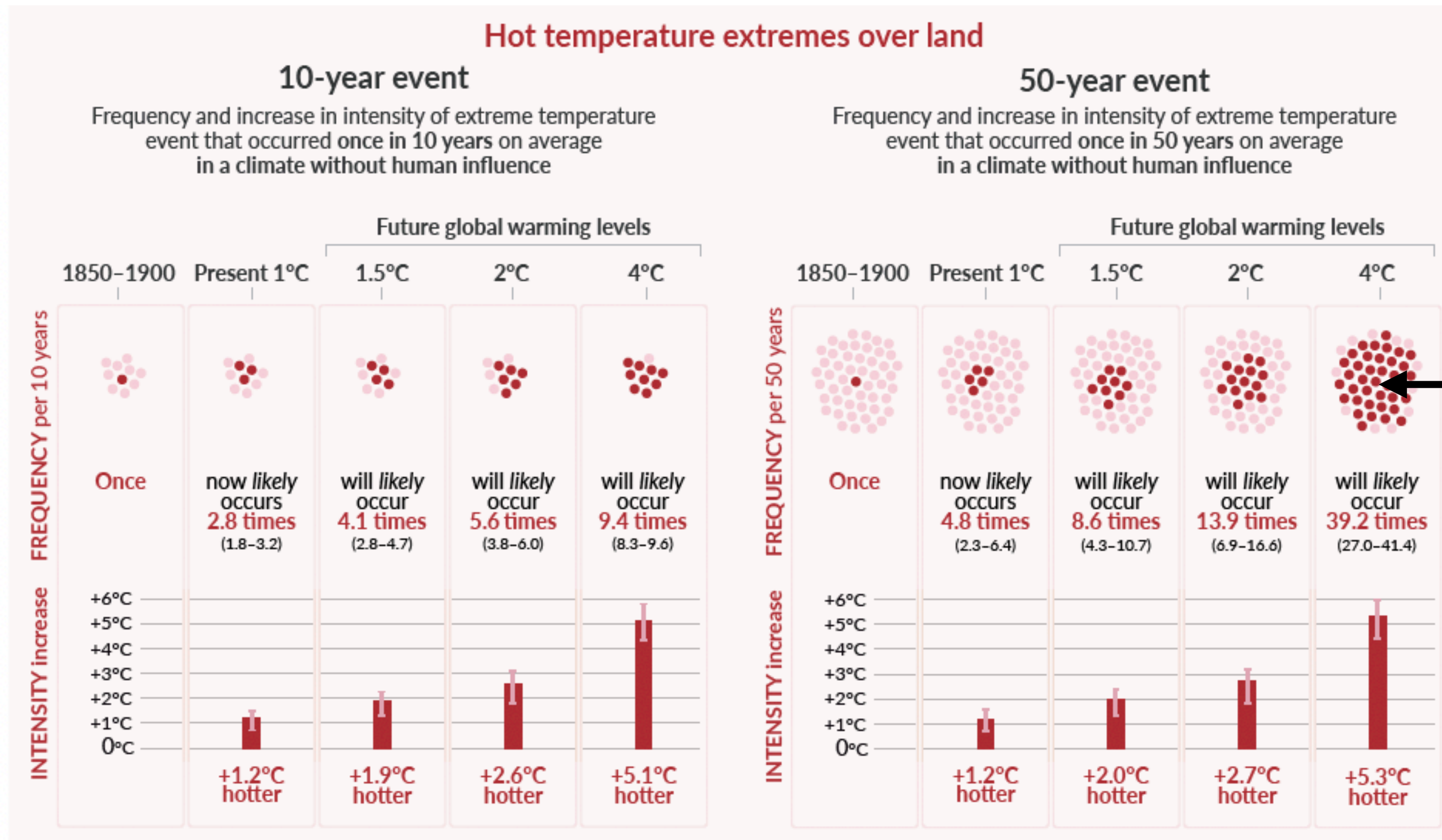
(IPCC AR6, 2021)

**שינוי בטמפרטורה**  
שמאל: שינוי בממוצע  
ימין: שינוי בטמפ' ביום  
הכי חם בשנה

**שינוי במשקעים**  
שמאל: שינוי בממוצע  
ימין: שינוי במשקעים  
ביום הכי גשום בשנה



# שינויים בתדירות אירועי קיצון של טמפרטורה

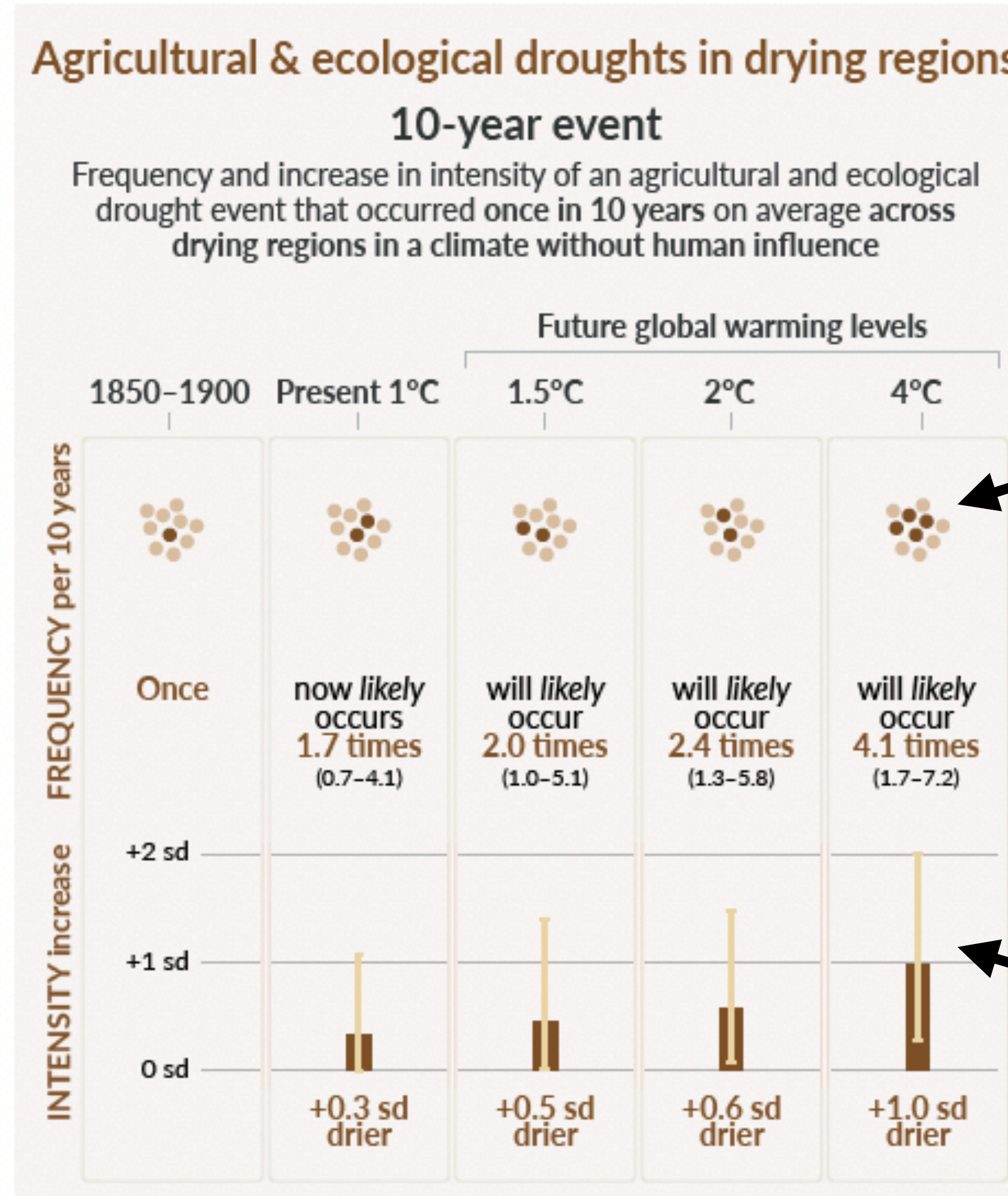
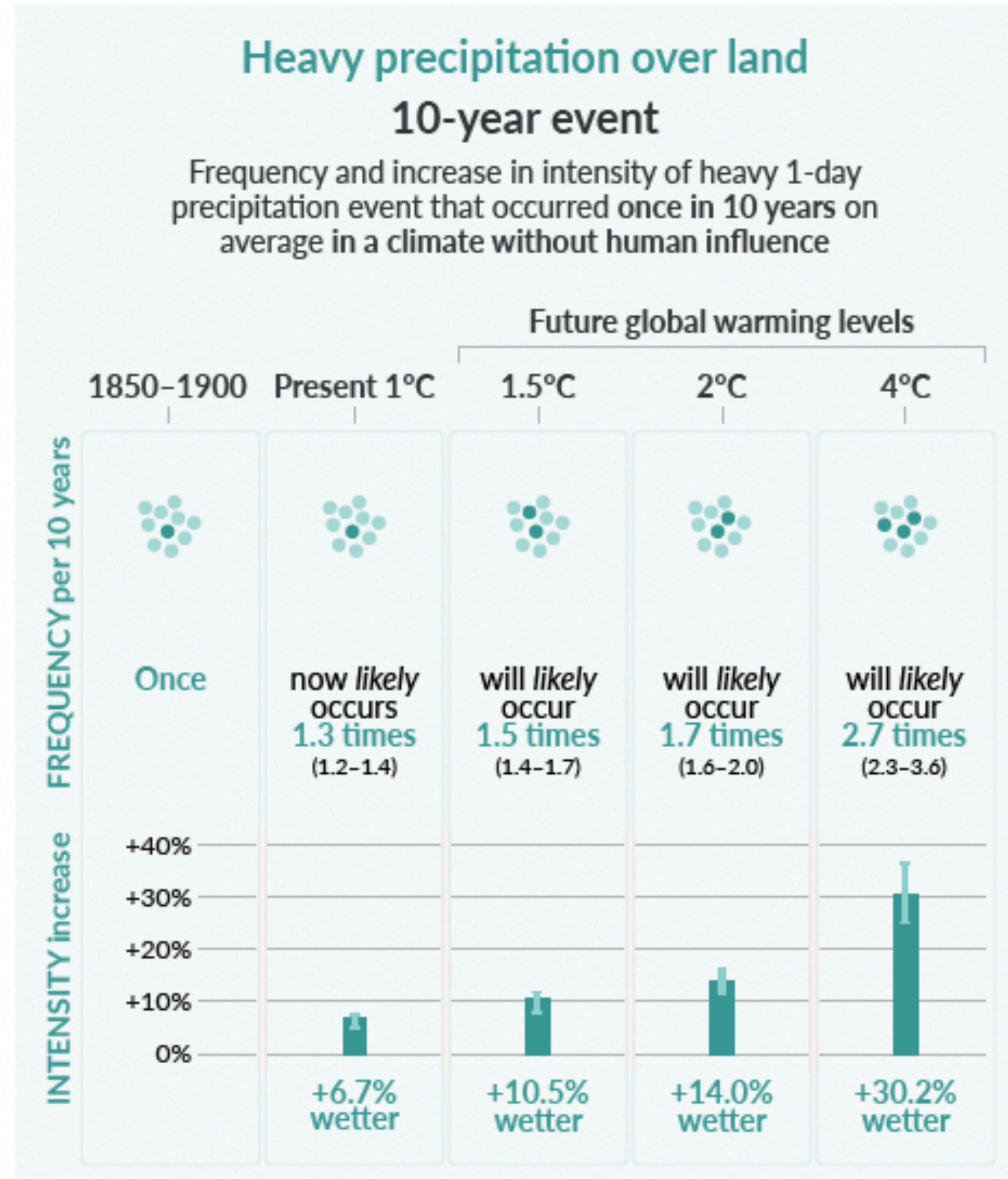


אירוע קיצון של פעם  
ב-50 שנים יהפוך  
להיות מאוד סביר  
באקלים שבו הטמפ'  
הממוצעת היא 4  
מעלות יותר

(IPCC AR6, 2021)



# שינויים בתדירות אירועי קיצון של משקעים ובצורת



אירוע בצורת של פעם  
ב-10 שנים יהפוך  
להיות אירוע של 4  
פעמים ב-10 שנים  
באקלים שבו הטמפ'  
הממוצעת היא 4  
מעלות יותר

טווח  
אי-הודאות של  
התחזית גדול

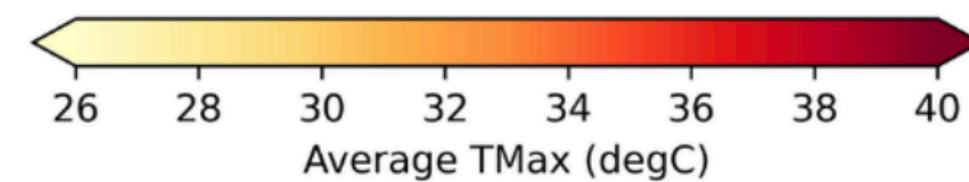
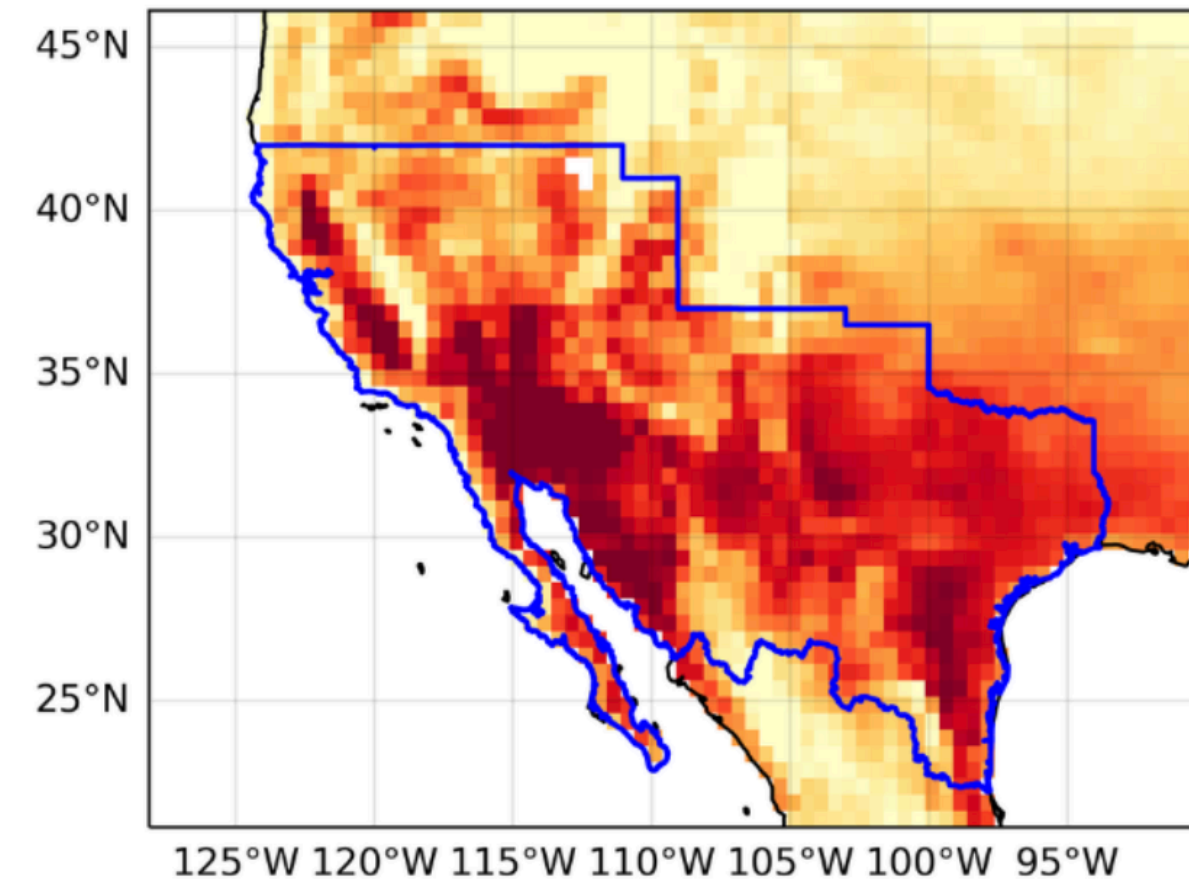
(IPCC AR6, 2021)



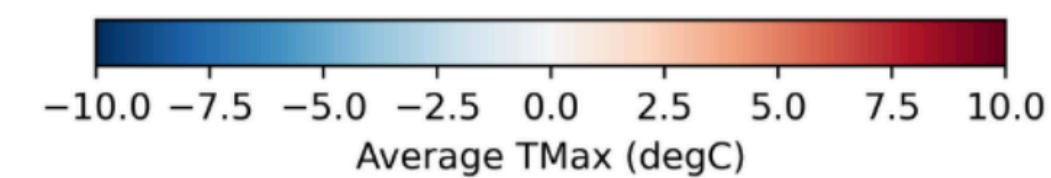
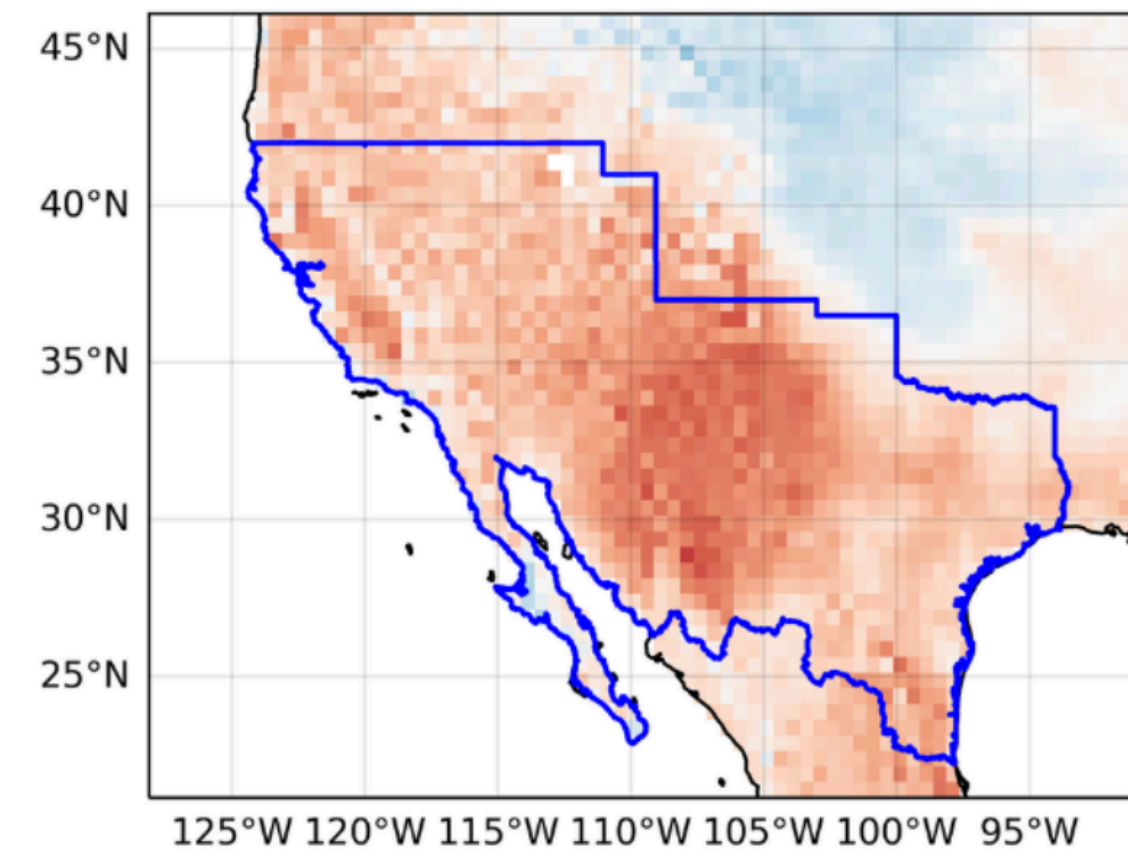
# שינוי בהסתברות לאירוע קיצון שכבר התרחש

## Region 1: USA/ Mexico

Average daily maximum temperature, July 1-18 2023



Anomaly of average daily TMax July 1-18, 2023  
w.r.t 1950-2023

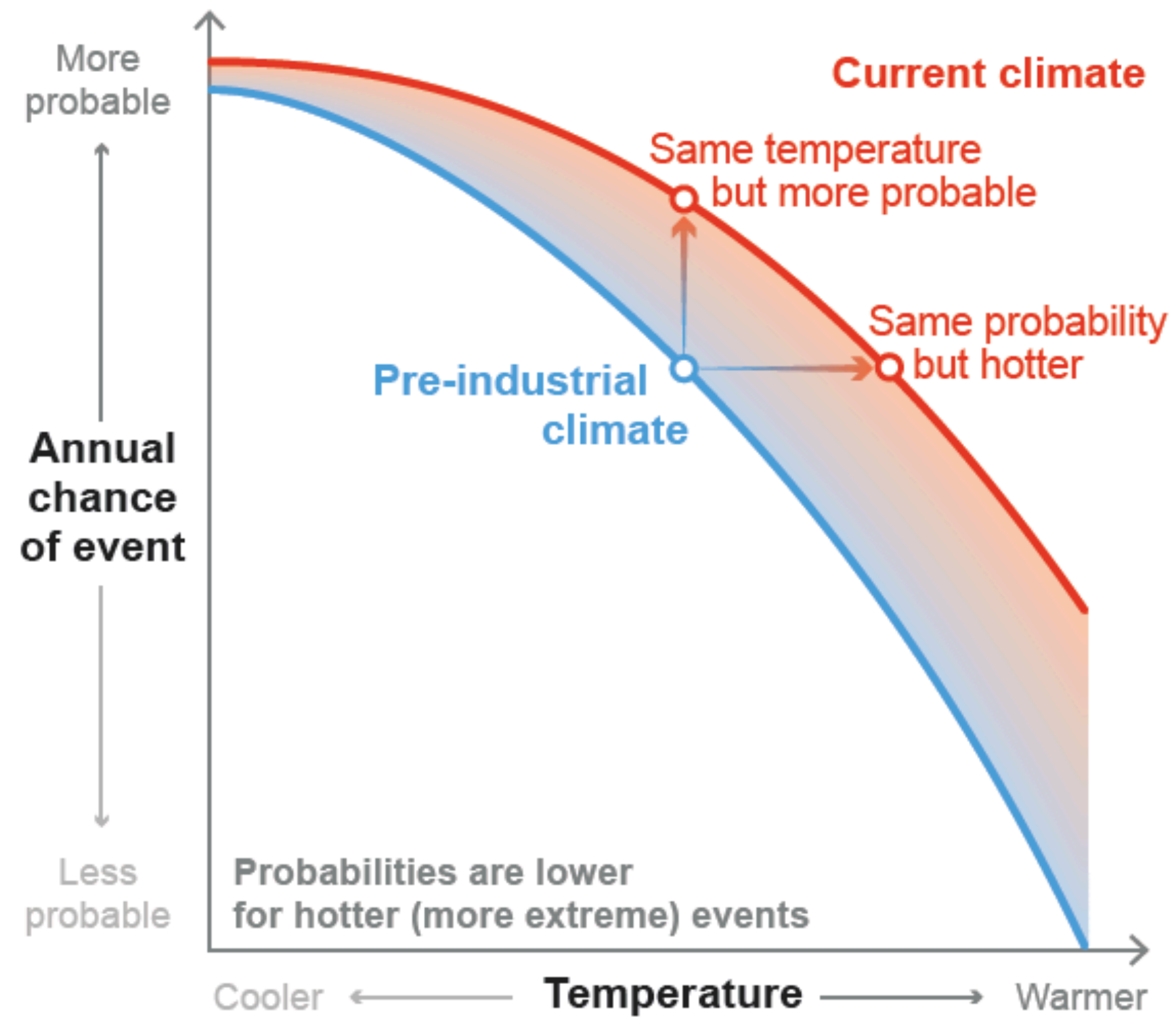


מחקר מצא ש:

- באקלים הנוכחי ארוע כזה קורה פעם ב 15 שנים
- באקלים ללא פליטת גזי חממה על ידי פעילות האדם, ארוע כזה לא היה אפשרי בטווח זמן מציאותי



# שינוי בהסתברות לאירוע קיצון של מזג האוויר



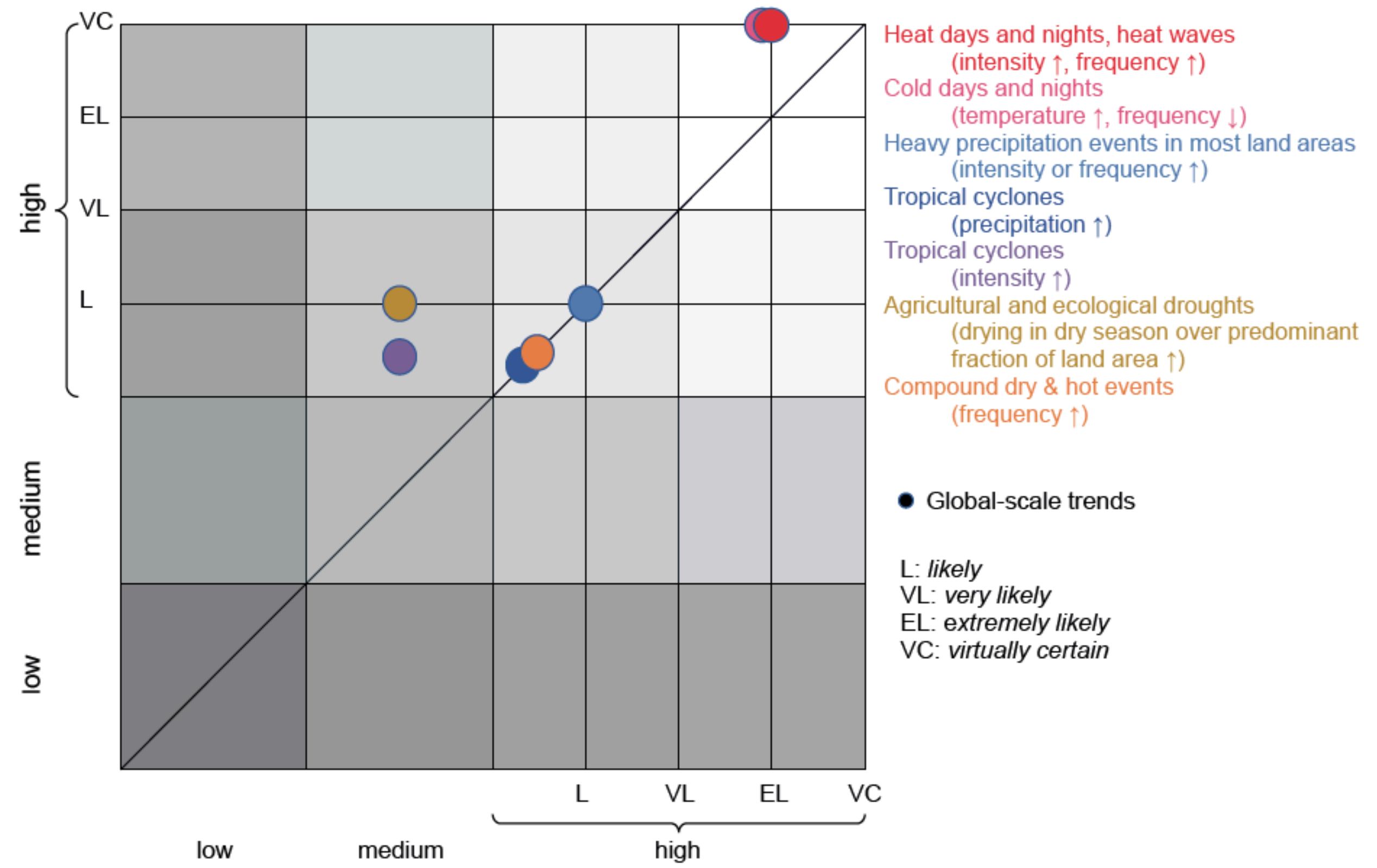
מה הסיכוי שהטמפרטורה במקום X  
בחודש Y תהיה מעל T?

באקלים שלפני המהפכה  
התעשייתית הסיכוי נמוך יותר  
מאשר באקלים הנוכחי

(IPCC AR6, 2021)

# מגמות של אירועי קיצון לפי התצפיות

רמת הוודאות של השינוי



רמת הוודאות שהשינוי הוא אנתרופוגני

(IPCC AR6, 2021)

מגמה ודאית

תדירות גלי החום ועוצמתם עלו,  
 השינוי הוא אנתרופוגני  
 ימים של קור קיצוני נהיו פחות קרים  
 ויותר נדירים

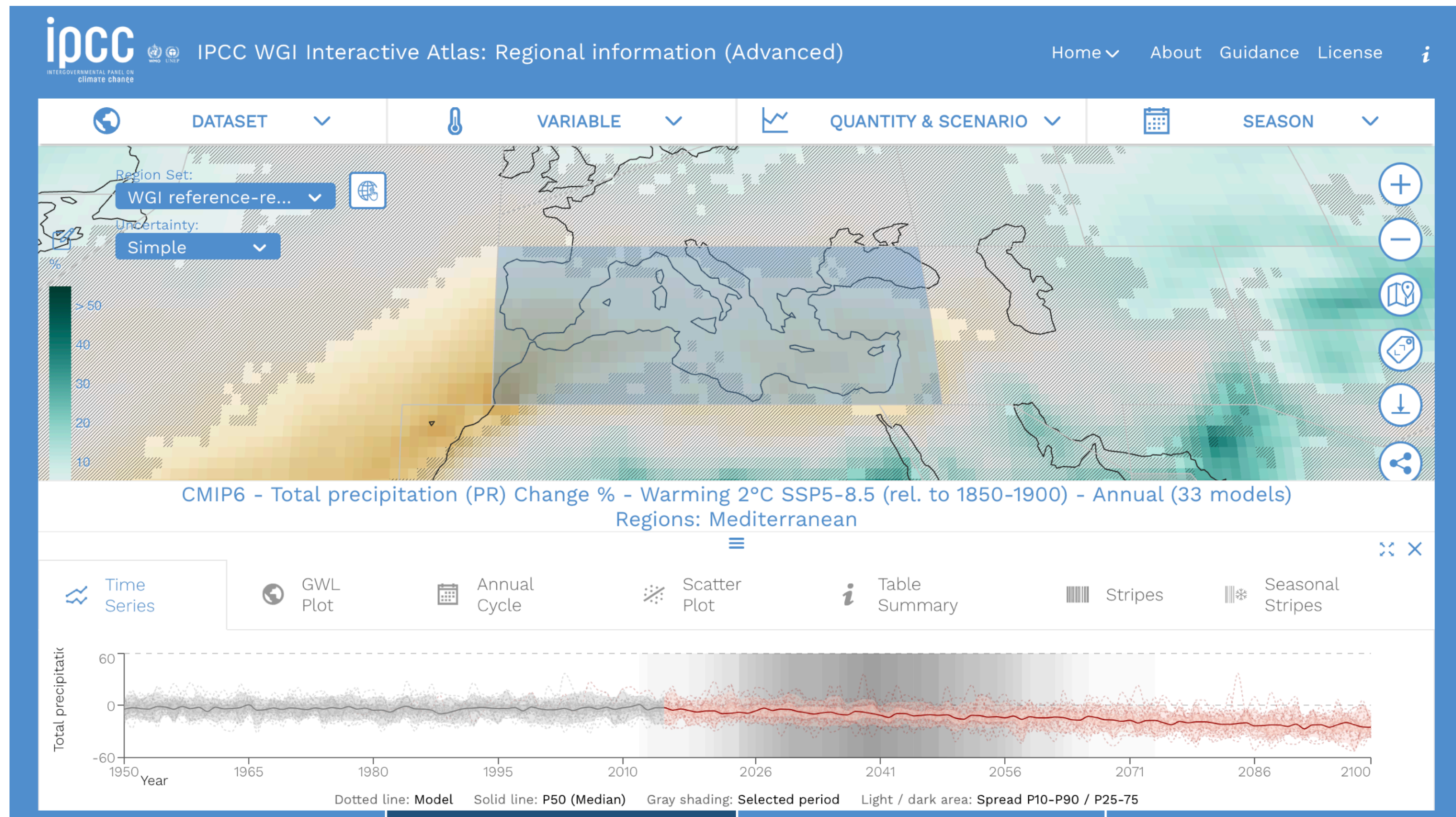
מגמה בסבירות גבוהה  
 אירועי קיצון של גשם מעל היבשה  
 התחזקו ונהיו נפוצים יותר  
 יותר גשם מסופות טרופיות  
 יותר אירועים של חום ויובש

מגמה בסבירות גבוהה, אבל  
 הודאות להשפעת האדם בינונית  
 יותר אירועי בצורת  
 עוצמת הרוח של סופות טרופיות עלתה



# מידע על שינוי אקלים מקומי

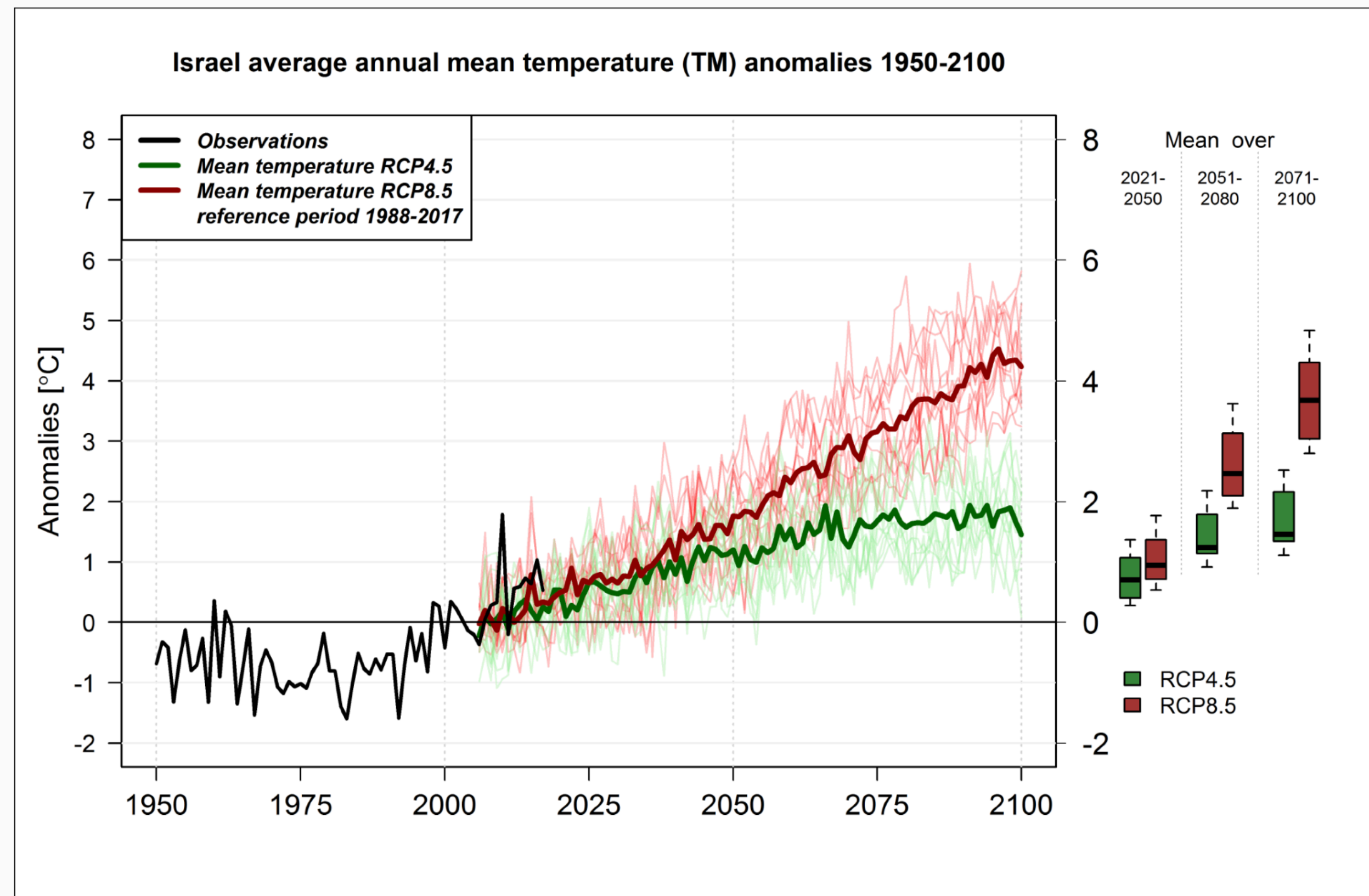
[/https://interactive-atlas.ipcc.ch](https://interactive-atlas.ipcc.ch)





# מידע על שינוי אקלים מקומי

אתר השירות המטאורולוגי: <https://ims.gov.il/he>



השינוי בטמפרטורה הממוצעת השנתית בישראל ביחס לתקופת יחוס 1988-2017. ממוצע התצפיות (בשחור), ממוצע אנסמבל המודלים עבור תרחיש RCP4.5 (בירוק בולט), ממוצע אנסמבל המודלים עבור תרחיש RCP8.5 (באדום בולט), מתוך דו"ח "מגמות השינוי בטמפרטורה בישראל, תחזיות עד 2100, (אוגוסט, 2020)

## סיכום

- מה ידוע בודאות?

עלייה בטמפרטורה הממוצעת הגלובלית

ירידה בכמות הקרח הימי באזור הקוטב הצפוני

עלייה בגובה פני הים

עלייה בכמות המשקעים והאידוי בממוצע גלובלי

שינויים מקומיים בטמפרטורה, בממוצע שנתי/עונתי

עלייה בתדירות גלי חום ובעוצמתם

בהכללה, אירועי גשם יהיו עוצמתיים יותר

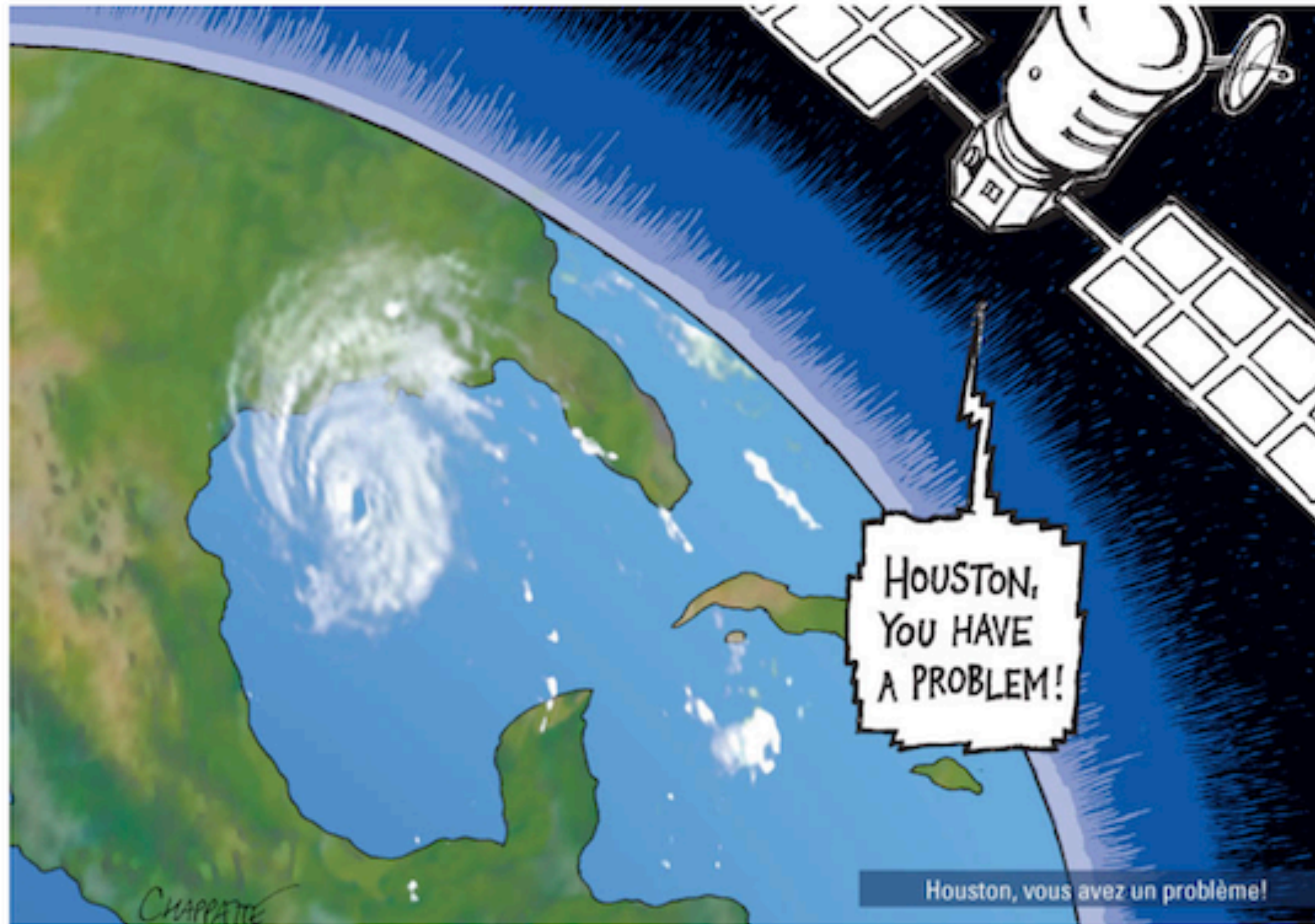
- מה לא ידוע בודאות?

שינוי מקומי במשקעים - יש תחזיות, אך רמת הודאות נמוכה ברוב האזורים

סיכון לבצורות - התחזיות לא ודאיות, פרט לאזורים מסוימים (למשל אזור הים התיכון)

שינויים באירועי קיצון - מלבד גלי חום, השינויים אינם ודאיים ברמה מקומית





**Artist:** Patrick Chappatte

**First Published:** World Meteorological Organisation Calendar