

שינוי אקלים גלובלי עם פוקוס על המזרח התיכון

פרופ' פינחס אלפרט

נושאי השיעור:

1. סקירת שינויי אקלים גלובלי עם התמקדות במזרח התיכון.
2. נקודת מבט יהודית על עניין זה – לא הגיע לדבר על זה.

1. סקירת שינויי אקלים

תוכן:

- א. שינויי אקלים גלובלי.
- ב. הפרדוקס של הים התיכון בהשוואה למה שקורה בשאר העולם.
- ג. שינויים אקלימיים.
- ד. ריצה שבוצעה בים התיכון.
- ה. בעיות הערכה במה שקורה בישראל.

הסתכלות גלובלית:

מוצג גרף שנלקח מתוך הפאנל הבינלאומי לשינוי אקלימי. הגרף לקוח מתוך סיכום הפאנל. הגרף מציג את השתנות הטמפר' החל מ-1900 דרך 2000 ועד תצפיות ל-2100. מ-1950 ישנה אי ודאות שהולכת וגדלה. לרוב בדיקות אלו מתחילות ב-1900 או 1850, התקופה בה החלה שריפה ניכרת של דלקים, והואצה בעיקר ב-20 השנים האחרונות. השיפוע של הקו עד 1960 מתון יחסית, ומ-1965 שיפוע עלית הטמפר' מואץ, ועשר השנים החמות ביותר בכל תקופה זו הן מתוך 15 השנים האחרונות.

מהשנה הנוכחית עד 2100 מוצגים 20 מודלים שונים המורצים בקבוצות מחקר חזקות. מדוע ישנן ריצות שונות (מודלים שונים): כיוון שלא ידוע מה יקרה בשנים הבאות, לא ידוע כמה פליטת פחמן דו חמצני לאטמו' תהיה בעתיד. ישראל נמצאת בקבוצת המדינות השורפות דלק רב ומשתמשות בחשמל רב, ומייצרים 6-8 טון פחמן דו חמצני בשנה לאדם.

פרוטוקול קיוטו: מחייב מדינות רבות בעולם, בנובמבר 2009 יתאספו מדינות רבות לניסוח חדש של פרוטוקול זה. בהרצת מודל גלובלי השאלה היא מה יקרה בעולם כולו, בעוד סין והודו ממשיכות להתפתח בצורה ניכרת (בסין פותחים בכל שבוע תחנת כוח!).

דוגמא לתרחיש נוראי: מודל A2, ומודל יותר גרוע: A1F1. באוני' שלנו הורץ מודל A2 ו-B2 והשפעתם בישראל. תחום הטמפר' לסוף המאה היא התחממות בין 1 ל-4 מעלות, ואם ניקח את כל מרווח אי הוודאות נגיע עד 5.8 מעלות – קטסטרופלי.

זו התחממות גלובלית ממוצעת, אך חלוקת הנטל בעולם אינה אחידה. ישנם מקומות שסובלים מעליה גבוהה יותר מהממוצע המוצע לפי המודלים. גם מבחינת גשמים: נראה כי רוב הגלובוס יקבל יותר גשם בסוף המאה. במצגת: אזורים ירוקים בצפון אירופה, סיביר, אזורים טרופיים. האזורים החמים לעומתם יקבלו פחות גשמים. בים התיכון: 10-20% ירידה בגשמים. ישראל מצויה באיזור ירידות בכמות הגשמים.

מה קורה בים התיכון:

מה שראינו הם מודלים גלובליים הרצים ברזולוציה גסה של 300-200 ק"מ. השינויים הטופוגרפיים בים התיכון מאוד חריפים, והמודלים לא יכולים לחזות בצורה עדינה את השינויים שיקרו.

מוצגת עבודה שהתפרסמה ב-2007 המנתחת 19 מודלים מכל העולם (אוסטרליה, נאסא, מודלים יפניים שאיתם השתמשו בהמשך על שום הרזולוציה הגבוהה שלהם). כאשר מתקדמים בזמן, בממוצעים של 20 שנה, רואים כי המודלים כולם מראים ירידה בגשם עד סוף המאה. החישוב נעשה על גשם פחות אידוי – כך מחושב מאזן הלחות האטמוספירית.

ריצות מודל אזורי A2 ו-B2 על 2071-2100:

מבצעים השוואות בין צקופה זו לתקופה מקבילה (בערך) במאה הקודמת.

A2: ריצה עם תרחיש חמור, תקופת הקיץ: עליה מעל ישראל בסדר גודל של 3.5-4.5 מעלות.

B2: תרחיש פחות חמור: עליה של 2.5-3 מעלות מעל ישראל.

גשם לדצמבר-ינואר-פברואר, שה"כ הגשם הנותן 60-70% מכמות הגשם השנתית בארץ (בכלל בים התיכון):

A2: ירידה של 15-75 מ"מ בכמות הגשם בארץ. זוהי ירידה של 10-20% בכמות הגשם.

B2: ישראל במצב של ירידות מעטות בכמות הגשמים.

ריצת מודל A1B 1960-2060:

ריצה זו עדיפה על כן שאינה רצה על קטעים בזמן, אלא ריצה טרנזיאנטית (רציפה). התרחיש A1B הוא תרחיש המועדף ע"י ה-IPCC האחרון, דומה ל-A2 עד 2050, ועם הנחה שבשנה זו יתחילו ירידות בפליטות CO2 כיוון שהאנושות תתחיל לפעול בסביבות 2010-2020 – שכן לוקח עשרות שנים לשינוי. לכן, אם מניחים שבשנים אלו תתחיל האנושות לנקוט באמות בפעולות ב-2050 נתחיל לראות שינוי, וזה מוצג במודל זה.

נעשה תהליך *down-scaling* סטטיסטי בו מתבססים על ריבז המקומית במעיין ברוך ועין זיוון, כדי לבצע תיקונים בריצת המודל הרצה ברזולוציה גסה יחסית - 50 ק"מ. ניתן לראות ירידה בעין זיוון למשל של כמות הגשמים, כמו גם במעיין ברוך (הנמצאת בבקעת החולה). עין זיוון (רמה"ג): ירידה מ-800 מ"מ לערך הקרוב ל-600 מ"מ – ירידה משמעותית.

נבדק *7-day dry spells*: תקופות יובש בתקופת החורף. בתקופה הנוכחית עומדים על 12 פרקים כאלו בחורף, והמספר גדל ל-14.
נבדק *3-day wet spells*: ב-1970 עמד על 12 פרקים של שלושה ימי גשם רצופים באזור עין זיוון. כיום כבר היתה ירידה וצפויה ירידה נוספת.

הפרדוקס של הים התיכון:

הים התיכון מיוחד בכך שגלובלית כמעט כל המודלים מסכימים על ירידה בגשמים פרדוקס נוסף: למרות הירידה בגשמים, תהיה עליה בגשמים כבדים. עליה זו אינה סינגיפיקנטית באזור ישראל אך כן במרכז ומערב הים התיכון. כיצד יתכן פרדוקס זה? הסיבה לכך, לפי *IPCC* הקודם מ-2001, היא שינוי בהתפלגות הטמפרטורה.

נניח התפלגות הגשמים היא נורמלית. שינויים צפויים למשל: עליה בשונות – עליה בימים קיצוניים חמים וקרים; אופציה נוספת – עליה בממוצע; אופציה שלישית – עליה בממוצע ובשונות; לגבי הגשם ישנה אופציה רביעית שלא מופיע ב-*IPCC*, והיא: ירידה בממוצע ועליה בשונות. לפי אופציה זו, זה אומר שגם ההתפלגות תזוז שמאלה וגם תתרחב כל כך עד שנקבל עליה בגשמים כבדים. הבהרה: צירי ההתפלגות הם שכיחות מול טמפ' או גשם (הבהרה: אם טמפ', תהיה עליה – תזוזה ימינה, אם גשם ירידה ולכן תזוזה שמאלה).

נספרו מספר הימים שיש בכל קטגוריה של מ"מ גשם ליום: 0-4 (גשם קל), 4-16, 16-32, 32-64 (גשם כבד), 64-128 (גשם שיטפוני), ומעל 128. הסקאלה אקפוננציאלית בגלל אופן התנהגות הגשם. נבדקו בספרד, איטליה וצרפת, כמה אחוזים תורמת כל קטגוריה לגשם השנתי. נראה כי ישנה עליה בקצוות – ימי הגשם החלש / חזק, והקטגוריות האמצעיות בירידה. *C1, C2* – האמצעיות – תורמות 50-60%, וזה בירידה. הקטגוריות בקצוות בעליה. בספרד ובאיטליה הגשם הטוטאלי יורד. בישראל זה לא סינגיפיקנטי, אך נראית עליה ב-*C1, C2* וירידה ב-*A, B* (ימי גשם חלש יותר). אין מגמה סינגיפיקנטית בישראל.

מסקנה: סה"כ כמות הגשם יורדת בעוד ימי גשם קיצוניים במגמת עליה וזאת בשל שינוי בהתפלגות הגשם כמעט בכל מקום נראה כי הגשם הכבד הולך במגמה יותר מאשר הממוצע. כלומר הקיצוניות הולכת באותו כיוון הממוצע – היכן שהגשמים יורדים, גם הקיצוניים יורדים. היכן שיש עליה – גם הקיצוניים בעליה. עם זאת ישנם אזורים שדווקא היחס הפוך – ירידה בגשמים אך עליה בגשמים קיצוניים, כמו הים התיכון.

מגמות אקלימיות:

נבדק המזרח התיכון והקרוב. נראה כי ישנה עליה חזקה בטמפ' המינימום.

מה קורה בישראל:

נבדק האם ישנה תקופה ארוכה רצופה של ימים חמים/קרים. ב-75-48 נראים רצפים פחות ארוכים מאשר ב-2002-76. כלומר, תדירות ושכיחות *heat waves* גדלה, ומשכם עליה. נזקים של תקופות אלו גדולים מאוד.

במצגת ישנו גרף של התפלגות הטמפ' בישראל בתקופות הנ"ל: עליה בממוצע ושינוי בהתפלגות.

מגמות בגשם בים התיכון:

בגשם לעומת זאת אין מגמה ברורה בשינויים. ישנה תנועה רבה ב כמויות הגשם באזור. בהשוואה של תקופות 79-31 ל-80-2002: במזרח התיכון אין מגמתיות, אך בשאר הים התיכון יש מגמה של ירידות של אף 40-50% (ספרד, איטליה, תורכיה). האזורים המסומנים במצגת בצבע הם מובהקים מבחינת מגמתיות השינוי.

אזור הקשת הפורה: מוצגת השוואה בין מודלים של ה-*IPCC* לתצפיות וריצה ברזולוציה של 20 ק"מ (שהורצה בארץ). הצפי לעתיד לסוף המאה הנוכחית: לפי תרחיש חמור מקבלים ירידה דראסטית.

הירידה מתבטאת גם בזרימה הנהרות: פרת, ירדן, ונהר נוסף. התרחיש החמור צופה שהירדן כמעט יעלם. בתרחיש הבינוני – ירידה של עד 80% בירדן.

DownScaling ותוצאותיו לגבי ישראל:

במשך 30 שנה היו רק 6 ימים בהם מעל 70 מ"מ מעל הר כנען. ישנו שינוי בגידול של מספר הימים של גשם כבד.

Downscaling לתחנות שונות לכמויות שנתיות: הצפי כמעט לכל התחנות הוא ירידות בגשמים לסוף המאה הזו. סטיית התקן תגדל. סה"כ: הערך הממוצע יורד בעוד השונות עולה.

סיכום: להשלים מהמצגת את השקף המציג 3 נקודות המתייחסות לאזור הקשת הפורה, הפרת והירדן.