



הריסות קבר יונה במוסול

**כך מממנים טרור, וזה
העתיד הלא־מזהיר
שמצפה לפליטים**

אירופה לא מחכה להם

שיטות המימון של דאעש נחשפות
בעדויות של פליטים - גביית מסים,
דמי חסות, כופר, שוד, ביזה ומכירת
נפט בזול | גורל הפליטים שברחו
ממוסול ומא־ראקה אינו מזהיר:
תואר במינהל עסקים או במשפטים
מדמשק אינם מספיקים בגרמניה
| **גד ליאור** פגש בגרמניה את
הפליטים מעיראק ומסוריה

| מאת גד ליאור, גרמניה |

ארגון הטרור דאעש שלט במשך שנים אחדות על חלקים נרחבים בסוריה ובעיראק, עד שמוגר כמעט כליל על ידי כוחות הברית שפעלו נגדו רק לאחר שהתעצם. בחודשים האחרונים פגשתי שני פליטים מהערים שהיו לבירות דאעש בעיראק ובסוריה, מוסול וא־ראקה. ניתן היה ללמוד מהשניים, הן כיצד פועל כלכלית ארגון טרור שמנסה להקים מדינה, והן מה עולה בגורלם של פליטים אשר נקלטים במדינות אחרות, ובעצם אינם יכולים להמשיך לעסוק שם במקצועם.



ירו למוות באיש שישב ליד הקופה, פרצו אותה, גנבו את הכסף וחטפו שתיים מהעובדות, שעוד באותו לילה נאנסו באכזריות, ואחת מהן נרצחה בבוקר הבא". את מוחמד פגשתי בעיר קלן במרכז גרמניה, שנה לאחר שנמלט ממוסול, שם איבד רבים מבני משפחתו, בהם את אחד מארבעת אחיו, את דודו, ואת בעליו של הסופרמרקט. את אחת מאחיותיו עינו אנשי דאעש קשות, ובמשך שנה לא היה למשפחה קשר עמה, עד ששחררה כשהיא למעשה חולת נפש. לקלן הגיע בגפו,

מוחמד, בוגר לימודי מינהל עסקים באוניברסיטת בגדד, ניהל בעיר מוסול שבעיראק מרכול ענק וגם חברת ביטוח. בתוך יומיים בחודש יוני 2014 נכבשה מוסול על ידי דאעש. מוחמד זכר את הטרוריסטים הראשונים שנסעו ברחובות העיר בטנדרים חדישים, מנופפים בנשקם, יורים באוויר, וזורעים הרס ופחד בכל רחבי העיר השנייה בגודלה בעיראק. "שלושה ימים אחרי שהטרוריסטים האלה הגיעו לעיר שלנו, הם נכנסו לסופרמרקט שלי, לקחו, בעצם גנבו, כל מה שרק רצו,



**תחקיר שפרסם
המגזין "פורבס"
גילה, כי מימון
דאעש נעשה
באמצעות סחר
בנפט, גביית דמי
חסות, גביית מסים
בשיעורים גבוהים,
ביצוע חטיפות של
אנשים ושחרורם
תמורת כופר, מעשי
ביזה בחנויות, ושוד
של בנקים. הכנסות
הארגון הגיעו
ל-2-3 מיליארד
דולרים בשנה**

אחרי שנמלט ממוסול, ימים אחדים לאחר שסולק מהסופרמרקט, וכל רכושו נגנב וביתו הוצת.

מוחמד, שלמד מינהל עסקים בבגדד, הבין מהר מאוד כיצד הטרוריסטים של דאעש מנהלים את מדינת ההלכה שניסו להקים: "הם בהחלט לא היו אנשים טיפשים. הם מימנו את פעילותם הטרוריסטית ואת ההשתלטות על שטחים נרחבים בעיראק, הן מכספי תרומות שקיבלו מעשירי הנסיכויות במפרץ הפרסי והן מהשתלטות על בארות הנפט ומכירתן למדינות שונות, במחירים זולים יותר ממחיר הנפט בשוקי העולם".

במוסול חטפו אנשי דאעש אחדים מעשירי העיר, בהם אחד מדודיו של מוחמד: "הם דרשו 100 אלף דולר כדי לשחררו בחיים. מאיפה נביא 100 אלף דולר? כעבור שבוע הם השליכו את גופתו ברחוב".

הטרוריסטים לקחו הכל וגבו דמי חסות

לדברי מוחמד, שלא היה נשוי, ולדבריו, "התברר שטוב שכך, אחרת הייתי בוכה הרבה יותר", כבר אז הוא הבין שעליו להימלט ממוסול, אולם מחיר ההברחה מהעיר היה גבוה מהכסף שהיה ברשותו. "אנשי דאעש באו כל הזמן לסופרמרקט, לקחו כל מצרך שרק רצו, ודרשו דמי חסות באופן קבוע, בין 500 ל-1,000 דולר בשבוע. כל הכסף שלי הגיע לכיסים של הטרוריסטים האלה".

תחקיר שפירסם המגזין "פורבס" גילה, כי מימון פעילות דאעש אכן נעשה באמצעות תרומות ענק של תומכי הארגון העשירים, סחר בנפט, גביית דמי חסות, גביית מסים בשיעורים גבוהים, ביצוע חטיפות של אנשים ושחרורם תמורת כופר, מעשי ביזה בחנויות, ושוד של בנקים. הכנסות הארגון הגיעו ל-2-3 מיליארד דולרים בשנה, במשך ארבע שנות קיומה של מדינת דאעש בחלקים של עיראק וסוריה.

לכל דבר היה ערך כספי אצל הטרוריסטים של דאעש, הסביר לנו מוחמד. "ארגון טרור לא שווה כלום בלי דולרים", כך מנתח מוחמד את השתלטות דאעש על שטחים נרחבים בעיראק ובסוריה.

כאשר צפה מוחמד במוסול במכירת ילדות בנות 10-12 כשפחות, תמורת כ-500 דולר לילדה, ולאחר שראה קרובים וחברים נרצחים, החליט לעזוב בכל מחיר את עיראק. וגם כאן הכל התחיל ונגמר בכסף.

במחיר של 5,000 דולר, שנתן בידי מבריחים, חלקם מתומכי דאעש, הצליח להימלט מעיראק, להגיע לטורקיה, ומשם לגרמניה, שבה קיבל מקלט מדיני, כפליט, בעדיפות גבוהה.

"הבעיה שלי היא שאני כבר שנה כאן ולא עושה כלום", סיפר לי מוחמד בבית קפה קטן במדרחוב של העיר קלן. "אוסרים עלי לעבוד, אין לי תעודות על השכלתי באוניברסיטת בגדד, וגם כשהיו לי, אם אשיג את הניירות, לא מכירים בלימודי מינהל עסקים בבגדד לצורך עבודה בתחום בגרמניה. אני מתגעגע לעיר שלי וכמובן לקרובים, אבל אין לי כסף להגיע לשם, ואני מנסה בימים אלה לעזור לאחים ולקרובים נוספים שלי להגיע לגרמניה, אבל גם להם קשה מאוד לעזוב את העיר שבה חיה המשפחה יותר ממאה שנים, והגרמנים כבר פחות פתוחים לקבל פליטים מעיראק ומסוריה. הכל קשור בפוליטיקה".

עיסאם היה עורך דין מצליח בעיר הסורית א-ראקה. נשוי לשתי נשים ואב ל-10 ילדים, חמישה מכל אחת מהנשים. חייו היו טובים, והוא נחשב אפילו לאחד מהאמידים בעיר. עיסאם ניהל משרד מצליח של עורכי דין בעיר המחוז הגדולה שבצפון סוריה. הוא התגורר עם משפחתו הענפה באחד הבתים היפים בעיר, בשטח של 300 מ"ר, עם גן יפה. חייו היו טובים ומוצלחים. "לא יכולתי לשאוף ליותר. היה לנו כל מה שרק רצינו. עבדתי קשה, אבל היה שכר לעמלי", סיפר לי עיסאם, כאשר דמעות זולגות מעיניו.

עם פרוץ מלחמת האזרחים בסוריה הצטרף עורך הדין, בשנות הארבעים לחייו, למורדים נגד אסד, לא כלוחם, אלא כמסייע לכוחות. "שנאתי את הנשיא המושחת והרשע הזה, בשאר אסד. הוא דירדר את המדינה אל פי התהום, התעלל בתושבי סוריה. היה דיקטטור מהגרוועים בעולם, וגם נמנע מלעשות שלום עם המדינה החשובה ביותר באזור, ישראל".

צעיר ישראלי ויהודי שווייצרי בא-ראקה

כמתנגד למשטר אסד ולכוחות מורדים של ארגוני טרור, כמו אל-קעידה, סיע עיסאם בין השאר ללוחמי החופש בביתו, ואף אירח בוויולה המרווחת שלו באופן קבוע את המסייעים למורדים, בעיקר אנשי רפואה



צבא דאעש הצטייד במאות ג'יפים, טנדרים ומשאיות, רובם כלי רכב חדשים, שהטרוריסטים גנבו או שילמו עליהם בכספי כופר, שוד ומסים שבזזו מתושבי הערים שכבשו | צילום: Reuters News Agency

**"שלושה ימים אחרי
שהטרוריסטים
האלה הגיעו
למוסול, הם נכנסו
לסופרמרקט שלי,
לקחו, בעצם גנבו,
כל מה שרק רצו,
פרצו את הכספת
וחטפו שתיים
מהעובדות"**

אסד, ואחר כך גם לנרדף בידי ארגוני הטרוריסטים למיניהם", מעיד עיסאם.

ואז הגיע דאעש.

ביום אחד נחרבו חיי משפחתו של עיסאם, שכבר היה בדרכו להימלט מסוריה. דודו הרופא ודוד נוסף, בנקאי, נרצחו. אחת משתי נשותיו מתה עוד קודם לכן, ועיסאם אינו מרחיב על כך את הדיבור. לנגד עיניו ועיני בני משפחתו בוצעו מעשי זוועה נוראיים בא-ראקה עוד ערב בואם של אנשי דאעש. אלה רק גברו לאחר שעיסאם ומשפחתו הצליחו לברוח מהעיר שהפכה לבירת ארגון דאעש למשך קרוב לארבע שנים. "כל יום בוצעו מעשים שאני לא מצליח להבין איך בני אדם מסוגלים לעשותם. ילדות ונשים נאנסו שוב ושוב על ידי עשרות טרוריסטים. ילדים נרצחו באכזריות, מתנגדי

וכוחות הומניטריים. הוא אף סייע להם כלכלית ובאספקת מזון ובגדים.

עיסאם, שאותו פגשתי במסעדה טורקית בעיר וויסבאדן, היה מוכן לגלות לי, כי בין המתגוררים בביתו זמן מה היה גם נ', צעיר ישראלי שהצטרף לארגון הומניטרי. "אני לא רוצה לומר את שמו המלא. הוא לא מרשה לי. הוא עזר לכוחות החופש. אילו הטרוריסטים ידעו שיש ישראלי בביתי, הם היו עושים הכל לתפוס אותו. הבחור הזה הסתכן מאוד בעצם שהייתו בא-ראקה תקופה לא קצרה".

בין המסייעים האחרים למורדים נגד אסד שגרו בביתו של עיסאם בזמן המלחמה היה גם צעיר שווייצרי יהודי, חבר ארגון צדקה בינלאומי. "דאגתי להם ועזרתי, וכך הפכתי מהר מאוד לאויב המשטר ולמטרה לחיילי



שתי דירות קטנות במייניץ ל-31 נפשות

לפני שנים אחדות, בדרך לא דרך, ולאחר שברח תחילה לטורקיה, הגיע עיסאם לגרמניה, יחד עם אשתו האחת שנותרה בחיים, ועם עשרת ילדיו ואחותו. בגרמניה הופנה עיסאם לעיר מייניץ, בדרום-מערב המדינה, והוכר כמבקש מקלט פוליטי, מהדרגה הגבוהה ביותר. במייניץ, מהערים היפות בגרמניה, הועמדה לרשותו דירה בת ארבעה חדרים. אחותו קיבלה דירה קטנה בת שני חדרים.

פגשתי את עיסאם לפני זמן מה בגרמניה, יחד עם טינה זיטמן, עורכת בכירה ב-SWR (זוד דויטשה רונדפונק), תחנת הרדיו של דרום-מערב גרמניה. העיתונאית אימצה את עיסאם ואת בני משפחתו מיד לאחר בואה של המשפחה לגרמניה, כפי שעשו גרמנים רבים, והיא מסייעת לה. "כואב לי מאוד לראות לנגד עיני עד כמה המלחמה בסוריה הפכה משפחה שלמה לקורבן הטרור והרוע בארץ האומללה הזאת", היא אומרת. "מדובר כאן במשפחה ובאב למופת. אנשים טובים שהגורל התאכזר אליהם. פתאום, בלי שעשו דבר רע אחד בעולם הזה, נחרב כל עולמם. בני משפחה נרצחו, הבית נהרס. הילדים עברו טראומה נוראית. לא נשאר למשפחה כלום בעיר מולדתה, א־ראקה. בכיתי לא פעם אחת בגלל הסיפורים הנוראיים ששמעתי מעיסאם ומבני המשפחה".

"בעיני ישראל היא לא האויב"

זה מצבה הנוכחי של משפחת פליטים, שספק אם תשוב אי פעם לסוריה: בגרמניה אין מכירים בלימודיו ובתעודותיו של עיסאם כמשפטן, ונאסר עליו לעבוד במקצועו. אחת מבנותיו נישאה לפליט סורי. את שאר תשעת ילדיו שיכן בדירתו ובדירת אחותו. תשעה ילדים, אבא, אמא, ואחות בשתי דירות קטנות, לעומת הווילה היפהפייה שהייתה נחלת המשפחה בעיר א־ראקה, בימיה הטובים.

"איך החיים כאן?", חזר עיסאם על שאלתי, "ברור שיותר טובים ממה שקרה בא־ראקה. אבל ביתי היה שם, כל חיי, בית מידות בשטח של 300 מטרים רבועים. גן יפה. חיים נהדרים. אושר אמיתי. והכל נחרב, נהרס, מת. הלוואי שיכולתי לחזור למולדתי. אני מאוד מודה



בגרמניה אין מכירים בלימודי מינהל העסקים של מוחמד ובלימודי המשפטים של עיסאם. "אני מאוד מודה לגרמניה על שקלטה אותי ואת משפחתי ונתנה לנו מקלט. אבל איזה עתיד יש לבן אדם שלא יכול לעבוד במקצוע שרכש ושהוא אוהב"

באדיבות: ג'ד ליאור

דאעש הוצאו להורג בתלייה ובירי. כל בתי העסק נשדדו ונבזזו. בזמן הופצצו בתי העיר, שהייתה אחת היפות בצפון סוריה, שוב ושוב ממטוסי חיל האוויר של הרודן אסד ובעלי בריתו".

והוא ממשיך: "העיר א־ראקה הפכה בתוך חודשים ספורים לעיי חורבות, בלי חשמל, בלי מים, בלי גז. גם בית החולים הופצץ פעמים אחדות מהאוויר. מה אכפת לאסד, טרוריסט בעצמו, ממאות פצועים וחולים, נשים וילדים, שאושפזו בבית החולים. רבים מהם נהרגו בהפצצות. אפילו במלחמות הקשות בעולם נמנעו כמעט תמיד הכוחות הלוחמים מהפצצת בתי חולים. אני יודע שגם ישראל לא הפציצה בתי חולים בלבנון ובעזה בזמן מלחמה וקרבות".

עיסאם, שהיה מראשי המתנגדים לשלטון אסד ולארגוני הטרור השונים כאחד, הבין שיקשה עליו להגן על משפחתו בעיר שהפכה לאם הזוועות שביצעו בה אנשי אסד, ואחר כך, כאשר כבר הצליח להימלט, גם חיילי ארגון הטרור הרצחני של המדינה האיסלאמית.



עיסאם היה עורך דין מצליח בא-ראקה. הוא התגורר עם משפחתו הענפה באחד הבתים היפים בעיר, בשטח של 300 מ"ר, עם גן יפה. חייו היו טובים ומצליחים. עד שהגיעו הטרוריסטים לעיר

"דאעש מימנו את פעילותם הטרוריסטית ואת ההשתלטות על שטחים נרחבים בעיראק, הן מכספי תרומות מהנסיכויות והן מהשתלטות על בארות הנפט ומכירתו למדינות שונות בזול"

אסד וארגוני הטרור הנוראיים הם האויבים האמיתיים של סוריה מולדתי. הייתי מאוד רוצה לבקר בישראל. זה ירגש אותי מאוד. אבל אני יודע שלמדינה היהודית יהיה קשה מאוד לקבל תייר שהוא אזרח סורי, שחי רוב חייו בא-ראקה, עיר שעלתה לצערנו לכותרות בנסיבות מאוד לא נעימות."

ומה לדעתך יקרה עכשיו בעירך, א-ראקה?
"משחררי העיר אלה לא חיילים ישראלים שכבשו את העיר מידי דאעש. מדובר בקבוצות של מיליציות כורדיות, לוחמי חופש, וגם חיילי אסד נמצאים באזור. אלה לא יציגי מפלגה דמוקרטית, כמו שיש בישראל, אלא עוד קבוצות של אנשים שאין לבטוח בהם. הם כבר באים חשבון עם מי שלא מוצאים חן בעיניהם. לא כל תושבי א-ראקה רוקדים וצוהלים נוכח השחרור מדאעש. הם רצו כמובן להיפטר מהטרוריסטים הרוצחים האיומים האלה, אבל שקט לא יהיה בעיר גם עכשיו, ועוד צפויים שם קרבות בין מיליציות לבין חיילי אסד. ואם יש מי שאיני בוטח בהם בכלל, אלה הם חיילי אסד, שביצעו כבר זוועות לרוב בכל רחבי סוריה. לצערי, עתידה של מדינתנו האהובה מאוד מדאיג. שלום ושגשוג לא יהיו בה עוד שנים רבות."

לגרמניה על שקלטה אותי ואת משפחתי ונתנה לנו מקלט, אבל כאן לא אוכל לעבוד במקצועי, ולמרות התמיכה בנו אנחנו מתגעגעים לארצנו השסועה וההרוסה. שם מקומנו האמיתי. איזה עתיד יש לבן אדם שלא יכול לעבוד במקצוע שרכש ושהוא אוהב, שנמצא הרחק מחלק ממשפחתו, שנותרה בעיר ההרוסה, ומעמו האהוב?"

ומה דעתך על ישראל?
"כאשר העיתונאית, חברת המשפחה, טינה, הציעה לי להיפגש אתך, עיתונאי ישראלי, שמחתי מאוד. אני מעריץ את מדינת ישראל כבר שנים רבות. עקבתי שנים אחרי מה שקורה במדינה השכנה. האמת - קינאתי בכם. דמוקרטיה אמיתית, מערכת משפט לתפארת, רפואה נהדרת, היי-טק מהמתקדמים בעולם. אני מוקיר את העובדה שעיתונאי ישראלי מגלה בנו עניין וחרד לגורלנו. אני יודע כמה אתם עוזרים לפצועים סורים ומטפלים בהם במסירות. עזרתם גם לארגוני הצדקה הפועלים בסוריה, ואפילו הברחתם אותם דרך ארצכם. ישראל התגלתה כצדיקה היחידה באזור.
"אלה אויבים? אלה ידידי אמת. שמעתי גם על מחוות הומניטריות אחרות. בעיני אתם לא האויב."



מימין: עיסאם, עורך דין פליט מא-ראקה, שזכה למעמד מהגר פוליטי בר הגנה בעיר מיינץ בגרמניה, טינה זיטמן, עורכת יומנים בכירה בערוץ השידור הגרמני swr (זוד דויטשה צייטונג) והכותב | באדיבות: גד ליאור



ההתחממות הגלובלית:
האמנם רק התחממות או מהפך אקלימי כולל?

מזג האוויר השתגע?



כולנו חשים זאת כאן בארץ וברחבי העולם: הקיץ חם יותר, החורף מתקצר, אך לעומת זאת סופות קשות מכות באזורים השונים | משקעים שיורדים לפתע בחוזקה בחודש יוני לעומת חורף שחון למדי ושנים של חוסר בגשמים | התחזיות מדברות על התחממות באזורים מסוימים שתקשה על החקלאים לעבד את השדות במשך חודשים | ויש גם אזור מסוים שדווקא נרשמת בו התקררות לאחרונה | **ד"ר ברוך זיו**, מהמומחים המובילים בחקר מזג האוויר, מנתח את מצב האקלים בעולם ואת התחזיות לעתיד, ומנסה לענות על השאלה שבכותרת: האם מזג האוויר בעולם השתגע?

| מאת ד"ר ברוך זיו |

לממוצע 2000 השנים האחרונות, ויותר ממעלה מזה של המאה ה-19.

בעוד המדענים מתלבטים בשאלה אם תהליך ההתחממות אמיתי, הגיעו ממצאים שניפצו את האשליות, והעידו על שינויים בקנה־מידה גלובלי. הבולט שבהם הוא הפשרת קרחוני הקוטב הצפוני, שהצטמצם כדי מחצית משטחו בתוך כ־30 שנה (ראו איור 2).

במשך מאות שנים רבות הייתה טמפרטורת האוויר בכדור הארץ יציבה, למעט תנודות בשיעור של כרבע מעלה ומטה (ראו איור 1). במאה ה-20 התרחשו שני תהליכים משמעותיים שיש קשר ביניהם. האחד הוא עלייה בריכוזם של הפחמן הדו־חמצני ושל המתאן, הידועים כגזי חממה, מושג שיוסבר בהמשך. השני הוא התחממות בשיעור של יותר מחצי מעלה ביחס

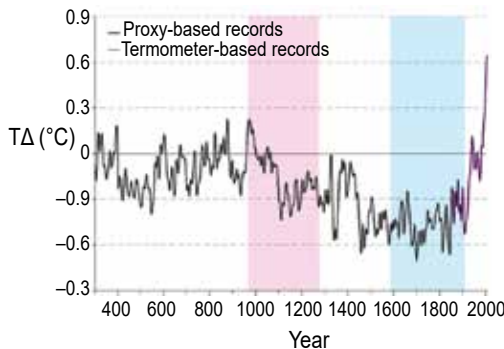
העלייה בכמות הפחמן הדו-חמצני החלה בסוף המאה ה-19, והיא הוצעה מאז ועד היום (ראו איור 3). מאז תחילת המאה ה-20 עלה ריכוזו בכ-40%, מתוכם 28% ב-60 השנים האחרונות בלבד!

מהו האפקט של גזי החממה על הטמפרטורה בפני כדור הארץ? בקירוב, ניתן לומר שהטמפרטורה נקבעת על ידי המאזן בין כמות הקרינה המגיעה מהשמש - אותו חלק ממנה המוחזר ישירות מכדור הארץ לחלל - והקרינה הנפלטת מפני כדור הארץ כלפי מעלה וממשיכה את דרכה לחלל. הקרינה שנפלטת מפני כדור הארץ ונותרת באטמוספירה היא זו הנבלעת בחלק ממרכיביה, הלא הם גזי החממה. ככל שגזים אלה בולעים יותר, קטן החלק הנפלט לחלל, וחלק גדול יותר נותר באטמוספירה והופך לחממה. העיקריים שבהם הם אדי המים, הפחמן הדו-חמצני, והקמתאן. בנוסף להם ישנם גם אוזון ותרכובות חנקן, אך מאחר שתרומתם דלה, לא נדון בהם כאן.

התורמים לעלייה שחלה בשנים האחרונות בריכוז גזי החממה מוצגים באיור 4. שני הגורמים העיקריים לעלייה בריכוז הפחמן הדו-חמצני הם שריפת דלקים שמקורם בחי קדמון (דלקים פוסיליים), כגון נפט, גז טבעי ופחם, וכריתת יערות, שבעבר ספגו את הפחמן הדו-חמצני בתהליך ההטמעה (פוטוסינתזה). שריפת הדלקים מתבצעת בעיקר בתחנות כוח המפיקות חשמל, בכלי רכב ובמכונות תעשייתיות. ריכוז המתאן עולה עקב פעילות חקלאית מוגברת: דישון כימי, גידול אורז, וגידול בקר מעלה גרה. ריכוז אדי המים עולה בתגובה להתחממות, משום שככל שפני המים בימים ובאוקיינוסים חמים יותר, כך גדל שיעור ההתאדות מהם, וגם משום שאוויר חם יותר מסוגל להכיל יותר אדים. לפיכך, מרגע שחלה התחממות בגלל עלייה בריכוז גזי חממה עקב הפעילות האנושית, "מתעורר" גורם אדי המים ומגביר אותו.

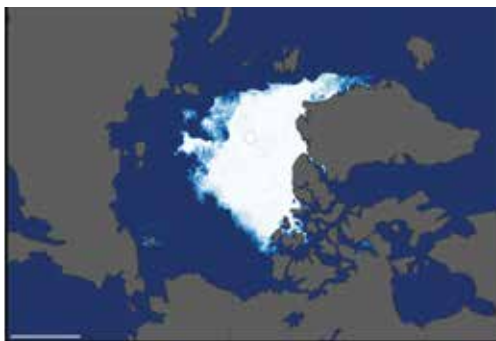
היעדרו של מקור אנרגיה חלופי

המגמות המדאיגות הביאו לכריתת אמנות והסכמים בין-לאומיים שנועדו לצמצם את השימוש בדלקים פוסיליים, אך לפי שעה אין רואים לכך תוצאות של ממש, וריכוז הפחמן הדו-חמצני מוסיף לנסוק. איור 5 מציג



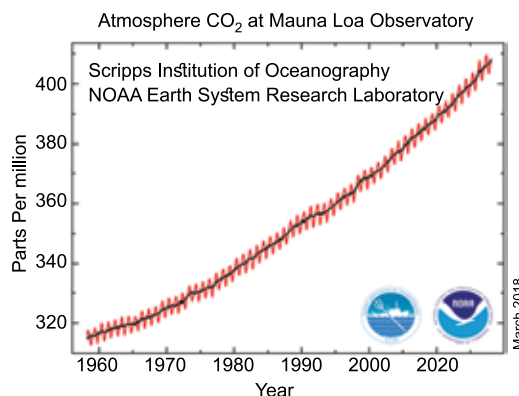
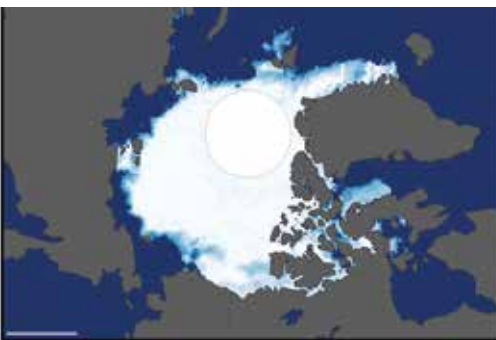
איור 1: מהלך טמפרטורת האוויר הממוצעת על פני העולם ביחס לממוצע לתקופה 1791-1990, רובו מבוסס על טבעות עצים, חתכים בקרחונים ובאלמוגים. הנתונים מאז סוף המאה ה-18 מבוססים על מדידות סדירות

Source: NOAA Climate.gov graph by Fiona Martin, adapted from Figure 34.5 in the National Climate Assessment, based on data from Mann et al. 2008



איור 2: תפרושת הקרח הימי בקוטב הצפוני בספטמבר 2012 בהשוואה לזו שבספטמבר 1984

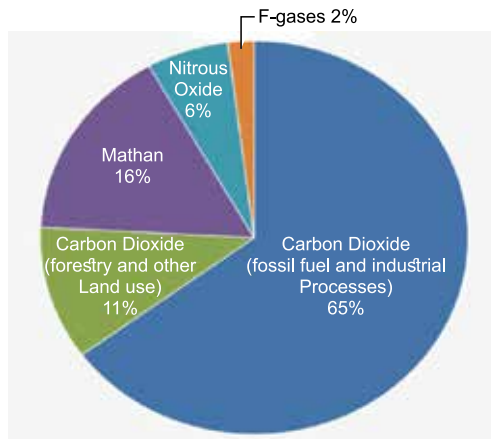
Source: NASA Earth Observatory images by Jesse Allen, using data from the Advanced Microwave Scanning Radiometer 2 AMSR-2 sensor on the Global Change Observation Mission 1st-Water (GCOM-W1) satellite. <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=79256>



איור 3: ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה כפונקציה של זמן, כפי שנמדד מאז 1957 בהר לואה באיי הוואי, ארה"ב

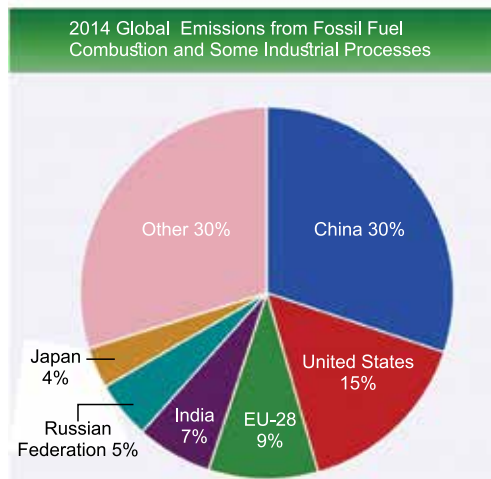


איור 4: החלקים היחסיים של גזי החממה שמקורם בפעילות האנושית מבחינת תרומתם להגברה של אפקט החממה העולמי



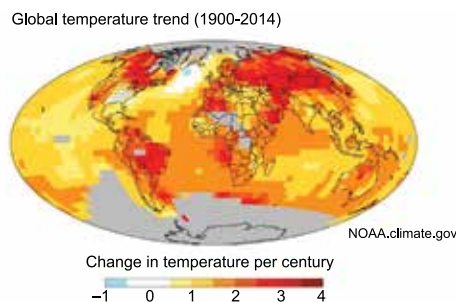
Source: IPCC (2014) based on global emissions from 2010. Details about the sources included in these estimates can be found in the Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

איור 5: חלקן היחסי של מדינות העולם בפליטת הפחמן הדר-חמצני כתוצאה משריפת דלקים פוסיליים



Source: Boden, T.A., Marland, G., and Andres, R.J. (2017). National CO₂ Emissions from Fossil-Fuel Burning, Cement Manufacture, and Gas Flaring: 1751-2014, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, doi 10.3334/CDIAC/00001_V2017

איור 6: קצב השינוי בטמפרטורה העולמית בשנים 1900-2014, ביחידות של מעלות ל-100 שנים. האזורים האפורים הם אלה שלגביהם אין תצפיות סדירות



Source: NOAA Climate.gov map, based on NOAA GlobalTemp data from NOAA's National Centers for Environmental Information

את התרומה היחסית של המדינות השונות. המובילה היא סין, האחראית ל-30% מתפוקתו של גז זה, ובמקום השני נמצאת ארה"ב. ייתכן בהחלט שמדינה כמו הודו, משעה שתעלה את רמת החיים של תושביה, תגדיל בצורה דרמטית את פליטת הפחמן הדר-חמצני. הסיבה האמיתית לכישלון בהשתלטות על פליטת גזי החממה היא היעדרו של מקור אנרגיה חלופי שיהיה בו כדי לספק את צורכי האנרגיה של האנושות הגדלה, שרמת חייה עולה. מקורות אנרגיה טבעיים רחוקים מלענות על הצורך, ונראה כי העתיד טמון בייצור חשמל בתחנות כוח גרעיניות שתהיינה בטוחות מאלה הקיימות היום, שבהן מתרחשות מעת לעת תאונות קטלניות.

מיפוי ההתחממות מראה, שלא כל העולם מתחמם במידה שווה. סביר היה לצפות שהאוויר מעל האוקיינוסים יתחמם לאט מאשר זה שמעל היבשות, עקב התגובה האיטית של המים לשינויי טמפרטורה. ואכן, מידת התחממות האוויר מעל האוקיינוסים היא כשליש מזו שמעל היבשות. עם זאת, קיימים הבדלים נוספים, וישנו אפילו אזור בצפון האוקיינוס האטלנטי שמתקרר. הדבר מעיד על קיומם של שינויים נוספים באקלים העולמי, כגון שינויים במשטר הרוחות, הגורמים לתפרוסת שונה של החום על פני כדור הארץ. בפני קהילת הקלימטולוגים ניצבות שתי שאלות מרכזיות: מה יהיה שיעור ההתחממות בעתיד, ומה יהיו השינויים האקלימיים שילוו אליה. מובן שהתשובות לשאלות אלה מציבות שאלות נוספות, הפעם בפני מדענים בתחומים אחרים ובפני מקבלי החלטות: מהי תהיינה ההשלכות הסביבתיות והכלכליות של שינויים אלה? בכל אלה עוסק הפאנל הבין-ממשלתי לשינוי האקלים, Panel on Intergovernmental Climate Change, (IPCC). גוף זה מרכז אלפי מדענים ממוסדות מחקר ומאוניברסיטאות ברחבי העולם, ומפרסם מדי מספר שנים את תמונת האקלים המעודכנת ואת התחזית לגבי המגמות העתידיות. התחזיות מתבססות על תרחישים שונים של פליטת גזי חממה ומזהמים לאטמוספירה.

הכלי המרכזי בחיזוי האקלים הוא המודל האקלימי "מודל", או בעברית "דגם", הוא תוכנת מחשב המכילה

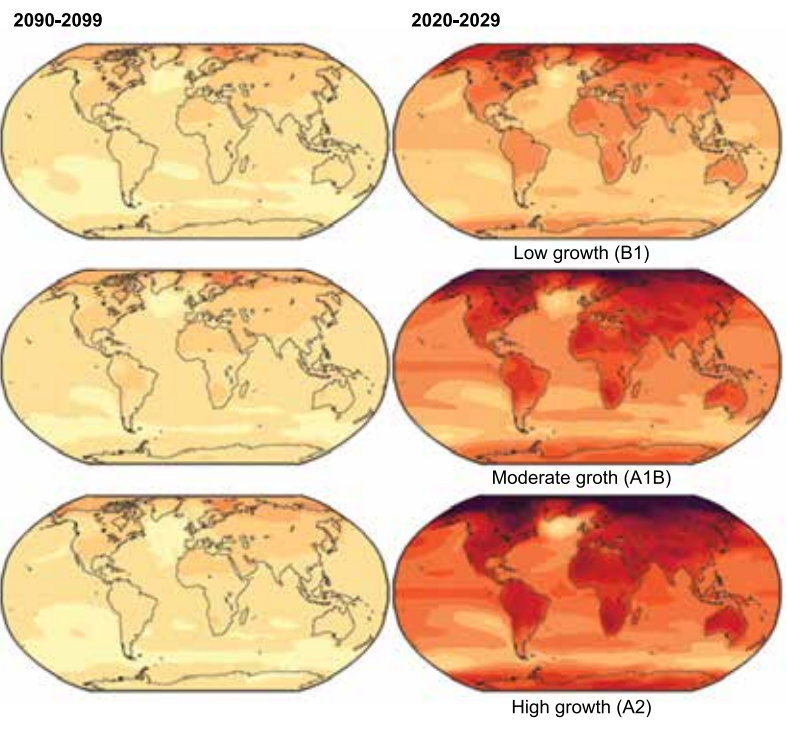
יש לכלול בהם גורמים המשתנים בטווח הארוך, כולל העלייה בריכוזיהם של גזי החממה. המודלים בגרסה זו הם המודלים האקלימיים. ההפרש בין הטמפרטורה הממוצעת שהמודלים האקלימיים חוזים לינואר עבור השנים 2050-2080 לבין מה שהם מחשבים עבור השנים 1990-2020 הוא שיעור ההתחממות החזוי.

איור 7 מתאר את תחזית השינוי בטמפרטורה הצפויה במהלך המאה ה-21, בהתבסס על מודלים אקלימיים, כאשר בכל שורה מצוין מהו התרחיש שעליו מתבססת התחזית. התרחישים מגדירים את העלייה החזויה בריכוז גזי החממה בהתבסס על תחזיות כלכליות, והם נבדלים זה מזה בעיקר בצריכת הדלק במדינות השונות. ככל שהתרחיש חמור יותר, צפויה התחממות מהירה יותר. אפילו בתרחיש המקל, הטמפרטורה מעל ליבשות תעלה בכ-4 מעלות, שלא לדבר על עלייה בשיעור כמעט כפול מזה במקרה שבו יתמש הגרוע בתרחישים. כמי שחווים את ידו הכבדה של הקיץ הישראלי, וטיילו בדרום-מזרח אסיה, קל לנו להבין שבקיץ עלולה התחממות זו להיות קטלנית עבור בני אדם, בפרט עובדי אדמה החשופים למלוא עומס החום.

עליית פני הים תגיע למטר

על אף שבאוקיינוסים צפויה התחממות בסדר גודל של פחות משתי מעלות, צפוי שנפח המים יגדל עקב כך, ושפני הים יעלו. סיבה נוספת לעליית פני הים היא הפשרת קרחונים המצויים על פני היבשה, למשל גרינלנד, שמימיהם יזרמו לאוקיינוסים (הפשרת קרחוני הים לא תתרום לכך). עלייה זו צפויה להגיע עד סוף המאה ה-21 למטר, והדבר עלול לפגוע בתפקודם של נמלים רבים.

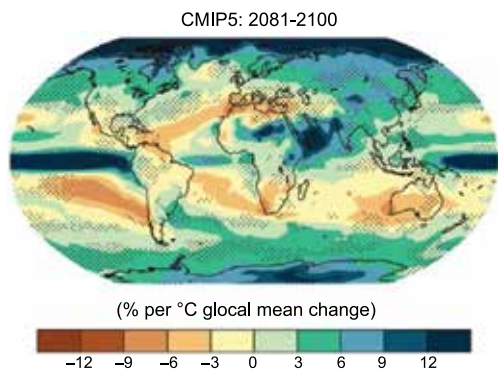
אחד הנושאים המטרידים ביותר בקשר להתחממות הגלובלית הוא שינויים בתפוצת הגשם. איור 8 מציג את המגמה החזויה לסוף המאה ה-21, ואיור 9 מציג את השינוי המסתמן בפועל. השינויים מגוונים: ישנם אזורים שבהם צפויה עלייה בכמות המשקעים, ובאחרים צפויה ירידה. ניתן גם לומר, שקיימת התאמה טובה למדי בין התחזית לבין המגמה המסתמנת. בשני אזורים נראית מגמה ברורה של



משוואות אשר מבטאות קשרים פיסיקליים בין משתנים אטמוספריים שונים, כגון השפעת הקרינה על הטמפרטורה, והשפעות גומלין בין הטמפרטורה ללחץ האוויר. מודל כזה כולל את המהלך היומי והעונתי של השמש. מודלים כאלה משמשים לחיזוי יומיומי של מזג האוויר, והם מדויקים לטווח של ארבעה ימים. לצורך חיזוי האקלים מפעילים את המודלים לטווח של מספר שנים. אף שאין להם יכולת לחזות את מזג האוויר בכל יום בצורה מדויקת, ניתוח סטטיסטי של התוצאות נותן את מאפייני אקלים העתיד. לשם כך

איור 7: שינוי טמפרטורה בהשוואה לשנת 2000 על פי 3 תרחישים של עלייה בריכוז הפחמן הדו-חמצני, על פי דרגת חומרתם, המבוססים על תחזיות כלכלני ה-IPCC

Source: IPCC: <http://www.21stcentech.com/climate-change-update-degree-celsius-rise-1-3-reduction-economic-growth/>



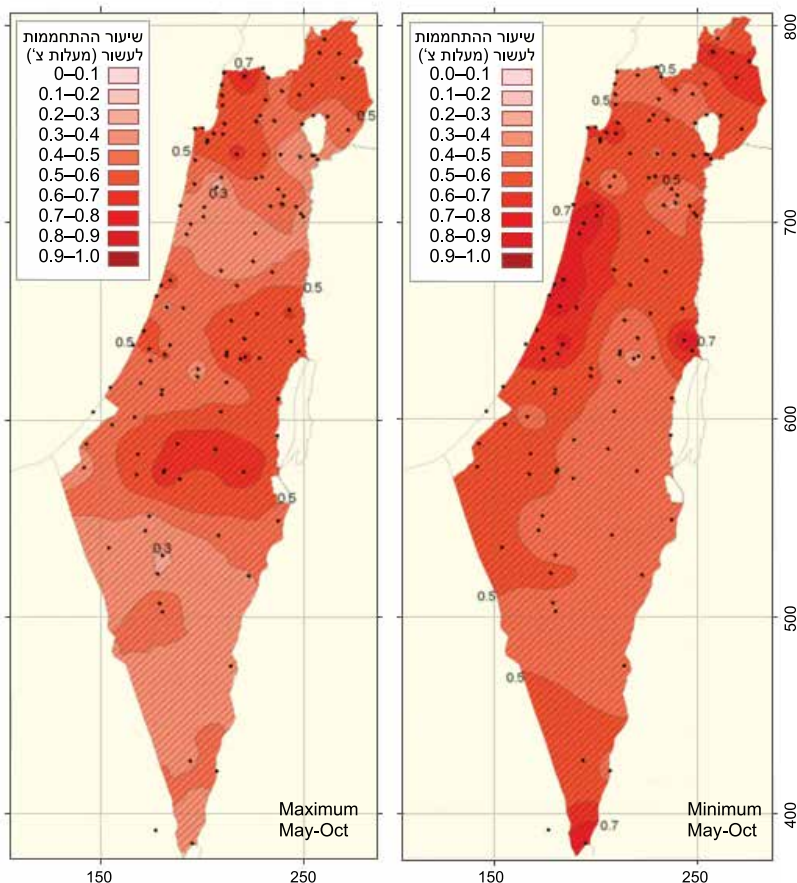
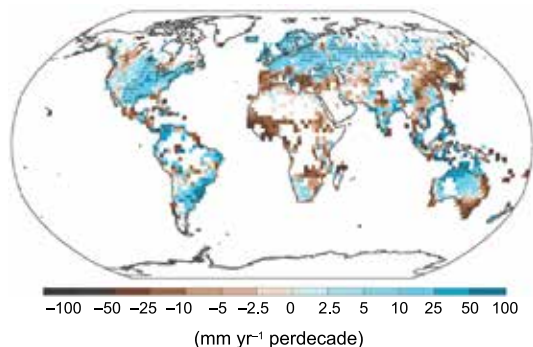
איור 8: השינוי באחוזים בכמות המשקעים השנתית החזויה לסוף המאה ה-21, על פי המודלים האקלימיים מסדרת CMIP5 (הדור של סוף העשור הראשון)

Source: IPCC, AR% summary for policymakers figure SPM.07_rev1-01; www.ipcc.ch/report/ar5/syr/



איור 9: מגמת השינוי
(במ"מ/שנה ל-10 שנים)
בכמות המשקעים
השנתית בפועל בשנים
2010-1951

Source: IPCC, 2013



איור 10: מגמת השינוי
בטמפרטורה (במעלות
ל-10 שנים) בשנים
2010-1975 (בוצע על ידי
השירות המטאורולוגי,
מתוך זיו וחוב' 2011)

למספר שנים. במקביל לכך, יש סימנים להתקצרות
עונת הגשם (איור 12). במהלך 35 שנות מחקר,
במוצא ארצי, העונה מתחילה 3.5 ימים מאוחר יותר,
ומסתיימת 8 ימים מוקדם יותר; כלומר, היא התקצרה
בלא פחות מ-12 יום! יש להדגיש, שמאז תום המחקר

הפחתה בכמות המשקעים: באזור הים התיכון, כולל
ישראל, ובדרום אפריקה. מבלי להיכנס לתיאוריות,
ניתן להבין זאת כהתפשטות של המדבריות העולמיים
לעבר קווי הרוחב הבינוניים. עבור אזורנו פירוש הדבר
הוא הגברת השפעתם של תנאי המדבר השוררים
מדרום לנו, בסהרה.

בשנת 2011 פרסם המשרד להגנת הסביבה
את השינויים האקלימיים המסתמנים בארץ. שני
הממצאים הבולטים הם התחממות, בפרט בקיץ,
ונסיגת החורף, המתבטאת בהתקצרותו ובהפחתה
בכמות המשקעים.

נמצא, שבכל אחת מעונות השנה קיימת מגמת
התחממות, אך שיעורה בקיץ גדול יותר מאשר בחורף,
והוא כחצי מעלה לעשור (איור 10). המשמעות היא
הכבדה בעומס החום, הגבוה ממילא בעונה זו, כך
שבמהלך 35 שנות מחקר עלה עומס החום בקיץ
בדרגה שלמה (בתל אביב, מ"בינוני" ל"כבד"). שיעור
גבוה זה נגרם גם עקב החלשה בעוצמת הרוחות
הנושבות בקביעות מצפון-מערב במזרח הים התיכון
(הרוחות האטזיות), הממתנות את חום הקיץ. לא ברור
אם החלשה זו היא תוצר של השינוי האקלימי הגלובלי
או מגמה אזורית טבעית, העשויה להתהפך ולגרום
התמתנות בהתחממות הקיץ בעתיד. בעת כתיבת
מאמר זה, המודלים האקלימיים עדיין אינם מדויקים
דיים כדי לענות על כך.

מגמת ההתחממות מתבטאת גם בעלייה
במספר הימים שבהם הטמפרטורה חוצה את גבול
השרב. טבלה 1 מציגה פרטים רלוונטיים עבור השנים
2011-1975. החלק החשוב בטבלה מתייחס למגמת
השינוי, המבטאת עלייה בכל האזורים. שיעורם היחסי
של הימים שבהם נחצה גבול השרב (33°C) עלה ב-5%
לעשור ברוב האזורים.

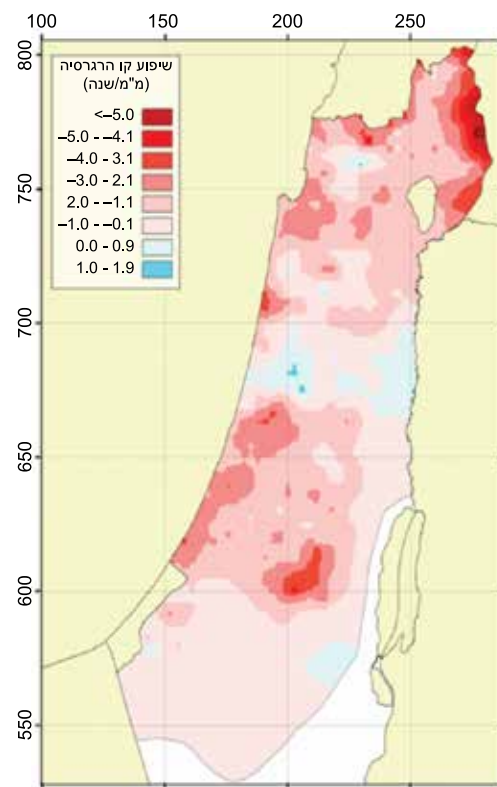
אשר לכמות המשקעים השנתית, מסתמנת
ירידה ברוב אזורי הארץ (איור 11), כפי שמשקף
מהגוונים הוורודים השולטים באיור. עם זאת, יש לציין
שמגמת ההפחתה במשקעים אינה מובהקת מבחינה
סטטיסטית, עקב ההשתנות הבין-שנתית ("הקפיצות"
בין שנה לשנה) הגדולה האופיינית לאזורנו. כדי לבסס
את הממצאים יש לשוב ולערוך את המחקר אחת

ב־2015). בסתיו 2013 אירעו סופות טיפון (המקבילה האסיאתית להוריקן) קטלניות באסיה. החמורה שבהן גבתה בפיליפינים אלפי הרוגים, והותירה עשרות אלפים חסרי בית. בעקבות סופת הוריקן נהרגו מאות בני אדם בהאיטי ב־2016, וסופה אחרת גרמה הרס נרחב באיי הבתולה ב־2017. מסתמנת גם החמרה בעוצמתם של שיטפונות (מיסיסיפי 2010). נרשמים שיאים בנזקי רוח, למשל, מותם של 300 בני אדם ויותר בסופות טורנדו בארה"ב באפריל 2011. המדהימים מכולם הם גלי הקור שפקדו בחורף 2013-2014 את מזרח סיביר ואת מזרח ארה"ב, חרף מגמת ההתחממות, וגל קור ששב ושבר שיאים בחורף 2017-2018.

גלי חום יכולים להיות תוצאה טבעית של ההתחממות, אך ישנה תמיכה מדעית בכך שאכן מתרחשת מגמת החמרה של שלוש תופעות נוספות. האחת היא הסופות הטורפיות, השואבות את האנרגיה שלהן ישירות מהחום האצור במי האוקיינוסים הטורפיים, ומאחר שהם מתחממים, תדירותן ועוצמתן אמורה להתגבר. איור 13 מבטא הפחתה של מספר הסופות הכולל, אך מגמת עלייה במספר הסופות החמורות. ייתכן שההפחתה במספר הכולל של הסופות קשורה לגורמים אחרים המשפיעים על התפתחות סופות אלה, גורמים המשתנים במגמה הפוכה, אך משנוצרת סופה כזו, התחממות פני המים מגדילה את הסיכוי שלה להפוך לחמורה.

התופעה השנייה היא גלי הקור. מעבר למה שנאמר לגבי גלי החום, ישנו הסבר להקצנה כללית בטמפרטורות. התנודות בטמפרטורה קשורות בגלים בזרימה האטמוספירית. איור 14 מדגים זאת סכימטית. הרוח השולטת היא מערבית, וגלים גורמים לתנועת אוויר מצפון לדרום ולהיפך, דבר שגורם לשינויים בטמפרטורה. אם ישראל ממוקמת היכן שמסומן דגל המדינה (ראו איור 14), היא נתונה תחת זרימה קרירה מצפון-מערב. תוך יום יגיע אלינו אוויר מטורקיה, ויגרום להתקררות יחסית. במצב רגיל, הגל ינוע בשלמותו מזרחה, ולמחרת יגיע אלינו אוויר מאיי יוון, קריר באופן דומה, ולאחר מכן אולי תחוג הרוח ותהיה לדרום-מערבית, והטמפרטורה תעלה. אולם, אם, לעומת זאת, הגלים ישאר סטטיים, לטורקיה יגיע

מסדה	הר כנען	ירושלים	בית דגן	עין החורש	שדה בוקר	אילת	
145.1	11.9	11.3	16.0	13.7	50.6	172.8	מספר הימים החמים ממוצע מעל ספים שונים
> 33							
90.6	1.5	1.5	4.5	4.3	9.9	130.0	
> 36							
23.1	0.0	0.0	1.1	1.0	1.1	69.5	
> 39							
2.6						68.0	
> 42							
3.4	+2.6	+2.8	+3.2	+2.0	+7.6	+2.4	מגמת השינוי (מס' ימים בעשור)
> 33							
9.7	+0.2	-0.1	+0.5	+0.7	+1.0	+5.0	
> 36							
5.6	+0.0	+0.0	-0.0	+0.0	-0.1	+8.2	
> 39							
0.6						+8.9	
> 42							



טבלה 1: מספר הימים הממוצע (לחודשים מרץ-נובמבר) בהם הטמפרטורה עוברת ספי חום משמעותיים ושיעור מגמת השינוי (בימים לעשור). מגמות מובהקות ב־95% מודגשות (מתוך זיו וחוב' 2011)

איור 11: מגמת השינוי בכמות המשקעים השנתית (במ"מ לשנה) בשנים 1975-2010 (בוצע על ידי השירות המטאורולוגי, מתוך זיו וחוב' 2011)

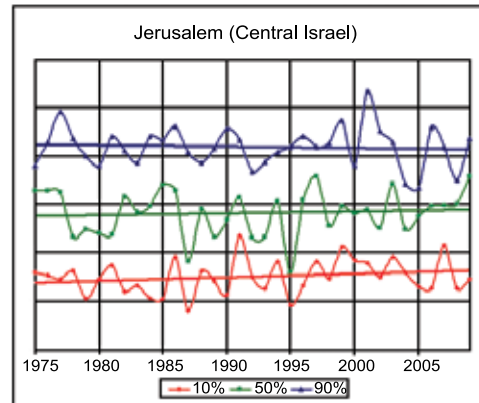
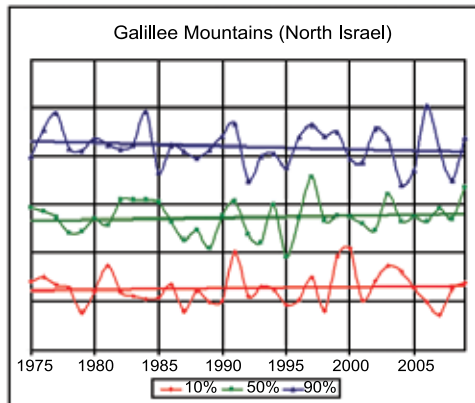
היו רוב עונות הגשם יבשות וקצרות, מה שמצביע על המשך שתי המגמות המדאיגות.

סופות טיפון קטלניות באסיה

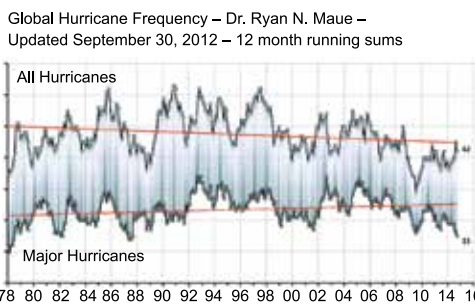
בשנים האחרונות אירעו תופעות קיצוניות, שפירסומן לווה בכותרות בסגנון "מזג האוויר השתגע", "אנו הורסים את האקלים כמו ידו" וכדומה. לדוגמה, נרשמו גלי חום קיציים קשים שגבו אלפי קורבנות (במערב אירופה ב־2003, ברוסיה ב־2010, בהודו



איור 12: מהלך השינוי באורך עונת המשקעים בירושלים ובהר כנען בשנים 1974/5-2008/9. תחילת העונה וסיומה נקבעים על פי המועד בו מצטברים 10% ו-90% מהכמות של אותה העונה, בהתאמה (מתוך זיו וחוב' 2011)



איור 13: מהלך השינוי במספר הסופות (טרופיות קו עליון) ובמספר הסופות (החמורות קו תחתון) בכל האוקיינוסים בשנים 1978-2014



Courtesy of Dr. Ryan Maue and The Cato Institute

ביום השני אוויר מפולין, וביום השלישי יגיע אוויר זה לארץ ויחולל גל קור קיצוני. מדענים מצפים שהרוחות המערביות השולטות ברום ייחלשו, והגלים ייעשו איטיים יותר, מה שיחריף את גלי הקור והחום ויארך את משכם.

התופעה השלישית היא השיטפונות. כאמור, אוויר חם מכיל כמות גדולה יותר של אדי מים, וכשהוא פולט אותן כגשם, גם כמות הגשם גדלה בהתאם. התוצאה היא, שבפרקי זמן קצרים יורדות כמויות גשם גדולות יותר מבעבר, ומגבירות את סכנת השיטפונות.

לסיכום, על-פי הנתונים הנצפים ולפי התחזיות של הקלימטולוגים, הן התיאורטיות והן אלה המתקבלות מהמודלים האקלימיים, צפויים שינויים משמעותיים באקלים העולם. הם יבואו לידי ביטוי בעיקר בהחרפת גלי חום, בשינוי במשטר הגשמים, בשיטפונות, ובוודאות פחותה - התגברות של סופות טרופיות וגלי קור. עבורנו,

בישראל, מעבר למגמת ההתחממות, סביר לצפות להתקצרות עונת הגשם ולהפחתה במשקעים. יש לציין, שההתחממות מגבירה את ההתאדות מן הקרקע ומן הצמחייה, וכדי לשמור על מאזן המים נדרש להשקיה מוגברת, ולכן התפלת המים היא מעשה בעיתו. אירועי השלג הכבד שהתרחשו בשנים האחרונות עלולים לשקף את תופעת גלי הקור באזורנו, והם מחייבים היערכות מתאימה באזורים ההרריים.

איור 14: מפת רוח של השכבות הבינוניות (כחמישה ק"מ) המראה את המבנה הגלי של הזרימה. דגלי ישראל, טורקיה ופולין מציינים סכמתית את מיקומן היחסי

