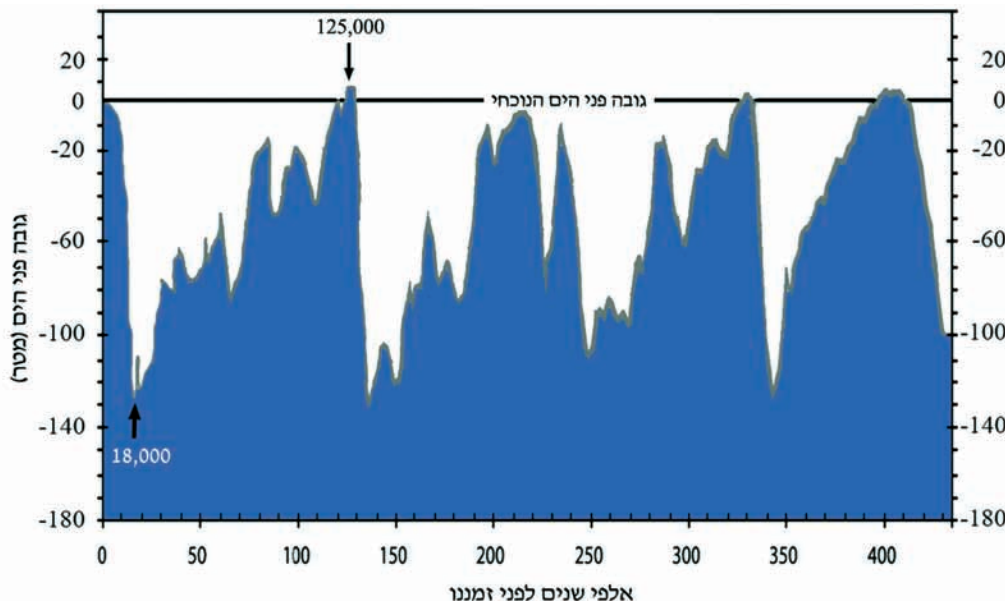


פני הים – לאן?

איור 1: עקומת גובה מפלס הים העולמי ב-450 אלף השנים האחרונות (מקור: Waelbroeck et al., 2002)



השינויים בגובה פני הים ב-500 אלף השנים האחרונות והתחזית למאה ה-21

דב צביאלי
המכון ללימודי ים ע"ש ליאון רוקנאטי, אוניברסיטת חיפה

מבוא

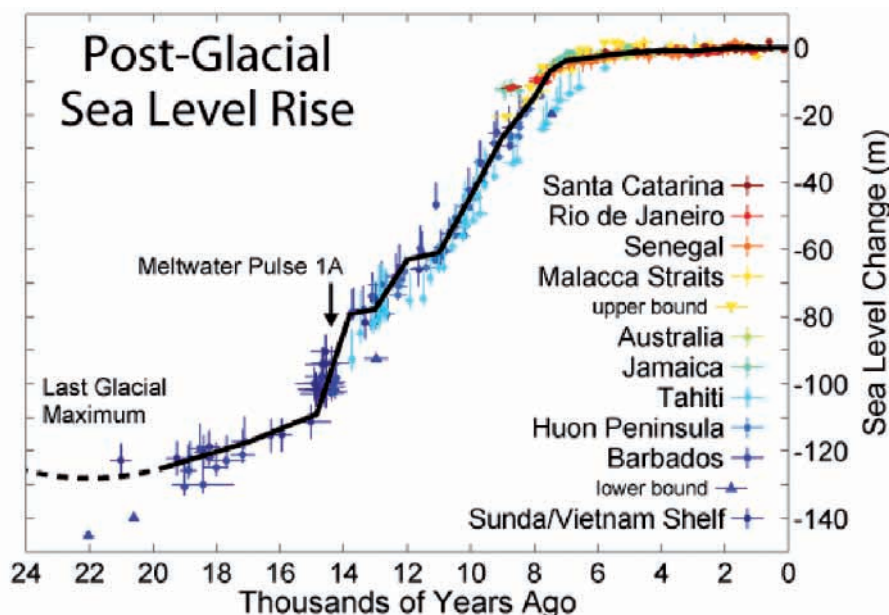
חקר השינויים בגובה פני הים בתקופות גיאולוגיות והיסטוריות, מהווה נדבך מרכזי בלימוד ההשפעות הגלובליות של שינויי האקלים על נפח המים באוקיינוסים. מחקר רב-תחומי זה מספק מידע חשוב על תהליכים דינמיים הקשורים לעליית גובה פני הים העולמי.

מפלס הים (Sea Level) הוא גובהם של פני הים במקום שבו הם פוגשים ביבשה. מפלס זה המוגדר על-ידי האקדמיה העברית ללשון במונח "רום פני הים", משמש ייחוס לציון גבהים על-פני כדור הארץ ואינו אחיד על פני כל האוקיינוסים והימים בעולם. לאורך היממה ועל פני עונות השנה, משתנה גובה פני הים בעיקר עקב הגאות והשפל האסטרונומי (Astronomical Tides) וכתוצאה מהשפעת גורמים מטאורולוגיים ואוקיינוגרפיים אחרים. לעומת זאת, בטווח זמן של עשרות ומאות שנים ובמיוחד בטווח זמן של אלפי עד עשרות אלפי שנים, מושפע גובה זה בעיקר משינויים איאוסטטיים (Eustatic), איזוסטטיים (Isostatic) וטקטוניים (Tectonic).

שינויים איאוסטטיים הם שינויים גלובליים בנפח מי האוקיינוסים הנגרמים עקב הצטברות קרחונים על פני היבשות מחד גיסא והפשרתם מאידך גיסא, ושינויים בטמפרטורת המים

איור 2: עקומת גובה פני הים העולמי משיא תקופת הקרח האחרונה, לפני כ-18 אלף שנה ועד זמננו, על סמך על ממצאים גיאולוגיים וביולוגיים מרחבי העולם

(מקור: R.A. Rohde from published data, and is incorporated into the Global Warming Art project)

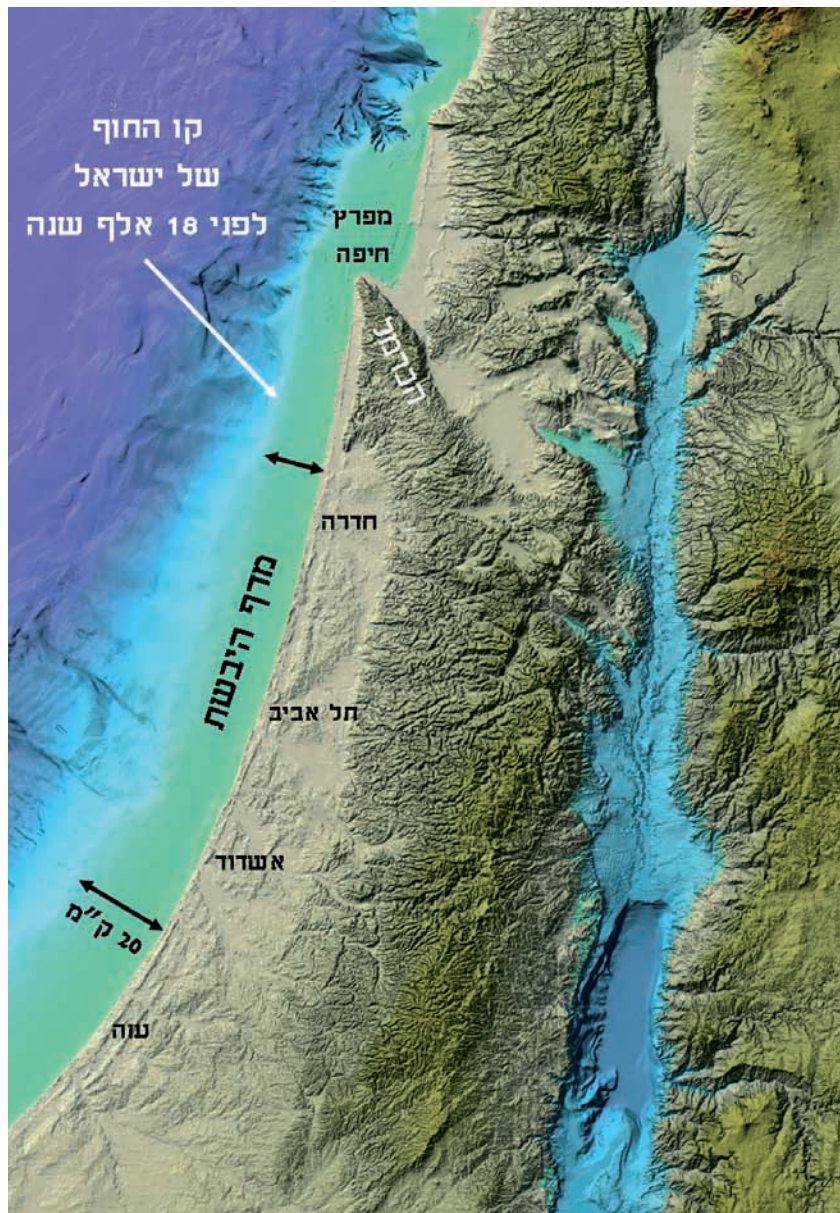


השינויים הגלובליים בגובה פני הים מהפלייסטוקן התיכון ועד סוף הפלייסטוקן המאוחר

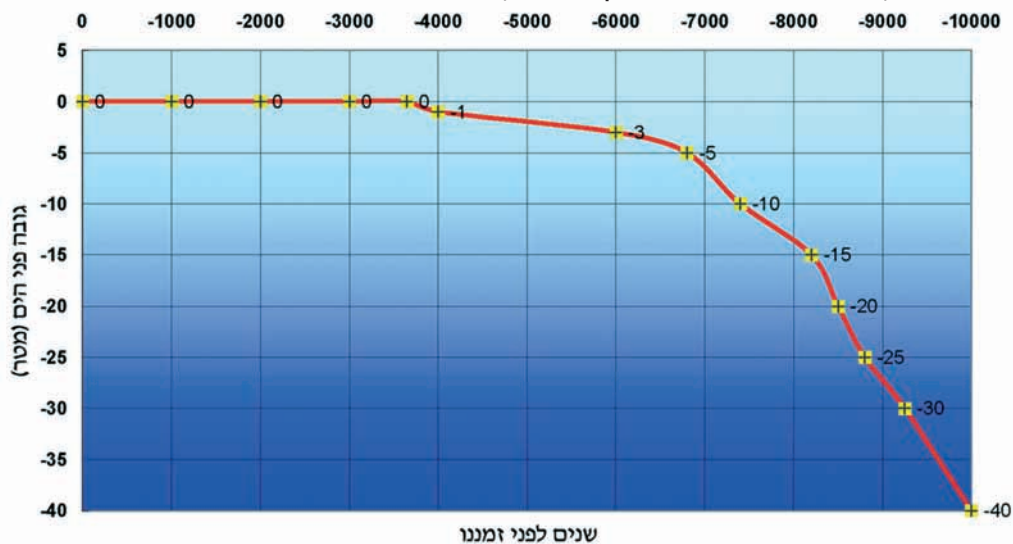
במהלך 500 אלף השנים האחרונות, היו מספר

של האוקיינוסים. שינויים איזוסטטיים הם תנודות אזוריות בקרום כדור הארץ הנגרמות עקב שינויים במעמס הקרח על היבשות והמים באוקיינוסים, ושינויים טקטוניים הם שינויים מקומיים הנגרמים עקב תהליכים גיאולוגיים של הרמה או שקיעה.

איור 3: המורפולוגיה של מישור החוף ומדף היבשת של ישראל, על רקע מפת תבליט (DTM). (מקור: Hall and Calvo, 2005)



איור 4: עקומה ממוצעת של גובה פני הים בחופי ישראל ב-10,000 השנים האחרונות, על סמך ממצאים ארכיאולוגיים, סדימנטולוגיים וביולוגיים (מקור: צביאלי, 2006).



◀ המשך בעמ' 48

תקופות בין-קרחוניות (Interglacial) שבהן מפלס הים העולמי היה מעל גובהו הנוכחי (Siddall et al., 2003; Waelbroeck et al., 2002; Schellmann and Radtke, 2004; Rabineau et al., 2006) (איור 1). בשיאם של אירועים גלובליים אלה שנמשכו לפי הערכה עד מספר אלפי שנים, היה גובה פני הים 5-10 לערך מעל המפלס המוכר לנו היום, ושטחי יבשה נרחבים הוצפו. זמן המחזור הממוצע שארך בין שיאי תקופות בין-קרחוניות רצופות, היה כ-100 אלף שנה (Shackleton, 2000), והזמן הממוצע שעבר משיא תקופת קרח (Glacial) ועד שיא תקופת בין-קרחונית נמשך כ-20 אלף שנה. התקופה הבין-קרחונית הקודמת (Last Interglacial) התרחשה בראשית תקופת הפלייסטוקן המאוחר (Late Pleistocene), ושיאה היה לפני 125 ± 5 אלף שנה לערך. במהלכה הוצף מישור החוף של ישראל והים נשק לרגלי הכרמל. מחשופים של סלעי-חוף (Beachrocks), המשמשים כסמנים למפלסי-ים קדומים, אותרו במישור חוף הגליל המערבי (Sivan et al., 1999) בגבהים של עד 6 מ' מעל מפלס הים הנוכחי, ובגבהים של עד 9 מ' במישור חוף הכרמל (Galili et al., 2007). בסלעים אלה אותרו מאובנים של השבלול הימי *Lentigo latus*, המוכר בשמו הקודם *Strombus bubonius*. מאובן זה מהווה סמן אופייני להצפת הים הקודמת בחופי הים התיכון.

השינויים בגובה פני הים לאורך חופי ישראל, משיא תקופת הקרח האחרונה ועד המאה-20

בשיא תקופת הקרח האחרונה (Last Glacial Maximum) לפני כ-18,000 שנה, היה מפלס הים העולמי נמוך ב-120 מ' לערך מגובהו הנוכחי (איורים 2, 3). מאז החל המחזור הנוכחי של התחממות האוקיינוסים והפשרת קרחוני הקטבים, שתוצאתו עלייה מהירה בגובה פני הים (Fairbanks, 1989; Bard et al., 1990; Fleming et al, 1998; Pirazzoli, 1991, 1996; Rohling et al., 1998; Lambeck and Bard, 2000; Lambeck et al., 2002; 2004). משיא תקופת הקרח האחרונה ועד לפני כ-12,500 שנה, עלה במהירות מפלס הים עד כ-70 מ' מתחת לגובהו הנוכחי. המפלס המשיך לטפס, ובראשית ההולוקן (Holocene), לפני כ-10,000 שנה, כבר הגיע עד כ-40 מ' מתחת לגובהו המוכר לנו היום (איורים 2, 4). בהמשך התקופה המשיך

המפלס לעלות ולפני 7,900-8,500 שנה לערך, הגיע עד כ-15 מ' מתחת לגובהו הנוכחי.

לפני כ-6,000 שנה המפלס היה עדיין נמוך ב-3 מ' לערך מהיום והחלה האטה משמעותית בקצב עלייתו. מחקרים שנערכו בחופי הים התיכון מעריכים, כי לפני כ-4,000 שנה היה המפלס עדיין נמוך ב-1 מ' לערך מגובהו הנוכחי (Morhange et al., 2001; Lambeck et al., 2005; Marriner et al., 2004). מאז ועד היום השינויים שחלו בגובה המפלס קטנים מ-1 מ'. מסקנה זו נתמכת על-ידי ממצאים ארכיאולוגיים וגיאולוגיים שנאספו לאורך חופי ישראל (גלנטי ואחרים, 1990, גלילי, 2004; Sneh and; Klein, 1984; Galili et al., 1988; 2005; Nir, 1997; Sivan et al. 2001; 2004; Galili and Sharvit, 1998; 2000).

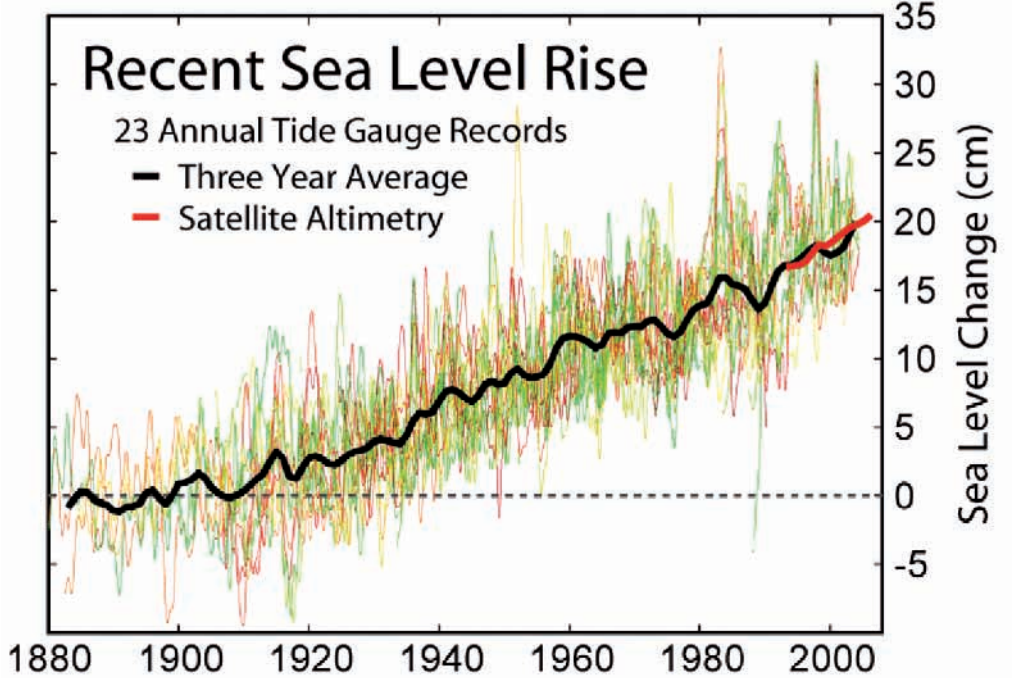
עליית גובה פני הים במאה ה-20

במהלך שנת 2007 פורסם הדוח הרביעי של הפאנל הבין ממשלתי לשינויי אקלים (IPCC), הפועל מטעם תכנית הסביבה של האו"ם (UNEP) והארגון המטאורולוגי העולמי (IPCC, 2007) (WMO). דוח רחב יריעה זה ארך מספר שנים, ומעדכן את הדוח הקודם שפורסם בשנת 2001.

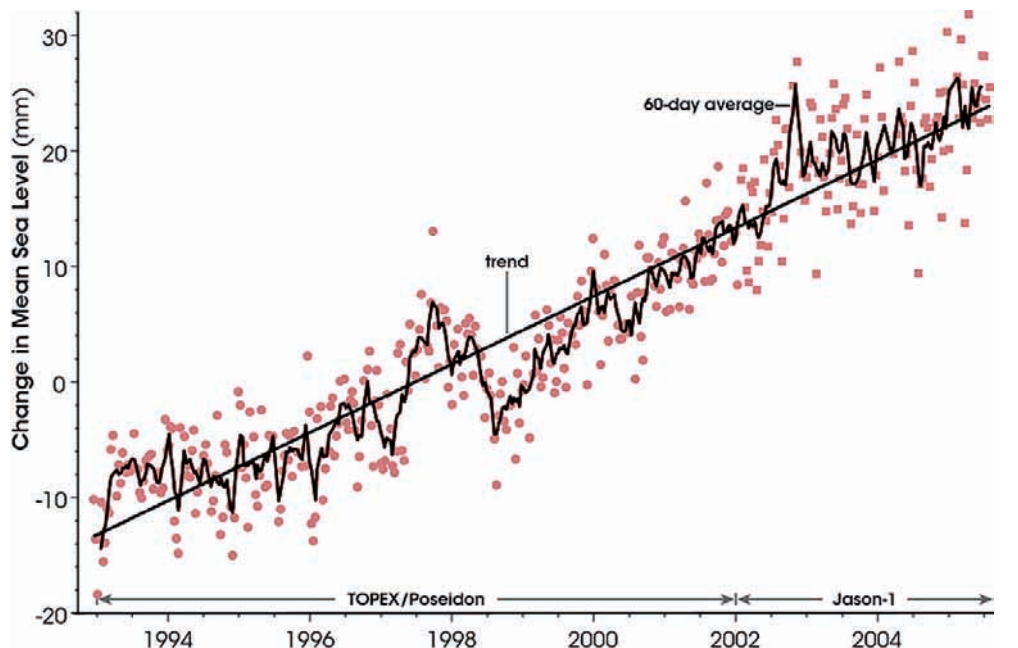
הדוח החדש כולל ארבעה חלקים ומציג הערכות לגבי שינויי האקלים הצפויים להתרחש בכדור הארץ במאה ה-21, כתוצאה מפעילות האדם. בכתובת הדוח ובבדיקתו השתתפו אלפי מדענים מרוב מדינות העולם, אולם ההערכות בו אינן מתבססות על מחקרים חדשים שנערכו במסגרתו, אלא בעיקר על סמך מחקרים וספרות מדעית שפורסמו בשנים האחרונות.

אחת הסוגיות החשובות בדוח דנה בשיעור עליית גובה פני הים העולמי במאה ה-20. המסקנה ברורה וחד משמעית: גובה פני הים עלה בהדרגה מאז אמצע המאה ה-19 ועד סוף המאה ה-20 (איור 5). מדידות במקומות רבים בעולם מראות, כי בשנים 1961-2003 עלה במוצע מפלס הים ב- 1.8 ± 0.5 מ"מ לשנה. שיעור זה דומה לשיעור העלייה הממוצע בכל המאה ה-20, העומד בין 1 ל-2 מ"מ לשנה. במקומות מסוימים היה קצב העלייה גבוה משמעותית מהממוצע העולמי, ברם באחרים ישנן עדויות לירידה שחלה בגובה פני הים. השינויים בדורנו אינם אחידים. לדוגמה, בשנים 1993-2003 נמדדה עלייה חריגה של 3.1 ± 0.7 מ"מ לשנה, שהיא כפולה כמעט מהעלייה הממוצעת הרב-שנתית, אולם עדיין לא

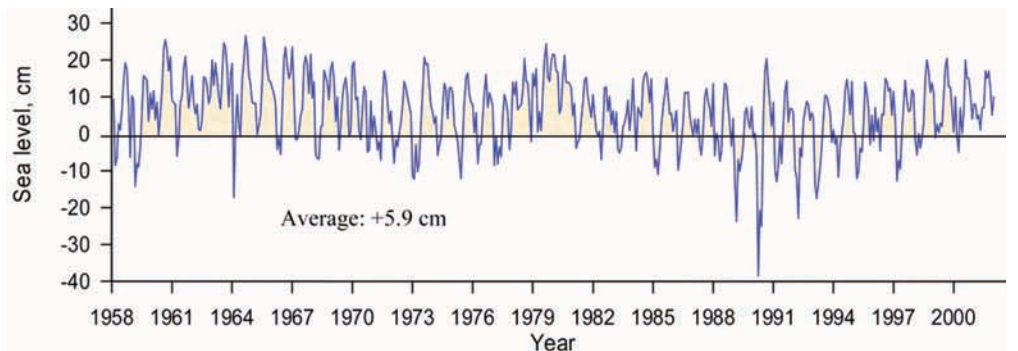
איור 5: השינויים השנתיים הממוצעים במפלס הים העולמי במאה ה-20, על סמך 23 תחנות נבחרות ברחבי העולם, שמדדו נתונים מעל 100 שנים (Douglas, 1997). הקו האדום מראה את גובה מפלס הים כפי שנמדד בלוויין TOPEX/Poseidon בעשור האחרון של המאה.



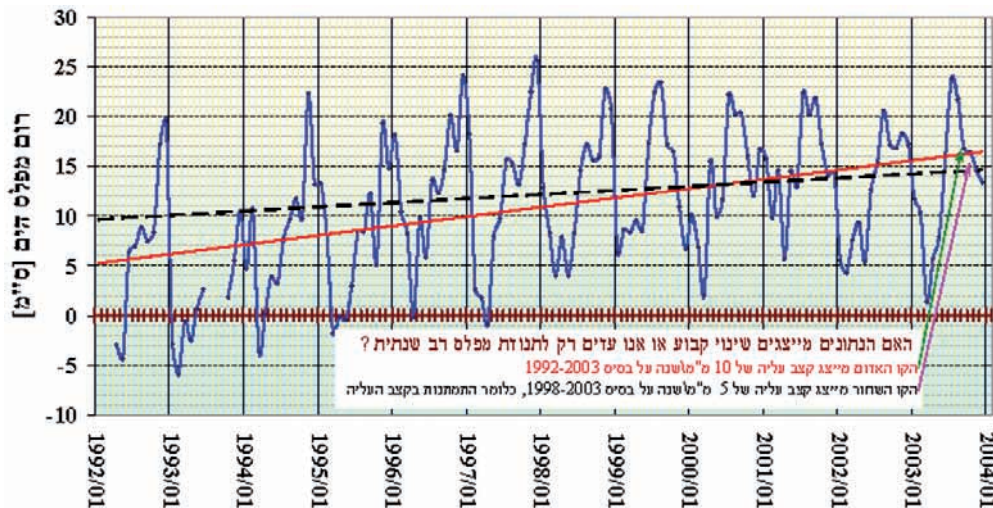
איור 6: השינויים העולמיים בגובה מפלס הים כפי שנצפו על-ידי חישני אלטימטריה המותקנים בלוויינים TOPEX/Poseidon-1-1, בשנים 1994-2004 (Leuliette et al., 2004).



איור 7: השינויים בגובה פני הים בחופי ישראל כפי שנמדדו בשנים 1958-2000 (Shirman, 2004).



איור 8: השינויים במפלס החדשי הממוצע של פני הים בתקופה 1992-2003 בחוף ישראל (רוזן, 2004).

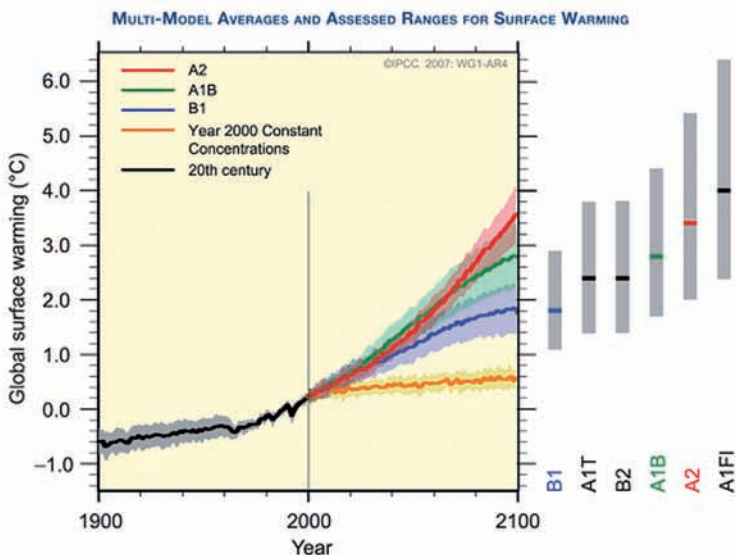


ברור אם עלייה זו היא קפיצה זמנית או הגברה של מגמת העלייה הכללית (איור 6). נראה כי הסיבה העיקרית לעליית מפלס הים בעשור זה היא התחממות הטמפרטורה של האוקיינוסים, שגרמה לשינוי נפח המים בהם. סיבה נוספת היא הפשרת חלק מכיפות הקרח בקטבים וצמצום שטחי הקרח בגרינלנד ואנטרקטיקה.

בשנים האחרונות פורסמו שתי עבודות המנתחות את שינויי מפלס הים בחופי ישראל בעשור האחרון. Shirman (2004) ניתח נתוני מפלס מהשנים 1958-2001, הכוללים שני מחזורי אסטרונומיים, על מנת להשוות את ממוצע גובה פני הים לדאטום האנכי הנוכחי. הנתונים שנמדדו במראוגרפים באשקלון, אשדוד ותל-אביב, מראים גלי גיאותרמוסטריים כמעט מקבילים בזמן ובמסע, ולכן ניתן לחבר את הנתונים מתחנות אלו לסט נתונים אחד (איור 7).

איור 9: תרחישים שונים לשיעור התחממות כדור הארץ בסוף המאה ה-21 (IPCC, 2007). כי בעשור 1990-2001 חלה עליה של למעלה מ-10 ס"מ במפלס הים. עלייה זו ממשיכה עליה קודמת של 5 ס"מ שהתרחשה בשנים 1977-1991. עבודה אחרת של רוזן (2004), מראה אף היא כי בעשור 1992-2002 נרשמה עלייה של כ-10 מ"מ לשנה בגובה פני הים (איור 8) וזאת על סמך תחנת מדידה הממוקמת בקצה מזח הפחם של תחנת הכוח בחדרה. עלייה זו גבוהה באופן מובהק ממגמת העלייה בעבר, ששיעורה היה 1-1.8 מ"מ לשנה. המשמעות היא כי בדור האחרון של המאה ה-20 עלה מפלס הים בחוף ישראל ב-15 ס"מ (Klein et al, 2004). מאז ראשית המאה הנוכחית ניכרת התמתנות משמעותית בקצב עליית מפלס הים בחופנו, והממוצע שנמדד בחדרה בשנים 2001-2007 הוא 4 מ"מ/לשנה (דב רוזן, דברים בע"פ 2008).

איור 9: תרחישים שונים לשיעור התחממות כדור הארץ בסוף המאה ה-21 (IPCC, 2007).



איור 10: הטמפרטורה הממוצעת העולמית וגובה מפלס הים החזויים בסוף המאה ה-21, על-פי התרחישים השונים לשיעור התחממות כדור הארץ (IPCC, 2007).

Case	Temperature Change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) ^a		Sea Level Rise (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
	Best estimate	Likely range	Model-based range excluding future rapid dynamical changes in ice flow
Constant Year 2000 concentrations ^b	0.6	0.3 - 0.9	NA
B1 scenario	1.8	1.1 - 2.9	0.18 - 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 - 3.8	0.20 - 0.45
B2 scenario	2.4	1.4 - 3.8	0.20 - 0.43
A1B scenario	2.8	1.7 - 4.4	0.21 - 0.48
A2 scenario	3.4	2.0 - 5.4	0.23 - 0.51
A1FI scenario	4.0	2.4 - 6.4	0.26 - 0.59

Table notes:
^a These estimates are assessed from a hierarchy of models that encompass a simple climate model, several Earth System Models of Intermediate Complexity and a large number of Atmosphere-Ocean General Circulation Models (AOGCMs).
^b Year 2000 constant composition is derived from AOGCMs only.

תחזיות גובה פני הים במאה ה-21

נראה כי אחד הנושאים שלהם פוטנציאל מבטיח לחיזוי תהליך פיסי העתיד להשפיע על כל העולם, הוא הערכת גובה פני הים הצפוי בהמשך המאה ה-21. ברם, טעות מסוימת בהערכות עלולה למנוע התארגנות מוקדמת דיה של האנושות להתמודדות עם בעיה גלובלית זו.

התחזיות העדכניות המוצגות בדוח הפאנל הבין ממשלתי לשינויי אקלים (IPCC, 2007), מסתמכות על שישה תרחישים שונים של התפתחות היקף פליטות הפחמנים ברחבי העולם, והצלבתם עם נתונים מורכבים ורבים, שהורצו במודלים אקלימיים ממוחשבים.

התסריט הראשון והלא ריאלי (Constant) נחזית גם בתסריט B1, המניח שאוכלוסיית העולם תגיע לשיאה באמצע המאה, תוך מעבר מואץ לכלכלת ידע ושירותים לצד מעבר לאנרגיה שכבר הופרה. עליית טמפרטורה נמוכה יחסית

times. In: Stewart, I.S., Vita-Finzi, C., (eds.) Coastal Tectonics, Geological Society, London, Special Publications 146. 147–163.

Galili, E., Sharvit, J., 2000. The use of archeological features as indicators for coastal displacement in the Israeli coastal region. In: The Mediterranean: Culture, Environment and Society. University of Haifa, Faculty of Humanities, Faculty of Social Sciences and Mathematics.

Galili, E., Weinstein-Evron, Ronen, A., 1988. Holocene sea-level changes based on submerged archaeological sites off the northern Carmel coast in Israel. Quaternary Research 29, 36–42.

Galili, E., Zviely, D., Ronen, A., Mienis, H.K., 2007. Beach deposits of MIS 5e high sea stand as indicators for tectonic stability of the Carmel coastal plain, Israel. Quaternary Science Reviews 26, 2544–2557.

Galili, E., Zviely, D., Weinstein-Evron, M., 2005. Holocene sea-level changes and landscape evolution in the northern Carmel coast (Israel). Méditerranée 104 (1/2), 79–86.

Hall, J.K., Calvo, R., 2005. Digital shaded relief maps of Israel. 1:500,000 scale. In: Hall, J.K., Krashennikov, A., Hirsch, F., Benjamini, C., Flexer, A., (eds.), Geological Framework of the Levant, Plate XI, Jerusalem.

IPCC, 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press,

במפרץ חיפה והקשרם לתא הליטורלי של הנלוס. חיבור לשם קבלת התואר "דוקטור לפילוסופיה", הפקולטה למדעי החברה, החוג לגיאוגרפיה ולימודי סביבה, אוניברסיטת חיפה, 211 עמ'.

רוזן, ס.ד., 2004. שינויי מפלס הים ובחינת ההשלכות על מצב חופי הים התיכון של ישראל. בתוך: פפאי, נ., (ע'), חופי ישראל 2004, דוח החברה להגנת הטבע ופורום ארגוני החוף על מצב חופי הים התיכון, דוח מס' 5 עליית מפלס הים, מוגש לשרה לאיכות הסביבה, עמ' 21–28.

Bard, E., Hamelin, B., Arnold, M., Montaggioni, L., Cabioch, G., Faure, G., Rougerie, F., 1996. Deglacial sea-level record from Tahiti corals and the timing of global melt water discharge. Nature 382, 241–244.

Bard, E., Hamelin, B., Fairbanks, R.G., Zindler, A., 1990. Calibration of the 14–C timescale over the past 30,000 years using mass spectrometric U–Th ages from Barbados corals. Nature 345, 405–409.

Douglas, B.C., 1997. Global Sea Rise: A Redetermination. Surveys in Geophysics 18, 279–292.

Fairbanks, R.G., 1989. A 17,000 – year Glacio-Eustatic sea level record: Influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. Nature 342, 637–642.

Fleming, K., Johnston, P., Zwartz, D., Yokoyama, Y., Lambeck K., Chappell, J., 1998. Refining the eustatic sea-level curve since the Last Glacial Maximum using far- and intermediate-field sites. Earth and Planetary Science Letters 163 (1–4), 327–342.

Galili, E., Sharvit, J., 1998. Ancient coastal installations and the tectonic stability of the Israeli coast in historical

נקייה ויעילה. התסריט הקיצוני, עם עליית הטמפרטורה הגבוהה ביותר (A1F1), מבסס את התחזית על מגמות דמוגרפיות דומות, אולם תוך צמיחה כלכלית מואצת ומבוססת על ייצור וצריכה מוגברים הממשיכים להישען על משאבי אנרגיה מאובנים, בדומה למצב כיום (איור 9).

תחזיות עליית הטמפרטורה על פני כדור הארץ נעות בהתאם, והמסקנה ברורה וחד משמעית – כדור הארץ יתחמם במאה ה-21 בשיעור של 1.1° – 6.4° (גוטליב ואחרים, 2007). כתוצאה מכך צפוי גובה פני הים העולמי להמשיך ולעלות עד סוף המאה הנוכחית ב-18 עד 59 ס"מ (איור 10). ראוי לציין כי הערכות אלה מעדכנות תחזית עלייה גבוהה יותר של עד 88 ס"מ, שפורסמה בדוח הקודם של הפאנל הבין ממשלתי לשינויי אקלים.

התחזית העדכנית של מפלס הים העולמי לסוף המאה ה-21 גבוהה פי 3 משיעורה בכל המאה ה-20. תחזית שמרנית זו מסתמכת על תוצאות מודלים אקלימיים שונים, שהופעלו במספר תרחישים גלובליים, ואינה כוללת תרומות גדולות יותר למפלס הים, העלולות להתווסף עקב הפשרת הקרחונים היבשתיים בגרינלנד ובאנטרקטיקה. למעשה, מפעילי המודלים אינם יכולים לכלול את השפעת המסת הקרחונים באזורים אלה, מאחר שלא ניתן לנסח אותה במשוואות פיסיקליות פשוטות בנוסח: חום עודף X גורם להפשרת קרח בכמות Y. למעשה המודלים האקלימיים אינם מסוגלים לדמות תופעות אלה ישירות, ולכן החוקרים מנסים להעריך את ההשפעה הכוללת של התהליכים.

ביבליוגרפיה

גוטליב, א., רונן, א., לבציון נדן, נ., אילסר, ח., דולב, ש., 2007. התחממות גלובלית והעיר: אתגרים והזדמנויות. נייר עמדה לוועדת השלטון המקומי III, אוניברסיטת תל אביב, 18 עמ'.

גלילי, א., 2004. ישובים מוצפים מהאלף התשיעי עד השביעי לפני זמננו בחוף הכרמל. חיבור לשם קבלת התואר "דוקטור לפילוסופיה", החוג לארכיאולוגיה ותרבויות המזרח הקדום, אוניברסיטת תל-אביב, 492 עמ'.

גלנטי, י., ענבר, מ., רבן, א., 1990. התפתחות הדלתה של נהר הקישון בתקופת ההולוקן. אופקים בגיאוגרפיה 31, 133–146.

צביאלי, ד., 2006. תהליכים סדימנטולוגיים

- Science 289, 1897–1902.
- Shirman, B., 2004. East Mediterranean sea level changes over the period 1958–2001. *Israel Journal of Earth Science* 53, 1–12.
- Siddall, M., Rohling, E.J., Almogi-Labin, A., Hemleben, Ch., Meischner, D., Schmelzer, I., Smeed, D.A., 2003. Sea level fluctuations during the last glacial cycle. *Nature* 423, 853–858.
- Sivan, D., Gvirtzman, G., Sass, E., 1999. Quaternary Stratigraphy and Paleogeography of the Galilee Coastal Plain, Israel. *Quaternary Research* 51, 280–294.
- Sivan, D., Lambeck, K., Toueg, R., Raban, A., Porath, Y., Shirnam, B., 2004. Ancient coastal wells of Caesarea Maritima, Israel, an indicator for relative sea level changes during the last 2000 years. *Earth and Planetary Science Letters* 222 (1), 315–330.
- Sivan, D., Wdowinski, S., Lambeck, K., Galili, E., Raban, A., 2001. Holocene sea-level changes along the Mediterranean coast of Israel, based on archaeological observations and numerical model. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 167, 101–117.
- Sneh, Y., Klein, M., 1984. Holocene Sea-Level changes at the coast of Dor, southeast Mediterranean. *Science* 226, 831–832.
- Waelbroeck, C., Labeyrie, L., Michel, E., Duplessy, J.C., McManus, J.F., Lambeck, K., Balbon, E., Labracherie, M., 2002. Sea-level and deep water temperature changes derived from benthonic foraminifera isotopic records, *Quaternary Science Reviews* 21, 295–305.
- Marriner, N., Morhange, C., Boudagher-Fadel, M., Bourcier M., Carbonel, P., 2005. Geoarchaeology of Tyre's ancient northern harbour, Phoenicia. *Journal of Archaeological Science* 32 (9), 1302–1327.
- Morhange, C., Laborel, J., Hesnard, A., 2001. Changes of relative sea level during the past 5000 year in the ancient harbor of Marseilles, Soutehern France. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 166, 319–329.
- Nir, Y., 1997. Middle and late Holocene sea-levels along the Israel Mediterranean coast – evidence from ancient water wells. *Journal of Quaternary Science* 12 (2), 143–151.
- Pirazzolli, P.A., 1991. *World Atlas of Holocene sea-level changes*. Elsevier Oceanography Series 58, Elsevier, Amsterdam.
- Rabineau, M., Bemé, S., Olivet, J-L., Aslanian, D., Guillocheau, F., Joseph, P., 2006. Paleo sea levels reconsidered from direct observation of paleoshoreline position during Glacial Maxima (for the last 500,000 yr). *Earth and Planetary Science Letters* 252, 119–137.
- Rohling, E.J., Fenton, M., Jorissen, F.J., Bertrand, P., Ganssen, G., Caulet, J.P., 1998. Magnitude of sea-level lowstands of past 500,000 years. *Nature* 394, 162–165.
- Schellmann, G., Radtke, U., 2004. A revised morpho- and chronostratigraphy of the late and middle Pleistocene coral reef terraces on Southern Barbados (West Indies), *Earth-Science reviews* 64, 157–187.
- Shackleton, N.J., 2000. The 100,000-year Ice-Age cycle found to lag temperature, carbon dioxide, and orbital eccentricity, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Klein, M., Lichter, M., Zviely, D., 2004. Recent sea-level changes along Israeli and Mediterranean coast. In: Maos, J.O., Inbar, M., and Shmueli, D., (eds.), *Contemporary Israeli Geography (Special Issue of Horizons in Geography, 60–61)*, 247–254.
- Lambeck, K., Antonioli, F., Purcell, A., Silenzi, S., 2004. Sea-level change along the Italian coast for the past 10,000 yr. *Quaternary Science Reviews* 23, 1567–1598.
- Lambeck, K., Bard, E., 2000. Sea-level change along the French Mediterranean coast for the past 30,000 years. *Earth and Planetary Science Letters* 175, 203–222.
- Lambeck, K., Yokoyama, Y., Purcell, T., 2002. Into and out of the Last Glacial Maximum: sea-level change during oxygen isotope stages 3 and 2. *Quaternary Science Reviews* 21, 343–360.
- Leuliette, E.W., Nerem, R.S., Mitchum, G.T., 2004. Calibration of TOPEX/Poseidon and Jason Altimeter Data to Construct a Continuous Record of Mean Sea Level Change. *Marine Geodesy* 27 (1–2), 79–94.