



# ביטחון אנרגיה וקיימות

**ד"ר אברהם ארביב**

מוסד שמואל נאמן, 15 ביוני 2016

- The IEA defines energy security as the uninterrupted availability of energy sources at an affordable price.

# טווח קצר וטווח ארוך

- Short-term energy security focuses on the ability of the energy system to react promptly to sudden changes in the supply-demand balance.
- Long-term energy security mainly deals with timely investments to supply energy in line with economic developments and environmental needs.



**אין ביטחון אנרגיה**  
**לטווח ארוך בלי**  
**התייחסות לקיימות**

- **קיימות** במובנה הרחב היא היכולת להמשיך לקיים תהליך או מצב לאורך זמן. באקולוגיה, מערכת **בת-קיימא** היא מערכת שהמגוון הביולוגי שלה ופוריותה נשמרים לאורך זמן. בשביל בני האדם, קיימות היא הפוטנציאל לחיים של רווחה בטווח הרחוק, מבחינה סביבתית, כלכלית וחברתית.

# Sustainability

## (2)

## קיימות



לראשונה נעשה שימוש במושג  
ב-1713, בהקשר לכריתת עצים

שני מרכיבים:

1. אופן ניצול אנרגיה וחומרים מהטבע ("לחיות מהריבית ולא מהקרן")
2. אופן ההחזרה לטבע של תוצרי השימוש באנרגיה או בחומרים

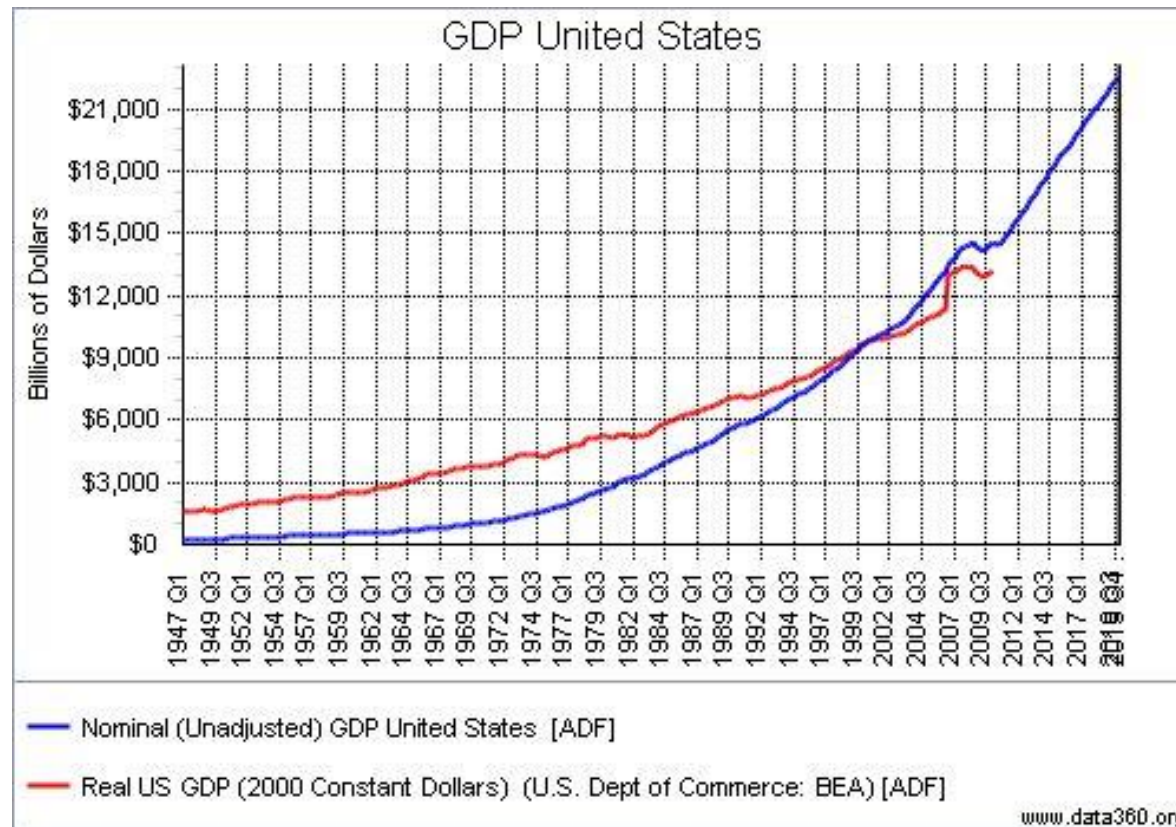
אין דברים בני-קיימא - רק תהליכים

# תמ"ג GDP

- תוצר מקומי גולמי (תמ"ג) הוא מונח כלכלי המציין מדידה של הערך הכספי הכולל של הסחורות (מוצרים) והשירותים שיוצרו במדינה מסויימת במהלך תקופה נתונה (לרוב מדובר על שנה), לפני הפחתת הבלאי.
- משוואת החישוב המקובלת לתמ"ג היא:  
**תמ"ג = צריכה + השקעות + יצוא - יבוא**

# צמיחה

- המדד המקובל ביותר לצמיחה כלכלית הוא קצב הגידול הריאלי בייצור הכולל של טובין או שירותים (תמ"ג ריאלי)





# המשבר הכלכלי בראי הקיימות

- המשבר הכלכלי העולמי הוא תוצאה של הרצון של המדינות המפותחות לחיות מעבר ליכולתן, בין היתר תוך הישענות על משאבים שמקורם במדינות המתפתחות.
- ניתן להסביר את המשבר הכלכלי הנוכחי מנקודת מבט של פיתוח בר-קיימא, דרך ניצול-יתר של משאבים, וזאת לאור עבודות שפורסמו בשני העשורים האחרונים, אך לא זכו לתהודה בקרב הציבור הרחב.

## המשבר הכלכלי בראי הקיימות (2)

- הקצב הממוצע של השימוש במשאבים (כגון נפט ומתכות) ושל ייצור הפסולת (כגון פלסטיק וגזי פליטה) גדול יותר מפי-30 במדינות המפותחות (צפון אמריקה, מערב אירופה, יפאן ואוסטרליה), שבהן חיים קצת יותר ממיליארד תושבים) מאשר במדינות המתפתחות.

## המשבר הכלכלי בראי הקיימות (3)

- עד אמצע המאה ה-21 יהיו בעולם יותר מ-9 מיליארדי בני אדם. אם כולם יצרכו כמו במדינות העולם הראשון, יהיה כאילו על כדור הארץ חיים 72 מיליארדי בני אדם (בקצב הצריכה הנוכחי).
- אפילו אם רק חלקים גדולים של סין והודו ישיגו את הצריכה שלנו כיום, עדיין העומס על המשאבים יהיה עד 2050 פי ארבעה מהנוכחי.
- **אין דרך שבה כדור הארץ יוכל לשאת את קצב הצריכה הזה.**



# התמוטטות חברתית Social collapse

1. המערכת החברתית-סביבתית העולמית היא מערכת מורכבת-מסתגלת (complex-adaptive) ענקית.
2. מערכת זאת, כשהיא מונעת על-ידי ציווי הצמיחה, נמצאת בשלב מתקדם של עליה על עקומת הצמיחה.
3. תוך כדי עליה זו היא נעשית מורכבת יותר (ומתרחקת משיווי המשקל התרמודינמי), מפתחת התמחות ותלות הדדית וכן מתחים פנימיים הפוגעים בחסינותה.
4. התמודדות עם השינויים האלה דורשת תשומות הולכות וגדלות של אנרגיה באיכות גבוהה.

## התמוטטות חברתית (2)

5. במקרה, העולם נכנס לתקופת מעבר קריטית בין מקורות אנרגיה בעלי EROEI (החזר אנרגיה על השקעת אנרגיה) גבוה למקורות בעלי EROEI נמוך יותר.
6. חברות ללא גישה למספיק אנרגיה באיכות גבוהה ובזול לתחזוקת מורכבותן הגוברת ולניהול המתחים הפנימיים המתגברים נעשות רגישות לסכנת קריסה (כלכלית, חברתית ופוליטית), כי מנגנוני ההתאמה של מוסדותיהן לא יוכלו להתמודד עם משברים פתאומיים.
7. הקריסות יהפכו לגלובליות.

# התמוטטות חברתית (3)

סיבות אפשריות למשברים:

- אידאולוגיה
- אוכלוסייה
- אי-שוויון
- משאבים/אנרגיה
- סביבה

התמוטטות = חזרה לחברה פשוטה יותר

## התמוטטות חברתית (4)

- יצרנו עולם שנעשה יותר ויותר מקושר, מוסדר ויעיל, אך בה בעת פחות חסון (resilient)
- כתוצאה מכך, צמיחה מתמדת אינה בת-קיימא וגובר הסיכוי לתגובה לא-לינארית של קריסה



# קיימות והמשבר הכלכלי

- המסקנה: קצב הצריכה של מדינות ה"עולם הראשון", ובראשן של ארה"ב, איננו בר-קיימא, ויצטרך לרדת (במונחים של תמ"ג לנפש); לכן יש לראות את המשבר הכלכלי הנוכחי כתחילתו של תיקון, שהולך להישאר אתנו.
- אנשים בשנות העשרים המאוחרות שלהם במדינות העשירות עלולים להיות הדור הראשון במאתיים השנים האחרונות שרמת החיים שלו תהיה נמוכה מאשר דור הוריהם.

## קיימות והמשבר הכלכלי (2)

- **הציוויליזציה שלנו היא משחק פירמידה; אנחנו חייבים לבחון ולשנות את רוב התהליכים ולהפוך אותם לבני-קיימא.**
- **הציווי: לעשות יותר עם פחות משאבים.**

# המסקנות

- הפקה וצריכה של אנרגיה כיום אינן בנות-קיימא, מנקודת המבט של זמינות המשאבים וההשפעות הסביבתיות, וההשלכות הישירות והבלתי ישירות מכך יביאו בסבירות גבוהה לסכסוכים גלובאליים משמעותיים.
- מגזר אספקת האנרגיה חייב לקדם פיתוח בר-קיימא על-ידי הגברת נצילות השימוש באנרגיה ועל-ידי הפקת ומסירה של מקורות בטוחים וידידותיים לסביבה.
- הדרכים הנוכחיות להשיג זאת: גיוון מקורות, גיוון ספקים, תשתיות הובלה וחלוקה חסינות, ייעול טכנולוגיות המרה, טכנולוגיות בעלות פליטות פחמן נמוכות.

# מכשירי מדיניות אחדים

- בנייה משמרת אנרגיה - לרבות שיפוץ בניינים קיימים
- רשת חשמל חכמה (מבוזרת, דו-כיוונית, הכוללת אגירה)
- הסתמכות על מקורות אנרגיה מקומיים ומתחדשים
- תחבורה ציבורית (והפסקת עידוד הנסיעה ברכב פרטי)

# לקחים נוספים

- יש לתת את הדעת לגידול האוכלוסייה
- פערי ההכנסות והקיטוב הכלכלי הם בעיה קיומית
- חובה לטפח תרבות של מניעת בזבז

***“Anyone who believes exponential growth can go on forever in a finite world, is either a madman or an economist.”***

Kenneth Boulding (economist, educator, poet, religious mystic, devoted Quaker, systems scientist and interdisciplinary philosopher) (1910-1993)