



## ההשפעה הסביבתית של משלוחים עד הבית

Lynette Cheah\* | QiuHong Huang

הנדסת מערכות ועיצוב, אוניברסיטת סינגפור לטכנולוגיה ועיצוב, סינגפור, סינגפור

### סוקרים צעירים

UMBERTO

גיל: 12



בימינו, אנשים רבים רוכשים מוצרים באופן מקוון, כמו נעלי ספורט מדגם חדיש, או גאדג'טים חשמליים. ייתכן כי המוצרים שאנו מזמינים באינטרנט נשלחים אלינו ממרחק רב מאוד. מגוון הדרכים שבהן פריטים אלה מגיעים אלינו, בין אם באוויר, בים או דרך היבשה, מייצרות כמויות שונות של גזי חממה, ולכן, יש להן השפעות נבדלות על תופעת ההתחממות העולמית. אם נשווה בין דרכים שונות למשלוח סחורה מסין לסינגפור, למשל, נגלה כי משלוח אווירי מהיר יותר מאשר משלוח ימי, אך זו גם אפשרות משלוח יקרה יותר, אשר תורמת יותר להתחממות האקלים. שאלנו 188 אנשים איזו צורת משלוח היו בוחרים, לו היה ברשותם יותר מידע לגבי ההשפעה שיש לכל אחת מאפשרויות המשלוח על גזי חממה. מעט יותר ממחצית האנשים שהשתתפו במחקרנו הסכימו לצורת משלוח איטית יותר, כל עוד היא מזהמת פחות. אם נוסיף תוויות טביעת פחמן באתרי קניות אינטרנטיים, נוכל לסייע להפחית את ההשפעה הסביבתית של משלוחים עד הבית.

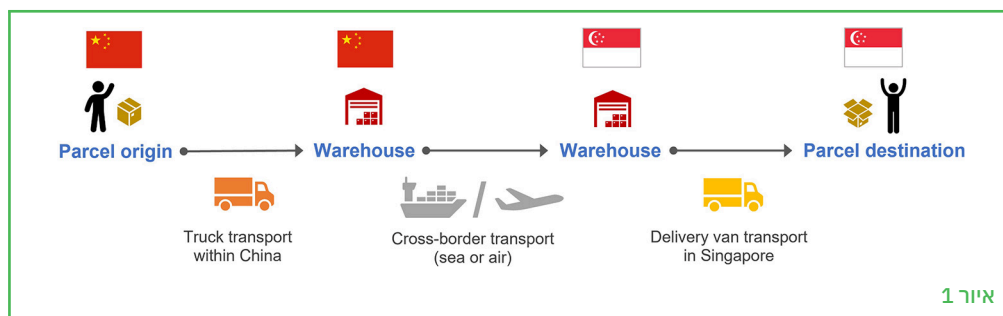
## מבוא

קניות מקוונות ברשת היו לתופעה נפוצה מאוד; בין השאר משום שלעיתים קרובות קל יותר וזול יותר לרכוש את המוצרים שאנו צריכים ורוצים בהם, דרך האינטרנט. כחמישית מהדברים שאנשים רוכשים באינטרנט מגיעים מחוץ לארצותיהם של הקונים. בעוד שקנייה מארצות אחרות מאפשרת לנו גישה למגוון רחב של מוצרים, שילוח הסחורות הללו מארץ אחת לאחרת מצריך אנרגיה רבה, וגורם לפליטות פחמן בצורת גזי חממה, אשר תורמים להתחממות כדור הארץ.

כאשר אנו עורכים קניות באינטרנט, לעיתים קרובות ביכולתנו לבחור מבין כמה אפשרויות משלוח. כדי לעזור לנו להכריע בסוגיה זו, בדרך כלל מספקים לנו מידע לגבי זמן המשלוח ועלותו. אם אנו מעוניינים במשלוח מהיר יותר, לרוב נאלץ לשלם יותר. אם אנו מוכנים לחכות מעט, נוכל לבחור באפשרות המשלוח הזולה יותר, או החינמית. אולם ישנו מאפיין חשוב נוסף המבדיל בין אפשרויות המשלוח, והוא פליטות הפחמן שהן מייצרות. לדוגמה, אומנם אורך פחות זמן לשלוח חבילה באמצעות מטוס מאשר לשלוח אותה באמצעות ספינה או משאית, אך מטוסים מייצרים כמות שונה של גזי חממה לעומת ספינות או משאיות. עד כמה פליטות הפחמן משתנות בין שיטת משלוח אחת לאחרת? על כך נקרא בהמשך המאמר.

## משלוחים איטיים יותר – פחות פליטות מזהמות

ערכנו השוואה בין אפשרויות משלוח שונות באתר קניות מקוון באסיה, הזוכה לפופולריות, ושמו 'טאובאו' (Taobao). אתר זה פועל ביותר מ-200 ארצות, ומציע יותר ממיליארד מוצרים, שרובם מגיעים מסין. נבחן מקרה של הזמנה מ'טאובאו', שאמורה להישלח מסין לסינגפור. סינגפור היא אי טרופי המוכר כעיר-מדינה, בדרום-מזרח אסיה. כיוון שזהו אי, יותר ממחצית הרכישות המתבצעות באמצעות מסחר אלקטרוני מגיעות למדינת סינגפור מחוץ לארץ, ולא מתוך המדינה. לאחר שמשלמים הזמנה ב'טאובאו', הסחורה אמורה להישלח מסין לסינגפור, שהמרחק ביניהן 2,500 קילומטרים. בתחילת מסלול השילוח, בדרך כלל משתמשים במשאיות כדי לשנע את הפריט מהמוכר אל נמל המוצא, ובסופו של המסלול, מנמל היעד אל הקונה. אולם באמצע הדרך הפריט עשוי לעבור דרך האוויר או דרך הים, מנמל אחד לאחר. איור 1 מציג את המסע שהחבילה עושה, ואת אמצעי התחבורה השונים שבהם ניתן להשתמש כדי להעביר אותה מהמוכר אל דלת ביתו של הקונה.



גילינו כי משלוח של חבילה קטנה דרך הים יוצר פחות זיהום מאשר משלוח של אותה חבילה דרך האוויר. אנו מעריכים כי משלוח דרך הים מייצר בערך 1.2 ק"ג של

### פליטות פחמן

#### (Carbon Emissions)

פליטות גזי חממה, או הוספת גזי חממה, לאטמוספירה של כדור הארץ, בעיקר עקב פעולות של בני אנוש.

### גזי חממה

#### (Greenhouse Gases)

גזים הכולאים את החום באטמוספירה של כדור הארץ וגורמים להתחממותו, בכלל זה פחמן דו-חמצני; מתאן, חמצן דו-חנקני וגזים מכילי פלואור.

### מסחר אלקטרוני

#### (E-commerce)

רכישה ומכירה של סחורות ושירותים באמצעות האינטרנט.

### איור 1

#### מסעה הארוך של חבילה

#### ממוכר בסין ועד לצרכן

בסינגפור. מקור החבילה הוא המקום שבו נמצא המוכר (משום החבילה מגיעה), ויעד החבילה הוא דלת ביתו של הצרכן. בין שתי נקודות אלה, אפשר לשנע את החבילה באמצעות משאית, מכונית מסחרית, דרך הים או דרך האוויר. מקרא: מוצא החבילה ← שינוע באמצעות משאית בתוך סין ← מחסן ← תחבורה בינלאומית (בים או באוויר) ← מחסן ← שינוע באמצעות מכונית מסחרית בתוך סינגפור ← יעד החבילה.

## גזים שווים-ערך לפחמן דו-חמצני

[Carbon Dioxide Equivalent (CO<sub>2</sub>e), kg CO<sub>2</sub>e]

פרט לפחמן דו-חמצני (CO<sub>2</sub>), ישנם גזי חממה אחרים, כמו מתאן. משתמשים בגזים שווים-ערך לפחמן דו-חמצני בתור יחידה סטנדרטית המייצגת את אפקט ההתחממות העולמית אשר נגרם על ידי כל גזי החממה.

## איור 2

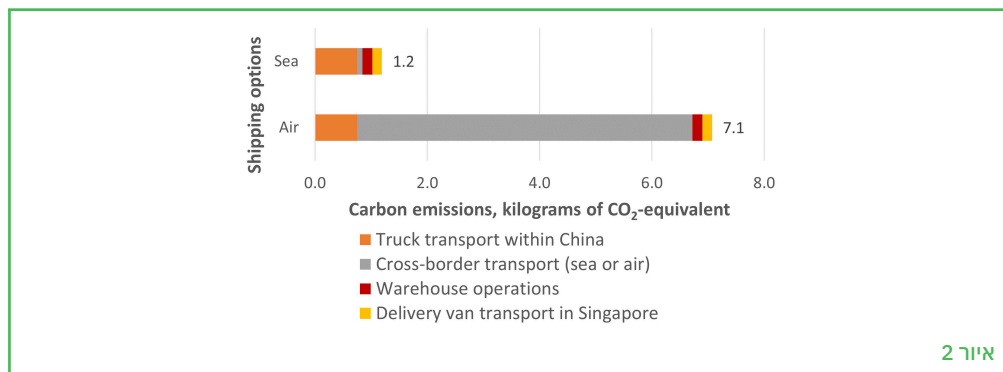
השוואת פליטות פחמן עבור משלוח חבילה במשקל ק"ג אחד דרך הים, לעומת

משלוח דרך האוויר. המדידה היא בקילוגרמים של גזים שווים-ערך לפחמן דו-חמצני. ניתן לראות מהגרף כי במשלוח אווירי פליטות הגזים גבוהות הרבה יותר. מקרא: ציר אנכי – אפשרויות משלוח; ציר אופקי – פליטות פחמן בקילוגרמים של גזים שווים-ערך לפחמן דו-חמצני. כתום – שינוע במשאית בתוך סין; אפור – תחבורה בינלאומית (בים או באוויר); אדום – פעולות במחסן; צהוב – משלוח במכונית מסחרית בתוך סינגפור.

## טביעת-רגל פחמנית (Carbon Footprint)

כמות גזי החממה המיוצרת כתוצאה מפעילויות האדם.

גזים שווים-ערך לפחמן דו-חמצני (kg CO<sub>2</sub>e). זוהי יחידת המידה המשמשת למדידת כמות הפליטה של כל גזי החממה. לעץ בוגר נדרשים 3 חודשים כדי לסלק מהאטמוספירה את אותה כמות של פחמן דו-חמצני, באמצעות פוטוסינתזה [1]. עם זה כמות הפליטות הנגרמות כתוצאה ממשלוח אווירי גדולה כמעט פי 6 מאשר במשלוח ימי. איור 2 מדגים את הפליטות בכל שלב של כל אפשרות משלוח, עבור שינוע חבילה במשקל קילוגרם אחד.



איור 2

האפשרות המציעה את שיעור פליטות הפחמן הנמוך יותר היא גם האפשרות האיטית יותר והזולה יותר. אם הצרכנים יכולים לחכות, באפשרותם לחסוך כסף, וכן להפחית את פליטות הפחמן מהמשלוח ב-80% לפחות, על ידי שימוש במשלוח ימי במקום במשלוח אווירי. עם זה החלפת צורת המשלוח תוסיף כ-5 ימי המתנה, שהם פי 1.5 מזמן ההמתנה למשלוח אווירי.

## מהי המשמעות של הוספת תוויות טביעת-רגל פחמנית?

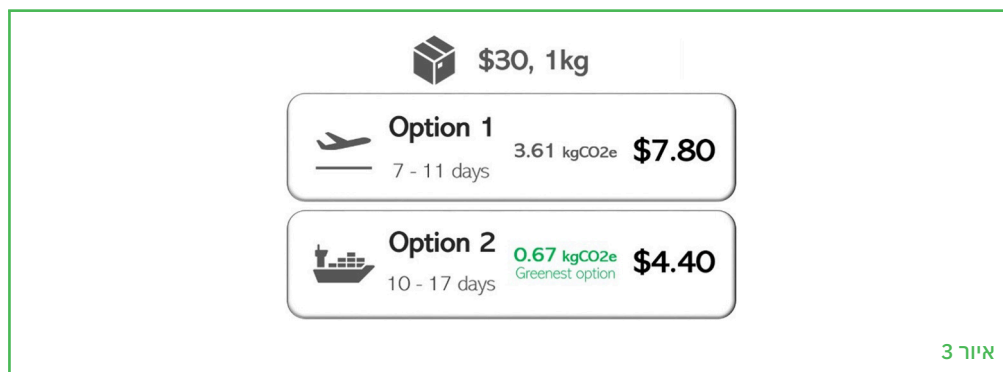
לו הקונים באינטרנט ידעו לגבי פליטות הפחמן הכרוכות באפשרויות המשלוח השונות שחברות מציעות, האם היו בוחרים אחרת? השערתנו הייתה, כי אם נצמיד תוויות של טביעת-רגל פחמנית לאפשרויות המשלוח, הדבר יוביל את הקונים לבחור בצורה מודעת יותר, ולשקול באופן זהיר יותר את ההשפעה הסביבתית של בחירותיהם.

כדי לתקף את ההשערה הזו, ערכנו סקר בקרב כ-200 אנשים החיים בסינגפור, בחודשים יוני ויולי 2020. כחלק מכך הצגנו בפניהם זוגות שונים של אפשרויות משלוח, כאשר על חלקן היו תוויות פחמן, ועל חלקן לא. אז, ביקשנו מהם להחליט באיזו אפשרות היו בוחרים. איור 3 מראה דוגמה של אפשרות בחירה שהוצגה בפני משתתפי הסקר, אשר כוללת תוויות פחמן.

מתוך 188 אנשים שהשתתפו בסקר, קצת יותר ממחציתם (55%) הסכימו לחכות יותר זמן להגעת המשלוח, ולהשתמש באפשרות המזדמה פחות. כלומר, רוב האנשים ישמחו להמתין לחבילה שלהם, בידיעה שהדבר יוביל לפליטה של פחות פחמן. תוצאות אלה מספקות הוכחה לכך שהוספת תוויות הפחמן עשויה להשפיע על בחירת אפשרות המשלוח בקרב הקונים באינטרנט. באופן דומה, חוקרים אחרים מצאו כי אם מצמידים תוויות פחמן פשוטות ומעוצבות היטב לפריטים דוגמת מוצרי מזון מסוימים, הקונים עשויים להימנע מאפשרויות שבהן פליטת גזי החממה גבוהה יותר [2].

### איור 3

דוגמה לתוויות פחמן.  
 Option 1, 7-11 days =  
 אפשרות 1, 7-11 ימים.  
 Option 2, 10-17 days=  
 אפשרות 2, 10-17 ימים.  
 Greenest option =  
 האפשרות ה'ירוקה' ביותר  
 (משמע, הידידותית יותר  
 לסביבה).



## כיצד מעודדים מסחר אלקטרוני בר-קיימה?

פליטות גזי חממה עשויות להשתנות מאוד בין אפשרויות משלוח שונות. לפיכך, ייתכן שהצרכנים ברשת אינם מודעים להשפעה הסביבתית של בחירותיהם, ותורמים, ללא ידיעתם, לתוצאה שהיא פחות בת-קיימה. תוויות פחמן יכולות לסייע לקונים לבחור בצורה מודעת יותר. אנשים רבים, ובכלל זה צעירים, מודאגים משינוי האקלים. הם היו רוצים לבצע פעולות שיש בהן כדי להגן על אקלים כדור הארץ, ולקחת חלק בצמצום פליטות הפחמן. נוכל לסייע בהפחתת פליטות הפחמן בכך שנספק לאנשים את המידע על אודות אפשרויות המשלוח הידידותיות ביותר לסביבה. תוויות פחמן, דוגמת זו שבדקנו במחקר זה, יכולות לכוון אנשים להתנהג באופן שיסייע להגן טוב יותר על העולם שלנו.

## מאמר המקור

Cheah, L., and Huang, Q. 2021. Comparative carbon footprint assessment of cross-border E-commerce shipping options. *Transport. Res. Record.* 2676:584–95. doi: 10.1177/036119812111037249

## מקורות

1. Russell, M. 2020. *Carbon in Minnesota Trees and Woodlands [Internet]*. St. Paul, MN: University of Minnesota Extension. Available online at: <https://extension.umn.edu/managing-different-forest-types/carbon-minnesota-trees-and-woodlands>
2. Camilleri, A. R., Larrick, R. P., Hossain, S., and Patino-Echeverri, D. 2019. Consumers underestimate the emissions associated with food but are aided by labels. *Nat. Clim. Change.* 9:53–8. doi: 10.1038/s41558-018-0354-z

פורסם אונליין: 30 בינואר 2025

נערך על ידי: Noemie Ott

מנחים מדעיים: Elisa I. García-López

**ציטוט:** Cheah L | Huang Q (2025) ההשפעה הסביבתית של משלוחים עד הבית.  
Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2022.746593-he

**תורגם והותאם מ:** Cheah L and Huang Q (2022) The Environmental Impact of Home Deliveries. Front. Young Minds 10:746593. doi: 10.3389/frym.2022.746593

**הצהרת ניגוד אינטרסים:** המחברים מצהירים כל המחקר נערך בהעדר כי קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

**זכויות יוצרים** © Cheah | Huang 2025. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. השימוש, ההפצה או ההעתיקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתיקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

## סוקרים צעירים

### UMBERTO, גיל: 12

קוראים לי Umberto. אני אוהב ללמוד מדעים, לקרוא ספרי מַנְגָה (קומיקס יפני) ולשחק במשחקי וידאו עם החברים שלי. נהנה ללכת לחוף הים ולשחק בחול. אני גם אוהב הרפתקאות, ולצייר דמויות. בעתיד, ארצה להיות פיזיקאי.

## הכותבים

### LYNETTE CHEAH

Lynette Cheah חוקרת כיצד ביכולתן של ערים גדולות לעודד מערכות תחבורה נקיות ויעילות יותר עבור כולם. היא בונה דגמים ממוחשבים של תנועת אנשים וסחורות, ועוקבת אחר פליטות הגזים והשימוש באנרגיה הנלווים לכך. Lynette אוהבת לצאת להליכות או לרכיבות אופניים עם בני משפחתה. היא פרופסורית עמיתה להנדסת מערכות במדינה שטופת השמש והטרופית – סינגפור. [\\*lynette@sutd.edu.s](mailto:lynette@sutd.edu.s)

### QIUHONG HUANG

QiuHong Huang למדה הנדסת מערכות, ובשנת 2020 הוסמכה לתואר שני במדעי הערים ובתכנון מדיניות מטעם אוניברסיטת סינגפור לטכנולוגיה ולעיצוב. המחקר שלה עושה שימוש בכלי ניתוח נתונים במטרה להבין טוב יותר בעיות הקשורות בסביבה. בזמנה הפנוי, היא אוהבת לטייל ולבלות בטבע.



מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים  
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس  
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל  
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK



קרן משפחת  
ששוע Shashua  
Family Foundation