

סיינטיפיק  
אמריקן ישראל

מוציא לאור:  
אורט ישראל  
אודות

# סיינטיפיק אמריקן ישראל

## כתב העת המדעי טכנולוגי הטוב בעולם

חיפוש

רכישת מנוי ויצירת קשר

אודות

العربية

הבלוג של צוות העורכים

מורים למען מורים

גליונות קודמים

ראשי

### Recent Posts

תעלומת היקום הסמוי / בוגדן א' דוברסקו ודון לינקולן

תותי ים / סבריינה אימבלר

שים לב, סאם אדמס / פטר אנדריי סמית'

רוח הדברים – האוכל הוא עיקר מזונו של האדם / אמיר טייכר

פורום – מדעי העצב צריכים האקרים / דניאל גודווין

### תגיות

**אבולוציה אנרגיה** אנתרופולוגיה **אסטרונומיה**

אסטרופיזיקה אקולוגיה ארכאולוגיה ביו-הנדסה

ביוטכנולוגיה ביוכימיה **ביולוגיה** בלעדי לאתר

**בריאות** גאולוגיה גנטיקה **הנדסה** זיהוי פלילי

חדשנות חינוך **חלל** חקלאות חקר החלל

## אופטימיזציה – לחסום את התנועה בכוונה תחילה / לינדה בייקר

נכתב בתאריך 30 מרץ, 2009 בשעה 15:28 מאת סיינטיפיק אמריקן ישראל

### איך סגירת רחובות וסילוק רמזורים יכולים לשפר את קצב הנסיעה העירונית

הנדסת תעבורה רגילה מניחה שאם מספרם של כלי רכב קבוע, הוספת כבישים תפחית את עומסי התנועה. לכן כשלפני כמה שנים הרסו מתכנני העיר סיאול כביש מהיר של שישה נתיבים והחליפו אותו בפארק שאורכו שמונה קילומטרים, הופתעו מומחי התחבורה לגלות שזרימת התחבורה בעיר השתפרה ולא הידרדרה. "אנשים יצאו מדעתם," נזכרת אנה נגורני, חוקרת באוניברסיטת מסצ'וסטס שבאמרהסט, העוסקת ברשתות מחשבים ותחבורה. "זה היה כמו ההופכי של 'פרדוקס בראס' (Braess paradox)".

הפרדוקס הזה, פרי מחשבתו של המתמטיקאי דיטריך בראס מאוניברסיטת רוהר בבוכום שבגרמניה, מנוסח כהפשטה: הוא קובע שברשת שבה כל הישויות הנעות מחפשות באופן רציונלי את הנתיב היעיל ביותר, הוספת קיבולת עשויה למעשה להפחית את היעילות הכוללת של הרשת. הפרויקט בסיאול הוכיח את הדינמיקה הזאת: סגירת הכביש המהיר – כלומר הפחתת הקיבולת של הרשת – שיפרה את היעילות של המערכת.

על אף שפרדוקס בראס זוהה לראשונה בשנות ה-60, והוא מבוסס על תיאוריה כלכלית משנות ה-20, הוא מעולם לא זכה לתשומת לב בארצות הברית המעודדת שימוש בכלי רכב. אלא שבמאה ה-21 מביאות הבעיות הכלכליות והסביבתיות לבחינה מחודשת של הרעיון ולפיו הגבלת מרחב הנסיעה של כלי הרכב עשויה דווקא לייעל את תנועתם של אנשים רבים יותר. המפתח לגישה זו לתכנון תעבורה, הנוגדת את השכל הישר, טמון בהשפעה על האינטרס העצמי הטבוע בכל הנהגים.

מקרה מייצג מתואר במאמר "מחיר האנרכיה ברשתות תעבורה", שפרסמו בספטמבר 2008 מייקל גסטנר, מומחה למדעי המחשב ממכון סנטה פה, ועמיתיו בכתב העת *Physical Review Letters*. תוך שימוש ברשתות כבישים היפותטיות ואמיתיות, הם מסבירים שנהגים המחפשים את הנתיב

הקצר ביותר ליעדם מגיעים בסופו של דבר למצב המכונה בתורת המשחקים "שיווי משקל נאש". במצב זה אף נהג יחיד אינו יכול לשפר את מצבו על ידי נקיטה חד-צדדית באסטרטגיה שונה. הבעיה היא ששיווי משקל נאש הוא פחות יעיל משיווי המשקל שיווצר אם הנהגים יפעלו באופן בלתי אנוכי – כלומר, אם הם יתאמו את פעולותיהם לטובת הכלל.

"מחיר האנרכיה" הוא מדד לאי היעילות שנגרמת בגלל נהגים אנוכיים. בנייתוח התחבורה בין שני מקומות בבוסטון גילו החוקרים שמחיר זה עלול להיות גבוה: נהגים אנוכיים מבליים בכביש 30% יותר זמן מזה שהיה נדרש בתנאים "מיטביים מבחינה חברתית".

גסטנר אומר שהפתרון נשען על פרדוקס בראס. "מכיוון שנהגים אנוכיים מביאים את הפונקציה הלא-נכונה לערך המיטבי שלה, אפשר לכוון אותם לפתרון טוב יותר אם מסלקים כמה מן הקשרים ברשת", הוא מסביר. מדוע? במידה מסוימת זה מפני שסגירת דרכים מקשה על נהגים יחידים לבחור בנתיב הטוב (והאנוכי) ביותר. בדוגמה של בוסטון, גילה הצוות של גסטנר שישה אתרים שבהם אפשר לחסום את התנועה ולהפחית את העיכוב בתרחיש הנהיגה האנוכית (הדרכים האלה לא היו מאטות את הנהגים לו היו מתנהגים באופן לא אנוכי).

סוג אחר של אנרכיה עשוי להאיץ דווקא את התנועה. מדובר באסטרטגיה לתכנון תנועה הנוגדת את האינטואיציה הידועה בשם "רחובות משותפים". שיטה זו מעודדת אנרכיה של נהגים על ידי סילוק רמזורים, סימונים על הכביש וגבולות בין הכביש והמדרכה. מחקרים שנעשו בצפון אירופה, שם הרחובות המשותפים נפוצים, מראים על שיפור בבטיחות ובזרימת התנועה.

הרעיון הוא שהיעדרם של אמצעי ויסות התנועה מכריח את הנהגים לגלות יותר אחריות לפעולותיהם. "ככל שהנהג חש פחות בנוח, כן הוא נאלץ ליצור קשר-עין עם הולכי הרגל והנהגים האחרים ברחוב, ולהאט באופן טבעי", מסביר כריס קונוויי, מהנדס עירוני ממונטגומרי שבאלבמה. באפריל 2008 החליפה העיר צומת מרומזר ב"רחוב הולנדי" אירופי משותף להולכי רגל, לאופניים ולמכוניות – אחד מכמה פרויקטים דומים שצצים ברחבי אמריקה.

לכאורה, עידוד הכאוס התעבורתי סותר את הרעיונות שהוצגו במחקר "מחיר האנרכיה", אך למעשה שתי האסטרטגיות מפחיתות מחשיבותו של הנהג היחיד לטובת התוצאות הכלליות המשופרות. הן גם מציעות נישה תעבורתית גדולה יותר לאופניים ולהולכי רגל. לאור העובדה שממשל אובמה מתכוון להשקיע בפרויקט הבינוי הציבורי הגדול ביותר מאז הקמת מערכת הכבישים המהירים האמריקנית ("אינטרסטייט"), נראה כעת הרעיון של דרכים מעטות וכוללניות יותר רלוונטי מתמיד.

לינדה בייקר כותבת מפורטלנד שבאורגון.

## רחובות מהירים עם פחות חנייה

אסטרטגיות חדשות בניהול חנייה יכולות לשפר גם הן את זרימת התחבורה העירונית. כך אומר

פטריק זיגמן, בכיר בחברת נלסון/ניגארד ליעוץ מסן פרנסיסקו, שעוסקת בתכנון תעבורה. בשנות ה-50, בניסיון מוטעה להפחית את עומסי התנועה, דרשו המתכננים העירוניים מן הקבלנים לספק מספר מינימלי של מקומות חנייה חופשית – אסטרטגיה ש"התעלמה לגמרי" מעקרונות כלכלה בסיסיים, אומר זיגמן בהתייחסו לאופן שבו מחירים נמוכים מגבירים את הביקוש. כיום, מרחב עירוני מוגבל וחשש מהתחממות עולמית גורמים למתכנני ערים לבטל את הדרישות האלה. בסן פרנסיסקו, לדוגמה, על הקבלנים להגביל את שטח החנייה ל-7% לכל היותר משטחו של בניין – כמות זניחה ממש. על אף שגדלה התעסוקה בתוך העיר, אומר זיגמן, עומסי התנועה פחתו דווקא. כשאין מקומות חנייה חופשיים, הנהגים עוברים לשיטות אחרות ומסתמכים יותר על תחבורה ציבורית, על אופניים ואפילו על הליכה פשוטה ברגל.

Facebook  

### כתיבת תגובה חדשה

שם (\*חובה)

דואר אלקטרוני (לא יפורסם) (\*חובה)

אתר אינטרנט



הודע לי באימייל כשמתקבלות תגובות נוספות בפוסט הזה

שלח

**סיינטיפיק  
אמריקן ישראל**

גליונות קודמים

גיליון דצמבר 2014-ינואר 2015  
גיליון פברואר-מרץ 2015

סיינטיפיק בעולם

איטליה יפן  
ארצות הברית פולין  
הולנד צרפת

הבלוג של צוות העורכים  
אודות  
רכישת מנוי ויצירת קשר

סיינטיפיק אמריקן

בלעדי לאתר  
גליונות קודמים  
מורים למען מורים



חברת הסכריות-סדית הפעילה בישראל  
מאז 1987

הוקם על [WordPress](#) | מבוסס על [comfy/Deluxe Themes](#) | תרגום התבנית ובניית האתר: [יחידת טכנולוגיות אינטרנט](#), [אורט ישראל](#) | [תקנון האתר](#)