



קידוח מי תהום להשקיית שדות באזור העיר לאון שבמקסיקו. החקלאים מסתייעים בסובסידיה שנתנה להם ממשלת מקסיקו על שימוש בחשמל להפקת מי התהום | צילום: אדגר טלז'פוסטר

ניסויים שמאפשרים לקובעי מדיניות לדמות מצבי שוק, כגון מערכות מסחר, כדי לזהות פגמים לפני יישום יקר; ב. הערכה של ההתנהגות הצפויה של המעורבים: מחקרים מראים כי המוטיבציות של בעלי העניין חורגות מעבר לאינטרס אישי פשוט. כלכלה ניסויית, המשולבת עם תורת המשחקים, מאפשרת מידול טוב יותר של עמידה בתקנות סביבתיות וניצול משאבי טבע ציבוריים; ג. השוואה בין מנגנונים שונים של מכירה פומבית בעלות מינימלית: ניסויים עוזרים בעיצוב דפוסים יעילים של 'מכירות פומביות' לחלוקת היתרי זיהום או להקצאת משאבי טבע.

לכלכלה ניסויית ישנן גם מגבלות וטעויות אפשריות. היכולת להשתמש בתוצאות הניסוי תלויה במידה רבה במידת ההצלחה של הניסוי לדמות את התנאים בעולם האמיתי. לא תמיד יש אפשרות להביא בחשבון בניסוי את כל התנאים המעורבים, והדבר עשוי לגרום להטיה בתוצאות. נוסף על כך, יש קושי להשליך מתוצאות ניסוי, שנערך עם מספר מצומצם של משתתפים, למדיניות לאומית או בין-לאומית, שאמורה להתאים למספר משתתפים גדול, שמורכב מקבוצות שונות^[2,3].

ניסויים במדיניות – האם כלכלה ניסויית עשויה לסייע בעיצוב מחדש של מדיניות איכות סביבה?

אריאל דינר

בית הספר למדיניות ציבורית,
אוניברסיטת קליפורניה ריברסייד (ארה"ב)
adinar@ucr.edu

כלכלנים הבינו זה מכבר ששינוי התנהגותם של בעלי עניין שהחלטותיהם משפיעות על הסביבה, עשוי להיות דרך יעילה להתמודד עם התדרדרות סביבתית, ובייחוד עם השפעות חיצוניות שליליות. לצורך כך, הכלכלה מציעה מספר כלי מדיניות להתערבות, כגון מכסות לשימוש ולהפקה, מיסים וסובסידיות. כלכלנים הצליחו לזהות בעזרת מודלים את רמת ההתערבות הנדרשת. לכאורה, מדובר בחדשות מצוינות. למרבה הצער, הניסיון הקיים בשימוש בכלי מדיניות להתערבות בתהליך ההחלטה של משתמשים או מזהמים של משאבי טבע משותפים, מראה יותר כישלונות מאשר הצלחות. נוסף על כך, לאחר שמיישמים מדיניות, קשה לשנותה, ולעיתים קרובות יש לה השלכות בלתי הפיכות בטווח הקצר או הארוך, שמובילות לעלויות חברתיות גבוהות, כולל עיוותים במטרות ההתערבות המקוריות.

אחת הגישות למניעת מצבים כאלה היא כלכלה ניסויית, העושה שימוש בניסוי מעבדה ובניסויי שדה מבוקרים כדי לבחון מדיניות סביבתית עוד לפני יישומה. הגישה מציעה הסברים לגבי התנהגויות מכוונות ולא מכוונות של בעלי עניין וכן לגבי השלכות של ההתנהגויות בהקשר שבו תיושם המדיניות. בכתבה זו אסקור את עקרונות הכלכלה הניסויית ואת יישומיה, וארחיב לגבי מדיניות שהייתי מעורב בעיצובה.

העמדת ניסוי כלכלי (במעבדה או בשדה) דורשת יצירת סביבה מבוקרת ומתן תמריצים לבדיקת תאוריות התנהגותיות. נדרש פרוטוקול שהמשתתפים יפעלו או יגיבו לפיו. פרוטוקול כזה יכול להיות בדמות תוכנית מחשב, הוראות שניתנות בטבלה או תרשים זרימה. המשתתפים מתוגמלים על מהלכים מוצלחים, ונקנסים על החלטות לא מוצלחות, בדיעבד. לניסויי מעבדה מצוותים בדרך כלל סטודנטים, ואילו ניסויי שדה יכולים לכלול מדגם מאוכלוסיית היעד של המדיניות.

מהם יתרונותיה של כלכלה ניסויית ביחס לשיטות אחרות של תכנון ויישום מדיניות? לניסויים במעבדה ובשדה יש יתרון בכך שהם מספקים נתונים על תרחישי "מה אם", ומציעים ראיות אמפיריות כאשר אין נתונים היסטוריים בני-השגה. ניסויים יכולים לצמצם את הפער בין ניסוח מודלים כלכליים תאורטיים ליישומם בשטח. אתרכז בשלושה סוגי תרומות: א. בדיקה מקדימה של מבנה המדיניות:

להלן מספר דוגמאות מהספרות ליישומים של עקרונות הכלכלה הניסויית:

א. פיתוח שוק מים במעבדה תוך שימוש באילוצי היצע וביקוש, המשקפים תנאי בצורת שעשויים להתרחש באזורים צחיחים בקליפורניה או במקומות אחרים בעולם ^[6]. למחקר הזה יש השלכות על שוקי מים באזורים צחיחים אחרים, על היתרי זיהום סחירים בין יצרנים מזהמים ועל מסחר במכסות דיג מסחרי ובאלה של דייגי פנאי.

ב. ניסוי מעבדה שהשפיעו על או שינו עיצוב של תוכניות סחר בפליטות מזהמים, מכסות דיג עבור דייגי פנאי, 'מכירות פומביות' לשימור סביבה, יוזמות פרט-סביבתיות המכוונות למשקי בית, ותוכניות אכיפה ותאימות רגולטוריות ^[9].

ג. סביבה ניסויית של סכסוכי מים דו-צדדיים בין מדינות, שכל סוגיית משא ומתן בה (למשל: כמויות מים או איכותם) מעוצבת כמשחק דילמת האסיר, שאין בו שיתוף מידע בין הצדדים ^[4]. הניסוי בחן את האפשרות לקישור בין הסוגיות העומדות למשא ומתן (issue linkage), ומצא שהקישור מגביר את שיתוף הפעולה ההדדי, ומקטין את הסיכוי לנטישת ההסכם.

במסגרת עבודתי בבנק העולמי הייתי מעורב בתכנון ובהערכה של מספר רפורמות במשקי המים של מדינות שונות, שלא התממשו כמתוכנן, והובילו לאובדן משאבים ולעלות ציבורית ופרטית גבוהות. למשל, הצענו שינוי פרדיגמה במדיניות סבסוד אמצעי ייצור במשק המים של מקסיקו: לאורך זמן מדיניות הסבסוד הובילה לתוצאות בלתי מכוונות ומזיקות, אולם ניסיונות ממשלתיים מתמשכים לתקנה נכשלו עקב התנגדות פוליטית יעילה מצד קהל היעד של המדיניות. וביתר פירוט: בעקבות הסכם הסחר החופשי של צפון אמריקה (NAFTA) החלה ממשלת מקסיקו לסבסד ב-60% חשמל ששימש להפקת מי תהום להשקיה, כדי לעזור לחקלאיה להתחרות עם חקלאים מארה"ב ומקנדה. במסגרת הממסדית שנוצרה, עלות השאיבה לא הייתה ריאלית, כי היא לא שיקפה את ערך הנדירות של המים שנשאבו. הסבסוד הוביל לניצול לא יעיל של משאבי מי תהום, לחוסר מוטיבציה לאמץ טכנולוגיות השקיה מתקדמות, ולשאיבת יתר ב-101 מתוך 188 האקוות העיקריות במקסיקו ^[5]. לניהול הכושל של משק המים היו השלכות סביבתיות, כלכליות וחברתיות חמורות. נוסף על כך, המדיניות הובילה לכך שחקלאים גדולים (ועשירים), שצרכו יותר חשמל, נהנו מהסובסידיה יותר מאשר חקלאים קטנים. העלות השנתית הישירה לתקציב הממשלה על סובסידיות לחשמל הגיעו לכמיליארד דולר בשנה. ניסיון להתמודד עם ההשלכות השליליות של הסובסידיה הוביל למספר יוזמות פרלמנטריות לביטולה או לצמצומה, שנכשלו בקונגרס. כמו כן, בניסוי שיזם המכון הלאומי לאקולוגיה (INE) הוצע לאלפי חקלאים כסף בתמורה ליעול מערכת ההשקיה שלהם, אך הניסוי נכשל משום שהחקלאים קיבלו את המימון אך לא שינו את מערכות ההשקיה.

כחלופה להתערבויות שלעיל, הצענו להשתמש בשיטות של כלכלה ניסויית, שעלותן פחותה מאלה של מדיניות כופה. לשם כך היינו צריכים לחזות תרחישי תגובה של מערכת מי התהום לשינוי בביקוש למי השקיה, וכן לאמוד מקדמי פונקציית אימוץ טכנולוגיות השקיה על-ידי החקלאים. באמצעות נתונים על כ-100,000 חקלאים שנהנו מהסובסידיה, נאמדה פונקציית אימוץ שבה מחיר המים האמיתי (עם רמות סובסידיה שונות) ומשתני בקרה אחרים (כגון: גודל החווה, סוג הגידולים, טיב הקרקע) מסבירים את רמת אימוץ טכנולוגיות ההשקיה. בהתבסס על הניתוח הסטטיסטי הוצעו מספר רפורמות מדיניות אפשריות לבחינה בניסויים: א. ביטול הסובסידיה, ב. הפחתת הסובסידיה בשיעורים שונים, ג. ניתוק הסובסידיה מתשלומי החשמל, עם פיצוי המשתמשים לאחר 'המשחק' בערך הממוצע של תשלומי הסובסידיה ששולמו בשנים קודמות. השוואת התנהגות הנבדקים בתנאי הסטטוס קוו לכל אחת מהתערבויות המדיניות אפשרה לנו לזהות מגמות שונות בכמות המים המבוקשת כתגובה לרמת המים באקווה. כל ההתערבויות הביאו לירידה בממוצע הביקוש למים. שיערנו כי ביטול וניתוק (רפורמות א, ג) ישיגו תוצאה זהה, אך מצאנו כי לביטול הסובסידיה הייתה השפעה חזקה יותר מאשר לניתוק. הפחתת הסובסידיה הביאה להשפעה החלשה ביותר. שינויים בהסדרים המוסדיים במשק המים נתקלים לרוב בהתנגדות מצד מקבלי ההחלטות והמשתמשים. התוצאות הנגזרות מהניסויים, במעבדה ובשדה, מספקות שיטה יעילה וחסכונית לניתוח השפעות של התערבויות במדיניות עוד לפני יישומן. אנו מבחינים בכמה הבדלים בולטים בגודל השפעת הטיפול בין ניסוי מעבדה לניסוי שטח עבור שני טיפולים ספציפיים: ביטול הסובסידיה והפחתתה. בניסוי מעבדה אנו רואים השפעה גדולה יותר להפחתת הסובסידיה. בניסוי השטח נראה כי שהמצב הפוך. תוצאה זו מוסיפה לדיון שהוצג קודם לכן באשר להבדלים בהתנהגות בין סטודנטים לחקלאים, ומעלה את הצורך בבחינה נוספת של השפעות גורמים בלתי צפויים, שעשויים להסביר את הכמות של מי התהום שנשאבים.

שלוש התערבויות המדיניות שנחקרו הביאו לאפקט הרצוי: הפחתה בביקוש למי תהום, ובעקבותיה עלייה בגובה מפלס מי התהום. כצפוי, ביטול הסובסידיה הניב את ההשפעה החזקה ביותר. עם זאת, הביטול אינו תמיד בר-ביצוע מבחינה פוליטית ^[7, 8]. צמצום הסובסידיה יוצר השפעה מוגבלת, ויישומו ייתקל, ככל הנראה, באותם קשיים פוליטיים. ניתוק הסובסידיה משפיע במידה דומה, אך מעט קטנה יותר מזו שנצפתה בתנאי הביטול, וגם ללא הקשיים הפוליטיים האפשריים. לכן, הגיוני להציע ניתוק כהתערבות מדיניות חלופית שעשויה להפחית התנגדויות פוליטיות או אף להתגבר עליהן לחלוטין. זהו, כמובן, נושא למחקר עתידי שינסה לשלב את ההשלכות הכלכליות והפוליטיות של התיקון המוצע למדיניות הפקת מי תהום.

מקורות

- Working Paper INE-DGIPEA/0306. Instituto Nacional de Ecología.
- [6] Murphy JJ, Dinar A, Howitt RE, et al. 2000. The design of 'smart' water market institutions using laboratory experiments. *Environmental and Resource Economics* 17(4): 375–394.
- [7] Tellez-Foster E, Rapoport A, and Dinar A. 2017(a). Alternative policies to manage electricity subsidies for groundwater extraction: A field study in Mexico. *Journal of Behavioral Economics for Policy* 2(2): 55–69.
- [8] Tellez-Foster E, Rapoport A, and Dinar A. 2017(b). Groundwater and electricity consumption under alternative subsidies: Evidence from laboratory experiments. *Journal of Behavioral and Experimental Economics* 68: 41–52.
- [9] Vossler CA, Cason TN, Murphy JJ, et al. 2024. The impact of experiments on environmental policy and natural resource management. Working paper #2024-05. Working paper series, Department of economics, Haslam College of Business, The University of Tennessee, Knoxville.
- [1] Asad M and Dinar A. 2006. The role of water policy in Mexico: Sustainability, equity, and economic growth considerations. Latin America and Caribbean Region, Sustainable Development Working Paper 27. Washington (DC): World Bank.
- [2] Banerjee S. 2022. Use of experimental economics in policy design and evaluation: An application to water resources and other environmental domains. Oxford Research Encyclopedias, Environmental Sciences.
- [3] Dannenberg A. 2025. Policy note: The role of experimental economics in designing and evaluating climate policy. *Water Economics and Policy* 11(01).
- [4] Ert E, Cohen-Amin S, and Dinar A. 2019. The effect of issue linkage on cooperation in bilateral conflicts: An experimental analysis. *Journal of Behavioral and Experimental Economics* 9: 134–142.
- [5] Muñoz C, Avila S, Jaramillo LA, and Martinez A. 2006. Agriculture demand for groundwater in Mexico: Impact of water enforcement and electricity user-fee on groundwater level and quality.



מערכת אספקת המים כורכת את ענפי המים והחקלאות בישראל זה בזה, מכיוון שהחקלאות היא גם צרכן של מים שפירים וגם פתרון לסילוק קולחים. מכיוון ששני הענפים האלה מושפעים רבות ממדיניות ממשלתית, הרי שבתכנון מדיניות יעילה כלכלית (שמניבה את מרב הרווחה לכלל תושבי המדינה) על הממשלה להתחשב בהשפעות ההדדיות שבין הענפים, תוך איזון בין התועלת הנובעת משימוש במים לצרכים ביתיים, תעשייתיים וחקלאיים לבין עלויות אספקת המים ומניעת נזקים סביבתיים במהלך השימוש בהם. **תכנון המדיניות מצריך כלי ניתוח כלכליים** שפיתוחם מציב אתגרים רבים; נציין כאן שניים עיקריים.

האתגר הראשון כרוך בייצוג התועלת משימוש במים במונחים כספיים, כך שתתאפשר השוואתה לעלויות האספקה. לכך משמשות **פונקציות ביקוש**, המתארות את כמות המים הנצרכת כתלות במחירם, וכך קושרות בין צריכת המים לערך הכלכלי שהצרכנים מייחסים למים. ואולם, כדי לאמוד את השפעת המחיר על הצריכה נדרשים נתונים הכוללים שונוט במחירי המים שהצרכנים משלמים. יתרה מכך, הביקוש למים תלוי גם באיכותם ובסוגי השימושים. למשל, צרכן ביתי לא יוותר על צריכת מים שפירים לשתיה, גם אם מחירם ירד שחקים. לעומתו, צרכן חקלאי יעדיף מים שפירים על פני מים מליחים שתפוקתם החקלאית פחותה, אך יוותר על מים שפירים אם תינתן לו גישה לקולחים זולים יותר. לכן, נוסף על השפעת מחיר המים על הצריכה, חשוב לאמוד גם את מידת **התחליפיות** שמייחסים הצרכנים לסוגי מים השונים באיכותם. במחקר שנעשה על בסיס

משק המים הישראלי כאתגר תכנוני של כלכלה מעגלית

עדו קן

המחלקה לכלכלת סביבה וניהול,
האוניברסיטה העברית בירושלים
iddo.kan@mail.huji.ac.il

גישה הכלכלה המעגלית דוגלת במחזור כאמצעי לניצול מרבי של משאבי טבע המצויים במחסור, כגון מים. ברבות מהמדינות המפותחות בעולם מבוסס משק המים על כלכלה מעגלית במובן של **מעגל פיזי סגור**: הקולחים המיוצרים מהמים השפירים שנצרכים על-ידי המגזר הביתי, נמהלים בגוף מים שפירים (נהר או אקוזה) שהוא גדול דיו כדי שהקולחים "יאיבדו את זהותם", וייחשבו כחלק מהמים השפירים הזמינים לשימוש ביתי חוזר. בישראל, שהמים השפירים בה נדירים, ומוסכמות חברתיות וגורמים נוספים מונעים שימוש ביתי בקולחים מטוהרים (אפילו לאחר התפלתם), הקולחים מטופלים במפעלי טיהור שפכים (מט"שים) לאיכות המאפשרת להשתמש בהם להשקיה חקלאית כתחליף להזרמתם לנחלים. משק המים הישראלי מבוסס לכן על כלכלה מעגלית במובן של **מעגל כלכלי סגור**: ההשקיה החקלאית בקולחים מחליפה את ההשקיה במים שפירים, וכך חוסכת עלויות הכרוכות באספקת מים שפירים לחקלאות; נוסף על כך, עלות טיהור הקולחים לאיכות הנדרשת לשם הזרמתם בנחלים – נחסכת.