

התפשטות חידושים: לסיכום מאה שנה של פיתוח התיאוריה

מיכאל סוניס

המחלקה לגאוגרפיה, אוניברסיטת בר-אילן, רמת גן

תקציר

English Abstract

מבוא

השחקנים העיקריים בתהליך התפשטות החידושים מנגנונים סוציו-אקולוגיים של התפשטות החידושים העקרון הראשוני של בחירת הפרט מתוך הקולקטיב היזמים והאליטות המייצרים את החידושים סביבה פעילה וגומחות סוציו-אקולוגיות סיכום וכיווני התפתחות עתידיים רשימת מקורות

לוחות ואורים

- איור 1 : המערכת המושגית של היחסים הדואליים בין הגורמים העיקריים בתהליך התפתחות החידושים
- איור 2 : הגידול המצטבר דמוי האות S בחלקם היחסי של מאמצי החידוש לאורך זמן
- איור 3 : נחשול הרס יצירתי היוצר מחזור ייצור כלכלי באמצעות תהליך הניפוי התחרותי
- איור 4 : דוגמא לתיאור איכותי של דינמיקת התפשטות חידושים עם מצב התחלתי ומצב סופי יציבים
- איור 5 : "נחשולי הרס יצירתיים" של שומפטר עבור אלטרנטיבות חידוש אחדות
- איור 6 : הגידול המצטבר דמוי האות S של חלקם היחסי של מאמצי החידוש לאורך זמן בסביבה סוציו-אקונומית

התפשטות חידושים: לסיכום מאה שנים של פיתוח התיאוריה

מיכאל סוניס*

המחלקה לגאוגרפיה, אוניברסיטת בר-אילן, רמת גן

תקציר

סקירה נרחבת זו של תיאוריית התפשטות החידושים במרחב ובחברה מציגה את מושגיה העיקריים של התיאוריה מנקודת מבט של התפתחות הדרגתית במשך תקופה העולה על מאה שנים. המאמר מהווה ניסיון לעקוב אחר התמורות בחשיבתם המדעית של יוצרי התיאוריה, החל מהצעדים הראשונים בתחום האנתרופולוגיה של התרבות וכלה בהישגים האחרונים בתיאוריה של המורכבות והעמקת המורכבות ובקשריהם לאתנוגנזיס. תוכנם של המודלים המתמטיים והצגתם החזותית צומצמו לכדי מינימום, אך תמציתם פורשה באמצעות מושגים מרכזיים במדעי החברה. בדרך זו הועמדו הפרשנויות הכלכליות והחברתיות של תמציתה המתודולוגית של תיאוריית התפשטות החידושים והתפתחותיה העתידיות על בסיס לוגי מוצק. מבנה המאמר הוא כדלקמן: תחילתו בהצגה של הרעיונות והתפיסות המרכזיים בתיאוריית התפשטות החידושים בפרספקטיבה היסטורית. בהמשך, בגוף המאמר, מפותחים רעיונות ותפיסות אלה בהרחבה. מסקנות ופיתוחים עתידיים מוצגים בסוף המאמר.

Hundred Years of the Development of the Innovation Diffusion Theory

Michael Sonis

Department of Geography, Bar-Ilan University, Ramat Gan

Abstract

This extended review of theory of Innovation Diffusion in space and society presents the main concepts of the theory in the perspective of a century long period. An attempt has been made to follow up metamorphoses of scientific reasoning made by contributors to the development of the theory from its first steps in Cultural Anthropology till the most recent achievements in the theory of Complexity and Complication and the interconnections with Ethnogenesis. The content of mathematical models and their computer realizations were shortened to a minimum, but their essence was interpreted using the main concepts of Social Sciences. In this way a sound logical basis was built for economic and sociological interpretation of the methodological essence of Innovation Diffusion theory and its future developments. The structure of this paper is as follows: it begins with an introduction of the main notions and concepts of innovation diffusion theory in historical perspective. Further, in the main body of the paper, these notions and concepts are presented in detail. At the end, conclusions are drawn and possible future developments are outlined.

פרופסור מיכאל סוניס הוא פרופסור אמריטוס מהחוג לגאוגרפיה באוניברסיטת בר אילן. הוא משמש גם כפרופסור-חוקר באוניברסיטת אילינוי ובסניף הבנק הפדרלי המרכזי בשיקגו. תחומי התמחותו כוללים דינמיקה חברתית-מרחבית, יישומי תורת הכאוס, פיתוח מודל תשומה-תפוקה רב-ענפי ורב-אזורי, יישומים של מודלים מתמטיים למדעי החברה ועוד. הוא חיבר ספרים אחדים ופירסם כ-250 מאמרים. sonism@mail.biu.ac.il

מבוא

תיאוריית התפשטות החידושים הקלאסית מאופיינת בריבוי של דרכי חשיבה מדעיות. ההיסטוריה של דרכי החשיבה, יסודותיה העיקריים ונושאי המחקר בתיאוריית התפשטות החידושים, בייחוד בין השנים 1900 ו-1980, מובאת בהרחבה בארבע המהדורות של ספרו החשוב של אורט מ. רוג'רס "Diffusion of Innovations" (Rogers, 1962, 1971, 1983, 1995) שם הוא מונה ומנתח את התחומים הבאים במחקר העוסק בהתפשטות החידושים: אנתרופולוגיה של התרבות, סוציולוגיה מוקדמת, סוציולוגיה חקלאית, חינוך, בריאות הציבור וסוציולוגיה רפואית, תקשורת, שיווק והשלבבים הראשוניים בפיתוח המודלים האנליטיים של תהליכי התפשטות החידושים. בנוסף על כך מוזכרים שלושה תחומים מרכזיים נוספים: גיאוגרפיה, סוציולוגיה כללית וכלכלה.

בין שנות החמישים לשנות השמונים של המאה הקודמת עסקה קבוצה גדולה של גיאוגרפים עירוניים בחקר התפקיד של התפשטות החידושים במרחב ובזמן להתפתחות האזורית ולאבולוציה העירונית (Hagerstrand, 1952, 1967; Schnore, 1957; Steward, 1963; Boon, 1967; Morill 1968, 1970; Casetti, 1969; Casetti and Semple, 1969; Tornqvist, 1970; Berry, 1972; Cohen, 1972; Crane, 1972; Hudson, 1972; Pred, 1973; Robson 1975; Webber and Joseph, 1976; Berry and Kasarda 1977; Friedmann and Weaver 1979; Brown, 1981). המובאה הבאה מתארת את תמצית הפרדיגמה המחקרית החדשה, המסתמכת על ראיה מבנית, פונקציונלית ומרחבית של השינוי הטריטוריאלי: "החידוש, זרימת המידע, מערכות המגע, בחירת המיקום וההתפשטות אוחדו לפתע במסגרת פורייה מבחינה יוריסטית". מחקריהם הקרובים לנושא של טורנקוויסט (Tornqvist, 1970) ברי (Berry 1972) ופרד (עורך) (Pred, 1973) סייעו מאוד להשלמת התמונה. בסגנונו הנועז האופייני ניסח ברי, 1972, את מה שהפך להיות הטיעון המרכזי במחקר התפשטות החידושים במרחב: "החידושים מתפשטים מן המרכז לפריפריה בתהליך של התפשטות היררכית-כלפי מטה בהיררכיה העירונית, וממרכזים עירוניים לסביבתם באופן דמוי-גל" (Friedmann and Weaver 1979, p. 121).

בעשורים האחרונים של המאה הקודמת עבר מוקד תיאוריית התפשטות החידושים להסבר תפקידם של החידושים והתפשטותם בתהליכי השינוי התעשייתי

בטווח הארוך, ולהסבר התחרות והאבולוציה הכלכלית. (לדוגמה, Mensch, 1975; Nelson and Winter, 1982, Porter, 1983, Stoneman, 1983, 1986, Freeman, 1984, 1986, Dosi, 1984, Metcalfe, 1984, Abernathy and Clark, 1985, Dosi and Orsenigo, 1985, David, 1986). כיוון מחקרי זה, המכונה בשם 'הגישה האבולוציונית', דחק את רגליו של המחקר הקודם והמקביל בתחומים אחרים, כאנתרופולוגיה תרבותית, סוציולוגיה חקלאית, פסיכולוגיה חברתית, גיאוגרפיה חברתית ועירונית ואקולוגיה. הצעדים הבאים בהתפתחות תיאוריית התפשטות החידושים והמודלים שלה הומצאו מאוד על ידי גלויין המחודש של תרומותיו החשובות של יוזף א. שומפטר (Joseph A. Schumpeter 1912, 1939, 1943). שומפטר החשיב את התפשטות החידושים הטכנולוגיים והמינהלים לכוח המניע העיקרי בכלכלה הקפיטליסטית. הוא טען, כי לא התחרות במחירים, אלא התנהגותם התחרותית של היזמים, המפתחים אפשרויות טכנולוגיות וארגוניות חדשות, היא המקור החשוב ביותר ליתרונות התחרותיים של חברות ותעשיות. לדעת שומפטר, פיתוח זה של אפשרויות חדשות מביא לעולם 'נחשולי הרס יצירתיים'. שומפטר הניח שהתנהגותם החדשנית והמקורית של היזמים והתנהגותם של החקיינים שלהם, המתבססות על שינוי הציפיות לרווח במהלך צמיחת התעשייה, הן הגורמים העיקריים המעצבים של דפוס הצמיחה המתנהג לאורך זמן בצורה דמוית האות S. הכנסתן של קבוצות חידושים מקושרים והתפשטותן בתעשייה נחשבו לכוח המניע במחזוריים הכלכליים הקצרים והבינוניים, הקרויים על שם של קיטצ'ין (Kitchin) ויוג'לר (Juglar), ובמחזוריים הכלכליים הארוכים, הקרויים על שם של שומפטר, קוזניץ (Kuznets) וקונדרטיב (Kondratief) (ראו, Kondratief, 1926; Kuznets, 1940; Mansfield, 1983; Freeman, 1984).

"באופן מפתיע... חלק מן המחקר העדכני ביותר הוא מתמטי במודגש בתחום התפשטות החידושים ועיקרו כתיבת מודלים עבור התהליך שאותו תיאר שומפטר" (Stoneman, 1986, p. 587).

ממשיכו הגדול של שומפטר, המבקר המקורי פרנ-סוא פר (Perroux) התקדם צעד נוסף לקראת הסבר רת הדינמיקה האבולוציונית מנקודת השקפה מיקרו-כלכלית של שיווי משקל. פרו שילב את המושגים שליטה, מוקדי צמיחה ואוכלוסייה מבוזרת מבחינה חברתית וכלכלית (Perroux, 1950). בנוסף לכך הוא

הרחבת השימוש בעקומות דמויות האות S למקרה של חידושים תחרותיים רבים העניקה לתיאוריה של התפשטות החידושים תבנית תפיסתית, הדומה מבחינה מתודולוגית לדינמיקה האקולוגית של וולטרה (Volterra), המסבירה את התנהגותם של בעלי חיים בחברות שמרניות ומרובות מינים (Volterra, 1927; Lotka, 1932). הדרך המתודולוגית אל הכללות אלה ואל גלגוליהן האנליטיים מוצגת בהרחבה ב-Sonis, 1992b.

התפשטות תופעה חברתית כלשהי היא תהליך מורכב שתיאורו והבנתו מצריכים נקודת השקפה רבת תחומית מאחדת. בסקירה זאת נשתמש בגישות תיאורטיות שונות. נקודת ההשקפה המאחדת מחייבת ליישם את עיקרון הדואליות: העתקה של רעיונות מכווננים מגישה אחת לאחרת. מבחינה מתודולוגית, משמעותה של הדואליות מתמצה בכך, שלמרות הפיכת רשנויות השונות, המודלים המתמטיים המפותחים על בסיס הגישות השונות זהים מבחינה אנליטית.

בתיאוריה של התפשטות החידושים קשורה כל אחת מן הגישות בפן אחר בהבנת התנהגותו של בן האנוש החברתי (Homo Socialis). בסקירה זאת מבוסס תיאור אור התנהגותו המורכבת של בן האנוש החברתי על ארבע גישות נבדלות, התורמות לתהליך התפשטות החידושים במרחב ובזמן נקודות השקפה המשלימות זו את זו. גישות אלה הן:

- מאפייניו האמפיריים של תהליך בחירת החידוש או השינוי דמוי האות S מבחינת חלקם היחסי של מקבלי החידושים השונים. מאפיינים אמפיריים אלה משקפים את המנגנון הסוציולוגי של מעבר מקבלי החידוש מאלטרנטיבה אחת לאחרת.
- העיקרון הראשוני של התנהגותם החסכונית של בני האדם כיצורים קולקטיביים (עיקרון התנהגות הבחירה של הפרט בתוך הקולקטיב).
- ההתנהגות התחרותית של האליטות החברתיות, המציגה את יחסי הגומלין בין מקבלי החידושים השונים ואת רמת האיזון בין החידושים השונים.
- תופעת הלוכדנות (captivity of choice) - אי יכולתו של הפרט להשתחרר מהאלטרנטיבה שבה בחר) כפי שהיא משתקפת בהתנהגות מקבלי החידוש תחת השפעתן של האליטות החברתיות והסביבה הסוציו-אקונומית הפעילה.

גישות שונות אלה משקפות את התנהגותם של ארבע עת סוגי השחקנים העיקריים הנוטלים חלק בתהליך התפשטות החידושים בהפיצם מידע חדש במרחב,

אפיין את התפיסה המיקרו-כלכלית של יחסי גומלין בין-איזוריים ורב-שכבתיים של יחידות וגורמים כלכליים הטרוגניים, פעילים וסבילים (Perroux, 1964; 1973). המושג המהותי ביותר מבחינת תיאורית התפשטות החידושים, שטבע פרו ב-1964, הוא המושג 'בן אנוש חברתי' (Homo Socialis). בן אנוש חברתי הוא יצור קולקטיבי, שהתנהגות הבחירה שלו בקולקטיבים הרבים שאליהם הוא משתייך מבוססת על יחסי גומלין חברתיים עם פרטים וקבוצות המאמצים את החידושים השונים, המהווים אלטרנטיבות לבחירה. בן האנוש החברתי נוטל חלק בתהליכי חיפוי ולמידה בתוך סביבה סוציו-אקולוגית - תהליכים הנשלטים על ידי הערכה מנטלית סובייקטיבית של תועלת שולית וציפייה לרווח בעתיד (ראו Sonis, 1986, 1991, 1992a, 1997, 2001).

נקודת המוצא להבנת תהליך התפשטות החידושים היא העקומה הלוגיסטית דמויית האות S, שמשקפת את המנגנון האמפירי של התהליך לאורך זמן. למעשה העקומה מייצגת את המנגנון הסוציו-אקולוגי של התפשטות החידושים: משתמשים פוטנציאליים של החידוש הופכים להיות מאמצי החידוש כתוצאה של מגעים אישיים ישירים עם מאמצי החידוש שקדמו להם (Verhulst, 1838; Pearl, 1925). העקומה הלוגיסטית דמויית האות S מתארת את התחרות בין קבלת החידוש לבין אי-קבלתו, את ניפויים התחרותיים של אלה שאינם מקבלים את החידוש, בין השאר, בשל "נחשולי ההרס היצירתיים" של שומפטר, את תהליך בחירת הפרט בחידוש בסביבה אדישה או פעילה לגבי החידוש, ואת התערבותה של הסביבה הפעילה באשר להופעת החידוש בתהליך התפשטות החידושים, התערבות המביאה להיווצרות גומחות סוציו-אקונומיות. במחקרים רבים שעסקו בנושא זה נעשה שימוש נרחב בעקומה דמויית האות S ובשורה ארוכה של מודלים לוגיסטיים על מנת להסביר את צמיחתן של טכנולוגיות חדשות ואת החלפתן של הטכנולוגיות הישנות. כדי לקבל מושג על אופיים של המודלים ראו לדוגמה את מחקריהם של Dodd, 1956; Mansfield, 1961; Floyd, 1968; Bass, 1969; Fisher and Pry, 1971; Blackman, 1972, 1974; Abernathy and Utterback, 1975; Bartholomew, 1976; Sharif and Kabir, 1976; Marchetti, 1977; Okubo, 1980; Easingwood et al., 1983; Mahajan and Peterson, 1985; Mahajan and Wind, 1985; Skiadas, 1985; Norton and Bass, 1987; Jain and Rai, 1988; Silverberg, 1991; Silverberg and Lehnert, 1994.

ההתערבויות החיצוניות בתהליך התפשטות החידושים.

בהמשך ננתח את מנגנוני התפשטות החידושים ואת העקרונות הסוציו-אקולוגיים הפועלים בכל אחת מקבוצות השחקנים ונבנה את המודלים התפיסתיים של התנהגותם.

מנגנונים סוציו-אקולוגיים של התפשטות החידושים

נתחיל בנקודת מבט חדשה על מהות החידוש. לשם כך נדגיש כי קיים הבדל תפיסתי בין המושגים "חידוש" ו"המצאה". המצאה מייצגת מידע חדש ואפשרויות חדשות לאימוץ מאפייני מערכת החידושים שהופיעו בעבר (מידע ישן) בשילוב עם מאפיינים חדשים. חידוש הוא מידע (חדש או ישן) המתפשט ומאומץ במרחב ובחברה בשל פעילותם של יחידים או של גופים מקבלי המידע: התפשטות חידושים היא התפשטות האלטרנטיבות לבחירה במרחב ובחברה. נקודת מבט כזאת ביחס לחידוש מאפשרת למדוד את החידוש על ידי הערכת מספרם היחסי של הפרטים שאימצו את החידוש כאלטרנטיבה בפעם האחרונה שבה עמדה בפניהם הברירה לבחור. הזמן שעובר בין הופעת ההמצאה לבין הפיכתה לחידוש יכול להיות משמעותי למדי. המצאת הגלגל לא התפשטה בתרבות האינקה בפרו, אף על פי שנעשה שימוש בגלגלי עץ בצעוועי ילדים. האפשרות להסב את הקיטור לאנרגיה קינטית היתה ידועה כבר להי-רון האלכסנדרוני, אולם חלפו כמעט 2000 שנה עד שהופיעה טורבינת הקיטור הראשונה, חידוש המ-תבסס על אותו עיקרון עצמו. המצאת מנוע הדיזל חיכתה תריסר שנים לפני שהחלה להתפשט ברחבי העולם. נדירות הן ההמצאות שמתחילות להתפשט מיד עם המצאתן.

מאפיינים אמפיריים של התפשטות החידושים:

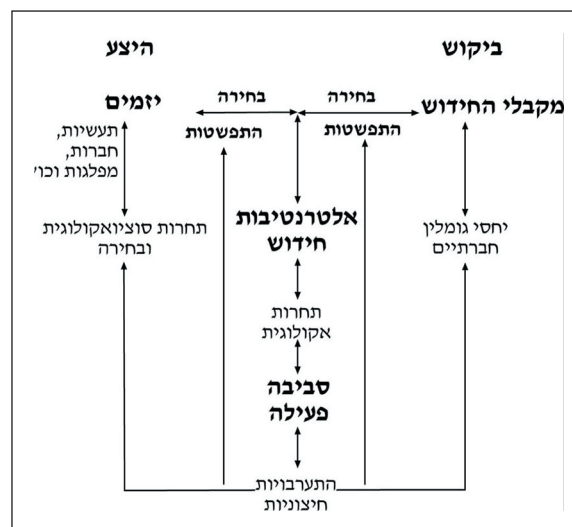
התחרות בין קבלת החידושים לאי-קבלתם

אפשר להתייחס אל החידושים כאל שלמויות נפרדות בעלות התנהגות ייחודית; הם מתפשטים במרחב, בזמן ובחברה; הם מתחרים על אוכלוסיית מקבליהם, מתקיימים בד בבד עם חידושים אחרים או נעלמים. בשל כך, האנלוגיה האקולוגית להתנהגותם של קבוצות בעלי חיים המתחרים על אותו מאגר מזון היא מטאפורה רבת משמעות. הפרמטר

בזמן ובחברה, כפי שיפורט להלן.

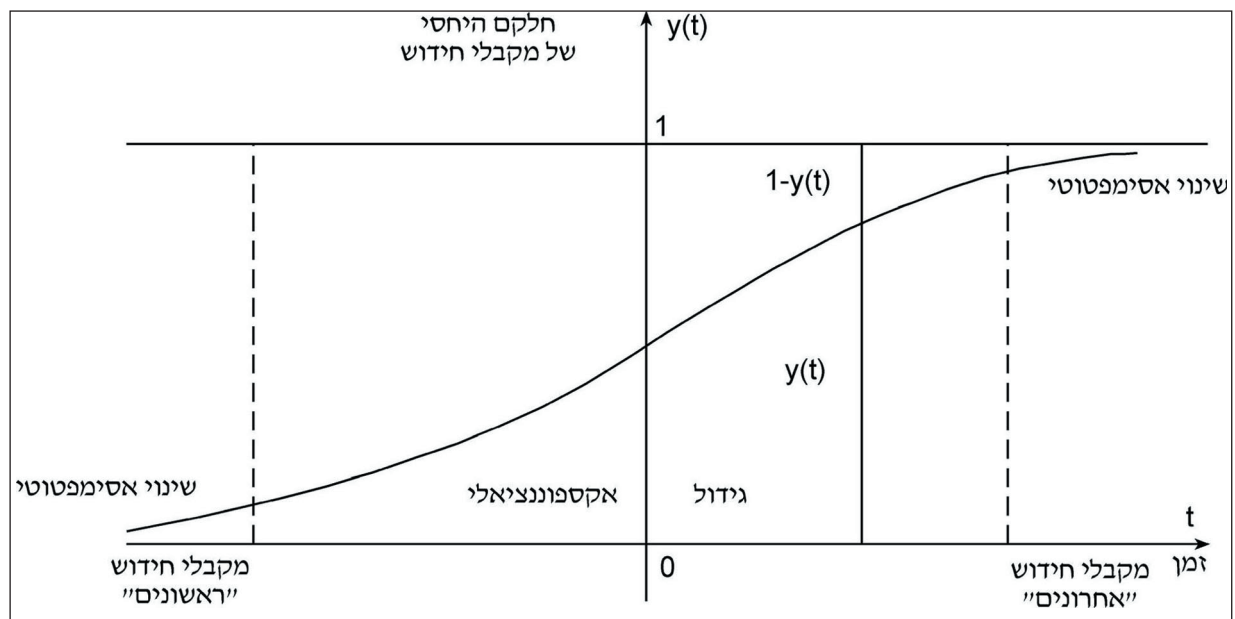
השחקנים העיקריים בתהליך התפשטות החידושים

ארבעה סוגים עיקריים של שחקנים נוטלים חלק בתהליך הדינמי של התפשטות החידושים ובתהליך העמקת המורכבות של יחסי הגומלין בין מקבלי החידושים השונים. איור 1 מציג את יחסי הגומלין הדואליים בין ארבעת הסוגים העיקריים של השחקנים (Sonis, 1986, 1991):



איור 1: המערכת המושגית של היחסים הדואליים בין הגורמים העיקריים בתהליך התפשטות החידושים

- שחקן ראשון מורכב ממערכת של חידושים תחרותיים אלטרנטיביים שמייצגת את התכונות המתגלות של האלטרנטיבות החדשות, שהם החידושים המתפשטים במסגרת טריטוריאלית סוציו-אקולוגית.
- שחקן שני כולל קבוצות שונות של מקבלי החידושים (מקבלי ההחלטות) המייצגות את רכיב הביקוש (demand, pull) בתהליך התפשטות החידושים.
- שחקן שלישי כולל קבוצות שונות של יזמים ואליטות המייצרות חידושים, כלומר, מערכות שונות התומכות, מייצרות ומפיצות חידושים, והמייצגות את רכיב ההיצע (supply push) בתהליך התפשטות החידושים.
- השחקן הרביעי מייצג סביבה סוציו-אקולוגית פעילה, המכילה קולקטיבים חברתיים רבים, המ-תאימים את החידושים למבנה הסוציו-אקונומי של הארגון ההיררכי. שחקן זה מייצג גם את



איור 2: הגידול המצטבר דמוי האות S בחלקם היחסי של מאמצי החידוש לאורך זמן

העברת המידע על אודות החידוש בין אוכלוסיית מקבלי החידוש לאוכלוסיית האנשים שטרם קיבלו את החידוש (ראו: Sonis, 1969, Casetti, 1968, Katz, 1981, 1992a).

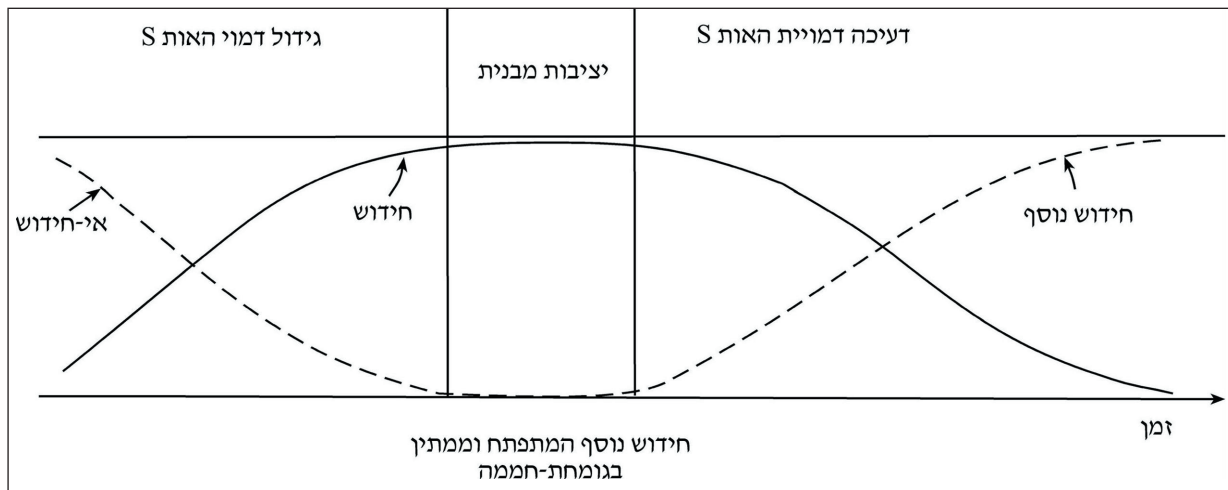
כדי לייצג את התפשטות החידושים כתחרות בין קבלת החידוש לאי-קבלתו, נבחן את המטריצה הא-נטי-סימטרית של התחרות המתארת את השפעתם של מאמצי החידוש על אלה שטרם אימצו אותו, ולהיפך. ניתן לפרש את פרמטר התחרות a כערך של משחק אנטגוניסטי שסכומו אפס בין קבלת החידוש לאי-קבלתו (Sonis, 1983a,b). פירוש זה מבטא את עיקרון "הניפוי התחרותי": אם קבלת החידוש היא "המנצחת" נגד אי קבלת החידוש במשחק האנט-גוניסטי שסכומו אפס (כלומר, כאשר $a > 0$), אזי בסופו של דבר כל מקבלי החידוש הפוטנציאליים יקבלו את החידוש. עיקרון זה הוא אחת התפיסות המרכזיות בהתנהגות המערכות האקולוגיות מרובות המינים, והוא מוציא מכלל אפשרות את קיומם ההדדי היציב של שני מינים (או יותר) בעלי הרגלים זהים בתוך גומחה אקולוגית שמלאי המזון בה מוגבל (Hardin, 1961). במסגרת תיאוריית התפשטות החידושים, עיקרון "הניפוי התחרותי" הוא שווה ערך ל"נחשולי ההרס היצירתיים" של שומפטר (Schumpeter, 1934): חלקו היחסי של החידוש, שמ-תפשט בתעשייה, על בסיס מאמציהם של היזמים (העסקים המקבלים אותו), גדל לפי העקומה דמויית

שניתן למדידה אמפירית הוא קצב ההתפשטות וה-מאפיין האמפירי הנזכר ביותר של תהליך התפשטות החידושים בזמן הוא השינוי דמוי האות S בחלקם היחסי של מקבלי החידוש (ראו: Brown and Cox, 1976). הגידול דמוי האות S של חלקם היחסי של מקבלי החידוש $y(t)$ בזמן t יכול להיות מוצג על ידי עקומה שתחילתה בחלק יחסי זעיר של מקבלי חידוש "ראשונים", סופה בחלקם היחסי של מקבלי החידוש "אחרונים" ובמהלכה חל גידול אקספוננציאלי שמתחלף בשינוי אסימפטוטי סמוך לרמת הרוויה של קבלת החידוש (ראו איור 2).

העקומה הלוגיסטית דמויית האות S היא פתרון למשוואה הדיפרנציאלית הלוגיסטית של וורהולסט (Verhulst, 1838):

$$(1) \quad \frac{dy}{dt} = ay(1-y)$$

העקומה מציגה את "מנגנון ההדבקה" של תהליך התפשטות החידושים: המשתמשים הפוטנציאליים בחידוש הופכים למקבלי החידוש כתוצאה ממגע עם אישיים ישירים עם מקבלי החידוש הקודמים. הפרמטר y הוא חלקם היחסי של מקבלי החידוש, המכפלה $y(1-y)$ פרופורציונלית למידה המקסימלית של המגעים והפרמטר a מבטא את החלק היחסי של המגעים המביאים לקבלת החידוש. לפיכך, אפשר לפרש את הפרמטר a כמבטא את האפקטיביות של



איור 3: נחשול הרס יצירתי, היוצר מחזור ייצור כלכלי באמצעות תהליך הניפוי התחרותי

לת את קבלתם הבו-זמנית של האחרים. בהנחה של מקריות במיקומם של מקבלי החידושים ובתהליך העברת המידע, התפשטות מערכת של חידושים מת-חרים יכולה להיות מתוארת בעזרת מטריצת תחרות אנטי-סימטרית (2).

כאשר a_{ij} הם המקדמים של השפעת החידוש ה- i על קבלתו של החידוש ה- j .

מטריצה זאת מתארת את "מנגנון ההדבקה" הסו-ציו-אקולוגי של התפשטות החידושים: הפרמטרים הם מדדים ליעילות העברת המידע בין מקבלי החידושים i ו- j . בחינת תהליך העברת המידע מופיעה ב- Sonis, 1983b. מטריצת התחרות הזאת מתארת דינמיקה של תחרות אקולוגית יחסית מרובת מי-נים (הדינמיקה של וולטרה) בעלת "גידול עצמי" אפסי ו"משקל ממוצע" של המינים שערכו 1. (ראו Volterra, 1927a; בחינה נרחבת של התחרות האקו-לוגית של וולטרה מופיעה בספרם של Hofbauer and Sigmund, 1988).

$$(2) \quad A = a_{ij} = \begin{pmatrix} 0 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ -a_{12} & 0 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ -a_{13} & -a_{23} & 0 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{1n} & -a_{2n} & -a_{3n} & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

בהסתמך על עקרונות תורת המשחקים (von Neumann and Morgenstern, 1953) יכולה האנטי-סימטריה הזאת להתפרש כך, שכל צמד של חידושים מתחרים

האות S, על ידי ניפוי תחרותי הדרגתי של העסקים שאי-קבלת החידוש הפכה אותם לבלתי יעילים. כאשר אפשרויות ההתפשטות של החידוש מתמצות (כלומר, כאשר קבלת החידוש מגיעה למקסימום), אזי היציבות המבנית של התעשייה מתקבעת. במשך הזמן נעשית היציבות הכלכלית פגיעה בשל המצאות נוספות שמתפתחות בגומחות החממה שלהן, ולבסוף מבשילות דיין על מנת לפרוץ כחידוש שהתגבר על מחסומי הסף. החידושים הנוספים מתחילים את גי-דולם היחסי בצורה דמויית האות S, שמלווה בדעי-כה יחסית דמויית האות S של החידוש הקודם (ראו איור 3). באופן זה, נוצרים מחזורי הייצור הכלכליים קצרי הטווח וארוכי הטווח.

התפשטות חידושים מתחרים רבים

הבסיס המתודולוגי למעבר מן המקרה של קבלה ואי-קבלה של חידוש בודד למקרה של התפשטות מערכת חידושים שונים הוא תפיסת החידוש כאלט-רנטיבה לבחירה. פירושו של דבר הוא, שהתפשטות החידוש נגרמת על ידי מקבלי החידוש, שבחירתם מביאה את החידוש לרמת התקבלותו בכל נקודת זמן.

בסעיף זה נציג את הכללת האפיון האמפירי דמוי האות S למקרה בו קיימת מערכת של חידושים אחדים המתחרים ביניהם.

מערכת ממצה של חידושים תכונה בשם מערכת "חידושים מתחרים" בתנאי שהחידושים הם ברי-החלפה ומבטלים זה את זה, כלומר, יש להם אותן תכונות פונקציונאליות ולכן קבלת אחד מהם מבט-

ניתוח איכותי של תהליך התפשטות החידושים: דוגמאות אחדות

המידע האיכותי שכלול במטריצה (5) sign A מסייע לתאר באופן איכותי את תהליך התפשטות החידושים. לדוגמה, במקרה של התפשטות שלוש חידושים (n = 3) קיימים שמונה צירופי סימן שונים עבור המבנה האיכותי של המטריצה sign A. שישה מהם, המסומנים להלן ב-(6), מתארים את התופעה הבאה: חלקם היחסי של מקבלי אחד החידושים, שאליו מתייחסת שורת הסימנים החיוביים, גדל באופן מונוטוני לפי עקומה דמויית האות S מ-0 ל-1; החידוש האחר, שאליו מתייחסת שורת הסימנים השליליים, דועך באופן מונוטוני לפי עקומה דמויית האות S ההפוכה מ-1 ל-0; חלקו היחסי של החידוש הנותר גדל מ-0 לערך מקסימלי כלשהו ולאחר מכן דועך ל-0. (ראו איור 4). צירופי הסימן הנותרים, המתוארים ב-(7), מצביעים על תופעה איכותית חדשה המאופיינת על ידי נוכחותם של שינויים מחזוריים בחלקם היחסי של מקבלי החידושים השונים. יכוננו בשם אלטרנטיבות "לוויין".

$$(6) \begin{pmatrix} 0 & + & + \\ - & 0 & - \\ - & + & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & - & + \\ + & 0 & + \\ - & - & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & + & + \\ - & 0 & + \\ - & - & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & - & - \\ + & 0 & + \\ + & - & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & + & - \\ - & 0 & - \\ + & + & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & - & + \\ + & 0 & - \\ - & + & 0 \end{pmatrix}$$

$$(7) \begin{pmatrix} 0 & + & - \\ - & 0 & + \\ + & - & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & - & + \\ + & 0 & - \\ - & + & 0 \end{pmatrix}$$

עבור יותר משלוש אלטרנטיבות חידוש (n > 3) יהיו התמונות האיכותיות של הדינמיקה מורכבות הרבה יותר. במקרה הכללי של אשכולות של חידושים מתחרים רבים מתבטאת התחרות בין החידושים בצורת "נחשולי הרס יצירתי" ארוכי טווח (Schumpeter, 1912, 1939, 1943). כל נחשול כזה מתבסס על הניפויות התחרותיות של אלטרנטיבות החידוש הבלתי-יעילות וכולל בתוכו שלושה סוגים של התנהגות אלטרנטיביות החידוש:

- דעיכה יחסית של אשכול האלטרנטיבות הישנות, שנקודת המוצא שלו היא ההתפלגות היציבה שמכסה את כל האוכלוסייה הפתוחה לקבלת החידושים, והוא דועך בהדרגה עד לרמת הגומחות

משתתפים במשחק אנטגוניסטי עם תגמול (ציפיות לרווח) שסכומו אפס. תגמול זה הוא ערך המשחק a_{ij} . מנקודת ההשקפה של התנהגותם הקולקטיבית של מקבלי החידוש ויחידות קבלת החידוש (חברות), אופיין הקונקרטי הייחודי של האסטרטגיות האינדיבידואליות המשמשות את יחידות קבלת החידוש אינו משמעותי; משמעותיים רק האפקטים הכלליים של התחרות, המיוצגים על ידי התגמולים. מהות האסטרטגיות של ההתנהגות התחרותית בוטאה על ידי Nelson and Winter (1982), באמצעות שלושת הרכיבים של ההתנהגות התחרותית בין החברות: "נוהל אירגוני", "חיפוש" ו"סביבת ברירה". "נוהל אירגוני" מתאר את הפרוצדורות הטכנולוגיות והאירגוניות של תהליך הייצור; "חיפוש" מתאר הערכה של יעילות הנהלים ואת זיהויים של הנהלים שאותם יש לשנות או להחליף; "סביבת ברירה" מתארת את מכלול שיטות קבלת ההחלטות באסטרטגיה של החברה. גישות התנהגותיות אסטרטגיות אלה מגדירות את התגמולים המתקבלים מהתחרות בין החידושים.

מן הפירוש של תורת המשחקים נובע מיד תהליך התפשטות החידושים על-פי עיקרון הניפויות התחרותיות: אם עבור חידוש i מסויים מתקיים:

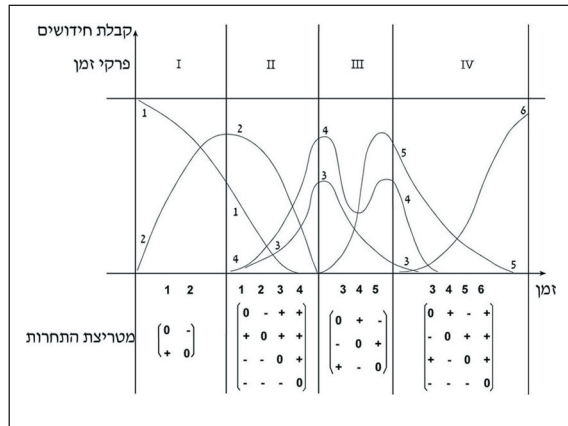
$$(3) \quad a_{ij} > 0 \text{ for all } j \neq i, j = 1, 2, \dots, n$$

אזי רק חידוש זה ישרוד בסופו של דבר. עיקרון הניפויות התחרותיות יתואר טוב יותר באמצעות המטריצה $\text{sign } A = \text{sign } a_{ij}$ שרכיביה הם:

$$(4) \quad \text{sign } a_{ij} = \begin{cases} + & a_{ij} > 0 \\ 0 & a_{ij} = 0 \\ - & a_{ij} < 0 \end{cases}$$

בעזרת מטריצה זאת מקבלת התמונה האיכותית של הניפויות התחרותיות את הצורה הבאה:

$$(5) \quad \text{sign } A = \begin{pmatrix} 0 & & & & & & & & & & \\ \vdots & & & & & & & & & & \\ + & \dots & + & \dots & 0 & \dots & + & \dots & + & & \\ \vdots & \vdots & & & & & \vdots & & \vdots & & \\ - & \dots & - & \dots & 0 & \dots & - & \dots & - & & \\ & & & & & & & & & & 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} t \rightarrow +\infty \rightarrow \text{final state} \\ t \rightarrow -\infty \rightarrow \text{initial state} \end{matrix}$$



איור 5: "נחשולי הרס יצירתיים" של שומפטר עבור אלטרנטיבות חידוש אחדות

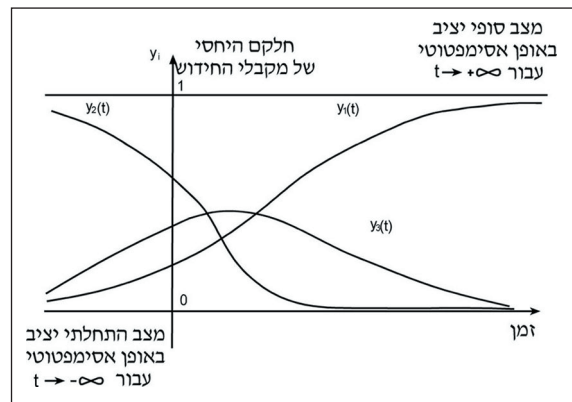
העקרון הראשוני של בחירת הפרט בתוך הקולקטיב

בפרק זה נבחן את חלקו של הביקוש בתהליך התפשטות החידושים. הביקוש מייצג את התנהגות הבחירה של מקבלי החידושים. ניזכר בכך שהכוח המניע שמאחורי התפשטות החידושים הוא תפיסתם של הפרטים את החידושים כאלטרנטיבות לבחירה. אולם עלינו לתאר את המודלים הקלאסיים של התנהגות הבחירה של בן האנוש הכלכלי (Homo Oeconomicus), של בן האנוש הפוליטי (Homo Politicus), ולעמתם עם התנהגות הבחירה של בן האנוש החברתי (Homo Socialis). נציג את ראיית התפשטות החידושים כתהליך בחירה דינמי, מרחבי וסוציו-אקולוגי ברמת המזו, ונתאר את היחסים בין רמות המזו והמקרו של התנהגות הבחירה הקולקטיבית הקיבוצית במרחב ובזמן. הבסיס התפיסתי של ראייה זו הוא המעבר ההדרגתי מן התפיסות של בן האנוש הכלכלי ובן האנוש הפוליטי לתפיסה של בן האנוש החברתי.

התנהגות הבחירה של בן-האנוש הכלכלי

בן האנוש הכלכלי הוא יצור אנוכי לחלוטין, רציונלי ויודע-כל אשר אמור לבצע בחירה רציונלית חופשית בין אלטרנטיבות החידוש השונות על בסיס עקרון אופטימיזציה התועלת (Luce, 1959, Dreze, 1974). בידי של בן האנוש הכלכלי ישנה רשימה מלאה של אלטרנטיבות החידוש, הוא מכיר את תכונותיהן ואת אפשרויות ההתפשטות שלהן ומ-עריך באופן רציונלי ומדויק את התועלת שבהן.

- גידול היחסי של אשכול האלטרנטיבות החד-שות היעילות ביותר, שנקודת המוצא שלו היא בגומחות החממה והוא מכסה בהדרגה את כל האוכלוסיה הפתוחה לקבלת החידושים תוך כדי תחרות עם האלטרנטיבות האחרות;
- גידול ודעיכה דמויי גלים של אשכול אלטרנטיבות ה"לוויין", שמלכתחילה מתפשט בתוך האר-כלוסיה הפתוחה לקבלת החידושים על חשבון דעיכתו המואצת של אשכול האלטרנטיבות הי-שנות, ובסופו של דבר מאבד את חלקו היחסי באוכלוסיה הפתוחה לקבלת החידושים תוך כדי תחרות פנימית (בתוך האשכול) ותחרות חיצונית (עם אשכול האלטרנטיבות החדשות היעילות יותר). יתר על כן, בסופו של מחזור התחרות מושגת התפלגות יציבה של האלטרנטיבות בתוך האוכלוסיה הפתוחה לקבלת החידושים. וכך מכיל כל מחזור תחרות מספר תת-מחזורים קצרי-טווח ובעלי טווח בינוני, ושני מחזורים עוקבים או יותר שיוצרים גלי גידול ודעיכה ארוכי טווח (ראו (Sonis, 1992).



איור 4: דוגמה לתיאור איכותי של דינמיקת התפשטות חידושים עם מצב התחלתי ומצב סופי יציבים

ניתן לתאר באופן גרפי את היווצרותם העוקבת של אשכולות אלטרנטיבות חדשות יעילות ואת היעל-מותם של אשכולות אלטרנטיבות ישנות לא-יעילות בעזרת תמונות איכותיות, המשלבות סוגים שונים של התנהגות תחרותית של האלטרנטיבות בפרקי זמן שונים. איור 5 מתאר אבולוציה היפותטית בתוך התעשייה במשך ארבעה פרקי זמן. האבולוציה ההי-פותטית של התפשטות החידושים התחרותיים יכולה לשמש כמטאפורה רבת עוצמה לתהליכי התפשטות חידושים אמיתיים (ראו (Freeman, 1984).

התועלת הצפויה במרחב ובזמן (ציפיות לרווח בע- תיד או במקום אחר). כך שמנקודת השקפתו של בן האנוש החברתי, קצב התפשטות החידוש או דעת הקהל שנוצרת סביבו נעשים עבורו מדדים לתועלת או לחוסר התועלת של החידוש.

- איסוף המידע על האלטרנטיבות האפשריות תובע מאמצים אדירים. מקבלי החידושים מתחלקים לשתי קבוצות גדולות מבחינת התנהגות הבחירה שלהם: משביעי הרצון (satisficers), אשר מפסיקים את החיפוש כאשר שיעור הגידול ברווח הצפוי אינו מוצדק עוד ביחס למאמצי החיפוש, והממ- קסמים (maximizers), אשר בודקים את כל אל- טרנטיבות הבחירה הידועות להם (ראו, Schwartz, 2004).

- "למידה תוך כדי שימוש" בחידוש הנבחר. הציפיות המנטליות הסובייקטיביות לרווח בעתיד או במקום אחר מייצגות את נטייתו העיקרית של בן האנוש החברתי לחסכנות במאמץ ובעלות. נטייה זאת לחסכנות מחליפה אצל בן האנוש החברתי את עקרון המקסימיזציה של התועלת אצל בן האנוש הכלכלי והפוליטי.

מקבל החידוש כ"יצור קולקטיבי" במהלך בחירת החידוש

לב ליבה של תיאוריית התפשטות החידושים טמון בהנחה הבאה ביחס להתנהגות הבחירה של בן הא- נוש החברתי, המתבססת על קיומה של "תודעה קו- לקטיבית": התנהגות הבחירה של בן האנוש החברתי היא התנהגות בחירה של הפרט המושפעת על ידי הקולקטיב ומתרחשת ברמת המזו. לכן, השינויים היחסיים בשכיחויות הבחירה תלויים בהתפלגות אלטרנטיבות החידוש בקרב אוכלוסיית כל מקבלי החידוש. הנחה זאת מרחיבה באורח ניכר את נקו- דת ההשקפה של המכניקה הסטטיסטית החברתית באמצעות הכנסת שיקול התודעה הקולקטיבית של "המולקולות האנושיות", העולה מתוך יחסי הגומלין החברתיים והשפעות המידע המועבר על ידי תקשורת ההמונים.

העיקרון הראשוני של התנהגות הבחירה של הפרט בתוך הקולקטיב, כפי שנוסח לעיל, משקף את ההת- נהגות התחרותית של החידושים, שתוארה באמצעות השינוי דמוי האות S בחלקם היחסי של חידושים מתחרים שונים (Sonis, 2000).

עיקרון זה מספק תיאור מפורט של התהליך החבר-

הוא מכיר את הצורה האוניברסלית של פונקציית התועלת של הפרט, שכוללת את גורמי הצפיה הר- ציונלית. הרחבות שונות של תפיסה זאת הופיעו על רקעים שונים, כגון: bounded rationality, satisfying behavior rules, habitat consumption, choice and search routines, disequilibrium adjustment processes וכו'. ניתן לטעון שכל אלה מתארים באופן חלקי את התנהגות הבחירה של בן האנוש האמיתי.

התנהגות הבחירה של בן-האנוש הפוליטי

בן האנוש הפוליטי - מונח שנטבע על ידי אריסטו בפוליטיקה - הוא יצור יודע-כל אשר אמור לבחור באופן רציונלי בין אלטרנטיבות פוליטיות שונות על בסיס המקסימיזציה של התועלת החברתית (הקולק- טיבית). בן האנוש הפוליטי מכיר את כל האלטרנ- טיבות הפוליטיות ואת כל הפרמטרים וההגבלות של פונקציית התועלת החברתית ומחוייב למקסם אותה בבחירתו כפרט.

התנהגות הבחירה של בן-האנוש החברתי

המונח בן האנוש החברתי (Homo Socialis) נטבע על ידי פרנסוא פררו (Perroux, 1964, ראו גם: Sonis, 1992b). בן האנוש החברתי הוא "יצור קולקטיבי", שאינו יכול להתקיים ולשרוד ללא החברה שמסביבו (הקולקטיבים). אין בידי מידע מלא לגבי כל אל- טרנטיבות החידוש האפשריות, והוא אינו מכיר את תכונות התועלת של אלטרנטיבות אלה או את צורת פונקציית התועלת שלהן. הוא משיג מידע על החי- דושים ותועלתם באמצעות תהליך הלמידה. תהליך הלמידה של בן האנוש החברתי כולל:

- חיקוי של התנהגות הבחירה של מקבלי החידוש האחרים.
- השגת מידע, שאין ערובה לאמיתותו, על אודות החידושים ותועלתם תוך כדי מגעים ישירים וע- קיפים (יחסי גומלין חברתיים) בסביבה פעילה עם "עמיתיו" (פרטים או גופים המקבלים או דוחים את החידוש, המצויים בסביבתו המיידית), ובאמצעות תקשורת ההמונים המציעה פתרונות ודיעות "מוכנים מראש" ובכך מקשה עליו לבצע ההערכה רציונלית של החידושים ותועלתם. כל פרט שבידו מידע על החידוש נעשה "מומחה" בעבור מקבל החידוש הפוטנציאלי - בין אם הוא רציונלי ונבון ובין אם לאו - ובכך משפיע רבות על ההערכה המנטלית הסובייקטיבית של

תכונתן המרכזית של האליטות מייצרות החידושים היא "האינטליגנציה הרגשית" (emotional intelligence) שמסייעת להם להבחין בצרכי הצרכנים ובדרכי שכי נועם להצטרף למקבלי החידושים. גולמן (Goleman, 1995), שטבע מונח זה, מציגו באופן הבא: "יכולת חברתית מרכזית היא האמפטיה - הבנת רגשותיו של האחר והשקפת עולמו, וכיבוד ההבדלים ברגשותיהם של אנשים שונים כלפי הדברים" (Goleman, 1995, p. 268).

הדואליטות שבין ההיצע והביקוש: תחרות בין האליטות החברתיות ברמת המזו לעומת מגעים חברתיים ברמת המיקרו

לאורך זמן נוצר איזון בין יחסי הגומלין החברתיים המצטברים במרחב ובזמן בקרב אוכלוסיית מקבלי החידוש הפוטנציאליים ותהליך ההשווייה המצטברת של כוחן של האליטות התומכות באלטרנטיבות החידוש השונות. איזון זה שולט בתהליך הדינמי של בחירת החידושים ומהווה מקבילה דינמית ברמת המזו לעיקרון מקסימיזציה התועלת המיקרו כל-כלית של הפרט. משמעות הדבר היא שבהתפשטות החידושים הממשית תהליך "השווייה כוח ההשפעה" של האליטות החברתיות התומכות בהתפשטות החידוש חופף ליחסי הגומלין המצטברים בין מקבלי החידוש, הגורמים למעבר מחידוש אחד למשנהו.

כוח המניפולטיבי לוכדני של האליטות: עשרת הדיברות של אי הסובלנות התוקפנית

כוח ההשפעה של האליטה על קבלת ההחלטות של הפרט תלוי ביכולתה למשוך או ללכוד את מירב מקבלי החידושים. האליטות יעשו כל שביכולתן על מנת למשוך וללכוד את מקבלי החידוש; הן משתמשות במניפולציה חברתית ובעיוות המידע באמצעות "היסטוריה פואטית" ו"גיאוגרפיה פואטית". הן מנצלות את יכולתן להשפיע על תקשורת ההמונים, מכיוון שהן מבינות היטב את משמעות הבנתו הלקויה של בן האנוש החברתי ואת נטייתו להחליף את השיקול הרציונלי בדחף רגשי. בעידן שלנו, שבו מתפשט הפונדמנטליזם התרבותי, הדתי והלאומי, והמלחמה הקרה, שהיתה התנגשות אידיאולוגית, התחלפה בהתנגשויות תרבותיות ואתניות (ראו: Huntington, 1996), קיים צורך מיידי להבין כהלכה את מהות התנהגותן של האליטות. האליטות מבינות היטב שכוחן פרופורציונלי למספר

תי של מעבר הפרטים מאלטרנטיבה אחת לאחרת. תהליך זה אנלוגי לתיאור שפורט בחלק הראשון של המאמר: המגעים הישירים והעקיפים בין מקבלי אלטרנטיבות החידוש i ו- j ; הפוטנציאלים a_{ij} מייצגים את "דעת הקהל" על התועלת של החידוש i ; פוטנציאלים אלה מייצגים את יעילות המגעים בין מקבלי החידושים i ו- j וכן את התועלות הדינמיות השוליות של המעבר מ- i ל- j , שהן ציפיות מנטליות סובייקטיביות לרווח עתידי מן המעבר. מטריצת יחסי הגומלין $A=a_{ij}$ היא אנטי-סימטרית ומייצגת את "משחק העל הדינמי", שמהווה מערכת משחקים אנטגוניסטיים שסכומם אפס בקרב כל הזוגות האפשריים של החידושים המתחרים - ערכו של כל משחק הוא a_{ij} . משחק העל הזה דומה, עבור כל i למודל לוגיט (Logit) רב-רכיבים שחלקה הדטרמיניסטי של התועלת בו הוא a_{ij} (ראו: Heckman, 1981; Sonis, 1984). דמיון זה מעניק יתר תוקף לפירוש הפוטנציאלים הסקלריים a_{ij} כתועלות המייצגות ציפיות מנטליות לרווח עתידי מן הבחירה באלטרנטיבת החידוש.

היזמים והאליטות המייצרים את החידושים

בפרק זה נסקור את חלקו של ההיצע בהתפשטות החידושים. ההיצע מייצג את התנהגותם של קבוצות שונות של מקבלי החלטות - יזמים ואליטות מייצרי חידושים, כלומר, מערכות שונות התומכות, מייצרות ומפיצות את החידושים. בכלכלת התפתחות הקפיטליזם של שומפטר מוגדרים היזמים כמייצרי החידוש (Schumpeter, 1943), במדעי המדינה הם מוגדרים כמנהיגים פוליטיים כריזמטיים, בתעשיית הבידור הם "כוכבים" ו"כוכבי על" ובתיאוריית האתנוגנזיס של לב גומילוב הם מכונים "פסיונרים" (Gumilev, 1994).

את המידע על החידושים ותועלתם מקבלים היזמים במהלך תהליך הלמידה. תהליך למידה זה כולל:

- חיקוי התנהגות הבחירה של יזמים ומנהיגי דעת קהל אחרים.
- מו"פ (מחקר ופיתוח), הכולל: א) הפקת מידע על החידושים ותועלתם מממצאים ומומחים (אנשי שיווק, יחסי ציבור, פרסומאים וכיו"ב) ו-ב) יחסי גומלין עם מקבלי החידושים (היזון חוזר).
- "למידה תוך כדי עשייה" (Learning by doing), כלומר, המשך התאמת החידוש לדרישות מקבלי החידוש הפוטנציאליים.

אינך יודע את האמת, נלמדך; אם אינך רוצה לדעת, נאלצך.

- פעם אויב - תמיד אויב.
- האויב מוכרח להיכנע.
- אם האויב אינו נכנע, יש להשמידו.
- האמת שלנו תנצח בסופו של דבר, ואם לא עכ"ש, אז בעתיד הקרוב.

בעידן הטרור הבינלאומי המתפשט, על הגישה ההו-מניטרית לתמוך באופן פעיל בחינוך לסובלנות ולא-חריות. חינוך זה ימשיך את המסורות ההומניטריות הגדולות של עשרת הדברות שבמקרא, של הסיסמה המרכזית של המהפכה הצרפתית "Liberte, Eligate, Fraternite" ("חופש, שוויון ואחווה"), של משנתו של קונפוציוס בדבר האחריות החברתית ושל מסורות מפורסמות אחרות.

סביבה פעילה וגומחות סוציו-אקולוגיות

הסביבה הפעילה אינה משתפת ישירות בתהליך התפשטות החידושים ואינה מייצרת ישירות אלטר-נטיבות חידוש, אך היא מתערבת בהתפשטות החידושים. התערבות החיצונית של הסביבה הפעילה מגבילה את התנהגות הבחירה של הפרטים ברכיב הביקוש ומשנה את היכולות התחרותיות של האלי-טות ברכיב ההיצע על ידי יצירת התפלגות נשנית של אלטרנטיבות החידוש. סביבה סוציו-אקונומית פעילה מרסנת את פעילותן הקיצונית של האליטות באמצעות ניפויים התחרותיים של החידושים. סביבה כזאת מייצרת מסגרות סוציו-אקונומיות טריטור-ריאליות (גומחות) המשמשות כ"חממות" לאליטות חדשות המייצרות חידושים אחרים ו/או תומכות בשימורם של הקיימים. בדרך זאת נתמכים "נחשו" לי ההרס היצירתיים" העתידיים על ידי התערבויות חיצוניות כתמיכה ממשלתית בפיתוח אזורי, הוצאתה לפועל של מדיניות כלכלית גלובלית או מקומית, ביזור ממסדי ופיסקלי, יצירת מאגרי מידע (ספריות ומעבדות) ועוד.

גומחות המקבלות או דוחות את החידוש בתהליך התפשטות החידושים

תהליך ההתפשטות מתחיל בעליית החידוש מתוך הגומחות המשמרות שקיבלו אותו וממשיך בהתפשטותו בכל האוכלוסייה הפתוחה לקבלתו. החידוש אינו יכול לחדור לגומחות המשמרות כוחות לדחייתו.

מקבלי החידושים והרעיונות שהן מציעות. לפיכך הן מנסות לחקור ולארגן את הרכיב ההתנהגותי השולט של מקבלי החידושים. האמצעי המשמש את האליטה על מנת לארגן את הרכיב ההתנהגותי השולט המ-עדיף את החידוש או הרעיון הנתמכים על ידה הוא המניפולציה של התנהגות הבחירה של הפרט. לפי העקרון הבסיסי של הקולקטיביות של בני האדם, מנסה כל קולקטיב, המונע על ידי האליטה שלו, לכפות את חוקיו וערכיו על הפרטים המשתייכים לו בצורה לוכדנית: האליטות הכלכליות משתמשות במ-ערכת פרסום מתוחכמת, האליטות הפוליטיות משת-משות במערכות רבות עוצמה של תעמולה פוליטית ודמוגוגיה, האליטות הדתיות, התרבותיות והאתניות משתמשות באינדוקטרינציה רוחנית, תרבותית ואת-נית, אליטות השלטון והכוח מנסות להפוך כל פרט לבורג קטן במכונה החברתית, והאליטות הצבאיות אכן הופכות כל פרט לחלק קטן ובר-שליטה במכונה הצבאית.

היווצרותו של הרכיב ההתנהגותי הלוכדני כתוצאה של פעילות האליטות המניפולטיביות היא חלק אי-נטגרלי בהתגבשות הקולקטיבים האתניים. בעידנו המתאפיין בהתנגשויות תרבותיות ובעלייתו של הט-רור הבינלאומי הפכה המניפולציה של ההתנהגות האנושית למנגנון יעיל של התפשטות שינויים חבר-תיים, פוליטיים, גיאוגרפיים וטריטוריאליים.

אמצעי המניפולציה, הפועל כנגד עקרונות הסובלנות והאחריות פותח על ידי האנושות במהלך האבולוציה החברתית והתרבותית שלה. האמצעי העיקרי של הטרור הוא אי הסובלנות התוקפנית.

כדוגמה להשלכה האפשרית של הגישה הסוציו-אקולוגית בתיאוריית התפשטות החידושים, הבה ננסח את מודל ההתנהגות התוקפנית של האליטה באופן פולמוסי כ"עשרת הדברות של אי-הסובלנות התוקפנית". סולם זה של אי-סובלנות מתגברת (Sonis, 1997) בנוי מהתבטאויות ציבוריות פולמוסיות הלקוחות מדבריהם של מנהיגים תרבותיים, דתיים, פוליטיים ואתניים שונים, שחלקן מוכר היטב לצי-בור הרחב:

- אני זה אנחנו
- אנחנו יודעים את האמת, את כל האמת, ואנחנו דוברים אמת - לפיכך אנחנו צודקים תמיד.
- כל האחרים טועים.
- מי שלא איתנו הוא נגדנו - נגד האמת.
- כל מי שנגדנו הוא אויב - אויב האמת.
- את האויב יש לרסן, בתחילה בדרכי נועם: אם

וורהולסט (1), אך משלבת בתיאור תהליך התפשטות החידושים את מטריצת התחרות האנטיסימטרית עם המטריצה הסטוכסטית המייצגת את התערבות הסביבה הפעילה, כמתואר במשוואה (9):

$$(9) \quad \begin{pmatrix} s_+ & 1-s_+ \\ s_- & 1-s_- \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_0^- & s_+ & s_1 \\ s_2 & s_0^+ & s_2 \end{pmatrix}$$

חידושים מתחרים רבים והגומחות שלהם

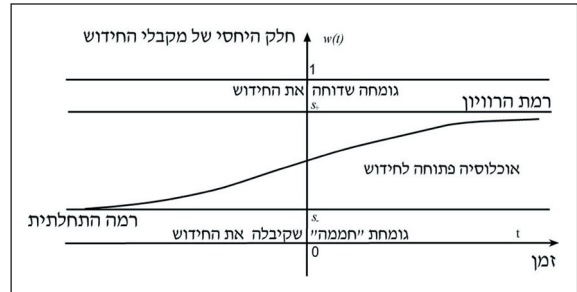
התערבותה של הסביבה הפעילה במקרה של מספר חידושים מתחרים יוצג באמצעות המטריצה הסטוכסטית הבאה:

$$(10) \quad S = S_{ij} = \begin{pmatrix} s_0^+ + s_1 & s_2 & \dots & s_n \\ s_1 & s_0^+ + s_2 & \dots & s_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_1 & s_2 & \dots & s_0^+ + s_n \end{pmatrix}$$

שבה $0 \leq s_i \leq 1$, s_1, s_2, \dots, s_n הם רוחבי הגומחות המקבלות את החידושים והתומכות במערכת חידושים מתחרים, S_0 מתאר את רוחב האוכלוסיה הפתוחה לחידושים כאשר $\sum_{i=0}^n s_i = 1$, $0 \leq s_0 \leq 1$.

מטריצה מסוג זה מתארת את תהליך התפשטות החידושים כדלקמן: אשכול החידושים מתפשט מתוך "סביבת החממה" שלו (גומחות סוציו-אקולוגיות) על בסיס מאמצייהן של האליטות המייצרות את החידושים בתוך מערכת התמיכה; חלקם היחסי של מאמצי החידושים, בתוך האוכלוסיה הפתוחה לחידושים, הולך וגדל בצורה דמויית האות S תוך כדי ניפוי תחרותי הדרגתי של החידושים הקודמים ושל חידושי "לוויין" חלשים יותר. כאשר ממוצה יכולת ההתפשטות של האשכול, מתקבעת יציבותה המבנית של מערכת ההיצע: אשכול החידושים הופך לשיגרה. בטווח הארוך נעשה מבנה מערכת ההיצע פגיע בשל אשכול החידושים הבא הממתין בתוך גומחות החידושים עד להפצתו על ידי האליטות (ראו: Nelson and Winter, 1982). כשהאשכול החדש מבשיל דיו על מנת לגבור על מחסומי הסף ומסוגל להתחיל בגידולו היחסי דמוי האות S, חלה דעיכה יחסית דמויית האות S של האשכול הישן וגידול ודעיכה יחסיים של אשכול חידושי הלוויין לרמת הגומחות המשמ-

המאפייני האמפירי הבסיסי של התהליך הוא הגידול דמוי האות S התחום בין הגומחות המקבלות והדוחות את החידוש, כמתואר באיור 6 (השוו: Pearl, 1925).



איור 6: הגידול המצטבר דמוי האות S של חלקם היחסי של מאמצי החידוש לאורך זמן בסביבה סוציו-אקונומית פעילה

הפרמטר w באיור מייצג את חלקם היחסי של מקבלי החידוש בסביבה הפעילה, $s_1 = s_-$ הוא רוחבה של הגומחה שקיבלה את החידוש מלכתחילה, כלומר, חלקם היחסי של מקבלי החידוש ש"נלכדו" כבר בתחילת התהליך, $s_2 = 1 - s_+$ הוא רוחבה של הגומחה שאינה מקבלת את החידוש גם בסוף התהליך, כלומר, חלקם היחסיים של ה"שמרנים" הדוחים את החידוש (מחוסנים בפני קבלת החידוש), $s_0 = s_+ - s_-$ הוא חלקה היחסי של האוכלוסיה המקבלת את החידוש בתהליך התפשטות.

המשוואה הדיפרנציאלית הבסיסית המייצגת את התפשטות החידוש בסביבה הפעילה היא משוואת פרל-ריד המפורסמת (Pearl, 1925):

$$(8) \quad dw/dt = (a(w - s_-)(s_+ - w)) / (s_+ - s_-)$$

המשוואה ואיור 6 מתארים את התפשטות החידוש ביחידה הטריטוריאלית: כבר בתחילתו של התהליך מתחלקת האוכלוסיה לשלושה חלקים: מקבלי חידוש מיידיים, דוחי חידוש מחוסנים ואוכלוסיה הפתוחה לחידוש שתקבל את החידוש בסופו של דבר תוך כדי תהליך ההתפשטות. המודל (8) מייצג את התכונות הלוכדניות של שתי הגומחות הסביבתיות הנמדדות לפי חלקם היחסי של מקבלי החידוש ודוחיו, בהתאמה. ההפרשים מייצגים את חלקם היחסי הנוסף של מקבלי החידוש ודוחיו בשל פעולתה של הסביבה הפעילה מחוץ לגומחות הסביבתיות. משוואת פרל-ריד שקולה מבחינה אנליטית למשוואת

טרנטיבות החידוש.

- פיתוח חוק התנהגות הבחירה של הפרט בתוך הקולקטיב כמאזן בין יחסי הגומלין המצטברים של מקבלי החידוש לבין ההשוויה המצטברת של יכולות כוח ההשפעה של אלטרנטיבות החידוש.
- הצגת התערבותה של הסביבה הפעילה כהליך של התפלגות נשנית המוטל על תהליך הבחירה. התערבות זאת יוצרת מסגרות חברתיות-כלכליות-תרבותיות (גומחות) שבהן מבשילות האלטרנטיבות החדשות או משתמרות האלטרנטיבות הקודמות. באופן זה מייצרת ההתערבות הטריטוריאלית החיצונית את תהליך ההתפלגות הנשנית של מקבלי החידוש, ודוחפת את התחרות בין החידושים לתוך האוכלוסייה הפתוחה לחידושים.

שני הגורמים שזכו לביטוי הם תחרות וסביבה. התחרות יוצגה כמשחק-על דינמי המבוסס על מטריצת תחרות המייצגת תועלות שוליות בזמן של המעבר מחידוש אחד למשנהו. הסביבה יוצגה באמצעות מטריצה סטוכסטית, המגדירה את רוחבן היחסי של גומחות החממה והשימור של האלטרנטיבות, ואת רוחבה של האוכלוסייה הפתוחה לחידושים.

תיאוריית התפשטות החידושים ממשיכה להתפתח. זרם המאמרים והספרים נמשך (ראו, למשל, ספרי-הם האחרונים של Fischer, Nijkamp, Papageorgiou, Bertuglia, Fisher and Preto, 1995, Bertuglia, Lombardo and Nijkamp, 1997, Fischer and Froelich, 2001).

תהליך התפשטות החידושים הוא דוגמה חשובה לא-בולוציה של הסיבוכיות (חילופין לסירוגין בין תהליך העמקת המורכבות לבין תהליך הפישוט) במערכות סוציו-מרחביות, סוציו-אקולוגיות וסוציו-כלכליות (Arthur, 1992, 1994). תהליך העמקת המורכבות הוא השתקפות של תהליך ההתפשטות והקליטה של מידע חדש, כלומר, תהליך של ארגון עצמי של מבנה יחסי הגומלין בתוך מערכות סוציו-אקולוגיות מתפתחות (Sonis, 2000). תאוריית הסיבוכיות והעמקת המורכבות העתידית תכלול, ללא ספק, את תפיסותיה העיקריות של תיאוריית התפשטות החידושים שקיימת מזה כמאה שנה.

רות שלהם (במקרה שהגומחות המשמרות הללו אינן קיימות, יעלמו אשכולות אלה לחלוטין). באופן כזה נוצרים מחזורים קצרי טווח, מחזורים בעלי טווח בינוני ומחזורים ארוכי טווח, ושני מחזורים עוקבים (או יותר) מייצרים גלי גידול ודעיכה ארוכי טווח. לסיכום, ההיבט הסוציו-אקולוגי והסוציו-מרחבי של תיאוריית התפשטות החידושים משלב שני מרכיבים בסיסיים: התחרות הסוציו-אקולוגית הפנימית בין ציבורים שונים של אליטות מייצרי חידושים, והתערבותה החיצונית של הסביבה הפעילה בדפוסי התפשטות החידושים.

המטריצה הסטוכסטית (10) מסבירה מדוע ההתערבויות הטריטוריאליות החיצוניות מייצרות את תהליך ההתפלגות הנשנית של אלטרנטיבות החידוש המשקפת את התחרות בין האליטות מייצרות החידושים במסגרת האוכלוסייה הפתוחה לחידושים.

סיכום וכיווני התפתחות עתידיים

מטרתו של מאמר זה היא להציג את הבסיס התפיסתי עובר תיאור יחסי הגומלין הדואליים בין הכוחות השונים הפועלים בתהליך התפשטות החידושים. הכוונה היא ליחסי הגומלין הדואליים שבין התנהגות הפרטים בקולקטיב, שתוצאתה משתקפת בתחרות שבין החידושים (תחרות המבוססת על יכולות ההתפשטות שלהם), לבין הבחירה הקולקטיבית של החידושים כאלטרנטיבות, המבוססת על חיקוי ולמידה באמצעות מגעים חברתיים. בדרך זאת מייצגת הגישה שעליה מתבסס המאמר את המעבר הפיזי-רדיגמטי ממודל התנהגות הבחירה המיקרו-כלכלית של "בן אנוש הכלכלי" למודל התנהגות הבחירה של הפרט כ-"בן אנוש חברתי" בתוך הקולקטיב. משמעו של דבר היא שפירטנו את המעבר מרמת המזו לרמת המקרו במאפייני התנהגות הבחירה הדינמית. פירוט זה מנוגד לנקודת ההשקפה הקונוונציונלית הסטטית של מקסימיזציית התועלת של הפרט ברמת המיקרו ולנקודת ההשקפה של הדינמיקה הסטטיסטית החברתית ברמת המקרו, המתעלמת מהמאפיינים האבולוציוניים החשובים של התנהגות הפרט בתוך הקולקטיב.

תרומותיהם החשובות של שומפטר, פרו ווולטרה מיוצגות בשלושת נושאי העיקריים של המאמר:

- הצגת "נחשולי ההרס היצירתיים" של שומפטר כתוצאה של משחק-על תחרותי אקולוגי בין אל-

רשימת מקורות

- Abernathy, W. J. and Utterback, J. M., (1975) A dynamic model of product and process innovation, *Omega*, 3: 3-22.
- Abernathy, W. J. and Clark, K. B., (1985) Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14: 3-22.
- Arcangeli, F., Leonardi, G. and Reggiani, A., (1985) Alternative theoretical frameworks for the interpretation of random utility models, *Papers of Regional Science Association*, 58: 7-20.
- Aristotle, *Politica*. (1941) **In the Basic Works of Aristotle**. Random House: New York.
- Arthur, W. B., (1992) On evolution of complexity, paper presented at the Santa Fe Institute's integrative themes workshop, Santa Fe. in Cowan G. A., Pines D. and Meltzer D. (eds) **Complexity, Metaphors, Models, and Reality**, Santa Fe Institute, *Studies in the Science of Complexity*. vol. XIX, Addison-Wesley: NY, pp.65-78.
- Bartholomew, D. J., (1976) Continuous time diffusion models with random duration of interest. *Journal of Mathematical Sociology*, 4: 187-199.
- Bass, F. M., (1969) A new product growth model for consumer durables. *Management Science*, 15: 215-227.
- van den Berg, L., Burns, L. S. and Klaasen, L. H., (1986) **Spatial Cycles**. Aldershot: Gower.
- Berry, B. J. L., (1972) Hierarchical diffusion: The basis of developmental filtering and spread in a system of growth centers. In N. M. Hansen (ed) **Growth Centers in Regional Economic Development**. The Free Press: NY, pp. 168-138.
- Berry, B. J. L. and Kasarda J. D., (1977) **Contemporary Urban Ecology**. MacMillan: New York.
- Bertuglia, C. S., Lombardo, S. and Nijkamp, P. (eds) (1990) **Innovative Behaviour in Space and Time, Advances in Spatial Science**. Springer-Verlag: New York.
- Bertuglia, C. S., Fisher M. M. and Preto G., (eds) (1995) **Technological Change, Economic Development and Space, Advances in Spatial Science**. Springer Verlag: New York.
- Blackman, A. W., (1972) A mathematical model for trend forecasting. *Technological Forecasting & Social Change*, 3(3):1-13.
- Berry, B. J. L., (1988) Migration reversal in perspective: The long-wave evidence. *International Regional Science Review*, 11: 245-252.
- Blackman, A. W., (1974) The market dynamics of technological substitutions. *Technological Forecasting & Social Change*, 6: 41-63.
- Brown, L. E., (1981) **Innovation Diffusion: A New Perspective**. Methuen: London.
- Brown, L. E., and Cox, K. R., (1976) Empirical regularities in the diffusion of innovation. *Annals of the Association of American Geographers*, 61: 551-559.
- Cohen, Y. S., (1972) **Diffusion of Innovations in an Urban System: The Spread of Planned Regional Shopping Centers in the United States 1949-1968**. Research paper no. 140. The University of Chicago, Department of Geography: Chicago.
- Casetti, E., (1969) Why do diffusion processes conform to logistic trends. *Geographical Analysis*, 1: 101-105.
- Casetti, E. and Semple, R. K., (1969) Concerning the testing of spatial diffusion hypothesis. *Geographical Analysis*, 1:254-259.
- David, P. A., (1986) Technology diffusion, public policy and industrial competitiveness. In Landau R., Rosenberg N. (eds) **The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth**. National Academy Press: Washington DC, pp. 373-391.
- Dendrinos, D. S. and Sonis, M., (1990) **Chaos and Socio-Spatial Dynamics**. Springer-Verlag: New York.
- Dendrinos, D. S. and Sonis, M., (1984) Variational principles and conservation conditions in Volterra's ecology and in urban/relative dynamics (extended version). Collaborative Papers Series, CP-49-84. International Institute for Applied Systems Analysis: Vienna, Austria.

- Dendrinos, D. S. and Sonis M., (1986) Variational principles and conservation conditions in Volterra's ecology and in urban/relative dynamics. *Journal of Regional Science*, 26: 359-377.
- Dreze, J. H., (1974) Axiomatic theories of choice, cardinal utility and subjective probability, In J. H., Dreze (ed) *Allocations under Uncertainty: Equilibrium and Optimality*. Macmillan: London, pp. 3-23.
- Dodd, S. C., (1956) Testing message diffusion in harmonic logistic curves. *Psychometrica*, 21: 191-205.
- Dosi, G., (1984) Technological paradigms and technological trajectories. The determinants and directions of technological change and transformation of the economy. In Freedman, C., (ed) *Long Waves in the World Economy*. Frances Pinter: London.
- Dosi, G. and Orsenigo L., (1985) *Market Processes, Rules and Institutions in Technical Change and Economic Dynamics*, Washington University: St. Louis.
- van Duijn, J. J., (1983) *The Long Wave in Economic Life*, George Allen & Unwin: London.
- Easingwood, C. J., Mahajan V. and Muller E., (1983) A nonsymmetric responding logistic model for technological substitution. *Technological Forecasting & Social Change*, 20: 199-213.
- Floyd, A., (1968) A technology for trend forecasting of figures of merit. In J. Bright (ed) *Technological Forecasting for Industry and Government*. Prentice Hall, Englewood Cliffs: New Jersey, pp. 95-109.
- Fisher, J. C. and Pry, R.H., (1971) A simple substitution model of technological change. *Technological Forecasting & Social Change*, 3: 75-88.
- Fisher, M. M, Nijkamp, P. and Y. Y. Papageorgiou (eds) (1990) *Spatial Choices and Processes, Studies in Regional Science and Urban Economics*. V. 21, Elsevier: North Holland.
- Fischer, M. and Froelich, J., (eds) *Complexity, Knowledge and Innovation Systems*, Springer Verlag: Berlin, Heidelberg, New York.
- Freeman, C., (ed) (1984) *Long Waves in the World Economy*, Francis Pinter: London.
- Freeman, C., (1986) The role of technological change in bational economic development. In Amin, A., and Goddard, J. B., (eds) *Technological Change, Industrial Restructuring and Regional Development*. Allen and Unwin: London.
- Friedmann, J. and Weaver, C., (1979) *Territory and Function: The Evolution of Urban Planning*. University of California Press: Berkeley and Los Angeles.
- Hagerstrand, T., 1952. The propagation of innovation waves. *Lund Studies in Geography*. 4, Lund, Gleeurp.
- Hagerstrand, T., (1967) *Innovation Diffusion as a Spatial Process*. University of Chicago Press: Chicago.
- Hardin, G., (1961) Competitive exclusion principle, *Science*, 131:1292-1298.
- Hilbert, D., (1899) *Grundlagen der Geometrie*. Leipzig.
- Hudson, J. C., (1972) *Geographical Diffusion Theory*. Studies in Geography. Northwestern University Press.
- Huntington, S. P., (1996) *The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order*. Simon & Schuster: New York.
- Jain, A. and Rai, L. P., (1988) Diffusion models for technology forecasting. *Journal of Scientific Industrial Research*, 47: 419-429.
- Juglar, C., (1862) *Des crises commerciales et leur retour periodique en France, en Angleterre et aux Etats Unis*. Librairi Guillaumin: Paris .
- Katz, E., (1968) Interpersonal influence. In *International Encyclopedia of the Social Sciences*, 4: 179.
- Kitchin, J., (1923) Cycles and trends in economic factors. *Review of Economic Statistics*, 5: 10-16.
- Kondratieff, N. D., (1926) Die langen wellen der konjunktur, *Archiv fur Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 60. (English translation: Daniels ,G., 1984. *The Long Wave Cycle*. Richardson and Snyder.).
- Kuhn, T. S., (1970) *The Structure of Scientific Revolutions*. 2nd ed. enlarged, The University of Chicago Press.

- Krakover, S. and Morrill, R. L., (1992) Long-wave spatial and economic relationships in urban development, In J. P. Jones, III and E. Casetti (eds) **Applications of the Expansion method**. Routledge: London, pp. 161-184.
- Kuznets, S., (1940) Schumpeter business cycles. **American Economic Review**, 30: 257-271.
- Lotka, A. J., (1932) The growth of mixed populations: Two species competing for a common food supply. In Scudo, F. M., and Ziegler, J. R., (eds) **The Golden Age of Theoretical Ecology: 1923-1940. Lecture Notes in Biomathematics**, 22. Springer-Verlag: New York, pp. 274- 286.
- Luce, R. D., (1959) **Individual Choice Behavior**. Wiley: New York.
- McFadden, D., (1974) Conditional logit analysis of qualitative choice behavior In P. Zarembka (ed) **Frontiers of Econometrics**. Academic Press: New York, pp. 105-142.
- Mahajan, V. and Peterson, R. A., (1985) **Models for Innovation Diffusion**. SAGE Publications: Beverly Hills, CA.
- Mahajan, V. and Wind, Y., (1986) **Innovation Diffusion Models of New Product Acceptance**. Ballinger: Cambridge, MA.
- Mansfield, E., (1961) Technical change and rate of imitation. **Econometrica**, 29(4): 741-766.
- Mansfield, E., (1983) Long waves and technological innovation. **American Economic Review**, 73 (2): 141-145.
- Marchetti, C., (1977) Primary energy substitutions models: On the interaction between energy and society. **Technological Forecasting & Social Change**, 10(4): 345-356.
- Mensch, G., (1975) Das Technologische Patt: Innovation Überwinden die Depression, Umschau, Frankfurt (English translation. 1979. **Stalemate in Technology: Innovations Overcome the Depression**. Ballinger, Cambridge, Mass.)
- Mera, K., (1988) The emergence of migration cycles. **International Regional Science Review**, 11: 269-276.
- Metcalfe, J. S., (1984) Technological innovation and the competitive process. **Greek Economic Review**, 6: 1-13.
- Morrill, R. L., (1968) Waves of spatial diffusion. **Journal of Regional Science**, 8: 1-18.
- Morrill, R. L., (1970) The shape of diffusion in space and time. **Economic Geography**, 44: 259-268.
- Nelson, R. R. and Winter, S. G., (1982) **An Evolutionary Theory of Economic Change**. The Belknap Press of Harvard University Press: Cambridge, Mass.
- von Neumann, J. and Morgenstern, O., (1953) **Theory of Games and Economic Behavior**. Princeton University Press: Princeton.
- Norton, J. A. and Bass, F. M., (1987) A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generations of high technology products. **Management Science**, 33: 1069-1086.
- Okubo, A., 1980. **Diffusion and Ecological Problems: Mathematical Models**. Springer Verlag: Berlin.
- Pearl, R., (1925) **The Biology of Population Growth**. Knopf: New York.
- Perroux, F., (1950) Economic space: Theory and applications. In Friedman, J. and Alonso, W., (eds) (1964) **Regional Development and Planning: A Reader**. The MIT Press: Cambridge, Mass.
- Perroux, F., (1964) **Industrie et Creation Collective**. Tome 1. Presses Universitaires de France: Paris.
- Perroux, F., (1973) The economic agent, equilibrium and the choice of formalization. **Economie Appliquee**, 26: 249-285.
- Pred, A. R., (ed) (1973) **Urban Growth and the Circulation of Information: The United States System of Cities, 1730-1840**. Harvard University Press: Cambridge, Mass.
- Rapoport, A., (1963) Mathematical models of social interaction, In Luce, R.D., Galanger, E. and Bush, R. (eds) **Hand Book of Mathematical Psychology**. vol. II, John Wiley: New York, pp. 495-579.
- Rogers, E. M., (1962, 1971, 1983, 1995) **Diffusion of Innovations**. The Free Press: New York.
- Russel, B., (1983) **Power**. Unwin: London.

- Schumpeter, J. A., (1912) **Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklungen**. Duncker & Humboldt: Leipzig. (English translation (1934) **The Theory of Economic Development**. Harvard University Press: Cambridge, Mass.)
- Schumpeter, J. A., (1939) **Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process**. 2 vols, McGraw-Hill: New York.
- Schumpeter, J. A., (1943) **Capitalism, Socialism and Democracy**. Harper and Row: New York. (Reprinted in Harper Colophon Edition, 1975).
- Scudo, F. M. and Ziegler, J. R., (eds) (1978) **The Golden Age of Theoretical Ecology 1923-1940**. Lecture Notes in Biomathematics, 22. Springer-Verlag: New York.
- Schwartz, B., (2004) **The Paradox of Choice: Why More is Less**. Ecco: New York.
- Sharif, M. N. and Kabir, C., (1976) A generalized model for forecasting technological substitution. **Technological Forecasting & Social Change**, 8: 353-364.
- Silverberg, G., (1991) Dynamic vintage model with neo-keynesian features. In Paye, J. C. (ed) **Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy**. The Technology Economy Programme, Organization for Economic Co-operation and Development, pp. 493-507.
- Silverberg, G. and Lehnert, D., (1994) Growth fluctuations in an evolutionary model of creative destruction. In Silverberg, G. and Soete, L. (eds) **The Economic of Growth and Technical Change**. Edward Elgar: Cheltenham, pp. 74-108.
- Skiadas, C., (1985) Two generalized rational models for forecasting innovation diffusion. **Technological Forecasting & Social Change**, 27: 39-61.
- Sonis, M., (1981) Diffusion of competitive innovations, **Modeling and Simulation**, 12, (3): 1037-1041.
- Sonis, M., (1983a) Spatio-temporal spread of competitive innovations: An ecological approach. **Papers of the Regional Science Association**, 52: 159-174.
- Sonis, M., (1983b) Competition and environment: A theory of temporal innovation diffusion, In Griffith, G. A., Lea A., (eds) **Evolving Geographical Structures**. The Hague: Martinus Nijhoff, pp. 99-129.
- Sonis, M., (1984) Dynamic choice of alternatives, innovation diffusion and ecological dynamics of Volterra-Lotka models. **London Papers in Regional Science**, 14: 29-43.
- Sonis, M., (1986) A unified theory of innovation diffusion, dynamic choice of alternatives, ecological dynamics and urban/regional growth and decline, **Ricerche Economiche**, 40 (4): 696-723.
- Sonis, M., (1991) A territorial socio-ecological approach in innovation diffusion theory: Socio-ecological and economic interventions of active environment into territorial diffusion of competitive innovation. **Sistemi Urbani**, 1-2-3: 29-59.
- Sonis, M., (1992a) Innovation diffusion, schumpeterian competition and dynamic choice: A new synthesis. **Journal of Scientific & Industrial Research**, 51(3): 172-186.
- Sonis, M., (1992b) Innovation diffusion theory and the expansion method. In Jones, J. P., and Casetti, E., (eds), **Applications of the Expansion Method**. Routledge, London, pp. 297-333.
- Sonis, M., (1992c) Analytical structure of discrete choice models: Intervention of active environment into the choice process. **The Annals of Regional Science**, 26: 349-384.
- Sonis, M., (1997) Socio-ecology, competition of elites and collective choice: implications for culture of peace. In Lasker, G. E., (ed) **Advances in Sociocybernetics and Human Development**, Vol. V: Culture of Peace, Human Habitat and Sustainable Living, IIAS-49-97, pp 77-83.
- Sonis, M., (2000) Non-linear socio-ecological dynamics and first principles of collective choice behavior of homo socialis, **Progress of Theoretical Physics Supplement**, 139: 257-269.
- Sonis, M., (2001) Major actors in innovation diffusion process. In Fischer, M. and Froelich, J. (eds) **Complexity, Knowledge and Innovation Systems**. Springer Verlag: Berlin, pp. 317-341.
- Sonis, M. and Dendrinos, D. S., (1990) Multistock-multilocation relative volterra-lotka dynamics are degenerate.

Sistemi Urbani, 1: 7-15.

Steward, S., (1963) **Theory of Cultural Change**. University of Illinois Press and Urbana: Illinois.

Stoneman, P., (1983) **The Economic Analysis of Technological Change**. Oxford University Press: Oxford.

Stoneman, P., (1986) Technological diffusion: The viewpoint of economic theory. **Ricerche Economiche**, 40: 585-606.

Thurstone, L., (1927) A law of competitive judgement. **Psychological Review**, 34: 272-286.

Tornqvist, G., (1970) Contact Systems and Regional Development. **Lund Studies in Geography**, 35, Lund: Gleerup.

Verhulst, P., (1838) Notice sur la loi que la Population suit dans son accroissement. **Correspondence Mathematique et Physique**, 10: 113-121.

Volterra, V., (1927) Variations and fluctuations in the number of coexisting animal species. In F M Scudo and J. R. Ziegler, (eds) **The Golden Age of Theoretical Ecology: 1923-1940**. Lecture Notes in Biomathematics, 22, Springer-Verlag: New York, pp. 65-236.

Volterra, V., (1939) The calculus of variations and the logistic curve. In F.M. Scudo, and J. R. Ziegler, (eds) **The Golden Age of Theoretical Ecology: 1923-1940**. Lecture Notes in Biomathematics, 22. Springer-Verlag: New York, pp. 11-17.

Webber, M. and Joseph, A., (1976) **Diffusion of Innovations and the Growth of Cities**. Discussion Paper 8, McMaster University, Department of Geography: Hamilton, Ontario.

Weber, M., (1978) **Economy and Society**. Vol. I and II. University of California Press: Berkeley.

Weidlich, W. and Haag, G., (1983) **Concepts and Models of Quantitative Sociology**. Springer-Verlag: Berlin.