

התפתחות השכר ושונותו בעולם של תמרוץ ופיקוח¹

עדיית יוטב-סולברג* ניצה קסיר (קלינר)*

סדרת מאמרים לדיון 2003.16
נובמבר 2003

¹ תודה לדני צידון, לקובי ברוידא ולמשתתפי הסמינר בבנק ישראל על הערותיהם המועילות, ולציפי וייס - על עזרתה הרבה בהדפסה.

* מחלקת המחקר, בנק ישראל <http://www.boi.gov.il>.
עבודה זו נכתבה כחלק מעבודת הדוקטורט של עדיית סולברג, בהדרכת פרופ' צידון, אוניברסיטת ת"א.

הדעות המובעות במאמר זה אינן משקפות בהכרח את עמדת בנק ישראל.

מחלקת המחקר, בנק ישראל ת"ד 780 ירושלים 91007
Research Department, Bank of Israel, POB 780, 91007 Jerusalem, Israel

תקציר

הניסיון להסביר את השכר בעזרת מאפיינים דמוגרפיים ואחרים של כוח העבודה הצליח בשני העשורים האחרונים במדינות רבות, וביניהן ישראל, באופן חלקי בלבד, כאשר בחלק מהמדינות (למשל בארה"ב, באנגליה ובקנדה) נמצאה עלייה בשוונות הבלתי מוסברת בשכר – כלומר בשוונות השכר שלא ניתנת להסבר בעזרת אפיון העובדים. כיוון שתופעות אלו מנוגדות למודלים הבסיסיים הרווחים בשוק העבודה – שלפיהם עובדים הומוגניים, העובדים בתנאים זהים, מקבלים אותו שכר – מסבירים אותן באי-היכולת לאפיין ולמדוד חלק מההבדלים שבין העובדים, תוך שימת דגש על ההבדלים האישיים הקוגניטיביים.

מאמר זה מוסיף הסבר לקיומה של שוונות בשכר. במאמר נראה כי גם כשהעובדים זהים לחלוטין, ומועסקים באותה סביבת עבודה יתפתחו בהכרח הבדלים בשכר שינבעו מהליכים של תמרוץ העובד והפיקוח עליו. חשיבותם של הליכים אלו גברה עם התרבותם של הליכי ייצור הקשים לאמידה, והיא בולטת בתעשיות המפותחות, בהן מושקעים משאבים רבים במחקר ופיתוח מחד, ובהערכת העובדים ובתיגמול יחידני – באמצעות ביונוסים, אופציות וכדומה – מנגד.

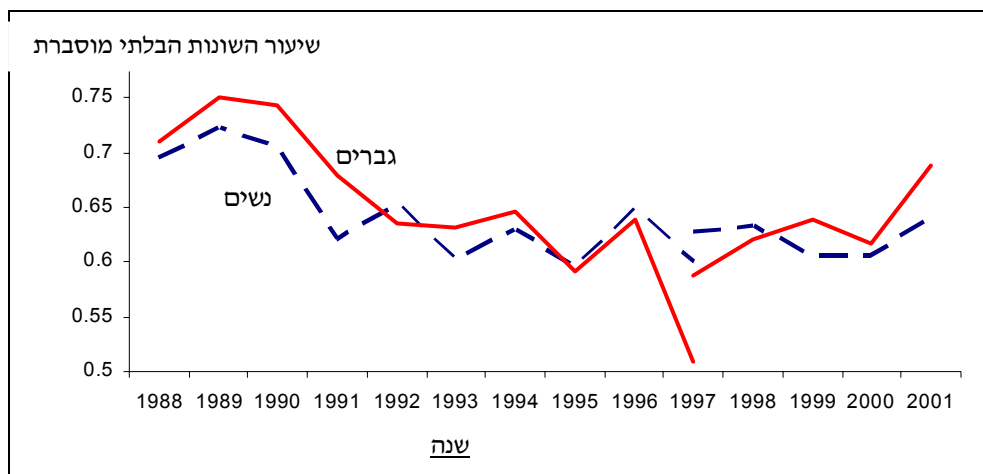
כמו כן נמצא בעבודה כי שוונות השכר תעלה בעת שיפורים טכנולוגיים, אשר יכולים להוביל גם להתגברות קצב התחלופה של עובדים ותיקים בחדשים, וכי פרופיל השכר המתקבל מן המודל תואם את פרופיל השכר ה"קלאסי" בספרות של הון אנושי – בשנים הראשונות לעבודה הוא עולה בקצב מהיר, ועם התקצרות אופק העבודה קצב עלייתו הולך ופוחת ואף הופך לשלילי.

1. הקדמה

במודלים הרווחים בשוק העבודה, מועסקים הומוגניים, העובדים בתנאים זהים, מקבלים אותו שכר. תוצאה זו לא משתנה גם כשעוברים מהמודלים הבסיסיים של שוק תחרותי והון אנושי למודלים מורכבים יותר של מיקוח ושכר יעילות. שכרו של העובד נקבע בהתאם למודלים אלו על ידי המאפיינים הדמוגרפיים, המפעליים והענפיים שלו. אולם מתברר כי בשני העשורים האחרונים מאפיינים אלו מצליחים להסביר רק חלק מהליך קביעת השכר. במאמר זה נשתמש במסגרת התיאורטית של "פיקוח" (Principal Agent) ו"שכר יעילות" (Efficiency Wage) להסבר קיומן של רמות שכר שונות אצל עובדים שהם הומוגניים במאפייניהם ובסביבת עבודתם.

הניסיון להסביר את השכר בעזרת מאפיינים דמוגרפיים ואחרים של כוח העבודה עלה, כאמור בעשרים השנים האחרונות רק באופן חלקי¹. ברבות מהמדינות, כארה"ב, אנגליה וקנדה, נמצאה מגמת עלייה בחלקה של השוונות הבלתי מוסברת בשכר (כלומר החלק בשוונות השכר שלא ניתן להסבר בעזרת אפיון העובדים), בעיקר בשנות השמונים של המאה העשרים, אשר הוסברה בגורמים פרמננטיים וזמניים גם יחד². גם בישראל חלקה של השוונות הבלתי מוסברת גדול יחסית, ובשנות התשעים לא נמצאה מגמה אחידה בהתפתחותה (דיאגרמה 1.1)³.

דיאגרמה 1.1: חלקה של השוונות הבלתי מוסברת בסך שוונות השכר בישראל



עיבודי המחברות מסקרי הכנסות של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (נספח 1). בשנת 1997 שונה סקר ההכנסות. הנתונים מוצגים גם מן הסקר הישן וגם מהחדש.

¹ Baker and Solon, 2000; Gosling, Machin and Meghir, 1993; Juhn, Murphy and Pierce, 1999.
² Blundell and Preston, 1999; Gittleman and Joyce, 1996; Gottschalk and Moffitt, 1994, 1995, 2002.
³ Violante, 2002; Dickens, 2000; Baker and Solon, 2003. בשל השינויים התכופים שהוכנסו בסקר ההכנסות קשה לאמוד משוואות שכר זהות בסקרים השונים לשנים מוקדמות יותר. משום כך נאמדו משוואות השכר משנת 1988 בלבד. משוואת השכר שממנה נגזרה השוונות הבלתי מוסברת לשנת 2001 מצורפת כדוגמה בנספח 1.

ההסברים הרבים שניתנו בספרות לחלקה הגדול של השונות הבלתי מוסברת בשכר קשורים לאי-היכולת לאפיין ולכמת חלק מההבדלים בשוק העבודה, בפרט הבדלים בכישורי העובדים⁴, בין הפירמות⁵ ובגורמים מוסדיים⁶. מבין הסברים אלו, דגש מיוחד ניתן בעשור הנוכחי על הבדלים בכישורים האישיים של העובד, וזאת משום שההתפתחויות הטכנולוגיות המאפיינות תקופה זו, העלו את חשיבותם של תכונות קוגניטיביות, הקשות לאמידה.

במאמר זה נראה כי גם כשהעובדים זהים לחלוטין, ומועסקים באותה סביבת עבודה, יתפתחו הבדלים בשכר, שינבעו מהליכים של תימרוץ העובד ופיקוח עליו. חשיבותם של הליכים אלו גברה עם התרבותם של הליכי ייצור הקשים לאמידה⁷, והיא בולטת בתעשיות המפותחות (ובעיקר בתעשיות טכנולוגיה העילית) שבהן מושקעים משאבים רבים בהערכת העובדים ובתיגמול יחידני – באמצעות הטבות, אופציות וכדומה – בניגוד לתעשיות המסורתיות, שבהן מקובל יותר תשלום שכר חודשי קבוע מראש.

הקשר בין מדיניות הפיקוח לפיזור השכר הוזכר בספרות במסגרת מודלים של "פיקוח" ו"שכר יעילות". פיזור השכר הוסבר במסגרת זו בהבדלים בין הפירמות – בעלות וביכולת לפקח על העובד – או בהבדלים בין העובדים, הנובעים, בין היתר, משוני בעלויות המעבר למקום עבודה חדש, באופן העבודה⁸, ובמיקומו של העובד במבנה ההירארכי של הפירמה⁹. לעומת זאת, במאמר זה יודגש כי ההסבר לקיומה והתפתחותה של שונות השכר ניתן עבור עובדים זהים המועסקים בתנאים זהים.

הממצאים העיקריים העולים מן העבודה מראים כי במודל המתואר שבו פועל המעסיק למיקסום רווחיו, והעובד פועל למיקסום תועלתו, תוביל התנהגותם בהכרח לשונות בשכר גם כשהעובדים הומוגניים לחלוטין והחלו בתנאי עבודה זהים. שונות שכר זו תעלה בעת שיפורים טכנולוגיים, אשר יכולים להוביל גם להתגברות קצב התחלופה של עובדים ותיקים בחדשים. כן נמצא כי פרופיל השכר העולה מן המודל תואם את פרופיל השכר ה"קלאסי" בספרות של הון אנושי – עולה בשנים הראשונות לעבודה בקצב מהיר, ההולך ופוחת (ואף הופך לשלילי) עם התקצרות אופק העבודה.

⁴ במיוחד עקב עליית חשיבותם של המאפיינים הקוגניטיביים : Galor and Tsiddon, 1997, Acemoglu, 1996, 1998, Caselli ; 1999, Galor and Moav ; 2000, Aghion, Howitt and Violante ; 2002.

⁵ בין היתר בשל השינויים בשיעור התחלופה של העובדים : Wanner and Neumark, 1999, Naumark, 2000, ובמבנה וגודלה של הפירמה : Davis and Haltiwanger, 1991.

⁶ כגון ארגוני עובדים, מדיניות דמי האבטלה ושכר המינימום : Lee, 1996, DiNardo, Fortin and Lemieux, 1999.

⁷ Fama, 1991.

⁸ Stiglitz, 1985, Salop and Salop, 1976.

⁹ Williamson, 1967, Mirrlees, 1974, 1976, Calvo and Wellisz, 1978, 1979.

לאחר ההקדמה תוצג, בפרק השני של העבודה, מסגרת המודל ותיבחן התנהגותו האופטימלית של העובד. בפרק השלישי נגדיר את משוואות השכר והתועלת. בפרק הרביעי יושלם המודל ויכלול גם את כללי ההתנהגות האופטימלית של המעסיק; בפרק זה גם נבדוק כיצד תושפע שונות השכר מגורמים אקסוגניים כעלות הבדיקה ושיפורים טכנולוגיים. הפרק החמישי יסכם את העבודה.

2. התנהגותו האופטימלית של העובד

במודל המתואר על העובד לבחור את רמת המאמץ האופטימלית אותה ישקיע בעבודה. רמת מאמצים זו יכולה להבדק על ידי המעסיק, המפקח על עובדיו, אך להליך הפיקוח יש עלות. הליכי פיקוח על רמת המאמצים של העובדים מקובלים במיוחד במגזרים בהם קשה לכמת את התפוקה הישירה של כל עובד מפני מעורבותם של הליכי ייצור שאינם ניתנים לאמידה.

התועלת של עובד מייצג בכל תקופה עולה עם גידול הצריכה וקטנה עם גידול מאמציו. לשם פשטות נניח כי לעובד פונקצית תועלת ספרבילית ואדיטיבית¹⁰, שאינה משתנה מתקופה לתקופה (בדומה לפונקציה שהציגו Calvo and Wellisz, 1978, 1979):

$$2.1 \quad U_t = u(c_t) - v(e_t),$$

$$u'(c_t) \geq 0, \quad v'(e_t) \geq 0, \quad u''(c_t) \leq 0, \quad v''(e_t) \geq 0,$$

$$0 \leq e_t \leq 1, \quad c_t \geq 0,$$

כאשר: c_t - צריכת העובד בתקופה t , ו- e_t - רמת המאמץ של העובד בתקופה t . $e_t = 1$ מייצג רמת מאמץ (יעילות) מרבית, ואילו $e_t = 0$ מייצג בטלה מוחלטת. נניח כי במהלך כל אחת מהתקופות צורך הפרט את כל משכורתו ואין לו מקור הכנסה נוסף, כלומר: $w_t = c_t$.

לעובד אופק עבודה ידוע מראש של T תקופות. העובד ימקסם בכל תקופה את התועלת הצפויה לו מאותה תקופה ואילך, משמע, שהחלטתו של העובד בכל תקופה ותקופה תביא בחשבון לא

¹⁰ בהמשך העבודה נבחן גם פונקציות תועלת קוב-דאגלס אותה נפתור בעזרת תיכנון דינמי נומרי.

רק את ההשפעה הישירה של מאמציו על תועלתו באותה תקופה, אלא גם את השפעתם על תועלתו בתקופות הבאות¹¹. פונקצית תוחלת התועלת שעובד ימקסם בתקופה j - U^j - מורכבת מתוחלת תועלתו באותה התקופה בתוספת סכום תוחלת התועלות העתידיות המהוונות שלו :

$$2.2 \quad U^j = \sum_{t=j}^T \delta^{t-j} \cdot E(U_t) \quad j = 1, \dots, T$$

כאשר U_t היא התועלת לתקופה t , ו- $0 < \delta < 1$ הוא מקדם ההיוון.

לפני קבלת העובד לעבודה מציג המעסיק בפני העובד את חוזה העבודה ושיטת התגמול, והעובד יכול לקבלם או לדחות את העבודה המוצעת. בחוזה מתחייב המעסיק לשלם לעובד שכר בסיסי (W_0) , שישתנה אם העובד יידגם במהלך עבודתו ורמת מאמציו תיבדק. כדי להדגיש את תנאי הפתיחה הזוהים של העובדים, אנו מניחים כי המעסיק לא ינקוט אסטרטגיה מעורבת בה יבטיח לעובדים זהים רמות שונות של שכר בסיסי, ומכיוון שמדובר בעובדים בעלי העדפות זהות, המועסקים אצל אותו מעסיק ובאותה עבודה, יבחרו העובדים בתחילת עבודתם רמת מאמץ אחידה.

כמו כן, בהתאם לחוזה ייבדק העובד בכל תקופה בהסתברות p , כאשר סיכוייו של הפרט להיבדק בלתי תלויים בשאלה האם נדגם בעבר ומתי. אם רמת המאמץ של העובד לא תיבדק במהלך התקופה, יישאר שכרו ללא שינוי, ואם ייבדק, ייקבע שכרו בהתאם לרמת מאמציו. כן מתחייב המעסיק כי לאחר שהעובד ייבדק הוא יקבל בונוס (או קנס) שיחושבו באופן יחסי לפער בין השכר המגיע לו בהתאם למאמציו ובין השכר שקיבל בפועל בתקופה הקודמת¹².

נזכיר כי וקטור הפרמטרים המגדירים את חוזה העבודה – שיעור הדגימה (p) , השכר הבסיסי (W_0)

והגודל היחסי של הבונוס (α) מוצגים לעובד על ידי המעסיק והעובד אינו יכול לשנותם; ביכולתו לקבל את ההסכם המוצג לפניו או לדחותו בלבד. (בפרק הרביעי של המאמר נבדוק כיצד יקבע המעסיק את הפרמטרים של החוזה.)

את הסכם השכר המוצג לעובד ניתן להגדיר, לכל תקופה t , כדלקמן :

¹¹ נניח כי העובד אינו מתחייב מראש על רמת מאמציו העתידית אלא בכל תקופה ותקופה הוא בוחר את רמת המאמץ האופטימלית עבורו באותה תקופה.

¹² לשם פשטות נניח כי המעסיק לא יפטר בשום שלב את העובד ומשום כך לא יילקחו בחשבון שיקולים כמו שכר אלטרנטיבי, עלות חיפוש וכ"ו הקשורים להליך הפיטורים.

$$2.3 \quad w_t = \begin{cases} w_{t-1} & \text{not checked} \\ \max \{ \tilde{w}(e_t) + \alpha \cdot (\tilde{w}(e_t) - w_{t-1}), 0 \} & \text{checked} \end{cases}$$

כאשר: $0 < \alpha < 1$, w_{t-1} בתקופה הראשונה הוא השכר הבסיסי עליו סיכמו המעסיק והעובד.

אלמנט הבונוס שבפונקציה השכר משלב את המודל בספרות הדנה ב"שכר יעילות" שבה העובד נקנס (או לחילופין מתוגמל באופן עודף) אם רמת מאמציו אינה מספקת (או לחילופין גבוהה יחסית). עם זאת, בניגוד למודלים הבסיסיים של "שכר יעילות", בהם עובד שנמצא כי אינו מתאמץ כראוי מפוטר, נניח במאמר זה כי העובד ימשיך לעבוד, אך שכרו יופחת.

לכאורה, צריך המעסיק לדגום עובד אחד ולהסיק ממנו לגבי התנהגות העובדים האחרים. אם כך, מה הטעם בדגימה של יותר מעובד אחד? ניתן להניח כי בשל מגבלות חוקיות הנובעות מחתימתם של העובד והמעסיק על חוזה עבודה בתחילת התקופה, לא יכול המעסיק לשנות את שכר העובד אלא אם כן בדק אותו ישירות¹³. הצורך בחוזי עבודה מסוג זה נחקר בספרות ונקשר לרוב למצבים בהם אין בידי העובד או המעסיק אינפורמציה מלאה על הליך הייצור, כפי שנניח גם במאמר זה¹⁴.

נבחנו שתי חלופות נוספות לגבי הליך קביעת השכר. בראשונה, בחנו את המודל גם עבור הגדרת השכר האלטרנטיבית המוצגת להלן במשוואה 2.4, בה הנחנו כי אם העובד ייבדק, ישתנה שכרו על בסיס השכר ששולם לו בעבר, כלומר:

$$2.4 \quad w_t = \begin{cases} w_{t-1} & \text{not checked} \\ \max \{ w_{t-1} + \alpha \cdot (\tilde{w}(e_t) - w_{t-1}), 0 \} & \text{checked} \end{cases}$$

מצאנו כי התוצאות העיקריות של המודל בהינתן פונקציה שכר זו אינן משתנות. במאמר בחרנו להתמקד דווקא בהליך השכר המוצג במשוואה 2.3 שבו הבסיס לקביעת שכרו החדש של העובד יהיה רמת מאמציו ולא שכרו בעבר. בהליך זה, ככל ששכרו של העובד בעבר היה גבוה (עודף) יחסית לרמת מאמציו יקטן שכרו העתידי. לעומת זאת כאשר בסיס שכר העובד תלוי ישירות בשכר שקיבל בעבר

¹³ לחילופין ניתן להניח כי קיימות מספר קבוצות של עובדים ועל אף ההומוגניות של העובדים הנדגמים בכל אחת מהקבוצות, המעסיק פועל בתנאי אי-ודאות לגבי סוג העובדים הנדגם.

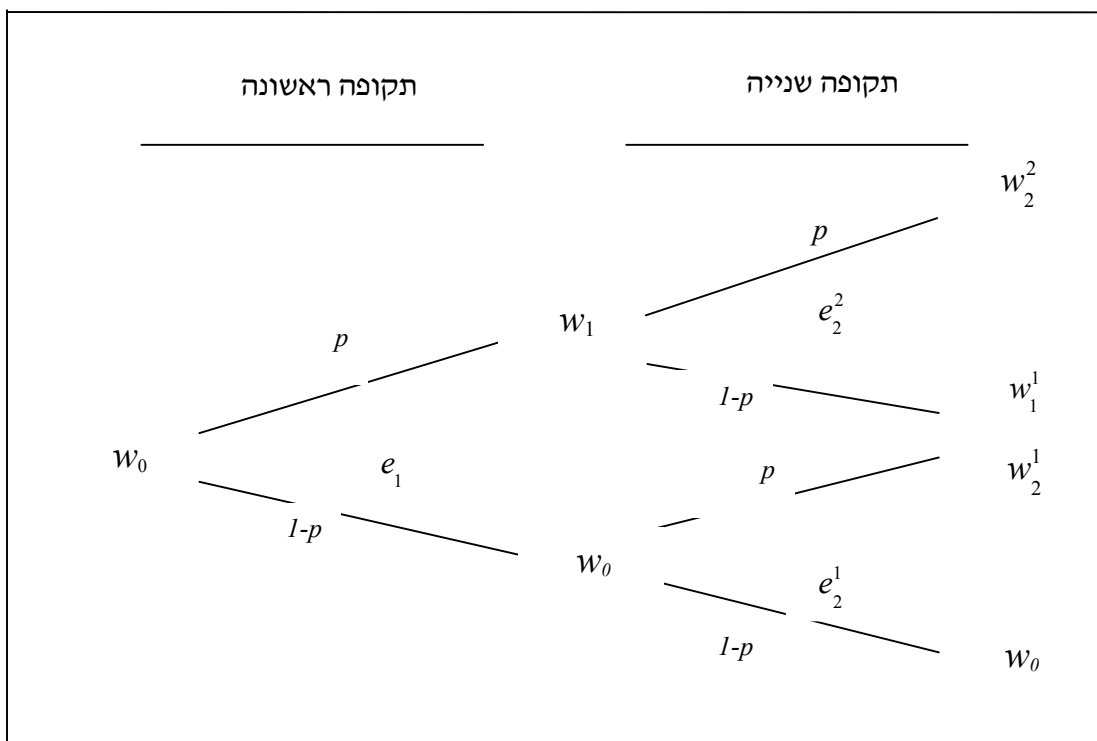
¹⁴ ראו לדוגמה: Hashimoto, 1981; Hall and Lazear, 1984.

(משוואה 2.4), תתקבל תוצאה הפוכה: עובד שתוגמל בעבר באופן עודף ימשיך לקבל שכר גבוה ועודף גם בעתיד, בניגוד לגישה הכלכלית בה תגמול העובד צריך להיות קשור למאמציו ותפוקתו ולא להסכמים היסטוריים.

כמו כן, ניתן להניח כי אם העובד יידגם ייתן הבונוס רק בתקופה בה הוא נדגם, והוא לא ישפיע על שכרו בעתיד. צורה זו של מתן בונוס מקובלת יותר במגזר העסקי שבו ניתן בונוס חד פעמי, בסכומים המשתנים מתקופה לתקופה. מודל חליפי זה יוצג בהמשך בעזרת תכנון דינמי נומרי (משוואה 3.14).¹⁵

לצורך ההצגה נניח בשלב זה כי קיימות שתי תקופות (ניתוח עבור תקופה אחת בלבד מופיע בנספח 2). כאמור, העובד עשוי להיבדק בכל תקופה בהסתברות p . שכרו המשולם בסוף התקופה תלוי בשאלה אם הוא נבדק באותה תקופה, בשכר שקיבל בתקופה הקודמת, ואם הוא נדגם בתקופה הקודמת - גם ברמת המאמץ שהשקיע בה. נמחיש את דינמיקת המאמץ והשכר בעזרת דיאגרמה 2.1.

דיאגרמה 2.1: התפתחות המאמץ והשכר במהלך שתי תקופות



¹⁵ אפשרות זו של פונקציות הבונוס נבדקה גם עבור פונקציות התועלת האדטיבית המוגדרת בחלק זה, בעזרת תכנון דינמי נומרי, והתקבלו תוצאות דומות לאלו המוצגות בהמשך. בסעיף 3 יוצגו התוצאות עבור הגדרה זו של פונקציות הבונוס כאשר פונקציות התועלת היא מסוג קוב-דאגלס.

ניתן לראות כי בסוף התקופה השנייה, על אף כישוריהם הזהים והשכר ההתחלתי הזהה שבו התחילו, מפוזרים העובדים ברמות שכר שונות. הבדלי השכר בסוף התקופה השנייה משקפים הן את השוני במאמץ בין העובדים (שוני כלכלי) בתקופה זו, והן את העובדה שעבור אותה רמת מאמץ, חלק מהעובדים נדגם וחלקם לא, בכל אחת משתי התקופות (לוח 2.1).

לוח 2.1: התפלגות השכר לאחר שתי תקופות
(בהתאם להגדרות דיאגרמה 2.1)

| ההסתברות | החישוב | השכר |
|-----------------|---|---------|
| $(1-p)^2$ | w_0 | w_0 |
| $p \cdot (1-p)$ | $\tilde{w}(e_1) + \alpha \cdot (\tilde{w}(e_1) - w_0)$ | w_1^1 |
| $p \cdot (1-p)$ | $\tilde{w}(e_2^1) + \alpha \cdot (\tilde{w}(e_2^1) - w_0)$ | w_2^1 |
| p^2 | $\tilde{w}(e_2^2) + \alpha \cdot [\tilde{w}(e_2^2) - (\tilde{w}(e_1) + \alpha \cdot (\tilde{w}(e_1) - w_0))]$ | w_2^2 |

נבחן את שיקולי העובד באופן רקורסיבי. נניח כי העובד נמצא בפיתחה של התקופה השנייה כאשר הוא יודע מה השכר שקיבל בתקופה הראשונה, ובהתאם לכך הוא בוחר את רמת מאמציו בתקופה השנייה. כלומר, העובד ימקסם את תוחלת התועלת לתקופה השנייה:

$$2.5 \quad U^2 = p \cdot u(w_2) + (1-p) \cdot u(w_1) - v(e_2)$$

כאשר במידה והעובד נדגם בתקופה הראשונה: $e_2 = e_2^2$, $w_1 = w_1^1$, $w_2 = w_2^2$, ואם העובד לא נדגם

בתקופה הראשונה $e_2 = e_2^1$, $w_1 = w_0$, $w_2 = w_2^1$.

נניח כי רמת המאמץ בתקופה השנייה – e_2^* כפי שהוגדרה לעיל – היא רמת המאמץ

האופטימלית לעובד בתקופה זו:

$$2.6 \quad e_2^* = \arg \max_{e_2} U^2,$$

ומתנאי סדר ראשון הנובעים ממקסום התועלת נקבל את כללי ההתנהגות האופטימלית של העובד:

$$2.7 \quad p = \frac{v'(e_2^*)}{(1 + \alpha) \cdot \tilde{w}'(e_2^*) \cdot u'(w_1)}.$$

בפיתחה של התקופה הראשונה העובד יודע מהם כללי ההתנהגות האופטימליים עבורו בתקופה השנייה והוא ימקסם את פונקציית תועלת התועלת של העובד לשתי תקופות:

$$2.8 \quad U^1 = [p \cdot u(w_1) + (1 - p) \cdot u(w_0) - v(e_1)] + \\ + \delta \cdot p \cdot [p \cdot u(w_2^2) + (1 - p) \cdot u(w_1) - v(e_2^2)] + \\ + \delta \cdot (1 - p) \cdot [p \cdot u(w_2^1) + (1 - p) \cdot u(w_0) - v(e_2^1)].$$

כאשר, הרכיב הראשון של התועלת מתייחס לתקופה הראשונה. הרכיבים השני והשלישי בפונקציית התועלת מתייחסים לתועלת המהוונת בתקופה השנייה (משוקללים בהסתברות להגיע לכל אחד מהמצבים, כלומר, הרכיב השני הוא בהסתברות שהעובד נדגם בתקופה הראשונה, והרכיב השלישי הוא בהסתברות שהוא לא נדגם בתקופה זו).

רמת המאמץ האופטימלית לעובד בתקופה הראשונה - e_1^* - תקיים:

$$2.9 \quad e_1^* = \arg \max_{e_1} U^1,$$

ומתנאי סדר ראשון הנובעים ממקסום התועלת, ובהנחה כי שכר העובד בתקופה השנייה מקיים את משוואה 2.7, נקבל את כללי ההתנהגות האופטימלית של העובד:

$$2.10 \quad p = \frac{v'(e_1^*)}{(1 + \alpha) \cdot \tilde{w}'(e_1^*) \cdot [u'(w_1) + \delta \cdot ((1 - p) \cdot u'(w_1) - p \cdot \alpha \cdot u'(w_2^2))]}.$$

כלומר, באופטימום, היחס בין התועלת השולית מאי-מאמץ לתועלת השולית מצריכה קבוע ושווה לשיעור הדגימה של העובדים.

3. אפיון פונקציית התועלת והשכר

3.1. פונקציית תועלת אדטיבית בצריכה ובמאמץ:

נניח כי התועלת מתצרוכת היא לוגריתמית, והתועלת ממאמץ פרופורציונית לרמתו, כלומר:

$$3.1 \quad U_t = \ln(w_t) - b \cdot e_t,$$

כאשר b פרמטר.

לשם הפשטות נגדיר את הפונקציה $\tilde{w}(e_t)$ כשווה לרמת מאמציו של העובד¹⁶:

$$3.2 \quad \tilde{w}(e_t) = e_t$$

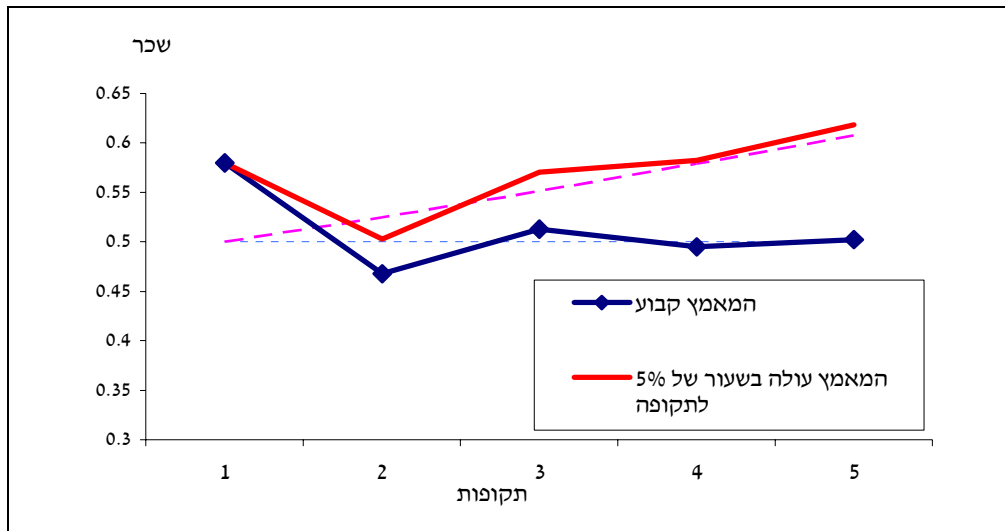
ומשום כך תהיה פונקצית השכר של העובד לכל תקופה t :

$$3.3 \quad w_t = \begin{cases} w_{t-1} & \text{not checked} \\ \max \{ e_t + \alpha \cdot (e_t - w_{t-1}), 0 \} & \text{checked} \end{cases}$$

כאשר $0 < \alpha < 1$.

במסגרת זו, אם העובד שומר על רמת מאמצים קבועה לאורך זמן, והמעסיק בודק את העובד בכל תקופה, הבונוס או הקנס שיקבל העובד יתקזזו חלקית בתקופות הבאות. לעומת זאת, על מנת ששכרו של העובד יעלה לאורך התקופות הוא חייב להגדיל את מאמציו מתקופה לתקופה (דיאגרמה 3.1). מסגרת שכר כזאת ממריצה את העובד להגדיל את מאמציו לאורך זמן.

דיאגרמה 3.1: התפתחות השכר לאורך זמן כאשר השכר הבסיסי נמוך מרמת המאמץ (העובד נדגם בכל תקופה)



עבור הפרמטרים: $w_0=0.3, e_0=0.5, \alpha=0.4$

¹⁶ Calvo and Wellisz, 1979, הניחו עבור הפונקציה המוגדרת במשוואה 3.2 כי רמת המאמץ מוכפלת בקבוע. בשלב זה, ולשם פשטות, הנחנו כי קבוע זה שווה ל-1. הנחה זו תוסר משיקולים שיפורטו בהמשך בסעיף 4.

תוחלת התועלת המהוונת של העובד, בתקופה הראשונה, כשלפניו T תקופות עבודה, היא :

$$3.4 \quad U^1 = \sum_{t=1}^T \delta^{t-1} \cdot \left\{ p \cdot \ln [e_t + \alpha \cdot (e_t - w_{t-1})] + (1-p) \cdot \ln (w_{t-1}) - b \cdot e_t \right\}$$

כאשר החלטת המעסיק לגבי השכר ההתחלתי, הסתברות בדיקת העובד ושיעור הבונוס (קנס), יקבעו את נתיב המאמץ האופטימלי של העובד. את רמת המאמץ האופטימלית e_t^* – נמצא בעזרת פתרון של

משוואת Bellman המוגדרת להלן :

$$3.5 \quad g(e_{T-t}) = \max_{e_{T-t}} \left\{ [p \cdot \ln (e_{T-t} + \alpha \cdot (e_{T-t} - w_{T-t-1})) + (1-p) \cdot \ln (w_{T-t-1}) - b \cdot e_{T-t}] + \delta \cdot g(e_{T-t+1}) \right\}$$

ונקבל כי רמת המאמץ האופטימלית לעובד בכל תקופה ותקופה t , (כשהעובד כבר יודע מהו השכר שנקבע בתקופה הקודמת), היא :

$$3.6 \quad e_t^* = \frac{p}{b} \cdot \varphi_t + \frac{\alpha}{1+\alpha} \cdot w_{t-1},$$

כאשר :

$$\varphi_t = \frac{\sum_{i=t}^T (\delta \cdot (1-p))^{T-i}}{1 + \alpha \cdot \delta \cdot p \cdot \sum_{i=t}^T (\delta \cdot (1-p))^{T-i} - \frac{\alpha \cdot p}{1-p}}$$

הירידה במקדם φ נובעת מירידה במספר התקופות שבהן רמת המאמץ יכולה להשפיע על השכר לאורך זמן (כאשר $t = T$ נקבל כי φ בערכו המינימלי ושווה ל-1), והיא המקור לירידת רמת המאמץ של העובד לאורך התקופות.

מהצבת רמת המאמץ האופטימלית (משוואה 3.6) במשוואת השכר (משוואה 3.3) נקבל את רמת

השכר בכל תקופה t :

$$3.7 \quad w_t = \begin{cases} w_{t-1} & \text{not checked} \\ \frac{p}{b} \cdot (1+\alpha) \cdot \varphi_t & \text{checked} \end{cases}$$

כאשר w_{t-1} בתקופה הראשונה הוא השכר הבסיסי w_0 עליו סיכמו המעסיק והעובד.

קיבלנו כי השכר שיקבל העובד אם יידגם (משוואה 3.7) אינו תלוי בשכר שקיבל בעבר אלא בפרמטרים של המודל בלבד^{17,18}. אי-התלות בין השכר בכל תקופה בה העובד נבדק לשכר של התקופה הקודמת מצמצמת מאוד את אפשרויות השכר בסוף כל תקופה. כיוון שבכל תקופה נוסף ערך יחיד של שכר, התלוי באופק העבודה, קל יחסית לחשב את התפלגות השכר גם למספר רב של תקופות. כך, לדוגמה, יקבל העובד בתקופה T את השכר שנקבע כאשר נדגם בתקופה השנייה $p \cdot (1 + \alpha) \cdot \varphi_2 -$ בהסתברות $p \cdot (1 - p)^{T-2}$ ¹⁹. משום כך, לאחר T תקופות יהיו $(T+1)$ אפשרויות שכר (השכר הבסיסי והשכר שיקבע בכל תקופה ותקופה כפונקציה של מאמצי העובד) המתפלגות באופן הבא:

לוח 3.2: התפלגות השכר בתקופה T

| ההסתברות לשכר בתקופה T | התקופה שבה נבדק העובד לאחרונה ונקבע שכרו | השכר |
|-------------------------|--|--|
| $(1 - p)^T$ | לא נבדק כלל | w_0 |
| $p \cdot (1 - p)^{T-t}$ | 1 | $p \cdot (1 + \alpha) \cdot \varphi_t$ |
| | 2 | |
| | ⋮ | |
| | t | |
| p | ⋮ | $p \cdot (1 + \alpha)$ |
| | T-1 | |
| | T | |

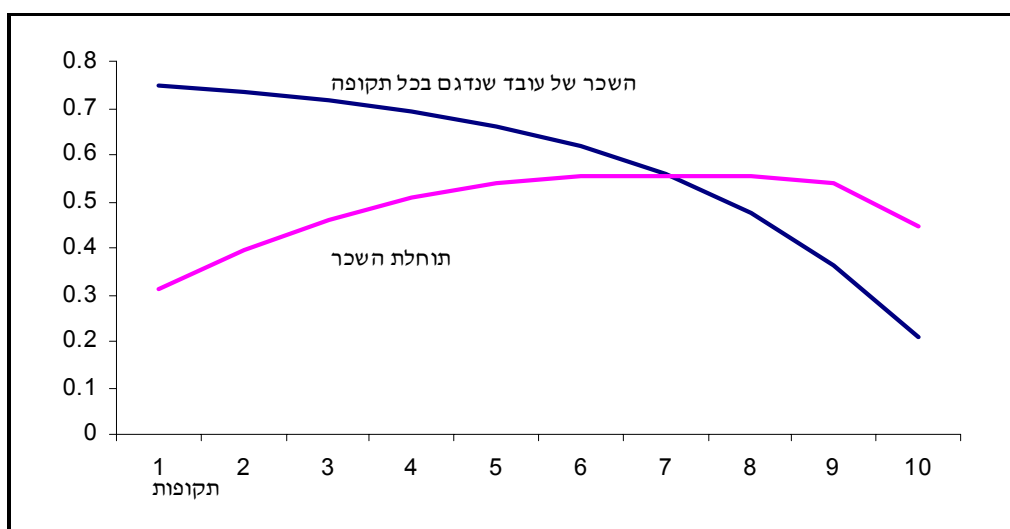
¹⁷ תופעה זו נובעת מהגדרת פונקציית התועלת, שבה ההנאה השולית מאי-מאמץ קבועה ופונקציית השכר פרופורציונית למאמץ.

¹⁸ במודל המוצג, לשם פשטות, מתואר הליך מרקובי שבו השכר המשולם לעובד בכל תקופה תלוי בתקופה הקודמת בלבד, ללא השפעה של העבר. לחלופין ניתן להציג מבנה מורכב יותר שבו השכר בכל תקופה תלוי בהיסטוריה התעסוקתית של העובד – למשל במספר התקופות שחלפו מאז הוא נדגם בפעם האחרונה. מודלים אלו לא ישנו את התוצאות המרכזיות אלא יוסיפו עוד הסבר לפיזור השכר.

¹⁹ אם שכר הפרט היה תלוי בשכר בתקופה הקודמת מספר ערכי השכר האפשרי היה כופל עצמו בכל תקופה, כאשר חלק מהאפשרויות ייתכן שהיו מתלכדות.

בדיאגרמה 3.2 מתוארת התפתחות השכר לאורך זמן הנגזרת מרמת המאמץ האופטימלית של העובד. בדיאגרמה מתואר מקרה קיצוני, בו העובד נדגם בכל אחת מהתקופות וכן את תוחלת השכר שבכל תקופה בהתאם להגדרות שבלוח 3.2. פרופיל תוחלת השכר המתואר בדיאגרמה דומה לפרופיל השכר "הקלאסי" בו עולה השכר בשנים הראשונות לעבודה בקצב מהיר, ההולך ופוחת ואף נהפך לשלילי²⁰. פרופיל שכר זה ובפרט העלייה בתוחלת השכר בתקופות הראשונות נובעת מקביעת שכר בסיסי נמוך מזה הראוי לעובד על מאמציו, כלומר $w_0 < \tilde{w}(e_t)$. לו בחר המעסיק לתגמל את העובד כך שהשכר הבסיסי היה גבוה מזה שהגיע לעובד על מאמציו, או שווה לו $w_0 \geq \tilde{w}(e_t)$ – היה פרופיל השכר יורד מהתקופה הראשונה.

דיאגרמה 3.2: התפתחות השכר ותוחלתו לאורך זמן
(העובד נדגם בכל תקופה)



עבור פרמטרים: $w_0=0.2, p=0.2, b=1, \delta=0.95$

לצורך בדיקת השפעת הפרמטרים של המודל על שונות השכר (סטטיקה השוואתית) נבחן תחילה את התוצאות במקרה הפרטי של תקופה אחת בלבד. בהתאם למשוואה 3.6, רמת המאמץ האופטימלית - e^* - אותה יבחר העובד במהלך התקופה היא:

$$3.8 \quad e^* = \frac{p}{b} + \frac{\alpha}{1+\alpha} \cdot w_0 .$$

ומכאן:

²⁰ בין העבודות הראשונות בנושא: Becker, 1975; Mincer; 1962, ו-Ben-Porath, 1967. לסקירה ראו Weiss, 1986.

$$3.9 \quad e^* = e(p, \bar{b}, \alpha, w_0^+).$$

כלומר עלייה בשיעור הדגימה, בגובה הבונוס (הקנס) או בשכר ההתחלתי יובילו לעליית רמת המאמץ שישקיע העובד במהלך התקופה. לעומת זאת, עלייה במקדם התועלת מאי-מאמץ תוביל כצפוי לירידת רמת מאמציו של העובד. פונקצית השכר עבור תקופה אחת היא:

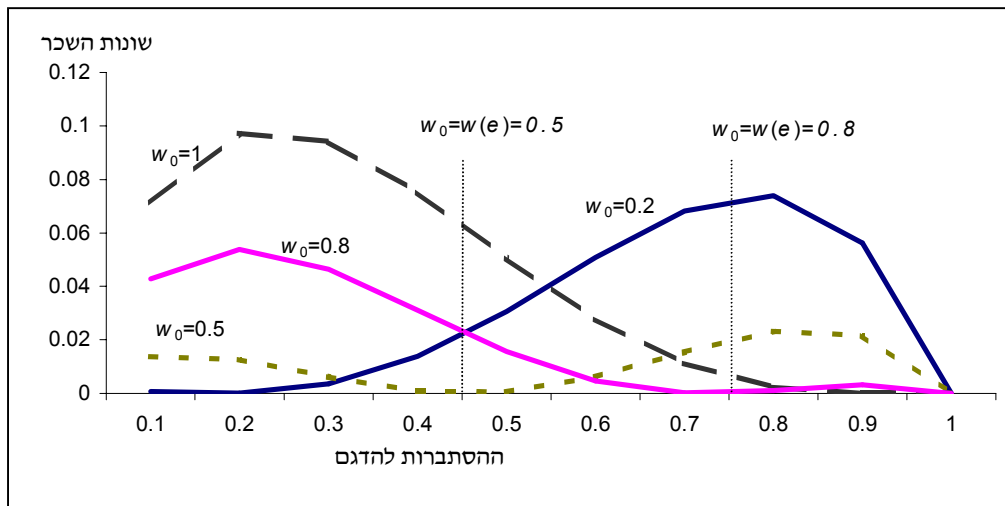
$$3.10 \quad w = \begin{cases} w_0 & \text{not checked} \\ p \cdot (1 + \alpha) & \text{checked} \end{cases}$$

ושונות השכר בסוף התקופה היא:

$$3.11 \quad \text{Var}(w) = p \cdot (1 - p) \cdot [p \cdot (1 + \alpha) - w_0]^2.$$

כלומר, רמת מאמציו של העובד, פרופיל השכר שלו ושונות שכרו נקבעים על ידי פרמטרים המוגדרים בחוזה העבודה אותו מציע המעסיק. ראוי לציין כי כמקרה פרטי יכול המעסיק לבחור בפרמטרים כך שהשכר ההתחלתי יהיה זהה לשכר שיגיע לעובד על מאמציו. במקרה זה תהיה שונות השכר אפס. ניקח כדוגמה את שונות השכר המתוארת בדיאגרמה 3.3 כפונקציה של שני פרמטרים של חוזה ההעסקה: שיעור הדגימה והשכר הבסיסי.

דיאגרמה 3.3: שונות השכר עבור תקופה אחת כפונקציה של ההסתברות להידגם (עבור ערכים שונים של השכר ההתחלתי w_0)



עבור הפרמטרים: $T=1, \alpha=0.05$

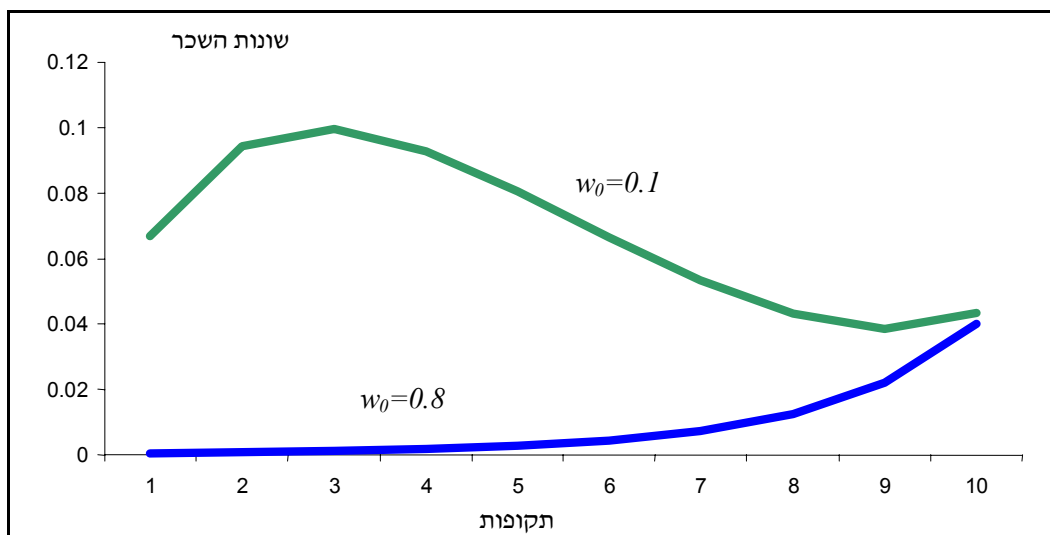
קל לראות כי שונות השכר תקטן כאשר השכר הבסיסי שייקבע יהיה גבוה מזה שהעובד ראוי לו

($w_0 > \tilde{w}(e)$), וכזכור $\tilde{w}(e) = p \cdot (1 + \alpha) \cdot \bar{w}$, ותעלה כאשר השכר הבסיסי שייקבע יהיה נמוך מזה

שהעובד ראוי לו ($w_0 < \tilde{w}(e)$). תופעה דומה עולה מבדיקת התנהגות שונות השכר כפונקציה של פרמטרים אחרים במודל²¹.

עתה, נניח כי העובד מועסק יותר מתקופה אחת ונבחן את התנהגות שכרו באופק זמן ארוך יותר. בדיאגרמה 3.4 מתוארת שונות השכר לאורך 10 תקופות עבור שני ערכים שונים של השכר הבסיסי. כמו במודל החד תקופתי, וביתר שאת במודל הרב-תקופתי, התפתחות שונות השכר נקבעת בהתאם ליחסים בין הפרמטרים המגדירים את חוזה העבודה והנקבעים על ידי המעסיק.

דיאגרמה 3.4: התפתחות שונות השכר במהלך 10 תקופות
(כפונקציה של השכר הבסיסי)



עבור הפרמטרים: $T=10, \alpha=0.05, \delta=0.95, p=0.2$

נסכם עד כה: בסעיף זה בחנו את התנהגותו האופטימלית של העובד ואת השפעתה על התפתחות שכרו. מצאנו כי בפונקצית התועלת האדטיבית המוגדרת לעיל השכר שיקבל העובד בתקופה בה יידגם לא תלוי בשכרו בתקופה הקודמת. כמו כן מצאנו כי העובד יבחר להקטין את רמת מאמציו מתקופה לתקופה. ככלל, התפתחות פרופיל השכר ושונות השכר על פני זמן תיקבע בהתאם לפרמטרים המוצעים לעובד על ידי המעסיק בחוזה העבודה, ובפרט, במידה והמעסיק יבחר בשכר בסיסי נמוך מזה המגיע לעובד על מאמציו תתנהל תוחלת השכר לאורך זמן בדומה לפרופיל שכר הקלאסי המתואר בין היתר במודלים של הון אנושי.

²¹ כלומר, הפער בין השכר הבסיסי (w_0) והשכר לו היה ראוי העובד בתקופה הראשונה ($w(e_1)$) יקבע את רמת התנודתיות של השכר לאורך זמן.

3.2 פונקצית תועלת קוב-דאגלס

בסעיף זה נבחן את ההתנהגותו העובד כאשר פונקצית התועלת שלו היא מסוג קוב-דאגלס. בפונקציה זו קיימת רוויה בצריכה ובאי-מאמץ, כלומר התועלת השולית הן מצריכה והן מאי-מאמץ חיובית וקטנה עם הגידול בכמותם. בניגוד לפונקציה התועלת שהוגדרה בסעיף הקודם ושאפשרה פתרון אנליטי של המודל, מחייבת פונקצית תועלת מסוג קוב-דאגלס פתרון דינמי נומרי (בעזרת מחשב). נניח כי פונקצית התועלת הרב-תקופתית היא²²:

$$3.12 \quad U_t = (1 - e_t)^\gamma \cdot c_t^\beta,$$

כאשר המשתנים הם כפי שהוגדרו לעיל ו- γ ו- β הם פרמטרים.

כדי לקשור את המודל ביתר שאת למציאות נניח כי בתקופות בהן העובד נבדק, המענק (או הקנס) ניתן לו רק לתקופה בה הוא נבדק. מענק זה לא יחשב כשכר ולכן לא ישפיע על שכרו בעתיד²³. משמע שבכל תקופה t יקבל העובד שכר w_t ובנוסף B_t , המוגדרים באופן הבא:

$$3.13 \quad w_t = \begin{cases} w_{t-1} & \text{not checked} \\ \tilde{w}(e_t) & \text{checked} \end{cases}$$

$$3.14 \quad B_t = \begin{cases} 0 & \text{not checked} \\ \max[\alpha \cdot (\tilde{w}(e_t) - w_{t-1}), -\tilde{w}(e_t)] & \text{checked} \end{cases}$$

כאשר נובע מכך כי הקנס אינו יכול לעלות על רמת השכר של העובד בכל תקופה. התצרוכת בכל תקופה תמומן על ידי השכר והבנוס שיקבל העובד באותה תקופה בלבד:

$$3.15 \quad c_t = w_t + B_t.$$

נבדוק את ההתנהגות האופטימלית של העובד במקרה זה. בשל הקושי בפתרון אנליטי נפתור בעזרת תכנון דינמי נומרי בו בוחר העובד בכל תקופה את רמת המאמץ האופטימלית כאשר הוא מביא בחשבון את כל האפשרויות העתידות לנבוע מהחלטתו. נניח כי קימות 10 תקופות. רמת המאמץ

²² פונקציה זו מחליפה את פונקצית התועלת האדטיבית שהוגדרה במשוואה 3.1.

²³ הגדרה זו של הבנוס (הקנס) לא הייתה משנה איכותית את התוצאות בפונקצית התועלת המוגדרת בסעיף הקודם.

האופטימלית לעובד בכל אחת מעשר התקופות מוגדרת בלוח 3.3. כך לדוגמה, עובד בתקופה החמישית שקיבל בתקופה הרביעית שכר בגובה 0.4 יבחר להתאמץ ברמה 0.5. (כזכור, רמת המאמץ המינימלית שווה לאפס והמקסימלית שווה לאחת). ניתן לראות כי בדומה לתוצאות הסעיף הקודם בו פונקציית התועלת הייתה אדטיבית, גם עבור פונקציית תועלת זו מסוג קוב-דאגלס, יורדת רמת המאמץ האופטימלית ככל שמתקצר אופק העבודה. אולם, בניגוד לדוגמה הקודמת, בפונקציית תועלת מסוג קוב-דאגלס יורדת רמת המאמץ ככל שגדל השכר של תקופה הקודמת.

לוח 3.3: רמת המאמץ האופטימלית לעובד*
עשר תקופות, כפונקציה של השכר בתקופה הקודמת

| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | T |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | | | | | | | | w_{t-1} |
| 0.6 | 0.9 | 0.9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.1 |
| <u>0</u> | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.2 |
| 0 | <u>0.2</u> | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.3 |
| 0 | 0.1 | <u>0.3</u> | <u>0.4</u> | 0.5 | <u>0.5</u> | 0.5 | <u>0.6</u> | 0.6 | <u>0.6</u> | 0.4 |
| 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | <u>0.4</u> | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | <u>0.4</u> | 0.4 | <u>0.4</u> | 0.4 | 0.6 |
| 0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.7 |
| 0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.8 |
| 0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.9 |
| 0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 1 |

עבור הפרמטרים: $p = 0.2$, $\alpha = 0.1$, $\gamma = 0.3$, $\beta = 0.7$, $\delta = 0.95$
*בשל ריבוי האפשרויות עוגלו התוצאות.

התפתחות השכר לאורך זמן נגזרת מרמת מאמציו של העובד. ניקח כדוגמה את המקרה הקיצוני שבו העובד נדגם בכל תקופה, ונקבע כי שכרו הבסיסי – w_0 – יהיה 0.4. נתיב המאמץ שיבחר העובד מודגש (בעזרת קו מתחת למספר) בלוח 3.3, והשכר והבונוס אותם יקבל כתוצאה מכך מתוארים בלוח 3.4. מהלוח קל לראות כי בשש התקופות הראשונות לעבודה התפתחות המאמץ והשכר אינה מונוטונית, ואילו החל מהתקופה השביעית קטנים המאמץ והשכר לאורך זמן, תוצאה הנובעת מאופק הזמן הסופי לעבודה.

לוח 3.4: רמת המאמץ האופטימלית, השכר והבנוס של העובד
(עשר תקופות)

| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | תקופה |
|----|-------|-------|-----|-------|------|------|-------|------|------|------------------|
| 0 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | המאמץ האופטימלי |
| 0 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | השכר (אם יידגם) |
| - | -0.01 | -0.01 | 0 | -0.01 | 0.01 | 0.02 | -0.02 | 0.02 | 0.02 | הבנוס (אם יידגם) |
| 0 | 0.19 | 0.29 | 0.4 | 0.39 | 0.51 | 0.42 | 0.58 | 0.42 | 0.62 | סך התגמול |

עבור הפרמטרים: $p = 0.2, \alpha = 0.1, \gamma = 0.3, \beta = 0.7, \delta = 0.95, w_0 = 0.4$

בדוגמה לעיל, בחרנו מקרה קיצוני, שבו העובד נדגם בכל תקופה. אולם בפועל, העובד נדגם בכל תקופה בהסתברות p , ובהתאם לכך נקבעת התפלגות שכרו לאורך זמן. התפלגות השכר בכל אחת מהתקופות (עבור הפרמטרים המוגדרים) מוצגת בלוח 3.5. ההתפלגות המוצגת היא לכל ערכי השכר בתחום המוגדר של כל אחד מהתאים, שכן מפני ריבוי אפשרויות השכר לא ניתן לפרט את כולן.

לוח 3.5: התפלגות השכר*
(עשר תקופות)

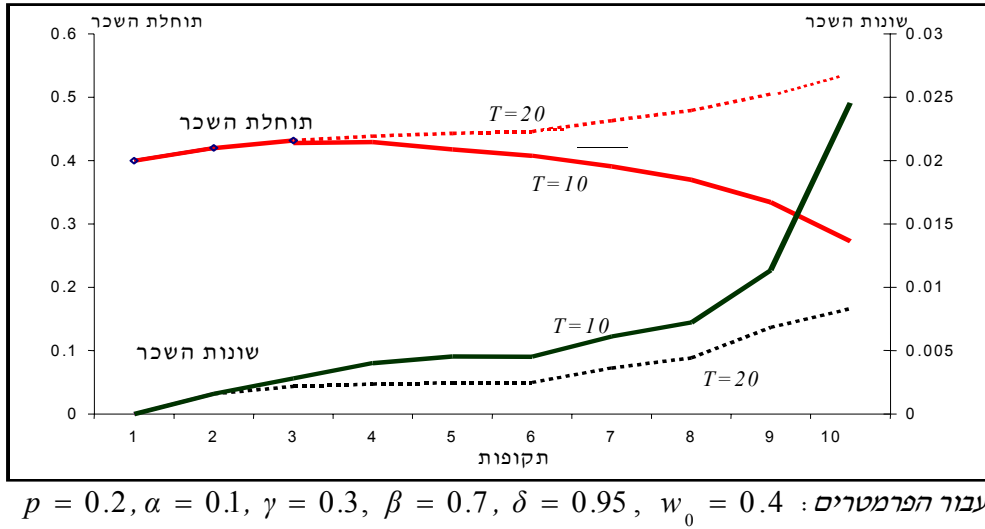
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | תקופה |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | | | | | | שכר |
| 0.20 | 0.15 | | | | | | | | | 0-0.1 |
| 0.13 | 0.07 | 0.03 | | | | | | | | 0.1-0.2 |
| 0.16 | 0.18 | 0.22 | 0.09 | 0.05 | | | | | | 0.2-0.3 |
| 0.18 | 0.21 | 0.26 | 0.30 | 0.20 | 0.19 | 0.16 | 0.10 | 0.04 | | 0.3-0.4 |
| 0.22 | 0.28 | 0.35 | 0.44 | 0.54 | 0.54 | 0.51 | 0.51 | 0.64 | 0.80 | 0.4-0.5 |
| 0.11 | 0.11 | 0.14 | 0.17 | 0.21 | 0.27 | 0.33 | 0.39 | 0.32 | 0.20 | 0.5-0.6 |
| | | | | | | | | | | 0.6-0.1 |

עבור הפרמטרים: $p = 0.2, \alpha = 0.1, \gamma = 0.3, \beta = 0.7, \delta = 0.95, w_0 = 0.4$

* הטבלה מסכמת את ההסתברות האמפיריות, כפי שרואים אותן בפתח התקופה הראשונה, לקבל שכר המצוי בתחום השכר המוגדר מהערך התחתון (לא כולל) ועד הערך העליון (כולל).

התפתחות תוחלת השכר ושוונות השכר מוצגים בדיאגרמה 3.5, עבור אופק זמן של 10 תקופות (קו שלם) והן עבור אופק של 20 תקופות (קו מקוטע). בדומה לסעיף הקודם, מתנהלת תוחלת השכר בדומה להתפתחותו של פרופיל השכר הקלאסי – עולה בתקופות הראשונות, בקצב ההולך וקטן ואף נעשה לשלילי. עם התארכות אופק הזמן גדל גם מספר התקופות שבהן עולה תוחלת השכר. כמו כן מצאנו עלייה בשוונות השכר לאורך זמן.

דיאגרמה 3.5: תוחלת ושונות השכר עבור פונקצית תועלת קוב-דאגלס



4. התנהגותו האופטימלית של המעסיק

נשלים את המודל על ידי הוספת מערכת השיקולים של המעסיק. ראוי להדגיש כי מאמר זה אינו מתמקד בבחירת סוג החוזה האופטימלי. מדיניות התגמול והתמרוץ האופטימליים למעסיק, שאותה נמצא בהמשך, היא בהינתן סוג החוזה שהוגדר לעיל אותו הוא מציע לעובד.

תפוקת העובד בתקופה t עולה בהתאם לרמת מאמציו, ואינה תלויה ברמת המאמץ ובתפוקה של

העובדים האחרים (הנחת אדטיביות). פונקצית הייצור $y_t - y_t$ תוגדר באופן הבא:

$$4.1 \quad y_t = f(e_t), \\ f'(e_t) \geq 0, \quad f''(e_t) \leq 0.$$

המעסיק קובע את מדיניות התגמול האופטימלית שתמקסם את רווחיו המהוונים, כאשר בכל תקופה נהנה המעסיק מהכנסות הנובעות מתפוקתו של העובד במהלך אותה תקופה. הוצאות המעסיק בתקופה t מורכבות מתשלומי השכר (w_t) ומעלות הבדיקה (c). פונקצית הרווח של המעסיק (מנורמלת לעובד

יחיד) היא:

$$4.2 \quad \pi = \sum_{t=1}^T \eta^{t-1} \cdot [f(e_t) - (E(w_t) + p \cdot c)]$$

כאשר $E(w_t)$ היא תוחלת השכר שישולם לעובד בתקופה t , ו- η הוא מקדם ההיוון של המעסיק²⁴.

את תנאי סדר ראשון נקבל בגזירה לפי p :

$$4.3 \quad \sum_{t=1}^T \eta^{t-1} \cdot (f'(e_t)) \cdot \frac{de_t}{dp} - \frac{dE(w_t)}{dp} - c = 0 ,$$

ובגזירה לפי w_0 :

$$4.4 \quad \sum_{t=1}^T \eta^{t-1} \cdot (f'(e_t)) \cdot \frac{de_t}{dw_0} - \frac{dE(w_t)}{dw_0} = 0 ,$$

ובגזירה לפי α :

$$4.5 \quad \sum_{t=1}^T \eta^{t-1} \cdot (f'(e_t)) \cdot \frac{de_t}{d\alpha} - \frac{dE(w_t)}{d\alpha} = 0 .$$

נגדיר את p^* , w_0^* , ו- α^* כפרמטרים האופטימליים למעסיק המקיימים את מערכת המשוואות 4.3 עד

4.5 ונבדוק את השפעתם על מאמץ העובד, על שכרו ועל שונות השכר.

לשם פשטות נבחן תחילה את המודל עבור תקופה אחת בלבד. נניח כי היצרן מייצר בתנאים של

תשואה קבועה לגודל. פונקציה זו מתיישבת עם שכר קבוע ליחידת מאמץ, בדומה לפונקצית השכר שהוגדרה בסעיף 3.

$$4.6 \quad f(e) = k \cdot e ,$$

פונקצית הרווח המהוונת של המעסיק היא :

$$4.7 \quad \pi(e_t) = \sum_{t=1}^T \eta^{t-1} \cdot \{ k \cdot e_t - [p \cdot (\tilde{w}(e_t) + \alpha \cdot (\tilde{w}(e_t) - w_{t-1})) + (1-p) \cdot w_0 + p \cdot c] \}$$

נציב בפונקצית הרווח (משוואה 4.7) את פונקצית השכר שהוגדרה בסעיף 3 ואת רמת המאמץ האופטימלית אותה יבחר העובד עבור פונקצית התועלת האדטיבית כלומר נציב :

$$4.8 \quad \tilde{w}(e_t) = e_t \quad e_t = p + \frac{\alpha}{1+\alpha} \cdot w_{t-1} .$$

ונקבל כי היצרן יפעל לפי הכללים הבאים :

²⁴ לשם פשטות ובלי לפגוע בכלליות הנחנו כי רמת המחירים שווה ל-1 וכי $b=1$.

$$4.9 \quad \alpha^* = \frac{\sqrt{k \cdot c}}{k-1} - 1,$$

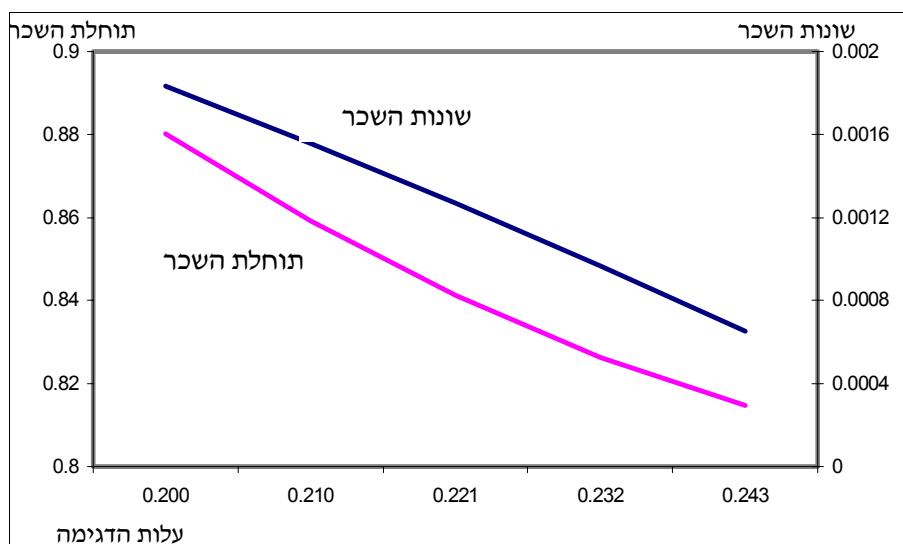
$$4.10 \quad p^* = 1 - \frac{\alpha^*}{1 + \alpha^*} \cdot k = \frac{(1-k) \cdot (\sqrt{c} - \sqrt{k})}{\sqrt{c}},$$

$$4.11 \quad w_0^* = \frac{[(1 + \alpha^*) \cdot p^*]^2}{k} = (\sqrt{k} - \sqrt{c})^2.$$

מצאנו כי באופטימום יבחר המעסיק בשכר בסיסי הנמוך מזה שמגיע לעובד על מאמציו (לאחר הצבה של הפרמטרים נקבל כי $w_0^* < (1 + \alpha) \cdot p = \tilde{w}(e)$). מדיניות זו תוביל בהכרח לשונות בשכר ולהתפתחות שכר לאורך זמן בדומה לפרופיל שכר "קלאסי" (כפי שמצאנו בדיאגרמה 3.2).

נבחן בעזרת סטיטיקה השוואתית את השפעת המשתנים האקסוגניים של המודל – עלות הדגימה (c) והתפוקה השולית (k) – על הפרמטרים שיבחר המעסיק בחוזה העבודה ועל התפתחות השכר ושונותו. ייקור הדגימה למעסיק תביא לירידה בשיעור הדגימה שיבחר, ובמקביל - להעלאת השכר הבסיסי (w_0) וגודלו היחסי של הבונוס או הקנס (α) (משוואות 4.9 עד 4.11 לעיל). כאשר נבחן את השפעת צעד זה על התנהגות העובד נמצא כי הירידה בשיעור הדגימה תוביל לירידה ברמת מאמציו שתקוזז חלקית בשל העלייה בשכר הבסיסי ובגודל הבונוס. משום כך תוביל התייקרות הדגימה לירידה בתוחלת שכרו של העובד ובשונותה (דיאגרמה 4.1).

דיאגרמה 4.1: תוחלת ושונות השכר כפונקציה של עלות הדגימה
(תקופה אחת)



עבור $k=2$.

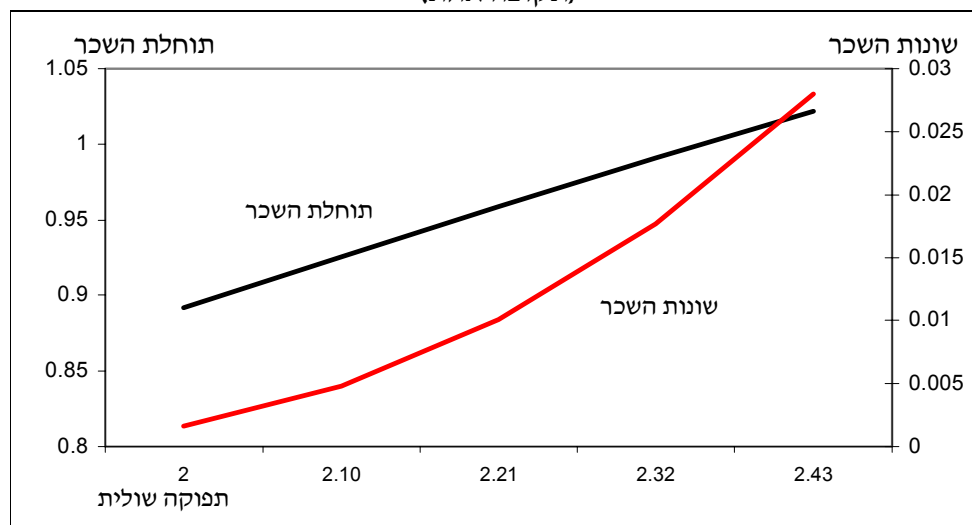
בדיקת ההשפעה של עלייה בתפוקה השולית (שיפורים טכנולוגיים) על תוחלת השכר ושונותה מורכבת יותר, במקרה זה שכר העובד אמור להיות מושפע משני גורמים - מעליית רמת המאמץ שלו עקב השינוי בפרמטרים של הסכם העבודה ומגידול בתמורה ליחידת מאמץ עקב גידול התפוקה השולית ליחידה זו. משום כך, אם עד כה הנחנו כי השכר ליחידת מאמץ קבוע ומנורמל לאחת (משוואה 3.2) הרי מעתה נניח כי השכר כפונקציה של המאמץ ייקבע באופן הבא²⁵:

$$4.12 \quad \tilde{w}(e) = (\lambda \cdot k) \cdot e,$$

במאמר זה בחרנו $\lambda < 1$, בחירה המשתלבת במודלים של הון אנושי ספציפי בהם הרווח מחולק בין המעסיק לעובד²⁶.

מצאנו כי עלייה בתפוקה השולית תביא לעלייה בשיעור הדגימה האופטימלי של המעסיק ובשכר הבסיסי אותו יסכים לשלם לעובד. לעומת זאת יקטן גובהו היחסי של הבונוס האופטימלי (α), אולם בשל גידול בפער בין השכר המגיע לעובד על מאמציו והשכר הבסיסי יגדל סך הבונוס שישולם לעובד אם יידגם. במקביל תוביל עלייה בתפוקה השולית באופן ישיר ובאופן עקיף - בשל עליית התשואה ליחידת מאמץ ובשל עליית שיעור הדגימה והשכר הבסיסי - לעלייה ברמת המאמץ של העובד, וכן בתוחלת שכרו ובשונותה²⁷ (דיאגרמה 4.2).

דיאגרמה 4.2: תוחלת השונות השכר כפונקציה של התפוקה השולית (תקופה אחת)



עבור הפרמטרים: $C=0.2, \lambda=0.8$

²⁵ ראו הערת שוליים 16 לעיל.

²⁶ בפתרון של שיווי משקל כללי ניתן לבחון את ה- λ האופטימלי, פתרון זה הוא מעבר למטרת המאמר.

²⁷ כן תעלה סטיית התקן מנורמלת בתוחלת השכר.

בדיקת לאורך זמן של ההשפעה של שיפורים טכנולוגיים על מדיניות האופטימלית של המעסיק והעובד מורכבת ומצריכה שימוש בתכנון דינמי נומרי. בעזרת תכנון זה מחושבים שיעור הדגימה, השכר הבסיסי וגובהו היחסי של הבונוס הממקסמים את הערך המהוון של הרווחים, ובעזרת פרמטרים אופטימליים אלו מחושבים נתיב המאמץ שיבחר העובד, תוחלת השכר ושונות השכר.

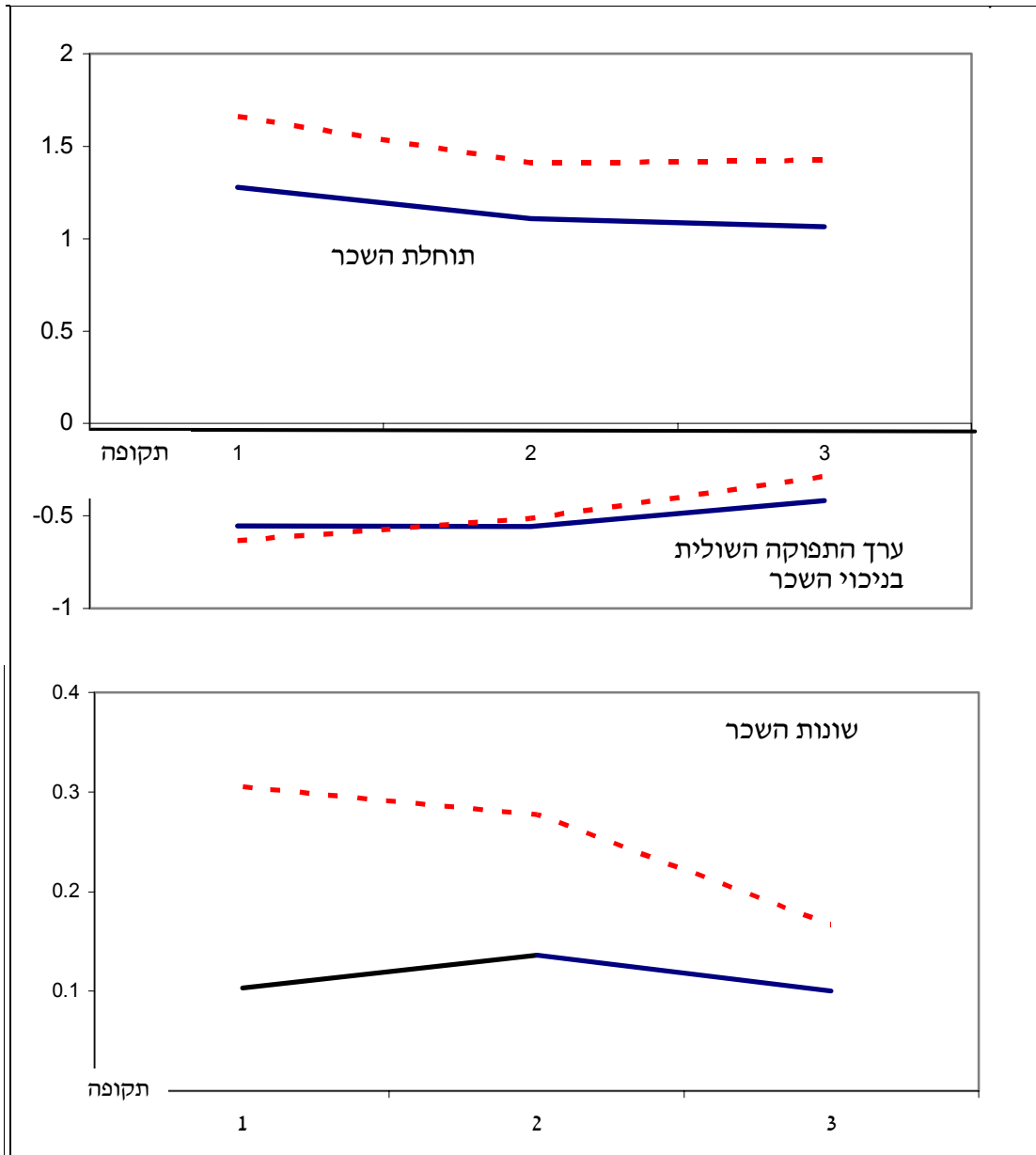
מצאנו כי שיפור הטכנולוגי יוביל לעלייה בפרופיל השכר לאורך זמן וזאת, עבור פונקצית התועלת האדטיבית שהוגדרה (דיאגרמה 4.3) ועבור פונקצית התועלת מסוג קוב-דאגלס (נספח 3). כמו כן מצאנו ששונות השכר במקרה זה תעלה לאחר השיפור הטכנולוגיים, הן בשל הגידול בפער השכר בין העובדים שנדגמו לעובדים שלא נדגמו, והן בשל עליית שיעור הדגימה.

כמו כן, בספרות – התיאורטית והאמפירית – הדנה בשיפורים טכנולוגיים נמצא כי שיפורים אלו יובילו להתגברות קצב התחלופה של עובדים מבוגרים בצעירים²⁸, תופעה הנקשרת לרוב לתכונות קוגניטיביות של קליטה וחדשנות, המאפיינות צעירים. בבחינת התוצאות העולות מהמודל מצאנו כי שיפורים טכנולוגיים בו יובילו לייקור עלות העסקתם היחסית (המחושבת בעזרת חישוב תוחלת שכרם בניכוי ערך תפוקתם השולית) של העובדים הוותיקים לעומת הצעירים²⁹ (דיאגרמה 4.3). תוצאה זו יכולה לתת הסבר נוסף להתגברות קצב התחלופה של עובדים מבוגרים בעובדים חדשים, גם אם יתר תכונותיהם זהות.

²⁸ Bartel and Sicherman, 1993, 1998; Peracchi and Welch; 1999, Ahitov & Zeira, 2000.
²⁹ תנאי זה ייתקיים כאשר עלות הכשרתם של עובדים חדשים נמוכה מספיק. במאמר זה הנחנו כי לא קיימת עלות הכשרה.

דיאגרמה 4.3: התפתחות תוחלת השכר ושונותו לפני השיפורים הטכנולוגיים ואחריהם

$$* U_t = \ln(w_t) - b \cdot e_t : \text{פונקציית תועלת}$$



עבור: $C=0.2, \lambda=0.8$



לפני השיפורים הטכנולוגיים



אחרי השיפורים הטכנולוגיים

* התוצאות עבור פונקציית התועלת מסוג קוב-דאגלס מצורפות בנספח 3.

5. סיכום

במאמר נבחנה התפתחות שכרם של מועסקים הומוגניים לחלוטין העובדים בסביבת עבודה זהה, שהחלו את עבודתם בשכר התחלתי וברמת מאמץ אחידה. במודל המתואר, בשל קיומם של הליכי ייצור הקשים לאמידה, מפעיל המעסיק מנגנוני פיקוח, תמרוץ וענישה על עובדיו, שבעקבותיהם מתפתחים הבדלים בשכר.

את מדיניות המאמץ האופטימלית של העובד בחנו באמצעות שתי פונקציות תועלת: בפונקציה הראשונה הנחנו אדטיביות בתועלת מצריכה ומאי-מאמץ (כאשר התועלת מצריכה היא לוגריתמית, והתועלת מאי-מאמץ פרופורציונלית לרמת המאמץ), ואילו השנייה היא פונקציה מסוג קוב-דאגלס. בשני המקרים הנחנו כי פונקצית הייצור מקיימת תק"ל.

מן העבודה מתברר כי כאשר המעסיק פועל למיקסום רווחיו והעובד פועל למיקסום תועלתו, תיווצר בהכרח שונות בשכר גם כשעובדים הומוגניים לחלוטין והחלו בתנאי עבודה זהים. התפתחות השכר ושונותו תלויות בפרמטרים של המודל ובפרט בשיעור הדגימה, בשכר הבסיסי של החוזה ובגובה היחסי של הבונוס. בעת שיפורים טכנולוגיים (כשכל יתר המשתנים קבועים) יעלו תוחלת השכר ושונותו לאורך זמן. ממצאים אלו נותנים הסבר נוסף לקיומה ועלייתה של השונות הבלתי מוסברת בשכר ולעלייתה בעשורים האחרונים.

פרופיל השכר המתקבל מן המודל תואם את פרופיל השכר ה"קלאסי" המתואר בספרות של הון אנושי – עולה בתקופות הראשונות בקצב מהיר, ההולך ומתמתן, ויורד בתקופות האחרונות. כאמור, פרופיל שכר זה יעלה בעת שיפורים טכנולוגיים. בנוסף, שיפורים טכנולוגיים יובילו לייקור עלות העסקתם היחסית של העובדים הוותיקים לעומת הצעירים, דבר שיפעל להגדלת המוטיבציה של המעסיק להחליף עובדים ותיקים שעלות שכרם היחסית תתייקר בעובדים חדשים.

בעבודה נתנו הסבר נוסף לקיומה ולהשתנותה של השונות הבלתי מוסברת בשכר. כן מצאנו כי בעזרת המודל בו בחרנו ניתן להסביר חלק מהתופעות המרכזיות המאפיינות את שוק העבודה בשנים האחרונות. נראה לנו כי דווקא בזמן של התקדמות והתרחבות של תעשיות עתירות הידע והמחקר, בהן קשה לאמוד במדויק תפוקה וייצור, יש להסבר מסוג זה חשיבות יתרה.

References

- Acemoglu, Daron, "A Microfoundation for Social Increasing Returns in Human Capital Accumulation", *Quarterly Journal of Economics*, 111(3), (1996), 779-804.
- _____, "Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality", *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), (1998), 1055-1082.
- _____, "Changes in Unemployment and Wage Inequality: An Alternative Theory and Some Evidence", *American Economic Review*, 89(5) (1999), 1259-1278.
- Aghion, Philippe, Peter Howitt and Giovanni L. Violante, "General Purpose Technology and Wage Inequality", *Journal of Economic Growth*, 7(4), (2002), 315-45.
- Ahitov, Avner and Joseph Zeira, "Technical Progress and Early Retirement", Hebrew University of Jerusalem and CEPR Working Paper, (2000).
- Bartel, Ann P and Nachum Sicherman, "Technological Change and Retirement," *Journal of Labor Economics* 11, (1993), 162-183.
- _____, "Technological Change and Skill Acquisition of Young Workers", *Journal of Labor Economics*, 16, (1998), 718-755.
- Becker, Gary, "Human Capital" N.Y., Colombia University Press, 2nd ed. (1975).
- Baker, Michael and Gary Solon, "Earnings Dynamics and Inequality among Canadian Men, 1976-1992: Evidence from Longitudinal Income Tax Records", *Journal of Labor Economics*, 21(2), (2003), 289-321.
- Ben-Porath, Yoram, "The Production of Human Capital and the Life Cycle of Earning" *Journal of Political Economy*, 75, (1967), 352-365.
- Blundell, Richard and Ian Preston, "Inequality and Uncertainty: Short-Run Uncertainty and Permanent Inequality in the U.S. and Britain", mimeo, University College London, (1999).
- Calvo, Guillermo A. and Wellisz Stanislaw, "Supervision, Loss of Control and the Optimum Size of the Firm", *Journal of Political Economy*, 86(5), (1978), 943-952.
- _____, "Hierarchy, Ability and Income Distribution", *Journal of Political Economy*, 87(5), (1979), 991-1010.
- Caselli, Francesco, "Technological Revolutions", *American Economic Review*, 89(1), (1999), 78-102.
- Davis, Steven J. and John Haltiwanger, "Wage Dispersion between and within US Manufacturing Plants, 1963-1986", *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics*, (1991), 115-180.
- Dickens, Richard, "The Evolution of Individual Male Earnings in Great Britain: 1975-1995", *Economic Journal*, 110(460), (2000), 27-49.
- DiNardo, John, Nicole Fortin and Thomas Lemieux, "Labor Market Institutions and the Distribution of Wages, 1973-1992: A Semi-Parametric Approach", *Econometrica*, 64(5), (1996), 1001-1044.
- Fama, Eugene, "Time, Salary and Incentive Payoffs in Labor Contracts", *Journal of Labor Economics*, 9(1), (1991), 25-44.
- Galor, Oded and Omer Moav, "Ability-Biased Technological Transition, Wage Inequality within and across Groups, and Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 115(2), (2000), 469-497.
- _____, and Daniel Tsiddon, "Technological Progress, Mobility, and Economic Growth", *American Economic Review*, 87(3), (1997), 363-382.

- Gittleman, Maury and Mary Joyce, "Earnings Mobility and Long-Run Inequality: An Analysis Using Matched CPS Data", *Industrial Relations*, 35(2), (1996), 180-196.
- Gosling, Amanda, Stephen Machin and Costas Meghir, "The Changing Distribution of Male Wages in the UK", *Review of Economic Studies*, 67(4), (2000), 635-666.
- Gottschalk, Peter and Robert Moffitt, "The Growth of Earnings Instability in the U.S. Labor Market", *Brookings Papers on Economic Activity*, 0(2), (1994), 217-254.
- _____, "Trends in the Autocovariance Structure of Earnings in the U.S.: 1969-1987", *Working Paper 355*, Johns Hopkins University, (1995).
- _____, "Trends in the Transitory Variance of Earnings in the U.S.: 1969-1987", *Economic Journal*, 112(478), (2002) 68-73.
- Hall, Robert E. and Edward P. Lazear, "The Excess Sensitivity of Layoffs and Quits to Demand", *Journal of Labor Economics*, 2(2), (1984), 233-257.
- Hashimoto, Masanori, "Firm Specific Human Capital as a Shared Investment", *American Economic Review*, 71(3), (1981), 475-482.
- Holmstrom, Bengt and Paul Milgrom, "Aggregation and Linearity in the Provision of Intertemporal Incentives", *Econometrica*, 55(2), (1987), 303-328.
- Juhn, Chinhui, Kevin M. Murphy and Brooks Pierce (1993), "Wage Inequality and the Rise of Returns to Skill", *Journal of Political Economy*, 101(3), (1993), 410-442.
- Lee, David, "Wage Inequality in the U.S. During the 1980s: Rising Dispersion or Falling Minimum Wage?", *Quarterly Journal of Economics*, 114(3), (1999), 977-1023.
- Mincer, Jacob, "On the Job Training Costs Returns and some Implications" *Journal of Political Economy*, 70, (1962), s50-s79(supplement)
- Mirrlees, James, "Notes on Welfare Economics, Information and Uncertainty", in *Essays on Economic Behavior under Uncertainty*, ed. by M. Balch, D. McFadden and Shih-Yehn Wu, North-Holland Publishing Co., (1976).
- _____, "The Optimal Structure of Incentives and Authority within and Organization", *Bell Journal of Economics*, 7(1), (1974), 105-131.
- Neumark, David, "Changes in Job Stability and Job Security: A Collective Effort to Untangle, Reconcile, and Interpret the Evidence", ed. *On the Job: Is Long-Term Employment a Thing of the Past?*, New York: Russell Sage Foundation, (2000), 1-27.
- Peracchi, Franco and Finis, Welch, "Trends in Labor Force Transitions of Older Men and Women", *Journal of Labor Economics* 12, (1994), 210-242.
- Salop, Joanne, and Steven, Salop, "Self-Selection and Turnover in the Labor Market", *Quarterly Journal of Economics*, 90, (1976), 619-627.
- Stiglitz, Joseph, E., "Equilibrium Wage Distributions", *Economic Journal*, 95 (1985), 595-618.
- Violante, Giovanni L., "Technological Acceleration, Skill Transferability and the Rise in Residual Inequality", *Quarterly Journal of Economics*, 117(1), (2002), 297-338.
- Wanner, Eric and David Neumark, "Preface," *Journal of Labor Economics*", 17(4), (1999), Siii-Siv.
- Weiss, Yoram, "The Determination of Life Cycle Earnings: A Survey" *Handbook of Labor Economics*, vo. 1 Edited by Ashenfelter and Layard, (1986).
- Williamson, Oliver, E., "Hierarchical Control and Optimum Firm Size", *Journal of Political Economy*, 75(2), (1967), 123-138.

נספח 1 (א): משוואת שכר לשנת 2001 - גברים

משתנה מוסבר – לוג השכר לשעת עבודה

| Prob | T | סטטיסטי תקן | מקדם | משתנה |
|-------------|----------|--------------------|-------------|------------------------------------|
| 0.00 | 10.55 | 0.23 | 2.45 | חותך |
| 0.00 | 3.20 | 0.01 | 0.03 | גיל |
| 0.08 | -1.75 | 0.00 | 0.00 | גיל בריבוע |
| | | | | שנות השכלה |
| 0.00 | -2.93 | 0.06 | -0.16 | לא חרדים בעלי 0-8 שנות לימוד |
| 0.00 | -4.04 | 0.03 | -0.12 | לא חרדים בעלי 9-10 שנות לימוד |
| 0.00 | 5.59 | 0.04 | 0.25 | לא חרדים בעלי 13-15 שנות לימוד |
| 0.00 | 8.53 | 0.05 | 0.42 | לא חרדים בעלי 16+ שנות לימוד |
| 0.03 | 2.19 | 0.65 | 1.42 | חרדים בעלי 0-8 שנות לימוד |
| 0.57 | -0.56 | 0.36 | -0.20 | חרדים בעלי 9-10 שנות לימוד |
| 0.35 | -0.93 | 0.15 | -0.14 | חרדים בעלי 11-12 שנות לימוד |
| 0.37 | -0.90 | 0.18 | -0.16 | חרדים בעלי 13-15 שנות לימוד |
| 0.88 | -0.16 | 0.17 | -0.03 | חרדים בעלי 16+ שנות לימוד |
| | | | | משלח יד |
| 0.00 | 10.30 | 0.03 | 0.32 | אקדמי |
| 0.00 | 14.25 | 0.02 | 0.35 | מקצועות חופשיים וטכניים ומנהלים |
| 0.00 | -3.93 | 0.02 | -0.09 | עובדים מקצועיים |
| 0.00 | -4.70 | 0.03 | -0.13 | עובדים בלתי מקצועיים |
| | | | | מצב משפחתי |
| 0.38 | 0.88 | 0.13 | 0.12 | נשוי |
| 0.66 | -0.44 | 0.13 | -0.06 | גרוש, אלמן, חי בנפרד |
| 0.00 | -7.96 | 0.03 | -0.20 | דת |
| | | | | צורת ישוב |
| 0.00 | -4.70 | 0.02 | -0.11 | ישוב בעל 200,000 – 100,000 תושבים |
| 0.98 | -0.02 | 0.03 | 0.00 | ישוב בעל 100,000-50,000 תושבים |
| 0.10 | -1.66 | 0.02 | -0.04 | ישוב בעל 50,000-20,000 תושבים |
| 0.83 | 0.21 | 0.03 | 0.01 | ישוב בעל 20,000-10,000 תושבים |
| 0.32 | 0.99 | 0.03 | 0.03 | ישוב בעל 1,000-2,000 תושבים |
| 0.00 | -3.27 | 0.04 | -0.13 | ירושלים |
| 0.00 | -2.94 | 0.04 | -0.11 | חיפה |
| | | | | עלייה |
| 0.54 | -0.61 | 0.66 | -0.40 | עולה ותיק בעל 13+ שנות לימוד |
| 0.21 | 1.25 | 0.73 | 0.92 | עולה חדש בעל 13+ שנות לימוד |
| 0.57 | -0.56 | 0.67 | -0.37 | עולה ותיק בעל פחות מ-13 שנות לימוד |
| 0.17 | 1.36 | 0.73 | 0.99 | עולה חדש בעל פחות מ-13 שנות לימוד |
| | | | | מקום השכלה אחרון |
| 0.33 | 0.96 | 0.05 | 0.05 | לא למד, לא ידוע, יסודי, ח"ט ביניים |
| 0.00 | 3.38 | 0.04 | 0.15 | ביה"ס תיכון מקצועי / חקלאי / עיוני |
| 0.81 | -0.24 | 0.16 | -0.04 | ישיבה / מדרשה דתית |
| 0.01 | 2.81 | 0.03 | 0.07 | מוסד אקדמאי |
| | | | | ענף כלכלי |
| 0.00 | -3.90 | 0.03 | -0.11 | חקלאות ובינוי |
| 0.00 | 5.85 | 0.06 | 0.38 | חשמל ומים |
| 0.00 | -4.92 | 0.03 | -0.13 | מסחר |
| 0.00 | -7.96 | 0.05 | -0.37 | שירותי אירוח ואוכל |
| 0.00 | 4.26 | 0.03 | 0.12 | בנקאות ותקשורת |
| 0.51 | -0.66 | 0.02 | -0.02 | שירותים ציבוריים |
| | | | | עלייה גיל |
| 0.41 | 0.82 | 0.03 | 0.03 | עולה ותיק*גיל |
| 0.30 | -1.04 | 0.04 | -0.04 | עולה חדש*גיל |
| 0.20 | -1.29 | 0.00 | 0.00 | עולה ותיק*גיל בריבוע |
| 0.63 | 0.49 | 0.00 | 0.00 | עולה חדש*גיל בריבוע |

| | | | |
|---------------------|-------------|----------------|----------------|
| R-square | 0.36 | F value | 71.02 |
| Adj R-square | 0.35 | N | 5638.00 |
| prob>F | 0.00 | | |

נספח 1 (ב): משוואת שכר לשנת 2001 – נשים

משתנה מוסבר – לוג השכר לשעת עבודה

| Prob | T | סטטיסטי תקן | מקדם | משתנה |
|------|-------|-------------|-------|------------------------------------|
| 0.00 | 10.78 | 0.20 | 2.11 | חותך |
| 0.00 | 4.36 | 0.01 | 0.04 | גיל |
| 0.00 | -2.94 | 0.00 | 0.00 | גיל בריבוע |
| | | | | שנות השכלה |
| 0.21 | -1.25 | 0.07 | -0.08 | לא חרדים בעלי 0-8 שנות לימוד |
| 0.00 | -4.38 | 0.04 | -0.15 | לא חרדים בעלי 9-10 שנות לימוד |
| 0.04 | 2.01 | 0.05 | 0.09 | לא חרדים בעלי 13-15 שנות לימוד |
| 0.00 | 4.47 | 0.05 | 0.22 | לא חרדים בעלי 16+ שנות לימוד |
| 0.66 | -0.44 | 0.73 | -0.32 | חרדים בעלי 0-8 שנות לימוד |
| 0.63 | 0.48 | 0.26 | 0.12 | חרדים בעלי 9-10 שנות לימוד |
| 0.53 | -0.62 | 0.10 | -0.06 | חרדים בעלי 11-12 שנות לימוד |
| 0.77 | -0.29 | 0.08 | -0.02 | חרדים בעלי 13-15 שנות לימוד |
| 0.38 | 0.88 | 0.11 | 0.10 | חרדים בעלי 16+ שנות לימוד |
| | | | | משלח יד |
| 0.00 | 17.90 | 0.03 | 0.49 | אקדמי |
| 0.00 | 18.36 | 0.02 | 0.39 | מקצועות חופשיים וטכניים ומנהלים |
| 0.00 | -4.71 | 0.04 | -0.20 | עובדים מקצועיים |
| 0.00 | -4.87 | 0.03 | -0.14 | עובדים בלתי מקצועיים |
| | | | | מצב משפחתי |
| 0.01 | 2.74 | 0.05 | 0.15 | נשוי |
| 0.71 | 0.37 | 0.06 | 0.02 | גרוש, אלמן, חי בנפרד |
| 0.00 | -3.45 | 0.03 | -0.11 | דת |
| | | | | צורת ישוב |
| 0.00 | -3.97 | 0.02 | -0.09 | ישוב בעל 200,000 – 100,000 תושבים |
| 0.29 | -1.07 | 0.03 | -0.03 | ישוב בעל 50,000-100,000 תושבים |
| 0.00 | -3.30 | 0.02 | -0.08 | ישוב בעל 20,000-50,000 תושבים |
| 0.00 | -2.91 | 0.04 | -0.11 | ישוב בעל 10,000-20,000 תושבים |
| 0.14 | 1.47 | 0.03 | 0.05 | ישוב בעל 2,000-1,0000 תושבים |
| 0.00 | -2.93 | 0.03 | -0.10 | ירושלים |
| 0.03 | -2.14 | 0.04 | -0.08 | חיפה |
| | | | | עלייה |
| 0.51 | -0.66 | 0.62 | -0.41 | עולה ותיק בעל 13+ שנות לימוד |
| 0.36 | 0.92 | 0.79 | 0.73 | עולה חדש בעל 13+ שנות לימוד |
| 0.54 | -0.61 | 0.63 | -0.38 | עולה ותיק בעל פחות מ-13 שנות לימוד |
| 0.25 | 1.15 | 0.79 | 0.90 | עולה חדש בעל פחות מ-13 שנות לימוד |
| | | | | מקום השכלה אחרון |
| 0.02 | -2.37 | 0.06 | -0.14 | לא למד, לא ידוע, יסודי, ח"ט ביניים |
| 0.85 | 0.19 | 0.05 | 0.01 | ביה"ס תיכון מקצועי / חקלאי / עיוני |
| 0.01 | 2.75 | 0.37 | 1.01 | ישיבה / מדרשה דתית |
| 0.25 | 1.16 | 0.02 | 0.03 | מוסד אקדמאי |
| | | | | ענף כלכלי |
| 0.82 | -0.23 | 0.07 | -0.02 | חקלאות ובינוי |
| 0.06 | 1.90 | 0.11 | 0.21 | חשמל ומים |
| 0.03 | -2.21 | 0.03 | -0.08 | מסחר |
| 0.00 | -4.38 | 0.05 | -0.23 | שירותי אירוח ואוכל |
| 0.00 | 5.75 | 0.04 | 0.21 | בנקאות ותקשורת |
| 0.00 | -3.57 | 0.03 | -0.10 | שירותים ציבוריים |
| | | | | עלייה*גיל |
| 0.31 | 1.03 | 0.03 | 0.03 | עולה ותיק*גיל |
| 0.28 | -1.08 | 0.04 | -0.04 | עולה חדש*גיל |
| 0.11 | -1.59 | 0.00 | 0.00 | עולה ותיק*גיל בריבוע |
| 0.38 | 0.88 | 0.00 | 0.00 | עולה חדש*גיל בריבוע |

| | | | |
|--------------|------|---------|---------|
| R-square | 0.31 | F value | 54.14 |
| Adj R-square | 0.31 | N | 5287.00 |
| prob>F | 0.00 | | |

נספח 2: סטטיקה השוואתי במודל החד-תקופתי

פונקצית התועלת היא :

$$1. U = p \cdot u(\tilde{w}(e) + \alpha \cdot (\tilde{w}(e) - w_0)) + (1 - p) \cdot u(w_0) - v(e)$$

ומתנאי סדר ראשון נקבל :

$$2. p = \frac{v'(e)}{u'(\tilde{w}(e) + \alpha \cdot (\tilde{w}(e) - w_0)) \cdot (1 + \alpha) \cdot \tilde{w}'(e)}$$

נגדיר :

$$3. \psi(e) = (1 + \alpha) \cdot \tilde{w}(e)$$

$$4. h(e, \alpha, w_0) \equiv \frac{v'(e)}{u'(\psi(e) - w_0) \cdot \psi'(e)} = p$$

נגזור לפי e ונקבל :

$$5. h'_e = \frac{u' \cdot \psi' \cdot v'' - v' \cdot [u'' \cdot \psi'^2 + u' \cdot \psi'']}{u'(\psi(e) - w_0) \cdot \psi'(e)^2} > 0$$

בהתאם להנחות על הנגזרות המוגדרות במשוואה 2.1 קיבלנו כי עלייה ב- e תוביל לעלייה ב- $h(e)$.

נבדוק סטטיקה השוואתית :

| | | | |
|------------------------------|--------------|---|----------|
| $\uparrow e$ \downarrow | מכאן שמתחייב | $\uparrow h(e) \leftarrow \uparrow p$ \downarrow | (1) נניח |
|------------------------------|--------------|---|----------|

(מתוך משוואה 5)

(מתוך משוואה 4)

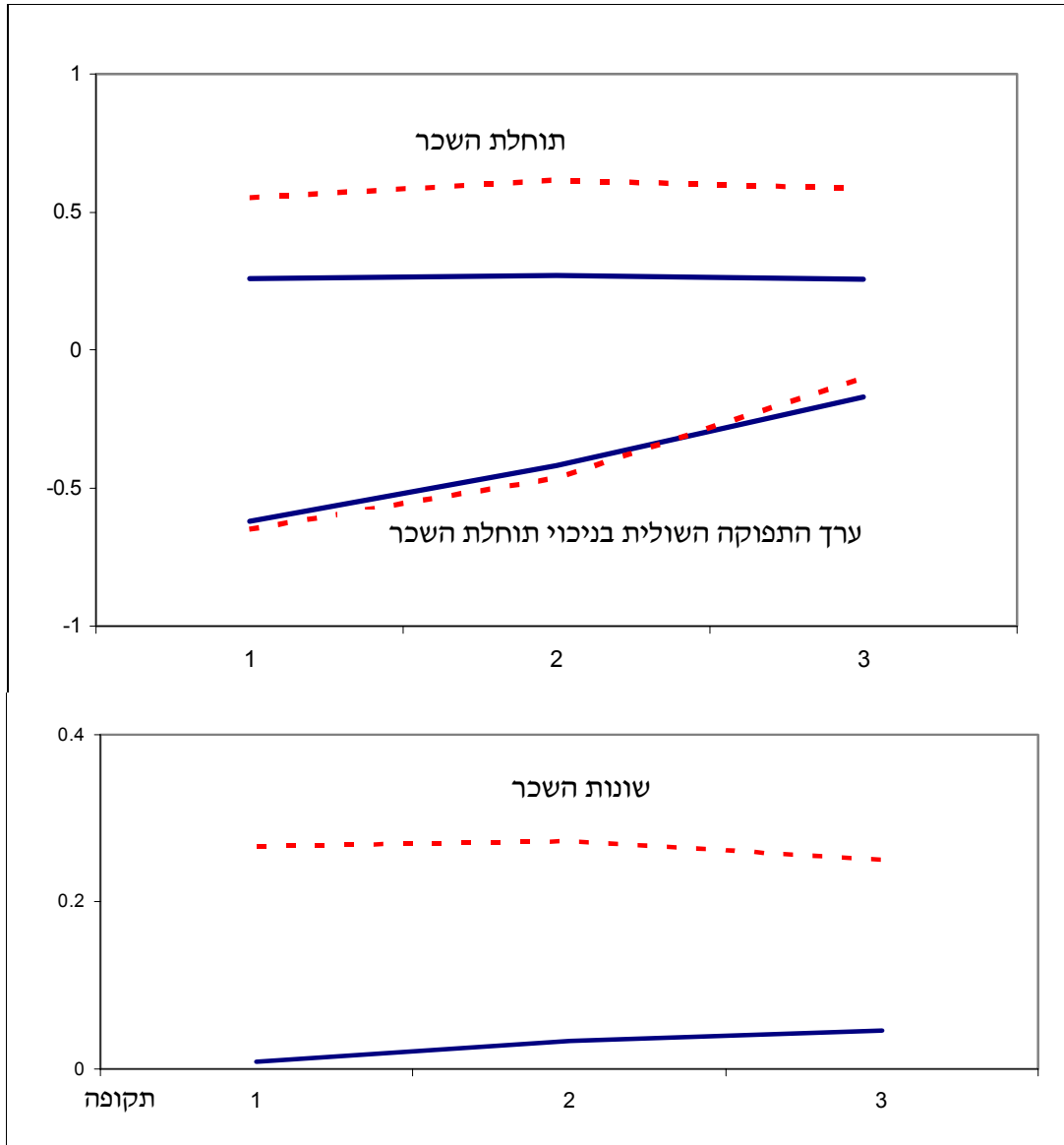
| | | | |
|------------------------------|--------------|---|----------|
| $\uparrow e$ \downarrow | מכאן שמתחייב | $\downarrow h(e) \leftarrow \uparrow w_0$ \downarrow | (2) נניח |
|------------------------------|--------------|---|----------|

(מתוך משוואה 5)

(מתוך משוואה 4)

(3) נניח $\leftarrow \uparrow \alpha$ ניתן לראות ממשוואה 3 : $\uparrow e \leftarrow \downarrow h \leftarrow \tilde{w}(e) \leq w_0$ (בקנס המאמץ עולה).
 (בבונוס כיוון ההשפעה לא $e \leftarrow ? h \leftarrow \tilde{w}(e) > w_0$ (?)
 ברור).

נספח 3: דיאגרמה 4.3 (ב): התפתחות תוחלת השכר ושונותו לפני השיפורים הטכנולוגיים ואחריהם פונקצית תועלת קוב-דאגלס



עבור: $C=0.2, \lambda=0.8$

- לפני השיפורים הטכנולוגיים
- אחרי השיפורים הטכנולוגיים