מדיניות הריבית של הבנק המרכזי
והעדפות אסימטריות

סעדון יוסי, בן ציון אורי וזלמן שיפר

מאמר לדיון מס' 03-06

יוני 2003

Monaster Center for Economic Research
Ben-Gurion University of the Negev
P.O. Box 653
Beer Sheva, Israel

http://www.bgu.ac.il/econ

Fax: 972-8-6472941
Tel: 972-8-6472286

בס"ד

ריבית הבנק המרכזי והעדפות אסימטריות

תקציר

המסגרת המקובלת בדיונים על מדיניות הריבית האופטימלית שקובעים בנקים מרכזיים מתבססת על הנחת העדפות סימטריות של הבנק המרכזי לסטיה מיעדי מדיניות (למשל Rogoff (1985), Walsh (1995), Green (1996) וכן Svensson (1996)).

אולם, ממימצאים של מחקרים אמפיריים עולה (למשל Jordi & Mark & Clarida (1998)), כי תגובתם של בנקים מרכזיים אינה סימטרית. סטיה שלילית מיעד האינפלציה תתקבל ב"סלחנות" לעומת סטיה חיובית, והפוך במקרה של סטיה מהתוצר הפוטנציאלי.

על מנת לעמוד על השלכותיהן של העדפות אלה, אני מציג ומנתח מודל דינמי הבוחן את התנהגותו האופטימלית של הבנק המרכזי כאשר הבסיס להחלטותיו הוא העדפות אסימטריות לסטיה מיעדי מדיניות. בעזרת מודל זה ניתן להסביר את העובדה שבנקים מרכזיים מחזיקים בפועל ריבית גבוהה יותר מזו המומלצת על ידי מודלים אשר התבססו על העדפות סימטריות (למשל Taylor (1993) שמציג כללים דומים לכללים שהתקבלו על ידי Svensson (1996)).

העבודה מגיעה, בין היתר, לממצאים המרכזיים הבאים:

1. משק בו הבנק המרכזי בעל העדפות אסימטריות מתכנס מהר יותר ליעדים שנקבעו.
2. בנק אסימטרי רגיש יותר למצבים של אי ודאות בתחזיות וכתוצאה מכך יחזיק ריבית גבוהה יותר המכילה פרמיית סיכון בגין אי ודאות.
3. יחס ההקרבה במשק האסימטרי גבוה יותר.

תוכן עניינים

1. מבוא

בעבודות אמפיריות רבות, בהן נבחנה התנהגותו של הבנק המרכזי במשטר של יעדי אינפלציה, נתקבלו ממצאים לקיומה של התיחסות לא סימטרית לסטיות מיעד האינפלציה שנקבע. מסגרת הניתוח התיאורטית המקובלת בספרות כיום היא התיחסות סימטרית לסטיות מהיעד שנקבע, הנחה שהיא כאמור אינה משקפת את המציאות כפי שהוצגה בממצאים אמפיריים רבים.
התיחסות לא סימטרית לסטיות של משתנים כלכליים מערכים "מועדפים" קיימת בכמה תחומים, למשל, בעבודות אקונומטריות העוסקות בבנית מודלים לחיזוי של משתנים (למשל Christoffersen & Diebold (1996)), עבודות תיאורטיות המנתחות את התנהגותו של הבנק המרכזי ומתיחסות באופן לא סימטרי לסטיות מהתוצר הפוטנציאלי (למשל Cukierman (2000)) ועבודות הבוחנות את התנודתיות בשער החליפין ומתיחסות באופן לא סימטרי לתנודות כלפי מעלה לעומת תנודות כלפי מטה.
עבודות תיאורטיות העוסקות בניתוח התנהגות הבנק המרכזי במשטר של יעדי אינפלציה מניחות קיומה של פונקצית הפסד ה"מענישה" על סטיה מהיעד שנקבע, פונקציות ההפסד אשר מהוות את הבסיס למסקנות התיאורטיות הן פונקציות הפסד סימטריות ריבועיות, קרי, התיחסות זהה לסטיה חיובית וסטיה שלילית מיעד האינפלציה שנקבע. גם בניתוחים מורכבים יותר המכילים התיחסות לתוצר, ההתיחסות לסטיה מהתוצר הפוטנציאלי היא ריבועית סימטרית בניגוד לעבודות שהוזכרו לעיל שם קיימת הנחת העדר סימטריות.
בעבודה זו אשתמש במודל הנפוץ והמקובל בספרות העוסק במדיניות של יעדי אינפלציה, המודל של Svensson, תוך ביצוע שינויים בפונקצית ההפסד המהווה את הבסיס למודל – מפונקצית הפסד ריבועית סימטרית לפונקצית הפסד ריבועית לא סימטרית ופונקצית הפסד מעריכית לא סימטרית.

הסעיף השני יסקור ספרות הנוגעת ליעדי אינפלציה, את המודל התיאורטי הבסיסי של Svensson (1996) ואת המודל של Taylor (1993). הסעיף השלישי ידון בסיבות לקיומה של פונקצית הפסד אסימטרית ביחס לאינפלציה. הסעיף הרביעי יתאר וינתח את פונקצית ההפסד האסימטרית. סעיפים 5,6,7 יציגו את המודל ואת התוצאות תחת העדפות אסימטריות באינפלציה ובתוצר ביחד ולחוד. הסעיף השמיני יציג סימולציות של תוצאות המודל (קליברציה). הסעיף התשיעי יענה על השאלה האם הריבית של בנקים מרכזיים מכילה פרמיית סיכון בגין אי ודאות בתחזית. בסעיף העשירי סיכום.

2. סקירת ספרות

בעבודתו המפורסמת של Taylor (1993) טען כי ניתן להסביר את ההחלטה של ה – Fed על גובה הריבית באמצעות משוואה הכוללת בתוכה את האינפלציה ואת הסטיה מהתוצר הפוטנציאלי. לאחר הצגת עבודה זאת התפתחה הספרות והוסיפה במודל שינויים כאלה ואחרים. עבודות בולטות הן של Svensson שבהן הגיעו לכללים של Taylor דרך אופטימיזציה של פונקצית הפסד.

ניתן לחלק את הכללים הנובעים מהעבודות הנוגעות במדיניות עבור הבנק המרכזי לשני סוגים:

- כללים המתייחסים לכלי המדיניות – (Instrument rule) כללים המורים לבנק המרכזי כיצד ובאילו כלים להגיב לשינויים במשתנים שונים בכלכלה, למשל Taylor (1993), (1996)a, (1996)b ושל McCallum (1990).
- כללים הנובעים מיעדי מדיניות – (Target rule) כללי מדיניות אשר אמורים להביא את הכלכלה ליעדים שנקבעו, למשל Svensson (1996), (1998).

2.1. המודל של סוונסון (Svensson 1996)

המודל יוצא מ - 3 משוואות בסיסיות:

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \alpha_1 \cdot y_t + \alpha_2 \cdot x_t + \varepsilon_{t+1} \qquad (2.1)$$

משוואה זו היא עקומת פיליפס שבה האינפלציה (π) ב t+1 מושפעת מהאינפלציה בתקופה t (מדד לצפיות האינפלציה בתקופה t – צפיות נאיביות), מהסטיה של התוצר מהתוצר הפוטנציאלי (y) בתקופה הקודמת ומגורם אקסוגני (x).

$$y_{t+1} = \beta_1 \cdot y_t - \beta_2 \cdot (i_t - \pi_t) + \beta_3 \cdot x_t + \eta_{t+1} \qquad (2.2)$$

משוואה זאת היא צורה של משוואת IS. לפי משוואה זאת, המשתנים המשפיעים על התוצר בתקופה t+1 נקבעו כבר בתקופה t, ולכן אם רוצים לנקוט מדיניות שתשפיע על התוצר יש לקחת בחשבון שההשפעות יהיו על התוצר בתקופה הבאה.

פונקצית ההפסד היא:

$$L(\pi_t, y_t) = \frac{1}{2} \cdot \left[(\pi_t - \pi^*)^2 + \lambda y_t^2 \right] \qquad (2.3)$$

כאשר: λ - היא המשקל היחסי שנותנים ליציבות בתוצר יחסית לסטיה מיעד האינפלציה.

בעבודתו הניח $\beta_3 = 0$, ופתר את בעית האופטימיזציה תחת i.

2.2. המודל של Taylor

המודל עוסק בקשר הקיים בין האינפלציה להשתנות בתוצר והפוך. מודל זה יוצא מ 3 משוואות בסיסיות:

$$y_t = -\beta(i_t - \pi_t - r^*) + \mu_t \tag{2.5}$$

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \alpha y_{t-1} + e_t \tag{2.6}$$

$$i_t = r^* + \pi_t + g y_t + h(\pi_t - \pi^*) + v_t \tag{2.7}$$

כאשר:

y_t - הסטיה מהתוצר הפוטנציאלי.

r^* - ריבית של שיווי משקל.

π^* - יעד אינפלציה.

משוואה (2.5) מציגה את הסטיה מהתוצר הפוטנציאלי כפונקציה של סטית שער הריבית הריאלי מרמת שיווי משקל של הטווח הארוך. משוואה (2.6) מייצגת את עקומת פיליפס. משוואה (2.7) מייצגת את פונקצית התגובה של הבנק המרכזי. h, g הם מקדמי תגובה לחריגה של האינפלציה מיעד האינפלציה ולסטיה של התוצר מהתוצר הפוטנציאלי.

2.3. פונקצית ההפסד בספרות

פונקציות ההפסד הן למעשה תחליף לפונקציות התועלת המהוות את הבסיס לעבודות רבות העוסקות במיקרו ובמקרו כלכלה (למשל Ramzzi, Hall ועוד). בעבודות אלה המטרה היתה מקסום התועלת תחת אילוצים שונים.
אחד הראשונים שדן בפונקציות הפסד כתחליף לפונקציות רווחה כלל משקיות היה Tinbergen (1952). בעבודתו שם את הבסיס לעבודות שדנו בייצוב המחזוריות שבמשתנים מקרו כלכליים.

פונקציות הפסד סימטריות (ריבועיות) היוו את הבסיס לכל העבודות העוסקות בבנית פונקצית התגובה האופטימלית לבנק המרכזי במשטר של יעדי אינפלציה ותוצר (למשל Rogoff (1985), Walsh (1995), Green (1996), (1997), Svensson (1996))
שימוש בפונקצית הפסד לא סימטרית בהקשרים שונים מסטיה מיעדי אינפלציה נמצא בעבודתם של Christoffersen & Diebold (1996) שהשתמשו בפונקצית הפסד לא סימטרית כדי לבנות את אופן

התפתחות התחזיות. בתחום הכלכלה הפוליטית הוצגה פונקצית הפסד לא סימטרית על ידי Tabellini (1999) ועל ידי Cukierman (2000) שבחן את ההטיה האינפלציונית שמתבטאת ברצון להחזיק רמת תעסוקה גבוהה מהרמה הטבעית תוך שימוש בפונקצית הפסד לא סימטרית מהסוג *if*.

במאמר לדיון Ruge – Murcia (2001) אשר לראשונה בספרות, מתבסס על פונקצית הפסד לא סימטרית של הבנק המרכזי בהתיחס לסטיה מיעד האינפלציה, בנה מודל של תורת המשחקים עבור משק בו שני שחקנים, הממשלה והבנק המרכזי. לפי המודל, לבנק המרכזי העדפות אסימטריות ביחס לסטיה מיעד האינפלציה ולממשלה העדפות של "הטיה אינפלציונית". אחת התוצאות של המודל התיאורטי שהוצג בעבודה, היא ששיעור האינפלציה הממוצע יכול להיות מעל היעד או מתחתיו (בהתאם לרמת ההעדפות ה"אנטי אינפלציוניות" של הבנק) בעוד שבעבודות בהן השתמשו בפונקצית הפסד ריבועית סימטרית האינפלציה הממוצעת תמיד תהיה מעל היעד.

3. מדוע הפסד אסימטרי?

בעבודתם של Barro and Gordon (1983), בה דנו ברווח של הממשלה הנובע מאינפלציה, התבססו על פונקצית "ענישה" המענישה על עצם קיומה של האינפלציה מצד אחד ומצד שני הענישה הכוללת קטנה עקב הרווח של הממשלה ממס האינפלציה (אחד המניעים ל"הטיה האינפלציונית"):

$$z = \frac{a}{2}\pi^2 - b(\pi - \pi^*)$$

מפונקצית הפסד זאת נראה כי גם הממשלה באופן בסיסי אינה מעוניינת באינפלציה אך מוכנה לוותר על חוסר עניין זה תמורת מס אינפלציה. ניתן גם לראות כי ככל שהאינפלציה גבוהה יותר כך ההפסד הנובע גדל (ההפסד השולי, $\frac{\partial z}{\partial \pi}$, מהאינפלציה גדל עם הגידול באינפלציה).

כמובן שלבנק המרכזי יש סיבות נוספות לעובדת היותו "שונא אינפלציה" למשל התחיבותו להשגת יעד אינפלציה (ראה עבודות בנושא חוזה אופטימלי של הבנק המרכזי) עיקר המאמץ שלו בכל הנוגע לאינפלציה הוא להורידה.

בעשורים האחרונים סבלו מדינות רבות מאינפלציה גבוהה והושקעו מאמצים רבים להדבירה. בעקבות זאת בקרב מדינות רבות קיים חשש רב יותר מאינפלציה גבוהה מאשר מאינפלציה נמוכה.

מרשימת המטרות של הבנק המרכזי בהשגת יעד האינפלציה, עולה מגוון רחב של סיבות להפחתת האינפלציה לכיוון השגת היעד שנקבע (במידה ושיעור האינפלציה בפועל גבוה מהיעד). מול כל אותן סיבות להורדת האינפלציה ליעד שנקבע ניצבות שתי סיבות להעלאת שיעור האינפלציה לכיוון יעד זה והן, יצוב המחזוריות והשגת אמינות. שתי סיבות אלה תומכות גם במטרה של הבנק להפחתת האינפלציה לכיוון היעד בנוסף לסיבות הרבות התומכות בהורדת האינפלציה.

יוצא מכך שלבנק המרכזי יש יותר סיבות להורדת האינפלציה (כשנמצאים מעל היעד) מאשר להעלאת האינפלציה (כשנמצאים מתחת היעד). תוצאה זאת מצדיקה את קיומה של פונקצית ההפסד האסימטרית ביחס לאינפלציה.

אם נבצע פעולה של סכימת הענישות בגין כל אחת מהסיבות נקבל פונקצית הפסד המענישה בגין כל חריגה מהיעד אך מענישה יותר על חריגה חיובית מיעד האינפלציה (והפוך במקרה של יעד תוצר), במלים אחרות נקבל פונקצית הפסד אסימטרית בצורה כזו או אחרת.

גם בבחינה אמפירית מתקבל ביסוס לפונקצית הפסד לא סימטרית למשל, בעבודתם של Jordi & Mark & Clarida (1998) שם בדקו בנקים מרכזיים של קבוצת מדינות גילו כי הם מתנהגים באופן לא סימטרי לסטיה מיעדי אינפלציה, תוצאה דומה התקבלה גם בהתנהגות הבנק המרכזי של גרמניה בעבודתם Mark & Clarida (1997).

בעבודתם של Cukierman & Muscatelli (2002) נבחנו מדינות ה – G7 ונמצא ביסוס אמפירי לקיומן של העדפות אסימטריות. גם בעבודתה של Alexandra Olmedo (2002) נבחנה שאלת האסימטריות ב – 9 ממדינות ה – OECD ונמצא ביסוס אמפירי להתנהגות האסימטרית בריבית הבנק המרכזי.

תוצאה אמפירית נוספת שהתקבלה בעבודה Jordi & Mark & Clarida (1998) מצביעה על העובדה כי בנקים מרכזיים של מדינות קטנות נוטים להחזיק ריבית גבוהה יותר מזו המתאימה לתנאים המקרו כלכליים שלה, כפי שהתקבל במודל שיוצג בהמשך התנהגות לא סימטרית יכולה להסביר תופעה זאת.

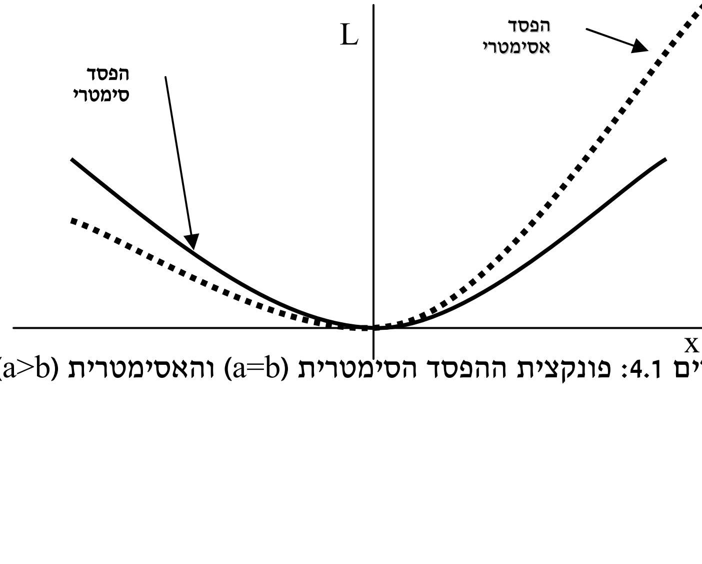
4. פונקצית ההפסד האסימטרית

4.1. הצגה של פונקצית ההפסד

x – הסטיה מהיעד

פונקצית הפסד ריבועית מסוג if עבור יעד אחד:
$$L(x) = \begin{cases} a \cdot x^2 \ , if \ x > 0 \\ b \cdot x^2 \ , if \ x < 0 \end{cases}$$

כאשר קיימות העדפות לא סימטריות המשקל שניתן לסטיה חיובית a גבוה מהמשקל שניתן לסטיה שלילית b כלומר, עבור סטיה חיובית נתונה מתקבל הפסד אשר יתקבל גם כתוצאה מסטיה שלילית גדולה יותר.



תרשים 4.1: פונקצית ההפסד הסימטרית (a=b) והאסימטרית (a>b)

4.2. פונקצית ההפסד האסימטרית בהשוואה לפונקצית ההפסד הסימטרית

כאן אערוך השוואה בין ההפסד מסטיה מהיעד בין הפונקציות השונות. תחת ההנחה הבסיסית לפיה בנק מרכזי אסימטרי רגיש יותר מבנק מרכזי סימטרי בעטיה של סטיה חיובית בגודל זהה מהיעד ורגיש פחות במקרה של סטיה שלילית מהיעד. נציין כאן כי הניתוח עבור סטיה מהתוצר הפוטנציאלי הוא הפוך.

נוכל לסכם זאת כך:

$$L_1(x) < L_2(x) \quad for \quad x > 0$$
$$L_1(x) > L_2(x) \quad for \quad x < 0$$

כאשר:

L_1 – ההפסד עבור בנק סימטרי.

L_2 – ההפסד עבור בנק אסימטרי.

x – הסטיה מהיעד $x = \left(\pi - \pi^*\right)$.

נציג זאת באופן מפורט יותר:

$$L_1(x) = a \cdot x^2$$

$$L_2(x) = b_1 \cdot x^2 \quad for \quad x > 0$$
$$L_2(x) = b_2 \cdot x^2 \quad for \quad x < 0$$

בהתאם לנאמר לעיל צריך להתקיים: $b_1 > a > b_2$

מהגדרת האסימטריות מתקבל שההפסד מסטיה חיובית גבוה יותר מאשר ההפסד מסטיה שלילית, כדי לבנות חוקיות שתסייע בהשוואת התוצאות ניתן לדרוש מפונקצית ההפסד שהשטח מתחת לשתי הפונקציות יהיה שווה, המשמעות, עבור הבנק האסימטרי: ההקטנה בהפסד של הבנק האסימטרי ביחס להפסד של הבנק הסימטרי במקרה של סטיה שלילית בגודל x_0 היא הגידול בהפסד של הבנק האסימטרי ביחס להפסד של הבנק הסימטרי מסטיה חיובית בגודל x_0. המשמעות בדרך אחרת:

$$L_1(-x_0) - L_2(-x_0) = L_2(x_0) - L_1(x_0)$$

ולכן:

$$\int_{-\infty}^{\infty} ax^2 dx = \int_{-\infty}^{0} b_1 x^2 dx + \int_{0}^{\infty} b_2 x^2 dx$$

$$\frac{a}{3} \cdot \lim_{x \to \infty} \left(x^3 - (-x)^3\right) = \frac{b_1}{3} \cdot \lim_{x \to \infty} \left(x^3\right) + \frac{b_2}{3} \cdot \lim_{x \to \infty} \left((-x)^3\right)$$

$$\Rightarrow 2a = b_1 + b_2 \qquad (4.1)$$

5. המודל

5.1. תהליך קביעת הריבית על ידי הבנק המרכזי – המקרה הכללי

למשוואה (2.1), מתוך המשוואות שהיוו את הבסיס ל – Svensson (1996), נוסיף תקופה אחת לאחר שנניח $\beta_3 = 0$ ונקבל:

$$\pi_{t+2} = \pi_{t+1} + \alpha_1 \cdot y_{t+1} + \varepsilon_{t+2} \tag{5.1}$$

באמצעות הריבית שיקבע הבנק לתקופה t הוא יכול להשפיע על y_{t+1} שמשפיע אחר כך על π_{t+2}.

מאחר ובכל תקופה הבנק המרכזי מביא למינימום את ההפסד הנובע מסטיה של המשתנים עליהם יכול להשפיע על ידי הריבית לתקופה t, פונקצית ההפסד תכיל את הסטיה של משתנים אלה בלבד ובכל תקופה הבנק המרכזי בוחר לו שער ריבית אשר יביא את פונקצית ההפסד למינימום. הדבר שקול למינימיזציה של פונקצית הפסד המורכבת מהיוון הסטיות עד לאינסוף.

בשלב זה נפתור את הבעיה הכללית לפיה פונקצית ההפסד תלויה במקדמים ψ_i, λ_j. נציג את פונקצית ההפסד בצורה כללית:

$$L = \psi_i \left(\pi_{t+2} - \pi^*\right)^2 + \lambda_j y_{t+1}^2 \quad when \quad i = 1,2 \quad , \quad j = 1,2 \tag{5.2}$$

האילוצים העומדים בפני הבנק המרכזי הם: הקשר בין הריבית בתקופה t לסטיה בתוצר בתקופה t+1 והקשר בין הסטיה בתוצר והאינפלציה בתקופה t+1 לאינפלציה בתקופה t+2. הבנק המרכזי אינו יודע מה תהיה ההפרעה באינפלציה בתקופה t+2 ולכן אפשר להניח כי הוא מתייחס אליה כעל בעלת תוחלת אפס ולפיכך מבחינתו האילוץ שעומד בפניו לא יכלול את ההפרעה. הבנק יגיב להפרעה שתתרחש בתקופה t+2 רק בריבית שיקבע בתקופה t+3 לתקופה t+4. נדגיש כי המשתנים π_{t+1}, π_t, y_t אינם ידועים בזמן t-1 ועל הבנק המרכזי להציב תחזיות עבורן אשר יכולות להתגבש דרך משוואות ההתנהגות שהוצגו לעיל או דרך השווקים הפיננסיים וכד'.

כאן אשתמש במשוואות ההתנהגות כדי לבנות את התחזיות. התהליך כולו מופיע ב**<u>נספח A</u>**. להלן התחזיות עבור המשתנים המשמשים בבעית האופטימיזציה:

$$\pi^e_{t|t-1} = a_1 \cdot \pi_{t-2} + a_2 \cdot y_{t-2} - a_3 \cdot i_{t-2} \tag{5.3}$$

$$y^e_{t|t-1} = b_1 \cdot \pi_{t-2} + b_2 \cdot y_{t-2} - b_3 \cdot i_{t-1} - b_4 \cdot i_{t-2} \tag{5.4}$$

$$\pi^e_{t+1|t-1} = c_1 \cdot \pi_{t-2} + c_2 \cdot y_{t-2} - c_3 \cdot i_{t-1} - c_4 \cdot i_{t-2} \tag{5.5}$$

כל המקדמים a_i, b_i, c_i חיוביים.

בעיית האופטימיזציה שעל הבנק המרכזי לפתור מתבססת על תחזיות:

$$\min_{i_t} \quad L(\pi_{t+2}, y_{t+1}) = E\left(\psi_i \left(\pi_{t+2} - \pi^*\right)^2 + \lambda_j y_{t+1}^2 \middle| t-1\right)$$

$$s.t.$$

$$y_{t+1} = \beta_1 \cdot y_t - \beta_2 \cdot (i_t - \pi_t)$$

$$\pi_{t+2} = \pi_{t+1} + \alpha_1 \cdot y_{t+1}$$

מפיתרון הבעיה מתקבלת פונקצית התגובה הבאה:

$$\Rightarrow i_t = \underbrace{\frac{\alpha_1}{\beta_2 \cdot \left(\dfrac{\lambda_j}{\psi_i} + \alpha_1^2\right)}}_{d_1} \cdot \left(\pi_{t+1}^e\Big|_{t-1} - \pi^*\right) + \underbrace{\frac{\beta_1}{\beta_2}}_{d_2} \cdot y_t^e\Big|_{t-1} + \pi_t^e\Big|_{t-1} \tag{5.6}$$

$$\Rightarrow i_t = d_1 \cdot \left[\left(\pi_{t+1|t-1}^e\right) - \pi^*\right] + d_2 \cdot y_{t|t-1}^e + \pi_t^e\Big|_{t-1} \tag{5.7}$$

משוואת התגובה של הבנק המרכזי המתבססת על המידע המצוי בתקופה t-1 תלויה למעשה בתחזיות שהן למעשה היעד המיידי או לפי ההגדרה של Svensson (1996) – "יעדי ביניים". למעשה בסוף התהליך שהתחיל כ – *"Target rule"* מתקבלת משוואה המתאימה ל – *"Instrument rule"*. אם נתייחס לערכים של ψ_i, λ_j כאל ערכים קבועים נקבל שהמקרה הסימטרי – התוצאה שהתקבלה במשוואה (5.6), למעשה זהה לתוצאה של Svensson.

<u>משמעות התוצאה:</u>

- עבור $\lambda \to 0$ הפתרון יהיה זהה לפתרון עם יעד אינפלציה בלבד ומיד בתקופה t+2 נגיע ליעד האינפלציה התוצאה תהיה אותה תוצאה אם נניח ש $\psi \to \infty$ (ו - $\lambda \neq \infty$) המשמעות היא שאין חשיבות לגודלו של ψ אם אין שיקלול לסטיה מהתוצר הפוטנציאלי.
- הרצון להשיג יעד נוסף - סטיה מינימלית מתוצר פוטנציאלי מקטין את אגרסיביות התגובה של הריבית לעליה בשיעור האינפלציה בתקופה t+1 (הצפיות לאינפלציה שתהיה בתקופה t+1 בהתאם למידע המצוי בתקופה t).
- בטווח הזמן הארוך יושגו היעדים של עמידה ביעד האינפלציה ואיזון בתוצר.
- עם הגידול בשיקלול הסטיה מהתוצר הפוטנציאלי משך ההתכנסות יגדל.
- הגדלת יעד האינפלציה יגרור ירידת ריבית והפוך $\frac{\partial i_t}{\partial \pi^*} < 0$
- סטיה חיובית מתוצר פוטנציאלי תגרור העלאת ריבית $\frac{\partial i_t}{\partial y_t} < 0$

- ככל שהמקדם d_1 גדול יותר כך תגובת הריבית לסטיה מיעד האינפלציה תהיה חזקה יותר, מקדם זה תלוי במקדמי ההענשה והוא משתנה בהתאם למצב הכלכלה – מעל ליעדים או מתחת להם.

כעת נבנה את פונקצית התגובה המתבססת על המידע המצוי בזמן t, נציב את משוואות (5.3), (5.4), (5.5) (משוואות התחזיות) בתוך משוואה (5.7) ונקבל:

$$\begin{aligned} i_t = & \underbrace{(d_1c_1 + d_2b_1 + a_1)}_{e_1}\cdot \pi_{t-2} + \underbrace{(d_1c_2 + d_2b_2 + a_2)}_{e_2}\cdot y_{t-2} - \underbrace{(d_1c_3 + d_2b_3)}_{e_3}\cdot i_{t-1} \\ & - \underbrace{(d_1c_4 + d_2b_4 + a_3)}_{e_4}\cdot i_{t-2} - \underbrace{d_1}_{e_5}\cdot \pi^* \end{aligned} \qquad (5.8)$$

משוואת ההתנהגות של הבנק המרכזי שמתבססת על המידע המצוי בזמן t:

$$i_t = e_1 \cdot \pi_{t-2} + e_2 \cdot y_{t-2} - e_3 \cdot i_{t-1} - e_4 \cdot i_{t-2} - e_5 \cdot \pi^* \qquad (5.9)$$

המקדמים e_i עבור הבנק האסימטרי משתנים בהתאם לשיעורים הצפויים של האינפלציה והסטיה מהתוצר ביחס ליעד.

5.2. הצירוף האופטימלי של אינפלציה ותוצר

מתוך שילוב של פונקצית התגובה שהתקבלה (5.6) ומשוואות האילוצים נקבל משוואה אשר מצביעה על הצירוף האופטימלי של הערכים של (π_{t+2}, y_{t+1}). משוואה זאת היא למעשה הקו המכיל את נקודות ההשקה בין פונקצית ההפסד למשוואת האילוץ.

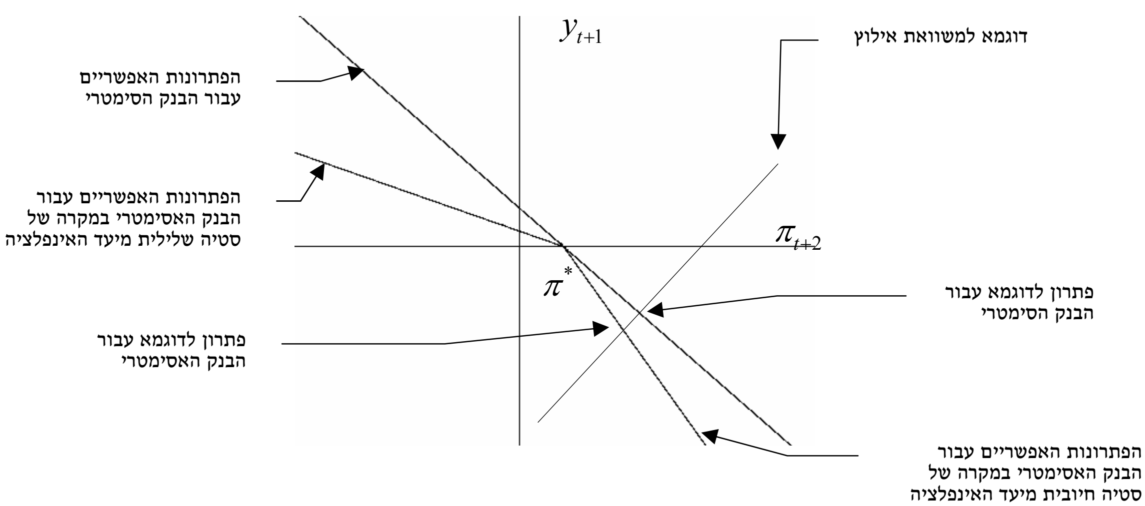
$$y_{t+1} = -\frac{\psi_i \alpha_1}{\lambda_j}\left(\pi_{t+2} - \pi^*\right) \qquad (5.10)$$

<u>משמעות התוצאה:</u>

- משוואה זו היא משוואת קו ליניארי בעל שיפוע שלילי העובר דרך הנקודה $(0, \pi^*)$ – נקודת היעד.
- קו זה שבור עבור הבנק האסימטרי כלומר, בעל שיפועים שונים משני צידי נקודת היעד וליניארי לכל אורכו עבור הבנק הסימטרי (המקרה הפרטי של המקרה האסימטרי).
- החיתוך בין קו זה לקו האילוץ (5.1) יתן את הפתרון האופטימלי האפשרי בהתאם למצב נתון.
- עם הגידול בשיקלול הסטיה מיעד האינפלציה השיפוע בערך מוחלט של הקו יגדל והקו יהיה קשיח יותר והפוך $\frac{\partial y_{t+1}}{\partial \psi} = -\frac{\alpha_1}{\lambda}\cdot\left(\pi_{t+2} - \pi^*\right)$, המשמעות: גידול בשיקלול שנותן הבנק המרכזי לסטיה מיעד האינפלציה יגרור נקודות שיווי משקל עם סטיה בתוצר (בערך מוחלט) גבוהה יותר.

- עם הגידול בשיקלול הסטיה מהתוצר הפוטנציאלי השיפוע בערך מוחלט של הקו יקטן והקו יהיה גמיש יותר והפוך $\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)\cdot\frac{\psi\cdot\alpha_1}{\lambda^2}=\frac{\partial y_{t+1}}{\partial\lambda}$, המשמעות: גידול בשיקלול שנותן הבנק המרכזי לסטיה מהתוצר הפוטנציאלי יגרור נקודות שיווי משקל עם סטיה נמוכה יותר בתוצר, בערך מוחלט (בהמשך נראה כי קצב ההתאמה לכיוון הנקודה $(0,\pi^*)$ ירד עם הגידול ב - λ).
- עם הגידול בשיעור התחלופה בין התוצר תקופה t+1 לאינפלציה תקופה t+2 השיפוע בערך מוחלט של הקו יגדל והקו יהיה קשיח יותר והפוך $\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)\cdot\frac{\psi}{\lambda^2}=\frac{\partial y_{t+1}}{\partial\alpha_1}$, המשמעות: ככל שרגישות האינפלציה לסטיה בתוצר גבוהה יותר כך נקודות שיווי המשקל יהיו עם סטיה (בערך מוחלט) גבוהה יותר בתוצר הפוטנציאלי.
- הגדלת יעד האינפלציה תזיז אופקית ימינה את הקו מה שיגרום לפתרונות אפשריים בהם הסטיה בתוצר הפוטנציאלי גבוהה יותר (לא בערך מוחלט!) (עבור קו אילוץ נתון) $\frac{\partial y_{t+1}}{\partial\pi^*}=\frac{\psi\cdot\alpha_1}{\lambda}>0$.
- קו הפתרונות האפשריים של הבנק האסימטרי יהיה מתחת לקו הפתרון הסימטרי כאשר קיימת העדפה אסימטרית באינפלציה וסימטרית בתוצר, אך כאשר ההעדפה היא אסימטרית בשני היעדים קו הפתרון האסימטרי יכול להיות גם מעל קו הפתרון הסימטרי או להתלכד איתו וכד'.

נציג את צירוף הערכים האופטימלי שיעדיף הבנק המרכזי עבור $(\pi_{t+2},\ y_{t+1})$ באופן גרפי:



תרשים 5.1: קוי הפתרונות האופטימליים עבור הבנקים השונים.

אם נציב במשוואה (5.10) את משוואת האינפלציה בתקופה t+2 ואת התוצאה נציב במשוואת האילוץ (5.1) נקבל:

$$\Rightarrow \pi_{t+2} = \pi_{t+1} - \frac{\psi_i \alpha^2{}_1}{\lambda_j + \psi_i \alpha_1^2}\left(\pi_{t+1} - \pi^*\right) \qquad (5.11)$$

מפתרונות אלה, אשר מביאים את ההפסד למינימום ואשר ינחו את הבנק המרכזי בקביעת ריבית אשר תגרום להשגת ערכים אלו, רואים כי האינפלציה בתקופה t+2 נמוכה מהאינפלציה בתקופה t+1 בפחות מאשר הסטיה מהיעד בתקופה t+1 שכן המקדם של $\left(\pi_{t+1} - \pi^*\right)$ קטן מ – 1. אם המקדם היה שווה ל – 1 היתה התאמה מלאה של האינפלציה כבר בתקופה הבאה אך מאחר וישנו גם יעד תוצר ההתאמה אינה מיידית, אם מקדם הענשה לסטיה מהתוצר היה שווה ל – 0 המקדם של $\left(\pi_{t+1} - \pi^*\right)$ היה שווה ל – 1 וההתאמה היתה מיידית. בהקשר של הסטיה מהתוצר ניתן לראות כי גם אם לא היה יעד אינפלציה (שקול למצב בו $\psi_i = 0$) לא היתה התאמה מידית של הסטיה אלא תהליך של התכנסות הסטיה לאפס.

5.3. העדפות אסימטריות ומשוואת ההתנהגות

לאחר שמצאנו את משוואת ההתנהגות הכללית של הבנק המרכזי אשר נבנתה עבור המקרה הכללי, נעסוק בשימוש המעשי בפונקציה. בזמן t-1 בבואו לקבוע את שער הריבית לזמן t הבנק האסימטרי צריך להחליט איזה ערך להציב במקדמים e_i או, מוקדם יותר, איזה ערך יקבל המקדם d_1 המכיל את מקדמי ההעדפות בפונקצית ההפסד. לפי פונקצית ההפסד שנבנתה, ה"הפסד" של הבנק המרכזי נקבע בהתאם ל - π_{t+2}, y_{t+1} ולפי הסטיה של ערכים אלה מהיעד נקבעים מקדמי ההעדפות λ_j, ψ_i יוצא איפוא, שהבנק צריך להגיב בהתאם לערכים שערכם יקבע בהתאם לתגובתו היום, יתרה מכך, כיצד הבנק יודע מה יהיה ערכם שכן הוא תלוי גם בהפרעות שיהיו בזמן t-1,t,t+1?. אציג 3 אפשרויות לפתור בעיה זאת: האחת, נניח שהבנק המרכזי ישתמש במידע המצוי לרשותו אודות האינפלציה והתוצר (למשל צפיות אדפטיביות) וישווה מידע זה ליעדים שנקבעו ובהתאם לכך יחליט על ערכי המקדמים λ_j, ψ_i אותם יציב במשוואת ההתנהגות שהוצגה לעיל (5.9), השניה, היא להשתמש בערכים π_{t+1}, y_t (כאומדנים לערכים הצפויים של π_{t+2}, y_{t+1}) אשר ערכם הצפוי מזין את משוואת ההתנהגות ואף ניתן לחישוב באמצעות משוואות (5.4), (5.5) (בדרך בה נשתמש לתהליך הקליברציה), השלישית, היא להשתמש בתחזיות לאינפלציה וכד' אשר מידע אודותן זמין באופן יומי דרך השווקים הפיננסיים וכד'. בשלב זה, בחלק התיאורטי, אשתמש בערכים π_{t+1}, y_t ללא ציון המקור לערכם שכן זה אינו משנה את הניתוח מאחר והניתוח הבא הוא ניתוח השוואתי.

לאחר שהוצג המודל עבור המקרה הכללי ננתח שני סוגי בנקים אסימטריים הראשון בעל העדפות אסימטריות באינפלציה וסימטריות בתוצר והשני בעל העדפות אסימטריות בשני היעדים, את שני המקרים אשווה גם לבנק הסימטרי.

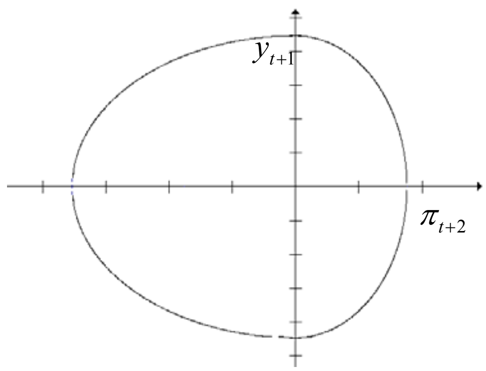
6. השגת יציבות סימטרית בתוצר והפסד אסימטרי באינפלציה

בחלק זה אדון במקרה בו לבנק המרכזי יש 2 יעדים – יעד תוצר ויעד אינפלציה. המטרות של הבנק המרכזי הן השגת יציבות בתוצר כלומר, להביא את הסטיות של התוצר מהתוצר הפוטנציאלי למינימום והשגת יעד האינפלציה שנקבע תחת ההנחה שהבנק המרכזי רגיש יותר לסטיה חיובית מהיעד מאשר לסטיה שלילית.

פונקצית ההפסד הנובעת ממטרות אלה:

$$L = \begin{cases} \psi_1\left(\pi_{t+2} - \pi^*\right)^2 + \lambda y_{t+1}^2 & for \quad \pi_{t+2} < \pi^* \\ \psi_2\left(\pi_{t+2} - \pi^*\right)^2 + \lambda y_{t+1}^2 & for \quad \pi_{t+2} > \pi^* \end{cases}$$

בעבודתו של Svensson (1996) הניח: $\psi_1 = \psi_2 = \frac{1}{2}$



תרשים 6.1: פונקצית ההפסד, אסימטריות באינפלציה וסימטריות בתוצר

בגלל עקרון האסימטריות מתקיים: $\psi_2 > \psi_1$ ובהתאם לניתוח ב – 4.2: $\psi_1 + \psi_2 = 2\psi$ כאשר ψ הוא מקדם ההענשה של סטיה מיעד האינפלציה במקרה של הבנק הסימטרי, מכאן נקבל: $\psi_2 > \psi > \psi_1$ ולכן עבור מצב בו הבנק המרכזי האסימטרי חושש שימצא מעל יעד האינפלציה ישתמש במקדם ψ_2 שגבוה מהמקדם ψ המתאים לבנק הסימטרי ובמקדם ψ_1 שנמוך מהמקדם ψ כאשר הבנק צופה סטיה שלילית מיעד האינפלציה.

6.1. העדפות הבנק המרכזי והמשתנים הכלכליים

בהתבסס על פונקצית התגובה האופטימלית (5.7), ניתן לראות כיצד ערכו של d_1 משפיע על גובה הריבית אשר יחזיק הבנק:

$$\frac{\partial i_t}{\partial d_1} = \left[\left(\pi^e_{t+1|t-1}\right) - \pi^*\right]$$

אם הסטיה של $\pi^{e}_{t+1|t-1}$ (הערך שמתקבל לאחר שהבנק השתמש במשוואה (5.5)) מיעד האינפלציה היא שלילית אזי, ככל שהמקדם d_1 גדול יותר כך הריבית תהיה נמוכה יותר, ככל שהמקדם d_1 יהיה נמוך יותר כך הריבית שיחזיק הבנק במקרה זה תהיה גבוהה יותר. אם הסטיה של $\pi^{e}_{t+1|t-1}$ מיעד האינפלציה היא חיובית אזי, ככל שהמקדם d_1 גדול יותר כך הריבית תהיה גבוהה יותר, ככל שהמקדם d_1 יהיה נמוך יותר כך הריבית שיחזיק הבנק במקרה זה תהיה נמוכה יותר.

ננתח כעת את המקדם d_1: $d_1 = \dfrac{\alpha_1}{\beta_2 \cdot \left(\dfrac{\lambda}{\psi_i} + \alpha_1^2\right)}$

כפי שניתן לראות המקדם d_1 מושפע מהפרמטרים: $\alpha_1, \beta_2, \lambda, \psi_i$ כאשר הפרמטרים $\alpha_1, \beta_2, \lambda$ זהים עבור שני סוגי הבנקים, הפרמטרים ψ_i אשר מתאימים לבנק המרכזי האסימטרי שונים מהפרמטר ψ המתאים לבנק הסימטרי (בהתאם לתנאים שהוצגו לעיל) ולכן יהיה שוני במקדם d_1 בין שני סוגי הבנקים.

<u>מקרה 1</u> – הסטיה של $\pi^{e}_{t+1|t-1}$ מיעד האינפלציה היא שלילית: הבנק המרכזי ישתמש בפרמטר ψ_1 שהוא נמוך מ – ψ_2 ומ – ψ, התוצאה תהיה:

$$\pi^{e}_{t+1|t-1} < \pi^{*} \Rightarrow \frac{\lambda}{\psi_1} > \frac{\lambda}{\psi} \Rightarrow d_1(\text{אסימטרי}) < d_1(\text{סימטרי}) \Rightarrow i_t(\text{אסימטרי}) > i_t(\text{סימטרי})$$
$$\Rightarrow \pi_{t+2}(\text{אסימטרי}) < \pi_{t+2}(\text{סימטרי}), y_{t+1}(\text{אסימטרי}) < y_{t+1}(\text{סימטרי})$$

באחד משלבי פתרון בעיית האופטימיזציה התקבלה המשוואה: $y_{t+1} = -d_1(\pi_{t+1} - \pi^{*})$ ולכן הפער בתוצר בשני המקרים הוא חיובי.

<u>מקרה 2</u> – הסטיה של $\pi^{e}_{t+1|t-1}$ מיעד האינפלציה היא חיובית: הבנק המרכזי ישתמש בפרמטר ψ_2 שהוא גבוה מ – ψ_1 ומ – ψ, התוצאה תהיה:

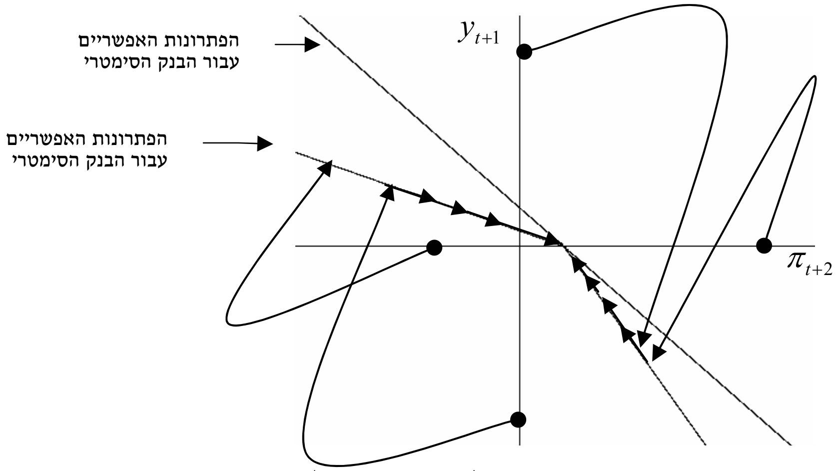
$$\pi^{e}_{t+1|t-1} > \pi^{*} \Rightarrow \frac{\lambda}{\psi_2} < \frac{\lambda}{\psi} \Rightarrow d_1(\text{אסימטרי}) > d_1(\text{סימטרי}) \Rightarrow i_t(\text{אסימטרי}) > i_t(\text{סימטרי})$$
$$\Rightarrow \pi_{t+2}(\text{אסימטרי}) < \pi_{t+2}(\text{סימטרי}), y_{t+1}(\text{אסימטרי}) < y_{t+1}(\text{סימטרי}) < 0$$

משני המקרים רואים כי הריבית שיחזיק הבנק האסימטרי גבוהה מהריבית שיחזיק הבנק הסימטרי. כאשר האינפלציה מתחת היעד, ההפסד הנובע עבור הבנק הסימטרי גבוה יותר מזה של הבנק האסימטרי ולכן ינקוט בפעולות חזקות יותר להגברת האינפלציה (כמו הורדת ריבית) מאשר הבנק האסימטרי אשר ההפסד הנובע ממצב זה עבורו הוא יותר נמוך (לכן יוכל להמשיך להחזיק ריבית גבוהה יחסית).

6.3. תהליך ההתכנסות לעמידה ביעד

משוואת האילוץ (5.1) חותכת את ציר ה - π_{t+2} בנקודה $(\pi_{t+1},0)$ ולכן הפתרון יגרור ריבית בתקופה t כך ש - π_{t+2} יהיה קרוב יותר ליעד מאשר π_{t+1} ובתקופה הבאה הערך π_{t+2} יהיה נקודת החיתוך של קו האילוץ עם הציר האופקי ולכן האינפלציה בתקופה שלאחר מכן תהיה קרובה יותר ליעד מאשר תקופה קודמת וכך הלאה עד להתכנסות לנקודה $(\pi^*,0)$.

נדגיש כי קו הפתרונות האסימטרי במקרה של יעד סימטרי בתוצר ואסימטרי באינפלציה יהיה שבור ומתחת לקו הפתרונות הסימטרי. להלן 4 נקודות מוצא שונות ותהליך ההתכנסות לנקודת היעד:



תרשים 6.2: תהליך ההתכנסות המקרה האסימטרי לעמידה ביעד לאחר הפרעות שונות

אם נקודת המוצא היא שוק חיובי באינפלציה או שוק חיובי בתוצר (שמתבטא בתקופה הבאה כשוק חיובי באינפלציה) המשמעות היא שבתקופת השוק, הריבית הריאלית נמוכה יותר ולכן יש האצה בפעילות הכלכלית ובתקופה הבאה נראה סטיה חיובית בתוצר. תגובת הבנק המרכזי תהיה העלאת ריבית שתגרום לירידה בתוצר ובאינפלציה ולכן המשק יחל בתהליך התכנסות לטווח הארוך מהרביע הרביעי.

אם נקודת המוצא שוק שלילי באינפלציה או שוק שלילי בתוצר (שמתבטא בתקופה הבאה כשוק שלילי באינפלציה) המשמעות היא שבתקופת השוק, הריבית הריאלית עולה ולכן הדבר מתבטא בירידה נוספת בתוצר ובאינפלציה. תגובת הבנק המרכזי תהיה הורדה של הריבית שתגרום להאצת הפעילות הכלכלית והמשק יתכנס לטווח הארוך דרך הרביע השני.

השוני בין הבנק הסימטרי לאסימטרי בדיון זה מתמקד במקדם ההענשה ψ_i אשר משפיע על אגרסיביות התגובה לפיכך:

- משק אשר בו הבנק המרכזי נוקט בגישה לא סימטרית יתכנס לנקודת $(\pi^*,0)$ מהר יותר מאשר משק עם בנק מרכזי הנוקט בגישה הסימטרית אם עמדת הפתיחה של משק זה היא אינפלציה חיובית (משוואת אילוץ עוברת מימין לנקודה $(\pi^*,0)$).

- משק אשר בו הבנק המרכזי נוקט בגישה לא סימטרית יתכנס לנקודת $(\pi^*,0)$ לאט יותר מאשר משק עם בנק מרכזי הנוקט בגישה הסימטרית אם עמדת הפתיחה שלו היא אינפלציה שלילית (משוואת אילוץ עוברת מימין לנקודה $(\pi^*,0)$).

6.4. יציבות סימטרית בתוצר ואסימטרית באינפלציה – סיכום

מאחר וכאן הדיון היה במצב בו הבנק המרכזי מעוניין בהשגת יציבות בתוצר אך מצד שני בעל העדפות אסימטריות בכל הנוגע לסטיה מיעד האינפלציה, לא בוצעה הפרדה בין המקרים בהם הסטיה מהתוצר הפוטנציאלי היא חיובית או שלילית. להלן טבלה המסכמת את הדיון:

		נקודת הפתיחה	
		$\pi^e_{t+1\mid t-1} < \pi^*$	$\pi^e_{t+1\mid t-1} > \pi^*$
	ריבית – i_t	$i_t(asym) > i_t(sym)$	$i_t(asym) > i_t(sym)$
	אינפלציה – π_{t+2}	$\pi_{t+2}(asym) < \pi_{t+2}(sym)$	$\pi_{t+2}(asym) < \pi_{t+2}(sym)$
	תוצר – y_{t+1}	$y_{t+1}(asym) < y_{t+1}(sym)$	$y_{t+1}(asym) < y_{t+1}(sym)$
משך ההתכנסות להשגת היעד לאחר:	שוק חיובי באינפלציה	הבנק האסימטרי מהיר מהסימטרי	
	שוק שלילי באינפלציה	הבנק האסימטרי איטי מהסימטרי	

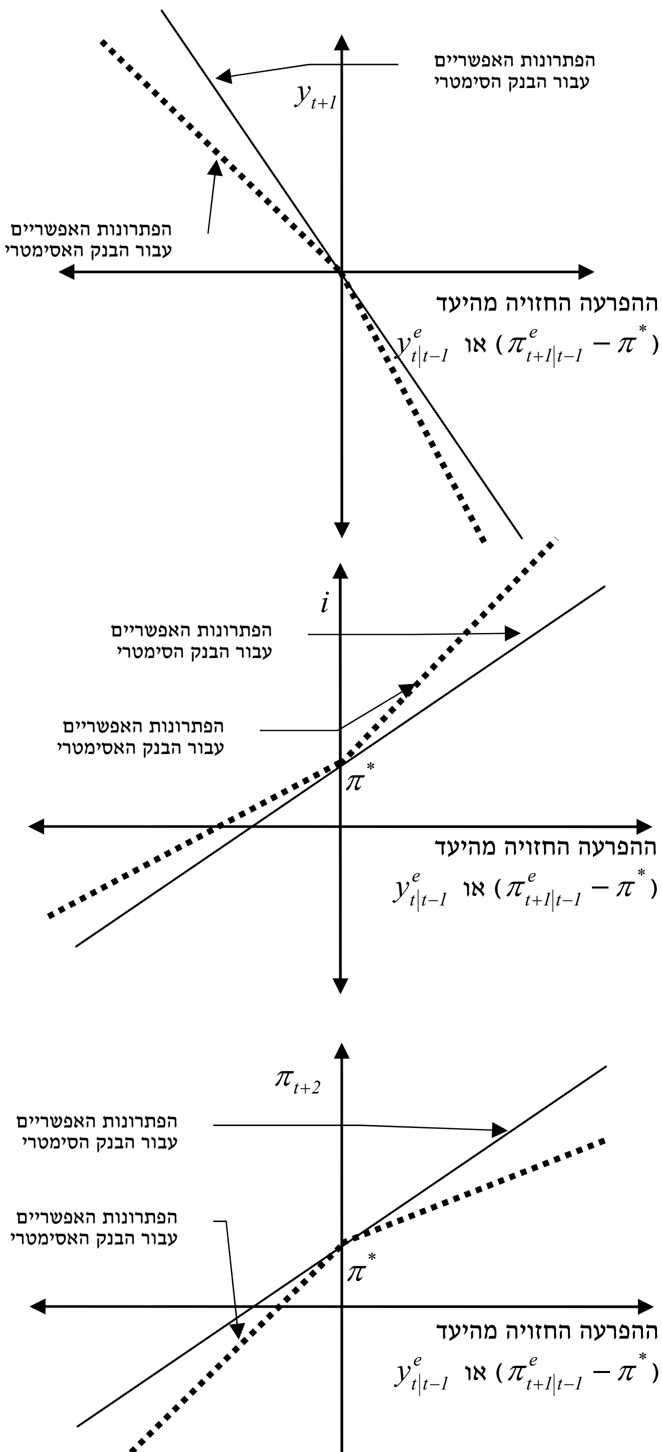
טבלה 6.1: סיכום המקרה של יציבות סימטרית בתוצר ואסימטרית באינפלציה

מתוך התוצאה שנתקבלה אודות הריבית הגבוהה שמחזיקים בנקים מרכזיים בעלי העדפות אסימטריות, ניתן לתת הסבר לתופעה המתקבלת מעבודות אמפיריות רבות לפיה בנקים מרכזיים (בדרך כלל של מדינות קטנות יחסית) נוטים להחזיק ריבית גבוהה יותר מזו המומלצת על ידי Taylor. נדגיש כי משוואת Taylor דומה למשוואה שהתקבלה במודל של Svensson, שהוצג בחלק של סקירת הספרות, והבסיס למודל זה היה ההעדפות הסימטריות.

למעשה הבנק בעל ההעדפות האסימטריות ינקוט במדיניות מוניטרית אשר תביא לכך שהאינפלציה תהיה נמוכה יותר מזו אשר ירצה הבנק בעל ההעדפות הסימטריות (עבור אותו יעד אינפלציה). בספרות לא נבחנה שאלת המיקום היחסי של גובה האינפלציה כפי שנבחנה שאלת גובה הריבית בין המדינות השונות, אך מהמסקנה אודות גובה הריבית של הבנק האסימטרי בשילוב הביסוס האמפירי מהספרות ניתן להסיק כי גם שיעור האינפלציה שישרור בפועל במדינות בהן הבנק המרכזי בעל העדפות אסימטריות יהיה נמוך משיעור האינפלציה שהיה קיים אילו לבנק המרכזי היו העדפות סימטריות.

בהמשך לקיומו של ההבדל במדיניות המוניטרית, גובה התוצר אשר ישאף אליו בנק מרכזי בעל העדפות אסימטריות נמוך מגובה התוצר שיעדיף הבנק המרכזי הסימטרי. מתוצאה זאת רואים כי התנהגות לא סימטרית גורמת למעשה לאיבוד תוצר תמורת השגת יעד אינפלציה.

ההבדלים בין הבנקים בהצגה גרפית:



ההתכנסות לעמידה ביעד מהירה יותר במקרה של הבנק בעל ההעדפות האסימטריות מאשר הבנק האסימטרי כאשר נקודת הפתיחה היתה אינפלציה מעל היעד ואיטית יותר כאשר נקודת הפתיחה היא אינפלציה מתחת היעד. נציין כי די בהפרעה מקרית כלשהי כדי להוציא את המשק מנקודת היעד אפילו לאחר תקופה ארוכה של עמידה בו והדיון הנדון רלוונטי גם לתהליך החזרה לנקודת היעד.

את הדיון במקרה בו לבנק המרכזי ישנם העדפות אסימטריות באינפלציה וסימטריות בתוצר ניתן לנתח גם תוך שימוש בפונקצית הפסד מעריכית אם כי ללא פתרון אנליטי. הבעיה והפתרון מוצגים ב<u>נספח **B**</u>.

7. יציבות אסימטרית בתוצר והפסד אסימטרי באינפלציה

כעת נדון במקרה בו לבנק המרכזי קיימת העדפה אסימטרית גם ביחס לסטיה מהתוצר הפוטנציאלי, סטיה חיובית מהיעד פירושה פעילות יתר במערכת הכלכלית וסטיה שלילית פירושה פעילות חסר במערכת. במקרה זה בפונקצית ההפסד של הבנק האסימטרי ינתן משקל קטן יותר עבור סטיה חיובית מאשר עבור סטיה שלילית מהתוצר הפוטנציאלי, לגבי הסטיה מיעד האינפלציה אין שינוי לעומת החלק הקודם. כפי שצויין בחלק של סקירת הספרות, הגדרה זו בפונקצית ההפסד נעשתה גם בעבודתו של Cukierman (2000).

פונקצית ההפסד:

$$L=\begin{cases}\psi_2\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)^2+\lambda_1 y_{t+1}^2 & for \quad \pi_{t+2}>\pi^* \ , \ y_{t+1}>0\\ \psi_1\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)^2+\lambda_1 y_{t+1}^2 & for \quad \pi_{t+2}<\pi^* \ , \ y_{t+1}>0\\ \psi_1\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)^2+\lambda_2 y_{t+1}^2 & for \quad \pi_{t+2}<\pi^* \ , \ y_{t+1}<0\\ \psi_2\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)^2+\lambda_2 y_{t+1}^2 & for \quad \pi_{t+2}>\pi^* \ , \ y_{t+1}<0\end{cases}$$

בעבודתו של Svensson (1996) הניח: $\psi_1=\psi_2=\frac{1}{2}$, $\lambda_1=\lambda_2=\lambda$ (מקרה פרטי של פונקצית ההפסד האסימטרית).

7.1. הגדרות והנחות

בדומה להנחות אודות גודל מקדמי ההענשה שערכנו במקרה של אסימטריות באינפלציה, נבנה מערכת הנחות דומה. בגלל עקרון האסימטריות מתקיים: $\lambda_2>\lambda_1$ כדי להיות יותר ממוקדים כך שיהיה קל יותר לבצע ניתוחים השוואתיים נניח כי: $\lambda_1+\lambda_2=2\lambda$ כאשר λ הוא מקדם ההענשה של סטיה בתוצר במקרה של הבנק הסימטרי, מכאן נקבל: $\lambda_2>\lambda>\lambda_1$ ולכן עבור מצב בו הבנק המרכזי האסימטרי חושש שהסטיה בתוצר תהיה חיובית ישתמש במקדם λ_1 שנמוך מהמקדם λ המתאים לבנק הסימטרי ובמקדם λ_2 שגבוה מהמקדם λ כאשר הבנק צופה סטיה שלילית בתוצר.

בנוסף, ניתן מסגרת גם ליחס בין λ_j לבין ψ_i: ברביע הראשון בו קיימת סטיה חיובית מיעד האינפלציה (תופעה "לא רצויה") וסטיה חיובית בתוצר (תופעה פחות "לא רצויה") סביר להניח כי העדפות הבנק המרכזי יראו כך: $\psi_2 > \lambda_1$ ובאותו עקרון נניח גם: $\psi_1 < \lambda_2$.

מידת חוסר הסימטריות של הבנק האסימטרי: ככל שמקדם הענשה בסטיה חיובית רחוק ממקדם הענשה במקרה של סטיה שלילית כך בנק זה הוא בעל העדפות אסימטריות חזקות יותר. נגדיר:

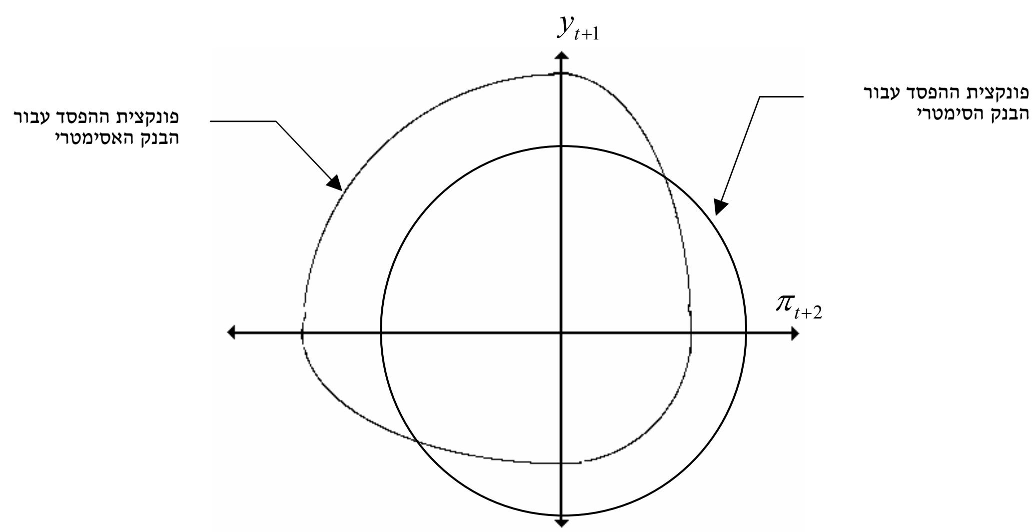
$$\psi_1 + \psi_2 = 2\psi \;,\; \psi_2 - \varepsilon = \psi \Rightarrow \psi_1 + \varepsilon = \psi$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 = 2\lambda \;,\; \lambda_1 + u = \lambda \Rightarrow \lambda_2 - u = \lambda$$

מהגדרה זאת עולה כי ככל ש – ε או u גדולים יותר כך הבנק האסימטרי בעל העדפות אסימטריות חזקות יותר והפוך. יתכן כי בנק יהיה בעל העדפות אסימטריות חזקות ביחס לאינפלציה ופחות חזקות ביחס לתוצר והפוך. בהתאם להנחות ולהגדרות, ברור כי הגרף של פונקצית ההפסד ישתנה בהתאם למקדמים.

<u>דוגמאות לפונקציות הפסד</u>

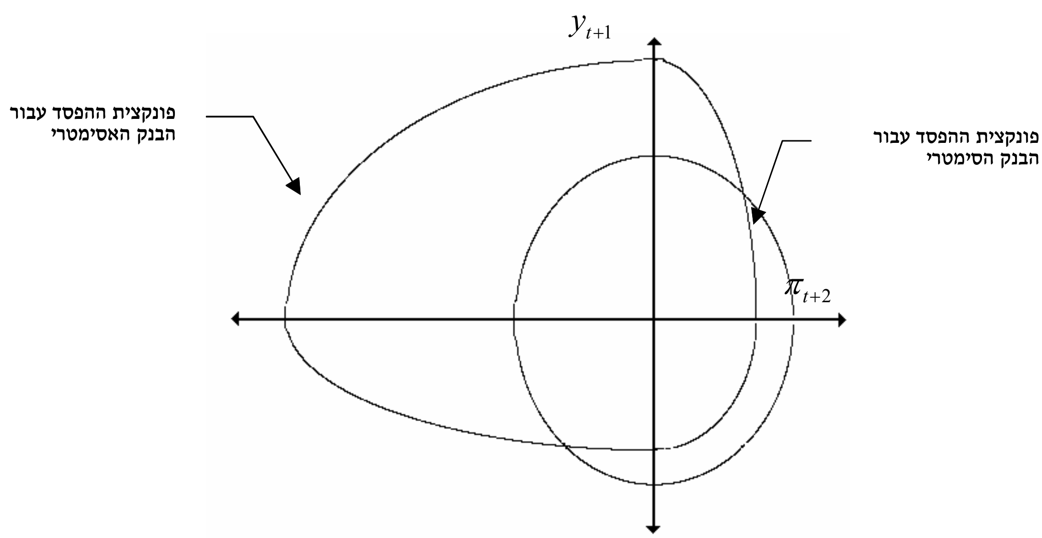
להלן גרף של פונקציות ההפסד עבור הבנק האסימטרי והבנק הסימטרי אשר מייצגות אותו הפסד עבור המקדמים הבאים: $\psi_1 = 0.2, \psi_2 = 0.8,\ \psi = 0.5,\ \ \lambda_1 = 0.2, \lambda_2 = 0.8\ \ \lambda = 0.5$:



תרשים 7.1: פונקצית הפסד סימטרית ואסימטרית

משילוב שני הגרפים של פונקציות ההפסד רואים כי ברבעון השני והרביעי הפונקציות "מקבילות" (הן למעשה חלק ממעגל בגלל השיקלול הזהה שניתן, במקרה זה, גם לסטיה חיובית מהתוצר וגם לסטיה שלילית מיעד האינפלציה והפוך) כאשר ברבעון השני הפונקציה של הבנק האסימטרי מעל זו של הבנק הסימטרי מאחר והבנק האסימטרי מוכן לקבל סטיה חיובית בתוצר וסטיה שלילית בתוצר באופן יותר "סלחני" מאשר הבנק הסימטרי, תופעה הפוכה מתרחשת ברבעון הרביעי (בשני רבעונים אלה לא יהיה חיתוך בין פונקציות ההפסד של הבנקים האסימטרי והסימטרי). ברבעונים הראשון והשני נחתכות פונקציות ההפסד אך פונקציות ההפסד ברבעונים אלו אינן רלבנטיות שכן הפתרון האופטימלי לא יושג שם (כזכור קו האילוץ בעל שיפוע חיובי), נקודת המוצא יכולה להמצא באחד משני רבעונים אלו אך מדיניות הבנק המרכזי תביא את הכלכלה להימצא כבר בתקופה הבאה ברבעון השני או הרביעי.
מגרף זה ברור כי השילוב בין סטיה בתוצר לשיעור האינפלציה שישיג הבנק הסימטרי שונה מהשילוב שישיג הבנק האסימטרי.

נציג סט נוסף של פונקציות הפסד המתאימות לשני סוגי הבנקים אך תחת שיקלולים שונים וזאת כדי שניתן יהיה להבחין כיצד השינוי בשיקלול משפיע על פונקצית ההפסד. המקדמים הם: $\psi_1 = 0.1, \psi_2 = 1.3, \ \psi = 0.7, \ \ \lambda_1 = 0.2, \lambda_2 = 0.8 \ \ \lambda = 0.5$.



תרשים 7.2: פונקצית הפסד סימטרית ואסימטרית

ניתן לראות כי פונקצית ההפסד נמשכת שמאלה, יותר מאשר פונקצית ההפסד שהוצגה קודם מאחר ששיקלול הסטיה מיעד האינפלציה נמוך יותר כאן, מצד שני הפונקציה נמשכת פחות ימינה מאשר הפונקציה הקודמת. חשוב להדגיש כי היחס בין המקדמים משפיע על צורת הפונקציה ולכן על הפתרונות שיושגו (כפי שנראה גם בהמשך הפתרון). גם מגרף זה רואים כי השילובים שיבחרו שני סוגי הבנקים יהיו שונים.

7.2. העדפות הבנק המרכזי והמשתנים הכלכליים

נשתמש בקשר בין המקדם d_1 לריבית שבא לידי ביטוי באמצעות הנגזרת:

$$\frac{\partial i_t}{\partial d_1}=\left[\left(\pi^e_{t+1|t-1}\right)-\pi^*\right]$$

סימן הנגזרת של הריבית לפי המקדם d_1 תלוי בסטיה של האינפלציה מהיעד כך שמקדם גדול יותר אינו מבטיח ריבית גבוהה יותר והפוך.

מאחר ובחלק זה קיים חוסר סימטריה גם בסטיה מהתוצר נפריד בין 4 מקרים המתאימים לארבעת הרבעונים:

<u>מקרה 1:</u> $y^e_{t|t-1}>0\ ,\ \pi^e_{t+1|t-1}>\pi^*$

במקרה זה: $\frac{\partial i_t}{\partial d_1}=\left(\pi^e_{t+1|t-1}-\pi^*\right)>0$ ולכן ככל ש – d_1 גדול כך הריבית שיחזיק הבנק המרכזי תהיה גבוהה יותר.

$$d_1=\frac{\alpha_1}{\beta_2\cdot\left(\frac{\lambda_1}{\psi_2}+\alpha_1^2\right)}=\frac{\alpha_1}{\beta_2\cdot\left(\frac{\lambda-u}{\psi+\varepsilon}+\alpha_1^2\right)}$$

כדי להשוות בין $d_1(\text{סימטרי})$ לבין $d_1(\text{אסימטרי})$ נבדוק את הסימן של הביטוי:

$$\frac{\lambda-u}{\psi+\varepsilon}-\frac{\lambda}{\psi}=\frac{-\overbrace{(\psi u+\lambda\varepsilon)}^{\text{חיובי}}}{\underbrace{\psi(\psi+\varepsilon)}_{\text{חיובי}}}<0\Rightarrow\frac{\lambda_1}{\psi_2}<\frac{\lambda}{\psi}\Rightarrow d_1(\text{אסימטרי})>d_1(\text{סימטרי})$$

$$d_1(\text{אסימטרי})>d_1(\text{סימטרי})\ ,\ \left(\pi^e_{t+1|t-1}-\pi^*\right)>0\ \Rightarrow i_t(\text{אסימטרי})>i_t(\text{סימטרי})$$

$$\Rightarrow\pi_{t+2}(\text{אסימטרי})<\pi_{t+2}(\text{סימטרי}),\,y_{t+1}(\text{אסימטרי})<y_{t+1}(\text{סימטרי})$$

במקרה זה ניתן לראות כי חוסר הסימטריות בשני היעדים מעמיק את השוני בין הבנק הסימטרי לאסימטרי. ככל שקיים חוסר סימטריות ביעדי תוצר ואינפלציה הערכים u ו - ε בהתאמה, יגדלו יותר ולכן המקדם d_1 יהיה גדול יותר מאשר במקרה הסימטרי, תוצאה דומה תתקבל גם במקרה השלישי (בהמשך). התוצאה, ריבית גבוהה יותר, אינפלציה נמוכה יותר ותוצר נמוך יותר.
תוצאה דומה תתקבל גם אם נקודת המוצא היא ברבעון השלישי.

<u>מקרה 2:</u> $\pi^e_{t+1|t-1} < \pi^* \ , \ y^e_{t|t-1} > 0$

במקרה זה: $\frac{\partial i_t}{\partial d_1} = \left(\pi^e_{t+1|t-1} - \pi^*\right) < 0$ ולכן ככל ש – d_1 גדול כך הריבית שיחזיק הבנק המרכזי תהיה נמוכה יותר.

$$d_1 = \frac{\alpha_1}{\beta_2 \cdot \left(\frac{\lambda_1}{\psi_1} + \alpha_1^2\right)} = \frac{\alpha_1}{\beta_2 \cdot \left(\frac{\lambda - u}{\psi - \varepsilon} + \alpha_1^2\right)}$$

כדי להשוות בין $d_1(\text{סימטרי})$ לבין $d_1(\text{אסימטרי})$ נבדוק את הסימן של הביטוי:

$$\frac{\lambda - u}{\psi - \varepsilon} - \frac{\lambda}{\psi} = \frac{\overbrace{\lambda\varepsilon - \psi u}^{\text{שלילי או חייב}}}{\underbrace{\psi(\psi - \varepsilon)}_{\text{חיובי}}} \Rightarrow \begin{cases} \lambda\varepsilon - \psi u > 0 \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\psi_1} > \frac{\lambda}{\psi} \Rightarrow d_1(\text{אסימטרי}) < d_1(\text{סימטרי}) \Rightarrow i_t(\text{אסימטרי}) > i_t(\text{סימטרי}) \\ \lambda\varepsilon - \psi u < 0 \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\psi_1} < \frac{\lambda}{\psi} \Rightarrow d_1(\text{אסימטרי}) > d_1(\text{סימטרי}) \Rightarrow i_t(\text{אסימטרי}) < i_t(\text{סימטרי}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} d_1(\text{אסימטרי}) < d_1(\text{סימטרי}) \Rightarrow \pi_{t+2}(\text{אסימטרי}) < \pi_{t+2}(\text{סימטרי}), y_{t+1}(\text{אסימטרי}) < y_{t+1}(\text{סימטרי}) \\ d_1(\text{אסימטרי}) > d_1(\text{סימטרי}) \Rightarrow \pi_{t+2}(\text{אסימטרי}) > \pi_{t+2}(\text{סימטרי}), y_{t+1}(\text{אסימטרי}) > y_{t+1}(\text{סימטרי}) \end{cases}$$

כפי שרואים, אם הכלכלה נמצאת ברבעון השני לא ניתן לקבוע, ללא מידע נוסף, איזה מן הבנקים יחזיק ריבית גבוהה יותר שכן הדבר תלוי ביחס שבין שיקלולי ההפסד הנובע מהסטיה מהיעד ובמידת חוסר הסימטריות של הבנק האסימטרי.

מהסתכלות מעמיקה רואים כי במצב זה, כמו גם במקרה הרביעי, חוסר הסימטריות בשני היעדים פועל בכוחות מנוגדים ועשוי, בסופו של דבר, לא להתבטא במדיניות הבנק.

תוצאה דומה תתקבל גם אם נקודת המוצא היא ברבעון הרביעי.

7.3. יציבות אסימטרית בתוצר ואסימטרית באינפלציה – סיכום

	נקודת הפתיחה	
	$\pi^{e}_{t+1\mid t-1} > \pi^{*} \; , \; y^{e}_{t\mid t-1} > 0$	$\pi^{e}_{t+1\mid t-1} < \pi^{*} \; , \; y^{e}_{t\mid t-1} > 0$
ריבית – i_t	$i_t(asym) > i_t(sym)$	לא חד משמעי
אינפלציה – π_{t+2}	$\pi_{t+2}(asym) < \pi_{t+2}(sym)$	לא חד משמעי
תוצר – y_{t+1}	$y_{t+1}(asym) < y_{t+1}(sym)$	לא חד משמעי
	נקודת הפתיחה	
	$\pi^{e}_{t+1\mid t-1} < \pi^{*} \; , \; y^{e}_{t\mid t-1} < 0$	$\pi^{e}_{t+1\mid t-1} > \pi^{*} \; , \; y^{e}_{t\mid t-1} < 0$
ריבית – i_t	$i_t(asym) > i_t(sym)$	לא חד משמעי
אינפלציה – π_{t+2}	$\pi_{t+2}(asym) < \pi_{t+2}(sym)$	לא חד משמעי
תוצר – y_{t+1}	$y_{t+1}(asym) < y_{t+1}(sym)$	לא חד משמעי

טבלה 7.1: סיכום המקרה של יציבות אסימטרית בתוצר ואסימטרית באינפלציה

לסיכום, הבנק המרכזי האסימטרי יחזיק ריבית גבוהה יותר מהבנק הסימטרי אם הסטיה מיעד האינפלציה חיובית וגם הסטיה בתוצר חיובית או הסטיה מיעד האינפלציה שלילית וגם הסטיה בתוצר שלילית (הימצאות ברבעון ראשון או שלישי). במקרה בו הסטיה מיעד האינפלציה שלילי וגם הסטיה בתוצר חיובית או הסטיה מיעד האינפלציה חיובית וגם הסטיה בתוצר שלילית (הימצאות ברבעונים שני או רביעי) לא ניתן לקבוע ללא מידע נוסף אודות מידת חוסר הסימטריות ויחס ההעדפות איזה מהבנקים יחזיק ריבית גבוהה יותר. כפי שהוצג בדיון, למעשה, גם אם נקודת המוצא היא מרבעונים ראשון או שלישי, תגובת הבנק המרכזי תוביל , כבר בתקופה הבאה, את הכלכלה לרבעונים שני או רביעי.

8. קליברציה של המודל

בשלב זה ננסה, באמצעות קליברציה למודל שהוצג, לבחון את תפקודו של המודל תחת סימולציות שונות: מקדמים שונים למשוואות המשקיות (המשוואות של Svensson) ושיקלולים שנותן הבנק המרכזי לעמידה ביעדים שבפונקצית ההפסד.

בעזרת הקליברציה של המודל נבחן כמה שאלות חשובות אודות המודל ואודות ההבדל במודל בין שני סוגי הבנקים למשל, משך הזמן העובר עד אשר שוק שניתן במשתנה מסויים "נשכח" מהמערכת (אם בכלל), ההבדל בין רמותיהם השונות של המשתנים הכלכליים ועוד.

המקרה אותו אנתח במסגרת זאת יהיה הבנק המרכזי בעל העדפות אסימטריות באינפלציה וסימטריות בתוצר מול הבנק המרכזי הסימטרי. הסיבה, כפי שהוסבר, מבחינה מעשית העדפות אסימטריות בשני יעדים פועלות בכיוונים מנוגדים ולכן המדיניות שנועדה להשיג יעדים אלו לא אפקטיבית.

כפי שהוסבר בבניית משוואות התחזית, בעת קביעת הריבית הבנק המרכזי מוצא את ערכם הצפוי של π_{t+1}, π_t, y_t (משוואות (5.20), (5.21), (5.22)) ומציבם במשוואת הריבית.

התהליך: הבנק המרכזי מחשב את התחזיות: $\pi^e_{t|t-1}$, $y^e_{t|t-1}$, $\pi^e_{t+1|t-1}$ ומציבן במשוואת הריבית, את ערכי השיקלולים בפונקצית ההפסד קובע הבנק בהתאם למיקום של תחזיותיו ביחס ליעד. לאחר שנקבעה הריבית לתקופה t היא קובעת את הסטיה בתוצר בתקופה t+1, הסטיה בתוצר בתקופה t+1 קובעת את שיעור האינפלציה בתקופה t+2, תהליך זה חוזר על עצמו בכל תקופה.

לפי המודל, בטווח הארוך, הריבית הנומינלית תהיה שווה ליעד האינפלציה, נקודת המוצא בקליברציה תהיה הימצאות בטווח הארוך זאת אומרת, (לפני השוק): הימצאות ביעד האינפלציה, סטיה מהתוצר הפוטנציאלי שווה ל – 0, ריבית נומינלית שווה ליעד האינפלציה (לפי המודל, ריבית ריאלית של שיווי משקל היא 0 בשונה מ – Taylor (1993). יש מקום לציין כי ניתן להוסיף במודל באופן פשוט ריבית ריאלית של שיווי משקל ששונה מ – 0).

על ערכי הפרמטרים של משוואות ההתנהגות: ערכי הפרמטרים עשויים להישתנות בין מדינות ותלויים במנגנוני התמסורת, במהירות התגובה, ברגישות ובעוד הרבה גורמים בכל מדינה ומדינה. מהירות תגובת הכלכלה לצעדים של הבנק המרכזי או לשוקים בכלכלה עצמה תלויים באופי הכלכלה. גם גובהה של הריבית הריאלית של שיווי משקל תלויה בכלכלה באותה מדינה ובגורמים שצוינו.

ננתח את הבנק האסימטרי לעומת הבנק הסימטרי:

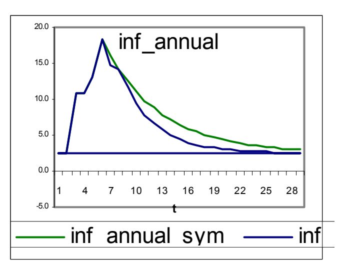
הפרמטרים:

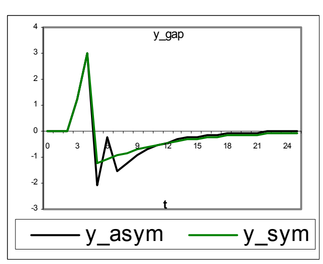
$$\alpha_1 = 0.4\,,\ \beta_1 = 1.5\,,\ \beta_2 = 0.6\,,\ \pi^* = 2.5\%$$

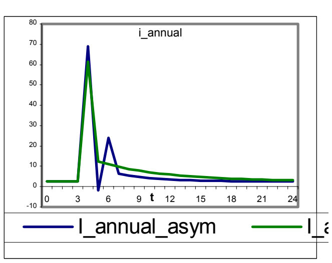
$$\psi_1 = 0.1, \psi_2 = 0.9,\ \psi = 0.5,\quad \lambda = 0.5$$

8.1. שוק חיובי באינפלציה

ניתן למערכת שוק חיובי של 2% ברבעון מסויים אשר במונחים שנתיים שווה ל – 8%. התוצאות:







לאחר השוק החיובי באינפלציה הריבית הריאלית בפועל קטנה ולכן בתקופה הבאה תהיה עליה בתוצר, הצפיות האינפלציוניות עולות בעקבות השוק ולכן בתקופה הבאה, הסטיה בתוצר והצפיות האינפלציוניות מעלות את שיעור האינפלציה. בהמשך הבנק המרכזי מגיב בהעלאה של הריבית והמשק מתחיל בתהליך התכנסות לטווח הארוך דרך הרבעון הרביעי (סטיה חיובית מיעד האינפלציה ושלילית מהתוצר הפוטנציאלי). זה נכון לגבי שני סוגי הבנקים.

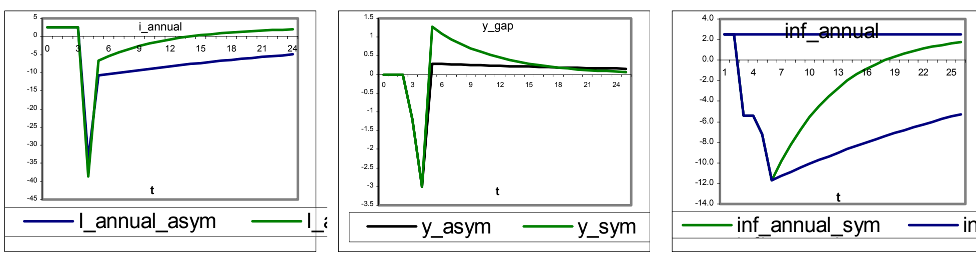
השוני בין הבנקים: האינפלציה שמחזיק הבנק האסימטרי אחרי השוק נמוכה יותר על חשבון תוצר נמוך יותר בתקופות שלאחר השוק כתוצאה מריבית גבוהה יותר. תהליך ההתכנסות לעמידה ביעד מהיר יותר במקרה האסימטרי בכל שלושת המשתנים שהוצגו. מניתוח רמות הערכים של המשתנים הנדונים עבור שני הבנקים, עד להתכנסות של הבנק האסימטרי ליעד, עולה, כי שונות הערכים גבוהה יותר במקרה האסימטרי.

למעשה התנהגות אסימטרית מביאה את המשק ליציבות של הטווח הארוך מהר יותר – המחיר (יחס ההקרבה), בטווח הקצר, ריבית גבוהה יותר, סטיה שלילית בתוצר חדה יותר ותנודתיות גבוהה יותר בשלושת המשתנים.

8.2. שוק שלילי באינפלציה

נשתמש באותם פרמטרים של קודם ונבדוק כיצד משפיע שוק שלילי על המערכת.

ניתן למערכת שוק שלילי של 2% ברבעון מסויים אשר במונחים שנתיים שווה ל – 8%. התוצאות:



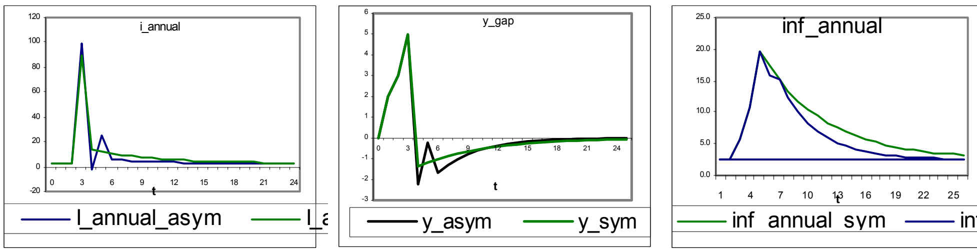
השוק השלילי באינפלציה גורם לעליה בריבית הריאלית, לירידה בצפיות האינפלציוניות שבעקבותיהן ירידה בתוצר ולכן ירידה נוספת באינפלציה. בהמשך, יגיב הבנק המרכזי בהפחתה של הריבית גם בתקופה שלאחר השוק (במקרה האסימטרי הפחתה מוחלטת נמוכה יותר מההעלאה שהיתה בעקבות השוק החיובי באינפלציה). תגובת הבנק תעביר את הכלכלה לרבעון השני בתקופות שלאחר השוק ותהליך ההתכנסות יהיה דרך רבעון זה (סטיה חיובית בתוצר ושלילית מיעד האינפלציה).

השוני בין הבנקים: עבור הבנק האסימטרי שוק שלילי באינפלציה נתפס ביותר "סלחנות" מאשר אצל הבנק האסימטרי ולכן יגיב באופן פחות אגרסיבי מאשר הבנק הסימטרי ואכן, ניתן לראות הפחתה חדה יותר בריבית של הבנק הסימטרי מאשר הבנק האסימטרי. התוצאות של ההפחתה בריבית הן בכיוון הצפוי – עליה בתוצר ולכן סטיה חיובית מהתוצר הפוטנציאלי התכנסות הכלכלה במקרה של הבנק האסימטרי היא איטית יותר באינפלציה ובריבית אך מהירה יותר בתוצר.

8.3. שוק חיובי בתוצר

נבדוק כעת כיצד שוק חיובי בתוצר משפיע על הכלכלה דרך החלטת הבנק המרכזי (נשתמש באותם פרמטרים של קודם)

ניתן למערכת שוק חיובי של 2% ברבעון מסויים אשר במונחים שנתיים שווה ל – 8%. התוצאות:



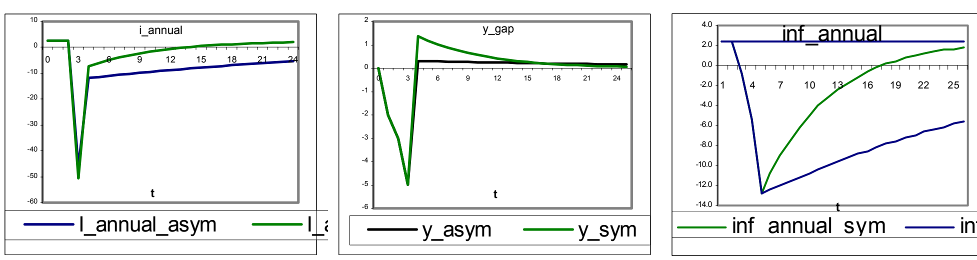
שוק חיובי בתוצר מתורגם בתקופה הבאה לעלית מחירים ולכן ירידה בריבית הריאלית שגורמת לעליה נוספת בתוצר עד להעלאת הריבית על ידי הבנק המרכזי. תהליך ההתכנסות יהיה דרך הרביע השני.

התנהגות הכלכלה במקרה זה דומה להתנהגות הכלכלה לאחר השוק החיובי באינפלציה וכך גם ההשוואה בין הבנקים.

8.4. שוק שלילי בתוצר

נבדוק כעת כיצד שוק שלילי בתוצר משפיע על הכלכלה דרך החלטת הבנק המרכזי (נשתמש באותם פרמטרים של קודם)

ניתן למערכת שוק שלילי של 2% ברבעון מסויים אשר במונחים שנתיים שווה ל – 8%. התוצאות:



שוק שלילי בתוצר יתורגם לירידה באינפלציה (בדומה לשוק שלילי בה) שבעקבותיה עליה בריבית הריאלית וכן לירידה בצפיות האינפלציוניות ובהמשך ירידה בשיעור האינפלציה וירידה נוספת בתוצר בעקבות כך מגיב הבנק המרכזי בהורדת שער הריבית כדי להאיץ את הפעילות הכלכלית במשק ותהליך ההתכנסות יהיה דרך הרביע השני.

השוני בין הבנק הסימטרי והלא סימטרי זהה לשוני שקיבלנו במקרה של שוק שלילי באינפלציה.

9. פרמיית הסיכון שבריבית הבנק המרכזי

בדיון על פונקצית התגובה האופטימלית לבנקים מרכזיים קיבלנו פונקצית תגובה אשר מתבססת על התחזיות של הבנק המרכזי למשתנים השונים. ברור לכל כי תחזיות אלה אינן קבועות ומתבססות על משתנים נוספים בכלכלה ובהיסטוריה של המשתנה החזוי.

בחלק זה נבחן את הגובה הממוצע של הריבית שיחזיקו בנקים מרכזיים (סימטרי ואסימטרי) תחת הנחות עבור התפלגות התחזיות, הדיון יתבסס על המקרה בו לבנק מרכזי יש שני יעדים – יעד יציבות בתוצר ויעד אינפלציה, עבור הבנק האסימטרי קיימת העדפה אסימטרית ביחס לסטיה מיעד האינפלציה וסימטרית ביחס לסטיה בתוצר.

פונקצית התגובה שהתקבלה ומכילה בתוכה את העדפות הבנק:

$$i_t = \frac{\psi_i \alpha_1}{\beta_2 \cdot \left(\lambda + \psi_i \alpha_1^2\right)} \cdot \left(\pi^e_{t+1|t-1} - \pi^*\right) + \frac{\beta_1}{\beta_2} \cdot y^e_{t|t-1} + \pi^e_{t|t-1} \tag{9.1}$$

נניח כי תחזיות הבנק המרכזי (שני סוגי הבנקים) מתפלגות נורמלית עם תוחלת שהיא היעד ושונות מסויימת:

$$\left(\pi^e_{t+1|t-1} - \pi^*\right) \sim N\left(0, \sigma^2_{\pi^e_{t+1|t-1}}\right)$$

$$\left(\pi^e_{t|t-1} - \pi^*\right) \sim N\left(0, \sigma^2_{\pi^e_{t|t-1}}\right)$$

$$y^e_{t|t-1} \sim N\left(0, \sigma^2_{y^e_{t|t-1}}\right)$$

פונקצית הריבית עבור הבנק הסימטרי:

$$i^s_t = d \cdot \left[\left(\pi^e_{t+1|t-1}\right) - \pi^*\right] + \frac{\beta_1}{\beta_2} \cdot y^e_{t|t-1} + \pi_t \tag{9.2}$$

$$d = \frac{\psi \alpha_1}{\beta_2 \cdot \left(\lambda + \psi \alpha_1^2\right)}$$

עבור הבנק האסימטרי נגדיר: הבנק האסימטרי, ישתמש במקדם d_1 כאשר תחזיות האינפלציה של הבנק לתקופה t+1 גבוהות מהיעד ובמקדם d_2 כאשר תחזיותיו נמוכות מהיעד.

$$d_1 = \frac{\psi_1 \alpha_1}{\beta_2 \cdot \left(\lambda + \psi_1 \alpha_1^2\right)} \quad , \quad d_2 = \frac{\psi_2 \alpha_1}{\beta_2 \cdot \left(\lambda + \psi_2 \alpha_1^2\right)}$$

כדי להציג את פונקצית התגובה נגדיר את ההגדרות הבאות:

$$x = \pi^e_{t+1|t-1} - \pi^* \quad if \quad \pi^e_{t+1|t-1} > \pi^* \quad otherwise \quad x = 0$$

$$z = \pi^e_{t+1|t-1} - \pi^* \quad if \quad \pi^e_{t+1|t-1} < \pi^* \quad otherwise \quad z = 0$$

כעת נוכל לכתוב את פונקצית התגובה עבור הבנק המרכזי האסימטרי:

$$i^a_t = d_1 \cdot x + d_1 \cdot z + \frac{\beta_1}{\beta_2} \cdot y^e_{t|t-1} + \pi_t \tag{9.3}$$

בדיון על פונקצית התגובה קיבלנו שבטווח הארוך יחזיק הבנק המרכזי ריבית נומינלית הזהה ליעד האינפלציה, בטווח הארוך למעשה התחזיות שוות ליעדים. נזכיר שוב, כי לפי המודל הריבית הריאלית של שיווי משקל היא אפס ולכן בטווח הארוך יש שוויון בין הריבית הנומינלית לריאלית (עם שינוי קל במשוואות ההתנהגות ניתן להוסיף ריבית ריאלית שהיא שונה מאפס).

כעת נמצא את תוחלת הריבית עבור שני הבנקים תחת הנחת ההתפלגות שהוצגה לעיל ונבצע השוואות בין שני הבנקים:

הבנק הסימטרי:

$$E\left(i^s_t\right) = E\left(d \cdot \left[\left(\pi^e_{t+1|t-1}\right) - \pi^*\right] + \frac{\beta_1}{\beta_2} \cdot y^e_{t|t-1} + \pi_t\right) =$$

$$d \cdot 0 + \frac{\beta_1}{\beta_2} \cdot 0 + \pi^* \Rightarrow E\left(i^s_t\right) = \pi^*$$

מכאן, הריבית הממוצעת שיחזיק בנק מרכזי סימטרי תהיה למעשה יעד האינפלציה. למעשה הריבית עבור הבנק הסימטרי משקללת את הסטיה מיעד האינפלציה באופן זהה לשני הכיוונים ומתעלמת מהשונות בתחזיות האינפלציה.

הבנק האסימטרי:

$$E\left(i^a_t\right) = E\left(d_1 \cdot x + d_1 \cdot z + \frac{\beta_1}{\beta_2} \cdot y^e_{t|t-1} + \pi_t\right) =$$

$$d_1 \cdot E(x) + d_2 \cdot E(z) + \frac{\beta_1}{\beta_2} \cdot \underbrace{E\left(y^e_{t|t-1}\right)}_{0} + \underbrace{E(\pi_t)}_{\pi^*}$$

$$E(x) = 0 \cdot \frac{1}{2} + \int_0^{\infty} \left(\frac{1}{\sqrt{2\sigma^2_{\pi^e_{t+1|t-1}}\pi}} x e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2_{\pi^e_{t+1|t-1}}}} \right) dx$$

$$(\pi = 3.14159...)$$

$$\Rightarrow E(x)=\frac{\sigma_{\pi^e_{t+1|t-1}}}{\sqrt{2\pi}} \tag{9.4}$$

באותה צורה ניתן להראות כי:

$$E(z)=-\frac{\sigma_{\pi^e_{t+1|t-1}}}{\sqrt{2\pi}} \tag{9.5}$$

כעת נחזור לתוחלת הריבית:

$$E\left(i^a_t\right)=d_1\frac{\sigma_{\pi^e_{t+1|t-1}}}{\sqrt{2\pi}}+d_2\left(-\frac{\sigma_{\pi^e_{t+1|t-1}}}{\sqrt{2\pi}}\right)+\frac{\beta_1}{\beta_2}\underbrace{E\left(y^e_{t|t-1}\right)}_{0}+\underbrace{E\left(\pi_t\right)}_{\pi^*}=$$

$$E\left(i^a_t\right)=\frac{\sigma_{\pi^e_{t+1|t-1}}}{\sqrt{2\cdot\pi}}\left(d_1-d_2\right)+\pi^*$$

נציב את ערכי d_1, d_2 המושפעים מהמקדמים בפונקצית ההפסד:

$$E\left(i^a_t\right)=\frac{\sigma_{\pi^e_{t+1|t-1}}}{\sqrt{2\pi}}\left(\frac{\psi_1\alpha_1}{\beta_2\left(\lambda+\psi_1\alpha_1^2\right)}-\frac{\psi_2\alpha_1}{\beta_2\left(\lambda+\psi_2\alpha_1^2\right)}\right)+\pi^*$$

$$E\left(i^a_t\right)=\underbrace{\sigma_{\pi^e_{t+1|t-1}}}_{\substack{\text{חוסרהודאות}\\ \text{שבתחזיות האינפלציה}}}\underbrace{\left(\psi_2-\psi_1\right)}_{\text{רמתחחוס הודאות}}\underbrace{\left(\frac{\lambda\alpha_1}{\sqrt{2\pi}\,\beta_2\left(\lambda+\psi_1\alpha_1^2\right)\left(\lambda+\psi_2\alpha_1^2\right)}\right)}_{\text{חיובי ביטוי}}+\pi^* \tag{9.6}$$

ככל שלבנק המרכזי תכונות חזקות יותר של חוסר סימטריות כך ההפרש $\left(\psi_2-\psi_1\right)$ יהיה גבוה יותר.

לסיכום, הבנק המרכזי קובע את הריבית לתקופה t במהלך תקופה t-1 בהתאם לתחזיותיו אשר, לפי הנחתי, מתפלגים נורמלית עם תוחלת שהיא היעד ושונות מסויימת. תוחלת הריבית של הבנק הסימטרי זהה ליעד האינפלציה בעוד שריבית הבנק המרכזי האסימטרי מושפעת מרמת האסימטריות ומרמת השונות בתחזית.

מניתוח של תוחלת הריביות מתקבלות כמה מסקנות חשובות:

- הבנק המרכזי האסימטרי מחזיק בממוצע ריבית גבוהה יותר מזו של הבנק המרכזי הסימטרי.
- ככל שרמת האסימטריות גבוהה יותר כך הריבית שיחזיק הבנק האסימטרי תהיה גבוהה יותר מזו של הבנק הסימטרי.
- ככל ששונות התחזית של האינפלציה גבוהה יותר כך חוסר הודאות באינפלציה גדול יותר, התנודתיות של האינפלציה גבוהה יותר וכך, הבנק המרכזי האסימטרי יחזיק ריבית גבוהה יותר.
- מאחר והריבית הממוצעת במשק האסימטרי גבוהה יותר מאשר במשק האסימטרי, האינפלציה הממוצעת תהיה נמוכה יותר.

- יחס ההקרבה במשק בו הבנק המרכזי בעל העדפות אסימטריות גבוה יותר ממשק בו הבנק המרכזי בעל העדפות סימטריות, במלים אחרות, בממוצע התוצר במשק האסימטרי יהיה נמוך יותר מזה האסימטרי.
- מאחר והשונות של משתנה מצביעה על חוסר הודאות והסיכון שקיים בו, ניתן לומר כי הריבית שמחזיק הבנק המרכזי האסימטרי מכילה מרכיב של פרמיית סיכון והבנק המרכזי יהיה רגיש לסיכון הקיים באינפלציה ככל שרמת האסימטריות שלו גבוהה יותר.

10. סיכום ומסקנות

נקודת המוצא של עבודה זו היא העובדה האמפירית המעידה על קיומן של העדפות לא סימטריות בקרב מקבלי ההחלטות בבנקים מרכזיים ונסיון להסביר את הריבית הגבוהה שמחזיקים בנקים מרכזיים, כפי שעולה מעבודות אמפיריות שהוזכרו במהלך העבודה.

הממצאים בעבודה זו מצביעים על כך שריבית גבוהה שמוחזקת על ידי הבנקים המרכזיים עשויה להיות תוצאה של העדר סימטריות בהשגת יעד האינפלציה. ממצא זה מעורר נקודות נוספות לגבי הבנק האסימטרי אשר התגלו במהלך העבודה כמו למשל, משך ההתכנסות המהיר ליעד שנקבע במקרה של שוק חד פעמי באינפלציה יהיה קצר יותר, רמת האמינות של יעדי האינפלציה גבוהה יותר, יחס ההקרבה גדול יותר.

מאחר והריבית משפיעה בכיוונים מנוגדים על התוצר והאינפלציה, העדפה אסימטרית בשני יעדים אלו תבוא לידי ביטוי בשער הריבית בהתאם ליחס הכוחות של מקדמי ההעדפות כך שיתכנו מצבים בכלכלה שתגובת הבנק האסימטרי תהיה זהה לתגובתו של הבנק הסימטרי. לכן יש צורך להגדיר מראש מה היעד המועדף להשגה ולאחר שהושגה האמינות המספיקה בקרב הפרטים, ניתן לעבור להשגה מועדפת של היעד האחר.

העובדה שבנקים אסימטריים מחזיקים ריבית גבוהה יותר דורשת התייחסות נוספת אודות הפער בריביות של הבנקים השונים ואכן, אחד הממצאים בעבודה מציג קשר בין חוסר הודאות שקיים בתחזיות לאינפלציה (המקרה שנבדק) לבין גודל הפער בין שני סוגי הבנקים. ממצא זה מתיישב עם עובדה נוספת שהתגלתה בעבודות שנסקרו – בנקים מרכזיים של מדינות קטנות יחסית נוטים להחזיק ריבית גבוהה יותר מאשר בנקים של מדינות גדולות יותר. הסיבה אשר עבודה זו יכולה לספק, אך עדיין דרוש מחקר נוסף לאשרה, היא חוסר הודאות הגבוה יותר הקיים במדינות קטנות, במלים אחרות, הריבית שקובע הבנק המרכזי האסימטרי המאפיין מדינות קטנות, מכילה מרכיב של פרמיה הנדרשת על הסיכון – חוסר הודאות הקיים במדינה.

Bibliography

[1] Cukierman Alex (2000), “The inflation Bias result revisited”, April 2000 (Unpublished Paper).

[2] Cukierman Alex and V. Anton Muscatelli (2002): "Do Central Banks have Precautionary Demands for Expansions and for Price Stability? – Theory and Evidence", March 18 2002

[3] Fischer S. and Modigliani (1978). “Towards an understanding of the real effect and costs of inflation”, Weltwirtschaftliches Archiv *114,810-832*

[4] Fischer Stanley "Why Are Central Banks Pursuing Long-Run Price Stability?", in Achieving Price Stability, Federal Reserve Bank of Kansas City, 1996, 7-34.

[5] Fischer Stanley (1994): Modern Central Banking, Tercentenary Lecture, Central Banking Symposium, Bank of England.

[6] Francisco j. Ruge – Morcia: “Inflation targeting under asymmetric preference” October 2001, working paper, published: IMF

[7] Friedman M. (1977) “Nobel lecture: Inflation and unemployment” Journal of Political Economy’ 85’ 451-472.

[8] Green, J. H. (1996), "Inflation Targeting: Theory and Implications," *IMF Staff Papers,* 43: 779-795.

[9] McCallum B. T. (1995), “Two fallacies concerning central bank independence”, *American Economic Review papers and proceeding,* 85, 207-211, May.

[10] McCallum Bennett T. (1990)’ “Targets, Indicators, and Instruments of Monetary Policy,” in William S. Haraf and Phillip Cagan, EDS., Monetary Policy for a Changing Financial Environment, The AEI press, washington, DC.

[11] Olmedo Alexandra: " Asymmetries in the Central Bank Behaviour", working paper, April 2002.

[12] Peter F. Christoffersen, Francis X. Diebold (1994), “Optimal Prediction Under Asymmetric Loss”, Econometric Theory, Vol.13(1997): 808-817

[13] Ramser, Frank P. (1928) “A Mathemathical Theory of Saving.” *Economic Journal 38*, No. 152 (Dec), 543-559

[14] Rogoff K. (1985), “The Optimal Degree of Commitment to a Monetary Target” *Quarterly journal of Economics,* 100, 1169-1190.

[15] Svensson, Lars E.O. (1996), "Inflation forecast targeting: Implementing and monitoring inflation targets" European Economic Review, Vol. 41 (1997): 1111-1146 (NBER W.P No. 5797)

[16] Svensson, Lars E.O. (1996a), "Comment on 'How Shouls Monetary Policy Respond to Shocks while Maintaining Long-run Price Stability'" forthcoming in Achieving Price Stability, Federal Reserve Bank of Kansas City.

[17] Svensson, Lars E.O. (1996c), "Optimal Inflation Targets, 'Conservative' Central Banks, and Linear Inflation Contracts", American Economic Review, 87, pp. 98-114 (1997). (NBER W.P No.5251)

[18] Svensson, Lars E.O. (1997), "Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets", European Economic Review, Vol. 41 (1997): 1111-1146.

[19] Svensson, Lars E.O. (1997), "Optimal Inflation Targets, `Conservative' Central Banks, and Linear Inflation Contracts", American Economic Review 87, pp. 98-114 (1997)

[20] Svensson, Lars E.O. (1997), "Policy rule for inflation targeting", NBER WP-6512

[21] Svensson, Lars E.O. (1998), "Inflation Targeting as a Monetary Policy Rule", Journal of Monetary Economics, Vol. 43 (1999): 607-654

[22] Taylor j. (1993), "How Should Monetary policy Respond to Shocks while Maintaining Long-run Price Stability," forthcoming in *Achieving Price Stability, Federal Reserve Bank of Kansas City.*

[23] Taylor j., "The inflation/output Variability Trade - off Revisited", RePEc: fip: fedbcp:y:1994:p:21-24:n:38

[24] Tinbergen, Jan (1952). On the Theory of Economic Policy. Amsterdam: Elsevier.

[25] Walsh C. (1995a), "Optimal Contracts for Independent Central Bankers", *American Economic Review*, 85, March, 150-167

[26] פרנקל יעקב (1999), "עצמאות בנק מרכזי ומדיניות מוניטרית ליציבות מחירים", אינפלציה ודיסאינפלציה בישראל דצמבר 1999.

נספחים

נספח A – קביעת הריבית לתקופה t בהתאם למידע בזמן t-1

פונקציית התגובה שהתקבלה – (5.7) מכילה את התחזיות $\pi^e_{t+1}\big|_{t-1}$, $y^e_t\big|_{t-1}$, $\pi^e_t\big|_{t-1}$. המידע המצוי בתקופה t-1 מאפשר לבנק המרכזי לבצע תחזית של ערכים אלה. לפני שנפנה לבניית משוואת תחזית המתבססת על המידע המצוי בתקופה t-1 נזכיר כי המידע הרלוונטי המצוי בתקופה t - 1 הוא: y_{t-2}, π_{t-2}, i_{t-2}, i_{t-1}.

מתוך משוואה (5.1) ניתן להגיע גם ל - π_t ול - π_{t-1}:

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \alpha_1 \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (a.1)$$

$$\pi_{t-1} = \pi_{t-2} + \alpha_1 \cdot y_{t-2} + \varepsilon_{t-1} \qquad (a.2)$$

במשוואה (2.2) נניח $\beta_3 = 0$, ונקבל:

$$y_t = \beta_1 \cdot y_{t-1} - \beta_2 \cdot (i_{t-1} - \pi_{t-1}) + \eta_t \qquad (a.3)$$

$$y_{t-1} = \beta_1 \cdot y_{t-2} - \beta_2 \cdot (i_{t-2} - \pi_{t-2}) + \eta_{t-1} \qquad (a.4)$$

בתוך משוואה (a.10) נציב את π_{t-1} ואת y_{t-1} ונקבל:

$$\pi_t = \underbrace{(1+\alpha_1\beta_2)}_{a_1} \cdot \pi_{t-2} + \underbrace{\alpha_1(1+\beta_1)}_{a_2} \cdot y_{t-2} - \underbrace{\alpha_1\beta_2}_{a_3} \cdot i_{t-2} + (\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t + \alpha_1\eta_{t-1}) \qquad (a.5)$$

$$\pi_{t+1} = a_1 \cdot \pi_{t-2} + a_2 \cdot y_{t-2} - a_3 \cdot i_{t-2} + (\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t + \alpha_1\eta_{t-1}) \qquad (a.6)$$

בתוך משוואה (a.3) נציב את π_{t-1} ואת y_{t-1} ונקבל:

$$\begin{aligned} y_t = {} & \underbrace{\beta_2(1+\beta_1)}_{b_1} \cdot \pi_{t-2} + \underbrace{(\beta_1^2 + \beta_2\alpha_1)}_{b_2} \cdot y_{t-2} - \underbrace{\beta_2}_{b_3} \cdot i_{t-1} - \underbrace{\beta_1\beta_2}_{b_4} \cdot i_{t-2} + \underbrace{\beta_1}_{b_5} \cdot \eta_{t-1} + \eta_t \\ & + \underbrace{(\beta_1 + \beta_2)}_{b_5} \cdot \varepsilon_{t-1} \end{aligned} \qquad (a.7)$$

$$y_t = b_1 \cdot \pi_{t-2} + b_2 \cdot y_{t-2} - b_3 \cdot i_{t-1} - b_4 \cdot i_{t-2} + b_5 \cdot \eta_{t-1} + \eta_t + b_6 \cdot \varepsilon_{t-1} \qquad (a.8)$$

כעת, לאחר שהצגנו את π_t ואת y_t כפונקציה של משתנים ידועים בתקופה t-1, נציב אותם במשוואה של π_{t+1} ונקבל:

(a.9)

$$\pi_{t+1} = \underbrace{\left[1+\alpha_1\beta_2(2+\beta_1)\right]}_{c_1}\cdot \pi_{t-2} + \underbrace{\alpha_1\cdot\left[1+\beta_1\cdot(1+\beta_1)+\alpha_1\beta_2\right]}_{c_2}\cdot y_{t-2} - \underbrace{\alpha_1\beta_2}_{c_3}\cdot i_{t-1} - \underbrace{\alpha_1\beta_2\cdot(1+\beta_1)}_{c_4}\cdot i_{t-2}$$
$$\underbrace{\left[1+\alpha_1\cdot(\beta_1+\beta_2)\right]}_{c_5}\cdot \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t + \varepsilon_{t+1} + \underbrace{\alpha_1(1+\beta_1)}_{c_6}\cdot \eta_{t-1} + \alpha_1\cdot\eta_t$$

$$\pi_{t+1} = c_1\cdot\pi_{t-2} + c_2\cdot y_{t-2} - c_3\cdot i_{t-1} - c_4\cdot i_{t-2} + c_5\cdot\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t + \varepsilon_{t+1} + c_6\cdot\eta_{t-1} + \alpha_1\cdot\eta_t \qquad \text{(a.10)}$$

בהתאם למשוואות שבבסיס המודל כל המקדמים a_i, b_i, c_i חיוביים.

בעת קביעת הריבית הבנק המרכזי מוצא את ערכם הצפוי של π_{t+1}, π_t, y_t ומציבם במשוואת הריבית. משוואות (a.6), (a.8), (a.10) מכילות הפרעות אשר בזמן קביעת הריבית אין מידע אודותן, במקרה זה הבנק המרכזי מסתכל על ההפרעות כעל משתנה המתפלג עם תוחלת אפס ולפיכך ערכי התחזיות יהיו ללא הפרעות:

$$\pi^e_{t|t-1} = a_1\cdot\pi_{t-2} + a_2\cdot y_{t-2} - a_3\cdot i_{t-2} \qquad \text{(a.11)}$$

$$y^e_{t|t-1} = b_1\cdot\pi_{t-2} + b_2\cdot y_{t-2} - b_3\cdot i_{t-1} - b_4\cdot i_{t-2} \qquad \text{(a.12)}$$

$$\pi^e_{t+1|t-1} = c_1\cdot\pi_{t-2} + c_2\cdot y_{t-2} - c_3\cdot i_{t-1} - c_4\cdot i_{t-2} \qquad \text{(a.13)}$$

נספח B – יציבות סימטרית בתוצר ואסימטרית מעריכית באינפלציה

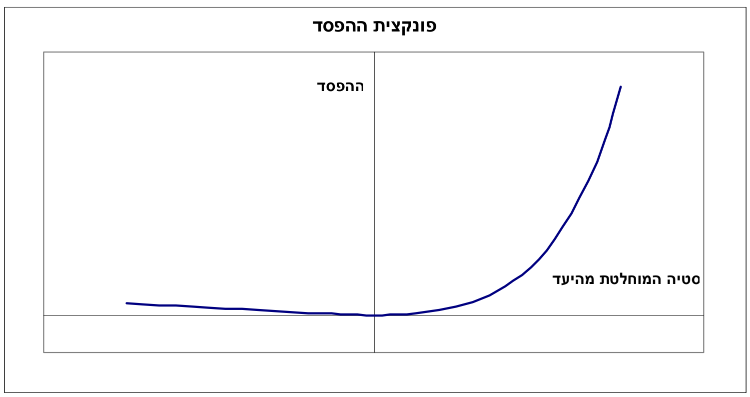
B.1 פונקצית הפסד מעריכית

פונקצית הפסד מעריכית עבור יעד אחד:

$$L(x) = \left(e^{x} - 1\right)^{2}$$

מפונקציה זאת עולה כי כאשר $x > 0$ מתקבל $1 < e^{x} \leq \infty$ וככל ש – x גדל כך ההפסד גבוה יותר. תוצאה הפוכה מתקבלת כאשר $x < 0$ שאז $0 < e^{x} < 1$ וההפסד מוגבל ל – 1 (בהתאם לניסוח הספציפי הזה). עוד מתקבל כי כאשר יש עמידה ביעד, $x = 0$ ההפסד שווה אף הוא לאפס.

להלן הגרף הנובע מפונקצית הפסד זאת:



תרשים B.1: פונקצית ההפסד האסימטרית.

ניתן לראות כי פונקצית הפסד זאת אכן תואמת את שנאמר לעיל, סטייה שלילית מהיעד גורמת להפסד קטן יותר מאשר סטייה חיובית.

בעבודתי אשתמש בפונקצית הפסד מסוג *if* שכן היא נוחה לניתוח וקלה להבנה בניגוד לפונקצית ההפסד המעריכית אשר אינה מאפשרת מציאת פתרון אנליטי, אך למרות זאת אציג פתרון גרפי המתקבל מפונקצית ההפסד המעריכית.

מאחר והפונקציה שתהווה את הבסיס לעבודה היא מסוג *if* שפונקצית הפסד ריבועית סימטרית היא מקרה פרטי שלה, אציג כמה דרישות מהמקדמים של פונקצית ההפסד כך שניתן יהיה להשוות בין התוצאות המתקבלות עבור שני סוגי הבנקים:

B.2. הבעיה והפתרון הגרפי

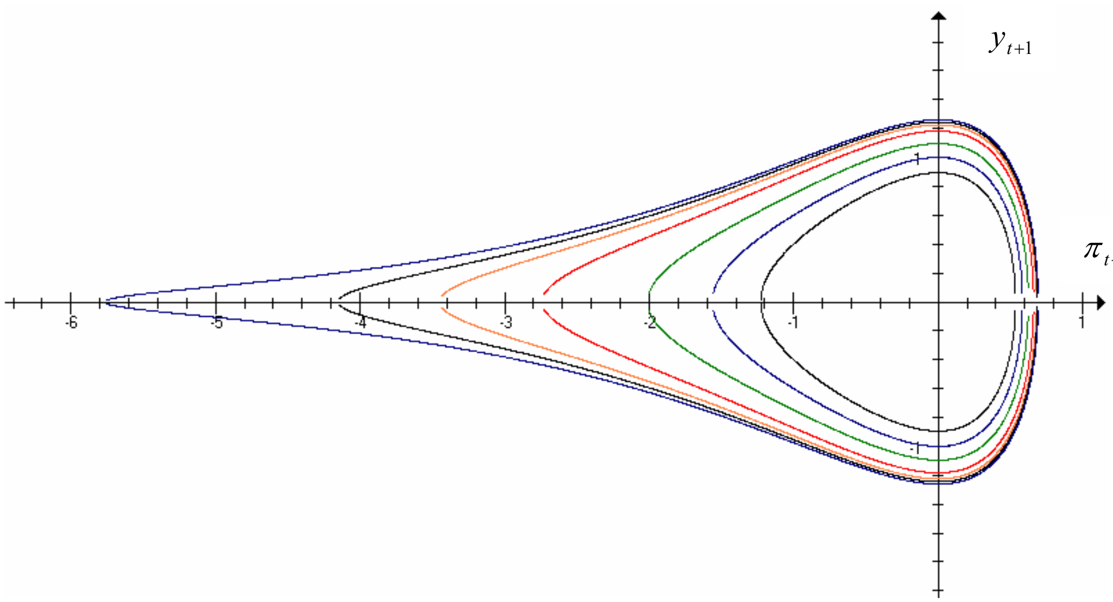
פונקצית ההפסד המשולבת:

$$L(\pi_t, y_t) = \psi\left[e^{\left(\pi_t - \pi^*\right)} - 1\right]^2 + \lambda \cdot y_t^2 \qquad \text{b.1}$$

המרכיב השמאלי באגף הימני של משוואה b.1: מקיים הענשה גבוהה יותר לסטיה חיובית מיעד האינפלציה שנקבע והענשה קטנה יותר לסטיה שלילית מהיעד שנקבע, כמובן שלא קיימת הענשה לעמידה ביעד.

המרכיב הימני באגף הימני של משוואה b.1: כפי שהוצג גם בעבודתו של Svensson מטרת הבנק המרכזי היא לשמור על יציבות בתוצר כלומר קיימת הענשה סימטרית על כל סטיה מהתוצר הפוטנציאלי.

להלן סידרה של גרפים המייצגים את פונקצית ההפסד המעריכית הלא סימטרית תחת רמות שונות של הפסד (תחת שיקלול של $\lambda = 0.5 \quad \psi = 0.8,$):



תרשים B.2: סט של פונקציות הפסד מעריכיות.

כדי שניתן יהיה להשוות בין התוצאות שיתקבלו תחת פונקצית הפסד אסימטרית לתוצאות שיתקבלו תחת פונקצית הפסד סימטרית נפתור את הבעיה המתמטית הכללית שהוצגה במקרה הסימטרי אך תחת פונקצית ההפסד האסימטרית המעריכית.

הריבית i_t נקבעת בתקופה t ומשפיעה על y_{t+1} שמשפיע על π_{t+2} ולכן פונקצית ההפסד תיכתב בצורה הבאה:

$$L(\pi_{t+2}, y_{t+1}) = \psi \cdot \left[e^{\left(\pi_{t+2}-\pi^{*}\right)} - 1\right]^2 + \lambda \cdot y_{t+1}^2 \qquad \text{(b.2)}$$

בעיית המינימום שעלינו לפתור (מינימום של B.1 תחת האילוץ (5.1)):

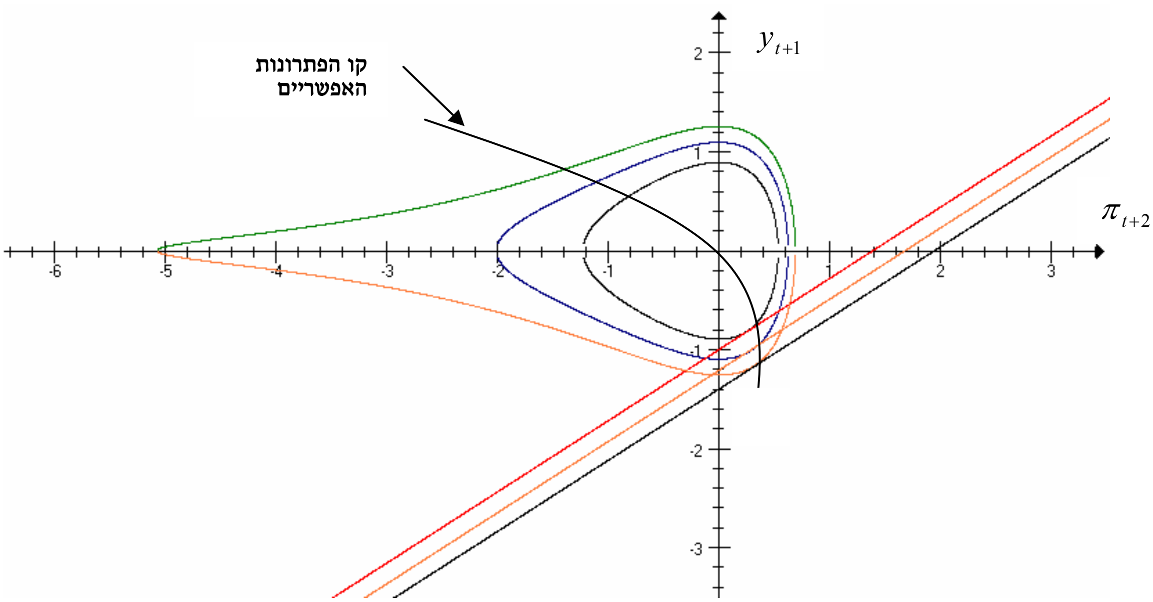
$$\min_{\pi_{t+2},y_{t+1}}\left\{L(\pi_{t+2},y_{t+1})=\psi\cdot\left[e^{\left(\pi_{t+2}-\pi^{*}\right)}-1\right]^{2}+\lambda\cdot y_{t+1}^{2}\right\}$$

$$s.t$$

$$.\pi_{t+2}=\pi_{t+1}+\alpha_1\cdot y_{t+1}+\varepsilon_{t+2}$$

נקודות הפתרון האפשריות הן כאמור נקודות ההשקה בין קו האילוץ לפונקצית ההפסד, להלן גרף המציג את הפתרון דרך נקודות ההשקה (עבור מצב בו האינפלציה בתקופה t+1 חיובית):

הפתרון:



תרשים B.2: פונקצית ההפסד המעריכית ונקודות הפתרון האפשריות

$$\frac{\partial L}{\partial \pi_{t+2}}=2\psi\left[e^{\left(\pi_{t+2}-\pi^{*}\right)}-1\right]$$

$$\frac{\partial L}{\partial y_{t+1}}=2\lambda y_{t+1}$$

מתוך האילוץ:

$$\frac{\partial y_{t+1}}{\partial \pi_{t+2}}=\frac{1}{\alpha_1}$$

תנאי סדר ראשון למינימום:

$$-\frac{\partial L}{\partial \pi_{t+2}}\Big/\frac{\partial L}{\partial y_{t+1}}=\frac{1}{\alpha_1}$$

$$\Rightarrow \frac{2\psi\left[e^{\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)}-1\right]}{2\lambda y_{t+1}} = -\frac{1}{\alpha_1}$$

$$\Rightarrow y_{t+1} = -\frac{\psi \cdot \alpha_1}{\lambda} \cdot \left[e^{\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)}-1\right] \qquad \text{(b.3)}$$

משוואה (b.3) מציגה את קו הפתרונות האופטימליים עבור המצב הלא סימטרי ונקודת החיתוך בין קו זה לקו האילוץ תיתן את הפתרון האופטימלי האפשרי בהתאם למצב נתון.

<u>מסקנות:</u>

קו (b.3) עובר דרך הנקודה $(0,\pi^*)$.

הקו (b.3) הוא קו קעור $\frac{\partial y_{t+1}}{\partial \pi_{t+2}} = \frac{\partial\partial y_{t+1}}{\partial \pi_{t+2}} = -\frac{\psi\alpha_1}{\lambda}e^{\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)} < 0$

ניתן לראות כי מאחר ו - $\frac{\partial y_{t+1}}{\partial \pi_{t+2}} = -\frac{\psi\alpha_1}{\lambda}e^{\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)} < 0$ סטיה חיובית מיעד האינפלציה תגרור פתרון עם סטיה גדולה יותר (שלילית) בתוצר והפוך.

הגדלת שיקלול הסטיה מיעד אינפלציה תגדיל את שיעור הסטיה בתוצר (בערך מוחלט) עבור רמת π_{t+2} נתונה.

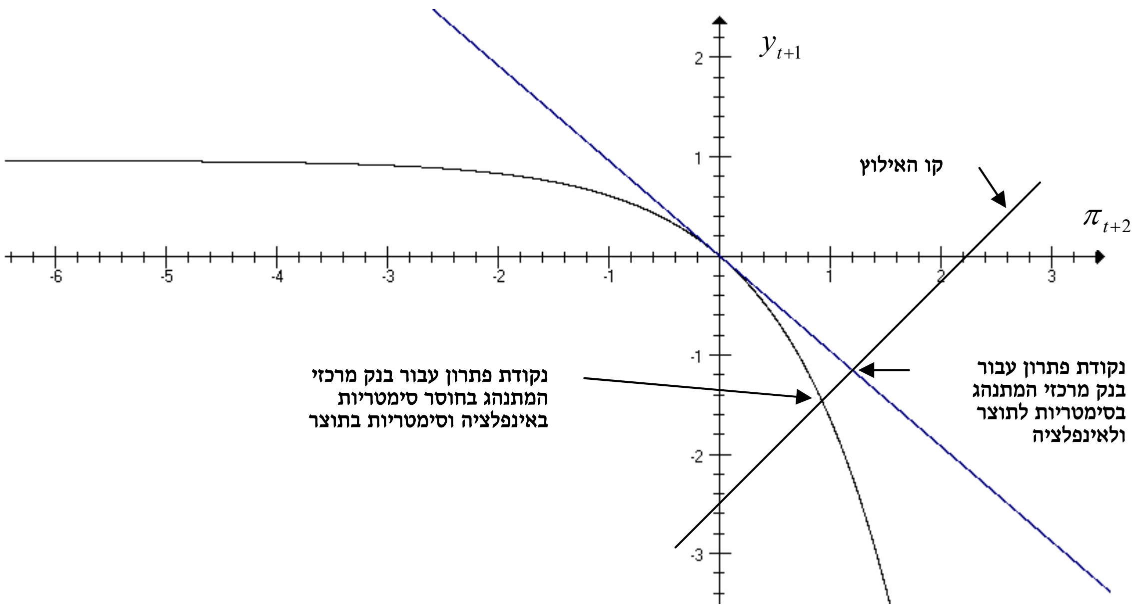
הגדלת שיקלול הסטיה מהתוצר הפוטנציאלי תקטין את שיעור הסטיה בתוצר (בערך מוחלט) עבור רמת π_{t+2} נתונה.

הגדלת יעד האינפלציה תזיז אופקית ימינה את קו (b.3).

<u>B.3. ההבדל בין הפתרונות</u>

- קו הפתרונות האפשריים שהתקבל $y_{t+1} = -\frac{\psi_i\alpha_1}{\lambda_j}\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)$ (קו זה סומן ב – (5.5)) הוא כאמור ליניארי העובר דרך נקודת $(\pi^*,0)$ שיפועו של קו זה עבור הבנק הסימטרי הוא $-\frac{\psi\alpha_1}{\lambda}$, הקו שהתקבל ממשוואה (b.3) הוא קו קעור העובר דרך הנקודה $(\pi^*,0)$. שיפוע קו (b.3) בנקודה זו הוא שיפוע קו (5.5) ולכן קו (5.5) משיק לקו (b.3). במלים אחרות, קו הפתרונות האפשריים המתקבל מהפתרון הסימטרי נמצא מעל הקו המתקבל מהפתרון הלא סימטרי לכל אורכו (לבד מנקודת ההשקה).

- הפתרון אותו יבחר הבנק המרכזי יהיה נקודת החיתוך בין קו האילוץ לבין קו הפתרונות האופטימליים המועדפים על הבנק. אם קו האילוץ עובר מימין לנקודה $(\pi^*,0)$ הפתרון יהיה ברביע הרביעי אם הקו עובר משמאל לנקודה $(\pi^*,0)$ הפתרון יהיה ברביע השני.
- נקודת החיתוך של קו האילוץ עם הציר האופקי (ציר ה - π_{t+2}) היא האינפלציה בתקופה t+1 ולכן אם היא שלילית החיתוך יהיה ברביע השני ואם חיובית הפתרון יהיה ברביע הרביעי.



תרשים B.3: נקודות החיתוך בין האילוץ (5.1) לבין קווי הפתרונות האופטימליים הן נקודות הפתרון האפשריות המביאות למינימום את פונקצית ההפסד.

<u>מסקנות:</u>

- מאחר וקו הפתרונות של המצב הסימטרי הוא המשיק של קו הפתרונות הלא סימטרי ונמצא מעליו, נקודת ההשקה בין הקווים מתקבלת כאשר $y_{t+1} = 0$ והקו עבור המצב הלא סימטרי הוא קעור מתקיים:
- עבור כל נקודת פתרון שבוחר הבנק המרכזי (שהיא נקודת חיתוך המסומנת בגרף) הוא יקבע ריבית i_t כך שיתקבל: $\pi_{t+2}(\text{סימטרי}) > \pi_{t+2}(\text{אסימטרי})$, וכן $y_{t+1}(\text{סימטרי}) > y_{t+1}(\text{אסימטרי})$

התוצאה: ריבית גבוהה יותר במצב הלא סימטרי שכן ממשוואה (5.3) $\frac{\partial i_t}{\partial y_{t+1}} = -\frac{1}{\beta_2} < 0$.

- מהגרף הנ"ל רואים כי אם קו האילוץ עובר מצידה השמאלי של נקודת $(\pi^*,0)$ הדבר קורה כאשר הסטיה מהתוצר הפוטנציאלי היא חיובית (תוצר בפועל גבוה מהתוצר הפוטנציאלי - תעסוקת יתר) וכן ככל שקו האילוץ יעבור שמאלה יותר כך נשיג סטיה שלילית גבוהה יותר מיעד האינפלציה אך בכל מקרה במצב הלא סימטרי לא יהיה גידול משמעותי בפער התוצר מאחר וקיים ערך מקסימלי של סטיה בתוצר שהבנק המרכזי יבחר:

$$\lim_{\pi_{t+2}\to-\infty} -\frac{\psi\cdot\alpha_1}{\lambda}\cdot\left[e^{\left(\pi_{t+2}-\pi^*\right)}-1\right]=\frac{\psi\cdot\alpha_1}{\lambda}$$

אם קו האילוץ עובר מצדה הימני של הנקודה $(\pi^*,0)$, הסטיה בתוצר הפוטנציאלי תהיה גדולה יותר במצב האסימטרי והדבר יחמיר ככל שהקו יותר שמאלה.

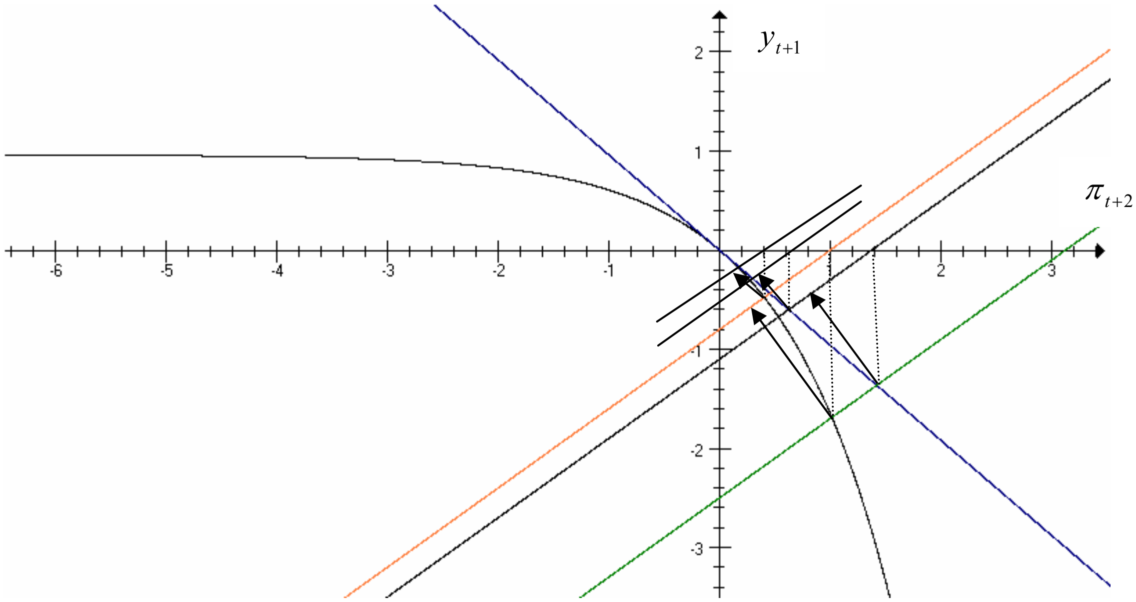
B.4. תהליך ההתכנסות לנקודת עמידה ביעד

כפי שהוסבר, בבואו לקבוע את הריבית לתקופה t בוחר הבנק סט של (π_{t+2},y_{t+1}) בהתאם למידע המצוי בתקופה t, מידע זה כולל את π_{t+1} שנקבע כבר בתקופה t-1.

משוואת האילוץ חותכת את ציר ה - π_{t+2} בנקודה $(\pi_{t+1},0)$ ולכן הפתרון יגרור ריבית בתקופה t כך ש - π_{t+2} יהיה קרוב יותר ליעד מאשר π_{t+1} ובתקופה הבאה הערך π_{t+2} יהיה נקודת החיתוך עם הציר האופקי ולכן האינפלציה בתקופה לאחר מכן תהיה קרובה יותר ליעד מאשר תקופה קודמת וכך הלאה על להתכנסות לנקודה $(\pi^*,0)$.

ככל שאגרסיביות התגובה לסטיה מיעד האינפלציה גבוהה יותר כך המשק יתכנס לנקודת שיווי המשקל מהר יותר ולכן:

- משק אשר בו הבנק המרכזי נוקט בגישה לא סימטרית יתכנס לנקודת $(\pi^*,0)$ מהר יותר מאשר משק עם בנק מרכזי הנוקט בגישה הסימטרית אם עמדת הפתיחה של משק זה היא אינפלציה חיובית (משוואת אילוץ עוברת מימין לנקודה $(\pi^*,0)$).
- משק אשר בו הבנק המרכזי נוקט בגישה לא סימטרית יתכנס לנקודת $(\pi^*,0)$ לאט יותר מאשר משק עם בנק מרכזי הנוקט בגישה הסימטרית אם עמדת הפתיחה שלו היא אינפלציה שלילית (משוואת אילוץ עוברת מימין לנקודה $(\pi^*,0)$).



תרשים B.4: הדינמיות של קו האילוץ בהתאם למדיניות הבנק המרכזי

לסיכום, ניתן לראות כי המסקנות שהתקבלו עבור שני סוגי פונקציות ההפסד הן זהות ולכן העובדה שבחרנו להציג פתרון של המקרה האסימטרי הריבועי אינה גורעת מהתוצאות שכן אין ערך מוסף למקרה המעריכי מעבר לזה האסימטרי הריבועי. השוני בין שני סוגי פונקציות ההפסד הוא ברמה של ההפסד השולי שעולה חזק יותר במקרה המעריכי מאשר במקרה הריבועי האסימטרי שיכול לגרום להעלאות ריבית חדות יותר במקרה המעריכי (בעקבות שוק חיובי באינפלציה למשל).