

חטיבת המחקר



בנק ישראל

**מודל סמי-מבני עבור המשק הישראלי שכולל חוב
של משקי הבית***

אלכס אילק† ונמרוד כהן‡

מאמר לדיון 2023.03

פברואר 2023

בנק ישראל – <http://www.boi.org.il>

* אנו מבקשים להודות לנמרוד שגב על הערותיו והצעותיו המאוד שימושיות. כמו כן אנו מודים למשתתפים בסמינר של מחלקת המחקר של בנק ישראל על הצעותיהם. הדעות שמובעות כאן הן של המחברים ואין לייחס אותן לבנק ישראל או לעובדיו.

† אלכס אילק – בנק ישראל, חטיבת המחקר, דוא"ל: Alexei.Ilek@boi.org.il

‡ ונמרוד כהן – בנק ישראל, חטיבת המחקר, דוא"ל: Nimrod.Cohen@boi.org.il

הדעות המובעות במאמר זה אינן משקפות בהכרח את עמדתו של בנק ישראל

חטיבת המחקר, בנק ישראל ת"ד 780 ירושלים 91007

Research Department, Bank of Israel, POB 780, 91007 Jerusalem, Israel

A Semi-Structural Model with Household Debt for Israel

Alex Ilek and Nimrod Cohen

Abstract

Our proposed semi-structural DSGE model for the Israeli economy, a small open economy, focuses on financial friction in the household sector credit market, capturing the positive relationship between households' leverage ratio and their interest rate (credit spread) on debt, as evident in Israeli data. This model aims to evaluate the implications of this friction on monetary and macroprudential policy.

Ignoring credit market developments can in our findings reduce monetary policy effectiveness in stabilizing inflation and real activity. Hence, monetary policy should consider credit spread dynamics. Macroprudential policy can increase the sensitivity of households' credit spread to their leverage, mitigating over-borrowing and reducing the risk of a debt deleveraging crisis. In scenarios of demand weakness and debt deleveraging, macroprudential policy can stimulate demand by reducing the credit spread alongside accommodative monetary policy.

JEL Classifications: E44, E52, G21, G51

Keywords: Monetary Policy, Household Leverage, Financial Friction, Macroprudential Policy.

מודל סמי-מבני עבור המשק הישראלי שכולל חוב של משקי הבית

אלכס אילק ונמרוד כהן

תקציר

אנו מציגים מודל סמי-מבני של שיווי משקל כללי עבור המשק הישראלי, כמשק קטן ופתוח. המודל כולל חיכוך פיננסי בשוק האשראי למשקי הבית, אשר מתבטא בקשר חיובי בין מינוף משקי הבית לבין שיעור הריבית (מרווח האשראי) על החוב שלהם, כפי שנצפה בנתוני המשק הישראלי. המטרה העיקרית שלנו היא להעריך את ההשפעה של חיכוך כזה על יישום של מדיניות מוניטרית ושל מדיניות מאקרו יציבותית. שני הממצאים העיקריים הם: ראשית, חשוב שהמדיניות המוניטרית תגיב גם להתפתחויות בשוק האשראי, כגון התרחבות במרווח האשראי, כדי להגדיל את האפקטיביות בהשגת היעדים המרכזיים שלה – ייצוב של האינפלציה והפעילות. שנית, מדיניות מאקרו יציבותית יכולה להגדיל רגישות של מרווח האשראי של משקי הבית ביחס למינוף שלהם. לכן, מדיניות זו יכולה למתן או אפילו למנוע מינוף ייתר, ולהקטין את הסיכון למשבר כתוצאה מרצון של משקי בית להקטין בצורה חדה את המינוף שלהם. בנוסף, במקרה של חולשה בביקוש המצרפי במשק וירידה בהיקף האשראי של משקי בית, בנוסף למדיניות מוניטארית מרחיבה, המדיניות המאקרו יציבותית יכולה לתרום לעידוד הביקוש הודות לצמצום של מרווח האשראי.

קודי-JEL (כתב העת לספרות כלכלית – Journal of Economic Literature): E44, E52, G21, G51

מילות מפתח: מדיניות מוניטרית, מינוף של משקי בית, חיכוך פיננסי, מדיניות מקרו יציבותית.

1. מבוא

אנו מציגים מודל אמפירי פשוט של שיווי משקל כללי דינמי סטוכסטי (DSGE) מובנה למחצה¹ עבור ישראל, שהיא כלכלה פתוחה וקטנה (להלן, SOE), אשר משלב חיכוכים פיננסיים בשוק האשראי עבור משקי הבית. אנו בונים ומכילים את המודל על סמך עובדות מסוגנות² וראיות אמפיריות עבור שוק האשראי למגזר משקי הבית הישראלי. המודל שלנו משלב שני בלוקים עיקריים. הבלוק הראשון הוא מודל סטנדרטי עבור SOE אשר מבוסס על Laxton et al. (2006), שבו אין חיכוך פיננסי, אך הוא מכיל את כל המאפיינים המרכזיים של SOE.

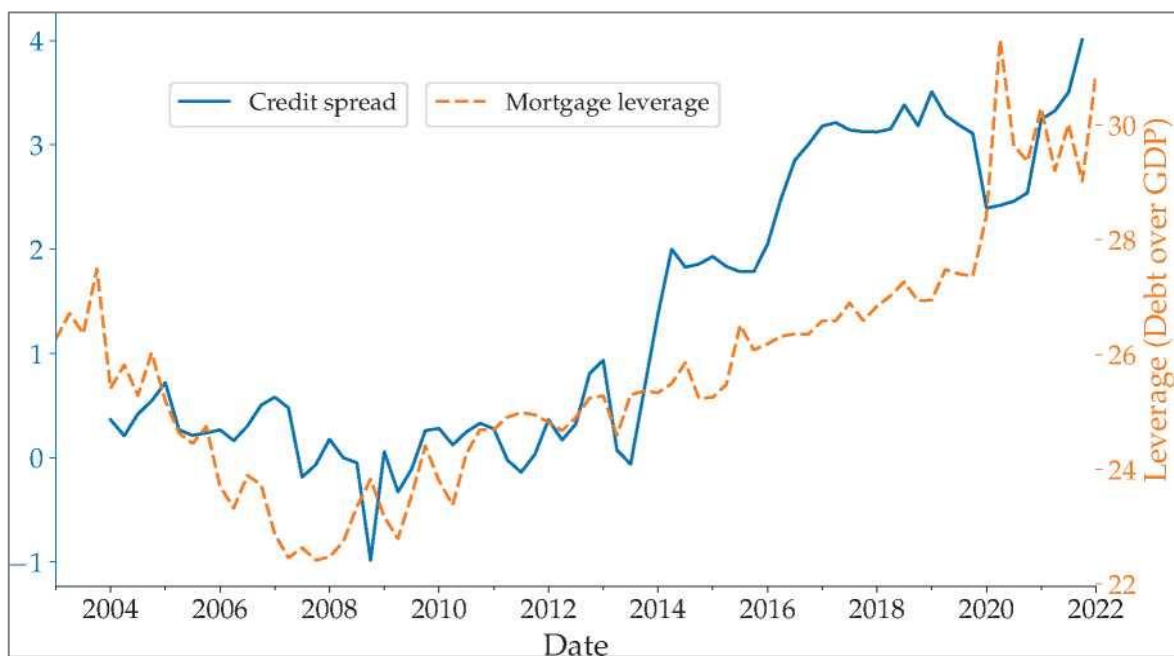
הבלוק השני מכיל את שוק האשראי של מגזר משקי הבית עם חיכוך פיננסי (עבור כלכלה סגורה). אנו מאמצים את הגישה עבור מודל של חיכוך פיננסי שהציגו Benigno et al. (2020) וכן Curdia and Woodford (2016), אשר בא לידי ביטוי בקשר חיובי בין רמת המינוף של החוב של משקי הבית לבין המרווח של הריבית על החוב שלהם. אחת הפרשנויות האפשריות לקשר כזה היא שרמת מינוף גבוהה יותר מובילה לסיכון גבוה יותר לחדלות הפירעון הנתפסת על ידי המתווכים הפיננסיים והוא דורש לכן פיצוי בדמות מרווח על הריבית חסרת הסיכון. פרשנות חלופית היא שהעמדת אשראי היא יקרה עבור המתווכים הפיננסיים וכי המרווח מפצה אותם על כך.

עובדות מסוגנות. אנו נדון כאן בעובדות מסוגנות ובראיות לחיכוכים פיננסיים בשוק האשראי של משקי הבית בישראל. ראשית, יחס הלווים בישראל הוא כ-40% (לפי Shami (2019)), ולכן מתאים לנסח מודל עם משקי בית הטרוגניים - שני סוגים של סוכנים - לוויים ומלווים. שנית, שוק האשראי של מגזר משקי הבית הישראלי הוא סגור לחו"ל ורק אחוז זעום ממשקי הבית יכולים ללוות מחו"ל. יתרה מכך, האשראי הדומיננטי שלהם הוא המשכנתא, אשר מהווה לאורך זמן בממוצע כשני שלישים מסך החוב שלהם. לבסוף, כדי להצדיק שילוב של סוג החיכוך הפיננסי אשר מתואר לעיל במודל שלנו, אנו מאשרים באופן אמפירי את קיומו של קשר חיובי בין מרווח הריבית לבין יחס המינוף (כפי שנגדיר להלן) בשוק המשכנתאות הישראלי. יש לשים לב שהטווח של הנתונים הישראליים על שיעורי הריבית של משקי הבית שאינם לדיור הוא קצר מדי (החל רק בשנת 2016), כך שלא נוכל להסיק מסקנה לגבי יחסי מרווח האשראי-המינוף שלהם. איור 1 מציג את רמת המינוף בשוק המשכנתאות הישראלי אשר מוגדר כמלאי המשכנתאות ביחס לתוצר (קו כתום) ואת מרווח האשראי המקביל אשר מוגדר כריבית המשוקללת של המשכנתא ביחס לאג"ח לטווח ארוך בשוק ההון (10 שנים) (קו כחול). ניתן לאורך זמן (בשנים 2004 עד 2022) לראות בבירור את קיומו של קשר חיובי בין רמת המינוף של המשכנתא לבין מרווח האשראי. סימן נוסף לקשר החיובי ניתן לראות באיור 2, אשר מציג את הריבית הנומינלית הקבועה הממוצעת של המשכנתא לאורך זמן עבור קבוצות שונות של יחסי הלוואות לשווי הנכסים (LTV). כצפוי ניתן לראות שככל שה-LTV גבוה יותר, המרווח הוא גבוה יותר. לסיכום, הנתונים תומכים בקיומם של חיכוכים פיננסיים בשוק האשראי בישראל. ניתן לראות ניתוחים פורמליים בסעיף 5.2.1 ובנספח א'.

¹ מודל של שיווי משקל כללי סמי מבני שבו מבנה המשוואות מבוסס על חשיבה כלכלית, תוך דגש להתאמה אמפירית עם הנתונים, כפי שקיים אצל Laxton et al. (2006).

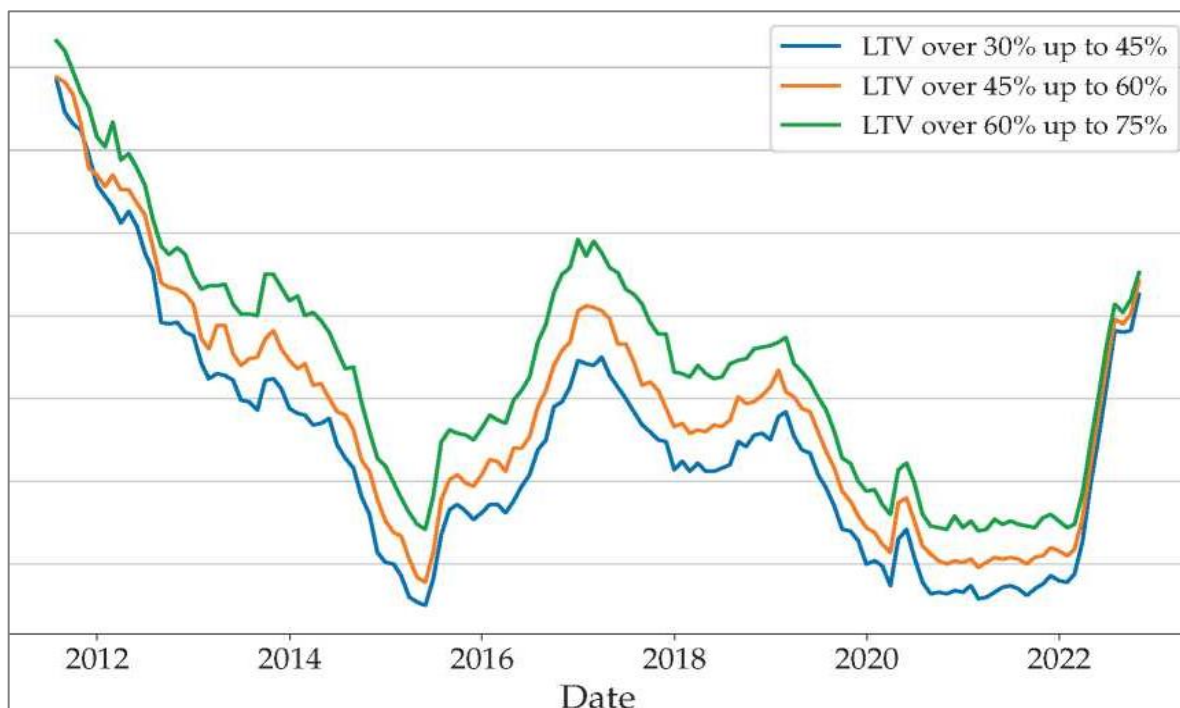
² עובדה מסוגנת היא מונח המשמש בכלכלה כדי להתייחס לממצאים אמפיריים שהם כל כך עקביים (לדוגמה, על פני מגוון רחב של מכשירים, שווקים ותקופות זמן) כך שהם מתקבלים כאמת לאמיתתה. בשל כלליותם, הם לרוב איכותיים.

איור 1: רמת המינוף של המשכנתא ביחס למרווח בישראל לאורך זמן (בשנים 2004 עד 2022)



הערות: קו כתום: רמת המינוף מוגדרת כמלאי המשכנתאות ביחס לתוצר, קו כחול: המרווח מוגדר כריבית המשוקללת על המשכנתא ביחס לאג"ח לטווח ארוך בשוק ההון (10 שנים). (מקור: בנק ישראל)

איור 2: ממוצע הריבית הקבועה הנומינלית על המשכנתא לאורך זמן בישראל (בשנים 2011 עד 2022)



הערות: ממוצע הריבית הקבועה הנומינלית על המשכנתא, עבור קבוצות שונות של יחסי הלוואות לשווי הנכסים (LTV). ניתן לראות קשר חיובי בין מרווח האשראי לבין רמת המינוף. (מקור: בנק ישראל)

כעת נרחיב את הפרטים של מסגרת המודל של החיכוך הפיננסי. אצל (Benigno et al. (2020) וכן אצל (Curdia and Woodford (2016), יחס המינוף מוגדר על ידי החוב המצטבר הנוכחי של משקי הבית ביחס לתוצר במצב עמיד³. אנו מתאימים את ההגדרה הזו לחוב של משקי הבית ביחס להכנסה שלהם (אשר בתורו קשור לפער התוצר⁴ השוטף), מכיוון שאנו חושבים שמעשית הגדרה זו מתאימה יותר⁵. יתרה מכך, עם הגדרה זו יכול המודל שלנו לייצר מאיץ פיננסי או דינמיקה של האטה פיננסית, תלוי בכיוול של הפרמטרים. נרחיב על כך בסעיף 4.1.1 (ובנספח ד') וניתן בסעיף 4.1.2 תוקף לכך כי המודל הנוכחי עשוי להתאים היטב למקרה הישראלי.

למעשה, ההגדרה של רמת המינוף שאנו משתמשים בה קשורה קשר הדוק להגדרה שקיימת אצל Bernanke et al. (1999), Gertler and Karadi (2011) וכן אצל (Iacoviello (2005, במובן זה שהנומראיר של רמת המינוף לוקח בחשבון את ערך היחידה הכלכלית או את ערך הנכס. אצל Bernanke et al. (1999) וכן אצל (Gertler and Karadi (2011, הנומראיר הוא השווי הנקי (שווי הנכסים) של החברה (של הבנק). אצל (Iacoviello (2005 הנומראיר הוא שווי הדירה שמהווה בטוחה עבור המלווים. במסגרת שלנו הנומראיר הוא ההכנסה של משק הבית אשר תופסת במידה מסוימת את ההכנסה הנוכחית (או אפילו הצפויה) של הלווים. עלייה בהכנסה של משק הבית, כאשר כל שאר המשתנים מוחזקים קבועים, מפחיתה את הסיכון לחדלות פירעון ואמורה להפחית את עלות ההלוואה. לפיכך אין גידול בחוב גורם בהכרח למרווח גדול יותר, אלא אם ההכנסה גדלה במידה נמוכה יותר.

אחת התוצאות הבולטות ביותר אצל Benigno et al. (2020) שאנו מאמצים במודל שלנו, היא ששיעור הריבית הטבעי (להלן, NRI) מגיבה בירידה לעלייה בחובות של משקי הבית (או עלייה במרווח הריבית). לפיכך, ה-NRI מושפעת חלקית מהמדיניות, מכיוון שהחוב של משקי הבית, כמו גם מרווחי הריבית, תלויים במדיניות. מכיוון שה-NRI כלולה במשוואת הביקוש המצרפי (IS), מרווח גדול יותר מוביל לפעילות מצרפית נמוכה יותר. לפיכך קושר המודל באופן שלילי תנאים פיננסיים ופעילות ריאלית. השפעה שלילית של התנאים הפיננסיים על הפעילות הריאלית הוצגה גם (עבור כלכלה סגורה) על ידי Adrian et al. (2020)⁶ וכן על ידי (Curdia and Woodford (2016)⁷.

יש לציין כי Benigno et al. (2020) השיגו את הקשר הזה מיסודות מיקרו (Microfoundation)⁸, לכן ה-NRI במודל שלהם היא הריבית ריאלית שהייתה מתקבלת במצב של גמישות מחירים. מכיוון שהמודל שלנו אינו מבוסס לחלוטין על יסודות מיקרו, איננו יכולים בהכרח להתייחס כאן ל-NRI על פי אותה הגדרה

³ תוצר במצב עמיד הוא תוצר של הטווח הארוך שהיה מתקבל במשק ללא שום זעזועים.
⁴ פער התוצר הוא מדד כלכלי להפרש בין התוצר בפועל של משק לבין התוצר הפוטנציאלי שלו. תוצר פוטנציאלי הוא הכמות המרבית של סחורות ושירותים שהכלכלה יכולה להפיק כשהיא יעילה ביותר - כלומר בתפוקה מלאה.
⁵ מעשית מקובל שכאשר הלווה מבקש לקבל משכנתא, דורש הבנק לקבל ממנו לפחות דוח הכנסה כדי להעריך את יכולתו של הלווה לעמוד בתשלומים החודשיים ולמזער את ההסתברות לחדלות פירעון.
⁶ אצל Adrian et al. (2020) שאינו מבוסס על יסודות מיקרו, הקשר השלילי הוא בין המדד של המצב פיננסי לבין פער התוצר, אך המהות הכלכלית העיקרית זהה.
⁷ אם כי במודל שלהם ההשפעה השלילית נובעת מהזרם הצפוי של המרווחים העתידיים ולא ממרווח של תקופה אחת. ליתר דיוק, הזרם העתידי הצפוי של המרווחים בתקופה t משפיע לרעה על התוצר, אבל הזרם העתידי הצפוי של המרווחים בתקופה $t + 1$ משפיע באופן חיובי על פער התוצר.
⁸ יסודות מיקרו מהווים מאמץ להבין תופעות מקרו כלכליות במונחים של התנהגויות של סוכנים כלכליים ושל יחסי הגומלין ביניהם. מחקר של יסודות מיקרו בוחן את הקשר בין עקרונות מקרו כלכליים לבין עקרונות מיקרו כלכליים על מנת לחקור את הקשרים האגרגטיביים במודלים מקרו כלכליים.

כמו אצל Benigno et al. (2020). עם זאת, אנו עדיין יכולים להתייחס אליה כאל **ריבית ייחוס (benchmark) עבור הריבית הריאלית** עבור הבנק המרכזי (להלן, CB). רק למען הפשטות נקרא מעתה והלאה לריבית של נקודת המידוד NRI.

יתר על כן, ה-NRI במודל שלנו עבור SOE מושפעת גם מהצמיחה הצפויה של התוצר הפוטנציאלי במשק המקומי, הצמיחה הצפויה בחו"ל (ראו Clarida et al. (2002)) והביקוש של לווים לאשראי (בשל זעזועים להעדפות שלהם).

נשאל שלוש שאלות עיקריות: (1) מהן ההשלכות של החיכוך הפיננסי - בשוק האשראי של משקי הבית - על המשק הישראלי בכפוף לסוגים שונים של זעזועים? (2) האם המדיניות המוניטרית צריכה להגיב למשתנים פיננסיים, כמו מרווח האשראי או רמת המינוף? מהן העלויות, מבחינת היעילות של המדיניות המוניטרית לשם השגתן של מטרותיה העיקריות – יציבות מחירים והיציבות של הפעילות הריאלית, אם המדיניות המוניטרית מתעלמת מהמגזר הפיננסי? (3) מהן ההשלכות של מדיניות מקרו-יציבותית אשר מבקשת להפחית הלוואות עודפות?

שאלות אלה קשורות קשר הדוק לדיון פתוח בספרות הכלכלית - ויכוח *the Leaning Against the Wind*⁹ - שהתגבר לאחר המשבר הפיננסי העולמי בשנת 2008 והאם המדיניות המוניטרית צריכה להגיב למשתנים פיננסיים או לא (Boissay et al. (2022) וכן (Gourio et al. (2018). מצד אחד גורסים כלכלנים שיש צורך במדיניות מוניטרית הדוקה יותר למטרות השגתה של יציבות פיננסית – מדיניות של LAW - ראו (Curdia and Woodford (2010, Curdia and Woodford (2016)¹⁰, Borio (2014)¹¹ וכן (Adrian et al. (2020). בהתבסס על הרעיון שרמה גבוהה של הלוואות מגדילה באופן משמעותי את ההסתברות לחדלות פירעון עתידית ועשויה להיות עם השפעה אפשרית הרת אסון על הכלכלה, הדבר מחייב את התערבותה של המדיניות כדי לשלוט בסיכון הפיננסי. המדיניות המוניטרית עשויה להפחית במידה מסוימת את נטילת החוב על ידי העלאת הריבית, אך עם זאת, השגתה של יציבות פיננסית באמצעות מדיניות מוניטרית עלולה לסתור את השגתה של יציבות האינפלציה והפעילות הריאלית. זו הסיבה שכמה כלכלנים טוענים מצד שני שכל מדיניות - מדיניות מוניטרית ומדיניות מקרו-יציבותית - צריכה להתנהל בנפרד, עם המטרות ועם המכשירים הנפרדים שלה (עקרון ההפרדה של (Svensson (2018).¹¹ לפיכך רק מדיניות מקרו-יציבותית יכולה לטפל ישירות בבעיות של יציבות פיננסית.

שאר המאמר מאורגן באופן הבא. חלק 2 מציג את המשוואות העיקריות של המודל, חלק 3 מתאר את הנתונים אשר משמשים לאימות קיומו של החיכוך הפיננסי בישראל ומציג את כיוול הפרמטרים של המודל,

⁹ "הישענות נגד הרוח" - (LAW) "Leaning Against the Wind" (Lars E.O. Svensson (2016) בעזרת ריבית מוניטרית גבוהה יותר עשויים להיות יתרונות במונחים של צמיחת חוב ריאלי נמוך יותר והסתברות נמוכה יותר למשבר פיננסי, אך יש לה גם עלויות במונחים של אבטלה גבוהה יותר ואינפלציה נמוכה יותר ובאופן מיוחד עלות גבוהה יותר שנגרמת ממשבר כאשר הכלכלה נמצאת במצב חלש יותר. עבור אומדנים אמפיריים קיימים, העלויות עולות על התועלות בפער ניכר, גם אם המדיניות המוניטרית אינה ניטרלית ומשפיעה באופן קבוע על החוב הריאלי. באופן קצת מפתיע, מדיניות מקרו יציבותית היא פחות יעילה ובאופן כללי, תנופה בתחום האשראי אשר יוצרת הסתברות, חומרה או משך משבר גבוהים יותר, מגדילות את העלויות של "הישענות נגד הרוח", ה-LAW, מעבר ליתרונות ומחזקות בכך עוד יותר את הטענה החזקה נגד "הישענות נגד הרוח" (LAW).

¹⁰ וכן (Juselius et al. (2016, Borio et al (2018).

¹¹ וכן (Svensson (2014, Svensson (2017).

אשר רלוונטי ביותר למגזר הפיננסי, חלק 4 מציג את המשמעות של החיכוך הפיננסי על הכלכלה ומראה גם את ההשלכות של מדיניות מקרו-יציבותית. חלק 5 מציג את הניתוח של המדיניות המוניטרית וחלק 6 מסכם את התוצאות העיקריות.

2. המודל

המודל שלנו מורכב מחלק שמייצג כלכלה מקומית וחלק שמייצג את שאר העולם. הכלכלה המקומית מיוצגת כמשק קטן ופתוח (SOE) עם מגזר פיננסי אשר מיועד להעניק אשראי למשקי הבית, כפי שנדון לעיל. יתרה מכך, במודל הנוכחי, יש ל-SOE שני סוגים של משקי בית - לוויים ומלווים (בניגוד ל- Laxton et al. 2006) שהינו מודל של פרט מייצג אחד בלבד ללא מגזר פיננסי. היתרון העיקרי של המודל שהינו מכוון אמפירית למשק הישראלי, ובנוסף הוא מסוגל לענות על שאלות כלכליות בסיסיות בנוגע להשלכות של החיכוך הפיננסי על הפעילות המצרפית ועל משתנים מקרו כלכליים אחרים בישראל. עם זאת, מכיוון שהמודל אינו מבוסס על יסודות מיקרו, הוא מוגבל ביכולתו לספק תשובות מדויקות לסוגים שונים של שאלות, במיוחד כאלה שקשורות להשלכות שיש לשינוי של פרמטרים עמוקים של המודל.

מכיוון שהמודל שלנו הוא עבור SOE, יש לתת תשומת לב לכוחות מהעולם שמשפיעים על הכלכלה המקומית. ראשית, כפי שראינו לעיל, משקי הבית המקומיים בישראל אינם יכולים ללוות מחו"ל ולכן האשראי שלהם הוא כולו מקומי והמרווח ורמת המינוף המקומיים מושפעים **לכן רק בעקיפין** מהכלכלה העולמית וזעזועים בה. בנספח ג' אנו מציגים את התגובות של המשתנים המקרו כלכליים העיקריים - פער התוצר והאינפלציה - לזעזועים מוניטריים בעולם. שנית, האפשרות של משקי הבית להשקיע ולחסוך בחו"ל קיימת בישראל מזה עשורים רבים, בעיקר באמצעות מתווכים פיננסיים. אבל זה יקר ולכן הנכסים המקומיים והזרים אינם תחליפים מושלמים, ולכן החוסכים אדישים בין קבלת ריבית גבוהה יותר בחו"ל בכפוף לעלויות עסקה או ריבית נמוכה יותר במשק המקומי. תחליפיות לא מלאה בין נכסים מקומיים וזרים גוררת להשפעה שאינה אפסית של המרווח המקומי על ה-NRI (ראו חלק 3), וגם לקיום פרמיית סיכון במשוואה ה-UIP (Uncovered Interest Rate Parity)¹², כמו אצל Schmitt-Grohe and Uribe (2003).

2.1 המשוואות של מודל ה-SOE

המשוואות העיקריות של החלק הלא פיננסי דומות ל-Laxton et al. (2006). המשוואות של החלק הפיננסי מבוססות על Benigno et al. (2020) וכן Cohen (2022). האינדקסים $t + 1$ וכן $t + 4$ במשוואות להלן מציינים את התחזית לרבעון הבא ולאורך ארבעת הרבעונים הבאים, בהתאמה. אנו בוחנים שישה זעזועים מקומיים: זעזוע פיננסי לביקוש (ההעדפות של הלוויים), זעזוע פיננסי להיצע, זעזוע מוניטרי, זעזוע אינפלציה, זעזוע צמיחה פוטנציאלי לתוצר וזעזוע שער חליפין. אנו בוחנים שלושה זעזועים

¹² התיאוריה של ה-UIP קובעת שהפרש בשיעורי הריבית בין שתי מדינות יהיה שווה לשינוי היחסי בשערי מטבע החוץ באותה תקופה. זוהי צורה אחת של שקילות בשיעור הריבית (IRP) אשר משמשת לצד שקילות בשיעור הריבית המכוסה. אם יחסי השקילות בשיעורי הריבית הלא מכוסים לא מתקיימים, אזי יש הזדמנות להרוויח רווח ללא סיכון באמצעות ארביטראז' מטבע או ארביטראז' מט"ח. שקילות של שיעורי הריבית הלא מכוסים (UIP) היא משוואה בסיסית בכלכלה אשר שולטת בקשר בין שיעורי ריבית זרים ומקומיים לבין שערי חליפין של מטבעות. הנחת היסוד של השקילות בשיעורי הריבית היא שבכלכלה גלובלית, מחיר הסחורה אמור להיות זהה בכל מקום (חוק המחיר היחיד) ברגע שלוקחים בחשבון הן את שיעורי הריבית והן את שערי המטבע. ניתן להבדיל בין שקילות של שיעורי הריבית הלא מכוסים (UIP) לבין שקילות של שיעורי הריבית המכוסים, אשר כרוך בשימוש בחוזים עתידיים כדי לגדר שערי חליפין עבור סוחרים מט"ח.

מהעולם : זעזוע מוניטרי, זעזוע אינפלציה וזעזוע צמיחה פוטנציאלי של התוצר בחו"ל.
להלן אנו מספקים הסבר קצר על המשוואות של המודל.

1. עקומת פיליפס.¹³ שיעור האינפלציה נקבע על פי האינפלציה בעבר והאינפלציה הצפויה (נסמן π_t^{4q} אינפלציה מצטברת שנתית), פער התוצר, פיחות ריאלי של שקל ומחירי הנפט, $\frac{1}{4}(\pi_t + \pi_{t-1} + \pi_{t-2} + \pi_{t-3})$ ϵ_t^π הוא זעזוע היצע (cost-push) (זעזוע אינפלציה).

$$\pi_t = A_{ld}^\pi \pi_{t+4}^{4q} + (1 - A_{ld}^\pi) \pi_{t-1}^{4q} + A_y^y \hat{y}_{t-1} + A_z^\pi \Delta z_t + A_{oil}^\pi \pi_t^{oil} + A_{oil,lag}^\pi \pi_{t-1}^{oil} + \epsilon_t^\pi \quad (1)$$

2. משוואת UIP עבור שער החליפין הריאלי של השקל (להלן, RER). הוא נקבע על ידי RER בפועל וצפוי, מרווח הריבית בין ריבית ריאלית נטולת סיכון מקומית וזרה, ופרמיית סיכון מדינה.

$$z_t = D_{zld}^z z_{t+1} + (1 - D_{zld}^z) z_{t-1} - (r_t - r_t^* - \Delta_t^{fx}) \quad (2)$$

3. הפרמיה לסיכון המדינה ב-UIP נקבעת על פי השינוי ב-RER הטבעי, z_t^n והפער בין ה-NRI המקומי והעולמי. ϵ_t^{fx} הוא זעזוע לפרמיה של סיכון המדינה (ראו, למשל, (Schmitt-Grohe and Uribe (2003)

$$\Delta_t^{fx} = \Delta z_t^n + (r_t^n - r_t^{nw}) + \epsilon_t^{fx} \quad (3)$$

4. משוואת IS מצרפית. פער התוצר נקבע לפי פער התוצר בפועל והצפוי, ההידוק המוניטרי, $\hat{r}_t$, שהוא הפער בין הריבית הריאלית לבין הריבית הריאלית הטבעית $\hat{r}_t = r_t - r_t^n$ (כאשר $r_t = i_t - E_t \pi_{t+1}$ הוא משוואת פישר)¹⁴, פער שער החליפין הריאלי $\hat{z}_t = z_t - z_t^n$ ופער התוצר בחו"ל.

$$\hat{y}_t = \beta_{yld}^y \hat{y}_{t+1} + (1 - \beta_{yld}^y) \hat{y}_{t-1} - \beta_r^y \hat{r}_{t-1} + \beta_z^y \hat{z}_{t-1} + \beta_{yw}^y \hat{y}_t^w \quad (4)$$

משוואה זו מייצגת את הדינמיקה של פער התוצר המצרפי עם ההרכב הבא. ראשית, יש לשים לב שהמודל הוא ללא דינמיקה של השקעה והון. שנית, **הייצוא נטו**, בהתאם ל-Laxton et al. (2006) ניתן לפצל לדינמיקה של כמות שמיוצגת ע"י $\hat{y}_t^w$ ולמחירים יחסיים אשר מיוצגים על ידי $\hat{z}_{t-1}$. לבסוף, להוציא את

¹³ עקומת פיליפס מתארת את הקשר ההפוך בין אינפלציה לאבטלה. מקורה של עקומת פיליפס במחקר אמפירי של הכלכלן הבריטי אלבן פיליפס שפורסם בשנת 1958. במחקרו מצא פיליפס קשר סטטיסטי הפוך בין עליות שכר נומינליות ושיעור האבטלה בבריטניה בין השנים 1861 ו-1957.

¹⁴ פישר היה הראשון שהבדיל באופן ברור בין ריבית ריאלית לבין ריבית נומינלית: כאשר r מייצג את שער הריבית הריאלי, i מייצג את שער הריבית הנומינלי והאינפלציה היא העלייה ברמת המחירים. כאשר האינפלציה נמוכה מספיק, הריבית הריאלית קרובה לערך של הריבית הנומינלית פחות קצב האינפלציה הצפוי. משוואה זו נקראת משוואת פישר.

האמור לעיל (שני אלמנטים בצד ימין של משוואה 4) אנו נותרים עם משוואת אוילר¹⁵ עבור הצריכה המצרפית (צריכה משותפת של שני סוגי סוכנים - לווים ומלווים - בהתאם ל-Benigno et al. (2020)). הסבר זה הוא חשוב ליישום של המשוואה הבאה (NRI).

5. ה-NRI. הניסוח המפרט שלנו של ה-NRI שונה מאוד מהניסוח ב-Laxton et al. (2006) בו קצב הגידול של התוצר הפוטנציאלי הוא תהליך סטציונרי אקסוגני. במודל הנוכחי ה-NRI מורכב מארבעה רכיבים, כדלקמן: שני הרכיבים הראשונים הם הצמיחה הצפויה של התוצר הפוטנציאלי של המשק והצמיחה הצפויה בחו"ל (בפועל). מבנה זה הוצג על ידי Clarida et al. (2002) עבור כלכלה פתוחה ללא חיכוך פיננסי. שני הרכיבים האחרונים תופסים את השפעתו של המגזר הפיננסי על הפעילות המצרפית (באמצעות ה-NRI). באופן ספציפי, המרכיב השלישי הוא מרווח הריבית המקומי אשר משקף חיכוך פיננסי, כפי שהוצג על ידי Benigno et al. (2020). סימן המינוס משקף אפקט מרסן, שכן מרווח גבוה יותר מוביל לפעילות מצרפית נמוכה יותר, בהתאם לספרות Adrian et al. (2020) וכן Curdia and Woodford (2016). יתרה מכך, Benigno et al. (2020) התייחסו רק לזעזועים בהיצע לאשראי אשר נובעים ממתווכים פיננסיים ולכן אנו בוחנים ברכיב הרביעי גם זעזועים בביקוש לאשראי, שנגרמו מזעזוע להעדפות של הלווים.¹⁶

$$r_t^n = \alpha + \alpha_g^{NRI} g_{t+1}^n + \alpha_g^w g_{t+1}^w - \alpha_\Delta^{NRI} \hat{\Delta}_t - \alpha_{cb}^{NRI} \Delta \varepsilon_{t+1}^{cb} \quad (5)$$

6. כלל מדיניות הבנק המרכזי. הריבית המוניטרית נקבעת על ידי כלל מסוג טיילור¹⁷ עם החלקת ריבית.¹⁸ הוא מגיב ל-NRI, סביבת האינפלציה, שהיא ממוצע משוקלל של סטייה מיעד האינפלציה הצפויה בשנה הבאה והאינפלציה בפועל בשנה האחרונה ופער התוצר. ε_t^i הוא הזעזוע המוניטרי.

$$i_t = G_{lag}^i i_{t-1} + (1 - G_{lag}^i)(r_t^n + \bar{\pi} + G_\pi^i \left(\frac{w(\pi_{t+4}^{4q} - \bar{\pi}) + (1-w)(\pi_t^{4q} - \bar{\pi})}{(1-w)(\pi_t^{4q} - \bar{\pi})} \right) + G_y^i \hat{y}_t) + \varepsilon_t^i \quad (6)$$

7. קצב הגידול של התוצר הפוטנציאלי נקבע על פי צמיחת התוצר הפוטנציאלי בעבר, פיחות השקל במונחי ה-RER הטבעי וגידול התוצר בפועל בחו"ל. הכללת שני המשתנים במשוואה 7 הוא גם הרחבה של Laxton et al. (2006) ומשקף את הביקוש העולמי לתוצר המקומי בכפוף לגמישות מחירים. צמיחת התוצר הפוטנציאלי מושפעת גם מזעזועים ε_t^g כגון זעזועים טכנולוגיים או זעזועים פסקלים.¹⁹ במצב

¹⁵ משוואה דיפרנציאלית רגילה, אשר לה דרך פתרון ייחודית שקשורה לפתרון משוואות דיפרנציאליות ליניאריות עם מקדמים קבועים.

¹⁶ ניתן להראות כי הוספת זעזועים של העדפות ללווים במודל של Benigno et al. (2020) מביא לרכיב נוסף ב-NRI, שהוא השינוי הצפוי בזעזועים להעדפות של הלווים כפול חלקם היחסי באוכלוסייה.

¹⁷ כלל טיילור הוא נוסחה אשר קושרת את הריבית של הבנק המרכזי לאינפלציה ולצמיחה כלכלית. פותח על ידי הכלכלן ג'ון טיילור בשנת 1993, הוא מניח ששיעור הריבית של קרנות פדרליות בשיווי משקל הוא השיעור של 2% מעל שיעור האינפלציה השנתי.

¹⁸ ראייה אינרציאלית של התאמה דינמית של המדיניות המוניטרית אומרת כי הריבית לטווח הקצר משתנה בקצב איטי מאוד, כך שתגובת המדיניות המוניטרית לנתונים כלכליים חדשים נחלקת על פני רבעונים רבים.

¹⁹ מכיוון שהמודל המוצג אינו מבוסס על יסודות מיקרו, אי אפשר להבדיל בין כל הזעזועים שמשפיעים על הצמיחה הפוטנציאלית של התוצר.

עמיד (להלן, SS), הצמיחה של התוצר הפוטנציאלי היא חיובית, $g^n > 0$, אשר משקפת צמיחה טכנולוגית ארוכת טווח של המשק.

$$g_t^n = (1 - \theta_1 - \theta_3)g^n + \theta_1 g_{t-1}^n + \theta_2 \Delta z_t^n + \theta_3 g_t^w + \varepsilon_t^g \quad (7)$$

המשוואות המפורטות להלן מתארות את המגזר הפיננסי של המודל.

1. הפער ביחס המינוף, $\widehat{lev}_t$, ראשית, הבה נגדיר b_t וכן y_t כרמות החוב והתוצר של משקי הבית, בהתאמה. הגדרה של $lev_t = \frac{b_t}{y_t}$ כיחס המינוף חוב-תוצר. אנו מניחים שב-SS, התוצר והחוב צומחים בשיעורי הפוטנציאל שלהם, g^n , ולכן יחס המינוף קבוע ושווה ל- $\frac{b}{y}$. $lev = \frac{b}{y}$. כל חריגה של חוב ו/או תוצר מרמתם ה"טבעית" מביאה לסטייה של יחס המינוף מערכו של ה-SS. לכן, אנו מציגים את הסטייה ביחס המינוף מה-SS כהבדל בין פער החוב לפער התוצר.

$$\widehat{lev}_t = \widehat{b}_t - \widehat{y}_t \quad (8)$$

2. מרווח האשראי (זהות) על החוב של משקי הבית הוא פער הריבית בין הריבית ללווים ולמלווים

$$\Delta_t = i_t^b - i_t \quad (9)$$

3. מרווח אשראי (צד ההיצע). נניח שמרווח האשראי הוא פונקציה של יחס המינוף, $\Delta_t = \beta_{lev}^\Delta lev_t + \varepsilon_t^\Delta$, כאשר ε_t^Δ הוא זעזוע פיננסי שמציג שינויים ברמת החוב ה"בטוח" הנתפס על ידי מתווכים פיננסיים או שינויים בעלויות שקשורות להעמדת אשראי על ידי מתווכים פיננסיים ב-SS, המרווח הוא חיובי, $\Delta > 0$. למטרות נוספות נוח לייצג את הקשר במונחים של פערים, כלומר סטיות מערכי SS.

$$\widehat{\Delta}_t = \beta_{lev}^\Delta \widehat{lev}_t + \varepsilon_t^\Delta \quad (10)$$

ניתן לפרק את הגמישות הכוללת של המרווח ביחס לרמת המינוף כ- $\beta_{lev}^\Delta = \beta_{lev}^{inter} + \beta_{lev}^{MP}$ כאשר β_{lev}^{inter} תופס רק את השיקולים של הבנקים הפרטיים של ענישה על חוב גבוה יותר, תוך התחשבות בהכנסות שלהם עצמם משיעור הריבית והסיכון לחדלות פירעון. אם עבור קובעי המדיניות של הבנקים נתפס כנמוך מדי, כלומר הסיכונים הפיננסיים מוערכים בחסר, ההתערבות יכולה להיות במקום, על ידי הגדלת הגמישות הכוללת על ידי β_{lev}^{MP} . ניתן לעשות זאת על ידי התערבות שמייקרת את האשראי, גורם לעלייה בגמישות של המרווח לרמת מינוף. למשל, על ידי הגדלת דרישות ההון בהלוואות אשר מועמדות על ידי בנקים, כפי שיושם בישראל בשנת 2010, שם נקבעו דרישות הון להלוואות מסוכנות (ראו תיאור מפורט אצל (Benchimol et al. (2022).

4. משוואת אוילר עבור **הלווים**. הצריכה שלהם נקבעת לפי הצריכה הצפויה ובעבר, הריבית הריאלית ללווים, יחס המינוף והצמיחה הצפויה של התוצר הפוטנציאלי. כל המשתנים כאן מתבטאים בפערים, כלומר $\widehat{g}_t^n = g_t^n - g^n$. ϵ_t^{cb} הוא זעזוע בהעדפות הצריכה של הלווים אשר מייצג זעזוע לביקוש לאשראי.

$$\widehat{c}_t^b = \beta_{ld}^b \widehat{c}_{t+1}^b + (1 - \beta_{ld}^b) \widehat{c}_{t-1}^b - \beta_r^b (\widehat{R}_t^b - (\pi_{t+1} - \bar{\pi}) + v \widehat{lev}_t - \widehat{g}_{t+1}^n) - \Delta \epsilon_{t+1}^{cb} \quad (11)$$

5. מגבלת תקציב **הלווים** (במונחים ריאליים). הצד השמאלי של המשוואה הוא סכום האשראי בתקופה t אשר דרוש למימון מספר מרכיבים בצד ימין: (1) החזר אשראי ישן מתקופה t-1 ותשלום הריבית על החוב בתקופה t. מכיוון שהחוב הוא נומינלי, אינפלציה גבוהה בעבר שוחקת את החוב הישן במונחים ריאליים בהפחתה הנדרשת של $\widehat{b}_t$, קצב הצמיחה ($\widehat{g}_t^n$) הוא תוצר לוואי של סטציונריות; ²⁰ (2) הפער בין פערי הצריכה וההכנסה (אנו מניחים ש- $\beta_b^c = \beta_b^y$).

$$\widehat{b}_t = \widehat{R}_t^b + \beta_{lag}^b (\widehat{b}_{t-1} - (\pi_t - \bar{\pi}) - \widehat{g}_t^n) + \beta_b^c \widehat{c}_t^b - \beta_b^y \widehat{y}_t \quad (12)$$

זה תואם את העובדה הטיפוסית אשר נדונה קודם לכן - מקור האשראי למשקי בית הוא מקומי בלבד והוא מגיע מהמלווים המקומיים (באמצעות מתווכי ביניים פיננסיים).

2.2 המשוואות של הכלכלה העולמית

רוב המשוואות של הכלכלה העולמית הן של Laxton et al. (2006). השינוי היחיד שעשינו כאן נוגע למפרט ב-NRI במשוואה 15 לפי Clarida et al. (2002).

1. משוואת אינפלציה (עקומת פיליפס)

$$\pi_t^w = \alpha^w E_t \pi_{t+4}^{4qw} + (1 - \alpha^w) \pi_{t-1}^{4qw} + k^w \widehat{y}_{t-1}^w + \epsilon_t^{\pi^w} \quad (13)$$

2. משוואת IS

$$\widehat{y}_t^w = \delta_1^w E_t \widehat{y}_{t+1}^w + \delta_2^w \widehat{y}_{t-1}^w - \delta_2^w \widehat{r}_{t-1}^w \quad (14)$$

כאשר העמדה של המדיניות המוניטרית בחו"ל היא $\widehat{r}_t^w = r_t^w - r_t^{wn}$ ומשוואת פישר היא $r_t^w = i_t^w - E_t \pi_{t+1}^w$.

²⁰ מגבלת תקציב הלווים המקורית היא $\frac{b_t}{R_t^b} = c_t^b + \frac{b_{t-1}}{\Pi_t} \frac{y_{t-1}}{y_t} - \frac{\omega}{\chi}$. מחולק על ידי y_t נותן $\frac{b_t}{R_t^b} = c_t^b + \frac{b_{t-1}}{\Pi_t} - \frac{\omega}{\chi} y_t$. כאשר כעת האיבר השלישי מחולק בקצב הצמיחה $\frac{b_t^y}{R_t^b} = \frac{c_t^b}{y_t} + \frac{b_{t-1}^y}{\Pi_t \Delta y_t} - \frac{\omega}{\chi}$.

3. שיעור בריבית הטבעית (NRI)

$$r_t^{nw} = c_0^w + c_1^w g_{t+1}^{nw} \quad (15)$$

4. כלל המדיניות של הבנק המרכזי (CB)

$$i_t^w = \gamma^w i_{t-1}^w + (1 - \gamma^w) \left(r_t^{nw} + \bar{\pi}^w + \beta_1^w (\pi_{t+4}^{4q^w} - \bar{\pi}^w) + \beta_2^w y_t^w \right) + \varepsilon_t^{rw} \quad (16)$$

5. קצב הגידול של התוצר הפוטנציאלי

$$g_t^{nw} = (1 - \theta^w) g_t^{nw} + \theta^w g_{t-1}^{nw} + \varepsilon_t^{gw} \quad (17)$$

3. כיוול

3.1 נתונים

הנתונים לגבי היקף האשראי מבוססים על הדוחות הכספיים של הבנקים המסחריים ועל התהליך שמקיים בנק ישראל. מרווח האשראי מבוסס על דיווח חודשי של הבנקים המסחריים לפיקוח על הבנקים בבנק ישראל.

3.2 שלבי הכיוול

אנו מסכמים את הפרמטרים העיקריים של המודל בטבלה 1. רוב הפרמטרים בבולק הלא פיננסי מבוססים על Chen Zion (2021) שאמד את המודל של Laxton et al. (2006) עבור ישראל. כפי שהראינו בחלק 2, השפעת החיכוך הפיננסי על הפעילות המצרפית היא באמצעות ה-NRI במשוואה 4. לפיכך, על מנת להעריך נכונה את ההשלכות של החיכוך הפיננסי על הפעילות המצרפית, שלושה פרמטרים דורשים התייחסות מיוחדת: (1) הגמישות של מרווח הריבית ליחס חוב-תוצר, β_{lev}^A , במשוואה 10; (2) הגמישות של NRI למרווח (עד סימן מינוס), α_{Δ}^{NRI} , במשוואה 5; וכן (3) הגמישות של פער התוצר ל-NRI, β_r^y , במשוואה 4. כעת נסביר כיצד כיילנו את הפרמטרים הללו.

3.2.1 הגמישות של המרווח ליחס החוב-תוצר

הפרמטר β_{lev}^A במשוואה 1 (תופס את מידת החיכוך הפיננסי במודל. אם $\beta_{lev}^A = 0$, אנו חוזרים למודל הסטנדרטי שבו היקף החוב הוא חסר משמעות. בנספח א' אנו מאמתים באופן אמפירי את קיומו של חיכוך פיננסי כזה באופן ספציפי בישראל, אנו מוצאים קשר חיובי בין מרווחי הריבית לבין יחס החוב לתוצר בשוק המשכנתאות בישראל.

אנו מודעים לכך שהגמישות הנאמדת שמצאנו משקפת גם את הצעדים המקרו-יציבותיים אשר יושמו בישראל בעשור האחרון (ראו Benchimol et al. (2022) ולכן הפרמטר הנאמד כנראה מוטה כלפי מעלה

לגבי הפרמטר הטהור של המערכת הבנקאית. לפיכך אנו מיישמים בנספח א' מספר מבחנים על ידי התחשבות בצעדים המקרו-יציבותיים. אנו מוצאים שאפילו בכפוף להתחשבות בצעדים המקרו-יציבותיים האלה, הפרמטר הבסיסי הוא עדיין חיובי ומובהק ואנו מוצאים תמיכה מסוימת להטיה כלפי מעלה של הפרמטר הנאמד.

ליתר דיוק, אנו אומדים את הרגרסיה הבאה (במדגם הרבעוני 2004/Q1 עד 2021/Q3):

$$spread_t^H = c + \beta Lev_t^H + \alpha_0 \pi_t^H + \alpha_1 \pi_{t-1}^H + \alpha_2 \pi_{t-2}^H + \alpha_3 \pi_{t-3}^H + u_t \quad (18)$$

כאשר יחס החוב לתוצר המוגדר כ- $lev_t^H = \frac{B_t^H}{Y_t}$, B_t^H הוא מלאי המשכנתאות ו- Y_t הוא התוצר (בניכוי עונתיות), π_t^H הוא מחירי הדיור. אנו בוחרים במפרט זה על מנת להיות קרובים למודל שלנו במשוואה 10 ול-Benigno et al. (2020), כאשר המרווח נקבע לפי רמת המינוף באותה תקופה. המטרה שלנו היא להשיג אומדן הולם עבור הפרמטר β לצורך הכיול של המודל ולא על מנת להשיג את ההתאמה הטובה ביותר של משוואה 18 ביחס ל- R^2 . הכללתם של מחירי הדיור צפויה לתפוס השפעה נלווית על המרווח והיא משמעותית מאוד בכל הרגרסיות שנבדקו, תוך שהיא מסייעת בזיהוי הזעזועים האמיתיים בצד ההיצע למרווח u_t .

בכפוף להנחה מסוימת בשוק האשראי שאינו לדיור, אשר מפורטת בנספח ב', אנו מכילים את הפרמטר העקיב של המודל לגבי כלל שוק האשראי של משקי הבית, β_{lev}^{Δ} כדי שיקבל את הערך 0.031. פרמטר זה קרוב לפרמטר אצל Curdia and Woodford (2010) (של 0.1), אך גבוה בהרבה ממה שהתקבל אצל Benigno et al. (2020) עבור ארצות הברית (של 0.0078).

3.2.2 הגמישות של ה-NRI למרווח

Benigno et al. (2020) מצאו שהגמישות של ה-NRI למרווח עבור ארצות הברית היא 2.5-. אנו טוענים כי עבור SOE צריכה גמישות זו להיות נמוכה יותר, בשל האפשרות של החוסכים להחליף חלק מהחיסכון המקומי בחיסכון זר (הם מתמודדים עם עלויות עסקה גבוהות יותר בעת השקעה בחו"ל). כאן שיעור ה-NRI יירד, כאשר זעזוע חיובי למרווח יפגע בלוויס, אך ירידה זו תהיה מתונה בהשוואה לכלכלה הסגורה. בהתבסס על שיקולים אלה, כיילנו את הגמישות של ה-NRI למרווח ל-0.5, $\alpha_{\Delta}^{NRI} = 0.5$.

לגבי ה-NRI במשוואה 5, מדלנו אותה גם כפונקציה של הצמיחה הצפויה של התוצר הפוטנציאלי המקומית והצמיחה הצפויה של התוצר בפועל בחו"ל בהתאם ל-Clarida et al. (2002). הגמישות הנאמדת לישראל של שני המשתנים נלקחו מ-Ilek and Segal (2022). הצדקה נוספת לפרמטר נמוך יותר כאן לעומת Benigno et al. (2020) היא שכאן ההשפעה היא על פער התוצר ולא רק על הצריכה המצרפית כמו אצל Benigno et al. (2020).

3.2.3 הגמישות של פער התוצר ל-NRI

גמישות פער התוצר ביחס ל-NRI (פרמטר β_r^y במשוואה 4) שווה לגמישות של פער התוצר ביחס לריבית הריאלית לטווח הקצר של ה-CB. יש כמה אמידות לפרמטר זה עבור ישראל. Chen Zion (2021) קיבל אמידה של -0.02, שזה נופל במידה רבה מתחת לכל השאר. האמידה של Ilek and Segal (2022) היא -0.1, האמידה של Benchimol (2016) היא -0.5, האמידה של Argov and Elkayam (2009) נעה בין -0.42 לבין -0.82, והאמידה של Argov et al. (2012) היא קרובה ל-0.1.²¹ אנו מאמצים גישה שמרנית בכויל של הפרמטרים במשוואה 4, כאשר אנו קובעים אותו ל-0.1, שהוא הזנב השמאלי של כל האמידות עבור ישראל, למעט האמידה אצל Chen Zion (2021).

3.2.4 רתיעה של לווים מחובות²²

לגבי פרמטרים אחרים בגוש הפיננסי, אי הוודאות הגבוהה ביותר היא לגבי הפרמטר ν במשוואה 1, אשר משקף מבחינה כלכלית את מידת הרתיעה מהסטייה בערכה של רמת המינוף מה-SS. ערכים נמוכים של ν גורמים לתנודתיות גבוהה של חוב ורמת מינוף ולהיפך. Benigno et al. (2020) קבעו עבור ארצות הברית $\nu = 0.025$. אין אמידות או הערכות כלשהן לגבי ישראל. אחת הדרכים לכייל את ν היא להתאים את תנודתיות החוב מהמודל אל הנתונים. המדידה של פער החוב מהנתונים באמצעות מסנן HP²³ מביאה ל-SE²⁴ של כ-4%. כדי להשיג תנודתיות זו, נדרש ν גבוה במודל, $\nu = 1.25$. עם זאת, מסנן HP הוא גישה שמרנית מאוד של גזירת פערים, מכיוון שהמגמה של מסנן ה-HP עוקבת מקרוב אחר הנתונים בפועל לפי הבנייה (ההנחה הסטנדרטית של פרמטר ההחלקה היא $\lambda = 1,600$). לעומת זאת, גזירת פערים ממגמה לינארית גורמת לתנודתיות גבוהה ביותר של פער החוב (בכפוף למגמה לינארית λ היא גדולה מאוד). מדידת פער החוב מהנתונים באמצעות מגמה לינארית מביאה ל-SE של 13%. כדי להשיג SE כזה מהמודל, יש צורך בפרמטר נמוך של ν כמו אצל Benigno et al. (2020), של בערך $\nu = 0.0225$. בהתחשב באי הוודאות הגבוהה מאוד לגבי התנודתיות האמיתית של פער החוב בנתונים, אנו בוחנים שני מקרים קוטביים של פרמטר זה, מקרה בסיס עם $\nu = 0.0225$ כמו אצל Benigno et al. (2020) ומקרה חלופי עם $\nu = 1.25$ שהוא גבוה ב-50.

²¹ מודל זה מוצג בצורה לא לינארית ולכן קשה להשיג גמישות זו באופן ישיר. יישמנו את ההליך הבא כדי לגזור אותו בעקיפין. בשלב הראשון, יצרנו 1,000 תצפיות באמצעות סימולציה סטוכסטית של מודל ה-DSGE. בשלב השני, הורדנו את פער התוצר על הריבית הריאלית ומשתנים מסבירים אחרים כמו פירוט משוואת ה-IS אצל Laxton et al. (2006). קיבלנו גמישות משוערת של פער התוצר לריבית הריאלית בין 0.1- לבין 0.15-.

²² סלידה מחובות היא חוסר נכונות להתקשר בחוזה פיננסי ממוסגר או מתווג כחוב, אשר מעוותת את החלטות ההשקעה והמימון של משקי הבית.

²³ מסנן Hodrick-Prescott (HP) הוא אחת השיטות האקונוטריות הנפוצות ביותר במחקר מקרו כלכלי מיושם. הטכניקה אינה פרמטרית ומבקשת לפרק סדרת זמן למגמה ולמרכיב מחזורי ללא סיוע של תיאוריה כלכלית או מפרט מגמה קודם.

²⁴ השגיאה הסטנדרטית (SE) של הרגרסיה מבטאת את מידת אי הוודאות ברמת הדיוק של הערכים החזויים של המשתנה התלוי. דבר זה מציין באופן נוח עד כמה רחוק נמצא מודל הרגרסיה בממוצע על ידי שימוש ביחידות של משתנה התגובה. זה נקרא גם ה-SE של האמידה.

3.2.5 פרמטרים נוספים

הפרמטר α_{cb}^{NRI} במשוואה 5 מכויל ל- 0.4- והוא תופס את חלקם של הלווים באוכלוסייה (לפי Shami (2019)). הפרמטרים במשוואה 12 מתקבלים מליניאריות של המשוואה. לבסוף, אנו מכילים את β_r^{cb} שיהיה גדול פי 5 מ- β_r^y כלומר מבחינה כלכלית, הצריכה של הלווים רגישה יותר לשיעור הריבית מאשר זו של המלווים (כמו אצל (Curdia and Woodford (2016)).

4. השלכות של חיכוך פיננסי ומדיניות מקרו-יציבותית

בחלק זה אנו מציגים את ההשלכות של החיכוך הפיננסי ושל המדיניות המקרו יציבותית על הכלכלה. לשם כך, אנו משווים את התגובות של המשתנים העיקריים לזעזועים שונים במודל תחת שלושה מקרים, כמתואר להלן:

- **מודל ללא חיכוך פיננסי.** במקרה זה, הבנקים המסחריים אינם לוקחים בחשבון את האפשרות של חדלות פירעון ואינם מענישים את הלווים על מינוף גבוה יותר. כלומר, המרווח עבור הלווים אינו תלוי ביחס המינוף שלהם ($\beta_{lev}^A = 0$ במשוואה 10) והוא אקסוגני לחלוטין.
- **מודל עם חיכוך פיננסי.** הבנקים מענישים את הלווים על חוב גבוה יותר, כתוצאה מניהול סיכונים פנימי ולכן הם דורשים מרווח אשראי גבוה יותר עבור יחס מינוף גבוה יותר ($\beta_{lev}^A = 0.031$), כמו בכיול הבסיסי, ראו טבלה 1).
- **מודל עם מדיניות מקרו-יציבותית.** כאן הבנקים השפיעו באופן משמעותי על ידי האסדרה של המדיניות המקרו-יציבותית וכתוצאה מכך הרגישות של מרווח אשראי הוא גבוה יותר למינוף של הלווים ($\beta_{lev}^A = 0.1 > 0.031$). כפי שנדון קודם לכן, במשוואה 10, מדיניות מקרו-יציבותית צריכה לנסות למנוע נטילה עודפת של הלוואות. כלי אפשרי אחד הוא להטיל תקנות מחמירות על הלווים, כגון רמת מינוף מרבית (LTV) או יחס החזר חודשי להכנסה מרבי (PTI). כלי נפוץ נוסף הוא על ידי שליטה בדרישות ההון של הבנקים המסחריים, מה שעלול לייקר את ההלוואות. עם זאת, אנו לא מנתחים כאן כיצד כל כלי משפיע על הרגישות של המרווח לרמת המינוף של הלווים, β_{lev}^A . מטרתנו היא להמחיש כיצד עלייה ברגישות זו משפיעה על הכלכלה.

טבלה 1: הפרמטרים של הגוש הפיננסי של המודל

הפרמטר	ערך	מקור או יעד
גמישות המרווח לחוב-תוצר	0.031	נספח
הגמישות של ה-NRI ל-:		
1. מרווח	0.5	Benigno et al. (2020) ושיקולים של המחברים
2. צמיחה מקומית פוטנציאלית צפויה	0.4	Ilek and Segal (2022)
3. צמיחה בפועל בחו"ל	0.6	Ilek and Segal (2022)
4. זעזוע העדפות	0.4	הנתח של הלווים
הגמישות של פער התוצר ל-NRI	-0.1	Argov et al. (2012), Ilek and Segal (2022)
משוואת אוילר של הלווים	0.0225-1.25	Benigno et al. (2020) ושיקולים של המחברים
	$\beta_r^y \times 5$	Curdia and Woodford (2016) ושיקולים של המחברים

4.1 השלכה של חיכוך פיננסי ומדיניות מקרו-יציבותית בכפוף לזעזוע של מדיניות מוניטרית

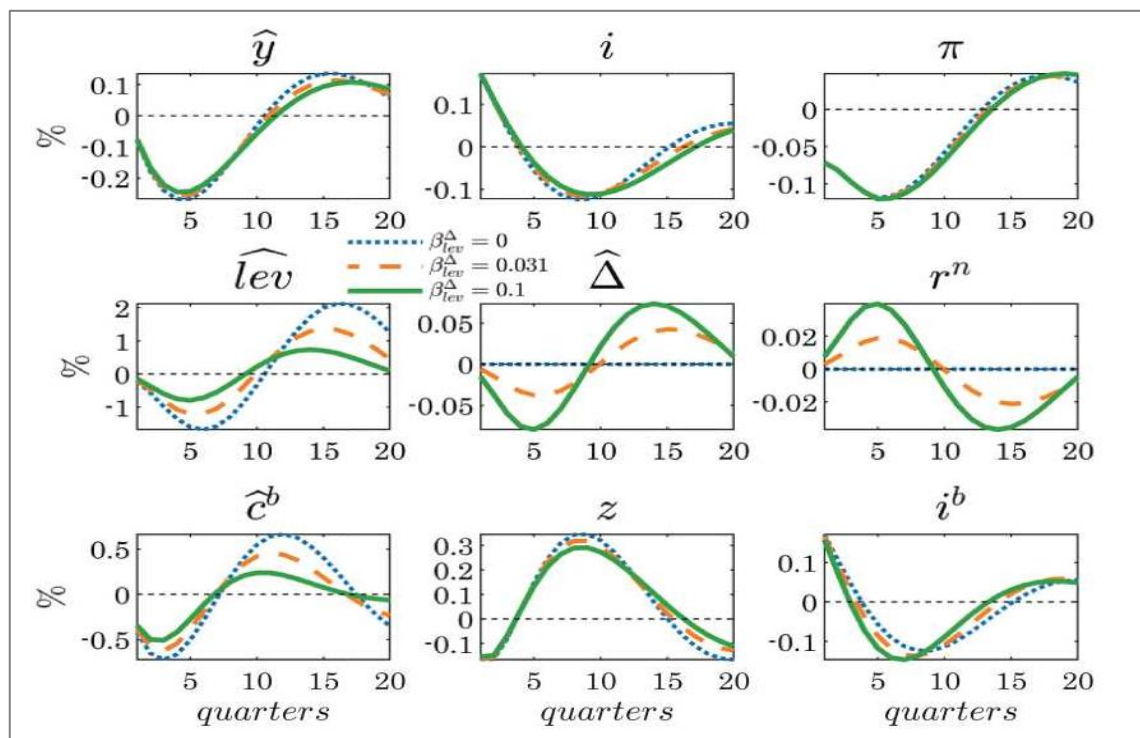
איור 3 מציג את פונקציית תגובה לזעזוע²⁵ (Impulse Response Function) (להלן, IRF) של המדיניות המוניטרית עבור תשעה משתנים - פער התוצר, ריבית הבנק המרכזי, אינפלציה, יחס המינוף, מרווח האשראי, שיעור הריבית הטבעי, צריכת לווים, שער חליפין ריאלי והריבית המסוכנת של הלווים. הקו המקווקו הכחול מציג את המקרה ללא חיכוך פיננסי, $\beta_{lev}^A = 0$. הקו הכתום מייצג את מקרה קו הבסיס עם חיכוך פיננסי, $\beta_{lev}^A = 0.031$, אך ללא מדיניות מקרו-יציבותית ייחודית. לבסוף, הקו הירוק מייצג את המקרה עם מדיניות מקרו-יציבותית הדוקה אשר תוארה לעיל, התוצאה היא סך גמישות של $\beta_{lev}^A = 0.1$.

זעזוע חיובי של המדיניות המוניטרית מפחית את הביקוש לצריכה דרך ערוץ ההחלטות הפיננסיות, שכן ריבית גבוהה יותר מניעה את כל משקי הבית - הלווים והחוסכים - להפחית את החוב או להגדיל את החיסכון בהתאם לכך. כתוצאה מכך אנו מקבלים ירידה בתוצר ובאינפלציה. ניתן לראות שתחת זעזוע של מדיניות מוניטרית, תפקידם של החיכוך הפיננסי ושל המדיניות המקרו-יציבותית אינם משמעותיים ואנו מקבלים דינמיקה די דומה של המשתנים העיקריים - תוצר ואינפלציה - בכל שלושת המקרים.

²⁵ פונקציית תגובה לזעזוע מתארת את התפתחות המשתנה שנמצא במוקד העניין לאורך אופק זמן מוגדר לאחר זעזוע ברגע נתון.

במקרה שאין חיכוך פיננסי (קו מקווקו כחול), מרווח הלווים אינו מושפע מרמת המינוף שלהם והוא נותר קבוע. בעוד שבמקרה של חיכוך פיננסי (קו כתום), הקטנה של רמת המינוף של הלווים נותנת הקלה בתנאי האשראי ולכן אנו מקבלים ירידה קטנה במרווח האשראי. יש לכך תרומה חיובית קטנה לביקוש של הלווים. לבסוף, במסגרת של מדיניות מקרו-יציבותית, אנו מקבלים הפחתה הרבה יותר גבוהה במרווח, עם ירידה נמוכה יותר ברמת המינוף ובצריכה של הלווים. התנהגות זו של תוואי תוצר חלק יותר עם חיכוך פיננסי גבוה יותר מפורטת בסעיף הבא.

איור 3: פונקציית תגובה לזעזוע חיובי של המדיניות המוניטרית



הערות: זעזוע של סטיית תקן אחת. משתנים כסטייה ממצב עמיד: פער התוצר, אינפלציה, ריבית, מינוף, מרווח האשראי, צריכת לוויים, שער חליפין ריאלי וריבית הלווים. קו מנוקד כחול: מייצג את המקרה ללא חיכוך פיננסי. קו כתום: מייצג את המקרה של קו הבסיס עם חיכוך פיננסי, אך ללא מדיניות מקרו-יציבותית (גמישות המרווח לרמת המינוף היא 0.031). קו ירוק: מייצג את המקרה עם מדיניות מקרו-יציבותית. (גמישות המרווח לרמת המינוף היא 0.1). כל הסימולציות הן תחת המפרט של רתיעה נמוכה של לוויים ממינוף, $v=0.0225$.

4.1.1 מאיץ פיננסי או מאט פיננסי?

הכיוון לתגובה של מרווח האשראי לזעזוע מוניטרי בספרות הוא לא חד משמעי, גם כאשר בוחנים את אותה המדינה ואת אותה מתודולוגיה. לדוגמה, Brzoza-Brzezina et al. (2013) מראים, בהתבסס על מודל וקטור אוטו-רגרסיבי (VAR)²⁶ עבור כלכלת ארצות הברית, כי זעזוע מוניטרי חיובי מקטין את המרווח,

²⁶ מודל וקטור אוטו-רגרסיבי (VAR) הוא מודל סטטיסטי אשר משמש לתפיסת הקשר בין כמויות מרובות כשהן משתנות לאורך זמן. VAR הוא סוג של מודל תהליך סטוכסטי אשר כולל את המודל האוטו-רגרסיבי החד-משתנה על ידי מתן אפשרות לסדרות זמן מרובות משתנים.

לפחות למשך שנה אחת. לעומת זאת, Cesa-Bianchi and Anderson (2020) וכן Gertler and Karadi (2015) בוחנים גם הם את כלכלת ארצות הברית, אך מראים שהמרווחים עולים.

התוצאה העיקרית שהשגנו בעבר היא שזעזוע מוניטרי חיובי מפחית את רמת המינוף ולכן מקטין את המרווח. הקטנת המרווח מפחיתה חלקית את ההשפעה השלילית של הזעזוע המוניטרי על צריכת הלווים ועל התוצר. לכן החיכוך הפיננסי בכיול של המודל שלנו מייצר מאט פיננסי ולא מאיץ פיננסי. כעת נרחיב על תוצאה זו, החל בהתייחסות לספרות, שבה ניתן למצוא כי יש מעט סוגים של גישות למידול של חיכוכים פיננסיים (Brzoza-Brzezina et al. (2013), בין היתר).

הטענה שלנו היא שלכל סוגי המודלים, המרווח גדל עם רמת המינוף, אך רמת המינוף מוגדרת אחרת ולכן התגובה שלה לזעזועים עשויה להיות שונה. זו הסיבה שבמודלים שונים ההשפעה של זעזועים היא שונה - היא מגבירה או מפחיתה ביחס למקרה שבו אין חיכוך פיננסי. התגובה תלויה באופן קריטי בשאלה האם רמת המינוף עולה או יורדת בתגובה לזעזועים - אשר תלויה בתגובה היחסית של המונה של המינוף (חוב) ושל המכנה של המינוף (הון עצמי, שווי דירה וכו'). באופן ספציפי:

1. אצל Bernanke et al. (1999) בא החיכוך הפיננסי לידי ביטוי בתלות (השלילית) של מרווח האשראי בשווי הנקי של הלווים (הפירמות).²⁷ במסגרת זו גורם החיכוך הפיננסי להגברת זעזועים; לפיכך הוא נקרא מאיץ פיננסי. לאחר זעזוע מוניטרי (חיובי), עולה רמת המינוף, מכיוון שערך נכסי הפירמות/בנקים (המכנה של המינוף) יורד יותר מהיקף האשראי (המונה של המינוף). הדבר גורם לעלייה במרווח האשראי וגורם להגברת הזעזוע המוניטרי.

2. אצל Kiyotaki and Moore (1997) וכן Iacoviello (2005) בא החיכוך לידי ביטוי בקיומה של הגבלת הבטוחות על הלוואות ולכן רמת המינוף מוגדרת כיחס ההלוואה לשווי הנכס (LTV). במסגרת זו, החיכוך הפיננסי גורם למאיץ פיננסי עבור סוגים מסוימים של זעזועים ולמאט פיננסי עבור אחרים.

3. אצל Curdia and Woodford (2016) וכן Benigno et al. (2020) המכנה של המינוף הוא רמת ה-SS של החוב ושל התוצר, בהתאמה. אז במקרה זה יורדת רמת המינוף כתוצאה מזעזוע מוניטרי (חיובי), מכיוון שהחוב יורד יחד עם מכנה קבוע של המינוף.

במודל שלנו, כפי שהראינו קודם לכן, המכנה הוא פער התוצר שמשנתה בזמן (אשר קשור להכנסה של משקי הבית). ככזה, ניתן לראות את המודל שלנו כהכללה של Curdia and Woodford (2016) ושל Benigno et al. (2020). ולכן הוא יכול לתפקד כמאיץ או כמאט פיננסי, בהתאם לכיול. בכיול של המודל שלנו (טבלה 1) החוב יורד יותר מהתוצר, לכן רמת המינוף והרווח יורדים, ואנו מקבלים האטה (אשר אוששה אמפירית בסעיף 4.1.2). אם לפי פרמטר מסוים מקטין זעזוע מוניטרי חיובי את התוצר יותר מהחוב, אזי רמת המינוף תעלה כתוצאה מכך יגדל המרווח, מה שיגרום להאצה (ראה נספח ד'), אך פרמטרים אלה אינם סבירים עבור ישראל.

²⁷ אצל Gertler and Karadi (2011) המרווח הפיננסי תלוי בשווי הנקי של המלווה (מתווכים פיננסיים).

4.1.2 המקרה של ישראל

כעת נאמת באופן אמפירי את קיומו של מאט פיננסי בישראל. לשם כך אנו אומדים את הסימן (ואת הגודל) של הגמישות של המרווח לעזוע מוניטרי. אם עזוע מוניטרי חיובי גורם למרווח גבוה יותר (נמוך יותר), הוא מצביע על קיומו של מאיץ (מאט) פיננסי. על מנת להעריך את כיוון ההשפעה של עזוע מוניטרי על המרווח בשוק המשכנתאות הישראלי אנו אומדים את הרגרסיה הבאה:

$$spread_t^H = \alpha \epsilon_t^{mon} + \beta X_{t-1} + \gamma Z_t + u_t \quad (19)$$

כאשר ϵ_t^{mon} הוא עזוע מוניטרי אשר מבוסס על תחזיות לריבית בנק ישראל של החזאים המקצועיים בישראל. X_t הוא וקטור של משתנים מסבירים אשר מכילים את רמת המינוף (החוב ביחס לתוצר), שינויים במחירי הדירות, שינויים בשיעור האבטלה והמרווח. וקטור Z_t מכיל משתנים אקסוגנים אשר כוללים משתנה דמי שמייצג אמצעי מדיניות מקרו-יציבותית של בנק ישראל בשוק הדיור (מבוסס על חישוב של (Benchimol et al. (2022) ומדד VIX²⁸ בארצות הברית אשר מייצג אי ודאות. u_t הם שאריות.

כאשר המרווח במשוואה 19 מוגדר ביחס לשיעור הריבית הריאלית של הבנקים המסחריים, נקבל

$\alpha = -0.74$ (pvalue = 0.045) וכאשר הוא מוגדר ביחס לתשואה הריאלית של אג"ח ממשלתיות נקבל

$\alpha = -0.77$ (pvalue = 0.06). הסימן השלילי של α עמיד למפרטים אחרים של משוואה 19, בעוד שגודלו יכול לעלות על 1- במקרים מסוימים.²⁹ אז, קיבלנו תמיכה אמפירית לכך שהחיכוך הפיננסי בשוק האשראי למשכנתאות בישראל גורם להאטה פיננסית, בדומה ל-Curdia and Woodford (2016) ול-Benigno et al. (2020). תוצאה זו נותנת תמיכה בפונקציית התגובה לעזוע (IRF) של מרווח האשראי לעזוע מוניטרי חיובי באיור 3.

4.2 השלכה של חיכוך פיננסי ומדיניות מקרו-יציבותית תחת עזוע של היצע אשראי

איור 4 מציג עזוע של מרווח אשראי חיובי של IRF אשר מייצג עזוע שלילי של היצע אשראי. במקרה שאין חיכוך פיננסי ($\beta_{lev}^A = 0$, קו כחול) המרווח הוא אקסוגני ובלתי תלוי ביחס המינוף של הלווים. מכיוון שללווים יש ריבית אפקטיבית גבוהה יותר, החוב שלהם יקר יותר והם מעדיפים להקטין את המינוף. הדבר מצריך הפחתה בהוצאה של הלווים לצריכה. במקביל, העלייה במרווח גורמת לירידה ב-NRI ולצמצום של פער התוצר. במקרה שקיים חיכוך פיננסי (קו כתום) יש למרווח חלק אנדוגני, כך שככל שהלווים מקטינים את רמת המינוף שלהם, זה עוזר להקטין את מרווח האשראי שלהם. בתורם הם ממשיכים להוריד את רמת המינוף ולהפחית את הצריכה, אבל באופן הרבה יותר מתון מאשר במקרה

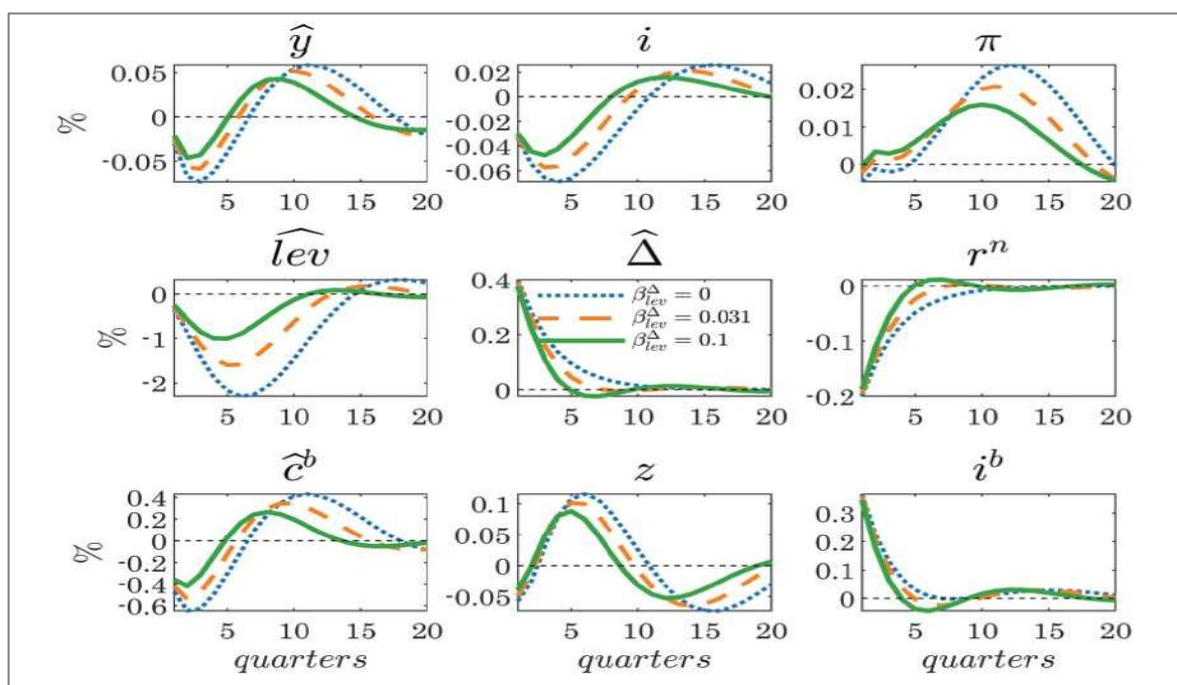
²⁸ VIX הוא מדד שאומד את התנודתיות הצפויה במדד המניות S&P 500. המדד, Chicago Board Options Exchange Volatility Index, נקבע על ידי חישוב התנודתיות הגלומה בשעריהן של אופציות הנסחרות על מדד S&P 500. מדד VIX מחושב בזמן אמת על ידי בורסת האופציות של שיקגו.

²⁹ הגמישות הנאמדת אצל Cesa-Bianchi and Anderson (2020) עולה גם על 1 עבור כמה בדיקות. עם זאת, בניגוד לתוצאה שלנו, הגמישות אצל Cesa-Bianchi and Anderson (2020) היא חיובית.

הראשון. במסגרת מדיניות מקרו-יציבותית (מדיניות של בדיעבד) תהליך ההפחתה של רמת המינוף תורם הרבה יותר להקטנת המרווח, וכך תהליך הקטנה של רמת המינוף הוא הרבה יותר מתון ויש לנו תוואי חלק יותר עבור כל המשתנים וזו תוצאה טובה של המדיניות.

יש לשים לב שזעזוע אשראי חיובי (שהוא תמונת מראה של ה-IRF אשר מתואר באיור 4 להלן) מייצג הקלה בשוק האשראי שגורמת להתרחבות כלכלית. בנסיבות אלה, המדיניות המקרו-יציבותית (מדיניות שנהוגה מראש) פועלת להגבלה של הצטברות עודפת של רמת המינוף ומקטינה את הסבירות לחדלות פירעון פיננסית.

איור 4: IRF לזעזוע שלילי של היצע אשראי



הערות: 1. זעזוע חיובי למרווח של סטיית תקן. משתנים כסטייה ממצב עמיד: פער התוצר, אינפלציה, ריבית, מינוף, מרווח האשראי, צריכת לווים, שער חליפין ריאלי וריבית הלווים. קו מנוקד כחול: מייצג את המקרה ללא חיכוך פיננסי. קו כתום: מייצג את המקרה של קו הבסיס עם חיכוך פיננסי אך ללא מדיניות מקרו-יציבותית (גמישות המרווח לרמת המינוף היא 0.031). קו ירוק: מייצג את המקרה עם מדיניות מקרו-יציבותית. (גמישות המרווח לרמת המינוף היא 0.1). כל הסימולציות הן תחת המפרט של רתיעה נמוכה של לווים ממינוף, $v=0.0225$.

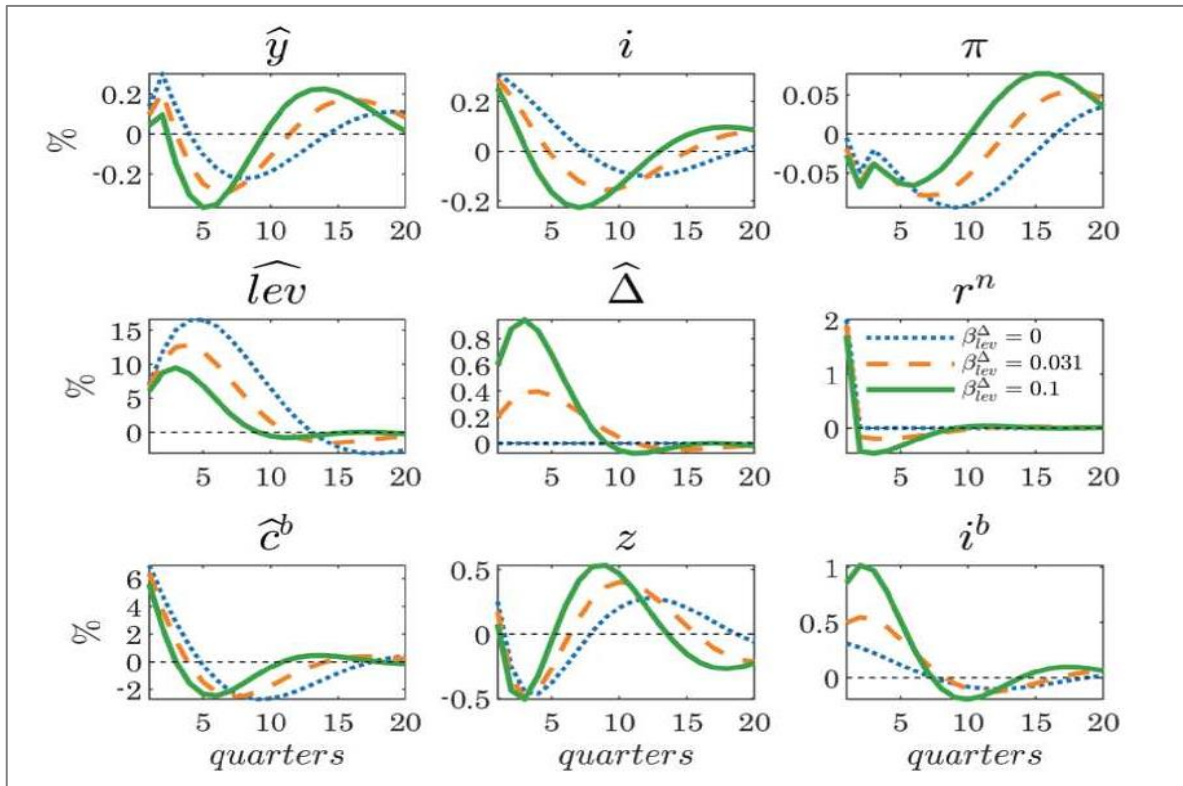
בהסתכלות על תגובת השנה השנייה (רבעונים 5 עד 8) ניתן לראות שהצריכה והפעילות המצרפית של הלווים הן גבוהות. ניתן להסביר זאת על ידי הפיחות הריאלי לאורך השנה הראשונה (z_t עולה) אשר תומך באינפלציה מתונה בשנה הראשונה ומצטבר לאינפלציה שנתית גבוהה. עקב אינרציה אינפלציונית גבוהה, כפי שניתן לראות במשוואה 1, אנו מקבלים שיעור אינפלציה גבוה במהלך השנה השנייה. למסלול אינפלציוני זה עם החלקה של מדיניות ריבית (אינרציאלית) יש השלכות של הורדת הריבית הריאלית ויש לו השפעה מרחיבה של פעילות גבוהה. במילים אחרות, המדיניות המוניטרית אינה מצמצמת דיה (עקב ההחלקה) וגורמת בלי כוונה להשפעה מרחיבה. מנגנון זה אשר מבוסס על האינטראקציה בין המרווח (השוק הפיננסי) לבין שער החליפין הריאלי אינו קיים במודלים כלכליים למשק סגור.

4.3 השלכה של חיכוך פיננסי ושל מדיניות מקרו-יציבותית תחת זעזוע ביקוש לאשראי

באיור 5 אנו גורמים לזעזוע העדפה חיובי רק ללווים (ϵ_t^{CB}), אשר מתורגם לביקוש גבוה יותר לצריכת הלווים, כפי שניתן לראות במשוואה 11 ובכך ביקוש גבוה יותר לאשראי (ראו משוואה 12). לפיכך אנו מכנים זעזוע זה זעזוע ביקוש לאשראי. עם הופעתו מגדיל זעזוע זה את ה-NRI (ראו משוואה 5), מה שגורם לעלייה בפער התוצר, דבר שעולה בקנה אחד עם עליית הצריכה של הלווים. הדבר מתבטא במקרה שאין חיכוך פיננסי ($\beta_{lev}^A = 0$) כאשר רמת המינוף עולה בחדות, בעוד שמרווח אינו זז. בעוד שבמקרה של חיכוך פיננסי, במיוחד כאשר קיימת מדיניות מקרו-יציבותית ($\beta_{lev}^A = 0.1$), לאחר זעזוע ביקוש לאשראי גדלה רמת המינוף והמרווח גדל באופן דרמטי, מה שבתורו מוריד את ה-NRI ויש לו השפעה שלילית על הפעילות המצרפית. במקרה זה שבו עלויות האשראי גדלות, מפחית הגידול המשמעותי במרווח האשראי את עודפי הביקוש ואת רמת המינוף של הלווים. לסיכום, יש שקלול תמורות ביישום של מדיניות מקרו-יציבותית, שכן ככל שהמדיניות המקרו-יציבותית היא סולידית יותר (β_{lev} גבוה יותר) גדל המרווח באופן משמעותי וכך מצליחה המדיניות למתן את העלייה ברמת המינוף, דבר שהוא מועיל עבור היציבות הפיננסית (מדיניות מונעת מראש). אבל זה במחיר של מרווח גבוה יותר שמוריד את ה-NRI ומדרדר את הפעילות הריאלית המצטברת וזו תוצאה גרועה. נדון בכך עוד בחלק 5.

רתיעה מחובות. האפקטיביות של מדיניות מקרו-יציבותית תלויה מאוד במידת הרתיעה של הלווים ביחס לסטייה של החוב מערכו הרגיל (ראו משוואה 11). כדי להראות זאת, איור 5 ואיור 6 מציגים את ה-IRFs עם פרמטר של רתיעה מחוב נמוך ($v = 0.0225$) וגבוה ($v = 1.25$). ניתן לראות שבגלל אותו זעזוע ביקוש, משקי בית עם רתיעה נמוכה מסיכון מושפעים הרבה יותר מהמדיניות המקרו-יציבותית מאשר משקי בית עם דרגת רתיעה גבוהה. זה בא לידי ביטוי בהפחתה משמעותית של רמת המינוף להגדלת הפרמטר β_{lev}^A במקרה עם רתיעה מסיכון נמוך (איור 5). עם זאת, במקרה עם רתיעה מסיכון גבוהה, איור 6, אנו יכולים לראות אותו מגיב רק בקושי למדיניות המקרו-יציבותית. הסיבה לתוצאה זו היא שמשקי בית עם רתיעה גבוהה הם מלכתחילה שמרניים מאוד והם אינם ששים לחרוג מרמת המינוף הרגילה. ניתן לראות זאת בעלייה מתונה של רמת המינוף שלהם ב-3% באיור 6, לעומת 15% באיור 5. לכן, ייקור העלויות של ההלוואות (β_{lev}^A גבוה יותר) אינו משנה במיוחד עבור לווים עם רתיעה גבוהה. לעומת זאת, משקי בית שמלכתחילה לא מוטרדים כל כך מהיקף החוב שלהם, רגישים יותר לעלות של ההלוואות, מה שהופך את המדיניות המקרו-יציבותית לעילה יותר.

איור 5: IRF של זעזוע ביקוש חיובי לאשראי (לווים עם רתיעה נמוכה ממינוף)



הערות: זעזוע העדפות חיובי של סטיית תקן 1. משתנים כסטייה ממצב עמיד: פער התוצר, אינפלציה, ריבית, מינוף, מרווח האשראי, צריכת הלווים, שער חליפין ריאלי וריבית הלווים. קו מנוקד כחול: מייצג את המקרה ללא חיכוך פיננסי. קו כתום: מייצג את המקרה של קו הבסיס עם חיכוך פיננסי, אך ללא מדיניות מקרו-יציבותית (גמישות המרווח לרמת המינוף היא 0.031). קו ירוק: מייצג את המקרה עם מדיניות מקרו-יציבותית. (גמישות המרווח לרמת מינוף היא 0.1). כל הסימולציות הן תחת המפרט של רתיעה נמוכה של לוויים ממינוף, $v=0.0225$.

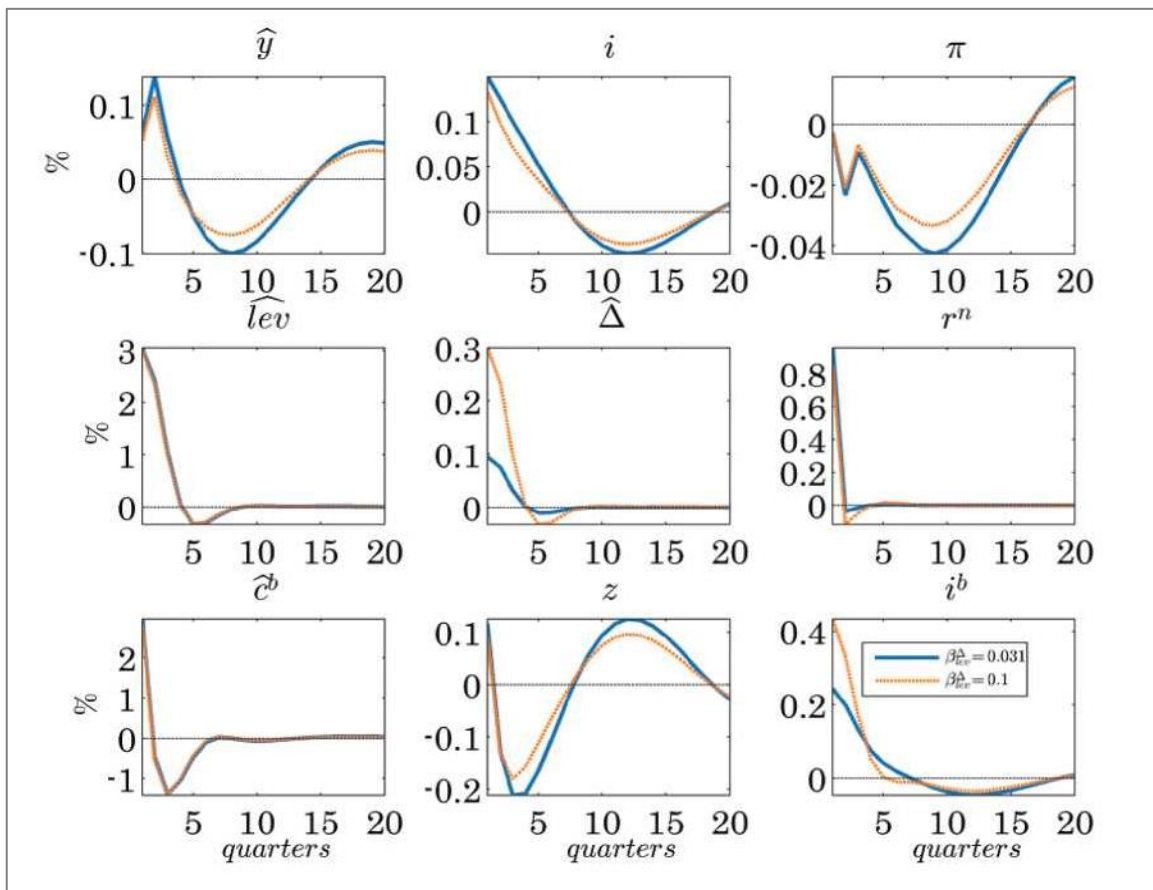
5. הניתוח של המדיניות המוניטרית

בחלק זה נבחן את ההשלכות של החיכוך הפיננסי בשוק האשראי של משקי הבית על המדיניות המוניטרית. המטרה שלנו היא לא לגזור כלל מיטבי עבור המדיניות המוניטרית, אלא לנתח באופן כמותי את ההשלכות על הכלכלה, כאשר המדיניות המוניטרית מתעלמת מהמגזר הפיננסי ומגיבה רק למשתנים סטנדרטים, כמו אינפלציה ופעילות ריאלית.

Curdia and Woodford (2010) וכן Curdia and Woodford (2016) בוחנים תגובה מיטבית של המדיניות המוניטרית למרווח האשראי. הם מראים שאם הזעזוע הפיננסי הוא דומיננטי במשק, תגובה (שלילית) למרווח (מדיניות LAW) יכולה להיות מועילה, אך גודלה המיטבי של התגובה תלוי מאוד בהתמשכותו של הזעזוע הפיננסי. הם גם מראים שהתגובה למרווח הפיננסי מועילה גם לסוגים מסוימים אחרים של זעזועים, אך לא לכולם. יתרה מכך, הגודל ואף הכיוון שלהם תלויים בסוג הזעזוע ובמידת התמדה שלו. לכן קשה לספק המלצה מוצקה לגבי האופן שבו המדיניות המוניטרית צריכה באופן מיטבי להגיב למרווח הפיננסי. תוצאה זו עולה בקנה אחד עם McCulley and Toloui (2008), שהציעו לנכות את המרווח משיעור הריבית הטבעי. במובן זה, כלל המדיניות שלנו, אשר מגיב באופן שלילי למרווח, תואם את המאמרים הנ"ל.

במודל שלנו, המרווח הפיננסי הוא חלק בלתי נפרד מה-NRI. לפיכך, האפשרות היחידה שנשקול כאן היא מדיניות מוניטרית (ראו משוואה 6) אשר מגיבה למרווח לעומת מדיניות מוניטרית אשר אינה מגיבה למרווח.

איור 6: של זעזוע ביקוש חיובי לאשראי (לווים עם רתיעה גבוהה ממינוף)



הערות: משתנים כסטייה ממצב עמיד: פער התוצר, אינפלציה, ריבית, מינוף, מרווח האשראי, צריכת לוויים, שער חליפין ריאלי וריבית הלוויים. קו מנוקד כחול: מייצג את המקרה ללא חיכוך פיננסי. קו כתום: מייצג את המקרה של קו הבסיס עם חיכוך פיננסי אך ללא מדיניות מקרו-יציבותית (גמישות המרווח לרמת המינוף היא 0.031). קו ירוק: מייצג את המקרה עם מדיניות מקרו-יציבותית. (גמישות המרווח לרמת המינוף היא 0.1). כל הסימולציות הן תחת מפרט של רתיעה גבוהה של לוויים ממינוף, $v=1.25$

חשוב לציין שכל משוואות המודלים הן זהות ורק כלל המדיניות, משוואה 6, יהיה שונה על ידי שימוש ב-NRI שצוין בצורה שגויה כפי שנרחיב להלן (משוואה 20) במקום המודל התקין של NRI (משוואה 5). בפירוט, אנו משווים בתרגיל הבא את ה-IRF של המשתנים הכלכליים העיקריים לזעזועים לפי שני כללי מדיניות: הכלל הראשון מגיב ל-NRI שצוין כהלכה במשוואה 5, אשר לוקח בחשבון את מרווח האשראי ואת ההעדפות של הלוויים, בהתאם למדיניות ה-LAW (נכנה אותו "FI" - אינפורמטיבי באופן מלא - Fully Informative). כלל המדיניות החלופי מגיב ל-NRI שצוין בצורה שגויה, אשר תואם למדיניות שאיננה LAW (נקרא לזה "PI" - אינפורמטיבי באופן חלקי - Partially Informative), ומוגדר כ-

$$r_t^{n,PI} = \alpha + \alpha_g^{NRI} g_{t+1}^n + \alpha_{g^w}^{NRI} g_{t+1}^w. \quad (20)$$

ההבדל היחיד בין משוואה 20 ומשוואה 5 הוא שהכלל הקודם מתעלם ממרווח האשראי וכן מזעזועי העדפות של הלווים. הפער בין ה-NRI התקין ל-NRI שצוין בצורה שגויה (ניצול של משוואה 10) הוא :

$$r_t^n - r_t^{n,PI} = \alpha_{\Delta}^{NRI} (\beta_{lev}^{\Delta} \widehat{lev}_t + \varepsilon_t^{\Delta}) + \chi_{cb}^{NRI} \Delta \varepsilon_{t+1}^{cb} \quad (21)$$

לפיכך קל לראות שההבדל בין ה-IRFs נובע בעיקר ובאופן ישיר משני זעזועים, ε_t^{Δ} וכן $\Delta \varepsilon_{t+1}^{cb}$. בעוד שלזעזועים אחרים יש גם השפעה עקיפה מסוימת דרך השפעה על יחס המינוף, $\widehat{lev}_t$, מהבחינה הכמותית, השפעת המינוף במודל שלנו היא זעירה, מכיוון שלפי הכיול שלנו, $\alpha_{\Delta}^{NRI} \cdot \beta_{lev}^{\Delta} = 0.016$. לכן, יש לכל שינוי סביר ביחס המינוף עקב זעזועים במשק השפעה קטנה בלבד על ההבדל בין ה-IRF לפי כללי "FI" ו-"PI". יוצא שה-IRF לפי שני כללי המדיניות הם כמעט זהים עבור כל הזעזועים - למעט שניים, ε_t^{Δ} וכן $\Delta \varepsilon_{t+1}^{cb}$. האיורים 7 עד 10 מציגים את ה-IRF לשני הזעזועים הללו, כאשר "R-Correct" מתאים לכלל "FI", בעוד ש"R-Wrong" מתאים לכלל "PI".

להלן נבחן שני מקרים. במקרה 1, יש למשקי הבית רתיעה נמוכה מסטיות של רמת המינוף מערך ה-SS שלו (ש במשוואה 11 הוא נמוך), ובמקרה 2 יש להם רתיעה גבוהה (ש הוא גבוה).

5.1 מקרה 1: משקי בית עם רתיעה נמוכה מסטיות במינוף

איור 7 מציג את ה-IRF לזעזוע מרווח חיובי (של 0.4 נקודות אחוז). מרווח גבוה יותר מייקר את החוב. לכן יחס המינוף ($\widehat{lev}_t$) יורד בכ-2 נקודות אחוז (לאחר 5 תקופות). הפחתת החוב מאלצת את הלווים להפחית את הצריכה ($\hat{c}_t^b$). בהסתכלות כעת על הכלכלה המצרפית, ה-NRI יורד ב-0.2 נקודות אחוז (ראו משוואה 5) ודוחף את פער התוצר כלפי מטה (ראו משוואה 4). על פי כלל ה-"FI", ה-CB מוריד את הריבית לאלתר בעקבות הפחתת ה-NRI. תגובה זו "בזמן" של ה-CB ממתן את הירידה בפער התוצר ואת האינפלציה. דבר זה גם ממתן את הירידה בצריכה של הלווים. התמונה שונה לפי כלל "PI". ה-CB אינו מגיב למרווח, מכיוון שה-NRI הנתפס שלו מוגדר בצורה שגויה (ראו משוואה 20). כתוצאה מכך יורד פער התוצר בצורה ניכרת וגם האינפלציה (לעומת כלל "FI"). תגובת ה-CB מתעכבת והיא חזקה יותר בהשוואה לכלל "FI", מכיוון שבמקרה הקודם מגיבה המדיניות רק לירידה (המשמעותית) בפער התוצר ובאינפלציה. בסך הכל, בשל תגובת ה-CB ל-NRI התקין, הוא מצליח לייצב את הכלכלה בצורה יעילה יותר מאשר תחת NRI שגוי - תוצאה שמתבטאת ב-IRFs מתונים יותר של תוצר ושל אינפלציה.

אם הוועדה המוניטרית תחליט שלא להגיב למרווח, היא תיאלץ בסופו של דבר להגיב בתוקף בעתיד.

איור 8 מציג את ה-IRF לזעזוע ביקוש חיובי של הלווים.³⁰ צריכת הלווים עולה ב-6% וכן יחס המינוף שלהם בכ-10 נקודות אחוז. כתוצאה מכך גדל המרווח ב-0.2 עד 0.4 נקודות אחוז (איור 8). זעזוע ההעדפה גם דוחף את ה-NRI כלפי מעלה (ראו משוואה 5) (יש לשים לב שיש גם השפעה עקיפה של הזעזוע על ה-NRI דרך

³⁰ ה-SE של זעזוע ההעדפה נלקח מ-Argov et al. (2012).

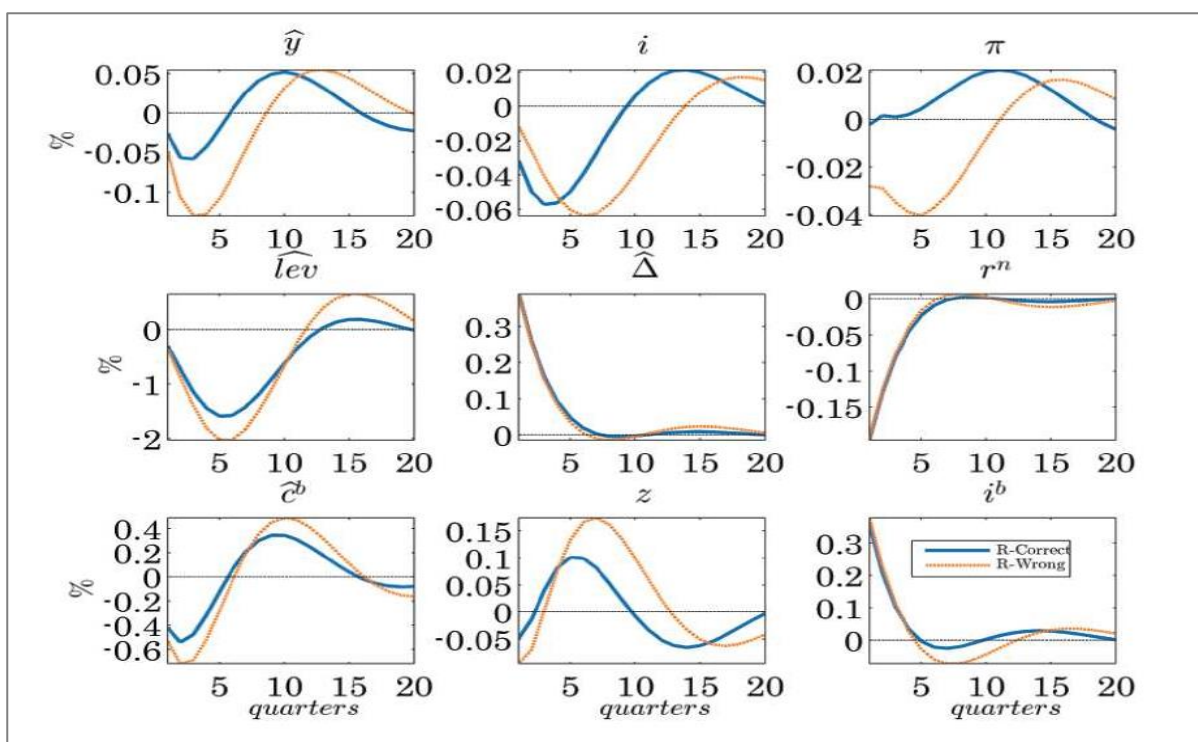
המרווח, אבל היא קטנה). בסך הכל, הסטיות של פער התוצר ושל האינפלציה מתונות מעט יותר במסגרת כלל "FI" מאשר במסגרת כלל "PI", כך שהמדיניות היא יעילה יותר. אפשר לטעון שקשה לזהות בפועל את זעזועי ההעדפות של הלווים, מכיוון שהם אינם נצפים. לכן, ברגע שהזעזועים הללו מתרחשים, ההנחה של כלל "FI" היא מאוד בלתי סבירה. עם זאת יש לשים לב כי זעזועים של ההעדפה (ביקוש) באים לידי ביטוי ביחס המינוף הנצפה ובהיקף החוב באותו כיוון (ראו איור 8). במילים אחרות, ה-CB יכול להגיב בצורה מיטבית הן למרווח הפיננסי והן ליחס המינוף, ואין זה מספיק להגיב למרווח רק כאשר קיימים זעזועים בביקוש לאשראי.

5.2 מקרה 2: משקי בית עם רתיעה גבוהה מסטיות במינוף

איור 9 מציג את ה-IRF לזעזוע במרווח הריבית, כאשר ללווים יש רתיעה גבוהה מסטיות ברמת החוב. הרגישות של המינוף לזעזוע המרווח נמוכה כאן בהרבה מאשר באיור 7, מה שמתבטא בירידה נמוכה יותר בצריכה. ה-IRF של פער התוצר ושל האינפלציה דומים לאיור 7 מכיוון שמשתנים אלה מושפעים מה-NRI, שיוord בקצב דומה לזה שבאיור 7.

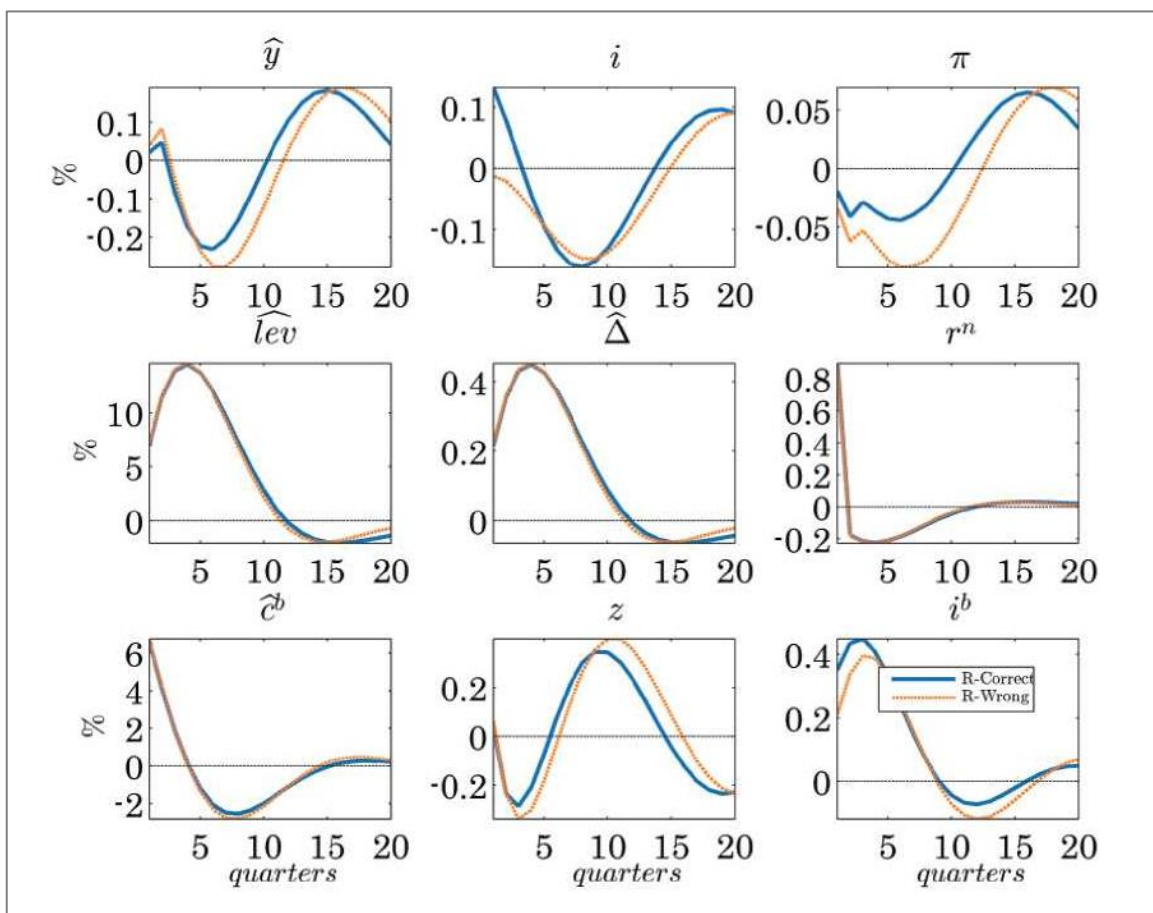
איור 10 מציג את ה-IRF לזעזוע ההעדפה. משקי בית עם רתיעה גבוהה מחובות מגדילים את הביקוש לצריכה ולאשראי רק ב-3% (לעומת 6%-15%, בהתאמה, במקרה 1). כתוצאה מעלייה מתונה במינוף, גדל המרווח רק ב-0.1 נקודת אחוז. ניכר מאיור 10 כי לפי כלל "FI", ה-CB הוא יעיל יותר בייצוב של האינפלציה ושל הפעילות הריאלית.

איור 7: IRF לזעזוע חיובי למרווח של 1 SE עם רתיעה נמוכה ממינוף



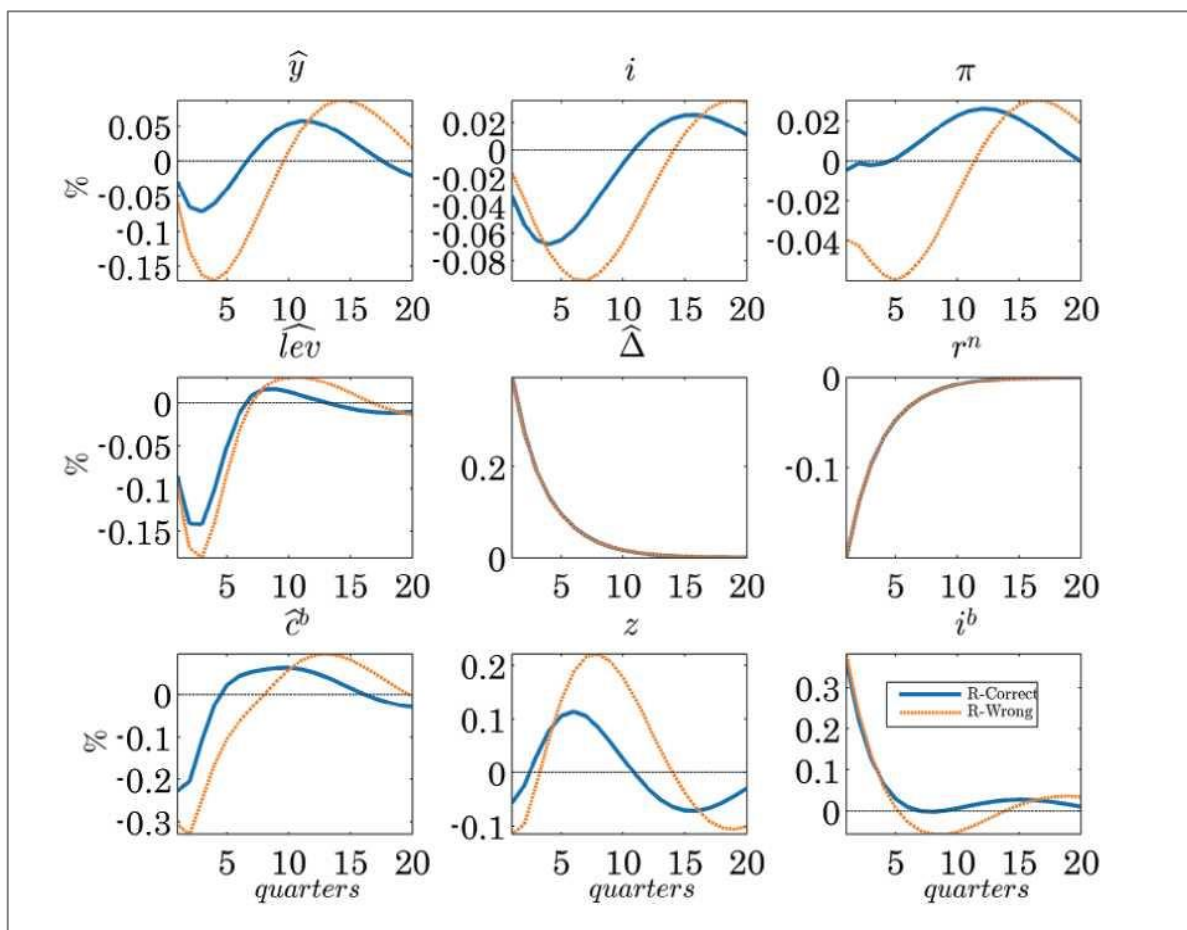
הערות: "R-Correct": ה-CB מגיב ל-NRI תקין. "R-Wrong": ה-CB מגיב ל-NRI שגוי. הרתיעה הנמוכה מהמינוף היא $v=0.0225$.

איור 8: זעזוע IRF להעדפה חיובית של הלווים של SE 1 עם רתיעה נמוכה ממנוף



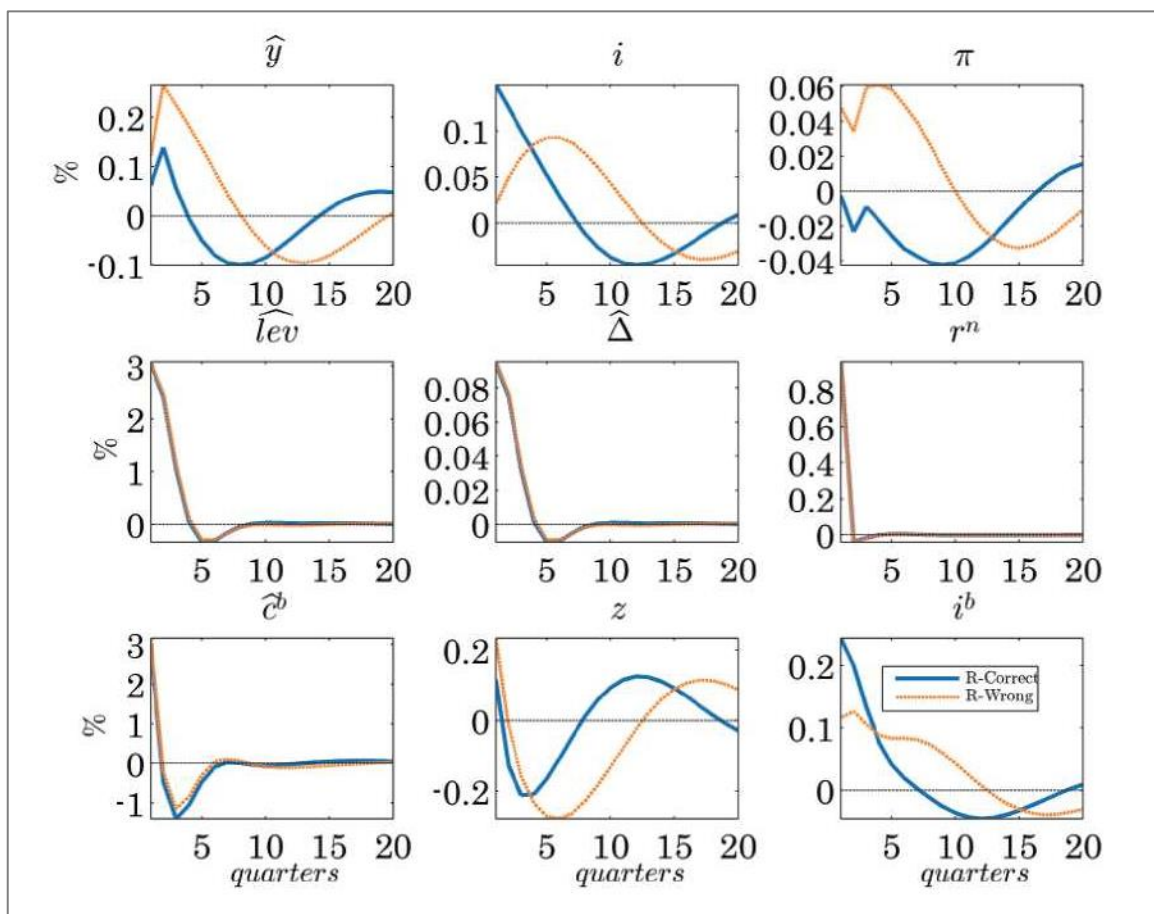
הערות: "R-Correct": ה-CB מגיב ל-NRI תקין. "R-Wrong": ה-CB מגיב ל-NRI שגוי. הרתיעה הנמוכה מהמנוף היא $v=0.0225$.

איור 9: IRF לזעזוע חיובי למרווח של 1 SE עם רתיעה גבוהה ממניון



הערות: "R-Correct" : ה-CB מגיב ל-NRI תקין. "R-Wrong" : ה-CB מגיב ל-NRI שגוי. הרתיעה הגבוהה מהמניון היא $v=1.25$.

איור 10: זעזוע IRF להעדפה חיובית של הלווים של 1 SE עם רתיעה גבוהה למינוף



הערות: "R-Correct": ה-CB מגיב ל-NRI תקין. "R-Wrong": ה-CB מגיב ל-NRI שגוי. הרתיעה הגבוהה מהמינוף היא $v=1.25$.

5.3 ניתוח של פונקציית ההפסד³¹

ההשוואה של ה-IRFs אשר מוצגת לעיל שופכת אור ראשון על פונקציית ההפסד של ה-CB, כאשר הוא מתעלם מהמגזר הפיננסי. כדי להפוך את הניתוח של פונקציית ההפסד למדויק ולפורמלי יותר, אנו עושים סימולציה סטוכסטית עם 10,000 תקופות ומחשבים את פונקציית ההפסד לפי שני כללי מדיניות, "FI" ו-"PI". אנו מפעילים בסימולציות רק שני זעזועים - ביקוש אשראי והיצע - כי כפי שהסברנו קודם לכן, זעזועים אחרים תורמים הבדל זעום בין ה-IRFs בכפוף לשני הכללים הללו. אנו בוחנים ארבע גרסאות של פונקציית ההפסד כפי שמוצג במשוואה 22. מטרתנו היא לבחור את פונקציית ההפסד אשר מאפיינת בצורה הטובה ביותר את העדפתה של הוועדה המוניטרית על פי חוק בנק ישראל. הגרסה הראשונה של פונקציית ההפסד (גרסה 1) מבוססת על שונות האינפלציה ועל פער התוצר, אשר משקפת שני יעדים עיקריים - יציבות מחירים וייצוב של הפעילות הריאלית. פונקציית הפסד זו נבחנה עבור ישראל על ידי Benchimol (2022).

³¹ פונקציית הפסד (או פונקציית שגיאה) משמשות לאמוד את השגיאה בין התוצאה החזויה לבין ערך המטרה שסופק. פונקציית הפסד תקבע את ביצועי המודל על ידי השוואת המרחק בין התוצאה החזויה לבין ערכי המטרה. הפסד קטן יותר פירושו שהמודל מתפקד טוב יותר בהנבה של תחזיות שקרובות יותר לערכי המטרה.

אנו בוחנים גם גרסה נוספת של פונקציית ההפסד (גרסה 2), אשר עשויה להתאים אף היא להעדפותיה של הוועדה המוניטרית בישראל. ההבדל היחיד הוא שהשונויות של פער התוצר מוחלפת בשונויות של השינויים בפער התוצר - שהיא הפער בין גידול התוצר בפועל לפוטנציאל הגידול שלו. הגרסה השלישית (גרסה 3) כוללת גם את השונויות של השינויים בריבית בנק ישראל. מפרט זה עולה בקנה אחד עם Segal (2007), שבחן את פונקציית ההפסד עבור ישראל במדגם השנים 1999 עד 2007. לבסוף (גרסה 4) היא כמו (גרסה 3), אבל כאן נכללת השונויות של השינויים בפער התוצר במקום השונויות של פער התוצר.

למרבה הצער, אין אמידות עדכניות עבור α ועבור β עבור ישראל במשוואה 22. Segal (2007) בחן טווח רחב של α בין אפס ל-1.5 וטווח גדול עוד יותר עבור β , בין אפס ל-16. Benchimol (2022) כייל את α בין אפס ל-1 אבל הוא הניח ש- $\beta = 0$. אנו מכיילים את $\alpha = 0.5$ (אמצע הטווח Segal (2007) ומ-Benchimol (2022)), ו- $\beta = 6$ (רלוונטי לגרסאות 1 ו-2 של פונקציית ההפסד). Segal (2007) הראה כי עבור $\beta = 6$ (ו- $\alpha = 0.5$) משחזרת הריבית הנגזרת היטב את הריבית בפועל במדגם השנים 1999 עד 2007, ותוצאה זו עמידה עבור כל $0 < \alpha < 1.5$ ו- $\beta < 16$.

טבלה 2: הפסד של ה-CB בכפוף למקרים 1 ו-2

הפסד	מקרה 1: FI	מקרה 2: PI	יחס
גרסה 1	0.08	0.24	3.12
גרסה 2	0.26	0.56	2.18
גרסה 3	0.25	0.28	1.13
גרסה 4	0.43	0.60	1.40

גרסה 1

גרסה 2

גרסה 3

גרסה 4

$$\begin{aligned}
 & var(\pi_t - \pi) + \alpha \cdot var(\hat{y}_t) \\
 & var(\pi_t - \pi) + \alpha \cdot var(\Delta y_t - g_t^n) \\
 & var(\pi_t - \pi) + \alpha \cdot var(\hat{y}_t) + \beta \cdot var(\Delta i_t) \\
 & var(\pi_t - \pi) + \alpha \cdot var(\Delta y_t - g_t^n) + \beta \cdot var(\Delta i_t)
 \end{aligned} \tag{22}$$

טבלה 2 מדווחת על חישוב פונקציית ההפסד לפי כללי "FI" ו-"PI" והיחס ביניהם. פונקציית ההפסד חושבה על ידי הנחת רתיעה מתונה של משקי בית מחובות, כלומר הפרמטר ψ שווה ל-0.64 (אמצע הטווח בטבלה 2). ניתן לראות שבכל הגרסאות של פונקציית ההפסד, לפי כלל "PI", ההפסד תמיד גדול יותר (היחס נע בין 1.13 לבין 3.12). היחס בגרסאות 3 עד 4 נמוך יותר מאשר בגרסאות 1 עד 2, כך שה-"FI" פחות יעיל מה-"PI". הסיבה לתוצאה זו היא שלפי גרסאות 3 עד 4 השינוי של ריבית בנק ישראל כלול גם בפונקציית

ההפסד. למרות שכלל המדיניות "FI" הוא יעיל יותר בייצובן של האינפלציה ושל הפעילות הריאלית, הריבית של בנק ישראל תנודתית יותר, מכיוון שהיא מגיבה ל-NRI תקין, אך תנודתית יותר (ראו משוואה 5 לעומת משוואה 20).

6. מסקנות

קיים עדיין ויכוח פתוח בספרות בנוגע לשאלה האם על בנקים מרכזיים להגיב למשתנים פיננסיים, כמו מרווח או אשראי ואם וכיצד מדיניות מקרו-יציבותית יכולה למנוע משברים עתידיים. בנינו מודל אמפירי לישראל אשר משלב את שוק האשראי של משקי הבית, במטרה לנתח את ההשפעות של המדיניות המוניטרית ושח המדיניות המקרו-יציבותית.

בבדיקת העובדות המסוגגנות של שוק האשראי של משקי הבית בישראל, אנו מוצאים כי הקשר בין מרווח האשראי לבין מינוף החוב הוא חיובי, אך נראה כי הוא חלש. הדבר בא לידי ביטוי בגמישות נמוכה של המרווח ל-LTV וליחס חוב-תוצר. מגמת העלייה המתמשכת ב-LTV וביחס החוב-תוצר אשר נצפה בשנים האחרונות בישראל מעידה ככל הנראה על כך שעלויות ההלוואות אינן גבוהות מספיק כדי למתן מגמה זו. נתון חשוב נוסף הוא שמשקי הבית בישראל מחזיקים רק בחוב מקומי (החוב הזר הוא זניח).

בהסתמך על ראיות אמפיריות אלה, אנו בונים ומכילים מודל DSGE מובנה למחצה עבור הכלכלה הישראלית עם שוק האשראי של משקי הבית. כאמור, משום שמשקי הבית אינם יכולים ללוות מחו"ל, מרווח האשראי נקבע רק על ידי המתווכים הפיננסיים המקומיים וכן עשוי להיות מושפע ממדיניות מקרו-יציבותית. אם חוב גבוה יותר לא מגדיל מאוד את עלויות ההלוואות, יש למשקי הבית תמריץ להמשיך ולהגדיל את החוב שלהם. דבר זה מגביר את ההסתברות לחדלות פירעון בעתיד ועשויות להיות לכך השפעות הרוות אסון על הכלכלה, היה וחדלות הפירעון תתממש. לפיכך שואפת המדיניות המקרו-יציבותית במודל שלנו לצמצם את העודף בנטילת ההלוואות על ידי הטלת תקנות על המתווכים הפיננסיים. אמצעים כאלה מתורגמים בסופו של דבר לגמישות גבוהה יותר של מרווח האשראי ביחס למינוף האשראי, מה שמפחית את התמריץ לגיוס הלוואות. האפקטיביות של מדיניות זו תלויה גם ברמה של הרתיעה של משקי בית מחובות גבוהים, שכן אם משקי הבית הם שמרניים, הם לא ייטלו הלוואות עודפות מכוח עצמם והאפקטיביות של המדיניות תהיה נמוכה. אבל אם יש למשקי הבית רמה נמוכה של רתיעה מחובות גבוהים, כך שהם כמעט ולא מפנימים את ההשפעות של החלטותיהם לגבי נטילת הלוואות על מרווח האשראי והם לוקחים בחשבון ריבית אפקטיבית נמוכה בבואם לצרוך והם עלולים אף לשאוף להגדיל מאוד את ההלוואות שלהם. במקרה זה מדיניות מקרו-יציבותית היא קריטית וגם יעילה. עם זאת, העלות הישירה של הפחתת הלוואות העודפות באה לידי ביטוי בהתכווצות של הפעילות הריאלית.

בניתוח המודל, אנו מספקים את הממצאים הבאים. ראשית, אם המדיניות המוניטרית אינה מגיבה למרווח האשראי, אלא מגיבה רק למשתנים סטנדרטים, כמו אינפלציה ופער התוצר, היא מאבדת את האפקטיביות לצורך השגת יעדיה העיקריים, שהם ייצוב האינפלציה והפעילות הריאלית. האפקטיביות נפגעת עוד יותר, אם הבנק המרכזי מתעלם לחלוטין מההתפתחויות בשוק האשראי, שיכולות להיגרם, למשל, על ידי זעזועים בהעדפות של הלווים. שנית, מכיוון שמדיניות מקרו-יציבותית עשויה להגביר את הגמישות של מרווח

האשראי עבור רמת המינוף משקי הבית והיא יכולה למתן או אף למנוע גיוס יתר של הלוואות ולהפחית את הסיכון למשברי מינוף. כמו כן, במקרה של חולשת ביקושים והפחתה ברמת המינוף, מדיניות זו עשויה לתרום למאמצים מרחיבים, עקב הפחתה מקבילה במרווח האשראי.

מאמר זה מתמקד בניתוח איכותי של מודל עם השלכות אשראי ומדיניות מול משקי הבית, מותאם למשק הישראלי. למרות שהמודל הותאם וכויל כך שיתאים לנתונים הישראליים, מטרתו היא לספק מסקנות סבירות איכותיות. עם זאת, אנו משאירים לעבודה עתידית את האומדן של המודל, אשר עשוי להיות שימושי על מנת לבחון בצורה נאותה יותר את ההשפעה של חיכוכים פיננסיים של ביצועי תחזיות. אמידה יכולה להיות שימושית גם בניתוח של הפירוק ההיסטורי של זעזועים, ניתוחי תרחישים ומבחני קיצון איכותיים של שוק האשראי. יתר על כן, ניתן להרחיב את הניתוח האמפירי באמצעות שיטות של סדרות זמן (כגון, VAR, Local Projections) או שימוש בנתונים של רמת הלוואות (בסיס נתונים של משכנתאות). לבסוף, ניתן לנתח את המודל עם נוכחות של המחסום התחתון האפקטיבי של ריבית המדיניות, כאשר במקרה זה אנו עשויים לקבל הגברה הרבה יותר גבוהה, עקב המגבלה של המדיניות המוניטרית למתן זעזועים בביקוש (ניתחנו את המקרה הזה, אך עשינו זאת אך לא שילבנו זאת כאן). נושא זה נדון אצל Benigno et al. (2020) and Cohen (2022), בין היתר.

רשימת מקורות

- Adrian, T., Liang, N., Zabczyk, P., Duarte, F., 2020. Monetary and macroprudential policy with endogenous risk. IMF Working Papers 2020/236, International Monetary Fund.
- Argov, E., Barnea, E., Binyamini, A., Borenstein, E., Elkayam, D., Rozenshtrom, I., 2012. MOISE: A DSGE model for the Israeli economy. Bank of Israel Working Papers 2012.06, Bank of Israel.
- Argov, E., Elkayam, D., 2009. An estimated new keynesian model for Israel. Bank of Israel Review (Seker) 82, Bank of Israel.
- Benchimol, J., 2016. Money and monetary policy in Israel during the last decade. Journal of Policy Modeling 38 (1), 103-124.
- Benchimol, J., 2022. Historical and desirable policy rules in Israel: A DSGE perspective. Mimeo, Bank of Israel.
- Benchimol, J., Gamrasni, I., Kahn, M., Ribon, S., Saadon, Y., Ben-Ze'ev, N., Segal, A., Shizgal, Y., Jul. 2022. The interaction between domestic monetary policy and macroprudential policy in Israel. Economic Modelling 112, 105872.
- Benigno, P., Eggertsson, G. B., Romei, F., 2020. Dynamic debt deleveraging and optimal monetary policy. American Economic Journal: Macroeconomics 12 (2), 310-350.
- Bernanke, B. S., Gertler, M., Gilchrist, S., 1999. The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. In: Taylor, J. B., Woodford, M. (Eds.), Handbook of Macroeconomics. Vol. 1 of Handbook of Macroeconomics. Elsevier, Ch. 21, pp. 1341-1393.
- Boissay, F., Collard, F., Gafi, J., Manea, C., Jan. 2022. Monetary policy and endogenous financial crises. Bank for International Settlements No 991.
- Borio, C., 2014. Macroprudential frameworks: (Too) great expectations? VoxEU.org Macroprudentialism, 29.
- Borio, C., Disyatat, P., Juselius, M., Rungcharoenkitkul, P., 2018. Monetary Policy in the Grip of a Pincer Movement. Central Bank of Chile, 46.
- Brzoza-Brzezina, M., Kolasa, M., Makarski, K., Jan. 2013. The Anatomy of Standard Dsge Models with Financial Frictions. Journal of Economic Dynamics and Control 37 (1), 32-51.
- Cesa-Bianchi, A., Anderson, G., 2020. Crossing the credit channel: Credit spreads and firm heterogeneity. IMF Working Papers 2020/267, International Monetary Fund.

- Chen Zion, Y., 2021. Estimation of a macroeconomic model for the Israeli economy. Bank of Israel Working Papers 2021.22, Bank of Israel.
- Clarida, R., Gali, J., Gertler, M., 2002. A simple framework for international monetary policy analysis. *Journal of Monetary Economics* 49 (5), 879-904.
- Cohen, N., Sep. 2022. Analyzing the Amplification Mechanisms of Debt Deleveraging. Research Department, Bank of Israel 2022 (16).
- Curdia, V., Woodford, M., Aug. 2010. Credit Spreads and Monetary Policy. *Journal of Money, Credit and Banking* 42, 3-35.
- Curdia, V., Woodford, M., 2016. Credit frictions and optimal monetary policy. *Journal of Monetary Economics* 84 (C), 30-65.
- Gertler, M., Karadi, P., Jan. 2011. A model of unconventional monetary policy. *Journal of Monetary Economics* 58 (1), 17-34.
- Gertler, M., Karadi, P., Jan. 2015. Monetary Policy Surprises, Credit Costs, and Economic Activity. *American Economic Journal: Macroeconomics* 7 (1), 44-76.
- Gourio, F., Kashyap, A. K., Sim, J. W., Mar. 2018. The Trade offs in Leaning Against the Wind. *IMF Economic Review* 66(1), 70-115.
- Iacoviello, M., 2005. House prices, borrowing constraints, and monetary policy in the business cycle. *American Economic Review* 95 (3), 739-764.
- Ilek, A., Segal, G., 2022. A simple theory-based estimate of the real natural rate of interest in open economies. Bank of Israel Working Papers 2022.06, Bank of Israel.
- Juselius, M., Borio, C. E., Disyatat, P., Drehmann, M., 2016. Monetary Policy, the Financial Cycle and Ultralow Interest Rates. *SSRN Electronic Journal*.
- Kiyotaki, N., Moore, J., 1997. Credit cycles. *Journal of Political Economy* 105 (2), 211-248.
- Laxton, D., Berg, A., Karam, P., 2006. A practical model-based approach to monetary policy analysis-overview. *IMF Working Papers* 06/80, International Monetary Fund.
- McCulley, P., Toloui, R., 2008. Chasing the neutral rate down: Financial conditions, monetary policy, and the taylor rule. Tech. rep., PIMCO Global Central Bank Focus.

- Schmitt-Grohe, S., Uribe, M., 2003. Closing small open economy models. *Journal of International Economics* 61 (1), 163-185.
- Segal, G., 2007. An optimal discretionary policy rule under rational expectations applied to Israel. Bank of Israel Working Papers 2007.05, Bank of Israel.
- Shami, L., 2019. The debt of Israeli households. Working Papers 2019.01, Taub center.
- Svensson, L. E., Oct. 2017. Cost-benefit analysis of leaning against the wind. *Journal of Monetary Economics* 90,193-213.
- Svensson, L. E., 2018. Monetary policy and macroprudential policy: Different and separate? *The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d'Economie* 51 (3), 802-827.
- Svensson, L. E. O., 2014. Inflation Targeting and "Leaning against the Wind". *International Journal of Central Banking*, 12.

א. עדות אמפירית לחיכוך פיננסי בשוק המשכנתאות בישראל

כפי שנדון בסעיף 3.2.1, נאמת כאן באופן אמפירי את ההנחה שלנו במודל כי יש חיכוך פיננסי בשוק המשכנתאות בישראל, אשר מתבטא בקשר חיובי בין מרווח הריבית לבין יחס המינוף. אנו מיישמים שלושה מבחנים כדי לאמת את הקשר החיובי שהוזכר לעיל.

1. מבחן 1

בגרסה הראשונה של משוואה 18 הוסבר בסעיף 3.2.1 שאנו משתמשים במרווח, $spread_t^H = r^{m-w} - r^{10_bond}$, כאשר r^{m-w} היא ריבית ממוצעת (ריאלית) משוקללת על משכנתאות³² ו- r^{10_bond} היא תשואה ריאלית על אג"ח ממשלתיות למשך 10 שנים עד לפדיון. בגרסה השנייה אנו משתמשים במרווח, $spread_t^H = r^m - r^{bank}$, כאשר r^m היא ריבית ריאלית קבועה על משכנתאות ו- r^{bank} היא תשואה ריאלית על אג"ח של בנקים מסחריים. בגרסה האחרונה אנו משתמשים במרווח, $spread_t^H = i^m - i^{bank}$, כאשר i^m היא ריבית נומינלית קבועה על משכנתאות ו- i^{bank} היא תשואה נומינלית על אג"ח של בנקים מסחריים. תוצאות האמידה מוצגות להלן:

גרסה 1:³³

$$spread_t^H = \begin{matrix} -5.89 \\ (0.00) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.07 \\ (0.00) \end{matrix} Lev_t^H - \begin{matrix} 0.16 \\ (0.00) \end{matrix} \pi_t^H - \begin{matrix} 0.06 \\ (0.15) \end{matrix} \pi_{t-1}^H - \begin{matrix} 0.07 \\ (0.06) \end{matrix} \pi_{t-2}^H - \begin{matrix} 0.06 \\ (0.10) \end{matrix} \pi_{t-3}^H, \\ R^2 = 0.74, DW = 0.59 \quad (A.1)$$

גרסה 2:

$$spread_t^H = \begin{matrix} -11.15 \\ (0.00) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.13 \\ (0.00) \end{matrix} Lev_t^H + \begin{matrix} 0.005 \\ (0.92) \end{matrix} \pi_t^H - \begin{matrix} 0.08 \\ (0.13) \end{matrix} \pi_{t-1}^H - \begin{matrix} 0.05 \\ (0.23) \end{matrix} \pi_{t-2}^H + \begin{matrix} 0.03 \\ (0.61) \end{matrix} \pi_{t-3}^H, \\ R^2 = 0.66, DW = 0.36 \quad (A.2)$$

גרסה 3:

$$spread_t^H = \begin{matrix} -3.13 \\ (0.06) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.05 \\ (0.00) \end{matrix} Lev_t^H - \begin{matrix} 0.10 \\ (0.15) \end{matrix} \pi_t^H - \begin{matrix} 0.02 \\ (0.66) \end{matrix} \pi_{t-1}^H - \begin{matrix} 0.10 \\ (0.08) \end{matrix} \pi_{t-2}^H + \begin{matrix} 0.09 \\ (0.39) \end{matrix} \pi_{t-3}^H, \\ R^2 = 0.31, DW = 0.30 \quad (A.3)$$

³² דבר זה מחושב על ידי מחלקת מידע וסטטיסטיקה בבנק ישראל. החישוב מתחשב הן בריבית על משכנתאות צמודות והן על משכנתאות שאינן צמודות למדד והן עם מועדים שונים.

³³ ערכי ה-p המדווחים בכל המשוואות של נספח א' מבוססים על סטיות תקן (SE) של הפרמטרים שתוקנו על ידי מתודולוגיית Newey-West.

ממשוואות A.1 עד A.3 אנו יכולים לראות שהשפעתו של יחס המינוף על מרווחים שונים נעה בין 0.05 לבין 0.13 והיא תמיד מובהקת ביותר. כצפוי, ההשפעה של הבטוחות של מחירי הדירות, $\pi_t^H \dots \pi_{t-3}^H$, על המרווח היא ברוב המקרים שלילית (ומובהקת).

כפי שהזכרנו קודם לכן, הפרמטר β הנאמד יכול להיות מוטה כלפי מעלה, מכיוון שצעדים מקרו-יציבותיים אשר יושמו במהלך תקופת המדגם עלולים להגדיל את גמישותו של המרווח לרמת המינוף. כדי לראות כיצד משתנה הפרמטר הבסיסי β , נסיף לרגרסיה משתנה הסבר נוסף $\gamma Lev_t^H \cdot dum_t$, כאשר dum_t הוא משתנה דמי שתופס את הצעדים המקרו-יציבותיים. לפי מפרט זה, גמישות המרווח לרמת המינוף היא $\beta + \gamma \cdot dum_t$. אנו בוחנים שלושה סוגים של משתנה dum_t (כולם נלקחו מ-Benchimol et al. (2022)). הסוג הראשון של משתני הדמי הוא בצורה של 'שלב', כך שכאשר יושם צעד מקרו-יציבותי חדש בשוק האשראי לדור, נוסף ה'שלב' החדש במשתנה הדמי. הסוג השני של משתנה הדמי מבוסס על אותם צעדים מקרו-יציבותיים כמו קודם לכן, אך כעת מקבל משתנה הדמי 1, כאשר יושם ברבעון כלשהו צעד חדש ו-0 אם אחרת. משתנה הדמי הזה הוא פחות סביר והמובהקות שלו באמידה היא זעומה, כי הוא מניח רק השפעה חולפת מאוד על הגמישות ועל המרווח. הסוג השלישי של משתני הדמי מבוסס על צעדים מקרו-יציבותיים כלליים אשר נבנו על ידי Benchimol et al. (2022). אנו קבלים שעבור כל שלוש הגרסאות של משתני הדמי, הפרמטר γ הוא חיובי אך הוא מובהק רק עבור משתנה הדמי הראשון, מה שמאמת במידה מסוימת את החשש שלנו מהטיה כלפי מעלה של β . והכי חשוב, איננו מוצאים ראיות לכך שהכללתו של $\gamma Lev_t^H \cdot dum_t$ מאפס את הפרמטר β . הוא עדיין חיובי ובמקרים מסוימים אכן קטן יותר מאשר באמידה המקורית.

א.2 מבחן 2

כעת אנו משתמשים במדד חלופי של יחס המינוף $L\ddot{e}v_t^H = \frac{B_t^{H,new}}{Y_t}$, כאשר $B_t^{H,new}$ הוא ההיקף של משכנתאות חדשות ברבעון t (במקום מלאי משכנתאות) ו- Y_t הוא התוצר (עם התאמה עונתית) ברבעון t (מדגם רבעוני 2004/Q1 עד 2021/Q3):

$$spread_t^H = c + \beta Lev_t^H + \alpha_0 \pi_t^H + \alpha_1 \pi_{t-1}^H + \alpha_2 \pi_{t-2}^H + \alpha_3 \pi_{t-3}^H \quad (A.4)$$

תוצאות האומדן של שלוש הגרסאות של מדידת המרווח מוצגות להלן.

גרסה 1:

$$spread_t^H = \underset{(0.03)}{-0.84} + \underset{(0.00)}{0.47 Lev_t^H} - \underset{(0.00)}{0.32 \pi_t^H} - \underset{(0.00)}{0.11 \pi_{t-1}^H} - \underset{(0.07)}{0.08 \pi_{t-2}^H} - \underset{(0.01)}{0.10 \pi_{t-3}^H},$$

$$R^2 = 0.66, DW = 0.78 \quad (A.5)$$

גרסה 2:

$$spread_t^H = \frac{-1.76}{(0.00)} + \frac{0.88}{(0.00)} Lev_t^H - \frac{0.30}{(0.00)} \pi_t^H - \frac{0.19}{(0.00)} \pi_{t-1}^H - \frac{0.07}{(0.29)} \pi_{t-2}^H - \frac{0.05}{(0.49)} \pi_{t-3}^H,$$

$$R^2 = 0.52, DW = 0.46 \quad (A.6)$$

גרסה 3:

$$spread_t^H = \frac{0.26}{(0.67)} + \frac{0.39}{(0.00)} Lev_t^H - \frac{0.23}{(0.00)} \pi_t^H - \frac{0.07}{(0.17)} \pi_{t-1}^H - \frac{0.11}{(0.08)} \pi_{t-2}^H + \frac{0.06}{(0.52)} \pi_{t-3}^H,$$

$$R^2 = 0.32, DW = 0.41 \quad (A.7)$$

אנו רואים מהמשוואות (A.5) עד (A.7) שההשפעה על הלוואות חדשות לתוצר היא כצפוי גבוהה בהרבה מאשר במבחן 1. ההשפעה של הבטוחות של מחירי הדירות על המרווחים עדיין קיימת.

3.א. מבחן 3

כמו כן, בדקנו את הקשר בין הריבית על המשכנתא לבין יחס ה-LTV, כאשר $LTV_t = \frac{B_t^{H.new}}{P_t^H}$ ו- $B_t^{H.new}$

הוא ההיקף של משכנתאות חדשות, P_t^H הוא מחיר הדירה). השווינו את הריבית הנומינלית (והריאלית) הממוצעת של הלוואות עם LTV של 30% עד 45%, 45% עד 60%, ו-60% עד 75% במדגם עבור התקופה חודש יולי 2011 עד חודש נובמבר 2021. מצאנו שהריבית הנומינלית (והריאלית) הממוצעת על הלוואות עם LTV של 45% עד 60% גבוהה ב-0.3 נקודת אחוז לעומת הלוואות עם LTV של 30% עד 45% וקיים פער דומה בין LTV של 60% עד 75% לבין LTV של 45% עד 60%. כלומר, בגדול, העלייה ב-LTV ב-15% מעלה את הריבית ב-0.3 נקודת אחוז, מה שמצביע על גמישות של ריבית המשכנתא ביחס ל-LTV של כ-0.02. עם זאת, אנו מבחינים ש-LTV גבוה יותר קשור ל-LTV של הלוואות עם טווחי פירעון ארוכים יותר, כפי עולה מהנתונים ולכן יכול להיות שטווח הפירעון הגבוה יותר גורם לשיעורי ריבית גבוהים יותר ולא בהכרח ה-LTV הגבוה יותר. אנו טוענים, עם זאת, שטווח פירעון גבוה יותר הוא גם חלק מהסיכון עבור הבנקים (המלווים), מכיוון שטווח פירעון גבוה יותר מגדיל את ההסתברות לכשל של הלווים במהלך תקופת הפירעון.³⁴ לסיכום, אין חשיבות לצורך מטרותינו לזהות האם ריבית גבוהה יותר נובעת מ-LTV גבוה יותר או בשל טווח פירעון גבוה יותר. שני הגורמים משקפים את הסיכון של הלווים ולכן מעוררים קשר חיובי בין גורמי ריבית וסיכון, שמהווה את הליבה של החיכוך הפיננסי שאנו רואים במאמר שלנו.

³⁴ ברור שיש להניח שהלוואה של מיליון שקל ל-10 שנים מסוכנת יותר מאותה הלוואה לשנה, בהינתן יחס מינוף זהה של הלווה.

ב. גזירת הגמישות עבור המודל שלנו

השלב האחרון הוא לתרגם את הגמישות הנאמדת בשוק המשכנתאות לגמישות במונחים של סך החוב של משקי הבית, אשר מכיל גם משכנתאות וגם אשראי שאינו משכנתא. לשם כך אלינו לבחון את יחס המינוף-מרווח גם בשוק האשראי שאינו משכנתא. למרבה הצער, אין בדיקה אמינה אפשרית מכיוון שהנתונים מוגבלים מאוד. אנו מאמצים גישה שמרנית ומניחים שיחס המרווח-מינוף בשוק האשראי שאינו משכנתא הוא קרוב לאפס. עבור שוק הדיור אנו משתמשים בגמישות ממשוואה A.1 אשר מתאימה ביותר למודל שלנו.

יש לשים לב שבהגדרה, סך החוב הוא הסכום של המשכנתא בתוספת החוב שאינו משכנתא

$$B_t = B_t^H + B_t^{N-H} \quad (B.8)$$

תשלום הריבית על סך החוב הוא סכום של תשלומי ריבית של חוב המשכנתא בתוספת החוב שאינו משכנתא

$$(R_t + spread_t)B_t = (R_t + spread_t^H)B_t^H + (R_t + spread_t^{N-H})B_t^{N-H} \quad (B.9)$$

כאשר R_t הוא הריבית חסרת הסיכון, $spread_t$ הוא מרווח על סך האשראי, $spread_t^H$ הוא המרווח על אשראי המשכנתא ו- $spread_t^{N-H}$ הוא המרווח על אשראי שאינו משכנתא. בניצול של משוואות B.8 ו-B.9 אנו מקבלים

$$spread_t = spread_t^H \frac{B_t^H}{B_t} + spread_t^{N-H} \frac{B_t^{N-H}}{B_t}$$

תוך שימוש בעובדה שבישראל, משקל המשכנתאות בסך האשראי של משקי הבית הוא 2/3 ובהנחה של גמישות ממשוואה A.1, נכתוב מחדש את המשוואה הקודמת

$$spread_t = (spread^H + \underbrace{\beta^H}_{0.07} \underbrace{Lev_t^H}_{2/3}) \frac{B_t^H}{B_t} + (spread^{N-H} + \underbrace{\beta^{N-H}}_{\sim 0} \underbrace{Lev_t^{N-H}}_{1/3}) \frac{B_t^{N-H}}{B_t} \quad (B.10)$$

כאשר $spread^H$ ו- $spread^{N-H}$ הם ערכי SS של המרווח באשראי המשכנתא ובאשראי שאינו משכנתא, בהתאמה. Lev_t^H הוא סטייה של המרווח באשראי המשכנתא מערך ה-SS שלו. לאחר כמה הפשטות על משוואה B.10 אנו מקבלים

$$spread_t = \frac{2}{3}(spread^H + 0.07Lev_t^H) + \frac{1}{3}(spread^{N-H}) \quad (B.11)$$

יש לשים לב כי

$$Lev_t^H = \frac{B_t^H}{Y_t} \frac{B_t}{B_t} = \frac{2}{3} Lev_t$$

כאשר, $Lev_t = \frac{B_t}{Y_t}$. לכן מתקיים גם התנאי הבא (שכן ב-SS, $Lev^H = \frac{2}{3} Lev$)

$$\tilde{Lev}_t^H = \frac{2}{3} \tilde{Lev}_t \quad (B.12)$$

בהחלפת משוואה B.12 לתוך משוואה B.11, אנו מקבלים

$$spread_t = \frac{2}{3}(spread^H + 0.07(\frac{2}{3})\tilde{Lev}_t) + \frac{1}{3}(spread^{N-H})$$

ממשוואה ב.10 אנו רואים שב-SS, $spread = \frac{2}{3}(spread^H) + \frac{1}{3}(spread^{N-H})$, לכן

$$spread_t = spread + 0.07(\frac{2}{3})^2 \tilde{Lev}_t$$

לבסוף, נקבל את הקשר בין פער המרווח של שיעור הריבית לבין פער המינוף כפי שהדבר מופיע במודל.

$$\tilde{spread}_t = 0.031 \tilde{Lev}_t \quad (B.13)$$

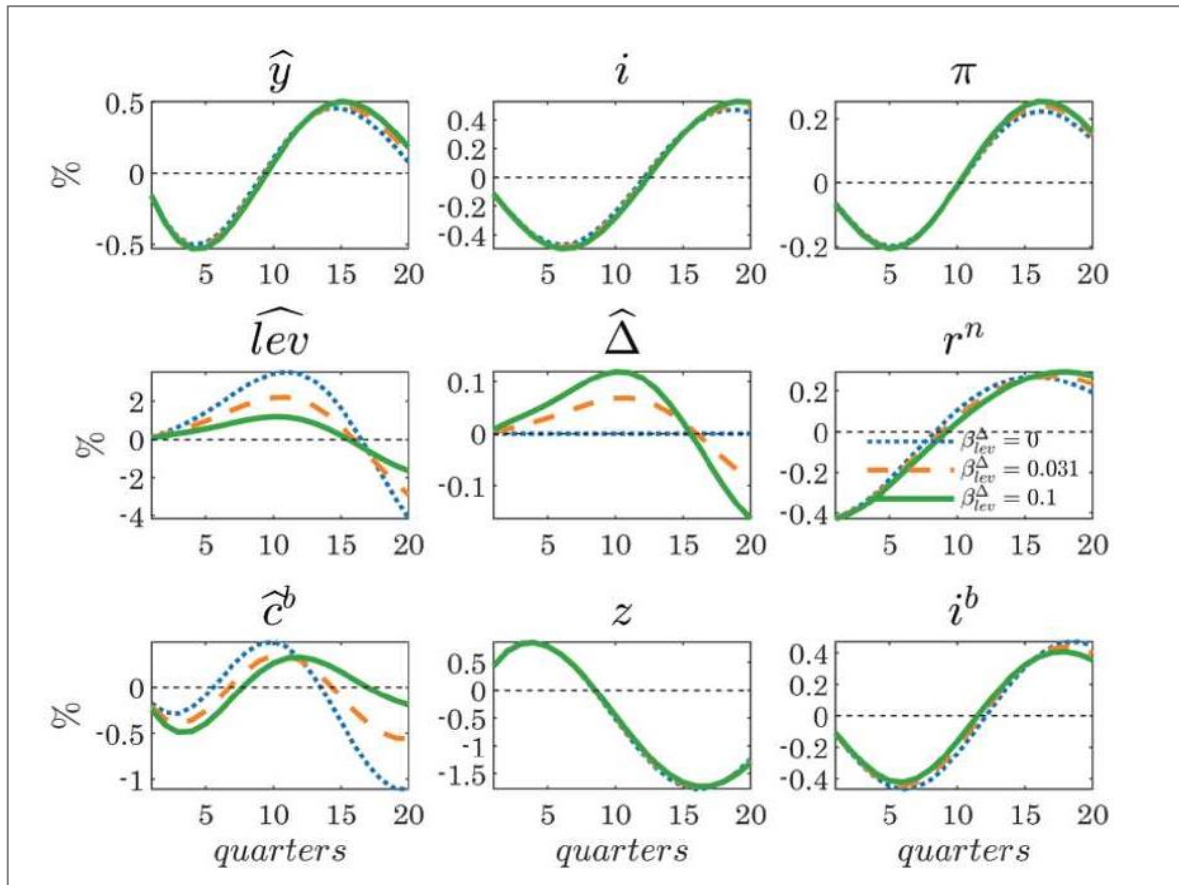
ג. IRF עבור זעזוע זר

לזעזוע מוניטרי זר ראו איור 11.

ד. IRF בכפוף לכיול של מאיץ פיננסי

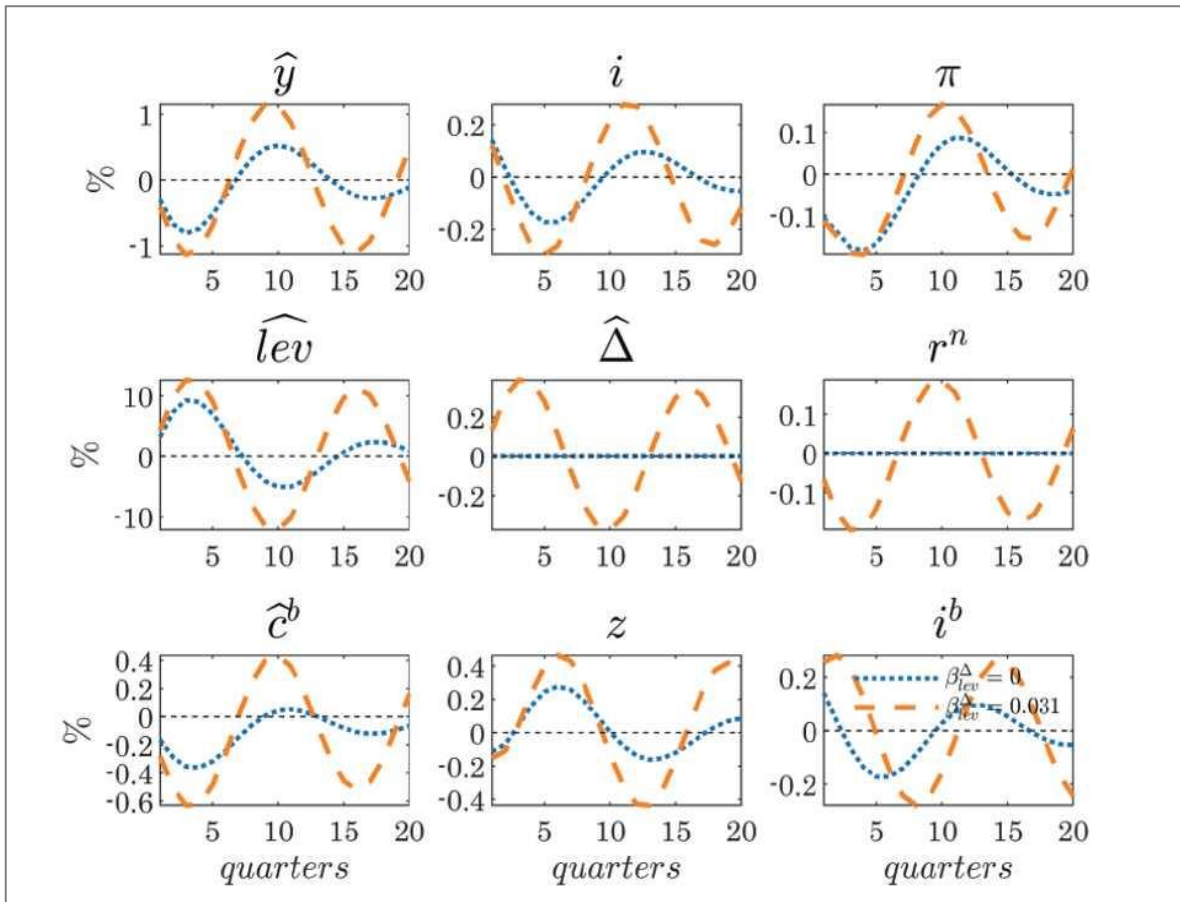
כפי שניתן לראות באיור 12, ניתן לקבל דינמיקה של מאיץ פיננסי בכפוף לכיול כלשהו של המודל. זה כולל את כיול הגמישות של פער התוצר ל-NRI: $\beta_r^y = -0.5$ (ראו משוואה 4), שהוא בטווח העליון של כמה אומדנים של פרמטר זה שקיים עבור ישראל. אבל יש גם לכייל $\beta_r^y = 0.2$ (במקום 5), שהוא הרבה יותר קטן מכל ערך שמקובל על כלכלת ישראל (המשמעות הכלכלית היא שצריכת הלווים היא פחות רגישה לריבית מאשר עבור המלווים, בניגוד ל-Curdia and Woodford (2016)). לסיכום, המודל עשוי לספק דינמיקה של מאיץ פיננסי, אבל לא בפרמטרים שהם סבירים עבור ישראל.

איור 11: IRF לזעזוע חיובי של מדיניות המוניטרית זרה של 1 SE



הערות: משתנים כסטייה ממצב עמיד: פער התוצר, אינפלציה, ריבית, מינוף, מרווח האשראי, צריכת לווים, שער חליפין ריאלי וריבית הלווים. קו מנוקד כחול: מייצג את המקרה ללא חיכוך פיננסי. קו כתום: מייצג את המקרה של קו הבסיס עם חיכוך פיננסי, אך ללא מדיניות מקרו-יציבותית (גמישות המרווח לרמת המינוף היא 0.031). קו ירוק: מייצג את המקרה עם מדיניות מקרו-יציבותית. (גמישות המרווח לרמת המינוף היא 0.1). כל הסימולציות הן תחת המפרט של רתיעה נמוכה של לווים ממינוף, $v=0.0225$

איור 12: IRF לזעזוע חיובי למדיניות המוניטרית של 1 SE



הערות: משתנים כסטייה מהמצב העמיד: פער התוצר, אינפלציה, ריבית, מינוף, מרווח האשראי, צריכת לווים, שער חליפין ריאלי וריבית הלווים. קו מנוקד כחול: מייצג את המקרה ללא חיכוך פיננסי. קו כחול: מייצג את המקרה של קו הבסיס עם חיכוך פיננסי אך ללא מדיניות מקרו-יציבותית (הגמישות של המרווח לרמת המינוף היא 0.031). כל הסימולציות הן תחת המפרט של רתיעה נמוכה של לווים ממינוף, $v=0.0225$