

**השפעת העונתיות במדד על אומדני
הציפיות לאינפלציה**

רועי שטיין*

ניירות תקופתיים 2012.06
נובמבר 2012

בנק ישראל, <http://www.boi.org.il>

* חטיבת המחקר, רועי שטיין – roy.stein@boi.org.il, טלפון – 02-655-2559

תודה לאנה ססי-ברודסקי ולטליה ציפורה טובולסקי על עזרתן הרבה באיסוף הנתונים, בעיבודם ובכתיבת משוואות האמידה בתוכנת המטלב. תודה לכלכלני חטיבת המחקר, ובמיוחד לאלו מיחידת שוק ההון של חטיבת המחקר, על הערותיהם והארותיהם המועילות.

הדעות המובעות במאמר זה אינן משקפות בהכרח את עמדת בנק ישראל

השפעת העונתיות במדד על אומדני הציפיות לאינפלציה

רועי שטיין

תקציר

אומדני הציפיות לאינפלציה נמנים ברשימת האינדיקטורים החשובים בגיבוש המדיניות המוניטרית החותרת להשיג את יעד האינפלציה. אומדנים אלה כוללים בעיקר את (1) הציפיות ל-12 חודשים הבאים, המחושבות על פי מחירי איגרות החוב הממשלתיות הצמודות והלא-צמודות ואת (2) תחזיות החזאים ל-12 המדדים הבאים. עבודה זו מתארת כיצד אומדני ציפיות אלו סובלים מהטיות שגורמת העונתיות הגלומה במדד המחירים לצרכן. הראשונה נובעת מהשפעת העונתיות על תמחור נכסים פיננסיים צמודים, בכלל זה אג"ח צמודות מדד. השנייה נובעת מהפנמה חלקית בלבד של גורמי העונתיות בעת גיבוש תחזיות החזאים.

נמצא כי ישנה השפעה חזקה של גורמי העונתיות על תמחור אג"ח צמודות ועל אומדני הציפיות. אך גורמים אלו אינם זהים לגורמים שמפרסמת הלמ"ס, והם בדרך כלל קטנים יחסית בערכם המוחלט. ממצא זה מצביע על כך שהפעילים בשוק האג"ח בישראל, כמו גם החזאים המקצועיים, אינם משתמשים במלוא המידע הטמון בתנודות עונתיות של המדד כשהם מגבשים את תחזיותיהם וציפיותיהם. התחשבות מלאה בגורמי העונתיות תשפר את תמחור אג"ח צמודות למדד ואת אומדני הציפיות לאינפלציה.

The effect of seasonality in the CPI on inflation expectations

Roy Stein*

Abstract

Inflation expectations estimates are among the important indicators considered when formulating monetary policy which tries to meet an inflation target range. These estimates include primarily (1) inflation expectations for the next 12 months, calculated from the prices of CPI (Consumer Price Index)-indexed and unindexed government bonds, and (2) forecasts for the next 12 CPIs as formulated by professional forecasters. This study outlines how these two expectations estimates are affected by deviations caused by the seasonality inherent in the CPI. The first derives from the effect of seasonality on the pricing of CPI-indexed financial assets, including CPI-indexed bonds. The second derives from limited internalization of seasonal factors when forecasters' projections are formulated.

We find that seasonal factors have a strong effect on the pricing of CPI-indexed bonds and on inflation expectations and professional forecasts. However, these factors are not identical to the factors published by the Central Bureau of Statistics (CBS), and are generally smaller in their absolute value. This finding shows that bond market participants in Israel, as well as professional forecasters, do not use the full information inherent in seasonal fluctuations of the CPI as they formulate their predictions and expectations. Fully taking into account the seasonal factors will improve the CPI-indexed bonds and the estimates of inflation expectations.

* With thanks to Ana Sasi-Brodesky and to Talya Laimon-Tobolsky for their tremendous help in collecting and processing the data and in writing estimate comparisons in the Matlab program. Thanks to the economists of the Research Department, particularly to those in the Financial and Capital Markets Unit of the Research Department, for their helpful notes and comments.

1. רקע

אומדני הציפיות לאינפלציה ל-12 חודשים, ועמם התחזיות ל-12 מדדים קדימה, נמנים ברשימת האינדיקטורים החשובים בגיבוש המדיניות המוניטרית החותרת להשיג את יעד האינפלציה. תחזיות וציפיות אלו נשענות על מקורות רבים: סקרים, חזאים ומחירי נכסים פיננסיים (אג"ח ונגזרים). לכל אחד ממקורות אלו יש יתרונות וחסרונות כבסיס לחישוב אומדן הציפיות. אך הציפיות המחושבות¹, כמו גם התחזיות הניתנות לאופק של שנה אחת או של 12 מדדים, אינן מושפעות מגורמי עונתיות הואיל ואלה האחרונים מתקזזים באופק של שנה. לכן, אם נחשב לאורך זמן את ממוצע התחזיות והציפיות לאינפלציה לאופק של שנה, ונציג את התוצאות לפי חודשי השנה, אזי נצפה לקבל קו אופקי (או לפחות קו דומה דיו לאופקי) בגובה האינפלציה הממוצעת הצפויה לאורך תקופת המדידה. אם אלה אינם פני הדברים, ומתקבל עקום שונה מקו אופקי, הרי שישנו חשד להטיה עונתית בציפיות לשנה, ויש לבחון את הגורמים לתופעה זו. בכלל זה יש לבחון האם גורמי העונתיות הגלומים במדדים החודשיים משפיעים על התחזיות והציפיות לאינפלציה באופק של שנה.

יתרה מכך, ציפיות רציונליות הן ציפיות המתבססות על כל המידע הרלוונטי והזמין בעת גיבוש הציפיות. ההנחה שהציפיות הן רציונליות נפוצה בהרבה מודלים כלכליים, והיא כוללת את הטענה שאם יש נתון בלתי ידוע שעתיד להתפרסם, אזי הציפיות לגביו הן נכונות בממוצע, ואינן מוטות בצורה שיטתית². מהנחה זו יוצא שאם הציפיות לאינפלציה ל-12 חודשים נוטות להיות גבוהות בחודשים מסוימים ונמוכות בחודשים אחרים, אזי הן אינן רציונליות.

בעבודה זו אתאר שתי הטיות אפשריות שהעונתיות הגלומה במדד המחירים לצרכן גורמת לציפיות ולתחזיות לאינפלציה. הראשונה נובעת מהשפעת העונתיות על תמחור נכסים פיננסיים צמודים, בכלל זה אג"ח צמודות מדד. הטיה זו באה לידי ביטוי כאשר טווחי הפדיון של סדרות האג"ח הנידונות אינם מתלכדים עם שנים שלמות. למעשה, רוב הזמן אין סדרות אג"ח בטווח של שנים שלמות, ולכן יש צורך ליטול את התשואות לפדיון על הסדרות הקיימות, להמירן למונחים שנתיים, ולהביא בחשבון את גורמי העונתיות הכלולים במדדי המחירים שיתפרסמו בתקופת החיים של סדרות האג"ח. ההטיה השנייה נובעת מהפנמה חלקית בלבד של גורמי העונתיות בעת גיבוש אומדני הציפיות. כתוצאה מהפנמה חלקית זו, החזאים מופתעים ממדדים גבוהים/נמוכים מדי ביחס לתחזיות המוקדמות, והם מעדכנים בהתאם את אומדני הציפיות לאינפלציה ל-12 החודשים הבאים. בנייר זה נבחן אפוא האם גורמי העונתיות מתומחרים במלואם בשני תחומים: 1. תמחור אג"ח צמודות. 2. הטיות בתחזיות המוקדמות של החזאים, ביחס למדד שהתפרסם בפועל, והטיות באומדני הציפיות לאינפלציה שנתית.

גורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס עבור מדד המחירים לצרכן מאופיינים בתנודתיות גבוהה, בעיקר בחודשים ינואר, אפריל וספטמבר³. חשוב לציין כי ייתכן שהפעילים בשוק האג"ח נעזרים

¹ בהנחה שחישוב התשואה הריאלית התבצע באופן נכון, ובהתחשב בהשפעת העונתיות על המרת התשואות לפדיון של אג"ח צמודות למונחים שנתיים.

² שיטה זו לתיאור ציפיות במודל הוצעה על ידי ג'ון מות (1961), והיא התפרסמה כשהשתמש בה רוברט לוקאס במודלים המקרו-כלכליים.

³ יש לציין כי גורמי העונתיות במדד המחירים בישראל נמוכים (בערכם המוחלט) מגורמי העונתיות במדדי המחירים באירופה ובארצות הברית. לכן הבחינה שמתבצעת בעבודה זו רלוונטית אף יותר עבור נתוני ארה"ב ואירופה. נספח 1 מציג השוואה בין גורמי העונתיות בישראל לבין גורמי העונתיות במדינות אחרות.

במודלים פנימיים לחישוב גורמי עונתיות השונים מאלו של הלמ"ס. על כן אין אנו יודעים במפורש באיזה היקף גורמי העונתיות אכן מתומחרים, והאם הגורמים המתומחרים על ידי הציבור דומים לגורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס. עבודה זו אומדת כאמור את גורמי העונתיות, כפי שציבור המשקיעים מתמחר אותם באג"ח הצמודות (פרק 2), ובהמשך היא בוחנת באיזה היקף הם מופנמים על ידי החזאים המפרסמים את תחזיותיהם באופן רציף (פרק 3).

1.1 סקירת ספרות

אמידת עקומי תשואות ריאליות אינה נפוצה בספרות המקצועית, בעיקר משום שמרבית האג"ח בעולם אינן צמודות למדד ואינן נושאות הטיות דומות. על כן הספרות המקצועית לא העניקה די תשומת לב להטיות המאופיינות במחירי אג"ח הצמודות, שבעזרתן גם מחשבים את נקודת האיזון האינפלציונית (Break-Even Inflation). ואולם בשנים האחרונות הספרות האמפירית החלה לחקור אגרות חוב אלו ומצאה שאפקט העונתיות על תמחור אג"ח צמודות מדד הוא משמעותי, ויש להביאו בחשבון בחישובי התשואות לפדיון על אג"ח צמודות מדד. במאמרו של Gapen משנת 2003 צוין שאפקט העונתיות משתנה הן על פני זמן והן על פני הטווחים לפדיון. לאפקט העונתיות אין אפוא מבנה קבוע על פני השנה, ובנוסף לעיתוי החישוב על פני חודשי השנה הוא תלוי גם בסדרות הספציפיות בעלות טווחי הפדיון שונים. מאמר זה הציע שיטה לניכוי העונתיות מהתשואות הריאליות המחושבות מה-TIPS, ושיטה זו מתבססת על גורמי העונתיות שמפרסמת הלשכה לסטטיסטיקה בארה"ב (Bureau of Labor Statistics). במאמר של Ejsing ושות' משנת 2007 נטען כי אפקט העונתיות על האג"ח, ובמיוחד על אלו הקצרות יחסית, הוא משמעותי אף יותר מאפקט ההשפעה הנובעת מפיגורי ההצמדה. במאמרו של Canty משנת 2009 נטען שאין קונסנסוס בקרב המשקיעים וסוחרי האג"ח על הדרך הנכונה להתחשב באפקט העונתיות, ולרוב אין הבנה מספקת של השפעות אלו.

בניגוד למחקרים הנזכרים לעיל, מאמר זה אינו מסתפק בתיאור ובהסבר של אפקט העונתיות על תמחור אג"ח צמודות מדד, והוא גם אומד את גורמי העונתיות המתומחרים. תוספת ניתוח זו מתאפשרת בזכות הנתונים הייחודיים של עבודה זו - מחירי האג"ח הממשלתיות בישראל, הנסחרות בשוק המשני במחיר מלוכלך (מחיר הכולל צבירת ריבית והצמדה). זאת בשעה שמרבית המאמרים שבחנו סוגיה זו התבססו על מחירים נקיים של האג"ח (מחירים שאינם כוללים צבירת ריבית והצמדה). מעבר לזאת, חלקו השני של המאמר עוסק בבחינת גורמי העונתיות המאופיינים בתחזיות החזאים למדדים השוטפים, בחינה שלמיטב ידיעתי לא דווחה בספרות המקצועית.

2. תמחור אג"ח צמודות

2.1 חישוב התשואה הריאלית השנתית

התשואה הריאלית במשק הינה אינדיקטור חשוב הן למשקיעים והן לקובעי המדיניות. נתון זה מהווה סמן לכדאיות ההשקעה בנכסים פיננסיים, והוא משמש בסיס לחישוב אומדן הציפיות לאינפלציה. ניתן לאמוד את התשואה הריאלית בעזרת האג"ח הממשלתיות הצמודות למדד המחירים לצרכן והנושאות ריבית קבועה. תזרים המזומנים, המתקבל מאחזקת אג"ח אלו, מוצמד למדד המחירים לצרכן ואינו נושא סיכון אינפלציוני. אולם אגרות אלו אינן מוצמדות למדד באופן מושלם, ולכן ישנה הטיה מובנית בחישוב התשואה הריאלית – הטיה הנובעת מפיגורי

הצמדה. אילו הלמ"ס הייתה מפרסמת מדדי מחירים בתדירות יומית, והתקבולים מהאג"ח הצמודות למדד זה היו מוצמדים למדד האחרון הידוע, אזי ההצמדה הייתה מלאה וללא פיגורים, והתשואה עליהן הייתה משקפת את התשואה הריאלית במשך חיי האיגרת.

באופן כללי יותר, התשואה לפדיון על אג"ח משקפת את הרווח מהתקבולים הצפויים בגין אחזקתה מיום החישוב ועד ליום הפדיון⁴. מטרתנו היא לגזור מהמחיר שנקבע במסחר את התשואה לפדיון שמבצעי העסקאות ראו לנגד עיניהם. כאשר הקרן והתקבולים השנתיים ידועים וקבועים מראש, במקרה של אג"ח שקליות (בריבית קבועה בלבד), אזי חישוב התשואה לפדיון אינו מצריך הנחות או אומדנים לגבי מידע שטרם פורסם. אולם כאשר הקרן והתקבולים השנתיים אינם ידועים (נומינלית), אלא מוצמדים למדד המחירים באופן בלתי מושלם⁵, אזי חישוב "פשוט" של תשואת אג"ח זו לא יבטא תשואה ריאלית בלבד, אלא יכיל בתוכו גם רכיבים של תשואה נומינלית. על כן, לצורך חישוב התשואה הריאלית יש להניח הנחות ולחשב אומדנים שיאפשרו לתקן את תנאי ההצמדה, כך שתתקבל הצמדה המשקפת את הערכת המשקיעים בזמן ביצוע עסקאות. לפירוט ראו נספח 2.

מספר סדרות האג"ח הצמודות למדד הצטמצם מאוד במהלך השנים, כחלק מתוכנית עבודה ארוכת טווח של משרד האוצר, וכל סדרה הפכה להיות סחירה יותר. כיום ישנן 13 סדרות אג"ח ממשלתיות צמודות שטווח פדיון מגיע עד שלושים שנה. כך נוצר מצב שבו נסחרת בשוק רק סדרה אחת או שתיים שטווח פדיון נע סביב השנה. מצב זה גורם, בין היתר, לכך שחישוב התשואה הריאלית לשנים שלמות (ובפרט זו של השנה קדימה) אינו מתבסס על מספר רב של סדרות שתאריך פדיון מתפזר סביב תקופות ההתייחסות (קרי שנים שלמות מיום החישוב). בדומה לכך, גם אמידת עקום תשואות האפס, המתבסס על אג"ח מעטות שטווח פדיון אינו מתלכד בהכרח עם שנים שלמות, עשוי להיות מוטא עקב טיפול בלתי מדויק בניכוי גורמי העונתיות המתומחרים בנכסים הצמודים (ראו טענה זו גם במאמר של Ejsing ושות' משנת 2007). על מנת שנוכל לאמוד את התשואה הריאלית השנתית על פני זמן, ולחשב את הציפיות לאינפלציה בצורה נכונה, חשוב להבין באיזו מידה מדובר בשוק מתוחכם ומשוכלל, ובאילו היבטים השוק אינו מתנהג באופן זה. בשוק משוכלל, תשואותיהן של האג"ח הממשלתיות הצמודות אמורות לשקף את כל הגורמים המשפיעים על זרם התשלומים העתידיים, וגורמים אלה כוללים בין היתר את גורמי העונתיות⁶. כאשר אין התחשבות בכל האינפורמציה הרלוונטית המשפיעה על זרם התקבולים מאגרות החוב הצמודות, מחירי אגרות חוב אלו יהיו מוטים וחישוב התשואה הריאלית לשנה וגזירת הצפיות לאינפלציה לא יהיו מדויקים. בסעיף הבא (2.2) נתאר בהרחבה את השיטה המקובלת ליטול את התשואות לפדיון על אג"ח ולהמירן למונחים שנתיים.

⁴ התשואה לפדיון היא שיעור הריבית, שאם נהוון בעזרתו את זרם התקבולים הצפוי (תשלומי ריבית ופדיון), נקבל ערך נוכחי השווה בדיוק למחיר האיגרת בשוק – חישוב המבוסס על פי נוסחת מייקלס. שיעור היוון זה מוכר בספרות המימונית כ"שיעור תשואה פנימי".

⁵ הצמדה מושלמת הינה הצמדה (תיאורטית) מלאה מיום הקניה של האיגרת ועד יום הפדיון.

⁶ נמצא כי ציבור המשקיעים קובע את הריבית הנומינלית כריבית הבסיס, ואילו הריבית הריאלית נגזרת מריבית זו ומהציפיות לאינפלציה לאותה תקופה (זו עשויה להשתנות מאוד על פני חודשי השנה, בהתאם לגורמי העונתיות). ממצאים אלו ידועים בספרות כאשליית הכסף (Money Illusion) – הנטייה לחשוב על כסף/תשואה במושגים נומינליים במקום ריאליים. בהתאם להרבה ממצאים אמפיריים בספרות, גם עבודה זו מצאה כי התשואה הריאלית אכן מושפעת מגורמי העונתיות, וכי אין השפעה כזו על התשואה הנומינלית. ייתכן שתופעה זו מתקיימת כל עוד מדיניות הריבית של הבנק המרכזי אינה מושפעת מתנודות עונתיות.

כמו כן נתאר את הבעייתיות הכרוכה ביישומה של שיטה זו על התשואות הריאליות המתקבלות מאג"ח צמודות.

2.2 השפעת גורמי העונתיות

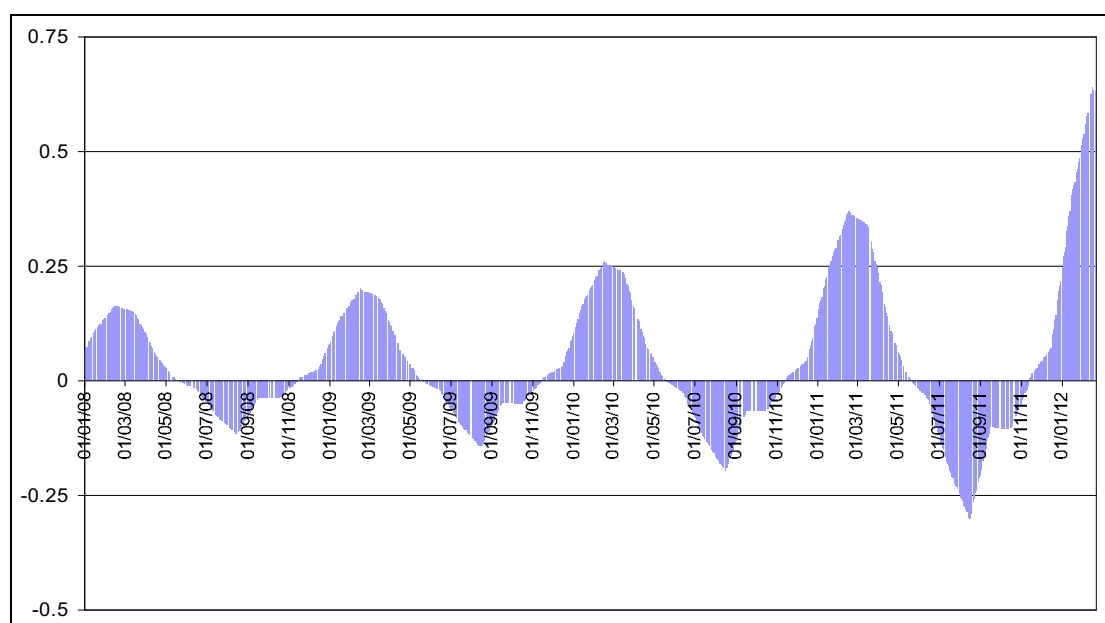
אין זה פשוט לחשב את התשואה הריאלית לשנים שלמות תוך התבססות על תשואות ריאליות לתקופות שונות של חיי האיגרות הנסחרות. חישוב זה דורש הבנה טובה של השפעת העונתיות הטמונה במדד המחירים לצרכן. כיוון שתזרימי המזומנים הנובעים מאג"ח צמודות קשורים בקשר ישיר למדד המחירים, וזה האחרון אינו מתואם עונתית, יש להתחשב בכך כשמחלצים את התשואה השנתית מתשואות לטווחים קרובים אך שונים. על כן, כשמחשבים את התשואה הריאלית במשק לשנים שלמות (התשואה לפדיון על אג"ח סינתטיות – צמודות למדד בצורה מושלמת וללא פיגורים), יש להביא בחשבון את העובדה שהאינפלציה מתפתחת במהלך השנה בהתאם לגורמי העונתיות. אם אין עושים כך, מבליעים בחישוב התשואה הריאלית את ההנחה שהאינפלציה מתפתחת על פני השנה באופן אחיד. חשוב להדגיש כי ככל שהסדרה קצרה יותר, כך גדל משקלם של גורמי העונתיות בתמחור האג"ח, ולכן התשואה לפדיון עשויה להיות מוטה יותר במידה שלא מביאים בחשבון את גורמי העונתיות (ראה איור 1).

נמחיש בעייתיות זו על ידי דוגמא. כאשר ישנה סדרה הצמודה ל-14 מדדים, ואנו מעוניינים לחשב בעזרתה את התשואה הריאלית לשנה אחת (12 מדדים), יש לברר תחילה את מידת העונתיות המתומחרת של שני המדדים הנוספים. במידה שישנם גורמי עונתיות, יש לנכותם ממחיר האיגרת, ורק אז לחשב את התשואה לפדיון ולהמירה למונחים שנתיים. על כן, כדי לחשב תשואה ריאלית שנתית, יש לבצע תקנון למחיר/תשואת האיגרת בהתאם להשפעות עונתיות אלו. פירוט של דוגמא זו, כמו גם דוגמאות נוספות, ניתן לראות בנספח 3. דוגמאות אלה מניחות שכל גורמי העונתיות שהלמייס מפרסמת מתומחרים במלואם, אך הנחה זו תיבדק בסעיף 2.3.

איור 1

השפעת העונתיות, במונחים שנתיים, על תשואת אג"ח ממשלתית צמודה שפדיונה חל ב-30.6.13

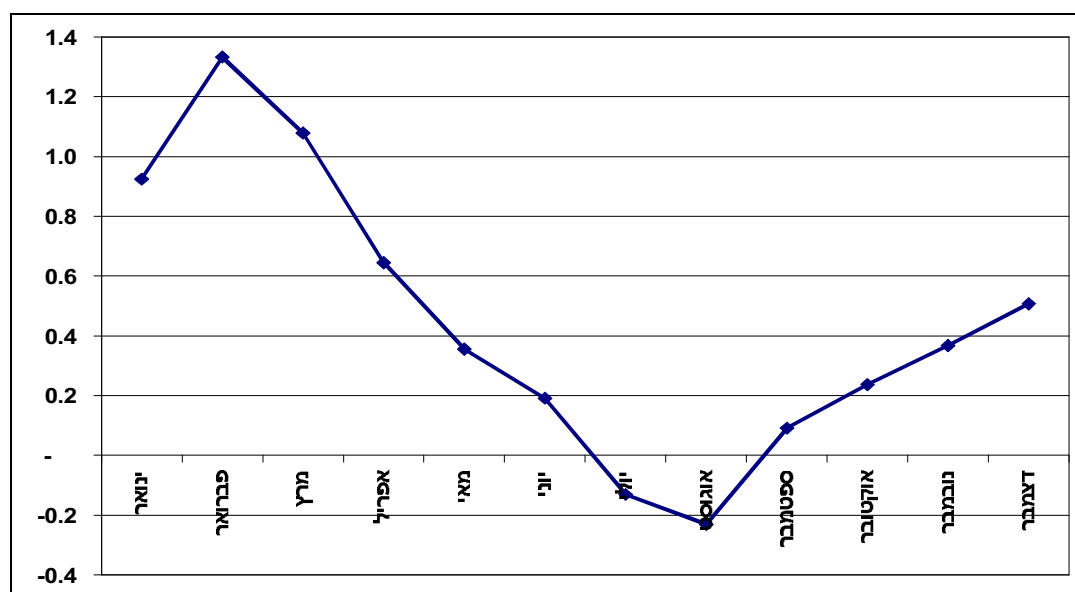
נתונים יומיים, 01/2008-02/2012



איור 1 מציג את ההשפעה של גורמי העונתיות על תשואתה של סדרה ספציפית על פני זמן (במונחי תשואה שנתית), כאשר כל גורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס מתומחרים במלואם⁷. ניתן לראות כי לעונתיות יש השפעה מחזורית על פני השנה הקלנדרית, והשפעה זו מתגברת ככל שטווח הפדיון מתקצר. בעקבות השפעה זו, המתאפיינת בתשואות לפדיון על הסדרות הבודדות, חישוב התשואה הריאלית לאופק של שנים שלמות אמור לנכות את גורמי העונתיות המתומחרים על ידי הציבור. מעניין לבחון את ההטיה בחישוב התשואה הריאלית עבור כל אחד מחודשי השנה. הטיה זו יכולה להיות שונה עבור כל אחד מחודשי השנה, כי ייתכן שכל תאריך חישוב מתבסס על סדרות אג"ח לטווחי פדיון שונים. חשוב להדגיש כי ההטיה הקיימת בתשואה הריאלית נמצאת גם בחישוב הציפיות לאינפלציה מנתוני שוק ההון⁸. איור 2 מציג את ממוצע ההטיה עבור כל אחד מחודשי השנה.

איור 2

השפעת גורמי העונתיות שהלמ"ס מפרסמת
ממוצעים חודשיים*, 01/2008-03/2012



* לכל אחד מחודשי השנה חושב ממוצע על התקופה כולה.

מאיור 2 עולה כי במידה שהציבור אכן מתמחר את גורמי העונתיות שהלמ"ס מפרסמת, אזי אם מחשבים את התשואה ללא ניכוי זה של גורמי העונתיות, ההטיה עלולה להיות משמעותית במיוחד בשלושת החודשים הראשונים של השנה הקלנדרית, היות שאז עתידים להתפרסם מדדי מחירים עונתיים גבוהים. עם זאת חשוב להדגיש כי אין אנו יודעים במפורש באיזה היקף גורמי העונתיות אכן מתומחרים, והאם הם דומים לגורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס. בסעיף הבא נבחן האם גורמים אלו אכן מתומחרים במלואם במחירי האג"ח. בפרק 3 נבחן האם החזאים מביאים בחשבון גורמים אלו כשהם מגבשים תחזיות למדדים הבאים.

⁷ חישוב זה מתבסס על פער התשואות בין (1) התשואה לפדיון ללא כל התחשבות בגורמי העונתיות לבין (2) התשואה לפדיון עם התחשבות מלאה בגורמי העונתיות שהלמ"ס מפרסמת.

⁸ לעומת התשואה הריאלית, התשואה הנומינלית אינה מושפעת מגורמי עונתיות (ראו הערה 6). על כן, השפעת העונתיות על האג"ח הצמודות תתבטא באומדן הציפיות לאינפלציה המחושב כנקודת האיזון האינפלציונית (Break Even Inflation).

2.3 היקף התמחור של גורמי העונתיות על ידי ציבור המשקיעים

כדי להביא בחשבון את השפעת גורמי העונתיות על התשואה הריאלית השנתית יש לשאול מה היקף התמחור של גורמים אלו (במילים אחרות, מהי רמת המודעות של ציבור המשקיעים לגורמי העונתיות). בפרט, יש לבחון באיזה היקף ציבור המשקיעים מתמחר את גורמי העונתיות שהלמ"ס מפרסמת. לחילופין יש לבחון עד כמה גורמי העונתיות שהציבור מתמחר שונים במובהק מגורמי הלמ"ס. לסוגיה חשובה ומהותית זו נעזרנו במספר חישובים/שיטות לאמידת הגורמים המתומחרים:

1. אמידת היקף התמחור של גורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס. הפרמטר הנאמד במסגרת זו יכול לנוע בטווח שבין אפס לאחת. כאשר הציבור אינו מתמחר כלל את גורמי העונתיות, הפרמטר הנאמד יקבל את הערך אפס. כאשר הציבור מתמחר את הגורמים במלואם, הפרמטר הנאמד יקבל את הערך אחת.
 2. אמידת 12 פרמטרים האומדים את גורמי העונתיות (הקבועים על פני השנים) כפי שהם מתומחרים באג"ח הצמודות.
- בסעיף 2.4 אתאר את שתי צורות האמידה ואציג את התוצאות והממצאים.

2.4 הממצאים העיקריים של משוואות האמידה

חשוב להדגיש כי ביסוד שיטות אלו ניצבת ההנחה שגורמי העונתיות אינם מתואמים עם ההתפתחויות הכלכליות המשפיעות על התשואה הריאלית השנתית. לכן סטיות התקן של השינויים על פני זמן בתשואות הריאליות יקטנו ככל שנצליח לנכות מהתשואות את ההשפעה המתומחרת של גורמי העונתיות⁹. על כן, האמידה של גורמי העונתיות מתבצעת באמצעות מזעור סטיות תקן של השינויים בתשואה. על בסיס שיטת אמידה זו ניתן לומר כי תנודתיות התשואה הריאלית – הנובעת לא רק מסיבות כלכליות אלא גם מהטיות זמניות – גדולה יותר, ולכן ככל שנשכיל לנטרל את ההטיות העונתיות כך תקטן תנודתיות התשואה.

1. אמידת רמת התמחור של גורמי העונתיות של הלמ"ס
- השיטה הראשונה מניחה שהשוק מביא בחשבון את גורמי העונתיות של הלמ"ס, אך היקף התמחור שלהם במחירי האג"ח אינו חייב להיות מלא, והוא נאמד בטווח שבין אפס לאחת. במסגרת זו אומדים את רמת התמחור, P , של סך גורמי העונתיות של הלמ"ס, $\sum_{i=1}^N S_i^n$ (דוגמא לכך מובאת באיור 1), וזאת בעזרת פונקציית מטרה הממזערת סטיות תקן, STD , של השינויים על פני זמן בתשואות לפדיון, r_t^n , של כל אחת מסדרות האג"ח הצמודות, n . מזעור הפונקציה מתבצע בעזרת חיפוש ערך, P , (בין אפס לאחת) המייצג את רמת התמחור של השפעת גורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס. הדבר מתואר במשוואה הבאה:

$$1. \quad \min_P \left[\sum_{n=1}^N STD \left(d(r_t^n) - P \cdot d \left(\sum_{i=1}^I S_i^n \right) \right) \right]$$

⁹ חישוב סטיית התקן של השינויים בתשואה, במקום סטיית התקן של התשואה עצמה, מונע התמודדות אקונומטרית הקשורה לאוטו-קורלציה חזקה במשתנים הנאמדים.

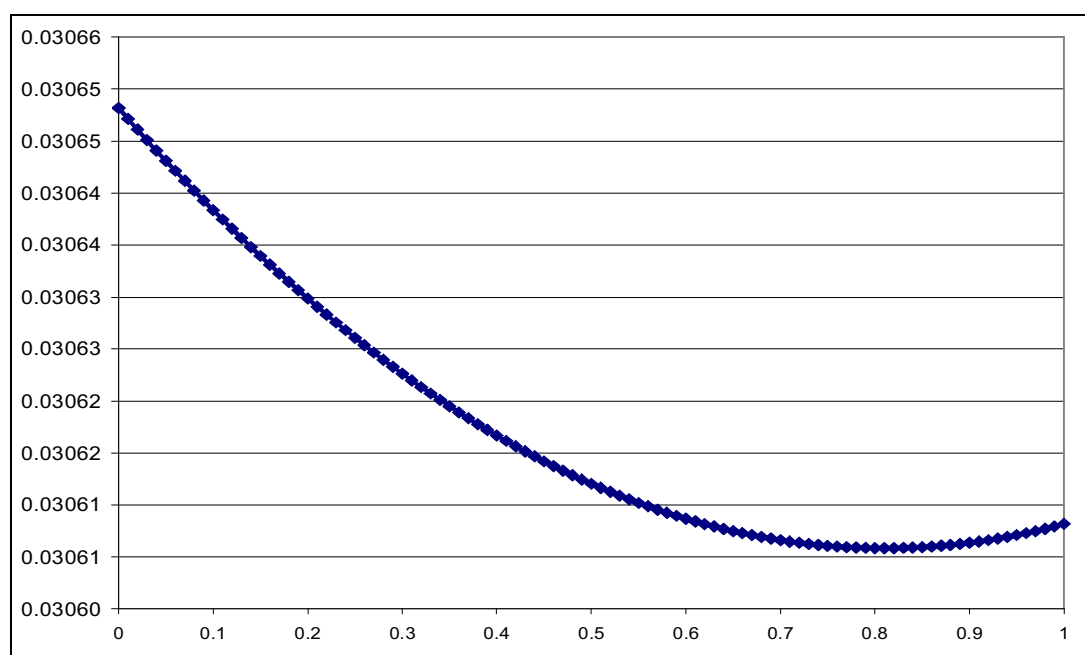
¹⁰ סך גורמי העונתיות, בכל נקודת זמן ולכל סדרת אג"ח, משתנה בהתאם לסך חודשי ההצמדה של האיגרת. על כן n מסמן את הסדרה ו- i מסמן את מספר חודשי ההצמדה, היכול לנוע בין 0 (המייצג שנה שלמה) לבין 11.

הפונקציה מוצאת ערך מינימלי (על פני תקופת המדגם, המשתרעת מינואר 2005 ועד פברואר 2012), כאשר האומדן להיקף תמחור העונתיות, P , הינו 80 אחוז מההשפעה המלאה. ממצא זה מעיד כי ציבור המשקיעים מתמחר באופן חלקי את העונתיות כפי שמפרסמת הלמ"ס.

איור 3

תנודתיות השינויים בתשואות כפונקציה של היקף התמחור של גורמי העונתיות במחירי האג"ח

תנודתיות במונחים שנתיים, נתונים יומיים: 1.2008-2.2012



2. אמידת 12 גורמי העונתיות המתומחרים באג"ח הצמודות

השיטה השנייה מניחה שהשוק מעריך את גורמי העונתיות הנותרים קבועים על פני השנים, והוא מתמחר אותם באופן מלא במחירי האג"ח. במסגרת זו אומדים את גורמי העונתיות, S_i^* , המאופיינים בכל איגרת ובכל נקודת זמן על ידי מצרף שונה של הגורמים, $\Sigma(S_i^*)$ לכל איגרת (ראו הערה 10), וזאת בעזרת פונקציית מטרה הממזערת סטיות תקן, STD , של השינויים בתשואות לפדיון, r_t^n , של כל אחת מסדרות האג"ח הצמודות, n . מזעור הפונקציה מתבצע בעזרת חיפוש 12 ערכים, S_i^* , (סכומם שווה לאפס) המייצגים את גורמי העונתיות שמתמחרים המשקיעים באג"ח ממשלתיות צמודות. הדבר מתואר במשוואה הבאה:

$$2. \quad \min_{S_i} \left[\sum_{n=1}^N STD \left(d(r_t^n) - d \left(\sum_{i=0}^I S_i^{*n} \right) \right) \right]$$

הפונקציה מוצאת ערך מינימלי (על פני תקופת המדגם, המשתרעת מינואר 2005 ועד פברואר 2012) בעזרת הגורמים הנאמדים המוצגים בלוח 1.

לוח 1: גורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס ואלו שנאמדו במשוואת האמידה מס. 2

הפער בניהם	גורמי העונתיות הנאמדים על פי משוואת האמידה	גורמי העונתיות על פי הלמ"ס	
0.2	-0.3	-0.5	ינואר
0.1	-0.2	-0.3	פברואר
0.0	0.1	0.1	מארס
-0.3	0.2	0.5	אפריל
-0.3	0.0	0.3	מאי
-0.1	0.0	0.1	יוני
-0.2	0.1	0.3	יולי
-0.1	0.1	0.2	אוגוסט
0.3	-0.1	-0.4	ספטמבר
0.1	0.1	0.0	אוקטובר
0.2	0.0	-0.2	נובמבר
0.2	0.1	-0.1	דצמבר

הגורמים הנאמדים (משוואה 2) מקבלים ערכים שליליים בינואר, פברואר וספטמבר בלבד. על פי פרסומי הלמ"ס, אלו חודשים המאופיינים בעונתיות שלילית חזקה. ואולם הגורמים הנאמדים בנובמבר ודצמבר אינם שליליים, בניגוד לגורמים שמפרסמת הלמ"ס: אלה האחרונים מאופיינים בעונתיות שלילית גם אם נמוכה בערכה המוחלט. בנוסף, גורם העונתיות הנאמד באפריל מקבל אמנם ערך חיובי ומובהק, אך הוא עדיין נמוך באופן משמעותי מהגורם העונתי שהלמ"ס מפרסמת לחודש זה.

סטיית התקן של סדרת הפערים (בין הגורמים הנאמדים לגורמי הלמ"ס, ראו לוח 1) אמנם עומדת על 0.2, סטייה גדולה יחסית לגורמי העונתיות. אך מקדם המתאם בין הגורמים הנאמדים לגורמי הלמ"ס עומד על 0.82; זהו מקדם מתאם גבוה, והוא מצביע על קשר חזק ביניהם.

מתוצאות האמידה של המשוואה הראשונה והשנייה עולה כי לגורמי העונתיות המתומחרים באג"ח הצמודות יש מאפיינים זהים לגורמי הלמ"ס, אך ערכם המוחלט נמוך באופן משמעותי ומובהק. ממצאים אלו מרמזים כי שוק האג"ח הצמודות בישראל אינו שוק מתוחכם ומשוכלל, ותשואותיהן של אג"ח ממשלתיות צמודות אינן משקפות את כל גורמי העונתיות, אף על פי שאלה האחרונים מהווים חלק מהגורמים המשפיעים על התשלומים העתידיים של האג"ח. על כן, כאשר מחשבים את אומדני התשואות הריאליות השנתיות והציפיות לאינפלציה, מומלץ להביא בחשבון את גורמי העונתיות המתומחרים במחירי האג"ח, ואלה אינם זהים דווקא לגורמי הלמ"ס. חשוב לעקוב מעת לעת אחר אומדנים אלו של גורמי העונתיות, כי מותר להניח שעם הזמן – ובמיוחד עם פרסום מחקרים בנושא – המשקיעים בשוק האג"ח יפרו את הבנתם ויתמחרו את סדרות האג"ח הצמודות באופן מדויק יותר, תוך התחשבות מלאה בגורמי העונתיות.

3. בחינת תחזיות החזאים

3.1 התחזיות ל-12 מדדים קדימה

כעת נעבור לבחינת ההשפעה של גורמי העונתיות על תחזיות החזאים. כאמור, הציפיות המחושבות¹¹, כמו גם התחזיות הניתנות לאופק של שנה אחת או של 12 מדדים, אינן מושפעות

¹¹ בהנחה שחישוב התשואה הריאלית התבצע באופן נכון, ובהתחשב בהשפעת העונתיות על המרת התשואות לפדיון של אג"ח צמודות למונחים שנתיים.

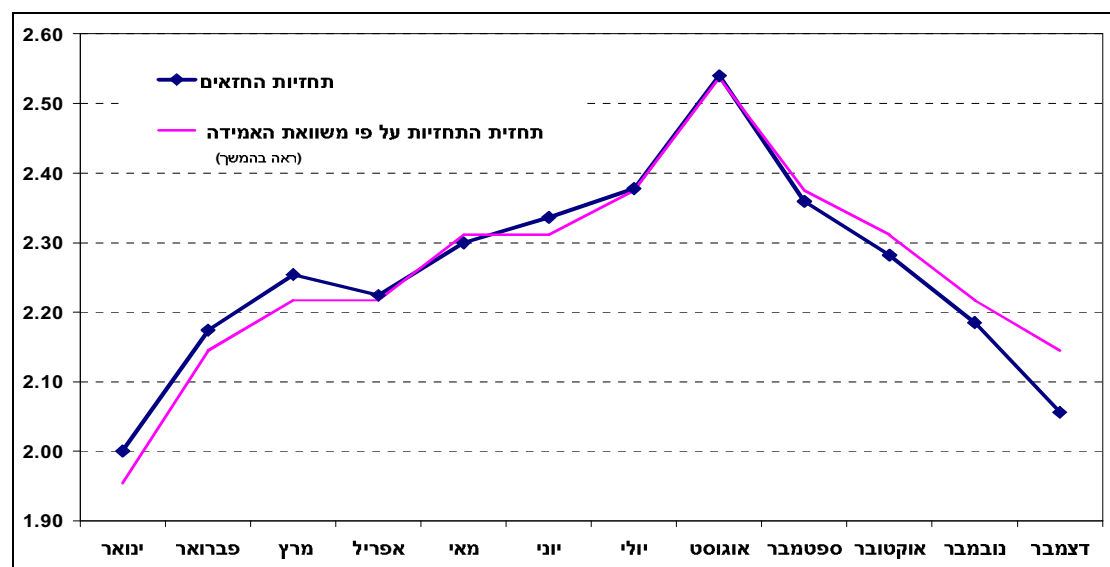
מגורמי עונתיות הואיל ואלה האחרונים מתקזזים באופק של שנה. לכן, אם נחשב לאורך זמן את ממוצע התחזיות והציפיות לאינפלציה לאופק של שנה, ונציג את התוצאות לפי חודשי השנה, אזי נצפה לקבל קו אופקי (או לפחות קו דומה דיו לאופקי) בגובה האינפלציה הממוצעת הצפויה לאורך תקופת המדידה. אם אלה אינם פני הדברים, ומתקבל עקום שונה מקו אופקי, הרי שישנו חשד להטיה עונתית בציפיות לשנה, ויש לבחון את הגורמים לתופעה זו. בכלל זה יש לבחון האם גורמי העונתיות הגלומים במדדים החודשיים משפיעים על התחזיות והציפיות לאינפלציה באופק של שנה.

ניתן לבדוק את השפעתם של גורמי העונתיות על התחזיות והציפיות לאינפלציה על ידי בחינה של תחזיות החזאים ל-12 מדדים קדימה. שתי סיבות מרכזיות לכך:

1. אורך מדגם – בנק ישראל אוסף באופן סדיר את תחזיות החזאים החל מדצמבר 2000.
2. פשטות החישוב – תחזיות החזאים פשוטות וטריוויאליות, בניגוד לציפיות הנגזרות מנתוני שוק ההון (Break-Even-Inflation). נתוני שוק ההון כוללים הנחות שונות לגבי העונתיות, וקיים חשש (כפי שראינו בפרק 2) שהנחות אלה ישפיעו על תוצאות הבדיקה הנוכחית.

החישוב בפרק זה מתבסס על מיצוע התחזיות שניתנו בכל אחד מהחודשים על פני השנה. ראו איור 4. מאיור זה עולה שממוצע תחזיות החזאים ל-12 המדדים הבאים משתנה על פני השנה בדפוס קבוע: בחודשי החורף ממוצע התחזיות נוטה להיות נמוך יחסית, ובחודשי הקיץ גבוה יותר.

איור 4
תחזיות החזאים ל-12 המדדים הבאים
ממוצעים חודשיים*, 11/2000-04/2012



* לכל אחד מחודשי השנה חושב ממוצע על התקופה כולה.

הסבר אפשרי לתופעה זו טמון בהשפעת העונתיות של מדדי המחירים שהתפרסמו בעת מתן התחזיות. מחודש מאי, שבו מתפרסם מדד עונתי גבוה במיוחד (אפריל), ועד חודש אוגוסט ישנם

מדדי מחירים עונתיים גבוהים יחסית. ייתכן שהחזאים אינם תופסים את העונתיות באופן מלא, הם למעשה "מופתעים" ממדדי מחירים גבוהים, ובעקבות כך מעריכים שסביבת האינפלציה גבוהה יותר. בחודשי החורף ישנם מדדי מחירים עונתיים שליליים. ייתכן שהחזאים "מופתעים" ממדדי מחירים נמוכים יחסית לאלו שנחזו, ובעקבות כך מעריכים שסביבת האינפלציה נמוכה יותר¹². יש להדגיש כי ממוצע תחזיות החזאים משתנה באופן מובהק על פני השנה על פי הדפוס שתואר לעיל. ראו נספח 4.

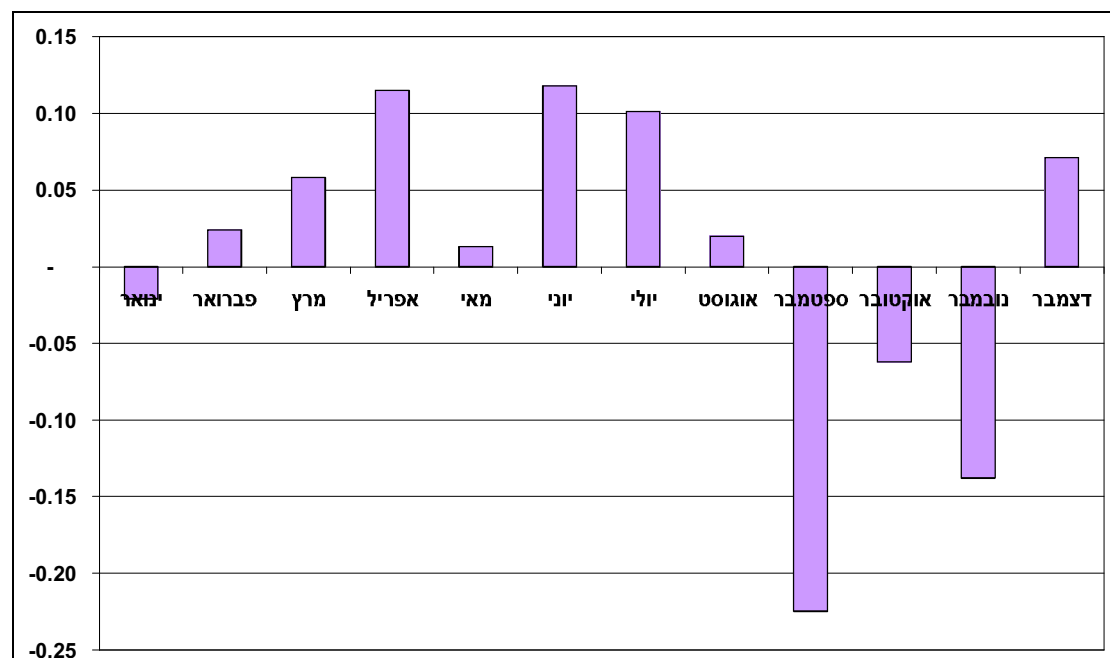
אם נבדוק לאורך זמן את ממוצע ההפתעות במדד המחירים לצרכן ביחס לתחזיות שהחזאים נתנו ערב פרסום המדד עבור כל אחד מ-12 חודשי השנה (תחזית לחודש שוטף, שוטף+1 ושוטף+2), נוכל לזרות אור על התופעה שהתקבלה באיור 4. בהנחה שהחזאים משתמשים בכל המידע הרלוונטי, בכלל זה בגורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס, אנו נצפה שבדיקת ההפתעות לא תצביע על הטיות קבועות; כלומר, סדרת נתוני ההפתעות צפויה להתנהג כרעש לבן.

ואולם הממצאים האמפיריים מצביעים על מסקנה הפוכה. כאשר בוחנים, על פני תקופה ארוכה, את ממוצעי ההפתעות עבור כל אחד מחודשי השנה, ומשווים אותם לתחזית שהתפרסמה רגע לפני פרסום המדד, ניתן לזהות הטיות קבועות (איור 5). בחודשים אפריל, יוני ויולי ההפתעה בדרך כלל חיובית (המדד שהתפרסם היה גבוה מהתחזיות המוקדמות עבורו), בעוד שבחודשים ספטמבר, אוקטובר ונובמבר ההפתעה בדרך כלל שלילית. ממצאים אלו התקבלו כמובהקים בעזרת משתני דמי המייצגים את חודשי השנה. ראו נספח 5.

איור 5

ההפתעה במדד המחירים לצרכן ביחס לממוצע תחזיות החזאים

ממוצעים חודשיים*, 10/2000-04/2012



* לכל אחד מחודשי השנה חושב ממוצע על התקופה כולה.

¹² מובלעת כאן הנחה שההפתעות במדד החודשי משפיעות באותו כיוון של ההפתעה על תחזיות החזאים ל-12 מדדים קדימה. ראה נספח 6 להוכחה אמפירית של הנחה זו.

כדי לבחון את תחזיות החזאים גם למדדים רחוקים יותר, אנו נסתכל בטבלת הקורלציות הבאה:

לוח 2

טבלת קורלציות בין המדד, התחזיות השוטפות וגורמי העונתיות¹³

10/2000-04/2012

גורם עונתיות	שוטף+2	שוטף+1	שוטף	מדד	
מדד	0.47	0.76	0.87	1.00	0.59
שוטף	0.65	0.93	1.00		0.56
שוטף+1	0.78	1			0.58
שוטף+2	1				0.66
גורם עונתיות					1

מקדם המתאם בין המדד שהתפרסם לבין התחזית השוטפת (0.87) הינו גבוה ממקדם המתאם בין המדד שהתפרסם לבין התחזיות המוקדמות יותר, וגם מהמתאם בין המדד שהתפרסם לבין גורם העונתיות. ממצא זה מצביע על כך שהתחזיות שהתפרסמו רגע לפני פרסום המדד הן התחזיות המתואמות ביותר עם המדד, תוצאה צפויה והגיונית. אולם, ככל שאופק התחזית רחוק יותר, כך קטן מקדם המתאם, עד שהתחזיות לחודש שוטף+2 מתואמות עם המדד פחות מאשר גורמי העונתיות מתואמים עמו. עולה מכאן כי תחזיות החזאים למדדים רחוקים יחסית מתואמות פחות עם המדד, ולמעשה אינן מפנימות את מלוא המידע הטמון בגורמי העונתיות המתפרסמים. במשוואה 3 נבחן את היקף העונתיות שתחזיות החזאים אינן מביאות בחשבון.

כאשר בוחנים את תחזיות החזאים שניתנו רגע, חודש, וחודשיים לפני פרסום המדד, כאומדן למדד שהתפרסם בפועל, ומוסיפים את גורמי העונתיות כמשתנה מסביר נוסף, מוצאים – כפי שניתן לראות בלוח 3 – כי תחזיות אלו אינן מביאות בחשבון את מלוא המידע הגלום בגורמי העונתיות, וניתן לשפרן על ידי הוספת החלק היחסי שמתקבל ממשוואת האמידה, λ , כפול גורמי העונתיות.

$$3. \quad cp_t = \alpha + \beta \times forecast_t^i + \lambda \times seas_t + \varepsilon_t$$

על פי התיאוריה, כאשר תחזיות החזאים מתחשבות בכל המידע הזמין והרלוונטי, אזי כל משתנה נוסף – במיוחד אם הוא ידוע ומתפרסם לציבור – אינו יכול להצטרף כמשתנה מסביר במשוואה זו. על פי התוצאות המוצגות בלוח 3, גורמי העונתיות מתווספים למשוואה באופן מובהק, והם מגבירים את כוח ההסבר של המשוואה. יתרה מכך, כאשר משוואת האמידה בוחנת את התחזיות למדד שוטף+2, $i=3$, המקדם הנאמד לממוצע התחזיות (β) נמוך יותר מהמקדם לגורמי העונתיות (λ). ממצא זה מצביע על כך שתחזיות החזאים מצליחות להסביר את המדד פחות מגורמי העונתיות של הלמ"ס.

¹³ תחזית למדד שוטף – תחזית שניתנה עבור המדד הקרוב שיתפרסם. תחזית למדד שוטף+1 – תחזית עבור מדד שיתפרסם בעוד כחודש. תחזית למדד שוטף+2 – תחזית עבור מדד שיתפרסם בעוד כחודשיים (כאשר התחזית ניתנה ב-14 לאוגוסט, התחזית למדד השוטף תהיה עבור מדד יולי, ואילו התחזית למדד השוטף+2 תהיה עבור מדד ספטמבר המתפרסם על פני ה-15/9-16/8).

לוח 3

תוצאות האמידה של משוואה מס 3.

i=3*	i=3	i=2	i=1	
0.15	0.13	0.03	0.009	α
(2.5)	(2.8)	(0.86)	(0.42)	
0.24	0.32	0.94	0.98	β
(1.25)	(1.67)	(9.5)	(15.2)	
0.67	0.72	0.32	0.23	λ
(5.65)	(5.36)	(3.35)	(3.19)	
0.37				δ
(4.34)				
0.44	0.36	0.61	0.77	R^2
1.99	1.3	1.4	1.64	D.W.

*כאשר מוסיפים למשוואת האמידה AR(1)

הממצא החשוב ביותר העולה מחלק זה הוא שישנה ככל הנראה השפעה עקיפה של גורמי העונתיות על התחזיות לאינפלציה ל-12 מדדים קדימה – החזאים מעדכנים את תחזיותיהם על פני חודשי השנה בדפוס קבוע. הסבר אפשרי לתופעה זו נעוץ בהערכות חסר של גורמי העונתיות: החזאים מופתעים ממדדים גבוהים/נמוכים מדי ביחס לתחזיות המוקדמות עבורם, והם מעדכנים בהתאם את סביבת האינפלציה שמשתקפת בממוצע תחזיותיהם ל-12 מדדים קדימה.

4. סיכום ומסקנות

עבודה זו מתארת שתי הטיות אפשריות שהעונתיות הגלומה במדד המחירים לצרכן גורמת לאומדני הציפיות לאינפלציה. הראשונה נובעת מהשפעת העונתיות על תמחור נכסים פיננסיים צמודים, בכלל זה אג"ח צמודות מדד. השנייה נובעת מהפנמה חלקית בלבד של גורמי העונתיות בעת גיבוש אומדני הציפיות, ובפרט תחזיות החזאים. ההנחה, שהציפיות לאינפלציה לאופק של שנה אחת אינן מושפעות מגורמי עונתיות, אינה מתקבלת בעבודה זו.

בנוגע להשפעות הקיימות בחישוב התשואה הריאלית חשוב להדגיש, כי כיוון שאג"ח נושאת תאריך פדיון, טווח הפדיון מצטמצם עם הזמן, ולכן ההשפעה של גורמי העונתיות על התשואות לפדיון משתנה בין סדרות האג"ח וכן על פני זמן. מצב זה מקשה לחלץ את התשואה הריאלית במידה שאין מזהים נכון את גורמי העונתיות המתומחרים בהן. על פי האמידות שהוצגו בפרק 2 נמצא כי הפעילים אינם מתמחרים את מלוא גורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס, והגורמים המתומחרים באג"ח אלו בדרך כלל קטנים בערכם המוחלט. ממצאים אלו מרמזים כי שוק האג"ח הצמודות בישראל אינו שוק מתוחכם ומשוכלל, ותשואותיהן של אג"ח ממשלתיות צמודות אינן משקפות את כל גורמי העונתיות, אף על פי שגורמים אלה משפיעים על התשלומים העתידיים של האג"ח. על כן, כאשר מחשבים את אומדני התשואות הריאליות השנתיות ואת הציפיות לאינפלציה, מומלץ להביא בחשבון את גורמי העונתיות המתומחרים במחירי האג"ח, ואלה אינם זהים דווקא לגורמים שמפרסמת הלמ"ס. חשוב לעקוב מעת לעת אחר אומדנים אלו של גורמי

העונתיות, כיוון שמותר להניח כי עם הזמן – ובמיוחד עם פרסום מחקרים בנושא זה – המשקיעים בשוק האג"ח ישפרו את הבנתם, ויתמחרו את סדרות האג"ח הצמודות באופן מדויק יותר.

מבחינת ההשפעות על תחזיות החזאים נמצא, כי התחזיות למדדים הקרובים אינן מביאות בחשבון את מלוא המידע הגלום בגורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס. מעבר לכך, ממשוואת האמידה מס' 3 עולה כי ניתן לשפר את תחזיות החזאים על ידי התחשבות בגורמי העונתיות. יחד עם זאת, אין במאמר זה המלצה לתיקון תחזיות האינפלציה בהתאם לממצאים שהתקבלו כאן, אך קובעי המדיניות המוניטרית מכירים ממצאים אלו, ומודעים לאפשרות של הטיות מחזוריות בתחזיות האינפלציה עקב אי-התחשבות מלאה בגורמי העונתיות.

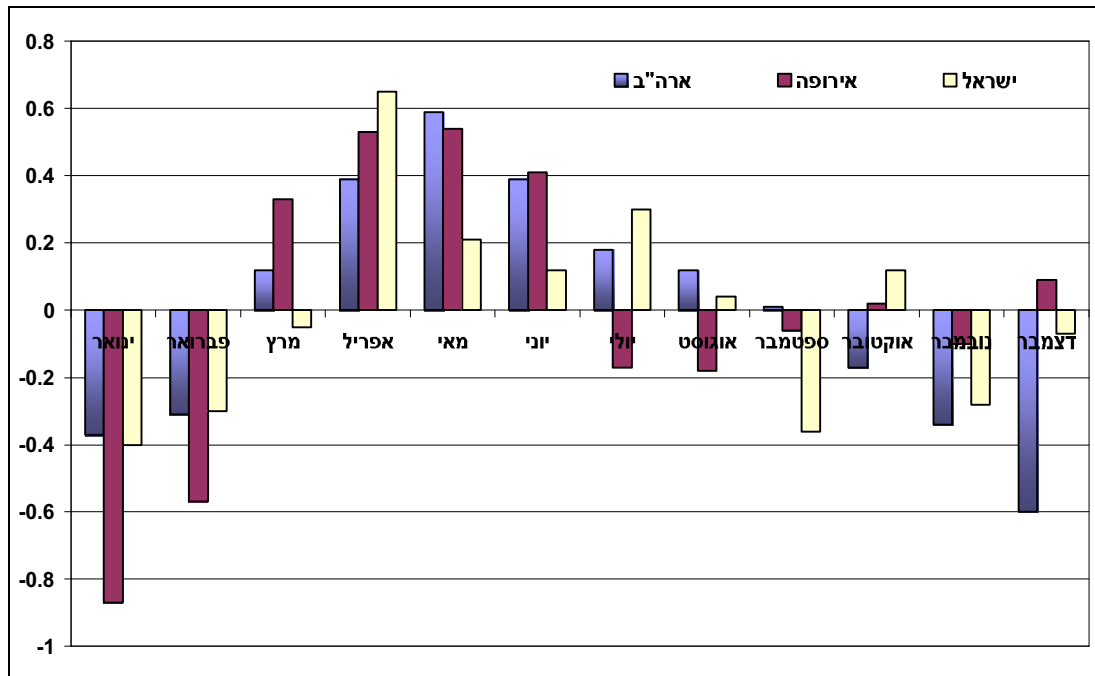
ביבליוגרפיה

- ברודסקי, אנה ונדב שטיינברג (2011). "שדרוג המודל לאמידת עקום התשואות המיושם בבנק ישראל, " ניירות תקופתיים של חטיבת המחקר בבנק ישראל, 2011.01.
- Canty, P (2009). "Seasonally Adjusted Prices for Inflation-Linked Bonds," *Risk Magazine*, January 2009.
- Ejsing, J., A. Garcia, and T. Werner (2007). "The Term Structure of Euro Area Break-Even Inflation Rates: The Impact of Seasonality," *Working Paper Series* 830, November 2007.
- Gapen, M.T. (2003). "Seasonal Indexation Bias in US Treasury Inflation-Indexed Securities," *Applied Financial Economics* 13, 509-516.
- Wiener, Z., and H. Pompushko (2006). "The estimation of nominal and real yield curves from government bonds in Israel," *The Journal of Risk Finance* 7, 488-502.

נספח 1. גורמי העונתיות בארץ, בארה"ב ובאירופה

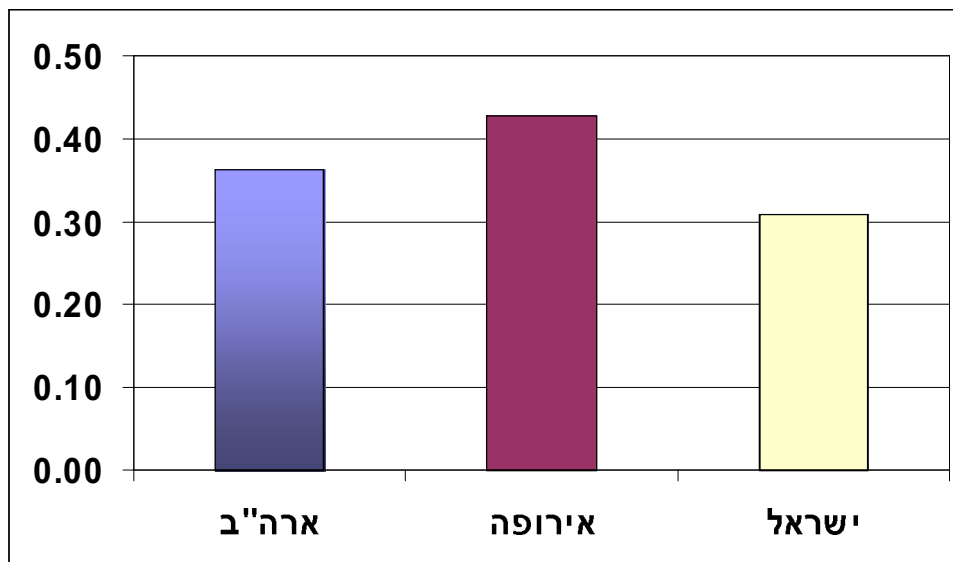
איור 1

גורמי העונתיות שמפרסמות הלמ"ס בישראל, באירופה ובארה"ב



איור 2

סטיית התקן של גורמי העונתיות



ניתן אפוא לראות כי גורמי העונתיות המאופיינים במדד המחירים בישראל דומים לאלו המאופיינים במדדים בארה"ב ובאירופה, אך הם אינם זהים להם (ראוי לציין שאין דמיון מלא גם בין ארה"ב ואירופה). חשוב לשים לב כי התנודתיות של גורמי העונתיות בישראל נמוכה בהשוואה לעולם, למרות העונתיות הגבוהה במיוחד בחודש אפריל.

נספח 2. תקנון ההצמדה של אג"ח צמודה למדד המחירים

כדי לתקן את ההצמדה של אג"ח צמודה למדד יש לחלק את תקופת החיים של כל תקבול מהאיגרת (קרן או ריבית) לשלוש תקופות משנה: (1) התקופה שבה חל שינוי במדד המחירים והוא טרם פורסם¹⁴ (מהמדד האחרון הידוע ועד יום המסחר הנוכחי), להלן תקופה A. בגין תקופה זו יש לתקן את מדד המחירים שפורסם לערך נוכחי חזוי, כך שהתקבולים מהאיגרת יוצמדו לאינפלציה שתתרחש מהיום ואילך. (2) התקופה שבה איגרת החוב מקנה פיצוי מלא על השינוי במחירים – להלן תקופה B; (3) התקופה הסמוכה לתקבול מהאיגרת שבה אין פיצוי על השינוי במדד המחירים¹⁵ – להלן תקופה C.

כיוון שהאג"ח הממשלתיות הצמודות למדד אינן צמודות באופן מושלם, יש ליצור אומדנים מתאימים להתפתחות האינפלציה בתקופות A ו-C:

- בתקופה A – יש להשתמש באומדן לאינפלציה שהייתה וטרם פורסמה. בחישובים הקיימים כיום בבנק ישראל אומדן זה מבוסס על ממוצע תחזיות של חברות ליעוץ כלכלי ושל בנקים המפרסמים את תחזיותיהם באופן סדיר; אולם יש לשים לב כי לעיתים הקופון הקרוב מתקרב למועד התשלום, ועל פי תנאי האיגרת, אין "פיצוי" עבור האינפלציה שלא עתידה להתפרסם לפני יום התשלום; לכן אין זה נכון לתקנו יחד עם כל שאר הקופונים של אותה איגרת. מצב זה נוצר כאשר חישוב התשואה מתבצע בתקופה שבין 45 יום לפני תשלום הקופון הקרוב ועד יום ה-X.

- תקופה C – התקופה הסמוכה לתשלום התקבול, בה אין הצמדה למדד המחירים. ניתן להתייחס אליה בשני אופנים שונים:

1. ניתן להגדיר פיצוי עבור חוסר ההצמדה המלא של האיגרת בפדיון. כיוון שמחזיק האיגרת אינו מקבל את הפיצוי עבור תקופה זו, הוא יפצה את עצמו דרך מחיר האיגרת. לכן יש לתקן את מחיר האיגרת בהתאם לאומדן המייצג פיצוי זה. החישוב המתבצע כיום בבנק ישראל משתמש בציפיות לאינפלציה לשנה (ממוצע חודש קלנדרי אחרון) כאומדן לאינפלציה שתשרור במשך 45 יום בכל התקופות שלפני תשלומי הקופונים (עד 30 שנה). אומדן זה אינו סביר, ובתזכיר שכתבו בנושא מיכל ורועי, הומלץ להגדיר אומדן אחר לפיצוי להפסד המדד – אומדן המבוסס על יעד האינפלציה והמתחשב בגורמי העונתיות שמפרסמת הלמ"ס. הנחה זו, לדעתנו, עדיפה על פני כל אומדן אחר המנסה לחזות את האינפלציה למשך 45 יום בעוד מספר רב של חודשים או שנים. הדבר נובע מכך שלציבור ולגופים כלכליים יש יכולת מוגבלת לחיזוי האינפלציה לתקופה של 45 יום בעתיד הרחוק.

¹⁴ כאשר מחשבים תשואה ריאלית ביום מסוים, למשל ב-10 למאי, תשלומי הקרן והריבית מתומחרים על בסיס המדד הידוע שפורסם ב-15 לאפריל, וזה משקף את רמת המחירים הממוצעת בחודש מארס. אולם סביר כי המשקיעים, הקובעים ב-10 למאי את מחיר האיגרת, מביאים בחשבון גם את האינפלציה שהייתה עד אותו יום ועדיין לא פורסמה, במיוחד אם בתקופת ביניים זו היה שינוי חד בגורם המשפיע על המחירים (כדוגמת שער החליפין, הפתעה בריבית, מחירי אנרגיה וכולי).

¹⁵ כל תקבול מאג"ח משולם לפי המדד שהתפרסם ב-15 לחודש, ומדד זה מייצג את רמת המחירים הממוצעת של החודש הקודם ליום ה-X. על כן, ההנחה כאן היא שהאג"ח אינה מקנה הצמדה למחירים במשך 45 יום, ויש להתחשב בחוסר הצמדה זה בעת חישוב התשואה הריאלית. נציין כי תופעה זו מכונה "פיגור הצמדה" (Indexation lag), והיא קיימת ביתר שאת ברוב האג"ח הצמודות הנסחרות בחו"ל.

2. ניתן להגדיר את האג"ח למשך תקופה C כאיגרת נומינלית, ולהפחית את שוויה הנומינלי של תקופה קצרה זו ממחיר האיגרת. לאחר ניכוי זה אפשר לחשב מהמחיר המנוכה את התשואה הריאלית לטווח הקצר ב-45 יום ממועד פדיון האג"ח. האפשרות היחידה לחלץ את הריבית הנומינלית שתשרור בעתיד במשך 45 יום היא באמצעות חישוב ריבית הפרוורד, המתבסס על אמידת עקום תשואות אג"ח לא צמודות.

נספח 3. דוגמאות לניכוי העונתיות מסדרות צמודות שטוח פדיון אינו מתלכד עם שנים שלמות

להלן שתי דוגמאות לניכוי העונתיות הקיימת בסדרת אג"ח בתקופת ההצמדה (B).

א. ב-01/02/2012 נסחרה סדרת אג"ח הנפדית ב-30/06/2013. תקופת ההצמדה מתחילה באמצע חודש מדדי מארס 2012, ומסתיימת בסוף חודש מדדי מאי 2013¹⁶ – סה"כ 14.5 חודשים. כדי לחשב תשואה ריאלית שנתית יש להביא בחשבון רק 12 מדדים המתחילים ביום החישוב. לכן יש לבצע תקנון הצמדה עבור מחצית חודש מארס 2013 ועבור חודשים אפריל ומאי 2013. על פי הלמ"ס, העונתיות המסתכמת על פני תקופה זו עומדת על 0.85 אחוזים. על כן, בהנחה שהתשואה הריאלית המתקבלת לתקופה המקורית של הסדרה היא 3 אחוזים (לא במונחים שנתיים), יש להפחית תחילה את העונתיות מהתשואה, וזו בדוגמא שלנו נאמדת ב-2.15 אחוזים. לאחר תקנון זה ניתן להמיר את התשואה למונחים שנתיים.

ב. ב-01/02/2012 נסחרה סדרת אג"ח הנפדית ב-30/09/2012. תקופת ההצמדה מתחילה באמצע חודש מדדי מארס 2012, ומסתיימת בסוף חודש מדדי אוגוסט 2012 – סה"כ 5.5 חודשים. כדי לחשב תשואה ריאלית שנתית יש להשלים את ההצמדה עד ל-12 מדדים, ולכן יש לבצע תקנון הצמדה עבור ספטמבר 2012 עד מחצית חודש מארס 2013. על פי הלמ"ס, העונתיות המסתכמת על פני תקופה זו היא מינוס 1.45 (-). על כן, בהנחה שהתשואה המתקבלת לתקופה המקורית של הסדרה היא 2 אחוזים (לא במונחים שנתיים), יש להוסיף תחילה את העונתיות מהתשואה, וזו בדוגמא נאמדת ב-0.55 אחוזים. לאחר תקנון זה ניתן להמיר את התשואה למונחים שנתיים.

בשיטת הלמ"ס (X12)	
-0.5	ינואר
-0.3	פברואר
0.1	מארס
0.5	אפריל
0.3	מאי
0.1	יוני
0.3	יולי
0.2	אוגוסט
-0.4	ספטמבר
0.0	אוקטובר
-0.2	נובמבר
-0.1	דצמבר

¹⁶ חודש מדדי מתחיל ב-16 לחודש הקודם ומסתיים ב-15 לחודש הנוכחי.

Dependent Variable: D(FORCAST12A)				
Method: Least Squares				
Sample(adjusted): 2000:12 2012:04				
Included observations: 137 after adjusting endpoints				
Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.0158	-2.445325	0.053378	-0.130526	D1+D9+D10+D11+D12
0.0399	2.074825	0.08403	0.174348	D2+D8
0.875	-0.157592	0.116334	-0.018333	D4
0.2314	1.202204	0.060075	0.072222	D3+D5+D6+D7
-0.00292	Mean dependent var		0.081158	R-squared
0.415753	S.D. dependent var		0.060432	Adjusted R-squared
1.048974	Akaike info criterion		0.402994	S.E. of regression
1.134229	Schwarz criterion		21.59979	Sum squared resid
1.909006	Durbin-Watson stat		-67.85472	Log likelihood

$D(\text{FORCAST12A})_i$ – ממוצע תחזיות החזאים ל-12 מדדים קדימה שניתנו בתקופה שלאחר פרסום מדד המחירים לחודש $i-1$ ועד לסוף חודש i .
 $-D_i$ – משתנה דמי עבור חודש קלנדרי i (כאשר, $i = 1 \dots 12$)

עיקר הממצאים:

ממוצע תחזיות החזאים משתנה בהתאם לחודשי השנה. נמצא כי ממוצע תחזיות החזאים מתעדכן במובהק כלפי מעלה בחודשים פברואר ואוגוסט, ואילו בחודשי החורף (מספטמבר ועד ינואר) יש עדכונים מובהקים כלפי מטה.

חשוב לציין כי כאשר בודקים את התחזיות ל-12 מדדים קדימה אצל מספר חזאים בודדים, מוצאים כי כל חזאי מעדכן את תחזיותיו על פי דפוס קצת שונה אך עדיין עקבי ומובהק.

Dependent Variable: SURP
 Method: Least Squares
 Sample(adjusted): 2000:12 2012:03
 Included observations: 136 after adjusting endpoints

Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.0035	2.97567	0.033606	0.1	D3+D4+D6+D7
0.0011	-3.34366	0.067971	-0.227273	D9
0.0634	-1.87245	0.067971	-0.127273	D11
0.3567	-0.924942	0.047006	-0.043478	D1+D10
0.3615	0.915646	0.033239	0.030435	D2+D8+D5+D12
0.007353	Mean dependent var	0.16074	R-squared	
0.242405	S.D. dependent var	0.135114	Adjusted R-squared	
-0.1055	Akaike info criterion	0.225435	S.E. of regression	
0.001586	Schwarz criterion	6.657549	Sum squared resid	
1.784075	Durbin-Watson stat	12.17379	Log likelihood	

SURP – ההפתעה במדד; הפער שבין השינוי במדד המחירים לבין ממוצע תחזיות המוקדמות עבור.

$-D_i$ – משתנה דמי עבור חודש קלנדרי i (כאשר, $i = 1 \dots 12$)

עיקר הממצאים:

ההפתעה של התחזיות ביחס למדד שהתפרסם חיובית באופן מובהק בחודשים מארס, אפריל, יוני ויולי; ההפתעה שלילית באופן מובהק בחודשים ספטמבר ונובמבר. בכל אחד משאר חודשי השנה אין הפתעות גדולות ועקביות.

Dependent Variable: D(FORCAST12A)
 Method: Least Squares
 Sample (adjusted): 2001M02 2012M04
 Included observations: 135 after adjustments

Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	
0.00	3.39	0.141	0.48	SURP(-1)
0.07	1.82	0.141	0.26	SURP(-2)
0.98	-0.03	0.034	0.00	C
0.003852	Mean dependent var	0.113262	R-squared	
0.414178	S.D. dependent var	0.099826	Adjusted R-squared	
0.991761	Akaike info criterion	0.392962	S.E. of regression	
1.056323	Schwarz criterion	20.38328	Sum squared resid	
1.017998	Hannan-Quinn criter.	-63.9439	Log likelihood	
1.919876	Durbin-Watson stat	8.430067	F-statistic	
		0.000359	Prob(F-statistic)	

D(FORCAST12A)_i – שינוי של ממוצע תחזיות החזאים ל-12 מדדים קדימה שניתנו בתקופה שלאחר פרסום מדד המחירים לחודש i-1 ועד לסוף חודש i.
 surp – ההפתעה במדד; הפער שבין השינוי במדד המחירים לבין התחזיות המוקדמות עבורו

עיקר הממצאים:

ההפתעה במדד (המתקבלת בפיגור של חודש אחד) משפיעה על תחזיות החזאים ל-12 מדדים קדימה. מדד מחירים גבוה מהתחזיות המוקדמות עבורו מעדכן (במצטבר על פני חודשיים) את התחזיות השנתיות כלפי מעלה ב-74% מגודל ההפתעה.