



**מחזורי עסקים ושוק המניות בישראל:  
ניתוח בעזרת מודלי מיתוג מרקוביים  
(Markov Switching Models)**

**אריאל מנצורה\* ובנצי שרייבר\*\***

ניירות תקופתיים 2012.05  
אוקטובר 2012

---

<sup>1</sup> <http://www.boi.org.il>, בנק ישראל

\* החטיבה למידע ולסטטיסטיקה, אריאל מנצורה – ariel.mansura@boi.org.il, טלפון – 02-6552534

\*\* החטיבה למידע ולסטטיסטיקה, בנצי שרייבר – schreiber.ben@boi.org.il, טלפון – 02-6552595

אנו מודים לאייל ארגוב, מישל סטרבצינסקי ולמשתתפי הסמינר של חטיבת המחקר על הערותיהם והצעותיהם המועילות.

עבודה זו נכתבה במסגרת צוות שעסק בפיתוח אינדיקטורים מובילים למצב הכלכלה בישראל (CLI).

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

# מחזורי עסקים ושוק המניות בישראל: ניתוח בעזרת מודלי מיתוג מרקוביים (Markov Switching Models)

אריאל מנצורה ובנצי שרייבר

תמצית

עבודה זו בוחנת את הפרשי העיתוי שבין נקודות מפנה בשוק המניות לבין נקודות מפנה במספר סדרות מקרו כלכליות, המייצגות את רמת הפעילות במשק הישראלי, בעזרת מודלי מיתוג מרקוביים (MSM). מודלים אלו מאפשרים לאמוד את התוחלת והשונות של סדרות משוק המניות ושל סדרות מקרו-כלכליות במצב עולם של צמיחה לחוד ובמצב של האטה לחוד. יתר על כן, הרצת מודל מרקובי אחיד מאפשרת למפות בדיעבד את הכרונולוגיה של נקודות המפנה (מצמיחה להאטה ולהפך) בכל סדרה ובעקבות זאת לקבוע את הפרשי העיתוי שבין סדרות משוק המניות לבין שאר הסדרות המקרו-כלכליות. היתרון שבשימוש במדדי מניות לשם חיזוי מחזורי עסקים על פני מדדים אחרים נובע מכך שלפי הנחת שוק הון יעיל, כל המידע לגבי זרמי המזומנים העתידיים של החברות גלום במחירי המניות הנוכחיים, המידע זמין בזמן אמת והוא אינו נתון לרביזיות. עם זאת, סטיות מהתחזית נגרמות מטעויות חיזוי ( expectation errors) ובמיוחד, כתוצאה משוקים שאינם צפויים, וכדרכו של שוק מניות הוא נוטה לתגובות יתר (overshooting).

הממצאים מלמדים כי בתקופת המדגם (1/1990-12/2010) נקודות המפנה (מצמיחה להאטה ולהפך) במדד מניות התעשייה הקדימו בממוצע בכ-7 חודשים את נקודות המפנה במדד הייצור התעשייתי עם פיזור של 3 חודשי סטיית תקן סביב הממוצע. מבחינת טיב החיזוי, נרשם זיהוי יתר יחיד ועוד זיהוי יתר גבולי. מנגד, לא נרשמו זיהויי חסר. בשאר מדדי המניות והסדרות המקרו כלכליות שנבדקו נמצאו תוצאות פחות מובהקות. לתוצאות שהתקבלו יש משמעות מבחינת מקבלי החלטות כלכליות והמשקיעים שכן: (1) הן מאפשרות לבצע כרונולוגיה של מחזורי העסקים במודל לא ליניארי, (2) הן מהוות איתות נוסף על התחזיות המשמשות כיום את הבנק המרכזי להאטה בפעילות הכלכלית; זאת על סמך זיהוי נקודות המפנה בשוק המניות והפרשי העיתוי בינן לבין מדד הייצור התעשייתי ו-(3) לאחר זיהוי של האטה הצמיחה בפעילות הכלכלית ניתן להעריך על פי הכרונולוגיה של שוק המניות כמה זמן היא תמשך.

# **Business Cycles and the Stock Market in Israel: An analysis using Markov Switching Models**

Ariel Mantzura\* and Benzi Schreiber\*

## Abstract

This paper uses Markov Switching Models (MSM) to assess the differences in timing between turning points in the stock market and turning points in a number of macroeconomic series representing the level of activity in the Israeli economy. These models enable us to estimate the expectations and the variances of series from the stock market and of macroeconomic series in a state of growth on one hand and in a state of slowdown on the other. Moreover, running a uniform Markov Model enables us to map the chronology of the turning points (from growth to slowdown and vice versa) in retrospect for each series, and then to determine the timing differentials between series from the stock market and the other macroeconomic series. The benefit in using stock indices rather than other indices to forecast business cycles derives from the fact that on the assumption of an efficient capital market, all of the information regarding future corporate cash flows is included in the current share prices, the information is available in real time, and it is not subject to revisions. At the same time, deviations from the forecast are caused by expectation errors, particularly from unexpected shocks, and as is their manner, the stock markets tend toward overshooting.

The findings show that during the sample period (January 1990 to December 2010), the turning points (from growth to slowdown and vice versa) on the industrial shares index preceded the turning points on the Industrial Production Index by an average of 7 months, with a standard deviation of 3 months. From the standpoint of the forecasting quality, there was one overidentification and one other borderline overidentification. In contrast, there were no underidentifications. The rest of the share indices and macroeconomic time series that were examined show less clear results. The results obtained are significant from the standpoint of economic decision makers and investors, since: (1) they enable us to map the chronology of business cycles by means of a non-linear model; (2) in addition to the forecasts that currently serve the central bank, they provide a further signal of a slowdown in economic activity based on identifying the turning points in the stock market and the timing differentials between them and those on the Industrial Production Index; and (3) after identifying the slowdown or growth in economic activity, we can estimate how long it will last according to the chronology of the stock market.

---

\* The Bank of Israel's Information and Statistics Department. We thank Eyal Argov, Michel Strawczynski and the participants of the Research Department seminar for their helpful comments and suggestions.

\* This work was written in the framework of a team dealing with assessing and building composite leading indicators (CLI) of the economic situation in Israel.

## 1. הקדמה

חיזוי "מחזורי עסקים" הוא בעל חשיבות רבה לאחראים על המדיניות הפיסקאלית והמוניטארית, לתעשיינים, למשקיעים ולמשקי בית מאחר והוא מאפשר להם להתאים את תוכניותיהם הכלכליות מבעוד מועד. עבודות רבות בעולם ובישראל ניסו ליישם מודלים שונים לחיזוי מחזורי העסקים אולם מידת ההצלחה הייתה תלויה בהגדרת מחזורי העסקים, במודל שיושם, בסוג המשק בו הוא יושם וכן בתקופה בה הוא נבדק. אחת הסיבות העיקריות להטרוגניות בחיזוי היא חוסר האחידות בהגדרה ובזיהוי של מחזור העסקים. בארה"ב לדוגמא, נקבעים מחזורי עסקים על ידי הסוכנות - National Bureau of Economic and Research (NBER) שמתכנסת לשם כך על בסיס שוטף. הגדרת מחזור העסקים לפי מאמרם הקלאסי של Burns and Mitchell (1946) המיושמת על ידי ה-NBER היא :

Business cycles are a type of fluctuation found in the aggregate economic activity of nations that organize their work mainly in business enterprises: a cycle consists of expansions occurring at about the same time in many economic activities, followed by similarly general recessions, contractions, and revivals which merge into the expansion phase of the next cycle; this sequence of changes is recurrent but not periodic; in duration business cycles vary from more than one year to ten or twelve years; they are not divisible into shorter cycles of similar character with amplitudes approximating their own (Burns and Mitchell, 1946, p.3.)

מכיוון שהמושג "פעילות כלכלית מצרפית" המאפיין את מחזורי העסקים הנו תיאורטי, קיים צורך בהגדרה אופרטיבית באמצעות ייצוג ע"י סדרה כלכלית (או קבוצת סדרות כלכליות) מתאימה ומקובלת. סדרות אלו אמורות לשקף ככל האפשר את כלל הפעילות הכלכלית ולא רק פעילות ענפית והן מכסות בדרך כלל צמיחה, שוק העבודה, הכנסה וסחר. בארה"ב, קובעת ה-NBER מחזורי עסקים, בין השאר, בעזרת הסדרות (בתדירות חודשית): צמיחה (תוצר ריאלי לפי אומדנים שונים וייצור תעשייתי – Industrial Production), הכנסה אישית ריאלית (בניכוי העברות), תעסוקה, שעות עבודה, וסחר. מחזורי העסקים בארה"ב ניתנים לחישוב לפי האלגוריתם של Bry & Boschan (1971) (מחזור מינימאלי בן 14 חודשים ותקופות מיתון וצמיחה מינימאליות בנות 5 חודשים. לתיאור האלגוריתם ראו נספח 1). ה-NBER קובע למעשה את התאריכים של נקודות המפנה בין צמיחה למיתון ובין מיתון לצמיחה, לעיתים בפיגור רב מנקודות המפנה, במחזור. מקבילו האירופאי של ה-NBER, ה-CEPR בוחר משתני מטרה דומים אך לא זהים ל-NBER לשם זיהוי מחזורי עסקים (תדירות רבעונית) כגון: צמיחה (תוצר ריאלי), תעסוקה, ייצור תעשייתי בתדירות חודשית, השקעות וצריכה (כולל מרכיביה).

בנוסף לשני ארגונים אלו ישנם ארגונים בינלאומיים אחרים וחברות פרטיות הבוחרים משתני מטרה שונים לזיהוי מחזורי העסקים. על ארגונים אלו ניתן למנות את קרן המטבע (IMF), ארגון ה-OECD וחברות פרטיות המתמחות בחיזוי מחזורי עסקים, כגון: e-forecasting. מעבר להבדלים בין משתני המטרה המזהים את מחזורי העסקים ישנם הבדלים בתדירות הנתונים (חודשי או רבעוני), בקביעת מספר מצבי הכלכלה (שני מצבים – צמיחה ומיתון או שלושה מצבים – צמיחה, מיתון ומצב ביניים שאינו מיתון או צמיחה), בזיהוי רמת הפעילות הכלכלית בכל מצב (classic business cycle) או באמידת הסטיות מהמגמה ארוכת הטווח (growth cycle), וכמובן במודל שנבחר לזיהוי מחזורי העסקים. לפיכך, אין זה מפתיע שמחוץ לארה"ב בה נקבעים מחזורי העסקים על ידי ה-NBER, עבודות אמפיריות שונות קובעות מחזורי עסקים שונים.

חיזוי מחזורי עסקים נעשה בעולם מזה שנים רבות. ככלל, ישנן שיטות רבות לחיזוי והן מחושבות על בסיס שוטף תחת השם – Composite Leading Indicator (CLI). ארגון ה-CONFERENCE BOARD לדוגמה, מחשב מדד מוביל משולב (CLI) למחזור העסקים עבור ארה"ב וכמה מדינות אחרות כמו סין, צרפת, גרמניה, יפן, קוריאה, ספרד ואנגליה. הארגון גם מחשב עבור ארה"ב מדד משולב בו זמני (CEI) ומדד משולב בפיגור (LAG) למחזור העסקים. גם קרן המטבע וארגון ה-OECD מחשבים מדדי CLI עבור מדינות רבות על בסיס שוטף.

לאור העובדה שמחזורי עסקים מאופיינים במספר "מצבי עולם" כלכליים (שניים או שלושה) הרי זה אך טבעי שרוב המקרים נעשה שימוש במודלים לא ליניאריים לזיהוי נקודות המפנה. כך לדוגמה, נעשה שימוש במודלים בינאריים (0 – מיתון, 1 – צמיחה) כדוגמת פרוביט או לוגיט. מודלים מתקדמים יותר לזיהוי הכרונונולוגיה של מחזורי עסקים הם מודלי מיתוג מרקוביים (MSM). מודלים אלו מבחינים בין מצבי עולם שונים ובעזרתם ניתן לאמוד את ההסתברות להיות במצב עולם מסוים כיום, המותנית במצב העולם ששרר בעבר (כולל נקודות מפנה). בנוסף על כך, מאפשרים מודלים אלה לאמוד את התוחלת והשונות של משתנה המטרה בכל מצב עולם.

עבודה זו בוחנת מספר מודלים של מיתוג מרקובי במשק הישראלי לשם חיזוי מחזורי עסקים בעזרת שוק המניות אשר חוזה ומשפיע על רמת הפעילות הכלכלית דרך שני ערוצים עיקריים: (1) אם הנחת השוק היעיל מתקיימת נצפה שההתפתחויות בשווקים הפיננסיים יקדימו את אלו שבשווקים הריאליים; זאת משום שהמחירים בשווקים הפיננסיים מגלמים את כל האינפורמציה הקיימת היום לגבי המצב הכלכלי העתידי, (2) עליות (ירידות) שערים בשוק המניות מחזקות (מחלישות) את תחושת העושר של הציבור ובכך

פועלות להגדלת (להקטנת) הצריכה הפרטית שמגדילה (שמקטינה) בתורה את רמת הפעילות הכלכלית במשק. מטרת הבדיקה היא לפיכך, חיזוי של מחזורי העסקים ובפרט נקודות מפנה בטווח הקצר (עד שנה) תוך שימוש במספר מדדים של שוק המניות.

מאחר והחיזוי הוא לטווח קצר, תדירות הנתונים שנבחרה הייתה חודשית והנתונים עצמם או שיעורי השינוי בהם הנם נומינאליים. הנתונים כללו את מדד הייצור התעשייתי (IP) כמשתנה מטרה אשר מהווה תחליף לתוצר המקומי (שמחושב עדיין בתדירות רבעונית), כמקובל במדינות רבות כולל ה-NBER ו-OECD ובמודלים שונים המשתמשים בנתונים בתדירות חודשית. עם זאת, מחזורי עסקים במודלים שונים (למשל NBER או המדד המשולב) נקבעים גם לפי משתני מקרו אחרים כגון: הכנסה, סחר, תעסוקה וכדומה ולכן נבדוק גם בכמה חודשים שוק המניות מקדים סדרות אלו, אם בכלל. בפרט, נבחן בשוק המניות את יכולת החיזוי של מדד מניות התעשייה, מדד המניות הכללי, מדד ת"א 25 ומדד ת"א 100.

תרומת העבודה לספרות היא בהפעלת אותו מודל מרקובי על מדדי שוק ההון בישראל (מדד מניות התעשייה, מדד ת"א 100, מדד ת"א 25 ומדד המניות הכללי), אשר אמורים לשקף את הפעילות הכלכלית העתידית, ועל מדד הייצור התעשייתי, מדד פדיון מסחר ושירותים, מדד משרות שכיר ומדד יצוא שירותים וסחורות. הרצת מודל מרקובי אחיד על כל הסדרות, מאפשרת למפות את הכרונוולוגיה של נקודות המפנה (מצמיחה להאטה ולהפך) בכל סדרה ובעקבות זאת לקבוע את הפרשי העיתוי שבין הפעילות המיוצגת על ידי מדדי המניות לבין מספר סדרות מקרו-כלכליות המייצגות מחזורי עסקים.

בעבודה נבחנו מספר מודלים של מיתוג מרקובי עבור שניים או שלושה מצבי עולם, בפיגור של חודש עד 12 חודשים, באיתור נקודות מפנה בלבד (טיב החיזוי למיתון לעומת טיב החיזוי לצמיחה) או באמידת התוחלת והשונויות בכל מצב עולם בנוסף לחיזוי נקודות המפנה. תקופת המדגם שנבחרה 1/1990–12/2010 הנה הומוגנית יחסית והיא מתחילה עם העלייה ההמונית מברית המועצות לשעבר.

מבין כל המודלים שנבדקו, המודל שחזה בצורה המיטבית את מדד הייצור התעשייתי בעזרת מדד מניות התעשייה היה מודל של תוחלת ושונות ללא פיגורים כאשר מספר החודשים בהן הקדימו נקודות המפנה של מדד מניות התעשייה את נקודות המפנה בייצור התעשייתי, עמד בממוצע על כ- 7 חודשים עם סטיית תקן של 3 חודשים. מנגד, בשאר הסדרות שנבדקו נמצאו תוצאות פחות מובהקות. שאר העבודה מאורגנת, כדלקמן. סעיף 2 סוקר תוצאות של עבודות אמפיריות בעולם ובישראל, סעיף 3 מציג את המודלים של מיתוג מרקובי בהם נעשה שימוש בעבודה, בסעיף 4 מנותחות תוצאות המודלים, סעיף 5 מציג בדיקות רגישות של המודלים וסעיף 6 מסכם.

## 2. סקירת ספרות

עבודות רבות נכתבו על זיהוי הכרונולוגיה של מחזורי עסקים; זיהוי שהוא הכרחי לחיזוי. עבודות אלו מיישמות מודלים שונים, עם פרמטרים שונים על פני תקופות שונות ובמשקים שונים. לפיכך, מתקבלות גם תוצאות שונות לתיארוך מחזורי העסקים<sup>1</sup>. נציין כי מטרת העבודה היא לחזות את מחזורי עסקים בישראל אך לא לזהותם<sup>2</sup>. יחסית לזיהוי, יש מעט עבודות שניסו לחזות את מחזורי העסקים בעזרת שוק ההון. מבין הטכניקות הפופולאריות המשמשות לזיהוי מחזורי עסקים ניתן למנות את הלוגיטאפרוביט (המשתנה המוסבר הנו בינארי – 0/1), את מודל ה-VAR המבני או את מודל ה-DSGE. מודלים אלו כוללים בדרך כלל משתנים מסבירים נוספים מעבר לדינאמיקה על פני זמן של המשתנה המוסבר. מודל פופולארי נוסף שבו אנו עושים שימוש בעבודה זו הוא ה-MSM (Markov Switching Model). בעבודה הדומה לשלנו בוחנים (Senyuz, Yoldas, and Baycan (2010) את מחזורי העסקים בטורקיה ומנסים לחזות מחזורים אלו בעזרת נתונים משוק המניות הטורקי (תדירות נתונים חודשית). המודל ששימש חוקרים אלה, שהנו מודל בסיסי ב-MSM (המבוסס על Hamilton, 1989) עבור הפעילות הכלכלית בטורקיה היה:  $y_t = n_t + z_t$  כאשר  $y_t$  הוא לוג מדד הייצור התעשייתי בתדירות חודשית המייצג את מחזור העסקים (כגון תמ"ג רבעוני),  $n_t$  הוא התהליך המרקובי שנתון על ידי  $n_t = n_{t-1} + \alpha_0(1-S_t) + \alpha_1 S_t$  ו- $z_t$  הוא רכיב גאוסיאני (רעש). התהליך המרקובי בניסוח בסיסי זה תלוי במשתנה הבינארי  $S_t \in \{0/1\}$  המייצג שני מצבי עולם. אם  $S_t = 1$  (מצב צמיחה) אזי שיעור הגידול ב- $y$  יקבע באמידה לפי  $\alpha_1$  בעוד ששיעור הגידול (השלילי) אם  $S_t = 0$  (מצב מיתון או האטה) יקבע לפי  $\alpha_0$ . כדי להשלים את תיאור הדינאמיקה של מצבי העולם יש צורך להגדיר במודל את דינאמיקת המעברים של  $y$  בין מצב עולם אחד למשנהו. ההנחה ב-MSM היא שהמשתנה הנעלם  $S_t$  (latent) עוקב תהליך מרקובי כאשר, מצב העולם בזמן  $t$  ( $S_t$ ) תלוי אך ורק במצב העולם בזמן  $t-1$  ( $S_{t-1}$ ) ולכן קיימות ארבע אפשרויות מיתוג בין מצבי העולם (מיתון ב- $t-1$ , מיתון ב- $t$ , צמיחה ב- $t-1$ , צמיחה ב- $t$ , צמיחה ב- $t-1$ , צמיחה ב- $t$ , מיתון ב- $t-1$ , מיתון ב- $t$ ).

<sup>1</sup> יש המתארכים את המחזור על פי הסטייה של הפעילות הכלכלית מהמגמה ארוכת הטווח שלה. אמידה כזו נקראת מחזור צמיחה (growth cycle) בניגוד למחזור עסקים (business cycle) שמבחין בין מצב צמיחה למיתון על פי השינויים האבסולוטיים כלומר, ממוצע שיעור השינוי במצב מיתון יהיה לעולם שלילי בעוד שבמחזור צמיחה הוא יכול להיות חיובי; אם כי בשיעור נמוך מהמגמה ארוכת הטווח (להרחבה ראו Stock and Watson, 1998). בעבודה זו נתמקד במחזור עסקים משום שמטרת העבודה היא אמידת הפרשי העיתוי בין נקודות המפנה של שוק המניות למספר סדרות כלכליות שלכל אחת מהן תתכן מגמה ארוכת טווח שונה. לפיכך, אמידת נקודות המפנה על פי הסטייה מהמגמה עלולה להטות את הפרשי העיתוי בין שוק המניות לסדרות האחרות.

<sup>2</sup> לפיכך, נחזה את הפיגור של סדרות פרטניות עיקריות המרכיבות את המדדים המשמשים לזיהוי מחזור עסקים, כדוגמת המדד המשולב, אחר נתוני שוק המניות אך לא "נייצר" מדדים כאלה. על ההבדלים בין אמידת ההסתברויות למיתון/צמיחה לבין קביעת מחזורי עסקים בפועל ראו (Harding and Pagan (2011b).

צמיחה ב-t). במקרה זה מתקבלת מטריצה  $2 \times 2$ , שתסומן ב-P המשקפת את הסתברויות המעבר בין מצב עולם בזמן t-1 למצב עולם בזמן t:  $P[S_t = j | S_{t-1} = i] = p_{ij} \in [0,1]$ . הרכיב הגאוסייני  $z_t$  עוקב אחרי מודל  $ARIMA(r, 1, 0)$ , כדלקמן:

$$z_t = z_{t-1} + \phi_1(z_{t-1} - z_{t-2}) + \phi_2(z_{t-2} - z_{t-3}) + \dots + \phi_r(z_{t-r} - z_{t-r-1}) + \varepsilon_t$$

כאשר, r מייצג את מספר הפיגורים ו- $\varepsilon_t \sim iid N(0,1)$  והוא אינו תלוי ב- $n_{t+h}$  לכל h. המשוואה הבסיסית המפורטת לתיאור הדינאמיקה של התהליך המרקובי תראה כך (לאחר הצבת הביטויים עבור  $n_t$  ו- $z_t$  במשוואה הראשונה לעיל והצגת הפרשי המשתנים):

$$\Delta y_t = \alpha_0(1 - S_t) + \alpha_1 S_t + \phi_1 \Delta z_{t-1} + \dots + \phi_r \Delta z_{t-r} + \varepsilon_t \quad (1)$$

כאשר,  $\Delta z_{t-i} = z_{t-i} - z_{t-i-1}$  ולפי בחירת Senyuz, Yoldas, and Baycan נציין כי חישוב שיעור השינוי בשנה האחרונה (ולא למשל בחודש האחרון) נועד להחליק את הסדרה ואיננו נובע ממודל או מאילוף כלשהו. מקובל לסמן את המודל שנבחר בעזרת שני המשתנים העיקריים המבחינים בין המודלים האפשריים –  $MS(s)-AR(k)$  כאשר, MS מציין את מספר מצבי העולם ו-AR את מספר הפיגורים במתאם הסדרתי. למרות שהמגבלה היחידה על k ו-s היא שהם יהיו חיוביים, מקובל לבחור את הפרמטרים k ו-s כך ש:  $1 < k < 4$  ו- $1 < s < 4$ . מודל ה-MSM שנבדק בטורקיה על התוצר הרבעוני היה מסוג  $MS(2)-AR(3)$ .

מודלי MSM מניבים אפוא את שיעור הגידול במצב עולם של צמיחה, את שיעור הגידול במצב עולם של האטה, את השונויות בכל אחד ממצבי העולם ואת ארבע הסתברויות המעבר/מיתוג בין מצבי העולם (עבור  $s = 2$ ). על סמך הסתברויות אלו נקבעת הכרונולוגיה של מחזורי העסקים באופנים שונים.

## 2.1 קביעת מחזורי עסקים (Harding and Pagan, 2011a)

לאחר אמידת הסתברויות המעבר יש להפעיל כלל החלטה לגבי הסתברות הסף שמעליה נקבע כי מצב העולם השתנה (מיתון או צמיחה). כלל האצבע הוא הסתברות סף של 0.5 כלומר, אם לדוגמא, הסתברות המעבר מצמיחה למיתון היא מעל 0.5 נקבע כי המשק נמצא במצב של מיתון. פתרון זה "סובל" משתי בעיות ביישומו: ראשית, לעיתים ההסתברויות "מתנדנדות" סביב 0.5 ולכן אין זה סביר שהמשק עבר מצמיחה למיתון וחזרה בתדירויות גבוהות ושנית, כאשר, המודל כולל שלושה מצבי עולם כגון, צמיחה,



מיתון ויציבות, פתרון זה אינו יעיל. כדי להתגבר על בעיית קביעת מחזורי עסקים ו"הנדנד" מוצעים בספרות מספר פתרונות, כדלקמן:

(1) כלל הנגזרת (calculus rule): כלל פשוט זה קובע כי המשק במצב צמיחה או מיתון בהתאם לנגזרת הראשונה של הפעילות. כך למשל, אם נסמן ב- $y_t$  את הסדרה המייצגת פעילות כלכלית כדוגמת: מדד הייצור התעשייתי אזי, "שיא הצמיחה" ייקבע בהתאם לשינוי סימני הנגזרת המאפיינים מקסימום מקומי בזמן  $t$  קרי, אם:  $\Delta y_t > 0$  and  $\Delta y_{t+1} < 0$ . באותה צורה "שיא השפל" ייקבע כנקודת מינימום מקומי בזמן  $t$  אם:  $\Delta y_t < 0$  and  $\Delta y_{t+1} > 0$ . יש לציין כי פתרון זה אינו מביא בחשבון את מצב העולם בתקופות קודמות ל- $t$  ואינו פותר את בעיית הנדנודים כאשר תדירות המשתנה המוסבר הנה גבוהה. לפיכך, פתרון זה פופולארי יותר בסדרות בתדירות שנתית מאשר בסדרות רבעוניות או חודשיות (ראו Cashin et al., 2002).

(2) כלל שני הרבעונים (או 5 החודשים) ומתודולוגית (Bry & Boschan (1971): זהו כלל אצבע שאמור להתגבר על בעיית הנדנודים על ידי הוספת האילוץ: מעבר ממצב עולם אחד למשנהו לא יהיה בתדירות הגבוהה משני רבעונים (או 5 חודשים) כאשר תדירות הנתונים חודשית). כלל זה יחד עם האילוץ שמחזור עסקים שלם לא יפחת מ-15 חודשים), מחייב למעשה שהייה של שני רבעונים לפחות במצב עולם של מיתון ( $S_t=0$ ) או של צמיחה ( $S_t=1$ ). לפי כלל זה, מצב עולם  $S_t$  הוא פונקציה של מצב העולם ברביע  $t-1$  ושל המשתנה המייצג את מחזור העסקים,  $y_t$ , בזמן  $t$  וברביע הבא  $(t+1)$ , כדלקמן:

$$(2) \quad S_t = \begin{pmatrix} 0 \text{ if } (\Delta y_t > 0, \Delta y_{t+1} > 0 | S_{t-1} = 0) \\ 1 \text{ if } (\Delta y_t < 0, \Delta y_{t+1} < 0 | S_{t-1} = 1) \\ S_t = S_{t-1} \text{ otherwise} \end{pmatrix}$$

פירוט המתודולוגיה של Bry & Boschan נמצא בנספח 1.

(3) כלל במסגרת ה-MSM: עם אמידת הסתברויות המעבר  $p_{ij}$  ממצב עולם  $i$  ל- $j$   $\{i, j = 0/1\}$  מצב העולם בזמן  $t$  נקבע לפי הפונקציה:  $\rho_t = 1([\text{Pr}(S_t = 1|F_t) - C > 0])$ , כאשר,  $F_t$  הוא סט האינפורמציה על הנתון הנצפה -  $\Delta y_t$  ו- $C$  הוא קבוע (בדרך כל נקבע להיות 0.5)<sup>3</sup>. אם  $\rho_t = 1$

<sup>3</sup> כדי למנוע את תופעת הנדנודים, יש הקובעים את  $C$  לפי הממוצע של הסתברויות המעבר בתוספת סטיית תקן אחת.

ניתן לקבוע שזוהי תקופת צמיחה (עבור  $S_t = 1$ ) או מיתון (עבור  $S_t = 0$ ). נציין כי בדומה לכלל

הנגזרת אין התייחסות בפונקציה  $\sigma_t$  למצב העולם בתקופה קודמת.

## 2.2 שוק המניות

הקשרים בין שוק המניות לפעילות הכלכלית הריאלית מורכבים למדי. עם זאת, בהנחת שוק מניות יעיל וציפיות רציונאליות, ההתפתחות בשוק המניות מקדימה את הפעילות הכלכלית בגלל אפקט הציפיות וכן בגלל אפקט העושר. העבודות שבחנו את הקשר בין שוק המניות למדד הייצור התעשייתי בחרו במדד יחיד (כגון מדד ת"א 100) לייצוג הפעילות בשוק המניות. בעבודה זו אנו בוחנים מספר מדדים של שוק המניות: מדד מניות התעשייה, מדד ת"א 25, מדד ת"א 100 ומדד המניות הכללי. למרות שבפועל, המדדים דומים זה לזה, לכל אחד מן המדדים יש יתרונות וחסרונות. כך, מדד מניות התעשייה אמור לשקף<sup>4</sup> בצורה הטובה ביותר את מדד הייצור התעשייתי שכן הוא אינו כולל חברות שירותים אולם, משקלה הגדול של טבע בו במהלך התקופה (כ-50 אחוזים) מטה את התוצאות. מדד ת"א 25 ומדד ת"א 100 חשופים מצד אחד לשינויים בהרכבם (בכל רביע הבורסה משנה את ההרכב) אך מן הצד השני מדדים אלו כוללים חברות שמניותיהן נזילות ביותר ולכן הן אמורות לשקף את ההתפתחויות הכלכליות יותר מאשר מדדים רחבים כמו מדד המניות הכללי. על רקע שיקולים אלה בחרנו לאמוד את הפיגור של מדד הייצור התעשייתי בעזרת מדד מניות התעשייה ואת שאר הסדרות המקרו-כלכליות בעזרת מדד ת"א 100 (ובנוסף ערכנו מבחני רגישות לתוצאות בעזרת המדדים האחרים).

זיהוי מחזוריים פיננסיים כדוגמת מחזורי מחירי מניות (להלן מחזורי מניות) נעשה בדומה למחזורי עסקים אך עם התאמות קלות. ראשית, המודלים נותנים משקל גם לשונות של תשואת המניות ולא רק לתוחלת התשואה במצבי העולם. הסיבה לכך היא התנודתיות הרבה של שוק המניות שגדלה בדרך כלל במצב של ירידות שערים (חוסר סימטריה). שנית, תשומת לב ניתנת לזמן העלייה והירידה שבין מצבי גאות ושפל (מקביליהם של צמיחה ומיתון במחזורי עסקים). לפיכך, מודלים מרקוביים בני שלושה מצבי עולם שכיחים יותר בשוק ההון מאשר במחזורי עסקים. כשתדירות הנתונים גבוהה, (שבועית למשל) משתמשים גם במודלים מסוג ARCH/GARCH, בהם השונות איננה קבועה, המשולבים עם מודלים מרקוביים לתיאור מצבי העולם (ראו Hamilton and Susmel, 1994). לבסוף, Claessens et al (2011) טוענים שחל שינוי בתדירות מחזורי מניות בשנים האחרונות (1986-2007) בהשוואה לתקופות מוקדמות יותר (-1960

<sup>4</sup> אם ערוץ האינפורמציה הוא הדומיננטי אזי נעדיף את מדד מניות התעשייה. לחילופין, אם ערוץ העושר הוא הדומיננטי נעדיף מדד מניות כולל יותר כגון מדד ת"א 100 המשפיע יותר על תחושת העושר של הציבור. בחינת הערוץ הדומיננטי, עם זאת, היא מעבר למטרות העבודה.

1985); מחזורי העסקים בתקופה האחרונה התקצרו ובעקבות הגלובליזציה הם מסונכרנים יותר בין מדינות ועם נכסים פיננסיים אחרים כגון: מחירי בתיים ואשראי. מספר גופים מנסים לחזות את מחזורי העסקים (כגון ה-OECD, IMF, Conference Board) ומספר מצומצם עוד יותר של עבודות ניסה לחזות מחזורי העסקים בעזרת נתוני שוק ההון (ראו; Hamilton and Lin, 1996; Senyuz et al., 2010). העבודות מצאו בדרך כלל כי שוק המניות חזה מיתון מספר חודשים לפני התרחשותו. ממצא דומה לגבי צמיחה לא התקבל באותה מובהקות; עובדה המאשרת את חוסר הסימטריה של מחזורי מניות.

### 2.3 מחזורי עסקים בישראל

בישראל, ניסו לזהות את הכרונולוגיה של מחזורי עסקים, בין השאר: מלניק (2002), סטרבציינקי ופלוג (2007), מרום, מנשה וסוחוי (2003), דובמן (2010), ו-Djivre and Yakhin (2011). גם עבודות אלו הגיעו למסקנות שונות לגבי מספר מחזורי העסקים ונקודות המפנה בהם.<sup>5</sup> אולם, בשונה מארה"ב שם מתפרסמת הכרונולוגיה של מחזורי עסקים על ידי ה-NBER, אין בישראל עדיין כרונולוגיה דומה אשר יכולה לשמש כמציין (benchmark) לעבודה זו.

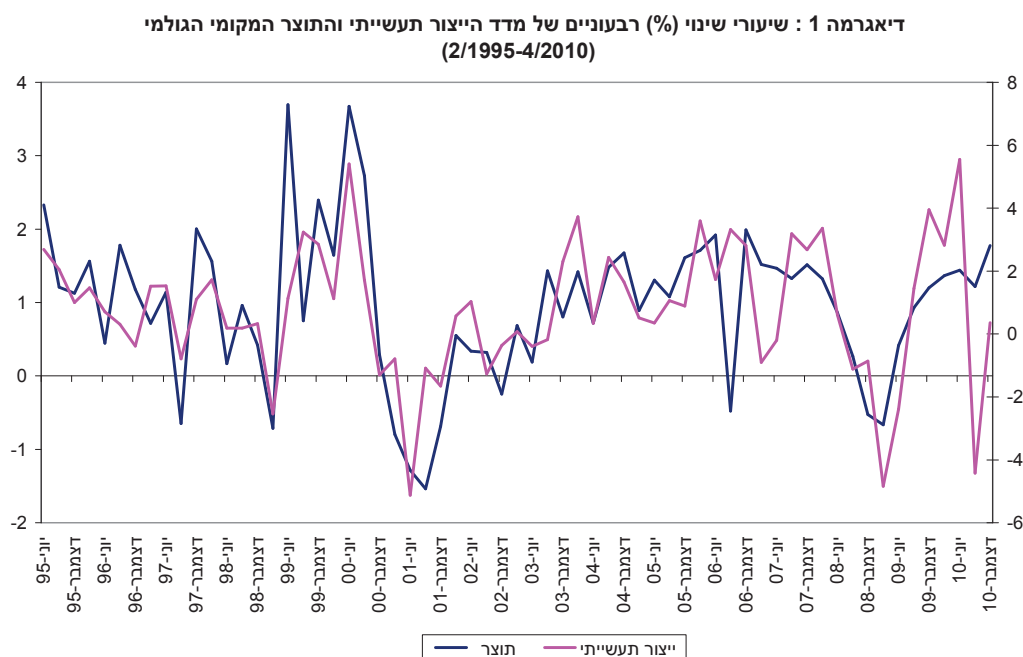
אשר לחיזוי מחזורי עסקים בעזרת שוק ההון המקומי, גור והאוזר (2000) בדקו את היכולת של שוק המניות לחזות את הפעילות הכלכלית (המיוצגת על ידי המדד המשולב) בתקופה 1/1985 – 11/1998. הקשרים בין שוק המניות לפעילות הכלכלית נבדקו בעזרת מודל VEC (Vector Error Correction) רב משתני אך לא נמצאו קשרים סיבתיים כאלו המאפשרים חיזוי מוצלח. גם אלדור ומלניק (2006) בדקו את יכולתו של שוק המניות לשמש אינדיקאטור מוביל לפעילות הכלכלית (המיוצגת על ידי "מדד מלניק") בישראל בין השנים 1995 ל-2004. המבחנים כללו מבחן ויזואלי (eye econometric), מבחן סיבתיות של גריינג'ר (Granger's causality test) ומבחני קו-אינטגרציה. מסקנתם הייתה כי, בדומה לארצות המפותחות, שוק המניות הישראלי מקדים את הפעילות הכלכלית ב-5 חודשים; תוצאה המוסברת בהתפתחות המואצת של שוק ההון שחלה במהלך תקופת המדגם שלהם.

### 3. מודל מרקובי למדד הייצור התעשייתי (ולמדדים מקרו כלכליים נוספים) ולמדדי מניות

כפי שנזכר לעיל, מקובל בעולם ובפרט במדינות ה-OECD לייצג את מחזור העסקים ברמה חודשית באמצעות מדד הייצור התעשייתי. זאת משום שסדרת התוצר או לחילופין סדרת פער התוצר מופקות

<sup>5</sup> עבודות אלו השתמשו במתודולוגיות שונות, בתדירויות שונות ובחלקן נתחו את נקודות המפנה בעזרת מיפוי השוקים לשוק היצע ולשוקי ביקוש. מאחר ומטרת העבודה הנה חיזוי סטטיסטי ולא ניתוח כלכלי, לא נפרט בנקודה זו.

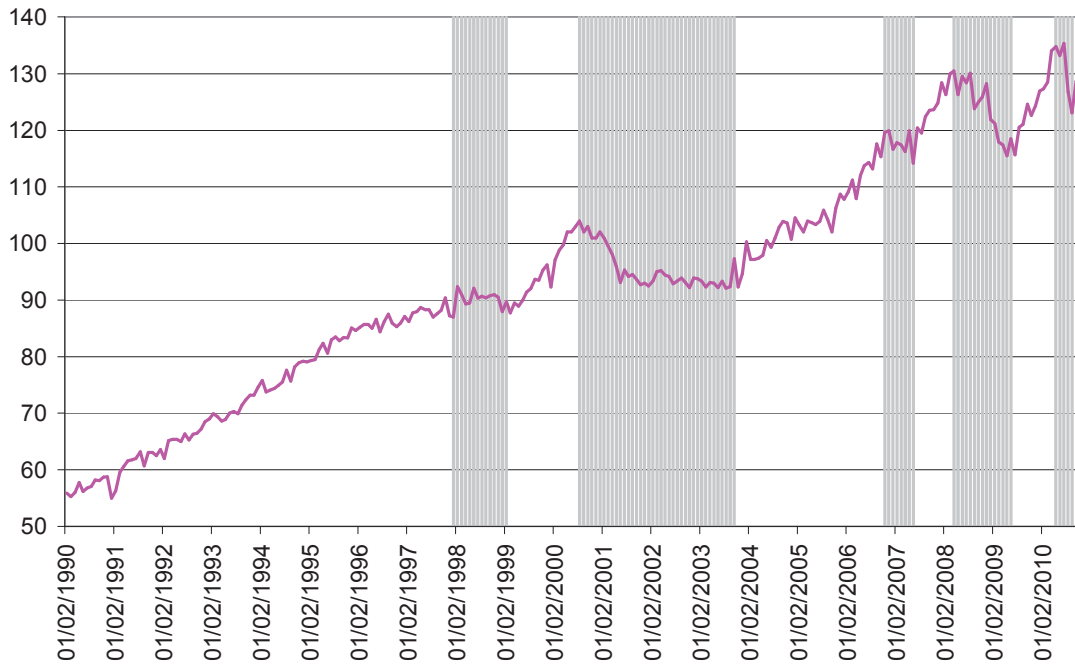
ברמה רבעונית בלבד בעוד שמדד הייצור התעשייתי הנו ברמה חודשית. ההצדקה לשימוש בסדרה זו היא שמבחינה אמפירית נקודות המפנה בסדרה זו המחושבות ברמה רבעונית קרובות יחסית לנקודות המפנה המקבילות בסדרת התוצר; אף על התנדודות הגבוהה יחסית שנמצאת בסדרת מדד הייצור התעשייתי. יתר על כן, ענף התעשייה (המיוצג על ידי הייצור התעשייתי) הוא המתואם ביותר עם התמ"ג (0.66 ברמת מובהקות של 0.99) והוא תורם להסבר השינויים יותר מכל ענף משק אחר (ראו נספח 2). אחד החסרונות העיקריים שיש בשימוש בסדרה זו הוא שהיא אינה כוללת את ענף השירותים אשר מהווה נתח הולך וגדל מתוך סך ענפי התוצר במדינות מפותחות בשנים האחרונות.<sup>6</sup> בדיאגרמה 1 להלן מתוארים שיעורי השינוי באחוזים של התמ"ג והייצור התעשייתי (מנוכי עונתיות) בישראל ברמה רבעונית.<sup>7</sup> עוד נציין כי התוצר נוטה להתעדכן לאחר זמן (עד 5 שנים מתום הרביע) ולכן נתוני התוצר בדיאגרמה אינם סופיים.<sup>8</sup>



כפי שניתן לראות ישנו מתאם גבוה יחסית בין הסדרות (0.66) ובפרט בנקודות המפנה למעט ברביע השלישי של 2006 וברביע השלישי של 2010. עם זאת, בסוף התקופה ניכרת ירידה במתאם. הסבר אפשרי לירידה זו קשור לארעיותם של הנתונים האחרונים. נרצה בשלב ראשון לזהות בסדרה זו כרונולוגיה של תקופות מיתון וצמיחה ולאחר מכן לחשב את שיעור הגידול הממוצע והשונויות לכל אחת מהתקופות. בדיאגרמה 2 מוצגת סדרת מדד הייצור התעשייתי והערכה ראשונית לגבי נקודות המפנה של המחזוריים העיקריים (העמודות האפורות).

<sup>6</sup> כדי להתגבר על בעיה זו יצרנו מדד שכלל את סדרת הייצור התעשייתי ואת ענף השירותים. המדד לא שיפר את התוצאות.  
<sup>7</sup> המעבר מנתונים חודשיים לרבעוניים במדד הייצור התעשייתי הוא באמצעות סיכום הנתונים החודשיים בכל רבעון.  
<sup>8</sup> הנתונים בדיאגרמה זו נלקחו משנת 1995 בגלל השינוי באופן חישוב התוצר החל משנה זו.

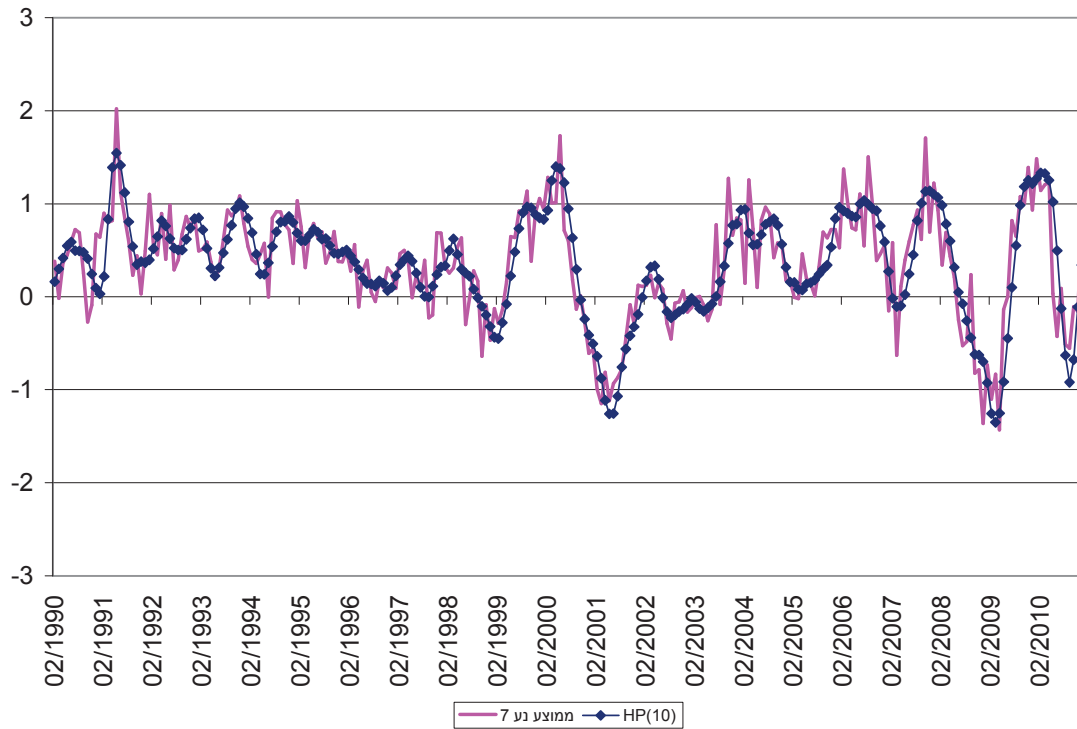
דיאגרמה 2: התפתחות מדד הייצור התעשייתי (1/2004=100)



במבט מהיר, ניתן לזהות חמש תקופות האטה עיקריות במהלך השנים 1998-1999; 2000-2003; 2007; 2008-2009 ו-2010. שיעורי השינוי החודשיים במדד הייצור התעשייתי הינה סדרה רועשת; עובדה המקשה על זיהוי הכרונולוגיה של נקודות מפנה. כדי להתגבר על בעיה זו החלקנו את שיעורי השינוי החודשיים של מדד הייצור התעשייתי באמצעות ממוצע נע ממורכז<sup>9</sup> כאשר לשם השוואה הוספנו החלקה של הסדרה באמצעות HP Filter עם מקדם החלקה  $\lambda = 10$ . מהדיאגרמה ניכר שאין הבדלים משמעותיים בין החלקה ממורכזת של 7 חודשים לבין החלקה באמצעות HP filter. שיעורי השינוי המוחלקים מוצגים להלן בדיאגרמה 3.

<sup>9</sup> ממוצע נע ממורכז באורך 7 חודשים עם שקלול שווה בין החודשים משמר את נקודות המפנה של הסדרה. אפשרות אחרת להחלקת הסדרה היא לקיחת שיעורי שינוי שנתיים אך נקודות המפנה המתקבלות בשיטה זו מוזזות ביחס לנקודות המפנה הנצפות בסדרת המדד הייצור התעשייתי.

דיאגרמה 3: שיעורי שינוי מוחלקים במדד הייצור התעשייתי (%)



את נקודות המפנה נזהה ע"י שימוש במודל מיתוג מרקובי לסדרות עיתיות (ראו Hamilton, 1989). להלן תאור קצר של המודל. הניתוח של נקודות המפנה בסדרות הנתונים נעשה החל מ- 1/1990 עד ל- 12/2010.

יהי  $y_t$  שיעור השינוי השנתי (המוחלק) בזמן  $t$  של מדד הייצור התעשייתי. נאפיין את הדינאמיקה של הנתונים ע"י מודל מיתוג מרקובי בעל שני מצבים כאשר  $S_t$  מסמן את המצב בו המשק נמצא בזמן  $t$   $S_t \in \{0,1\}$ . ללא הגבלת הכלליות, כאשר  $S_t = 1$  נאמר שהסדרה במצב צמיחה וכאשר  $S_t = 0$  הסדרה במצב של האטה. המודל להלן הוא מקרה פרטי פשוט של המודל של המילטון (Hamilton 1989) ללא

$$y_t / S_t \sim N(\mu_{S_t}, \sigma_{S_t}) : MS(2) - AR(0) \text{ (ראו בסקירת הספרות)}$$

במודל זה אנו מאפשרים גם לתוחלת וגם לשונות להשתנות לפי תהליך מרקובי הומוגני בזמן עם הסתברויות המעבר הבאות :

$$\begin{aligned} P(S_t = 0 / S_{t-1} = 0) &= p_{00} \\ P(S_t = 1 / S_{t-1} = 0) &= p_{01} = 1 - p_{00} \\ P(S_t = 1 / S_{t-1} = 1) &= p_{11} \\ P(S_t = 0 / S_{t-1} = 1) &= p_{10} = 1 - p_{11} \end{aligned}$$

למעשה, מודל זה דומה לעירוב של שתי התפלגויות נורמאליות כאשר הפרמטרים של ההתפלגות הם התוחלת והשונות בכל אחד מן המצבים. למרות זאת, מודל זה שונה מעירוב התפלגויות בכך שהתצפיות  $y_t$  אינן בלתי תלויות על פני זמן אלא לחלופין תלויות במצב ששרר בנקודת זמן קודמת ובהסתברויות המעבר.

נרצה באמצעות הנתונים הנצפים  $y_t$  להסיק לגבי המצבים ששררו בכל נקודת זמן ע"י אמידת ההסתברות להימצא במצב מסוים בכל נקודת זמן. במסגרת אמידה זו נבחין בין שני מושגים: סינון (filtering) שבה ההסקה לגבי המצבים ששררו עד לנקודת זמן מסוימת נעשית באמצעות תצפיות עד לנקודה  $t$  בלבד  $\{0 < t \leq T\}$  ובאופן שנאמוד את ההסתברויות המותנות הבאות:

$$P(S_t / y_t, y_{t-1}, \dots, y_0)$$

לבין החלקה<sup>10</sup> (smoothing) שבה ההסקה לגבי המצב נעשית באמצעות כל סדרת הנתונים באופן שנאמוד את ההסתברויות הבאות:

$$P(S_t / y_T, y_{T-1}, \dots, y_0)$$

בזיהוי נקודות מפנה בזמן אמת משתמשים בסינון בעוד שבזיהוי רטרו אקטיבי של נקודות המפנה משתמשים בהחלקה. מכיוון שמטרת עבודה זו היא לזהות נקודות מפנה רטרואקטיבית, נתמקד בתהליך ההחלקה הלוקח בחשבון בתהליך האמידה את כל האינפורמציה על הסדרה. ההחלקה בעבודה זו נעשית עקרונית לפי האלגוריתם של המילטון (ראו Hamilton 1989).

אמידת הפרמטרים נעשית באמצעות שיטת מקסימום הנראות (MLE) וקבוצת הפרמטרים הנאמדים אשר תסומן ב- $\theta$  היא:  $\theta = \{\mu_0, \mu_1, \sigma_0, \sigma_1, p_{01}, p_{10}\}$  כאשר,  $\mu_0, \mu_1$  הם ממוצע שיעור הצמיחה במצב צמיחה והאטה, בהתאמה,  $\sigma_0, \sigma_1$  הן סטיות התקן במצב צמיחה והאטה, בהתאמה,  $p_{01}$  היא הסתברות המעבר ממצב צמיחה ו- $p_{10}$  היא הסתברות המעבר ממצב צמיחה לתקופה קודמת למצב צמיחה ו- $p_{10}$  היא הסתברות המעבר ממצב צמיחה לתקופה קודמת למצב האטה. למרות שבאמידה לשם הבחנה בין שני מצבי עולם – צמיחה והאטה ניתן לאמוד ארבעה פרמטרים ( $\mu_0, \mu_1, \sigma_0, \sigma_1$ ) כ"א בנפרד, אנו מתייחסים רק לצמד פרמטרים  $\mu_1, \sigma_1$  למצב צמיחה ו- $\mu_0, \sigma_0$  למצב האטה. הסיבה לכך היא שהאטה בשוק המניות מאופיינת בתנודתיות גבוהה יחסית בעוד שצמיחה מלווה בתנודתיות יחסית נמוכה.

<sup>10</sup> מבדיקה שנעשתה על מדד המניות ומדד הייצור התעשייתי נראה שאין הבדלים משמעותיים בין שתי השיטות.

#### 4. תוצאות האמידה של המודלים

בלוח 1 מוצגים סטטיסטיים בסיסיים של מדד הייצור התעשייתי וכן תוצאות האמידה:

לוח 1: תוצאות האמידה של המודל המרקובי (MSM)			
כל התקופה	מצב 0 – האטה	מצב 1 – צמיחה	פרמטר*
4.3	-2.9	8.9	ממוצע (%)
7.2	6.2	7.4	סטיית התקן (%)
-	0.06	0.94	מעבר ממצב 1
-	0.92	0.08	מעבר ממצב 0

• כל הפרמטרים הנאמדים נמצאו מובהקים ברמת מובהקות של 0.95 ומעלה. הפרמטרים שחושבו על סמך הנתונים החודשיים מוצגים במונחים שנתיים.

מלוח 1 ניתן לראות ששיעור השינוי השנתי בייצור התעשייתי במצב צמיחה עומד על 8.9% בממוצע בעוד שבמצב האטה הוא קטן ב-2.9%. חוסר הסימטריה בין שיעור השינוי במצב צמיחה לעומת מצב האטה, בא לידי ביטוי בשיעור הצמיחה השנתית הממוצעת על פני כל התקופה – 4.3% שהנו פונקציה של שיעורי הצמיחה וההאטה ושל משך הזמן של שני מצבי העולם. סטיות התקן במצב צמיחה ובמצב האטה 7.4% ו-6.2% בהתאמה, קרובות זו לזו. עוד ניתן לראות שההסתברות להישאר באותו מצב  $(p_{00}, p_{11})$  הנה גבוהה עבור שני המצבים; ממצא המעיד כי קיימת התמדה של מצבים בעולם (persistence).

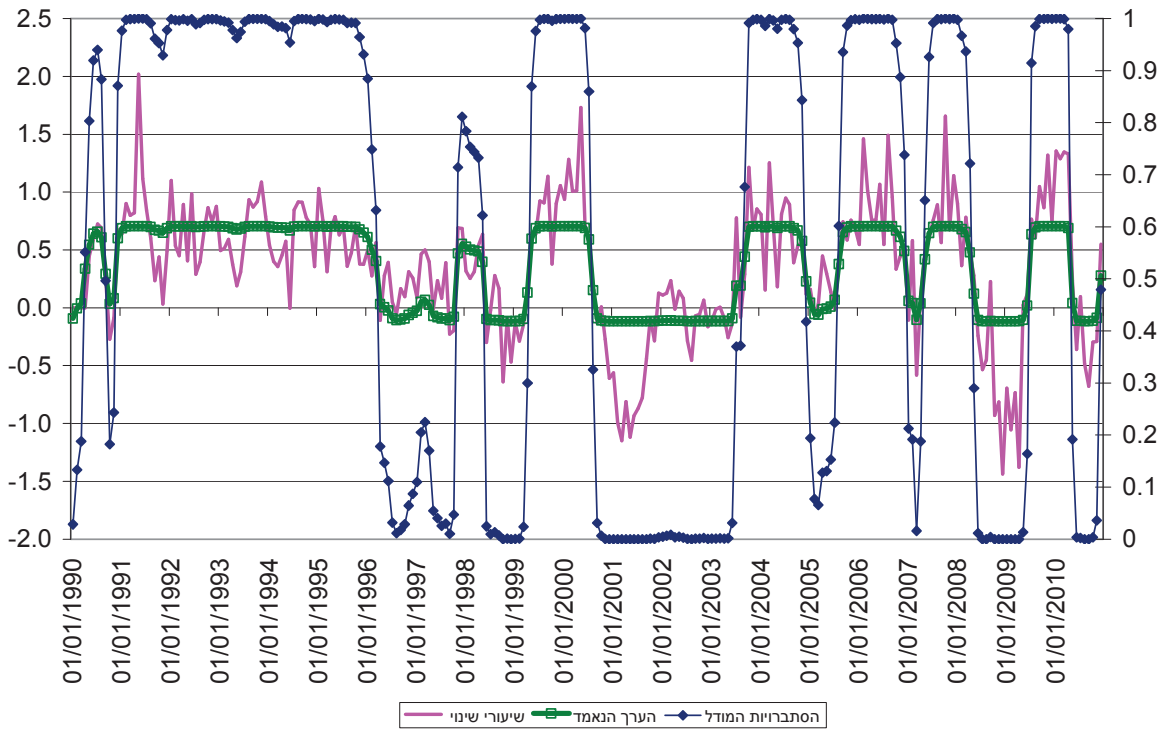
בדיאגרמה 4 להלן מוצגות ההסתברויות המתקבלות מאמידת המודל המרקובי – MS(2)-AR(0),

$$E(\mu_{S_t}) = P(S_t = 1 / y_T, \dots, y_0) \mu_1 + P(S_t = 0 / y_T, \dots, y_0) \mu_0$$

וכן סדרה מוחלקת של שיעורי השינוי במדד הייצור התעשייתי.



דיאגרמה 4: הסתברויות המודל (ציר ימני) הערך הנאמד ושיעורי שינוי (%) מוחלקים של מדד הייצור התעשייתי



מהדיאגרמה ניתן לזהות ששה מחזורים עיקריים בתקופה הנבדקת ועוד האטה חלקית (גבולית) בשנת 2007 (4 חודשים רצופים שליליים).

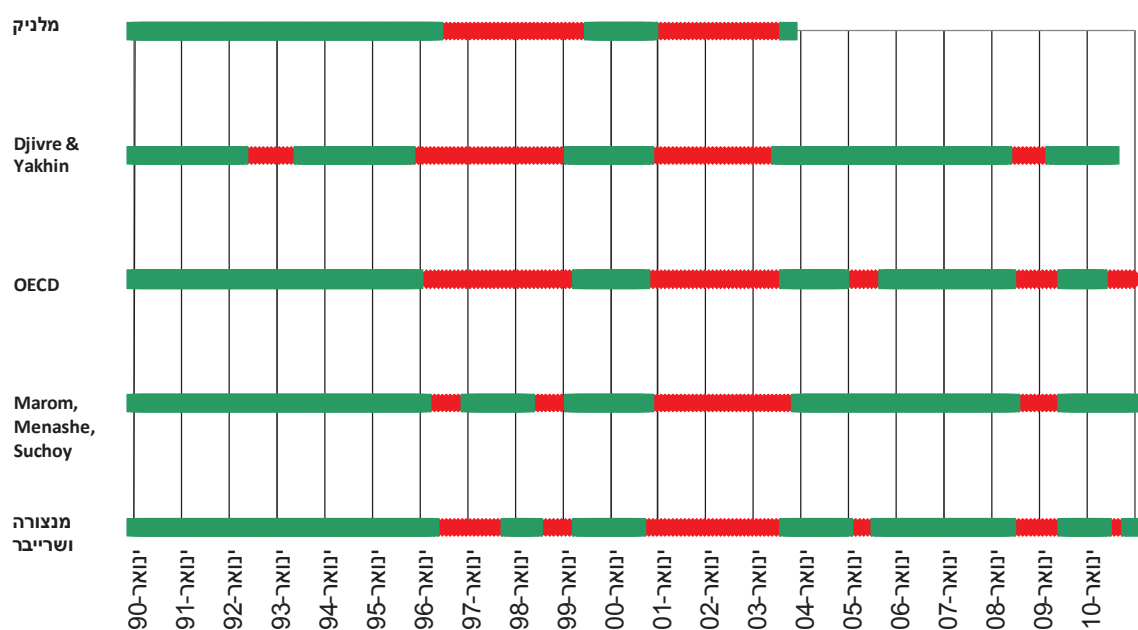
תוצאות אלו דומות במידה מסוימת לתוצאות שהתקבלו בטורקיה (Senyuz et al., 2010) לגבי הסתברויות המעבר אך שונות בשיעורי הצמיחה. אחוז השינוי החודשי (yoy) של מדד הייצור התעשייתי במצב צמיחה עמד בטורקיה על 2.95% ובמצב האטה 3.65% וההסתברויות להימצא במצב צמיחה והאטה היו 0.97 ו-0.92 בהתאמה<sup>11</sup>.

דיאגרמה 5 להלן מתארת את תקופות הצמיחה וההאטה כפי שהתקבלו מתוצאות האמידה והשוואתם עם תוצאות שהתקבלו מעבודות דומות בישראל וב-OECD. העבודות המיוצגות על ידי העמודות השוכבות, משקפות 2 מצבי עולם – צמיחה (ירוק) והאטה (אדום) למרות שהתקבלו במתודולוגיות שונות עבור משתנים שונים (לדוגמה, תוצר לעומת מדד הייצור התעשייתי), תדירות שונה (חודשי לעומת רבעוני) ועל פני תקופת אמידה שונות. כך (Djivre and Yakhin (2011) מיתגו את המחזורים

<sup>11</sup> באמידה של התמ"ג הרבעוני בטורקיה התקבל אחוז שינוי שנתי של 7% במצב צמיחה ושל 14.4% במצב האטה וההסתברויות להימצא במצב צמיחה והאטה היו 0.89 ו-0.45 בהתאמה. באמידת התמ"ג הרבעוני בברזיל בעזרת מודל מרקובי (Chauvet, 2002) התקבל אחוז שינוי שנתי של 5.48% במצב צמיחה ו-6.2% במצב האטה וההסתברויות להימצא במצב צמיחה והאטה היו 0.8 ו-0.51 בהאטה. מעניין לציין שבמדינות הני"ל ההסתברות להימצא במצב צמיחה היה גבוה משמעותית מההסתברות להימצא במצב האטה במודלים של תדירות רבעונית; דבר המעיד לכאורה על כך שתקופות צמיחה ארוכות יותר מתקופות האטה. ממצא זה מתיישב עם העובדות המקובלות (stylized facts) בניתוח מחזורי עסקים בעולם על סמך נתונים רבעוניים.

בתדירות רבעונית על בסיס אומדן של הרכיב המחזורי של התוצר המקומי הגולמי (תמ"ג, תמ"ג לנפש ותמ"ג לעובד) בין השנים 1987-2010. מלניק (2005) מיתג את המחזורים בתדירות חודשית על בסיס מדד מלניק בין השנים 1995-2004, Marom, Menashe, and Suchoy (2003) מיתגו את המחזורים בתדירות חודשית על בסיס המדד המשולב למצב המשק באמצעות שילוב של מסנן קלמן ומודל מרקובי וה-OECD מיתגו מחזורים בתדירות חודשית במדד הייצור התעשייתי באמצעות האלגוריתם של Bry & Boschan (1971).

דיאגרמה 5: תקופות צמיחה והאטה / השוואה עם עבודות דומות

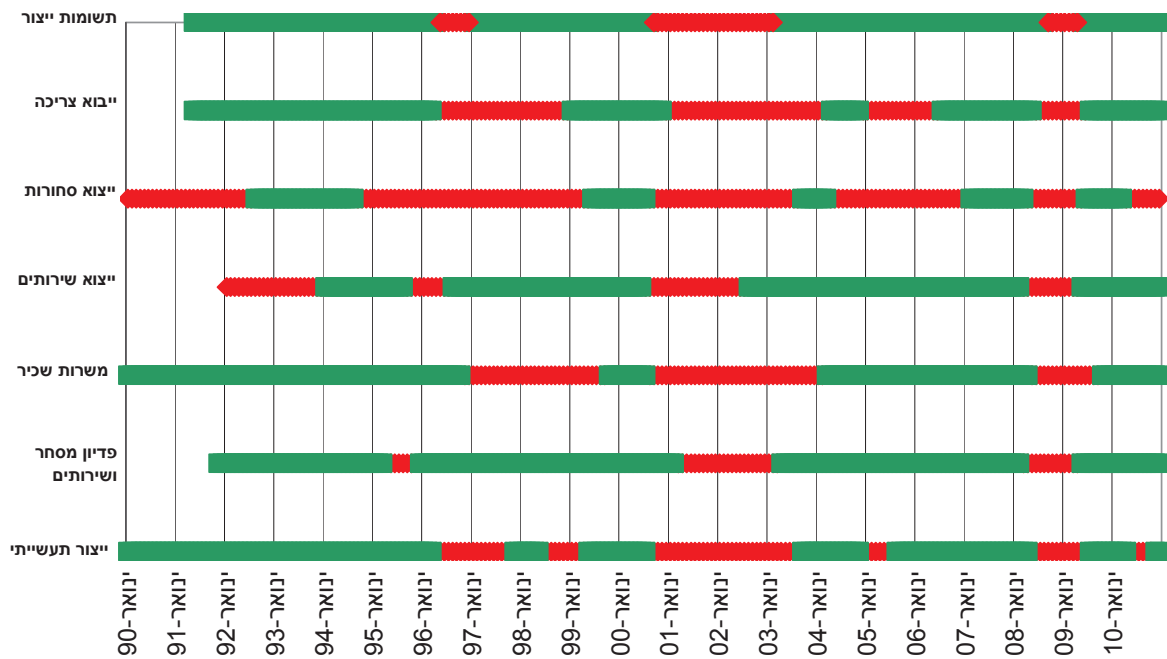


בכל העבודות זוהו תקופות האטה בשנים 2008-2009<sup>12</sup>, 2000-2003 ו-1998-1999. יחד עם זאת, Djivre and Yakhin זיהו מחזור נוסף ב-1992-93, מנצורה ושרייבר וה-OECD זיהו מחזור נוסף ב-2005-06 ועוד האטה (גבולית) שלא סומנה בדיאגרמה ב-2007. הכרונולוגיה ובפרט נקודות המפנה בין צמיחה להאטה ולהפך היו חופפות רק בחלקן. כידוע, מצבי צמיחה והאטה נקבעים על פי סט של משתנים כלכליים ולא על סמך סדרה בודדת כגון התוצר (או מדד הייצור התעשייתי). הכרונולוגיה של משתנים כלכליים אלו לא מתואמת בהכרח עם התוצר או עם מדד הייצור התעשייתי. כדי להשלים את התמונה הכלכלית, בדקנו מספר סדרות נוספות על הייצור התעשייתי המשמשות לזיהוי מצב העולם בעבודות ומודלים שונים (למשל המדד המשולב למצב המשק): פדיון מסחר ושירותים, משרות שכיר

<sup>12</sup> עבודתו של מלניק התבססה על נתונים עד 2004.

בסקטור העסקי, ייצוא סחורות, ייצוא שירותים, ייבוא שירותים ותשומות ייצור. בדיאגרמה 6 להלן מוצגת השוואה של נקודות המפנה בסדרות הללו, לפי אותו מודל מרקובי בו השתמשנו עבור מדד הייצור התעשייתי –  $MS(2) - AR(0)$  כאשר המטרה היא לבחון את עיתוי נקודות המפנה של סדרות אלו ביחס למדד הייצור התעשייתי (הכרונולוגיה של הסדרות על פי המודל המרקובי תוצג בהמשך).

דיאגרמה 6: תקופות צמיחה והאטה / השוואת סדרות



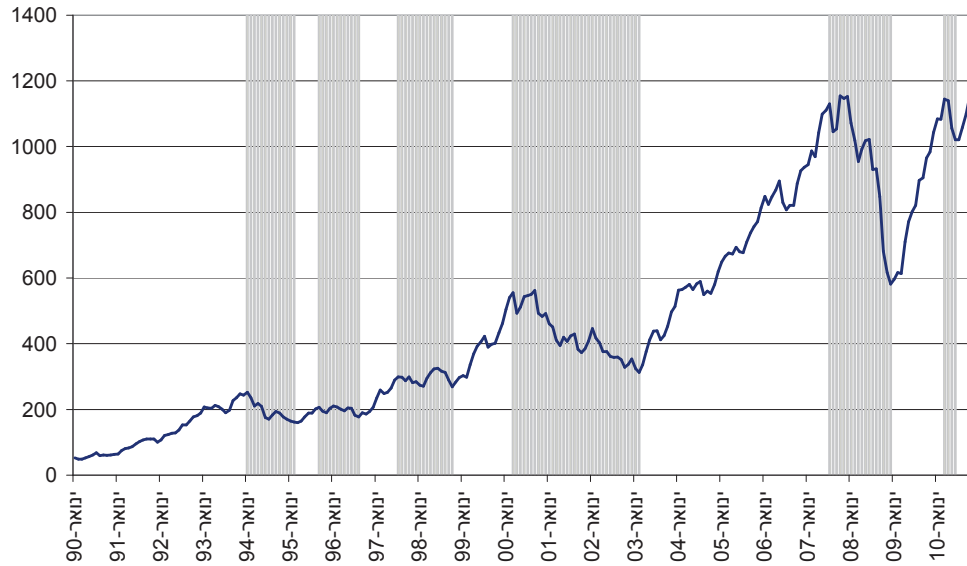
ניתן לראות מהדיאגרמה שהכרונולוגיה של ייצוא סחורות שונה במידה ניכרת משאר הסדרות. בפרט, בסדרה זו זוהו תקופות האטה שלא כבשאר הסדרות במהלך השנים 2004-2006, 1994-1999 ו-1990-1992. כמו כן, בסדרות פדיון מסחר ושירותים ובמשרות שכיר זוהו רק שלושה מחזורי עסקים. תקופת הצמיחה הארוכה ביותר, 1990-96 נרשמה בסדרת משרות שכיר והיא הושפעה, ככל הנראה, מגל העלייה הגדול ממדינות ברית המועצות לשעבר שהתרחש בתקופה זו.

#### 4.1 מודל מרקובי לשוק ההון

כפי שנאמר לעיל, השערת השוק היעיל מניחה כי כל האינפורמציה לגבי תזרימי המזומנים העתידיים של החברות הנסחרות בשוק גלומות במחירי המניות היום. לפיכך, הפעלת המודל המרקובי על מחירי המניות היום מאפשרת לאתר נקודות מפנה בשוק המניות שיקדימו את נקודות המפנה מהאטה לצמיחה וההפך בסדרת מדד הייצור התעשייתי ובסדרות המקרו כלכליות האחרות הנכללות במדדים למצב המשק (דיאגרמה 6). את שוק ההון ניצג בעבודה זו על ידי שיעורי השינוי החודשיים במדד

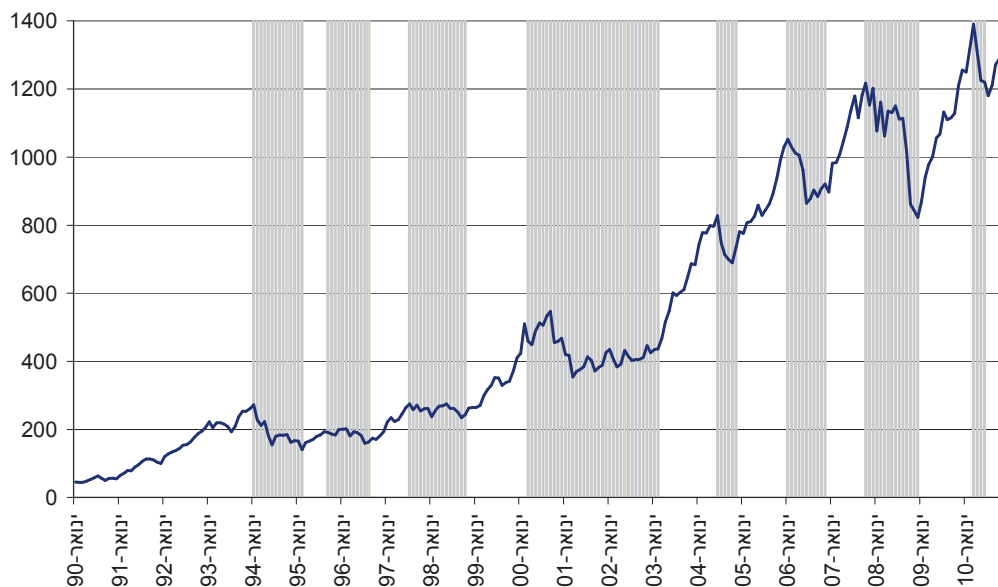
מניות התעשייה ובמדד ת"א 100. בדיאגרמות 7a,7b להלן מוצגות הסדרות מדד ת"א 100 ומדד מניות התעשייה והערכה ראשונית לגבי נקודות המפנה של המחזוריים (העמודות האפורות).

דיאגרמה 7a: מדד ת"א 100



באופן כללי, ניתן לזהות שש תקופות האטה עיקריות בסדרה: 1994-1995; 1995-1996; 1998-1999; 2000-2003 ו-2008-2009 ו-2010.

דיאגרמה 7b: מדד מניות התעשייה



למרות שמדד מניות התעשייה דומה מאוד למדד ת"א 100 ניתן לזהות שתי תקופות האטה נוספות בשנים 2004 ו-2006. על מנת לזהות באופן מדויק יותר את נקודת המפנה בסדרות אלו עשינו שימוש

במודל המתואר בסעיף הקודם<sup>13</sup> המאפשר כאמור, שינוי גם בתוחלת וגם בשונות לפי מצב העולם השורר באותה נקודת זמן.

בשונה ממדד הייצור התעשייתי, בו הבדלי סטיות התקן בין שני המצבים אינם משמעותיים, מדד מניות התעשייה מצביע על תנודתיות גבוהה במצבים של האטה לעומת תנודתיות נמוכה יחסית במצבי צמיחה כצפוי (ראו: Hamilton and Susmel, 1994, Hamilton and Lin, 1996).

#### 4.2 תוצאות האמידה במדד מניות התעשייה

בלוח 2 להלן מובאות תוצאות האמידה של הכרונוולוגיה במדד מניות התעשייה:

לוח 2: תוצאות האמידה של המודל המרקובי (MSM)			
פרמטר*	מצב 1 – צמיחה	מצב 0 – האטה	כל התקופה
תוחלת (%)	42	-10	18
סטיית תקן (%)	19	23	22
מעבר ממצב 1	0.94	0.06	-
מעבר ממצב 0	0.07	0.93	-

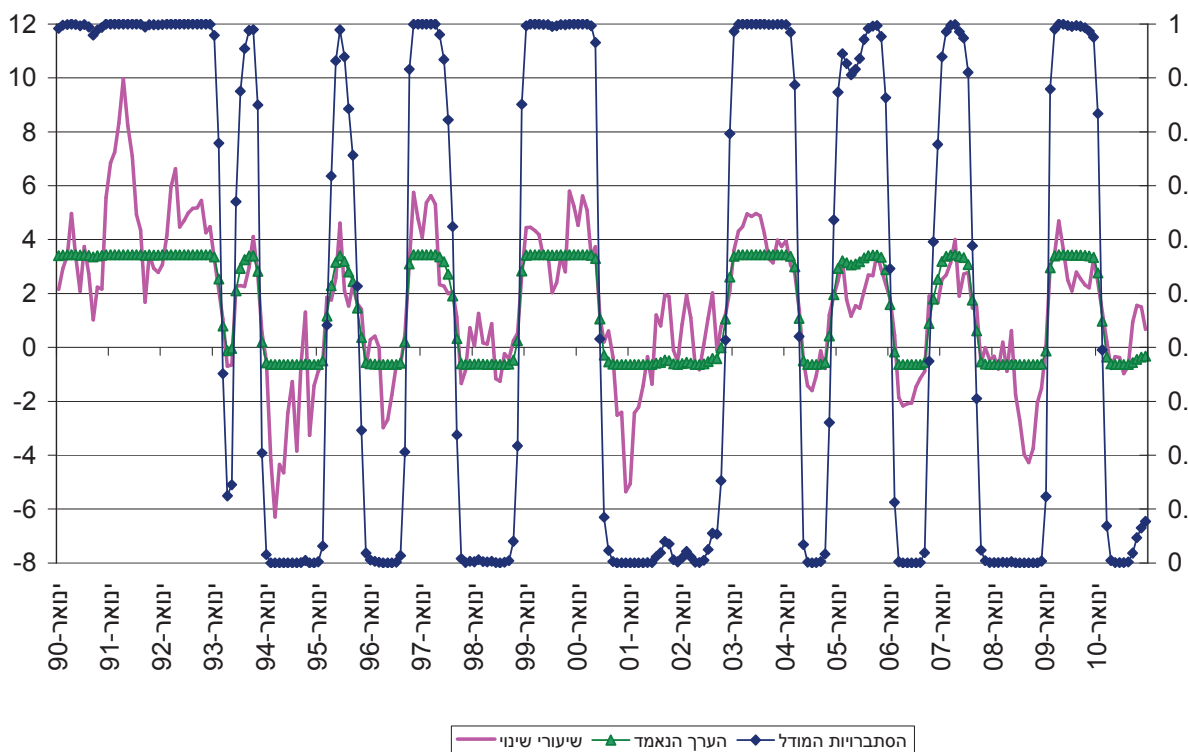
\* כל הפרמטרים הנאמדים נמצאו מובהקים ברמת מובהקות של 0.99 ומעלה. הפרמטרים שחושבו על סמך הנתונים החודשיים מוצגים במונחים שנתיים.

מהלוח לעיל ניתן לראות את ההבדל שבין סטיות התקן לצד ההבדל שבין התוחלות של שיעור השינוי השנתי במצב צמיחה ובמצב האטה ומשך הזמן הארוך יחסית בכל מצב עולם. שיעור השינוי השנתי במצב צמיחה עמד על 42% לעומת 10%- במצב האטה; זאת בהשוואה לשיעור שינוי שנתי במדד הייצור התעשייתי בן 8.9% במצב צמיחה ו-2.9% במצב האטה. תופעה זו מלמדת על שיעורי שינוי יוצאי דופן במצב צמיחה בשוק ההון בהשוואה הן לשיעור השינוי במצב האטה והן לשיעורי השינוי במדדי הייצור התעשייתי. גם סטיות התקן של שיעורי השינוי במדדי המניות גבוהים מאלו שבסדרת הייצור התעשייתי (19% ו-23%, בהתאמה) והיחס בין שיעורי השינוי במצב האטה לאלו שבמצב צמיחה שונה (23/19 לעומת כ-6/7). ראוי לציין כי בשוק המניות סטיית התקן במצב צמיחה הייתה נמוכה מזו שבמצב האטה, כצפוי בעוד שבמדד הייצור התעשייתי התקבלה תמונה הפוכה. ממצאים אלו מלמדים על חשיבות הכללת סטיית התקן בשוק המניות לשם מיתוג מרקובי. מנגד, ההבדלים בין שוק המניות לבין מדד הייצור התעשייתי בהסתברויות המעבר היה זניח.

<sup>13</sup> ניתן לראות תוצאות אמידה של מודלים שונים להלן בסעיף "בדיקות רגישות ומובהקות התוצאות".

בספרות מקובל ששוק ההון רגיש יותר לאינפורמציה חיובית או שלילית מאשר מדד הייצור התעשייתי; רגישות המתבטאת בתגובת יתר (overshooting) של שוק המניות בהשוואה למדד הייצור התעשייתי. רגישות זו באה לידי ביטוי בתנודתיות המוגברת של מדדי המניות בהשוואה למדד הייצור התעשייתי; כפי שניתן ללמוד מלוחות 1 ו-2. ההסבר המקובל לכך (ראו למשל, Zeira, 1989; Breuss, 2011) קשור להיותו של שוק ההון מוטה ציפיות שכן המחירים משקפים את הרווחים העתידיים הצפויים מהוונים להיום. לפיכך, אינפורמציה חדשה לגבי הרווחיות העתידית משפיעה על מחירי המניות היום יותר מאשר השינוי במדד הייצור התעשייתי המשקף נקודתית את אשר התחולל במשק בעבר. התוצאה הצפויה אפוא בהפעלת מודל מרקובי למחירי המניות היא זיהוי יתר של נקודות מפנה בהשוואה למספר נקודות המפנה במדד הייצור התעשייתי. דיאגרמה 8a מציגה את תוצאות המודל על מדד המניות התעשייה.

דיאגרמה 8a: הסתברויות המודל (ציר הימני), הערך נאמד ושיעורי שינוי (%) מוחלקים במדד מניות התעשייה



מהגרף ניתן לזהות בתקופה הנבדקת חמישה מחזורים עיקריים. בנוסף למחזורים הללו ישנן שתי תקופות (5/2004-10/2004 ; 3/2006-9/2006) שהינן גבוליות אך זהו כמחזורי עסקים בהתאם למתודולוגיה האחידה שהופעלה על הנתונים בעבודה זו. לפיכך, בהשוואה לכתובת לוגיה של מדד הייצור התעשייתי ישנו זיהוי יתר יחיד ועוד זיהוי יתר גבולי (ב-2007).

### 4.3 השוואת נקודות המפנה בין שוק ההון לסדרות השונות

לאחר זיהוי הכרונולוגיה של נקודות המפנה במדד מניות התעשייה (ולשם השוואה במדד ת"א 100), מוצגים בלוח 3 ההפרשים בין נקודות מפנה אלו – כניסה ויציאה ממצבי צמיחה והאטה לנקודות המפנה במדד הייצור התעשייתי.

**לוח 3: הפרש זמן בחודשים בין נקודות מפנה של מדד מניות התעשייה ושל מדד ת"א 100 למדד הייצור התעשייתי**

מצב	מדד מניות תעשייה		ייצור תעשייתי		מדד ת"א 100		ייצור תעשייתי	
	כניסה	יציאה	כניסה	יציאה	כניסה	יציאה	כניסה	יציאה
צמיחה	01/1990	11/1993	01/1990	11/1993				
האטה	12/1993	02/1995	12/1993	02/1995				
צמיחה	03/1995	10/1995	03/1995	10/1995	5		6	
האטה	11/1995	09/1996	10/1995	09/1996	13	5	14	6
צמיחה	10/1996	08/1997	09/1996	08/1997	9	13	10	14
האטה	09/1997	11/1998	08/1997	11/1998	5	9	6	10
צמיחה	12/1998	05/2000	11/1998	05/2000	2	5	3	6
האטה	06/2000	10/2002	05/2000	10/2002	10	2	8	3
צמיחה	11/2002	03/2004	01/2003	03/2004	8	10	8	8
האטה	04/2004	11/2004	04/2004	11/2004	8	8	11	8
צמיחה	12/2004	01/2006	09/2004	01/2006	11	8	11	11
האטה	02/2006	09/2006	02/2006	09/2006	7	11	8	11
צמיחה	10/2006	08/2007	09/2006	08/2007	8	7	9	8
האטה	09/2007	01/2009	08/2007	01/2009	5	8	6	9
צמיחה	02/2009	01/2010	01/2009	01/2010	3	5	3	6
האטה	02/2010		02/2010		3			3
מקסימום					13			14
מינימום					2			3
ממוצע					7.2			7.9
סטיית תקן					3			3
QPS ומספר חודשים *					8/0.165			8/0.169
מספר זיהוי יתר של מדד ת"א 100 (הזיהוי ב- 2007 הנו גבולי)					1			1

\* QPS (Quadratic Probability Score) מודד את הסטייה מפער הכרונולוגיות של שתי סדרות. אם נסמן לפי תוצאות ה-MSM את מדד המניות (התעשייה ות"א 100) המוחלק כ- $N_{1t}$  ואת מדד הייצור התעשייתי המוחלק כ- $N_{2t}$ , כאשר  $N_{jt} = 1$  if recession/0 otherwise, אזי  $QPS_i = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{N}_{1t} - \hat{N}_{2t+i})^2$ . מהלוח עולה שמדד ה-QPS המינימאלי התקבל עבור פער בן  $i=7$  חודשים והוא קטן יותר עבור מניות התעשייה (0.165)<sup>14</sup>.

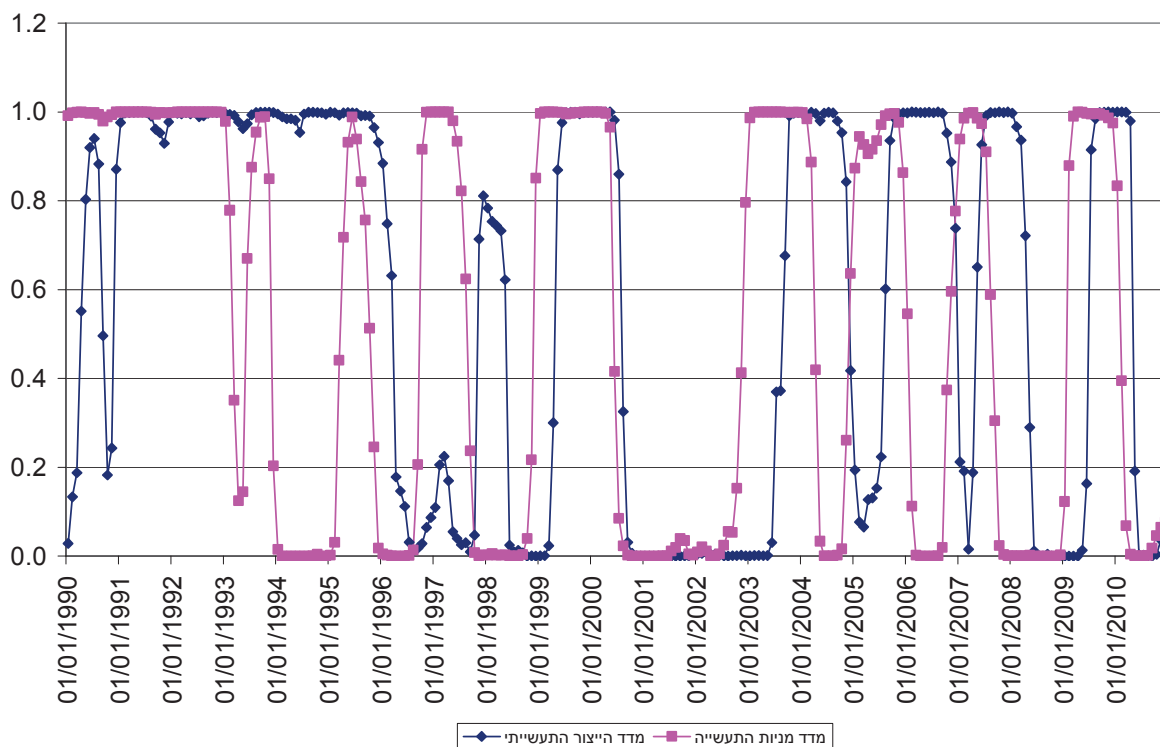
מהלוח ניתן ללמוד על פער הכרונולוגיות שבין סדרת הייצור התעשייתי לבין מדד מניות התעשייה ולמדד ת"א 100. שני מדדי המניות בלוח זיהו מחזור עסקים אחד יותר ממספר המחזורים שנקבעו על פי סדרת הייצור התעשייתי (8 מחזורים לעומת 7 ומחזור גבולי ב-2007). ההבדל בין שני מדדי המניות בא לידי ביטוי רק בתזוזה של חודש בכניסה להאטה וביציאה ממנה. כך, מדד מניות התעשייה מקדים

<sup>14</sup> לשם השוואה, בעבודה של Senyuz et al (2010) על המשק הטורקי התקבל  $QPS = 0.265$  הגדול מזה שנמצא בעבודה זו.

את מדד הייצור התעשייתי בממוצע ב-7.2 חודשים לעומת הקדמה של 7.9 חודשים במדד ת"א 100 וסטיית התקן עמדה על 3 בשני מדדי המניות. עם זאת, מדד מניות התעשייה עדיף בחיזוי מדד הייצור התעשייתי על פני מדד ת"א 100 הן במישור העקרוני והן במישור האמפירי. במישור העקרוני הוא מודד רק תעשייה ולא ענפי שירותים ופיננסיים כמו שמדד ת"א 100 מודד ובמישור האמפירי, ניתן לראות כי ה-QPS של מדד מניות התעשייה קטן מזה של ת"א 100 עבור פער כרונולוגיות של 8 חודשים (תוצאה נמוכה יותר עדיפה). נציין כי ההאטה הראשונה במהלך התקופה במדדי המניות נגרמה כתוצאה מהתפוצצות בועה פיננסית בשוק ההון בתחילת 1994 שהתפתחה במהלך השנים 1992-1993. ניתן ובוועות פיננסיות שלא גורמות למפולת אלא קשורות למבנה שוק המניות בלבד (microstructure) אינן משפיעות על הפעילות הכלכלית הריאלית (להסבר נוסף ראו מלניק 2005).

דיאגרמה 8b מציגה את הכרונולוגיה של מדד מניות התעשייה (בצבע הוורוד) וזו של מדד הייצור התעשייתי (בצבע הכחול), יחדיו.

דיאגרמה 8b: השוואת הסטבריות המודל (מצב צמיחה) של מדד הייצור התעשייתי לשל מדד מניות התעשייה



ניתן לראות בדיאגרמה איך הכרונולוגיה של שוק המניות מקדימה את זו של הייצור התעשייתי (למעט זיהוי היתר ב-1994-1995 אשר נבע מגורמים הקשורים למבנה השוק, כאמור).

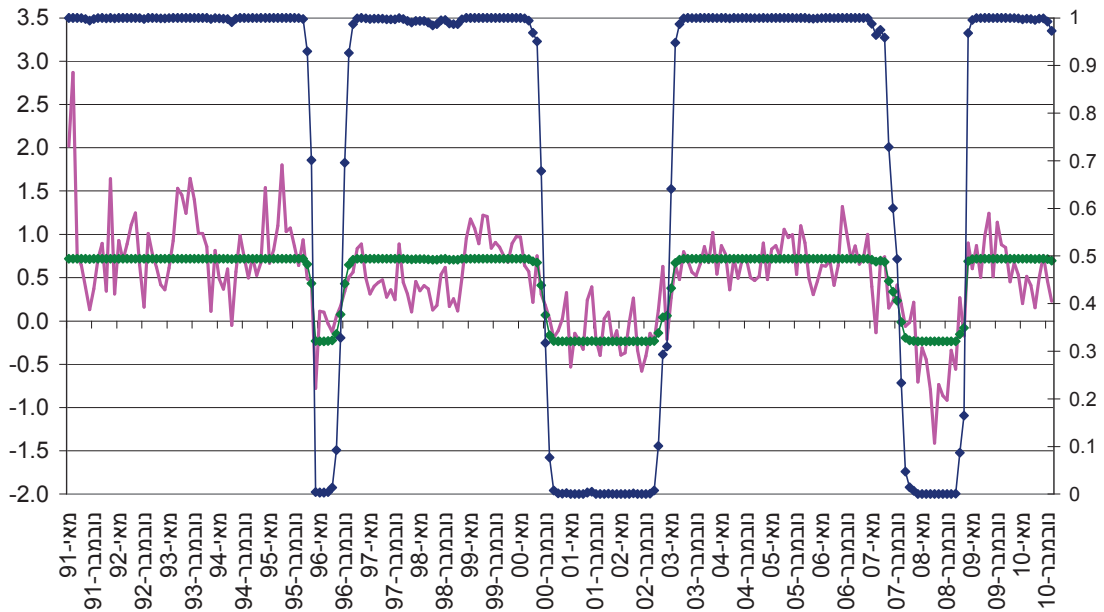


נציין כי חלק ממחזורי העסקים בישראל היו סטנדרטים קרי, התנהגו לפי תקופות של צמיחה והאטה מחזוריים על פי הצפוי בעוד שחלקם היה תוצאה לא צפויה של שוקים. כך למשל העיתוי בו פרצו האינתיפאדה השנייה (אוקטובר 2000) ומשבר הטכנולוגיה העלית שהתרחשו בו-זמנית, לא היו צפויים אך הכניסה למצב האטה על פי הכרונולוגיה של המודל המרקובי החלה עוד לפני כן (אוגוסט 2000) כאשר שוק המניות אותת על מעבר להאטה כבר ביוני 2000. המשמעות אם כך היא שייתכן שללא האינתיפאדה וואו משבר הטכנולוגיה העלית היינו חוזים בתקופת האטה קצרה יותר אם בכלל (אם ההאטה הייתה נמשכת פחות מ-5 חודשים). גם במשבר הסאב-פריים, מדד מניות התעשייה אותת על האטה בספטמבר 2007 בשעה שמדד הייצור התעשייתי עבר למצב האטה 8 חודשים אחר כך.

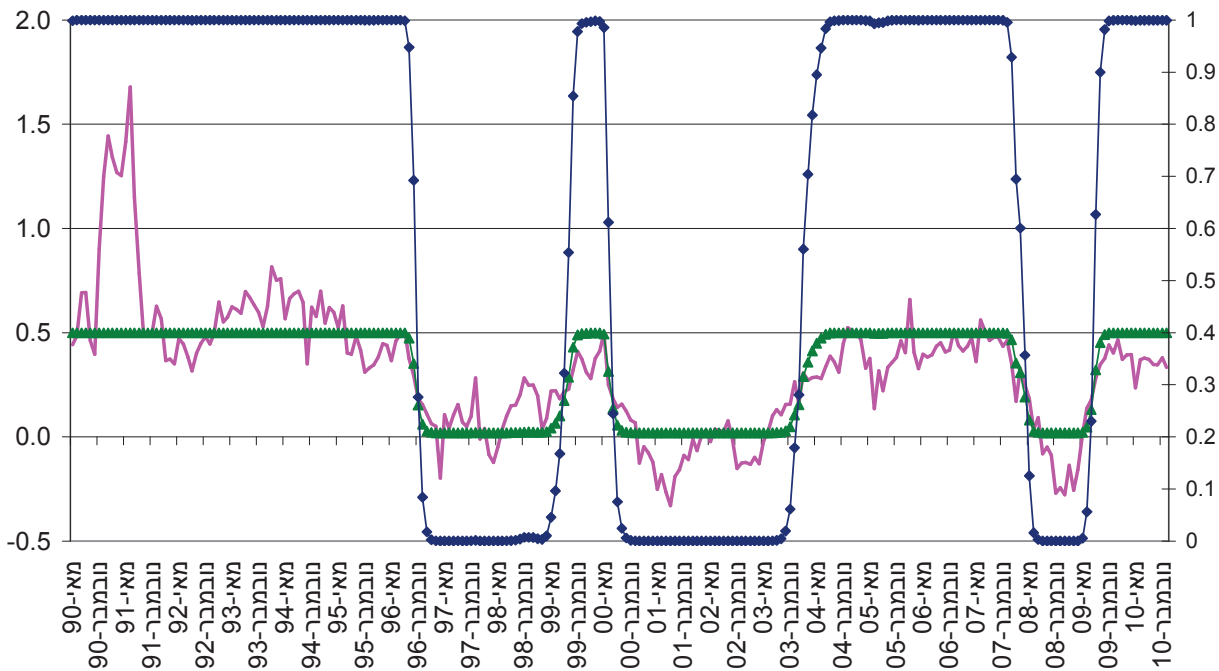
מבחינת מקבלי החלטות כלכליות והמשקיעים, יש לתוצאות אלו משמעות. ראשית, עם זיהוי של מצב האטה בשוק המניות ניתן להתכונן להאטה שצפויה (כמובן בהסתברות נתונה) ברמת הפעילות במשך כ-7 חודשים מאוחר יותר בייחוד אם ההאטה בשוק המניות אינה קשורה לשוק עצמו אלא למשל למבנהו (microstructure) או להשפעות רגולטוריות שאינן מתגלגלות לשוק הריאלי. שנית, לאחר שזוהתה האטה בפעילות הכלכלית (בייצור התעשייתי) ניתן להעריך על פי הכרונולוגיה של שוק המניות כמה זמן היא תמשך. כך לדוגמא, אם המשק מצוי בהאטה זה 5 חודשים (מדד הייצור התעשייתי יורד), ושוק המניות החל לרדת לפני 12 חודשים וסיים את הירידה לפני 3 חודשים, אזי יש לצפות להמשך ההאטה בפעילות הכלכלית עוד 4 חודשים (משך תקופת ההאטה בשוק המניות עמד על  $9 = 12 - 3$  חודשים). הערכה זו מסתמכת על כך שההאטה הריאלית החלה וזו של שוק המניות הסתיימה כבר. לפיכך, ניתן להסתמך על משך זמן ההאטה בשוק המניות כדי להעריך את אורכה של ההאטה הריאלית ולא להסתמך על ממוצע פער הכרונולוגיות בין שתי הסדרות (7 חודשים). ואכן, מקדם המתאם בין משך תקופת ההאטה והצמיחה שבין שתי הסדרות עמד על 0.87.

בנוסף למדד הייצור התעשייתי בדקנו כאמור גם את הסדרות: פדיון מסחר ושירותים, משרות שכיר ייצוא סחורות וייצוא שירותים. סדרות אלו הנכללות במדד המשולב למצב המשק המשקפות היבטים נוספים של הפעילות הכלכלית המצרפית ומשלימות במובן זה את מדד הייצור התעשייתי. בדיאגרמות להלן (9-12) מוצגות ההסתברויות לצמיחה והאטה עבור כל אחת מן הסדרות על פי מודל ה-MSM ששימש אותנו במדד הייצור התעשייתי ובמדדי המניות. כפי שנאמר לעיל, התוצאות שהתקבלו, הן במובהקות וסבירות הכרונולוגיה של כל סדרה והן בהשוואת הכרונולוגיות של כל סדרה עם מדדי המניות בשוק ההון היו פחות מוצלחות מאלו של מדד הייצור התעשייתי ומדד מניות התעשייה.

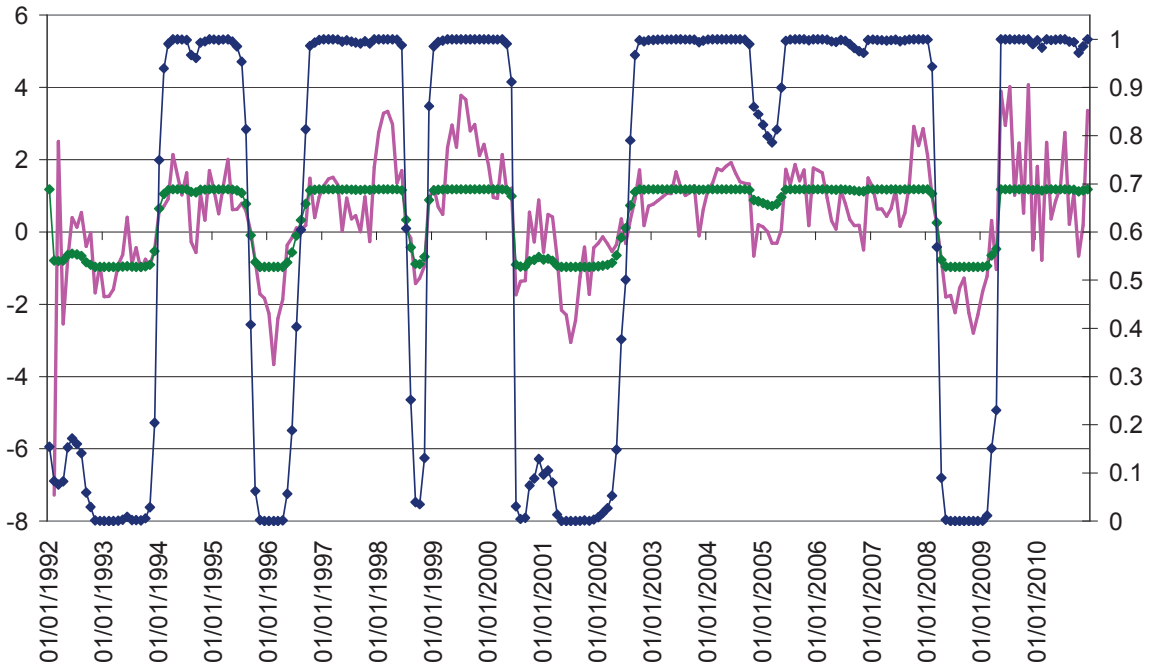
**דיאגרמה 9 : הסתברויות המודל (ציר ימני). הערך הנאמד ושיעורי שינוי (%) מוחלקים בפדיון מסחר ושירותים (5/1991-12/2010)**



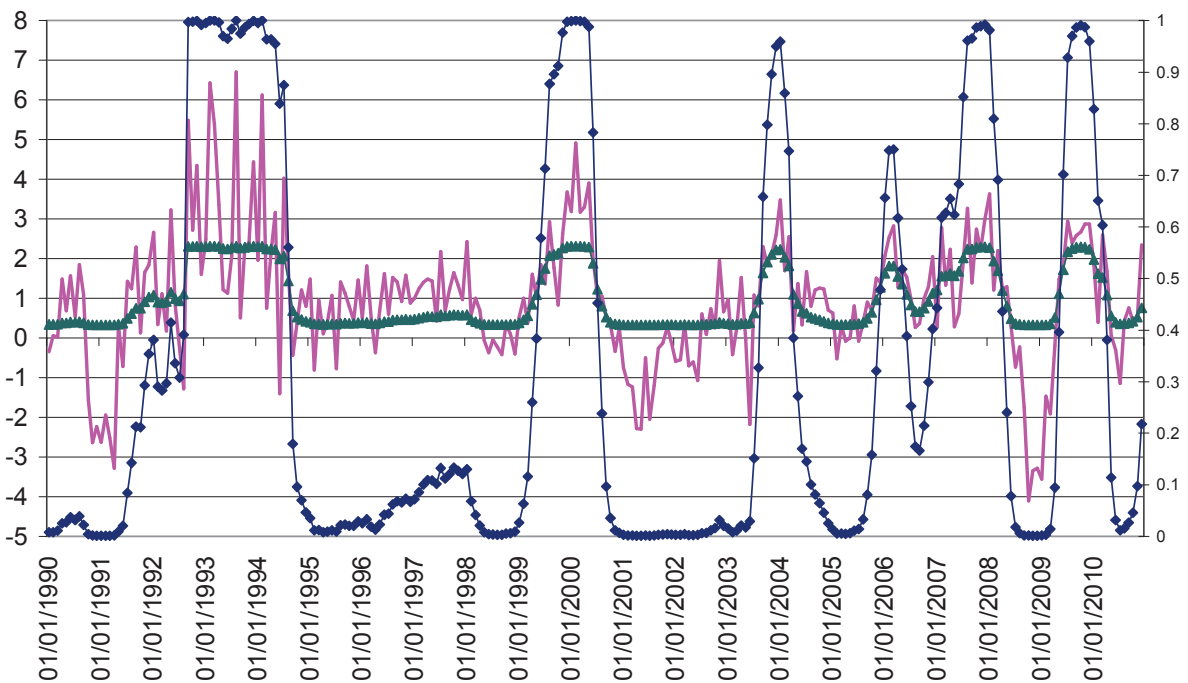
**דיאגרמה 10 : הסתברויות המודל (ציר ימני). הערך הנאמד ושיעורי שינוי (%) מוחלקים במשרות שכיר (5/1990-12/2010)**



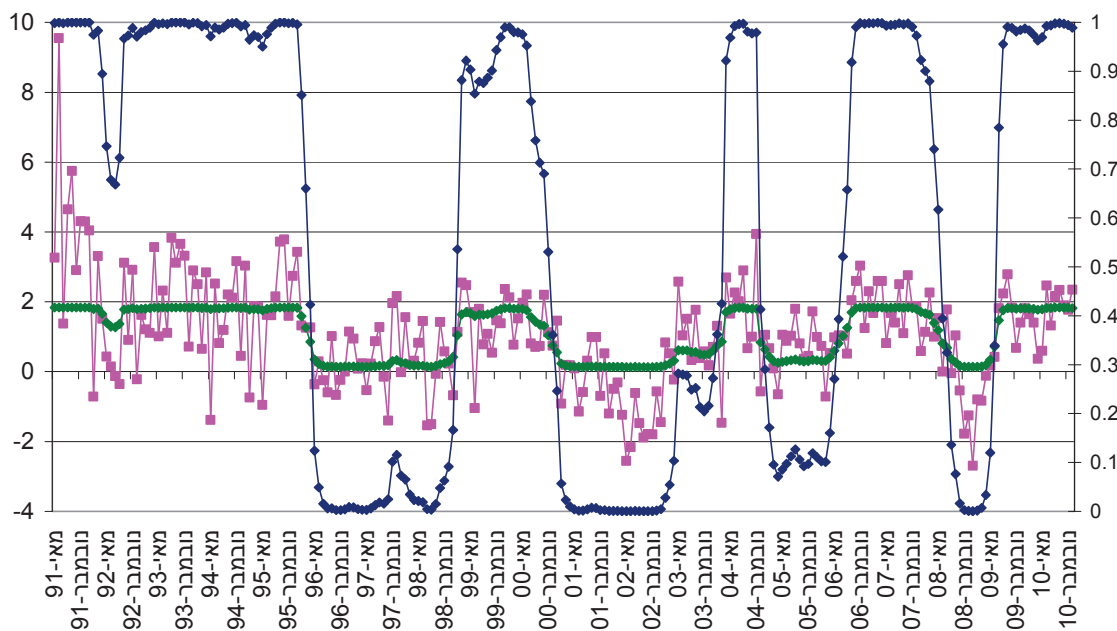
**דיאגרמה 11a: הסתברויות המודל (ציר ימני) ושיעורי שינוי (%) מוחלקים של ייצוא שירותים (1/1992-12/2010)**



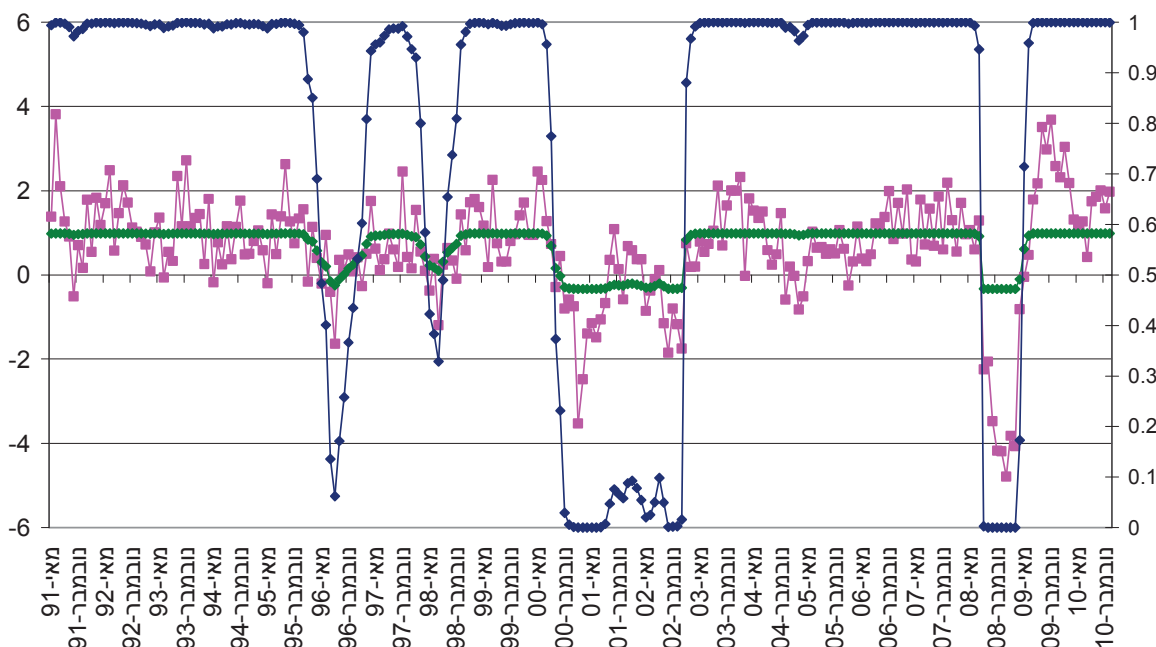
**דיאגרמה 11b: הסתברויות המודל (ציר ימני) ושיעורי שינוי (%) מוחלקים בייצוא סחורות (1/1990-12/2010)**



**דיאגרמה 12a: הסתברויות המודל (ציר ימני) ושיעורי שינוי מוחלקים בייבוא צריכה (5/1991-12/2010)**



**דיאגרמה 12b: הסתברויות המודל (ציר ימני) ושיעורי שינוי מוחלקים בתשומות הייצור (5/1991-12/2010)**



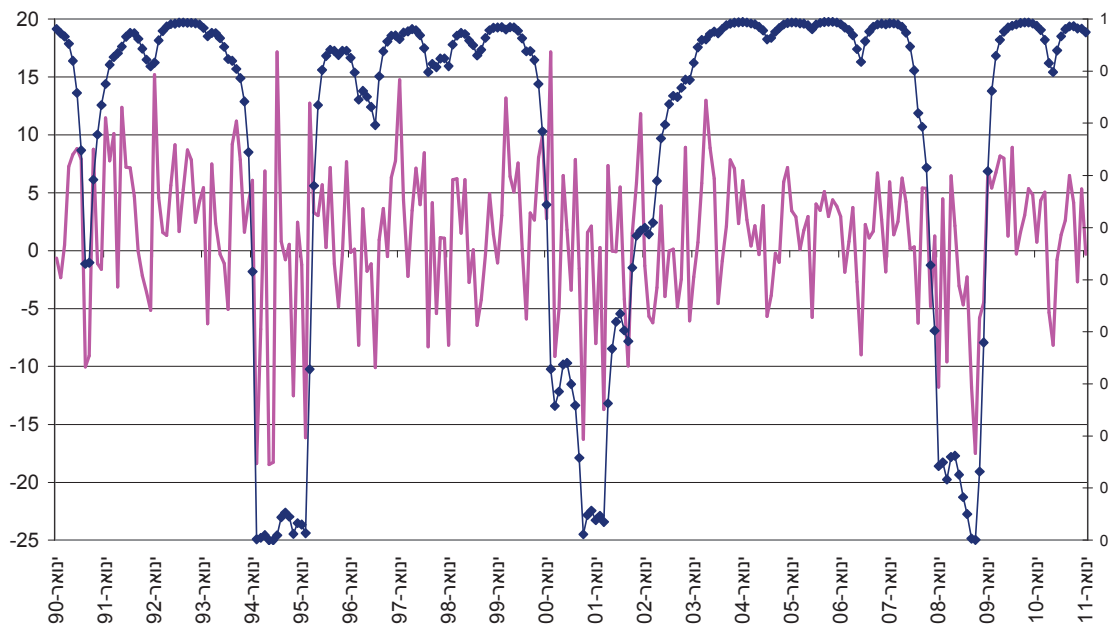
**5. בדיקות רגישות ומובהקות התוצאות (robustness checking)**

כדי לאשש את התוצאות שהתקבלו ערכנו בדיקות רגישות מסוגים שונים. מספר מודלים נבחנו לאפיון הדינאמיקה של נתוני מדד הייצור התעשייתי ביניהם מודל מרקובי עם שלושה מצבי עולם, מודלים

מרקוביים בעלי הפרשים שונים (למשל, תשואה על פני שנה) והחלקות מסוגים שונים (למשל HP) מודל המאפשר רק לתוחלת להשתנות בין המצבים. המודל, שהניב את התוצאות הטובות ביותר היה מודל בעל שני מצבים ללא הפרשים – MS(2)-AR(0).

מאחר ששוק המניות מגיב בקיצוניות להתפתחויות כלכליות (overshooting), כאמור, בדקנו מספר מודלים נוספים על זה שהוצג לעיל. בין השאר, נבדקו מודלים של GARCH בהם השונות הנה פונקציה של פרמטר, המשתנה בין שניים או שלושה מצבים (צמיחה/יציבות/האטה) לנתונים שבועיים ולנתונים חודשיים. מודלים אלו המורצים על שיעורי השינוי החודשיים והשבועיים מאפשרים רק לשונות להשתנות בין המצבים ולכן מורצים על שיעורי השינוי ולא על החלקה של הנתונים. בשיטה זו התקבל זיהוי חסר של המחזורים כאשר תקופות ההאטה היו קצרות יותר וכמו-כן זוהו פחות תקופות (ומחזורים) לעומת המודל שנבחר. בדיאגרמה 13 להלן דוגמה למודל (על פי, Hamilton and Susmel, 1994) שהורץ על נתונים חודשיים של מדד המניות הכללי ואשר לוקח בחשבון רק את שונות תשואת המדד.

דיאגרמה 13: הסתברויות לצמיחה (סקלה ימנית) ושיעורי שינוי (%) חודשיים במדד המניות הכללי 1/1990-12/2010



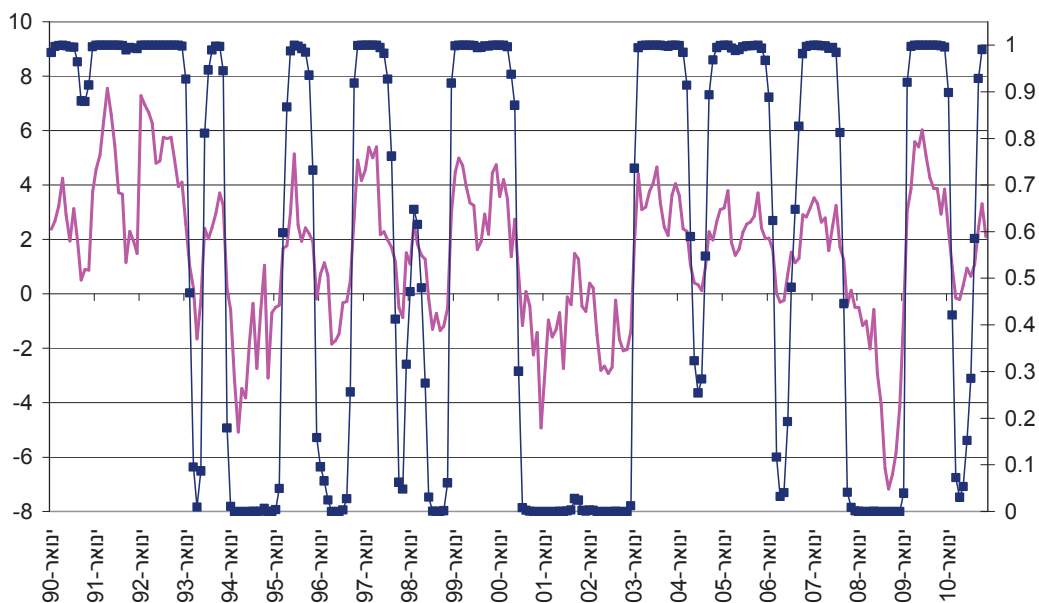
נציין כי בהרצה של המודל על נתונים שבועיים עם שניים/שלושה מצבים התקבלו תוצאות דומות. מודל נוסף שהרצנו (Hamilton and Lin, 1996) הוא מודל דו-משתני הלוקח בחשבון את שיעורי השינוי של מדד הייצור התעשייתי ושיעורי השינוי במדד המניות בו-זמנית. מודל זה מאפשר לתוחלת

ולשונויות של מדד הייצור התעשייתי להשתנות בין המצבים ומנגד מאפשר רק לשונויות להשתנות על פי דינאמיקה של מודל Bivariate GARH בממד המניות ובייצור התעשייתי. גם בהרצת מודל זה התקבלו תוצאות פחות טובות.

אשר לנתונים, נבדקו מספר סדרות נוספות המייצגות את השווקים הפיננסיים; זאת על פי הספרות הרלבנטית לחיזוי מחזורי עסקים (ראו Fritsche and Kouzine, 2002). נבדקו במקום מדדי מניות: פער התשואות קרי, ההפרש בין ריבית לאג"ח ממשלתי בריבית קבועה לא צמוד ל-10 שנים לבין ריבית לשלושה חודשים (מק"מ) וכן מדד הפחד (VIX) המבוסס על סטיית התקן הגלומה באופציות על מדד ת"א 25. גם בדיקות אלו לא הניבו תוצאות עדיפות. מלבד הרצת המודלים על מדדי המניות בישראל הורצו מודלים דומים על מדדי המניות בארה"ב, S&P 500, מדד הנאסד"ק ומדד הדאו-ג'ונס. למרות שבסדרות הללו התקבלו תוצאות סבירות, הכרונולוגיה במדדים הללו אינה מקדימה בצורה מובהקת את הכרונולוגיה של מדדי המניות בישראל, למרות שישנן מספר תקופות של האטה בו-זמנית בין המדינות.

לבסוף, בחירת מדד ת"א 100, בדומה לעבודות קודמות, כמייצג את שוק ההון נבחנה בעזרת הרצה של מדדים אחרים כגון: מדד ת"א 25, ומדד המניות הכללי. לכל אחד מן המדדים יש יתרונות וחסרונות, כאמור. כפי שניתן לראות בדיאגרמה 14 להלן, המציגה את הכרונולוגיה על פי מדד ת"א 25, ההבדלים בין מדד ת"א 25, מדד ת"א 100 ומדד המניות התעשייה, אינם גדולים.

דיאגרמה 14: הסתברויות המודל (סקלה ימנית) ושיעורי שינוי (%) מוחלקים של מדד ת"א 25



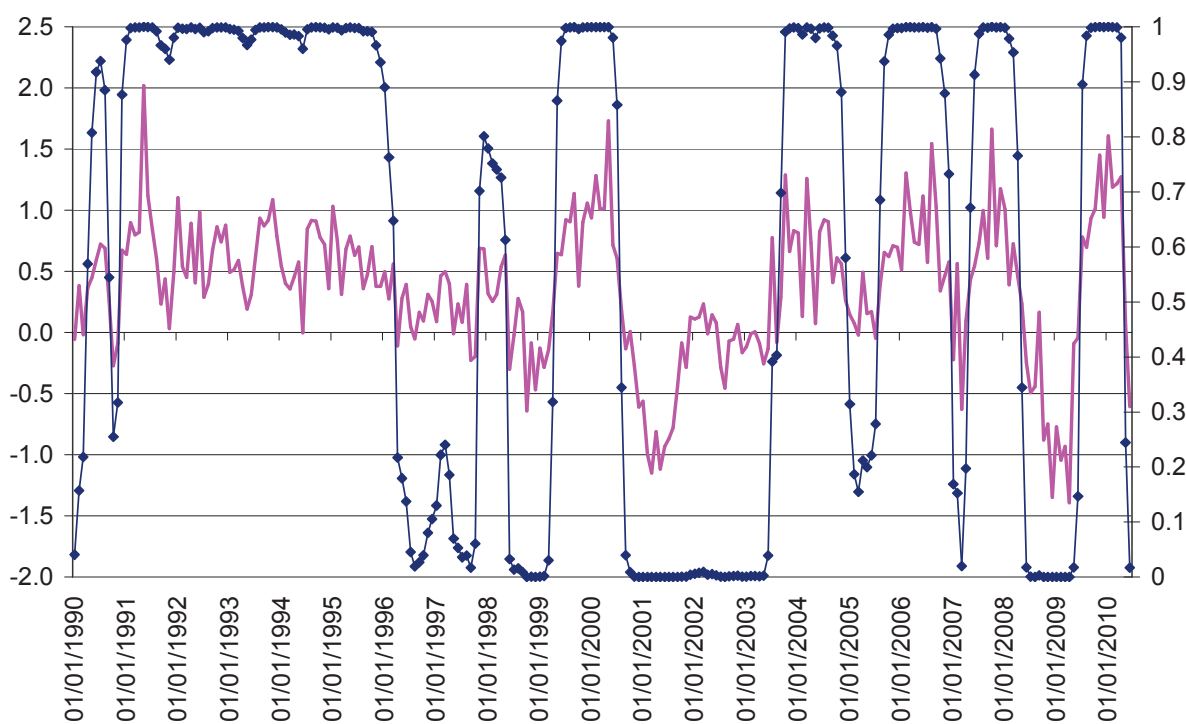
התוצאות שהתקבלו מהרצת המדדים השונים היו דומות לאלו המוצגות לעיל כאשר, כל ההבדל התמצה בזיהויי יתר של נקודת מפנה אחת ולכן, ניתן לומר שמדד מניות התעשייה ומדד ת"א 100 מניבים יחסית לת"א 25 מספר זיהויי יתר נמוך יותר.

### 5.1 בדיקת רוויזיות

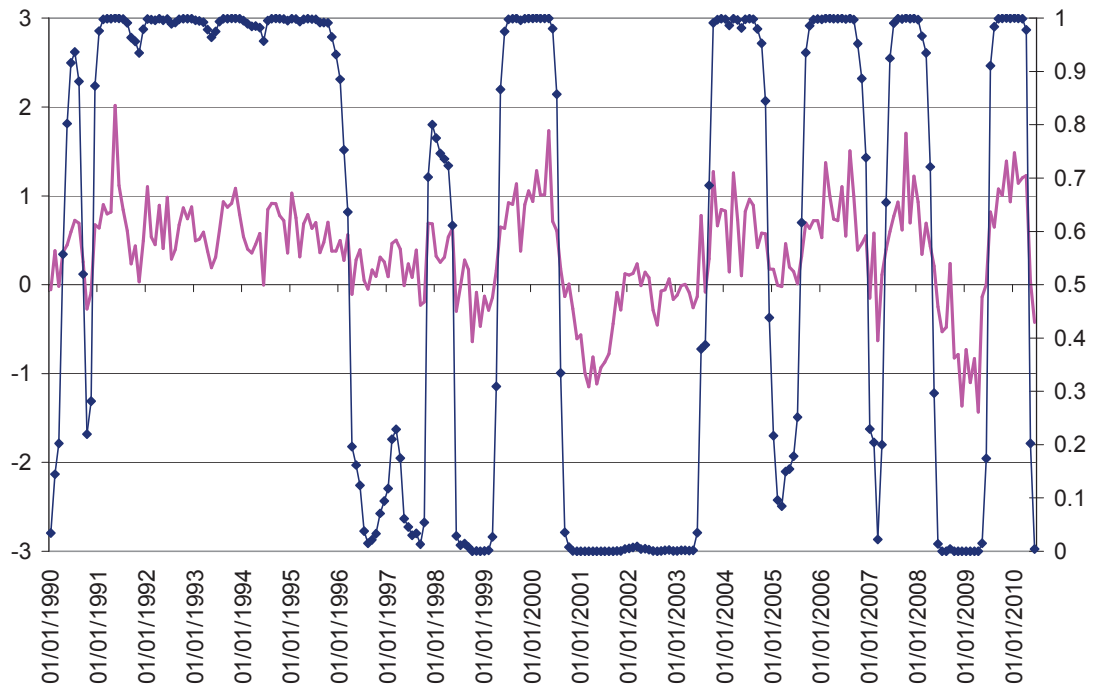
כדי לבדוק את היציבות של המודל על פני זמן כתוצאה מביצוע רוויזיות לנתונים הקיימים וכסימולציה של ההרצה בזמן אמת כאשר יש צורך בקבלת החלטות על סמך נתונים ארעיים, הרצנו את המודל בשלוש נקודות זמן שונות 6/2010, 12/2010 ו-6/2011 עבור אותה תקופת זמן. בדיאגרמות להלן ניתן לראות את הכרונולוגיות שהתקבלו בכל אחת מן ההרצות.

6/2010

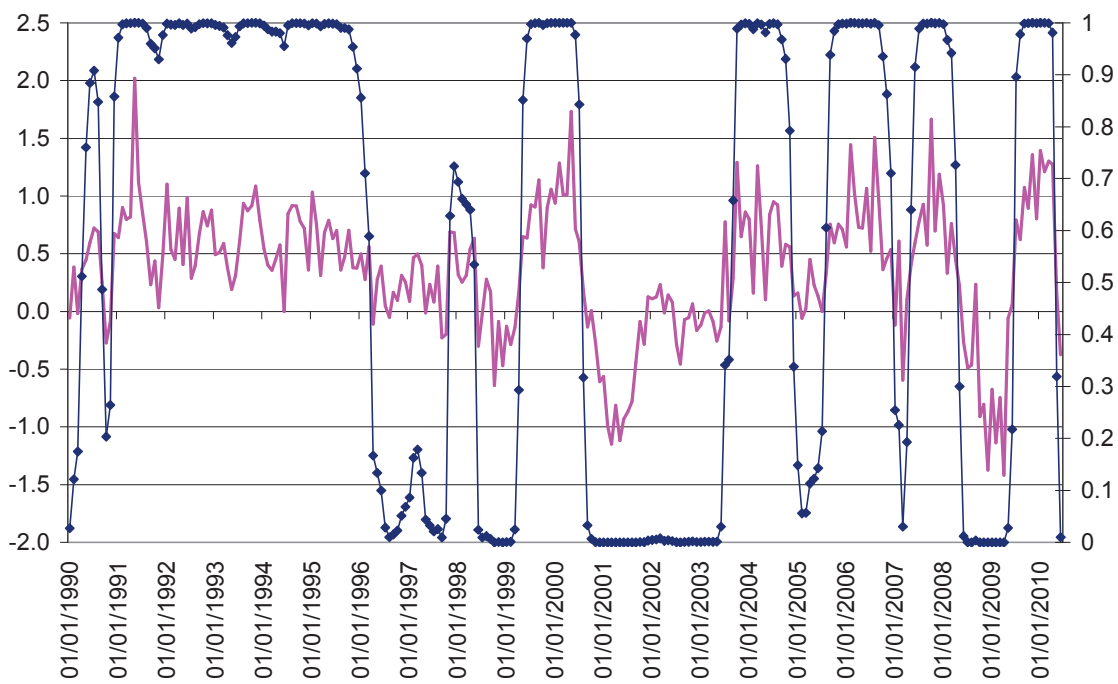
דיאגרמה 15: הסתברויות המודל (סקלה ימנית) ושיעורי שינוי (%) מוחלקים של מדד הייצור התעשייתי



דיאגרמה 16: הסתברויות המודל (סקלה ימנית) ושיעורי שינוי מוחלקים של מדד הייצור התעשייתי



דיאגרמה 17: הסתברויות המודל (סקלה ימנית) ושיעורי שינוי מוחלקים של מדד הייצור התעשייתי





המסקנה מבדיקת היציבות ל-3 נקודות הזמן היא שלמרות הרביזיות בנתונים, התוצאות שהתקבלו לגבי הכרונולוגיה של מדד הייצור התעשייתי אכן דומות; דבר המלמד על יציבות התוצאות במודל ה-MSM שנבחר; זאת בניגוד לתוצר הנתון לרביזיות משמעותית יותר.

## 6. סיכום

עבודה זו בדקה את פערי העיתוי שבין נקודות מפנה בספר מדדים בשוק המניות לבין נקודות מפנה במספר סדרות מקרו כלכליות המייצגות את רמת הפעילות במשק הישראלי. הבדיקה נעשתה בעזרת מודלי מיתוג מרקוביים (MSM) המבחינים בין מספר מצבי עולם. בפרט, מודלים אלו מאפשרים לאמוד את התוחלת והשונויות של שוק המניות ושל הסדרות המקרו-כלכליות במצב עולם של צמיחה לחוד ובמצב של האטה לחוד. היתרון שבשימוש במדדי מניות לשם חיזוי על פני מדדים אחרים נובע מכך שלפי הנחת שוק הון יעיל, כל המידע לגבי זרמי המזומנים העתידיים של החברות גלום במחירי המניות הנוכחיים, המידע זמין בזמן אמת והוא אינו נתון לרביזיות. עם זאת, סטיות מהתחזית נגרמות מטעויות חיזוי (expectation errors) ובמיוחד, כתוצאה משוקים שאינם צפויים.

תרומת העבודה לספרות היא בהפעלת אותו מודל מרקובי על מדדי שוק ההון (מדד מניות התעשייה, מדד ת"א 100, מדד ת"א 25 ומדד המניות הכללי), אשר אמורים לשקף את הפעילות הכלכלית העתידית, ועל מדד הייצור התעשייתי, מדד פדיון מסחר ושירותים, מדד משרות שכיר ומדד יצוא שירותים וסחורות. הרצת מודל מרקובי אחיד על כל הסדרות, אפשרה למפות את הכרונולוגיה של נקודות המפנה (מצמיחה להאטה ולהפך) בכל סדרה ובעקבות זאת לקבוע את הפרשי העיתוי שבין הפעילות המיוצגת על ידי מדדי המניות לבין מספר סדרות מקרו-כלכליות המייצגות מחזורי עסקים.

תקופת המדגם כללה את מדדי שוק המניות וסדרות מקרו כלכליות המשקפות את הפעילות הכלכלית במשק בין השנים 1990-2010 בתדירות חודשית. מבין המודלים שנבחנו, מודל הכולל תוחלת ושונויות וללא פיגורים נמצא הטוב ביותר מבחינת מיעוט זיהויי היתר והפיזור סביב הממוצע של הפרשי העיתוי בין נקודות המפנה של מדד מניות התעשייה ושל מדד הייצור התעשייתי.

הממצאים מלמדים כי בתקופת המדגם, נקודות המפנה (מצמיחה להאטה ולהפך) של מדד מניות התעשייה הקדימו בממוצע בכ-7 חודשים את נקודות המפנה במדד הייצור התעשייתי עם פיזור סביב הממוצע של 3 סטיות תקן. ממצא זה התקבל על פי מבחן QPS (Quadratic Probability Score). למרות ששוק המניות נוטה להעצים את האינפורמציה המגיעה אליו – תופעה המכונה בספרות תגובת יתר (overshooting), מספר זיהויי היתר של מדד מניות התעשייה על מדד הייצור התעשייתי עמד בתקופת

המדגם רק על אחד (ועוד זיהוי גבולי) מתוך שמונה מחזורי עסקים. מנגד, מדד פדיון מסחר ושירותים, משרות שכיר, יצוא שירותים, ויצוא הסחורות נמצאו כפחות מתאימים לחיזוי; אם משום שהפרשי העיתוי בין מדדי המניות לבין סדרות אלו היו קטנים בפרט יצוא שירותים ואם משום שמדדי המניות זיהו יותר נקודות מפנה (3 או 4 מתוך 8 מחזורי עסקים) מאשר ההתרחשויות בפועל.

למודל ולנתונים שנבחרו נעשו בדיקות רגישות רבות המלמדות על כך שהתוצאות שהתקבלו אינן רגישות יחסית למודל המרקובי שהורץ, לנתונים שנבחרו (לפני או אחרי רביזיות) ולמדד שוק המניות שנבחר.

לתוצאות שהתקבלו יש משמעות מבחינת מקבלי החלטות כלכליות והמשקיעים שכן: (1) הן מאפשרות לבצע כרונולוגיה של מחזורי העסקים במודל לא ליניארי, (2) הן מהוות איתות נוסף על התחזיות המשמשות כיום את הבנק המרכזי להאטה בפעילות הכלכלית; זאת על סמך זיהוי נקודות המפנה בשוק המניות והפרשי העיתוי בינן לבין מדד הייצור התעשייתי ו-(3) לאחר זיהוי של האטה/צמיחה בפעילות הכלכלית ניתן להעריך על פי הכרונולוגיה של שוק המניות כמה זמן היא תמשך.

אלדור, ר. ור. מלניק (2006). "שוק המניות כאינדיקטור מוביל לכלכלת ישראל, רבעון לבנקאות", 554-565.

גור ג. וש. האוזר (2000). "קשרי הגומלין בין המדיניות המוניטרית והפעילות הכלכלית לבין שוק המניות", רשות ניירות ערך, ירושלים.

דובמן, פ. (2010). "מחזורי המיתון בישראל וזעזועים פיננסיים ומאקרו-כלכליים: עיתויים ועוצמתם", בנק ישראל, סדרת מאמרים לדיון 2010.08.

Breuss, F. (2011). "Global Financial Crisis as a Phenomenon of Stock Market Overshooting", *Empirica* 38, 131–152.

Bry, G. and C. Boschan (1971). "Cyclical analysis of times series: selected procedures and computer programs", National Bureau of Economic Research, 1971.

Burns, A. and W. Mitchell (1946). "Measuring business cycles", National Bureau of Economic Research.

Cashin, P., C.J. McDermott, and A. Scott (2002). "Booms and slumps in world commodity prices", *Journal of Development Economics* 69, 277–296.

Chauvet, M. (2002). "The Brazilian Business and Growth Cycles", *Revista Brasileira de Economia* Vol. 56, No. 1,

Claessens S., M.A. Kose, and M.E. Terrones (2011). "Financial Cycles: What? How? When?", IMF WP/11/76.

Djivre, J. and Y. Takhin (2011). "Business Cycles in Israel, 1987-2010: I. The facts", Bank of Israel, Working Paper.

Estrella, A., and Mishkin, F. S. (1998). "Predicting US Recessions: Financial Variables as Leading Indicators", *Review of Economics and Statistics*, LXXX, 28–61.

Fritsche, U. and V. Kouzine (2002). "Do Leading Indictors Help to Predict Business Cycles Turning Points in Germany?", German Institute for Economic Research Discussion Papers 314.

Hamilton, J. D. (1989). "A New Approach to the Economic Analysis of Non Stationary Times Series and the Business Cycle", *Econometrica*, 57, 357–384.

Hamilton, J. D. and G. Lin (1996). "Stock Market Volatility and the Business Cycle", *Journal of Applied Econometrics* Vol. 11, No. 5, 573–593.

Hamilton, J. D. and R. Susmel (1994). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity and Changes in Regime", 307–333.

- Harding, D. and A. Pagan (2011a). "Economic Analysis of Prediction of Recurrent Events", Working Paper.
- Harding, D. and A. Pagan (2011b). "An Econometric Analysis of Some Models for Constructed Binary Time Series", *Journal of Business & Economic Statistics* Vol. 29, No. 1, 86–95.
- Marom, A., Menashe, Y., Suchoy T. (2003). "The State of the Economy Index and the Probability of Recession: the Markov Regime-Switching Model." Bank of Israel, Discussion Paper No. 2003.05.
- Melnick, R., (2002). "Business cycles in Israel." *The Economic Quarterly* 49(2), 219-244. (Hebrew)
- Senyuz, Z., E. Yoldas, and O. Baycan (2010). "Regime-Switching of Turkish Business and Stock Market Cycles, Working Paper.
- Stock, J. H., Watson, M. W. (1998). "Business Cycles Fluctuations in U.S. Macroeconomic Time Series", NBER WP series No. 6528.
- Zeira, J. (1997). "Informational overshooting, booms, and crashes", *Journal of Monetary Economics*.

## נספח 1: תיאור שיטת Bry & Boschan (1971) לאיתור נקודות מינימום ומקסימום לוקאליים

- השלבים העיקריים של השיטה הם כדלהלן:
1. השיטה מקבלת כקלט סדרה מנוכה ממגמה (de-trended series). הסרת המגמה מבוצעת על סדרת שיעורי השינוי.
  2. הפעלת ממוצע נע של ספנסר (Spencer Curve) על הסדרה עם המשקולות הבאים:
$$\frac{1}{320} \left[ 74 + 67(L + L^{-1}) + 46(L^2 + L^{-2}) + 21(L^3 + L^{-3}) + 3(L^4 + L^{-4}) - 5(L^5 + L^{-5}) - 6(L^6 + L^{-6}) - 3(L^7 + L^{-7}) \right]$$
  3. חישוב הממוצע וסטיית התקן של סדרת שיעורי השינוי והחלפת התצפיות החריגות (מעל 3 סטיות תקן) בערך של ה-Spencer Curve.
  4. הפעלת ממוצע נע של  $2 \times 4$  כלומר עם המשקולות  $\frac{1,2,2,2,1}{8}$  על הסדרה המתוקנת מהחריגים.
  5. חיפוש נקודות המקסימום והמינימום בטווח  $[t-5, t+5]$   $\forall t$  והוספת אילוץ של 5 חודשים לפחות בין נקודות מינימום ומקסימום עוקבים. במידה והיו שתי נקודות מקסימום ומינימום עוקבות בוחרים את הגבוה והנמוך שביניהם, בהתאמה.
  6. החלקת הסדרה באמצעות פילטר HP המתוקנת מחריגים וחיפוש חריגים נוספים עם האילוץ הקודם.
  7. הוספת אילוץ של 5 תצפיות (לעיתים, מגדילים את מספר התצפיות ליותר מ-5 חודשים) לפחות בין נקודות מפנה לשם הגדרת מצב עולם (צמיחה/האטה). נציין כי זהו עניין שיפוטי הנקבע, בין השאר, לפי מאפייני הסדרה.

**נספח 2: הצדקה לשימוש במדד הייצור התעשייתי**

הלוח להלן מתאר את מקדמי המתאם בין ענפי התוצר השונים לבין התוצר הכולל. ניתן לראות שענף התעשייה הוא בעל המתאם הגבוה ביותר עם התוצר (0.66) וברמת מובהקות הגדולה ביותר ( $\text{Prob.} < 0.001$ ).

מקדמי מתאם בין שיעורי השינוי הרבעוניים (%) של רכיבי התמ"ג לפי ענפים, 1995-2011											
	כל המשק	שירותים ציבוריים	שירותי דיור	חקלאות	תעשייה	חשמל ומים	בינוי	מסחר והארכה	תחבורה ותקשורת	פיננסים ושירותים עסקיים	שירותים אישיים ואחרים
משקל בתמ"ג	100%	16%	11%	1%	15%	2%	5%	10%	8%	30%	3%
כל המשק	1.00										
t-Statistic	-----										
שירותים ציבוריים	0.06	1.00									
t-Statistic	0.38	-----									
שירותי דיור	0.15	0.23	1.00								
t-Statistic	1.01	1.56	-----								
חקלאות	-0.22	0.10	0.09	1.00							
t-Statistic	-1.49	0.69	0.59	-----							
תעשייה	0.66	-0.09	0.03	-0.15	1.00						
t-Statistic	5.84	-0.62	0.22	-0.99	-----						
חשמל ומים	0.08	-0.25	0.13	-0.13	0.13	1.00					
t-Statistic	0.54	-1.71	0.88	-0.89	0.89	-----					
בינוי	0.10	-0.16	0.11	-0.25	0.04	0.74	1.00				
t-Statistic	0.64	-1.04	0.71	-1.68	0.27	7.28	-----				
מסחר והארכה	0.44	0.06	0.12	0.10	0.15	0.01	-0.20	1.00			
t-Statistic	3.28	0.38	0.82	0.65	0.99	0.05	-1.34	-----			
תחבורה ותקשורת	0.25	-0.24	0.18	-0.20	0.19	0.66	0.80	0.01	1.00		
t-Statistic	1.72	-1.67	1.19	-1.35	1.30	5.82	8.86	0.08	-----		
פיננסים ושירותים עסקיים	0.31	-0.06	0.18	-0.02	0.08	0.33	0.53	0.02	0.71	1.00	
t-Statistic	2.16	-0.42	1.21	-0.10	0.53	2.29	4.15	0.11	6.73	-----	
שירותים אישיים ואחרים	0.21	-0.01	0.16	-0.04	0.01	0.43	0.73	0.09	0.73	0.60	1.00
t-Statistic	1.39	-0.08	1.05	-0.29	0.07	3.14	7.08	0.62	7.13	4.98	-----

נתונים רבעוניים מנוכי עונתיות במחירי בסיס (מחירים קבועים של 2005). מבחני T מודגשים (bold) מציינים רמת מובהקות של 95% ומעלה. זקיפות בתוצר הבנקאי, אשר סוגרים את התמ"ג, לא מוצגים בלוח משום שהם סעיף שאריתי קטן. המשקל בתוצר נקבע על סמך נתוני 2011 כל הענפים למעט, שירותים ציבוריים ושירותי דיור, וכללים בתוצר העיסקי

הלוח להלן מתאר רגרסיה בין ענפי התוצר על התוצר הכולל בשיטת stepwise. ניתן לראות שענף התעשייה הוא המסביר החשוב ביותר מבין כל הענפים.

Dependent Variable: GDP				
Method: Stepwise Regression				
Date: 02/29/12 Time: 18:57				
Sample (adjusted): 2000Q2 2011Q3				
Included observations: 46 after adjustments				
Number of always included regressors: 1				
Number of search regressors: 7				
Selection method: Stepwise forwards				
Stopping criterion: p-value forwards/backwards = 0.5/0.5				
Stopping criterion: Number of search regressors = 8				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
C	0.484535	0.113641	4.263718	0.0001
IND	0.210407	0.034701	6.063485	0
TRAD_HOST	0.099068	0.025309	3.914339	0.0003
FIN	0.049396	0.017223	2.867995	0.0066
AGRIQ	-0.0207	0.010788	-1.91838	0.0622
GOV	0.145137	0.107995	1.343913	0.1866
R-squared	0.666819	Mean dependent va	0.871739	
Adjusted R-squared	0.625171	S.D. dependent var	1.006252	
S.E. of regression	0.61606	Akaike info criterion	1.990164	
Sum squared resid	15.18122	Schwarz criterion	2.228683	
Log likelihood	-39.7738	Hannan-Quinn crite	2.079515	
F-statistic	16.01096	Durbin-Watson stat	1.976616	
Prob(F-statistic)	0			
Selection Summary				
Added IND				
Added TRAD_HOST				
Added FIN				
Added AGRIQ				
Added GOV				

IND – ענף התעשייה, TRAD\_HOST – ענף שירותים ואירוח, FIN – ענף שירותים פיננסיים, AGRIQ – ענף חקלאות, GOV – ממשלה. ענפים נוספים הושמטו מהרגרסיה מאחר ונמצאו חסרי כל מובהקות.