



# **Academic Ono College**

**The Business School Working Paper series**

**Working Paper No. 2008-4**

# מדד הפחד בישראל (VIXTA)

בחינת הקשר בין שערי המניות, מדד הפחד ותנודתיות שערי המניות

רפי אלדור, שמואל האוזר ויואב ליבל\*  
נובמבר 2008

## ת ק צ י ר

התנודתיות הגלומה בשערי האופציות על מדד המניות כונתה בשוקי ההון המערביים "מדד הפחד", בעיקר בשל העובדה שהתנודתיות של שערי המניות עולה באופן משמעותי בתקופות של משברים כלכליים. התנודתיות הזו היא ביטוי למידת אי הוודאות שמייחסים משקיעים לשערי המניות בשוק. בהתאם לכך, במחקרים שנעשו בארה"ב נמצא שמדד הפחד הוא לעיתים איתות מובהק לגבי שערי המניות העתידיים בשוק המניות האמריקאי.

בעבודה זו אנו מחשבים לראשונה את מדד הפחד הישראלי (VIXTA) ובוחנים את הקשר בין מדד זה לבין התנהגות שערי המניות ומידת התנודתיות שלהן בפועל. המוטיבציה העיקרית של עבודה זו נובעת מהחשיבות שיש לחיזוי תנודתיות בשווקים הפיננסיים והשפעה של זו על שערי המניות. הממצא הראשון הוא של VIXTA יכולת חיזוי לעלייה או ירידה של שערי המניות ולמידת תנודתיותן, במיוחד כאשר השינויים גדולים יחסית. בין השאר, נמצא שכאשר מדד הפחד עולה בשיעורים הולכים וגדלים, שערי המניות צפויים לרדת. הממצא השני הוא שה-VIXTA הישראלי מושפע באופן מובהק מה-VIX האמריקאי.

---

\* פרופסור רפי אלדור הוא מהמרכז הבינתחומי בהרצליה. פרופסור שמואל האוזר הוא מהקריה האקדמית אונו. מר יואב ליבל הוא מנכ"ל חברת חברת אי-אונליין קפיטל ישראל.

# מדד הפחד בישראל (VIXTA)

## בחינת הקשר בין שערי המניות, מדד הפחד ותנודתיות שערי המניות

### 1. הקדמה

התנודתיות (סטיית התקן) הגלומה בשערי האופציות על מדד המניות כונתה על ידי Whaley (2000) מדד "הפחד" בהתחשב בעובדה שהתנודתיות של שערי המניות עולה באופן משמעותי בתקופות של משברים כלכליים. המשבר בשנת 2008 בשוקי ההון השונים בעולם, והתנודתיות הגדולה בשערי המניות בשוקי ההון הללו, גרמו לעניין הולך וגדל במדדי הפחד. מדדים כאלה יש בארה"ב, באירופה ולאחרונה גם בישראל<sup>1</sup>. התנודתיות הזו היא ביטוי למידת ה"עצבנות" בשוק. תנודתיות גבוהה בשערי המניות מרמזת על אי וודאות ופחד של המשקיעים מפני חדשות כלכליות לא טובות. היא בדרך כלל תוצאה של חשש אמיתי בשוק מפני האטה כלכלית. במחקרים שנעשו בארה"ב נמצא שמדד הפחד הוא לעיתים איתות מובהק לגבי שערי המניות העתידיים בשוק המניות האמריקאי. בהתאם לכך, כשמדד הפחד עולה, שערי המניות יורדים בטווח הקצר, בדרך כלל, במקביל לעלייה בתנודתיותן.

בעבודה זו אנו בוחנים לראשונה את מדד הפחד הישראלי (VIXTA), ואת הקשר בין מדד זה לבין התנהגות שערי המניות ומידת התנודתיות שלהן בפועל. המוטיבציה העיקרית של עבודה זו נובעת מהחשיבות שיש לחיזוי תנודתיות בשווקים הפיננסיים. הרציונל הכלכלי מבוסס על הקשר בין אי הוודאות הצפויה ביחס למידת רווחיותן של החברות לבין שערי המניות. גידול (קיטון) במידת אי-הוודאות, שבאה לידי ביטוי בגידול (קיטון) בתנודתיות שערי המניות של החברות הללו, תגדיל (תקטין) את פרמיית הסיכון שמשקיעים במניות הללו ידרשו, ותגרום לירידה (עלייה) בשערי המניות.

<sup>1</sup> מתפרסם על ידי המכון למחקר יישומי של הקריה האקדמית אונו ומבוסס על החישובים של חברת אי-אוניליין קפיטל ישראל.

בשנים האחרונות פורסמו מחקרים רבים שעסקו בקשרי הגומלין בין מדד הפחד לבין שערי המניות העתידיים ומידת התנודתיות שלהן בארה"ב ובמדינות אחרות (ראה סקירתם של Poon&Granger, 2003 על 93 מחקרים שעסקו בתחום זה). חיזוי התנודתיות משמש גם לתמחור האופציות וניהול סיכונים. הספרות בתחום מדדי הפחד עוסקת, בין השאר, ביכולת לחזות את התנודתיות הצפויה של שערי המניות, היכולת לחזות את שערי המניות, בזליגת הפחד בין מדינות שונות ובשאלה מי גורם למי ( CAUSLITY ). בעבודה זו נבחן את ארבעת האספקטים הללו מנקודת ראות ישראלית.

בשנת 1993 השיקה בורסת האופציות בשיקגו ( CBOE ) את מדד התנודתיות  $VIX$  (מדד הפחד). בפועל המדד הפך להיות בנצ'מרק לתנודתיות שוק המניות (Liuren, 2005). החישוב המקורי של ה- $VIX$  התבסס על נתוני האופציות של מדד SP100 וחישוב נתוני סטיית תקן גלומה בהתאם למודל בלק ושולס של האופציות הקרובות לכסף של המדד לחודש הקרוב ולמועד המימוש הבא.

בספטמבר 2003 (CBOE, 2003) שינתה בורסת האופציות בשיקגו את דרך החישוב של המדד ושינתה את נכס הבסיס להיות S&P 500. דרך החישוב החדשה מתבצעת על כל מחירי המימוש של האופציות, אינה מניחה מודל תיאורטי מסויים לתמחור אופציות ואינה מסתמכת על סטיות תקן גלומות לפי נוסחת בלק ושולס.<sup>2</sup> ה- $VIX$  בגירסתו החדשה מעריך את התנודתיות הצפויה ל-30 יום קלנדריים (במונחים שנתיים) של התשואה הצפויה. הבורסה בשיקגו מפרסמת את המדד הישן לצד החדש תחת הסימול  $VXO$ . (Liuren, 2005). מצא בבדיקה של תצפיות יומיות לאורך 15 שנה של שתי הגרסאות של המדד, המדד החדש גבוה ביותר משני אחוז מהמדד הקודם והתנועה של שניהם מתואמת.<sup>3</sup>

שתי הדרכים העיקריות למדידת תנודתיות הן: (1) סטיות תקן המבוססות על נתונים היסטוריים של שערי המניות – סטיית תקן או באמצעות מודלים של GARCH; ו-(2) סטיות תקן גלומות על בסיס מחירי האופציות במסחר בבורסה. (Poon et.al(2003) מצאו שב-94% מהמחקרים, סטיות

<sup>2</sup> ראה נספח א'.

<sup>3</sup> חשיבותו של ה- $VIX$  כמרכיב חשוב בתמחור נכסים מוצגת בעבודתם (Banerjee, Doran, & Peterson, 2007) שמציגים את כוחו בחיזוי תשואות, תוך כדי שליטה בפרמטרים של סיכון כפי שהציגו (Fama & French, 1993).

התקן גלומות היו יעילות יותר בחיזוי התנודתיות העתידית של שערי המניות. לעומת זאת, בהשוואה של מאמרים שעסקו בסטיות תקן גלומות, ככלי חיזוי לתנודתיות הצפויה של שערי המניות, לבין מודלים המבוססים על נתונים היסטוריים, נמצא ש- 76% מהמאמרים מצאו כי סטיות תקן גלומות מנבאות בדרך טובה יותר את התנודתיות הצפויה בפועל. אל התנודתיות הזו אנו מתייחסים כאל אומדן לסיכון, או אי-וודאות, שמבטא את ה"פחד" של המשקיעים מפני המגמה הצפויה בעתיד של שערי המניות.

(Eraker, 2007) טען שהפער בין סטיות התקן ההיסטוריות לבין הויקס הוא פרמיית התנודתיות שמבטאת חוסר ודאות לגבי התנודתיות ואשר ניתן לנצל אותה בתנאים מסויימים על מנת להשיג תשואות עודפות (Drechsler & Yaron, 2008). בדומה לנו, (Eraker, 2007) מצא פער של 3% בין ה-VIX לסטיית התקן ההיסטורית בארה"ב ואילו לגבי הנתונים בישראל כפי שהם מופיעים בלוח 1 הפער קטן הרבה יותר. אל היחס שבין ה-VIX לסטיית התקן ההיסטורית מתייחסים (Brown & Cliff, 2004) כאל מייצג לסנטימנט לפיו אם ה-VIX גדול מסטיית התקן, זוהי אינדיקציה למצב רוח דובי של השוק.

בהקשר זה, (Connors, 2002) טען שיש סוחרים המשתמשים במדד ה-VIX ככלי לתזמון השקעות וזאת בהסתמך על מחקרים אמפיריים המראים שרמות גבוהות של מדד הפחד מתרחשות הרבה פעמים בסמוך לנקודות שפל בשוק, מה שמכונה בעגת הסוחרים "מכירות יתר". אסטרטגיית ההשקעה במקרה זה היא קניה והחזקה של פוזיציות בהמתנה לעלייה בשוק לאחר שהשיג רמות גבוהות של מדד פחד.

(Giot, 2005) בדק נתונים של ה-VIX ושל ה-VIXN על בסיס נתונים מאוגוסט 1994 ועד ינואר 2003. בתקופה זו היו שלוש תקופות משנה המאפיינות שוק שורי, בעל תנודתיות נמוכה, לאחר מכן שוק שורי בעל תנודתיות גבוהה, ולבסוף, שוק דובי בעל תנודתיות גבוהה. הוא חילק את רמות מדדי הפחד לעשרים חלקים על מנת לאתר רמות גבוהות ונמוכות של מדדי הפחד במטרה לקבל איתותי קניה ומכירה לנכס הבסיס. מסקנתו היתה כי רק רמות גבוהות במיוחד של VIX מהווים איתות קניה.

Cipollini ו- Manzini (2007) איששו את טענתם של האחרונים בבדיקה על נתוני ה- VIX ונתוני תשואות של מדד ה- S&P 500 לאורך 16 שנים. הם מצאו שמודל המבוסס על אסטרטגיית קניה והחזקה לתקופה וזאת בהתאם לאיתות של ה- VIX, אכן יכול לחזות את כיוון השוק. אולם הממצא מוגבל לרמות גבוהות של ויקס וביתר דיוק לקפיצות חדות (SPIKES) של ה- VIX. הממצא מקבל תמיכה אמפירית גם בעבודתם של (Simon & Wiggins, 2001) שבדקו לאורך 10 שנים שהחלו בשנת 1989 נתונים של מדדי סנטימנט המתייחסים לשוק הנגזרים על מדד S&P500 והתשואות על החוזים לאופק השקעה של 10, 20 ו-30 יום ומצאו כי למדד הפחד, יש יכולת חיזוי מובהקת. בתקופות של פחד קיצוני בשוק למדדים יש יכולת חיזוי חזקה יותר מאשר בתקופות שמדד הפחד נמוך.

לעומתם, Guo and Whitlaw (2006), מוצאים שבטווח הקצר עלייה ברמת אי הוודאות הנמדד על ידי ה- VIX, קשורה דווקא לירידה בשערי המניות. לעניין זה נזכיר את עבודתם של (Becker, 2007). לטענתם, האינפורמציה הכלולה ב- VIX אינה מספקת ערך מוסף לגבי חיזוי של תנודתיות עתידית. בעבודתם שבדקה 3481 תצפיות יומיות החל משנת 1990 הם ניטרלו מתוך ה- VIX את המרכיב של התנודתיות החזויה שאותו ניתן לחזות בעזרת מודלים אחרים ובחנו האם קיים מידע עודף ב- VIX ומסקנתם היתה שה- VIX אינו מכיל מידע עודף. עדויות שונות מעט אך לא סותרות את טענתם של הראשונים מצאו (Donaldson & Kamstra, 2005) שמראים כי הקשר בין חיזוי התנודתיות על פי ה- VIX לבין שימוש במודלים של ARCH מושפע מהמחזורים וכי במחזורי מסחר גבוהים שימוש ב- VIX חשוב יותר ולהפך, במחזורי מסחר נמוכים שימוש במודלים של ARCH טוב יותר. הבדלים במשמעויות הניתנות ל- VIX בין תקופות שונות מצאנו (Login, Areas, & Use, 2006). בבדיקה של תצפיות מאמצע שנות התשעים ועד סוף 2002 הם העלו כי ההשפעה נחלקת לשתי תקופות, מ-1995 ועד משבר האישי של רוסיה בשנת 1998 מבטא המדד פחד בעוד שלאחר מכן הוא מבטא את התנודתיות החזויה בשוק.

בישראל, אלברג, יוסף ושליט ( 2008 ) שביצעו אמידה של חיזוי התנודתיות של מדדי מעו"ף 25 ות"א, על סמך נתונים מ 1992 ועד 2005, באמצעות שימוש במודלים מסוג GARCH מצאו כי החיזוי הטוב יותר למדדי המניות מתקבל עבור ..... (חסרה השלמה)

**הספרות** (שמוליק-אמרת שיש מאמר שמתאר את ההשפעה (CAUSALITY) של הנאסדק על המעו"ף) מתארת את ההשפעה של שערי מניות בשווקים זרים על השוק הישראלי , אנו נעקוב אחר עבודתם של ( Amin & Imam, 2008, forthcoming ), (Aboura, 2003). האחרונה מצאה השפעה הדדית של מדד הפחד בארה"ב על מדדי פחד בצרפת וגרמניה, בדומה (Amin et al., 2008, forthcoming) שמצאו השפעה הדדית בתנודתיות בין שווקים אמריקאים לבין התנודתיות במדינות ה G-7. לעומתם, אנו מצאנו השפעה חד כיוונית בלבד מארה"ב לישראל.

על רקע כל אלה, בעבודה זו אנחנו בוחנים את קשרי הגומלין בין מדד הפחד הישראלי ( VIXTA ) לבין שערי המניות ומידת התנודתיות שלהם. בין השאר, אנחנו בוחנים את יכולת החיזוי של ה-VIXTA לתנודתיות בפועל ולשערי המניות העתידיים.

## 2. שיטה ונתונים

### 1.2 נתונים

הנתונים כוללים שערים יומיים של מדד מניות ת"א- 25, ומדד VIXTA המתפרסם על ידי הקריה האקדמית אונו ומחושב על ידי חברת אי-אונליין קפיטל בישראל. בארה"ב, הנתונים כוללים את שערי מדד המניות S&P500 ומדד ה-VIX המתפרסם על ידי בורסת ה-CBOE. על בסיס שערי מדד המניות הללו אנו מחשבים גם את סטיית התקן ההיסטורית על בסיס מודל GARCH. תקופת הבדיקה היא מתחילת שנת 2000, כחודשיים לאחר תחילת המסחר האלקטרוני בשיטת הרצף בבורסה בתל-אביב, ועד לסוף חודש ספטמבר 2008. שיטת המסחר בארץ לא מאפשרת חישוב מדד הפחד הישראלי בשיטה שבה ה-CBOE מחשב את ה-VIX לפני שנת 2000. לוח 1 להלן מתאר את הנתונים שהשתמשנו בהם לצורך העבודה.

### לוח 1: תיאור נתונים

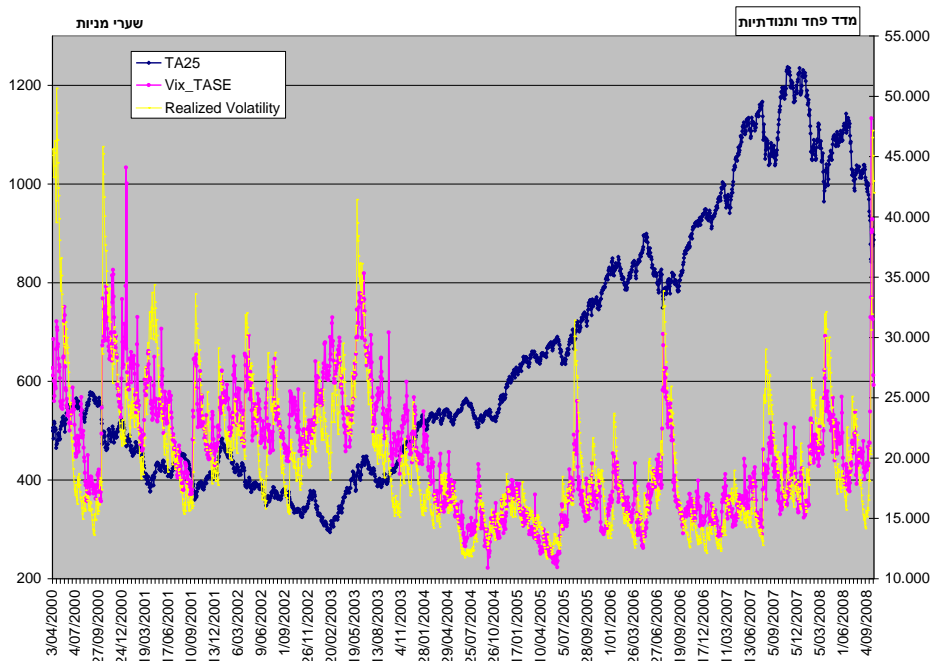
הממוצע היומי של שיעורי התשואה מחושב על בסיס מדד המניות בישראל, מדד ת"א-25, ובארה"ב מדד S&P500. הממוצע של סטיית התקן היומית מחושבת על בסיס סטיית תקן יומית המחושב באמצעות מודל GARCH<sup>4</sup>. הממוצע היומי של מדד הפחד בארה"ב הוא של ה-VIX בבורסה ה-CBOE ובישראל ה-VIX של מדד ת"א-25 המחושב על ידי חברת Aonline.

ארה"ב			ישראל			
מדד הפחד	סטיית תקן	מניות	מדד הפחד	סטיית תקן	מניות	
19.7501	16.54	-0.0001	20.30	19.87	0.0003	ממוצע
18.9000	14.98	0.0004	19.90	18.31	0.0002	חציון
45.0800	42.82	0.0557	48.17	50.64	0.0810	מקסימום
9.8900	7.63	-0.0600	10.90	11.65	-0.0831	מינימום
6.8403	6.59	0.0112	4.97	5.86	0.0130	סטיית תקן

ציור 1 להלן מציג את התנהגות שערי המניות, מדד הפחד ותנודתיות שערי המניות בישראל. ציור 2 מציג את אותם הנתונים בארה"ב. הממצא הבולט ביותר הוא הקשר הברור וההפוך בין מידת התנודתיות לבין שערי המניות בשני שוקי ההון. נראה להלן שמדד ה-VIX מושפע מהשינויים

במדד ה-VIX האמריקאי

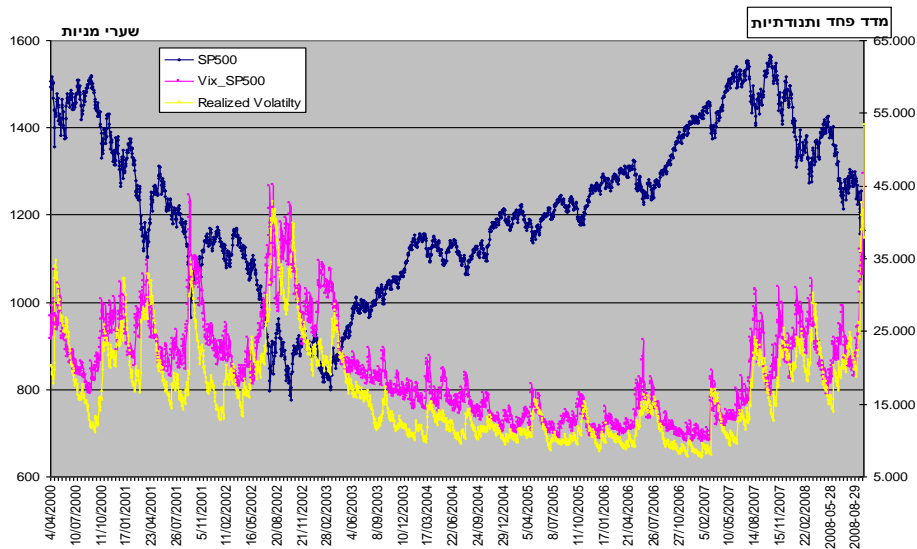
ציור 1: שערי המניות ומדד הפחד בישראל



<sup>4</sup> לפי מודל TGARCH(1,1)



ציור 2: שערי המניות ומדד הפחד בארה"ב



## 2.2 שיטה

בחינה סטטיסטית של קשרי הגומלין בין שערי המניות לבין מדד ה-VIX הישראלי ותנודתיות שערי המניות נעשית באמצעות מודל VEC (Vector Error Correction) רב משתני שמאפשר לבחון את קיומו של קשר סיבתי בין מדד הפחד ותנודתיות שערי המניות בפועל לבין התנהגות שערי המניות, ואת יכולת החיזוי שלהם, גם מבלי להגדיר במדויק את המודל הכלכלי.

את קשרי הגומלין בין המשתנים הכלכליים לבין שערי המניות אנו אומדים באמצעות מודל ה-VEC כדלהלן:

$$Y_t = a_0 + \sum_{j=1}^T b_j S_{t-j} + \sum_{j=1}^T c_j VIX_{t-j} + \sum_{j=1}^T d_j \sigma_{t-j} + \sum_{j=1}^k h_j \text{co int}_{r,t} + \eta_t \quad (1)$$

כאשר  $\text{co int}_r$  הוא גורם קו-אינטגרציה הדרוש למקרה שקומביניציה לינארית בין הסדרות העתיות במדגם איננה סטציונרית (ראה אנגל וגריינג'ר (1987)),  $Y$  מייצג את המשתנה התלוי:  $S$  (שיעורי התשואה על מדד מניות ת"א-25),  $VIX$  או  $\sigma$  (השינוי בתנודתיות ההיסטורית על בסיס מודל GARCH). כל המשתנים מייצגים את ההפרשים מרמת המחירים (1<sup>st</sup> difference). את

מידת הסטציונריות של כל משתנה בחנו באמצעות מבחן ה- Unit-Root של דיקי-פולר (1981),  
 ואת הקו-אינטגרציה אנו בוחנים באמצעות המבחן של גויהאנסן (1988). מספר משתני קו-  
 אינטגרציה ( $k$ ) תלוי בתוצאות מבחן גויהאנסן ( $k=1,2,..T-1$ ). בכל המקרים מצאנו ששערי המדד  
 אינם סטציונריים, וששיעורי התשואה הם סטציונריים, ולפיכך השתמשנו באחרונים לצורך  
 הבדיקה.

המבחנים הללו מאפשרים לבדוק את מידת ההשפעה של המשתנים השונים על שערי המניות  
 (מבחני causality). אם  $b_j, c_j, d_j$  שונים באופן מובהק מאפס עבור  $j$  כל שהוא, ניתן יהיה להסיק  
 שהמשתנה המסביר הוא בעל השפעה מובהקת על המשתנה המוסבר. על פי משוואה (1) אנו  
 משתמשים במשתנים בפיגור של עד 5 ימים. התוצאות אינן שונות במהותן עבור תקופות ארוכות  
 יותר והן פחות מובהקות עבור תקופות קצרות יותר.

בנוסף, בעקבות (Cipollini & Manzini, 2007), אנחנו בוחנים גם את השאלה האם יש משמעות  
 לגודל שיעורי השינוי של שערי המניות, התנודתיות או VIX. בחינת השאלה הזו נעשית באמצעות  
 מודל ה- VEC כדלהלן:

$$\Delta Y_t = a_0 + \sum_{j=1}^T b_j \Delta S_{t-j} + \sum_{j=1}^T c_j \Delta VIX_{t-j} + \sum_{j=1}^T d_j \Delta \sigma_{t-j} + \sum_{j=1}^k h_j \text{coint}_{r,t} + \eta_t \quad (2)$$

בניגוד למשוואה (1), הסימן  $\Delta$  בכל המשתנים מייצג הפרשים מסדר שני (2<sup>nd</sup> difference).

### 3. תוצאות

#### 3.1 קשרי הגומלין בין שערי מדד המניות, VIX וסטיית התקן ההיסטורית בישראל

התוצאות העיקריות מוצגות בלוח 2. כאשר אנחנו משתמשים בשיעורי התשואה, אנחנו מוצאים  
 שיכולת החיזוי של שערי המניות באמצעות ה- VIX או התנודתיות בפועל מוגבלת מאוד. לעומת  
 זאת, הממצאים מעידים על יכולת החיזוי של התנהגות שערי המניות לתנודתיות הצפויה או

לשינויים ב- VIX. במיוחד מצאנו שירידה בשערי המניות קשורה באופן מובהק לעלייה בתנודתיות ובשערי המניות. הממצאים הללו עקביים עם אלה של (Simon et al., 2001) ושל Cipollini ו-Manzini (2007).

לעומת זאת, כאשר אנחנו משתמשים בשיעור השינוי של שיעורי התשואה על המדד השונים, אנחנו מוצאים תוצאות מובהקות יותר. ה-  $R^2$  הוא בין פי- 4 לבין פי- 6 מזה שקיבלנו כאשר השתמשנו בשיעורי התשואה. התוצאות הללו לגבי שיעור השינוי בשיעורי התשואה מצביעים על יכולת חיזוי גבוהה מאוד של שערי המניות לתנודתיות העתידית ולמדד ה- VIX וגם להיפך (השפעה דו-כיוונית מובהקת במבחן של גריינג'ר – Granger Causality). הממצאים הללו עקביים עם אלה של (Simon et al., 2001) ושל Cipollini ו-Manzini (2007).

המשמעות של התוצאות הללו היא שכאשר מדד הפחד עולה בשיעורים הולכים וגדלים, שערי המניות צפויים לרדת. באותה מידה, אנחנו מוצאים שכאשר מדד הפחד עולה, בטווח הקצר שערי המניות צפויים לעלות גם כן. הממצא האחרון אינו סותר בהכרח את הממצאים של Giot (2005) ואחרים לפיהם כאשר מדד הפחד עולה, שערי המניות נמוכים יחסית והאסטרטגיה הראויה השקעה היא דווקא רכישה של המניות, בהתחשב בעובדה שהממצאים שלנו הם מסתמכים על ה- 5 הימים הקרובים לשינוי ושל האחרים הם לטווח ארוך יותר.

אחד הממצאים הבולטים שקיבלנו בכל המודלים הוא שיש השפעה מובהקת דו-כיוונית גם ביחס לקשר בין מדד הפחד לבין התנודתיות בפועל הנמדדת על ידי סטיית התקן של שיעור התשואה (באמצעות מודל GARCH). אנחנו מוצאים שמדד VIXTA הוא בעל יכולת חיזוי מובהקת של התנודתיות הצפויה של שערי המניות. התוצאות הללו חזקות במיוחד על רקע הממצאים לגבי שיעורי השינוי של מדד המניות ומדדי התנודתיות שאמדנו לפי משוואה (2).

## לוח 2: קשרי הגומלין בין שערי המניות, VIXTA והתנודתיות בפועל

קשרי הגומלין בין המשתנים השונים נמדדים באמצעות מודל VEC :

$$\Delta Y_t = a_0 + \sum_{j=1}^T b_j S_{t-j} + \sum_{j=1}^T c_j VIXTA_{t-j} + \sum_{j=1}^T d_j \sigma_{t-j} + \sum_{j=1}^k h_j \text{co int}_{r,t} + \eta_t$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \sum_{j=1}^T b_j \Delta S_{t-j} + \sum_{j=1}^T c_j \Delta VIXTA_{t-j} + \sum_{j=1}^T d_j \Delta \sigma_{t-j} + \sum_{j=1}^k h_j \text{co int}_{r,t} + \eta_t$$

כאשר  $\text{co int}_t$  הוא גורם קו-אינטגרציה הדרוש למקרה שקומבינציה לינארית בין הסדרות העתיות במדגם איננה סטציונרית,  $Y$  מייצג את המשתנה התלוי:  $S$  (מדד מניות ת"א-25),  $VIX$  או  $\sigma$  (תנודתיות היסטורית על בסיס מודל GARCH).  $VIX$  מחושב על ידי חברת חברת אי-אונליין קפיטל ישראל, באותה דרך שה-CBOE מחשבים. שיעורי התשואה מייצגים את שיעור השינוי של שערי המניות (1<sup>st</sup> difference). שיעור השינוי של שיעורי התשואה, מסומן כ-  $\Delta$ , מייצגים גודל השינוי בשיעור התשואה (2<sup>nd</sup> difference). " " מציינ שהמקדם מובהק (p-value < 10%).

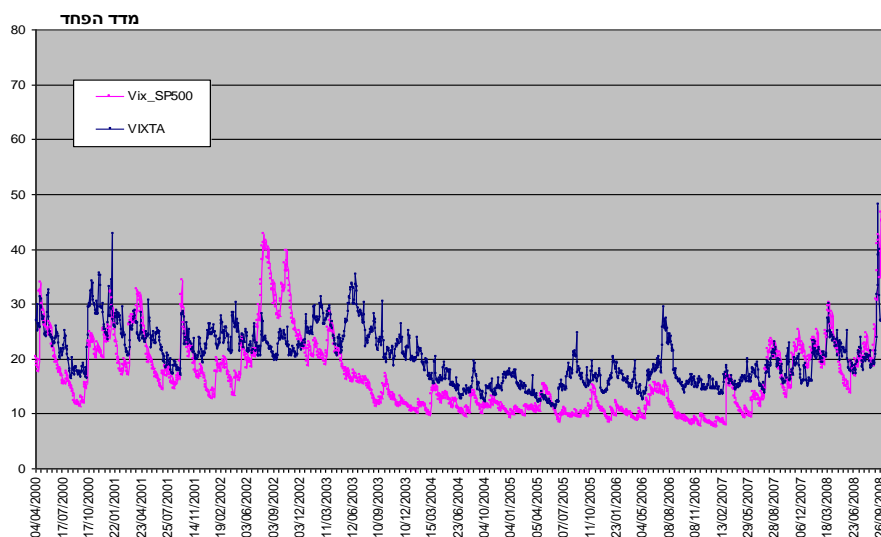
מקדם	משתנה תלוי – שיעורי השינוי			משתנה תלוי – שיעור השינוי של שיעורי השינוי		
	שערי מניות	VIXTA	תנודתיות	שערי מניות	VIXTA	תנודתיות
$a_0$	-0.000562	-0.027842	-0.066981	0.000124	-0.008302	0.009568
$b_1$	0.032849	*-13.20586	*-6.243156	*-0.713318	*-27.97355	*6.990709
$b_2$	0.001966	*1.251321	0.122396	*-0.544790	*-22.48449	8.736105
$b_3$	-0.020272	0.845067	*-9.809447	*-0.407150	*-17.16190	0.437300
$b_4$	-0.007784	1.725377	*-6.148887	*-0.258568	*-10.09048	*-3.530771
$b_5$	-0.023669	-5.822969	*-4.775646	*-0.124186	*-10.38767	*-4.367539
$c_1$	0.000196	*-0.227371	*0.132693	*-0.005354	0.041161	*-0.584774
$c_2$	-0.000236	*0.055554	*0.157415	*-0.004747	*0.122524	*-0.323677
$c_3$	-0.000115	-0.001213	0.038092	*-0.003906	*0.134534	*-0.205710
$c_4$	-0.000347	-0.016717	0.003752	*-0.003148	*0.131522	*-0.134677
$c_5$	0.000112	*-0.084550	0.009918	*-0.001588	*0.046071	*-0.059706
$d_1$	-0.000100	*0.044363	*-0.073736	*0.002964	*-0.489967	*-0.552710
$d_2$	*0.000720	*-0.066082	-0.004770	*0.003331	*-0.429010	*-0.470845
$d_3$	-0.000563	*-0.058673	0.026123	*0.002742	*-0.356136	*-0.355339
$d_4$	-0.000739	*0.039242	0.004687	*0.001960	*-0.178208	*-0.257997
$d_5$	-0.000215	*-0.047738	0.034337	*0.000851	*-0.081804	*-0.119251
$R^2$	0.011076	0.099225	0.113663	0.426716	0.603530	0.502755

### 3.1 קשרי הגומלין בין ה-VIX הישראלי לבין שערי המניות וה-VIX בארה"ב

ציור 2 מציג את התנהגות מדד הפחד הישראלי בהשוואה למדד הפחד האמריקאי. עיון בציור 2 מעיד על קיומו של מתאם גבוה בין שני מדדי הפחד. כמו כן, נראה שבתקופות של חשש ממשבר כלכלי, 2002-2003 ו-2007-2008, מדד הפחד האמריקאי גבוה מזה של מדד הפחד הישראלי.

בתקופות של צמיחה כלכלית, התמונה הפוכה. מדד הפחד האמריקאי נמוך מזה של ה- *VIXTA* הישראלי. זה בא לידי ביטוי גם בסטיית תקן גבוהה של ה- *VIX* האמריקאי (6.59) בהשוואה לזו של ה- *VIXTA* הישראלי (5.86).

ציור 3: מדד הפחד הישראלי מול מדד הפחד בארה"ב



על רקע הממצאים הללו, אנו בוחנים באיזו מידה מדד הפחד בישראל מושפע ממדד הפחד ומשינויים בשערי המניות בארה"ב. לוח 3 מציג את הממצאים. בהתחשב בבעייתיות של סופי שבוע בארה"ב ובישראל, בימי שישי אין מסחר בישראל ובימי ראשון אין מסחר בישראל, אמדנו את המודלים על בסיס הימים שני עד חמישי בלבד.<sup>5</sup>

התוצאה העיקרית היא שהשינויים ב- *VIXTA* מושפעים מהשינויים ב- *VIX* האמריקאי ומשערי המניות בארה"ב, במיוחד בשני ימי המסחר האחרונים בארה"ב. לעומת זאת, כשבחנו את ההשפעה של גודל השינוי של המדדים השונים (שיעור השינוי של שיעורי התשואה <sup>2nd</sup> – difference), מצאנו השפעה חזקה מאוד של שערי המניות וה- *VIX* בארה"ב על ה- *VIXTA*. מצאנו גם השפעה מובהקת גם בכיוון ההפוך. הרציונל הכלכלי לממצאים הללו קשור, בין השאר, לכך

<sup>5</sup> התוצאות על בסיס הנתונים של כל ימות השבוע נמצאו פחות מובהקות.

ששינויים גדולים ובלתי צפויים גורמים למתאם גבוה יותר בין ההתרחשויות בשוקי ההון השונים.<sup>6</sup>

### לוח 3: קשרי הגומלין בין ה- VIXTA הישראלי לבין שערי המניות ה- VIX בארה"ב

קשרי הגומלין בין המשתנים השונים נמדדים באמצעות מודל VEC :

$$Y_t = a_0 + \sum_{j=1}^T b_j S_{t-j} + \sum_{j=1}^T c_j VIXTA_{t-j} + \sum_{j=1}^T d_j VIX_{t-j} + \sum_{j=1}^k h_j \text{coint}_{r,t} + \eta_t$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \sum_{j=1}^T b_j \Delta S_{t-j} + \sum_{j=1}^T c_j \Delta VIXTA_{t-j} + \sum_{j=1}^T d_j \Delta VIX_{t-j} + \sum_{j=1}^k h_j \text{coint}_{r,t} + \eta_t$$

כאשר  $\text{coint}_t$  הוא גורם קו-אינטגרציה הדרוש למקרה שקומבינציה לינארית בין הסדרות העתיות במדגם איננה סטציונרית,  $Y$  מייצג את המשתנה התלוי  $VIXTA$ ;  $S$  מייצג את מדד המניות של ה- **SP500**, ו-  $VIX$  מייצג את מדד הפחד בארה"ב.  $VIXTA$  מחושב על ידי חברת אי-אונליין קפיטל ישראל באותה דרך שה- CBOE מחשבים. שיעורי התשואה מייצגים את שיעור השינוי של שערי המניות (1<sup>st</sup> difference). שיעור השינוי של שיעורי התשואה, מסומן כ-  $\Delta$ , מייצגים גודל השינוי בשיעור התשואה (2<sup>nd</sup> difference). " " מציינ שהמקדם מובהק (p-value < 10%).

מקדם	משתנה תלוי – שיעורי התשואה	משתנה תלוי – שיעור השינוי של שיעורי תשואה
	VIXTA	$\Delta VIXTA$
a <sub>0</sub>	-0.035166	0.007177
b <sub>1</sub>	*-0.191407	*-0.270669
b <sub>2</sub>	0.035226	*-0.147965
b <sub>3</sub>	-0.008271	-0.073955
b <sub>4</sub>	*-0.134742	*-0.112590
b <sub>5</sub>	*-0.065772	*-0.064302
c <sub>1</sub>	*0.153450	*-0.894674
c <sub>2</sub>	*-0.081259	*-0.775848
c <sub>3</sub>	*0.103927	*-0.474281
c <sub>4</sub>	0.029327	*-0.270890
c <sub>5</sub>	-0.063905	*-0.176451
d <sub>1</sub>	0.396367	*-33.41706
d <sub>2</sub>	*-10.41063	*-34.96142
d <sub>3</sub>	*13.66158	*-12.16481
d <sub>4</sub>	-0.494362	-5.408900
d <sub>5</sub>	*-9.425107	*-8.961422
R <sup>2</sup>	0.116545	0.570438

<sup>6</sup> ראה לדוגמה, Simon, D. & Wiggins, R. 2001 ו- Cipollini ו- Manzini (2007)

- Aboura, S. 2003. International Transmission of Volatility. A study on the volatility indexes VX1, VDAX and VIX, Available at SSRN: <  
<http://ssrn.com/abstract=514282>>.
- Amin, A. S. & Imam, M. O. 2008, forthcoming. Transmission of Stock Return and Volatility Across G-7 Countries. International Journal of Business Research.
- Banerjee, P., Doran, J., & Peterson, D. 2007. Implied volatility and future portfolio returns. Journal of Banking and Finance, 31(10): 3183-3199.
- Becker, C., White. 2007. Does implied volatility provide any information beyond that captured in model-based volatility forecasts? Journal of Banking & Finance 31(8): 2535-2549.
- Brown, G. W. & Cliff, M. T. 2004. Investor sentiment and the near-term stock market. Journal of Empirical Finance, 11(1): 1-27.
- CBOE. 2003. THE NEW CBOE VOLATILITY INDEX ® - VIX®.
- Cipollini, A. P. & Manzini, A. 2007. Can the VIX Signal Market's Direction? An Asymmetric Dynamic Strategy: SSRN.
- Donaldson, R. & Kamstra, M. 2005. VOLATILITY FORECASTS, TRADING VOLUME, AND THE ARCH VERSUS OPTION-IMPLIED VOLATILITY TRADE-OFF. The Journal of Financial Research, 28(4): 519-538.
- Drechsler, I. & Yaron, A. 2008. What's Vol Got to Do With It.
- Eraker, B. 2007. The Volatility Premium.
- Fama, E. F. & French, K. R. 1993. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. Journal of Financial Economics, 33(1): 3-56.
- Giot, P. 2005. On the relationships between implied volatility indices and stock index returns. Journal of Portfolio Management, 31(3): 92-100.
- Liuren, C. P. a. W. 2005. A Tale of Two Indices.
- Login, A., Areas, S., & Use, D. 2006. The VIX and VXN volatility measures: Fear gauges or forecasts? Derivatives Use, Trading & Regulation, 12: 14-27.
- Poon, S. & Granger, C. 2003. Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review. Journal of Economic Literature, 41(2): 478-539.
- Simon, D. & Wiggins, R. 2001. S & P futures returns and contrary sentiment indicators. Journal of Futures Markets, 21(5): 447-462.
- Whaley, R. E. 2000. The Investor Fear Gauge. Journal of Portfolio Management, 12.

### נספח א' - מדד ה- VIXTA

להלן נוסחא כללית לחישוב מדד ה-VIX :

$$\sigma^2 = \frac{2}{T} \sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left[ \frac{F}{K_0} - 1 \right]^2$$

כאשר

משתנה	הסבר
$\sigma$	$VIX = \sigma \times 100$
T	חישוב הזמן לפקיעה
F	מדד המופק ממחירי האופציות
$K_i$	האופציה הראשונה מחוץ לכסף. $K_i > F$ ל-CALL ו- $K_i < F$ ל-PUT. המשתנה $K_i$ מהווה את מחיר המימוש הנקוב. לדוגמא, מדד מעו"ף 1001, אופציה call1010, $K_i = 1010$
$\Delta K_i$	$\Delta K_i = \frac{K_{i+1} - K_{i-1}}{2}$ חצי המרחק בין האופציות. לאופציה הנמוכה ביותר ולאופציה הגבוהה ביותר (שלהם לא ניתן לחשב הפרש לפי נוסחא זו) ההפרש זהה להפרש בין האופציה הגבוהה לזו שאחריה.
$K_0$	האופציה הראשונה (מחיר המחיר הנקוב) מתחת למדד המופק F
R	ריבית עד למימוש האופציה מתוקנת לפי התקופה
E	קבוע מתמטי שערכו 2.718
$Q(K_i)$	ממוצע קניה-מכירה עבור כל אופציה.

- חישוב המדד מתבצע באמצעות האופציות של החודש הזה והאופציות של החודש הבא.
- כאשר נותרים מספר ימים קטן לפקיעה חישוב המדד מתבצע באמצעות האופציות של החודש השני (הבא) והאופציות של החודש השלישי במספר (הבא אחריו).

#### כיצד מחשבים את F ?

- יש להציג את האופציות של התקופה הקרובה והתקופה הבאה אחריה
  - יש לחשב את ההפרש של השערים בין ה-PUT לבין ה-CALL.
  - נמצא את ה-PUT וה-CALL אשר ביניהם ההפרש הקטן ביותר ובאמצעותם נחשב את F
  - יש לחשב את  $F_1$  לתקופה הקרובה ואת לתקופה אחריה  $F_2$ .
  - מחיר מימוש נקוב = strike price
- להלן הנוסחא:

$$F = \text{Strike\_Price} + e^{RT} \times (\text{Call\_Price} - \text{Put\_Price})$$