

על תיקי השקעה יעילים בבורסה בתל אביב

שלמה יצחקי והיים שליט*

מבוא ועיקר הממצאים¹

אחת השיטות המקובלות לניתוח השקעות בתנאי איודאות היא שיטת "תוחלת שונות", המשמשת עבודות רבות, בתחומים שונים של המשק הישראלי². עקרונה של השיטה הוא באפיון תיקי השקעה לפי שני פרמטרים: תוחלת התשואה, המייצגת את מטרת המשקיע, והשונות, המייצגת את הסיכון הכרוך בהשקעה. בפרמטר השני נעוצה אחת המגבלות של שיטה זו: במצבים מסוימים השונות אינה מייצגת את הסיכון אל נכון, ואז עלולות להתקבל תוצאות מוטעות.

בעבודה זו אנו מציגים שיטה אלטרנטיבית לשיטת תוחלת שונות, דומה לה במהותה – שיטת "תוחלת גיני". במקום השונות משמש בה מדד גיני (מדד מקובל בתחום מדידת אי-השוויון בחלוקת הכנסות). מדד זה מייצג את הסיכון ביתר נאמנות, ולכן הפתרונות שמציעה שיטת תוחלת גיני עומדים בפני חלק מהביקורת, המוטחת בשיטת תוחלת שונות. בשיטת תוחלת גיני ניתחנו את שוק המניות בתל אביב בתקופה שבין 1976 ל-1980, וכן ערכנו השוואה עם ניתוח בשיטת תוחלת שונות, ואלה מסקנותינו:

א. התיקים היעילים הנבחרים בשיטת תוחלת גיני דומים מאוד, אך אינם זהים, לאלה הנבחרים בשיטת תוחלת שונות.

ב. מאחר שעליית המחירים השפיעה במדה דומה על מרבית הענפים בבורסה, התיקים הנבנים על סמך תשואות נומינליות דומים לאלה הנבנים על סמך תשואות ריאליות.

ג. איגרות החוב הצמודות לא היוו תחליף למניות הבנקים המסחריים. אמנם הסיכון הכרוך במניות גבוה יותר מזה של איגרות החוב, אך גם תשואותיהן גבוהות יותר, ולכן הן הרכיבו, ביחסים שונים, את מרבית התיקים היעילים.

תקפותן של מסקנותינו לגבי העתיד מוגבלת: היא תלויה במדה שבה מייצגים נתוני העבר, שהשתמשנו בהם, את העתיד. זאת ועוד: אם מיתוספת אינפורמציה חדשה, או קיימת אינפורמציה שאינה מתבטאת בנתוני התשואות – עלולות להתקבל מסקנות מוטעות. מגבלה זו חלה על כל ניסיון להקיש על העתיד מנתוני העבר.

בסעיף הראשון של העבודה מוצגת בעיית המשקיע בשוק המניות בעזרת נוסחאות, ומתוארת שיטת תוחלת שונות. בסעיף השני אנו מציגים את שיטת תוחלת גיני, ודנים בתכונותיה. בסעיף השלישי מתוארים הנתונים, וברביעי – תוצאות הניתוח.

* המחברים הם מרצים במחלקה לכלכלה וקלאית ומנהל של האוניברסיטה העברית. עבודה זו מופנה כמענק מחקר מטעם המועצה הלאומית למחקר ופיתוח של ממשלת ישראל. אנו מודים למעצה על המימון, ולשלמה נמרודי ועמוס גולן – על עזרתם בעיבוד הנתונים.

¹ עבודה זו נכתבה בספטמבר 1982. מאז חלו בשוק המניות שינויים רבים, ובכללם התמוססות מניות הבנקים המסחריים באוקטובר 1983. מאחר שמטרתנו העיקרית היא מתודולוגית – להדגים שיטה חדשה לבחירת תיק השקעות – לא שינינו את העבודה בעקבות אירועים אלו.

² ראה, למשל, לוי וסרנט (1974) על הבורסה בתל אביב, בן בסט (1979) על השקעות המדינה במסכע חרף, ענבר ופלג (1977) על השקעות בחקלאות.

1. שיטות מקובלות למציאת תיקי השקעה יעילים

בעייתו של המשקיע בשוק המניות היא, כיצד להקצות את רכושו בין הנכסים השונים, כך שרווחתו הכלכלית (תוחלת התועלת שלו) תהיה מירבית. בעיה זו ניתנת להצגה פורמלית בעזרת כמה הנחות בסיסיות. מדובר במשקיע בעל הון התחלתי נתון, K_0 , המתכנן לתקופה אחת, ולפניו J ($j = 1, \dots, J$) נכסים, שבהם הוא יכול להשקיע הון זה. לשם הפשטות אנו מניחים, שהמשקיע אינו יכול להגדיל את ההון המושקע באמצעות הלוואות. פונקציית התועלת של המשקיע, U , המוגדרת על הונו בסוף התקופה, מאופיינת בתועלת שולית חיובית ופוחתת.

הבעיה הבסיסית של המשקיע היא:

$$\max E\{U(y)\}$$

$$\alpha_1, \dots, \alpha_J$$

בכפיפות למגבלות³

$$(1) \quad y = K_0 \sum_{j=1}^J \alpha_j x_j,$$

$$\sum_{j=1}^J \alpha_j = 1,$$

כאשר

y = הונו בסוף התקופה;

α_j = השיעור מהונו שהושקע בנכס ה- j ;

x_j = שיעור התשואה במשך התקופה (אחד ועוד שיעור השינוי בערך הנכס); אנו מניחים, כי x_j הוא משתנה מקרי, שפונקציית ההתפלגות שלו קבועה וירדועה, בעל תוחלת μ_j ושונות σ_j^2 .

ההנחות שלנו לגבי פונקציית התועלת U אינן מספיקות לפתרון בעיה (1). יתר על כן, ניתן לבנות שתי פונקציות — שתיהן בעלות תועלת שולית חיובית ופוחתת — שלפיהן יתקבלו דירוגים מנוגדים: לפי האחת תיק א' עדיף על תיק ב', ולפי השנייה — להפך! מאחר שאין אנו מסוגלים לדרג את כל התיקים האפשריים, קל וחומר שלא נוכל לפתור את בעיה (1)⁴.

כיוון שאין אנו יכולים לפתור את בעיה (1), נשאף רק לצמצום מספר התיקים הנאים בחשבון כפתרונות — דהיינו להוצאת התיקים שאינם מתאימים לצורך זה מכלל ריון. כך תתקבל "הקבוצה היעילה" (עקום היעילות) — קבוצת התיקים המועמרים לשמש פתרונות ל-(1), תיקים שלא ניתן להכריע ביניהם ללא הנחות נוספות.

הגישה הישירה והנכונה לקביעת הקבוצה היעילה היא stochastic dominance (להלן S.D.), אך יש לה כמה מגבלות⁵: היא מסובכת מבחינה חישובית, אינה מצמצמת את "הקבוצה היעילה" במדה מספקת, ומתאימה רק לפתרון בעיות פשוטות יחסית. בשל מגבלות אלו, אין שיטת ה-S.D. מתאימה, כמות שהיא, לקביעת ההרכב של תיקי השקעה יעילים. בלית ברירה נוקטים שיטות אלטרנטיביות, שהפתרונות המתקבלים באמצעותן נכונים רק בתנאים מסוימים. המקובלת ביותר בין שיטות אלו היא שיטת תוחלת שונות⁶. על פי שיטה זו, תיק השקעה יעיל — תוחלת התשואה שלו היא מירבית, לשונות תשואה נתונה. גישה זו מסתמכת על המשפט הבא:

³ בדרך כלל קיימת מגבלה נוספת: $\alpha_j \geq 0$; נתעלם ממנה, כי אין בה כדי לשנות את העקרונות, אלא רק את טכניקת החישוב.
⁴ את כל המשפטים שנציג ניתן להנאים למגבלה זו.
⁵ לדריחת הדין בבעיה זו ראה Atkinson (1970).
⁶ את סקירת התחום ראה אצל Levy & Kroll (1980).
⁷ ריון בגישה זו ושימוש בה לניתוח מניית בטרסה בתל אביב ראה אצל לוי וסרנת (1974).

משפט 1': אם התפלגות הנכסים היא נורמלית ו/או פונקציית התועלת היא ריבועית, אזי תנאי הכרחי ומספיק למועמדותו של תיק l כפתרון לבעיה 1 הוא העדר תיק אחר, k , שתוחלת התשואה שלו גבוהה יותר, ושונות התשואה שלו נמוכה יותר מאשר של תיק l : $\mu_k \geq \mu_l$ ו- $\sigma_k^2 \leq \sigma_l^2$ (כאשר מתקיים לפחות אי שוויון חזק אחד).

על פי המשפט, אם ההתפלגות של הנכסים היא נורמלית ו/או פונקציית התועלת היא פונקציה ריבועית — שיטת תוחלת שונות מאפשרת למצוא את קבוצת התיקים היעילים, שהיתה מתקבלת על פי גישת S.D. לשם כך קובעים רמה מסוימת של תוחלת תשואה נדרשת, μ_0 , ופותרים את הבעיה הבאה:

$$\min \sigma^2(\alpha_1, \dots, \alpha_J)$$

$$\alpha_1, \dots, \alpha_J,$$

בכפיות למגבלות

$$(2) \quad \mu_0 = \sum_{j=1}^J \alpha_j \mu_j,$$

$$\sum_{j=1}^J \alpha_j = 1,$$

כאשר $\sigma^2(\alpha_1, \dots, \alpha_J)$ היא שונות התשואה של התיק.

באמצעות שינויים בפרמטר μ_0 וחזרות על הפתרון, נקבל את הקבוצה היעילה כולה. מאחר שהשונות היא פונקציה ריבועית, ניתן לפתור את בעיה (2) בעזרת תכנון ריבועי במחשב. החישוב בשיטה זו פשוט, ולכן היא משמשת תחליף נוח לפתרון שהיה מתקבל על פי גישת S.D. אם התנאים המגבילים אינם מתקיימים, לא נותר לנו אלא לקוות, שהפרת התנאים אינה משפיעה השפעה משמעותית על הפתרון.

הפרת התנאים של משפט 1 עלולה להביא לבחירה מוטעית, ונמחיש זאת בדוגמה קיצונית: נניח, שלפני המשקיע עומדים שני תיקי השקעה — שיעורי התשואה של האחד נעים בין אחוז אחד לשניים, ואילו השני מניב בין עשרה לעשרים אחוזים. הבוחן את התיקים בשיטת תוחלת שונות ימצא, כי שניהם יעילים. הוא עלול אפוא להעדיף את הראשון, שתשואתו נמוכה יותר, משום שבשני השונות גבוהה יותר — אף על פי שהשונות אינה מייצגת את הסיכון. מובן מאליו, שהתיק השני עדיף, כי בכל מצב תהיה תשואתו גבוהה יותר. זוהי, כאמור, דוגמה קיצונית, ואולי לא מציאותית. עם זאת עלולים חוקרים המשתמשים במחשב, ואינם יודעים את התפלגות התשואות, להיכשל בטעויות דומות. ראוי אפוא למצוא שיטה, הדומה במהותה לשיטת תוחלת שונות, אך משוחררת מהליקוי הכרוך בשונות. בחרנו בשיטת תוחלת ג'יני, שבה משמש במקום מדר השונות מדר פיזור אחר.

2. שיטת תוחלת ג'יני

מדר ג'יני הוא מדרד פיזור המשמש, בגרסאות שונות, בתחומים שונים, כגון חלוקת הכנסות, פיזור גיאוגרפי של אוכלוסייה ועוד⁷. בהקשר של השקעות מדר ג'יני הוא ההבדל הממוצע בין שיעורי התשואה שהניבו שתי השקעות בנות שקל אחד, שנבחרו באופן אקראי מתוך תיק השקעות. מדר ג'יני רומה מאוד למרד השונות; לכן, בהנחה של התפלגות נורמלית, יהיה דירוג ההשקעות על פי מדר זה זהה לדירוג על פי השונות: $\Gamma = \sigma \sqrt{\pi}$. הואיל ושיטת תוחלת ג'יני דומה בעקרונותיה לשיטת תוחלת שונות, ניתן לבסס אותה על משפט המקביל למשפט 1 — משפט 2.

⁷ להזכחת המשפט ראה Rothschild & Stiglitz (1970).

• במקרה של פיזור אוכלוסייה מציין מדר זה את תוחלת המרוץ שבין שתי תצפיות מקריות מתוך האוכלוסייה.

משפט 2: תנאי הכרחי למועמדותו של תיק / כפתרון לבעיה 1 הוא העדר תיק אחר, k , המקיים $\mu_k \geq \mu_l$, וכן $\Gamma_k \leq \Gamma_l$ (כאשר מתקיים לפחות אי־שוויון חוק אחר).

משפט 2 מקביל למשפט 1, כי אם נגביל את עצמנו להתפלגויות נורמליות, יהיה ניתן לנסח גם אותו כתנאי מספיק והכרחי. יתרונו של הג'יני על פני השונות מבוסס על משפט 3, שאינו מוגבל מבחינת ההתפלגויות:

משפט 3: תנאי הכרחי למועמדותו של תיק / כפתרון לבעיה 1 הוא העדר תיק אחר, k , כך ש $\mu_k \geq \mu_l$ וכן $\mu_k - \Gamma_k \geq \mu_l - \Gamma_l$.

מאחר שמשפט 3 מתקיים לכל התפלגות, אין אנו חייבים להגביל את עצמנו להתפלגויות נורמליות, וכאן, כאמור, אחד מיתרונותיה של שיטת תוחלת ג'יני על שיטת תוחלת שונות. לפי משפט 3, תיק השקעות אינו פתרון אפשרי לבעיה (1), גם אם יש תיק אחר ששיעור התשואה שלו ופיוזרו גבוהים יותר — בתנאי שהפער בשיעורי התשואה גבוה מהפער במדרד הפיוור. לפיכך המשתמש במדרד ג'יני — מוכטח לו שלא ייכשל בטעות שתוארה בסעיף הקודם.

כיוון שמשפט 3 מציג תנאי הכרחי לפתרונות אפשריים של בעיה (1), אזי קבוצת התיקים היעילים הנגזרת ממנו היא תת־קבוצה של הקבוצה היעילה על פי גישת S.D.; אך מאחר שגישת S.D. אינה מאפשרת להרכיב תיקים יעילים — ובניסיונות שנעשו על נכסים בודדים נמצא, שהקבוצה היעילה היא ממילא גדולה מאוד — יש לשיטת תוחלת ג'יני יתרון ברור גם על גישת S.D.

אשר לפתרון המעשי — בדומה לפתרון בשיטת תוחלת שונות, עלינו לפתור את הבעיה הבאה:

$$\text{Min } \Gamma(\alpha_1, \dots, \alpha_J)$$

$$\alpha_1, \dots, \alpha_J,$$

בכפיפות למגבלות

$$(3) \quad \sum_{j=1}^J \alpha_j \mu_j = \mu_0,$$

$$\sum_{j=1}^J \alpha_j = 1.$$

על ידי שינויים ב μ_0 , מקבלים את הקבוצה היעילה על פי משפט 2, ועל ידי הפעלת משפט 3 מקבלים קבוצה יעילה שהיא תת־קבוצה של כל הפתרונות האפשריים לבעיה (1). פונקציית המטרה בבעיה (3) היא קווית למקוטעין, ועל כן האלגוריתם לפתרון הבעיה הוא גרסה מותאמת של שיטת הסימפלקס, המשמשת בתכנון קווי¹⁰.

3. הנתונים

בדקנו 12 ענפים, שנתונים עליהם התפרסמו מטעם הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה במשך כל התקופה הנחקרת — מרצמבר 1976 עד רצמבר 1980. הנתונים הם מדרי שיעורי התשואה החורשיים הכוללים למניות ולאגרות חוב הרשומות בבורסה בתל אביב. שיעורים אלו משקפים את התמורה הכוללת הנקיה שמקבל המשקיע. הנתונים כוללים תיקונים בגין דיבידנד, ריבית ומניות הטבה, וכן מס שולי ממוצע בן 35 אחוזים על

¹⁰ הוכחת משפט 2 מבוססת על משפט 3. להוכחת משפט 3 ראה Yitzhaki (1982).

¹⁰ מדר ג'יני אינו המדרד היחיד המקיים את משפטים 2 ו 3; יש אינסוף מדרים כאלה, וכולם שייכים למשפחת הג'יני. (ראה Yitzhaki 1983). ההבדלים ביניהם מתבטאים כפרמטר אחר, המבטא את שנתא הסיכון של המשקיע. ריון תיאורטי כתכונותיה של משפחה זו ובניתוח שוק המניות באמצעותה ראה אצל Shalit & Yitzhaki (1984).

דיבידנד ר־25 אחווים על ריבית המשולמת על איגרות חוב¹¹. השתמשנו במדדי שיעורי התשואה של ענפים ולא של מניות בודדות — הן כדי לצמצם את מספר הנתונים והן כדי להימנע מהשפעה מופרזת של תצפיות קיצוניות, שכן רגישות לתצפיות קיצוניות מאפיינת את השונות, והיא אחת ממגרעותיה של גישת ממוצע השונות. השתמשנו גם בשיעורי התשואה הנומינליים וגם בשיעורי התשואה הריאליים, דהיינו אלה שתוקנו בגין האינפלציה החודשית¹².

4. ניתוח השקעות יעילות

את ניתוח תיקי ההשקעות חילקנו לשניים: תחילה התרכזנו במניה (בהשקעה) הבודדת, ואחר כך בדקנו צירופים של השקעות.

א. תכונות ההשקעה הבודדת

בהנחה שעל המשקיע להסתפק בהשקעה בענף אחד בלבד, באילו ענפים הוא יכול לכחור? ניתוח ההשקעה הבודדת מתעלם מהמיתאמים שבין ההשקעות השונות, וכל מטרתו להציג בפשטות את רכיבי התיקים, לשם הנוחות.

לוח 1 מציג את הבחירה העומדת בפני המשקיע — דהיינו את שיעורי התשואה החודשיים, הנומינליים והריאליים, שהיה ניתן להשיג בכל אחת מן ההשקעות. ככל שהתשואה הממוצעת גבוהה יותר, צפויות תנודות חזקות יותר (ועל כן הסיכון גבוה יותר). מניות המקרקעין והפיתוח הניבו את התשואות הגבוהות ביותר, אך שיעורי פיזורן — גם על פי מדרד השונות וגם על פי מדרד ג'יני — היו הגבוהים ביותר. לעומת זאת ההשקעות באיגרות החוב הצמודות הן הבטוחות ביותר, אולם הן מפצות את המשקיע רק על האינפלציה. כצפוי, התנודתיות של שיעורי התשואה הריאליים נפלה מזו של השיעורים הנומינליים, אולם להפתעתנו התברר, שההפרש קטן יחסית, ומכאן שתרומת האינפלציה לסיכון שבהשקעות אינה גדולה, יחסית לסיכון הקיים בהשקעות.

מאחר שאנו מודדים את הסיכון בעזרת מדרדים שונים, בעלי תחומי השתנות שונים, אין טעם בהשוואה מספרית (קרינלית) של התוצאות המתקבלות בשתי שיטות המדידה. נכון יותר יהיה להשוות את דירוגי המניות השונות.

בשלושת הטורים הראשונים של לוח 2 מוצגים דירוגי ההשקעות השונות על פי שיעור התשואה הממוצע, על פי מדרד השונות (סטיית התקן) ועל פי מדרד ג'יני. גם לוח זה מראה בכירור, שהשקעות שתשואותיהן גבוהות כרוכות בסיכון גבוה. הדירוגים לפי מדרד ג'יני ולפי סטיית התקן דומים, אך אינם זהים: בחמישה מתוך 12 המקרים הדירוג זהה, ורק במקרה אחד יש הפרש של יותר מדרגה אחת.

שני הטורים האחרונים בלוח 2 מדגימים בניית תתיקבוצה של השקעות שאינן נשלטות על ידי השקעות אחרות (לפי שיטת S.D.)¹³. על פי הגדרתנו, השקעה i אינה נשלטת על ידי השקעה אחרת, אם אין שום השקעה אחרת, j , המקיימת $\mu_j \geq \mu_i - \Gamma_i$, כאשר μ הוא שיעור התשואה הממוצע, ו־ Γ הוא מדרד ג'יני.

הטור הרביעי בלוח 2 מציג את $\mu - \Gamma$ לשיעור התשואה הנומינלי. נתונים אלו, יחד עם נתוני לוח 1 על שיעורי התשואה הממוצעים, מראים, שמניות הבנקים המסחריים (1) שולטות על השקעות (2), (3), (5), (6), (9), (10) ו־(12), ואילו ההשקעות במקרקעין ובפיתוח (7) שולטות על (11). מכאן, שבקבוצה היעילה נותרו מניות

¹¹ הסברים והגדרות ראה במסוף לירחון הסטטיסטי מס' 2, 1977.

¹² בחלק הראשון של התקופה מציינים שיעורי התשואה החודשיים הכוללים את תשואת המניות בין ה־23 של חודש אחד ל־23 של החודש הבא. כיוון שמדרד המחירים הוא המדרד הממוצע במשך החודש, מרכזו ותקופה מבחינתו הוא ה־15 לחודש. לא תיקנו את השיעורים שנתקבלו בגין ההבדלים שבין מרכזו תקופת מדרד המחירים לבין מרכזו תקופת שיעור התשואה של המניות או של איגרות החוב.

¹³ נשוב ונדגיש, שכאן בדונה ההשקעה הבודדת: רק בסעיף הבא נעסוק בתיקי השקעה, המכילים יותר ממניה אחת.

לוח 1

שיעורי תשואה חודשיים של השקעות בודדות, דצמבר 1976 עד דצמבר 1980
(אחוזים)

ריאליים			נומינליים			מניית
מדר ג'ני	סטיית תקן	ממוצע	מדר ג'ני	סטיית תקן	ממוצע	
4.13	7.9	1.88	4.6	9.1	7.2	(1) בנקים מסחריים
8.06	14.5	1.06	8.5	15.3	6.3	(2) בנקים למשכנתאות
7.87	15.0	0.90	8.2	15.7	6.1	(3) מוסדות מימון ענפיים
7.56	13.7	2.08	7.97	14.6	7.4	(4) חברות להשקעה
7.38	13.0	0.99	8.01	14.1	6.3	(5) תעשייה
8.87	15.7	1.17	9.4	16.8	6.4	(6) מסחר ושירותים
8.89	16.0	2.37	9.2	16.8	7.7	(7) מקרקעין, בינוי ופיתוח
						איגרות חוב
1.80	3.2	0.06	2.3	4.5	5.3	(8) צמודות למדר
2.13	4.0	-0.74	2.7	5.3	4.4	(9) נסחרות במטבע חוץ
2.90	5.7	-0.70	3.4	7.1	4.5	(10) צמודות למטבע חוץ
8.43	15.5	2.26	9.2	16.9	7.6	(11) בנות המרה
5.33	10.5	1.25	6.0	11.8	6.5	(12) שטרי הון

לוח 2

דירוגי ההשקעות הבודדות, דצמבר 1976 עד דצמבר 1980
(אחוזים)

לפי הסיכון — ממוצע פחות ג'ני		לפי שיעורי התשואה הנומינליים			מניית
ריאלי	נומינלי	מדר ג'ני	סטיית תקן	ממוצע	
-2.3	2.6	9	9	4	(1) בנקים מסחריים
-7.0	-2.2	4	5	8	(2) בנקים למשכנתאות
-7.0	-2.1	5	4	9	(3) מוסדות מימון ענפיים
-5.5	-0.5	7	6	3	(4) חברת להשקעה
-6.4	-1.7	6	7	7	(5) תעשייה
-7.7	-3.0	1	3	6	(6) מסחר ושירותים
-6.5	-1.3	2	2	1	(7) מקרקעין, בינוי ופיתוח
					איגרות חוב
-1.7	3.0	12	12	10	(8) צמודות למדר
-2.9	1.7	11	11	12	(9) נסחרות במטבע חוץ
-3.6	1.1	10	10	11	(10) צמודות למטבע חוץ
-6.2	-1.6	3	1	2	(11) בנות המרה
-4.1	0.5	8	8	5	(12) שטרי הון

הבנקים המסחריים (1), מניות חברות ההשקעה (4), מניות חברות המקרקעין (7) ואיגרות החוב הצמודות למדד (8).

כאשר בונים את הקבוצה היעילה לפי שיעורי התשואה הריאליים — (7) אינה שולטת על (11). לכן מצטרפות אל הקבוצה היעילה איגרות החוב הניתנות להמרה, וזה כל ההבדל. כהנחה שהמשקיע צריך לבחור בהשקעה אחת בלבד, ההשקעות המצדיקות את עצמן משיקולים של תשואה וסיכון מוגבלות אפוא ל-4-5 ענפים.

ב. תכונותיו של תיק השקעה יעיל

בהנחה שהמשקיע אינו מוגבל להשקעה אחת, אלא יכול לבחור בתיק השקעות, נשאלת השאלה, כיצד יקצה את כספו בין ההשקעות השונות. יתרונה של השקעה בתיק נכסים לעומת השקעה בנכס בודד נובע מן העובדה, שהמיתאם בין ההשקעות השונות קטן מאחת. המשקיע יכול אפוא להקטין את הסיכון הכרוך בהשקעה באמצעות פיצולה בין הנכסים השונים. כדי להראות את עוצמת ההבדל בין ההשקעה בנכס בודד להשקעה בתיק נכסים, אנו מציגים בלוח 3 את מקדמי המיתאם בין ההשקעות השונות¹⁴. מהלוח עולות המסקנות הבאות: (1) המיתאם בין כל המניות השונות הוא חיובי וגבוה. זאת אומרת, שכל המניות נוטות לעלות ולרדת יחד, ועל כן צירופי מניות מסוגים שונים אינם מקטינים את הסיכון כמדה רבה. (2) המיתאם בין איגרות החוב הצמודות למניות השונות הוא נמוך ו/או שלילי. לכן צפוי, שהתיקים היעילים יכילו מניות ואיגרות חוב צמודות. (3) המיתאם בין איגרות החוב הצמודות לאיגרות החוב הנסחרות במטבע חוץ הוא גבוה, כצפוי, ואילו המיתאם שבין איגרות החוב למניות נמוך מזה שבין המניות השונות. מכאן, שניתן לצפות להופעתן של איגרות החוב הנסחרות במטבע חוץ בתיקי הנכסים השונים. (4) לבסוף, כיוון שרוב המיתאמים שנמצאו הם גבוהים, ייתכן שעדיפותו של תיק נכסים על השקעה בודדת אינה תמיד רבה.

את תיקי הנכסים היעילים בנינו בשתי השיטות, תוחלת שונות ותוחלת ג'יני, לפי שני סוגי הנתונים — שיעורי תשואה נומינליים ושיעורי תשואה ריאליים. חיפשנו את ההקצאות המצמצמות את מדד הפיזור למינימום, כשיעור התשואה הממוצע נתון. על ידי שינוי ממוצע שיעורי התשואה קיבלנו את "עקום היעילות", כלומר את כל הצירופים של פיזור מינימלי לשיעורי תשואה נתונים. את "עקום היעילות" ניתן לנתח באותה דרך שבה ניתחנו את ההשקעה בנכס הבודד. לנוחיות ההשוואה דרשנו, ששיעורי התשואה הנתונים יהיו זהים בשתי השיטות, וששיעורי התשואה של התיקים יהיו שווים לאלה של הנכסים הבודדים. כמו כן אסרנו החזקה שלילית של נכסים.

חלקו העליון של לוח 4 מציג את התיקים היעילים לשיעורי תשואה נומינליים שונים, שהשיגו המניות הבודדות על פ שיטת תוחלת ג'יני. המעוניין בתשואה הגבוהה ביותר, 7.65 אחוזים בממוצע לחודש, היה חייב להשקיע את כל כספו בענף שהגיב את התשואה הגבוהה ביותר — מקרקעין ופיתוח (7); למעריף תשואות נמוכות יותר עם סיכון נמוך יותר התאימו הרכבים של מניות הבנקים המסחריים, מניות חברות המקרקעין ואיגרות חוב בנות המרה (11). משקיעים ששנאת הסיכון שלהם גבוהה יותר היו צריכים להסתפק בהרכבים שתשואתם נמוכה יותר — הרכבי מניות בנקים ואיגרות חוב — ומשקיעים ששנאת הסיכון שלהם מירבית היו חייבים להתרכז בעיקר באיגרות החוב הצמודות. הסיכון הכרוך בתיק נמוך כמדה ניכרת מהסיכון שבמניה הבודדת שהגיבה אותה תשואה. כך, למשל, תיק (4) משיג תשואה בת 7.4 אחוזים לחודש — תשואה זהה לזו של מניות חברות ההשקעה — אולם מדד ג'יני של תיק זה הוא 6.016, לעומת 7.97 למניה הבודדת. העבודה מאשרת אפוא את האינטואיציה האומרת, שאין לשים את כל הביצים בסל אחד.

עוד מראה לוח 4, שמניות הבנקים המסחריים נמצאות על עקום היעילות, כלומר: ניתן להרכיב מהן בכלבד תיק השקעה יעיל. (ראה תיק (1), ש'97 אחוזים ממנו הם מניות בנקאיות.) יש להניח, שזוהי תוצאה מפעולת הוויסות של הבנקים. לעומת יעילותן של מניות הבנקים, מפתיעה אי יעילותן של איגרות החוב הצמודות

¹⁴ מוצגים המיתאמים בין שיעורי התשואה הריאליים. בחינת המיתאמים בין השיעורים הנומינליים אינה משנה את התמונה.

לוח 3

מקדמי מיתאם בין שיעורי תשואה חודשיים ריאליים של מדדי ניירות ערך, דצמבר 1976 עד דצמבר 1980
(אחוזים)

איגרות חוב				מניות							
(11)	(10)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
										מניות	
										100.0	(1) בנקים מסחריים
									100.0	69.6	(2) בנקים למשכנתאות
								100.0	80.0	63.3	(3) מוסדת מימון ענפיים
							100.0	78.1	80.1	63.5	(4) חברות להשקעה
						100.0	79.6	71.4	77.9	54.0	(5) תעשייה
					100.0	87.0	79.7	72.0	73.9	48.8	(6) מסחר ושירותים
				100.0	65.8	77.9	76.2	63.2	68.1	62.9	(7) מקרקעין, בינוי ופיתוח
											איגרות חוב
			100.0	-0.5	-0.1	8.3	-16.6	-22.5	-13.5	4.5	(8) צמודות למרד
		100.0	30.9	10.6	20.4	22.4	18.8	7.9	14.7	35.6	(9) נסחרות במטבע חוץ
	100.0	70.3	42.3	13.7	20.3	26.3	15.3	-2.9	18.0	37.2	(10) צמודות למטבע חוץ
100.0	12.5	15.6	-8.3	72.9	84.2	86.3	89.3	80.4	84.2	65.1	(11) בנות המרה
72.4	25.6	27.8	-9.1	62.8	56.2	64.9	70.7	73.6	68.9	89.5	(12) שטרי הון

לוח 4

תיקי השקעה יעילים¹, ערכים נומינליים, דצמבר 1976 עד דצמבר 1980 (אחוזים)

הרכב השוק ²	5.252 (8)	6.119 (3)	6.252 (2)	6.310 (6)	6.435 (5)	6.546 (12)	7.188 (1)	7.394 (4)	7.621 (11)	7.654 ² (7)	תשואה חודשית
על פי שיטת תוחלת גיני מניות											
(1) בנקים מסחריים	0.11	41.02	47.99	51.06	57.61	63.65	96.63	53.75	4.44		
(3) מוסדת מימון ענפיים	4.9	5.01									
(4) חברות להשקעה	5.9	3.44	3.60	3.32	3.26	3.19	2.89	2.94			
(7) מניות מקרקעין, בינוי ופיתוח	1.6							34.16	57.74	100.00	
איגרות חוב											
(8) צמורות למדד	47.1	76.80	55.38	48.69	45.68	39.20	33.46	0.43			
(9) נסחרות במטבע חוץ	3.0	14.64									
(11) בנות המרה	0.3							12.09	37.81		
סך הכול	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
מדד גיני	2.987	2.116	2.739	2.915	3.000	3.192	3.375	4.564	6.021	8.530	9.230
מדד גיני בתיק תוחלת שונות		2.128	2.745	2.928	3.013	3.203	3.385	4.574	6.028	8.532	9.230
על פי שיטת תוחלת שונות מניות											
(1) בנקים מסחריים	30.6		36.87	44.04	47.18	53.90	59.83	94.33	54.73	4.30	
(3) מוסדות מימון ענפיים	4.9	7.60									
(4) חברת להשקעה	5.9		4.94	4.52	4.33	3.93	3.58	1.53			
(7) מקרקעין, בינוי ופיתוח	1.6	1.36	1.97	2.12	2.19	2.33	2.46	3.21	30.30	55.89	100.00
איגרות חוב											
(8) צמורות למדד	47.1	78.92	56.22	49.32	46.31	39.84	34.13	0.94			
(9) נסחרות במטבע חוץ	3.0	12.11									
(11) בנות המרה	0.3							14.97	39.82		
סך הכול		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
סטיית תקן	5.630	3.980	5.227	5.617	5.800	6.221	6.592	9.056	11.111	15.119	16.831
סטיית תקן בתיק תוחלת גיני		3.997	5.251	5.630	5.811	6.222	6.605	9.056	11.205	15.321	16.831

¹ נכסים שלא נכללו באף תיק יעיל (5 נכסים, שהם 7 אחוזים מערך השוק) הושמטו מהלוח.

² המספרים בשורה זו מסמנים את הנכסים שאת תשואותיהם השיגו התיקים היעילים.

³ הרכב השוק חושב במרכז התקופה.

למדר: התיק שהיה משיג תשואה זהה לשלהן (תיק 8) מכיל רק 77 אחוזים איגרות כאלה. מכאן, שבנק ישראל מווסת את תגורותיהן של איגרות החוב פחות ממווסתים הבנקים את מנייתיהם. המניות של הבנקים למשכנתאות, של התעשייה ושל המסחר והשירותים וכן שטרי ההון לא נכללו אפילו בתיק יעיל אחד. נכסים אלו היו במרכז התקופה רק 7 אחוזים מערך הנכסים בשוק. יש להניח, שחלק מתוצאות אלו נעוץ באורך התקופה הנחקרת (4 שנים בלבד), ועל כן אין להסיק מהן מסקנות מוחלטות בדבר אי יעילותם של נכסים. (כך, למשל, יש להניח, שלו כללנו בנתונים את שנת 1982, היו משתנות המסקנות לגבי יעילותן של השקעות בחברות התעשייה.)

איגרות החוב הצמודות למטבע חוץ ואיגרות החוב הנסחרות במטבע חוץ לא נכללו בתיקים היעילים: צירוף נכסים מתאים מאפשר להשיג תשואה גבוהה יותר משלהן, בסיכון נמוך יותר. השורה האחרונה בחלקו העליון של לוח 4 מציגה את מדרי ג'יני, שהתקבלו לתיקים שנבנו על פי שיטת ממוצע שונות והשיגו אותה תשואה. השוואת מדדים אלו למדרי ג'יני שהשיגו תיקים שנבנו על פי שיטת תוחלת ג'יני נותנת מושג מה על ההבדל בין שתי השיטות. בתחום שיעורי התשואה הקרובים לזה של מניות הבנקים המסחריים (1) ההבדל בין שני מדרי ג'יני זניח (4.574 לעומת 4.564, כלומר הבדל של 0.2 אחוזים), והוא הולך וגדל ככל שמתרחקים מתחום זה: כך, למשל, לגבי התיק שתשואתו היא כתשואת איגרות החוב הצמודות (8), רואים, שההבדל מגיע למחצית האחוז. בסך הכול ההבדלים אינם גדולים, אך כדאי להזכיר, שאנו עוסקים במדדים של קבוצות מניות; הואיל והשונות רגישה לתוצאות קיצוניות, יש להניח, שאילו השתמשנו בנתונים על המניות הבודדות, היינו מקבלים הבדלים גדולים יותר בין מדרי ג'יני לפי שתי השיטות. הטור השמאלי ביותר מציג את הרכב השוק. כצפוי, הרכב זה אינו נכלל אפילו בתיק יעיל אחד, אך מעניין שהוא קרוב אל עקום היעילות. משום כך אין בממצאנו כדי ללמד, כי ההשקעה בהרכב השוק אינה יעילה. התנאים הכרחיים לקבלת קבוצה יעילה על פי גישת S.D. — תנאים שהוצגו בסעיף הקודם, במסגרת הדיון בהשקעה הבודדת — ניתן להחילם גם כאן, כדי לצמצם את קבוצת התיקים היעילים. כצפוי, אין תיק יעיל השולט על פי שיטת S.D. על התיקים האחרים. המעוניין בתשואה גבוהה ומוכן ליתר סיכון ישקיע יותר במניות המסוכנות. אולם ההשקעה בתיק (3), ששיעור תשואתה ממוצע — 6.1 אחוזים לחודש — שולטת על ההשקעה בתיק (8), ועל כן ניתן להוציא את תיק (8) מהקבוצה היעילה:

$$(\mu_3 - \mu_8 = 0.78 ; \mu_3 - \Gamma_3 - (\mu_8 - \Gamma_8) = 0.24)$$

חלקו התחתון של לוח 4 מציג את התיקים היעילים לשיעורי תשואה שונים שמשוגות המניות הבודדות, על פי שיטת תוחלת שונות. המעוניין בתשואה הגבוהה ביותר, 7.65 אחוזים בממוצע לחודש, חייב, כמובן, להשקיע את כספו במניות חברות המקרקעין הכרוכות בסיכון הגבוה ביותר. גם ההרכבים של מניות נכסים מסחריים, חברות מקרקעין ואיגרות חוב ננות המרה מבטיחים תשואה גבוהה וסיכון גבוה, ואילו ההרכבים של מניות נכסים מסחריים, חברות להשקעה, מקרקעין ופיתוח ואיגרות חוב צמודות מדר — תשואתם נמוכה יותר, אך גם הסיכון הכרוך בהם נמוך. השקעה בתיק מקטינה את הסיכון, לעומת המניה הבודדת: כך, למשל, תיק (4), שתשואתו החודשית הממוצעת 7.4 אחוזים — סטיית התקן שלו כ־11.1 אחוזים לחודש; ההשקעה במניה בודדת שהשיגה אותה תשואה, מניית חברות להשקעה, מדר הסיכון שלה כ־14.6 אחוזים (ראה לוח 1), כלומר: התיק היעיל הגיע למדר סיכון שהוא 75 אחוזים מהמדר של המניה הבודדת.

שאר המסקנות מחלקו התחתון של לוח 4 זהות בעיקרן למסקנות העולות מן החלק העליון. ההבדלים בסטיית התקן ובג'יני שהושגו בשתי השיטות קטנים; לא כן ההבדלים בהרכבי התיקים: אלה נעים בין שניים לשלושה אחוזים לחלקו של נכס בתיק. (השווה למשל את טור (5) בשני חלקי הלוח.) תיקי תוחלת שונות מכילים בדרך כלל יותר נכסים מתיקי תוחלת ג'יני המקבילים להם (נכס אחד יותר, בממוצע). הקבוצה היעילה שקיבלנו על פי שיטת תוחלת שונות גדולה מן הקבוצה היעילה שקיבלנו על פי שיטת תוחלת ג'יני, לאחר שהפעלנו על התיקים תנאים הכרחיים על פי גישת S.D.

לוח 5 מציג את התיקים היעילים המתקבלים בשיטת תוחלת ג'יני ובשיטת תוחלת שונות, לתשואות הריאליות. ההבדלים בין הנתונים הנומינליים לריאליים בדרך כלל קטנים. הנקודות הבולטות הן: התיק הריאלי, בניגוד לנומינלי, מכיל את מניות הבנקים למשכנתאות (2). לפי שתי השיטות, וגם את שטרי ההון,

תיקי השקעה יעילים, ערכים ריאליים¹, דצמבר 1976 עד דצמבר 1980 (אחוזים)

תיקי השקעה יעילים

תשואה חודשית	2.373 (7)	2.259 (11)	2.085 (4)	1.879 (1)	1.249 (12)	1.168 (5)	1.061 (6)	0.991 (2)	0.90 (3)	0.06 (8)	0.80 הרכב השוק
על פי שיטת תוחלת ג'יני מניח											
(1) בנקים מסחריים	18.94		56.87	99.35	63.33	59.03	52.03	48.52	43.69	4.28	30.6
(2) בנקים למשכנתאות										2.95	2.0
(3) מוסדות מימון ענפיים										2.63	4.9
(4) חברות להשקעה				0.58	1.86	1.71	2.26	2.40	2.38		5.9
(7) מקרקעין, בינוי ופיתוח	100.0	63.45	36.64								1.6
איגרות חוב											
(8) צמדות למד				0.07	34.81	39.25	45.19	49.08	53.93	70.47	47.1
(9) נסחרות במסבץ חוץ										19.67	3.0
(11) בנות המרה		17.61	6.49								
סך הכול	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
מדד ג'יני	8.889	7.355	5.469	4.128	2.820	2.669	2.478	2.359	2.218	1.545	4.550
מדד ג'יני בתיק תוחלת שונית	8.889	7.360	5.475	4.128	2.821	2.670	2.481	2.359	2.222	1.576	
על פי שיטת תוחלת שונית מניח											
(1) בנקים מסחריים	17.69		55.93	99.12	64.75	60.37	54.58	50.12	45.96	10.10	30.6
(2) בנקים למשכנתאות										0.01	2.0
(3) מוסדות מימון ענפיים										0.23	4.9
(4) חברות להשקעה				0.78	0.49	0.43	0.37	0.96	0.28	0.02	5.9
(6) מסחר ושירותים										0.01	0.1
(7) מקרקעין, בינוי ופיתוח	100.0	59.26	33.47		0.07	0.07	0.06		0.06	0.01	1.6
איגרות חוב											
(8) צמדות למד				0.09	34.68	39.13	44.99	48.92	53.71	66.56	47.1
(9) נסחרות במסבץ חוץ										23.27	3.0
(11) בנות המרה		23.05	10.61							0.01	0.3
(12) שטרי הון										0.00	0.0
סך הכול	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
סטיית תקן	15.962	13.298	10.151	7.928	5.351	5.046	4.659	4.416	4.127	2.830	4.55
סטיית תקן בתיק תוחלת ג'יני	15.962	13.310	10.160	7.928	5.352	5.047	4.663	4.420	4.132	2.946	

¹ ראה הערת ללוח הקודם.

לפי שיטת תוחלת שונות; אולם כאשר מפעילים את התנאים ההכרחיים לשיטת S.D. באמצעות שיטת תוחלת ג'ני, מושמט תיק (8) מן הקבוצה היעילה. מאחר שתיק (8) הוא היחיד הכולל מניות של בנקים למשכנתאות, הרי שעל פי שיטת תוחלת ג'ני השימוש בנתונים ריאליים אינו משנה את המסקנות שנתקבלו על פי נתונים נומינליים. זאת בניגוד לתוצאות השימוש בשיטת תוחלת שונות: כשיטה זו המעבר מנתונים נומינליים לריאליים משנה את הרכב הקבוצה יעילה, וכאן נעוץ יתרון מסוים של שיטת תוחלת ג'ני.

התוצאה העיקרית הכוללת מהניתוח האמפירי היא הדמיון שבין התיקים היעילים המתקבלים בשתי השיטות. עם זאת יש להסתייג ולהדגיש, שחלק מדמיון זה נובע מן השימוש בנתונים על ענפי מניות: צפוי, שהתפלגות התשואות של הענפים קרובה להתפלגות הנורמלית יותר מזו של המניות הבודדות.

ביבליוגרפיה

- כן בסט, א' (1979), ניהול רזרבות מטבע חוץ, בנק ישראל, מחלקת המחקר.
- לוי, ח' וסרנת, מ' (1974), "סיכון, פיזור והרכב תיק השקעות: ניתוח אמפירי של בורסת ניירות הערך בתל אביב", סקר בנק ישראל 42 (דצמבר), עמ' 38-59.
- ענבר, י', ופלג, ד' (1978), "הרכב ענפי אופטימלי בקיבוץ לפי שיקולי תשואה-סיכון", בתוך: הלוי, נ' וקופ, י' (עורכים), עיונים בבלפלה 1977, ירושלים, האגודה הישראלית לכלכלה, עמ' 256-270.
- Atkinson, A.B. (1970), On The Measurement of Inequality, *Journal of Economic Theory* 2 (September), pp. 224-263.
- Kroll, Y. & Levy, H. (1981), "Stochastic Dominance: A Review and Some New Evidence", in: Levy, H. (ed.), *Research in Finance*, Greenwich, CT: JAI Press Inc., pp. 163-227.
- Rothschild, M. & Stiglitz, E. (1970), "Increasing Risk: I. A Definition", *Journal of Economic theory* 2 (September), pp. 225-243.
- Shalit, H. & Yitzhaki, S. (1984), "Mean Gini, Portfolio Theory and the Pricing of Risky Assets", *Journal of Finance* (forthcoming).
- Yitzhaki, S. (1982), "Stochastic Dominance, Mean Variance and Gini's Mean Difference", *American Economic Review* 72 (March), pp. 178-185.
- Yitzhaki, S. (1983), "On an Extension of Gini Inequality Index", *International Economic Review* 24 (October), pp. 617-628.