

# מודל לדירוג ולבחירה בין השקעות חברתיות

אלי מלכי<sup>1</sup>

יוני 2017

## (1) מבוא:

משקיעים שבוחנים השקעה במיזמים כלכליים צריכים לדרג אותם על מנת לבחור את אלה שבהם ירצו להשקיע. בתחום המימון קיימים כלים ושיטות חישוב שמאפשרים לבצע את הדירוג הזה. באופן כללי הכדאיות של ההשקעה נבחנת באמצעות השוואה בין ההשקעה הנדרשת לתועלת הכלכלית (המהוונת) שצפויה ממנה בעתיד. קרנות ממשלתיות ופרטיות שמשקיעות במיזמים חברתיים מתמודדות גם הן עם השאלה כיצד לדרג את המיזמים שמוצעים להם. הקרן צריכה לבחור את אותם פרויקטים שבהם היא תעדיף להשקיע מתוך מספר רב של הצעות. הדרך התיאורטית המוצעת לביצוע דירוג כזה היא באמצעות היחס בין התועלת החברתית מהמיזם לעלותו. במידה וניתן לכמת ולחשב את התועלת החברתית שנובעת מהמיזם, אזי היחס בין תועלת זו לעלות הפרויקט מבטא את מידת הכדאיות שלו. הפרויקט בעל יחס תועלת לעלות גבוה יהיה עדיף על פרויקט בעל יחס תועלת לעלות נמוך. אולם במציאות חישוב התועלות שנובעות מפרויקטים חברתיים הוא קשה ובמקרים רבים איננו אפשרי בכלל, ולפיכך השימוש המעשי ביחס של תועלת לעלות הוא מוגבל.

---

<sup>1</sup> הכותב הוא כלכלן שמתמחה בניהול כלכלי ופיננסי של ארגונים חברתיים, ומרצה בתחום זה בתוכניות מ.א. לניהול מלכ"רים באוניברסיטה העברית ובאוניברסיטת בן גוריון.

מאמר זה מציג שיטת דירוג שבה קריטריון ההחלטה הוא תועלת לעלות יחסית. הרציונל של השיטה הוא שכאשר אנו בוחרים בין מספר פרויקטים חישוב הערך האבסולוטי של התועלת החברתית איננו הכרחי, מכיוון שלצורך הבחירה מספיק לדעת רק את הדירוג היחסי בין התועלות החברתיות של המיזמים השונים. לשם המחשה נסתכל על תהליך בחירה בין שני מיזמים שעלותו של הראשון כפולה מעלותו של השני. אם נמצא דרך לדרג את היחס בין התועלות החברתיות של המיזמים נוכל לבחור ביניהם באמצעות תועלת לעלות יחסית. אם היחס בין התועלת החברתית של המיזם ראשון לבין התועלת המקבילה של המיזם שני גבוה מ-2, הרי המיזם הראשון יהיה בעל יחס תועלת לעלות גבוה יותר. היתרון של שיטה זו הוא שהיא איננה מצריכה חישוב כמותי של תועלת חברתית וניתן להסתפק בדירוג שיפוטי שלה. כתוצאה מכך שיטת דירוג זו היא פשוטה וניתנת ליישום בכל מצב. דירוג מבוסס על תהליך שיטתי לקבלת החלטות שנקרא Analytic Hierarchy Process (AHP) שפותח ע"י המתמטיקאי תומס סאטי (Saaty) מאוניברסיטת פיטסבורג בארה"ב. מטרת התהליך היא לסייע למקבלי החלטות שפועלים בסביבה מורכבת לקבל החלטות עקביות. במאמר זה אשתמש בשיטת חישוב פשוטה ל- AHP שניתנת ליישום באמצעות גיליון אלקטרוני. תיאור תמציתי של שיטת החישוב מוצג ע"י (Kamal 2001).

AHP מחלק את תהליך קבלת ההחלטות למדרג של שלבים:

- א. קביעת מטרת הדירוג – בדוגמה שלנו דירוג מיזמים חברתיים על פי התועלת שלהם.
  - ב. קביעת הקריטריונים שעל פיהם מקבלי ההחלטה רוצים להעריך את התועלת החברתית.
  - ג. קביעת משקלי הקריטריונים באמצעות השוואה בין זוגות (Pairwise Comparison) שתוצג להלן.
  - ד. דירוג של כל מיזם על פי כל אחד מהקריטריונים.
  - ה. שקלול דירוגי המיזמים באמצעות משקלי הקריטריונים.
- השוואה בין זוגות משמעה שבכל פעם נבחן זוג אלטרנטיבות ונקבע היחס ביניהן. הדירוג של כל זוג אלטרנטיבות נעשה כדלהלן:
- בהינתן זוג אלטרנטיבות A ו-B מתבקשים מקבלי ההחלטות לענות על השאלה הבאה:
- קבע את החשיבות של A ביחס ל-B באמצעות המדרג שמוצג בטבלה 1 שלהלן.

**טבלה 1:**

1	אלטרנטיבות A ו B -חשובות באותה מידה
3	אלטרנטיבה A חשובה קצת יותר מאלטרנטיבה B
5	אלטרנטיבה A חשובה יותר מאלטרנטיבה B
7	אלטרנטיבה A חשובה הרבה יותר מאלטרנטיבה B
9	אלטרנטיבה A חשובה לאין ערוך ביחס לאלטרנטיבה B

ניתן להשתמש במספרים 2,4,6,8 כדרגות ביניים: למשל הדירוג 4 יבטא דרגת ביניים בין קצת יותר חשובה (3) לחשובה (5). באופן זה יש למקבלי החלטות סולם רחב של 9 דרגות על מנת לבטא את דעתם על החשיבות היחסית של שתי האלטרנטיבות.

יתרונה של AHP ביחס לשיטות אחרות לסיוע בקבלת החלטות הוא שקיים בה מנגנון מובנה לבקרה על העקביות של תהליך קבלת החלטות. (Lusti & Ishizaka (2004) מציגים ניתוח מקיף של התנאים לעקביות וכיצד הם מיושמים ב-AHP. הדיון שלהלן מבוסס על הניתוח שלהם.

תהליך קבלת החלטות הוא עקבי כאשר נשמרים שני הכללים הבאים:

א. כלל ההדדיות (Reciprocity):

אם אלטרנטיבה A חשובה יותר מאלטרנטיבה B, אלטרנטיבה B צריכה להיות חשובה פחות מאלטרנטיבה A.

ב. כלל המעבר (Transitivity):

אם אלטרנטיבה B חשובה יותר מאלטרנטיבה A, ואלטרנטיבה C חשובה יותר מאלטרנטיבה B, אלטרנטיבה C לא יכולה להיות חשובה פחות מאלטרנטיבה A. (ההגדרה המתמטית המדויקת דורשת שאלטרנטיבה C תהיה חשובה יותר מאלטרנטיבה A, אולם רמה כזאת של עקביות איננה אינטואיטיבית בתהליך קבלת החלטות שמתבסס על משתנים איכותיים ולכן AHP מסתפקת ברמת עקביות חלשה יותר).

כלל ההדדיות מובנה כבר בתוך תהליך הדירוג של האלטרנטיבות. לדוגמה: אם מקבלי החלטות חושבים שהיחס בין אלטרנטיבה A לאלטרנטיבה B צריך להיות 3 (חשובה קצת יותר), היחס בין אלטרנטיבה B לאלטרנטיבה A יקבע באופן מובנה ל-1/3. לעומת זאת אם מקבלי החלטות חושבים שהיחס בין האלטרנטיבות הוא הפוך – אלטרנטיבה B חשובה קצת יותר מאלטרנטיבה A – עליהם לדרג אותה בציון 1/3.

לאחר שמקבלי החלטות קבעו את העדיפות היחסית בין כל זוג אלטרנטיבות, מחושב הדירוג של כל האלטרנטיבות באמצעות שיטה מתמטית שאיננה מתוארת כאן (Meixner & Haas מציגים הדגמה קלילה, אך ברורה של שיטת החישוב). הדירוגים מחושבים בסקלה מנורמלת שמשמעה הוא שסכום כל הדירוגים הוא 1. השימוש בסקלה מנורמלת מאפשר לשלב דירוג שיפוטי עם דירוגים כמותי כפי שיוצג להלן.

לצורך המחשה של השיטה המוצעת נציג להלן דוגמה מספרית.

## 2) קביעת הקריטריונים לדירוג

בדוגמה שתוצג להלן קרן פילנטרופית בוחנת השקעה בחמישה מיזמים בתחום של תעסוקה לאנשים עם מוגבלויות. הקרן החליטה לבחון את התועלת החברתית של כל אחד מהמיזמים באמצעות שלושה קריטריונים:

א. מספר המשתקמים שיעסיק המיזם

ב. שכר השעה שישולם לכל משתקם (מוצג כאחוז משכר המינימום שנקבע בחוק).

ג. הערך המוסף החברתי של המיזם – יקבע באופן שיפוטי ע"י הצוות המקצועי של הקרן.

כאמור מקבלי ההחלטה בקרן צריכים לקבוע את החשיבות היחסית של כל אחד מהקריטריונים. לשם כך נשתמש ב- AHP כפי שמומחש בטבלה 2 שלהלן.

### טבלה 2:

	חשוב					שווה					חשוב						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
שכר שעה									X								
ערך מוסף חברתי				X													
ערך מוסף חברתי				X													

דירוג מנורמל	ערך מוסף חברתי	שכר שעה	מספר משתקמים	
14.29%	1/5	1	1	מספר משתקמים
14.29%	1/5	1	1	שכר שעה למשתקם
71.43%	1	5	5	ערך מוסף חברתי
<b>100.00%</b>			<b>0.00%</b>	<b>מדד לעקביות</b>

בחלקה העליון של טבלה 2 מוצג שאלון AHP שמשמש לדירוג הקריטריונים. מקבל ההחלטה מתבקש לסמן את דירוג בין כל זוג קריטריונים באמצעות הסקלה שהוצגה בטבלה 1 שלעיל. כך למשל בדוגמה זו מקבל ההחלטה סבר שהקריטריון "מספר משתקמים" שווה בחשיבותו לקריטריון "שכר שעה" ולכן סימן בשאלון את הערך 1. במקביל הקריטריון "ערך מוסף חברתי" דורג כחשוב יותר מהקריטריון "מספר משתקמים" ולכן סומן הערך 5 במקום המתאים.

בחלקה התחתון של טבלה 2 ניתן לראות את התרגום של השאלון למטריצת AHP. המטריצה בנויה כך שהערכים לאורך האלכסון תמיד שווים ל-1 (כל קריטריון שווה בחשיבותו לעצמו). כתוצאה מכלל ההדדיות כל ערך מתחת לאלכסון מחושב כ-1 חלקי הערך שהוכנס מעל האלכסון. לפיכך יש צורך למלא במטריצה רק את תאים שמעל לאלכסון. כך למשל התרגום של הדירוג בשורה השנייה: ערך מוסף חברתי חשוב יותר ממספר משתקמים מתבטא במטריצה בערך 1/5 במפגש בין השורה הראשונה (מספר משתקמים) והטור השמאלי ביותר (ערך מוסף חברתי). במקביל נמצא את הערך 5 במפגש בין השורה האחרונה (ערך מוסף חברתי) לטור הימני ביותר (מספר משתקמים).

בשורה האחרונה של טבלה 2 מוצג מדד לעקביות שמודד באיזה מידה מתקיים כלל המעבר. בשונה מכלל ההדדיות כלל המעבר לא תמיד ברור לנו באופן אינטואיטיבי ולכן מקבלי ההחלטות עשויים ללקות בחוסר עקביות, במיוחד כאשר ישנן אפשרויות רבות להשוואה. לפיכך, מדד העקביות שמחושב באמצעות AHP תורם לשיפור תהליך קבלת ההחלטות.

כאשר ישנה עקביות מלאה (עפ"י ההגדרה המתמטית) מדד העקביות יהיה 0. מכיוון שעקביות מלאה איננה תמיד אינטואיטיבית, שיטת AHP מאפשרת הגדרה חלשה יותר של עקביות: כל זמן שמדד העקביות קטן מ- 10%, דירוג האלטרנטיבות יחשב כעקבי. בדוגמה שבטבלה 3 המדד הוא 0% ולכן הדירוג הוא עקבי לחלוטין.

בטור הימני של טבלה 2 מוצג הדירוג המנורמל של הקריטריונים. כאמור המשמעות של סקלה מנורמלת היא שסכום כל הדירוגים שווה ל- 100%. ניתן לראות שהקריטריון "ערך מוסף חברתי" קבל את המשקל הגבוה ביותר (71%) ושני הקריטריונים האחרים קבלו משקלים שווים (14% כל אחד).

### 3) דירוג המיזמים בהתאם לקריטריונים

בטבלה 3 שלהלן מוצגים הנתונים של כל מיזם לגבי שני הקריטריונים הראשונים. על מנת להמיר את הנתונים לסקלה יחסית אנו מנרמלים אותם, והערכים המנורמלים מוצגים גם הם בטבלה 3. הסקלה המנורמלת שומרת על היחס בין הערכים המקוריים ומאפשרת במקביל לשקלל ביניהם.

טבלה 3:

מיזם	משתקמים	שכר שעה (% משכר המינימום)
מיזם א'	51	34.2%
מיזם ב'	23	15.4%
מיזם ג'	35	23.5%
מיזם ד'	22	14.8%
מיזם ה'	18	12.1%
	149	3.45

על מנת להשלים את הדירוג צריכים מקבלי ההחלטות לדרג את המיזמים ביחס לקריטריון "ערך מוסף חברתי". דירוג זה נעשה באופן שיפוטי באמצעות שיטת AHP בדומה לדירוג שהוצג קודם לגבי משקלי הקריטריונים. השאלון והמטריצה המתאימה מוצגים בטבלה 4 שלהלן.

טבלה 4:

	חשוב				שווה				חשוב									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
מיזם א'					X													מיזם א'
מיזם ג'									X									מיזם א'
מיזם ד'							X											מיזם א'
מיזם ה'			X															מיזם א'
מיזם ג'											X							מיזם ב'
מיזם ד'											X							מיזם ב'
מיזם ה'								X										מיזם ב'
מיזם ד'									X									מיזם ג'
מיזם ה'							X											מיזם ג'
מיזם ה'			X															מיזם ד'

דירוג מנורמל	מיזם ה'	מיזם ד'	מיזם ג'	מיזם ב'	מיזם א'	
6.32%	1/7	1/3	1	1/5	1	מיזם א'
27.31%	1/2	3	3	1	5	מיזם ב'
9.89%	1/3	1	1	1/3	1	מיזם ג'
10.45%	1/7	1	1	1/3	3	מיזם ד'
46.04%	1	7	3	2	7	מיזם ה'
100.00%					8.49%	מדד לעקביות

בשורה התחתונה של טבלה 4 מוצג המדד לעקביות שערך אמנם אינו 0%, אולם הוא קטן מ-10%. המשמעות היא שהדירוג השיפוטי שמוצג בשאלון הוא עקבי במידה מספקת.

בטור השמאלי של טבלה 4 מוצג הדירוג המנורמל שמצביע על כך שמיזם ה' דורג כבעל הערך המוסף החברתי הגבוה ביותר, ואחריו בדירוג נמצא מיזם ב'.

#### 4) חישוב דירוג תועלת המשוקלל

בטבלה 5 שלהלן מוצג חישוב של דירוג התועלת המשוקלל של חמשת המיזמים.

**טבלה 5:**

תועלת מהמיזם				
משוקלל	ערך מוסף	שכר שעה	משתקמים	
	71.43%	14.29%	14.29%	משקל
11.5%	6.32%	14.5%	34.2%	מיזם א'
24.6%	27.31%	20.3%	15.4%	מיזם ב'
12.5%	9.89%	14.5%	23.5%	מיזם ג'
12.7%	10.45%	21.7%	14.8%	מיזם ד'
38.7%	46.04%	29.0%	12.1%	מיזם ה'

בשורה "משקל" מוצגים משקלי הקריטריונים שהתקבלו בטבלה 2. בכל אחד מהטורים מוצגים הדירוגים המנורמלים של המיזמים שהתקבלו מטבלאות 3 ו-4. הטור "משוקלל" מציג את הדירוג המשוקלל של המיזמים, שחושב באמצעות שקלול של הדירוג המנורמל של כל מיזם עם משקלי הקריטריונים. ניתן לראות שמיזם ה' הוא בעל התועלת החברתית הגבוהה ביותר (38.7%) ואחריו מיזם ב' (24.6%).

#### 5) חישוב עלות יחסית

על מנת לחשב יחס של עלות לתועלת עלינו לנרמל גם את ההשקעה הנדרשת בכל מיזם. בטבלה 6 שלהלן מוצגים הנתונים לגבי ההשקעה שנדרשת מהקרבן לכל אחד מהמיזמים.

**טבלה 6:**

מיזם	השקעה	שנים	פחת שנתי	החזר הון שנתי
				3%
מיזם א'	500,000	10	50,000	15.3%
מיזם ב'	350,000	5	70,000	21.5%
מיזם ג'	420,000	7	60,000	18.4%
מיזם ד'	250,000	5	50,000	15.3%
מיזם ה'	480,000	5	96,000	29.4%
	2,000,000		326,000	361,851

הנרמול של ההשקעה יכול להיעשות בשלושה אופנים שכולם מוצגים בטבלה.

א. נרמול לפי סך ההשקעה.

ב. נרמול לפי ערך הפחת השנתי (סך ההשקעה מחולק באורך החיים הכלכלי שלה).

ג. נרמול לפי החזר הון שנתי (מחושב לפי הנתונים שבסעיף הקודם בתוספת עלות הון ראלית של 3%).

בחירת אופן הנרמול של ההשקעה תיעשה על ידי מקבל ההחלטות בהתאם לנתוני המיזם. כך למשל אם מדובר על השקעה חד פעמית והקרן איננה מחויבת להמשך תמיכה במיזם ניתן לנרמל על פי גובה ההשקעה (דרך א'). לעומת זאת אם הקרן רוצה להמשיך ולתמוך במיזם לאורך זמן, ולסייע בחידוש הציוד לאחר שיתבלה ניתן להשתמש בדרך ב' או ג' שלוקחות בחשבון גם את אורך החיים הכלכלי של ההשקעה.

בשלב האחרון נחשב את היחס בין התועלת היחסית שחושבה בטבלה 5 לעלות היחסית שחושבה בטבלה 6. התחשיב נעשה לגבי שלושת אפשרויות הנרמול שתוארו לעיל והוא מוצג בטבלה 7 שלהלן.

### טבלה 7:

תועלת לעלות						
מיזם	השקעה	דירוג	פחת שנתי	דירוג	החזר הון	דירוג
מיזם א'	46%	5	75%	4	71%	4
מיזם ב'	141%	2	115%	2	117%	2
מיזם ג'	59%	4	68%	5	67%	5
מיזם ד'	101%	3	83%	3	84%	3
<b>מיזם ה'</b>	<b>161%</b>	<b>1</b>	<b>132%</b>	<b>1</b>	<b>134%</b>	<b>1</b>

הערכים בטבלה מייצגים את היחס בין התועלת היחסית לעלות היחסית. כך למשל הערך 161% שהתקבל במיזם ה' בחישוב עלות לפי גודל ההשקעה הוא היחס שבין התועלת היחסית של מיזם ה' – 38.7% לעלות היחסית שלו – 24%.

כאמור היחס בין התועלת לעלות מייצג את מידת הכדאיות של המיזם, וככל שהוא גבוה יותר המיזם כדאי יותר. בטבלה מוצג הדירוג של כל מיזם (1 הגבוה ביותר ו-5 הנמוך ביותר) על פי קריטריון התועלת לעלות. בדוגמה שלנו מיזם ה' מדורג כגבוה ביותר עלפי קריטריון תועלת לעלות, ללא קשר לשיטת הנרמול של העלות.

### (6) סיכום:

המודל שמוצג כאן נותן פתרון אלגנטי לאתגר של דירוג ובחירה בין השקעות חברתיות. המודל מאמץ את הגישה התיאורטית המועדפת של בחירה באמצעות היחס של תועלת לעלות. מצד שני המודל "עוקף" את בעיות החישוב והאמידה שכרוכות בגישה זו, כשמנסים ליישם אותה במצבי אמת. המודל הוא פשוט וניתן ליישם אותו באמצעות גיליון אלקטרוני סטנדרטי. בנוסף לכך המודל מאפשר לשלב בתהליך הדירוג גם שיפוט ערכי, דבר שאיננו קיים בתחשיבי תועלת כלכליים.



**(7 מראי מקום:**

Haas R. & Meixner O. An Illustrated Guide to the Analytic Hierarchy Prpcess, Institute of Marketing & Innovation University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna.

<http://www.boku.ac.at/mi/ahp/ahptutorial.pdf>

Ishizaka A., Lusti M. (2004) An Expert Module to Improve the Consistency of AHP Matrices , International Transactions in Operational Research (ITOR), Blackwell Publishing, Vol. 11 (1), 97-105.

<http://userweb.port.ac.uk/~ishizaka/ITOR.pdf>

Kamal M. A-S. A-H. (2001) Application of the AHP in project management, International Journal of Project Management 19.

<http://www.civil.uwaterloo.ca/tarek/AHP-2.pdf>

Malki E. (2008) Systematic Approach to the Allocation of Budgets for Humanitarian Aid Programs: A Practical Tool for International NGOs, SSRN.

[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1266334](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1266334)

Saaty T.L. (1990), How to make a decision: The analytic hierarchy process, European Journal of Operational Research, Volume 48, Issue 1.

<http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/Decisiones/curso/Interfaces.pdf>

מלכי, א. "שילובם של שיקולים כלכליים בתכנון אסטרטגי של מלכ"רים", ינואר 2010.  
[http://www.inbest.co.il/NGO/Strat\\_Manag\\_Acc.pdf](http://www.inbest.co.il/NGO/Strat_Manag_Acc.pdf)

מלכי, א. " התאמת תקציב הארגון למטרותיו", מרץ 2009.  
<http://wiki.sheatufim.org.il/w/upload/sheatufim/5/50/%D7%93%D7%99%D7%91%D7%95%D7%A8%D7%99%D7%9D.pdf>