

## בחירת מסלולי התמחות

פרופי יורם רייך  
ביה"ס להנדסה מכנית, אוני' ת"א  
גרסה 1, 30.4.07

### מטרות המסמך

1. עזרה לסטודנטים בבחירת מסלולי התמחות
2. הדגמה כי החלטות שבדרך כלל אנו מבצעים באופן לא מסודר ניתן לארגן ולבצע טוב בהרבה

תהליך הבחירה מורכב ממספר שלבים. השלבים המפורטים להלן הם יחסית פשוטים ביחס לתהליכי פיתוח או תכן אחרים כיוון שהבעיה יחסית פשוטה וכיוון שאיני יכול ללמד כלים מורכבים מדי תוך ההדגמה. בנוסף, אם התהליך יהיה מורכב מדי, אין סיכוי שתשתמשו בו.

## שלב 1: הגדרת המטרה

הגדרת בעיה היא חלק גדול מהפיתרון. בדרך כלל אין אנו מסוגלים להגדיר את הבעיה במלואה בהתחלה אלא תוך כדי הפיתרון שלה. בבעיות רבות ניתן בשלבים הראשונים למצוא ניסוחי בעיה המכילים סתירות ושאינם מתארים את כל הבעיה. למרות זאת עלינו להמשיך את התהליך עם ההגדרה ההתחלתית הטובה ביותר.

### דוגמה להגדרת בעיה:

כדי להמשיך את לימודינו עלינו לבחור שני מסלולים, אחד ראשי ואחד משני מתוך אוסף מסלולים מוגדר מראש. מסלולים אלו מאפשרים לנו להשיג מטרות ומחייבים לצורך השגת מטרות אילו להשקיע משאבים.

אתם יכולים להגדיר את הבעיה אחרת ואולי זה יוביל אתכם לבחירה אחרת לחלוטין.<sup>1</sup>

## שלב 2: הגדרת מטרות

עלינו להגדיר באופן הטוב ביותר מהן המטרות שלנו לשם קבלת רשימה מקיפה ככל האפשר, רצוי להעזר בחברים או בתלמידים משנים קודמות.

### מטרות דוגמה:

מטרה	
1	המסלול יאפשר לנו השגת משרה בסוף הלימודים
2	המסלול ילמד אותנו כיצד ללמוד עצמאית
3	המסלול פותח לנו אופקים חדשים לתחומים עתידיים
4	המסלול מלמד אותנו משהו יחודי שלא ניתן ללמוד במקום אחר
5	המסלול מלמד אותנו חומר שקשה מאוד ללמוד באופן עצמאי
6	הלימוד במסלול מהנה
7	הלימוד במסלול לא מחייב השקעת משאבים רבה
8	קל לקבל במסלול ציונים טובים
9	הנושא של המסלול מענין אותנו

## שלב 3: הגדרת חשיבות יחסית של מטרות

לאחר שהגדרנו את המטרות מתוך הרשימה הנ"ל ואחרות כפי ראותינו, ננסה לשקלל אותן על פי חשיבותן היחסית. לדוגמה, יכול להיות שעבורינו המשקל של "הנושא של המסלול מענין אותנו" הוא כפליים מהמשקל של "המסלול יאפשר לנו השגת משרה בסוף הלימודים".<sup>2</sup> בשקלול זה אתם מנסים להפריד בין מטרות שלכם לבין אלו של הסביבה או כאלו שפחות מענינות אתכם.

<sup>1</sup> במידה שיש לכם הגדרה אחרת או הערה כלשהי על המסמך, אנא ידעו אותי כדי שאוכל לשפר אותו.  
<sup>2</sup> ישנה שיטה טובה יותר לקביעת החשיבות היחסית של המישקלות כגון AHP אך נסתפק המתן משקלות אינטואיטיבי.

בסוף שלב זה תהיה לנו רשימה של מטרות ומשקלן היחסי.

**דוגמה לקביעת משקלות:**

מטרה	משקל
1 המסלול יאפשר לנו השגת משרה בסוף הלימודים	5
2 המסלול ילמד אותנו כיצד ללמוד עצמאית	5
3 המסלול פותח לנו אופקים חדשים לתחומים עתידיים	10
4 המסלול מלמד אותנו משהו יחודי שלא ניתן ללמוד במקום אחר	15
5 המסלול מלמד אותנו חומר שקשה מאוד ללמוד באופן עצמאי	10
6 הלימוד במסלול מהנה	5
7 הלימוד במסלול לא מחייב השקעת משאבים רבה	5
8 קל לקבל במסלול ציונים טובים	10
9 הנושא של המסלול מענין אותנו	8

**שלב 4: הערכת חלופות**

כדי לפשט את הבעיה נהפוך אותה לבעיה פשוטה של בחירה בין חלופות. למעשה זוהי בעיה מורכבת יותר כיוון שהבחירה היא של שני מסלולים בו זמנית כאשר יש קשר בין המסלולים. אנחנו מפרידים את התלות הדו-צדדית בין המסלולים. שיטת הבחירה הפשוטה תתבצע ע"י בחירת המסלול הראשי ולאחריו המשני.<sup>3</sup>

**שלב 4א.** דרג את כל אחת מחלופות המסלולים הראשיים על פי המידה בה היא מספקת את המטרה הרשומה. השתמש בסולם של 0-5 כאשר 5 אומר שהחלופה מספקת את המטרה באופן מעולה ו-0 משמעותו שהחלופה לא תורמת למטרה כלל.<sup>4</sup>

**דוגמת דרוג חלופות ראשיות:**

מטרה	משקל	חלופות				הערות
		1	2	3	4	
1	5	3	5			
2	5	2	0			
3	10	5	3			
4	15	3	5			מטרה זאת מביאה לחלופה 2 הרבה נקודות. האם באמת מגיעה לה הערכה כזו גבוהה ולאחרות פחות?
5	10	5	3			
<b>סה"כ</b>		170	160			

במקרה של הדוגמה שבטבלה, חלופה 1 מעט יותר טובה מ-2. לא צריך לקחת ברצינות את המספרים, אלו מקורבים ומספקים סדר גודל בלבד של החשיבות היחסית של החלופות. שימו לב כי חשיבות רבה להערכות נעוצה ביכולת להשוות בין ההערכות של החלופות השונות. לדוגמה, אנו רואים כי ההבדל בין חלופות 1 ו-2 לגבי מטרה 4 מביא לחלופה 2 יתרון משמעותי בגלל המשקל הגבוה של המטרה. רצוי לבדוק כי ההערכות במספרים שנתנו לחלופות לגבי מטרה זאת משקפים את כוונתינו. בדיקות אלו מאפשרות להתמקד לבחינה נוספת על חלק מההערכות ואף להבין את הבעיה המקורית טוב יותר.

**שלב 4ב.** דרג את כל אחת מחלופות המסלולים המשניים על פי המידה בה היא מספקת את המטרה הרשומה כאשר אנו מתחשבים בעובדה כי החלופה הראשית כבר נבחרה. דרוג זה מתבצע עבור כל אחת משתי החלופות הראשיות שהגיעו ראשונות בהערכה לעיל. לכל אחת תחושב החלופה השנייה המתאימה לה ביותר.

<sup>3</sup> שיטה טובה יותר ששמה SOS תבחר מראש או הזוג שביחד תורם לסיפוק המטרות באופן המיטבי.  
<sup>4</sup> לשיטה זאת יתרונות וחסרונות. ישנן שיטות יותר מתוחכמות כדוגמת AHP המצריכות יותר עבודה כדי לבצע בחירה איכותית יותר.

**דוגמת דרוג חלופות משניות עבור חלופה 1 שנבחרה :**

מטרה	משקל <sup>5</sup>	חלופות משני					הערות
		1	2	3	4	5	
1	5						
2	5						
3	20						
4	15						
5	10						
<b>סה"כ</b>							200

בסוף תהליך זה נחליט מהן 2 החלופות הטובות עבורינו (ממכסמות את המטרות שלנו) כאשר כעת, כל חלופה היא זוג של מסלול ראשי ומשני.

**שלב 5: זיהוי נקודות תורפה והטיפול בהן**

שלב זה מבוצע לכל אחת מהחלופות שבחרנו. בשלב זה עלינו לשאול עצמינו האם יש איזושהו מצב (תרחיש) בו משהו מההנחות שלנו לא תתקיימנה ולכן, תרחיש זה יביא לכך כי הבחירה שלנו תהפוך להיות גרועה או לא מיטבית. כל בעיה כזאת צריכה לקבל מענה הולם או שהיא מהווה סיכון להצלחת הפיתרון. בסוף שלב זה תהיינה לנו חלופות כאשר לכל אחת נדע מה לעשות כדי לטפל בבעיות שתצוצנה בעתיד או שבעיות אלו תגרומנה לסיכון בבחירה. הסיכון הכולל של חלופה יחושב על ידי סכום משוקלל של משקל התרחיש במידת הסיכון שלו. מספר זה ישמש אותנו בשלב הבא לבחירת החלופה.

**דוגמאות תרחישי דוגמה:<sup>6</sup>**

1. האם יתכן כי תוכן הקורסים במסלול תלוי במרצים המלמדים אותם?
2. האם יש מרצה "מרכזי" שיהיה בשבתון ומחליפו לא ילמד את הנושא כפי שאני מצפה?
3. מה קורה אם במסלולים שלי יש הרבה חפיפת קורסים ואין מספיק בחירה?<sup>7</sup>
4. האם הסילבוס של קורס מהותי עבורי מעודכן בידעון או שהסילבוס הקיים ישן?
5. האם יש תוכנית לשנות את אחד מהקורסים החשובים לי במסלול (כגון שינוי סילבוס מהותי או החלפת הקורס)?
6. בדקו עם תלמידים מישנים קודמות האם קרו להם מצבים בהם מסלול נבחר נהפך לחויה רעה עבורם.
7. העולם שלנו דינמי, דברים כולל אופנות של מקצוע יכולות להשתנות מהר. מה יקרה אם ארצה לשנות את המסלול הנבחר למסלול אחר בסוף שנה שלישית?
8. האם יש סיכוי שהרבה אנשים ירשמו למסלול ותהיינה בו כיתות גדולות שיכולות להפריע ליכולת הריכוז שלי?
9. האם יתכן שירשמו מעט סטודנטים למסלולקורס והוא יבוטל?
10. האם יש הרבה מרצים מן החוץ במסלול ואז ייתכן שרוב ההרצאות ניתנות אחה"צ?

**דוגמת פתרון תרחישים לחלופה מסויימת:**

סיכון <sup>8</sup>	דרכי פתרון	בעיה	משקל	תרחיש
			5	1
70	אחכה לקחת את הקורס בשנה הבאה (האם אפשרי בגלל דרישות קדם? האם אז המרצה חוזר ללמד את הקורס?) בדוק את ההערכות לעיל אם אין פתרון משביע רצון.	האם יש מרצה "מרכזי" שיהיה בשבתון ומחליפו לא ילמד את הנושא כפי שאני מצפה?	10	2
90	בדוק עם מרכז המסלול והמזכירה איך נפתרון בעיות כאלו בעבר. חווה דעתך האם פתרונות אלו מספקים אותך	מה קורה אם במסלולים שלי יש הרבה חפיפת קורסים ואין מספיק בחירה?	6	3

<sup>5</sup>משקל המטרות בחישוב זה יכול להיות שונה ממקודם כיוון שאנו מנסים לבחור מסלול משני.  
<sup>6</sup>לחלק מתרחישים אלו אין פתרון פשוט. אם אתם נתקלים בחוסר תשובה, לחצו לקבל אותה. בחירתכם וטובתכם תלויה במידע אמין ככל האפשר.  
<sup>7</sup>אם זה קורה אני כנראה בוחר מסלולים קרובים אחד לשני כלומר, אני מתמקצע בנושא אחד. האם זה באמת מה שאני רוצה לעשות?  
<sup>8</sup>הסיכון יוערך על ידי מספר בין 1 ל- 100 כאשר 100 מבטא סיכון מירבי.

			5	4
1240				סה"כ

## שלב 6: קבלת החלטה

בשלב זה עלינו לשקלל את החלופות על פי המידה בה הן מספקות את המטרות והסיכון הכרוך באי מימושן על פי ההנחות. ישנן אפשרויות רבות לשקלל מספרים אלו ואין אחת שהיא בעקרון נכונה יותר מהשניה.

- שיטה אחת תבחר בחלופה שהיחס בין סיפוק המטרות לסיכון גבוה ביותר.
- שיטה שניה תתעלם מהסיכונים (שיטת הסמוך עלי הידועה...) ותבחר את החלופה בעלת איכות המטרות הגבוהה ביותר.<sup>9</sup>

### דוגמת קבלת החלטה:

חלופה	איכות מטרות	סיכון	יחס
1	$370=170+200$	1240	0.298
2	330	800	0.412

על פי שיטת החלטה 1, החלופה הנבחרת היא 1  
על פי שיטת החלטה 2, החלופה הנבחרת היא 1

## שלב 7: בחינת רגישויות – חסינות הפיתרון

אנחנו נמצאים ממש לפי קו הסיום וההחלטה הסופית. כפי שכבר ברור לנו, ההערכות שלנו מאוד איכותיות. בנוסף, קיימות הרבה אי ודאויות בנוגע לחלופות. מטרת בחינת אי הרגישויות היא לבחון האם הבחירה שלנו נשארת תקיפה במידה ושינויים מסויימים יקרו.

### דוגמה לבדיקת אי רגישות:

בחנו את רשימת המטרות ושאלו עצמכם מה היה קורה אם הייתם מבטלים את אחת המטרות או לחילופין, מורידים את החשיבות שלה באופן משמעותי. מה היה קורה אם הערכנו את הסיכונים בהגזמה? בבחינה זאת מבצעים את כל התהליך עם אוסף המטרות (אוההערכות) החדש ומקבלים את הבחירה הסופית. משוויים את הבחירה הסופית עם השינוי לבחירה הרגילה. אם קיבלנו את אותה הבחירה, הרי שהיא חסינה לשינוי שבדקנו. במקרה זה בחירתנו טובה. אם הבחירה המומלצת השתנתה הרי שהבחירה שלנו רגישה לשינוי. במקרה זה עלינו לברר מהו מקור הרגישות ולהחליט לפיו ולפי דעתנו האם אנו מיחסים סיכוי גדול לשינוי כזה הוא אפשרי.

נבצע את בדיקת הרגישות גם לחלופה השניה.

מטרת בדיקה זאת להצביע עבורינו על הפרמטרים של הבעיה שבאמת משפיעים על החלטתינו. פרמטר שאם נשנה אותו הרבה לא ישנה את הפתרון, אינו משפיע על הפיתרון באופן משמעותי ולהפך. לבסוף נבחר את החלופה על פי סעיף 6 ורגישות החלופה לשינויים שנבחן בסעיף זה.

## סיכום

- מטרת התהליך או השלבים היא לא לבצע עבורכם את הבחירה. אתם נשארים בשליטה על המצב וחובת הבחירה עליכם.
- מטרת התהליך הוא להביא לידיעתכם את הגורמים החשובים המשפיעים על בחירתכם ולעשות אותה יותר מודעת ופחות "שולפת".
- בעזרת התהליך תהיו מודעים יותר לנושאים חשובים הקשורים לבעיה ותוכלו לשאול שאלות נכונות ולקבל מידע שיביא אתכם לבחירה טובה יותר.
- אם בכל זאת אתם מחליטים להירשם למסלולים אחרים מאלו שבחרתם בעזרת השיטה, ברו לעצמיכם מדוע אתם עושים זאת? בדקו האם הערכתם נכונה חלופה זאת בכל מהלך התהליך ומדוע לא קיבלתם את החלופה שנראת לכם כטובה ביותר בתהליך הבחירה? בדיקה זאת יכולה להפתיע אתכם.

<sup>9</sup>אם כך תפעלו, כשיגיע תרחיש הבעיה אל תשתוממו.

## סוף דבר

האם באמת אני מצפה שתשתמשו במסמך כדי להחליט על המסלולים? אני מעריך כי מעט יעשו כן. תוספת העבודה בתהליך כזה יכולה להראות כמוגזמת לעומת הפשטות לכאורה של הבעיה. אם לא תשתמשו בשיטה, חלקכם תזכרו בה במהלך השנים הבאות כאשר תתקלו בבעיה שהייתם יכולים לחשוב עליה מראש. בעיה יכולה לצוץ גם למי שישתמש בשיטה. אני מקווה שבמקרה זה, הוא יהיה מוכן עם פתרון לבעיה.

בהצלחה,

פרופי יורם רייך

לשאלות והערות מכל הסוגים כולל שגיאות כתיב:

חדר 230, בנין וולפסון

yoram@eng.tau.ac.il