

מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה



המרכז הבינתחומי לניתוח
ותחזית טכנולוגית
ליד אוניברסיטת תל - אביב



תחזית מדעית - טכנולוגית לקראת המאה ה - 21

סקר בשיטת "דלפיי"

דו"ח מסכם

ע"237

מרץ 2001

המחקר נעשה בהזמנת משרד המדע
הצעתנו מס' 302

המרכז לתחזית טכנולוגית: תל-אביב 69978, טל': 03-6407575, פקס: 03-6410193, ICTAF: TEL-AVIV 69978

מוסד נאמן: קרית הטכניון, חיפה 32000 טל': 04-8292329, פקס: 04-8231889, S. Neaman Inst.: Technion City Haifa 32000

תוכן עניינים

עמוד

.....	<u>תקציר מנהלים</u>
.....	<u>מבוא ותאור הדו"ח</u>
.....	<u>פרק א - תחזית מדעית-טכנולוגית למאה ה-21 - תמונה כללית</u>
.....	<u>פרק ב - תאור הסקר, מתודולוגיה ואופן הצגת תוצאות</u>
	1. מטרות הסקר
	2. שיטת הסקר
	3. הצגת התוצאות
	4. קריאת תוצאות הסקר
	5. הצגת התוצאות
.....	<u>פרק ג - אוכלוסיית הסקר</u>
.....	<u>פרק ד - מדיניות מדע בישראל</u>
.....	<u>פרק ה - תוצאות הסקר</u>
.....	1. מידע
.....	2. תקשורת
.....	3. משאבים ואנרגיה
.....	4. רפואה ובריאות
.....	5. מדעי החיים
.....	6. חקלאות
.....	7. חומרים
.....	8. אלקטרוניקה
.....	9. ייצור
.....	10. איכות הסביבה
.....	11. בינוי ועיור
.....	12. תחבורה

תקציר מנהלים

1. תאור הסקר

הדו"ח הנוכחי מסכם את הממצאים מן הסבב השני של סקר "דלפי" שבוצע ביוזמת משרד המדע במהלך ש"ע 1999-2000. זאת בעקבות דו"ח הביניים שפורסם באוקטובר 1999 ושכלל את תוצאות הסבב הראשון.

שיטת "דלפי" הינה אחד הכלים המקובלים כיום במדינות המפותחות לסייע בתהליך העיצוב של מדיניות מדע. גיבוש מדיניות מדע וטכנולוגיה ברמה הלאומית לטווח ארוך הינה משימה חשובה שצריכה להיות מבוססת על ניתוח מגמות ההתפתחות של התחומים השונים לאורך זמן, הבנת היתרונות השונים בנושאים השונים לכלכלה והחברה ואיתור האילוצים המעכבים התממשות התפתחויות פוטנציאליות שונות. שיתוף הקהילה המדעית-טכנולוגית בתהליך הינו חשוב להצלחתו ועשוי לסייע בהטמעת המדיניות שתיבחר ובמימושה הלכה למעשה.

בשיטת "דלפי" משתתפים בתהליך מומחים מהשורה הראשונה אשר נוטלים חלק, במישרין או בעקיפין, בגיבוש מענה לשאלות אלה. השיטה חותרת להשגת תמימות דעים (קונצנזוס) מירבית בקרב קבוצת מומחים, בתחום מסוים, ע"י הפצה חוזרת (סבבים) של שאלונים תוך מתן אפשרות למומחים לעדכן את תשובותיהם מסבב לסבב. התהליך מקנה אנונימיות למשתתפים ומונע דומיננטיות של חלק מהמשתתפים, כפי שקורה לעיתים בדיונים פנים אל פנים.

הסקר הנוכחי הקיף מגוון רחב של נושאים בשנים-עשר תחומים מדעיים/טכנולוגיים שזוהו כמשמעותיים לישראל בטווח הארוך. הנושאים התבססו ברובם על שאלון של סקר דומה שנעשה ביפן ב-1997 בתוספת נושאים שהומלצו על ידי משרד המדע וועדת ההיגוי שליוו את המחקר בישראל. התחומים הכלולים בסקר הינם:

1. מידע
2. תקשורת
3. משאבים ואנרגיה
4. רפואה ובריאות
5. מדעי החיים
6. חקלאות
7. חומרים
8. אלקטרוניקה
9. ייצור
10. איכות הסביבה
11. בינוי ועיור
12. תחבורה.

בסבב הראשון נבנה לכל תחום שאלון נפרד ובו כמה עשרות נושאים – בסך הכל 962 נושאים, כאשר כל נושא מתאר התפתחות טכנולוגית-מדעית עתידית בעלת חשיבות, בטווח 25-30 השנים הקרובות. לסבב השני נבחרו בכל תחום כ- 25 נושאים מובילים, לאור ממצאי הסבב הראשון, ונבנה שאלון מקוצר בהתאם. תוצאות הסבב הראשון פורסמו בדו"ח ביניים באוקטובר 1999.

הסבב השני נועד לאשש ולאמת את ממצאי הסבב הראשון לגבי קבוצה נבחרת של נושאים, ולהתקרב לתמימות דעים רבה ככל הניתן בין המשיבים, על ידי מילוי חוזר של השאלון (המקוצר), כשבכל נושא מוצגות תוצאות הסבב הקודם. עבור כל נושא התבקשו המומחים לחוות את דעתם לגבי הסוגיות הבאות:

- א. שנת המימוש הצפויה של הנושא.
- ב. מידת החשיבות של הנושא ביחס לנושאים אחרים.
- ג. היתרון היחסי לישראל במימוש הנושא. (סוגיה זו נכללה רק בסבב הראשון)
- ד. הסיכויים למימוש עסקי בישראל של הנושא הנבדק.
- ה. מידת ההשפעה של התממשות הנושא על איכות החיים.
- ו. האילוצים העיקריים המעכבים את התממשות הנושא בישראל. (סוגיה זו נכללה רק בסבב הראשון)

תוצאות הסבב השני מצביעות על עלייה במידת הקונצנזוס ברוב הנושאים שנבחנו. הדבר מתבטא הן בצמצום תחום הפיזור של שנות המימוש החזויות עבור כל נושא, והן בעליית ערכי המדדים השונים של כל נושא. יש לציין שהתפתחויות ארוכות-טווח ומעניינות רבות לא נכללו בסבב השני, מכיוון שלא נתפשו על ידי המשיבים כבעלות עדיפות גבוהה בסבב הראשון (ניתן לעיין בהן בדו"ח הביניים של הסקר).

בסבב הראשון השתתפו 349 מומחים ובסבב השני 376 מומחים מחוגי האקדמיה, התעשייה והציבוריות בישראל. רוב המשיבים עוסקים במחקר והוראה אקדמית, וחלקם נמנים עם המגזר התעשייתי. רוב המשתתפים הם בעלי תואר שלישי וכולם בעלי השכלה אקדמית. לכל משתתף נשלח שאלון אחד בלבד מתוך 12 התחומים לעיל על פי תחום מומחיותו.

2. תחזית מדעית-טכנולוגית למאה ה-21 ממצאים עיקריים

מידע ותקשורת (ראה פרקים 1, 2)

- העשור הראשון של שנות ה-2000 יאופיין בזמינות גבוהה של מידע לסוגיו השונים (לרבות מולטימדיה), בקצבים ועוצמות חישוב חסרי תקדים, למטרות מגוונות - החל במסחר ועבודה וכלה בטיפול רפואי, חינוך ובידור.
- תחומי המידע והתקשורת דינמיים מאוד - רוב התחזיות הנסקרות צפויות להתממש בטווח הזמן הקצר.
- ההתפתחויות הבולטות קשורות בהעברת כמויות גדולות מאד של מידע בזמן אמת, לרבות בתקשורת אופטית מתקדמת, תוך שימת דגש על סינון וניהול של מידע, אבטחת מידע, בקרת איכות של רשתות, ופיתוח שירותים מתקדמים כגון תמסורת נתונים רפואיים בין אמבולנסים לבתי חולים, שירותי מידע סביבתי ובקרת תחבורה, זיהוי דיבור טבעי רציף ותרגום אוטומטי.
- בעשור השני והשלישי של המאה צפוי מימוש של טכנולוגיות עתידיות (חלקן נסקרו רק בסבב הראשון של הסקר) כגון מחשבים ביולוגיים וחישוב מבוסס-DNA, מערכות המחקות חושי טעם

וריה אנושיים, חיקוי ממוחשב של חשיבה יצירתית, רובוטים אוטונומיים (לרבות מכוניות אוטומטיות), מערכות להתרעה מוקדמת על רעשי אדמה, שידור אנרגיית מיקרו-גל מן החלל, ואפילו טכנולוגיה הנראית כיום כדמיונית - קריאת מידע ממוח אנושי.

משאבים ואנרגיה (ראה פרק 3)

- בראש סולם העדיפויות עומדים נושאים שמימושם יביא להגדלת משאבי המים ובמיוחד טכנולוגיות התפלה (נושא שקיבל עדיפות גבוהה גם בתחומים אחרים בסקר: איכות סביבה, בינוי ועיור).
- טכנולוגיות מתקדמות לטיפול בשפכים, שיפור איכות המים בנחלים, גשם מלאכותי ושימוש במערכות בינלאומיות להעברת מים, חזויות אף הן להתממש בעשור הראשון של שנות 2000 ולתרום משמעותית לאיכות החיים בישראל.
- בעשור השני של שנות 2000 יבואו לידי ביטוי טכנולוגיות חדשניות כמו מערכות פוטוולטאיות, תאי דלק בתחבורה, מימוש נרחב של בנייה חוסכת אנרגיה והבטחת אספקה סדירה ויציבה של אנרגיה ברשתות בינלאומיות.

מדעי החיים, רפואה ובריאות (ראה פרקים 4, 5)

- הנושאים הבולטים שמימושם צפוי בטווח הבינוני כוללים הבנת המנגנונים הפיסיולוגיים הקשורים לגידולים ממאירים, שיטות מתקדמות לאבחון מוקדם, שיטות למניעת הסתיידות עורקים, פיתוח חיסון לאיידס, ושיטות ניהול רפואי משופרות – לקיצור זמני המתנה, אספקת אברים להשתלה (כלל-עולמית) וכו'.
- התפתחויות שונות קשורות להשלכות של פענוח הצופן הגנטי: זיהוי גנים המשויכים לגידולים ממאירים או האחראים על היבטים פסיכולוגיים, ופיתוח שיטות לזיהוי פונקציות של חלבונים על סמך נתונים גנטיים.
- בטווח הארוך יותר צפויים טיפולים גנטיים במחלות שונות, "סוכנים" אנטי-ויראליים יעילים, טיפול מונע למחלת אלצהיימר, שיטות אבחון רפואי מרחוק, שיטות חיבור עצבים מרכזיים, שיטות להעברת תרופות מדויקת לאזורי יעד בגוף לרבות במוח (הנושא הובלט גם בתחום החומרים), אברים מלאכותיים שונים, והתקני אבחון/טיפול זעירים הנעים בתוך הגוף.

חקלאות (ראה פרק 6)

- עד סוף העשור הראשון של המאה צפוי פיתוח שיטות ביולוגיות לזיהוי ומניעה של מזהמים במערכות לאספקת מים.
- המחקר הביוטכנולוגי יוביל לשימוש נרחב בשיטות דיאגנוסטיות המבוססות על הכרה מולקולרית, מניפולציות גנטיות להשבחת מוצרים חקלאיים, חיסונים סינתטיים שיתוכננו בשיטות של הנדסת חלבונים ועוד.
- פיתוחים חדישים יופיעו כתולדה ממו"פ בין תחומי, כמו רובוטים בעלי בינה מלאכותית ליישומים חקלאיים או אריזות מחומר ביולוגי מתכלה.
- בטוח הארוך (העשור השני של המאה) צפוי שימוש נרחב בהשתלות אברים בין מינים שונים תוך ניצול שיטות גנטיות למנעית דחיית השתלים.

חומרים (ראה פרק 7)

- הודגשו נושאים העוסקים במוליכים למחצה, "חומרים חכמים" הכוללים פונקציות חישה, תכנות והפעלה, הבנת מבנה מעבר מידע של עצבי חישה ושימוש בתאי-שמש בעלי שכבות רבות אשר יעילות המרתם עולה על 50%.
- נושאים הקשורים באיכות הסביבה שהודגשו עוסקים בחומרים פלסטיים מתכלים, טכנולוגיה למיחזור חומרים פלסטיים ושימוש בטכנולוגיית קיבוע דו-תחמוצת הפחמן לשם הגנה על הסביבה הגלובלית.
- הודגשו נושאים נוספים כמו: פיתוח קיבולת זיכרון של 1 טראביט לשבב, תהליכים לפירוק מים בעזרת קרני השמש ופיתוח חומרים מוליכי-על בסביבת טמפרטורת החדר.

אלקטרוניקה (ראה פרק 8)

- הממצאים מדגישים את המשך מגמת המיזעור לכיוון רמת הננו ופעולות בקצב של גיגה וטרה-הרץ, תוך פיתוח מעבדים עם צריכת כוח נמוכה מאוד. מגמת המיזעור מדגישה את המיקוד בטכנולוגיית המיקרו-אלקטרוניקה, התקשורת ושילובם.
- הודגשו נושאים הקשורים בשימוש במסוף מולטימדיה אלחוטי נייד, שימוש בתאים סולריים, מערכות רבות מעבדים, מיקרו מעבדים וזיכרונות מוליכים למחצה.
- נושאים הקשורים באופטו-אלקטרוניקה שהודגשו עוסקים בתקשורת אופטית מרובבת ויחידות מקלט-משדר המבוססות על סיב אופטי לשימוש ביתי.
- הודגשו נושאים נוספים כמו: שילוב טכנולוגיות תוך שימוש בטכנולוגיית micromachining ופיתוח דיסקים קשיחים עם זיכרון בצפיפות של 1,000 Gbits לאינץ' רבועי.

"יצור (ראה פרק 9)

- הודגשו נושאים הקשורים בטכנולוגיות מידע והשפעתן על הייצור בשלביו השונים: שינויים בשטחי הייצור ומיכון טכנולוגיות המולטימדיה, הפעלת מערכות ללא התקני קלט, מערכות ייצור וירטואליות ומערכות מידע. מימושם צפוי בטווח הקצר יחסית.

- לקראת סוף עשור ראשון ותחילת העשור השני צפויים להתממש נושאים הקשורים במערכות אוטומטיות לבדיקות ואיבחון רפואי ביתי וכן מערכות מורכבות שנבנו באמצעות מכונות והתקנים מרושתיים.
- נושאים הקשורים לאיכות הסביבה שהודגשו עוסקים במיחזור רחב-היקף ומניעת החימום הגלובלי וכן דה-טוקסיפיקציה של פסולת רעילה.
- הודגשו נושאים נוספים: שימוש במקורות אנרגיה אל-מחצביים / לא-מתכלים (רוח, גיאותרמי, סולרי) בתחומי החיים השונים, שימוש במערכות ייצור התומכות בקשישים ונכים וכן טכניקות חדשות לבקרת המבנה האטומי או המולקולרי של חומרים (ננו-טכנולוגיה).

איכות הסביבה (ראה פרק 10)

- הודגשו טכנולוגיות הקשורות באיכות המים: מיחזור מי שופכין, ניטור מקומי והערכה של איכות מקורות מים, שיטות למניעה וסילוק מזהמים ממערכות נוזלים במקור הזיהום, מערכות קומפקטיות לטיפול במי שופכין וניצול יעיל של מקורות מים משניים.
- נושאים הקשורים בתחבורה שהודגשו עוסקים בטכנולוגיות בקרה בכל סוגי המכוניות ומערכת תחבורה עירונית עם רכבים שאינם גורמים זיהום אויר או רעש.
- הודגשו נושאים נוספים העוסקים במערכות מיחזור ושיטות תיכנון לשיפור איכות החיים.
- בתחום הסביבה הגלובלית (שלו השלכות גם על ישראל), בולט הנושא העוסק בפליטות דו-תחמוצת הפחמן. הקטנת פליטות דו-תחמוצת הפחמן בעולם ב-20% מתחת לרמה בשנת 1990.

בינוי ועיור (ראה פרק 11)

- חלק מהנושאים בעלי הסיכויים הגבוהים למימוש עסקי בישראל עוסקים בתיב"ם וטכנולוגיות חזותיות מתקדמות כאמצעי עזר לתיכנון וקביעת מדיניות.
- נושאים הצפויים להתממש בטווח הקצר הם שימוש במידע אינטגרטיבי באמצעות GIS ומיפוי תלת ממדי ממוחשב בקביעת מדיניות קרקעות ותכנון ערים.
- הודגשו נושאים הקשורים בשמירה על הסביבה ובטיפול במים ובשפכים וטיפול בזיהום אוויר באזורים עירוניים. נושאים אחרים עוסקים בטכנולוגיות הפרחת המדבריות ומניעת מידבור וכן השפעת עצים ושיחים על שמירת הסביבה.
- נושאים נוספים שהודגשו עוסקים בהבטחת בטיחות, התייעלות השימוש בקרקעות לאומיות ועירוניות וכן טיפול בצרכי האוכלוסייה המזדקנת.

תחבורה (ראה פרק 12)

- התרומה של המשק הישראלי יכולה להתבטא בנושא כמו: פיתוח סימולטורים מתקדמים למכוניות קטנות, משאיות ואוטובוסים, הניתנים להתקנה בכיתות לימוד.

- הודגשו נושאים הקשורים בבטיחות בדרכים כמו: מכשירים אוטומטיים למניעת תאונות דרכים, ומערכות התרעה המותקנות במכוניות, בכבישים ולצידי הכבישים.
- הודגשו נושאים הקשורים בטכנולוגיות למניעת זיהום אוויר, לרבות מכוניות חשמליות וניקוי תוצרי פליטה של משאיות.
- הודגשו נושאים נוספים כגון: מערכות לניהול אופטימלי של התנועה בכבישים, הגדלת יעילות מנועי המכוניות ב-30%, וכן מערכות אוטומטיות להמראה ונחיתה בכל מזג האוויר.

3. שנות מימוש, יתרונות יחסיים ואילוצים מעכבי-מימוש

התפלגות הנושאים, לפי שנות התממשותם החזויות, מוצגת בטבלה מס' 2 (בחתך התחומים השונים) ובאיור מס' 1 (כל התחומים יחד). באיור מס' 1 ניתן לראות שרוב הנושאים הנדונים בסקר צפויים להתממש, לדעת המשיבים, בעשור הראשון של המאה ה-21 (בעיקר במחציתו השניה). הדבר בולט במיוחד בתחום התקשורת, הדינמי במיוחד, שבו רוב הנושאים צפויים להתממש עוד לפני 2005. מעיון בטבלאות 2 א' ו-ב' ניתן לראות הבדלים בהתפלגות של שנות המימוש בין תחומי הסקר השונים: תחומים כמו ייצור ותחבורה מתאפיינים בקצב שינויים פחות מהיר, יש בהם כמות לא קטנה של נושאים הצפויים להתממש בעשור השני של המאה. יש לציין שבסבב השני של הסקר פחת מאוד מספר הנושאים שמימושם צפוי בטווח הארוך (בעיקר בתחומי הייצור והתחבורה), וזאת מכיוון שחלק מהנושאים ארוכי הטווח לא קיבלו מדדי עדיפות גבוהים בסבב הראשון ולפיכך לא נכללו בסבב השני.

טבלה מס' 1א': התפלגות הנושאים באחוזים, בחתך תחומים, לפי שנות המימוש –

סבב ראשון

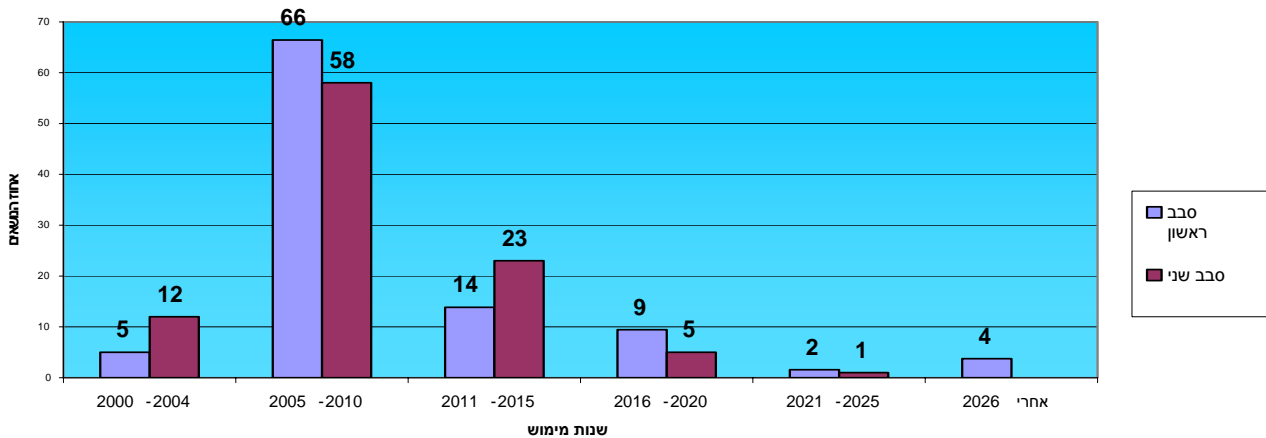
תחום \ השנים	משאבים ואנרגיה	בריאות	חקלאות	מדעי החיים	מידע	תקשורת	בינוי ועיור	איכות הסביבה	אלקטרוניקה	חומרים	ייצור	תחבורה
2000-2004	0	0	0	0	10	40	0	2	0	0	10	0
2005-2010	69	56	93	66	77	60	73	53	77	82	33	42
2011-2015	12	21	7	21	5	0	11	29	16	12	16	17
2016-2020	13	19	0	11	6	0	10	14	3	6	15	20
2021-2025	3	2	0	1	0	0	1	2	2	0	4	5
2026 אחר	3	1	0	1	1	0	4	0	1	0	23	15

טבלה מס' 1ב': התפלגות הנושאים באחוזים, בחתך תחומים, לפי שנות המימוש

סבב שני

תחום	מחשבים ואנרגיה	בריאות	חקלאות	מדעי החיים	מידע	תקשורת	בינוי ועיור	איכות הסביבה	אלקטרוניקה	חומרים	ייצור	תחבורה
השנים												
2000-2004	7	0	0	14	35	56	7	8	0	0	28	0
2005-2010	52	52	79	45	50	41	76	56	88	64	28	64
2011-2015	37	41	21	34	12	4	14	32	12	28	20	20
2016-2020	4	7	0	7	4	0	3	4	0	8	16	12
2021-2025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4
2026 אחרי	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

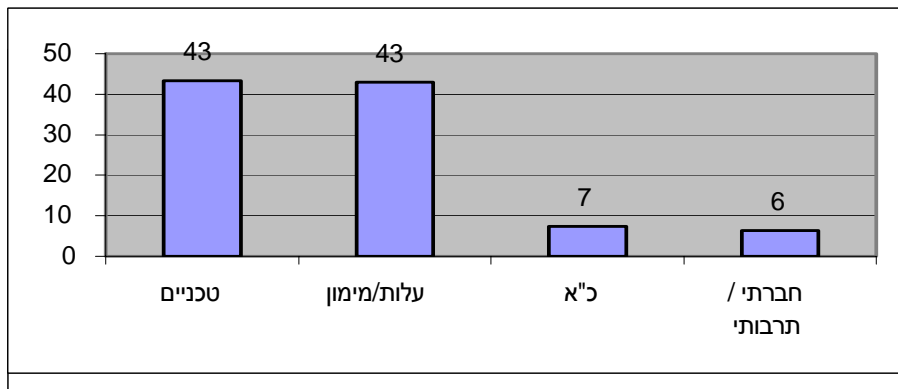
איור מס' 1: התפלגות הנושאים לפי שנות מימוש - כל התחומים, סבב ראשון ושני



בבחינת שכיחות היתרונות היחסיים לישראל אצל כלל אוכלוסיית הסקר בסבב הראשון (ראה איור מס' 2), בולטת מאד היכולת המדעית הישראלית וחמינות כוח האדם הטכנולוגי בתחומים השונים. גורמים אחרים, כמו תשתית יישומית, קיום תעשייה, ניהול ושיווק לא זוהו בדרך כלל כיתרונות לישראל. האילוצים העיקריים שאותרו, המעכבים את מימוש הנושאים שנבחנו, הינם מגבלות המימון והפערים הטכניים. הגורם החברתי/תרבותי וגורם כ"א לא אובחנו בדרך כלל כאילוצים מגבילים (איור מס' 3).

מובן שממצאים אלה משקפים ממוצעים כלליים הלוקחים בחשבון את כל הנושאים. לאור ההסכמה הרחבה בין המשיבים לגבי סוגיות אלה ברוב הגדול של הנושאים בכל תחומי הסקר, סוגיות אלה לא נכללו בסבב השני.

איור מס' 2: שכיחות היתרונות היחסיים לישראל



איור מס' 3: שכיחות האילוצים המעכבים את המימוש

התוצאות המלאות והמפורטות שנתקבלו לגבי כל אחד משנים עשר התחומים מופיעות בהמשך בדו"ח זה (פרק ה').

4 המלצות להמשך פעילות

בהמשך לניתוח ממצאי שני הסבבים של הסקר נעשתה עבודת חשיבה לגבי המלצות להמשך התהליך הרצוי לצורך גיבוש מדיניות מדע וטכנולוגיה לאומית שתיעזר בממצאי הסקר. המלצות אלה מופיעות בפרק ד' של דו"ח זה, ועיקריהן הן:

- הקמת צוותי מומחים (Meta Teams) ב-5 תחומים אטרקטיביים, לצורך זיהוי נושאים בעלי עדיפות לאומית.
- הפצת שאלון סבב ג' בקרב כ-100 מומחים מובילים ומקבלי החלטות, שיתייחס לזיהוי עדיפויות בין "מגמות-על" או נושאים "חוצי תחומים" כגון רובוטיקה, ביו-אינפורמטיקה, טכנולוגיות גנטיות, מיחזור, יישומי תיקשוב וכו'.

מבוא ותאור הדו"ח

הדו"ח המוגש בזה כולל ממצאים מסבב שני של סקר "דלפי" שנערך בישראל במהלך שנת 2000 ביוזמת משרד המדע. הסבב השני נערך כדי לאשש את ממצאי הסבב הראשון שפורטו בדו"ח ביניים אשר פורסם באוקטובר 1999.

תחזית מדעית-טכנולוגית בשיטת "דלפי" הינה אחד הכלים המקובלים כיום, במדינות מפותחות בעולם, לעיצוב מדיניות מדע וטכנולוגיה ארוכת-טווח. הסקר הנוכחי הינו הראשון מסוגו בישראל ומטרתו, בין השאר, להניח את התשתית לשימוש בעבודות תומכות מדיניות מסוג זה ולסייע בכך לתהליכי חשיבה ותכנון לקראת העתיד.

שיטת "דלפי" מבוססת על התכנסות לקראת תמימות-דעים בקרב קבוצת מומחים באמצעות הפצה חוזרת (סבבים) של שאלונים מובנים בתחומים מדעיים-טכנולוגיים נבחרים. משרד המדע החליט לאמץ את המבנה והתכנים של סקרי דלפי שנעשו לאחרונה ביפן ובגרמניה, ולבחון את 12 התחומים הבאים:

מידע, תקשורת, משאבים ואנרגיה, רפואה ובריאות, מדעי-החיים, חקלאות - עובדו ע"י המרכז הבינתחומי לניתוח ותחזית טכנולוגית.

חומרים, אלקטרוניקה, ייצור, איכות סביבה, בינוי ועיור, תחבורה - עובדו ע"י מוסד שמואל נאמן.

בסבב הראשון של הסקר הוגדרו בכל תחום כמה עשרות נושאים המתארים התפתחויות טכנולוגיות-מדעיות עתידיות. בכל אחד מהנושאים הללו התבקשו המומחים להתייחס לסוגיות חשובות למדיניות המדע והתפתחות המשק בישראל במאה ה-21. לסבב השני נבחרו כ-25 נושאים מובילים בכל תחום ונבחנו מחדש ע"י המומחים, לאור ממצאי הסבב הראשון. תוצאות הסבב השני מצביעות אכן על עלייה במידת הקונצנזוס ברוב הנושאים, לגבי מועד מימושם החזוי וחשיבותם.

פרק א' בדו"ח מציג בקצרה תמונה כללית של התפתחות 12 התחומים הנדונים בעשורים הראשונים של המאה ה-21, על-פי עיקרי הממצאים של הסקר.

פרק ב' בדו"ח מתאר את השיטה בה נערך הסקר, המדדים השונים ששימשו לעיבוד התוצאות, ואופן הצגת התוצאות.

פרק ג' מסכם את הנתונים הכמותיים והאיכותיים על אוכלוסיית המשיבים, לרבות השכלה עיסוק וכו'.

פרק ד' עוסק בעקרונות לגיבוש מדיניות מדע בישראל תוך הסתייעות בממצאי הסקר.

בפרק ה' רוכזו הממצאים המעובדים המלאים של הסבב השני ב-12 התחומים השונים.

פרק א': תחזית מדעית-טכנולוגית למאה ה-21 -

תמונה כללית

בפרק זה מוצג תאור תמציתי כוללני של עיקרי התחזיות בכל תחומי הסקר, על סמך ממצאי הסבב השני, תוך שימת דגש על ההתפתחויות שזכו למדדי עדיפות גבוהים. לעיון בתחזיות המפורטות (לרבות תחזיות מעניינות וארוכות-טווח, שלא נתפשו ע"י המשיבים כבעלות עדיפות גבוהה ולכן בחלקן אף לא נכללו בסבב השני-) הקורא מופנה לטבלאות התוצאות המלאות בדוח זה ובדוח הביניים (סבב ראשון).

מידע ותקשורת

העשור הראשון של שנות ה-2000 יאופיין בחדירה מואצת של טכנולוגית התיקשוב לכל תחומי החיים: זמינות גבוהה של מידע לסוגיו השונים (לרבות מולטימדיה), בקצבים חסרי תקדים ועוצמות חישוב הולכות וגדלות, למטרות מגוונות - החל במסחר ועבודה וכלה בטיפול רפואי, חינוך ובידור. תחומי המידע והתקשורת דינמיים מאוד ומצטיינים בקצב שינויים גבוה - רוב התחזיות הנסקרות צפויות להתממש בטווח הזמן הקצר.

ההתפתחויות הבולטות קשורות בהעברת כמויות גדולות מאד של מידע (לכל סוגיו) בזמן אמת, לרבות בתקשורת אופטית מתקדמת; סינון וניהול של מידע למטרות שונות, אבטחת מידע, בקרת איכות של רשתות, טיפול מתקדם במידע במולטימדיה ווידאו, והתפתחות של שירותים מתקדמים ספציפיים כמו תמסורת נתונים רפואיים בין אמבולנסים לבתי חולים, שירותי מידע סביבתי ובקרת תחבורה, וכו'. תהיה התקדמות רבה בזיהוי דיבור טבעי רציף ותרגום אוטומטי.

בעשור השני והשלישי של המאה ה-21 צפוי מימוש של טכנולוגיות חדשות שכעת נמצאות רק בחיתוליהן, (חלקן נסקרו בסבב הראשון של הסקר ולא נכללו בסבב השני) כגון מחשבים ביולוגיים וחישוב מבוסס-DNA, מערכות חישה המחקות חושי טעם וריח אנושיים, חיקוי ממוחשב של חשיבה יצירתית, רובוטים אינטליגנטיים בעלי יכולת גבוהה של פעולה אוטונומית (לרבות מכונות אוטומטיות), מערכות להתרעה מוקדמת על רעשי אדמה, שידור אנרגיית מיקרו-גל מן החלל, ואפילו טכנולוגיה הנראית כיום כדמיונית - יכולת של קריאת מידע המצוי בתוך מוח אנושי.

משאבים ואנרגיה

בראש סולם העדיפויות עומדים נושאים שמימושם יביא להגדלת משאבי המים לשימוש במגזר הביתי והתעשייתי, ובמיוחד טכנולוגיות התפלה (נושא שקיבל עדיפויות גבוהה גם בתחומים אחרים בסקר: איכות סביבה, בינוי ועיור). טכנולוגיות טיפול מתקדם בשפכים, שיפור איכות המים בנחלים, יצירת גשם מלאכותי ושימוש במערכות בינלאומיות להעברת מים, חזויות אף הן להתממש בעשור הראשון של שנות ה-2000 ולתרום משמעותית לאיכות החיים בישראל. בעשור השני של שנות ה-2000 יבוא לידי ביטוי טכנולוגיות חדשניות כמו מערכות פוטוולטאיות, תאי דלק בתחבורה, מימוש נרחב של בנייה חוסכת אנרגיה, הבטחת אספקה סדירה ויציבה של אנרגיה ברשתות בינלאומיות ועוד.

מדעי החיים, רפואה ובריאות

רוב ההתפתחויות חזויות להתממש בטווח הבינוני והארוך - אחרי 2005 או אף אחרי 2010. הנושאים הבולטים בעדיפותם עוסקים בגידולים ממאירים ובעיות של הסתיידות עורקים. בטווח הבינוני צפויה

הבנת המנגנונים הפיסיולוגיים הקשורים לגידולים ממאירים, שיטות מתקדמות לאבחון מוקדם, שיטות למניעת הסתיידות עורקים, פיתוח חיסון לאיידס, ושיטות ניהול רפואי משופרות – לקיצור זמני המתנה, אספקת אברים להשתלה (כלל-עולמית), וכו'. התפתחויות שונות קשורות להשלכות של פענוח הצופן הגנטי: זיהוי גנים המשויכים לגידולים ממאירים, זיהוי גנים האחראים על היבטים פסיכולוגיים, ופיתוח שיטות לזיהוי פונקציות של חלבונים על סמך נתונים גנטיים. בטווח הארוך יותר צפויים טיפולים גנטיים במחלות שונות, "סוכנים" אנטי-ויראליים יעילים, טיפול מונע למחלת אלצהיימר, שיטות אבחון רפואי מרחוק, שיטות חיבור עצבים מרכזיים, שיטות להעברת תרופות מדויקת לאזורי יעד בגוף לרבות אזורים במוח (הנושא הובלט גם בתחום החומרים), אברים מלאכותיים שונים, והתקני אבחון זעירים הנעים בתוך הגוף.

חומרים

הנושאים הבולטים בעדיפותם קשורים במוליכים למחצה, "חומרים חכמים" הכוללים פונקציות חישה, תכנות והפעלה; הבנת מבנה מעבר מידע של עצבי חישה וכן שימוש בתאי-שמש בעלי שכבות רבות אשר יעילות המרתם עולה על 50%. נושאים אלו צפויים להתממש במהלך המחצית הראשונה של העשור הבא.

הודגשו נושאים הקשורים באיכות הסביבה, כגון חומרים פלסטיים מתכלים, טכנולוגיה למיחזור חומרים פלסטיים, וכן שימוש בטכנולוגיית קיבוע דו-תחמוצת הפחמן לשם הגנה על הסביבה הגלובלית. נושאים אחרים שהובלטו עוסקים בפיתוח קיבולת זיכרון של 1 טראביט לשבב (מימושו צפוי בסוף העשור הנוכחי), תהליכים לפירוק מים בעזרת קרני השמש ופיתוח חומרים מוליכי-על בסביבת טמפרטורת החדר. נושאים אלו צפויים להתממש במהלך המחצית השנייה של העשור הבא.

אלקטרוניקה

גממת המיזעור במכשירים אלקטרוניים, מדגישה את המיקוד בטכנולוגיית המיקרו-אלקטרוניקה, התקשורת ושילובם. הודגשו נושאים כמו: שימוש במסוף מולטימדיה אלחוטי נייד, שימוש בתאים סולריים, מערכות רבות מעבדים, מיקרו מעבדים וזיכרונות מוליכים למחצה. רוב ההתפתחויות צפויות להתממש בסוף עשור ראשון ותחילת העשור השני של המאה.

נושאים בולטים באופטו-אלקטרוניקה עוסקים בתקשורת אופטית מרובבת ויחידות מקלט-משדר המבוססות על סיב אופטי לשימוש ביתי. נושאים אלו צפויים להתממש עד סוף העשור הנוכחי.

הנושאים הקשורים ללייזרים מוליכים למחצה בכחול עמוק, זיהוי באמצעות שבב יחיד ושימוש במסוף מולטימדיה אלחוטי נייד, הובלטו כנושאים בעלי הסיכויים הגבוהים ביותר למימוש עיסקי בישראל. מימושם צפוי לקראת סוף העשור הנוכחי.

ייצור

הנושאים הבולטים קשורים בטכנולוגיות מידע והשפעתן על הייצור בשלבי השונים בטווח הקצר יחסית: שימוש באינטרנט ואינטראנט, שינויים בשטחי הייצור ומיכון טכנולוגיות המולטימדיה, הפעלת מערכות ללא התקני קלט, מערכות ייצור וירטואליות ומערכות מידע.

בטווח זמן מעט רחוק יותר (סוף עשור ראשון ותחילת העשור השני) צפויים להתממש נושאים כמו מערכות אוטומטיות לבדיקות ואיבחון רפואי ביתי וכן מערכות מורכבות שנבנו באמצעות מכונות והתקנים מרושתים. אחרי 2015 צפוי מימושם של נושאים חשובים נוספים: שימוש במקורות אנרגיה אל-מחצביים / לא-מתכלים (רוח, גיאותרמי, סולרי) בתחומי החיים השונים, שימוש במערכות ייצור

התומכות בקשישים ונכים וכן טכניקות חדשות לבקרת המבנה האטומי או המולקולרי של חומרים (ננו-טכנולוגיה). הודגשו גם נושאים הקשורים לאיכות הסביבה: מיחזור רחב-היקף ומניעת החימום הגלובלי (צפויים להתממש בסוף העשור ראשון ואמצע העשור השני), ועד דה-טוקסיפיקציה של פסולת רעילה (תחילת העשור השלישי של שנות ה-2000).

איכות הסביבה

בין הנושאים המועדפים בולטות טכנולוגיות הקשורות באיכות המים: מיחזור מי שופכין, ניטור מקומי והערכה של איכות מקורות מים. נושאים אלו צפויים להתממש בטווח הקצר. שיטות למניעה וסילוק מזהמים ממערכות נוזלים במקור הזיהום, מערכות קומפקטיות לטיפול במי שופכין וניצול יעיל של מקורות מים משניים, צפויים להתממש בטווח הרחוק יותר (סוף העשור הראשון).

הודגשו נושאים הקשורים בתחבורה: טכנולוגיות בקרה בכל סוגי המכוניות, מערכת תחבורה עירונית עם רכבים שאינם גורמים זיהום אויר או רעש. בתחום הסביבה הגלובלית (שלו השלכות גם על ישראל), בולט הנושא העוסק בפליטות דו-תחמוצת הפחמן. הקטנת פליטות דו-תחמוצת הפחמן בעולם ב-20% מתחת לרמה בשנת 1990, צפויה להתממש בסוף העשור השני של שנות ה-2000.

בינוי ועיור

יתרונה של ישראל בתחום טכנולוגיות המידע בא לידי ביטוי גם בנושאי בינוי ועיור. חלק מהנושאים בעלי הסיכויים הגבוהים למימוש עסקי בישראל עוסקים בתיב"ם וטכנולוגיות חזותיות מתקדמות כאמצעי עזר לתיכנון וקביעת מדיניות. נושאים הצפויים להתממש בטווח הקצר הם שימוש במידע אינטגרטיבי באמצעות GIS ומיפוי תלת ממדי ממוחשב בקביעת מדיניות קרקעות ותכנון ערים. הודגשו נושאים הקשורים בשמירה על הסביבה ובטיפול במים ובשפכים וטיפול בזיהום אוויר באזורים עירוניים. נושאים אחרים עוסקים בטכנולוגיות הפרחת המדבריות ומניעת מידבור וכן השפעת עצים ושיחים על שמירת הסביבה. נושאים אלה צפויים להתממש בסוף העשור הראשון של שנות ה-2000. נושאים נוספים שהודגשו עוסקים בהבטחת בטיחות, התייעלות השימוש בקרקעות לאומיות ועירוניות וכן טיפול בצרכי האוכלוסייה המזדקנת.

תחבורה

התרומה של המשק הישראלי יכולה להתבטא בנושא כמו: פיתוח סימולטורים מתקדמים למכוניות קטנות, משאיות ואוטובוסים, הניתנים להתקנה בכיתות לימוד. נושאים הבולטים בעדיפותם קשורים בבטיחות בדרכים: מכשירים אוטומטיים למניעת תאונות דרכים, ומערכות התרעה המותקנות במכוניות, בכבישים ולצידי הכבישים. כל אלה צפויים להתממש לקראת סוף העשור הראשון ותחילת העשור השני של שנות ה-2000. כמו כן הודגשו טכנולוגיות למניעת זיהום אוויר, לרבות מכוניות חשמליות וניקוי תוצרי פליטה של משאיות. נושאים אלו צפויים להתממש לקראת סוף העשור הראשון ותחילת העשור השני של שנות ה-2000. נושאים נוספים שהודגשו: מערכות לניהול אופטימלי של התנועה בכבישים, הגדלת יעילות מנועי המכוניות ב-30%, וכן מערכות אוטומטיות להמראה ונחיתה בכל מזג האוויר.

פרק ב: תאור הסקר, מתודולוגיה ואופן הצגת התוצאות

1. מטרת הסקר

כדי לענות על צרכים עתידיים ולנצל בצורה מיטבית את יתרונות ישראל בעולם המשתנה במהירות, בהשפעת המדע והטכנולוגיה, יש צורך לעצב מדיניות מושכלת שתתווה את כיווני המחקר והפיתוח המועדפים מתוך מבט רחב-אופקים וארוך טווח. אחד הכלים החשובים שיכולים לסייע בעיצוב מדיניות זו הוא תחזית רחבת-היקף על ההתפתחויות הצפויות במדע ובטכנולוגיה ב-30 השנים הקרובות. משרד המדע החליט לערוך תחזית כזאת, תוך הסתייעות בשיטת "דלפי", המקובלת במדינות רבות בעולם.

2. שיטת הסקר

2.1 רקע - שיטת "דלפי"

הסקר מבוסס על עקרונותיה של שיטת "דלפי", שפותחה במקור במכון "ראנד" בארה"ב בשנות ה-50. היא שוכללה במשך השנים ע"י גורמים שונים ובמיוחד ע"י המכון הלאומי למדיניות מדע וטכנולוגיה של יפן, שעושה בה שימוש מדי מספר שנים החל משנות ה-70. השיטה מקובלת במחקרי חיזוי טכנולוגי לטווח ארוך, ונותנת כלי מסייע חשוב בידי מקבלי החלטות הקשורות במדיניות מ"פ וטכנולוגיה. בשנים האחרונות עשו מדינות רבות שימוש בשיטה זו (על גרסאותיה השונות) במחקרי חיזוי טכנולוגי לאומיים. נהוג להשתמש בשיטת "דלפי" כאשר אין בנמצא נתונים חד משמעיים או תיאוריה מבוססת, אך קיימים מומחים שהידע הקיבוצי שלהם עשוי להועיל.

השיטה מבוססת על השגת קונצנזוס בקרב קבוצת מומחים בתחום מסוים, באמצעות הפצה חוזרת (סבבים) של שאלונים, כאשר בסבב השני ואילך יכולים המומחים לעדכן את עמדותיהם בהתאם למגמה הכוללת המשתקפת לעיניהם לאור ממצאי הסבב הקודם. כך מתבצע תהליך איטרטיבי של התכנסות לקונצנזוס. השאלון מהווה לפיכך כלי של אינטראקציה קבוצתית, אך אנונימית, בין המומחים. האנונימיות של התהליך מנטרלת "השתלטות" של מומחים דומיננטיים - תופעה העלולה לקרות בדיונים פנים-אל-פנים.

השאלון כולל בדרך כלל שורה של נושאים המתארים התפתחויות צפויות, שלגביהן מתבקשים המומחים להעריך את מועד התממשותן החזוי, את חשיבותן הכלכלית או החברתית, הקשיים במימושו, והיבטים נוספים העשויים לעניין את מקבלי ההחלטות.

הניסיון בעולם מראה שבדרך כלל מושג קונצנזוס סביר כבר כעבור שני סבבים. במדינות כמו יפן וגרמניה, שבהן נעשים סקרי דלפי תקופתיים מדי מספר שנים, מציינים מספר יתרונות חשובים של השיטה: התהליך מאלץ את הקהילה המדעית-טכנולוגית, ואת מקבלי החלטות במדינות מ"פ, לעיין ולדון לעומקן של מגמות והתפתחויות משמעותיות, ובהקשרים הכלכליים והחברתיים שלהן. לחוקרים הדבר מעניק זווית ראייה רחבה, מעבר לעיסוקי המחקר היומיומיים שלהם. למקבלי החלטות

ניתנת יכולת להבין את המשמעויות של ההתפתחויות השונות, ואת ההשלכות של החלטות המתקבלות היום על עיצוב העתיד הרצוי.

2.2 הסקר הישראלי

זו הפעם הראשונה שנערך בארץ סקר חיזוי טכנולוגי בקנה מידה גדול, ובמגוון רחב של תחומים מדעיים-טכנולוגיים. בסקר הנוכחי הוחלט, בתאום עם צוות ההיגוי של משרד המדע, לאמץ גישה פרגמטית המבוססת על שיטת "דלפי" הקלאסית, עם שינויים מסויימים, מתוך ראיית המטרה הסופית של הסקר - בסיס לגיבוש מדיניות מו"פ לישראל לשנים הבאות. בהתאם לכך בוצעו השלבים המתודולוגיים הבאים:

א. מיון תחומים ונושאים

שלב זה כלל עבודת שטח רחבה לגיבוש החלטה על התחומים המדעיים/טכנולוגיים שייבחנו במסגרת הסקר והנושאים שייבדקו בכל תחום. הבחינה נעשתה בשיתוף הגורמים המקצועיים של משרד המדע, הוועדות הלאומיות וכן וועדת ההיגוי של הפרויקט. בתהליך זה נלמדו סקרים דומים שנעשו במדינות אחרות (יפן, גרמניה, אנגליה) ורוכזו נושאים מובילים ממקורות אלה, כמו גם מהמקורות הישראליים השונים. רוב הנושאים שנבחרו נלקחו מתוך סקר "דלפי" האחרון שנעשה ביפן, תוך השמטת נושאים הייחודיים למדינה זו. לכך נוספו נושאים שהומלצו על-ידי גורמי המקצוע בישראל. עבודת הכנה זו יצרה על המסד הנדרש לעריכת הסקר בישראל.

ב. סבב ראשון של הסקר

הסבב הראשון של הסקר נערך תוך שימוש בתוצאות העבודה המכינה והתרכז ב-12 תחומים מדעיים טכנולוגיים שנבחרו:

1. מידע
2. תקשורת
3. משאבים ואנרגיה
4. רפואה ובריאות
5. מדעי החיים
6. חקלאות
7. חומרים
8. אלקטרוניקה
9. ייצור
10. איכות הסביבה
11. בינוי ועיור
12. תחבורה

בכל אחד משניים עשר התחומים הנ"ל הופץ בסבב הראשון שאלון למומחים באותו תחום. כל שאלון כלל 80-100 נושאים (תיאורים מפורטים של התפתחויות טכנולוגיות/מדעיות) שלגביהם המומחים התבקשו לציין את הפרטים הבאים:

- מידת המומחיות שלהם בנושא.
- מידת החשיבות של הנושא.
- שנת המימוש הצפויה (בטווח הזמן 2000-2030).
- אילוצים המעכבים את המימוש.
- יתרון יחסי לישראל במימוש הנושא.
- סיכויים למימוש עסקי בישראל של הנושא הנדון.
- מידת ההשפעה על איכות החיים של הנושא הנדון (לרבות השפעה שלילית אפשרית).

תוצאות הסבב הראשון כלולות בדו"ח ביניים שפורסם באוקטובר 1999 ("תחזית מדעית-טכנולוגית לקראת המאה ה-21" – סקר בשיטת "דלפי" – דו"ח ביניים, המרכז הבינתחומי לניתוח ותחזית טכנולוגית ליד אוניברסיטת ת"א ומוסד שמואל נאמן, אוק' 99). ממצאי הסבב הראשון איפשרו לסווג את הנושאים הרבים בכל תחום ותחום, על-פי מידת הקונצנזוס בין המומחים לגבי מועדי מימושם המשוערים, וכן לגבי מידת העדיפות שיוחסה להם על-פי המדדים השונים (חשיבות כללית, סיכויי מימוש עסקי בישראל, והשפעה על איכות החיים). סיווג זה איפשר להחליט על הנושאים הנבחרים לבחינה חוזרת שלהם במסגרת הסבב השני של הסקר.

ב. הסבב השני

הסבב השני של הסקר נועד לאשש ולאמת את ממצאי הסבב הראשון לגבי קבוצה נבחרת של נושאים, ולהתקרב לתמימות-דעים רבה ככל הניתן בין המשיבים, ע"י מילוי חוזר של השאלון כשבכל נושא מוצגות תוצאות הסבב הקודם. שאלון הסבב השני נבנה לאור הממצאים והלקחים שהופקו בסבב הראשון (ראה פרק ג' בדו"ח הביניים):

א. בכל תחום נבחרו בערך 25 נושאים מובילים (מתוך נושאי הסבב הראשון) - על סמך המדדים הגבוהים שקיבלו בסבב הראשון ושיקולים נוספים של צוות המחקר, תוך התייעצות בועדת ההיגוי ובמומחים בכל תחום (כגון ראשי הוועדות הלאומיות, מדענים ראשיים וכו').

ב. סעיפי ההתייחסות לכל נושא צומצמו לסעיפים הבאים:

- מידת המומחיות של המשיב.
- מידת החשיבות של הנושא.
- שנת המימוש החזויה.
- סיכויי מימוש עסקי בישראל.
- השפעה על איכות החיים.

סעיפי ההתייחסות ל"אילוצים המעכבים את המימוש" ו"יתרון יחסי לישראל" הושטמו בסבב השני, כדי להקל על המשיבים ולאור ההנחה שהדעה המגובשת בסעיפים אלה כפי שהשתקפה בסבב הראשון לא תשתנה באופן משמעותי.

שאלוני הסבב השני נשלחו לקבוצות מומחים בכל תחום מתחומי הסקר, שהתבססו על קבוצות המשיבים של הסבב הראשון בצרוף מומחים נוספים. זאת במטרה להגדיל את מספר המשתתפים בסקר במידת האפשר, במיוחד באותם תחומים שבהם מידת ההיענות בסבב הראשון לא היתה משביעת רצון. עבור המומחים שהצטרפו לסקר בסבב השני, ממצאי הסבב הראשון שימשו כנקודת התייחסות ומוצא לקביעת עמדותיהם בנושאים השונים.

3. הצגת התוצאות

בכל תחום משנים-עשר תחומי הסקר מוצג (בפרק ה' להלן) סיכום מילולי קצר של עיקרי הממצאים. אחרי סיכום זה מופיעות טבלאות המרכזות את התוצאות באותו תחום, כדלקמן:

- 10 הנושאים בעלי מדד חשיבות הגבוה.
- 10 הנושאים בעלי הסיכוי הגבוה למימוש עסקי בישראל.
- 10 הנושאים המשפיעים ביתר על איכות החיים.
- 10 הנושאים בעלי מדד העדיפות הכוללת הגבוה ביותר. טבלה זו מציגה בכל נושא גם את מדדי החשיבות, הסיכויים למימוש, וההשפעה על איכות החיים.
- טבלה של התוצאות המלאות (כל נושאי התחום). בטבלה זו מוצגים, לשם השוואה, גם ממצאי הסבב הראשון.

4. קריאת תוצאות הסקר

אופן הצגת תוצאות השאלון בכל נושא (בטבלאות המלאות המופיעות בפרק ה') מתואר בדוגמא שבעמוד הבא.

בכל נושא מוצגות תוצאות הסבב הראשון מעל תוצאות הסבב השני, לצורך השוואה.

א. הנושאים:

כל "נושא" מתאר התפתחות מדעית-טכנולוגית צפויה. להלן הסבר על המינוחים הנפוצים המופיעים בשאלות והמאפיינים מצבי התפתחות שונים:

- "elucidation" – זיהוי עקרונות או תופעות ברמה מדעית-תיאורטית.
- "development" – השגת מטרה ספציפית בהיבט הטכנולוגי של הנושא; למשל – בדיקת היתכנות או בניית אבטיפוס.
- "practical use" – שימוש מעשי בטכנולוגיה, לאחר שהוכחה כקבילה מבחינה כלכלית.
- "widespread use" – שימוש נרחב בטכנולוגיה/במוצר אחרי שהוכח השימוש המעשי. אם לא צוין במפורש שהשאלה מתייחסת למימוש הנושא בישראל, הכוונה היא למימוש בעולם.

ב. סך המשיבים:

זהו מספר המשיבים שענו בפועל על השאלות המתייחסות לגופו של הנושא.

ג. מומחיות:

מוצגת התפלגות באחוזים של רמות המומחיות השונות של המשיבים. המשיבים התבקשו להגדיר, בכל נושא ונושא, את מומחיותם לפי ארבע רמות:

- גבוהה - עיסוק נוכחי במחקר או עבודה הקשורה לנושא הספציפי (לרבות עריכת סקרי ספרות); או ידע נרחב בנושא עקב עיסוק נוכחי בעבודות בשטחים הקרובים לנושא.
- בינונית - עיסוק בעבר במחקר/עבודה הקשורה לנושא, או רכישת מומחיות מסוימת מקריאת ספרות טכנית הקשורה לנושא.
- נמוכה - ידע מקריאת עיתונים ומגזינים כלליים (לא מדעיים/טכניים), או משיחות עם אנשים שעסקו בנושא.

ד. חשיבות: מוצגת התפלגות (באחוזים) של המשיבים שהעניקו ציון חשיבות "גבוה", "בינוני", "נמוך", או "לא דרוש" לנושא הנדון.

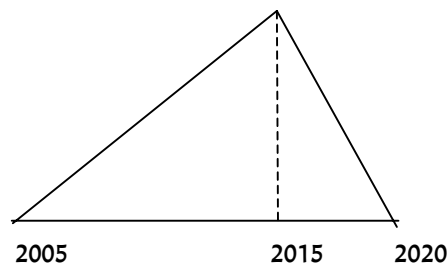
מדד החשיבות חושב באופן הבא:

$$\frac{100 \times \text{מס' המשיבים "גבוה"} + 50 \times \text{מס' המשיבים "בינוני"} + 25 \times \text{מס' המשיבים "נמוך"}}{\text{מס' המשיבים הכולל על סעיף החשיבות}} = \text{מדד חשיבות}$$

כלומר, נושא שעבורו כל המשיבים ציינו "לא דרוש" יקבל מדד חשיבות 0, ונושא שעבורו כל המשיבים ציינו "גבוה" יקבל מדד חשיבות 100.

ה. שנת מימוש:

כל משיב התבקש לציין את שנת המימוש הצפויה של הנושא, בין השנים 2000 ל-2030. התפלגות התוצאות מוצגת באופן גרפי באמצעות משולשים משולשים שמשמעותם תובהר בדוגמא הבאה:



25% מהמשיבים חושבים שהנושא יתממש עד שנת 2005.

50% מהמשיבים חושבים שהנושא יתממש עד שנת 2015.

75% מהמשיבים חושבים שהנושא יתממש עד שנת 2020.

כלומר, מיקום קודקוד המשולש (2015) מבטא את שנת החציון (מחצית מהמשיבים סוברים שהנושא יתממש לפני שנה זו ומחצית סוברים שהוא יתממש אחריה).

אורך הבסיס של המשולש הינו התחום הבינרבעוני המבטא את טווח שנת המימוש לדעת מחצית מהמשיבים, סביב שנת המימוש החציונית. אורך הבסיס מהווה אינדיקציה למידת הקונצנזוס בין המשיבים: ככל שהוא קצר יותר, מידת הקונצנזוס גבוהה יותר (רוב המשיבים מתפלגים בקרבת שנת חציון).

אין משמעות לגובה המשולש.

שיטת "דלפי" נועדה, כאמור, להשיג קונצנזוס בין המומחים, ע"י הפצה חוזרת של השאלון בסבב שני (ולפעמים שלישי). בכל סבב כזה, עקב שינויים בעמדות המשיבים לאור תוצאות הסבב הקודם, מתקצרים בסיסי המשולשים ולפיכך מידת הקונצנזוס עולה.

1. סיכויים למימוש עסקי בישראל:

מוצגת התפלגות באחוזים של המשיבים שצינו שהסיכוי למימוש עסקי של הנושא הנדון בישראל הוא "גבוה", "בינוני", "נמוך", או "אפסי".

כפי שהוסבר בהנחיות למילוי השאלון, הפרוש של מימוש עסקי בישראל יכול להיות יצור בישראל של מערכת או חלקים ממנה פרי פיתוח ישראלי מקורי, ייצור בישראל של מערכת או חלקים ממנה שהפיתוח העיקרי שלה נעשה בחו"ל, או מכירת ידע פרי פיתוח ישראלי לחו"ל תמורת תמלוגים מתאימים. אם מדובר במכירת ידע ישראלי למטרת ייצור בחו"ל, המשיב התבקש לציין זאת בסעיף ההערות.

מדד הסיכויים למימוש חושב בדומה לחישוב מדד החשיבות (ראה סעיף ד' לעיל). כלומר, מדד 100 פירושו שכל משיבים ציינו "גבוה" ומדד אפס פרוש שכולם ציינו "אפסי".

2. השפעה על איכות החיים מוצגת התפלגות באחוזים של המשיבים שצינו שלנושא

הנדון תהיה השפעה "מועילה מאד", "מועילה", "שולית", או "מזיקה" על איכות החיים.

מדד ההשפעה על איכות החיים חושב בדומה לחישוב מדד החשיבות (ראה סעיף ד' לעיל).

במקרה זה מדד אפס מתקבל רק אם כל המשיבים סוברים שלנושא הנדון תהיה השפעה שלילית על איכות החיים. מדד 100 פירושו שכל המשיבים סוברים שההשפעה תהיה "מועילה מאד".

3. מדד עדיפות כולל חושב כממוצע חשבוני של מדדי החשיבות, הסיכויים למימוש עסקי,

וההשפעה על איכות החיים. אופן חישוב זה הוא שרירותי, והוא נעשה רק כדי להציע דרוג עדיפות אפשרי של הנושאים השונים. ניתן כמובן לקבוע חישוב אחר שייתן משקל יתר למדד כזה או אחר, בהתאם לשיקולים של מדיניות.

5. מידת הקונצנזוס

כאמור, הסבב השני של הסקר נועד לאשש את ממצאי הסבב הראשון בנושאים הנבחרים, ולהגדיל את מידת תמימות-הדעים בין המשיבים לגבי הנושאים הללו. מעיון בתוצאות הסבב השני עולה שכמעט בכל הנושאים אכן שופרה מידת הקונצנזוס לגבי שנות מימוש החזויות: השיפור מתבטא בצמצום פיזור השנים סביב שנת החציון, בהשוואה לסבב הראשון (קיצור אורך הבסיס של המשולשים המייצגים את פיזור התשובות). בשנת החציון עצמה היו לעיתים תנודות מסוימות, לשני הכיוונים. בחלק ניכר של הנושאים חלה בסבב שני עליה בערכי המדדים השונים (חשיבות, סיכויי מימוש עסקי בארץ, והשפעה על איכות החיים), במיוחד במדד החשיבות. הדבר מצביע אף הוא על מידת קונצנזוס גבוהה לגבי חשיבותם של רוב הנושאים שנבחנו בסבב השני.

פרק ג - אוכלוסיית הסקר – סבב שני

אוכלוסיית המשיבים בסבב השני כללה כ- 376 מומחים בעלי ידע רלוונטי (מהאקדמיה והתעשייה) לאחד מ- 12 תחומי הסקר.

1. שייכות מוסדית

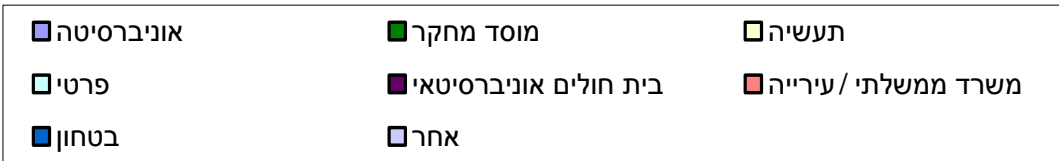
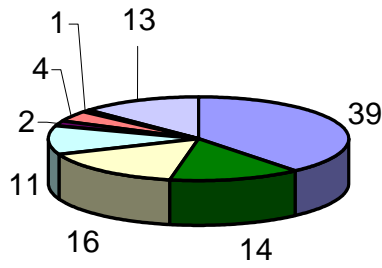
התפלגות אוכלוסיית המשיבים לפי השייכות המוסדית מראה כי רוב המשיבים (53%) הינם מן האוניברסיטאות וממוסדות מחקר ו- 16% הינם מן התעשייה. יתרת 31 האחוזים נמנים עם משרדי ממשלה, מערכת הבטחון, או גורמים פרטיים. התפלגות זו משקפת את רוב התחומים, למעט תחומי הייצור, התקשורת והאלקטרוניקה שבהם לנשאלים מקרב התעשייה יש ייצוג בולט יותר. (ראה טבלה 1 וגרפים 1 ו-2).

טבלה 1: שייכות מוסדית של המשיבים לפי תחומי הסקר

%	בראות	תחבורה	תקשורת	בינוי ועיור	ייצור	חקלאות	איכות הסביבה	משאבים ואנרגיה	מדעי החיים	מידע	אלק'	חומרים	
39	18	3	10	12	7	11	3	22	8	17	11	26	אוניברסיטה
14	1	2	1	3	1	13	3	8	6	1	3	10	מוסד מחקר
16	0	2	8	1	20	1	3	6	1	2	9	10	תעשייה
11	1	2	1	9	0	0	17	7	0	1	1	0	פרטי
2	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	בי"ח אוניברסיטאי
4	1	3	2	4	0	0	3	0	1	0	0	2	משרד ממשלתי / עירייה
1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	בטחון
13	7	2	3	4	1	4	1	10	6	5	6	0	אחר
100	34	14	26	34	30	29	30	53	22	26	30	48	סה"כ

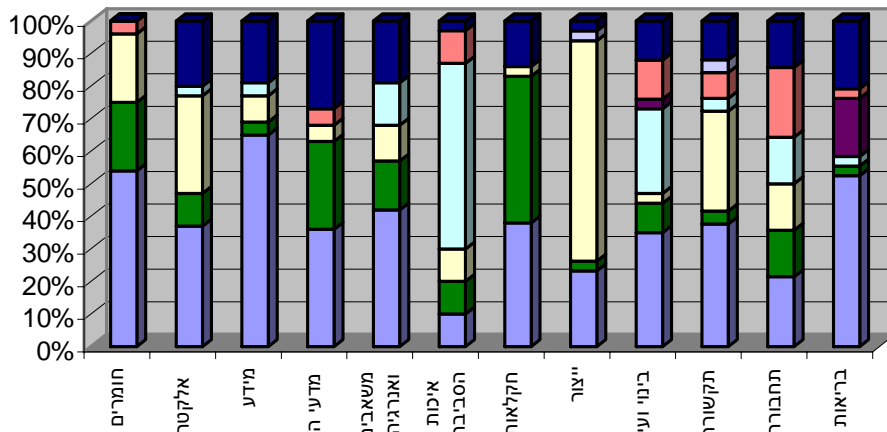
גרף מס' 1:

התפלגות כלל הנשאלים לפי שייכות מוסדית ב-%



גרף מס' 2:

התפלגות כלל הנשאלים לפי שייכות מוסדית ותחום



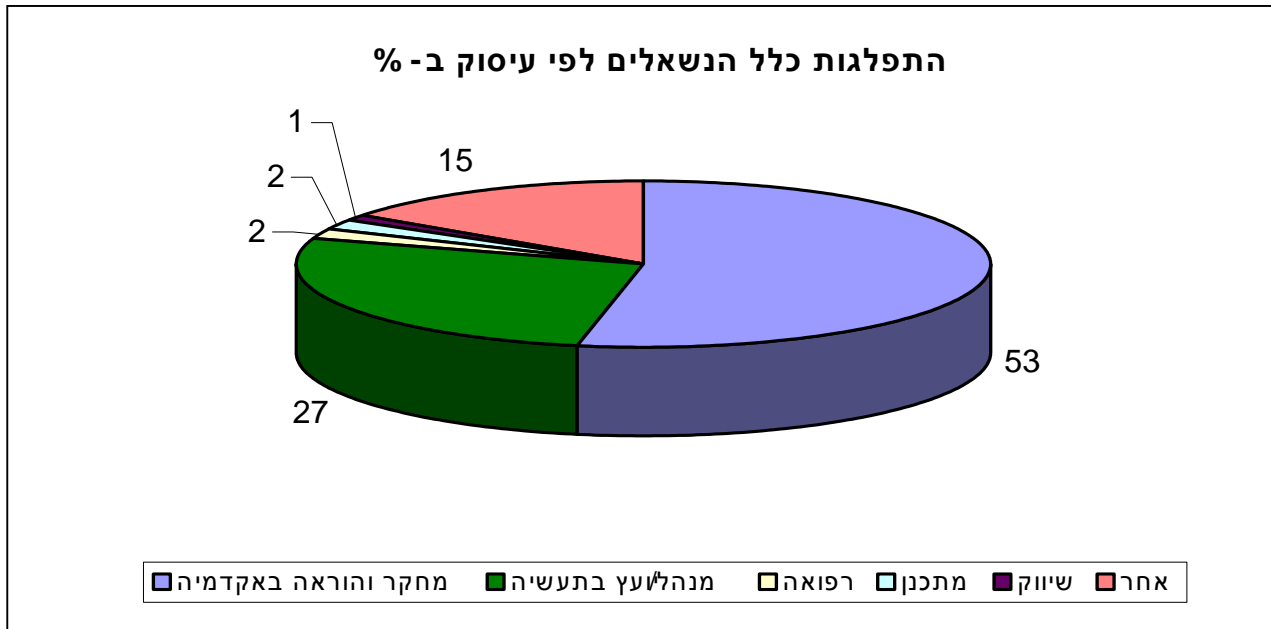
2. עיסוק

רוב נשאלי הסקר עוסקים בתחום המחקר וההוראה האקדמית - 53%. 27% מהנשאלים עוסקים בניהול ויעוץ בתעשייה. נתונים אלה תואמים בערך את נתוני השתייכות המוסדית. (ראה טבלה 2 וגרפים 3 ו-4).

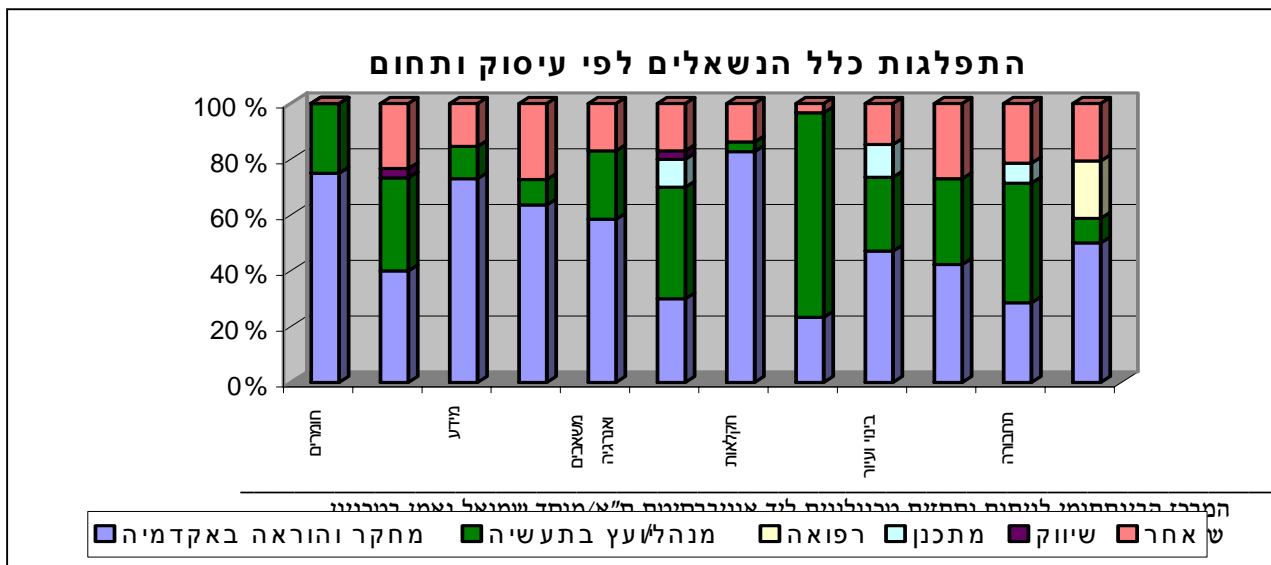
טבלה 2: עיסוק המשיבים לפי תחומי הסקר

%	בריאות	תחבורה	תקשורת	בינוי ועיור	ייצור	חקלאות	איכות הסביבה	משאבים ואנרגיה	מדעי החיים	מידע	אלק'	חומרים	
53	17	4	11	16	7	24	9	31	14	19	12	36	מחקר והוראה באקדמיה
27	3	6	8	9	22	1	12	13	2	3	10	12	מנהל / יועץ בתעשייה
2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	רפואה
2	0	1	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	מתכנן
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	שיווק
15	7	3	7	5	1	4	5	9	6	4	7	0	אחר
100	34	14	26	34	30	29	30	53	22	26	30	48	סה"כ

גרף 3:



גרף 4:



המרכז הבינתחומי לניתוח נתונים וטכנולוגיות למדע אנונימיות ח"א/מחלקת שיווק ונאמני כוונות

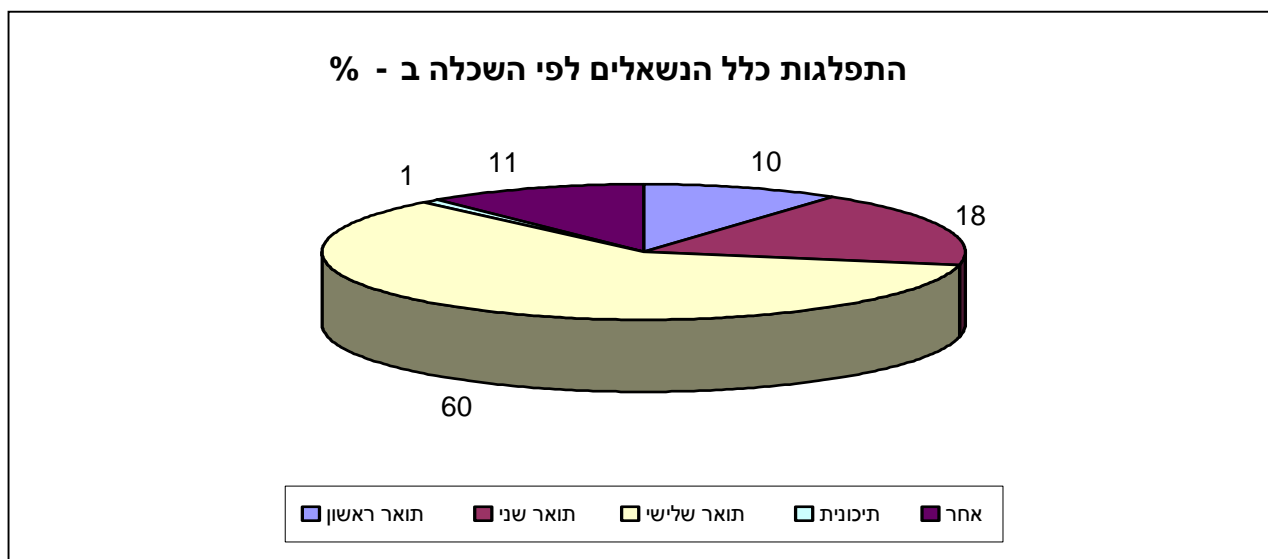
3. השכלה

רוב משיבי הסקר הינם בעלי תואר שלישי - 60%. 18% הינם בעלי תואר שני ו- 10% הינם בעלי תואר ראשון. התפלגות זו דומה, פחות או יותר, להתפלגות בכל תחום בנפרד, למעט תחום חקלאות (שבו לכל המומחים תואר שלישי) ותחום הייצור (שבו לרוב המומחים יש תואר ראשון בלבד). (ראה טבלה 3 וגרפים 5 ו-6).

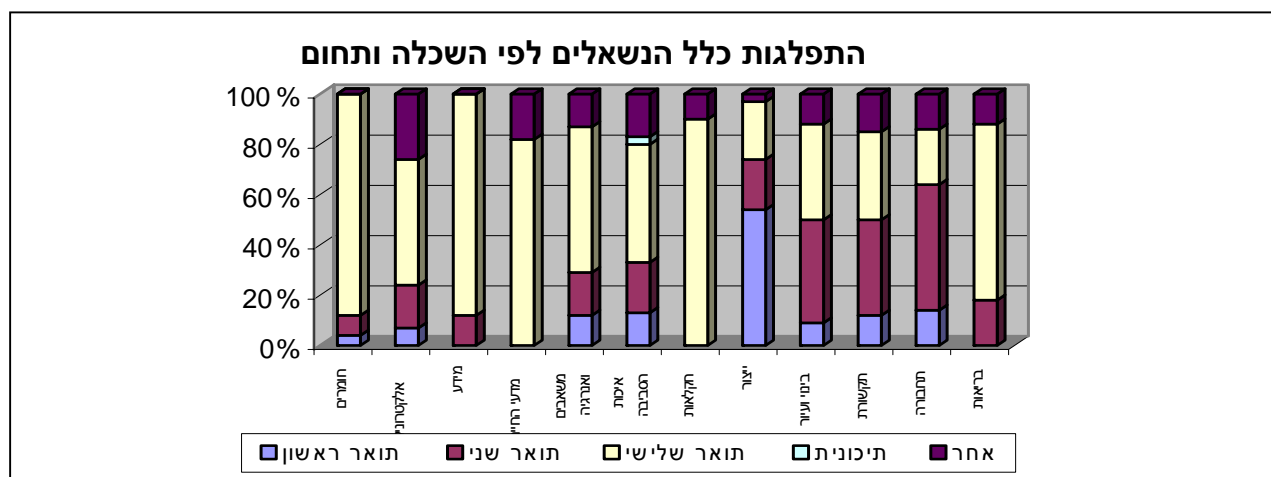
טבלה 3: השכלת המשיבים לפי תחומי הסקר

%	בריאות	תחבורה	תקשורת	בינוי ועיור	ייצור	חקלאות	איכות הסביבה	משאבים ואנרגיה	מדעי החיים	מידע	אלק'	חומרים	
10	0	2	3	3	16	0	4	6	0	0	2	2	תואר ראשון
18	6	7	10	14	6	0	6	9	0	3	5	4	תואר שני
60	24	3	9	13	7	26	14	31	18	23	15	42	תואר שלישי
1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	תיכונית
11	4	2	4	4	0	3	5	7	4	0	8	0	אחר
100	34	14	26	34	30	29	30	53	22	26	30	48	סה"כ

גרף 5:



גרף 6:



רוב המשיבים בסבב השני של הסקר שייכים למוסדות האקדמיה והמחקר, עוסקים במחקר או הוראה אקדמית והינם בעלי תואר שלישי. חלקה של התעשייה בקרב המשיבים הינו קטן יחסית ובא לידי ביטוי במיוחד בתחומי הייצור, התקשורת, והאלקטרוניקה.

פרק ד – מ"דלפי" למדיניות מדע בישראל

1. הקדמה

סקרי "דלפי" משמשים במדינות רבות כאחד הנדבכים בעיצוב מדיניות מדע וטכנולוגיה. על כן, כחלק מפעילות זיהוי המגמות במדע וטכנולוגיה לשנים הקרובות, יזם משרד המדע התרבות והספורט עריכת סקר "דלפי" בישראל על התפתחויות חזויות, עד שנת 2030, במגוון רחב של שטחים מדעיים-טכנולוגיים. על מנת לבחון את הדרכים בהן ניתן יהיה להמשיך את התהליך ולנצל את תוצאות סקר ה"דלפי" לצורך גיבוש מדיניות מו"פ לאומית, נערך סקר ספרות על פעולותיהן של מדינות נבחרות בתחום זה, קויים "סיעור מוחות" ובעקבותיו חשיבה נוספת של יו"ר ועדת ההיגוי עם צוות המחקר. סיכום פעילויות אלה מובא להלן.

2. פעילות בעולם – סיכום סקירת ספרות

(סקירת הספרות במלואה מובאת בנספח)

חיזוי והערכה של טכנולוגיות נועדו לסייע בקביעת מדיניות מו"פ וטכנולוגיה, במטרה להבטיח את תשתית הידע והטכנולוגיה הדרושה לשגשוג כלכלי ולשיפור איכות החיים. בדרך כלל החיזוי נתפש כתהליך של דיון סיסטמטי על אפשרויות ושאיפות בקשר לעתיד, המושפעות מהתפתחויות במדע וטכנולוגיה, ומשפיעות על פעולות והחלטות בהווה. במספר מדינות הגיעו להכרה בכך שמדיניות טכנולוגיה אינה צריכה בהכרח לתמוך בטכנולוגיות ספציפיות אלא ליצור "מערכות חדשנות לאומיות" (NSI): אוריינטציה של פתרון בעיות, צרכים עתידיים, רשתות בין אקדמיה, עסקים ואדמיניסטרציה, וטיפוח שיתוף פעולה בין "שחקנים" רבים בפיתוח תסריטים על עתידים אפשריים. את גישת ה-top-down הריכוזית של גורמים ממשלתיים משלימה גישת ה-bottom-up המאופיינת בשיתוף פעולה בין מדענים, יזמים וגורמי ממשל.

במדינות רבות נעשה שימוש אינטנסיבי בסקרי דלפי לסוגיהם השונים לצורך מחקרי החיזוי, אם ככלי בלעדי ואם במשולב עם שיטות אחרות (תסריטים, פנלי מומחים, זיהוי טכנולוגיות קריטיות, ניתוח SWOT, עצי רלוונטיות ועוד). בין המדינות שבהן הופעלה שיטת דלפי בשנים האחרונות ראוי להזכיר את יפן (החל משנות ה-70, הסקר האחרון ב-97), גרמניה (1998), בריטניה (1995), אוסטרליה (1998), ספרד (1999), הונגריה (1999), תאילנד (1996). אחת הדוגמאות המעניינות הוא מחקר דלפי חדש יחסית (1998) שנעשה באוסטרליה, בשיטה של "דלפי-החלטות" בשילוב עם "דלפי תרבותי-חברתי". הדגש בפרויקט האוסטרי היה על זיהוי הגומחות הטכנולוגיות שבהן עשויה המדינה להצטיין (בניגוד לחיזוי טכנולוגיות חדשות בדלפי הקלאסי), ועל השתתפות מסיבית של מקבלי החלטות בדרגים השונים. שלב חשוב במעבר מממצאי החיזוי (אם בשיטת דלפי ואם בשיטה אחרת) למדיניות, הוא דרוג עדיפויות – המשפיע ישירות על החלטות בהווה. אחת השיטות היא מתן ניקוד לטכנולוגיות שונות על פי קבוצות של קריטריונים המתייחסים להיבטים שונים של תרומה לשגשוג כלכלי, בטחון לאומי, יתרונות יחסיים, קבילות חברתית, וכו'. (לתשומת לב ראויה שיטת ניקוד מיוחדת שאומצה בהולנד).

לפי התפישה המתפתחת בשנים האחרונות (בעיקר באירופה), חיזוי טכנולוגיה (TF) והערכת טכנולוגיה (TA) תורמים למערכת של Strategic Intelligence (SI) המהווה תשתית למדיניות. בגישה זו, מדיניות המו"פ נוצרת מתוך רישות (networking) בין ה"שחקנים" המבוזרים השונים (גישת bottom-up), בניגוד להחלטות "מלמעלה" (top-down). אין נוסחה בדוקה לניצול הנכון של TF ו-TA לבניית מדיניות. ככל שהאימפקט החברתי-כלכלי של הטכנולוגיה הינו גדול יותר, מוצדק יותר לעשות שימוש משולב במגוון רחב ככל האפשר של הטכניקות הזמינות. כמו כן, גוברת ההכרה בחשיבות של מחקרי החיזוי כתהליך רציף ומתמשך, ולא כפעולה חד פעמית או תקופתית. לבסוף, ראוי לציין שמדיניות רבות משקיעות משאבים כספיים גדולים למדי במחקרי חיזוי טכנולוגי כבסיס למדיניות. לדוגמא, במחקר החיזוי שנערך לאחרונה בשבדיה, במתכונת של פנלי מומחים בלבד (ללא סקר "דלפי"), הושקעו 4 מיליון דולר.

3. "סעור מוחות" – תמצית

סעור המוחות התקיים בהשתתפות נציגי משרד המדע, המדענים הראשיים, ראשי הוועדות הלאומיות בתחומי המדע השונים, וצוות המחקר. להלן תמצית דברי המשתתפים:

- א. יש חשיבות רבה ל"דלפי" כתהליך חיזוי טכנולוגי, אך המאמץ יהיה בבחינת ברכה לבטלה אם לא יהיה follow-up והמשך לתהליך. תוצאות התהליך יכולות לשרת גם את הדרג הממשלתי וגם את המגזר העסקי, בזיהוי כיוונים פוטנציאליים. משרדי הממשלה והוועדות הלאומיות יכולים וצריכים להיעזר בתוצאות הסקר לגיבוש המדיניות שבתחומי אחריותם.
- ב. יש לבחור מתוך הממצאים מסרים מרכזיים, שיהיו מקובלים על הכל, ולהעבירם הלאה – אל מקבלי החלטות. לשם כך רצוי לנצל פלטפורמות פוליטיות – למשל ועדת מדע של הכנסת. יש לנצל את העירנות הציבורית והתקשורתית כדי להטמיע מסרים עיקריים של החיזוי. הדבר עשוי לשפר תהליכים של גיבוש מדיניות, ולעודד מעורבות גורמי תעשייה וממשל שכיום אינם מעורבים דיים. רצוי גם לשלב יותר מדענים עולים בתהליך.
- ג. יש לזהות ולהדגיש בעיות ועדיפויות ייחודיות לישראל, כגון תקשוב מערכת החינוך, אנרגיה, מים, בריאות וכו'.
- ה. יש לבחון את הקשר בין ההתפתחויות הטכנולוגיות המשתקפות מהדלפי לבין המציאות החברתית בישראל. מדיניות מ"פ לאומית צריכה לא רק לעסוק בטכנולוגיות, אלא להביא בחשבון את השפעת המדע והטכנולוגיה על החברה. הדלפי יכול לסייע בזיהוי התועלת החברתית והכלכלית של ההתפתחויות הטכנולוגיות.
- ו. מדיניות המ"פ צריכה להיגזר מיעדים לאומיים ומדיניות כללית של הממשלה. החיזוי צריך לסייע בזיהוי הדגשים בתחומים השונים, בהבחנה בין נושאים עסקיים ופחות עסקיים ובהגדרת סדרי עדיפויות. החיזוי ממלא תפקיד חשוב גם בהגברת המודעות לנושאים שלא זכו לתשומת לב מספקת במסגרות אחרות. יש חשיבות לאתר נושאים חשובים לחברה שבהם השוק עדיין אינו מסתכן בהשקעות. אלה נושאים שעשויים להיות מטופחים ע"י מדיניות לאומית.
- ז. גם אם קשה לפתח מדיניות מ"פ ישירות על סמך הדלפי, היעד האמיתי הוא להשפיע על קבלת החלטות, ואת זה בהחלט ניתן לעשות.
- ח. רצוי לאתר מספר "אשכולות" נושאים ולהציגם בצורת יעדים מוגדרים וקלים להסבר (לרבות בהיבט התקציבי), כבסיס להקמת מכוני תשתית טכנולוגית. לכל תחום או "אשכול" נושאים מומלץ לבצע הערכה כלכלית במסגרת גיבוש המדיניות.
- ט. השלבים הבאים בתהליך צריכים לכלול דיונים בקבוצות עבודה שיכללו מקבלי החלטות, לרבות אנשי משרד האוצר. כמו כן אותרו ארבע דרכי פעולה אפשריות להמשך הסקר:
 - (1) סקר מיוחד בנושאים נבחרים בקרב מומחים "רחבי סרט".
 - (2) סקר מפורט נוסף על נושאים בינתחומיים – "אשכולות", כפי שהוצג בדיון.
 - (3) עריכת "דלפי" ייעודי למקבלי החלטות – כלכלנים, אנשי כספים, אנשי תעשייה בכירים.
 - (4) עריכת "דלפי" חברתי, על מנת לבחון את המתאם בין היעדים הטכנולוגיים והצרכים הכלכליים-חברתיים.

4. המלצות להמשך פעילות

על בסיס סיכום סיעור המוחות הנ"ל התקיימה חשיבה נוספת באשר לתהליך המומלץ לגיבוש המלצות למדיניות מדע לאומית המבוססת על ממצאי סקר "דלפי", בהשתתפות יו"ר וועדת ההיגוי של הסקר, עם ראשי צוות המחקר. כבסיס להתייעצות שימש סיכום סיעור המוחות הנ"ל. סוכם על הדרך המוצעת הבאה להמשך התהליך וסיכומו, שתכלול שתי פעילויות מקבילות:

א. הקמת צוותי מומחים בחמישה תחומים אינטגרטיביים מתוך 12 התחומים שנבחנו בסקר לצורך זיהוי נושאים בעלי עדיפות לאומית. צוותי המומחים יוקמו לתחומים הבאים:

(1) מידע + תקשורת + אלקטרוניקה

(2) רפואה + בריאות + מדעי החיים.

(3) בינוי ועיור + תחבורה.

4) אנרגיה + חומרים.

5) איכות סביבה + חקלאות.

ב. יוכן שאלון סבב ג' שיופץ בקרב כ-100 מומחים ומקבלי החלטות בתחומי המדע והטכנולוגיה. אלה יכללו מדענים מובילים, כלכלני מ"פ, מדענים ראשיים, קובעי מדיניות ואחרים אשר יוכלו להתייחס למגוון הרחב של הנושאים אשר על הפרק.

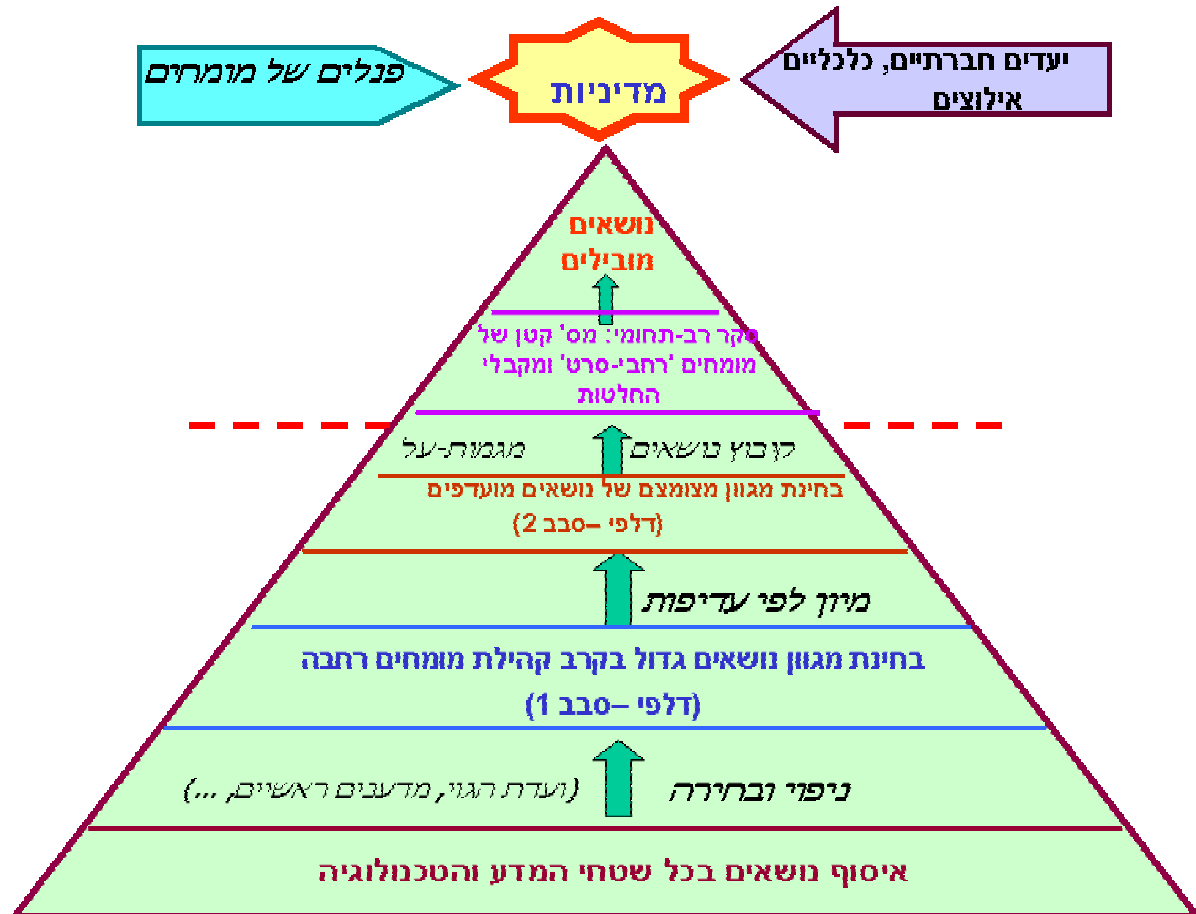
השאלון יתייחס לזיהוי עדיפויות בין "מגמות-על" אפשריות ו/או "אשכולות" של נושאים שצפו ועלו כחשובים למדע והטכנולוגיה ולמשק בישראל, בעשור הקרוב, מתוך הסקרים שנעשו עד כה. כדוגמא הובאו נושאים כמו:

- רובוטיקה.
- ביואינפורמטיקה.
- טכנולוגיות חישה ואבחון מתקדמות.
- פיתוח מקורות מים חדשים.
- טכנולוגיות גנטיות והנדסת חלבונים.

ג. תגובשנה המלצות על בסיס הממצאים של שתי הפעילויות הנ"ל ואלה תובאנה לדיון וסיכום בפורום ועדת העל למדיניות מדע לאומית. בדיון משותף יגובשו הנושאים המועדפים.

התרשים הבא מתאר את התהליך הכולל, החל מבחירת הנושאים הנכללים בסקר "דלפי" ועד להתמקדות ב"אשכולות" החשובים וקביעת עדיפויות למדיניות מדע וטכנולוגיה לאומית.

תהליך לגיבוש מדיניות מ"פ



1. תוצאות בתחום: מידע

1.1 תסריט התממשות אירועים לשנים 2000-2020

הערות: בסוגריים מופיעים מספרי הנושאים בשאלון ובטבלאות המסכמות. בנוסח האנגלי המלא של השאלות יש לשים לב להבדלים בין practical use, development ו-widespread use.

2005-2000:

- ניצול בלתי מוגבל של רשתות עתירות-קיבולת (150 Mbps) בעלויות נמוכות (18).
- אימות נתוני צדדים לעסקאות מקוונות (67).
- רשתות חסינות בפני פורצי מחשבים (22).
- מולטימדיה לפי-דרישה, (לרבות אחזור מידע מולטימדיאלי) באמצעות רשתות, ממקורות בכל רחבי העולם (46, 75).
- טפסים ושירותים מקוונים לשרות הציבור (58).
- שימוש רחב בכסף אלקטרוני (66).
- מערכות ניהול מידע בין חברת (68).

2010-2006:

- ניהול רשת אוטומטי (16).
- זיהוי ו"חיסון" אוטומטי בפני וירוסי מחשבים (23).
- המרה דיבור-טקסט בעברית, בדיבור רציף ובלתי תלוי בדובר (27).
- תרגום אוטומטי דו-כיווני של דיבור (ביטויים פשוטים) (28).
- מסדי נתונים הנבנים בלמידה אוטומטית (30).
- מכשירים לנכים, להמרת סימנים לדיבור סינתטי (32).
- עיבוד תמונה תלת-ממדי, עם גילוי תנועה ושינוי צורה (33).
- ספריות רכיבי תוכנה לשימוש חוזר (44).
- בדיקה ואימות אוטומטי של תוכנות גדולות לניפוי שגיאות (45).
- רובוטים לסיוע בטיפול רפואי (54).
- מערכות ביתיות ללמידה מרחוק, דו-כיווניות ורב-נקודתיות (72).

2015-2011:

- רובוטים אוטונומיים (39, 63).

- מכונית אוטומטיות (56).

2020-2016:

- ביו-מחשבים (1).

1.2 נושאי השאלון

הסבב השני של השאלון בתחום המידע כלל 26 נושאים (שנבחרו מתוך 80 נושאי הסבב הראשון), בחלוקה לתת-התחומים הבאים:

- מחשבים וציוד נלווה (נושא אחד).
- רשתות (4 נושאים).
- תוכנה ואלגוריתמים (8 נושאים).
- סגנון חיים, טיפול רפואי, רווחה ומניעת אסונות (3 נושאים).
- חברה, עבודה וקהילה (7 נושאים).
- חינוך ובידור (3 נושאים).

שלושת תתי הנושאים הראשונים מתייחסים לטכנולוגיות בסיסיות, ושלושת האחרונים מתארים יישומים של הטכנולוגיות במגוון רחב של שטחים. דגש מיוחד ניתן להתפתחויות בטכנולוגיות מידע הקשורות לאינטרנט, לניהול רשתות מידע, למולטימדיה, ולאבטחת מידע ופרטיות. יש לציין שחלק לא קטן מהנושאים (בעיקר בתת-תחום הרשתות) חופפים למעשה לנושאים מסוימים בתחום התקשורת, ונושאים אחדים היו יכולים להיכלל גם בתחום האלקטרוניקה.

1.3 שנות המימוש - תמונה כללית

מתוך 26 הנושאים בתחום המידע 22 נושאים צפויים לדעת המשיבים להתממש עד שנת 2010 (על פי שנת החציון). 8 נושאים צפויים להתממש עד שנת 2005.

באופן כללי ניתן לומר שתוצאות הסקר מאששות את ההנחה הרווחת שהעשור הראשון של שנות ה-2000 - יאופיין בחדירה מואצת של טכנולוגית התיקשוב לכל תחומי החיים: זמינות גבוהה של מידע לסוגי השונים (לרבות מולטימדיה), בקצבים חסרי תקדים ועוצמות חישוב הולכות וגדלות, למטרות מגוונות - החל במסחר ועבודה וכלה בטיפול רפואי, חינוך ובידור. תהיה התקדמות רבה בנושאים כמו זיהוי דיבור טבעי רציף ותרגום אוטומטי. כמו כן תהיה התקדמות בפתרון בעיות כמו אבטחת מידע והגנה בפני פריצות מחשבים.

בעשור השני והשלישי של המאה ה-21 צפוי מימוש של טכנולוגיות חדשות שכעת נמצאות רק בחיתוליהן, (חלקן נסקרו בסבב הראשון ולא נכללו בסבב השני) כגון מחשבים ביולוגיים וחישוב מבוסס-DNA, מערכות חישה המחקות חושי טעם וריח אנושיים, חיקוי ממוחשב של חשיבה יצירתית, רובוטים

אינטליגנטיים בעלי יכולת גבוהה של פעולה אוטונומית (לרבות מכוניות אוטומטיות), ואפילו פיתוח הנשמע כיום כדמיון פרוע - יכולת של קריאת מידע המצוי בתוך מוח אנושי.

1.4 מידת הקונצנזוס

בכל הנושאים בולטת עליה במידת הקונצנזוס בין המשיבים, בהשוואה לסבב הראשון של הסקר. שיפור הקונצנזוס מתבטא הן בצמצום פיזור שנות המימוש (התכנסות סביב שנת החציון), והן בעליה ניכרת במדדי החשיבות, סיכויי המימוש, וההשפעה על איכות החיים (כמעט בכל הנושאים).

דוגמאות בולטות:

- *"פיתוח טכנולוגיה לגילוי וטיפול אוטומטי בוירוסי מחשבים"* (נושא 23): בסבב הראשון פיזור שנות המימוש השתרע על כ-13 שנים (בין 2005 ל-2013), כששנת החציון היא 2007. בסבב השני שנת החציון לא השתנתה, אך פיזור השנים הצטמצם לכ-6 שנים בלבד (2005-2011). מדד החשיבות של הנושא עלה מ-79 ל-95, ומדד ההשפעה על איכות החיים עלה מ-55 ל-84.
- *"דוברים נבונים החשים את הסביבה ומחליטים החלטות עצמאיות"* (נושא 39): שנת החציון הוקדמה מ-2015 ל-2012. פיזור השנים הצטמצם מ-14 שנה ל-6 שנים. מדד החשיבות עלה מ-83 ל-92.
- *"מכשירים ניידים לעזרתם של נכים, הממירים סימנים שונים לדיבור סינתטי"* (נושא 32): פיזור השנים הצטמצם מ-15 שנים לכ-6 שנים.
- *"טכנולוגיה לבדיקת תוכנה המאפשרת פיתוח תוכנות גדולות-ממדית נטולות שגיאות"* (נושא 45): גם כאן פיזור השנים הצטמצם משמעותית, אך מדד החשיבות ירד במקצת.

1.5 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

10 הנושאים שקיבלו את המדדים הגבוהים ביותר בחשיבות, סיכויי מימוש עסקי בארץ, והשפעה של איכות החיים, מרוכזים בטבלאות מס' 1.1, 1.2, 1.3 בהתאמה. ריכוז הנושאים בעלי מדד העדיפות הגבוה ביותר (מוצג של מדדי החשיבות, סיכויי המימוש וההשפעה על איכות החיים) מופיע בטבלה מס' 1.4.

מעיון בטבלאות הנ"ל אפשר לראות שיש בהן ייצוג לכל תת-התחומים השונים של תחום המידע (ראה סעיף 1.1).

בין הנושאים המובילים בכל המדדים בולטים נושאים השייכים לשטח הרשתות, ונושאים הקשורים לאבטחת מידע ופרטיות.

נושאים אלה זכו גם למדדים גבוהים מבחינת סיכויי מימוש עסקי בישראל – רובם, כאמור בטווח העשור הראשון של שנות ה-2000.

2. תוצאות בתחום: תקשורת

2. תוצאות בתחום: תקשורת

2.1 נושאי השאלון

שאלון הסבב השני בתחום התקשורת כלל 27 נושאים (שנבחרו מתוך 77 נושאי הסבב הראשון), בחלוקה לתת-התחומים הבאים:

- טכנולוגיות תמסורת (4 נושאים).
- טכנולוגיות מיתוג (2 נושאים).
- תקשורת לווינית וניידת (2 נושאים).
- טכנולוגיות שידור, מולטימדיה ומערכות אינטליגנטיות (11 נושאים).
- טכנולוגיות רישות – networking (3 נושאים).
- טכנולוגיות אבטחה (4 נושאים).
- רכיבי חומרה (נושא אחד).

חלק מהנושאים חופפים במידה רבה את נושאי תחום המידע (למשל נושאים 30,31), ואחדים חופפים את נושאי תחום האלקטרוניקה (כמו נושאים 20, 74). נושא אחד רלבנטי למעשה לתחום האנרגיה (נושא מס' 75).

2.2 תסריט התממשות אירועים לשנים 2000-2015

כל הנושאים למעט אחד צפויים להתממש, לדעת המומחים, בעשור הראשון של שנות ה-2000. הערות: בנוסח המלא של השאלות באנגלית יש לשים לב להבדלים בין practical use, development ו-widespread use. בסוגריים (בצד כל נושא) מופיעים מספרי הנושאים בשאלון ובטבלאות המסכמות.

א. 2000-2005:

- דור חדש של האינטרנט, עם העברת מידע בטוחה בזמן אמת, לקראת יישום שירותי טלפון ושידורי וידאו מבוססי-אינטרנט (1).
- התקני גלים מילימטריים לשימוש ברשתות LAN אלחוטיות וכו' (6).
- מיתוג אופטי (10).
- המרה אוטומטית של פרוטוקולי תקשורת, לקישוריות בין רשתות שונות (12).

- סינון אוטומטי של כמויות מידע גדולות (30).
- רובוטים עם חוש מישוש, מופעלים מרחוק (34).
- אחזור מידע בוידאו מספריות מקוונות בתקשורת רחבת-פס (36).
- פרוטוקול מולטימדיה משולב (39).
- המרת טקסט לדיבור איכותי (52).
- תקשורת בין אמבולנסים לבתי חולים, להעברת תמונות והוראות טיפול רפואי (61).
- בקרה של איכות השרות ברשתות, להשגת ניצול יעיל של משאבי הרשת ושיפור באמינות וחסיונות תוך תעבורת מידע כבדה (64).
- שירותי מסמכים וטפסים מקוונים, על בסיס טכנולוגיות אבטחת מידע ואימות (66).
- זיהוי אוטומטי של הפרת אתיקה ברשתות, כגון זכויות יוצרים (68).
- מערכות אבטחה עם יכולת זיהוי על סמך תכונות אישיות כמו טביעת אצבע, כתב-יד, קול, ומראה פנים (69).
- תקשורת עם רמת אבטחה גבוהה, לצורך הצבעות אלקטרוניות (70).

ב. 2006-2010:

- טכנולוגיות זיהוי כתב-יד עברי עם יכולת זיהוי של 95% ומעלה (51).
- המרת שפת-סימנים לדיבור (ולהיפך) ברשת, לסיוע לחרשים (31).
- התקני ג'וספזון מוליכי-על, לפיתוח טכנולוגיות בתחום הטרה-הרץ (20).
- מערכת לאיסוף והפצה של נתונים סביבתיים ובקרת תחבורה באמצעות לוויין (25).
- תרגום אוטומטי אנגלית-עברית משולב בטלפון (38).
- מכשור לעיוורים הממיר מידע חזותי לקול (32).
- תמסורת אופטית למרחקים ארוכים מאד ללא repeaters (3).
- טלויזיה עם תמונה תלת-ממדית (40).
- מערכת להתרעה מוקדמת על רעידות אדמה (63).
- שבבים ביולוגיים (74).

ג. 2011-2015:

- העברת אנרגיה במיקרוגלים בין אתרים בחלל לאדמה ובין אתרים בחלל לבין עצמם (75).

2.3 התכנסות לקונצנזוס

בסבב השני של הסקר בולטת התכנסות לקונצנזוס מבחינת מועדי המימוש (צמצום פיזור השנים סביב שנת החציון) בהשוואה לסבב הראשון. התכנסות זו בולטת במיוחד, לדוגמא, בנושא מס' 10 (התקני ג'וספזון מוליכי-על), בו פיזור השנים קטן מכ-18 שנה לכ-8 שנים (כששנת החציון

נותרה ללא שינוי 2010). בנושאים אחרים היו תנודות מסוימות בשנת החציון, לשני הכיוונים, בסבב השני בהשוואה לראשון. דחייה ניכרת של שנת המימוש (בכ-5 שנים) אובחנה בשני נושאים: התרעה בפני רעשי אדמה (63) ותמסורת אנרגיית מיקרוגל מהחלל (75). ברוב הנושאים עלו המדדים השונים (חשיבות, סיכויי מימוש עסקי והשפעה על איכות חיים) בהשוואה לסבב הראשון.

2.4 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

10 הנושאים שזכו למדדים הגבוהים ביותר בחשיבות, סיכויי מימוש עסקי בארץ, והשפעה על איכות החיים, מרוכזים בטבלאות מס' 2.1, 2.2, 2.3 בהתאמה. ריכוז הנושאים בעלי מדד העדיפות הגבוה ביותר (ממוצע מדדי חשיבות, סיכויי המימוש העסקי וההשפעה על איכות החיים) מופיע בטבלה מס' 2.4.

הנושא הראשון בחשיבותו (98%) בסיכויי מימושו בארץ (96%), ובעדיפות הכוללת (88%) הוא נושא מס' 1: "שימוש מעשי בדור חדש של האינטרנט, עם העברת מידע מאובטחת בזמן-אמת, לקראת יישום שירותי טלפון ושידורי וידאו מבוססי אינטרנט". הוא צפוי להתממש בתווך קצר יחסית – שנת 2003, עם מידה רבה של קונצנזוס.

למקום השני הן במדד החשיבות (95%) והן במדד העדיפות הכוללת (84%) זכה נושא מס' 30: "מסנני מידע אוטומטיים", הצפוי להתממש אף הוא בטווח הקצר: 2003, עם מידה גבוהה מאד של קונצנזוס.

המקום השלישי בסולם החשיבות (94%), ושני בסולם סיכויי המימוש בארץ (84%) ובעדיפות כוללת (79%) הוא "מיתוג כל-אופטי" (מס' 10), הצפוי להתממש עד 2005. יש לציין שיש קשר מסוים בין נושאים מס' 10 ו-1, שכן ניתן לטעון שמיתוג כל-אופטי הוא אחד התנאים למימוש תקשורת אופטית רחבת-פס עם העברת מידע בזמן-אמת, ללא "צווארי בקבוק" ("אינטרנט כל-אופטי"). הערכת המשיבים שנושא מס' 1 יתממש לפני נושא מס' 10 נובעת אולי מהבדלים בפרשנויות לגבי המושגים "דור האינטרנט הבא" או "העברת מידע בזמן אמת". ככל הנראה "אינטרנט כל-אופטי" נתפס לא כ"דור החדש" של האינטרנט, אלא כדור הבא אחריו.

מכל נושאי השאלון, רק בשני מקרים סברו חלק מהמשיבים שלנושא תהיה השפעה מזיקה על איכות החיים:

- נושא מס' 68, המתייחס למעקב אוטומטי אחר פעילויות "אסורות" ברשת. זהו נושא שנוי במחלוקת מבחינת חופש הביטוי וצנעת הפרט, ועם זאת רוב המשיבים סבורים שהוא ימומש לפני 2005.

- נושא מס' 75, המתייחס להעברת אנרגיה במיקרוגל בין תחנות חלליות וקרקעיות – כאן מן הסתם חלק מהמשיבים ערים לסכנה הבריאותית הפוטנציאלית, או לסכנות אחרות. ייתכן שהתייחסות זו תרמה גם לדחיית שנת המימוש של נושא זה, לדעת המשיבים, מ-2010 בסבב הראשון ל-2015 בסבב השני.

2.5 תקשורת – תמונה כללית

תחום התקשורת הינו דינמי ביותר, מאופיין בקצב התפתחויות גבוה מאד (כידוע ישראל פעילה בו מאד וזכתה להכרה כשחקנית חשובה). לכן אין זה מפתיע שהרוב המכריע של ההתפתחויות המתוארות בסקר צפויות, לדעת המשיבים, להתממש בטווח הזמן הקצר.

ההתפתחויות הטכנולוגיות הבולטות קשורות בהעברת כמויות גדולות מאד של מידע (לכל סוגיו) בזמן אמת, לרבות בתקשורת אופטית מתקדמת; סינון וניהול של מידע למטרות שונות, אבטחת מידע, בקרת איכות של רשתות, טיפול מתקדם במידע במולטימדיה ווידאו, והתפתחות של שירותים מתקדמים ספציפיים כמו תמסורת נתונים רפואיים בין אמבולנסים לבתי חולים, שירותי מידע סביבתי ובקרת תחבורה, וכו'.

בטווח זמן מעט רחוק יותר (סוף העשור הראשון ותחילת העשור השני של המאה) צפויים להתממש נושאים קצת יותר "אקזוטיים" (מנקודת מבט של היום) כמו שבבים ביולוגיים (עתירי קיבולת מידע), מערכות להתרעה מוקדמת על רעשי אדמה (נושא שבוודאי אינו שייך בלעדית לתחום התקשורת, ומימושו מותנה יותר מהתפתחויות בתחום מדעי כדור הארץ), או שידור אנרגיית מיקרו-גל מן החלל.

3. תוצאות בתחום: משאבים ואנרגיה

3. תוצאות בתחום: משאבים ואנרגיה

3.1 נושאי השאלון

השאלון בתחום משאבים ואנרגיה כלל 27 נושאים שנבחרו מתוך 78 הנושאים אליו התייחס הסבב הראשון. השאלות העיקריות אליהן התייחס השאלון התמקדו בנושאים הבאים:

- א. חומרים.
- ב. מים:
 - 1) יצירת גשם מלאכותי
 - 2) חיזוי משקעים
 - 3) העשרת מי תהום
 - 4) טיהור שפכים ושימוש במים מושבים
- ג. אנרגיה:
 - 1) אנרגיות מתחדשות (שמש, ביומסה)
 - 2) תאי דלק
 - 3) אנרגיות אלטרנטיביות
 - 4) שימוש יעיל באנרגיה
 - 5) רשתות אספקה לאומיות ובינלאומיות

מירב הנושאים בתחום המים מתייחסים לטכנולוגיות שיאפשרו לאספקה סדירה, יציבה, יעילה וחسכונית של מים תוך שימוש במקורות מים חדשים ושימוש חוזר במים במגזרים שונים. בתחום האנרגיה מתייחס השאלון לשימוש במקורות אנרגיה אלטרנטיביים ומתחדשים, לשימוש בתאי דלק ויישום שיטות לאספקה יציבה ושימוש חסכוני באנרגיה בכל המגזרים. כלל השאלות מתייחסות לטכנולוגיות שתתממנה בקנה מידה רחב בתקופת התחזית.

3.2 תסריט התממשות טכנולוגיות לשנים 2000-2020

הנושאים בתחומים השונים יבואו לידי מימוש ושימוש בעשרים השנה הקרובות על פי הפרוט הבא (בסוגרים מובא מספר הנושא בשאלון):

- א. 2000-2005:
 - העשרה מלאכותית של מאגרי מי תהום ושימור המאגרים (23).
 - טיהור שפכים ושימוש במים מטוהרים במגזר הביתי והתעשייתי (25).
- ב. 2006-2010:
 - שימוש במוליכים אורגניים כתחליף לנחושת ואלומיניום (7).
 - הפרדת מתכות מועילות (ברזל, נחושת..) מפסולת מוצקה (מכניות, כלים חשמליים) בדרגת ניקיון גדולה מ-99% (17).
 - הפרדת חומרים מועילים מפסולת עירונית בשיטות כלכליות (19).
 - יצירת גשם מלאכותי. (20)
 - שיטות חיזוי מדויקות של משקעים (21).
 - מניעת דליפות ממערכות לאספקת מים (26).
 - שימוש במערכות בינלאומיות להעברת מים (28).
 - שימוש במערכת לאומית לאספקת מים בישראל (29).
 - שימוש בהתפלת מים בישראל (34).

- שיפור איכות מים בנחלים ואגמים (35).
- טיפול בשפכים וסילוק חנקות וזרחנים (36).
- טיהור מים על ידי שיטות ביוטכנולוגיות (37).
- הפקת אנרגיה מפסולת בעלות נמוכה (67).
- טורבינות גאז בתחנות כח (72).

ג. 2010-2015:

- הכנסת מכניזמים לאבטחת מקורות מים בתגובה לאי יציבות במשקעים (22).
- חיזוי ההשפעה הסביבתית המסרטנת של מים מזוהמים (39).
- יצירת אנרגיה במערכות פוטוולאיות (46).
- ביומסה כמקור יעיל של אנרגיה (51).
- אספקת אנרגיה במערכת בינלאומית ממקורות נקיים (53).
- שימוש בתאי שמש במגזר הביתי (54).
- סוללות בעלות צפיפות אנרגיה גבוהה פי 5 מסוללות קונבנציונאליות (74).
- שימוש בתאי דלק בתחבורה (77).
- שימוש ברכבים חשמליים (83).
- בתים יעילים מבחינה אנרגטית (88).

ד. 2015-2020:

- שימוש נרחב ברכבי מימן בתחבורה.

3.3 שנות מימוש

כפי שנראה מתסריט ההתממשות של הנושאים השונים מרביתם (6 מהם) יתממשו עד 2010 והשאר מאוחר יותר. בעשור הראשון של שנות 2000 תיועל ותשופר מערכת אספקת המים בישראל תוך חיבורה למקורות בינלאומיים חיצוניים ותגבורה על ידי התפלת מי ים.

טיהור מים ושימוש במים מושבים יהיו גם הם נדבך חשוב במשק המים הישראלי. בתחום האנרגיה תכנסנה לשימוש טורבינות גאז ויוחל בהפקת אנרגיה מפסולת.

המודעות לאיכות הסביבה מביאה בין השאר גם לשימוש נרחב בטכנולוגיות להפרדת חומרים מועילים מפסולת ביתית ועירונית.

בעשור השני יכנסו לשימוש נרחב מקורות אנרגיה אלטרנטיביים כולל תאי דלק בתחבורה שהיא כיום צרכן האנרגיה העיקרי ומערכות פוטוולטאיות לאספקת חשמל במגזר הביתי. תוגבר החדירה של בניה חוסכת אנרגיה תוך חסכון משמעותי בהוצאות למיזוג. לקראת סוף העשור השני יוחל בשימוש במימן בתחבורה.

3.4 מידת הקונצנזוס

בכל הנושאים בולט השיפור בקונצנזוס בין המשיבים באשר לשנות המימוש. עובדה זו משתקפת בהקטנת התחום הבינרבעוני יחסית לתוצאות בסבב הראשון במרבית המקרים. דוגמאות בולטות:

- שימוש בתאי דלק בתחבורה חשמלית – שנת מימוש עלתה מ- 2010 ל- 2011 והתחום הבינרבעוני הצטמצם מ- 15 ל- 7.
- בניה חוסכת אנרגיה – שנת המימוש עלתה מ- 2010 ל- 2012 והתחום הבינרבעוני קטן מ- 10 ל- 6.
- שימוש במוליכים אורגניים – יתממש ב- 2010 והתחום הבינרבעוני קטן מ- 15 ל- 8.
- שימוש במערכות בינלאומיות לאספקת מים – יתממש ב- 2009 והתחום הבינרבעוני קטן מ- 11 ל- 5.
- טיהור שפכים נרחב בבתים ובתעשיות קטנות – יתממש ב- 2010 והתחום הבינרבעוני קטן מ- 15 ל- 5.

עליה בקונצנזוס נראית גם במדדים האחרים דבר המתבטא בעליה יחסית בציונים ובתמימות דעים גבוהה יותר באשר לציון היחסי של כל נושא.

ההשפעה על איכות החיים נתפסת בתחום זה כגבוהה בכל הנושאים ותרומתם נחשבת על ידי מרבית הנשאלים כמועילה מאוד.

לעומת זאת נושאים שונים נחשבים לבעלי סיכוי עסקי גבוה (התפלת מים, טכנולוגיות טיהור) ואחרים לבעלי סיכוי בינוני (הפרדת פסולת עירונית, שימוש בתאי דלק, חיזוי משקעים).

התחדדות הקונצנזוס במדדים אלה בסבב השני יחסית לראשון הביאה לשינוי בדרוג העדיפות של הנושאים השונים. (ראה בהמשך).

3.5 דרוג הנושאים על פי המדדים השונים

10 הנושאים שקיבלו את הציונים הגבוהים ביותר במדדי החשיבות, סיכויים למימוש עסקי בארץ והשפעה על איכות החיים מרוכזים בטבלאות 3.1, 3.2, 3.3. בהתאמה.

דרוג הנושאים על פי מדד העדיפות (ממוצע של שלושת המדדים הנ"ל) מופיע בטבלה 3.4. התפלת מים הינו הנושא המוביל בכל הקטגוריות שנבחנו. נראה שכלל קהילת האנרגיה והמשאבים מכירה בחשיבותו הרבה לישראל, השפעתו על איכות החיים והסיכוי למימוש העסקי. טכנולוגיות המאפשרות טיפול בפסולת ושימוש חוזר במים במגזר הביתי והתעשייתי נמצאות גם הן גבוה בסולם העדיפות. ככלל נראה שבתחום המשאבים נושא המים על כל נגזרותיו זוכה לעדיפות על פני נושאים אחרים. נושאי אנרגיה שזכו לעדיפות גבוהה יחסית בסבב הראשון ירדו בעדיפותם בסבב השני למרות החשיבות היחסית שלהם.

מימוש נרחב של בניה חוסכת אנרגיה למשל קיבל ציון חשיבות גבוה (87) אך לא נראה לו סיכוי גבוה למימוש עסקי (50) בתקופת התחזית. כך נכון גם לשימוש ברכב חשמלי שנתפס כחשוב (84) אך בעל סיכוי עסקי נמוך (46) ויישום נרחב של תאי דלק (88) שגם הוא בעל סיכוי עסקי נמוך (50).

3.6 משאבים ואנרגיה – תמונה כללית

התהליך שנבחר לערוך את התחזית הנוכחית החל בפריסה נרחבת של נושאים מתחום התשתית והאנרגיה אשר יש להם חשיבות לפעילות המדעית טכנולוגית בישראל ואשר עשויה להיות להם השפעה על איכות החיים ועל הפעילות העסקית במשק. הועלו נושאים בתחום החומרים, המים, אנרגיות פוסיליות, אנרגיות מתחדשות, אנרגיה גרעינית, ניצול יעיל וחסכון באנרגיה ומשאבים אחרים, אספקה יציבה של משאבי מים ואנרגיה באמצעות רשתות לאומיות ובינלאומיות ועוד.

בתום הסבב השני נראית תמונה ממוקדת של סדרי עדיפויות המשקפת את דעת הקהילה העוסקת בתחום זה. בראש סולם העדיפויות עומדים נושאים שמימושם יביא להגדלת משאבי המים הזמינים לשימוש במגזר הביתי והתעשייתי כאשר התפלת מים זוכה להעדפה בולטת. נושא התפלת המים זוכה לעדיפויות גבוהות גם בקרב קהיליות אחרות שהשתתפו בסקר הנוכחי כולל: איכות סביבה, בינוי ועיור. עובדה זו מחזקת תוצאה זו. מירב הטכנולוגיות אמורות להבשיל ולהתממש בעשור הראשון של שנות 2000 ולתרום משמעותית לאיכות החיים בישראל. בכלל זה טיפול מתקדם בשפכים, שיפור איכות המים בנחלים, יצירת גשם מלאכותי ושימוש במערכות בינלאומיות להעברת מים.

טכנולוגיות חדשניות בתחום האנרגיה יבואו לידי ביטוי רק בעשור השני של שנות 2000 כולל מערכות פוטוולטאיות, תאי דלק בתחבורה מימוש נרחב של בניה חוסכת אנרגיה. נושאי האנרגיה ככלל, כולל אלה שזכו לציוני חשיבות גבוהים, לא מוערכים כאטרקטיביים לפעילות עסקית אך נתפסים כמשמעותיים לאיכות החיים. גם בתחום זה מוכרת חשיבות יחסית גבוהה לטכנולוגיות שתאפשרנה אספקה סדירה ויציבה של אנרגיה על ידי מימוש ברשתות בינלאומיות.

4. תוצאות בתחום רפואה ובריאות

4.1 תסריט התממשות ארועים לשנים - 2000-2020

הערות: בסוגריים מופיעים מספרי הנושאים בשאלון ובטבלאות המסכמות. בנוסח האנגלי המלא של השאלות יש לשים לב להבדלים בין practical use, development ו-widespread use.

2005-2000:

כמעט ואין נושאים שהמומחים מעריכים שיתמשו עד שנת 2005. אמנם מספר מועט של משיבים חזו בסבב הראשון שמימוש נושאים אחדים יהיה סביב שנת 2005, אך בסבב השני גם גדלה ההסכמה לגבי שנות מימוש רחוקות יותר.

2010-2005:

1. הבנת המכניזם המולקולרי של אוטואימוניות (4)
2. הבנת המכניזם של מוטציות קרציוגניות (6)
3. הבנת המכניזם של יצירת גרורות מגידולים (7)
4. פיתוח שיטות למניעת הסתיידות עורקים (10)
5. שיטות לעיכוב סיבוכים דיאבטיים (13)
6. פיתוח חיסון ל-HIV (14)
7. שיטות למניעת לידה מוקדמת ע"י ניהול אינפורמציה עוברית (18)
8. זיהוי מוקדם של סרטן המבוסס על פרמטרים ביוכימיים (22)
9. פיתוח מכשור אוטומטי לזיהוי יסרטן המבוסס על אבחנה ציטוגנית (23)
10. פיתוח שיטות אבחנתיות לא פולשניות לאבחנת דרגת ההתפשטות והעוצמה של הסתיידות עורקים (26)
11. פיתח שיטה לקבלת אינסולין דרך הפה (37)
12. פיתוח תרופה לסכיזופרניה (48)
13. פיתוח שיטה לבקרת כאב, בלי תופעות לוואי (49)
14. פיתוח שיטות לניהול נתוני חולים ואשפוז שתוריד את זמן ההמתנה בבתי-חולים בישראל עד גבול של 15 דקות (82)
15. פיתוח שיטות עולמיות לאספקת איברים (68)

:2015-2010

1. פיתוח אסטרטגיה למניעת אנומליה המופיעה בשלב האמבריוני או העוברי (19)
2. פיתוח תרופות לרפוי מחלות ויראליות בכבד (33)
3. פיתוח "סוכנים" יעילים אנטי ויראליים (35)
4. ריפוי למחלות אלרגיות (36)
5. שימוש בריפוי גנטי לחולי סוכרת (38)
6. הגדלת הממוצע מעבר ל-70% להישרדות של 5 שנים לחולי כל סוגי הסרטן (40)
7. פיתוח טיפולים ביולוגיים ואימונולוגיים יעילים לסרטן (44)
8. פיתוח טיפולים גנטיים נגד גידולים ממאירים (45)
9. פיתוח טיפולים מונעים לאלצהיימר (47)
10. פיתוח שיטות יעילות לריפוי myopia (69)
11. פיתוח שיטות לאבחנה בריאותית מרחוק במקרה תאונות או מחלות (79)
12. פיתוח תרופות מכוונות סיגנלים המיועדות לגידולים או תאים מסוימים (91)

:2020-2015

1. פיתוח טכנולוגיות להעברת תרופות לאיזורי יעד במוח (46)
2. פיתוח שיטות לחיבור עצבים מרכזיים (73)

4.2 התכנסות לקונצנזוס

בתחום הבריאות קיימת הסכמה רבה בין המומחים והמדענים, הן באשר לנושאים שראוי שתינתן להם עדיפות, הן באשר לרמת חשיבותם של הנושאים והן באשר לתחזיות למימוש עסקי.

קיימת הסכמה בין הסבב הראשון והשני לגבי שבעה מתוך עשרה נושאים המדורגים בעלי העדיפות הגבוהה ביותר.

העדיפות הגבוהה ביותר ניתנה לנושא הבנת מכניזם הפעולה וההתפשטות של הגרורות הסרטניות (7). נושא זה גם דורג בדרגה הגבוהה ביותר ברמת החשיבות, בשני הסבבים, וקיימת הסכמה באשר לסיכויים למימוש עסקי בישראל, 60% בשני הסבבים.

הנושא השני שקיימת לגביו הסכמה בשני הסבבים הוא פיתוח מתודולוגיות מניעה להסתיידות עורקים arteriosclerosis (10). הנושא דורג במקום השני בטבלת הנושאים המועדפים בשני הסבבים, ובמקום השני, בשני הסבבים בדרוג חשיבות הנושא. גם בנושא זה קיימת פסימיות זהירה באשר לסיכויי מימוש עסקי בישראל, (54%).

ככלל, נראית הסכמה והתכנסות ברורה בין שני הסבבים בתחום הבריאות. ההסכמה ניכרת בדרוג החשיבות: קיימת הסכמה לגבי 5 נושאים מתוך 10 בעלי החשיבות הגבוהה בשני הסבבים ומקבלת ביטוי נוסף ברור בתחזיות לגבי שנת המימוש. חשוב לציין שבתחום הבריאות המדדים לסיכויים למימוש עסקי בישראל הם בעלי ערך יחסית נמוך, ושנות המימוש רחוקות יחסית לתחומים אחרים.

4.3 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

10 הנושאים שקיבלו את המדדים הגבוהים ביותר בחשיבות, סיכויי מימוש עסקי בארץ, והשפעה של איכות החיים, מרוכזים בטבלאות מס' 4.1, 4.2, 4.3 בהתאמה. ריכוז הנושאים בעלי מדד העדיפות הגבוה ביותר (ממוצע של מדדי החשיבות, סיכויי המימוש וההשפעה על איכות החיים) מופיע בטבלה מס' 4.4.

א. הנושאים המועדפים ביותר

חמישה מתוך עשרת הנושאים המועדפים ביותר בתחום הבריאות, בהתייחס לממוצע משוקלל של כל המדדים, נוגעים לתחום הסרטן. ניתנת עדיפות גבוהה גם לטיפולים בבעיות הסתיידות עורקים, טיפול בכאב ובסוכרת.

חשוב לציין, כי מבין עשרת הנושאים המועדפים צוינו שני נושאים הנוגעים לטיפול המנהלי בנתונים הרפואיים של החולים: נושא אחד (83) המתייחס לפיתוח כרטיס חכם שירכז את כל הנתונים הרפואיים של החולה ונושא שני (82) מתייחס להקטנת זמן ההמתנה והטיפול ברישום מטופל, עד גבול 15 הדקות. עצם ההשתלבות של נושאים אלה בקרב עשרת הנושאים המועדפים, מעידה על החשיבות המיוחסת לנושאים אלה ומעידה על התובנה שטיפול טוב ונכון תלוי במכלול האינפורמציה הקיימת לגבי המטופל, בריכוזה ובזמינותה בעיתוי ובהיקף הדרושים. נושאים מנהליים אלה קיבלו אמנם דרוג נמוך יותר ביחס למידת השפעתם על איכות החיים, אך הפשטות היחסית של המערכת, דרגה אותם גבוה במדד הסיכויים למימוש עסקי, ובכך שילבה אותם בין עשרת הנושאים המועדפים.

לגבי 7 מתוך 10 הנושאים המועדפים ביותר, קיימת הסכמה בין הסבב הראשון והשני, ובכלל ניכרת מגמת התכנסות והסכמה לגבי חשיבות הנושאים, השפעתם על איכות חייו וסיכויי המימוש העסקי. תוצאות מדד העדיפות שהינו ממוצע משוקלל של שלושת המדדים, מדד החשיבות, המימוש העסקי, והשפעה על איכות החיים, מראות פילוג ברור בין הנושאים ומייצגות את הרגישות וההשפעה של כל מדד.

ב. הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה

6 נושאים מבין עשרת הנושאים המובילים בחשיבותם משותפים לשני הסבבים. הנושא העיקרי הוא הסרטן: טיפול בגרורות ובמוטציות סרטניות, זיהוי מוקדם וטיפולים אימונולוגיים. אין ספק, שנושא זה הינו בעל חשיבות גבוהה שהתחזקה בסבב השני. כמו כן, עלתה דרגת חשיבותם של נושאים ספציפיים שזכו לתוצאות ראשונית מעודדות בתחום המחקרי, כמו טיפולים והעברת תרופות לנקודות ייעודיות במוח, "סוכנים אנטי ויראליים" או טיפולים מתקדמים במערכת העצבים.

פילוג ערכי המדד נע בין 100 ל-90- לגבי עשרת הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה, אך עדיין קיימים נושאים שונים המקבלים אותו ערך מדד בדרוג החשיבות.

ג. נושאים המשפיעים על איכות החיים

קיימת הסכמה מלאה לגבי שני הנושאים המשפיעים ביותר על איכות חיינו: פיתוח שיטות למניעת הסתיידות עורקים והבנת מכניזם הפעולה של גרורות של גידולים. נושאים אלה בשני הסבבים קיבלו את הדרוג הגבוה של מדד ההשפעה על איכות החיים, יחסית לשאר עשרת הנושאים המשפיעים על איכות חיינו.

ביחס לשני נושאים אלה רוב רובם של העונים (91%) טענו שנושאים אלה עשויים להיות בעלי השפעה מועילה מאד על איכות חיינו ומיעוטם טענו שההשפעה על איכות חיינו תהא אך מועילה. לא היו שטענו שההשפעה על איכות חיינו עשויה להיות שולית. זאת בניגוד לשאר הנושאים מבין עשרת המשפיעים ביותר על איכות חיינו, שבכל אחד מהם היו שטענו שההשפעות עשויות להיות שוליות. ארבעה נושאים בנושא זה מתוך עשרה, המשפיעים ביותר על איכות החיים, מוסכמים על שני הסבבים של השאלונים. בסבב השני קיימת התמקדות ברורה על הנושאים הקשורים למחלת הסרטן.

ד. סיכויים למימוש עסקי בישראל

הנושאים שלגביהם הסיכויים למימוש עסקי בישראל נראים יחסית גבוהים, הם נושאי עיבוד וריכוז הנתונים הרפואיים של מטופלים לצרכי ניהול טוב יותר שיחסוך זמן המתנה, או לצרכי טיפול נכון יותר כאשר הנתונים ירוכזו על כרטיסים חכמים שיהיו נגישים בכל מקום וזמן. נושאים טכניים ופשוטים יחסית אלה נראו כבעלי סיכוי גבוה יותר למימוש עסקי מאשר חקר מערכות ופיתוח תרופות. קיימת הסכמה מלאה ביחס לשני נושאים אלה באשר לדירוגם הגבוה, ומדד הסיכויים למימוש עסקי לגבי שני הנושאים עלה בערכו בין הסבב הראשון לשני. קיים נושא אחד נוסף לגביו ישנה הסכמה בין הסבב הראשון לשני באשר לסיכויים למימוש עסקי, פיתוח טכנולוגיות ביוכימיות של אבחנה מוקדמת של סרטן. ככלל, מדד הסיכויים למימוש עסקי מקבל ערכים נמוכים יחסית למדדים האחרים פילוגו ופרישתו הרבה יותר רחבים ומכך יכולת ההפרדה שלו.

4.4 רפואה ובריאות – תמונה כללית

קיימת התכנסות ברורה במהלך שני הסבבים באשר לנושאים בעלי העדיפות הגבוהה בבריאות. ההסכמה וההתכנסות בולטת בכל המדדים, מדד החשיבות, ההשפעה על איכות החיים והסיכויים למימוש עסקי בישראל. הראיה, ששבעה מתוך עשרת הנושאים המועדפים ביותר משותפים לתוצאת שני הסבבים. ככלל, נראה שהסבב השני יצר התמקדות ופילוח טוב יותר בין הנושאים השונים ופילוג המדדים השונים היה בעל רמת פיזור גבוהה יותר.

הנושאים בעלי העדיפות הגבוהה ביותר, נותרו הנושאים המטפלים בגידולים סרטניים ובגרורותיהם ובבעיות של הסתיידות עורקים.

חשוב לציין, שנושאים בעלי אופי ניהולי ארגוני קיבלו דרוג עדיפות גבוה, בנושא הבריאות. נושאים המשפיעים על זמינות וריכוז האינפורמציה של המטופל ע"י שימוש בכרטיס חכם או בדרכים אחרות, וניהול יעיל וטוב של נתונים לצורך קיצורי זמן טיפול והמתנה.

עצם דירוגם הגבוה של נושאים אלה מעיד על חשיבותם מחד והקשיים שהם יוצרים מאידך.

הדרוג הגבוה של נושאים אלה נובע גם מהאמונה של נושאים אלה סיכויים טובים למימוש עסקי מעצם היותם נושאים טכניים.

באופן כללי, בנושאי הבריאות, בפרט בפיתוח תרופות הבנת תהליכים ומציאת טיפולים, סיכויי המימוש העסקי בישראל נראים יחסית נמוכים ושנות המימוש מתפרשות על פני תחום זמן ארוך יותר. לא נמצא אף נושא שמומחים צופים ששנת המימוש תהא לפני 2005. ברוב המקרים תחזית לגבי שנות המימוש מכוונת בין השנים 2005-2010.

קיימת חפיפה מעניינת בין הנושאים בעלי חשיבות גבוהה בתחום הבריאות ומדעי החיים, בפרט ביחס לחקר גורמים סרטניים.

5. תוצאות בתחום מדעי החיים

5.1 תסריט התממשות אירועים לשנים 2000-2015

הרוב הגדול של הנושאים צפויים להתממש, לדעת המומחים, בטווח השנים 2005-2010. החציון הנמוך ביותר שהתקבל הינו 2005 ונמצאה שכיחות גבוהה של חציונים ב- 2009 ו-2010.

הערות: בסוגריים מופיעים מספרי הנושאים בשאלון ובטבלאות המסכמות. בנוסח האנגלי המלא של השאלות יש לשים לב להבדלים בין practical use, development ו-widespread use.

2005-2000:

- ביואינפורמטיקה (214).
- הבנת המכניזם המולקולרי המפקח על המחזור התאי ביונקים (20).
- הבנת הפקטורים המשפיעים על התחלקות תאים עוברים ופיתוח יישומים טיפוליים (29).
- זיהוי גנים משויכים לסרטן ושייכותם לקרצינוגנים (1).

2010-2005:

- פיתוח תרופות מכוונות לתאי גידול ממאירים (2).
- שימוש בנתונים הגנטיים בטיפול ובאבחנה. (3)
- הבנת פונקציות אימונולוגיות במולקולות האחראיות לדחיית שתלים, והבנת פונקציות הפיקוח (6).
- שימושיות והשוואות של הגן האנושי עם גנים של יצורים אחרים וצמחים (21).
- הבנת המכניזם האימונולוגי שמפריד בין מרכיב שייך למרכיב זר (27).
- פיקוח על תהליכים קרצינוגניים ופיתוח מתודולוגיות לשימוש בדרכים מטבוליות למניעת התרבות תאים סרטניים (28).
- זיהוי הגורם המולקולרי של מאניה-דיפרסיה (63).
- פיתוח מתודולוגיות לשימוש רחב בפיקוח מקומי על מערכת החיסון (70).
- זיהוי הגנים האחראים על מרכיבים התנהגותיים ופסיכולוגיים (74).

- פיתוח טכנולוגיות מעשיות לגידול צמחים תרבותיים עמידים בתנאי יובש ולחות (92).
- פיתוח מעשי של מערכת לבדיקה חיצונית של מערכות הדם (202).
- פיתוח שימושי לתרופות מכוונות ע"י סיגנלים לתקיפת תאים סרטניים (204).
- פיתוח תרופות אנטי-ויראליות (209).

2014-2010:

- פיתוח מתודולוגיות לזיהוי פונקציות של פרוטאינים על סמך נתונים גנטיים (4).
- פיתוח מכשירים-ביולוגיים, ציפים ביולוגיים שניתנים לשימוש באלקטרוניקה (9).
- פיתוח ארכיטקטורה למחשבים ביולוגיים (10).
- פיתוח דרכים יעילות למניעת התפתחות גרורות (49).
- פיתוח יישומים טכנולוגיים לשימור מכיבים אורגניים לטווח ארוך (50).
- שימוש מעשי במרכיבים אורגניים, איברים אורגניים משולבים בתאים אנושיים (51).
- שמושים רפואיים לשכפול עצמי באורגניזמים (54).
- בנית גשרים טכנולוגיים בין אינפורמציה עצבים למבנים אורגניים מלאכותיים (55).
- פיתוח טיפול בסניליות בחולי אלצהיימר (67).
- שימוש רחב בניתוח מרחוק מבוסס על מציאות מדומה (75).

2020-2015:

- פיתוח איברים מלאכותיים, ברי השתלה (52).
- פיתוח מערכות אבחנה מזעריות שיוכלו לנוע בגוף האדם (62).

שנות המימוש – הערות:

ניתוח השאלונים של הסבב השני, בהשוואה לסבב הראשון מצביע על התכנסות באשר לתחזית שנת המימוש. התחזית לגבי שנת המימוש הינה בעלת שונות נמוכה יותר ובעלת פיזור קטן יותר. פרוש הדבר שמוצגת הסכמה גבוהה יותר בין המשיבים באשר להישגים המדעיים והתחזיות למימושן. בכמה מקרים הוצגו בסבב השני תחזיות למימוש קרוב יותר משמעותית מאשר הוצגו בשאלוני הסבב הראשון.

לדוגמא (שאלה 20) התחזית בסבב הראשון לגבי הגדרה מלאה של המכניזם לפיקוח על מחזור התא ביונקים, היתה סביב שנת 2010, בעוד שבסבב השני חציון התחזיות הוא שנת 2005 עם פיזור נמוך יותר בין התשובות.

דוגמא נוספת (שאלה 29) המתייחסת לזיהוי הגורמים המשפיעים בשכפול תאי עובר והשימוש הטיפולי בהם. בסבב הראשון נסבה התחזית סביב שנת 2008 בעוד שבסבב השני התחזית מצביעה על שנת 2005 עם פיזור בולט כלפי מטה, משמע שיש מבין המדענים המאמינים שזיהוי הגורמים יתממש עוד קודם לכן.

שתי דוגמאות אלה מציגות תחזיות למימוש שהינן יחסית קרובות. דוגמא נוספת בהן תחזית המימוש נעה סביב שנת 2005 עם פיזור ניכר של משיבים שחוזים מימוש עוד לפני שנת 2005, היא התפתחות הביואינפורמטיקה. כמו כן, מציגות התחזיות את שנת 2005 כמטרה לגבי זיהוי גנים קרצינוגניים האחראים למחלת הסרטן, פיתוח חומרים אנטי-סרטניים שמכוונים לפרוטאינים המבוטאים במחלת הסרטן ושימוש מעשי של תרופת שיכוונו לטיפול בתאים של גידולים. במקרים אלה, הסטיות בתחזיות מצביעות בעיקר על אפשרות התממשות מאוחרת מעבר ל-2005.

ככלל, רוב התחזיות נעות בין השנים 2005-2010, כאשר התחזיות הרחוקות יותר המציגות כיעד את שנת 2015, מתייחסות לפיתוח מכשור רפואי דיאגנוסטי בגדלים מיקרוסקופיים שיוכל לנוע בתוך גוף האדם, פיתוח איברים מלאכותיים להשתלה והתערבות בתהליכים אורגניים של התרבות בעלי חיים, שינויים גנטיים בתהליכים טבעיים וכו'. חשוב לציין, שדווקא חלק מהנושאים בעלי העדיפות הגבוהה ביותר, הם אלה שתחזיות המימוש שלהם רחוקות.

5.2 התכנסות לקונצנזוס

השאלון בתחום מדעי החיים, בסבב השני, כלל 29 שאלות, שנבחרו לאור העדיפויות שנמצאו בסבב הראשון, ובהתייעצות עם הוועדה הלאומית לביוטכנולוגיה.

ניתוח תוצאות השאלונים של הסבב השני, מציג מגמות התכנסות בכל המדדים, מדד החשיבות, ההשפעה על איכות חיים, כמו גם הסיכוי למימוש עסקי.

ההתכנסות בולטת ביותר בתחזיות לגבי שנת המימוש. רמת הפיזור והשונות ביחס לשנת המימוש ירדה באופן בולט בהשוואה לסבב הראשון.

הנושא שזכה למדד העדיפות הגבוה ביותר בשני הסבבים, הינו נושא פיתוח טכנולוגיות לגידול (breeding) של צמחים תרבותיים העמידים בתנאים קשים של יובש ומליחות. הדרוג הגבוה הושפע בעיקר מעצם העובדה שהמימוש העסקי שלו נחשב מביטח, ומהדרוג הגבוה יחסית בהשפעתו על איכות החיים. נושא זה, מטבע הדברים, הוא המוביל בסבב השני, בטבלת הנושאים בעלי סיכוי גבוה למימוש עסקי בישראל. (זאת בניגוד לתוצאת הסקר בסבב הראשון בו נושא זה דורג רק במקום השלישי

בקטגוריה זו לאחר שניתנו סיכויים גבוהים יותר של מימוש בישראל לנושא הבנת התופעות של איזורים צחיחים וים המלח. נושאים אלה, למרבה ההפתעה, אינם מופיעים אפילו בין 10 הנושאים בעלי סיכוי גבוה למימוש עסקי בישראל, בסבב השני).

נמצאה הסכמה בין הנשאלים בסקר לגבי החשיבות הגבוהה של נושא הפיתוח של תרופות אנטי וירליות (209). נושא זה דורג בעל החשיבות הגבוהה ביותר בסבב השני, ואילו בסבב הראשון דורג במקום השני. ככלל, בהשוואה לסבב הראשון, מסתמנת מגמה של עליה במדד החשיבות, כמעט בכל השאלות.

ביחס למדד המימוש העסקי בישראל ראוי לציין שאין מגמה ברורה בהשוואה בין הסקרים של הסבב הראשון והשני. שינויים אלה יכולים לנבוע מחידושים טכנולוגיים, פרסומים באשר לפריצות דרך בנושאים שונים ואיורה כללית השוררת באשר ליכולת מימוש מסחרי.

מדד ההשפעה על איכות חיים, עולה בדרך כלל בערכיו בהשוואה בין הסבב הראשון לשני. ישנה הסכמה ברורה לגבי אותם גורמים המשפיעים על איכות חיינו. השונות שנמצאה בין הדעות של המשיבים נובעת ככל הנראה מהראיה הסובייקטיבית של כל אחד ואחד.

יש לציין כי ניכרת עליה חדה בערך מדד ההשפעה על איכות החיים לגבי נושאים הנקשרים למחלות, כמו לדוגמא, פיתוח טיפולים במחלת אלצהיימר (שאלה 67), או זיהוי הגורמים המולקולריים למניח דיפרסיה (שאלה 68), פיקוח על מערכת החיסון (70), או זיהוי הגנים התורשתיים האחראיים לאי סדירות התנהגותית ונירולוגית (74).

בהסתכלות כוללת על כל המדדים נראה שמדד הסיכויים למימוש עסקי זכה לערכים הנמוכים יותר מאשר שאר המדדים, ולא בכדי. רוב המשיבים על השאלונים הינם מדענים העוסקים במחקר בתחום האקדמי, ואי לכך ביטחונם וההסכמה ביניהם ביחס לחשיבות המחקר והשפעתו על איכות חיינו גבוהה יותר מאשר יכולתם לאמוד את הסיכויים למימוש עסקי. בתחום העסקי, נלקחת בדרך כלל, מידה גדולה יותר של זהירות ואחריות ורמת ציפיות נמוכה יותר. חשוב לציין, שהדבר נכון בפרט בתחום מדעי החיים, בו משך המחקרים ארוך יותר, רמת הסיכון גבוהה, לא ניתן בוודאות לחזות את הצלחת המחקר והדרך למימוש עסקי רווית מהמורות. קיים צורך באישורים רבים מרשויות שונות, המכשור יקר, ודרך היישום לצורך הפיכת תוצאות המחקר למוצרים, קשה יותר. כמו-כן, רוב המדענים והחוקרים בתחום מדעי החיים מעורבים פחות בעיסוקים מסחריים בשוק החופשי מאשר מדענים מתחומים אחרים.

כל הסיבות שצוינו הן כנראה הגורמים לערכים הנמוכים יותר של המדד לסיכויים למימוש עסקי בישראל. מדד זה הוא גם המשפיע העיקרי, בגלל ערכיו הנמוכים, על הדרוג הסופי של עשרת הנושאים המועדפים ביותר בתחום מדעי החיים.

לדוגמא - (67) – פיתוח טיפול לסניליות בחולי אלצהיימר - זכה למדד חשיבות 100 ומדד השפעה על איכות החיים בערך של 98, אך מדד הסיכויים למימוש עסקי היה רק 66. אי לכך דורג נושא זה רק במקום החמישי בסדר העדיפויות הכולל.

לסיכום, הסבב השני מציג התכנסות של התוצאות המעלות לראש סולם העדיפויות נושאים שהמדענים רואים בהם פוטנציאל מחקרי חשוב, שיתרמו לשיפור איכות החיים ויוכלו להיות ממומשים מבחינה עסקית בטווח של עד 10 שנים.

5.3 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

10 הנושאים שקיבלו את המדדים הגבוהים ביותר בחשיבות, סיכויי מימוש עסקי בארץ, והשפעה של איכות החיים, מרוכזים בטבלאות מס' 5.1, 5.2, 5.3 בהתאמה. ריכוז הנושאים בעלי מדד העדיפות הגבוה ביותר (ממוצע של מדדי החשיבות, סיכויי המימוש וההשפעה על איכות החיים) מופיע בטבלה מס' 4.4.

א. הנושאים המועדפים ביותר

מדד העדיפות הוא למעשה ממוצע משוקלל של שלושת המדדים: מדד החשיבות, מדד התרומה לאיכות החיים ומדד הסיכויים למימוש עסקי. כך, שלמעשה, בכדי שנושא יהא מדורג גבוה בדרוג זה, עליו להיות מדורג גבוה במדד החשיבות, במדד התרומה לאיכות החיים, אך בעיקר במדד המימוש העסקי. מדד המימוש העסקי הוא בעל שונות גבוהה וערכים נמוכים יחסית ולמעשה הוא זה שקבע את המיקום הסופי של הנושאים בדרוג העדיפות.

רק ארבעה נושאים בעלי עדיפות גבוהה נשמרו בין הסבב הראשון לשני. הנושא המועדף ביותר (92), הינו יכולת פיתוח של טכניקות ל-breeding של צמחים תרבותיים בעלי יכולת עמידה בתנאי מחיה קשים של יובש ומליחות. נושא זה נשאר במקום הראשון המוביל עובדה המשקפת הסכמה מלאה בעיקר לגבי חשיבותו ויכולת המימוש העסקי.

הנושא השני שקיימת לגביו הסכמה הוא (67) - פיתוח טיפולים לסניליות בחולי אלצהיימר. הנושא דורג בסבב הראשון במקום 3 בסדר העדיפויות ובסבב השני במקום 5. בסבב השני עלה דירוגו של נושא זה במדד החשיבות, כמו גם עליה במדד ההשפעה על איכות החיים, אך הספקנות ביכולת המימוש העסקי דרגה אותו רק במקום החמישי.

הנושא השלישי המשותף לשני הסבבים הוא (204) פיתוח תרופות מכוונות לתאי גידולים ממאירים. בסבב הראשון מדורג הנושא במקום התשיעי ובסבב השני עלה למקום השביעי הודות לעליית הדרוג בהשפעה על איכות החיים ועלית דרגת חשיבותו. המדד לסיכויים למימוש עסקי לא השתנה. הנושא הרביעי המשותף לעשרת הנושאים המועדפים בשני הסבבים הוא (209) - פיתוח של תרופות אנטי ויראליות. בסבב הראשון דורג במקום השני ובסבב השני רק במקום השישי למרות שמדד ההשפעה על איכות החיים עלה וחשיבותו אינה מוטלת בספק. הסיבה לדרוג במקום השישי נובעת מירידה בדרוג הסיכויים למימוש עסקי.

במקרים כאלה, תמהיל שונה של משיבים וכמה כישלונות מחקריים ו/או עסקיים בתקופה מסוימת יכולים להשפיע על אמונת המדענים ובכך על הדרוג. ככלל, בסבב השני התחזקה האמונה במימוש עסקי אפשרי של מיכשורים רפואיים, איברים להשתלה, השפעה והבנת תהליכי התרבות תאים, פיקוח על המערכת החיסונית וכו'.

ב. הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה ביותר

נושא פיתוחם של תרופות אנטי ויראליות זכה להסכמה באשר לחשיבותו המובילה והוא מוקם בראש הסולם בסבב הראשון ובמקום השני בסבב השני.

6 נושאים מתוך עשרת הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה ביותר, מופיעות בשתי הרשימות, זו של הסבב הראשון וזו של הסבב השני.

יחד עם זאת, הדרוג הפנימי של נושאים אלה בתוך הרשימות השתנה. שינויים אלה יכולים להיות תוצאה של מגמות והישגים בתחום המדעי, בפרק הזמן בין הסבבים, כמו גם תולדה של דעות שונות ומומחיות שונה בין המשיבים.

הנושא שזכה למדד העדיפות המשוקלל הגבוה ביותר, כתוצאה משיקול שלוש המדדים (92), פיתוח טכנולוגיות ל-breeding של צמחים תרבותיים עמידים בתנאי מחיה קשים, היה המוביל בסבב הראשון בחשיבותו, אך בסבב השני דרוג חשיבותו הורד והוא לא נכלל בעשרת הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה ביותר.

הנושא המתייחס לפיתוח שימושי של אמצעים יעילים למנוע גרורות סרטניות (49) דורג כבעל חשיבות גבוהה בשני הסבבים. נושא זה דורג במקום שני בסבב השני עם מדד חשיבות 100, אך רק במקום הרביעי בסבב הראשון עם אותו ערך של מדד 100. מכאן שלגבי נושאים המוגדרים כבעלי חשיבות אמיתית, דרוג מדד החשיבות לא יוצר הפרדה או דרוג ביניהם. בסבב הראשון, 4 נושאים מקבלים את הערך 100, ובסבב השני 7 נושאים מקבלים דרוג 100. שאר שלושת הנושאים, במדד החשיבות בסבב השני, מתפלגים בין 97 ל-98.

דרוג זה של מדד החשיבות בסבב הראשון מציג שונות נמוכה ביותר וכמעט אי יכולת להפרדה משמעותית בין כמה מהנושאים, שמתמרכזת ומתכנסת עוד יותר בסבב השני. ההפרדה המשמעותית יותר, על פי מדד חשיבות הינה "בין גושי נושאים", אותם בעלי חשיבות גבוהה ואותם בעלי חשיבות פחותה, ופחות בין נושאים ספציפיים.

שלושת הנושאים הנוספים שהוגדרו כחשובים בשני הסבבים, אם כי לא באותו סדר, מתייחסים כולם לגידולים סרטניים ומניעתם הן ע"י טיפולים (2), או ע"י זיהוי גנים (1) או ע"י פיקוח על חלוקת תאי (28).

לסיכום, מדד החשיבות זוכה בשני הסבבים לערכים מאד גבוהים, ולמגמה של עליה נוספת ברוב הנושאים בסבב השני.

הערכים הגבוהים (100) מבלי הפרדה אמיתית בין הנושאים, משקפים הסכמה מלאה בין המשיבים לגבי חשיבות הנושאים ואולי משמשים גם כאינדיקציה לקרבה מדעית או מחקרית של המשיבים לנושאים אלה. סיבה נוספת יכולה להיות דעה הרווחת בין המדענים השונים ובקרב האוכלוסייה באשר לחשיבותם של נושאים אלה.

מכאן, שמדד זה אינו יכול לשמש כמסווג ומדרג פרטני בין הנושאים השונים בתחום מדעי החיים, אלא אולי רק כמסווג בין תחומים עיקריים שלהם היום דרגת חשיבות גבוהה.

ג. מדד ההשפעה על איכות החיים

לגבי ההשפעה על איכות החיים, קיימת הסכמה מלאה בין שני הסבבים והתכנסות לשלושה נושאים עיקריים המדורגים במקומות הראשונים בשתי הטבלאות. הנושא המשפיע ביותר על איכות חיינו, בשני הסבבים, הוא פיתוח תרופות אנטי ויראליות (209). הנושא השני המשפיע על איכות חיינו, הוא פיתוח פתרונות מעשיים לטיפול יעיל בגרורות סרטניות (49). חשוב לציין, ששני נושאים אלה, שדורגו גם כבעלי חשיבות גבוהה, לא מצויים בין עשרת הנושאים בעלי העדיפות הגבוהה ביותר, בגלל דרוג נמוך של הסיכויים למימוש עסקי. דירוגם בסיכויים למימוש עסקי אף ירד בסבב השני לעומת הסבב הראשון, ונאמד כ-60% לגבי תרופות אנטי ויראליות ו-48% בטיפול בגרורות סרטניות.

הנושא השלישי המדורג גבוה, בשני הסבבים, בדרוג ההשפעה על איכות החיים, הוא הפיתוח של טיפולים לחולי אלצהיימר.

רק לגבי שלושה נושאים נוספים קיימת הסכמה בשני הסבבים, מתוך עשרת הנושאים העיקריים בעלי השפעה על איכות החיים: נושא (51) המתייחס ליצירה מלאכותית של רקמות של איברים בגוף האדם עלה מ-89.3% בסבב הראשון ל-95% בסבב השני.

הנושא השני עוסק בזיהוי המרכיב המולקולרי של מאניה-דיפרסיה.

הנושא השלישי הוא זה שזכה למדד העדיפות הגבוה ביותר (92), טכניקות ה-breeding של צמחים.

ככלל, מדדי ההשפעה על איכות החיים, קיבלו ערכים גבוהים יותר בסבב השני ונעו בין 92-100, בעוד שבסבב הראשון היו ערכים נמוכים יותר עם פיזור הרבה יותר גבוה, בין 84.1 ל-96.4.

שוב, מוצגת כאן מגמה של התכנסות לתמימות דעים גבוהה יותר.

5.4 מדעי החיים - תמונה כללית

הנושאים הנראים כבעלי חשיבות גבוהה בעיני המומחים והעוסקים במדעי החיים, וכבעלי השפעה על איכות חיינו, הם בעיקר חיפוש ופיתוח תרופות למחלות הסרטן, מחלות אנטי-ויראליות וטיפולים במחלות נפשיות ומחלת האלצהיימר.

הבעייתיות בנושאים אלה, נובעת מהקשיים והחששות באשר ליכולת המימוש ומתוך כך מוצגות תחזיות רחוקות מאד ביחס למימוש נושאים אלה.

קיימת תלות ברורה בין הגדרת הנושאים כבעלי חשיבות גבוהה ולבין המדדים הקובעים את מידת ההשפעה על איכות חיינו.

המרכיב שיצר למעשה את הדיפרנציציה בין הנושאים השונים והשפיע בעיקר על דרוג הנושאים במדד העדיפות המשולב, הוא מדד הסיכויים למימוש עסקי בישראל. החששות וקטנות האמונה, המוצדקת על פי רוב, ביחס ליכולת המימוש העסקי, הביאה להגדרת עשרת הנושאים המועדפים, כנושאים שהאמונה ביכולת העסקית שלהם גבוהה. ומתוך כך, התקבל נושא היישום של טכנולוגיות breeding לצמחים כבעל המדד המשולב הגבוה ביותר, ורק אחריו הנושאים המטפלים בהשתלת איברים, טיפול במחלות הסרטן וכו'. חשוב לציין, שעדיין רשימת עשרת הנושאים המועדפים כוללת בתוכה את הנושאים שהם בעיקר ההתעניינות המחקרית והציבורית כמו: פיתוח תרופות אנטי ויראליות, טיפול במחלת הסרטן, האלצהיימר ומחלות הנפש.

6. תוצאות בתחום: חקלאות

6. תוצאות בתחום: חקלאות

6.1 תסריט התממשות טכנולוגיות לשנים - 2000-2020

א. 2000-2005:

- שימוש נרחב בטכנולוגיות מולקולריות לזיהוי מהיר של מחלות (73).
- פיתוח מערכות בדיקת מזון ביתיות לזיהוי מיידי של זיהום במיקרואורגניזמים (76).
- פיתוח חומרים טבעיים חדשים מאורגניזמים לשימוש יומיומי כדוגמת: דבקים, תרופות, סיבים ועוד (61).
- שימוש נרחב במערכות בקרה ביולוגית, לדוגמא מבוססי פרמונים (9).
- שימוש נרחב במיכלים וחומרי עטיפה ביולוגיים מתכלים (20).
- שימוש מעשי בישראל של יבולים שונים ששופרו בעזרת שינויים גנטיים המאופיינים על-ידי: א) תפוקות גדולות יותר ועמידות למחלות. ב) עמידות לחיידקים וליובש, בצורת. ג) סתגלות לתחום רחב יותר של טמפרטורות ומליחות (2).

ב. 2005-2010:

- הבנת התהליך של חידוש השלם מחלקיו, בתאי צמח (Tatipotency) (69).
- פיתוח מכוון של צמחים המותאמים לאזורים חסרי מים (71).
- שימוש בחיטה קלת עיכול ודלת ליגנין (203).
- שימוש מעשי בתחליפי סוכר מלאכותי המדמים מאפייני בישול של סוכרוז, בהכנת תבשילים דיאטטיים (68).
- שימוש מעשי של חיסונים סינתטיים ע"י הנדסת גנים והנדסת פרוטאינים, למניעת מחלות בחיות בית ובעדרי בקר (28).
- שימוש רחב במערכות אוטומטיות להזנה, חליבה וטיפול בפסולת בע"ח (33).
- שימוש בטכניקות דיפוזיה תאית ומניפולציות גנטיות ליצירת סוגי דגים העמידים בפני מחלות ושינויי טמפרטורה (45).
- שימוש מעשי במקורות/אבות פראיים של יבולים לצרכי שיפור תוצרת, צורה, צבע, טעם, חיי מדף, עמידות בפני מחלות ומזיקים (214).
- שימוש רחב במערכות ניהול רבייה של דגים המבוססות על טכנולוגיה של בקרה סביבתית למניעת פיזור הביצים ולהעברתם הבטוחה של הדגים לתנאי גידול מתאימים (46).
- טכנולוגיות לגידול דגה בים (48).
- שימוש מעשי ברובוטים בחקלאות למטרות שונות כדוגמת איסוף יבול פירות ומיונם במקביל, בהתאם לאיכותם (12).
- שימוש מעשי בטכנולוגיות רבייה בעדרי בעלי חיים כדוגמת שימוש בתאי עוברים או השתלות (23).

- פיתוח טכנולוגיות להורדת נזקי שריפות והשפעתם על תהליך הבעירה בעצים, ועל השיקום העתידי (204).
 - פיתוח טכנולוגיות מימיות להשבחת דגים (206).
 - שימוש מעשי בתרופות המנצלות את התכונות האנטיביוטיות בישראל (208).
 - התאמה של צמחיה פראית בעלת יתרונות מטבוליים לתעשיית התרופות, והקוסמטיקה וכו', לגידול חקלאי (209).
 - שימוש בישראל של מניפולציות גנטיות לצמחי תרבות, יבולי ירקות או עצי פרי (213).
 - פיתוח תכשירים ביולוגיים להורדת זיהום מים ציבוריים כדוגמת ימים, נחלים ואגמים (219).
 - פיתוח ביוודקטורים להורדת זיהומים במים ממוחזרים להשקייה (220).
 - שימוש מעשי בחומרי טעם וריח משופרים (221).
- ג. 2010-2015:**
- שימוש נרחב בהשתלות אברים בין מינים ע"י שימוש בגנים מונעים דחיית השתלים (64).
 - שימוש במוצרים רפואיים על בסיס חלבון אנטיביוטיאלי מופק מחרקים (57).
 - שימוש מעשי במזון פונקציונלי למניעת מחלות, המותאם לאפיונים אישיים (67).

6.2 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

בתחום החקלאות, תרם הסבב השני להתמרכזות והתחדדות הנושאים בעלי החשיבות. לגבי הנושאים בעלי העדיפות הגבוהה ביותר, עלו ערכי המדדים השונים במידה ניכרת. לדוגמא, שאלה 73 המתייחסת לשימוש נרחב בטכנולוגיות מולקולריות לזיהוי מהיר של מחלות. מדד החשיבות במקרה זה עלה מ-88% בסבב הראשון ל-98% בסבב השני, מדד ההשפעה על איכות החיים עלה מ-70% בסבב הראשון ל-87% בסבב השני, ואפילו הביטחון בסיכויים למימוש עסקי עלה מ-85% ל-93%.

הנושא שזכה לעדיפות הגבוהה ביותר הוא הורדת רמת הזיהום במים ציבוריים, בנחלים, בימים ואגמים. גם במקרה זה עלה מדד החשיבות מ-86% בסבב הראשון ל-98% בסבב השני. כך גם לגבי מדד ההשפעה על איכות החיים שעלה מ-77% ל-94%, והשינוי החד ביותר חל בסיכויים למימוש עסקי, עליה מ-64% ל-89%.

נושא זה, המטפל במים, דורג כבעל החשיבות הגבוהה ביותר ובעל ההשפעה הגבוהה ביותר על איכות החיים, ובהחלט קיבל הדגשה יתרה ובולטת לעומת הסבב הראשון. (מטבע הדברים, נושא זה זכה גם לעדיפות גבוהה בתחום איכות הסביבה).

נושאים נוספים שקיימת הסכמה לגבי עדיפותם הגבוהה עוסקים בטכנולוגיות מולקולריות (73) ובמניפולציות גנטיות (213) לצרכי חקלאות, יבולים, עמידות במחלות, ותנאי מחיה קשים. לגבי החשיבות הגבוהה ביותר, 7 מתוך 10 הנושאים משותפים לשני הסבבים. ההבדל בעל המשמעות הוא עליית חשיבותם של הנושאים הקשורים במים, כך שהנושא שדורג כבעל

החשיבות הגבוהה ביותר בסבב השני הוא (219) המטפל בהורדת זיהומי המים הציבוריים בעזרת תכשירים ביולוגיים. עלתה גם החשיבות לגידול צמחיה באזורי יובש (71) וטיפול באש (204). לעומתם, לא עלתה חשיבותם של הנושאים הקשורים לפיתוח מערכות בקרה ביולוגית מבוססות פרמונים, מה שגרם להוצאתם מרשימת הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה ובהכרח גם מהנושאים בעלי העדיפות הגבוהה, בניגוד לסבב הראשון.

הנושאים המשפיעים ביותר על איכות החיים בשני הסבבים הם איכות המים והורדת רמת המזהמים (219), נושאים מעשיים כמו פיתוח מיכלים וחומרי עטיפה ביולוגיים (20), ונושאי השתלות בין מינים שונים וטיפולים מונעי דחיית השתלים (64).

בכל עשרת הנושאים המשפיעים ביותר על איכות חיינו, עלה המדד משמעותית, והתחדדה האבחנה ביחס לטכנולוגיות שונות כמו טכנולוגיות מולקולריות, מניפולציות גנטיות, והתאמה אישית של המזון.

הנושא שנתפש כבעל הסיכוי הגבוה ביותר למימוש עסקי בסבב השני הוא נושא מס' 213: מניפולציות גנטיות של צמחים. מדד הסיכויים למימוש עסקי של נושא זה עלה מ- 80.8% בסבב הראשון ל- 95% בסבב השני. כך גם עלה משמעותית (מ-84.8% ל-93%) הביטחון בסיכויים למימוש עסקי של טכניקות מולקולריות לזיהוי מחלות בצמחים (שאלה 73).

ככלל, נראה שגדל הביטחון בסיכויים למימוש עסקי בטכניקות ביולוגיות, ומניפולציות גנטיות שיאפשרו לשפר את היבולים ולהתאימם לגוונים, טעמים וצרכים שונים.

חשוב לציין, את העלייה המשמעותית בסיכויים למימוש עסקי של הטיפולים השונים במזהמי מים (שאלות 219, 220).

שנות המימוש מתרכזות בעיקר בין שנת 2000 ל-2010 - כאשר קיימות מעט מאוד סטיות ותחזיות שחורגות עד שנת 2015.

6.3 חקלאות – תמונה כללית

בין הנושאים המובילים בעדיפותם בתחום החקלאות בולטים אלו הקשורים באיכות המים: עד סוף העשור הראשון של המאה צפוי פיתוח שיטות ביולוגיות לזיהוי ומניעה של מזהמים במקורות מים ובמערכות לאספקת מים. באותה תקופה יוביל המחקר הביוטכנולוגי לשימוש נרחב של שיטות דיאגנוסטיות המבוססות על הכרה מולקולרית, שימוש מעשי במניפולציות גנטיות להשבחת מוצרים חקלאיים ושיפור עמידותם במחלות ותנאי סביבה קשים, הפקת חיסונים סינתטיים שיתוכננו בשיטות של הנדסת חלבונים ועוד. כמו בתחומים אחרים, פיתוחים חדישים יופיעו כתולדה ממור"פ בין-תחומי, כמו רובוטים בעלי בינה מלאכותית ליישומים חקלאיים או אריזות מחומר ביולוגי מתכלה.

בטווח ארוך יותר (העשור השני של המאה) צפוי שימוש נרחב בהשתלות אברים בין מינים שונים תוך שימוש בשיטות גנטיות למניעת דחיית השתלים, ושימוש במוצרים רפואיים על בסיס חלבונים המופקים מחרקים.

ברוב הנושאים חלה התכנסות לקונצנזוס בין המומחים, בהשוואה לסבב הראשון של הסקר,

7. חומרים

7.1 נושאי השאלון

השאלון בסבב השני כלל 25 נושאים (שנבחרו מתוך 116 נושאי הסבב הראשון) בחלוקה לתת תחומים שונים:

חומרים ביולוגיים	(2 נושאים)
חומרים אורגניים ופולימרים גבוהים	(7 נושאים)
חומרים קרמיים	(3 נושאים)
מתכות	(4 נושאים)
מוליכים למחצה ואלקטרוניקה	(7 נושאים)
ונושאים כלליים (התייחסות לשאלות רלוונטיות לישראל)	(2 נושאים)

8 מהנושאים עוסקים בפיתוח (development), 8 מהנושאים עוסקים עוסק בשימוש מעשי (practical use), נושא אחד עוסק בשימוש נרחב (widespread use), נושא אחד עוסק בהבהרה (elucidation) והשאר (5 נושאים) עוסקים בנושאים כלליים.

הערות:

1. בסיכום זה ניתנו קיצורי הנושאים בלבד. נוסח מלא של הנושאים ראה בטבלאות המסכמות (ליד כל נושא מופיע מספר הנושא בשאלון).
2. בנוסח המלא של הנושאים, יש לשים לב להבדלים בין שלבי הפיתוח השונים: development, practical use, widespread use או אחר.

7.2 תסריט התממשות אירועים לשנים 2005-2020

מרבית מהנושאים (16 מהנושאים) צפויים לדעת המשיבים להתממש לקראת סוף העשור הראשון של שנות ה-2000 (על פי שנת החציון), 7 נושאים צפויים להתממש עד שנת 2015 (על פי שנת החציון) והשאר (2 נושאים) במחצית השניה של העשור הבא (על פי שנת החציון).

א. 2005-2010

- מערכות ביומימטיות (biomimetic) המסנטזות חלבונים (נושא 3).
- תרופות מכוונות יעד (missile drugs) (נושא 5).
- סוללות-פולימרים נטענות בעלות קיבולת של 400 ווט-שעות/ליטר (נושא 20).
- פולימרי-על המרפאים את עצמם (נושא 21).
- פלסטיק מתכלה יהווה 10% מכל הפלסטיק (נושא 33).
- טכנולוגיה למיחזור חומרים פלסטיים (נושא 34).
- מערכות מורכבות למיחזור פסולת (נושא 35).
- biomasses יהוו מעל 10% מהחומרים הכימיים (נושא 36).
- מבנים גדולי מימד מבטון, שירידת חוזקם ניתנת לחיזוי (נושא 41).
- טכנולוגיה לעיצוב פלסטי של קרמיקות מבניות (נושא 50).
- טכנולוגיות איבחון, המאפשרות הערכה מקומית של אורך החיים הנותר של מבנים ורכיבים העשויים מחומרים מתכתיים, כתלות בתנאי הפעלה (נושא 55).
- טכנולוגיית עיבודים המספקות משטחים בגימור חלק-על שרמת החספוס שלהם היא בקנה מידה של ננומטרים (הגבול כיום: 0.1 מיקרומטר) (נושא 60).
- קיבולת זיכרון של 1 טראביט לשבב (נושא 62).
- טכנולוגיית הדמיה ממוחשבת לגידול קרומים דקים לפי חישוב העקרון הראשון (נושא 73).
- טכנולוגיה לייצור קרום גביש-יחיד מוליך למחצה בשטח גדול על מצעי זכוכית (נושא 79).
- ציוד תעשייתי המייצר לייזרים (high-power excimer lasers) בסדר גודל של 10 kW (נושא 87).

ב. 2011-2015

- מוליך-על אורגני בעל טמפרטורת מעבר מעל K 77 (נושא 14).
- מכוניות ממונעות באמצעות מימן המאוכסן בנתכי מימן (hydrogen-occlusive alloys) (נושא 59).
- "חומרים חכמים" הכוללים פונקציות חישה, תכנות והפעלה (נושא 71).
- מבנה מעבר מידע של עצבי חישה (נושא 72).
- טכנולוגיה לבקרת המבנים והתכונות של ממשקים מוצקים ברמת האטום (נושא 75).
- שימוש בתאי-שמש בעלי שכבות רבות אשר יעילות המרתם עולה על 50% (נושא 84).
- טכנולוגית קיבוע דו-תחמוצת הפחמן לשם הגנה על הסביבה הגלובלית (נושא 108).

ג. 2015-2020

- חומרים מוליכי-על בעלי טמפרטורת מעבר בסביבת טמפרטורת החדר (נושא 44).
- תהליכים לפירוק מים בעזרת קרני השמש (נושא 107).

7.3 התכנסות לקונצנזוס

ממצאי הסבב השני מצביעים על מגמה בולטת של התכנסות לקונצנזוס לגבי שנת המימוש (צמצום פיזור השנים סביב שנת החזיון) בהשוואה לסבב הראשון. התכנסות זו בולטת במיוחד בנושאים:

נושא 3 (מערכות ביומימטיות (biomimetic) המסנטזות חלבונים), בו הפיזור קטן מ- 13 שנים ל- 4 שנים, נושאים 21 (פולימרי-על המרפאים את עצמם) ו- 71 ("חומרים חכמים"), בהם הפיזור קטן מ- 15 שנים ל- 5 שנים, נושא 73 (טכנולוגיית הדמיה ממוחשבת), בו הפיזור קטן מ- 15 שנים ל- 6 שנים, נושא 75 (טכנולוגיה לבקרת המבנים והתכונות של ממשקים מוצקים ברמת האטום), בו הפיזור קטן מ- 14 שנים ל- 5 שנים ונושא 107 (תהליכים לפירוק מים בעזרת קרני השמש), בו הפיזור קטן מ- 20 שנים ל- 5 שנים.

במרבית מהנושאים, שנת המימוש בסבב השני נותרה ללא שינוי, או שהיו תנודות מסוימות בשנת החציון (עד שנתיים) לשני הכיוונים, לעומת הסבב הראשון. דחייה ניכרת בשנת המימוש (4 שנים), התקבלה בנושא: נושא 60 (טכנולוגיית עיבודים המספקות משטחים בגימור חלק-על שרמת החספוס שלהם היא בקנה מידה של ננומטרים).

המדדים השונים (חשיבות, סיכויים למימוש עסקי בישראל והשפעה על איכות החיים) עלו בחלק מהנושאים בהשוואה לסבב הראשון.

7.4 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

10 הנושאים בעלי מדד החשיבות הגבוה ביותר, בסבב השני, מופיעים בטבלה מס' 7.1. 10 הנושאים שזכו למדדים גבוהים מבחינת סיכויי מימוש עסקי בישראל, והשפעה על איכות החיים, בסבב השני, מופיעים בטבלאות מס' 7.2 ו-7.3 בהתאמה. ריכוז הנושאים בעלי מדד העדיפות הגבוה ביותר (ממוצע של מדדי החשיבות, סיכויי המימוש וההשפעה על איכות החיים), בסבב השני, מופיע בטבלה מס' 7.4.

הנושא אשר דורג כבעל חשיבות גבוהה ביותר (97%), כנושא המשפיע ביותר על איכות החיים (95%) וכן ראשון בעדיפות כוללת (85%), הוא הנושא: "שימוש נרחב תרופות מכוונות יעד (missile drugs) המגיבות לאותות ומסוגלות להגיע ביעילות לחלקי גוף ואזורים מיועדים כגון תאים סרטניים" (נושא 5). נושא זה קיבל ציון שני בסיכויים למימוש עסקי בישראל (64%). מימושו צפוי בשנת 2010, עם מידה רבה של קונצנזוס.

הנושא אשר דורג שני בחשיבותו (93%) הוא: "שימוש מעשי בתאי-שמש בעלי שכבות רבות אשר יעילות המרתם עולה על 50%" (נושא 84). מימושו צפוי בשנת 2015, עם מידה רבה של קונצנזוס.

הנושא: "שימוש מעשי בתהליכים לפירוק מים בעזרת קרני השמש" (נושא 107), דורג כבעל סיכויי גבוה ביותר למימוש עסקי בישראל (73%) וכן ראשון בעדיפות כוללת (85%). נושא זה דורג שלישי בחשיבותו (90%) וכן שלישי בהשפעה על איכות החיים (92%). מימושו צפוי בשנת 2018, עם מידה רבה של קונצנזוס.

נושאים נוספים אשר דורגו במקום השלישי בחשיבותם (90%) עוסקים ב: טכנולוגיה למיחזור חומרים פלסטיים (נושא 34) – מימושו צפוי בשנת 2008, עם מידה רבה של קונצנזוס; טכנולוגית קיבוע דו-תחמוצת הפחמן לשם הגנה על הסביבה הגלובלית (נושא 108) – מימושו צפוי בשנת 2015, עם מידה רבה של קונצנזוס; וכן קיבולת זיכרון של 1 טראביט לשבב (נושא 62) – מימושו צפוי בשנת 2010, עם מידה רבה של קונצנזוס.

9.5 חומרים – תמונה כללית

בכל המדדים הודגש הנושא של שימוש נרחב תרופות מכוונות יעד (missile drugs) המסוגלות להגיע ביעילות לחלקי גוף ואזורים מיועדים כגון תאים סרטניים.

בנוסף לכך ממצאי הסבב השני מבליטים נושאים הקשורים במוליכים למחצה. הודגשו נושאים כמו פיתוח "חומרים חכמים" הכוללים פונקציות חישה, תכנות והפעלה; הבהרה של מבנה מעבר מידע של עצבי חישה וכן שימוש בתאי-שמש בעלי שכבות רבות אשר יעילות המרתם עולה על 50%. נושאים אלו צפויים להתממש במהלך המחצית הראשונה של העשור הבא.

גם בתחום החומרים הודגשו נושאים הקשורים באיכות הסביבה. הודגשו נושאים כגון: יצירת חומרים פלסטיים מיתכלים אשר יהוו 10% מכל החומרים הפלסטיים (מימושו צפוי בסוף העשור הנוכחי), טכנולוגיה למיחזור חומרים פלסטיים (מימושו צפוי לקראת סוף העשור הנוכחי) וכן שימוש טכנולוגית קיבוע דו-תחמוצת הפחמן לשם הגנה על הסביבה הגלובלית (מימושו צפוי באמצע העשור הבא).

נושאים אחרים שהובלטו עוסקים בפיתוח קיבולת זיכרון של 1 טראביט לשבב (מימושו צפוי בסוף העשור הנוכחי), שימוש בתהליכים לפירוק מים בעזרת קרני השמש וכן פיתוח חומרים מוליכי-על בעלי טמפרטורת מעבר בסביבת טמפרטורת החדר. נושאים אלו צפויים להתממש רק בטווח הרחוק (במהלך המחצית השנייה של העשור הבא).

טבלה 7.1: חומרים (סבב שני) – הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה ביותר

חשיבות (גבוהה ביותר)	חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש				
	נושא	גבוה	בינוני	נמוך		לא נדרש	2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020
5 - Widespread use of signal-responsive missile drugs capable of efficiently reaching targeted parts such as tumor cells.	95	5	0	0	97		2010			
84 - Practical use of multi-layer solar cells with a conversion efficiency of more than 50%.	88	10	2	0	93			2015		
107 - Practical use of processes for water decomposition by the sunlight.	82	16	3	0	90					2018
34 - Establishment and practical use of plastic recycling technology.	81	17	2	0	90	2008				
108 - Practical use of carbon dioxide fixation technology necessary for protecting global environments.	84	8	8	0	90			2015		
62 - Development of memory capacity of 1 terabit per chip.	81	17	3	0	90		2010			
72 - Elucidation of the information transmission structure of sensory nerves.	76	24	0	0	88			2012		
44 - Development of superconductive materials with a transition temperature around room temperature.	74	24	2	0	86					2016
71 - Development of intelligent materials which incorporate sensor functions, programming functions and effector functions.	72	28	0	0	86			2011		
33 - Biodegradable plastics will account for 10% of all plastics.	69	23	8	0	83			2010		

טבלה 7.2: חומרים (סבב שני) – הנושאים סיכוי גבוה למימוש עיסקי בישראל

נושא	סיכויים למימוש עיסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	שנת מימוש				
	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020	אחר 2020
107 - Practical use of processes for water decomposition by the sunlight.	53	33	14	0	73					2018
5 - Widespread use of signal-responsive missile drugs capable of efficiently reaching targeted parts such as tumor cells.	33	56	11	0	64		2010			
60 - Practical use of processing technology for super-smooth-surface finished metal with the level of nano-meter surface roughness. (Current limit: 0.1μ.)	36	46	15	3	63		2010			
71 - Development of intelligent materials which incorporate sensor functions, programming functions and effector functions.	33	48	19	0	62			2011		
108 - Practical use of carbon dioxide fixation technology necessary for protecting global environments.	40	31	23	6	61			2015		
20 - Practical use of rechargeable polymer batteries having a volume-specific capacity of 400 Wh/liter. (Capacity of current Ni-Cd batteries: 180 Wh/liter.)	28	61	8	3	60			2010		
84 - Practical use of multi-layer solar cells with a conversion efficiency of more than 50%.	32	47	18	3	60				2015	
34 - Establishment and practical use of plastic recycling technology.	26	62	10	3	59		2008			
73 - Practical use of computer simulation technology for growing thin films according to the first principle computation.	26	58	16	0	59			2010		
55 - Development of diagnostic technologies, which enable in-situ estimation of remaining life of metallic materials structures and components depending on service conditions, by non-destructive inspection for fatigue.	25	58	18	0	58			2010		

טבלה 7.3: חומרים (סבב שני) – הנושאים המשפיעים ביותר על איכות החיים

השפעה כל איכות החיים	השפעה על איכות החיים (%)				מדד השפעה על איכות החיים	שנת מימוש				
	נושא	מזיקה	שולית	מועילה		מזיקה מאוד	2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020
5 - Widespread use of signal-responsive missile drugs capable of efficiently reaching targeted parts such as tumor cells.	90	10	0	0	95			2010		
108 - Practical use of carbon dioxide fixation technology necessary for protecting global environments.	89	9	3	0	94				2015	
107 - Practical use of processes for water decomposition by the sunlight.	86	8	5	0	92					2018
34 - Establishment and practical use of plastic recycling technology.	75	20	5	0	86			2008		
84 - Practical use of multi-layer solar cells with a conversion efficiency of more than 50%.	72	28	0	0	86				2015	
72 - Elucidation of the information transmission structure of sensory nerves.	71	26	3	0	85			2012		
33 - Biodegradable plastics will account for 10% of all plastics.	59	32	8	0	78			2010		
44 - Development of superconductive materials with a transition temperature around room temperature.	54	37	7	2	74					2016
59 - Production of automobiles powered by hydrogen fuel stored in hydrogen-occlusive alloys, exceeds 10% of the total automobile production.	47	45	8	0	72				2015	
20 - Practical use of rechargeable polymer batteries having a volume-specific capacity of 400 Wh/liter. (Capacity of current Ni-Cd batteries: 180 Wh/liter.)	43	51	5	0	70			2010		

טבלה 7.4: חומרים (סבב שני) – 10 הנושאים המועדפים ביותר

נושא	מדד חשיבות	מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	מדד השפעה על איכות החיים	מדד עדיפות כולל
5 - Widespread use of signal-responsive missile drugs capable of efficiently reaching targeted parts such as tumor cells.	97	64	95	85
107 - Practical use of processes for water decomposition by the sunlight.	90	73	92	85
108 - Practical use of carbon dioxide fixation technology necessary for protecting global environments.	90	61	94	82
84 - Practical use of multi-layer solar cells with a conversion efficiency of more than 50%.	93	60	86	80
34 - Establishment and practical use of plastic recycling technology.	90	59	86	78
33 - Biodegradable plastics will account for 10% of all plastics.	83	54	78	72
72 - Elucidation of the information transmission structure of sensory nerves.	88	42	85	71
62 - Development of memory capacity of 1 terabit per chip.	90	55	68	71
71 - Development of intelligent materials which incorporate sensor functions, programming functions and effector functions.	86	62	64	71
20 - Practical use of rechargeable polymer batteries having a volume-specific capacity of 400 Wh/liter. (Capacity of current Ni-Cd batteries: 180 Wh/liter.)	79	60	70	70

Materials and Processing		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Biological	3	Development of biomimetic systems that synthesize proteins using natural and non-natural amino acids.	1	0	6	94	55	45	0	0	77						30	30	40	0	55	58	42	0	0	79	70
			2	3	8	90	45	45	9	0	70						14	36	46	4	44	42	48	10	0	69	61
	5	Widespread use of signal-responsive missile drugs capable of efficiently reaching targeted parts such as tumor cells.	1	0	17	83	93	0	0	7	93						33	50	8	8	60	80	20	0	0	90	81
			2	20	80	0	95	5	0	0	97						33	56	11	0	64	90	10	0	0	95	85
Organic and high polymer	14	Development of organic superconductor having a transition temperature higher than 77 K.	1	6	25	69	73	23	5	0	85						0	44	50	6	34	44	50	6	0	70	63
			2	9	33	58	60	33	7	0	78						10	39	37	15	38	17	62	17	5	52	56
	20	Practical use of rechargeable polymer batteries having a volume-specific capacity of 400 Wh/liter. (Capacity of current Ni-Cd batteries: 180 Wh/liter.)	1	9	31	60	63	26	11	0	79						29	59	12	0	62	47	35	18	0	69	70
			2	14	27	59	59	39	2	0	79						28	61	8	3	60	43	51	5	0	70	70
	21	Development of self-healing high polymers.	1	3	17	20	54	38	8	0	75						18	45	27	9	48	40	50	10	0	68	63
			2	5	23	72	29	43	26	3	56						6	39	48	6	38	18	59	24	0	53	49
	33	Biodegradable plastics will account for 10% of all plastics.	1	12	12	78	67	33	0	0	83						25	63	13	0	59	50	50	0	0	75	73
			2	10	29	61	69	23	8	0	83						23	51	23	3	54	59	32	8	0	78	72
	34	Establishment and practical use of plastic recycling technology.	1	12	18	70	76	24	0	0	88						21	74	5	0	59	71	29	0	0	86	78
			2	12	33	55	81	17	2	0	90						26	62	10	3	59	75	20	5	0	86	78

Materials and Processing		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה		
Organic and high polymer	35	Practical use of composite systems capable of garbage disposal based on the high-temperature methane fermentation technology and of waste combustion disposal.	1	3	10	89	60	40	0	0	80					11	78	11	0	53	63	38	0	0	81	71
			2	3	20	78	44	44	11	0	69					12	68	18	3	50	40	51	9	0	68	62
	36	Biomasses will exceed 10% of chemical materials.	1	0	7	93	67	33	0	0	83					17	67	17	0	54	67	33	0	0	83	74
			2	6	22	72	34	59	6	0	66					4	68	25	4	44	43	40	17	0	68	59
Ceramic	41	Construction of large-scale structures (bridges, high-rise buildings, etc.) using concrete (cement and fibers, steel bars, etc.) whose strength deterioration is predictable.	1	0	44	56	62	38	0	0	81					20	70	10	0	58	33	67	0	0	67	68
			2	2	39	59	55	38	8	0	76					16	58	26	0	51	26	61	13	0	60	62
	44	Development of superconductive materials with a transition temperature around room temperature.	1	71	29	0	83	13	4	0	90					11	33	50	6	40	74	26	0	0	87	72
			2	9	51	40	74	24	2	0	86					17	29	41	12	42	54	37	7	2	74	67
	50	Practical use of a plastic forming technology for processing of structural ceramics (e.g. alumina, zirconia, silicon nitride, and silicon carbide).	1	21	57	21	70	30	0	0	85					0	78	11	11	42	13	50	38	0	47	58
			2	19	38	43	44	51	5	0	71					13	54	28	5	47	10	62	26	3	47	55
Metal	55	Development of diagnostic technologies, which enable in-situ estimation of remaining life of metallic materials structures and components depending on service conditions, by non-destructive inspection for fatigue.	1	3	17	80	73	27	0	0	87					14	64	21	0	52	29	50	21	0	59	66
			2	26	28	47	67	29	5	0	82					25	58	18	0	58	20	65	15	0	56	66
	59	Production of automobiles powered by hydrogen fuel stored in hydrogen-occlusive alloys, exceeds 10% of the total automobile production.	1	3	23	74	71	24	6	0	84					7	40	33	20	35	50	50	0	0	75	65
			2	9	42	49	63	30	5	3	79					8	35	38	19	35	47	45	8	0	72	62

Materials and Processing		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Metal	60	Practical use of processing technology for super-smooth-surface finished metal with the level of nano-meter surface roughness. (Current limit: 0.1μ.)	1	4	7	89	44	44	11	0	69						56	33	11	0	75	0	44	56	0	36	60
			2	14	38	48	24	68	5	2	60						36	46	15	3	63	5	45	50	0	40	54
	62	Development of memory capacity of 1 terabit per chip.	1	6	3	91	87	13	0	0	93						17	75	0	8	54	58	42	0	0	79	76
			2	3	23	74	81	17	3	0	90						22	56	22	0	55	39	55	6	0	68	71
Semiconductor and electronics	71	Development of intelligent materials which incorporate sensor functions, programming functions and effector functions.	1	15	18	67	64	32	5	0	81						21	68	11	0	58	42	47	5	5	67	69
			2	16	34	50	72	28	0	0	86						33	48	19	0	62	29	69	2	0	64	71
	72	Elucidation of the information transmission structure of sensory nerves.	1	3	3	94	73	27	0	0	86						25	50	13	13	53	78	11	11	0	86	75
			2	3	11	86	76	24	0	0	88						7	47	47	0	42	71	26	3	0	85	71
	73	Practical use of computer simulation technology for growing thin films according to the first principle computation.	1	13	9	79	50	21	29	0	68						50	40	10	0	73	30	40	30	0	58	66
			2	14	35	51	26	50	24	0	57						26	58	16	0	59	13	47	41	0	46	54
	75	Development of technology for controlling the structures and properties of solid interfaces at the atomic level.	1	19	16	65	70	26	4	0	84						28	39	33	0	56	26	58	16	0	59	66
			2	24	43	33	63	35	3	0	81						11	51	32	5	45	8	67	26	0	47	58
79	Development of the technology to fabricate large-area (inch order) compound semiconductor single crystal film on glass substrates.	1	6	26	68	45	55	0	0	73						33	44	22	0	61	33	44	22	0	61	65	
		2	5	39	55	23	74	3	0	60						16	48	35	0	49	3	84	13	0	48	53	

Materials and Processing		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה		
Semiconductor and electronics	84	Practical use of multi-layer solar cells with a conversion efficiency of more than 50%.	1	15	19	67	86	14	0	0	93			2013		46	38	15	0	69	69	23	8	0	83	82
			2	5	58	37	88	10	2	0	93			2015		32	47	18	3	60	72	28	0	0	86	80
	87	Practical use of industrial equipment that produces high-power excimer lasers in the order of 10kW.	1	0	7	93	50	33	17	0	71		2008		20	80	0	0	60	33	17	50	0	54	62	
			2	5	29	66	24	64	12	0	59			2010		12	52	33	3	46	13	56	31	0	48	51
Other	107	Practical use of processes for water decomposition by the sunlight.	1	10	17	73	64	14	21	0	77			2020		50	33	17	0	71	69	15	15	0	81	76
			2	10	29	62	82	16	3	0	90			2018		53	33	14	0	73	86	8	5	0	92	85
	108	Practical use of carbon dioxide fixation technology necessary for protecting global environments.	1	7	3	90	80	20	0	0	90			2015		50	13	38	0	66	78	22	0	0	89	82
			2	5	30	65	84	8	8	0	90			2015		40	31	23	6	61	89	9	3	0	94	82

8. אלקטרוניקה

8.1 נושאי השאלון

השאלון בתחום האלקטרוניקה בסבב השני כלל 25 נושאים (אשר נבחרו מבין 86 נושאי הסבב הראשון), בחלוקה לתת התחומים:

(15 נושאים)	מיקרו-אלקטרוניקה
(6 נושאים)	אופטו-אלקטרוניקה
(נושא אחד)	חלקיקים חישה וביו-אלקטרוניקה
(נושא אחד)	אלקטרוניקת איחסון ותצוגה (storage and display)
(2 נושאים)	נושאים כלליים (התייחסות לשאלות רלוונטיות לישראל)

17 מבין הנושאים עוסקים בשימוש מעשי (practical use), 4 מהנושאים עוסקים בשימוש נרחב (widespread use), 3 עוסקים בפיתוח (development) ונושא אחד בייצור.

הערות:

1. בסיכום זה ניתנו קיצורי הנושאים בלבד. נוסח מלא של הנושאים ראה בטבלאות המסכמות (ליד כל נושא מופיע מספר הנושא בשאלון).
2. בנוסח המלא של הנושאים, יש לשים לב להבדלים בין שלבי הפיתוח השונים: development, practical use, widespread use או אחר.

8.2 תסריט התממשות אירועים לשנים 2000-2015

רוב הנושאים (22 מהנושאים) צפויים לדעת המשיבים להתממש במהלך המחצית השניה של העשור הראשון של שנות ה-2000 (על פי שנת החציון) והאחרים (3 נושאים נוספים) עד שנת 2012 (על פי שנת החציון).

א. 2005-2010

- שימוש מעשי ב-VLSI עם זיכרון של 256 Gbits לשבב. (נושא 6).
- שימוש מעשי בזיכרונות מוליכים למחצה לא משתנים, בעלי קיבולת גדולה מ- 100 Gbits ברי מחיקה ועם גישה אקראית (נושא 8).
- שימוש מעשי במוליכים למחצה LSI הפועלים בזמן מיתוג של 1 ps ופחות (נושא 9).
- שימוש מעשי במגברי מצב מוצק רחבי סרט הפועלים בתדירויות גבוהות בתחום 100-1,000 GHz (נושא 10).
- שימוש מעשי במיקרו מעבדים בקצבי TIPS (נושא 13).
- פיתוח תאים סולריים הפועלים ללא ריכוז האור והשומרים על יעילות 15% למשך 10 שנים לפחות (נושא 18).
- פיתוח מעבד LSI בעל ביצועי 10 GIPS וצריכת הספק של 10 מילי-וואט ופחות (נושא 19).
- שימוש מעשי במערכות רבות-מעבדים בעלות כושר שחזור עצמית מתקדמת (נושא 20).
- שימוש מעשי במעגלים משולבים על שבב יחיד לזיהוי קול המשלב פונקציות למידה בעלות היכולת לזהות דוברים שונים (נושא 22).
- שימוש מעשי במערכות תרגום אוטומטיות ניידות עם LSI חד-שבבי (נושא 23).
- שימוש נרחב במסוף מולטימדיה אלחוטי נייד הפועל בתדר של 100 Mbits/sec הניתן לשימוש בעולם כולו (נושא 24).
- שימוש מעשי בטכנולוגיית מפעל ווירטואלי, בו ניתן לעצב באופן אוטומטי LSI עם ביצועיות באיכות גבוהה ועם מאות K שערים או יותר, בהינתן המיפרט ברמת המערכת (נושא 27).
- שימוש נרחב במעגלים משולבים אופטו-אלקטרוניים (OEIC) בהם הרכיבים האופטיים המרובים וחיבורי הגלבו שלהם משולבים על תשתית מוליך למחצה (נושא 36).
- שימוש מעשי בצידוד תקשורת אופטי מרובבת המסוגל לרובב 200 ערוצי אותות בקצב 100 Gbits/sec ולשדר אותם בסיב אופטי יחיד (נושא 38).
- שימוש מעשי ברכיבי מוליכים למחצה המסוגלים לפלוט אור באורכי גל שונים באמצעות אותות בקרה חשמליים (נושא 41).
- שימוש מעשי במתגים אופטיים המסוגלים לחבר 10,000 מסופי ווידאו (נושא 45).
- שימוש מעשי בהתקנים בעלי יכולת זיהוי תמונות באמצעות פעולות אופטיות (נושא 48).

- פיתוח יחידות מקלט-משדר, מבוסס על סיב אופטי, לשימוש בייתי בעלות של בסביבות 350 \$ (נושא 49).
- שימוש מעשי בהתקנים המשלבים חיישנים, בקרים ומפעילים, תוך שימוש בטכנולוגית מיקרו עיבוד (micromachining) (נושא 53).
- פיתוח דיסק קשיח עם זיכרון מגנטי המסוגל לרשום בצפיפות של 1,000 Gbits לאינץ' מרובע (נושא 67).
- שימוש בחיישן תמונות משולב בעל יכולת הבנת תמונה המסוגל להדריך רכב בתוך תנועה (נושא 211).
- שימוש מעשי בלייזרים מוליכים למחצה בכחול העמוק (נושא 214).

ב. 2011-2015

- שימוש נרחב בחומרים מוליכי-על בטמפרטורות גבוהות במעגלים פסיביים עבור מערכות תקשורת באורך גל מילימטרי (נושא 16).
- שימוש נרחב (אחד בכל בית) של "רובוט עוזר בית" המסוגל לנקות לכבס וכו' (נושא 25).
- שימוש מעשי בתאים סולריים המוזילים את אמצעי ייצור החשמל לנמוך מ-\$0.75 /וואט (נושא 30).

8.3 התכנסות לקונצנזוס

ממצאי הסבב השני מצביעים על מגמה בולטת של התכנסות לקונצנזוס לגבי שנת המימוש (צמצום פיזור השנים סביב שנת החציון) בהשוואה לסבב הראשון. התכנסות זו בולטת במיוחד, בנושאים:

נושא 9 (מוליכים למחצה LSI), בו הפיזור קטן מ- 13 שנים ל- 2 שנים (שנת החציון, 2010, נותרה ללא שינוי); נושא 13 (מיקרו מעבדים), בו הפיזור קטן מ- 10 שנים לשנה אחת (שנת החציון, 2010, נותרה ללא שינוי); נושא 16 (חומרים מוליכי על), בו הפיזור קטן מ- 15 שנים ל- 6 שנים (שנת החציון, 2012, לעומת 2010, בסבב הראשון); נושא 67 (פיתוח דיסק קשיח עם זיכרון מגנטי המסוגל לרשום בצפיפות של 1,000 Gbits לאינץ' מרובע), בו הפיזור קטן מ- 11

שנים לשנתיים (שנת החציון, 2010, נותרה ללא שינוי) ונושא 211 (חיישן תמונות משולב), בו הפיזור קטן מ-15 שנים ל-6 שנים (שנת החציון, 2010, נותרה ללא שינוי).

במרבית מהנושאים (16 נושאים), שנת המימוש בסבב השני נותרה ללא שינוי, בהשוואה לסבב הראשון. בנושאים האחרים, היו תנודות מסויימות בשנת החציון (עד שנתיים), לשני הכיוונים בסבב השני לעומת הסבב הראשון.

המדדים השונים (חשיבות, סיכויים למימוש עסקי בישראל והשפעה על איכות החיים) עלו בחלק מהנושאים בהשוואה לסבב הראשון.

8.4 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

10 הנושאים בעלי מדד החשיבות הגבוה ביותר מופעים בטבלה מס' 8.1. 10 הנושאים שזכו למדדים גבוהים מבחינת סיכויי מימוש עסקי בישראל, והשפעה על איכות החיים מופיעים בטבלאות מס' 8.2 ו-8.3 בהתאמה.

ריכוז הנושאים בעלי מדד העדיפות הגבוה ביותר (ממוצע של מדדי החשיבות, סיכויי המימוש וההשפעה על איכות החיים) מופיע בטבלה מס' 8.4 (כללית).

נושא אשר דורג כבעל חשיבות גבוהה ביותר (86%) וכן ראשון בעדיפות כוללת (77%), הוא נושא 24: "שימוש נרחב במסוף מולטימדיה אלחוטי נייד הפועל בתדר של 100 Mbits/sec הניתן לשימוש בעולם כולו". נושא זה דורג שני בהשפעה על איכות החיים (80%) ושלישי בסיכויים למימוש עסקי בישראל (66%). מימושו צפוי בשנת 2008, עם מידה רבה של קונצנזוס.

נושא אשר דורג שני בחשיבותו (85%) עוסק בתאים סולריים המוזילים את אמצעי ייצור החשמל (נושא 30). נושא זה דורג בסבב השני כנושא המשפיע ביותר על איכות החיים (84) ומימושו צפוי בשנת 2012, עם מידה רבה של קונצנזוס.

נושא נוסף אשר דורג שני בחשיבותו (85%), עוסק בהתקנים המשלבים חיישנים, בקרים ומפעילים, תוך שימוש בטכנולוגית מיקרו עיבוד (micromachining) (נושא 53). מימושו צפוי בשנת 2008, עם מידה רבה של קונצנזוס.

הנושא, שימוש מעשי בלייזרים מוליכים למחצה בכחול העמוק (נושא 214), כנושא בעל הסיכויים הגבוהים ביותר למימוש עיסקי בישראל (70%). מימושו צפוי בשנת 2009, עם מידה רבה של קונצנזוס. נושא שדורג שני בסיכויים למימוש עיסקי בארץ (67%) עוסק בשימוש מעשי במעגלים משולבים על שבב יחיד לזיהוי קול המשלב פונקציות למידה בעלות היכולת לזהות דוברים שונים (נושא 22). מימושו צפוי בשנת 2008, עם מידה רבה של קונצנזוס.

8.5 אלקטרוניקה – תמונה כללית

ממצאי הסבב השני מדגישים את המשך מגמת המיזעור. מגמה זו מצביעה לכיוון רמת הננו ופעולות בקצב של גיגה וטרה-הרץ תוך פיתוח מעבדים עם צריכת כוח נמוכה מאוד. מגמת המיזעור מדגישה את המיקוד בטכנולוגיית המיקרו-אלקטרוניקה, התקשורת ושילובם. הודגשו נושאים הקשורים בשימוש במסוף מולטימדיה אלחוטי נייד, שימוש בתאים סולריים, מערכות רבות מעבדים, מיקרו מעבדים וזיכרונות מוליכים למחצה. לדעת המשיבים, רוב ההתפתחויות מתחום המיקרו-אלקטרוניקה, צפויות להתממש בסוף עשור ראשון ותחילת העשור השני.











נושאים הקשורים אופטו-אלקטרוניקה שהמשיבים הדגישו עוסקים בצידוד תקשורת אופטי מרובבת ויחידות מקלט-משדר המבוססות על סיב אופטי לשימוש בייתי. נושאים אלו צפויים להתממש עד סוף העשור הנוכחי.

נושאים נוספים שהמשיבים הדגישו הם: שילוב טכנולוגיות תוך שימוש בטכנולוגית מיקרו עיבוד (micromachining) וכן פיתוח דיסק קשיח עם זיכרון מגנטי המסוגל לרשום בצפיפות של 1,000 Gbits לאינץ' מרובע. מימושם של נושאים אלו צפוי עד סוף העשור הנוכחי.

טבלה 8.1: אלקטרוניקה (סבב שני) – הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה ביותר

חשיבות (גבוהה ביותר)	חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש				
	נושא	גבוה	בינוני	נמוך		לא נדרש	2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020
24 - Widespread use of a portable multimedia wireless terminal operated in the order of 100 Mbits/sec., which can be used throughout the world.	74	22	4	0	86		2008 			
30 - Practical use of solar cells which make the cost of power generation facilities less than 0.75\$/watt.	76	16	4	4	85			2012 		
53 - Practical use of devices which integrate sensors, controllers, and actuators, using micromachine technology.	72	24	4	0	85		2008 			
67 - Development of a magnetic memory hard disk capable of recording 1,000 Gbits density per square inch.	70	26	4	0	84			2010 		
18 - Development of solar cells capable of maintaining 15% efficiency for at least 10 years without light convergence.	69	27	4	0	84		2010 			
38 - Practical use of optical multiplexed communication equipment capable of multiplexing 200 channels of signals with 100 Gbits/sec. and transmitting them over a single optical fiber.	69	27	4	0	84			2010 		
9 - Practical use of semiconductor LSIs that operate at a switching speed of 1 ps or less.	65	27	8	0	81			2010 		
49 - Production of household-use optical fiber signal transceiver units at a cost of around 350\$.	60	35	5	0	79		2007 			
20 - Practical use of multi-processor systems with advanced self-restoration capabilities.	61	30	9	0	78			2010 		
13 - Practical use of TIPS (Tera Instruction Per Second) level microprocessors.	63	29	4	4	78			2010 		

טבלה 8.2: אלקטרוניקה (סבב שני) – הנושאים סיכוי גבוה למימוש עיסקי בישראל

נושא	סיכויים למימוש עיסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	שנת מימוש				
	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020
214 - Practical use of semiconductor lasers in the deep blue.	43	48	9	0	70			2009		
22 - Practical use of single-chip voice recognition integrated circuits, which incorporate learning functions capable of identifying different speakers.	39	50	11	0	67			2008		
24 - Widespread use of a portable multimedia wireless terminal operated in the order of 100 Mbits/sec., which can be used throughout the world.	42	42	12	4	66			2008		
38 - Practical use of optical multiplexed communication equipment capable of multiplexing 200 channels of signals with 100 Gbits/sec. and transmitting them over a single optical fiber.	35	58	4	4	64			2010		
48 - Practical use of devices capable of image recognition via optical operations.	38	42	17	4	63			2010		
36 - Widespread use of opto-electronics integrated circuits (OEIC) in which multiple optical elements and their wave guide connections are integrated on a semiconductor substrate.	33	56	4	7	62			2010		
23 - Practical use of portable automatic translation systems with a single-chip LSI.	33	50	13	4	61			2009		
30 - Practical use of solar cells which make the cost of power generation facilities less than 0.75\$/watt.	30	48	13	9	58			2012		
18 - Development of solar cells capable of maintaining 15% efficiency for at least 10 years without light convergence.	29	46	17	8	56			2010		
19 - Development of processor LSIs with 10 GIPS performance and power consumption of 10 miliwatts or less.	29	42	21	8	55			2008		

טבלה 8.3: אלקטרוניקה (סבב שני) – הנושאים המשפיעים ביותר על איכות החיים

השפעה כל איכות החיים	השפעה על איכות החיים (%)				מדד השפעה על איכות החיים	שנת מימוש				
	נושא	מועילה מאוד	מועילה	שולית		מזיקה	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
30 - Practical use of solar cells which make the cost of power generation facilities less than 0.75\$/watt.	71	25	4	0	84			2012		
18 - Development of solar cells capable of maintaining 15% efficiency for at least 10 years without light convergence.	63	33	4	0	80			2010		
24 - Widespread use of a portable multimedia wireless terminal operated in the order of 100 Mbits/sec., which can be used throughout the world.	63	30	7	0	80		2008			
49 - Production of household-use optical fiber signal transceiver units at a cost of around 350\$.	60	30	10	0	78		2007			
38 - Practical use of optical multiplexed communication equipment capable of multiplexing 200 channels of signals with 100 Gbits/sec. and transmitting them over a single optical fiber.	54	42	4	0	76		2010			
53 - Practical use of devices which integrate sensors, controllers, and actuators, using micromachine technology.	52	40	8	0	74		2008			
211 - Practical integrated imaging sensor with image understanding capable of automobile guidance through traffic.	52	35	13	0	73			2010		
25 - Widespread use (one in every household) of "housekeeping robots" capable of cleaning, laundry, etc.	54	27	19	0	72			2011		
13 - Practical use of TIPS (Tera Instruction Per Second) level microprocessors.	38	58	4	0	68			2010		
22 - Practical use of single-chip voice recognition integrated circuits, which incorporate learning functions capable of identifying different speakers.	36	54	11	0	65			2008		

טבלה 8.4: אלקטרוניקה (סבב שני) – 10 הנושאים המועדפים ביותר

נושא	מדד חשיבות	מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	מדד השפעה על איכות החיים	מדד עדיפות כולל
24 - Widespread use of a portable multimedia wireless terminal operated in the order of 100 Mbits/sec., which can be used throughout the world.	86	66	80	77
30 - Practical use of solar cells which make the cost of power generation facilities less than 0.75\$/watt.	85	58	84	76
38 - Practical use of optical multiplexed communication equipment capable of multiplexing 200 channels of signals with 100 Gbits/sec. and transmitting them over a single optical fiber.	84	64	76	75
18 - Development of solar cells capable of maintaining 15% efficiency for at least 10 years without light convergence.	84	56	80	73
53 - Practical use of devices which integrate sensors, controllers, and actuators, using micromachine technology.	85	55	74	71
49 - Production of household-use optical fiber signal transceiver units at a cost of around 350\$.	79	55	78	70
22 - Practical use of single-chip voice recognition integrated circuits, which incorporate learning functions capable of identifying different speakers.	74	67	65	69
36 - Widespread use of opto-electronics integrated circuits (OEIC) in which multiple optical elements and their wave guide connections are integrated on a semiconductor substrate.	77	62	64	68
211 - Practical integrated imaging sensor with image understanding capable of automobile guidance through traffic.	74	51	73	66
13 - Practical use of TIPS (Tera Instruction Per Second) level microprocessors.	78	50	68	65

Electronics		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Microelectronics	6	Practical use of VLSI with as much as 256 Gbits of memory per chip.	1	19	14	66	79	14	7	0	88						7	60	20	13	42	38	50	6	6	64	64
			2	21	25	54	56	33	7	4	74						15	67	15	4	52	15	77	4	4	55	60
	8	Practical use of non-volatile, erasable with more than 100 Gbits capacity random access semiconductor memories.	1	10	15	75	57	36	0	7	75						21	36	36	7	48	38	54	8	0	67	64
			2	11	32	57	54	35	4	8	72						19	62	15	4	54	20	72	4	4	57	61
	9	Practical use of semiconductor LSIs that operate at a switching speed of 1 ps or less.	1	5	33	62	57	43	0	0	79						17	42	33	8	46	50	42	8	0	73	66
			2	14	36	50	65	27	8	0	81						8	58	27	8	43	24	68	4	4	59	61
	10	Practical use of wide-band solid-state amplifiers operated at high frequencies of around 100-1,000GHz.	1	23	50	27	63	25	13	0	78						31	38	31	0	58	45	55	0	0	73	70
			2	15	30	56	54	33	4	8	72						8	58	25	8	44	13	67	17	4	50	55
	13	Practical use of TIPS (Tera Instruction Per Second) level microprocessors.	1	0	14	86	55	45	0	0	77						25	25	38	13	47	38	63	0	0	69	64
			2	15	38	46	63	29	4	4	78						21	42	33	4	50	38	58	4	0	68	65
	16	Widespread use of high-temperature superconductive materials in passive circuits for millimeter-wave communication systems.	1	14	5	81	50	33	17	0	71						30	40	10	20	53	36	45	18	0	64	62
			2	7	33	59	48	40	4	8	69						8	48	28	16	39	12	64	20	4	49	52
	18	Development of solar cells capable of maintaining 15% efficiency for at least 10 years without light convergence.	1	5	29	67	63	31	6	0	80						29	36	36	0	55	64	29	7	0	80	72
			2	7	41	52	69	27	4	0	84						29	46	17	8	56	63	33	4	0	80	73

Electronics		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה		
Microelectronics	19	Development of processor LSIs with 10 GIPS performance and power consumption of 10 milliwatts or less.	1	0	11	87	55	36	9	0	75					38	25	38	0	59	29	71	0	0	64	66
			2	4	31	65	56	32	4	8	73					29	42	21	8	55	25	63	8	4	58	62
	20	Practical use of multi-processor systems with advanced self-restoration capabilities.	1	0	10	90	64	36	0	0	90					25	38	38	0	53	33	44	22	0	61	65
			2	12	27	62	61	30	9	0	78					9	65	22	4	47	9	78	13	0	51	59
	22	Practical use of single-chip voice recognition integrated circuits, which incorporate learning functions capable of identifying different speakers.	1	0	35	65	50	50	0	0	75					47	35	18	0	69	35	47	18	0	63	69
			2	10	31	59	54	36	11	0	74					39	50	11	0	67	36	54	11	0	65	69
	23	Practical use of portable automatic translation systems with a single-chip LSI.	1	5	21	54	50	42	8	0	73					55	36	9	0	75	40	60	0	0	70	73
			2	31	69	0	50	38	4	8	70					33	50	13	4	61	33	54	13	0	64	65
	24	Widespread use of a portable multimedia wireless terminal operated in the order of 100 Mbits/sec., which can be used throughout the world.	1	15	10	75	86	14	0	0	93					50	42	8	0	73	62	23	8	8	75	80
			2	18	32	50	74	22	4	0	86					42	42	12	4	66	63	30	7	0	80	77
	25	Widespread use (one in every household) of "housekeeping robots" capable of cleaning, laundry, etc.	1	0	10	90	53	27	20	0	72					33	33	33	0	58	55	27	18	0	73	68
			2	7	21	71	43	29	21	7	63					7	52	26	15	40	54	27	19	0	72	58
	27	Practical use of virtual factory technology, in which high performance LSI with several hundred K gates or more can be designed automatically by giving the required specifications on the system level.	1	11	6	83	67	25	0	8	79					40	20	40	0	60	30	30	40	0	55	65
			2	32	68	0	59	27	5	9	74					23	45	27	5	52	18	55	27	0	52	59

Electronics		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל				
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה						
Microelectronics	30	Practical use of solar cells which make the cost of power generation facilities less than 0.75\$/watt.	1	0	42	58	80	13	7	0	88								38	31	8	23	56	85	15	0	0	92	79	
			2	19	30	52	76	16	4	4	85									30	48	13	9	58	71	25	4	0	84	76
Optoelectronics	36	Widespread use of opto-electronics integrated circuits (OEIC) in which multiple optical elements and their wave guide connections are integrated on a semiconductor substrate.	1	16	21	63	46	46	8	0	71								42	33	25	0	65	44	33	22	0	67	67	
			2	18	39	43	56	41	4	0	77									33	56	4	7	62	31	65	4	0	64	68
	38	Practical use of optical multiplexed communication equipment capable of multiplexing 200 channels of signals with 100 Gbits/sec. and transmitting them over a single optical fiber.	1	5	26	69	60	33	7	0	78								42	50	8	0	69	70	20	10	0	83	77	
			2	19	50	31	69	27	4	0	84									35	58	4	4	64	54	42	4	0	76	75
	41	Practical use of semiconductor devices capable of emitting any wavelength of light by means of electric control signals.	1	10	14	76	62	31	8	0	79									23	62	15	0	58	36	36	27	0	61	66
			2	19	35	46	60	28	8	4	76									17	71	4	8	53	17	61	22	0	53	61
	45	Practical use of optical switches capable of connecting 10,000 video terminals.	1	5	15	80	50	50	0	0	75									33	44	22	0	61	75	13	13	0	84	73
			2	16	20	64	17	70	9	4	54									9	68	14	9	47	32	41	27	0	59	53
	48	Practical use of devices capable of image recognition via optical operations.	1	5	10	85	42	58	0	0	71									40	40	20	0	65	20	50	30	0	53	63
			2	22	30	48	38	58	4	0	68									38	42	17	4	63	22	65	13	0	58	63
49	Production of household-use optical fiber signal transceiver units at a cost of around 350\$.	1	0	11	89	57	43	0	0	79									0	75	13	13	41	63	25	13	0	78	66	
		2	13	33	54	60	35	5	0	79									20	65	10	5	55	60	30	10	0	78	70	

Electronics		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Molecular, sensor and bioelectronics	53	Practical use of devices which integrate sensors, controllers, and actuators, using micromachine technology.	1	5	33	62	93	0	7	0	95						43	50	0	7	68	54	15	31	0	69	77
			2	4	41	56	72	24	4	0	85						16	72	12	0	55	52	40	8	0	74	71
Storage and display electronics	67	Development of a magnetic memory hard disk capable of recording 1,000 Gbits density per square inch.	1	5	10	85	71	21	7	0	84						17	50	25	8	48	33	50	17	0	63	65
			2	12	20	68	70	26	4	0	84						10	57	29	5	45	14	68	18	0	52	60
Other	211	Practical integrated imaging sensor with image understanding capable of automobile guidance through traffic.	1	0	33	67	54	31	8	8	71						31	46	23	0	60	50	33	17	0	71	67
			2	8	35	58	58	25	13	4	74						17	57	22	4	51	52	35	13	0	73	66
	214	Practical use of semiconductor lasers in the deep blue.	1	22	11	67	29	71	0	0	64						67	33	0	0	83	20	60	20	0	55	68
			2	12	31	58	38	58	4	0	68						43	48	9	0	70	22	65	13	0	58	65

9. ייצור

9.1 נושאי השאלון

השאלון בתחום הייצור בסבב השני כלל 25 נושאים (אשר נבחרו מבין 80 נושאי הסבב הראשון), בחלוקה לתת התחומים:

כלים (כלי עבודה ומיכון)	(5 נושאים)
מידע (אלקטרוניקה)	(11 נושאים)
אנרגיה	(3 נושאים)
סביבה	(3 נושאים)
אורגניזם חיים	(נושא אחד)
בני-אדם	(נושא אחד)
נושאים כלליים (התייחסות לשאלות רלוונטיות לישראל)	(נושא אחד)

13 מהנושאים עוסקים בשימוש נרחב (widespread use), 5 מבין הנושאים עוסקים בשימוש מעשי (practical use), 2 עוסקים בפיתוח (development) ו- 5 אחרים (ביסוס, השפעה, שינוי, קידום וגילוי).

הערות:

1. בסיכום זה ניתנו קיצורי הנושאים בלבד. נוסח מלא של הנושאים ראה בטבלאות המסכמות (ליד כל נושא מופיע מספר הנושא בשאלון).
2. בנוסח המלא של הנושאים, יש לשים לב להבדלים בין שלבי הפיתוח השונים: development, practical use, widespread use או אחר.

9.2 תסריט התממשות אירועים לשנים 2000-2020

רוב הנושאים (14 מהנושאים) צפויים לדעת המשיבים להתממש במהלך העשור הראשון של שנות ה-2000 (על פי שנת החציון). מחציתם צפויים להתממש במחצית הראשונה של עשור זה.

א. 2000-2005

- הפעלת מערכות ייצור ממוחשבות באמצעות התקני קלט (קול, מבט, אא"ג) ללא מקלדת (נושא 20).
- מערכות בעלות יכולת מיפתוח אוטומטי של מסמכים מודפסים במסדי נתונים וחיפוש באמצעות טכנולוגיית pattern recognition (נושא 21).
- מערכות ייצור וירטואליות התומכות בכל שלבי הייצור (נושא 25).
- מערכות שיחות ועידה (teleconferencing) (נושא 29).
- תפעול משרדים ללא נייר (נושא 30).
- תפעול מערכות משרד/הפצה ממוחשבות באמצעות התקני קלט נטולי מקלדת (נושא 32).
- טלקומוניקציה באמצעות אינטרנט ואינטראנט (נושא 35).

ב. 2006-2010

- חומרים חכמים לשיפור תפקודי מכונות (נושא 2).
- ציפויים קשים על משטחי החלקה של מיסבים, כלים מיוחדים וכו' (נושא 3).
- פולימרי גבישים-נוזליים בטכנולוגיות אלקטרוניות (נושא 9).
- שינויים בשטחי הייצור והמכונות באמצעות טכנולוגיית המולטימדיה (נושא 19).
- מערכות מורכבות שנבנו באמצעות מכונות והתקנים מרושתים (נושא 22).
- מערכות לעיצוב, ייצור, איסוף ומיחזור, המאפשרות מיחזור של רוב החומרים שבשימוש (נושא 50).
- מערכות מידע מיפעליות (נושא 205).

ג. 2011-2020

- טכניקות חדשות לבקרת המבנה האטומי והמולקולרי (שאלה 10).
- קטליזטורים (מזרזים) מלאכותיים בעלי ביצועים גבוהים (נושא 12).
- טכניקות הנדסיות המבקרות מבנים מיקרוסקופיים מצורן (נושא 17).
- מערכות ללא מפעילים המאפשרות בדיקות בריאות ואיבחון בבית החולה (נושא 37).
- מקורות אנרגיה אל-מחצביים / לא-מתכלים (רוח, גיאותרמי, סולרי) (נושא 42).
- מערכות ביו-ריאקטורים במפעלים לטיפול בפסולת (נושא 43).
- מכוניות ומחוללי כוח המשתמשים במימן (נושא 46).
- קידמה בפיתוח טכנולוגי שתוביל לשימוש נרחב של אמצעי שימור בעולם כולו (נושא 51).
- מערכות ייצור התומכות בקשישים הסובלים מניוון תפקודים ולנכים (נושא 67).

ד. אחרי 2020

- טכנולוגיה ליצירת אמצעים למניעת החימום הגלובלי (נושא 47).
- תיפקודיהם של גופים חיים (living organisms) (נושא 52).

9.3 התכנסות לקונצנזוס

ממצאי הסבב השני מצביעים על מגמה בולטת של התכנסות לקונצנזוס לגבי שנת המימוש (צמצום פיזור השנים סביב שנת החציון) בהשוואה לסבב הראשון. התכנסות זו בולטת במיוחד, בנושאים:

נושא 2 (חומרים חכמים), בו הפיזור קטן מ- 20 שנים ל- 8 שנים (שנת החציון בסבב השני, 2010, לעומת 2015 בסבב הראשון); נושא 10 (טכניקות חדשות לבקרת המבנה האטומי והמולקולרי), בו הפיזור קטן מ- 25 שנים ל- 11 שנים (שנת החציון בסבב השני, 2018, לעומת 2030 בסבב הראשון); נושא 19 (טכנולוגיית המולטימדיה), בו הפיזור קטן מ- 18 שנים ל- 5 שנים (שנת החציון בסבב השני, 2008, לעומת 2003 בסבב הראשון); נושא 22 (מערכות מורכבות), בו הפיזור קטן מ- 19 שנים ל- 5 שנים (שנת החציון בסבב השני, 2009, לעומת 2005 בסבב הראשון); נושא 25 (מערכות ייצור וירטואליות), בו הפיזור קטן מ- 17 שנים ל- 5

שנים (שנת החציון, 2005, נותרה ללא שינוי) ונושא 50 (מיחזור חומרים), בו הפיזור קטן מ- 24 שנים ל- 6 שנים (שנת החציון, 2010, נותרה ללא שינוי).

במרבית מהנושאים (13 נושאים), שנת המימוש בסבב השני נותרה ללא שינוי, או שהיו תנודות מסויימות (עד שנתיים), בהשוואה לסבב הראשון. הקדמה ניכרת בשנת המימוש (מעל 10 שנים) אובחנה בנושאים: טכניקות חדשות לבקרת המבנה האטומי והמולקולרי (נושא 10) וכן קטליזטורים (מזרזים) מלאכותיים בעלי ביצועים גבוהים (נושא 12).

דחייה ניכרת בשנת המימוש (4 שנים ויותר) אובחנה בנושאים: שינויים בשטחי הייצור והמכונות באמצעות טכנולוגיית המולטימדיה (נושא 19), מערכות מורכבות שנבנו באמצעות מכונות והתקנים מרושתים (נושא 22), קידמה בפיתוח טכנולוגי שתוביל לשימוש נרחב של אמצעי שימור בעולם כולו (נושא 51) וכן מערכות ייצור התומכות בקשישים הסובלים מניוון תפקודים ולנכים (נושא 67).

גידול הפיזור סביב שנת המימוש ניכר בנושאים: קטליזטורים (מזרזים) מלאכותיים בעלי ביצועים גבוהים (12); טכניקות הנדסיות המבקרות מבנים מיקרוסקופיים מצורן (17) וטכנולוגיה ליצירת אמצעים למניעת החימום הגלובלי (47).

המדדים השונים (חשיבות, סיכויים למימוש עיסקי בישראל והשפעה על איכות החיים) עלו בחלק מהנושאים בהשוואה לסבב הראשון.

9.4 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

10 הנושאים בעלי מדד החשיבות הגבוה ביותר מופיעים בטבלה מס' 9.1. 10 הנושאים שזכו למדדים גבוהים מבחינת סיכויי מימוש עסקי בישראל, והשפעה על איכות החיים מופיעים בטבלאות מס' 9.2 ו- 9.3 בהתאמה.

ריכוז הנושאים בעלי מדד העדיפות הגבוה ביותר (ממוצע של מדדי החשיבות, סיכויי המימוש וההשפעה על איכות החיים) מופיע בטבלה מס' 9.4 (כללית).

הנושא, שימוש נרחב בטלקומוניקציה באמצעות אינטרנט ואינטראנט (נושא 35), זכה במדדים חשיבות (95%) וסיכויים למימוש עיסקי בישראל (91%) הגבוהים ביותר בסבב השני. מימוש צפוי בטווח הקצר, בשנת 2002, עם מידה רבה של קונצנזוס.

במקום השני בסולם החשיבות (94%) וכן השפעה כל איכות החיים (94%), נמצאים הנושאים: נושא 42: "מקורות אנרגיה אל-מחצביים / לא-מתכלים (רוח, גיאותרמי, סולרי), בכל תחומי החיים כולל משק הבית, התעשייה והתחבורה". נושא זה קיבל את הציון הגבוה ביותר במדד עדיפות כולל (88%) ומימושו צפוי בשנת 2019, עם מידה רבה של קונצנזוס.

נושא 50: "שימוש נרחב במערכות לעיצוב, ייצור, איסוף ומיחזור, המאפשרות מיחזור מרבית מהחומרים שבשימוש, באמצעות קביעה של אחריות היצרנים בחוק" (נושא 50 מימושו צפוי בשנת 2010, עם מידה רבה של קונצנזוס).

נושאים נוספים אשר דורגו במקום הראשון במדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל (91%) הם: שימוש נרחב במערכות שיחות ועידה במשרדים (נושא 29) ושימוש נרחב במערכות בעלות יכולת מפתוח אוטומטי של מסמכים מודפסים במסדי נתונים וחיפוש באמצעות טכנולוגיית זיהוי תבניות (recognition pattern) (נושא 21). מימושם צפוי בטווח הזמן הקצר יחסית (2003, 2002, בהתאמה), עם מידה רבה של קונצנזוס.

הנושא אשר דורג כנושא המשפיע ביותר על איכות החיים (95%) הוא קידמה בפיתוח טכנולוגי אשר תוביל לשימוש נרחב של אמצעי שימור בעולם כולו (נושא 51). מימושו צפוי בשנת 2014, עם מידה רבה של קונצנזוס.

9.5 ייצור – תמונה כללית

ממצאי הסבב השני מדגישים את הנושאים הקשורים במידע והשפעתם על נושאי הייצור בשלביו השונים. באופן כללי, נראה כי הטכנולוגיות קיימות ומרבית מהנושאים קשורים ביישומם. רוב הנושאים הקשורים לתחום המידע, צפויים לדעת המשיבים להתממש בטווח הקצר, ביניהם: טלקומוניקציה באמצעות אינטרנט ואינטראנט, שינויים בשטחי הייצור ומיכון טכנולוגיות המולטימדיה, הפעלת מערכות ללא התקני קלט, מערכות ייצור וירטואליות ומערכות מידע. בטווח זמן מעט רחוק יותר (סוף עשור ראשון ותחילת העשור השני) צפויים להתממש נושאים כמו מערכות אוטומטיות לבדיקות ואיבחון בבית החולה וכן מערכות מורכבות שנבנו באמצעות מכונות והתקנים מרושתים.

נושאים הקשורים לאיכות הסביבה שהמשיבים הדגישו הם: מערכות המאפשרות מיחזור של מרבית מהחומרים שבשימוש וכן טכנולוגיה ליצירת אמצעים למניעת החימום הגלובלי. נושאים אלו צפויים להתממש בטווח זמן רחוק יותר (סוף עשור ראשון ואמצע העשור השני). קידמה

בפיתוח טכנולוגי (כגון: דטוקסיפיקציה של פסולת רעילה) שתוביל לשימוש נרחב של אמצעי שימור בעולם כולו, צפוי להתממש בתחילת העשור השלישי של שנות ה-2000.

נושאים נוספים שהמשיבים הדגישו הם: שימוש במקורות אנרגיה אל-מחצביים / לא-מתכלים (רוח, גיאותרמי, סולרי) בתחומי החיים השונים, שימוש במערכות ייצור התומכות בקשישים הסובלים מניוון תיפקודים ולנכים וכן טכניקות חדשות לבקרת המבנה האטומי והמולקולרי. מימושם של נושאים אלו צפוי בטווח הרחוק יותר (מאמצע העשור השני).

טבלה 9.1: ייצור (סבב שני) – הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה ביותר

חשיבות (גבוהה ביותר)	חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש				
	נושא	גבוה	בינוני	נמוך		לא נדרש	2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020
35 - Widespread use of telecommuting via multimedia information exchange tools (e.g. e-mail, teleconferencing and WWW) based on the Internet and intranets, except where face-to-face meetings are essential.	90	10	0	0	95	2002 				
42 - Widespread use of non-fossil energy sources (wind, geothermal, solar (photovoltaic/solar thermal) and waste heat) in all areas of life including household, industry and transportation.	88	12	0	0	94				2019 	
50 - Widespread use of designing, producing, collecting and recycling systems which make it possible to recycle most used materials through legally establishing manufacturers' responsibilities for collection and disposal of disused products.	88	12	0	0	94			2010 		
67 - Widespread use of production systems that provide comprehensive support for senior citizens suffering from functional degeneration (cerebral and physical) and for people with disabilities.	84	12	4	0	91			2014 		
51 - Advancements in technological development such as carbon dioxide recovery and detoxification of harmful wastes, leading to the widespread use of global environmental conservation measures throughout the world.	77	23	0	0	89			2014 		
10 - Establishment of atomic and molecular structure control techniques, leading to widespread use of high functionality materials and super materials, designed to operate under extreme conditions.	78	13	9	0	87				2018 	
47 - Development of a global warming countermeasure technology (sky radiator) that involves the ejection of heat energy (radiation wavelengths of 8-13 microns) having accumulated on the earth's surface into the outer space.	78	9	9	4	85					2024
37 - Widespread use of operatorless systems enabling at-home health examination and diagnosis.	70	22	7	0	83			2011 		
205 - Widespread use of enterprise information systems, in all types of industry.	65	35	0	0	83	2007 				
25 - Practical use of virtual manufacturing systems that support manufacturing activities, including modeling, designing, production, operation (including maintenance), and waste disposal (e.g. by achieving optimization and efficiency improvements, and making application for approval/permission easier).	67	30	4	0	82	2005 				

טבלה 9.2: ייצור (סבב שני) – הנושאים סיכוי גבוה למימוש עיסקי בישראל

נושא	סיכויים למימוש עיסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	שנת מימוש				
	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020	אחרי 2020
35 - Widespread use of telecommuting via multimedia information exchange tools (e.g. e-mail, teleconferencing and WWW) based on the Internet and intranets, except where face-to-face meetings are essential.	83	17	0	0	91	2002 				
29 - Widespread use of teleconferencing systems in offices.	82	18	0	0	91	2003 				
21 - Widespread use of systems capable of automatically indexing printed documents in databases and searching for them through advancements in pattern recognition technology.	83	13	4	0	91	2005 				
37 - Widespread use of operatorless systems enabling at-home health examination and diagnosis.	62	35	4	0	80			2011 		
20 - Practical use of the operation via keyboardless input devices (voice, gaze and electroencephalogram) of computerized manufacturing systems.	62	31	8	0	79	2005 				
30 - Widespread use of 100% paperless operation in offices.	63	26	7	4	78	2004 				
22 - Widespread use of massive systems formed through the networking of machines and devices and evolving structure systems, superior in flexibility, security and maintainability.	61	26	13	0	77	2009 				
42 - Widespread use of non-fossil energy sources (wind, geothermal, solar (photovoltaic/solar thermal) and waste heat) in all areas of life including household, industry and transportation.	58	31	8	4	75			2019 		
25 - Practical use of virtual manufacturing systems that support manufacturing activities, including modeling, designing, production, operation (including maintenance), and waste disposal (e.g. by achieving optimization and efficiency improvements, and making application for approval/permission easier).	56	33	11	0	75	2005 				
205 - Widespread use of enterprise information systems, in all types of industry.	46	54	0	0	73		2007			

טבלה 9.3: ייצור (טבב שני) – הנושאים המשפיעים ביותר על איכות החיים

השפעה כל איכות החיים	השפעה על איכות החיים (%)				מדד השפעה על איכות החיים	שנת מימוש				
	נושא	מועילה מאוד	מועילה	שולית		מזיקה	2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020
51 - Advancements in technological development such as carbon dioxide recovery and detoxification of harmful wastes, leading to the widespread use of global environmental conversation measures throughout the world.	91	9	0	0	95			2014		
42 - Widespread use of non-fossil energy sources (wind, geothermal, solar (photovoltaic/solar thermal) and waste heat) in all areas of life including household, industry and transportation.	88	12	0	0	94				2019	
50 - Widespread use of designing, producing, collecting and recycling systems which make it possible to recycle most used materials through legally establishing manufacturers' responsibilities for collection and disposal of disused products.	88	12	0	0	94			2010		
43 - Practical use of bioreactor systems in solid waste treatment plants.	85	15	0	0	93				2020	
47 - Development of a global warming countermeasure technology (sky radiator) that involves the ejection of heat energy (radiation wavelengths of 8-13 microns) having accumulated on the earth's surface into the outer space.	74	26	0	0	87					2024
37 - Widespread use of operatorless systems enabling at-home health examination and diagnosis.	73	19	8	0	85			2011		
46 - Widespread use of automobiles and power engines that use hydrogen as fuel instead of petroleum or alcohol.	74	15	11	0	84			2018		
67 - Widespread use of production systems that provide comprehensive support for senior citizens suffering from functional degeneration (cerebral and physical) and for people with disabilities.	68	28	4	0	83			2014		
52 - Discovery of new laws, effects and phenomena based on the functions of living organisms, leading to a radical change in the theories of designing artificial objects.	61	35	4	0	79					2023
35 - Widespread use of telecommuting via multimedia information exchange tools (e.g. e-mail, teleconferencing and WWW) based on the Internet and intranets, except where face-to-face meetings are essential.	41	55	3	0	70	2002				

טבלה 9.4: ייצור (סבב שני) – 10 הנושאים המועדפים ביותר

נושא	מדד חשיבות	מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	מדד השפעה על איכות החיים	מדד עדיפות כולל
42 - Widespread use of non-fossil energy sources (wind, geothermal, solar (photovoltaic/solar thermal) and waste heat) in all areas of life including household, industry and transportation.	94	75	94	88
35 - Widespread use of telecommuting via multimedia information exchange tools (e.g. e-mail, teleconferencing and WWW) based on the Internet and intranets, except where face-to-face meetings are essential.	95	91	70	85
37 - Widespread use of operatorless systems enabling at-home health examination and diagnosis.	83	80	85	83
50 - Widespread use of designing, producing, collecting and recycling systems which make it possible to recycle most used materials through legally establishing manufacturers' responsibilities for collection and disposal of disused products.	94	53	94	80
67 - Widespread use of production systems that provide comprehensive support for senior citizens suffering from functional degeneration (cerebral and physical) and for people with disabilities.	91	60	83	78
43 - Practical use of bioreactor systems in solid waste treatment plants.	81	55	93	76
21 - Widespread use of systems capable of automatically indexing printed documents in databases and searching for them through advancements in pattern recognition technology.	72	91	60	74
47 - Development of a global warming countermeasure technology (sky radiator) that involves the ejection of heat energy (radiation wavelengths of 8-13 microns) having accumulated on the earth's surface into the outer space.	85	51	87	74
51 - Advancements in technological development such as carbon dioxide recovery and detoxification of harmful wastes, leading to the widespread use of global environmental conversation measures throughout the world.	89	36	95	73
52 - Discovery of new laws, effects and phenomena based on the functions of living organisms, leading to a radical change in the theories of designing artificial objects.	78	59	79	72

Production		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה		
Tools (implements and machinery)	2	1	11	11	88	60	40	0	0	80			2015			20	40	40	0	50	40	60	0	0	70	67
		2	26	74	0	44	56	0	0	72			2010			19	58	23	0	54	1	24	1	0	51	59
	3	1	10	30	60	43	43	14	0	68			2010			29	29	43	0	54	43	29	29	0	64	62
		2	11	41	48	13	63	25	0	50			2009			13	52	35	0	48	4	15	5	0	53	50
	9	1	20	10	70	60	40	0	0	80			2008			25	50	0	25	50	25	50	25	0	56	62
		2	4	15	81	50	35	15	0	71			2008			20	55	20	5	53	2	16	2	0	53	59
	10	1	0	10	90	100	0	0	0	100					2030	33	0	67	0	50	67	33	0	0	83	78
		2	4	15	81	78	13	9	0	87				2018		9	43	39	9	40	11	10	3	0	70	66
12	1	0	0	100	100	0	0	0	100					2050	100	0	0	0	100	0	100	0	0	50	83	
	2	8	4	88	58	26	16	0	75				2020		17	50	22	11	47	4	10	4	0	56	59	
Information (electronics)	17	1	0	17	83	100	0	0	0	100					2020	100	0	0	0	100	0	100	0	0	50	83
		2	7	19	74	65	26	9	0	80				2020		54	21	21	4	70	5	17	2	0	58	70
	19	1	29	29	24	57	29	14	0	75			2003			29	57	14	0	61	43	43	14	0	68	68
		2	14	41	45	55	38	3	3	75				2008		45	48	7	0	71	11	15	3	0	66	71

Production		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Information (electronics)	20	Practical use of the operation via keyboardless input devices (voice, gaze and electroencephalogram) of computerized manufacturing systems.	1	29	57	14	29	57	14	0	61						57	29	14	0	75	29	43	29	0	57	64
		2	4	36	61	26	67	7	0	61						62	31	8	0	79	5	17	4	0	56	65	
	21	Widespread use of systems capable of automatically indexing printed documents in databases and searching for them through advancements in pattern recognition technology.	1	9	18	73	33	56	11	0	64						50	38	13	0	72	38	50	13	0	66	67
			2	4	46	50	44	56	0	0	72						83	13	4	0	91	6	16	2	0	60	74
	22	Widespread use of massive systems formed through the networking of machines and devices and evolving structure systems, superior in flexibility, security and maintainability.	1	27	18	54	50	50	0	0	75						50	13	38	0	66	43	43	14	0	68	69
			2	17	17	65	41	50	9	0	68						61	26	13	0	77	6	14	3	0	60	68
	25	Practical use of virtual manufacturing systems that support manufacturing activities, including modeling, designing, production, operation (including maintenance), and waste disposal (e.g. by achieving optimization and efficiency improvements, and making application for approval/permission easier).	1	27	18	54	70	20	10	0	83						44	33	22	0	67	33	44	22	0	61	70
			2	25	46	29	67	30	4	0	82						56	33	11	0	75	6	16	5	0	56	71
	29	Widespread use of teleconferencing systems in offices.	1	18	36	46	50	50	0	0	75						60	40	0	0	80	40	60	0	0	70	75
			2	11	52	37	32	68	0	0	66						82	18	0	0	91	5	19	3	0	56	71
	30	Widespread use of 100% paperless operation in offices.	1	30	50	20	40	40	10	10	63						44	44	11	0	69	44	44	11	0	69	67
			2	26	37	37	33	56	4	7	62						63	26	7	4	78	10	14	1	2	64	68
	32	Practical use of operation via keyboardless input devices (voice, gaze and electroencephalogram) of computerized office/distribution systems.	1	20	20	60	50	38	13	0	72						25	63	13	0	59	38	63	0	0	69	67
			2	8	38	54	43	46	7	4	68						48	41	11	0	71	6	19	2	0	59	66

Production		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחר 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה		
Information (electronics)	35	1	27	36	36	75	25	0	0	88						50	50	0	0	75	25	63	13	0	59	74
		2	22	37	41	90	10	0	0	95						83	17	0	0	91	12	16	1	0	70	85
	37	1	0	30	70	80	20	0	0	90						40	60	0	0	70	80	0	20	0	85	82
		2	19	81	0	70	22	7	0	83						62	35	4	0	80	19	5	2	0	85	83
Energy	42	1	0	20	80	100	0	0	0	100						60	40	0	0	80	100	0	0	0	100	93
		2	19	27	54	88	12	0	0	94						58	31	8	4	75	23	3	0	0	94	88
	43	1	0	0	100	50	50	0	0	75						33	33	33	0	58	100	0	0	0	100	78
		2	5	14	82	62	38	0	0	81						20	60	20	0	55	17	3	0	0	93	76
	46	1	0	10	90	57	43	0	0	79						17	17	33	33	33	57	29	14	0	75	62
		2	12	28	60	67	30	4	0	82						4	15	67	15	28	20	4	3	0	84	65
Environment	47	1	0	11	89	75	25	0	0	88						0	0	100	0	25	75	25	0	0	88	67
		2	12	4	85	78	9	9	4	85						13	65	22	0	51	17	6	0	0	87	74
	50	1	0	22	88	83	17	0	0	92						0	50	33	17	33	100	0	0	0	100	75
		2	8	27	65	88	12	0	0	94						24	40	36	0	53	22	3	0	0	94	80

Production		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה		
Environment	51	Advancements in technological development such as carbon dioxide recovery and detoxification of harmful wastes, leading to the widespread use of global environmental conversation measures throughout the world.	1	0	0	100	80	20	0	0	90					0	40	40	20	30	80	20	0	0	90	70
			2	4	13	83	77	23	0	0	89					5	41	45	9	36	20	2	0	0	95	73
Living organisms	52	Discovery of new laws, effects and phenomena based on the functions of living organisms, leading to a radical change in the theories of designing artificial objects.	1	0	11	89	67	33	0	0	83					67	0	0	33	67	67	33	0	0	83	78
			2	4	17	79	61	30	9	0	78					35	43	9	13	59	14	8	1	0	79	72
Human beings	67	Widespread use of production systems that provide comprehensive support for senior citizens suffering from functional degeneration (cerebral and physical) and for people with disabilities.	1	0	9	91	100	0	0	0	100					25	63	0	13	56	50	38	13	0	72	76
			2	4	31	65	84	12	4	0	91					24	68	8	0	60	17	7	1	0	83	78
Other	205	Widespread use of enterprise information systems, in all types of industry.	1	18	36	46	67	33	0	0	83					25	75	0	0	63	25	63	13	0	59	68
			2	19	42	38	65	35	0	0	83					46	54	0	0	73	6	18	2	0	60	72

10. איכות הסביבה

10.1 נושאי השאלון

השאלון באיכות הסביבה כלל 25 נושאים (אשר נבחרו מבין 51 נושאי הסבב הראשון). הנושאים לקוחים מתת תחומים שונים המתייחסים לסביבה הגלובלית (5 תת התחומים הראשונים) ולסביבה המקומית (5 תת התחומים האחרונים):

דילול שכבת האוזון	(נושא אחד)
התחממות כדור הארץ	(2 נושאים)
זיהום הים	(נושא אחד)
מידבור (יצירת מדבריות)	(2 נושאים)
כללי	(נושא אחד)
איכות האוויר	(נושא אחד)
איכות המים	(3 נושאים)
פסולת	(2 נושאים)
חתך רוחב	(4 נושאים)

ונושאים כלליים (התייחסות לשאלות רלוונטיות לישראל). (8 נושאים)

יש לציין כי הנושאים מתת התחומים: גשם חומצי, הצטמקות יערות הגשם הטרופי, רעש/רעידות ומערכות טבע והסביבה אשר נכללו בסבב הראשון, לא נכללו בין נושאים אלו. 5 מהנושאים עוסקים בשימוש נרחב (widespread use), 5 עוסקים בפיתוח (development), נושא אחד עוסק בשימוש מעשי (practical use) והשאר בנושאים כלליים (כגון: שימוש, צמצום/הפחתה, חיזוי וכדומה).

הערות:

1. בסיכום זה ניתנו קיצורי הנושאים בלבד. נוסח מלא של הנושאים ראה בטבלאות המסכמות (ליד כל נושא מופיע מספר הנושא בשאלון).
2. בנוסח המלא של הנושאים, יש לשים לב להבדלים בין שלבי הפיתוח השונים: development, practical use, widespread use או אחר.

10.2 תסריט התממשות אירועים לשנים 2000-2020

2 נושאים צפויים להתממש לדעת המשיבים בטווח הקצר (2005 על פי שנת החציון). רוב הנושאים (14 מהנושאים) צפויים להתממש במהלך המחצית השניה של העשור (על פי שנת החציון), 9 נושאים צפויים להתממש עד 2015 (על פי שנת החציון) ונושא אחד צפוי להתממש אחרי 2015 (על פי שנת החציון).

א. 2000-2005

- שיטות תיכנון לשיפור איכות החיים (נושא 206).
- שיטות לניטור מקומי והערכה של איכות מקורות מים (נושא 207).

ב. 2006-2010

- חומרים מחליפי פלואורו-פחמנים וִהֶלוֹנִים (נושא 4).
- השפעת חימום כדור הארץ על הייצור החקלאי בעולם (נושא 8).
- טכנולוגיות יעילות לשיקום אזורי אוקיאנוס וחופים שזוהמו ע"י תאונות מיכליות וכו' (נושא 16).
- צמחים העומדים בתנאי יובש ומליחות (נושא 21).
- השפעת מזהמים על איכות המים וההתפתחות האקולוגית בשטחי מים סגורים (כגון: אגמים או מיפרצים בעלי מוצא צר יחסית) (נושא 25).
- מערכות קומפקטיות לטיפול במי שופכין (נושא 27).
- מערכות ביו-ראקטורים לשיפור הסביבה המימית (נושא 28).
- סילוק רעלים מקרקע (נושא 39).

- מערכות משולבות המסוגלות לסלק פסולת/אשפה (נושא 201).
- מערכות מיחזור לאריגים ובגדים, חומרי אריזה למזון וחומרים ביתיים אחרים (נושא 205).
- שיטות למיחזור מי שופכין, המותאמות לשימושי תעשייה ו/או חקלאות (נושא 208).
- ניצול יעיל של מקורות מים משניים (נושא 209).
- שיטות למניעה וסילוק מזהמים ממערכות נוזלים במקור הזיהום (נושא 210).
- שיטות בניה מסביבות מדבריות (נושא 212).

ג. 2011-2015

- הבהרת השפעת המידבור על האקלים ומאזני המים (נושא 20).
- הכללה, בקנה מידה עולמי, של ניטור גורמי זיהום שונים (נושא 22).
- טכנולוגיות בקרה בכל סוגי המכוניות (נושא 24).
- חומרים פלסטיים המתכלים באופן טבעי והמפורקים כליל ע"י מיקרו-אורגניזמים אנרוביים (נושא 30).
- מושגי עיצוב מוצרים על בסיס LCA המעודדים מישוב ושימוש חוזר (נושא 32).
- טכניקות לחיזוי גורלם של חומרים כימיים שזה עתה התגלו (נושא 36).
- אורגניזמים מועילים לניקוי יסודי של הסביבה (נושא 37).
- מערכת תחבורה עירונית עם רכבים שאינם גורמים זיהום אויר או רעש (נושא 38).

ד. אחרי 2015

- הקטנת פליטות דו-תחמוצת הפחמן בעולם (נושא 9).

9.3 התכנסות לקונצנזוס

ממצאי הסבב השני מצביעים על מגמה בולטת של התכנסות לקונצנזוס לגבי שנת המימוש (צמצום פיזור השנים סביב שנת החציון) בהשוואה לסבב הראשון. התכנסות זו בולטת במיוחד בנושאים:

נושא 21 (צמחים העומדים בתנאי יובש ומליחות), בו הפיזור קטן מ- 15 שנים ל- 5 שנים (שנת החציון 2010, נותרה ללא שינוי), נושא 22 (ניטור גורמי זיהום שונים), בו הפיזור קטן מ- 20 שנים ל- 5 שנים (שנת החציון 2011 בסבב השני, לעומת 2012 בסבב הראשון) ונושא 209 (מקורות מים משניים) בו הפיזור קטן מ- 25 שנים ל- 9 שנים (שנת החציון 2010, נותרה ללא שינוי).

במרבית מהנושאים (15 נושאים), שנת המימוש בסבב השני נותרה ללא שינוי, או שהיו תנודות מסויימות בשנת החציון (עד שנתיים), לשני הכיוונים, לעומת הסבב הראשון. הקדמה ניכרת בשנת המימוש (של 4 שנים ויותר), אובחנה בנושאים: נושא 20 (מידבור), נושא 30 (חומרים פלסטיים מתכלים) ונושא 208 (מיחזור מי שופכין). דחייה ניכרת בשנת המימוש (5 שנים), התקבלה בנושאים: נושא 16 (טכנולוגיות יעילות לשיקום אזורי אוקיאנוס), נושא 25 (השפעת מזהמים על איכות המים) ונושא 37 (אורגניזמים מועילים).

ברוב הנושאים עלו המדדים השונים (חשיבות, סיכויים למימוש עיסקי בישראל והשפעה על איכות החיים) בהשוואה לסבב הראשון.

9.4 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

10 הנושאים בעלי מדד החשיבות הגבוה ביותר, בסבב השני, מופיעים בטבלה מס' 10.1. 10 הנושאים שזכו למדדים גבוהים מבחינת סיכויי מימוש עסקי בישראל, והשפעה על איכות החיים, בסבב השני, מופיעים בטבלאות מס' 10.2 ו- 10.3 בהתאמה. ריכוז הנושאים בעלי מדד העדיפות הגבוה ביותר (ממוצע של מדדי החשיבות, סיכויי המימוש וההשפעה על איכות החיים), בסבב השני, מופיע בטבלה מס' 10.4.

הנושא הראשון בחשיבותו (95%), סיכויים למימוש עיסקי בארץ (95%) ובעדיפות כוללת (93%) הוא הנושא מספר 208: "שימוש נרחב בשיטות למיחזור מי שופכין, המותאמות לשימושי תעשייה ו/או חקלאות". נושא זה דורג במקום השני במדד השפעה על איכות החיים ומימושו צפוי בשנת 2006, עם מידה רבה של קונצנזוס.

ציון שני בחשיבותו (93%) ובמדד עדיפות כולל (88%), קיבל הנושא: "שיטות לניטור מקומי והערכת איכות מקורות המים" (נושא 207). נושא זה הינו המשפיע ביותר על איכות החיים (93%) מבין הנושאים השונים. מימושו צפוי בשנת 2005, עם מידה רבה של קונצנזוס.

הנושאים: "פיתוח שיטות למניעת מזהמים וסילוקם ממערכות נזלים ליד מקור הזיהום" (נושא 210) ונושא "מערכת תחבורה עירונית עם רכבים שאינם גורמים זיהום אויר או רעש" (נושא 38), קיבלו ציון שלישי בחשיבותם (91%). מימושם צפוי בשנת 2010 ו-2015, בהתאמה, עם מידה רבה של קונצנזוס.

הנושא, "פיתוח צמחים העומדים בתנאי יובש ומליחות באמצעות ביו-טכנולוגיה במטרה למנע מידבור" (נושא 21), קיבל ציון שני במדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל (89%). מימושו צפוי בשנת 2010, עם מידה רבה של קונצנזוס.






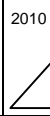




9.5 איכות הסביבה – תמונה כללית

ממצאי הסבב השני מדגישים בעיקר את הסביבה המקומית. הובלטו נושאים מתחום המים ביניהם: שיטות למיחזור מי שופכין, המותאמות לשימושי תעשייה ו/או חקלאות (סיכויים למימוש עיסקי גבוה ביותר בארץ) וכן שיטות לניטור מקומי והערכה של איכות מקורות מים. נושאים אלו צפויים להתממש בטווח הקצר. שיטות למניעה וסילוק מזהמים ממערכות נזלים במקור הזיהום, מערכות קומפקטיות לטיפול במי שופכין וניצול יעיל של מקורות מים משניים, צפויים להתממש בטווח הרחוק יותר (סוף העשור הראשון).

הודגשו נושאים נוספים הקשורים לזיהום אויר כמו: טכנולוגיות בקרה בכל סוגי המכוניות, מערכת תחבורה עירונית עם רכבים שאינם גורמים זיהום אויר או רעש וכן נושאים כמו: מערכת מיחזור ושיטות תיכנון לשיפור איכות החיים.

בתחום הסביבה הגלובלית (שלו השלכות גם על ישראל), בולט הנושא העוסק בפליטות דו-תחמוצת הפחמן. הקטנת פליטות דו-תחמוצת הפחמן בעולם ב-20% מתחת לרמה בשנת 1990, צפויה להתממש בסוף העשור השני של שנות ה-2000.

טבלה 10.1: איכות הסביבה (סבב שני) – הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה ביותר

חשיבות (גבוהה ביותר)	חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש				
	נושא	גבוה	בינוני	נמוך		לא נדרש	2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020
208 - Widespread use of methods for waste water recycling adapted for industrial and/or agricultural use.	90	10	0	0	95					
207 - Methods for monitoring in situ and evaluating the quality of water resources.	86	14	0	0	93					
210 - Development of methods for the prevention and removal of pollutants from liquid systems at the source of the pollution.	83	17	0	0	91					
38 - Widespread use (e.s. more than 10%) of urban transportation system with vehicles that do not cause air or noise pollution (e.s. electric vehicles).	81	19	0	0	91					
24 - Widespread use of control technologies in virtually all types of automobiles, capable of meeting the emission control standard for nitric oxide at the order of 0.1 to 0.2 g/Km. (The current level for heavy diesel motorcars is in the order of 4 to 5 g/Km, and the standard control value for gasoline passenger cars in 1978 is 0.25 g/Km.)	75	21	4	0	87					
27 - Development of compact waste-water treatment systems based on biotechnology for the efficient treatment of persistent substances and hazardous materials, for general and home use.	73	23	3	0	86					
206 - Developing of planning methods for improving the quality of life (e.g. for planning of open spaces and areas).	72	21	7	0	84					
205 - Widespread use of recycling systems for fabrics and apparel, food packaging materials, and other home materials.	68	32	0	0	84					
209 - Efficient use of marginal water sources (e.g. brackish water).	64	36	0	0	82					
9 - Reduction of global carbon dioxide emissions to 20% below the 1990 level.	64	32	4	0	81					

טבלה 10.2: איכות הסביבה (סבב שני) – הנושאים סיכוי גבוה למימוש עיסקי בישראל

סיכויים למימוש עיסקי בישראל	סיכויים למימוש עיסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	שנת מימוש				
	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020	אחרי 2020
נושא										
208 - Widespread use of methods for waste water recycling adapted for industrial and/or agricultural use.	90	10	0	0	95		2006			
21 - Development of plants that are resistant to dry and saline conditions via biotechnology with the aim of blocking desertification.	78	22	0	0	89		2010			
209 - Efficient use of marginal water sources (e.g. brackish water).	64	32	4	0	81		2010			
207 - Methods for monitoring in situ and evaluating the quality of water resources.	59	34	7	0	78		2005			
210 - Development of methods for the prevention and removal of pollutants from liquid systems at the source of the pollution.	46	43	11	0	71		2010			
27 - Development of compact waste-water treatment systems based on biotechnology for the efficient treatment of persistent substances and hazardous materials, for general and home use.	37	57	3	3	66		2010			
24 - Widespread use of control technologies in virtually all types of automobiles, capable of meeting the emission control standard for nitric oxide at the order of 0.1 to 0.2 g/Km. (The current level for heavy diesel motorcars is in the order of 4 to 5 g/Km, and the standard control value for gasoline passenger cars in 1978 is 0.25 g/Km.)	41	37	22	0	65			2013		
25 - Predictive studies on the effects of pollutants on water quality and ecological developments in closed water bodies such as lakes or semi-closed bays.	29	50	21	0	59		2010			
20 - Elucidation of effect of desertification on climate and water balances.	43	14	32	11	58			2015		
36 - Establishment of a techniques to predict the fate of newly discovered chemical substances through the accumulation of knowledge on matters such as the behavior of persistent chemical substances in the environment.	16	80	4	0	57			2015		

טבלה 10.3: איכות הסביבה (סבב שני) – הנושאים המשפיעים ביותר על איכות החיים

השפעה כל איכות החיים	השפעה על איכות החיים (%)				מדד השפעה על איכות החיים	שנת מימוש				
	נושא	מועילה מאוד	מועילה	שולית		מזיקה	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
207 - Methods for monitoring in situ and evaluating the quality of water resources.	86	14	0	0	93		2005			
208 - Widespread use of methods for waste water recycling adapted for industrial and/or agricultural use.	79	21	0	0	90		2006			
210 - Development of methods for the prevention and removal of pollutants from liquid systems at the source of the pollution.	71	29	0	0	86		2010			
38 - Widespread use (e.s. more than 10%) of urban transportation system with vehicles that do not cause air or noise pollution (e.s. electric vehicles).	67	30	4	0	82			2015		
27 - Development of compact waste-water treatment systems based on biotechnology for the efficient treatment of persistent substances and hazardous materials, for general and home use.	63	30	7	0	80		2010			
24 - Widespread use of control technologies in virtually all types of automobiles, capable of meeting the emission control standard for nitric oxide at the order of 0.1 to 0.2 g/Km. (The current level for heavy diesel motorcars is in the order of 4 to 5 g/Km, and the standard control value for gasoline passenger cars in 1978 is 0.25 g/Km.)	57	36	4	4	76			2013		
206 - Developing of planning methods for improving the quality of life (e.g. for planning of open spaces and areas).	52	45	3	0	75		2005			
205 - Widespread use of recycling systems for fabrics and apparel, food packaging materials, and other home materials.	50	46	4	0	74		2010			
209 - Efficient use of marginal water sources (e.g. brackish water).	54	36	11	0	74		2010			
39 - Practical use of in-situ detoxification of soil contaminated with heavy metals or chemical substances (e.g., residue of agricultural chemicals).	48	45	7	0	72		2010			

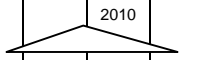
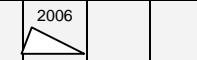
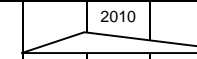
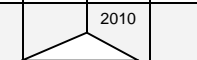
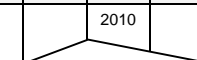

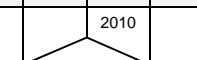

טבלה 10.4: איכות הסביבה (סבב שני) – 10 הנושאים המועדפים ביותר

נושא	מדד חשיבות	מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	מדד השפעה על איכות החיים	מדד עדיפות כולל
208 - Widespread use of methods for waste water recycling adapted for industrial and/or agricultural use.	95	95	90	93
207 - Methods for monitoring in situ and evaluating the quality of water resources.	93	78	93	88
210 - Development of methods for the prevention and removal of pollutants from liquid systems at the source of the pollution.	91	71	86	83
209 - Efficient use of marginal water sources (e.g. brackish water).	82	81	74	79
27 - Development of compact waste-water treatment systems based on biotechnology for the efficient treatment of persistent substances and hazardous materials, for general and home use.	86	66	80	77
21 - Development of plants that are resistant to dry and saline conditions via biotechnology with the aim of blocking desertification.	79	89	63	77
24 - Widespread use of control technologies in virtually all types of automobiles, capable of meeting the emission control standard for nitric oxide at the order of 0.1 to 0.2 g/Km. (The current level for heavy diesel motorcars is in the order of 4 to 5 g/Km, and the standard control value for gasoline passenger cars in 1978 is 0.25 g/Km.)	87	65	76	76
206 - Developing of planning methods for improving the quality of life (e.g. for planning of open spaces and areas).	84	47	75	69
205 - Widespread use of recycling systems for fabrics and apparel, food packaging materials, and other home materials.	84	46	74	68
25 - Predictive studies on the effects of pollutants on water quality and ecological developments in closed water bodies such as lakes or semi-closed bays.	79	59	65	68

Environment		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה		
Depletion and ozone layer	4	Use of materials to replace fluorocarbons and halons, that do not damage the ozone layer and cause global warming problem.	1	0	7	93	80	20	0	0	90					18	36	36	9	45	27	73	0	0	64	66
			2	7	21	72	63	33	4	0	81					7	57	29	7	43	29	46	21	4	57	60
Global warming	8	Determination and general understanding of the impact of global warming on world agricultural production.	1	0	13	87	67	25	8	0	81					9	55	27	9	43	42	42	17	0	67	64
			2	3	38	59	68	21	7	4	80					11	54	18	18	42	21	50	29	0	54	59
	9	Reduction of global carbon dioxide emissions to 20% below the 1990 level.	1	7	0	93	70	10	20	0	80					13	25	50	13	38	50	40	0	10	70	63
			2	14	24	62	64	32	4	0	81					4	32	43	21	30	48	33	15	4	69	60
Marine pollution	16	Use of effective technologies for restoring ocean and coastal areas contaminated by tanker accidents, etc. (e.g., oil pollution control technologies utilizing marine microorganisms).	1	6	13	21	50	50	0	0	75					25	25	33	17	46	8	77	15	0	50	57
			2	7	36	57	52	48	0	0	76					11	39	39	11	40	10	69	17	3	49	55
Desertification	20	Elucidation of effects of desertification on climate and water balances.	1	6	31	63	62	15	23	0	75					33	17	33	17	50	9	64	18	9	45	57
			2	24	17	59	64	32	4	0	81					43	14	32	11	58	26	52	19	4	56	65
	21	Development of plants that are resistant to dry and saline conditions via biotechnology with the aim of blocking desertification.	1	6	25	69	82	18	0	0	91					67	33	0	0	83	27	64	9	0	61	79
			2	10	10	79	63	30	4	4	79					78	22	0	0	89	30	63	7	0	63	77
Common	22	Generalization of global-scale monitoring of various factors causing air and water pollution and other forms of pollution, and realization of a system for centralizing all environmental information and data files.	1	0	36	64	46	46	8	0	71					17	25	50	8	42	23	54	23	0	56	56
			2	21	25	54	41	44	15	0	67					21	36	39	4	49	29	50	21	0	59	58

Environment		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל
			גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה		
תת תחום	נושא																									
Air quality	24	1	0	7	93	64	36	0	0	82			2011			11	56	11	22	42	55	45	0	0	77	67
Water quality	25	1	24	35	41	60	33	7	0	78		2005			29	36	36	0	55	20	80	0	0	60	65	
																										2
	27	1	22	50	28	71	24	6	0	84		2009			24	65	12	0	59	47	47	6	0	72	72	
																										2
	28	1	13	40	47	42	50	8	0	69		2010			40	40	10	10	63	25	67	8	0	60	64	
																										2
Waste	30	1	6	29	65	53	27	13	7	70		2015			14	36	50	0	45	43	50	7	0	70	61	
																										2
	32	1	13	25	62	54	46	0	0	77		2015			8	38	54	0	40	38	62	0	0	69	62	
																										2
Cross sectional	36	1	6	13	81	69	15	15	0	81		2015			0	27	73	0	32	45	18	36	0	64	59	
																										2

Environment		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Cross sectional	37	Establishment of assessment and safeguarding standards for the utilization of useful organisms created through gene manipulation etc. in open system environments, leading to their application in environmental clean-up.	1	6	6	88	75	17	8	0	85						27	18	45	9	48	45	45	9	0	70	68
			2	7	17	76	59	33	7	0	78						19	38	31	12	46	31	58	8	4	62	62
	38	Widespread use (e.s. more than 10%) of urban transportation system with vehicles that do not cause air or noise pollution (e.s. electric vehicles).	1	0	13	87	75	25	0	0	88						9	27	45	18	34	67	33	0	0	83	68
			2	30	70	0	81	19	0	0	91						4	15	59	22	26	67	30	4	0	82	66
	39	Practical use of in-situ detoxification of soil contaminated with heavy metals or chemical substances (e.g., residue of agricultural chemicals).	1	13	25	62	38	54	8	0	67						8	38	46	8	38	38	38	23	0	63	56
			2	31	21	48	46	46	7	0	71						14	45	34	7	45	48	45	7	0	72	63
Other	201	Use of composite systems capable of garbage disposal based on the high-temperature methane fermentation technology and of waste combustion disposal.	1	17	33	50	54	46	0	0	77						23	31	46	0	50	38	62	0	0	69	65
			2	24	31	45	42	50	8	0	69						8	46	42	4	41	15	85	0	0	58	56
	205	Widespread use of recycling systems for fabrics and apparel, food packaging materials, and other home materials.	1	12	29	59	62	31	8	0	79						17	42	33	8	46	42	58	0	0	71	65
			2	10	27	63	68	32	0	0	84						11	57	29	4	46	50	46	4	0	74	68
	206	Developing of planning methods for improving the quality of life (e.g. for planning of open space and areas).	1	6	13	81	63	31	6	0	80						8	50	42	0	44	58	42	0	0	79	68
			2	7	37	57	72	21	7	0	84						14	45	41	0	47	52	45	3	0	75	69
	207	Methods for monitoring in situ and evaluating the quality of water resources.	1	50	19	31	81	19	0	0	91						31	50	19	0	61	69	31	0	0	84	79
			2	47	27	27	86	14	0	0	93						59	34	7	0	78	86	14	0	0	93	88

Environment		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי (בישראל %)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Other	208	Widespread use of methods for waste water recycling adapted for industrial and/or agricultural use.	1	53	24	24	88	13	0	0	94						53	35	12	0	74	53	47	0	0	76	81
			2	47	30	23	90	10	0	0	95						90	10	0	0	95	79	21	0	0	90	93
	209	Efficient use of marginal water sources (e.g. brackish water).	1	38	31	31	60	33	7	0	78						47	40	13	0	70	38	44	19	0	64	71
			2	37	23	40	64	36	0	0	82						64	32	4	0	81	54	36	11	0	74	79
	210	Development of methods for the prevention and removal of pollutants from liquid systems at the source of pollution.	1	31	31	38	86	7	7	0	91						36	29	36	0	59	64	29	7	0	80	77
			2	34	38	28	83	17	0	0	91						46	43	11	0	71	71	29	0	0	86	83
	212	Advances in construction methods from desert environments.	1	6	18	76	14	79	7	0	55						29	36	29	7	54	29	50	21	0	59	56
			2	19	81	0	12	69	19	0	51						12	72	16	0	52	4	68	28	0	45	49

11. בינוי ועיור

11.1 נושאי השאלון

השאלון בסבב השני כלל 29 נושאים (אשר נבחרו מבין 71 נושאי הסבב הראשון). הנושאים לקוחים מתת התחומים:

(6 נושאים)	הבטחת בטיחות
(5 נושאים)	דו-קיום עם שימור הטבע והסביבה
(5 נושאים)	שימור ומיחזור של משאבים ואנרגיה
(3 נושאים)	קידום וגידול אורחות חיים אינדיבידואליים ומגוונים
(נושא אחד)	קידום רווחתה של חברה מזדקנת והיענות לצרכיה
(5 נושאים)	שיפור פריון – עבודה
(3 נושאים)	התייעלות השימוש בקרקעות לאומיות ועירוניות
(נושא אחד)	התייעלות השימוש באזורי פיתוח חדשים

כמחצית מהנושאים (16 נושאים) עוסקים בשימוש נרחב (widespread use), 7 מבין הנושאים עוסקים בשימוש מעשי (practical use), 3 עוסקים בפיתוח (development) ו-3 אחרים (הבנה, הפצה ויישום).

הערות:

1. בסיכום זה ניתנו קיצורי הנושאים בלבד. נוסח מלא של הנושאים ראה בטבלאות המסכמות (ליד כל נושא מופיע מספר הנושא בשאלון).
2. בנוסח המלא של הנושאים, יש לשים לב להבדלים בין שלבי הפיתוח השונים: development, practical use, widespread use או אחר.

11.2 תסריט התממשות אירועים לשנים 2000-2020

מרבית מהנושאים צפויים להתממש, לדעת המומחים, לקראת סוף העשור הראשון של שנות ה-2000.

א. 2000-2005

- מחסומי רעש בכבישים (נושא 27).
- שימוש במידע אינטגרטיבי דרך GIS בקביעת מדיניות קרקעית ותכנון ערים (נושא 60).

ב. 2006-2010

- מערכות יעילות להתפלת מי ים וטיהור מי ביוב (נושא 2).
- טכנולוגיות כיבוי אש ופעולות הצלה עבור מבנים רבי קומות (נושא 7).
- מערכות שליטה ומעקב מרחוק להגברת הבטיחות של שירותים חיוניים (נושא 11).
- טכניקות לאיבחון יציבות יסודות מבנים קיימים ולחיזוק יסודות קיימים כנגד רעידות אדמה (נושא 14).
- השפעת עצים ושיחים על שמירת הסביבה (נושא 18).
- שרותי ניקיון סביבתיים הקולטים ומתקנים זיהום אוויר (נושא 20).
- מערכות לטיפול בשפכים (נושא 21).
- טכנולוגיות הפרחת המדבריות ומניעת הפיכת אזורים ירוקים למדבריים (נושא 26).
- שימוש במקורות אנרגיה לא מנוצלות על ידי מיחזור פסולת ביתית וכו' (נושא 29).
- טיהור מים לא ראויים לשתייה לעיצוב סביבתי ומטרות נוספות בערים הגדולות (נושא 30).
- מערכות היוצרות כוח "פוטואלקטרי" להעיר כבישים ומנהרות (נושא 33).
- מערכת מיזוג (חימום וקירור) יעילה (נושא 34).
- תוכנית סביבתית המבוססת על טכנולוגיות המיועדות למדוד רגישות אנושית ותחושות כלפי הסביבה (נושא 39).

- מיכשור המאפשר חוויות דימוניות כגון: טיולים, אירועי ספורט וכו', באמצעות טכנולוגיית מציאות וירטואלית (נושא 40).
- טכנולוגיה לבקרה סביבתית פנימית למניעת התפרצות והתפשטות עובש וחרקים ביתיים (נושא 42).
- מערכות מידע ציבוריות ידידותיות הניתנות לשימוש ע"י קשישים ובעלי מגבלות פיזיות (נושא 44).
- טכנולוגיה המאפשרת יצירת מפות תלת-מימדיות ממפות ספר וצילומים (נושא 47).
- חומרי בנייה חדשים (נושא 49).
- בסיס מידע מקיף של גורמי תכנון ככלי לתכנון (נושא 51).
- פיתוח חומרים חדשים במקום בטון מזוין (נושא 55).
- שיטות עיצוב אדריכליות תוך שימוש בתיב"ם וטכנולוגיות חזותיות (נושא 57).
- טכניקת ניהול רחבת טווח לשימוש יעיל וחסכני של מקורות מים באזורים אורבניים (נושא 62).

ג. 2011-2015

- רשת ארצית לאיתור רעידות אדמה (נושא 4).
- טכנולוגייה בטוחה וסבירה להריסה וסגירת תחנות כוח גרעיניות (נושא 13).
- טכנולוגיות המאפשרות מיחזור של רוב חומרי הבנייה (נושא 38).
- תשתיות חכמות של תעלות בערים, להעברת כבלי תקשורת, צנרת לפינוי אשפה, להסקה ולחימום (נושא 63).

ד. אחרי 2015

- טכנולוגיה לבניית מבנים רבי קומות עם שטחי מחייה (נושא 70).

11.3 התכנסות לקונצנזוס

ממצאי הסבב השני מצביעים על מגמה בולטת של התכנסות לקונצנזוס לגבי שנת המימוש (צמצום פיזור השנים סביב שנת החציון) בהשוואה לסבב הראשון. התכנסות זו בולטת במיוחד, בנושאים:

נושא 14 (טכניקות לאיבחון יציבות יסודות מבנים קיימים ולחיזוקם), בו הפיזור קטן מ-13 שנים ל-5 שנים (שנת החציון, 2010, נותרה ללא שינוי), נושא 30 (טיהור מים לא ראויים לשתיה לשימושים שונים), בו הפיזור קטן מ-10 שנים ל-3 שנים (שנת החציון, 2010, בסבב השני לעומת 2008 בסבב הראשון) ונושא 70 (מבנים רבי קומות עם שטחי מחייה), בו הפיזור קטן מ-40 שנים ל-5 שנים (שנת החציון, 2020, נותרה ללא שינוי).

במרבית מהנושאים (16 נושאים), שנת המימוש בסבב השני נותרה ללא שינוי, בהשוואה לסבב הראשון. בנושאים האחרים, היו תנודות מסויימות בשנת החציון, לשני הכיוונים בסבב השני לעומת הסבב הראשון. דחייה ניכרת של שנת המימוש (ב-5 שנים), אובחנה בנושאים: השפעת עצים ושיחים על שמירת הסביבה (18), מערכות היוצרות כוח "פוטואלקטרי" (33), שימוש בתיב"ם וטכנולוגיות חזותיות בעיצוב אדריכלי (57) ותשתיות חכמות של תעלות בערים (63).

ברוב הנושאים, עלו המדדים השונים: חשיבות, סיכויים למימוש עיסקי בישראל והשפעה על איכות החיים, בהשוואה לסבב הראשון.

11.4 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

10 הנושאים בעלי מדד החשיבות הגבוה ביותר מופיעים בטבלה מס' 11.1. 10 הנושאים שזכו למדדים גבוהים מבחינת סיכויי מימוש עסקי בישראל, והשפעה על איכות החיים מופיעים בטבלאות מס' 11.2 ו-11.3 בהתאמה.

ריכוז הנושאים בעלי מדד העדיפות הגבוה ביותר (ממוצע של מדדי החשיבות, סיכויי המימוש וההשפעה על איכות החיים) מופיע בטבלה מס' 11.4.

הנושא הראשון בחשיבותו (93%) ובמדד עדיפות כולל (88%), הוא נושא מספר 2: "שימוש נרחב של מערכות יעילות להתפלת מי ים וטיהור מי ביוב על מנת להתמודד בעת אסונות אורבניים ובצורות". נושא זה קיבל ציון שני במדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל (80%) וכן

במדד השפעה על איכות החיים (90%). מימושו צפוי בשנת 2010, עם מידה רבה של קונצנזוס.

הנושאים, "שימוש רחב במערכות לטיפול בשפכים המסוגלות לטפל בחומרים מסוכנים בצורה יעילה דרך ביטכנולוגיה" (נושא 21) ו"שימוש נרחב בשרותי ניקיון סביבתיים הקולטים ומתקנים זיהום אוויר כגון: CO_2 , NO_x ופארונים באזורים עירוניים, בהם עיקר הפליטה מתרחשת" (נושא 20), דורגו שניים בחשיבותם (92%). מימושם צפוי בשנת 2010, עם מידה רבה של קונצנזוס. נושא 20, דורג ראשון בהשפעתו על איכות החיים (91%).

הנושא שדורג כבעל סיכויים גבוהים ביותר למימוש עיסקי בישראל (85%) הוא: "הפצת השימוש במידע אינטגרטיבי דרך GIS בקביעת מדיניות קרקעית ותכנון ערים" (נושא 60). מימושו צפוי בשנת 2005, עם מידה רבה של קונצנזוס.

הנושא, טכנולוגיה המאפשרת יצירת מפות תלת-מימדיות ממפות ספר וצילומים (נושא 47), דורג כשני במדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל (80%) (יחד עם נושא מספר 2). מימושו צפוי בשנת 2010, עם מידה רבה של קונצנזוס.

11.5 בינוי ועיור – תמונה כללית

יתרונה של ישראל בתחום טכנולוגיית המידע בא לידי ביטוי גם בנושאי בינוי ועיור. חלק ניכר מהנושאים בעלי הסיכויים הגבוהים ביותר למימוש עיסקי בישראל עוסקים בתיב"ם ובשימוש בטכנולוגיות מתקדמות (חזותיות ווירטואליות) כאמצעי עזר לתיכנון וקביעת מדיניות. נושאים הצפויים להתממש בטווח הקצר הם שימוש במידע אינטגרטיבי באמצעות GIS בקביעת מדיניות קרקעות ותכנון ערים וכן שימוש בטכנולוגיה המאפשרת יצירת מפות תלת מימדיות ממפות ספר וצילומים ליישום בתכנון ערים וכו'.











ממצאי הסבב השני מדגישים את הנושאים הקשורים בשמירה על הסביבה ובטיפול במים ובשפכים. הודגשו נושאים כמו מערכות יעילות להתפלת מי ים וטיהור מי ביוב, טיהור מים לא ראויים לשתייה לשימושים שונים וכן שימוש בשרותי ניקיון סביבתיים לטיפול בזיהום אוויר באזורים עירוניים. נושאים אחרים עוסקים בטכנולוגיות הפרחת המדבריות ומניעת הפיכת אזורים ירוקים למדבריים וכן השפעת עצים ושיחים על שמירת הסביבה. לדעת המשיבים, נושאים אלה צפויים להתממש בסוף העשור הראשון של שנות ה-2000.

נושאים נוספים שהודגשו עוסקים בהבטחת בטיחות, התייעלות השימוש בקרקעות לאומיות ועירוניות ונושא אחד אף מתייחס לצרכי האוכלוסייה המזדקנת.

11.1: בינוי ועיור (סבב שני) – הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה ביותר

חשיבות (גבוהה ביותר)	חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש				
	נושא	גבוה	בינוני	נמוך		לא נדרש	2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020
2 - Widespread use of high-speed, high-efficiency seawater desalination and sewage purification systems to cope with urban disasters and droughts.	88	9	3	0	93			2010		
21 - Widespread use of compact wastewater treatment systems capable of treating persistent substances and harmful materials with high efficiency via biotechnology.	84	16	0	0	92			2010		
20 - Widespread use of active environmental clean-up facilities that absorb and fix air pollutants such as CO2, NOx and freons in urban areas, where the majority of emissions occur.	85	12	3	0	92			2010		
62 - Establishment of a wide-area integrated water management technique covering rivers, dammed reservoirs, etc., leading to widespread use of efficient water resource utilization systems in major urban zones.	76	21	3	0	88			2010		
7 - Development of fire-fighting and rescuing technologies for fires occurring in high-rise buildings.	71	19	10	0	83		2009			
30 - Widespread use of community-level non-potable water supply systems to reuse highly treated wastewater and sewage for landscaping and other miscellaneous purposes in large cities.	65	32	3	0	82		2010			
44 - Widespread use at urban public facilities of information systems with a human interface, which can be used by senior citizens and disabled people with the same ease as normal healthy adults.	67	24	9	0	81		2008			
60 - Widespread use of integrated data (land ownership, use, transactions, etc.) obtained through GIS (geographical information system) in land policy and urban planning.	65	26	9	0	80		2005			
18 - Better understanding of environmental preservation function of trees, grass, and shrubs (in preventing urban "heat stress" and noise), resulting in the practical use of "urban tree and shrubs" which are highly durable and can be easily maintained.	58	39	3	0	78		2010			
26 - Widespread use in the world of desert greening technology to control the desertification.	58	36	6	0	77			2010		

11.2: בינוי ועיור (סבב שני) – הנושאים בעלי סיכוי גבוה למימוש עיסקי בישראל

נושא	סיכויים למימוש עיסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	שנת מימוש				
	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020	אחר 2020
60 - Widespread use of integrated data (land ownership, use, transactions, etc.) obtained through GIS (geographical information system) in land policy and urban planning.	74	18	9	0	85					
2 - Widespread use of high-speed, high-efficiency seawater desalination and sewage purification systems to cope with urban disasters and droughts.	64	30	6	0	80					
47 - Widespread use of a technology capable of creating 3-D map images from such materials as numerical maps and photographic images for application in city planning, etc.	70	15	12	3	80					
40 - Widespread use of devices in ordinary households that enable people to enjoy imaginary experiences of trips, sporting events, etc., utilizing virtual reality technology.	42	42	12	3	67					
30 - Widespread use of community-level non-potable water supply systems to reuse highly treated wastewater and sewage for landscaping and other miscellaneous purposes in large cities.	41	41	18	0	66					
27 - Widespread use of road noise barriers capable of reducing noise effectively by active noise control technology.	38	44	15	3	64					
57 - Widespread use of architectural design systems with an improved human interface for designers through the introduction of artificial intelligence and virtual reality technologies.	39	39	18	3	64					
62 - Establishment of a wide-area integrated water management technique covering rivers, dammed reservoirs, etc., leading to widespread use of efficient water resource utilization systems in major urban zones.	41	32	24	3	63					
34 - Practical use of a highly efficient heating and cooling system through a combination of solar energy and super heat pumps.	33	55	9	3	63					
51 - Widespread use of a comprehensive database of design conditions, such as soil characteristics, geology and weather, to be used in planning and designing.	29	59	12	0	62					

11.3: בינוי ועיור (סבב שני) – הנושאים המשפיעים ביותר על איכות החיים

השפעה כל איכות החיים	השפעה על איכות החיים (%)				מדד השפעה על איכות החיים	שנת מימוש				
	נושא	מזיקה	שולית	מועילה		מזיקה מאוד	2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020
20 - Widespread use of active environmental clean-up facilities that absorb and fix air pollutants such as CO2, NOx and freons in urban areas, where the majority of emissions occur.	82	18	0	0	91			2010		
2 - Widespread use of high-speed, high-efficiency seawater desalination and sewage purification systems to cope with urban disasters and droughts.	81	16	3	0	90		2010			
21 - Widespread use of compact wastewater treatment systems capable of treating persistent substances and harmful materials with high efficiency via biotechnology.	68	29	3	0	83		2010			
18 - Better understanding of environmental preservation function of trees, grass, and shrubs (in preventing urban "heat stress" and noise), resulting in the practical use of "urban tree and shrubs" which are highly durable and can be easily maintained.	68	29	3	0	83		2010			
62 - Establishment of a wide-area integrated water management technique covering rivers, dammed reservoirs, etc., leading to widespread use of efficient water resource utilization systems in major urban zones.	53	41	6	0	75			2010		
44 - Widespread use at urban public facilities of information systems with a human interface, which can be used by senior citizens and disabled people with the same ease as normal healthy adults.	58	27	15	0	75		2008			
30 - Widespread use of community-level non-potable water supply systems to reuse highly treated wastewater and sewage for landscaping and other miscellaneous purposes in large cities.	50	47	3	0	74			2010		
27 - Widespread use of road noise barriers capable of reducing noise effectively by active noise control technology.	44	53	3	0	71		2005			
29 - Spread of community-based efforts to utilize unused energy sources and recycle household wastes etc.	44	50	6	0	71			2010		
26 - Widespread use in the world of desert greening technology to control the desertification.	42	42	15	0	67			2010		

11.4: בינוי ועיור (סבב שני) – 10 הנושאים המועדפים ביותר

נושא	מדד חשיבות	מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	מדד השפעה על איכות החיים	מדד עדיפות כולל
2 - Widespread use of high-speed, high-efficiency seawater desalination and sewage purification systems to cope with urban disasters and droughts.	93	80	90	88
20 - Widespread use of active environmental clean-up facilities that absorb and fix air pollutants such as CO2, NOx and freons in urban areas, where the majority of emissions occur.	92	55	91	79
21 - Widespread use of compact wastewater treatment systems capable of treating persistent substances and harmful materials with high efficiency via biotechnology.	92	61	83	79
60 - Widespread use of integrated data (land ownership, use, transactions, etc.) obtained through GIS (geographical information system) in land policy and urban planning.	80	85	66	77
62 - Establishment of a wide-area integrated water management technique covering rivers, dammed reservoirs, etc., leading to widespread use of efficient water resource utilization systems in major urban zones.	88	63	75	75
30 - Widespread use of community-level non-potable water supply systems to reuse highly treated wastewater and sewage for landscaping and other miscellaneous purposes in large cities.	82	66	74	74
18 - Better understanding of environmental preservation function of trees, grass, and shrubs (in preventing urban "heat stress" and noise), resulting in the practical use of "urban tree and shrubs" which are highly durable and can be easily maintained.	78	57	83	73
44 - Widespread use at urban public facilities of information systems with a human interface, which can be used by senior citizens and disabled people with the same ease as normal healthy adults.	81	55	75	70
27 - Widespread use of road noise barriers capable of reducing noise effectively by active noise control technology.	71	64	71	69
26 - Widespread use in the world of desert greening technology to control the desertification.	77	60	67	68

Urbanization and Construction		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי (בישראל %)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Ensuring safety	2	Widespread use of high-speed, high-efficiency seawater desalination and sewage purification systems to cope with urban disasters and droughts.	1	6	17	77	76	24	0	0	88					63	19	19	0	77	63	38	0	0	81	82	
			2	15	21	64	88	9	3	0	93					64	30	6	0	80	81	16	3	0	90	88	
	4	Development of a nationwide network for detecting earthquakes, and widespread use of a disaster prevention system that gives advance warning of earthquakes at a distance of at least 50 km.	1	0	6	94	44	44	6	6	67					27	33	33	7	52	20	47	33	0	52	57	
			2	6	25	69	35	52	13	0	65					6	23	61	10	33	17	73	10	0	56	51	
	7	Development of fire-fighting and rescuing technologies for fires occurring in high-rise buildings.	1	0	0	100	67	13	20	0	78					31	31	23	15	52	23	46	31	0	54	61	
			2	9	24	67	71	19	10	0	83					19	53	22	6	51	40	33	27	0	63	66	
	11	Widespread use of remote monitoring and control systems for enhancing the safety of essential services of utilities (e.g. water, electricity and gas).	1	0	12	88	36	57	7	0	66					23	69	8	0	60	15	69	15	0	54	60	
			2	12	9	79	33	61	6	0	65					15	58	27	0	51	22	56	22	0	55	57	
	13	Practical use of a safe and rational demolition technology for decommission of commercial nuclear power plants.	1	0	6	94	42	33	8	17	60					10	20	40	30	30	50	40	10	0	73	54	
			2	3	9	88	53	37	7	3	73					7	14	59	21	28	31	48	17	3	59	54	
	14	Practical use of techniques to assess the soundness of foundations of existing structures and to seismically strengthen existing foundations.	1	0	0	100	47	40	13	0	70					7	64	29	0	46	14	71	14	0	54	57	
			2	9	33	58	32	55	13	0	63					16	42	35	6	46	10	67	20	3	48	52	
	Coexistence with nature/environment all conservation	18	Better understanding of environmental preservation function of trees, grass, and shrubs (in preventing urban "heat stress" and noise), resulting in the practical use of "urban tree and shrubs" which are highly durable and can be easily maintained.	1	11	22	77	33	56	11	0	64					24	59	18	0	57	59	41	0	0	79	67
				2	30	36	33	58	39	3	0	78					27	48	21	3	57	68	29	3	0	83	73

Urbanization and Construction		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי (בישראל %)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Coexistence with nature/environmental conservation	20	Widespread use of active environmental clean-up facilities that absorb and fix air pollutants such as CO ₂ , NO _x and freons in urban areas, where the majority of emissions occur.	1	6	6	88	56	38	6	0	77						20	53	27	0	53	53	47	0	0	77	69
		2	12	32	56	85	12	3	0	92						26	44	26	3	55	82	18	0	0	91	79	
	21	Widespread use of compact wastewater treatment systems capable of treating persistent substances and harmful materials with high efficiency via biotechnology.	1	12	12	76	71	29	0	0	85					24	53	24	0	56	47	53	0	0	74	72	
			2	13	26	61	84	16	0	0	92					29	58	13	0	61	68	29	3	0	83	79	
	26	Widespread use in the world of desert greening technology to control the desertification.	1	13	38	49	47	47	0	7	70					5	5	27	18	0	73	54	38	8	0	75	73
			2	6	39	55	58	36	6	0	77					42	18	33	6	60	42	42	15	0	67	68	
27	Widespread use of road noise barriers capable of reducing noise effectively by active noise control technology.	1	6	29	65	44	44	13	0	69					46	46	8	0	71	43	50	7	0	70	70		
		2	15	35	50	47	44	9	0	71					38	44	15	3	64	44	53	3	0	71	69		
Resource and energy conservation/recycling	29	Spread of community-based efforts to utilize unused energy sources and recycle household wastes etc.	1	6	35	59	53	41	6	0	75					13	60	27	0	50	38	50	13	0	66	64	
			2	15	42	42	53	44	3	0	76					29	38	32	0	57	44	50	6	0	71	68	
	30	Widespread use of community-level non-potable water supply systems to reuse highly treated wastewater and sewage for landscaping and other miscellaneous purposes in large cities.	1	18	41	41	61	39	0	0	81					39	44	17	0	65	44	56	0	0	72	73	
			2	21	29	50	65	32	3	0	82					41	41	18	0	66	50	47	3	0	74	74	
	33	Widespread use of economical and stable photovoltaic power generation systems designed for road and tunnel lighting.	1	6	6	88	21	64	14	0	57					23	62	15	0	58	0	71	29	0	43	53	
			2	16	84	0	15	48	33	3	48					18	55	18	9	50	9	39	52	0	42	46	

Urbanization and Construction		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי (בישראל %)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה		
Resource and energy conservation/recycling	34	Practical use of a highly efficient heating and cooling system through a combination of solar energy and super heat pumps.	1	6	12	82	38	63	0	0	69					38	56	6	0	67	31	63	6	0	64	67
			2	10	23	68	34	63	3	0	66					33	55	9	3	63	34	63	3	0	66	65
	38	Practical use of technology that facilitates the recycling of almost all construction by products such as concrete debris, asphalt waste and surplus soil.	1	6	19	75	36	50	14	0	64					8	69	23	0	48	31	46	23	0	60	57
			2	12	35	53	32	62	6	0	65					18	45	33	3	49	31	41	28	0	59	58
Promotion to increasingly diverse and individual lifestyles	39	Practical use of environmental design based on techniques tailored to measure human sensitivity and feelings towards the environment.	1	6	25	69	19	44	25	13	47					8	38	31	23	35	25	50	25	0	56	46
			2	24	35	41	27	58	9	6	58					9	35	44	12	38	41	44	15	0	67	54
	40	Widespread use of devices in ordinary households that enable people to enjoy imaginary experiences of trips, sporting events, etc., utilizing virtual reality technology.	1	0	13	87	7	20	60	13	32					33	42	25	0	60	8	38	46	8	38	44
			2	9	15	76	6	18	52	24	28					42	42	12	3	67	9	30	48	12	36	44
	42	Practical use of an indoor environment control technology to prevent the outbreak and propagation of household mites and molds.	1	0	6	94	29	29	43	0	54					15	31	54	0	44	31	38	31	0	58	52
			2	3	9	88	10	45	42	3	43					10	26	55	10	36	13	42	45	0	45	41
Promotion of welfare/response to aging society	44	Widespread use at urban public facilities of information systems with a human interface, which can be used by senior citizens and disabled people with the same ease as normal healthy adults.	1	6	18	76	67	27	7	0	82					21	50	21	7	52	47	47	7	0	72	68
			2	9	38	53	67	24	9	0	81					22	56	19	3	55	58	27	15	0	75	70
Improvement of productivity	47	Widespread use of a technology capable of creating 3-D map images from such materials as numerical maps and photographic images for application in city planning, etc.	1	11	58	31	42	37	21	0	66					63	26	11	0	79	21	37	42	0	50	65
			2	29	38	32	45	36	18	0	68					70	15	12	3	80	12	52	36	0	47	65

Urbanization and Construction		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי (בישראל %)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Improvement of productivity	49	Widespread use of new structural materials made from polymeric fibers, ceramics and other new raw materials for application in buildings, bridges, weirs, etc.	1	0	25	75	33	58	8	0	65						14	64	21	0	52	14	71	14	0	54	57
		2	15	35	50	21	67	12	0	58						21	67	12	0	58	15	67	18	0	53	56	
	51	Widespread use of a comprehensive database of design conditions, such as soil characteristics, geology and weather, to be used in planning and designing.	1	6	67	27	53	47	0	0	76						26	58	16	0	59	21	63	16	0	57	64
			2	38	35	26	56	38	6	0	76						29	59	12	0	62	18	62	21	0	54	64
	55	Development of new materials to replace reinforced concrete leading to easier field work.	1	0	25	75	45	45	9	0	70						18	45	27	9	48	25	50	25	0	56	58
			2	9	41	50	24	70	6	0	61						24	48	27	0	55	12	58	30	0	48	55
	57	Widespread use of architectural design systems with an improved human interface for designers through the introduction of artificial intelligence and virtual reality technologies.	1	12	24	64	18	59	24	0	53						29	47	24	0	59	18	35	47	0	47	53
			2	24	38	38	15	62	21	3	51						39	39	18	3	64	6	48	45	0	42	52
Advanced use of national land and cities	60	Widespread use of integrated data (land ownership, use, transactions, etc.) obtained through GIS (geographical information system) in land policy and urban planning.	1	11	72	17	53	47	0	0	76						63	37	0	0	82	39	33	28	0	63	73
			2	41	41	18	65	26	9	0	80						74	18	9	0	85	41	41	18	0	66	77
	62	Establishment of a wide-area integrated water management technique covering rivers, dammed reservoirs, etc., leading to widespread use of efficient water resource utilization systems in major urban zones.	1	6	17	88	53	47	0	0	76						40	33	27	0	63	41	47	12	0	68	69
			2	18	47	35	76	21	3	0	88						41	32	24	3	63	53	41	6	0	75	75
	63	Widespread use of a new joint-use duct systems in cities to contain housing cable for wire broadcasting, vacuum garbage collection pipelines, distribution pipelines, and regional heating and cooling pipes.	1	0	19	81	36	50	7	7	63						25	67	8	0	60	31	69	0	0	65	63
			2	12	35	53	39	42	18	0	65						15	55	24	6	48	36	48	15	0	64	59

Urbanization and Construction		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי (בישראל %)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה		
Effective use of new frontier spaces	70 Practical use of a technology to construct super high-rise buildings (around 1,000 m tall) with living spaces.	1	6	6	88	6	41	18	35	31				2020		0	18	45	36	20	8	15	54	23	29	27
		2	21	38	41	6	27	36	30	29				2020		3	21	24	52	20	9	6	42	42	23	24

12. תחבורה

12.1 נושאי השאלון

שאלון הסבב השני בתחום תחבורה כלל 25 נושאים (שנבחרו מתוך 59 נושאי הסבב הראשון) בחלוקה לתת התחומים:

מערכות תחבורת מסילות	(2 נושאים)
מערכות תחבורת כבישים	(12 נושאים)
מערכות תחבורה ימיות ותת ימיות	(3 נושאים)
מערכות תחבורה אוויריות	(3 נושאים)
נושאים כלליים (התייחסות לשאלות רלוונטיות לישראל)	(5 נושאים)

13 מבין הנושאים עוסקים בשימוש מעשי (practical use), 6 מהנושאים עוסקים בשימוש נרחב (widespread use), 3 עוסקים בפיתוח (development) ו-3 אחרים (הישג והפחתה).

הערות:

1. בסיכום זה ניתנו קיצורי הנושאים בלבד. נוסח מלא של הנושאים ראה בטבלאות המסכמות (ליד כל נושא מופיע מספר הנושא בשאלון).
2. בנוסח המלא של הנושאים, יש לשים לב להבדלים בין שלבי הפיתוח השונים: development, practical use, widespread use או אחר.

12.2 תסריט התממשות אירועים לשנים 2005-2020

מרבית מהנושאים (16 מהנושאים) צפויים לדעת המשיבים להתממש לקראת סוף העשור הראשון של שנות ה-2000 (על פי שנת החציון), 5 נושאים צפויים להתממש עד שנת 2015 (על פי שנת החציון), 3 נושאים צפויים להתממש עד שנת 2020 (על פי שנת החציון) ונושא אחד אחרי 2020 (על פי שנת החציון).

א. 2005-2010

- מערכות לאיתור אנשים, מכוניות, וגופים נעים אחרים ועצירה אוטומטית של רכבת (נושא 6).
- סימולטורי נהיגה (נושא 10).
- חומרים אלסטיים וחדשים להפחתת רעשי תנועה (נושא 12).
- מערכות בקרת תנועה לניהול אופטימלי של התנועה בכבישים (נושא 14).
- כלי רכב בעלי יעילות דלק גדולה ב- 30% מאלו כיום (נושא 17).
- שיטה לקיצור זמן הנדרש לתיקון כבישים מהירים (נושא 18).
- מערכת תמיכה לנהג (נושא 19).
- טכנולוגיה לניטור אוטומטי של עייפות אופרטיבית של גשרים (נושא 24).
- מכוניות חשמליות הנושאות מצבר המאפשר נסיעה של 200 ק"מ לאחר טעינה של 15 דקות (נושא 26).
- טכנולוגיות ניקוי של צינור מפלט של משאיות כבדות להפחתת המרכיבים המזיקים של הפליטה (נושא 30).
- כבישים סלולים ברי-חלחול (permeable) (נושא 32).
- משטחי איחסון אוטומטיים למחסנים אוטומטיים (נושא 41).
- מערכות למניעת התנגשות כלי שייט באמצעות טכנולוגיות גילוי מתקדמות (נושא 43).
- מערכות המותקנות במכוניות, לאזהרה מוקדמת מפני תאונות דרכים פוטנציאליות (נושא 202).
- מערכות המותקנות בכבישים ולצידי הכבישים להתרעה מפני תאונות דרכים פוטנציאליות (נושא 203).
- סימולטורים מתקדמים למכוניות קטנות, משאיות ואוטובוסים, להתקנה בכיתות לימוד (נושא 204).

ב. 2011-2015

- ציוד לאגירת אנרגיה ברכבות חשמליות (נושא 9).
- רכבים חשמליים הנושאים מצברים בעלי יעילות המרת אנרגיה גבוהה (נושא 27).
- אפשרות מיחזור של 90% מחלקי מנוע רכב וחומריו (נושא 31).

- כיסא גלגלים המסוגל להתמודד עם מדרגות, מדרגות נעות שיפועים וכו' (נושא 58).
- מכשירים אוטומטיים למניעת תאונות דרכים (נושא 205).

ג. 2015-2020

- הורדת הוצאות התפעול הישירות לנוסע במטוס, ליחידת מרחק (נושא 51).
- אוטומציה של בקרת תנועה אווירית (נושא 53).
- מערכת אוטומטית להמראה, נחיתה ונסיעה במסלול, המתאימה לכל סוגי מזג האוויר (נושא 54).

ד. אחרי 2020

- טכנולוגיית סילוק אשפה בספינות (נושא 45).

12.3 התכנסות לקונצנזוס

ממצאי הסבב השני מצביעים על מגמה בולטת של התכנסות לקונצנזוס לגבי שנת המימוש (צמצום פיזור השנים סביב שנת החציון) בהשוואה לסבב הראשון. התכנסות זו בולטת במיוחד בנושאים:

נושא 12 (חומרים להפחתת רעשי תנועה), בו הפיזור קטן מ- 17 שנים ל- 5 שנים (שנת החציון 2010 נותרה ללא שינוי), נושא 27 (רכבים חשמליים), בו הפיזור קטן מ- 15 שנים ל- 5 שנים (שנת החציון 2011 בסבב השני, לעומת 2010 בסבב הראשון), נושא 51 (הוצאות התפעול הישירות לנוסע במטוס, ליחידת מרחק), בו הפיזור קטן מ- 20 שנים ל- 5 שנים (שנת החציון 2020 נותרה ללא שינוי), נושא 54 (מערכת אוטומטית להמראה, נחיתה ונסיעה במסלול), בו הפיזור קטן מ- 19 שנים ל- 5 שנים (שנת החציון 2019 בסבב השני, לעומת 2021 בסבב הראשון) ונושא 58 (כיסא גלגלים חכם), בו הפיזור קטן מ- 17 שנים ל- 5 שנים (שנת החציון 2013 בסבב השני, לעומת 2012 בסבב הראשון).

בכמחצית מהנושאים שנת המימוש בסבב השני נותרה ללא שינוי. בנושאים אחרים היו תנודות מסוימות בשנת החציון (עד שנתיים), לשני הכיוונים, לעומת הסבב הראשון. הקדמה ניכרת בשנת המימוש (של 5 שנים ויותר), אובחנה בנושאים: נושא 17 (כלי רכב בעלי יעילות דלק גדולה), ונושא 45 (טכנולוגיית סילוק אשפה בספינות). דחייה ניכרת בשנת המימוש (4 שנים ויותר), התקבלה בנושאים: נושא 6 (מערכות איתור), ונושא 10 (סימולטורי נהיגה). ברוב הנושאים עלה המדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל בהשוואה לסבב הראשון. המדדים חשיבות והשפעה על איכות החיים עלו בחלק מהנושאים בהשוואה לסבב הראשון.

12.4 דרוג הנושאים לפי המדדים השונים

10 הנושאים בעלי מדד החשיבות הגבוה ביותר מופעים בטבלה מס' 12.1. 10 הנושאים שזכו למדדים גבוהים מבחינת סיכויי מימוש עסקי בישראל, והשפעה על איכות החיים מופיעים בטבלאות מס' 12.2 ו-12.3 בהתאמה. ריכוז הנושאים בעלי מדד העדיפות הגבוה ביותר (ממוצע של מדדי החשיבות, סיכויי המימוש וההשפעה על איכות החיים) מופיע בטבלה מס' 12.4 (כללית).

שלושת הנושאים אשר דורגו ראשונים בחשיבותם (96% הם: "שימוש נרחב במכוניות חשמליות הנושאות מצבר המאפשר הפעלת מכונית ל-200 ק"מ, לאחר טעינה מהירה של 15 דקות, והמסוגלות להשתלב בזרימת תנועה עירונית" (נושא 26). נושא זה קיבל את הציונים הגבוהים ביותר גם בהשפעה על איכות החיים (96%) ובמדד עדיפות כולל (82%). מימושו צפוי בשנת 2010, עם מידה רבה של קונצנזוס. "שימוש מעשי במערכות המותקנות בכבישים ולצידי הכבישים להתראה מפני תאונות דרכים פוטנציאליות" (נושא 203). מימושו צפוי בשנת 2010, עם מידה רבה של קונצנזוס. "פיתוח מכשירים אוטומטיים למניעת תאונות דרכים" (נושא 205). מימושו צפוי בשנת 2011, עם מידה רבה של קונצנזוס.

ציון שני בחשיבותו (93%) ובהשפעתו על איכות החיים (93%), קיבל הנושא: "שימוש ברכבים חשמליים הנושאים מצברים בעלי יעילות המרת אנרגיה גבוהה" (נושא 27). מימושו צפוי בשנת 2011, עם מידה רבה של קונצנזוס.

על פי המשיבים לנושא, "פיתוח סימולטורים מתקדמים למכוניות קטנות, משאיות ואוטובוסים, הניתנים להתקנה בכיתות לימוד" (נושא 204), הסיכויים הגבוהים ביותר למימוש עיסקי בארץ (87%). מימושו צפוי בשנת 2008, עם מידה רבה של קונצנזוס.

12.5 תחבורה – תמונה כללית

המשק הישראלי מבוסס על יבוא בכל תחומי התחבורה המוטורית, האווירית ובניית אוניות. הנושאים בתחום זה הינם אקזוטריים למשק הישראלי בשל הקושי להשתלב בתחומים אלו במשק העולמי. התרומה של המשק הישראלי יכולה להתבטא בנושא כמו: פיתוח סימולטורים מתקדמים למכוניות קטנות, משאיות ואוטובוסים, הניתנים להתקנה בכיתות לימוד.

ממצאי הסבב השני מדגישים את נושא תאונות הדרכים. הודגשו נושאים כמו פיתוח מכשירים אוטומטיים למניעת תאונות דרכים וכן שימוש במערכות המותקנות במכוניות, בכבישים ולצידי הכבישים המתריעים מפני תאונות דרכים פוטנציאליות. נושאים אלו צפויים להתממש לקראת סוף העשור הראשון ותחילת העשור השני של שנות ה-2000.

תחום אחר שהמשיבים הדגישו קשור במניעת זיהום אוויר. הודגשו נושאים כמו מכוניות חשמליות ושימוש בטכנולוגיות ניקוי של צינור פליטה של משאיות מטען כבדות. נושאים אלו צפויים להתממש לקראת סוף העשור הראשון ותחילת העשור השני של שנות ה-2000.

הודגשו נושאים נוספים כגון: שימוש במערכות בקרת תנועה לניהול אופטימלי של התנועה בכבישים, שימוש בכלי רכב בעלי יעילות דלק גדולה ב- 30% מאלו כיום וכן שימוש במערכת אוטומטית להמראה, נחיתה ונסיעה במסלול, המתאימה לכל סוגי מזג האוויר.

טבלה 12.1: תחבורה (סבב שני) – הנושאים בעלי החשיבות הגבוהה ביותר

חשיבות (גבוהה ביותר)	חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש				
	נושא	גבוה	בינוני	נמוך		לא נדרש	2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020
26 - Widespread use of electric vehicles that carry a battery capable of powering a vehicle for 200 Km after about 15 minutes of rapid charging and are capable of driving patterns necessary to follow actual urban traffic flows.	93	7	0	0	96			2010 		
203 - Practical use of apparatuses installed on the roads and road sides for alerting of potential road accidents.	92	8	0	0	96			2010 		
205 - Development of automatic instruments to prevent road accidents.	92	8	0	0	96			2011 		
27 - Widespread use of electric vehicles carrying fuel cells which have high energy conversion efficiencies.	86	14	0	0	93			2011 		
202 - Practical use of apparatuses installed in cars for forewarning of potential road accidents.	69	31	0	0	85			2010 		
30 - Practical use of heavy-duty freight truck exhaust clean-up technologies - such as diesel exhaust catalysts, particulate traps, lean-burn NOx catalysts and high precision combustion technology - to reduce the harmful components of exhaust to 1/10 of present levels.	71	21	7	0	84			2010 		
14 - Widespread use of traffic control system on road, for optimal control of the flow of traffic based on identification of vehicles on road by-type, speed, headway and level of congestion.	64	36	0	0	82		2007 			
54 - Practical use of an all-weather aircraft takeoff, landing and automatic taxiing system through advances in GPS, radar and other non-visual technologies.	64	36	0	0	82				2019 	
17 - Widespread use of motor vehicles with fuel efficiencies 30% greater than today's vehicles through the introduction of new materials that increase strength and reduce weight, and development of element technologies such as one concerning engine thermal efficiency improvements.	69	15	15	0	81			2010 		
51 - Reduction in direct operating cost per passenger per unit distance to about half the present levels through more efficient aircraft production, and cuts in maintenance cost and crew members.	67	17	8	8	77				2020 	

טבלה 12.2: תחבורה (סבב שני) – הנושאים סיכוי גבוה למימוש עיסקי בישראל

נושא	סיכויים למימוש עיסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	שנת מימוש				
	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		2000 2005	2005 2010	2010 2015	2015 2020	אחרי 2020
204 - Development of advanced car simulators for small cars, trucks and buses that can be installed in class rooms.	77	15	8	0	87			2008		
10 - Practical use of driving simulators that enable a learner driver to have a realistic experience in driving under extreme conditions and being involved in a traffic accident (realistically simulates impact or inertia).	43	43	14	0	68			2010		
30 - Practical use of heavy-duty freight truck exhaust clean-up technologies - such as diesel exhaust catalysts, particulate traps, lean-burn NOx catalysts and high precision combustion technology - to reduce the harmful components of exhaust to 1/10 of present levels.	43	36	21	0	66			2010		
12 - Widespread use of elastic body and other new materials in road paving, leading to a reduction in road traffic noise sufficient to satisfy government regulation.	38	38	23	0	63			2010		
9 - Practical use of energy storage equipment on electrically powered trains to accumulate regenerative energy and reduce the load on transformer substation at peak time.	33	33	33	0	58			2015		
41 - Practical use of fully automated container yards of the automatic warehouse type to deal with labor shortages and increase the cargo handling capacity.	25	50	25	0	56		2010			
202 - Practical use of apparatuses installed in cars for forewarning of potential road accidents.	23	54	23	0	56			2010		
17 - Widespread use of motor vehicles with fuel efficiencies 30% greater than today's vehicles through the introduction of new materials that increase strength and reduce weight, and development of element technologies such as one concerning engine thermal efficiency improvements.	23	54	23	0	56			2010		
24 - Practical use of a technology to automatically monitor bridges for operational fatigue through strain-gauge measurement, ultrasonic testing, acoustic emission observation, etc.	27	36	36	0	55			2010		
58 - Practical use of intelligent wheelchairs capable of coping with stairs, escalators, slopes, etc.	17	67	17	0	54			2013		

טבלה 12.3: תחבורה (טבב שני) – הנושאים המשפיעים ביותר על איכות החיים

השפעה כל איכות החיים	השפעה על איכות החיים (%)				מדד השפעה על איכות החיים	שנת מימוש				
	נושא	מועילה מאוד	מועילה	שולית		מזיקה	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
26 - Widespread use of electric vehicles that carry a battery capable of powering a vehicle for 200 Km after about 15 minutes of rapid charging and are capable of driving patterns necessary to follow actual urban traffic flows.	93	7	0	0	96			2010		
27 - Widespread use of electric vehicles carrying fuel cells which have high energy conversion efficiencies.	86	14	0	0	93		2011			
54 - Practical use of an all-weather aircraft takeoff, landing and automatic taxiing system through advances in GPS, radar and other non-visual technologies.	80	20	0	0	90				2019	
203 - Practical use of apparatuses installed on the roads and road sides for alerting of potential road accidents.	77	23	0	0	88			2010		
205 - Development of automatic instruments to prevent road accidents.	77	23	0	0	88			2011		
30 - Practical use of heavy-duty freight truck exhaust clean-up technologies - such as diesel exhaust catalysts, particulate traps, lean-burn NOx catalysts and high precision combustion technology - to reduce the harmful components of exhaust to 1/10 of present levels.	71	29	0	0	86			2010		
53 - Achievement to automation of air traffic control, through advances in computer technology, leading to a labor saving of about 50% compared to the present level.	70	30	0	0	85				2018	
41 - Practical use of fully automated container yards of the automatic warehouse type to deal with labor shortages and increase the cargo handling capacity.	54	46	0	0	77			2010		
202 - Practical use of apparatuses installed in cars for forewarning of potential road accidents.	54	46	0	0	77			2010		
14 - Widespread use of traffic control system on road, for optimal control of the flow of traffic based on identification of vehicles on road by-type, speed, headway and level of congestion.	50	43	7	0	73		2007			

טבלה 12.4: תחבורה (סבב שני) – 10 הנושאים המועדפים ביותר

נושא	מדד חשיבות	מדד סיכויים למימוש עיסקי בישראל	מדד השפעה על איכות החיים	מדד עדיפות כולל
26 - Widespread use of electric vehicles that carry a battery capable of powering a vehicle for 200 Km after about 15 minutes of rapid charging and are capable of driving patterns necessary to follow actual urban traffic flows.	96	54	96	82
30 - Practical use of heavy-duty freight truck exhaust clean-up technologies - such as diesel exhaust catalysts, particulate traps, lean-burn NOx catalysts and high precision combustion technology - to reduce the harmful components of exhaust to 1/10 of present levels.	84	66	86	79
203 - Practical use of apparatuses installed on the roads and road sides for alerting of potential road accidents.	96	48	88	78
205 - Development of automatic instruments to prevent road accidents.	96	48	88	78
27 - Widespread use of electric vehicles carrying fuel cells which have high energy conversion efficiencies.	93	41	93	76
202 - Practical use of apparatuses installed in cars for forewarning of potential road accidents.	85	56	77	72
54 - Practical use of an all-weather aircraft takeoff, landing and automatic taxiing system through advances in GPS, radar and other non-visual technologies.	82	33	90	68
53 - Achievement to automation of air traffic control, through advances in computer technology, leading to a labor saving of about 50% compared to the present level.	63	53	85	67
14 - Widespread use of traffic control system on road, for optimal control of the flow of traffic based on identification of vehicles on road by-type, speed, headway and level of congestion.	82	43	73	66
17 - Widespread use of motor vehicles with fuel efficiencies 30% greater than today's vehicles through the introduction of new materials that increase strength and reduce weight, and development of element technologies such as one concerning engine thermal efficiency improvements.	81	56	62	66

Transportation		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל		
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה				
Rail and track transportation systems	6	Practical use of systems that use laser, ultrasonic or other technologies to detect people, automobiles and other obstacles on railway tracks (including areas other than crossings), and brake the train automatically.	1	0	23	77	27	64	9	0	61		2005					33	22	33	11	53	22	56	22	0	56	57
			2	38	62	0	31	54	8	8	60		2009						25	25	42	8	48	8	67	25	0	48
	9	Practical use of energy storage equipment on electrically powered trains to accumulate regenerative energy and reduce the load on transformer substation at peak time.	1	0	31	69	44	11	44	0	61			2020				33	17	33	17	50	29	29	43	0	54	55
			2	15	85	0	31	38	31	0	58			2015				33	33	33	0	58	8	42	50	0	42	53
Road transportation systems	10	Practical use of driving simulators that enable a learner driver to have a realistic experience in driving under extreme conditions and being involved in a traffic accident (realistically simulates impact or inertia).	1	0	42	58	40	40	20	0	65		2005					10	80	10	0	53	20	40	40	0	50	56
			2	21	29	50	36	50	14	0	64		2010					43	43	14	0	68	14	50	36	0	48	60
	12	Widespread use of elastic body and other new materials in road paving, leading to a reduction in road traffic noise sufficient to satisfy government regulation.	1	8	31	61	44	33	22	0	67			2010				0	50	38	13	34	33	67	0	0	67	56
			2	7	36	57	23	46	23	8	52			2010				38	38	23	0	63	8	77	15	0	50	55
	14	Widespread use of traffic control system on road, for optimal control of the flow of traffic based on identification of vehicles on road by-type, speed, headway and level of congestion.	1	62	8	30	46	54	0	0	73		2006					15	54	31	0	50	23	69	8	0	60	61
			2	29	64	7	64	36	0	0	82		2007					14	36	43	7	43	50	43	7	0	73	66
	17	Widespread use of motor vehicles with fuel efficiencies 30% greater than today's vehicles through the introduction of new materials that increase strength and reduce weight, and development of element technologies such as one concerning engine thermal efficiency improvements.	1	17	8	75	67	11	11	11	75			2015				0	25	63	13	28	38	38	25	0	63	55
			2	14	7	79	69	15	15	0	81			2010				23	54	23	0	56	31	54	15	0	62	66
	18	Development of a construction method that can halve the time required for expressway pavement repairs.	1	23	0	77	67	22	11	0	81		2009					11	33	22	33	33	11	78	11	0	53	56
			2	7	14	79	57	21	21	0	73			2010				14	36	36	14	41	14	57	29	0	50	55

Transportation		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Road transportation systems	19	Practical use of a driver support system that receives and recognizes information necessary for motor vehicle travel on normal roads and transmits danger avoidance signals to the on-board control systems of motor vehicles.	1	18	18	64	50	40	10	0	73						0	64	36	0	41	36	55	9	0	66	60
		2	14	50	36	43	50	7	0	70						8	46	46	0	42	7	71	21	0	48	53	
	24	Practical use of a technology to automatically monitor bridges for operational fatigue through strain-gauge measurement, ultrasonic testing, acoustic emission observation, etc.	1	8	0	92	57	43	0	0	79						17	17	50	17	38	0	40	60	0	35	50
			2	8	8	85	36	36	18	9	59						27	36	36	0	55	27	73	0	0	64	59
	26	Widespread use of electric vehicles that carry a battery capable of powering a vehicle for 200 Km after about 15 minutes of rapid charging and are capable of driving patterns necessary to follow actual urban traffic flows.	1	15	23	62	77	23	0	0	88						38	38	23	0	63	77	23	0	0	88	80
			2	7	29	64	93	7	0	0	96						21	50	29	0	54	93	7	0	0	96	82
	27	Widespread use of electric vehicles carrying fuel cells which have high energy conversion efficiencies.	1	8	23	69	64	36	0	0	82						9	64	27	0	48	73	27	0	0	86	72
			2	7	21	71	86	14	0	0	93						7	43	50	0	41	86	14	0	0	93	76
	30	Practical use of heavy-duty freight truck exhaust clean-up technologies - such as diesel exhaust catalysts, particulate traps, lean-burn NOx catalysts and high precision combustion technology - to reduce the harmful components of exhaust to 1/10 of present levels.	1	9	9	88	100	0	0	0	100						0	57	29	14	36	71	29	0	0	86	74
			2	7	14	79	71	21	7	0	84						43	36	21	0	66	71	29	0	0	86	79
	31	Achievement of a 90% recyclability for motor vehicle parts and material (scrapped vehicles).	1	0	17	83	57	14	29	0	71						0	40	60	0	35	20	60	0	20	50	52
			2	15	85	0	46	38	15	0	69						8	75	17	0	50	15	69	15	0	54	58
	32	Widespread use of permeable road pavement, leading to improvements in the urban environment in ways such as the recharging of ground water and alleviation of the "heat island" phenomenon.	1	0	27	73	75	25	0	0	88						25	50	25	0	56	50	25	25	0	69	71
			2	29	71	0	46	38	15	0	69						9	27	55	9	36	50	25	25	0	69	58

Transportation		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל			
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה					
Water and underwater transportation systems	41	Practical use of fully automated container yards of the automatic warehouse type to deal with labor shortages and increase the cargo handling capacity.	1	0	0	100	80	20	0	0	90								20	20	40	20	40	0	60	40	0	40	57
			2	8	23	69	31	46	23	0	60			2008						25	50	25	0	56	54	46	0	0	77
	43	Practical use of vessel collision avoidance systems through advances in detection technologies, i.e. radar, and artificial intelligence technology.	1	0	0	100	50	50	0	0	50								20	40	20	20	45	20	40	40	0	50	48
			2	38	62	0	50	33	17	0	71			2010						8	42	42	8	40	8	33	58	0	40
	45	Practical use of safe and simple FRP vessel disposal technology via pulverization, incineration, chemical treatment, etc.	1	0	0	100	50	50	0	0	75					2030			0	50	0	50	25	50	50	0	0	75	58
			2	8	92	0	30	60	10	0	63					2023			11	44	44	0	44	20	50	30	0	53	53
Air transportation systems	51	Reduction in direct operating cost per passenger per unit distance to about half the present levels through more efficient aircraft production, and cuts in maintenance cost and crew members.	1	9	18	73	80	0	20	0	85								0	0	80	20	20	20	40	40	0	50	52
			2	15	85	0	67	17	8	8	77					2020			8	67	25	0	48	8	54	38	0	44	56
	53	Achievement to automation of air traffic control, through advances in computer technology, leading to a labor saving of about 50% compared to the present level.	1	0	9	91	60	40	0	0	80								25	0	50	25	38	25	75	0	0	63	60
			2	100	0	0	30	60	10	0	63					2020			11	78	11	0	53	70	30	0	0	85	67
	54	Practical use of an all-weather aircraft takeoff, landing and automatic taxiing system through advances in GPS, radar and other non-visual technologies.	1	0	9	91	80	0	20	0	85								25	25	25	25	44	0	75	25	0	44	58
			2	8	92	0	64	36	0	0	82					2021			10	20	50	20	33	80	20	0	0	90	68
Other	58	Practical use of intelligent wheelchairs capable of coping with stairs, escalators, slopes, etc.	1	0	0	100	33	50	17	0	63								33	50	17	0	63	40	40	20	0	65	63
			2	23	77	0	46	46	8	0	71					2012			17	67	17	0	54	31	62	8	0	63	63

Transportation		סבב	מומחיות (%)			חשיבות (%)				מדד חשיבות	שנת מימוש					סיכויים למימוש עסקי בישראל (%)				מדד סיכויים למימוש עסקי בישראל	השפעה על איכות חיים (%)				מדד השפעה על איכות חיים	מדד עדיפות כולל	
תת תחום	נושא		גבוה	בינוני	נמוך	גבוה	בינוני	נמוך	לא דרוש		2005-2000	2005-2010	2010-2015	2015-2020	אחרי 2020	גבוה	בינוני	נמוך	אפסי		מועילה מאוד	מועילה	שולית	מזיקה			
Other	202	Practical use of apparatuses installed in cars for forewarning of potential road accidents.	1	9	73	18	73	27	0	0	86			2010			9	64	27	0	48	64	36	0	0	82	72
			2	8	54	38	69	31	0	0	85			2010			23	54	23	0	56	54	46	0	0	77	72
	203	Practical use of apparatuses installed on the roads and road sides for alerting of potential road accidents.	1	9	64	27	64	27	9	0	80			2010			9	55	36	0	45	64	27	9	0	80	68
			2	15	54	31	92	8	0	0	96			2010			15	46	38	0	48	77	23	0	0	88	78
	204	Development of advanced car simulators for small cars, trucks and buses that can be installed in class rooms.	1	0	30	70	25	75	0	0	63			2008			14	71	14	0	54	0	100	0	0	50	55
			2	15	23	62	15	69	15	0	54			2008			77	15	8	0	87	8	62	31	0	46	62
	205	Development of automatic instruments to prevent road accidents.	1	10	70	20	90	10	0	0	95			2010			20	40	40	0	50	60	40	0	0	80	75
			2	8	38	54	92	8	0	0	96			2011			15	46	38	0	48	77	23	0	0	88	78

נספח

מחזוי טכנולוגיה למדיניות מו"פ – סקירת ספרות על הנעשה בעולם

הסקירה נכתבה ע"י ד"ר אהרון האופטמן

הקדמה

מדינות רבות בעולם מכירות בחשיבות הגוברת של מחקרי חיזוי טכנולוגי ככלי מסייע בגיבוש מדיניות מדע וטכנולוגיה. בחמש השנים האחרונות נערכו מחקרי חיזוי מקיפים בכ-20 מדינות. מספר מדינות יזמו לאחרונה מחקרי חיזוי חדשים, ומתחזקת הראיה של החיזוי כהליך שוטף ומתמשך. בחלק ניכר של המחקרים נעשה שימוש בסקרי דלפי לסוגיהם השונים. סקירה ראשונית זו נועדה לשמש בסיס לדיון על הדרך שבה ינוצלו ממצאי סקר דלפי הישראלי הנוכחי כבסיס להמשך תהליך החיזוי ולגיבוש מדיניות מו"פ בארץ. הסקירה מתבססת על מספר מאמרים שפורסמו באחרונה בספרות המקצועית, והמתארים פרויקטי חיזוי במספר מדינות והשלכותיהם על קבלת החלטות במדינות הללו. בחרנו להרחיב מעט בתאור מחקר הדלפי באוסטריה, הן לאור ייחודו ("דלפי-החלטות" משולב עם שיקולים חברתיים-תרבותיים), והן כדוגמא לפרויקט חיזוי במדינה קטנה יחסית.

1. חיזוי והערכה של טכנולוגיות

1.1 הגדרות ויעדים

חיזוי והערכה של טכנולוגיות נועדו לסייע בקבלת החלטות וקביעת מדיניות מו"פ וטכנולוגיה. יש הבדלים מסוימים בתפישת המונחים "חיזוי טכנולוגיה", ו"הערכת טכנולוגיה", בין הגופים השונים העוסקים בתחומים אלה. לפי [1], חיזוי טכנולוגיה – Technology Forecasting (TF) מנסה לחזות את הופעתן של טכנולוגיות חדשות או לתאר את נתיב ההתפתחות, גורמים עתידיים, הפצה ושימוש של טכנולוגיות קיימות.

הערכת טכנולוגיה – Technology Assessment (TA) עוסקת בניתוח ההשלכות הפוטנציאליות, הישירות והעקיפות, של טכנולוגיה חדשה או משתנה. היא מזהה השפעות אפשריות על הסביבה, הכלכלה, החברה ועל איכות החיים האישית והקולקטיבית. לפיכך, הערכת טכנולוגיה מושתתת על המידע והתובנה המושגים באמצעות חיזוי טכנולוגיה.

לפי הגדרה של ה-OECD, חיזוי טכנולוגיה (foresight) מתבטא בניסיונות שיטתיים להתבונן לעבר עתיד ארוך-טווח (5 עד 30 שנה, ובדרך כלל 10 שנים) של המדע, הטכנולוגיה, הכלכלה והחברה, במטרה לזהות טכנולוגיות מפציעות גנריות שעשויות להניב תועלת מירבית לחברה ו/או הכלכלה.

הערכת טכנולוגיה, לפי ה-OECD, כוללת זיהוי שיטתי והערכה של השפעות הטכנולוגיה על כל שטחי החברה והסביבה, בעבר בהווה ובעתיד.

לפי [1], ה-TF יכול לחדד את קבלת ההחלטות (במגזר הציבורי והפרטי) ע"י הגדרה משופרת של אפשרויות ועדיפויות למר"פ. לעומת זאת, ה-TA עשוי לסייע לממשלות להעריך את משאבי המר"פ של המדינה, לתמרץ את המגזר הפרטי לקראת פיתוח טכנולוגיות הרצויות מבחינה חברתית, ולזהות דרכים למניעת השלכות שליליות של הטכנולוגיות. ה-TF וה-TA צריכים להיות קשורים בקשר הדוק זה לזה, מתוך הכרה משותפת במרכזיות תפקידה של הטכנולוגיה בחברה.

כיום מקובל להבחין בין "חיזוי טכנולוגיה" – Technology Forecasting, לבין "חיזוי טכנולוגי" – Technological Forecasting. המונח "חיזוי טכנולוגי" הוא צר יותר, ומוגבל לשיטות כמותיות-סטטיסטיות כמו חיוץ מגמות, התאמת עקומות וכו'. "חיזוי טכנולוגיה" (במדינת רבות מעדיפים את המונח Technology Foresight במקום Forecasting) הוא מונח רחב הרבה יותר, וכולל שיטות איכותיות כמו "דלפי", בניית תסריטים, "מפות דרכים" טכנולוגיות, ושיטות שונות לשיפור חשיבה יצירתית. החיזוי הטכנולוגי הכמותי הולך ומאבד את הפופולריות שלו, וגוברת ההכרה בחשיבות "חיזוי הטכנולוגיה" או ה-Technology Foresight.

בנוסף ל-TF ו-TA קיימים מונחים נוספים המתייחסים להבנת השינויים השונים המשפיעים על העתיד, כגון: Anticipatory Thinking, Forward Thinking, Future Studies, ועוד.

נשאלת השאלה למה בכלל צריך מדיניות טכנולוגיה? מדוע לא להשאיר את ההתפתחויות לכוחות השוק? לפי [2], המדיניות לטווח ארוך היא הכרחית, לאור אורך הזמן ההולך ומתקצר של התכנון העסקי האופייני. כוחות השוק עלולים לתת אותות מטעים לגבי צרכים וסיכויים עתידיים. הבעיה היא שעד עתה גם המדיניות לא נתנה פתרונות טובים בהרבה מאלה של השוק, ולפעמים גם אופק הזמן של המדיניות קצר ביותר.

בשנים האחרונות השתפרו השיטות: בניגוד לחיזויים ארוכי-טווח שנעשו לפני שנים רבות, תרגילי החיזוי מ"הדור השני" אינם מתמקדים באופן דטרמיניסטי על העתיד הסביר ביותר אלא על תסריטים עתידיים שונים עם הסתברויות שונות.

על פי החשיבה המסתמנת בשנים האחרונות, מדיניות טכנולוגיה טובה אינה אמורה לתמוך דווקא בטכנולוגיות ספציפיות, אלא לסייע ליצור "מערכות חדשנות לאומיות" (National Systems of Innovation – NSI): מערכת המבטאת אוריינטציה של צרכים עתידיים, יצירת רשתות בין אקדמיה, עסקים ואדמיניסטרציה, וטיפול שיתוף פעולה ע"י פיתוח תסריטים על עתידים אפשריים בין הגורמים המעורבים.

את גישת ה-top-down הריכוזית של גורמים ממשלתיים, הקובעת את הנושאים לתמיכה, משלימה גישת ה-bottom-up המאופיינת בשיתוף פעולה בין מדענים, יזמים וגורמי ממשל. מטרת הגישה החדשה של מדיניות טכנולוגיה היא יצירת "אשכולות" תמיכה באמצעות פעילויות כלכליות משלימות עם בסיס מדעי משותף, במקום לתמוך בטכנולוגיות ספציפיות או תעשיות ספציפיות. כלומר, חל מעבר מגישה של תמיכה בטכנולוגיות לאוריינטציה של פתרון בעיות.

נושאים בעלי חשיבות מרכזית בתכנית חיזוי (foresight) לאומית הם (לפי [2]):

- מחקרים המיועדים להשגת הבנה כללית של טכנולוגיות מפציעות (emerging).

- ניתוח חוזקות וחולשות לאומיות, ואבלואציה של שטחים קוהרנטיים של התמחות לאומית (אשכולות) בעלי פוטנציאל עתידי.
- מחקרי הערכה טכנולוגית כדי להעריך את ההשפעות הפוטנציאליות, הרחבות יותר של הטכנולוגיות הנצפות על החברה.

ממשלות יוזמות מחקרי חיזוי במטרה להבטיח את תשתית הידע והטכנולוגיה הדרושה לשגשוג כלכלי ולשיפור איכות החיים. בדרך כלל החיזוי נתפש כהליך של דיון סיסטמטי על אפשרויות ושאיפות בקשר לעתיד, המושפעות מהתפתחויות במדע וטכנולוגיה, ומשפיעות על פעולות והחלטות בהווה. רוב מחקרי החיזוי כוללים, בצורה כזאת או אחרת, ניתוח של חוזקות, חולשות, הזדמנויות ואיומים: SWOT - (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats). הדבר בלט במיוחד בעבודת החיזוי באוסטריה (ראה תאור מפורט בהמשך), שבה ניתוח ה-SWOT היה בסיס לבחירת הנושאים לסקר דלפי. בדרום אפריקה באוסטרליה הושם דגש על ניתוח ה-SWOT.

1.2 מתודולוגיות חיזוי עיקריות

- **שיטת דלפי**: התכנסות לקונצנזוס בקרב קבוצת מומחים בדבר התפתחויות עתידיות, באמצעות חזרה איטרטיבית על סבבי שאלונים. השיטה הופעלה בשנים האחרונות במדינות רבות, ביניהן יפן (שם הוחל ביישום שיטתי ותקופתי של השיטה משנות ה-70, כשהסקר האחרון בוצע ב-97), גרמניה (1998), בריטניה (1995), אוסטריה (1998), ספרד (1999), הונגריה (1999), תאילנד (1996).
- **בניית תסריטים**: ארגון וריכוז מידע על אפשרויות חלופיות שונות של מציאות עתידית, על סמך הנחות יסוד שונות. לשם כך פותחו טכניקות מיוחדות. השיטה יושמה בבריטניה (95), אירלנד (98) ניו-זילנד (98), אוסטרליה (97), הולנד (98).
- **סדנאות וקבוצות דיון של מומחים; סיעורי מוחות**
- **עצי רלבנטיות** – שיטה נורמטיבית שפותחה בתחום של ניתוח מערכות. משמשת לזיהוי בעיות ופתרונות, הערכת דרישות ביצועים של טכנולוגיות, וקביעת חשיבות יחסית של פעולות שונות המכוונות להשגת יעדים טכנולוגיים. במחקרי חיזוי במספר מדינות נעשה שימוש בשילוב של מספר שיטות, למשל שילוב של דלפי ופנלי מומחים (בריטניה).

1.3 סוגים שונים של מחקרי דלפי

- על פי [3], ניתן להבחין בין שלושה סוגים של סקרי דלפי: דלפי קלאסי, דלפי מדיניות, ודלפי החלטות.
- **הדלפי הקלאסי** שואף להשיג חוות-דעת קבוצתית מוסכמת באמצעות אינטראקציה אנונימית בצורת פרוגנוזה מדעית-טכנולוגית. כדי לקבל תוצאות בעלות משמעות, הדלפי הקלאסי צריך להיות מופעל

בשטחים המתפתחים לפי חוקיות או סדר מסוימים. אלה חסרים, בדרך כלל, במערכות חברתיות (המשיעויות על התפתחות הטכנולוגיה), ולכן הדלפי הקלאסי נתקל בהתנגדות גוברת בספרות המקצועית.

- **דלפי מדיניות (Policy Delphi)**, לעומת זאת, הוא כלי לניתוח סוגיות של מדיניות: הדגש הוא על רעיונות, ולא על נתונים ועובדות. המשתתפים נעזרים בדלפי כדי לקדם ולחדד את עמדותיהם. המשוב אינו צריך להוביל לקונצנזוס אלא להגדרות ברורות של העמדות השונות.
- **דלפי החלטות (Decision Delphi)** הוא מכשיר להכנת החלטות ולהשפעה על התפתחויות חברתיות. המוטו שלו הוא: לא ניתן לנבא את העתיד, יש ליצור אותו. דלפי ההחלטות הוא הגישה המתאימה באותם שטחים המושפעים יותר מהחלטות פרטניות מאשר מחוקיות כללית, ואשר נשלטים ע"י מספר רב של מקבלי החלטות קטנים ובלתי מתואמים ("עריצות של החלטות קטנות"). המשתתפים בדלפי-החלטות מגויסים לא רק על סמך מומחיותם אלא על סמך מעמדם בסולם קבלת ההחלטות. כלומר, דלפי ההחלטות אינו מנבא את העתיד הטכנולוגי אלא משתדל ליצור אותו, או לפחות להשיע עליו. הוא משלב את ההיבטים החברתיים והטכנולוגיים של החיזוי.

למרות ההבחנה בין שלושת המודלים הנ"ל, במציאות מיושמות בדרך כלל תערובות שונות של המודלים הללו. עם זאת, סקרי הדלפי היפניים הראשונים (וגם הגרמני הראשון) היו קרובים יותר לדלפי הקלאסי, ואילו הדלפי הבריטי ובעיקר האוסטרי - קרובים יותר לדלפי-החלטות.

1.4 זיהוי עדיפויות

זיהוי עדיפויות הוא אחת המטרות העיקריות של TF, מכיוון שזיהוי זה משפיע באופן ברור על החלטות בהווה.

הגישה של איתור "טכנולוגיות קריטיות" או "טכנולוגיות מפתח" מתמקדת בזיהוי עדיפויות. השיטה היא מתן ניקוד לטכנולוגיות שונות על פי קבוצות של קריטריונים מיוחדים. הקריטריונים האופייניים מתייחסים להיבטים שונים של שגשוג כלכלי, בטחון לאומי, יתרונות יחסיים, קבילות חברתית, וכו'.

שיטת ניקוד משוכללת במיוחד פותחה בהולנד (במסגרת הפרויקט "Technology Radar" שבוצע ב-1998 , מקור [11]): נקודת המוצא היתה רשימה של 46 שטחים טכנולוגיים, שקובצו ב-9 "אשכולות". בשלב הבא נקבעה דרגת החשיבות של כל שטח, עבור כל אחד מ-22 מגזרי העסקים של הכלכלה ההולנדית (בעזרת ראיונות). על סמך דרגות החשיבות חושב מדד המייצג את התרומה היחסית של כל טכנולוגיה לשיפור היתרון התחרותי של הולנד. כמו כן חושב מדד ערך כלכלי המייצג את החשיבות של כל טכנולוגיה לכלכלה ההולנדית (בהתחשב בגדלי השוק של המגזרים השונים וכו'). מדד הערך הכלכלי של טכנולוגיה זו חושב באופן הבא:

$$EV(j) = [\Sigma GDP (i)] * [\Sigma R\&D (i)]$$

GDP (i) הוא התרומה (ב%) של המגזר העסקי i לתמ"ג

R&D (i) הוא ההוצאה על מו"פ (ב%) של המגזר i

הסיכום נעשה על כל המגזרים i שעבורם יש חשיבות לטכנולוגיה j. את המדדים של "היתרון התחרותי" ו"הערך הכלכלי" ממפים על מערכת צירים דו-ממדית, וכך מתקבלים השטחים הטכנולוגיים האסטרטגיים עבור הכלכלה הלאומית (15 שטחים, במקרה של הולנד). דוגמה למיפוי כזה (עבור "אשכול" נושאי האופטו/מיקרואלקטרוניקה) מוצגת בתרשים הבא, הלקוח ממקור [11]:

עם זאת, ראוי לציין שכפי שנקבע ע"י משרד הכלכלה ההולנדי, הפרויקט Technology Radar לא היווה תכנית למדיניות, וגם לא כמכשיר לקביעת האג'נדה של המו"פ העיתי של החברות בהולנד. כל הכוונה היתה לקבל תשומה לדיונים בין החברות לבין מוסדות המחקר בהולנד. מחקר בעל אופי דומה נערך גם באיטליה, ביוזמת מוסד פרטי ובתמיכה של תעשיות רבות. גם במחקר זה ניתנו לטכנולוגיות השונות ציונים מול מערכות של קריטריונים. אחת ממערכות הקריטריונים, לדוגמה, כללה 13 קריטריונים המודדים את האטרקטיביות של הטכנולוגיה עבור איטליה, ומערכת אחרת כללה 13 קריטריונים האומדים את הפיסיביליות של פיתוח הטכנולוגיה באיטליה. גם המחקר האיטלקי לא כלל פאזה ביצועית, אלא הסתיים במתן חבילת מידע על צרכי מחקר של המערכת המוסדית והתעשייתית, לשימושם של מוסדות ממשלתיים, ציבוריים, פרטיים, ותחיקתיים. בימים אלה נערך באיטליה מחקר שני על עדיפויות לאומיות במחקר תעשייתי, הפעם ביוזמה ומימון חלקי של הממשלה.

במחקר החיזוי הבריטי (1995), הדיונים בנוגע לעדיפויות עבור פעילות ציבורית ופרטית התנהלו במסגרת 15 פנלים (שטיפלו ב-15 תחומים טכנולוגיים), במגמה ליצור רשתות שימשיכו את תהליך החיזוי על בסיס קבוע בעתיד. גם באירלנד, ניו-זילנד, ואוסטרליה זהו עדיפויות ספציפיות, בעיקר תוך שימוש בשיטות איכותיות, ותוך הסתמכות רבה על דיוני פנלים ודיונים בפורומים רחבים יותר.

במקרה של ניו-זילנד, פרויקט ה-foresight נועד ליצור קונצנזוס לאומי רחב בנוגע ליכולות הדרושות ולאסטרטגיה הלאומית לקביעת עדיפויות. כדי להשיג זאת ננקטה גישה מאד פתוחה, תוך עידוד השתתפות רחבה בדיונים במסגרות שונות: פורומים, ועידות, כנסים מדעיים, וכן ראיונות עם מנהלים בכירים, מעצבי דעת קהל ואנשים בעלי חשיבה יצירתית בכל שכבות החברה, ותוך הפצה אקטיבית מאד של המידע בקרב הציבור באמצעות העיתונות והאינטרנט.

1.5 TA, TF ו-SI (Strategic Intelligence) כתשתית למדיניות

לפי [8], מומחי מדיניות מו"פ וטכנולוגיה בשנים האחרונות זונחים את המודלים הפשטניים של חדשנות. הם מכירים בכך שהדינמיקה של "מערכות חדשנות" (שבהן מעורבים תעשיות, מוסדות מחקר, ארגונים פוליטיים וכו') היא מסובכת מאד וקשה להבנה. טיבו של תהליך החדשנות הולך ומשתנה (צורך גובר במו"פ בין-תחומי, צורות חדשות של תקורת ואינטראקציה בין הגורמים השונים ועוד). קובעי-המדיניות צריכים לתאם את פעולותיהם מול מספר הולך וגדל של שחקנים (משרדי ממשלה רשויות מקומיות, תעשיות, יזמים, ארגוני עובדים, ארגונים חברתיים וכו'). כמו כן גוברת התחרות בין מדינות שונות, מתייקרות העלויות של פעילויות מו"פ, וגובר הלחץ על קובעי המדיניות להגדיל את האפקטיביות של המעורבות

הממשלתית במדע וטכנולוגיה. קביעת מדיניות בתנאים אלה אינה משימה פשוטה, במיוחד בכל הקשור להקצאת משאבים (מוגבלים) למימון מו"פ.

הכלים של TF ו-TA, יחד עם אבולוציה של פעילויות העבר וכלים נוספים, תורמים יחד למערכת של "Strategic Intelligence" (SI) המהווה תשתית למדיניות. מדיניות המו"פ הופכת לעניין של קישוריות (networking) בין השחקנים המבוזרים השונים (גישת bottom-up). זאת בניגוד לקבלת ויישום של החלטות "מלמעלה" (top-down).

לפי [8], אין נוסחה בדוקה באשר לניצול הנכון של כלים כמו TF ו-TA לבניית מדיניות. באופן כללי ניתן לומר שככל שהאימפקט החברתי-כלכלי של הטכנולוגיה הינו גדול יותר, מוצדק יותר לעשות שימוש משולב במגוון רחב ככל האפשר של הטכניקות הזמינות.

1.6 חיזוי כתהליך מתמשך

תהא המתודולוגיה הננקטת אשר תהיה, אין ספק שמחקרי החיזוי תורמים לפיתוח תרבות של "חשיבה קדימה" בנוגע להזדמנויות – ואיומים – של הטכנולוגיה. התהליך עוזר לאנשים לפתח מודעות לחשיבה אסטרטגית, ולהתבונן אל מעבר לפעילות ההווה. באופן מיוחד ממריץ התהליך להקדיש מחשבה ממוקדת יותר לעתיד ארוך-הטווח. הוא מעודד אנשים ממגזרים שונים לתקשר זה עם זה באופן שיטתי יותר, לשקול אפשרויות חלופיות ולחולל תחושה משותפת של התקדמות בכיוון רצוי. הוא עוזר גם לצפות השלכות שליליות העלולות לנבוע מהתמורות הטכנולוגיות.

מחקרי חיזוי חדשים, שהחלו בשנת 1999 (כגון פרויקט FUTUR בגרמניה), מדגישים מאד את חשיבות חיזוי כתהליך מתמשך בעל ערך רב לעיצוב העתיד. הדבר מורגש גם בארה"ב, שם מתחולל שינוי גישה – מעבר מפרויקטים תקופתיים של זיהוי טכנולוגיות מפתח, לתהליך רציף ומתמשך. לפי [9], "פרויקט חיזוי מוצלח הוא למעשה תהליך שאין לו סוף".

ראוי לציין שאחרי שבתחילת ובאמצע שנות ה-90 בלטו סקרי דלפי רחבי-היקף (יפן, בריטניה, גרמניה, קוריאה, צרפת), לרבות סקרים חוזרים (ביפן ובגרמניה). לקראת סוף שנות ה-90 חל שינוי בגישה בנוגע לדלפי. הדלפי האוסטרי (המתואר בפיסקה 2.1 בהמשך) תוכנן במתכונת שונה וחדשנית (דלפי- החלטות בשילוב עם דלפי כלכלי-חברתי). מדינות קטנות רבות החליטו, מסיבות שונות, לא לבצע סקרי דלפי. גם תכנית ה-foresight החדשה בבריטניה אינה מתכוונת לחזור על הדלפי. תהליך החיזוי במדינות אלה בוזר ונפתח למסגרות רבות ומגוונות של הציבור, תוך שימוש נרחב באינטרנט. בטבלה שבנספח מרוכזים נתונים על מחקרי חיזוי ב-17 מדינות שנערכו במחצית השניה של שנות ה-90. הטבלה לקוחה ממקור [6].

2. מחקרי חיזוי אחרונים במדינות נבחרות

2.1 חיזוי ומדיניות טכנולוגיה באוסטריה

מדיניות הטכנולוגיה באוסטריה נקבעת ע"י 2 משרדים: משרד המדע ומשרד הכלכלה. משרד המדע אחראי על מחקר מדעי וטרום-תחרותי. משרד הכלכלה אחראי על מו"פ תעשייתי.

מתחילת שנות ה-80 זוהה צורך במדיניות שיטתית יותר, מכוונת-מטרה. בשלב הראשון הלך משרד המדע בדרכי מדינות אירופיות אחרות ויזם תכניות לתמיכה ב"טכנולוגיות עתידיות" כמו מיקרואלקטרוניקה, חומרים חדשים וכו'. באותו זמן לא ראו צורך מיוחד במחקרי חיזוי.

ב-1997 התברר הצורך בתכנית חיזוי לאומית, כבסיס למערכת חדשנות לאומית (NSI). לשם כך נערך סקר "דלפי" אוסטרי בשנת 1998. ב-1999 הוחל בתכנית לשיתוף פעולה הדוק בין מדע ותעשייה.

הבעיה בכל NSI היא בחירת השטחים המועדפים. סקר "דלפי" עשוי לסייע לכך. קיים הבדל משמעותי בין הדלפי האוסטרי לבין הדלפי במדינות כמו יפן וגרמניה. מדינות עתירות משאבים הנמצאות בחזית הטכנולוגית, כמו ארה"ב, יפן וגרמניה השתמשו בדלפי כדי לחפש טכנולוגיות מפציעות, לרכז את מאמצי החדשנות שלהן על שווקים מפציעים, ולהרוויח מהיתרונות של מי שעושה את המהלך הראשון.

לעומת זאת, מדינה קטנה כמו אוסטריה, שהיא בעלת כלכלה משגשגת אך אינה נמצאת בחזית הטכנולוגיות החדשות, אינה זקוקה במיוחד לדלפי משלה כדי לחפש טכנולוגיות מפציעות; היא יכולה להשתמש בתוצאות מחקרי דלפי של מדינות מפותחות אחרות.

עם זאת, חשוב למדינה קטנה לאתר מגזרים וגומחות שוק שבהם יש לה יתרונות יחסיים (בהקשר לתרבות, מו"פ, מיומנות, אמצעי ייצור) שיהוו עמדת פתיחה טובה לחדשנות מוצלחת.

היתה התלבטות בשאלה האם סקר דלפי הוא הדרך הטובה ביותר לענות על צורך זה, שכן מדינות כמו הולנד ואוסטרליה בחרו לוותר על הדלפי ולהשתמש בסדנאות של קבוצות מומחים ובתסריטים.

באוסטריה העדיפו את שיטת דלפי, כדי למנוע את השפעתם של "לוביסטים", כדי לנצל את המומחיות של אנשים רבים ככל האפשר, ובעיקר - כדי להשפיע ישירות על תהליך החדשנות ע"י שיתוף מקבלי החלטות רבים ככל האפשר.

להלן ההבדלים העיקריים בין מחקר החיזוי האוסטרי לבין האחרים:

- המחקר לא עסק רק בטכנולוגיה. הדלפי הטכנולוגי הושלם ע"י דלפי חברתי-תרבותי.
- הדלפי הטכנולוגי היה בעל אוריינטציה חזקה ליישומים. לא נשאלו שאלות בנוגע להתקדמות ולמועדי המימוש של טכנולוגיות, אלא באשר לסיכויי אוסטריה להצליח בפיתוח וייזום של טכנולוגיות ספציפיות.
- הדלפי כלל ארבעה סבבים של חיפוש אחר טכנולוגיות מתאימות.
- הדלפי נבנה לא כדלפי קלאסי אלא יותר כ"דלפי של החלטות". זהו מכשיר המיועד יותר להכנת החלטות ולהשפעה על התפתחויות חברתיות מאשר מכשיר לחיזוי. בכך הוא קרוב יותר לגישת bottom-up.

באוסטריה הוחלט שדלפי-החלטות הוא המודל המתאים ביותר עבור הדלפי הטכנולוגי (שכאמור הושלם ע"י דלפי נוסף, תרבותי-חברתי), מכיוון שהמטרה היתה לא לחזות שטחים טכנולוגיים חדשים אלא למפות את השטחים והגומחות שבהם עשויה אוסטריה להשיג מעמד מוביל. שטחים אלה אינם מושפעים כל-כך ע"י חוקי התפתחות כלכליים וטכנולוגיים, אלא יותר על ידי ההחלטות והמאמצים של מדענים, יזמים,

ומנהלים, ועל ידי הציפיות, ההיסוסים, והמעשים והמחדלים שלהם. השתתפותם של גורמים אלה בדלפי-ההחלטות היא חלק מתהליך "עשיית העתיד".

הכנת השאלות בקבוצות העבודה מחייבת את השכבה העליונה של מקבלי ההחלטות לעסוק במפורש בהתפתחויות עתידיות סבירות. מילוי השאלונים בסבב הראשון מאלץ את השכבה השנייה של מקבלי החלטות לעשות את אותו הדבר.

בסבב השני הם מעומתים עם עמדותיהם של עמיתים ומתחרים, ויכולים לשנות את הערכתם באופן אנונימי. כך עשוי להיווצר סוג מסוים של קונצנזוס וכך יכול להתגבש נתיב לאומי של התפתחות והתמחות. התוצאות יכולות לשמש בסיס לגיבוש מדיניות ממשלתית.

חשוב לציין שדלפי-החלטות נבדל מהדלפי הקלאסי לא רק בהרכב המשתתפים (מקבלי ההחלטות במקום טכנולוגים), אלא גם בגישה העקרונית: ניסוח השאלות וניתוח התוצאות אינו נעשה באופן ריכוזי, אלא ע"י קבוצות של מקבלי החלטות ומומחים המעורבים בהחלטות הקטנות הרבות המחוללות את תהליך החדשנות. המומחים ה"גדולים", המעורבים בהחלטות החשובות ביותר, צריכים להשתתף בהכנת השאלות. המומחים ה"קטנים" יותר צריכים להשתתף כפנליסטים.

כאמור, מטרת הדלפי הטכנולוגי באוסטריה לא היתה לחזות שטחים טכנולוגיים מפציעים חדשים אלא לאתר את השטחים והגומחות שבהם אוסטריה תוכל להוביל ב-15 השנים הבאות (במדע שימושי, ביישום כלכלי, או ביישום חברתי-ארגוני). לסקר קדמו פעילויות מכינות: ניתוח של סקרי דלפי (קלאסיים) שנעשו במדינות אחרות כדי להעריך מגמות עולמיות, איתור רשתות של מומחים מתאימים, סקר מקדים בקרב 350 מומחים כדי לקבל התרשמות ראשונית על השטחים בעלי פוטנציאל הצלחה, ניתוח גלובלי של חוזקות וחולשות של הכלכלה האוסטרית, סקר צרכנים, וניתוח מגמות לקביעת אלמנטים שלהם ביקושים עתידיים.

"סיבוב אפס" של הדלפי היה שאלון פתוח בו נתבקשו 350 מומחים לציין את השטחים שבהם יש לאוסטריה היום מעמד מוביל, וסיכויי הצלחה בשטחים אלה בעתיד. בשני סבבי השאלון הבאים השתתפו בסך הכל 1127 מומחים מתחומי המדע, המגזר העסקי, גורמי ממשל ומייצגי צרכנים.

לפי גישת ה-"bottom-up" המובנית בדלפי-ההחלטות, הושם דגש על קבוצות מומחים, הכנת השאלות וניתוח התוצאות כבסיס ליצירת רשתות. עבור כל אחד מ-7 השטחים הטכנולוגיים שנבחרו, הוקמה קבוצה של 10-20 מומחים מקבלי החלטות (מדענים, אנשי תעשיות, גורמים ממשלתיים ומייצגי צרכנים). משימתן של קבוצות העבודה היתה ניסוח כ-40 היפותזות (התפתחויות צפויות) בכל תחום באשר למצב בעוד 15 שנה. ע"י בחירת ההיבטים המעניינים ביותר בכל תחום, הממחים זיהו, לפחות במרומז, את הגומחות המבטיחות הפוטנציאליות. עבור כל אחת מ-40 ההיפותזות (בכל תחום ותחום) התבקשו הפנליסטים להשיב על מספר שאלות: הידע הספציפי שלהם בנושא, מידת החדשנות, החשיבות, סיכויי המימוש באוסטריה, יישום כלכלי, ויישום חברתי-ארגוני. כמו כן הם התבקשו לציין אם הם מעריכים את ההתפתחויות כרצויות או לא, ואילו אמצעי מדיניות (מתוך רשימה שהוכנה מראש) הם רואים כמתאימים להבטחת המימוש של ההתפתחויות המצופות.

לפי [2], מחקר החיזוי באוסטריה נתפש כמוצלח למדי הן ע"י הממשלה והן ע"י הקהילה המדעית, והתוצאות אכן משמשות בסיס לניסוח מדיניות הטכנולוגיה הממשלתית. (מקורות: [2, 4, 5])

2.2 פרויקט החיזוי הטכנולוגי בשבדיה

הפרויקט בוצע במהלך 1999, ע"י האקדמיה השבדית מלכותית למדעי ההנדסה (IVA), המועצה הלאומית לפיתוח תעשייתי וטכני (NUTEK), המוסד השבדי למחקר אסטרטגי והפדרציה של התעשיות השבדיות. הפרויקט מומן חלקית ע"י ממשלת שבדיה, ובוצע בשיתוף פעולה עם חברות, גופים ציבוריים וגורמים מעוניינים נוספים.

המטרה היתה לחזק את הגישה המכוונת-עתיד בחברות ובארגונים, וכן לזהות ולדרג שטחי עדיפות עם פוטנציאל לצמיחה והתחדשות בשבדיה. היעד המוצהר היה לאו דווקא להגיע ישירות לקביעת מדיניות, אלא לפנות לכלל הציבור בשבדיה במגמה לעורר חשיבה ודיון שיתרמו לתהליכי קבלת החלטות. המוטו של הפרויקט היה: "אנחנו לא יכולים לתכנן את העתיד, אבל אנחנו יכולים להתכונן לעתיד".

הפרויקט תוכנן על סמך הניסיון והלקחים של מחקרי חיזוי במדינות אחרות, בעיקר בבריטניה. לבסוף הוחלט לנקוט בשיטה של פנלי מומחים. הוקמו 8 פנלים כאלה, בכל אחד כ-15 איש, כ-130 איש. פעילותם לוותה ע"י ועדת היגוי, שבין השאר איישה את פנלים ובחנה את הלקחים מפרויקטים דומים במדינות אחרות. בחירת התחומים עבור הפנלים נעשתה לא על בסיס שטחים טכנולוגיים, אלא מתוך ראיית הצרכים העתידיים. לכן נכללו פנלים בנושאים כמו "תשתית חברה", "זרימת חומרים בקהילה", "תעשיות שירותים" או "חינוך ולמידה".

הפנלים ערכו שורה של סמינרים, ועידות ומפגשים שבהם השתתפו אנשים רבים נוספים – כמה מאות בסך הכל. עבודת הפנלים החלה בינואר 99. הממצאים הוצגו בכינוס מסכם שהתקיים במרץ 2000, ויוצגו במסגרות שונות בסדרת מפגשים המתוכננת במהלך שנת 2000.

הפנלים יזמו, בהתאם לצורך, הקמת תת-ועדות שעסקו בנושאים ספציפיים. באביב 1999 עיבדו כל הפנלים, בסיוע מוסד המחקר הביטחוני השבדי (FOA) ארבעה תסריטים עתידיים. התסריטים התבססו על הנחות שונות בנוגע לאופי ההתפתחויות הצפויות בשבדיה.

הפרויקט נוהל בצורה פתוחה מאד, ובכל שלב פורסמו טיוטות ביניים באינטרנט והתקבלו תגובות והערות מכל המעוניינים. הפרויקט הוגדר כתהליך מתמשך, כשהממצאים שפורסמו במרץ 2000 אמורים לשמש כנקודת פתיחה לעידוד דיונים ציבוריים על התפתחות החברה והכלכלה בשבדיה. בין השאר, זהו בפרויקט שטחי התמחות בעלי פוטנציאל לצמיחה והתחדשות, לצורך חיזוק וטיפוח של פעילויות מכוונות-עתיד בחברות וארגונים.

חשוב להזכיר את ההיקף התקציבי של פרויקט החיזוי השבדי. עלות הפרויקט עד כה היתה 34 מיליון קרונות שבדיות (16- מיליון ש"ח). המימון התחלק באופן הבא:

17M	-	המוסד למחקר אסטרטגי
10M	-	NUTEK
7M	-	ממשלת שבדיה

2.3 מחקר חיזוי חדש בנורבגיה

ב-1998 יזמה ממשלת נורבגיה פרויקט בשם "Norway 2030", האמור להסתיים באוקטובר 2000. הפרויקט כלל שני שלבים: בשלב הראשון נבנו 20 תסריטים חלקיים ב-4 תחומים נבחרים, ע"י 4 קבוצות עבודה בין-משרדיות. התחומים הם: גלובליזציה, הסתגלות כלכלית, ערכי תרבות ולכידות חברתית, וארגון החברה ואתגרים דמוקרטיים. השלב השני כלל גיבוש תסריטים עיקריים, ע"י קבוצת עבודה מצומצמת, תוך התמקדות במגזר הציבורי.

2.4 פרויקט FUTUR בגרמניה

מטרת פרויקט FUTUR היא "לתרום לבניית חזון לעתיד באמצעות "דיאלוג אסטרטגי", לצורך הכנת החלטות ישימות מבחינה טכנולוגית, קבילות מבחינה חברתית, מכוונות-ביקוש, וסבירות מבחינה כלכלית וסביבתית". הפרויקט משלב ידע קודם (תוצאות של סקרי דלפי בגרמניה ובמדינות אחרות), ואמור ליצור מאגר ידע עבור מקבלי החלטות בתעשייה, במדע, בחינוך ובפוליטיקה. הפרויקט עושה שימוש רב באינטרנט – ראה אתר הפרויקט [10].

3. סיכום

חיזוי והערכה של טכנולוגיות נועדו לסייע בקביעת מדיניות מ"פ וטכנולוגיה, במטרה להבטיח את תשתית הידע והטכנולוגיה הדרושה לשגשוג כלכלי ולשיפור איכות החיים. בדרך כלל החיזוי נתפש כהליך של דיון סיסטמטי על אפשרויות ושיאיות בקשר לעתיד, המושפעות מהתפתחויות במדע וטכנולוגיה, ומשפיעות על פעולות והחלטות בהווה.

במספר מדינות הגיעו להכרה בכך שמדיניות טכנולוגיה אינה צריכה בהכרח לתמוך בטכנולוגיות ספציפיות אלא ליצור "מערכות חדשנות לאומיות" (NSI): אוריינטציה של פתרון בעיות, צרכים עתידיים, רשתות בין אקדמיה, עסקים ואדמיניסטרציה, וטיפוח שיתוף פעולה בין "שחקנים" רבים בפיתוח תסריטים על עתידים אפשריים. את גישת ה-top-down הריכוזית של גורמים ממשלתיים משלימה גישת ה-bottom-up המאופיינת בשיתוף פעולה בין מדענים, יזמים וגורמי ממשל.

במדינות רבות נעשה שימוש אינטנסיבי בסקרי דלפי לסוגיהם השונים לצורך מחקרי החיזוי, אם ככלי בלעדי ואם במשולב עם שיטות אחרות (תסריטים, פנלי מומחים, זיהוי טכנולוגיות קריטיות, ניתוח SWOT, עצי רלוונטיות ועוד). אחת הדוגמאות המעניינות הוא מחקר דלפי חדש יחסית (1998) שנעשה באוסטריה, בשיטה של "דלפי-החלטות" בשילוב עם "דלפי תרבות-חברתית". הדגש בפרויקט האוסטרי היה על זיהוי הגומחות הטכנולוגיות שבהן עשויה המדינה להצטיין (בניגוד לחיזוי טכנולוגיות חדשות בדלפי הקלאסי), ועל השתתפות מסיבית של מקבלי החלטות בדרגים השונים.

שלב חשוב במעבר מממצאי החיזוי (אם בשיטת דלפי ואם בשיטה אחרת) למדיניות, הוא דרוג עדיפויות – המשפיע ישירות על החלטות בהווה. אחת השיטות היא מתן ניקוד לטכנולוגיות שונות על פי קבוצות של

קריטריונים המתייחסים להיבטים שונים של תרומה לשגשוג כלכלי, בטחון לאומי, יתרונות יחסיים, קבילות חברתית, וכו'. (לתשומת לב ראויה שיטת ניקוד מיוחדת שאומצה בהולנד).

לפי התפישה המתפתחת בשנים האחרונות (בעיקר באירופה), חיזוי טכנולוגיה (TF) והערכת טכנולוגיה (TA) תורמים למערכת של "Strategic Intelligence" (SI) המהווה תשתית למדיניות. בגישה זו, מדיניות המו"פ נוצרת מתוך קישוריות (networking) בין ה"שחקנים" המבוזרים השונים (גישת bottom-up), בניגוד להחלטות "מלמעלה" (top-down). אין נוסחה בדוקה לניצול הנכון של TF ו-TA לבניית מדיניות. ככל שהאימפקט החברתי-כלכלי של הטכנולוגיה הינו גדול יותר, מוצדק יותר לעשות שימוש משולב במגוון רחב ככל האפשר של הטכניקות הזמינות. כמו כן, גוברת ההכרה בחשיבות של מחקרי החיזוי כתהליך רציף ומתמשך, ולא כפעולה חד פעמית או תקופתית. תהליך זה מחייב הקצאה של משאבים כספיים ניכרים.

מקורות

1. V. Coates, "Technology Forecasting and Assessment in the U.S.: Statistics and Prospects", Future Research Quarterly, Fall 1999, Vol. 15, No. 3, p.5.
2. G. Tichy, "Technology Assessment and Technology Forecasting in Austria", Futures Research Quarterly, Fall 1999, Vol. 15, No. 3, p. 27.
3. Rauch W. "The Decision Delphi", Tech. Forecasting & Soc.Change,15, 159-169, 1979.
4. ITA project "Delphi-Austria",
<http://www.oeaw.ac.at/ita/ebene4/e2-2e04.htm>
5. H. H. Torgersen and W. Peissl, "The Austrian Technology Foresight",
<http://www.tekno.dk/europta/Cases/AustrianForesight.htm>
6. P. Gavigan and F. Scapolo, "A Comparison of National Foresight Exercises", Foresight Vol. 01, No. 06, p. 495-517, Dec.1999.
7. "The Foresighted Society" – Swedish Technology Foresight – A Synthesis Report from the Swedish TF Project, 2000.
8. S. Kuhlmann, "Distributed Intelligence: Combining Evaluation, Foresight and Technology Assessment", The IPTS Report, Dec. 1999, p.16-22.
9. Technology Foresight in Sweden
www.tekniskframsyn.nu/summary/summary.html
10. www.futur.de
11. "Technology Radar", Dutch Ministry of Foreign Affairs, March 1998

[6] מחקרי חיזוי אחרונים במדינות נבחרות

Country	Reference	Acronym	Method	Direct link S&T policy	Time horizon (years)
UK	Office of Science and Technology – Partnership for Progress, 1995 (14 volumes)	UK95a	Panels	YES	10–20
Italy	First Report on National priorities of Industrial Research – Fondazione Rosselli, 1996	I96	Panel & KTC	NO	10
Germany	Delphi, 1998	D98	Delphi	YES	30
France	Ministry of Economics Finance and Industry – Key Technologies, 1995	F95	Panel & KTC	YES	5–10
USA	White House Office of Science & Technology Policy, Critical Technologies, 1995	US95a	KTC	YES	10–20
Japan	Science and Technology Agency and NISTEP Delphi, 1997	J97	Delphi	YES	30
Netherlands	Ministry of Economic Affairs – Technology Radar, 1998	NL98	Panels	YES	10
Austria	Delphi 1998 – Ministry of Science and Transport – Institute of Technology Assessment of the Austrian Academy of Science	A98	Delphi	YES	15
USA	George Washington University Delphi – Survey, 1996	US96	Delphi	NO	10
New Zealand	Ministry of Research, Science and Technology, 1998	NZ98	Scenarios	YES	15
Australia	Australian, Science, Technology and Engineering Council, 1996	AU97	Scenarios	YES	15
Ireland	Irish Council for Science, Technology and Innovation, Forfas, 1998	IR98	Panels	YES	15
France	Strategic Technologies Observatory – from the French Department of Industry – Key Technologies, 2005	F99 (to be finalized)	Panels & KTC	YES	5–10
USA	New Forces at Work – Industry views critical technologies – Office of Science Technology Policy, RAND Critical Technologies Institute	US98	KTC	YES	5–10
Italy	Second Report on National Priorities for Industrial Research – Fondazione Rosselli, 1999	I99 (to be finalized)	Panels KTC	YES	
Spain	First Report on Industrial Technological Foresight	E99	Delphi	YES	15
Hungary	Hungarian Technology Foresight Programme	H99	Delphi & Panels	YES	15
Sweden	Technology Foresight in Sweden	SW99 (to be finalized)	Panels	YES	10–20
South Africa	National research and Technology Foresight Project (NRFT)	SA98	SWOT Scenarios	YES	10–20
UK	UK Foresight Programme	UK99 (to be finalized)	Panels	YES	10–20

<i>International comparison</i>	<i>Vision building</i>	<i>Priority setting</i>	<i>Specific follow-up actions</i>	<i>Participation mechanism</i>
Benchmarking	Sectoral scenarios	All actors – S&T, infrastructure	Yes – very extensive	Panels, expert survey, conferences
Establish international state-of-the-art	No	Industrial R&D	No	Panels, consultations
Need for co-operation	Megatrends	General S&T	Yes	Expert survey
Benchmarking	No	Industrial S&T – public & private	R&D prog. Information campaign	Panels
Benchmarking	No	Federal R&D	No	
Need for co-operation	Societal snap-shot images	General S&T	No	Expert survey
Consolidated key technology list	No	Firm-research institute cooperation	No	Interviews
SWOT	Megatrends	Leadership opportunities	Yes in some fields	Expert survey
Indicate lead country	No		No	Expert survey
Implicit throughout	National scenarios	S&T funding priorities	Yes – planned	Very broad consultation, panels
SWOT	Sectoral scenarios	Cross-policy prioritization of S&T	No	Very broad consultation, panels
Implicit throughout	Sectoral scenarios	All actors – S&T, infrastructure	Yes	Panels, consultation workshops
Benchmarking	No	Industrial S&T – public & private	?	Panels cross-interaction
Benchmarking	No	Federal R&D	No	Interviews
		Industrial R&D	?	Panels consultation
		Industrial R&D	?	Expert survey
Benchmarking	Sectoral scenarios	General S&T		Experts survey Panels Panels
SWOT		General S&T		SWOT analysis Experts consultation
Benchmarking	Sectoral scenarios			