

ניתוח חלופות לשינוע פסולת מוצקה לאתרי טיפול והשבה

גדעון אורון, נועה גיבורי, נועם בן-נון, רעי גליקמן

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

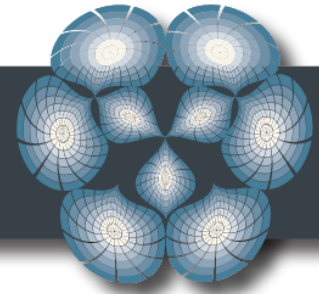
מייל לתכתובות: gidi@bgu.ac.il

אתרי הטמנת הפסולת במדינת ישראל הולכים ומתמלאים. הפתרון הנוכחי לטיפול בפסולת העירונית מבוסס על שינוע קונבנציונאלי על בסיס משאיות אל עבר אתרי המיון ומשם לאתרי ההטמנה. פתרון זה, אינו מספק מענה עתידי אסטרטגי לטווח הארוך ומהווה בעיה מבחינה כלכלית, לוגיסטית וסביבתית. נבחנו חלופות ופתרונות אפשריים אשר יספקו מענה לטווח הארוך לבעיית הטיפול בפסולת העירונית, תוך התחשבות במרכיבים כלכליים, סביבתיים תוך שקלול יכולת ההתמודדות עם כמויות הפסולת הנדרשות. החלופות שנבחנו: (א) שינוע הפסולת באופן קונבנציונאלי לאתר הטמנה, (ב) שינוע קונבנציונאלי לאתר שריפת פסולת להשבת אנרגיה, (ג) שינוע הפסולת באמצעות מערכת צינורות פניאומטית לאתר ההטמנה, (ד) שינוע הפסולת באמצעות מערכת פניאומטית אל אתר שריפת פסולת להשבת אנרגיה. לאחר מכן, נבחרו 6 קריטריונים להשוואה בין החלופות כאשר 3 מהם מתייחסים להיבט הכלכלי ושלושת הנותרים מתייחסים לשיקולים סביבתיים. בשלב השלישי בוצע מודל AHP להשוואת החלופות על סמך מתן משקל משוקלל לכל אחד מהקריטריונים. בשלב האחרון בוצעו ניתוחי רגישות להבנת השפעת משקלי הקריטריונים לבחירת החלופה המועדפת.

תוצאות מודל השוואת החלופות AHP מתייחסות תחילה למתן משקל הקריטריונים לשקלול החלופות בהסתכלות אסטרטגית עתידית: הקריטריון שדורג במקום הראשון מבחינת חשיבות הוא הנזק הסביבתי הנגרם מתהליך הטיפול בפסולת (36%), במקום השני דורג קריטריון הפגיעה הסביבתית של האתר (24%) ובמקום השלישי, דורג קריטריון ההכנסות הפוטנציאליות בהיבטי אנרגיה (20%). קריטריון עלות ההקמה ותפעול אתר הטיפול דורג במקום הרביעי (9%). לאחר שקלול הקריטריונים וביצוע השוואת חלופות בזוגות על סמך כל אחד מהקריטריונים, התקבלו התוצאות הבאות: החלופה העדיפה היא שינוע פסולת באמצעות מערכת צינורות פניאומטית לאתר שריפת פסולת להשבת אנרגיה (47%), לאחריה חלופת השינוע הקונבנציונאלי לאתר שריפת פסולת להשבת אנרגיה (31%), במקום השלישי (11%) נבחרה חלופת השינוע הקונבנציונאלי לאתר ההטמנה ולאחריה שינוע פניאומטי לאתר ההטמנה. יש לציין כי בכל אחת מהחלופות, נדרש לבצע תחילה, תהליך של הפרדה ומיון הפסולת במקור על מנת להפיק את התועלת המירבית מתהליך הטיפול.

תרומת המחקר:

יישום שיטות להובלת פסולת מוצקה ולטיפול בה



לקראת השקיה בת-קיימא בקולחים: ניתוח רב-שנתי של איכויות קולחים בישראל

אליאב שטול-טראורינג¹, נירית ברנשטיין¹, מני בן-חור¹, אריאל כהן²

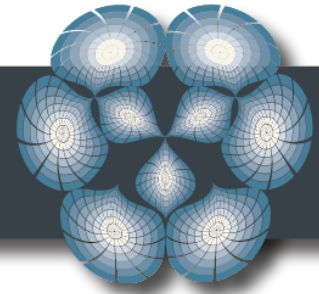
1. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)
2. רשות הטבע והגנים

מייל לתכתובות: eliav@volcani.agri.gov.il

מחסור במים, במיוחד באזורים יבשים ויבשים-למחצה, מגדיל את הצורך בפיתוח מקורות מים חליפיים להשקיה, לרבות מי קולחים מטופלים. בישראל, הנחשבת לחלוצה בתחום, משנת 2009 ואילך, קולחים הפכו למקור מים ראשי להשקיה חקלאית. לצד היתרונות של השקיה בקולחים – מקור מים יציב ועשיר בחומרי הזנה, קיימים גם חסרונות – מליחות גבוהה ופוטנציאל לזיהום מקורות מים על ידי זליגת חומרי הזנה לסביבה. במחקר זה בוצע ניתוח במרחב ובזמן לאיכות מי קולחים כפי שנדגמו למשך יותר מעשור שנים, על מנת לזהות מגמות שינויים. ניתוח התוצאות מציג ירידה משמעותית במליחות הקולחים (כלוריד, נתרן ומוליכות חשמלית) באזורים בארץ המזנים במים מתפלים לשתייה. כמו כן נצפתה ירידה בריכוזי הסיידן, וירידה גדולה יותר במגנזיום (עד 90%) ועלייה בריכוזי הבורון. ניתוח ריכוזי חומרי הזנה במים, הראתה שלמרות שקיימים הבדלים גדולים בין אזורים ושנים שונות, שטחים נרחבים הנמצאים באזורי רגישות הידרולוגית גבוהה מושקים עם איכויות קולחים החורגות מתקן משרד הבריאות. מצד שני, הקולחים בעלי ריכוז חומרי הזנה הנמוך ביותר (שפד"ן) משמשים להשקיה באזור בעל רגישות הידרולוגית נמוכה (מערב הנגב). מניתוח התוצאות עולות מספר מסקנות. ראשית, פרויקט ההתפלה שינה באופן ניכר את מליחות הקולחים, דבר הטומן בחובו יתרונות לחקלאות (מניעת פגיעה בקרקע ובצמח, והפחתת נפחי השקיה דרושים), ובנוסף מראה שקיים פוטנציאל בשימוש בקולחים לשיקום מליחות מי תהום. מחקרים נוספים נדרשים לבחינת דרכים צמצום ההשפעות השליליות שנצפו, לרוב ירידה בריכוזי המגנזיום ועלייה בריכוזי הבורון. המחקר מעלה גם את הצורך בביצוע אופטימיזציה המאפשרת מצד אחד לעשות שימוש לחקלאות בחומרי הזנה בקולחים, ומצד שני מצמצמת את הפגיעה הסביבתית. אופטימיזציה זאת יכולה להתבצע על ידי תעדוף השקיה בקולחים באיכות גבוהה (מעט חומרי הזנה) באזורי רגישות הידרולוגית גבוהה, ולהפך, תוך קביעת תקני השקיה משתנים לפי אזורי רגישות. המחקר מדגיש את חשיבות ניטור איכות הקולחים לניהול מושכל של משאב זה וקביעת מדיניות שתעודד השקיה בת קיימא בקולחים. כמו כן, ניטור תדיר של מאגרי המים והעברת המידע באופן רציף לחקלאים, תצמצם דישון יתר חליגת חומרי הזנה לסביבה.

תרומת המחקר:

גידול האוכלוסין מוביל לשני תהליכים מקבילים – לחץ הולך וגדל על מקורות המים הטבעיים, חמינות הולכת וגדלה של מי קולחים. כתוצאה מכך, מי קולחים הופכים למקור המים העיקרי הזמין להשקיה חקלאית. מגמה זו טומנת בחובה סיכונים מצד אחד, והזדמנויות מאידך. התובנות מהמחקר יכולות לסייע בגיבוש מדיניות השקיה בקולחים בישראל ובמדינות נוספות, שממקסמת את היתרונות הטמונים בה (ניצול חומרי הזנה) ומזער המפגעים הסביבתיים הפוטנציאליים (המלחה וניתרון קרקע, חליגת מזהמים לסביבה).



השפעת קירות ירוקים על הסביבה העירונית: מיקרו-אקלים

איתמר לנסקי ונעה צוקרמן

אוניברסיטת בר אילן

מייל לתכתובות: itamar.lensky@biu.ac.il

אי חום עירוני היא תופעה הנגרמת מפעילות אנושית, שבה האזור העירוני חם באופן משמעותי מהסביבה, תוצאה אשר משפיעה (לרעה) על רווחתו של האדם. קירות ירוקים על גבי בניינים בערים יכולים לשמש כפתרון מבוסס טבע לתופעות שליליות של תהליכי עיור וכאמצעי התאמה (adaptation) לשינויי אקלים. השפעתם של קירות ירוקים על הסביבה טרם נאמדה באופן מקיף ויסודי על בניין אמיתי. מטרת המחקר היא לאמוד את השפעת הקירות הירוקים על המיקרו-אקלים לאורך היממה, עונות השנה ותחת תנאים סינופטיים שונים.

במסגרת מחקר קירות ירוקים הגדול בהיקפו כיום בעולם הוקמו באוניברסיטת בר-אילן שני קירות ירוקים (כ-450 מ"ר צמחיה על כל קיר, להלן - הקניון הירוק), מערך ניטור סביבתי על הקניון הירוק ועל זוג בניינים זהים המשמשים כביקורת (להלן - הקניון האפור).

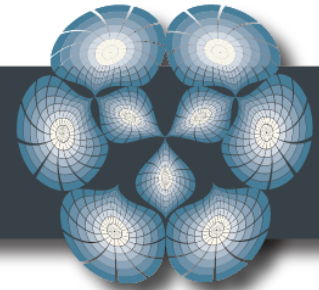
החל מאוקטובר 2019 החל ניטור סביבתי, כאשר בתחילת נובמבר 2019 הוכנסה צמחיה אנכית לקניון הירוק. נאספו נתונים סביבתיים בשני הקניונים: טמפרטורה ולחות אוויר בגבהים שונים על מפנה דרומי וצפוני ובמרכז הקניונים, מהירות וכיוון רוח בקניונים ומעליהם, קרינה ארוכת וקצרת גל עולה ויורדת בקניונים ופרמטרים פנים מבניים (טמפרטורת הקיר, אוויר, שטפי חום). הנתונים נותחו בהשוואה בין הקניונים, לאורך היממה, העונות ומצבים סינופטיים מעניינים (כגון גלי חום).

נמצאה הפחתה של קרינה (קצרת וארוכת גל) היוצאת מהקניון הירוק. הקירות הירוקים מיתנו את טמפרטורת האוויר בכמעלת צלזיוס אחת כאשר ההפחתה המשמעותית ביותר התרחשה בעיקר בגלי חום ובחודשי הקיץ ואילו בחודשי החורף הקניון הירוק נמצא יותר חם מהאפור. בפנים המבנה, בקיץ נצפתה הפחתה בטמפרטורת האוויר של עד כ-4.3 מעלות צלזיוס ועליה של עד כ-4.5 מעלות צלזיוס בחודשי החורף.

נתוני הניטור מראים על שיפור בנוחות התרמית בסביבת הקניון הירוק (ביחס לקניון האפור). ההשפעה על טמפרטורת האוויר נצפתה בכל הקומות והמפנים, אך הייתה ניכרת ביותר במהלך חודשי הקיץ במפנה הדרומי החשוף לשמש. להשפעה על הטמפרטורה הפנים מבנית יש השלכות על חיסכון בצריכת אנרגיה.

תרומת המחקר:

תוצאות מחקר זה ישמשו כבסיס לבחינת ההשפעה של קירות ירוקים על בריאות הציבור והערכה כלכלית (עלות/תועלת) של קירות ירוקים. מידע זה יתמוך בהבנת הפוטנציאל של קירות ירוקים (פתרונות מבוססי טבע) לשיפור התנאים הסביבתיים בערים ובקבלת החלטות הקשורות לתכנון ערים ובפרט כאמצעי התאמה (adaptation) לשינויי אקלים.



בחינת המושג "קומפוסטציה מהירה" במתקן תעשייתי על בסיס סימולציות בקנה מידה מעבדתי

שלומי אואזנה¹, עמית גרוס¹, יעל לאור²

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב
2. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)

מייל לתכתובות: oazana@gmail.com

קומפוסטציה הינו תהליך פירוק ביולוגי אירובי של חומרים אורגניים בתנאים מבוקרים של טמפרטורה (תוך מעבר דרך שלב תרמופילי), כאשר התוצרים הסופיים של התהליך הם חומר אורגני מיוצב, מים, פד"ח ומינרלים. השיטה הנפוצה כיום לביצוע קומפוסטציה הינה בערימות פתוחות עם סדרת היפוכים, אולם מפגעי הריח הנלווים לתהליך מאיצים את הקמתן של מערכות סגורות ומבוקרות עם אוורור מאולץ דוגמת יריעות סופחות, שרוולים וריאקטורים. הצורך הכלכלי בהפעלת מתקנים סגורים אלו הינו למזער ככל הניתן את משך התהליך ביחס לזה הנהוג בערימות פתוחות (מספר חודשים) ובלבד שהתוצר הסופי ימצא מתאים לשימוש עבור חלק מהיישומים הנדרשים. בעבודה זו נבחן המושג "קומפוסטציה מהירה" במתקנים סגורים עם אוורור מאולץ, על בסיס סימולציות בקנה מידה מעבדתי. לשם כך, בוצעה סדרה של סימולציות עם בוצת מט"ש באמצעות מערכת הכוללת חומרה ותוכנה לסימולציה ואופטימיזציה של תהליכי קומפוסטציה בקנה מידה מעבדתי בשימוש בקר מתוכנת. המערכת שפותחה בנוה יער כוללת שבעה ריאקטורים הטבולים בנפרד באמבט מים ומצוידים בחיישני זמן אמת של טמפרטורה, חמצן ופד"ח ובקרים ממוחשבים המאפשרים שליטה וניטור בפרמטרים אלו לאורך תקופת הקומפוסטציה. כלל התוצאות מתוך הסימולציות הראו כי בתוך שבועיים בלבד, בין 26-30% מתכולת הפחמן ההתחלתית השתחררה כפד"ח. כמו כן, בפרק זמן קצר זה חלה דעיכה משמעותית בפוטנציאל היווצרות חום (73-82%) ופליטת הריח (87-99.5%). הדעיכה בריח משויכת בעיקרה (94%) לדעיכה בריכזי אמוניה, דימתיל דיסולפיד, ודימתיל טריסולפיד. המשך המחקר מתמקד בסימולציה של פרמטרים מרכזיים בתהליך והשפעתם על תהליכי פירוק ופליטות גזים (דוגמת פד"ח, מתאן, אמוניה) וריח בתהליך. כך לדוגמא, בחינת שחרור פחמן כפד"ח וכמתאן בתהליך עם אוורור שאינו אופטימלי, ממצא שעשוי לשמש לעזר עבור תפעול מיטבי של המפוח המשמש במערכת תעשייתית סגורה. בהתחשב בכך כי במשך פרק הזמן הקצר טרם ניתן להגדיר את הקומפוסט כבשל ע"פ הקריטריונים המקובלים לבשלות, המחקר עשוי לשמש כבסיס לקבלת החלטה באשר לצורך בשלב הבשלה עבור תהליך קומפוסטציה במתקן תעשייתי כמו גם אופן הפעלת התהליך.

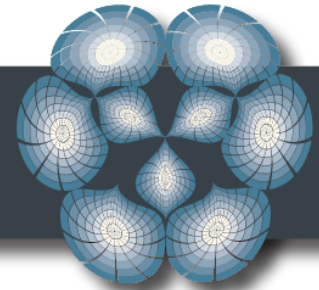
תרומת המחקר:

המחקר עשוי לשמש כבסיס לקבלת החלטה באשר לצורך בשלב הבשלה עבור תהליך קומפוסטציה במתקן תעשייתי כמו גם אופן הפעלת התהליך.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



שימוש כפול בקרקע למתקנים פוטו-וולטאיים: התרומה האנרגטית, הכלכלית והסביבתית של כיסוי קרקע צמחי בחוות סולאריות

אביתר אראל¹, ג'וליאן לוף², לוטן טלשיר², יובל קיי³, לירן בן אלטבט², דוד מנינגר²

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב
2. גיאוטבע – ייעוץ ותכנון סביבתי
3. מ"פ רמת הנגב

מייל לתכתובות: erell@bgu.ac.il

הקרקע במתקנים סולאריים עוברת הכשרה הכוללת ניקוי וחישוף של השטח מצמחיה, ולאחר הקמת הפאנלים הפוטו-וולטאים מתפתחים מיני צומח פולשים וסגטליים. מחקר אשר נערך במתקן בנגב בחן אם שילוב צמחייה בשטח יכול להביא להגדלת תפוקת החשמל, לספק יבול חקלאי, לסייע בשימור הקרקע ולאפשר קיום של מערכת סביבתית מגוונת. בשטח המתקן אותרו שלוש חלקות ניסוי בנות 2.2 דונם כל אחת: בראשונה נשתלו צמחי גירניום לימוני, בשנייה צמחי דיכונדרה זוחלת וסיגל קיסוסי, ואילו השלישית שימשה כחלקת ביקורת. בכל חלקה נרשמו כל 10 דקות טמפרטורת האוויר, לחות יחסית, כל רכיבי מאזן הקרינה (גלים קצרים וארוכים), וכן המתח והזרם החשמלי בפאנלים והטמפרטורה שלהם במספר נקודות. בתחנה מטאורולוגית בגבול האתר נרשמו תנאי הסביבה: טמפרטורת אוויר, לחות, מהירות וכיוון רוח וקרינת שמש במישור הפאנלים. נוכחות הצמחייה הביאה להורדת טמפרטורת הפאנלים בשיעור של עד 3 מעלות (בשעות הצהרים בקיץ), וכתוצאה מכך נרשמה עלייה בנצילות שלהם וגידול בתפוקת החשמל בשיעור ממוצע של 0.7-1.2%. ניתוח של מאזן האנרגיה בכל שדה מראה שהגורם העיקרי להורדת טמפרטורת הפאנלים הוא הירידה בקרינת השמש המוחזרת כלפי הצד התחתון של הפאנלים במעברים בין שורות הפאנלים וההפחתה בפליטת קרינה אינפרה אדומה מהצמחייה, בהשוואה לקרקע מדברית חשופה. קציר מדגמי של הצמחייה בחלקות הניסוי מראה כי אף כי היתה פחיתה ניכרת במסה הצמחית באזור הנמצא בצל חלקי מתחת לפאנלים בהשוואה לצמחייה אשר חשופה לשמש מלאה, גידול חקלאי מתאים – רב-שנתי, גובה נמוך, התאמה לשמש וצל חלקי, ומתאים לקציר במיכון חקלאי – עשוי להניב כ-50% 60% מהתפוקה לשטח דומה המיועד לחקלאות בלבד. ניתוח כלכלי מראה שהערך המשולב של קרקע בשימוש כפול (Land Equivalent Ratio) עשוי להיות גבוה בשני שליש בהשוואה לשטח שהיה נדרש להפיק כל אחת מהתועלות בנפרד. גידולים חקלאיים מתאימים מפחיתים את הצורך בריסוס עונתי לדיכוי צמחיית בר הנעשה כיום בשדות סולאריים, ומסייע בהפחתת הנגר העילי וסחף הקרקע. מעברים לבעלי חיים אשר הותקנו בגדרות המתקן אפשרו מעבר מגוון גדול של מינים מדבריים, ובאתר תועדה בלילות פעילות ערה.

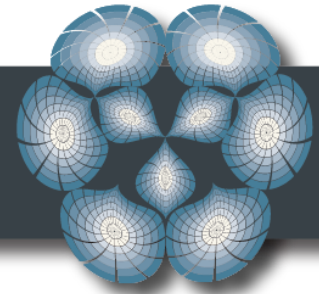
תרומת המחקר:

בכדי לעמוד ביעדים אשר קבעה ממשלת ישראל להפקת אנרגיה ממקורות מתחדשים, יהיה צורך (לפי רשות החשמל) במתקנים קרקעיים בהיקף של 36,000 דונם עד לשנת 2030. המועצה הארצית לתכנון ובנייה מעוניינת לקדם מתקני ייצור פוטו-וולטאים ככל הניתן בשטחים מבונוים ובשימוש דואלי, ואילו משרד החקלאות מבקש להימנע מהקצאת קרקע המתאימה לחקלאות למטרה זו. המחקר מציג לראשונה בארץ נתונים מפורטים על התרומה האנרגטית, הכלכלית והסביבתית של כיסוי קרקע צמחי בחוות סולאריות.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



חיזוי משקעים עונתיים בארץ במאה ה-21 בשיטה של משטרי מזג אוויר

דוריטה רוסטקיי-אדלשטיין¹, אסף הוכמן², פבל קונין³, פנחס אלפרט⁴, צבי הרפז⁴, הדס סערוני⁴

1. מכון ביולוגי והאוניברסיטה העברית
2. Institute of Meteorology and Climate Research, Karlsruhe Institute of Technology, Eggenstein-Leopoldshafen, Germany
3. LSRI
4. אוניברסיטת תל אביב

מייל לתכתובות: drostkier@yahoo.com

תכנון של שימוש במשאבי המים הוא קריטי באזור צחיח למחצה כמו המזרח התיכון. האזורים הרלוונטיים מאופיינים על ידי טופוגרפיה מורכבת ורצועות חוף, ושונות מרחבית גדולה במשקעים העונתיים. מודלים אקלימיים גלובליים מספקים מידע חלקי על תופעה בסקאלה מקומית כמו משקעים, בעיקר בגלל הרחלוצה הגסה שלהם. במחקר זה הופעלו אלגוריתמים לירידה סטטיסטית בסקאלה עבור 18 תחנות מדידת גשמים בישראל בארבעה אגנים הידרולוגיים בגבהים שבין מינוס 200 ו-1000 מטר מעל גובה פני הים. האלגוריתמים מבוססים על משטרי מזג אוויר ואנלוגים בסקאלה הסינופטית בעבר ועל המשקעים בתחנות המדידה. כדי לחזות משקעים עונתיים באקלים עתידי בכל אחד מהאגנים ההידרולוגיים, האלגוריתמים הופעלו על שישה מודלים מתוך הפרויקט להשוואה הודית פאזה 5 (CMIP5) עבור אמצע וסוף המאה ה-21, לפי התרחישים RCP4.5 ו-RCP8.5. כל החישובים מראים ירידה משמעותית במשקעים העונתיים עבור המאה ה-21 של עד ל-50%, עם שונות בהתאם לתרחיש, האלגוריתם והאגן הידרולוגי. הירידה בכמות המשקעים מתונה יותר במקרה של שימוש באלגוריתם של משטרי מזג האוויר כיוון שהוא מסתמך על משקעי יומיים ממוצעים עבור כל קבוצה של משטרי מזג האוויר, בעוד שהאלגוריתם המבוסס על אנלוגים מסתמך על גשם יומי של אנלוגי עבר יחידים ולכן משחזר טוב יותר את הזנבות של ההתפלגות. נוסף לכך, האלגוריתם המבוסס על אנלוגים מעריך עלייה משמעותית באירועי גשם קיצוניים. הירידה במשקעים העונתיים היא תוצאה של ירידה בתדירות של מערכות סינופטיות האחראיות למשקעים וגם של הירידה במשקעים היומיים בתחנות. למרות שאחזי הירידה די דומים בין התחנות (אותה הירידה במספר המערכות הסינופטיות האחראיות לגשם המשפיעה על האזור כולו), הערכים העתידיים בכל תחנה הם שונים כיוון שהם מאופיינים על ידי כמויות משקעים עונתיות שונות הנובעת ממיקומם. במקרים מסוימים הירידה במשקעים יכולה להוביל למעבר של אזורים מסוימים לצחיחים למחצה ולמדבריים, לא כפי שהם מאופיינים כיום. ניתן בקלות להפעיל את השיטות של ירידה סטטיסטית בסקאלה שיושמו במחקר על אזורים אחרים בהם זמינים מאגרי מידע ארוכי טווח של תצפיות משקעים.

תרומת המחקר:

למחקר תרומה משמעותית להיערכות משק המים במדינת ישראל לקראת מחצית וסוף המאה ה-21