

# האם ישראל ערוכה לאסונות רבי נפגעים?



## מודל לניקוי וחיטוי מיטביים של מערכות אספקת מים לאחר אירוע זיהום

אבי אוסטפלד - הנדסה אזרחית וסביבתית, טכניון - מכון טכנולוגי לישראל;  
אלעד זלמונס - חברת Optiwater

רשתות אספקת מי שתיה זקוקות לטיפול וניקוי באופן שוטף. הטיפול מבוצע באופן תקופתי, לאחר והחלפת קווים. אופן הטיפול חשוב במיוחד, לאחר חדירה של זיהום למערכת. לאחר בידודו של מקטע רשת האספקה המזוהם, יש לדאוג לבחור בשיטות הטיפול המתאימות כדי לטפל במזהם ולהסירו ממקטעי הצנרת טרם השבת הצנרת לשימוש. הטיפולים ברשתות אספקת מים כוללים טיפולים ממספר סוגים המתאימים למקרים שונים. טיפולים הידראוליים, טיפולים מכניים וטיפולים כימיים, הכוללים החדרת חומרים כימיים ומחטאים, דוגמת כלור לתוך הצנרת. המתודולוגיה של מחקר זה לניקוי וחיטוי מיטביים של מערכות אספקת מים לאחר אירוע זיהום, מתבססת על הדמיה ואופטימיזציה באמצעות אלגוריתמים גנטיים, כאשר פונקציות המטרה הינן מינימום של חומר מחטא המוזרק לרשת או הזמן המינימאלי הנדרש למלא

בסוף חודש ספטמבר 2016 התקיים באוניברסיטת חיפה כנס, שיזם ד"ר אשר וטורי ואורגן על ידי חברת עדין אחזקות, שהעלה סמצאים מטרידים ופתרונות חדשניים להתמודדות עם אסונות טבע ואירועים רבי נפגעים • מגזין "הנדסת מים" מביא את תקציר המצגות מסיטב המרצים שהופיעו בכנס



דני לקר, מנהל היחידה לביטחון מים ברשות המים בפתח מושב "בטחון מים" שאורגן על-ידי, צילום: אוראל כחלון



ח"כ יעל כהן פארן עם מארגני הכנס ד"ר אשר וטורי (שמאל) ורענן עדין (ימין), צילום עדין אחזקות

## מוכנות תאגיד מי-עכו למצב משבר וחירום

מאמון נג'סי - מנהל ביטחון מים וחירום, סי עכו

האם אנחנו מוכנים? איך בודקים זאת? באלו כלים? רשות המים בישראל שיפרה משמעותית את היערכותנו לחרום כמדינה ותרמה רבות להתחזקות הרשויות וספקי המים והתאגידים. אנו כתאגיד ביצענו את הנחיות רשות המים, שיתפנו פעולה עם כל גופי החרום המקומיים ובעיקר איגדנו את היערכותנו בחרום בתיאום מלא עם העירייה. האם זה הספיק? לא... עד שכל גוף שאחראי על משק מסוים בחירום ישתף את האוכלוסייה שהוא משרת, לא נהיה חסונים ולא נדע לפעול כראוי בחירום. עלינו להתאים את מודל ועקרונות התגובה בחירום לאזרח ברשות ולא ההיפך. לנתח את התרבויות הנכללות בכל עיר ולמצוא דרכים להגיע לאוכלוסיות השונות בתוכה, וליצור אצלם עניין להיות אקטיביים בעת משברים רחבים למען קהילתם. חוסן ותפקוד רציף בחרום נאסף בחתיכות קטנות המרכיבות את הפאזל השלם אשר אינו נרכש במודלים כוללים בלבד.

## עקרונות ההתמודדות במשברי מים

דני לקר - ראש האגף לביטחון מים וחרום, רשות המים

הרשות הייעודית למים לשעת חירום, בראשות מנהל רשות המים והביוב, פועלת במסגרת מערך משק לשעת חרום והוקמה על פי החלטות ממשלת ישראל. כמו גם 24 רשויות ייעודיות אחרות, עליה לבצע שורה של פעילויות לצורכי הכנת הרשויות המקומיות לשעת חירום ומשבר מים. הרשות הייעודית למים לשעת חרום מופעלת על ידי היחידה לביטחון המים ברשות המים והביוב ובהתאם לתפקידים ולסמכויות ברורים שהוגדרו בחוק למנהל רשות המים והביוב, באשר לטיפול באירועי פגיעה במים והבטחת אספקת מים ברגיעה ובחירום. תפיסת ההפעלה שגובשה לטיפול באירועי חירום ומשברי מים מחייבת את כל הגופים השותפים לבצע פעולות במתווה אחיד ומוסכם, על מנת להבטיח יעילות במניעת הפגיעה במים, בביצוע ההכנות הנדרשות, בהערכות לתגובה ובטיפול באירועי חירום ומשברי מים. כל הגורמים הנושאים באחריות יפעלו למילוי תפקידיהם המקצועיים בתאום ובשילוב מרבי עם יתר הגופים המעורבים באירוע, על מנת להבטיח מתן מענה מיטבי במסגרת הטיפול המערכתית במשבר. יחידת ביטחון המים תתאם בין המגזר האזרחי והצבאי, הואיל ושני המגזרים ניזונים ממערכת אספקת מים אחת. פגיעה במערכת המים יכולה להתרחש כתוצאה מאסונות טבע כמו רעידת אדמה, צונאמי או שיטפונות, כתוצאה מפגיעה מכוונת של גורמים עוינים כמו

את הרשת בחומר המחטא בריכוז הנדרש. האילוצים הם מספר נקודות הניקוז האפשריות, וריכוז החומר המחטא המינימאלי הנדרש. משתני ההחלטה הם המיקומים של נקודות הניקוז אשר ישמשו בפועל וכן הספיקות הנדרשות בכל אחת מנקודות ניקוז אלו. האלגוריתמים נבחנו בהצלחה על מספר רשתות, דוגמה באמצעות ריצות בסיס וניתוחי רגישות.

## אבטחת איכות וביטחון מים - היבט של ספק המים

ד"ר שי טזרא - מנהל יחידת איכות מים, חברת מקורות

אספקה סדירה של מי שתייה היא אחד המרכיבים החשובים בשמירת החוסן והעמידות של האוכלוסייה. כל פגיעה או החדרת זיהום למערכת אספקת המים יכולה להוות איום משמעותי לביטחון המים ובריאות הציבור. המפתח לתגובה ומתן מענה אפקטיבי לאירוע של זיהום הוא קיצור הזמן בין רגע חדירת הזיהום, לרגע בו מיושמת תגובה אפקטיבית אשר ממזערת את השלכותיו. לפיכך, קבלת אינדיקציה לגבי אירוע זיהום חשוב שתתקבל סמוך ככל הניתן לרגע בו חדר המזהם למערכת אספקת המים, רצוי בזמן אמת. בשל הסיכון הגדול הכרוך באירוע זיהום אקוטי מים, יש צורך להרחיב את מערך הניטור ואת טווח המזהמים המנוטר. חשוב להדגיש, כי מערכות הניטור והתרעה מוקדמת על חדירה של זיהום אקוטי למערכת אספקת המים הן רק חלק ממערך תגובה הכולל: מניעה ועיכוב, גילוי, זיהוי, הכלה וטיפול ראשוני, שיקום, ונהלי חזרה לשגרה. כל הפעילויות האלו צריכות להיכלל בנהלים ובתוכניות מגירה.

השיקולים המרכזיים לתכנון תחנת ניטור המשמשת ליצירת התרעה מוקדמת על חדירת זיהום אקוטי למים: כיסוי טווח רחב של מזהמים פוטנציאליים; ספי גילוי וזמני תגובה; אמינות הזיהוי ותדירות התרעות השווא; עלויות הקמה ואחזקה. כמו כן, רצוי שהניטור ישמש הן לשיפור הבקרה על איכות המים המסופקים והן ליצירת התרעה מוקדמת על חדירה של זיהום אקוטי למים.

כיוונים בולטים בניטור הרציף: מערכות להתרעה מוקדמת על חדירת זיהום המבוססות על תבחינים ביולוגיים; מערכות המבוססות על בליעת המים בתחום האולטרה סגול ובתחום הנראה; מערכות לזיהוי אירועים המבוססות על אלגוריתמים המנתחים את הפרמטרים הנמדדים בצורה אינטגרטיבית ומתריעים על שינויים בהתנהגות ה"נורמאלית" של הנתונים; ומערכות ניטור המותקנות בתוך הקו ולא זקוקות לתחנות גדולות ומורכבות.

## ערים עמידות למצבי קיצון בתחום המים

אורי שמיר - פרופ' אמריטוס, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

רוב הערים מקבלות את חלק הארי של המים שלהן ממקורות מחוץ לגבולותיהן ורק חלק ממקורות מקומיים: מי תהום, מים עיליים שמקורם מחוץ לשטח העירוני וזורמים דרך העיר, משקעים ניגרים שנוצרו באזור העיר, ושימוש במים מתוקים מקומיים, אפורים ואף מחזור שפכים. אספקת מים ממקורות חיצוניים עומדת בפני תחרות של ערים מקבילות אחרות, וזמינותם ואיכותם מתדרדרים בשל שינויי האקלים ודרישות סביבתיות, למרות שחלק מן הערים בישראל חסונות במידה רבה ללחצים כאלה, בשל הטמעתן של מערכות התפלה. תנאים אלה מעלים את החשיבות לשיפור התיאום באספקה אזורית, תוך הדגשת ניהול הצריכה העירונית, ובשימוש במקורות מקומיים.

### העקרונות החשובים ביותר של ערים עמידות למצבי קיצון בתחום המים:

1. ניהול מושכל של אספקת המים שמקורה מחוץ לעיר, תוך חישוב לאספקת אמינה מבחינת כמות ואיכות המים, בשילוב ניהול צריכה ושימוש של מקורות מקומיים;
2. תיאום השימוש בקרקע ותכנון כיסויי קרקע עם מקורות המים האזוריים, במטרה למקסם השימוש במי גשמים ולמזער סיכויי שטפונות;
3. תכנון רישות המים וניהול עם תשתיות ומערכות עירוניות מקבילות;
4. תכנון אפקטיבי ויעיל, עיצוב, תפעול וניהול מים, שפכים ומערכות מי גשמים, באמצעות ניהול צריכה, טכנולוגיות ושיטות מתקדמות לשיפור השירות וצמצום עלויות;
5. גמישות בהתמודדות והתאוששות נורמלית מכשלונות/אסונות ענק של מערכות תשתית ובקרה;
6. תאגיד מים, חזק ויעיל מבחינה ניהולית, כלכלית וטכנית;
7. מסגרת חוקית, רגולטורית ופיננסית תומכת, התורמת לניהול מים עירוני באופן יעיל וגמיש.

## תכנון משק מים אופטימלי לבסיס צבאי - קריית הקיימות

רענן עדין - מנכ"ל, עדין אחזקות ייעוץ ופתרונות מים

משרד הביטחון מוביל חזון של בסיסים ברי קיימא שמלווה את בנייתם של בסיסי צה"ל החדשים, בין השאר במטרה להביא לשיפור משמעותי בתנאי החיים בבסיס ולהתייעלות. לצורך זה הוגדרה "קריית הקיימות", כמקרה בוחן של בסיס המתוכנן ל-10,000 חיילים, וכן תרחישי פעילות שמאפיינים שגרה, חירום ושגרת חירום.

במסגרת זו נבנה מאזן מים מלא של הבסיס שכלל את צרכי המים הכלליים, מגדלי הקירור וההשקיה, שמהווה מרכיב מרכזי בתכנון הנופי ובשיפור רווחת החיילים. מאזן המים הראה שהשבת שפכים והשימוש בקולחים בבסיס יכולים לחסוך עד 40% מצריכת המים השפירים של הבסיס. בוצע ניתוח כלכלי שכלל את עלות ההקמה והתפעול של "מרכז השבת מים" מתאים והוצגה כדאיות כלכלית עם החזר השקעה של פחות מ-5 שנים. במקביל, מתבצעות עבודות על משק המים של בסיסים קטנים יותר בהם ככל הנראה אין הצדקה להקמת מרכז השבת שיטפל בכל השפכים אלא טיפול במים אפורים ובמי המוצא של מגדלי הקירור בלבד.



סא"ל אורלי ביטון מפיקוד העורף עם מארגני הכנס ד"ר אשר וטורי (ימין) ורענן עדין, צילום עדין אחזקות

במלחמה, באירועי טרור (במקרים כאלה הפגיעה יכולה להיות קונבנציונאלית או בלתי קונבנציונאלית), או במקרה של תקלות טכניות או תפעוליות. בכל אחד מהמקרים הפגיעה יכולה להיות באספקת המים או באיכותם. חלוקת מים בחרום: הרשויות המקומיות ותאגידי המים נערכים מראש ומתרגלים הקמה והפעלה של תחנות לחלוקת מים בפריסה רחבה בישובים. בתחנות אלו יחולקו לתושבים מים ממיכלים או מים מינרלים. תחנות החלוקה תימצאנה במקומות נגישים לציבור.

מלאי המים הקיים בארץ לחרום מערכת המים של מדינת ישראל היא מערכת מבוצרת עם יתירות כמותית גדולה מאוד ועל כן אין סבירות לכך שלא תהיה במדינה כמות מספקת של מים לשתייה. יחד עם זאת במצב של הרס תשתיות מאסיבי, יתכנו חוסרים זמניים במים באזורים שונים בארץ כתוצאה מהצורך להוביל את המים מאזורים שלא נפגעו. כמו כן, ידרשו מים לתפקוד המשפחה גם בפרק הזמן שיחלוף עד להתארגנות הגורמים השונים לחלוקת מים. על כן, מומלץ להחזיק בבית ערכת מים וסניטציה לחרום הכוללת מלאי מים ומספר מוצרים חיוניים לשמירה על היגיינה אישית וסביבתית.

רשות המים התמחתה בטיפול במשברי מים ואף תרגלה את הנושא פעמים רבות. כתוצאה מכך, הפך משק המים בישראל ורשות המים למומחי תוכן בינ"ל בתחום. נכון להיום, מסייעת רשות המים ביעוץ והעברת מידע בתחומים אלו בכל העולם, ורשות המים סיעה ביעוץ ובמשלוח ציוד באירועי אמת אשר התרחשו בעולם.

## היבטים בריאותיים של שינויי אקלים בערים עם אקלים ים תיכוני, ותוכניות אדפטציה מקומית

מיה נגב - בית הספר לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה; שלומית פז - המחלקה לניאורופיה ולימודי סביבה, אוניברסיטת חיפה; מנפרד גרין - בית הספר לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה

ערים עם אקלים ים תיכוני רגישות במיוחד לסיכונים בריאותיים, כתוצאה משינויי האקלים, שכן הן ממוקמות מבחינה ביו-גיאוגרפית כאזורים חמים, החווים חלק מן התופעות החזקות ביותר של שינויי האקלים. המוזכרים לעיל זיהו חמש ערים עם אקלים ים-תיכוני שפיתחו מדיניות המותאמת לשינויי אקלים: אדלייד, ברצלונה, קייפטאון, לוס אנג'לס וסנטיאגו. מעבר לאקלים הים-תיכוני הדומה שלהן (למרות שסנטיאגו שונה במקצת), הערים מאופיינות בהבדלים סוציו-אקונומיים שונים ובהיבטים שונים נוספים. כל תכנית עירונית נבדקה במטרה לראות כיצד היא מטפלת בשינויים הקשורים באקלים ובהשלכות הבריאותיות בקרב תושבי העיר. הערים שנבדקו מטפלות ברוב הסוגיות הקשורות לאקלים ולסיכונים הבריאותיים שעלולים להשפיע על בני האדם, כולל עליית טמפרטורות, הצפה ובצורת, והתוכנית אף מזכירה כיצד לצמצם השפעות שליליות אלו ברחבי הערים. המוזכרים לעיל מביאים מספר המלצות שונות לערים עם אקלים ים תיכוני, בהתאם לצרכים, לאתגרים ולפגיעות המקומית: הערכת סיכונים בריאותיים, ניהול אירועים קיצוניים והתאמה לטווח ארוך, בין היתר.