

מאגרי קולחים בישראל

ניתוח איכות מים להשקיה בשנים 2006-2016



אריאל כהן ומתן ישראלי
תחום סקרים ומחקרים סביבתיים, חטיבת מדע
רשות הטבע והגנים

פברואר 2018, אדר תשע"ח

תודות

עבודה זו נעשתה בעזרתם המקצועית של האנשים הבאים

גיא רשף - האגף לאיכות מים, רשות המים
ד"ר הראל גל - האגף לאיכות מים, רשות המים
דני גרינוולד - האגף לסיוע, רשות המים
אבי אהרוני - המחלקה להשבת קולחים, חברת מקורות
לילך שטרסלר - המחלקה להנדסת מים, חברת מקורות
יובל סבר - תחום ניטור נחלים, רשות הטבע והגנים
עוזאד רכאד - תחום איכות מים, רשות הטבע והגנים
אבי ראובן - תחום איכות מים, רשות הטבע והגנים
שירי בירן - תחום איכות מים, רשות הטבע והגנים
דותן חרוש - תחום איכות מים, רשות הטבע והגנים
עידן ידין - תחום איכות מים, רשות הטבע והגנים
יאיר מולאי - תחום איכות מים, רשות הטבע והגנים
אורית כ"ץ - תחום איכות מים, רשות הטבע והגנים
יואב גרינברג - תחום איכות מים, רשות הטבע והגנים
יוסי הראל - תחום איכות מים, רשות הטבע והגנים
אמנון גורודנצ'יק - תחום איכות מים, רשות הטבע והגנים

תמונת השער:

מאגר צרעה א', שפלת יהודה

תוכן עניינים

מספר	תאור	עמוד
	תקציר	4
1.	מבוא	6
1.1	מטרות העבודה	8
1.2	שיטות העבודה	8
2.	ניתוח נתוני איכות המים במקורות הקולחים בשנים 2006-2016	10
2.1	כלוריד	11
2.2	צריכת חמצן ביולוגית (B.O.C)	15
2.3	בורן	19
2.4	חנקן כללי	22
2.5	נתרן	25
2.6	יחס ספיחת נתרן (SAR)	29
3.	סיכום ומסקנות	32
	נספחים	
	נספח מס' 1: מקורות הקולחים בהם לפחות אחד מהפרמטרים המנותחים מאופיין באיכות גרועה	

רשימת מפות

מספר	תאור	עמוד
1.	ריכוזי כלוריד במקורות הקולחים בשנים 2010-2016	13
2.	שינויים בריכוזי הכלוריד במקורות הקולחים בין השנים 2010-2016	14
3.	ריכוזי צח"ב במקורות הקולחים בשנים 2010-2016	17
4.	שינויים בריכוזי הצח"ב במקורות הקולחים בין השנים 2010-2016	18
5.	ריכוזי בורן במקורות הקולחים בשנים 2010-2016	21
6.	ריכוזי חנקן כללי במקורות הקולחים בשנים 2010-2016	24
7.	ריכוזי נתרן במקורות הקולחים בשנים 2010-2016	27
8.	שינויים בריכוזי הנתרן במקורות הקולחים בין השנים 2010-2016	28
9.	ערכי SAR במקורות הקולחים בשנים 2010-2016	31

רשימת טבלאות

מספר	תאור	עמוד
1.	ריכוזי כלוריד במקורות הקולחים בשנים 2006-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים	11
2.	ריכוזי צח"ב במקורות הקולחים בשנים 2010-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים	15
3.	ריכוזי בורן במקורות הקולחים בשנים 2006-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים	19
4.	ריכוזי חנקן כללי במקורות הקולחים בשנים 2006-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים	22
5.	ריכוזי נתרן במקורות הקולחים בשנים 2010-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים	25
6.	ערכי SAR במקורות הקולחים בשנים 2010-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים	29

רשימת תרשימים

מספר	תאור	עמוד
1.	השתנות ריכוזי הכלוריד במקורות הקולחים בשנים 2006-2016	12
2.	השתנות ריכוזי הצח"ב במקורות הקולחים בשנים 2010-2016	16
3.	השתנות ריכוזי הבורון במקורות הקולחים בשנים 2006-2016	20
4.	השתנות ריכוזי החנקן הכללי במקורות הקולחים בשנים 2006-2016	23
5.	השתנות ריכוזי הנתרן במקורות הקולחים בשנים 2010-2016	26
6.	השתנות ערכי ה-SAR במקורות הקולחים בשנים 2010-2016	30

תקציר

השקיה בקולחים מהווה פוטנציאל זיהום למים, לקרקע, לאיכות הגידולים וכן למפגעים סביבתיים ותברואתיים נוספים. סכנות אלו תלויות בעיקר באיכות הקולחים.

במט"שים גדולים נערכות בדיקות יומיות המספקות מידע איכותי וכמותי בנוגע לתהליכי הטיפול. לעומת זאת, מידע אודות תהליכים המתרחשים במאגרים ומשפיעים על איכות המים הינו מוגבל. המטרות העיקריות של עבודה זו הינן מעקב אחר איכות המים במקורות הקולחים המיועדים להשקיה חקלאית והערכת מגמת השינוי בפרמטרים עיקריים של איכות מים במקורות הקולחים לאורך השנים. עבודה זו עשויה לשפר את מאגר המידע האיכותי, שיסייע לתפעול משק הקולחים. דיגום מי הקולחים מבוצע במוצאי המאגרים / המט"שים. איכות מי הקולחים נבדקת לאורך כל השנה, ובמיוחד בסמוך לניצול הקולחים להשקיה חקלאית.

מתוך מאגר המידע ברשות הטבע והגנים ובחברת מקורות נלקחו תוצאות דיגומי הקולחים, הכוללים את הפרמטרים הבאים: כלוריד (CL), צח"ב (B.O.D), בורן (B), חנקן כללי (N TOTAL), נתרן (NA), סידן (CA), מגנזיום (MG) ויחס ספיחת נתרן (SAR - SODIUM ABSORPTION RATIO). פרמטרים אלו נמדדו במוצאי מאגרי הקולחים והמט"שים, מהם התבצעה השקיה ישירה, בשנים 2010-2016. הניתוח מתייחס לריכוזים ממוצעים שנתיים לכל מקור קולחים ושויכו לקטגוריות איכות, בהתאם לערכים מומלצים ע"י רשות המים והמשרד להגנת הסביבה.

לאורך השנים 2006-2016 ניכרת ירידה משמעותית וחשובה בריכוזי **הכלוריד** הנמדדים במקורות הקולחים. בשנת 2006 ריכוזי כלוריד נמוכים מ-250 מג"ל, ערך הסף להשקיה בלתי מוגבלת, נמדדו בכ-32% מהנפח המנוצל להשקיה. בשנת 2010 ריכוזי כלוריד נמוכים מ-250 מג"ל, נמדדו בכ-50% מהנפח המנוצל להשקיה. החל משנת 2012 חל שיפור ניכר ובשנת 2016 ריכוזי הכלוריד ביותר מ-80% מנפח הקולחים המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-250 מג"ל. המשך השימוש הנרחב במים מותפלים, צפוי לשפר את איכות הקולחים, ולהקטין את המלחת הקרקעות ומי התהום.

לאורך השנים 2006-2016 חלה ירידה מתונה בריכוזי **הבורן** הנמדדים במקורות הקולחים. בשנת 2008 ריכוזי בורן נמוכים מ-0.4 מג"ל, נמדדו בכ-82% מהנפח המנוצל להשקיה. בשנת 2010 ריכוזי בורן נמוכים מ-0.4 מג"ל, נמדדו בכ-81% מהנפח המנוצל להשקיה, ואילו בשנת 2016 ריכוזי הבורן בכ-94% מנפח הקולחים המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-0.4 מג"ל.

ריכוזי הבורן, כפי שנמדדים כיום בקולחים, מפיגים את החשש לפיו שימוש נרחב במים מותפלים יגרום לעליה בריכוזי הבורן וכתוצאה מכך ליצירת מגבלת שימוש במים להשקיה חקלאית.

לאורך השנים 2006-2016 לא חלו שינויים מהותיים בריכוזי **חנקן כללי** במקורות הקולחים. בשנת 2006 ריכוזי החנקן הכללי בכ-49.5% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-25 מג"ל, ערך סף

להשקיה בלתי מוגבלת. בשנת 2010 ריכוזי החנקן הכללי בכ-48% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-25 מג"ל. בשנת 2016 ריכוזי החנקן הכללי בכ-50% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-25 מג"ל. ריכוזי החנקן הכללי הנמדדים כיום ברוב הקולחים, מהווים מגבלה לשימוש בקולחים להשקיה. שדרוג למט"שים שלישוניים, הכוללים הרחקת חנקן, צפוי לשפר את איכות הקולחים.

לאורך השנים 2010-2016 ניכרת ירידה משמעותית בריכוזי **הצח"ב** הנמדדים במקורות הקולחים. בשנת 2010 ריכוזי צח"ב נמוכים מ-10 מג"ל, ערך סף להשקיה בלתי מוגבלת, נמדדו בכ-50% מהנפח המנוצל להשקיה. החל משנת 2014 חל שיפור ניכר ובשנת 2016 ריכוזי הצח"ב בכ-70% מנפח הקולחים המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-10 מג"ל. הירידה בריכוזי הצח"ב מעידה על שיפור בתהליך הטיפול בשפכים במט"שים ברחבי הארץ, באמצעות שדרוג מט"שים. המשך שדרוג המט"שים צפוי לשפר את איכות הקולחים, ולהקטין את העומס האורגני במים עיליים ובמי תהום.

בדומה למגמה בריכוזי הכלוריד, ישנה ירידה משמעותית בשנים 2006-2016 גם בריכוזי **הנתרן** במקורות הקולחים. בשנת 2010 ריכוזי נתרן נמוכים מ-150 מג"ל, ערך סף להשקיה בלתי מוגבלת, נמדדו בכ-22% מהנפח המנוצל להשקיה. החל משנת 2012 חל שיפור ניכר ובשנת 2016 ריכוזי הנתרן בכ-60% מנפח הקולחים המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-150 מג"ל. המשך שימוש נרחב במים מותפלים, צפוי לשפר את איכות הקולחים, ולהקטין את המלחת הקרקעות ומי התהום.

לאורך השנים 2010-2016 חלה ירידה משמעותית בערכי ה-**SAR** הנמדדים ומחושבים במקורות הקולחים. בשנת 2010 ערכי SAR נמוכים מ-5, נמדדו בכ-44% מהנפח המנוצל להשקיה, ואילו בשנת 2016 ערכי ה-SAR בכ-92% מנפח הקולחים המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-5.

ערכי ה-SAR, כפי שנמדדים כיום בקולחים, מפיגים את החשש לפיו שימוש נרחב במים מותפלים יגרום לעליה בערכי ה-SAR וכתוצאה מכך ליצירת מגבלת שימוש במים להשקיה חקלאית.

עבודה זו כוללת עיבוד נתוני איכויות וכמויות קולחים בשנים 2006-2016, לפי הפירוט הבא:

איכויות המים ב-241 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2006**, וסיפקו כ-186 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-212 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2008**, וסיפקו כ-200 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-270 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2010**, וסיפקו כ-291 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-272 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2012**, וסיפקו כ-321 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-271 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2014**, וסיפקו כ-364 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-250 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2016**, וסיפקו כ-351 מלמ"ק להשקיה.

ישנה עליה בניטור איכות מי הקולחים המיועדת להשקיה במהלך השנים 2006-2016. עליה זו צפויה להימשך, באופן שתכלול באופן מלא את כל מקורות הקולחים.

המשך מגמה זו עשוי לשפר מבחינה כמותית ואיכותית את מערך השימוש בקולחים בישראל.

1. מבוא

גידול האוכלוסייה והשינויים ברמת החיים ובהרגלי הצריכה, הביאו לעליה בצריכת המים בישראל. מאידך, קיים מחסור הולך וגובר במקורות מים שמקורו ברצף שנים שחונות. מחסור זה גרם לשינוי מהותי באספקת המים. השימוש במקורות מים טבעיים הלך והצטמצם, ואילו השימוש במים מותפלים ומי קולחים - משאבים מלאכותיים הפך להיות המשאב העיקרי.

קולחים מטופלים הינם אחד ממקורות המים הזמינים שקיימים כיום להגדלת פוטנציאל המים לצרכי השקיה. כמות ואיכות הקולחים הנוצרת מדי יום כמעט ואינה משתנה, ואינה תלויה בעונות השנה. שפכים גולמיים ממקור עירוני מכילים למעלה מ-98% מים. בטכנולוגיות טיפול קיימות, ניתן להביא ביוב סניטרי, שאינו מכיל תמלחות, מתכות כבדות, שאריות חומרי הדברה וכימיקלים תעשייתיים לרמה המאפשרת שימוש להשקיה.

טיפול בשפכים והשבת קולחים להשקיה חקלאית, תעשייה וגינון ציבורי כוללים יתרונות רבים, כשהחשובים שבהם:

- יצירת מקור מים חלופי וחשוב לקיום החקלאות.
- צמצום זיהום הנחלים ומי התהום.

המקור העיקרי למשק הקולחים הינם שפכים גולמיים, שמטופלים במט"שים להסרת מזהמים. לאחר הטיפול במט"ש, מועברים הקולחים למאגרים לפרקי זמן משתנים של ימים עד חודשים, בטרם ניצולם להשקיה חקלאית. המאגרים קולטים את הקולחים ממקור אחד או ממספר מקורות. לעיתים, ישנן תוספות ממקור טבעי (שטפונות, מי מעיינות) המשפרות את איכות המים במאגרים. מעבר לטיפול במט"ש, מתרחשים במאגרים תהליכים נוספים, המשפיעים על איכות מי הקולחים. השפעה זו תלויה, כמובן, באורך שהות הקולחים במאגרים ובאיכות הקולחים במקור. תהליכים כימיים, פיזיקאליים וביולוגיים, כגון שיקוע מוצקים מרחפים, המשך פירוק חומר אורגני, פריחת אצות ואידוי משפיעים לטובה ולרעה על איכות המים. תהליכים אלו תלויים בגורמים נוספים מלבד איכות הקולחים במקור וזמן שהות, וכוללים את העונתיות, מיקומו הגיאוגרפי של המאגר (משטר רוחות, קרינת שמש, טמפרטורה) ומבנה המאגר (עומק ושטח פנים).

כבר בשנות ה-50 של המאה ה-20 החלה הקמת מאגרים ברחבי הארץ, על מנת למצות את מלוא פוטנציאל הקולחים להשקיה ולמנוע זרימה בלתי מבוקרת לסביבה. מאז ראשית שנות ה-90 הוקמו כ-100 מאגרי קולחים, אשר תרמו לתוספת של מעל 200 מלמ"ק של מי השקיה לחקלאות. בעקבות הקמת המאגרים חל גידול בכמויות הקולחים המשמשים להשקיה, ובמקביל גידול בהיקף השטחים המושקים בקולחים. איגום הקולחים במאגרים ייעודיים מאפשר ויסות בין ספיקת השפכים הקבועה יחסית לבין הצורך העונתי בהשקיה.

לאורך השנים קלטו המאגרים (למעט מאגרי השפד"ן) קולחים באיכות ראשונית ושניונית. בעשור האחרון, עם הקמתם של מט"שים שלישוניים החלו המאגרים לקלוט קולחים באיכות טובה יותר. נכון לשנת 2016, מיוצרים בישראל כ-540 מלמ"ק שפכים, מתוכם כ-505 מלמ"ק שפכים מטופלים במתקנים מכניים ואגני ייצוב. מתוך כמות זו, כ-445 מלמ"ק קולחים (כ-88%) מושבים להשקיה במפעלי ההשבה, ובראשם מפעל השפד"ן. לקולחים אלו מתווספים מים שוליים הנמהלים במאגרי הקולחים. נכון לשנת 2016, ישנם בישראל כ-600 מתקני טיפול שפכים הכוללים מתקנים לטיפול ראשוני ועד לטיפול שלישוני, דוגמת השפד"ן. בנוסף, ישנם כ-330 מאגרי קולחים (כולל מאגרי השפד"ן) המשמשים לאגירה וויסות הקולחים, בעלי נפח איגום כולל של כ-205 מלמ"ק.

השקיה בקולחים מהווה פוטנציאל זיהום למים, לקרקע, לאיכות הגידולים וכן למפגעים סביבתיים ותברואתיים נוספים. סכנות אלו תלויות בעיקר באיכות הקולחים, כלומר בריכוזי מלחים, מוצקים מרחפים ומומסים, נוטריאנטים, חומרים אורגנים, מתכות כבדות, מיקרו מזהמים וחידקים מחוללי מחלות כאשר רובם מוגבלים כיום על ידי תקנים. יחד עם זאת, קולחים המורכבים משפכים ביתיים מכילים מעט חומרי הדברה, תמלחות ומתכות כבדות.

תהליך הטיפול בשפכים בטכנולוגיות מתקדמות מרחיק את רוב המזהמים האורגניים, אך אינו מרחיק מלחים. במהלך השימוש הביתי מתווספים מלחים, שמקורם במוצרי מזון וניקוי למלחים המצויים במי המקור. מלחים אלו מהווים את פוטנציאל הזיהום העיקרי למים ולקרקע.

תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), תש"ע - 2010, אושרו ונמצאות בתהליכי יישום, מיועדות להבטיח כי איכות הקולחים לא תגרום לפגיעה בבריאות האדם ולזיהום קרקע, צומח ומים. על מנת להסדיר ולבקר את איכות הקולחים להשקיה חקלאית בלתי מוגבלת ולהזרמה לנחלים קיימים תקנים מוגדרים למספר פרמטרים כימיים ופיזיקאליים, הנמדדים במוצאי המט"שים.

כללים לניטור מאגרים נכנסו בשנת 2014 כהוראת שעה כחלק מקביעת תנאים ברישיון (כללי המים). מעבר להגדרת תקנים רצויים לאיכויות הקולחים במט"שים, לא נקבעו תקנים לניטור איכות המים במאגרי הקולחים, אלא רק פרמטרים אותם צריך לדגום, שיטות ותדירות הדיגום. הדינאמיות הרבה של איכות המים במאגרים, מחזקת את הצורך ביצירת מערך ניטור ובקרה ספציפיים אודות איכות המים במאגרים.

במאגרי המידע של רשות המים ורשות הטבע והגנים קיים מידע מקיף אודות מתקני הטיפול בשפכים ומאגרי הקולחים בישראל. המידע כולל נתונים סטטיים ונתונים דינאמיים. הנתונים הסטטיים כוללים את המיקום הגיאוגרפי, נפח, שטח, עומק, חיפוי ומקורות המים של המאגרים. הנתונים הדינאמיים כוללים איכויות מים (כימיים ופיזיקאליים).

עבודה זו מהווה המשך לסקר מאגרי קולחים בישראל, בו נותחו איכויות מים בשנים 2003-2009.

1.1 מטרות העבודה

המידע אודות איכויות וכמויות השפכים והקולחים במט"שים הגדולים בישראל ($0.5 < \text{מלמ"ק}$ בשנה) הינו על בסיס דיגומים יומיים / שבועיים. המידע אודות התהליכים המתרחשים במאגרי הקולחים והשינויים העונתיים המשפיעים על איכות המים הינו מוגבל. בנוסף, המידע הקיים אודות ההיבטים הכמותיים במאגרים הכוללים אידוי, חלחול וגלישה לנחלים הינו מוגבל. המטרות העיקריות בעבודה זו הן ניתוח נתוני איכות המים במקורות הקולחים המיועדים להשקיה והערכת מגמת השינוי בפרמטרים עיקריים של איכות מים במקורות הקולחים לאורך השנים.

1.2 שיטות העבודה

פקחי רשות הטבע והגנים מבצעים בשיתוף רשות המים והמשרד להגנת הסביבה דיגום במקורות הקולחים הפרושים בכל הארץ. איכות המים במקורות הקולחים השונים נבדקת לאורך כל השנה, ובמיוחד במהלך חודשי ההשקיה, אפריל-ספטמבר. במקורות הקולחים אשר נדגמו מספר פעמים בשנה, חושב הממוצע שנתי. הדיגום מתבצע במוצא המאגר / המט"ש, שהינו המקום האחרון, בו ניתן לבדוק את איכות המים, לפני ניצולם להשקיה חקלאית. המט"שים הגדולים מחוברים למאגרים המווסתים את מי הקולחים להשקיה, בעוד שמהמט"שים הקטנים (בעיקר בריכות חימצון) מתבצעת השקיה ישירה. במאגרים בהם היו חסרים נתוני איכות בפרמטרים שנבדקו, נלקחו איכויות מים מהמט"שים המספקים להם קולחים, וזאת בתנאי שמערך אספקת המים מהמט"שים למאגרים ידוע. הבדיקות הכימיות מבוצעות במעבדה הלאומית לניטור מים של רשות המים (מכון וולקני) ובמעבדות בקטוכם ואמינולאב (נס ציונה). דגימות המים מגיעות אל מעבדת איכות מים של רשות המים בתוך 48 שעות מלקיחת הדגימה, ואל המעבדות הנוספות בטווח של שעות בודדות. מתוך מאגר המידע ברשות הטבע והגנים נלקחו דיגומי מקורות קולחים, אשר הכילו את הפרמטרים הבאים: כלוריד (CL), צח"ב (B.O.D), בורון (B), חנקן כללי (N TOTAL), נתרן (NA), יחס ספיחת נתרן (SAR - SODIUM ABSORPTION RATIO), סידן (CA) ומגנזיום (MG). פרמטרים אלו נמדדו במוצאי מאגרי הקולחים והמט"שים בשנים 2006-2016. הניתוח מתייחס לריכוזים ממוצעים בשנים הנ"ל לגבי כל מאגר ומט"ש ושויכו לקטגוריות איכות, בהתאם לערכים מומלצים המקובלים ברשות המים ובמשרד להגנת הסביבה. ניתוח הנתונים אינו כולל את המאגרים הפריפריאליים בצפון מערב הנגב של קולחי השפד"ן.

בסיס המידע כולל עיבוד נתוני איכויות וכמויות קולחים בשנים 2006-2016 ע"פ הפירוט הבא:

איכויות המים ב-241 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2006**, וסיפקו כ-186 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-212 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2008**, וסיפקו כ-200 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-270 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2010**, וסיפקו כ-291 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-272 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2012**, וסיפקו כ-321 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-271 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2014**, וסיפקו כ-364 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-250 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2016**, וסיפקו כ-351 מלמ"ק להשקיה.

ישנה עליה בהיקף ניטור איכות מי הקולחים במהלך השנים 2006-2016, הן במספר מקורות הקולחים והן בכמות הקולחים להשקיה. עליה זו צפויה להימשך, באופן שתכלול באופן מלא את כל מקורות הקולחים.

מנתוני סקרי "איסוף וטיפול בשפכים וניצול קולחים להשקיה חקלאית", עולה כי בשנים 2014 ו-2016 נעשה שימוש בנפח של כ-420 / 445 מלמ"ק לשנה קולחים לצרכי השקיה, בהתאמה, במפעלי ההשבה הפרושים בישראל.

2. ניתוח נתוני איכויות המים במקורות הקולחים בשנים 2006-2016

ניתוח איכויות המים במקורות הקולחים מתייחס לשישה פרמטרים: כלוריד, צח"ב, בורון, חנקן כללי, נתרן ויחס ספיחת נתרן (SAR), אשר נמדדו במוצאי מאגרי הקולחים והמט"שים, מהם מתבצעת השקיה ישירה, בשנים 2006-2016. הניתוח מתייחס לריכוזים ממוצעים משוקללים בשנים אלו בכל מקור ושויכו לקטגוריות איכות, בהתאם לערכים מומלצים המקובלים ברשות המים ובמשרד להגנת הסביבה.

כל פרמטר שנבדק סווג לארבע הקטגוריות הבאות: מעולה, טובה, בינונית ונמוכה.

2.1 כלוריד

השקיית שטחים חקלאיים וגינות ציבוריות במים עם ריכוזי כלוריד גבוהים עלולה לגרום לפגיעה באיכות מי התהום, המצויים תחת אזורי השימוש. בנוסף, ריכוזי כלוריד גבוהים מהווה מגבלה לשימוש המים בחקלאות, מינים מסוימים, כגון אבוקדו, רגשים לכלוריד ומינים אחרים, למשל כותנה, יכולים לעמוד בריכוזים גבוהים ביותר. הריכוז המרבי של כלוריד בקולחים להשקיה ללא מגבלות הוא 250 מג"ל, בעוד שהתקן הנוכחי לכלוריד המותר במי השתייה הינו 400 מג"ל. צריכת מים מותפלים, בעלי ריכוזי מלחים נמוכים, משפרת את איכות הקולחים, ומקטינה את המלחת הקרקעות ומי התהום. לריכוז המלחים בקולחים יש השפעה ישירה על היבול ברוב הגידולים ועל מנות ההשקיה. ירידה בריכוז המלחים מאפשרת גידול ביבול \ הקטנת מנות המים. על פי התוספת השנייה של **תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), תש"ע-2010** לשלושה אזורים גיאוגרפיים (הכנרת, הקישון וחוף הכרמל) נקבעו רמות כלוריד מרביות השונות מרמות הכלוריד המרביות, אשר נקבעו עבור שאר האזורים הגיאוגרפיים (250 מג"ל). כך למשל, לאזור הכנרת ולאזור הקישון נקבעו רמת כלוריד מרבית של 310 מג"ל. המשמעות היא שהגדרת סיווג איכות המים הנדרשת, משתנה מאזור לאזור. בעבודה זו לא בוצעה התייחסות להנחות הניתנות לאזורים גיאוגרפיים אלו.

ריכוזי הכלוריד סווגו לפי הקטגוריות הבאות (טבלה מס' 1, תרשים מס' 1, מפה מס' 1):

0-150 מג"ל - איכות מעולה

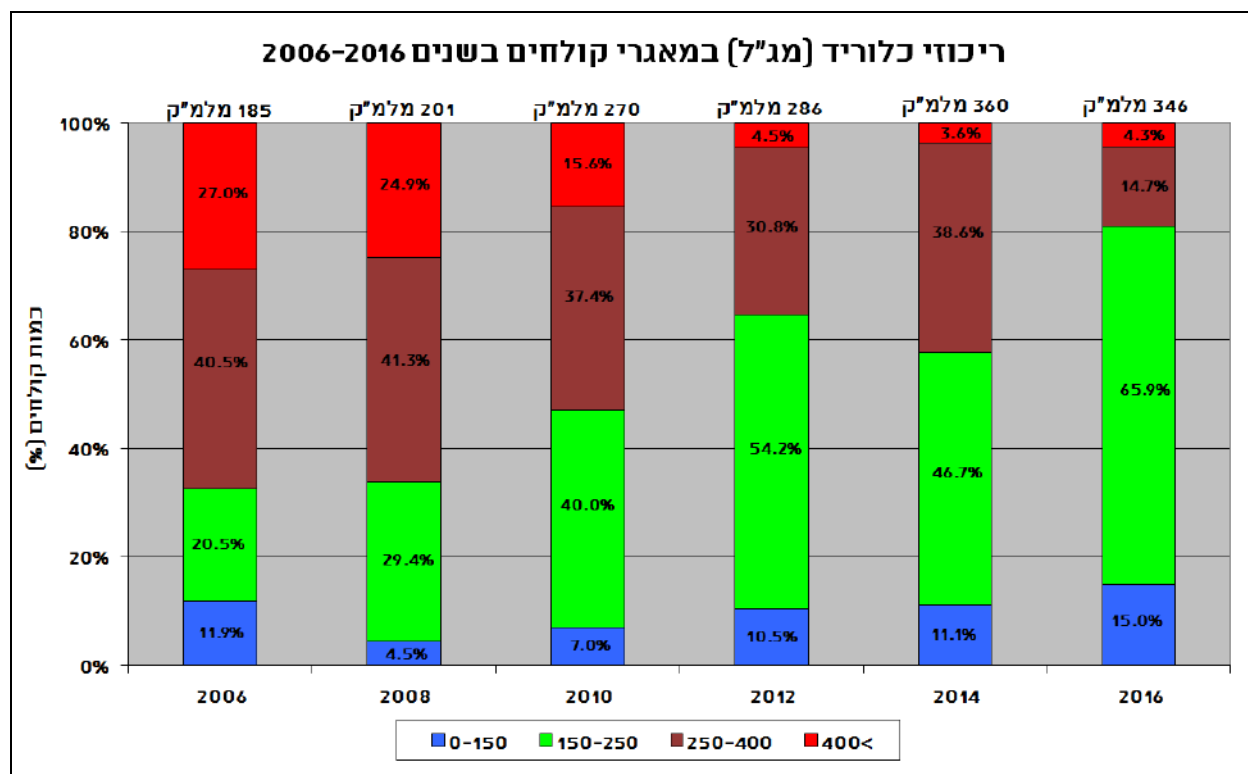
150-250 מג"ל - איכות טובה

250-400 מג"ל - איכות בינונית

<400 מג"ל - איכות נמוכה

טבלה מס' 1: ריכוזי כלוריד במקורות הקולחים בשנים 2006-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים

2016	2014	2012	2010	2008	2006	כלוריד - איכות וכמות		
52	40	30	19	9	22	מלמ"ק	0-150 מג"ל	מעולה
228	168	155	108	59	38		150-250 מג"ל	טובה
51	139	88	101	83	75		250-400 מג"ל	בינונית
15	13	13	42	50	50		<400 מג"ל	נמוכה
346	360.0	286	270	200	186		כמות קולחים שנתית	
226	252	222	234	212	241		מספר מקורות קולחים	
226.4	242.5	234.7	279.5	352	344	מג"ל	ממוצע שנתי	
220.4	241.5	244.2	278.2	327	314		ממוצע שנתי משוקלל (לפי נפח מושקה)	
204.3	215	214.7	256.5	297	288		חציון שנתי	

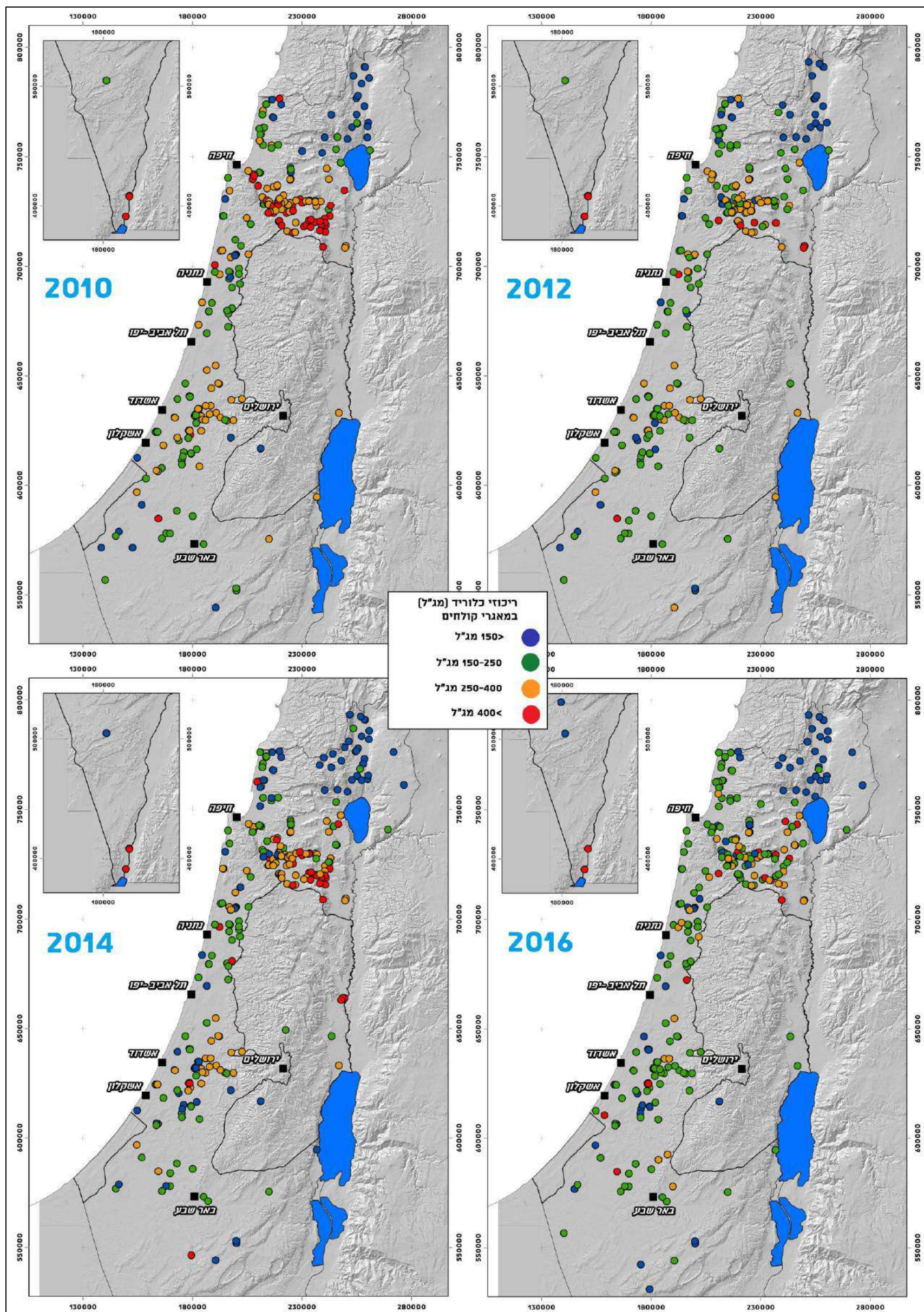


תרשים מס' 1: השתנות ריכוזי הכלוריד במקורות הקולחים בשנים 2010-2016

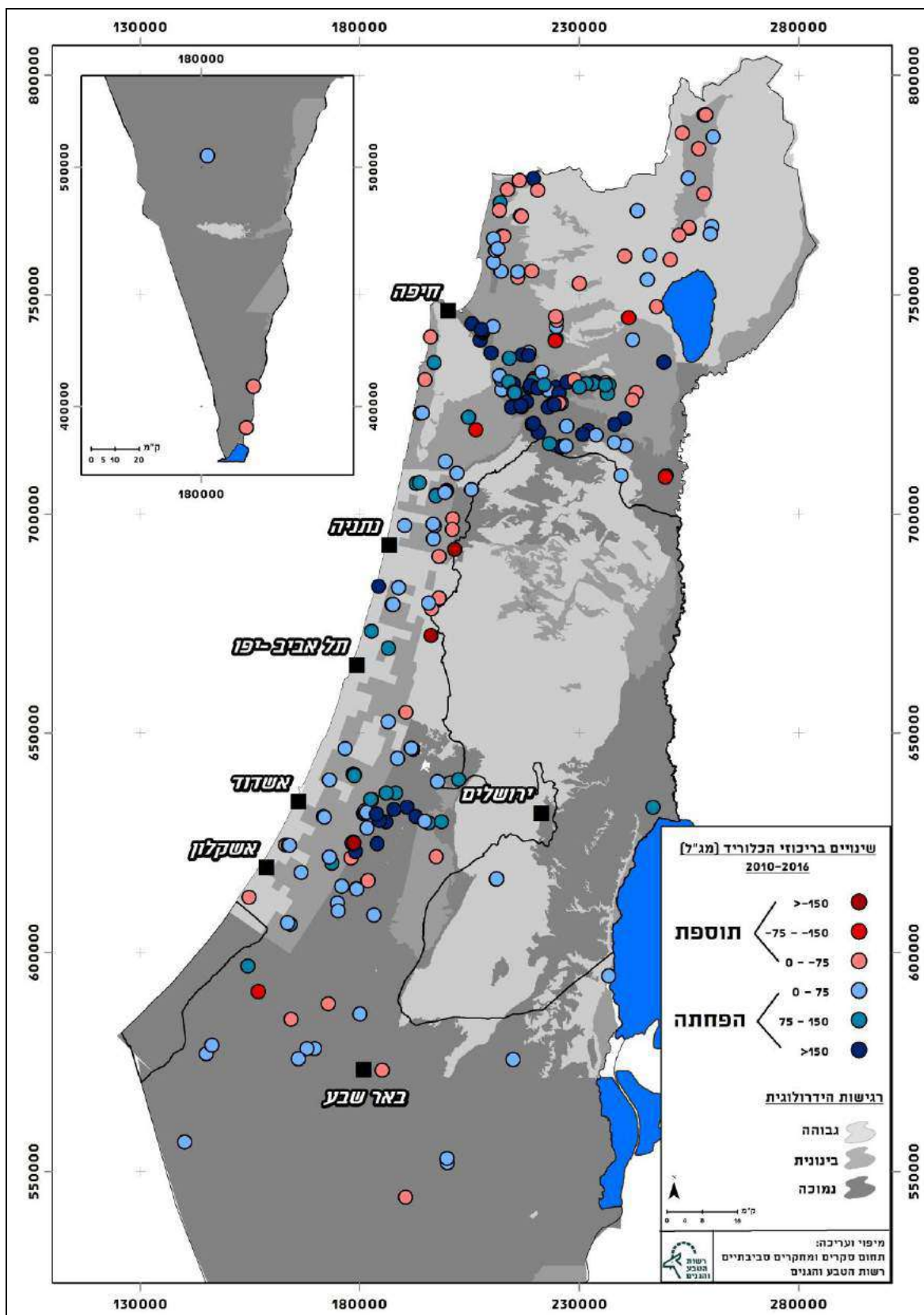
במהלך השנים 2006-2016 חלה ירידה ניכרת (כ-30%) בריכוזי **הכלוריד** הנמדדים במקורות הקולחים. בתקופה זו חלה עליה של כ-87% בכמות הקולחים המנוטרת, בשל גידול בנפח הקולחים. בשנת 2006 ריכוזי כלוריד נמוכים מ-250 מג"ל, ערך הסף להשקיה בלתי מוגבלת, נמדדו בכ-32% מהנפח המנוצל להשקיה. בשנת 2010 ריכוזי כלוריד נמוכים מ-250 מג"ל נמדדו בכ-47% מהנפח המנוצל. בשנת 2016 ריכוזי כלוריד נמוכים מ-250 מג"ל נמדדו בכ-81% מהנפח המנוצל להשקיה. היקף ניטור הכלוריד במקורות הקולחים בשנת 2006 עמד על כ-186 מלמ"ק, בשנת 2010 על כ-270 מלמ"ק ובשנת 2016 על כ-346 מלמ"ק.

הממוצע השנתי המשוקלל של ריכוזי הכלוריד במקורות הקולחים ירד מ-314 מג"ל בשנת 2006 ל-220 מג"ל בשנת 2016. כתוצאה מכך, ריכוזי הכלוריד הנמדדים בחלק עיקרי ממאגרי הקולחים, אינם מהווים מגבלה להשקיה. מתוצאות הממוצע המשוקלל (לפי נפח מושקה) והחציון עולה כי ריכוזי כלוריד נמוכים מאפיינים לרוב את מקורות הקולחים הגדולים, מהם מתבצעת השקיה בנפח רב. הירידה העיקרית בריכוזי הכלוריד במאגרי הקולחים התרחשה בשפלת יהודה ומישור החוף הצפוני והדרומי (מפה מס' 1+2).

שימוש נרחב יותר במים מותפלים, המאופיינים בריכוזי מלחים נמוכים, במגזר הביתי, החקלאי והתעשייתי משפר את איכות הקולחים, ובדרך זו מקטין את המלחת הקרקעות ומי התהום.



מפה מס' 1: ריכוזי כלוריד במקורות הקולחים בשנים 2010-2016



מפה מס' 2: שינויים בריכוזי הכלוריד במקורות הקולחים בין השנים 2010-2016

2.2 צריכת חמצן ביולוגית (B.O.D)

כמות החמצן המומס הנצרכת על ידי אורגניזמים הפועלים לפירוק החומר האורגני מהווה מדד לרמת הזיהום בשפכים ביתיים. ריכוזי צח"ב גבוהים מעידים על עומס אורגני ונוטריינטים רבים במים הגורמים לצריכת חמצן מוגברת. מגבלות על ריכוז צח"ב בהשקיה נובעות בעיקר משיקולים של פגיעה בגידולים, כאשר ערכי הסף המרביים משתנים בין הגידולים השונים. שדרוגם של חלק מהמט"שים לרמה שלישונית, מיטיב עם איכויות הצח"ב במאגרים.

בתקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), תש"ע - 2010, למניעת זיהום הקרקע, הצמח ומי התהום נקבע ריכוז סף של 10 מג"ל צח"ב להשקיה בלתי מוגבלת.

ריכוזי הצח"ב סווגו לפי הקטגוריות הבאות (טבלה מס' 2, תרשים מס' 2, מפה מס' 3):

0-10 מג"ל - איכות מעולה

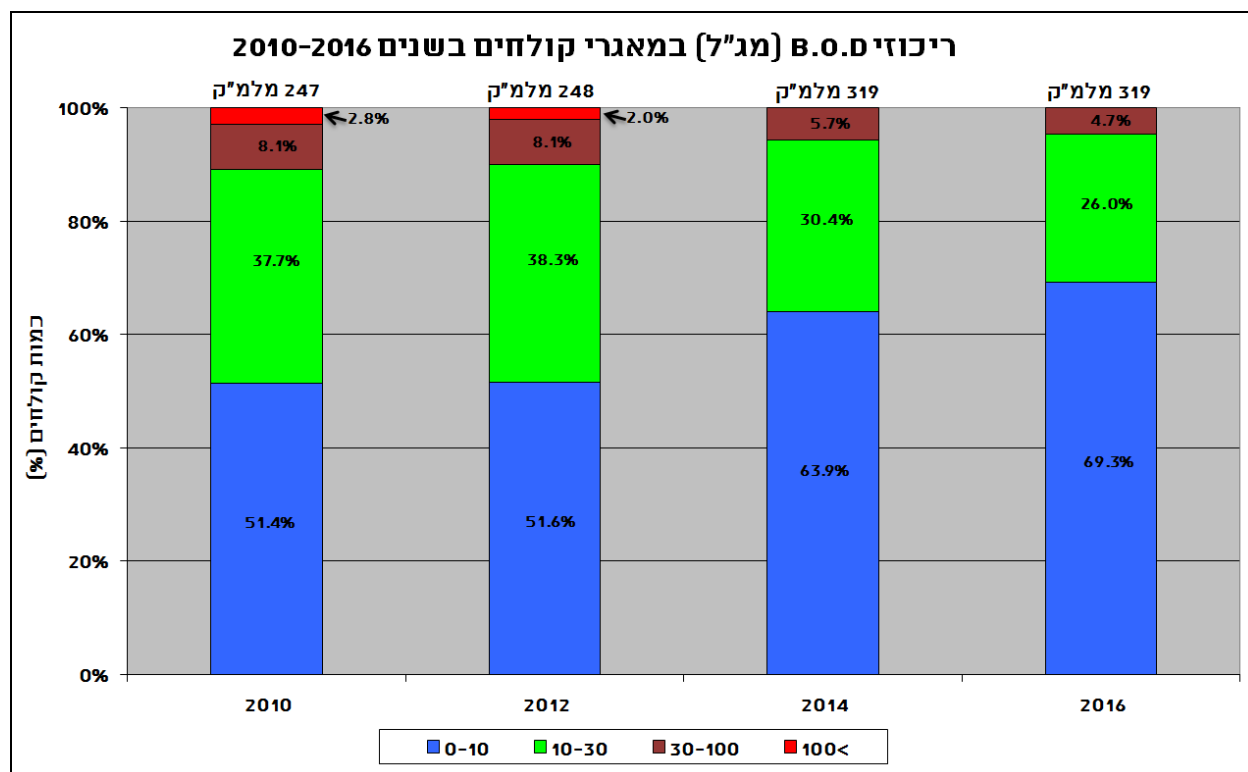
10-30 מג"ל - איכות טובה

30-100 מג"ל - איכות בינונית

<100 מג"ל - איכות נמוכה

טבלה מס' 2: ריכוזי צח"ב במקורות הקולחים בשנים 2010-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים

2016	2014	2012	2010	צח"ב - איכות וכמות		
221	204	128	127	מלמ"ק	0-10 מג"ל	מעולה
83	97	95	93		10-30 מג"ל	טובה
15	18	20	20		30-100 מג"ל	בינונית
0	0	5	7		<100 מג"ל	נמוכה
319	319	248	247		כמות קולחים שנתית	
203	223	210	231		מספר מקורות קולחים	
12	15.5	19.5	18	מג"ל	ממוצע שנתי	
9.2	11.2	15.3	16.3		ממוצע שנתי משוקלל (לפי נפח מושקה)	
8	9	8.7	10		חציון שנתי	

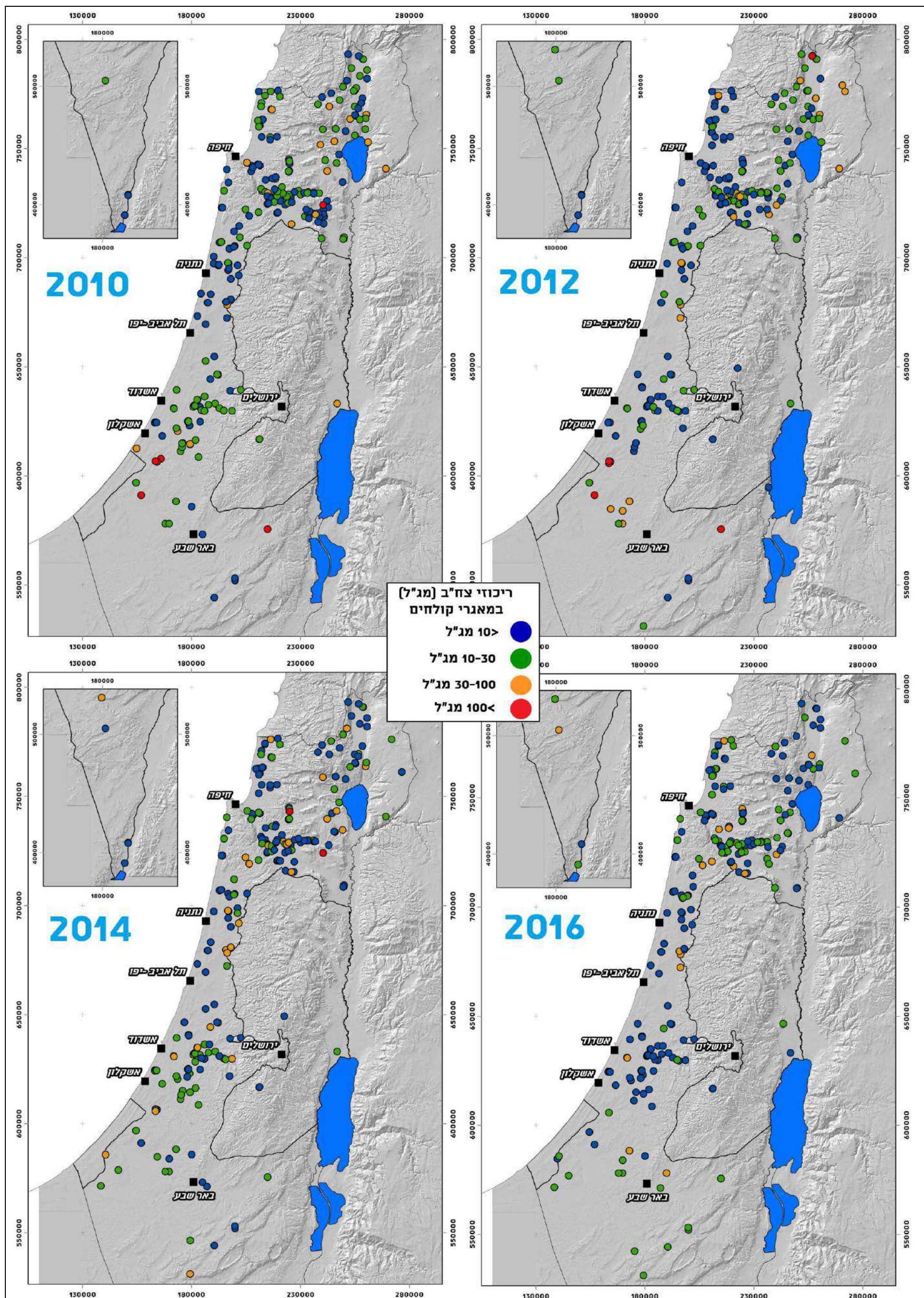


תרשים מס' 2: השתנות ריכוזי הצח"ב במקורות הקולחים בשנים 2010-2016

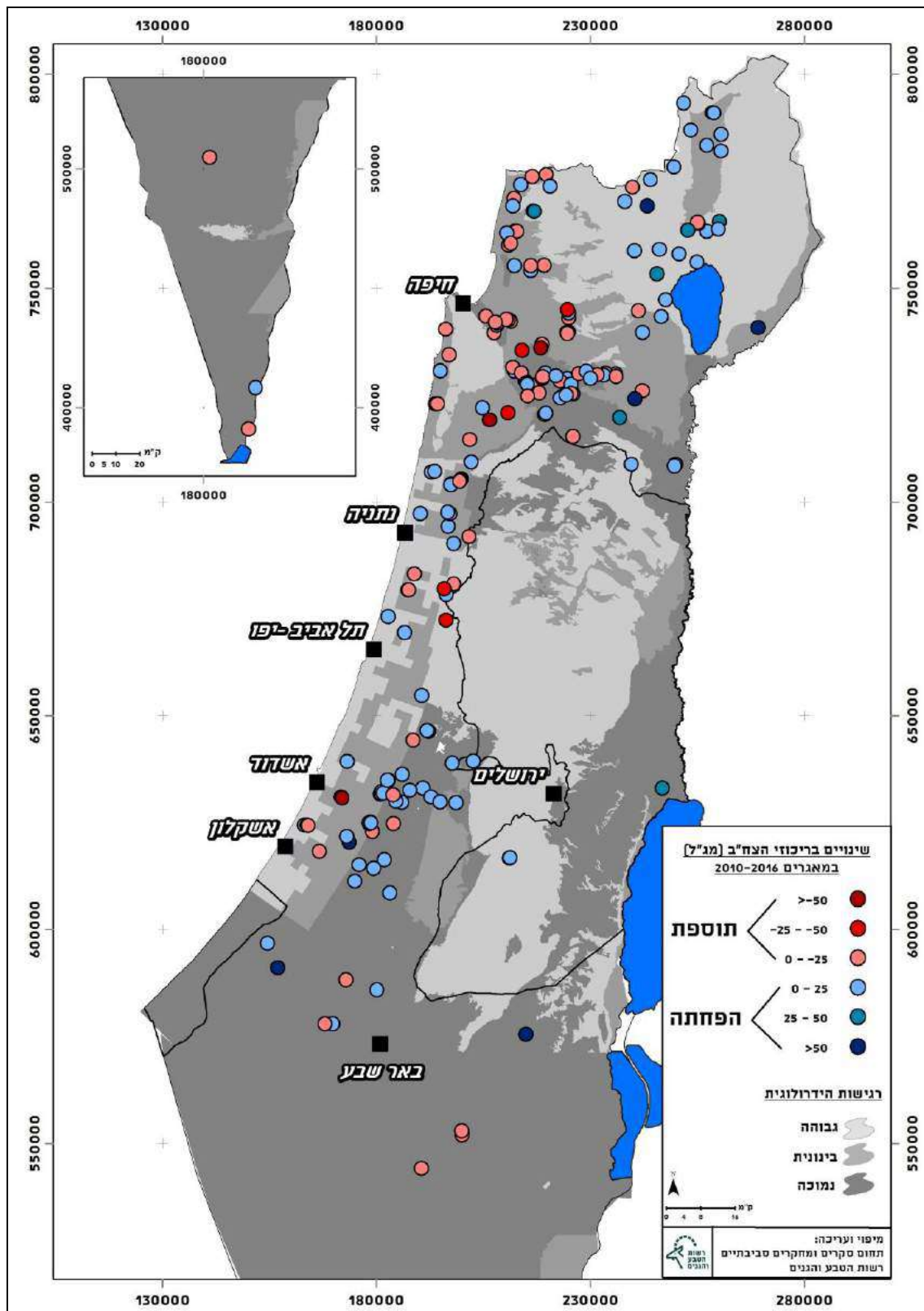
במהלך השנים 2010-2016 חלה ירידה ניכרת בריכוזי הצח"ב הנמדדים במקורות הקולחים. בשנים 2010-2012 ריכוזי הצח"ב בכ-50% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-10 מג"ל, ערך הסף להשקיה בלתי מוגבלת. בשנת 2016 ריכוזי הצח"ב בכ-69% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-10 מג"ל.

היקף ניטור צח"ב במקורות הקולחים בשנת 2010 עמד על כ-247 מלמ"ק, בעוד שבשנת 2016 נוטרו ריכוזי צח"ב בכ-318 מלמ"ק קולחים.

שידרוג מט"שים לרמת טיפול שניוני אינטנסיבית / שלישוני גרמו להורדת ריכוזי הצח"ב במאגרים. הממוצע השנתי המשוקלל של ריכוזי הצח"ב במקורות הקולחים בשנים 2010-2016 נע בטווח 9.2-16.3 מג"ל. ריכוזי צח"ב, כפי שנמדדים כיום במי הקולחים, עדיין מהווים מגבלה לשימוש במים להשקיה. הירידה העיקרית בריכוזי הצח"ב במאגרי הקולחים התרחשה בגליל המזרחי, שפלת יהודה ומישור החוף הצפוני והדרומי (מפה מס' 4+3).



מפה מס' 3: ריכוזי צח"ב במקורות הקולחים בשנים 2010-2016



מפה מס' 4: שינויים בריכוזי הצח"ב במקורות הקולחים בין השנים 2010-2016

2.3 בורון

מחסור בבורון במים המיועדים להשקיה חקלאית בא לידי ביטוי בהתמעטות פירות וזרעים, בעוד שעודף בורון עלול להיות רעיל לצמחים, גורם לנשירת עלים ואף לתמותה. ככלל, ריכוזי בורון גבוהים במים נובעים כתוצאה ממקורות זיהום אנתרופוגניים. השימוש בבורון כמלח באבקות כביסה וחומרי ניקוי מהווה את המקור העיקרי בשפכים וקולחים, בנוסף לשימוש בתעשייה. בורון מומס במים מתנהג, בדרך כלל כיסוד קונסרבטיבי. תהליך הטיפול בשפכים, בטכנולוגיות הטיפול השונות, אינו מרחיק בורון ולא משנה את ריכוזיו בצורה ניכרת, במעבר משפכים לקולחים.

בשנת 2004 החל המשרד להגנת הסביבה לחייב יצרני אבקות כביסה להפחית את ריכוזי הבורון באופן ניכר, ואכן עולה כי תחזית ירידת ריכוזי הבורון בשפכים מתממשת בהתאם למצופה.

במקביל, עם הרחבת השימוש במי- ים מותפלים עלה חשש כי ריכוזי הבורון במי שתייה יעלו לריכוזים של כ-0.3-0.4 מג"ל ויהוו מגבלה להשקיה חקלאית.

המגבלות על ריכוזי בורון בהשקיה נובעות בעיקר משיקולים של פגיעה בצמח, כאשר ערכי הסף המרביים משתנים בין הגידולים השונים.

בתקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), תש"ע - 2010, למניעת זיהום הקרקע, הצמח ומי התהום נקבע ריכוז סף של 0.4 מג"ל בורון להשקיה בלתי מוגבלת.

ריכוזי הבורון סווגו לפי הקטגוריות הבאות (טבלה מס' 3, תרשים מס' 3, מפה מס' 5):

0-0.2 מג"ל - איכות מעולה

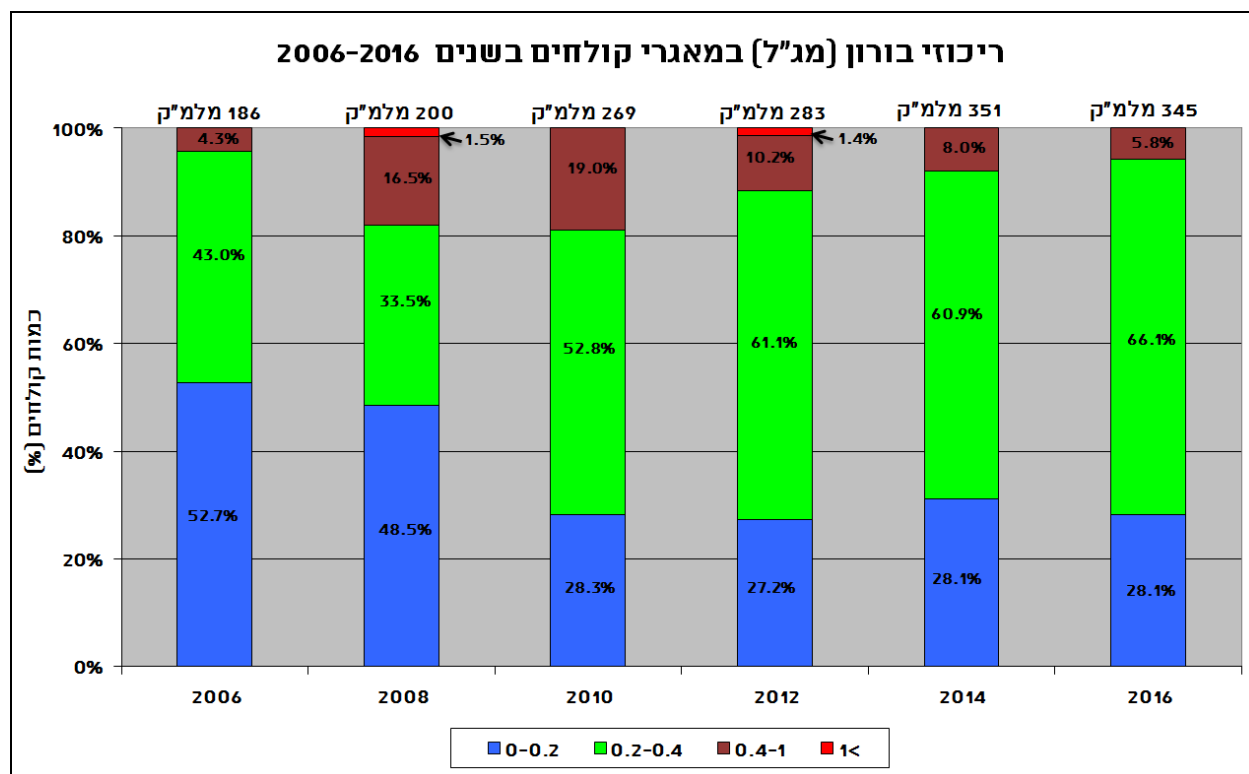
0.2-0.4 מג"ל - איכות טובה

0.4-1 מג"ל - איכות בינונית

<1 מג"ל - איכות נמוכה

טבלה מס' 3: ריכוזי בורון במקורות הקולחים בשנים 2006-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים

2016	2014	2012	2010	2008	2006	בורון- איכות וכמות	
97	109	77	76	97	98	מלמ"ק	מעולה 0-0.2 מג"ל
228	213	173	142	67	80		טובה 0.2-0.4 מג"ל
20	28	29	51	33	8		בינונית 0.4-1 מג"ל
0	0	4	0	3	0		נמוכה <1 מג"ל
345	351	283	269	200	186	כמות קולחים שנתית	
224	243	221	232	210	237	מספר מקורות קולחים	
0.23	0.22	0.23	0.24	0.29	0.23	מג"ל	ממוצע שנתי
0.24	0.24	0.24	0.25	0.33	0.24		ממוצע שנתי משוקלל (לפי נפח מושקה)
0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.2		חציון שנתי



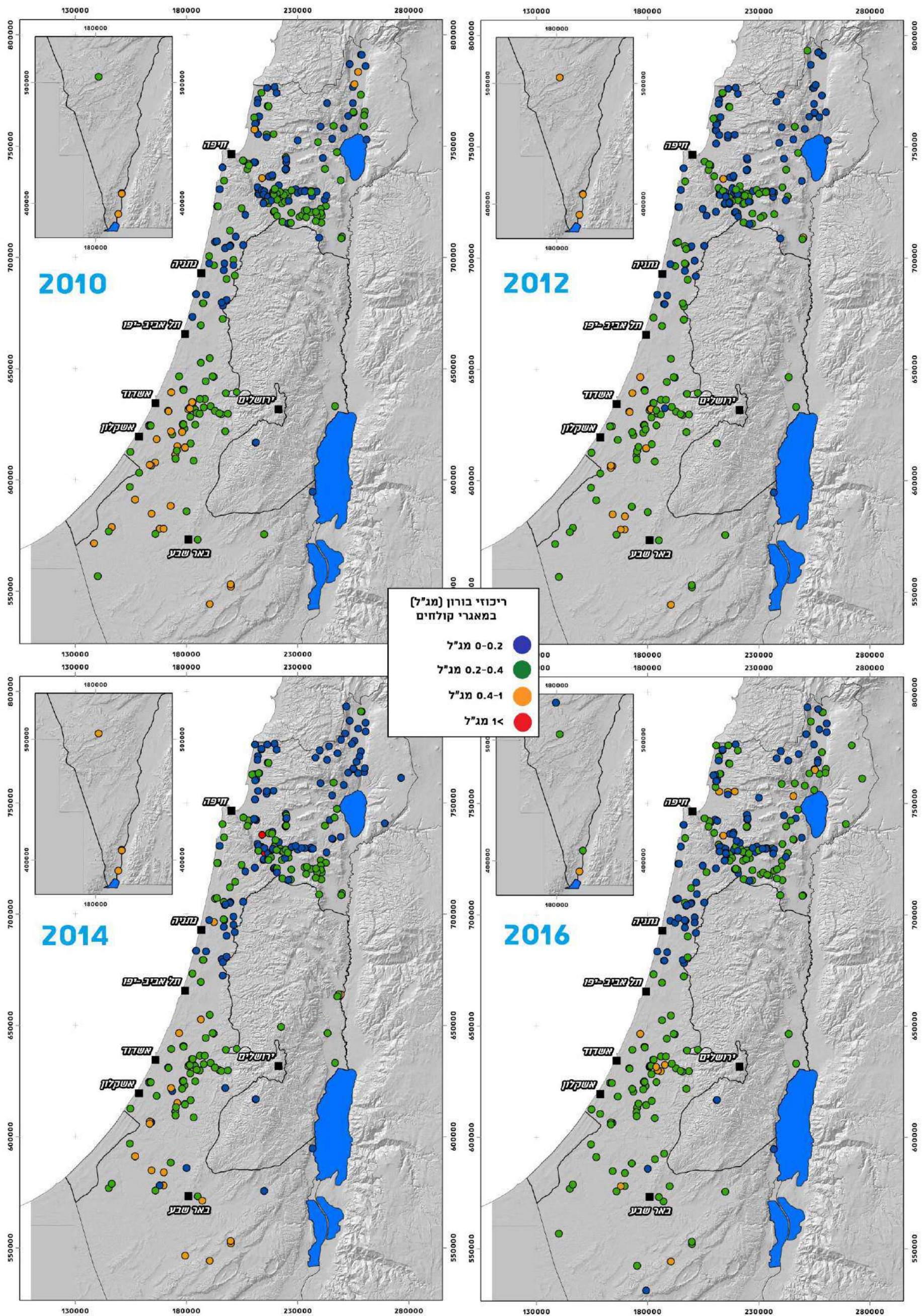
תרשים מס' 3: השתנות ריכוזי הבורון במקורות הקולחים בשנים 2006-2016

במהלך השנים 2006-2016 חל שיפור קל בריכוזי הבורון הנמדדים במקורות הקולחים. בשנת 2006, הממוצע (משוקלל) של ריכוזי הבורון בכ-96% מהנפח המנוצל להשקיה היה נמוך מ-0.4 מג"ל, ערך הסף לריכוזי בורון להשקיה בלתי מוגבלת. בשנת 2010, הממוצע (משוקלל) של ריכוזי הבורון בכ-81% מהנפח המנוצל להשקיה היה נמוך מ-0.4 מג"ל. בשנים 2012-2016 חל שיפור ניכר, כאשר ריכוזי הבורון בכ-88-94% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-0.4 מג"ל.

היקף ניטור הבורון במקורות הקולחים בשנת 2006 עמד על כ-186 מלמ"ק, בשנת 2010 על כ-269 מלמ"ק ובשנת 2016 על כ-345 מלמ"ק. הגידול המתמשך בשימוש במים מותפלים במגזר הביתי עלול לגרום לעלייה בריכוזי הבורון בקולחים, ולכן יש צורך להמשיך ולנטר פרמטר זה.

הממוצע השנתי המשוקלל של ריכוזי הבורון במקורות הקולחים בשנים 2006-2016 נע בטווח 0.24-0.33 מג"ל, ריכוזי הבורון, כפי שנמדדים כיום ברוב מקורות הקולחים, אינם מהווים מגבלה לשימוש במים להשקיה.

מתוצאות הממוצע השנתי המשוקלל (לפי נפח מושקה) והחציון השנתי עולה כי ריכוזי הבורון הגבוהים מאפיינים את מקורות הקולחים הגדולים, מהם מתבצעת השקיה בנפח רב. הירידה העיקרית בריכוזי הבורון במאגרי הקולחים התרחשה במישור החוף הדרומי וצפון הנגב (מפה מס' 5).



מפה מס' 5: ריכוזי בורון במקורות הקולחים בשנים 2010-2016

2.4 חנקן כללי

מדד זה מבטא את סך צורוני החנקן בדגימה: חנקן אורגני, אמוניה (כולל את יון האמוניום (NH_4^+) ואמוניה (NH_3)), ניטראט (NO_3^-) וניטריט (NO_2^-) . מקור כל צורוני החנקן שבמים הוא בפירוק וחמצון של מולקולות אורגניות, כגון חלבונים, שתנן (אוראה) ו-DNA על ידי חיידקים הנמצאים בקרקע ובמים. חומרים אורגניים אלו יכולים להגיע לקרקע/מים כתוצאה מפיזור דשנים, תוצרי לוואי מתהליכי פירוק מהצומח או מהחי, שפכים ביתיים, קולחים ופיזור בוצה על פני השטח. החומר האורגני מפורק על ידי חיידקים והופך לאמוניה. האמוניה מחומצנת לניטריט ולניטראט בתהליך הניטריפיקציה. הניטראט יכול לצאת מהמערכת בשני אופנים: צריכה על ידי צמחים (הניטראט הינו נוטריינט) או חיזור לחנקן גזי (N_2) בתהליך הדינאטריפיקציה. ניטראט שאינו מנוצל עלול לחלחל אל מי התהום ולפגוע באיכותם.

ריכוז החנקן הכללי המרבי להשקיה ללא הגבלה הוא 25 מג"ל.

תוצאות החנקן הכללי בסקר זה נלקחו משני מקורות:

1. מדידה ישירה של חנקן כללי.
2. מדידה של חנקן קלדהל (חנקן אורגני ואמוניה) וניטראט. חיבור פרמטרים אלו מהווה בקירוב את ריכוזי החנקן הכללי (בהזנחת הניטריט, בשל ריכוזיו הנמוכים בדרך כלל). ריכוזי החנקן הכללי סווגו לפי הקטגוריות הבאות (טבלה מס' 4, תרשים מס' 4, מפה מס' 6):

0-10 מג"ל - איכות מעולה

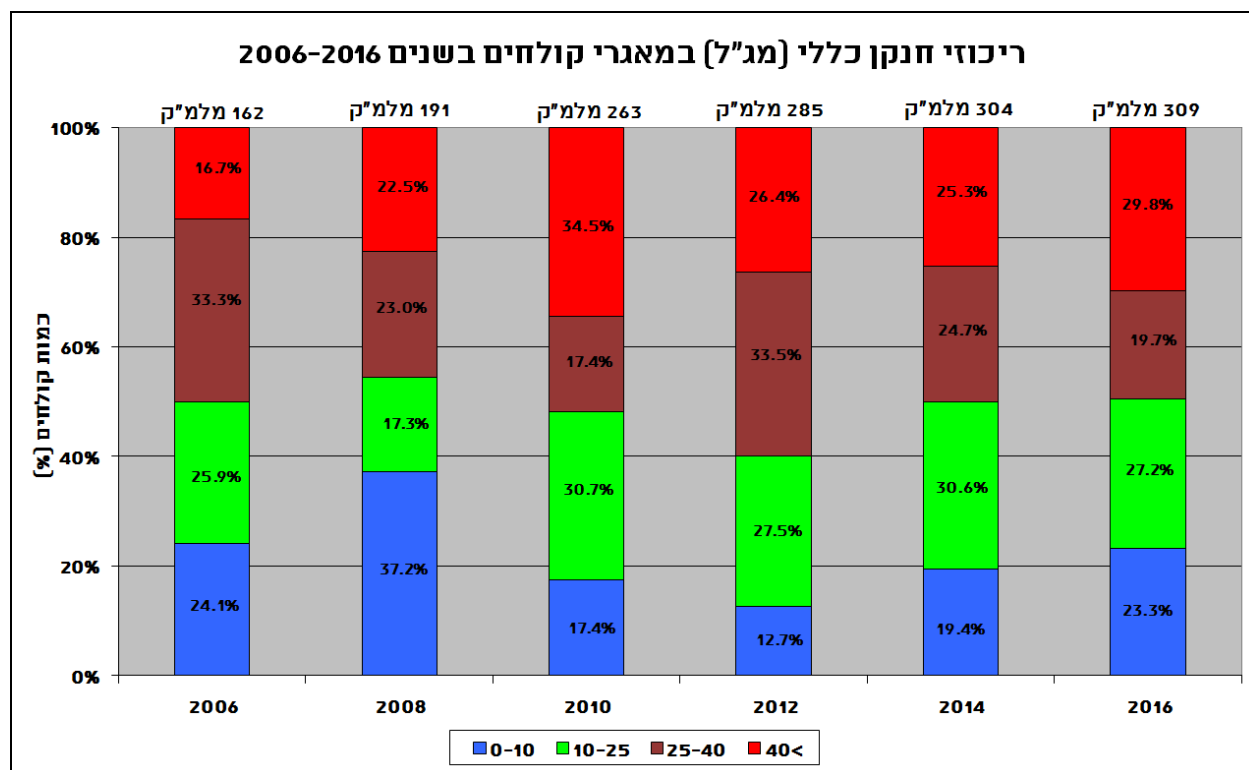
10-25 מג"ל - איכות טובה

25-40 מג"ל - איכות בינונית

<40 מג"ל - איכות נמוכה

טבלה מס' 4: ריכוזי חנקן כללי במקורות הקולחים בשנים 2006-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים

חנקן כללי- איכות וכמות							
2016	2014	2012	2010	2008	2006	מלמ"ק	0-10 מג"ל
72	59	36	46	71	39		מעולה
84	93	78	81	33	42		10-25 מג"ל
61	75	95	46	44	54		טובה
92	77	75	91	43	27		25-40 מג"ל
309	304	285	263	189	164		40< מג"ל
178	187	216	231	196	182	מג"ל	נמוכה
29.95	34.8	28.6	32.2	46.7	42.5		כמות קולחים שנתי
29.08	29.9	32.9	33.9	34.4	29.8		מספר מקורות קולחים
21.74	28.8	21.4	20.4	27.4	22.6		ממוצע שנתי
							ממוצע שנתי משוקלל (לפי נפח מושקה)
							חציון שנתי



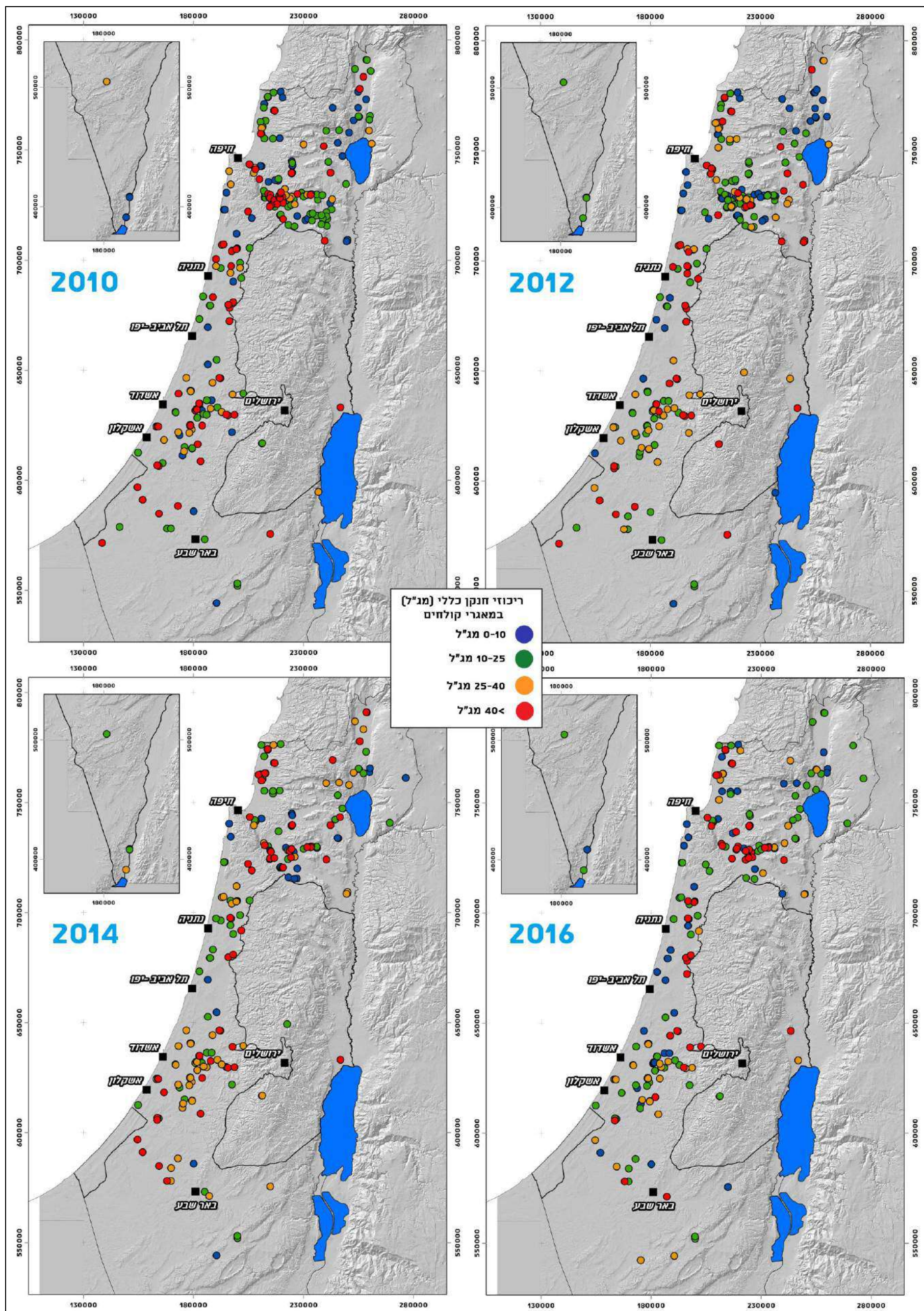
תרשים מס' 4: השתנות ריכוזי חנקן כללי במקורות הקולחים בשנים 2006-2016

לאורך השנים לא חלו שינויים מהותיים בריכוזי חנקן כללי הנמדדים במקורות הקולחים. בשנת 2006 ממוצע (המשוקלל) ריכוזי החנקן הכללי בכ-50% מהנפח המנוצל להשקיה היה נמוך מ-25 מג"ל, ערך הסף להשקיה בלתי מוגבלת. בשנת 2010 ממוצע (משוקלל) ריכוזי החנקן הכללי בכ-48% מהנפח המנוצל להשקיה היה נמוך מ-25 מג"ל. בשנת 2012, חלה הרעה איכותית, כאשר ריכוזי החנקן הכללי בכ-40% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-25 מג"ל. בשנים 2014-2016 חל שיפור קל, כאשר ריכוזי החנקן הכללי בכ-50% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-25 מג"ל.

היקף ניטור החנקן הכללי במקורות הקולחים בשנת 2006 עמד על כ-164 מלמ"ק, בשנת 2010 על כ-263 מלמ"ק, ובשנת 2016 על כ-309 מלמ"ק.

הממוצע השנתי המשוקלל של ריכוזי החנקן הכללי במקורות הקולחים בשנים 2006-2016 נע בטווח 29-34 מג"ל. ריכוזי החנקן הכללי, כפי שנמדדים כיום בחלק ממקורות הקולחים, מהווים מגבלה חלקית לשימוש במים להשקיה. שדרוג למט"שים שלישוניים המרחיקים חנקן עשוי לשפר את איכות הקולחים, לרמות המומלצות על ידי ועדת ענבר להשקיה חקלאית.

מתוצאות הממוצע השנתי המשוקלל (לפי נפח מושקה) והחציון השנתי עולה כי ריכוזי החנקן הכללי הגבוהים מאפיינים לרוב את מקורות הקולחים הגדולים, מהם מתבצעת השקיה בנפח רב.



מפה מס' 6: ריכוזי חנקן כללי במקורות הקולחים בשנים 2010-2016

2.5 נתרן

יון הנתרן נוטה להיספח לחרסיות שבקרקע ובכך לגרום לשינוי בתכונות הקרקע. ריכוזי נתרן גבוהים בקרקע גורמים להפחתה בערכי חלחול וחדירות המים לקרקע ולקשיים בעיבוד חקלאי של הקרקע. ריכוזי נתרן גבוהים במים ובקרקע אף גורמים לתחלואת צמחים, התפתחות עשבים ופגיעה בהתפתחות הזרע. ריכוז הנתרן המרבי להשקיה ללא מגבלות הוא 150 מג"ל.

שימוש נרחב במים מותפלים, המאופיינים בריכוזי מלחים נמוכים, במגזר הביתי, החקלאי והתעשייתי משפר את איכות הקולחים, ובדרך זו מקטין את המלחת הקרקעות ומי התהום.

ריכוזי הנתרן סווגו לפי הקטגוריות הבאות (טבלה מס' 5, תרשים מס' 5, מפה מס' 7+8):

0-50 מג"ל - איכות מעולה

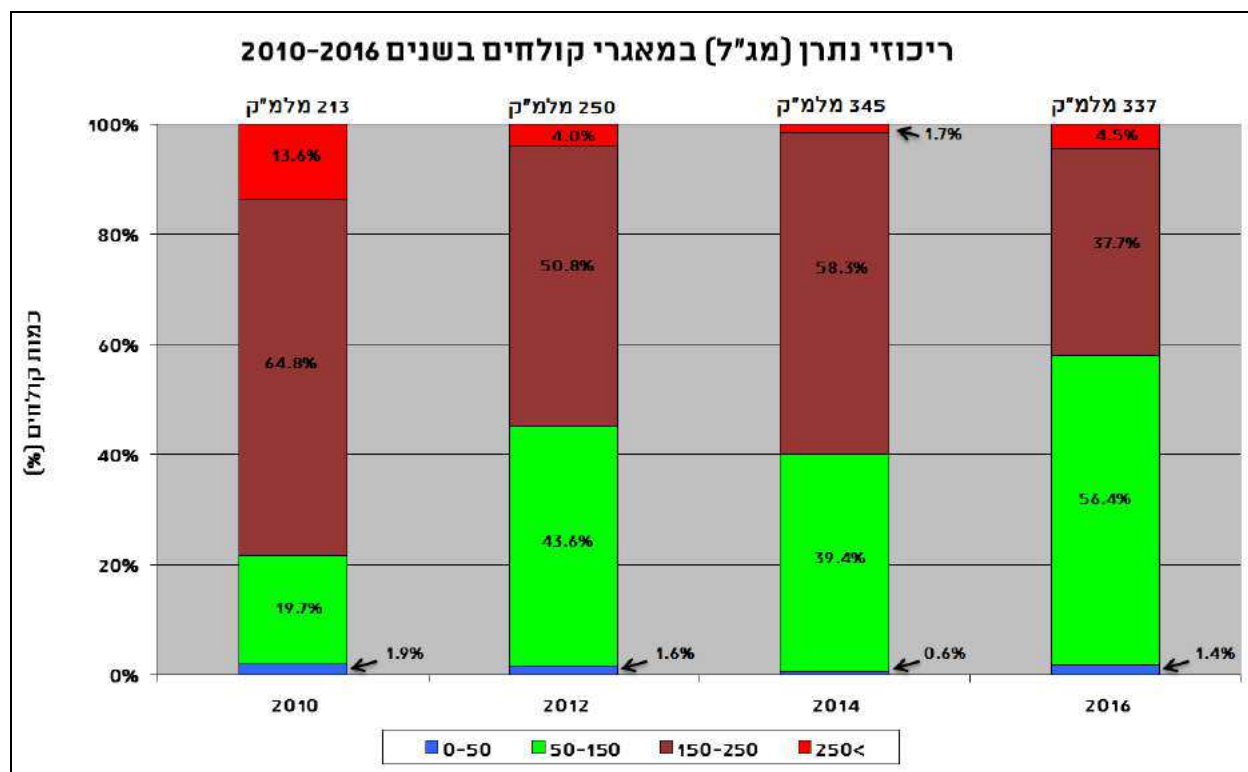
50-150 מג"ל - איכות טובה

150-250 מג"ל - איכות בינונית

<250 מג"ל - איכות נמוכה

טבלה מס' 5: ריכוזי נתרן במקורות הקולחים בשנים 2010-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים

2016	2014	2012	2010	נתרן- איכות וכמות		
6	2	4	4	מלמ"ק	0-50 מג"ל	מעולה
190	136	109	42		50-150 מג"ל	טובה
127	201	127	138		150-250 מג"ל	בינונית
15	6	10	29		<250 מג"ל	נמוכה
337	345	250	213		כמות קולחים שנתית	
208	233	191	161		מספר מקורות קולחים	
151.3	161.6	162	189.4	מג"ל	ממוצע שנתי	
151.7	163.3	167.7	188.4		ממוצע שנתי משוקלל	
					(לפי נפח מושקה)	
132.6	143	157.5	187.3		חציון שנתי	



תרשים מס' 5: השתנות ריכוזי הנתון במקורות הקולחים בשנים 2010-2016

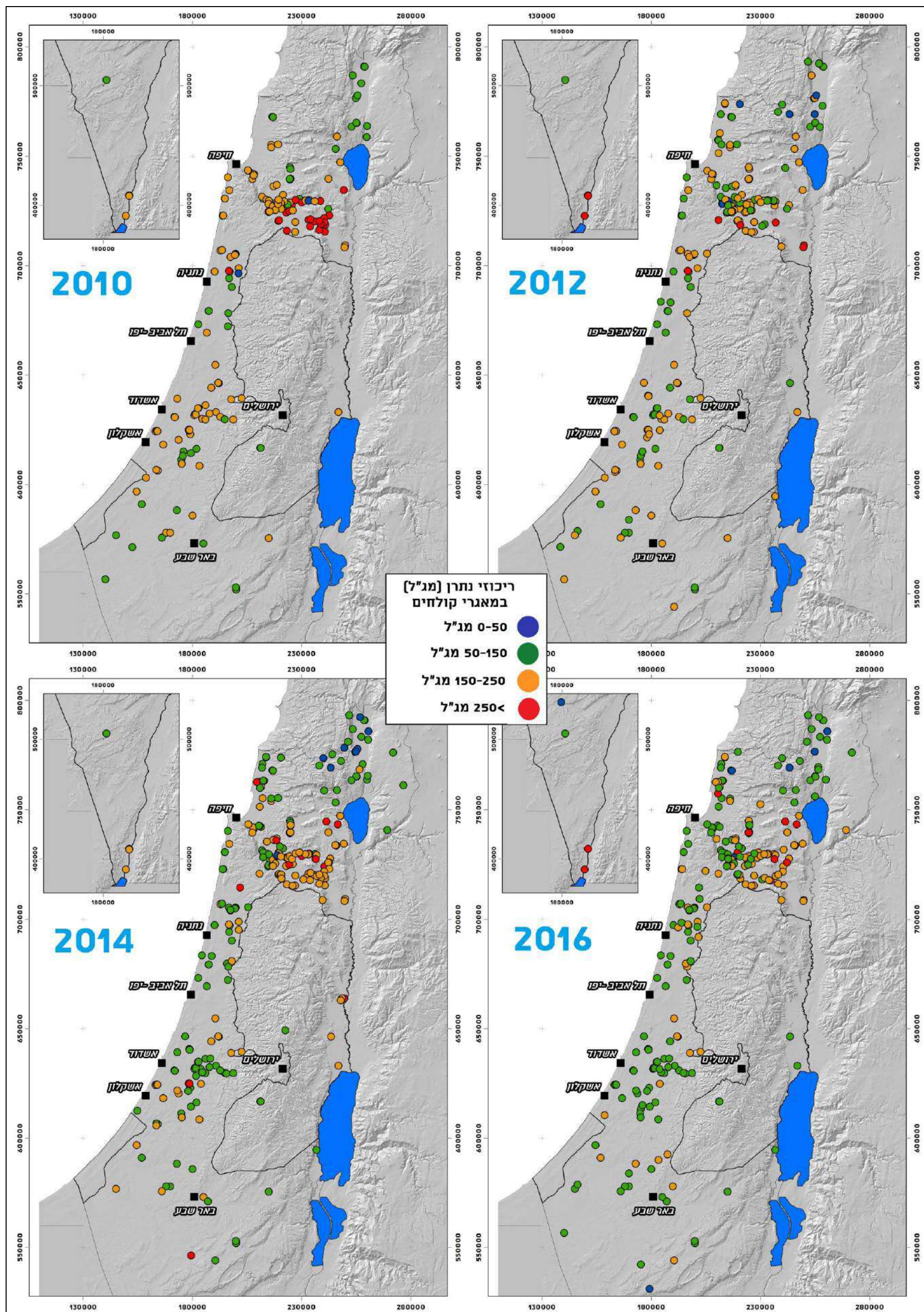
במהלך השנים 2010-2016 חלה ירידה ניכרת (כ-25%) בריכוזי הנתון הנמדדים במקורות הקולחים, לצד עליה של כ-55% בכמות הקולחים המנוטרות.

בשנת 2010 ריכוזי נתון נמוכים מ-150 מג"ל, ערך הסף להשקיה בלתי מוגבלת, נמדדו בכ-20% מהנפח המנוצל להשקיה. בשנת 2016 ריכוזי נתון נמוכים מ-150 מג"ל נמדדו בקרוב ל-60% מהנפח המנוצל להשקיה. ניטור נתון במקורות הקולחים כלל בשנת 2010 כ-213 מלמ"ק, בעוד שבשנים 2014-2016 בוצע ניטור כלוריד בכ-340 מלמ"ק מי קולחים.

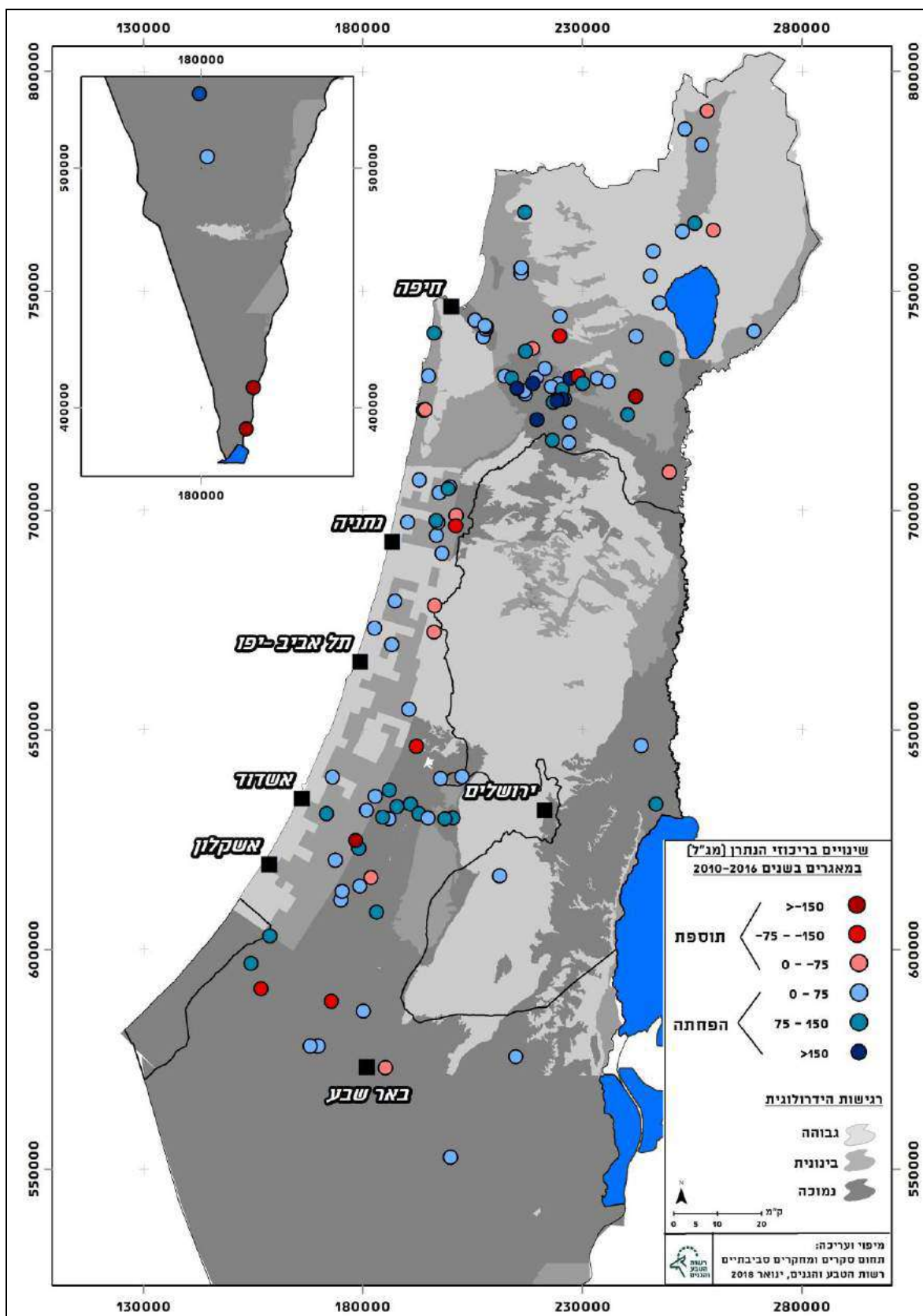
הממוצע השנתי המשוקלל של ריכוזי הנתון במקורות הקולחים ירד מ-188 מג"ל בשנת 2010 לכ-152 מג"ל בשנת 2016. יחד עם זאת, ריכוזי הנתון, כפי שנמדדים כיום בחלק עיקרי של מאגרי הקולחים בישראל, עדיין מהווים מגבלה לשימוש במים להשקיה. מתוצאות הממוצע השנתי המשוקלל (לפי נפח מושקה) והחציון השנתי עולה כי ריכוזי הנתון הנמוכים מאפיינים לרוב את מקורות הקולחים הגדולים, מהם מתבצעת השקיה בנפח רב.

הירידה העיקרית בריכוזי הנתון במאגרי הקולחים התרחשה בעמק יזרעאל, שפלת יהודה ומישור החוף הצפוני והדרומי (מפה מס' 7).

שימוש נרחב יותר במים מותפלים, המאופיינים בריכוזי מלחים נמוכים, במגזר הביתי, החקלאי והתעשייתי משפר את איכות הקולחים, ובדרך זו מקטין את המלחת הקרקעות ומי התהום.



מפה מס' 7: ריכוזי נתחן במקורות הקולחים בשנים 2010-2016



מפה מס' 8: שינויים בריכוזי הנתרן במקורות הקולחים בין השנים 2010-2016

2.6 יחס ספיחת נתרן (SAR)

יחס ספיחת הנתרן (SAR) הוא פרמטר בעל חשיבות חקלאית. נתרן, סידן ומגנזיום נקשרים לחרסיות שבקרע, כאשר ספיחת סידן ומגנזיום בעודף על פני נתרן מביאה להתפתחות מבנה קרקע גרנולרי וחדיר למים. קרקע כזו נוחה לעיבוד חקלאי. ספיחת נתרן בעודף על פני סידן ומגנזיום גורמת לשבירת המבנה האגרגטי של הקרקע. כאשר קרקע כזו מתייבשת היא הופכת לקשה, דחוסה ואטימה יותר למים ולאוויר. קרקע כזו מקשה על העיבוד החקלאי.

חישוב ה-SAR נעשה על פי הנוסחה הבאה (הריכוזים ביחידות של מיליאקוויוולנטים לליטר):

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}}$$

ערכי ה-SAR מחולקים לקטגוריות לפי השפעתם על הקרקע. על פי תקנות הקולחים, רמת ה-SAR המרבית המותרת להשקיה ללא מגבלה היא 5. על פי משרד החקלאות, לא נגרם נזק לקרקע כאשר ערך ה-SAR קטן מ-3 וההשקיה אסורה בערכי SAR מעל 9.

ערכי ה-SAR סווגו לפי הקטגוריות הבאות (טבלה מס' 6, תרשים מס' 6, מפה מס' 9):

0-3 מג"ל - איכות מעולה

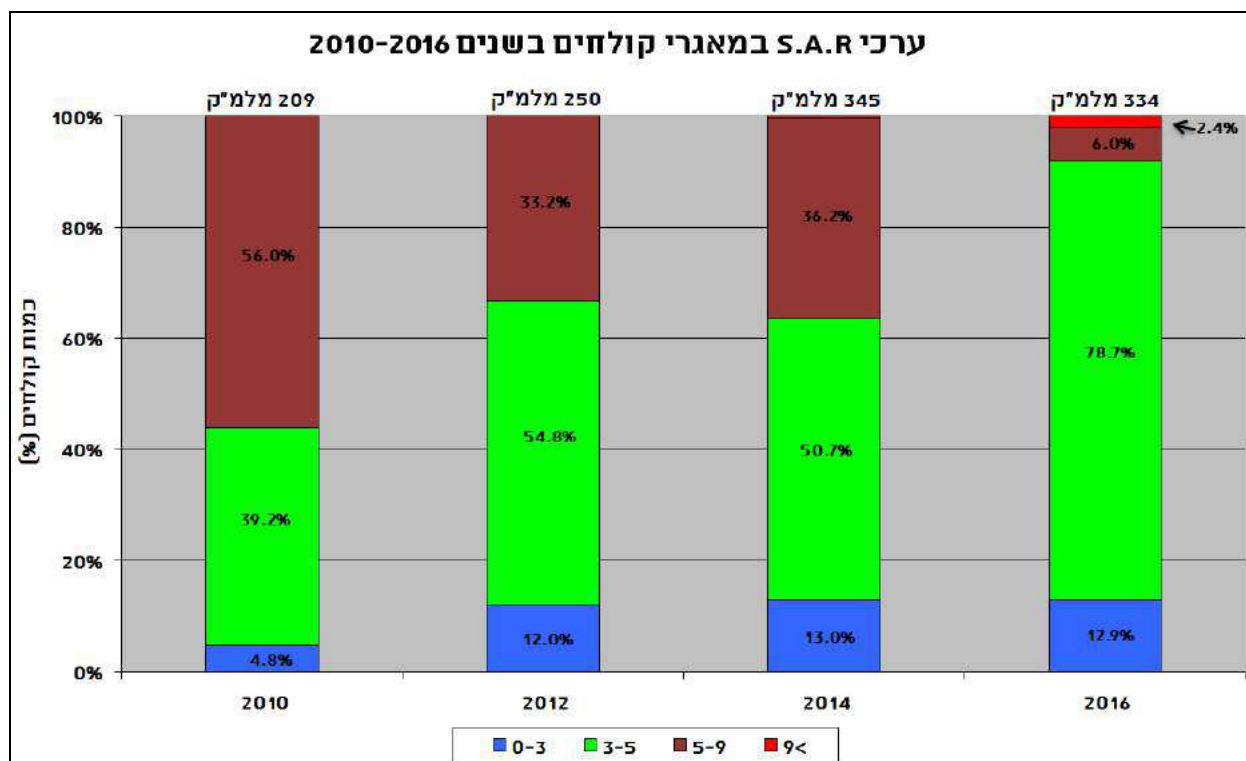
3-5 מג"ל - איכות טובה

5-9 מג"ל - איכות בינונית

<9 מג"ל - איכות נמוכה

טבלה מס' 6: ערכי SAR במקורות הקולחים בשנים 2010-2016 - היבטים כמותיים ואיכותיים

2016	2014	2012	2010	SAR - איכות וכמות		
43	45	30	10	מלמ"ק	0-3	מעולה
263	175	137	82		3-5	טובה
20	125	83	117		5-9	בינונית
7	1	0	0		<9	נמוכה
334	345	250	209		כמות קולחים שנתית	
204	232	185	160		מספר מקורות קולחים	
4.06	4.06	4.24	4.68		ממוצע שנתי	
3.87	4.32	4.4	4.9		ממוצע שנתי משוקלל (לפי נפח מושקה)	
3.53	3.98	4.09	4.68		חציון שנתי	



תרשים מס' 6: השתנות ערכי ה-SAR במקורות הקולחים בשנים 2010-2016

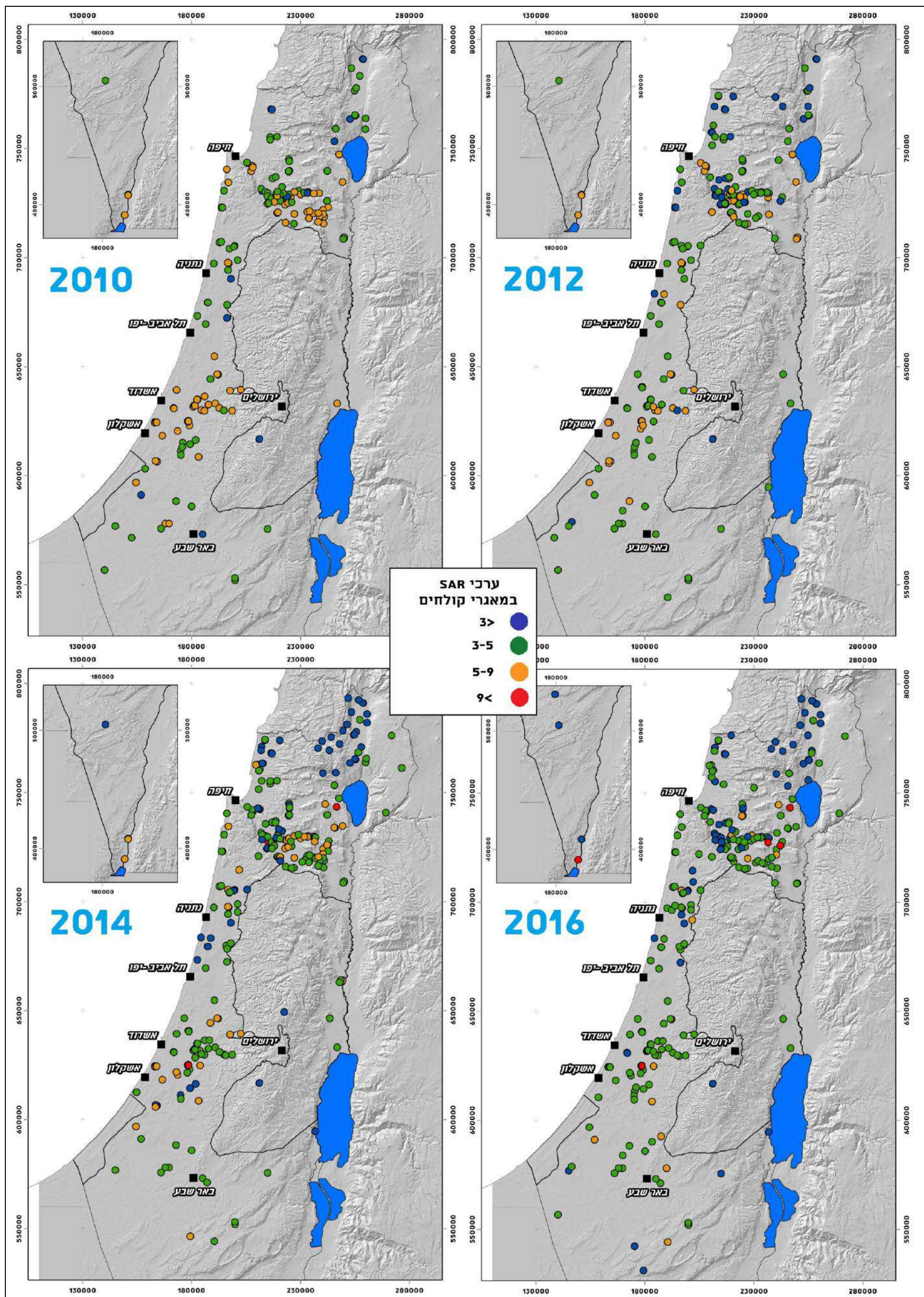
במהלך השנים 2010-2016 חלה ירידה ניכרת (כ-25%) בערכי ה-SAR הנמדדים במקורות הקולחים, לצד עליה של כ-60% בכמות הקולחים המנוטרת.

בשנת 2010 ערכי SAR נמוכים מ-5, ערך הסף להשקיה בלתי מוגבלת, נמדדו במעט יותר מ-40% מהנפח המנוצל להשקיה. בשנת 2016 ערכי SAR נמוכים מ-5 נמדדו ביותר מ-90% מהנפח המנוצל להשקיה. ניטור SAR במקורות הקולחים כלל בשנת 2010 כ-209 מלמ"ק, בעוד שבשנים 2014-2016 בוצע ניטור SAR בכ-340 מלמ"ק מי קולחים.

הממוצע השנתי המשוקלל של ערכי ה-SAR במקורות הקולחים ירד מ-4.9 בשנת 2010 לכ-3.9 בשנת 2016. כתוצאה מכך, ערכי ה-SAR, כפי שנמדדים כיום בחלק עיקרי של מאגרי הקולחים בישראל, אינם מהווים מגבלה לשימוש במים להשקיה. מתוצאות הממוצע השנתי המשוקלל (לפי נפח מושקה) והחציון השנתי עולה כי ערכי ה-SAR הנמוכים מאפיינים לרוב את מקורות הקולחים הגדולים, מהם מתבצעת השקיה בנפח רב.

הירידה העיקרית בערכי ה-SAR במאגרי הקולחים התרחשה בעמק חרוד, שפלת יהודה ומישור החוף הצפוני והדרומי (מפה מס' 8).

ערכי ה-SAR, כפי שנמדדים כיום בקולחים, מפיגים את החשש לפיו שימוש נרחב במים מותפלים יגרום לעליה בערכי ה-SAR וכתוצאה מכך ליצירת מגבלת שימוש במים להשקיה חקלאית.



מפה מס' 9: ערכי SAR במקורות הקולחים בשנים 2010-2016

3. סיכום ומסקנות

השקיה בקולחים מהווה פוטנציאל זיהום למים, לקרקע, לאיכות הגידולים וכן למפגעים סביבתיים ותברואתיים נוספים. סכנות אלו תלויות בעיקר באיכות הקולחים. במט"שים גדולים נערכות בדיקות יומיות המספקות מידע איכותי וכמותי בנוגע לתהליכי הטיפול. לעומת זאת, מידע אודות תהליכים המתרחשים במאגרים ומשפיעים על איכות המים הינו מוגבל. המטרות העיקריות של עבודה זו הינן מעקב אחר איכות המים במקורות הקולחים המיועדים להשקיה חקלאית והערכת מגמת השינוי בפרמטרים עיקריים של איכות מים במקורות הקולחים לאורך השנים. עבודה זו עשויה לשפר את מאגר המידע האיכותי, שיסייע לתפעול משק הקולחים. דיגום מי הקולחים מבוצע במוצאי המאגרים / המט"שים. איכות מי הקולחים נבדקת לאורך כל השנה, ובמיוחד בסמוך לניצול הקולחים להשקיה חקלאית.

מתוך מאגר המידע ברשות הטבע והגנים ובחברת מקורות נלקחו תוצאות דיגומי הקולחים, הכוללים את הפרמטרים הבאים: כלוריד (CL), צח"ב (B.O.D), בורן (B), חנקן כללי (N TOTAL), נתרן (NA), סידן (CA), מגנזיום (MG) ויחס ספיחת נתרן (SAR - SODIUM ABSORPTION RATIO). פרמטרים אלו נמדדו במוצאי מאגרי הקולחים והמט"שים, מהם התבצעה השקיה ישירה, בשנים 2010-2016. הניתוח מתייחס לריכוזים ממוצעים שנתיים לכל מקור קולחים ושויכו לקטגוריות איכות, בהתאם לערכים מומלצים ע"י רשות המים והמשרד להגנת הסביבה.

לאורך השנים 2006-2016 ניכרת ירידה משמעותית וחשובה בריכוזי **הכלוריד** הנמדדים במקורות הקולחים. בשנת 2006 ריכוזי כלוריד נמוכים מ-250 מג"ל, ערך הסף להשקיה בלתי מוגבלת, נמדדו בכ-32% מהנפח המנוצל להשקיה. בשנת 2010 ריכוזי כלוריד נמוכים מ-250 מג"ל, נמדדו בכ-50% מהנפח המנוצל להשקיה. החל משנת 2012 חל שיפור ניכר ובשנת 2016 ריכוזי הכלוריד ביותר מ-80% מנפח הקולחים המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-250 מג"ל. המשך השימוש הנרחב במים מותפלים, צפוי לשפר את איכות הקולחים, ולהקטין את המלחת הקרקעות ומי התהום.

לאורך השנים 2006-2016 חלה ירידה מתונה בריכוזי **הבורן** הנמדדים במקורות הקולחים. בשנת 2008 ריכוזי בורן נמוכים מ-0.4 מג"ל, נמדדו בכ-82% מהנפח המנוצל להשקיה. בשנת 2010 ריכוזי בורן נמוכים מ-0.4 מג"ל, נמדדו בכ-81% מהנפח המנוצל להשקיה, ואילו בשנת 2016 ריכוזי הבורן בכ-94% מנפח הקולחים המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-0.4 מג"ל.

ריכוזי הבורן, כפי שנמדדים כיום בקולחים, מפיגים את החשש לפיו שימוש נרחב במים מותפלים יגרום לעליה בריכוזי הבורן וכתוצאה מכך ליצירת מגבלת שימוש במים להשקיה חקלאית.

לאורך השנים 2006-2016 לא חלו שינויים מהותיים בריכוזי **חנקן כללי** במקורות הקולחים. בשנת 2006 ריכוזי החנקן הכללי בכ-49.5% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-25 מג"ל, ערך סף

להשקיה בלתי מוגבלת. בשנת 2010 ריכוזי החנקן הכללי בכ-48% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-25 מג"ל. בשנת 2016 ריכוזי החנקן הכללי בכ-50% מהנפח המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-25 מג"ל. ריכוזי החנקן הכללי הנמדדים כיום ברוב הקולחים, מהווים מגבלה לשימוש בקולחים להשקיה. שדרוג למט"שים שלישוניים, הכוללים הרחקת חנקן, צפוי לשפר את איכות הקולחים.

לאורך השנים 2010-2016 ניכרת ירידה משמעותית בריכוזי **הצח"ב** הנמדדים במקורות הקולחים. בשנת 2010 ריכוזי צח"ב נמוכים מ-10 מג"ל, ערך סף להשקיה בלתי מוגבלת, נמדדו בכ-50% מהנפח המנוצל להשקיה. החל משנת 2014 חל שיפור ניכר ובשנת 2016 ריכוזי הצח"ב בכ-70% מנפח הקולחים המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-10 מג"ל. הירידה בריכוזי הצח"ב מעידה על שיפור בתהליך הטיפול בשפכים במט"שים ברחבי הארץ, באמצעות שדרוג מט"שים. המשך שדרוג המט"שים צפוי לשפר את איכות הקולחים, ולהקטין את העומס האורגני במים עיליים ובמי תהום.

בדומה למגמה בריכוזי הכלוריד, ישנה ירידה משמעותית בשנים 2006-2016 גם בריכוזי **הנתרן** במקורות הקולחים. בשנת 2010 ריכוזי נתרן נמוכים מ-150 מג"ל, ערך סף להשקיה בלתי מוגבלת, נמדדו בכ-22% מהנפח המנוצל להשקיה. החל משנת 2012 חל שיפור ניכר ובשנת 2016 ריכוזי הנתרן בכ-60% מנפח הקולחים המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-150 מג"ל. המשך שימוש נרחב במים מותפלים, צפוי לשפר את איכות הקולחים, ולהקטין את המלחת הקרקעות ומי התהום.

לאורך השנים 2010-2016 חלה ירידה משמעותית בערכי ה-**SAR** הנמדדים ומחושבים במקורות הקולחים. בשנת 2010 ערכי SAR נמוכים מ-5, נמדדו בכ-44% מהנפח המנוצל להשקיה, ואילו בשנת 2016 ערכי ה-SAR בכ-92% מנפח הקולחים המנוצל להשקיה היו נמוכים מ-5.

ערכי ה-SAR, כפי שנמדדים כיום בקולחים, מפיגים את החשש לפיו שימוש נרחב במים מותפלים יגרום לעליה בערכי ה-SAR וכתוצאה מכך ליצירת מגבלת שימוש במים להשקיה חקלאית.

עבודה זו כוללת עיבוד נתוני איכויות וכמויות קולחים בשנים 2006-2016, לפי הפירוט הבא:

איכויות המים ב-241 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2006**, וסיפקו כ-186 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-212 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2008**, וסיפקו כ-200 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-270 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2010**, וסיפקו כ-291 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-272 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2012**, וסיפקו כ-321 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-271 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2014**, וסיפקו כ-364 מלמ"ק להשקיה.

איכויות המים ב-250 מקורות קולחים, אשר נדגמו בשנת **2016**, וסיפקו כ-351 מלמ"ק להשקיה.

העליה בניטור איכות מי הקולחים להשקיה בשנים 2006-2016 צפויה להימשך, באופן שתכלול באופן מלא את כל מקורות הקולחים. המשך מגמה זו עשוי לשפר את משק הקולחים בישראל.

נ
ס
פ
ח
ו
ם

נספח מס' 1: מקורות הקולחים (בשנת 2016) בהם לפחות אחד מהפרמטרים המנותחים בסקר מאופיין באיכות גרועה
 *) נפח מנוצל הינו כחלק ממערכת קולחים אזורית

שם מאגר	נפח מנוצל 2016	צח"ב (<10 מג"ל)	כלוריד (<400 מג"ל)	חנקן כללי (<40 מג"ל)	בורן (<0.4 מג"ל)
א.ב.ג	309,045			+	
אבוקה	*	+	+		
אדמית	56,000	+			
אייל - כוכב יאיר	498,400			+	
אייל - ניר אליהו	1,010,800	+		+	
איילת-גדות	204,750	+			
אילון	290,400	+			
אילת	4,306,770	+	+		+
אלונים א' (בית לחם)	112,500	+	+		
אלונים ג' (בית)	80,000	+			+
אלונים ד' (נחלאות)	980,750	+			
אפק א'	1,077,500	+			
אריה - מושבי הנגב	5,774,659	+			
בית העמק א'	1,523,250	+			
בית העמק ב'	*	+			
ברעם - חדש	143,950	+			
גבעת עוז ד' (תל קדש)	136,800	+			
גבת א'	270,000		+		
גבת ב'	*		+		
גבת ג' (קישון)	*	+	+		
גבת ד'	66,000		+	+	
גיניגר א' + יפעת + כפר החורש	867,500	+			+
גיניגר ב'	425,000	+			+
גיניגר ג (מגידל דרום)	320,000	+	+		+
גלאון	907,900				+
גלעד	400,000	+	+		
גן שמואל-נפוליאון	444,290	+	+		
גן שמואל - צ'רקס	581,000				+
געתון ב'	1,488,200				+
דברת א'	300	+			+
דברת ב'	32,400	+			+
דברת ג'	*	+			+
דוד	2,778,250	+			+
דינור	432,250	+			
החותרים	1,369,500	+			
הסוללים א'	*	+	+	+	
הסוללים ב' (עמיחי)	1,439,400	+	+	+	
הסוללים ג'	*		+		+
חולדה + משמר דוד (חמ"ד)	1,938,950		+		
חורשים - חגור	636,500	+	+		+

שם מאגר	נפח מנוצל 2016	צח"ב (<10 מג"ל)	כלוריד (<400 מג"ל)	חנקן כללי (<40 מג"ל)	בורון (<0.4 מג"ל)
חניטה	40,000	+			
חצור ב'	1,300,000	+			
חצור ג'	*	+			
יגור א	861,500			+	
יגור בית	2,192,285			+	
יד חנה (מט"ש)	954,000		+		
יד מרדכי	147,200		+		
יודפת (כרמיאל)	752,800				+
יסודות ב' - חדש	1,468,000		+		
יסעור חדש	726,750	+			+
יפעת א'	322,000			+	
יפעת ב'	250,000	+		+	
יפעת + רמת דוד + מדרך עוז	456,000	+			
יקנעם א'	593,200	+		+	
יקנעם ג'	40,000	+		+	
יששכר	100,600	+		+	
כפר הנשיא	182,000	+			
כפר חיטים	439,750		+		
כפר חסידים א'	829,470		+		
כפר יהושע א' - דרומי	105,000	+	+		
כפר יחזקאל - גדעונה			+		+
כפר מנדא (יודפת-נטופה)	402,200	+			
כפר מסריק	1,852,400				+
לביא	106,500	+	+		
לבנים	670,100				+
לוחמי הגיטאות - חדש	1,928,500			+	
לוחמי הגיטאות - ישן	*			+	
מולדת	853,500		+		
מחניים דרומי א'	*				+
מסילת ציון	1,048,400			+	
מעלה גלבע	112,000		+		
מעלה קישון - מזרחי	*			+	
מעלה קישון - מערבי	28,803,856			+	
מעלות - געתון	*			+	
מצפה רמון	216,400	+			
מרץ (גבעת חיים + גת)	105,000			+	
משאבים-באר חיל		+	+	+	+
נאעורה	*	+			
נבטים	2,835,000	+		+	
נחשון	1,696,750				+
ניר יצחק	65,600	+			
נעמה מערב	18,226,950	+		+	

שם מאגר	נפח מנוצל 2016	צח"ב (10 מג"ל)	כלוריד (400 מג"ל)	חנקן כללי (40 מג"ל)	בורון (0.4 מג"ל)
נען	1,976,000	+		+	
נשר	4,336,400			+	
נתב"ג	1,250,700		+		
עוף הנגב (הרחבה)	320,000		+		
עין המפרץ - חדש	120,000		+		
עין השופט	120,000	+	+		
עין שמר א'	*	+		+	
עין שמר ב' (מרכזי)	787,700	+		+	
עין שמר ג'	*	+		+	
עמק חרוד - מזרחי E	4,580,550		+		
עמק חרוד - מערבי W	11,036,850		+		
עמק חרוד - מרכזי C	*		+		
ענות	2,307,250				+
פוריה	600,000	+	+		
פלבם	250,000	+			
פלמחים	980,000				+
צובה + שורש	3,061,950				+
צרעה ב'	2,995,000			+	
קלח	6,971,780		+		
רבדים ב'	1,089,500				+
רהט	1,360,000	+			
רם און - מושב	701,000	+	+		
רמת הכובש מזרח	3,683,300	+	+	+	
שדה אילן	10,935,800	+	+	+	
שדרות	3,258,900	+	+	+	
שומריה	150,000		+		
שוקת	3,522,500	+	+		
שלומי א'	2,299,600		+	+	
שלומי ב'	*			+	
שמרת - אדמית	434,400	+			
שער העמקים א'	295,000	+			
שריד א' (טורבינה)	275,000	+	+		+
שריד ב'	408,000	+	+	+	
תימורים - טנא נוגה	*		+		
תימורים א'	*		+		
תימורים ב'	1,313,100		+		
תימורים ג'	*		+		
תל עדשים א'	*		+		
תל עדשים ב'	1,236,460		+		
תל עדשים ג'	*		+		
תעוז	3,356,550				+