

# קולחים

הסיכון הפוטנציאלי העיקרי לבריאות הציבור הנובע משימוש במי קולחים להשקייה חקלאית הוא מעבר פתוגנים (גורמים מחוללי מחלות) לגידולים חקלאיים בשל השקיה בקולחים שלא טופלו כראוי. לנוכח האיום של עמידות לאנטיביוטיקה על הבריאות העולמית, גובר החשש מהתפקיד האפשרי שממלאים מכוני טיהור שפכים בהתפשטות של גנים לעמידות ושל חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה. כמו כן יש עדויות לכך שגידולים המושקים בקולחים עשויים להכיל תרופות ומזהמים חדשים. עדיין לא ידוע אם חשיפה לרמות נמוכות מאוד של תרופות ומזהמים אחרים שמקורם בצריכת גידולים שהושקו בקולחים קשורה לתוצאים בריאותיים שליליים.

ישראל מובילה בעולם בשימוש חוזר בשפכים ביתיים: יותר מ-80% מהשפכים שהיא מייצרת מושבים, ו-50% מהשפכים עוברים טיפול שלישוני (טיפול המעלה את איכות הקולחים לרמה המאפשרת השקיה בלתי מוגבלת)<sup>(6)</sup>.

## מדיניות ורגולציה

הרגולציה הקיימת בנושא איכות קולחים נוגעת לסיכון הבריאותי שעלול להיווצר מהעברת פתוגנים, ולסיכונים האפשריים לבריאות הציבור ולחקלאות עקב הימצאות מתכות בקולחים. משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה אחראים במשותף לקביעת תקנים הנוגעים לאיכות הקולחים המשמשים להשקיה. התקנים מגדירים שני סוגים של קולחים המיועדים להשקיה:

- ♦ שפכים מטוהרים בטיפול שניוני המשמשים לגידולי תעשייה (כותנה, מספוא), לגידולים המיובשים בשמש 60 יום לפחות (תירס, חיטה) ולעצי פרי. אין מגבלות על ריכוזי חיידקים בשפכים בטיפול שניוני<sup>(3)</sup>.
- ♦ שפכים מטוהרים בטיפול שלישוני הניתנים לשימוש בהשקיה ללא מגבלות (לדוגמה, להשקיית עגבניות, חצילים). קולחים אלה יכולים להכיל עד 10 קוליפורמים צואתיים בנפח של 100 מ"ל. כמו כן מותרים ריכוזים מרביים של חנקן (עד 35 מ"ג/ליטר), נתרן (200 חלקים למיליון) ומתכות (לדוגמה, כספית – 0.005 מ"ג/ליטר, עופרת – 0.25 מ"ג/ליטר, ארסן – 0.25 מ"ג/ליטר, קדמיום – 0.025 מ"ג/ליטר)<sup>(2)</sup>.

המדיניות הנוכחית בנושא השקיה בקולחים דורשת ליצור חציצה בין הקולחים ובין הגידולים המושקים. חציצה זו כוללת למשל הגדרת מרחק מינימלי בין הקולחים ובין הפרי באמצעות השקיה בטפטוף, והגבלות על פרקי הזמן שבין השקיה לקציר (ייבוש בשמש במשך 60 יום מסייע בהפחתת ריכוזי הפתוגנים). הדרישות הספציפיות תלויות גם בגידולים המושקים, למשל – גידולים הנאכלים מיובשים (כגון חיטה) או עם קליפה לא־אכילה (כגון בננה) מותר להשקות בקולחים שהמגבלות עליהם פחותות מאלה החלות על גידולים הנאכלים טריים בקליפתם (כגון מלפפון)<sup>(3)</sup>.

בישראל אין היום דרישות רגולטוריות בנוגע לנוכחות של תרופות ומזהמים אחרים בשפכים מטופלים המיועדים להשקיה חקלאית. משרד הבריאות בשיתוף עם המשרד להגנת הסביבה ורשות המים מקדמים דרישות הנוגעות לריכוז תרכובות פרמצבטיות בשפכים ממפעלי תרופות. מפעלים המייצרים או מפתחים תרופות נדרשים להגיש רשימה ובה כל התרופות והכימיקלים המשמשים אותם או המיוצרים במפעל, כך שיהיה אפשר להתוות דרישות בדיקה עבור כל מתקן. הנפקת רישיון העסק למתקן תהיה תלויה בבדיקות ובדיווח.

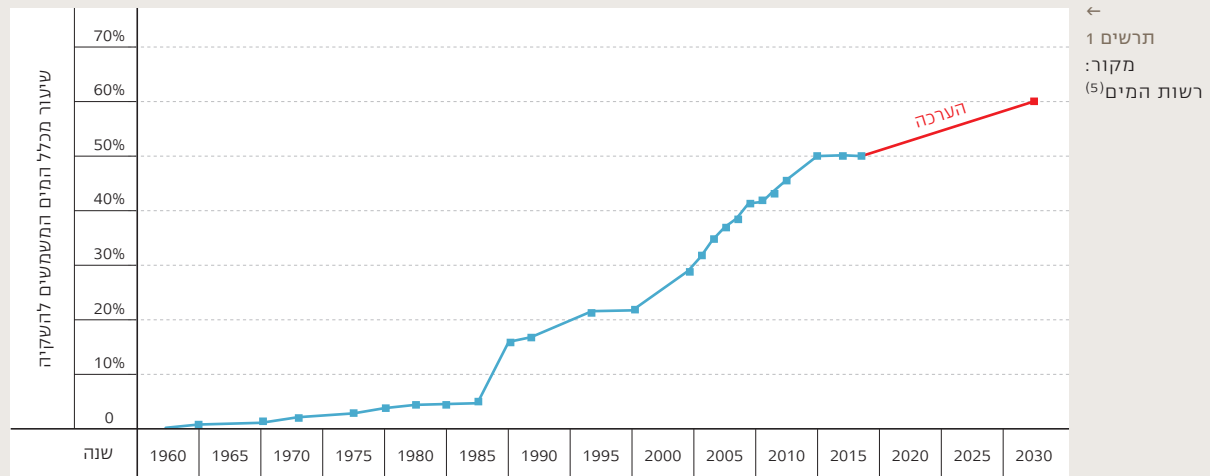
תקנות המשרד להגנת הסביבה משנת 2004 מחייבות טיפול יעיל בבוצה ממכוני טיהור שפכים. הזרמה של בוצת שפכים לים התיכון ממכון הטיהור שפד"ן אסורה מחדש יוני 2017.

עד כה אין לישראל מדיניות או תוכנית לאומית לאיסוף פסולת תרופתית ביתית. על־פי ניתוח שפרסם משרד הבריאות בשנת 2016, מדיניות לאיסוף פסולת תרופתית ביתית קיימת במדינות מפותחות רבות בעולם. על־פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, רק 14% מהציבור בישראל מחזיר פסולת תרופתית ביתית לבתי מרקחת, ורוב הציבור מדווח כי הוא משליך תרופות שאין בהן שימוש לפח האשפה הביתי או לשירותים הביתיים, מה שמעלה את הסיכון להגעת התרופות לקולחים<sup>(4,7)</sup>.

## נתונים על השימוש בקולחים להשקיה ועל כימיקלים בקולחים בישראל

ישראל מובילה בעולם בשימוש חוזר בשפכים ביתיים: יותר מ־80% ממי השפכים בישראל מושבים, לעומת פחות מ־10% בארצות הברית. ישראל מובילה גם בשימוש בשפכים מטופלים לחקלאות. היום 50% מהמים המשמשים להשקיה בחקלאות הם שפכים מושבים<sup>(6)</sup>. שיעור זה צפוי לעלות ל־60% ב־2030 (תרשים 1). 530 מיליון מטרים מעוקבים של שפכים מיוצרים בכל שנה בישראל, ומרביתם משמשים לחקלאות.

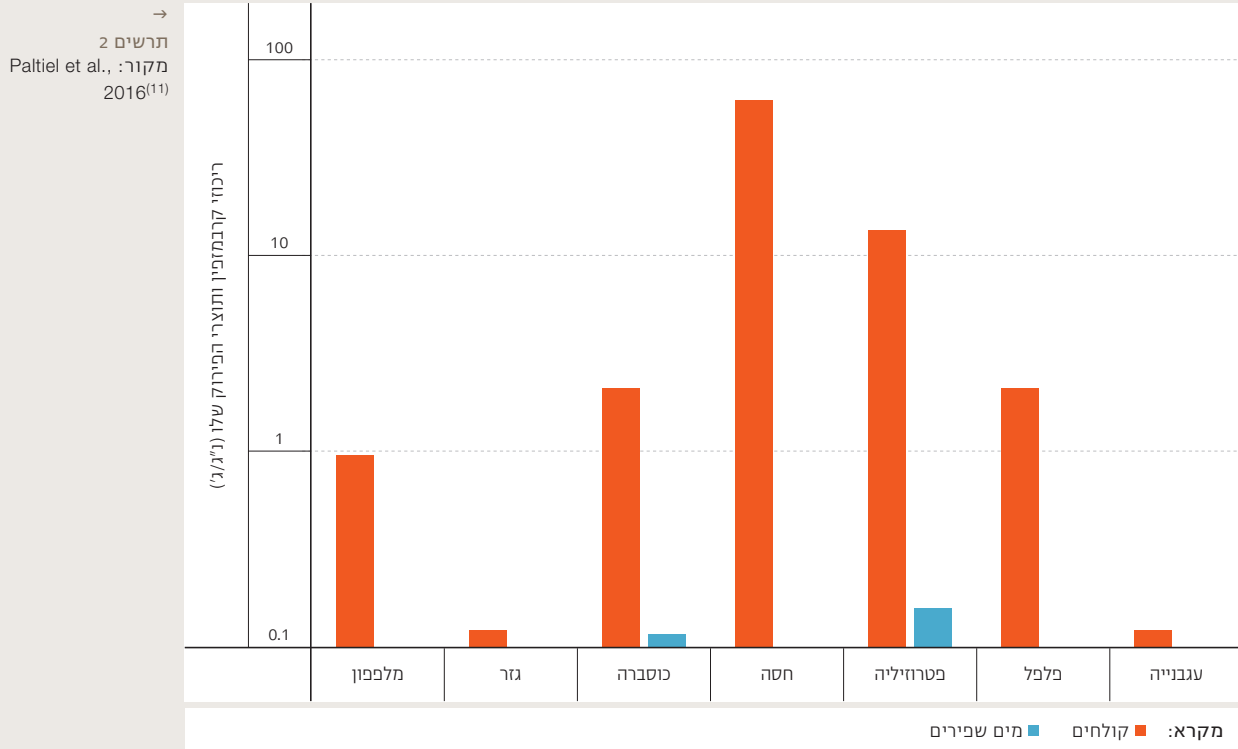
השקיה בקולחים בישראל (שיעור מכלל המים המשמשים להשקיה), 1960–2030



## מחקר על כימיקלים בקולחים ועל גידולים המושקים בקולחים

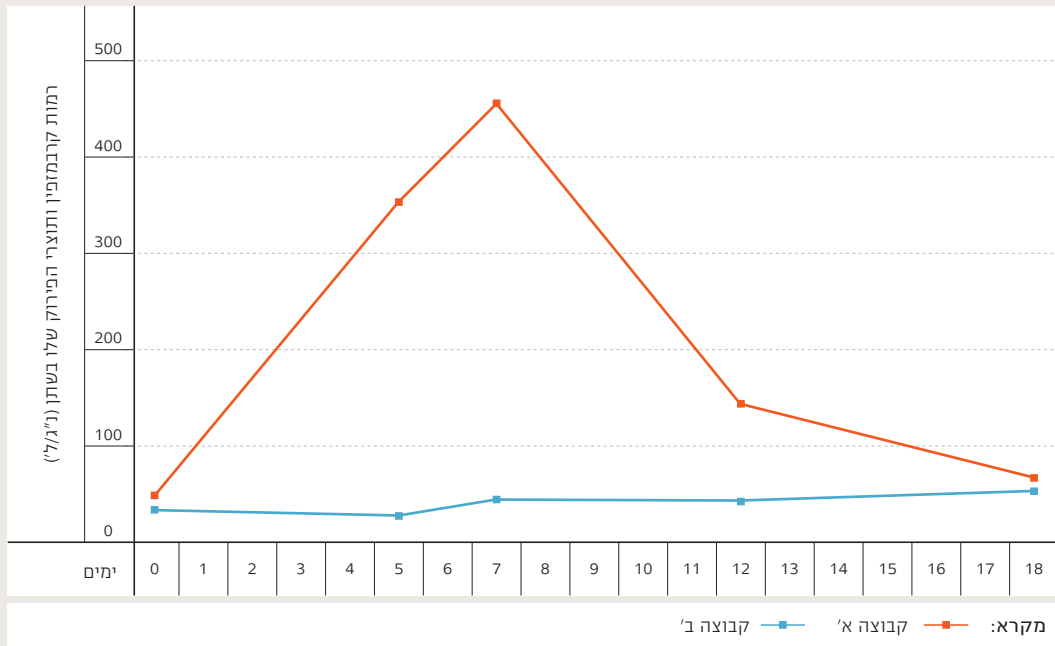
חוקרי המרכז למצוינות בחקלאות, בריאות וסביבה באוניברסיטה העברית בירושלים כימתו את מידת הקליטה של תרכובות פרמצבטיות בגידולים (גזר ובטטה) המושקים בקולחים וגדלים בתנאים מבוקרים. החוקרים מצאו שבני הגידולים עקבות של תרופות אנטי-אפילפטיות מסוג קרבמזפין (carbamazepine) ולאמוטריג'ין (lamotrigine), וכן של קפאין, עם רמות גבוהות יותר בעלים בהשוואה לרמות בשורשים<sup>(10)</sup>. צוות חוקרים זה מצא גם כי בירקות המושקים בקולחים רמות קרבמזפין היו גבוהות באופן מובהק סטטיסטית מהרמות בירקות המושקים במים שפירים (תרשים 2)<sup>(11)</sup>.

ריכוז קרבמזפין ותוצרי הפירוק שלו בגידולים חקלאיים המושקים בקולחים בהשוואה לגידולים המושקים במים שפירים



בעזרת טכניקה אנליטית חדשה, שפותחה כדי לכמת עקבות של קרבמזפין ושל תוצרי הפירוק שלו בשתן, הראו אותם חוקרים כי אנשים שצרכו תוצרת שהושקתה בקולחים הפרישו קרבמזפין ואת תוצרי הפירוק שלו בשתן, ואילו נבדקים שצרכו תוצרת שהושקתה במים שפירים הפרישו כמות שאינה ניתנת למדידה או רמות נמוכות במידה מובהקת של קרבמזפין ושל תוצרי הפירוק שלו<sup>(11)</sup>. החוקרים כימתו את רמות הקרבמזפין ואת רמות תוצרי הפירוק בשתי קבוצות: הקבוצה הראשונה (א) קיבלה ירקות המושקים בקולחים, ושבעה ימים לאחר מכן קיבלה תוצרת חקלאית שהושקתה במים שפירים; הקבוצה השנייה (ב) קיבלה תוצרת חקלאית שהושקתה במים שפירים, ושבעה ימים לאחר מכן קיבלה תוצרת שנקנתה במרכול ושמקורות ההשקיה שלה לא היו ידועים (אך היה צפוי שיכללו קולחים). רמות הקרבמזפין ותוצרי הפירוק שלו שנמדדו בקבוצה א' לאחר שאכלו מהתוצרת שהושקתה בקולחים היו גבוהות, אך רמות אלה ירדו במידה ניכרת לאחר אכילת ירקות שהושקו במים שפירים. לעומת זאת, בקבוצת הביקורת (ב) רמות הקרבמזפין ותוצרי הפירוק שלו היו יציבות (תרשים 3)<sup>(11)</sup>.

ריכוזי קרבמזפין ותוצרי הפירוק שלו (נוגורם/ליטר) בשתן של מתנדבים שצרכו תוצרת חקלאית שהושקתה בקולחים ולאחר מכן במים שפירים (קבוצה א'), בהשוואה לריכוזים בשתן של מתנדבים שצרכו תוצרת חקלאית שהושקתה במים שפירים ולאחר מכן צרכו תוצרת חקלאית שהושקתה ממקור לא ידוע (קבוצה ב')



←  
תרשים 3  
מקור: Paltiel et al., 2016<sup>(11)</sup>

צוות חוקרים זה מרחיב כעת את המחקר הקודם ובודק את רמות הקרבמזפין בשתן של ישראלים בריאים בקבוצות אוכלוסייה מיוחדות הניזונות מתפריטן השגרתי, כדי להעריך את החשיפה לקרבמזפין בתת-קבוצות אוכלוסייה, ובכלל זה ילדים, צמחונים, נשים הרות וקשישים.

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומשרד הבריאות ניתחו את השפעתם של קולחים ושיטפונות על איכות המים ועל בריאות הדגים בתוך מאגר מים. החוקרים בדקו רמות של נוטריינטים ושל מיקרומזהמים אורגניים (organic micro-pollutants - OMPs) במים במהלך 2013–2014 באגם ירוחם, ורמות OMPs במשקעים באגם וברקמות דגים. החוקרים מצאו ארבעה OMPs באגם (אסטרון [estrone], קרבמזפין, דיקלופנק [diclofenac] ובזפיברט [bezafibrate]) בריכוזים נמוכים. ביפנילים עתירי כלור (polychlorinated biphenyls – PCBs) ודיוקסינים (dioxins) נמצאו בשרירי דגים ובכבד דגים בריכוזים נמוכים מאוד. ניתוח היסטופתולוגי של דגי האגם הראה שהם היו בריאים<sup>(12)</sup>.

מחקר משותף – של חוקרים ישראלים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומשרד הבריאות, וכן חוקרים פלסטיניים מהארגון לפיתוח המים והסביבה (Water and Environmental Development Organization - WEDO) ויחידת המחקר הסביבתית למים ורקע באוניברסיטת בית לחם (The Water and Soil Environmental Research Unit - WSERU) – בחן הימצאות כימיקלים המשבשים את המערכת האנדוקרינית (endocrine disrupting chemicals - EDCs) במכונים ישראלים ופלסטיניים לטיהור שפכים. ראוי לציין כי מכונים לטיהור שפכים ברשות הפלסטינית מבצעים טיפול שניוני בלבד. החוקרים ערכו אנליזות בשפכים גולמיים, בשפכים גולמיים מטוהרים ובבוצה בשישה מכוני טיהור שפכים בישראל, וכן בשני מכונים פלסטיניים. בשפכים גולמיים במכוני הטיהור הפלסטיניים נמצאו ריכוזים נמוכים יותר של ביספנול A (bisphenol A - BPA), של אוקטילפנול (octylphenol) ושל טריקלזון (triclosan). עם זאת, ריכוזי ההורמונים בשפכים הגולמיים ברשות הפלסטינית היו גבוהים מהריכוזים בישראל. יעילות ההסרה בכל מכוני טיהור השפכים המתקדמים הייתה גבוהה בהשוואה לממוצעים המדווחים בעולם<sup>(8)</sup>.

חוקרים ממשרד הבריאות וממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי משתתפים במיזמי מחקרים במימון האיחוד האירופי: במיזם ANSWER (ANtibiOticS and mobile resistance elements in WastEwater Reuse applications) ובמיזם NEREUS (New and Emerging Challenges and Opportunities in Wastewater Reuse)<sup>(9)</sup>.

## התקדמות ואתגרים

חלה התקדמות בקידום המדיניות להפחתת השלכה של תרופות ממפעלי התרופות אל השפכים, ומשרד הבריאות משקיע מאמצים בהגברת מודעות הציבור לסילוק בטוח של פסולת תרופתית ביתית<sup>(4)</sup>.

חוקרים בישראל השיגו בשנים האחרונות התקדמות משמעותית בחקר החשיפה הפוטנציאלית לתרופות ולמהמים אחרים בגידולים המושקים בקולחים, ובהבנת תפקידם של מכוני טיהור שפכים בהפצת גנים עמידים לאנטיביוטיקה. ראוי לציון השתתפותם של חוקרים ישראלים בכמה פרויקטים במימון האיחוד האירופי, ובכלל זה סקר של חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה ב-30 מכוני טיהור שפכים ברחבי העולם.

יש צורך במחקרים נוספים בתחומים חדשים אלה, ויש צורך בהמשך שיתוף פעולה ותקשורת בין חוקרים לקובעי מדיניות. בשנת 2016 התקיימו שני ימי עיון בהשתתפות מומחים מהאקדמיה ואנשי ממשלה:

1. התייעצות מומחים בתחום העמידות לאנטיביוטיקה בקולחים, שהשתתפו בה מומחים מהאקדמיה, ממשרד הבריאות, מהמשרד להגנת הסביבה, ממשרד החקלאות ופיתוח הכפר, מהתעשייה ויועצים נוספים. המומחים הגיעו למסקנה שאף כי קולחים עלולים להכיל חיידקים עמידים וגנים לעמידות לאנטיביוטיקה, הידע הנוכחי, המדע העכשווי והניסיון הקיים אינם מספיקים כדי לקבוע אם חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה וגנים לעמידות הנמצאים בקולחים מהווים סיכון בריאותי. ואלה היו המלצותיהם של המומחים:

(א) "הפחתה במקור" – צמצום השימוש באנטיביוטיקה בקרב הציבור ובעלי חיים;

(ב) ביצוע מחקרים נוספים, ניטור ואיסוף נתונים על חיידקים עמידים וגנים לעמידות בשפכים, בקולחים, בשדות ובגידולים חקלאיים, וכן בקרב האוכלוסייה ובבתי החולים<sup>(1)</sup>.

2. יום עיון בנושא מיקרו-מזהמים בקולחים ובבוצה, שהשתתפו בו מומחים מהאקדמיה ומהממשלה (ממשרד הבריאות, מהמשרד להגנת הסביבה, ממשרד החקלאות ופיתוח הכפר ומרשות המים). המשתתפים החליטו על איסוף ומיפוי של הידע הקיים במשרדים השונים, בקרב החוקרים ומתוצאות הניטור, וכן על הערכת הידע הקיים בתחום זה בעולם. המשתתפים קראו להגדיר ולזהות את כל התרופות והכימיקלים המיוצרים בישראל שצפויים להגיע למכוני טיהור שפכים, ולבחון מחדש את המדיניות בתחום זה.

## אתגרים נוספים

- ♦ ביצוע הערכת סיכונים הנובעים מההימצאות של מזהמים כימיים בקולחים, תוך שימת דגש על בני אדם, על בעלי חיים חקלאיים ועל התוצרת שלהם (חלב, ביצים, בשר).
- ♦ הקמת מסד נתונים משולב שיכלול ניטור כימי ומיקרוביאלי בשפכים שמקורם במשקי בית, בבתי חולים, במשקים חקלאיים, בתעשיית התרופות ובתעשייה הכימית; ניטור מכוני טיהור שפכים (לפני הטיפול ואחריו), עמידות לאנטיביוטיקה בקולחים, בקרקע, בצמחים ובגידולים, ונתונים על סוגים מסוימים של חיידקים עמידים שנמצאו בבתי חולים ובמשקי חי.
- ♦ ביצוע מחקרים נוספים על טכנולוגיות יעילות יותר להתמודדות עם מיקרו-מזהמים ועל עמידות לאנטיביוטיקה בקולחים.

## מקורות

- (1) האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה ומשרד הבריאות (2016). **התייעצות מומחים בנושא עמידות לאנטיביוטיקה בקולחים: תמונת מצב, הערכת סיכונים והצעות לטיפול 2016**.  
[http://www.isees.org.il/wp-content/uploads/2016/09/10580\\_Kolhim\\_booklet\\_web.pdf](http://www.isees.org.il/wp-content/uploads/2016/09/10580_Kolhim_booklet_web.pdf). (אוחזר ביולי 2017).
- (2) משרד הבריאות (2010). **תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), התש"ע-2010**.  
<https://www.health.gov.il/LegislationLibrary/Briut01.pdf>. (אוחזר ביולי 2017).
- (3) משרד הבריאות (עודכן ב-2002). **דו"ח ועדת הלפרין. עקרונות למתן היתרים להשקיה בקולחים**.  
[http://www.health.gov.il/hozer/bsv\\_Halperin.doc](http://www.health.gov.il/hozer/bsv_Halperin.doc). (אוחזר ביולי 2017).
- (4) משרד הבריאות. **פסולת תרופתית ביתית - מידע חזותי**.  
[http://www.health.gov.il/Subjects/Environmental\\_Health/Environmental\\_contaminants/Pages/MedicineWaste\\_infograph.aspx](http://www.health.gov.il/Subjects/Environmental_Health/Environmental_contaminants/Pages/MedicineWaste_infograph.aspx). (אוחזר ביולי 2017).
- (5) רשות המים (2012). **איסוף וטיפול בשפכים וניצול קולחים להשקיה חקלאית, סקר ארצי - 2010**.  
<http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/Water-Quality/DocLib1/seker-kolhin-2010.pdf>. (אוחזר בספטמבר 2017).
- (6) רשות המים. **קולחין**.  
<http://www.water.gov.il/Hebrew/WaterResources/Effluents/Pages/default.aspx>. (אוחזר ביולי 2017).
- (7) Barnett-Itzhaki, Z., Berman, T., Grotto, I., & Schwartzberg, E. (2016). Household medical waste disposal policy in Israel. *Israel Journal of Health Policy Research*, 5, 48. <https://doi.org/10.1186/s13584-016-0108-1>
- (8) Dotan, P., Godinger, T., Odeh, W., Groisman, L., Al-Khateeb, N., Rabbo, A. A., ... Arnon, S. (2016). Occurrence and fate of endocrine disrupting compounds in wastewater treatment plants in Israel and the Palestinian West Bank. *Chemosphere*, 155, 86-93. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.04.027>
- (9) European Cooperation in Science and Technology (COST) (updated 2014). Earth System Science and Environmental Management (ESSEM) COST Action ES1403. New and emerging challenges and opportunities in wastewater reuse (NEREUS). [http://www.cost.eu/COST\\_Actions/essem/ES1403](http://www.cost.eu/COST_Actions/essem/ES1403) (retrieved June 2017).
- (10) Malchi, T., Maor, Y., Tadmor, G., Shenker, M., & Chefetz, B. (2014). Irrigation of root vegetables with treated wastewater: Evaluating uptake of pharmaceuticals and the associated human health risks. *Environmental Science and Technology*, 48(16), 9325-9333. <https://doi.org/10.1021/es5017894>
- (11) Paltiel, O., Fedorova, G., Tadmor, G., Kleinstern, G., Maor, Y., & Chefetz, B. (2016). Human exposure to wastewater-derived pharmaceuticals in fresh produce: A randomized controlled trial focusing on carbamazepine. *Environmental Science and Technology*, 50(8), 4476-4482. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06256>
- (12) Zaibel, I., Zilberg, D., Groisman, L., & Arnon, S. (2016). Impact of treated wastewater reuse and floods on water quality and fish health within a water reservoir in an arid climate. *Science of the Total Environment*, 559, 268-281. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.099>