

# טיפים לתכנון מאגרי קולחים

מאמר זה שייך לסדרה של שנים-עשר מאמרים קצרים שיפורסמו ב"מים והשקיה" בכל חודש לאורך השנה. מטרת הסדרה היא העברת מידע והמלצות בנושאים מובחרים על תכנון מאגרי קולחים. הסדרה אינה מכסה את כל הנושאים הקשורים לתכנון מאגרים, ולכן אינה "מדריך לתכנון", אלא אוסף נושאים ספציפיים.

## 4 – עומס אורגני מירבי ומאזן חמצן

מרסלו חואניקו  
חואניקו – יועצים סביבתיים בע"מ  
www.juanico.co.il

כפי שנאמר ב"טיפ" מספר 3, חישוב העומס האורגני בשטח (ק"ג צח"ב / הקטר / יום) יעשה בנפרד לכל יום במהלך השנה. הממוצע של כל הערכים במהלך השנה מהווה את העומס הממוצע השנתי על המאגר.

### גורמים המשפיעים על העומס האורגני המירבי המותר

במאגרי קולחים, היחס בין העומס האורגני על המאגר ומאזן החמצן מסובך מהיחס בבריכות חמצון בגלל שני פקטורים:

1. ההשפעה המצטברת של העומס האורגני לאורך זמן על ראקטור בנפח משתנה. לדוגמה: ההשפעה של מילוי מאגר בקולחים עם צח"ב=120 מ"ג/ל לאורך ארבעה חודשים בחורף (כאשר נפח המאגר עולה והטמפרטורה וקרינת השמש נמוכות) ובהמשך מילוי בקולחים עם צח"ב=40 מ"ג/ל לאורך ארבעה חודשים בקיץ (כאשר נפח המאגר יורד, והטמפרטורה וקרינת השמש גבוהות) שונה מההשפעה של הפעלה הפוכה (צח"ב=40 מ"ג/ל בחורף וצח"ב=120 מ"ג/ל בקיץ).
2. מאגרים רדודים יכולים לקבל עומסים אורגניים בשטח גבוהים ממאגרים עמוקים. יצור חמצן ע"י אצות (קרינת השמש מגיע דרך פני המים), והפצת חמצן אטמוספרי דרך פני המים הם שני המקורות לחמצן מומס במאגר. אזי, למאגרים עמוקים עם יחס שטח/נפח קטן יש הספקת החמצן מצומצמת מההספקה בגופי מים רדודים. בנוסף, למאגרים עמוקים היפולימניון גדול יותר עם דרישת חמצן מוגברת. מאגרים עמוקים דורשים עומס אורגני בשטח נמוך יותר או שימוש במערבלים ומאווררים כדי לשמור על תנאים אירוביים בכול עמוד המים.

גורם נוסף שמשפיע על העומס האורגני המירבי המותר במאגרי קולחים, הוא מקור הקולחים. לקולחים עם צח"ב=80 מ"ג/ל המגיעים למאגר מבריכות חימצון יש פחות דרישת חמצן במאגר מאשר לקולחים המגיעים מבוצה משופלת או מבריכות מאווררות, עקב יצור חמצן של האצות הנמצאות (או לא) בקולחים הנכנסים. זה חשוב במיוחד בסתיו כאשר קצב גידול אצות הוא נמוך, המאגר ריק ורוב הקולחים במאגר "טריים".

קביעת העומס המירבי המותר במאגר ספציפי דורשת שימוש במודל סימולציה. אך בישראל קיימים ערכים אמפיריים שנאספו במשך שנים רבות של ניסיון.

## **כלל אצבע לעומס המירבי המותר**

מאגרי קולחים המקבלים עומסים דומים לאלה של בריכות חימצון (100-150 ק"ג צח"ב / הקטר / יום) הם רוב הזמן אנארוביים ומקור לריחות מעליבות חזקים.

מתכננים בישראל השתמשו בערך של 50 ק"ג צח"ב / הקטר / יום כעומס המרבי הממוצע המותר. סקר של דור ורבר בשני-עשר מאגרי קולחים בארץ אישר שרוב המאגרים המקבלים עומס זה מראים ביצועים טובים.

סקר של חואניקו בחמישה מאגרים (איור 1 - 2) מראה שמאגרים המקבלים עומסים נמוכים (עד 30 ק"ג צח"ב / הקטר / יום) הם אירוביים או פקולטיביים ואין בהם בעיות של ריח. אולם, במאגר אליהו (בעל עומק של 9 מטר) המקבל עומס של 40 ק"ג צח"ב / הקטר / יום ריכוז החמצן המומס עלול לרדת לאפס בלילה עם פליטה ספורדית של ריחות מעליבות. תוצאות אלו מצביעות על כך שעומס של 50 ק"ג צח"ב / הקטר / יום עלול להיות גבוה מדי במקרים מסוימים. ערך של 30-40 ק"ג צח"ב / הקטר / יום נראה זהיר יותר כאשר יש דרישה למניעת ריחות. תוצאות סימולציה של מאגרים שונים במודלים גם ממליצות על ערך של 30-40 ק"ג צח"ב / הקטר / יום כעומס אורגאני מרבי.

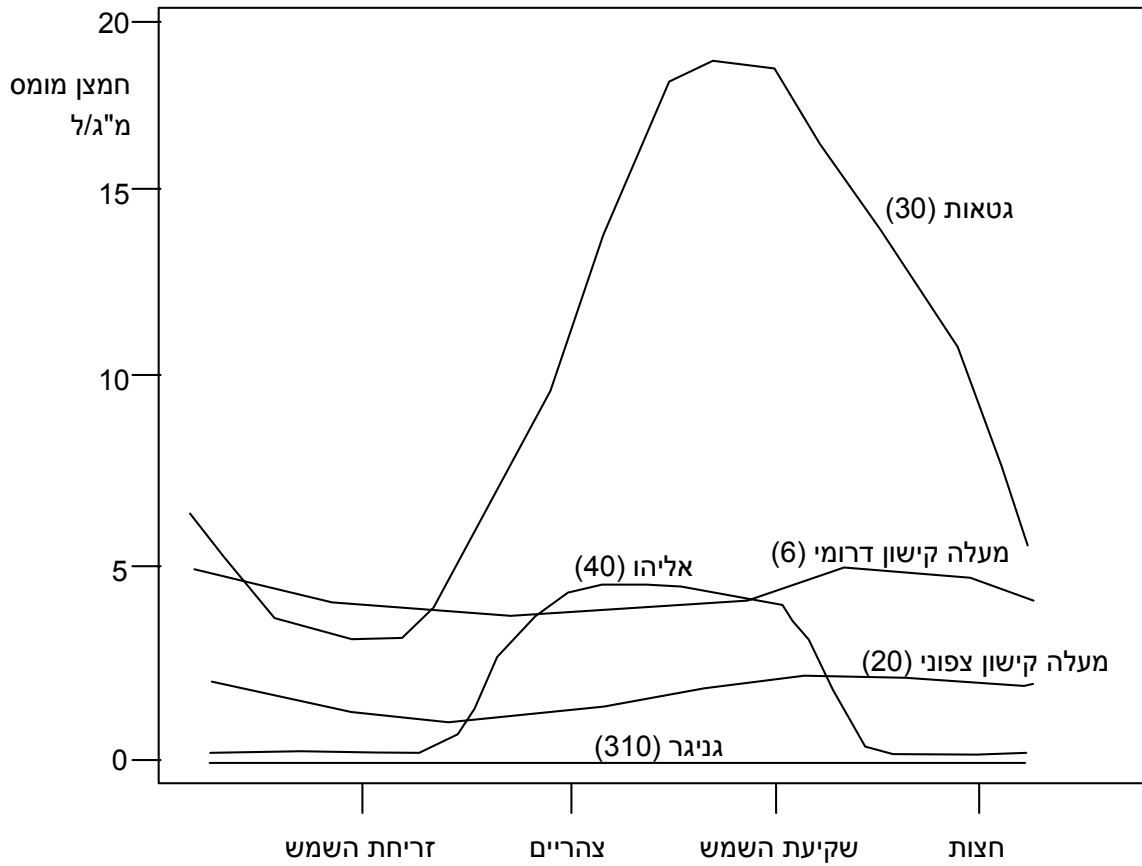
## **עליה בעומס המירבי המותר**

ניתן להגדיל את העומס המירבי המותר על המאגר מעבר הגבול המומלץ לעיל, ע"י הוספת מערבלים ומאווררים במאגר.

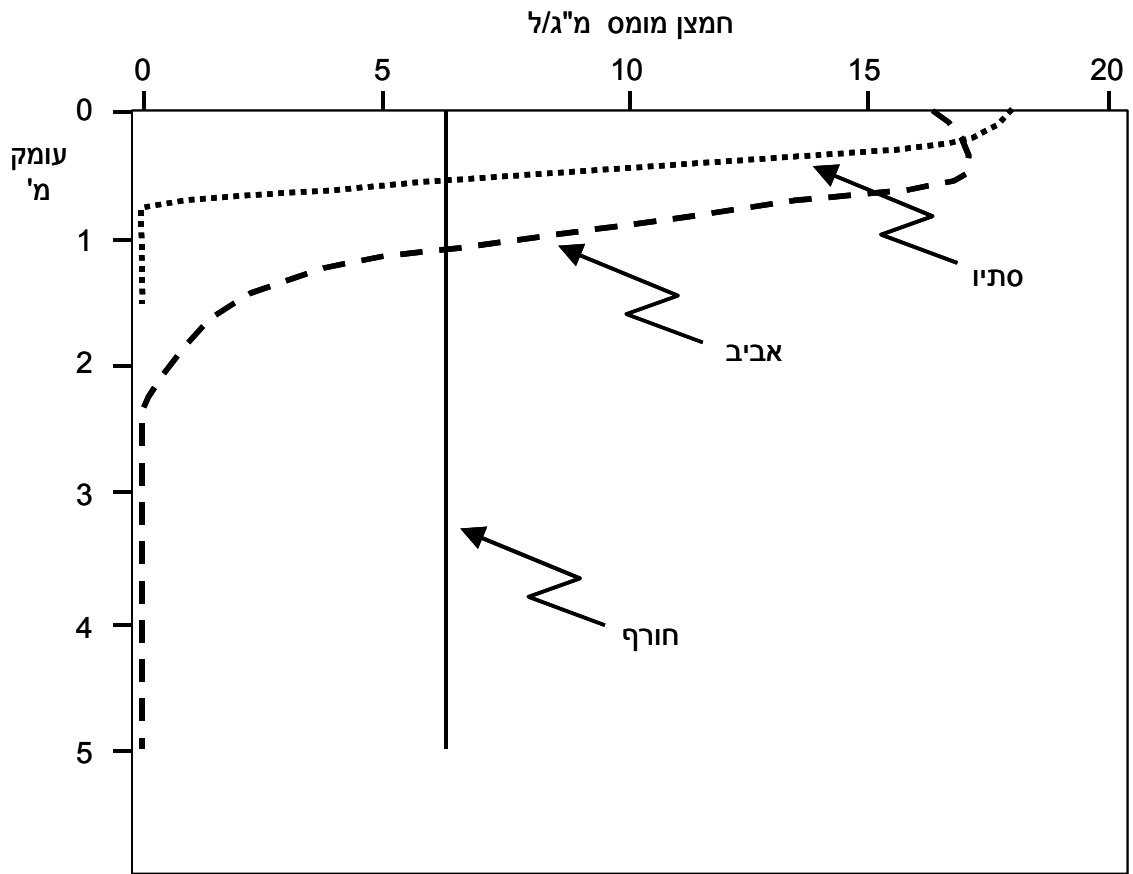
לצערנו, אין כלל אצבע לחישוב היחס בין העומס המירבי לבין כוח הערבול והאוורור הנדרש. ולכן יש להריץ מודל סימולציה לכל מקרא ומקרא.

## **"מכות" של עומסים גבוהים**

מאגרי קולחים יכולים לקבל מכות ספורדיות של עומסים גבוהים מבלי שיכולו שינויים משמעותיים בביצועי המאגר ובמאזן החמצן. יכולת זו נובעת המנפח הגדול של קולחים בתוך המאגר, המאפשר למאגר להתנהג כמערכת ווסות. יכולת זו, חשובה בתכנון מערכות לטיפול ושימוש חוזר בשפכים מפני שמט"שים אינטנסיביים (בוצה משופלת, מרבגים ביולוגיים ואחרים) סובלים מהתמוטטויות תקופתיות של התהליך ואז משחרורים קולחים באיכות ירודה מאוד. המאגרים מסוגלים לקלוט ולנטרל תקלות אלא ללא בעיה. רוב המערכות הגדולות לטיפול ושימוש חוזר בשפכים בישראל בנויות ממט"שים אינטנסיביים (בוצה משופלת) או סמי-אינטנסיביים (בריכות אנארוביות + בריכות מאווררות) ובהמשך מאגרים (או אקוויפר במקרא של שפד"ן).



איור 1. מחזור יומי של חמצן מומס בחמישה מאגרי קולחים בישראל, ב-20 הס"מ העליונים של עמוד המים, בחודש יולי. הערכים בין הסוגריים מראים את העומס האורגאני בשטח (ממוצע שנתי) ב- ק"ג צח"ב / הקטר / יום.



איור 2. חתכי חמצן מומס במאגר קולחים רדוד (5 מטר) המקבל עומס אורגני בשטח של 30 ק"ג צח"ב / הקטר / יום (ממוצע שנתי), בצהריים, בשלוש עונות שונות.