

הכנרת במערך הטפקת המים הארצית

מר אלישע קלי

מנהל המחלקה לתכנון לטווח ארוך

תה"ל – תכנון המים לישראל בע"מ

א. נתונים הידרולוגיים כלליים

הכנרת הינה מקור המים הישראלי הבודד הגדול ביותר. יבולה השנתי הממוצע הינו כ-650 מיליוני מ"ק. יבול המים השנתי של כל המקורות הישראליים הוא כ-1,500 מלמ"ק. היבול הנ"ל של הכנרת הינו לאחר ניכוי כ-300 מלמ"ק לשנה המתאיידים מהכנרת באופן שהכמות השנתית הפיזית המתנקזת אל הכנרת (או יותר נכון: הכמות שהיתה מתנקזת לכנרת לולא התקיימה צריכת מים במעלה הכנרת) הינה כ-950 מלמ"ק.

קיימות כמובן חריגות מהיבול השנתי הממוצע (*), דוגמה לערכים נמוכים ב-40 השנים האחרונות (מדורגים לפי הנמוך): בשנת 33/4: 199 מלמ"ק, בשנת 59/60: 243 מלמ"ק/שנה ובשנת 60/61: 257 מלמ"ק/שנה. דוגמה לערכים גבוהים (מדורגים לפי הגבוה) ב-1968/9: 1,441 מלמ"ק, ב-1953/4: 1,080 מלמ"ק וב-1978/9: 983 מלמ"ק.

חריגות אלה מעלות את בעיית האגירה של מי הכנרת (אגירה משנים גשומות לשנים שחונות) כפי שיפורט להלן:

ב. מאזן מי הכנרת. ללא הבאה בחשבון את "הגשם המלאכותי" (ראה סעיף ד' להלן), יהיה מאזן מי הכנרת כלהלן: (מספרים מעוגלים).

W. Rand releasing 60 mm/yr

when 60 mm/yr is released to the south according to Tahmation plan

2. ללא שחרור
60 מלמ"ק/שנה
עפ"י
הסכם גונסטון

1. כאשר ישחררו
דרומה 60 מלמ"ק/שנה
בהתאם להסכם
גונסטון

הסכם גונסטון	גונסטון	consumers at the upper part of the lake
115	115 מלמ"ק/שנה	1. צרכני מעלה הכנרת
35	35	2. צריכה ישירה מהאגם
20	20	3. שחרור מכוון דרומה לכנרת
45	45	4. מפעל כנרת - בית שאן
25	25	5. הטיית המעיינות המלוחים
		6. סה"כ צריכה "מקומית" ישראלית ((1)+(2)+(3)+(4)+(5))
240	240 מלמ"ק/שנה	7. שחרור עפ"י הסכם גונסטון
-	60	8. צריכה "מקומית" ((6)+(7))
240	300	9. גלישות (בלתי מכוונות)
45	10	10. סה"כ צריכה וגלישות ((8)+(9))
285	310	11. יבול שנתי ממוצע (ראה סעיף א')
650	650	12. נותר לשאיבה למוביל הארצי ((10) - (11))
365	340	remained for pumping to the NWCC

(* סטיית התקן של היבולים השנתיים הינה כ-250 מלמ"ק.

standard deviation of annual yields -

מאזן זה הריהו הממוצע הרב-שנתי הצפוי (ללא גידול הצריכה). בכל שנה בודדת בה היבול השנתי יקטן או יגדל מהממוצע, תקטן או תגדל בהתאם לכמות הנותרת לשאיבה למוביל הארצי (שורה 12) בטבלה).

ג. בעית הפעלת הכנרת. הכנרת קשורה ע"י המוביל הארצי ושלוחותיו למערכת המים הארצית. עובדה זו קובעת את צורת ניצול הכנרת.

המערכת הארצית כוללת בצד הכנרת עוד מקורות - בעיקרם מים תת-קרקעיים המנוצלים ע"י קידוחים - ומהם מקורות אשר כמו הכנרת עצמה - היום גם מאגרים. החשוב שבאלה הינו מאגר הסורון המשתרע בעיקרו בין פרדס חנה ללוד.

לגבי שנה גשומה קיימת בחריפות הבעיה איך לתפוש ולנצל את יכולי המים הגבוהים של הכנרת שלא יגלשו ממנה ויאבדו, אולם לגבי המאגרים התת-קרקעיים הבעיה אינה חריפה שכן לגביהם האיגר הפנוי הינו גדול יחסית ותוספות היובלים קטנות יחסית. מצב זה, לאחר המגמה שלא לתת למים לאבוד מהמערכת, הוליד את מדיניות ההפעלה הבאה ביחס לכנרת:

כל עוד "יש מים" בכנרת, הרי צרכניה הישירים שואבים ממנה כמובן וכן מתקיימת השאיבה ממנה אל מערכת המפעל הארצי - במלוא הספיקה האפשרית. שאיבה זו קודמת לשאיבה מהקידוחים הנ"ל לסיפוק צרכי המערכת, ויתר על כן, כאשר השאיבה הזאת עולה על יכולת הקליטה של הצרכנים המחוברים (דבר הקורה בעונת החורף), מוחדרים מי הכנרת לאגנים התת-קרקעיים לשם אגירה.

האמור לעיל ביחס ל"כל עוד יש מים בכנרת" - משמעו: יש מים מעל רום מוסכם מסויים. רום זה סומן על-ידינו עד כה כ-212 מ'. סימון כזה מותר נפח של 500 מלמ"ק בין הרום המקסימלי 209 מ' לרום המינימלי הנ"ל. נפח זה מכונה "האוגר הפעיל" או "נפח האגירה" של הכנרת. נפח זה הינו קטן לעומת כלל נפח מי הכנרת (כ-4,000 מלמ"ק); ככל שהוא קטן יותר כן יגדלו סיכויי אבדן מים ע"י גלישה (בשנים גשומות) אולם נראה כי למרות זאת אין לרדת לרום התחתון הנ"ל מהטעמים הבאים:

א. הורדה גדולה יותר אינה רצויה משיקולים סביבתיים.

ב. הורדה גדולה יותר עלולה לגרום ע"פ ההשערה לנביעת מלח מוגברת ממעינות תת-קרקעיים.

תחליף להגדלת האוגר הפעיל בכנרת כאמצעי למניעת גלישות והגדלת הניצול הוא הגדלת כושר השאיבה - כפי שיפורט בסעיף הבא - מעבר לכושר הנוכחי (שהוא כ-35 מלמ"ק/חודש).

כּוּשֵׁר הַשְּׂאִיבָה הַנוֹכַחִי הַשְּׁנָתִי מֵהַכִּנְרַת שֶׁל הַמּוֹבִיל הָאֶרְצִי הֵינּוּ לַמַּעֲלָה מ-400 מ"מ/ק/שָׁנָה, דֵּהֵינּוּ יוֹתֵר מִמָּה שְׁנוֹתֵר לַשְּׂאִיבָה (רֹאֵה שׁוּרָה (12) בַּטְּבֵּלַת הַמֶּאֱזֶן) בַּמּוּצָע.

נִחוּן זֶה קוֹבֵעַ כִּי בַּמְדִּינִיּוֹת הַהַפְעֵלָה הַנ"ל (מְדִינִיּוֹת שֶׁל: "שְׂאִיבָה כָּל עוֹד יֵשׁ מִיָּם") עֲשׂוּיָה לַקְרוֹת "הַתְּרוֹקְנוֹת" וּבַעֲקֻבוּתִיהָ הַפְּסָקָה שְׂאִיבָה לַמּוֹבִיל הָאֶרְצִי מַחוֹסֵר מִיָּם. בְּזִמְנִים כָּאֵלֶּה שֶׁל הַפְּסָקָה שְׂאִיבָה לַמַּפְעֵל הָאֶרְצִי יִמְלֹאוּ הַמְּקוֹרוֹת הָאֲחֵרִים (הַתַּח-קֶרְקַעִיִּים) אֶת מְקוֹם הַכִּנְרַת.

ד. הַגֶּשֶׁם הַמְּלֹאכּוֹתִי, סִיכּוּיּוֹ וּמִשְׁמַעוֹתוֹ בִּיחָס לַהַפְעֵלַת הַכִּנְרַת

בַּעֲשׂוֹר ה-60 בּוּצַע נִיִּסוּי אֶרְצִי לְבִירּוֹר הַשְּׁפָעָה "זִרְיַעַת עֲנָנִים" (בִּירּוֹד הַכֶּסֶף) עַל הַגְּדֵלַת הַגֶּשֶׁם וְהוֹכַח כִּי נִיתֵן לְהַגְדִּיל אֶת הַגֶּשֶׁם בְּיִשְׂרָאֵל בְּאִמְצָעֵי זֶה. נִיִּסוּי סַפְצִיפִי בִּיחָס לְאֵגֶן הַהֲקוּוֹת שֶׁל הַכִּנְרַת הוּחַל בַּחוּרֶף 1969/70. בִּשְׁנֵי שָׁנֹת הַנִּיִּסוּי הָרֵאשׁוֹנוֹת, בַּבְּדִיקַת הַשְּׁפָעָה הַזִּרְיַעַת בַּכ-60 "יָמִים זִרְעִים" וְהַשְּׁוֹאֲתָם לַמַּסְפֵּר דּוֹמָה שֶׁל יָמִים "בִּלְתִּי זִרְעִים", נִמְצָא כִּי הַזִּרְיַעַת הַגְּדִילָה אֶת הַגֶּשֶׁם בַּלַּמַּעֲלָה מ- $\frac{1}{4}$. בְּגִלְל קוֹצֵר תְּקוּפַת הַנִּיִּסוּי עַד כֹּה, הָרִי מוֹבַהֲקוֹת הַמִּימָצָא הַזֶּה (דֵּהֵינּוּ הַסִּיכּוּי לַכֹּךְ שֶׁהַתּוֹצָאָה הַנ"ל אֵינָה מְקִרִית), אֵינָה גְּבוּהָה דִּיהָ וְהֵינָה כִּיּוֹם כ-95%. יֵשׁ לַחֲכוֹת עוֹד אוֹלֵי שְׁנָתִיִּים אוֹ שְׁלוֹשׁ עַד שְׁתּוֹשֵׁג מוֹבַהֲקוֹת מִשְׁכַּנְעָה לַגְּמָרִי שֶׁל לַמַּעֲלָה מ-99%.

מִכָּל מְקוֹם, לְהַתְּאֲמָתוֹת מִימָצָא זֶה - וְסִיכּוּיָהּ רַבִּים כְּמוֹסֵבֵר - תִּהְיֶה מִשְׁמַעוֹת גְּדוּלָה מְאֹד בִּיחָס לְנִיצוֹל הַכִּנְרַת וּבִיחָס לְהַסְפָּקָה הָאֶרְצִית בְּכֹלל, הֵינָה מִשְׁמַעוֹת הַמִּימָצָא הֵינָה הַגְּדֵלַת הַיִּבּוֹל (הַמּוּצָע) בַּמֶּאֱזֶן מִלִּיּוֹנֵי מ"ק (סִבִּיר לַמְּדִי גוֹדֵל שֶׁל 150 מ"מ/ק). גִּידוֹל יִבּוֹל כֹּזֶה מַצְטָרֵף אֶל גִּידוֹלִים אֲחֵרִים:

א. יִבּוֹל הַשְּׁנִים הָאֲחֵרוֹנוֹת תִּיקֵן אֶת מוֹשַׁנּוֹ בִּיחָס לַמּוּצָע הַיִּבּוֹלִים

וְהַעֲלָהוּ בַכ- (גִּידוֹל זֶה נִכְלָל בַּטְּבֵּלָה שֶׁבַּסְּעִיף ב') - 50 מ"מ/ק

ב. שַׁחְרוֹר הַמִּים דְּרוֹמָה ע"פ גּוֹנֶסְטוֹן - יִיתְכֵּן וְלֹא יִקוּיִים

(רֹאֵה טְבֵּלָה בַּסְּעִיף ב') - 60 מ"מ/ק

כָּל אֵלֶּה אֵינָם נִיתְּנִים לְנִיצוֹל בְּכֹלִים הַקִּיּוּמִים. הַדֶּרֶךְ לְנִיצוֹלִים הֵינָה בַּעֲיָקֵר הַגְּדֵלַת כּוֹשֵׁר הַשְּׂאִיבָה. הַגְּדֵלַת הָאוֹגֵר הַפְּעִיל אֵף הִיא אִמְצָעִי אֲפֻשְׁרִי אוֹלֵם בְּגִלְל הַהִסְתִּיגוּיּוֹת הַמְּנוּיּוֹת לַעִיל (סְעִיף ג'), יֵשׁ לְהַבִּיא בַּחֲשָׁבוֹן בַּעֲיָקֵר אוֹ רַק אֶת הַגְּדֵלַת כּוֹשֵׁר הַשְּׂאִיבָה וְהַהוֹבְלָה. עַד שֶׁתּוּבֹצַע הַגְּדֵלָה כִּזֹּאת (הַכְּרוּכָה בַּהֲשָׁקָה שֶׁל מֶאֱזֶן מִלִּיּוֹנֵי ל"י), יִהְיֶה, כְּתוּצָאָה מֵהַיִּבּוֹלִים הַמּוֹגְבְּרִים הַנ"ל, גְּלִישׁוֹת וְאִיבּוּדֵי מִיָּם רַבִּים. הַגְּדֵלָה זֹאת הֵינָה כְּדֹאִית מִבְּחִינָה כְּלָלִית וְהַכְּרַחֲתִית מִבְּחִינַת מִשְׁק הַמִּים הֵינָה וְהִיא תִּיצוֹר מִיָּם חֲדָשִׁים שֶׁהֵם דְּרוֹשִׁים לַמִּשְׁק וְזוֹלִים מִמִּי מְקוֹרוֹת חֲדָשִׁים אֲפֻשְׁרִיִּים אֲחֵרִים.

ה. הַפְּעֵלַת וּפִיתּוּחַ הַכִּנְרַת לְאוֹר שִׁיקוּלִים אֶקוֹלוֹגִיִּים. הַבְּעִיּוֹת הָאֶקוֹלוֹגִיּוֹת שֶׁהַתְּגִלוֹ אוֹ נוֹסְחוֹ לְאַחֲרוֹנָה בִּיחָס לַכִּנְרַת מִשְׁפִּיעוֹת כְּמוֹבֵן עַל הַשִּׁיקוּלִים בַּקֶּשֶׁר לַהַפְּעֵלַת וּפִיתּוּחַ הַכִּנְרַת בַּמַּסְגֵּר

תפקידה במערכת המים הארצית. יש לציין את הנקודות הבאות בקשר לכך:

1. הרעת טיב מי הכנרת הריהי תופעה מסדר חשיבות שונה לגמרי - דהיינו גדול ללא השוואה - מתופעות "סביבתיות" כמו למשל הפסקת הזרימה בירקון. מקומה המרכזי של הכנרת במערכת המים הארצית - עושה את בעיית טיב מימיה לבעיה של אמינות הספקת המים הארצית - ולא רק בעיה סביבתית.
2. האפשרות של יבולים מוגדלים בגלל גשם מלאכותי מעלה את הבעיה של כניסת נוטריאנטים מוגברת לכנרת. בעקבות היבולים המוגברים תבוא תוספת גלישה ותוספת שאיבה ואלה מעלים את הבעיות (כדאיות, אפשרויות, טכנולוגיות וכו') של הרחקת תוספת הנוטריאנטים באמצעות המים העוזבים את האגם.
3. המגמה למנוע ירידה רבה של פני המים בכנרת (משיקולים סביבתיים) - משפיעה על הצורך בהגדלה נוספת של כושר השאיבה.
4. יתכן שהיה צורך לוותר על חלק מיבול הכנרת המשופע בנוטריאנטים (לדוגמה: מי ביוב או מי ניקוז שיופנו לעקוף את הכנרת). לנוכח התוספות הצפויות - אין לוותר כזה חשיבות מנקודת ראות של מאזן מי הכנרת.

1690

Lake Tiberias As Part of National Water Supply System

Kally, Elisha

A. General hydrological data

Average annual yield of lake Tiberias - 650 mm.

" " " all Israeli sources - 1500 mm.

Evaporation - 300 mm/yr from lake Tiberias -

Annual amount drained to the lake - 950 mm

There are deviations from the average annual yield, examples [...]

B. Lake Tiberias' water balance

Without artificial rain the water balance is as follows (table p. 49)

this balance is the expected perennial average (with no increase in consumption).

C. The Operation problem

The most important reservoir - the Tiron reservoir (between Pades Hanah and Lod.)

In a rainy year there is a problem how to catch and utilize the high water yields of the lake. For the ground water reservoirs the problem is not extreme. This led to the following operation policy:

When there is water - pumping in full discharge takes place [...]. This pertains to water level above 212 m, ^{there is} this a volume of 500 mm between the maximal (209 m) and minimal ⁽²¹²⁾ levels. This volume = operative storage. It is small relatively to the whole lake's volume (4000 mm). Why the lower level should be kept [...].

A substitution for increase in the operative storage is increasing the pumping capacity above the present capacity (35 mm/month, $\approx$ 400 mm/yr), i.e. more than what was left for pumping.

This determines that the above operation policy

can cause emptying of the lake and following that - stopping of pumping for the NWC. In these times other sources would substitute the lake.

D. Artificial rain, its chances and its meaning

The experiment proved that cloud seeding increased the rain in more than 1/4. The significance of this finding is not high enough (95%) due to the short experiment period.

If this result is verified, then there will be increase in water yield of 150 mm, in addition to 50 mm addition in yield average (as a result of correction due to the last year's average) and 60 mm released to the south according to Johnston plan.

Until increase in pumping can be achieved overflows and water wastes will occur.

E. Operation & development of Lake Tiberias in light of ecologic considerations

1. The deterioration in Lake Tiberias' water quality is a national problem.
2. The possibility of increased yields after artificial rain increases the problem of intense entrance of nutrients. Following the increased yields, overflows and increase pumping will take place, and then problems of nutrient removal will arise.
3. The tendency to prevent a great level decrease (because of environmental considerations) - influences the need to increase the pumping capacity.
4. It is possible that there will be a need to give up part of Lake Tiberias' yield which contains a lot of nutrients. In light of the expected increases - This has no importance from the point of view of the water balance.

throughout the winter & in Judea it was low in fall and medium in the spring.

F. Ground water

1. The mountain & the eastern aquifer drawings 7, 8, 11.
Seasonal level rise in Yarkon-Taninim Aquifer was 2.5 m which is regarded as medium [11].
A uniform rise in the whole pumping area in the fall and spring [11]. Decrease from spring 77 to spring 78.
2. The Coastal Plain aquifer drawings 5, 9, 10 [11]
3. Recharge into ground water From April to March 1978 93 mm water were recharged. This is a medium amount (Table p. 4)