



طرح حفاظت از تالاب های ایران

UNDP/GEF



سازمان حفاظت محیط زیست

گزارش هم نهاد

مروری بر

وضعیت منابع آب حوضه آبریز دریاچه ارومیه

سید مختار هاشمی

فروردین 1387



بخش دوم

ارزیابی وضعیت منابع آب در حوضه دریاچه ارومیه

مقدمه

گزارش حاضر با عنوان "همنهاد مطالعات منابع آب حوضه آبریز دریاچه ارومیه" یک جمع بندی مبتنی بر مرور گزارشهای مطالعاتی است که طی دهه گذشته برای ارزیابی منابع آب حوضه دریاچه ارومیه انجام گرفته است. هدف از تهیه گزارش انجام یک ارزیابی از وضعیت منابع آب در حوضه آبریز و نیز دریاچه ارومیه و ارائه آن به کارشناسان و مدیرانی است که به دلایل مختلف بر روی موضوعات مرتبط با منابع آب، مطالعه، برنامه ریزی و یا تصمیم گیری می کنند. در عین حال سعی شده است که کمبودهای موجود در آمار و اطلاعات نیز شناسائی و معرفی گردیده و یک ارزیابی کارشناسی از کیفیت و کفایت اطلاعات ارائه شود.

اهداف اجرایی برای تهیه گزارش حاضر به قرار زیر بوده است:

- 1- فهرست کردن گزارش مطالعات و تحقیقات انجام شده برای حوضه آبریز
- 2- تحلیل اطلاعات موجود از منابع آب حوضه آبریز
- 3- بررسی تعادل و بیلان آن دریاچه بر مبنای اطلاعات موجود
- 4- بررسی تطبیقی تحلیلهای موجود از اطلاعات منابع موجود و شناخت کمبودها
- 5- تهیه گزارش بر مبنای تحلیلهای موجود

تجزیه و تحلیلهای این گزارش بطور عمده مبتنی بر اطلاعات موجود از 4 گزارش زیر و نیز یک گزارش از سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی بوده است:

- گزارش مهندسین مشاور یکم 1381؛ طرح تدوین برنامه مدیریت محیط زیستی دریاچه ارومیه، وزارت جهاد کشاورزی، بانک جهانی.
- گزارش مطالعات موسسه تحقیقات آب، وزارت نیرو، 1384، برنامه ریزی مدیریت یکپارچه منابع آب حوضه آبریز دریاچه ارومیه، سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی
- گزارش مطالعات مهندسین مشاور یکم، 1384، ارزیابی اثرات محیط زیستی طرحهای توسعه منابع آب در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی
- نظری دوست، 1385، چارچوب نظری و راهنمای سیستم ذخیره سازی اطلاعات برای محاسبه حداقل نیازهای اکولوژیکی تالابها. مطالعه موردی تالابهای بین المللی حوضه آبریز دریاچه ارومیه، پایان نامه دکترای دانشگاه آزاد اسلامی
- گزارش سازمان آب آذربایجان شرقی، 1386، پی آمدها و چالشهای عقب نشینی آبهای ساحلی دریاچه ارومیه

گزارش فوق بوسیله آقای هاشمی به زبان انگلیسی و برای استفاده کارشناسان طرح حفاظت تالابهای ایران تهیه شده است. اما گزارشی که هم اکنون پیش روی خوانندگان است ترجمه بخشهایی از

گزارش فوق است که بر موضوعات منابع آب متمرکز است. با این دیدگاه و بعثت کمبود وقت، بخش اول مشتمل بر فصول 1 و 2 و نیز قسمتهایی از فصل سوم گزارش مزبور از برنامه ترجمه حذف شده است. در عین حال فهرست کامل موضوعات در گزارش اصلی در این گزارش ارائه شده است تا خوانندگان از عناوین موضوعات گزارش آگاه شوند.

فهرست مطالب

مقدمه و هدف

اهداف اجرایی

سپاسگزاری

فهرست

بخش اول: کلیات

1- مقدمه

1-1 سابقه

2-1 مسایل اصلی حوضه آبریز

3-1 پارامترهای سیستم

1-3-1 پارامترهای سازه ای

2-3-1 پارامترهای اجتماعی، اقتصادی، اداری و مدیریتی

2- مقدمه

1-2 اطلاعات موجود

2-2 مسایل اصلی حوضه آبریز

1-2-2 منابع اصلی

2-2-2 منابع ثانویه

بخش دوم: ارزیابی وضعیت منابع آب در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

3- اطلاعات پایه منابع آب

1-3 مقدمه

2-3 ارزیابی اطلاعات منابع آب

3-3 هواشناسی

1-3-3 ایستگاههای هواشناسی

2-3-3 بارندگی

3-3-3 دما

4-3-3 برف

	5-3-3	باد
	6-3-3	تبخیر
	7-3-3	رطوبت
	8-3-3	خلاصه اطلاعات هواشناسی
1	4-3	هیدرولوژی و منابع آب
1	1-4-3	مرور منابع آب
3	2-4-3	شبکه هیدرومتری
3	3-4-3	آبهای سطحی
5	4-4-3	کیفیت آب رودخانه‌ها
5	5-4-3	رسوب
6	5-3	آبهای زیرزمینی
6	1-5-3	مقدمه و مرور کلیات
7	2-5-3	سفره های آبدار در حوضه آبریز
10	3-5-3	منابع و مصارف آب زیرزمینی
10	4-5-3	کیفیت آبهای زیرزمینی
11	5-5-3	بیان آبهای زیرزمینی
	4-	وضعیت آب دریاچه ارومیه
12	1-4	مقدمه
14	2-4	جریانهای ورودی به دریاچه
15	3-4	تراز آب دریاچه
17	4-4	تبخیر از دریاچه
18	5-4	بیان و تعادل آب دریاچه ارومیه
19	6-4	منحنی رابطه سطح - حجم - ارتفاع آب دریاچه
22	7-4	کیفیت آب دریاچه ارومیه
	5-	نیازهای آبی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه
25	1-5	نیاز های کنونی
26	2-5	کشاورزی
27	3-5	شهری و خانگی
27	4-5	صنعت
27	5-5	نیازهای آبی دریاچه

28	نیازهای آینده	6-5
29	سازه های هیدرولیکی سیستم منابع آب	7-5
30	سدها	1-7-5
31	شبکه های آبیاری	2-7-5
	تخصیص منابع آب، اکوسیستم و ملاحظات محیط زیستی	-6
34	جنبه های محیط زیستی	1-6
34	حداقل نیازهای اکولوژیکی	2-6
36	جریان رودخانه	3-6
36	تالابهای اقماری	4-6
	منابع مورد استفاده	

4-3 هیدرولوژی

1-4-3 بازنگری منابع آب

مساحت سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه و خود دریاچه در جدول 10 ارائه شده است. تفاوت‌های کمی در گزارشها وجود دارند ولی در محدوده قابل قبولی قرار دارند. مساحت سطح دریاچه به علت افت سطح آب و عقب‌نشینی از ساحل (7/5 کیلومتر) دارای نوسان می‌باشد (WRI 1384). وضعیت تعادل آب دریاچه بطور مستقیم بر مساحت دریاچه اثر می‌گذارد.

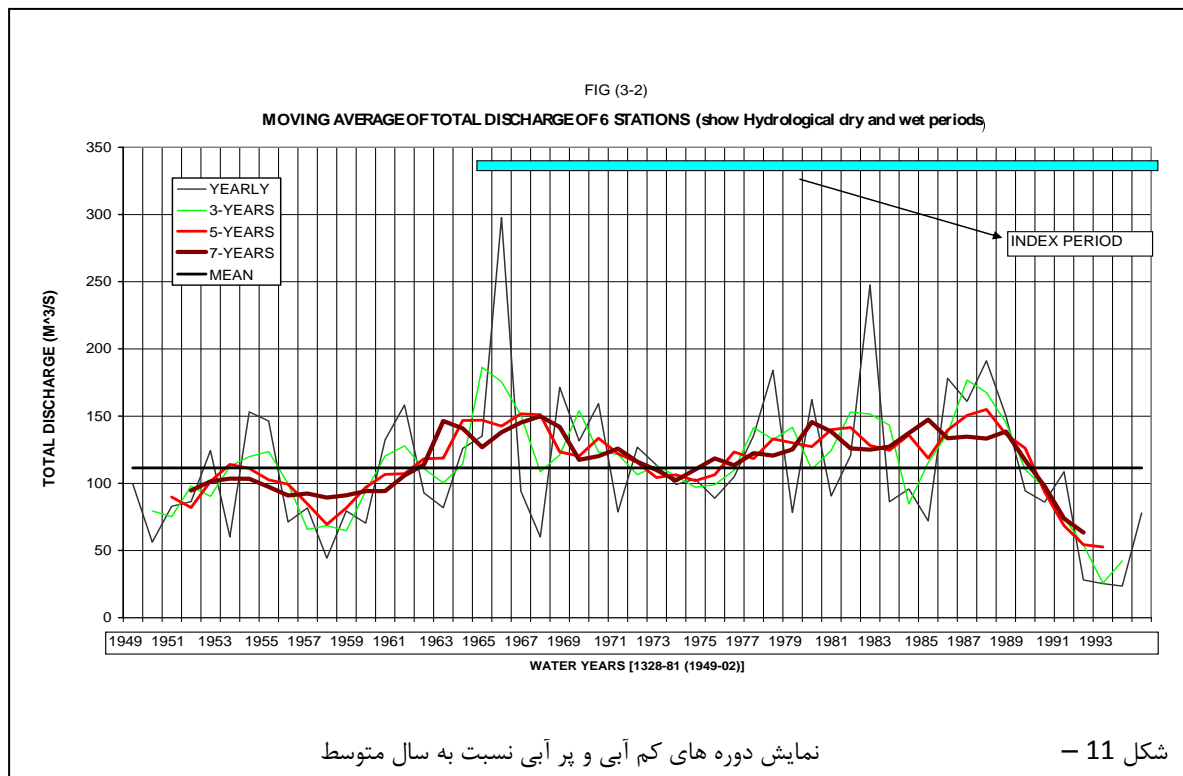
قسمت اعظم حوضه آبریز دریاچه را سرزمینهای بلند (کوهستانها و زمینهای تپه ماهوری) تشکیل داده‌اند که در حدود 33469 کیلومتر مربع آن را (با بیش از 63 درصد) WWA، مشاورین یکم، (1384) تشکیل می‌دهد. 17 رودخانه دائمی و 12 رودخانه فصلی (شکل‌های 3 و 4) در حوضه جریان دارند که رودخانه‌های فصلی بیشتر در شمال دریاچه قرار دارند. مشاورین یکم (1381) و موسسه تحقیقات آب WRI (1384) آمار متفاوتی از انواع رودخانه‌ها اعلام کردند که در جدول 10 ارائه شده است. هرچند با بررسی نقشه‌های رودخانه‌ها که در تمامی گزارش‌ها ارائه شده است مشاهده میشود که هرچند تمامی رودخانه‌ها در این نقشه‌ها ثبت شده‌اند ولی تفاسیر و تعاریف متفاوت از نقشه‌ها در مورد اینکه کدام رودخانه‌ها به دریاچه ختم می‌شوند ارائه شده است. 3 رودخانه دائمی (شیوان چای (غرب)، سنخ چای (شمال شرقی) و رزا چای (غرب)) توسط مشاورین یکم (1381) و مرکز تحقیقات آب (1384) به عنوان رودخانه‌های فصلی به شمار آمده‌اند. در مطالعه حوضه آبریز در جلد هفتم گزارش مطالعات مشاورین یکم و WWA (1384) آمار و اطلاعات دقیقتری از سیستم رودخانه در حوضه ارائه شده است.

جدول 10- مشخصات فیزیکی حوضه آبریز دریاچه ارومیه

گزارشهای مطالعات انجام شده	Yekom [1] (2002a)	WRI [2] (2005)	WWA/Yekom [3] (2005)	EWA (2007)
سطح حوضه آبریز، Km ²	51,876	52,047	51,772	51,831.6 ¹
مساحت دریاچه ، Km ²	5,000 ²	5,750 ³	5,320 ⁴	
مساحت اراضی کوهستانی	30,607	34,405	33,469	
رودخانه های دائمی	14	14	17 ⁵	
رودخانه های فصلی	7	7	12 ⁶	
مسیل ها	39	39	39	
1- شامل 500 کیلومتر مربع در خاک ترکیه 2- برآورد تقریبی 3- برای تراز آب 1276 متر 4- برای تراز آب 1275.8 متر میانگین 39 سال (1383-1345) 5- شیوان چای و روزا چای در غرب و سنخ چای در شمال دائمی در نظر گرفته شده اند 6- رودخانه های شمالی دریاچه				

حوضه آبریز دریاچه ارومیه دربرگیرنده 7 درصد از آبهای سطحی کل ایران می‌باشد. بالغ بر 70 درصد از بارش در زمستان و بهار اتفاق می‌افتد و بارش تابستانی از 3 درصد کل بارش سالانه تجاوز نمی‌کند. بارش برف بخش قابل توجهی از بارش حوضه را (با ضریب برف 32 درصد) تشکیل می‌دهد. به این ترتیب هم تغییرات مکانی و هم تغییرات زمانی قابل ملاحظه است. علیرغم این دامنه تغییرات، تا سال 1382 فقط 17٪ جریانهای سطحی بوسیله 6 سد مخزنی تنظیم و کنترل می‌شد.

در جنوب حوضه آبریز که 33٪ کل مساحت را تشکیل می‌دهد، 51٪ جریان در دو رودخانه اصلی (سیمینه رود و زرینه رود) تولید می‌شود. یکی از مسایل اساسی اینست که تغییرات سالانه آبدی رودخانه های حوضه آبریز زیاد است. در عین حال میزان جریان را در دوره های پرآبی نزدیک 6 برابر میزان جریان در دوره کم آبی است. اگر جریان به دریاچه را در نظر گیریم دامنه تغییرات جریان در دوره های پر آبی و کم آبی بازهم بیشتر (26 برابر) خواهد بود. موسسه تحقیقات آب (1384) در تحلیل خود مطرح میکند که بعلت بزرگ بودن حوضه آبریز، بخشهای مختلف آن از اقلیم و رژیم بارندگی متفاوت برخوردار است که باعث میشود رودخانه های مختلف حوضه آبریز از آبدی متفاوت برخوردار باشد. دوره های پرآبی و کم آبی با استفاده از اطلاعات هواشناسی و بارندگی تحلیل شده و از دیدگاه مدیریت یکپارچه حوضه تحلیل شده است. در شکل 11، دوره های مختلف پرآبی و کم آبی نمایش داده شده اند.



3-4-2 شبکه‌های هیدرومتری

قدیمی‌ترین ایستگاههای هیدرومتری در سال 1327 تأسیس گردید. تا سال 1380 تعداد 129 ایستگاه تأسیس شده بود که هم اکنون فقط 82 ایستگاه فعال است (جدول 11). با این وجود در نقشه‌ها 107 ایستگاه نشان داده شده است. گزارش WWA و مشاورین یکم بر این موضوع اشاره دارد که فقط 72 ایستگاه فعال هستند یعنی اینکه 35 ایستگاه (که تمام آنها مجهز به اشل اندازه‌گیری می‌باشند) غیرفعال می‌باشند.

56 درصد ایستگاهها، ایستگاه درجه 4 نامیده می‌شوند که تنها مجهز به اشل اندازه‌گیری می‌باشند. 8 ایستگاه با بیش از 39 سال ثبت اطلاعات در منطقه وجود دارد که کمتر از 6 درصد ایستگاهها را تشکیل می‌دهند. 2 ایستگاه نیز وجود دارد که از سال آبی 8-1327 اطلاعات ثبت کرده‌اند. در نتیجه، در منطقه تعداد زیادی ایستگاه با دوره مشاهده نسبتاً کوتاه و اطلاعات آماری ناقص وجود دارند. مسأله دیگر آنست که اطلاعات ثبت شده از دبی رودخانه‌ها طی فصول پرآب در ایستگاههای درجه 3 و 4 (66 درصد ایستگاهها) قطعی نمی‌باشند. بنابراین، برخی از ایستگاههایی که دارای دوره مشاهده کوتاه هستند در گزارشهای مطالعات اخیر در ارزیابی اطلاعات به حساب نیامده‌اند.

WWA و مشاورین یکم (1384) احداث 9 ایستگاه هیدرومتری دیگر شامل بازگشایی 2 ایستگاه غیرفعال را به منظور پایش بهتر جریانهای ورودی رودخانه‌ها به دریاچه پیشنهاد کرده‌اند. در بعضی رودخانه‌های حوضه بعد از آخرین ایستگاه هیدرومتری برداشت آب برای مصرف کشاورزی انجام می‌شود، و در نتیجه میزان جریان ورودی به دریاچه نا مشخص بود. از آنجا که دریاچه خود بعنوان یک شاخص پایداری معرفی می‌شود، پایش جریانهای ورودی به آن اهمیت زیادی دارد و این امر به تعیین احتیاجات زیست‌محیطی و اکولوژیکی اکوسیستم حوضه آبریز کمک می‌کند. وضعیت بحرانی دریاچه این درک را در بین تمامی گروههای ذینفع به وجود آورده که نیازمند به افزایش و بالابردن کیفیت پایش سطح آب دریاچه و جریانهای ورودی به آن می‌باشیم.

3-4-3 پتانسیل آب سطحی

مشاورین جاماب با ارائه طرح جامع برای حوضه آبریز دریاچه ارومیه به عنوان یکی از حوضه‌های آبریز مهم ایران، مطالعات شرکتی مشاور بتل و دی اند آر را برای ارزیابی منابع بالقوه آب ادامه داد (جدول 11c). این طرح پایه‌های تمامی کارهای انجام شده در این زمینه می‌باشد. پتانسیل آب سطحی به این صورت ارائه می‌شود:

جدول 11 - پتانسیل منابع آب سطحی = کل روانابها و جریانهای ورودی سطحی

الف:

EWA (2007)	WWA/Yekom [3] (2005)	WRI (2005) [2]	Yekom [1] (2002a)	مطالعات
7150	-	7000	6900	پتانسیل آبهای سطحی (MCM)
	-	1967-2002	1963-1993	دوره آبی مبنای مطالعه
200	95.49		235	آبهای ورودی از حوضه های بیرونی - ترکیه (MCM)
	72 ایستگاه دایر از 107 ایستگاه	83 ایستگاه دایر از 129 ایستگاه	83	تعداد ایستگاههای هیدرومتری

ب: توزیع فصلی جریانهای سطحی (موسسه تحقیقات 1384)

سال	تابستان	بهار	زمستان	پاییز	Season
7,000	335	4,483	1,599	584	مقدار جریان (MCM)
100	4.78	64.4	22.84	8.34	درصد

ج: تخمین میانگین سالانه پتانسیل آبهای سطحی (جاماب 1377)

No.	Plain	Precipitation (mm)		Surface flow (MCM)				Surface water resources potential (MCM)	Remarks
		Mountain	Plain	Mountain runoff	Plain runoff	Inflow	Sum		
1	Salmas	503	347	224.54	28.38	0.00	252.92	252.92	
2	Horsin-Mir Abad	463	378	74.43	12.93	0.00	87.35	87.36	1) 3.12, 1.49 m ³ /s from
3	Sarv	450	412	31.54	6.31	146.01 ⁺	183.86	37.85	Sarv and Amir Abad plains
4	Teloo	558	400	111.01	4.73	89.88	205.62	115.74	,respectively
5	Silvana	795	750	178.81	3.78	0.00	182.59	182.59	2) From Turkey border.
6	Ziveh	687	610	256.70	17.34	0.00	274.04	274.04	3) From Sarv, Teloo & Silvana
7	Uromiyeh	389	338	346.90	49.83	712.71	1110.07	396.73	plains having upstream
8	Sofian-Tassouj	411	302	77.26	52.03	0.00	129.29	129.29	agricultural demands &
9	Sarab-Dozdozan	425	366	224.54	55.19	52.67	332.40	279.73	their return water.
10	Bostan Abad	391	350	73.16	5.36	0.00	78.52	78.52	4) From Bostan Abad.
11	Mehraban-Haris	402	374	170.29	35.01	208.14	413.44	205.30	5) From Sarab-Dozdozan.
12	Tabriz-Azar Shahr	363	277	270.58	30.59	384.74	685.91	301.17	6) From Mehraban-Haris.
13	Ajab Shir	417	295	82.31	5.36	0.00	87.67	87.67	
14	Maragheh-Bonab	436	348	202.78	13.56	0.00	216.34	216.34	
15	Saghez	586	522	386.00	11.04	0.00	397.04	397.04	
16	Saeen Ghaleh	518	398	1959.33	37.53	0.00	1996.86	1996.86	
17	Baroozh	460	355	48.88	8.52	0.00	57.40	57.40	
18	Miandoab East	386	307	60.86	20.50	1955.23	2036.59	81.36	7) From Saeen Ghaleh.
19	Malekan	408	348	106.28	26.18	0.00	132.46	132.46	
20	Bokan	576	450	563.55	31.54	0.00	595.09	595.09	
21	Haji Abad	440	412	56.76	8.20	536.11	601.07	64.96	8) From Bokan.
22	Miandoab West	365	350	32.48	15.77	563.23	611.48	48.25	9) From Haji Abad.
23	Naghadah-Oshnavieh	471	350	504.58	29.01	0.00	533.59	533.59	
24	Mahnabad	533	351	334.28	13.56	0.00	347.84	347.84	
Total		-	-	6377.84	522.24	4648.72	11548.82	6900.10	

مشاورین یکم از اطلاعات مربوط به 54 ایستگاه موجود در حوضه آبریز و نیز اطلاعات مشاورین جامات (1377) استفاده کرده و برآورد 6900 میلیون متر مکعب را بعنوان میانگین سالانه جریان سطحی حوضه آبریز معرفی کرده است. از سوی دیگر، (موسسه تحقیقات آب 1384) با تحلیل مستقل دیگری با استفاده از اطلاعات مربوط به 100 ایستگاه که برای یک دوره 35 ساله آمار داشته اند، میانگین جریان های سطحی حوضه را 7000 میلیون متر مکعب برآورد کرده است. برای این مطالعات از سه منبع اطلاعاتی استفاده شده است:

1- از بانک اطلاعاتی مرکز مطالعات پایه سازمان مدیریت منابع آب

2- انتشارات آماری از جریان رودخانه های حوضه آبریز از سال 1330 و نیز آمارنامه های دو سازمان آب منطقه ای آذربایجان شرقی و غربی

3- آمارهای ماهانه جریانهای سطحی رودخانه ها

سازمان آب منطقه ای آذربایجان شرقی، میزان جریانهای سطحی حوضه را 7150 میلیون متر مکعب برآورد میکند. بر این اساس میتوان با اطمینان رقم 7000 میلیون متر مکعب را بعنوان میانگین جریان سالانه حوضه در نظر گرفت. همانطور که پیشتر اشاره شد، رژیم جریانهای سطحی تابعی از ریزشهای جوی است. علاوه بر این تغییرات جریانهای سطحی بسیار زیاد است که سبب میشود حوضه نسبت به شرایط خشکسالی بسیار شکننده باشد. ضریب تغییرات معادل 117٪ در بعضی رودخانه ها نشان دهنده شدت اغتشاش در جریانهای سطحی است.

3-4-4 کیفیت آب رودخانهها

مشاورین یکم (1381) اظهار میدارد که تمام رودخانههای حوضه به غیر از آجی چای که بر روی تشکیلات نمکی جریان دارد، از میزان TDS پائینی برخوردارند و هیچگونه محدودیتی برای مصارف مختلف ندارند. این مطلب به وسیله مطالعات بعدی مورد تأیید قرار گرفته است. موسسه تحقیقات آب (1384) با استفاده از نتایج اطلاعات مربوط به 114 ایستگاه هیدرومتری در طی ماهها و سالهای مختلف نشان میدهد که بجز رودخانه آجی چای، کیفیت آب دیگر رودخانه های حوضه آبریز از استاندارد کیفی بالایی برخوردار است. به عبارت دیگر در حدود 400 میلیون متر مکعب (حدود 6٪ جریانهای سطحی حوضه) از جریان رودخانه آجی چای برای مصارف مختلف نامناسب است. WWA/ یکم (1384) با استفاده از اطلاعات موجود رابطه بین شوری و هدایت الکتریکی آب دریاچه و نیز رابطه شدت جریان و کیفیت آنها را تحقیق کرده و روابط معتبری را استخراج نموده است. رودخانه آجی چای به تنهایی 51٪ مجموع نمکهای ورودی به دریاچه (1.272.600 تن) را تخلیه میکند.

3-4-5 رسوب

مطالعات نشان داده است که شدت فرسایش و رسوب گذاری در رودخانه های حوضه آبریز دریاچه ارومیه بسیار کمتر از دیگر حوضه های آبریز کشور است که علت آن خصوصیات زمین شناسی و رژیم

برفابی رودخانه های حوضه است. در عین حال در بعضی از رودخانه های واقع در قسمت شرقی و شمالی حوضه، میزان رسوب در جریانهای سیلابی قابل ملاحظه است. غلظت متوسط رسوب در جریان سیلاب رودخانه ها بین 0.2 تا 6.7 گرم در لیتر است که رقم اخیر متعلق به رودخانه آجی چای میباشد.

یکی دیگر از ویژگیهای رسوب در سیلابهای رودخانه تغییرات موضعی و زمانی آنست. در گزارش WWA / یکم (1384) آمده است که آلودگی جریان در یکی از شاخه های فرعی رودخانه آجی چای تا حدود 30.1 گرم در لیتر (ایستگاه آخولا) اندازه گیری شده است در حالیکه غلظت رسوب در ایستگاه ونیار بلافاصله در بالادست آن 6.7 گرم در لیتر بوده است. این تغییرات شدید بخاطر تخلیه فاضلاب کارخانه پتروشیمی تبریز به رودخانه بوده است.

جدول 12 خلاصه اطلاعات رسوب

مطالعات **	Yekom	WRI (1384)	WWA/Yekom (1384)
میانگین سالانه بار رسوب (تن در سال)	5,832,800	5,300,000*	-
حد اقل بار رسوبی (گرم در لیتر)	0.3	0.2	-
رودخانه با بار رسوبی کم	آذر شهر چای	زرینه رود	-
حداکثر بار رسوبی (گرم در لیتر)	5.6	6.7	-
رودخانه با بار رسوبی زیاد	آجی چای	آجی چای	-
تذکر:			
* 42٪ بار رسوبی متعلق به آجی چای است			
** نتایج مطالعه تفصیلی در زمینه رسوبات وارده به دریاچه در فصل چهارم ارائه شده است			

5-3 آبهای زیرزمینی

1-5-3 کلیات

آبهای زیرزمینی در حدود 45 درصد کل نیازهای آبی حوضه آبریز را تامین میکنند و به این علت از اجزای اصلی سیستم آب حوضه میباشند. در 25 منطقه از حوضه آبریز مطالعات آبهای زیرزمینی صورت گرفته است. کل آبدهی این مناطق 2000 میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است. دریاچه ارومیه مازاد آبهای زیرزمینی را جذب میکند. سفره های آبهای زیرزمینی حوضه آبریز متفاوت بوده و تنوعی از سفره های آبرفتی مطابق، ساده، تحت فشار و نیمه تحت فشار را شامل میشود. در حوضه آبریز سفره های آهکی و گنبد های نمکی نیز وجود دارد. سفره های آبدار حوضه عموماً بوسیله

جریانهای رودخانه ها تغذیه میشوند و به این علت سفره های آبدار در بخشهای جنوبی و غربی حوضه پایدار تر و غنی تر هستند.

اما در بخش شرقی حوضه آبریز که جمعیت بیشتری داشته و فعالیتهای کشاورزی و صنعتی بیشتر است، فشار بر سفره های آبهای زیر زمینی نیز بیشتر است. کیفیت آبهای زیرزمینی در این بخش نیز بخاطر آلودگیهای صنعتی و فاضلابهای انسانی و برداشت بی رویه با مسئله روبرو است.

مبنای مطالعات آبهای زیرزمینی در گزارشهای مشاورین یکم و موسسه تحقیقات آب، اطلاعاتی است که در گزارشهای جاماب (1377)، و تماب (1377) و مبتنی بر نتایج مطالعات آبهای زیرزمینی بوسیله گروههای مطالعه کننده دیگر ارائه شده است. در گزارش یکم (1381) پیشنهاد شده است تا مسئله نفوذ آبهای شور به سفره های آب زیرزمینی پیرامون دریاچه بررسی شده و برای آن راه حل جستجو شود. موسسه تحقیقات آب (1384) در اینمورد توجه بیشتری داشته و پیشنهاد کرده است که شبکه ای پایشی برای نفوذ آبهای شور به سفره های آب زیرزمینی بوجود آید. این یک نیاز اساسی است زیرا در بیشتر در مناطق سطح سفره آب پایین رفته و نفوذ آبهای شور مشهود شده است. شبکه پایش آبهای زیرزمینی علاوه بر سفره های آزاد و نیمه تحت فشار، برای سفره های محصور و تحت فشار نیز مورد نیاز بوده و توصیه میشود. تعداد چاههای مشاهدهای و آمار منابع آبهای زیر زمینی در جدول 13 ارائه شده است.

جدول 13 آمار شبکه مشاهده ای سفره های آب زیرزمینی

چاههای مشاهدهای	تعداد چاه مشاهده برای هر 100 کیلومتر مربع	آمار منابع آب		
		چاه	چشمه	قنات
610	8	370	36	63

3-2-5 سفره های آب زیرزمینی در حوضه آبریز

از آنجا که سفره های آب زیر زمینی نقش مهمی در تامین آب کشاورزی ایفا میکند، در مطالعات مشاورین یکم (1381) و موسسه تحقیقات آب (1384) تلاش شده است تا منابع آب زیرزمینی و کیفیت آب این منابع مورد ارزیابی قرار گیرد. علاوه بر این، موسسه تحقیقات آب در سال 1384 گزارشی در مورد بیلان آب زیرزمینی و نیز نقشه تفصیلی از سفرهها و منابع آبهای زیرزمینی ارائه داده است.

در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، سفرههای اصلی آب زیرزمینی در سلماس، تبریز، ارومیه، میاندوآب و نرده قرار دارند. بیشتر سفره های آب زیرزمینی در رسوبات آبرفتی تشکیل شدهاند. بطور کلی، تشکیلات سنگی و آهکی نقش مهمی در تغذیه این سفرهها و ایجاد جریان پایه در رودخانههای حوضه ایفا می کند. بیشتر سفره های حوضه آبریز آزاد است ولی در برخی مناطق، سفرههای محدود (تحت

فشار) و نیمه محدود (نیمه تحت فشار) نیز در بخشهای مرکزی دشتهای اطراف دریاچه ایجاد شده اند. ضخامت آبرفت بطور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند. ضخامت در مناطق غربی حوضه و در قسمت‌های بالادست سفره به سختی به 40 متر می‌رسد. ولی در قسمت‌های مرکزی دشتهای آبرفتی پیرامون دریاچه به 200 متر هم می‌رسد. در دشت تبریز این ضخامت آبرفت از 300 متر تجاوز میکند.

در حوضه‌های بسته، سطح آب زیرزمینی هم در زمان و هم در مکان تغییر میکند. بعلت تفاوت‌های فیزیوگرافی و تغییرات توپوگرافی، عمق آب در نقطه ورود به دریاچه بین 30 متر تا یک متر تغییر میکند. بخش قابل ملاحظه‌ای از منابع آب زیرزمینی (130 میلیون مترمکعب در سال) قبل از ورود به دریاچه تبخیر می‌شوند (گزارش موسسه تحقیقات آب (1384)). تغییرات سطح آب زیرزمینی در زمان از طریق تحلیل اطلاعات حاصل از مساحه 790 چاه مشاهده‌ای (جدول 14) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از مطالعات موسسه تحقیقات آب که در جدول 14 (ستون 3) آمده است، دقیق‌تر و به روزتر به نظر می‌رسد و نباید با مطالعات انجام شده توسط مشاورین یکم (1381) مقایسه شود، به این دلیل که سال پایه مطالعات متفاوت است و در مطالعه موسسه تحقیقات آب تعداد چاه مشاهده‌ای بسیار بیشتری (790 چاه) استفاده شده است. در عین حال نتایج مطالعات مشاورین یکم نیز در جدول ارائه شده است تا تغییرات الگوی بهره‌برداری از آب زیرزمینی در حوضه آبریز نشان داده شود. به عنوان مثال، در مهاباد، مشاورین یکم میزان تخلیه را $23/3$ میلیون متر مکعب و موسسه تحقیقات آب حدود $2/5$ میلیون متر مکعب ارائه داده‌اند. به علت اینکه بیشتر آب مصرفی این دشت از آبهای سطحی تامین میشود، مقدار ارائه شده توسط موسسه تحقیقات آب می‌تواند دقیق‌تر باشد. در آمار دیگر مناطق نیز اختلاف وجود دارد ولی مجموع تخلیه آب زیرزمینی در هر دو مطالعه بسیار بهم نزدیک است: موسسه تحقیقات آب میزان کل تخلیه را 2017 میلیون متر مکعب و مشاورین یکم 2022 میلیون متر مکعب برآورد کرده اند.

وضعیت سفره‌ها در اکثر مناطق نرمال است. چهار منطقه (سلماس، عجب‌شیر، صوفیان-شستر و تسوج با کاهش دائمی سطح آب سفره (روند نزولی) مواجه هستند. روند سالانه کاهش سطح آب زیرزمینی در هر دو مطالعه مشابه است ولی مشاورین یکم (1381) میزان افت بیشتری را بیان می‌کند. نتایج موسسه تحقیقات آب دقیق‌تر به نظر می‌رسند. همچنین، همانطور که در جدول 14 منعکس است این نتیجه‌گیری را می‌توان کرد که زمینه و امکانات برای توسعه بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی بسیار محدود است. با ارزیابی مقدار منابع تجدید شونده آب زیرزمینی، حداکثر 149 میلیون متر مکعب قابل توسعه می‌باشد.

جدول 14 منابع آب زیرزمینی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

ظرفیت توسعه بهره برداری WRI (1384)	افت سالانه سطح آب متر		توزیع مصرف MCM 1384 . WRI			میزان تخلیه (MCM)		دشت	
	MCM	WRI (2005)	Yekom (2002)	صنعت	خانگی - شهری	کشاورزی	WRI 1384		
5	1**	1.7	0	13	149	163.5	148	سلماس*	1
23	0	0.5	14	42	432	487.8	358	ارومیه*	2
7	-	-	1	0	14	15.7	4.31	سرو	3
5	-	-	0	1	0	0	-	سیلوانا - موانا	4
6	-	-	0	0	3	4.2	2.1	زیوه	5
0	-	0.5	0	0	5	5.2	2.5	رشکان	6
10	0	0.6	0	9	44	53.4	48.2	نقده*	7
18	0	0.2	0	6	6	24.3	39.0	اشنویه	8
5	0	0.2	0	1	5	2.5	23.3	مهاباد*	9
30	0	0.1	1	1	36	38.1	118.0	میاندوآب*	10
8	0	-	0	4	105	110.7	34.0	بوکان	11
15	0	-	0	14	86	103.6	14.3	سائین قلعه	12
5	-	-	0	0	1	2.0	24.0	تکاب	13
0	-	-	2	3	28	34.1	32.5	سقز	14
3	0	0.7	1	5	49	40.1	44.7	مراغه	15
0	0.4**	1.7	0	6	44	51.7	59.3	عجب شیر	16
0	-	-	0	0	7	7.8	21.0	شیرامین	17
0	0.1	0.4	0	5	32	44.2	86.2	آذر شهر	18
0	0.1	0.6	15	64	181	365.5	389.8	تبریز*	19
2	0.4	-	0	3	70	59.2	105.3	بیلوردی- دودوزان*	20
1	-	-	1	5	71	73.9	68.8	بستان آباد	21
6	0	0.7	1	6	141	143.1	109.3	سراب*	22
0	0.5**	1.1	2	16	156	136.1	202	صوفیان- شبستر*	23
0	1.4**	2.5	0	2	37	36.0	67	تسوج	24
0	-	-	0	0	11	10.4	21	جزایر دریاچه	25
149			40	206	1713	2017	2022.9	جمع	
-	-	-	2	11	87	-	-	درصد مصرف	

تذکر:

* در این مناطق سفره های تحت فشار وجود دارد

** روند نزولی سطح آب سفره (رنگ آبی)

گزارش یکم (1381) بر مبنای اطلاعات سال 1378 و گزارش موسسه تحقیقات بر مبنای اطلاعات سال 1380 است.

3-5-3 مصرف آبهای زیرزمینی

آبهای زیرزمینی 45 درصد نیازهای حوضه آبریز را تامین میکند. بخش عمده این منابع بوسیله چاه بهره برداری میشود (جدول 15). در حدود 156 رشته قنات از سال 1380 خشک شده و جریان ندارند. حجم کل آب زیرزمینی تخلیه شده برابر 2017 میلیون متر مکعب برآورد شده است که 91.5٪ آن از چاه است.

جدول 15 تنوع منابع آبهای زیرزمینی

چشمه	قنات	چاه	
1,565	1,456	64,739	تعداد کل (WRI 2005)
32	103.50	1,845	حجم تخلیه (MCM)
-	1,610	64,669	تعداد - آمار 1380

در جدول 14 اطلاعات در مورد مصرف آبهای زیرزمینی ارائه شده است. همانطور که ملاحظه میشود بخش عمده (87٪ معادل 1713 میلیون متر مکعب) در بخش کشاورزی، 11٪ در مصارف خانگی و بقیه 2٪ در صنعت مورد استفاده قرار میگیرد.

3-5-4 کیفیت آبهای زیرزمینی

کیفیت آبهای زیرزمینی تغییرات زیادی دارد. سفره های واقع در بخش غربی و جنوبی دریاچه بخاطر شرایط زمین شناسی و نیز کیفیت آبهای سطحی تغذیه کننده از کیفیت بهتری برخوردار است. در بخش شرقی و شمالی حوضه آبریز، بخاطر تشکیلات آلاینده (گچ و نمک دار) میوسن، کیفیت آب محدودیت دارد. یکی دیگر از عوامل آرایش آبهای زیر زمینی، عمق کم آبهای زیر زمینی در بخشی از مناطق است که تبخیر از سفره و تغلیظ املاح را سبب میشود.

کیفیت آبهای زیرزمینی در بخش غربی حوضه آبریز در کلاس 1 و 2 قرار داشته و برای مصارف خانگی مناسب است در حالیکه در نواحی شمالی و شرقی، کلاس آب بین 1 تا 5 متغییر است. باید توجه داشت که شوری تنها شاخص ارزیابی کیفیت آب برای مصارف خانگی نیست. وجود مواد مغذی (نیتراتها)، باکتری، سموم و کودهای شیمیائی نیز در ارزیابی کیفیت آب موثرند. اطلاعات در این زمینه ها بسیار محدود است.

شوری آبهای زیرزمینی (بر حسب هدایت الکتریکی) در مناطق مختلف بسیار متغییر است. مسایل در بخش شرقی حوضه آبریز شدید تر است. شور شدن آبهای زیرزمینی پدیده مشهودی است که در فواصل نزدیکتر به دریاچه افزایش مییابد. هر دو مطالعات موجود (یکم 1381 و موسسه تحقیقات آب

1384) در زمینه کیفیت آبهای زیرزمینی نتیجه گیری یکسانی ارائه میدهند مبنی بر اینکه در زیر حوضه آبریز آجی چای و دیگر دشتهای شرقی حوضه مسایل کیفیت آبها جدی تر و شدیدتر است.

3-5-5-3-3 بیلان و تعادل آبهای زیرزمینی

در مطالعات موسسه تحقیقات آب وضعیت تعادل و بیلان آبهای زیرزمینی به صورت جدول زیر ارائه شده است. هرچند در بعضی زمینه های تردیدها و عدم قطعیتهایی به شرح زیر وجود دارد ولی این جدول تصویر روشنی از وضعیت آبهای زیر زمینی را نمایش میدهد

بیلان آبهای زیر زمینی حوضه آبریز دریاچه ارومیه	
عوامل بیلان	میلیون متر مکعب
1. منابع تغذیه آبهای زیرزمینی	
• ورودی آبهای زیرزمینی	862.2
• نفوذ آب باران	198.1
• نفوذ جریانهای سطحی	700.0
• نفوذ آبهای آبیاری در مزارع	841.4
• نفوذ فاضلابها و پسابهای شهری و خانگی	229.7
• جمع منابع تغذیه	2831.5
• جمع منابع تغذیه - (مطالعات جاماب 1377)	[2766.6]
2. منابع تخلیه آبهای زیرزمینی	
• تخلیه به دریاچه	58.3
• تخلیه به رودخانه ها	669.6
• تخلیه از چاهها، قناتها و چشمه ها	2031.5
• تبخیر از سفره	130.2
• جمع تخلیه	2889.8
• جمع منابع تخلیه - (مطالعات جاماب 1377)	[2800]

- یکی از مسایل موجود سفره های ساحلی است که در مورد آنها اطلاعات کافی از چگونگی ارتباط آبهای شور و شیرین وجود ندارد. همچنین اثر تبخیر از سفره های کم عمق بر کیفیت آبهای زیرزمینی بخوبی شناخته شده نیست.

- شرایط تکتونیکی حوضه آبریز سبب شده است که در بعضی مناطق سفره های مطبق آب زیرزمینی تشکیل شود. نبود اطلاعات کافی از چگونگی و خصوصیات این لایه ها خود یکی از محدودیتهای مهم در برآورد بیلان آبهای زیرزمینی است

4. وضعیت دریاچه ارومیه

4-1- مقدمه

بر اساس مطالعه یکم (1381) انجام یک ارزیابی کامل از وضعیت دریاچه ارومیه لازم می باشد. اختلاف نظرهایی در خصوص اولویت های تخصیص آب و توسعه در این حوضه وجود داشته است (این مسئله منحصر به دریاچه ارومیه نیست چرا که در بیشتر نقاط جهان مسئله تخصیص آب از موضوعات مورد بحث و اختلاف است). وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان حفاظت محیط زیست نیز اختلاف نظرهایی در این خصوص داشته اند ولی خوشبختانه دارای یک هدف مشترک می باشند: این هدف حفاظت از دریاچه برای نسل های آینده می باشد. هم اکنون تمامی گروه های ذیربط بر این عقیده اند که برای نیل به این مقصود هماهنگی های بین بخشی و اتخاذ یک رویکرد یکپارچه با همکاری بخش های مختلف اجتناب ناپذیر می باشد. کارگاه مشورتی در تبریز نمونه روشنی برای این واقعیت بود. مسائل محیط زیستی در سیاست های جدید دولت از اهمیت جدی برخوردار بوده و ارزیابی اولویت های تخصیص آب از سیاست های رسمی دولت به شمار می رود. دریاچه ارومیه نقطه مرکزی همه مطالعات در زمینه مدیریت و توسعه منابع آب در این حوضه می باشد. این دریاچه یک شاخص محیط زیستی برای توسعه و مدیریت پایدار منابع آب در حوضه است.

مطالعات موسسه تحقیقات آب (1384) بسیار قابل توجه است. این پروژه توسط برخی از متخصصین صنعت آب مورد انتقاد قرار گرفته است. منتقدین آنرا به عنوان یک مطالعه کامل برنامه ریزی مدیریت یکپارچه منابع آب قابل پذیرش ندانسته و تنها به عنوان یک تمرین برای ظرفیت سازی تلقی میکنند. با این وجود این نظر به صورت کامل صحیح نیست. گزارش مطالعات سازمان آب آذربایجان غربی / یکم (1384) بیان می دارد که:

"بدون اجرای مدیریت یکپارچه منابع آب در این حوضه، تعادل محیط زیستی دریاچه ارومیه مورد تهدید واقع می گردد. لازم به توجه است که تأثیر پروژه های منابع آب بر کمیت و کیفیت آب دریاچه با تاخیر زمانی نمایان میشود و به دلیل فرایندهای پیچیده موجود ممکن است امکان جبران خسارات محیط زیستی وارده موجود نباشد".

روشن است که مطالعه موسسه تحقیقات آب مطالعه ای ارزشمند بوده، لیکن خالی از اشکالات و نواقص نمی باشد. بسیاری از موارد مطالعاتی انجام شده در این تحقیق به صورت کامل و جامع صورت پذیرفته اند. به عنوان مثال همه تالاب های اقماری مورد مطالعه قرار نگرفته اند. در این مطالعات از

ابزارهای ذخیره سازی اطلاعات مدیریت یکپارچه منابع آب و نه تحلیل کامل چند معیاری استفاده شده است.

تحقیق در موضوعات "آب برای غذا" در چند مزرعه نمونه و منحصر بر روی راندمان آبیاری و تغییر نوع کشت و روش آبیاری صورت گرفته است و مطالعات همه سطح حوضه را پوشش نداده است..

مطالعه WWA / یکم (1384) می تواند به عنوان تلفیق و ترکیبی از تمامی مطالعات اصلی که در دو دهه اخیر در این زمینه انجام شده است به حساب آید. این مطالعه از طریق قرار دادن دریاچه در کانون ارزیابیهای کمی و کیفی محیط زیستی پروژه های منابع آب، مهمترین عنصری را که در دیگر مطالعات مورد غفلت قرار گرفته بود مورد توجه قرار داده است. در این مطالعه داده ها و اطلاعات حاصل از تحقیقات پیشین به شیوه ای متفاوت و با رویکرد جدیدی به توجه به جنبه های اکولوژیکی توسعه منابع آب مورد ارزیابی و تعمق قرار گرفته اند. بنابراین این مطالعه از اهمیت بالایی برخوردار می باشد اگرچه مانند سایر مطالعات انجام شده نیاز به تحقیقات بیشتر می باشد. به عنوان مثال در مورد مسئله مدیریت نیاز آبی، این مطالعه یافته های مطالعه موسسه تحقیقات آب "آب برای غذا" که بر اساس کارهای انجام شده در مزارع نمونه نقده و مه آباد می باشد را تکرار نموده و بر نیاز به افزایش راندمان آبیاری تأکید می نماید. منظور ما از راندمان آبیاری 45 درصد چیست؟ تفسیر چنین عددی در مفهوم واقعی آن دشوار می باشد. به کارگیری چنین مفاهیم کلی، پویایی سیستم را در نظر نمی گیرد. اولاً در چنین روشی به دلیل محاسبه تلفات در سیستم، خطاها بزرگ نمایی می شود. ثانیاً این روش استفاده مجدد از آب در سیستم توسط اکوسیستم هایی مانند تالاب های اقماری، کشاورزان و یا تغذیه آبخوان ها را در نظر نمی گیرد.

این مطالعه در 9 جلد به شرح زیر نوشته شده است:

جنبه های اکولوژیکی (کمی و کیفی) و اثر توسعه منابع آب در حوضه دریاچه ارومیه:

جلد 1: ارزیابی کل جریان ورودی به دریاچه

جلد 2: تعادل آبی دریاچه

جلد 3: اثر تراز آب بر کیفیت آب دریاچه

جلد 4: اثر خشکسالی بر شرایط دریاچه

جلد 5: اثر تغییرات خرد اقلیمی بر مساحت پهنه آب دریاچه

جلد 6: نقشه های نواحی ساحلی (اراضی اصلاح شده)، حدود دریا و عرض دریاچه

جلد 7: اثرات پروژه های منابع آب در حوضه

جلد 8: نیاز آبی دریاچه و گزینه های مدیریتی جهت برآورده سازی این نیازها

جلد 9: مرور کلی و خلاصه مطالعات

همانطور که از عناوین گزارشات برمی آید می توان نتیجه گیری نمود که این گزارشات بخش اعظم شکاف های موجود در اطلاعات مربوطه را پوشش داده و به نحوی بسیار حرفه ای و بر اساس تحلیل های تخصصی نوشته شده است. به طور کلی نقطه ضعف این مطالعه آن است که یک مطالعه یکپارچه منابع آب نمی باشد لیکن چند گزینه مدیریتی را برای توجه بیشتر پیشنهاد و مطرح می نماید. خوشبختانه این مطالعه از لحاظ جزئیات فنی و تحلیلی، برای ارزیابی وضعیت دریاچه که هدف این فصل است حاوی اطلاعات سودمند است.

4-2- جریان ورودی به دریاچه

جریان ورودی به دریاچه یکی از مهمترین شاخص های محیط زیستی است که باید در هر تحلیل اکولوژیکی (کمی و کیفی) مورد استفاده قرار گیرد. متوسط جریان ورودی سالانه به دریاچه در جدول 16 ارائه شده است. تفاوت های چشم گیری در اعداد در این جدول مشاهده می شود لیکن نکته قابل توجه اعداد نسبتاً یکسان دو مطالعه اخیر موسسه تحقیقات آب (1384) و WWA / یکم (1384) می باشد. دلیل تفاوت موجود در اعداد می تواند ترکیبی از عوامل زیر باشد:

1- داشتن دوره های نمونه گیری متفاوت: برای مثال برخی از مطالعات قدیمی تر مانند مطالعه جاماب (1377) دوره نمونه گیری سال 1371-1345 را انتخاب نموده اند که در آن دوره های خشکسالی که در اواخر دهه 70 و اوایل دهه 80 به وقوع پیوسته است را در نظر نگرفته اند. بنابراین نمایانگر شرایط نسبتاً مرطوب می باشد.

2- به کارگیری روش های متفاوت تحقیقی

3- استفاده از داده های آخرین ایستگاههای اندازه گیری بعنوان جریان ورودی به دریاچه و در نظر نگرفتن مسئله برداشت آب برای آبیاری، تغذیه مصنوعی مخازن و حوضه ها در زمستان و یا تبخیر آب، ویا انحراف آب به آبگیرها و گودال های اطراف دریاچه.

بر اساس این حقایق می توان نتیجه گیری نمود که یافته های مطالعه WWA / یکم (1384) صحیح ترین تخمین در خصوص میانگین بلندمدت جریان ورودی سالانه به دریاچه را ارائه می نماید. کمترین میانگین جریان ورودی به میزان 341/20 میلیون مترمکعب در سال 80-1379 ثبت شده است. این عدد تنها 7/5 درصد متوسط جریان ورودی بلندمدت می باشد. حداکثر میانگین جریان ورودی به دریاچه در سال 8-1347 به میزان 13.526 میلیون مترمکعب بوده است. این اعداد بیانگر بی نظمی موجود در رژیم جریان و تأثیر بسیار جدی دوره های خشکسالی بر جریان ورودی به دریاچه می باشد.

میانگین بلندمدت جریان ورودی به دریاچه با در نظر گرفتن خشکسالی‌های اخیر سال‌های 80-1379 بازنگری و روزآمد شده است. بدین منظور یک دوره نمونه‌گیری 39 ساله (1383-1345) برای به روز رسانی آمار مربوط به جریان ورودی انتخاب شده است. این عدد جدید 4.578 میلیون مترمکعب می‌باشد. در سال‌های اخیر میانگین سالانه جریان ورودی به دریاچه بسیار کمتر از میانگین بلندمدت آن بوده و از یک روند رو به کاهش پیروی می‌نماید. در صورت تکمیل تمامی پروژه‌های توسعه پیش‌بینی می‌شود که میانگین جریان ورودی در محدوده 2500 میلیون مترمکعب در سال قرار گیرد. این بدان معناست که:

- با در نظر گرفتن حداقل نیاز آبی اکولوژیکی دریاچه به میزان 3086 میلیون مترمکعب (بر طبق محاسبه مطالعات WWA / یکم (1384) و نظری دوست(1385)) یک کمبود 600 میلیون مترمکعبی در سال برای حفظ تنوع زیستی دریاچه موجود خواهد بود.
- پایداری دریاچه در معرض خطر قرار خواهد گرفت.

جدول 16: جریان ورودی به دریاچه

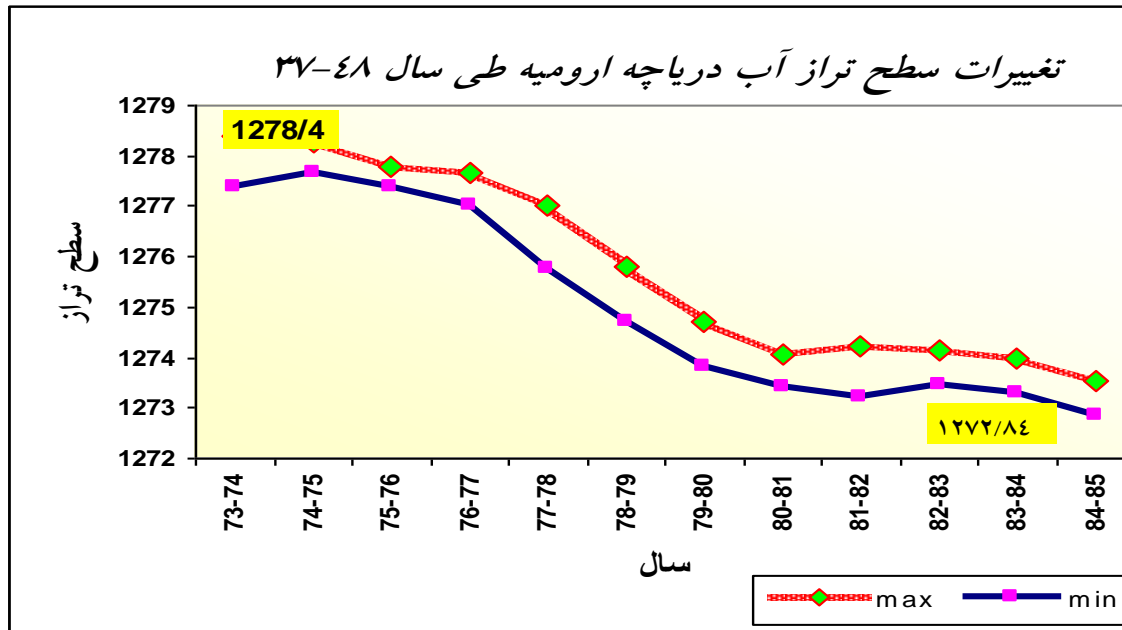
مطالعات {شماره‌منبع}	یکم (2002a)	موسسه تحقیقات آب (1384)	WWA / یکم (1384)	صدرا (1383) {26}	موسسه تحقیقات آب (1374)	جاماب (1377)	تماب (1377)	آب‌نیرو (1373)
میانگین جریان ورودی به دریاچه (میلیون مترمکعب)	5.316	4.635	4.643	4.980	5.448	6.900	4.816	5.300
کمترین - بیشترین جریان ورودی به دریاچه (میلیون مترمکعب)	764 -15.2	549 -14.6	341 -131.5					
سال‌های آبی	1345 -1371	-1346 1381	1345 -1381	-	1345 -71	1345 -71		

3-4 - تراز آب دریاچه

همانطوری که در شکل 12 نشان داده شده است تراز آب دریاچه در 10 سال اخیر از یک روند رو به کاهش پیروی نموده است.

از 4 ایستگاه اندازه‌گیری تراز آب ایستگاه گل‌مانخانه از لحاظ صحت و دقت داده‌ها مناسب‌ترین ایستگاه می‌باشد. این ایستگاه توسط WWA (سازمان آب آذربایجان غربی) اداره شده و دارای سوابق مستمر از

سال 1344 می‌باشد. بر طبق مطالعه WWA / یکم (1384) احداث یک ایستگاه دیگر در مسیر راه ارتباطی دریایی ارومیه و تبریز (جاده شهید کلانتری) لازم می‌باشد چراکه قرائت‌های دو ایستگاه موجود در بخش شمال و غرب دریاچه نمایانگر شرایط کلی دریاچه نمی‌باشد.



شکل 12-

شایان ذکر است که احتمال بروز خطا در قرائت سطح آب تا 8 سانتی‌متر موجود می‌باشد (یک سانتی‌متر میتواند نمایانگر حجمی معادل 50 تا 60 میلیون مترمکعب باشد).

تغییرات قابل توجهی در ترازهای سطح آب موجود بوده و بر اساس دوره اندازه‌گیری سال‌های 1381-1345 میانگین بلندمدت تراز آب مقدار 1.275/86 متر می‌باشد. نتایج کلی در جدول 17 ارائه شده است.

جدول 17: داده‌های ثبت شده تراز آب دریاچه

تاریخ جدیدترین اندازه‌گیری (دی ماه 1386)	تراز آب اکولوژیکی	حداکثر تراز آب	حداقل تراز آب	میانگین تراز آب	
1.272/6	1.274/1	1.278/41	1.273/23	1.275/86	
-3/26	-1/76	2/55	-2/63	-	تفاوت از میانگین تراز آب
-1/50	-	+4/31	-0/87	+1/76	تفاوت از تراز آب اکولوژیکی

بر اساس آخرین مشاهدات در دی ماه دیماه 1386، تراز آب به میزان 1.272/6 متر بوده که 3/26 متر پایین تر از میانگین بلندمدت 39 ساله می باشد. وقوع این روند به دلایل زیر می باشد:

- تغییرات در جریان ورودی به دریاچه
- شرایط خشکسالی غالب در حوضه

بعضی محققین به ارتباط بین تراز آب دریاچه و میزان بارندگی در حوضه آبریز و در نتیجه جریانهای ورودی به دریاچه اشاره کرده اند.

مطالعات نظری دوست (1385) و WWA / یکم (1384)، تراز آب اکولوژیکی 1.274/1 متر را پیشنهاد نموده است. در شرایط کنونی تراز آب 1/5 متر پایین تر از رقم مذکور است که به معنی کمبود آب به میزان 9.000 میلیون مترمکعب می باشد (60 میلیون مترمکعب = 1 سانتی متر). این آمار جدی بودن مشکل تعادل آب دریاچه را نشان می دهد. رابطه بین تغییرات تراز آب و کیفیت آب در پاراگراف 4-6 مورد توجه قرار گرفته است. یکی از جنبه های جالب تأثیرات بین حوضه ای که توسط اسپهبد و همکاران (1384) گزارش شده است آن است که نوسانات تراز آب دریای خزر به دلیل عوامل تکتونیک و حضور سیستم های گسل، و تبادل جریانهای زیرزمینی بر تراز آب در دریاچه ارومیه (و نیز دریاچه های وان و سوان در ترکیه) تأثیر گذار می باشد:

"نوسانات دریای خزر به صورت دوره ای دارای تأثیر مستقیمی بر دریاچه های کوچک بوده است. ایستگاه های مشاهده نوساناتی را در دریاچه های ارومیه، وان و سوان تا حد 20-50 سانتی متر خصوصاً در خلال سال های 1373-1377 نشان داده اند که ناشی از سیستم های گسل و زهکشی زیرزمینی پس از بالا آمدن سطح دریای خزر بوده است (اسپهبد و همکاران، 1384).

4-4- تبخیر از دریاچه

پدیده تبخیر تنها عامل تخلیه آب دریاچه و بنابراین پارامتر مهمی در تعادل آب دریاچه است که در عین حال شاید مشکل ترین پارامتر از لحاظ اندازه گیری می باشد. جدول 18 مقادیر تبخیر از سطح دریاچه به دست آمده از مطالعات مختلف را نشان می دهد.

جدول 18: تبخیر از دریاچه

کارهای گذشته	یکم (1381a)	موسسه تحقیقات آب (1384)	WWA / یکم (1384) {3}
	{1}	{2}	
تبخیر، میلیمتر	894-1.172	1.180	1.158/5

	5.873/28		تبخیر کلی، میلیون متر مکعب
1375 - 1383	1346-1381	1345-71	سال‌های آبی

بر طبق جدول نتیجه‌گیری می‌شود که مقدار به دست آمده از مطالعه موسسه تحقیقات آب (1384) که معادل 1.180 میلیمتر (5.873 میلیون مترمکعب) است به دلایل زیر نمایانگر میانگین تبخیر سالانه از سطح دریاچه می‌باشد:

- نتایج به دست آمده بر اساس تصویر ماهواره‌ای توسط متخصصین هلندی مقدار مشابهی را ارائه نموده است (به عنوان مثال 1193 میلیمتر برای سال 1378-1379).

- منحنی تقریبی تراز- حجم- سطح دریاچه به دست آمده توسط WWA/ یکم (1384) با منحنی اندازه‌گیری شده مطابقت نداشته است. بنابراین نتیجه‌گیری شده است که یکی از پارامترهای تعادل آب برای دریاچه نادرست بوده است. به بیان دیگر استفاده از میانگین تبخیر 960 میلیمتر در سال حجم آب بیشتری در تعادل آبی دریاچه نشان داده است. بنابراین در به کارگیری تحلیل حساسیت و اعمال اصلاحات بیشتر برای به دست آوردن تبخیر واقعی از دریاچه، یک ضریب بالاتر (0/76) مورد استفاده قرار گرفته است. این مقدار جدید به جای 960 میلیمتر به دست آمده توسط روش‌های کلاسیک عدد 1.158/5 میلیمتر می‌باشد.

- با توجه به اینکه منطقه دریاچه منطقه‌ای سرد و دارای 100 روز یخبندان می‌باشد، ضریب تبخیر ممکن است بالاتر بوده و عدد WWA/ یکم قدری محافظه‌کارانه باشد.

بر اساس این واقعیت که بخش‌های قابل توجهی در جنوب شرقی دریاچه دارای عمق بسیار کم می‌باشند، برخی متخصصان در سازمان آب آذربایجان شرقی طرح‌هایی را به منظور کاهش تبخیر از دریاچه پیشنهاد کرده‌اند. توجیه علمی و محیط زیستی این تلاش‌ها نیازمند ارزیابی می‌باشد. بنابراین مطالعات زیادی برای ارزیابی نحوه کاهش تبخیر از سطح دریاچه مورد نیاز می‌باشد.

4-5- تعادل آبی در دریاچه ارومیه

دریاچه ارومیه با حجم آبی معادل 32 میلیارد مترمکعب (WWA/ یکم (1384)) یکی از بزرگترین و همچنین مهمترین و با ارزش‌ترین اکوسیستم‌های تالابی در ایران می‌باشد. تعادل آبی دریاچه ارومیه مانند هر بدنه آبی دیگر می‌تواند به عنوان مبنایی برای کنترل اثرات پروژه‌های توسعه مورد استفاده قرار گیرد. معادله کلی تعادل $I-O=\Delta S$ می‌تواند برای این منظور مورد استفاده قرار گیرد که در آن:

I = کل جریان ورودی به دریاچه (بارش، جریان ورودی از رودخانه‌ها و جریان ورودی از آب‌های زیرزمینی)

$O =$ کل جریان خروجی (تبخیر از سطح دریاچه)

$\Delta S =$ تغییرات در میزان ذخیره آب

بر طبق مطالعه موسسه تحقیقات آب (1384) از 216 میلیون مترمکعب جریان آب زیرزمینی 42 میلیون مترمکعب آن وارد دریاچه شده و مابقی به دلیل سطح بالای آب در اراضی تبخیری، پیش از ورود به دریاچه تبخیر می‌شوند. البته به دلیل عدم وجود داده‌های کافی امکان برآورد دقیق این پدیده موجود نمی‌باشد. ارزیابی مطالعه جاماب (1377) از تغذیه آب‌های زیرزمینی به دریاچه 210 میلیون مترمکعب است حال آنکه این مقدار در مطالعه تماب (1377) عدد 226 میلیون مترمکعب می‌باشد. مطالعات موسسه تحقیقات آب (1374) و یکم (1381) هر دو مقدار 500 میلیون متر مکعب را ارائه می‌نمایند.

بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که جریان آب زیرزمینی به دریاچه دارای مقدار کوچکی می‌باشد. مقدار به دست آمده توسط تماب قابل قبول به نظر می‌آید و در تحلیل WWA/ یکم مورد استفاده قرار گرفته است. با این وجود تشکیل یک منطقه نسبتاً بزرگ تبخیری در اطراف دریاچه ارزیابی موسسه تحقیقات آب (1384) را منطقی‌تر نشان می‌دهد چراکه در سال‌های اخیر خط ساحلی 7/3 کیلومتر عقب‌نشینی نموده و نیز استفاده از آب‌های زیرزمینی افزایش یافته است. بنابراین مقدار 42 میلیون مترمکعب قابل قبول بوده و در معادله تعادل آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

براساس مجموع نتایج حاصل از بخش‌های قبل تعادل آب دریاچه برای دوره (1381-1346) مطابق جدول 19 برآورد شده است.

جدول 19: تعادل آبی دریاچه ارومیه (تمامی اعداد به میلیون مترمکعب می‌باشند)

تغییرات در حجم مخزن (ΔS)	جریانهای خروجی (O)	جریان آب ورودی به دریاچه از منابع مختلف (I)		
	تبخیر از سطح دریاچه	آب‌های زیرزمینی	بارش بر سطح دریاچه	آب‌های سطحی
-108/08	5.873/20	42	1.145/12	4.578

4-6- منحنی مساحت- ارتفاع- حجم

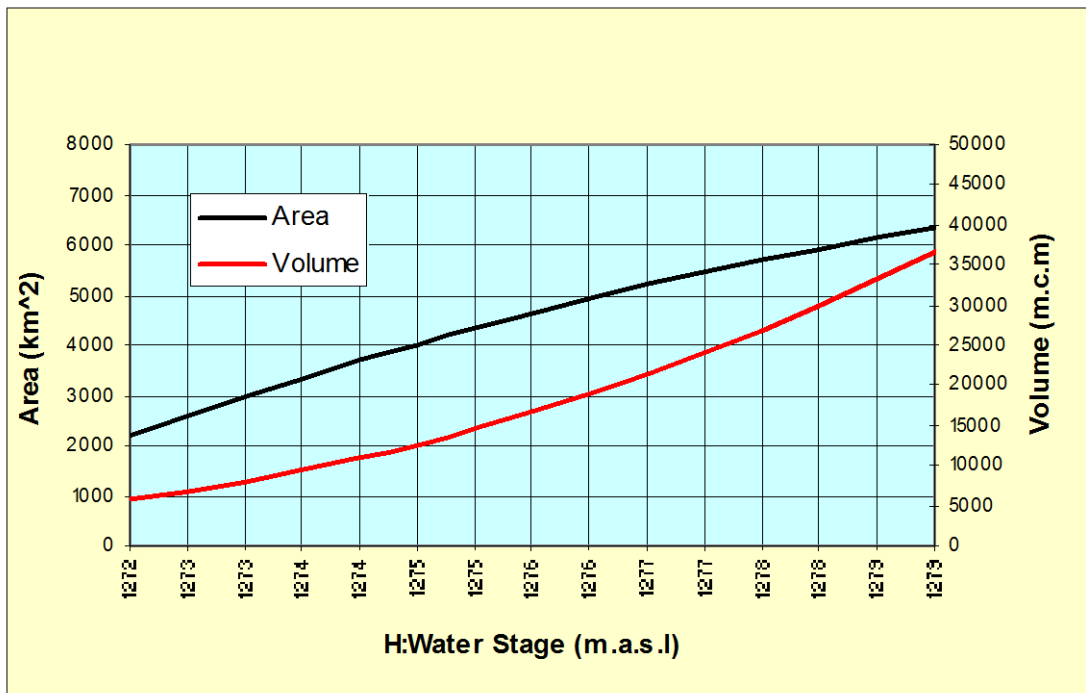
منحنی سطح- ارتفاع- حجم آب دریاچه دارای کاربرد مهمی در تعادل آب دریاچه می‌باشد. مطالعات موسسه تحقیقات آب (1384) و WWA/ یکم رابطه‌ای را در این زمینه به دست آورده‌اند. شرکای هلندی موسسه تحقیقات آب معادلات درجه دوم مساحت و حجم را به صورت زیر به دست آورده‌اند:

$$A = -50057395 + 77908 / 14 H - 30/309046 H^2$$

$$V = 5/970548 * 10^8 - 940551/1H + 370/419H^2$$

در روابط فوق V , H , A به ترتیب بیانگر سطح دریاچه به کیلومترمربع، تراز آب به واحد متر بالای سطح دریا و نیز حجم آب دریاچه به مترمکعب می‌باشند. این منحنی‌ها در شکل 13 نمایش داده شده‌اند.

شکل 13 روابط سطح حجم ارتفاع آب دریاچه ارومیه، (موسسه تحقیقات 1384)



مطالعه WWA/ یکم (1384) معادلات زیر را به دست می‌دهد:

$$A = 479.923 - (605.501.000/H)$$

$$V = (-18.271/0 + 14/4658H)^2$$

همانطوری که در مطالعه آب نیرو (1372) ارائه شده است برای ارتفاع 1.274/25 مساحت سطح دریاچه از طریق تصویر ماهواره‌ای معادل 4.525 کیلومترمربع به دست آمده است. با استفاده از معادلات به دست آمده از مطالعات ذکر شده نتایج زیر حاصل شده‌اند:

- معادله WWA/ یکم (1384) مساحت 4.744/74 کیلومترمربع را به دست می‌دهد.
- معادله موسسه تحقیقات آب (1384) مقدار 3.858/51 کیلومترمربع را به دست می‌دهد.

این اختلافات محدودیت‌های استفاده از این معادلات را به روشنی نشان می‌دهد.

نکات زیر در این زمینه قابل توجه می‌باشند:

- از آنجایی که داده‌های عمق سنجی که صحیح‌ترین راه برای یافتن رابطه ریاضی بین مساحت و عمق دریاچه می‌باشند موجود نیستند مطالعات موسسه تحقیقات آب و WWA/ یکم از روش‌های غیر مستقیم استفاده نموده‌اند. هر دوی این مطالعات از عکس‌های ماهواره‌ای استفاده نموده و نتایج آنها با نتایج مطالعه آب‌نیرو (1372) { با استفاده از عکس‌های ماهواره ای و نقشه‌های توپوگرافی 1:50000 و 1:250000 } و مطالعه موسسه تحقیقات آب (1374) { با استفاده از مدل کمی کامپیوتری } مقایسه شده است.
 - این منحنی‌ها از طریق مقایسه مجموعه‌ای از داده‌های عمق- سطح که از نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای به دست آمده‌اند تهیه شده و دارای امکان درون‌یابی به عمق‌های بالاتر و پایین‌تر را دارا نمی‌باشند: به عنوان مثال 1273-1280 متر بالای سطح دریا محدود‌های است که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است.
 - در مطالعه WWA/ یکم به عنوان مثال مساحت در ارتفاع 1.278/41 مقدار 6.370 کیلومترمربع تخمین زده شده است که صحیح نمی‌باشد، حال آنکه مساحت به دست آمده از تصویر ماهواره‌ای spot در ارتفاع کمتر مقدار بالاتر 65.000 کیلومترمربع ثبت شده است.
 - هنگامی که از سه معادله برای شرح یک پدیده استفاده می‌شود امکان وقوع خطا در محاسبات از لحاظ آماری موجود بوده و خطاهای ذاتی به وجود می‌آیند.
 - معادلات موسسه تحقیقات آب (1384) در ارتفاعات پایین‌تر از 1.274 متر بالای سطح دریا صدق نمی‌نمایند و معادلات WWA/ یکم (1384) برای ارتفاعات بین 1.273-1280 متر بالای سطح دریا صدق می‌نمایند. بنابراین هر دو مجموعه این معادلات برای تخمین حجم یا مساحت این دریاچه مناسب نمی‌باشند چراکه تراز آب کنونی ثبت شده در ماه ژانویه 1.272/6 متر بالای سطح دریا می‌باشد.
 - این معادلات ایده‌ای در خصوص تعادل آب دریاچه به دست می‌دهند و بنابراین اهمیت و ارزشهای خود را در فرایند تخمین تعادل آب دریاچه دارا هستند.
- یکی از بزرگترین نقایص موجود در برآوردهای فوق در زمینه داده‌های عمق سنجی دریاچه می‌باشد. همانطور که در تمام مطالعات مهم مورد توجه در این گزارش ذکر شده است منحنی‌های روابط ارتفاع- سطح- حجم به دست آمده از روش‌های غیرمستقیم تخمین‌هایی خام بوده و ممکن است در مواردی گمراه کننده باشند. بنابراین همانطور که در مطالعه WWA/ یکم (1384) پیشنهاد شده لازم است تا یک مطالعه عمق سنجی برای دریاچه ارومیه انجام پذیرد.

4-7- کیفیت آب دریاچه ارومیه

ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی دریاچه ارومیه شاخص‌های مهمی برای مطالعات محیط زیستی، اکولوژیکی و مدیریت یکپارچه در طرحهای توسعه منابع آب حوضه دریاچه به حساب می‌آیند. مطالعات گذشته 4 پارامتر را در خصوص کیفیت آب دریاچه مورد توجه قرار داده‌اند:

- رسوب‌گذاری در دریاچه توسط رودخانه‌های ورودی به آن
- هدایت الکتریکی (EC)
- میزان کل ذرات جامد محلول
- نمک (NaCl) محلول (چراکه نمک فاکتور مهمی در تولیدمثل آرتمیا است که همراه با برخی جلبک‌های سبز و آبی تنها میکروارگانیسم‌های زنده در دریاچه می‌باشند).

سه پارامتر اخیر اصولاً شاخص‌هایی برای سنجش شوری دریاچه هستند. منشأ شوری دریاچه در مطالعه موسسه تحقیقات آب (1991) توسط دو تن از برجسته‌ترین متخصصین منابع آب در ایران یعنی عباسقلی جهانی و محمد کارآموز به صورت کامل مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. این مسأله همچنین در تمامی مطالعات از جمله WWA/ یکم (1384) و یکم (1381) منعکس گردیده است. بر اساس نظریه این محققان، دریاچه دارای تاریخ 500 هزارساله است ولی دریاچه به شکل کنونی 35-40 هزارساله می‌باشد. وضعیت اشباع آب از نمک از 8-9 هزارسال گذشته غالب گردیده است. دو موضوع مهم قابل ذکر است:

- 1- این دریاچه یک گودال طبیعی بدون هیچگونه راه خروجی برای رسوبات و ذرات محلول می‌باشد. بنابراین پس از تبخیر آب، تمامی ذرات جامد در آن به جای می‌مانند.
- 2- بار رسوبات با ذرات نمک مخلوط شد و لایه‌های گلی مخلوط با نمک به عمق 90 متر را در کف دریاچه تشکیل می‌دهند.

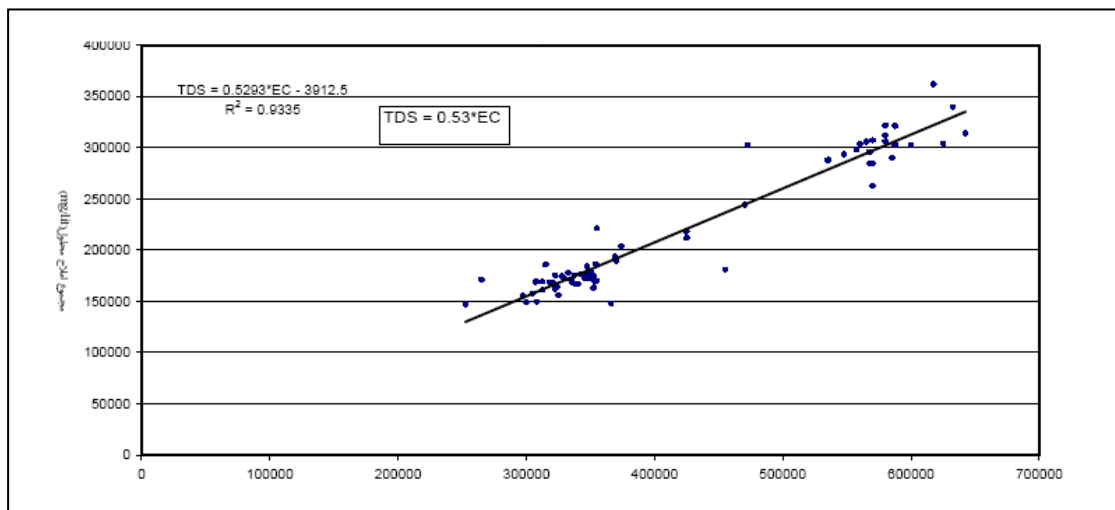
بنابراین نتیجه‌گیری می‌گردد که منبع اصلی شوری دریاچه آب‌های سطحی ورودی به آن می‌باشد. بسیاری از مطالعات مهندسی مشاور و IWRMC میزان سالانه جریان ورودی رسوبات به دریاچه را 5/3 میلیون تن تخمین می‌زنند که 40 درصد این رسوبات توسط رودخانه آجی‌چای حمل و منتقل می‌گردد. تکمیل پروژه‌های متعدد سدسازی مقدار رسوبات وارده به دریاچه را به میزان زیادی کاهش خواهد داد (البته این پدیده مقدار دبی جریان ورودی به دریاچه را نیز کم خواهد نمود).

هدایت الکتریکی متداول‌ترین شاخص مورد استفاده جهت تعیین شوری آب‌ها می‌باشد. هدایت الکتریکی آب دریاچه در سال‌های اخیر افزایش چشم‌گیری داشته و دلیل این امر افت شدید سطح آب

دریاچه ناشی از خشکسالی‌ها و طرحهای توسعه منابع آب می‌باشد. هدایت الکتریکی وابسته به حرکت یونی نمک‌های محلول و نیز تابعی از دمای محیطی می‌باشد چراکه دما بر حرکت مولکول تأثیر گذار می‌باشد. میانگین هدایت الکتریکی در 36 سال گذشته (1383-1346) توسط مطالعات WWA/ یکم (1384) و نیز موسسه تحقیقات آب (1384) به ترتیب 382 میلی مهوس بر سانتی‌متر و 423 میلی مهوس بر سانتی‌متر تخمین زده شده است. مقدار ارائه شده توسط مطالعه WWA/ یکم صحیح‌تر می‌باشد چراکه نقایص داده‌ها برای بخشی از دوره اندازه‌گیری با داده‌های موجود سازمان شیلات مقایسه شده است.

جالب توجه است که مقادیر هدایت الکتریکی در طی خشکسالی 1380-1378 افزایش داشته است. به عنوان مثال هدایت الکتریکی در سال 1379 مقدار 577500 میکرومهوس بر سانتی‌متر ثبت شده است. این مسئله رابطه معکوس بین جریان‌های رودخانه‌ای ورودی به دریاچه و هدایت الکتریکی آن را نشان می‌دهد (شکل 15).

شکل شماره 14- رابطه بین TDS و EC دریاچه ارومیه (نظری دوست 1385)

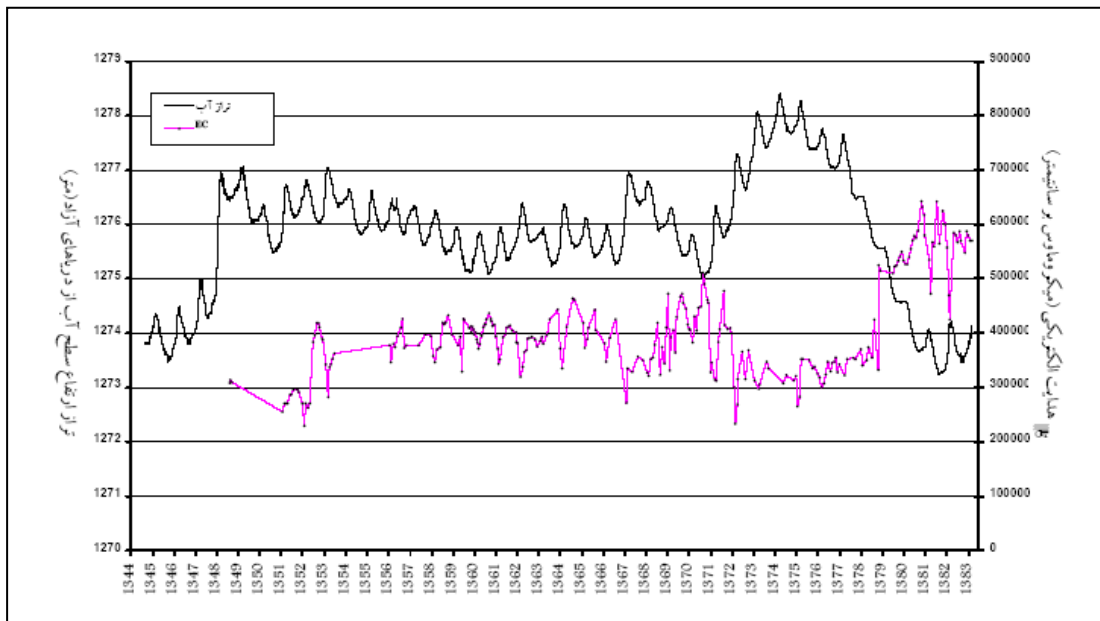


همانطور که در شکل 14 نشان داده شده است رابطه مستقیمی بین هدایت الکتریکی و کل ذرات محلول (TDS) موجود می‌باشد.

بر اساس مطالعه موسسه تحقیقات آب (1384) در تراز متوسط آب، میانگین TDS در دوره نمونه‌برداری 1381-1345 میزان 267 گرم بر لیتر بوده است. مطالعه WWA/ یکم (1384) میزان 222/6 گرم بر لیتر را برای دوره اندازه‌گیری 1383-1372 در این خصوص ارائه می‌دهد. حداکثر مقدار TDS به میزان 362 گرم بر لیتر در ماه فوریه سال 1381 ثبت شده است. جدیدترین مقدار TDS اندازه‌گیری شده مربوط به ماه دی 1386 و معادل با 338 گرم بر لیتر می‌باشد. این مقدار بیشتر از حد قابل تحمل برای تولیدمثل آرتیمیا می‌باشد. بر اساس پاره‌ای گزارش‌ها

که توسط مطالعات یکم (1381) و نظری دوست (1385) نام برده شده است، سیستم‌های آرتیمیا در غلظت نمک بیش از 250 گرم بر لیتر قادر به تفریح نمی‌باشند. بنابراین نیاز اکولوژیکی در خصوص سطح شوری آب 240 گرم بر لیتر می‌باشد.

شکل شماره 15 رابطه بین تراز آب دریاچه و میزان هدایت الکتریکی آب



همانطور که توسط دو مطالعه موسسه تحقیقات آب و WWA / یکم تخمین زده شده است مقدار سالانه نمک ورودی به دریاچه 2/2 میلیون تن می‌باشد. حدود 54 درصد (1/2 میلیون تن) از این مقدار متعلق به رودخانه آجی‌چای می‌باشد. بر حسب تخمین 4/8 میلیارد تن نمک محلول در دریاچه ارومیه وجود دارد. این عدد 2800 برابر جریان سالانه ورود نمک از طریق جریان‌های سطحی می‌باشد.

همانطور که در شکل 15 نشان داده شده است، همگام با کاهش سطح آب دریاچه میزان هدایت الکتریکی آب که معرفی از مقدار شوری آن می‌باشد افزایش می‌یابد.

همانگونه که پیش‌تر اشاره شد کیفیت آب تنها بر مبنای شاخص شوری سنجیده نمی‌شود. لازم است تا شاخص‌های دیگر آلودگی آب در همه ارزیابی‌های کیفیت دریاچه مورد توجه قرار گیرند. این شاخص‌ها در بکارگیری مدیریت یکپارچه منابع آب و دستیابی به معیارهای پایداری محیط زیستی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. در حال حاضر متأسفانه داده‌های پایه در خصوص شاخص‌های آلودگی موجود نبوده و این امر از نقایص بزرگ در زمینه اطلاعات کیفیت آب این دریاچه می‌باشد.

5- نیاز آبی در حوضه دریاچه ارومیه: شرایط حال و آینده

5-1- نیاز آبی در حال حاضر

تمامی مطالعاتی که اخیراً صورت گرفته‌اند در بر دارنده اطلاعات مهمی در خصوص نیاز، مصرف و تخصیص آب می‌باشند. نیاز آبی متغیر مهمی در ارزیابی و شبیه‌سازی منابع آب می‌باشد. عامل اصلی تغییرات نیازهای آبی افزایش جمعیت و نیاز به امنیت غذایی است که به عنوان یک سیاست مهم در خارج از چارچوب سیاست‌های آب مطرح می‌باشد. بنابراین نیاز آبی کشاورزی از نکات مورد توجه اصلی برای بسیاری از کشورهای در حال توسعه می‌باشد. ایران نیز از این امر مستثنی نمی‌باشد و مصرف اصلی آب در بخش کشاورزی آن صورت می‌گیرد (94٪). " طرح راهبردی بلندمدت برای توسعه و مدیریت منابع آب " نیز مسئله مذکور را مورد توجه قرار داده و توصیه می‌نماید که بدون افزایش بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی، سهم مصرف آب توسط بخش کشاورزی در بیست سال آینده به 88٪ کاهش یابد. البته بر طبق این طرح بلندمدت نیل به این مقصود از طریق ارتقاء کارایی مصرف آب میسر است و علی‌رغم کاهش منابع آب ناشی از شرایط اقلیمی و نیز فعالیت‌های انسانی، پروژه‌های توسعه بسیاری باید انجام پذیرند. در حقیقت افزایش مدنیت و رشد جمعیت و نیز بهبود شیوه زندگی در مراکز شهری ایران میزان مصرف خانگی آب را تحت تأثیر قرار داده است. در برخی از مناطق مانند تبریز روند رشد فعالیت‌های صنعتی باعث افزایش نیاز آبی شده است، البته کل نیاز آبی صنعتی در این منطقه بسیار پایین می‌باشد.

گزارش 2 توسط شرکت یکم (1381) حاوی اطلاعات مفیدی در خصوص نیاز آبی و مصرف آن توسط بخش‌های مختلف است، ولی فاقد شبیه‌سازی منابع آب و تحلیل سناریوهای مختلف می‌باشد. WRI (1384) و WWA / یکم (1384) حاوی اطلاعات قابل توجهی در خصوص مصرف آب و شبیه‌سازی نیاز آبی در آینده می‌باشند. WWA / یکم دارای یک مزیت واضح در رویکرد روش شناسی می‌باشد. بدین معنی که مطالعات حائز اهمیت انجام شده راجع به حوضه آبریز توسط سازمان‌ها و مهندسين مشاور متعدد را مورد بررسی قرار داده است. اثر پروژه‌های مهندسی عمران بر نیاز و تأمین منابع آبی در جلد 7 مورد مطالعه قرار گرفته است. به دلیل بازنگری داده‌های متعدد و کنترل آن با منابع اصلی داده‌ها در وزارت‌خانه‌های مربوطه و مقامات آب این منطقه نسبت به مطالعه WRI دارای اطمینان بیشتری می‌باشد.

سال پایه برای تخمین مصرف آب در حال حاضر در مطالعه یکم (1381) سال 1373 بوده در حالی که سال هدف برای نیاز آبی در آینده سال 1400 می‌باشد. در مطالعه WRI (1384) سال پایه نیاز/ مصرف آب در سالهای 1374-1379 بوده در حالی که سال هدف نیاز آبی در آینده 1399

می‌باشد. در مطالعه WWA / یکم (1384) سال پایه نیاز آبی در حال حاضر سال 1381 بوده در حالی که سال نیاز آبی در آینده 1399 می‌باشد.

البته تمامی این مطالعات در خصوص سه نتیجه‌گیری اصلی زیر متفق‌القول می‌باشند:

1- اولین نقطه مشترک آن است که بیشترین نیاز آبی ناشی از بخش کشاورزی بوده و این بخش باید در تخصیص آب در آینده مورد توجه قرار گیرد. یک نقطه ضعف در این مطالعات عدم شفافیت در خصوص اقداماتی است که باید صورت پذیرد. ارتقاء کارایی مصرف آب (در کشاورزی) به عنوان یک راه حل مطرح گردیده ولی این امر به معنای آب بازگشتی کمتر، دبی کمتر، آب کمتر برای تالاب‌های اقماری بوده و حفاظت آب توسط کشاورزان لزوماً به معنای افزایش دسترسی به آب مورد نیاز نمی‌باشد.

2- نقطه مشترک دوم آن است که این دریاچه دومین استفاده کننده بزرگ از منابع آب حوضه بوده و بنابراین تخصیص آب دریاچه و شرایط آینده آن پس از پروژه‌های توسعه باید کاملاً مورد توجه قرار گیرد. نکته اخیر در فصل 6 این گزارش به عنوان بخشی از الزامات محیط زیستی حوضه مورد توجه قرار خواهد گرفت. در فصل حاضر نیاز آبی در بخش‌های اصلی اقتصادی مورد بحث قرار می‌گیرند.

3- میزان کل آب در دسترس در این حوزه در حدود 9.000 میلیون مترمکعب (7.000 میلیون مترمکعب آب سطحی و 2.000 میلیون مترمکعب آب زیرزمینی) می‌باشد.

5-2- کشاورزی

جدول 20: نیاز / مصرف آب در بخش کشاورزی در حال حاضر

درصد استفاده توسط بخش	هکتار تحت آبیاری	نیاز آبی کشاورزی در حال حاضر (میلیون متر مکعب)			
		جمع	آب زیرزمینی	آب سطحی	
94	381.700	4.400	1.421/2 (32/3%)	2.978/8 (67/7%)	یکم (1381)
	291.883	3.482/02	1.514/68 (43/5%)	1.967/34 (56/5%)	WRI (1384)
	335.500	3.347	1.470 (44/%)	1.880 (56/%)	یکم/WWA (1384)

3-5- شرب

جدول 21: نیاز به آب شرب در حال حاضر

نکات	نیاز به آب برای مصارف بهداشتی در حال حاضر (میلیون مترمکعب)					
	جمع	آب زیرزمینی		آب سطحی		
		روستایی	شهری	روستایی	شهری	
	262/7	49/90	187/44	0/52	24/84	یکم (1381)
شامل مصارف صنعتی	412/75					(1384)WRI
مناطق روستایی که از چشمه‌ها به عنوان منبع آب استفاده می‌نمایند	314/2		199		115/2	یکم/WWA (1384)

4-5- صنعت

جدول 22: نیاز / مصرف آب صنعتی

نکات	نیاز ب آب صنعتی در حال حاضر (میلیون مترمکعب)			
	جمع	آب زیرزمینی	آب سطحی	
	17/9	13/16	4/74	یکم (1381)
شامل استفاده خانگی	412/75			(1384)WRI
بر اساس سال 1381	37/5	32/1	5/4	یکم/WWA (1384)

5-5- نیاز آبی دریاچه

همانطوری که نشان داده شده است جریان بلند مدت ورودی آب به دریاچه ناشی از آب‌های سطحی برای دوره اندازه‌گیری 1346 تا 1381، 4.578 میلیون مترمکعب می‌باشد. تعادل آبی این دریاچه در

گذشته برقرار بوده است، لیکن پس از خشک‌سالی‌های 1380-1378 و اجرای طرح‌های توسعه منابع آب میزان آب ورودی به دریاچه یک روند رو به کاهش داشته است. پروژه‌های توسعه منابع آب جریان ورودی به دریاچه را تحت تأثیر قرار خواهند داد. در حال حاضر این حوضه دارای کمبود آب می‌باشد و در آینده با توجه به افزایش رقابت میان مصارف مختلف آب حوضه دریاچه نیاز آبی این دریاچه باید در یک رویکرد یکپارچه مدیریتی مورد توجه قرار گیرد. این دریاچه باید به عنوان یک مؤلفه اصلی در مدیریت نیاز آبی این حوضه مورد توجه قرار گیرد تا از بروز بحران و نیز تخریب محیط زیست دریاچه ناشی از استفاده ناهمگن و بیش از حد منابع آبی که بر هم زننده تعادل اکوسیستم و تنوع زیستی می‌باشد اجتناب گردد. تمامی مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که در صورتی که شرایط مصرف آب دریاچه به صورت فعلی باقی بماند آینده این دریاچه با خطر مواجه خواهد بود. به بیان دیگر کاهش شدید در آب ورودی به دریاچه باعث پایین رفتن سطح آب و ایجاد تأثیرات منفی شدیدی بر تمامی حوضه خواهد شد.

5-6- نیازهای آبی آینده

از مشخصه‌های نیاز آبی در آینده افزایش میزان آن در تمامی بخش‌ها خواهد بود. در سال 1381 جمعیت موجود در حدود 4/8 میلیون نفر تخمین زده شده و بر طبق انتظار تا سال 1399 به حدود 7/1 میلیون نفر افزایش خواهد یافت. همچنین در حدود 14 شهر صنعتی تا سال 1399 و بیش از 200 هزار هکتار اراضی آبیاری شده به این مجموعه اضافه خواهد شد. تأثیر این افزایش‌ها در وهله اول بر دریاچه خواهد بود چرا که جریان ورودی به آن بر طبق مطالعه WWA / یکم (1384) تا 1/7 میلیارد مترمکعب (و یا تا 2.500 میلیون مترمکعب بر طبق مطالعه WRI (1384)) کاهش خواهد یافت. تالاب‌های اقماری از جریان آب برگشتی و نیز سرشاخه‌های رودخانه استفاده می‌نمایند.

جدول 23: نیاز آبی در آینده

*جمع با نیاز دریاچه به میزان 3086 میلیون مترمکعب	نیاز آبی در آینده (میلیون مترمکعب)					
	جمع	صنعت	شرب	کشاورزی	اراضی تحت آبیاری (هکتار)	
9.075	5.989	70	548	5.371	560.000	یکم (1381)
8.484/5	5.398/5**	619/36		4.406/5	462.697	WRI (1384)
8.823/1	1*** / 5.737	98/23	578/7	5.060/13	535.000	یکم / WWA (1384)

تذکر:

* حداقل نیاز آب اکولوژیکی دریاچه توسط مطالعات WWA/یکم (1384) و نظری دوست (1385) ارائه شده است.

** این حاصل جمع شامل 339/5 میلیون متر مکعب برای نیازهای محیط زیستی و 33 میلیون مترمکعب برای تالاب‌های اقماری (مطالعات مهندس مشاور پندام) می‌باشد.

*** شامل نیازهای واحدهای آبرزی پروری

در تمامی مطالعات:

1- نشان داده شده است که میانگین حجم آب حوضه 9.000 میلیون مترمکعب می‌باشد (آب سطحی) = 7.000 میلیون مترمکعب و آب زیرزمینی = 2.000 میلیون مترمکعب).

2- مصرف آب حدود 9.500 مترمکعب در هکتار است بنابراین اراضی تحت آبیاری فاکتور اصلی تأثیرگذار بر صحت تخمین‌های نیاز آب کشاورزی در آینده می‌باشند.

شرب = تأمین آب و مصارف بهداشتی

همانطوری که جدول 23 نشان می‌دهد بیشترین نیازهای آبی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی تحت آبیاری می‌باشد. مطالعات یکم (1381)، WRI (1384)، و WWA / یکم (1384)، درصد نیاز آبی کشاورزی در آینده را به ترتیب 90، 81 و 88 درصد تخمین می‌زنند. مطالعه WWA / یکم نسبت به دو مطالعه دیگر از تخمین بسیار بهتری بهره می‌برد و دلیل این امر به کارگیری ابزارهای تحلیلی تفصیلی برای ارزیابی آینده هر زیر حوضه مطابق با پروژه‌های توسعه منابع آب می‌باشد. البته این امر منوط به اجرای موفقیت آمیز تمامی سازه‌های هیدرولیکی اشاره شده در بخش بعدی می‌باشد.

5-7 - سازه‌های هیدرولیکی سیستم منابع آب

طرح جامع کشاورزی (جاماب، 1376) امکان سنجی 275 پروژه را مورد مطالعه قرار داده که از این میان 231 پروژه دارای امکان اجرا می‌باشد. این پروژه‌ها شامل 71 سد مخزنی، 124 سیستم انحراف و انتقال آب، 17 ایستگاه پمپاژ و 19 پروژه حفاظت در برابر سیلاب و نیز تغذیه مصنوعی می‌باشد. 32 رودخانه کوچک و بزرگ در این حوضه موجود می‌باشد. تمامی کارهای اخیر شامل تحلیل‌های تفصیلی در خصوص سازه‌های هیدرولیکی موجود می‌باشند. WWA / یکم (1384) دارای اطلاعات به روز در این زمینه بوده و شامل یک مطالعه جامع در خصوص اثرات این پروژه‌های توسعه بر روی منابع آب و نیز تأثیرات محیط زیستی آن که در فصل بعدی مورد بحث قرار می‌گیرد می‌باشد.

1-7-5 سدها

همانطوری که در جدول 24 نشان داده شده است این منطقه شامل 63 سد می‌باشد. از این بین 6 سد بزرگ در حال بهره برداری موجود بوده که 93 درصد آب تنظیم شده مورد نیاز را تأمین می‌نمایند. بزرگترین این سدها سد زرینه رود می‌باشد.

جدول 24: سازه‌های هیدرولیکی: سدهای موجود در حوضه

زیرحوضه‌ها	تعداد سدهای مخزنی	حجم تنظیم شده به مترمکعب	سدهای در دست احداث و مطالعه	حجم تنظیم شده	تعداد کلی سدها	کل حجم تنظیم شده به میلیون متر مکعب
زولاچای	-	-	3	167/6	3	167/6
نازلوچای و رزاچای	-	-	2	274/4	2	274/4
شهرچای	1	199 ¹	-	-	1	199
باراندوزچای	-	-	2	238/8	2	228/8
گذارچای	2	99/5 ²	3	258/1	5	357/6
مه‌آبادچای	1	190 ³	1	0/4	2	190/4
سیمینه‌رود	-	-	2	270/6	2	270/6
زرینه‌رود	8	760/1 ⁴	11	1510	19	2270/1
صوفی‌چای	3	132/5 ⁵	1	2/5	4	135
قلعه‌چای	-	-	1	62	1	62
آجی‌چای	46	113/6 ⁶	10	293/3	56	407
رودخانه‌های شمالی	2	0/91	3	7/6	5	8/5
جمع	63	1.495/6	39	3.085/4	102	4.580/9

تذکرات: سدهای مخزنی بزرگ در حوضه آبریز:

- 1- سد شهرچای با حجم آب تنظیم شده 199 میلیون مترمکعب.
- 2- سد حسنلو با حجم آب تنظیم شده 94 میلیون مترمکعب.
- 3- سد مه‌آباد با حجم آب تنظیم شده 190 میلیون مترمکعب.
- 4- سد زرینه‌رود با حجم آب تنظیم شده 750 میلیون مترمکعب.
- 5- سد علی‌وین با حجم آب تنظیم شده 123 میلیون مترمکعب.
- 6- سد نهند با حجم آب تنظیم شده 32 میلیون مترمکعب.

موارد زیر از مشخصات ویژه سیستم سازه‌های هیدرولیکی می‌باشد:

- بسیاری از سدهای موجود بدون احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی به اهداف خود نمی‌رسند.

- بدون تلاش برای افزایش راندمان آبیاری و روش‌های جدید عملیات مزرعه، پی‌آمدهای منفی جدی متوجه منابع آب حوضه خواهد بود.
- جریان آب ورودی به دریاچه به نحو شدیدی کاهش خواهد یافت و این امر در دوره‌های خشکسالی فاجعه برانگیز خواهد بود (2/5-1/7 میلیارد مترمکعب).
- رسوب‌گذاری در دریاچه به دلیل پروژه‌های سد سازی کاهش خواهد یافت ولی همراه با کاهش آب ورودی به دریاچه، پیش‌بینی می‌شود که ورود نمک به دریاچه همراه با باقیمانده کودها و آفت‌کش‌های ناشی از کشاورزی به نحو شدیدی افزایش یابد (200.000 هکتار به زمین‌های تحت آبیاری اضافه خواهد شد).
- جریان پایه در رودخانه‌ها از یک روند رو به کاهش پیروی می‌نماید که به دلایل زیر رخ می‌دهد:
 - 1- تغییرات اقلیمی (برای مثال در رودخانه آجی‌چای دمای بالا و تغییرات در الگوهای وزش باد روند رو به کاهش بارندگی را موجب شده است).
 - 2- تغییرات در کاربری اراضی
 - 3- استحصال محلی آب از رودخانه به صورت معمول و بدون مجوز
 - 4- پروژه‌های توسعه: جریان ورودی به دریاچه در دوره بازگشت 6 ساله خشکسالی در حدود 2.750 میلیون مترمکعب بوده است. تأثیر احداث سدها بر جریان رودخانه جریان ورودی به دریاچه را تا 1.745 میلیون مترمکعب یعنی 1.000 میلیون مترمکعب کمتر از جریان ورودی متوسط در دوره خشکسالی کاهش می‌دهد. به بیان دیگر این میزان 1.341 میلیون مترمکعب کمتر از حداقل نیاز آبی اکولوژیکی دریاچه می‌باشد.تاریخ پیش‌بینی شده برای تکمیل پاره‌ای از پروژه‌های اخیر سد سازی در جدول 25 ارائه شده است.

2-7-5 شبکه‌های آبیاری

در حال حاضر 3 شبکه آبیاری در حوضه در حال بهره‌برداری می‌باشد. شبکه‌های آبیاری زولا-سلماس و حسنلو آغاز شده و همانطور که در جدول 26 نشان داده شده است بر طبق انتظار تا پایان سال 1387 تکمیل خواهد شد. تقریباً 93.000 هکتار از اراضی تحت آبیاری زیر پوشش شبکه‌های موجود می‌باشند. طرح‌های دیگری برای احداث شبکه‌های آبیاری برنامه ریزی شده است که در جدول 27 به آن اشاره شده است.

جدول 25: پروژه‌های سد سازی

نام سد	زیرحوضه	رودخانه	حجم تنظیم شده به میلیون مترمکعب	سال تکمیل
بوکان	زرینه رود	زرینه رود	285*	1385
شهید مدنی	آجی چای	آجی چای	300	2004 - 5
قلعه	صوفی چای	قلعه چای	53/4	1385 - 6
زولا	زولاچای	زولاچای	132/5	1385 - 6
گوگردچی (ساروق)	زرینه رود	ساروق	42	1386 - 7
چراغ ویس	زرینه رود	سقر چای	74/86	1386 - 7
چپرآباد	گذارچای	کانی راش	255/6	1386 - 7
شکریازی	دریک چای	دریک چای	31	1387 - 8
نازلو	نازلوچای	نازلو	273	1388 - 9
سیمینه رود	سیمینه رود	سیمینه رود	269	
آجرلو	زرینه رود	آجرلو	105/7	-

* این امر به جهت افزایش ارتفاع تاج سد موجود برای تأمین آب شهرهای تبریز و میاندوآب می باشد.

جدول 26: شبکه‌های آبیاری موجود

شماره	شبکه آبیاری	دشت	سد / رودخانه	منطقه آبیاری			روش‌های استفاده تا پایان سال 1387		
				بهبودی شده	توسعه یافته	جمع	پیشرفته	نیمه پیشرفته	جمع
1	زرینه رود	میاندوآب	سد بوکان رودخانه زرینه رود	5.207	12.584	64.670	3.690	41.310	45.000
2	مه‌آباد	مه‌آباد	سد مه‌آباد مه‌آبادچای	11.100	-	11.100	11.100	-	11.100
3	صوفی چای و مردوق چای	مراغه - بناب	سد علویان صوفی چای و مردوق چای	15.865	1.500	17.365	14.535	1.330	15.865
4	زولا	سلماس	سد زولا زولاچای	13.000	19.200	32.200	-	6.500	6.500
5	حسنلو	نقده	سد حسنلو گذارچای	4.000	9.300	13.300	13.300	-	13.300
				جمع			138.635		

تذکر: تعداد کل اراضی تحت آبیاری شامل اراضی کشاورزی سنتی نیز می گردد.

جدول 27: شبکه‌های آبیاری در دست احداث

شماره	شبکه آبیاری	سد	رودخانه	سال بهره‌برداری	مساحت آبیاری (هکتار)
1	زرینه رود	شهید کاظمی (نوروزلو)	زرینه رود	2004	98.115
2	باروق	باروق	قوری چای	-	8.188
3	ساروق	ساروق	ساروق چای	-	4.500
4	نقده	چپرآباد	گذارچای	2009	50.000
5	شهرچای	شهرچای	شهرچای	2006	12.000
6	دریک شکرپازی	دریک	دریک	تعیین نشده	6.000
7	سیمینه رود	سیمینه رود	سیمینه رود	2007	30.546
8	نازلو	نازلو	نازلو	2006	45.500
9	سلماس	زولا	زولاچای	2006	34.800
10	مردوق چای - بناب	قره ناز - ملکان	مردوق چای	تعیین نشده	6.336
11	لیلان	لیلان	لیلان	تعیین نشده	4.150
12	خراجو	خراجو	خراجو		1.280
13	آجی چای (تبریز)	ونیار (شهید مدنی) تبریز (شهید سرداری)	آجی چای	2006	40.000
14	آجی چای (سراب)	کردکندی - تاجیر	آجی چای	2006	1.305
15	باراندوز - ارومیه	باراندوز	شهرچای		20.000
16	قلعه چای (عجبشیر)	قلعه چای	قلعه چای	-	3.200
	جمع				224.571

6- تخصیص منابع آب: ملاحظات اکوسیستمی و محیط زیستی

6-1- جنبه‌های محیط زیستی

مطالعات اخیر بر این عقیده‌اند که مسائل محیط زیستی باید در تمامی سیاست‌های تخصیص آب مورد توجه قرار گیرند. به طور قطع دریاچه ارومیه نقش مرکزی و مهمی در توسعه پایدار محیط زیستی منابع آب این منطقه دارد. بر طبق این مطالعات در صورت عدم رویکرد یکپارچه به مدیریت این پروژه‌های توسعه تضادهای بین بخش‌های مختلف ممکن است به چالشی جدی در خصوص امکان موفقیت این سرمایه‌گذاری‌های عظیم ملی تبدیل گردد. پایداری محیط زیستی داری 3 مؤلفه می‌باشد: نیازهای جریان پایه دریاچه، تالاب‌های اقماری و رودخانه‌ها. راهبرد تخصیص منابع آب تنها در صورتی کارآمد خواهد بود که اطلاعات کافی در خصوص منابع موجود در حوضه موجود باشد. در حقیقت تغییرات اقلیمی و دوره‌های خشکسالی متناوب می‌توانند تأثیر مهمی بر این راهبرد داشته باشند. مصرف‌کنندگان اصلی آب، بخش کشاورزی و دریاچه می‌باشند. هر 3 گزارش ذکر شده در خصوص موارد زیر متفق‌القول می‌باشند:

- طرح ملی کشاورزی و پروژه‌های توسعه باید نیازهای دریاچه را به عنوان شاخص نهایی تنوع زیستی و پایداری مورد توجه قرار دهند.
- بدون اجرای مدیریت یکپارچه منابع آب در تمامی بخش‌های حوضه، محیط زیست دریاچه و تنوع زیستی آن مورد مخاطره قرار خواهند گرفت.
- تغییرات اقلیمی یک فاکتور مهم تأثیرگذار بر کیفیت و کمیت منابع آب در حوضه و دریاچه می‌باشد.
- پساب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی دارای تأثیر منفی بر منابع آب خواهند بود.
- تغییرات کاربری اراضی سهمیه منابع آب دریاچه را تحت تأثیر قرار داده است.

6-2- حداقل نیاز آبی اکولوژیکی دریاچه

فصل 4 به بحث در خصوص نیازهای منابع آب دریاچه می‌پردازد. در مطالعات گذشته شاخص‌های ویژه‌ای تعیین گردیده است:

- 1- مساحت دریاچه و تأثیرات آن بر الگوهای هیدرولوژیکی و هواشناسی.
- 2- الگوهای خشکسالی (تغییرات سال‌های مرطوب و خشک) دارای تأثیرات مهمی بر چرخه هیدرولوژیکی و نیز پایداری بلندمدت دریاچه می‌باشند.
- 3- رابطه حجم-ارتفاع-سطح می‌تواند با کیفیت دریاچه مرتبط باشد.

نتیجه‌گیری‌های زیر بر اساس شاخص‌های ذکر شده حاصل می‌گردند:

أ) مساحت دریاچه تأثیر قابل توجهی بر ریز اقلیم و اکولوژی مناطق اطراف داشته ولی تأثیر قابل توجهی بر الگوهای هیدرولوژیکی کل حوضه ندارد:

1- در اراضی مرتفع (که بیشتر بارش در آن رخ می‌دهد) خصوصاً در فصل تابستان کاهش آب سطحی دریاچه منجر به کاهش بارش می‌گردد.

2- یک رابطه مستقیم بین درجه حرارت و مساحت دریاچه موجود می‌باشد: افزایش سطح به معنای افزایش دما می‌باشد.

3- در فصول سرد افزایش سطح دریاچه منجر به افزایش رطوبت در مناطق اطراف دریاچه می‌گردد.

ب) امکان وقوع یک دوره خشکسالی در هر 6 سال وجود دارد. بنابراین لازم است تا طرح‌های مدیریتی این مسئله را مورد توجه قرار دهند. همانطوری که نشان داده شده است بارش سالانه در طول دوره خشکسالی می‌تواند کمتر از 100 میلیمتر باشد. جریان ورودی به دریاچه می‌تواند تنها 7 درصد مقدار میانگین بلندمدت آن بوده و این امر منجر به کاهش سطح آب دریاچه می‌گردد.

ت) سطح آب و کیفیت دریاچه: سطح آب دریاچه می‌تواند به عنوان یک شاخص کیفی مطرح باشد. مطالعات نشان داده‌اند که کاهش در سطح آب می‌تواند تأثیرات فاجعه برانگیزی در پی داشته باشد. بنابراین سطح آب اکولوژیکی 1.274/1 با در نظر گرفتن نیازهای بیوشیمیایی دریاچه در شرایط غلظت نمک 240 گرم بر لیتر پیشنهاد شده است. نظری دوست (1385) نشان داده است که از نظر تاریخی در سطح آب مذکور که بیش از 20 بار در گذشته به وقوع پیوسته غلظت نمک کمتر از 240 گرم بر لیتر خواهد بود.

ث) تعادل آبی دریاچه از طریق رابطه حجم- ارتفاع آب- سطح که یک شاخص کمی و کیفی تقریبی می‌باشد قابل تخمین است. البته این رابطه لزوماً شاخص صحیحی از حجم دریاچه نمی‌باشد. بنابراین نیاز به تحلیل عمق‌سنجی برای ارزیابی حجم واقعی دریاچه موجود می‌باشد.

ج) پروژه‌های توسعه آب بر جریان ورودی به دریاچه تأثیرگذار خواهد بود بنابراین پیشنهاد می‌شود که حداقل جریان آب ورودی به دریاچه به میزان 3.086 میلیون مترمکعب تنظیم گردد.

ح) مساحت سطحی اکولوژیکی دریاچه باید 4.652/2 کیلومتر مربع در ارتفاع 1.274/1 متر از سطح دریا باشد.

چارگوش 3: نیازهای آبی دریاچه ارومیه

مشخصات نیاز آبی دریاچه:

سطح آب اکولوژیکی	1.274/1 بالاتر از سطح دریا
حداقل جریان ورودی به دریاچه	3.086 میلیون مترمکعب
مساحت اکولوژیکی دریاچه	4.652/2 کیلومتر مربع
غلظت نمک (NaCl)	240 گرم بر لیتر

منبع: WWA/یکم (1384) و نظری دوست (1385)

3-6- جریان رودخانه

تمامی مطالعات اخیر بر این عقیده‌اند که آب‌های سطحی همانطوری که در بخش 5-7-1 اشاره شده است تحت تأثیر پروژه‌های توسعه قرار خواهند گرفت. البته عوامل دیگری نیز به شرح زیر وجود دارند:

- کاهش ضریب رواناب سطحی در نتیجه تغییرات کاربری اراضی.
- تغییرات اقلیمی. همانطوری که مطالعه محمدی آقایی و اهری (1385) نشان داده است تغییر در الگوهای باد، روند بارش در حوضه رودخانه آجی‌چای را تحت تأثیر قرار داده است.

بر طبق مطالعه WWA/یکم (1384) حداقل نیاز اکولوژیکی برای جریان‌های رودخانه‌ای 1051 میلیون مترمکعب در سال می‌باشد. این مقدار نماینده 34 درصد نیاز آبی دریاچه می‌باشد. از 21 سد موجود 15 سد ارزیابی‌های اثرات محیط زیستی را انجام داده و یا در حال تکمیل می‌باشند (WWA/یکم (1384)). پروژه‌های مذکور در ارزیابی‌های خود حداقل جریان اکولوژیکی رودخانه در پایین دست سطح را در نظر گرفته‌اند. به استثنای زیر حوضه رودخانه زولاچای تمامی رودخانه‌ها باید پس از تکمیل پروژه‌های توسعه منابع آب نیازهای آبی اکولوژیکی خود را حفظ نمایند (همانطور که در مطالعه WWA/یکم (1384) اشاره شده است شرکت مهندسین مشاور یکم نیازهای آبی اکولوژیکی رودخانه‌ها در این حوضه را در سال 1383 محاسبه نموده است).

4-6- تالاب‌های اقماری

تقریباً 30 تالاب اقماری دائم و موقت در این حوضه موجود می‌باشد. از این مجموعه پنج تالاب (شامل دریاچه ارومیه) به عنوان سایت‌های رامسر ثبت شده‌اند. این تالاب‌ها از ارزش قابل توجه اجتماعی،

اقتصادی، محیط زیستی برخوردار می‌باشند. البته در سال‌های اخیر این تالاب‌های اقماری به دلیل فعالیت‌های انسانی و پروژه‌های توسعه، تحت فشار شدیدی قرار گرفته‌اند. تخریب و آسیب وارده در پاره‌ای از این موارد غیر قابل بازگشت و دائمی بوده است.

نسبت به دهه 1350 تغییرات قابل ملاحظه‌ای در برخی از تالاب‌های اقماری به وقوع پیوسته که پاره‌ای از این تغییرات به شدت مخرب بوده است (1384, WRI) که مسایل مرتبط با هیدرولوژی و تأمین آب مهمترین عامل موثر بوده است. در گذشته جریان‌های رودخانه‌ای (سیلاب‌ها) و چشمه‌ها منبع تأمین آب برای تالاب‌های اقماری بوده‌اند در حالی که این تالاب‌ها امروزه توسط جریان‌های برگشتی آبیاری و زهکشی تغذیه می‌گردد. این امر بر کمیت و کیفیت جریان‌های ورودی بر تالاب‌های اقماری مؤثر می‌باشد.

بر طبق مطالعه WRI (1384) میزان آب مورد نیاز برای مدیریت پایدار تالاب‌های اقماری (به عنوان مثال حدود 15 میلیون مترمکعب برای زیرحوضه مهاباد) ناچیز بوده و بدون لطمه زدن به توسعه‌های کشاورزی و برنامه‌های آبیاری قابل دستیابی می‌باشد. البته این مطلب برای ادامه حیات دریاچه صدق نمی‌نماید. در مورد دریاچه استحصال آب از منابع باعث کاهش جریان ورودی به دریاچه شده و مستقیماً بر پایداری تنوع زیستی و محیط زیست آن اثر می‌گذارد.

تهدیدهای اصلی که متوجه تالاب‌های اقماری می‌باشند عبارتند از:

- پروژه‌های سدسازی رژیم هیدرولوژیکی حوضه را تحت تأثیر قرار داده و در تخریب کیفیت آب و نیز شوری پاره‌ای از تالاب‌های اقماری نقش مؤثری داشته‌اند.
- تبدیل زیستگاه تالابی به اراضی تحت کشت.
- آلودگی و نیز کودها و آفتکش‌های کشاورزی باعث ایجاد خوراک‌وری و تخریب کیفیت آب شده‌اند.
- ایجاد خلل در حیات وحش تالاب
- چرای بیش از حد در حوضه.

نیازهای آبی جریان رودخانه و تالاب‌های اقماری		چارگوش 4:
میلیون مترمکعب		
33/13		تالاب‌های اقماری
1.051		جریان رودخانه

REFERENCES

ABNIROO Consulting Engineers (1994) Second phase preliminary studies of Shahid Kalantary Highway cross over Lake Uromiyeh. MoE.

Espahbod M.R. and Kheirkhah M.F. (2005) The impact of groundwater hydrological balance on the fluctuation of the Caspian Sea level due to tectonic agents in relationship with Urumia (Uromiyeh), Van and Sevan Lakes. *Proceedings of the International Conference on Rapid Sea Level Change- A Caspian Perspective*, 2-9

EWA (2007) The Lake Uromiyeh Coastal Water retreat: Effects, impacts and Challenges, A Synthesis Report by Directorate of Research and Basic Water Resources Data, East Azerbaijan Water Authority, September 2007, Tabriz.

Jamab Consulting Engineers (1997) Comprehensive Studies on Agricultural Development in Aras and Uromiyeh Catchments. MoE.

Jamab Consulting Engineers (1998) National Water Master Plan, Lake Uromiyeh Basin. MoE.

Muhammadi Ahari, M. & Aqaei, L. (2006) Assessment of some influencing factors on the reducing trend of Aji Chai River flow at Vinyer Station. Paper Presented in the Aji Chai Project Seminar, 2006.

Nazaridoust, A. (2006): A Methodological Framework, Guidelines and DSS Model to Calculate the Minimal Ecosystem Water Requirements for Wetlands: A Case Study of the International Wetlands in the Lake Uromiyeh Basin. *Science Research Directorate, Azad Islamic University*.

Sadra Consulting Enginners (2003) Hydraulic, Hydrodynamic and Environmental Studies of Kalantary Highway Project in the Lake Uromiyeh. Ministry of Roads & Transport.

TAMAB (Water Resource Research Center), (1998) Synthesis of water resources studies, Uromiyeh Basin. MoE.

Tarhae Navandishan Consulting Engineers (2004) Comperhansive Studies on Hydraulics of Lake Uromiyeh. Kalantary Highway Project. Ministry of Roads & Transport.

WRI (1995) How to reduce salinity in the Lake Uromiyeh: An analysis. Written by A. Jahani & M Karamooz. MoE.

WRI (2005): Integrated Water Resources Management (IWRM) for Lake Uromyeh Basin, Iran (PvW-02.048): Modelling Report; West Azerbaijan Water Authority, Ministry of Energy.

WWA/Yekom (2005): The Environmental Impact Assessment and study (quality and quantity) of the Development Projects in the Lake Uromiyeh Basin, The West Azerbaijan Water Authority (WWA), Ministry of Energy (MoE).

Yekom (2002): The lake Uromiyeh Environmental Management project. *Irrigation Improvement Project (IBRD Loan 3570 IRN)*, Ministry of Agricultural Jihad, Yekom Consulting Engineers.