پايش کيفي آب مخزن سد گيلارلو

امیرعلی عالی شاملو*　　سیمین ناصری*　　کاظم ندافی**

(دریافت ۸۲/۱۰/۱۵　　پذیرش ۸۳/۳/۲۰)

چکیده

سد گیلارلو یکی از مهم‌ترین منابع آب شرب شهر گرمی، به علت داشتن کیفیت نامطلوب، موجب بروز مشکل طعم و بو در آب شهر گردیده است. در ارزیابی حوزه آبریز سد، بار فسفات و نیترات ورودی به ترتیب ۰/۴۷ و ۵۶ تن در طول ۶ ماه جریان رودخانه به دریاچه برآورد گردید. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مهم‌ترین منابع آلاینده تأثیر گذار بر کیفیت آب، فاضلاب‌های انسانی، کشاورزی و اثرات زمین‌شناسی می‌باشند. در بررسی کیفی آب مخزن، در ۵ مرحله نمونه‌برداری تعداد ۵۸ نمونه از نواحی سه گانه طولی و عمقی در بازه زمانی مرداد لغایت بهمن‌ماه سال ۸۰ برداشت و مخزن از نظر تغذیه گرایی و سیستم لایه‌بندی دمایی، مورد بررسی قرار گرفت. بررسی‌ها نشان داد که مخزن از نظر تغذیه گرایی در مردادماه در وضعیت مزواتروفیک قرار داشته و در مهرماه به وضعیت کاملاً اوتروفیک تبدیل شده و در طول ماه‌های بعدی در این وضعیت تثبیت گردیده است. علت اصلی افت کیفیت آب دریاچه، اغتشاشات ناشی از به هم خوردن سیستم لایه‌بندی دمایی بوده که علاوه بر بالا آوردن محتویات بستر دریاچه و افزایش غلظت انواع آلاینده‌ها، شرایط را برای رشد فزاینده جلبک‌ها و تسریع پدیده تغذیه گرایی فراهم نموده است.

واژه‌های کلیدی : کیفیت آب، سد، طعم و بو، اتروفیکاسیون

Water Quality Monitoring of the Gilarlo Reservoir

Shamloo, A. A. (Msc.), Nasseri, S. (Ph.D), Naddafi, K. (Ph.D),
Department of Environmental Health Engineering
Tehran University of Medical Sciences

Abstract

The Gilarlo reservoir is one of the most important drinking water sources of Guermy city. However, because of undesirable water quality, have odor and taste problems in drinking water. Thus, it is necessary to monitor water quality in order to determine effective factors.

Water quality assessment of the watershed showed that 56 and 0.47 tons of nitrates and phosphorus were discharged into the lake during 6 months of year respectively, and the main sources of pollutants were agricultural and domestic wastewater as well as geological factors. For water quality monitoring of the lake, 58 samples from the three vertical and longitudinal zones of the reservoir were collected. Then total and fecal coliform and dissolved oxygen, temperature, nitrites, nitrates, phosphorus, phytoplankton and zooplankton were analyzed. Studies showed that temperature stratification and eutrophycation process have occurred in the lake, and the situation has changed from meso eutrophycation during August to eutrophycation state during October, and this state was fixed during winter.

---

* کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران

** دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

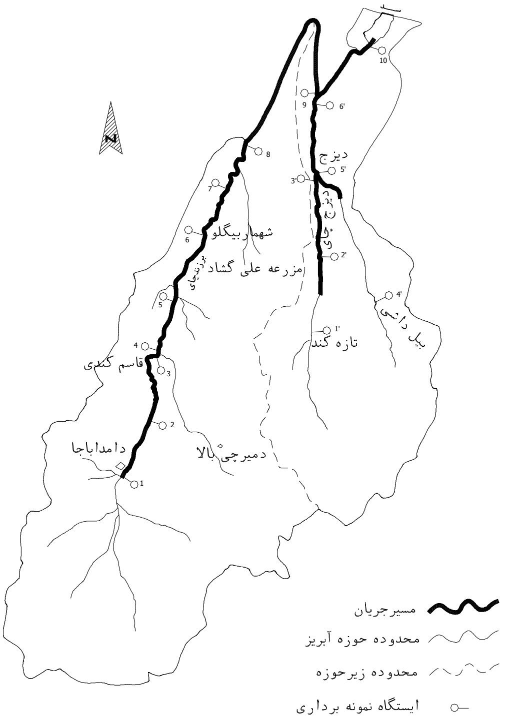
*** دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

مقدمه

سد گیلارلو در ۱۰۰ کیلومتری شمال‌غربی شهر اردبیل قرار دارد. این سد از نوع خاکی مخزنی بوده و به منظور تأمین آب شرب شهرستان گرمی احداث گردیده است که با داشتن ارتفاعی بالغ بر ۲۱ متر جزو سدهای بلند محسوب می‌شود [۱]. حداکثر عمق آب مخزن ۱۶ متر و حجم ذخیره آن ۸/۵ میلیون مترمکعب و با سطحی معادل ۱/۲ کیلومترمربع می‌باشد. حوزه آبریز سد گیلارلو دارای مساحتی حدود ۲۵۵ کیلومتر مربع بوده که دو رودخانه فصلی دیزج و برزند در آن جریان دارند و آب مازاد آن‌ها به وسیله بندهای انحرافی به کانال آب آور منحرف شده و از مهرماه هر سال تا حداکثر خرداد سال بعد به مخزن سد منتقل می‌شود. جمعیت ساکن در حوزه آبریز تقریباً ۹۰۰۰ نفر بوده که عمده فعالیت آن‌ها کشاورزی و دامداری است. مساحت زمین‌های کشاورزی حدود ۱۶۷ کیلومتر مربع و تعداد دام‌های موجود بالغ بر ۳۳۰۰ واحد دامی می‌باشد. از نقطه نظر زمین‌شناسی به غیر از جنوب و جنوب غربی حوزه آبریز، جنس آبرفت‌ها رسی و مارنی با املاح گچ و نمک فراوان است [۶، ۷ و ۸].

مواد و روش‌ها

با در نظر گرفتن فاضلاب‌های انسانی، کشاورزی و جنس زمین به عنوان منابع آلاینده تأثیر گذار و با رویکرد به کاربری آب شرب، پارامترهای کیفی مورد نیاز برای ارزیابی کیفی حوزه آبریز و مخزن به شرح زیر تعیین گردید [۹]،نیتریت، نیترات، آمونیاک، فسفات، سولفات، کلراید، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، آهن، BOD_5، COD، فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون. با در نظر گرفتن فرایند خودپالایی رودخانه و قابلیت دسترسی به محل، تعداد ۱۶ ایستگاه نمونه‌برداری در طول حوزه آبریز (شکل ۱) تعیین [۵ و۱۲] و تعداد ۱۳ نمونه قبل از بارندگی برداشت و براساس روش‌های استاندارد تعیین مقدار گردیدند [۱۳]. در بررسی کیفی آب مخزن سد، برای نمونه‌برداری طول مخزن به سه ناحیه ورودی مخزن، وسط مخزن و نزدیک دیواره سد و نیز عمق مخزن به سه لایه ۰/۵-۲ متری و ۴-۲ متری و ۴ متر به پایین تقسیم گردیده و در ماه‌های مرداد، شهریور، مهر، آذر و بهمن جمعاً به تعداد ۵۸ نمونه از ایستگاه‌های مورد نظر برداشت و تعیین مقدار گردیدند [۳، ۴ و ۱۴]. پارامترهایی مثل دما، pH و DO در محل



شکل ۱- حوزه آبریز سد گیلارلو

نمونه‌برداری و سایر پارامترها به فاصله ۴۸-۲۴ ساعت در آزمایشگاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. برای نمونه‌برداری از مخزن سد از یک دستگاه نمونه‌بردار عمقی که در شرکت آب و فاضلاب استان اردبیل ساخته شده، استفاده گردید.

نتایج و بحث

با توجه به جدول ۱، میزان آب ورودی به مخزن در سال ۱۳۸۰، حدود ۱/۸ میلیون مترمکعب بوده که ۹۰-۸۵ درصد آن از طریق رودخانه برزند تأمین گردیده است. هدایت الکتریکی و سولفات در بند انحرافی زیر حوضه دیزج، به ترتیب ۲۵۰۰µs/cm و ۹۷۸mg/l اندازه‌گیری شده است. بار نیترات، فسفات، سولفات و کلراید ورودی به مخزن به ترتیب ۵۶، ۰/۴۷، ۲۵۵۰ و ۱۲۷ تن در طول ۶ ماه سال ۱۳۸۰می‌باشد. بار مواد مغذی ورودی به مخزن قابل توجه بوده و فراهم کننده شرایط مناسب برای رشد فزاینده جلبک است [۲]. بار سولفات و کلراید ورودی به مخزن نیز بالا است. همان‌طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌گردد، افزایش مقدار EC از ابتدای حوزه به طرف سد منظم و قابل توجه است. شکل‌های ۳، ۴ و ۵ به ترتیب تغییرات غلظت نیترات، فسفات و COD را در طول حوزه آبریز نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری پارامترهای کیفی حوزه آبریز سد گیلارلو در جدول ۲ ارائه شده است. علت افزایش ناگهانی غلظت اکثر پارامترها در ایستگاه شماره ۸، وجود مرغداری در نزدیکی این ایستگاه می‌باشد.

اساساً عوامل مؤثر بر این تغییرات، فاضلاب‌های انسانی، کشاورزی، مراکز پرورش دام، جنس زمین و فرایند خودپالایی رودخانه است. تغییرات دما و غلظت اکسیژن محلول نسبت به عمق مخزن در مردادماه، نشان دهنده کاهش دما و غلظت اکسیژن محلول نسبت به عمق است (شکل‌های ۶ و ۷). تحت شرایط بی‌هوازی، فسفات از ترکیبات لجن احیا و به لایه‌های بالاتر آب وارد گردیده و تغذیه گرایی مخزن را تسریع می‌کند [۱۴]. شکل ۸ نشان دهنده بالا بودن غلظت فسفات در اعماق مخزن بوده و شکل‌های ۶ و ۷ نشان دهنده سیستم لایه‌بندی دمایی قوی در این ماه می‌باشد.

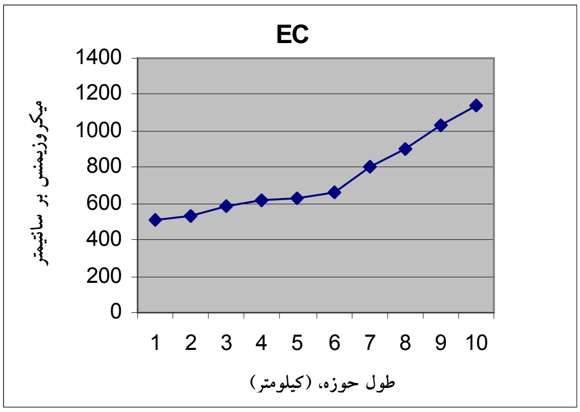
همان طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود غلظت اکثر پارامترهای شاخص در مخزن سد بیشتر از حد استاندارد وضعیت یک دریاچه اوتروفیک می‌باشد. غلظت بالای فیتوپلانکتون‌ها نشان دهنده وجود شرایط مناسب برای رشد و نمو جلبک‌ها است. غلظت فسفر و نیتروژن کل با گذشت زمان افزایش می‌یابد و بیشترین غلظت جامدات غیر آلی نیز در مهرماه اتفاق افتاده است. میزان فیتوپلانکتون‌ها در مهرماه، افزایش ناگهانی را نشان می‌دهد که می‌تواند به علت بالا آمدن فسفات از لایه‌های تحتانی به لایه‌های فوقانی آب و نیز افزایش بار مواد مغذی ورودی به مخزن به علت افزایش میزان جریان آب رودخانه‌ها باشد. در بهمن‌ماه به علت کاهش جریان ورودی به مخزن، کاهش دما و نیز کاهش روشنایی، میزان فیتوپلانکتون‌ها کاهش می‌یابد.

جدول ۱- میزان جریان ورودی به مخزن در سال‌های مختلف ($10^3 m^3$)

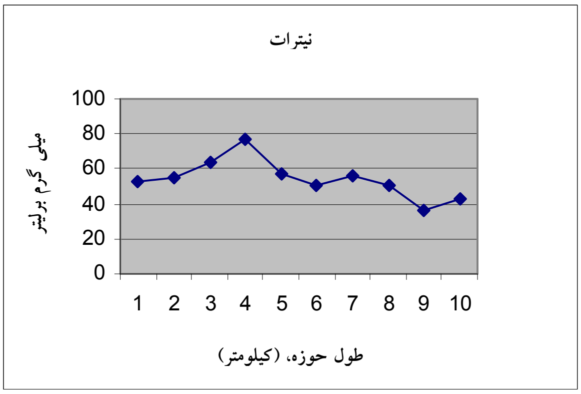
جمع	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	
۱۹۱۷	-	۶۴۳	-	-	۲۸۸	۳۱۱	۴۱۵	۲۶۰	-	۱۳۸۰
۲۲۴۲	-	-	-	۳۲۶	۴۱۵	۳۲۱	۴۶۴	۶۵۶	۶۰	۱۳۷۹
۳۵۹۴	-	۲۰۴	۵۷۳	۵۱۴	۶۶۶	۶۴۰	۵۰۰	۵۸۳	۱۱۴	۱۳۷۸
۱۳۴۵	۲۷	-	۱۰۷	۲۰۰	۲۹۵	۴۴۳	۲۶۰	-	۱۳	۱۳۷۷

جدول ۲- نتایج اندازه‌گیری پارامترهای کیفی در حوزه آبریز سد گیلارلو (mg/l)

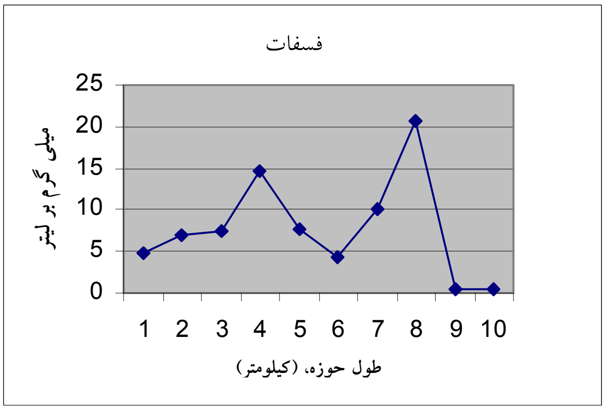
ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱	۲	۱۰
کلرور	۱۰۰	۱۷۰	۱۲۵	۱۶۰	۱۰۵	۷۰	۱۵۰	۱۰۰	۸۵	۱۰۰	۱۴۵	۱۰۰
سولفات	۲۳/۶	۲۱/۷	۴۴/۹	۴۷/۷	۵۲/۴	۵۱/۴	۹۰/۵	۱۵۰/۹	۱۶۲/۳	۱۸۰/۹	۹۷۷/۵	۲۲۳/۹
نیتریت	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۰۶	۰/۴۵	۰/۰۲	۰/۰۵
نیترات	۵۲/۲۵	۵۴/۹	۶۳/۶	۷۶/۶	۵۷/۱۲	۵۰/۴	۵۵/۷۹	۵۰/۰۴	۳۶/۳۱	۲۲/۵۸	۲۹/۶۷	۴۳/۳۹
فسفات	۴/۷۳	۷/۰۸	۷/۳۵	۱۴/۷۸	۷/۸	۴/۳۸	۱۰/۱۳	۲۰/۷	۰/۴	۰/۸۱	۰/۲۵	۰/۵
کلسیم	۸۸	۹۴	۹۰	۱۲۸	۸۰	۹۶	۱۱۶	۱۰۴	۸۸	۹۲	۲۹۶	۹۶
منیزیم	۰/۱	۱/۳۳	۳/۷۵	۵/۰۱	۳۴/۱۲	۹/۸۴	۲/۵۷	۲۴/۴۳	۲۴/۴۱	۳۱/۷۱	۱۱۲/۲	۳۶/۵۷
سدیم	۵۰	۶۰	۷۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۰۰	۲	۳	۱۰۰
پتاسیم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۶۰	۱۵۰	۲
$CaCo_3$	۲۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۳۴۰	۳۴۰	۲۸۰	۳۰۰	۳۶۰	۳۲۰	۳۶۰	۱۲۰۰	۳۹۰
µs/cm	۵۰۷	۵۳۵	۵۹۰	۶۱۴	۶۲۶	۶۶۳	۷۹۹	۹۰۱	۱۰۳۶	۸۴۱	۲۵۰۰	۱۵۹۴
COD	۴	۴	۵	۱۵	۱۷	۱۳	۲۲	۱۱	۰/۷	۵/۵	۲/۶	۰/۰۲



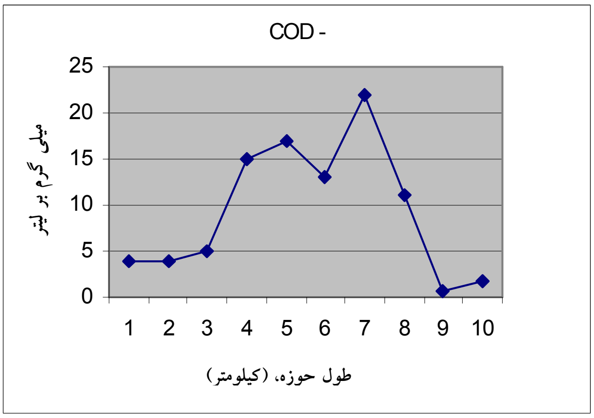
شکل ۲- تغییرات Ec در طول حوزه آبریز



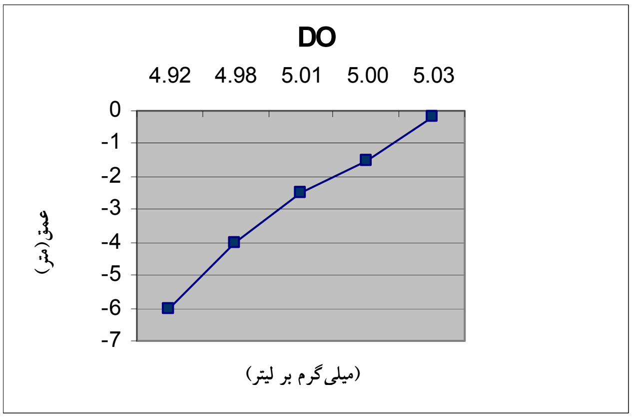
شکل ۳- تغییرات غلظت نیترات در طول حوزه آبریز



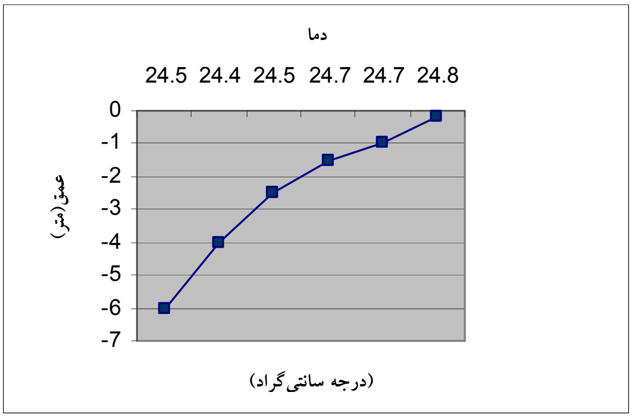
شکل ۴- تغییرات غلظت فسفات در طول حوزه آبریز



شکل ۵- تغییرات غلظت COD در طول حوزه آبریز



شکل ۶- تغییرات DO نسبت به عمق مخزن

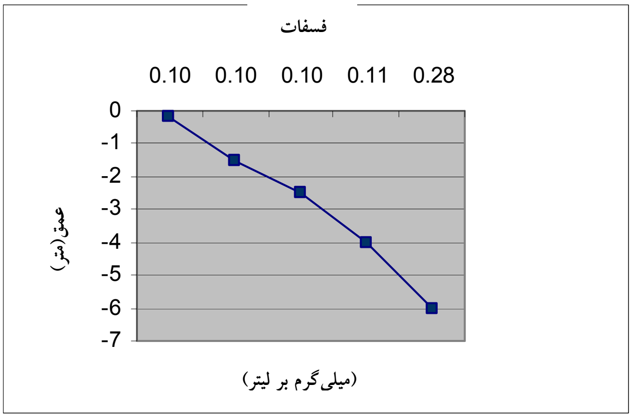


شکل ۷- تغییرات دما نسبت به عمق مخزن

جدول ۳- وضعیت تروفیک مخزن سد گیلارلو در زمان‌های مختلف

مشخصه تروفیک / نمونه آب	کل فسفر (mg/l)	کل نیتروژن (mg/l)	کل جامدات غیر آلی (mg/l)	اکسیژن محلول (%Sat)	فیتوپلانکتون (لیتر/تعداد)			وضعیت غالب
					سیانوفیسه	باسیلاروفیسه	کلروفیسه	
معیار*	۰/۰۳-۰/۱۰	۰/۵-۱/۵	۵۰۰>	۰-۴۰	غالب	غالب	-	اوتروفیک
نمونه مورخ ۸۰/۶/۲۷	۰/۰۵۳	۰/۶۸	۸۰۶	۵۲	۱۰۸	۲۸۸	۱۸۰	اوتروفیک
نمونه مورخ ۸۰/۷/۲۰	۰/۰۶	۱/۵۶	۹۰۷	۶۰	۸۰۰۰	۷۰۰۰	۵۰۰	اوتروفیک
نمونه مورخ ۸۰/۱۱/۳	۰/۰۶۷	۵/۷۶	۷۰۵	<۸۰	صفر	۴۳۰۰	۲۰۰	اوتروفیک

*شاخص‌های نشان دهنده وضعیت تروفیک در مخازن آبی [۹و۱۴].



شکل ۸- تغییرات فسفات نسبت به عمق

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از این بررسی عبارتند از :

مهم‌ترین منابع آلاینده مخزن سد گیلارلو فاضلاب‌های کشاورزی و جنس زمین حوزه آبریز می‌باشد.

بار مواد غیر آلی ورودی به مخزن از رودخانه دیزج قابل توجه بوده و به خصوص هنگامی که میزان جریان آن بالا است در ایجاد طعم آب مخزن تأثیر گذار می‌باشد.

بار مواد مغذی ورودی به مخزن بیش از حد استاندارد دریاچه‌های اوتروفیک بوده [۹ و ۱۰] که در رسوبات کف مخزن تجمع یافته و در بهار و تابستان شرایط را برای تغذیه‌گرایی مخزن مهیا می‌نمایند.

در مخزن سد گیلارلو، سیستم لایه‌بندی دمایی در مردادماه و برگشت کامل دریاچه در اواخر مهرماه تحقیق گردید. برگشت دریاچه با پخش محتویات بستر در سرتاسر مخزن از یک طرف کیفیت آب را نامطلوب نموده و از طرف دیگر با افزایش غلظت مواد مغذی در سطح آب شرایط را برای تغذیه‌گرایی دریاچه فراهم نموده است [۱۱].

۵- دریاچه در مردادماه در وضعیت مزواوتروفیک قرار داشته و در مهرماه به وضعیت اوتروفیک کامل تبدیل شده و این وضعیت در ماه‌های بعدی تثبیت گردیده است. علت اصلی تغذیه گرایی مخزن را می‌توان بالا آمدن مواد مغذی و به ویژه فسفات از رسوبات دریاچه به سطوح بالاتر در بهار و تابستان دانست.

منابع

۱- نجمایی، م.، (۱۳۷۶). *"سد و محیط زیست"*، انتشارات وزارت نیرو-کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، نشریه شماره ۱۵.

۲- رحیمی بشر، م.، (مترجم)، (۱۳۸۰). *"فیتوپلانکتون"*، انتشارات شهر سبز، تهران.

۳- توحیدی، ح.، (۱۳۷۶). *"تحقیق در رابطه با عوامل مؤثر در تغییرات کیفی آب مخزن سد طرق و ارائه روش‌های بهینه کردن آب دریاچه"*، انتشارات وزارت نیرو-کمیته تحقیقات کاربردی، تهران.

۴- سارنگ، ا.، تجریشی، م.، ابریشم‌چی، ا.، (۱۳۸۰). *"شبیه‌سازی کیفی مخزن سد بوکان"*، مجله آب و فاضلاب، شماره ۳۷، ص ۱۵-۲، اصفهان.

۵- عظیمی قالیباف، ا.، تجریشی، م.، ابریشم‌چی، ا.، (۱۳۷۹). *"ارزیابی ساده آلاینده‌های حوزه آبریز سد لتیان (جاجرود)"*، مجله آب و فاضلاب، شماره ۳۴. ص ۱۱-۲، اصفهان.

۶- مهندسین مشاور یکم، (۱۳۸۰). *"طرح بهبود کیفیت آب مخزن سد گیلارلو"*، مطالعات لایه‌بندی و تعیین بافت خاک، وزارت نیرو- آب منطقه‌ای آذربایجان‌شرقی و اردبیل.

۷- اداره آبیاری شهر گرمی، (۱۳۸۰). *"مجموعه گزارشات بهره‌برداری از سد گیلارلو"*، وزارت نیرو- آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و اردبیل.

۸- جهاد کشاورزی شهرستان گرمی، (۱۳۸۰). *"گزارشات و اطلاعات کشاورزی حوضه آبریز سد گیلارلو"*، سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل.

9- Chapman, D., (1996). "*Water Quality Assessment, A guide to the use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*", 2th ed Chapman & Hall, London.

10- Linsley, Ray K., (1992). "*Water Resources Engineering*", 4th ed McGraw-Hill, Newyork.

11- Gregory, I., Jiahua, f., (1997). "*Reservoir Sedimentation Handbook*", McGraw-Hill, New York.

12- Canosa, A., Pinilla, g., (1999). "*Bacteriological Eutriphication Indicators in four Colombian Water Bodies (South America)*", J. Lakes & Reservoir : Resarch & Management., vol. 4, pp:23-27.

13- APHA, (1989). "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*", American Pablic Health Association, Washington DC.

14- Wetzel, R.G., (1983). "*Limnology*", Sounders College Publishing, New York.