

تغییرات فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در سد گلستان

بهروز منصوری^۱، طاهر پورصوفی^{۱*}، بایرام محمد قرنجیک^۱

^۱ مرکز تحقیقات ذخایر آبهای داخلی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۵/۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۹/۷

چکیده

دریاچه‌های پشت سد جزو منابع آبی نیمه طبیعی داخلی محسوب می‌شوند و از دیدگاه آبرزی پروری از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. برای دستیابی به اهداف مدیریتی، دانستن الگوی تغییرات پارامترهای زیستی و غیرزیستی در دریاچه پشت سد ضروری است. حوضه آبریز سد گلستان با مساحت حدود ۵۰۰۰ کیلومتر در بخش مرکزی استان گلستان قرار دارد. فاکتورهای فیزیکوشیمیایی از قبیل اسیدیته، دما، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، شفافیت، ازت کل، فسفر کل به منظور بررسی روند تغییرات پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در ۷ ایستگاه به صورت ماهیانه به مدت یک سال ثبت گردید. با توجه به نتایج به دست آمده، براساس غلظت فسفر کل (TP) ۰/۱۶ میلی گرم در لیتر، ازت کل (TN) ۲/۰۹ میلی گرم در لیتر، عمق قابل مشاهده سشی دیسک (۱۰ سانتی متر) و کلروفیل a (۲۳/۴ μg/L) سد گلستان میزان شاخص تروفیکی TSI کارلسون برای صفحه سشی برابر ۲۶/۸۷، بر اساس کلروفیل a برابر ۶۱/۵، بر اساس فسفر کل ۲۲، بر اساس متوسط این سه شاخص برابر ۳۳/۶۸ و بر اساس نیتروژن کل ۲۲/۶ اندازه‌گیری شد. در نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت که دریاچه در محدوده دریاچه‌های الیگوتروف قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: سد گلستان، تروفی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب، آبرزی پروری

مقدمه

دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، تالاب‌ها، آبگیرها، آب‌بندان‌ها و آب‌های زیرزمینی همواره نقش مهمی را در فعالیت‌هایی هم چون کشاورزی، تولید آبریزان، دامداری، نیازمندی‌های اصلی انسان و حفظ تنوع زیستی به عهده دارند (وثوقی و مستجیر، ۱۳۸۴). امروزه با توجه به قوانین محیط زیستی و مسائلی که در ارتباط با آلودگی و کیفیت منابع آب وجود دارد، لزوم توجه به کیفیت منابع آب اهمیت زیادی پیدا کرده است. آب‌های سطحی استعداد زیادی برای آلوده شدن دارند عمده منابع آلاینده آب‌های سطحی شامل منابع نقطه‌ای مانند زهکش‌های کشاورزی، پساب‌های شهری و صنعتی و منابع گسترده مانند زه آب‌های

کشاورزی می‌باشند. و باعث به مخاطره انداختن شرایط اکولوژیک زیستگاه‌های آب زیان در این اکوسیستم‌ها می‌شود (انریکه و همکاران، ۲۰۰۷؛ نجف‌پور، ۲۰۰۸؛ آگبیر و همکاران، ۲۰۰۹). به‌طور کلی کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی به وسیله پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بررسی می‌شود (Yaoyang, ۲۰۱۵؛ Carlson, ۱۹۷۷). شناخت نقاط آلوده و آلاینده‌های موجود، باعث استفاده بهینه و مناسب از آب در مصارف مختلف می‌گردد (سایمونو و همکاران، ۲۰۰۳). ورود و تجمع مواد مختلف شیمیایی، فاضلاب‌ها و پساب‌های کشاورزی است که باعث رشد بی‌رویه گیاهان آبرزی و مرگ آبریزان و تنزل کیفیت شیمیایی و بیولوژیکی آن در مخزن می‌گردد. از مشکلات دیگر در مورد مخازن سدها فراغنی شدن با

*نویسنده مسئول: mansouri_b2000@yahoo.com

مواد مغذی است که رشد سریع تعدادی از گونه‌های گیاهی و تغییر کیفیت آب را در برداشته و به عنوان مشکل اصلی در تقابل با کاربری اولیه دریاچه‌ها خود نمایی می‌کند (Jegadeesan, 1992).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری:

حوضه آبریز سد گلستان با مساحت حدود ۵۰۰۰ کیلومترمربع بین عرض‌های ۵۷°، ۳۶° تا ۴۶°، ۳۷° شمالی و طول‌های ۱۳°، ۵۵° تا ۲۸°، ۵۵° شرقی واقع شده است. این حوضه از شمال به گپه داغ، رشته کوه میرداوود و حد جنوبی حوضه آبریز اترک، از جنوب به گردنه خوش ییلاق و ارتفاعات جنوبی نردین (قسمتی از رشته کوه البرز) از شرق به منطقه رباط قریبل و کوه‌های آلاداغ و بینالود و از غرب به اراضی شرق گنبد و سد گلستان محدود می‌شود. آبریز سد

گلستان از سه حوضه بزرگ مادر سو (دوغ)، حاجی قوشان و اوغان تشکیل شده که رودخانه اصلی آنها وارد سد گلستان می‌شود. سد گلستان واقع در ۱۲ کیلومتری شرق شهرستان گنبد بوده و در سال ۱۳۷۹ افتتاح شده است. حجم مخزن سد گلستان ۸۶ میلیون مترمکعب و مساحت آن ۱۵۰۰ هکتار است (در سال ۱۳۷۹) و ۵۲ میلیون مترمکعب در سال (۱۳۹۴) می‌باشد.

انتخاب ایستگاه‌ها: در مطالعات هیدروبیولوژیک قبل از هر چیز باید منبع آبی از هر حیث مورد بررسی قرار گیرد تا طرح مناسب مطالعاتی تهیه شود. از این رو در این تحقیق مکان‌های نمونه برداری با بررسی دقیق در سدها، بر اساس موانع موجود و امکان دسترسی به مناطق مختلف سد تعیین شد. در مجموع ۷ ایستگاه نمونه‌برداری در داخل این تالاب مشخص شد.

جدول ۱- ایستگاه‌های نمونه برداری دریاچه گلستان

ایستگاهها	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱ ایستگاه شماره	"۵۷'۵۲°۳۶"	"۰۷'۱۷°۵۵"
۲ ایستگاه شماره	"۵۰'۱۹°۳۷"	"۲۴'۱۷°۵۵"
۳ ایستگاه شماره	"۵۶'۱۹°۳۷"	"۲۶'۱۷°۵۵"
۴ ایستگاه شماره	"۵۰'۱۹°۳۷"	"۴۰'۱۷°۵۵"
۵ ایستگاه شماره	"۵۰'۱۹°۳۷"	"۵۳'۱۷°۵۵"
۶ ایستگاه شماره	"۳۰'۲۰°۳۷"	"۵۲'۱۷°۵۵"
۷ ایستگاه شماره	"۵۰'۲۰°۳۷"	"۵۰'۱۷°۵۵"

- بررسی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه: به منظور اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب، نمونه‌برداری در ۷ ایستگاه به صورت هر ۳۰ روز یک بار به مدت یک سال از اوایل فروردین ۹۶ شروع شد و تا اواخر اسفند ۹۶ با استفاده از روتنر از عمق‌های مختلف (سطح و نزدیک کف) ادامه داشت. بعضی از فاکتورهای فیزیکوشیمیایی از قبیل پ‌هاس^۱، دما،

هدایت الکتریکی^۲، اکسیژن محلول، شفافیت در محل نمونه‌برداری بوسیله دستگاه مولتی پارامتر پرتابل HACH مدل H&Qd^۳ و بقیه عوامل فیزیکوشیمیایی (از قبیل ازت کل، فسفر کلو غیره) در آزمایشگاه آنالیز شیمیایی مرکز تحقیقات ذخایر آبیان آبهای داخلی با استفاده از Palintest^۴ انجام گرفت.

2. EC
3. H&Qd
4. Palintest80

1. pH

در هر نمونه برداری میزان اکسیژن، دما، هدایت الکتریکی (EC)، پی اچ، شوری، TDS، عمق سشی و عمق در هر ایستگاه در محل اندازه‌گیری می‌شد. در این بررسی، به‌منظور اندازه‌گیری سریع اکسیژن، اکسیژن محلول در سطح و عمق توسط دستگاه مولتی پارامتر پرتابل HACH مدل H&Qd اندازه‌گیری می‌شد. واحد اندازه‌گیری اکسیژن محلول میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. دما و pH در سطح و عمق توسط دستگاه مولتی پارامتر پرتابل HACH مدل H&Qd اندازه‌گیری می‌گردید. واحد اندازه‌گیری دما درجه سانتی‌گراد است. میزان شوری بر حسب گرم در لیتر (ppt) توسط دستگاه شوری سنچ مدل آتاگو و میزان هدایت الکتریکی بر حسب میلی‌زیمنس و TDS بر حسب گرم در لیتر (ppt) بوسیله دستگاه مولتی پارامتر پرتابل HACH مدل H&Qd اندازه‌گیری می‌شدند. عمق سشی دیسک نیز با یک صفحه دایره‌ای فلزی شامل چهار قسمت سیاه و سفید به‌صورت یک در میان، در هر ایستگاه اندازه‌گیری می‌شد. برای اندازه‌گیری کدورت آب از دستگاه کدورت سنچ دستگاه مولتی پارامتر پرتابل HACH مدل H&Qd استفاده شد.

نمونه آب گرفته شده جهت اندازه‌گیری برخی از عوامل شیمیایی از هر ایستگاه، پس از انتقال به آزمایشگاه از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده، سپس برای اندازه‌گیری نیترات، نیتريت، آمونیاک، فلیائیت کل، فسفات و سختی با استفاده از دستگاه فتومتر پالین تست استفاده می‌شد. واحد این عوامل بر حسب میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. باری اندازه‌گیری نیترات ۲۰ سی‌سی از نمونه آب در یک ظرف ریخته و قرص نیتراتست کیت مربوطه را به آن اضافه می‌کردیم پس از حل شدن آن به میزان نصف قاشق مخصوص آن، پودر نیتراتست را در آن حل کرده بعد از گذشت ۵ دقیقه آنرا از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور میدادیم. دستگاه فتومتر ریخته، در طول موج ۵۷۰ نانومتر غلظت اندازه‌گیری می‌شود. برای اندازه‌گیری نیتريت ۱۰ سی‌سی از آب نمونه را در سل ریخته آن را به‌عنوان شاهد در دستگاه فتومتر گذاشته و دکمه بلانک را می‌زدیم این عمل برای اندازه‌گیری تمامی عوامل به جز نیترات قبل از قرار دادن سل برای اندازه‌گیری عامل مربوطه انجام می‌شد. ۱۰ سی‌سی دیگر از آب نمونه را در سل ریخته قرص نیتريك را در آن ریخته پس از گذشت ۱۰ دقیقه آنرا در دستگاه که قبلاً بلانک شده قرار داده در طول موج ۵۲۰ نانومتر مقدار نیتريت و نیتروژن ثبت می‌شود. برای آمونیاک ۱۰ سی‌سی از آب نمونه را در سل ریخته دو قرص آمونیاک را همزمان در آن ریخته پس از گذشت ۱۰ دقیقه آن را در دستگاه که قبلاً بلانک شده قرار داده کد ۴ را زده، مقدار آمونیاک، آمونیوم و نیتروژن داده شده یادداشت می‌شود. برای فسفات ۱۰ سی‌سی از آب نمونه را در سل ریخته ۲ قرص مربوطه را به ترتیب ۱ و ۲ پس از حل شدن هر قرص، در آن ریخته پس از گذشت ۱۰ دقیقه آنرا در دستگاه که قبلاً بلانک شده قرار داده کد ۲۸ را زده و مقدار فسفات و فسفر داده شده یادداشت می‌شود. برای اندازه‌گیری فلیائیت کل ۱۰ سی‌سی از آب نمونه را در سل ریخته ۱ قرص مربوطه را در آن ریخته پس از گذشت ۱ دقیقه آنرا در دستگاه که قبلاً بلانک شده قرار داده کد ۲ را زده و مقدار کلسیم کربنات، بیکربنات و کربنات داده شده یادداشت می‌شد. برای اندازه‌گیری سختی کل ۱۰ سی‌سی از آب نمونه را در سل ریخته ۲ قرص مربوطه را به ترتیب ۱ و ۲ پس از حل شدن هر قرص، در آن ریخته پس از گذشت ۲ دقیقه آنرا در دستگاه که قبلاً بلانک شده قرار داده کد ۱۵ را زده و مقدار کربنات کلسیم داده شده یادداشت می‌شد.

در هر نمونه برداری میزان اکسیژن، دما، هدایت الکتریکی (EC)، پی اچ، شوری، TDS، عمق سشی و عمق در هر ایستگاه در محل اندازه‌گیری می‌شد. در این بررسی، به‌منظور اندازه‌گیری سریع اکسیژن، اکسیژن محلول در سطح و عمق توسط دستگاه مولتی پارامتر پرتابل HACH مدل H&Qd اندازه‌گیری می‌شد. واحد اندازه‌گیری اکسیژن محلول میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. دما و pH در سطح و عمق توسط دستگاه مولتی پارامتر پرتابل HACH مدل H&Qd اندازه‌گیری می‌گردید. واحد اندازه‌گیری دما درجه سانتی‌گراد است. میزان شوری بر حسب گرم در لیتر (ppt) توسط دستگاه شوری سنچ مدل آتاگو و میزان هدایت الکتریکی بر حسب میلی‌زیمنس و TDS بر حسب گرم در لیتر (ppt) بوسیله دستگاه مولتی پارامتر پرتابل HACH مدل H&Qd اندازه‌گیری می‌شدند. عمق سشی دیسک نیز با یک صفحه دایره‌ای فلزی شامل چهار قسمت سیاه و سفید به‌صورت یک در میان، در هر ایستگاه اندازه‌گیری می‌شد. برای اندازه‌گیری کدورت آب از دستگاه کدورت سنچ دستگاه مولتی پارامتر پرتابل HACH مدل H&Qd استفاده شد.

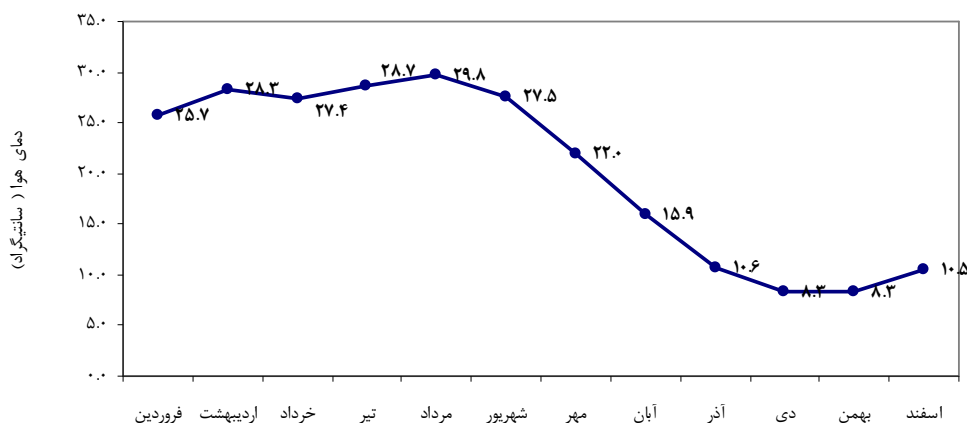
نمونه آب گرفته شده جهت اندازه‌گیری برخی از عوامل شیمیایی از هر ایستگاه، پس از انتقال به آزمایشگاه از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده، سپس برای اندازه‌گیری نیترات، نیتريت، آمونیاک، فلیائیت کل، فسفات و سختی با استفاده از دستگاه فتومتر پالین تست استفاده می‌شد. واحد این عوامل بر حسب میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. باری اندازه‌گیری نیترات ۲۰ سی‌سی از نمونه آب در یک ظرف ریخته و قرص نیتراتست کیت مربوطه را به آن اضافه می‌کردیم پس از حل شدن آن به میزان نصف قاشق مخصوص آن، پودر نیتراتست را در آن حل کرده بعد از گذشت ۵ دقیقه آنرا از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور میدادیم. دستگاه فتومتر ریخته، در طول موج ۵۷۰ نانومتر غلظت اندازه‌گیری می‌شود. برای آمونیاک ۱۰ سی‌سی از آب نمونه را در سل ریخته دو قرص آمونیاک را همزمان در آن ریخته پس از گذشت ۱۰ دقیقه آن را در دستگاه که قبلاً بلانک شده قرار داده کد ۴ را زده، مقدار آمونیاک، آمونیوم و نیتروژن داده شده یادداشت می‌شود. برای فسفات ۱۰ سی‌سی از آب نمونه را در سل ریخته ۲ قرص مربوطه را به ترتیب ۱ و ۲ پس از حل شدن هر قرص، در آن ریخته پس از گذشت ۱۰ دقیقه آنرا در دستگاه که قبلاً بلانک شده قرار داده کد ۲۸ را زده و مقدار فسفات و فسفر داده شده یادداشت می‌شود. برای اندازه‌گیری فلیائیت کل ۱۰ سی‌سی از آب نمونه را در سل ریخته ۱ قرص مربوطه را در آن ریخته پس از گذشت ۱ دقیقه آنرا در دستگاه که قبلاً بلانک شده قرار داده کد ۲۸ را زده و مقدار کلسیم کربنات، بیکربنات و کربنات داده شده یادداشت می‌شد. برای اندازه‌گیری سختی کل ۱۰ سی‌سی از آب نمونه را در سل ریخته ۲ قرص مربوطه را به ترتیب ۱ و ۲ پس از حل شدن هر قرص، در آن ریخته پس از گذشت ۲ دقیقه آنرا در دستگاه که قبلاً بلانک شده قرار داده کد ۱۵ را زده و مقدار کربنات کلسیم داده شده یادداشت می‌شد.

1. H&Qd

نتایج

میانگین دمای ماهیانه هوا و بارش حوزه دریاچه: بیشترین میزان میانگین دمای ماهیانه هوا در طول دوره مطالعه مربوط به ماه مرداد (۲۸/۷ درجه سانتی‌گراد) بود. همچنین کمترین دما مربوط به ماه آذر (۳/۴-)

درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. همانطور که در شکل مشخص است از دی تا بهمن دمای هوا ۸/۳ درجه سانتی‌گراد بوده و شرایط یخبندان بر منطقه و دریاچه حاکم نبود.



شکل ۱- میانگین دمای ماهانه هوای منطقه دریاچه در طول دوره مطالعه (مرجع: سازمان هواشناسی ایران)

و استفاده از آب این سد جهت مصارف کشاورزی در اواخر فصل بهار و تابستان، سطح آب دریاچه به شدت کاهش یافت. تمامی فاکتورهای اندازه‌گیری شده (به جز حجم و وسعت آب دریاچه) به لحاظ معنی‌دار بودن اختلاف آنها مورد مقایسه قرار گرفتند

آنالیز فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب دریاچه: نتایج آنالیز عوامل فیزیکوشیمیایی، پایش حجم آب مخزن و مساحت دریاچه گلستان استان گلستان در جدول آمده است. در طول دوره مطالعه لایه‌بندی حرارتی مشاهده نشد و با توجه به کم آبی حاکم بر منطقه مورد مطالعه

جدول ۲: نتایج عوامل فیزیکوشیمیایی، مساحت و حجم آب دریاچه گلستان

	دمای آب	اکسیژن محلول	شوری	اسیدیته	هدایت الکتریکی	مواد جامد معلق	سختی کل
فروردین	۲۵/۴ ± ۱ ^c	۸/۱۹ ± ۰/۳ ^c	۰/۸ ± ۰/۰ ^b	۸/۳ ± ۰/۰۵ ^b	۱/۳ ± ۰/۰ ^c	۹۹۶/۶ ± ۰/۰۵ ^f	۱۲۴۹/۶ ± ۰/۰۵ ^g
اردیبهشت	۲۷/۶ ± ۰/۰۵ ^c	۷/۹۴ ± ۰/۰۵ ^b	۰/۷ ± ۰/۰ ^a	۸/۵ ± ۰/۰ ^d	۱/۴ ± ۰/۰ ^d	۹۹۶/۴ ± ۰/۰۵ ^c	۱۲۰۰/۹ ± ۱/۰۷ ^f
خرداد	۲۷/۶ ± ۰/۰۵ ^c	۷/۹۴ ± ۰/۰۵ ^b	۰/۷ ± ۰/۰ ^a	۸/۵ ± ۰/۰ ^d	۱/۴ ± ۰/۰ ^d	۹۷۵/۹ ± ۱/۱ ^e	۱۲۰۰/۹ ± ۱/۰۷ ^f
تیر	۲۷/۸ ± ۰/۰۳ ^c	۷/۲۵ ± ۰/۰۳ ^a	۱/۲ ± ۰/۰۷ ^d	۸/۵ ± ۰/۰ ^d	۲/۴ ± ۰/۰۲ ^g	۱۹۵/۷ ± ۹/۸ ^a	۳۵۲/۱ ± ۶/۴ ^e
مرداد	۲۷/۸ ± ۰/۰۳ ^c	۷/۲۵ ± ۰/۰۳ ^a	۱/۲ ± ۰/۰۷ ^d	۸/۵ ± ۰/۰ ^d	۲/۴ ± ۰/۰۲ ^g	۱۹۵/۷ ± ۹/۸ ^a	۳۵۲/۱ ± ۶/۴ ^e
شهریور	۲۷/۳ ± ۰/۰۳ ^g	۷/۹۹ ± ۰/۰۲ ^{bc}	۱/۱ ± ۰/۰۷ ^d	۸/۴ ± ۰/۰ ^c	۲/۴ ± ۰/۰۵ ^f	۱۹۲/۴ ± ۹/۳ ^a	۳۴۶/۱ ± ۶/۴ ^{cde}
مهر	۲۶ ± ۰/۰ ^f	۸/۰ ± ۰/۰ ^{bc}	۱/۱ ± ۰/۰۷ ^d	۸/۴ ± ۰/۰ ^c	۲/۳ ± ۰/۰۵ ^e	۱۹۲/۴ ± ۹/۳ ^a	۳۴۳/۶ ± ۴/۷ ^c
آبان	۱۴/۰ ± ۰/۰ ^d	۹/۰ ± ۰/۰ ^d	۰/۹ ± ۰/۰ ^c	۷/۵ ± ۰/۰ ^a	۰/۹ ± ۰/۰ ^b	۷۵۰ ± ۰/۰ ^d	۳۵۲/۱ ± ۶/۴ ^{de}
آذر	۱۳/۰ ± ۰/۰ ^c	۱۰/۰ ± ۰/۰ ^e	۰/۸ ± ۰/۰ ^b	۷/۵ ± ۰/۰ ^a	۰/۹ ± ۰/۰ ^b	۷۰۰ ± ۰/۰ ^c	۳۲۰/۱ ± ۰/۰ ^b
دی	۱۲/۰ ± ۰/۰ ^b	۱۱/۰ ± ۰/۰ ^f	۰/۷ ± ۰/۰ ^a	۷/۵ ± ۰/۰ ^a	۰/۹ ± ۰/۰ ^a	۶۵۰ ± ۰/۰ ^b	۳۰۰ ± ۰/۰ ^a
بهمن	۱۱/۰ ± ۰/۰ ^a	۱۱/۰ ± ۰/۰ ^f	۰/۷ ± ۰/۰ ^a	۷/۵ ± ۰/۰ ^a	۰/۹ ± ۰/۰ ^b	۶۵۰ ± ۰/۰ ^b	۳۰۰ ± ۰/۰ ^a
اسفند	۱۲/۰ ± ۰/۰ ^b	۱۱/۵۷ ± ۰/۰۵ ^g	۰/۷ ± ۰/۰ ^a	۷/۵ ± ۰/۰ ^a	۰/۹ ± ۰/۰ ^b	۷۵۰ ± ۰/۰ ^d	۳۵۰ ± ۰/۰ ^{de}

ادامه جدول ۲- نتایج عوامل فیزیکوشیمیایی، مساحت و حجم آب دریاچه گلستان

	قلیائیت کل	نیترات	آمونیاک	فسفات	نیترژن کل
فروردین	۱۲۳/۴ ± ۰/۵ ^d	۱/۴ ± ۰/۰ ^{bc}	۰/۴۳ ± ۰/۰ ^a	۰/۳ ± ۰/۰ ^a	۲/۲۵ ± ۰/۱۸ ^d
اردیبهشت	۱۲۰/۶ ± ۰/۹ ^b	۱/۴ ± ۰/۰ ^{bc}	۰/۴۱ ± ۰/۰ ^a	۰/۲۹ ± ۰/۰ ^a	۱/۵۶ ± ۰/۱۲ ^{bc}
خرداد	۱۲۰/۹ ± ۱/۰ ^h	۱/۴ ± ۰/۰ ^{bc}	۰/۴۲ ± ۰/۰ ^a	۰/۲۹ ± ۰/۰ ^a	۱/۵۷ ± ۰/۱۱ ^{bc}
تیر	۱۱۳/۶ ± ۲/۴ ^g	۱/۷ ± ۰/۰ ^c	۲/۲ ± ۰/۰ ^b	۱/۶ ± ۰/۰ ^b	۲/۷۹ ± ۰/۱۹ ^d
مرداد	۱۱۳/۶ ± ۲/۴ ^g	۱/۷ ± ۰/۰ ^c	۲/۲ ± ۰/۰ ^b	۱/۶ ± ۰/۰ ^b	۲/۷۹ ± ۰/۲۳ ^d
شهریور	۱۱۱/۶ ± ۲/۴ ^g	۱/۶ ± ۰/۰ ^c	۲/۹ ± ۰/۰ ^c	۱/۶ ± ۰/۰ ^b	۳/۵۹ ± ۰/۲۱ ^e
مهر	۱۰۹/۱ ± ۱/۰ ^f	۱/۷ ± ۰/۰ ^c	۲/۹ ± ۰/۰ ^c	۱/۴ ± ۰/۰ ^b	۳/۵۷ ± ۰/۲۷ ^e
آبان	۹۰/۰ ± ۰/۰ ^d	۰/۷۵ ± ۰/۰ ^a	۰/۱ ± ۰/۰ ^a	۰/۱ ± ۰/۰ ^a	۱/۴۶ ± ۰/۱۷ ^b
آذر	۸۵/۰ ± ۰/۰ ^c	۰/۷ ± ۰/۰ ^a	۰/۱ ± ۰/۰ ^a	۰/۰۹ ± ۰/۰ ^a	۱/۳۸ ± ۰/۲۳ ^a
دی	۸۰/۰ ± ۰/۰ ^b	۰/۶ ± ۰/۰ ^a	۰/۱ ± ۰/۰ ^a	۰/۰۸ ± ۰/۰ ^a	۱/۳۵ ± ۰/۲۱ ^a
بهمن	۷۲/۹ ± ۴/۹ ^a	۰/۶ ± ۰/۰ ^a	۰/۱ ± ۰/۰ ^a	۰/۰۷ ± ۰/۰ ^a	۱/۳۶ ± ۰/۲۳ ^a
اسفند	۱۰۰ ± ۰/۰ ^e	۱/۰ ± ۰/۰ ^{ab}	۰/۱ ± ۰/۰ ^a	۰/۰۹ ± ۰/۰ ^a	۱/۳۷ ± ۰/۲۹ ^a

ادامه جدول ۲- نتایج عوامل فیزیکوشیمیایی، مساحت و حجم آب دریاچه گلستان

	فسفات کل	کلروفیل	عمق سشی
فروردین	۰/۰۸ ± ۰/۰ ^a	۱۹/۲ ± ۳/۱ ^a	۱۱/۶ ± ۲/۱ ^{ef}
اردیبهشت	۰/۰۷ ± ۰/۰ ^a	۱۸/۶ ± ۲/۹ ^a	۱۲/۰ ± ۲/۱ ^{ef}
خرداد	۰/۰۷ ± ۰/۰ ^a	۲۰/۹ ± ۳/۱ ^{abc}	۱۰/۷ ± ۱/۸ ^{de}
تیر	۰/۴ ± ۰/۱ ^b	۲۴/۱ ± ۳/۹ ^{cde}	۹/۲ ± ۱/۳ ^{cd}
مرداد	۰/۴ ± ۰/۱ ^b	۲۳/۳ ± ۳/۹ ^{bcd}	۹/۷ ± ۱/۵ ^{cd}
شهریور	۰/۴ ± ۰/۱ ^b	۲۶/۱ ± ۴/۴ ^{de}	۸/۶ ± ۱/۳ ^{bc}
مهر	۰/۴ ± ۰/۱ ^b	۳۴/۹ ± ۳/۱ ^g	۶/۶ ± ۱/۱ ^a
آبان	۰/۰۳ ± ۰/۰ ^a	۲۶/۹۸ ± ۲/۴ ^c	۸/۰۳ ± ۰/۷ ^{abc}
آذر	۰/۰۳ ± ۰/۰ ^a	۳۰/۶۸ ± ۲/۸ ^f	۷/۱ ± ۰/۶ ^{ab}
دی	۰/۰۲ ± ۰/۰ ^a	۱۷/۴ ± ۲/۵ ^a	۱۲/۷۳ ± ۲/۱ ^f
بهمن	۰/۰۲ ± ۰/۰ ^a	۱۷/۸۹ ± ۲/۵ ^a	۱۲/۴ ± ۲/۱ ^{ef}
اسفند	۰/۰۲ ± ۰/۰ ^a	۲۰/۳۴ ± ۲/۹ ^b	۱۰/۹۷ ± ۱/۸ ^{def}

کمترین میزان مربوط به فروردین با ۹۹۶ میلی گرم در لیتر و شهریور و مهر با ۱۹۲ میلی گرم در لیتر می باشد (که این اختلاف معنی دار بود (p<۰/۰۵)).

بحث و نتیجه گیری

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی دریاچه: شناخت تمام عوامل محیطی و کنترل میزان بهینه این فاکتورها در تولید و رشد مطلوب ماهیان مؤثر است. میزان تأثیر کیفیت آب بر رشد ماهی بستگی به عواملی نظیر گونه

ازت کل که از مجموع ترکیبات نیترژنه دریاچه بدست می آید، بیشترین و کمترین میزان آن به ترتیب در مهر با ۳/۵۷ و در دی با ۱/۳۵ میلی گرم در لیتر مشاهده شد که این اختلاف معنی دار بود (p<۰/۰۵). روند تغییرات فسفر کل و ازت کل تقریباً مشابه بود. بیشترین و کمترین میزان فسفر کل به ترتیب مربوط به ماه های تیر، مرداد، شهریور و مهر با ۰/۴ و زمستان با ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر بود. که این اختلاف معنی دار بود (p<۰/۰۵). در مورد TDS به ترتیب بیشترین و

ماهی، سن و اندازه ماهی و سابقه قبلی قرار گرفتن در معرض تغییرات کیفی آب دارد (عبدالملکی و همکاران، ۱۳۹۳). حیات طبیعی آبزیان نیاز به دامنه خاصی از تغییرات فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی می باشد. به عنوان مثال می توان به pH اشاره کرد که اکثر آبزیان دامنه بین ۶/۵ تا ۹ را ترجیح می دهند (سازمان بهداشت عمومی آمریکا، ۱۹۸۶) که تمامی این عوامل نیاز بررسی و مطالعه فاکتورهای فیزیوشیمیایی آب را می رساند.

تغییر میانگین دمای دریاچه گلستان استان گلستان به دنبال تغییرات میانگین دمای محیط به وضوح مشاهده می شود. با توجه به خاصیت گرمای نهان ویژه بالای آب نسبت به هوا، در ماه های آبان تا اسفند با کاهش دمای هوا دمای آب بالاتر بوده و با تأخیر محسوس کاهش می یابد. همچنین از اسفند تا مرداد با افزایش دمای محیط دمای دریاچه نیز افزایش پیدا می کند اما این افزایش دمای دریاچه دوباره به دلیل گرمای نهان ویژه بالاتر آب نسبت به هوا، کندتر از محیط صورت می گیرد که این خاصیت می تواند از تغییرات سریع دمای آب دریاچه جلوگیری کرده و تا حدودی دمای دریاچه را تعدیل می کند. مطابق شکل ۱ بیشترین دمای ماهانه مربوط به مرداد (۲۹/۸) درجه سانتی گراد) می باشد اما بیشترین دمای دریاچه مربوط به تیر و مرداد (۲۷/۸) درجه سانتی گراد) می باشد. کمترین دمای دریاچه مربوط به ماه بهمن می باشد که (۱۱/۴) درجه سانتی گراد) می باشد و در این مدت فعالیت های تولید دریاچه بشدت کاهش می یابد. کاهش دما سبب کاهش تراکم فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون دریاچه (Sienkiewicz و همکاران، ۲۰۱۶) و همچنین کاهش میل تغذیه ماهیان می شود

دما بطور مستقیم و غیرمستقیم در مقدار اکسیژن محلول در آب نیز تأثیر می گذارد. اکسیژن نقش بسیار مهمی در تغذیه و رشد کپورماهیان پرورشی

بخصوص فیتوفاگ و بیگ هد دارد و در تولید دریاچه ها نقشی کلیدی دارد (کلاوس، ۲۰۱۵). با توجه به اینکه هدف ساخت این سد برای مصارف کشاورزی بوده و استفاده از آب دریاچه برای آبیاری زمین های پایین دست سد از اواخر اردیبهشت ماه شروع می شود و با کاهش بارندگی و افزایش تبخیر روند کاهشی تغییرات حجم آب از این ماه به بعد مشاهده می شود و در شهریور و مهر شاهد کمترین میزان عمق متوسط آب دریاچه (حدود ۲/۵ متر) هستیم که این کاهش عمق آب سبب نفوذ بیشتر نور در ستون و کف آب شده و باعث افزایش دمای آب می شود. افزایش دما نیز باعث افزایش فعل و انفعالات زیستی، ترشحات و مواد دفعی آبزیان و تغییر بافت پلانکتونی می شود که در مجموع باعث کاهش کیفیت آب از جمله کاهش اکسیژن محلول آب می شود (ژائو و همکاران، ۲۰۱۱). کاهش عمق به معنای کاهش حجم آب و فضای قابل زیست آبزیان نیز می باشد که سبب افزایش تراکم و سخت تر کردن شرایط زیست آن ها می شود.

رابرات (۲۰۰۱) بیان نمود که در آب های طبیعی که تحت تأثیر آلودگی نباشند، محدوده pH بین ۶/۵ تا ۸/۵ قرار دارد. نتایج به دست آمده از این پژوهش در فصل بهار نشان داد که pH در منطقه مورد مطالعه در این دامنه مطلوب می باشد و مقدار آن با نتایج بساطنیا (۱۳۹۰) مطابقت دارد. اما مقدار pH در فصل تابستان افزایش می یابد که احتمالاً در نتیجه افزایش فعالیت های متابولیسمی و عوامل بیولوژیک است (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۸۸).

ضایعات نیتروژن دار، مهم ترین جزء تشکیل دهنده پساب های مزارع پرورش ماهی است (مونتویا و همکاران، ۲۰۰۲). به طور کلی، در شرایط طبیعی بین تولید و مصرف مواد مغذی در یک اکوسیستم تعادل برقرار می باشد، اما شرایط نامساعد از جمله ورود مواد

در نهایت موجب خفگی موجودات آبی از جمله ماهیان می شود (بنی جواد و همکاران، ۱۳۸۷). در بررسی تغییرات دما در مخزن سد گلستان بیشترین دما در اوایل مرداد ثبت شد و بعد از آن تغییرات دما روند نزولی داشت که همسو با تغییرات دمای هوا بود.

در مخزن سد گلستان میانگین اکسیژن سطح در کل دوره نمونه برداری $9/23 \pm 1/48$ میلی گرم بر لیتر بود. حداقل اکسیژن سطح، $6/24$ میلی گرم بر لیتر در اوایل مرداد اندازه گیری شد. بیشترین غلظت اکسیژن محلول در سد گلستان در اواخر آبان و کمترین میزان اکسیژن محلول در سد گلستان در اوایل مرداد مشاهده شده. بالا بودن میزان اکسیژن محلول می تواند ناشی از کاهش دمای آب با تغییر فصل و بارندگی های فصلی باشد که باعث اختلاط آب می شود (سمرقندی و همکاران، ۱۳۹۲). تغییرات PH در هر دو سد گلستان در طول دوره نمونه برداری و در ایستگاهها محسوس نبوده و بین $8/5$ تا $9/5$ متغیر بود.

EC یا قابلیت هدایت الکتریکی معیاری از قدرت هدایت الکتریکی آب است که به طور تقریب نشان دهنده میزان یون های محلول در آب می باشد (آلان، ۱۹۹۵). مطالعات انجام شده در آب های داخلی امریکا نشان داد که آب های با قابلیت هدایت الکتریکی $500-150$ میکروموس بر سانتی متر مربع دارای ارزش مختلف شیلاتی است و خارج از این محدوده بیانگر مناسب نبودن آن برای گروه های خاصی از ماهیان و بی مهرگان می باشد (ای پی آی، ۱۹۹۶). EC بالاتر از این محدوده می تواند، نشانه ورود یک منبع آلودگی به آب باشد. مقادیر EC مشخص شد در این سد گلستان در طول نمونه برداری بین 802 تا 1026 بود.

غلظت نترات اندازه گیری شده در سد گلستان در اواخر شهریور بیشترین و در اوایل مرداد کمترین بود.

مغذی از بیرون می تواند این تعادل را برهم بزند و غلظت برخی مواد مانند نیتريت را که برای اکثر آبزیان سمی می باشد، در محیط افزایش دهد (بوید و همکاران، ۲۰۰۴). از منابع مهم تولید نیتروژن، آمونیاک استخرهای پرورش ماهی هستند که آلودگی ناشی از فضولات ماهی و پس مانده های غذای آن ها باعث افزایش این فاکتور می شود (شیشه چیان و یوسف، ۱۹۹۵). علاوه بر این، تغییرات pH و درجه حرارت آب سبب تبدیل ازت آمونیومی به فرم سمی آن یعنی آمونیاک می گردد. میزان یون نیتريت و تغییرات آن سبب سمیت آبزیان می شود. در آب های غیر آلوده مقدار نیتريت معمولاً کمتر از آمونیوم و نترات می باشد (نصراله زاده ساروی، ۱۳۸۲). میزان نترات در فصل بهار در این تحقیق، بیشتر از فصل تابستان است که احتمالاً به دلیل استفاده از کودهای کشاورزی در اراضی زیر کشت مجاور تالاب است.

افزایش سولفات در نتیجه کاهش اکسیژن محلول و ایجاد شرایط بی هوازی در سطح رسوبات اتفاق می افتد. در این پژوهش نیز، کاهش اکسیژن محلول با افزایش سولفات همراه بود. این نتیجه، با نتایج نظامی بلوچی (۱۳۸۵)، ناث (۱۹۹۸) و باتلاکاریا و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد.

فسفر به عنوان یک ماده مغذی متابولیکی و در اغلب اوقات، به عنوان عنصر تنظیم کننده تولیدات آب های طبیعی محسوب می شود (نصراله زاده ساروی، ۱۳۸۲). بیشترین میزان فسفر و فسفات در هر دو فصل، در منطقه سد گلستان مشاهده شد. در مقایسه بخش ها نیز، بیشترین مقدار آن ها در فصول بهار و تابستان به ترتیب در منطقه نزدیک سد گلستان و سد وشمگیر بود. به طور کلی، افزایش میزان فسفات در ابتدا باعث افزایش میزان مواد مغذی و اجتماعات جانوری می گردد، اما افزایش بیش از حد آن، باعث افزایش گیاهان آبی و میزان اکسیژن محلول شده که

سدها از خواص حوزه آبخیز مانند آب و هوا، میزان بارش، بافت زمین شناسی منطقه و حوضه، جنس و نوع خاک و ترکیبات آن، پوشش گیاهی، شیب زمین، نوع و میزان فرسایش، فعالیت‌های کشاورزی و در نتیجه نوع و مقدار کود مورد استفاده و فعالیت‌های انسانی تبعیت می‌کند (یانگ و همکاران، ۲۰۰۷). بیشترین مقدار کودورت در سد گلستان ۱ در اوایل مهر و در سد گلستان ۲ در اوایل آبان بود. مقادیر بالای کودورت در این ماه‌ها می‌تواند به دلیل افزایش میزان بارش و ورود سیلاب و جریان‌های متلاطم به داخل سد گلستان باشد. همچنین جنس بستر سد گلستان هم می‌تواند عامل تشدید کننده در افزایش جامدات محلول و در نتیجه افزایش غلظت جامدات کل باشد (خندان بارانی و همکاران، ۱۳۹۲).

غلظت فسفات در سد گلستان ۱ در اواخر آذر بیشترین و در اوایل مهر کمترین بود که عامل اصلی این موضوع، نترات و فسفات موجود در فاضلاب روستایی و ترکیبات ازته و فسفات موجود در کودهای کشاورزی مناطق روستایی بالادست سد گلستان می‌باشد (پرهام، ۱۳۸۶). همچنین غلظت نترات و فسفات این نتایج با پژوهش مشابهی که توسط کردی و همکاران در سال ۱۳۹۱ بر روی این سد گلستان صورت گرفت مشابه می‌باشد (کردی، ۱۳۹۲). نیتريت از نظر استاندارد زیست محیطی نباید از ۰/۵۱ میلی گرم در لیتر بیشتر باشد (مکنیلو نیمانیز، ۱۹۷۹). در سد گلستان ۱ در اوایل شهریور بیشتر از این رنج بود. ساختار شیمیایی آب ذخیره شده در مخزن پشت

منابع

- Abdolmaleki, Sh., Sabokara, J., Shomali, M., Abbasi, K., Ghaneh, A., and Mirhashemi Nasab, F., 2000. Final Report of Mahabad Dam Lake Fisheries Studies. Iran Fisheries Deputy Publications. 157 p.
- Abdolmaleki, Sh., Mirzajani, A.R., Khodaparast, S.H., Saberi, H., Babaei, H., Sabokara, F.J., Makaremi, M., Khatib Haghighi, S., Ghaninejad, D., Yousefzad, A., Nowruzi, H., Nahor, M.R., Khidmati, K., Nikupour, M., Rastin, R., and Mohsenpour, H., 2013. Study of Khandaghloo earth dam in Mahnesan city of Zanjan province. Iran Fisheries Science Research Institute, Tehran. 207 p.
- Performance report of Golestan Province Fisheries and Aquaculture Affairs Management. 2011. 45 p.
- Report of the Deputy of Water and Soil of Golestan Agricultural Jihad Organization, 2013.
- Comprehensive limnological studies of the lake behind Gavoshan Kamyaran dam. 1999. Deputy of Aquatic Reproduction and Breeding of Iran Fisheries Joint Stock Company.
- Mirzajani, A., 2009. Study of Shuir and Mirzakhanloo earthen dam lakes in Zanjan province in order to enable aquaculture. Agricultural Jihad Organization of Zanjan Province. Fisheries Management of Zanjan Province. 90 p.
- Mirzajani, A., Abbasi, K., Sabok Ara, J., Makaremi, M., Aydini, A., and Sayadborani, M., 2012. Limacology of Lake Chaligo-Mesotrophytam in Zanjan Province. Iran Biology Magazine 25(1), 90-74.
- Boyd, C.E., and Toker, C.S., 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic Publisher, London, 700 p.
- Carlson, R.E., and Simpson, J., 1996. A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods. North American Lake Management Society. 96 p.
- Carlson, R.E., 1977. A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography 22, 361-369.
- Carlson, R.E., 1992. Expanding the trophic state concept to identify non-nutrient limited lakes and reservoirs. pp. 59-71 [In] Proceedings of a National Conference on Enhancing the States' Lake Management Programs. Monitoring and Lake Impact Assessment. Chicago.

- FAO., 2010. FISHSTAT plus. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome, Italy.
- FAO., 2010. FISHSTAT plus. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome, Italy. 180 p.
- Fournier, D.A., Hampton, J., Sibert, R., 2011. MULTIFAN-CL: a length-based, age-structured model for fisheries stock assessment, with application to South Pacific albacore, *Thunnus alalunga*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 55(9).
- Irons, K.S., Sass, G.G., McClelland, M.A., Stafford, J.D., 2007. Reduced condition factor of two native fish species coincident with invasion of non-native 58 Asian carps in the Illinois River, U.S.A. Is this evidence for competition and reduced fitness? J. Fish Biol. 71, 258-273.
- Janjua, M.Y., Ahmad, T., Gerdeaux, D., 2008. Comparison of different predictive models for estimating fish yields in Shahpur Dam, Pakistan. Lakes & Reservoirs: Research and Management, 13 p.
- Jarosiewicz, A., Ficek, D., Zapadka, T., 2011. Eutrophication parameters and Carlson-type trophic state indices in selected Pomeranian lakes. Limnological Review. 11(1), 15-23.
- Matthews, R., Hilles, M., Pelletier, G., 2002. Determining trophic state in Lake Whatcom, Washington (USA), a soft water lake exhibiting seasonal nitrogen limitation. Hydrobiologia 468, 107-121.
- Mishra, A.K., Garg, N., 2011. Analysis of Trophic State Index of Nainital Lake from Landsat -7 ETM Data. Journal of the Indian Society of Remote Sensing 39(4), 463-471.
- Sienkiewicz, E., Gałsiorowski, M., 2016. The effect of fish stocking on mountain lake plankton communities identified using paleobiological analyses of bottom sediment cores. Journal of Paleolimnology 55, 129-150.
- Tanyolaç, J., 1993. Limnoloji Ders Kitabı. Hatiboglu Yayınları. 249 p. (In Turkish).
- Yaoyang, X., Andrew, W.S., Donna, M.R., 2015. Developing a 21st Century framework for lake-specific eutrophication assessment using quantile regression. Limnology and Oceanography Methods 13, 237-249.
- Zhao, Z., Dong, S., Wang, F., Tian, X., Gao, Q., 2014. Effect of algae density on breathing and feeding of filter-feeding silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.). Aquaculture 433, 133-136.

Changes in physicochemical factors of water in Golestan dam

B. Mansouri¹, T. Poursoufi¹, B.M. Gharanjik¹

¹ Inland Waters Aquatics Stocks Research Center, Iranian Fisheries Research Organization, Gorgan, Iran

Abstract

The lakes behind the dam are among the semi-natural inland water resources. And from the point of view of aquaculture, they have a special place. To achieve management goals, it is necessary to know the pattern of changes in biological and non-biological parameters in the lake behind the dam. Golestan dam catchment area with an area of about 5000 km² is located in the central part of Golestan province. Physicochemical factors such as pH, temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen, transparency, total nitrogen, total phosphorus were recorded monthly to study changes in physicochemical parameters of water in 7 stations for one year. Concentration of phosphorus (TP) 16 mg / L, total nitrogen (TN) 2.09 mg / L, observable depth of sek-chi disk (10 cm) and chlorophyll a (23/4 μg/l) Carlson TSI trophic index for sek-chi disk equal to 26.87, based on chlorophyll a equal to 61.5, based on total phosphorus 22, Based on the average of these three indicators equal to 33.68, based on total nitrogen was measured 22.6. In conclusion the lake is located in the area of oligotrophic lakes.

Keywords: Golestan Dam, Trophic, Physicochemical water, Aquaculture

*Corresponding author; puorsoufi@yahoo.com