نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال چهاردهم، شماره سوم، پاییز ۹۹ / صفحات: ۵۵-۴۴

شرایط زیستی مخزن سد گلستان بر اساس تولیدات اولیه

طاهر پورصوفی[1*]، بهروز منصوری[1]، بایرام محمد قرنجیک[1]

[1] مرکز تحقیقات ذخایر آبهای داخلی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۳۰

چکیده

دریاچه سد گلستان واقع در ۱۲ کیلومتری شرق شهرستان گنبد بوده ودر سال ۱۳۷۹ افتتاح شده است. حجم مخزن سد گلستان ۸۶ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۷۹و۵۲ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۹۴ و مساحت آن ۱۵۰۰ هکتار است میباشدو با هدف کشاورزی و آبزی‌پروری احداث شده است. مطالعه بررسی شرایط زیستی مخزن سد گلستان بر اساس تولیدات اولیه دریاچه به مدت یک سال از فروردین ۱۳۹۴ تا آخر فروردین ۱۳۹۵ انجام پذیرفت. در مجموع ۵ شاخه، ۸ رده، ۳۸ خانواده و ۵۲ جنس از فیتوپلانکتون شناسایی شدند که میانگین تراکم سالیانه فیتوپلانکتونی ۵۸۳۲۵ سلول در لیتر به‌دست آمد. همچنین در مجموع ۳ شاخه، ۱۷ خانواده و ۲۲جنس و گونه از جمعیت زئوپلانکتون دریاچه شناسایی شدند که میانگین تراکم کل جمعیت‌های زئوپلانکتونی ۲۹۰±۳۶۳۶ سلول در لیتر بود. توان تولید ماهی دریاچه گلستان (۲۰۳/۴۹ کیلوگرم در هکتار) بوده و در مقایسه با دریاچه خندقلو (عبدالملکی، ۱۳۹۳) که براساس مدل‌های مختلف دارای دامنه تولید ۱۶۷ تا ۳۲۴ کیلوگرم در هکتار بوده و با دریاچه سد شهید کاظمی (شرکت مهندسین مشاور آساراب، ۱۳۹۰) که معادل ۲۹۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است، تقریبا مشابه است. با مقایسه توان تولید ماهی برآورد شده دریاچه (۲۰۳/۴۹کیلوگرم در هکتار) با میزان صید در هکتار دریاچه (۱۴۲/۹) می‌توان به این نتیجه رسید که مدل‌های توان تولید بکار رفته درمجموع برآورد خوبی از میزان توان تولید واقعی دریاچه داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: سد گلسنان، فیتوپلانکتون، تولید اولیه

مقدمه و کلیات

دریاچه‌های پشت سدجزو منابع آبی نیمه طبیعی داخلی محسوب می‌شوند و از دیدگاه آبزی‌پروری‌از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. برای دستیابی به اهداف مدیریتی، دانستن الگوی تغییرات جمعیت ماهیان، نظیر تشکیل معیت ماهیان، پویایی شناسی جمعیت آنها، فراوانی ماهی در ذخیره و بیوماس آن و حداکثر محصول قابل برداشت مجاز و سایر پارامترهای زیستی و غیرزیستی در دریاچه پشت سد ضروری است. در اوایل دهه ۱۹۲۰ دانشمندان مطالعاتی را برای استفاده در مقاصد شیلاتی از دریاچه‌های مخزنی سدها آغاز کردند. در طی چند سال اول احداث سدها تولید شیلاتی مطلوب بود اما پس از چند سال این مخازن بصورت صحرایی آبی با تولید کم تبدیل شدند (Elis، ۱۹۴۲). کوشش‌های مدیریتی بسیاری انجام پذیرفت تا این مشکل چاره شود و از اینرو مطالعاتی در کشورهای مختلف در سراسر جهان صورت پذیرفت و نتایج آن منتشر شد. جنبه‌های شیلاتی دریاچه‌های مخزنی سدها در مناطق حاره‌ای آفریقا بوسیله سازمان‌های بین‌المللی و بنگاه‌های ملی مورد مطالعه قرار گرفت. حاصل این پژوهش‌ها در همایش Knoxville مورد تایید واقع شد

***نویسنده مسئول:** puorsuofi@yahoo.com

و راهکارهای ارایه شده و در این همایش از سال ۱۹۷۶ در خط مشی و برنامه ریزی‌ها مورد استفاده قرار گرفت (پیتر، ۱۹۸۵).

بهره‌گیری از منابع آبی و استفاده از آنها در توسعه آبزی پروری مد نظر اکثر کشورهای مستعد آبزی پروری بوده است. به عنوان مثال، در کشور ترکیه، ۸ درصد تولیدات شیلاتی آن (حدود ۵۰ هزار تن) از آبهای داخلی بوده و روی هم رفته ۱۵۰ دریاچه طبیعی و کوچک را ماهی دار نموده اند (Clickable، ۱۹۹۱). جهت دست یافتن به این اهداف اهمیت موضوع مطالعات لیمنولوژی و ارزیابی ذخایر ماهیان در مدیریت شیلاتی منابع آبی بیش از پیش احساس شد و کارهای متعددی در این زمینه در کشورهای مختلف انجام شده است. از کارهای مهم می توان به مطالعه و بررسی ارتباط بین میزان تولید ماهی با محصول ایستا یا سرپای فیتوپلانکتون، توان تولید و فاکتورهای مورفوادافیک (خاکی-شکل دریاچه) دریاچه اشاره کرد. Denis و همکاران (۲۰۱۵) نتایج مطالعه لیمنولوژیک ۷۰۰ دریاچه را در نقاط مختلف دنیا مورد بررسی قرار دادند و ارتباط بین ماهیان آب شیرین، توان تولید، تروفی و اقلیم محلی را مطالعه کردند. نتایج آنها نشان داد که فراوانی و تولید ماهی در دریاچه با افزایش فعالیتهای تروفیکی و توان تولید دریاچه، افزایش می‌یابد. Cigagna و همکاران (۲۰۱۶) مطالعه لیمنولوژیک دریاچه سد فینا[1] در برزیل را انجام دادند و بر اساس مطالعات کیفی آب دریاچه وضعیت تروفی دریاچه را مورد بررسی قرار دادند

نخستین مطالعات بر روی ماهیان آبهای داخلی ایران در سال‌های ۱۳۲۱ هجری شمسی توسط ماهی شناسانی چون هکل، گونتر و کسلر و پس از آنها توسط نیکولسکی، درژاوین و برگ انجام گرفته است (Abbasi و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین اولین گزارش ثبت شده در زمینه فعالیت تکثیر و پرورش ماهی در آبهای داخلی کشور مربوط به سال ۱۳۰۱ شمسی است که در مرکز کوچکی بنام لابراتوار ماهی‌شناسی در مجاورت مجموعه شیلات بندرانزلی صورت گرفته است. از سال ۱۳۳۲، تکثیر مصنوعی و رهاسازی ماهی سفید در رودخانه های شمالی (عمدتاً) گیلان آغاز گردید که طی آن میلیون‌ها، لارو ماهی سفید تولید و رهاسازی شده است در داخل کشور فعالیتهای مختلفی در زمینه مطالعات لیمنولوژیکی و ارزیابی ذخایر ماهیان دریاچه‌ها انجام شده است (Khanipour، ۲۰۰۵). در ایران فکر ایجاد ذخایر شیلاتی در دریاچه‌های مخزنی سدها برای اولین بار برای ماهیدار کردن دریاچه مخزنی سدکرج در اوایل دهه ۱۳۴۰ آغاز گردید و کارشناسی بنام ولادیکوف توسط سازمان محیط زیست و مسئولان سد کرج ازفائو به ایران دعوت شد. وی در گزارش خود عنوان می‌نماید که به سبب فقر غذایی دریاچه سد کرج قادر نیستد ذخایر اقتصادی از ماهیان را پشتیبانی نماید و پیشنهاد کرد که این زیست بوم آبی با قزل آلای رنگین کمان[2] برای صیدتفریحی ماهی‌دار شود. در سالهای ۱۹۶۵ تا ۱۹۶۷ قزل آلای رنگین کمان و ماهی آزاد سفید[3] به این دریاچه معرفی شدند (Mirzajani، ۲۰۰۹).

طبق آمار وزارت نیرو در سال ۱۳۸۶ در کل دنیا حدود ۶۰۰۰ و در ایران حدود ۲۶۳ عدد دریاچه پشت سد (با بیش از ۱۵ متر ارتفاع) وجود دارد. این مخازن حدود ۴۰۰۰۰۰ کیلومترمربع سطح و حدود ۶۵۰۰۰ کیلومترمکعب حجم دارند (APHA، ۲۰۰۵).میزان کل تولید ماهی از منابع آب‌های داخلی کشور در سال‌های اخیر رشد قابل ملاحظه‌ای مشاهده

1. Feena Reservoir

2. *Oncorhynchus mykiss*
3. *Coregonus lavaretus*

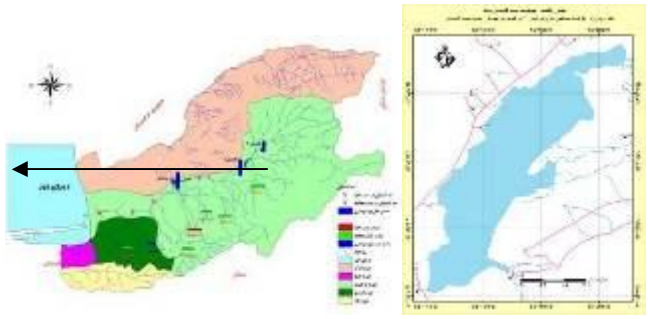
می‌شود، به‌طوری که کل تولید ماهی از منابع آب‌های داخلی کشور در سال ۱۳۸۱ از ۱۳۰۱۰ تن، در سال ۱۳۹۱ به ۴۲۳۶۳ تن رسیده است. استان گلستان نیز با برداشت سالانه ۱۰۶۰تن ماهی گرمآبی در سال ۱۳۹۱ از منابع آبی این استان، سهم قابل ملاحظه‌ای را دارد (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۱). حوضه آبریز سد گلستان با مساحت حدود ۵۰۰۰ کیلومتر مربع 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 وحد جنوبی حوضه آبریز اترک، از جنوب به گردنه خوش ییلاق و ارتفاعات جنوبی نردین (قسمتی از رشته کوه البز) از شرق به منطقه رباط قربیل و کوه‌های آلاداغ وبینالود واز غرب به اراضی شرق گنبد و سد گلستان محدود می‌شود. آبریز سد گلستان از سه حوضه بزرگ مادر سو (دوغ)، حاجی قوشان واوغان 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) و۵۲ میلیون مترمکعب در سال (۱۳۹۴) می‌باشد.

آب‌های داخلی که در حوزه علم لیمنولوژی قرار می‌گیرند جز مهمترین منابع با استراتژی خاص در گذشته، حال و آینده می‌باشد. نیاز ضروری انسان به آب و حفظ شرایط طبیعی زندگی انسان روی کره زمین و همچنین افزایش جمعیت بشری، فشار بی‌سابقه‌ای را به منابع آبی وارد خواهد کرد. با نگاهی به کتابهای منتشر شده در سال‌های منتهی به ۲۰۱۴ می توان به خوبی متوجه شد که سهم قابل توجهی از این کتابها در مورد منابع آب، اهمیت استراتژیک و ارزش اقتصادی و زیست محیطی آب می‌باشد. تمامی این موارد نشان از اهمیت روز افزون منابع آبی، بخصوص منابع آبی محصور در خشکی و مطالعات لیمنولوژیک آنها دارد (Downing، ۲۰۱۴).

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 وحد جنوبی حوضه آبریز اترک، از جنوب به گردنه خوش ییلاق و ارتفاعات جنوبی نردین (قسمتی از رشته کوه البز) از شرق به منطقه رباط قربیل و کوه‌های آلاداغ وبینالود واز غرب به اراضی شرق گنبد و سد گلستان محدود می‌شود.

آبریز سد گلستان از سه حوضه بزرگ مادر سو (دوغ)، حاجی قوشان واوغان تشکیل شده که رودخانه اصلی آنها وارد سد گلستان می‌شود. سد گلستان واقع در ۱۲ کیلومتری شرق شهرستان گنبد بوده ودر سال ۱۳۷۹ افتتاح شده است. حجم مخزن سد گلستان ۸۶ میلیون مترمکعب و مساحت آن ۱۵۰۰ هکتار است (در سال ۱۳۷۹) و۵۲ میلیون متر مکعب در سال (۱۳۹۴) می‌باشد (شکل ۳).



شکل۳- ایستگاه‌های نمونه برداری دریاچه گلستان

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

- بررسی عوامل زیستی و غیر زیستی دریاچه: به‌منظور اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب، نمونه‌برداری در ۷ ایستگاه به صورت هر ۳۰ روز یک باربه مدت یک سال از اوایل فروردین ۹۶ شروع شد و تا اواخراسفند ۹۶ با استفاده از روتنر از عمق‌های مختلف (سطح و نزدیک کف) ادامه داشت.. بعضی از فاکتورهای فیزیکوشیمیایی از قبیل pH، دما، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، شفافیت در محل نمونه برداری بوسیله دستگاه مولتی پارامتر پرتابل HACH مدل H&Qd و بقیه عوامل فیزیکوشیمیایی (از قبیل ازت کل، فسفر کلو غیره) در آزمایشگاه آنالیز شیمیایی مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی با استفاده از Palintest انجام گرفت.

- برآورد توان تولید ماهی در دریاچه

مدل لی و ماتیاس: برآورد توان تولید ماهی در دریاچه‌های مخزنی سدها، راه‌های مختلفی ارائه شده است. یکی از این روشها استفاده از روابط ارائه شده توسط Li و Mathias (۱۹۹۴) می‌باشد که می‌توان از طریق زیتوده، نسبت تولید به زیتوده، فاکتور مقدار مصرف غذای زنده بدون تغییر در میزان تولید آن ماده غذایی و ضریب تبدیل غذایی (مقدار کیلوگرم غذا برای یک کیلوگرم ماهی)، توان تولید ماهی در دریاچه را پیش‌بینی نمود. جهت برآورد توان تولید ماهیان پلانکتون خوار، غلظت کلروفیل a بعنوان شاخص بیوماس جلبکی مورد استفاده قرار گرفت. از آنجایی که کلروفیل a، ۱/۵ درصد مواد آلی جلبک و مقدار ماده آلی جلبک نیز ۱۰ درصد ذی‌توده جلبکی را شامل می‌گردد (Kratzer و Brezonik، ۱۹۹۵) بر این مبنا میزان ذیتوده جلبک در دریاچه محاسبه و میزان زیتوده زئو پلانکتون بر حسب انتقال انرژی به میزان ده درصد تعیین و مقدار تولید ماهیان پلانکتونخوار از فرمول ۳-۹ ارائه شده توسط لی و ماتیاس محاسبه شد. لازم به ذکر است که این فرمول برای تعیین توان تولید ماهیان بنتوز خوار نیز به کار رفت.

$$\text{Fish Productivity} = FCR(B^*(P/B)^*U_f)$$

B= ذیتوده ارگانیسم‌های غذاییP/B = نسبت تولید به ذیتوده ارگانیسم‌های غذایی

U_f = فاکتور مقدار مصرف غذای زنده بدون تغییر در میزان تولید

FCR = ضریب تبدیل غذایی (مقدار کیلوگرم غذا برای یک کیلوگرم ماهی)

مدل ریدر یا شاخص شکل دریاچه- خاکی دریاچه (مورفو ادافیک ایندکس[1]): برای برآورد توان تولید ماهی از روابط دیگری مثل شاخص شکل دریاچه- خاکی دریاچه استفاده شد (Ryder، ۱۹۶۵). فرمول ۳-۱۰ بر اساس این رابطه داریم: $Y = 23.281 * MEI^{0.447}$

که در این رابطه، Y میزان تولید ماهی در هکتار و MEI شاخص شکل دریاچه- خاکی می‌باشد که یکی از پارامترهای مورد استفاده برای محاسبه آن میزان هدایت‌الکتریکی می‌باشد که از تقسیم کردن میزان متوسط هدایت‌الکتریکی بر عمق متوسط، این شاخص اندازه‌گیری می‌شود. همچنین پارامترهای دیگری مانند کل مواد جامد معلق در آب[2] و قلیائیت نیز برای محاسبه شاخص MEI مورد استفاده قرار می‌گیرند که در این تحقیق از میزان هدایت الکتریکی برای محاسبه MEI و در نهایت برآورد تولید ماهی استفاده شد.

مدل جانجوا: Janjua (۲۰۰۸) و همکاران نیز فرمول دیگری را برای محاسبه تولید ماهی بر اساس شاخص MEI و مساحت دریاچه به شرح زیر ارائه داده اند:

فرمول ۳-۱۱ $\text{Log } Y = 1.4071 + 0.3697 \log MEI - 0.00005465\ A$

که در این معادله، A مساحت دریاچه بر حسب کیلومترمربع می‌باشد.

= مدل داسیلوا و فانگ-اسمیت: De silva و Funge- Smith (۲۰۰۵) معادله‌ای برای برآورد تولید ماهی بر اساس میزان رهاکرد بچه ماهیان ارائه دادند که در این تحقیق از آن استفاده می شود و این رابطه به‌صورت زیر می‌باشد:

فرمول ۳-۱۲ فرمول داسیلوا و فانگ-اسمیت

$$Y = 15.88 + 0.184\ SD$$

که در این رابطه SD تعداد بچه ماهیان رهاسازی شده در هکتار و Y محصول ماهی در هکتار می‌باشد. در این رابطه میانگین میزان رهاکرد بچه ماهیان طی سالهای ۱۳۸۹تا ۱۳۹۲ در دریاچه که بر اساس آن تعداد رهاکرد در هکتار محاسبه و در رابطه بالا بکار رفت.

مدل داونینگ و همکاران: Downing و همکاران (۱۹۹۰) مدل ارزیابی توان تولید ماهی بر اساس فسفر کل را ارائه کردند.

فرمول ۳-۱۳ فرمول داونینگ و همکاران

$$\log_{10}P_f = 0.332 + 0.531\log_{10}TP$$

که در این فرمول P_f توان تولید (Kg/Ha) و TP فسفر کل برحسب (µg/l)

مدل اوگلسبی: Oglesby در سال ۱۹۷۷ ارتباط بین محصول ماهی را با محصول سرپای فیتوپلانکتون تابستانه برای دریاچه‌های معتدله با سطح تروفی الیگوتروف تا یوتروف با مساحت کوچک تا بزرگ و با اعماق خیلی کم تا عمیق بررسی نمود. او مدل زیر را برای براورد تولید ماهی در دریاچه‌ها و مخازن ارائه داد:

فرمول ۳-۱۲ مدل اوگلسبی (۱۹۷۷)

$$Y = -1.98 + 1.17\ \text{LogChl a}$$

Y: محصول سالانه ماهی (وزن خشک در متر مربع) و Chl a: محصول سرپای فیتوپلانکتون تابستان

- تعیین میزان رهاسازی بچه ماهی: با توجه به اطلاعات بدست آمده از تعاونی صیادی و مدیریت شیلات استان، و مدل‌های توان تولید، میزان محصول به ازاء یک هکتار طی سال‌های گذشته محاسبه

1. Morpho Edaphic Index
2. TDS

می‌شود و به عنوان یکی دیگر از منابع برآورد محصول مورد بررسی قرار گرفت. حال با توجه به فرمول ذیل تعداد بچه ماهیان مورد نیاز جهت رها سازی و با در نظر گرفتن ضریب بازگشت بچه ماهیان و نیز وزن نهایی صید، از رابطه زیر محاسبه می گردد.

فرمول ۳-۱۴ مدل لی و ماتیاس (۱۹۹۴)

$$D = F/W \times S$$

که در این فرمول: D = تراکم رهاسازی (تعداد بچه ماهیان مورد نیاز برای رهاسازی در هر هکتار)

F= تولید ماهی (کیلوگرم در هر هکتار) W = متوسط اندازه ماهیان قابل برداشت (کیلوگرم هر ماهی)

S= ضریب بازگشت شیلاتی ماهیان ذخیره‌سازی شده تا مرحله برداشت.

نتایج

- بررسی جمعیت‌های زیستی و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی: نتایج آنالیز عوامل فیزیک‌وشیمیایی، پایش حجم آب مخزن و مساحت دریاچه گلستان استان گلستان انجام شد ودر طول دوره مطالعه لایه بندی حرارتی مشاهده نشد و با توجه به کم آبی حاکم بر منطقه مورد مطالعه 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.

الف- ازت کل (Total N): ازت کل که از مجموع ترکیبات نیتروژنه دریاچه بدست می‌آید، بیشترین و کمترین میزان آن به‌ترتیب در مهر با ۳/۵۷ و در دی با ۱/۳۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد که این اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$).

ب- فسفر کل (Total P) دریاچه: روند تغییرات فسفر کل و ازت کل تقریبا مشابه بود. بیشترین و کمترین میزان فسفر کل به‌ترتیب مربوط به ماه‌های تیر، مرداد، شهریور و مهر با ۰/۴ و زمستان با ۰/۰۲ میلی‌گرم در لیتر بودکه این اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$).

ج- TDS[1]یا کل مواد جامد محلول: در مورد TDS به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان مربوط به فروردین با ۹۹۶ میلی‌گرم در لیتر و شهریور و مهر با ۱۹۲ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که این اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$).

د- اندازه‌گیری کلروفیل a: میانگین کلروفیل a در مهر با مقدار ۳۴/۸۸ میکروگرم بر مترمکعب بیشترین میزان در سال بود که با همه زمان‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). همچنین دی ماه با میانگین ۱۷/۴ میکروگرم بر مترمکعب دارای کمترین میزان بود که با ماه‌های دیگر بجز بهمن، فروردین، اردیبهشت و خرداد، اختلاف معنی‌دار ندارد.

هـ- فیتوپلانکتون: دراین بررسی درمجموع۵شاخه،۸رده، ۳۸ خانواده و۵۲جنس از فیتوپلانکتون شناسایی شدندکه ازاین میان۲۰جنس متعلق به رده Bacillariophyta، ۱۲ جنس متعلق به شاخهChlorophyta، ۱۳جنس متعلق به شاخه Cyanophyta، ۲ جنس متعلق به Euglenaophyta، یک جنس متعلق به Crysophyta و۴ جنس متعلق به شاخه Dynophyta بودند. از جنس‌های غالب که در طول سال در اکثر ماه‌ها مشاهده شدند می توان به جنس‌های زیر اشاره کرد:

Anabeanaposis, Chroccoccus, Cylindrospermopsis, Lyngbya, Oocystis, Scendesmus, Tetraederon, Chlorogonium, Chaetoceros, Nytzschia, Surirella, Trachelomonas.

در این بررسی میانگین تراکم سالیانه فیتوپلانکتونی۵۸۳۲۵ سلول در لیتربه دست آمد. شاخه

1. Total Diss
2. Olved Solids

Chlorophyta و Cyanophyta به‌ترتیب با میانگین تراکم 3,501±10,396 و 12,457±19,555 سلول در لیتروفراوانی ۱۷/۸۲ و ۳۳/۵۳ درصد از کل جمعیت فراوانی را داشته و شاخه Euglenaophyta با میانگین تراکم 895±2,066 سلول در لیتر وفراوانی حدود ۳,۵۴ درصد جمعیت تراکم راداشته است .همچنین شاخه‌های Bacillariophyta و Dynophyta با تراکم‌های به‌ترتیب 12,843±24,964 و928±1,344 سلول در لیتر و فراوانی ۴۲/۸ و ۲/۳ درصد بیشترین و کمترین جایگاه قرار دارند که در مقایسه با سایر شاخه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). در مورد تغییرات سالانه تراکم فیتوپلانکتون، آذرماه با تراکم ۸۲۰۲۲سلول در لیتر دارای بیشترین مقدار و اسفندماه با تراکم ۳۹۲۶۴ سلول در لیتر دارای کمترین تراکم هستند.

و- زئوپلانکتون: دراین بررسی درمجموع ۳ شاخه، ۱۷ خانواده و۲۲ جنس و گونه از جمعیت زئوپلانکتون دریاچه شناسایی شدند. ازاین میان۱۲جنس متعلق به شاخه Rotifera، ۶ جنس متعلق به شاخه Arthropoda و ۳ جنس متعلق به شاخه Ciliophora می‌باشد. همچنین از جنس‌های غالب که در طول سال بیشتر مشاهده شدند می‌توان به Brachionus، Polyarthera، Synchaeta و Asplanchna از راسته روتیفرها و جنس‌های Bosminaو Daphniaاز راسته کلادوسرها و جنس Cyclops از راسته کوپه پوداها و Vorticella از راسته مژه داران اشاره کرد.

میانگین تراکم سالانه کل زئوپلانکتون در خرداد با ۹۲۴± ۹۳۶۶ عدد در لیتر دارای بیشترین میزان بود که این اختلاف با سایر ماه‌ها معنی دار است (p<۰/۰۵). همچنین شهریور با ۹۸± ۷۶۳ عدد در لیتر از سایر ماه‌ها کمتر بود. در مقایسه میانگین تراکم زئوپلانکتون دریاچه گلستان بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اما ایستگاه ۳ (وسط دریاچه) و ۶ (ورودی دریاچه) به ترتیب با میانگین تراکم سالانه و ۵۶۳± ۲۱۱۳ و۱۸۳±۴۹۸ عدد در لیتر بیشترین و کمترین تراکم را به خود اختصاص دادند. میانگین تراکم کل جمعیت‌های زئوپلانکتونی ۲۹۰±۳۶۳۶سلول در لیتربه دست آمد. شاخه Rotifera با ترکیب حدود ۶۰ درصد بیشترین فراوانی و تراکم زئوپلانکتونی را دارا بود. همچنین شاخه‌های Arthropoda (شامل کلادوسرا و کوپه پودا) و Ciliophora به‌ترتیب با ۲۵ و ۱۵ درصد در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند.

- برآورد تولید ماهی در دریاچه

مدل لی و ماتیاس: بر اساس مدل Li و Mathias توان تولید ماهیان فیتوپلانکتون خوار، زئوپلانکتون خوار و بنتوز خوار دریاچه محاسبه و در جدول ۴ آورده شده است. در محاسبه بیوماس فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون عمق متوسط دریاچه ۴ متر در نظر گرفته شد. میانگین سالانه بیوماس فیتوپلانکتون ۷۳/۱۷ و توان تولید ماهی‌های فیتوپلانکتون خوار دریاچه ۳۰/۴۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. همچنین بیوماس زئوپلانکتون دریاچه بر اساس بیوماس فیتوپلانکتون محاسبه و ۱۸/۲۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. بیوماس بنتوز هم ۲۱۹ کیلوگرم در هکتار و توان تولید ماهی‌های بنتوزخوار ۳۹/۳۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. مجموع کل بیوماس این سه گروه ۳۱۰/۴۲ کیلوگرم بدست آمد که بر این اساس توان تولید کل ماهی ۸۸/۰۶ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد (جدول ۴-۶).

جدول ٤- بیوماس و توان تولید ماهیان

	بیوماس (Kg/ha)	توان تولید ماهی(Kg/ha)
فیتوپلانکتون	۷۳,۱۷	۳۰,۴۵
زئوپلانکتون	۱۸,۲۵	۱۸,۲۵
بنتوز	۲۱۹	۳۹,۳۶
مجموع سه گروه	۳۱۰,۴۲	۸۸,۰۶

پلانکتون خوار و بنتوز خوار دریاچه گلستان (کیلوگرم در هکتار)

توان تولید ماهی در سایر مدل‌ها: در مدل مورفو ادافیک ایندکس (MEI) که در این تحقیق از میزان هدایت الکتریکی برای محاسبه MEI و در نهایت برآورد تولید ماهی استفاده شد، میانگین توان تولید دریاچه در سال ۱۲۵/۸۹ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. در مدل جانجوا که توان تولید ماهی با استفاده از شاخص MEI و مساحت دریاچه محاسبه می‌شود میانگین توان تولید سالانه ۲۷۴/۰۳ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. در مدل داسیلوا و فانگ- اسمیتبر اساس میزان تعداد کل بچه ماهی رهاسازی شده در هکتار در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ محاسبه شد و میزان توان تولید ماهی در هکتار ۴۰۴/۹۴ کیلوگرم بدست آمد. همچنین در مدل اوگلسبی میزان توان تولید سالانه ماهی ۲۳۵/۷۵ کیلوگرم در هکتار برآورد شد که نزدیکترین مقدار به صید واقعی دریاچه را داشته است. در مدل داونینگ و همکاران که بر اساس فسفر کل می‌باشد ۹۲/۳۵ کیلوگرم در هکتار ارزیابی شد (جدول ۵).

میانگین تمام مدل‌های مورد استفاده جهت توان تولید سالانه ماهی دریاچه: با احتساب میانگین کل روشها و مدل‌های بکار رفته میانگین کل توان تولید ماهی دریاچه ۲۰۳/۴۹ کیلوگرم در هکتار در سال می‌باشد. با توجه به مساحت حداکثر دریاچه که حدود ۱۳۸۳ هکتار می‌باشد، اگر میانگین دریاچه در طول سال ۵۰۰ هکتار در نظر گرفته شود سالانه می‌توان تولیدی برابر با ۱۰۱۷۴۵ کیلوگرم ماهی برآورد کرد. البته با توجه به نوسان بالای آب در چند سال اخیر وکاهش شدید سطح آب دریاچه در طول دوره مطالعه میانگین مساحت سالانه حدود ۱۰۵/۵۹±۵۰۰ هکتار اندازه گیری شد که با این مقدار سطح تولید کاهش خواهد یافت و به ۸۰۱۷۵ کیلوگرم در سال خواهد رسید.

جدول ۵- نتایج ارزیابی توان تولید ماهی دریاچه گلستان با استفاده از مدل‌های مختلف

مدل	برآورد توان تولید ماهی در هکتار
مورفو ادافیک ایندکس (Ryder, 1965)	۱۲۵,۸۹
جانجوا (Janjua, 2008)	۲۷۴,۰۳
داسیلوا و فانگ-اسمیت (De silva & Funge-S. 2005)	۴۰۴,۹۴
اوگلسبی (Oglesby, 1977)	۲۳۵,۷۵
داونینگ و همکاران (Downing et al., 1990)	۹۲,۳۵
لی و ماتیاس (Li and Mathias, 1994)	۸۸,۰۶
میانگین کل مدل‌ها	۲۰۳,۴۹

میزان کل تولید و صید ماهی در دریاچه گلستان از سال ۱۳۹۳ تا سال۱۳۹۶ (با در نظر گرفتن میانگین سطح یکسان دریاچه در چند سال گذشته) به ترتیب حدود ۲۳۷، ۳۷۳،۵۲۰ ، ۸۴۰ و ۸۶۰ کیلوگرم در هکتار بوده است که نشان دهنده روند کاهشی تولید می‌باشد و در سال ۱۳۹۳ بسیار نزدیک به توان تولید برآورد شده دریاچه می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

تروفی و توان تولید ماهی دریاچه: در مدل Li و Mathias (۱۹۹۴) یکی از فاکتورهایی که به‌عنوان شاخص برای تعیین تروفی مورد استفاده قرار می‌گیرد شاخه‌های غالب فیتوپلانکتون دریاچه می‌باشد که در دریاچه گلستان شاخه‌های Bacillariophyta و Cyanophyta غالب بودند و به‌عنوان شاخص‌های دریاچه‌های الیگوتروف به‌حساب می‌آیند. در دریاچه خندقلو زنجان نیز شاخه Cyanophyta به‌عنوان شاخه غالب و معرف یوتروف بودن دریاچه معرفی شد،اما در دریاچه مخزنی توده بین غالبیت شاخه Bacillariophyta به‌عنوان یکی از شاخص‌های اولیگوتروفی دریاچه معرفی شد (Mirzajani، ۲۰۰۹). همچنین در مدل لی و ماتیاس برای تعیین سطح تروفی میزان COD برحسب میلی‌گرم در لیتر نیز مورداستفاده قرار می‌گیرد که در این تقسیم‌بندی بیشتر از ۱۵ جزءدریاچه‌های فوق یوتروف قرار می‌گیرد. میانگین COD دریاچه گلستان ۱۳/۵۳ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که از دریاچه خندقلو (۵۳/۹۹ میلی‌گرم در لیتر) کمتر است (Abdolmaleki و همکاران، ۲۰۱۳). میزان COD دریاچه گلستان کمتر از استاندارد COD برای ماهیان گرم آبی (۲۰ میلی‌گرم در لیتر) می باشد (Abdolmaleki و همکاران، ۲۰۱۳). توان تولید ماهی دریاچه گلستان (۲۰۳/۴۹ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با دریاچه‌ی خندقلو که بر اساس مدل‌های مختلف دارای دامنه تولید ۱۶۷ تا ۳۲۴ کیلوگرم در هکتار بوده و با دریاچه سد شهید کاظمی (APHA، ۲۰۰۵) که معادل ۲۹۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است، تقریبا مشابه است.اما در مقایسه با دریاچه سد قارختلو زنجان که بین ۴۷/۵ کیلوگرم تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده بیشتر است.

محاسبه توان تولید ماهیان پلانکتون‌خوار دریاچه گلستان (۴۸/۷ کیلوگرم در هکتار) برآورد شد که تقریبامشابه نتایج دریاچه چغاخور با ۳۴/۴ کیلوگرمدرهکتار بود، اما در مقایسه با دریاچه مهاباد (عبدالملکی، ۱۳۷۹) با ۱۷۷ کیلوگرم در هکتار و دریاچه خندقلو (Abdolmaleki و همکاران، ۲۰۱۳) با ۷۷/۲ کیلوگرم در هکتار، دریاچه سد تهم زنجان (میرزاجانی، ۱۳۸۶) ۹۵ کیلوگرم در هکتار و دریاچه الخلج زنجان ۹۹/۷۴ کیلوگرم در هکتار کمتر است که این نتیجه با شاخص تروفی TSIکلروفیل a دریاچه گلستان همخوانی دارد. محصول ماهی در آب‌های طبیعی بسته به باروری منبع آبی متغیر بوده و معمولاً بین ۲۵ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار است که در ایران براساس گزارش آویچ (۱۳۷۲) تا ۲۰۰ کیلوگرم نیز افزایش داشته است.

میزان کلروفیل a و تراکم فیتوپلانکتونی دریاچه گلستان نسبت به دریاچه‌های یوتروف بالاتر می‌باشد و علیرغم اینکه سطح تروفی دریاچه بر اساس غلظت مواد مغذی در سطح الیگوتروف تا یوتروف می‌باشد توان تولید ماهی نیز بالاتر از دریاچه‌های الیگوتروف می‌باشد. یکی از مهم‌ترین عامل‌هایی که در بالا بودن تراکم فیتوپلانکتون و به دنبال آن کلروفیل a و درنهایت توان تولید ماهی تأثیرگذار است کم شدن عمق هرسال بوده که مقدار زیادی مواد مغذی و جمعیت‌های مختلفی از فیتوپلانکتون‌ها با رسیدن نور کافی رشد زیادی می‌کند و درنهایت باعث افزایش تراکم فیتوپلانکتون می‌شود. همچنین می‌توان به

میانگین نسبتاً بالا سالانه دمای آب (حدود ۲۱/۰۹ درجه سانتی‌گراد) اشاره کرد. با مقایسه توان تولید ماهی برآورد شده دریاچه (۲۰۳/۴۹ کیلوگرم در هکتار) با میزان صید در هکتار دریاچه (۱۴۲/۹) می‌توان به این نتیجه رسید که مدل‌های توان تولید بکار رفته درمجموع برآورد خوبی از میزان توان تولید واقعی دریاچه داشته‌اند.

Refrences

1. Khanipour, A.A., 2005. Final report of limnological studies of reservoir lake of Hasanlu dam of West Azerbaijan (third phase). Investigate the possibility of raising salmon in cages. Caspian Sea Bony Fish Research Center. 48 p.
2. Abbasi, K., 2006. Identification and distribution of Shafarood fish in Guilan province. Iranian Journal of Fisheries 15: 2.
3. Abbasi, K., Sarpanah, A. and Moradkhah, S., 2007. Identification and study of the distribution of fish in Siah Darvishan River (Anzali wetland area). Journal of Research and Construction in Livestock and Aquatic Affairs. Issue 74.
4. Abbasi, K., Salavatian, M. and Abdulpour Biria, H., 2004. Identification and distribution of fish in Mahabad Chai River in Urmia Lake basin. Iranian Journal of Fisheries 13, 4.
5. Abdolmaleki, Sh., Sabokara, J., North, M., Abbasi, K., Ghaneh, A. and Mirhashemi Nasab, F., 2000. Final Report of Mahabad Dam Lake Fisheries Studies. Iran Fisheries Deputy Publications. 157 p.
6. Abdolmaleki, Sh., Mirzajani, A.R., Khodaparast, S.H., Saberi, H., Babaei, H., Saboara, F.J., Makaremi, M., Khatib Haghighi, S., Ghani Nejad, D., Yousefuzad, A., Nowruzi, H., Nahor, M.R., Khidmati, K., Nikupour, M., Rastin, R. and Mohsenpour, H., 2013. Study of Khandaghloo earth dam in Mahneshan city of Zanjan province. Iran Fisheries Science Research Institute, Tehran. 207 pages.
7. Mirzajani, A. 2009. Limnological study of Lake Tahm Dam in Zanjan province. Agricultural Jihad Organization of Zanjan Province. Fisheries Management of Zanjan Province. 90 p.
8. Mirzajani, A., Abbasi, K., Sabkara, J., Makaremi, M., Abedini, A. and Sayadbourani, M., 2012. Limnology of Aligo Lake - Mesotrophthym in Zanjan Province. Iranian Journal of Biology. Iranian Journal of Biology 25, 1.
9. Mirzajani, A., Abbasi, K., Sabokara, J., Makaremi, M., Aydini, A. and Sayadborani, M., 2012. Limnology of Aligo-Mesotrophem Lake in Zanjan Province. Iran Biology Mgazine 25(1), 74-90.
10. APHA (American Public Health Association), 2005. Standard Methods for The Examination of water and wastewater, 21th ed. American Public Health Association, Washington, DC. USA.1193 P.
11. Becker Nevers, M. and Whitman, R.L., 2004. Characterization and comparison of phytoplankton in selected lakes of five Great Lakes area National Parks. Aquatic Ecosystem Health & Management 7(4), 515-528.
12. Boyd, C.E. and Tuker, C.S., 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic Publisher, London, 700 p.
13. Celikkale, M.S., 1991. Basic Factor Effecting the productivity of the Black Sea. The Black Sea Symposium: 16-18. Septamber 1991, Istanbul, Turkey. 223-234.
14. Cigagna, C., Bonotto, D.M., Monteiro, A.F.C. and Sturaro, J.R., 2016. Trophic state index (TSI) and physico-chemical characteristics of a shallow reservoir in southeast Brazil. Environmental Earth Sciences 75, 102-113.
15. De Silva, S.S. and Funge-Smith, S., 2005. A review of stock enhancement practices in the inland water fisheries of Asia. Asia-Pacific Fishery Commission, Bangkok, Thailand. RAP Publication No. 2005/12, 93 p.
16. Downing, J.A., 2014. Limnology and oceanography: two estranged twins reuniting by global change. Inland Waters, (4), 215-232.

17. Janjua, M.Y., Ahmad, T. and Gerdeaux, D., 2008. Comparison of different predictive models for estimating fish yields in Shahpur Dam, Pakistan. Lakes & Reservoirs: Research and Management, 13: PP.
18. Kratzer, C.R. and Brezonik P.L., 1981. A Carlson-type trophic state index for nitrogen in Florida lakes. Water. Res. Bull. 17: 713-715.
19. Li, S. and Mathias, J., 1994. Freshwater fish culture in China: principles and practice. Elsevier, Amsterdam.
20. Ray T. Oglesby, 2011. Relationships of fish yield to lake phytoplankton standing crop, production, and morphoedaphic factors. Journal of the Fisheries Research Board of Canad. 34(12), 2271-2279.
21. Ryder, R.A., 1965. A method of estimating the potential fish production of north temperate lakes. Transactions of the American Fisheries Society 94(3), 214-218.

Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 7, No. 1, April 2013

Biological condition of the Golestan Dam reservoir based on primary products

T. Poursoufi[1*], B. Mansouri[1], B.M. Gharanjik[1]
[1] Inland Waters Aquatics Stocks Research Center, Iranian Fisheries Research Organization, Gorgan, Iran

Abstract

In annual and seasonal variations, the density of phytoplankton in Golestan Dam was observed in July with the highest density and the lowest density was observed in March. The ability to produce fish is Golestan Lake (203.49 kg/ha) and compared to Khandaghlo Lake (Abdolmaleki, 1393) Which is based on various models with a production range of 167 to 324 kg ha-1, and is almost identical to Lake Shahid Kazemi Dam (Asarab Consulting Engineers, 2011), which is estimated at 290 kg ha-1. By comparing the estimated fish production potential of the lake (203.49 kg ha-1) with the catch per hectare of the lake (142.9), it can be concluded that the production power models used in the total have a good estimation of the actual production capacity of the lake.

Keywords: Golestan Dam, Phytoplankton, Primary products

[*]Corresponding author; puorsuofi@yahoo.com