magiran.com

تأثیر احداث سد بر تغییرات، دما، pH، شوری، قلیائیت و سختی آب در رودخانه حنا (سمیرم)

عباسعلی استکی

poserc@hotmail.com

موسسه تحقیقات شیلات ایران

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندرعباس صندوق پستی: ۱۵۹۷

تاریخ دریافت : بهمن ۱۳۷۹ تاریخ پذیرش : آبان ۱۳۸۱

چکیده

این تحقیق در سال ۱۳۷۸ بر روی سرشاخه‌های اصلی رودخانه حنا، دریاچه سد حنا و آب خروجی از سد که در شرایط فعلی رودخانه حنا را تشکیل می‌دهد انجام گرفته و طی آن شرایط هیدرولوژیک، آب و هوا، pH، شوری، قلیائیت، سختی کل و دمای آب در قسمتهای مختلف این اکوسیستم‌ها اندازه‌گیری و مقایسه شدند.

نتایج نشان دادند که در آب سرشاخه‌های اصلی رودخانه حنا، مقادیر قلیائیت، سختی و شوری، زیاد و بترتیب بین ۱۵۲ تا ۲۵۱، ۲۰۰ تا ۳۰۰ و ۴۴۱ تا ۱۰۸۰ میلی‌گرم در لیتر نوسان داشتند. بنحویکه آب آنها در زمره آبهای سخت طبقه‌بندی می‌شود که پس از ورود به دریاچه سد، در اثر ایجاد شرایط سکون و ماندگاری آب و برغم افزایش سطح تبخیر، از مقدار آنها کاسته شده تا حدی که در آب رودخانه حنا در شرایط فعلی میزان قلیائیت، سختی و شوری کل بسیار متعادل‌تر از سرشاخه‌های آن بوده و بترتیب تا حد ۱۲۷ تا ۲۲۲، ۱۶۰ تا ۲۴۰ و ۵۳۱ تا ۶۵۷ میلی‌گرم در لیتر کاهش حاصل نموده است. بالعکس تغییرات روزانه و سالانه pH آب سرشاخه‌ها نسبتاً متعادل و مابین ۷/۶ تا ۸/۵ اندازه‌گیری شد ولی در آب دریاچه تغییرات آن بسیار شدید بود بنحویکه متوسط آن در ماههایی از تابستان تا حد ۹/۷ افزایش حاصل نمود.

لغات کلیدی: دما، pH، شوری، قلیائیت، رودخانه حنا، استان اصفهان

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

مقدمه

در ارتفاعات حوضه آبخیز، نزولات جوی، روان آبهای سطحی، آب چشمه‌ها و غیره به هم پیوسته و سرشاخه‌های رودخانه‌ها را تشکیل می‌دهند که این سرشاخه‌ها در مناطق پایین‌تر با هم یکی شده و رودخانه‌های بزرگتر را بوجود می‌آورند و در نتیجه در شرایط معمولی اختصاصات و ساختار شیمیایی آب هر رودخانه متناسب با کمیت و ساختار شیمیایی آب مخلوط شده سرشاخه‌های آن می‌باشد. ساختار شیمیایی آب اکثر رودخانه‌ها طی قرون و اعصار گذشته تغییرات شدیدی را طی نموده و در حال حاضر معمولاً تغییرات طبیعی ناچیزی را نشان می‌دهند (Meyer *et al.*, 1988) ولی تحت شرایط خاصی مانند ایجاد زلزله، آتشفشان، آتش‌سوزی‌های وسیع در جنگلها و مراتع حوضه آبخیز (Schindler *et al.*, 1996) و دخالت‌های انسانی (Silva *et al.*, 1988)، ساختار شیمیایی آب رودخانه‌ها بشدت متأثر شده و دچار تغییرات بعضاً وسیع می‌گردد. از جمله تأثیر و دخالت فعالیتهای انسانی، احداث سدهای بزرگ و کوچک بر روی رودخانه‌ها می‌باشد که موجب ایجاد تغییرات وسیع در اکوسیستم رودخانه‌ها از جمله جلوگیری از مهاجرت ماهیان جهت تخم‌ریزی و کاهش ذخایر آنها، تغییرات دبی آب و غیره می‌شود (Moss, 1980). در واقع با ایجاد سد، قسمت وسیعی از آب رودخانه که قبلاً شرایط اکوسیستم‌های جاری را داشته، تغییر وضعیت داده و به اکوسیستم آبی ساکن تبدیل می‌شود و به دنبال آن انسان با اعمال مدیریت و تنظیم آب، بشدت بر ساختار رودخانه پایین دست سد تأثیر می‌گذارد. بنحویکه ساختار شیمیایی آب آن علاوه بر اختلاط آب سرشاخه‌ها، از شرایط سکون آب نیز به شدت متأثر می‌گردد. در این مقاله تأثیر احداث سد و ایجاد دریاچه و شرایط سکون آب بر تغییرات pH، شوری، قلیائیت و سختی آب رودخانه حنا مورد بررسی و بحث قرار می‌گیرد. همچنین جهت روشن شدن وضعیت طبقه‌بندی حرارتی آب در فصول مختلف، شرایط سالانه آب و هوایی منطقه و وضعیت دمای ستون آب دریاچه در طول سال بررسی می‌شود.

سد حنا در جنوب باختری اصفهان و در ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان سمیرم در نزدیکی روستای حنا واقع شده است.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

مواد و روشها

رودخانه حنا در جنوبی‌ترین قسمت استان اصفهان از کوههای آق داغ، رک حنا، دره علی، دلا و مروارید سرچشمه گرفته و پس از عبور از دشت حنا به رودخانه سمیرم می‌ریزد. رودخانه سمیرم در شمال منطقه کهکیلویه به رودخانه خراسان، که از سرشاخه‌های اصلی کارون است، ملحق می‌گردد. حوضه آبریز رودخانه حنا جزئی از حوزه آبریز کارون می‌باشد و حدوداً مابین ۵۱´ ـ ۳۱° طول شرقی و ۰۲´ ـ ۳۱° تا ۲۸´ ـ ۳۱° عرض شمالی در مجاورت ضلع جنوب غربی حوزه مرکزی قرار دارد. طول و عرض این حوزه حدوداً ۴۰ و ۱۸ کیلومتر و مساحت آن ۷۱۰ کیلومتر مربع می‌باشد (مهندسین مشاور تهران برکلی و زایند آب، ۱۳۶۴).

جهت اندازه‌گیری شوری، قلیائیت کل و سختی کل یک بطری از هر نمونه آب به آزمایشگاه منتقل و براساس روشهای استاندارد سازمان محیط‌زیست (۱۳۷۷) آنالیز شدند. pH توسط دستگاه پرتابل (Testo 230) و حرارت توسط دماسنج جیوه‌ای در صبح و عصر اندازه‌گیری شدند. اطلاعات مربوط به سرعت و میزان وزش باد از ایستگاه هواشناسی مستقر در ایستگاه تحقیقاتی شهید حمزوی واقع در جنوب روستای حنا کسب گردید.

نمونه‌گیری از آب رودخانه‌های ورودی، دریاچه و رودخانه حنا از اردیبهشت ۱۳۷۸ تا فروردین ۱۳۷۹ بصورت ماهانه انجام گرفت. در نزدیکی محل ورود آب رودخانه بهمن زاد و رحیمی به دریاچه، ایستگاههای شماره ۱ و ۲ تعیین شدند که مبین مشخصات آب این رودخانه‌ها در هنگام ورود به سد می‌باشند. با توجه به شکل، وسعت و نسبت سطح به عمق در دریاچه، دو اکوسیستم مختلف مشخص شد: یکی اکوسیستم قسمت بالای دریاچه که وسیع و کم عمق است و بشدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرارداشته و ناحیه ساحلی وسیعی دارد و دیگری قسمت پائینی دریاچه که سطح آن کمتر، عمیقتر و نسبت طول به عرض زیادی دارد و پشت سد قرار گرفته است. در قسمت بالای دریاچه ایستگاههای ۳ تا ۵ و قسمت پایینی دریاچه ایستگاههای ۶ تا ۹ مشخص شدند. ایستگاههای شماره ۱۰ و ۱۱ بترتیب مبین مشخصات آب خروجی از سد و رودخانه حنا می‌باشند.

نمونه‌گیری از ۶ متر اول ستون آب دریاچه توسط لوله پلیکا با قطر ۵ سانتیمتر و از نواحی

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

عمیق‌تر توسط بطری روتنر انجام گرفت ولی چون وزش باد در تابستان شدید بود و امکان نمونه‌گیری توسط بطری روتنر از اعماق وجود نداشت و کلیه پارامترهای اندازه‌گیری شده در اولین نمونه‌گیری تابستان در آب خروجی و اعماق آب دریاچه برابر بود، بنابراین مشخصات آب خروجی بعنوان مشخصات عمق آب در نظر گرفته شد.

نتایج

در مدت نمونه‌برداری pH آب رودخانه‌های رحیمی و بهمن‌زاد مابین ۷/۶ تا ۸/۵ متغیر و مقادیر اندازه‌گیری شده در فصول پاییز و زمستان بیشتر از سایر مواقع سال بود. نقاط مختلف آب دریاچه pH مابین ۷/۷ تا ۹/۷ را نشان دادند که برعکس سرشاخه‌ها، مقادیر حداکثر در ماههای تابستان اندازه‌گیری شدند. در آب خروجی و رودخانه حنا مقادیر pH بین ۷/۷ تا ۹/۳ متفاوت بود و نوسانات ماهانه آن تقریباً با مقادیر اندازه‌گیری شده در دریاچه همخوانی داشت. در کل اکوسیستم‌های مورد مطالعه، مقادیر تغییرات روزانه pH بین صفر تا ۰/۸ متغیر بود و حداکثر مقادیر در بهار بدست آمد (نمودار ۱).

در آب سرشاخه‌ها، حداکثر قلیائیت کل ۲۵۱/۵ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم در فروردین ماه اندازه‌گیری شد که در ماههای بعدی کاهش یافته و به حداقل ۱۵۲ میلی‌گرم در لیتر در تیر ماه رسید ولی در ماههای بعدی دوباره میزان آن افزایش یافت. سایر اکوسیستم‌های مورد مطالعه نیز با حداکثر بهاره و حداقل تابستانه مشخص شدند. بجز قسمت بالایی دریاچه که حداکثر ۲۷۲ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم در مهرماه بدست آمد (نمودار ۲).

سختی آب در رودخانه‌های رحیمی و بهمن‌زاد بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم اندازه‌گیری شد. آب رودخانه رحیمی سخت‌تر و نوسانات ماهانه آن کمتر از رودخانه بهمن‌زاد بود. سختی آب دریاچه کمتر از سرشاخه‌ها و بین ۱۶۰ تا ۲۹۳ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم متغیر بود که مقادیر حداقل در تیرماه و حداکثر در اسفندماه اندازه‌گیری شدند. سختی آب رودخانه حنا از حداقل ۱۶۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم در مهرماه تا حداکثر ۲۴۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم در خرداد ماه متفاوت بود (نمودار ۳).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

شوری کل آب رودخانه بهمن‌زاد مابین حداکثر ۵۴۹ میلی‌گرم در لیتر در آذر ماه تا حداقل ۴۴۱ میلی‌گرم در لیتر در اسفند ماه متفاوت بود. آب رودخانه رحیمی شورتر و شوری آن از ۱۰۸۰ میلی‌گرم در لیتر در شهریور ماه تا ۸۱۹ میلی‌گرم در لیتر در اسفند ماه نوسان داشت. میزان شوری در آب دریاچه ۴۸۶ تا ۷۳۳ و در آب خروجی ۵۲۲ تا ۵۶۶ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. تغییرات شوری در رودخانه حنا کمتر از سایر اکوسیستم‌ها و مابین ۵۳۱ تا ۶۵۷ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد (نمودار ۴).

در منطقه حنا سرعت باد بین ۴ تا ۲۸ گره متفاوت بود. در فروردین ماه ۱۰ روز بدون وزش باد وجود داشت که به طرف تابستان از میزان آن کاسته شد بنحویکه در ماههای تیر و مرداد فقط ۳ روز منطقه آرام بوده است. حداکثر روزهای بدون باد در اواخر پاییز و زمستان مشاهده شد که بین ۱۵ تا ۲۴ روز گزارش شده است (نمودار ۵).

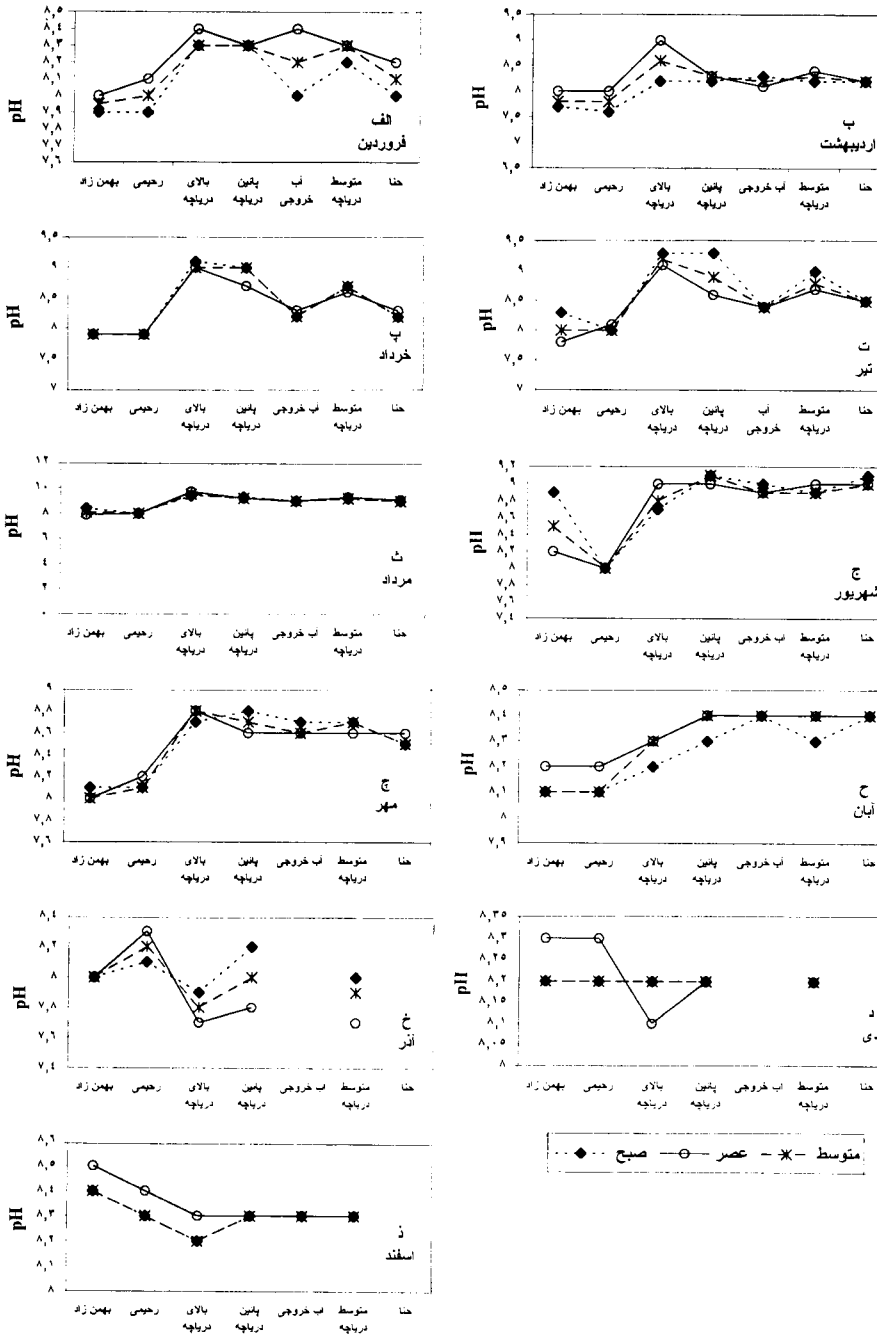
حداقل دمای هوای روزانه ۷/۵ ـ درجه سانتیگراد در دی ماه و حداکثر آن ۲۷/۵ درجه سانتیگراد در شهریور ماه اندازه‌گیری شد. اختلاف دمای شبانه‌روزی هوا در بین ماههای سال بسیار متفاوت و از غیرمحسوس در تیر ماه تا ۱۹/۵ درجه در اردیبهشت ماه اختلاف داشت (نمودار ۶).

در طول دوره آزمایش دمای آب رودخانه‌های ورودی از حداکثر روزانه ۲۱/۳ در اردیبهشت ماه تا حداقل روزانه ۲/۰ در دی ماه متفاوت بود و حداقل تغییرات دمای روزانه آنها ۲ درجه سانتیگراد در آبان ماه و حداکثر ۱۰/۷ درجه در اسفند ماه بدست آمد. در آب دریاچه حداکثر دمای روزانه ۲۴/۷ درجه سانتیگراد در مرداد ماه و حداقل دمای روزانه ۱ درجه سانتیگراد در دی ماه اندازه‌گیری شد و تغییرات روزانه دمای آب آن از حداقل ۱/۰ در آبان ماه تا حداکثر ۸/۷ درجه سانتیگراد در اردیبهشت ماه اندازه‌گیری شد. اختلاف دمای سطح و عمق آب دریاچه در ناحیه عمیق پشت سد در اکثر نمونه‌گیریها کمتر از ۱/۲ درجه سانتیگراد و در تابستان ۲ تا ۳/۲ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شد (نمودار ۷).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

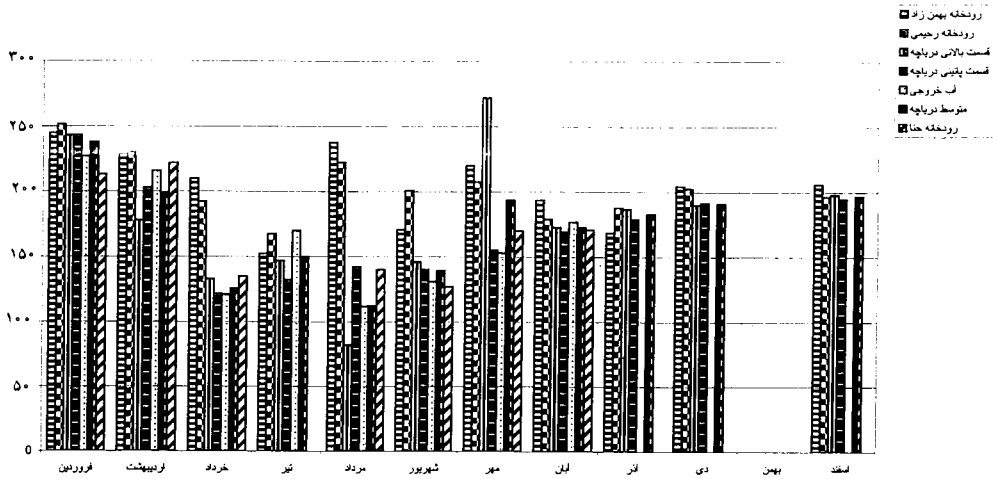
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

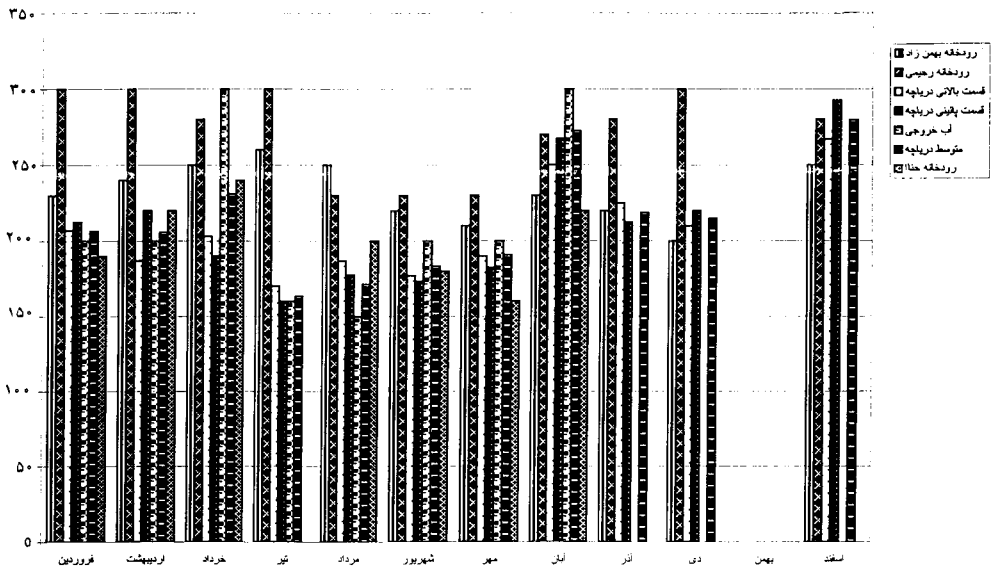


نمودار ۱: مقادیر pH در آب ایستگاههای مختلف سد حنا از اردیبهشت ۱۳۷۸ تا فروردین ۱۳۷۹

magiran.com



نمودار ۲: مقادیر قلیائیت کل در آب‌اکوسیستمهای مختلف رودخانه حنا برحسب میلی‌گرم در لیترکربنات کلسیم

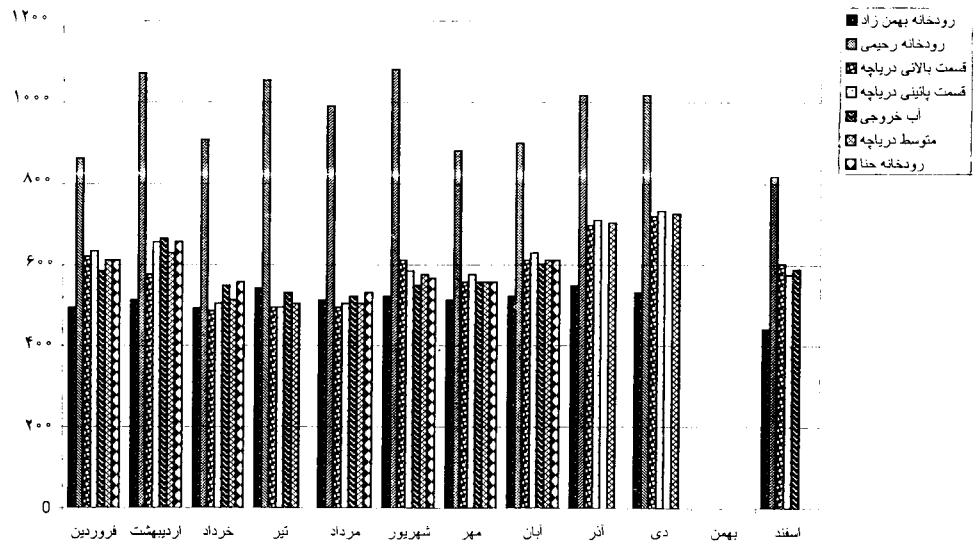


نمودار ۳: مقادیر سختی کل در آب اکوسیستمهای مختلف رودخانه حنا برحسب میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم

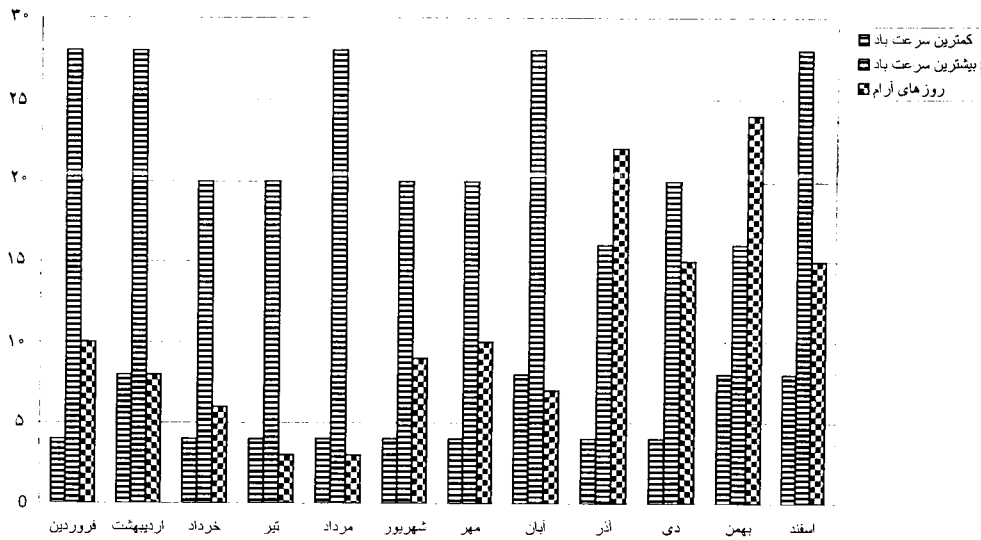
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com



نمودار ۴: مقادیر شوری کل در آب اکوسیستمهای مختلف رودخانه حنا برحسب میلی‌گرم در لیتر

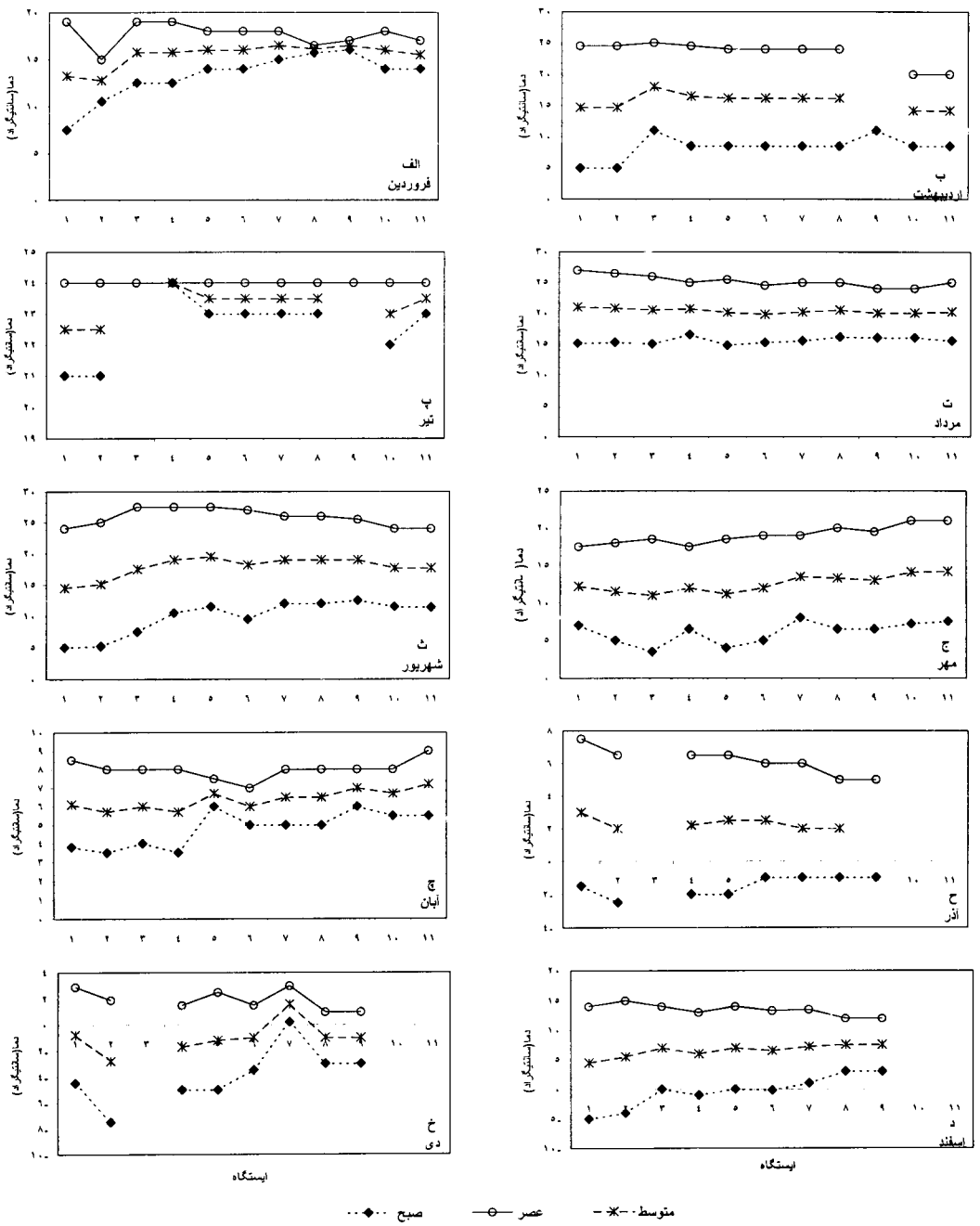


نمودار ۵: مقادیر سرعت باد برحسب گره و روزهای آرام در منطقه حنا (۱۳۷۸)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

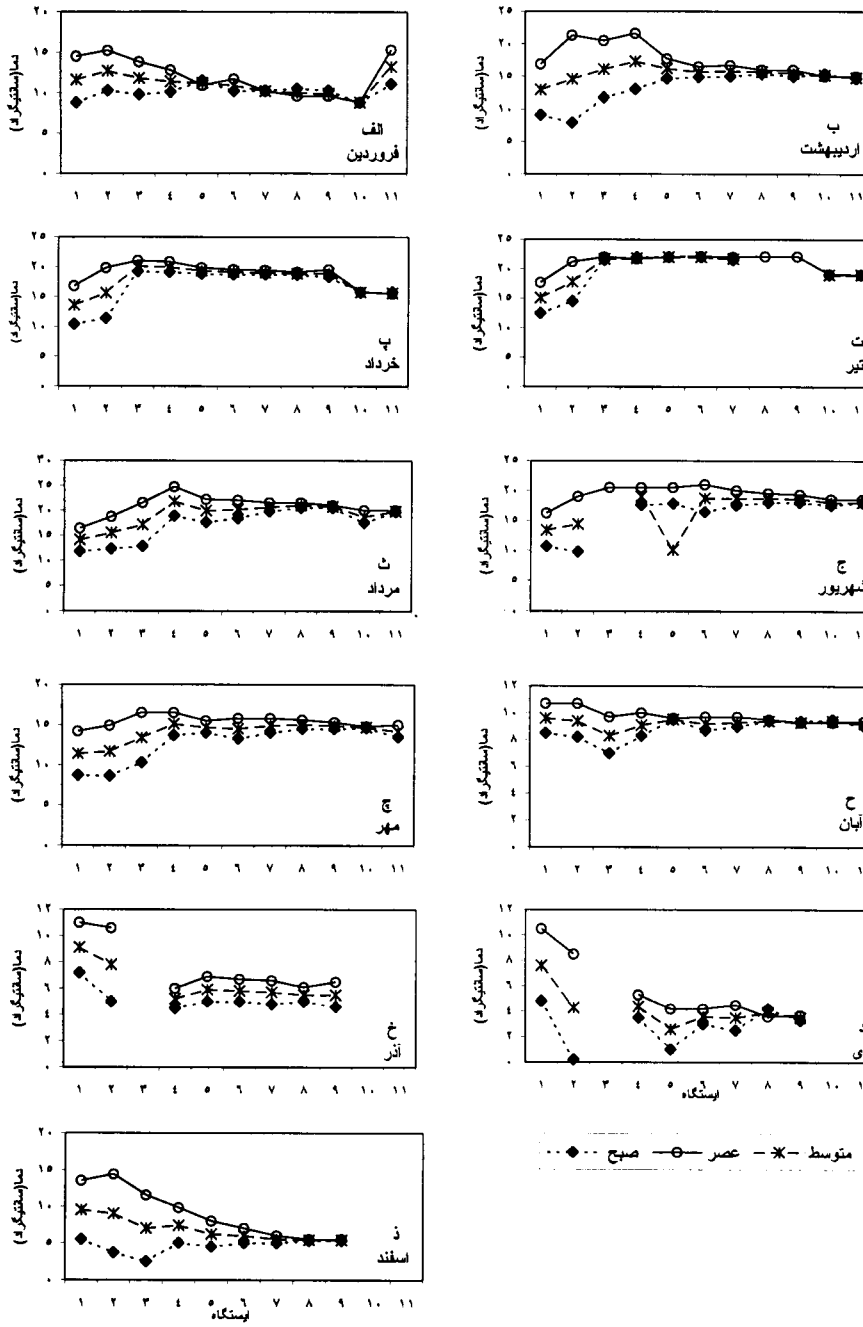
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]



نمودار ۶: تغییرات دمای هوای ایستگاههای مختلف سد حنا از اردیبهشت ۷۸ تا فروردین ۱۳۷۹

magiran.com
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]



نمودار ۷: دمای آب ایستگاههای مختلف سد حنا از اردیبهشت ۱۳۷۸ تا فروردین ۱۳۷۹

magiran.com

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

بحث

بطورکلی ساختار شیمیایی آب رودخانه‌ها از مشخصات مختلف حوضه آبخیز مانند آب و هوا، میزان و پراکندگی بارندگی، مسائل زمین‌شناسی، جنس و نوع خاک، پوشش گیاهی، شیب زمین، میزان و نوع فرسایش، دخالتهای انسانی (صنعتی، کشاورزی، شهرنشینی) و غیره تبعیت می‌کند (Meyer *et al.*, 1988) حوضه آبخیز رودخانه حنا اصولاً منطقه کوهستانی است که جنس بستر کوهها و تپه‌های آن از سنگهای آهکی، کنگلومرایی و مارنی تشکیل شده و دشتهای با شیب ملایم نیز قسمت وسیعی از سطوح منطقه را پوشانده‌اند. نزولات جوی در این حوضه عمدتاً بصورت برف بوده و مقدار کمتری نیز بصورت بارندگی می‌باشد. بطورکلی وجود افق سخت آهکی و یا لایه سنگی در طبقات خاک، لایه غیر قابل نفوذ را بوجود آورده و در نتیجه آبهای حاصله از ذوب برفها و یا باران بسرعت به جریان در آمده و با توجه به شرایط توپوگرافی موجبات تخریب خاکها را فراهم می‌آورند (اسکندری، ۱۳۷۷). بعلاوه در حوضه آبخیز، ۴۸۶۷۵ هکتار اراضی شخم خورده و دیم (شاهمرادی و همکاران، ۱۳۶۶) و حدود ۹۰۰۰ هکتار اراضی آبی وجود دارد (مهندسین مشاور تهران برکلی و زایند آب، ۱۳۶۴) که با توجه به شیب زمینهای اطراف مسیر سرشاخه‌های اصلی (رودخانه‌های بهمن زاد و رحیمی) آب این رودخانه‌ها جهت آبیاری اراضی کشاورزی منحرف شده و پس از عبور از مزرعه و بدلیل شیب زیاد (نسبت به اراضی معمولی کشاورزی) در انتهای آن تجمع کرده و سپس سرریز نموده و به رودخانه بازگردانده می‌شود. این عمل نیز موجب شستشوی مواد معدنی و انحلال آنها در آب رودخانه‌های بهمن زاد و رحیمی می‌گردد.

مجموعه موارد و عوامل فوق الذکر سبب قلیایی بودن pH، قلیائیت بالا و سختی زیاد آب رودخانه‌های رحیمی و بهمن زاد شده‌اند، بطوریکه بر اساس تقسیم‌بندی‌های موجود در منابع (استکی، ۱۳۷۵) آب این رودخانه‌ها در زمره آبهای سخت محسوب می‌گردد. سختی زیاد نیز در آبهای رودخانه‌های سیاهرود و هراز که در معرض آلودگی‌های کشاورزی و صنعتی قرار دارند گزارش شده است (روشن طبری، ۱۳۷۵ و ۱۳۷۶). شوری آب سرشاخه‌های رودخانه حنا نیز نسبتاً زیاد بود خصوصاً در رودخانه رحیمی که در اکثر مواقع حدود ۱ گرم در لیتر

magiran.com

اندازه‌گیری شد. در مقیاس جهانی متوسط شوری آب رودخانه‌ها ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر مشخص شده است (Wetzel, 1975).

تغییرات شوری آب رودخانه‌ها در فصول بارندگی تحت تاثیر دبی آب و در فصل کشاورزی متأثر از فعالیتهای کشاورزان و دامداران بوده است.

میزان قلیائیت رودخانه‌های ورودی بیشتر از دریاچه بود. علت این امر افزایش فتوسنتز و جذب بی‌کربنات در شرایط سکون آب دریاچه می‌باشد. دامنه تغییرات میزان قلیائیت کل بدست آمده جهت اکوسیستم‌های مختلف رودخانه حنا با دامنه تغییرات قلیائیت کل در آبهای با حوضه آبخیز دارای سنگ‌های آهکی که در منابع ۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم ذکر شده (Boyd & Tucker, 1998) همخوانی دارد. قلیائیت کل ۴۴ میلی‌گرم در لیتر جهت دریاچه‌های مزوتروفیک در کشور هندوستان (Patim & Sahu, 1993)، قلیائیت کل ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در کشور ونزوئلا جهت دریاچه‌های یوتروفیک (Cressa & Senior, 1990)، حداقل ۱۱ میلی‌گرم در لیتر جهت دریاچه اسیدی در کشور فنلاند (Arvola *et al.*, 1990) و حداکثر ۳۱۷۰ میلی‌گرم در لیتر در دریاچه‌های آب شور با تبخیر زیاد کشور ایرلند (Rippey & Wood, 1985) گزارش شده است.

سختی آب دریاچه نیز کمتر از آب سرشاخه‌های رودخانه حنا و حداکثر مقادیر اکثراً در اسفند ماه اندازه‌گیری شد. این موارد ناشی از همان تأثیرات تغییر شرایط بیولوژیک در اثر سکون آب می‌باشد. با این وجود مقادیر سختی کل درآب دریاچه مابین ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد که بیانگر سخت بودن آب آن می‌باشد (استکی، ۱۳۷۵).

متوسط pH آب اکوسیستم‌های مختلف دریاچه حنا در طول سال بین ۸ تا ۹/۷ متغیر بود. در منابع دامنه تغییرات کمتر (۵/۵ تا ۷/۶) در دریاچه‌های مناطق حاره ناشی از ورود CO_2 و حذف طبقه‌بندی و چرخش آب گزارش شده است (Mtade, 1988). دامنه تغییرات پائین‌تر (۵/۵ تا ۶/۵) در دریاچه‌هایی که قدرت بافر حوضه آبخیز آنها کم و در معرض بارانهای اسیدی قرار دارند مشاهده شده است (Arvola *et al.*, 1990). دامنه تغییرات نزدیکتر (۷/۴ تا ۹/۴) در دریاچه پریشان فارس (استکی، ۱۳۷۸)، ۷/۵ تا ۹/۳ در دریاچه هیپرتروفیک

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

آلوده به فاضلاب شهری در اتریش (Mayer *et al.*, 1997) و ۷/۲ تا ۹/۱ در دریاچه مزویوتروفیک کشور چین (Weimin *et al.*, 1997) گزارش شده است. نزدیکترین دامنه تغییرات ۸ تا ۱۰ در اکوسیستم‌های آبی پوشیده از ماکروفیت (Pokorny *et al.*, 1984) و دامنه تغییرات بالاتر ۹ تا ۱۰ جهت دریاچه‌ای قلیایی در آفریقا (Groth *et al.*, 1997) و ۹/۱ تا ۱۰/۳ در دریاچه‌ای یوتروفیک (Maberly, 1996) اندازه‌گیری شده است. در منابع تغییرات دامنه pH در آبهای طبیعی را به شکل کلاسیک ۶/۵ ذکر و آنرا ناشی از تاثیرات متقابل شدت فتوسنتز و قدرت بافر آب می‌دانند (استکی، ۱۳۷۵). ولی در عمل ممکن است دامنه تغییرات pH فراتر از مقدار فوق الذکر بوده و تغییرات فصلی نیز داشته باشد. در آب دریاچه سد حنا از ابتدای فصل بهار تا اواسط تابستان، pH آب افزایش یافته و سپس بطرف آخر زمستان کاهش حاصل نمود. همچنین pH آب رودخانه‌های ورودی و رودخانه حنا همواره کمتر از آب دریاچه اندازه‌گیری شد. این تغییرات ناشی از شرایط سکون و ماندگاری آب خصوصاً در اثر تأثیر متقابل افزایش فعالیتهای بیولوژیک (فتوسنتز و تنفس) و عوامل شیمیایی ستون آب می‌باشد (Brigault *et al.*, 1998). بویژه pH آب تحت تأثیر فعالیتهای شدید فتوسنتزی گیاهان عالی آبزی بشدت افزایش حاصل می‌نماید (Barko & James, 1994). ممکن است در دریاچه‌ها در اثر ورود مواد مغذی و یا سایر شرایط مناسب جمعیت ماکروفیتها و یا فیتوپلانکتونها بشدت توسعه یافته و متابولیسم شدید جمعیت را موجب شوند که در این شرایط چنانچه قدرت بافر آب زیاد باشد تغییرات وسیع pH مشاهده نشده و چنانچه قدرت بافر آب کم باشد pH نوسانات روزانه شدیدی را نشان می‌دهد. نوسانات شدید روزانه pH برابر ۱/۷ (Maberly, 1996) و نوسانات کم روزانه ۰/۷ (Neal *et al.*, 1998) در مورد اکوسیستم‌های یوتروفیک گزارش شده است. فتوسنتز زیاد و قلیائیت متوسط دریاچه موجب افزایش متوسط pH آن تا ۹/۶ شده است (Yibbing & Fengshan, 1996) و یا قلیائیت زیاد و سختی کم، متوسط pH آب دریاچه را تا ۱۰ افزایش داده است (Alcocer *et al.*, 1997). خصوصاً در دریاچه‌ها و اکوسیستم‌های پوشیده از گیاهان عالی غوطه‌ور و شناور آبزی برغم وجود سختی مطلوب و در اثر جذب CO_2 و بی‌کربنات توسط ماکروفیتها و رسوب کربنات کلسیم، pH آب

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

معمولاً در تابستان افزایش یافته و متوسط آن به حدود ۱۰ بالغ می‌گردد (Jones, 1990 ; Pokorny *et al.*, 1984).

نتایج نشان داد که در اکوسیستم‌های مختلف رودخانه حنا تغییرات روزانه pH اکثراً بین صفر تا ۰/۴ و فقط بعضاً در بهار و تابستان به ۰/۷ و ۰/۸ بالغ شده است که این تغییرات متعادل pH ناشی از خاصیت بافر آب دریاچه در ارتباط با سختی کل و قلیائیت کل و رسوب کربنات کلسیم می‌باشد. مقادیر اندازه‌گیری شده تغییرات روزانه pH در اکوسیستم‌های مختلف رودخانه حنا هیچگونه تأثیر سوء مستقیم بر رشد و سلامت ماهی ندارد. بر اساس آزمایشات Murray & Ziebell در سال ۱۹۸۴ تغییرات ناگهانی ۱/۷ واحد pH در مدت ۵ ساعت موجب مرگ ۴۰ درصد از ماهیان قزل آلای مورد آزمایش شده است ولی چنانچه سازگاری با همین تغییرات pH در مدت ۵ روز انجام شود هیچگونه تلفاتی وجود نخواهد داشت. بنابراین تغییرات تدریجی و کم pH جهت ماهی‌ها قابل تحمل بوده و تأثیر سوء مستقیمی بر سلامت و رشد آنها نخواهد داشت (Boyd & Tucker, 1998).

هوای دریاچه در فروردین ماه، شبهای خنک و روزهای نسبتاً گرم داشت بدین معنی که اختلاف دمای صبح و عصر بسیار زیاد بود ولی دمای آب دریاچه تغییرات روزانه کمتری را نشان داد. بطورکلی در این ماه آب ورودی از رودخانه‌ها پس از ماندگاری در دریاچه تحت تاثیر دمای هوا قرارگرفته و گرمتر شده بود ولی گرما بر اعماق آب تاثیر نداشته و بدین واسطه تغییری در دمای صبح و عصر آب خروجی مشاهده نشد. اختلاف دمای سطح و عمق آب در قسمت عمیق پائینی حدود ۱ درجه بود که گویای عدم طبقه بندی حرارتی آب در قسمت عمیق دریاچه در این ماه می‌باشد. در اردیبهشت ماه نیز روند تغییرات دمای هوا و دمای آب مشابه فروردین بود با این تفاوت که روزهای گرمتری داشت که این گرمای روزانه موجب افزایش عمومی دمای آب دریاچه شد و در این ماه تفاوت محسوسی بین دمای ستون آب قسمت عمیق دریاچه وجود نداشت و ستون آب حدوداً هم دما بود. در خرداد ماه دمای آب دریاچه بازهم افزایش یافته و اختلاف دمای ستون آب قسمت عمیق حدود ۳ درجه اندازه‌گیری شد که با توجه به حداکثر عمق حدود ۳۰ متری آب، گویای طبقه‌بندی پایدار حرارتی آب نمی‌باشد. در

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

تیر ماه، متوسط دمای هوا و آب به حداکثر خود رسیدند ولی حداکثر متوسط دمای هوا در این ماه ناشی از گرم شدن دمای هوا در شب و کاهش اختلاف دمای هوای شبانه‌روزی بود که تغییرات نامحسوس و یکسانی نسبی دمای شبانه روزی آب را بدنبال داشت و همچنین تغییر دما در ستون آب در قسمت عمیق دریاچه و طبقه‌بندی حرارتی نیز مشاهده نشد. هوای منطقه سد در مرداد ماه روزهای گرم و شب‌های خنکی را داشت بدین معنی که حداکثر درجه حرارت روزانه مرداد بیشتر از تیر ولی حداقل شبانه آن بسیار کمتر بود و موجب کاهش ۱ درجه سانتیگراد در حرارت متوسط دریاچه و ۱ درجه اختلاف دما در ستون آب در قسمت عمیق شد. در شهریور ماه و مهر ماه روزها نیز خنک‌تر و دمای اختلاف شبانه روزی هوا کاهش یافت و در نتیجه آب دریاچه خنک‌تر شد. در اواخر پائیز هوای شبانه روز بسیار سرد ولی هنوز به صفر نرسیده بود که در نتیجه آن دمای آب دریاچه نیز سرد شد ولی این سرما بطور یکسان در ستون آب پراکنده شده و به همین لحاظ اختلاف دمای محسوسی در ستون آب ناحیه عمیق دریاچه مشاهده نشد. در این زمان برای اولین بار دمای آب رودخانه‌های ورودی بیشتر از دمای آب دریاچه بود و دمای رودخانه حنا کاهش جزیی نسبت به دمای آب خروجی نشان داد. در ماههای دی و اسفند هوای شبانه بسیار سرد و اکثراً زیر صفر ولی روزها هوا نسبتاً گرم شده و حداکثر روزانه زیر صفر را نشان نداد. این وضعیت دمای هوا موجب شد که برغم ایجاد پوشش یخ در سواحل دریاچه ، دمای آب دریاچه در اکثر موارد نسبتاً متعادل باشد. حداقل دمای آب در دی ماه در ایستگاه شماره ۷ در ناحیه عمیق نیز نمی‌تواند گویای طبقه بندی حرارتی زمستانه آب باشد. به فرض تجمع آب ۴ درجه در لایه‌های زیرین ستون آب، اختلاف آن با دمای آب لایه‌های سطحی در سایر نمونه‌گیری‌های مربوط به این دو ماه به حدی نبود که قطعیت طبقه بندی حرارتی آب در این ماهها را بیان نماید.

در مورد عدم طبقه‌بندی حرارتی آب دریاچه سد حنا، علت‌های دیگری هم وجود دارد. همانگونه که گفته شد قسمت بالایی دریاچه دارای عمق کم و سطح وسیع است به نحوی که وسعت آن ۸ برابر قسمت عمیق پائینی برآورد گردید. وزش باد شدید در اکثر روزهای سال موجب تلاطم آب و بعضاً ایجاد امواج با ارتفاع یک متر در قسمت بالایی کم عمق و وسیع

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

می‌شود که انرژی ناشی از آن تاثیر بسزائی بر ایجاد جریانات و امواج آب در لایه‌های زیرین قسمت عمیق داشته و بر انرژی حرارتی لایه‌های مختلف ستون آب غلبه کرده و فرصت ایجاد طبقه‌بندی حرارتی را نمی‌دهد. بنابراین سرعت باد (۴ تا ۲۸ گره) در اکثر روزهای فصول بهار، تابستان و پائیز در ستون آب در کلیه قسمت‌های دریاچه را تحت تاثیر قرار داده و فرصت طبقه بندی حرارتی را به آب دریاچه نمی‌دهد. بر اساس منابع موجود، سرعت باد ۱۰ گره توانسته است ستون آب دریاچه با عمق متوسط ۱/۵ متر راکاملاً متلاطم نموده و گل ولای موجود در ۲ سانتیمتر اول سطح رسوب را در ستون آب معلق کرده و موجب کاهش نفوذ نور شود (Laenen & Letourneau, 1997). ولی در زمستان که تعداد روزهای آرام افزایش می‌یابد و خصوصاً در بهمن ماه که اکثر روزها آرام است و بعلاوه سطح دریاچه از یخ پوشیده و امکان تاثیر باد و ایجاد تلاطم بسیار کم می‌باشد، احتمال طبقه‌بندی حرارتی آب افزایش می‌یابد. در مطالعاتی که در مورد آب و هوای این منطقه صورت گرفته زمستانهای آن بسیار سرد و آرام مشخص شده است (جهاد سازندگی استان اصفهان، ۱۳۶۷) بنابراین احتمال طبقه‌بندی حرارتی آب در زمستان خصوصاً در بهمن ماه دور از انتظار نمی‌باشد.

منابع

استکی، ع.ع.، ۱۳۷۸. عوامل شیمیایی تنش‌زا در ستون آب دریاچه پریشان (فارس). مجله علمی شیلات ایران، شماره ۲، سال هشتم، صفحات ۱۵ تا ۳۰.

استکی، ع.ع.، ۱۳۷۵. هیدروشیمی. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام جهاد سازندگی استان اصفهان، بخش تحقیقات شیلات، ۱۰۸ صفحه.

اسکندری، ذ.، ۱۳۷۷. گزارش خاکشناسی و ارزیابی اراضی کانون حنا. سازمان جهاد سازندگی استان اصفهان، بخش تحقیقات روستایی، ۹۹ صفحه.

جهادسازندگی استان اصفهان، ۱۳۶۷. آب و هوا و اقلیم شهرستان سمیرم. کمیته کشاورزی، واحد مرتع، ۱۰۳ صفحه.

روش طبری، م.، ۱۳۷۶. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه سیاهرود. مجله علمی

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

شیلات ایران، سال ششم، شماره ۲، صفحات ۲۷ تا ۴۲.

روش طبری، م.، ۱۳۷۵. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه هراز. مجله علمی شیلات ایران، سال پنجم، شماره ۲، صفحات ۴۳ تا ۶۳.

سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۷. روشهای استاندارد اندازه‌گیری آب و فاضلاب. آزمایشگاه مرکزی با همکاری آموزشکده حفاظت محیط، تهران. صفحات: ۲-۳۲، ۳-۳، ۱۱-۳.

شاهمرادی، ا. ؛ بصیری، م. و مزروعی. ف. ، ۱۳۶۶. شناسایی پوشش گیاهی وارزیابی مراتع شهرستان سمیرم. جهاد سازندگی استان اصفهان، کمیته کشاورزی، ۱۸۸ صفحه.

مهندسین مشاور تهران برکلی و زایند آب، ۱۳۶۴. گزارش مقدماتی هیدرولوژی رودخانه حنا (سمیرم). سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، ٦٦ صفحه.

Alcocer, J. ; Lugo A. ; Escobar, E. and Sanchez, M. , 1997. The macrobenthic fauna of a former perennial and now episodically filled Mexican saline lake. Int. J. Salt. Lake, Res, Vol. 5, No. 3, pp.261-274.

Arvola, L. ; Metsala, T.R. ; Simila, A. and Rask, M. , 1990. Seasonal fluctuations in the chemistry of small forest lakes in southern Finland with special refrence to acidity. Aqua Fennica, Vol. 20, No. 1, pp.71-79.

Barko, J. W., and James, W. F., 1994. Role of the littoral zone in lake and reservoir water quality, Lake. Reservoir. Manage, Vol. 9, No. 2. 540 P.

Boyd, C.E. and Tucker, C.S. , 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic Publishers, London, 700 P.

Brigault, S. ; Sacchi, E. ; Gonfiantini, R. and Zuppi, G.M. , 1998. Functioning of french hydroelectric reservoir. Isotopic approch. C. R. Acad. Sci. Ser, Za. Sci, Vol. 327, No. 6, pp.397-403

Cressa, C. and Senior, C.T. , 1990. Physico-chemical characteristicts of the water of

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

the Guanapito Reservoir, Venezuela. Ectropicos, Vol. 3, No. 1, pp.33-51.

Groth, I. ; Schumann, P. and Rainey, F.A. , 1997. Bogoriella caseilytica a new alkaliphilic actinomycete from a soda lake in Africa Int. J. Syst. Bacteriol, Vol. 47, No. 3, pp.788-794.

Jones, R.C. , 1990. The effect of submersed aquatic vegetation on phytoplankton and water quality in the tidal freshwater Potomac River. Journal of Freshwater Ecology, Vol. 5, No. 3, pp.279-288.

Laenen, A. and Letourneau, A.P. , 1997. Upper klamth Basin nutrient-loading study : Estimate of wind-induced resuspention of bed sediment during periods of low lake elevations. USGS Branch of information services, 11 P.

Maberly, S.C. , 1996. Dieli episodic and seasonal changes in pH and concentrations of inorganic carbon in a productive lake. freshwat. Biol, Vol. 35, No. 3, pp.579-598.

Mayer, J. ; Dokulil, M.T. and Salberchter, M. , 1997. Seasonal successions and trophic relations between phytoplankton, zooplankton, ciliate and bacteria in a hypertrophic shallow lake in Vienna, Austria, Hydrobilolgia, Vol. 342-343, pp.165-174.

Meyer, J.I. ; Mcdowell, W.H. ; Bott, T.L. ; Elwood, J.W. and Ishizaki, C. , 1988. Elemental dynamics in streams J. N., Am. Benthol, Vol. 7, No. 4, pp.410-432.

Moss, B. , 1980. Ecology of fresh waters. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 332 P.

Mtade, O.S.M. , 1988. Observations on the limnology of a tropical reservoir in west Africa (the Guma dam). part 2: factors influencing its limnochemistry. Trop. Ecol, Vol. 29, No. 2, pp.50-60.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

magiran.com

Murray, C.A. and Ziebell, C.D. , 1984. Acclimation of rainbow trout to high pH to prevent stocking mortality in summer. Progressive Fish-Culturist, Vol. 46, pp.76-179.

Neal, C. ; Harrow, M. and Williams, R.J. , 1998. Dissolved carbon dioxide and oxygen in the River Thames: Spring-summer. Sci. Total. Environ, Vol. 210-211, No. 1-6, pp.205-217.

Patim, S., & Sahu, B. K., 1993. Hydrology and plankton of the recently impounded Rengali Resorvoir of Orissa (India). J. Freshwat. Biol, Vol. 5, No. 4, pp.283-292.

Pokorny, J., Kvet J., Ondok, J. P., Toul, Z., and Ostry, I., 1984. Production ecological analysis of a plant community dominated by *Elodea canadensis* Michx., Aquatic Botany, No. 19, pp.263- 292.

Rippey, B., and Wood, R.B. , 1985. Trends in major ion composition of five Bishoftu Crater Lakes, Ethiop. J. Sci, Vol. 8, No. 1-2, pp.9-28.

Schindler, D.W. ; Bayley, S.E. ; Parker, B.R. and Beaty, K.G. , 1996. The effects of climatic warming on the properties of boreal lakes and streams at the experimental lakes area, north western Ontario. Limnol. Oceanogr, Vol. 41, No. 5, pp.1004-1017.

Siva, M.P.D. ; Karunatileke, R. and Thiemann, W. , 1988. Study of some physicochemical properties of Nilwala River waters in Southern Srilanka with special reference to efflunts resulting from anthropogenic activities J. Environ. Sci. Health, Vol. A 23, No. 4, pp.381-398.

Weimin, C. ; Yuwei, C. ; Xiyun, G. and Yoshida, I. , 1997. Eutrophication of lake Taihu and its control, Aquacultural Engineering Journal 1997, Vol. 6, No. 2, pp.109-120

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]

Wetzel, R.G. , 1975. Limnology. W.B. Sounders, Philadelphia, USA. 743 P.

Yibbing, Z., and Fengshan, B. , 1996. The hydrochemistry and hydrobiology of Ganggeng Lake. J. Dalian. Fish. Coll, Vol. 11, No. 2, pp.14-20.

magiran.com

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1382.12.1.2.1]