

## بررسی کیفیت آب دریاچه سد ماشکید شهرستان سرب و سوران با بهره‌گیری از

### شاخص کیفیت آب و شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران

ایوب کرد تمینی<sup>۱</sup>، ادریس بذرافشان<sup>۲</sup>، الهام نورآبادی<sup>۱</sup>، حسین انصاری<sup>۴</sup>، حسین کمانی<sup>۳\*</sup>

۱. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران
۲. مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران
۳. گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران
۴. مرکز تحقیقات ارتقاء سلامت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

#### چکیده

**زمینه و هدف:** آب یک فاکتور مهم و حیاتی برای فعالیت‌های انسانی می‌باشد و به عنوان عامل مهمی برای توسعه کشورها مورد توجه قرار می‌گیرد. با توجه به مشکلات مربوط به کیفیت آب، این مطالعه برای ارزیابی کیفیت و همچنین تصمیم‌گیری بهتر در مورد مصرف آب بر اساس دو شاخص انجام شد.

**روش‌ها:** مطالعه حاضر به صورت توصیفی-مقطعی در چهار فصل سال ۱۳۹۶ انجام شد. نمونه‌ها از نقاط مختلف دریاچه سد ماشکید در شهر سرب و سوران جمع‌آوری شد. پس از آنالیز نمونه‌ها، نتایج بدست آمده از آن‌ها برای ارزیابی کیفیت آب با استفاده از دو شاخص کیفی آب بنیاد بهداشت ملی (NSFWQI) و شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران (IRWQI<sub>SC</sub>) مورد استفاده قرار گرفتند.

**نتایج:** کیفیت آب سد ماشکید بر اساس شاخص IRWQI<sub>SC</sub> در تمامی ایستگاه‌ها در فصل بهار دارای کیفیت "نسبتاً خوب" و در بقیه فصول در سطح کیفی "خوب" قرار داشت. همچنین بر اساس شاخص NSFWQI تمامی ایستگاه‌ها در تمام فصول سال دارای کیفیت "متوسط" بود.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس شاخص‌های ملی و بین‌المللی مربوط به کیفیت آب، آب سد ماشکید برای فعالیت‌های کشاورزی مناسب می‌باشد و همینطور برای تامین استانداردهای آب شرب، تصفیه متداول کافی است.

#### کلیدواژه‌ها:

کیفیت آب، شاخص NSFWQI، شاخص IRWQI<sub>SC</sub>، سد ماشکید، سرب و سوران

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه محفوظ است.

#### مقدمه

مدفوعی تعیین می‌گردد (۱). NSFWQI یک شاخص کیفی کاهشی می‌باشد که با استفاده از روابط موجود و وزن دهی به پارامترهای نامبرده با مقدار عددی از صفر تا ۱۰۰ می‌باشد و وضعیت کیفی آب را تعیین می‌کند. NSFWQI برای آن به دست می‌آید که وضعیت کیفی آب را تعیین می‌کند. NSFWQI سبب ارائه نتایج دقیق‌تر و پیش‌بینی سریع‌تر می‌گردد، و این امکان را فراهم می‌کند که با بیانی ساده کیفیت آب رودخانه را در ایستگاه‌های مختلف ارائه و طبقه‌بندی نمود (۲). منابع آبی در پنج دسته بسیار خوب، خوب، متوسط، بد و خیلی بد تقسیم‌بندی

یکی از روش‌های مناسب برای ارزیابی کیفیت آب، استفاده از شاخص‌های کیفی آب است. شاخص‌های کیفی، ابزار مدیریتی قوی برای تصمیم‌گیری‌های مربوطه هستند. شاخص کیفیت آب (NSFWQI National Sanitation Foundation Water Quality Index) که در سال ۱۹۷۰ توسط براون و همکاران توسعه داده شد، یکی از شاخص‌های پرکاربرد جهت طبقه‌بندی کیفی آب‌های سطحی می‌باشد که براساس پارامترهای اکسیژن محلول (DO)، pH، کل جامدات (TS)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلی‌فرم

\*آدرس نویسنده مسئول: زاهدان، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط

آدرس پست الکترونیک: [hossein\\_kamani@yahoo.com](mailto:hossein_kamani@yahoo.com)

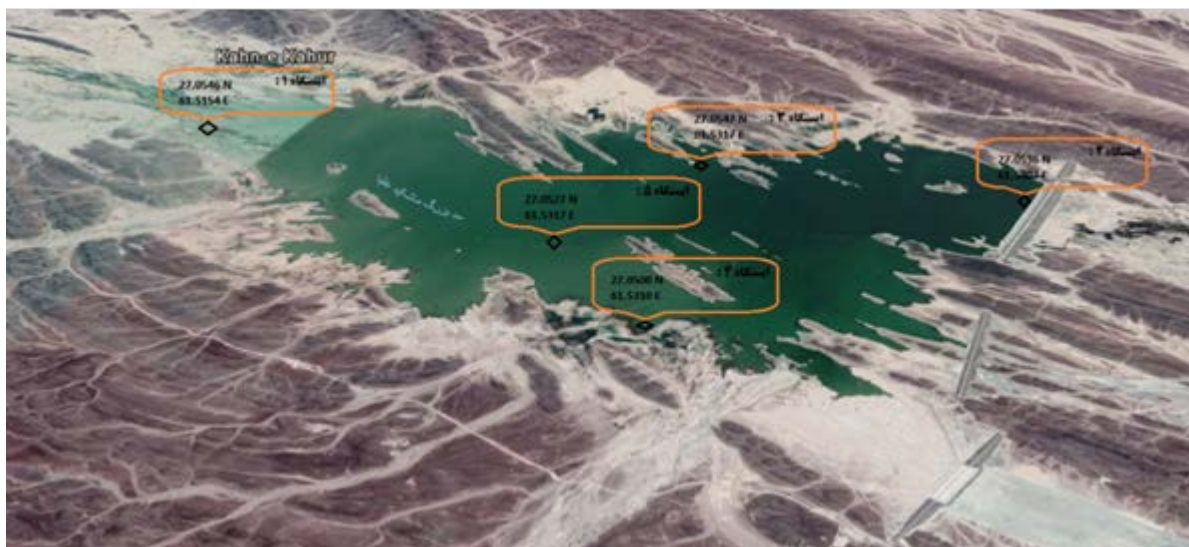
می‌شوند، با توجه به قرارگیری منبع آب مورد نظر در این تقسیم‌بندی میزان تصفیه مورد نیاز برای آن تعیین می‌شود (۳). شاخص کیفیت آب برای منابع آب سطحی ایران (Iran Water Quality Index for Surface Water Resources-Conventional Parameters) با پارامترهای کلی فرم مدفوعی، BOD، نیترات، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، COD، آمونیوم، فسفات، کدورت، سختی کل و pH، نیز یکی از شاخص‌های تعیین کیفیت آب می‌باشد. هدف تدوین شاخص IRWQI<sub>SC</sub>، تهیه شاخص‌ها با توجه به شرایط طبیعی و مسایل و مشکلات منابع آب در ایران بوده است، به گونه‌ای که شاخص‌های تدوین شده بتوانند فهم و درک درستی از وضعیت کیفی منابع آب در ایران ارائه دهد (۴).

Effendi و همکاران در اندونزی کیفیت رودخانه سیامبولانگو با استفاده از شاخص آلودگی و شاخص NSFQI را بررسی کردند که به ترتیب مقدار شاخص‌ها برابر ۰/۷۸-۰/۵۶ و ۸۷-۸۸ بدست آمد. بنابراین کیفیت آب رودخانه خوب در نظر گرفته شد (۵). در مطالعه‌ای که در استان خوزستان بر روی رودخانه جراحی با استفاده از شاخص NSFQI انجام گرفت، نتایج بدست آمده نشان داد که در طی دو فصل نمونه برداری تمام ایستگاه‌های نمونه برداری در رده بد قرار دارند. در مطالعه فوق بر اساس پهنه‌بندی انجام شده بحرانی‌ترین بازه در فصل بهار و تابستان مربوط به بازه بوستان-شادگان می‌باشد (۱).

Samantray و همکاران با استفاده از شاخص NSFQI کیفیت رودخانه‌های Mahanadi and Atharabanki در هندوستان را بررسی نمودند، نتایج مطالعه فوق نشان داد که کیفیت آب بر اساس شاخص مورد استفاده بدلیل فعالیت‌های انسانی و صنعتی کاهش یافته است (۶). مطالعه‌ای که مددی نیا و همکاران با هدف بررسی کیفیت آب رودخانه کارون در بازه-ی اهواز با بررسی پارامترهای کیفی آب انجام شد نشان داد که کیفیت آب در فصل پاییز به علت شروع بارندگی و کاهش آلاینده‌ها بهترین وضعیت و در فصل بهار به دلیل کاهش بارندگی، وجود دمای مناسب برای رشد کلی‌فرم‌ها و نیز افزایش کدورت بدترین وضعیت را داشته است (۷).

### روش‌ها

این تحقیق یک مطالعه توصیفی-مقطعی است که در فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان سال ۱۳۹۶ بر روی دریاچه سد ماشکید در شهرستان سیب و سوران استان سیستان و بلوچستان صورت پذیرفت. با توجه به اینکه که کیفیت آب در فصول مختلف سال تغییر پیدا می‌کند، در هر فصل در اواسط هرماه یک نمونه از ایستگاه‌های از پیش تعیین شده برداشت شد. برای تعیین نقاط نمونه‌برداری پس از بازدید میدانی، بر اساس امکانات موجود و همچنین بر اساس ناحیه‌بندی سطحی، تعداد ۵ ایستگاه نمونه‌برداری (ورودی سد: ایستگاه ۱، قسمت خروجی سد: ایستگاه ۲، قسمت شمالی سد: ایستگاه ۳، قسمت جنوبی سد: ایستگاه ۴ و مرکز سد: ایستگاه ۵) تعیین و سپس از مکان‌های تعیین شده نمونه برداری از آب سد انجام شد (شکل ۱). نمونه‌ها جهت آنالیز و بررسی پارامترهای مورد نظر



شکل ۱. نقشه هوایی سد ماشکید و موقعیت ایستگاههای نمونه برداری

گردید. برای اندازه‌گیری کلی فرم‌های مدفوعی، نیترات، نیتريت، آمونیوم، میزان سختی کل، پارامتر COD، پارامتر BOD و پارامتر TS از روش‌های آزمایشگاهی استاندارد مطابق کتاب استاندارد متد استفاده شد.

پس از انجام آزمایشات لازم و تعیین مقادیر عددی پارامترهایی که در محاسبه شاخص در این مطالعه کاربرد دارد، مقادیر عددی شاخص کیفیت آب NSFQI سد ماشکید با استفاده از فرمول ۱ در نرم افزار اکسل محاسبه گردید و بر اساس مقادیر عددی شاخص محاسبه شده، کیفیت آب به صورت رتبه‌ای که در جدول ۱ ارائه شده است، گزارش شد. فرمول ۱:

$$NSFWQI = \sum_{i=1}^n I_i \cdot W_i$$

جدول ۱: طبقه‌بندی شاخص کیفیت آب در IRWQI<sub>sc</sub> و NSFQI

NSFWQI		IRWQI	
بازه	کیفیت	بازه	کیفیت
۹۰-۱۰۰	عالی	> ۸۵	بسیار خوب
۷۰-۹۰	خوب	۷۰/۱-۸۵	خوب
۵۰-۷۰	متوسط	۵۵/۱-۷۰	نسبتاً خوب
۲۵-۵۰	بد	۴۵-۵۵	متوسط
۰-۲۵	خیلی بد	۳۰-۴۴/۹	نسبتاً بد
-	-	۱۵-۲۹/۹	بد

به آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی زاهدان ارسال و آزمایشات مورد نیاز با روش های استاندارد انجام شد.

متغیرهای مورد مطالعه براساس دو شاخص IRWQI<sub>sc</sub> و NSFQI انتخاب شده است. این مطالعه فرضیه‌ای انتخاب نشده است که سطح معنی‌داری نوشته شود و آزمایشات تکرار نداشته‌اند.

برای محاسبه متغیرهای مورد مطالعه، جهت اندازه‌گیری پارامتر pH از دستگاه pH متر، اکسیژن محلول از دستگاه اکسیژن‌متر، برای اندازه‌گیری دما از دماسنج و برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی از دستگاه هدایت سنج استفاده

فرمول ۲:

$$IRWQI = \left[ \prod_{i=1}^n I_i^{W_i} \right]^{\frac{1}{\gamma}}$$

فرمول ۳:

$$\gamma = \sum_{i=1}^n W_i$$

$W_i$ : وزن پارامتر  $i$  ام (جدول ۲)،  $n$ : تعداد پارامترها،  $I_i$ : مقدار شاخص برای پارامتر  $i$  ام از منحنی رتبه‌بندی می‌باشد.

در این رابطه  $I_i$  مقدار مربوط به زیر شاخص (پارامتر کیفی) و  $W_i$  ضریب وزنی (جدول ۲) مربوط به زیر شاخص می‌باشد. این شاخص دارای مقدار عددی بین صفر تا ۱۰۰ می‌باشد. برای محاسبه  $IRWQI_{SC}$  و ارزیابی کیفیت آب سطحی ماشکید از فرمول ۲ استفاده شد و بر اساس مقادیر عددی شاخص محاسبه شده، کیفیت آب به صورت رتبه‌ای که در جدول ۱ ارائه شده است، گزارش شد.

جدول ۲. پارامترهای مورد نیاز و مقادیر وزنی انتخاب شده جهت محاسبه شاخص  $IRWQI_{SC}$  و شاخص  $NSFWQI$

ردیف	پارامتر	واحد	وزن پارامتر در شاخص $IRWQI_{SC}$	وزن پارامتر در شاخص $NSFWQI$
۱	کلی فرم مدفوعی	MPN/100ml	۰/۱۴۰	۰/۱۶
۲	$BOD_5$	میلی‌گرم در لیتر	۰/۱۱۷	۰/۱۱
۳	نیتрат	میلی‌گرم در لیتر	۰/۱۰۸	۰/۱۰
۴	اکسیژن محلول	درصد اشباع	۰/۰۹۷	۰/۱۷
۵	هدایت الکتریکی	میکروزیمنس در سانتیمتر	۰/۰۹۶	-
۶	COD	میلی‌گرم در لیتر	۰/۰۹۳	-
۷	آمونیم	مجموع آمونیم	۰/۰۹۰	-
۸	فسفات	میلی‌گرم در لیتر	۰/۰۸۷	۰/۱۰
۹	کدورت	NTU	۰/۰۶۲	۰/۰۸
۱۰	سختی کل	میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم	۰/۰۵۹	-
۱۱	pH	-	۰/۰۵۱	۰/۱۱
۱۲	دما	درجه سلسیوس	-	۰/۱۰
۱۳	TS	میلی‌گرم در لیتر	-	۰/۰۷

## نتایج

کیفیت  $IRWQI_{SC}$  با داشتن ۱۱ پارامتر برای ۵ ایستگاه در فصول مختلف سال محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است. مطابق نتایج ارائه شده، شاخص کیفی  $IRWQI_{SC}$  در فصل بهار ۶۶/۲، فصل تابستان ۷۳/۵۵، فصل پاییز ۷۳/۹۱ و فصل زمستان ۷۲/۸۵ می‌باشد.

مطابق روش ارائه شده برای محاسبه شاخص کیفی  $NSFWQI$ ، میزان شاخص کیفی  $NSFWQI$  برای ۵ ایستگاه در فصول مختلف سال محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده

میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در ۵ ایستگاه از دریاچه سد ماشکید که در ۱۲ ماه از سال ۱۳۹۶ سنجش شده است به صورت میانگین فصلی در جدول ۳ ارائه شده است. میزان شاخص برای پارامترهای مورد مطالعه در ایستگاه‌های مختلف سد ماشکید و فصول مختلف سال از روی گراف‌های مربوط تعیین گردید و جهت محاسبه  $IRWQI_{SC}$  استفاده شد. مطابق روش ارائه شده برای محاسبه شاخص کیفی، میزان شاخص

فصول سال (بجز ایستگاه ۳ در تابستان که دارای کیفیت خوب بود) دارای کیفیت "متوسط" می‌باشند. نمودار ۱ مقایسه کیفیت آب سد ماشکید را بر اساس شاخص  $IRWQI_{SC}$  و شاخص NSFQI نشان می‌دهد. در سیستم  $IRWQI_{SC}$  کیفیت آب در فصل بهار در کلاس "نسبتاً خوب" و در فصول تابستان، پاییز و زمستان در کلاس "خوب" می‌باشد. این در حالی است که در سیستم NSFQI، کیفیت آب در کلیه فصول سال در کلاس "متوسط" می‌باشد.

است. مطابق نتایج ارائه شده، شاخص کیفی NSFQI در فصل بهار ۵۹/۳۱، فصل تابستان ۶۷/۸۵، فصل پاییز ۶۶/۶۳ و فصل زمستان ۶۴/۴۵ می‌باشد. طبق جدول ۴، کیفیت آب سد ماشکید بر اساس شاخص  $IRWQI_{SC}$ ، در تمامی ایستگاه‌ها در فصل بهار دارای کیفیت "نسبتاً خوب" بوده است و در فصول تابستان، پاییز و زمستان همه ایستگاه‌ها (بجز ایستگاه ۱ در فصل تابستان) دارای کیفیت "خوب" می‌باشند. طبق جدول ۵، کیفیت آب سد ماشکید بر اساس NSFQI در تمامی ایستگاه‌ها و در تمامی

جدول ۳. مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در ۵ ایستگاه در فصول مختلف سال

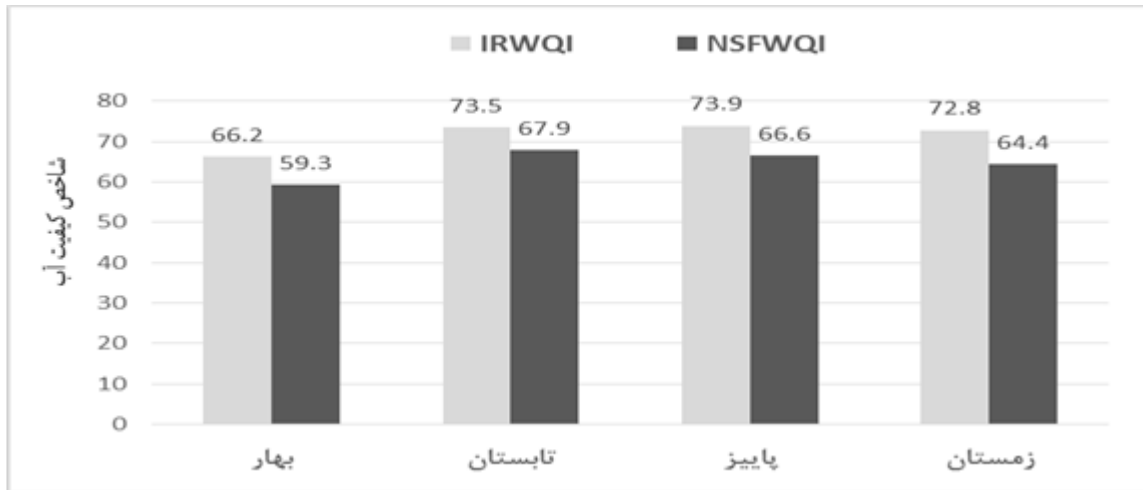
ایستگاه	فصل	BOD	COD	pH	DO	آمونیم	درجه حرارت	TS	Total hardness	PO <sub>4</sub>	Turbidity	FC	NO <sub>3</sub>	EC
۱	بهار	۷/۷	۱۲	۷/۵	۱۳/۱	۰/۰۱	۱۹/۳	۲۲	۱۷۹	۰/۰۹	۹/۵	۲	۶/۶	۸۱۹
	تابستان	۷	۱۰/۷	۷/۳	۱۰/۴	۰/۰۱	۲۰/۷	۹	۱۶۵	۰/۰۲	۳/۳	۱	۴	۸۱۹
	پاییز	۴/۷	۷/۷	۷/۶	۱۰	۰/۰۲	۱۷	۱۳	۱۵۳	۰/۰۴	۵/۳	۰	۳/۶	۸۰۹
	زمستان	۷/۳	۱۰/۳	۷/۶	۱۲	۰/۰۱	۱۵/۳	۱۰	۱۸۱	۰/۰۳	۳/۷	۱	۲/۷	۸۲۴
	بهار	۶	۸/۳۳	۷/۱	۱۲	۰/۰۱	۱۹/۳	۱۴	۱۴۹	۰/۰۶	۶	۰	۴/۴۳	۸۴۸
۲	تابستان	۶/۷	۱۰/۷	۷/۶	۱۰/۶	۰/۰۱	۲۱/۳	۸	۱۳۹	۰/۰۴	۲/۳	۰	۲/۶	۸۳۳
	پاییز	۴/۷	۶/۳	۷/۷	۱۱/۲	۰/۰۲	۱۷	۹	۱۵۵	۰/۰۴	۴/۲	۰	۳/۳	۸۰۶
	زمستان	۷	۱۱/۳	۷/۲	۱۲/۱	۰/۰۱	۱۵/۳	۷	۱۶۳	۰/۰۲	۳	۰	۲/۴	۸۲۷
	بهار	۶/۳	۱۰	۷/۲	۱۱/۷	۰/۰۱	۱۹/۷	۱۸	۱۶۰	۰/۱۱	۷/۱	۱	۳/۳	۸۲۵
	تابستان	۴/۳	۷/۳	۸	۸/۹	۰/۰۱	۲۱/۳	۷	۱۶۰	۰/۰۳	۲/۷	۰	۲/۵	۸۳۱
۳	پاییز	۴/۷	۷/۷	۷/۴	۱۰/۵	۰/۰۱	۱۸	۱۲	۱۴۳	۰/۰۴	۵/۴	۰	۲/۳	۸۵۰
	زمستان	۶	۹/۷	۷	۱۲	۰/۰۱	۱۵/۷	۸	۱۶۵	۰/۰۳	۳/۱	۱	۲/۹	۸۲۶
	بهار	۷	۱۰/۳	۶/۸	۱۲/۴	۰/۰۱	۲۰/۳	۲۰	۱۳۰	۰/۰۹	۷/۷	۱	۲/۵	۸۴۶
	تابستان	۳/۷	۶/۳	۷/۸	۷	۰/۰۲	۲۰/۷	۷	۱۶۰	۰/۰۶	۲/۹	۰	۲/۹	۸۴۴
	پاییز	۵	۷/۷	۷/۶	۹/۵	۰/۰۱	۱۶/۷	۱۳	۱۴۱	۰/۰۶	۵/۸	۰	۳	۸۳۶
۴	زمستان	۶/۷	۹/۳	۷	۱۰	۰/۰۲	۱۵/۷	۸	۱۷۶	۰/۰۶	۳/۳	۰	۳/۱	۸۲۸
	بهار	۷/۷	۱۱	۷/۸	۱۳/۸	۰/۰۱	۲۱	۲۱	۱۳۱	۰/۰۵	۷/۹	۰	۳/۱	۷۹۵
	تابستان	۶/۳	۸/۳	۷	۹/۸	۰/۰۱	۲۰/۳	۹	۱۶۱	۰/۰۳	۳/۳	۰	۲/۸	۸۴۲
	پاییز	۷/۳	۹/۳	۷/۴	۱۰/۱	۰/۰۱	۱۷/۷	۱۵	۱۵۷	۰/۰۳	۶/۲	۰	۲/۶	۸۶۷
	زمستان	۶/۳	۸	۷/۲	۱۲	۰/۰۲	۱۶/۳	۱۰	۱۶۱	۰/۰۳	۴/۷	۰	۲/۶	۸۲۹

جدول ۴. میزان شاخص کیفی IRWQI<sub>SC</sub> در ۵ ایستگاه برای فصول مختلف

ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
۱	۶۳/۷۸	۶۸/۷۲	۷۶/۳۰	۷۴/۱۱
	نسبتا خوب	نسبتا خوب	خوب	خوب
۲	۶۴/۴۸	۷۲/۲۵	۷۱/۸۴	۷۳/۲۳
	نسبتا خوب	خوب	خوب	خوب
۳	۶۷/۶۴	۸۰/۲۵	۷۵/۸۲	۷۲/۴۵
	نسبتا خوب	خوب	خوب	خوب
۴	۶۶/۱۳	۷۳/۵۲	۷۴/۹۳	۶۹/۸۸
	نسبتا خوب	خوب	خوب	نسبتا خوب
۵	۶۸/۹۵	۷۲/۹۹	۷۰/۶۴	۷۴/۵۶
	نسبتا خوب	خوب	خوب	خوب
کل	۶۶/۲۰	۷۳/۵۵	۷۳/۹۱	۷۲/۸۵
	نسبتا خوب	خوب	خوب	خوب

جدول ۵. میزان شاخص کیفی NSFQI در ۵ ایستگاه برای فصول مختلف

ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
۱	۶۲/۵۶	۶۲/۴۹	۷۰/۸۲	۶۷/۷۴
	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
۲	۵۵/۸۶	۶۵/۲۴	۶۳/۶۴	۶۴/۶۶
	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
۳	۵۸/۶۸	۷۶/۳۱	۶۸/۹۰	۶۲/۵۳
	متوسط	خوب	متوسط	متوسط
۴	۵۷/۱۸	۶۷/۳۲	۶۷/۶۶	۶۰/۹۹
	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
۵	۶۲/۳۰	۶۷/۸۹	۶۲/۱۵	۶۶/۳۱
	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
کل	۵۹/۳۱	۶۷/۸۵	۶۶/۶۳	۶۴/۴۵
	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط



نمودار ۳. مقایسه شاخص IRWQI<sub>sc</sub> و NSFQI در فصول مختلف

### بحث

بیشترین مقدار نیترات در ایستگاه ورودی در فصل بهار به میزان ۶/۶ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین میزان فسفات نیز در فصل بهار به میزان ۰/۰۹ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۱ اندازه‌گیری شد. به طور کلی بالا بودن مقادیر بعضی پارامترها مانند BOD، COD، نیترات و کدورت و همچنین پایین بودن پارامتر اکسیژن محلول در آب ورودی به سد در فصل پاییز می‌تواند نشان دهنده آلوده بودن آب ورودی به مخزن سد در نتیجه بارش‌های موسمی زودگذر و همچنین فعالیت‌های کشاورزی در بالا دست حوزه آبریز و در نتیجه ورود پساب‌های کشاورزی به مخزن سد ماشکید باشد که کیفیت آب مخزن را کاهش می‌دهد و باعث می‌شود که کیفیت آب مخزن بر اساس شاخص IRWQI<sub>sc</sub> در کلاس "نسبتاً خوب" قرار گیرد.

در ایستگاه ۲ که در خروجی آب سد ماشکید واقع شده است همانند ایستگاه اول کمترین میزان BOD مربوطه به فصل پاییز به میزان ۴/۷ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین مقدار آن در فصل زمستان به میزان ۷ میلی‌گرم در لیتر بوده است. بالا بودن مقدار پارامتر BOD در فصل زمستان می‌تواند بیان‌کننده پایین بودن ثابت تجزیه مواد آلی توسط باکتری‌ها در فصل سرما به دلیل کاهش دمای آب مخزن باشد. در ایستگاه ۲ کمترین میزان DO به میزان ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در فصل تابستان بود و بیشترین مقدار عددی مربوط به آن در فصل زمستان به میزان ۱۲/۱ میلی‌گرم در لیتر بود. پایین بودن مقدار اکسیژن محلول

در بررسی پارامترهای تاثیرگذار در شاخص کیفیت آب چنانچه در جدول ۳ ارائه شده است در ایستگاه ۱ که ورودی آب به سد ماشکید است کمترین میزان BOD مربوط به فصل پاییز به میزان ۴/۷ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین مقدار BOD در فصل بهار به میزان ۷/۷ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد. کمترین مقدار شاخص پارامتر COD در فصل بهار مقدار ۷/۷ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین مقدار شاخص پارامتر COD در ایستگاه شماره یک در فصل بهار ۱۲ میلی‌گرم در لیتر بوده است که این مقادیر با مطالعه رضایی و همکاران که با عنوان بررسی کیفیت آب مخزن سد مارون با استفاده از روش تحلیل آماری چند متغیره بر پایه همبستگی و تغییرات داده‌های کیفی آب بهبهان خوزستان انجام شد مطابقت دارد (۸).

میزان کلی فرم در فصل پاییز در کمترین مقدار خود صفر بود و در فصل بهار بیشترین مقدار را داشته و معادل MPN /100 ml ۱ می‌باشد. بالا بودن مقدار کلی فرم در فصل بهار در ایستگاه ورودی می‌تواند ناشی از آلودگی روان آب‌های ورودی به مخزن سد باشد. بیشترین مقدار کدورت در ایستگاه شماره یک در فصل بهار ۹/۵ NTU و کمترین مقدار آن در فصل تابستان ۲/۳ NTU اندازه‌گیری شد. کدورت در هر نمونه آبی باعث کاهش شفافیت آب با توجه به حضور مواد ریزی مانند لای یا اسلیت، مواد آلی تجزیه شده ریز، پلانکتون‌ها و ارگانسیم‌های میکروسکوپی دیگر می‌شود (۹-۱۱).



تابستان و پاییز صفر بوده است. کمترین میزان DO به میزان ۸/۹ میلی‌گرم در لیتر در فصل تابستان و بیشترین مقدار آن ۱۲ میلی‌گرم در لیتر در فصل زمستان بود. بالا بودن مقدار DO در فصل زمستان می‌تواند به دلیل پایین بودن درجه حرارت آب در این فصل و همینطور پایین بودن میزان تجزیه بیولوژیکی به دلیل پایین بودن درجه حرارت باشد. از طرفی تغییرات TS در ایستگاه سه همانند الگوی ایستگاه‌های نمونه‌برداری یک و دو بود به طوری که بیشترین میزان TS ۲۰ میلی‌گرم در لیتر در فصل بهار بود و کمترین مقدار آن مربوط به فصل تابستان ۷ میلی‌گرم در لیتر بود. بیشترین مقدار کدورت در فصل بهار به مقدار ۷/۱ NTU و کمترین مقدار در فصل تابستان مشاهده شد. کاهش کدورت در فصل تابستان می‌تواند به دلیل عدم بارش و عدم ورود رواناب به مخزن سد در این فصل باشد. از طرفی در فصل تابستان به دلیل لایه‌بندی حرارتی که در مخزن سد اتفاق می‌افتد باعث آرام شدن جریان آب و در نتیجه ته‌نشینی عوامل کدورت‌زا در مخزن سد باشد.

نتایج ارائه شده در جدول ۳ مربوط به ایستگاه ۴ که جنوبی‌ترین ایستگاه نمونه برداری در سد ماشکید می‌باشد نشان داد که کمترین مقادیر مربوط به پارامتر BOD و COD مربوطه به فصل تابستان و بیشترین مقادیر آن‌ها مربوط به فصل بهار می‌باشد. کاهش مقادیر پارامتر BOD و COD در فصل تابستان می‌تواند به دلیل بالا بودن ثابت تجزیه مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها در فصل گرم سال باشد و اما بالا بودن مقادیر پارامتر BOD و COD در فصل بهار می‌تواند به دلیل تاثیر پذیرفتن آب این ناحیه از آب ورودی سد در فصل بهار به دلیل بارش‌های موسمی و فعالیت‌های کشاورزی در بالادست منطقه آبریز باشد. بیشترین میزان نیترات در فصل زمستان به میزان ۳/۱ میلی‌گرم در لیتر و کمترین مقدار آن مربوط به فصل بهار به میزان ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. پایین بودن مقدار نیترات در فصل بهار می‌تواند به دلیل مصرف نیترات توسط جلبک‌ها در شروع فصل گرم سال در دریاچه باشد. در بررسی میزان شاخص کیفیت آب سد ماشکید در ۵ ایستگاه،

در ایستگاه خروجی مخزن در فصل تابستان می‌تواند به دلیل بالا بودن پارامترهایی مانند BOD، COD، فسفات و کدورت در آب ورودی مخزن در فصل تابستان باشد (۱۳).

میزان آمونیاک آب در ایستگاه ۲ همچون ایستگاه ۱ تغییر محسوسی در فصول مختلف سال نداشت و در محدوده ۰/۰۱ الی ۰/۰۲ میلی‌گرم در لیتر قرار داشت. میزان کلی فرم مدفوعی در ایستگاه ۲ که خروجی سد می‌باشد در تمامی فصول صفر اندازه‌گیری شد. کاهش قابل توجه آلودگی باکتریایی در ایستگاه ۲ که در خروجی مخزن می‌باشد نشان دهنده تاثیر زمان ماند آب در مخزن، سکون آب و در نتیجه بالا بودن راندمان حذف عوامل باکتریایی در مخزن سد می‌باشد. مقدار کدورت در ایستگاه ۲ همانند ایستگاه ۱، بیشترین مقدار کدورت در خروجی در فصل بهار و کمترین مقدار کدورت در فصل تابستان مشاهده شد. بنابراین تغییرات کدورت در نمونه آب ایستگاه خروجی مخزن می‌تواند ناشی از تغییرات کدورت در آب ورودی به مخزن سد باشد که در فصل بهار به دلیل بارش‌های شدید موسمی در استان میزان ورود روان آب‌های سطحی به مخزن سد به شدت افزایش می‌یابد. در ایستگاه ۲، پارامتر هدایت الکتریکی در نمونه‌های فصل پاییز کمترین مقدار و در فصل بهار بیشترین مقدار را نشان داد. بیشترین میزان نیترات در فصل بهار به میزان ۴/۴۳ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین میزان فسفات نیز در فصل بهار به میزان ۰/۰۶ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۲ اندازه‌گیری شد که این تغییرات در خروجی سد می‌تواند ناشی از تغییرات کیفیت آب ورودی به مخزن سد باشد.

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۳، در ایستگاه ۳ که در موقعیت شمالی مخزن سد ماشکید واقع شده است کمترین میزان BOD و COD مربوط به فصل تابستان (BOD به مقدار ۴/۳ میلی‌گرم در لیتر، COD به مقدار ۷/۳ میلی‌گرم در لیتر) و بیشترین مقدار آن در فصل بهار (BOD به مقدار ۶/۳ میلی‌گرم در لیتر، COD به مقدار ۱۰/۰ میلی‌گرم در لیتر) بدست آمد. میزان کلی فرم در فصل بهار و زمستان برابر ۱ MPN / 100 ml بود و در دو فصل



شیرین‌دره در استان خراسان شمالی نتایج مشابهی را گزارش کردند (۱۴). مقایسه آب سد مخزن ماشکید در استان سیستان و بلوچستان بر اساس شاخص‌های NSFQI و IRWQI<sub>SC</sub> نشان داد که آب مخزن سد ماشکید نسبت به آب سد آیدغموش آذربایجان شرقی، آب سد دز خوزستان، آب سد زاینده رود اصفهان، در کیفیت بالاتر و در حد خوب قرار داشته است (۱۵-۱۷) که می‌توان عامل اصلی این تفاوت را بالا بودن بارندگی، غلظت بالای آلاینده‌های آلی و معدنی در روان آب‌ها و بیشتر بودن فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری در حوزه آبریز این سدها نسبت به سد ماشکید دانست. در مطالعه یوسفی و همکاران بر رودخانه هراز استان مازندران به علت ورود بیش از حد آلاینده‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی آب دارای کیفیت ضعیف (آلوده) بوده است (۱۸).

از جمله محدودیت‌های مطالعه می‌توان به این موارد اشاره کرد که با توجه به میدانی بودن این مطالعه و گستره سد ماشکید و لزوم مراجعه متعدد و نمونه‌برداری جهت بررسی پارامترهای متعدد، محدودیت هزینه کرد برای برداشت و آزمایش آب از ایستگاه‌ها در طول سال و عدم تخصیص بودجه مطالعاتی دانشگاهی در این مطالعه محسوس بود. همچنین، نبود حامی مالی نظیر اداره آب و فاضلاب شهرستان سیب و سوران که حق بهره‌مندی از نتایج این مطالعه را دارند در طول مطالعه نمایان بود. پیشنهاد می‌شود با توجه به این که شاخه‌های آب ورودی به سد ماشکید دائمی نبوده و تحت تاثیر بارندگی‌های فصلی می‌باشد، جریان‌های متغیری به مخزن سد وارد می‌شوند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که نمونه برداری در طی چند سال و در چند نوبت انجام و بر اساس دبی رودخانه و به عبارتی میزان بارندگی بررسی فاکتورهای لازم صورت گیرد. خلاءهای تحقیقاتی برای مطالعات بعدی عبارت است از: عدم نمونه برداری به صورت مستمر در طی چند سال، عدم تخصیص بودجه مطالعاتی دانشگاهی.

طبق نتایج اشاره شده در جدول ۴، مشاهده شد که در ایستگاه‌های ۱ و ۲ که به ترتیب در ورودی آب و خروجی آب از مخزن سد واقع شده است کمترین میزان شاخص در فصل ابتدایی سال می‌باشد. با حرکت به فصل پاییز و زمستان به مقدار عددی شاخص کیفی آن افزوده می‌شود و در بیشینه خود قرار می‌گیرد. این در حالی است که در ایستگاه‌های ۳ و ۴ که به ترتیب در شمال و جنوب سد واقع شده‌اند، میزان شاخص کیفی آب همچنان در فصل ابتدایی سال کمترین مقدار را داشته و در فصل تابستان و پاییز به بیشینه مقدار خود می‌رسد. در ایستگاه شماره ۵ که در وسط سد واقع شده است همانند سایر ایستگاه‌ها در فصل بهار کاهش شاخص کیفی وجود دارد و زمستان به بیشینه مقدار خود می‌رسد. بطور کلی، کیفیت آب در سد ماشکید بر اساس شاخص IRWQI<sub>SC</sub>، شاخص کل در فصل بهار ۶۶/۲، در فصل تابستان ۷۳/۵۵، فصل پاییز ۷۳/۹۱ و در فصل زمستان ۷۲/۸۵ بدست آمد. با بررسی این روند، می‌توان به این الگو رسید که با توجه به بارندگی‌های فصلی در استان سیستان و بلوچستان به خصوص در فصل بهار و همچنین شروع فعالیت‌های کشاورزی در فصل بهار در حوزه آبریز و ورود جریان‌های ورودی به مخزن سد از میزان شاخص کیفی آب کاسته می‌شود. همین الگو نیز با شاخص کیفی آب سازمان ملی آمریکا (NSFWQI) مطابقت داشت و نشان داد که کیفیت آب در مخزن سد ماشکید بر اساس شاخص کیفی آب سازمان ملی آمریکا (NSFWQI) در فصل بهار در کلاس پایینی قرار دارد.

بر اساس شاخص IRWQI<sub>SC</sub> و نتایج جدول ۴، کیفیت آب سد ماشکید در تمامی ایستگاه‌ها در فصل بهار "نسبتاً خوب" بوده و در بقیه ایستگاه‌ها (بجز یک ایستگاه) برای تمامی فصول اکثراً دارای کیفیت "خوب" بوده است، این در حالی است که کیفیت آب سد ماشکید بر اساس شاخص کیفی آب سازمان ملی آمریکا (NSFWQI)، تمامی ایستگاه‌ها در تمامی فصول سال (بجز ایستگاه ۳ در تابستان که کیفیت خوب داشت) دارای "کیفیت متوسط" بودند. مهرجردی و همکاران بر روی مخزن سد

## نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در فصل بهار کیفیت آب در کلیه ایستگاه‌های سد ماشکید پایین‌تر از سایر فصول سال است. علت کیفیت پایین آب می‌تواند ناشی از بارندگی‌های فصلی و موسمی در فصل بهار و همچنین استفاده از آب رودخانه در بالادست جهت مصارف کشاورزی و در نتیجه ورود روان آب‌های کشاورزی به سد ماشکید دانست که باعث افزایش ورود آلاینده‌ها به دریاچه سد می‌شود. حضور کلی‌فرم مدفوعی در آب دریاچه سد می‌تواند بیانگر عدم دفع صحیح فضولات انسانی و دامی در حوزه آبریز سد باشد بنابراین جهت اطمینان از کیفیت میکروبی آب و جلوگیری از انتقال بیماری‌های منتقله از آب، پیش کلرزی آب در تمام فصول سال توصیه می‌شود. در مطالعه حاضر، با بررسی کیفیت آب سد ماشکید طبق ترازهای بین‌المللی و ملی، کلیه ایستگاه‌های مورد بررسی در فصول مختلف در طبقه متوسط قرار داشته و برای مصارف

کشاورزی، آبیاری و آشامیدنی قابلیت کاربرد دارد و با توجه به این که آب سد ماشکید نقش عمده‌ای در زندگی مردم این منطقه و توسعه و عمران منطقه اطراف ایفا می‌کند، شایسته است توجه بیشتری به افزایش نظارت بر مدیریت کیفیت آب سد ماشکید به عمل آید.

## تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل نتایج پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط به شماره طرح ۲۰۶۶ می‌باشد بدینوسیله از دانشگاه علوم پزشکی زاهدان جهت حمایت مالی این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

## تضاد منافع

در این پژوهش هیچ گونه تعارض منافی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

## References

- Zohrabi N, Ali Zadeh E, Hassounizadeh H, Hosseinzadeh SM. Surgical River Quality Scale Based on NSFQI Indicator Using Geographic Information System (GIS). *Wetland Ecobiology (Wetland)*. 2014;6(22):31-9.
- Hosseini P, Ilderumi AR, Hosseini AR. Water quality assessment of Karun river using NSFQI index in Zargan to Kut Amir (over 5 years). *Human and Environment Quarterly*. 2013(25):1-11.
- Javid AH, Mirbagheri SA, Karimian A. Assessing Dez Dam reservoir water quality by application of WQI and TSI indices. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2014;7(2):133-42.
- Sadeghi M, Bay A, Bay N, Soflaie N, Mehdinejad MH, Mallah M. The survey of Zarin-Gol River water quality in Golestan Province using NSF-WQI and IRWQISC. *Journal of Health in the Field*. 2015;3(3).
- Effendi H, Wardiatno Y. Water quality status of Ciambulawung River, Banten Province, based on pollution index and NSF-WQI. *Procedia Environmental Sciences*. 2015;24:228-37.
- Samantray P, Mishra BK, Panda CR, Rout SP. Assessment of water quality index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip area, India. *Journal of Human Ecology*. 2009;26(3):153-61.
- Madadinia M, Monaveri SM, Karbasi A, Nabavi SMB, Rajabzadeh I. Qualitative study of Karun river water in Ahwaz period using water quality index. *Science and technology of the environment*. 2014;16(1):49-60.
- Rezaie R, Zarei Mahmoud Abadi H, Kalantari N, Ali Yari Z. Evaluation of water quality of Maroon Dam reservoir using multivariate statistical analysis based on correlation and Changes in water quality data, Behbahan, Khuzestan. *Journal of Advanced Applied Geology*. 2015;6(19):82-8.
- Elshemy M, Meon G, editors. Climate impacts on water quality indices of the southern part of Aswan High Dam reservoir, Lake Nubia. Fifteenth International Water Technology Conference, IWTC-15; 2011.
- Sharifinia M, Ramezanzpour Z, Imanpour J, Mahmoudifard A, Rahmani T. Water quality assessment of the Zarivar Lake using physico-chemical parameters and NSF-WQI indicator, Kurdistan Province-Iran. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 2013;1(3):302-12.
- Srivastava A, Kumar R, Gupta V, Agarwal G, Srivastava S, Singh I. Water quality assessment of Ramganga river at Moradabad by physico-chemical parameters analysis. *VSRD-TNTJ*. 2011;2(3):119-27.
- Tajrishi M, Ahmad Ac, Isazadeh S, Ahmadi M. Letian dam reservoir condition and evaluation of options for improving its quality. *Journal of Water and Sewage*. (44):2-14.
- Saha P. Assessment of water quality of Damodar River by water quality index method. *Indian Chemical Engineer*. 2010;52(2):145-54.
- Ehrampush M, Mehrjerdi A, Ghaneian M, Mehrizi E, Saghi M. Qualitative assessment of Bojnurd main water supply by using water quality indices in 2013:Case study of Shirin Dareh reservoir dam. *Journal of North Khorasan University*. 2015;7(3):475-84.
- Assar S, Rajab Zadeh Ghatramie E, Mohammadi Roozbahani M. Investigation of Water Quality of Dez Dam from Interior, Reservoir and Exterior up to Regulatory Dam Using Indexs of NSFQI and BCWQI. *Wetland Ecobiology*. 2014;6(2):79-92.
- Khalaji M, Ebrahimi E, Motaghe E, Asadola S, Hashemenejad H. Water quality assessment of the Zayandehroud Lake using WQI index. *Iranian Scientific Fisheries Journal*. 2017;25(5):51-63.
- Shokuhi R, Hosinzadeh E, Roshanaei G, Alipour M, Hoseinzadeh S. Evaluation of Aydughmush Dam Reservoir Water Quality by National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI) and Water Quality Parameter Changes. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2012;4(4):439-50.

18. Nasirahmadi K, Yousefi Z, Tarassoli A. Zoning of water quality on Haraz river bases on National Sanitation Foundation Water Quality Index. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2012;22(92):64-71.

## Survey of Water Quality of Mashkyd Dam Lake in Sib Suran City Using National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI) and Iran Water Quality Index for Surface Water Resources-Conventional Parameters (IRWQI<sub>SC</sub>)

Ayoob Kord tamini<sup>1</sup>, Edris Bazrafshan<sup>2,3</sup>, Elham Norabadi<sup>1</sup>, Hossein Ansari<sup>4</sup>, Hossein Kamani<sup>4\*</sup>,

1. Health Research committee, Faculty of Health, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

2. Health Sciences Research Center, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran

3. Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran.

4. Health Promotion Research Center, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

Corresponding author: [hossein\\_kamani@yahoo.com](mailto:hossein_kamani@yahoo.com)

### Abstract

**Background & Aim:** Water is an important and vital factor for human activity and is considered as one of the most important sources for development of countries. Due to the issues related to the water quality, this study was performed based on the two indices in order to evaluate the water quality and to take effective strategies for water consumption.

**Methods:** This descriptive cross-sectional study was carried out in four seasons in 2017. Samples were collected from different points of Mashkyd dam lake in the Sibsan and Suran city. After analysis of samples, obtained data was used for evaluating water quality using the Water Quality Index (NSFWQI) and Surface Water Quality Index (IRWQI<sub>SC</sub>).

**Results:** The water quality of Mashkyd dam based on the IRWQI<sub>SC</sub> index was “relatively good” in all stations in spring and it was “good quality” grade in other seasons. Also, according to the NSFWQI index, the water quality was “moderate quality” in all stations and all seasons.

**Conclusion:** Based on the international and national indices, the water quality of Mashkyd dam is usable for agricultural activity and conventional water treatment methods are sufficient to achieve the standard drinking water.

### Keywords:

Water Quality,  
NSFWQI Index,  
IRWQI<sub>SC</sub> Index,  
Mashkyd Dam,  
Sib Suran

©2018 Torbat Heydariyeh  
University of Medical  
Sciences. All rights  
reserved.

**How to Cite this Article:** Kord tamini A, Bazrafshan E, Norabadi E, Ansari H, Kamani H. Survey of Water Quality of Mashkyd Dam Lake in Sib Suran City Using National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI) and Iran Water Quality Index for Surface Water Resources-Conventional Parameters (IRWQI<sub>SC</sub>). Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences. 2019;7(1):27-39.