بررسی کیفیت آب دریاچه ی تالابی زریوار و پهنه بندی آن با استفاده از شاخص های کیفی (NSFWQI) و (OWQI) و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

صلاح الدین ابراهیم پور ، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی
حسین محمد زاده، عضو هیئت دانشگاه فردوسی مشهد، مرکز تحقیقات آب های زیرزمینی (متاب)
اقبال محمدی، کارشناسی ارشد آبخیزداري
*تلفن نویسنده اصلی: ۰۹۱۴۸۰۰۵۱۸۰ ، پست الکترونیکی:sallahadin.e@gmail.com

چکیده
از آنجا که در طی سال های اخیر منابع آبی در سطح جهانی مورد تهدید انواع آلـودگی هـا از قبیـل فاضـلاب های شهری، آلودگی های ناشی از فعالیت کشاورزی (از قبیل کود های شیمیایی و سموم) و پساب های صـنعتی قرار گرفته اند داشتن یک برنامه منظم برای حفظ منابع آب و جلـوگیری از آلـودگی آن ضـروری مـی باشـد. شاخص های کیفی آب یکی از روش های بسیار مناسب در مدیریت پهنه های آبی می باشد. در این مقاله بـرای بررسی کیفیت آب دریاچه ی تالابی زریوار (زریبار) از شاخص های موسسـه ی ملـی بهداشـت (NSFWQI) و اورگان (OWQI) که برای اولی تعداد تعداد ۹ پارامتر و برای دومی ۸ پارامتر به کار برده شد. این شاخص هـا برای ۷ تا ایستگاه، میانگین کل دریاچه کل دریاچه در طول هشت ماه نمونه برداری و همچنین برای چهار ماه از سال (از هر فصل یک ماه) به کار برده شد. و بعد به وسیله ی نرم افزار ARC GIS دریاچه از نظر شـاخص هـا پهنه بندی شد. که دریاچه با توجه بـه شـاخص NSFWQI در محـدوده ی کیفـی متوسـط و از نظـر شـاخص OWQI در محدوده ی بسیار بد قرار می گیرد.

کلید واژه‌ها: ***شاخص کیفی دریاچه ی زریوار، NSFWQI، OWQI، ARC GIS***

۱- مقدمه

امروزه با توجه به قوانین زیست محیطی و مسائلی که در ارتباط با آلودگی و کیفیت منابع آب وجود دارد، لزوم توجه به کیفیت منابع آب اهمیت زیادی پیدا کرده است . آلودگی آب های سطحی در اثر عوامل مختلف یک مسأله جهانی است. رشد جمعیت و آلودگی های ناشی از تخلیه انواع فاضلاب های شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه محل های دفع زباله و جریان آبهای سطحی باعث گسترش آلودگی و محدود تر شدن منابع آب در دسترس شده است [1]. شناخت نقاط آلوده و آلاینده های منطقه باعث استفاده بهینه و مناسب از آب در مصارف مختلف می گردد [2]. کیفیت آب در اکوسیستم های آبی به وسیله ی پارامتر های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بررسی می شود [3]. یکی از روش های بسیار ساده و دور از پیچیدگی های ریاضی و آماری که می تواند شرایط کیفی آب را بازگو و بعنوان یک ابزار مدیریتی قوی برای تصمیم گیری های مربوطه استفاده شود استفاده از شاخص های کیفی آب می باشد. شاخص های کیفی آلودگی روش هایی هستند که در مدیریت کیفی آب می توان از آن [4,5]. شاخص ها با ساده سازی و کاهش اطلاعات خام و اولیه علاوه بر بیان کیفیت آب، رو ند تغییرات کیفی آب را در طول مکان و زمان نشان می دهند[6]. به کمک شاخص های کیفی می توان مناطقی را که از نظر آلودگی بیشتر مورد تهدید می باشند مشخص و منابع آب را مدیریت کرد. دو فرم اصلی برای شاخص ها وجود دارد، شاخص هایی که با افزایش آلودگی، عدد شاخص آنها افرایش می یابد، با نام شاخص آلودگی شناخته می شوند و شاخص هایی که با افزایش آلودگی، عدد شاخص آنها کاهش می یابد با نام شاخص های کیفی شناخته می شوند مثل NSFWQI و OWQI [7]. شاخص های کیفی آب به پنج دسته تقسیم می شوند که عبارت اند از: شاخص های عمومی، شاخص های طراحی، شاخص مصارف ویژه، شاخص های آماری و شاخص های بیولوژیکی که هر کدام دارای زیر شاخه هایی هستند.

شاخص کیفی NSFWQI : در سال ۱۹۷۰ با حمایت بهداشت ملی آمریکا ، براون و همکارانش یک شاخص کیفی کاهشی را بر اساس نظرسنجی از تعداد زیادی از افراد متخصص با تخصص های گوناگون در این زمینه ارائه نمودند. آنها در ابتدا حدود ۳۵ پارامتر آلودگی را مطرح کرده و سپس بر اساس نظر افراد متخصص حدود ۹ پارامتر را برای ایجاد شاخص اصلی انتخاب کردند [7]. پرامتر های مورد استفاده در این شاخص دما، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، خاصیت اسیدی، نیترات، فسفر کل، کل جامدات محلول، کلیفرم مدفوعی، کدورت می باشد. در ایجاد شاخص کلی NSFWQI برای منظور کردن میزان اثر هر پارامتر و یا زیر شاخص مربوط به آن، به هر یک از پارامتر ها یک وزن یا ارزش عددی نسبت داده شده است [8]. که در جدول (۱) آمده است که بیشتر وزن دهی مربوط به غلظت اکسیژن محلول در آب به میزان (۰.۱۷ واحد) و کمترین آن مربو ط به غلظت کل جامدات (۰.۰۷ واحد) می باشد [9]. شاخص کیفیت آب که از صفر تا صد می باشد در جدول (۲) طبقه بندی شده است. برای بدست آوردن عدد نهایی این شاخص از رابطه ی (۱) استفاده می شود که در آن n تعداد پارمترها (n=۹)، I_i = زیر شاخص i ام و W_i =ضریب وزنی پارامتر i ام می باشد.

$$NSFWQI = \sum_{i=1}^{n} w_i I_i \qquad (۱)$$

جدول(۱). *فاکتورهای وزنی به کار رفته در شاخص NSFWQI*

پارامترها	وزن
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	0.11
اکسیژن محلول	0.17
فسفات کل	0.1
فیکال کلیفرم	0.16
تغیرات دما	0.1
نیترات	0.1
pH	0.11
مواد جامد کل	0.07
کدورت	0.08

شاخص کیفی اورگان (OWQI): این شاخص کیفی در ایالات اورگان و در ابتدا توسط یک گروه بررسی کننده ی مسائل کیفی زیست محیطی در سال ۱۹۷۹ برای ارزیابی شرایط و روند کیفی آب ایجاد گردید.این شاخص جزو شاخص های مصارف آب طبقه بندی شده است. و بیشتر برای ارزیابی کیفی آب برای مصارف تفریحی استفاده می شود. سادگی و در دسترس بودن پارامتر ها ی کیفی مورد نیاز و تعیین زیر شاخص ها با استفاده از نمودار یا روابط تحلیلی از مزایای این روش است. در این روش هر یک از پارامتر ها ی هشتگانه فاقد ضریب وزنی بوده و اثر یکسانی در شاخص نهایی دارد و باتوجه به این که پارامتر های با ارزش کم و پارامتر های با ارزش بالا به یک مقدار روی عدد نهایی شاخص تاثیر دارند می تواند از اشکالات این شاخص باشد. پرامتر های مورد استفاده در این روش دما، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، خاصیت اسیدی، نیتروژن، فسفر کل، کل جامدات محلول، کلیفرم مدفوعی می باشد. همچنین جدول (۲) بیانگر توصیف آب بر اساس مقادیر عددی شاخص می باشد. شاخص نهایی اورگان به وسیله ی رابطه ی زیر محاسبه می شود. که در این فرمول n تعداد پارمترها (n =۸) و SIi پارمترها i ام می باشد.

$$OWQI = \sqrt{\frac{n}{\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{SI_i^2}}} \qquad (۲)$$

جدول(۲): *رده بندی کیفی و تفسیر آلودگی شاخص های NSFWQI و OWQI*

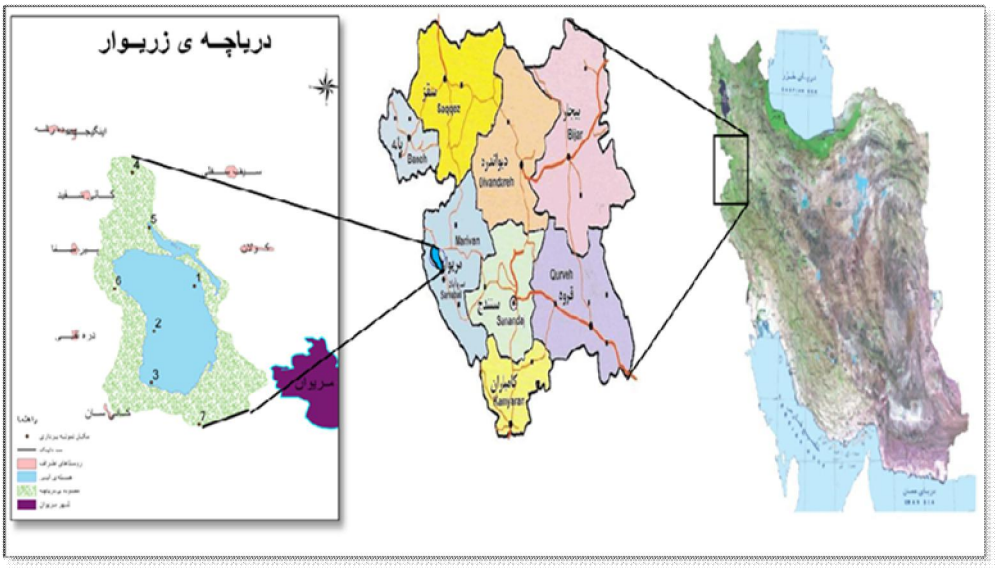
مقدار عددی شاخص NSFWQI	مقدار عددی شاخص **OWQI**	طبقه بندی کیفیت
25-0	60-0	بسیار بد
50-26	79-61	بد
70-51	84-80	متوسط
90-71	89-85	خوب
100-91	100-90	عالی

برای بررسی کیفیت آب افراد زیادی برای مناطق مختلف از شاخص های کیفی استفاده کرده اند [10,11]. در ایران هم برای ارزیابی کیفیت آب تالاب انزلی از شاخص NSFWQI در سال ۸۶ استفاده شد که تعداد ۱۰ ایستگاه به مدت یک سال مورد بررسی قرار گرفت که کیفیت آب تالاب در محدوده ی متوسط قرار داشت [12] همچنین سد مخزنی کرخه توسط شاخص های کیفی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته و شاخص NSFWQI به عنوان شاخص مناسب جهت بررسی کیفیت آب دریاچه ی سد معرفی شد [13] . برای ارزیابی کیفیت رودخانه های کشور هم از این شاخص ها استفاده شده است که می توان به رودخانه ی جاجرود[14]، رودخانه ی زهره [15]، رودخانه ی مراد بیک همدان [16]، رودخانه ی کارون و دز [7] اشاره کرد.

خصوصیات منطقه مورد مطالعه:

دریاچه ی تالابی زریوار در داخل رشته کوه های زاگرس در شمال غرب ایران و در استان کردستان واقع شده است و در ۳ کیلومتری شمال غربی شهرستان مریوان و در ارتفاع ۱۲۸۴ متری از سطح دریا قرار دارد[17]. دریاچه زریوار در′۳۲ °۳۵ عرض جغرافیایی و ′7 °46 طول جغرافیایی واقع شده است (شکل ۱). بیشترین عمق دریاچه ۷ متر و میانگین عمق آن ۳ متر است[18]. دریاچه زریوار از معدود دریاچه های آب شیرین ایران بوده و از زیباترین جاذبه های گردشگری غرب کشور به شمار می آید. دریاچه از دو طرف بوسیله ی رشته کوه های موازی هم و پوشیده از درختان بلوط محاطه شده است. مقدار بارندگی سالیانه در منطقه بیشتر از ۸۰۰mm می باشد و میانگین دما در بهمن و مرداد ماه به ترتیب برابر C ۲° و °C ۲۸ می باشد [19]. متوسط حرارت سالیانه در منطقه ۱۳ درجه می باشد [20]. دریاچه زریوار فقط در زمستان های بسیار سرد یخ می زند که ممکن است پوشش یخی حاصل تا ۴۰-۵۰ روز باقی بماند. حوضه ی آبریز دریاچه در حدود $۲۹۰km^۲$ برآورد شده است [21]. دریاچه زریوار با توجه به آرایش ارتفاعات غربی و شرقی و فرسایش سازند ها و ورود رسوبات به داخل این دریاچه خصوصا از طریق رودخانه ی فصلی دره تفی به شکل لوبیایی در آمده است. حد اکثر طول دریاچه ۴.۸ کیلومتر (با رویش های مرتبط ۸.۷ کیلومتر) و عرض آن ۲.۱ کیلومتر (با پوشش گیاهی۴.۴ کیلومتر) است [20]. در تحقیقاتی مختلفی که قبلا صورت گرفته، سوبات دریاچه ی زریوار تغییرات آب و هوایی را در طول ۴۰۰۰۰ سال قبل را در خود ثبت کرده است که می توان به تحقیقاتی که بر روی گرده ی گیاه [22,19] ، شیمی رسوبات [23] ، روی ماکروفسیل ها [24,25,26]، روی دیاتوم ها [27] و روی ایزوتوپ های پایدار رسوبات [28] صورت

گرفته اشاره کرد. در کف دریاچه چشمه های خود جوش وجود دارد که متوسط تخلیه سالانه آنها ۱۲.۹۱ میلیون متر مکعب است و هیچ رودخانه ی دائمی به این دریاچه نمی ریزد [30,29].



(شکل ۱): *موقعیت دریاچه رزیوار و ایستگاه های نمونه برداری*

۲- مواد و روشها

برای ارزیابی کیفی دریاچه از داده های ۷ ایستگاه که به مدت ۸ ماه در طی سال های ۱۳۸۴-۱۳۸۵ برداشت شده استفاده شده است که موقعیت ایستگاه ها در(شکل ۱) مشخص شده است. که از این ۷ ایستگاه، ایستگاه های یک، دو و سه در داخل هسته ی آبی، پنج و شش در داخل قسمت های نیزار، ایستگاه چهار در قسمت ورودی رود خانه ی انحرافی قزلچه سو و ایستگاه هفت در خروجی دریاچه قرار دارند. همچنین در این مقاله برای ارزیابی کیفی در طول ماه های مختلف، از هر فصل یک ماه (آذر۸۴، بهمن۸۴، اردیبهشت۸۵، شهریور۸۵) مورد ارزیابی قرار گرفت. پارامتر ها و غلظت آنها برای بدست آوردن مقدار شاخص های NSFWQI و OWQI در ایستگاه های مختلف و ماه های انتخاب شده به ترتیب در جدول(۳) و جدول (۴) آمده است. که برای هر ایستگاه میانگین غلظت پارامتر ها در طول ۸ ماه نمونه برداری در نظر گرفته شده است. همچنین برای ماه های انتخاب شده میانگین غلظت بدست آمده از قسمت های سطح، عمق و حاشیه غرقابی دریاچه که در طول این ماه ها اندازه گیری شده اند بدست آمده است. و شاخص های NSFWQI و OWQI برای ۷ ایستگاه برای میانگین دریاچه، و برای چهار ماه انتخاب شده با استفاده از نرم افزار Water Quality index و نمودار های موجود بدست آمد. برای مشخص شدن وضعیت کیفیت آب دریاچه از نظر این شاخص ها نقشه ی پراکندگی هر کدام از آنها در نرم افزار ARC GIS ۹.۳ رسم شد . برای این کار ابتدا محدوده ی دریاچه از روی عکس ماهواره ای مشخص، سپس مختصات ایستگاه های نمونه برداری شده در دریاچه بدست

آمد. برای درون یابی با توجه به این که سطح دریاچه فاقد پستی و بلندی می باشد از تکنیک Spline استفاده [31] و در انتها با توجه به مقدار بدست آمده برای هر شاخص دریاچه را پهنه بندی کردیم. داده های مورد استفاده جهت شاخص بندی از نتایج بخشی از (طرح مطالعات زیست محیطی، لیمنولوژیکی و حفظ تعادل اکولوژیکی دریاچه ی زریوار، استانداری کردستان) می باشد.

جدول(۳): *میانگین پارامتر های مورد نیاز برای ارزیابی شاخص های OWQI NSFWQI در استگاه های مورد مطالعه دریاچه ی زریوار*

ایستگاه ها / پارامتر ها	ایستگاه 1	ایستگاه 2	ایستگاه 3	ایستگاه 4	ایستگاه 5	ایستگاه6	ایستگاه7	میانگین
مختصات	E:046°,08',06" N:35°,32',58"	E:46°,07',21" N:35°,32',11"	E:46°,07',18" N:35°.31',18"	E:46°,06',57" N:35°,34',55"	E:46°,07',17" N:35°,32',55"	E:46°,06',37" N:35°,32',55"	E:46°,08',12" N:35°,30',34"	-
دمای آب C°	**19/33**	**21/18**	**19/93**	**19/7**	**20/33**	**20/63**	**19/7**	**20/11**
کدورت NTU	**1/002**	**1/188**	**1/193**	**3/324**	**1/801**	**1/936**	**2/012**	**1/78**
جامدات کل (mg/l)	**186/298**	**186/234**	**187/421**	**122/641**	**183/876**	**184/556**	**173/020**	**174/86**
pH	**7/93**	**7/97**	**7/84**	**8/59**	**7/85**	**6/87**	**6/67**	**7/67**
فسفات کل (mg/l)	**0/5254**	**0/4614**	**0/4554**	**0/5632**	**0/4496**	**0/5146**	**0/4919**	**0/49**
نیترات(mg/l)	**0/9**	**0/6**	**0/9**	**0/6**	**0/4**	**0/3**	**0/6**	**0/6**
نیترات+ آمونیاک(mg/l)	**0/917**	**0/511**	**0/916**	**0/678**	**0/411**	**0/311**	**0/610**	**0/621**
DO%	**89/220**	**89/220**	**86/946**	**82/556**	**80/557**	**83/671**	**66/968**	**82/78**
BOD (mg/l)	**5/465**	**5/323**	**6/276**	**6/558**	**6/314**	**6/378**	**7/281**	**6/23**
فیکال کلیفرم MPN/100ml	**66/5**	**19/7**	**7/6**	**62/6**	**99**	**149/8**	**1252/5**	**236/8**

جدول(۴) *پارامتر های مورد نیاز برای ارزیابی شاخص های NSFWQI,OWQI در ماه انتخاب شده*

ماه های نمونه	آذر 84	بهمن 84	اردیبهشت85	شهریور85

دمای آبC	9/96	3/34	15/6	26
کدورت	1/512	1/955	2/116	1/579
جامدات کلmg/l	198/725	177/066	165/083	192/888
pH	7/99	7/53	7/96	8/02
فسفات کلmg/l	0/819	1/23	0/52	0/023
نیتراتmg/l	0/93	1/26	0/23	0/57
%DO	91/28	81/31	68/68	64/35
BOD mg/l	2/968	4/939	10/671	4/295
فیکال کلیفرم MPN/100ml	60	108	210	1300
نیترات+آمونیاک (mg/l)	0/398	0/309	0/134	0/087

۳- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

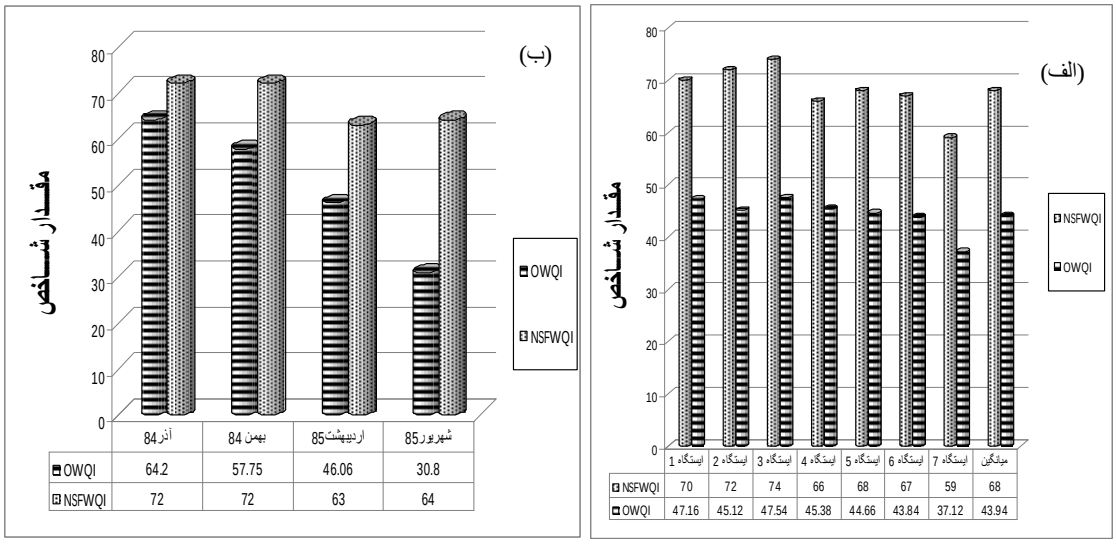
در شکل (۲) مقدار شاخص کیفی NSFWQI و OWQI برای ایستگاه های دریاچه ی زریوار را نشان می دهد. بیشترین شاخص کیفی NSFWQI را ایستگاه سه با مقدار ۷۴ دارا می باشد. که دلیل آن شرایط مناسب این ایستگاه از نظر غلظت کلیفرم ها، اسیدیته ی مناسب و غلظت پایین فسفات کل نسبت به ایستگاه های دیگر می باشد. کمترین مقدار را ایستگاه هفت با مقدار ۵۹ به خود اختصاص داده است، دلیل آن نزدیکی ایستگاه هفت به شهرستان مریوان نزدیک بوده و در سال های گذشته فاضلاب های این شهرستان به داخل دریاچه وارد و باعث کاهش کیفیت این منطقه از دریاچه شده است. بعد از ایستگاه هفت ایستگاه چهار کمترین مقدار را از نظر این شاخص NSFWQI دارا می باشد که در محل ورودی رودخانه ی انحرافی قزلچه سو قرار دارد با توجه به این که این رودخانه از زمین های کشاورزی زیادی عبور کرده و بعد از شستشوی زمین های اطراف مقدار زیادی از مواد آلوده کننده ی آب به داخل دریاچه وارد می کند. دلیل دیگر آن این است که رودخانه ی قزلچه سو، طبیعی نبوده سالیانه مقدار زیادی رسوب و مواد معلق وارد دریاچه می کند که کیفیت آن را تحت تاثیر قرار داده است برای جلوگیری از ورود زیاد رسوب به داخل دریاچه باید تعداد بیشتری سد رسوب گیر در مسیر رودخانه قرار گیرد و در سال این سد ها لایه روبی شوند. نتایج بدست آمده از شاخص NSFWQI نشان می دهد ایستگاه های دو و سه در محدوده ی کیفیت خوب و ایستگاه های دیگر در محدوده ی متوسط قرار دارند. میانگین شاخص NSFWQI در دریاچه ۶۸ بوده و در محدوده ی متوسط قرار می گیرد و ایستگاه ها در محدوده ی ۵۹ تا ۷۴ قرار دارند. البته باید اشاره کرد که کیفیت آب دریاچه بر اساس این شاخص بیشتر به سمت محدوده ی خوب تمایل دارد چون همه ی ایستگاه ها به غیر از ایستگاه هفت در مرز کیفیت خوب و متوسط قرار گرفته اند.

همان طور که در شکل (۲) دیده می شود شاخص کیفی OWQI در ایستگاه سه بیشترین امتیاز و ایستگاه هفت کمترین امتیاز را به خود اختصاص داده اند. همه ی ایستگاه ها در محدوده ی کیفی بسیار بد قرار گرفته اند. با توجه به تاثیر یکسان پارامتر ها پایین بودن یک یا دو زیر شاخص منجر به افت شدید شاخص نهایی می شود. در این شاخص به دلیل اینکه ارزش پارامتر ها برابر بوده و کدورت هم جزء پارامتر ها نمی باشد کیفیت ایستگاه چهار بر خلاف شاخص قبلی از کیفیت ایستگاه های پنج و شش مقداری بهتر بوده است.

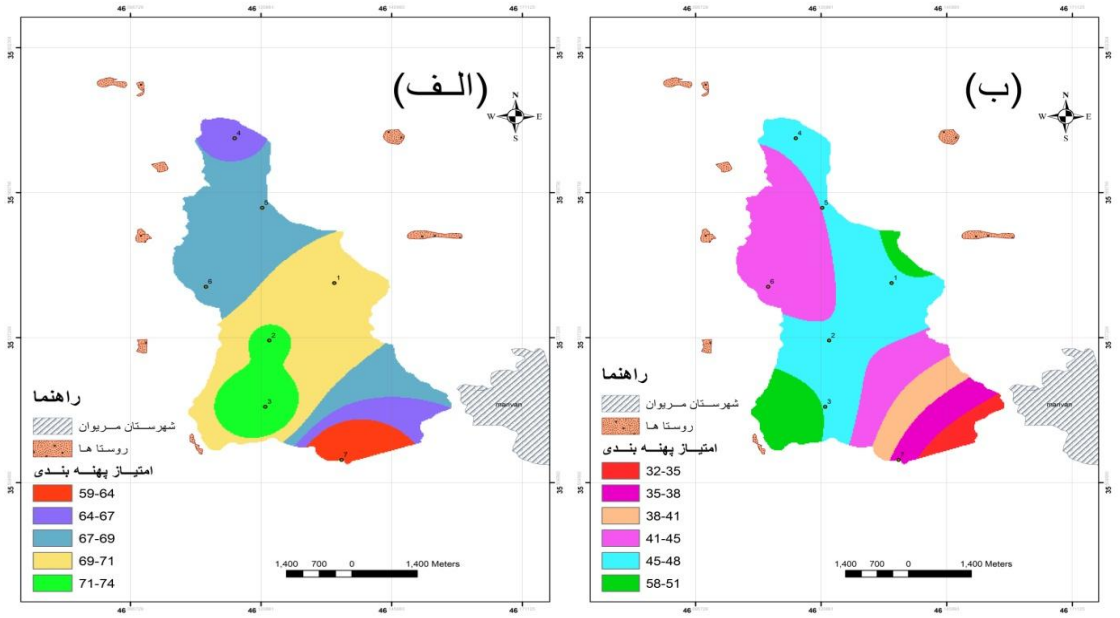
مقدار شاخص های کیفی برای چهار ماه در نظر گرفته در شکل (۲) دیده می شوند در هر دو شاخص آذر و بهمن ماه دارای کیفیت بهتر می باشد ، اردیبهشت و شهریور در شاخص NSFWQI تقریبا برابر اند. اما از نظر شاخص OWQI کمترین مقدار مربوط به شهریور می باشد. با توجه به مقدار بدست آمده ماه های آذر و بهمن در شاخص NSFWQI در محدوده ی کیفی خوب و دو ماه دیگر ماه دیگر در محدوده ی متوسط قرار دارند. از نظر شاخص OWQI آذر ماه در محدوده ی کیفی بد و سه ماه دیگر در محدوده ی خیلی بد قرار دارند. از آنجایی که در ماه های آذر و بهمن در منطقه مقدار زیادی ریزش جوی داریم و ریزش ها باعث رقیق شدن غلظت آلودگی در آب شده و کیفیت آب دریاچه نسبت به ماه های خشک بهتر می باشد. با توجه به این که جنس سازند های زمین شناسی منطقه آهکی و آهک های دگرگون شده می باشند و همچنین اطراف دریاچه زمین های کشاورزی بوده که از کود های فسفات و نیترات زیاد استفاده می شود در فصل هایی که بارندگی بیشتر است مقدار فسفات و نیترات دریاچه بیشتر می شود جدول (۲).

برای این که دید بهتری از کیفیت آب دریاچه بر اساس این شاخص داشته باشیم در شکل (۳) نقشه ی پهنه بندی دریاچه برای شاخص های NSFWQI و OWQI در نرم افزار۹.۳ GIS ARC رسم شده است. این شکل گویای این است که قسمت های هسته ی آبی کیفیت بهتر از مناطق پوشیده از نیزار و کم عمق دارد.

به طور کلی نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان می دهد که در قسمت های هسته ی آبی کیفیت آب بهتر از حاشیه ها و قسمت های نیزار بوده است. همچنین خروجی دریاچه دارای پایین ترین کیفیت بوده است که دلیل آن تاثیر آلودگی های شهر مریوان بر این دریاچه می باشد. همچنین در ماه هایی که بارندگی بیشتر است کیفیت بهتر از ماه هایی است که ریزش جوی کمتر است و چون این دریاچه قسمتی از آب آن از طریق چشمه های خود جوش داخل دریاچه که دائمی می باشند تامین می شود کیفیت آب در ماه های مختلف دچار تغییرات زیادی نمی شود. با توجه به فعالیت های کشاورزی در اطراف دریاچه و استفاده از کود های گوناگون و مواد سمی، مقدار زیادی مواد آلوده کننده وارد دریاچه می شود. و همچنین روستاهای اطراف به دلیل این که هیچ کدام دارای سیستم جمع آوری فاضلاب و تصفیه خانه نبوده و این فاضلاب ها به طرف دریاچه سرازیر می شوند می تواند آلاینده های زیادی را وارد دریاچه کنند. از آنجایی که شاخص NSFWQI برای هر پارامتری یک وزن خاص را در نظر، و در محاسبه نهایی شاخص، منظور می شود یک شاخص مناسب تر برای ارزیابی کیفی آب دریاچه می باشد. با توجه به این که در ایران تحقیقات زیادی روی آب دریاچه ها و رودخانه ها انجام نشده، استفاده از روش شاخص موسسه ی ملی بهداشت (NSFWQI) برای شناخت اولیه از کیفیت منابع آبی کشور مناسب بوده و دانشجویان و محققان می توانند این شاخص را به کار ببرند. همچنین تهیه الگوی کشت مناسب، جلوگیری از احداث و توسعهٔ فعالیت های انسانی، به خصوص کاربریهای فاضلاب زا، احداث شبکه های جمع آوری و تصفیه خانه های فاضلاب برای روستا های اطراف، آگاهی رسانی و ترویج فرهنگ مصرف بهینه و اهمیت ارزش ذاتی آب به مردم ساکن در منطقه، از عوامل حیاتی در بهبود کیفیت آب دریاچه ی زریوار و رسیدن به اهداف توسعه پایدار منابع آب است که باید در راس برنامه های توسعه قرار گیرد.



شکل(۲): *مقدار شاخص NSFWQI، OWQI (الف) برای ایستگاه های هفتگانه دریاچه (ب) برای ماه های مختلف*



شکل(۳): *پهنه بندی دریاچه زریوار (الف) از نظر شاخص کیفی NSFWQI (ب) از نظر شاخص کیفی OWQI*

۴- مراجع

[1] Enrique, S., Manuel, F., Colmenarejo, J., Angel, R., Garcl, L., Borja R. (2007), "Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution". Ecological Indicators; 7:315–328

[2] Simeonov, V., Stratis, J., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsa, D., Anthemidis, A., et al. (2003) "Assessment of the surface water quality in Northern Greece". Water Res 37: 4119–4124.
[3] Sargaonkar, a., Deshpande, V., (2003) "Development of an Overall Index of Pollution for Surface Water Based on a General Classification Scheme in Indian Context," *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 89, No. 1, , pp. 43-67.

[4] Simoes, F., Moreira, A., Bisinoti, MC., Gimenez, S., Santos, M., (2008)" Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies". Ecological Indicators 38: 476-480.
[5] Liou, SM., Lo, SL., Hu, CY., (2003)" Application of twostage fuzzy set theory to river quality evaluation in Taiwan. Water Res 37: 1406–1416
[6] Abbasi S.A .2000. Water Quality Indices. Center for Pollution Control & Energy Technology Punditry University.
Hernandez-Romero, A., Tovilla-Herna´ndez, C., Malo, E., Bello-Mendoza, R., (2004) "Water quality and presence of pesticides in a tropical coastal wetland in southern Mexico," Marine pollution Bull 48: 1130–1141.
[7] شمسایی، ا. اورعی زارع، ص. سارنگ، ا. (1384)، بررسی تطبیقی شاخص های کیفی و پهنه بندی کیفی رودخانه ی کارون و دز، مجله آب و فاضلاب، شماره ی 55، 39-48
[8]Ott, W.R., (1980). "*Environmental Indices – Theory and Practice*", Arbor Sceince Publisher , Inc. Ann , Michigan.
[9] Dunnette, D., (1989) "A geographically variable waterquality index used in Oregon," J Water PollutionControl Federation 51(1): 53-61.
[10] Khan, F., Husain, T., Lumb, A., (2003) "Water Quality Evaluation and Trend Analysis in Selected Watersheds of the Atlantic Region of Canada," *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 88, No. 1-3, , pp. 221-248.
[11]Horton, R. K., (1965) "An Index Number System for Rating Water Quality," *Journal of Water Pollution Control Federation*, Vol. 37, No. 3, pp. 300-306.
[12]رازدار، ب. قویدل، آ. ذوقی، م. (۱۳۸۸)." بررسی کیفیت آب تالاب انزلی با استفاده از شاخص کیفی WQI "مجموعه مقالات همایش ملی، الگو های توسعه پایدار در مدیریت آب. ص ۴۵۷-۴۶۵
[13]نیکو نهاد، ع. معاضد، ه. کاظم بیگی، ف. (۱۳۸۸) ، مقایسه ی شاخص های کیفی آب برای انتخاب بهترین شاخص در سد مخزنی کرخه، مجله ی پژوهش آب ایران، شماره ۴، ۶۹-۷۳.

[14] میرزایی، م. نظری، ع. هاشمیان، س. (۱۳۸۸). "بررسی تحلیلی و مقایسه ای شاخص بندی کیفی رودخانه ی جاجرود" مجله ی فنی و مهندسی مدرس ، شماره ی ۳۵، ص ۱۴۳- ۱۵۲
[15] کریمیان، آ. جعفرزاده، ن. نبی زاده، ر. افخمی، م. (۱۳۸۵). "پهنه بندی کیفی رودخانه بر اساس شاخص WQI مطالعه ی موردی رودخانه ی زهره" نشریه ی بین المللی مهندسی آب. ص ۱۸-۲۴
[16] صمدی، م. ساقی، م. رحمانی، ع. ترابزاده، ح. (۱۳۸۸)" پهنه بندی کیفی آب رودخانه ی دره مراد بیک همدان بر اساس شاخص NSFWQI و بهره بری از سامانه ی اطلاعات جغرافیایی" مجله ی علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، شماره ۴، ص ۳۸-۴۳

[17] ابراهیم پور، ص.، کریمی،ح.، اردلان زاده، آ.، (۱۳۸۹). "بررسی پارامتر های فیزیکی، شیمیای، کیفی آب و عوامل تهدید کننده ی دریاچه ی تالابی زریوار(زریبار)" چهاردهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران و بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین، ص ۱-۶
[18] کرباسی، ع. بیاتی، آ. (۱۳۸۷). "سهم منابع طبیعی و انسان ساخت در توزیع عناصر سنگین در رسوب مغزی در دریاچه زریوار" مجله ی محیط شناسی، شماره ی ۳۴ ، ص ۳۱-۳۶.

[19] van Zeist, W., anid Wright, H.E., (1963)" Preliminary pollen studies at Lake Zeoibar, Zagros MouLntainis, southwestern Iran," Science 140, 65-67.

[20] شرکت مهندسین مشاور آسراب.، (۱۳۸۶) ،" مطالعات زیست محیطی، لیمنولوژیکی و حفظ تعادل اکولوژیک دریاچه زریوار-مریوان، استانداری کردستان"، ۱۵۹ صفحه

[21] Loffler, H.,(1961) "Beitrage zur Ketsntnis der iralsishcen Bimmnene-ewasset Regional-limnlologische Studie mit besonderer Berucksichtigung derCrustaceanifauna". Internationalle Revue der gesnititenz Hsdrobsologie 46, 309-406

[22] van Zeist, W., Bottema, S., (1991) "Late Quaternary vegetation of the Near East. Beihefte zum Tübinger Atlas des Vorderen Orients". Reihe A 18, 1–156.

[23] Hutchinson, G.F., and Cowgill, U.M., (1963) "Chemical examination of a core fiom Lake Zeribar. Iran," Science 140, 67-69.

[24] Wasylikowa, K., (1967) "Late Quaternary plant macrofossils from Lake Zeribar, Western Iran," Review of Palaeobotany and Palynology 2, 313–318.

[25] Wasylikowa, K., Walanus, A., (2004) "Pace of aquatic and marsh plant succession in various parts of Lake Zeribar, Iran, during the Late Glacial and Holocene. Acta Palaeobotanica 44, 129-40.

[26] Wasylikowa, K., (2005)" Paleoecology of Lake Zeribar, Iran, in the Pleniglacial, Late Glacial, and Holocene reconstructed from plant macrofossils," The Holocene 15, 720–735.

[27] Snyder, J.A.,Wasylik, K., Fritz, S.C., Wright Jr., H.E., (2001) "Diatom-based conductivity reconstruction and palaeoclimatic interpretation of a 40-karecord from Lake Zeribar, Iran". The Holocene 11, 737–745.

[28] Stevens, I-.R., Wright, H.E., Jr., and Ito, E., (2001) "Proposed changes in seasonality of climate dUring the Lateglacial and Holocene at Lake Zeribar, Iran". The Holocene 11, 747-755

[29] شرکت پویاب تواناب ،(۱۳۷۰)." مطالعات شبکه آبیاری زهکشی جنوب دریاچه زریوار مریوان" . انتشارات وزارت نیرو، ۹۸ صفحه.

[30] محمدی، ا. ۱۳۷۷ . بیلان هیدرولوژی حوضه زریوار. مجله زریوار، ۱۳-۱۸.

[31] سنجری، س. (۱۳۸۷)"راهنمای کاربردیARC GIS9.2"انتشارات عابد، ۳۴۴ص