



اندکس کیفیت آب (WQI)

احمد اصل هاشمی*

ایران، تبریز، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، دانشکده بهداشت

دکتر حسن تقی پور

ایران، تبریز، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، دانشکده بهداشت

*Email: aashlhashemi@yahoo.com

چکیده

تامین آب سالم یکی از ضروریات حیات موجودات زنده بخصوص انسان می باشد که برای کنترل آن نیاز به کنترل کیفیت با استفاده از تست‌های آزمایشگاهی و اندکس‌های مختلف می باشد. برای ایجاد استانداردهای شاخص کیفیت آب در منابع آب (اعم از رودخانه، دریاچه و ...) از کارشناسان مختلف کنترل کیفیت استفاده می گردد که اساساً این شاخص از طریق محاسبه نتایج چندین آزمایش بدست می آید که نشان دهنده سطح کیفیت منابع آب می باشد. اندکس کیفیت آب برای مقایسه کیفیت منابع آب با سایر منابع موجود و همچنین برای تعیین سلامتی یک آبخیز در نقاط مختلف به کار می رود. ضمناً کنترل کیفیت آب برای یک دوره زمانی خاص جهت پی بردن به تغییرات اکوسیستم آبی نیز استفاده می گردد.

روش کار: برای تعیین اندکس کیفیت منابع آب اختصاصاً ۹ پارامتر که عبارتند از DO، BOD، T.D.S، PH، دما، فیکال کلیفرم، نیترات، توتال فسفات و کدورت می باشند که توسط روش‌های استاندارد آزمایش می شوند و نتایج در جدول WQI work sheet ثبت شده و سپس با استفاده از نمودارهایی، مقادیر Q value را برای هر پارامتر محاسبه، سپس مقادیر ذکر شده را در فاکتور weighting ضرب می کنیم (این فاکتور در work sheet می باشد) و سپس جواب را در ستون Total ثبت می کنیم. فاکتور weighting اهمیت هر تست را برای کیفیت آب نشان می دهد. در پایان اعداد ستون Total با هم جمع می شوند و overall water quality برای منبع آب مورد نظر تعیین می شود و سپس نتیجه بدست آمده را با مقیاس مربوطه اندکس کیفیت آب در یک محدوده صفر تا ۱۰۰ (صفر تا ۲۵ ضعیف، ۲۶ تا ۵۰ نسبتاً خوب، ۵۱ تا ۷۰ متوسط، ۷۱ تا ۹۰ خوب، ۹۱ تا ۱۰۰ بسیار خوب) مقایسه کرده و رنج اندکس کیفیت آب را برای منبع مورد نظر تعیین می کنیم. برای مثال فاکتور ذکر شده برای فیکال کلیفرم ۰/۱۶ است و برای نیترات تنها ۰/۱ است بنابراین فیکال کلیفرم در overall water quality مهم تر از نیترات است. بحث و نتیجه گیری: از تجزیه تحلیل اندکس منابع آب می توان پی برد که موجودات آبی با گونه‌های مختلف قادر به حیات در این گونه آب‌ها می باشند. اندکس با رنج متوسط تنوع کمتری از موجودات آبی را داشته و اغلب سبب رشد جلبک‌ها می شود و اندکس نسبتاً خوب از تنوع پائینی از موجودات آبی برخوردار بوده و احتمالاً با مسائل آلودگی آب مواجه خواهد شد و اندکس در رنج ضعیف تنها تعداد محدودی از موجودات آبی را داشته و دارای مشکلات کیفی فراوانی می باشد و اندکس ضعیف طبیعتاً غیر قابل قبول بوده و نمی توان برای مصارف مختلفی از جمله تفریحی استفاده کرد. ضمناً از اندکس کیفیت آب برای کنترل مصارف تفریحی، آشامیدنی و غیره منابع آب استفاده می گردد. که در اصل مقاله بصورت کامل در خصوص اندکس کیفیت منابع آب توضیحات لازم داده شده است.

کلید واژه‌ها: اندکس، منابع آب

مقدمه

افزوده می‌شود. از سویی برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی شیرین از طریق چاه‌های عمیق و نیمه عمیق باعث کاهش میزان آب شیرین و افزایش آب‌های شور می‌شود. در نتیجه حاصل‌خیزی زمین‌های کشاورزی کاهش می‌یابد و تبدیل به زمین‌های شور می‌گردند، و چون تبدیل آب‌های شور به شیرین به علت هزینه زیاد، مقرون به صرفه نیست، بنابراین باید با استمرار صرفه‌جویی عمومی، برنامه‌ریزی دقیق، استفاده از شاخص‌های مناسب، استفاده بهینه از آب، جلوگیری از هدر رفتن منابع موجود، تصفیه مجدد پساب‌ها و به کارگیری مجدد آن‌ها، کمبود آب را جبران کرد.

آب‌های سطحی

بخشی از بارش‌های برف و باران آب‌های سطحی را تشکیل می‌دهند آب‌های سطحی به صورت نهر، رودخانه و دریاچه‌ها می‌باشند. لذا این آب برای موارد شرب، کشاورزی و صنعتی استفاده می‌شود بخشی از این آب توسط کانال‌های آب به محل ذخیره آب مانند سدها و آبگیرها هدایت می‌شوند. نوع و میزان مواد موجود در آب‌های سطحی بستگی به مسیر عبور آب دارد. علاوه بر این آب‌های مورد استفاده قرار گرفته به صورت پساب‌های صنعتی و فاضلاب‌های خانگی می‌توانند سبب آلودگی بیشتر آب‌های سطحی شوند. کیفیت آب‌های سطحی از لحاظ مقدار مواد محلول و معلق به دلیل سیلابی و طوفانی شدن و تغییر دما در طی فصول مختلف سال متغیر است و به طور کلی کدر بودن آلودگی‌های آب‌های سطحی بیشتر از آب‌های زیرزمینی است.

آلودگی آب

ورود ماده خارجی به آب که منجر به اختلال در بهره‌برداری خاص از آب و یا تغییر در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن می‌شود. که ممکن است اثرات زیان‌باری بر زندگی انسان و آبزیان بگذارد.

تامین آب سالم یکی از ضروریات حیات موجودات زنده بخصوص انسان می‌باشد امروزه به دلیل رشد فزاینده جمعیت و افزایش مصرف آب، قطع بی‌رویه درختان، جنگل‌ها و تغییر اکوسیستم طبیعت، رشد شهرسازی و افزایش صنایع آلوده کننده آب، شیوه‌های نامناسب و غیراصولی کشاورزی، احداث سدهای مخزنی و ایجاد دریاچه‌های مصنوعی همگی از عوامل نابودی چرخه منظم آب در سطح جهان است که نوعی تهدید جدی برای جامعه بشریت محسوب می‌شوند از طرف دیگر امروزه اهمیت آب، این عامل حیات، بعنوان محور توسعه پایدار بیش از پیش شناخته شده است. که برای کنترل آن نیاز به کنترل کیفیت با استفاده از تست‌های آزمایشگاهی و اندکس‌های مختلف می‌باشد. برای ایجاد استانداردهای شاخص کیفیت آب در منابع آب (اعم از رودخانه، دریاچه و ...) از کارشناسان مختلف کنترل کیفیت استفاده می‌گردد که اساساً این شاخص از طریق محاسبه نتایج چندین آزمایش بدست می‌آید که نشان دهنده سطح کیفیت منابع آب می‌باشد. اندکس کیفیت آب برای مقایسه کیفیت منابع آب با سایر منابع موجود و همچنین برای تعیین سلامتی یک آبخیز در نقاط مختلف به کار می‌رود. ضمناً کنترل کیفیت آب برای یک دوره زمانی خاص جهت پی بردن به تغییرات اکوسیستم آبی نیز استفاده می‌گردد. بنابراین استفاده از استانداردها و شاخص‌های مناسب برای منابع آبی یکی راهکارهای اصولی برای کاهش آلودگی آب محسوب می‌شود.

وضعیت منابع آب در ایران

ایران جزء کشورهای کم آب و خشک، و دارای منابع آب محدود است. حجم نزولات جوی نسبت به خشکی‌های کره زمین به ازای هر کیلومتر مربع ۸۳۰ هزار متر مکعب می‌باشد، در حالی که این میزان نسبت به وسعت خشکی‌های ایران تنها ۲۵۰ هزار مترمکعب است. از طرف دیگر کلیه آب‌های موجود در ایران قابل استفاده نیست و درصد بالایی را آب‌های شور تشکیل می‌دهند، که روزه‌روز بر میزان آن‌ها

اندکس کیفیت آب¹ (WQI)

جهت مقایسه کیفیت آب در بخش‌های مختلف یک کشور و برای ایجاد استانداردهای شاخص کیفی منابع آب (اعم از رودخانه، دریاچه و ...) بیش از صد کارشناس کنترل کیفیت فراخوان می‌شوند که اساساً این شاخص از طریق محاسبه نتایج چندین آزمایش بدست می‌آید که نشان دهنده سطح کیفیت منابع آب می‌باشد. اندکس کیفیت آب که اخیراً در دهه ۱۹۷۰ توسعه یافته در جهت کنترل تغییرات کیفیت آب در منابع آبی خاص در طی یک دوره زمانی برای پی بردن به تغییرات یک اکوسیستم آبی استفاده می‌شود. شاخص کیفیت می‌تواند سلامت منابع آبخیز را در نقطه‌های مختلف نشان دهد و برای حفظ تغییرات خط سیر و آنالیز در طی زمان می‌تواند کاربرد داشته باشد. همچنین می‌تواند برای مقایسه کیفیت منابع آب با منابع دیگر یا منابع ناحیه‌ای یا سایر منابع موجود در جهان بکار روند و این نتایج برای تعیین سلامتی آب از لحاظ کیفی نیز کاربرد دارد.

پارامترهای مورد نیاز جهت تعیین اندکس کیفیت آب

اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی (BOD)

اندازه‌گیری مقدار غذا برای باکتری‌هاست که در آب یافت می‌شود باکتری‌ها از مواد آلی در عمل تنفس استفاده می‌کنند و اکسیژن را از آب حذف می‌کنند آزمایش تست اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی بیانگر این است که چه مقدار مواد زاید قابل تجزیه در آب موجود است مواد زاید قابل تجزیه معمولاً از مواد زاید آلی مثل برگ‌ها، زایدات چمن، کود تشکیل شده است به عبارتی اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی مقدار اکسیژن مولکولی مورد نیاز جهت اکسیداسیون بیولوژیکی مواد آلی موجود در آب می‌باشد به طور متوسط، اکسیژن مورد نیاز متناسب با مقدار مواد زاید آلی قابل تجزیه به صورت هوازی می‌باشد آزمایش اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی در مدیریت کنترل آلودگی نهرها و ارزیابی ظرفیت خودپالایی آنها بسیار مفید است.

اکسیژن محلول (DO)

اندازه‌گیری میزان اکسیژن موجود در محیط‌های زیستی آبی است که در دسترس ماهی‌ها، بی‌مهرگان و همه حیوانات موجود در آب است بیشتر گیاهان و حیوانات آبی به اکسیژن جهت زیست نیاز دارند در حقیقت ماهی زمانی که اکسیژن محلول به سطح خیلی پائین برسد خفه می‌شود. سطح پایین اکسیژن محلول در آب نشانه آلودگی احتمالی است و یک عامل مهم در تعیین کیفیت آب، کنترل آلودگی و چندین فرآیند تصفیه می‌باشد.

کلی فرم‌های مدفوعی

فرمی از باکتری‌ها است که در زایدات دفعی انسان و حیوانات یافت می‌شود و آب دریافت کننده فاضلاب‌های انسانی و حیوانی، اولین منبع بیماری‌های قابل انتقال توسط آب است.

نیترات

بیشتر آب‌های سطحی کمبود نیترات دارند و به عنوان یک ماکرونوترینت در محیط‌های آبی لازم است. مهم‌ترین منبع نیترات، اکسیداسیون بیولوژیکی مواد آلی نیتروژن‌دار می‌باشد که از فاضلاب‌ها و پساب‌های صنعتی وارد منابع آبی می‌شوند. نیترات‌ها می‌توانند برای انسان مضر باشند زیرا در روده تبدیل نیتريت شده و در توانائی گلبول‌های قرمز در حمل اکسیژن تأثیر می‌گذارند نیتريت‌ها همینطور می‌توانند سبب ایجاد بیماری‌های سختی در ماهی‌ها شوند.

PH

سطح PH از تماس اسیدی در آب (حضور اسید در آب) اندازه‌گیری می‌شود بیشتر موجودات آبی به PH خیلی حساس هستند. آب‌های حاوی آلودگی آلی طبیعتاً توجه ما را به مقدار اسیدی آب جلب خواهد کرد و آب با PH، ۷ طبیعی بررسی شده است. اگر PH زیر ۷ باشد اسیدی است و زمانی که بیشتر از ۷ باشد قلیایی گفته می‌شود همچنین PH برای

کدورت

اندازه گیری پراکندگی نور در یک ستون آب که در نتیجه مواد معلق بوجود می آید. کدورت بالا ظاهر آب را کدر می سازد اگر آب خیلی کدر باشد توانایی نگهداری گونه های وسیعی از گیاهان و دیگر ارگانیسم های آبی را از دست می دهد.

روش کار

پس از آنکه نتایج ۹ پارامتر شامل BOD، DO، T.D.S، PH، فیکال کلیفرم، نیترات، دما، توتال فسفات و کدورت به روش های استاندارد در آزمایشگاه رفرانس بدست آمد سپس نتایج در جدول ۱ اندکس کیفیت آب WQI work sheet ثبت شده و سپس با استفاده از نمودارهای (۱-۹)، Q value را برای هر پارامتر محاسبه کرده سپس مقادیر ذکر شده را در فاکتور weighting (فاکتور weighting اهمیت هر تست را برای کیفیت آب نشان می دهد برای مثال فاکتور ذکر شده برای فیکال کلیفرم ۰/۱۶ است و برای نیترات تنها ۰/۱ می باشد بنابراین فیکال کلیفرم در این اندکس مهم تر از نیترات است) که در work sheet می باشد ضرب کرده و در پایان اعداد ستون مجموع با هم جمع می شوند و کیفیت کلی آب برای منبع آب مورد نظر تعیین می شود و سپس نتیجه بدست آمده را با مقیاس مربوطه اندکس کیفیت آب مقایسه سطح کیفیت آب را برای منبع مورد نظر مشخص می کنیم. میزان WQI برای کیفیت آب در یک محدوده صفر تا ۱۰۰ می باشد. که ۱۰۰ بالاترین امتیاز ممکن را دارد که میزان سلامتی آب را در یک روز معین تعیین می کند (صفر تا ۲۵ ضعیف، ۲۶ تا ۵۰ نسبتاً خوب، ۵۱ تا ۷۰ متوسط، ۷۱ تا ۹۰ خوب، ۹۱ تا ۱۰۰ بسیار خوب).

بیان شدت اسیدی یا قلیایی بودن یک محلول مورد استفاده قرار می گیرد.

تغییرات دما

دمای آب یک پارامتر خیلی مهم می باشد و از لحاظ خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مستقیماً تحت تأثیر دما می باشد بیشتر گیاهان و حیواناتی که در آب زیست می کنند در دمای مخصوصی در آب زندگی می کنند و مقدار کمی از آنها بیشینه تغییرات این پارامتر را تحمل می کنند. در استفاده از ترمومتر یکسان، دمای آب باید در مکان آزمایش بررسی شود. و همینطور در بالا دست جریان کنترل شود. در هنگام اندازه گیری دما در بالادست جریان، مراقب باشیم مقادیر نور خورشید و عمق رودخانه مشابه مکان اندازه گیری باشد.

کل جامدات محلول (T.D.S)

اندازه گیری مواد جامد محلول در رودخانه می باشد که شامل نمک، بعضی مواد آلی و رنج وسیعی از نوترینت ها که مواد سمی هستند. سطح ثابتی از مواد معدنی در آب برای زیست در محیط های آبی ضروری می باشد. غلظت های خیلی بالا و خیلی پائین از کل جامدات محلول ممکن است رشد را محدود کنند و منجر به مرگ گونه های آبی شوند.

توتال فسفات

فسفات ها ترکیبات شیمیایی هستند که از اکسیژن و فسفر، که آنها برای رشد گیاهان و حیوانات لازم هستند ساخته می شوند فسفات ها در آب به اشکال و فرم های زیادی می توانند باشند بنابراین توتال فسفات کل مقدار فسفات بالقوه موجود در منابع آب را تخمین می زند.

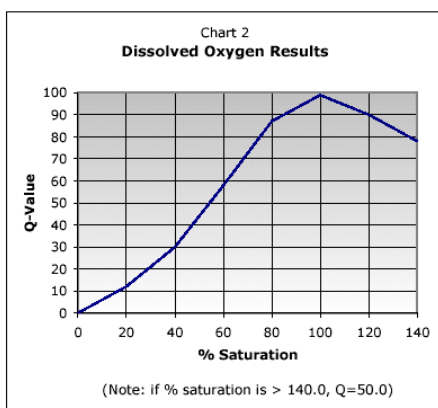
جدول ۱: اندکس کیفیت آب

----- تاریخ/ زمان آزمایش
 ----- موقعیت نمونه برداری
 ----- نام آزمایش کننده

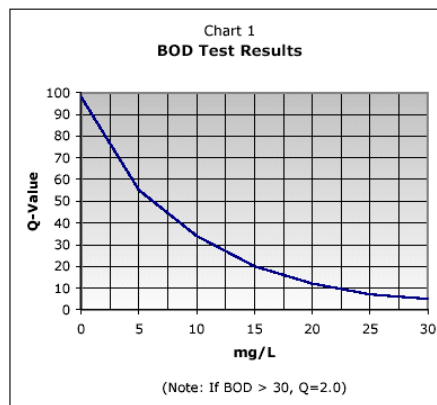
مجموع	فاکتور Weighing	Q Value	نتایج آزمایش	پارامترهای مورد آزمایش
	۰/۱۱		میلی گرم در لیتر	BOD
	۰/۱۷		درصد اشباع	اکسیژن محلول
	۰/۱۶		کلونی در ۱۰۰ میلی لیتر	کلیفرم های مدفوعی
	۰/۱۰		میلی گرم در لیتر	نیتрат
	۰/۱۱			PH
	۰/۱۰		درجه سانتیگراد	دما
	۰/۰۷		میلی گرم در لیتر	کل جامدات محلول
	۰/۱۰		میلی گرم در لیتر	کل فسفات
	۰/۰۸		NTU	کدورت

----- اندکس کلی کیفیت آب

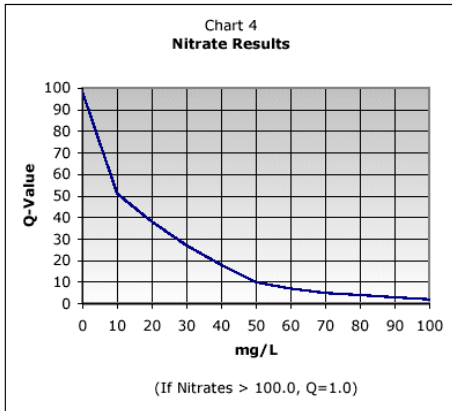
نمودار ۲: نتایج اکسیژن محلول



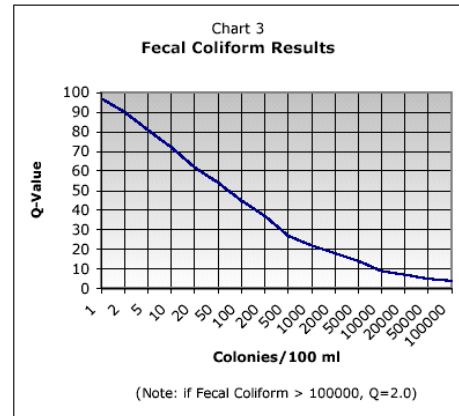
نمودار ۱: نتایج BOD



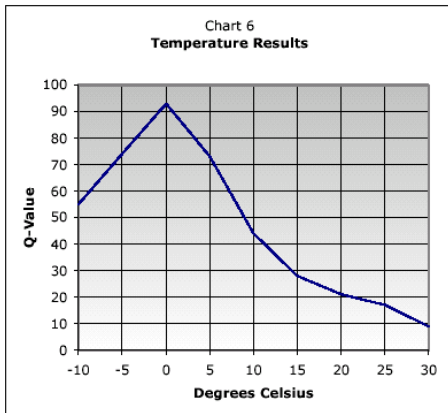
نمودار ۴: نتایج نیترات



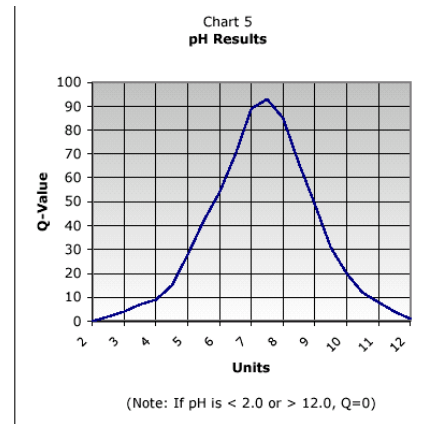
نمودار ۳: نتایج فیکال کلیفرم



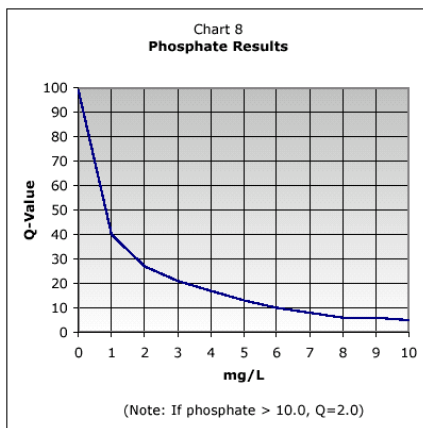
نمودار ۶: نتایج دره حرارت



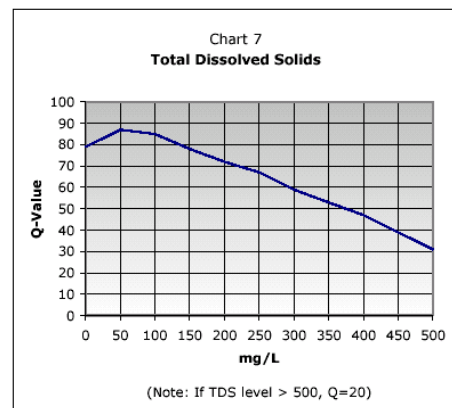
نمودار ۵: نتایج pH



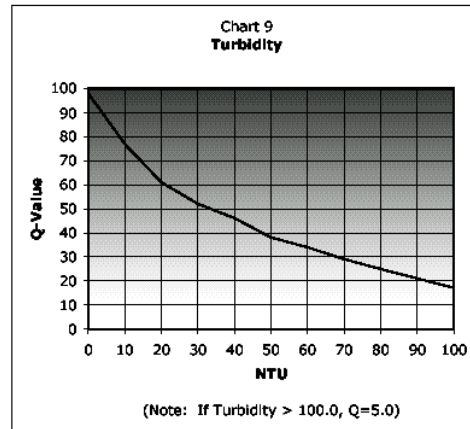
نمودار ۸: نتایج فسفات



نمودار ۷: نتایج TDS



نمودار ۹: نتایج کدورت



اندکس با رنج متوسط تنوع کمتری از موجودات آبی را داشته و اغلب سبب رشد جلبک ها می شود و اندکس نسبتاً خوب از تنوع پائینی از موجودات آبی برخوردار بوده و احتمالاً با مسائل آلودگی آب مواجه خواهد شد و اندکس منابع آبی در رنج ضعیف تنها قادرند شمار تعداد محدودی از موجودات آبی را داشته و دارای مشکلات کیفی فراوانی می باشد و اندکس ضعیف طبیعتاً غیر قابل قبول بوده و نمی توان برای مصارف مختلفی از جمله تفریحی استفاده کرد. بنابراین از اندکس کیفیت آب علاوه بر موارد ذکر شده، برای کنترل مصارف تفریحی، آشامیدنی و غیره منابع آب نیز استفاده می گردد.

منابع

۱. تریپاتی، سودا رانی گوپل، آلودگی آب، ترجمه از: مرتضی علیزاده، انتشارات موج سبز، سال ۸۲
۲. محمد سلطانیان، رضا داودی، شیمی بیولوژی آب و فاضلاب، انتشارات هنر و دانش، سال ۸۳
۳. محمود پیکری، ارجمند مهربانی، مبانی تصفیه آب، انتشارات ارکان، تابستان ۸۳
۴. www.nsf.org/cosumer/just for kidf/ wqi.afp
۵. www.health.co.ir
۶. www.elib.hbi.ir

روش محاسبه Q value

- ۱- نمودار مربوط به پارامتر مورد نظر را بیابید
- ۲- در روی محور افقی، نتیجه تست را علامت گذاری و مکان یابی کنید.
- ۳- ابتدا از محل علامت گذاری تا قطع منحنی یک خط عمودی رسم کنید.
- ۴- از نقطه ای که منحنی را قطع کرده تا محور عمودی (به سمت چپ) یک خط افقی رسم کنید.
- ۵- مقداری که خط افقی، محور عمودی را قطع کرده است ثبت کنید که این Q value خواهد بود.
- ۶- مراحل را برای هر یک از تست ها تکرار کنید.

بحث و نتیجه گیری

از تجزیه تحلیل اندکس منابع آب می توان پی برد که موجودات آبی با گونه های مختلف قادر به حیات در اینگونه آب ها می باشند. منابع آبی با رنج خوب یا بسیار خوب قادرند، تنوع بالایی از موجودات آبی را تأمین کنند. به علاوه این آب می تواند برای همه فرم های تفریحی شامل آنهایی که تماس مستقیم با آب را دارند، مناسب باشد.