

نرم افزار محاسبه شاخص کیفیت آب

برای پارامترهای متداول در منابع آب

شاخص کیم

آب سطحی آب زیرزمینی راهنما درباره

کلیرم مدفوعی	<input type="text"/>	آمونیم	<input type="text"/>
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی	<input type="text"/>	فسفات	<input type="text"/>
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	<input type="text"/>	کدورت	<input type="text"/>
اکسیژن محلول (درصد اشباع)	<input type="text"/>	سختی کل	<input type="text"/>
هدایت الکتریکی	<input type="text"/>	pH	<input type="text"/>
نیترات	<input type="text"/>		

محاسبه

شاخص کیفی آب وضعیت کیفی

پاک کردن

نسخه: ۱/۰/۰

توسعه دهندگان نرم افزار:

محمد احمدی - فرشاد حمیدی

دانشجویان دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، علوم پزشکی تهران

تحت راهنمایی:

دکتر مهدی هادی

مرکز تحقیقات کیفیت آب

پژوهشکده محیط زیست

دانشگاه علوم پزشکی تهران

۱۴۰۲

مقدمه

کیفیت آب در هر محل منعکس کننده اثر عوامل مختلف مانند زمین شناسی، شرایط اقلیمی و منابع آلاینده انسانی می باشد و پایش کیفیت منابع آب اغلب موجب تولید داده های پیچیده ای می شود که حاوی اطلاعات غنی درباره رفتار منابع آب هستند و نیاز به روش های مناسبی برای تحلیل و تفسیر دارند. در این میان طبقه بندی، شبیه سازی و تحلیل آماری داده ها، از مهم ترین بخش های ارزیابی کیفیت آب هستند.

این شاخص ها ابزاری مناسب و ساده برای تعیین وضعیت و شرایط کیفیت آب هستند که در آنها داده های چند پارامتر کیفیت آب در یک فرمول ریاضی که با یک عدد، میزان سلامتی آب را نشان می دهد، شرکت داده می شوند. این عدد با یک مقیاس نسبی که گویای کیفیت آب از بسیار بد تا عالی است، دسته بندی می شود.

به عبارت بهتر مقادیر بالا نشان دهنده کیفیت بهتر و مقادیر کمتر نشان دهنده کیفیت پایین تر آب است. از خصوصیات این شاخص خلاصه سازی داده های کیفی آب بصورت یک عدد، قابلیت فهم ساده و آسان برای کاربران و تعیین شرایط قبولی یا رد استفاده از یک منبع آب برای کاربرد آشامیدنی می باشد.

راهنمای محاسبه شاخص پارامترهای متداول کیفیت منابع آب سطحی

مراحل محاسبه شاخص پارامترهای متداول کیفیت منابع آب سطحی عبارتند از:

- (۱) انتخاب پارامترها بر اساس جدول ۱
- (۲) تعیین وزن هر پارامتر با استفاده از جدول ۱
- (۳) به دست آوردن مقدار شاخص برای هر پارامتر با استفاده از منحنی های رتبه بندی

جدول ۱ - پارامترهای متداول کیفیت منابع آب سطحی و وزن های آنها

ردیف	پارامتر	وزن	توضیحات
۱	کلیرم مدفوعی	۰.۱۴۰	بر حسب MPN/100ml
۲	BOD ₅	۰.۱۱۷	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۳	نیترات	۰.۱۰۸	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۴	اکسیژن محلول	۰.۰۹۷	بر حسب درصد اشباع
۵	هدایت الکتریکی	۰.۰۹۶	بر حسب میکروزیمنس بر سانتیمتر
۶	COD	۰.۰۹۳	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۷	آمونیم	۰.۰۹۰	مجموع آمونیم
۸	فسفات	۰.۰۸۷	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۹	کدورت	۰.۰۶۲	بر حسب NTU
۱۰	سختی کل	۰.۰۵۹	بر حسب میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم
۱۱	پ هاش	۰.۰۵۱	واحد استاندارد

منحنی های محاسبه شاخص برای آب های سطحی

منحنی های محاسبه شاخص مربوط به هر پارامتر در صفحات بعد آورده شده است. در این راهنما برای بدست آوردن مقدار شاخص کیفیت، برای هر یک از پارامترهای کیفی، رابطه ریاضی منحنی مطابق زیر استخراج و در محاسبات مورد استفاده قرار گرفت.

(۱) شاخص BOD5

- اگر مقدار BOD5 بین ۰ تا ۵۰ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$BOD5_I = 101.36 * (2.718 ^{-0.106 * BOD5})$$

- اگر مقدار BOD5 بیشتر از ۵۰ میلی گرم بر لیتر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

(۲) شاخص کلیفرم مدفوعی

- اگر مقدار کلیفرم مدفوعی بین ۱ تا ۱۰۰۰ MPN/100ml باشد:

$$Fecal_Coliform_I = (-10 * (Math. Log (Fecal Coliform))) + 111.11$$

- اگر مقدار کلیفرم مدفوعی بین ۱۰^۳ تا ۱۰^۶ MPN/100ml باشد:

$$Fecal_Coliform_I = (-3.654 * (Math. Log (Fecal_Coliform))) + 51.188$$

- اگر مقدار کلیفرم مدفوعی بیشتر از ۱۰^۶ MPN/100ml باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

(۳) شاخص COD

- اگر مقدار COD بین ۰ تا ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$COD_I = 98.996 * (2.718 ^{-0.027 * COD})$$

- اگر مقدار COD بیشتر از ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

۴) شاخص اکسیژن محلول (DO)

- اگر مقدار اکسیژن محلول بین ۲۰ تا ۱۰۰ درصد اشباع باشد:

$$\text{Dissolved_O_I} = (((-8 * 10^{-6}) * \text{Dissolved_O}^3) + (0.0169 * \text{Dissolved_O}^2) - (1.0778 * \text{Dissolved_O}) + 50.376)$$

- اگر مقدار اکسیژن محلول بین ۱۰۰ تا ۱۴۰ درصد اشباع باشد:

$$\text{Dissolved_O_I} = ((0.0098 * \text{Dissolved_O}^2) - (2.701 * \text{Dissolved_O}) + 272.53)$$

- اگر مقدار اکسیژن محلول بیشتر از ۱۴۰ درصد اشباع باشد، مقدار شاخص آن برابر ۸۰ در نظر گرفته می شود.

۵) شاخص هدایت الکتریکی (EC)

- اگر مقدار هدایت الکتریکی بین ۱۰۰ تا ۲۵۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر باشد:

$$\text{EC_I} = (-22.61 * (\text{Math.Log}(\text{EC})) + 213.05)$$

- اگر مقدار هدایت الکتریکی بیشتر از ۲۵۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

۶) شاخص نیترات

- اگر مقدار نیترات بین ۰ تا ۴ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$\text{NO3_I} = ((-17.161 * (\text{NO3})) + 94.679)$$

- اگر مقدار نیترات بین ۴ تا ۳۰ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$\text{NO3_I} = ((-0.0051 * (\text{NO3}^3) + (0.3302 * (\text{NO3}^2)) - (6.876 * \text{NO3}) + 48.108)$$

- اگر مقدار نیترات بیشتر از ۳۰ میلی گرم بر لیتر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

۷) شاخص آمونیوم

- اگر مقدار آمونیوم بین ۰ تا ۱ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$NH4_I = 83.743 * (2.718 ^{-0.993 * NH4})$$

- اگر مقدار آمونیوم بین ۱ تا ۱۵ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$NH4_I = 38.119 * (2.718 ^{-0.219 * NH4})$$

- اگر مقدار آمونیوم بیشتر از ۱۵ میلی گرم بر لیتر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

۸) شاخص فسفات

- اگر مقدار فسفات بین ۰/۰۱ تا ۱ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$PO4_I = (-18.32 * (\text{Math.Log}(PO4)) + 20.738)$$

- اگر مقدار فسفات بین ۱ تا ۱۵ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$PO4_I = 20.241 * (2.718 ^{-0.328 * PO4})$$

- اگر مقدار فسفات بیشتر از ۱۵ میلی گرم بر لیتر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

۹) شاخص کدورت

- اگر مقدار کدورت بین ۰/۱ تا ۱۰۰ NTU باشد:

$$\text{Turbidity_I} = (-12.75 * (\text{Math. Log} (\text{Turbidity})) + 94.458)$$

- اگر مقدار کدورت بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ NTU باشد:

$$\text{Turbidity_I} = (-9.599 * (\text{Math. Log} (\text{Turbidity})) + 68.598)$$

- اگر مقدار کدورت بیشتر از ۱۰۰۰ NTU باشد، مقدار شاخص آن برابر ۲ در نظر گرفته می شود.

۱۰ شاخص سختی کل

- اگر مقدار سختی کل بین ۰ تا ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر کلسیم کربنات باشد:

$$\text{Total_Hardness_I} = ((2 * 10^{-12} * (\text{Total_Hardness}^4)) - ((2 * 10^{-8}) * \text{Total_Hardness}^3) + (9 * 10^{-5} * (\text{Total_Hardness}^2) - (0.1595 * \text{Total_Hardness}) + 111.12))$$

- اگر مقدار سختی کل بیشتر از ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر کلسیم کربنات باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

۱۱ شاخص pH

- اگر مقدار pH بین ۶/۵ تا ۷/۵ باشد:

$$\text{pH_I} = ((24.496 * (\text{pH})) - 122.03)$$

- اگر مقدار pH بین ۷/۵ تا ۸ باشد:

$$\text{pH_I} = ((79.442 * (\text{pH})) - 538.9)$$

- اگر مقدار pH بین ۸ تا ۸/۵ باشد:

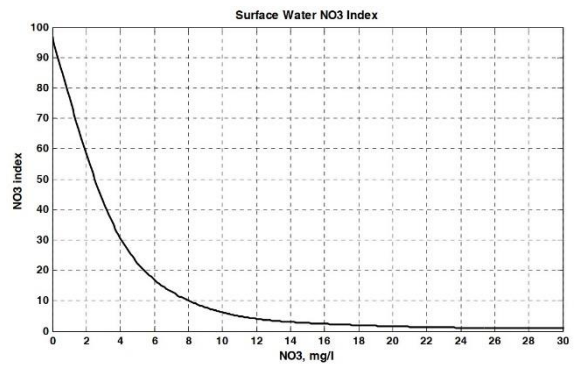
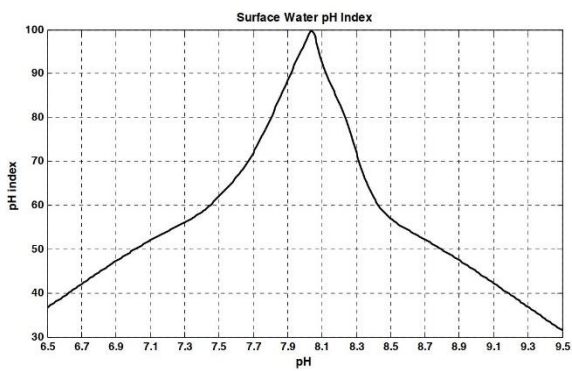
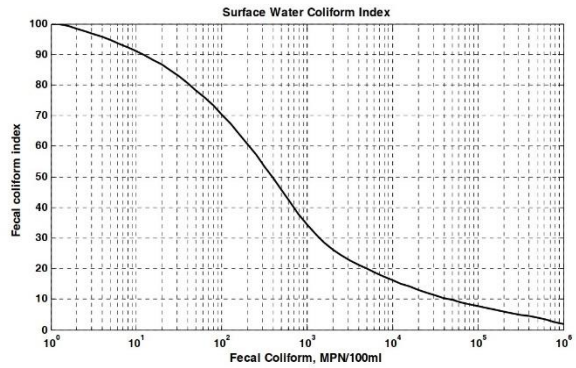
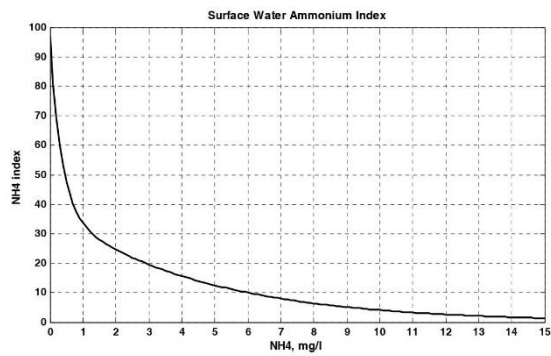
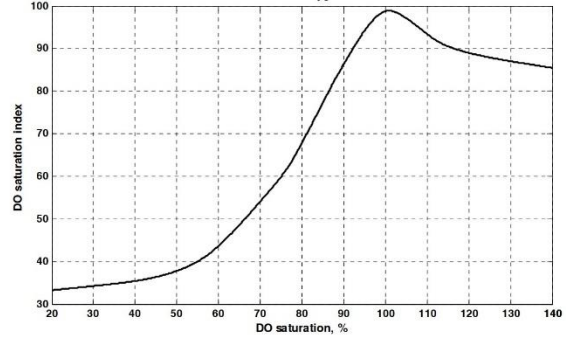
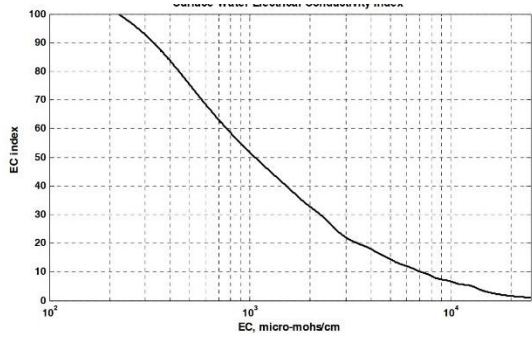
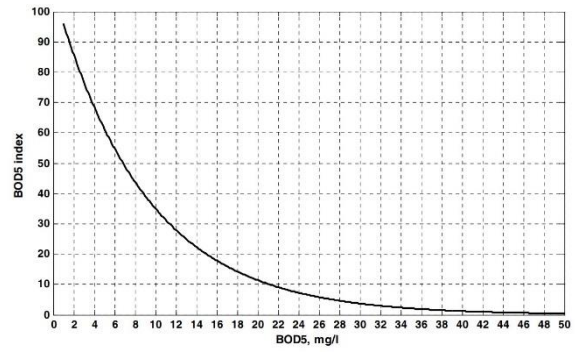
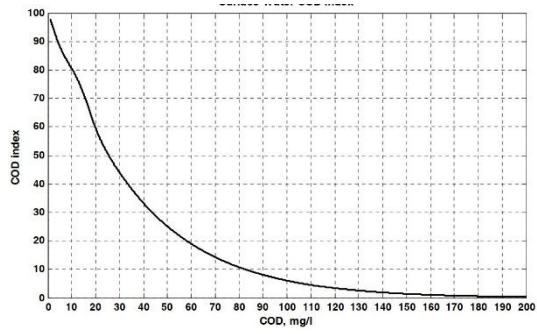
$$\text{pH_I} = ((-95.431 * (\text{pH})) + 865.56)$$

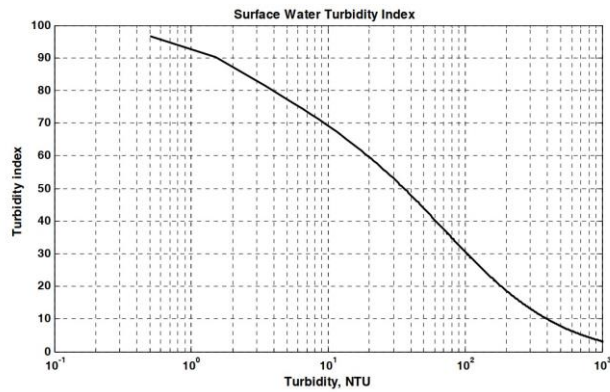
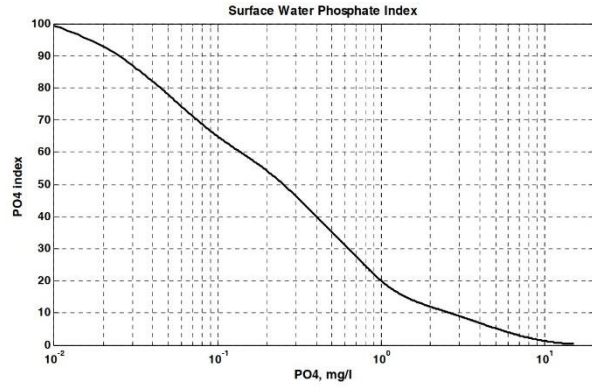
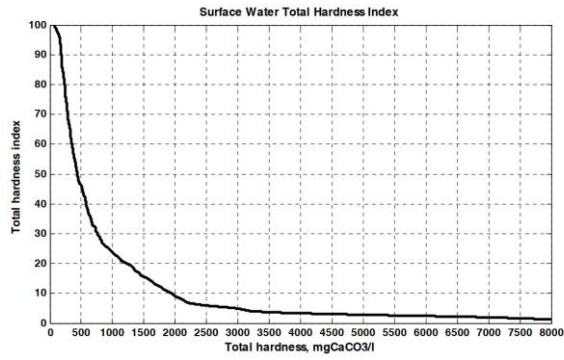
- اگر مقدار pH بین ۸ تا ۸/۵ باشد:

$$\text{pH_I} = ((-25.417 * (\text{pH})) + 273.34)$$

- اگر مقدار pH بیشتر از ۹/۵ و کمتر از ۶/۵ باشد، مقدار شاخص آن برابر ۵ در نظر گرفته می شود.

در ادامه منحنی های مقدار شاخص برای پارامترهای کیفی در منابع آب سطحی نشان داده شده است.





محاسبه مقدار شاخص با استفاده از رابطه زیر انجام می شود:

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

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

W_i = وزن پارامتر i ام

n = تعداد پارامترها

I_i = مقدار شاخص برای پارامتر i ام از منحنی رتبه بندی

برای تعیین معادل توصیفی شاخص محاسبه شده، از جدول زیر استفاده می شود:

مقدار شاخص	معادل توصیفی
کمتر از ۱۵	خیلی بد
۱۵-۳۹.۹	بد
۳۰-۴۴.۹	نسبتاً بد
۴۵-۵۵	متوسط
۵۵.۱-۷۰	نسبتاً خوب
۷۰.۱-۸۵	خوب
بیشتر از ۸۵	بسیار خوب

مثال: در یک ایستگاه پایش بر روی رودخانه جاجرود در ورودی سد لتیان پارامترهای زیر برای کیفیت آب اندازه گیری شده اند:

Fecal coliform = 1600 MPN/100ml

Nitrate = 3.2 mg./l

Electrical Conductivity = 341 micro-mohs/cm

DO = 9.1 mg/l → DO_{sat} = 96.8%

BOD₅ = 1 mg/l

COD = 2 mg/l

Ammonium = -

Phosphate = 0.4 mg/l

Total Hardness = -

pH = 8.16

حل:

ابتدا شاخص معادل هر پارامتر را با استفاده از منحنی های رتبه بندی و وزن هر پارامتر را با استفاده از جدول ۱ تعیین میکنیم:

ردیف	پارامتر	وزن	توضیحات
۱	کلیرم مدفوعی	۰.۱۴۰	بر حسب MPN/100ml
۲	BOD ₅	۰.۱۱۷	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۳	نیترات	۰.۱۰۸	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۴	اکسیژن محلول	۰.۰۹۷	بر حسب درصد اشباع
۵	هدایت الکتریکی	۰.۰۹۶	بر حسب میکروزیمنس بر سانتیمتر
۶	COD	۰.۰۹۳	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۷	آمونیم	۰.۰۹۰	مجموع آمونیم
۸	فسفات	۰.۰۸۷	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۹	کدورت	۰.۰۶۲	بر حسب NTU
۱۰	سختی کل	۰.۰۵۹	بر حسب میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم
۱۱	پ هاش	۰.۰۵۱	واحد استاندارد

سپس با استفاده از رابطه ارائه شده در صفحات قبل (میانگین وزنی هندسی) مقدار شاخص را به ترتیب زیر محاسبه میکنیم:
جمع وزن پارامترها:

$$\gamma = \sum_{i=1}^n W_i = 0.14 + 0.117 + 0.108 + 0.097 + 0.096 + 0.093 + 0.087 + 0.059 = \mathbf{0.797}$$

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

$$= [27^{0.14} \times 95^{0.117} \times 39^{0.108} \times 96^{0.097} \times 88^{0.096} \times 99^{0.093} \times 40^{0.087} \times 87^{0.059}]^{\frac{1}{0.797}} = \mathbf{60.8}$$

برای تعیین معادل توصیفی شاخص از راهنمای گام ششم استفاده می شود. با توجه به مقدار عددی شاخص که معادل ۶۰/۸ به دست آمده است، کیفیت آب معادل نسبتاً خوب با رنگ سبز می باشد.

نسبتاً خوب	۵۵.۱-۷۰
------------	---------

با استفاده از نرم افزار هم تقریباً نتیجه مشابهی بدست می آید. به دلیل قرائت چشمی غیردقیق شاخص معادل هر پارامتر، با استفاده از منحنی های رتبه بندی در مقایسه با محاسبه شاخص معادل از طریق معادله توسط نرم افزار، این اختلاف ناچیز، طبیعی است.

شاخص کیفیت آب

آب سطحی آب زیرزمینی راهنما درباره

کلیرم مدفوعی	۱۶۰۰	آمونیم	
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی	۱	فسفات	۰.۴
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	۲	کدورت	
اکسیژن محلول (درصد اشباع)	۹۶.۸	سختی کل	
هدایت الکتریکی	۳۴۱	pH	۸.۱۶
نیترات	۳.۲		

محاسبه

شاخص کیفی آب ۵۷.۹۷۵۴۳۹۶۹۱۹۹ وضعیت کیفی نسبتاً خوب

پاک کردن

راهنمای محاسبه شاخص پارامترهای متداول کیفیت منابع آب زیرزمینی

مراحل محاسبه شاخص پارامترهای متداول کیفیت منابع آب زیرزمینی عبارتند از:

- (۱) انتخاب پارامترها بر اساس جدول ۲
- (۲) تعیین وزن هر پارامتر با استفاده از جدول ۲
- (۳) به دست آوردن مقدار شاخص برای هر پارامتر با استفاده از منحنی های رتبه بندی

جدول ۲ - پارامترهای متداول کیفیت منابع آب زیرزمینی و وزن های آنها

ردیف	پارامتر	وزن	توضیحات
۱	نیتрат	۰.۱۵۱	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۲	کلیفرم مدفوعی	۰.۱۳۴	بر حسب MPN/100ml
۳	هدایت الکتریکی	۰.۱۲۹	بر حسب میکروزیمنس بر سانتیمتر
۴	سختی کل	۰.۱۰۳	بر حسب میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم
۵	SAR	۰.۰۸۹	-
۶	BOD ₅	۰.۰۸۸	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۷	فسفات	۰.۰۸۵	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۸	COD	۰.۰۸	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۹	پ هاش	۰.۰۷۴	واحد استاندارد
۱۰	اکسیژن محلول	۰.۰۶۷	بر حسب درصد اشباع

منحنی های محاسبه شاخص برای آب زیرزمینی

منحنی های محاسبه شاخص مربوط به هر پارامتر در صفحات بعد آورده شده است. در این راهنما برای بدست آوردن مقدار شاخص کیفیت، برای هر یک از پارامترهای کیفی، رابطه ریاضی منحنی مطابق زیر استخراج و در محاسبات مورد استفاده قرار گرفت.

(۱) شاخص BOD5

- اگر مقدار BOD5 بین ۰ تا ۵ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$BOD5_I = (1.214 * BOD5 ^ 3) - (7.7877 * BOD5 ^ 2) - (4.3593 * BOD5) + 96.371$$

- اگر مقدار BOD5 بین ۵ تا ۲۰ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$BOD5_I = (-0.0041 * BOD5 ^ 3) + (0.2702 * BOD5 ^ 2) - (6.2135 * BOD5) + 54.161$$

- اگر مقدار BOD5 بین ۲۰ تا ۵۰ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$BOD5_I = (-0.0003 * BOD5 ^ 3) + (0.035 * BOD5 ^ 2) - (1.2911 * BOD5) + 20.061$$

- اگر مقدار BOD5 بیشتر از ۵۰ میلی گرم بر لیتر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

(۲) شاخص کلیفرم مدفوعی

- اگر مقدار کلیفرم مدفوعی بین ۰/۱ تا ۱ MPN/100ml باشد:

$$Fecal_Coliform_I = ((-3.733 * \text{Math. Log} (Fecal_Coliform)) + 90.513)$$

- اگر مقدار کلیفرم مدفوعی بین ۱ تا ۱۰ MPN/100ml باشد:

$$Fecal_Coliform_I = ((-24.47 * \text{Math. Log} (Fecal_Coliform)) + 93.097)$$

- اگر مقدار کلیفرم مدفوعی بین ۱۰ تا ۱۰۰ MPN/100ml باشد:

$$Fecal_Coliform_I = ((-7.514 * \text{Math. Log} (Fecal_Coliform) + 58.835))$$

- اگر مقدار کلیفرم مدفوعی بین ۱۰۰ تا ۱۶۰۰ MPN/100ml باشد:

$$Fecal_Coliform_I = ((-8.417 * \text{Math. Log} (Fecal_Coliform) + 64.033))$$

- اگر مقدار کلیفرم مدفوعی بیشتر از ۱۶۰۰ MPN/100ml باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

۳) شاخص COD

- اگر مقدار COD بین ۰ تا ۲۰ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$\text{COD_I} = (0.0179 * \text{COD}^3) - (0.458 * \text{COD}^2) - (2.0857 * \text{COD}) + 98.955$$

- اگر مقدار COD بین ۲۰ تا ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$\text{COD_I} = ((-0.00007) * \text{COD}^3) + (0.0167 * \text{COD}^2) - (1.2655 * \text{COD}) + 35.315$$

- اگر مقدار COD بیشتر از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

۴) شاخص اکسیژن محلول (DO)

- اگر مقدار اکسیژن محلول بین ۵ تا ۵۰ درصد اشباع باشد:

$$\text{Dissolved_O_I} = (0.0081 * \text{Dissolved_O}^2) + (0.5344 * \text{Dissolved_O}) - 2.2896$$

- اگر مقدار اکسیژن محلول بین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد اشباع باشد:

$$\text{Dissolved_O_I} = (-0.0126 * \text{Dissolved_O}^2) + (3.0579 * \text{Dissolved_O}) - 79.083$$

- اگر مقدار اکسیژن محلول بین ۱۰۰ تا ۱۳۰ درصد اشباع باشد:

$$\text{Dissolved_O_I} = -14.32 * \text{Math. Log}(\text{Dissolved_O}) + 166.02$$

- اگر مقدار اکسیژن محلول بیشتر از ۱۳۰ درصد اشباع باشد، مقدار شاخص آن برابر ۹۰ در نظر گرفته می شود.

۵) شاخص هدایت الکتریکی (EC)

- اگر مقدار هدایت الکتریکی بین ۰ تا ۱۵۰ میکروموس بر سانتی متر باشد:

$$EC_I = 100$$

- اگر مقدار هدایت الکتریکی بین ۱۵۰ تا ۵۰۰ میکروموس بر سانتی متر باشد:

$$EC_I = (-0.0272 * EC) + 104.32$$

- اگر مقدار هدایت الکتریکی بین ۵۰۰ تا ۴۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر باشد:

$$EC_I = (177547 * EC ^ (-1.181))$$

- اگر مقدار هدایت الکتریکی بین ۴۰۰۰ تا ۸۵۰۰ میکروموس بر سانتی متر باشد:

$$EC_I = ((0.00000009 * EC ^ 2) - (0.0031 * EC) + 20.863)$$

- اگر مقدار هدایت الکتریکی بیشتر از ۸۵۰۰ میکروموس بر سانتی متر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

۶) شاخص نیترات

- اگر مقدار نیترات بین ۰ تا ۱۰ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$NO3_I = (-0.0925 * NO3 ^ 3) + (1.8308 * NO3 ^ 2) - (13.723 * NO3) + 97.231$$

- اگر مقدار نیترات بین ۱۰ تا ۱۲۰ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$NO3_I = ((-0.0051 * (NO3 ^ 3)) + (0.3302 * (NO3_I = (73.349) * 2.718 ^ (-0.041 * NO3) NO3 ^ 2)) - (6.876 * NO3) + 48.108)$$

- اگر مقدار نیترات بیشتر از ۱۲۰ میلی گرم بر لیتر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

(۷) شاخص نسبت جذب سدیم (SAR)

- اگر مقدار SAR بین ۰ تا ۳ باشد:

$$SAR_I = (-3.8043 * SAR^4) + (25.306 * SAR^3) - (47.481 * SAR^2) - (10.04 * SAR) + 99.045$$

- اگر مقدار SAR بین ۳ تا ۱۲ باشد:

$$SAR_I = (-0.0455 * SAR^3) + (1.3036 * SAR^2) - (12.806 * SAR) + 44.9$$

- اگر مقدار SAR بیشتر از ۱۲ میلی گرم بر لیتر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

(۸) شاخص فسفات

- اگر مقدار فسفات بین ۰/۱ تا ۰/۲ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$PO4_I = ((-9.973 * \text{Math. Log}(PO4)) + 54.049)$$

- اگر مقدار فسفات بین ۰/۲ تا ۰/۴ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$PO4_I = ((-67.31 * \text{Math. Log}(PO4)) - 171.65)$$

- اگر مقدار فسفات بین ۰/۴ تا ۰/۴ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$PO4_I = -1040.6 * PO4^3 + 944.25 * PO4^2 - 301.31 * PO4 + 53.655$$

- اگر مقدار فسفات بین ۰/۴ تا ۶ میلی گرم بر لیتر باشد:

$$PO4_I = 20.158 * 2.718^{(-0.395 * PO4)}$$

- اگر مقدار فسفات بیشتر از ۶ میلی گرم بر لیتر باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

(۹) شاخص سختی کل

- اگر مقدار سختی کل بین ۰ تا ۵۰ میلی گرم بر لیتر کلسیم کربنات باشد:

$$\text{Total_Hardness_I} = 100$$

- اگر مقدار سختی کل بین ۷۰ تا ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر کلسیم کربنات باشد:

$$\text{Total_Hardness_I} = (-0.000007 * \text{Total_Hardness} ^ 3) + (0.0024 * \text{Total_Hardness} ^ 2) - (0.2729 * \text{Total_Hardness}) + 101.16$$

- اگر مقدار سختی کل بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر کلسیم کربنات باشد:

$$\text{Total_Hardness_I} = (0.0004 * \text{Total_Hardness} ^ 2) - (0.5165 * \text{Total_Hardness}) + 175.3$$

- اگر مقدار سختی کل بین ۵۰۰ تا ۱۴۰۰ میلی گرم بر لیتر کلسیم کربنات باشد:

$$\text{Total_Hardness_I} = (200000000 * \text{Total_Hardness} ^ -2.614)$$

- اگر مقدار سختی کل بیشتر از ۱۴۰۰ میلی گرم بر لیتر کلسیم کربنات باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

۱۰ شاخص pH

- اگر مقدار pH بین ۶/۵ تا ۷/۴ باشد:

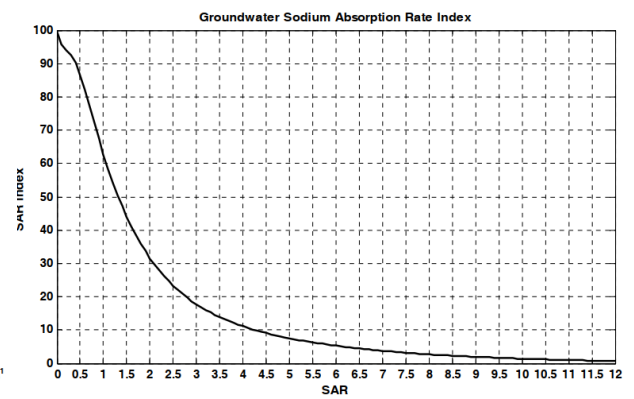
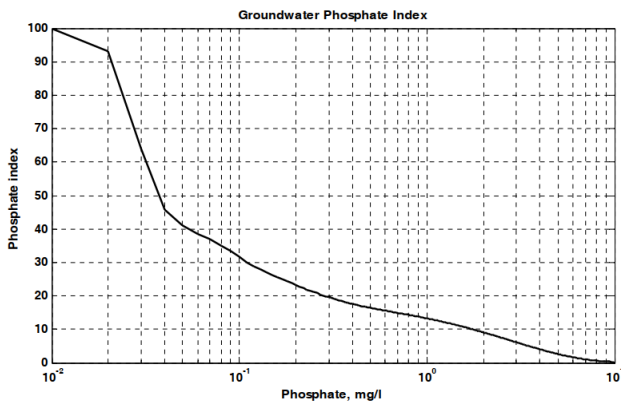
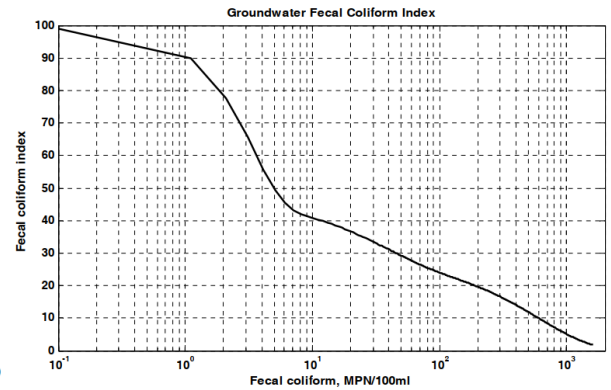
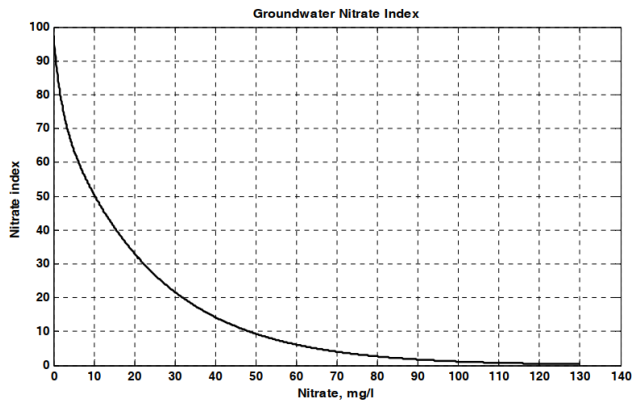
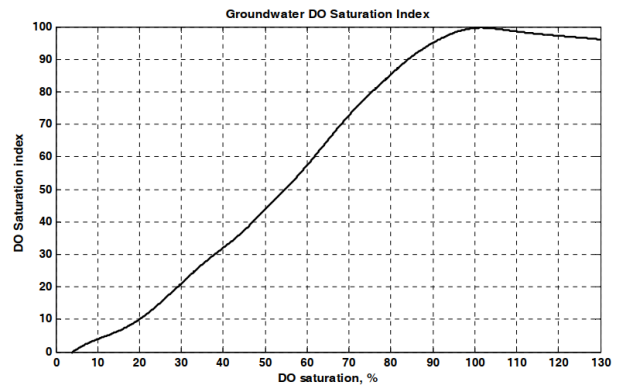
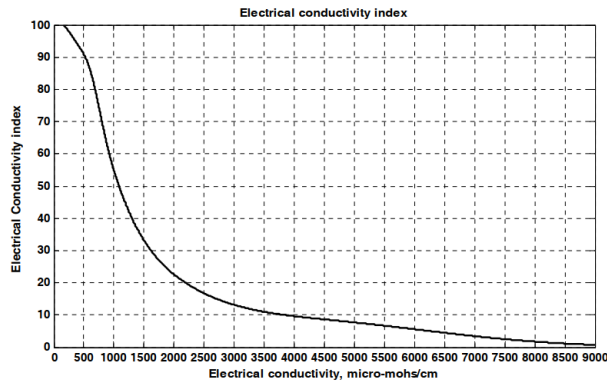
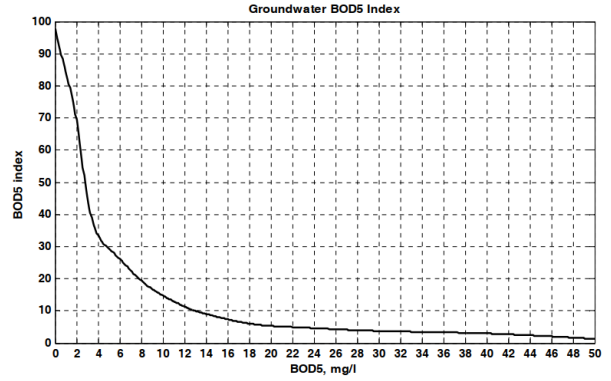
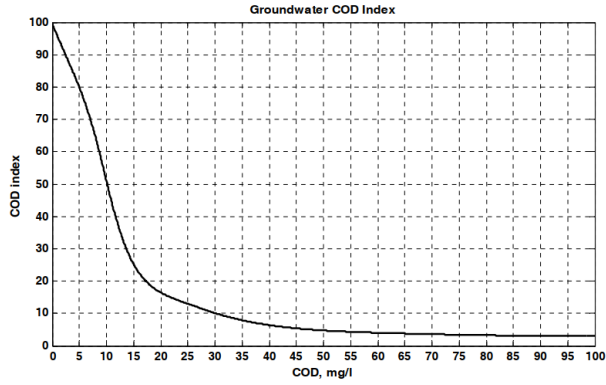
$$\text{pH_I} = ((24.858 * \text{pH} ^ 2) - (292.69 * \text{pH}) + 902.89)$$

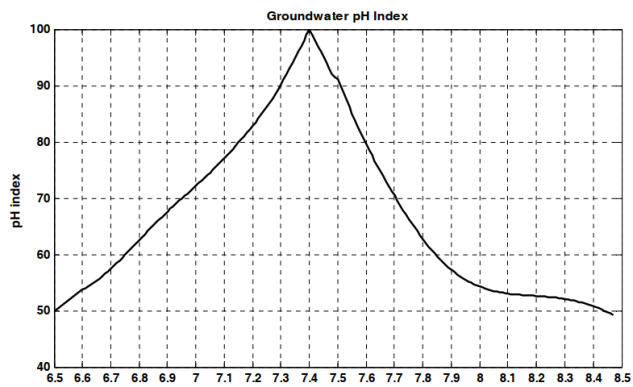
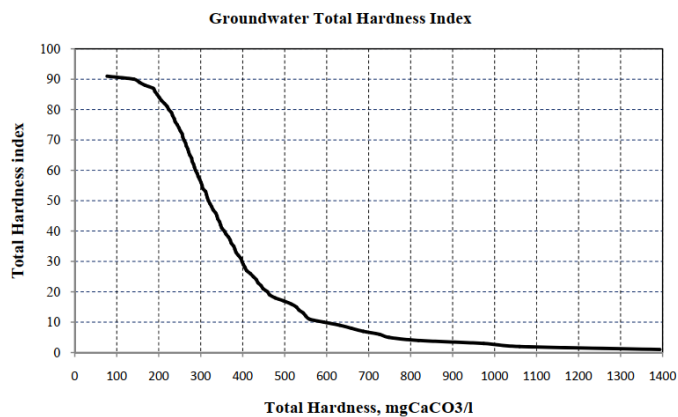
- اگر مقدار pH بین ۷/۴ تا ۹/۵ باشد:

$$\text{pH_I} = ((-36.863 * \text{pH} ^ 3) + (944.69 * \text{pH} ^ 2) - (8066.9 * \text{pH}) + 23004)$$

- اگر مقدار pH بیشتر از ۹/۵ و کمتر از ۶/۵ باشد، مقدار شاخص آن برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

در ادامه منحنی های مقدار شاخص برای پارامترهای کیفی در منابع آب زیرزمینی نشان داده شده است.





محاسبه مقدار شاخص با استفاده از رابطه زیر انجام می شود:

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

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

W_i = وزن پارامتر i ام

n = تعداد پارامترها

I_i = مقدار شاخص برای پارامتر i ام از منحنی رتبه بندی

برای تعیین معادل توصیفی شاخص محاسبه شده، از جدول زیر استفاده می شود:

مقدار شاخص	معادل توصیفی
کمتر از ۱۵	خیلی بد
۱۵-۲۹.۹	بد
۳۰-۴۴.۹	نسبتاً بد
۴۵-۵۵	متوسط
۵۵.۱-۷۰	نسبتاً خوب
۷۰.۱-۸۵	خوب
بیشتر از ۸۵	بسیار خوب

مثال: در یک ایستگاه پایش آب زیرزمینی واقع در دشت در آمل و بابل پارامترهای زیر برای کیفیت آب اندازه گیری شده اند:

Nitrate = 0.171 mg/l
 Fecal coliform = 150 MPN/100ml
 Electrical Conductivity = 639.7 micro-mohs/cm
 Total Hardness = 225 mgCaCO₃/l
 BOD₅ = 4.11 mg/l
 Phosphate = 0.16 mg/l
 COD = 2 mg/l
 pH = 7.38
 DO = 4.12 mg/l → DO_{sat} = 43.77%

حل:

ابتدا شاخص معادل هر پارامتر را با استفاده از منحنی های رتبه بندی و وزن هر پارامتر را با استفاده از جدول ۲ تعیین میکنیم:

ردیف	پارامتر	وزن	توضیحات
۱	نیترات	۰.۱۵۱	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۲	کلیرم مدفوعی	۰.۱۳۴	بر حسب MPN/100ml
۳	هدایت الکتریکی	۰.۱۲۹	بر حسب میکروزیمنس بر سانتیمتر
۴	سختی کل	۰.۱۰۳	بر حسب میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم
۵	SAR	۰.۰۸۹	-
۶	BOD ₅	۰.۰۸۸	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۷	فسفات	۰.۰۸۵	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۸	COD	۰.۰۸	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۹	پ هاش	۰.۰۷۴	واحد استاندارد
۱۰	اکسیژن محلول	۰.۰۶۷	بر حسب درصد اشباع

سپس با استفاده از رابطه ارائه شده در صفحات قبل (میانگین وزنی هندسی) مقدار شاخص را به ترتیب زیر محاسبه میکنیم:

جمع وزن پارامترها:

$$\gamma = \sum_{i=1}^n W_i = 0.151 + 0.134 + 0.129 + 0.103 + 0.088 + 0.085 + 0.080 + 0.074 + 0.067 = \mathbf{0.911}$$

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

$$= [99^{0.151} \times 22^{0.134} \times 87^{0.129} \times 88^{0.103} \times 33^{0.088} \times 26^{0.085} \times 98^{0.080} \times 100^{0.074} \times 35^{0.067}]^{\frac{1}{0.911}} = \mathbf{56.5}$$

برای تعیین معادل توصیفی شاخص از راهنمای گام ششم استفاده می شود. با توجه به مقدار عددی شاخص که معادل ۵۶/۵ به دست آمده است، کیفیت آب معادل نسبتاً خوب با رنگ سبز می باشد.

نسبتاً خوب	۵۵.۱-۷۰
------------	---------

با استفاده از نرم افزار هم تقریباً نتیجه مشابهی بدست می آید. به دلیل قرائت چشمی غیردقیق شاخص معادل هر پارامتر، با استفاده از منحنی های رتبه بندی در مقایسه با محاسبه شاخص معادل از طریق معادله توسط نرم افزار، این اختلاف ناچیز، طبیعی است.

شخص کیفیت آب

آب سطحی آب زیرزمینی راهنما درباره

اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی	۴.۱۱	نیترات	۰.۱۷۱
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	۲	SAR	
اکسیژن محلول (درصد اشباع)	۴۳.۷۷	فسفات	۰.۱۶
هدایت الکتریکی	۶۳۹.۷	pH	۷.۳۸
کلیفرم مدفوعی	۱۵۰	سختی کل	۲۲۵

محاسبه

وضعیت کیفی متوسط شاخص کیفی آب ۵۴.۷۱۹۵۴۷۴۹۳۹۱۷۸

پاک کردن