

المؤشرات البيئية: التطبيق والتصنيف Ecological Indicators: Application and Classification

المؤشرات البيئية المطبقة اليوم في حالات مختلف ، لأنظمة بيئية مختلفة ، وللمشكلات المختلفة التي يمكن تصنيفها على ثمانية مستويات من

الأكثر اختزالاً إلى أكثر المؤشرات شمولية. الموجودة في كتاب

Ecological Indicators for the Assessment of Ecosystem Health
by Jørgensen et al. (2010)

ونائج الإدارة بيئية يمكن تحدد اتجاه السهل عندما نتعامل مع مشكلة معينة.

على سبيل المثال إذا كنا نركز على حل الاثراء الغذائي eutrophication سوف نحدد خمس عوامل كمؤشرات بيئية مثل الإنتاج الأولية ، التركيز من العوالق النباتية ، وتركيزات الفوسفور والنيتروجين ، والشفافية. لكن عندما تكون العديد من المشاكل من اهتمامنا والمشاكل تفاعلية ، نحتاج إلى استخدام مجموعة واسعة من المؤشرات البيئية. والكتاب اعلاه يعطي نظرة عامة شاملة للغاية عن المؤشرات البيئية المطبقة على الجميع المستويات ومقدار صحة البيئية كما يعمل الطبيب وهذه المستويات هي :

المستوى 1 وجود أو عدم وجود أنواع معينة *The presence or absence of specific species*
أفضل تطبيق معروف

من هذا النوع من المؤشرات هي أنظمة the saprobic systems (Hynes 1970) ، والتي

يصنف المسطحات المائية إلى أربع فئات حسب تلوثها بالمواد العضوية التي

تسبب نقص الأكسجين(نظام saprobic هو أداة لقياس جودة المياه ، ويتعامل بشكل خاص مع قدرة الجسم المائي على التنظيم الذاتي وتحلل المواد العضوية. نظام سابروبيك مشتق مما يسمى saprobes organisms — الكائنات الحية التي تزدهر من خلال تحلل المواد العضوية ، والتي تسمى التغذية [saprotrophic nutrition](#)

يعتمد نظام سابروبيك على مسح للكائنات الحية. على سبيل المثال ، يتم تقدير وفرة القواقع المائية *Lymnaea stagnalis* والكائنات الحية الأخرى ، وباستخدام صيغة ، تسمح قيم سابروبيك وقيم تحمل الكائنات الحية المدرجة في تصنيف جودة المياه - the saprobic index - ليتم حسابها.

يتم التعبير عن جودة مياه سابروبيك في أربع فئات تتراوح من الأول إلى الرابع ؛ وبثلاث درجات متوسطة (الأول والثاني والثالث والرابع). المسطحات المائية من الدرجة الأولى هي الأنظف والأعلى جودة. العيب المتأصل في أنظمة سابروبيك كمقياس لجودة المياه هو أنه لا ينظر إلا إلى المواد العضوية القابلة للتحلل ، وبالتالي يتجاهل عوامل أخرى مثل تلوث المعادن الثقيلة. على الرغم من أن وجود كائنات

معينة يمكن أن يستبعد وجود مواد سامة ، فإن دمج هذه الكائنات من شأنه أن ينحرف عن مفهوم نظام سابروبيك.:

- I- oligosaprobic (غير ملوثة أو غير ملوثة تقريباً) ،
- II- beta-mesosaprobic (ملوثة قليلاً) ،
- III- alpha-mesoprobic (ملوثة) ،
- IV- poly-saprobic (ملوثة جداً).

oligosaprobic water (unpolluted or almost unpolluted), beta-mesosaprobic (slightly polluted), alpha-mesoprobic (polluted), and poly-saprobic (verypolluted).

هذا التصنيف كان يعتمد في الأصل على ملاحظات الأنواع التي كانت موجودة أو غائبة. الأنواع التي تم تطبيقها لتقييم فئة التلوث وتم تقسيمها إلى أربع مجموعات:

الكائنات الحية المميزة للمياه غير الملوثة ، والأنواع السائدة في التلوثالمياه ومؤشرات التلوث والأنواع غير المبالية.

احد الابحاث استخدم الأسماك في احد الأنهار الأوروبية ك علاقة بين جودة المياه ووجود (وغياب) أنواع الأسماك. وقد أظهرت نتيجة هذا الفحص أن وجود أو عدم وجود يمكن استخدام أنواع الأسماك كمؤشرات بيئية قوية لنوعية المياه.

حساب مؤشر saprobic index

حساب مؤشر سابروبيك لجسم مائي وفقاً لطريقة Zelinka & Marvan ؛ دون التكيف مع العديد من العوامل المربكة

1- الوفرة (A) abundance

يتم حساب الوفرة A لكل نوع مؤشّر وتحويله إلى فئات تتراوح من 1 إلى 7. وتعني وفرة 1 أنه تم العثور على حيوان واحد أو اثنين فقط ، في حين أن الفئة 7 تعني أكثر من 1000 فرد خلال المسح . هناك فئات وفرة مختلفة - على سبيل المثال ، تستخدم بعض الطرق فئات حيث تحتوي الفئة الأكبر التالية على ضعف عدد الأفراد تقريباً. يتبع الجدول التالي معيار (DIN 38410-1) المستخدم في ألمانيا ، حيث تكون الفئة التالية الأكبر حجماً أكبر بثلاث مرات من سابقتها.

Number of individuals of each species	Abundance class
1 or 2	1
>3	2
>10	3
>30	4
>100	5
>300	6
>1000	7

2- قيمة s saprobic

تشير إلى مقدار المادة العضوية التي يجب أن تكون موجودة حتى تزدهر الأنواع المائية. لا يمكن للحيوان ذي القيمة 1S1 أن يعيش إلا في الماء مع وجود القليل من المواد العضوية ، بينما يتطلب الحيوان الذي تبلغ قيمته 4 مسطحات مائية تحتوي على كمية كبيرة من المواد العضوية. المثال المذكور أعلاه ، الحلزون *Lymnaea stagnalis* ، له قيمة 0.5S2. تحتاج الدودة الحلقية *Tubifex tubifex* إلى الكثير من المواد العضوية ولها قيمة 3.6s.

Table 2 Water chemical data on different saprobic levels, according to LAWA (1990), modified according to own data

Saprobity level	Saprobiotic index s_i	Degree of organic pollution	Physical and chemical parameters			
			Dissolved oxygen O_2		BOD ₅ (mg/l) 20°C	NH ₄ -N (mg/l)
			Saturation deficit (%)	Oversaturation (%)		
Oligosaprobic	1.0-1.5	Not to lightly loaded	0-5	0-3	0.0-0.5	<0.1
Oligosaprobic-beta-mesosaprobic	1.5-1.8	Lowly loaded	5-15	3-10	0.5-2.0	0.1
Beta-mesosaprobic	1.8-2.3	Moderately loaded	15-30	10-25	2.0-4.0	>0.1-0.3
Beta-mesosaprobic-alpha-mesosaprobic	2.3-2.7	Critically loaded	30-50	25-50	4.0-7.0	0.3-0.7
Alpha-mesosaprobic	2.7-3.2	Heavily polluted	50-75	50-100	7.0-13.0	0.7-3.0
Alpha-mesosaprobic-polysaprobic	3.2-3.5	Very heavily polluted	75-90	>100	13.0-22.0	3.0-9.0
Polysaprobic	3.5-4.0	Excessively polluted	>90	-	>22	>9.0

3- الوزن g weighting factor

قيمة إما 1, 2, 4, 8 or 16 ، ويشير إلى نطاق تفاوت. إذا كان بإمكان أحد الأنواع البقاء على قيد الحياة في كل من المياه غير الملوثة والملوثة بشدة ، فإن g صغيرة جدًا لأن العثور على الأنواع في المسح ليس له قيمة تنبؤية تذكر. في الممارسة العملية ، يتم استخدام الأنواع المعيارية فقط مع عامل الترجيح g . على سبيل المثال ، ذبابة العلبه ، *Agapetus fuscipes* ، لها قيمة g تبلغ 16 ، بينما قيمة بلح البحر الحمار الوحشي هي $g = 4$.

$$\text{Saprobic index } S = \frac{\sum_{i=1}^n s_i \cdot A_i \cdot G_i}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i} \quad \text{Standard deviation } S_M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (s_i - S)^2 \cdot A_i \cdot G_i}{(n-1) \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i}}$$

where i = number of the taxon; s_i = saprobic value of the i^{th} taxon; A_i = relative abundance value of the i^{th} taxon ; G_i = indicative weight of the i^{th} taxon ; n = number of taxa.

The following conditions have to be fulfilled: $S_M < 0,2$ and $\sum_{i=1}^n A_i > 15$.

Table 3 Classification of the standard deviation and of the indicative weights

Standard deviation	Indicative weight
0.0 to 0.2	16
>0.2 to 0.4	8
>0.4 to 0.6	4
>0.6 to 0.8	2
>0.8 to 1.0	1
>1.0	Not to be used as an indicator for saprobity

4- يُحسب مؤشر

The saprobic index of a water bod

- جودة المياه - أخيرًا بالصيغة التالية:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n A \cdot s \cdot g}{\sum_{i=1}^n A \cdot g}$$

.The water body's quality, in Roman numerals, is the rounded value of S

SAPROBITY	INTERVAL OF SAPROBIC INDICES	SAPROBIOLOGICAL WATER QUALITY CLASS
OLIGOSAPROBIC	< 1,25	I (UNPOLLUTED)
OLIGOSAPROBIC TO β-MESOSAPROBIC	1,25 TO 1,75	I-II (LOW POLLUTED)
β-MESOSAPROBIC	1,76 TO 2,25	II (MODERATELY POLLUTED)
β-MESOSAPROBIC TO α-MESOSAPROBIC	2,26 TO 2,75	II-III (CRITICALLY POLLUTED)
α-MESOSAPROBIC	2,76 TO 3,25	III (STRONGLY POLLUTED)
α-MESOSAPROBIC TO POLYSAPROBIC	3,26 TO 3,75	III-IV (VERY HIGH POLLUTED)
POLYSAPROBIC	> 3,75	IV (EXCESSIVELY POLLUTED)

Table 1. Scale for the classification of biological quality of surface water according to the Czech standard CSN 75 2221

Biological status class	Saprobic indices
High	<1.5
Good	1.5–2.19
Moderate	2.2–2.99
Poor	3.0–3.49
Bad	>3.5

Species	Remarks	Saprobic values	Tolerance value
<i>Chironomidae</i>	larvae of a family of lake flies	3.5 ^[3]	
<i>Cordulegaster boltonii</i>	golden-ringed dragonfly	1.5	8
<i>Deronectes platynotus</i>	water beetle	1.0	16
<i>Gammarus pulex</i>	crustacean	2.0	4
<i>Lymnaea stagnalis</i>	common freshwater snail	2.0 ^[3]	
<i>Physa fontinalis</i>	small freshwater snail	2.4 ^[3]	
<i>Polycelis felina</i>	turbellaria flatworm	1.1	16
Tubificidae	family of annelid worms	3.6	4