منهجية الرصد خطوة بخطوة للمؤشر 6.3.2

نسبة الكتل المائية التي تحيط بها مياه ذات نوعية جيدة[1]

1. سياق الرصد

1.1 مقدمة

الهدف 6.3 **تحسين جودة المياه، بحلول عام 2030، عن طريق الحد من التلوث، والقضاء على إلقاء النفايات والتقليل إلى أدنى حد ممكن من إطلاق المواد الكيميائية والمواد الأخرى الخطرة، وخفض نسبة المخلفات المائية غير المعالجة بمقدار النصف وزيادة إعادة التدوير وإعادة الاستخدام الآمن للمياه عالمياً بشكل كبير.**

المؤشر 6.3.2 **نسبة الكتل المائية التي تحيط بها مياه ذات نوعية جيدة**

يوفر هذا المؤشر آلية لتحديد ما إذا كانت تدابير إدارة جودة المياه تسهم في تحسين جودة المياه في الكتل المائية الداخلية. وعلى المستوى الوطني، ينبغي أن يحقق مزيد من الكتل المائية جودة مياه جيدة مع زيادة مستويات معالجة المياه العادمة وإعادة استخدام مياه الصرف. وستسهم الإدارة المتكاملة لمستجمعات الأنهار والبحيرات أيضاً في تحسين جودة المياه. وتعد جودة نوعية المياه المحيطة أمراً ضرورياً للحفاظ على النظم الإيكولوجية المائية وعلى ما توفره هذه النظم من خدمات، مثل مصائد الأسماك. كما أنها ضرورية أيضاً لحماية صحة الإنسان أثناء الاستخدام الترفيهي وفي الحالات التي تستخدم فيها المياه لأغراض الشرب والأنشطة المنزلية دون معالجة مسبقة. ومن مصلحة السلطات الوطنية إذا أن تستهدف تصنيف جميع الكتل المائية على أنها ذات "نوعية مياه جيدة". وتشير هذه المنهجية إلى عملية لإجراء رصد منتظم للكتل المائية من أجل تعيين حالتها من حيث الجودة. ويمكن، مع مرور الوقت، أو مع زيادة توافر الموارد، توسيع برامج الرصد لتعطي وصفاً أكثر تفصيلاً لنوعيه المياه يوفر معلومات أفضل لإدارة وتطوير السياسات المتعلقة بالمياه.

ويعرف المؤشر بأنه نسبة جميع الكتل المائية في البلد التي يحيط بها مياه ذات نوعيه جيدة. ويشير تعبير نوعيه المياه المحيطة إلى المياه الطبيعية، وغير المعالجة في الأنهار والبحيرات والمياه الجوفية وتمثل مجموعة من التأثيرات الطبيعية والتأثيرات الناتجة عن الأنشطة البشرية كافة. وعلى ذلك، فهو يتيح تقييم أثر التنمية البشرية على نوعيه المياه المحيطة مع مرور الزمن ويقدم مؤشراً للخدمات التي يمكن الحصول عليها من النظم الإيكولوجية المائية، مثل مياه الشرب النظيفة، والحفاظ على التنوع البيولوجي، ومصائد الأسماك المستدامة، ومياه الري، وما إلى ذلك. كما يرتبط المؤشر ارتباطاً مباشراً بالمؤشر 6.3.1 بشأن معالجة المياه العادمة لأن المعالجة غير الملائمة للمياه العادمة تؤدي إلى تدهور نوعية المياه التي تصرف فيها المياه العادمة. كما أنه يوفر معلومات مباشرة عن التقدم المحرز للوصول إلى الهدف 6.3 ويرتبط ارتباطاً وثيقاً بالهدف 6.6 بشأن النظم الإيكولوجية المرتبطة بالمياه.

[1] هذه ترجمة غير رسمية. للاطلاع على الوثيقة الأصلية باللغة الإنكليزية، يرجى زيارة الرابط الشبكي http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/434399/. في حالة وجود أسئلة أو تعليقات، يرجى المراسلة على البريد الإلكتروني hartwig.kremer@unep.org

وهناك إطار البرنامج العالمي لرصد نوعية المياه التابع للنظام العالمي للرصد البيئي (GEMS)، الذي سيتم تطويره في إطار المراقبة المتكاملة لغايات أهداف التنمية المستدامة المتعلقة بالمياه والصرف الصحي (GEMI). وتسلم المنهجية المقترحة بأن البلدان لديها مستويات مختلفة من رصد نوعية المياه، وتسمح للبلدان ببدء جهود الرصد بما يتماشى مع قدراتها الوطنية والموارد المتاحة لها. ومن هنا يمكنها التقدم تدريجياً لتطوير نظمها الوطنية للرصد، مع الإبقاء في الوقت نفسه على قاعدة لتجميع قواعد البيانات على المستويين الإقليمي والعالمي. وكأساس للرصد العالمي، تم اختيار البارامترات الأساسية التي يمكن قياسها بسهولة ولاتثير سوى صعوبات تقنية قليلة. ومن أجل إنشاء نظام لرصد هذا المؤشر والإبلاغ عنه، يمكن إبلاغ بيانات هذه البارامترات لمواقع الرصد القائمة، و تشجع البلدان على أن يجري، مع مرور الوقت، التوسع وصولاً إلى أعداد أكبر من مواقع الرصد، مع زيادة تواتر القياسات، وإدراج مزيد من بارامترات قياس نوعية المياه.

1.2 تحديد أهداف المؤشر

تنص خطة التنمية المستدامة لعام 2030 على أن جميع أهداف التنمية المستدامة *"تعرف بأنها طموحة وعالمية، تضع فيها كل حكومة أهدافها الوطنية مسترشدة بالمستوى العالمي للطموح ولكن مع مراعاة الظروف الوطنية."* والطموح العام للهدف 6.3 هو "تحسين نوعيه المياه". ولتحديد ما إذا كان قد تم تحقيق تحسن في هدف من الأهداف، يلزم رصد نوعية المياه ومقارنة النتائج إما بمعايير نوعية المياه، النوعية قبل تنفيذ أي شكل من أشكال الإدارة (أي ظروف خط الأساس)، أو بالشروط المرجعية للنوعية. ونتيجة للتقلبية الطبيعية في الكتل المائية، فإنه لا يمكن من الناحية العملية وضع معايير أو أهداف لبارمترات محددة لنوعية المياه التي يمكن تطبيقها على الصعيد العالمي. ومن ثم، فإنه ينبغي على كل بلد تحديد ومعرفة "نوعية المياه المحيطة الجيدة" وتعيين الأهداف التي يمكن إجراء التقييم على أساسها. وعند قيام بلدان عديدة برصد كتلة مائية واحدة عابرة للحدود، فإنه يتعين بذل جهود للتوفيق بين أهداف البلدان كافة.

ولغرض تعيين نوعية المياه المحيطة الجيدة، ينبغي أن تضمن المعايير أو الأهداف عدم حدوث أضرار في النظم الإيكولوجية المائية وعدم وجود أي مخاطر غير مقبولة على صحة الإنسان ناشئة من الاستخدام المزمع للمياه دون معالجة مسبقة. ومن ثم، يطبق الفهم نفسه عملياً "للنوعية الجيدة" على الصعيد العالمي ولكن البارامترات المستخدمة لتحديد ما إذا كان سيتم تحقيق هدف "النوعية الجيدة" يمكن أن يختلف باختلاف نوع الكتلة المائية، والتغيرات الطبيعية في نوعية المياه والأغراض التي ستستخدم فيها المياه. وهناك بلدان كثيرة لديها بالفعل معايير أو قيم مستهدفة لبارمترات معينة لنوعية المياه فيما يتعلق باستخدام المياه، مثل مياه الشرب والري، تفوق ما لديها من معايير الجودة الطبيعية للنظم الإيكولوجية المائية. ولمساعدة البلدان التي ليس لها أهداف قائمة، يرد في القسم 5.4 أدناه نهج مقترحة لتحديد أهداف وطنية. كما نشرت بعض الأمثلة التفصيلية لاشتقاق الأهداف والمبادئ التوجيهية الوطنية (ANZECC، وARMCAZ,2000، مثلاً) وهي متاحة على الانترنت. ويتم تقويم نوعية المياه التي تدعم النظم الإيكولوجية ذات النوعية الجيدة عادة بإدراج بعض البارامترات البيولوجية أو طرائق الرصد، مثل الكلوروفيل أ، وتنوع الأنواع ووفرتها، أو من خلال وجود أو عدم وجود كائنات مجهرية دليلية معينة. وتتطلب مثل هذه النهج معرفة مفصلة بالمجتمعات المائية الطبيعية، التي لم تتأثر بالمياه، والتي قد لاتكون موجودة في الكثير من البلدان. بيد أنه يمكن إدراج الطرائق البيولوجية في تقييم "نوعيه المياه المحيطة الجيدة" مع تطوير شبكات الرصد ومع توفر المزيد من المعلومات. ولغرض تمكين جميع البلدان من الإبلاغ عن المؤشر 6.3.2، يوصى باستخدام نهج بسيط قائم على البارامترات الفيزيائية والكيميائية كحد أدنى لنقطة البداية.

2.1 مفاهيم الرصد وتعاريفه

تقوم نوعيه المياه باستخدام بارامترات فيزيائية، وكيميائية، وبيولوجية تعكس نوعية المياه الطبيعية المتصلة بالعوامل المناخية والجيولوجية، جنباً إلى جنب مع التأثيرات الرئيسية على نوعية المياه.

والبارامترات الرئيسية الأساسية التي تم اختيارها هنا لاتمثل مقاييس مباشرة لنوعية المياه للنظم الإيكولوجية أو صحة الانسان، ولكنها تدرج لوصف الكتل المائية ولأن الانحراف عن النطاقات العادية (بالنسبة للموصلية الكهربائية والمقياس اللوغاريتمي للحمضية (pH)، مثلاً) قد يكون عرضاً من أعراض التأثيرات على نوعية المياه.

ويستند مفهوم الرصد على معامل لقياس نوعية المياه باستخدام البارامترات الأساسية لنوعية المياه. وبالنسبة للخطوة الأولى من الرصد المرحلي، يتم مقارنة البارامترات بالقيم المستهدفة لمعرفة ما إذا كانت مطابقة لهذه القيم أو غير مطابقة لها. ويجري بعد ذلك تجميع هذه النتائج مع مرور الوقت ودمجها للحصول على معامل لكل موقع يجري رصده. ثم يتم تجميع نتائج المعامل لكل موقع يجري رصده في الكتلة المائية لتوفير معلومات عن حالة الكتلة المائية "جيدة" أو "غير جيدة". ويحدد كل بلد القيم الفعلية على أساس الخبرة المكتسبة مما لديه من شبكات لرصد نوعية المياه أو من خلال القيم المنشورة للكتل المائية المماثلة الموجودة في أماكن أخرى (انظر القسم 4.4 أدناه).

ولغرض الإبلاغ عن المؤشر، تحتاج البلدان إلى تحديد ما لديها من كتل مائية. فبالنسبة للأنهار، الكتلة المائية هي المنطقة دون الإقليمية المتماسكة في حوض النهر والتي تكون منفصلة (لاتتداخل مع كتلة مائية أخرى) وتكون واضحة بدلا من تعيينها تعسفياً. وترتبط المنطقة الجغرافية لحوض النهر بالنظام الهيدرولوجي وليس بالحدود الوطنية أو وحدات الإدارة. وعادة ما يكون تحديد الكتل المائية للبحيرات أكثر سهولة ولكن، كما هو الحال مع الكتل المائية للأنهار، ثمة حاجة لنهج رصد منسق للبحيرات العابرة للحدود الوطنية.

وتنفيذ برامج رصد المياه السطحية أيسر من تنفيذ برامج المياه الجوفية، ولكنها لاتزال تعتمد على فهم شامل للنظام الهيدرولوجي والضغوط التي تؤثر على نوعية المياه. ويحتاج تنفيذ برامج رصد المياه الجوفية إلى درجة عالية من الخبرة ويكون تفسير النتائج أكثر صعوبة. وتشمل المياه الجوفية كل المياه الموجودة تحت سطح الأرض في النطاق المشبع والمتصل مباشرة بسطح الأرض أو بالطبقة المتصلة بالتربة السطحية. وكتلة المياه الجوفية قائمة بذاتها ولكنها قد تشمل مكمناً مائياً واحداً أو أكثر. وغالباً ما تكون نظم تدفق المياه الجوفية غير متجانسة إلى حد كبير، ومن ثم يمكن أن تنتج العينات المأخوذة من آبار متجاورة نتائج مختلفة تماماً، خاصة إذا تمت المعاينة على أعماق مختلفة. وبالإضافة إلى ذلك، تتأثر نتائج رصد المياه الجوفية بشدة بطرائق وبروتوكولات المعاينة، ولذا يلزم تدريب الموظفين الميدانيين للوصول إلى مستوى رفيع من الكفاءة لضمان الحصول على عينات تمثيلية.

2.2 توصيات بشأن التغطية المكانية والزمانية

يمكن زيادة التغطية المكانية لمواقع الرصد ونسبة الكتل المائية التي يجري تقييمها مع تحسن قدرات البلد وموارده. ويمكن للبلدان زيادة عدد مواقع الرصد، بدءاً من المواقع والقياسات الحالية، لتقديم قياسات أكثر تمثيلا من الناحية الإحصائية. وعندما تكون الموارد محدودة وهناك عدد قليل من مواقع الرصد القائمة، يوصى بالتركيز مبدئياً على المواقع التي تسحب منها مياه الشرب.

وتعتمد التغطية الزمانية على الكتلة المائية والبارامترات التي يجري قياسها. ويمكن أن تتراوح الاستبانة الزمانية للرصد من القياسات المستمرة إلى القياسات العشوائية أو المنتظمة، بتواتر يتراوح بين إسبوعي وسنوي. ويجب مراعاة كل من التغيرات في البارامترات الطبيعية، والتغيرات الموسمية في كل حالة. وعلاوة على ذلك، ينبغي أخذ مستوى الدقة والمستوى المطلوب من الثقة في الاعتبار في تصميم برنامج الرصد. وبشكل عام، يوصى بأخذ عينة مرة واحدة على الأقل في كل موسم ويفضل ألا يقل تواتر أخذ العينات عن أربع مرات في السنة للكتل المائية السطحية. أما بالنسبة لكتل المياه الجوفية فمن الضروري أخذ عينة واحدة على الأقل في السنة ولكن ينصح بأن تكون القياسات أكثر تواتراً كلما كان ذلك ممكناً.

2.3 خطوات الرصد المرحلي

هناك ثلاثة مكونات منفصلة للرصد المرحلي: زيادة عدد العينات التي يتم جمعها؛ وتوسيع نطاق البارامترات عن طريق إدراج المواد السامة والنهج البيولوجية؛ وتطوير تعقيد الطريقة المستخدمة لحساب المؤشر.

والمؤشر الذي يتعين الإبلاغ عنه هو *"نسبة الكتل المائية التي تحيط بها مياه ذات نوعية جيدة"*. وسيكون الهدف النهائي هو نسبة كل الكتل المائية المستوفية لمعيار "النوعية الجيدة" في البلد. وقد لا يكون ذلك واقعياً في بادئ الأمر، فإذا لم تكن التغطية الوطنية الكاملة ممكنة، يقترح تركيز جهود الرصد على كتل مائية رئيسية مختارة يمكن الحصول على بيانات موثوقة، وسليمة علمياً عنها. وتكون الخطوات المرحلية في هذه الحالة هي توسيع نطاق التغطية المكانية والزمانية لجمع العينات مع ما يتوفر من موارد ومع تطور القدرات. وقد يشمل ذلك أيضاً تطوير وتنفيذ برامج رصد المياه الجوفية إن لم يكن هناك برنامج قائم بالفعل.

واقترحت البارامترات الفيزيائية- الكيميائية وبارمترات العناصر الغذائية الرئيسية، التي يوفرها كل نوع من أنواع الكتل المائية المبينة في الجدول 2.1، كنقطة بداية. ويمكن إدراج بارمترات الرصد المرحلي، مثل الملوثات الناشئة أو المعاملات البيولوجية اعتماداً على القدرات والاحتياجات الوطنية، ووفقاً للتشريعات الخاصة بكل بلد، أو المتطلبات الإقليمية والمحلية المتعلقة بضغوط أو ملوثات معينة. ويمكن الإبلاغ عن هذه البارامترات بشكل منفصل وتحليلها مع مرور الوقت للتعرف على مدى تحسن أو تدهور نوعية المياه، غير أنها لم تدرج في هذه المرحلة من عملية الإبلاغ على الصعيد العالمي.

وهناك العديد من الخطوات المنهجية التي يمكن اتخاذها لزيادة أهمية المؤشر وقيمته في نهاية المطاف. ويشمل ذلك ترسيم حدود وحدات الكتلة المائية الصغيرة بقدر ما تسمح به الموارد وزيادة في جمع العينات المكانية. وبالنسبة للرصد والإبلاغ على الصعيد الوطني، قد يتم إدراج تطبيق المزيد من برامج تصنيف أكثر شمولاً ومعاملات نوعية مياه لاتاحة الفرصة لتقييم نوعيه المياه المخصصة للشروط والمتطلبات المحلية والوطنية. وقد تم وضع العديد من المعاملات المركبة لتحديد مدى ملاءمة المياه للاستخدامات المختلفة وتقييم السلامة البيولوجية للنظم الإيكولوجية المائية. وتشمل هذه المؤشرات عادة تحويل البارامترات المختارة ذات الوحدات والنطاقات المختلفة إلى نطاق موحد يستخدم دوال رياضية مختلفة، وتقنيات إحصائية أو نماذج رياضية أكثر تقدماً. وغالباً ما توضع معاملات ترجيح للتعبير عن أهمية بعض البارامترات على البارامترات الأخرى. وتجمع المؤشرات الفرعية الناتجة عن طريق نهج إضافة، أو تجميع مُضاعِف، أو منطقية أو طرائق تجميع أخرى للحصول على النتيجة النهائية للمؤشر (Abbasi، وAbbasi,2000).

معاملان نوعيان وطنيان لاستخدام المياه: استخدم مؤشر المؤسسة الوطنية في الولايات المتحدة بشأن نوعية المياه (Brown et al.، 1970) ومعامل مجلس وزراء البيئة الكندي لنوعية المياه (CCME WQI) (CCME، 1999) في عدة بلدان أخرى كأساس لوضع معاملات وطنية. وعلى غرار البارامترات البسيطة التي تستخدم للمؤشر العالمي، لايشمل المؤشر CCME WQI أوزاناً ترجيحة للبارامترات المختارة ويسمح بإدراج بارامترات إضافية. وبالإضافة إلى تواتر البارامترات التي لاتحقق القيم المستهدفة يراعي هذا المرشر عدد البارامترات التي لاتحقق القيم المستهدفة وسعة الدورات. كما تم استخدامه كنموذج معايرة لوضع معاملات عالمية لمياه الشرب (Rickwood and Carr, 2009) والمياه العذبة بصفة عامة (Srebotnjak et al., 2012).

2.3.1 البارامترات الفيزيائية- الكيميائية وبارمترات العناصر الغذائية الأساسية

لتيسير إمكانية المقارنة بين المؤشرات فيما بين البلدان اقترح عدد من البارامترات الأساسية للأنواع المختلفة من الكتل المائية. ويرد أدناه سبب إدراج ووصف كل بارامتر من هذه البارامترات.

الأنهار

الأكسجين الذائب (DO) مهم للكائنات الحية المائية. وتتقلب مستويات الأكسجين المذاب بشكل طبيعي مع درجة الحرارة والملوحة. ووجود اضطرابات في أسطح الأنهار، أو عوائق أو شلالات في مجرى النهر يؤدي إلى زيادة تركيز الأكسجين الذائب. ويمكن أيضاً أن يؤثر نشاط التمثيل الضوئي للنباتات المائية وتنفس الكائنات الحية المائية على التركيزات يومياً وموسمياً. وقد يشير الانخفاض الشديد في تركيز الأكسجين إلى وجود مواد عضوية متحللة بيولوجياً، كتلك الموجودة في مياه الصرف الصحي. ويقاس الأكسجين الذائب في الموقع في الظروف المثالية باستخدام مسبار للأكسجين، غير أنه تتوفر طرائق لقياس الأكسجين الذائب للتحليل في المختبر عندما يكون الأكسجين في عينة المياه ثابتاً كيميائياً.

الموصلية الكهربائية (EC): هو مقياس بسيط للمواد الذائبة، مثل الأملاح، يساعد على تحديد خصائص الكتلة المائية. وتتغير قيمة الموصلية الكهربائية بشكل طبيعي، وخاصة خلال فترات زيادة التدفق. وإدراج الموصلية الكهربائية (EC) كبارامتر أساسي يرجع إلى بساطة قياسها ولأن انحراف قيمتها عن النطاقات العادية يمكن أن يستخدم كمؤشر للتلوث، مثل أماكن تصريف المياه العادمة في الكتل المائية. وأكثر الطرائق دقة لقياس الموصلية الكهربائية هي استخدام مقياس الموصلية في الموقع، لأن القيم يمكن أن تتغير خلال الفترة الواقعة بين وقت الجمع في الميدان ووقت التحليل في المختبر.

الجدول 2.1 بارامترات الرصد المرحلية والأساسية لكل نوع من أنواع الكتل المائية

	البارامتر	النهر	البحيرة	المياه الجوفية
البارامتر الأساسي	الأكسجين الذائب	X	X	
	الموصلية الكهربائية	X	X	X
	إجمالي النيتروجين المؤكسد	X	X	
	النترات*			X
	أورثوفوسفات	X	X	
	مقياس الحمضية	X	X	X
بارامتر الرصد المرحلي	درجة الحرارة	X	X	X
	التعكر	X	X	
	الشفافية		X	
	العسر المائي	X		X
	المواد الصلبة العالقة	X		
	القلوية	X	X	
	الأيونات السالبة الرئيسية (HCO_3^-، SO_4^{2-}، Cl، NO_3)			X
	الأيونات الموجبة الرئيسية (Na^+، K^+، Mg_2^+، Ca_2^+)			X
	إجمالي الفسفور	X	X	
	أرثوفوسفات			X
	إجمالي النيتروجين	X	X	
	النيتريت	X	X	X
	النيتروجين النشادري	X	X	X
	العوز البيولوجي للأكسجين/ العوز الكيميائي للأكسجين (BOD/COD)	X		

	الفلزات غير الثقيلة (مثل، الزرنيخ أو الفلورايد)	X	X	X
	الفلزات الثقيلة	X	X	X
	المركبات الهيدروكربونية	X	X	X
	مبيدات الآفات	X	X	X
	المركبات الكربونية الطيارة	X	X	X
	الملوثات الناشئة	X	X	X
	الإشريكية القولونية	X	X	X
	قولونيات برازية	X	X	X
	عقديات برازية	X	X	X
	الكلوروفيل- أ		X	
	المعامل البيولوجي	X	X	
	* يقترح استعمال النترات كبارامتر للمياه الجوفية بسبب المخاطر المرتبطة بها على صحة الانسان			

يتم إدراج المقياس اللوغاريتمي للحمضية (**pH**) لكونه بارامتراً أساسياً، مثل الموصلية الكهربائية، يساعد في تحديد خصائص الكتلة المائية. ومقياس الحمضية (pH) واحد من البارامترات التي تقاس على نطاق واسع بسبب تأثيرها على كثير من العمليات البيولوجية والكيميائية. وهي مقياس لفعالية أيون الهيدروجين في المياه التي يمكن أن تتقلب بشكل طبيعي وخاصة مع تغير الظروف الهيدرولوجية حيث يتغير تركيب المياه في موقع أخذ العينات في المياه الجوفية، والتدفقات تحت السطحية والجريان السطحي أثناء سقوط الأمطار. وتشير التغيرات الخارجة عن النطاقات الطبيعية إلى احتمال حدوث تلوث من مصادر صناعية أو من مياه عادمة. ويكون قياس الحمضية أكثر دقة في الموقع باستخدام مسبار لقياس الجهد الكهربائي لأن القيم يمكن أن تتغير خلال الفترة بين وقت المعاينة في الميدان ووقت التحليل في المختبر.

الأورثوفوسفات (OP) الأورثوفوسفات شكل غير عضوي متحلل بيولوجياً للفسفور وهو أحد العناصر الغذائية الضرورية للحياة المائية. ويمكن أن تزيد المدخلات الإضافية من الأنشطة البشرية، مثل الصرف الصحي أو الصرف الزراعي التركيزات بحيث أنها تدعم النمو المفرط للنباتات الذي يؤثر على توازن النظم الإيكولوجية المائية ويخفض من نوعية المياه المناسبة للاستخدامات البشرية. ويمكن قياس الأورثوفوسفات في الميدان باستخدام مجموعة أدوات الاختبار، ولكن يتم تحقيق أكبر قدر من الدقة وحدود الكشف في المختبر. ويمكن أن تتغير تركيزات الأروثوفوسفات مع مرور الوقت إذا لم يتم تثبيت العينة ومن ثم يقترح أن يتم تحليل العينات في غضون 24 ساعة.

إجمالي النيتروجين المؤكسد (TON) هو مقياس مركب لكل من النترات والنيتريت وهما شكلان من أشكال النيتروجين غير العضوي المؤكسد الذائب. والنيتروجين، مثل الفسفور، عنصر غذائي ضروري للحياة المائية حيث يمكن أن يكون للمدخلات الإضافية تأثير ضار على النظم الإيكولوجية للمياه العذبة. ويقترح استخدام إجمالي النيتروجين المؤكسد، بدلاً من النترات، لأن طريقة تحليله تكون أكثر وضوحاً ولاتتطلب خطوة الاختزال اللازمة لقياس النترات وحدها. وفي معظم الحالات يمثل جزء النيتريت من إجمالي النتيروجين المؤكسد في المياه السطحية أقل من واحد في المئة من النيتروجين الإجمالي، ومن ثم، وللأغراض العملية، يمثل إجمالي النيتروجين والنترات المؤكسد شيئاً واحداً. وكما هو الحال بالنسبة للأورثوفوسفات، هناك مجموعة أدوات متاحة للرصد الموقعي لإجمالي النيتروجين المؤكسد.

ملاحظة بشأن تحاليل العناصر الغذائية- هناك أجزاء كثيرة من الفسفور والنيتروجين من المحتمل أن البلدان تقوم برصدها بالفعل بشكل روتيني، بما في ذلك الأشكال غير العضوية، والعضوية، والجسيمية، والذائبة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يكون إجمالي الفسفور (TP) مقياساً أكثر فائدة لنوعية المياه الملوثة بتصريف المياه العادمة مقارنة بالأرثوفوسفات لكن قياسه يكون أكثر تعقيداً لأنه يحتاج إلى مرحلة هضم أثناء عملية التحليل. وينبغي أن تدرج البلدان أهم الأجزاء في السياق الوطني.

البحيرات

البارامترات الأساسية للبحيرات هي نفسها البارامترات التي تستخدم للأنهار ولكن النتائج تحتاج إلى عناية في التفسير إذا كانت البحيرة مكونة من طبقات. وستحدد درجة الحرارة، والأكسجين الذائب (DO)، والموصلية الكهربائية (EC) المقيسة عبر المقطع الرأسي للبحيرة ما إذا كانت البحيرة مكونة أو غير مكونة من طبقات. ويفضل تصميم رصد المقطع الرأسي، ودمج العينات من أعماق ثابتة بتواتر منتظم (Chapman، 1996).

المياه الجوفية

تدرج **الموصلية الكهربائية والملوحة** معاً لأن طريقة قياسهما غالباً ما تكون واحدة ولكن في معظم الحالات يكون أحدهما فقط هو الأنسب لكتلة معينة من المياه الجوفية. وكما هو الحال بالنسبة للكتل المائية السطحية، تكون الموصلية الكهربائية مفيدة لتحديد خصائص المياه الجوفية. وبالنسبة للكثير من البلدان يثير تسرب المياه المالحة في المياه الجوفية مشكلة وفي هذه الحالات يكون قياس الملوحة أكثر فائدة إذا كانت المياه تستخدم لأغراض الشرب أو الري. وللحصول على أكثر النتائج دقة يجري قياس كل من الموصلية الكهربائية والملوحة عند رأس البئر.

النترات تدرج للمياه الجوفية بدلاً من إجمالي النيتروجين المؤكسد، لأن هناك شواغل صحية معينة مرتبطة بالنترات إذا كانت الكتلة المائية تستخدم كمصدر لمياه الشرب. وأيون النترات سهل الانتقال ويصل بسهولة لكتل المياه الجوفية. وقد تنشأ تركيزات النترات المرتفعة من المصادر الزراعية؛ ولهذا فإنها تدرج كبارامتر أساسي لأنها قد تكون مفيدة لتحديد خط الأساس للنترات. ويقترح استخدام القيمة الاسترشادية لمنظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (WHO، 2011) في هذه الحالة بدلاً من استخدام يرمي إلى الحفاظ على نوعية جيدة لمياه النظام الإيكولوجي.

2.3.2 بارامترات الرصد المرحلية

ينبغي أن تستند البارامترات المختارة للرصد المرحلي إلى الأهداف الوطنية وأن تنفذ مع زيادة القدرة. ويمكن أن تصمم هذه البارامترات المختارة لتعكس استخدام الكتل المائية. ولم تدرج البارامترات الميكروبيولوجية في البارامترات الأساسية لأنها على الرغم من أنها ذات أهمية خاصة لصحة الإنسان، إلا أنه لا ترصد بشكل روتيني في برامج رصد نوعية المياه المحيطة. ومع ذلك، حينما تستخدم الكتل المائية مباشرة لشرب المياه دون معالجة، من المستحسن إدراج البارامترات الميكروبيولوجية.

كما يمكن إدراج بارامترات الرصد المرحلي لتعكس ضغوطات معينة على نوعية المياه في كل بلد. فعلى سبيل المثال، إذا كان التعدين ذا أهمية خاصة، فإن وجود برنامج لرصد تركيزات الفلزات الثقيلة يكون مناسباً لتعيين درجة مشكلة التلوث ومداه. وثمة حاجة في البحيرات لاستخدام مزيد من البارامترات، مثل استخدام الكلوروفيل-أ، لتقييم الحالة التغذوية أو متطلبات الجودة لاستخدامات معينة مثل مياه الشرب أو الترفيه.

وهناك بارامتران لهما أهمية خاصة بالنسبة للمياه الجوفية التي تستخدم للشرب وهما الزرنيخ والفلورايد. ولايتم إدراجها في البارامترات الأساسية لأنهما يكونان محل اهتمام إقليمي، ويشتقان من مصادر تتعلق بالأنشطة الجيولوجية بدلاً من الأنشطة البشرية. وعلى الرغم من إدراج الأيونات الموجبة والسالبة الرئيسية في قائمة البارامترات التدريجية هذه، يشجع إجراء الرصد الروتيني لهذه البارامترات لأنها تتيح تحديد خصائص المياه الجوفية وتسمح بحساب التوازن الأيوني لنتائج التحاليل كشكل من أشكال التحقق من الجودة.

2.3.3 النهج البيولوجية والإيكولوجية

على الرغم من أن تقديم النهج البيولوجية والإيكولوجية هنا بحسبانه خطوة متقدمة في تطور رصد نوعية المياه، فثمة اعتراف بأن العديد من البلدان لديها بالفعل مثل هذه الطرائق وأنها تستند إليها في تقييم نوعية المياه. وقد تم تعديل بعض هذه الطرائق وتحسينها على مدى سنوات عديدة (مثل، Dickens and Graham 2002، وWFD-UKTAG 2014). وفي عدد قليل من البلدان تقرن نتائج النهج البيولوجية بالقياسات الفيزيائية والكيميائية للحصول على تقييم شامل لنوعية

المياه (EPA 2008). وتشجع جميع البلدان على النظر في وضع نظام بيولوجي عندما تتوفر الموارد وعلى إدراج هذه الطرائق مثل هذه الطرائق عند الإبلاغ عن نوعية المياه للأنهار والبحيرات. ولاتوجد طريقة واحدة تم تجربتها واختبارها على مستوى عالمي، ولكن هناك بعض النهج العامة التي يمكن استخدامها لوضع معاملات مفيدة للتقييم المكاني أو الزماني لنوعية المياه (Chapman and Jackson 1996).

وقد تكيفت النباتات والحيوانات التي تعيش في الأنهار والبحيرات للعيش في مجتمعات متوازنة في ظل الظروف الفيزيائية والكيميائية المفضلة. وعندما تتغير هذه الظروف، سواء طبيعياً أو نتيجة للأنشطة البشرية، تصاب النباتات والحيوانات بالإجهاد فتهاجر أو تصارع من أجل البقاء، بل ربما تختفي. وبالتالي، يمكن أن يشير وجود أو عدم وجود أنواع معينة أو مجموعات من تلك الأنواع، في أنواع مختلفة من البيئات المائية إلى الحالة القائمة أو إلى نوعية النظم الإيكولوجية المائية أو الكتلة المائية. وعلى ذلك، تساعد المعرفة الجيدة بالأنواع التي تقع في الموائل المائية الطبيعية، وفهم متطلباتها الفيزيائية والكيميائية في تحديد نوعية الكتلة المائية. ومع مرور الوقت، قد تتعرض الكتلة المائية لتأثيرات عديدة، وتستمر لفترات زمنية مختلفة وقد لا تكتشف عن طريق أخذ عينات مائية منفصلة للتحليل الفيزيائي والكيميائي على فترات متقاربة. وعلى النقيض من ذلك، تبقى الأنواع النباتية والحيوانية على قيد الحياة في الكتل المائية لفترات زمنية تتراوح بين أيام وسنوات وتدمج كافة التأثيرات على الكتلة المائية على مدى حياتها. وكما هو الحال بالنسبة للقياسات الفيزيائية والكيميائية لنوعية المياه، يمكن وضع أهداف لنوعية المياه البيولوجية استناداً إلى قيمة رقمية تمثل نوعية مياه غير مضطربة لنظم إيكولوجية مائية شديدة الضعف أو لا تصلح للاستخدام البشري.

وهناك نهجان رئيسيان يتيحان الاستخدام البسيط للمجتمعات البيولوجية للإشارة إلى نوعية المياه. يستند أحدهما على تحديد وجود كائنات دليلية، أو غيابها أو مدى وفرتها النسبية ويستندا الآخر على المبدأ العام بأن النظام الإيكولوجي المائي الصحي يكون لديه تنوع في الأنواع بدلاً من هيمنة نوع واحد أو اثنين.

ولاستخدام مفهوم الكائنات الحية الدليلية، يلزم توفر معرفة علمية تفصيلية عن مستوى تحمل أنواع معينة لمجموعة متنوعة من التأثيرات، مثل تركيز الأكسجين، والمواد العالقة أو المترسبة، وتوافر العناصر الغذائية ومركبات سامة معينة. ويمكن أن تظهر الأنواع المختارة مجموعة من الآثار، بما في ذلك الموت (أي الغياب الكامل)، وانخفاض الأعداد (بسبب التأثيرات على القدرة على التكاثر)، والنمو الغير طبيعي (على سبيل المثال، بسبب نقص الغذاء المناسب أو التأثيرات السامة). ويمكن تسجيل وجود أو عدم وجود أنواع محددة في العينات لوضع فهرس رقمي لدرجات جودة المياه (Ziglio et al. 2006). وتتطلب هذه المعاملات تقدير الخبراء وينبغي أن تستند على اختبار المؤشر على مجموعة واسعة من الكتل المائية.

واستخدم المبدأ الأساسي الذي تنحو فيه البيئات المتضررة إلى إظهار نقص في نطاق الأنواع (التنوع) مع الأنواع الأكثر تحملاً القادرة على التكاثر عددياً بشكل ملحوظ (وفرة عالية) لوضع معاملات تنوع رياضية، غالباً ما يشار إليها بالمؤشرات البيولوجية، مثل معامل تنوع شانون، ومعامل تنوع سيمبسون وغيرهم (Friedrich et al., 1996). ولاتوفر هذه المعاملات مقياساً مطلقاً لنوعية الكتلة المائية ولايمكن استخدامها لعقد مقارنات بين الكتل المائية ذات الخصائص الطبيعية المختلفة، غير أنه يمكن استخدامها لتحديد التغيرات في النوعية في نفس المواقع على مر الزمن أو للمقارنة بين مواقع داخل نفس الكتلة المائية. ولايتطلب استخدام هذه المؤشرات فهماً تفصيلياً لبيولوجية الأنواع الموجودة غير أنه من الضروري أن تكون قادرة على فصل وعد فرادى الأنواع.

وتتراكم بعض المركبات السامة في أنسجة النباتات والحيوانات المائية بتركيزات تتجاوز التركيز الموجود في المياه المحيطة. ولذلك، عندما تكون هناك حاجة لتعيين وجود أو عدم وجود مواد سامة في كتلة مائية، مع عدم توافر الموارد لجمع عينات من المياه وتحليل التركيزات المنخفضة من تلك المواد، تستخدم في بعض الأحيان الأنواع المختارة كوسيلة رصد بيولوجية (Schafer et al. 2015). وتشير النتائج إلى تعرض أو عدم تعرض الكائنات الحية للمركب السام ولكنها لن تشير مباشرة إلى تركيزاته في المياه المحيطة. ويمكن أيضاً أن يشير التقييم القائم على السُمية، باستخدام الكائنات الحية المائية وعينات من المياه المحيطة، إلى وجود مركبات سامة وتستخدم النتائج للإشارة إلى نوعية المياه

من حيث الجودة، أو الرداءة، أو عدم المقبولية (على الرغم من أن المركبات السامة الدقيقة قد لاتكون معروفة على وجه التحديد) (وكالة البيئة 2007، مثلاً).

3. مصادر البيانات وجمعها

3.1 المتطلبات من البيانات اللازمة لحساب المؤشر

يتطلب حساب المؤشر جمع بيانات نوعية المياه من مواقع الرصد التمثيلية لكتل مائية محددة. ويرد مزيد من التفاصيل والتوصيات بشأن تواتر الرصد واختيار مواقع الرصد في القسمين 3.2 و4.3. وينبغي تجميع المعلومات الإضافية بشأن مواقع الرصد، مثل الإحداثيات الجغرافية، واسم الكتلة المائية وكود التعريف المحلي لمواقع الرصد، عندما تكون متاحة. وللتعرف على الكتل المائية، تحتاج البلدان إلى إعداد حصر للمياه السطحية، وربما تتألف المياه الجوفية في إقليم كل بلد إما من قائمة من المياه السطحية والجوفية مع إحداثياتها الجغرافية في أبسط الحالات، أو نظام للمعلومات الجغرافية (GIS)- مجموعة بيانات نظم الأنهار، والبحيرات والمياه الأخرى. ولتصنيف نوعية المياه، تحتاج البلدان إلى تحديد قيم مستهدفة يجب أن تتحقق قبل أن توصف كتلة مائية بأنها ذات نوعية مياه "جيدة". وقد تمثل هذه القيم المستهدفة عتبات عامة للبارامترات الأساسية، أو يمكن تقديم وصف فردي لكل نوع من أنواع الكتل المائية (على سبيل المثال، الأنهار، أو البحيرات، أو المياه الجوفية) أو حتى لكل كتلة مائية. وأخيراً، ينبغي تحليل عينات المياه المأخوذة في مواقع الرصد المختارة للبارامترات الأساسية، على النحو المبين في القسم 3.3.1، وتسجل نتائج التحاليل لكل موقع رصد (انظر المثال الوارد في القسم 5).

3.2 مصادر البيانات- القصيرة الأجل والطويلة الأجل

تجمع بيانات رصد نوعية المياه عادة من خلال برامج وطنية ودون وطنية لرصد نوعية المياه تشمل أجهزة الاستشعار في الموقع والعينات التي تم جمعها ونقلها إلى المختبرات لتحليلها كيميائياً وميكروبيولوجياً. وبالإضافة إلى برامج الرصد الوطنية، يمكن إجراء القياسات من خلال شركات المياه أو الصناعات التي تختبر المياه غير المعالجة قبل استخدامها أو قبل معالجتها للإمداد بمياه الشرب، وفي الكتل المائية المعرضة لأن تصرف فيها مياه الصرف الصحي. كما ترصد منظمات البحوث البيئية والمنظمات غير الحكومية بارامترات نوعية المياه في سياق برامج رصد الدراسات البحثية وبرامج الرصد المتعلقة بالمواطنين.

ولاتتطلب البارامترات الأساسية الموصى بها في هذا المؤشر لتعيين نوعية المياه العامة مرافق مختبرية باهظة الثمن أو متقدمة، وتتوفر أيضاً مجموعة أدوات صغيرة لإجراء القياسات الميدانية. وينبغي أن يكون نطاق القياس والدقة لمجموعة الأدوات الميدانية مناسباً للكتل المائية التي تستخدم فيها. وبالنسبة لعمليات الرصد الأكثر تقدماً، يزيد تعقيد طريقة تحليل البارامترات الكيميائية والبيولوجية مع زيادة الاحتياجات المرتبطة بمرافق التحليل الأكثر تقدماً.

وهناك إمكانية أن تشمل نهج بيولوجية إضافية ومؤشرات حيوية، بعضها قابل للتكيف بسهولة مع البرامج الخاصة بالمواطنين وبرامج رصد المنظمات غير الحكومية، وبالتالي زيادة إمكانية توسيع نطاق التغطية المكانية وتواتر جمع البيانات.

واستخدام بيانات رصد الأرض (EO) لرصد نوعية المياه يحقق الآن تقدماً ولكنه يقتصر على بارامترات نوعية المياه التي يمكن اكتشافها بالوسائل البصرية مثل التعكر والكلوروفيل. ونظراً لارتفاع الاستبانة المكانية والزمانية للبعثات الساتلية الحالية والقادمة، يمكن أن توفر بيانات رصد الأرض مصدر بيانات إضافي مهم وفعال من حيث التكلفة لرصد الأنهار والبحيرات الكبيرة في المستقبل.

3.3 توصيات بشأن إدارة البيانات

تعد إجراءات ضمان الجودة والمراقبة الفعالة للجودة في أثناء المعاينة، والتحليل، وتداول البيانات ضرورية لإنتاج بيانات رصد موثوقة للمؤشر. وينبغي تطبيق المعايير الدولية في جميع المراحل، كلما أمكن ذلك.

3.3.1 ضمان جودة المعاينة

ينبغي النظر بعناية إلى موقع الجمع، والطريقة المستخدمة لأخذ القياسات الموقعية، والطريقة التي تجمع بها عينات المياه للمختبر أو للتحليل الميداني، من أجل تجنب أي تداخل من الأنشطة التي قد تؤثر على نتائج القياسات أو التحاليل. ومن أمثلة التداخل الصرف في موقع المعاينة، واضطراب المشغل من الرواسب، وتلويث المشغل للعينات أثناء الجمع أو بعده. ويمكن أن تحتاج معدات أخذ العينات أو زجاجات جمع العينات إلى إعداد مسبق لأخذ العينات. ومن الموصى به اتباع تعليمات إعداد أوعية أخذ العينات، ووقت تخزين العينات ودرجة حرارتها بعد الجمع، والحد الأقصى لمدة التخزين قبل إجراء التحليل وفقاً لطريقة المعايرة المختارة ذات الصلة. ويجب أن تعالج عينات تحليل الفوسفات خلال 24 ساعة من جمعها، وإذا كان جلبها إلى المختبر في خلال هذا الإطار الزمني غير ممكن، ينبغي النظر في استخدام طريقة ميدانية أو مجموعة أدوات ميدانية مع مراعاة احتمال أن يكون لهما نطاق كشف محدود.

3.3.2 ضمان الجودة التحليلية

يوصى بوجود برنامج ضمان جودة مختبرية، وينبغي اعتماد المختبرات وفقاً للمعايير الوطنية أو الدولية، كلما كان ذلك ممكناً، و/أو المشاركة في مراقبة الجودة أو عمليات تقييم الأداء بين المختبرات من أجل ضمان جودة ما تحصل عليه من نتائج تحليلية. وينبغي أن تلتزم الطرائق التحليلية بالإجراءات المعيارية المختارة، وينبغي الإشارة إلى أي انحرافات عن الطرائق ومراعاتها خلال استعراض النتائج وإبلاغها.

3.3.3 ضمان جودة البيانات

يجب أيضاً أن تتبع إجراءات ضمان الجودة للبيانات معايير مقبولة بشكل عام. ويجب أن تمتثل المختبرات للآليات التي تستخدمها لضمان ومراقبة الجودة فيما يتعلق بحدود الثقة، ومستويات حساسية الكشف (مستوى حساسية الكشف للجهاز)، ومستوى طريقة الكشف (MDL)، وحدود القياس الكمي العملي، الخ. وترد المصطلحات والمبادئ التوجيهية في APHA (20**).

وينبغي استعراض النتائج للتحقق من نطاقات القيم الصحيحة ولأي قياسات تبدو غير صحيحة، على سبيل المثال القيم السلبية للتركيزات أو الأخطاء الناجمة عن أخطاء في الطباعة، كخطوة نهائية قبل إدراج البيانات في قاعدة البيانات لإستخدامها في حساب المؤشر.

3.3.4 إدارة البيانات

ثمة حاجة لإنشاء نظام مناسب لجمع البيانات على الصعيد الوطني. وتشجع جميع البلدان على تقديم بياناتها باستخدام النموذج المتاح في برنامج الأمم المتحدة العالمي لرصد نوعية المياه التابع للنظام العالمي للرصد البيئي (انظر http://web.unep.org/gemswater/what-we-do/freshwater-quality-agenda-2030) بمساعدة ودعم موارد الوكالات الإحصائية أو البيئية، والمكاتب الحكومية أو الوزارات. ويمكن تعيين جهات التنسيق الوطنية، مثل تلك التي تمثل البرنامج العالمي لرصد نوعية المياه التابع للنظام العالمي للرصد البيئي لأداء هذه الوظيفة. وقد اعتمدت قاعدة بيانات برنامج الأمم المتحدة العالمي لرصد نوعية المياه التابع للنظام العالمي للرصد البيئي، والبيانات والإحصاءات العالمية لنوعية المياه (GEMStat) في الجلسة الأولى لجمعية الأمم المتحدة للبيئة في عام 2014 وهي متاحة الآن لأخذ البيانات الأولية اللازمة لحساب المؤشر، وكذلك قيم المؤشر مع البيانات الشرحية المرتبطة بها. وتتوافر المبادئ التوجيهية لتقديم البيانات من GEMStat والتي تصف أيضاً متطلبات البيانات الشرحية اللازمة لكل محطة وعينة، مثل الموقع وطرائق التحليل.

4. جمع البيانات وحساب المؤشر خطوة بخطوة

4.1 الخطوة 1 تقييم القدرات الحالية

ينبغي إجراء تقييم رسمي لأنشطة رصد نوعية المياه الموجودة على الصعيد الوطني. وقد يمتد ذلك خارج إطار الوزارة أو الهيئة التي تحمل المسؤولية الكاملة عن رصد المياه ليشمل مؤسسات، مثل الجامعات أو القطاع الخاص، يمكن أن تجمع بيانات نوعية المياه قد تفيد في الإبلاغ عن المؤشر 6.3.2. وقد تكون المؤسسات الأخرى قادرة على المساهمة بالبيانات التاريخية، أو مرافق المختبرات، أو قدرات العمل الميداني.

4.2 الخطوة 2 تحديد الكتل المائية

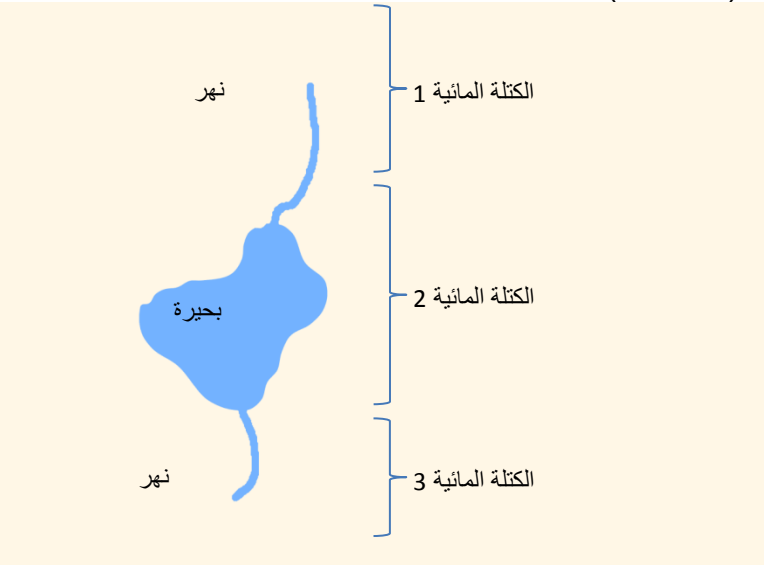
لأغراض المؤشر 6.3.2، يجري التمييز بين ثلاثة أنواع عامة من الكتل المائية:

- الكتل المائية الجارية أو الراكدة بما في ذلك الأنهار، والجداول والمجاري المائية
- الكتل المائية الساكنة أو المتدفقة بما في ذلك البحيرات ومكامن المياه
- كتل المياه الجوفية بما في ذلك واحد أو أكثر من المكامن المائية

ويمكن أن تؤدي الخصائص الفيزيائية، بما في ذلك السمات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية، والعوامل المناخية والخصائص الجيوكيميائية، بالإضافة إلى التلوث من المصادر الثابتة والمصادر غير الثابتة إلى اختلافات مكانية كبيرة في نوعية المياه في نظم الأنهار، والبحيرات، والمياه الجوفية. وينبغي أن ينعكس هذا التباين على الكتل المائية المدرجة ضمن نطاق المؤشر 6.3.2. وينصح بتقسيم الكتل المائية للفئات المختلفة إلى وحدات منفصلة ذات خصائص متماثلة للسماح بتقييم مجد لجودتها. وقد وضعت العديد من البلدان أطراً لأنواع الكتل المائية على أساس الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخصائص ذات الصلة التي يمكن استخدامها لترسيم حدود الكتل المائية. وفي حالة عدم وجود الإطار، يمكن استخدام المعلومات المتعلقة بالخصائص الفيزيائية للكتل المائية، والضغوط من مصادر التلوث والاستخدامات المعينة لإجراء مزيد من التقسيم للكتل المائية الكبيرة.

4.2.1 ترسيم حدود الكتل المائية السطحية

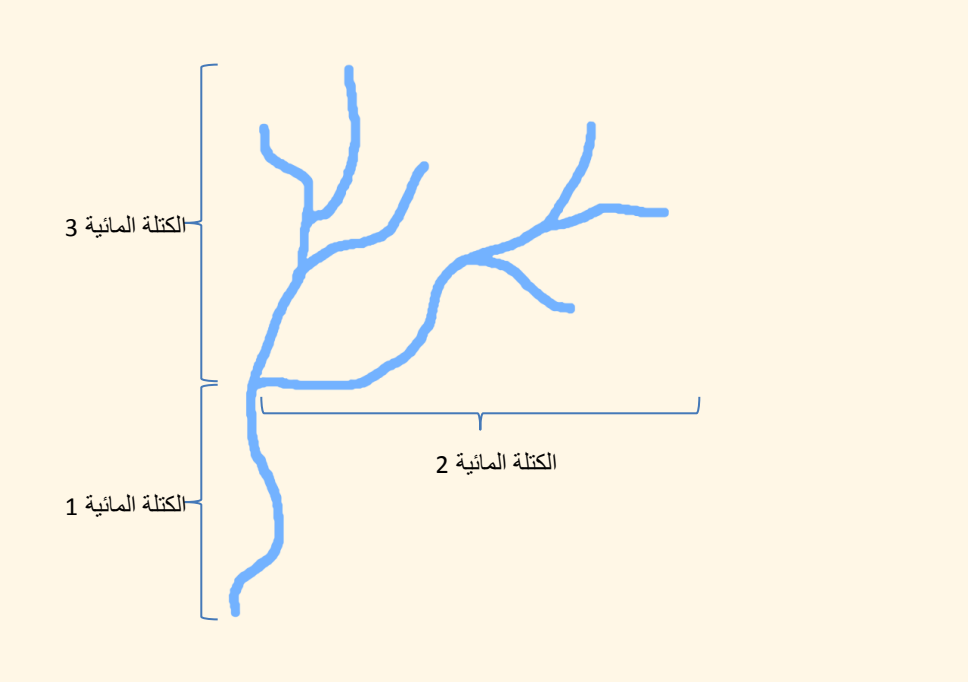
في الخطوة الأولى، ينبغي تقسيم المياه السطحية إلى كتل مائية على أساس أنواعها (نهر أو بحيرة، مثلاً). وعلى سبيل المثال، إذا قطع مسار النهر بحيرة، فإن الحدود بين البحيرة والنهر التي تمد منبع البحيرة ومصبها تكون بمثابة حدود بين ثلاث كتل مائية مستقلة (الشكل 4.1).



الشكل 4.1 تحديد الكتل المائية السطحية على أساس الحدود بين أنواع الكتل المائية

في الحين الذي تحدد فيه هذه الخطوة الأولى بالفعل شرط توفير عناصر مميزة وكبيرة، قد يلزم إجراء مزيد من التقسيم للكتل المائية لإتاحة إجراء رصد أدق بدرجة تتناسب مع التقدم المحرز صوب الهدف 6.3 من أهداف التنمية المستدامة (SDG). ولذلك، فإن السمات الهيدرومورفولوجية، مثل الروافد النهرية يمكن أن تكون بمثابة حدود لمزيد من التقسيم للكتل المائية في الخطوة الثانية (الشكل 4.2).

وعلى الرغم من أن المعايير المذكورة أعلاه وحدها كافية لتحديد الكتل المائية، هناك مزيد من الاعتبارات التي يمكن أن تساعد في صقل الكتل المائية السطحية لإتاحة الفرصة لإجراء رصد دقيق للتقدم المحرز نحو تحقيق الهدف 6.3 من أهداف التنمية المستدامة (SDG). ولذلك، يمكن أن تؤخذ مناطق ذات ضغوطات وتأثيرات معينة (مصدر نشر مدخلات العناصر الغذائية من الزراعة أو المصادر الثابتة لتصريف المياه الصناعية، مثلاً) في الاعتبار وكذلك المناطق المخصصة لاستخدامات محددة (مياه الشرب، والمياه المعدة للاستجمام ومصائد الأسماك). وعلاوة على ذلك، يمكن أن يتضمن تحديد الكتل المائية مناطق خاصة لحماية الطبيعة. وفي العديد من البلدان، تعد هذه الاعتبارات بالفعل جزءاً لايتجزأ من استراتيجيات إدارة ورصد المياه، ومن ثم يمكن نقلها إلى عملية إبلاغ المؤشر 6.3.2 في أهداف التنمية المستدامة.



الشكل 4.2 التقسيم الفرعي لكتلة مائية نهرية باستخدام الروافد النهرية بحسبانها حدوداً هيدرومورفولوجية، تقسِّم النظام إلى ثلاث كتل مائية.

4.2.2 ترسيم حدود الكتل المائية الجوفية

يجب أن تتيح العناصر المحددة ككتل وصفاً مناسباً للحالة العامة والكيميائية للمياه الجوفية. ولذلك، ينبغي أن ينحصر مدى كتلة المياه الجوفية بين انقسامات تدفق المياه الجوفية، وذلك باستخدام مستجمعات المياه السطحية والحدود الجيولوجية كبديل عندما تكون المعلومات محدودة. وإذا لزم إجراء مزيد من التقسيم فمن الضروري أن يستند إلى مستوى المياه الجوفية أو على خطوط تدفق المياه الجوفية، عند الاقتضاء.

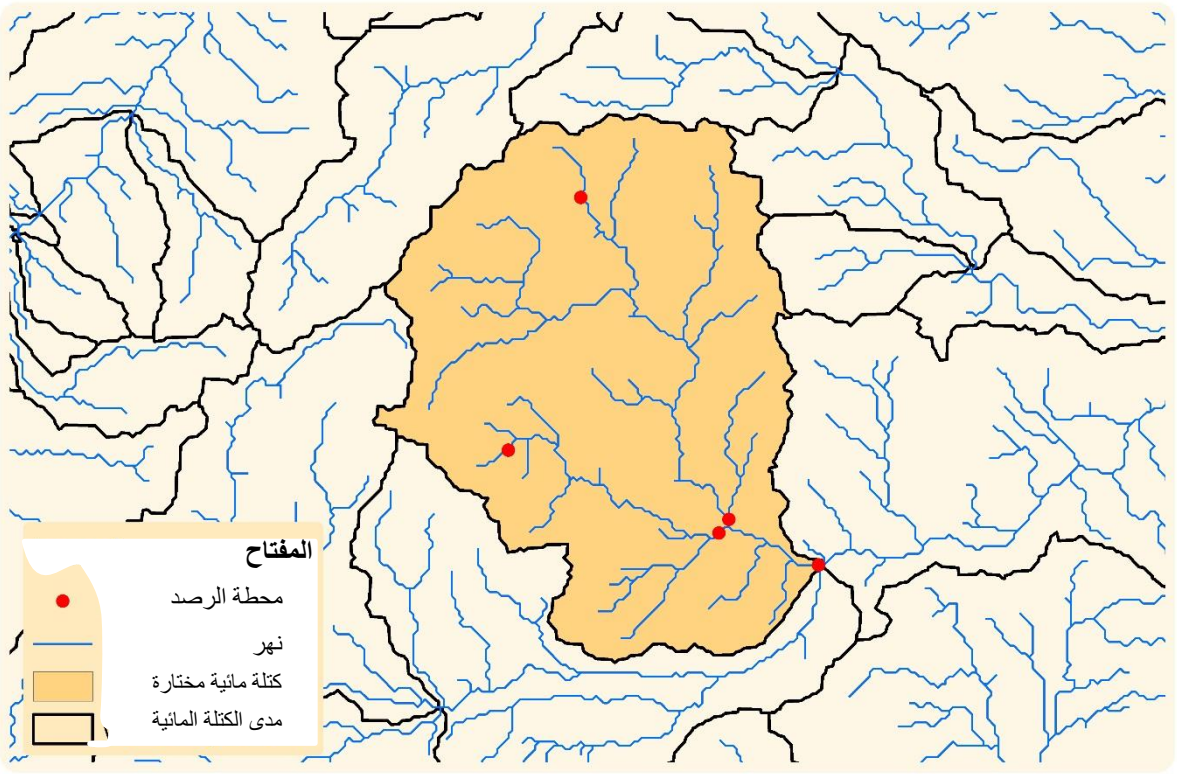
4.3 الخطوة 3 اختيار مواقع الرصد

تقدم الخطوات السابقة تصوراً لأنواع الكتل المائية وتقترح طرائق لتقسيم كل كتلة مائية إلى وحدات منفصلة. وتحتاج الكمية وتوزيع مواقع العينات داخل كل كتلة مائية إلى دراسة متأنية لضمان تقييم الكتلة المائية بشكل ملائم. ويحتاج جمع العينات وتحليلها إلى موظفين وموارد مختبرية؛ وعندما تكون الموارد محدودة، يكون من الضروري إيجاد توافق ملائم بين التغطية المكانية وتواتر جمع العينات.

وتستخدم ثلاث مراحل لاختيار مواقع الرصد: أولاً تحدد المواقع المفضلة لرصد المؤشر 6.3.2، ثم يجرى تقييم لمواقع الرصد المستخدمة حالياً في البرامج القائمة، وأخيراً تحدد المواقع النهائية لرصد المؤشر 6.3.2 عن طريق مواءمة المواقع القائمة مع مواقع الرصد المفضلة، على أفضل نحو ممكن. وينبغي أن تعكس مواقع الرصد الضغوطات العادية في الكتلة المائية وألا تقتصر على المواقع التي لم تتأثر. وقد تدعو الحاجة لإجراء مسوح ميدانية للتحقق من مدى ملاءمة الموقع المقترح. وفيما يلي الخطوات الرئيسية لأنواع الكتل المائية الثلاث.

4.3.1 الأنهار

ينبغي توزيع مواقع الرصد في جميع أنحاء الشبكة النهرية، بما في ذلك مواقع منابع المياه التي عادة ما تكون أقل تأثراً بالأنشطة البشرية، ومنتصف مواقع مستجمعات المياه التي يمكن أن تتعرض لمجموعة متنوعة من الضغوط، وعند أقصى نقاط الالتقاء مع نهر، أو بحيرة، أو مصب آخر. ويقترح اختيار موقع رصد واحد على الأقل لكل كتلة مائية نهرية، ولكن هذا يعتمد على حجم الكتلة المائية وبالتي، يمكن أن يكون ذلك غير كاف لتمثيل نوعية المياه في النظم الكبيرة والمتنوعة، وربما تكون هناك حاجة لمواقع إضافية. ويبين الشكل 4.3 الموقع العام لخمسة مواقع رصد متاحة، اثنان منها في مواقع منابع المياه، واثنان آخران في منتصف مستجمعات المياه يمثل كل منهما رافداً رئيسياً وواحد لنقطة تقع عند أقصى نقطة في المصب.



مصدر البيانات- http://www.hydrosheds.org

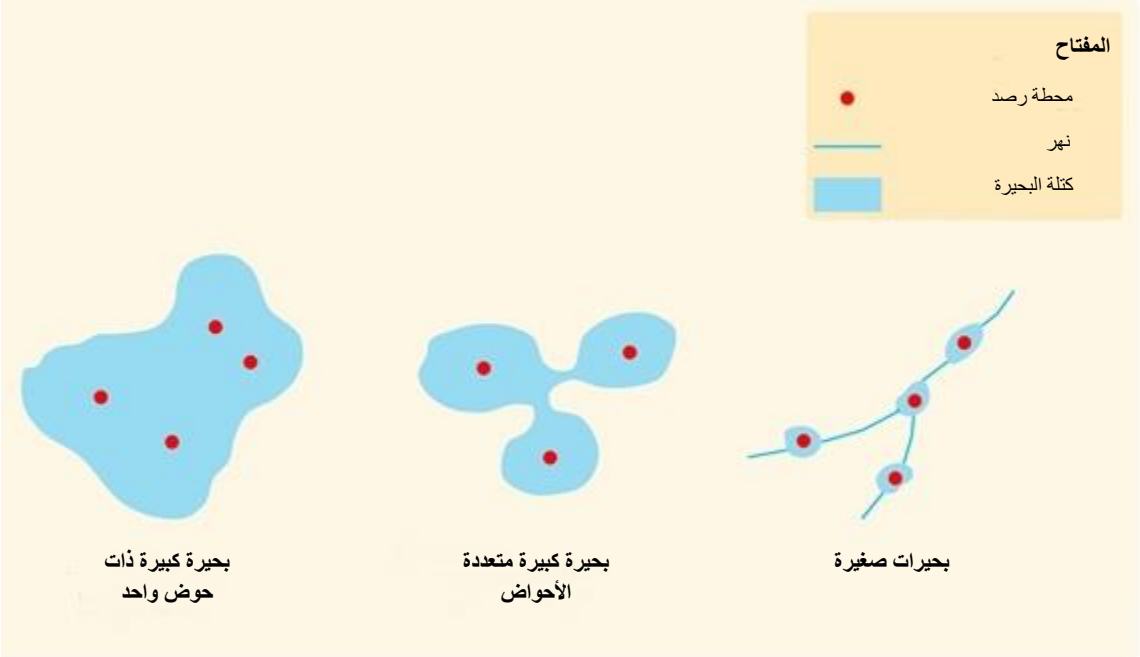
الشكل 4.3 أمثلة على مواقع الرصد في كتلة مائية نهرية

بمجرد تحديد مواقع الرصد في نطاق الكتلة المائية الواسعة، يتعين دراسة المواقع على مستوى الموقع العام. وينبغي أن تكون درجة اختلاط المياه في الموقع معروفة. وقد لاتكون المياه مختلطة بما فيه الكفاية إذا كان الموقع على مقربة من التقاء رافدين أو من مكان تصرف فيه مياه عادمة. ويمكن أن يكون الخلط بطيئاً إذا كان التدفق طباقياً أو إذا كانت المياه ذات درجات حرارة مختلفة. ويعتمد اختلاط المياه على عرض النهر وعمقه. وإذا كان هناك عدم يقين، يمكن التحقق منه عن طريق قياس درجة الحرارة أو الموصلية عند نقاط عبر النهر على أعماق مختلفة.

وتعد الجسور أماكن ملائمة لمواقع رصد النهر حيث يسهل التعرف عليها، ويمكن الوصول إليها عادة، وتتيح أخذ عينات من وسط النهر كما تسمح بتقدير التدفق، إذا تم تقييد التدفق كله تحت هيكل الجسر وكان للجسر مقياس نهري.

4.3.2 البحيرات

يعتمد عدد العينات اللازمة لتقييم نوعية مياه البحيرات اعتماداً كبيراً على حجم البحيرة وعمقها. ويمكن تقييم البحيرات الصغيرة والضحلة باستخدام عينة واحدة تؤخذ من منتصف البحيرة، أما في البحيرات الكبيرة والعميقة فإن ذلك يتطلب فهماً لقياس الأعماق ومعرفة فترة بقاء المياه. وقد يكون من الضروري أخذ عينات من مواقع عديدة وعلى أعماق متعددة. ويقدم الشكل 4.4 أدناه أمثلة لمواقع الرصد لأنواع مختلفة من البحيرات.



الشكل 4.4 أمثلة لمواقع رصد البحيرات لأنواع مختلفة من البحيرات. وقد تدعو الحاجة إلى إجراء معاينة رأسية في كل موقع.

4.3.3 المياه الجوفية

تختلف الأهمية النسبية للمياه الجوفية اختلافاً كبيراً بحسب نسبة إسهامها في الموارد المائية للبلد. وينبغي تقييم ذلك عند تحديد الموارد المخصصة لرصد المياه الجوفية. ولكي تكون البرامج الوطنية لرصد نوعية المياه الجوفية فعالة، ينبغي وجود فهم كامل للهيدرولوجيا الأرضية في البلد. وفي حالة وجود آبار قائمة يجب رصدها، ومعرفة خصائص كل بئر منها مثل العمق، والعمق حتى الغلاف المثقب، وطول الغلاف المثقب نفسه، ومعدل إعادة ملء البئر. وفي حالة عدم وجود آبار قائمة لرصدها؛ يمكن استخدام الينابيع أو آبار مياه الشرب القائمة.

4.4 الخطوة 4 جمع البيانات من أجل تحديد الهدف

يمكن أن تقع البلدان في واحدة من ثلاث فئات محتملة فيما يتعلق بتحديد الأهداف: (i) وجود معايير وطنية لنوعية المياه المحيطة لكافة البارامترات؛ (ii) وجود البيانات ولكن مع عدم وجود قيم وطنية مستهدفة؛ (iii) بيانات نوعية المياه المتاحة لوضع القيم المستهدفة غير كافية. إذا وقعت البلدان في الفئة الأولى، فإن هذه الخطوة من خطوات المنهجية غير ضرورية ويمكن استخدام معايير نوعية المياه القائمة كقيم مستهدفة. وإذا وقعت البلدان في الفئة الثانية وتوافرت بيانات نوعية المياه للبارامترات المحددة، تكون هناك حاجة لاستعراض منتظم لتحديد ما إذا كانت البيانات الموجودة كافية لوضع القيم المستهدفة ذات الصلة على الصعيد الوطني. وستحتاج البلدان في الفئة الثالثة إلى تنفيذ برنامج لرصد نوعية المياه لجمع بيانات كافية لوضع قيم مستهدفة. وفي الواقع قد تجد البلدان نفسها بين الفئات، وربما يكون لديها بيانات كافية لوضع القيم المستهدفة لبعض البارامترات دون غيرها.

والقيم المستهدفة يمكن أن تكون قيماً وطنية التي تنطبق على جميع الكتل المائية التي تندرج تحت نوع واحد، فعلى سبيل المثال ينطبق المتوسط السنوي لتركيز الفوسفات لـ 0.035 ملليغرام فوسفات/ لتر على الأنهار في أيرلندا (انظر المرفق 8.1). وبدلاً من ذلك، يمكن أن تكون القيم المستهدفة خاصة بالكتل المائية. فمثلاً، قد لاتكون القيمة المستهدفة الوطنية للفوسفات لـ0.035 ملليغرام فوسفات/ لتر قابلة للتحقيق في جميع الكتل المائية بسبب الخصائص الجيولوجية المحلية، ومن ثم ستكون هناك حاجة لعدد من العينات من مواقع لم تتأثر بالمصادر البشرية للفوسفات لاستخلاص قيمة مستهدفة محلية يمكن تحقيقها. ويمكن استخدام القيم المستهدفة لنوعية المياه المنشورة عن بلدان أخرى كبديل، ولكنها قد لاتكون مناسبة تماماً على الصعيد الوطني. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي بذل جهود لمواءمة القيم المستهدفة للكتل المائية العابرة للحدود بين جميع البلدان المجاورة. وترد في المرفق 8.1 أمثلة للمبادئ التوجيهية والأهداف المتعلقة بنوعية المياه المنشورة.

4.4.1 نهج وضع القيمة المستهدفة

تحتاج وضع قيم مستهدفة باستخدام العينات التي تم جمعها خلال مواسم ونظم هيدرولوجية مختلفة لبيانات عن سنة واحدة على الأقل. وينصح بزيادة تواتر جمع العينات خلال هذه المرحلة لضمان وضع أنسب قيم مستهدفة. ويلزم مالا يقل عن أربع نقاط بيانات، ولكن سيتم وضع قيم مستهدفة أكثر ملاءمة إذا استخدم أكبر عدد من العينات. وكما هو الحال مع أي برنامج رصد لابد من تدوين الظروف الهيدرولوجية في أثناء المعاينة لأن الظروف الهيدرولوجية الشاذة يمكن أن تؤثر على بعض نتائج البارامترات. وينبغي استخدام مواقع الرصد التي لم تتأثر لتحديد القيم المستهدفة لنوعية المياه الجيدة داخل الكتلة المائية. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يستخدم موقع منابع المياه في كتلة مائية نهرية لوضع قيم مستهدفة للكتلة المائية بأكملها.

ويمكن أن تكون القيم المستهدفة من ثلاثة أنواع تستند على البارامترات التي يجري قياسها. وبعض البارامترات لها قيمة مستهدفة "عليا" وهذا يعني أنه ينبغي عدم تجاوز هذه القيمة. وكمثال على ذلك، ينبغي عدم تجاوز التركيز المستهدف للفوسفات لـ 0.035 ملليغرام فوسفات/ لتر. وبعض القيم ستكون "أقل" من القيم المستهدفة، وهذا يعني أن القيمة المقيسة يجب ألا تقع تحت قيمة المستهدف. وعلى سبيل المثال سيكون الأكسجين الذائب في الأنهار عندما تكون القيمة المستهدفة لـ 9.5 ملليغرام فوسفات/ لتر أقل من القيمة المستهدفة للمياه التي تقل درجة حرارتها عن 20 درجة مئوية. وأخيراً سيكون لبعض البارامترات "نطاقاً"، وهو النطاق العادي المقبول لقيم هذه البارامترات. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يكون نطاق للموصلية الكهربائية بين 500 و700 ميكروثانية/ سم مقبولاً لبحيرة معينة، والانحراف عن هذا النطاق يمكن أن يكون دليلاً على وجود مشكلة في نوعية المياه التي قد تحتاج لمزيد من البحث.

4.5 الخطوة 5 جمع البيانات من أجل حساب المؤشر

الحد الأدنى من البيانات اللازمة لحساب المؤشر هي القياسات التي تم الحصول عليها عن طريق تحليل عينات المياه لجميع البارامترات الأساسية المناسبة لنوع الكتلة المائية (الجدول 2.1). وينبغي أن تؤخذ العينات بشكل منتظم، على فترات محددة، أو في نفس الوقت من السنة كل عام، ومن نفس المواقع. وحتى إذا تم إدخال محطات رصد جديدة، ينبغي أن يستمر جمع البيانات من المواقع الأصلية. ويضمن ذلك قابلية النتائج للمقارنة من عام إلى آخر، ومن ثم يظهر حدوث أي اتجاهات للتغير مع مرور الوقت. ويمكن جمع بيانات الرصد اللازمة لحساب المؤشر عن طريق برامج رصد مختلفة تشارك فيها وكالات ومنظمات مختلفة. ولذلك، من المهم إنشاء وصيانة مستودعات بيانات مركزية على المستوى الوطني تجمع البيانات من مختلف الجهات المعنية، لضمان التوافق في وحدات الإبلاغ بين جميع الوكالات التي تقدم البيانات. وينبغي جمع البيانات لكل بارامتر أساسي في كل موقع معاينة من أجل حساب المؤشر كما هو موضح في المثال أدناه في القسم 5.

وينبغي أن يحتفظ مستودع البيانات المركزي بجميع البيانات الشرحية ذات الصلة المتعلقة بقياسات نوعية المياه. ويشمل ذلك أماكن مواقع الرصد، ووصفها مع الإحداثيات الجغرافية لكل موقع أخذت منه عينات داخل الكتلة المائية. وينبغي تسجيل نوع الكتلة المائية إلى جانب المعلومات الأخرى التي قد تؤثر على النتائج التحليلة التي تم الحصول عليها (منسوب المياه غير عادي أو اضطراب الكتلة المائية، مثلاً).

وعند التقديم النهائي للبيانات، من الضروري أيضاً الإبلاغ عن القيم المستهدفة أو النطاقات الوطنية المستخدمة لتحديد ما إذا كان قد تم الوصول إلى حالة جيدة في كل محطة رصد. وإذا تباينت القيم المستهدفة للكتل المائية المختلفة، ينبغي إبلاغ القيمة المستهدفة المناسبة مع البيانات من الكتل المائية ذات الصلة.

4.6 الخطوة 6 تصنيف نوعية المياه

من أجل القيام بالخطوة الأولى من الرصد المرحلي، يستخدم مؤشر بسيط يستند إلى توافق بيانات الرصد للبارامترات الأساسية مع القيم المستهدفة المحددة لتصنيف نوعية الكتلة المائية. وتقارن قيم الرصد لجميع البارامترات الأساسية، ولجميع مواقع الرصد داخل الكتلة المائية، مع القيم المستهدفة. ويعرف المعامل بأنه النسبة المئوية لقيم الرصد الممتثلة للقيم المستهدفة:

$$C = \left(n_{comply} / n_{measure}\right) * 100$$

حيث

n_{comply} هو عدد القيم المرصودة المتوافقة مع القيم المستهدفة

$n_{measure}$ هو إجمالي عدد القيم المرصودة

يستحسن استخدام بيانات آخر ثلاث سنوات فقط كحد أقصى لحساب المؤشر لضمان أن تكون النتائج محدَّثة وقابلة للمقارنة على الصعيد العالمي.

وتكون بيانات الرصد حتماً عرضة للأخطاء الناتجة عن المعاينة، والتحليل والمعالجة اللاحقة للبيانات. ولذلك، حددت عتبة عند بلوغ التوافق نسبة 80 في المئة لتصنيف الكتل المائية ككتل ذات نوعية "جيدة". وبالتالي، تصنف الكتلة المائية بجودة النوعية إذا كان 80 في المئة على الأقل من جميع بيانات الرصد ومن جميع محطات الرصد داخل الكتلة المائية متوافقاً مع الأهداف الخاصة بها.

4.6.1 المستويات اللاحقة للرصد المرحلي

في المستويات اللاحقة للرصد المرحلي، يمكن أن تبلغ البلدان عن مجموعة واسعة من بارامترات نوعية المياه تصف النوعية الكيميائية والإيكولوجية للكتل المائية. وتعامل هذه البارامترات بشكل مستقل عن البارامترات الأساسية ولاتستخدم حالياً للإبلاغ العالمي عن المؤشر 6.3.2. على أن ذلك قد يتغير في المستقبل عندما تزداد قدرة غالبية البلدان على رصد البارامترات الكيميائية والبيولوجية.

وبالنسبة للمواد الكيميائية في النظم الإيكولوجية المائية التي تشكل خطراً على صحة الانسان والحياة المائية، وخاصة المواد السامة، يوصى بوضع وتطبيق قيم مستهدفة تأخذ آثارها السلبية بعين الاعتبار. وعند تطبيق هذه القيم على تصنيف الكتل المائية، ينبغي عدم تجاوز القيم المستهدفة للكتلة المائية حتى يمكن وصفها بأنها ذات نوعية جيدة.

ولتصنيف الجودة البيئية، يصعب تقديم توصيات بشأن الخطوات والبارامترات اللازمة لتصنيف الكتلة المائية على أنها ذات حالة إيكولوجية "جيدة". ويرجع ذلك إلى وفرة المعاملات البيئية الحالية وتقلبية الظروف المرجعية التي تحتاج إلى تقييم مستقل لكل كتلة مائية على حده. ولذلك، يوصى بأن تضع البلدان معايير التصنيف الخاصة بها مع المستوى اللازم من التفصيل لتقيم الحالة الإيكولوجية للكتل المائية بأنها "جيدة" أو "غير جيدة".

4.7 الخطوة 7 حساب نسبة الكتل المائية ذات النوعية الجيدة

تجمع نتائج تصنيف فرادى الكتل المائية من حيث حالتها العامة إلى المستوى الوطني عن طريق حساب نسبة الكتل المائية المصنفة بأن حالتها العامة جيدة كنسبة مئوية من إجمالي عدد الكتل المائية المصنفة:

نسبة الكتل المائية ذات النوعية الجيدة = $(n_g \div n_t) \times 100$:

n_g عدد الكتل المائية المصنفة بأن حالتها العامة جيدة

n_t إجمالي عدد الكتل المائية المصنفة

4.8 الخطوة 8 استعراض البرنامج

كما هو الحال مع جميع برامج رصد نوعية المياه، ينبغي إجراء استعراض منهجي لفعالية البرامج بشكل روتيني. وينبغي أن يشمل الاستعراض جميع مراحل البرنامج بدءاً من التصميم وحتى الإبلاغ بهدف تحسين الكفاءة وضمان أن تكون البيانات المجمعة من أعلى مستوى ممكن. وبرامج الرصد بطبيعتها قلما تكون ثابتة وتحتاج إلى تحديث مع زيادة توافر معلومات جديدة أو نشوء ضغوطات جديدة على نوعية المياه في الكتلة المائية.

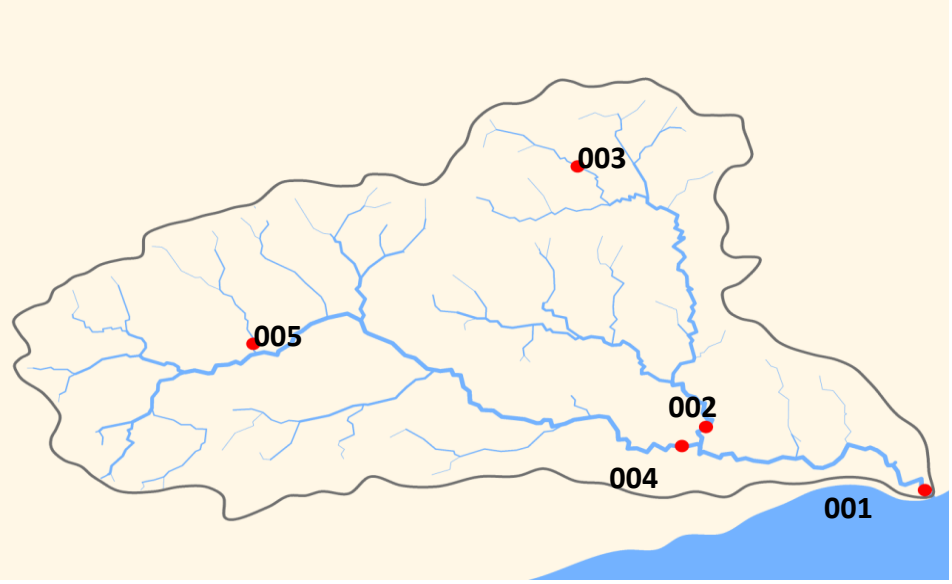
وينبغي إجراء استعراض عام للافتراضات التي يقوم عليها البرنامج. وخلال هذه العملية يمكن تحديد الحاجة إلى مزيد من أعمال المسح. فعلى سبيل المثال، عدم كفاية بيانات قياس أعماق البحيرة قد يعني أن مواقع الرصد لم يتم اختيارها على النحو الأمثل، وستكون هناك حاجة لإجراء مسح تفصيلي لقياس الأعماق. وعلاوة على ذلك، يمكن أن تحدد التحاليل الشاملة لجميع مواقع الرصد المستخدمة في البرنامج ما إذا كانت المواقع مناسبة أو أن هناك حاجة لنقاط إضافية للمعاينة.

وينبغي أيضاً استعراض إجراءات التشغيل المطبقة خلال جمع العينات، ونقلها إلى المختبر، وتحليلها، وإبلاغ النتائج وينبغي أيضاً استعراض إدارة البيانات للتعرف على مجالات التحسين الممكنة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تكشف هذه العملية أن الوقت الذي ينقضي بين جمع العينة وتحليلها يتجاوز الحد الموصى به لبعض البارامترات. ونتيجة لذلك، قد تكون هناك حاجة لأخذ العينات بطريقة أمثل لتقليل وقت النقل.

والنشاط الأساسي خلال فترة الاستعراض هو تقييم القيم المقيسة في ضوء القيم المستهدفة. وينبغي أن يبرز ذلك ما إذا كانت الأهداف صارمة للغاية وغير قابلة للتحقيق في الواقع أو متساهلة للغاية، وبالتالي لاتساعد على تشجيع التدابير الرامية إلى تحسين نوعية المياه على الصعيد الوطني.

5. مثال على المستوى الأول من الرصد للأنهار

في هذا المثال، يتم إجراء عملية التعرف على الكتل المائية وتصنيفها بعد ذلك، بالإضافة إلى حساب المؤشر لحوض النهر، كما هو موضح في الشكل 5.1. وتصور الخريطة مجرى نهر تخيلي، إلى جانب خمسة مواقع رصد تمثل جزءاً من شبكة الرصد. والنهر له ذراع رئيسي يصب في محيط وله موقع رصد عند المصب. غير أن النهر يمكن أن يصب في بحيرة أو حتى في بلد آخر. وهذه النقطة أو الحدود تجعل من الممكن النظر إلى النهر ككتلة مائية. علاوة على تحديد منبع التقاء رافدين رئيسيين. وكلا الرافدين لهما موقع رصد قريب من نقطة الالتقاء وعند أحد رؤس مستجمعاتها.



الشكل 5.1 الحوض النهري المستخدم في المثال، إلى جانب مواقع الرصد على طول المجرى.

في حين أنه يمكن النظر إلى نظام النهر بكامله بحسبانه كتلة مائية واحدة، فإن مواقع الرصد والتقاء رافدين رئيسيين من الأهمية بما يكفي لتقسيم النظام النهري إلى ثلاث كتل مائية منفصلة عند نقطة الالتقاء (انظر الشكل 5.2). ولايحدد رأس المستجمعات باعتبارها كتلاً مائية قائمة بذاتها لأنها ليست كبيرة بما يكفي لإدراجها بشكل منفصل في إبلاغ الهدف 6.3. غير أنه، يمكن النظر في إجراء مزيد من التقسيم في المستقبل، على سبيل المثال، إذا توفر عدد أكبر من مواقع الرصد وأجريت تحاليل أكثر تفصيلاً للضغوطات والاستخدامات، ويمكن تنفيذ أجزاء مستقلة من النظام النهري.

الشكل 5.2 تقسم حوض نهر المثال في الشكل 5.1 إلى ثلاث كتل مائية.

ومن ثم، تنتج عن هذه النظرة ثلاث كتل مائية منفصلة وكبيرة كوحدات إبلاغ خلال حساب المؤشر 6.3.2.

وبعد أن تقوم البلدان بتحديد كتلها المائية، يلزم تحديد القيم المستهدفة في الخطوة التالية من أجل تصنيف الكتل المائية على أنها كتل ذات نوعية مياه جيدة. ومع أنه من الممكن وضع قيم مستهدفة مختلفة لأنواع الكتل المائية المختلفة (لكتل الأنهار، أو البحيرات، أو المياه الجوفية، مثلاً)، لم يحدد البلد التخيلي في المثال سوى مجموعة واحدة فقط من القيم المستهدفة للكتل المائية الثلاث، كما هو مبين في الجدول 5.1. ويتضمن الجدول أيضاً تعريفاً لنوع الهدف، أي ما إذا كانت عتبة عليا، يجب عدم تجاوزها، أو عتبة دنيا، يجب ألا تقع القيم دونها، أو نطاقاً من القيم يجب أن تقع القياسات ضمنه لكي تصنف الكتلة المائية بأنها "جيدة".

الجدول 5.1 القيم المستهدفة للبلد التخيلي المستخدمة في المثال المتعلق بحساب المؤشر

اسم البارامتر	الاسم المختصر للبارامتر	القيمة المستهدفة	الوحدة	نوع الهدف
الأكسجين الذائب	DO	6	ملليغرام/ لتر	أقل
الموصلية الكهربائية	EC	500-300	ميكروثانية/ سم	في النطاق
مقياس الحمضية	pH	8-6	-	في النطاق
أورثوفوسفات	OP	0.035	ملليغرام فوسفات/ لتر	أعلى
مجموع النيتروجين المؤكسد (نترات+ نيتريت)	TON	1.8	ملليغرام نترات/ لتر	أعلى

وتعرف هذه المنهجية أي كتلة مائية بأنها ذات نوعية مياه "جيدة" إذا حققت 80 في المئة من نتائج تحليل البارامترات الأساسية المأخوذة من الكتلة المائية القيم المستهدفة لها. ولهذا، يجب تقييم نتائج التحليل لكل موقع رصد داخل الكتلة المائية وفقاً لتوافقها مع القيم المستهدفة. ويجب أن تحسب النسبة المئوية لقيم التحليل التي تحقق القيم المستهدفة لها في كتلة مائية. ومن أجل التكرار، يرد هنا نهج تدريجي لحساب المؤشر.

يبين الجدول 5.2 نتائج التحليل لخمسة بارامترات أساسية تمت معاينتها عند "المحطة 001" للفترة المشمولة بالتقرير التي تغطي العام 2016. ويغطي الجدول 5.2 البيانات من الكتلة المائية "النهر 1" فقط، التي ليس لها سوى موقع رصد واحد. وبالنسبة لمواقع الرصد الأخرى في هذا المثال، تم تجميع البيانات بطريقة مماثلة. وفي حالة وجود مواقع رصد متعددة في نفس الكتلة المائية، ينبغي أن يجري تجميعها بالطريقة نفسها.

الجدول 5.2 قيم التحليل التخيلي للبارامترات الأساسية لكتلة مائية بها موقع رصد واحد

	النهر 1 المحطة 001				
التاريخ	الأكسجين الذائب (ملليغرام/ لتر)	الموصلية الكهربائية (ميكروثانية/ سم)	pH	أورثوفوسفات (ملليغرام فوسفات/ لتر)	مجموع النيتروجين المؤكسد (ملليغرام نترات/ لتر)
2016-01-23	5.2	410	7.0	0.16	0.71
2016-02-20	8.0	450	6.8	0.18	1.09
2016-04-04	5.4	432	7.0	0.20	0.43
2016-05-10	5.8	455	7.0	0.26	0.62
2016-06-12	6.9	429	7.1	0.15	1.90
2016-08-04	9.0	401	7.3	0.07	2.10
2016-09-21	7.2	434	7.2	0.10	2.50
2016-10-19	7.2	398	7.1	0.16	1.06
2016-11-15	7.9	389	6.9	0.18	0.46
2016-12-24	6.6	390	7.0	0.25	0.04

* لاحظ أن الخانات المظللة تشير إلى عدم تحقيق القيم المستهدفة

الجدول 5.3 تقييم امتثال قيم البارامترات الأساسية في الجدول 5.2 للقيم المستهدفة والنسب المئوية للقيم التي امتثلت للأهداف لكل بارامتر أساسي (الصف الأخير).

	النهر 1 المحطة 001				
التاريخ	الأكسجين الذائب	الموصلية الكهربائية	pH	أورثوفوسفات	مجموع النيتروجين المؤكسد
2016-01-23	0	1	1	0	1
2016-02-20	1	1	1	0	1
2016-04-04	0	1	1	0	1
2016-05-10	0	1	1	0	1
2016-06-12	1	1	1	0	0
2016-08-04	1	1	1	0	0
2016-09-21	1	1	1	0	0
2016-10-19	1	1	1	0	1
2016-11-15	1	1	1	0	1
2016-12-24	1	1	1	0	1
النسبة المئوية للتوافق	**70**	**100**	**100**	**0**	**70**

واستناداً إلى نتائج التحليل، سيتم تقييم الامتثال للقيم المستهدفة في الخطوة التالية حيث تقارن فرادى قيم التحليل بالقيم المستهدفة ويقيم معدل امتثالها. وأسهل طريقة للقيام بذلك هي تجميع جدول منفصل، تحصل فيه كل نتيجة تحليل لبارامتر أساسي على درجة بناء على قيمتها بالنسبة إلى الهدف، على سبيل المثال:

- خصص "1" إذا حققت القيمة المستهدفة
- خصص "0" إذا لم تحقق القيمة المستهدفة

وترد نتائج هذه العملية "للمحطة 001" للكتلة المائية "النهر 1" في الجدول 5.3. وقيمت قيمة كل تحليل امتثلت للهدف بإعطائها القيمة "1"، أو بإعطائها "صفر" عندما لا تمتثل للهدف. واستناداً إلى هذه التقييمات، يمكن حساب النسبة

المئوية لقيم التحاليل التي حققت أهدافها لكل بارامتر أساسي، بنفس الطريقة التي اتبعت في حساب الصف الأخير من الجدول 5.3. ولم تحقق أي من قيم الأورثوفوسفات الأهداف المحددة لها، مما أدى إلى نسبة صفر في المئة توافق لهذا البارامتر الأساسي. وحقق الأكسجين الذائب وإجمالي النيتروجين المؤكسد 70 في المئة من الوقت، بينما توافقت الموصلية الكهربائية وpH بنسبة 100 في المئة مع أهدافهما.

ونفذت نفس الإجراءات لمواقع الرصد المتبقية (من "المحطة 2" إلى "المحطة 005") ولكنها غير واردة هنا لأن خطوات العمل هي نفس الخطوات السابقة.

واستناداً إلى التوافق لكل موقع رصد، يمكن حساب النسبة المئوية للقيم التي حققت أهدافها لكامل الكتلة المائية. ويبين الجدول 5.4 النسبة المئوية للقيم المتوافقة لكل بارامتر أساسي، محسوبة لكل موقع من مواقع الرصد الخمسة، وتم تجميعها حسب الكتلة المائية. وبالنسبة لكل موقع رصد، يحسب متوسط النسبة المئوية للتوافق لكل البارامترات الخمسة الأساسية للحصول على النسبة المئوية لتوافق فرادى البارامترات الأساسية مع القيم المستهدفة (الصف "النسبة المئوية للتوافق في المحطة"). وفي الخطوة التالية، يتم حساب التوافق مع القيم المستهدفة لمستوى الكتلة المائية (الصف "النسبة المئوية للتوافق في الكتلة المائية"). وإذا كانت الكتلة المائية تحتوي على موقع رصد واحد، يمكن أخذ القيمة الموجودة في الصف "النسبة المئوية للتوافق في المحطة" مباشرة (انظر الجدول 5.4، العمود "النهر 1"). أما عند وجود أكثر من موقع رصد للكتلة المائية، يمكن حساب النسبة المئوية للتوافق على مستوى الكتلة المائية عن طريق حساب متوسط النسبة المئوية لتوافق كل موقع رصد (انظر الجدول 5.4، العمود "النهر 2" و"النهر 3"). وفي كلتا الحالتين، يتساوي الصف "النسبة المئوية للتوافق في الكتلة المائية" مع النسبة المئوية للقيم لكل البارامترات الأساسية التي تحقق أهدافها في الفترة المشمولة بالتقرير.

وأخيراً، تصنف الكتلة المائية بأنها ذات نوعية "جيدة"، إذا حققت القيم المأخوذة من الكتلة المائية أهدافها بنسبة لاتقل عن 80 في المئة من الوقت، أو بأنها "غير جيدة" إذا تحققت أهداف بنسبة تقل عن 80 في المئة من الوقت. (انظر الجدول 5.4، الصف "تصنيف الكتلة المائية").

الجدول 5.4 تصنيف الكتل المائية على أساس النسب المئوية لقيم التحليل التي حققت أهدافها

النسبة المئوية للتوافق لكل بارامتر أساسي	النهر 1	النهر 2		النهر 3	
	المحطة 001	المحطة 002	المحطة 003	المحطة 004	المحطة 005
DO	70	90	90	70	90
EC	100	100	100	100	100
pH	100	90	90	100	80
OP	0	90	80	10	40
TON	70	100	100	100	100
النسبة المئوية للتوافق في المحطة	68	94	92	76	82
النسبة المئوية للتوافق في الكتلة مائية	68	93		79	
تصنيف الكتلة المائية	**غير جيدة**	**جيدة**		**غير جيدة**	

وفي الخطوة الأخيرة، يعبر عن المؤشر بأنه النسبة المئوية للكتل المائية ذات نوعية المياه "الجيدة":

$$6.3.2 = \frac{n_g}{n_t} \times 100 = \frac{1}{3} \times 100 = 33.3\%$$

يمكن أن تبلغ البلد من المثال عن المؤشر 6.3.2 بأن 33.3 في المئة من الكتل المائية ذات نوعية مياه "جيدة".

6. المراجع

Abbasi, T and Abbasi S.A 2012 Water Quality Indices, Elsevier B.V. 384 pp. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/book/9780444543042

ANZECC and ARMCANZ 2000 Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality. Volume 1, The guidelines. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand. Available at: http://agriculture.gov.au/SiteCollectionDocuments/water/nwqms-guidelines-4-vol1.pdf

Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A. and Toze R. G. 1970 A water quality index – do we dare? Water Sewage Works 117(10), 339-343.

CCME undated Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canadian Council of Ministers of the Environment. Available at: http://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/index.html

CCME 1999 Canadian Environmental Quality Guidelines, Canadian Council of Ministers of the Environment, Manitoba Statutary Publications, Winnipeg, Canada.

Chapman, D. [Ed.] 1996 *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second Edition Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Environment Programme and the World Health Organization. Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/watqualassess.pdf

Chapman, D. and Jackson, J. 1996 Biological Monitoring. In Bartram, J and Ballance, R [Eds] *Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*. Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Environment Programme and the World Health Organization. Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqmchap11.pdf

Department of Environmental Conservation 2016 18 AAC 70 Water Quality Standards, Amended as of February 19, 2016, Available at: https://dec.alaska.gov/commish/regulations/pdfs/18%20AAC%2070.pdf

Department of Water Affairs and Forestry 1996 *South African Water Quality Guidelines Volume 7 Aquatic Ecosystems*. Pretoria, South Africa. Available at: http://www.dwa.gov.za/iwqs/wq_guide/Pol_saWQguideFRESHAquaticecosystemsvol7.pdf

Dickens, C.W.S. and Graham, P.M. 2002 The South African Scoring System (SASS) Version 5 Rapid Bioassessment Method for Rivers. *African Journal of Aquatic Science* 27, 1-10.

Environment Agency 2007 The direct toxicity assessment of aqueous environmental samples using the juvenile Daphnia magna immobilisation test. Environment Agency, UK. Available at:

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/316804/daphnia208_1669241.pdf

EPA 2008 *Water Quality in Ireland 2004 - 2006. Chapter 2 Rivers*. Environmental Protection Agency, Ireland. Available at: https://www.epa.ie/pubs/reports/water/waterqua/waterrep/Chapter%202%20Rivers.pdf

EU (European Parliament, Council of the European Union) 2000. Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, Official Journal L327, 1–72. Available at: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060

Friedrick, G., Chapman, D. and Beim, A. 1996 Chapter 5 The use of biological material. In: Chapman, D. (Ed.) Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring – Second Edition. Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Environment Programme and the World Health Organization.Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/watqualassess.pdf

Minister for the Environment, 2009 *S.I. No. 272 of 2009 European Communities Environmental Objectives (Surface Waters) Regulations 2009.* Stationery Office, Dublin. Available at: http://www.irishstatutebook.ie/eli/2009/si/272/made/en/pdf

Rice, E.W., Baird, R.B., Eaton, A.D. and Clesceri, L.S. [Eds] 2012 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.22nd Edition. American Public Health Association., American Water Works Association., Water Environment Federation. Available at: https://www.standardmethods.org/

Rickwood, C. and Carr, G. 2009 Development and sensitivity analysis of a global drinking water quality index, *Environmental Monitoring and Assessment*,2009 156, 73–90, **DOI:** 10.1007/s10661-008-0464-6

Schäfer, S. *et al*. 2015 Bioaccumulation in aquatic systems: methodological approaches, monitoring and assessment. *Environmental Sciences Europe* Bridging Science and Regulation at the Regional and European Level, **27,** 5 **DOI:** 10.1186/s12302-014-0036-z

Srebotnjak,T., Carr, G., de Sherbinin, A. and Rickwood, C. 2012 A global Water Quality Index and hot-deck imputation of missing data. *Ecological Indicators*, Volume 17, 108–119, DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.023

UNECE 1992 Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. Available at: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/pdf/watercon.pdf

WFD-UKTAG 2014 *UKTAG River Assessment Method Benthic Invertebrate Fauna.* Water Framework Directive - United Kingdom Technical Advisory Group, Available at: https://www.wfduk.org/sites/default/files/Media/Characterisation%20of%20the%20water%20environment/Biological%20Method%20Statements/River%20Invertebrates%20WHPT%20UKTAG%20Method%20Statement.pdf

WHO 2011 Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth edition. World Health Organization, Geneva. Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/dwq-guidelines-4/en/

WMO 2012 *International Glossary of Hydrology.* No. 385 World Meteorological Organization and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Available at: http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_385-2012.pdf

Ziglio,, G. *et al.* [Eds] 2006 *Biological Monitoring of Rivers: Applications and Perspectives*, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. doi: 10.1002/0470863781.ch11 Available at: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0470863781

7. مصادر المعلومات الإضافية

WFD Guidance Document No. 4 (2003): Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels

WFD Guidance Document No. 7 (2003): Monitoring under the Water Framework Directive. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.

WFD 2004 Groundwater Monitoring – Technical Report on groundwater monitoring. Available at: https://circabc.europa.eu/sd/a/729b38fe-4141-48e8-b808-04c3ecc91975/Groundwater%20monitoring%20Report.pdf

8. المرفقات

8.1 المسرد

استندت المفاهيم والتعاريف المستخدمة في المنهجية على الأطر والمسارد الدولية القائمة (WMO 2012) مالم يذكر خلاف ذلك أدناه.

مكمن مائي: تشكيل جيولوجي قادر على تخزين ونقل ودر كميات من المياه يمكن استغلالها.

مياه جوفية: مياه تحت سطحية تشغل نطاقا مشبعاً.

بحيرة: كتلة داخلية من المياه السطحية الدائمة ذات مدى كبير.

تلوث غير محدد المصدر: تلوث ناجم عن مصادر متناثرة مثل الأسمدة، والمواد الكيميائية والمبيدات الحشرية المستخدمة في الممارسات الزراعية.

تلوث محدد المصدر: التلوث الناجم عن مصدر محدد تماماً

التلوث: إدخال أي مادة غير مرغوب فيها في المياه فيجعلها غير صالحة للاستخدام المقصود منها.

ملوثات: مواد تخل بتوازن نظام المياه و وتتداخل معه وتقلل ملاءمة استخدام المياه للغرض المطلوب.

النهر: كتلة مائية كبيرة/ مجرى مائي كبير يعمل بمثابة صرف طبيعي لحوض الأرض.

حوض النهر: منطقة جغرافية لها منفذ مشترك لجريانها السطحي.

مياه سطحية: مياه تتدفق على سطح الأرض أو تقع فوقه.

مادة سامة: مادة كيميائية يمكن أن تؤثر على الوظائف الفسيولوجية للانسان، والحيوان والنبات.

مياه عابرة للحدود: مياه سطحية أو جوفية تميز الحدود بين بلدين أو أكثر أو تقع عليها أو تعبرها؛ وعندما تتدفق المياه العابرة للحدود مباشرة في البحر، تنتهي هذه المياه العابرة للحدود في خط مستقيم عبر مصباتها بين النقاط على خط المياه المنخفضة للضفاف (UNECE، 1992).

كتلة مائية: كتلة من الماء متميزه عن كتل المياه الأخرى.

Doc. ID: 04332/2017, ver. 1.47, dep. LCP

8.1 أمثلة للقيم المستهدفة

البلد/ الولاية	آلاسكا	أستراليا ونيوزيلندا	كندا	أيرلندا [2]	جنوب أفريقيا
الغرض من اللوائح	الأسماك والأحياء المائية	حماية النظم الإيكولوجية المائية [1]	حماية الأحياء المائية	الوضع الإيكولجي جيد	النظم الإيكولوجية المائية ذات نوعية جيدة
درجة الحمضية	8.5-6.5	8.0-6.0	9.0-6.5	4.5 أو 6.0- **9.0** [3]	5 في المئة انحراف عن المعلومات الأساسية كحد الأقصى
الأكسجين الذائب (النسبة المئوية للتشبع)	< 110	120-80		120-80	120-80
الأكسجين الذائب (ملليغرام لتر)	7- 17				
إجمالي الأمونيا- N (ملليغرام/ لتر)				0.065	.007
الأمونيا غير المتأينة NH_3 (ملليغرام/ لتر)			19		
أيون الأمونيوم NH_4^+ (ميكروغرام نيتروجين/ لتر)		100-6			
نترات (NO_3^-) (ملليغرام / لتر)			13		
إجمالي النيتروجين (ميكروغرام/ لتر)					500-2500
الأنهار المرتفعة		480-100			
الأنهار الواطئة		1200-200			
البحيرات		350			
الفوسفات (ميكروغرام/ لتر)		0.040 -0.004		0.035 [4]	0.025 -0.005
إجمالي الفوسفات (ملليغرام/ لتر)					
الأنهار المرتفعة		30-10			
الأنهار الواطئة		100-10			
البحيرات		25-10			
الموصلية (ميكروثانية/ سم)					15 في المئة انحراف عن المناطق غير المتأثرة كحد الأقصى
الأنهار		2200-20			
البحيرات		1500-90			

العوالق النباتية الكلوروفيل أ (ميكروغرام/ لتر)					
الأنهار والجداول			5-3		
البحيرات والخزانات			5-3	<9.0 or <10.0 [5]	
مرجع المصدر	إدارة المحافظة على البيئة (2016)	وثيقة المبادئ التوجيهية الاسترالية والنيوزيلندية لنوعية المياه العذبة والبحرية (ANZECC) والمجلس الأسترالي والنيوزيلندي للزراعة وإدارة الموارد (2000) (ARMCANZ)	المجلس الكندي لوزراء البيئة (غير مؤرخ)	وزير البيئة (2009)	إدارة شؤون المياه والغابات (1996)

[1] قيمة البداية الافتراضية. المناطق المختلفة لها نطاقات محددة للكتل المائية المختلفة داخل كامل النطاق الوارد هنا؛ [2] إستناداً إلى متطلبات الإطار التوجيهي للمياه للاتحاد الأوروبي للحالات الجيدة في الأنهار والبحيرات (EU 2000)؛ [3] تعتمد على عسر المياه؛ [4] تنطبق على الأنهار فقط؛ [5] تعتمد على نوع البحيرة.

Doc. ID: 04332/2017, ver. 1.47, dep. LCP