وثيقة الإرشادات الفنية رقم 1 للمؤشر 6.3.2 الخاص بأهداف التنمية المستدامة (SDG 6.3.2):

تصميم برنامج المراقبة

تقدم هذه الوثيقة إرشادات حول تصميم برنامج المراقبة للأنهار والبحيرات لمجموعات المعايير (المعلمات) الأساسية الخمسة للمستوى 1 في إطار مؤشر SDG 6.3.2 الخاص بأهداف التنمية المستدامة. توجد وثيقة فنية منفصلة تتناول التحديات المواجهة عند الإبلاغ عن جودة المياه الجوفية.

هذه الوثيقة مصاحبة للمنهجية التدريجية (خطوة بخطوة) وتشكل جزءًا من سلسلة من الوثائق التي توفر إرشادات فنية تفصيلية حول جوانب محددة من منهجية المؤشر. تم إنشاء هذه الوثائق الفنية استجابة للتعليقات الواردة بعد حملة البيانات الأساسية لعام 2017. هذه الموارد وغيرها متاحة على منصة المعرفة الخاصة بالمؤشر 6.3.2 (https://communities.unep.org/display/sdg632/SDG+6.3.2+Home).

تستهدف هذه الوثيقة الممارسين الذين يسعون للحصول على مزيد من المعلومات حول كيفية تطبيق المنهجية في بلدهم:

1 – فهي تعطي تفصيلاً على إرشادات تصميم برنامج المراقبة المقدمة في المنهجية التدريجية.
2 - وتصف المراحل الرئيسية لدورة تصميم برنامج المراقبة.

مقدمة

يجب أن توفر الجهود المبذولة لجمع بيانات المراقبة للمؤشر 6.3.2 معلومات كافية عن الوضع الحالي لجودة المياه المحيطة على المستوى الوطني، وتسمح بتحديد الاتجاهات على المدى الطويل. من أجل تحديد الاتجاهات، هناك حاجة لبيانات مجموعات المعايير الأساسية الخمس من المواقع في جميع أنحاء البلاد، وينبغي أخذ القياسات بطريقة موحدة ومتسقة. من تجربة أول حملة بيانات عالمية في عام 2017، كان جليا أن العديد من البلدان لم تتمكن من الإبلاغ على النطاق المكاني الكامل للبلد، وأن السجلات طويلة الأجل كانت غير مكتملة في العديد من البلدان. تقدم هذه الوثيقة إرشادات للبلدان التي لم تستطع تلبية متطلبات الإبلاغ؛ وتركز على كيفية تصميم برنامج مراقبة يستخدم الموارد المتاحة على أفضل وجه.

وفقًا لـ Meybeck *et al.* (1996)، عادة ما تكون برامج المراقبة (على عكس الدراسات الاستقصائية) طويلة الأجل وتستخدم قياسات وملاحظات موحدة لتحديد الاتجاهات. هذا النوع من البرامج هو المطلوب للإبلاغ عن المؤشر 6.3.2.

يتضمن تصميم برنامج المراقبة الجيد أكثر من مجرد تحديد مكان جمع العينات. يجب أن يُحدد أيضًا:

- **موقع** المراقبة العامة؛
- **محطة** المراقبة المحددة؛
- **تواتر** جمع العينات؛
- **المعايير** التي سيتم قياسها في الموقع، والعينات التي سيتم جمعها ونقلها إلى المختبر لتحليلها؛
- تطبيق إجراءات ضمان الجودة (**QA**) ومراقبة الجودة (**QC**)؛
- إرشادات حول العمليات **الميدانية** والصحة والسلامة (**H&S**)؛
- إجراءات **إدارة البيانات** وكيفية تخزين البيانات والإبلاغ عنها.

أعد هذه الوثيقة ستيوارت وارنر وكاتلين جرانت من برنامج الأمم المتحدة للبيئة GEMS/Water، مركز تنمية القدرات المائية، جامعة كورك، إيرلندا. مارس 2020.

تصميم برنامج المراقبة في سياق المنهجية

هناك خمس خطوات رئيسية لمنهجية المؤشر:

1. تحديد مناطق حوض المياه (RBDs)؛
2. تحديد المسطحات المائية؛
3. تحديد مواقع المراقبة؛
4. جمع بيانات جودة المياه؛ و،
5. تقييم جودة المياه.

إنّ تحديد مناطق حوض المياه و المسطحات المائية هو شرط مسبق يجب إجراؤه بشكل مستقل عن تصميم برنامج المراقبة. يفضل أن تختار البلدان التي تدير برنامج مراقبة حالي مواقع مراقبة من تلك النشطة حاليًا، والتي تمثل أفضل المسطحات المائية المحدّدة. النهج البديل هو تحديد المسطحات المائية بناءً على موقف مواقع المراقبة الحالية. هذا هو الأكثر صلة بمسطحات مياه النّهر، وإذا تم اعتماده، فقد يؤدي إلى مسطحات مائية غير متساوية الحجم قد تكون غير متجانسة في طبيعتها.

تستند **مناطق حوض المياه (RBDs)** ضمن منهجية المؤشر على أحواض الأنهار. وهي وحدات الإبلاغ المحلية التي تنطبق على الأنهار والبحيرات والمياه الجوفية. مناطق حوض المياه هي مساحة الأرض، المكونة من واحد أو أكثر من أحواض الأنهار المجاورة، أو الجزء الوطني من أحواض الأنهار العابرة للحدود، مع مسطّحات المياه الجوفية المرتبطة بها. فيما يتعلق بإدارة الموارد المائية، وخاصة بالنسبة للمياه العابرة للحدود، يوفر مفهوم مناطق حوض المياه RBD وحدة أكثر عملية لتقييم جودة المياه ويوفر الأساس لتطبيق استراتيجيات الإدارة. لدى العديد من البلدان وحدات هيدرولوجية قائمة على أحواض الأنهار محددة مسبقا. وكثيرا ما تستخدم هذه الوحدات للإبلاغ على المستوى الوطني في جوانب كثيرة من إدارة المياه والصرف الصحي. تُشجَّع البلدان على تطبيق هذه الوحدات نفسها التي تطبقها مناطق حوض المياه RBDs في الإبلاغ عن المؤشر 6.3.2 لضمان ربط الروابط بين الأنشطة التي تؤثر على نوعية المياه الجيدة وتعتمد عليها. تشمل الأمثلة توليد مياه الصرف الصحي، ومعدلات معالجة مياه الصّرف الصحي، وإمدادات مياه الشّرب.

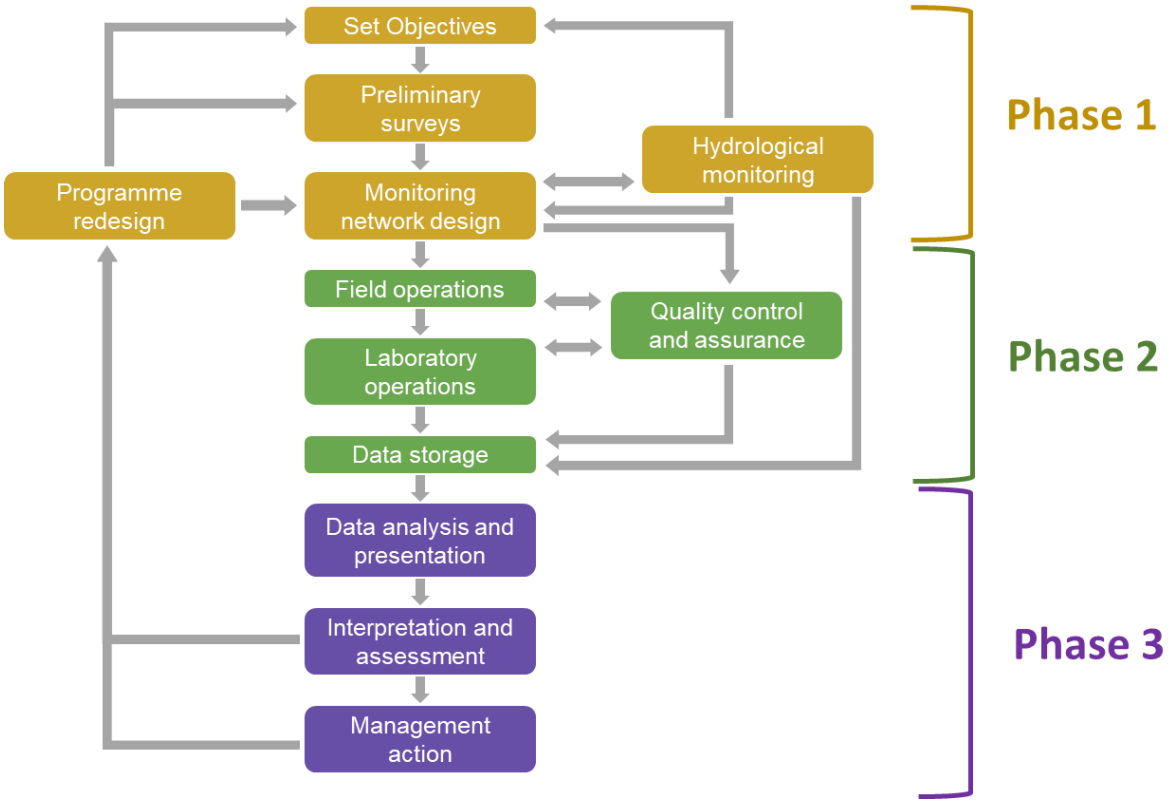
في غياب مناطق حوض مياه RBDs محددة، يمكن للبلدان أن تطلب من GEMS/Water بتوفير حدود لهذه المناطق RBDs. سيتم اشتقاق هذه الوحدات الهيدرولوجية، المقدمة في شكل نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، من مجموعة بيانات HydroBASINS العالمية (Lehner and Grill, 2013)، وأحواض الأنهار العابرة للحدود لبوابة بيانات برنامج تقييم المياه العابرة للحدود التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة-مرفق البيئة العالمية (TWAP) (UNEP-DHI and UNEP, 2016).

تنقسم كل منطقة حوض مياه RBD إلى **مسطحات مائية** مجمعة حسب النوع: نهر أو بحيرة أو مياه جوفية. يتم تصنيف هذه الوحدات المنفصلة الأصغر على أنها ذات جودة "جيدة" أو "غير جيدة" بمؤشر SDG 6.3.2. يمكن أن يكون المسطح المائي قسمًا أو رافدًا لنهر أو بحيرة أو طبقة مياه جوفية. من الناحية المثالية، يجب تحديد المسطحات المائية للتأكد من أنها متجانسة من حيث جودة المياه - فكلما قل حجم المسطح المائي، زاد احتمال تجانسه. يمكن تصنيف المسطح المائي المتجانس بشكل موثوق باستخدام عدد أقل من محطات المراقبة مقارنة بواحدة غير متجانسة. العيب في تحديد العديد من المسطحات المائية الأصغر، مقارنة مع عدد أقل من المسطحات المائية الكبيرة، هو أن جهود المراقبة ستكون أكبر، لأن هناك حاجة إلى محطة مراقبة واحدة على الأقل لكل مسطح مائي.

قد تكون القدرة على مراقبة جودة المياه على المستوى الوطني أكبر من قدرة العديد من البلدان وقد تكون هناك حاجة إلى نهج عملي للتصميم. أحد الخيارات هو تصنيف محطات المراقبة على أنها المحطات التي يمكن مراقبتها باستخدام الموارد الموجودة (الإنسان والمعدات وإدارة البيانات)، وتحديد تلك التي يمكن تضمينها في المستقبل إذا أصبحت الموارد متاحة. على سبيل المثال، قد تركز بعض البلدان على جمع البيانات من مناطق حوض المياه (RBDs) الرئيسية ذات الأهمية الوطنية ولكنها قد تذهب إلى أبعد من ذلك وتقوم بتصميم برنامج مراقبة على المستوى الوطني.

عملية تصميم برنامج المراقبة

يمكن تلخيص عملية تصميم برنامج المراقبة في الخطوات الموضحة في الشكل 1. يوضح هذا المخطط الانسيابي المراحل الرئيسية الثلاث: المرحلة 1 - **التصميم**؛ المرحلة 2 - **التنفيذ**؛ والمرحلة 3 - **التقييم والإبلاغ والإدارة**. هذا النهج مفيد لتصميم أي نوع من برامج مراقبة جودة المياه ويمكن استخدامه عند الشروع في برنامج مراقبة جديد، أو عند مراجعة برنامج قائم (Meybeck *et al.*, 1996a; Chapman *et al.*, 2005).



الشكل 1: مخطط انسيابي لتصميم برنامج مراقبة جودة المياه.(Chapman et al., (2005

بالنسبة للإبلاغ عن المؤشر 6.3.2، فإن أهداف برنامج المراقبة واضحة، أي لتوفير أكبر قدر ممكن من البيانات الموثوقة لتصنيف جودة المياه المحيطة. وتتمثل الأهداف في توفير بيانات مراقبة الاتجاه طويلة الأمد، لمجموعات المعايير الأساسية الخمس، في أكبر عدد ممكن من المسطحات المائية.

توفر الدراسات الاستقصائية الأولية معلومات أساسية يمكن أن تُساعد بشكل كبير في تصميم برنامج المراقبة. قد تكون جميع المعلومات المتاحة من الدراسات وبرامج المراقبة الأخرى في نفس المنطقة، أو مناطق جغرافية مماثلة، أو تستخدم تقنيات مراقبة مماثلة، مفيدة. يمكن أن يشمل ذلك قياسات جودة المياه العامة، السّجلات الهيدرولوجية، البيانات البيولوجية والمعلومات عن الجيولوجيا واستخدام الأراضي. قد يشمل الدراسة الاستقصائية الأولية أيضًا فحص الموقع مثل أخذ العينات لتقييم تجانس مواقع المراقبة المحتملة أو لتأكيد الوصول السهل والآمن إلى المسطحات المائية ومحطات المراقبة المقترحة. ستساعد هذه المعلومات بمجرد جمعها في تطوير شبكة مراقبة تستخدم الموارد بكفاءة لتوليد بيانات موثوقة عالية الجودة (Meybeck *et al.*, 1996a).

يعمل التصميم الجيد لشبكة المراقبة على استخدام الموارد بكفاءة مع الاستمرار في إنتاج بيانات عالية الجودة تسمح بتحقيق أهداف برنامج المراقبة. هناك ثلاثة أنشطة رئيسية تشارك في تصميم شبكة المراقبة:

- اختيار وسائط المراقبة المناسبة (الماء، الكائنات الحية والجسيمات الدقيقة) وطرق أخذ العينات وتحليلها لاستخدامها.
- اختيار مواقع المراقبة.
- اختيار تواتر أخذ العينات.

تُعنى مراقبة المؤشر SDG 6.3.2 عند المستوى 1 فقط بالخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه. قد تستخدم للإبلاغ عند المستوى 2 الوسيطين الإثنين الآخرين، أي الكائنات الحية والجسيمات الدقيقة. يتم تحديد مجموعات المعايير (المعلمات) لتحقيق الإبلاغ عند المستوى 1 بواسطة المنهجية: الأكسجين و الملوحة والنيتروجين والفوسفور والتحمض. داخل كل مجموعة من مجموعات المعايير هذه، يمكن للبلد أن يقرر أي معيار محدد لاستخدامه في الإبلاغ. يمكن العثور على المعايير لأنواع مختلفة من المسطحات المائية في الجدول 1 أدناه.

الجدول 1: مجموعات معايير المستوى 1، المعايير المقترحة لأنواع مختلفة من المسطحات المائية ومبررات إدراجها في المؤشر (مقتبس من الأمم المتحدة للبيئة (2018)).

مجموعة المعايير	المعيار	النهر	البحيرة	المياه الجوفية	سبب الإدراج / الضغوط
الأكسجين	**الأكسجين المذاب**	•	•	•	قياس استنزاف الأكسجين
	الطلب على الأكسجين البيولوجي والطلب على الأكسجين الكيميائي	•			قياس التلوث العضوي
الملوحة	**التوصيل الكهربائي** الملوحة، مجموع المواد الصلبة الذائبة	•	•	•	قياس التملح وساعد على تحديد خصائص المسطح المائي
النيتروجين*	**إجمالي النيتروجين المؤكسد** إجمالي النيتروجين، النتريت، النيتروجين الأموني	•	•	•	قياس تلوث المغذيات
	النترات**				القلق الصحي للاستهلاك البشري
الفوسفور*	**الفوسفات** مجموع الفوسفور	•	•	•	قياس تلوث المغذيات
الحموضة	الرقم الهيدروجيني	•	•	•	قياس التملح وساعد على تحديد خصائص المسطح المائي
*يجب على البلدان تضمين أجزاء النيتروجين و الفوسفور الأكثر صلة بالسياق الوطني					
**يقترح النترات للمياه الجوفية بسبب المخاطر المرتبطة بصحة الإنسان					

المرحلة الثانية (Phase 2) لتصميم برنامج المراقبة، مرحلة التنفيذ، تتضمن جميع الأنشطة الميدانية والعمليات المخبرية وتسجيل البيانات وتخزينها وبرنامج فعال لمراقبة الجودة وضمانها. تشير الأنشطة الميدانية إلى تسجيل الظروف في وقت أخذ العينات والقياسات الموقعية وجمع العينات وإعداد العينات للنقل إلى المختبر. يصف جانب تسجيل البيانات وتخزينها في المخطط الانسيابي لتصميم برنامج المراقبة كيفية الحفاظ على سلامة البيانات في جميع أنحاء البرنامج. يجب أن يزود هذا المختبر وموظفي الإدارة بمعلومات حول كيفية فحص وتخزين البيانات الواردة من العمليات الميدانية والمخبرية.

المرحلة الثالثة (Phase 3) تتضمن إجراءات التقييم والإبلاغ والإدارة. تستخدم هذه المرحلة البيانات الناتجة من مرحلة التنفيذ. تتضمن تقييمات جودة المياه تجميع بيانات جودة المياه مع المعلومات الأخرى ذات الصلة لتحقيق أهداف برنامج المراقبة. لدى المؤشر 6.3.2 عملية إبلاغ موحدة للمساعدة في حساب وعرض درجة المؤشر لكل مسطح مائي ثم تجميعها للحصول على الدرجة الإجمالية للبلد. هذه المعلومات يمكن استخدامها بعد ذلك من قبل البلد لتطوير أنشطة الإدارة لتحسين جودة المياه المحيطة.

وأخيرًا، يجب مراجعة برنامج المراقبة بشكل دوري للتأكد من تحقيق الأهداف أو لاستيعاب تطورات أو متطلبات المراقبة الجديدة.

موقع المراقبة وتواتر التحليل

يقدم هذا القسم معلومات لمساعدة البلدان على اختيار مواقع العينات وتحديد تواتر جمع العينات.

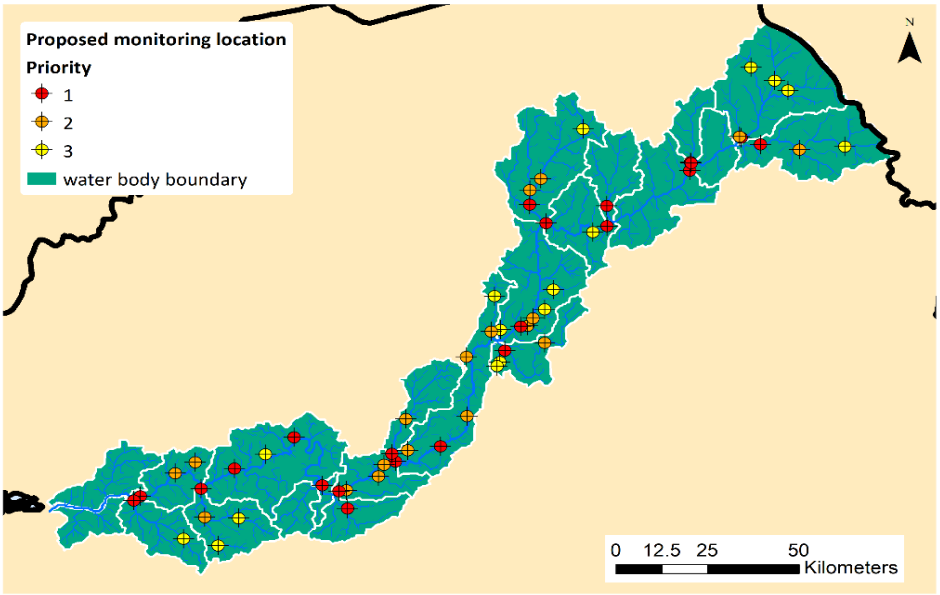
مواقع المراقبة أقل تحديدًا من محطات المراقبة. يشير **موقع المراقبة** إلى الموقع العام لأخذ عينة مثل منطقة من نهر، في حين تتضمن **محطة المراقبة** تفاصيل محددة (مثل الموقع الجغرافي و العمق) حول المكان الذي سيتم جمع العينات فيه بالضبط أو مكان إجراء التحليلات. فعلى سبيل المثال، قد يتم تحديد موقع المراقبة لبحيرة عن طريق الإحداثيات الجغرافية، ولكن في هذا الموقع الوحيد، قد يكون هناك العديد من محطات المراقبة على أعماق مختلفة.

الأنهار

كقاعدة عامة، كلما كانت المسطحات المائية أكبر أو غير متجانسة، كلما زادت الحاجة إلى المزيد من محطات المراقبة لتصنيف موثوق. إذا كانت هناك حاجة لأكثر من محطة، فيجب أن تكون موجودة في كل من المواقع المتضررة وغير المتضررة. إذا لم يتم جمع البيانات من مواقع نموذجية، فقد يتم تصور المسطح المائي إما أقل أو أكثر تلوثًا من الواقع. عندما تُحصر الموارد المراقبة على موقع واحد لكل مسطح مائي، فإن الموقع الأمثل هو نقطة المصب (في إتجاه مجرى النهر) حيث يصب النهر في المسطح المائي المحدد التالي، والذي قد يكون، على سبيل المثال، قسم آخر لنهر أو بحيرة. سيدمج هذا الموقع جميع التأثيرات على جودة المياه الناشئة عن مستجمعات المياه (عكس إتجاه مجرى النهر) في ذلك الموقع. يوضح الشكل 2 شبكة مراقبة نهر مقترحة لحوض نهر روكل، Rokel في سيراليون. في هذا المثال، قررت الوكالة المسؤولة عن المراقبة تركيز الجهود على حوض النهر هذا بسبب أهميته الوطنية. ، تضمنت معايير تحديد مواقع المراقبة ضمن هذا الحوض ما يلي:

- موقع مراقبة واحد على الأقل لكل مسطح مائي؛
- وقوعه عند تقاطع بين نهر وطريق؛
- الوصول الآمن؛
- نفس موقع المحطات الهيدرولوجية الموجودة إن وجدت؛
- ليست قريبة من مصادر التلوث المعروفة؛
- ممثلاً لمناطق مستجمعات المياه المتضررة وغير المتضررة.

تم تحديد المسطحات المائية في هذا المثال باستخدام مجموعة بيانات HydroBASINS Level 9 (Lehner and Grill, 2013). أدى حجم وعدد الوحدات المنتجة باختيار هذا المستوى (الحجم) إلى وجود مسطحات مائية كانت متجانسة بشكل مناسب من حيث استخدام الأراضي والجيولوجيا والمناخ والتأثير البشري. وبالتالي، يلزم تحديد عدد أقل من مواقع المراقبة لكل مسطح مائي. بالإضافة إلى ذلك، تم اعتبار الموارد المتاحة للمراقبة كافية لجمع وتحليل وإدارة البيانات المنتجة لهذا العدد من مواقع المراقبة في المستقبل المنظور.



الشكل 2: خريطة توضح حوض نهر روكل في سيراليون وشبكة مراقبة مقترحة

يجب اختيار مواقع المراقبة بعيدًا عن مصادر الصرف المعروفة، وفي اتجاه مجرى مناطق الاختلاط. غالبًا ما يتم استخدام الجسور لأنها سهلة الوصول إليها نسبيًا، ويمكن التعرف عليها بسهولة، وتسمح بأخذ عينة من منتصف التدفق.

من الناحية المثالية، ينبغي إنشاء محطات المراقبة حيث يتم خلط المياه بشكل كاف للسماح بأخذ عينة واحدة تمثل ذلك الجزء من النهر. يمكن أن تختلف جودة المياه عبر المقطع العرضي للنهر في موقع المراقبة. على سبيل المثال، عندما يكون هناك مصدر لملوث يدخل النهر، أو عندما يدخل رافد من نوعية مياه مختلفة إلى قناة نهر رئيسية، قد يمنع التدفق الجانبي السلس خلط الماء لمسافة ما بعد المصب (في إتجاة مجرى النهر) (Meybeck *et al.*, 1996b). لذلك، يجب أن تكون محطات أخذ العينات على الأقل بمسافة بعد المصب (على سبيل المثال كيلومتر واحد) من التقاء النهر ومن المصادر المعروفة للملوثات. يمكن للانحناء في النهر ان يؤدي إلى الخلط وبالتالي قد تكون محطة أخذ العينات بعد الانحناء متجانسة نسبيًا في الجودة. يجب اختبار التجانس في موقع المراقبة قبل إنشاء محطة المراقبة. يمكن القيام بذلك عن طريق أخذ عدة عينات عبر عرض وعمق النهر. إذا لم يكن هناك اختلاف كبير بين العينات، فيمكن إنشاء محطة مراقبة في منتصف مجرى النهر أو في النقطة الأكثر ملاءمة من المقطع العرضي للنهر (Meybeck *et al.*, 1996b).

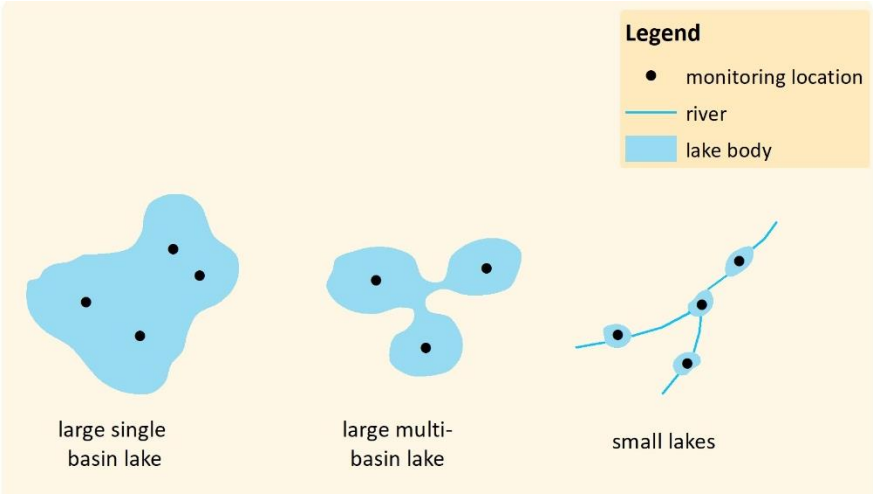
تتطلب مراقبة و رصد الاتجاه سجلاً طويل الأمد للبيانات المتسقة نسبيًا لنفس الأماكن، وعلى نفس التّرددات، لعدد من السّنوات. من الناحية المثالية، لا ينبغي جمع العينات خلال الحالات أو الأحداث الخطيرة، مثلاً أثناء الفيضانات عندما يكون التصريف مرتفعًا جدًا، ما لم يكن هذا حدثًا موسميًا منتظمًا. يجب أخذ العينات خلال ظروف مماثلة في نفس الأوقات والمواقع على مدى سنوات متتالية. يمكن أن تساعد قياسات تصريف النهر المتزامنة في تفسير بيانات جودة المياه حيث قد تكون أسباب التقلبات في التركيزات غير واضحة.

يمكن أن يتراوح تواتر جمع البيانات على نطاق واسع، من قياسات مستمرة باستخدام أداة آلية توضع في موقع أخذ العينات، إلى عينات تجمع سنوياً. يجب أن يكون تواتر أخذ العينات أعلى في المواقع التي تختلف فيها جودة المياه بشكل كبير عنها في المحطات حيث تكون جودة المياه ثابتة نسبيًا. يمكن تحديد ذلك خلال المسوحات الأولية أو من تحليل البيانات التاريخية. يجب أن يأخذ القرار حول عدد مرات أخذ العينات في

الاعتبار أيضًا التغيرات الموسمية في جودة المياه وتأثير هيدرولوجيا النهر على المتغيرات التي يتم مراقبتها. التواتر الموصى به هو عينة واحدة على الأقل لكل موسم. إذا سمحت الموارد، فمن المستحسن أخذ عينة مرة واحدة في الشهر، ولكن يفضل ألا تقل عن أربع مرات لكل عام. أخذ العينات على هذه الفترات كل عام سيقدم معلومات لمراقبة الاتجاه على المدى الطويل والمعمول بها للمؤشر SDG 6.3.2 الخاص بأهداف التنمية المستدامة.

البُحيرات

يعتمد عدد ومواقع محطات المراقبة في البحيرات على حجم و شكل البحيرة. إذا كانت البحيرة صغيرة ومختلطة جيدًا، قد يكون موقعًا واحدًا لأخذ العينات بالقرب من المركز أو في أعمق جزء من البحيرة مناسبًا. ومع ذلك، إذا كانت البحيرة تحتوي على أحواض متعددة، كما هو موضح في الشكل 3، فقد تكون هناك حاجة إلى موقع مراقبة داخل كل حوض. يُصور الشكل 3 بحيرات مختلفة الحجم والشكل (المورفولوجيا)، والموقع المحتمل لمواقع المراقبة داخل هذه الأنواع من البحيرات. بالنسبة للبحيرة الكبيرة أحادية الحوض، قد تكون أربعة مواقع مراقبة، واحدة في كل قطاع متجانس، كافية. البحيرة الكبيرة متعددة الأحواض لها موقع مراقبة في كل من الأحواض المتميزة والبحيرات الصغيرة على طول مجرى النهر لها موقع مراقبة في كل بحيرة (Thomas *et al.*, 1996) .



الشكل 3: بحيرات مختلفة الحجم والشكل والمتطلبات الدنيا المصاحبة لمراقبة المواقع. Thomas et al., (1996)

لمقاصد المؤشر SDG 6.3.2 الخاص بأهداف التنمية المستدامة، يجب أن تكون مواقع مراقبة البحيرة بعيدة عن المدخلات المباشرة للتلوث. يجب معرفة العمق الذي يتم من خلاله جمع العينات عما إذا كانت البحيرة تخضع لطبقات حرارية. يجب جمع هذه المعلومات خلال المسح الأولي. يحدث التقسيم الطبقي الحراري بسبب التّغيرات في كثافة الماء الناتجة عن الإشعاع الشمسي. الخط الحراري هي المنطقة التي تتغير فيها درجة حرارة الماء بشكل كبير. يختلف نوع ومدى التقسيم الطبقي الحراري بناءً على شكل البحيرة والمناخ وخط العرض والارتفاع. على سبيل المثال، قد لا تكون البحيرات الضحلة المعرضة للرياح الدائمة، أو البحيرات في المناطق الاستوائية حيث درجات الحرارة ثابتة طبقية، أو قد تظهر طبقات ضعيفة لفترات زمنية قصيرة (Thomas *et al.*, 1996).

لغرض جمع البيانات للمؤشSDG 6.3.2 الخاص بأهداف التنمية المستدامة، يجب دائمًا أخذ عينات من البحيرات التي تكون طبقية موسميًا على عمق ثابت تحت السطح. يجب أن يكون هذا العمق فوق خط حراري. بدلاً من ذلك، يمكن جمع عينة عمق مندمجة. يمكن تحقيق هذا النوع من العينات عن طريق أخذ عينات عمق منفصلة وخلطها معًا أو باستخدام جهاز أنبوبي لأخذ العينات (أنبوب أو ماسورة بلاستيكية مرنة) و الذي يأخذ عينة عبر أعماق مختلفة من عمود الماء (Thomas *et al.*, 1996).

يجب استخدام المعلومات حول تنوع جودة البحيرة للإبلاغ حول اختيار تكرار أخذ العينات. يجب أخذ عينات المواقع التي تختلف فيها جودة المياه بشكل متكرر أكثر من المواقع التي تكون فيها جودة المياه ثابتة نسبيًا. يجب أن يأخذ تكرار أخذ العينات بعين الاعتبار الاختلافات الموسمية، سواء كانت البحيرة طبقية ووقت بقاء المياه في البحيرة. من الضروري أخذ عينات سنوية على الأقل، ولكن يفضل أخذ عينة واحدة في الموسم إذا سمحت الموارد بذلك.

القياسات الميدانية والهيدرولوجية

تشتمل العمليات الميدانية على عنصر هام في الميزانية الإجمالية لبرنامج مراقبة جودة المياه ولذلك التخطيط الدقيق يجب أن يسبق كل حملة ميدانية لأخذ العينات. يجب أن يتبع العمل الميداني وجمع البيانات إجراءات التشغيل القياسية (SOP) لضمان الاتساق والموثوقية. يجب على الفنيين الميدانيين اتباع بروتوكولات ضمان الجودة الميدانية وتجنب إزعاج محطة المراقبة أثناء أخذ العينات وتلوث العينات، على سبيل المثال مع الغبار أو التربة أو بقايا من موقع سابق لأخذ العينات.

قد تكون الملاحظات الميدانية التي يتم إجراؤها أثناء كل حملة أخذ عينات مفيدة للمساعدة في تفسير البيانات الناتجة وبالتالي تزيد من قيمة البيانات. يجب أن تتضمن الملاحظات الميدانية تاريخ ووقت جمع العينة وظروف الطقس وهوية أو رمز العينة وملاحظات على أي قياسات ميدانية تم اتخاذها والطرق المستخدمة والنتائج التي تم الحصول عليها. قد تتضمن الملاحظات الإضافية ملاحظات على النباتات المائية وألوان أو روائح غير متوقعة للمياه أو وجود مصادر تلوث محتملة مثل ماسورة مكسورة أو دليل على دخول الماشية إلى المسطح المائي.

يجب أن تكون الصحة والسلامة ذات أهمية قصوى لأي عمل ميداني. يجب أن تكون مواقع أخذ العينات آمنة للوصول وخالية من المخاطر. يجب إحضار معدات الوقاية الشخصية المناسبة (PPE) وارتداؤها أثناء أخذ العينات، مثل القفازات والنظارات الواقية وسترة النجاة والملابس عالية الوضوح. كما يجب إحضار حقيبة إسعافات أولية في أي حملة ميدانية. يجب بذل الجهود لتجنب العمل بمفردك ولكن في حالة عدم التمكن، يجب فرض أوقات استدعاء وخطط استجابة صارمة.

ينبغي أن تصاحب القياسات الهيدرولوجية أنشطة جمع بيانات جودة المياه. قد تشمل هذه قياسات مستوى الماء والتدفق والسرعة. يمكن أن تتأثر التركيزات المقاسة لبعض معايير جودة المياه بالظروف الهيدرولوجية للمسطح المائي. تتغير هذه الظروف بمرور الوقت اعتمادًا على الأحداث الجوية والمواسم والتغيرات الطبيعية أو البشرية المنشأ في المسطح المائي. لذلك، يمكن للقياسات الهيدرولوجية التي يتم إجراؤها في نفس الوقت، وفي نفس الموقع الذي تؤخذ منه عينات جودة المياه، أن تساعد في تفسير بيانات جودة المياه.

ضمان الجودة ومراقبة الجودة

ضمان الجودة (QA) هو نظام الإدارة المستخدم للحفاظ على المستوى المطلوب من الجودة في مكان الخدمة أو الدائرة، خاصة من خلال الاهتمام بكل مرحلة من مراحل عملية التّسليم. يوضح الشكل 1 أعلاه أن ضمان الجودة يغذي عملية التصميم عدة مرات بما في ذلك العمليات الميدانية والعمليات المختبرية وكذلك خطوات تخزين البيانات.

ينتج عن برنامج مراقبة جودة المياه مع ضمان الجودة الملائم بيانات معقولة وموثوقة يمكن الاعتماد عليها لتقييم جودة المياه و إجراءات إدارة الخطة. يمكن الحصول على بيانات موثوقة باستخدام طرق معترف بها أو قياسية مثل تلك من المنظمة الدولية للتقييس (www.iso.org) (ISO) ومن خلال اتباع الممارسات المختبرية الجيدة كما هو منصوص عليه في (ISO 2017) ISO 17025. ضمن خطة ضمان الجودة لبرنامج المراقبة، يجب أن يكون هناك إجراءات التشغيل القياسية لجميع عمليات أخذ العينات، و عمليات المعايرة، والعمليات التحليلية ومراجعة الحسابات.

تتكون مراقبة الجودة (QC) من سلسلة من الأنشطة التقنية التي تهدف إلى تقييم وتحسين جودة البيانات المنتجة. يساعد على تقليل إمكانية إدخال الخطأ في النتائج. وهذا مهم لجميع جوانب مرحلة تنفيذ برنامج المراقبة بما في ذلك الجمع، الحفظ، النقل، التخزين، التحليل، معالجة البيانات والإبلاغ

إدارة البيانات

يضيف استثمار الوقت والجهد في إدارة البيانات بشكل مناسب، قيمة للمستقبل ويضمن بقاء البيانات صالحة لفترة تتجاوز العمر المخطط لبرنامج المراقبة. غالبًا ما تمر بيانات جودة المياه بالعديد من العمليات ويتم التلاعب بها من قبل العديد من الأشخاص، مما يؤدي إلى العديد من الفرص لإدخال الأخطاء. يجب الكشف عن وحدات القياس أو التحويلات غير الصحيحة، حدود الكشف، الأرقام المهمة أو الحالات الشاذة الأخرى، قبل تخزين البيانات أو الإبلاغ عنها. جميع السجلات قبل الإدخال في قاعدة البيانات، وأثناء الإدخال، يجب أن تستخدم اصطلاحات تسمية متسقة لتجميع البيانات (على سبيل المثال، أسماء المعايير والمواقع وأنواع المسطحات المائية). بعد إدخال البيانات، يجب إجراء عمليات فحص البيانات للبحث عن القيم المستحيلة والتحقق من صحة القيم المتطرفة.

يجب إنشاء نسخة احتياطية من نظام التّخزين المركزي بانتظام. يجب أن يحتفظ مستودع البيانات المركزي بجميع البيانات الوصفية ذات الصلة المرتبطة بقياسات جودة المياه، بما في ذلك الإحداثيات الجغرافية لكل موقع مراقبة، نوع المسطح المائي والملاحظات المسجلة الأخرى. يجب أن يسمح نظام التخزين المستخدم باستخراج البيانات ذات الصلة لتحليل وتصنيف المسطحات المائية للإبلاغ عن المؤشر 6.3.2 بسهولة. على سبيل المثال، إذا تم تخزينها بشكل صحيح، فيكون من السهل استخراج البيانات لفترة زمنية معينة أو لمنطقة حوض مياه RBD .

الخلاصة

توفر هذه الوثيقة الفنية معلومات حول تصميم برنامج مراقبة جودة المياه المحيطة، خاصة في سياق تطبيق المؤشر 6.3.2 الخاص بأهداف التنمية المستدامة (SDG Indicator 6.3.2). يجب تحديد مناطق حوض المياه والمسطحات المائية وتعريفها قبل تصميم برنامج المراقبة. يلخص المخطط الانسيابي لتصميم برنامج المراقبة الخطوات الأساسية في ثلاث مراحل: **التصميم؛ التنفيذ؛ التقييم والإبلاغ والإدارة**. تساعد هذه المراحل الثلاث على توليد برنامج ناجح لمراقبة جودة المياه والحفاظ عليه. يُساعد ضمان الجودة المتسق وإعادة التقييم الدوري لبرنامج المراقبة على ضمان قدرة البرنامج على توفير بيانات كافية وموثوقة للإبلاغ عن المؤشر.

مصادر أخرى

Further information in relation to the indicator 6.3.2 is available on our knowledge Indicator 6.3.2 Support Platform (https://communities.unep.org/display/sdg632).

Detailed information on water quality monitoring and assessment beyond the scope of this document can be found here: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wqa/en/

HydroBASINS and HydroATLAS are available here: https://www.hydrosheds.org/

المراجع

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.

Chapman, D.V., Meybeck, M. and Peters, N.E. 2005 Water Quality Monitoring. In: Anderson, M.G. [Ed.] *Encyclopaedia of Hydrological Sciences*. John Wiley & Sons

International Organization for Standardization (ISO) 2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Third edition. ISO/IEC 17025:2017(E),ISO, Switzerland. Available at: https://www.iso.org/ISO-IEC-17025-testing-and-calibration-laboratories.html

Lehner, B., Grill G. 2013. Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems. Hydrological Processes, 27(15): 2171–2186. Data is available at www.hydrosheds.org

Linke, S., Lehner, B., Ouellet Dallaire, C., Ariwi, J., Grill, G., Anand, M., Beames, P., Burchard-Levine, V., Maxwell, S., Moidu, H., Tan, F., Thieme, M. 2019. Global hydro-environmental sub-basin and river reach characteristics at high spatial resolution. *Scientific Data* 6: 283. doi: 10.1038/s41597-019-0300-6 (open access)

Meybeck, M., Kimstach, V. and Helmer, R. 1996a. Strategies for water quality assessment. 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 Educational, Scientific and Cultural Organization, World Health Organization and United Nations Environment Programme. Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter2.pdf?ua=1

Meybeck, M., Friedrich, G., Thomas, R. and Chapman, D. 1996b. Rivers. 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 Educational, Scientific and Cultural Organization, World Health Organization and United Nations Environment Programme. Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter6.pdf?ua=1

Sanders, T.G., Ward, R.C., Loftis, J.C., Steele, T.D., Adrian, D.D., Yevjevich, V., 1983. *Design of Networks for monitoring Water Quality*. Water Resources Publications LLC, Highlands Ranch, Colorado.

Thomas, R., Meybeck, M. and Beim, A. 1996. Lakes. . 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 Educational, Scientific and Cultural Organization, World Health Organization and United Nations Environment Programme. Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter7.pdf?ua=

UN Environment, 2018. *Progress on Ambient Water Quality, Piloting the monitoring methodology and initial findings for SDG indicator 6.3.2*. [online] Available at: <http://www.unwater.org/publications/progress-on-ambient-water-quality-632>.

UNEP-DHI and UNEP. 2016. Transboundary River Basins: Status and Trends. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.

Venter, O., Sanderson, E.W., Magrach, A., Allan, J.R., Beher, J., Jones, K.R., Possingham, H.P., Laurance, W.F., Wood, P., Fekete, B.M., Levy, M.A., Watson, J.E. 2016. Global terrestrial human footprint maps for 1993 and 2009. Scientific Data, 3,160067. https://doi.org/10.1038/sdata.2016.67.