البيانات الوصفية لمؤشر أهداف التنمية المستدامة

(Harmonized metadata template - format version 1.0)

0. معلومات المؤشر

0. a. الهدف

الهدف ٦: كفالة توافر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتها إدارة مستدامة

0.b. الغاية

الغاية ٦-٦: بحلول عام ٢٠٣٠، حماية وترميم النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه، بما في ذلك الجبال والغابات والأراضي الرطبة والأنهار ومستودعات المياه الجوفية والبحيرات

0.c. المؤشر

المؤشر ٦-٦-١: نسبة التغير في نطاق النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه خلال فترة من الزمن

0.d. السلسلة

EN_WBE_NDQTGRW - جودة المياه الجوفية المشتقة وطنياً (ملايين الأمتار المكعبة في السنة) [٦-٦-١]

EN_WBE_NDQTRVR - جودة المياه الأنهار المشتقة وطنياً (ملايين الأمتار المكعبة في السنة) [٦-٦-١]

EN_LKRV_PWAC - التغيّر في مساحة المياه الدائمة للبحيرات والأنهار (٪) [٦-٦-١]

EN_LKRV_PWAN - مساحة المياه الدائمة للبحيرات والأنهار (كيلومترات مربعة) [٦-٦-١]

EN_LKRV_PWAP - مساحة المياه الدائمة للبحيرات والأنهار (٪ من إجمالي مساحة الأرض) [٦-٦-١]

EN_LKRV_SWAC - التغيّر في مساحة المياه الموسمية للبحيرات والأنهار (٪) [٦-٦-١]

EN_LKRV_SWAN - مساحة المياه الموسمية للبحيرات والأنهار (كيلومترات مربعة) [٦-٦-١]

EN_LKRV_SWAP - مساحة المياه الموسمية للبحيرات والأنهار (٪ من إجمالي مساحة الأرض) [٦-٦-١]

EN_LKW_QLTRB - جودة مياه البحيرات العكرة (٪) [٦-٦-١]

EN_LKW_QLTRST - جودة مياه البحيرات الحالة الغذائية(٪) [٦-٦-١]

EN_RSRV_MNWAN - الحد الأدنى من مساحة المائية المخزّنة(كيلومترات مربعة) [٦-٦-١]

EN_RSRV_MNWAP - الحد الأدنى من مساحة المائية المخزّنة (٪ من إجمالي مساحة الأرض) [٦-٦-١]

EN_RSRV_MXWAN - الحد الاقصى من مساحة المائية المخزّنة(كيلومترات مربعة) [٦-٦-١]

EN_RSRV_MXWAP - الحد الاقصى من مساحة المائية المخزّنة (٪ من إجمالي مساحة الأرض) [٦-٦-١]

EN_WBE_MANGC - تغير مساحة أشجار القرم الإجمالية (٪) [٦-٦-١]

EN_WBE_MANGN - أشجار القرم (كيلومترات مربعة) [٦-٦-١]

EN_WBE_WTLN - مساحة الأراضي الرطبة (كيلومترات مربعة) [٦-٦-١]

EN_WBE_WTLP - مساحة الأراضي الرطبة (٪ من إجمالي مساحة الأرض) [٦-٦-١]

0.e. تحديث البيانات الوصفية

24 مايو/ أيار 2024

0.f. المؤشرات ذات الصلة

٦-٣-٢؛ ٦-٤-١؛ ٦-٤-٢؛ ٦-٥-١؛ ٦-٥-٢؛ ١٥-٣-١

0.g. المنظمات الدولية المسؤولة عن الرصد العالمي

الأمم المتحدة للبيئة (برنامج الأمم المتحدة للبيئة)– UNEP

1. الإبلاغ عن البيانات

1.A. المنظمة

الأمم المتحدة للبيئة (برنامج الأمم المتحدة للبيئة)– UNEP

2. التعريف والمفاهيم والتصنيفات

A.2. التعريف والمفاهيم

التعريف:

يرصد المؤشّر ٦-٦-1 من أهداف التنمية المستدامة نسبة التغيّر في نطاق النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه خلال فترة من الزمن. يُعنى هذا المؤشّر ببيانات متعدّدة الأوجه عن أنواع مختلفة من النُظُم الإيكولوجية للمياه العذبة. ولقياس نطاق التغيّر في هذه النُظُم، ينظر المؤشّر في التغيّرات الحاصلة في المناطق المدروسة من حيث المساحة، وجودة المياه، وكميتها. ولتقييم التحوّلات العالمية في النُظُم الإيكولوجية المختلفة للمياه العذبة، يستند المؤشّر إلى المصادر الساتلية المعنية برصد الأرض التي توفّر مجموعات من البيانات بشأن المياه الدائمة والمياه الموسمية والخزانات والأراضي الرطبة وأشجار المانغروف/ القرم. كما توفّر هذه المصادر بيانات عن جودة المياه لقياس الحالة الغذائية للمسطحات المائية وتعكّرها. ويمكن تمثيل الصور الساتلية كبيانات رقمية تُجمع بدورها في إحصاءات تعبّر عن تغيّر النُظُم الإيكولوجية المنسوبة إلى المناطق الإدارية مثل الحدود الوطنية ودون الوطنية (مثل المناطق والمقاطعات) وحدود أحواض الأنهار. وبالنسبة إلى تدفّقات الأنهار ونسبة المياه الجوفية لم تُنتج بعد بيانات عالمية باستبانة مكانية وزمانية عالية لإدراجها في منهجية قياس المؤشّر ٦-٦-١. حالياً، ينبغي الاستمرار في توفير البيانات من النماذج القائمة أو القياسات الأرضية المطلوبة من البلدان.

الجدول 1: البيانات المستمدة من عمليات رصد الأرض والمستخدمة لقياس لمؤشّر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة

النظام إيكولوجي	***الوحدة***	***الخصائص***
البحيرات والأنهار (منطقة مائية دائمة)	المساحة السطحية	معلومات سنوية عن مساحة المياه الدائمة (منذ عام 2000 إلى الآن). إحصاءات التغيّرات في النطاق المساحي للمياه الدائمة (منذ العام 2000 إلى الأن) إحصاءات مجمعة على النطاقات الوطنية ودون الوطنية ونطاق الأحواض
البحيرات والأنهار (منطقة مائية موسمية)	المساحة السطحية	معلومات سنوية ع عن مساحة المياه الدائمة (منذ عام 2000 إلى الآن). إحصاءات التغيّرات في النطاق المساحي للمياه الموسمية ((منذ العام 2000 إلى الأن) إحصاءات موسمية سنوية للفترات بين 0-1، و3-6، و7-11 شهراً إحصاءات مجمعة على النطاقات الوطنية ودون الوطنية ونطاق الأحواض
الخزانات	المساحة السطحية	معلومات سنوية عن الحد الأدنى والحد الأقصى للمساحة السطحية للخزانات (منذ عام 1984 إلى الآن). إحصاءات التغيّرات الجديدة في الحد الأدنى للمساحة (منذ العام 2000 إلى الأن) إحصاءات مجمعة على النطاقات الوطنية ودون الوطنية ونطاق الأحواض
أشجار المانغروف/ القرم	المساحة السطحية	معلومات شبه سنوية في مساحة أشجار المانغروف/ القرم (منذ العام 2000 إلى الأن) إحصاءات عن التغيرات في منطقة المانجروف (منذ العام 2000 إلى الأن) إحصاءات مجمعة على النطاقات الوطنية ودون الوطنية ونطاق الأحواض
الأراضي الرطبة	المساحة السطحية	مساحة الأراضي الرطبة (المساحة الأساسية تتألف من بيانات مجمعة خلال الفتر 2016-2018) إحصاءات مجمعة على النطاقات الوطنية ودون الوطنية ونطاق الأحواض التغيّرات الحاصلة في مساحة الأراضي الرطبة
البحيرات و الخزانات	نوعية المياه	قياسات شهرية وسنوية ومتعدّدة السنوات للحالة الغذائية وتعكّر 4200 بحيرة وخزان على مستوى العالم (باستبانة تبلغ 300 متر)

الجدول 2: البيانات المستمدة من القياسات في الموقع لقياس لمؤشّر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة

النظام إيكولوجي	***الوحدة***	***الخصائص***
الأنهار	التدفّق	نماذج الجريان النهري السنوية إحصائيات التغيرات في الحد الأدنى والحد الأقصى لتدفق الجريان (منذ العام 2000 إلى الأن) إحصاءات مجمعة على النطاقات الوطنية ودون الوطنية ونطاق الأحواض

المياه الجوفية	المستوى	تغيّرات في قياسات الحجم، مع مرور الوقت، لجميع طبقات المياه الجوفية الرئيسية

المفاهيم:

ترتكز المفاهيم والتعاريف المستخدمة في المنهجية إلى الأطر والمعاجم الدولية القائمة، ما لم يرد أدناه أيّ إشارة إلى خلاف ذلك.

النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه هي مجموعة فرعية من جميع النُظُم الإيكولوجية. وهي تحتوي على موارد المياه العذبة في العالم، ويمكن تعريفها بأنها "مجمع دينامي من المجتمعات النباتية والحيوانية والكائنات المجهرية والبيئة غير الحيّة التي يهيمن عليها وجود المياه المتدفّقة أو الراكدة، ويتفاعل كوحدة وظيفية". (MEA, 2005; Dickens et al, 2019) ويتمحور المؤشّر حول رصد أنواع مختلفة من النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه، بما في ذلك البحيرات والأنهار والأراضي الرطبة والمياه الجوفية والمسطحات المائية الاصطناعية مثل الخزانات. وتحتوي هذه النُظُم الإيكولوجية المتّصلة بالمياه على المياه العذبة، باستثناء أشجار المانغروف/ القرم التي تحتوي على مياه أجاج، أي مزيج من المياه العذبة والمالحة. غير أن أشجار المانغروف/ القرم ما زالت مدرجة ضمن المؤشّر ٦-٦-١ . وقد أدرجت الخزانات أيضاً كفئة من النُظُم الإيكولوجية المتّصلة بالمياه في منهجية المؤشّر. من المعروف أن الخزانات ليست نُظُماً إيكولوجية تقليدية يتعيّن حكماً حمايتها وترميمها. لكن، في كثير من الدول، تحتوي الخزانات على كمية ملحوظة من المياه العذبة، وهو ما يُبرر إدراجها في قياس المؤشّر.
وتضمين البيانات الخاصة بالخزانات في المؤشّر يهدف إلى تمكين الدول من التوصّل إلى فهم أفضل للتغيّرات الحاصلة في المسطحات المائية الاصطناعية بالاقتران مع التغيّرات التي تحدث في المسطحات المائية الطبيعية. والنُظُم الإيكولوجية غير المدرجة في المؤشّر ٦-٦-١ هي: الشعاب المرجانية والأعشاب البحرية التي يشملها الهدف 14 (المحيطات)؛ والجبال والغابات والأراضي الجافة المشمولة في الهدف 15 (الأرض). إن تحديد مدى إمكانية قياس كل نظام من النُظُم الإيكولوجية المتّصلة بالمياه المدرجة في المؤشّر ٦-٦-١، يتوقف على استخدام معيار واحد أو أكثر من معايير التغيير المادي التالية: المساحة المكانية، وكمية (أو حجم) المياه، ونوعية المياه. يمكن الاطلاع هنا على المنهجية الكاملة لرصد المؤشّر ٦-٦-١. إن تحديد مدى إمكانية قياس كل نظام من النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه المدرجة في المؤشّر ٦-٦-١، يتوقّف على استخدام معيار واحد أو أكثر من معايير التغيير المادي التالية: المساحة المكانية، وكمية (أو حجم) المياه، ونوعية المياه.

المياه الدائمة والموسمية. تشير المسطحات المائية الدائمة إلى المسطحات التي تبقى تحت الماء على مدار السنة، في حين أن المسطحات المائية الموسمية تبقى تحت الماء لمدة تقلّ عن 12 شهراً من السنة. تفتقر بعض المواقع إلى عمليات رصد لجميع أشهر السنة الإثني عشر، لأسباب مثل الليل القطبي. في هذه الحالات، تعتبر المياه على أنها مياه موسمية إذا امتدّ وجودها لأشهر أقلّ من عدد الأشهر التي جُمعت خلالها ملاحظات صحيحة.
ويتعلّق الاعتبار الثاني بالبحيرات والأنهار التي تتجمّد لجزء من السنة. فخلال فترة التجمّد، تبقى المياه تحت الجليد، وينطبق ذلك على كل من الأنهار والبحيرات والبحار. إذا استمر وجود المياه طيلة فترة المراقبة (أي الفترة غير المتجمدة) تُعتبر الكتلة المائية مسطحاً مائياً دائماً. إذا تقلّصت مساحة الكتلة المائية خلال الفترة غير المتجمدّة، فإن الخلايا الشبكية على امتداد حدود البحيرة أو النهر لا تمثّل المياه، وتُعتبَر حينها مسطحاً مائياً موسمياً.

الخزانات هي أجسام اصطناعية من المياه العذبة (صنعها الإنسان)، على عكس البحيرات التي تتكوّن بشكل طبيعي. وتمثّل مجموعة البيانات الخاصة بالخزانات بيانات المساحة السطحية للأجسام المائية الاصطناعية، بما في ذلك الخزانات التي تشكلها السدود، والمناطق المغمورة مثل المناجم والمحاجر المفتوحة، والمسطحات المائية التي أنشأتها مشاريع الهندسة المائية مثل المجاري المائية وتشييد الموانئ.وتشمل **الأراضي الرطبة الداخلية المغطاة** بالنباتات مناطق البرك، وأراضي الخث، والمستنقعات، والسبخات، والأهوار، والأجزاء المغطاة بالنباتات من السهول الفيضانية، فضلاً عن حقول ألأرز والزراعة عند انحسار الفيضان. ولا تشمل الأراضي الرطبة الداخلية المغطاة بالنباتات أشجار المانغروف/ القرم الساحلية. تنتج البيانات عن أشجار المانغروف/ القرم بشكل منفصل عن الأراضي الرطبة الداخلية. وتُستخدم منهجية مؤشّرات أهداف التنمية المستدامة هذه في الإبلاغ الرسمي عن إحصاءات المؤشّر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة. ولا تنطبق منهجية المؤشّر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة على تعريف الأراضي الرطبة المحدّدة في اتفاقية رامسار بشأن الأراضي الرطبة، وهو:
"مناطق من المستنقعات أو السبخات أو الأرض الخُث، أو المياه، سواء كانت طبيعية أو اصطناعية، دائمة أو مؤقتة، ذات مياه راكدة أو متدفّقة، عذبة أو أجاج أو مالحة، تتضمن مناطق بحرية لا يتجاوز عمق مياهها، في مواقع انحسار المياه، ستة أمتار". ويمكن تفسير تعريف رامسار للأراضي الرطبة على أنه يعني جميع المياه داخل دولة ما، بما في ذلك البيئة البحرية. يشير تعريف مؤشّر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة إلى مجموعة محدّدة فقط من أنماط الأراضي الرطبة الداخلية المغطاة بالنباتات.

التعكّر هو مؤشّر على صفاء المياه، حيث يُحدد مدى ضبابية المياه ويعمل كمؤشّر على توفّر الضوء تحت الماء.

ويعرف مؤشّر **الحالة الغذائية** على أنه درجة تراكم المواد العضوية في الجسم المائي، وهو يُستخدم بصورة أكثر شيوعاً في ما يتعلّق برصد فرط المغذيات.

تشير **المياه السطحية** إلى أيّ مساحة من المياه السطحية لا تعرقل النباتات المائية سيلها. ويشمل ذلك فئات النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه الثلاثة التالية: الأنهار ومصبات الأنهار، والبحيرات، والمسطحات المائية الاصطناعية.

النطاق – تم توسيع النطاق على نحو يتجاوز النطاق المكاني ويسمح بتحديد المعايير الأساسية الإضافية اللازمة لحماية وترميم النُظُم الإيكولوجية المتّصلة بالمياه. ويشمل النطاق ثلاثة عناصر هي: النطاق المكاني أو المساحة السطحية، ونوعية النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه، وحجم هذه النُظُم.

يشير **التغيّر** إلى التحوّل الحاصل في نطاق النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه خلال فترة من الزمن. ويقاس هذا التغيّر على أساس نقطة مرجعية محدّدة.

B.2. وحدة القياس

التغير في المساحة المكانية / مدى المياه العذبة KM2 ، نسبة مئوية (%)
التغير في جودة المياه العذبة (نسبة مئوية)
التغير في كمية المياه العذبة ملايين الأمتار المكعبة في السنة

C.2. التصنيفات

- رموز البلدان أو المناطق القياسية للاستخدام الإحصائي (تصنيف الأمم المتحدة M49 للبلدان والمناطق)

3. نوع مصدر البيانات وطريقة جمع البيانات

A.3. مصادر البيانات

تُجمع البيانات الخاصة بمساحة المياه السطحية باستبانة تبلغ 30 متراً، للعالم بأسره في الفترة الممتدة من 2000 إلى 2021 من خلال تحليل الأرشيف الكامل لصور سواتل لاندسات 5 و7 و8.. وتستخدم مجموعات بيانات إضافية لتعزيز البيانات الخاصة بمناطق المياه المفتوحة، بما في ذلك قاعدة البيانات الجغرافية المكانية للخزان والسد العالميين. لاستخلاص مساحة الأراضي الرطبة النباتية، يُستخدام مزيج من الصور المستمدة من لاندسات 8 وسانتينيل1 و2. وبينما لتقدير نطاق أشجار المانغروف/ القرم، تُستخدم بيانات الرصد العالمي لأشجار المانغروف/ القرم المستمدة من أقمار جاكسا ألوس الصناعية ولاندسات. تعتمد نوعية المياه أي لحالة الغذائية ومجموع الجوامد المعلّقة لمياه البحيرات على سواتل Envisat MERIS نفيسات ميريس (2006-2010) و Sentinel-3 سينتينل-3 OLCI (2017-2020) على التوالي. مصدر البيانات الموصى به لرصد تدفّق الجداول وكمية المياه الجوفية هو من القياسات الوطنية لمستوى المياه الجوفية في طبقات المياه الجوفية وكمية تدفّق الجداول في الموقع. غير أن البيانات المستمدة للنماذج الهيدرولوجية العالمية متاحة أيضا، وتستخدم أولا لقياس تدفّق الجداول كجزء من المؤشّر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة بدلاً من جمع قياسات التدفّق في الموقع.

B.3. طريقة جمع البيانات

يتم حساب كل مؤشر فرعي (بما في ذلك مساحة مياه البحيرات والأنهار الدائمة؛ مساحة مياه البحيرات والأنهار الموسمية؛ الحد الأدنى والحد الأقصى من مساحة المائية المخزّنة وجودة المياه؛ مساحة الأراضي الرطبة الداخلية؛ أشجار القرم؛ جودة مياه البحيرات) بشكل منفصل وبالتالي فإن المؤشر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة يأخذ عدة طرق حسابية خاصة بمؤشر فرعي. يتم حساب البيانات المشتقة عالمياً باستخدام قياسات المنطقة المكانية بطريقة قابلة للمقارنة ومتسقة عبر أنواع النظم البيئية المختلفة، على سبيل المثال. المياه السطحية

والأراضي الرطبة وأشجار القرم. يتم حساب البيانات المشتقة عالمياً / وطنيا عن جودة المياه باستخدام معلمات التعكر والحالة الغذائية لاستنتاج مقياس لجودة المياه. تُستخدم البيانات المنمذجة و/أو الوطنية عن كمية المياه في النظم البيئية لقياس تدفق التيار وأحجام المياه الجوفية.

C.3. الجدول الزمني لجمع البيانات

جمع البيانات:
التقدير السنوي لبيانات الأقمار الصناعية المشتقة عالمياً والتي تم إصدارها في شهر أيار/مايو من كل عام وتحميلها على بوابة بيانات أهداف التنمية المستدامة ٦-٦-١ (www.sdg661.app). يتم إرسال البيانات كل ثلاث / أربع سنوات إلى نقاط الاتصال الوطنية للتحقق من صحتها.

D.3. الجدول الزمني لنشر البيانات

دورة الإبلاغ الأولى: حزيران/ يونيو 2018؛ دورة الإبلاغ الثانية: حزيران/ يونيو 2020؛ دورة الإبلاغ الثالثة: حزيران/ يونيو 2023

E.3. الجهات المزودة للبيانات

1. بيانات عن المياه الدائمة والمياه الموسمية ومياه المخزنة - مركز المفوضية الأوروبية للبحوث المشتركة - المستكشف العالمي للمياه السطحية
2. بيانات عن المياه العكرة و الحالة الغذائية - منتجات كوبرنيكوس لاند سيرفيس الأوروبية
3. بيانات عن أشجار القرم - Global Mangrove Watch
4. بيانات عن الأراضي الرطبة - DHI A/S
5. بيانات عن تدفق الأنهار - DHI A/S
6. بيانات عن المياه الجوفية - المؤسسات الوطنية

F.3. الجهات المجّمعة للبيانات

1. الأمم المتحدة للبيئة (برنامج الأمم المتحدة للبيئة)

G.3. التفويض المؤسسي

مُنح برنامج الأمم المتحدة للبيئة ولاية الوكالة الراعية لمؤشر أهداف التنمية المستدامة ٦-٦-١ من قبل فريق الخبراء المشترك بين الوكالات المعني بمؤشرات أهداف التنمية المستدامة. بصفته أمينًا ، يكون برنامج الأمم المتحدة للبيئة مسؤولاً عن تطوير منهجية الرصد والبيانات الوصفية القابلة للمقارنة دوليًا ، مع البيانات الوطنية والتجمعات الإقليمية والعالمية التي يتم الإبلاغ عنها إلى قاعدة البيانات العالمية لأهداف التنمية المستدامة وهذه الإحصاءات المدرجة في تقارير التقدم المحرز في أهداف التنمية المستدامة للأمين العام.

4. اعتبارات منهجية أخرى

A.4. الأساس المنطقي

ويرمي الغاية ٦-٦ إلى "حماية وترميم النظم الإيكولوجية المتّصلة بالمياه، بما في ذلك الجبال والغابات والأراضي الرطبة والأنهار ومستودعات المياه الجوفية والبحيرات"، وذلك من خلال المؤشر ٦-٦- من أهداف التنمية المستدامة ١ الذي يهدف إلى قياس التغيّر في نطاق النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه خلال فترة من الزمن وتحديد أسبابه. وتكتسب العناصر المكوّنة للمؤشر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة أهمية كبيرة في تقديم صورة وافية يُسترشد بها في اتخاذ قرارات اللازمة لحماية وترميم النظم الإيكولوجية المتّصلة بالمياه. غير أن الاختبار التجريبي الذي أُجري في العام 2017 خلُص إلى أن الدول المعنية تفتقر إلى البيانات الكافية لدعم المؤشر ٦-٦-١. وبالتالي، يمكن الجمع بين البيانات الوطنية والبيانات المستمدّة من الصور التي تلتقطها السواتل. وتُعالج كافة البيانات باستخدام منهجيات معترف بها دولياً، ما من شأنه توفير مجموعات عالية الجودة من البيانات العالمية التي تغطّي نطاقاً مكانياً وزمنياً واسعاً.

B.4. التعليقات والقيود

لدعم الدول في الوفاء بمتطلبات الرصد والإبلاغ بالنسبة إلى المؤشر ٦-٦-١، عمل برنامج الأمم المتحدة للبيئة مع المنظمات الشريكة على تطوير سلسلة بيانات فنية عالمية دقيقة وقابلة للمقارنة دولياً. ويسهم ذلك إسهاماً كبيراً في معالجة أوجه القصور التي تشوب البيانات العالمية من حيث قياس التغيّرات في نطاق النُظُم الإيكولوجية المتّصلة بالمياه. وتستند منهجية المؤشّر على جمع البيانات المتاحة في مجال رصد الأرض والمعنية بالمساحات ومعايير جودة المياه. وفي الاجتماع السابع لفريق الخبراء المشترك بين الوكالات المعني بمؤشّرات أهداف التنمية المستدامة في نيسان/أبريل 2018، تمت الموافقة على منهجية المؤشّر، وتصنيفها بمنهجية مؤشّر من المستوى الثاني. وبعد ذلك بوقت قصير، في تشرين الثاني/نوفمبر عام 2018، أعيد تصنيف المنهجية إلى منهجية مؤشّر من المستوى الأول. ويعني تصنيف المستوى الأول أن المؤشّر واضح من الناحية المفاهيمية، ويتّبع منهجية راسخة دولياً ومعايير متاحة، وأن البيانات اللازمة لقياسه تُنتج بانتظام من جانب ما لا يقلّ عن 50 في المائة من الدول ومن السكان في كل من المناطق المناسبة لقياس المؤشّر. وتُفصّل المنهجية الكاملة لرصد المؤشر ٦-٦-١ القيود المرتبطة بإنتاج البيانات الخاصة بمختلف أنواع النُظُم الإيكولوجية ذات الصلة، مع ذكر الروابط إلى المنشورات المعنية بمنهجيات إنتاج البيانات. لقد صمُم المؤشر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة لتمكين الدول من فهم حالة الحماية والترميم للأنواع المختلفة من النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه (مثل البحيرات والأنهار والخزانات والأراضي الرطبة وأشجار المانغروف/ القرم) .

ولا يقيس المؤشّر عدد النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه التي تمت حمايتها وترميمها. ويفترض أن الدول تسترشد بالبيانات المتاحة لاتخاذ قرارات فعالة، ولكن هذه الإجراءات لا تخضع حالياً لأيّ تقييم. ويتعيّن النظر في البيانات المُنتجة إلى جانب بيانات أخرى، ولا سيما البيانات المتعلقة باستخدام الأراضي والبيانات الديمغرافية، لتمكين الدول من التوصل إلى فهم أفضل أسباب تغيّر النُظُم الإيكولوجية، ووضع السياسات والآليات التشريعية المناسبة لحماية النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه وترميمها. وقد لوحظ في عدد قليل من المواقع أن بعض البحيرات الكبيرة تم تحديدها بشكل غير صحيح على أنها خزانات. وسيواصل برنامج الأمم المتحدة للبيئة العمل بشأن هذه القضية.

ويتواصل برنامج الأمم المتحدة للبيئة دورياً مع جهات التنسيق الوطنية لدعوتهم إلى المشاركة في المشاورات، وذلك للتحقق من القيَم الوطنية المقدرة.

C.4. طريقة الاحتساب

يتم عرض طريقة الحساب أدناه لكل منطقة من المناطق السبعة: (1) المياه السطحية الدائمة والموسمية؛ (2) الخزانات؛ (3) الأراضي الرطبة؛ (4) أشجار المانغروف/ القرم؛ (5) نوعية المياه: التعكر والحالة الغذائية؛ (6) تدفق النهر؛ (7) المياه الجوفية.

1. المسطحات المائية الدائمة والموسمية

وصف المنهجية المتبعة في التحديد الشامل للمياه السطحية

أُنتجت البيانات اللازمة بشأن الديناميات المكانية والزمنية للمياه السطحية الطبيعية في العالم بأسره. أنتج مركز المفوضية الأوروبية للبحوث المشتركة مجموعة بيانات المياه السطحية العالمية (بيكل وآخرون، 2016). توثق مجموعة البيانات جوانب مختلفة من ديناميات المياه على المدى الطويل (منذ عام 1984 فصاعداً) باستبانة تبلغ 30×30 متر بكسل. توثق مجموعة البيانات المسطحات المائية الدائمة والموسمية. وقد رسمت خرائط جميع المياه السطحية الطبيعية التي تزيد مساحتها عن 30×30 متر، استناداً إلى صور ساتلية باستبانة مكانية قدرها 30 خلية شبكية/بكسل تمثّل مناطق البحيرات والأنهار الواسعة. وتشمل البيانات مناطق الأراضي التي غمرتها المياه مؤقتاً مثل الأراضي الرطبة وحقول الأرز. ولا تغطي البيانات المجمعة الأنهار والكتل المائية الصغيرة، لأن ضيق مجراها قد يحول دون ملاحظتها، أو لأن الغابات تغطيها. تتضمن البيانات صورًا فردية كاملة الدقة تم التقاطها بواسطة سواتل لاندسات 5 و7 و8. تلتقط هذه السواتل الصور التي يتم توزيعها علنًا بواسطة هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية. وهي توفر معًا صورًا متعددة الأطياف بدقة 30 × 30 مترًا في ست قنوات للأشعة تحت الحمراء المرئية والقريبة والقصيرة، بالإضافة إلى صور حرارية بدقة 60 × 60 مترًا..

وتشمل البيانات الأسطح الأرضية الموجودة تحت الماء (مثل منطقة مائية دائمة) لجميع الاثني عشر شهراً من السنة. كما أنها تفيد في تفسير التقلّبات الموسمية والمناخية للمياه، ما يعني أنها تشمل أيضاً البحيرات والأنهار التي تتجمّد لجزء من السنة. ولا تُعنى البيانات بمناطق الجليد الدائم، مثل الأنهار الجليدية، والغطاء الجليدي، والمناطق البرية المغطاة دائماً بالثلوج. وفي المناطق المغطاة بغطاء سحابي متواصل، يصعب رصد أسطح المياه في بعض الأماكن، وقد تفتقر هذه المواقع المحدودة إلى الملاحظات البصرية. وقد استُخدم قناع ساحلي عالمي للبيانات لمنع إدراج مياه المحيطات في إحصاءات المياه العذبة، وتنشر المنهجية المتّبعة لهذا القناع في مجلة الأوقيانوغرافيا التشغيلية، المتاحة هنا (al et Sayer. 2019).

خرائط المياه السطحية مستمدة من تحليل أكثر من أربعة ملايين صورة تم جمعها على مدى 36 عامًا والتي تمت معالجتها بشكل فردي باستخدام خوارزمية تصنيف عالية الجودة. تم تحديد دقة خريطة المياه السطحية العالمية باستخدام أكثر من 40.000 نقطة تحكم من جميع أنحاء العالم وعلى مدار 36 عامًا. تم نشر منهجية التحقق الكاملة ونتائجها في المجلة العلمية Nature (راجع Pekel et al., 2016). تظهر

نتائج التحقق من الصحة أن النظام المتخصص للكشف عن المياه أنتج أقل من 1% من اكتشافات المياه الخاطئة، وأن أقل من 5% من الأسطح المائية قد تم تفويتها.

بالإضافة إلى الإبلاغ عن التغيرات الزمنية في منطقة المياه الدائمة والموسمية، توثق بوابة بيانات المؤشر 6-6-1 من اهداف التنمية المستدامة (www.sdg661.app) أيضًا التحولات المائية المختلفة المتعلقة بالمياه السطحية الدائمة والموسمية - وهي تغييرات في حالة المياه بين نقطتين في الوقت المناسب. تتوفر البيانات لمختلف التحولات بما في ذلك الأسطح المائية الدائمة الجديدة (أي تحويل مكان لا يوجد به ماء إلى مكان مائي دائم.)؛ الأسطح المائية الدائمة المفقودة (أي تحويل مكان دائم للمياه إلى مكان خالي من المياه) بالإضافة إلى المياه الموسمية الجديدة والمفقودة. تسمح هذه بالتقاط بيانات وجود المياه أو غيابها شهريًا. من الممكن تحديد أشهر/سنوات محددة تغيرت فيها الظروف، على سبيل المثال، تاريخ تقديم طلب إنشاء سد جديد، أو الشهر/السنة التي اختفت فيها بحيرة. بالإضافة إلى ذلك، يتم توفير بيانات عن الموسمية، مع التقاط التغييرات الناتجة عن التقلبات السنوية وفيما بينها أو الناتجة عن ظهور أو اختفاء الأسطح المائية الموسمية أو الدائمة. تفصل البيانات المسطحات المائية "الدائمة" (تلك الموجودة طوال فترة المراقبة) [سنة اسمية] عن "الموسمية" (تلك الموجودة لجزء فقط من السنة).

حساب التغيّر في المساحة السطحية للمسطحات المائية الدائمة والموسمية

والبيانات المتعلقة بديناميات المياه السطحية الشهرية متاحة لفترة 38 عاماً، من عام 1984 فصاعداً. تصدر بيانات سنوية جديدة كل عام، عن نطاق المياه الموسمية والدائمة وتُضاف إلى هذه السلسلة الزمنية. تم تطوير المؤشر أهداف التنمية المستدامة 6.6.1 لقياس التغيرات في النظم الإيكولوجية للمياه العذبة بين عامي 2000 و 2030. وبما أن النظم الإيكولوجية للمياه العذبة (بما في ذلك المسطحات المائية السطحية) ديناميكية، هناك حاجة إلى سلسلة زمنية طويلة من البيانات السنوية لتحديد التغييرات التي تبتعد بشكل كبير عن المتوسط الأطول أجلا. ولذلك يتم قياس التغيرات في المسطحات المائية السطحية على فترات مدتها خمس سنوات مقارنة بفترة مرجعية مدتها 20 عامًا (2000-2019) واستنادًا إلى التجميع السنوي لخرائط حدوث المياه الشهرية المستمدة من سلسلة زمنية من بيانات لاندسات. رياضياً يتم حساب التغير في المدى المكاني للمياه الدائمة والموسمية باستخدام المعادلة 1:

$$Equation\ 1: \quad \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

حيث:
Δ – النسبة المئوية للتغير في النطاق المكاني؛
β – النطاق المكاني المتوسط للفترة المرجعية الأساسية (2000-2019)؛
γ - النطاق المكاني المتوسط لآخر فترة إبلاغ مدتها 5 سنوات (على سبيل المثال، 2018-2022).

يتم تطبيق المعادلة 1 لقياس التغيرات في كل من المياه الدائمة (راجع المياه التي يمكن ملاحظتها على مدار العام) والمياه الموسمية (راجع حيث يتم ملاحظة المياه لمدة تقل عن 12 شهرًا في السنة).
تتيح هذه الصيغة التوصّل إلى قيَم موجبة أو سالبة تعبّر عن النسبة المئوية للتغيّر الحاصل، ما يساعد على تحديد كيفية تغيّر المساحة المكانية. وفي البيانات الخاصة بالمؤشر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة تُعرَض الإحصائيات باستخدام رموز موجبة وسالبة. إذا كانت القيمة موجبة، تُفسَّر الإحصاءات على أنها تمثل زيادة في المساحة، فيما تظهر القيمة السالبة فقداً في المساحة السطحية .
أن استخدام مصطلحات "موجبة" و"سالبة" لا يعني حالة إيجابية أو سلبية للنظام الإيكولوجي المتصل بالمياه الذي يجري رصده. فإن أيّ زيادة أو فقدان في مساحة المياه السطحية قد تكون مفيدة أو ضارة، ويجب بالتالي تفسير الأثر المترتّب عن تغيّر المساحة السطحية وفقاً لسياقها المحلّي. وتُظهر إحصاءات النسبة المئوية للتغيّر كيفية تغيّر المساحة الإجمالية للبحيرات والأنهار داخل حدود معيّنة، على الصعيد الوطني مثلاً، بمرور الوقت. وفي هذا الصدد، يجب التعامل ببعض الحذر في تفسير إحصاءات النسبة المئوية للتغيّر المجمعة على نطاق وطني، إذ تعبّر هذه الإحصاءات عن مساحات جميع البحيرات والأنهار داخل حدود الدولة المعنية. لذلك، تتوفّر أيضاً إحصاءات دون وطنية، بما في ذلك على مستوى الأحواض والأحواض الفرعية. وتعكس الإحصاءات المُنتجة على هذا النطاقات الأصغر التغيّرات الحاصلة في المساحة إلى عدد أقلّ من البحيرات والأنهار ضمن حوض أو جزء فرعي من الحوض، الأمر الذي يسمح باتخاذ قرارات محدّدة حسب السياق المحلّي للكتلة المائية.

2. الخزانات

وصف المنهجية المتّبعة لتعيين التغيّرات في المساحة السطحية لمياه الخزانات على مستوى العالم

أنتج مركز المفوضية الأوروبية للبحوث المشتركة مجموعة من البيانات العالمية لديناميات مياه الخزانات. وتوثق هذه البيانات ديناميات النطاق المكاني على المدى الطويل (منذ عام 1984 فصاعداً) لـ 8 869 خزاناً باستبانة تبلغ 30×30 متراً للبكسل. وتمثّل مجموعة البيانات الخاصة بالخزانات بيانات المساحة السطحية للأجسام المائية الاصطناعية، بما في ذلك الخزانات التي تشكلها السدود والمناطق المغمورة، مثل المناجم والمحاجر المفتوحة، والمسطحات المائية التي أنشأتها مشاريع الهندسة المائية مثل المجاري المائية وتشييد الموانئ.. وتستمد مجموعة بيانات الخزانات من مجموعة بيانات المستكشف العالمي للمياه السطحية GSWE، وهو نظام تصنيف متخصّص مصمّم لفصل المسطحات المائية الطبيعية عن الاصطناعية. ولا يعتمد هذا المصنِّف معايير خاصة لمراعاة أوجه عدم اليقين في البيانات والاستفادة من الخبرة في تفسير الصور المستخدمة في عملية التصنيف، ويستخدم مصادر متعدّدة البيانات. وقد وُضع هذا النظام المتخصص للتمييز بين المياه الطبيعية والاصطناعية استناداً إلى نهج استنتاج استدلالي؛ الموقع الجغرافي والسلوك الزمني لكل بكسل؛ مع تغذيته بمجموعات البيانات التالية:

- **مستكشف المياه السطحية العالم (Pekel et al, 2016):** تفيد مجموعة البيانات هذه في تحديد الموقع والتوزيع الزمني الطويل الأجل (منذ عام 1984 فصاعداً) للمسطحات المائية على نطاق عالمي. وتبيّن الخرائط جوانب مختلفة من ديناميات المياه السطحية، مع توثيق موقع ووقت وجود المياه المفتوحة على سطح الأرض. وتشمل الخرائط الكتل المائية الطبيعية (الأنهار والبحيرات والهوامش الساحلية والأراضي الرطبة)، والاصطناعية (بما في ذلك الخزانات التي تشكلها السدود والمناطق المغمورة، مثل المناجم والمحاجر المفتوحة، والمسطحات المائية التي أنشأتها مشاريع الهندسة المائية مثل المجاري المائية وتشييد الموانئ). يمكن الوصول إلى التاريخ الكامل لأي سطح مائي على مقياس البكسل كملف زمني. وتتيح هذه الملفات التعرُّف على الأشهر أو السنوات المحدّدة التي تغيّرت خلالها ظروف السطح المائي المدروس، مثل تاريخ إنشاء سدٍّ جديد، أو شهر أو سنة اختفاء بحيرة. وتخضع مجموعة البيانات الخاصة بمستكشِف المياه السطحية العالمي إلى تحديث مستمر لتوفير رصد عالمي متسّق للكتل المائية المفتوحة.

- **قاعدة البيانات العالمية للخزانات والسدود (Lehner et al, 2011):** إن قاعدة البيانات العالمية للخزانات والسدود رقم 1.3 هي نتاج الجهود الدولية الرامية إلى إعداد مجموعات بيانات السدود والخزانات القائمة، وذلك لإتاحة قاعدة بيانات واحدة واضحة جغرافياً، وتتّسم بالمصداقية الكافية بالنسبة إلى المجتمع العلمي. تحتوي النسخة الأولية (v1.1) من قاعدة البيانات العالمية للخزانات والسدود (GRanD) على سجلات خاصة بـ 6 862 خزاناً. وقد ضمّت النسخة الأحدث من قاعدة البيانات (v1.3) 458 خزاناً جديداً، مع ما يرتبط به من سدود، ليصل العدد الإجمالي للسجلات إلى 7320 سجلاً.

- **النموذج الرقمي العالمي للأسطح:** مجموعة بيانات آلوس العالمية الثلاثية الأبعاد بدقّة 30 متراً هي مجموعة بيانات النموذج الرقمي العالمي للأسطح التي تتميّز بدقّة أفقية تبلغ حوالي 30 متراً (1 شبكة قوس قاطع الزاوية). وتستند مجموعة البيانات هذه إلى مجموعة بيانات النموذج الرقمي العالمي للأسطح (الإصدار الشبكي الخماسي الأمتار) من البيانات الطبوغرافية العالمية الثلاثية الأبعاد. يمكن الحصول على تفاصيل إضافية في وثائق مجموعة البيانات هنا.

- **بيانات الارتفاع الرقمي (Farr et al, 2004):** بعثة المكوك المعنية برسم الخرائط الطبوغرافية بالرادار (Farr et al. 2007) هي مجموعة بيانات رقمية للارتفاعات بدقّة 30 متراً، يوفّرها مختبر الدفع النفاث التابع لوكالة ناسا بدقّة قوس واحد في الثانية.

حساب مدى تغيّر مساحة الخزان بمرور الوقت

تتوفّر بيانات على أساس شهري بشأن ديناميات مساحة الخزان لفترة 38 عاماً، من عام 1984 فصاعداً. تصدر كل عام بيانات سنوية جديدة عن الحد الأدنى والحد الأقصى لمساحة مياه الخزان وتُضاف إلى هذه السلسلة الزمنية. لحساب النسبة المئوية للتغيّر الحاصل في مساحة الخزان، ، تحُدَّد أولاً فترة مرجعية طويلة الأجل كفترة مرجعية تُستخدَم للمقارنة بأي فترة مستهدفة لاحقة مدتها خمس سنوات.

رياضياً يتم حساب التغير في النطاق المكاني للخزانات باستخدام المعادلة 2:

$$Equation\ 2: \quad \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

حيث:

Δ – النسبة المئوية للتغير في النطاق المكاني؛
β – النطاق المكاني المتوسط للفترة المرجعية الأساسية (2000-2019)؛
γ - النطاق المكاني المتوسط لآخر فترة إبلاغ مدتها 5 سنوات (على سبيل المثال، 2018-2022).

يتم تطبيق المعادلة 2 لقياس التغيرات في الحد الأدنى لنطاق الخزان، والذي يمكن القول إنه المعلمة الأكثر أهمية لرصد الخزان.

- الحد الأدنى لنطاق الخزانات هو أدنى مساحة سطحية مدروسة من الخزانات في السنة (قياس خلال السنة). ويتفاوت الحدّ الأدنى لتغيّر نطاق الخزانات من سنة إلى أخرى. وتشير البيانات إلى الحدّ الأدنى السنوي لتغيّر نطاق مساحة الخزانات مقارنة بالفترة المرجعية وقد يشير التغيّر إلى أي ربح أو خسارة تُظهره النسبة المئوية والوحدات المُعبر عنها بالكيلومترات المربعة.

القيود المعروفة ونطاق التحسينات

ينطوي الإصدار الحالي من مجموعة البيانات العالمية لديناميات الخزانات العمومي على القيود المعروفة التالية:

- بعض الخزانات التي بنيت قبل عام 1984 قد لا تكون مُدرجة.
- الخزانات التي تقلّ مساحتها عن 3 هكتارات (000 30 متر مربع) قد لا تكون مُدرجة.
- قد تكون فروع الخزانات التي يقلّ عرضها عن 30 متراً غير مدرجة.
- تعتمد ديناميكيات الخزان العالمية على SRTM/ALOS DEM ولكن تتوفر نماذج DEM محسنة جديدة (مثل GLO-30 DEM[1])

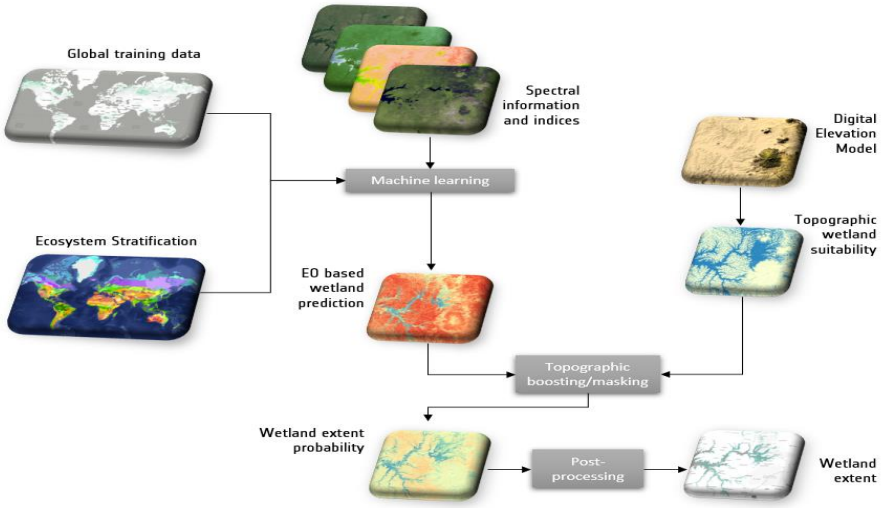
3. الأراضي الرطبة

وصف المنهجية المتّبعة في وضع خرائط الأراضي الرطبة على مستوى العالم

تُرسم خرائط الأراضي الرطبة الداخلية المغطاة بالنباتات وفقاً للتعريف التالي: "تشمل الأراضي الرطبة الداخلية المغطاة بالنباتات مناطق المستنقعات، وأراضي الخث، والمستنقعات، والسبخات، والأهوار، والأجزاء المغطاة بالنباتات من السهول الفيضانية، فضلاً عن حقول الأرز والزراعة عند انحسار الفيضان". ولا يقيس هذا المؤشّر الفرعي سوى الأراضي الرطبة الداخلية المغطاة بالنباتات، وليس المناطق المغطاة بأشجار المانغروف/ القرم الساحلية (راجع القسم 3-5 من هذه المنهجية المخصص لأشجار المانغروف/ القرم). وتُستخدم منهجية مؤشّر أهداف التنمية المستدامة هذه للإبلاغ الرسمي عن إحصاءات المؤشر ٦-٦-١. وقد وضعت خرائط جغرافية مكانية عالمية عالية الاستبانة للأراضي الداخلية الرطبة المغطاة بالنباتات. وتفصّل هذه الخرائط النطاق المكاني للأراضي الرطبة في كل من الدول المعنية. وقد أُعدت البيانات الخاصة بالأراضي الرطبة لدعم الدول في رصد النُظُم الإيكولوجية لأراضيها الرطبة ومُعالَجة أوجه القصور التي تشوب البيانات العالمية القائمة. ولإنتاج البيانات اللازمة، تعتمد منهجية قياس المؤشّر آلية متّسقة لرصد الأراضي الرطبة تستند إلى البيانات الساتلية لرصد الأرض. وتشمل الخريطة العالمية المساحة الكاملة لسطح الأرض، باستثناء أنتاركتيكا وعدد قليل من الجزر الصغيرة. عادةً ما تكون الأراضي الرطبة عرضة لتغيّرات سنوية كبيرة. لذلك، جمعت بيانات تشمل سنوات متعدّدة لمُعالَجة التحيّزات السنوية المحتملة بشكل أفضل، ووضع تقدير أكثر دقّة لمساحة الأراضي الرطبة. جُمعت البيانات من السنوات 2016 و2017 و2018، ودُمِجت لإعداد قياس مرجعي لمساحة الأراضي الرطبة (في km2). وتتيح التحديثات السنوية المقبلة إنتاج إحصاءات بشأن تغيّر الأراضي الرطبة. ومن المقرّر أن تعرض هذه الإحصاءات على بوابة البيانات الخاصة بالمؤشر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة بمجرّد توفّرها. إن التنبؤ بنطاق الأراضي

[1] وكالة الفضاء الأوروبية، سينرجايز (2021). نموذج الارتفاع الرقمي العالمي لكوبرنيكوس. وزعت من قبل OpenTopography. https://doi.org/10.5069/G9028PQB. تم الوصول إليه: 24-03-2024

الرطبة استناداً إلى بيانات رصد الأرض يعتمد على أربعة عناصر: الطباقية، وبيانات التدريب، والتعلّم الآلي، وإجراءات ما بعد المُعالَجة. ويستخدم هذا النهج جميع البيانات المتاحة من سواتل سينتينيل-1 وسينتينيل-2 ولاندسات 8 للتنبؤ باحتمالات الأراضي الرطبة. ويستخدم نموذج الارتفاع الرقمي لتحديد تنبؤات الأراضي الرطبة، ويُتّبع إجراء روتيني في مرحلة ما بعد المُعالَجة لتحويل خريطة احتمالات الأراضي الرطبة إلى خريطة لمساحة الأراضي الرطبة. كما تستخدم المعلومات الطبوغرافية المجمعة من نماذج الارتفاعات الرقمية المستمدة من السواتل. وقد تمّ تحليل قرابة 4 ملايين صورة ساتلية يبلغ حجم بياناتها 2.8 بيتابايت، وصُنِّفت على أنها تظهر أراض رطبة أو غير رطبة من خلال نموذج للتعلّم الآلي. وعلى مستخدمي خريطة الأراضي الرطبة العالمية التنبه إلى أن هذه الخريطة تمثّل تقييماً سريعاً للخط الأول للتوزيع العالمي للأراضي الرطبة المغطاة بالنباتات. وتتيح المنهجية المعتمدة تحديد الأراضي الرطبة الداخلية المغطاة بالنباتات. وقد يفضي ذلك إلى تقديرات تقلّ على الأرجح عن الأرقام الحقيقية، إذا ما قورنت بالإحصاءات الوطنية التي تدمج المقاييس الخاصة بالمياه السطحية والأراضي الرطبة الساحلية/البحرية.



الشكل 4. سير العمل لرسم الخرائط الخاصة بالنطاق العالمي للأراضي الرطبة

تبلغ دقّة البيانات المتعلّقة ببيانات الأراضي الرطبة المتاحة حوالي **70** في المائة، ولا يمكن في الوقت الراهن التوصّل إلى بيانات بشأن الأراضي الرطبة بدقّة **100** في المائة. تستند عملية رسم الخرائط إلى نهج سليم وفعّال، لكن قد تفتقر تنبؤات الأراضي الرطبة إلى الدقّة من حيث الأخطاء أو الإغفال. على سبيل المثال، من الأخطاء البارزة تصنيف الأراضي الزراعية المروية بكثافة على أنها أراض رطبة لأنها تتميّز بالعديد من الخصائص الطيفية المتأصلة في الأراضي الرطبة (أي ارتفاع الرطوبة ووجود الغطاء النباتي حتى في موسم الجفاف). وتعزى أخطاء الإغفال أساساً إلى التنوّع الكبير للأراضي الرطبة. ومن الجدير بالذكر أيضًا أنه نظرًا لأن الخريطة لا تأخذ في الاعتبار سوى الأراضي الرطبة النباتية، فقد تؤدي إلى تقديرات أقل من الإحصاءات الوطنية التي تدمج عادةً المقاييس المتعلقة بالمياه السطحية والأراضي الرطبة الساحلية/البحرية. **حساب التغيّر الحاصل في المساحة السطحية للأراضي الرطبة لكل دولة**

لم يحسب بعد أيّ تغيير في المساحة السطحية، لكن احتُسبت المساحة السطحية الأساسية لكل دولة. تستخدم هذه المنهجية خط أساس محدّد بالعام 2017 (استناداً إلى بيانات الصور المُدخلة من عام 2016 إلى عام 2018 لمعادلة التحيّزات السنوية المحتملة). وسيُنتج في المستقبل تحديثات سنوية لمجموعات البيانات الخاصة بمساحة الأراضي الرطبة. وفور إجراء التحديث اللازم، يمكن حساب التغيّر في مساحة الأراضي الرطبة من الفترة المرجعية الأساسية. باستخدام فترة الأساس هذه، تُحسب النسبة المئوية لتغيّر النطاق المكاني باستخدام الصيغة التالية المعادلة 3:

$$Equation\ 3: \quad \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

حيث:

Δ – النسبة المئوية للتغير في النطاق المكاني؛
β –حيث β هو النطاق المكاني للأراضي الرطبة للفترة المرجعية الأساسية (2016-2018)

وγ هو النطاق المكاني لفترة الإبلاغ.

القيود المعروفة للبيانات هي:

على الرغم من بذل أفضل الجهود لتدريب النموذج عبر أوسع نطاق ممكن من الأراضي الرطبة، ستكون هناك أنواع من الأراضي الرطبة وحالات لسلوك الأراضي الرطبة لن يتم تسجيلها بشكل كافٍ في النموذج العالمي. على سبيل المثال، نادرًا ما تتعرض بعض الأراضي الرطبة سريعة الزوال للفيضانات أو البلل، وبالتالي غالبًا ما تفوتها مجموعات البيانات الساتلية. وفي حالات أخرى، قد يحدث الجزء الرطب من الأراضي الرطبة تحت مظلة نباتية كثيفة، وهو أمر يصعب تقييمه باستخدام بيانات رصد الأرض، حيث لا يمكن اكتشاف وجود ظروف مائية/رطبة بسهولة.

- لا يطبق سوى التقسيم الطبقي الإقليمي، بما في ذلك الطبقات التي تمتد على دول عديدة. وباستخدام مستوى أدقّ من التقسيم الطبقي، يمكن تحسين تنبؤات الأراضي الرطبة المحلية/الوطنية.
- تكتسب خريطة الأراضي الرطبة مزيداً من الدقّة عند مقارنتها بعدد أكبر من قوائم جرد الأراضي الرطبة الوطنية وإجراء مطابقة ميدانية للبيانات.
- تُعدّ المعلومات المتعلقة بالتضاريس، والمستمدة من نماذج الارتفاعات الرقمية التي توفّرها السواتل، مدخلات رئيسية لرسم خرائط الأراضي الرطبة على الصعيد العالمي. مجموعات البيانات المرجعية الحالية هي من نموذج الارتفاعات الرقمية التابع للبعثة المكوكية المعنية برسم الخرائط الطوبوغرافية بالرادار بدقّة تبلغ 30 متراً، وهو نموذج يغطي الكرة الأرضية من الطوبوغرافية بالرادار بدقّة 30، من 60 درجة شمالاً إلى 56 درجة جنوباً. والمنطقة الواقعة شمال خط 60 شمالاً درجة، فقد اعتمدت على نموذج أقلّ دقّة يبلغ 90 متراً. وتتوفّر خيارات لنماذج الارتفاعات الرقمية بدقّة 30 متراً شمالاً خط 60 درجة شمالاً، وينبغي النظر في استخدامها في التحديثات المقبلة.
- تقع الجزر الصغيرة، بل وربما الدول الجزرية الصغيرة بأكملها، خارج خطة تغطية السواتل سانتينيل. ولذلك، لم يتم التنبؤ بأراضٍ رطبة في هذه المناطق. ويمكن وضع نماذج منفصلة للجزر غير المُدرجة باستخدام بيانات ساتلية بديلة للمدخلات (مثلاً باستخدام سواتل لاندسات فقط).

ستراعي التحديثات والتكرارات المقبلة لخريطة الأراضي الرطبة القيود المذكورة أعلاه، بما في ذلك التحوّل المحتمل إلى نموذج التعلّم العميق للتوصّل إلى وضوح أكبر للجوانب الزمنية والمكانية لتنبؤات الأراضي الرطبة. رغم القيود المفروضة على المنهجية، فإن إعداد خرائط عالية الدقّة للأراضي الرطبة في العالم بأسره يأتي في طليعة اهتمامات التكنولوجيا والطاقة الحاسوبية المتاحة حالياً. وهو يمثل تقدّماً كبيراً نحو الإبلاغ عن بيانات دقيقة ومجدية إحصائياً عن الأراضي الرطبة

4. أشجار المانغروف/ القرم

وصف المنهجية المتّبعة لقياس مساحة أشجار المانغروف/ القرم

استُخلصت الخرائط الخاصة بمساحة المناغروف العالمية على مرحلتين، حيث أنتجت في البداية خريطة عالمية تُظهر المساحة المغطاة باشجار المانغروف/ القرم (لعام 2010)، ثم أُعدَت ستة مستويات من البيانات السنوية الإضافية (للفترة 1996 و2007 و2008 و2009 و2015 و2016) (Bunting et al., 2018). وتستعين هذه المنهجية بمزيج من الرادار (PALSAR ALOS) والبيانات الساتلية البصرية (لاندسات-5، -7). كما استُخدم حوالي 15 000 مشهد من مشاهد لاندسات و500 1 بلاط موزاييكراردار بالسار في الساتل المتقدم لرصد الأرضي (1×1 درجة) لإعداد مركبات صور بصرية ورادارية تغطي الخط الساحلي على امتداد السواحل المدارية وشبه المدارية في الأمريكتين وأفريقيا وآسيا وأوقيانوسيا. وقد اقتصر التصنيف على استخدام قناع موئل المانغروف/ القرم، الذي حدد المناطق التي يُتوقع اشتمالها على نُظُم إيكولوجية لأشجار المانغروف/ القرم . وقد عُرِف موئل المانغروف/ القرم على أساس معايير جغرافية معينة مثل خطوط العرض والارتفاع والمسافة من مياه المحيطات. واستند التدريب على قناع الموئل وتصنيف قناع المانغروف/ القرم لعام 2010 إلى عينات

عشوائية أُخِذت من نحو 38 مليون نقطة باستخدام خرائط المانغروف/ القرم التاريخية لعام 2000 (Giri et al., 2010؛ Spalding et al., 2010)، خرائط وجود المياه (Pekel et al, 2017)، وبيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (SRTM-30).

وقد استمدت خرائط الحقب الست الأخرى من خلال كشف وتصنيف الفاقد من أشجار المانغروف/ القرم (الذي يعرَّف بأنه انخفاض في قوة الاستطارة الخلفية الرادارية) والزيادة في أشجار المانغروف/ القرم (التي تُعرَّف بأنها زيادة في قوة الاستطارة الخلفية الرادارية) بين بيانات رادار ألوس بالسار لعام 2010 من جهة، وبيانات الساتل الياباني لدراسة الموارد الأرضية (1996)، ورادار ألوس بالسار في الساتل المتقدم لرصد الأراضي (2007، 2008 و2009) ورادار ألوس بالسار-2 في الساتل المتقدّم لرصد الأراضي-2 (2015 و2016) من جهة أخرى. ثم، أضيفت وحدات البكسل للتغيّر الخاصة بكل مجموعة بيانات سنوية إلى قناع خطوط المسح الأساسية لعام 2010، أو طُرحت منه (واستُبعدت مؤقتاً لإتاحة الكشف عن زيادة مكاسب أشجار المانغروف/ القرم خارج القناع مباشرة أيضاً) لإعداد الخرائط السنوية لنطاق أشجار المانغروف/ القرم.

وقُيّمت دقّة تصنيف مجموعة البيانات الأساسية لعام 2010 استناداً إلى حوالي 800 53 عيّنة عشوائية من نقاط موزّعة على 20 منطقة اختيرت عشوائياً. وقدرت الدقّة الإجمالية بـ 95.25 في المائة، في حين قدرت دقّة المستخدم (خطأ الإضافة) ودقّة المنتج (خطأ الإغفال) لفئة أشجار المانغروف/ القرم بنسبة 97.5 في المائة و94 في المائة على التوالي. وقُيّمت دقّة تصنيف التغيّرات بأكثر من 000 45 نقطة، إذ بلغت الدقّة الإجمالية بـ 75.0 في المائة. وقُدِّرت دقّة المستخدم لفئات الفاقد والزيادة وعدم التغيّر على التوالي بنسبة 66.5 في المائة و73.1 في المائة و83.5 في المائة. وقدرت دقّة المنتج المناظرة للفئات الثلاث بنسبة 87.5 في المائة و73.0 في المائة و69.0 في المائة على التوالي

حساب تغيير مساحة اشجار المانغروف/ القرم لكل دولة

تتوفّر بيانات عن مساحة أشجار المانغروف/ القرم لعام 1996 ومرة أخرى سنويًا من عام 2007 إلى عام 2020. وسيتم إصدار بيانات سنوية جديدة تدريجياً. لإنتاج الإحصاءات الوطنية اللازمة لرصد المؤشّر 6.6.1، اعتُمدت سنة 2000 كسنة تمثيلية استناداً إلى مجموعة البيانات السنوية لعام 1996، وتماشياً مع خط الأساس للبيانات الخاصة بالمياه السطحية.المانغروف/ القرم. ويُقارن النطاق السنوي لغابات المانغروف/ القرم بهذه السنة الأساسية. انطلاقاً من هذه فترة المرجعية، تُحسب النسبة المئوية لتغيّر النطاق المكاني باستخدام الصيغة التالية المعادلة 4:

$$Equation\ 4: \quad \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

حيث Δ – النسبة المئوية للتغير في النطاق المكاني؛

β - النطاق المكاني الوطني من فترة الأساس (2000).

حيثما γ - المدى المكاني الوطني لأي فترة سنوية لاحقة أخرىؤ.

ملحوظة: بما أن ترسيمات أحواض الأنهار لا تمتد بشكل كامل إلى المنطقة الساحلية التي تسكنها أشجار المانغروف/ القرم، فلا يتم حساب إحصاءات دون وطنية لتغيرات أشجار المانغروف/ القرم.

وبصرف النظر عن التغييرات الشاملة في منطقة المانجروف، يتم أيضًا حساب صافي الخسائر والمكاسب في أشجار المانجروف لكل دولة والإبلاغ عنها على sdg661.app.

القيود المفروضة على بيانات المانغروف/ القرم

- توفّر خريطة أشجار المانغروف/ القرم مجموعة من البيانات العالمية، وبالتالي لا يتوقع منها تحقيق نفس المستوى العالي من الدقّة في كل مكان، كما هو الحال لخرائط النطاق المحلي المستمدة من المسوحات الميدانية أو من بيانات جغرافية مكانية عالية الاستبانة. إن عملية رسم خرائط المناطق العالمية باستخدام بيانات وأساليب متسقة - على الرغم من استكمالها ببيانات أرضية للمعايرة والتحقق - لأسباب لوجستية تتطلب عموما مقايضة من حيث دقّة النطاق المحلي. لكن يمكن تحسين الخرائط العالمية محلياً (أو وطنياً) بإضافة معلومات محسّنة (بيانات في الموقع وبيانات جوية أو البيانات التي توفّرها طائرات بدون طيار) للتدريب وإعادة التصنيف.
- ويمكن لعوامل مختلفة أن تؤثر على دقّة التصنيف، بما في ذلك توفّر البيانات الساتلية، وتركيبة أنواع أشجار المانغروف/ القرم، ومستوى التدهور.
- يتراوح التباعد الأصلي بوحدات البكسل للبيانات الساتلية المستخدمة في رسم الخرائط بين 25 و30 متراً. لكن يوصى باعتماد وحدة رسم خرائط تزيد مساحتها عن هكتار واحد تقريباً نظراً إلى عدم التيقن من تصنيف البكسل الواحد. وعادةً ما تزداد أخطاء التصنيف (ولا سيما أخطاء الإغفال) في مناطق الاضطراب والتجزؤ مثل أحواض تربية الأحياء المائية، وكذلك على امتداد مساحة أشجار المانغروف/ القرم النهرية أو الساحلية التي تشكل هامشاً ساحلياً ضيقاً من بضع وحدات بكسل.
- بوجه عام، تتّصف الحدود البحرية لاشجار المانغروف/ القرم بدقّة أكبر من الجانب البري، حيث يصعب التمييز بين أشجار المانغروف/ القرم وبعض أنواع الأراضي الرطبة أو النباتات البرية.
- تضم بعض المناطق قطع شريطية ناجمة عن خطأ في المسح الضوئي من لاندسات-7، لا سيما في مناطق غرب أفريقيا، وذلك لافتقارها إلى البيانات الكافية من لاندسات-5 والغطاء السحابي المستمر.
- الثغرات البيانية المعروفة في هذا الإصدار (v2.0) من مجموعة البيانات: مجموعة جزيرة الدابرا (سيشيل)؛ جزر أندامان ونيكوبار (الهند)؛ برمودا (المملكة المتحدة)؛ جزر شاغوس؛ جزيرة يوروبا (فرنسا)؛ فيجي (جزء شرق أنتيميرديان)؛ غوام وسايبان (الولايات المتحدة)؛ كيريباس؛ مالديف؛ جزر مارشال؛ بيرو (جنوب خط العرض °S4)، وجزر واليس وفوتونا (فرنسا).
- وكما هو الحال بالنسبة إلى خرائط الأراضي الرطبة، فإن إمكانية رسم خرائط عالمية عالية الدقّة تأتي في طليعة اهتمامات التكنولوجيا والطاقة الحاسوبية المتاحة حالياً. ويُعد ذلك تقدّماً بارزاً نحو الإبلاغ عن بيانات دقيقة، ومجدية إحصائياً، وقابلة للتحديث المستمر عن أشجار المانغروف/ القرم .

5. جودة المياه: التعكّر والحالة الغذائية

وصف المنهجية المتبعة لإعداد خريطة لجودة المياه على مستوى العالم

تتضمن مجموعة البيانات العالمية لقياس جودة المياه لمؤشر أهداف التنمية المستدامة 6.6.1 معلمتين لمياه البحيرة:

1. التعكر (TUR)، و

2. مؤشر الحالة الغذائية (TSI).

يمكن استخدام كلا المعلمتين لاستنتاج حالة أو جودة معينة لجسم المياه العذبة. يعد التعكر مؤشرًا رئيسيًا على نقاء المياه، حيث يحدد كمية ضبابية الماء ويعمل كمؤشر على توفر الضوء تحت الماء. يشير مؤشر الحالة الغذائية إلى الدرجة التي تتراكم بها المواد العضوية في المسطح المائي ويستخدم بشكل شائع فيما يتعلق بمراقبة التخثث. يتم اشتقاق التعكر من تقديرات تركيز المواد الصلبة العالقة (Binding et al., 2018[2]) ويتم اشتقاق مؤشر الحالة الغذائية من الكتلة الحيوية للعوالق النباتية عن طريق الكلوروفيل-أ (الجدول 3).

[2] Binding, C., Stumpf, R.P., Schaeffer, B.A., Tyler, A. and Hunter, P., 2018 . الفصل الثاني: مقدمة لاشتقاق مقاييس جودة المياه من الأقمار الصناعية. تقارير ودراسات المجموعة الدولية لتنسيق ألوان المحيطات (IOCCG)، 17، الصفحات من 15 إلى 28.

الجدول 3. مؤشّر الحالة الغذائية وفئات التركيز الكلوروفل-أ ذات الصلة (وفقاً لكارلسون (1977))

التصنيف الغذائي	مؤشّر الحالة الغذائية، قيَم مؤشّر الحالة الغذائية من خدمات كوبرنيكوس الأرضية العالمية	الكلوروفل-أ (ميكروغرام/لتر) (الحدّ الأعلى)
فقير بالمغذيات	0	0,04
	10	0,12
	20	0,34
	30	0,94
معتدل التغذية	40	2,6
	50	6,4
جيد التغذية	60	20
	70	56
تغذية مفرطة	80	154
	90	427
	100	1183

تم تعيين المنتجات بدقة 300 × 300 متر بكسل لالتقاط بيانات شهرية لإجمالي 4265 بحيرة وتغطي حقبتين 2006-2010 و2017-2020. تحتوي كل بحيرة على معلومات تعريف فردية تسمح لها بالارتباط بمجموعات البيانات الهيدرولوجية الأخرى. تتوفر قائمة بجميع معرفات البحيرة والمعلومات الإضافية (الموقع والاسم - حيثما كان معروفًا والمنطقة).

تعتمد المنتجات في الفترة 2006-2010 على ملاحظات من مهمة Envisat MERIS، في حين أن منتج 2017-2020 مشتق من مستشعرات OLCI الموجودة على متن Sentinel 3. وتم تطبيق خرائط المنطقة العازلة للأرض/المياه بالإضافة إلى خرائط الجليد لتحسين دقة البيانات. من الصعب بشكل جوهري التحقق من صحة معلمات جودة المياه المشتقة من EO، لأنها تعتمد بشدة على بيئة البحيرة المحددة ولا توجد بيانات مناسبة في الموقع للتحقق من صحتها بالنسبة لمعظم البحيرات. ومع ذلك، فإن التجربة العامة لتطبيق EO لاستخلاص جودة المياه هي أن المخرجات تميل إلى أن تكون متوافقة مع الأنماط الزمانية المكانية المتوقعة وتقارن جيدًا بالأرقام المنشورة (Gholizadeh et al., 2016).

حساب إحصاءات التعكّر ومؤشّر الحالة الغذائية

حُددت فترة مرجعية أساسية تشمل متوسطات شهرية على مدى 5 سنوات من عمليات الرصد للفترة الممتدة بين عامي 2006 و2010. ومن هذه البيانات التي تغطي فترة خمس سنوات، اشتُقَّ 12 متوسطاً شهرياً (متوسط واحد لكل شهر من أشهر السنة) لكل من الحالة الغذائية والتعكّر على السواء. كما استخدمت مجموعة أخرى من عمليات الرصد لحساب التغيّر مقابل البيانات الأساسية. وتشمل هذه البيانات الشهرية السنوات 2017 و2018 و2019 و 2020 و 2021 . وقد اشتُقت المتوسطات الشهرية الاثني عشرة لهذه السنوات الخمسة على النحو المستخدم في إعداد تقارير المؤشر 6.6.1 من أهداف التنمية المستدامة.

يُحسب الانحراف الشهري لخط الأساس المتعدّد السنوات باستخدام المعادلة 5 التالية

$$Equation\ 5: \quad \frac{Monthly\ average - Monthly\ baseline}{Monthly\ baseline} \times 100$$

لكل بكسل، ولكل شهر، حُسِب عدد عمليات الرصد الصحيحة، وعدد الأشهر التي سَجّلت انحرافات شهرية، وتقع قيمة هذه الانحرافات ضمن إحدى مجموعات القيَم التالية: 0-25 في المائة (منخفض)، 25-50 في المائة (متوسط)، 50-75 في المائة (عالي)، 75-100 (حاد). كذلك، جُمعت الانحرافات الشهرية لإعداد انحراف سنوي.

يتم أيضًا إنتاج تجميع للانحراف السنوي المقابل، ولكل سنة مستهدفة يتم حساب عدد البحيرات "المتأثرة" بالنسبة إلى إجمالي عدد البحيرات والإبلاغ عنه. يتم تعريف البحيرة المتأثرة على أنها بحيرة تنطبق عليها الشروط التالية: (عالية + شديدة) > (منخفضة + متوسطة).

وتمثل البيانات عدد البحيرات المتأثرة بتدهور الظروف البيئية المحيطة، (أي التي تظهر انحرافاً عن خط الأساس من حيث التعكّر والحالة الغذائية)، من إجمالي عدد البحيرات داخل الدولة ،ولا تفيد البيانات في تقييم ما إذا كانت نوعية مياه البحيرة جيدة أو سيئة، بل تشير فقط إلى حصول حدثٍ ما لمياه البحيرة وإلى تسجيل هذا الحدث. ويعتبر كل حدث مؤشّراً على تدهور في نوعية المياه. لكن، تجدر الإشارة إلى أن المؤشّر 6.6.1 يشمل أيضاً التعكّر والحالة الغذائية كمؤشّرات غير مباشرة، أو كمؤشّرات بديلة، لنوعية المياه. ولا يستخدم هذان المعياران كقياس مباشر لجودة المياه؛ لكنهما يؤديان دوراً فعالاً كمؤشّرات بديلة. لذلك، تُستخدم المعايير البديلة لتنبيه الدول من هذه الأحداث، وتشجيعها على التحقيق في سبب وقوع حدث ما وتحديد الحاجة إلى اتخاذ أيّ إجراء علاجي. ويمكن تتبّع الأحداث العالية والبالغة الخطورة عند حدوثها خلال المراحل المتقدّمة لتحليل البيانات.

القيود المعروفة لبيانات جودة المياه هي:

• إن العامل المقيد الرئيسي في تقييم جودة المياه عبر الأقمار الصناعية هو ندرة البيانات المتوفرة في الموقع لدعم ضبط الخوارزمية والتحقق من صحتها. وبدون الحملات الميدانية المخصصة، ومحطات المراقبة الآلية، وترتيبات تبادل البيانات المجتمعية، فمن المرجح أن يظل هذا مصدرًا رئيسيًا لعدم اليقين بشأن المنتج لعدة سنوات؛

• من المتوقع أن تزيد البحيرات الضحلة وكذلك تأثير الجليد/الثلج من الزيادة الملحوظة في مستويات التعكر في خطوط العرض الشمالية العليا.

6. تدفّقات الأنهار

قياس أو نمذجة تدفّقات الأنهار (التصريف)
إن تصريف الأنهار ومصبات الأنهار، أو حجم المياه المتدفّقة باتجاه المصبّ لكل وحدة زمنية، هو مقياس أساسي لفهم كمية المياه في النظام الإيكولوجي، ومدى توفّرها للاستخدام البشري. وعلى الدول أن تبلغ عن مجموع التصريف السنوي لكل نهر رئيسي لرصد التغيّر الحاصل في تصريف الأنهار بمرور الوقت.

يقيس المؤشر الفرعي لتدفق النهر التغيرات في حجم المياه المتدفقة في اتجاه مجرى المياه في الأنهار ومصبات الأنهار، وهو ما يسمى أيضًا بتصريف النهر. على الرغم من أن المنهجية المقدمة لهذا المؤشر الفرعي مرنة، اعتمادًا على خصوصيات البلدان وحالة أحواض أنهارها والموارد الوطنية المتاحة، إلا أنه يجب على البلدان الالتزام بالمبادئ التوجيهية الأساسية للرصد والإبلاغ التالية:

- يُطلب من البلدان تقديم إجمالي التصريف السنوي لجميع الأنهار الرئيسية ورصد التغيرات في تصريف الأنهار عبر السنوات.
- ينبغي جمع بيانات التصريف من كل نهر رئيسي يتم رصده مرة واحدة على الأقل شهريا. وينبغي بعد ذلك حساب متوسط هذه البيانات للحصول على متوسط التصريف السنوي لكل نهر.
- يجب أن يكون لكل حوض موقع واحد على الأقل لأخذ العينات، عند نقطة خروج مياهه إلى حوض آخر أو عند نقطة الخروج من الروافد الرئيسية.

تتسم طرق مراقبة تصريف الأنهار في الموقع بالمرونة ويمكن أن تشمل محطات قياس أو عدادات تيار أو حتى نماذج تصريف من النماذج الهيدرولوجية/الهيدروليكية (يفضل استكمالها ببيانات من الموقع، حيثما أمكن ذلك، لضمان الدقة).

في حين أن المقصود من المؤشر الفرعي لتدفق النهر في المقام الأول هو أن يتم قياسه في الموقع، باستخدام تقنيات تشمل محطات القياس وعدادات التصريف. إن توفر عمليات الرصد في الموقع غير متجانس من الناحية المكانية ونادر في أجزاء كبيرة من العالم. علاوة على ذلك، فإن شبكات المراقبة واسعة النطاق باهظة الثمن، وفي كثير من الحالات، غير عملية، خاصة بالنسبة لعمليات واسعة النطاق أو تحت

السطح مثل ديناميكيات المياه الجوفية. لا يمكن ملاحظة تدفق الأنهار (والمياه الجوفية) مباشرة من الفضاء، ولكن يمكن محاكاتها من خلال الجمع بين عمليات رصد الأرض وعمليات المحاكاة الرقمية.

واستجابة لهذا الوضع، تم اعتماد نهج النمذجة لإعداد التقارير العالمية عن التغيرات في تدفق الأنهار. يعتمد هذا النهج على النموذج الهيدرولوجي العالمي DHI (DHI-GHM) الذي يوفر محاكاة تنبؤات تاريخية في الوقت الحقيقي لمدة 10 أيام وموسمية على المستوى العالمي. يتكون DHI-GHM من نموذج جريان مياه الأمطار الشبكي الموزع بدقة مكانية تبلغ 0.1 درجة ونموذج توجيه حركي رشيق ينقل المياه بين خلايا الشبكة النموذجية ومستجمعات المياه الفرعية وفي نظام النهر. تتضمن مخرجات النموذج متغيرات هيدرولوجية شبكية، مثل محتوى رطوبة التربة ومكونات الجريان السطحي المختلفة، والتصريف في أكثر من مليون نقطة نهرية على مستوى العالم (Murray et al., 2023).

من نموذج DHI-GHM، يتم الحصول على بيانات تصريف الأنهار الشهرية منذ عام 2000 لجميع الأحواض المائية ذات المستوى 12 وتستخدم لتقدير البيانات السنوية للحد الأدنى والحد الأقصى لتدفق النهر. يتم تجميع تدفقات الأنهار من منافذ أحواض المستوى 12 التي تعمل كأحواض منفذ للمستويات الأعلى لحساب تدفقات أحواض المستوى الأعلى. يتم حساب إجمالي الحد الأدنى/الحد الأقصى للتصريف السنوي للبلدان على أنه مجموع التصريف في جميع منافذ الأنهار الواقعة داخل بلد معين.

لحساب النسبة المئوية للتغير في النهر، يتم حساب التدفق الأساسي لمدة 20 عامًا للحد الأدنى والحد الأقصى للتدفق السنوي على المستوى الوطني ولكل مستوى حوض فرعي. تُستخدم فترة الأساس هذه لحساب النسبة المئوية لتغير التصريف لأي فترة لاحقة مدتها 5 سنوات (راجع المعادلة 6).

$$Equation\ 6: \quad \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

حيث:

Δ = نسبة التغير في تصريف النهر

β = التصريف المرجعي التاريخي لمدة 20 عامًا، أي متوسط الحد الأدنى والحد الأقصى للتصريف السنوي خلال الفترة 2000-2019.

γ = متوسط الحد الأدنى/الحد الأقصى السنوي للتصريف خلال فترة الإبلاغ البالغة 5 سنوات (على سبيل المثال، 2017-2021).

يتم حساب التغيرات في تدفق الأنهار على المستوى الوطني ودون الوطني لجميع مستويات الأحواض المائية.

اعتبارات هامة:

تصف هذه الأقسام الاعتبارات الرئيسية لرصد التصريف، ويوفّر معايير بيانات التصريف لاستكمال البيانات العالمية المنتجة حالياً لدعم المؤشر ٦-٦-١.

- **أساليب الرصد المشتركة في الموقع:** يمكن اتّباع مجموعة متنوّعة من الأساليب لرصد التصريف في الموقع، وينبغي أن يستند الاختيار إلى حجم ونوع الكتلة المائية، والتضاريس وسرعة تدفّق المياه، والدقّة المطلوبة للقياس، فضلاً عن الموارد المالية المتاحة. والنهجان الأكثر شيوعاً وسهولةً لقياس تدفّقات الأنهار هما محطات القياس واستخدام مقاييس سرعة التيار في دول عديدة، تُعدّ محطات القياس أكثر وسائل القياس انتشاراً، إذ أنها تسمح بالرصد المستمر، وفي الوقت الحقيقي في كثير من الأحيان. وتشكّل هذه المحطات مواقع ثابتة على امتداد النهر أو المصب حيث يُرصد التغيّر في مستوى سطح الماء، وذلك في المواقع التي تشهد علاقة فريدة بين

مستوى المياه وتدفّقها، ويمكن إنتاج ما يسمّى بمنحنى التصنيف. يُرصد ارتفاع سطح الماء (المستوى) بشكل متكرّر، وغالباً ما يُقدَّر حجم التصريف على فترات شهرية، وفي أماكن عديدة، وتتُاح هذه العملية على فترات يومية أو بشكل مستمر. ويمكن استخدام مقاييس سرعة التيار وغيرها من الأدوات لرصد التدفّق وحساب التصريف. على سبيل المثال، غالباً ما تستخدم مقاييس سرعة التيار المروحية أو القصيرة أو الكهرومغناطيسية لقياس السرعة، ويمكن استخدامها بالاقتران مع أساليب المساحة الشاملة للأقسام للحصول على معدّلات التدفّق. تستخدم محدّدات دوبلر الصوتية لقياس التيار على نطاق واسع (ADCPs) للأنهار/مصبات الأنهار الكبيرة للتوصّل إلى قياس أكثر دقّة لعمق القاع والسرعة والتصريف. وغالباً ما تُعلّق على القوارب وتُسحب على طول سطح الماء، ولكن يمكن أيضاً تثبيتها بشكل دائم، وتعمل هذه المحدّدات بارسال موجات صوتية وقياس معامل الانعكاس الصوتي. لكن أدوات القياس من قبيل محدّدات دوبلر الصوتية لقياس التيار هي أكثر تكلفة بكثير من أساليب القياس الأخرى ويتطلّب تشغليها مهارة كبيرة وبرامج صيانة جيدة. ومع ذلك، قد تكون الخيار الأنسب للأنهار الكبيرة، لا سيّما في ظروف التدفّق العالي.

- **موقع الرصد:** إن اختيار المكان المحدّد لرصد التصريف على امتداد النهر أو مصب النهر قد يتوقف على منهجية الرصد المتّبعة. على سبيل المثال، في حال وجود قناطر احتجاز ثابتة، يجري الرصد دائماً في هذا الموقع المحدّد. لكن رصد التصريف في الموقع قد يتطلّب وقتاً أطول وتكلفة أكبر، يوصى باختيار المواقع الاستراتيجية التي تمثّل نهراً أو مصباً كاملاً. ويتمثّل الحدّ الأدنى من جهود الرصد في تحديد موقع لقياس التدفّق على مقربة من نقطة خروج كل حوض إلى حوض آخر. كما إن الرصد عند نقطة الخروج من جميع الروافد الرئيسية يتيح الوصول إلى مستوى أكبر من المعلومات. وفي حال خضع التصريف إلى تأثيرات موضعية ناجمة عن الأنشطة البشرية، يوصى برصد التدفّق في كل من المنبع والمصب لإتاحة إدارة شاملة للوضع.
- **تواتر الرصد:** قد تشهد كمية المياه في النهر أو مصب النهر تغيّراً سريعاً من جراء هطول الأمطار وأنماط الطقس. وكلما زادت البيانات الخاصة بالتصريف، زادت دقّة بيانات التصريف تلك. لكن، لا بد من تركيز الجهود واختيار تواتر استراتيجي للرصد. ومن الناحية المثالية، ينبغي جمع البيانات المتعلقة بالتصريف في مكان معيّن مرة واحدة شهرياً على الأقلّ (على نحو مثالي بتواتر يومي)، ويمكن عندئذ الاستفادة من هذه البيانات لتحديد الاتجاهات السنوية والطويلة الأجل. وقد تتأثر كمية المياه في مصبات الأنهار تأثراً كبيراً بتدفّقات المد والجزر، وبالتالي فإن هذا المؤشّر يقتصر على تدفّقات المياه العذبة من المنبع إلى مصب النهر.
- **نمذجة التصريف**: إضافةً إلى الرصد في الموقع الذي يتأثر دائماً بجميع أشكال تعديل التدفّق أو التخزين أو السحب في المنبع، يمكن نمذجة التصريف باعتماد أحد النماذج العديدة المتاحة التي تستخدم البيانات المناخية وبيانات استخدام الأراضي، من بين بيانات أخرى، لتقدير التدفّقات الطبيعية والحالية على السواء. تتوفّر تطبيقات نماذج هيدرولوجية عالمية، وقد وضعت هذه النماذج أو ما شابهها في بعض الدول بما يتناسب والسياق المحلي، ويجري معايرتها باستخدام بيانات حقيقية مقاسة. وكلما أمكن، يوصى باستكمال بيانات التصريف المنمذجة ببيانات تُقاس في الموقع لضمان الدقّة. وعادة ما تكون النماذج الهيدرولوجية المفاهيمية لتقدير التدفّق والتصريف أقلّ قابلية للكشف عن آثار التغيّرات الطفيفة في الغطاء الأرضي مع مرور الوقت، إذ تتم معايرة النماذج على بيانات التدفّق التاريخية وظروف استخدام الأراضي المرتبطة بها.

7. المياه الجوفية

قياس كمية المياه الجوفية داخل طبقات المياه الجوفية

تعد التغيّرات في كمية المياه الجوفية داخل طبقات المياه الجوفية معلومات هامة بالنسبة إلى العديد من الدول التي تعتمد اعتماداً كبيراً على توفّر المياه الجوفية. لأغراض قياس المؤشر ٦-٦-١، فإن رصد التغيّرات في مستويات المياه الجوفية يعطي مؤشّراً جيداً على التغيّرات في المياه المخزنة في طبقة المياه الجوفية. ولن يدرج في الإبلاغ سوى طبقات المياه الجوفية الهامة، التي يمكن اعتبارها نُظُماً إيكولوجية فردية للمياه العذبة.

اعتبارات هامة:

تصف الأقسام أدناه بعض الاعتبارات الرئيسية لرصد التغيرات في المياه الجوفية لمؤشر الهدف 6-6-1 من أهداف التنمية المستدامة:

- **موقع الرصد:** يُقاس مستوى المياه الجوفية داخل طبقة المياه الجوفية من خلال استخدام الآبار. ومن التحديات التي تُصعِّب إجراء الرصد هي في اختيار موقع الآبار التي ستمثل بشكل كاف الحالة الاجمالية للمياه الجوفية لطبقة المياه الجوفية. ولا يمكن تحديد عدد الآبار التي يتعيّن رصدها، حيث أن توزيع المياه الجوفية قد يتغيّر تبعاً لموقع وخصائص طبقات المياه الجوفية. ويوصى برصد العدد الكافي من الآبار لتمثيل كامل للمنطقة، مع مراعاة قدرة الدولة كعامل في تحديد عدد الآبار التي تمثل المنطقة على أفضل وجه. ويوصى بجمع البيانات من آبار المراقبة/الرصد، وهي آبار غير مجهزة بمضخات، وتجنب البيانات من الآبار المستخدمة (مع مضخات). إذا اقتضت الضرورة استخدام بئر مزود بمضخة لاستخلاص القياسات، لا بد من السماح بفترة ترميم طويلة، لا يُستخدم خلالها البئر لإتاحة استقرار كافٍ لمستوى المياه الجوفية في البئر قبل أي قياس.
- **تواتر الرصد:** تتغيّر مستويات المياه الجوفية بتغيّر تغذية المياه الجوفية (المتأثرة بالظروف المناخية، واستخدام الأراضي) وعمليات سحب المياه الجوفية من النظام، أي استخراج المياه الجوفية. لفهم تأثيرات الدورة الموسمية والرطبة/الجافة، فإن الرصد الشهري هو الحل الأمثل. ولكن الجمع مرتين على الأقلّ في السنة، في المواسم الرطبة والجافة، ضروري أيضاً
- معايير المؤشر ٦-٦-١ البيانات
- تخضع البيانات المتعلّقة بكمية المياه الجوفية المقدمة إلى الوكالة (الوكالات) الراعية إلى التحقق لضمان سلامة البيانات. وينتج عن جمع البيانات الخاصة بمستوى المياه الجوفية إحصاءات بديلة لقياس كمية المياه الجوفية في طبقة المياه الجوفية بمرور الوقت. لدراسة هذا التغيّر بمرور الوقت، تُستخلص النسبة المئوية لتغيّر مستوى المياه الجوفية، يتم التحقّق من صحتها بين الوكالة (الوكالات) الراعية والدولة المعني. ويتطلّب حساب التغيّر في النسبة المئوية على المستوى الوطني تحديد فترة مرجعية مشتركة لجميع الأحواض، وذلك استناداً إلى بيانات تاريخية عن مستوى المياه الجوفية أو إلى بيانات منمذجه، إذا توفّرت. وفي غياب مثل تلك البيانات، يمكن اعتماد فترة أحدث لتمثيل "خط الأساس" أو الفترة المرجعية. وينبغي للدول أن توفّر المستوى السنوي للمياه الجوفية لرصد التغيّر الحاصل في حجم طبقة المياه الجوفية بمرور الوقت. ويرد جدول لجمع البيانات في منهجية الرصد كمرفق.

4.D. التحقق

يتم تحديث جميع بيانات الساتلية لرصد الأرض حول المياه العذبة سنويًا وتحميلها على بوابة بيانات مؤشر ٦-٦-١ (www.sdg661.app)حيث يمكن الوصول إليها مجانًا ويمكن تنزيل البيانات مجانًا. تتم مشاركة بيانات المؤشر الوطني لأهداف التنمية المستدامة ٦-٦-١ مع جهات تنسيق المؤشرات الوطنية (الأشخاص المحاورون لمؤشر ٦-٦-١ المؤكد مسبقًا) كل 3-4 سنوات، بما يتماشى مع الجدول الزمني لمبادرة الرصد المتكامل للهدف ٦ من أهداف التنمية المستدامة المنسقة من قبل الأمم المتحدة للمياه ، لعدم ممانعة موافقة.

4.E. التعديلات

لم يتم إجراء أي تعديلات.

4.F. معالجة القيم الناقصة (1) على مستوى البلد و (2) على المستوى الإقليمي

- على مستوى البلد

نظراً لاستخدام البيانات الساتلية في بعض المؤشرات الفرعية، من غير المتوقع وجود بيانات ناقصة في هذه المؤشرات الفرعية. لا تُحتسب القيم المفقودة لكافة المؤشرات الفرعية الأخرى.

- على المستويين الإقليمي والعالمي

لا تُحتسب القيم الناقصة.

4.G. المجاميع الإقليمية

للاطّلاع على أساليب التجميع، الرجاء مراجعة:
https://wesr.unep.org/media/docs/graphs/aggregation_methods.pdf.

H.4. المناهج والتوجيهات المتاحة للبلدان بشأن تجميع البيانات على الصعيد الوطني

تتوفر منهجية كاملة لرصد مؤشرات أهداف التنمية المستدامة بجميع لغات الأمم المتحدة هنا
جميع الوثائق المتعلقة بالمنهجيات والتنزيلات وشركاء الإنتاج متاحة في مستكشف النظام الإيكولوجي للمياه العذبة (www.sdg661.app)

I.4. إدارة الجودة

تشتمل منهجيات الإنتاج لكل مجموعة بيانات أقمار صناعية للمياه العذبة على إجراءات إدارة الجودة والعمليات المدمجة في عملية إنتاج البيانات لضمان تلبية الحد الأدنى من معايير الجودة المتسقة.

J.4. ضمان الجودة

تشتمل عمليات إنتاج البيانات لكل مجموعة بيانات أقمار صناعية للمياه العذبة على ضمان الجودة (الصيغ الرياضية) كعنصر متكامل في عملية إنتاج البيانات لضمان تلبية الحد الأدنى من معايير الجودة المتسقة وضمان الحصول على بيانات منتجة من أجل كل الدول قوية ثابتة وقابلة للمقارنة دولياً عبر الزمان والمكان. يتم نشر عمليات إنتاج البيانات، بما في ذلك من خلال المجلات العلمية التي يراجعها الأقران. يتم تنفيذ عمليات ضمان الجودة بالإضافة إلى ذلك من قبل فرق إنتاج البيانات في المفوضية الأوروبية. تتم مشاركة البيانات والموافقة عليها من قبل الدول ويتم إجراء عمليات إدارة الجودة في برنامج الأمم المتحدة للبيئة وفقًا لإجراءات التشغيل القياسية المعتمدة بشأن معالجة البيانات وتجميعها وإدارتها، قبل تقديم بيانات المؤشر إلى شعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة.

K.4. تقييم الجودة

5. توافّر البيانات والتفصيل

توافر البيانات:
جميع الوثائق المتعلقة بالمنهجيات والتنزيلات وشركاء الإنتاج متاحة في مستكشف النظام الإيكولوجي للمياه العذبة (www.sdg661.app)

التسلسل الزمني:
تُتبَّع دورة سنوية في عملية تقديم التقارير عن هذا المؤشر.

التفصيل:
يمكن تفصيل المؤشر ٦-٦-١ من أهداف التنمية المستدامة حسب نوع النظام البيئي (مما يتيح اتخاذ القرار على مستوى النظام البيئي). يمكن أيضاً تفصيل بيانات المؤشر ٦-٦-١ على مستويات مكانية مختلفة، أي المستوى الوطني، ومستوى الحوض، والمستوى الإداري الفرعي، والبحيرات ، والخزانات.

6. المقارنة/الانحراف عن المعايير الدولية

مصادر التباين:
لا ينطبق

7. المراجع والوثائق

الرابط:
http://www.sdg6monitoring.org/indicators/target-66/indicators661/

All documentation on methodologies, downloads, production partners are available at the Freshwater Ecosystem Explorer (www.sdg661.app)

لوضع منهجية المؤشر ٦-٦-١، أنشأ برنامج الأمم المتحدة للبيئة فريق خبراء فنيين. وقدم هذا الفريق مدخلات في وضع منهجية الرصد. وقد اختُبِرَت المسودة الأولى (من المستوى الثالث) من المنهجية في عام 2017، وأُرسِلت إلى جميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة، مرفقة بالمواد اللازمة لدعم القدرات. وقدم عدد محدود من الدول الأعضاء (19 في المائة) بيانات إلى برنامج الأمم المتحدة للبيئة بعد فترة 8 أشهر. وقد افتقرت البيانات الواردة إلى الجودة الكافية من حيث النوعية ونطاق التغطية. وأشارت دول إلى نقص البيانات اللازمة للإبلاغ عن المؤشّر، والوقت الكافي والموارد المطلوبة للشروع في رصد نظام إيكولوجي جديد.

وبعد مرحلة التجربة والاختبار العالمية، ولمُعالَجة أوجه القصور المعروفة التي تشوب البيانات العالمية بالنسبة للمؤشّر، نُقِحت المنهجية لتشمل بيانات عن النُظُم الإيكولوجية المتصلة بالمياه المستمدة من العمليات الساتلية لرصد الأرض. وقد تعاون برنامج الأمم المتحدة للبيئة مع مجموعة من الشركاء العاملين مع منتجات البيانات العالمية التي تعتبر ذات صلة بالمؤشّر ومناسبة له. ونظر تقييم مصادر البيانات العالمية في نوعية البيانات، والدقّة، وتواتر القياسات، والتغطية العالمية، والسلاسل الزمنية، وقابلية التوسّع (أي البيانات المصنّفة على الصعيدين الوطني ودون الوطني). وخلُص التقييم إلى منهجية قوية إحصائياً تنتج بيانات قابلة للمقارنة دولياً، لا تفرض على الدول تكاليف باهظة تحول دون إمكانية الإبلاغ. وقد تمت استشارة فريق الخبراء الفنيين بشأن المنهجية المحدَّثة قبل تقديمها إلى الفريق الاستشاري المستقل المعني بالخبراء التقنيين - المديرية العامة لمساعدة الخبراء التقنيين للموافقة عليها.

وفي الاجتماع السابع لفريق الخبراء المشترك بين الوكالات المعني بمؤشّرات أهداف التنمية المستدامة في نيسان/أبريل 2018، تمَّت الموافقة على منهجية المؤشّر، وتصنيفها بمنهجية مؤشّر من المستوى الثاني. وبعد ذلك بوقت قصير، في تشرين الثاني/نوفمبر عام 2018، أعيد تصنيف المنهجية إلى منهجية مؤشّر من المستوى الأول. ويعني تصنيف المستوى الأول أن المؤشّر واضح من الناحية المفاهيمية، ويتّبع منهجية راسخة دولياً ومعايير متاحة، وأن البيانات اللازمة لقياسه تُنتج بانتظام من جانب ما لا يقلّ عن 50 في المائة من الدول ومن السكان في كل من المناطق المناسبة لقياس المؤشّر.

واصل برنامج الأمم المتحدة للبيئة طوال عام 2019 العمل مع شركائه لتحسين مجموعات البيانات المتاحة عالمياً ذات الصلة بالمؤشّر ٦-٦-١، وقياس التغيّرات التي تحدث لمختلف أنواع النُظُم الإيكولوجية المتعلّقة بالمياه. وعليه، تم تحديث هذه المنهجية في آذار/مارس 2020 لتشمل معلومات أكثر تفصيلاً عن النهج المعتمد للحصول على بيانات ساتلية لرصد الأرض فيما يتعلّق بالمؤشّرات الفرعية.

المراجع:

Bunting P., Rosenqvist A., Lucas R M., Rebelo L. M., Hilarides L., Thomas N., Hardy A., Itoh T., Shimada M. and Finlayson C. M. (2018). The Global Mangrove gmwatch – a new 2010 Global gbaseline of Mangrove mextent. Remote Sens.*ing*, 10,() 1669 .https://doi.org/10.3390/rs10101669.

Dickens et al, 2019 : Chris Dickins, Matthew McCartney: Water-related Ecosystems, International Water Management Institute, Sri Lanka. https://doi.org/10.3390/su11020462

Farr et al, 2004 : Farr et al, 2004 - Farr, T.G., Rosen, P.A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M.,Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D., and Alsdorf, D.E., 2007, The shuttle radar topography mission: Reviews of Geophysics, v. 45, no. 2, RG2004, at https://doi.org/10.1029/2005RG000183.

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T.R., Masek, J. & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests ofthe world using earth observation satellite data. Global Ecology and Biogeography, 20(1), 154-159. Available at: https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x

Gholizadeh, M. H., Melesse, A. M. & Reddi, L. A Comprehensive Review on Water Quality Parameters Estimation Using Remote Sensing Techniques. 2016. Sensors, 16(8), 1298. Available from: http://doi.org/10.3390/s16081298

Lehner et al, 2011: Lehner et al, 2011 - Lehner, B., C. Reidy Liermann, C. Revenga, C. Vörösmarty, B. Fekete, P. :Crouzet, P. Döll, M. Endejan, K. Frenken, J. Magome, C. Nilsson, J.C. Robertson, R. Rodel, N. Sindorf, and D. Wisser. 2011. High-resolution mapping of the world's reservoirs and dams for sustainable river-flow management. Frontiers in Ecology and the Environment 9 (9): 494-502.

MEA, 2005: –Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well Being: Wetlands and water synthesis. Island Press, Washington DC. https://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf

Murray, A.M., Jørgensen, G.H., Godiksen, P.N., Anthonj, J. and Madsen, H., 2023. DHI-GHM: Real-time and forecasted hydrology for the entire planet. Journal of Hydrology, 620, p.129431.

Pekel, JF. ., Cottam, A., Gorelick N., &Belward A,.S (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature, 540) : https://doi.org/10.1038/nature20584.

Sayer et al. 2019 : Sayer et al, 2019 – Roger Sayre, Suzanne Noble, Sharon Hamann, Rebecca Smith, Dawn Wright, Sean Breyer, Kevin Butler, Keith Van Graafeiland, Charlie Frye, Deniz Karagulle, Dabney Hopkins, Drew Stephens, Kevin Kelly, Zeenatul Basher, Devon Burton, Jill Cress, Karina Atkins, D. Paco Van Sistine, Beverly Friesen, Rebecca Allee, Tom Allen, Peter Aniello, Irawan Asaad, Mark John Costello, Kathy Goodin, Peter Harris, Maria Kavanaugh, Helen Lillis, Eleonora Manca, Frank MullerKarger, Bjorn Nyberg, Rost Parsons, Justin Saarinen, Jac Steiner & Adam Reed (2019) A new 30 meter resolution global shoreline vector and associated global islands database for the development of standardized ecological coastal units, Journal of Operational Oceanography, 12:sup2, S47-S56, DOI: 10.1080/1755876X.2018.1529714

Spalding M., Kainuma, M. & Collins, L. (2010). World Atlas of Mangroves (v1.1). London, U.K.: Earthscan (Taylor & Francis). ISBN: 978-1-84407-657-4. Available at: https://data.unep-wcmc.org/datasets/5.