No.

الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (جايكا)

سلطة الموارد المائية الوطنية (NWRA)
وزارة المياه والبيئة (MWE)

دراسة
لإدارة الموارد المائية
وتحسين إمداد المياه الريفية
في جمهورية اليمن
خطة عمل إدارة الموارد المائية
لحوض صنعاء

التقرير النهائي

التقرير الملخّص

نوفمبر 2007

شركة EARTH SYSTEM SCIENCE CO., LTD.
بالمشاركة مع
شركة JAPAN TECHNO CO., LTD

GE
JR
07-066

الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (جايكا)

سلطة الموارد المائية الوطنية (NWRA)
وزارة المياه والبيئة (MWE)

دراسة
لإدارة الموارد المائية
وتحسين إمداد المياه الريفية
في جمهورية اليمن
خطة عمل إدارة الموارد المائية
لحوض صنعاء

التقرير النهائي

التقرير الملخّص

نوفمبر 2007

شركة EARTH SYSTEM SCIENCE CO., LTD.
بالمشاركة مع
شركة JAPAN TECHNO CO., LTD

سعر الصرف المستخدم
في هذه الدراسة
1.00 دولار أمريكي = 180.88 ريال يمني = 123.00 ين ياباني
يوليو 2007

المقدمة

استجابة الى طلب من الحكومة اليمنية, فان الحكومة اليابان وافقت على اجرا دراسة مصادر المياه وتحسين تجهيز مياه الريف في جمهورية اليمن , خطة عمل إدارة مصادر المياه لحوض صنعاء ولها ثقة بدراسة بالوكالة اليابانية للتعاون الدولي (**JICA**).
الوكالة اليابانية للتعاون الدولي اختارت وأرسلت فريق عمل برئاسة السيد هيرويوشي يامادا من الشركة المساهمة نظام علوم (**ESS**) ومكونين من الشركة اليابانية وعملوا من الفترة ما بين فبراير 2007 وحتى أكتوبر 2007.

عقد الفريق نقاشات مع الجهات ذات العلاقة في الحكومة اليمنية, واجرو للمسح للمناطق المشمولة في الدراسة. وبعد العودة الى اليابان الفريق اجرى مزيد من الدراسة وجهزوا التقرير النهائي.

أتمنى من أن هذا التقرير سيساهم في تقدم في هذا المشروع ويطور العلاقات الصديقة بين البلدين الصديقين.

أخيرا, أود أن أقدم اخلص الشكر إلى المسئولين ذات العلاقة في الحكومة اليمنية لتعاونهم العميق خلال فترة الدراسة.

نوفمبر 2007
اريوكي ماتسموتو
نائب المدير
الوكالة الدولية للتعاون الدولي (JICA)

دراسة مصادر المياه وتحسين تجهيز مياه الريف في جمهورية اليمن
خطة عمل إدارة مصادر المياه لحوض صنعاء

نوفمبر 2007

اريوكي ماتسموتو
نائب المدير
الوكالة الدولية للتعاون الدولي (JICA)

رسالة تسليم

السادة المحترمون,

نحن نرحب بتسليمكم التقرير النهائي " دراسة مصادر المياه وتحسين تجهيز مياه الريف في جمهورية اليمن خطة عمل إدارة مصادر المياه لحوض صنعاء". تم تحضير هذا التقرير من قبل فريق الدراسة حسب العقود الموقعة يوم 30 يناير 2007 و 27 ابريل 2007 بين الوكالة اليابانية للتعاون الدولي وفريق الدراسة المشترك من شركة ارض نظام علوم المساهمة وشركة اليابانية للمعلومات.

في الدراسة, درسنه الوضع الحالي لمصادر المياه, والوضع الاقتصادي والاجتماعي والمؤسسي والتنظيم في حوض صنعاء. ووضعنا السيناريو التي يجب إتباعه لتخفيف الوضع الخطير لمصادر المياه وذلك من وجهة نظر الإمكانية العليا للتنفيذ وتقديم خطة عمل لإدارة مصادر المياه لحوض صنعاء وما هي الخطوات التي يجب إتباعها لتحقيق السيناريو.

يتكون التقرير من الملخص, التقرير الرئيسي, وتقرير الدعم. الملخص يعطي ملخص عن نتائج الدراسة. التقرير الرئيسي يحتوي على الأوضاع الحالية, السيناريوهات المستقبلية التي يجب إتباعها, خطة عمل إدارة مصادر المياه لحوض صنعاء, الاستنتاج والتوصيات. تقرير الدعم يحتوي على تفاصيل تقنية عن الدراسة.

جميع أعضاء فريق الدراسة يودوا أي يقدموا شكر جزيل إلى الوكالة اليابانية للتعاون الدولي, لجنة الإرشاد في الوكالة اليابانية للتعاون الدولي وزارة الخارجية, سفارة اليابان في جمهورية اليمن, المانحين, المنظمات الغير الحكومية, وكذلك جميع المسئولين في اليمن, والأشخاص لتعاونهم لفريق الدراسة. ويتمنى فريق الدراسة من ان نتائج هذه الدراسة ستساهم لحل الوضع الراهن لمصادر المياه في حوض صنعاء وان يستمر التعاون بين البلدين الصديقين في مناسبات اخرى

مع التقدير

هيرويوشي يمادا
رئيس فريق الدراسة

الخلاصة التنفيذية

1. خلفية عن الدراسة

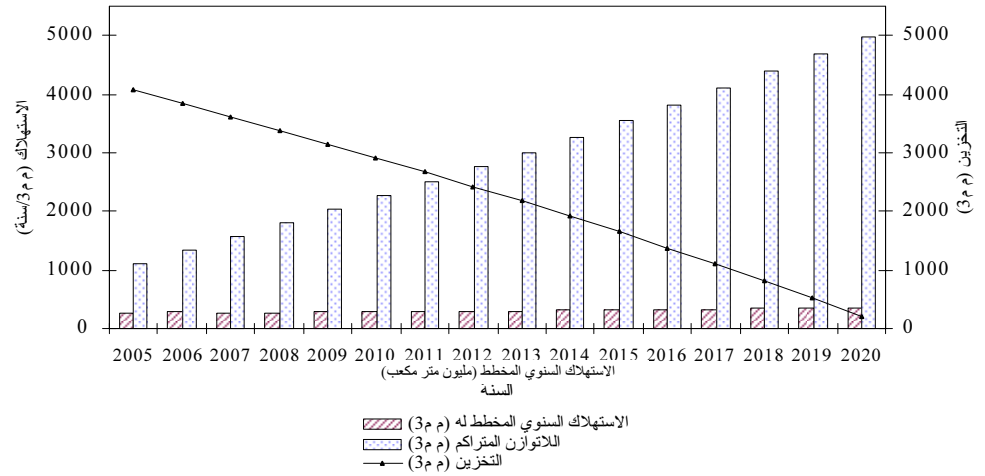
في حوض صنعاء, حيث تقع العاصمة اليمنية, تم تعميق الطبقة الجوفية من اجل سد الحاجة لتجهيز الماء للاستخدام المنزلي والري. كنتيجة, فان نقص المياه بداء أن تصبح أسوا يوم عن يوم وذلك من خلال سحب المياه بصورة غير مدروسة ومن غير إعادة ملئ وكذلك الزيادة في النمو السكان.

وضع حوض صنعاء كمنطقة محمية حسب قرار مجلس الوزراء رقم 33 لعام 2002 كأحد الأحواض الخمسة الخطرة. الهيئة العامة للموارد المائية فرع صنعاء أسس عام 2003 وسيقوم بتنفيذ أدارة الموارد المائية حوض صنعاء. لجنة حوض صنعاء نظم مع سكرتارية فنية للهيئة العامة للموارد المائية فرع صنعاء. الدراسات المكثفة لمصادر المياه داخل حوض صنعاء قد بداء منذ عام 1970 لكن الهيئة العامة للموارد المائية فرع صنعاء واجهت صعوبات في تنفيذ إدارة مصادر المياه بصورة جدية. بخصوص هذا فان الحكومة اليمنية طلبت من الحكومة اليابانية بالقيام بتعاون فني من اجل وضع خطة عمل لإدارة مصادر المياه لحوض صنعاء على المعلومات والبيانات المتوفرة.

2. السيناريوهات المستقبلية حسب الطلب الاجتماعي الاقتصادي والماء في حوض صنعاء

(1) التوازن المستقبلي للماء

المستقبل المتوقع للطلب على الماء بداء بارتفاع بصورة تدريجية من 269.3 مليون متر مكعب في عام 2005 إلى 349.6 مليون متر مكعب في عام 2020. بينما, تجديد مصادر المياه يقدر بحوالي 50.7 مليون متر مكعب سنويا. التوازن بين الطلب وتجديد مصادر المياه يقدر بأقل من 298.9 مليون متر مكعب في عام 2020, أذا لم يتغير كمية أعادة الملء. هذا يعني بان عدم تجديد مصادر المياه سيتمر بالانخفاض. معدل استهلاك المياه الجوفية حسب الإحصائيات المتوفرة يقدر 5212 مليون متر مكعب. لذا أذا استمر استهلاك المياه حسب الطلب المستقبلي للمياه فان المياه الجوفية لا تستطيع سد الحاجة في عام 2021 كما مبين في الشكل 1.



الشكل1 انخفاض المحزون حسب الطلب المستقبلي

(2) السيناريوهات المستقبلية

من اجل الحفاظ على الاستقرار لمصادر المياه في حوض صنعاء، فان جميع نشاطات الري يجب ان تتوقف وان تجهيز مناطق الحضر يجب أن يكون ثلثين. لكنه غير حقيقي باعتبار أن النشاط الاقتصادي يعتمد على قطاع الزراعة. لكن, جميع المساهمين يجب عليهم خفض استهلاك المياه على الاقل قبل عام 2020 من اجل وفير الفرص للوصول الى الخطوة التالية حسب السيناريو الذي يظهر خفض استهلاك المياه. في هذه الدراسة من وجهة النظر هذه, فتم اخذ بنظر الاعتبار الطلب على المياه. فتم تلخيص هذه السيناريوهات حتى العام 2020 في الجدول 1 وكما هو مبين في *الشكل 2*. تم تحضير هذه السيناريوهات الأربعة جنبًا إلى جنب مع سيناريوهات لخمسة قطاعات. حالة تحديد كل سيناريو هي كما يلي.

- سيناريو 1: يتم تطبيق قيم أقل مساهمة لتخفيض الاستهلاك في كل قطاع مثل أعلى معدل نمو وأقل فعالية ري، والمحددة في الخطة الموجودة والتي حددها فريق الدراسة.

- سيناريو 2: يتم تطبيق قيم أقصى تخفيض ممكن لاستهلاك المياه المحدد من قبل فريق الدراسة لإمداد المياه للمنطقة المدنية ولأغراض الري والذي يفسر الجزء الكبير من إجمالي استهلاك المياه.

- سيناريو 3: يتم تطبيق قيم أقصى تخفيض ممكن لاستهلاك المياه المحدد من قبل فريق الدراسة ليس فقط لإمداد المياه للمنطقة المدنية ولأغراض الري ولكن لأغراض الصناعة والسياحة أيضًا.

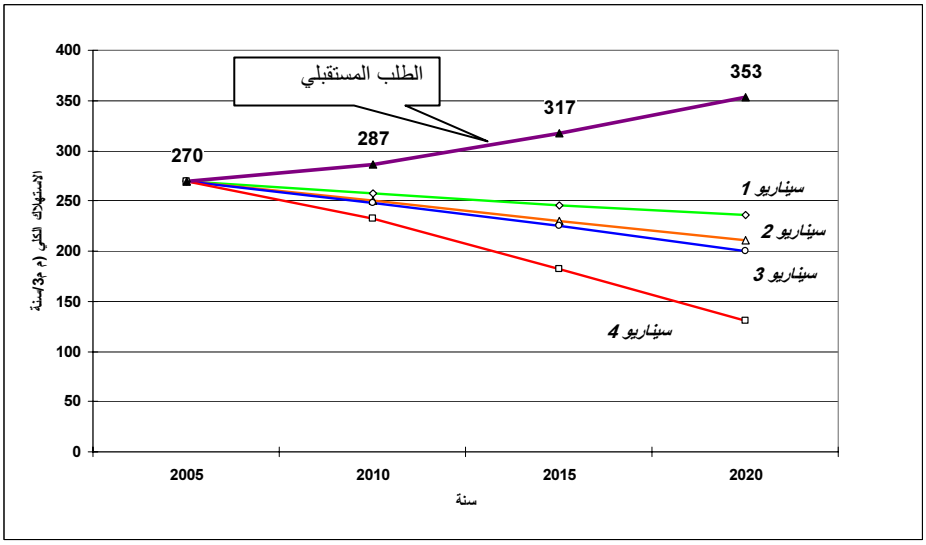
- سيناريو 4: يتم تطبيق قيم أقصى تخفيض ممكن لاستهلاك المياه المحدد من قبل فريق الدراسة لإمداد المياه للمنطقة المدنية ولأغراض الصناعة والسياحة. بالنسبة لأغراض الري، فيتم تطبيق تخفيض استهلاك المياه إلى 50 مليون متر مكعب مع الأخذ بعين الاعتبار إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في العام 2020.

الجدول 1 ملخص السيناريوهات للطلب على المياه

	إمداد المياه للمنطقة المدنية (المجتمع المحلي والمؤسسات)	الاستعمال المحلي في المناطق الريفية	الاستعمال الصناعي	الاستعمال السياحي	الاستعمال للري	مجموع الاستهلاك
السيناريو 1	(عدد السكان: 3198573 *LPGR 1 (الفاقد المادي: 14.6 م م3 (20%)*2 (استهلاك المياه لكل وحدة: 35 لتر/فرد/يوم*3	(عدد السكان: 437532*5 استهلاك المياه لكل وحدة: 40 (لتر/فرد/يوم*5)	معدل النمو القديم، (DPPR*6)	بالاستناد إلى DPPR	لا يوجد توسع في المنطقة المروية منذ عام 2005 IE: 60%*(7) المتطلب الفعلي: 83.68 م م3/سنة	***235.5***
م م3/سنة	**73**	**6.4**	**9.5**	**7.1**	**139.5**	
السيناريو 2	عدد السكان: 3198573 LPGR (الفاقد المادي: 10.3 م م3 (15%)*4 استهلاك المياه لكل وحدة: 35 لتر/فرد/يوم	عدد السكان: 437532 استهلاك المياه لكل وحدة: 40 لتر/فرد/يوم	معدل النمو القديم، DPPR	بالاستناد إلى DPPR	لا يوجد توسع في المنطقة المروية منذ عام 2005 IE: 70% المتطلب الفعلي: 83.68 م م3/سنة	***211.2***
م م3/سنة	**68.7**	**6.4**	**9.5**	**7.1**	**119.5**	
السيناريو 3	عدد السكان: 3198573 LPGR الفاقد المادي: 10.3 م م3 (15%) استهلاك المياه لكل وحدة: 35 لتر/فرد/يوم	عدد السكان: 437532 استهلاك المياه لكل وحدة: 40 لتر/فرد/يوم	لا يوجد نمو في الصناعة داخل حوض صنعاء منذ عام 2005	لا يوجد نمو في السياحة داخل حوض صنعاء منذ عام 2005	لا يوجد توسع في المنطقة المروية منذ عام 2005 IE: 70% المتطلب الفعلي: 83.68 م م3/سنة	***199.8***
م م3/سنة	**68.7**	**6.4**	**4.8**	**0.4**	**119.5**	
السيناريو 4	عدد السكان: 3198573 LPGR الفاقد المادي: 10.3 م م3 (15%) استهلاك المياه لكل وحدة: 35 لتر/فرد/يوم	عدد السكان: 437532 استهلاك المياه لكل وحدة: 40 لتر/فرد/يوم	لا يوجد نمو في الصناعة داخل حوض صنعاء منذ عام 2005	لا يوجد نمو في السياحة داخل حوض صنعاء منذ عام 2005	التقليل إلى 11.111 هكتار من المنطقة المروية من أصل 18954 هكتار تركيب نظام الري المحسن في 7843 هكتار	***130.3***
م م3/سنة	**68.7**	**6.4**	**4.8**	**0.4**	**50**	

* 1) LPGR: معدل نمو السكان المحدود المحدد في مشروع إمداد المياه والصرف الصحي لصنعاء (SWSSP)
* 2) الفاقد المادي، 20% محدد في مشروع SWSSP
* 3) الخيار 1 محدد في مشروع SWSSP، الخيار الأدنى، يتم تزويد المدينة بكاملها بالمياه
* 4) الفاقد المادي، 15% محدد من قبل فريق الدراسة
* 5) معدل النمو السكاني في المناطق الريفية: 2.5% معتمد من قبل مشروع GARWSP واستهلاك المياه للوحدة هو 20 لتر/فرد/يوم: معتمد من قبل سلطة NWRA.
* 6) القيمة المحسوبة المبنية على خطة التطوير الاجتماعية والاقتصادية للحد من الفقر (DPPR، 2006-2010)
* 7) كفاءة الري

* 8) الاستهلاك الكلي يتضمن ما يفقد في إمداد المياه وزيادة الاستخدام لأغراض الري



الشكل 2 السيناريوهات للطلب على الماء (2005-2020)

(3) السيناريو المستقبلي للحد الأعلى من الاستقرار

تم تقييم الأربع سيناريوهات المحددة والتي تهدف لخفض استهلاك الموارد المائية مع الأخذ بعين الاعتبار الوضع الحرج للموارد المائية، لاختيار السيناريو الأكثر منطقية. نتائج التقييم لكل سيناريو هي كالتالي.

- سيناريو 1: بالرغم من تحديد كفاءة الري بنسبة 60%، فهناك إمكانية للمزيد من التحسن في الكفاءة من خلال تركيب أنابيب لنقل المياه. بالإضافة لذلك، تم تحديد الفاقد المادي لإمداد المياه للمناطق المدنية بالنسبة 20%. مع ذلك، فيمكن خفض نسبة الفاقد المادي من خلال تقديم تقنية الكشف عن تسرب المياه للتسرب غير المرئي من الأرض. لذلك، يمكن استنتاج أن هناك إمكانية للمزيد من تخفيض استهلاك المياه في هذا السيناريو.

- سيناريو 2: يعتبر تخفيض استهلاك المياه في قطاعات الري وإمداد المياه للمناطق المدنية والتي تمثل جزءًا كبيرًا من إجمالي استهلاك المياه، أكبر ما يكون. في حين لم يتم اتخاذ أي إجراء لخفض استهلاك المياه للاستخدامات الصناعية والسياحية. لذلك، يمكن الاستنتاج أن هناك إمكانية للمزيد من التخفيض من استهلاك المياه في هذا السيناريو.

- سيناريو 3: يعتبر تخفيض استهلاك المياه في قطاعات الري وإمداد المياه للمناطق المدنية والتي تمثل جزءًا كبيرًا من إجمالي استهلاك المياه، أكبر ما يكون. بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد التحكم في نمو الطلب على المياه في القطاعات الصناعية والسياحية في هذا السيناريو. لذلك، فقد تمت مراعاة تأثر النشاطات الاقتصادية إذا تم اتخاذ المزيد من الإجراءات للتخفيض من استهلاك المياه.

- سيناريو 4: بالإضافة إلى ما تم تحديده في السيناريو 3، فقد تم تحديد استهلاك المياه لأغراض الري ليتم تخفيضه إلى 50 مليون متر مكعب والذي يتطابق مع كمية المياه العادمة المعالجة المتوفرة في العام 2020. من

خلال هذا التحديد، يتوجب على المزارعين تقليل مساحة أراضيهم المروية إلى ثلث المساحة الحالية وستقل منتجاتهم الزراعية. كنتيجة لذلك، فقد تمت مراعاة تناقص دخل المزارعين والأثر السلبي على الأنشطة الزراعية. لذلك، فإن تنفيذ السيناريو يفترض أن يكون في غاية الصعوبة.

كما ذكر أعلاه، فهناك إمكانية للمزيد من تخفيض استهلاك المياه في السيناريوهات 1 و 2. تمت مراعاة الأثر السلبي على الأنشطة الزراعية في السيناريو 4، بالرغم من أن كمية التخفيض هي الأعلى من بين السيناريوهات الأربعة المذكورة أعلاه. لذلك، تم اختيار السيناريو 3 كالسيناريو الذي يشتمل على إمكانية تنفيذ الإجراءات وأقصى كمية تخفيض ممكنة لاستهلاك المياه، كسيناريو يتجه لاستدامة الموارد المائية في حوض صنعاء.

من خلال تنفيذ السيناريو 3، يمكن توفير 153 مليون متر مكعب من الموارد المائية في عام 2020، تباعًا، سيتم تمديد الفترة التي يتوقع أن تصبح فيها الموارد المائية في وضع حرج إلى عام 2036 أي حوالي 30 سنة من العام 2007.

تحسين كفاءة الري وتحسين وضع الفاقد المادي لإمداد المياه في المناطق المدنية وإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة لأغراض الري هي الإجراءات الواجب اتخاذها وبأولوية عالية بحلول العام 2020 بما يتوافق مع السيناريو 3. لأن المساهمة من أجل تخفيض استهلاك المياه مرتفعة وتنفيذ كل مكونة يعتبر سهلاً.

مع ذلك، ينبغي التنويه إلى أنه بالرغم من تنفيذ السيناريو 3 بشكل كامل، إلا أن موارد المياه الجوفية ستصبح حتمًا في وضع حرج في العام 2037.

3. خطة عمل إدارة مصادر المياه

(1) محتوى خطة العمل

من اجل التعايش مع الوضع الحرج لمصادر المياه ولتامين مستقبل الأجيال القادمة, فيجب تعد خطط العمل كما موضح في الجدول رقم 2، مع اخذ بنظر الاعتبار الوضع الحالي لمصادر المياه والسيناريوهات الاجتماعية والاقتصادية المستقبلية. أن خطة عمل إدارة مصادر المياه تتكون من "خطة عمل" و "الإجراءات التي يجب أن تأخذ لتقدم مستقبلي". ما ذكر أعلاه هو الإجراءات التي يجب أن تنفذ سريعا من اجل لتحقيق السيناريو رقم 3, وهذا يعني تقليل 153 مليون متر مكعب من استهلاك المياه قبل عام 2030، والمساهمة بصورة فعالة للسيطرة على الوضع الحرج لمصادر المياه. الإجراءات التالية هو لتحسين تأثير النتائج "لخطة العمل". هذه الإجراءات تساهم في التعايش مع الوضع الحرج لمصادر المياه، لكن كمية المياه التي يجب تقليلها لم يوضح. لذا فان الفهم للوضع الحالي هو الخطوة الأولى لهذه الإجراءات.

جدول 2 الإجراءات التي يجب إتباعها

الرقم	محتوى تقرير خطة عمل ادارة مصادر المياه في حوض صنعاء
	خطة العمل
1	**خفض استهلاك المياه لاغراض الري** (1) رفع مستوى الةعي عند المزارع بخصوص استخدام وسائل الري الحديث (2) اقناع المزارعين بعدم توسيع اراضيهم (3) تركيب وسائل ري حديثة (4) تعريف بالوسائل الري الحدية مع تركيب عدادات (5) تحسين قدرة المديرية العامة للري/الهيئة العامة للمصادر المياه فرع صنعاء (6) اعادة النظر في دعم نشاطات الري
2	**خفض الخسائر الطبيعية لتجهيز المياه للحضر**

(1) السعي لكسب تفهم مستخدمي المياه في مدينة صنعاء للقبول بتخفيض استهلاك المياه للوحدة (2) تحسين قدرة خفض النضوح (3) مراقبة كميةا الانتاج وتطور في تحسن الفقدان	
التاكيد على استخدام المياه العادم المعالج (1) التاكيد على تحسين وجود محطة معالجة المياه العادم وبناء محطة جديدة (2) تخطيط لتوزيع الياه العادم (3) الترويج للمزارعين عن فهم استخدام المياه العادم المعالج والقيام بتجربة امامهم من اجل اقناعهم (4) مراقبة نوعية المياه	3
التحكم في استهلاك المياه لأغراض الصناعة (1) لتحضير لجرد لمصادر المياه الموجودة المستخدمة للاغراض المصانع (2) السعي لكسب تفهم أصحاب المصانع لعدم توسيع أنشطتهم داخل حوض صنعاء (3) خفض كمية المياه المستخدمه في المصانع واعادةاستخدام المياه داخل المصانع (4) تحضير خطة رئيسية للقطاع الصناعي واخذ بنظر الاعتبار وضع مصادر المياه	4
الاستهلاك المستمر للاغراض السياحي (1) لتحضير لجرد لمصادر المياه الموجودة المستخدمة للاغراض السياحي (2) تنبيه أصحاب الفنادق لعدم توسيع استهلاكهم للمياه (3) تحضير خطة رئيسية للقطاع الصناعي واخذ بنظر الاعتبار وضع مصادر المياه	5
تطوير المؤسسي (1) انهاء الشروط الرئيسية لقانون المياه لعام 2002 وتطوير القرار اعتبار حوض صنعاء منطقة مياه محمية (2) زيادة الوعي لدى العامة والقادة السياسيين حول إدارة الموارد المائية (3) تحسين الية العمل للادارة المحلية والمنظمة	6
التطوير التنظيمي (1) تحسين وظائف الهيئة العامة للموارد المائية فرع صنعاء: تطوير الهيكل التنظيمي, تطوير مصادر المياه, تحسين الادارة المالية وتحسين الية التنظيم والمراقبة. (2) الترويج لاندماج المجالس المحلية باطار تنظيمي محلي لادارة مصادر المياه على مستوى الحوض. (3) الترويج من اجل مشاركة القادة التقليديين والمؤسسات العشائرية من اجل تنفيذ ادارة مصادر المياه, تحت عاتق لجنة حوض صنعاء. (4) تحسين التوعية لجمعية حوض صنعاء حول تقليل استهلاك المياه	7
الاجراءات التي يجب القيام بها من اجل تقدم افضل	
حماية مصدر المياه الجوفية من التلوث (1) السيطرة على التلوث الناتج من المصانع - تحضير لجرد لمعرفة اسباب التلوث لمصادر المياه - توعية اصحاب المصانع ومحطات الوقود والمحلات الصغيرة - فرض المادة 54 من قانون المياه وتحضير لقانون محلي صارم - تحضير لنظام جمع من اجل رمي المياه العادم الذي ياتي من المصانع (2) السيطرة على عدم الاستخدام المفرط للمبيدات والسماد الكيميائي	1
الاستخدام الامثل للمياه السطحية (1) الاستخدام الامثل لمياه الحصاد - تحضير لجرد عن طرق حصاد المياه المتوفرة - السعي لكسب تفهم المزارعين ليستخدموا نظام الحصاد المائي بشكل صحيح (2) اخذ بنظر الاعتبار اعادة الملئ وبناء السدود - مراقبة وتحليل النشاطات المستمرة الخاصة بتحسين اعادة الملئ - اخذ بنظر الاعتبار النظرة المتكاملة للادارة المتكاملة لنظام اعادة الملئ	2
تحقيق الامثلية لتجهيز المياه التي تقدم من قبل المجهز في مدينة صنعاء (1) الفهم للوضع الحالي لتجهيز المياه الخاص وتاسيس قاعدة معلومات (2) زيادة الوعي حول طرق توفير المياه لدى المزودين على المستوى الخاص (3) تقديم العداد لاغراض المراقبة	3
اعادة تخصيص مصادر المياه دوليا اقليميا وعلى اقطاع (1) اعادة تخصيص المياه من الري الى استخدام المنزلي للحضر (2) السعي لكسب تفهم القبائل حول نقل المياه من أراضيهم إلى أماكن أخرى، وإلى ما بعد خطوط نقل المياه	4

(2) تنفيذ جدول خطة العمل

جدول تنفيذ خطة العمل المقترح موضح في *الجدول 3*. تم تحضير هذا الجدول الزمني مع مراعاة المشاريع

المستمرة مثل مشروع SBWMP وإعادة تأهيل محطات معالجة المياه العادمة، وينبغي إعادة الجدولة بناءً على تقدم كل نشاط وبالتوافق مع الظروف الفعلية على الأرض، بموجب مبادرة سلطة NWRA-SB، جنبًا إلى جنب مع المنظمات المعنية.

الجدول 3 الجدول المقترح لخطة العمل

الاجراءات التي يجب اتباعها			المنظمات المسؤولة	الحالة	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	خفض استهلاك المياه لاسباب الري	(1)	وزارة الزراعة والري	مشروع ادارة المياه في حوض صنعاء														
				خطة عمل														
		(2)	وزارة الزراعة والري	خطة عمل														
		(3)	وزارة الزراعة والري	مشروع ادارة المياه في حوض صنعاء														
				خطة عمل														
		(4)	وزارة الزراعة والري	خطة عمل														
		(5)	وزارة الزراعة والري	مشروع ادارة المياه في حوض صنعاء														
				خطة عمل														
		(6)	وزارة الزراعة والري	خطة عمل														
2	خفض الخسارة الطبيعية لتجهيز مياه الحضر	(1)	المجلس المحلي لتجهيز المياه والصرف الصحي	خطة عمل														
		(2)	المجلس المحلي لتجهيز المياه والصرف الصحي	المجلس المحلي لتجهيز المياه والصرف الصحي														
		(3)	الهيئة العامة لمصادر المياه فرع صنعاء	خطة عمل														
3	اعادةاستخدام المياه العادم	(1)	المجلس المحلي لتجهيز المياه والصرف الصحي	المجلس المحلي لتجهيز المياه والصرف الصحي														
		(2)	المجلس المحلي لتجهيز المياه والصرف الصحي	المجلس المحلي لتجهيز المياه والصرف الصحي														
		(3)	وزارة الزراعة والري	خطة عمل														
		(4)	الهيئة العامة لمصادر المياه فرع صنعاء	خطة عمل														
4	استهلاك المستمر لمياه الصناعي	(1)	الهيئة العامة لمصادر المياه فرع صنعاء	خطة عمل														
		(2)	الهيئة العامة لمصادر المياه فرع صنعاء	خطة عمل														
		(3)	الهيئة العامة لمصادر المياه فرع صنعاء	خطة عمل														
		(4)	وزارة الري	خطة عمل														
5	الاستهلاك المستمر لمياه السياحة	(1)	الهيئة العامة لمصادر المياه فرع صنعاء	خطة عمل														
		(2)	الهيئة العامة لمصادر المياه فرع صنعاء	خطة عمل														
		(3)	وزارة التجارة	خطة عمل														
6	التطوير المؤسسي	(1)	الهيئة العامة الموارد المياهية الفرع الرئيسي	الهيئة العامة الموارد المياهية الفرع الرئيسي														
		(2)	الهيئة العامة الموارد المياهية الفرع الرئيسي	خطة عمل														
		(3)		خطة عمل														
		(4)	لجنة حوض صنعاء	خطة عمل														
7	التطوير التنظيمي	(1)	الهيئة العامة لمصادر المياه فرع صنعاء	خطة عمل														
		(2)	لجنة حوض صنعاء	خطة عمل														
		(3)	لجنة حوض صنعاء	خطة عمل														
		(4)	الهيئة العامة لمصادر المياه فرع صنعاء	مشروع ادارة المياه في حوض صنعاء														
				خطة عمل														

جدول المحتويات (التقرير الملخّص)

المقدمة

رسالة تسليم

الخلاصة التنفيذية

جدول المحتويات

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

الاختصارات

الفصل1 مقدمة

1.1 خلفية الدراسة ---------- 1 - 1

2.1 أهداف الدراسة ---------- 1 - 1

3.1 منطقة الدراسة ---------- 1 - 1

4.1 تنفيذ الدراسة ---------- 1 - 2

الفصل 2 الوضع الحالي المتعلق بالموارد المائية واستعمال المياه في حوض صنعاء

1.2 تفويض ---------- 2 - 1

2.2 الموارد المائية ---------- 2 - 1

1.2.2 المياه السطحية ---------- 2 - 1

2.2.2 المياه الجوفية---------- 2 - 2

3.2.2 المياه العادمة المعالجة ---------- 2 - 2

4.2.2 مصادر المياه البديلة خارج حوض صنعاء---------- 2 - 2

3.2 استعمال المياه الحالي---------- 2 - 4

1.3.2 استعمال المياه للأغراض المنزلية---------- 2 - 4

2.3.2 استعمال المياه لأغراض الزراعة ---------- 2 - 4

3.3.2 استعمال المياه لأغراض الصناعة---------- 2 - 5

4.3.2 استعمال المياه لأغراض السياحة---------- 2 - 5

4.2 توازن المياه ---------- 2 - 5

1.4.2 توازن المياه في كامل حوض صنعاء---------- 2 - 5

2.4.2 توازن المياه في كل حوض فرعي ---------- 2 - 5

الفصل 3 المسائل التي ستتم مراعاتها في خطة العمل

1.3 تفويض ---------- 3 - 1
2.3 المسائل التي ستتم مراعاتها في خطة العمل---------- 3 - 1
1.2.3 استهلاك المياه بكميات هائلة لأغراض الري---------- 3 - 1
2.2.3 الفاقد المادي لإمداد المياه المدنية---------- 3 - 1
3.2.3 إعادة توزيع الموارد المائية---------- 3 - 2
4.2.3 الفرق في عدم التوازن المائي بين الأحواض الفرعية ---------- 3 - 2
5.2.3 التطوير المؤسساتي---------- 3 - 3
6.2.3 التطوير التنظيمي---------- 3 - 4
7.2.3 تلوث موارد المياه الجوفية المحدودة---------- 3 - 6
8.2.3 ضرورة أخذ الاستعمال الفعال للمياه السطحية بعين الاعتبار ---------- 3 - 7

الفصل 4 السيناريوهات المستقبلية بالإستناد إلى الاقتصاد الاجتماعي والطلب على المياه في حوض صنعاء

1.4 التفويض ---------- 4 - 1
2.4 الطلب على المياه مستقبلاً---------- 4 - 1
1.2.4 تنبؤات عدد سكان حوض صنعاء ---------- 4 - 1
2.2.4 الطلب على المياه المحلية ---------- 4 - 3
3.2.4 الطلب على المياه الزراعية---------- 4 - 4
4.2.4 الطلب على المياه الصناعية ---------- 4 - 5
5.2.4 الطلب على المياه السياحية ---------- 4 - 5
3.4 التوازن المائي المستقبلي ---------- 4 - 6
4.4 السيناريوهات المستقبلية ---------- 4 - 7
1.4.4 السياسة الأساسية لتحديد السيناريو المستقبلي---------- 4 - 7
2.4.4 إمداد المياه للمناطق المدنية---------- 4 - 9
3.4.4 الاستعمال المحلي في المنطقة الريفية---------- 4 - 10
4.4.4 الاستعمال الصناعي ---------- 4 - 10
5.4.4 الاستعمال السياحي ---------- 4 - 11
6.4.4 الاستعمال للري ---------- 4 - 11
5.4 السيناريو المستقبلي نحو الاستدامة القصوى---------- 4 - 12
1.5.4 الفترة المتوقعة لموارد المياه الجوفية القابلة للاستعمال في كل سيناريو ---------- 4 - 12
2.5.4 مجموعة من السيناريوهات المستقبلي نحو الاستدامة القصوى---------- 4 - 14

الفصل5 خطة عمل إدارة موارد مياه حوض صنعاء

1.5 توجه خطة العمل ---------- 5 - 1
2.5 خطة العمل---------- 5 - 1

1.2.5 تقليل استهلاك المياه لأغراض الري---------- 5 - 1

2.2.5 تقليل الفاقد المادي لإمداد المياه المدنية---------- 5 - 5
3.2.5 ضمان إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة---------- 5 - 6
4.2.5 التحكم في استهلاك المياه للاستعمال في أغراض الصناعة---------- 5 - 9
5.2.5 التحكم في استهلاك المياه للاستعمال في أغراض السياحة---------- 5 - 10
6.2.5 التطوير المؤسساتي---------- 5 - 11
7.2.5 التطوير التنظيمي---------- 5 - 15
3.5 دراسة خطة العمل ---------- 5 - 20
4.5 الجدول الزمني لتنفيذ خطة العمل---------- 5 - 22
5.5 الاجراءات التي ينبغي اتخاذها للمزيد من التقدم ---------- 5 - 25
1.5.5 حماية موارد المياه الجوفية من التلوث ---------- 5 - 25
2.5.5 الاستعمال الفعال لنظام إعادة التعبئة ---------- 5 - 26
3.5.5 تحسين امداد المياه الذي يؤمنه الموردين على المستوى الخاص في مدينة صنعاء ---------- 5 - 28
4.5.5 إعادة توزيع الموارد المائية على المناطق المختلفة والقطاعات ---------- 5 - 29

الفصل 6 القرارات النهائية والتوصيات

1.6 القرارات النهائية---------- 6 - 1
2.6 التوصيات ---------- 6 - 2

قائمة الجداول (التقرير الملخّص)

الفصل 2 الوضع الحالي المتعلق بالموارد المائية واستعمال المياه في حوض صنعاء

الجدول 1.2 قائمة بمصادر المياه البديلة---------- 2 - 3
الجدول 2.2 توازن المياه في حوض صنعاء (2005) ---------- 2 - 5
الجدول 3.2 توازن المياه في الأحواض الفرعية من خلال الأسلوب الهيدرولوجي---------- 2 - 6

الفصل 4 السيناريوهات المستقبلية بالإستناد إلى الاقتصاد الاجتماعي والطلب على المياه في حوض صنعاء

الجدول 1.4 تنبؤات عدد سكان مدينة صنعاء حسب السيناريو ---------- 4 - 1
الجدول 2.4 التوقعات الخاصة بعدد سكان المناطق الموجودة ضمن حوض صنعاء---------- 4 - 2
الجدول 3.4 تنبؤات عدد سكان الحوض الفرعي---------- 4 - 2
الجدول 4.4 الطلب على المياه للمناطق المدنية ---------- 4 - 3
الجدول 5.4 الطلب على المياه مستقبلاً للمناطق الريفية مقسمًا على الحوض الفرعي ---------- 4 - 4
الجدول 6.4 الطلب على المياه للري (IE=40%)---------- 4 - 5
الجدول 7.4 الطلب على المياه الصناعية حسب السيناريو ---------- 4 - 5
الجدول 8.4 توقعات الطلب على المياه السياحية ---------- 4 - 6
الجدول 9.4 التوازن المائي المستقبلي ---------- 4 - 6
الجدول 10.4 السيناريو الملخص للطلب على المياه ---------- 4 - 8
الجدول 11.4 تنبؤات عدد السكان بمعدل نمو محدود ---------- 4 - 9
الجدول 12.4 سيناريو إمداد المياه للمناطق المدنية ---------- 4 - 10
الجدول 13.4 سيناريو الاستعمال الصناعي---------- 4 - 11
الجدول 14.4 سيناريو الاستعمال السياحي---------- 4 - 11
الجدول 15.4 سيناريو الاستعمال للري---------- 4 - 12
الجدول 16.4 الفترة المتوقعة لموارد المياه الجوفية القابلة للاستعمال في كل سيناريو ---------- 4 - 14

الفصل5 خطة عمل إدارة موارد مياه حوض صنعاء

الجدول 1.5 أعمال التي ينبغي اتخاذها---------- 5 - 1
الجدول 2.5 جدول زمني يتعلق بتقليل استهلاك مياه الري---------- 5 - 4
الجدول 3.5 المسؤوليات المتعلقة بتحسين كفاءة استعمال المياه لأغراض الري ---------- 5 - 5
الجدول 4.5 المسؤوليات المتعلقة بتحسين كفاءة استعمال المياه لإمداد المياه المدنية التي تمت تغطيتها من قبل مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC---------- 5 - 6
الجدول 5.5 الأحواض الفرعية المقترحة لتوزيع المياه العادمة المعالجة ---------- 5 - 8
الجدول 6.5 المسؤوليات المتعلقة بضمان إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة ---------- 5 - 9

الجدول 7.5 المسؤوليات المتعلقة بالتحكم باستهلاك المياه بغرض الاستعمال الصناعي---------- 5 - 10
الجدول 8.5 المسؤوليات المتعلقة بالتحكم باستهلاك المياه بغرض الاستعمال السياحي---------- 5 - 11
الجدول 9.5 بحث خطط العمل والهيئات المسؤلة ---------- 5 - 21
الجدول 10.5 الجدول الزمني المقترح لخطة العمل (2/1) ---------- 5 - 23
الجدول 10.5 الجدول الزمني المقترح لخطة العمل (2/2)---------- 5 - 24
الجدول 11.5 المسؤولية المتعلقة بالسيطرة على التلوث---------- 5 - 26
الجدول 12.5 المسؤوليات المتعلقة بالتحكم بالاستعمال المفرط للأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية ---------- 5 - 26
الجدول 13.5 المسؤولية المتعلقة بالاستعمال الفعال للحصاد المائي ---------- 5 - 27
الجدول 14.5 المسؤولية المتعلقة بالسدود التي تم بحثها---------- 5 - 28
الجدول 15.5 المسؤولية المتعلقة بتحسين كفاءة استعمال المياه لإمداد المياه المدنية التي تمت تغطيتها من قبل المورّدين على المستوى الخاص---------- 5 – 29
الجدول 16.5 المسؤولية المتعلقة في تحسين إعادة توزيع مياه إمداد المياه المدنية ---------- 5 – 30

قائمة الأشكال (التقرير الرئيسي)

الفصل 1 مقدمة

الشكل 1.1 **منطقة الدراسة** ---------- 3 - 1

الفصل 2 الوضع الحالي المتعلق بالموارد المائية واستعمال المياه في حوض صنعاء

الشكل 1.2 مواقع مصادر المياه البديلة---------- 3 - 2

الفصل 4 السيناريوهات المستقبلية بالإستناد إلى الاقتصاد الاجتماعي والطلب على المياه في حوض صنعاء

الشكل 1.4 خفض المخزون مع الطلب المستقبلي المخطط له ---------- 7 - 4

الشكل 2.4 سيناريوهات الطلب على المياه (من عام 2005 إلى 2020) ---------- 9 - 4

الشكل 3.4 الفترة المتوقعة لموارد المياه الجوفية القابلة للاستعمال مع التعبئة---------- 14 - 4

الشكل 4.4 الفترة المتوقعة لموارد المياه الجوفية مع الأخذ بعين الاعتبار إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة من عام 2020 ---------- 15- 4

الشكل 5.4 الفترة المتوقعة لموارد المياه الجوفية القابلة للاستعمال مع إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة من عام 2020 وإعادة التعبئة المستمرة---------- 17 - 4

الفصل5 خطة عمل إدارة موارد مياه حوض صنعاء

الشكل 1.5 سيناريو لتقليل استهلاك المياه لأغراض الري ---------- 2 - 5

الاختصارات

DPPR	برنامج التطوير للحد من الفقر (الاجتماعي-الاقتصادي الثالث)
EPA	وكالة حماية البيئة
ETa	النتح والتبخر الفعليان
FAO	منظمة الأغذية والزراعة التابعة لهيئة الأمم المتحدة
GARWSP	السلطة العامة لمشاريع إمداد المياه الريفية
GDI	المحافظة العامة للري
GVP	القيمة الإجمالية للإنتاج
HWC	المجلس الأعلى للمياه
IPAC	حملة المعلومات والتوعية العامة
IWRM	إدارة الموارد المائية المتكاملة
IWRM-SB	إدارة الموارد المائية المتكاملة لحوض صنعاء
JICA	الوكالة اليابانية للتعاون الدولي
MAF	وزارة الزراعة والصيد
MAI	وزارة الزراعة والري
MCM	مليون متر مكعب
MDGs	أهداف تطوير الألفية
MWE	وزارة المياه والبيئة
NO3	النترات
NRW	مياه غير متجددة
NWP	سياسة المياه الوطنية
NWRA	سلطة الموارد المائية الوطنية
NWRA-SB	سلطة الموارد المائية الوطنية لفرع صنعاء
NWS	إستراتيجية المياه الوطنية
NWSA	سلطة المياه والصرف الصحي الوطنية
NWSSIP	البرنامج القومي الاستراتيجي والاستثماري لقطاع المياه
SAWAS	مصادر إمداد المياه في حوض صنعاء
SBC	لجنة حوض صنعاء
SBWMP	مشروع إدارة مياه حوض صنعاء
SBWRM-PPT	دراسة إدارة الموارد المائية لحوض صنعاء
SWSLC	مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي
SWSSP	مشاريع إمداد المياه والصرف الصحي لصنعاء
WEC	مركز جامعة صنعاء للمياه والبيئة
WHO	منظمة الصحة العالمية
WUA	جمعية مستخدمي المياه
WUG	مجموعة مستخدمي المياه
WWTP	محطة معالجة المياه العادمة

الفصل 1 مقدمة

1.1 خلفية الدراسة

يعتبر تساقط الأمطار السنوي في حوض صنعاء حيث تقع عاصمة اليمن محدودًا؛ لذلك، فقد تزايد تطوير طبقات جوفية أعمق بشكل تصاعدي لتلبية الطلب بإمداد المياه للأغراض المنزلية والري المصاحب لتقديم تقنية حديثة لحفر الآبار جنبًا إلى حنب مع التدفق الهائل للأموال أثناء الإزدهار النفطي. كنتيجة لذلك، أصبح مخزون المياه أسوأ ويتسارع الآن بفعل عدم التوازن المستمر بين إعادة التغذية السنوية وازدياد الطلب على المياه.

للتخفيف من مشكلة المياه الوطنية الخطيرة، قامت الحكومة اليمنية بتشريع "القانون رقم (33) لسنة 2002 المتعلق بالمياه" والذي تم تعديله بالقانون رقم (41) في العام 2006، تباعًا، تم تأسيس وزارة المياه والبيئة (MWE). ثم تم اختيار حوض صنعاء ليكون "منطقة لحماية المياه" بموجب المرسوم الوزاري رقم (344) في العام 2002 كواحد من الأحواض الحرجة الخمسة.

تم انتداب سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA لتشكيل خطة لإدارة الموارد المائية، لتنفيذ الإدارة المتكاملة للموارد المائية ولتأسيس لجنة الحوض. ثم في عام 2003 تم إنشاء سلطة NWRA فرع صنعاء (NWRA-SB)، بمسؤوليات تستند قانونيًا للتفويض الممنوح لها بواسطة سلطة NWRA، وستقوم بتنفيذ الأنشطة المتعلقة بإدارة الموارد المائية لحوض صنعاء. لجنة حوض صنعاء (SBC)، وهي الآن تحت رئاسة وزارة المياه والبيئة، تم تنظيمها بالتعاون مع السكرتير الفني لسلطة NWRA-SB لتنفيذ إدارة الموارد المائية في حوض صنعاء.

أجريت الدراسات الشاملة للموارد المائية منذ السبعينيات داخل حوض صنعاء وتم إطلاق مشروع إدارة الموارد المائية في العام 2003، مع ذلك، فإن سلطة NWRA-SB واجهت صعوبات في تنفيذ إدارة الموارد المائية بفعالية.

في هذا السياق، طلبت الحكومة اليمنية من الحكومة اليابانية تنفيذ التعاون الفني لتشكيل خطة عمل لإدارة الموارد المائية لحوض صنعاء مبنية على البيانات والمعلومات الموجودة.

2.1 أهداف الدراسة

أهداف الدراسة هي؛

(1) تشكيل خطة عمل لإدارة الموارد المائية لحوض صنعاء مبنية على البيانات والمعلومات الموجودة، و

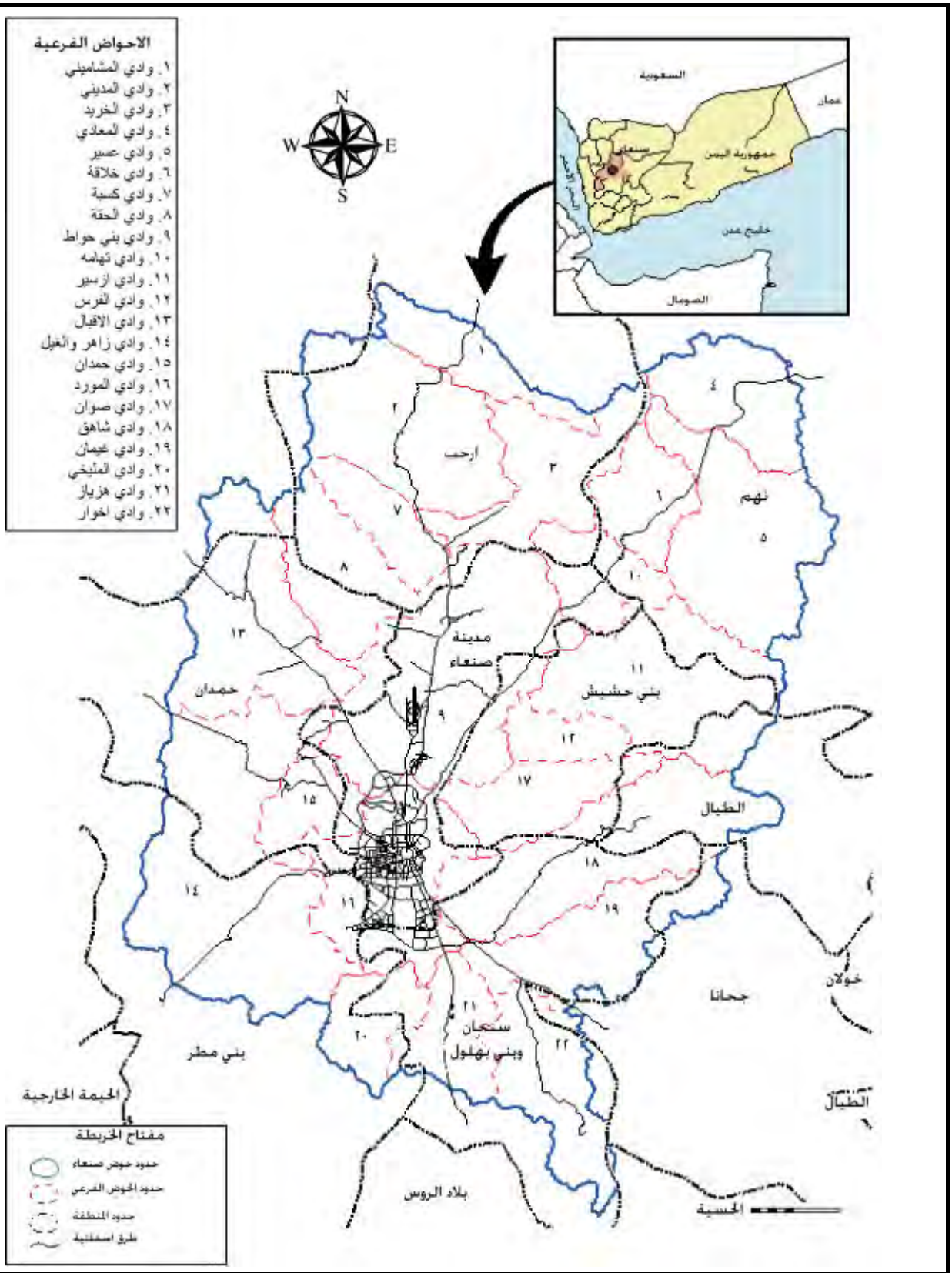
(2) نقل التكنولوجيا والمعرفة بإدارة الموارد المائية إلى الموظف المقابل من خلال المساهمة المباشرة في الدراسة.

3.1 منطقة الدراسة

تغطي الدراسة حوض صنعاء والمناطق المحيطة به كما هو موضح في *الشكل 1 . 1* . جميع أو بعض أجزاء المناطق السبعة التابعة لمقاطعة صنعاء ومدينة صنعاء مشمولة في حوض صنعاء. حوض صنعاء مقسم إلى 22 حوض فرعي.

4.1 تنفيذ الدراسة

أجريت الدراسة من قبل فريق الدراسة الياباني، المؤلف من أعضاء من شركة Earth System Science Co., Ltd وشركة Japan Techno Co., Ltd، واللتين أحضرتهما جايكا رسميًا للدراسة، والطاقم المناظر الذي تم تجهيزه من قبل سلطة NWRA.



الشكل 1. 1 منطقة الدراسة

دراسة خطة عمل إدارة الموارد المائية لحوض صنعاء	جايكا

الفصل 2 الوضع الحالي المتعلق بالموارد المائية واستعمال المياه في حوض صنعاء

1.2 تفويض

في هذا الفصل، تم ذكر الأوضاع الحالية المتعلقة بالموارد المائية في حوض صنعاء، والتي تعتبر معروفة لكونها وضعًا خطيرًا، من أجل إدراك وفرة الموارد المائية، يليها وصف الوضع الحالي لاستعمال المياه.

2.2 الموارد المائية

1.2.2 المياه السطحية

(1) علم الأرصاد الجوية

معدل درجة الحرارة الشهرية المسجلة في محطة سلطة إدارة الموارد المائية NWRA-A من العام 1989 إلى العام 1997 تتراوح بين 15 و 25 درجة مئوية تقريبًا. أقصى معدل لوحظ لدرجة الحرارة كان 29.5 درجة مئوية وأدنى معدل لوحظ لدرجة الحرارة كان 8.8 درجة مئوية. معدل درجات الحرارة السنوي هو 17.7 درجة مئوية.

معدل تساقط الأمطار السنوي المسجل في محطة سلطة NWRA-A من عام 1989 الى 2004 يتراوح بين 110 مم و 300 مم. أقصى رقم مسجل لتساقط الأمطار السنوي كان 341 مم في عام 1998. الفصول الماطرة أو الرطبة تبدأ بشكل عام من شهر مارس حتى شهر مايو ومن شهر يونيو وحتى شهر سبتمبر. كمية الأمطار التي تسقط على المنطقة الشمالية الشرقية أقل من 200 مم/سنة تقريبًا وعلى مناطق السهول الوسطى من 200 إلى 250 مم. في المناطق الجبلية الجنوبية الغربية، يصل تساقط الأمطار السنوي إلى أكثر من 300 مم.

التبخر المحتمل المقدر بواسطة معدلات طريقة بينمان يبلغ حوالي 2000 مم سنويًا (روبرتسون، 1990). التبخر والنتح المقدّر بناءً على احصائيات الأرصاد الجوية بلغ 2475 مم كمجموع سنوي (SAWAS، 1995). وفقًا للتقديرات المبنية على تحليل صور الأقمار الصناعية فإن التبخر والنتح الفعليين في حوض صنعاء في الفترة ما بين 1 يوليو 2004 إلى 30 يونيو 2005 قد بلغ 113.1 م م^3 (GAF، 2007).

(2) المياه المصرفة

بالرغم من عدم مراقبة المياه المصرفة في الوادي، إلا أنه قد تم استعمال نوعين من الطرق لتقدير كمية المياه المصرفة إلى الوديان في الدراسات السابقة.

الأولى هي الطريقة التي تستعمل معامل لتصريف المياه، التي تم الحصول عليها عن طريق الملاحظة الهيدروجيولوجية للوديان الرئيسية في اليمن. معدل معامل تصريف المياه البالغ 0.055 للوديان في اليمن تم اقتراحه بناءً على كميات التدفق الملاحظة لمصبات المياه الأساسية. وقد جرى تقدير كمية المياه المصرفة في حوض صنعاء بحوالي 40.9 م م^3/سنة (WRAY-35، 1995).

الطريقة الأخرى هي التقدير الذي يتم باستعمال طريقة SCS والتي تعتبر نوذجاً تجريبيًا تم إعداده من قبل قسم المحافظة على التربة الأمريكي. تم إنشاء المستوى الثالث من نموذج تساقط مياه الأمطار-تصريف المياه وأشارت التقديرات إلى أن مجموع التدفق الخارج من حوض صنعاء بلغ حوالي 27 م م^3/سنة (TS-HWC المجلد 3، 1992).

(3) استعمال المياه السطحية

تستعمل المياه السطحية في إعادة التعبئة والري والأغراض المنزلية من خلال 44 سدًا سطحيًا، و 24 سدًا/حوضًا و 145 نبعًا داخل حوض صنعاء.

تم بناء أغلبية السدود لإعادة تعبئة المياه الجوفية. ويستعمل 15 سدًا منها أيضًا للري ومنهم ثلاثة سدود للاستعمال في الأغراض المنزلية. يستعمل 15 سدًا والتي قد تكون مستودعات صغيرة الحجم قام سكان الريف بإنشاءها بشكل رئيسي لأغراض الري. تم حساب كمية التدفق أو المحصول السنوي الإجمالية لمواقع السدود بحوالي 24 م م^3.

فيما يخص الينابيع، يتم استعمال 51 من مجموع 145 نبعًا، أي ما نسبته 35% لأغراض الري، و43 نبعًا، أي ما نسبته 30% للحيوانات أو للثروة الحيوانية، و49 نبعًا، أي ما نسبته 34% لاستعمال المياه في الأغراض المنزلية في المناطق الريفية. يقدّر العائد الإجمالي للينابيع بحوالي 6 إلى 9 م م^3.

(3) إمكانيات المياه السطحية

قدّرت كمية المياه المصرفة سنويًا بين 27 م م^3 و 40.9 م م^3 تبعًا للطرق المطبقة. بينما بلغت كمية استعمال المياه السطحية حوالي 24 م م^3/سنة من مياه السدود و 6 إلى 9 م م^3/سنة من مياه الينابيع. تشير الحقيقة إلى أنه أكثر من 75% من موارد المياه السطحية قد تم استعمالها بالفعل.

لهذا، يمكن استنتاج أنه ليس هناك إمكانيات كافية لمزيد من التطوير للمياه السطحية داخل حوض صنعاء.

2. 2. 2 المياه الجوفية

(1) التعبئة

تم تصنيف الطرق المطبقة للتقدير على نوعين، الأولى هي الطريقة التي تعتمد على قانون دارسي، والأخرى هي الطريقة التي تستعمل معامل إعادة التعبئة.

في هذه الدراسة، تم اعتماد الرقم الأخير وهو 50.7 م م^3/سنة (نورمان ومولات 2007) ككمية التعبئة السنوية داخل حوض صنعاء، والتي تم تقديرها باستعمال معامل إعادة التعبئة. بسبب حساب الكمية على أساس كمية إعادة التعبئة التي قدّرت لكل حوض فرعي والتي يمكن استعمالها للاعتبارات على مستوى الأحواض الفرعية لإدارة الموارد المائية.

(2) تخزين المياه الجوفية

قامت TS-HWC (1992) بتقدير مخزون المياه الجوفية والمخزون القابل للاستعمال في حوض صنعاء، والبالغ 6047 م م^3 و 3221 م م^3 على التوالي. ثم، قامت جامعة WEC (2001) بمراجعة الأسلوب باستعمال بيانات محدّثة عن مستوى المياه وتقدير حجم المخزون لكل محافظة تمتلك مياه جوفية في حوض صنعاء. تم تقدير مخزون المياه الجوفية والمخزون القابل للاستعمال بحوالي 10424 م م^3 و5212 م م^3، على التوالي. في هذه الدراسة، تم اعتماد آخر كمية مقدّرة لمخزون المياه القابلة للاستعمال والبالغة 5212 م م^3.

3.2.2 المياه العادمة المعالجة

تقع محطة صنعاء لمعالجة المياه العادمة (WWTP) بجوار المطار الدولي بقدرة تصميمية لمعالجة 50000 م^3/يوم وبلغت كمية مياه الصرف الصحي التي تمت معالجتها في محطة معالجة المياه العادمة WWTP في العام 2006 كانت 16 م م^3 (44000 م^3/يوم). يتم فعليًا تشغيل محطة معالجة المياه العادمة WWTP تحت وضع الحمل الزائد من حيث BOD5 ولا تتم معالجة المياه العادمة بشكل صحيح. بالتالي، في الوضع الفعلي، لا يمكن اعتبار المياه العادمة المعالجة كمصدر مياه قابل للاستعمال.

4.2.2 مصادر المياه البديلة خارج حوض صنعاء

بما أن المشكلة الخطيرة المتمثلة في نضوب الموارد المائية في حوض صنعاء معروفة جيدًا، فقد تم إجراء دراسات حول مصادر المياه البديلة لمدينة صنعاء من خارج حوض صنعاء بما في ذلك تحلية المياه كواحد من الحلول. يبين *الشكل 1.2* مواقع تلك الأماكن البديلة. ويبين *الجدول 1.2* نتائج الدراسات السابقة.

الشكل 1.2 مواقع مصادر المياه البديلة

الجدول 1.2 قائمة بمصادر المياه البديلة

	المصدر	القدرة الإنتاجية	تكلفة الإنشاء	تكلفة متكررة	تكلفة الوحدة للمياه		التكلفة/ العامة*3	تقديرات الجدوى القانونية			
		لتر/ثانية	مليون دولار أمريكي	مليون دولار أمريكي؟	دولار أمريكي/ م 3*1	ريال يمني/ م 3*2		مصدر المياه	نظام النقل	المنطقة المحمية	
1	سد وادي الخريد	250	87.2	10.68	1.32	145	5.6	إيجابي	معقد	إيجابي	- يعمل على تقليل وفرة المياه على طول هذا الوادي. يعتبر استعمال مياه السدود مصدرًا للنزاع بين قبيلتين.
2	سد وادي سردود	500	230.6	32.62	2.03	223	8.7	معقد	معقد	إيجابي	- يؤثر هذا في تعبئة المياه الجوفية في منطقة تهامة.
3	الانحراف عن سد مأرب	500	284.4	37.58	2.33	256	10	معقد	معقد	سلبي	- يمكن توقع الاعتراض العنيف من قبل المزارعين في منطقة مأرب. - ليس من الممكن إرضاء متطلبات مياه الري في منطقة أسفل الجدول.
4	الحجر الرملي العميق لحقبة ما قبل الجوراسيك	100	60.3	7.68	2.41	265	10.4	عادي	معقد	إيجابي	- تنامي المخاوف بين السكان التي تتعلق بجفاف مصادرهم المائية.
5	تحلية (البحر الأحمر)	500	902.9	124.28	7.63	839	32.9	إيجابي	معقد	غير متوفر	- يجب رفع الماء مسافة 2700م تقريبًا مع نقله مسافة 150 كم تقريبًا.
6	رملة كمنطقة الصبطين	تم تخطيط الدراسة المجدية من قبل سلطة الموارد الوطنية NWRA						-	-	-	
7	وادي المصيلح وحضرموت	لم يتم التصميم حتى الآن						-	-	-	- نقل 700 م تقريبًا بخط مستقيم

ملاحظة: *1) تقرير فني لمصادر إمداد المياه في حوض صنعاء SAWAS رقم 14، تعتمد التكاليف على مستوى سعر شهر أبريل 1996.
*2) تم تطبيق معدل الصرف، الذي مقداره 110 ريال يمني /دولار أمريكي في عام 1996.
*3) العام تعني تعرفة إمداد المياه المستوى العام، تبلغ 25.5 ريال يمني/م^3 في عام 1998.

إجمالي القدرة الإنتاجية المتوقعة التي تبلغ حوالي 58 م م^3/سنة من المحتمل أن تغطي استهلاك المياه الحالي في مدينة صنعاء الذي يبلغ 54.2 م م^3 في عام 2005. من ناحية أخرى، من أجل تلبية الطلب على المياه عام 2020 والبالغ 78.6 م م^3، ينبغي استعمال كلتا المصادر المائية البديلة وموارد المياه الجوفية داخل حوض صنعاء.

تبلغ تعرفة المياه لمصادر المياه البديلة من 5.6 إلى 10.4 ضعفاً من تلك التي تتعلق بإمداد المياه على المستوى العام باستعمال مصادر المياه السطحية والمياه الجوفية. أما بالنسبة لنظام تحلية المياه الذي ينقل المياه من البحر الأحمر إلى مدينة صنعاء، فإن مقدار اختلاف التعرفة يبلغ أكثر من 32 ضعف من تعرفة إمداد المياه على المستوى العام.

ينبغي استنتاج أن تنفيذ بدائل إمداد المياه لم يكن عمليًا من ناحية التقييم المالي لعملية التشغيل والصيانة، حتى وإن تم التخفيف من حدة التأثيرات العكسية على النواحي الاجتماعية والبيئية.

قامت سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA بالتخطيط لتنفيذ دراسات حول مدى جدوى الأسلوبين الآخرين لاستغلال المياه الجوفية خارج حوض صنعاء، وبالتحديد منطقة رملة والصبطين ووادي المصيلح وحضرموت. مع ذلك، فقد ذكر مسبقًا أن جدوى هذين البديلين منخفضة جدًا من ناحية التقييم المالي.

وبالتالي، تعتبر مصادر المياه البديلة هذه غير مجدية نظرًا لأن المستفيدين هم من ينبغي أن يدفعوا تكلفة الصيانة، حتى ولو تم التخفيف من الآثار السلبية على النواحي الاجتماعية و البيئية. قد يتطلب حل هذه المسألة دعمًا ماليًا من الحكومة.

3.2 استعمال المياه الحالي

1.3.2 استعمال المياه للأغراض المنزلية

(1) إمداد المياه المدنية

المصدر الرئيسي لإمداد المياه العامة لمدينة صنعاء، والذي تم تشغيله من قبل مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي (SWSLC)، هو المياه الجوفية المستخرجة من حقول الآبار الرئيسية الثلاث حيث يعمل منها حوالي 80 بئر. استفاد 672141 نسمة في العام 2005 وبلغ إجمالي كمية المياه المنتجة 24.4 م م^3 حيث تم استهلاك 12.5 م م^3، بما مقداره 50.8 لتر/نسمة/يوم من استهلاك المياه للوحدة.

عدد السكان غير المتصلين بشبكة إمداد المياه البالغ 1.17 مليون نسمة، حصلوا على المياه من مصادر مياه خاصة، مثل شبكة أنابيب خاصة وصهاريج المياه والمياه المعالجة في الخزانات. تم تقدير استهلاك المياه للأغراض المنزلية من إمداد المياه الخاص للعام 2005 بما مقداره 29.9 م م^3.

(2) إمداد المياه الريفية

تم تقدير استهلاك المياه للأغراض المنزلية في المناطق الريفية لكل حوض فرعي، باعتماد 20 لتر/فرد/يوم كمقدار لاستهلاك المياه للوحدة وعدد سكان بناءً على إحصائيات العام 2004 بمعدل نمو سكاني 2.5%. الكمية الإجمالية للمياه المستهلكة في المناطق الريفية قدّرت بما مقداره 2.2 م م^3 و 2.3 م م^3 على التوالي لعامي 2005 و 2006.

تبعًا للبرنامج القومي الاستراتيجي والاستثماري لقطاع المياه NWSSIP، فإن نسبة القدرة على توفير المياه للسكان في المناطق الريفية ممن يحصلون عليها تساوي فقط 25% لليمن بأكملها. بتطبيق تلك النسبة على حوض صنعاء، تم استخراج 0.6 م م^3 من المياه لخدمة السكان من خلال نظام إمداد المياه على المستوى العام.

2.3.2 استعمال المياه لأغراض الزراعة

تتمثل طرق الري الرئيسية المستعملة داخل حوض صنعاء في طرق الأخاديد والأحواض الصغيرة ووسيلة النقل المستعملة لمياه الري هي عبر أنابيب حديدية وبلاستيكية مع وجود كمية ضخمة من المياه المتسربة والقنوات الترابية تتخلل الدروب لمسافات طويلة متسببة في الهدر الناتج عن التسرب والتبخر وخسائر تصريف المياه. تعتبر كفاءة نظام الري منخفضة جدًا قد تتراوح بين 30 إلى 40%(وزارة المياه والبيئة، 2006).

في هذه الدراسة، قدّر استعمال المياه للأغراض الزراعية لكل حوض فرعي مع إعادة تحليل الدراسة السابقة التي قدّرت استعمال المياه للأغراض الزراعية عن طريق حساب كمية التبخر والنتح الفعلية (ETa) من خلال تحليل نمط الزراعة بناءً على تحليل صور الأقمار الصناعية لعامي 2005/2004. كفاءة الري التي مقدارها 40% والمعتمدة وإجمالي كمية المياه المستهلكة في حوض صنعاء المقدّرة بلغت 209.2 م م^3 لمنطقة مروية مساحتها 19000 هكتار.

3.3.2 استعمال المياه لأغراض الصناعة

في هذه الدراسة، تم تقدير الطلب على المياه في القطاع الصناعي، بالاعتماد على نتائج الدراسة التي استعملت أسلوب بديل يتعلق باستعمال "القيمة الإجمالية للإنتاج (GVP)" و "طريقة متطلبات المياه الإجمالية".

قُدّر استهلاك المياه للصناعة والقطاع الفرعي لصناعتي التعدين والمحاجر بحلول عام 2005 وبلغ إجمالي كمية المياه المستهلكة 4.76 م م^3.

4.3.2 استعمال المياه لأغراض السياحة

لم يتم تنفيذ أي نوع من الدراسة لتقدير متطلبات المياه لقطاع السياحة. في هذه الدراسة تم تقدير استهلاك المياه في الفنادق حسب تصنيفها وعدد الأسرّة. وعلى افتراض أن جميع فنادق محافظة صنعاء تقع داخل حوض صنعاء وبالاعتماد على معدّل شغل الأسرّة وهو 40% واستهلاك المياه للوحدة البالغ 350 لتر/نسمة/يوم، 180 لتر/نسمة/يوم و 210 لتر/نسمة/يوم على التوالي للفنادق من 5 إلى 4 نجوم والفنادق من 3 إلى 1 نجمة والفنادق التقليدية. قُدّر إجمالي كمية المياه المستهلكة من قبل الفنادق في العام 2005بما مقداره 0.36 م م^3.

4.2 التوازن المائي

1.4.2 التوازن المائي في كامل حوض صنعاء

تم حساب التوازن المائي في حوض صنعاء في هذه الدراسة بالاعتماد على البيانات الموجودة واستعمال المياه الحالي. كمية الاستخراج تبلغ ستة أضعاف كمية إعادة التعبئة تقريبًا كما هو مبين في *الجدول 2.2*

الجدول 2.2 توازن المياه في حوض صنعاء (2005)

استعمال المياه المدنية*		إمداد المياه الريفية	الري	الصناعة	السياحة	**المجموع**	التعبئة	**التوازن**
عام	خاص							
24.3	29.9	0.6	209.2	4.76	0.36	**269.1**	50.7	**218.4-**

*: تتألف من محلية وغير محلية
الوحدة: مليون متر مكعب

يعني مثل عدم التوازن هذا أنه يتم استهلاك موارد مائية غير قابلة للتجدد سنويًا. إذا تراكمت هذه الكميات سنويًا، فسوف يستمر نضوب الموارد المائية الغير قابلة للتجدد.

2.4.2 توازن المياه في كل حوض فرعي

تم توفير نوعان من تقييم التوازن المائي المفصّل في الأحواض الفرعية مؤخرًا عن طريق أقسام من مشروع إدارة الموارد المائية في حوض صنعاء SBWMP, الأولى هي الأسلوب الهيدرولوجي (نورمان ومولات، 2007) والأخرى تعتمد على تحليل صور الأقمار الصناعية (GAF، 2007).

تم حساب التوازن المائي الذي تمت دراسته بالأسلوب الهيدرولوجي عن طريق طرح الكمية المستخرجة من الآبار من كمية إعادة التعبئة والتوازن المقدّر بناءً على تحليل صور الأقمار الصناعية بإستعمل المنطقة المروية والتبخر والنتح الفعلي على افتراض أن كفاءة الري تبلغ 60%. يوضح *الجدول 2. 3* التوازن المائي الذي جرى حسابه في الدراستين السابقتين

الجدول 3.2 التوازن المائي في الأحواض الفرعية من خلال الأسلوب الهيدرولوجي

	الحوض الفرعي	بعد نورمان ومولات (2007)						بعد GAF2007			
		التعبئة	الاستخراج	النفق العائد30%	القيمة المستهلكة	الموازنة المراجعة	نسبة الاستهلاك /التعبئة	تساقط المياه	استعمال المياه للزراعة	استعمال المياه الاجمالي	استعمال المياه / تساقط المياه
		(مم^3)	(مم^3)	(مم^3)	(مم^3)	(مم^3)		(مم^3)	(مم^3)	(م3م)	
1	وادي المشاميني	0.9	0.85	0.26	0.6	0.3	0.66	22.6	0.6	0.7	%3.1
2	وادي المنيني	2.73	2.92	0.88	2.04	0.68	0.75	62.3	3	3.2	%5.1
3	وادي الخريد	1.76	3.36	1.01	2.35	0.59-	1.33	26.7	2	2.2	%8.2
4	وادي المعاني	1.71	2.67	0.8	1.87	0.16-	1.10	22.5	0.9	0.9	%4.0
5	وادي عسير	4.27	6.93	2.08	4.85	0.58-	1.14	52.4	5.1	5.2	%9.9
6	وادي خلاقة	1.54	2.12	0.64	1.48	0.06	0.96	13.6	1.6	1.6	%11.8
7	وداي كسبة	0.83	2.12	0.64	1.48	0.65-	1.78	16.2	1.6	1.7	%10.5
8	وادي الحقة	1.36	17.36	5.21	12.15	10.79-	8.91	31.4	9.7	9.9	%31.5
9	وادي بني حواط	5.58	60.87	18.26	42.61	37.03-	7.64	67.4	32.4	51.8	%76.9
10	وادي تهامة	1	3.25	0.98	2.28	1.27-	2.27	16.2	0.8	3.1	%19.1
11	وادي أزسير	3.81	39.06	11.72	27.34	23.53-	7.17	54	16.5	17.2	%31.9
12	وادي القرس	0.79	13.6	4.08	9.52	8.73-	12.02	8.5	5.7	5.9	%69.4
13	وادي الإقيال	2.31	17.46	5.24	12.22	9.91-	5.29	61.9	13.1	13.5	%21.8
14	وادي زاهر والغيل	7.11	16.51	4.95	11.56	4.44-	1.62	132.1	10.9	12	%9.1
15	وادي حمدان	0.82	7.47	2.24	5.23	4.41-	6.36	18.9	6.8	7.6	%40.2
16	وادي المورد	1.54	35.4	10.62	24.78	23.24-	16.04	48	5.8	90.9	%189.4
17	وادي صوان	1.41	8.82	2.65	6.17	4.76-	4.37	21.9	6.7	7.2	%32.9
18	وادي شاهق	4.12	10.41	3.12	7.29	3.16-	1.77	69.9	6.9	8.3	%11.9
19	وادي غيمان	1.24	4.23	1.27	2.96	1.72-	2.39	41.6	3.7	3.9	%9.4
20	وادي المليخي	1.66	2.96	0.89	2.07	0.41-	1.25	22.8	2.3	2.4	%10.5
21	وادي هرياز	1.92	3.17	0.95	2.22	0.3-	1.16	21.9	1.8	1.9	%8.7
22	وادي أخوار	2.32	8.44	2.53	5.91	3.59-	2.55	34.7	1.6	1.9	%5.5
	المجموع	50.7	270	81	189	138.2-	4.02-	867.2	139.5	253.1	%29.2

المصدر: نورمان ومولات (2007) : GAF (2007) المعدل

كما هو مبين في *الجدول 3.2*، فإن الاختلاف بين كمية إعادة التعبئة وكمية الاستخراج تتفاوت من حوض فرعي إلى آخر. هذا التوجه يدل على أن تلك الأحواض الفرعية غير المتوازنة بشكل كبير ستتأثر مبكرًا بشح المياه الشديد ما لم يتم اتخاذ إجراءات مناسبة.

الفصل 3 المسائل التي ستتم مراعاتها في خطة العمل

1.3 تفويض

تمت مراعاة الوضع الحالي للأمور المتعلقة بإدارة الموارد المائية بناءً على البيانات والمعلومات الموجودة، والملخصة في كل فئة كما هو مذكور في هذا الفصل لتوضيح المسائل الأساسية لتنفيذ إدارة الموارد المائية في حوض صنعاء بشكل سلس وفعال، ثم وضع خطة عمل قابلة للتطبيق.

2.3 المسائل التي ستتم مراعاتها في خطة العمل

1.2.3 استهلاك المياه بكميات هائلة لأغراض الري

بلغ استهلاك المياه سنويًا بغرض الري 78% (209 م م^3) تقريبًا من مجموع استهلاك المياه داخل حوض صنعاء البالغ 269 م م^3. طرق الري المطبقة بشكل رئيسي هي طريقة الأخاديد وطريقة الأحواض الصغيرة ويتم هدر كمية كبيرة من المياه نتيجة التسرب من أنابيب ووصلات نقل المياه بكفاءة ري منخفضة جدًا تتراوح بين 30 و 40%. يمكن تحسين كفاءة الري بتقديم نظام ري محسن وتغيير الأنابيب جنبًا إلى جنب مع نظام التحكم بالري الصحيح للمحاصيل. قدم البرنامج القومي الاستراتيجي الاستثماري لقطاع المياه (NWSSIP) في حوض صنعاء بالفعل نظام ري محسن في بعض المزارع التوضيحية؛ مع ذلك، فإن تقدّمه يعدّ بطيئًا جدًا. وفقًا لسلطة NWRA، فينتج عن ذلك قدرة غير كافية للتشغيل بسبب الخبرة القليلة المتعلقة بنظام الري المحسن. لذلك، وبالتالي، إدراك الوضع الحالي للأنشطة المتعلقة بنشر نظام الري المحسن وإجراءاته الاحتياطية.

يستهلك القات، والذي يصنّف من وجه نظر إدارة الموارد المائية أنه مستهلك كبير للمياه، ما يقارب نصف المياه المستهلكة لأغراض الري. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم في هذه الزراعة المبيدات الحشرية الخطيرة التي تؤدي للإصابة بالسرطان. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم في هذه الزراعة المبيدات الحشرية الخطيرة. القات له تأثير اجتماعي واقتصادي كبير، من ناحية أخرى، فليس من الضروري دعم تحسين زراعة القات وتوسيع رقعة أراضيها.

ينبغي دراسة التحكم في توسيع رقعة الأراضي المروية وتقديم محاصيل ذات استهلاك أقل للمياه في الوقت ذاته. يجب الاستمرار في التحكم في الحفر الغير قانوني الذي أجري بالفعل من قبل سلطة NWRA-SB.

ينبغي مراعاة الاعتبارات التالية أيضًا فيما يخص استهلاك المياه لأغراض الري.

- تطوير قدرة الموظفين من الجوانب المالية والإدارية
- تسجيل جميع الآبار الموجودة داخل حوض صنعاء وتركيب عداد بهدف معرفة كمية المياه المستهلكة فعليًا
- تقليل خسارة المياه بفعل التسرب
- زيادة الوعي العام حول تقديم نظام ري يوفر المياه
- اعطاء الحوافز مثل زيادة ناتج المحاصيل، توفير المال للضخ من خلال المشروع الطليعي، وتوضيح فترة استرجاع التكاليف مقابل الاستثمار (لتقديم نظام ري محسن)
- تأمين دخل ثابت عن طريق تقديم محاصيل تستهلك كمية مياه أقل بإيجاد أسواق للمحاصيل (لتقديم محاصيل تستهلك كمية مياه أقل)

2.2.3 الفاقد المادي لإمداد المياه المدنية

بلغت نسبة استهلاك المياه غير المجددة (NRW) لإمداد المياه الريفية طبقاً لتقرير مؤسسه SWSLC 38.8% في العام 2006. مع

ذلك، كمية المياه المهدورة جراء التسريب والتوصيل غير القانوني ليست معروفة ومن المطلوب بذل جهد كبير يشتمل على التقنيات والتمويل لتنقية والحد من المياه غير المتجددة NRW. بدأت مؤسسة SWSLC بالفعل بتغيير أنابيب الشبكة العامة، بدعم من البنك الدولي وبانخفاض ملحوظ متوقع في المياه غير المتجددة NRW . وضع نظام تعرفة مناسب يساهم في منع الاستخدام الزائد للمياه الناتجة.

السكان الذين لا تشملهم مؤسسة SWSLC والبالغة نسبتهم 64% من اجمالي عدد السكان في مدينة صنعاء حصلوا على المياه من الخزانات الخاصة والشبكات ضيقة النطاق بتعرفة أعلى وجودة غير مضمونة. من الضروري تأسيس نظام مراقبة بموافقة المزودين على المستوى الخاص.

بخصوص الفاقد المادي في إمداد المياه للمناطق المدنية، يجب أخذ المسائل التالية أيضًا بعين الاعتبار.

- كل من تكلفة ومدة الاستثمار العالية مطلوبة لتقليل هدر المياه من الشبكة
- جهاز اكتشاف التسرب وتقنية تشغيله ضروريان
- مراقبة شبكة التوزيع لاكتشاف التوصيلات غير القانونية
- تطبيق الأنظمة المتعلقة بالاستبدال الدوري أو معايرة العدادات
- زيادة وعي المزودين على المستوى الخاص حول إدارة الموارد المائية
- تسجيل ومراقبة تركيب العدادات للآبار الخاصة بهدف معرفة كمية المياه المستنفذة والمستهلكة من قبل المزودين على المستوى الخاص

3. 2. 3 إعادة توزيع الموارد المائية

تم تشغيل محطة معالجة المياه العادمة (WWTP) الموجودة منذ العام 2000 بقدرة تصميمية يومية قصوى مقدارها 55000 م^3، التي تغطي 29% فقط من سكان المناطق المدنية. يمكن اعتبار 16 م م^3 (44000 م^3/يوم) بحلول العام 2006 من المياه العادمة المعالجة كمصدر متوفر للمياه. مع ذلك، تم تصريف المياه العادمة المعالجة مباشرة إلى قناة مفتوحة في وادي ولم يتم استخدامها رسميًا لأية أغراض أخرى. تعمل محطة معالجة المياه العادمة WWTP فعليًا بظروف تفوق طاقتها مقارنة بالقدرة التصميمية ويتم تصريف المياه المتدفقة المعالجة بطريقة غير صحيحة إلى الوادي والتي تستعمل من قبل المزارعين لري أراضيهم الزراعية. هذه المياه العادمة المعالجة بطريقة غير صحيحة لا تعتبر مورد للمياه بشكل غير مفسر تعتبر أيضًا مصدرًا للأثر العكسي على كل من الصحة البيئية وصحة الإنسان. إذا استعملت المياه العادمة المعالجة ذات الجودة المقبولة للزراعة لأغراض الري، فإن المياه الجوفية المخزنة والمفترض أن تستخدم في الزراعة يمكن تحويلها لاستخدامها في الأغراض المنزلية. بدأ تحسين محطة معالجة المياه العادمة WWTP الموجودة وبناء محطات WWTP جديدة بمبادرة من مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي (SWSLC).

يتم طرح المياه العادمة الصناعية مباشرة في شبكة الصرف الصحي العامة بدون معالجة. يعتبر تركيب مرافق المعالجة وإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الصناعات وسائل أخرى يجب أخذها بعين الاعتبار.

بخصوص توفر المياه العادمة المعالجة، يجب أخذ المسائل التالية أيضًا بعين الاعتبار

- التقليل من المياه المهدورة عن طريق التبخر والاستخراج العشوائي للمياه العادمة المعالجة
- يجب الأخذ بعين الاعتبار تقبل المزارعين لاستخدام المياه العادمة المعالجة لأغراض الري وتعرفة المياه
- يجب مراعاة تطبيق الأنظمة المتعلقة ببناء منشآت المعالجة من قبل القطاعات الصناعية والحوافز لإعادة استخدام المياه المدورة

4.2.3 الفرق في عدم التوازن المائي بين الأحواض الفرعية

تعتبر المحاصيل النقدية وهي القات مستهلكًا كبيرًا للمياه ويستهلك أكثر من 71% من إجمالي المياه المستهلكة للري في حوض صنعاء ويتوقع أن يزداد الطلب على المياه لأغراض الزراعة بالرغم من نضوب إمكانيات المياه الجوفية. مع الأخذ بعين الاعتبار الارتفاع الملحوظ في معدل النمو السكاني السنوي في مدينة صنعاء والبالغ 5.5% والأولوية المعطاة من قبل الاستراتيجية الوطنية للمياه لإمداد مياه الأغراض المنزلية، من خلال تحويل المياه المخصصة لأغراض الري إلى تخصيصها للأغراض المنزلية يبدو خيارًا مفضلاً.

تم إقرار توزيع الموارد المائية وفقًا لسياستين، 1) أولوية توزيع المياه معطاة للأغراض المنزلية و 2) ينبغي استخدام المياه النظيفة والآمنة في الأغراض المنزلية قدر الإمكان. بناءًا على هاتين السياستين، تم تقديم ثلاثة خيارات لتوزيع المياه، وهي 1) من أغراض الري وسقاية الأشجار المزروعة على جانبي الطريق إلى الأغراض المنزلية في المناطق المدنية، 2) من أغراض الري إلى الأغراض المنزلية في المناطق الريفية و 3) من أغراض الري في المناطق الريفية إلى الأغراض المنزلية في المناطق المدنية. في الوقت ذاته، يجب مراعاة امكانيات الموارد المائية على المستوى الإقليمي (على سبيل المثال، مستوى الأحواض الفرعية). ينبغي تطبيق أساليب أخرى في الوقت ذاته مثل تحسين فعالية استخدام مياه الري وإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة لأغراض الري.

5.2.3 التطوير المؤسساتي

(1) اختتام اللائحة التنفيذية الخاصة بقانون المياه لعام 2002، وتطوير المراسيم لمنطقة حماية مياه حوض صنعاء

مع أن قانون المياه لعام 2002 يعتبر أول خطوة هامة باتجاه الإدارة المتكاملة للموارد المائية (IWRM) في الدولة، بعض الاعتبارات السياسية في بنودها الأساسية هي احتمالية انخفاض تأثيرها القانوني وسريان مفعول القانون نفسه. تتضمن هذه الاعتبارات الافتقار إلى البنود التي تقدم مقاييس التحكم بالطلب مثل قياس استخراج المياه الجوفية وجمع ثمن المياه. في الوقت الحاضر، جرى إعداد المسودة النهائية الخاصة باللائحة التنفيذية لقانون المياه لعام 2002، والتي قد تتضمن بنود تتعلق بقياس استخراج المياه الجوفية وجمع ثمن المياه الجوفية. كما أنه من المنتظر بشدة الحصول على موافقة مجلس النواب على هذه اللائحة.

قرار آخر قد يؤدي إلى توجيه الجهود إلى تطوير القانون الفرعي الآخر بخصوص "منطقة الحماية "، لحوض صنعاء على وجه التحديد. لذا ونظرًا لاعتبارات العوامل الزمنية لزيادة القبول الاجتماعي، ينبغي للقوانين الفرعية الخاصة "بمناطق الحماية" لحوض صنعاء أن تعطي الأولوية لاستهداف الحد تدريجيًا ومع مرور الزمن من استخراج الماء إلى مستوى إعادة التعبئة الطبيعية السنوية. يجب أن تشتمل على؛ 1) منع حفر الآبار للاستخدام في أغراض الزراعة والري، 2) اصدار الرخص لجميع الآبار، بغض النظر عن العمق، 3) التركيب الإلزامي لعدادات المياه المستخرجة ، و 4) بند قد يسمح بعد فترة من الزمن بجمع رسوم المياه المستخدمة لأغراض الزراعة والري.

(2) زيادة الوعي لدى العامة والقادة السياسيين حول إدارة الموارد المائية

الإجراءات المتخذة في خطة العمل للتعامل مع أزمة المياه قد تستوجب التزامات لزيادة الوعي العام وتأسيس إجماع عام تدريجيًا لإدارة الموارد المائية، مما يؤدي إلى تغيير التوجه السياسي بالإضافة إلى زيادة الاستعداد السياسي نحو إدارة الموارد المائية.

علاوة على ذلك، سيتم تطوير وتنفيذ مشروع حملة توعية عامة بما يتناسب مع الثقافة الاجتماعية الفريدة القائمة على "القبلية" للبلاد. وأيضًا، يمكن أن يتم تأسيس شبكة تعليمية ومعلوماتية للسلطات القبلية. سيكون من الضروري أيضًا تزويد الهيئات السياسية بالمعلومات الموثوقة حول الأزمة المائية. اتخاذ القرارات السياسية "الصحيحة" المبنية على الأدلة الموثوقة على الأزمة المائية سيعمل على زيادة دعم الشعب مع "التصويت" جنبًا إلى جنب مع حملة التوعية للشعب بشكل عام.

يجب أن تدرج أساليب التوعية وتأسيس الآراء المجمعة التي تستهدف الشعب والمجتمعات القبلية والهيئات السياسية في خطة العمل.

(3) تعريف محدد لحق الانتفاع بالمياه

هناك عادة مصادر تشريعية تحكم إدارة الموارد المائية بشكل مألوف، مثل *الشريعة والعرف* والقانون المدني والتي تحدد بأن ملكية الأرض تعطي المالك الحق الكامل والسيطرة على الموارد الطبيعية فوق وتحت سطحها (بمعنى، المياه السطحية والجوفية).

يحدد قانون المياه لعام 2002 بوضوح بأن المياه ملكية عامة خاضعة لإدارة وتسجيل الدولة. لذلك، فإن حق استخدام المياه (حق الانتفاع) قد يجمع الأفراد والهيئات بناءً على بنود قانون المياه أو على الإذن والترخيص الصادر عن الدولة. يجب اقناع الشعب بهذا الوضع القانوني للمياه والمعرف في قانون المياه. وفي هذا السياق، يمكن أن تكون موافقة البرلمان ضرورية لتفعيل خطة العمل، في اللائحة التنفيذية لقانون المياه لعام 2002 ومثل هذه البنود القانونية المبنية على قانون المياه كطريقة قانونية وحيدة لتنظيم حق استخدام المياه، بدلاً من القوانين العرفية.

(4) احترام النظام التقليدي والقبلي

أحد المبادئ الهامة في إطار العمل المؤسساتي والإداري المعمول بها في قانون المياه لعام 2000 هو تفويض السلطات لإدارة الموارد المائية. نتيجة لذلك، تصبح المشاركة المحسنة للمؤسسات والمجتمعات المحلية في جميع خطوات عملية إدارة الموارد المائية من اتخاذ القرارات وتنفيذ اللوائح والمراقبة أهم القرارات لإنجاح آلية التنظيم الذاتي لإدارة الموارد المائية.

المؤسسات المحلية لا بصفتها الرسمية ولكن لأهميتها في ثقافة مجتمعاتها المحلية ينبغي أن تحتوي "القبائل" أو "النظام القبلي" الذي لا يمكن تجاهله والذي يمكن في الحقيقة اعتباره المؤسسة الحاكمة أكثر من سواها وخاصة في المناطق الجبلية في البلاد بما في ذلك المناطق الواقعة في حوض صنعاء. من ناحية اخرى، يبدو أنه يفتقر إلى الآلية الفعالة لتعزيز المشاركة الفاعلة "للقبائل" و"النظام القبلي" في اتخاذ القرارات وتنفيذ إدارة الموارد المائية بشكل محسن. لذلك، ينبغي أن يتم التعرف على وتطوير القنوات والشبكة لتوصيل القبائل والنظام القبلي طالما أمكن ذلك. في هذا السياق، يمكن أيضًا مراعاة إنشاء شبكة، مثل اشتراك السلطات القبلية في لجنة الحوض.

(5) تحسين إطار العمل اللامركزي للإدارة والمؤسسات المحلية

الحقيقة أن قانون السلطة المحلية لعام 2000 ولائحته التنفيذية يخصصان أجزاءً كبيرة للبنود المتعلقة بإدارة الموارد المائية محددًا الأدوار الوظيفية للمجالس المحلية على مستوى المحافظات والمناطق والهيئات المحلية التابعة للوزارات والمجتمعات المحلية والمنظمات على مستوى المجتمعات المحلية وكذلك الوسائل والإجراءات المتعلقة بالتخطيط والتنفيذ والتقنين والمراقبة. على أن البنية المؤسساتية الحالية المطورة في صنعاء طبقًا لقانون المياه لعام 2002 تبدو أقل استخدامًا للمؤسسات المحلية وخاصة المجلس المحلي للمحافظة والمنطقة . لذلك، هناك فرص هامة لتحسين إطار عمل المؤسسات والإدارة المحلية اللامركزي في حوض صنعاء، من خلال الاستغلال الكامل للقدرة المحلية في المجالس المحلية وتأسيس مؤسسات الفرص المحلية هذه في إدارة الحوض.

6.2.3 التطوير التنظيمي

تلعب المنظمات التالية دورًا ومسئوليات رائدة في أطر العمل التنظيمية اللامركزية المحددة لإدارة الموارد المائية المتكاملة للدولة وإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض في حوض صنعاء، 1) سلطة NWRA-SB والمجالس المحلية كسلطات محلية،2) لجنة حوض صنعاء SBC كمنبرلأصحاب العلاقة لاتخاذ القرارات في إدارة الحوض، و3) جمعية مستخدمي المياه WUA أيضًا كمنظمة لمجتمع المستخدمين. تم في هذا القسم شرح القضايا التي يجب مراعاتها في خطة تطوير المنظمات بموجب خطة العمل التي سيتم تجهيزها للدراسة.

(1) فرع سلطة إدارة الموارد المائية NWRA في صنعاء (NWRA-SB)

1) البنية التنظيمية

تشتمل سلطة NWRA-SB على دائرتين رئيسيتين – دائرة الدراسات والمعلومات، و؛ دائرة الترخيص والتوعية العامة. مع ذلك، كما تمت ملاحظته أعلاه، لم تتم صياغة القوانين الفرعية التنظيمية التي تحدد المهام والواجبات لسلطة NWRA-SB بعد. بدون صياغة القوانين الفرعية التنظيمية، فلن يكون بالإمكان إجراء المزيد من التطوير على الوصف الوظيفي لكل دائرة/قسم والخرائط التنظيمية التي تحدد العلاقة الداخلية بين الدوائر/الأقسام في الوقت الحالي. لذلك، هناك حاجة ملحة لصياغة قوانينها الفرعية التنظيمية والوصف الوظيفي بناءً على المهام والواجبات الموزعة عليهم.

2) الموارد البشرية

كان تقييم قدرة طاقم سلطة NWRA-SB أقل برقم من الدراسات السابقة، ما يوحي إلى أن القدرة التقنية ما زالت قضية كبرى. تم إعداد سلطة NWRA-SB للقيام بهذا التنسيق، ولكن عمرها بضع سنوات منذ تم تأسيسها في العام 2002. في الواقع، تم نقل أغلبية طاقم سلطة NWRA-SB الحالي، من وزارات وسلطات مختلفة لها علاقة في تطوير قسم آخر، لذا فإن أغلبية الطاقم الحالي لم يتم تجهيزهم بخبراتهم في إدارة الموارد المائية مع فرص تدريب أقل. اعتبرت المناطق التالية ذات أولوية لتعزيز قدرة السلطة التقنية للقيام بما هو مطلوب منها؛ إعداد نموذج تنفيذ المياه الجوفية، إطار العمل القانوني، التقنين والتطبيق، مشاركة المستخدم في إدارة الحوض.

علاوة على ذلك، يمثل نقص الطواقم المؤهلين بشكل كافٍ مشكلة خطيرة في سلطة NWRA-SB. لذلك، يميل الطاقم المؤهل نسبيًا في الوقت الحاضر إلى التعاقد والعمل في المشاريع والبرامج التي تمولها التبرعات. يبدو أن هناك حاجة لمراجعة أجور/ رواتب العاملين واستحداث ألية تحفيز محسنة من خلال زيادة الأجور والترقيات المستندة إلى نظام لتقييم العاملين على اساس الأداء.

3) الإدارة المالية

الإدارة المتكاملة للموارد المائية IWRM تتطلب تنسيقًا مع الأقسام الفرعية الأخرى ليس في الاستراتيجيات والأنشطة فقط بل أيضًا في خطة الاستثمار. قامت وزارة المياه والبيئةMWE بتشكيل البرنامج القومي الاستراتيجي والاستثماري لقطاع المياه (NWSSIP من 2005 إلى 2009) في العام 2005، عبر سلسلة من الاجتماعات الاستشارية وتأسيس الآراء المجمعة مع أصحاب العلاقة. يعتبر برنامج NWSSIP في الحقيقة البرنامج القومي للاستثمار الوحيد والرئيسي لتحسين قطاع المياه ككل.

سلطة NWRA هي السلطة التنفيذية الرئيسية لمباشرة أنشطة إدارة الموارد المائية التي تم التخطيط لها والمذكورة في البرنامج القومي الاستراتيجي والاستثماري لقطاع المياه NWSSIP. مع ذلك، التبرعات التي تمت الموافقة عليها بلغت ما يقارب 67%

فقط من ميزانية الاستثمار المطلوبة. النفقات الفعلية لسلطة NWRA في العام 2006 بلغت 89% تقريبًا من ميزانية الاستثمار الموافق عليها. يدل هذا ببساطة على أن كل من الحكومة وسلطة NWRA لم تستطيعا تلبية المطلوب في الاستثمار والأنشطة الموضوعة المحددة في برنامج NWSSIP.

4) التنظيم والمراقبة

التنظيم والمراقبة أحد أهم المهمات والواجبات التي ينبغي على سلطة NWRA-SB القيام بها لإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض. من ناحية أخرى، تعتبر عملية التحسن في هذه المهمة بطيئة جدًا من حيث عدد الآبار البالغ 43 بئرًا فقط مسجلة ومرخصة من بين العدد الكبير من آبار حوض صنعاء. علاوة على ذلك، وعند مراجعة قدرة سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB في تنفيذ وتطبيق اللوائح على أرض الواقع دون وجود طاقم مناسب وميزانية للمراقبة الميدانية، تبدو عملية النهوض بمستوى التسجيل والترخيص صعبة. بالتالي، هناك حاجة ملحّة لتطوير آلية عمل شبكة المراقبة الميدانية، بالتعاون مع السلطات المحلية الأخرى.

(2) المجالس المحلية

تعتبر المجالس المحلية أيضًا منظمات جديدة نسبيًا حيث تم تسهيل تأسيسها منذ صدور قانون السلطة المحلية لعام 2000. تتواجد المجالس المحلية على مستوى المحافظة والمناطق، حيث تتمثل مهامها وواجباتها المتعلقة بإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض بالإشراف وتطبيق القوانين واللوائح كما تمت ملاحظتها بالتفصيل في الأقسام السابقة. بالرغم من أن الأجهزة التنفيذية لإدارة الموارد المائية في المجالس المحلية التي تقع في حوض صنعاء لم يتم تطويرها حتى الآن، ويبدو أن سلطة إدارة الموارد المائية لحوض صنعاء NWRA-SB تهمل مسؤولياتها المتعلقة بالتعاون مع الأجهزة التنفيذية المحلية تلك بالأخص لتأسيس شبكة مراقبة محلية، إلا أنه سيتم استعمالها ودمجها في إطار العمل التنظيمي المحلي لإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض.

(3) لجنة حوض صنعاء (SBC)

منذ تأسيس لجنة حوض صنعاء SBC، فإنها تجتمع بشكل منتظم إلى حدٍ ما 6 مرات في السنة، وبناءً على النصائح المقدمة من المانحين والخبراء المغتربين، يبدو أن القرارات الجوهرية قد تم اتخاذها ومراعاتها من جوانب قطاعية متعددة. هذا شيء إيجابي جدًا. من ناحية أخرى، تعتبر القدرة الخاصة بالترتيبات المؤسساتية لتحسين إدارة المياه غير كافية. المؤسسات العامة لا يمكنها مجاراة المجموعات القبلية ومستخدمي المياه المحليين بسبب استقلاليتهم القوية. سيعمل المشروع على الدمج بين اللوائح وأسلوب إدارة الموارد المائية وبرنامج عام للمعلومات والتوعية.

بالتالي، فإن هذا يعني إنشاء وصيانة القنوات لتشمل القادة التقليديين والمؤسسات القبلية في صنع القرار، وتطبيق آلية التنظيم الذاتي لإدارة مياه ، على سبيل المثال تدخلهم في لجنة حوض صنعاء SBC. علاوة على ذلك، ومن أجل تقوية نظام التنظيم والمراقبة، يبدو أن هيئات الدعم المعنية مثل وزارة الداخلية ووزارة الإدارة المحلية ووزارة العدل لتطبيق أنظمة المياه قد اشتركت في لجنة حوض صنعاء SBC لأهدافها.

(4) جمعية مستخدمي المياه (WUA)

تمثل مياه الري 90% من سحب المياه الجوفية في البلاد. كنتيجة، الاقتصاد في المياه المستعملة في المزارع لتقليل الفاقد المائي غير المفيد، وبالتالي تقليل طريقة ضخ الأجزاء الرئيسية لإستراتيجية المياه القومية المذكورة سابقًا في قانون المياه والمرسوم الذي يحدد حوض صنعاء كواحد من "المناطق المحمية". لكي تكون ناجحة، فإنها تحتاج إلى جهود جماعية والعمل مع المزارعين عن قرب من خلال جمعية مستخدمي المياه (WUA) ومجموعة مستخدمي المياه (WUG).

في الوقت الحاضر، وبموجب مكونة المشروع "إدارة الطلب وتحسين عملية الري" المطبقة من قبل مشروع إدارة مياه حوض صنعاء، فقد تم استبدال طريقة الري التقليدية باستعمال فائض القنوات المفتوحة بتكنولوجيا الري الحديثة مثل الأنابيب المستعملة مع جهاز التقطير أو الفوّارة. يشكّل تأسيس جمعية مستخدمي المياه WUA جزءًا مهمًا من مكونة المشروع. جنبًا إلى جنب مع تشكيل جمعية مستخدمي المياه WUA، فقد تم اختيار مزارع توضيحية (غالبًا من 1 إلى 2 هكتار) لكل جمعية مستخدمي مياه وتلقت الاستثمار في البنية التحتية لعمليات الري الحديثة.

لتأسيس المزارع التوضيحية أهمية حيوية. تكمن أهمية المزارع التوضيحية في حقيقة كونها المصدر والوسائل الرئيسية للعمل على إقناع المزارعين لتبني أنظمة الري المحسنة. من ناحية أخرى، أفاد تقرير للبنك الدولي أنه تم تأجيل تلك الأنشطة بشكل كبير، مما أثر سلبًا على قبول المزارعين لتكنولوجيات الري الجديدة (المسح الأساسي لتقييم الأثر المستقبلي، مشروع إدارة مياه حوض صنعاء، MWE (2006). مصحوبة بهذا، فإن زيادة وعي المزارعين تبدو أيضًا غير كافية. بعضهم متردد في المساهمة باستثمار رأس المال أو في الانضمام إلى جمعية مستخدمي المياه WUA. تمت ملاحظة التطور الضعيف في عملية تركيب وتغطية نظام الري المحسن بمساحة قدرها 211 هكتار فقط مركبة، أو أقل من 5% من هدف المشروع.

القضية الرئيسية على المدى الأطول، هنا، هي التوعية المحسنة لجمعيات ومجموعات مستخدمي المياه WUA و WUG. لذلك، تعتبر جودة جمعيات ومجموعات مستخدمي المياه WUG/WUA حاجة رئيسية، وأهم بشكل أساسي من إنجاز المشروع من حيث عدد مجموعات مستخدمي المياه WUG وعدد الهكتارات. في الأساس، يعتبر من الأكثر أهمية تطوير برنامج ناجح من تحقيق الأهداف التي لا يمكن محاكاتها أو ذات قيمة توضيحية بسبب عدم نجاحها.

مصحوبة بذلك، هناك تدريب محدود لجمعيات ومجموعات مستخدمي المياه WUG/WUA فيما يتعلق بالممارسات الزراعية والاقتصادية التي قد ينتج عنها توفير المياه. ينبغي أن يكون هناك إلمام لدى المستفيدين بأنماط الزراعة المناسبة من أجل تبني أسلوب زراعة المحاصيل ذات استهلاك المياه الأقل. ينبغي أن تركز برامج التدريب الخاصة بالطاقم على استعمال المياه بكفاءة من خلال المعرفة الصحيحة بمتطلبات المياه اللازمة للمحصول وجدولة مواعيد الري وتوفير المياه، ما يؤدي بالنهاية إلى زيادة الانتاجية.

3. 2. 7 تلوث موارد المياه الجوفية المحدودة

(1) التلوث في المناطق المدنية

محطة معالجة المياه العادمة WWTP في صنعاء تعمل بوضع معالجة يفوق قدرتها ويتم تصريف المياه العادمة المعالجة بشكل غير صحيح مباشرة في قناة مفتوحة في الوادي. ولقد استعمل المزارعون المياه المصرفة هذه لغرض الري. ولقد بدأت NWRA-SB في زيادة توعية هؤلاء المزارعين حول أهمية عدم استعمال المياه المصرفة لتجنب المخاطر الصحية. وبالإضافة إلى ذلك، وبسب التسرب إلى داخل الأرض، أصبحت جودة المياه الجوفية في مجرى مياه محطة المعالجة أسوأ كما في القضية التي تم الإبلاغ عنها لسد المشام. ولقد تم التخطيط لتحسين محطة معالجة المياه العادمة WWTP الموجودة وإنشاء محطة جديدة على مجرى الوادي من قبل مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC.

قد تم أيضًا الابلاغ عن تلوث المياه الجوفية نتيجة لتسرب مواد اليها من البواليع. أصبح تدهور جودة المياه الجوفية بسبب تسرب مياه الصرف الصحي إليها مرئيًا حيث وجد تركيز نترات عالي (NO3) والتركيز أعلى بمرتين أو ثلاث مرات من الحد الذي تسمح به منظمة الصحة العالمية (WHO) لمياه الشرب وهو 50 ملجم/لتر في الجزء المركزي القديم من مدينة صنعاء. منذ أن أيقنت مؤسسة SWSLC وبلدية صنعاء ضرورة معالجة مياه الصرف الصحي، فقد قاموا بتخصيص ميزانية من الصندوق المالي العربي والميزانية القومية للتعامل مع هذا الموقف.

تمت الإشارة إلى التلوث الناتج من التخلص غير الكافي من المخلفات في محطات الوقود ومحلات صيانة السيارات والوحدات الطبية مثل المستشفيات والمختبرات والعيادات وحتى في الصناعات حيث كانت تلك المؤسسات غير مجهزة بأي مرافق معالجة للمياه العادمة وعلى فرض ان تصريف المياه العادمة لم يتم التحكم به ولم يتم تنظيمه ومراقبته. لم يتم توضيح تلوث المياه الجوفية الناتج عن العوامل الفردية تلك، لذلك، فإن من المطلوب إجراء مسح شامل لجودة المياه الجوفية وتطبيق اللوائح المتعلقة بإنشاء مرافق المعالجة في تلك المؤسسات دون تأخير.

(2) التلوث في المناطق الريفية

من اجل زراعة محاصيل قدر الامكان، لسوء الحظ لم يقم المزارعون باستعمال الموارد المائية بشكل زائد فقط ولكنهم أيضا استعملوا الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية. تمت ملاحظة تلوث المياه الجوفية على طول الوديان حيث أجريت الأنشطة الزراعية. قامت حكومة اليمن بالمصادقة على منع استعمال بعض المبيدات الحشرية والأسمدة الكيماوية والتي قد تكون أحد مصادر تلوث المياه الجوفية، إلا أن التخزين والتخلص من مخلفات الماشية على الأراضي تعتبر أيضا مصدراً ملوثاً يؤثر بشكل واسع على جودة المياه الجوفية.

تلزم مناهج تتعلق بزيادة توعية المزارعين حول المخاطر الناتجة عن الاستعمال الزائد للمبيدات الحشرية والأسمدة الكيماوية وأيضا استعمال الكيماويات غير القانونية.

مراعاة للموقف، فقد تم إطلاق خطة إدارة حشرية متكاملة متعلقة بنبات العنب والقات عن طريق مشروع SBWMP بالتعاون مع المؤسسة العامة لحماية المزروعات.

(3) تركيز مادة الفلورايد

أفادت التقارير أن تأثير التركيز العالي لمادة الفلورايد مثل الفلور الخاص بالأسنان والفلور الخاص بالهيكل العظمي قد تمت ملاحظته أيضا داخل حوض صنعاء. تجاوز تركيز مادة الفلورايد في 28 بئر من أصل 202 ممثلاً ما نسبته (14%) الحد الأقصى المسموح به ألا وهو1,5ملجم/ لتر وتمت ملاحظة تلك القراءات في المناطق الجنوب شرقية والغربية والجزء الشمالي من الحوض. 67 بئر (أي ما نسبته 33%) تحت تركيز مادة الفلورايد مابين 0.5 و 1.5 ملجم/لتر. تعتبر أسباب التلوث مجهولة على سبيل المثال إذا نتجت من مصادر طبيعية أو نتجت من تسرب مياه ملوثة وغيرها والمعلومات الوحيدة المتوفرة هي أن أغلبية العينات التي تم تحليلها تقع في منطقة توزيع الصخور البركانية. من ناحية أخرى يعتبر فقط رقمًا تقريبيًا يتعلق بالتلوث بمادة الفلورايد. وبما أن الناس الذين يعيشون في مناطق ذات تركيز مادة فلورايد عالي يمتلكون خياراً محدودًا من المصادر المائية لأغراض الشرب، لذا ينبغي اتخاذ الإجراءات بواسطة الهيئة الحكومية.

بخصوص تلوث موارد المياه الجوفية المحدودة ، ينبغي مراعاة ما يلي:

- ينبغي مراعاة تحسين نظام شبكة الصرف الصحي من أجل أن تناسب الزيادة السكانية في المناطق المدنية بما يتوافق مع خطط تطوير المدينة
- تطبيق لوائح إنشاء مرافق معالجة المياه العادمة للمنشآت الصناعية ومحطات الوقود ومحلات صيانة السيارات والوحدات الطبية وغيرها
- زيادة توعية المزارعين من خلال تثقيفهم حول تقنيات الزراعة الفعالة
- تطبيق اللوائح الخاصة باستعمال المبيدات الحشرية والأسمدة الكيماوية المحظورة دولياً ، وزيادة توعية المزارعين حول المخاطر الصحية والبيئية عند استعمال مثل تلك المبيدات الحشرية والأسمدة الكيماوية.

8.2.3 ضرورة أخذ الاستعمال الفعال للمياه السطحية بعين الاعتبار

يعتبر هطول الأمطار داخل حوض صنعاء والذي يتراوح بين 200مم في السنة في مناطق الشمال شرقية و 350 مم في السنة في مناطق الجنوب غربية منخفضاً ، لذلك، فقد قامت الحكومة والمزارعين بجهود تتعلق باستعمال الموارد المائية الثمينة تلك بقدر الإمكان بواسطة طرق الحصاد المائي والبنيات السطحية التي ساهمت أيضًا بإعادة تعبئة المياه الجوفية. من ناحية أخرى، تم نقصان الاعتماد على أنظمة الحصاد المائي بسبب توسع الأراضي الزراعية واستعمال موارد المياه الجوفية. لذلك ، ينبغي مراعاة الإجراءات المناسبة لتحسين تعبئة المياه الجوفية.

(1) الحصاد المائي وصيانة الشرفة

تم استعمال طرق الحصاد المائي التقليدية في المدينة منذ زمن بعيد ليتم الحصول على المياه للأغراض المنزلية والحيوانات والري، وساهمت في إعادة تعبئة المياه الجوفية في الوقت ذاته. من ناحية أخرى، بما أنه قد تمت توسعة الأنشطة الزراعية مع زيادة استهلاك المياه الجوفية فإن الاعتماد على طرق الحصاد المائي التقليدية انخفضت. ثم تم ترك الشرفات في المناطق الجبلية دون صيانة. نظرًا لندرة المياه في الحوض ، ينبغي استعمال مثل تلك الطرق التقليدية بقدر الإمكان.

(2) مراعاة إنشاء وإعادة تأهيل سدود إعادة التعبئة والسدود السطحية

تم تشغيل السدود بشكل عام لإعادة تعبئة المياه الجوفية، في الحقيقة، تمت ملاحظة تحسين المستوى المائي للآبار الضحلة داخل حوض صنعاء. من ناحية أخرى ، أشار المشروع القومي الاستراتيجي والاستثماري لقطاع المياه NWSSIP إلى انه بالرغم من الجهود الكبيرة في إنشاء السدود في البلاد، فإن بناء السدود لم يوقف الانحدار المستمر لمستويات المياه الجوفية أو تحسين الطبقات الجوفية المستنفذة في العديد من الأحواض. ثم استنتج أن سياسة السدود ينبغي أن تكون مصحوبة بالإجراءات والأعمال للتحكم وتقنين الطلب على المياه.

وبخصوص مراعاة الاستعمال الفعال للمياه السطحية، ينبغي مراعاة ما يلي:

- زيادة توعية المزارعين حول أهمية الحصاد المائي
- توافر مناطق جبلية للشرفات
- إجراءات وأعمال للتحكم والتقنين في الطلب على المياه
- تحليل الكلفة والربح
- التأثير السلبي المحتمل على النواحي الاجتماعية والبيئية وضرورة التهدئة التي ينبغي اتخاذها على أساس نتائج الدراسة الشاملة

الفصل 4 السيناريوهات المستقبلية بالإستناد إلى الاقتصاد الاجتماعي والطلب على المياه في حوض صنعاء

1.4 التفويض

في بداية هذا الفصل، تم توقع الطلب على المياه مستقبلاً وفقًا للمعلومات المقدمة من قبل الهيئات المعنية وذلك لتوضيح مقدار كمية النقص في المياه والمدة الزمنية التي يتم من خلالها استهلاك الموارد المائية المحدودة داخل حوض صنعاء. ثم يتم الأخذ بعين الاعتبار السيناريوهات الممكنة للتخفيف من حدة الظروف القاسية للموارد المائية. ويتم اختيار سيناريو واحد لتنفيذه بالاستناد إلى هذه النتائج.

2.4 الطلب على المياه مستقبلاً

1.2.4 تنبؤات عدد سكان حوض صنعاء

(1) تنبؤات عدد سكان مدينة صنعاء

تم إجراء تنبؤات لعدد سكان مدينة صنعاء من قبل سلطة المياه والصرف الصحي الوطنية (NWSA) (2000)، من أجل الخطة الرئيسية لإمداد المياه للمناطق المدنية و مشروع الصرف الصحي، بحيث تبنوا ثلاث سيناريوهات نمو تعكس نمو مرتفع ونمو متوسط ونمو محدود. بلغ المعدل الافتراضي تبعًا لسيناريو النمو المرتفع 6.1% في عام 1997 وانخفضت إلى 4.2% في عام 2020. بلغت المعدلات المفترضة تبعًا لسيناريوهي النمو المتوسط والمحدود 5.6% و 5.1% على التوالي في عام 1997 وانخفضت إلى 3.3% و 2.4% على التوالي في عام 2020. نظرًا لأن معدل النمو الفعلي لسكان مدينة صنعاء بلغ أثناء الفترة الممتدة ما بين عام 1994 وعام كانت 2004 5.5% ، فإنه قد تم اعتماد هذا الرقم كمعدل النمو لعام 2004. تنبؤات عدد سكان مدينة صنعاء مبين في *الجدول 1.4*. ولقد تم تبني معدل النمو المتوسط لسكان مدينة صنعاء.

الجدول 1.4 تنبؤات عدد سكان مدينة صنعاء حسب السيناريو

السنة	معدل النمو المرتفع			معدل النمو المتوسط			معدل النمو المحدود	
1994	1003627			1003627			1003627	
2004	1747834	5.50		1747834	5.50		1747834	5.50
2005	1842545	5.42		1841562	5.36		1840578	5.31
2010	2371261	5.01		2344740	4.68		2318455	4.34
2015	2993208	4.61		2888894	3.99		2787806	3.37
2020	3705595	4.20		3443519	3.30		3198573	2.40

المصدر: الكتاب السنوي الإحصائي لعام 2005 (السكان لعام 1994 وعام 2004)

(2) تنبؤات عدد سكان المناطق الريفية الموجودة ضمن الحوض

تم حساب السكان المتواجدين ضمن الحوض لعام 2004 وفقًا للنسبة المئوية للمنطقة لكل مقاطعة متضمنة في الحوض وسكان كل مقاطعة بالاستناد إلى نتائج التعداد السكاني لعام 2004. بالنسبة لهذا الحساب، فقد تم الافتراض بأن السكان موزعين بانتظام ضمن الحوض. تم حساب تنبؤات عدد السكان في هذه الدراسة لمقاطعات بني حشيش وسنحان وبني بهلول وحمدان وأرحاب ونحم والطيال وبني مطر وجهنة بالاستناد إلى معدل النمو 2.5% الذي تم تبنيه من قبل سلطة المياه GARWSP. نتائج التوقعات مبينة في *الجدول 2.4*.

الجدول 2.4 التوقعات الخاصة بعدد سكان المناطق الموجودة ضمن حوض صنعاء

المنطقة / السنة	بني حشيش	سنحان وبني بهلول	حمدان	أرحاب	نحم	الطيال	بني مطر	جهنة	المجموع
1994	54375	60999	47415	27061	8397	***	34370	***	232617
2004	73957	64832	63612	38891	10046	11779	28605	3009	294733
2005	75806	66453	65203	39864	10298	12074	29320	3084	302101
2010	85767	75185	73771	45102	11651	13660	33173	3490	341799
2015	97038	85065	83465	51029	13182	15455	37532	3948	386715
2020	109790	96243	94433	57735	14914	17486	42464	4467	437532

* معدل النمو: معدل 2.5%، المعدل الذي تم تبنيه من قبل سلطة المياه GARWSP الوحدة: نسمة

(3) تنبؤات عدد سكان الحوض الفرعي

تم حساب السكان المتواجدين ضمن كل 22 حوض فرعي لعام 2004 وفقًا للنسبة المئوية للمنطقة لكل مقاطعة متضمنة في الحوض الفرعي والسكان الذي تم حسابهم أعلاه. معدل النمو الذي تم تبنيه للمناطق الريفية هو 2.5% وبالنسبة للمنطقة المدنية، فقد تم تبني معدل النمو المتوسط. نتائج التقدير مبينة في *الجدول 4 .3*.

الجدول 3.4 تنبؤات عدد سكان الحوض الفرعي

	السنة / الحوض الفرعي	2005	2006	2010	2015	2020
1	وادي المشاميني	5480	5617	6200	7014	7936
2	وادي المديني	14016	14366	15858	17941	20299
3	وادي الخريد	10647	10950	12238	14020	15991
4	وادي المعادي	2419	2479	2736	3096	3503
5	وادي عسير	4560	4674	5159	5837	6604
6	وادي خلاقة	1687	1729	1908	2159	2443
7	وادي كسبه	4624	4740	5232	5919	6697
8	وادي الحقة	17053	17622	20035	23337	26900
9	وادي بني حواط	1104206	1161546	1403916	1728142	2058854
10	وادي تهامة	148600	156316	188929	232556	277057
11	وادي أز سير	47314	48822	55224	64010	73556
12	وادي الفرس	10185	10440	11524	13038	14752
13	وادي الإقبال	26191	26845	29632	33526	37932
14	وادي ظهر والغيل	73755	76512	88198	104083	120944
15	وادي حمدان	55268	57953	69306	84537	100186
16	وادي المورد	440583	463330	559482	688139	819450
17	وادي صوان	31035	32131	36778	43115	49896
18	وادي شاهق	92620	96700	113963	137228	161407
19	وادي غيمان	18321	18779	20729	23453	26535
20	وادي المليخي	7459	7646	8440	9549	10803
21	وادي هزياز	10761	11030	12175	13775	15585

22	وادي أخوار	16835	17255	19047	21550	24382
	المجموع	2143619	2247483	2686707	3276023	3881712

الوحدة: نسمة

2.2.4 الطلب على المياه المحلية

(1) إمداد المياه للمناطق المدنية

قامت مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC بتحضير برنامج تطوير تحديدًا لمشاريع الصرف الصحي وإمداد المياه لصنعاء (SWSSP). يُتوقع الطلب على المياه مستقبلاً للمنطقة المدنية في مشاريع الصرف الصحي وإمداد المياه لصنعاء SWSSP مع أربع خيارات وأوضاع بديلة ، ويتضمن الطلب على المياه لكلا استعمالات المياه المحلية وغير المحلية التي يتم تزويدها بواسطة كلا المزودين على المستوى العام والخاص. وفقًا لمؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC، فقد تم تقديم إمداد المياه للمنطقة المدنية وفقًا للخيار 1، أي، 35 لتر/فرد/يوم للاستهلاك المحلي لسكان المدينة بأكملها بفاقد مادي تصميمي 20%. الطلب على المياه مستقبلاً لإمداد المياه للمناطق المدنية مبين في *الجدول 4.4*.

الجدول 4. 4 الطلب على المياه للمناطق المدنية

	الوحدة	2005	2006	2010	2015	2020
عدد السكان		1841562	1937783	2344740	2888894	3443519
إمداد المياه على المستوى العام	(لا يوجد)	672141	696141	1104115	1763511	2582639
إمداد المياه على المستوى الخاص		1169421	1241642	1240625	1125383	860880
استهلاك الوحدة						
محلي						
خيار 1		إمداد المياه على المستوى العام	إمداد المياه على المستوى العام	35.0	35.0	35.0
خيار 2		50.8	51.6	59.7	69.9	80.0
خيار 3، 4	(لتر/فرد/يوم)					
إمداد المياه على المستوى العام		إمداد المياه على المستوى الخاص	إمداد المياه على المستوى الخاص	80.0	80.0	80.0
إمداد المياه على المستوى الخاص		70.0	70.0	35.0	35.0	35.0
غير محلي						
خيار 1	(من المجموع %)	---	---	%30	%30	%30
الاستهلاك						
محلي						
خيار 1				30.0	36.9	44,0
إمداد المياه على المستوى العام	(م م3)	12.5	13.1	32.2	51.5	75.4
إمداد المياه على المستوى الخاص		29.9	31.7	15.8	14.4	11.0
غير محلي						
خيار 1	(م م3)	1.3	1.6	12.8	15.8	18.9
الاستهلاك الكلي						
خيار 1	(م م3)	43.7	46.4	42.8	52.7	62.8
مجموع الإمدادات المطلوبة بما في ذلك الفاقد المادي بنسبة 20% من الانتاج						
خيار 1	(م م3)	54.3	55.8	53.5	65.9	78.6

* عدد السكان المقدر بالاستناد إلى نتائج التعداد السكاني لعام 2004، تبعًا لسيناريو معدل النمو المتوسط
* عدد السكان المغطى ضمن إمداد المياه على المستوى العام للعامين 2005 و 2006 بالاستناد إلى تقرير مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC السنوي (عام 2006)
* الاستهلاك لكل وحدة للعامين 2005 و 2006: بالاستناد إلى تقرير مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC السنوي (عام 2006) لإمداد المياه على المستوى العام وإمداد المياه على المستوى الخاص تم تقديره بناءًا على برنامج التطوير (عام 2000)
* تم الاستناد إلى استهلاك المياه للاستعمال غير المحلي على تقرير مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC السنوي (عام2006)
* مجموع الإمدادات المطلوبة لعامي 2005 و 2006 يظهر أن الكمية الكلية للمياه المنتجة من قبل القطاع العام (بالاستناد إلى تقرير مؤسسة صنعاء

المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC السنوي (عام 2006)) وعلى فرض أن استهلاك المياه = انتاج المياه، من القطاع الخاص

(2) إمداد المياه للمناطق الريفية

سلطة المياه GARWSP هي جزء من الهيئة الحكومية المسؤولة عن التخطيط والتنفيذ لإمداد المياه للمناطق الريفية. مع ذلك، هناك نقص في المعلومات المتوفرة المتعلقة بتوقعات إمداد المياه مستقبلاً. لذلك فقد تم حساب الطلب على المياه مستقبلاً لهذا القطاع بالاستناد إلى معدل النمو السكاني وهو (2.5 %) المعتمد من قبل سلطة GARWSP لمشاريع إمداد المياه الريفية ومقدار استهلاك المياه للوحدة وهو 20 لتر/فرد/يوم المعتمد من قبل سلطة NWRA لإدارة الموارد المائية لكل حوض من الأحواض الفرعية كما هو مبين في *الجدول 5.4*.

الجدول 4. 5 الطلب على المياه مستقبلاً للمناطق الريفية مقسمًا على الحوض الفرعي

	2005		2010		2015		2020	
	عدد السكان	الطلب على المياه	عدد السكان	الطلب على المياه	عدد السكان	الطلب على المياه	عدد السكان	الطلب على المياه
وادي المشاميني	5480	0.04	6200	0.05	7014	0.05	7936	0.06
وادي المديني	14016	0.10	15858	0.12	17941	0.13	20299	0.15
وادي الخريد	9294	0.07	10515	0.08	11897	0.09	13461	0.10
وادي المعادي	2419	0.02	2736	0.02	3096	0.02	3503	0.03
وادي عسير	4560	0.03	5159	0.04	5837	0.04	6604	0.05
وادي خلاقة	1687	0.01	1908	0.01	2159	0.02	2443	0.02
وادي كسبه	4624	0.03	5232	0.04	5919	0.04	6697	0.05
وادي الحقة	11834	0.09	13389	0.10	15149	0.11	17139	0.13
وادي بني حواط	15013	0.11	16986	0.12	19218	0.14	21744	0.16
وادي تهامة	2058	0.02	2329	0.02	2635	0.02	2981	0.02
وادي أز سير	35392	0.26	40043	0.29	45305	0.33	51258	0.37
وادي الفرس	10185	0.07	11524	0.08	13038	0.1	14752	0.11
وادي الإقبال	26191	0.19	29632	0.22	33526	0.24	37932	0.28
وادي ظهر والغيل	40281	0.29	45574	0.33	51563	0.38	58339	0.43
وادي حمدان	7539	0.06	8530	0.06	9650	0.07	10919	0.08
وادي المورد	10830	0.08	12253	0.09	13863	0.10	15685	0.11
وادي صوان	19312	0.14	21850	0.16	24721	0.18	27970	0.2
وادي شاهق	28010	0.20	31691	0.23	35855	0.26	40567	0.3
وادي غيمان	18321	0.13	20729	0.15	23453	0.17	26535	0.19
وادي المليخي	7459	0.05	8440	0.06	5949	0.07	10803	0.08
وادي هزياز	10761	0.08	12175	0.09	13775	0.10	15585	0.11
وادي أخوار	16835	0.12	19047	0.14	21550	0.16	24382	0.18
المجموع	302101	2.21	341799	2.5	386715	2.82	437532	3.19

الوحدة: عدد السكان: نسمة،
الطلب على المياه: مليون متر مكعب

3.2.4 الطلب على المياه الزراعية

تم تقدير توقعات الطلب على المياه مستقبلاً بالاستناد إلى نتائج GAF (عام 2007) التي قامت بحساب مجموع التبخر والنتح ETa لكل محصول بكفاءة ري تبلغ 40% كما هو مذكور في القسم 2. 3. 2 في الفصل 2 . تم حساب ETa في وحدة منطقة الري لكل محصول في هذه الدراسة وذلك لحساب الطلب على المياه بالنسبة إلى الزيادة في الأراضي المروية المتوقعة بناءً على معدل النمو السنوي للمنطقة المروية في الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية لعام 2005. يبين *الجدول 6.4* مجموع الطلب على المياه مقسمًا على الأحواض الفرعية.

الجدول 6.4 الطلب على المياه للري (IE=40%)

	مجموع الطلب على المياه بالمليمتر مكعب عند IE=40% لعامي 2005/2004					
	الحوض الفرعي	2005/2004	2006	2010	2015	2020
1	وادي المشاميني	0.89	0.90	0.95	1.02	1.10
2	وادي المديني	4.53	4.59	4.86	5.20	5.58
3	وادي الخريد	3.03	3.07	3.24	3.47	3.72
4	وادي المعادي	1.29	1.31	1.39	1.48	1.59
5	وادي عسير	7.65	7.76	8.20	8.79	9.42
6	وادي خلاقة	2.33	2.36	2.50	2.67	2.87
7	وادي كسبه	2.40	2.43	2.57	2.76	2.95
8	وادي الحقة	14.48	14.66	15.39	16.36	17.40
9	وادي بني حواط	48.67	49.01	50.43	52.31	54.32
10	وادي تهامة	1.26	1.27	1.32	1.38	1.45
11	وادي آز سير	24.74	24.93	25.75	26.83	27.98
12	وادي الفرس	8.61	8.69	9.02	9.46	9.92
13	وادي الإقبال	19.67	19.94	21.03	22.49	24.05
14	وادي ظهر والغيل	16.30	16.49	17.26	18.30	19.41
15	وادي حمدان	10.16	10.31	10.89	11.67	12.51
16	وادي المورد	8.76	8.86	9.26	9.80	10.37
17	وادي صوان	10.05	10.13	10.47	10.91	11.38
18	وادي شاهق	10.30	10.40	10.78	11.30	11.85
19	وادي غيمان	5.50	5.55	5.77	6.07	6.38
20	وادي المليخي	3.47	3.52	3.71	3.96	4.23
21	وادي هزياز	2.64	2.68	2.83	3.02	3.23
22	وادي آخوار	2.45	2.48	2.62	2.81	3.01
	المجموع	209.20	211.35	220.24	232.06	244.71

الوحدة: مليون متر مكعب

4.2.4 الطلب على المياه الصناعية

الدراسات والمعلومات الخاصة باستهلاك المياه للصناعات قليلة جدًا، ولقد تم تبني الطلب على المياه للصناعة المقدر من قبل WEC (2001) في الدراسة. قامت WEC (2001) بتقدير الطلب على المياه للعام 1995باستعمال "طريقة المتطلبات المائية الإجمالية". تعتمد هذه الطريقة على تحديد 1) المخرجات المادية للمنتجات الصناعية المختلفة و 2) متوسط المتطلبات المائية لكل وحدة إخراج فعلي في القطاعات الصناعية الفرعية. نتائج التوقعات حول الطلب على المياه الصناعية مبينة في *الجدول 7.4*

الجدول 7.4 الطلب على المياه الصناعية حسب السيناريو

السنة	معدل النمو القديم			معدل النمو المبرمج		
	التصنيع	التعدين والمحاجر	المجموع	التصنيع	التعدين والمحاجر	المجموع
2005	4.75	0.00336	4.76	4.75	0.00336	4.76
2010	5.98	0.00452	5.99	7.12	0.00485	7.12
2015	7.53	0.00608	7.53	10.65	0.00700	10.66
2020	9.47	0.00818	9.48	15.94	0.01009	15.95

الوحدة: مليون متر مكعب

تم تبني الطلب على المياه مستقبلاً للصناعة وفقًا لمعدل النمو المبرمج في هذه الدراسة نظرًا لأنه قد تم تقييمه والتخطيط له في خطة التطوير الاقتصادي-الاجتماعي للحد من الفقر (2006-2010).

5.2.4 الطلب على المياه السياحية

نظرًا لعدم توفر المعلومات الخاصه للقطاع السياحي، تم حساب توقعات الطلب على المياه للقطاع السياحي بافتراض الظروف التالية:

- للفترة الواقعة ما بين 2006 إلى 2010، DPPR ثبتت مؤشرًا لقطاع السياحة معدل نمو سنوي قدره 12% بالنسبة للسياح الوافدين وفي هذه الدراسة فقد تم افتراض استمرار المعدل ذاته إلى عام 2020.
- بسبب النقص في المعلومات، فإن الطلب على المياه للقطاع السياحي كما هو مقدم في هذه الدراسة اقتصر على الأخذ في الاعتبار الزيادة السنوية في عدد الأسرة ومعدل شغل الأسرة بنسبة 40%. وقد تم تثبيت معدل زيادة الأسرة عند 22% طبقًا لـ DPPR.
- تم تثبيت استهلاك المياه لكل وحدة تبعًا لتصنيف الفندق حيث أن 350 لتر/فرد/يوم لفنادق الخمس نجوم والأربع نجوم. 180 لتر/فرد/يوم للفنادق من ثلاث نجوم إلى نجمة واحدة، ولقد تم اقتباسها من الدراسات التي تم تنفيذها في الأردن للفنادق المصنفة تعتمد على امتلاك البرك. يفترض أن يكون استهلاك المياه في الفنادق التقليدية أكثر انخفاضًا من الفنادق الأخرى وتم تثبيته على

120 لتر/فرد/يوم.

- تم الافتراض بأن جميع فنادق محافظة صنعاء واقعة ضمن حوض صنعاء، حول المدينة.

توقعات الطلب على المياه السياحية على المياه السياحية مبينة في *الجدول 8.4*.

الجدول 8.4 توقعات الطلب على المياه السياحية

البند		2005	2010	2015	2020
الطلب على المياه	الفندق التقليدي	0.06	0.17	0.47	1.26
	فندق النجمة الواحدة	0.12	0.31	0.85	2.29
	فندق النجمتين	0.07	0.18	0.49	1.33
	فندق الثلاث نجوم	0.03	0.09	0.24	0.65
	فندق الأربع نجوم	0.03	0.09	0.24	0.66
	فندق الخمس نجوم	0.05	0.13	0.34	0.93
	المجموع	**0.36**	**0.98**	**2.63**	**7.12**

الوحدة: مليون متر مكعب

3.4 التوازن المائي المستقبلي

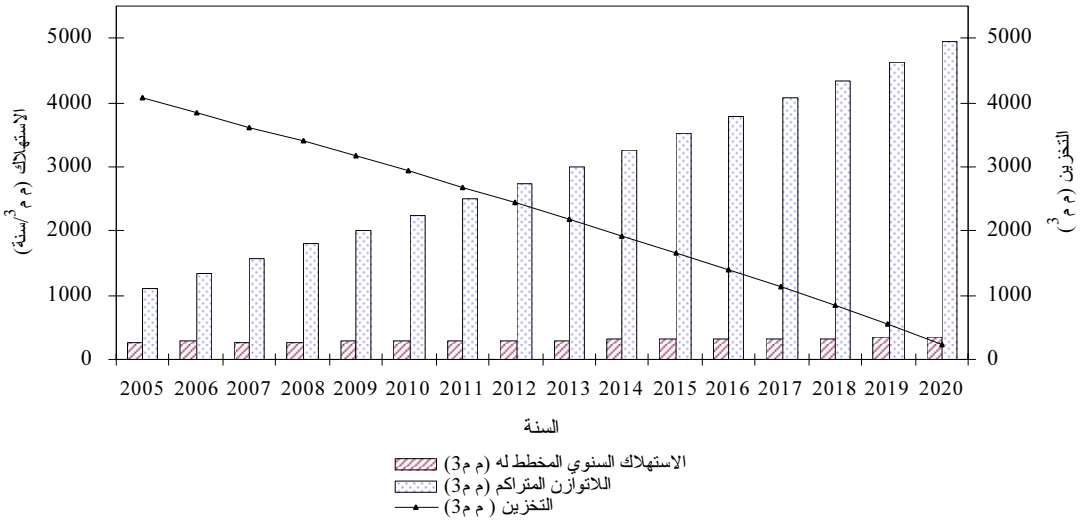
تم تلخيص توقعات الطلب على المياه مستقبلاً في *الجدول 9.4*. ازدادت الكمية الكلية بالتدريج من 269.3 م م3 في العام 2005 إلى 349.6 م م3 في العام 2020. بينما تم تقدير موارد المياه الجوفية المتجددة لتبلغ فقط 50.7 م م3/سنة. بلغ التوازن بين الموارد المتجددة والطلب سالب 298.9 م م3 في العام 2020، إذا لم تتغير كمية التعبئة. وهذا يعني أن الموارد المائية غير المتجددة ستستمر في الإنخفاض.

الجدول 9.4 التوازن المائي المستقبلي

الغرض		الطلب على المياه (م م3/سنة) 2005	2010	2015	2020	ملاحظات
إمداد المياه للمنطقة المدنية (المجتمع المحلي والمؤسسات)	أ	-	42.8	52.7	62.8	التابع لمؤسسة (SWSSP) الطلب على المياه وفقا لمشروع إمداد المياه والصرف الصحي لصنعاء خيار 1، استهلاك المياه لكل وحدة يبلغ .SWSLC صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي لتر/فرد/يوم 35
	ب	54.3 (20.1 %)	53.5 (18.8 %)	65.9 (21.0 %)	78.6 (22.5 %)	من عام 2010 إلى عام 2020 بما في ذلك الفاقد المادي مع 20% من الإنتاج، والتي **كمية الإنتاج** .SWSLC تم تبنيها من قبل مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي .الطلب في عام 2005 عبارة عن الإنتاج الفعلي
الاستعمال المحلي في المناطق الريفية	ت	0.6 (0.2 %)	2.5 (0.9 %)	2.8 (0.9 %)	3.2 (0.9 %)	،تم حساب الطلب من عام 2010 باستعمال معدل النمو السكاني البالغ 2.5% مع 40 لتر/فرد/يوم قيمة عام 2005 هي نسبة 25% من الطلب المقدر
الاستعمال الصناعي	ث	4.8 (1.8 %)	7.1 (2.5 %)	10.7 (3.4 %)	16.0 (4.6 %)	(من عام 2006 إلى 2010) DPPR معدل النمو المبرمج وفقا لـ
الاستعمال السياحي	ج	0.4 (0.2 %)	1.0 (0.4 %)	2.6 (0.8 %)	7.1 (2.0 %)	.معدل النمو البالغ 10% للفنادق التقليدية إلى الثلاث نجوم، 3% للأربع وخمس نجوم استهلاك المياه لكل وحدة يبلغ 350 لتر/فرد/يوم للخمس وأربع نجوم، 180 لتر/فرد/يوم للثلاث نجوم إلى نجمة واحدة، 120 لتر/فرد/يوم للتقليدية
مجموع الإستهلاك	ح	83.7	88.1	92.8	97.9	التبخر والنتح الفعلي (2007)(Eta) GAF معدل النمو يعتمد على محروث كل نوع من المحصول
	خ	209.2 (77.7 %)	220.2 (77.4 %)	232.1 (73.9 %)	244.7 (70.0 %)	مع كفاءة الري الحالية (40%). تستمر هذه الكفاءة إلى عام 2020 **الاستهلاك المحسوب**
مجموع الإستهلاك	د	**269.3**	**284.3**	**314.1**	**349.6**	**(مجموع الإستهلاك (د) =(ب) + (ت) + (ث) + (ج) + (خ**
التعبئة	ذ	50.7	50.7	50.7	50.7	بالاستناد إلى أ.نعمان و.مولات (2007)، التوازن المائي والمراقبة الهيدرولوجيكية
التوازن	ر	**-218.6**	**-233.6**	**-263.4**	**-298.9**	(التوازن (ر) = التعبئة (ذ) - مجموع الاستهلاك(د

القيم الموجودة بين الأقواس هي نسبة استهلاك المياه لكل غرض إلى الاستهلاك الكلي.

الكمية المقدرة من المياه الجوفية القابلة للاستعمال بواسطة WEC (2001) تبلغ 5212 م م3. لذا، إذا استمر استهلاك المياه وفقًا لتوقعات الطلب على المياه مستقبلاً كما هو مبين في *الجدول 9.4*، لا يمكن للمياه الجوفية القابلة للاستعمال تلبية الطلب في عام 2021 كما هو مبين في الشكل 1.4.



الشكل 1.4 خفض المخزون مع الطلب المستقبلي المخطط له

وهذا يعني أنه بحلول نهاية عام 2020، ينبغي تقليل استخراج المياه بشكلٍ سريع إلى كمية التعبئة، من 269.3 م م3/سنة في الوقت الحاضر إلى 50.7 م م3/سنة. لتحقيق هذا الهدف، يتطلب من جميع المزارعين التوقف تمامًا عن نشاط الري ويجب أن يصل استهلاك المياه للغرض المحلي إلى الثلثين تقريبًا. غير أن تنفيذ توفير المياه غير واقعي بشكل واضح.

4.4 السيناريوهات المستقبلية

1.4.4 السياسة الأساسية لتهيئة السيناريو المستقبلي

كما هو مذكور في القسم السابق، للحفاظ على استدامة الموارد المائية في الحوض، ينبغي لجميع المزارعين وقف الري وينبغي أن تصل المياه التي يتم تزويدها للمناطق المدنية إلى الثلثين تقريبًا بحلول العام 2020. غير أن هذه طريقة غير واقعية مع الأخذ بعين الاعتبار أن النشاطات الاقتصادية تعتمد على القطاع الزراعي وذلك لغرض تمديد الفترة التي ستصبح فيها مصادر المياه في وضع خطير جدًا ولتحضير إجراءات مضادة إضافية. في ضوء هذا الوضع، يتطلب من إدارة الموارد المائية لحوض صنعاء بيان الاتجاه المتعلق بتقليل استهلاك المياه. لهذا الغرض، ينبغي توقع الطلب على المياه مستقبلاً عن طريق تطبيق معدل نمو سكاني منخفض ومعدل نمو اقتصادي منخفض لكل قطاع، والمقدّرة في المعلومات الموجودة. في هذه الدراسة، من وجهة النظر تلك، تم في هذه الدراسة بحث سيناريوهات الطلب على المياه.

السيناريوهات التي تم بحثها مع الشكل المستهدف في العام 2020 ملخصة في الجدول *10.4* ومبينة في الشكل*4 ..3*. تم تحضير السيناريوهات الأربعة هذه جنبًا إلى جنب مع سيناريوهات القطاعات الخمسة. تم تحضير سيناريوهات كل قطاع في ضوء خطة النمو الاقتصادي القائمة وبعضها تم تحديدها من قبل فريق الدراسة مع الأخذ بعين الاعتبار الإمكانية. حالة تحديد كل سيناريو هي كما يلي.

- سيناريو 1: يتم تطبيق قيم أقل مساهمة لتخفيض الاستهلاك في كل قطاع مثل أعلى معدل نمو وأقل فعالية ري، والمحددة في الخطة الموجودة والتي حددها فريق الدراسة.

- سيناريو 2: يتم تطبيق قيم أقصى تخفيض ممكن لاستهلاك المياه المحدد من قبل فريق الدراسة لإمداد المياه للمنطقة المدنية ولأغراض الري والذي يفسر الجزء الكبير من إجمالي استهلاك المياه.

- سيناريو 3: يتم تطبيق قيم أقصى تخفيض ممكن لاستهلاك المياه المحدد من قبل فريق الدراسة ليس فقط لإمداد المياه للمنطقة المدنية ولأغراض الري ولكن لأغراض الصناعة والسياحة أيضًا.

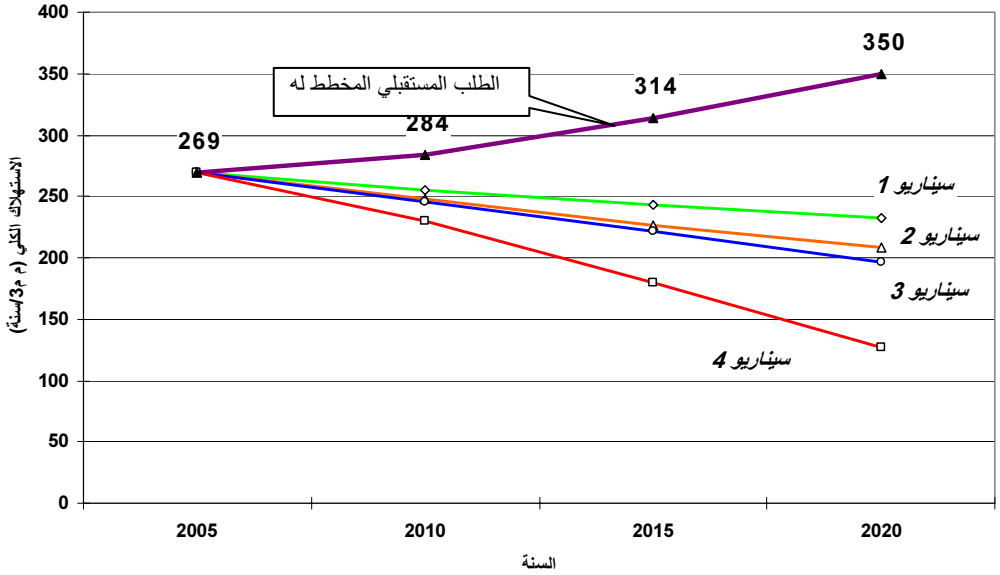
- سيناريو 4: يتم تطبيق قيم أقصى تخفيض ممكن لاستهلاك المياه المحدد من قبل فريق الدراسة لإمداد المياه للمنطقة المدنية ولأغراض الصناعة والسياحة. بالنسبة لأغراض الري، فيتم تطبيق تخفيض استهلاك المياه إلى 50 مليون متر مكعب مع الأخذ بعين الاعتبار إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في العام 2020.

كما هو موضح في *الشكل 4.2*، تم تحقيق تخفيض استهلاك المياه في كل سيناريو مقارنة مع الطلب المستقبلي المقدر على المياه بالتوافق مع قيم خطة النمو الاقتصادي الحالية وخطة التطوير.

الجدول 10.4 السيناريو الملخص للطلب على المياه

	إمداد المياه للمنطقة المدنية (المجتمع المحلي والمؤسسات)	الاستعمال المحلي في المناطق الريفية	الاستعمال الصناعي	الاستعمال السياحي	الاستعمال للري	مجموع الاستهلاك
السيناريو 1	(عدد السكان: 3198573 *LPGR 1 (الفاقد المادي: 14.6 م3 (20%)*2 (استهلاك المياه لكل وحدة: 35 لتر/فرد/يوم*3	(عدد السكان: 437532*5 استهلاك المياه لكل وحدة: 20 لتر/فرد/يوم*5)	معدل النمو القديم، (DPPR*6)	بالاستناد إلى DPPR	لا يوجد توسع في المنطقة المروية منذ عام 2005 IE: 60%*(7) المتطلب الفعلي: 83.68 م م3/سنة	***232.3***
م م3/سنة	**73**	**3.2**	**9.5**	**7.1**	**139.5**	
السيناريو 2	عدد السكان: 3198573 LPGR (الفاقد المادي: 10.3 م م3 (15%)*4 استهلاك المياه لكل وحدة: 35 لتر/فرد/يوم	عدد السكان: 437532 استهلاك المياه لكل وحدة: 20 لتر/فرد/يوم	معدل النمو القديم، DPPR	بالاستناد إلى DPPR	لا يوجد توسع في المنطقة المروية منذ عام 2005 IE: 70% المتطلب الفعلي: 83.68 م م3/سنة	***208***
م م3/سنة	**68.7**	**3.2**	**9.5**	**7.1**	**119.5**	
السيناريو 3	عدد السكان: 3198573 LPGR الفاقد المادي: 10.3 م م3 (15%) استهلاك المياه لكل وحدة: 35 لتر/فرد/يوم	عدد السكان: 437532 استهلاك المياه لكل وحدة: 20 لتر/فرد/يوم	لا يوجد نمو في الصناعة داخل حوض صنعاء منذ عام 2005	لا يوجد نمو في السياحة داخل حوض صنعاء منذ عام 2005	لا يوجد توسع في المنطقة المروية منذ عام 2005 IE: 70% المتطلب الفعلي: 83.68 م م3/سنة	***196.6***
م م3/سنة	**68.7**	**3.2**	**4.8**	**0.4**	**119.5**	
السيناريو 4	عدد السكان: 3198573 LPGR الفاقد المادي: 10.3 م م3 (15%) استهلاك المياه لكل وحدة: 35 لتر/فرد/يوم	عدد السكان: 437532 استهلاك المياه لكل وحدة: 20 لتر/فرد/يوم	لا يوجد نمو في الصناعة داخل حوض صنعاء منذ عام 2005	لا يوجد نمو في السياحة داخل حوض صنعاء منذ عام 2005	التقليل إلى 11.111 هكتار من المنطقة المروية من أصل 18954 هكتار تركيب نظام الري المحسن في 7843 هكتار	***127.1***
م م3/سنة	**68.7**	**3.2**	**4.8**	**0.4**	**50**	

*1) LPGR: معدل نمو السكان المحدود المحدد في مشروع إمداد المياه والصرف الصحي لصنعاء (SWSSP) (دار الهندسة، 2000)
*2) الفاقد المادي، 20% المحدد في مشروع إمداد المياه والصرف الصحي لصنعاء SWSSP
*3) خيار 1 المحدد في مشروع إمداد المياه والصرف الصحي لصنعاء SWSSP، خيار الحد الأدنى، إمداد المياه لسكان المدينة بأكملها
*4) الفاقد المادي، 15% محدد من قبل فريق الدراسة
*5) معدل نمو السكان في المنطقة الريفية، 2.5% واستهلاك المياه لكل وحدة، 20 لتر/فرد/يوم يتم تزويدها من قبل سلطة المياه GARWSP.
*6) القيمة المتراكمة بالاستناد إلى خطة التطوير الاجتماعي-الاقتصادي للحد من الفقر (DPPR، 2006-2010)
*7) كفاءة الري
*8) الاستهلاك الكلي بما في ذلك فاقد إمداد المياه والاستعمال المفرط في الري



الشكل 2.4 سيناريوهات الطلب على المياه (من عام 2005 إلى 2020)

2.4.4 إمداد المياه للمناطق المدنية

(1) عدد السكان

نظرًا لأنه قد تم توقع الطلب على المياه مستقبلاً الموصوف في القسم 2.2.4 باستعمال "معدل النمو المتوسط"، فقد تم تطبيق "معدل النمو المحدود" للسيناريو لجعل معدل نمو السكان منخفضًا كما هو مبين في *الجدول 11.4*.

الجدول 11.4 تنبؤات عدد السكان بمعدل نمو محدود

السنة	2005	2010	2015	2020
عدد السكان	1840578	2318455	2787806	3198573
معدل النمو	%5.31	%4.34	%3.37	%2.40

*1) معدل النمو مقتبس من دار الهندسة (2000).
*2) يتم توقع عدد السكان بالاستناد إلى عدد السكان في الكتاب السنوي الإحصائي لعام 2005

(2) سيناريو الطلب على المياه

تم تحضير نوعين اثنين من سيناريوهات الطلب على المياه المبينة في *الجدول 12.4*

لإمداد المياه للمناطق المدنية مع الأوضاع التالية. من الملاحظ أن رقم السيناريو في *الجدول 12.4* تتطابق مع تلك الموجودة في *الجدول 10.4*.

- انخفض معدل نمو السكان من "متوسط" إلى "محدود".
- استهلاك المياه لكل وحدة يبلغ 35 لتر/فرد/يوم لتغطية سكان مدينة صنعاء بأكملها، الذي يتوافق مع اتجاه مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC

تم حساب "سيناريو 1" بتطبيق الفاقد المادي البالغ 20% وفقًا لمشاريع الصرف الصحي وإمداد المياه لصنعاء (SWSSP) مع

افتراض استمراره إلى عام 2020. تم حساب "سيناريو 2 و 3 و 4" بتطبيق الفاقد المادي البالغ 20% إلى عام 2020، ثم افتراض تحسنه إلى 15% في عام 2015. بتنفيذ هذه السيناريوهات، يتم توفير 5.6 م م3/سنة في عام 2020 في السيناريو 1 و 9.9 م م3/سنة في عام 2020 في سيناريو 2 و 3 و 4 مقارنةً مع الطلب على المياه المتوقع مستقبلاً البالغ 78.6 م م3/سنة كما هو مذكور في القسم 2.2.4.

الجدول 12.4 سيناريو إمداد المياه للمناطق المدنية

السيناريو 1

السنة	2005	2010	2015	2020
استهلاك المياه لكل وحدة (لتر/فرد/يوم)	50.8	35	35	35
استهلاك المؤسسات (30% من المجموع)	-	15	15	15
الطلب	-	50	50	50
كمية الإنتاج بما في ذلك الفاقد (لتر/فرد/يوم)	-	62.5	62.5	62.5
التسرب (%)	-	20	20	20
عدد السكان الذين سيتم تغطيتهم (LGR)	-	2318455	2787806	3198573
كمية الإنتاج (م م3/سنة)	54.2	52.9	63.6	73.0

السيناريو 2 و 3 و 4

السنة	2005	2010	2015	2020
استهلاك المياه لكل وحدة (لتر/فرد/يوم)	50.8	35	35	35
استهلاك المؤسسات (30% من المجموع)	-	15	15	15
الطلب	-	50	50	50
كمية الإنتاج بما في ذلك الفاقد (لتر/فرد/يوم)	-	62.5	58.8	58.8
التسرب (%)	-	20	15	15
عدد السكان الذين سيتم تغطيتهم (LGR)	-	2318455	2787806	3198573
كمية الإنتاج (م م3/سنة)	54.2	52.9	59.9	68.7

3.4.4 الاستعمال المحلي في المنطقة الريفية

نظرًا لعدم توفر المعلومات المفيدة حول معدل نمو السكان في المناطق الريفية وإعطاء الأولوية لتوزيع الموارد المائية للأغراض المحلية، تم تطبيق معدل النمو البالغ 2.5% الذي تم تبنيه من قبل سلطة المياه GARWSP وتم افتراض استمراره إلى عام 2020.

4.4.4 الاستعمال الصناعي

بالنسبة إلى الطلب على المياه للصناعة، تم اختبار نوعين اثنين من السيناريوهات. تم تطبيق "معدل النمو التاريخي (HGR)" المذكور في DPPR للسيناريو 1 و 2. بالنسبة للسيناريو 3 و 4 لم يتم تطبيق أي توسع إضافي في الأنشطة الصناعية داخل حوض صنعاء. هذه السيناريوهات مبينة في *الجدول 13.4*. من الملاحظ أن رقم السيناريو في *الجدول 13.4* تتطابق مع تلك الموجودة في *الجدول 10.4*.

الجدول 13.4 سيناريو الاستعمال الصناعي

السيناريو 1 و 2

السنة	2005	2010	2015	2020
التصنيع (م م3)	4.75	5.98	7.53	9.47
التعدين والمحاجر (م م3)	0.00336	0.00452	0.00608	0.00818
الطلب (م م3)	4.8	6.0	7.5	9.5

السيناريو 3 و 4

السنة	2005	2010	2015	2020
التصنيع (م م3)	4.75	4.75	4.75	4.75
التعدين والمحاجر (م م3)	0.00336	0.00336	0.00336	0.00336
الطلب (م م3)	4.8	4.8	4.8	4.8

بالنسبة إلى السيناريو 1 و 2، فإن الطلب المستقبلي على المياه للأغراض الصناعية هو معدل النمو التقديري المستند إلى الأداء الفعلي خلال الفترة من 2001 إلى 2005 لأن المعدل أقل من "معدل النمو المبرمج (PGR)" في DPPR (من عام 2006 إلى 2010). بالإضافة إلى ذلك، يتم تطبيق معدل نمو مقداره صفر للأغراض الصناعية بالنسبة للسيناريوهين 3 و 4، جنبًا إلى جنب مع تنفيذ هذه السيناريوهات، يتم توفير 6.5 مليون متر مكعب/سنة في عام 2020 في السيناريو 1 و 2 و 11.2 مليون متر مكعب/سنة في عام 2020 في سيناريو 3 و 4، مقارنة مع الطلب على المياه المتوقع مستقبلاً البالغ 16.0 مليون متر مكعب/سنة والمخطط له في DPPR كما هو مذكور في القسم 4.2.4.

5.4.4 الاستعمال السياحي

نظرًا لمحدودية توفر المعلومات حول الطلب على المياه مستقبلاً لقطاع السياحة، تم بحث نوعين اثنين من السيناريوهات. تم تطبيق معدل النمو البالغ 12% للسياح الوافدين المحدد في DPPR (من عام 2006 إلى 2010) للسيناريو 1 و 2. لم يتم تطبيق أي زيادة في عدد السياح بالنسبة للسيناريو 3 و 4. السيناريوهات مبينة في *الجدول14.4*. من الملاحظ أن رقم السيناريو في *الجدول 14.4* تتطابق مع تلك الموجودة في *الجدول 10.4*. بتنفيذ السيناريو 3 و 4 فقط، يتم توفير 46.7 م م3/سنة في عام 2020 مقارنة مع الطلب على المياه المتوقع مستقبلاً البالغ 7.1 م م3/سنة كما هو مذكور في القسم 5.2.4.

الجدول 14.4 سيناريو الاستعمال السياحي

السيناريو 1 و 2

السنة	2005	2010	2015	2020
الطلب (م م3)	0.4	1.0	2.6	7.1

السيناريو 3 و 4

السنة	2005	2010	2015	2020
الطلب (م م3)	0.4	0.4	0.4	0.4

6.4.4 الاستعمال للري

يصل استهلاك المياه لغرض الري 77% من مجموع استهلاك المياه في حوض صنعاء في عام 2005. بالرغم من أن توفير المياه في هذا القطاع يسهم كثيرًا في تقليل مجموع استهلاك المياه، من الضروري تأمين معيشة المزارعين بواسطة تقليل التأثير المعاكس على البنية الاقتصادية في حوض صنعاء إلى حدها الأدنى. في ضوء أهمية وحساسية القطاع، تم بحث ثلاثة أنواع من السيناريوهات كما هو مبين في *الجدول 15.4* . من الملاحظ أن رقم السيناريو في *الجدول 15.4* تتطابق مع تلك الموجودة في *الجدول 10.4*.

الجدول 15.4 سيناريو الاستعمال للري

السنة	2005	2010	2015	2020
الطلب المستدام (م م3)	83.7	83.7	83.7	83.7
كفاءة الري (%)	40	-	-	60
مجموع المتطلبات (م م3)	209.2	193.1	166.3	139.5

السيناريو 2 و 3

السنة	2005	2010	2015	2020
الطلب المستدام (م م3)	83.7	83.7	83.7	83.7
كفاءة الري (%)	40	-	-	70
مجموع المتطلبات (م م3)	209.2	188.5	154.0	119.5

السيناريو 4

السنة	2005	2010	2015	2020
المساحات التي سيتم تقليلها سنويًا (م م3)	0	855	855	855
مجموع المساحة التي تم تقليلها (هكتار) من أصل 18954 هكتار	0	2564	6838	11111
كمية التوفير الممكنة (م م3)	**0**	**28**	**75**	**122**
المناطق حيث ينبغي تركيب نظام الري المحسن فيها (هكتار)	0	603	603	603
مجموع المساحة التي تم التركيب فيها (هكتار) من أصل 7843 هك	0	1810	4826	7,843
كمية التوفير الممكنة (م م3)	0	9	23	37
مجموع الكمية الموفرة	**0**	**37**	**98**	**159**
الطلب (م م3)	**209.2**	**172.2**	**111.2**	**50.2**

تم تحديد السيناريو 1 والسيناريو 2 و 3 لتقليل استهلاك المياه عن طريق تحسين كفاءة الري من الكفاءة الحالية البالغة 40% إلى 60% و 70%، على التوالي. يتطلب من جميع المزارعين ألا يتوسعوا بالأراضي الروية الخاصة بهم. في هذه السيناريوهات، لن يتم إلغاء نشاط الري. من المتوقع زيادة الإنتاج. تم تحديد سيناريو 4 لتقليل استهلاك المياه إلى 50 م م3/سنة مع الأخذ بعين الاعتبار أن 50 م م3/سنة تقريبًا من المياه العادمة المعالجة ستصبح متوفرة في عام 2020. في هذا السيناريو، ينبغي وقف أنشطة الري في ثلثي الأرض المروية حاليًا أي 11111 هكتار. في هذه الحالة، ينبغي تأمين توليد دخل بديل للمزارعين الذين توجب عليهم وقف نشاط الري ليحل

محل الدخل المخفض.

بتنفيذ هذه السيناريوهات، يتم توفير 105.2 م م3/سنة في عام 2020 في السيناريو 1، و1125.2 م م3/سنة في عام 2020 في سيناريو 2 و 3، و 194.5 م م3/سنة في عام 2020 في سيناريو 4 مقارنة مع الطلب على المياه المتوقع مستقبلاً البالغ 244.7 م م3/سنة كما هو مذكور في القسم 3.2.4.

5.4 سيناريو المستقبلي نحو الاستدامة القصوى

1.5.4 الفترة المتوقعة لموارد المياه الجوفية القابلة للاستعمال في كل سيناريو

تم تقدير كمية التعبئة لتبلغ 50.7 م م3/سنة وتم تقدير النقص في المياه القابلة للاستعمال داخل حوض صنعاء لتبلغ 5212 م م^3 وفقًا للدراسة السابقة، التي أجراها مركز جامعة صنعاء للمياه والبيئة WEC (2001). بالإضافة إلى كمية التعبئة، تم البدء في توسيع قدرة محطة معالجة المياه العادمة لتبلغ 56.6 م م3/سنة كحد أقصى إجمالي وتم التخطيط لإنجاز إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة لغرض الري في عام 2020. لذا، يمكن اعتبار 50 م م3 تقريبًا من المياه العادمة المعالجة موردًا مائيًا جديدًا.

بالاستناد إلى هذه القيم التقديرية، تم تقدير الفترة المتوقعة لموارد المياه الجوفية القابلة للاستعمال في حوض صنعاء في كل سيناريو في الحالات الثلاث التالية.

الحالة 1: الفترة المتوقعة بدون أي إعادة تعبئة للمياه الجوفية

الحالة 2: الفترة المتوقعة مع إعادة تعبئة مستمرة للمياه الجوفية والتي تم تقديرها في التحقيق السابق.

الحالة 3: الفترة المتوقعة مع إعادة تعبئة واستخدام مستمرين للمياه العادمة المعالجة من العام 2020

يبين *الجدول 16.4 والشكلين 3.4 و 4.4* نتائج التقدير.

الجدول 16.4 الفترة المتوقعة لموارد المياه الجوفية القابلة للاستعمال في كل سيناريو

السيناريو 1

فترة النضوب (بحلول العام)			2020	2015	2010	2005	
إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة من عام 2020	مع التعبئة	بدون تعبئة	73	63.6	52.9	54.3	المناطق المدنية
			3.2	2.8	2.5	0.6	المناطق الريفية
			9.5	7.5	6	4.8	الصناعة
2030	2027	2021	7.1	2.6	1	0.4	السياحة
			139.5	166.3	193.1	209.2	الري
			232.3	242.8	255.5	269.3	مجموع الاستهلاك

السيناريو 2

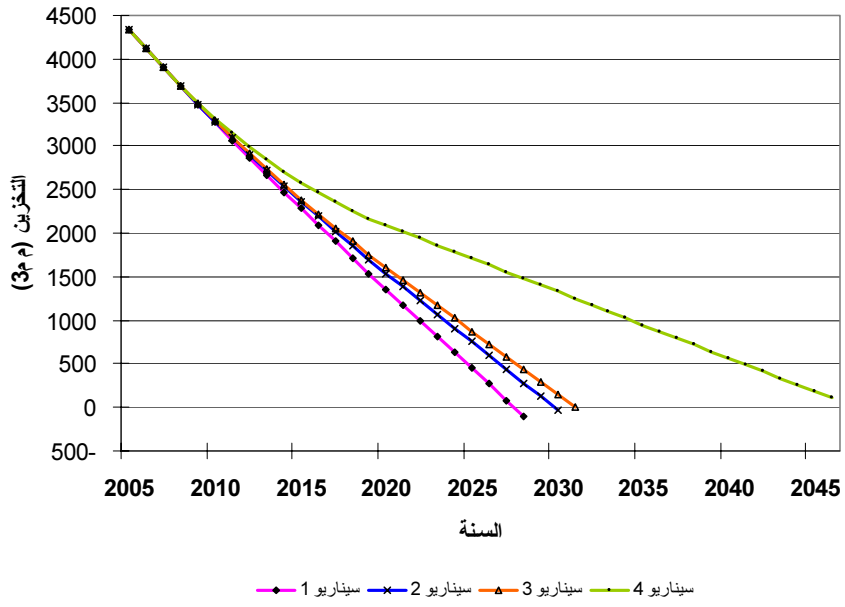
فترة النضوب (بحلول العام)			2020	2015	2010	2005	
إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة من عام 2020	مع التعبئة	بدون تعبئة	68.7	59.9	49.8	54.3	المناطق المدنية
			3.2	2.8	2.5	0.6	المناطق الريفية
			9.5	7.5	6	4.8	الصناعة
2034	2029	2022	7.1	2.6	1	0.4	السياحة
			119.5	154	188.5	209.2	الري
			208	226.8	247.8	269.3	مجموع الاستهلاك

السيناريو 3

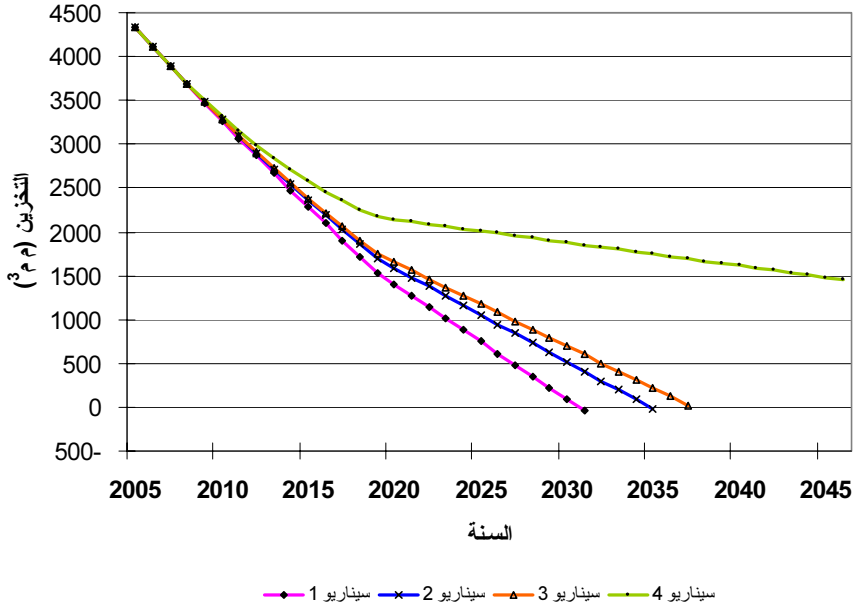
فترة النضوب (بحلول العام)			2020	2015	2010	2005	
إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة من عام 2020	مع التعبئة	بدون تعبئة	68.7	59.9	49.8	54.3	المناطق المدنية
			3.2	2.8	2.5	0.6	المناطق الريفية
			4.8	4.8	4.8	4.8	الصناعة
2036	2030	2023	0.4	0.4	0.4	0.4	السياحة
			119.5	154	188.5	209.2	الري
			196.6	221.9	246	269.3	مجموع الاستهلاك

السيناريو 4

فترة النضوب (بحلول العام)			2020	2015	2010	2005	
إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة من عام 2020	مع التعبئة	بدون تعبئة	68.7	59.9	49.8	54.3	المناطق المدنية
			3.2	2.8	2.5	0.6	المناطق الريفية
			4.8	4.8	4.8	4.8	الصناعة
بعد 2045	2045	2028	0.4	0.4	0.4	0.4	السياحة
			50	111.2	172.5	209.2	الري
			127.1	179.1	230	269.3	مجموع الاستهلاك



الشكل 3.4 الفترة المتوقعة لموارد المياه الجوفية القابلة للاستعمال مع التعبئة



الشكل 4.4 الفترة المتوقعة لموارد المياه الجوفية القابلة للاستعمال مع إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة من عام 2020 وإعادة التعبئة المستمرة

ينبغي الملاحظة أنه حتى إذا تم تنفيذ السيناريوهات التي تم بحثها بالاستناد إلى الوضع الاجتماعي-الاقتصادي، ستستمر موارد المياه الجوفية بالانخفاض تدريجيًا وعبر الزمن ستصبح في وضع خطير جدًا.

2.5.4 مجموعة من السيناريوهات المستقبلي نحو الاستدامة القصوى

كما هو موصوف في القسم 3.4، في هذا الفصل، إذا استمر استهلاك المياه متوافقًا مع الطلب على المياه المتوقع، ستصبح المياه الجوفية القابلة للاستعمال في وضع خطير جدًا في عام 2020. وهذا يعني أن النشاط الاقتصادي سيتم إلغاءه بكل تأكيد، وحتى المياه المحلية لن يكون بمقدورها إمداد الأشخاص الذين يعيشون داخل حوض صنعاء في عام 2020. بالنسبة إلى نقل المياه من خارج حوض صنعاء كمصدر مائي بديل لمدينة صنعاء، يعد للأسف أمر غير منطقي نظرًا لأن ينبغي أن يتحملها المستفيدون بشكل أساسي كما هو مذكور في القسم 4.2.2 في الفصل 2.

لذا، فإن الحل الأساسي هو تقليل استهلاك المياه إلى كمية التعبئة بحلول عام 2020 على أبعد تقدير للحفاظ على الحد الأدنى من الاستدامة داخل حوض صنعاء. لتحقيق الحل الأساسي، ينبغي وقف جميع أنشطة الري وتقليل الاستهلاك المحلي إلى ثلثي الطلب تقريبًا في عام 2020. مع ذلك، من الواضح أنه يتطلب جهد هائل من جميع الأطراف المعنية وأنه غير حقيقي.

تم تقييم الأربع سيناريوهات المحددة في القسم 1.4.4 والتي تهدف لخفض استهلاك الموارد المائية مع الأخذ بعين الاعتبار الوضع الحرج للموارد المائية، لاختيار السيناريو الأكثر منطقية. نتائج التقييم لكل سيناريو هي كالتالي.

- سيناريو 1: بالرغم من تحديد كفاءة الري بنسبة 60%، فهناك إمكانية للمزيد من التحسن في الكفاءة من خلال تركيب أنابيب لنقل المياه. بالإضافة لذلك، تم تحديد الفاقد المادي لإمداد المياه للمناطق المدنية بالنسبة 20%. مع ذلك، فيمكن خفض نسبة الفاقد المادي من خلال تقديم تقنية الكشف عن تسرب المياه للتسرب غير المرئي من الأرض. لذلك، يمكن استنتاج أن هناك إمكانية للمزيد من تخفيض استهلاك المياه في هذا السيناريو.

- سيناريو 2: يعتبر تخفيض استهلاك المياه في قطاعات الري وإمداد المياه للمناطق المدنية والتي تمثل جزءًا كبيرًا من إجمالي استهلاك المياه، أكبر ما يكون. في حين لم يتم اتخاذ أي إجراء لخفض استهلاك المياه للاستخدامات الصناعية والسياحية. لذلك، يمكن الاستنتاج أن هناك إمكانية للمزيد من التخفيض من استهلاك المياه في هذا السيناريو.

- سيناريو 3: يعتبر تخفيض استهلاك المياه في قطاعات الري وإمداد المياه للمناطق المدنية والتي تمثل جزءًا كبيرًا من إجمالي استهلاك المياه، أكبر ما يكون. بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد التحكم في نمو الطلب على المياه في القطاعات الصناعية والسياحية في هذا السيناريو.

لذلك، فقد تمت مراعاة تأثر النشاطات الاقتصادية إذا تم اتخاذ المزيد من الإجراءات للتخفيض من استهلاك المياه.

- سيناريو 4: بالإضافة إلى ما تم تحديده في السيناريو 3، فقد تم تحديد استهلاك المياه لأغراض الري ليتم تخفيضه إلى 50 مليون متر مكعب والذي يتطابق مع كمية المياه العادمة المعالجة المتوفرة في العام 2020. من خلال هذا التحديد، يتوجب على المزارعين تقليل مساحة أراضيهم المروية إلى ثلث المساحة الحالية وستقل منتجاتهم الزراعية. كنتيجة لذلك، فقد تمت مراعاة تناقص دخل المزارعين والأثر السلبي على الأنشطة الزراعية. لذلك، فإن تنفيذ السيناريو يفترض أن يكون في غاية الصعوبة.

كما ذكر أعلاه، فهناك إمكانية للمزيد من تخفيض استهلاك المياه في السيناريوهات 1 و 2. تمت مراعاة الأثر السلبي على الأنشطة الزراعية في السيناريو 4، بالرغم من أن كمية التخفيض هي الأعلى من بين السيناريوهات الأربعة المذكورة أعلاه. لذلك، تم اختيار السيناريو 3 كالسيناريو الذي يشتمل على إمكانية تنفيذ الإجراءات وأقصى كمية تخفيض ممكنة لاستهلاك المياه، كسيناريو يتجه لاستدامة الموارد المائية في حوض صنعاء.

من خلال تنفيذ السيناريو 3، يمكن توفير 153 مليون متر مكعب من الموارد المائية في عام 2020، تباعًا، سيتم تمديد الفترة التي يتوقع أن تصبح فيها الموارد المائية في وضع حرج إلى عام 2036 أي حوالي 30 سنة من العام 2007.

ما يلي عبارة عن الإجراءات التي يتم اتخاذها حسب الأولوية القصوى بحلول عام 2020 وفقًا للسيناريو 3. منذ ذلك الحين المساهمة نحو تقليل استهلاك المياه عالية جدًا وتنفيذ كل مكون أمر معقول.

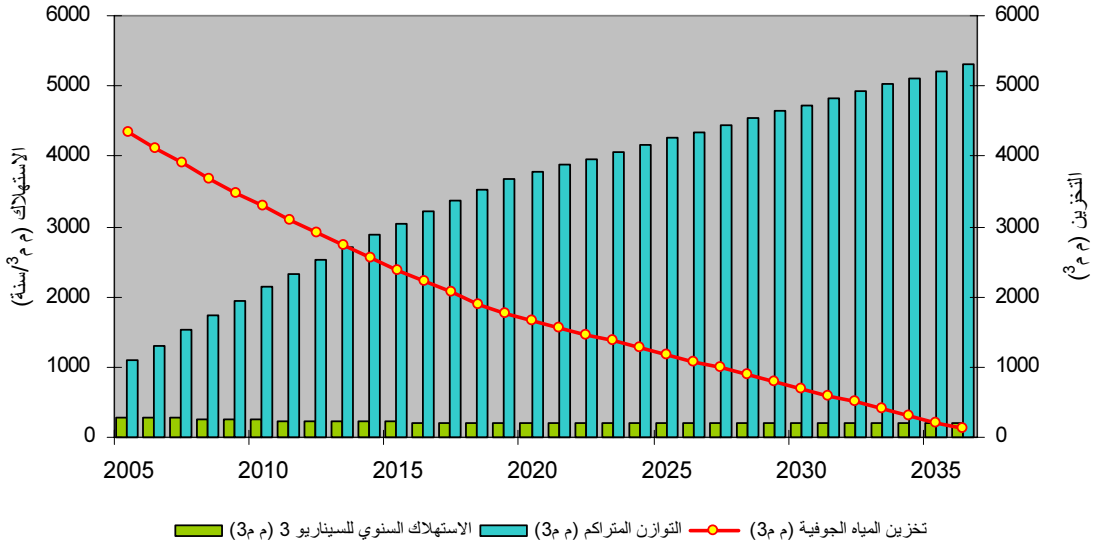
- تحسين كفاءة الري من 40% إلى 70% بحلول عام 2020 وعدم التوسع الإضافي في الأراضي المروية، الأمر الذي يمكنه توفير 125.2 م م3/سنة من موارد المياه الجوفية مقارنًة بالطلب على المياه المتوقع بالاستناد إلى استعدادات التوسع في الأراضي المروية التي تمت دراستها في الدراسة السابقة.

- تحسين الفاقد المادي لإمداد المياه في المناطق المدنية من 30% (قيمة مستنتجة) إلى 15% بحلول عام 2015، الأمر الذي يمكنه توفير 9.9 م م3/سنة من موارد المياه الجوفية

- إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة بغرض الري وتحسين قدرة نظام الصرف الصحي. من المتوقع إعادة استعمال 50 م م3 تقريبًا من المياه العادمة المعالجة في عام 2020 وفقًا لخطة مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC.

الأنشطة المفصلة للإجراءات المذكورة أعلاه موصوفة في الفصل 5.

مع ذلك، ينبغي الذكر مرة أخرى أنه بالرغم من تنفيذ السيناريو 3 بشكل كامل، فإن مصادر المياه الجوفية الثمينة ستصبح في وضع خطير جدًا بكل تأكيد في عام 2037 كما هو مبين في *الشكل 5.4*.



الشكل 5.4 تقليل الجدول الزمني للسيناريو 3

الفصل5 خطة عمل إدارة موارد مياه حوض صنعاء

1.5 توجه خطة العمل

من أجل تهدئة الوضع الطارئ للموارد المائية ومن أجل تأمين مستقبل الجيل القادم، تمت صياغة خطة عمل لتنفيذها كما هو مدرج *بالجدول 1.5*، مع الأخذ بعين الاعتبار الوضع الحالي المتعلق بالموارد المائية والسيناريوهات المستقبلية للوضع الاقتصادي الاجتماعي كما تم وصفه في الفصول السابقة. تتألف خطة عمل إدارة الموارد المائية من "خطة العمل" و "الإجراءات التي ينبغي اتخاذها للمزيد من التقدم". الأولى هي الإجراءات التي ينبغي اتخاذها مباشرة من أجل إنجاز السيناريو 3 كما هو مذكور في القسم 5.4 في الفصل 4، وتساهم بشكل كبير في التخفيف من الحالة الحرجة للموارد المائية. الأخيرة هي الإجراءات اللازمة لتحسين فعالية نتائج "خطة العمل". تساهم الإجراءات في التخفيف من الحالة الحرجة للموارد المائية، مع ذلك، فإن كمية المياه التي يمكن تقليلها غير موضحة. لذلك، فأول خطوة من هذه الإجراءات هي إدراك الوضع الحالي.

الجدول 1.5 أعمال التي ينبغي اتخاذها

الرقم	محتويات خطة عمل إدارة الموارد المائية لحوض صنعاء	رقم القسم
خطة العمل		
1	تقليل استهلاك المياه لأغراض الري	1.2.5
2	تقليل الخسارة المادية لإمداد المياه المدنية	2.2.5
3	ضمان إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة	3.2.5
4	التحكم في استهلاك المياه للاستعمال في أغراض الصناعة	4.2.5
5	التحكم في استهلاك المياه للاستعمال في أغراض السياحة	5.2.5
6	التطوير التأسيسي	6.2.5
7	التطوير التنظيمي	7.2.5
خطة يتم تنفيذها لمزيد من التقدم		
1	حماية موارد المياه الجوفية من التلوث	1.3.5
2	الاستعمال الفعال للمياه السطحية	2.3.5
3	تحقيق الأفضلية في إمداد المياه التي تمت تغطيتها من قبل موردين على المستوى الخاص في مدينة صنعاء	3.3.5
4	إعادة توزيع الموارد المائية بين الأقاليم وعلى مستوى القطاعات	4.3.5

وبتطبيق لخطة العمل حتى عام 2020، يمكن توفير مقدار 150م م^3/سنة من الموارد المائية مقارنة مع الطلب على المياه على أساس الظروف الحالية وذلك في عام 2020، ويمكن استعمال الموارد المائية المحدودة حتى عام 2036 والتي ستكون بعدها بحوالي 30 سنة من عام 2007. خلال فترة التوسيع هذه، يتطلب من جميع المساهمين وبشكل جدي مستقبلاً جيلاً آخر للاهتمام بالإجراءات التالية نحو استدامة الموارد المائية.

المحتويات المفصّلة لخطة العمل تم وصفها في الأقسام التالية.

2.5 خطة العمل

1.2.5 تقليل استهلاك المياه لأغراض الري

<u>الغرض</u>

توفير كمية مقدارها 9 م م^3 من استهلاك المياه لأغراض الري بحلول عام 2020 عن طريق تحسين فعالية الري من 40% إلى 70%

ينبغي تطبيق تقليل استهلاك المياه لأغراض الري بواسطة تحسين كفاءة الري من 40% إلى 70% لغرض توفير 90 م م^3/سنة لمن موارد المياه المحدودة بحلول عام 2020 مقارنة مع استهلاك المياه الحالية للري الذي يصل إلى 209 م م^3. لذلك، سيتم تقليل الاستهلاك لأغراض الري إلى 119 م م^3/سنة في عام 2020. ينبغي تنفيذ العمل بعناية

ليس لأجل دعم توسيع الأراضي المروية، والتي قد تشكلت بسهولة عن طريق نقل المياه التي تم توفيرها.

<u>الأنشطة</u>

(1) زيادة إدراك المزارعين حول فعالية نظام الري المحسن

بالرغم من التحسينات الجوهرية مثل تقليل استهلاك المياه، وزيادة المحاصيل الزراعية، وتقليل التسميد وتقليل استهلاك الوقود مما تم ملاحظتها في المزارع الطليعية خلال تقديم نظام الري المحّسن كواحد من مكونات مشروع إدارة المياه لحوض صنعاء SBWMP، إلا أن نشر هذه الطرق ما زالت غير كافية. تم تركيب نظام الري المحسن في الأراضي المروية بمنطقة مساحتها 771 هكتار عن طريق مشروع إدارة المياه SBWMP، والتي تعتبر أقل من 20% من هدف المشروع الذي مقداره 4000 هكتار ابتداءً من سبتمبر 2007. مع ذلك فإن عملية التقدم المتعلقة بالتركيب تبقى بطيئة، وينبغي أن يتم توجيهها عن طريق تطوير برنامج ناجح يترافق مع تحسين القدرات لجمعيات مستخدمي المياه WUA عن طريق إجراء الأنشطة المذكورة في القسم 5.2.4 4).

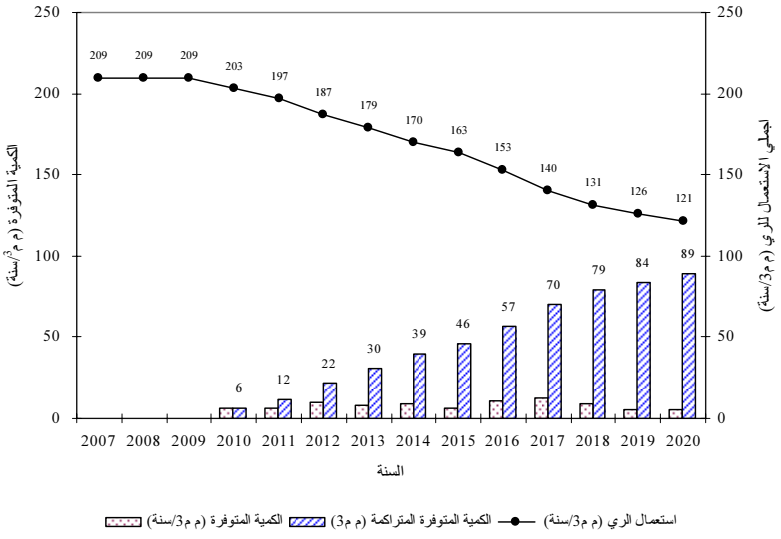
بالتالي، ينبغي أن يتم تعزيز أنشطة الترويج لرفع مستوى الوعي لدى المزارعين حول فعالية نظام الري المحسن بالتعاون الوثيق مع المجلس المحلي وجمعية مستخدمي المياه WUA ومجموعة مستخدمي المياه WUG، مع إظهار هذه النتائج الإيجابية لتركيب النظام بشكل فعال للمزارعين الآخرين، وإظهار فترة استعادة التكاليف مقابل الاستثمار باستعمال النتائج المحصلة عن طريق مشروع إدارة المياه SBWMP.

(2) السعي لكسب تفهم المزارعين للقبول بعدم توسيع رقعة أراضيهم الزراعية

السيطرة على عملية التوسيع هي أيضًا إحدى النشاطات لتقليل استهلاك المياه. هذا النشاط، من ناحية أخرى، ينبغي تنفيذه جنبًا إلى جنب مع زيادة وعي المزارعين، وتحفيز وتطبيق اللوائح.

(3) تركيب نظام الري المحسن

الشكل 1.5 يتضمن رسمًا للكمية السنوية التي يتم توفيرها وكمية الوفر المتراكم والاستهلاك الكلي لاستعمالات الري. يبين *الجدول 2.5* الجدول الزمني المفصّل المتعلق بالتقليل السنوي لاستهلاك المياه عن طريق تحسين كفاءة الري للحوض الفرعي حتى عام 2020. تقدر كمية المياه التي يمكن توفيرها في الأراضي المروية عن طريق تحسين كفاءة الري كما يلي.



الشكل 1.5 سيناريو لتقليل استهلاك المياه لأغراض الري

يقدّر استهلاك المياه لأغراض الري بما مقداره 0.011 م $م^3$/هكتار. تم حساب هذه القيمة باعتماد 40% من كفاءة الري لتمثل استهلاك المياه البالغ 0.0044 م $م^3$/هكتار وهذا هو الوسط الحسابي المرجّح للتبخر والنتح الفعلي لكل محصول. لذلك، سيتم تقدير المياه المستهلكة في هكتار واحد بما مقداره 0.0063 م $م^3$ عن طريق تحسين كفاءة الري من 40% إلى 70%. هذا يعني أنه يمكن توفير كمية مياه مقدارها 0.0047 م $م^3$/هكتار مقارنة الاستهلاك الحالي للمياه لأغراض الري وهي 0.011 م $م^3$/هكتار.

ينبغي تنفيذ تحسين كفاءة الري عن طريق الحوض الفرعي ويعالج أولاً الأحواض الفرعية التي تعاني من اختلالات كبيرة في التوازن المائي.

بخصوص التنفيذ، ينبغي توجيه "وادي الحقة" و "وادي بني حواط" و "وادي أزسير" و "وادي الفرس" و"وادي المورد" أولاً في عام 2010. ثم سيتم توجيه الأحواض الفرعية الأخرى تدريجيًا. أخيرًا، يمكن تقليل 90 م $م^3$ من الاستعمال المفرط بحلول عام 2020.

تم تقدير كلفة تركيب نظام الري المحسن ما بين 3600 و 4800 دولار/هكتار تبعًا لنظام النقل ونظام الري الذي سيتم تطبيقه (وزارة المياه والبيئة). ثم تم تقدير الكلفة الإجمالية للنظام ما بين 68 مليون دولار و 91 مليون دولار في 11 سنة من عام 2009 إلى عام 2020 (من 6.2 إلى 8.3 مليون دولار/سنة في المتوسط) لمساحة مقدارها 18.955 هكتار. تبعًا للبرنامج القومي الإستراتيجي والاستثماري لقطاع المياه NWSSIP، فقد تمت الجدولة الزمنية من 5 على 6.5 مليون دولار /سنة من عام 2005 إلى عام 2009 لتخصيص مشروع إدارة مياه حوض صنعاء بالجزء المتعلق بإدارة مياه الري وحوض الصرف المائي. ينبغي تخصيص فرق التكلفة والتكلفة من 2010.

(4) تقديم نظام سيطرة على الري مع تركيب عدادات لدفق المياه

ينبغي تقديم نظام التحكم بالري وتركيب مقياس دفق المياه، والذي يعتبر أحد العوامل المهمة لتقليل الاستعمال المفرط للمياه وزيادة الإنتاجية. يتطلب هذا النشاط الدعم الفني من الخبراء لأجل المحافظة على وتحسين فعالية تقنيات الري الحديثة.

(5) تحسين قدرات السلطة الوطنية لموارد المياه في حوض صنعاء NWRA-SB والمحافظة العامة للري GDI أو الطاقم المسئول عن أنشطة الري

كما هو مذكور في القسم 6.2.3 في الفصل 3، فمن الضروري أيضًا تأسيس منهج تدريب فعال بمدربين خبراء لتطوير قدرات الهيئات المعنية بعملية التركيب، والتشغيل والصيانة لنظام الري المحسن في المراحل المبكرة من الجدول الزمني أعلاه، والذي سيبدأ من عام 2008 إلى عام 2011.

(6) وقف دعم انشطة الري

بما أنه تم اعتبار نظام الدعم المتعلق بأنشطة الري أنه أحد أسباب الاستغلال الزائد لموارد المياه الجوفية، فينبغي أن يتم إيقاف هذا النظام بالتدريج.

الجدول 2.5 جدول زمني يتعلق بتقليل استهلاك مياه الري

	السنة	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
	الكمية التي ينبغي تقليلها بحلول السنة	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	9.82	8.52	9.00	6.53	10.99	12.90	9.06	5.17	5.11	
1	وادي المشاميني	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	**0.6**	0.6	0.6	**0.6**
													0.32			**0.3**
		69											***68***			**68**
2	وادي المديني	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	**3.5**	**2.9**	2.9	2.9	**2.9**
												1.0	***0.7***			**1.7**
		352										***213***	***138***			**351**
3	وادي الخريد	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	**2.0**	**1.9**	1.9	1.9	**1.9**
												1.0	***0.1***			**1.1**
		238										***213***	***26***			**238**
4	وادي المعادي	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	**0.8**	0.8	0.8	0.8	**0.8**
												0.5				**0.5**
		100.0										***100***				**100**
5	وادي عسير	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	**6.6**	**5.6**	**4.9**	4.9	4.9	**4.9**
											1.0	***1.0***	***0.79***			**3**
		593.0									***213***	***213***	***168***			**594**
6	وادي خلاقة	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	**2.3**	1.4	1.4	1.4	1.4	**2.3**
											0.85					**0.9**
		181									***181***					**181**
7	وادي كسبة	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	**1.5**	**1.5**
															0.87	**0.9**
		186.0													***185***	**185**
8	وادي الحقة	14.5	14.5	14.5	**13.5**	**12.5**	**11.5**	**10.5**	**9.5**	**9.0**	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	**9.0**
					1.0	***1.0***	***1.0***	***1.0***	***1.0***	***0.53***						**5.5**
		1176			***213***	***213***	***213***	***213***	***213***	***113***						**1177**
9	وادي بني حواط	48.7	48.7	48.7	**46.7**	**44.7**	**42.7**	**40.7**	**38.7**	**36.7**	**33.7**	**30.2**	**26.0**	26.0	26.0	**26.0**
					2.0	***2.0***	***2.0***	***2.0***	***2.0***	***2.0***	***3.0***	***3.5***	***4.18***			**22.7**
		4826			***426***	***426***	***426***	***426***	***426***	***426***	***638***	***745***	***889***			**4826**
10	وادي تهامه	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	**0.7**	**0.7**
															0.6	**0.6**
		126.0													***126***	**126**
11	وادي أزسير	24.7	24.7	24.7	**23.7**	**22.7**	**21.7**	**20.7**	**18.7**	**16.7**	**14.7**	**12.5**	12.5	12.5	12.5	**12.5**
					1.0	***1.0***	***1.0***	***1.0***	***2.0***	***2.0***	***2.04***	***2.20***				**12.2**
		2603			***213***	***213***	***213***	***213***	***426***	***426***	***434***	***468***				**2604**
12	وادي الفرس	8.6	8.6	8.6	**7.6**	**6.6**	**5.6**	**4.6**	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	**4.6**
					1.0	***1.0***	***1.0***	***1.0***								**4.0**
		856.0			***213***	***213***	***213***	***217***								**855**
13	وادي الاقبال	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	**18.7**	**17.7**	**16.7**	**15.7**	**14.2**	**12.4**	12.4	12.4	12.4	**12.4**
							1.0	***1.0***	***1.0***	***1.0***	***1.5***	***1.73***				**7.2**
		1538					***213***	***213***	***213***	***213***	***319***	***368***				**1538**
14	وادي زاهر والغيل	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	**15.3**	**14.3**	**13.3**	**12.3**	**10.2**	10.2	10.2	10.2	10.2	**10.2**
							1.0	***1.0***	***1.0***	***1.0***	***2.1***					**6.1**
		1297					***213***	***213***	***213***	***213***	***447***					**1298**
15	وادي حمدان	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	**9.2**	**7.7**	**6.5**	6.5	**6.5**
												1.0	***1.5***	***1.21***		**3.7**
		789.0										***213***	***319***	***257***		**789**
16	وادي المورد	8.8	8.8	8.8	**7.8**	**6.8**	**5.3**	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	**5.3**
					1.0	***1.0***	***1.47***									**3.5**
		739			***213***	***213***	***313***									**738**
17	وادي صوان	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	**9.6**	**8.6**	**7.1**	**5.1**	5.1	**5.1**
											0.5	***1.0***	***1.5***	***1.96***		**5.0**
		1055									***106***	***213***	***319***	***417***		**1055**
18	وادي شاهق	10.3	10.3	10.3	10.3	**9.0**	**7.5**	**5.5**	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	**5.5**
						1.35	***1.5***	***2.0***								**4.9**
		1032				***287***	***319***	***426***								**1032**
19	وادي غيمان	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	**4.5**	**3.0**	**3.0**
														1.0	1.5	**2.5**
		533.0												***213***	***319***	**532**
20	وادي المليخي	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	**2.5**	**2.2**	**2.2**
														1.0	***0.3***	**1.3**
		269												***213***	***57***	**270**
21	وادي هزياز	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	**1.7**	**1.7**
															1.0	**1.0**
		206													***206***	**206**
22	وادي اخوار	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	**1.6**	**1.6**
															0.9	**0.9**
		191.0													***191***	**191**

الوحدة مليون متر مكعب

الاعلى	استهلاك المياه السنوي في الحوض الفرعي بما يتوافق مع الخطة
الوسط	كمية المياه التي ينبغي تقليلها في الحوض الفرعي
الاسفل	المناطق المقاسة بالهكتار حيث ينبغي فيها تركيب نظام الري المحسن

ملاحظة الاشكال في الخلية السفلى على الجانب الايسر هي مناطق الري الحالية تقاس بالهكتار ،نعمان ومولات (2007)

البدائل المتعلقة بتقليل استهلاك المياه لأغراض الري

(1) تقديم محاصيل أقل استهلاكًا للمياه

بالإضافة إلى تركيب نظام ري محسن، فقد ساهمت عملية تقديم لمحاصيل أقل استهلاكًا للمياه أيضًا في تقليل استهلاك المياه. على أن تجربة تغيير المحاصيل بدأت للتو تحت إشراف مشروع إدارة مياه حوض صنعاء SBWMP ونتيجة المحاكمة لم يتم تقريرها بعد. لذلك، فمن الضروري فهم المعلومات المفصلة بما في ذلك فعاليتها عن طريق إجراء النظام الطليعي أولاً.

في حالة تقرير فعالية تقديم المحاصيل الأقل استهلاكًا للمياه، يتطلب من الهيكل الحكومي في المراحل المبكرة، إنشاء سوق للمحاصيل التي تم تقديمها لكي تضمن دخل توليد ثابت للمزارعين.

(2) تقليل الأراضي المروية

يساهم تقليل الأراضي المروية أيضًا في توفير المياه. وبخصوص هذا النشاط، ينبغي تأسيس نظام تعويض متطور للمزارعين.

المسؤوليات

الهيئات المعنية ومسؤولياتها تم وصفها في *الجدول 3.5*.

الجدول 3.5 المسؤوليات المتعلقة بتحسين كفاءة استعمال المياه لأغراض الري

الهيئات	المسؤوليات
وزارة الزراعة والري MAI	هيئة التنفيذ
جمعية مستخدمي المياه، مجموعة مستخدمي المياه	نشر نظام الري المحسن للآخرين
المجالس المحلية	دعم زيادة وعي المزارعين ونشره
سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB	زيادة توعية المزارعين

تبعًا لمبادرة سلطة الموارد المائية الوطنية لحوض صنعاء NWRA-SB، سيتم تنفيذ هذا العمل من قبل وزارة الزراعة والري MAI والمجلس المحلي وجمعية مستخدمي المياه WUA. ستكون سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB مسؤولة عن زيادة توعية المزارعين ومراقبة استهلاك المياه لاستعمالها للري.

2.2.5 تقليل الفاقد المادي لإمداد المياه المدنية

الغرض

توفير كمية مقدارها 9.9 م م^3 من استهلاك المياه لإمداد المياه المدنية بحلول عام 2020 عن طريق تقليل الفاقد المادي للمياه من 30% (بدلالة الشكل) إلى 15%.

لتقليل الاستعمال المفرط لشبكة عمل إمداد المياه المدنية التي تم تشغيلها من قبل مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC ينبغي تنفيذها لتوفير مياه بكمية 9.9 م م^3 مقارنة مع متطلبات المياه المستقبلية المتوقعة والتي تساوي 78.6 م م^3 في عام 2020 عن طريق تقليل خسارة المياه المادية من 30% إلى 15%.

النشاطات

(1) السعي لكسب تفهم مستخدمي المياه في مدينة صنعاء للقبول بتخفيض استهلاك المياه للوحدة

تبعًا لخطة إمداد المياه لمؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC، فقد تم تصميم وحدة استهلاك للمياه بكمية 35 لتر/فرد/يوم تهدف إلى إمداد المياه للسكان بأكملهم في مدينة صنعاء. حيث أن الاستهلاك الفعلي لكل فرد في عام 2005 كان 50.8 لتر/يوم، إذا كان استهلاك الوحدة التي تم تصميمها مطبقًا، ينبغي تقليل استهلاك المياه لكل فرد بمقدار30% من الاستهلاك الحالي. لذلك، يتطلب من مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC اتخاذ إجراءات ضرورية للسعي لكسب تفهم مستخدمي المياه في مدينة صنعاء لقبول تقليل الاستهلاك بما يتوافق مع تقليل الفاقد المادي.

(2) تحسين قدرة الكشف عن التسرب

من أجل تقليل فعال لتسرب المياه، فإن تحسين القدرات المتعلقة بفحص التسرب تعتبر إحدى العوامل الرئيسية. لذلك، يتطلب من مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC تحضير جدول مفصّل لتقليل التسرب إلى 15% في حلول عام 2015 وتحسين القدرات بما في ذلك التحقق من التسرب، يعتبر تقديم مستشعر التسرب جنبًا إلى جنب مع نقل التكنولوجيا من قبل خبراء بخبرات جيدة وبرنامج استثمار للتحقيق وقابلية إعادة التحديث أو الإصلاح لأنابيب التوزيع التالفة، مع الأخذ بعين الاعتبار تطور المشروع المستمر لاستبدال أنابيب التوزيع التي يتم تمويلها من قبل البنك الدولي. إضافة إلى ذلك، الجدول الزمني المتعلق بالاستبدال الدوري أو معايرة مقاييس التوصيلات للمنازل والمقاييس المركبة على آبار الإنتاج ينبغي أن تكون مشمولة أيضًا في الجدول الزمني.

على فرض أن التسرب بمقدار 30% يتم تقليله إلى 15% بالاعتماد على كمية الإنتاج الفعلية لعام 2004، فقد تمت تغطية كمية المياه التي تم توفيرها إلى ما بين 1.35 و1.74 مليون دولار/ سنة تبعًا لكمية الاستهلاك في المنازل والمؤسسات.

(3) مراقبة كمية الإنتاج وتقليل الخسائر

يتطلب من سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA SB أن تجمع المعلومات المتعلقة بكمية إنتاج إمداد المياه المدنية ومقدار التقدم في تقليل الخسائر بشكل دوري من خطوط النقل ووسائل التوزيع وأحواض التخزين والتوصيلات التي تم تنفيذها من قبل مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC لإدارة الموارد المائية بشكل صحيح.

المسؤوليات

الهيئات المعنية ومسؤولياتها تم وصفها في *الجدول 4.5*.

الجدول 4.5 المسؤوليات المتعلقة بتحسين كفاءة استعمال المياه لإمداد المياه المدنية التي تمت تغطيتها من قبل مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC

الهيئات	المسؤوليات
البلدية، مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC	- السعي لكسب تفهم مستخدمي المياه لقبول تقليل الاستهلاك لكل فرد. - تحضير الجدول الزمني المفصّل لتقليل الفاقد
سلطة الموارد المائية NWRA SB	مراقبة كمية الإنتاج وتحسين التسرب

5. 2. 3 ضمان إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة

الغرض

لإعادة استعمال المياه العادمة المعالجة بكمية مقدارها 50 م م^3 لأغراض الري بحلول عام 2020 لكي يتم توفير استهلاك المياه لأغراض الري.

كما تم ذكره في القسم 3.6.3 في الفصل 3، فقد قامت مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC مسبقًا بإطلاق عملية لتوسيع قدرات محطة معالجة المياه العادمة (WWTP) بقدرة 105.000 م^3/يوم و تهدف إلى استعمالها في أغراض الري. القدرة الإجمالية ستصبح 155000 م^3/يوم بحلول عام 2020. على فرض أن حوالي 90% من المياه المتدفقة بجودة كافية تعتبر قابلة للاستعمال، فإن كمية الموارد المائية المتوفرة تقدّر بحوالي 50 م م^3/سنة. ثم يمكن الاقتصاد في استهلاك المياه لأغراض الري بمقدار 50 م م^3. لذلك، من الضروري لمؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC وسلطة NWRA SB وجمعية WUA أن تأكد على إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة لإغراض الري بحلول عام 2020 عن طريق إجراء أنشطة مذكورة أدناه.

<u>الأنشطة</u>

(1) ضمان تحسين محطة معالجة المياه العادمة WWTP الموجودة وبناء محطة معالجة مياه عادمة WWTP جديدة

إجراءات عملية إعادة تأهيل لمحطة معالجة المياه العادمة WWTP الموجودة بقدرتها الواصلة 50000 م^3/يوم، وبناء محطة معالجة المياه العادمة WWTP جديد بقدرة تصل إلى 105000 م^3/يوم والمرافق المعالجة لمصارف الصرف الصحي ينبغي إدارتها بشكل صحيح من قبل مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحيSWSLC .

(2) التخطيط لتوزيع المياه العادمة المعالجة

مع أنها تبدو الطريقة المنطقية الأكثر لتوزيع المياه العادمة المعالجة بفعل الجاذبية الأرضية إلى أراضي المزارع الواقعة أسفل منها، فلذلك يتطلب من الهيئات المعنية وخاصة مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحيSWSLC ووزارة الزراعة والري MAI على الأخذ بعين الاعتبار منطقية توزيع المخلفات المائية المعالجة لمواقع أخرى حيث سيبقى التوازن بين عملية التعبئة وعملية الاستخراج من داخل الحوض الفرعي ناقصًا بشكل كبير كما هو في عام 2020. بما أنه لن يكون هناك طلب كاف للري لاستهلاك المياه العادمة المعالجة في المنطقة الواقعة أسفل من ذلك، فمن الضروري الأخذ بعين الاعتبار الطريقة المثلى لاستعمال الموارد المائية المحدودة بقدر الإمكان.

المناطق المقترحة لتوزيع المياه العادمة المعالجة هي "وادي الحقة" و "وادي بني حواط" و "وادي الفرس" و "وادي المورد" المدرجة في *الجدول 5.5*. تم اختيار المناطق المقترحة تلك مع الأخذ بعين الاعتبار التوازن بين كمية الاستخراج وكمية التعبئة، والتوزيع الجغرافي. كما هو موضح في في الجدول 5. 5، فإن نسبة "الاستخراج/التعبئة، مع إعادة الاستعمال" مازالت مرتفعًة في "وادي المورد" مقارنة بالأحواض الفرعية الأخرى، بالرغم من تلبية الطلب على المياه لأغراض الري بشكل كامل عن طريق إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة. لأن هذا الحوض الفرعي يضم الجزء الرئيسي من العاصمة صنعاء والغرض الرئيسي لاستخراج المياه هو للاستعمال في الأغراض المنزلية.

الجدول 5.5 الأحواض الفرعية المقترحة لتوزيع المياه العادمة المعالجة

	حوض فرعي	استهلاك الري				تعبئة	استخراج / تعبئة		الحوض الفرعي المقترح
		2007	2010	2015	2020		دون اعادة الاستعمال	مع اعادة الاستعمال	
1	وادي المشاميني	0.90	0.90	0.90	0.60	0.90	0.64		
2	وادي المديني	4.5	4.5	4.5	2.9	2.73	1.06		
3	وادي الخريد	3.0	3.0	3.0	1.9	1.76	1.27		
4	وادي المعادي	1.3	1.3	1.3	0.8	1.71	1.29		
5	وادي عسير	7.6	7.6	7.6	4.9	4.27	1.14		
6	وادي خلاقة	2.3	2.3	2.3	2.3	1.54	1.51		
7	وادي كسبة	2.4	2.4	2.4	1.5	0.83	1.84		
8	**وادي الحقة**	14.5	13.5	9.0	**9.0**	1.36	**8.70**	**2.12**	◎
9	**وادي بني حواط**	48.7	46.7	36.7	**26.0**	5.58	**6.84**	**2.19**	◎
10	وادي تهامه	1.3	1.3	1.3	0.7	1.00	2.66		
11	وادي أزسير	24.7	23.7	16.7	12.5	3.81	7.04		
12	**وادي الفرس**	8.6	7.6	4.6	**4.6**	0.79	**12.13**	**6.32**	◎
13	وادي الاقبال	19.7	19.7	15.7	12.4	2.31	5.39		
14	وادي زاهر والغيل	16.3	16.3	12.3	10.2	7.11	1.46		
15	وادي حمدان	10.2	10.2	10.2	6.5	0.82	7.87		
16	**وادي المورد***	8.8	7.8	5.3	**5.3**	1.54	**20.73**	**17.30**	◎
17	وادي صوان	10.1	10.1	10.1	5.1	1.41	3.61		
18	وادي شاهق	10.3	10.3	5.5	5.5	4.12	1.35		
19	وادي غيمان	5.5	5.5	5.5	3.0	1.24	2.42		
20	وادي المليخي	3.5	3.5	3.5	2.2	1.66	1.33		
21	وادي هزياز	2.6	2.6	2.6	1.7	1.92	1.15		
22	وادي اخوار	2.5	2.5	2.5	1.6	2.32	3.25		

*: الجزء الرئيسي لعاصمة صنعاء يقع في الحوض الفرعي هذا

(3) السعي لكسب تفهم المزارعين حول استعمال المياه العادمة المعالجة من خلال توضيح كيفية الاستعمال

بما أن سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB قد بدأت برفع مستوى فهم المزارعين حول عدم استعمال المياه العادمة المعالجة الغير كافية من أجل تجنب التأثير السلبي على ثروتهم الحيوانية، وأنفسهم وإنتاجية المحاصيل في عام 2007 كجزء من مشروع إدارة المياه SBWMP. ينبغي شمل النشاط لإقناعهم لاستعمال المياه العادمة المعالجة بشكل ملائم لأغراض الري جنبًا إلى جنب مع توضيح لكيفية الزراعة باستعمال المياه العادمة المعالجة.

بما أنه قد تم تخطيط تحسين لمحطة معالجة المياه العادمة WWTP الموجود ليتم إكماله بحلول عام 2015 التي تسبق انشاء محطة معالجة مياه عادمة WWTP بقدرة كبيرة أخرى، ينبغي أن يبدأ الترتيب المتعلق بتوضيح كيفية الزراعة باستعمال المياه العادمة المعالجة عند 2013 مزارع مستهدف ممن يملكون أراض زراعية على طول الوادي شمال محطة معالجة المياه العادمة WWTP المشتركة في جمعيات مستخدمي المياه WUA.

إضافة إلى ذلك، أنه للاقتصاد في الموارد المائية المحدودة ينبغي بحث إمكانية قبول المزارعين بدفع أجر مقابل استهلاك المياه العادمة المعالجة وهو الأمر الذي قد لا يتم بسهولة.

(4) مراقبة جودة وكمية المياه

مراقبة جودة وكمية التدفق ينبغي تنفيذها من قبل مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC وينبغي تقديم النتائج لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB لضمان إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة بشكل صحيح. نتائج المراقبة ينبغي أن يتم فتحها للعامة خاصة للمزارعين.

المسؤوليات

الهيئات المعنية ومسؤولياتها تم وصفها في *الجدول 6.5*.

الجدول 6.5 المسؤوليات المتعلقة بضمان إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة

الهيئات	المسؤوليات
مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC، بلدية صنعاء	الهيئات التنفيذية
وزارة الزراعة والري MAI	الهيئات التنفيذية، قبول المزارعين استعمال المياه العادمة المعالجة والتعرفة
جمعية مستخدمي المياه WUA	قبول المزارعين
سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB	مراقبة جودة وكمية التدفق، وزيادة وعي قبول المزارعين

4.2.5 التحكم في استهلاك المياه للاستعمال في أغراض الصناعة

الغرض

التحكم باستهلاك المياه المستعملة في أغراض الصناعة من أجل منع تسارع نضوب الموارد المائية

من أجل منع نضوب الموارد المائية المحدودة، فمن الضروري تأسيس نظام تحكم يتعلق باستهلاك المياه للاستعمال بغرض الصناعة.

الأنشطة

(1) تحضير قائمة موجودات المصادر المائية الموجودة المستعملة في المصانع

يتطلب من سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA SB بالتعاون مع وزارة الصناعة أولاً تنفيذ دراسة تتعلق بقائمة الموجودات لإدراك الوضع الفعلي بخصوص استعمال المياه في أغراض الصناعة. بما أن أغلبية المصادر المائية تقرر كونها آبارًا خاصة وتقع داخل المصنع، فقد تم تقدير استهلاك المياه الفعلي عن طريق استعمال العوامل غير المباشرة. لذلك، تعتبر الدراسة المتعلقة بقائمة الموجودات المائية أساسية للتحكم باستهلاك المياه بطريقة صحيحة.

(2) رفع مستوى فهم مالكي المصانع حول عدم توسيع أنشطتهم داخل حوض صنعاء

يعتبر الحد من توسيع المصانع من العوامل التي تساعد على تقليل استهلاك المياه في القطاع الصناعي. لذلك، ينبغي أن تقوم سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA SB ووزارة الصناعة برفع مستوى فهم مالكي المصانع حول عدم توسيع مصانعهم التي تؤدي إلى زيادة في استهلاك المياه.

(3) تقليل الاستعمال المفرط للمياه في المصانع وإعادة استعمال المياه الموجودة داخل المصانع

من أجل توفير موارد المياه المحدودة، يتطلب من المصانع تقليل الاستعمال المفرط للمياه وإعادة استعمال المياه المستعملة بقدر الإمكان.

(4) تحضير خطة رئيسية للقطاع الصناعي مع الأخذ بعين الاعتبار وضع الموارد المائية

يتطلب من وزارة الصناعة والسلطات المعنية بشدة التوجه لتحضير لبرنامج تطوير القطاع مع مراعاة الوضع الحالي للموارد المائية بالتشاور مع سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB ، من أجل تهدئة مثل تلك الأوضاع الشديدة المتعلقة بالموارد المائية.

إذا تطلّب تطوير القطاع الصناعي داخل حوض صنعاء، ينبغي حينها تنفيذ المناقشات مع السلطات التي تعنى بقطاع الزراعة من أجل ترتيب عملية إعادة تخصيص المياه من الري إلى الصناعة.

المسؤوليات

الهيئات المعنية ومسؤولياتها قد تم وصفها في *الجدول 7.5*.

الجدول 7.5 المسؤوليات المتعلقة بالتحكم باستهلاك المياه بغرض الاستعمال الصناعي

الهيئات	المسؤوليات
وزارة الصناعة	تحضير خطة تطوير القطاع مع مراعاة مسح موجودات الموارد المائية
سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA SB	دراسة قائمة الموجودات، ورفع مستوى فهم مالكي المصانع حول عدم توسيع أنشطتهم

5.2.5 التحكم في استهلاك المياه للاستعمال في أغراض السياحة

الغرض

التحكم باستهلاك المياه للاستعمال لأغراض السياحة من أجل منع تسارع نضوب الموارد المائية

من أجل منع نضوب الموارد المائية المحدودة، فمن الضروري تأسيس نظام تحكم يتعلق باستهلاك المياه للاستعمال بغرض السياحة.

النشاطات

(1) التحضيرات المتعلقة بقائمة موجودات المصادر المائية المستعملة بغرض السياحة

يتطلب من سلطة الموارد المائية الوطنية لحوض صنعاء NWRA SB بالتعاون مع وزارة السياحة أن تقوم أولاً بتنفيذ دراسة لقائمة الموجودات لإدراك الوضع الفعلي لاستعمال المياه لأغراض السياحة.

(2) رفع مستوى فهم مالكي الفنادق حول عدم توسيع أنشطتهم التي تسبب ازديادا في استهلاك المياه

يتطلب من سلطة الموارد المائية الوطنية لحوض صنعاء NWRA SB بالتعاون مع وزارة السياحة أن تقوم برفع مستوى فهم مالكي الفنادق حول عدم توسيع أنشطتهم التي تسبب ازديادا في استهلاك المياه.

(3) التحضيرات المتعلقة بخطة تطوير القطاع التي تأخذ بعين الاعتبار وضع الموارد المائية

يتطلب من وزارة السياحة والسلطات المعنية بشدة التوجه لتحضير خطة تطوير القطاع مع الأخذ بعين الاعتبار الوضع الحالي للموارد المائية بالتشاور مع سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA SB، من أجل تهدئة مثل تلك الأوضاع الشديدة المتعلقة بالموارد المائية.

إذا كان تطوير القطاع السياحي مطلوبًا، ينبغي حينها تنفيذ مناقشات مع السلطات التي تعنى بقطاع الزراعة من أجل ترتيب إعادة تخصيص المياه بغرض الري إلى الأغراض السياحية.

المسؤوليات

الهيئات المعنية ومسؤولياتها قد تم وصفها في *الجدول 8.5*.

الجدول 8.5 المسؤوليات المتعلقة بالتحكم باستهلاك للمياه بغرض الاستعمال السياحي

الهيئات	المسؤوليات
وزارة السياحة	تحضير خطة تطوير القطاع مع مراعاة مسح موجودات الموارد المائية
سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB	الدراسة المتعلقة بقائمة الموجودات، تنبيه أصحاب الفنادق لعدم توسيع استهلاكهم للمياه

6.2.5 التطوير المؤسساتي

1) الانتهاء من اعداد اللوائح التنفيذية المتعلقة بقانون المياه لعام 2002، وتطوير المرسوم الخاص بمنطقة حماية المياه لحوض صنعاء

<u>الغرض</u>

الانتهاء من اعداد اللوائح *التنفيذية المتعلقة بتطوير القانون المحلي لحوض صنعاء من أجل تطبيق خطة العمل بشكل فعّال.*

لغرض التطبيق الفعّال لخطة عمل المكتب الفرعي لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA، ينبغي إنجاز اختتام للتعليمات التنفيذية وتطوير القانون المحلي لحوض صنعاء عن طريق إجراء الأنشطة التالية أدناه، ينبغي تطوير هذه القوانين المحلية، مع مراعاة أن تجهيز عدادات المياه الجوفية وفرض الرسوم على استهلاك المياه الجوفية ستكونان من أهم الوسائل التي لا غنى عنها لمعالجة قضايا الاستهلاك الزائد للمياه للمحاصيل النقدية التي تتطلب كميات كبيرة من المياه وهدر الماء الزائد الذي يتصف به حوض صنعاء.

من الممكن أن تستغرق زيادة القبول الاجتماعي لتقديم عدادات المياه الجوفية وفرض الرسوم على استهلاك المياه الجوفية وقتًا طويلاً. لذا، فإن القوانين المحلية لحماية "المناطق" لحوض صنعاء ينبغي أن تمتلك الموضوعية بشكل تدريجي والاستخراج المحدود المستمر (ما يزيد عن خمس إلى عشر سنوات) للتعبئة الطبيعية السنوية كأولوية. وينبغي اشتمالها على 1) حظر حفر الآبار للاستعمال الزراعي والري، 2) ترخيص جميع الآبار، بغض النظر عن العمق، 3) التجهيز الإلزامي لعدادات المياه الجوفية المستخرجة ، و 4) وبند قد يسمح بفرض رسوم زمنية إضافية على استهلاك المياه للأغراض الزراعية وأغراض الري.

<u>الأنشطة</u>

ينبغي تطبيق العرض التالي من الخطة للانتهاء من إعداد اللوائح التنفيذية وتطوير القانون المحلي لحوض صنعاء:

- مراجعة قانون مياه عام 2002 وتعديله عام 2007، ومسودة اللوائح التنفيذية لقانون المياه، والمراسيم المعنية.
- تحديد عيوب القوانين المعنية، والمراسيم والقوانين المحلية وبالأخص إدارة الموارد المائية في حوض صنعاء "كمناطق محمية".
- تقييم التأثيرات السلبية والتكاليف الاجتماعية إذا لم يتم القيام إصلاح تلك العيوب.
- تحضير مبادئ إضافية وضرورية واستراتيجيات متعلقة بمسودة اللوائح التنفيذية الخاصة بقانون المياه، مثل التجهيز الإلزامي لعدادات المياه الجوفية المستخرجة وفرض رسوم على استهلاك المياه الجوفية.
- تحضير مسودة القانون المحلي واللوائح لحوض صنعاء "كمنطقة محمية".
- بدء اجتماعات تشاوريه مع اصحاب العلاقة لتحضير مسودة القانون المحلي واللوائح لحوض صنعاء، وبناء رأي عام.
- تحديد إستراتيجية وإطار زمني لتقديم قياس استخراج المياه الجوفية وجمع رسوم المياه الجوفية لأغراض الري
- تلقي الاستشارة القانونية للانتهاء من إعداد مسودة القانون المحلي واللوائح المتعلقة بحوض صنعاء.
- تسليم المسودة النهائية الخاصة بالقانون المحلي واللوائح لحوض صنعاء إلى مجلس الوزراء والبرلمان ليتم الموافقة عليها.

<u>المسؤوليات</u>

المسؤولية الرئيسية لتطوير القانون المحلي واللوائح لحوض صنعاء تستند على عاتق سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB بدعم من المقر الرئيسي لسلطة الموارد NWRA. سيتم تأسيس مجموعة عمل تحت إشراف سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB أو لجنة حوض صنعاء SBC. حيث تم تحديد الملائمة والإمكانية والتعاون مع مكاتب الحوض الأخرى "كمنطقة محمية" ستكون معنية لمشاركة المشاكل والخبرات لتطوير القانون المحلي وبالأخص للمناطق المحمية.

2) زيادة الوعي لدى العامة والقادة السياسيين حول إدارة الموارد المائية

<u>الغرض</u>

لتغيير الموقف السياسي وزيادة الرغبة في إدارة الموارد المائية، من خلال زيادة الوعي لدى العامة وخلق إجماع حول إدارة الموارد المائية تدريجيًا.

من أجل تغيير التوجه السياسي كما ينبغي وأيضًا زيادة الاستعداد السياسي نحو إدارة الموارد المائية، ينبغي أن تكون زيادة التوعية العامة وخلق الإجماع تدريجيًا حول إدارة الموارد المائية أمرًا ضروريًا، بمعنى آخر، من الضروري وجود التزام سياسي من خلال زيادة الوعي والإجماع لدى العامة. لذا، فينبغي التأكيد على الجهود الحالية لحملة التوعية العامة من خلال إدراك أهمية الأزمة المائية في مراحلها الأولى عن طريق إجراء الأنشطة المذكورة أدناه.

<u>الأنشطة</u>

ينبغي تنفيذ حملة التوعية أيضًا في الهيئات الحكومية والمؤسسات والشركات ذات العلاقة بقطاع تطوير المياه سواء على المستوى المركزي أو المحلي للقطاعين الحكومي أو الخاص وذلك للتحقق من الالتزام بالقوانين واللوائح المعنية.

علاوة على ذلك، سيتم تطوير وتطبيق مجموعة حملة توعية عامة مناسبة للثقافة الاجتماعية الفريدة من نوعها للمدينة المتعلقة "بالقبلية". ميراث أرضهم القبلية من الازدهار الممتد جيلاً بعد جيل سيكون أحد الاهتمامات المهمة لهم مثلها مثل المياه الواقعة فوق وتحت الأرض التي تعتبر خاضعة قانونيًا للأرض وفقا لعاداتهم. ينبغي إدراك أنه يتم توريث الجيل القادم لأراضي أقل إنتاجية بسبب الاستغلال الزائد للمياه الجوفية. علاوة على ذلك، قد يتم تأسيس شبكة تعليم ومعلومات للسلطات القبلية. بأسرع وقت ممكن، سيتم تحديد نظام تنسيق على المستوى القبلي للتوفيق بين مصالحهم واستعمالها لتسهيل المنافسة الحالية للتطوير الزائد والاستخراج الزائد للمياه الجوفية.

توفير معلومات موثوقة حول الأزمة المائية للهيئات السياسية من شأنه أن يكون ذا أهمية. وجنبًا إلى جنب مع حملة التوعية للجمهور بشكل عام فإن القرارات السياسية "الصحيحة" المستندة على أدلة موثوقة فيما يخص الأزمة المائية في المستقبل من شأنها زيادة الدعم الشعبي من خلال "التصويت".

بالإضافة إلى ذلك، سيتم مراعاة الأنشطة التالية لدعوة الجمهور والقادة السياسيين لإدارة الموارد المائية IWRM:

- مراجعة المعلومات وحملة التوعية العامة الموجودة (IPAC) وتقييم تأثيراتها على حفظ/التحكم بالمياه الجوفية وبالأخص في المناطق الريفية حيث يتم فيها ملاحظة الحكم الذاتي القبلي بشدة.
- دراسة النظام، وقيمة واستقلالية المجتمعات القبلية في إدارة الموارد المائية.
- تطوير الخيارات الأكثر فعالية وملائمة المتعلقة بالمعلومات وحملة التوعية العامة IPAC للمجتمعات القبلية.
- تهيئة برنامج لجميع أنواع أنشطة زيادة التوعية للعامة: تصميم ونشر اللوحات والمنشورات، وورش العمل، والاجتماعات التثقيفية في الحقول، والرسائل في المدارس والجوامع، ورسائل الراديو والتلفزيون، الخ.
- تعزيز وقياس برنامج المعلومات وحملة التوعية العامة IPAC المطوّر كما هو مبين أعلاه.
- تطوير مجموعات شاملة من المعلومات للمساعدة على صنع قرار سياسي متطور حول إدارة الموارد المائية لأعضاء البرلمان والسياسيين المحليين.
- تنظيم اجتماعات استشارية لأعضاء البرلمان والسياسيين المحليين لتوفير معلومات صحيحة لصنع قرار سياسي صحيح يتعلق بإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض.

المسؤوليات

المسؤولية الرئيسية لتطوير القانون المحلي واللوائح لحوض صنعاء تستند على عاتق سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB. ومن ناحية أخرى، سيتم تسهيل انخراط أعضاء البرلمان والسياسيين المحليين بدعم من المقر الرئيسي لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA.

3) احترام النظام التقليدي والقبلي

الأغراض

ضم "القبائل" أو "النظام القبلي" في المؤسسات المحلية، ليس بصفة رسمية ولكن لأهميتها الثقافية الاجتماعية، من أجل تعزيز التعليمات عن طريق المؤسسات المحلية والمجتمعات اللامركزية بفعالية.

إطار العمل اللامركزي للمؤسسة المحلية والإدارة المقدمة عن طريق قانون المياه والقوانين المعنية الأخرى والقوانين المحلية، من ناحية أخرى، تبدو أنها تنتقص للآلية الفعالة لتعزيز المشاركة النشطة "للقبائل" و "النظام القبلي"فيلا صنع القرار وتنفيذ إدارة الموارد المائية المحسنة. لذلك، فإن المؤسسات المحلية ليست كمؤسسات بصفة رسمية ولكن لأهميتها الثقافية الاجتماعية ينبغي أن تضم "القبائل" و "النظام القبلي"، الذي لا يمكن تجاهلها و، بالواقع، يمكن اعتبارها كأكثر مؤسسة حكومية وبالأخص في المناطق المرتفعة للدولة بما في ذلك مناطق حوض صنعاء.

أحد المبادئ المهمة في إطار العمل التأسيسي والإداري التي تم توظيفها في قانون مياه عام 2000 هو تفويض السلطات في إدارة الموارد المائية وتعزيز التعليمات للمؤسسات المحلية والمجتمعات اللامركزية، حيث تم من خلالها تعزيز آلية التحكم الذاتي لإدارة الموارد المائية. لذا، تحسين مشاركة المؤسسات المحلية والمجتمعات المحسنة في جميع عمليات إدارة الموارد المائية في صنع القرار، وتنفيذه وتنظيمه ومراقبته، تصبح المقرر الأكثر أهمية لنجاح آلية استقلالية إدارة المياه.

مع وضع المياه الحالي الشديد، ستختلف درجة تأثير الموارد المائية بين الأحواض الفرعية والتي ستكون سببًا للصراع المائي بين القبائل. لذلك، فإن تأسيس آلية فعالة لتعزيز المشاركة النشطة "للقبائل" و "النظام القبلي" في صنع القرار والتنفيذ لإدارة الموارد المائية المحسنة ضروري لمنع مثل تلك الصراعات المتعلقة بالمياه.

الأنشطة

القنوات وشبكات العمل التي تربط القبائل بالنظام القبلي سيتم تحديدها وتطويرها قدر المستطاع. يرجع "النظام القبلي" هنا إلى العلاقة المترابطة بين القبائل، ويمكن تحديدها على أنها منابر لمجموعات من القبائل للتوفيق بين مصالحها وحل نزاعاتها وخصوماتها. بهذا الشأن، فإن مشاركة السلطات القبلية في لجنة الحوض يمكن أن يتم أخذها بعين الاعتبار أيضًا. تم تأسيس لجنة حوض صنعاء وفقًا لقانون المياه والمستويات المعنية، حيث تنطوي الوظيفة على خاصتين إحداها تساعد في هيئة صنع القرار لإدارة حوض صنعاء، بينما تعمل الأخرى كهيئة تنظيمية. المشاركة النشطة للسلطات القبلية قي صنع القرار واللوائح، إذا كان الدعم مضمونًا، قد تكون بمثابة دعم مؤسساتي مساند لتعزيز آلية التنظيم الذاتي في إدارة الموارد المائية.

وسيتم التركيز أيضًا على، أن المساهمين المشتركين في عملية صنع القرار لإدارة الموارد المائية إما على الصعيد المركزي، والمحلي، وعلى مستوى المجتمع، سيتم حملها على العاتق وتطبيقها حيث المبادئ المقبولة التقليدية والعامة والاعتبارات محتملة. لذلك، فإن القوانين القبلية والعادات التي تطورت عبر الأجيال تحتاج إلى احترام، ويمكن أن تكون غالبًا أسسًا صوتية وعملية للتعاون بين مستخدمي المياه وحلاً للصراعات المتعلقة في إدارة الموارد المائية.

سيتم مراعاة الأنشطة التالية لدمج النظام التقليدي والقبلي في إدارة الموارد المائية IWRM.

- دراسة المعايير والقيم والحكم الذاتي ونظام حل الصراع للمجتمعات القبلية المتعلقة في إدارة الموارد المائية.
- تحديد وتطوير القنوات وشبكات العمل لمشاركة المجتمعات القبلية في صنع القرار وتعزيز التعليمات في إدارة الموارد المائية IWRM، بالإضافة إلى تسوية الصراعات.
- مراجعة عضوية لجنة حوض صنعاء SBC، وضم القادة التقليديين ذوي النفوذ لدى المجتمعات التقليدية في إدارة الموارد المائية.

المسؤوليات

المسؤولية الرئيسية لتطوير القانون المحلي واللوائح لحوض صنعاء تستند على عاتق سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB بدعم من المقر الرئيسي لسلطة الموارد المائية NWRA.

4) تحسين إطار العمل اللامركزي للإدارة والهيئات المحلية

الغرض

تحسين البنية التأسيسية الحالية من أجل ضم المؤسسات المحلية بالأخص المجلس المحلي للمحافظة والمناطق في إدارة الموارد المائية المحسنة

من أجل ضم المؤسسات المحلية وبالأخص المجلس المحلي للمحافظة والمنطقة في تنفيذ وتعزيز وتنظيم ومراقبة قانون المياه والبرنامج المعني بإدارة إدارة الموارد المائية المحسنة، ولتحسين إطار العمل اللامركزي، ينبغي أن تكون البنية التأسيسية الحالية محسنة عن طريق تطبيق الأنشطة المذكورة أدناه.

الأنشطة

ينبغي تنفيذ الأنشطة التالية لتحسين إطار العمل اللامركزي للإدارة والهيئات المحلية

- مراجعة قانون مياه عام 2002، وقانون السلطة المحلية عام 2000، والقوانين المحلية المعنية واللوائح لفهم إطار العمل التشريعي للإدارة المحلية والتهيئات التأسيسية في إدارة الموارد المائية IWRM وإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض.
- الاستشارة مع المجالس المحلية ووزارة الإدارة المحلية لتحسين إطار العمل الإداري والتنظيمي المحلي في إدارة الموارد المائية IWRM وإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض.
- تسهيل ودعم المجالس المحلية لتأسيس جهازهم التنفيذي لإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض.
- تأسيس آلية تساعد المجالس المحلية في إدارة الموارد المائية على مستوى الحوض، وبالأخص، في مراقبة وتعزيز التعليمات والقوانين المذكورة سابقًا في قانون المياه وتعليماتها التنفيذية.

المسؤوليات

المسؤولية الرئيسية لتطوير القانون المحلي واللوائح لحوض صنعاء تستند على عاتق سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB بدعم من المقر الرئيسي لسلطة الموارد المائية NWRA.

7.2.5 التطوير التنظيمي

لا يمكن أن تكون إدارة الموارد المائية IWRM ناجحة إلا إذا تم تنفيذ الإدارة على مستوى الحوض بشكل صحيح وفعّال عن طريق السلطات المحلية المعنية ومجتمعات المستخدمين. وطبعًا، فقد وضع إطار عمل إداري وتأسيسي بالإضافة إلى البنية التنظيمية المذكورة سابقًا لإدارة الموارد المائية IWRM في قانون المياه والمستويات الحكومية تركيزًا كبيرًا على المفاوضات المتعلقة بقوة إدارة المياه لمستويات مناسبة أقل. وفي إطار العمل التنظيمي اللامركزي الذي تم تحديده لإدارة الموارد المائية IWRM الخاصة بالمنطقة و إدارة الموارد المائية على مستوى الحوض في حوض صنعاء، فقد تسلمت الهيئات التالية الأدوار القيادية والمسؤوليات، وتحديدًا، سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB والمجلس المحلي كسلطات محلية، ولجنة حوض صنعاء SBC كمنصة لصنع القرار للمساهمين في إدارة الحوض، بالإضافة إلى جمعية مستخدمي المياه WUA كهيئة مجتمع المستخدمين. في هذا القسم، مناطق القدرة التنظيمية الرئيسية التي ينبغي تطويرها لكل من تلك الهيئات قد تمت مناقشتها، بالإضافة إلى الإجراءات التي ينبغي تنفيذها لعملة التحسين.

1) سلطة الموارد المائية الوطنية لفرع صنعاء (NWRA-SB)

(1) تطوير البنية التنظيمية

الغرض

اختتام القانون المحلي التنظيمي ووصف العمل الخاص بسلطة الموارد المائية الوطنية لفرع صنعاء NWRA-SB، من أجل ضمان التشغيل والإدارة التنظيمية.

من أجل ضمان التشغيل والإدارة التنظيمية، مثل عملية التفاهم المتبادلة، وعملية صنع القرار، ونظام إعطاء أوامر المراقبة، والتعاون/التنسيق بين الأقسام في سلطة الموارد المائية الوطنية لفرع صنعاء NWRA-SB، ينبغي إنجاز اختتام لقوانينهم المحلية التنظيمية ووصف العمل القائمة على أساس المهام والواجبات المخصصة لهم عن طريق تنفيذ الأنشطة المذكورة أدناه.

الأنشطة

ينبغي تنفيذ الأنشطة التالية لتحسين البنية التنظيمية لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB:

- مراجعة قانون مياه عام 2002، واللوائح والمستويات التنفيذية المعنية، لفهم المهام والواجبات المخصصة لسلطة الموارد المائية الوطنية لفرع صنعاء NWRA-SB.
- مراجعة وتعديل مسودة القوانين المحلية التنظيمية القائمة على التقييم أعلاه.
- تحضير بنية تنظيمية ووصف عمل تنظيمي لكل إدارة/قسم لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB، مع تسليط الضوء على التخطيط والمراقبة وعملية صنع القرار المناسبة.
- تسهيل الحصول على الموافقة المتعلقة بالقوانين المحلية والبنية التنظيمية ووصف العمل التي تم تحضيرها لكل إدارة/قسم.

المسؤوليات

المسؤولية الرئيسية لتطوير القوانين المحلية والبنية التنظيمية تستند على عاتق سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB بدعم من المقر الرئيسي لسلطة الموارد NWRA.

(2) تطوير الموارد البشرية

الغرض

تعزيز القدرة الفنية لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB، من أجل أن تكون سلطة محلية معنية ومسؤولة لحوض صنعاء

من أجل أن تكون سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB سلطة محلية معنية ومسؤولة لإدارة الموارد المائية لحوض صنعاء، ينبغي تنفيذ تعزيز للقدرة الفنية للسلطة التي تم تحديدها كأولوية مثل عرض المياه الجوفية، وإطار العمل القانوني، والتنظيم والتعزيز، ومشاركة المستخدمين في إدارة الحوض.

الأنشطة

ينبغي تنفيذ الأنشطة التالية لتحسين الموارد البشرية لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB:

- تحديد احتياجات التدريب وفقًا لفجوات القدرة التي تم تقييمها باستعمال المهام والواجبات المعاد تحديدها أعلاه.
- تحضير برنامج تدريب استراتيجي باستعمال تهيئة الميزانية.
- تحديد موردي تدريب مؤهلين داخل الدولة وخارجها لمناطق تطوير القدرات المحددة.
- تطبيق برنامج التدريب وتقييم التأثيرات.
- مراجعة أجور/مرتبات العاملين واستحداث آلية تحفيز محسنة من خلال زيادة الأجور والترقيات المستندة إلى نظام لتقييم العاملين على أساس الأداء.

المسؤوليات

المسؤولية الرئيسية لتطوير القوانين المحلية واللوائح لحوض صنعاء تستند على عاتق سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB بدعم من المقر الرئيسي لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA.

(3) الإدارة المالية المحسنة

الغرض

تحسين قدرة الإدارة المالية في سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB، من أجل القيام بإدارة الموارد المائية بشكل صحيح.

ينبغي توجيه تحسين قدرات الإدارة المالية عن طريق تطبيق الأنشطة المذكورة أدناه لكي يتم تنفيذ إدارة الموارد المائية المخطط لها بشكل صحيح.

الأنشطة

ينبغي تنفيذ الأنشطة التالية لتحسين الإدارة المالية لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB:

- دراسة احتياجات التطوير والاستثمار في إدارة الحوض وفقًا للواجبات والمهام المعاد تحديدها أعلاه.
- تحضير خطة تطوير واستثمار لمدة زمنية متوسطة أو طويلة (مثال خمسة سنوات وعشر سنوات) وفقًا لاحتياجات التطوير والاستثمار المحددة أعلاه.

المسؤوليات

المسؤولية الرئيسية لتطوير القانون المحلي واللوائح لحوض صنعاء تستند على عاتق سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB بدعم من المقر الرئيسي لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA.

(4) آلية التنظيم والمراقبة المحسنة

الغرض

تطوير آلية شبكة عمل المراقبة على المستوى المحلي، من أجل تسريع تقدم عملية تسجيل وترخيص الآبار.

من أجل تسريع تقدم عملية تسجيل وترخيص الآبار، ينبغي توجيه تطوير آلية شبكة عمل المراقبة على المستوى المحلي، بالتعاون مع السلطات المحلية الأخرى، خاصة مع المجالس المحلية، عن طريق إجراء الأنشطة المذكورة أدناه.

الأنشطة

ينبغي تنفيذ الأنشطة التالية لتحسين المراقبة والتنظيم لسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB.

- تقديم التسهيلات لتطوير القوانين المحلية والتنظيم وخاصة لحوض صنعاء "كمنطقة محمية".

- تعزيز برنامج التسجيل والترخيص الحالي.
- تطوير إطار عمل إداري وتنظيمي محلي للتعزيز وللمراقبة مع المجالس المحلية.

<u>المسؤوليات</u>

المسؤولية الرئيسية لتطوير القوانين المحلية واللوائح لحوض صنعاء تستند على عاتق سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB بدعم من المقر الرئيسي لسلطة الموارد NWRA.

2) المجالس المحلية

<u>الغرض</u>

دمج المجالس المحلية في إطار العمل التنظيمي المحلي لإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض.

المجالس المحلية، التي تتمثل مهماتها وواجباتها في الإشراف وتنفيذ القوانين واللوائح ينبغي استغلالها بشكل أكبر ودمجها في إطار العمل التنظيمي المحلي لإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض من خلال الأنشطة المذكورة أدناه.

<u>الأنشطة والمسؤوليات</u>

الأنشطة والمسؤوليات الضرورية لتحسين الإدارة المحلية والتنسيق التنظيمي مع المجالس المحلية يمكن الرجوع إليها في القسم 7.2.5 4) "التحسين في إطار العمل اللامركزي للإدارة والهيئة المحلية".

3) لجنة حوض صنعاء SBC

<u>الغرض</u>

ضم القادة التقليديين والمؤسسات القبلية من أجل ضمان الترتيب التأسيسي، والهيئات الداعمة المعنية من أجل تقوية النظام التنظيمي والرقابي

من أجل ضمان الترتيب التأسيسي لتحسين إدارة الموارد المائية بواسطة منهج إدارة الموارد المائية التشاركية، وبرنامج المعلومات والتوعية العامة، من اللازم للجنة حوض صنعاء SBC لضم القادة التقليديين والمؤسسة القبلية في عملية صنع القرار، وتنفيذ آلية لغدارة المياه تعتمد على التنظيم الذاتي من خلال تطبيق الأنشطة المذكورة أدناه.

بالإضافة إلى ذلك، من أجل تقوية النظام التنظيمي والرقابي، فإن الهيئات الداعمة المعنية مثل وزارة الداخلية ووزارة الإدارة المحلية ووزارة العدل لتعزيز تعليمات المياه، يظهر أنها منخرطة في لجنة حوض صنعاء SBC لتحقيق أهدافها.

<u>الأنشطة والمسؤوليات</u>

الأنشطة والمسؤوليات الضرورية لتحسين تنسيق لجنة حوض صنعاء SBC باستعمال النظام القبلي يمكن أن يتم الرجوع إليها في قسم 6.2.5 3) "احترام النظام التقليدي والقبلي".

4) جمعية مستخدمي المياه (WUA)

الغرض

تحسين التوعية لدى جمعيات مستخدمي المياه ومجموعات مستخدمي المياه من أجل الاقتصاد في استهلاك المياه للاستعمال بغرض الري.

القضية الرئيسية عبر المدة الزمنية الطويلة، هنا، تكمن في تحسين توعية جمعيات مستخدمي المياه ومجموعات مستخدمي المياه. لأنهم هم من سيتولون معظم اللوائح المتعلقة باستعمال المياه عن طريق المجموعة وعن طريق كل مزارع من خلال تبني تقنيات محسنة باستعمال كفاءة الري. إذا تم القيام بذلك، إذا قام المزارعون ببساطة باستعمال المياه التي تم توفيرها لمستويات أعلى من الاستعمال أو توسعة المساحة المروية ، يتم فقدان كامل مكونة المياه التي تم توفيرها. لذا، فإن جودة جمعيات مستخدمي المياه/مجموعات مستخدمي المياه WUGs/WUAs تعتبر حاجة رئيسية، وتعتبر الأساس الأكثر أهمية من إنجازات المشروع من حيث عدد مجموعات مستخدمي المياه WUG وعدد الهكتارات. وفي الأصل، يعتبر تطوير برنامج ناجح أكثر أهمية من تحقيق أهداف لا يمكن تكرارها أو ذات قيمة استعراضية بسبب عدم نجاحها. في تقييم لجمعيات ومجموعات مستخدمي المياه WUA و WUG التي تم صياغتها، فإن جودتها من حيث التعبئة الاجتماعية والتدريب غير كافية حتى الآن.

مصاحبة مع هذا، هنالك تدريب محدود لجمعيات ومجموعات مستخدمي المياه WUGs/WUAs في الممارسات الاقتصادية الزراعية الذي سينتج عنه توفير في المياه. ينبغي على المستفيدين أن يكونوا ملمين بطرق الزراعة المناسبة ليتم تبنيها لزراعة المحاصيل التي تستهلك مياهًا أقل. ينبغي أن تعمل برامج التدريب بالتأكيد على استعمال المياه بكفاءة من خلال الإدراك الصحيح لمتطلبات مياه المحاصيل، والجدولة الزمنية للري وتوفير المياه التي تقود في النهاية إلى زيادة الإنتاجية. لذا، ينبغي من خدمات توسع المزارعين أن تركز على نواحي التشغيل والصيانة لأجهزة الري المحسنة والممارسات الخاصة بالاقتصاد الزراعي. أيضًا، ينبغي أن يتم إقناعهم بعدم التوسع لمنطقة زراعية أخرى كنتيجة لتوفير المياه من خلال أنظمة الري الحديثة. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن تتم المصادقة على الاتفاق الثلاثي بين المزارعين، وهيئة المجتمع وسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB، وبالأخص، ينبغي تفعيل دور جمعيات مستخدمي المياه بشكل كامل.

الأنشطة

ينبغي تنفيذ الأنشطة التالية لتحسين جمعية مستخدمي المياه WUA في إدارة الموارد المائية التنظيمية الذاتية:

- مراجعة المناهج والأساليب الحالية لتأسيس جمعية مستخدمي المياه WUA، وتقييم فعاليتها في إدارة الموارد المائية التنظيمية الذاتية.
- تطوير صلاحيات تنظيمية ذاتية لجمعية مستخدمي المياه WUA في إدارة الموارد المائية على مستوى الحوض ومراقبة الالتزام بها.
- تقديم نظام رقابي بين المجالس المحلية وسلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB، وجمعية مستخدمي المياه WUA استجابة لصلاحيات التنظيم الذاتي.

المسؤوليات

المسؤولية الرئيسية لتطوير القوانين المحلية واللوائح لحوض صنعاء تستند على عاتق سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB بدعم من المقر الرئيسي لسلطة الموارد NWRA.

3.5 دراسة خطة العمل

محتويات خطة العمل المذكورة في القسم السابق 2.5 قد تم تقييمها مع الأخذ بعين الاعتبار فعاليتها في توفير المياه واحتمالية تطبيق كل إجراء. النواحي المالية غير متضمنة. لم يتم تقييم التطوير التأسيسي والتطوير التنظيمي منذ أن كان الإجراءان يتعلقان بجميع الإجراءات وضروريان لها. النتائج مبينة في *الجدول 9.5*.

في أعمدة "حالة الانشطة" تم ادراج ثلاثة أنواع من الحالات. في عمود "الفعالية"، وضعت كمية التوفير الناتجة عن كل نشاط. وبما أن الكمية الكلية لاستخدام المياه في الوقت الحاضر لأغراض الري هائلة نوعاً ما ، فإن المساهمة في التوفير أكبر من غيرها. في عمود "الري"، فقد تم ذكر حالة الانشطة المدرجة ، سواء تم بحثها في مشاريع اخرى أم لا. وبما أن بعض الأنشطة تم بالفعل بحثها من قبل مشروع SBWMP ومؤسسة SWSCL وحكومة اليمن فإن من الضروري أخذ تنفيذ الانشطة بعين الاعتبار. ثم استناداً الى مدى التقدم في هذه الانشطة في المشاريع الاخرى ومدى إلحاحها، يتم اختيار الانشطة التي يجب تسريعها.

جدول 9.5 بحث خطط العمل والهيئات المسؤولة

		الإجراءات التي يجب اتخاذها	في ما يتعلق بالتطوير المؤسساتي: صياغة اللوائح التنفيذية الخاصة بقانون المياه لعام 2002، وتطوير المراسيم الخاصة بمناطق حماية المياه لحوض صنعاء	في ما يتعلق بالتطوير المؤسساتي: زيادة الوعي لدى العامة والقادة السياسيين حول إدارة الموارد المائية	في ما يتعلق بالتطوير المؤسساتي: احترام النظام التقليدي والقبلي	في ما يتعلق بالتطوير المؤسساتي: تحسن إطار العمل اللامركزي الخاص بالإدارة والتنظيم المحلي	الهيئة المسؤولة: NWRA مكتب فرع سلطة في صنعاء	الهيئة المسؤولة: (SBC) لجنة حوض صنعاء	الهيئة المسؤولة: وزارة الزراعة والري (MAI)	الهيئة المسؤولة: المجلس المحلي (المحافظة والمنطقة)	الهيئة المسؤولة: مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي (SWSLC)	الهيئة المسؤولة: وزارة الصناعة، فرع صنعاء	الهيئة المسؤولة: وزارة السياحة، فرع صنعاء	الهيئة المسؤولة: جمعية مستخدمي المياه (WUA)	حالة الأنشطة: الفعالية كمية التوفير، بالمليون متر مكعب في عام 2020)	حالة الأنشطة: الحالة (تم بحثها بالفعل في مشاريع أخرى أو ليس بعد)	حالة الأنشطة: الأنشطة التي ينبغي التسريع بها
5.2.1	تقليل استهلاك المياه لأغراض الري	زيادة إدراك المزارعين لفعالية نظام الري المحسن	○	○			○		◎	○				○	125	SBWMP*1	○
		السعي لكسب تفهم المزارعين للقبول بعدم توسيع رقعة أراضيهم الزراعية	○	○			○		◎	○				○			○
		تركيب نظام الري المحسن	○	○			○		◎					○		SBWMP	○
		تقديم نظام سيطرة على الري مع تركيب عدادات لدفق المياه	○				○		◎								
		تحسين قدرة سلطة GDI/NWRA-SB أو الطاقم المسؤول عن أنشطة الري	○				◎		○							SBWMP	○
		وقف دعم أنشطة الري	○					○	◎								
2.2.5	تقليل الفاقد المادي لإمداد المياه المدنية	السعي لكسب تفهم مستخدمي المياه في مدينة صنعاء للقبول بتخفيض استهلاك المياه للوحدة	○	○			○				◎				10		○
		تحسين قدرة الكشف عن التسرب	○								◎					SWSLC*2	
		مراقبة كمية الانتاج وتقدم التحسن في الخسائر	○				◎				○						
3.2.5	ضمان إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة	ضمان تحسين محطات معالجة المياه العادمة WWTP الموجودة وبناء محطات جديدة لاستعمال المياه العادمة المعالجة	○					○			◎				50	SWSLC	
		التخطيط لتوزيع المياه العادمة المعالجة	○		○		○	○	○		◎			○		SWSLC	
		السعي لكسب تفهم المزارعين حول استعمال المياه العادمة المعالجة من خلال توضيح كيفية الاستعمال	○	○			○		◎	○				○			
		مراقبة جودة المياه	○			○	◎				○						
4.2.5	التحكم باستهلاك المياه بغرض الاستعمال الصناعي	تحضير قائمة موجودات المصادر المائية الموجودة المستعملة في المصانع	○				◎								11		
		السعي لكسب تفهم أصحاب المصانع لعدم توسيع أنشطتهم داخل حوض صنعاء	○	○			◎					○					
		تقليل الاستخدام الزائد للمياه في المصانع وإعادة استخدام المياه داخل المصانع	○	○			◎					○					
		تحضير خطة رئيسية للقطاع الصناعي مع أخذ وضع الموارد المائية بعين الاعتبار	○				○	○				◎					
5.2.5	التحكم باستهلاك المياه بغرض الاستعمال السياحي	تحضير قائمة موجودات المصادر المائية الموجودة المستعملة للأغراض السياحية	○				◎								7		
		تنبيه أصحاب الفنادق لعدم توسيع استهلاكهم للمياه	○	○			◎						○				
		تحضير خطة لتطوير القطاع مع أخذ وضع الموارد المائية بعين الاعتبار	○				○	○					◎				
6.2.5	التطوير المؤسساتي	صياغة اللوائح التنفيذية الخاصة بقانون المياه لعام 2002، وتطوير المراسيم الخاصة بمناطق حماية المياه لحوض صنعاء	/				◎	○							-	Gov.*3	○
		زيادة الوعي لدى العامة والقادة السياسيين حول إدارة الموارد المائية	○	/			◎	○									
		احترام النظام التقليدي والقبلي	○		/		○	◎		○							
		تحسن إطار العمل اللامركزي الخاص بالإدارة والتنظيم المحلي	○			/	○	◎		○				○			○
7.2.5	التطوير التنظيمي	مكتب فرع سلطة NWRA في صنعاء	○				◎	○							-	SBWMP	○
		المجلس المحلي	○			○	○	◎									
		لجنة حوض صنعاء (SBC)	○		○			◎								SBWMP	
		جمعية مستخدمي المياه (WUA)	○				◎		○	○						SBWMP	○

*1 مشروع ادارة مياه حوض صنعاء SBWMP　*2 مؤسسة صنعاء المحلية لامداد المياه والصرف الصحي SWSLC　*3 حكومة اليمن

4.5 الجدول الزمني لتنفيذ خطة العمل

يبين *الجدول 10.5* الجدول الزمني المقترح لتنفيذ خطة العمل. تم تحضير هذا الجدول الزمني مع الأخذ بعين الاعتبار المشاريع المستمرة مثل مشروع إدارة المياه لحوض صنعاء SBWMP وإعادة تأهيل محطة معالجة المياه العادمة WWTP، ويجب اعادة جدولته منها إعادة الجدولة الزمنية مع الأخذ بعين الاعتبار تقدّم كل نشاط وتوافقه مع الأوضاع الفعلية بمبادرة من سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB جنبًا إلى جنب مع الهيئات المعنية.

الجدول 10.5 الجدول الزمني المقترح لخطة العمل (2/1)

		الإجراءات التي ينبغي اتباعها	الهيئة المسؤولة[1]	الحالات[2]	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
5.2.1	تقليل استهلاك المياه لأغراض الري	زيادة إلادراك المزارعين حول فعالية نظام الري المحسن	MAI	SBWMP														
				خطة عمل														
		تنبيه المزارعين للقبول بعدم توسيع رقعة أراضيهم الزراعية	MAI	خطة عمل														
		تركيب نظام الري المحسن	MAI	SBWMP														
				خطة عمل														
		تقديم نظام تحكم في المياه مع تركيب مقياس تدفق خاص بالمياه	MAI	خطة عمل														
		أو الملائم المسؤول للأنشطة NWRA-SB تحسين قدرة سلطة الموارد المائية الوطنية المتعلقة بالري	MAI	SBWMP														
				خطة عمل														
		وقف دعم انشطة الري	MAI	خطة عمل														
5.2.2	تقليل الخسارة المادية لإمداد المياه المدنية	السعي لكسب تفهم مستخدمي المياه في مدينة صنعاء للقبول بتخفيض استهلاك المياه للوحدة	SWSLC	خطة عمل														
		تحسين القدرة المتعلقة بفحص التسرب	SWSLC	SWSLC														
				خطة عمل														
		مراقبة كمية الإنتاج وتقدم التحسين المتعلق بالخسائر	NWRA-SB	خطة عمل														
5.2.3	ضمان إعادة استعمال المياه العادمة المعالجة	الموجودة والإنشاء الجديد لاستعمال WWTP ضمان التحسين لمحطة معالجة المياه العادمة المياه العادمة المعالجة	SWSLC	SWSLC														
				خطة عمل														
		التخطيط المتعلق بتوزيع المياه العادمة المعالجة	SWSLC	SWSLC														
				خطة عمل														
		السعي لكسب تفهم المزارعين حول استعمال المياه العادمة المعالجة من خلال توضيح كيفية الاستعمال	MAI	خطة عمل														
		مراقبة جودة المياه	NWRA-SB	خطة عمل														
5.2.4	الاستهلاك الثابت لأغراض الاستعمال الصناعي	تحضير قائمة جرد تتعلق بمصدر المياه الموجود المستعمل في المصانع	NWRA-SB	خطة عمل														
		رفع مستوى فهم مالكي المصانع حول عدم توسيع أنشطتهم داخل حوض صنعاء	NWRA-SB	خطة عمل														
		تقليل الاستهلاك المفرط للمياه في المصانع وإعادة استعمال المياه داخل المصانع	NWRA-SB	خطة عمل														
		تحضير خطة رئيسية لقطاع الصناعة مع الأخذ بعين الاعتبار وضع الموارد المائية	MoI	خطة عمل														

الجدول 10.5 الجدول الزمني المقترح لخطة العمل (2/2)

		الإجراءات التي ينبغي اتباعها		*الحالات	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
5.2.5	الاستهلاك الثابت لأغراض الاستعمال السياحي	تحضير قائمة جرد حول مصدر المياه الموجود المستعمل لأغراض السياحة	NWRA-SB	خطة عمل														
		إتنبيه اصحاب الفنادق لعدم توسيع استهلاكهم للمياه	NWRA-SB	خطة عمل														
		تحضير خطة تطوير القطاع مع الأخذ بعين الاعتبار وضع الموارد المائية	MoT	خطة عمل														
5.2.6	التطوير التأسيسي	اختتام تعليمات التنفيذ لقانون مياه عام 2002، وتطوير مستوى منطقة حماية المياه لحوض صنعاء	NWRA-HQ	NWRA HQ														
				خطة عمل														
		زيادة الوعي لدى العامة والقادة السياسيين حول ادارة الموارد المائية	NWRA-HQ	خطة عمل														
		احترام النظام التقليدي والقبلي	SBC.	خطة عمل														
		تحسين إطار العمل اللامركزي للإدارة والهيئة المحلية	SBC	خطة عمل														
5.2.7	التطوير التنظيمي	لمكتب فرع صنعاء NWRA سلطة الموارد المائية الوطنية	NWRA-SB	خطة عمل														
		المجلس المحلي	SBC	خطة عمل														
		(SBC) لجنة حوض صنعاء	SBC	خطة عمل														
		(WUA) جمعية مستخدمي المياه	NWRA-SB	SBWMP														
				خطة عمل														

وزارة الزراعة والري: MAI :(1*
مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي: SWSLC
المقر النيسي لصلطة الموارد المائية الوطنية: NWRA-HQ
سلطة الموارد المائية الوطنية لفرع صنعاء: NWRA-SB
وزارة الصناعة: MoI
وزارة السياحة: MoT

.تعني أن مشروع إدارة مياه حوض صنعاء تم توجيهه مسبقا :: (2*
.تعني أن مؤسسة إمداد مياه حوض صنعاء والصرف الصحي المحلية تم توجيهها مسبقا "SWSLC"
.خطة العمل" تعنى أن الجدول الزمنى تم اقتراحه فى جايكا هذه"

5.5 الإجراءات التي ينبغي اتخاذها لمزيد من التقدم

1.5.5 حماية موارد المياه الجوفية من التلوّث

(1) السيطرة على التلوث التي تسببه مخلفات المصانع

الغرض

التحكم في عملية التخلص من المخلفات الصناعية لتجنب تلوث/تلويث المياه الجوفية

افادت التقارير أن تسرب تدفق المياه غير المعالجة من المصانع والزيوت وزيوت التزليق من المحلات الصغيرة ينتج عنها تلوثًا في المياه الجوفية. نظرًا لكون برنامج تحسين نظام الصرف الصحي سيتم الانتهاء منه بعد أكثر من 10 سنوات، فإنه يتطلب من الهيئات المعنية أن تتخذ إجراءات ضرورية بأسرع وقت ممكن لحماية المياه الجوفية المحدودة من التلوث.

الأنشطة

(1) تحضير قائمة موجودات المصادر الممكنة لتلوث المياه الجوفية

بما أن المعلومات المتوفرة قليلة حول عملية التدفق من المصانع والمحلات الصغيرة التي تتعامل مع الزيوت وزيوت التزليق، فمن الضروري أولاً إدراك الحالة الحالية للمصادر الممكنة للتلوث.

(2) زيادة توعية مالكي المصانع ومحطات الوقود والمحلات الصغيرة

على سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB بالتعاون مع مشروع إدارة مياه حوض صنعاء SBWMP وسلطة حماية البيئة EPA، أن تشرع في تنفيذ عملية زيادة توعية المالكين فيما يتعلق بالمصانع والمحلات الصغيرة لتقليل التأثير العكسي الناتج من دخول المخلفات غير المعالجة، والزيوت وزيوت التزليق.

(3) تطبيق المادة (54) من قانون المياه وتحضير قانونها المحلي التنفيذي

المادة (54) من قانون المياه التي تنص على حماية المياه من التلوث/التلويث ينبغي أن يتم تعزيزها عن طريق وزارة المياه والبيئة بشكل صحيح. وينبغي تطوير قانونها المحلي التنفيذي فورًا.

(4) تحضير نظام تجميع للتخلص من المخلفات الصناعية

قبل إكمال امتداد محطة معالجة المياه العادمة WWTP في عام 2020، ينبغي مراعاة نظام التجميع للتخلص من المخلفات الصناعية والبدء بالتوازي مع زيادة التوعية وتعزيز قانون المياه، من أجل إيقاف تلوث المياه الجوفية بأسرع وقت ممكن.

المسؤوليات

تم وصف الهيئات المعنية بالأساليب والمسؤوليات في *الجدول 11.5*. تعتبر سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB مسؤولة عن زيادة توعية المالكين فيما يتعلق بالمصانع والمحلات الصغيرة.

الجدول 11.5 المسؤولية المتعلقة بالسيطرة على التلوث

الهيئات	المسؤوليات
وزارة المياه والبيئة MWE	تطوير القانون المحلي التنفيذي
سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB	زيادة توعية المالكين فيما يتعلق المصانع والمحلات الصغيرة

(2) التحكم في الاستعمال المفرط للأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية

<u>الغرض</u>

تقليل الاستهلاك المفرط للأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية من أجل منع تلوث المياه الجوفية

إن الهدف من التحكم في الاستعمال المفرط للأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية هو حماية المياه الجوفية من التلوث. بما أن زراعة المحاصيل النقدية قد بدأت، ففقد استعمل المزارعون كمية أكبر من الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية ليحصدوا الفائدة الأكبر. وأحيانًا، استعمال مبيدات حشرية خطيرة تسبب السرطان.

<u>الأنشطة</u>

تم توجيه سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB مسبقًا لهذه القضية بالتعاون مع الإدارة العامة لحماية المحطة كواحدة من مكونات مشروع إدارة مياه حوض صنعاء SBWMP. لذلك، ينبغي تعزيز الأنشطة التالية.

السعي لكسب تفهم المزارعين لتقليل استعمال الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية تلك من خلال حملات التوعية التعزيزية، بالتعاون مع جمعية مستخدمي المياه WUA.

<u>المسؤوليات</u>

تم وصف الهيئات المعنية بالأساليب والمسؤوليات في *الجدول 12.5*. تعتبر سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB مسؤولة عن زيادة توعية المزارعين ومراقبة جودة المياه.

الجدول 12.5 المسؤوليات المتعلقة بالتحكم بالاستعمال المفرط للأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية

الهيئات	المسؤوليات
الإدارة العامة لحماية المحطة	زيادة توعية المزارعين حول الاستعمال المفرط للأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية
جمعية مستخدمي المياه WUA	زيادة توعية المزارعين
سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB	زيادة توعية المزارعين، مراقبة جودة المياه

2.5.5 الاستعمال الفعال للمياه السطحية

(1) الاستعمال الفعال للحصاد المائي

<u>الغرض</u>

استعمال بنية الحصاد المائي بقدر الإمكان من أجل تهدئة وضع نضوب المياه الجوفية

من أجل تهدئة وضع نضوب المياه الجوفية، سيتم استعمال المياه السصحية بقدر الإمكان بواسطة طرق الحصاد المائي التي تم استعمالها لمدة طويلة من الزمن في الدولة مثل الصهريج، وحوض مجمع، والشرفة، وسطح المبنى في المناطق المدنية وتحويل مياه الفيضان وغيرها.

<u>الأنشطة</u>

(1) تحضير قائمة موجودات تتعلق بطرق الحصاد المائي الموجودة

قبل أن يتم السعي لكسب تفهم المزارعين لاستعمال نظام الحصاد المائي بشكل صحيح، من الضروري تحضير قائمة موجودات تتعلق بطرق الحصاد المائي الموجودة لكي يتم إدراك الحالة الحالية لتلك الطرق وصياغة خطة للأنشطة المتبعة.

(2) السعي لكسب تفهم المزارعين لاستعمال نظام الحصاد المائي بشكل صحيح

بالاعتماد على قائمة الموجودات المجهزة، فإن البرنامج الخاص بزيادة توعية المزارعين حول استعمال طرق الحصاد المائي ينبغي تحضيرها، ثم ينبغي أن يشرّع هذا النشاط ويدعم تحت إشراف مبادرة جمعيات مستخدمي المياه WUA والمجالس المحلية.

<u>المسؤوليات</u>

تم وصف الهيئات المعنية بالأساليب والمسؤوليات في *الجدول 13.5*. تعتبر سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB مسؤولة عن تقييم التعبئة والمراقبة.

الجدول 13.5 المسؤولية المتعلقة بالاستعمال الفعال للحصاد المائي

الهيئات	المسؤولية
وزارة الزراعة والري MAI	الدعم لصيانة تلك الطرق
مجموعة مستخدمي المياه، جمعية مستخدمي المياه	الصيانة والتشغيل
المجالس المحلية	الدعم للصيانة
سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB	زيادة توعية المزارعين حول ضرورة الحصاد المائي

(2) مراعاة سدود التعبئة السدود الجوفية

<u>الغرض</u>

الأخذ بعين الاعتبار الطريقة المثلى من أجل تحسين تعبئة المياه الجوفية من خلال السدود السطحية و/أوالسدود الجوفية

الهدف من هذا النشاط هو مراعاة الطريقة الصحيحة لتحسين تعبئة المياه الجوفية من خلال السدود السطحية و/أو السدود الجوفية. تم إنشاء داخل حوض صنعاء، ولغاية الآن، 38 سدًا، منهم 13 سدًا يستعمل لأغراض الري والشرب، وثلاثة سدود أخرى قيد الإنشاء لغرض تعبئة المياه الجوفية. وفقًا للمعلومات الصادرة عن مشروع إدارة مياه حوض صنعاء SBWMP، فإن النتيجة الجيدة، تتمثل في، أن استعادة مستوى المياه الجوفية في الآبار الضحلة قد تمت ملاحظتها. غير أنة قد تمت ملاحظة نتائج غير كافية في بعض الحالات. لذا، ضرورة القيام بدراسة شاملة لتحسين وظيفة التعبئة لتلك البنيات قد تمت مناقشتها بين الهيئات المعنية.

<u>الأنشطة</u>

(1) مراقبة وتقييم الأنشطة المستمرة المعنية بتحسين التعبئة

ينبغي من سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB بالتعاون مع وزارة الزراعة والري MAI لمراقبة وتقييم نتائج إعادة تأهيل وإنشاء السدود التي سيتم تنفيذها في مشروع إدارة مياه حوض صنعاء SBWMP من وجهة نظر فعّالة.

(2) مراعاة الأسلوب المتكامل نحو الإدارة المناسبة لنظام التعبئة

بالاعتماد على نتائج تقييم أنشطة مشروع إدارة المياه لحوض صنعاء SBWMP المعنية بتعزيز التعبئة، ينبغي مراعاة الخطة الشاملة لتحسين فعالية تعبئة المياه الجوفية.

المسؤوليات

تم وصف الهيئات المعنية بالأساليب والمسؤوليات في *الجدول 14.5*. تعتبر سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB مسؤولة عن تقييم نتائج الأنشطة التي تم تنفيذها في مشروع إدارة مياه حوض صنعاء SBWMP.

الجدول 14.5 المسؤولية المتعلقة بالسدود التي تم بحثها

الهيئات	المسؤوليات
وزارة الزراعة والري MAI	الوكالة التنفيذية
جمعية مستخدمي المياه WUA	مسؤولة عن التشغيل والصيانة
سلطة حماية البيئة EPA	تقييم نتائج الاعتبارات الاجتماعية والبيئية
سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB	تقييم نتائج إعادة تأهيل وإنشاء السدود

3.5.5 تحسين إمداد المياه الذي يؤمنه الموردين على المستوى الخاص في مدينة صنعاء

الغرض

تحسين وضع إمداد المياهالذي يؤمنه الموردين على المستوى الخاص من أجل الاقتصاد في كمية الاستعمال المفرط للمياه

عدد السكان الذي لم يتم تغطيته بواسطة شبكة العمل العامة، والذي يقدّر بحوالي 64% من عدد سكان مدينة صنعاء، قد تم حصولهم على المياه من موردين على المستوى الخاص بواسطة صهاريج وشبكات عمل صغيرة بالأحرى بتعرفة مرتفعة وبجودة مياه غير آمنة. لم يتم تأسيس نظام مراقبة لإمداد المياه على المستوى الخاص، لذلك، لم يتم توضيح كفاءة إمداد المياه على المستوى الخاص حتى الآن. وكما تمت ملاحظته داخل المدينة، نقل صهاريج المياه التي تحوي تسرّب في المياه.

في الواقع، بما أن إمداد المياه العامة لم تمتلك القدرة الكافية على إمداد المياه بسبب زيادة الطلب الناتج من النمو المتزايد لعدد السكان في مدينة صنعاء، يمتلك المورّدين على المستوى الخاص أدوارًا وظيفية لتلبية المتطلبات. على أنه، من وجهة نظر تقليل فاقد المياه وتأمين جودة المياه، سيتم تأسيس نظام رقابي للموردين على المستوى الخاص لكي يعملوا على إدارة الموارد المائية.

الأنشطة

- إدراك الوضع الحالي المتعلق بإمداد المياه على المستوى الخاص وتأسيس قاعدة بيانات

- زيادة وعي المورّدين على المستوى الخاص حول توفير المياه
- مراعاة تقديم العدادات لأغراض المراقبة

بخصوص تلك الأنشطة، ينبغي مراعاة الاعتبارات التالية:

- حوافز ولوائح خاصة بالمورّدين على المستوى الخاص
- التنسيق مع مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC
- التعويضات المقدمة للمورّدين على المستوى الخاص التي قد تكون ناتجة من توسع شبكة العمل العامة

<u>المسؤوليات</u>

تم وصف الهيئات المعنية ومسؤولياتها في *الجدول 15.5*

الجدول 15.5 المسؤولية المتعلقة بتحسين كفاءة استعمال المياه لإمداد المياه المدنية التي تمت تغطيتها من قبل المورّدين على المستوى الخاص

الهيئات	المسؤوليات
مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي SWSLC، البلدية	التنسيق مع مورّدين على المستوى الخاص
سلطة الموارد الوطنية NWRA SB	زيادة وعي المورّدين على المستوى الخاص حول توفير المياه، ومراقبة الجودة

تعتبر سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB مسؤولة عن زيادة وعي المورّدين على المستوى الخاص حول توفير المياه، ومراقبة وضع استعمالهم للمياه.

4.5.5 إعادة توزيع الموارد المائية على المناطق المختلفة والقطاعات

<u>الغرض</u>

إعادة توزيع الموارد المائية من حوض فرعي لآخر واستعمال الري للاستعمال المحلي من أجل جعل مدة نضوب المياه في الحوض الفرعي متساوية بقدر الإمكان عن طريق تقليل المناطق المروية

من أجل جعل مدة نضوب الحوض الفرعي متساوية بقدر الإمكان، من الضروري إعادة توزيع الموارد المائية بين الأحواض الفرعية ومن أغراض الري للأغراض المحلية المدنية. ينبغي نقل حوالي 20 م م^3 من المياه الجوفية إلى "وادي المورد" حيث تقع صنعاء العاصمة من الأحواض الفرعية الأخرى المجاورة في عام 2020 عن طريق تقليل المناطق المروية.

<u>الأنشطة</u>

(1) إعادة توزيع المياه من أغراض الري إلى الأغراض المحلية المدنية

ينبغي نقل ما يقارب 20 م م^3 من المياه الجوفية إلى "وادي المورد" لإمداد المياه المدنية من أحواض فرعية أخرى مجاورة في عام 2020. ثم يمكن أن تكون الفترة التي سيصبح فيها وضع الموارد المائية لكل حوض فرعي خطير جداً متساوية تقريبًا ويمكن ضمان مصدر إمداد المياه المدنية. بالإضافة إلى ذلك الأحواض الفرعية حيث يمكن نقل الموارد المائية منها سيتم اختيارها من وجهات نظر النقاط التالية.

- استهلاك المياه للري مرتفعة

- موقع الحوض الفرعي قريب نسبيًا لصنعاء العاصمة

(2) السعي لكسب تفهم القبائل لنقل المياه من أراضيهم إلى أماكن أخرى، وعبر عملية الانتقال

تم الاعتراف على أن هذا النشاط هو الأكثر أهمية وصعوبة. ينبغي أن يوجه هذا النشاط المرحلة المبكرة بشكل

صحيح، بما أنه ودون إدراكهم وتعاونهم، لن تتم عملية نقل المياه بشكل ناجح. لذلك، ينبغي مراعاة حساسية "القبائل"، وينبغي توجيه هذا النشاط وفقًا للنشاط المذكور في القسم 6.2.5 3) "احترام النظام التقليدي والقبلي" في هذا الفصل.

<u>المسؤوليات</u>

تم ذكر الهيئات المعنية ومسؤولياتها في *الجدول 16.5*.

الجدول 16.5 المسؤولية المتعلقة في تحسين إعادة توزيع مياه إمداد المياه المدنية

	الهيئات	المسؤوليات
1	مؤسسة صنعاء المحلية لإمداد المياه والصرف الصحي (SWSLC)، بلدية صنعاء	الهيئة التنفيذية
2	وزارة الزراعة والري (MAI)	الهيئة التنفيذية
3	جمعية مستخدمي المياه WUA	زيادة التوعية العامة لدى الناس
4	السلطة العامة لمشروع إمداد المياه الريفية (GARWSP)	الوكالة التنفيذية
5	المجلس المحلي	التنسيق بين القرى والمناطق
6	سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB	التحليل المتعلق بالموارد المائية المتوفرة، اقتراح خطة إعادة التوزيع المعنية، زيادة التوعية العامة حول نقل المياه

تحت مبادرة سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA-SB، سيتم تقديم زيادة توعية للمزارعين حول تحسين كفاءة استعمال المياه، الحوافز والتعويضات، وسيتم إجراء التعاون بين المجالس المحلية وجمعيات مستخدمي المياه WUA وتطبيق عملية إعادة توزيع المياه.

المراجع

وزارة المياه والبيئة (2006)، الخط الأساسي للدراسة لتقييم التأثير في المستقبل، مشروع إدارة حوض صنعاء، وزارة المياه والبيئة MWE، ص 107.

وزارة المياه والبيئة، الإدارة المطلوبة ومكونة تحسين الري، مشروع إدارة حوض صنعاء، وزارة المياه والبيئة MWE، ص 67.

الفصل 6 القرارات النهائية والتوصيات

1.6 القرارات النهائية

القرارات التي تم التوصل لها خلال الدراسة هي كالتالي.

(1) كنتيجة لمراجعة التقارير والمطبوعات الحالية، تمت مراعاة أن إمكانيات الموارد المائية في حوض صنعاء لن تلبي الطلب المستقبلي المتوقع على المياه بعد العام 2020. لذلك، يعتبر تقليل استهلاك المياه أمر أساسي نحو استدامة الموارد المائية في حوض صنعاء.

(2) تم إعداد أربع سيناريوهات للطلب على المياه مستقبلاً بالاستناد إلى الخطط الموجودة والخطط المحددة في الدراسة ليتم التأكد من إمكانية تقليل استهلاك الموارد المائية. وبالتالي، تم اختيار السيناريو الذي يهدف إلى تقليل الطلب على المياه في العام 2020 من 349.6 م م^3 إلى 196.6 م م^3 كالسيناريو الذي يشتمل على امكانية تنفيذ الإجراءات وأقصى تقليل لاستهلاك المياه. يجعل السيناريو من الممكن تمديد الفترة التي سيصبح وضع الموارد المائية فيها خطيرًا جدًا إلى عام 2036 أي حوالي 30 عام من عام 2007.

(3) تركز خطة عمل إدارة الموارد المائية لحوض صنعاء على تقليل الاستعمال المفرط في استهلاك الموارد المائية مؤمنة بذلك المياه المحلية وتطوير الهيئات والمؤسسات. تم تقدير مجموع كمية المياه التي سيتم تقليلها في السيناريو الذي تم اختياره بحلول عام 2020 بمقدار 153 م م^3/سنة في عام 2020. يمكن تحقيق التقليل من خلال تحسين كفاءة الري وتقليل الفاقد المادي في إمداد المياه للمناطق المدنية وإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة.

(4) سيتم تخفيف الاختلاف في درجة اختلال توازن المياه بين الأحواض الفرعية الذي من الممكن أن يصبح سببًا في حدوث صراعات بسبب نقص المياه وذلك باستعمال المياه العادمة المعالجة وإعادة توزيع الموارد المائية المستهلكة لأغراض الري.

2.6 التوصيات

التوصيات لتنفيذ خطة العمل الخاصة باستدامة الموارد المائية في حوض صنعاء هي كما يلي.

(1) البدء الفوري بالإجراءات

يتوجب على المنظمات المعنية البدء فورًا بالإجراءات التي تنص عليها خطة العمل مع الأخذ بعين الاعتبار ظروف الموارد المائية الحرجة داخل حوض صنعاء، وبموجب مبادرة لجنة حوض صنعاء SBC وفرع صنعاء لسلطة الموارد المائية NWRA-SB.

(2) التنفيذ الفعال لخطة العمل

تم الإشارة على سلطة الموارد المائية لفرع صنعاء NWRA-SB باتخاذ الإجراءات الضرورية لتوزيع الميزانية ويتوجب عليها مراقبة التقدم في تنفيذ الإجراءات بشكل دوري وتعديل الخطة، إذا استدعت الحاجة لذلك بالتوافق مع نتائج لجنة حوض صنعاء للمراقبة، وذلك لتنفيذ خطة عمل إدارة الموارد المائية المقدمة في هذه الدراسة بسلاسة وفعالية.

(3) اختتام اللوائح التنفيذية والقانون المحلي

يوصى بتسريع اختتام اللوائح التنفيذية وتطوير القانون المحلي لحوض صنعاء لأن قياس استهلاك المياه الجوفية وفرض التكلفة على المياه الجوفية ستكون إحدى الحلول التي لا غنى عنها أكثر من سواها لتتعامل مع قضايا

الاستهلاك المفرط للمحاصيل النقدية المتطلبة للمياه و فقد المياه بشكل مفرط.

(4) دمج المجالس المحلية في تنفيذ الإجراءات

بوجود طاقم سلطة الموارد المائية لفرع صنعاء **NWRA SB** محدود ومسؤولية المجلس المحلي لإدارة الموارد المائية على مستوى الحوض، فإن هناك حاجة ماسة لإيجاد نظام لدمج المجلس المحلي في شبكة المراقبة الميدانية.

(5) نشر وسائل الري المحسنة بشكل فعّال

يعد تحسين كفاءة الري في جميع الأراضي الزراعية أحد أعمدة خطة العمل. مع ذلك، فقد أفادت التقارير بتعثر تقدم نشر وسائل الري المحسنة، ما يعزى إلى نقص الوعي لدى المزارعين حول النظام والخبرة غير الكافية لدى المسئولين. لذلك، فيوصى كل من المسئولين في وزارة الزراعة والري MAI وفرع صنعاء لسلطة الموارد المائية NWRA-SB وأعضاء جمعيات مستخدمي المياه WUA بشدة بصقل قدراتهم بخصوص الأسلوب والقيام بالمزيد من أنشطة الترويج ذات فعالية أكبر.

(6) تقليل استهلاك المياه لزراعة نبات القات

بما أن نبات القات يستهلك أكثر من نصف المياه الجوفية المستخرجة لأغراض الري، في حال استمرار زراعة نبات القات، فإن موارد المياه الجوفية المحدودة ستستمر بالانخفاض. لذلك، ينبغي تقليل استهلاك المياه لزراعة نبات القات بشكل كبير للمحافظة على استدامة موارد المياه الجوفية. لهذا الغرض، يوصى بمناقشه واتخاذ حلول شجاعة من قبل حكومة اليمن على الفور، مثل السماح باستيراد القات من خارج اليمن كما هو مقترح من قبل باهاميش (2006) .

(7) تحسين قدرة سلطة الموارد المائية الوطنية NWRA لغرض المراقبة والتحليل

من أجل إدارة الموارد المائية بشكل صحيح، يتطلب الأمر المراقبة والتحليل المبنيين على أسس الوضع الهيدروجيولوجي مثل عمق الطبقة المائية الجوفية وتوزيعاتها، وأن تتضمن نتائج التحليل في محتويات خطة العمل. لذا، فإن سلطة إدارة الموارد المائية NWRA تنصح أيضًا بتعزيز كفاءتها في إجراء التحاليل الهيدروجيولوجية وأن تتضمن نتائج هذه التحاليل في خطة العمل.