

أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة في ليبيا

الوضعيّة الرّاهنة والآفاق



أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية في ليبيا

الوضعية الرّاهنة والآفاق

التنويه المطلوب:
منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. 2021. أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية في ليبيا الوضعية الراهنة والآفاق. تونس.

المسميات المستخدمة في هذا المنتج الإعلامي وطريقة عرض المواد الواردة فيه لا تعبر عن أي رأي كان خاص بمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (المنظمة) بشأن الوضع القانوني أو الإنمائي لأي بلد، أو إقليم، أو مدينة، أو منطقة، أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها وتخومها. ولا تعني الإشارة إلى شركات أو منتجات محددة لمصنعين، سواء كانت مشمولة ببراءات الاختراع أم لا، أنها تحظى بدعم أو تزكية المنظمة تفضيلاً لها على أخرى ذات طابع مماثل لم يرد ذكرها.

إن وجهات النظر المُعبر عنها في هذا المنتج الإعلامي تخص المؤلف (المؤلفين) ولا تعكس بالضرورة وجهات نظر المنظمة أو سياساتها. وتشير الخطوط المتقطعة على الخرائط إلى الحدود التقريبية التي قد لا يكون هناك اتفاق كامل بشأنها بعد.
© منظمة الأغذية والزراعة، 2021



بعض الحقوق محفوظة. هذا المُصنَّف متاح وفقاً لشروط الترخيص العام للمشاع الإبداعي نسب المصنف - غير تجاري - المشاركة بالمثل 3.0 لفائدة المنظمات الحكومية الدولية (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.ar>).

بموجب أحكام هذا الترخيص، يمكن نسخ هذا العمل، وإعادة توزيعه، وتكييفه لأغراض غير تجارية، بشرط التنويه بمصدر العمل على نحو مناسب. وفي أي استخدام لهذا العمل، لا ينبغي أن يكون هناك أي اقتراح بأن المنظمة تؤيد أي منظمة، أو منتجات، أو خدمات محددة. ولا يسمح باستخدام شعار المنظمة. وإذا تم تكييف العمل، فإنه يجب أن يكون مرخصاً بموجب نفس ترخيص المشاع الإبداعي أو ما يعادله. وإذا تم إنشاء ترجمة لهذا العمل، فيجب أن تتضمن بيان إخلاء المسؤولية التالي بالإضافة إلى التنويه المطلوب: "لم يتم إنشاء هذه الترجمة من قبل منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. والمنظمة ليست مسؤولة عن محتوى أو دقة هذه الترجمة. وسوف تكون الطبعة [طبعة اللغة] الأصلية هي الطبعة المعتمدة".

تتم تسوية النزاعات الناشئة بموجب الترخيص التي لا يمكن تسويتها بطريقة ودية عن طريق الوساطة والتحكيم كما هو وارد في المادة 8 من الترخيص، باستثناء ما هو منصوص عليه بخلاف ذلك في هذا الترخيص. وتتمثل قواعد الوساطة المعمول بها في قواعد الوساطة الخاصة بالمنظمة العالمية للملكية الفكرية <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules>، وسيتم إجراء أي تحكيم طبقاً لقواعد التحكيم الخاصة بلجنة الأمم المتحدة للقانون التجاري الدولي (UNCITRAL).

مواد الطرف الثالث. يتحمل المستخدمون الراغبون في إعادة استخدام مواد من هذا العمل المنسوب إلى طرف ثالث، مثل الجداول، والأشكال، والصور، مسؤولية تحديد ما إذا كان يلزم الحصول على إذن لإعادة الاستخدام والحصول على إذن من صاحب حقوق التأليف والنشر. وتقع تبعة المطالبات الناشئة عن التعدي على أي مكون مملوك لطرف ثالث في العمل على عاتق المستخدم وحده.

المبيعات، والحقوق، والترخيص. يمكن الاطلاع على منتجات المنظمة الإعلامية على الموقع الشبكي للمنظمة (<http://www.fao.org/publications/ar>) ويمكن شراؤها من خلال publications-sales@fao.org. وينبغي تقديم طلبات الاستخدام التجاري عن طريق: www.fao.org/contact-us/licence-request وينبغي تقديم الاستفسارات المتعلقة بالحقوق والترخيص إلى: copyright@fao.org.

صور الغلاف: © منظمة الأغذية والزراعة/مكتب شبه إقليمي لشمال إفريقيا.

iii	الفهرس
iv	تقديم
v	شكر وتقدير
1	I. السياق الوطني: الوضعيّة الرّاسنة
1	1.1 مقدمة
6	1.2 الموارد المائيّة
8	1.3 تحويل المياه بين الأحواض: النهر الصناعي
10	1.4 تزويد مياه الشرب و الصرف الصحي
10	1.5 تسعير المياه
11	1.6 استعمالات الأراضي والمياه
12	1.7 السياق الاجتماعي والسياسي والاقتصادي للماء
	II. الميزة التفاضلية لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة في دعم أنظمة
14	الري المشغلة بالطاقة الشمسيّة
14	2.1 السياق التاريخي
	2.2 المعلومات والأدوات الضرورية للتعريف بأنظمة الري المستخدمة للطاقة
15	الشمسية (SPIS)
15	2.3 الدّوافع الرّئيسيّة للري باستخدام الطاقة الشمسية في ليبيا
16	2.4 التحدّيات الخصويّة المرتبطة بأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسيّة
17	III. تطبيقات مستخدمة للطاقة الشمسية في ليبيا
17	3.1 التقييم السريع
18	3.2 تحديد خارطة مَزوّدَي خدمات أنظمة الريّ المستخدمة للطاقة الشمسيّة
18	3.3 الصّعوبات التي تعترض الشركة العامة للكهرباء
	IV. مجالات مُحتلة لتطوير أنظمة الريّ المستخدمة للطاقة الشمسية بمنطقة
19	وادي الشاطئ
19	4.1 الخلفيّة
19	4.2 المياه الجوفيّة
22	V. التوجّهات الاستراتيجية لتنمية أنظمة الريّ المستخدمة للطاقة الشمسيّة ...
22	5.1 وضع إطار للسياسات الوطنية
23	5.2 تعزيز القدرات المؤسّسائية
	5.3 تطوير الخطط الوطنيّة وتحسين التشريعات الخاصة بأنظمة الريّ المستخدمة للطاقة
23	الشمسيّة
24	5.4 تأمين توقّر أنظمة الريّ المستخدمة للطاقة الشمسية
24	5.5 ضمان استدامة أنظمة الريّ المستخدمة للطاقة الشمسيّة
25	VI. الخاتمة والتوصيات
26	المراجع

نظم الري بالطاقة الشمسية في ليبيا الوضع الراهن والآفاق المستقبلية

تقديم

تعتبر ليبيا من الدول التي تواجه ندرة في مياهها العذبة، وهي إحدى الدول العشر في المنطقة التي تواجه ندرةً مائيةً حادة. تساهم المياه الجوفية في ليبيا بأكثر من 97 في المائة من المياه المستخدمة. وتنتج هذه المياه من طبقات مائية متجددة جزئياً أو غير متجددة في وسط وجنوب البلاد. كما تتميز ليبيا بكثافة سكانية ضئيلة، وتقدر مساحتها بنحو 1.665 مليون كم مربع، يقع نحو 90 في المائة منها ضمن الصحراء الكبرى. تطل ليبيا شمالاً على البحر الأبيض المتوسط بشريط ساحلي يمتد إلى نحو 1800 كيلومتر، ويتأثر مناخ البلاد بمناخ البحر الأبيض المتوسط ومناخ الصحراء الكبرى.

تظل الزراعة في ليبيا المستهلك الرئيسي للمياه حيث تستهلك حوالي 80 في المائة من الإستهلاك الكلي. وعلى الرغم من استخدام تقنيات الري المضغوط في البلاد، إلا أن معدلات الري المطبق تعتبر ضمن الأعلى في العالم. ويرجع ذلك أساساً إلى طبيعة الظروف المناخية والتربة غير المناسبة. تزود الصحراء الليبية والمساحات الشمالية والشرقية من الصحراء الكبرى ليبيا متوسطاً يومياً من الإشعاع الشمسي على مستوى أفقي بنحو 7.1 كيلوواط ساعة بالمتر المربع في اليوم وذلك باعتبار معدل سطوع شمسي يزيد عن 3 500 ساعة في السنة وبذلك يمكن لدولة تتمتع بظروف مناخية مماثلة أن تكون رائدة في استخدام الطاقة الشمسية والاستفادة من ذروة الست ساعات من السطوع الشمسي في اليوم.

إن المشكلة الرئيسية التي تواجه إدارة الموارد المائية في ليبيا هي ندرة هذه الموارد، الأمر الذي يستوجب الاستفادة من جميع الوسائل والخيارات العملية المتاحة للحد من تباعثها، وتمهيد الطريق لتبني وتنفيذ حلول طويلة المدى تستهدف الحفاظ على الإمدادات المائية الحالية. وتمثل نظم الري بالطاقة الشمسية نهجاً مبتكراً ومتجدداً ومستداماً لتحفيز تطوير واستخدام حلول توفر طاقة نظيفة بديلاً عن مصادر الوقود الاحفوري، وبالتالي زيادة الانتاجية الزراعية. وقد تم استخدام الري بالطاقة الشمسية في ليبيا لأول مرة عام 1980 وتبع ذلك في عام 1983 تنفيذ ما يقارب 40 أنظمة ري أخرى بقوة ذروة كلية تقدر بنحو 120 كيلوواط الذروة. ويستعرض التقرير حالة الموارد المائية والبنية التحتية الهيدروليكية والآثار الاقتصادية والاجتماعية لندرة المياه في ليبيا.

كما يقدم التقرير "تقييماً سريعاً" وهي منهجية تستخدم لتقييم تطبيقات الطاقة الشمسية الحالية، بما في ذلك لأغراض الري، بهدف تشخيص القضايا الرئيسة والإشكالات وإعطاء التوجيهات لإجراء مزيد من التقييم مستقبلاً لتحقيق هدف نهائي يؤدي إلى مجموعة واسعة من الخيارات وامكانية تطوير التوجهات الاستراتيجية الوطنية لتعزيز استخدام نظم الري بالطاقة الشمسية. كما يقدم التقرير نظرة عامة واضحة وتحليلاً لجميع الجوانب التي من شأنها تسهيل ورفع التحديات وتعزيز تطوير نظم الري بالطاقة الشمسية "الطاقة الخضراء" في ليبيا. كما يستعرض التقرير كيفية معالجة تنفيذ المشاريع النموذجية الرائدة في منطقة براك "وادي الشاطئ" وعلى امتداد الشريط الساحلي وذلك لتحقيق الأهداف الرئيسية التالية:

أ - الحد من هدر المياه في الزراعة وجعل مبدأ حفظ الموارد سياسة عامة لاستخدام المياه وإعادة استخدامها؛

ب - وضع برنامج للاستخدام المحكم للموارد الطبيعية المتاحة بما فيها الطاقة الشمسية والمياه.

ويستعرض التقرير مجموعة من التوصيات من شأنها تهيئة التوجهات الاستراتيجية لدعم نظم الري بالطاقة الشمسية في دولة ليبيا وتعزيزها.

محمد العنسي

مسؤول مكتب ليبيا لدى

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

شكر وتقدير

تعتبر هذه الدراسة مساهمة من قبل "المبادرة الإقليمية بشأن ندرة المياه بإقليم الشرق الأدنى وشمال أفريقيا" لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) وهي تهدف إلى تحفيز السياسات والاستثمارات والحوكمة وأفضل الممارسات من أجل زيادة إنتاجية المياه والأراضي بشكل مستدام. كما توفر آليات للتخطيط الاستراتيجي لاستخدام الموارد المائية النادرة على النحو الأمثل والمستدام.

صدرت هذه النشرة نتيجة مساهمة العديد من الشخصيات ودعمهم القيم. وقد تم وضع تصور لهذه الدراسة "نظم الري بالطاقة الشمسية في ليبيا: الوضع الراهن والآفاق المستقبلية" بتكليف من السيد عبد الرحمان مكي، مسؤول قسم الأراضي والمياه بالمكتب شبه الإقليمي لشمال أفريقيا بتونس التابع لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو). وقد تم إعداد الفصول الخاصة بالموارد المائية وأنظمة الري والجوانب المؤسسية والتشريعية في ليبيا من قبل السيد عمر سام، استشاري الفاو، استنادا إلى البيانات والمعلومات المتاحة لدى الهيئة العامة للموارد المائية وبعض المصادر الأخرى. كما تولى المهندس مفتاح الأربش إعداد الأجزاء الخاصة باستخدامات الطاقة الشمسية في ليبيا. وتمت صياغة التقرير النهائي من قبل السادة عبد الرحمان مكي وفيصل شنيني، الخبير لدى المنظمة. وتولى السيد دافيد ديون خبير إدارة المعارف لدى المكتب شبه الإقليمي مراجعة المسودة وتقديم الملاحظات الفنية الخاصة بتحرير التقرير.

كما قامت السيدة فاتن عوادي، خبيرة الاتصالات بالمكتب شبه الإقليمي بتنظيم وتصميم الوثيقة لتنسجم مع الخطوط التوجيهية الخاصة بإصدارات المنظمة.

كذلك قام السيد محمد العنسي مسؤول مكتب ليبيا لدى منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) بتنسيق ومراجعة ومتابعة مراحل الإعداد لهذه الوثيقة.

الشكر والتقدير موصولان للجميع.

I. السياق الوطني: الوضعية الرّاسنة

1.1 مقدمة

تتميز ليبيا بكثافة سكانية مُنخفضة تتوزّع على مساحة تُغطّي تقريبا 1.665 مليون كم مربع تسعون بالمائة منها تقع في مناطق جافة. تُشرف ليبيا من جهة الشمال على حوض البحر الأبيض المتوسط. يمتدّ شريطها الساحلي الضيق على أكثر من 1 770 كيلومتر. تتراوح كميات الأمطار على السواحل بين 300 مليمتر في الشمال الغربي و500 مليمتر في الشمال الشرقي كما يؤوي الشريط الساحلي أكثر من 80 في المائة من مجموع السكّان في ليبيا. تُساهم المياه الجوفية بنسبة 97 في المائة من كميات المياه المستخدمة وهي متأتية أساسا من طبقات جوفية غير متجدّدة أو متجدّدة بنسبة ضئيلة في وسط وجنوب البلاد.

يبلغ مُعدّل الموارد المائية السطحية القابلة للاستغلال 60 مليون متر مُكعّب ومُثل بالتالي نسبة مئوية ضعيفة من إجمالي الكميات المتّاحة المُقدّرة حاليا بما يُضاهي 4.3 مليار متر مُكعّب في السنة. تُغطي عمليات تحلية المياه ومعالجة المياه المُستعملة النسبة الضئيلة المتبقية.

تعدّ ليبيا من ضمن الدول العشر الأولى في العالم التي تواجه نقصا حادا في الموارد المائية. تبلغ مواردها المائية الداخلية المتجدّدة 650 مليون متر مُكعّب في السنة أو ما يُعادل 100 متر مُكعّب لكل ساكن في السنة قد تنخفض إلى 75 متر مُكعّب لكل ساكن في السنة بحلول سنة 2030.

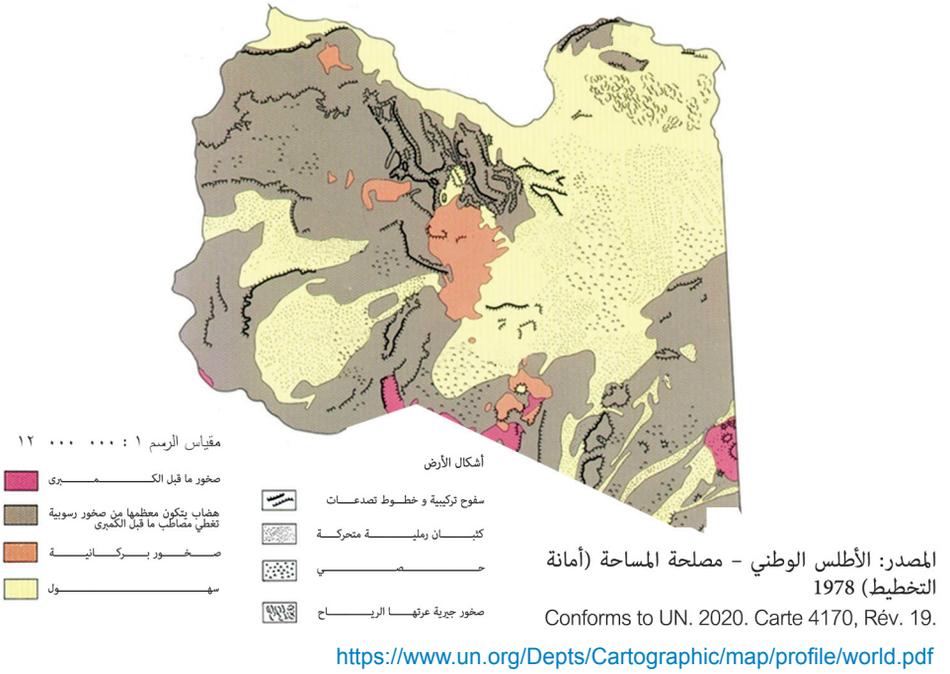
تطوّرت الأوضاع الاقتصادية في ليبيا بشكل مُطرّد منذ اكتشاف احتياطي النفط والغاز في أواخر الخمسينات تبعها توسّعا سريعا في الزراعة المرورية والأنشطة الصناعية مع ارتفاع نسق الزحف العمراني. بدأت مؤشرات نقص الموارد المائية تظهر في منتصف الستينات من خلال الانخفاض المتزايد في مستويات الطبقات المائية وتدهور جودة مياه الطبقات الجوفية الضحلة المحاذية للساحل بسبب تسرّب مياه البحر حول المناطق الحضرية الكبرى وعلى مُستوى مناطق الري المُكثّف.

ارتفع بالتالي العجز المُقدّر في المياه من 568 مليون متر مُكعّب سنة 1999 إلى 1 091 مليون متر مُكعّب سنة 2005 ثم إلى 489 مليون متر مُكعّب حاليا بافتراض أن إجمالي المياه المتوفرة للاستغلال تبلغ 3 820 مليون متر مُكعّب في السنة منها 3 000 مليون متر مُكعّب في السنة مياه جوفية غير متجدّدة يُمكن استخراجها كل سنة دون أن يكون لها تأثير ملحوظ على الاحتياطي العام للأحواض الكبرى للمياه الجوفية. تُشير بعض الدراسات الميدانية الدقيقة بأن 13 في المائة فقط من المياه الجوفية المستخدمة سنة 2006 قابلة للتجديد وبأن جهة المياه المالحة تتقدم باطراد نحو الداخل مهددة المصادر التقليدية للتزود بمياه الشرب.

الخصائص الجغرافية الأساسية

تحدّ البلاد تونس والجزائر من الغرب ثم مصر والسودان من الشرق فالنيجر و تشاد من الجنوب. تشمل أهم الخصائص الطبوغرافية جبل نفوسة والجبل الأخضر في الشمال وجبل الهروج وجبل الحساونة وجبل السودا في الوسط وجبل تادارات واكاكوس وبن غنيمة ونقي والعوينات وتيبستي في الجنوب (شكل 1).

شكل 1 - التضاريس



يُشكل جبل نفوسة الواقع في مناطق الشمال الغربي (على ارتفاع يتراوح بين 600 و 800 متر فوق مستوى سطح البحر) الحد الجنوبي لسهل الجفارة. يكتسي هذا السهل المثلث الشكل أهمية قصوى بفضل موارده المائية وطبيعة أراضيه وظروفه المناخية المتميزة كما يتميز بكثافته السكانية العالية وباحثضانه عدد من المدن المتوسطة والكبرى بما فيها طرابلس عاصمة البلاد. كما يُساهم هذا المثلث بنسبة عالية في الإنتاج الزراعي الوطني.

يُشكل الجبل الأخضر في الشمال الشرقي (500-800 متر فوق مستوى سطح البحر) الحافة الجنوبية لسهل هام آخر أصغر حجماً يعرف بسهل بنغازي.

توجد جنوب جبل نفوسة بين خطي العرض 30' 28 و 00' 31 شمالاً هضبة شاسعة تُعرف باسم الحمادة الحمراء يتراوح ارتفاعها بين 500 و 600 متر فوق مستوى سطح البحر.

كما يقع حوض مرزق المُغطى جزئياً بالكتبان الرملية في منطقة الجنوب الغربي حيث تحدّه جبال أكاكوس من الغرب وتادارت، بن غنيمة والهروج من الجهة الشرقية وجبل الهروج من الشرق وجبل الحساونة من الشمال. يمتدّ شرق جبل الهروج (شرق خط الطول 19 درجة شرق) حوض الكفرة-السرير على ارتفاع يتراوح بين 100 متراً فوق مستوى سطح البحر في الشمال و 800 متراً قرب جبال تيبستي في الجنوب. تغطّي جزئه الشمالي سهول حصي وكتبان رملية وفي الجنوب سهول صخرية أو كثيرة الحصى مع قليل من الكتبان الرملية.

أما الحوض الفرعي سرت الذي يعتبر امتداداً لحوض الكفرة-السرير فيتراوح ارتفاعه بين مستوى سطح البحر وأكثر من 250 متر فوق مستوى سطح البحر أسفل الهروج. يتصل حوض سرير تيبستي الفرعي بحوض الكفرة من الشرق وتحدّه جبال تيبستي وبن غنيمة من الجنوب والغرب على التوالي وارتفاعه في حدود 500 متر فوق مستوى سطح البحر.

المناخ

يخضع المناخ الليبي لتأثيرات البحر المتوسط من ناحية وتأثيرات الصحراء من ناحية أخرى. يُمكن تحديد خمس مناطق مناخية كما هو موضح بالشكل 2.

1. مناخ البحر المتوسط (شبه مداري) يُغطّي جزءاً صغيراً من الجبل الأخضر؛

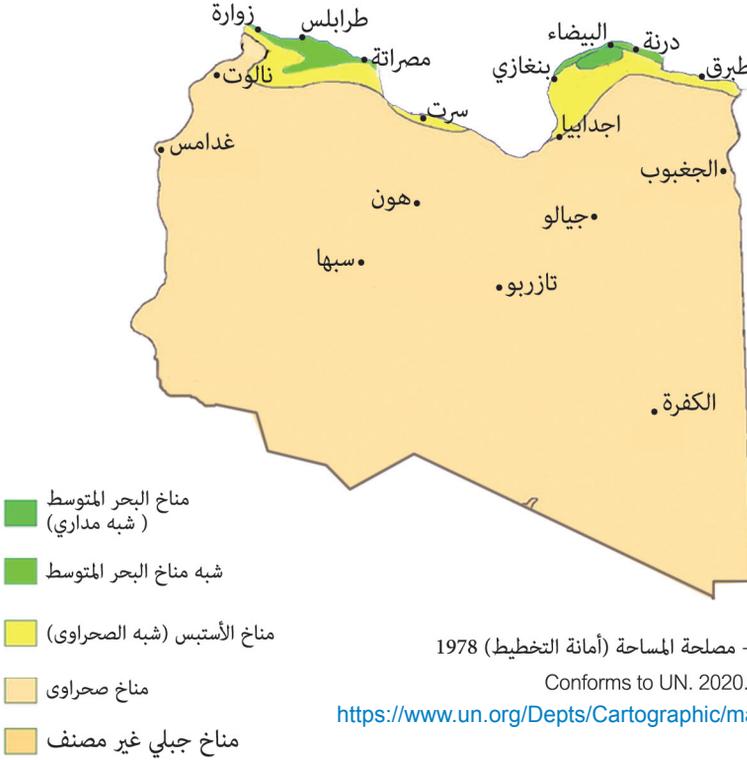
2. مناخ شبه متوسطي في المنطقة الغربية يُغطّي شريطاً ضيقاً على طول ساحل البحر ثمّ يتسع في الجهة الشرقية ليشمل كامل منطقة الجفارة والمنطقة الشرقية من جبل نفوسة ثمّ يضيق بشكل تدريجي لينتهي في حدود مدينة مصراتة ويبرز من جديد على طول حزام ضيق يربط بنغازي بدرنة؛

3. مناخ الاستبس (شبه الصحراوي). تمتد هذه المنطقة على المنحدرات الجنوبية لجبل نفوسة والجبل الأخضر وكذلك في السهل الغربي لجفارة و في المنطقة التي تقع بين أجدايا والحدود الشرقية مع مصر؛

4. مناخ صحراوي. ويشمل بقية المناطق باستثناء الجبال في الجنوب والجنوب الغربي؛

5. مناخ جبلي غير مُحدّد. يغطي منطقة جبل تيبستي في الجنوب قرب أوزو وجبل اكاكوس في الجنوب الغربي قرب غات.

شكل 2 - المناطق المناخية



درجات الحرارة

يلعب البحر في المناطق المتوسطية والشبه المتوسطية دوراً أساسياً للحدّ من الارتفاع المحتمل لدرجات الحرارة باستثناء الفترات التي تبلغ فيها الرياح الحارة والجافة المتأتية من الصحراء والمعروفة باسم رياح القبلي سواحل البحر لتزيد خلالها درجات الحرارة عن 40°م. أما في فصل الشتاء قد تنخفض درجات الحرارة إلى مستوى الصفر ليتراوح المعدل بين 10 و 14 درجة.

أما في منطقة المناخ الشبه صحراوي، ينخفض تأثير البحر لتبرّز فوارق كبرى بين درجات الحرارة الدنيا والقصى، إذ يتراوح متوسط درجات الحرارة خلال شهر يوليو، بين 24 و 28 درجة مقابل درجات تتراوح بين 10 و 14 درجة خلال شهر يناير. تم تسجيل الدرجات الدنيا للحرارة خلال فصل الشتاء بمدينة العزيرية التي تقع على بُعد 60 كيلومتر جنوب مدينة طرابلس حيث بلغت درجة الحرارة ثلاث درجات مئوية تحت الصفر. ومن النادر تساقط الثلوج بهذه المناطق وعادة ما تنحصر في قمم جبال نفوسة والجبل الأخضر.

تتميز منطقة المناخ الصحراوي بهيمنة الظروف الصحراوية مع تقلبات واسعة في درجات الحرارة خلال نفس اليوم وبارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف. يتراوح متوسط درجات الحرارة خلال شهر يوليو، بين 26 و 41 درجة مئوية بينما تنخفض هذه الدرجات خلال شهر يناير الثاني، لتتراوح بين 8 و 16 درجة. بلغت أقل درجات الحرارة بمدينة غدامس مثلاً درجتين تحت الصفر في شهر نوفمبر، و 5 - درجات في شهر ديسمبر، و 6.9 - درجات في شهر يناير، و 8 - درجات خلال شهر فبراير، أما أقصى درجات الحرارة المسجلة بنفس المحطة فقد بلغت 45.7 درجة في شهر أبريل، و 46.8 درجة في شهر مايو، و 50.6 درجة في يونيو، و 49.0 درجة في يوليو، و 49.8 درجة في شهر أغسطس، و 45.2 درجة في شهر سبتمبر، و 45.8 درجة في شهر أكتوبر.

الرطوبة النسبية

بما أن هذا العامل يرتبط ارتباطا وثيقا بدرجة حرارة الهواء ويتأثر بها بشكل كبير فإنها تتقلص بشكل تدريجي من الشمال إلى الجنوب. و ترتفع نسب الرطوبة خلال فصل الشتاء وتنخفض بشكل كبير في فصل الصيف. تتراوح المعدلات الشهرية المتوسطة للرطوبة على الساحل المتوسطي بين 70 و 80 في المائة عادة بين شهري ديسمبر، وفبراير، وتنخفض إلى مستويات دنيا خلال شهري يونيو، ويوليو، حيث لا تتجاوز 50 في المائة. أما في المنطقة الجنوبية قرب سبها فتتراوح المعدلات الشهرية بين 40 و 50 في المائة في فصل الشتاء ولا تتجاوز 20 في المائة في فصل الصيف.

الرياح

تتغير سرعة الرياح واتجاهاتها بشكل كبير من يوم إلى يوم ومن فصل إلى فصل. تحمل الرياح الشمالية الغربية الأمطار خلال فصل الشتاء على طول الحزام الساحلي. أما الرياح الجنوبية فهي نادرة نسبيا وعادة ما تكون مرفوفة بعواصف رملية تؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة إلى مستويات قياسية.

عادة ما تهب الرياح الشمالية والشرقية بين شهري مايو، و أكتوبر، بينما تسود، الرياح الشمالية والجنوبية الغربية بين نوفمبر، و أبريل. تتراوح سرعة الرياح بين 5 و 15 عقدة.

التبخّر

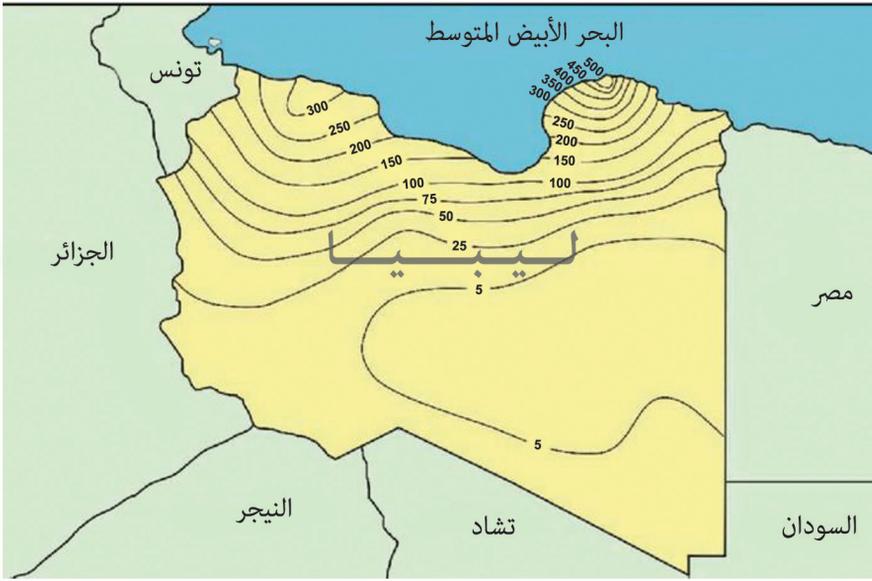
عادة ما تكون نسب التبخر في ليبيا مرتفعة وتبلغ ذروتها في يونيو، و يوليو، وتقل إلى أدنى مستوياتها في شهري ديسمبر، ويناير. ترتفع النسب السنوية المتوسطة تدريجيا من الشمال نحو الجنوب. تعكس المحطات الساحلية التالية قيمة المعدلات السنوية للتبخّر بالمليمتري: زوارة: 1 721، مصراتة: 2 090، سرت: 2 244، أجدايا: 2 517، درنة: 2 087. أما المحطات الداخلية فقد سجلت القيم التالية: غدامس: 5 183، سبها: 5 668، تازربو: 4 341 و الكفرة: 6 119.

تمثل هذه القيم معدلات طويلة المدى تم قياسها باستخدام أنابيب "بيش" (Piche) وليس باستعمال أحواض البخر التي لا يمكن الاعتماد عليها بسبب الرياح الرملية. لذلك، تؤدي هذه القياسات إلى معدلات تبخر قد تبدو مفرطة ويجب اعتبارها فقط بصفتها تقديرات للتبخّر الفعلي.

الأمطار

تساقط الأمطار خلال فصل الشتاء خاصة بين شهري أكتوبر، ومارس، وتنخفض بشكل كبير في المناطق الداخلية البعيدة على السواحل. تتراوح أعلى المستويات بين 400 و 600 مليمتري في منطقة الجبل الأخضر وتنخفض هذه النسب إلى ما بين 200 و 400 مليمتري على السواحل الغربية إلى حدود مدينة مصراتة وبين أجدايا ودرنة في المنطقة الشرقية. يوازي خط تساوي المطر 100 ملم الساحل المتوسطي ويقترب كثيرا من شاطئ البحر عند خليج سرت وفي حدود 150 كلم في بقية المناطق. تنخفض كميات الأمطار وتنعدم تقريبا أسفل خط العرض 30 درجة شمال (شكل 3).

شكل 3 - المعدّلات السنوية للأمطار



Source: Manam et al., 2019

Conforms to UN, 2020. Carte 4170, Rév. 19.

<https://www.un.org/Depts/Cartographic/map/profile/world.pdf>

تتميز الأمطار في الغالب بعدم انتظامها نتيجة للتأثيرات المتضاربة للصحراء من ناحية وللبحر الأبيض المتوسط من ناحية أخرى وكثيرا ما تُسجّل عواصف رعدية قوية لفترات قصيرة. تتراوح كميات الأمطار القصوى المسجلة خلال 24 ساعة بين 100 و 140 مليمترا في سهل الجفارة وجبل نفوسة وبين 80 و 120 مليمترا في الجبل الأخضر.

يحتوي الجدول 1 على بيانات مناخية في عدد من محطات تُمثل مُختلف المناطق المناخية.

الجدول 1 - المتوسط السنوي للبيانات المناخية في محطات مُحدّدة

كمية الأمطار (مم)	سرعة الرياح (عقدة)	سطوع الشمس (ساعات)	تبخّر مم (Piche)	الرطوبة النسبية (%)	درجة الحرارة المئويّة					المحطة
					المُطلق الأدنى	المُطلق الأقصى	المعدّل الأدنى	المعدّل الأقصى	معدل يومي	
33.8	9.0	9.4	5 183	33	- 8.0	50.6	13.6	29.5	21.6	غدامس
157.2	8.5	8.8	3 182	49	- 3.9	44.4	13.4	24.3	18.9	نالوت
225.1	7.9	8.0	1 722	73	- 1.1	48.9	14.7	24.3	19.5	زوارّة
382.2		8.1		50	- 6.7	44.8	13.0	23.1	18.1	غريان
338.0	4.2	8.2	1 499	63	- 0.6	46.0	15.0	24.7	19.9	طرابلس
8.8	9.3	9.6	5 668	34	- 4.6	46.5	15.1	30.1	22.6	سبها
276.7	6.9	8.4	2 090	71	0.0	50.6	15.5	25.1	20.3	مصراة
30.3	7.4	9.3	3 921	48	- 6.9	47.2	12.2	29.1	20.7	هون
177.7	8.0	8.9	2 244	71	1.0	46.7	15.7	24.8	20.3	سرت
139.6	5.8	9.1	2 517	62	0.0	47.4	14.1	26.5	20.3	أجدابيا
2.7	5.3	10.2	4 341	36	- 4.0	47.3	14.4	30.1	22.3	تازربو
273.5	9.8	8.7	2 414	65	0.6	45.6	14.6	25.4	20.0	بنينة (بنغازي)
9.8	6.7	9.5	3 647	45	- 2.8	49.1	14.9	29.6	22.3	جالو
572.6	10.1	9.0	1 927	70	1.8	42.0	11.9	20.8	16.3	شحات
2.3	6.9	10.4	6 119	30	- 3.3	46.2	15.2	30.8	23.0	الكفرة
11.1	6.7	9.5	3 290	47	- 2.6	47.5	13.5	29.0	21.3	جغوب

التوزيع السكاني

ارتفع عدد السكان خلال العقود الستة الأخيرة من 1.09 مليون ساكن سنة 1954 إلى 5.66 مليون ساكن سنة 2006، بمعدل ارتفاع سنوي يبلغ 3.2 في المائة على كامل الفترة. يبلغ عدد السكان الحالي 6.5 مليون تقريبا ومن الأرجح ان يزيد عن 8 مليون ساكن بحلول سنة 2030.

تختلف الكثافة السكانية بشكل كبير بين المناطق إذ تبلغ في منطقة بنغازي في الشمال الشرقي 746 ساكن في الكيلومتر المربع مقابل 0.3 ساكن في الكيلومتر المربع بمنطقة غدامس. أما المعدل الوطني الحالي للكثافة السكانية فيبلغ 3.6 ساكن بالكيلومتر المربع، مقابل أكثر من 400 ساكن في الكيلومتر المربع على طول الشريط الساحلي.

في سنة 2013 استقر أكثر من 55 في المائة من الليبيين في خمسة مناطق فقط شمال البلاد وهي طرابلس وبنغازي ومصراتة والمرقب والجفارة.

ارتفعت نسبة سكان المدن من 27.3 في المائة سنة 1960 إلى 60.7 في المائة سنة 1980 ثم إلى 79.9 في المائة سنة 2017 وقد تتجاوز 82 في المائة سنة 2030 وهي نسبة ترتفع كثيرا على المعدلات المسجلة عادة في إفريقيا. أدى ارتفاع عدد السكان والنسق السريع للتمدن إلى ضغوطات عالية جدا على الموارد المائية الشحيحة وعلى النظام البيئي الهش.

1.2 الموارد المائية

تتوزع الموارد المائية في ليبيا على موارد مائية تقليدية وموارد مائية غير تقليدية.

الموارد المائية التقليدية

تتمثل الموارد المائية التقليدية في المياه الطبيعية الجوفية والسطحية.

الموارد المائية المتجددة

المياه السطحية

المياه السطحية في ليبيا محدودة جدا ولا تساهم إلا بشكل قليل في كميات المياه المستخدمة. تنطلق مجموعة من الأودية من مناطق تجميع صغيرة على السفوح الشمالية لجبل نفوسة والجبل الأخضر وتخرق المنطقة الشرقية للجفارة وسهل بنغازي بينما تتجه أودية أخرى بتدفقات معتدلة نحو مناطق الجنوب والجنوب الشرقي. تنشأ أودية أخرى كبيرة نسبيا من الجهة الشرقية لهضبة الحمادة وتصل إلى الشواطئ الواقعة بين مصراتة وسرت.

الجريان السطحي

يوجد أكثر من 30 حوضا هيدرولوجيا في جبل نفوسة يبلغ إجمالي تدفقاتها السنوية 77 مليون متر مكعب. وتقترب كمياتها في منطقة الحمادة من 30 مليون متر مكعب في السنة بينما تبلغ 80 مليون متر مكعب في السنة في منطقة الجبل الأخضر. تم تشييد ثمانية عشر سدا بمتوسط سعة تخزين تبلغ تبلغ 60 مليون متر مكعب في السنة.

توجد عينان مياه كبيرتان وهي عين تاورغاء (جنوب مدينة مصراتة) وعين الزيانة (شرق مدينة بنغازي) تنتج تباعا 60 و 90 مليون متر مكعب في السنة بالإضافة إلى عدد من العيون الطبيعية الاخرى الصغيرة والمتوسطة الحجم خاصة في المناطق الشرقية من البلاد.

المياه الجوفية

تتلقى خزانات المياه الجوفية بالجفارة والجبل الأخضر والحمادة الحمراء تغذية طبيعية سنوية من مياه الأمطار المحلية وأيضا بفضل جريان الأودية بينما لا تستفيد أحواض مرزق والكفرة والسرير بمياه تغذية في الوقت الحاضر (شكل 4).

شكل 4 - أحواض المياه الجوفية



Source: reproduced after Salem 1995
Conforms to UN. 2020. Carte 4170, Rév. 19.

<https://www.un.org/Depts/Cartographic/map/profile/world.pdf>

جودة المياه

يغطي حوالي 0.6 مليون كيلومتر مربع أو ما يُعادل 35 في المائة من المساحة الإجمالية للأراضي الليبية طبقات جوفية تتميز بنسبة عالية من ملوحة المياه قد تصل إلى 5 غرام بالتر الواحد مما يحد من توفر المياه الصالحة للاستعمال في عديد مناطق البلاد. تنتج هذه الملوحة بشكل طبيعي عن تداخلات من الجبس والأنهيدريت وبسبب المنخفضات الطبيعية والسبخات، بالإضافة إلى تسربات مياه البحر.

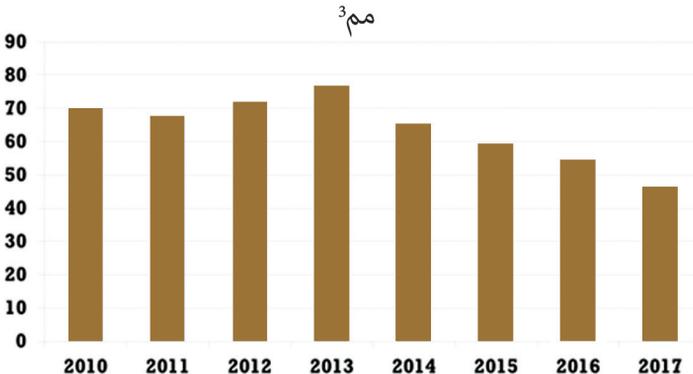
الموارد المائية غير التقليدية

تحلية المياه

تُعدّ ليبيا من أكثر الدول في شمال إفريقيا والبحر الأبيض المتوسط استعمالاً لمحطات تحلية المياه كما تُعدّ من أبرز الدول التي لجأت إلى تكنولوجيا التحلية لتزويد المياه في المناطق الحضرية. تتولى الشركة العامة لتحلية المياه تشغيل أغلب المحطات بينما تُشغل بعض المحطات الأخرى من قبل مؤسسات بتروكيميائية وصناعية.

تطوّرت أساليب التحلية بشكل كبير خلال العقود الأخيرة لكنها لا تزال تواجه صعوبات تشغيلية تفاقمت خلال السنوات القليلة الماضية. ساهمت تحلية المياه سنة 2010 بنسبة 13 في المائة من إجمالي الاستعمال المنزلي وانخفضت هذه النسبة إلى 12.4 في المائة سنة 2012. بلغت كمّيات المياه المنتجة للأغراض المنزلية سنة 2015 ما قدره 601 مليون متر مكعب وقررت منها محطات التحلية نسبة 7.85 في المائة (شكل 5).

شكل 5 - إنتاج محطات تحلية المياه (مليون متر مكعب/السنة)



Source: General Desalination Company (GDC). 2018

تمّ إيلاء عناية خاصة إلى معالجة مياه الصرف الصحي حيث تم إنشاء أكثر من 70 محطة معالجة بطاقات استيعاب مختلفة خلال العشريّات الأخيرة في أهم المناطق الحضريّة. لكن بسبب أنظمة التشغيل غير الفعّالة والصيانة غير المنتظمة لم يتبق منها سوى تسعة محطات معالجة في حالة تشغيل سنة 2010 و تقلصت كميات المياه المعالجة إلى 22 مليون متر مكعب في السنة. بالإضافة إلى ذلك انخفض عدد المحطات العاملة بعد سنة 2010 إلى أربع محطات فقط قبل إضافة خمس محطات أخرى لترتفع من جديد كمّيات المياه المعالجة إلى 37 مليون متر مكعب سنة 2015. يُمكن لمعالجة المياه المستعملة توفير المياه لري البساتين وحقول العلف والحدائق العامة.

وبصفة عامة فإن أنظمة تزويد المياه من ناحية ومعالجة المياه المستعملة من ناحية أخرى غير كافية لتغطية الاحتياجات إذ لا تزال الكثير من المصانع والمؤسسات والبيوت الخاصة تعتمد على مصادرها الخاصة للتزود بالمياه.

1.3 تحويل المياه بين الأحواض: النهر الصناعي

استوجب النقص المزمن للمياه والتدهور الخطير لجودة الموارد المائيةّ البحث عن مصادر إضافيّة ومع سنة 1984 تم الشروع في تشييد مشروع النهر الصناعي. حيث تم إنشاء العديد من حقول الآبار لسحب المياه العذبة من الطبقات الجوفية عبر حفر مئات الآبار العميقة يتراوح عمقها بين 400 و 800 متر ثم نقلها بواسطة منظومة أنابيب من الإسمنت الخرساني السابق الإجهاد يبلغ قطرها أربعة أمتار وبطول 7 متر للأنبوب الواحد عبر مسافة تزيد عن أربعة آلاف كيلومتر إلى أهم المناطق الحضريّة و الزراعيّة المطلّة على البحر الأبيض المتوسط (الصورة 6).

شكل 6 - خارطة موقع مشروع النهر الصناعي



- المرحلة I
- المرحلة II
- المرحلة III
- المرحلة IV
- المرحلة V
- حقل آبار
- خزان
- مصنع إنتاج الأنابيب

Source: MmRP map and infrastructure (MmRP 2017)
Conforms to UN. 2020. Carte 4170, Rév. 19.

<https://www.un.org/Depts/Cartographic/map/profile/world.pdf>

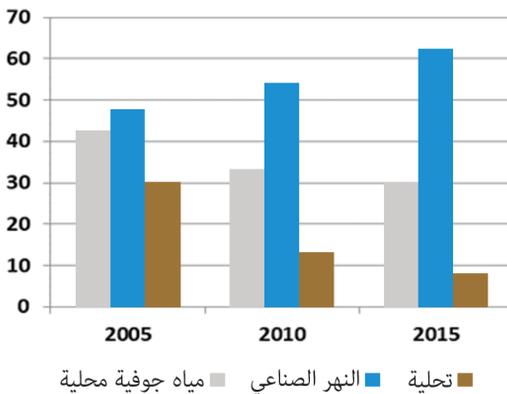
يشمل المشروع خمس مراحل ويُمكّن من نقل أكثر من 6.4 مليون متر مكعب من المياه في اليوم (الجدول 2).

الجدول 2 - مراحل مشروع النهر الصناعي

المرحلة	I	II	III	IV	V
المصدر	السريـر و تازربو	شمال شرق جبل الحساونة - شرق جبل الحساونة	جنوب الكفرة	غدامس	سرت
الوجهة	بنغازي - سرت	مصراتة - طرابلس جبل نفوسة	تازربو (تدعيم المرحلة الأولى)	غرب جبل نفوسة زوارة والساحل الغربي إلى الزاوية	سداة
عدد آبار الإنتاج	234	477	300	106	
عمق الآبار (بالمتر)	470 - 450	600 - 400	600 - 400	800 - 600	
الخزان الجوفي المستغل	ما بعد الأيوسيني (سريـر) باليوزوي (تازربو)	باليوزوي	النوبي جوراسي - طباشيري سفلي	ككلة (طباشيري سفلي)	لربط المرحلة الأولى بالمرحلة الثانية
الحوض	السريـر - الكفرة	مرزق	الكفرة	الحمادة	
الإنتاج (مليون متر مكعب/اليوم)	2	2.5	1.68	0.246	
المسافة (الكيلومتر)	1 600	1 676	383	621	190
الوضعية	انتهى	انتهى	مُخطَّط	طور التنفيذ	انتهى

تقلّصت نسبة الاعتماد على المياه الجوفية المحليّة بصفقتها المصدر الرئيسي لمياه الشرب من 42 في المائة سنة 2005 إلى 30 في المائة فقط سنة 2015 بينما ارتفعت مساهمة النهر الصناعي من 47 في المائة إلى 62 في المائة خلال نفس الفترة (الشكل 7).

شكل 7 - مصادر التزوّد بمياه الشرب

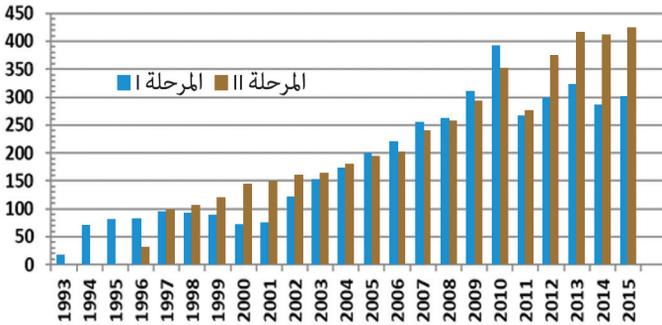


Source: Salem, O. (2018 b)

لم يبلغ المشروع بعد معدلات الإنتاج القصوى كما هو موضح بالشكل 8 الموالية التي توضح معدلات الإنتاج السنوي منذ الانطلاق في تشغيل المشروع. تمثل المرحلتان الأولى والثانية العمود الفقري للمشروع وقد تم الانتهاء منهما سنتي 1991 و 1995 على التوالي عندما وصلت المياه أول مرة إلى مدينتي بنغازي وطرابلس.

بالنظر إلى محدودية الحاجة الحالية للمياه المنزلية والزراعية بالإضافة إلى بنية تحتية لم تكتمل بعد فإنه لا يتم تشغيل المرحلتين بطاقتيهما القصوى. تُشير بيانات حديثة بأن معدل الإنتاج سنة 2016 بلغ 2.2 مليون متر مكعب في اليوم منها 0.9 مليون متر مكعب في اليوم من المرحلة الأولى و 1.3 مليون متر مكعب في اليوم من المرحلة الثانية.

شكل 8 - تطوّر الإنتاج السنوي بالمليون متر مكعب للمرحلتين الأولى والثانية



Source: MmRA (2017). The Manmade River Project – Presentation

1.4 تزويد مياه الشرب والصرف الصحي

كانت أغلب المياه المنزلية تُجلبُ أساساً من حقول آبار محلية وآبار زراعية في المناطق الريفية تتراوح نسبة الملوحة فيها (TDS) بين أقل من 500 مليغرام في اللتر إلى أكثر من 2 000 مليغرام في اللتر.

من المتوقع أن يبلغ الطلب على المياه المنزلية مليار متر مكعب من المياه بحلول سنة 2030 مقارنة بـ 420 مليون متر مكعب فقط سنة 1990 و 601 مليون متر مكعب سنة 2015 لتعكس بذلك نمواً سنوياً يُقدَّر بنسبة 2.2 من المائة أي أكثر بقليل من الارتفاع المتوقع لمعدل النمو السكاني.

بلغت نسبة ربط المساكن بالشبكة العامة لتزويد مياه الشرب سنة 2012 ما يعادل 64.5 في المائة من السكان، بينما اعتمد 17.4 في المائة على الآبار الخاصة و 16 في المائة على تجميع مياه الأمطار. أما النسبة المئوية الضئيلة المتبقية فقد اعتمدت على مصادر أخرى مثل العيون الطبيعية أو خزانات المياه المحمولة على الشاحنات.

حسب تقرير قطاع المياه والصرف الصحي بإفريقيا الصادر سنة 2014، تُعدّ ليبيا من ضمن عدد قليل جداً من دول القارة التي حققت أهداف الألفية للتنمية إذ يتحصل 92 في المائة و 99 في المائة من السكان على مياه شرب وخدمات صرف صحي متطورة على التوالي سنة 2013 مقابل 71 في المائة و 84 في المائة سنة 1990.

تمّ اعتماد خطة طموحة للاستجابة للطلبات المستقبلية من المياه من قبل البلديات بإضافة محطات جديدة لتحلية المياه على طول الشريط الساحلي ستوفر ما يُناهز مليون متر مكعب من الماء في اليوم.

1.5 تسعير المياه

المياه مجانية في ليبيا إذ لا يدفع المزارعون مقابل استهلاك المياه التي غالباً ما يتم استخراجها من آبار يملكها الخواص ثمّ يتمّ توزيعها عبر شبكات زراعية وأنظمة ريّ. لكن المستهلك مطالب بدفع فواتير استهلاك الطاقة. تُحتسب كميات المياه التي يزودها مشروع النهر الصناعي ويتم جبايتها من المستهلكين. من ناحية أخرى يتم احتساب كميات المياه الموزعة من خلال الشبكات العامة حسب تسعيرة تصاعديّة تتلقى دعماً كبيراً من الدولة. لكن نظام احتساب وإعداد الفواتير يبقى عديم الفعالية في أغلب المناطق الحضرية.

1.6 استعمالات الأراضي والمياه

توزيع الأراضي والمياه غير متكافئ بين مختلف مناطق البلاد. تقع 57 في المائة من الأراضي المرورية في مناطق الشمال الغربي التي تتميز بجودة أراضيها مقارنة ببقية المناطق بالإضافة إلى مناخ معتدل. من ناحية أخرى، لا تستخدم مناطق الجنوب الغربي التي تزخر بموارد مائية هامة نسبيًا إلا على 18 في المائة من إجمال الأراضي المرورية. يُمكن أن تكون هذه النسب قد تغيّرت قليلاً خلال السنوات العشر الأخيرة.

أما الزراعة المطرية فهي أكثر شيوعاً في المناطق الشرقية للبلاد إذ تُغطّي 60 في المائة من الأراضي الزراعية وتأتي 57 في المائة من المراعي والغابات. كما توجد أغلب المواشي في المناطق الشمالية للبلاد.

تعتمد الزراعة بشكل كبير على اليد العاملة الأجنبية. ففي سنة 2013، بلغ عدد الليبيين الذين يعملون في قطاعات الزراعة وتربية المواشي والصيد البحري 11 522 عاملاً أو ما يُمثل 0.7 في المائة من مجموع اليد العاملة.

تُعدّ مساهمة أنشطة الزراعة وتربية الماشية والصيد البحري في الناتج الإجمالي المحلي ضعيفة جداً علاوة على تراجعها المستمرّ خلال السنوات الماضية. تشير البيانات الرسمية إلى أن هذه النسبة كانت 0.92 في المائة سنة 2010 قبل أن تتراجع إلى 0.77 في المائة سنة 2011 ثم إلى 0.47 في المائة فقط سنة 2012.

تعكس هذه الأرقام انخفاضاً حاداً في أداء القطاع الزراعي. حسب دراسة أجريت سنة 1995، كانت الزراعة تُساهم بنسبة 7.8 في المائة في الناتج الإجمالي المحلي وتُشغّل 12 في المائة من جملة اليد العاملة. من المتوقّع أن يزيد تراجع مساهمة القطاع الزراعي في الاقتصاد الوطني نتيجة النقص الحاد في الموارد المائية وتدهور جودتها.

مياه الري

ستظل الزراعة القطاع الأكثر استهلاكاً للمياه إذ تمثل 80 في المائة من الاستهلاك الحالي للموارد المائية. فعلى الرغم من استخدام تقنيات الري المضغوط تبقى معدلات الاستخدام من أعلى المعدلات في العالم. يرجع هذا أساساً إلى الظروف المناخية والتربة غير المناسبة.

تُستخرج المياه المستخدمة في الريّ أساساً من الطبقات الجوفية عبر آبار يتراوح عمقها من أقل من 100 متر إلى أكثر من 1 200 متر. يملك الخواص أغلب الآبار بالإضافة إلى آبار عامة تملكها الدولة. في بعض المشاريع الزراعية على غرار مشروع براك-اشكدة، يزوّد كل بئر عدداً من المزارع بالمياه من خلال شبكات للريّ الجماعي وتبقى المشاكل المتعلقة بتوزيع المياه وأعطاب المضخات وصيانة الآبار مشاكل شائعة ومتواترة.

كفاءة الري

يمثل الري بالرش أو التنقيط أو الري الموضعي أبرز التقنيات المُستعملة في أنشطة الريّ. تقدر معدلات كفاءتها بحوالي 60-75 في المائة وأكثر من 80 في المائة على التوالي. في مشاريع الريّ الكبرى يتم استخدام أنظمة ري محورية ذات كفاءة تقل عن النسب المذكورة. على الرغم من عدم تسجيل أي إفراط في كميات الريّ تبقى نسب الاستخدام للهكتار من أعلى النسب المسجّلة في المنطقة بسبب الظروف المناخية وجودة التربة غير المناسبة.

معدلات استخدام المياه

يبلغ المعدّل الوطني لاستعمال المياه في الهكتار الواحد بالنسبة لمختلف المحاصيل 9 645 متر مكعب في الهكتار. تختلف معدلات الاستعمال بحسب نوع المحصول والموقع إذ تبلغ مثلاً حاجة القمح إلى الريّ 4 110 متر مكعب للهكتار في الشمال مقابل 8 500 متر مكعب في الهكتار بالجنوب. أما احتياجات الريّ بالنسبة للأشجار المثمرة فتتراوح بين 7 000 و 15 000 متر مكعب للهكتار، بينما تتراوح هذه النسبة لمحصول البرسيم بين 18 000 و 32 000 متر مكعب للهكتار الواحد وبين 6 000 و 10 000 متر مكعب بالنسبة للخضروات الصيفية. أما الخضروات الشتوية فتتراوح احتياجاتها لمياه الري بين 4 000 و 6 000 متر مكعب للهكتار.

تقييم إدارة المياه

شهدت ليبيا تطورات ملحوظة على مستوى سياسات التصرف في المياه خلال السنوات القليلة الماضية خاصة على مستوى الترتيبات المؤسسية وبناء القدرات وإنشاء مصادر جديدة للموارد المائية سواء كانت تقليدية أو غير تقليدية. أفضى التعاون الدولي على المستويات الجهوية والإقليمية والدولية إلى بعث هيئات وآليات مشتركة لإدارة الموارد المائية المشتركة وإنشاء قواعد بيانات إقليمية ونماذج رياضية لتيسير تبادل المعلومات حول أوضاع الطبقات الجوفية المشتركة. تمّ في هذا الإطار الاستثمار بشكل كبير في مشاريع لنقل المياه بين الأحواض ولتحلية أو معالجة المياه ولحصاد المياه وكذلك للتعليم والتثقيف.

لكن يتعيّن القيام بمزيد من الجهود على مستوى إدارة الطلب إذ لم يتم وضع نظام لتسعير المياه بما فيها تسعير مياه الريّ كما يجب تعزيز القوانين والتشريعات المتعلقة بحماية الموارد المائية والمحافظة عليها وتفعيل تطبيقها.

كما يجب العمل على وضع سياسات زراعية تهدف إلى الاقتصاد في الموارد المائية تأخذ بعين الاعتبار مبدأ المياه الافتراضية مع تنظيم الكثير من الندوات الإعلامية لتعزيز الوعي العام بمشاكل نقص الموارد المائية.

تحديد المشاكل الحيوية

إن أبرز مشكل يواجه إدارة الموارد المائية في ليبيا هو شح الموارد. إذ طالما لم تنخفض نسب النمو السكاني إلى أقل مستوياتها فإن الهوة بين العرض والطلب ستستمرّ في الاتساع، إضافة إلى تدهور جودة المياه ومشاكل التلوث التي ما فتئت تتفاقم مع التراجع المستمر في مناسيب المياه الجوفية. وهي بالتالي تُهدّد استدامة التزوّد بالمياه علاوة على الأعباء المالية الضخمة التي تتجرّ عنها. فضلا عن مخاطر التصحر نتيجة الاستهلاك المفرط للموارد المائية. يتعين على ليبيا اليوم اعتماد الإجراءات الضرورية لخلق موارد مائية إضافية من خلال تحلية مياه البحر.

الانعكاسات والتوصيات

تواجه ليبيا نقصا حادا في المياه يُمكن أن يؤدي إلى أزمة خطيرة في المستقبل فالبلاذ مستمرة في استنزاف مواردها المائية الثمينة التي غالبا ما تكون غير قابلة للتجديد.

اختلال التوازن بين العرض والطلب وتدهور جودة المياه وتدني كفاءة الاستخدام والمصاعب المؤسسية والإدارية تمثل البعض من المشاكل المتعدّدة لقطاع المياه. تمّ اتخاذ البعض من الإجراءات لتجاوز هذه المشاكل وتشمل إجراءات تشريعية ونقل المياه بين الأحواض وتطوير موارد غير تقليدية. يجب أن تشمل العمليات في المستقبل الرفع من فعالية ونجاعة استغلال المياه وتطوير موارد طبيعية إضافية وتحسين أنظمة الريّ والممارسات الزراعية وإدخال نظام التسعير والتأكيد على تطبيق الإجراءات القانونية والتشريعية وتعزيز الوعي العام والتحكم في النمو السكاني.

1.7 السياق الاجتماعي والسياسي والاقتصادي للماء

الهيكل الإداري

تنقسم ليبيا إلى 23 منطقة و 90 بلدية يشرف عليها عمداء بلديات منتخبون. كلّ بلدية تتحصّل على موازنة سنوية من طرف الحكومة المركزية. يتولى حاليا المجلس الرئاسي على المستوى الوطني إدارة العلاقات الدولية والسياسات الخارجية والتنسيق بين القطاعات العامة والمشاريع الوطنية المترابطة التي تشترك فيها عديد البلديات.

الوضعية الإدارية والمؤسسية

تشارك العديد من المؤسسات بشكل مباشر في تطوير وإدارة وحماية وتشغيل وتوزيع الموارد المائية. يُمكن تحديد مختلف هذه الهيئات حسب الترتيب الموالي:

- الهيئة العامة للموارد المائية؛
- وزارة الزراعة والثروة الحيوانية؛
- جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي؛
- وزارة الإسكان والمرافق؛
- وزارة الطاقة؛
- وزارة الصحة؛
- الهيئة العامة للبيئة.

تطور قطاع المياه من قسم يتبع وزارة الزراعة إلى وزارة مستقلة بذاتها تحت الإشراف المباشر لمجلس الوزراء. وتتبعها الشركة العامة للمياه و الصرف الصحي والشركة العامة للتحلية. يتولى إدارة المسائل المتعلقة بالرّي إدارة استغلال المياه في الزراعة بالهيئة العامة للموارد المائية وثلاثة أجهزة لاستثمار مياه منظومات النهر الصناعي التي تُشرف عليها وزارة الزراعة.

تدير الهيئة العامة للموارد المائية جميع الموارد المائية الطبيعية خاصة منها المياه الجوفية والسطحية وتتولى بناء وتشغيل السدود والقيام بتصميم وتقييم أنظمة الرّي وشبكات الصرف وتخطيط موارد التربة واقتراح الإجراءات والتشريعات للتحكم الرشيد في الموارد المحدودة. تعمل الهيئة من خلال إدارات عامة وفروع ومكاتب إقليمية.

يتفق توزيع فروع ومكاتب الهيئة مع الحدود الطبيعية لأهم الأحواض المائية الجوفية وتتولى الفروع المسؤوليات التالية:

- ملاحظة وجمع وتصنيف وخرن البيانات الهيدرولوجية من حيث الكم والكيف ومتابعة الاستعمال العام للموارد المائية داخل الفرع؛
- تحليل البيانات التي يتم جمعها بصفة دورية ومتابعة التغيرات التي تطرأ على ظروف وأوضاع الطبقات المائية؛
- إعداد تقارير سنوية حول وضعيّة الموارد المائية بالمنطقة؛
- دراسة الطرق والتطبيقات المستخدمة للتنقيب على المياه أو استغلال النقاط المتوفرة للتزوّد بالمياه؛
- الترخيص لعمليات التنقيب سواء كانت للاستكشاف أو للإنتاج حسب الظروف الهيدروجيولوجية السائدة في كل منطقة؛
- إعداد المواصفات الفنية ومراقبة عمليات التنقيب حسب مواصفات ومعايير الهيئة العامة للموارد المائية وإعداد تقارير نهائية عن الآبار المنفذة؛
- تقديم الاستشارة الفنية للإدارات المحلية والمشاريع الزراعية المعنية؛
- إصدار اللوائح للاستخدام السليم والفعال للموارد المائية في المنطقة.

يحدّد القانون رقم 3 لسنة 1982 (قانون المياه) مختلف المسائل المتعلقة بملكيّة المياه ومسؤولية المراقبة والتصرّف والترخيص لعمليات الحفر والتنقيب والاستغلال والاستعمال ومراقبة التلوّث والعقوبات. ينص القانون رقم 3 لسنة 1982 على أن الماء ملك للعموم لا يمكن استغلاله إلا بترخيص يُحدّد كمية الاستعمال ومدّته الزمنيّة. فالمنطقة التي تشهد استغلالاً مفرطاً يؤدي إلى انخفاض كبير في منسوب المياه وتدهورها في جودتها يتم تصنيفها منطقة محظورة لا يمكن فيها حفر آبار لإستغلال المياه وينص القانون على مبدأ تحمّل الملوّث تبعات أعماله بالإضافة إلى الإجراءات الوقائيّة الضروريّة.

خصّص قانون حماية البيئة (القانون رقم 2003/15) فصلاً كاملاً لحماية الموارد المائيّة داخياً إلى الاستغلال الحذر للطبقات المائيّة لمنع تسرب مياه البحر أو تسرب مياه من طبقات صخرية أخرى شديدة الملوحة أو ب جودة منخفضة. وقد منع هذا القانون إلقاء جميع أشكال النفايات أو التخلص منها في أماكن يُمكن أن تلوّث بشكل مباشر أو غير مباشر الموارد المائيّة. كما دخلت قوانين أخرى حيز التنفيذ تتعلق بصفة مباشرة أو غير مباشرة بالحفاظ على الموارد المائيّة.

تشمل أهم القوانين والتشريعات بشأن هذا المجال:

- القانون رقم 1970/142 بشأن الأراضي والآبار؛
- القانون رقم 1973/112 بشأن حفر آبار المياه؛
- القانون رقم 1976/106 بشأن الصّحة العامّة؛
- القانون رقم 1979/02 بشأن الجرائم الاقتصاديّة؛
- القانون رقم 1982/5 بشأن حماية المراعي والغابات؛
- القانون رقم 1983/1 بشأن التفتيش الزراعي؛
- القانون رقم 1989/15 بشأن حماية الحيوانات والأشجار؛
- القانون رقم 1992/15 بشأن حماية الأراضي الزراعيّة؛
- القانون رقم 2003/15 بشأن حماية وتحسين البيئة.

II. الميزة التفاضلية لمنظمة الأغذية و الزراعة للأمم المتحدة في دعم أنظمة الري المُشغلة بالطاقة الشمسيّة

2.1 السياق التاريخي

اكتسب الري بالطاقة الشمسية خلال السنوات القليلة الماضية أهمية متزايدة للدول بصفته حلاً جدياً وموثوقاً يعتمد على طاقة نظيفة للتصرّف في المياه الزراعيّة خاصة في المناطق المعرضة لإشعاع شمسي قوي. بما أن تكاليف الاستثمار في أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية (SPIS) ما فتئت تتراجع، فقد أصبحت تكنولوجيات هذه الأنظمة تُمثل خياراً جاداً للعديد من المزارعين. يُمكن للري باستخدام الطاقة الشمسية في المناطق الريفيّة أن يُمثل طريقة تضمن الحصول على الطاقة للأغراض الزراعية وربما أغراض أخرى في مناطق ريفية يُعانون من انعدام الكهرباء أو من ارتفاع سعر وقود الديزل. تعمل بعض الدول على دعم أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية (SPIS) في إطار خطط عمل وطنيّة لمواجهة التغيرات المناخية تهدف إلى الحدّ من انبعاثات غازات الدفيئة في الزراعة.

تختلف ظروف أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية (SPIS) من بلد إلى آخر حسب الملائمة البيو فيزيائية والمناخية والجدوى التقنية والاقتصاديّة والترتيبات المؤسسيّة واللوائح ودعم السياسات والتمويلات والنجاحة الاقتصاديّة للأنظمة. إدراكاً لخصوصية كل دولة، أطلقت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) مؤخراً مشروعاً يهدف إلى استكشاف السبل الكفيلة لإنجاز أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية (SPIS) مع العمل على معالجة المخاطر والتحديات التي تطرحها هذه التكنولوجيا في دولتين نموذجيتين (تونس ومصر).

توجد اليوم فرصة ليس فقط لإدخال طاقة نظيفة وجديدة تراعي الظروف المناخية وتمثل تكنولوجيا معقولة التكاليف نسبيًا لكن أيضا للتفكير بشكل استراتيجي حول كيفية استخدام هذه التكنولوجيا لتنظيم استغلال الموارد المائية الجوفية وإتاحة الحصول على الطاقة في المناطق الريفية وتطوير نماذج متجددة في مجال الاستثمار والهيكل التنظيمية.

حقق المشروع بصفة خاصة أهدافه الرامية إلى تعزيز القدرات المؤسسية من خلال (1) التعلم من التجارب القائمة لفهم وتعديل استخدام أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية (2) إرساء حوار بين مختلف القطاعات لضمان تبني مقاربة منسقة لأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية بهدف تطوير التصرف في الموارد الطبيعية والتشجيع على اعتماد زراعة قليلة الانبعاثات وذكية من حيث التفاعل مع الظروف المناخية و (3) تدريب الخبراء الفنيين ليتولوا مهام نقل المعرفة.

2.2 المعلومات والأدوات الضرورية للتعريف بأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية (SPIS)

تم إنجاز صندوق العدة الخاص بأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية من خلال المبادرة العالمية "تقوية الزراعة: تحدي الطاقة الكبير من أجل التنمية" (PAEGC). اجتمعت سنة 2012 كل من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية والوكالة السويدية للتعاون الدولي والوزارة الفيدرالية الألمانية للتعاون الاقتصادي والتنمية ومؤسسة ديوك للطاقة ومؤسسة الاستثمارات الخاصة بالخارج وتضافرت جهودها لبعث مبادرة PAEGC. تهدف هذه المبادرة إلى دعم مقاربات جديدة ومستدامة للتسريع في تطوير ونشر حلول للطاقة النظيفة وتعزيز الإنتاجية الزراعية و/أو القيمة للمزارعين وللأعمال الزراعية في البلدان النامية والمناطق الناشئة التي تفتقد لطاقة نظيفة وميسورة التكاليف يمكن الاعتماد عليها.

تم إصدار صندوق العدة من طرف الوكالة الألمانية للتعاون الدولي باسم الوزارة الفيدرالية الألمانية للتعاون الاقتصادي والتنمية بصفتها شريك ممول في المبادرة العالمية "تقوية الزراعة: تحدي الطاقة الكبير من أجل التنمية" بالاشتراك مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو). للتنزيل: https://energypedia.info/wiki/Toolbox_on_SPIS

تم تصميم صندوق العدة الخاص بأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية لمساعدة المستشارين والخبراء ومزودي الخدمات والعاملين في مجال الري بالطاقة الشمسية على تقديم النصائح والاستشارة الشاملة والعملية للمستخدمين النهائيين وصانعي السياسات والهيئات الممولة. بالتالي يمكن الحد قدر الإمكان من المخاطر المتعلقة بفعالية النظام والنجاعة المالية و الاستخدام غير المستدام للموارد المائية.

يشمل صندوق العدة وحدات إخبارية تشمل الكثير من المعلومات والبرمجيات سهلة الاستعمال (جداول حسابات وقوائم تدقيق وتوجيهات). تتعلق الوحدات والأدوات بالمواضيع التالية:

- تقييم الاحتياجات للموارد المائية؛
- مقارنة سيناريوهات الاستدامة المالية؛
- تحديد ربحية المزرعة والاسترداد على الاستثمار لأنظمة الري المشغلة بالطاقة الشمسية؛
- تصميم نظام الري المستخدم للطاقة الشمسية وصيانته بشكل مستدام؛
- تحديد الوظائف التي تحتاج إلى مهارات حرفية دقيقة؛
- وغيرها ...

2.3 الدوافع الرئيسية للري باستخدام الطاقة الشمسية في ليبيا

يُمثل الأمن الغذائي دافعا أساسيا لاعتماد أنظمة للري مع استخدام الطاقة الشمسية حيث أن هذه الأنظمة ستمكن من استدامة وتطوير الإنتاجية الزراعية خاصة في المناطق الريفية. يُمثل الأمن الغذائي أولوية للفئات السكانية الأكثر هشاشة بما أن النزاع الحالي لا يزال يتسبب في الهجرة الداخلية وتفاقم الأزمة الداخلية و إلى تفاقم الأزمة الاقتصادية وارتفاع أسعار المواد الغذائية. يستمر القطاع الزراعي في المساهمة في الناتج المحلي الإجمالي وفي توفير مواطن الشغل.

يتراجع الأمن الغذائي في ليبيا لعديد الأسباب منها استمرار حالة عدم الاستقرار السياسي و النزاع المسلح والارتفاع المشط في تكاليف العيش بما فيها ارتفاع تكلفة الرعاية الصحية و التضخم و قلة السيولة والأسعار المرتفعة والمتقلبة للمواد الغذائية وقدرات الحكومة المحدودة على توفير الخدمات الاجتماعية وإنتاج زراعي ضعيف والاعتماد الكبير على أسواق الاستيراد للحصول على المواد الغذائية. أدى النزاع المسلح إلى تعطيل مسالك توزيع المنتجات نتج عنه نقصا حادا في المواد الغذائية وارتفاع أسعارها في البلديات الصحراوية الجنوبية التي تعرف أساسا ظروفًا معيشية صعبة. يختلف توزيع المواد الغذائية على الأسر المعوزة و الضعيفة من بلدية على أخرى. لكن المنطقة الغربية تعاني أكثر من غيرها من تراجع الأمن الغذائي كما ستفانم معاناة البلديات القريبة من محاور النزاع.

يُمكن لأنظمة الري المشغلة بالطاقة الشمسية تعزيز قدرة الحكومة على تقديم حلول حقيقية وعملية لتعزيز الأمن الغذائي بالاعتماد على مصدر متجدد للطاقة للإنتاج الزراعي بديل عن الوقود الأحفوري الذي يُشكل تهديدا حقيقيا بسبب التدهور المستمر للأوضاع الأمنية والاقتصادية.

كما يُمثل الأمن الطاقى دافعا هاما حيث توجد العديد من الجوانب الإشكالية في قطاع الطاقة بليبيا. يُشكل النفط والغاز الطبيعي أسس الاقتصاد الليبي. تُساهم المحروقات بنسبة 95 في المائة من إيرادات التصدير و 65 في المائة من الناتج الإجمالي المحلي وبنسبة تقارب 80 في المائة من إيرادات الدولة.

استفادت الطاقة المستخرجة من مصادر أحفورية محلية على مدى السنين بنسبة كبيرة من الدعم لذلك ظلت الجهود الرامية إلى البحث عن مصادر متجددة للطاقة محدودة جدا، لكن الأوضاع المتميزة بعدم الاستقرار والصراعات بعد سنة 2011 عطلت مختلف الأنشطة المتعلقة بالنفط والغاز الطبيعي.

تُساعد الطاقة الشمسية الحكومة على البحث عن تنوع واستدامة قطاع الطاقة و تفادي الاعتماد الشبه الكلي للاقتصاد على المصادر الأحفورية. تمتلك ليبيا قدرة كبيرة على توليد الطاقة الشمسية إذ يبلغ المعدل اليومي للإشعاعات الشمسية على المستوى الأفقي في المناطق الساحلية 7.1 كيلووات ساعة بالمتر المربع في اليوم ويصل معدل الإشعاعات في المناطق الجنوبية إلى 8.1 كيلووات ساعة بالمتر المربع في اليوم بينما يزيد معدل ساعات بزوغ الشمس على 3 500 ساعة في السنة. حتى إن لم تتجاوز القدرة الإجمالية المنجزة لتوليد الطاقة الشمسية 5 ميغاوات فقط سنة 2012، يُمكن مشاريع أنظمة الري بالطاقة الشمسية توفير الأمن الطاقى المُستدام للإنتاج الزراعي.

2.4 التحديات الخصوية المرتبطة بأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية

لمعرفة كيفية تعزيز تكنولوجيا الري بالطاقة الشمسية وإنجازها في السياق الخصوي لليبيا، يجب طرح ومعالجة المخاطر والتحديات التي تطرحها هذه التكنولوجيا والتي تشمل العوامل التالية:

- تم إنجاز العديد من الدراسات والبحوث حول أنظمة الري بالطاقة الشمسية والظروف البيولوجية والفيزيائية والمناخية التي يُمكن أن تمثل فيها هذه الأنظمة خيارا تنافسيا ذي جدوى مقارنة بأنظمة الري المستخدمة لمصادر أخرى للطاقة. لكن الكثير من هذه الدراسات تبقى غير مُتاحة للأطراف المعنية. إن توفير المعلومات المتعلقة بأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية للمستعملين من مختلف القطاعات الزراعية والبيئية والاجتماعية والاقتصادية أمر ضروري وهام؛

- كما يتعين تقييم مختلف الخيارات الفنية والتنظيمية المتعلقة باستعمال أنظمة الري بالطاقة الشمسية في مختلف الأنظمة الزراعية (مثال: حجم المزارع، نوع المحصول، أنظمة فردية للري بالطاقة الشمسية أو شبكة تربط أنظمة متعددة، أنظمة هجينة وغيرها) لضمان التصميم السليم والإدارة الناجعة للنظام وبالتالي الاستفادة القصوى من نظام الري بالطاقة الشمسية على مستوى الفعالية والمردودية الزراعية؛

• يتطلّب تمويل أنظمة الريّ بالطاقة الشمسيّة وتكاليف تشغيلها وصيانتها رأس مال استثماري ومهارات أساسيّة. يجب استكشاف مختلف الأنماط المتجدّدة المعتمدة في تمويل واستعمال أنظمة الريّ بالطاقة الشمسيّة لفائدة المزارعين الصغار والمتوسّطين أخذًا بعين الاعتبار البيئة التشريعية والتنظيمية الخصوصيّة للبلد؛

• يُمكن استخدام آليات الدّعم الطّاقّي للتشجيع على اعتماد أنظمة الريّ بالطاقة الشمسيّة وتنظيم استعمال المياه (مثال: اشتراطها في تطبيق ممارسات زراعية مقتصدّة للمياه) لكن يُمكن لذلك أيضا أن يُغيّر تكاليف أنظمة الريّ بالطاقة الشمسيّة وأسعار الطاقة التي تُحدّد القدرة التنافسيّة لأنظمة الريّ بالطاقة الشمسيّة على المدى البعيد. يجب تحليل مُختلف الخيارات التي تهدف إلى الحد من الانعكاسات غير المنشودة لهذه السياسات؛

• موضوع آخر يكتسي أهمية كبرى يتمثل في كيفية تطابق استعمال أنظمة الريّ المستخدمة للطاقة الشمسيّة مع سياسات استعمال المياه الجوفية ومسارات التصرف فيها. تعرف الكثير من الدّول مشاكل الضخ المفرط للمياه الجوفية بسبب دعم الطاقة لفائدة الأنشطة الزراعيّة. فالمضخات الشمسيّة التي توفّر سنويا بين 2 300 و 2 500 ساعة من الطاقة المجانية والمتواصلة خلال اليوم يُمكن أن تُؤدي إلى تفاقم الأوضاع بتشجيع المزارعين على استخراج المياه بأكثر حرّية؛

• يجب الحرص على تدريب العمال الفنيين (مثال: خبراء الريّ وفرق الإرشاد الزراعي وممثلي المزارعين والمسؤولين الحكوميين الفنيين) من أجل تطوير المهارات والقدرات الضرورية لمواجهة التحدّيات المذكورة سابقا وللتأكد من استعمال أنظمة الريّ بالطاقة الشمسيّة بالشكل المستدام والفعال؛

• موضوع آخر يجب أخذه بعين الاعتبار هو التصرف في النفايات المنجّرة عن الألواح الشمسيّة التي تحتوي على مواد قيّمة الفضة والإنديوم والتلوريوم بالإضافة إلى مواد سامة على غرار الرصاص والكاديوم و أوكسيد قصدير الأنديوم. توجد تكنولوجيات التدوير تقريبا لكلّ أصناف الألواح الشمسيّة وتبلغ نسب التدوير حدود 95 في المائة. لكن يجب تكييف مُختلف الحلول بما فيها تعزيز الوعي و سياسات تحمّل المسؤولية.

تمثل أنظمة الريّ بالطاقة الشمسيّة بالنسبة للبيبا فرصة لإدخال الطاقة النظيفة والتكنولوجيا الذكية المُراعية للظروف المناخية والمقبولة التكاليف نسبيا، لكنها أيضا فرصة للتفكير بصفة استراتيجيّة حول كيف يُمكن استعمال هذه التكنولوجيا لتنظيم استغلال المياه الجوفية وتوفير الطاقة في المناطق الريفيّة وتعزيز نماذج استثمار وهياكل تنظيميّة متجدّدة.

III. تطبيقات مستخدمة للطاقة الشمسية في ليبيا

3.1 التقييم السريع

يُمثل "التقييم السريع" طريقة لتقييم مختلف التطبيقات الموجودة التي تستخدم الطاقة الشمسيّة ومن ضمنها أنظمة الريّ. تهدف إلى تحديد أبرز المشاكل والمجالات الشائكة لتقديم التوجيهات بخصوص المزيد من التقييم للوصول إلى مجموعة متنوّعة من الخيارات وإمكانية إعداد خطط استراتيجيّة وطنيّة لتطوير أنظمة الريّ بالطاقة الشمسيّة خاصة في منطقة وادي الشاطئ.

توفّر الصحراء الليبيّة والمناطق الشمالية والشرقيّة للصحراء التي تغطّي 1.665 مليون كم مربع معدّلا يوميا للإشعاع الشمسي على المستوى الأفقي يبلغ 7.1 كيلووات ساعة في المتر مرّبع في اليوم بينما يتجاوز عدد ساعات بزوغ الشمس 3 500 ساعة في السّنة.

كشفت العديد من الدّراسات بأنه يتعيّن على ليبيا على غرار الدول الإفريقيّة الأخرى إعطاء الأولويّة لمشاريع الطاقة الشمسيّة بما أنها تحتضن العديد من المواقع قليلة التكلفة ولديها احتياطي هام بالإضافة إلى تجارب سابقة أثبتت جدواها.

تتعرض جميع أنابيب وخزانات النفط المصنوعة من الفولاذ إلى العوامل البيئية القاسية. لتفادي الأكسدة وقبل ظهور علامات الصدع، يُمكن اعتماد عملية تُعرف بالحماية الكاثودية لحماية أنابيب النفط. تم استخدام أنظمة حماية كاثودية تشتغل بالطاقة الشمسية منذ سنة 1976 لحماية أنبوب النفط الرابط بين ميناء السدرة وحقل النفط بالظهرة. تم إثبات النجاعة الاقتصادية في استخدام الحماية الكاثودية للطاقة الشمسية بشكل بارز.

كما استفادت من الطاقة الشمسية شبكة الاتصالات الليبية المتكوّنة من أكثر من 500 محطة مكرّرة. ففي نهاية سنة 1979، وقّرت الطاقة الشمسية الكهرباء للمحطة المكرّرة (محطة إعادة إرسال) للموجات الدقيقة قرب مدينة زلّة كما تمّ تجهيز ثماني محطات أخرى كلياً بالطاقة الشمسية. لا تزال أربعة وحدات فقط من الأنظمة الأولية في وضع اشتغال لكن النجاح الاقتصادي والفني للمحطات المكرّرة المُشغلة بالطاقة الشمسية شجّع على تحويل بقية المحطات وتجهيزها بالطاقة الشمسية لتعويض مُولّدات الديزل. يبلغ اليوم عدد المحطات المكرّرة للموجات الدقيقة المُشغلة بالطاقة الشمسية ثمانين محطة.

أما بالنسبة لأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية فقد تمّ تركيب المحطات الأولى في قرية العجيلات سنة 1983 ثمّ تبعها تركيب قرابة الأربعين نظاماً آخر بطاقة إجماليّة تبلغ 120 كيلوواط ذروة. في نهاية الثمانينات وبداية التسعينات، قام عبد الوهاب نصرات وهو مهندس كهرباء ومطور تكنولوجيا الطاقات المتجددة بتركيب مرافق لتوليد الكهرباء باستخدام طاقة الرياح و الطاقة الشمسية لتزويد مزرعته وبيته بجواديم قرب مدينة الزاوية. قام بتركيب توربينات طاقة الرياح ونظام لتسخين المياه بالطاقة الشمسية ومجموعة كبيرة من اللوحات الشمسية لتوليد كمية الكهرباء التي يحتاجها بيته ومزرعته بما فيها الإضاءة الخارجية. كما عمل على تطوير نظام استشعار لتتبع القرص الشمسي للاستفادة بقدر الإمكان من مردودية الألواح الشمسية.

على الرّغم من هذه التجارب، فقد تطوّرت تطبيقات الري بالطاقة الشمسية بنسق ضعيف في ليبيا سواء كان ذلك على مستوى الحجم أو نوع التطبيقات.

لكن التجربة أثبتت بأن أنظمة الري بالطاقة الشمسية تُمثل الحل الأمثل لضمان استدامة الطاقة لتوفير مياه الري والشرب والاستجابة لاحتياجات سكّان المناطق الريفية.

3.2 تحديد خارطة مُزوّدتي خدمات أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية

يُمكن لدولة تتوفر فيها الظروف المناخية لليبيا أن تلعب دوراً ريادياً في مجال استخدام الطاقة الشمسية بالاستغلال الأمثل لذروة الست ساعات من السطوع الشمسي في اليوم. لكن لحد اليوم لا تزال ليبيا تعتمد تقريباً كلياً على المصادر التقليدية للنفط والغاز لتوليد الكهرباء دون أي مساهمة ملحوظة من أنظمة الطاقة الشمسية.

توجد بعض محلات التجهيزات المنزلية بمدينة طرابلس تعرض وحدات للطاقة الشمسية لكنها نادراً ما توفّر عناصر كاملة ومتناسقة لإنتاج الطاقة الشمسية كما لم يتمّ إرساء مؤسسات خاصة لتوفير تجهيزات الطاقة الشمسية.

أمّا من ناحية القطاع العام، فهذه الخدمات توفّرها الشركة الليبية العامة للكهرباء التي تتولّى تطوير مشاريع الطاقات المتجددة وتمويلها وربطها بالشبكة وصيانتها. بالإضافة إلى ذلك، فإن الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة في ليبيا مسؤول عن تحديد القدرات المحتملة للطاقات المتجددة ووضع أهدافها وبعث المشاريع المتعلقة بها وتقديم الاستشارة للصناعيين وصانعي السياسات...

3.3 الصّعوبات التي تعترض الشركة العامة للكهرباء

تقوم الشركة العامة للكهرباء بليبيا بمجهودات جبّارة لإيجاد حلول للعديد من المشاكل المؤسّساتية وللتعامل مع العوائق والصّعوبات المنجّرة عن الأوضاع السياسيّة والأمنيّة الراهنة في ليبيا. كما استمرت الشركة العامة للكهرباء في توسيع شبكتها لتوزيع الطاقة على الرّغم من الانقطاعات التي طالت أغلب أنشطة المشاريع الأخرى وصعوبات التمويل بصفة عامة الناتجة عن أحداث 2011.

يؤدّي المناخ الجاف والتصميم غير الملائم للمنازل إلى ضرورة تكييف البيوت في الصيف و تدفئتها في الشتاء. تجدر الإشارة بأن ارتفاع الطلب للطاقة لم يكن نتيجة التنمية الاجتماعية وارتفاع مستوى العيش بل جاء نتيجة الاستخدام غير الناجع والفعال للطاقة.

على الرّغم من حالة عدم الاستقرار السياسي والتحدّيات المالية، أمرت الشركة العامة للكهرباء باقتناء 14 وحدة توليد جديدة بين سنتي 2012 و2017 وأضافت بالتالي 2.295 جيغاوات لقدرة التوليد المتوفرة. ما فتئ استهلاك الطاقة يرتفع منذ سنة 2011 بنسق متسارع بنسبة 4 في المائة في السنة. يتعيّن على الشركة العامة للكهرباء المبادرة بإرساء سياسة تعتمد على إدارة الطلب من أجل التحكم في الارتفاع خاصة بعد استعادة الاستقرار السياسي والمالي وبعد انتعاش الاقتصاد من جديد وتطوّره. لكن قد تحتاج الشركة العامة للكهرباء إلى تشييد قدرة توليد جديدة لمواكبة الطلب المتزايد. أمّا على مستوى نقل الكهرباء قامت الشركة العامة للكهرباء خلال النصف الأول لسنة 2017 بالعمليات التالية:

- اقتناء وحدتين جديدتين بترين الغاز (الخط السريع الخمس وغرب طرابلس)؛
- إتمام عملية صيانة شاملة وإعادة تشغيل الوحدة الخامسة لمحطة كهرباء الجبل الغربي؛
- إضافة 4 خطوط علوية جديدة بقوة 30 كيلوفولت؛
- تشغيل 3 محولات جديدة بسعة 30 و 220 كيلوفولت و 220/66 كيلوفولت؛
- تركيب 4 محولات جديدة بسعة 11/30 كيلوفولت.

IV. مجالات مُحتملة لتطوير أنظمة الريّ المستخدمة للطاقة الشمسية بمنطقة وادي الشاطئ

4.1 الخلفية

يقع وادي الشاطئ في الطرف الشمالي لحوض مرزق ويمتدّ من الغرب نحو الشرق على مسافة تُقارب 200 كيلومتر بمتوسط عرض يبلغ 30 كلم بين خطي الطول 13 00' و 15 00' درجة شرقاً و خطي العرض 27 20' و 27 43' درجة شمالاً. توجد 43 قرية موزعة على طول الوادي تحتضن قرابة 80 ألف ساكن سنة 2012 وتمثل 1.5 في المائة فقط من مجموع السكّان في ليبيا.

4.2 المياه الجوفية

حوض مرزق

يُشكّل وادي الشاطئ الطرف الشمالي الأوسط لحوض مرزق الذي يُغطّي المنطقة الجنوبية الغربية لليبيا. وتحيط به الجبال في شكل دائري ويُغطّي مساحة تُقارب 350 ألف كيلومتر مُربّع. باستثناء وادي الشاطئ ووادي الآجال يتميز الحوض بصفة عامة إما بصحراء حصوية أو بحار من الرّمال ويحتضن نظامين هاميين من الخزانات الجوفية. النظام العلوي أو الخزان النوبي المكون من الأحجار الرملية التابعة للعصر الثلاثي حتى الطباشيري السفلي. والخزان السفلي العائد إلى حقبة الباليوزوي والمكون من أحجار رملية من العصر الكمبري والأردوفيشي والديفوني.

الخزان النوبي غير حبيس ويغطي المنطقة الوسطى للحوض. يتم استغلاله على المستوى المحلي للإنتاج الزراعي وللإستهلاك المنزلي. يزداد سمكه في الوسط حيث يبلغ 1000 متر ليتقلص إلى 300 متراً على الأطراف. غالباً ما تقلّ ملوحة المياه عن 0.5 غرام في اللتر باستثناء الطبقات غير العميقة. لا يستقبل الخزان تغذية في الوقت الحاضر بسبب قلة الأمطار. يلاحظ وجود هبوط موضعي في مناسيب المياه بالمناطق ذات الاستغلال المكثف. تعتمد مناطق مرزق ووادي الحياة (وادي الآجال) في المناطق الوسطى والجنوبية للحوض وتشمل بلديات سبها ومرزق على نظام الطبقات الجوفية النوبيّة لتزويد احتياجاتها المائية الزراعية والمنزلية.

يصبح الخزان الجوي الباليوزوي غير حبيس في الأطراف الخارجية للحوض أما بخلاف ذلك، فهو يقع على أعماق كبيرة تحت الخزان الجوي النوبي. يتم استغلال الخزان الجوي الباليوزوي في الأغراض الزراعية والمنزلية في الأطراف الجنوبية الغربية والشمالية الشرقية للحوض. الخزان ذو تدفق ذاتي أو شبه ارتوازي في كامل الحوض. تُعتبر جودة المياه جيّدة إذ نادرا ما تزيد عن 1 غرام في اللتر. تم تسجيل هبوط طفيف في المستوى البيزومتري بآبار المراقبة إلا أنه محدود الانتشار في مختلف آبار المراقبة على الرّغم من كونها محلية جدا. أما الميل الهيدروليكي فهو من الجنوب الغربي في اتجاه الشمال الشرقي نحو منخفض وادي الشاطئ والسبخات الساحليّة (بُحيرات داخلية مالحة).

الخزانات الجوفية بوادي الشاطئ

يوجد خزانان جوفيان رئيسيان في منطقة وادي الشاطئ: الكمبر و أوردوفيشي والديفوني ويتكون من حجر رملي دقيق إلى متوسط الحبيبات عادة ما يكون شديد التماسك. الخزانات على اتصال مباشر ولها عديد الخصائص المشتركة وبالتالي يمكن اعتبارها وحدة هيدروليكية واحدة بسُمك يتراوح بين 700 وما يزيد عن ألف متر. يقع الخزانان الجوفيان تحت طبقة سطحيّة يتراوح سمكها بين صفر و150 مترا كما توجد طبقة حابسة للماء تنتمي للعصر الكربوني السفلي ومُثل الرابط الهيدروليكي العمودي مع الطبقات الرئيسيّة عبر شقوق وصدوع لتغذي الآبار السطحية بالمنطقة. توجد عديد العيون الطبيعيّة على طول الوادي تستمد مواردها من الخزانات الجوفية الرئيسيّة. يبلغ مُعدّل إجمالي المساميّة لتشكيلات الصخور الرّمليّة 20 في المائة بينما لا تتجاوز المسامية الفعالة نسبة 8 في المائة و مرده أن الطبقات الحاملة للمياه تتكون من حجر رملي شديد التماسك. يرتبط مخزون المياه في هذه الطبقات المائيّة بالمسامية الثانوية الناتجة عن الشقوق والصدوع. الخزانات الجوفية الرئيسيّة بوادي الشاطئ ذات تدفق ذاتي باستثناء الجزء الشمالي من الوادي. غالبا ما تتميز المياه بجودتها إذ يتراوح مجموع الأملاح الذائبة فيها بين 0.3 و 0.6 غرام في اللتر.

هبوط مناسب المياه

ارتفعت تدريجيّا كمّيات المياه الجوفية التي يتم ضخّها خلال العقود القليلة الماضية. كشفت المراقبة الدورية لآبار المراقبة بأن أعلى نسبة لهبوط المياه تمّ تسجيلها في المنطقة الشرقية لوادي الشاطئ بسبب الاستغلال المفرط للمياه الجوفية خاصة على مستوى المشاريع الزراعيّة ببراك أشكدة ووادي اليريل.

المياه الجوفية المهددة

تتسرّب كميات كبيرة من المياه من عديد الآبار المتدفقة ذاتيا والغير متحكم فيها مما أدّى إلى هبوط كبير في مناسب المياه الجوفية بلغ 9.75 أمتار سنة 2006 أي بمعدل 0.48 متر في السنة خلال عقدين من الزمن.

تمكّنت الحكومة الليبية من إصلاح ومراقبة العديد من الآبار المعطلة والعشوائيّة لكن لا تزال الحاجة إلى إصلاح المزيد من الآبار المتضررة قائمة. يعود هذا أساسا إلى التنقيب غير المُراقب عن المياه من طرف المزارعين وعدم الامتثال للتصاميم الصحيحة ولمواصفات المُعدّة من طرف الأقسام الفنية للهيئة العامة للموارد المائية وفروعها. تُقدّر الفوائد السنوية للمياه الجوفية بسبب رؤوس الآبار المتضررة بما يُقارب 20 مليون متر مكعب في السنّة.

الاستغلال للأغراض المنزلية والصناعية

بلغ عدد الآبار العاملة سنة 2007 لتوفير المياه الصالحة للشرب 55 بئرا يتراوح عمقها بين 100 و 250 مترا بمعدّل إنتاج يبلغ 40 متر مكعب في الساعة وإنتاجية يومية تبلغ 33 ألف متر مكعب أو 12 مليون متر مكعب في السنة.

الاستخدام لغايات زراعية

المزارع الخاصة

تُقدَّر كميات المياه المُستعملة في المزارع الخاصة 268 مليون متر مُكعَّب في السنة (2002) لريّ 1960 مزرعة بمعدّل استهلاك يُقدَّر بنحو 15000 متر مُكعَّب في الهكتار كما يستعرضه الجدول عدد 3:

الجدول 3 - المزارع الخاصة

الموقع	عدد المزارع	المساحة المروية (بالهكتار)	استهلاك المياه (مليون متر مُكعَّب/السنة)
تامزاوة	338	3 042	46.26
برقن	290	2 610	39.69
إلدي	473	4 257	64.74
اشكدة	248	2 232	33.94
محروقة	169	1 521	23.13
ونزريك	170	1 530	23.26
براك	272	2 448	37.23
الإجمالي	1 960	17 640	268.27

المشاريع الزراعية

استهلكت المشاريع الزراعية في منطقة وادي الشاطئ سنة 2002 ما يقارب 79 مليون متر مُكعَّب من المياه تم استخراجها من 98 بئرا كما هو موضح بالجدول رقم 4. تُمثّل المشاريع الزراعية مشاريع إنتاجية تُديرها الدولة أو مشاريع استيطانية يملكها مزارعون محليون. انخفض استهلاك المشاريع الزراعية للمياه إلى حوالي 50 مليون متر مُكعَّب في الهكتار لسنة 2006.

الجدول 4 - المشاريع الزراعية

اسم المشروع	نوع المشروع	مساحة مروية (الشتاء/الضيف) (هكتار)	عدد الآبار التي تم حفرها	عدد الآبار العاملة	الاستهلاك (مليون متر مُكعَّب/السنة)
أم الجداول	إنتاجي	4	6	1	0.87
جنوب أشكدة	استيطاني	1 200 / 1 800	25	25	33.6
برقن	إنتاجي	0	10	-	-
دبوات	إنتاجي	200 / 800	28	20	8.03
الاريل	إنتاجي	840 / 2 080	115	52	36.7
الإجمالي		2 244 / 4 684	184	98	79.2

إجمالي المياه الجوفية المستخرجة

يبلغ إجمالي الكميات المُستخرجة من منطقة وادي الشاطئ لمختلف الأغراض بما فيها المياه المفقودة من الآبار الغير متحكم فيها 379 مليون متر مكعب سنة 2007.

نوعية المياه الجوفية

تُشير عديد الدّراسات إلى أن نسبة الملوحة في منطقة وادي الشاطئ تنخفض في وسط الوادي وترتفع عند أطرافه. يبلغ مجموع الأملاح الذائبة حوالي 1 300 مليغرام في اللتر، أما في إدري غربا، تبلغ هذه النسبة 1400 مليغرام في اللتر بينما في وسط الوادي فهي لا تتجاوز 300 مليغرام في اللتر. تمّ تسجيل تركيزات مُرتفعة للحديد تتراوح بين 0.2 مليغرام في اللتر و 7.5 مليغرام في اللتر مع تركيزات عالية للكوريد في منطقة إدري. من ناحية أخرى سُجّلت تركيزات عالية من النترات في المحروقة وبرقن وتركيزات مُرتفعة من الجبس في بوقدقود والمنصورة والزهراء. بالتالي يُمكن اعتبار ملءمة المياه للزراعة مقبولة في مُختلف أنحاء الوادي باستثناء أطرافه الشرقية والغربية (وادي الاريل وإدري).

تُشير الملاحظات الميدانية بأن تجهيزات الآبار مثل رؤوس الآبار وأبابب التغليف والمصافي وأبابب الرّفع بالنسبة للمضخات الغاطسة وشبكات الرّي وتجهيزاتها تتعرّض لنسب مُرتفعة من التآكل بسبب التركيزات المُرتفعة للحديد والأوكسجين المذاب في الماء.

كما أدّى الرّي المُفرط والتدفق الغير متحكم فيه من عديد الآبار الارتوازية إلى ارتفاع ملوحة التربة والمياه وسيتسبّب حتما في الحدّ من استخدام المياه الجوفية للزراعة والشرب.

V. التوجهات الاستراتيجية لتنمية أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسية

5.1 وضع إطار للسياسات الوطنية

يُركّز الإطار الوطني على الالتزام السياسي للتشجيع على تطوّر أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسية. يهدف هذا الإطار إلى تقييم مناخ الاستثمار في أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسية. تنعكس هذه الالتزامات في الأهداف الرسمية والموثوقة التالية:

- إرساء إطار تنظيمي شفاف وقابل للتنبؤ؛
- تيسير الإجراءات الإدارية؛
- إدماج الاستراتيجيات المُشتتة لأنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسية في الاستراتيجية العامة للطاقة؛
- تعبئة الموارد المالية لتنفيذ المشاريع النموذجية.

لضمان الاستقطاب الفعّال للاستثمارات الداخلية والخارجية في مجال أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسية، يتعيّن وضع سياسات لأنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسية في وثائق رسمية ومُلزمة قانونيًا.

ولفهم ظروف الاستثمار في البلاد بشكل أفضل، سيُركّز إطار السياسات على ثلاثة عوامل:

- الالتزام بأنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسية؛
- السياسات الدّاعمة؛
- آليات دعم الطاقة.

5.2 تعزيز القدرات المؤسسية

يتولى جهاز الطاقات المتجددة لليبيا مسؤولية رسم السياسات المتعلقة بالطاقات المتجددة للبلد بالإضافة إلى لاعبين أساسيين آخرين وهما الشركة العامة للكهرباء ومركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية. تمثل هذه المؤسسات الثلاث أبرز الهيئات الفاعلة في مجال أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية.

سيُساعد بناء وتعزيز القدرات المؤسسية على تقييم مؤهلات الدولة وقدرتها على رسم سياسات لأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية ولتقديم الدعم المؤسسي لتطوير مشاريع أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية إذ يتعين ضمان القدرات المؤسسية لتحقيق هذه الأهداف والغايات. ستمكّن القدرات المؤسسية القوية من فحص العناصر الثلاثة الهامة التالية:

- مؤسسات أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية؛

- دعم المشاريع؛

- وجودة نظم الحوكمة.

على الرغم من الأوضاع السياسية الصعبة في ليبيا، تأمل البلاد في فتح سوقها للطاقات المتجددة أمام منتجي الطاقة المستقلين (IPP) إذ أنشأ مؤخرا جهاز الطاقات المتجددة شركة ستعتمد على الشراكة بين القطاعين العام والخاص لمزيد الاعتماد على الاستثمارات الخاصة.

5.3 تطوير الخطط الوطنية وتحسين التشريعات الخاصة بأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية

بالنسبة للتمويل والاستثمار لا يتوقّر في ليبيا صندوق لتمويل مشاريع الطاقة الشمسية. فالمشاريع المخططة حاليا يتم تمويلها عبر موازنة الحكومة المركزية، بما أن قطاع الطاقة لا يزال مغلقا أمام الاستثمارات الخاصة، فإنه لا توجد ضمانات للمستثمرين الخواص لضمان الدفع في إطار اتفاقيات لشراء الطاقة الكهربائية من طرف الحكومة المركزية. كما لا تنتفع مشاريع الطاقة الشمسية بالامتيازات الضريبية الداخلية.

تُشير التوجهات الأخيرة بأن الطلب على الكهرباء سيرتفع خلال السنوات القادمة. يُمكن أن تزيد معدلات النمو السنوية المركبة من 5 في المائة تقريبا إلى 8 في المائة بحلول سنة 2030، لتبلغ 60 ألف إلى 80 ألف جيجاوات ساعة. على عكس ذلك تُشير تقديرات إنتاج الغاز الطبيعي بأن الإنتاج سيرتفع على المدى القصير ثم سيبدأ في التراجع بعد سنة 2020.

يُمكن أن تتم إعادة هيكلة نظام الدعم كما يُمكن أن يتعرّض في النهاية للتقليص في نسبة كبيرة منه. أما أنظمة الري بالطاقة الشمسية فيمكن أن تمثل أول الغيث لانتشار اقتصاد الطاقة الشمسية على نطاق واسع. فأنظمة الري بالطاقة الشمسية خيار تكنولوجي نظيف للري يُمكن من استعمال الطاقة الشمسية لضخ المياه وتعويض موارد الطاقة الأحفورية والتقليص من انبعاثات غازات الدفيئة من الزراعة المروية. ترتبط استدامة أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية كثيرا بطريقة التصرف في الموارد المائية وفي كيفية تخطيط وإدارة أنظمة الري على المدى البعيد.

يُمكن لأنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية التخفيض في انبعاثات غازات الدفيئة وتطوير أنشطة ريّ بانبعاثات محدودة. يُمكن أن توفر أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية مصدرا موثوقا للطاقة ليس فقط في المناطق النائية لكن أيضا في مختلف أنحاء البلاد. يُمكن لهذه الأنظمة أن تساهم في نشر الطاقة الكهربائية في المناطق الريفية والتقليص في تكاليف الطاقة ليس فقط في مجال الري لكن أيضا في مجال استهلاك الكهرباء بصفة عامة. يجب إدراج أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية في القوانين واللوائح الحكومية الخاصة بالمحافظة على المياه لضمان الاستخدام المستدام للموارد المائية الشحيحة ولتفادي الضخ المفرط للمياه الجوفية.

تستوجب أنظمة الري بالطاقة الشمسية تكاليف عالية على مستوى الاستثمار وتحتاج إلى تسهيلات مالية مُتجددة بتيسير شروط الانتفاع بقروض من المصارف والحصول على وسائل الدعم لتجاوز هذه العقبة. يُمكن تطبيق أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية على مستويات متعددة تتراوح بين حدائق الخضروات إلى المزارع الشاسعة.

يظل النفط والغاز موردين هامين لتوليد الكهرباء وما فتئت الحاجة إليهما تتضاعف. بسبب الصراع الدائر في البلاد والأضرار التي طالت البنية التحتية وتراجع الاقتصاد الوطني، لم تتمكن الشركة العامة للكهرباء خلال الثمانية سنوات الماضية من الاستجابة لطلبات الحصول على الطاقة. لذلك تكتسي القدرات المحتملة للطاقة الشمسية أهمية قصوى لتحسين الأوضاع الحالية والمستقبلية للطاقة.

5.4 تأمين توفّر أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية

يُساعد توفّر الكهرباء على فتح اقتصاد البلاد أمام المُستثمرين. عندما يرتفع نسق الاستثمار، يرتفع الطلب للحصول على الكهرباء بالتوازي مع بعث مشاريع جديدة. يجب الحرص على الارتفاع التدريجي والمستمر في إنشاء مشاريع كبرى لتوليد الطاقة الكهربائية. كما سينتج عن توفّر الكهرباء إنشاء مشاريع حيوية وناجحة في المجال الزراعي. لكن اليوم تكاثرت انقطاعات الكهرباء وتعطلت الشبكة بسبب عدم الاستقرار السياسي والظروف الأمنية الهشة. يُمكن لمشاريع أنظمة الري بالطاقة الشمسية أن تضع حداً لأزمات الكهرباء المسترسلة.

يجب التأكيد على استخدام أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية بصفقتها خياراً استراتيجياً. فالانتقال من وقود يُسبب التلوّث وباهض التكاليف من حيث التشغيل والصيانة إلى موارد شمسية نظيفة يكتسي أهمية قصوى. تُعدّ ليبيا من ضمن الدول الأولى في العالم التي تتمتع بأفضل وأطول الساعات المشمسة في اليوم التي تمتدّ على مدى سبع مناطق تكون الأيام المشمسة فيها طويلة وتتراوح بين ذروة 5.2 ساعة مشمسة في اليوم في أقصى الشمال الشرقي إلى 6.9 ساعات مشمسة في اليوم في الجنوب الغربي. بالنظر إلى هذه الظروف تُعدّ الطاقة الشمسية أكثر فعالية واستدامة واستقرار علاوة على كونها منخفضة التكاليف.

5.5 ضمان استدامة أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية

يؤدّي الاعتماد على استخدام الوقود الأحفوري لإنتاج الطاقة إلى ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. تُشير الدّراسات بأن الاستمرار في استخدام النفط والغاز الطبيعي في ليبيا سيؤدّي إلى تقديرات غير مؤكّدة حول النسبة العامة للتأثير على البيئة بما فيها نسب تلوّث التربة والماء والهواء والاحتباس الحراري والتغيرات المناخية.

تمّ تحقيق العديد من الإنجازات خلال السّنوات القليلة الماضية لكي تُصبح الطاقات المتجدّدة صالحة للاستعمال جنباً إلى جنب مع الموارد التقليدية للطاقة. تُعتبر أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية في ليبيا أمراً حتمياً وموثوقاً به تضمنه الساعات الطويلة والمشمسة ومُمكن البلاد من الاستغناء على أنظمة الطاقة التقليدية بشكل اقتصادي ومريح ودائم. بالتالي، يتعيّن الآن الرّبط بين الاحتياجات المحليّة للطاقة وتوليد أنظمة الري المستخدمة للطاقة الشمسية واستعمالاتها. تُشير بيانات أصدرها قسم التخطيط والدّراسات بالجهاز الليبي للطاقات المتجدّدة خلال شهر فبراير 2011 إلى وجود خطة للطاقات المستدامة والمتجدّدة لبلوغ نسبة 30 في المائة سنة 2030.

VI. الخاتمة والتوصيات

بالاعتماد على المراجعة الدّقيقة وبيانات المسح الأولي للموارد المائية المتوفرة في ليبيا و المستعرضة في هذا التقرير، ستواجه البلاد فترات من النقص الحاد في الموارد المائية والطاقة خلال العقود القادمة. تُمثل أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة مقارنةً مُتجدّدة و مستدامة للحثّ على تطوير ونشر حلول للطاقة النظيفة وبالتالي تعزيز الإنتاجيّة الزراعيّة.

تمّ إعداد مجموعة من التوصيات لتحديد الاتجاه الاستراتيجي وللتشجيع على اعتماد أنظمة الرّي المستخدمة بالطاقة الشمسيّة في ليبيا. يجب أن يبدأ المسار بتصميم إطار للسياسات يشمل تعهّدات سياسيّة تُساعد على تطوير أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة وتقييم الاستثمارات المتصلة بها. يجب أن يُهدّ لهذا الإطار وضع منظومة قانونيّة شفّافة تتفق و تتناسق مع الإجراءات الإداريّة الجاري بها العمل اليوم. إن إدراج استراتيجيّة أنظمة الرّي بالطاقة الشمسيّة ضمن الاستراتيجية العامة للطاقة يتطلّب وضع خطة عمل واضحة تشمل تعبئة الموارد المالية لمشاريع نموذجيّة وسياسات داعمة لها وبرامج لبناء القدرات.

سيُساهم تطوير القدرات المؤسّساتية بعد إنجازه في المساعدة على صياغة السياسات المُتعلّقة بأنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة ونجاح المشاريع المُتعلّقة بها، وبالتالي في المساعدة على تحقيق النتائج المنشودة.

بالاعتماد على وجهات النظر الاقتصاديّة والفنيّة، تُمثل أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة حلاً ناجحاً وفعّالاً لدعم قطاع الكهرباء في السياق الليبي. يتعيّن التدخل العاجل على المستوى الوطني لتحديث الخطط واللوائح والقوانين لدعم أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة مع ضمان توفرها واستدامتها. يجب أن تتركز الجهود على التطبيقات الصغرى والمتوسطة والكبرى بالاعتماد على الرّكائز التالية:

- المُساهمة في الاستثمار وفي الاقتصاد؛

- تعزيز الوعي الاجتماعي وبناء القدرات حول منافع وفوائد أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة؛

- خطة لدعم أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة؛

- تطوير أنشطة البحث في مجال أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة.

يجب العمل على إعداد خارطة طريق واضحة لنشر استخدام أنظمة الرّي بالطاقة الشمسيّة على نطاق واسع على طول الشريط الساحلي وكذلك في المناطق الجنوبيّة.

سيكون التواصل مع المؤسسات الليبيّة والسلطات الحكوميّة هاماً جداً وسيُساهم وضع آلية تثقيفية كبرى في رفع وعي المزارعين المحليين على الشريط الساحلي ووادي الشاطئ مثلاً في براك وكذلك في مناطق الجنوب الاخرى.

تُمثل حملات رفع الوعي والتثقيف حول أفضل الطرق لاستخدام المياه آليات هامة جداً يجب العمل على تنفيذها في المناطق المُستهدفة (الشريط الساحلي ومناطق الجنوب) نظراً لأنّ التحديّات التي تواجه أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة تتعلق أساساً بالتنظيم المؤسّساتي وبالمقاومة المُجتمعيّة.

يجب إدراج الإطار المُتوقّع للسياسات الذي يشمل مُختلف التعهّدات السياسيّة لتمكين تطوّر أنظمة الرّي المستخدمة للطاقة الشمسيّة في إطار استراتيجيّة الطاقة المُتجدّدة التي تمّ تحديدها مؤخراً. يجب أن تضبط الاستراتيجية أهدافها الأساسيّة بالإضافة إلى الإطار المؤسّساتي المطلوب في ظلّ الظروف الصّعبة الراهنة.

References

- Basim Belgasim, Yasser Aldali, Mohammad J. R. Abdunnabi, Gamal Hashem, Khaled Hossin. 2018. *The potential of concentrating solar power (CSP) for electricity generation in Libya*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 90, pp. 1-15.
- Bredeh, J. 2007. *Domestic Water Supply in Murzuq, Sebha, Ghat, Wadi Alhayat, Wadi Shati*. GWA. (Arabic), Tripoli.
- General Desalination Company (GDC). 2018. *Production of desalination plants from 2010 to 2017*.
- Ibrahim, M. Saleh, Nureddin Kreema, Mohamed Khalat. 2017. *Renewable Energy in Libya*. International Conference on Renewable Energy for Developing Countries.
- Idrotecneco. 1982. *Hydrogeological Study of Wadi Ash Shaatti, Al Jufrah and Jabal Fezzan area*. Report to Secretariat of Agricultural Reclamation and Land Development, Libya. 8 volumes.
- Illy, P. 1984. *Groundwater development control of Murzuq basin*. Tripoli.
- Amer Kadem, Zakariya Rajab, Ashraf Khalil, Ahmed Tahir, Asma Alfergani, Faisal A. Mohamed. 2018. *Economic feasibility, design, and simulation of centralized PV power plant*. The 9th International Renewable Energy Congress (IREC 2018).
- Ashraf Khalil, Zakariya Alfaituri, Ali Asheibi. 2016. *The economic feasibility of photovoltaic systems for electricity production in Libya*. The 7th International Renewable Energy Congress (IREC). pp. 1-6.
- Khoja, A., Baggas, A. and AlJaer, A. 2010. *Report on the Problems Facing the Drainage Network in Brak-Ashkeda Project*. GWA. (Arabic), Tripoli.
- Manam W. B. Saaed, Yacoub M. El-Barasi & Rebeh O. Rahil (2019): *Our present knowledge about the history and composition of the vegetation and flora of Libya, Webbia*.
- Manmade River Authority. 2017. *Presentation on drinking water supply. Workshop on the state of water and sanitation in Libya*. Ministry of Planning / UNICEF. January 8-9, 2017. Tunisia.
- Mott MacDonald. 1994. *General Plan for the Utilization of the Great Man-Made River Waters, Phase II. Final Water Management Plan*. GMRWUA, Tripoli.
- Pallas, P. and Salem, O. 1999. *Water Resources Utilization and Management of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya*. Proceedings, International Conference on Regional Aquifer Systems in Arid Zones – Managing Non-Renewable Resources. UNESCO.
- Salem, O. 1995. *Groundwater Basins of Libya*, IFCP, Cairo.
- Salem, O. 1988. *Groundwater in the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya, in Groundwater in North and West Africa*. Natural Resources/ Water Series No. 18. UN. New York.
- Salem, O. 1992. *The Great Man-made River Project. A Partial Solution to Libya's future Water Supply*. Water Resources Development, Vol. 8, N.4.
- Salem, O. 1996. *Groundwater Legislations in Libya*. Paper Submitted to the Sub-regional Meeting on the Northern Sahara Basin. OSS. Tunis 12-15 May 1996.
- Salem, O. 2005. *National Report on Water Development*. Report submitted as the Libyan contribution to the African Water Development Report 2006, UN-Water/Africa, ECA, 65 pp.
- Salem, O. 2009. *National Water Policy Review and Management of Water Scarcity in Libya*. In: L'etat des Ressources en Eau au Maghreb en 2009. UNESCO Office in Rabat, pp 87-103.
- Salem, O. 2018a. *Inter-Basin Water Transfer in Libya*. International Conference on Lake Chad. Abuja, Nigeria. 26 – 28 February 2018.
- Salem, O. 2018b. *Domestic Water Supply and Sanitation in Libya*. In: A Better World Volume 3 – Ensure Access to Water and Sanitation for All. Tudor Rose. London, pp 93-95.
- Salem, O. 2018c. *Can the Water and Sanitation Sector in Libya Meet the Goals of Sustainable Development 2030*. Libya First International Water Conference. Assembly of Libyan Academics & Experts (ALAE). Tripoli, 24-26 April, 2018. (Arabic).
- Secretariat of Planning – Survey Department. 1978 *National Atlas of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya*. Tripoli.

- أمانة التخطيط - مصلحة المساحة. 1978. الأطلس الوطني للجماهيرية العربية الليبية. طرابلس.
- ريدح، جمال. 2007. مصادر مياه الشرب لمناطق مرزق، سبها، غات، وادي الحياة، وادي الشاطئ. الهيئة العامة للمياه. طرابلس.
- جهاز تنفيذ وإدارة مشروع النهر الصناعي. 2017. عرض حول إمدادات مياه الشرب. ورشة عمل حول وضع المياه والصرف الصحي في ليبيا. وزارة التخطيط / اليونيسيف. 8-9 يناير 2017. تونس.
- الخوجة، علي، علي بقص، عبد المولى الجاير. 2010. تقرير حول مشاكل شبكة الصرف بمشروع براك - أشكدة الزراعي. الهيئة العامة للمياه. طرابلس.
- سام، عمر امحمد. 2018. مدى مواكبة قطاع المياه والصرف الصحي في ليبيا لأهداف التنمية المستدامة 2030. مؤتمر ليبيا الدولي الأول للمياه. جمعية الأكاديميين والخبراء الليبيين. طرابلس 24-26 أبريل 2018.
- الشركة العامة للتحلية. 2018. إنتاج محطات التحلية خلال الفترة من 2010 إلى 2017.
- اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي في ليبيا (1999). دراسة الوضع المائي والاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية للفترة 2000-2025. اللجنة الشعبية العامة. طرابلس.
- الهيئة العامة للمياه (2006). الوضع المائي للموارد المائية في ليبيا. طرابلس.

المكتب الإقليمي الفرعي لشمال إفريقيا

fao-ly@fao.org

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

تونس، تونس