

ابواب الأول

"الموارد المائية في مصر"

oboeikanadi.com

جدول المحتويات

الصفحة	الموضوع
٣١	جدول المحتويات
٣٦	قائمة الجداول
٣٨	قائمة الأشكال
٣٩	١- مقدمة
٣٩	١-١ تمهيد
٤٠	٢-١ الأمطار والسيول
٤٠	٣-١ نهر النيل
٤١	٤-١ المياه الجوفية
٤١	٥-١ تدوير عوادم الاستخدامات المائية
٤٢	٦-١ التحلية
٤٢	٧-١ الرصيد المائي لمصر
٤٣	٢- الأمطار والسيول
٤٣	١-٢ تمهيد
٤٤	٢-٢ خصائص الأمطار فى مصر
٤٦	٣-٢ التوزيع الزمانى والمكانى للأمطار
٤٨	٤-٢ استغلال مياه الأمطار
٥١	٥-٢ السيول وأسباب وأماكن حدوثها
٥٥	٦-٢ كيفية مجابهة السيول والحد من خطورتها
٥٧	٧-٢ الاستفادة بمياه السيول
٥٩	٣- نهر النيل
٥٩	١-٣ تمهيد

الصفحة	الموضوع
٥٩	٢-٣ الإمكانات المائية لنهر النيل
٦١	١-٢-٣ الهضبة الإثيوبية
٦٣	٢-٢-٣ الهضبة الاستوائية
٦٥	٣-٢-٣ حوض بحر الغزال
٦٧	٤-٢-٣ إمكانات توليد الطاقة الكهربائية
٦٨	٥-٢-٣ المياه الجوفية
٦٩	٦-٢-٣ الثروة السمكية
٧٠	٣-٣ الدراسات البيئية عن نهر النيل
٧٠	١-٣-٣ مشروع الدراسات البيئية لهضبة البحيرات الاستوائية
٧٠	٢-٣-٣ الدراسة التشخيصية للمشكلات البيئية في حوض نهر النيل
٧١	٣-٣-٣ الرؤية المشتركة والدراسات التي اتفق عليها في مبادرة البنك الدولي
٧١	٤-٣ التعاون بين دول حوض النيل
٧١	١-٤-٣ التعاون على المستوى الثنائي
٧٦	٢-٤-٣ التعاون على المستوى الإقليمي
٨٢	٥-٣ الرؤية المستقبلية لتنمية موارد نهر النيل
٨٢	١-٥-٣ الهضبة الاستوائية
٨٥	٢-٥-٣ الهضبة الإثيوبية
٨٧	٦-٣ تأثير مشروعات أعالي النيل على حصة مصر المائية
٨٧	١-٦-٣ الهضبة الاستوائية
٨٨	٢-٦-٣ الهضبة الإثيوبية
٨٩	٧-٣ مشروعات أعالي النيل لزيادة حصة مصر والسودان
٩٠	١-٧-٣ مشروع تقليل الفاقد من مستنقعات بحرى الجبل والزراف ومشروع قناة جونجلي
٩٣	٢-٧-٣ مشروع تقليل الفاقد من مستنقعات مشار وحوض نهر السوبات

- ٩٣ ٣-٧-٣ مشروع تقليل الفاقد من منطقة مستنقعات حوض بحر الغزال
- ٩٤ ٤-٧-٣ الآثار البيئية للمشروعات المقترحة
- ٩٧ ٨-٣ التحديات التي تواجه تنمية نهر النيل
- ٩٧ ١-٨-٣ الظروف الاقتصادية لدول حوض النيل
- ٩٧ ٢-٨-٣ الظروف السياسية والخلافات العرقية والقبلية
- ٩٨ ٣-٨-٣ الإمكانات البشرية والمؤسسية فى مجال تنمية الموارد المائية
- ١٠٠ ٩-٣ منهج التعاون مع الدول النيلية
- ١٠٤ ٤- موارد المياه الجوفية
- ١٠٤ ١-٤ تمهيد
- ١٠٦ ٢-٤ الأوضاع الجيولوجية للخرانات الجوفية وخصائصها الهيدروجيولوجية
- ١٠٦ ١-٢-٤ الخزان الجوفى بوادى النيل والدلتا
- ١١٤ ٢-٢-٤ الخزانات الساحلية على البحرين المتوسط والأحمر
- ١٢٨ ٣-٢-٤ الخزان الجوفى بمكون رمال المغرة
- ١٣١ ٤-٢-٤ الخزان الجوفى بالصخور الجيرية المتشققة
- ١٣٦ ٥-٢-٤ الخزان الجوفى بمكون رمال النوبيا
- ١٤٦ ٦-٢-٤ الخزان الجوفى بصخور القاعدة
- ١٤٩ ٣-٤ إمكانات المياه الجوفية المتاحة
- ١٤٩ ١-٣-٤ الخزان الجوفى بوادى النيل والدلتا
- ١٥٤ ٢-٣-٤ الخزانات الجوفية الساحلية
- ١٥٨ ٣-٣-٤ الخزان الجوفى بمكون رمال المغرة
- ١٥٩ ٤-٣-٤ الخزان الجوفى بالصخور الجيرية المتشققة
- ١٥٩ ٥-٣-٤ الخزان الجوفى بمكون رمال النوبيا
- ١٦٦ ٤-٤ تلوث المياه الجوفية
- ١٦٧ ١-٤-٤ منطقة الدلتا وحوافها الصحراوية

١٦٩	٤-٤-٢ مناطق الصحراء الغربية والشرقية
١٦٩	٤-٤-٣ منطقة الساحل الشمالى الشرقى
١٧٠	٤-٥ إجراءات حماية مصادر المياه الجوفية من التدهور
١٧١	٤-٦ اقتصاديات المياه الجوفية
١٧٥	٥- إعادة استخدام مياه الصرف الزراعى
١٧٥	٥-١ تمهيد
١٧٦	٥-٢ الممارسات الحالية لإعادة استخدام مياه الصرف
١٧٦	٥-٢-١ إعادة الاستخدام على نهر النيل وفرعيه
١٧٩	٥-٢-٢ إعادة استخدام مياه الصرف على بحر يوسف والفيوم
١٨٠	٥-٢-٣ إعادة استخدام مياه الصرف على ترع منطقة الدلتا
١٨٢	٥-٢-٤ الاستخدامات غير القانونية لمياه الصرف
١٨٣	٥-٢-٥ تقييم الممارسات الحالية لإعادة الاستخدام
١٨٥	٥-٣ كميات مياه الصرف ونوعيتها بالدلتا
١٨٥	٥-٣-١ تصنيف مياه الصرف الزراعى بالدلتا
١٨٩	٥-٣-٢ الكميات المتاحة للتوسع فى إعادة الاستخدام
١٩١	٥-٤ أهم معوقات التوسع فى إعادة استخدام مياه الصرف
١٩١	٥-٤-١ الحفاظ على الحياة الطبيعية فى البحيرات الشمالية
١٩٢	٥-٤-٢ التوازن الملقى لأراضى الدلتا
١٩٣	٥-٤-٣ التعارض مع برامج تطوير الري السطحى
١٩٣	٥-٤-٤ تأثير مشروع توشكى على كميات ونوعيات مياه الصرف
١٩٣	٥-٥ الآثار البيئية المحتملة لإعادة استخدام مياه الصرف الزراعى
١٩٦	٦- إعادة استخدام مياه الصرف الصحى
١٩٦	٦-١ تمهيد

الموضوع	الصفحة
٢-٦ كميات مياه الصرف الصحي الحالية والمستقبلية	١٩٦
٣-٦ نسبة الكميات المعالجة الحالية والمستقبلية	١٩٨
٤-٦ الممارسات الحالية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي	٢٠٠
٥-٦ خطط الدولة للتوسع فى إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة	٢٠١
٦-٦ الأثار البيئية المحتملة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة	٢٠٢
١-٦-٦ الأثار البيئية المحتملة على النبات	٢٠٢
٢-٦-٦ الأثار البيئية المحتملة على البيئة المحيطة	٢٠٤
٧-٦-٦ تحلية مياه البحر والمياه الضاربة إلى الملوحة	٢٠٦
١-٧ تمهيد	٢٠٦
٢-٧ طرق التحلية المختلفة	٢٠٧
٣-٧ استهلاك الطاقة	٢١١
٤-٧ المحطات الثنائية الغرض	٢١٣
٥-٧ تحلية المياه واقتصادياتها	٢١٤
٨- الخلاصة	٢١٧
٩- المراجع	٢٢١

قائمة الجداول

الصفحة	الجدول
٥٣	(١-٢) السيول بصعيد مصر خلال العقود الثلاثة الأخيرة
٥٤	(٢-٢) السيول بشبه جزيرة سيناء خلال العقود الثلاثة الماضية
٦٨	(١-٣) إمكانيات توليد الطاقة الكهربائية بحوض نهر النيل
٨٤	(٢-٣) تقديرات دول شرق أفريقيا لاستخداماتها المائية
٩٩	(٣-٣) مستوى دخل الفرد في دول حوض النيل
١٤٨	(١-٤) مناطق الأولوية لتنمية واستغلال الخزان الجوفى بمكون رمال المالحة بسيناء
١٥١	(٢-٤) إمكانيات المياه الجوفية المتاحة في خزان وادى النيل ومعدلات السحب الحالى والمستقبلى (مليون متر مكعب/سنة)
١٥٣	(٣-٤) إمكانيات المياه الجوفية المتاحة من خزان الدلتا الجوفى ومعدلات السحب الحالى والمستقبلى (مليون متر مكعب/سنة)
١٥٧	(٤-٤) معدلات التغذية السنوية وكميات السحب من الخزان الجوفى بالشريط الساحلى العريش /الشيخ زويد / رفح (مليون متر مكعب /سنة)
١٦١	(٥-٤) إمكانيات المياه الجوفية المتاحة من خزان رمال النوبيا بالصحراء الغربية ومعدلات السحب الحالى والمستقبلى (مليون متر مكعب /سنة)
١٦٥	(٦-٤) معدلات السحب المقترحة من الخزان الجوفى لرمال المالحة بسيناء (مليون متر مكعب /سنة)
١٧٤	(٧-٤) تكلفة إنتاج وحدة المياه فى الخزانات الجوفية فى مصر
١٨١	(١-٥) كميات وتركيز الأملاح بمياه الصرف المعاد استخدامها خلال الفترة ٩٦/٩٥ - ٨٥/٨٤
١٨٧	(٢-٥) كميات (مليون متر مكعب) ودرجة ملوحة (جزء فى المليون) مياه

الجدول

الصفحة

الصرف المتدفقة إلى البحر خلال الفترة ٨٥/٨٤ - ٩٦/٩٥

- (١-٦) المستويات المختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي والاستفادة منها ٢٠٣
- (١-٨) الرصيد المائي الحالي والمستقبلي لمصر (مليار متر مكعب / السنة) ٢١٨

قائمة الأشكال

الصفحة	الشكل
٤٧	(١-٢) المعدل السنوى لكمية الهطول بالمليمتر
٦٠	(١-٣) حوض نهر النيل ومنابعه
١٠٥	(١-٤) الأقسام الجغرافية فى جمهورية مصر العربية
١٠٧	(٢-٤) التوزيع السطحى لأحواض الخزانات الجوفية الرئيسية فى مصر
١٠٨	(٣-٤) قطاع هيدروجيولوجى لوادى النيل
١١١	(٤-٤) قطاع هيدروجيولوجى لدلتا النيل
١١٣	(٥-٤) خريطة الضغوط البيزومترية للخزان الجوفى بالدلتا وحواقيها
١١٧	(٦-٤) مناطق الخزانات الساحلية بسيناء
١٢٥	(٧-٤) الخزانات الجوفية بالصحراء الشرقية وساحل البحر الأحمر
١٢٩	(٨-٤) الخزان الجوفى بمكون المغرة بالصحراء الغربية
١٣٧	(٩-٤) حدود حوض الخزان الجوفى لمكون رمال النوبيا
١٣٩	(١٠-٤) خريطة السمك الكلى لتكوين رمال النوبيا بالصحراء الغربية
١٤٠	(١١-٤) خريطة الضغوط البيزومترية للخزان الجوفى برمال النوبيا بالصحراء الغربية
١٤٥	(١٢-٤) خريطة الضغوط البيزومترية للخزان الجوفى بمكون رمال المالحة بسيناء
١٦٢	(١٣-٤) إمكانيات مصادر المياه الجوفية بالخزان الجوفى لرمال النوبيا بالصحراء الغربية
١٩٧	(١-٦) حجم تصرفات الصرف الصحى بمحافظات مصر
١٩٩	(٢-٦) السعة التصميمية لمحطات الصرف والعجز والزيادة فى السعة

١- مقدمة

١-١ تمهيد

يقدم هذا الباب تقييماً للموارد المائية المصرية التقليدية وغير التقليدية ومدى استغلالها في الوقت الحاضر وإمكانات تنميتها في المستقبل المنظور، وقد اعتمد هذا التقييم على الدراسات السابقة والتي قامت بها جهات تنفيذية وأكاديمية وبعض المشاريع والدراسات التي قامت بها جهات أجنبية لصالح الجهات التنفيذية. وفي نفس الوقت انعكست خبرة القائمين على هذه الدراسة في تحليل نتائج الدراسات السابقة وترجيح ما هو صحيح منها مع الإشارة إلى الحاجة إلى دراسات إضافية لبعض الموارد المائية للتأكد من إمكاناتها وكيفية إدارتها واستغلالها.

وتتمثل الموارد المائية المتوفرة أساساً في حصة مصر من مياه النيل والتي تبلغ ٥٥,٥ مليار متر مكعب سنوياً حسب اتفاقية مصر والسودان عام ١٩٥٩م، والكميات المحدودة من مياه الأمطار والسيول، والمياه الجوفية العميقة في الصحراء سواء الغربية أم الشرقية وفي سيناء وهي غير متجددة تقريباً ويمكن استغلالها خلال فترات زمنية طويلة يخطط لها حسب الظروف التنموية وحسب مدى الحاجة لمياهها. أما موارد المياه غير التقليدية فتشمل إعادة استخدام عوادم استخدامات الزراعة والصناعة والسكان من مياه صرف زراعي وصحى وصناعي، واستغلال المخزون الجوفي الضحل في الدلتا والوادي والذي تأتي مياهه من تسرب مياه النيل أو من الترعر والمصارف ومياه الزراعة، وأخيراً التحلية كمورد مائي يمكن استغلاله خاصة على شواطئ مصر الممتدة شرقاً وشمالاً وأيضاً لبعض الأحواض الجوفية ذات المياه الضاربة للملوحة.

٢-١ الأمطار والسيول

يقدم هذا الباب عرضاً سريعاً لأنواع العواصف الممطرة في مصر وأسباب حدوثها وكمياتها وتوزيعها المكاني والزمني، مع توصيات لكيفية استغلالها بما يزيد من رصيد مصر المائي. وتتطرق الدراسة أيضاً لظاهرة السيول والتي تحدث بسيناء وجنوب مصر وأسباب حدوثها وكمياتها، وتعرض الوسائل المختلفة للحماية من أخطار السيول مع الاستفادة بمياهها في تعزيز مواردنا المائية المحدودة.

٣-١ نهر النيل

يقدم هذا الباب تحليلاً لإمكانات نهر النيل المائية من خلال استعراض أهم روافده في الهضبة الإثيوبية والهضبة الاستوائية وحوض بحر الغزال، والوفاقد المائية الهائلة في منابعه المختلفة. ويقدم الباب عرضاً لإمكانات نهر النيل في توليد طاقة كهرومائية ستكون لها آثار اقتصادية إيجابية على شعوب دول الحوض، بالإضافة إلى إمكانات أخرى من ثروة سمكية ومياه جوفية متجددة يمكن الاعتماد عليها في التنمية وخاصة في دول المنبع. ونستعرض هنا أيضاً برامج التعاون ما بين دول الحوض والاتفاقيات والمعاهدات الموقعة بينها، وآفاق تطوير هذا التعاون بما يعود على جميع دول الحوض بالفائدة، ومحددات وتحديات هذا التطوير، مع تحليل لأثر مشاريع أعالي النيل على حصتي مصر والسودان. وتتطرق الدراسة للمشاريع الممكن تنفيذها مع السودان لزيادة الحصص المائية لكل منهما وذلك في مناطق السدود ومستنقعات مشار ومستنقعات بحر الغزال. وتختتم الدراسة بتصور مصر لمنهج التعاون المستقبلي مع دول الحوض بما يحفظ حقوق مصر المائية ويزيد من أواصر التعاون مع هذه الدول وتلبية احتياجاتها.

١-٤ المياه الجوفية

تم تصنيف الأحواض الجوفية فى مصر إلى ٦ خزانات منها خزان حوض وادى النيل والدلتا، والخزانات الساحلية والخزان الجوفى بتكوين رمال المغرة، والخزان الجوفى بالصخور الجيرية، والخزان الجوفى بمكون رمال النوبيا، والخزان الجوفى بصخور القاعدة. وتعرض هذه الدراسة وصفاً لهيدروجيولوجية هذه الخزانات الجوفية مع تصنيف لمعاملاتها الهيدروليكية وتحليل لمعدلات التغذية إن وجدت سواءً من الأمطار أم من المسطحات المائية. وتتطرق الدراسة إلى حجم المخزون الجوفى وإمكانات استغلاله مع حصر للاستخدامات الحالية لمياه هذه الخزانات، وتناقش مشاكل تلوث المياه الجوفية من حيث مصادرها وتأثيرها على المخزون الجوفى والإجراءات المطلوبة لحماية هذه الثروة المائية من الاستنزاف والتلوث. وأخيراً تنتهى هذه الدراسة بتقييم تكاليف استغلال مياه هذه الخزانات المختلفة.

١-٥ تدوير عوادم الاستخدامات المائية

تدوير الصرف الزراعى والصحى من الممارسات المائية المستقرة فى مصر والمستخدمه من عشرات السنين لزيادة كفاءة المنظومة المائية وللإيفاء بالاحتياجات المائية المتزايدة. وتمثل مياه الصرف الزراعى أهم هذه الموارد، حيث يستخدم من هذه المياه كميات هائلة سواءً عن طريق محطات الخلط الحكومية أو عن طريق المزارعين أنفسهم لزراعة المحاصيل الشريهة للمياه أو لتعويض النقص فى مياه الرى فى نهايات الترع وخاصة فى أوقات أقصى الاحتياجات. وتمثل مياه الصرف الصحى المعالجة مصدراً آخر للمياه، تجرى حالياً إعادة استخدامها ومن المخطط التوسع فى ذلك لسد الحاجة المستقبلية لمزيد من المياه خاصة فى القطاع الزراعى. وتناقش هذه الدراسة الممارسات الحالية لتدوير عوادم الاستخدامات المائية، وإمكانات ومحددات التوسع فيها فى المستقبل المنظور، ومدى الاعتماد عليها فى الميزانية المائية لمصر.

٦-١ التحلية

يعرض هذا الباب مسحاً سريعاً للوسائل التكنولوجية المختلفة للتحلية وأكثر هذه الطرق شيوعاً ومحدداتها الفنية واستخدامات الطاقة لكل منها. ثم تتطرق الدراسة إلى المحطات ثنائية الغرض لتحلية المياه وتوليد الكهرباء فى نفس الوقت ومميزاتها الاقتصادية وعيوبها الفنية، وتتطرق أيضاً لاقتصاديات تقنيات التحلية المختلفة وإمكانات استخدام مياهها لأغراض الشرب والزراعة، وفرق تكاليف تحلية مياه البحر عن تحلية المياه الضاربة للملوحة.

٧-١ الرصيد المائى لمصر

ينتهى هذا الباب بملخص لإمكانات مصر المائية الحالية والمستقبلية حتى عام ٢٠٢٠م وبما يعكس إمكانات تنمية مواردنا المائية سواء بحسن استغلال الأمطار والسيول، أم من خلال مشاريع أعالي النيل لزيادة حصة مصر المائية، أم زيادة استغلال الخزانات الجوفية، وإعادة تدوير عوادم الاستخدامات، والتحلية.

٢- الأمطار و السيول

١-٢ تمهيد

تقع مصر فى منطقة شديدة الجفاف شحيحة المطر، حيث تبلغ كميات الأمطار على الساحل الشمالى ما يزيد قليلاً عن ٢٠٠ مم/ سنة وتقل عن ذلك فى معظم أنحاء مصر. ونستعرض هنا خصائص وأنواع الأمطار التى تسقط على جمهورية مصر العربية وتوزيعها الزمانى والمكانى، وكذلك المتوسطات السنوية وكميات الأمطار التى يمكن الاستفادة بها.

تمثل السيول ظاهرة طبيعية تصاحب عدم الاستقرار فى الظروف المناخية، وعادة ما تكون شديدة الأثر فى المناطق الجافة وشبه الجافة نتيجة لسقوط أمطار بمعدل مرتفع فى فترة زمنية قصيرة. وهذه الظاهرة من الصعب التنبؤ بحدوثها نظراً لتعدد أسباب حدوثها مناخياً، فالتغير المفاجئ فى ضغط الهواء، وسرعة الرياح واتجاهاتها، وشكل وحجم السحب المتقلبة، وفارق درجة الحرارة والرطوبة النسبية، ومكونات الهواء من أكسجين ونيوتروجين وثانى أكسيد الكربون، وطبوغرافية المنطقة، كلها معاملات مناخية وجغرافية يمكن أن تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة على حدوث الأمطار الرعدية التى تصاحبها السيول. وتحدث السيول بمصر بالمناطق الجبلية بصفة عامة، وعلى السلاسل الجبلية لمحافظة البحر الأحمر وعلى الجزء الشرقى لمحافظة جنوب مصر وجنوب سيناء بصفة خاصة، ورغم الآثار الاجتماعية والبيئية والاقتصادية السلبية للسيول، إلا أنه بالتحكم فيها يمكن الاستفادة منها كمورد مائى غير تقليدى فى التوسعات الزراعية الصغيرة، وذلك من خلال حجز مياه السيول إما سطحياً عن طريق التخزين السطحى والذى لا ينصح به نظراً للارتفاع الشديد لمعدل التبخر، أو جوفياً عن طريق تخزينها أو حقنها فى الطبقات الجوفية الضحلة.

٢-٢ خصائص الأمطار فى مصر

تعرض مصر لثلاثة أنواع من الأمطار على النحو التالى:

النوع الأول : أمطار المنخفضات الجوية أو كما تسمى بالأمطار الإعصارية (Cyclonic) وهى تتضمن أمطار الجبهات (Frontal) وأمطار غير الجبهات (Non-Frontal) والجبهة يمكن أن تكون جبهة باردة وفى هذه الحالة تتسبب فى سقوط أمطار غزيرة وفى فترة زمنية صغيرة (Heavy Showers) أما حينما تكون الجبهة دافئة فإنها تتسبب فى سقوط أمطار خفيفة وعلى فترة زمنية طويلة.

النوع الثانى : هو ما يمكن أن يطلق عليه أمطار العواصف الرعدية (أو كما يسمى بأمطار التصعيد Convectonal) وهو يرتبط بحالة عدم الاستقرار الجوية والتي تنشأ غالباً نتيجة لتسخين الهواء عند سطح الأرض ثم ارتفاعه إلى طبقات الجو الأعلى مما يؤدي إلى تشكيل سحب ركامية، والأمطار الناتجة عنه غالباً ما تكون غزيرة وتسقط فى فترة وجيزة (Heavy Showers) .

النوع الثالث : الأمطار الجبلية (Orographic) وتنشأ هذه الأمطار من ارتفاع الهواء الرطب فوق مرتفعات جبلية تعترضها وما يصاحب ذلك من زيادة فى كثافة الرطوبة وسقوط الأمطار. وتعتمد كثافة المطر على سمك طبقة الهواء الرطب التي تصعد إلى الطبقات الأعلى، ولكنها بصفة عامة أقل كثافة من أمطار النوعين السابقين.

ومعظم الأمطار التي تسقط على مصر من أمطار النوع الأول - الأمطار الإعصارية - والتي تتركز فى منطقة الساحل الشمالى (ساحل البحر المتوسط) بصفة خاصة ومنطقة الدلتا حتى خط عرض ٢٨° شمالاً بصفة عامة (على، ١٩٩٨م). ومن خصائص هذا النوع من الأمطار أن تتباين كمية المطر فيه تبايناً

كبيراً من منخفض جوى إلى آخر، ومن المعتاد أن تكون المنخفضات الشتوية أكثر مطراً من المنخفضات الربيعية والخريفية. أما أمطار العواصف الرعدية فهي تتركز في الجهات الجنوبية من البلاد بصفة عامة والجهات الجنوبية الشرقية بصفة خاصة، وتأتى غالباً في فصل الربيع ولا ترتبط بمكان ثابت وتتميز بعدم الانتظام. وبالنسبة للأمطار الجبلية فهي نادرة الحدوث في مصر إلا في مناطق سواحل البحر الأحمر وجبال جنوب سيناء وتحدث أحياناً مصحوبة بالعواصف الرعدية ويكون ذلك غالباً في فصلى الربيع والخريف.

وكميات الأمطار في أغلب المناطق في مصر، بما فيها الساحل الشمالى والذى يعتبر أكثر المناطق مطراً بالنسبة للجهات الأخرى، قليلة ومحدودة، حيث أن متوسط المجموع السنوى للأمطار في رشيد يزيد بقليل عن ٢٠٠ مم / سنة. وبمقارنة ذلك بكميات الأمطار التى تسقط على بعض الأقطار المجاورة لمصر والتي تقع على ساحل البحر الأبيض المتوسط، نجد أن متوسط المجموع السنوى للأمطار في مراكش ٢٥٠ مم/ سنة وفى الجزائر تصل إلى ٧٥٠ مم / سنة بينما فى تونس قد تصل إلى ٤٥٠ مم / سنة وفى برقة حوالى ٥٠٠ مم / سنة وفى طرابلس ٣٥٠ مم / سنة، ولعل هذا يرجع إلى عدة أسباب من أهمها:-

أولاً: تصل منخفضات البحر المتوسط الجوية إلى مصر بعدد أن تكون قد ضعفت واقتربت من نهاية رحلتها فوق البحر المتوسط.

ثانياً: تقوس ساحل البحر المتوسط لمصر إلى الجنوب مما يؤدى إلى مرور الرياح موازية له فى معظم قطاعاته.

ثالثاً: قيام بعض الدول المجاورة بعمليات استمطار للسحب قبل وصولها إلى السواحل المصرية ويحتاج الأمر إلى بعض الأبحاث العلمية التى تبيّن مدى تأثير مصر بهذه الممارسات.

وبالإضافة إلى ندرة كميات الأمطار التى تسقط على أغلب المناطق فى مصر، فإنه فى بعض الأحيان لا تكاد تسقط الأمطار على الإطلاق ولعدة سنوات

على بعض الجهات فى مصر، وهذه سمة مميزة لمناخ المناطق الصحراوية. ويوضح الشكل (٢-١) المعدل السنوى لكميات الهطول بالمليمتر على جميع أنحاء جمهورية مصر العربية.

٢-٣ التوزيع الزمانى والمكانى للأمطار

يعتبر التباين المكانى فى سقوط الأمطار إحدى الظواهر الهامة فى مناخ المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث أن الأمطار يمكن أن تسقط بغزارة على مساحة محدودة من الأرض فى يوم ما بينما لا تسقط أى كمية مطر على مكان آخر مجاور له على بعد كيلومترات قليلة. لهذا فالأمطار فى المناطق الجافة غالباً ما توصف بأنها محلية أى تختلف كميتها اختلافاً كبيراً بين محطة وأخرى، وبصفة عامة فإن كميات الأمطار تبلغ أقصاها عند ساحل البحر الأبيض المتوسط وتقل كلما اتجهنا جنوباً حتى نصل إلى مدينة القاهرة، وبعد ذلك يكون هذا التناقص سريعاً حتى المناطق الجنوبية والتي لا تسقط فيها أمطار على الإطلاق. وعند مقارنة كمية المطر السنوى فى محطة رشيد (أكثر المحطات فى مصر مطراً) والتي تزيد قليلاً عن ٢٠٠ مم / سنة، مع كمية المطر السنوى فى محطة الداخلة أو الخارجة (أقل المحطات فى مصر مطراً) والتي تقل عن ٢ مم/ سنة، نجد أنها تمثل حوالى ١٠٠ ضعف أو أكثر، كما تتناقص الأمطار من الشمال إلى الجنوب. ويؤثر على كميات الأمطار أيضاً شكل الساحل واتجاهاته، فنجد أن أكثر أجزاء الساحل أمطاراً هى التى يبرز فيها الساحل نحو الشمال لأنها تواجه الرياح الممطرة مباشرة أما أقل الأجزاء مطراً فهى الأماكن التى يتقوس عندها الساحل نحو الجنوب حيث تكون الرياح موازية للساحل فلا تسقط عليها إلا أمطار خفيفة.

وتحدث العواصف المطيرة في مصر في فصول الخريف والشتاء والربيع في حين أن فصل الصيف يمتاز بهدوئه وعدم حدوث أى نوع من أنواع الاضطرابات الجوية فيه. وتسقط أمطار فصل الشتاء على الساحل الشمالى للبلاد أما المناطق الجنوبية والشرقية من البلاد فتسقط عليها أمطار فصلى الخريف والربيع. وبالنسبة للأمطار فصل الشتاء فيبدأ موسمها فى الغرب ثم ينتقل إلى الشرق تدريجياً كلما تقدمنا فى فصل الشتاء. فعلى سبيل المثال يبدأ مطر مدينة السلوم عادة أوائل سبتمبر، ويبدأ موسم مرسى مطروح فى أوائل أكتوبر بينما يتأخر فى الإسكندرية إلى نوفمبر وفى رشيد إلى يناير. ومما هو جدير بالذكر أيضاً أن الأمطار، كما هو الحال عادة فى المناطق الجافة، تتميز بالتركيز الشديد حيث يتركز المطر فى عدد قليل من الأيام خلال السنة وفى رحات ثقيلة مركزة وتشتد هذه الحالة فى المناطق الجنوبية الشرقية من البلاد. ويتضح أيضاً من خلال تحليل بيانات الأمطار أن متوسط العواصف المطيرة على الساحل الشمالى تتراوح من ٨-١٣ عاصفة/ سنة بمتوسط حوالى ١٠ عواصف/ سنة.

٢-٤ استغلال مياه الأمطار

تقع مصر فى منطقة شحيحة الأمطار ورغم هذا يمكن الاستفادة من مياه الأمطار وخاصة أنها تسقط على مناطق تشع فيها الموارد المائية أو تقع على نهاية شبكة الرى فى شمال الدلتا حيث تظهر مشاكل توفر المياه وبالجودة المطلوبة. وتقدر كمية المياه التى تسقط على الأراضى المروية ويمكن الاستفادة منها بحوالى ٧٠٠ مليون متر مكعب/ سنة (عامر، ١٩٩٩م). أما بالنسبة للمناطق الأخرى والتى لا تمتد إليها شبكة الرى السطحى من نهر النيل فإنها محدودة ولا تزيد عن ٨٤٠ متراً مكعباً للفدان وهى لا تكفى لتغطية احتياجات أى محصول ولكنها يمكن أن تساعد على تنمية بعض النباتات الصحراوية

المناسبة للزرى وتتمية بعض المحاصيل مثل الشعير والزيتون بالساحل الشمالى. وتسقط الأمطار أيضاً على أجزاء متفرقة من البلاد وخاصة فى فصلى الربيع والخريف، وهذه الأمطار تحدث ما يسمى بظاهرة السيول إذا ما سقطت على مجتمعات كبيرة من الهضاب المرتفعة المناسب مثل جبال البحر الأحمر وجنوب سيناء أو هضاب وسط سيناء المتوسطة الارتفاع. ولمعرفة الإمكانية القصوى للاستفادة بمياه الأمطار فقد عقدت أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا أول ندوة علمية بخصوص ذلك فى عام ١٩٩٤ وظهر منها أن هناك إمكانية لحصاد مياه الأمطار والسيول وتقدر بحوالى ٢ مليار متر مكعب سنوياً، ومن الثابت أيضاً أن هناك زراعات مطرية بالساحل الشمالى الغربى تقدر بحوالى ٢٥٠ ألف فدان، وكذلك هناك حوالى ٢٥٠ ألف فدان أخرى تزرع بزراعات مطرية فى سيناء.

تمثل مياه الأمطار المصدر الرئيسى لإقامة الأنشطة الزراعية والاستخدامات الأخرى فى المناطق المطرية بالساحل الشمالى وكذلك فى سيناء والمناطق الجنوبية الشرقية من مصر نظراً لعدم وصول مياه النيل إليها، وتقدر كمية الأمطار التى يمكن استغلالها بحوالى ٢ مليار متر مكعب فى السنة. وتتعدد الأنشطة الزراعية القائمة على الاستغلال المباشر لمياه الأمطار وكذلك استغلال المياه المتجمعة عن طريق إقامة نظم حصاد مياه الأمطار المناسبة. وينتشر فى الساحل الشمالى الغربى الاستخدام المباشر لمياه الأمطار بالإضافة إلى تخزين المياه فى الآبار الرومانية، وفى الساحل الشمالى الشرقى وسيناء تستخدم مياه الأمطار مباشرة بالإضافة إلى استخدام المياه الجوفية و السطحية المتجمعة من مياه الأمطار. ونظراً لاختلاف التركيب الجيولوجى فى كل من الساحل الشمالى الشرقى والغربى فإن وسائل حصاد وتخزين المياه تختلف فى كل منهما، حيث تعتمد هذه الوسائل على طبيعة التربة والصفات المورفولوجية لها، وتنقسم النظم المحلية السائدة لحصاد مياه الأمطار إلى:

- (١) تخزين مياه الأمطار فى قطاع التربة
- (٢) تخزين مياه الأمطار فى الخزانات
- (٣) تخزين مياه الأمطار فى الطبقة تحت السطحية

ويتطلب تطوير نظام حصاد الأمطار فى مصر اتخاذ العديد من الإجراءات التخطيطية والتنفيذية من أهمها ما يلى:

- إدخال نظام المعلومات الجغرافية لحصر المساحات الصالحة لتطبيق طرق حصد مياه الأمطار المختلفة.
- اختبار طرق حديثة لتخزين مياه الأمطار (خزانات بلاستيك - تخزين المياه فى المناطق الصخرية... الخ).
- تطبيق طرق حصد المياه الدقيق والمزارع المطرية المصغرة.
- زيادة معدل الجريان السطحى لمياه الأمطار فى الأراضى وذلك باختيار مواد معاملة التربة بالتغطية.
- تحليل بيانات الأرصاد الجوية ودراسة طبوغرافية الأرض لوضع النماذج المناسبة لحصد مياه الأمطار.
- إقامة مزارع إرشادية للأنشطة الزراعية المتكاملة تحت الظروف المطرية.
- تحديد السحب الآمن من الآبار السطحية والمتوسطة العمق لمنع تدهور نوعية المياه وبالتالي تدهور التربة.
- تحديد مساحات التساقط لكل خزان أرضى مع إقامة المنشآت المناسبة لتوجيه مياه الجريان السطحى وفى نفس الوقت معاملة سطح التربة فى منطقة التساقط.
- تنظيف وصيانة الخنادق المكشوفة وتحديد المساحة التى يمكن ريها عند كل خندق.

- إدخال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لرفع المياه لإمكان إقامة المزارع تحت الظروف المطرية فى عمق الصحراء
- رفع كفاءة استخدام وحدة المياه باستخدام محسنات التربة، تغطية التربة، تطبيق نظم الزراعة بدون تربة.
- التوسع فى تطبيق الري التكميلى من المصادر المختلفة وأهمها:
 - المياه المنقولة خلال قنوات الري.
 - المياه الجوفية الصالحة للاستخدامات الزراعية.
 - المياه المخزونة بطرق حصاد مياه الأمطار.
 - المياه المحلاة سواءً من ماء البحر أم من المياه الجوفية الضاربة للملوحة.

٢-٥ السيول وأسباب وأماكن حدوثها

تحدث السيول فى مصر غالباً فى فصلى الربيع والخريف نتيجة لحالات عدم الاستقرار المفاجئ فى الظروف المناخية، ففى الربيع بصفة عامة تحدث ظاهرتان مهمتان، الأولى هى الرياح الساخنة المسببة لما يسمى رياح الخماسين بما تحمله من هواء ساخن محمل بالأتربة نتيجة مرورها على الصحراء الكبرى بشمال إفريقيا، أما الثانية والتي تحدث أكبر الأثر فى عدم الاستقرار الجوى فهى المنخفضات الهوائية التى تمر فوق البحر المتوسط بما تحمله من رياح باردة آتية من جنوب أوروبا. والسيول الناتجة عن هاتين الظاهرتين تحدث فى الغالب فى الناحية الغربية للسلاسل الجبلية، وكذلك على المناطق الساحلية مثل الساحل الشمالى الغربى، وكذلك السفح الغربى للهضبة الجيرية بغرب النيل، والناحية الغربية لسلسلة جبال البحر الأحمر وجنوب سيناء.

أما في فصل الخريف فإن الشمس تبدأ في التحرك جنوباً مما يتيح الفرصة لتبريد قارتي أوروبا وآسيا، وهذه الحركة تتسبب في ظهور المرتفع الجوى السيبيري ومنخفض السودان الموسمي، وأقصى ظروف عدم الاستقرار التي تتسبب في الأمطار الرعدية الغزيرة تحدث عندما يمتد منخفض السودان الموسمي بما يحمله من هواء ساخن محمل بالرطوبة العالية شمالاً ليقابل التيار النفاث البارد المصاحب للمرتفع الجوى السيبيري فوق المرتفعات الجبلية، ويؤدي هذا إلى السيول الجارفة كما حدث خلال الأعوام ١٩٧٥م و ١٩٧٩م و ١٩٨٧م و ١٩٩٤م و ١٩٩٦م على سبيل المثال. وتمثل السيول في مصر ظاهرة متكررة تحدث على فترات متباعدة وغير منتظمة، كما أن معظم الأودية التي تتساب خلالها السيول غير مقاسه لإمكان تحديد منحنى التصرف مع الزمن، وجدير بالذكر أيضاً عدم وجود قياسات للأمطار على المرتفعات الجبلية، ويؤدي هذا إلى صعوبة حساب التصرفات الناتجة عنها، ولذا فإن معظم الدراسات التي تمت على السيول كلها تنبؤات غير معضدة ببيانات حقيقية سليمة، وفي معظم الأحيان يكون تقديرها أعلى من الحجم الحقيقي للسيول. ويوضح جدول رقم (٢-١) السيول التي حدثت خلال العقود الثلاثة الماضية بمحافظات صعيد مصر، ويمكن أن نلاحظ من هذا الجدول أن الاحتياطات التي اتخذتها الدولة لتجنب مخاطر السيول، عقب سيول ١٩٩٤م، قد حجت بصورة واضحة الآثار الناجمة عن سيول عام ١٩٩٦م. ويضم الجدول السيول الكبيرة التي نجمت عنها آثار واضحة، ولكن هناك سيولاً يمكن أن تحدث سنوياً في الروافد العليا أو الأحباس العليا للأودية دون أن تصل إلى مخارج السيول نتيجة للفوائد الطبيعية سواء بالتسرب داخل التربة أو بالبحر، ويتأتى هذا نتيجة لقلّة معدل الأمطار وطول مدة العاصفة، أما السيول الكبيرة فهي دائماً تنتج عن معدل عالٍ للأمطار خلال مدة قصيرة للعاصفة.

جدول رقم (٢-١) السيول بصعيد مصر خلال العقود الثلاثة الأخيرة
(وزارة الموارد المائية والرى ، ١٩٩٦م)

تاريخ حدوث السيول	مناطق الحدوث	الأثار التي نجمت عن السيول	ما تم صرفه إلى النيل (مليون متر مكعب)
١٩٧٥/٢/٢٣م	سوهاج-أسيوط- المنيا - بنى سويف	تدمير زراعات ٥٠٠ فدان + غرق ١٢ قرية + تصدع ٢٣ قرية	< ٢١١
١٩٧٩/٥/٥-٤ ١٩٧٩/١٠/١٨م	أسوان (إدفو + كوم أمبو) أسوان	تهدم ٢٠٠ منزل + ٣ قتلى تهدم ٣٠٠ منزل	إجمالى ١٩٧٩ م < ٢٥٠
١٩٧٩/١٠/٢٣م	قنا - سوهاج - البحر الأحمر	٣٧ قتيلا + تهمم ١٣١١ منزلا + تدمير ١٠٠٠٠ فدان + نفوق ٥٠٠ رأس ماشية	لم يتم قياسه
١٩٨٠/١٢/٧م	أسوان (أسوان + إدفو)	تهدم ١٠٠ منزل + عزل كامل لمدينة إدفو	لم يتم قياسه
١٩٨٠/١٢/٣٠م	قنا + سوهاج	تدمير ٩٠٠ فدان + تهمم ٢٣ منزلا	لم يتم قياسه
١٩٨٢/٢/٢٣م	الجيزة (مركز الصف)	تهدم ١٨٠ منزلا + نفوق عدد من الماشية	لم يتم قياسه
أوائل إبريل ١٩٨٥م	قنا	٣٢ قتيلا + تدمير مساحات زراعية كبيرة	لم يتم قياسه
١٩٩٤/١٠/٨م	من جنوب أسوان وحتى شمال أسيوط	خسائر فادحة فى الأرواح والممتلكات والبنية التحتية للطرق والسكك الحديدية وخزانات الوقود..... الخ	< ٢٥٠
١٩٩٦/١١/١٨-١٢م	من أسوان جنوبا حتى الجيزة شمالا	خسائر محدودة فى المناطق الزراعية	< ١٥٥

وبالنسبة للسيول بشبه جزيرة سيناء، فإنها عادة تحدث على فترات متقاربة للسيول الصغيرة غير المدمرة، وعلى فترات من ٧-١٢ سنة للسيول المدمرة، إلا أن التوزيع الجغرافى للسيول يختلف من عاصفة لأخرى، والجدول رقم (٢-٢) يوضح بعض هذه السيول ذات الأثار المدمرة خلال العقود الثلاثة الماضية. وهناك العديد من السيول الأخرى المدمرة التى حدثت بشبه جزيرة

سيناء وبصفة خاصة بالأودية التي تصب على خليج السويس والعقبة مثل وادى سدر وغرندل وفيران والأعوج على خليج السويس وأودية طابا ووتير ودهب وكيد وعواجه على خليج العقبة، هذا بالإضافة إلى الأودية التي تصب فى خليج نعمه - شرم الشيخ - أو فى البحر الأحمر مباشرة، ويجب الأخذ فى الاعتبار أن السيول بالأودية كبيرة المساحة بشبه جزيرة سيناء مثل أودية العريش ووتير ودهب وفيران وسدر تحدث بصفة شبه منتظمة أى يمكن حدوثها سنويا، إلا أن السيول المدمرة هى التي تحدث على فترات زمنية بعيدة نسبيا -متوسط حوالى ١٠ سنوات- لحين توافر الظروف المناخية الملائمة لحدوثها.

جدول رقم (٢-٢) السيول بشبه جزيرة سيناء خلال العقود الثلاثة الماضية
(Dames and Moore, 1985)

تاريخ حدوث السيول	مناطق الحدوث	الأثار التي نجمت عن السيول	حجم السيول (مليون متر مكعب)
١٩٧٥م	نخل - الحسنة - العريش	قطع الطرق وتدمير معظم الزراعات	لم يتم قياسه
١٩٧٩م	طريق وادى فيران	تدمير أجزاء كبيره من الطريق والزراعات	لم يتم قياسه
١٩٨٠	نخل - الحسنة - العريش	قطع الطرق وتدمير بعض الزراعات	لم يتم قياسه
١٩٨٧/١٠/١٨م	نويبع - رأس النقب	تدمير الطريق الدولى وموت مجموعة من السائحين وإصابة ٢٧ فردا	١٥
١٩٨٨/١/٦م	رأس سدر	تدمير جزء من المحور الجنوبى لسيناء ومقتل ٦ أشخاص	لم يتم قياسه
إبريل ١٩٨٨م	نويبع - رأس النقب	تدمير أجزاء متفرقة من الطريق الدولى	٨

٦-٢ كيفية مجابهة السيول والحد من خطورتها

تحدث السيول ذات الأثر الفعال عند توافر عواصف ممطرة ذات معدل مطر عال خلال فترة زمنية قصيرة، فوق تربة ذات نفاذية ضعيفة، ذلك مع طبوغرافية ذات انحدار عال إلى متوسط، وبالإضافة لذلك تكون الجيولوجيا السطحية بصفة عامة من صخور ذات نفاذية ضعيفة وغير متشققة ولا يوجد تراكم جيولوجية مؤثرة، وكذلك تكون درجة التشعب للأودية قليلة، فإذا اجتمعت هذه الظروف معا فإن السيول الناجمة تكون عنيفة ومدمرة نظرا لكبر حجم مياهها وللسرعة العالية لمياهها والتي قد تصل إلى أكثر من ٤ متر/ث، فتدمر كل ما يواجهها من بنية أساسية وزراعات. وترجع أيضا خطورة هذه السيول إلى قدرتها على حمل أحجار كبيرة قد يصل وزن الحجر الواحد أكثر من طن كما هو الحال في وادي العريش ووادي قنا ووادي العلاقي، وهذه المواد المحمولة بصفة عامة تتسبب في المزيد من التدمير.

ولتحديد كيفية مجابهة السيول يجب تحديد مصدر الخطورة، فمصدر الخطورة يمكن أن يكون نتيجة للسيول نفسها كظاهرة طبيعية، وعلى نفس القدر، يمكن أن يكون من صنع الإنسان مثل التعدي على المخرات أو الدلتيات الطبيعية للسيول بإنشاء أى نوع من أنواع التنمية عليها، وبصفة عامة يمكن مجابهة السيول والحد من خطورتها بأساليب إنشائية وغير إنشائية.

وتشمل الأعمال الإنشائية المقصودة هنا السدود (تخزين - إعاقة) أو حوائط توجيه أو قنوات تصريف أو بحيرات صناعية لتجميع مياه السيول. وعادة ما يتم عمل سدود تخزين عند المخارج الرئيسية للأودية ومجموعة من العقوم أو السدود التعويقية لتقليل السرعة وكسر حدة الطاقة المصاحبة للسيول، أما بالنسبة للأودية الصغيرة نسبيا فإنه يتم عمل قنوات أو حوائط توجيه لتحويل المياه إلى قنوات تصريف (طبيعية أو صناعية) قادرة على إستيعاب هذه التصريفات، وتنتهى إلى نهر أو إلى البحر أو إلى منطقة منبسطة واسعة يمكن أن تستوعب

حجم المياه الناتج عن السيول. والأعمال الإنشائية بصفة عامة ذات تكلفة عالية في الإنشاء، كما أنها تحتاج إلى صيانة دورية، وتزداد الصعوبة في المناطق الجافة وشبه الجافة في صيانة وتشغيل الأعمال الإنشائية وبصفة خاصة في الأودية التي تقع في مناطق نائية من الصعب الوصول إليها بصورة دورية. وتصميم الأعمال الإنشائية يحتاج إلى قياسات حقيقية للأمطار والسيول لمدة لا تقل عن ٢٥ سنة متواصلة، وهذه القياسات غير موجودة ليس فقط في مصر وإنما في معظم البلدان التي تقع في المناطق الجافة وشبه الجافة، ومن ثم فإن تصميم هذه الأعمال يعتمد على التنبؤ غير المقاس، وفي حالة أن يكون التنبؤ أعلى من الممكن حدوثه فإن التكلفة تكون عالية، وفي حالة العكس تكون المخاطر وأثار الدمار أعلى مما يمكن حدوثه كظاهرة طبيعية. وبالتالي فإن الأعمال الإنشائية ليست هي الحل الآمن في كثير من الحالات إلا أنها أكثر الحلول شيوعاً.

وأما الأعمال غير الإنشائية فتشتمل على مجموعة من الأنشطة التي يمكن أن تحد من مخاطر السيول، وهذه الأنشطة يمكن تلخيصها فيما يلي:-

- الاستفادة بالخبرة الهيدرولوجية لمساقط مائية متماثلة، مع استخدام البيانات المتاحة والمعلومات التي يمكن جمعها من الزيارات الحقلية لإمكان تحديد تصرفات السيول تحت ظروف مناخية مختلفة، وبهذا يمكن تحديد وإنشاء منحنى التصرف مع الزمن لكل عاصفة مطيره ذات أزمنة تكرارية مختلفة.

- إنشاء خرائط تحديد أماكن خطورة الفيضانات بدرجاتها المختلفة، وبالتالي يمكن تحديد المواقع المحظور إقامة أى تنمية أو منشآت أو بنية تحتية بها إلا بعد الأخذ في الاعتبار كل معاملات الأمان من السيول.

- إنشاء نظام إنذار مبكر ذي مراحل يعتمد على قياس عمق المطر.

- إنشاء شركات تأمين ضد أخطار الكوارث الطبيعية مثل السيول والزلازل وخلافه.

- عمل خطة إعلامية وثقافية لزيادة الوعي العام بخطورة السيول وكيفية تجنبها والبعد عن المواقع ذات الخطورة العالية بصفة عامة، وفي مواسم الأمطار بصفة خاصة.

وهذه المجموعة من الأنشطة غير الإنشائية تعتمد على الخطط الاستراتيجية والقومية للدول في شأن تنظيم السيول والتحكم فيها، وكذلك على مدى التطور التقني والاقتصادي لهذه الدول، كما أنها تعتمد على مدى الوعي العام والإمكانات الإعلامية سواء لتوعية المواطنين بمخاطر السيول وكيفية مجابتهها أو المحافظة على نظم التحكم فيها والمساهمة في حمايتها وصيانتها.

٢-٧ الاستفادة بمياه السيول

تعتبر السيول مصدرا مائيا هاما للمياه العذبة إن أمكن التحكم فيها وتجنب مخاطرها، وقد يصل حجم مياه السيول بمصر حوالى مليار متر مكعب سنويا، وحصاد مياه السيول هو أحد الموارد المائية غير التقليدية والتي يوصى بالاستفادة بها سواء مباشرة أم غير مباشرة. والحقيقة أن مدى الاستفادة من السيول يعود بصفة أساسية إلى مدى انتظام حدوثها، وحجم المياه المتوقع منها، وكذلك مدى قرب مصادرها من مناطق الاستفادة منها، وهناك طرق متعددة للاستفادة من مياه السيول تم تطبيق معظمها واستخدامه فى مصر بالساحل الشمالى الغربى والساحل الشمالى الشرقى وبعض المواقع المتفرقة بوسط شبه جزيرة سيناء، على النحو التالى:-

- التخزين السطحي لمياه السيول عن طريق إنشاء سدود تخزين ملحق بها خط مواسير لنقل مياه بحيرة السد لأماكن الاستفادة بها خلف السد (سد الروافعة ١٩٤٦م، وسد الكرم ١٩٩٠م بشبه جزيرة سيناء)
- إنشاء خزانات أو هرابات تحت أرضية (غالبا من الخرسانة) لتجميع مياه السيول والاستفادة من مياهها للتجمعات المحلية الصغيرة.

- إنشاء سدود بقنوات توجيه وتحويل مياه السيول، وذلك لتوجيه مياه السيول نحو مناطق الاستفادة منها لرى الأراضى الزراعية بالغمر (Flooding Irrigation) ، وتخزين بعض المياه للشرب بتوجيهها إلى هرابات تحت سطح الأرض (سد طلعة البدن بوسط شبه جزيرة سيناء).

- إنشاء مجموعة من العقوم (سدود الإعاقة) لكسر حدة الطاقة وسرعة المياه مما يعطى فترة زمنية أطول لتسرب المياه داخل التربة وتغذية أحواض المياه الجوفية. ويتم الاستفادة من الترسبات التى تحدث خلف هذه العقوم فى الزراعة الموسمية، والتى تشكل مجموعة من المصاطب الصالحة للزراعة التى تعتمد على المياه المخزنة داخل هذه الترسبات. وعادة ما يتم إنشاء مجموعة من هذه العقوم على الروافد العليا للأودية ذات الانحدارات العالية إلى المتوسطة، ثم يتم تخزين المياه الفائضة للاستفادة منها.

- تخزين مياه السيول فى أحواض المياه الجوفية المتواجدة بمناطق الأودية وذلك إما بالتغذية الطبيعية أو بالحقن عن طريق الآبار. والتغذية الطبيعية مستخدمة فى مصر على نطاق محدود جداً، أما التغذية بالحقن فلم يتم تطبيقها حتى الآن نظراً للتكلفة العالية والحاجة إلى مزيد من التقنيات الحديثة والدراسات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية اللازمة لذلك.

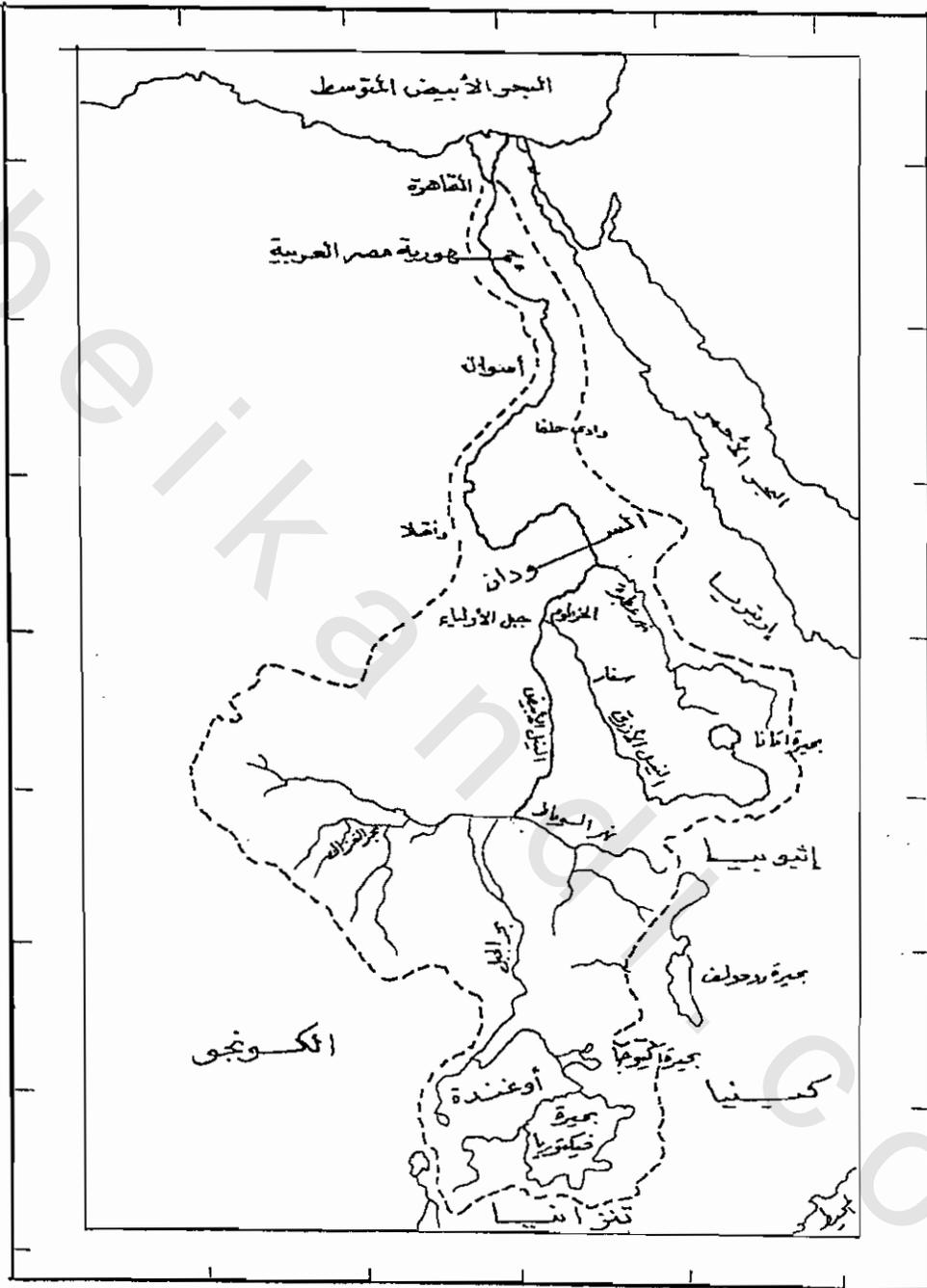
٣- نهر النيل

٣-١ تمهيد

يمثل نهر النيل هبة الله التي وهبها لمصر ليكون شريان الحياة لكل عوامل الحضارة والتقدم والرقى، ونهر النيل هو ثانى أطول نهر فى العالم، إذ يبلغ طوله حوالى ٦٧٠٠ كيلومتر، وينبسط حوض نهر النيل فوق ٣٥ خطا من خطوط العرض، من خط عرض ٤° جنوب خط الاستواء عند منابعه بالقرب من بحيرة تتجانيقا، ويصل إلى خط ٣١° شمال خط الاستواء عند مصبه على البحر الأبيض المتوسط، كما أن حوض نهر النيل يبسط سلطانه فوق أكثر من تسعة خطوط طول، من خط طول ٢٩° عند منابعه بالهضبة الاستوائية وحتى خط طول ٣٠/٣٨° عند منابعه بهضبة الحبشة كما هو موضح بالشكل رقم (٣-١). وتقدر مساحة حوض نهر النيل بحوالى ٢,٩ مليون كم^٢، وهذه المساحة تشمل أجزاء من عشر دول افريقية وهى إثيوبيا وإريتريا وأوغندا وبوروندى وتنزانيا ورواندا والسودان والكونجو وكينيا ومصر. وتبلغ المساحة الكلية لهذه الدول العشر حوالى ٨,٧ مليون كم^٢. ونظرا لهذا الاتساع العرضى والطولى، فإن نهر النيل يمر خلال رحلته الطويلة من منابعه إلى مصبه بلغات وحضارات عديدة، كما أنه يمر خلال عدة أقاليم مناخية، من الإقليم الاستوائى بمتوسط سنوى لعمق المطر حوالى ٨٠٠ مم عند منابعه، وحتى الإقليم الصحراوي شديد الجفاف عند مروره بالصحراء فى شمال السودان ومعظم طوله بمصر.

٣-٢ الإمكانيات المائية لنهر النيل

يختلف إيراد نهر النيل - مثل معظم الأنهار - من عام لآخر، فبينما يصل فى أقلها إلى ٤٢ مليار متر مكعب/ السنة مقاسا عند أسوان، فإنه يصل فى أعلاها إلى ١٥٠ مليار متر مكعب /السنة، وقد بلغ متوسط الإيراد السنوى الطبيعى لنهر النيل خلال القرن الحالى - مقدرا عند أسوان - نحو ٨٤ مليار متر مكعب، ويستجمع النيل مياهه من ثلاثة أحواض رئيسية هى الهضبة الإثيوبية وهضبة البحيرات الاستوائية وحوض بحر الغزال.



شكل رقم (٢-١) حوض نهر النيل ومنابعه

٣-٢-١ الهضبة الإثيوبية

تمثل الهضبة الإثيوبية أكبر منابع النيل إيراداً، إذ تمتد النيل الرئيسي عند أسوان بنحو ٨٥٪ من متوسط الإيراد السنوى (٧١ مليار متر مكعب سنوياً) وتتجمع مياه الهضبة الإثيوبية من عدد من الأنهار على النحو التالى:

نهر السوبات

يصب هذا النهر، فى النيل الأبيض، على بعد ٢٣ كيلو متراً جنوب ملكال، وهو يجرى فى حبسه الأخير من الشرق إلى الغرب تقريباً، وعلى بعد ٣٥٠ كيلومتراً من مصبه، يصب فيه من الجنوب أحد فرعيه الرئيسيين، وهو نهر البيبور. وهناك فرع آخر رئيسى يعرف بنهر البارو، ويعبر منطقة مستنقعات يفقد فيها كميات من إيراده الواصل جمبيلا بالتبخر والتسرب على جانبيه، إلى أن يلتقى بفرع البيبور، ثم تجرى مياه الفرعين فى نهر السوبات الرئيسى حتى مصبه فى النيل الأبيض.

ويبلغ مجموع التصرف السنوى لفرع البارو عند جمبيلا ١٣ مليار متر مكعب، يصل منها عند مصبه بنهر السوبات ٩,٢ مليار متر مكعب سنوياً، ويضيع الباقى وهو حوالى ٤ مليارات من الأمتار المكعبة سنوياً على جانبيه، وإن كان الجزء الأكبر منها يفقد فى الجانب الأيمن منه عن طريق خور مشار وغيره إلى منطقة مستنقعات مشار التى يضيع كل إيراده، سواء ما يرد إليها من نهر البارو، أم ما يرد إليها من الأخوار الشرقية النابعة من الهضبة الإثيوبية. ويبلغ تصرف نهر البيبور عند مصبه بنهر السوبات ٢,٨ مليار متر مكعب فى السنة، أى أن مجموع تصرف فرعى البارو والبيبور فى السنة يبلغ ١٢ مليار متر مكعب، ويزداد إيراد السوبات عند الناصر بعد حوالى ٤٠ كيلومتراً من ملتقى الفرعين إلى حوالى ١٢,٤ مليار متر مكعب، وعند حلة دوليب عند مصب السوبات بالنيل الأبيض إلى ١٣,٥ مليار متر مكعب سنوياً. وهذه الزيادة

فى التصرف بين الفرعين وحلة دوليب هى نتيجة ما يصل لنهر السوبات مباشرة من المياه فى موسم الأمطار، وما يعود من مياه تكون قد تسربت على جانبيه فى الفيضان ووجدت طريقها إلى النهر مرة ثانية بعد انخفاض مناسبه.

النيل الأزرق

يستمد النيل الأزرق أول مياهه من بحيرة تانا، التى تقدر مساحتها بحوالى ٣٠٠٠ كيلومتر مربع ومنسوب سطحها المتوسط ١٨٠٠ متر فوق سطح البحر، ويقدر التصرف من مخرجها بحوالى ٣,٨ مليار متر مكعب سنويا على بعد ٩٤٠ كيلومترا من الروصيرص، ومقدار السقوط فى المنسوب خلال هذه المسافة ١٣١٠ أمتار. ثم تصب فى النيل الأزرق جملة روافد بعد ذلك، تضيف إلى إيراد النهر المتوسط بحيث يبلغ عند الروصيرص على بعد ٢٧٠ كيلومترا من خزان سنار حوالى ٥٠ مليار متر مكعب فى السنة، ومقدار السقوط فى مناسب النهر خلال هذه المسافة هو ٣٥ مترا. وفى المسافة بين سنار والخرطوم وقدرها ٣٩٠ كيلومترا، يلتقى به رافدا الدندر والرهد حيث يصبان فى البر الأيمن على بعد ٢١٥ كيلومترا قبلى الخرطوم فيضيان إلى إيراد النيل الأزرق أربعة مليارات من الأمتار المكعبة سنويا، وبهذا يبلغ متوسط مجموع إيراده ٥٤ مليار متر مكعب فى السنة، ومقدار سقوط منسوب النهر خلال هذه المسافة يبلغ حوالى ٦٤ مترا. والنيل الأزرق نهر عنيف شديد الاندفاع فى موسم فيضانه، تستطيع مياهه حمل الصخور المفتتة من الهضبة الإثيوبية. ويرجع الفضل إلى النيل الأزرق وإلى نهر العظيرة فى تكوين الدلتا بما حملاه من طمى عبر آلاف السنين. ومتوسط إيراد النيل الأزرق، مقدرًا عند أسوان، بعد الفوائد الطبيعية منه يبلغ حوالى ٤٨,٥ مليار متر مكعب سنويا.

نهر العظيرة

ينبع هذا النهر من الجبال الإثيوبية على مقربة من بحيرة تانا، على منسوب ٢٠٠٠ متر تقريبا فوق سطح البحر، ويلتقى بعد مسيرة ٨٨٠ كيلومترا بالنيل

الرئيسى عند بلدة عطبرة على بعد ٣١٠ كيلومترات شمال الخرطوم، ويتجاوز انحداره وشدة اندفاعه النيل الأزرق، حيث يبلغ السقوط فى المناسيب من المنبع إلى المصب نحو ١٦٤٠ مترا. وأهم فروع العطبرة هو نهر ستيت الذى يصب فيه على بعد ٥١٠ كيلومترات من مصبه بالنيل الرئيسى. ويبلغ مجموع تصرف نهر عطبرة فى المتوسط ١٢ مليار متر مكعب فى السنة، تقدر بحوالى ١١,٥ مليار متر مكعب عند أسوان.

٣-٢-٢ الهضبة الاستوائية

ويمثل هذا المصدر أكثر المصادر انتظاما فى إمداد النيل بالمياه على مدار العام، ويبلغ المتوسط السنوى للمياه الواردة من الهضبة الاستوائية نحو ١٣ مليار متر مكعب مقدرة عند أسوان، موزعة بين المصادر المختلفة على النحو التالى:

بحيرة فيكتوريا

تبلغ مساحتها ٦٧٠٠٠ كيلومتر مربع، ومنسوبها ١١٣٢,٦ أمتار فوق سطح البحر، ومساحة حوضها ١٩٥٠٠٠ كيلومتر مربع ومعدل سقوط الأمطار على سطحها ١,٥ متر سنويا ومعدل سقوط الأمطار فوق حوضها ١,١٥ مترا لا يصل منه للبحيرة سوى ٨ ٪ والباقي يضيع بالبخر والتسرب. وأهم مصادر مياه البحيرة نهر كاجيرا الذى يمدّها بنحو ٦ مليارات متر مكعب ويعبر فى مسيرته دول رواندا وبوروندى وتنزانيا. وقد اشتركت مصر وأوغندا فى أوائل الخمسينات فى إقامة خزان أوين على المخرج الوحيد للبحيرة عند جنجا، حيث يبلغ سقوط المياه فوق شلالى ريبون وأوين حوالى ٢٠ مترا وذلك لتوليد الكهرباء لصالح أوغندا، وليكون كذلك بداية للتخزين بالبحيرات الاستوائية. وتتحدّر المياه من نيل فيكتوريا فوق جملة شلالات إلى بلدة نامسجالى على بعد ٨٠ كيلو مترا ليصب فى بحيرة كيوجا، وجملة سقوط المياه بين سطح البحيرتين

تبلغ ١٠٢ متر. ويبلغ إجمالي متوسط المياه الخارجة من البحيرة عبر خزان أوين حوالي ٢٣,٥ مليار متر مكعب سنويا ويصل بحيرة كيوجا نحو ٢١,٥ مليار متر مكعب.

بحيرة كيوجا

ويمتد نيل فيكتوريا من بحيرة فيكتوريا حتى يصب في بحيرة كيوجا التي تقع بكاملها داخل أوغندا، والتي تختلف طبيعتها عن بحيرة فيكتوريا لكونها محاطة من جميع جوانبها بالمستنقعات، وتقدر مساحتها بحوالي ١٧٦٠ كيلومترا مربعا، ومساحة المستنقعات حوالي ٤٥١٠ كيلومترات مربعة، ومساحة الحوض لنيل فيكتوريا وبحيرة كيوجا ٧٥٠٠٠ كيلومتر مربع، ومعدل سقوط الأمطار على سطح البحيرة ومستنقعاتها حوالي ١,٢٩ مترا، ومعدل التبخر على سطح البحيرة يصل إلى ١,٢ متر وعلى المستنقعات حولها ٢,٢٣ مترا. ويبلغ متوسط التصريف السنوي من بحيرة كيوجا ٢١,٥ مليار متر مكعب متجهه عبر نيل فيكتوريا إلى بحيرة ألبرت. ويخرج نيل فيكتوريا من بحيرة كيوجا في مجرى طبيعي ودرجة انحدار متوسط لمسافة ٨٠ كيلومترا حتى نقطة "كامدينى" ثم تنحدر مياهه بعد ذلك فوق شلالات تنتهي على مسافة ١٠٠ كيلومتر أخرى وتنتهي بشلالات "مارشيزون"، ويبلغ مجموع السقوط من منسوب بحيرة "كيوجا" عند ماسندى بورت ومدخل بحيرة "ألبرت" خلف "مارشيزون" حوالي ٤٠٩ أمتار.

بحيرة ألبرت

تقع هذه البحيرة في كل من أوغندا وجمهورية الكونغو الديمقراطية، ويبلغ مسطحها ٥٣٠٠ كيلومتر مربع ويصب في طرفها الشمالي نيل فيكتوريا (٢١,٥ مليارات) كما يصب في طرفها الجنوبي نهر السمليكي (٤ مليارات) ويستمد هذا النهر مياهه من بحيرتي إدوارد وجورج. وتخرج المياه من البحيرة إلى نيل ألبرت بتصريف ٢٦,٥ مليار متر مكعب سنويا وهي تمثل مجموع المياه الواردة

من نيل فيكتوريا ونهر سمليكى وحصيلة الأمطار المتساقطة. ويمتد نيل فيكتوريا وألبرت حتى حدود السودان عند بلدة نيمولى حيث يسمى بعد ذلك بحر الجبل ويبلغ متوسط الإيراد السنوى عند بلدة نيمولى نحو ٢٥,٨ مليارات من الأمتار المكعبة ويستكمل النهر مسيرته داخل الأراضى السودانية تحت اسم بحر الجبل.

بحر الجبل والنيل الأبيض

تتحد مياه بحر الجبل فوق شلالات فولا وبيدن، وعند مقياس الرجاجف على بعد حوالى ١٥٦ كيلومترا من نيمولى يبلغ مجموع سقوط المياه ١٥٥ مترا. ويصب فى بحر الجبل فى هذا الحبس عدة روافد سيول، يقدر متوسط تصرفاتها السنوية، مقدرة عند منجلا، ٤,٨ مليارات. وباعتبار الفاقد من مخرج بحيرة ألبرت إلى منجلا حوالى ٥ ٪، فإن متوسط التصرف السنوى عند مخرج بحيرة ألبرت وهو ٢٦,٥ مليار متر مكعب، يقدر عند منجلا بحوالى ٢٥,٢ مليار متر مكعب سنويا، وبإضافة مياه السيول وهى ٤,٨ مليارات، يكون مجموع التصرف السنوى المتوسط بمنجلا ٣٠ مليار متر مكعب. وبعد منجلا تخترق مياه بحر الجبل منطقة السدود، ويفقد من التصرف المار بمنجلا حوالى ٥٠ ٪، ويصل منه إلى ملكال عن طريق مجرى بحر الزراف والجبل بعد أن يلتقيا بالنيل الأبيض ما مجموعه ١٥ مليار متر مكعب سنويا فى المتوسط.

٣-٢-٣ حوض بحر الغزال

يتأخم هذا الحوض من جنوبه حدود جمهورية السودان والكونغو، تلك الحدود التى تتبع من مرتفعاتها الأحباس العليا لأنهر "تبارى، وياى، والنعام، ومريدى، والتتج"، وروافد نهر "السيوى" أحد فرعين رئيسيين لنهر "الجور". ومن الجنوب الغربى للحوض حيث الحدود بين السودان وجمهورية إفريقيا الوسطى، تتبع روافد نهر "البوشيرى" الفرع الثانى لنهر "الجور" ثم نهر "البونجو"، والروافد العليا لنهر "لول" والروافد الجنوبية لبحر العرب. ومن

الشمال تحد حوض بحر الغزال الميول الجنوبية التي تتبع فيها الروافد الشمالية لبحر العرب. وتقدر مساحة حوض بحر الغزال بحوالى ٥٢٦٠٠٠ كيلومتر مربع، كما تقدر مساحة المستنقعات به بنحو ٤٠٠٠٠ كيلومتر مربع. ويبلغ معدل الأمطار على الحوض فى المتوسط بنحو ٠,٩ متر فى العام، ويقدر معدل التبخر بنحو مترين فى العام.

وأهم أنهار الحوض هى بحر العرب ونهر لول (٤,٣ مليارات) عند نياملل. ونهر بونجو (٠,٧ مليار)، ونهر الجور (٥,٣ مليارات) عند واو، ونهر التونج (١,١ مليار)، ونهر جل (٠,٤ مليار). ويبلغ مجموع متوسط التصريف السنوى للأفرع الستة المذكورة حوالى ١١,٨ مليار متر مكعب، ويصب جميعها فى مستنقعات بحر الغزال، الذى يعبر فى طريقه إلى مصبه ببخيرة "تو" بمنطقة مستنقعات تضيع فيها كل مياهه تقريبا، ولا يصل منها إلى النيل الأبيض إلا حوالى ٠,٥ مليار متر مكعب/ السنة. وهناك نهران آخران هما نهر النعام ونهر ياي، ينبعان من جنوب الحوض ولكنهما يتجهان فى نهايتهما نحو بحر الجبل، ويقدر متوسط التصريف السنوى لنهر النعام بنحو ٠,٥ مليار متر مكعب، والتصريف السنوى لنهر ياي بحوالى ٢ مليار متر مكعب / السنة عند بلدة موندري حيث تضيع مياههما فى المستنقعات المتاخمة لبحر الجبل من الجهة الغربية شمال شامبى. هذا بالإضافة إلى بعض الروافد الأخرى، التى تتجه نحو بحر الجبل وتضيع مياهها فى مستنقعاته، ويقدر مجموع تصرفاتها السنوية بحوالى ٠,٨ مليار متر مكعب. ويبلغ متوسط مجموع تصرفات روافد منطقة بحر الغزال فى السنة ما لا يقل عن ١٥,١ مليار متر مكعب، تضيع كلها فى مناطق المستنقعات ولا يصل منها إلى النيل الأبيض إلا نحو نصف مليار فقط فى السنة.

النيل الرئيسى

يعرف النهر بالنيل الرئيسى عند التقاء النيل الأزرق بالنيل الأبيض فى الخرطوم حتى مصبه فى البحر الأبيض المتوسط، حيث يبلغ طوله ٣٠٦٥ كيلومترا. ويبلغ طول النهر فى المسافة من الخرطوم لأسوان ١٨٨٥ كيلو مترا، يجتاز خلالها ستة شلالات، ويبلغ سقوط النهر فيها حوالى ٢٠٠ متر، على أساس التخزين الحالى بالسد العالى. وتبلغ المسافة بين أسوان وقناطر الدلتا ٩٤٦ كيلومترا، ومتوسط الانحدار ١ : ١٣٠٠٠، ومتوسط عرض قطاع النهر ٩٠٠ متر ومساحة قطاعه ٥٧٠٠ متر مربع، وسبق لمصر أن أقامت على النيل فى هذه المسافة خزان أسوان القديم للتخزين السنوى، وقناطر إسنا ونجع حمادى وأسيوط وقناطر الدلتا. وعند قناطر الدلتا يتفرع النيل إلى فرعى دمياط ورشيد، ويبلغ طول الفرع حتى مصبه بالبحر الأبيض المتوسط نحو ٢٣٥ كيلومترا، وقد أقيمت قناطر إدفينا على فرع رشيد وقناطر زفتى على فرع دمياط، كما أقيم عليه سد ترابى استبدل عام ١٩٨٩م بسد دائم وهو سد فارسكور، مع هويس ومفيض بالير الشرقى، وذلك لتيسير الملاحة بين البحر الأبيض المتوسط والقاهرة.

٣-٢-٤ إمكانيات توليد الطاقة الكهربائية

إن إمكانيات توليد الكهرباء من حوض نهر النيل عالية جدا، وإن كان حتى الآن طبقا للمعلومات المتاحة يتم توليد ٣٤٨٩ ميجاوات فقط، إلا أنه طبقا للجدول رقم (٣-١) يمكن استغلال الإمكانيات المتاحة بما هو مقداره ٥٩٢٥ ميجاوات من المساقط المائية لتوليد الكهرباء، وذلك طبقا للمشروعات المقترحة للتنمية بدول الحوض.

جدول رقم (٣-١) إمكانيات توليد الطاقة الكهربائية من حوض نهر النيل

اسم الدولة	التوليد الحالى (ميغاوات)	التوليد المتوقع مع عام ٢٠٢٠م (ميغاوات)	ملاحظات
إثيوبيا	٣٦٠	٣٣٨٠	الخطة القومية حتى عام ٢٠٣٥
إريتريا	-	-	البيانات غير متاحة
أوغندا	١٠٥	١٣٨٠	
بوروندى	٤١	٦٥ - ١١٩	
تنزانيا	-	-	البيانات غير متاحة
رواندا	-	٤٢	
السودان	٢٣٨	٧٢٠	
لكونجو	٣٥	-	استخدام مساقط بحيرة موبوتو سيسى سيكو
كينيا	-	١٣٥	
مصر	٢٧٤٥	٢٣٨	التوليد المتوقع من إعادة تأهيل القناطر على نهر النيل
إجمالى	٣٤٨٩	٥٩٢٥	طبقا للبيانات المتاحة.

٣-٢-٥ المياه الجوفية

تعتبر المياه الجوفية بدول أعالي النيل من الموارد الغائبة وغير المستغلة إلا فى عدد قليل جدا من الآبار التى تم حفرها لأغراض مياه الشرب، ومخزون المياه الجوفية بهذه المناطق به إمكانات هائلة نظرا لتجده المستمر وأيضاً لعدم استغلاله، وفى دراسة قام بها معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) لمنطقة بحر الغزال، وجد أن حوالى ٣٠٪ من مياه بحر الغزال تغذى الطبقات الجوفية الحاملة للمياه (Chan and Eagleson 1980)، وفى الورقة البحثية (Allam and Fahmy 1995) المقدمة بمؤتمر النيل ٢٠٠٢ بأروشا - تنزانيا أمكن تقدير التغذية الطبيعية من الأمطار لأحواض المياه الجوفية لدول النيل العشر بحوالى

٣١٩,٥ مليار متر مكعب سنوياً، وهذا يوضح الإمكانيات الهائلة لهذا المورد المائى الهام، علماً بأن رصيد مصر من هذه التغذية الطبيعية لا يتعدى مليار متر مكعب سنوياً، فى حين يصل نصيب السودان لأكثر من ٩٠ ملياراً وإثيوبيا لأكثر من ٧٥ مليار متر مكعب سنوياً. ولإستغلال هذا المصدر الهام والحيوى، لابد من عمل مسح جيوفيزيقي وجيولوجى لتحديد هذه الخزانات وحدودها وأعماقها، كذلك إنشاء شبكة آبار مراقبة لتحديد حركة واتجاهات المياه الجوفية وكذلك لمراقبة نوعية المياه حتى يمكن تحديد مواقع استغلال هذه المياه وكمية وكيفية استغلالها.

٣-٢-٦ الثروة السمكية

بالرغم من المسطحات المائية الكبيرة لحوض نهر النيل، والذي تبلغ مساحة البحيرات فيه حوالى ٨١٥٠٠ كم^٢، ومساحة المستنقعات خلاله حوالى ٦٧٧٢٠ كم^٢، هذا بالإضافة إلى ٣٧٥٠٠ كم طول النهر وأفرعه، إلا أن استغلال الثروة السمكية الموجودة به يعد محدوداً للغاية، إذ إن معدل الإنتاج الحالى لا يصل إلى ١,٤ مليون طن / سنة، ويتراوح الاستهلاك المحلى لدول الحوض بين ١ كجم / نسمة / سنة إلى ٩ كجم / نسمة / سنة. ولتحقيق متطلبات السكان من البروتين الحيوانى فإنه يتطلب زيادة الإنتاج الحالى من الثروة السمكية ثلاث مرات. وترجع محدودية استغلال الثروة السمكية إلى عدم توافر الإمكانيات المحلية لأعمال الصيد سواء من الناحية البشرية المدربة أم من ناحية معدات الصيد والتقنيات الحديثة، وأيضاً تعود إلى تواجد مصادر أخرى أكثر وفرة وسهولة مثل البحر (إريتريا - إثيوبيا - تنزانيا)، أو أنهار أخرى (كينيا - الكونجو) والتي يمكن الاعتماد عليها فى توفير الحصاد السمكى اللازم للاستهلاك المحلى والتصدير أيضاً.

٣-٣ الدراسات البيئية عن نهر النيل

من المعروف أنه بالرغم من أن حوض نهر النيل قد حظى بدراسات عديدة بالنسبة للموارد المائية والتغيرات المورفولوجية خاصة بالنسبة للهضبة الاستوائية، إلا أن الدراسات البيئية على مستوى الحوض لم تحظ بأى عمق إقليمي بصورة جادة حتى الآن. ونستعرض فيما يلي محاولات البدء فى هذه الدراسات على المستوى الإقليمي.

٣-٣-١ مشروع الدراسات البيئية لهضبة البحيرات الاستوائية

أعدت بعض الدراسات عن نوعية المياه فى بحيرة فيكتوريا ضمن أعمق المشروع والذي بدأ فى عام ١٩٦٧م بين دول حوض النيل، وتم إعداد نموذج رياضى لنوعية المياه فى البحيرة إلا أنه للأسف عند تشغيل هذا النموذج ظهرت عيوب كثيرة بنتائجها وبذلت عدة محاولات لإصلاحه باءت كلها بالفشل. وهناك مشروع الإدارة البيئية لبحيرة فيكتوريا بين دول أوغندا وتنزانيا وكينيا، حيث تم توقيع الاتفاقية بين الدول الثلاث فى ٥ أغسطس عام ١٩٩٤م بدار السلام لتنفيذ المشروع، بهدف حل المشاكل البيئية فى بحيرة فيكتوريا مع التركيز على التنمية السمكية ومواجهة نبات الهايسنت، وتحسين نوعية المياه وتقليل صرف النيتريت والمخلفات والملوثات الصناعية، والحفاظ على التربة وإدارة استخدام الأراضي. وقد وافق البنك الدولى على تمويل مشروع الإدارة البيئية لبحيرة فيكتوريا بتمويل قدره ٧٧,٦ مليون دولار أمريكى لمدة ٥ سنوات، كما تشارك الدول الثلاث فى المشروع بإجمالى ٧,٧ مليون دولار أمريكى وقد بدأ المشروع فى نوفمبر ١٩٩٦م.

٣-٣-٢ الدراسة التشخيصية للمشكلات البيئية فى حوض نهر النيل

بمبادرة من البرنامج الإنمائى للبيئة UNEP، عقدت عدة اجتماعات على مدى عامين حضرها ممثلون من دول حوض النيل للاتفاق على إعداد عناصر

وأسلوب إعداد دراسة تشخيصية للمشكلات البيئية فى نهر النيل على نسق ما تم بالنسبة لحوض بحيرة تشاد وما تم بالنسبة لمجموعة دول بحر الازالAral Sea. وقد تم الاتفاق على عناصر الدراسة وذلك على المستوى القومى لكل دولة من دول حوض النيل، على أن يتم تجميعها وإعادة صياغتها على المستوى الإقليمى وإدخال العناصر والمشكلات الإقليمية. وقد كان من المقرر أن يلى هذه الدراسة إعداد خطة عمل للبيئة فى حوض نهر النيل Action Plans إلا أنه للأسف لأسباب إجرائية لم يتم إنهاء هذا العمل.

٣-٣-٣ الرؤية المشتركة والدراسات التى اتفق عليها فى مبادرة البنك الدولى تتضمن مشروعات الرؤية المشتركة لدول حوض النيل التى بدأت عام ١٩٩٨م عنصراً هاماً عن البيئة، وبدأت بالفعل مجموعات العمل لتسع دول من دول حوض النيل فى وضع الخطوط العريضة للدراسات المختلفة ومن ضمنها الدراسات البيئية. وتشمل هذه الدراسات الحفاظ على البيئة للمسطحات المائية الأرضية، ومقاومة الهايسنت، والمحميات الطبيعية، والحفاظ على الأحياء المائية، وتحديد مصادر التلوث، ورفع كفاءة المؤسسات والنظم المؤسسية، والإعلام البيئى. وسيتم تنفيذ هذه الدراسات على مراحل تبدأ بتجميع الدراسات على المستوى المحلى ثم تتطور لتصبح على المستوى الإقليمى آخذة فى الاعتبار الظروف الإقليمية على مستوى الأحواض الفرعية وعلى مستوى حوض النهر بكامله.

٣-٤ التعاون مع دول حوض النيل

٣-٤-١ التعاون على المستوى الثنائى

حرصت مصر كل الحرص على تأمين مصالحها من مياه النيل التى تحقق لها البقاء والتنمية ودرء التهديدات الداخلية أو الخارجية التى تمس هذه المصلح تحقيقاً لأمنها القومى. وقد ترجمت مصر هذا الفكر والمفهوم فى صورة

الاتفاقيات والبروتوكولات التي تمت في هذا الشأن والتي تنظم العلاقة بينها وبين دول حوض النيل سواء كانت مستقلة أم تحت الاحتلال لضمان عدم المساس بالحقوق المكتسبة أولاً، ثم إقامة مشروعات جديدة لتقليل الفاقد وبالتالي زيادة إيراد النهر ثانياً. وفيما يلي موجز للاتفاقيات وتواريخها وما ورد بها من بنود تتعلق بمياه النيل

بروتوكول بين بريطانيا العظمى وإيطاليا في عام ١٨٩١م

جاء في البند الثالث "تتعهد الحكومة الإيطالية بعدم إقامة أية إشغالات على نهر عطبرة لأغراض الري يكون من شأنها تعديل تدفق مياهه إلى نهر النيل على نحو ملموس".

اتفاق بين دولة الكونغو المستقلة وبريطانيا العظمى في عام ١٨٩٤م

جاء في البند الثالث "تتعهد حكومة الكونغو المستقلة بالألا تقيم أو تسمح بإقامة أي إشغال على نهر سمليكى أو نهر أسانجو أو بجوار أي منهما يكون من شأنه خفض حجم المياه التي تتدفق في بحيرة ألبرت ما لم يتم ذلك بالاتفاق مع الحكومة السودانية".

المعاهدة بين بريطانيا العظمى وإيطاليا وإثيوبيا في عام ١٩٠٢م

جاء في البند الثالث "يتعهد ملك الحبشة لدى حكومة بريطانيا بأن لا يصدر تعليمات أو يسمح بإصدارها فيما يتعلق بعمل أي شيء فى النيل الأزرق أو بحيرة تانا أو نهر السوياط يمكن أن يسبب اعتراض سريان مياهها إلى النيل ما لم توافق على ذلك حكومة بريطانيا مقدما هي وحكومة السودان".

المعاهدة بين بريطانيا وبلجيكا فى عام ١٩٠٦م

وقعت هذه المعاهدة بين بريطانيا وبلجيكا نيابة عن دولة الكونغو فى لندن فى مايو ١٩٠٦م، وقد نصت المعاهدة على المادة التالية: "تتعهد حكومة الكونغو ألا تقيم أو تسمح بإقامة أية منشآت قرب أو على نهر سمليكى أو نهر ايسانجو والتي يكون من شأنها تخفيض كمية المياه التى تصب فى بحيرة ألبرت إلا بالاتفاق مع حكومة السودان المصرى - البريطانى"

اتفاقية عام ١٩٠٦م بين بريطانيا وإيطاليا وإثيوبيا

والتي تتعهد فيها الدول الثلاث باحترام كل الاتفاقيات السابقة مع التعهد بتأمين حقوق مصر فى مياه النيل، وخاصة تنظيم مياه النيل وفروعه.

المذكرات المتبادلة بين المملكة البريطانية وإيطاليا فى عام ١٩٢٥م

بشأن الامتيازات المتعلقة بإقامة خزان على بحيرة تانا وخط حديدى عبر الحبشة من إريتريا إلى الصومال الإيطالى (روما من ١٤ - ٢٠ ديسمبر ١٩٢٥م). وقد شملت المذكرة عدة عناصر أهمها تعهد الحكومة الإيطالية من جانبها (اعترافاً منها بالحقوق الهيدرولوجية الأولى لكل من مصر والسودان) بعدم إجراء أية إشغالات على المياه الرئيسية للنيل الأزرق أو النيل الأبيض وروافدهما وفروعهما يكون من شأنها أن تعدل بصورة ملموسة تدفق المياه نحو النهر الرئيسى.

اتفاقية مياه النيل عام ١٩٢٩م

أبرمت هذه الاتفاقية بين مصر وبريطانيا العظمى (والأخيرة نيابة عن السودان وكينيا وتنجانيقا وأوغندا) وتتص هذه الاتفاقية على تحريم إقامة أى مشروع من أى نوع على نهر النيل أو روافده أو البحيرات التى تغذيها كلها إلا بموافقة مصر وبصفة خاصة إذا ما كانت لهذه المنشآت صلة بالرعى أو توليد الكهرباء أو إذا ما كانت تؤثر على كمية المياه التى كانت مصر تحصل عليها أو

إذا كانت تضر بمصالح مصر من أية ناحية. وكذا تنص المعاهدة على أن لمصر الحق في الرقابة على طول مجرى النيل من منبعه إلى مصبه وفي إجراء البحوث وكذلك الرقابة على تنفيذ المشروعات التي قد تفيد مصر.

الاتفاق بشأن إنشاء خزان أوين بأوغندا عام ١٩٥٣م

تم تبادل المذكرات بين الحكومة المصرية وحكومة المملكة المتحدة بداية من عام ١٩٤٩م حول مدى حاجة أوغندا لإنشاء محطة توليد طاقة كهربائية من شلالات أوين، وانتهت المذكرات بقبول الطرفين بأن يكون تبادل المذكرات والردود عليها بمثابة اتفاق رسمي بين الحكومتين. وملخص هذا الاتفاق أنه من مصلحة الطرفين التعاون في بناء خزان عند مخرج بحيرة فيكتوريا لأغراض الري في مصر وتوليد الطاقة الكهربائية لصالح أوغندا بحيث لا يؤثر إنشاء الخزان وتشغيل محطة توليد الطاقة على كمية المياه التي تصل إلى مصر أو تعديل تاريخ وصولها أو تخفيض منسوبها وبحيث تكون التصرفات الخارجة من بحيرة فيكتوريا متوافقة مع التصرف الطبيعي للنهر قبل إنشاء الخزان.

اتفاق بين مصر والسودان للانتفاع الكامل بمياه النيل عام ١٩٥٩م

جاءت هذه الاتفاقية مكملة لاتفاقية النيل المنعقدة في عام ١٩٢٩م بين مصر والسودان وليست لافية لها. وقد شملت المحاور التالية: الحقوق المكتسبة، ومشروعات ضبط النيل وتوزيع عوائدها (السد العالي في مصر والروصيرص في السودان)، وشملت أيضاً مشروعات تقليل الفاقد (بحر الجبل - بحر الزراف - بحر الغزال وفروعه - نهر السوبات وفروعه - حوض النيل الأبيض)، وكذلك تنسيق التعاون الفني بين الدولتين من جهة وبين باقي دول حوض النيل من جهة أخرى.

اتفاق بين مصر وأوغندا على تنفيذ مشروع توسيع محطة كهرباء خزان أوين
فى مايو ١٩٩١م

تم تبادل خطابين بين حكومة جمهورية مصر العربية وحكومة أوغندا بشأن
الموافقة على تنفيذ مشروع توسيع محطة كهرباء خزان أوين واعتبار هذين
الخطابين بمثابة اتفاق بين الحكومتين، وملخص هذا الاتفاق:

- احترام اتفاق عام ١٩٥٣م الخاص بإنشاء خزان أوين بأوغندا.
- يمكن لأوغندا تنظيم بحيرة فيكتوريا متى دعت الحاجة إلى ذلك وفقاً للحدود
المأمونة وبحيث لا تؤدي إلى آثار عكسية على احتياجات دول المصب.
- التصريف المستخدم للقوى الكهربائية ينبغي أن يكون متوافقاً مع التصريف
الطبيعى.
- تكتب مصر إلى البنك الدولى لرفع تحفظاتها على المشروع.

إطار عام للتعاون بين جمهورية مصر العربية وإثيوبيا فى يوليو ١٩٩٣م

ملخص هذا الإطار أن الدولتين تعقدان العزم على تقوية روابط الصداقة
لتعزيز التعاون بين الدولتين والالتزام بقواعد حسن الجوار وعدم التدخل فى
الأمر الداخلى للبلدين ضماناً لاستقرار الأوضاع فى المنطقة، وبالنسبة لمياه
النيل فقد اتفق الجانبان على:

- عدم قيام أى منهما بعمل أى نشاط يتعلق بمياه النيل قد يسبب ضرراً
بمصالح الجانب الآخر
- ضرورة المحافظة على مياه النيل وحمايتها.
- احترام القوانين الدولية.
- يتم التشاور والتعاون بين الجانبين بغرض إقامة مشروعات تزيد من حجم
تدفق المياه وتقلل الفواقد.

مشروع الدراسات الهيدرومترولوجية بحوض البحيرات الاستوائية

قامت بعض دول حوض النيل (مصر-كينيا-السودان-تنزانيا-أوغندا) فى أغسطس ١٩٦٧م ببدء مشروع الدراسات الخاصة بهضبة البحيرات الاستوائية تحت مظلة برنامج الأمم المتحدة ومنظمة الأرصاد العالمية بهدف تجميع المعلومات المترولوجية والهيدروولوجية الخاصة بأحواض البحيرات الاستوائية لتحليل الميزان المائى لإمكانية قيام الحكومات المختلفة بتخطيط مشروعات للمحافظة على المياه وحسن استغلالها، وبهدف تحقيق التعاون الإقليمي فى حفظ مياه النيل. وقد تم مد فترة المشروع أكثر من مرة وانضمت إليه تباعا باقى دول حوض النيل حتى تم الانتهاء من أهدافه عام ١٩٩٢م. وقد تم جمع قاعدة من البيانات الأساسية التى تساعد على تنمية المنطقة الاستوائية بالإضافة إلى أنه قد تم إعداد نموذج رياضى بالكامل للمنطقة تم تطبيقه لمعرفة تأثير الاحتياجات فى دول المنبع على دول المصب.

مشروع التيكونيل

تم عقد لقاء فى ديسمبر ١٩٩٢م فى كمبالا بأوغندا بين السادة الوزراء المعنيين بالموارد المائية بدول حوض نهر النيل لمراجعة وتقييم ما تم عمله من خلال مشروع البحيرات الاستوائية المشار إليه وإعداد وثيقة للتعاون الفنى تشمل كافة دول حوض النيل. وتم الاتفاق فى ذلك اللقاء على ضرورة التعاون المستقبلى بين دول حوض النيل لفترة ثلاث سنوات تحت مسمى (التيكونيل)، وقد وقع على هذا الاتفاق السادة الوزراء المعنيين من الدول التالية مصر - السودان - أوغندا - تنزانيا - زائير - رواندا، كما حضرته بقية الدول النيلية كمرقبين، وتم إنشاء لجنة فنية من ممثلى دول حوض النيل كما تم تشكيل مجلس وزارى لوزراء الموارد المائية فى تلك الدول. وقد تم عقد لقاء لأعضاء اللجنة الفنية للتيكونيل فى شهر نوفمبر ١٩٩٤م بالقاهرة، وتم فى هذا اللقاء وضع

الخطة الشاملة لتنمية حوض نهر النيل. وقد حضر هذا اللقاء ممثلو جميع الدول النيلية، وتم عقد لقاء وزارى فى أروشا بتنزانيا عام ١٩٩٥م حيث تم عرض الخطة الشاملة لحوض نهر النيل وقد حظيت تلك الخطة بموافقة السادة الوزراء المعنيين بشئون مصادر المياه فى الدول النيلية. كما تقرر فى ذلك اللقاء مد فترة التيكونيل لمدة ثلاث سنوات أخرى تبدأ من يناير ١٩٩٦م.

وتحتوى الخطة الشاملة على ٢٢ مشروعاً تدور فى إطار خمسة مجالات

رئيسية على النحو التالى :-

الخطة المتكاملة لتخطيط وإدارة مصادر المياه

- تحديد الموارد المائية المتاحة والاحتياجات

- خطط التنمية وإدارة الموارد المائية

- تحديد الآثار المترتبة على المتغيرات المناخية

- عمل الميزان المائى لبحيرة فيكتوريا

- إدارة الأراضي المغمورة بالمياه

رفع كفاءة المؤسسات المختلفة

- دعم المؤسسات المختصة

- عمل أطلس للمصادر المائية الموجودة بحوض نهر النيل

- تحسين طرق إدارة المياه

- الإدارة المتكاملة لمصادر المياه

- تدعيم المؤسسات المعنية بنوعية المياه

- إنشاء قاعدة بيانات خاصة بحوض نهر النيل

- تدعيم المراكز القومية الإقليمية من أجل تنمية المهارات بحوض نهر النيل

- تدعيم المؤسسات القومية والإقليمية المعنية بشئون البيئة

التدريب

ويتم ذلك عن طريق عمل دورات تدريبية للفنيين والمديرين ومنتخذي القرار من العاملين بالأجهزة المتخصصة في دول حوض النيل من أجل زيادة وتمييز مهاراتهم.

التعاون الإقليمي

الغرض الرئيسي من هذا البند هو عمل إطار مؤسسي للعمل بجميع دول حوض النيل يكون مقبولاً من جميع الدول النيلية ، ويتضمن هذا البند خمسة مشروعات هي :

- عمل حصر للمنظمات القومية والإقليمية وأنشطتها
- عمل حصر للخبراء المحليين بدول حوض نهر النيل
- عمل إطار للتعاون الإقليمي بين دول الحوض
- تبادل المعلومات بين دول الحوض
- تحديد المشروعات المشتركة على المستويين القومي والإقليمي لتنمية الموارد المائية

حماية وتحسين البيئة

الغرض الرئيسي من هذا البند هو التحكم في تجريف الأراضي والملوحة والتلوث والحشائش المائية في البحيرات الاستوائية والنيل الأبيض وتطوير سياسة حماية البيئة في منطقة البحيرات، ويتضمن هذا البند ثلاثة مشروعات هي:

- الحماية البيئية للأراضي والمياه
- دراسات البيئة في الأحواض الفرعية
- جمع الدراسات التشخيصية لمشكلات البيئة بحوض نهر النيل

اللجنة الاستشارية الفنية (التجميع الحالى لدول حوض النيل)

بعد انتهاء فترة التكوين في ديسمبر ١٩٩٨م، تطور التعاون بين دول حوض النيل ليشمل وضع استراتيجية للتحرك على المستويين الإقليمي بالنسبة للحوض بالكامل، وبالنسبة للأحواض الفرعية. ومن خلال الاجتماعات الوزارية للمجلس الوزاري لوزراء الموارد المائية لدول حوض النيل، اتفقت الدول على تطوير آلية اللجنة الفنية الاستشارية لحوض النيل وشملت وضع استراتيجية للتعاون بين الدول النيلية والتحرك من مرحلة الدراسات إلى مرحلة تنفيذ المشروعات التي تقوم على مبدأ "الفائدة للجميع Win - Win"، وتكون هذه الآلية من مجلس وزاري ولجنة فنية استشارية وسكرتارية ومدير. وقد شملت الاستراتيجية محورين، الأول عبارة عن مشروعات الرؤية المشتركة وتشمل حوض النيل بكامله. والمحور الثاني عن مشروعات الأحواض الفرعية وتشمل مشروعات يتم تنفيذها بين مجموعة من الدول تشترك في حوض فرعي مثل مصر والسودان وإثيوبيا في الهضبة الإثيوبية والنيل الرئيسي، ومصر والسودان وأوغندا وكينيا وتنزانيا بالنسبة للبحيرات الاستوائية، ومشروعات بين دول الهضبة الاستوائية.

وقد شكل البنك الدولي مجموعة استشارية من الممولين تقوم بتمويل هذه المشروعات ومن المتفق عليه السير في الخطوات التالية:

- يتم عقد اجتماعات بين أعضاء اللجنة الفنية الاستشارية للاتفاق على المشروعات بالنسبة لكل من مشروعات الرؤية المشتركة ومشروعات الأحواض الفرعية، ثم ترفع للوزراء للنظر في إقرارها.

- ترسل هذه المشروعات إلى اللجنة الاستشارية من الممولين برئاسة البنك الدولي لدراستها وتمويل ما يثبت صلاحيته من الناحية الفنية والاقتصادية.

ويجرى حالياً عقد اجتماعات بين دول حوض النيل بواسطة مجموعة من الخبراء (ثلاثة من كل دولة) تجتمع دورياً لدراسة وإعداد الإطار الإقليمي

والقانونى لدول حوض النيل، وستكون هى الآلية الدائمة التى تجمع دول حوض النيل وتحدد العلاقة بينها فى استغلال مياه النيل، حيث ان الآلية الحالية وما سبقها من آليات تعتبر آليات مؤقتة يتم التعامل بها لحين الانتهاء من الإطار القانونى والمؤسسى لدول حوض النيل.

مؤتمر النيل ٢٠٠٢م

نتناول هنا إحدى آليات التعاون بين دول حوض النيل وهو مؤتمر النيل ٢٠٠٢م الذى حضره سنوياً ممثلون حكوميون رفيعو المستوى عن دول الحوض. وأول هذه المؤتمرات عقد فى أسوان عام ١٩٩٣م ثم فى السودان ثم تنزانيا وأوغندا ثم إثيوبيا ثم رواندا ثم مصر مرة ثانية عام ١٩٩٩م، ثم إثيوبيا فى نهاية شهر يونيو عام ٢٠٠٠م. وستستمر سلسلة هذه اللقاءات السنوية حتى عام ٢٠٠٢م، لتبادل وجهات النظر الفنية وتبادل الخبرات بين دول الحوض حول مشاريع تنمية موارد نهر النيل وألوياتها. وتتمثل أنشطة هذا المؤتمر فى الأوراق القطرية التى تعرضها الوفود الرسمية لدول حوض النيل بالإضافة إلى أبحاث علمية وفنية يعرضها باحثون من دول الحوض ومن جهات وهيئات أجنبية عديدة.

وعلى ضوء ما جاء فى الأوراق القطرية لمؤتمر النيل ٢٠٠٢م يمكن استخلاص ما يلى (علام، ١٩٩٩م) :

- إن البيانات والدراسات المائية المتوفرة لدول الحوض، باستثناء مصر ثم السودان، محدودة وليست هناك خطط قومية مائية تفصيلية يمكن الإعتماد عليها حتى الآن لإعداد خطة متكاملة لتنمية وإدارة نهر النيل.
- هناك مبالغة شديدة فى تقديرات تعداد سكان دول الحوض وفى معدلات الزيادة السكانية وبالتالي فى احتياجاتهم المائية.

- هناك اهتمام مثير للانتباه من دول أعالي النيل بالزراعة المروية بالرغم من أنها لم تمارس هناك بشكل مؤثر منذ القدم، ولم تتطرق أى من الأوراق القطرية إلى الزراعات المطرية والعمل على تطويرها وزيادة إنتاجيتها.
- هناك بالفعل حاجة لإنشاء السدود الصغيرة لإمدادات مياه الشرب ولتوليد الكهرباء فى معظم دول حوض النيل، وهذه السدود لن تؤثر بشكل كبير على حصة مصر، ما لم تستخدم مياهها فى أغراض الري.
- من الملاحظ أن الاحتياجات المستقبلية لدول الهضبة الاستوائية للزراعات المروية تم تقديرها بما يعادل الزيادة المتوقعة فى إيراد النهر نتيجة مشروع قناة جونجلي، مما يوحي بأنه قد يكون هناك نوايا لدى هذه الدول للمطالبة ببيع المياه لدول المصب.
- هناك مبالغة إثيوبية شديدة فى تقدير احتياجاتها المائية حتى لو صححت تقديراتها للمساحات الزراعية الممكن استصلاحها، حيث تتوفر الأمطار الغزيرة لشهور عديدة، والرى التكميلي للفدان لن يزيد عن حوالى ٢٠٠٠ متر مكعب فى السنة، ولن تزيد الاحتياجات الكلية عن ١٠ مليار متر مكعب، علماً بأن استصلاح هذه المساحات الهائلة سيستغرق عقوداً طويلة من الزمن وبتكاليف هائلة، ذلك بالإضافة إلى تكاليف السدود التخزينية وقنوات التحويل.
- الأهمية الكبيرة لتنسيق المواقف بين مصر والسودان فى هذه المؤتمرات خاصة وفى برامج حوض النيل عموماً، وبدون هذا التنسيق سيكون من الصعب لأى منهما زيادة الإيراد من مياه النيل بل والمحافظة على حصصهما المائية.
- بعد عام ١٩٩٦م أصبحت الأوراق القطرية تكرر أماً ذكر فى الأعوام السابقة مما قد يستلزم إعادة تقييم فوائد استكمال هذه السلسلة من المؤتمرات السنوية.

٣-٥ الرؤية المستقبلية لتنمية موارد نهر النيل

إن التحدى الحقيقى هو تنمية حوض النهر واستغلال الطاقات الكامنه به لإمكان سد احتياجات الدول النيلية، والتي تختلف من دولة إلى أخرى طبقاً لما لديها من موارد مائية، وبشرية ومساحات صالحة للزراعة، وأولويات تنمية الموارد المائية. فكثير من الدول النيلية لا توجد لديها خطط قومية لاستخدامات المياه فيما عدا مصر والسودان وكينيا ولا تزال إثيوبيا فى المراحل الأولى لإعداد خطتها القومية لاستخدامات البلاد. أما باقى الدول فلم يتم بعد إعداد خطتها القومية وتركز فى مطالبها من مياه النيل على محاولة توفير الموارد المائية لمياه الشرب، وأحياناً لتوفير المياه للسكان وللماشية فى بعض المناطق، ودون الدخول فى مشروعات زراعية كبرى كما هو الحال فى مصر والسودان.

٣-٥-١ الهضبة الاستوائية

عندما وقعت مصر مع السودان اتفاقية مياه النيل عام ١٩٥٩م، وأُنشئت الهيئة الفنية الدائمة المشتركة لمياه النيل بين مصر والسودان بموجب هذا الاتفاق، بدأت الهيئة بجانبها المصرى والسودانى فى الدخول فى محادثات فنية غير رسمية مع دول شرق إفريقيا لبحث مطالبها من مياه النيل، ولاسيما أن هذه الدول قد احتجت حينما وقعت مصر اتفاقية عام ١٩٥٩م والتي تتضمن توزيع حصص مياه النيل مع السودان، وبدأت هذه المحادثات بين وفد مشترك مصوى سودانى من هيئة مياه النيل والدول الثلاث أوغندا وكينيا وتنزانيا فى أكتوبر ١٩٦١م، لتبادل الآراء وتوضيح وجهات النظر فى مطالب هذه الدول من المياه وأى مشكلات مطروحة للبحث، وكانت هيئة مياه النيل حريصة فى ذلك الوقت على ترك بابها مفتوحاً لتستأنف المفاوضات على فترات مستقبلية حتى يبلغ الطرفان غايتهم فى استكمال بحث هذه الموضوعات. وتم الاتفاق فى عام ١٩٦٣م على أن تتقدم دول شرق إفريقيا بمطالبها العاجلة من مياه النيل لمدة

خمس سنوات قادمة، وأن أيه كمية يتفق عليها تنتظر فيها حكومتا الجمهوريتين للموافقة عليها على أن يكون مفهوماً أن المطالب النهائية سوف تشمل ما يمكن قبوله عاجلاً لتلك البلاد. وتقدمت دول شرق إفريقيا بمطالبها العاجله من مياه النيل وبلغت جملتها ٠,٧١ مليار متر مكعب وقد رفعت الهيئة توصيتها لحكومتى الجمهوريتين بقبول هذا القدر من المياه، لاسيما أن هذه الكميات لن تؤثر على إيراد النهر الواصل للدولتين تأثيراً محسوساً. كانت الهيئة تترسم انتهاز فرصة هذه المحادثات لتدعيم الثقة بين الطرفين، وذلك رغبة في الوصول إلى اتفاق يحقق مصالحهما معاً، كما أن الهيئة كانت تضع في ذلك الوقت في اعتبارها أن أهالي تلك البلاد قد حصلوا على استقلالهم حديثاً فهم في حاجة إلى وقت يتعرفون فيه بأنفسهم على حاجتهم الحقيقية من المياه. وقد استمرت هذه الحلقات من المباحثات بين دول شرق إفريقيا وهيئة مياه النيل حتى انتهت إلى إقرار قيام مشروع الدراسات الهيدرولوجية بحوض البحيرات الاستوائية الذي بدأ منذ عام ١٩٦٧م، وشكلت له لجنة فنية لممثلي دول المشروع وهي مصر والسودان وأوغندا وكينيا وتنزانيا ثم انضمت إليه رواندا وبوروندى ثم زائير فيما بعد، واستمر العمل به حتى عام ١٩٩٢م بقيام تجمع التيكونيل والذي يهدف إلى تنمية حوض النهر لصالح دول حوض النيل جميعها، وتقدمت دول شرق إفريقيا باستخداماتها في المياه في ذلك الوقت ومطالبها حتى عام ٢٠٠٠م كما هو موضح في جدول رقم (٣-٢).

ومن الدراسات التي أجريت في المشروع ومن تقارير الخبراء، أمكن الوصول إلى نتيجة مفادها أن هذه الكميات مبالغ فيها وغير مبنية على أساس، وأنه يتعين على الدول أن تدرس مواردها المائية وطرق استغلالها بناءً على دراسة خطة قومية متكاملة وعلى أسس علمية سليمة حتى يمكن التعرف على الاحتياجات الفعلية لكل دولة.

مشروعات نهر الكاجيرا

من المعلوم أنه قد أنشئت منظمة الكاجيرا وهي تضم دول تنزانيا ورواندا وبوروندي وأوغندا ومهمتها هي تنمية حوض نهر الكاجيرا والذي يعتبر أكبر رافد يصب في بحيرة فيكتوريا. وقد درست عدة مشروعات بإقامة خزانات على نهر الكاجيرا لتوليد الكهرباء وللزراعة أكبرها خزان روسومو عند الشلالات المعروفة بشلالات روسومو وتبلغ سعته حوالي ٨ مليار متر مكعب وتبلغ الطاقة التي يمكن توليدها حوالي ١٠٠ ميغاوات.

جدول رقم (٣-٢) تقديرات دول شرق إفريقيا لاستخداماتها المائية بال مليار متر مكعب

الدولة	مطالب هذه الدول عام ١٩٧٢م ولمدة خمس سنوات قادمة	الاستخدامات في ١٩٨٠م	الاستخدامات المتوقعة في ٢٠٠٠م
بوروندي	لم تشترك في المحادثات	٠,٠١	٠,١٦
كينيا	٠,٢٦	٠,٣١	١,٣٥
رواندا	لم تشترك في المحادثات	-	-
تنزانيا	٠,٤٠	٠,٣٤	٣,٣٤
أوغندا	٠,٠٥	٠,١٤	٣,٤٢
إجمالي	٠,٧١	٠,٩١	٨,٨٠

- البيانات غير متوفرة

كينيا

تعتبر كينيا هي الدولة الوحيدة من دول الهضبة الاستوائية التي درست خطتها القومية لاستخدامات المياه، وقد أعدت الخطة حتى عام ٢٠١٠م، وذلك بمساعدة الحكومة اليابانية عام ١٩٩٢م، ومن المعلوم أن هذه الخطة أعدت للقيام ببعض مشروعات لاستغلال الموارد المائية بلغت جملتها حوالي ٢,٥ مليار متر مكعب سنوياً في مواقعها.

أوغندا

لا توجد خطة قومية لأوغندا حتى الآن، إلا أنه قد تم إعداد تقرير مبدئى عن استخدامات المياه أعد بمساعدة الحكومة الدانماركية، وهذا المشروع قد ركز على مشروعات توليد الكهرباء وأشار إلى أن احتياجات مياه الري محدودة. إلا أن أوغندا قد قدمت تقريراً قطرياً عام ١٩٩٢م لليونيب (UNEP) طالبت فيه بأربعة مليارات من الأمتار المكعبة لري مساحة قدرها ٤٠٠ ألف هكتار، وبحوالى ٢,٥ مليار متر مكعب للصناعة وهى أرقام مبالغ فيها وليست مبنية على دراسات حقيقية.

تنزانيا

لا توجد خطة قومية لتنزانيا إلا أنه فى التقرير القطرى المقدم لليونيب فى عام ١٩٩٢م، طالبت تنزانيا بزراعة ٢٠٠ ألف هكتار وقدرت احتياجاتها من حوض البحيرة بما يتراوح بين ٢-٣ مليار متر مكعب سنوياً، وتعتبر هذه الكميات مبالغاً فيها وغير مبنية على أى دراسة فعلية.

أما عن رواندا وبوروندى فلم تتقدما بأى تقديرات بخلاف ما سبق أن طالبت به هذه الدول عام ١٩٧٢م.

٣-٥-٢ الهضبة الإثيوبية

النيل الأزرق

تضمن التقرير الذى أعده مكتب استصلاح الأراضى بالولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٩٦٤ م عن مشروعات التنمية فى مجال الري والطاقة فى حوض النيل الأزرق بإثيوبيا، وذلك بناءً على دراسة شاملة للأراضى التى يمكن استصلاحها والموارد المائية واستخداماتها فى توليد الطاقة من حوض النيل الأزرق. وتضمن التقرير ثلاثة مواضيع على النحو التالى:

أ- عمل دراسة شاملة للأراضي التي يمكن استصلاحها والموارد المائية واستخدامها في توليد الطاقة في حوض النيل الأزرق.

ب- المساعدة في إنشاء جهاز فنى تحت إشراف الحكومة الإثيوبية يعمل ضمن مؤسساتها يكون قادراً على استكمال الدراسات المطلوبة لتنمية الموارد المائية سواءً في حوض النيل الأزرق أو باقى الأحواض الأخرى.

ج- تدريب الفنيين الإثيوبيين للقيام بإدارة وتشغيل الجهاز الفنى القائم بالدراسات والمباحث اللازمة لهذه المشروعات.

ومما ورد بالتقرير يتضح أنه بالنسبة للبند (أ) فإن الدراسات قد بدأت منذ أوائل عام ١٩٥٨م لجمع البيانات وعمل المباحث الحقلية والتي تمت في يونيه عام ١٩٦٣م، وتم إعداد هذا التقرير في يونيه ١٩٦٤م. وكان قد تم عمل مسح شامل لحوض النيل الأزرق داخل إثيوبيا لدراسة إمكانية تنمية الموارد المائية به، وقد شمل التقرير ٣٣ مشروعاً لأغراض الري والطاقة تستهدف استصلاح حوالى ٤٣٥٠٠٠ هكتار وتوليد طاقة كهربائية قدرها ٦,٩ مليون كيلو وات.

ويختلف حجم هذه المشروعات اختلافاً كبيراً، وكانت التوصية بأن يتم الاختيار بين المشروعات، على ضوء التقدم فى التنمية القومية وعلى مدى استيعاب البلاد لإمكانية تصدير المحاصيل الزراعية واستخدام الطاقة الكهربائية المولدة من هذه المشروعات. وأهم نتائج هذه الدراسة يمكن تلخيصها فيما يلى:

- إمكانية تنفيذ ٣٣ مشروعاً للري وتوليد الطاقة على حوض النيل الأزرق وفروعه منها ١٤ مشروعاً للري و ١١ لتوليد الطاقة و ٨ للثنين معاً.

- يمكن استصلاح وزراعة حوالى ٤٣٥ ألف هكتار على حوض النيل الأزرق وفروعه كمرحلة أولى، ومن واقع الدراسات التى تمت فى هذا الشأن بالنسبة لمتوسط المقنن المائى للهكتار وهو حوالى ١١ ألف متر مكعب سنوياً، فإن كمية المياه المستهلكة لو تم تنفيذ هذه المشروعات ستبلغ حوالى ٥,٢ مليار

متر مكعب سنويا هذا بخلاف الفاقد بالتبخر من الخزانات المقامة لهذه الأغراض والتي لم يمكن استخلاصها من التقرير.

- يمكن توليد طاقة كهربائية قدرها حوالي ٧ مليون كيلو وات من المشروعات المقترحة.

- تبلغ تكاليف إنشاء هذه الأعمال حوالي ٩,٢ مليار دولار إثيوبي أى حوالي ٣,٧ مليار دولار أمريكي حسب أسعار التكلفة في عام ١٩٦٤م.

نهر السوبات

لا تتوفر بيانات تفصيلية عن استخدامات المياه في حوض نهر السوبات ولكن من المعلوم أن هناك مساحات تصلح للزراعة في حدود ١٠٠ ألف هكتار، خاصة على نهر البارو، ولم ينفذ منها إلا مساحات صغيرة حتى الآن قد لا تزيد عن عشرة آلاف هكتار.

نهر العظيرة

لا تتوفر بيانات محددة عن استخدامات المياه في حوض نهر العظيرة إلا أن هناك مشروعا لاستصلاح ٣٠ ألف هكتار على نهر ستيت.

٣-٦ تأثير مشروعات أعالي النيل على حصة مصر المائية

٣-٦-١ الهضبة الاستوائية

من خلال تنفيذ مشروع البحيرات الاستوائية تم إعداد نموذج رياضي لمنطقة البحيرات وطلب من الدول أن تتقدم بمطالبها في ذلك الوقت، وقد تقدمت بها الدول بشكل غير رسمي، هذا بالإضافة إلى أن كل المطالب في ذلك الوقت لم تكن مبنية على أساس علمي أو على خطط قومية لاستخدامات المياه.

- وقد اتضح أن تأثير السحب سيكون في حدود ٢,٥٠٠ مليار متر مكعب على الخارج من بحيرة فيكتوريا، وذلك بعد استخدام النموذج الرياضي.

- يتوقف تأثير السحب على تفاصيل هذه المشروعات والتي هي غير معلومة بعد، بالإضافة إلى أن العديد من هذه المشروعات على أنهر تصب في مستنقعات ويفقد منها كميات كبيرة قبل أن تصب في البحيرة، وعليه فإنه لمعرفة تأثير السحب لابد من التعرف على الخطط القومية لهذه الدول ثم دراسة تأثير السحب من خلال النماذج الرياضية الحديثة والتي أصبحت أكثر دقة مما كانت عليه منذ عشرين عاماً.

- لذا فإنه يمكن القول إن تأثير سحب دول الهضبة الاستوائية بما فيها الدول الفرانكوفونية يمكن الوفاء بها دون تأثير ملموس على الداخل للسد العالي.

- إلا أن ذلك يستدعي دعم النماذج الرياضية المتاحة لمصر ولحوض النيل بكامله لإمكان التعرف على تأثير السحب من المشروعات المقترحة على كميات المياه الواردة للسد العالي.

٣-٦-٢ بالنسبة للهضبة الإثيوبية

من دراسة البيانات السابقة لا يمكن الحكم على مدى تأثيرها خاصة أن بعضها يمتد إلى أكثر من ٣٥ عاماً، حيث لم تتقدم إثيوبيا بخططها القومية بعد للتعرف على احتياجاتها وإمكانية الوفاء بها دون ضرر ملموس على دولتي المصب وهما مصر والسودان. ولكن من المعروف أن المشروعات السابق دراستها بصفة مبدئية باهظة التكاليف، بالإضافة إلى أن هناك شكاً في إمكانية تنفيذها من الناحية الفنية خاصة الخزانات المقترحة على النيل الأزرق بخلاف ما هو مقترح على الفروع الصغيرة التي يمكن تنفيذ مشروعات عليها. وعموماً فلا شك أن هناك فواید مائية في الهضبة الإثيوبية وخاصة عند الحدود السودانية، الأمر الذي يجعل إقامة مشروعات لتقليل الفاقد وزيادة إيراد النهر، أمراً حيوياً لإمكان الوفاء باحتياجات إثيوبيا المستقبلية. وإن إثيوبيا لديها إمكانيات كبيرة لتوليد طاقة كهربائية هائلة يمكن أن تعود عليها بالنفع الكبير، ويمكن أن يكون لها عائد اقتصادي كبير يوازي استصلاح ملايين الهكتارات،

خاصة إذا تم ربط هذه الشبكة بالشبكة الموحدة الممتدة إلى الشرق الأوسط وأوروبا.

وخلاصة القول أنه يمكن الوفاء باحتياجات إثيوبيا من مشروعات لتنمية حوض النهر إذا ما أمكن تنفيذ مشروعات تقليل الفاقد في المستنقعات وإذا ما تم تنفيذ مشروعات توليد الكهرباء وإذا ما أمكن تنظيم تشغيل السد العالي مع باقى الخزانات المتاحة على أنهار الهضبة الإثيوبية للحصول على أقصى فائدة للدولتين والوفاء باحتياجاتهما.

إن اتفاقية عام ١٩٥٩م حددت العلاقة المائية بالتفصيل بين الدولتين وحددت الحصص بناءً على الحقوق التاريخية فى مياه النيل وبناءً على توزيع الفائدة المائية نتيجة إقامة السد العالي والتي كانت تهدر فى البحر سنوياً قبل إقامة السد العالي. كما حددت الاتفاقية توزيع الفائدة المائية بالنسبة لمشروعات أعالي النيل. وقد أعدت الدولتان مشروعاتهما وخططهما القومية على أساس المتاح من حصص حاله والزيادات المتوقعة من تنفيذ مشروعات أعالي النيل. وجدير بالذكر أن اتفاقية عام ١٩٥٩ حددت لمصر ٥٥,٥ مليار متر مكعب وللأسودان ١٨,٥ مليار متر مكعب.

٣-٧ مشروعات أعالي النيل لزيادة حصة مصر والسودان

أثبتت الدراسات التي تمت حتى الآن فى إطار الهيئة الفنية الدائمة المشتركة لمياه النيل أنه يمكن توفير نحو ١٨ مليار متر مكعب سنوياً، مقدرة عند أسوان، تقسم مناصفة بين مصر والسودان وبيانها كما يلي:

- ٧ مليار متر مكعب من المياه الضائعة فى منطقة السدود، وسيتم الحصول على هذه المياه بعد تنفيذ مشروع قناة جونجلي بمرحلته الأولى والثانية، وزيادة كفاءة بحر الجبل، والتخزين فى البحيرات الاستوائية، وقد بدأت مصر فعلا مع السودان فى تنفيذ المرحلة الأولى من قناة جونجلي فى يونيو ١٩٧٨م وكان من المقرر أن تنتهى بنهاية عام ١٩٨٥م لتحقيق فائدة مائبة قدرها ٤

مليار متر مكعب سنوياً، مقدره عند أسوان، وتقسم مناصفة بين البلدين، وقد توقف المشروع لظروف أمنية بعد استكمال ٧٠٪ من أعمال الحفر.

- ٧ مليار متر مكعب من المياه الضائعة في حوض بحر الغزال، ويستدعى ذلك حفر قنوات لتجميع مياه الأنهار والخيران داخل حدود السودان.

- ٤ مليار متر مكعب من المياه الضائعة في مستنقعات مشار، ويستدعى ذلك إنشاء قنوات جديدة بالمنطقة داخل حدود السودان.

وإجمالي المبالغ المطلوبة لتنفيذ هذه المشروعات نحو ٦٠٦ مليون جنيه حسب أسعار عام ١٩٧٧م موزعة كما يلي:

- ١١٦ مليون جنيه تكاليف المرحلة الأولى لمشروع قناة جونجلي

- ٢٠٠ مليون جنيه تكاليف المرحلة الثانية لمشروع قناة جونجلي

- ٨٠ مليون جنيه تكاليف مشروعات مشار

- ١٨٠ مليون جنيه تكاليف مشروعات بحر الغزال

- ٣٠ مليون جنيه تكاليف مشروعات زيادة كفاءة النيل الأبيض

ولكى تتمكن مصر من السير قدماً في هذه المشروعات، لا بد من وجود علاقات جيدة بين الدول النيلية بصفة أساسية، كما يستتبع ذلك بالضرورة عمل اتفاقيات ومعاهدات إما ثنائية أو متعددة الأطراف بين مصر والدول النيلية.

٣-٧-١ مشروع تقليل الفاقد من مستنقعات بحرى الجبل والزراف ومشروع

قناة جونجلي

إن ما يضيع من إيراد النهر في مستنقعات بحرى الجبل والزراف يبلغ نصف الإيراد الداخل في هذه المنطقة في المتوسط، إذ يبلغ متوسط الإيراد السنوى لبحر الجبل عند منجلا حوالى ٣٠ مليار متر مكعب بينما يصل هذا الإيراد السنوى إلى النيل الأبيض عند ملكال عن طريق بحرى الجبل والزراف إلى نحو ١٥ ملياراً من الأمطار المكعبة فقط، وتزيد هذه الفواقد بزيادة تصرف

منجلا وتقل مع انخفاض هذا التصرف، مما يدل على أن الفاقد في هذه المنطقة مرجعه عدم كفاءة مجرى بحرى الجبل والزراف لتميرير التصرفات العالية، وهذا يؤدى إلى فيضان المياه على ضفاف النهر وضياعها فى المستنقعات الممتدة على جانبيه.

لذلك اتجه التفكير بعد دراسات مستفيضة منذ بداية القرن العشرين إلى تمرير جانب من تصرفات النهر فى المجارى الموجودة بعد تعديلها وتقويتها لزيادة استيعابها لتصرفات النهر مع حفر مجرى جديد إضافى لتميرير باقى تصرفات النهر العالية لضمان وصول هذه التصرفات إلى النيل الأبيض بأقل فاقد ممكن. وفى مايو ١٩٧٤م رفعت هيئة مياه النيل مذكرة بالخطوط العريضة لتنفيذ هذا المشروع لحكومتي مصر والسودان لإقراره، وتضمنت ما يلي:

- استخدام البحيرات الاستوائية (فيكتوريا - كيوجا - ألبرت) للتخزين المستمر واسع المدى لمعادلة التصرفات الخارجة منها.
- تحسين كفاءة بحر الجبل شمال منجلا وكذلك بحر الزراف ليمكثها مواجهة التصرف فى حدود ٧٥ مليون متر مكعب فى اليوم، محسوبة عند منجلا، بما فى ذلك استكمال دراسة خور العلاباب وتحسين كفاءته باعتباره يحمل جزءاً من تصرف الجبل.
- إنشاء قناة جديدة تبدأ من بحر الجبل إلى النيل الأبيض لتحمل تصرفاً فى حدود ٤٣ مليون متر مكعب فى اليوم ، وهى ما تسمى بقناة جونجلى.

وتقرر أن يتم تنفيذ المشروع على مرحلتين :

المرحلة الأولى

وهى المرحلة التى لا تتوقف على التخزين فى البحيرات الاستوائية، وتشمل ما يلي:

- حفر قناة جونجلى بقطاع يتسع لتمرير تصرف قدره ٣٠ مليون متر مكعب فى اليوم بطول قدره ٣٦٠ كم ، وذلك بحفر ما يقدر بحوالى ١٠٠ مليون متر مكعب.

- إنشاء الأعمال الصناعية الآتية:

- قنطرة فم قناة جونجلى عند بور لتمرير تصرف قدره ٣٠ مليون متر مكعب / اليوم مجهزة بهويس.

- تعميق مصب القناة عند التقائها عند السوبات لتكون ملاحية دون الحاجة إلى هويس ملاحى.

- إنشاء ثلاثة كبارى علوية وعدد من المعديات على طول القناة.

وقدرت الدراسات التى تمت الفائدة المائية عند أسوان من تنفيذ المرحلة الأولى من هذا المشروع بما يبلغ حوالى أربعة مليارات من الأمتار المكعبة سنويا فى المتوسط يجرى تقسيمها مناصفة بين البلدين طبقا لنصوص اتفاق الانتفاع الكامل بمياه نهر النيل لعام ١٩٥٩م.

المرحلة الثانية :

وتشمل هذه المرحلة ما يلى :

- إتمام أعمال للتخزين فى البحيرات الاستوائية وإنشاء خزان ألبرت على مخرج بحيرة ألبرت "مبوتوسيسى سيكو".

- استكمال حفر قطاع قناة جونجلى على الأورنيك النهائى لتمرير تصرف قدره ٤٣ مليون متر مكعب فى اليوم وهو المقابل لتصرف ٤٥ مليون متر مكعب فى اليوم عند منجلا.

وقد تم تقدير الفائدة المائية لتنفيذ المرحلتين عن أسوان بنحو ٧ مليار متر مكعب سنويا فى المتوسط، ويتم تقسيم هذه الفائدة المائية مناصفة بين الدولتين.

٣-٧-٢ مشروع تقليل الفاقد بمستنقعات مشار وحوض نهر السوبات

يتغذى نهر السوبات من فرعين رئيسيين هما نهرا البارو والبيور، ويفقد نهر السوبات في المستنقعات المتاخمة لنهر البارو كميات كبيرة من إيراده قد تصل إلى حوالي ٤ مليار متر مكعب من المياه في السنة بين بلده "جامبيلا" وملتقى نهري البارو والبيور. وتبلغ مساحة حوض تغذية نهر السوبات حوالي ١٨٧٢٠٠ كيلو متر مربع ويبلغ معدل سقوط الأمطار السنوي حوالي متر في منطقة السيول وحوالي مترين في منطقة المرتفعات. وأوضحت الدراسات أنه لتقليل هذا الفاقد فلا بد من تجميع مياه هذه المستنقعات (مستنقعات مشار) في مجرى رئيسي يبدأ من نهر البارو عند فم خور مشار وينتهي إلى النيل الأبيض عند بلدة ميلوت (مصعب خور ادار)، على أن يراعى في إنشاء قطاع هذا المجرى الجديد أن يكون قادراً على تمرير تصرفات المياه التي ترد إلى المنطقة من المصادر المختلفة مع الأخذ في الاعتبار أن القناة التي تمر عبر مستنقعات مشار ستكون في المستقبل جزءاً من مشروع تقليل الفاقد من نهر البارو وتنظيم تصرفاته. وقد أثبتت الدراسات أن أفضل الحلول لتنظيم تصرفات نهر البارو وزيادة إيراده يكون عن طريق التخزين المستمر بأعلى نهر البارو (في إثيوبيا) مع تمرير تصرف ثابت طول العام خلف الخزان عند (جامبيلا) في إثيوبيا.

وقدرت الفائدة المائية لهذا المشروع بصفة مبدئية عند أسوان في حالة التخزين في نهر البارو داخل الأراضي الإثيوبية، بحوالي ٤ مليار متر مكعب في المتوسط تقسم مناصفة بين الدولتين.

٣-٧-٣ مشروع تقليل الفاقد من منطقة مستنقعات حوض بحر الغزال

تبلغ مساحة حوض بحر الغزال حوالي ٥٢٦ ألف كيلو متر مربع، منها مساحة حوالي ٤٠ ألف كيلو متر مربع مستنقعات. ويبلغ المتوسط السنوي للأمطار التي تتساقط على هذا الحوض حوالي ٠,٩٠ متر. ويتكون هذا الحوض من عدة أنهار هي بحر العرب ونهر لول ونهر الجور ونهر تونج مريدي ونهر

النعام ونهر باى ونهر جل. ويقدر مجموع التصرفات السنوية لهذه الأنهار بحوالى ١٢ ملياراً من الأمتار المكعبة لا يصل منها إلى النيل الأبيض عند مصب بحر الغزال فى بحيرة نو إلا نحو نصف مليار متر مكعب فقط فى السنة. وتبعاً لذلك فما زالت هيئة مياه النيل مستمرة فى أخذ الأرصاد وجمع البيانات الهيدرولوجية بغرض تحديد أحسن الطرق لتوصيل مياه النهر إلى النيل الأبيض بفاقد طبيعى معقول. ويتجه التفكير إلى تنفيذ الأعمال التالية لتقليل الفاقد فى هذه المنطقة:

- حفر قناة لتجميع مياه الأنهر فى الجزء الشمالى من المنطقة وتوصيلها بفاقد معقول إلى النيل الأبيض.
- حفر قناة أخرى لتجميع مياه الأنهر فى الجزء الجنوبى من المنطقة وتوجه شرقاً نحو بحر الجبل.
- إنشاء خزانات سنوية بالأحباس العليا للأنهر الرئيسية بغية التحكم فى تصرفاتها.

وقدرت الفائدة المائية عند أسوان من هذا المشروع بصفة مبدئية بحوالى سبعة مليارات من الأمتار المكعبة سنوياً تقسم مناصفة بين الدولتين.

٣-٧-٤ الآثار البيئية للمشروعات المقترحة

لا تتوفر دراسات بيئية تفصيلية لأى من المشاريع المقترحة أعلاه باستثناء مشروع قناة جونجلى. ومن المعلوم أن مشروع قناة جونجلى هو أول مشروعات تقليل الفاقد من أعالي النيل والمتفق عليه بين مصر والسودان طبقاً لاتفاقية مياه النيل بين البلدين الموقعة فى نوفمبر ١٩٥٩م. لذا فإنه قبل البدء فى تنفيذ المشروع قامت الحكومتان بدراسة الأثر البيئى المتوقع من إنشاء المشروع وفيما يلى نبذه مختصرة عن موجز الدراسة التى تمت فى هذا الشأن:

- لأن التغير المحتمل في مناسيب وتصرفات المياه بالمنطقة تغير محلي ومحدود، فإنه من غير المتوقع حدوث أى تغيير في مناخ منطقة السدود نتيجة لإنشاء قناة جونجلي، ويرجع ذلك إلى أن كتل الهواء المحملة بالرطوبة والمسببة للأمطار بجنوب السودان تأتي من جنوب الأطلنطي، كما أن مساهمة منطقة السدود في الرطوبة الكلية لهذه الكتل الهوائية تكاد تكون منعدمة، كذلك فإن الزيادة الكبيرة في تصرفات المياه بمنطقة السدود خلال الستينات لم يكن لها أى تأثير على المناخ، ولذا فإن تقليل هذه التصرفات لن يكون له تأثير يذكر على مناخ المنطقة. وحيث أن التغير المحتمل هو تقليل كمية المياه المتسربة من مياه النيل إلى المنطقة الغربية للقناة، فإن المنطقة حول منطقة السدود والتي لا تتأثر بهذا التسرب ستكون بعيدة تماماً عن التصحر نتيجة لتنفيذ مشروع قناة جونجلي.

- إن حركة المياه الجوفية في جنوب السودان في اتجاه منطقة السدود، كما أن مناسيب المياه الجوفية بالجزء الأوسط من المنطقة تتقاطع مع الخطوط الكنتورية لسطح الأرض عند المناطق المنخفضة، وهذا يوضح إمكانية صرف المياه الجوفية إلى الخيران والبحيرات بمنطقة السدود، ولذا فإن القناة لن تؤثر على حجم وحركة المياه الجوفية بهذه المنطقة.

- ليس من المتوقع أن تتأثر المنطقة سلباً بعملية التملح التي يمكن أن تحدث نتيجة استصلاح الأراضي والزراعة المروية، وذلك نظراً لأن المحتوى الملحي لمياه النيل ومياه الأمطار التي تسقط معظم أوقات السنة قليل جداً، ويمكن أخذ المثل من نتائج زراعة أراضي الجزيرة التي تقع شمال هذه المنطقة لمدة أكثر من ٧٠ سنة - مع الفارق في قلة معدل الأمطار مقارنة بمنطقة السدود - ولم تحدث أى مظاهر للتملح مع استخدام مياه النيل.

- ستقوم القناة بالتحكم وتنظيم مياه الفيضانات مما سيؤثر إيجابياً على قاطني هذه المناطق والذين عانوا الكثير من جراء الفيضانات العالية التي حدثت في

الستينات، كما أن تنفيذ المنشآت الهيدروليكية للتحكم في تيار المياه للمنطقة الغربية مع توفير مياه الشرب سيؤدي إلى تحسن الظروف المعيشية لسكان هذه المناطق، كما أنه سيعطي الفرصة للاستخدام المكثف للمراعى مما يقلل الحاجة للهجرة.

- ارتفاع جوانب القناة المقترحة سيمنع مرور مياه الأمطار المتسربة إلى المنطقة الغربية مما سيؤدي إلى تقليل منسوب المياه السطحية بمنطقة السدود بشكل واضح، إلا أنه بصفة عامة نجد أن منطقة السدود تتأثر بالتغير فى مناسيب وتصرفات بحيرة فيكتوريا، فإن استمرت كما هو حادث حالياً بعد الإرتفاع المفاجيء لمنسوب المياه بالبحيرة فى أوائل الستينات، فإن التأثير على منطقة السدود سيكون محدوداً وغير ضار، بل على العكس سيكون مفيداً للمنطقة، أما إذا انخفضت المناسيب عما كانت عليه قبل ١٩٦١م فإن ذلك سيؤثر على النظام الإيكولوجى لمنطقة السدود، وسيظهر هذا التأثير على المستنقعات المستديمة فى موسم الفيضان.

- أكدت الدراسات أنه لن يكون هناك تأثير سلبى واضح على الحيوانات المفترسة نظراً لتوافر الظروف البيئية والإيكولوجية المناسبة لتواجدها فى المنطقة الغربية من القناة حول بحر الغزال وروافده، وهذا سيؤدي إلى عدم وجود الحاجة إلى الهجرة المكثفة لهذه الحيوانات، إلا أن إنشاء هذه القناة سيؤثر على سهولة عبور هذه الحيوانات إلى المنطقة الشرقية للقناة فى مواسم الجفاف، ولكن وجود القناة سيكون بمثابة مورد مائى لشرب هذه الحيوانات.

- من المتوقع أن تقل مساحات المستنقعات المستديمة فى الحدود المسموح بها، ومن المتوقع أيضاً أن تقل مساحة المستنقعات الداخلية التى تعيش بها الأسماك، إلا أن تقييم هذا الأثر على الثروة السمكية من الصعب تحديده، نظراً لعدم وجود بيانات كافية عن حجم وحركة المياه والثروة السمكية وبصفة خاصة فى المستنقعات الداخلية، كما أن هناك مؤشرات تدل على أن توزيع

الثروة السمكية فى منطقة السدود غير منتظم ولهذا فمن الصعب تقييم الأثر البيئى لإنشاء القناة على الثروة السمكية بمنطقة السدود.

٣-٨ التحديات التى تواجه تنمية نهر النيل

٣-٨-١ الظروف الاقتصادية لدول حوض النيل

تعانى دول حوض النيل من مشكلات اقتصادية كبيرة نتيجة لحالة عدم الاستقرار السياسى وعدم وجود إمكانيات بشرية ومؤسسية ومالية تسمح لها بالتنمية فى كافة المجالات، الأمر الذى جعل أولوياتها لتنمية مواردها المائية تختلف من دولة إلى أخرى بشكل كبير حيث أن كثيرا من دول حوض النيل بلغ جملة الناتج القومى فيها أدنى مستوى بالقدر الذى يؤكد أن خمسا من الدول العشر النيلية من أفقر عشر دول فى العالم ، ويوضح جدول (٣-٣) الناتج القومى ودخل الفرد فى دول الحوض المختلفة.

٣-٨-٢ الظروف السياسية والخلافات العرقية والقبلية

تعانى أغلب دول حوض النيل من عدم استقرار سياسى نتيجة للحروب الدائرة فى المنطقة لأسباب عديدة سواء كانت سياسية أم اقتصادية أم عرقية وقبلية، بالإضافة إلى اختلاف مصالح الدول الكبرى لدى دول حوض النيل وتأثير ذلك على استقرار المنطقة. فعلى سبيل المثال توجد الصراعات التالية:

- الصراع فى جنوب السودان والمشكلات السياسية الناتجة عن الحرب الأهلية التى يصعب حصر أسبابها سواء نتيجة عوامل داخلية أم عوامل خارجية. وهذا الصراع يؤثر بالقطع على تنمية الموارد المائية المستقبلية لمصر والسودان خاصة بعد توقف العمل فى مشروع قناة جونجلي (المرحلة الأولى) بعد حفر ٧٠٪ من القناة بطول حوالى ٢٤٠ كيلو متراً، بالإضافة إلى أن توتر العلاقات بين السودان والدول المحيطة بها سيكون له مردود سلبي على أى تنمية للموارد الحالية.

- الصراع الدائر فى الهضبة الإثيوبية بين إثيوبيا وإريتريا والذى سوف يؤثر ليس فقط على تنمية المشروعات داخل إثيوبيا، ولكنه سوف يؤثر أيضاً على التحرك المصرى السودانى الإثيوبى فى إطار التعاون فى الأحواض الفرعية.
- الصراع الدائر فى منطقة البحيرات والحرب الأهلية بين قبائل الهوتو والتوتسى والى تأثرت بها العلاقات بين أوغندا ورواندا والكونجو بالإضافة إلى بعض الدول من دول حوض النيل الأبيض مما جعل المنطقة بأكملها فى حالة من التوتر الذى يندرج بحروب أهلية وعدم استقرار سياسى.
- مرت العلاقات المصرية السودانية بفترات عصبية نتيجة للتوتر السياسى بين الدولتين، ولكن العلاقات الأزلية بين الدولتين سواء كانت مائتة أم سياسية أم أسرية، وصلة الدم والقربانة مكنت البلدين من التغلب على هذه المشكلات. وهناك حقيقة واقعة ودروس مستفادة أثبتت أن مصالحهما مشتركة ومصيرهما واحد فى مواجهة دول المنبع.
- إن وقوع مصر داخل منطقة الشرق الأوسط والى يأخذ صراع المياه فىها بعدا خطيرا، جعل بعض الدول المجاورة تتطلع إلى الموارد المائية لنهر النيل إلا أن القيادة السياسية قد حسمت هذا الأمر بكافة جوانبه وأكدت على أن نهر النيل ليس له أية علاقة من قريب أو بعيد بمشكلة مياه الشرق الأوسط وأنه نهر إفريقى موارده محدودة ويجب أن تكون مياهه قاصرة على دول حوض نهر النيل.

٣-٨-٣ الإمكانيات البشرية والمؤسسية فى مجال تنمية الموارد المائية

تختلف القدرات والإمكانيات البشرية والمؤسسات المتخصصة فى مجالات تنمية الموارد المائية من دولة إلى أخرى، وبخلاف مصر والسودان فإن إمكانيات هذه الدول غاية فى الضعف وتحتاج إلى جهد كبير لرفع كفاءة الأفراد والمؤسسات لتتمكن من تنفيذ مشروعات تنمية الموارد المائية. ومن أكبر الصعوبات التى تواجه التعاون مع دول حوض النيل ضعف الإمكانيات البشرية

جدول (٣-٣) مستوى دخل الفرد في دول حوض النيل

الدول	إثيوبيا	أوغندا	بوروندي	تنزانيا	كونغو	مصر	رواندا	كينيا	إريتريا	السودان
السكان بالملايين ١٩٩٧م	٦٠	٢٠	٧	٣١	٤٧	٦٠	٨	٢٨	٣,٨٣	٢٧,٨٦
مساحة الأرض ألف كيلومتر مربع ١٩٩٥م	١٠٠٠	٢٠٠	٢٦	٨٨٤	٢٢٢٧	٩٩٥	٢٥	٥٦٩	١٠١	٢٣٧٦
كثافة السكان في الكيلومتر المربع ١٩٩٧م	٥٦	٩٦	٢٤٤	٣٤	١٩	٥٨	٢٥٩	٤٧	٣٨	١٢
مليار دولار	٦,٥	٦,٦	١,٢	٦,٦	٥,١	٧١,٢	١,٧	٩,٣	٨,١	٧,٨١
المرتبة	٨٦	٨٤	١٢٨	٨٣	٨٩	٤١	١٢٣	٧٥	٠٠	٠٠
متوسط معدل النمو السنوي %	١,٥٣	١,٥٣	٣,٧	٠٠	٠٠	٤,٩	١,٥١	٢,٣	٠٠	٠,٦٤
نصيب الفرد من الناتج القومي الإجمالي ١٩٩٧م	١١٠	٣٢٠	١٨٠	٢١٠	١١٠	١١٨٠	٢١٠	٣٣٠	٢١٠	٢٨٠
المرتبة	١٣٢	١١٣	١٣٠	١٢٧	١٣١	٧٢	١٢٦	١٠٩	٠٠	٠٠
متوسط معدل النمو السنوي %	٢,٠٠	٢,٣	١,١	٠٠	٠٠	٥	٢	٠,١	٠٠	٢,٢
الناتج مقاساً بـ كافو	٣٠,٧	٢١,٣	٢,٩	٠٠	٣٥,٨	١٧٧,٣	٤,٩	٣١,٢	٠٠	٠٠
مليار دولار	٠١٠	١٠٥٠	٥٩٠	٠٠	٧٩٠	٢٩٤٠	٦٣٠	١١١٠	٠٠	٠٠
نصيب الفرد بالدولار	١١٢	١٠٧	١٢٠	٠٠	١١٥	٧٢	١١٩	١٠٢	٠٠	٠٠
المرتبة										

٠٠ بيانات غير متاحة.

وعدم استيعاب التكنولوجيا الحديثة، مما يتطلب التركيز أولاً على رفع كفاءة هذد الدول من الناحية البشرية والمؤسسية حتى يمكن عمل مشروعات سواء على المستوى القومى أو على المستوى الإقليمى. وتعامل مصر مع تسع دول أخرى تتفاوت فيها القدرات البشرية والتكنولوجية والاقتصادية والسياسية أمر بالغ التعقيد ويجعل أحياناً التحرك على المستوى الإقليمى يكاد يكون تحركاً هامشياً، وتحتاج التنمية الحقيقية إلى استثمارات ضخمة وإلى الإمكانيات البشرية والاستقرار السياسى، الأمر الذى قد يؤخر التحرك الحقيقى إلى سنوات عديدة فى أغلب الأحيان.

٣-٩ منهج التعاون مع الدول النيلية

إن هناك العديد من التحديات التى تواجه التعاون مع الدول النيلية وتنمية نهر النيل، إلا أن التحرك الحالى على المستوى الإقليمى يؤكد أن هناك رغبة أكيدة لدى كافة دول حوض النيل للتعاون من أجل تنمية حوض النهر. إضافة إلى ذلك أن المؤسسات المالية، وعلى رأسها البنك الدولى، تعمل بجد لجمع شمل هذه الدول للتحرك نحو التعاون لتنمية حوض نهر النيل. والطاقات الكامنة وغير المستغلة فى نهر النيل تعتبر كبيرة جداً سواء كانت فاقد المياه والذى يمكن استقطاب جزء كبير منه، أو طاقات لتوليد الكهرباء أو ثروة سمكية أو الملاحة والربط التجارى بين الدول إضافة إلى المشروعات السياحية وغيرها من المشروعات التى يمكن أن تعود بفائدة كبيرة على الدول النيلية. وهناك قناعة بين الدول النيلية أن التوزيع العادل لاستخدامات المياه ليس مجرد حصص مائية ولكنه توزيع عادل لفوائد اقتصادية Socio Economic Benfits، وهو ما سوف يسهل إيجاد أسلوب التوزيع العادل وذلك بتوزيع الفوائد الاقتصادية والاجتماعية على الدول النيلية جميعها. وهناك ثوابت تاريخية للسياسة المصرية نحو مياه النيل تتبعها مصر وتؤكد عليها على النحو التالى:

- علاقات طيبه ومتوازنة يحكمها حسن الجوار وخلق مناخ طيب بينها وبين جميع دول حوض النيل، واستغلال قدرات مصر السياسية والفنية والاقتصادية لدعم هذه العلاقات.
- التعاون بين دول حوض النيل يمكن أن يحقق أمانى شعوب وادى النيل حيث أن الطاقات المهذرة من النهر والتي لم تستغل بعد يمكن أن تعود بالنفع الكبير، لو تم التعاون بين دول النهر لاستغلال هذه الطاقات.
- لا مساس مطلقا بحق مصر التاريخي في مياه النيل الذي أقرته اتفاقية عام ١٩٥٩م والذي تسانده مبادئ القانون الدولي والأعراف الدولية.
- حق مصر الطبيعي في الحصول على المزيد من إيراد النيل نتيجة تنفيذ المشروعات المتفق عليها في اتفاقية عام ١٩٥٩م.
- تسعى مصر مع باقى دول حوض النيل لعقد اتفاقية شاملة وتشكيل آلية دائمة تضم جميع دول حوض النيل بهدف وضع الإطار الإقليمي والمؤسسى الذى من خلاله يمكن تحديد العلاقة المائية مع كافة دول الحوض وكذلك إدارة النهر وتنفيذ المشروعات المقترحة على المستوى القومى والمستوى الإقليمى.
- الإيمان بأن كل دولة من دول حوض النيل لها حق فى استخدام نهر النيل الاستخدام العادل بشرط عدم إحداث أى ضرر ملموس لأى دولة أخرى. ويمكن التوفيق بين الخطط القومية لدول حوض النيل وبين الخطط القومية لاستخدامات المياه فى كل من مصر والسودان.
- ضرورة الحفاظ على حوض النهر والبيئة مع العمل على تنمية النهر التنمية المستدامة.
- دعم مجالات التعاون الثنائى جنباً إلى جنب مع التعاون الإقليمى وذلك بتقديم المعونات الفنية لدول حوض النيل ومساعدتها على تنمية مواردها المائية سواء فنياً أم مالياً ودعمها سياسياً إذا احتاج الأمر إلى ذلك، وقد بدأ

بحفر آبار فى كينيا بمبلغ ٤,٥ مليون دولار معونة من مصر بالإضافة إلى معونه أخرى بمبلغ ١٣ مليون دولار لمساعدة أوغندا فى القضاء على ورد النيل فى بحيرتى فيكتوريا وكيوجا.

- فتح أفاق لرجال الأعمال والمستثمرين المصريين لإقامة مشروعات فى دول حوض النيل بنظام BOT خاصة بالنسبة لمشروعات توليد الكهرباء والمشروعات الاستثمارية الأخرى.

- التنسيق بين وزارة الموارد المائية والرى وبين كافة الأجهزة الأخرى المعنية بالدولة لتوطيد العلاقات المصرية مع تلك الدول فى كافة المجالات لخدمة قضية مياه النيل.

- تدعيم القدرات الفنية لدى مهندسى وزارة الموارد المائية والرى والاستمرار فى خلق كوادر من مستويات مختلفة يمكنها الدفاع عن حقوق مصر فى مياه النيل ويمكنها مواجهة التيارات المختلفة والتي قد تسعى إلى حدوث شقاق بين مصر وشقيقاتها من الدول النيلية بالقارة الإفريقية.

- تدعيم خطوط المواصلات سواء خطوط الطيران أم الملاحة مع دول القارة الإفريقية وإعطاء أولوية لدول حوض النيل، وذلك لزيادة حجم التبادل التجارى بين مصر وهذه الدول والذي سوف ينعكس إيجابياً على العلاقات المائية بين مصر ودول حوض النيل.

- لابد أن تلعب مصر دوراً سياسياً رائداً فى المنطقة لمحاولة تهدئة الصراعات فى هذا الجزء من القارة الإفريقية وخاصة جنوب السودان والذي تقع فيه مشروعات أعالي النيل، نظراً لأن استقرار المناخ السياسى سوف يساعد على قيام مشروعات للتنمية المستدامة تعود على أبناء وشعوب وادى النيل بالخير والرفاهية.

- حتمية تحسين العلاقات والروابط السياسية والاقتصادية والاجتماعية بين مصر وكل من السودان وإثيوبيا. وبالفعل تحسنت العلاقات مع السودان

بدرجة كبيرة خلال الشهور القليلة الماضية، ولكن مازالت هناك العديد من العوائق التي تعترض تنمية الروابط مع هذه الدولة الشقيقة، أهمها يعود إلى المشاكل الداخلية للسودان وخاصة مشكلة الجنوب والتي تحتاج إلى دعم كبير من مصر للتغلب عليها. أما إثيوبيا فإن موقفها من اتفاقية مياه النيل عام ١٩٥٩ كان وما زال الرفض والاحتجاج حيث ترى أن مصر والسودان قامتا باقتسام مياه النيل دون التشاور مع دول المنبع، وأنها إزاء ذلك تعطي الحق لنفسها لاستخدام موارد النيل في منابعه الإثيوبية دون الرجوع إلى دول المصب. وإزالة هذا الشعور بعدم الثقة والتشكك، يجب تدعيم أو اصر التعاون مع هذه الدولة الهامة لمصر والتي يأتي منها ٨٥% من مياه النيل، والعمل على مساعدتها لحل مشاكلها التنموية من خلال المساعدات الفنية والمالية والتنسيق السياسى معها على المستويين القارى والإقليمى، والوقوف معها ودعمها بالمساعدات فى الازمات والكوارث مثل كوارث الجفاف والتي تتكرر من فترة لآخرى فى إطار مماثل لما فعلناه مثلا مع تركيا وقت حدوث الزلازل المدمرة بها. ومن خلال هذا التعاون وزيادة أو اصر الصداقة ستكون الأرضية المشتركة والاستعداد النفسى للتعاون فى إقامة مشاريع مشتركة للاستفادة المثلى من مياه النيل بما يعود بالنفع على الشعبين.

٤- موارد المياه الجوفية

٤-١ تمهيد

تعتبر موارد المياه الجوفية أحد الموارد المائية غير التقليدية والتي تتميز بانتشارها جغرافياً في جمهورية مصر العربية وبصفة رئيسية فى المناطق الأربعة التالية (شكل رقم (٤-١)).

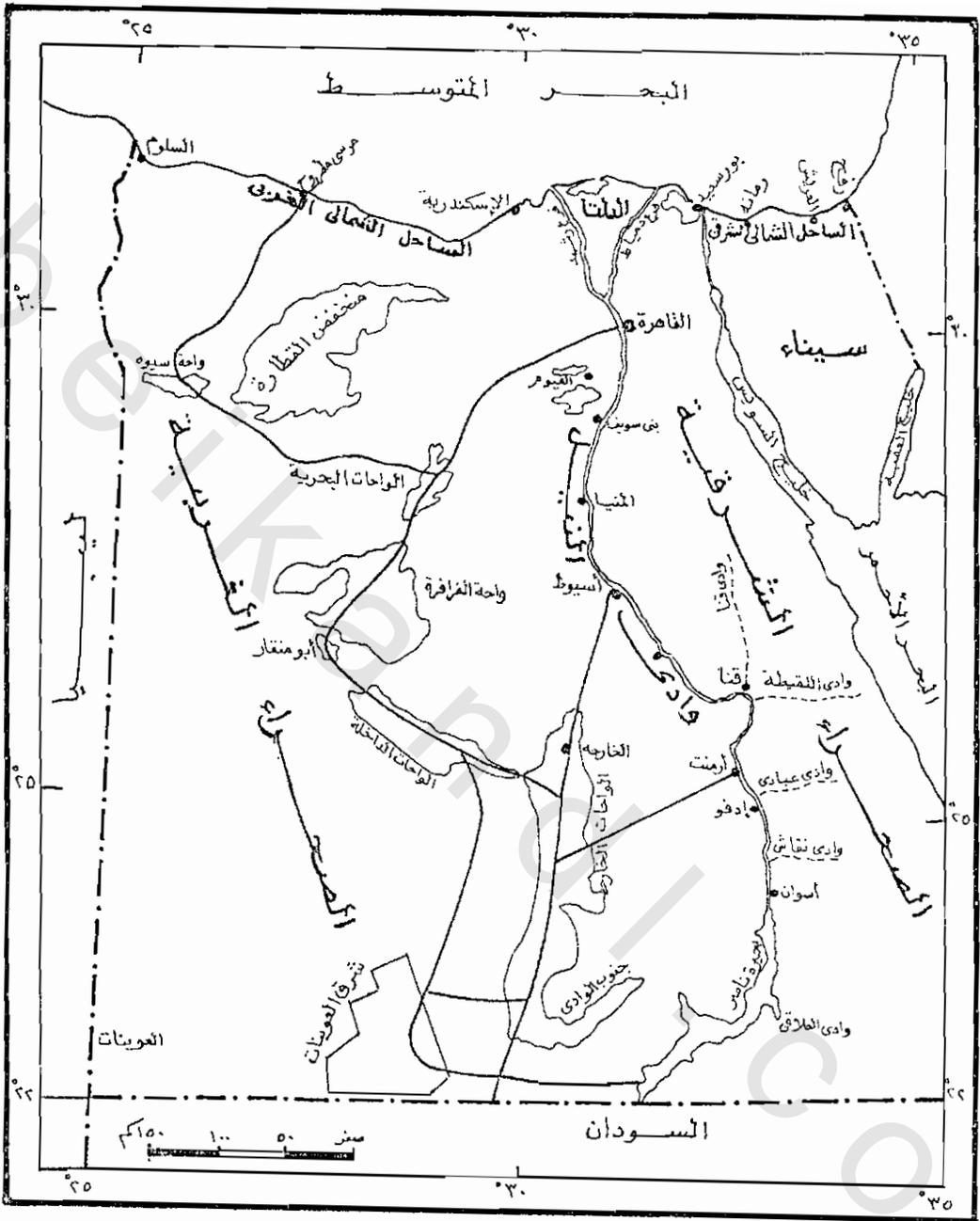
▪ وادى النيل والدلتا: وتشمل المنطقة الواقعة ما بين دخول نهر النيل إلى مصر والبحر المتوسط بما فى ذلك منخفض الفيوم وبحيرة ناصر.

▪ الصحراء الغربية: وتشمل المنطقة المحصورة بين نهر النيل شرقاً والحدود الليبية غرباً والحدود المصرية السودانية جنوباً والبحر المتوسط شمالاً.

▪ الصحراء الشرقية: وهى المنطقة المحصورة بين وادى النيل بالوجه القبلى والبحر الأحمر.

▪ شبه جزيرة سيناء

وتعتمد المنطقة الأولى أساساً على المياه النيلية التقليدية والتي تقوم عليها معظم أنشطة التنمية من شرب وزراعة وصناعة إلى جانب استخدامها لمصادر المياه الأخرى غير التقليدية كمياه الصرف الزراعى فى شبكات المصارف أو المياه الجوفية التى تخزن بمستودع التكوينات الرسوبية نتيجة تسرب الفائض من مياه الري النيلية، ومياه الصرف الصحى المعالجة بالإضافة إلى مياه الأمطار فى الجزء الشمالى من الدلتا. وتعتمد باقى مناطق الجمهورية أساساً على مصادر المياه الجوفية غير المتجددة بالإضافة إلى الأمطار المتساقطة على المناطق الساحلية.



شكل رقم (٤-١) - الأقسام الجغرافية في جمهورية مصر العربية

٤-٢ الأوضاع الجيولوجية للخزانات الجوفية وخصائصها الهيدروجيولوجية

يشتمل الإطار الهيدروجيولوجى لجمهورية مصر العربية على ستة أحواض جوفية رئيسية (شكل رقم (٤-٢)) يشمل كل منها خزناً حاملاً للمياه الجوفية، منها ما هو متجدد ومنها ما يحتوى على مياه مخزونة غير متجددة.

٤-٢-١ الخزان الجوفى بوادى النيل والدلتا

ويغضى مساحة ٤ ٪ من مساحة الجمهورية لتشمل مناطق السهول الفيضية وتخومها الصحراوية بوادى النيل حتى مشارف الهضبتين الشرقية والغربية من أسوان جنوباً حتى القاهرة شمالاً، ومن الدلتا حتى شرق سيناء شرقاً والحواف الشمالية الشرقية للصحراء الغربية. ولا تعتبر المياه الجوفية بخزان وادى النيل والدلتا مصدراً للمياه لاعتمادها على ما يتسرب إليه موسمياً من فائض مياه الري.

الخزان الجوفى بوادى النيل

ويمتد من إدفو جنوباً حتى القاهرة شمالاً فى أخدود نكتومورفولوجى يتراوح عرضه من ١٠ إلى ٣٠ كيلومتراً إمتلاً برسوبيات الحقب الرباعى والثلاثى المتأخر من رمال وحصى متدرج الحبيبات تتخللها طبقات طفالية، ويعلوها غطاء شبه منفذ من الطمى السلتى بسمك يتراوح ما بين ٣ - ٢٠ متراً بينما تشكل صخور الباليوسين الطفالية عديمة النفاذية قاعدة الخزان، ويحده من الشرق والغرب هضبتا الصخور الجيرية الأيوسينية (شكل رقم (٤ - ٣)). ويبلغ سمك الخزان الجوفى أقصاه ٥٠٠ متر عند سوهاج والمنيا ويتناقص شمالاً وجنوباً ليصل إلى ٣٠ متراً و ٥٠ متراً عند القاهرة وبالقرب من كوم إنبو، على التوالي. ويعتبر الخزان الجوفى بمنطقة السهل الفيضى بالوادى من نوع الخزانات شبه المقيدة لوجود غطاء الطمى السلتى شبه المنفذ الذى يتناقص

سمكاً في اتجاه الحواف الصحراوية حتى يتلاشى تماماً ليصبح الخزان ذا مستوى مائى حر . وأوضحت الأرصاد الدورية المسجلة لضغوط الخزان الجوفى أنها تتراوح ما بين ٨٠ متراً فوق سطح البحر عند إسنا وتتحدر شمالاً لتصل إلى ٢٠ متراً فوق سطح البحر عند الجيزة محددة بذلك اتجاهها عاماً من الجنوب إلى الشمال لحركة المياه الجوفية بالخزان والذي يختلف عند حواف الوادى ليأخذ اتجاهاً من مناطق الاستصلاح الجديدة بالتخوم الصحراوية للوادي إلى مناطق السهل الفيضى أو بالمناطق القريبة من نهر النيل حيث تتجه المياه الجوفية إليه (كفقد من الخزان الجوفى خاصة فى الحبس أسيوط - القاهرة) أو منه (كمصدر تغذية للخزان بالقرب من القناطر المقامة على النيل) وحيث يأخذ سريان المياه الجوفية بالخزان اتجاهاً عمودياً على الاتجاه العام لحركتها بوادي النيل. وقدرت السعة التخزينية للخزان بحوالى ٢٠٠ مليار متر مكعب ، ويتميز بمعاملته الهيدروليكية العالية، حيث يبلغ معامل السريان ما بين ٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ متر مربع / يوم، ومعامل توصيله الهيدروليكي ٥٠ - ٧٠ متراً/ يوم (عطيه ١٩٨٥م، ١٩٨٧م). وتم تقدير معدل التغذية السنوية للخزان بالمياه المتسربة إليه من فائض مياه الري النيلية ومن شبكات قنوات الري بوادي النيل بحوالى ٥,٣ مليار متر مكعب، يفقد منها كعائد لنهر النيل وبالبحر فى المناطق التى تتميز بقرب عمق المياه الجوفية من سطح الأرض ما يعادل ٢,١ مليار متر مكعب سنوياً، وبذلك يكون صافى معدل التغذية السنوية للخزان حوالى ٣,٢ مليار متر مكعب (معهد بحوث المياه الجوفية، ١٩٩٦م). وتدل الدراسات التى أجريت أخيراً، أن مصدر تغذية الخزان فى التخوم الصحراوية للخزان الجوفى بالوادي خاصة الشرقية منها هو تسرب مياه العواصف المطرية والسيول بالوديان المتاخمة والتى تصب فيها، أو بالتصاعد الرأسى لمياه المكونات الأقدم (الصخور الجيرية أو رمال النوبيا) عن طريق الفوالق (حفنى وشطا، ١٩٩٥م). وتعتبر المياه الجوفية بالخزان الجوفى بوادي النيل ذات نوعية جيدة فى منطقة السهل الفيضى (الملوحة أقل من ١٠٠٠ جزء فى المليون) والتى تصلح لكافة

أغراض الاستخدام (شرب - رى - صناعة) فى حين تزداد الملوحة لتصل إلى ٥٠٠٠ جزء فى المليون فى الجزء السفلى من الخزان والذى يمتد إلى الحواف الصحراوية للوادي، وبعض مناطق الوادي بسبب التصاعد الرأسى للمياه الجوفية من التكوينات الأقدم عن طريق الفوالق (رمال النوبيا بمناطق نجع حمادى والمنيا والصخور الجيرية المتشققة بنى سويف).

وبعد إنشاء السد العالى وتطبيق نظام الرى الدائم بدلا من رى الحياض وقيام الدولة باستصلاح مساحات جديدة فى أراضى الحواف الصحراوية للوادي وريها بالمياه النيلية بمناطق الفشن (محافظة بنى سويف) وسمالوط (محافظة المنيا) وإسنا (محافظة قنا)، زادت معدلات التسرب للخزان الجوفى وارتفع مستوى المياه الجوفية (٠,٥-١ متر من سطح الأرض) مما أدى إلى خلق مشاكل صرف والتدفق تحت السطحى للمياه الجوفية فى اتجاه الأراضى القديمة بالوادي.

الخزان الجوفى بالدلتا

ويشغل السهل الفيضى لدلتا نهر النيل شمال مدينة القاهرة بين فرعى رشيد ودمياط حتى البحر المتوسط شمالاً، وامتداد حوافها الشرقية حتى قناة السويس، والغربية حتى وادى النطرون غرباً. ويتكون الخزان الجوفى بالدلتا من رسوبيات الحقب الرباعى والثلاثى المتأخر من الرمال والحصى تتخللها راقات طفلية تزداد فى اتجاه الشمال. ويتراوح سمك الخزان ما بين ١٠٠ متر عند القاهرة جنوباً إلى ١٠٠٠ متر عند الساحل شمالاً. ويحد الخزان من أعلى غطاء من الطمي السلتى شبه المنفذ بسمك يتراوح ما بين ٢٠ متراً جنوب الدلتا إلى ٦٠ متراً فى الجزء الشمالى منها، مكسباً الخزان خصائص الخزان شبه المقيد، بينما يتلاشى عند الحواف الشرقية والغربية لسهل الدلتا الفيضى ليصبح الخزان ذا مستوى مائى حر. وتشكل صخور الباليوسين الطفلية عديمة النفاذية قاعدة الخزان الجوفى (شكل رقم (٤-٤)).

توضح خريطة الضغوط البيزومترية لخزان الدلتا (شكل رقم (٤-٥)) وجود انحدار هيدروليكي للمياه الجوفية من الجنوب إلى الشمال بمنطقة وسط الدلتا (+ ١٤ متراً فوق سطح البحر عند القاهرة إلى + متر فوق سطح البحر بالقرب من الساحل)، وأن هناك تغيراً في اتجاه حركة المياه الجوفية نحو مناطق صرفها الطبيعي بمناطق سبخات البحيرات الشمالية (مريوط - ادكو - البرلس - المنزلة) ومناطق المنخفضات الطبوغرافية بوادي النطرون بغرب الدلتا ووادي طميلات والصالحية والبلاح بشرق الدلتا حيث تفقد بالبحر وفرع رشيد (يعمل كمصرف لمياه الخزان الجوفى بين القناطر الخيرية وقناطر إدفينا). وتظهر الخريطة مناطق تتسم بوجود قباب مائية نتيجة لارتفاع مستويات المياه وغدق مائى بمناطق مشروعات الاستصلاح على المياه النيلية بغرب الدلتا (مناطق شمال التحرير والمزرعة الآلية ومريوط وجنوب التحرير) ومنخفضات مائية نتيجة السحب المفرط بمناطق الخطاطبة وطريق القاهرة / الإسكندرية الصحراوى بغرب الدلتا ومشروع رمسيس الزراعى بشرق الدلتا. وقد أسفرت نتائج تجارب الضخ التى أجريت بمناطق الدلتا وحوافها عن تمييز الخزان الجوفى بارتفاع قدرته الإنتاجية من المياه ومعاملته الهيدروليكية حيث يتراوح معامل السريان ما بين ٥٠٠٠ متر مربع / يوم بالحواف الشرقية والغربية للدلتا و٢٥٠٠٠ متر مربع / يوم بمناطق جنوب ووسط الدلتا فى حين يتراوح معامل التوصيل الهيدروليكى ما بين ٥٠ - ١٠٠ متر/ يوم.

قدرت السعة التخزينية للخزان الجوفى بالدلتا بحوالى ٤٠٠ مليار متر مكعب فى حين يبلغ معدل تغذيته السنوية من تسرب الفائض من مياه الرى النيلية ومن شبكات الرى بحوالى ٦ مليار متر مكعب، والتي لا تعتبر مصدراً للمياه الجوفية بل تعتمد على ما يتم تخزينه منها موسمياً فى مستودع رسوبيات الدلتا لاستغلالها فى أغراض الشرب وكاستخدام مشترك فى أغراض الرى مع المياه النيلية فى فترة أقصى الاحتياجات. والمياه الجوفية بخزان الدلتا الجوفى ذات نوعية جيدة جداً (الملوحة ٣٠٠ - ٨٠٠ جزء فى المليون) فى مناطق جنوب

الدلتا بينما تتزايد الملوحة مع العمق وشمالاً حيث تتراوح ما بين ١٠٠٠-٥٠٠٠ جزء في المليون عند كفر الشيخ في وسط الدلتا والاسماعيلية في شرق الدلتا ودمنهور في غرب الدلتا إلى ٣٠٠٠٠ جزء في المليون في المناطق القريبة من الساحل. وتوضح الدراسات التي أجريت أخيراً عن نوعية وأصل المياه المالحة في الجزء الشمالي في الدلتا أن الدراسات السابقة اعتمدت على نتائج اختبار الجزء العلوى من الخزان ولعمق لا يتجاوز ١٠٠ متر، بينما أوضحت دراسات ملوحة المياه الجوفية بالبئر العميق بحقل أبو ماضى للغاز الطبيعي بشمال الدلتا (حفى وشطا ١٩٩٥م) وجود طبقات حاملة لمياه جوفية ذات ملوحة أقل من ٥٠٠٠ جزء في المليون تحت النطاق العلوى الحامل للمياه الشديدة الملوحة (٣٥٠٠٠ جزء في المليون) وجبهات لتوغل مياه البحر قصيرة المدى بالقرب من الساحل كما هو موضح (بشكل رقم (٤-٤))، وهو ما يستوجب مزيداً من الدراسات التفصيلية للطبقات العميقة ونوعية محتواها من المياه الجوفية لتحديد مدى توغل مياه البحر بالخزان الجوفى بشمال الدلتا وإعادة النظر فى تقييم الإمكانات المتاحة للاستغلال الآمن من المياه الجوفية دون إحداث تدهور فى نوعيتها.

٤-٢-٢ الخزانات الساحلية على البحر المتوسط والبحر الأحمر

الخزانات الجوفية بالساحل الشمالى الغربى

تتميز المنطقة الساحلية الشمالية بارتفاع معدلات الهطول المبرى (١٠٠ - ٣٠٠ مم) التى تغذى خزانات جوفية محدودة الامتداد بتكوينات الحقب الرباعى والحديث. وأسفرت دراسات مصادر المياه الجوفية بمنطقة الساحل الشمالى الغربى والممتدة من برج العرب حتى السلوم (أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا - وكالة الوزارة لرى الصحارى، ١٩٧٨م) عن وجود الخزانات الجوفية التالية:

الخران الجوفى بالكثبان الرملية الساحلية والرواسب الغريانية

وتشكل سلسلة الغرود الرملية الساحلية مخزناً طبيعياً لتجمع مياه الأمطار التي تتسرب رأسياً فيها مكونة خزانات للمياه العذبة الجاثمة على مياه مالحة نتيجة لتوغل مياه البحر المالحة فيها، ويتم استغلالها بمعدلات صغيرة بواسطة الخنادق (منطقة القصر) لتجنب زيادة ملوحتها مع السحب. وتتواجد الرواسب الغريانية الحاملة للمياه الجوفية في الأجزاء العليا لمجاري سيول الوديان الواقعة في الجزء الغربى لمنطقة الساحل بين السلوم وفوكه، وهى ذات امتداد محدود وبسمك لا يتعدى ١٠ أمتار. وقد أظهرت نتائج اختبارات الضخ بالآبار المستغلة للكثبان الرملية والرواسب الغريانية وتقييم مصادر المياه الجوفية بهما عن أن معامل السريان ومعامل التوصيل الهيدروليكي لهما حوالى ١٥ متراً مربعاً / اليوم و ١٧ متراً مربعاً / اليوم، ١٢,٨ أمتار مربعة / اليوم و ١٦,٤ أمتار مربعة / اليوم، على الترتيب.

الخران الجوفى بتكوين إسكندرية

ويتكون من الصخور الجيرية المتفتتة والمنتشرة بطول الساحل الشمالى، المحتوية على مياه جوفية بكميات كبيرة وبملوحة مقبولة فوق المياه المالحة. وأسفرت نتائج تجارب الضخ عن أن متوسط معامل السريان لهذا التكوين يبلغ ٢٦ متراً مربعاً / يوم ومعامل التوصيل الهيدروليكي ٣٢,٥ أمتار / يوم.

الخران الجوفى بتكوين علم الخادم وقصر قرطاجى

ويتكون من الصخور الجيرية التابعة لعصر البليوسين، ويتواجد الخزان الجوفى بتكوين علم الخادم بمنطقة السهول الداخلية الممتدة من رأس حبيصة حتى الضبعة حيث تشكل في منطقة الضبعة تركيباً حوضياً مكوناً خزناً معلقاً للمياه الجوفية الضاربة للملوحة (٢٨٨٨ - ٣٣٢٠ جزءاً فى المليون). ويتواجد الخزان الجوفى بتكوين قصر قرطاجى الجبرى الرملى فى منطقة سهل غوط

رياح شرق مرسى مطروح حيث ملوحة محتواه من المياه الجوفية تتراوح ما بين ٧٠٠ - ١٨٧٥ جزءاً في المليون.

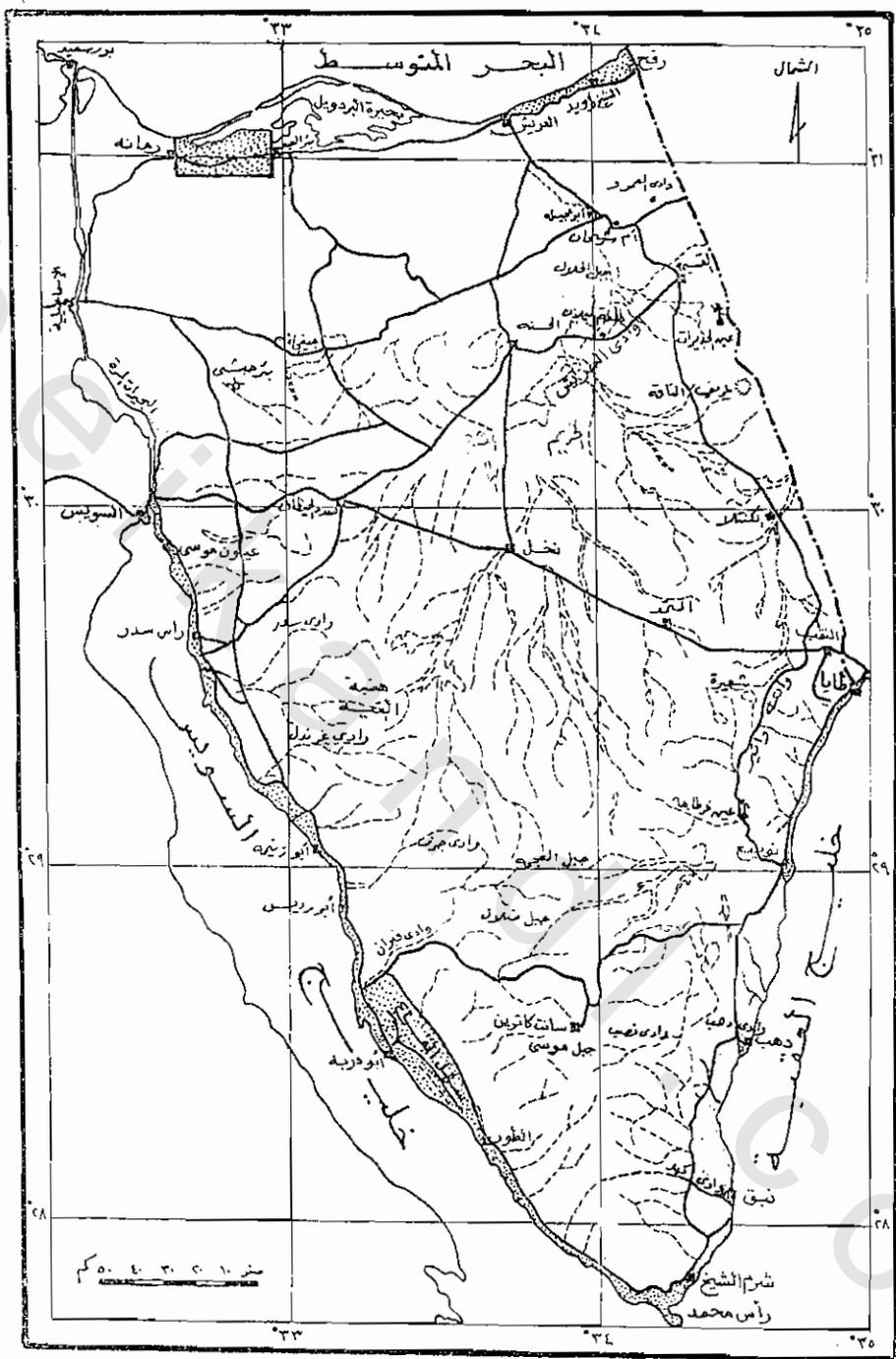
الخران الجوفى بصخور المايوسين الجيرية

تتواجد هذه الخزانات فى تراكيب حوضية للصخور الجيرية لعصر المايوسين الأوسط بسمك يتراوح ما بين ١٢ إلى ٢٠ متراً، مكونة مياهاً معلقة فوق مستوى سطح البحر بمناطق فوكة وقطاف (الضبعة). وقد أسفرت تجارب الضخ على آبار منطقة فوكة عن أن متوسط قيمة معامل السريان ٢٤ متراً مربعاً / يوم. وبينما بلغت ملوحة المياه بحوض فوكة ٢٠٠٠ جزء فى المليون، فإن المياه الجوفية بحوض قطاف تتميز بعبوتها حيث تتراوح ملوحتها ما بين ١٢٥ إلى ٥٧٠ جزءاً فى المليون. وأسفرت الدراسات الهيدروجرافية الإقليمية للمنطقة الساحلية الممتدة من برج العرب حتى السلوم عن تحديد معدلات مياه الأمطار المتسربة سنوياً إلى الخزانات الجوفية والتي بلغت فى مجموعها حوالى ١٢٤ مليون متر مكعب.

الخرانات الجوفية بمنطقة الساحل الشمالى الشرقى (رمانة-العريش- رفح)
(شكل رقم (٤-٦))

الخران الجوفى بمنطقة رمانة - بئر العبد

تتواجد المياه الجوفية بمنطقة رمانة - بئر العبد فى تجمعات الكثبان الرملية والتي تمتد من النخوم الشمالية لجبل المغارة جنوباً إلى السهل الساحلى رمانة - بئر العبد شمالاً والتي يحدها من أسفل مكون الحجر الرملى الكلسى المعروف باسم "الكركار"، ويبلغ السمك المشبع بالمياه بالكثبان الرملية ١٢٠ متراً فى الجنوب ويقبل شمالاً ليصبح ١٠ أمتار عند الطريق الساحلى. ويتراوح مستوى المياه ما بين ٢,٦ أمتار فوق سطح البحر عند بلدة قاطيه فى الجنوب إلى مستوى



شكل رقم (٤-٦) - مناطق الخزانات الساحلية بسيناء

سطح البحر أو تحته عند منطقة السبخات الساحلية والتي تعتبر منطقة الصرف الطبيعي لمياه الخزان الجوفى حيث تفقد بالبخر. ويتراوح معامل السريان للخزان ما بين ٦٠٠ إلى ٢٣٠٠ متر مربع / يوم، فى حين يبلغ معامل التوصيل الهيدروليكي ١٠٠ - ٦٠٠ متر / يوم. وقد معدل تغذية الخزان الجوفى بالدفق تحت السطحى من الجنوب والمنتسرب من مياه الأمطار حوالى ٥٧٠٠٠ متر مكعب / يوم فى حين قدرت كميات المياه المنصرفة من الخزان عن طريق الآبار وكفوائد طبيعية بالبخر فى منطقة السبخات الساحلية بحوالى ٦٤٠٠٠ متر مكعب / يوم، وتحقيق الموازنة المائية للخزان يشير إلى احتمال توغل مياه البحر بالخزان بمعدل ٧٠٠٠ متر مكعب / يوم. وتتراوح ملوحة المياه الجوفية بالكثبان الرملية جنوب الطريق الساحلى ما بين ٢٥٠٠ إلى ٥٠٠٠ جزء فى المليون.

الخزان الجوفى بمنطقة العريش - رفح

تتواجد المياه الجوفية بمنطقة الشريط الساحلى العريش/ رفح فى رسوبيات الحقب الرباعى والتي تمتد من الساحل شمالاً ولمسافة ١٥ - ٢٠ كم جنوباً، وتشمل التتابعات الجيولوجية التالية:

- تجمعات الكثبان الرملية بالشريط الساحلى
- الرواسب الوديانية بدلتا وادى العريش
- الرسوبيات الشاطئية القديمة بمنطقة الشيخ زويد/ رفح
- الحجر الرملى الكلسى (الكركار) بالشريط الساحلى

وتمثل الصخور الطفلية والجيرية التابعة للحقب الثلاثى قاعدة الخزان الجوفى بينما يمثل مستوى المياه الجوفية حده العلوى، ويتراوح سمك الخزان ما بين ٥ أمتار عند الحد الجنوبى لدلتا الوادى (منطقة لحفن) إلى ٨٠ متراً شرق مدينة العريش، فى حين يتراوح سمكه ما بين ٢٠ متراً جنوب رفح إلى ٦٠

متراً في منتصف الحوض الرسوبي بين الشيخ زويد ورفح. وتوضح الأرصاـد الدورية للمياه الجوفية بالمنطقة أن مستوى المياه الجوفية بمنطقة دلتا وادي العريش تقع جميعها دون مستوى سطح البحر (- ٠,٥ متر إلى - ٣ أمتار) فيما عدا الجزء الممتد بطول الساحل والذي تشغله المناطق السكانية والسياحية والجزء الواقع جنوب مطار العريش (حيث يتراوح مستوى المياه مسن + ٠,٥ متر إلى + ٢,٥ متر من سطح البحر). في حين يتراوح مستوى المياه الجوفية من ٤ أمتار فوق سطح البحر عند الطريق الساحلي بين الشيخ زويد ورفح إلى ٠,٥ متر فوق سطح البحر بالقرب من الساحل. وأسفرت نتائج تحليل بيانات تجارب الضخ على الآبار المستغلة للخران الجوفى بمنطقة العريش عن أن معامل السريان يتراوح ما بين ٣٠٠ متر مربع / يوم إلى ١٨٠٠ متر مربع / يوم، في حين يتراوح معامل التوصيل الهيدروليكي ما بين ٨٠ - ١٥٠ متراً / يوم، في حين يتراوح معامل السريان ما بين ٢٠٠ - ٧٧٠ متراً مربعاً / يوم، ومعامل التوصيل الهيدروليكي ما بين ٢٠ - ٥٠ متراً / يوم بمنطقة الشيخ زويد / رفح. وتتراوح الملوحة الحالية لمياه الخزان الجوفى بمنطقة دلتا وادي العريش ما بين ١٢٠٠ جزء في المليون في الجنوب إلى ٩٢٥٠ جزءاً في المليون في منطقة شرق العريش، في حين تتراوح الملوحة ما بين ٧٠٠ - ١٠٠٠ جزء في المليون في الجزء الأوسط من الشريط الساحلي الشيخ زويد / رفح إلى ٤٠٠٠ جزء في المليون عند الطريق الساحلي وجنوبه. وقد قدر معدل التغذية للخزان الجوفى بمنطقة دلتا وادي العريش بحوالى ٢٣٦٠٠ متر مكعب / يوم بالإضافة إلى المتسرب من مياه الاستخدام الأدمى بمدينة العريش وضواحيها للخزان الجوفى بمعدل ٢٠٢٢٥ متراً مكعباً / يوم (جارى حالياً تنفيذ شبكة مياه الصوف الصحى ومعالجتها لاستخدامها فى الزراعة خارج منطقة دلتا الوادى) أى أن إجمالى التغذية السنوية الحالية يبلغ حوالى ٤٤٠٠٠ متر مكعب / يوم. وتم تقدير معدل التغذية للخزان الجوفى بمنطقة الشيخ زويد / رفح بحوالى ٤٠,٠٠٠ متر مكعب / يوم بالإضافة إلى العائد للخزان بالتسرب من مياه الاستخدام الأدمى

والمقدر بحوالى ٧٥٠٠ متر مكعب / يوم أى بإجمالى قدره حوالى ٤٧٥٠٠ متر مكعب / يوم.

الخرانات الجوفية بمنطقة الساحل الشرقى لخليج السويس

الخران الجوفى بمنطقة عيون موسى - أبو رديس

ويمتد من عيون موسى شمالاً وحتى أبو رديس جنوباً مروراً بمناطق عيون موسى، رأس سدر، أبوزنيمة والتي تقع فى نطاقها بعض الأودية الهامة مثل وادى سدر ووادى غرندل ووادى فيران. وبالرغم من وجود عدة تكوينات جيولوجية حاملة للمياه الجوفية تابعة لعصور جيولوجية متعاقبة من الحقب الرباعى حتى الكريتاوى السفلى إلا أن نتائج حفر الآبار الضحلة والعميقة بمناطق السهل الساحلى الممتد من عيون موسى حتى أبو رديس أوضحت ضعف الإمكانيات المائية بالتكوينات الضحلة وشدة ملوحة المياه بالتكوينات العميقة حيث تتراوح ما بين ٣٠٠٠ - ٧٠٠٠ جزء فى المليون بتكوين الأيوسين بمنطقة عيون موسى، ٣٠٠٠ - ٣٠٠٠٠ جزء فى المليون بتكوين الأيوسين بمنطقة أبو قطفية - لاجيا، ٢٢٧٠٠ جزء فى المليون بتكوين الكريتاوى السفلى بمنطقة رأس سدر.

الخران الجوفى بسهل القاع

يعتبر الخزان الجوفى برسوبيات العصر الرباعى (مجموعة الطور) بمنطقة سهل القاع والممتدة على الساحل الشرقى لخليج السويس ما بين وادى فيران شمالاً ورأس محمد جنوباً (شكل رقم (٤-٦)) من الخزانات الجوفية التى بدأ فى استغلالها منذ عام ١٩٧٢م فى تغطية احتياجات منطقة الطور/ شرم الشيخ من مياه الشرب. ويتكون الخزان الجوفى بسهل القاع من الرمال والحصى والطفل الرملى وفتات صخور القاعدة المجواه بسمك يتراوح ما بين ٥٠ متراً بالقرب من حدوده الغربية لسلسلة جبل قبليات، ٤٠٠ متر شرق مدينة الطور إلى ما

يقرب من ١٠٠٠ متر في الجزء الأوسط من السهل. ويتباين عمق سطح المياه الجوفية بسهل القاع ما بين مترين بالقرب من ساحل الخليج عند مدينة الطور إلى ١٠٠ متر من سطح الأرض عند الأجزاء المتاخمة لسلسلة الجبال الشرقية. وتوضح مستويات المياه الجوفية بسهل القاع وجود انحدار هيدروليكي من سلسلة الجبال الشرقية في اتجاه مناطق الرواسب المروحية للأودية التي تصب في السهل (وديان حبران، ميعر، شرق إسلا) والتي تأخذ مسارها في اتجاه منطقة الصرف الطبيعي عند مدينة الطور وجنوبها حيث تفقد بالبحر بمنطقة السبخات والملاحات أو في الخليج.

وقد أسفرت نتائج حفر واختبار الآبار المستغلة للجزء العلوى من الخزان الجوفى (أعماق الآبار : ١٥٠ - ٣٥٠ متراً) عن أن معامل السريان للنطاق المستغل من الخزان يتراوح ما بين ٨٠ - ٣٦٠٠ متر مربع / يوم، ومعامل التوصيل الهيدروليكي ما بين ١٠ - ١٤٠ متراً / يوم، وأن ملوحة المياه تتراوح ما بين ٤٠٠-٧٠٠ جزء في المليون في المنطقة الواقعة شرق مدينة الطور والتي تأخذ في التزايد في اتجاه الشمال والشمال الغربى لتصل إلى ٧٠٠٠ جزء في المليون بسبب وجود تداخلات من الصخور الجبسية والمتبخرات بقطاع الخزان في حين أوضحت نتائج الحفر الاختبارى بمنطقة سهل القاع الواقعة جنوب مدينة الطور إلى ارتفاع ملوحة المياه الجوفية بالخزان حيث تراوحت ما بين ١٠٠٠٠ إلى ٣٩٠٠٠ جزء في المليون وذلك بسبب الميول الشديدة فى طبوغرافية السطح من مناطق منابعها الجبلية فى اتجاه ساحل الخليج مما لا يتيح الفرصة الكافية لمياه الجريان السطحى بواديان المنطقة لتغذية الخزان الجوفى بالمياه العذبة. وتم تقدير معدل التغذية السنوية من الوديان الشرقية للخزان الجوفى بسهل القاع الواقع شمال مدينة الطور بحوالى ٢٥ مليون متر مكعب / سنة فى حين يبلغ الفاقد منها بالبحر بمنطقة السبخات جنوب الطور حوالى ٨ مليون متر مكعب / سنة.

الخران الجوفى بمنطقة الساحل الغربى لخليج العقبة (شكل ٤-٦)

أوضحت نتائج الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيكية ونتائج حفر الآبار فى مناطق السهل الساحلى طابا - شرم الشيخ على الساحل الغربى لخليج العقبة أن ظروف المياه الجوفية بها يمكن تلخيصها فيما يلى:

منطقة طابا - نويبع

أدى قرب خط الساحل من الكتلة الجبلية لصخور القاعدة وضيق السهل الساحلى وانخفاض معدل الهطول الماطر بالمنطقة، بالإضافة إلى صغر مساحة تجميع الأمطار للوديان الصغيرة التى تصب فيها وانحدارها الشديد فى اتجاه الخليج، إلى ضعف إمكانيات المنطقة من المياه الجوفية من حيث الكم والنوع بسبب صعوبة تغذية رسوبيات الوديان ودلتياتها الساحلية بمياه الأمطار والجريان السطحى. وقد أسفرت نتائج المسح الجيوفيزيقي وحفر بعض الآبار بالمجرى السفلى لوادى مراخ والمحاشى بالمنطقة عن ارتفاع ملوحتها (١٥٠٠٠ - ٥٠٠٠٠ جزء فى المليون) مما أدى إلى اللجوء لعمليات تحلية مياه البحر أو المياه الجوفية المالحة أو استغلال المياه الجوفية العميقة بمنطقة شعيره بالمجرى العلوى بوادى واتير ونقلها إلى مناطق الأنشطة السياحية على ساحل الخليج.

منطقة نويبع

تتواجد المياه الجوفية بمنطقة نويبع بدلتا وادى واتير الساحلية فى رواسب الحقب الرباعى، والتى تتكون من الرمال والحصى وفتات صخور القاعدة المجواه، غير أنه لم تجر أية دراسات تفصيلية للتعرف على الوضعية الهيدروجيولوجية للخران الجوفى بالمنطقة بما فى ذلك سمكه الكلى المشبع بالمياه ومعدلات تغذيته والتغير فى ملوحة المياه مع العمق ومدى توغل مياه

الخليج المالحة داخل الخزان بهدف تحديد إمكانياته المتاحة من المياه الجوفية للاستغلال الآمن دون إحداث تدهور في نوعية المياه على المدى الطويل. وقد تم حفر تسع آبار ضخمة العمق (٥٠ - ٦٠ متراً) خلال الثمانينات لسد احتياجات المدينة من مياه الشرب والزراعة، والتي يجرى استغلالها حالياً بمعدل ٢٥٠٠ متر مكعب / يوم بملوحة تتراوح ما بين ١٢٠٠ - ٥٠٠٠ جزء في المليون ويتم استخدامها في الأغراض المنزلية والري في حين يتم تحلية مياه البحر بطاقة ٥٠٠ متر مكعب / يوم لتوفير احتياجات المدينة من مياه الشرب. ويقوم أهالي المنطقة باستغلال المياه الجوفية الضحلة بالقرب من ساحل الخليج بحفر آبار قليلة العمق (٤ - ١٢ متراً) واستخدام بعضها في أغراض الزراعة بمعدل ٢٥٠ متراً مكعباً / يوم وملوحة تتراوح ما بين ٢٠٠٠ - ٩٠٠٠ جزء في المليون.

منطقة ذهب

تمثل ظروف المياه الجوفية بمنطقة ذهب مثيلتها بمنطقة نويبع حيث تتواجد برسوبيات الحقب الرباعي بدلتا وادي ذهب والتي لم يتم دراستها تفصيلاً لتحديد إمكانياتها المتاحة للاستغلال. وقد أسفرت نتائج حفر سبع آبار ضخمة لأعماق ٥٠ - ٧٠ متراً، عن أن عمق المياه الجوفية يتراوح ما بين ١٥ - ٤٥ متراً من سطح الأرض ويتم استغلالها بمعدل ٧٠٠ متر مكعب / يوم بملوحة تتراوح ما بين ٢٥٠٠ - ٤٠٠٠ جزء في المليون، وتستخدم في الأغراض المنزلية، في حين يتم توفير احتياجات المنطقة من مياه الشرب بتحلية مياه البحر بطاقة إنتاجية قدرها حوالي ٢٠٠٠ متر مكعب / يوم.

منطقة شرم الشيخ

أدت الظروف الجيولوجية لموقع مدينة شرم الشيخ وما حولها ووقوعها على شريط ساحلي ضيق بين ساحل الخليج والكتلة الجبلية لجنوب سيناء، مع

الانحدار الشديد لمجارى الوديان التى تصب فيه إلى افتقار المنطقة لمصادر مياه جوفية ذات نوعية مقبولة بالتكوينات الجيولوجية المختلفة، حيث أسفرت نتائج الحفر الاختبارى بالمنطقة لاختبار تكوين رمال المايوسين عن ارتفاع ملحوظة المياه الجوفية والتى تراوحت ما بين ٦٠٠٠ - ١٦٠٠٠ جزء فى المليون. وتجرى حالياً عمليات تحلية مياه الخليج لتوفير احتياجات الأنشطة السياحية وحاجة المدينة من مياه الشرب بالإضافة إلى المياه الجوفية المنقولة من مدينة الطور، ويجرى فى الوقت الحالى تنفيذ عمليات الحفر الاختبارى بوادى نبق وكيد لاختبار وجود مصادر للمياه الجوفية برسوبيات الوديين ذات نوعية مقبولة.

الخرانات الجوفية على ساحل البحر الأحمر (الزعفرانة-حلايب) (شكل ٤-٧)

لم تحظ حتى الآن منطقة السهل الساحلى الغربى للبحر الأحمر بأية دراسات لمصادر المياه الجوفية بها ولتقييم إمكانياتها المتاحة لأغراض التنمية المستدامة، سوى بعض التقارير العامة التى أعدت عن نتائج حصر الآبار والعيون القائمة بالمنطقة الساحلية، الزعفرانة - حلايب، والدراسات الجيولوجية والجيوفيزيكية الإقليمية وحفر الآبار الاختبارية التى أجريت بمناطق وادى دارا وشجر جنوب رأس غارب ووادى حوضين وكراف بمنطقة شلاتين/ حلايب.

منطقة الزعفرانة - رأس غارب

تم حصر العيون والآبار التى تستمد مياهها من المياه الجوفية لصخور الحجر الجيرى المشقق التابع للعصر الكريتائى بهضبة الجلالة القبلية والتسى تزود دبرى سانت انطونيو وسانت بول بالمياه بمعدل ١٠٠ متر مكعب/ يوم بملوحة ١٦٠٠ جزء فى المليون.

منطقة رأس غارب - الغردقة

من واقع نتائج الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيائية وحفر الآبار الاختبارية / الإنتاجية التي قامت بها شركات البترول ومركز بحوث الصحراء بمناطق شجر ورأس شقير ووادي دارا جنوب رأس غارب، أمكن الاستدلال على مصادر للمياه الجوفية بتكوينى رديس الرملى التابع لعصر المايوسين بمنطقة شجر- رأس شقير ورمال النوبيا بمنطقة وادي دارا. وقد أسفرت عمليات حفر واختبار إحدى عشر بئراً بمنطقة شجر ورأس شقير جنوب رأس غارب، عن أن عمق طبقة رمال الغرندل المستغلة بهذه الآبار يتراوح ما بين ٦٠٠-٩٠٠ متر من سطح الأرض وبسمك يتراوح ما بين ٩٠-١٤٠ متراً فى حين يتراوح عمق سطح المياه بالآبار ما بين ٣٠ إلى ٥٠ متراً من سطح الأرض. ويبلغ معدن إنتاج الآبار ٥٩٠٠ متر مكعب /يوم بملوحة تتراوح ما بين ١٧٠٠ إلى ٣٤٠٠ جزء فى المليون. وقد أوضحت نتائج الرصد الدورى لملوحة مياه الآبار زيادتها مع الزمن فى حين تبين من اختبار تكوين رمال النوبيا بمنطقة رأس دارا تواجدته على عمق يتراوح من صفر - ٣٠ متراً بسمك مشبع ٢٠٠ متر وتتدفق منه المياه تحت ضغطها الارتوازى بملوحة تتراوح ما بين ٣٠٠٠-٥٠٠٠ جزء فى المليون.

منطقة الغردقة - سفاجة

أسفرت أعمال الدراسات الجيولوجية السطحية ونتائج حفر آبار الاستكشاف البترولى والتعدينى بالمنطقة عن أنها تتميز بوجود تكوينات الحجر الرملى والمرال والحجر الجيري التابعة للزمن الثلاثى الأوسط، تغطيها المصاطب الزلطية ورسوبيات الشواطئ القديمة التابعة لعصر البلايستوسين مع وجود تراكيب الحوضية الرسوبية الهامة والمتاخمة للحافة الشرقية لسلاسل جبال البحر الأحمر كحوض الزيت جنوب غارب وحوض عش الملاحه شمال غرب الغردقة، والتي تتطلب دراستها هيدروجيولوجيا لاحتمال وجود تجمعات للمياه الجوفية العميقة بها. وأسفرت عمليات الحفر الاختبارى بمنطقة دشة الضبعة

جنوب مدينة الغردقة عن وجود مياه جوفية بتكوين المايوسين بملوحة حوالى ٥٠٠٠ جزء فى المليون والتي يتم معالجتها واستخدامها فى منتجج الجونة السياحى. وأوضح الحصر الميدانى للأبار القائمة بالمنطقة (جنوب ، ١٩٦٩م) وجود المياه الجوفية بالرسوبيات الوديانية بوادى باشا بمنطقة سلسلة جبال البحر الأحمر جنوب غرب الغردقة بسمك يصل إلى ٨٥ متراً، ويبلغ عمق المياه الجوفية بها حوالى ١٦ متراً من سطح الأرض وتدر ٨٠ متراً مكعباً/يوم من المياه العذبة.

منطقة سفاجة - رأس بيناس

أشارت نتائج الدراسات القليلة التى أجرتها شركات التعدين وهيئة المساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية بالمنطقة الساحلية الممتدة من سفاجة شمالاً حتى رأس بيناس جنوباً، وبيانات الحصر الميدانى للأبار والعيون الطبيعية الموجودة بها إلى وجود المياه الجوفية بصخور المايوسين الرملية بمنجم الحمرأوين بسفاجة على عمق ١٢ متراً من سطح الأرض، وتبلغ إنتاجية الآبار المستغلة بها ٥٠٠-١٠٠٠ متر مكعب / يوم بملوحة كليه تتراوح ما بين ٢٣٠٠-٢٨٠٠ جزء فى المليون، وبالرسوبيات الوديانية بوادى كريم غرب القصير حيث يبلغ سمك الطبقة الحاملة للمياه ٧٠ متراً وعمق سطح المياه ٣٠ متراً من سطح الأرض، إلا أن إنتاجية الآبار المستغلة لهذا التكوين من المياه العذبة تتراوح ما بين الضعيفة إلى المتوسطة حيث تبلغ ٦ أمتار مكعبة/يوم ببئر أبو غصون، ١٠ أمتار مكعبة / يوم ببئر وادى كريم بالقصير، و ١٠٠ متر مكعب / يوم ببئر وادى لاهامى برأس بيناس.

منطقة رأس بيناس - حلايب

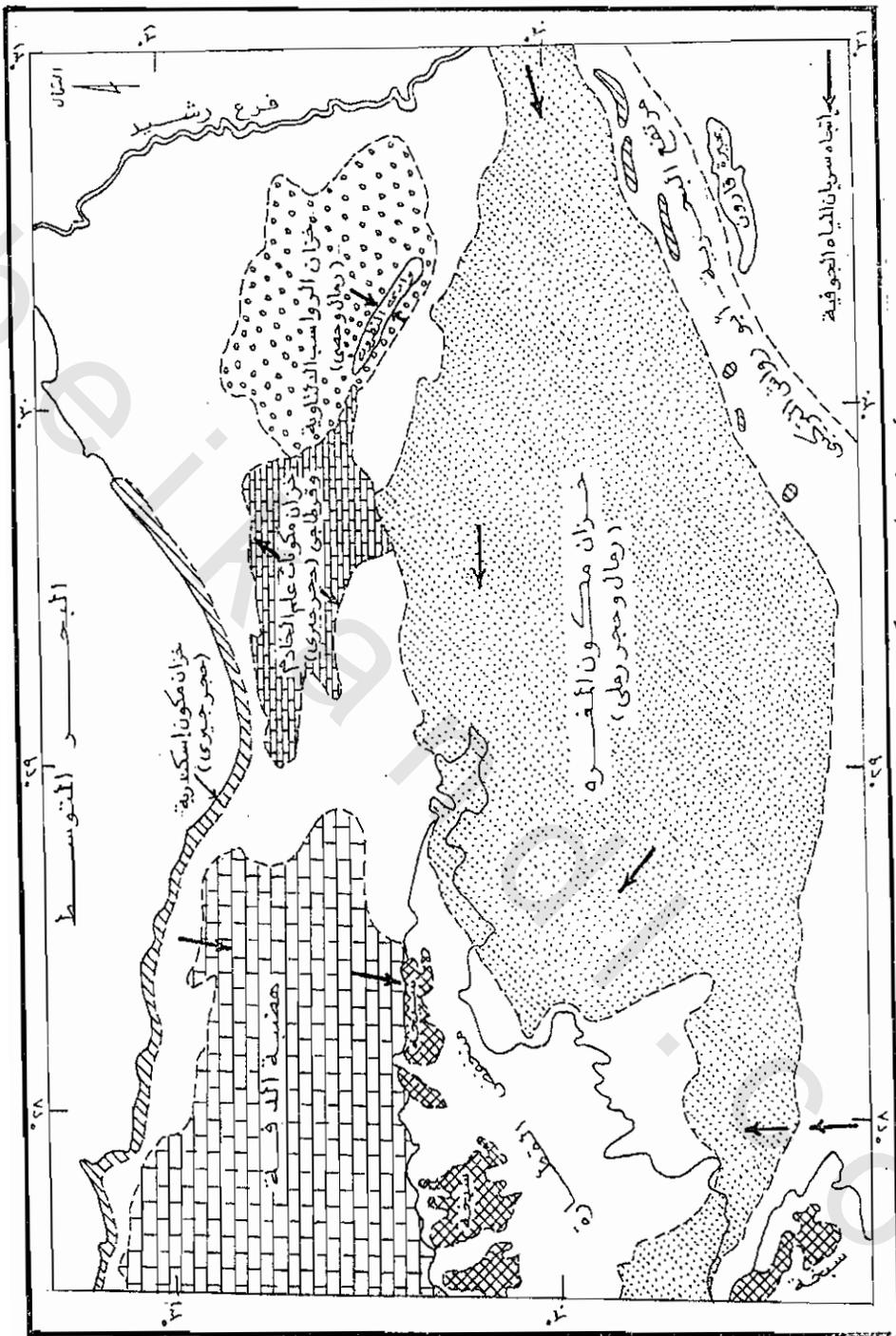
تعتبر المياه الجوفية هى المصدر الرئيسى للمياه العذبة فى هذه المنطقة النائية على ساحل البحر الأحمر، ويشكل الخزان الجوفى برسوبيات الحقب الرباعى الخزان الرئيسى بالمنطقة. وتعتمد إمكانيات المياه الجوفية وملوحتها

على معدل الهطول المطري بالمنطقة والمتغير من عام لآخر بل ومن موسم لآخر، وتسربها من خلال صخور القاعدة المتشققة إلى رسوبيات الوديان خاصة بوادى حوضين وكراف واللذين يعتبران أهم الوديان بالمنطقة من حيث احتمالات إمكانياتهما المائية لتمييزهما بكبر مساحة مستجمع المياه بهما.

وتوضح بيانات الآبار التي تم حصرها بوادى حوضين ورحبة بالمنطقة الجبلية شرق مدينة شلاتين أن آبار الجاهلية ورحبة وأبرق تقع جميعها على مسار فوالق تسمح بتساعد المياه المتجمعة بصخور القاعدة المتشققة من خلالها إلى رسوبيات الوديان المستغلة بهذه الآبار، وأن ملوحة مياه هذه الآبار تتراوح ما بين ١٠٠٠-١٥٠٠ جزء في المليون في حين أسفرت نتائج حصر الآبار القائمة بدلنا وادى حوضين ونتائج البئر الاختبارية التي تم حفرها فى مدخن الوادى عن ارتفاع ملوحة المياه الجوفية (٦٠٠٠-٩٠٠٠ جزء في المليون) وهو ما يعزى إلى ضعف ما يرد من مياه الجريان السطحي بالوديان إلى دلتياتها بهذه المنطقة وتسرب معظم ما يسقط من مياه الأمطار محليا بالمجرى العلوى للوديان من خلال تشققات صخور القاعدة السائدة بالمنطقة.

٤-٢-٣ الخزان الجوفى بمكون رمال المغرة

ويتواجد فى الجزء الشمالى فى الصحراء الغربية ويمتد فى مساحة ٥٠,٠٠٠ كم^٢ فى الحواف الغربية لخزان الدلتا الجوفى شرقا إلى منخفض القطارة غرباً وإلى مشارف البحر المتوسط شمالاً وإلى الحافة الشمالية لمرتفع البحرية /أبو رواش التركيبى جنوباً والفيوم فى الجنوب الغربى (شكل ٤-٨)). ويتكون مكون المغرة من الرمال والحجر الرملى وتداخلات طفلية وسلتية تابعة لعصر المايوسين الأسفل والتي تتحول إلى الطفل بالقرب من ساحل البحر المتوسط ودلتا النيل ومتداخلة مع الصخور الجيرية والطفلية لمكون مرماريكا فى الهضبة الغربية غرب منخفض القطارة. وتشكل صخور البازلت أو طفل الضبعة التابعة لعصر الأوليجوسين قاعدة الخزان الجوفى لمكون المغرة، بينما



شكل رقم (٤-٨) - الخزان الجوفي المقفرة بالصحراء الغربية

يتراوح سمكه الكلى ما بين ٢٠٠ متر بوادى الفارغ إلى ٨٠٠ متر بحوض أبو الغراديق شرق منخفض القطارة والذي يتناقص فى اتجاه الشمال والغرب ليتداخل مع الصخور الجيرية لمكون مرماريكا الجيرى وصخور الهضبة الجيرية الغربية. ويشكل مكون المغرة خزاناً جوفياً ذا مستوى مائى حر جنوب خط عرض ٣٠° شمالاً، بينما يخفى تحت رسوبيات البلايوسين شمالاً ليصبح من الخزانات المقيدة. ويتراوح مستوى المياه الجوفية بخزان المغرة ما بين -١٠ أمتار من سطح البحر عند الحواف الغربية لخزان الدلتا (وادي الفارغ) شرقاً إلى -٥٠ متراً من سطح البحر عند منخفض القطارة غرباً، و-٤٨ متراً من سطح البحر عند بئر مسواج جنوب منخفض القطارة، ويتراوح السمك المشبع بالمياه بمكون المغرة الرملى ما بين ٧٥ متراً و ٧٠٠ متر.

وقد أسفرت نتائج تجارب الضخ التى أجريت على الآبار المستغلة لخزان المغرة الجوفى عن أن قيمة معامل التوصيل الهيدروليكي تتراوح ما بين ٠,١ - ٠,٣ متر/يوم عند المنطقة المتاخمة لمنخفض القطارة تزداد إلى ١٠-٢٥ متراً/يوم بوادى الفارغ، بينما تتراوح معامل السريان ما بين ٥٠٠ إلى ٥٠٠٠ متر مربع/يوم. وتتباين نوعية المياه بخزان المغرة الجوفى، حيث تبلغ ملوحتها أقل من ٥٠٠ جزء من المليون فى المنطقة المتاخمة لغرب الدلتا (منطقة وادى الفارغ) وتزداد غرباً وشمالاً لتبلغ ١٠٠٠٠ جزء فى المليون بواحة المغرة على الحافة الشرقية لمنخفض القطارة. وأوضحت الدراسات الهيدروكيميائية أن المياه الجوفية بخزان المغرة هى خليط من مياه حفرية ومياه متجددة حيث تحدث تغذية للخزان من مياه خزان الدلتا بمعدل يتراوح ما بين ٥٠ - ١٠٠ مليون متر مكعب سنوياً، يفقد جزء منه بالبحر فى مناطق سبخات وبحيرات وادى النظرون (معهد بحوث المياه الجوفية / إواكو، ١٩٩٢م).

منطقة الصحراء الغربية

يمتد الخزان الجوفى بالصخور الجيرية فى منطقة الصحراء الغربية مكونا هضبة شاسعة من سن الكداب فى الجنوب إلى ساحل البحر المتوسط شمالاً ومن غرب حوض نهر النيل شرقاً إلى مشارف الهضبة والتي تحيط بمنخفضات الواحات الخارجة والداخلة غرباً. وتمتد الهضبة الجيرية فى اتجاه الشمال الغربى مروراً بمنطقة أبو منقار وبحر الرمال الأعظم. وتتكون الهضبة الجيرية أساساً من الصخور الجيرية الطباشيرية والدولوميتية ويتخللها فى بعض المواقع طبقات من الطفل الصفحى وخليط من الحصى والشيرت التى يرجع زمنها الجيولوجى من عصر المايوسين إلى الكريتوى العلوى، وتتميز الصخور الجيرية بأنها كثيرة التشقق والتكهف فى الأجزاء الشمالية من المنطقة، ويتراوح سمكها ما بين ١٥٠-٢٠٠ متر بواحة الفرافرة، ٥٠٠-١٠٠٠ متر بواحة سيوه - منخفض القطارة، فى حين يبلغ سمك التكوين التابع لعصر المايوسين ١٠٠-٤٠٠ متر بهضبة الدفة شمال الصحراء الغربية. ولم تختبر الخصائص الهيدرولوجية للخزان الجوفى بالصخور الجيرية إلا فيما تم رصده ببعض الآبار من مناسيب المياه الجوفية بالخزان والتي تتراوح ما بين ٨٠ متراً فوق سطح البحر بواحة الفرافرة، و٦٢ متراً فوق سطح البحر ببئر جبل عجيله، و٤٨ متراً فوق سطح البحر عند بئر ديور، فى حين تتراوح ما بين ١-١٠ أمتار تحت سطح البحر بخزان الصخور الجيرية لعصر المايوسين الأوسط بواحة سيوه، وحوالى ٦٠ - ١٨٠ متراً فوق سطح البحر بهضبة الدفة (معهد بحوث المياه الجوفية، ١٩٩٧م).

وتشير الدراسات التى أجريت عن مصادر تغذية الخزان الجوفى بالصخور الجيرية بمناطق جنوب ووسط الصحراء الغربية أن مصدر تغذيته هو

التصاعد الرأسى لمياه الخزان الجوفى لرمال النوبيا والذي يليها عمقاً بتأثير ضغطها البيزومتري (الرملى ١٩٦٧م، ونوفو كاستورو ١٩٨٥م)، بينما المعتقد أن يكون مصدر التغذية الرئيسى للمياه الجوفية بصخور المايوسين الأوسط الجيرية بواحة سيوة وهضبة الدفه هو بالتدفق تحت السطحى لمياه ذات الخزان من مناطق الجبل الأخضر فى ليبيا (عزت ، ١٩٧٧م). وتتراوح الملوحة الكلية لمياه الخزان الجوفى لصخور العصر الكريتاوى العلوى والإيوسين الجيرية ما بين أقل من ١٠٠٠ جزء فى المليون بواحة الفرافرة إلى ٢٠٠٠-٥٠٠٠ جزء فى المليون فى الجزء الجنوبى من الهضبة الشمالية والتي تزداد شمالاً لتصبح ١٠٠٠٠ جزء فى المليون بالقرب من مشارف السهل الساحلى للبحر المتوسط. وتبلغ ملوحة مياه الخزان الجوفى لصخور عصر المايوسين الأوسط الجيرية ١٦٠٠ - ٥٠٠٠ جزء فى المليون بواحة سيوة، و ٣٠٠٠-٥٠٠٠ جزء فى المليون فى الجزء الجنوبى من هضبة الدفه والتي تتزايد شمالاً لتبلغ ١٠٠٠٠ جزء فى المليون.

منطقة الصحراء الشرقية (شكل ٤-٧)

هضبة الصخور الجيرية الطفليه للعصر الكريتاوى العلوى والإيوسين

تغطى مساحة ٥٤٠٠٠ كم^٢ فى الصحراء الشرقية مشكله هضبة تمتد من هضبة الجلالة شمالاً حتى كوم إيمو جنوباً ومن سلسلة مرتفعات البحر الأحمر شرقاً إلى السهل الفيضى لوادى النيل غرباً. ويبلغ متوسط سمك مكون الصخور الجيرية الطفلية للكريتاوى العلوى والإيوسين ٥٠٠ متر تعتبر فى مجملها صخوراً ضعيفة النفاذية مشكلة بذلك طبقة مقيدة للخزان الجوفى لرمال النوبيا والذي يليها عمقاً، إلا أنه يمكن الحصول على مياه جوفية محدودة من الصخور الجيرية والتي تتميز بتشققاتها الكثيرة والتي تسمح بتسرب مياه الأمطار النادرة بالمنطقة إليها (١-٢م/سنة).

هضبة الجلالة القبالية

وتمثل تركيباً جيولوجياً مرفوعاً يتكون من رسوبيات الصخور الجيرية المتشققة والصخور الطفلية التابعة لعصرى الكريتياوى العلوى والأيوسين. وتتواجد مصادر للمياه الجوفية بالصخور الجيرية المتشققة والتي يتم تغذيتها من الأمطار التي تسقط على الهضبة وتغذى بعض العيون الطبيعية المستغلة لها والتي تعتبر مصدراً هاماً للأديرة المتواجدة بالهضبة كعين دير سانت انطونيوس والتي يبلغ تصرفها ١٠٠ متر مكعب /يوم بملوحة كليه ١٦٠٠ جزء فى المليون.

منطقة شبه جزيرة سيناء

يشكل تتابع الصخور الجيرية الحاملة للمياه الجوفية بشمال ووسط سيناء الخزانات الجوفية التالية:

الخزان الجوفى بصخور المايوسين

يتكون من صخور طفلية وتداخلات من الصخور الرملية والجيرية ويتواجد فى الغالب تحت الكتبان الرملية أو رسوبيات الوديان، وتتراوح قيمة معامل السريان للخزان ما بين ١-٢ متر مربع / يوم. واختبرت ملوحة مياه الخزان الجوفى لصخور المايوسين بمناطق شرق البحيرات المره ببئر حبشى-١ ووجدت بملوحة كليه ١٠٢٠ جزءاً فى المليون وبمنطقة عيون موسى بملوحة كليه ٧٦٠٠ جزء فى المليون وجنوباً بمنطقة رأس مسلة بملوحة ٢٦٠٠-٥٠٠٠ جزء فى المليون، وبمنطقة لاقيا ببئر لاقيا-٢ بملوحة ٣٨٠٠٠ جزء فى المليون وبمنطقة آبار شركة بترول بالمجرى السفلى لوادى فيران بملوحة ٣٩٠٠-٥٣٠٠ جزء فى المليون. واختبرت نوعية مياه مكون المايوسين بمنطقة المقضية بشمال سيناء (بئر المصرى-١) حيث وجدت بملوحة ١٠٠٠٠ جزء فى المليون.

الخران الجوفى بصخور الأيوسين

يتواجد بهضبتى العجمة والتيه بوسط سيناء ويمتد شمالاً حتى المنطقة المحصورة ما بين جبل ريسان عنيزه وجبل المغاره، بسمك يتراوح ما بين ٢٠٠-٣٦٠ متراً، ولم تُختبر أى من الآبار التى اخترقت خزان صخور الأيوسين بمناطق غرب سيناء سوى بئر الاستكشاف البترولى القطيفة - ١ شمال شرق رأس سدر حيث وجدت ملوحة المياه الجوفية بخزان الأيوسين حوالى ٢٠٠٠ جزء فى المليون، والتي تزداد لتصل إلى ٣١٠٠٠٠ جزء فى المليون ببئر لاقيا جنوب منطقة رأس سدر. ويرجع التباين فى ملوحة المياه فى الخزان الجوفى إلى اختلاف فى أعماق الخزان بسبب تعرضه للفوالق، وإلى الاختلاف فى مدى تسرب مياه الأمطار إليه.

وتوضح بيانات الآبار التى تم حفرها واختبار الخزان الجوفى بصخور الأيوسين الجيرية فى المنطقة الممتدة من جيفجافه شرقاً حتى القسيمة غرباً أن ملوحته تتزايد غرباً من ٨٥٠٠ جزء فى المليون إلى ١٩٠٠٠ جزء فى المليون (بئر المويلج). وتدر عيون الجديرات وقديس بمنطقة القسيمة بشمال شرق سيناء مياهها من خزان صخور الأيوسين الجيرية المتشققة التى يحددها من أسفل صخور مكون إسنا الطفلى عديم النفاذية وتتغذى بمياه الأمطار عند مكاشفه السطحية شرقاً. وقد قدر التصرف اليومي لعيون الجديرات وقديس من المياه بحوالى ١٥٠٠ متر مكعب و ٤٨٠ متراً مكعباً بملوحة ١٤٤٠ جزء فى المليون و ١٢٠٠ جزء فى المليون على التوالى، فى حين يقدر تصرف عين حمام فرعون التى تندفع مياهها من صخور الأيوسين على ساحل خليج السويس جنوب رأس سدر بحوالى ٢٠٠٠ متر مكعب/يوم بدرجة حرارة ٧٠ م° وملوحة ١١٠٠٠ جزء فى المليون، والتي يمكن استغلالها فى أغراض السياحة العلاجية. وجدير بالذكر أنه لم يتم إجراء الدراسات التفصيلية لتقييم مصادر المياه بمكون صخور الأيوسين الجيرية بمناطق مكاشفها السطحية بشبه جزيرة سيناء

خاصة المنطقة الممتدة ما بين الحسنة والقسيمة شمالاً والمنطقة الواقعة شمال نخل والتمد جنوباً حيث تتميز بوجودها فوق مكون إسنا الطفلى والمحتمل أن يكون لها قدره تخزينية عالية لما يتسرب إليها من مياه الأمطار .

الخران الجوفى بصخور الكريتاوى العلوى

ويغضى مساحات شاسعة فى سيناء حيث يمتد من حدوده الجنوبية الواقعة شمال السفوح الجنوبية لهضبتى التيه والعجمة ويمتد شمالاً حتى الفالق الرئيسى شمال جبال المغارة -ريسان عنيزة-الحلال، والذي يشكل الحد الشمالى للخران، فى حين يمتد شرقاً حتى أهدود العقبة-البحر الميت، وغرباً حيث يواجه الكتلة الهابطة لصخور العصر الثلاثى والحديث ضعيفة النفاذية. ويتكون الخزان الجوفى لصخور الكريتاوى العلوى من الحجر الجيرى الطباشيرى والصخور الطفلية فى الجزء العلوى منها ومن الحجر الجيرى والدولوميت والحجر الجيرى الدولوميتى والمارل فى الجزء السفلى من الخزان بسمك يتراوح من ٤٠٠ - ٧٠٠ متر فى الجزء الأوسط والشمالى من سيناء، بينما يقل تدريجياً جنوباً ليصل إلى ١٥٠ - ٢٠٠ متر عند مكاشفه السطحية على سفوح هضبتى التيه والعجمة. وتدل البيانات المستنتجة من الآبار المستغلة بصخور الكريتاوى العلوى أن عمق مستوى المياه بها يتراوح ما بين ٨٥ متراً عند بئر شعيرة بجنوب شرق سيناء و ١٨٠ متراً عند بئر الحسنة، و ٤٠-٩٠ متراً بوادى العمرو/المقضية بشمال سيناء. وتوضح خريطة الضغوط البيزومترية للخران أن الاتجاه العام لحركة المياه الجوفية هى من الجنوب الشرقى إلى الشمال الغربى وأن هناك خط تقسيم للمياه بالقرب من خط الحدود الشرقية مع اتجاه حركة المياه بالخران إلى منطقة صرفه الطبيعى بمنطقة البحر الميت شرقاً حيث يبلغ مستوى المياه الجوفية ٢٥٠ متراً تحت سطح البحر (ديزمور ١٩٨٥). وأسفرت نتائج اختبارات الضخ أن معامل السريان للصخور الجيرية لعصر الكريتاوى العلوى يتراوح ما بين ٠,٩٤ متراً مربعاً/يوم بمنطقة شعيرة بجنوب

سيناء، و ٦ أمتار مربعة / يوم بوادى غرندل بجنوب غرب سيناء، بينما بلغت أقصى قيمة له بآبار منطقتى الحسنة ووادى البروك بوسط سيناء ١٠٢ و ٦٦٠ متراً مربعاً / يوم على التوالي.

وتشكل الصخور الجيرية للعصر الكريتاوى العلوى خزاناً مقيداً فى معظم مناطق وسط وشمال شرق سيناء بينما يسلك سلوك الخزانات ذات المستوى المائى الحر فى باقى المناطق بسيناء. وتعتمد تغذية الخزان الجوفى بمكون الكريتاوى العلوى على ما يتسرب إليه مباشرة من مياه الأمطار أو من الجرين السطحى بالوديان المخترقة لمكاشفه السطحية. وقد قدر معدل التغذية للخزان بحوالى ١٩٠٠٠٠ متر مكعب / يوم (ديمز ومور ، ١٩٨٥م). وتتراوح ملوحة المياه الجوفية بمكون الكريتاوى العلوى ما بين ١١٠٠-١٥٠٠ جزء فى المليون بجنوب سيناء، و ٥٦٢٨ جزءاً فى المليون بوسط سيناء وتزداد إلى ١٠٨٧٠ جزءاً فى المليون بمنطقة المقضبة بشمال سيناء. وقد أدى عدم توفير قاعدة للبيانات الأساسية لهيدروجيولوجية الخزانات الجوفية بالصخور الجيرية المتشققة إلى صعوبة تحديد الميزان المائى والمياه الجوفية المتاحة للاستغلال.

٤-٢-٥ الخزان الجوفى بمكون رمال النوبيا

منطقة الصحراء الغربية

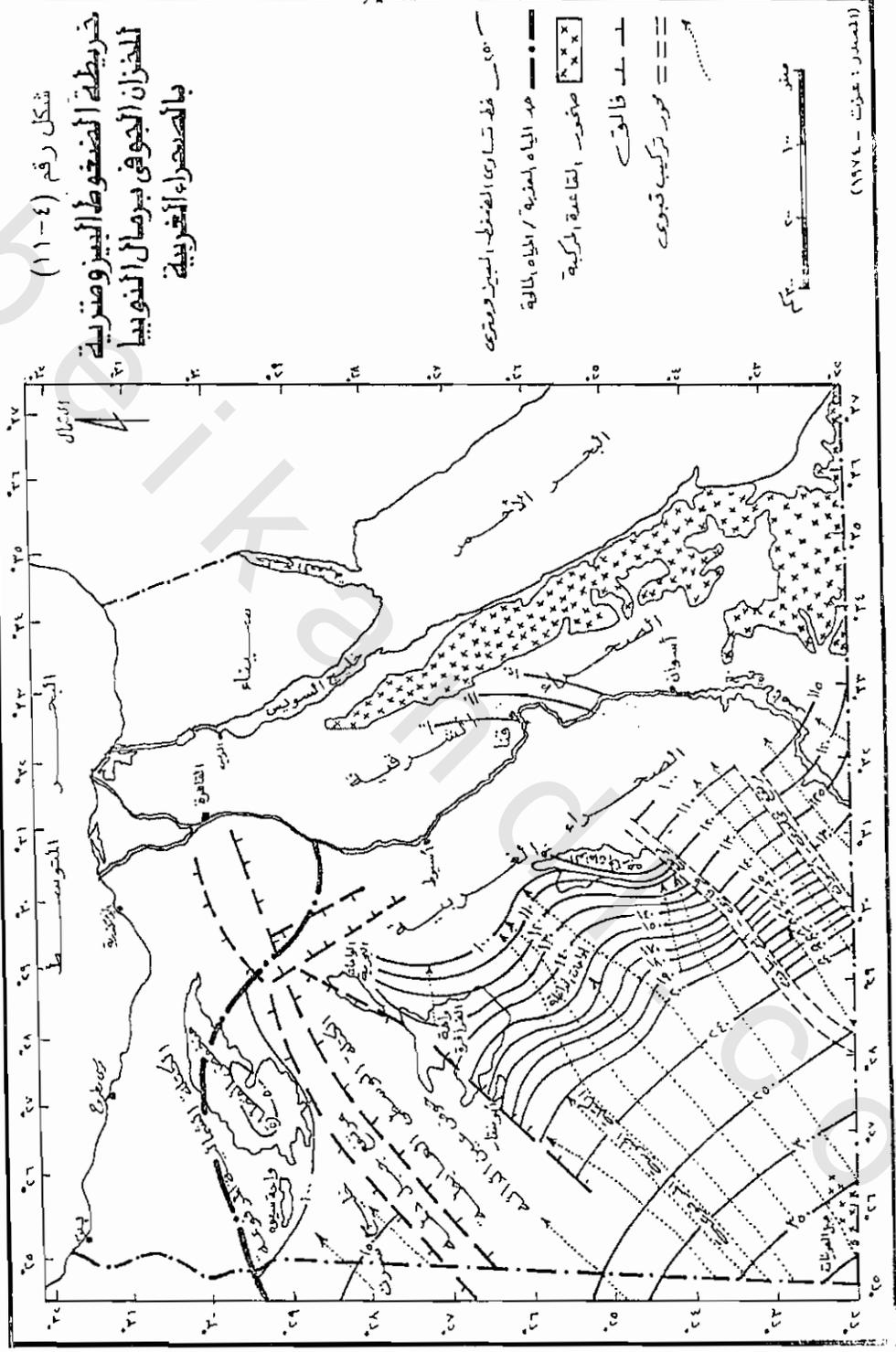
يعتبر الخزان الجوفى بمكون رمال النوبيا بالصحراء الغربية من أهم خزانات المياه الجوفية وأكبرها بمنطقة شمال شرق إفريقيا حيث يشغل كامل مساحة الصحراء الغربية ويمتد خارج حدودها جنوباً حتى مرتفعات كردفان بجمهورية السودان وغرباً حتى مرتفع تيبستى/ سرت التركيبى بالجماهيرية الليبية ومرتفعات تشاد فى الجنوب الغربى وسلسلة جبال البحر الأحمر شرقاً ليعطى مساحة ٢ مليون كيلو متر مربع. (شكل رقم (٤-٩)). ويتكون الخزان الجوفى بمكون رمال النوبيا من نتاج طبقي من الصخور الرملية والرمال الطفلية يتخللها طبقات من الطفل والطفل الصفحى والتي تظهر مكاشفها السطحية

بمناطق جنوب غرب الصحراء الغربية ثم تأخذ في الاختفاء تحت غطاء سميك من الصخور الطفلية والجيرية شمال خط عرض ٢٥° شمالاً ليكتسب الخزان الجوفى خصائص الخزانات المقيدة، وحيث تتدفق المياه ذاتياً بتأثير ضغطها البيزومتري. وقد أدى تعرض منطقة الصحراء الغربية للحركات الأرضية خلال العصور الجيولوجية المتعاقبة إلى انقسام حوض رمال النوبيا إلى عدة أحواض فرعية للمياه الجوفية، مثل حوض الداخلة في مصر وحوض الكفرة في ليبيا، ذات اتصال هيدروليكي فيما بينها، بينما يشكل حوض برقة الشب وحوض توشكى في جنوب شرق الصحراء الغربية وحوض الصحراء الشرقية أحواضاً فرعية شبه منفصلة عن باقى الصحراء الغربية.

ويتراوح سمك مكون رمال النوبيا ما بين ٢٠٠ - ٥٠٠ متر فى منطقة جنوب الوادى الجديد - شرق العوينات، ٢٠٠-٨٠٠ متر بالواحات الخارجة، ١٥٠٠ - ٢٠٠٠ متر بالواحات الداخلة ٢٥٠٠ متر بواحة الفرافرة، ٢٠٠٠ متر بالواحات البحرية، ويبلغ أقصى سمك للخزان ٣٥٠٠ متر بمنطقة حوض دسوقى الرسوبى جنوب واحة سيوة (شكل رقم (٤-١٠)). وقدرت السعة التخزينية للخزان الجوفى برمال النوبيا بحوالى ٢٤٠ × ١٠^{١٢} متر مكعب من المياه العذبة. وتوضح خريطة الضغوط البيزومترية للخزان الجوفى بالصحراء الغربية (شكل (٤-١١)) أنها تتراوح ما بين ٢٧٠ متراً فوق سطح البحر فى الجزء الشرقى محددة بذلك اتجاه حركة المياه الجوفية بالخزان. وتعتبر مناطق واحات الصحراء الغربية مناطق تصريف لمياه الخزان عن طريق الآبار والعيون أو الفواقد الطبيعية، بينما يعتبر المنخفض الطبوغرافى الممتد من منخفض القطولة- واحة سيوة شرقاً حتى واحة الجعيوب (ليبيا) غرباً منطقة التصريف النهائى لمياه الخزان الجوفى. وأسفرت نتائج اختبارات الضخ التى أجريت على الآبار المستغلة للخزان الجوفى أن معامل التوصيل الهيدروليكي لمكون رمال النوبيا يتراوح ما بين ١-١٠ أمتار/يوم فى حين يتراوح معامل السريان ما بين ٥٠٠-٤٥٠٠ متر مكعب/يوم.

شكل رقم (٤-١١)

خريطة الضغوط الجيومترية للخزان الجوفي بمرمال الذوبان بالمصغرة، الأقربية



وتتميز المياه الجوفية بالخران الجوفى لرمال النوبيا بالصحراء الغربية بعذوبتها وصلاحتها لكافة أغراض الاستخدام، حيث تتراوح ملوحتها الكلية ما بين ٢٠٠-٥٠٠ جزء في المليون فيما عدا الجزء الشمالى من الصحراء الغربية الواقع شمال خط عرض ٢٩° شمالاً والذي يكون فيه الجزء السفلى من الخزان مشبعاً بمياه ضاربة للملوحة إلى مالحة يتزايد سمكها شمالاً حتى الحد الفاصل بين المياه العذبة والمياه المالحة بالخران شمال واحة سيوة - منخفض القطارة، حيث يصبح كامل سمك الخزان مشبعاً بمياه مالحة إلى شديدة الملوحة (١٠٠٠٠ إلى ١٢٠٠٠٠ جزء في المليون).

وتكتسب مياه الخزان الجوفى لرمال النوبيا الخاصية التآكلية لقيسونات ومصافى الآبار وأجزاء المضخات المصنوعة من الصلب الكربونى نظراً لاحتوائها على نسب مرتفعة من غازات ثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والأكسجين مما يستوجب استخدام مهمات الآبار من مواد مقاومة للتآكل لإطالة العمر الافتراضى لها. ذلك بالإضافة إلى احتوائها على نسبة من الحديد الذائب تتراوح ما بين ١-٥ أجزاء في المليون وتزداد بمنطقة أبو منقار - الفرافرة لتصل إلى ١٠-٢٠ جزءاً في المليون، مما يستوجب معالجتها فى حالة استخدامها لأغراض الشرب.

والمياه الجوفية الموجودة بالخران النوبى مياه تكونت قديماً فى فترات العصور المطيرة المتعاقبة والتي كانت آخرها منذ ٨-١٠ آلاف سنة والتغذية الحالية لا تكفى وحدها لحفظ حالة شبه الاتزان القائمة وكميات المياه الجوفية المنصرفة من الخزان، ويساند هذا الرأى ما توصل إليه المهتمون باستخدام النظائر المشعة فى تحديد عمر المياه الجوفية والتي أوضحت أنه يتراوح ما بين ٢٠٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠ سنة، بالإضافة إلى وجود ميل هيدروليكى للمياه الجوفية من الجنوب الغربى بمناطق المكاشف السطحية للخران الجوفى (مناطق التغذية القديمة بالجلف الكبير بالصحراء الغربية وجنوب الكفرة فى ليبيا والسودان) إلى

مناطق تصريفها الطبيعي بالمنخفضات الطبيعية (هاينل وبرجمان، ١٩٨٥م)، ونرى في هذا الصدد أن مكون رمال النوبيا ذو نفاذية ضئيلة (١-١٠ أمتار/يوم) وبالتالي فإن سريان المياه فيه يكون بسرعة بطيئة (٢٠-٢٥ متراً في السنة) وعليه فإن معدلات السحب المتوقعة من الخزان الجوفى لإقامة أنشطة تنمية مقبولة ستتعدى بالضرورة معدلات التغذية المحلية للخزان بمناطق التنمية وإن الجزء الأكبر من كميات المياه التى سيتم استغلالها لهذه الأغراض ستكون من المخزون الجوفى وفى حدود اقتصاديات رفع المياه من الآبار والإبقاء على احتياطي من مصادر المياه الجوفية غير المتجددة للأجيال القادمة. قدر (عزت، ١٩٧٤م) معدل الدفق تحت السطحى عبر الحدود السودانية والليبية بحوالى ١,٢٣ مليار متر مكعب/سنة.

منطقة الصحراء الشرقية

يعتبر مكون رمال النوبيا الممتد من سلسلة جبال البحر الأحمر شرقاً حتى وادى النيل غرباً من أهم المكونات الجيولوجية الحاملة للمياه الجوفية بالصحراء الشرقية ويشكل حزاماً متصلاً لمكاشفه السطحية من حدوده الشمالية حتى خط عرض ٢٢° شمالاً فى الجنوب بمحاذاة مرتفعات البحر الأحمر والذى يتواجد مترسباً فوق صخور القاعدة، بينما ينحدر غرباً تحت غطاء رسوبى من الصخور الطفلية والجيرية التابع لعصرى البليوسين والكريتاوى العلوى. ويتكون مكون رمال النوبيا من الحجر الرملى الحديدى. وتتميز المنطقة بوجود عدة وديان ذات مجارى مختلفة الاتجاه منها وادى قنا من الشمال للجنوب ووديان اللقيطة، وناشى، عبادى وخریت والعلاقى من الشرق للغرب التى تصب دلتياتها فى نهر النيل. ويتراوح السمك المسجل للخزان الجوفى بمكون رمال النوبيا فى وادى اللقيطة وقنا من ٣٠٠-٥٠٠ متر، ٣٠٠ - ٨٠٠ متر على التوالى. ويتميز الخزان بأنه من نوع الخزانات المقيدة، وتتدفق المياه من الآبار ذاتها فى المناطق ذات المناسيب المنخفضة بالقرب من وادى النيل. وتوضح

أرصاء الضغوط البيزومتريه للخزان بوادى قنا واللقيطه أن المستوى البيزومتري للخزان يتراوح ما بين ٥٠ متراً فوق سطح البحر فى المناطق القريبة من وادى النيل إلى ١٢٠ متراً فوق سطح البحر فى المجرى العلوى للواديين، وأن مصدر التغذية الرئيسى للخزان هو مياه الأمطار التى تسقط على سلسلة المرتفعات التى تحيط بروافد الواديين والتى تتجمع فيها لتأخذ مسارها إلى الخزان الجوفى بالتسرب. وتوضح التقديرات المبدئية لمعدلات التغذية السنوية للخزان الجوفى لرمال النوبيا من مياه السيول التى تنتشر بواديان الصحراء الشرقية أنها تبلغ حوالى ٣٠٠ مليون متر مكعب (بيرارت، ١٩٨٠م). وتتراوح ملوحة المياه الجوفية ما بين ١٨٠٠ جزء فى المليون بالمجرى العلوى للواديين إلى ٢٥٠٠ جزء فى المليون فى دلتيهما مع احتواء المياه على نسبة مرتفعة نسبياً من الحديد وغاز كبريتيد الهيدروجين.

منطقة سيناء

دلت الدراسات الإقليمية للخزان الجوفى بمكون المالحة الرملية التابع للعصر الكريتاوى السفلى بشبه جزيرة سيناء والمقابل لمكون رمال النوبيا بالصحراء الغربية والشرقية بأنه يتواجد تحت شبه الجزيرة ممتداً من مناطق مكاشفه السطحية بهضبتى التيه والعجمه بجنوب سيناء وشمالاً حيث يخفى تحت الغطاء الرسوبى من مركب الصخور الجيرية والطفلية للعصر الكريتاوى العلوى والثلاثى، فى حين تتغير سحنة المكون من السحنة الرملية إلى السحنة الجيرية / الطفلية شمال منطقة الطيات التركيبية بجبال يعلق-المغارة-الحلال بشمال سيناء حيث يعرف بمكون ريسان عنيزه. ويتواجد مكون المالحة على عمق ٥٠٠-٨٠٠ متر من سطح الأرض وبسمك ١٥٠ متراً فى جنوب سيناء ويزداد إلى ٤٠٠ متر شمالاً عند جبل الحلال.

وأسفرت نتائج تجارب الضخ على الآبار المستغلة لمكون المالحة أن عمق سطح المياه يتراوح ما بين ١٥٠ - ٣٥٠ متراً من سطح الأرض وأن معامل

السريان يتراوح ما بين ٣٠٠ - ١٠٠٠ متر مربع / يوم باستثناء مناطق
المنشرح ووادي البروك بوسط سيناء حيث معامل السريان بالمكون لا يتجاوز
٥٥ متراً مربعاً/يوم، ١٥ متراً مربعاً/يوم على التوالي. وأوضحت قياسات
مناسيب المياه الجوفية بمكون المالحة الرملية أنها تتراوح ما بين ٢٥٠ متراً فوق
سطح البحر في جنوب سيناء تتحدر تدريجياً لتصل إلى أقل من ٥٠ متراً فوق
سطح البحر في الشمال. وتوضح خرائط الضغوط البيزومترية للخزان اتجاهها
عاماً لحركة المياه الجوفية بالخزان من الجنوب إلى الشمال إلا أن نظم الفوالق
ذات الاتجاه شرق-غرب (فالق رقبة النعام وفالق طلعة البدن/عريف الناقة) قد
أحدثت اتجاهها ثانوياً في حركة المياه الجوفية حيث تتجه في منطقتي وسط
وشمال سيناء إلى مناطق تصريفها الطبيعي بخليج السويس (عيون موسى) غرباً
وإلى منطقة أهدود العقبة-البحر الميت شرقاً (شكل (٤-١٢)).

وأسفرت التقديرات المبدئية عن أن السعة التخزينية لخزان مكون المالحة
تبلغ ٢٦٠ مليار متر مكعب وأن محتوى الخزان من المياه الجوفية يعتبر من
نوع المياه الأحفورية القديمة التي تسربت لصدور الخزان خلال فترات
العصور المطيرة، إلا أنه من المعتقد حدوث تغذية حالية للخزان من مياه
الأمطار بمناطق مكاشفه السطحية بجنوب سيناء تقدر بحوالي ٥,٣ مليون متر
مكعب /سنة، منها ٤,٦ مليون متر مكعب سنوياً تتجه نحو مناطق الصرف
الطبيعي بجنوب غرب سيناء، ٠,٧ مليون متر مكعب سنوياً تتجه شرقاً نحو
منطقة الصرف الطبيعي للخزان بأهدود العقبة-البحر الميت (البحيري، ١٩٩٨)،
وتتراوح ملوحة مياه الخزان الجوفية بمكون المالحة ما بين ٥٠٠-١٥٠٠ جزء
في المليون بمناطق جنوب سيناء وتزداد في اتجاه الشمال لتتراوح ما بين
١٥٠٠-٢٠٠٠ جزء في المليون بمناطق وسط سيناء (صدر الحيطان نخس-
البروك-الحسنة-القسيمة) وإلى ٢٠٠٠-٥٠٠٠ جزء في المليون في منطقة
عيون موسى-الجيفجافة ثم ٥٠٠٠-١٠٠٠٠ جزء في المليون بشمال سيناء. وتدل
نتائج الاختبارات التي أجريت على المياه الجوفية بمكون المالحة بوادي فيران

وغرندل بجنوب غرب سيناء عن تميزها بضخالة عمق المكون (١٥٠-٤٠٠ متر من سطح الأرض) وعمق مستوى المياه (٤٠-٨٠ متراً من سطح الأرض) ومعدل الإنتاج (٥٠-١٠٠ متر مكعب/ ساعة) والملوحة الكلية (٧٠٠-٨٠٠ جزء في المليون) وهو ما يعتقد معه بالمقارنة بالخصائص الهيدروجيولوجية لمكون المالحة بمناطق جنوب ووسط سيناء عن وجوده في أحواض منفصلة عن أماكن تواجده بباقي مناطق سيناء (نور وآخرون، ١٩٩٣م). وقد تم تحديد مناطق الأولوية لتنمية واستغلال المياه الجوفية بخزان مكون المالحة الجوفى، طبقاً لأعماق المكون و سطح المياه وإنتاجية الآبار من المياه وملوحتها الكلية كما هو موضح بالجدول رقم (٤-١).

٤-٢-٦ الخزان الجوفى بصخور القاعدة

مناطق الصحراء الشرقية

وتتواجد صخور القاعدة المتشققة فى سلسلة جبال البحر الأحمر وتتكون من مركب صخور الشست والنيس والجرانيت والتي تشكل فى مجملها صخوراً متبلورة غير مسامية، ويعتمد انتقال المياه خلالها عن طريق المسامية والنفاذية الثانوية (التشققات والفجوات)، ويتم تغذية صخور القاعدة محلياً بمياه الأمطار أو بمناطق امتدادها داخل السودان، بينما يتم تصريف المياه منها نحو البحر الأحمر أو الخزانات الجوفية برسوبيات الوديان المتصلة بها. وتستغل مياه هذا الخزان فى عدد قليل من الآبار المحفورة يدوياً والتي تنتج كميات محدودة من المياه. وتعتمد إنتاجية الآبار المستغلة لهذا النوع من الصخور على ما فيها من تشققات فى حين تنتج الآبار العميقة نسبياً فى صخور القاعدة (كآبار البرامية ودنجاش)

كميات جيدة من المياه. وفي الجزء الجنوبي في الصحراء الشرقية والمتاخم لبحيرة ناصر يوجد اتصال مباشر بين صخور القاعدة ومياه البحيرة، إلا أنه لم تقم إمكاناتها من المياه والمتوقع أن تكون محدودة (معهد بحوث المياه الجوفية / ايوالكو ١٩٩٧).

منطقة جنوب سيناء

تخزن المياه الجوفية بتسرب مياه الأمطار الساقطة محلياً على صخور القاعدة المركبة من خلال الشقوق العديدة، وتتأثر حركة المياه وتجمعها بالسدود البازلتية القاطعة والفوالق الموجودة داخل صخور القاعدة. ويتم تصريف المياه الجوفية من صخور القاعدة على هيئة عيون أو ينابيع طبيعية (عين زيتونة بسانت كاترين) أو بالتسرب إلى ما يعلوها من الرسوبيات الوديانية (منطقة عين قرطاجة بوادي واتير).

ونظراً لعدم نوبان الصخور النارية أو المتحولة وتغذيتها الحديثة بالمياه، فإن نوعية محتواها من المياه تتميز عادة بعذوبتها رغم محدودية كمياتها والتي لا تكفي إلا لأغراض الاستخدام الأدمى المحلي. وتعتبر مناطق وادي فسيان ووادي واتير وأم بجمة من المناطق التي تنتشر فيها العيون الطبيعية والآبار السطحية التي تدر مياهها من صخور القاعدة المتشققة. وقد تم مؤخراً تنمية عين قرطاجة بالمجرى السفلى لوادي وتير بالقرب من مدينة نويبع لتعظيم إنتاجيتها من المياه وذلك بحفر أربع آبار سطحية لعمق ٧ أمتار حيث أمكن زيادة إنتاجية العين من ٤٠٠ إلى ٢٠٠٠ متر مكعب/ يوم بملوحة ٩٠٠ جزء في المليون، والتي من المقرر استغلالها في أغراض الشرب بمناطق الأنشطة السياحية بمدينة نويبع وماحولها.

جدول رقم (٤-١) مناطق الأولوية لتنمية واستغلال الخزان الجوفى بمكون رمال المالحة
بسيناء

خصائص الخزان الجوفى				مناطق الأولوية	مرتبة الأولوية
الملوحة الكلية (جزء فى المليون)	إنتاجية البئر (متر مكعب / ساعة)	عمق سطح المياه (متر من سطح الأرض)	عمق الخزان (متر من سطح الأرض)		
١٥٠٠-٨٠٠	٨٠-٥٠	٧٨-٣٧	٣٥٠-١٩٠	(١-أ) * غرب سيناء المجرى السفلى بوادى فيران وغرندل * وسط وجنوب سيناء	(أ)
٢٠٠٠-٨٠٠	٦٠-٣٠	٢٠٠-١٠٠	٨٠٠-٥٠٠	المنشوح، نخل، البروك وادي واتير	
-١٥٠٠ ٣٠٠٠	٤٠-٢٠	٣٠٠-٢٠٠	٧٠٠-٥٠٠	(٢-أ) القسيمة، عريف الناقة، للكنتلا، التمد، صدر الحيطان	
١٥٠٠ ≥	٧٥-٥٠	٤٠٠-٣٠٠	٩٠٠-٥٠٠	(١-ب) هضبة النيه، جنوب طريق صدر الحيطان - نخل - التمد، شعيره	(ب)
٥٠٠٠-٣٠٠٠	٦٠-٣٠	٢٥٠-١٥٠	١٠٠٠-٨٠٠	(٢-ب) عيون موسى، جيفجافه، الحسنه، طلعة البدن، الحلال، أم شحان، وادي العمرى - الخريم	

٤-٣ إمكانات المياه الجوفية المتاحة

يتضح من الأوضاع الهيدروجيولوجية للخزانات الجوفية فى مصر والتي تم عرضها فيما تقدم، أنه يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أنواع رئيسية من حيث طبيعة مصادرها من المياه وتجدها من عدمه على النحو التالى:

- الخزانات الجوفية الساحلية وتحتوى على مصادر مائية متجددة.
- الخزانات الجوفية بوادى النيل ودلتاه وتحتوى على مياه جوفية مصدرها نهر النيل ولكنها متجددة.
- الخزانات الجوفية الصحراوية وتحتوى على مصادر مائية غير متجددة.

وتتوقف الأسس التى يتم بمقتضاها تقييم الإمكانيات المائية للخزانات الجوفية بنوعياتها المختلفة على النواحي التالية:-

- فى حالة الخزانات الجوفية المتجددة يعتمد معدل السحب الآمن منها على معدل تغذيتها بالمياه وعدم تأثير السحب على نوعية المياه واقتصاديات استخدامها، كما هو الحال فى خزان حوض نهر النيل والخزانات الجوفية الساحلية
- فى حالة الخزانات الجوفية غير المتجددة يعتمد تحديد إمكانياتها المتاحة من المياه الجوفية للاستغلال على معدل السحب منها الذى يكفل استمراريتها كمصدر لأطول فترة ممكنة، واقتصاديات استخدامها مع الإبقاء على احتياطي من المياه الجوفية للأجيال القادمة.

٤-٣-١ الخزان الجوفى بوادى النيل والدلتا

الخزان الجوفى بوادى النيل

انتهت الدراسات الهيدروجيولوجية ودراسة تقييم الخزان الجوفى بوادى النيل إلى النتائج الآتية: (معهد بحوث المياه الجوفية، ١٩٩٦م).

- معدل التغذية السنوية للخزان الجوفى : ٥,٣ مليار متر مكعب
- الفاقد السنوى من الخزان لنهر النيل أو بالبخر : ٢,١ مليار متر مكعب
- معدل السحب الآمن من الخزان = صافى معدل التغذية السنوية = ٣.٢ مليار متر مكعب

ويوضح الجدول رقم (٤-٢) إمكانيات المياه الجوفية المتاحة سنوياً من الخزان الجوفى وحوافه الصحراوية بمحافظات الوجه القبلى بحوالى ٣.١٧٢ مليار متر مكعب، وكميات المياه الجوفية المستغلة من الخزان فى أغراض الشرب والرى والتي يقدر إجمالها بنحو ٢,٤٢٢ مليار متر مكعب سنوياً، لذا فإن كميات المياه المتاحة للاستغلال فى المشروعات المستقبلية هى فى حدود ٠,٧٥٠ مليار متر مكعب سنوياً.

الخزان الجوفى بالدلتا

أوضحت الدراسات السابقة الخاصة بالميزان المائى للخزان الجوفى بالدلتا عن الآتى:

- معدل التغذية السنوية للخزان بالتسرب من فائض مياه الرى ومن شبكات الرى يقدر بحوالى ٦,٤٥ مليار متر مكعب.
- معدل السحب الآمن من الخزان الجوفى سنوياً يقدر بحوالى ٤,٣ مليار متر مكعب.

ويوضح جدول رقم (٤-٣) الإمكانيات المتاحة من المياه الجوفية بمناطق وسط وشرق وغرب الدلتا وحوافها الصحراوية ومعدلات السحب الحالى بهذه المناطق والمتاح منها لمشروعات التوسع المستقبلية.

جدول رقم (٤-٢) إمكانيات المياه الجوفية المتاحة في خزان وادي النيل ومعدلات السحب الحالي والمستقبلي (مليون متر مكعب /سنة).

المحافظة	معدل السحب من الخزان الجوفى ١٩٩٦م			الإمكانيات المتاحة من المياه الجوفية			المتاح للتوسع المستقبلي
	الإجمالي	أغراض الري	أغراض الشرب	الإجمالي	الحوافف الصحراوية	السهل الفيضى	
أسوان	٧٥,٥٦	٦٨,٢٧	٧,٢٩	٢٤٥,٨٩	٢٠٧,٤٨	٣٨,٤١	١٧٠,٣٣
قنا	٤٥٣,٦٤	٤١٤,٩٣	٣٨,٧١	٦٧١,٧٤	٤٤٠,٣٧	٢٣١,٣٧	٢١٨,١٠
سوهاج	١٨٣,٠٨	١٣٣,٧٦	٤٩,٣٢	٢٧٥,٩٣	٣٦,٣٣	٢٣٩,٦٠	٩٢,٨٥
أسيوط	٧٩٠,٩٦	٧٥٢,٣٧	٣٨,٥٩	٨٣٧,١٠	٢٣٢,٩٨	٦٠٤,١٢	٤٦,١٤
المنيا	٥٥٤,١٤	٥٠٤,٢٤	٤٩,٩٠	٥٨٧,١٣	١١٨,٢٨	٤٦٨,٨٥	٣٢,٩٩
بنى سويف	٢٦٦,١٥	٢٤٣,٧١	٢٢,٤٤	٣١٠,٤٢	٢٣٤,٤٣	٧٥,٩٩	٤٤,٢٧
الجيزة	٩٨,٨٠	٦٣,٣٣	٣٥,٤٧	٢٤٤,٧٤	٦٢,٦٢	١٨٢,١٢	١٤٥,٩٤
الإجمالي	٢٤٢٢,٣٣	٢١٨٠,٦١	٢٤١,٧٢	٣١٧٢,٩٥	١٣٣٢,٤٩	١٨٤٠,٤٦	٧٥٠,٦٢

المصدر: معهد بحوث المياه الجوفية /إياكو، ١٩٩٨م.

ويتبين من البيانات الموضحة بالجدول أن إجمالي المستغل سنوياً من المياه الجوفية بخزان الدلتا وحوافه الصحراوية فى أغراض الشرب والرى هو ٧٧٢ مليون متر مكعب، و ٢٣٦٠ مليون متر مكعب على التوالى، وأنه بينما تعدى السحب الحالى بمنطقة شرق الدلتا وحوافها الصحراوية معدل السحب الآمن بها فإن معدلات السحب الحالى من الخزان الجوفى بمنطقتى وسط وغرب الدلتا وحوافه الصحراوية تشير إلى إمكانية التوسع فى استغلال الخزان بمعدل ١٣٢٢ مليون متر مكعب سنوياً بمنطقة وسط الدلتا و ٣٠٦ مليون متر مكعب سنوياً بمنطقة غرب الدلتا وحوافها الصحراوية.

مما تقدم يتضح أن إجمالى الإمكانيات المتاحة من الخزان الجوفى بحوض
نهر النيل تبلغ حوالى ٧,٥ مليار متر مكعب سنويا، فى حين أن إجمالى السحب
بمناطق وادى النيل والدلتا وحوافها الصحراوية فى أغراض الشرب والصناعة
والرى تبلغ حوالى ٥,٥ مليار متر مكعب سنويا، وبذلك يصبح إجمالى المتاح
سنويا من المياه الجوفية فى الخزان للاستخدام فى المشروعات المستقبلية نحو
٢,٠ مليار متر مكعب.

جدول رقم (٤-٣) إمكانيات المياه الجوفية المتاحة من خزان الدلتا الجوفى ومعدلات السحب الحالى والمستقبلى (مليون متر مكعب / سنة)

المتاح للمستقبلى	معدل السحب الحالى ١٩٩٧م			المحافظة	الإمكانيات المتاحة من المياه الجوفية	الإقليم
	إجمالى	رى	شرب			
-	٢٧٤,٢٠	٢١٨,٠٠	٥٦,٢٠	السهل الفيضى	٧٠٨	شرق الدلتا وحوافه الصحراوية
	٢٦٦,٢٠	١٩٦,٨٠	٦٩,٤٠	القليوبية		
	٤٩,٢٠	٤٩,٢٠	—	الشرقية		
	١٠٥,١٦	٧٨,٨٨	٢٦,٢٨	الإسماعيلية		
	٤٦١,٢٠	٤٥٤,٠٠	٧,٢٠	الدقهلية		
				الحواف الشرقية الصحراوية		
	١١٥٥,٩٦	٩٩٦,٨٨	١٥٩,٠٨	الإجمالى		
١٣٢٢	٤١٧,٧	٢٩٣,٠٠	١٢٤,٧٠	السهل الفيضى	٢٤١٠	وسط الدلتا
	٢٣٥,١٢	١٣٥,٠٠	١٠٠,٢٧	المنوفية		
	٠,٤٤	٠,٤٤	-	الغربية		
	٣٢٩,٩٠	٠,٧٠	٣٢٩,٢٠	كفر الشيخ		
	١٠٥,٢	٧٨,٩٠	٢٦,٣٠	القاهرة الكبرى		
				الدقهلية		
	١٠٨٨,٥١	٥٠٨,٠٤	٥٨٠,٤٧	الإجمالى		
٣٠٦	٠,٧	٠,٧	-	السهل الفيضى	١١٩٣	غرب الدلتا وحوافه الصحراوية
	١٦٩,٢	١٣٧,١	٣٢,١	الإسكندرية		
	٧١٦,٩٦	٧١٦,٩٦	-	البحيرة		
				الحواف الغربية الصحراوية		
	٨٨٦,٨٦	٨٥٤,٧٦	٣٢,١	الإجمالى		
**١٦٢٨	٣١٣١,٣٣	٢٣٥٩,٦٨	٧٧١,٦٥		٤٣١١	الإجمالى العام

المصدر : معهد بحوث المياه الجوفية / إيواكو، ١٩٩٨م.

منطقة الساحل الشمالى الغربى

تم إجراء الدراسات التفصيلية لمصادر المياه الجوفية ببعض مناطق الساحل الشمالى الغربى وهى مناطق الضبعة، فوكة، باجوش والقصر والتى أسفرت عن النتائج التالية (عزت وآخرون، ١٩٧٨م):

منطقة الضبعة

قدرت التغذية السنوية للخزان الجوفى بتسرب مياه الأمطار بمعدل ١٩,٧١ مليون متر مكعب، وأن ما هو متاح منها للاستغلال يبلغ ٩,٨ مليون متر مكعب /سنة. ويقدر استغلال المياه الجوفية بمنطقة العلمين-الضبعة من الكثبان الرملية الساحلية والحجر الجيري البطروخى (مكون إسكندرية) والصخور الجيرية المتماسكة بمعدل سنوى يبلغ ١٢٠٠٠ متر مكعب.

منطقة حوض فوكة

قدر معدل التغذية السنوية للخزان الجوفى بمكون الحجر الجيرى الميوسينى بحوض فوكة المتميز بوجود مياه جوفية معلقة بحوالى ٥,١ مليون متر مكعب، والتى يمكن استغلالها بأمان بمعدل ٢,٦ مليون متر مكعب سنويا دون استنزاف الخزان أو تدهور نوعية محتواه من المياه الجوفية. ويبلغ معدل السحب من الخزان الجوفى بحوض فوكة حوالى ٧٠٠٠٠ متر مكعب/ سنة يتم استغلالها فى أغراض الرى من ست آبار إنتاجية متوسطة العمق وخمس وعشرين بئرا ضحلة مجهزة بطلمبات تدار بمراوح هوائية.

منطقة باجوش

قدرت كميات المياه المتسربة سنويا للخزان الجوفى بمنطقة باجوش من مياه الأمطار بحوالى ٢,٦٢ مليون متر مكعب وأن المتاح منها للاستغلال الآمن

دون إحداث أية آثار بيئية سلبية على الخزان الجوفى فى حدود ١,٣ مليون متر مكعب سنويا. ويتم استغلال المياه الجوفية بمنطقة باجوش عن طريق آبار مستغلة للرواسب الغريانية الحاملة للمياه وبإجمالى ٧٥٠٠ متر مكعب سنويا.

منطقة القصر

يبلغ معدل تغذية الخزان الجوفى بالمتسرب إليه من مياه الأمطار حوالى ٢ مليون متر سنويا، ويتم استغلالها من الخزانات الجوفية بالكثبان الرملية الساحلية والرسوبيات الغريانية والصخور الجيرية المايوسينية باستخدام الخنادق الأفقية بمنطقة الجرف الساحلى والآبار المجهزه بالمراوح الهوائية وبإجمالى ٤٣٥٠٠ متر مكعب سنويا. والجدير بالذكر أن معدلات استغلال المياه الجوفية المذكورة فيما تقدم تمثل الوضع عام ١٩٧٨م، لصعوبة الحصول على أية بيانات خاصة بوضع الاستغلال الحالى بمناطق الساحل الشمالى الغربى.

مناطق شمال وجنوب سيناء الساحلية

منطقة رمانة - بئر العبد

أسفرت نتائج الدراسات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية التى أجريت لتقييم مصادر المياه الجوفية بتجمعات الكثبان الرملية فى المنطقة الساحلية الممتدة على جانبى الطريق الساحلى رمانة / بئر العبد بشمال سيناء، عن أن صافى تغذيتها بالمياه بما يتسرب إليها من مياه الأمطار وبالدفق تحت السطحى من الجنوب يعادل ٢٠,٨ مليون متر مكعب سنويا، وأن كميات المياه الجوفية المتاحة للاستغلال بالمنطقة تبلغ ١٢,٦ مليون متر مكعب سنويا، فى حين أن معدل السحب السنوى الحالى من الآبار بمنطقة رمانة / بئر العبد (٤٠٠ بئر) حوالى ٥,١ مليون متر مكعب، وبالرغم من إمكانية التوسع على المتاح من المياه الجوفية بالمنطقة إلا أن الأمر يتطلب ضرورة تحديد معدلات السحب الآمن منها دون تدهور نوعيتها بالتصاعد الرأسى للمياه المالحة أسفل تجمعات المياه العذبة بالكثبان الرملية أو بزيادة توغل مياه البحر داخل المنطقة.

قدر معدل التغذية الطبيعية للخزان الجوفى بدلتا وادى العريش بحوالى ٨,٦ مليون متر مكعب/ سنة، بالإضافة إلى ما يتسرب إليه من مياه الاستخدام الأدمى (لعدم وجود شبكة صرف صحى والجارى تنفيذها حاليا) بحوالى ٧,٤ مليون متر مكعب /سنة، أى بإجمالى ١٦,٠٠ مليون متر مكعب /سنة. ويبلغ معدل السحب الحالى من الخزان الجوفى بدلتا وادى العريش لأغراض الري والشرب ٢٠,٥ مليون متر مكعب سنويا وهو ما يوضح جليا زيادة معدل الاستغلال الحالى لمياه الخزان معدل التغذية السنوية وهو ما أدى إلى هبوط مستوى المياه الجوفية إلى ما دون سطح البحر فى معظم أجزاء المنطقة وزيادة ملوحتها مما يتطلب اتخاذ الضوابط التالية:

- إن شبكة الصرف الصحى لمدينة العريش والجارى تنفيذها حاليا والمقرر إعادة استخدام المياه بعد معالجتها فى رى مساحات جديدة خارج دلتا وادى العريش سيؤدى بالضرورة إلى خفض معدلات التغذية الحالية بحوالى ٧,٤ مليون متر مكعب /سنة، بالإضافة إلى اختفاء مرتفع المياه الجوفية الحالى بمنطقة مدينة العريش وضواحيها مما سيؤدى إلى زيادة توغل مياه البحر إلى داخل المنطقة وارتفاع ملوحة المياه الجوفية، لذا فإن هناك ضرورة لإعادة النظر فى استخدام مياه الصرف الصحى بعد معالجتها فى رى المساحات المزروعة بمنطقة دلتا وادى العريش للإقلال من كميات المياه الجوفية المستغلة حاليا فى أغراض الري خاصة فى المناطق التى ظهر بها ارتفاع فى ملوحة المياه الجوفية فى الفترة الأخيرة بالإضافة إلى ما هو متوقع من استمرار التغذية بتسرب فائض مياه الري المعالجة.
- إيقاف ضخ الآبار المخصصة لتوفير احتياجات الشرب والاستخدام الأدمى لمدينة العريش (معدل السحب الحالى من ٤٤ بئرا: ٩,٢٧ مليون متر مكعب /سنة) وإحلالها بزيادة مياه النيل المنقولة لمدينة العريش والتى تبلغ حاليا ١٠,٠٠٠ متر مكعب /يوم.

• العمل على ترشيد استخدام مياه آبار الري باستخدام طرق الري المتطور بدلا من الري بالغمر بما يقلل من معدلات السحب لري المساحات المزروعة.

قدر معدل التغذية الطبيعية بتسرب مياه الأمطار للخران الجوفى بمنطقة الشيخ زايد / رفح وبالدفق تحت السطحى من الجنوب الشرقى بحوالى ١٤,٦٠ مليون متر مكعب سنويا بالإضافة إلى ما يتسرب للخران من مياه الاستخدام الأدمى بمدن المنطقة بمعدل ٢,٧٤ مليون متر مكعب سنويا أى بإجمالى معدل تغذية ١٧,٣٤ مليون متر مكعب سنويا، ويبلغ معدل الاستغلال الحالى من الخزان الجوفى بالمنطقة لأغراض الري والشرب ما يعادل ٢٣,٧٥ مليون متر مكعب سنويا. مما تقدم يتضح زيادة معدلات السحب من الخزان الجوفى بمنطقة الشريط الساحلى العريش / رفح عن معدلات التغذية وهو ما سيؤدى بالضرورة إلى استنزاف الخزان الجوفى وتدهور نوعية محتواه من المياه الجوفية بمرور الوقت، ويوضح الجدول رقم (٤-٤) معدلات التغذية للخران الجوفى بمنطقة الشريط الساحلى العريش / الشيخ زايد / رفح ومعدلات السحب الحالى لأغراض الري والشرب بها.

جدول رقم (٤-٤) معدلات التغذية السنوية وكميات السحب من الخزان الجوفى بالشريط الساحلى العريش / الشيخ زايد / رفح (مليون متر مكعب / سنة)

معدلات السحب الحالية						معدل التغذية	المنطقة
الإجمالى		آبار الشرب		آبار الري			
السحب	العدد	السحب	العدد	السحب	العدد		
٢٠,٥٠	١٩٥	٩,٢٧	٤٤	١١,٢٣	١٥١	١٦,٠٠	العريش
٢٣,٧٥	٤٠٣	٩,١٨	٨٩	١٤,٥٧	٣١٤	١٧,٣٤	الشيخ زايد / رفح
٤٤,٢٥	٥٩٨	١٨,٤٥	١٣٣	٢٥,٨٠	٤٦٥	٣٣,٣٤	الإجمالى

المصدر: معهد تنمية الموارد المائية، ١٩٩٩م.

قدر ديمز ومور (١٩٨٥) معدل التغذية السنوية للخزان الجوفى بمنطقة سهل القاع الواقعة إلى الشمال من مدينة الطور من مياه الجريان السطحي لوديان الشرقية التى تصب فى السهل بحوالى ٢٥ مليون متر مكعب، وأن المتاح منها للاستغلال وفى حدود ١٣ مليون متر مكعب سنويا، منها ٣,٦٥ مليون متر مكعب/سنة يمكن استغلالها بمنطقة شرق مدينة الطور حيث حقل مياه آبار الشرب والتي تتميز بعذوبة مياه الخزان (الملوحة الكلية : ٥٠٠ - ١٠٠٠ جزء فى المليون) وعدم حدوث توغل لمياه الخليج المالحة داخل الخزان.

أوضحت خرائط مستويات المياه الجوفية بالخزان الجوفى بسهل القاع أن مناطق السبخات وخليج السويس جنوب مدينة الطور هى التصريف الطبيعى لمياه الخزان بمعدل حوالى ٨ مليون متر مكعب سنويا فى الوقت الحالى، ويبلغ معدل السحب الحالى من الخزان الجوفى ٣,٢١ مليون متر مكعب سنويا، منها ٢,١٩ مليون متر مكعب/سنة لأغراض الشرب لمدينتى الطور وشرم الشيخ و١,٠٢ مليون متر مكعب/سنة لأغراض الرى.

٤-٣-٣ الخزان الجوفى بمكون رمال المغرة

رغم الامتداد الشاسع للخزان الجوفى بمكون المغره الرملى بشمال الصحراء الغربية، إلا أنه لم يجر تقييم لإمكانات مصادره من المياه الجوفية سوى للجزء الواقع بمنطقة وادى الفارغ الواقع على الحواف الغربية لمنطقة غرب الدلتا إلى الجنوب من وادى النطرون (حيث يتميز الخزان الجوفى بمياه جوفية منخفضة الملوحة) ويهدف تحديد إمكانات التوسع الزراعى بوادى الفارغ على مصادر المياه الجوفية.

أسفرت نتائج النموذج الرياضى للخزان الجوفى بمنطقة غرب الدلتا والذى استخدم لتمثيل سيناريوهات سحب للمياه الجوفية بوادى الفارغ عن إمكانية استغلالها بمعدل ١٢٠ مليون متر مكعب/سنة ولفترة ٥٠ عاما لرى مساحة

٣٥٠٠٠ فدان فى أراضى الوادى (معهد بحوث المياه الجوفية، ١٩٩٢). وتقدر كميات المياه المستغلة حاليا بواى الفارغ بحوالى ٦٧,٥ مليون متر مكعب سنويا لرى مساحة ١٥٠٠٠ فدان التى تم استصلاحها، وبذا تبلغ الكمية المتاحة للتوسع فى حدود ٥٥ مليون متر مكعب سنويا يمكن استغلالها تدريجيا فى أغراض الرى مع مداومة الرصد الدورى لمدى التغير فى مستويات المياه الجوفية وملوحتها بالوادى.

٤-٣-٤ الخزان الجوفى بالصخور الجيرية المتشققة

يشير التقرير الصادر عن أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا ومعهد بحوث المياه الجوفية، (١٩٩٧م) عن "المنظور الإقليمى للخزان الجوفى بالصخور الجيرية المتشققة فى مصر" إلى صعوبة تقييم مصادر المياه الجوفية بهذا الخزان فى الوقت الحالى وتحديد إمكانياته المتاحة للاستغلال فى أغراض التنمية بسبب عدم توفر قاعدة البيانات الهيدروجيولوجية الأساسية للخزان الجوفى واللازمة لذلك. وقد أوصى التقرير بإجراء المزيد من الدراسات التفصيلية التى تشمل المسوحات التكتومورفولوجية باستخدام صور الأقمار الصناعية والجيوفيزيكية لتحديد المناطق التى تتميز بوجود الشقوق والفواصل والكهوف فى الصخور الجيرية وحصر الآبار واختباراتها وحساب الميزان المائى للخزان وتحديد خصائصه الهيدروكيميائية.

٥-٣-٤ الخزان الجوفى لمكون رمال النوبيا

منطقة الصحراء الغربية

تم إجراء دراسات تقييم مصادر المياه الجوفية بالخزان الجوفى لرمال النوبيا غير المتجددة وتحديد إمكانياتها المتاحة للاستغلال بمناطق التنمية بالصحراء الغربية وفقا للأسس الآتية:

- الظروف الإقليمية لهيدروجيولوجية الخزان الجوفى بالصحراء الغربية والتفصيلية بالمناطق المستهدفة للتنمية (الواحات الخارجية - الداخلة - الفرافرة - البحرية - سيوه - شرق العوينات - شواطئ بحيرة ناصر).
 - العمق الحدى الاقتصادى لرفع المياه والذي يحقق عائدا مقبولا من استغلالها.
 - عدم تعدى عمق رفع المياه خلال فترة استغلالها عمق الرفع الحدى الاقتصادى للمياه بكل منطقة حتى لا يؤدي ذلك إلى انخفاض العائد من استخداماتها وإنحسار النشاط الاقتصادى بالمنطقة وهجرة المجتمعات التى قامت على أنشطة التنمية بها ومن ثم تصحر المنطقة مرة أخرى.
 - الاستغلال التدريجى لمصادر المياه الجوفية بحيث يتم استغلال كامل كمياتها المتاحة خلال فترة ١٠-١٥ سنة للإقلال من معدل الهبوط فى مستويات المياه بالخران وإطالة عمر تدفقها الذاتى لخفض تكلفة وحدة المياه قبل الانتقال إلى مرحلة الرفع بالطلببات.
 - عدم استنزاف الخزان الجوفى والإبقاء على احتياطي من المخزون للأجيال القادمة.
- وأسفرت دراسات تقييم الخزان الجوفى لرمال النوبيا بالصحراء الغربية وتحديد إمكانيات استغلاله فى أنشطة التنمية المختلفة (شرب - زراعة - تعدين) بمناطق الواحات الخارجية والداخلة والفرافرة والبحرية عن إمكانيات استغلال المياه الجوفية بهذه المناطق بمعدل ١٠٤٥ مليون متر مكعب سنويا بهذه المناطق وفى حدود الرفع الاقتصادى بكل منطقة خلال فترة ١٠٠ عام وعلى النحو الموضح بالجدول رقم (٤-٥) وشكل رقم (٤-١٣).

جدول رقم (٤-٥) إمكانيات المياه الجوفية المتاحة من خزان رمال النوبيا بالصحراء الغربية ومعدلات السحب الحالي والمستقبلي (مليون متر مكعب/سنة).

الكميات المتاحة للتوسع المستقبلي	معدل السحب الحالي			إمكانيات الاستغلال الاقتصادي للمياه الجوفية			منطقة التنمية
	إجمالي	رى	شرب	عمق الرفع بعد ١٠٠ عام	عمق الرفع الاقتصادي	معدل السحب	
الاستغلال الحالي	١١٨	١٠٥	١٣	٥٢	٣٨	١١٠	الواحات الخارجة
يزيد عن المتاح	٨	٦	-	٦٤	٦٢	١٤	سهل الزيات
	١٥	٧	٧	٢٠٠	-	٢٢	مناجم أبو طرطور
	٨٣	٢٩١	١٨	٦٢	٦٣	٣٧٤	الواحات الدلخلة وغرب الموهوب
	٢٢٠	١٩٠	١٨٥	٦٥	١١٥	٤١٠	واحة الفرافرة وأبو منقار
	٥٨	٥٧	٥١	٧٥	٩٦	١١٥	الواحات البحرية
	٣٨٤	٦٦٩	٦٢٠	٤٩		١٠٤٥	إجمالي

المصدر: نور، ١٩٩٨م

ويتبين من الجدول أن معدل السحب الحالي من المياه الجوفية بمناطق الوادي الجديد يبلغ ٦٦٩ مليون متر مكعب/سنة وأن المتاح للاستغلال في المشروعات المستقبلية في حدود ٣٨٥ مليون متر مكعب/سنة. وقد انتهت الدراسات التي أجريت لتحديد إمكانيات التوسع الزراعي على مصادر المياه الجوفية بمناطق واحة سيوة (عزت وآخرون، ١٩٧٧م) وشرق العوينات (مركز بحوث التنمية والتخطيط التكنولوجي - جامعة القاهرة، ١٩٨٥م) وشواطئ بحيرة ناصر (معهد بحوث المياه الجوفية، ١٩٨٧م) إلى أن معدلات السحب المتاحة من الخزان الجوفي بهذه المناطق مقابل رفع ١٠٠ متر في نهاية فترة ١٠٠ عام ودون اعتبار لاقتصاديات استغلالها أو لاحتمالات زيادة ملوحة الميله (واحة سيوة) هي على النحو التالي:

• منطقة واحة سيوة: استغلال الخزان الجوفى لرمال النوبيا بمعدل ١٤٠ مليون متر مكعب / سنويا لرى مساحة ١٧٠٠٠ فدان. يبلغ معدل السحب الحالى حوالى ٢٠ مليون متر مكعب / سنويا والمساحة المزروعة حاليا بالواحة تبلغ حوالى ١٠٠٠٠ فدان.

• منطقة شرق العيونات: استغلال الخزان الجوفى بمعدل ١٢٠٠ مليون متر مكعب سنويا لرى مساحة ١٩٠,٠٠٠ فدان. ويبلغ معدل السحب الحالى حوالى ٩٨ مليون متر مكعب سنويا لرى مساحة ١٣٠٠٠ فدان.

• منطقة شواطئ بحيرة ناصر: استغلال الخزان الجوفى بمعدل ٢٠٠ مليون متر مكعب سنويا بمناطق عافية، توشكى، أبو سمبل على الشاطئ الغربى للبحيرة و ٥٧ مليون متر مكعب سنويا بوادى العلاقى على الشاطئ الشرقى لها. ويجرى حاليا استغلال مصادر المياه الجوفية بمنطقة غرب البحيرة فى مشروعات التوسع الزراعى على طول مسار ترعه الشيخ زايد ومنطقة خور توشكى بمعدل ٧,٢ مليون متر مكعب سنويا.

ويتطلب الأمر إعادة تحديث دراسات النماذج الرياضية للمناطق الثلاث الأخيرة مع إدخال ما استجد من بيانات هيدروجيولوجية عن الخزان الجوفى من الآبار التى تم حفرها مؤخرا بهذه المناطق بهدف تحديد معدلات الاستغلال الاقتصادى لمصادر المياه الجوفية بها دون تعرضها لأية آثار بيئية سلبية خلال فترة استخدامها فى أنشطة التنمية المختلفة (استنزاف الخزان أو تدهور نوعية المياه الجوفية). ومن الجدير بالذكر أنه لم يسبق إجراء الدراسات الخاصة بتحديد إمكانيات مصادر المياه الجوفية المتاحة للتوسع بمنطقة درب الأربعين والجارى بها الآن مشروع تنمية المنطقة فى مساحة ١٢٠٠٠ فدان.

الصحراء الشرقية

بالرغم من وجود عدد من الوديان الهامة بالصحراء الشرقية مثل وديان قنط والماتولى (اللقطة) وعبادى ونتاجش والعلاقى والتي تتميز بوجود مساحات من الأراضي الصالحة للزراعة، فلم تحظ أى منها حتى الآن بالدراسات التفصيلية لمصادر المياه الجوفية بخزان رمال النوبيا لتقييم إمكاناتها المتاحة للاستغلال الاقتصادي سوى ما تم بالنسبة لوادى العلاقى فى إطار دراسات مصادر المياه الجوفية بشواطئ بحيرة ناصر والتي أسفرت عن إمكانية استغلالها بمنطقة وادى العلاقى بمعدل ٥٧ مليون متر^٣ سنويا (حفى، ١٩٩١م).

سيناء

يقدر معدل التغذية السنوية للخزان الجوفى لمكون رمال المالحة (المقابل لمكون رمال النوبيا بالصحراء الغربية والشرقية) من مياه الأمطار المتسربة خلال مكاشفه السطحية بهضبة العجمة بجنوب سيناء بحوالى ٥,٣٢ مليون متر مكعب، فى حين تبلغ السعة التخزينية للخزان بحوالى ٢٦٠ مليار متر مكعب (البحيرى، ١٩٩٨م).

وأسفرت نتائج النموذج الرياضى للخزان الجوفى لرمال المالحة بسيناء والذى استخدمه البحيرى (١٩٩٨م) لتقييم مصادره من المياه الجوفية، عن إمكانية استغلاله بمعدل ٦,٣٥ مليون متر مكعب سنويا بحيث لا يتعدى عمق رفع المياه ٤٥٠ مترا فى المناطق المقترح استغلال الخزان الجوفى بها لأغراض التوطين وهى مناطق الحسنه، وادى البروك، نخل، صدر الحيطان، عريف الناقه، الكنتلا والتمد (شكل رقم (٤-٧))، مع قصر فترة استغلال مياه الخزان الجوفى فى منطقة التمد لمدة ٥٠ عاما فقط لتعدى عمق المياه الجوفية فى نهاية فترة ١٠٠ عام عمق رفع المياه المحدد بحوالى ٤٠ مترا، ويوضح الجدول رقم (٤-٦) معدلات السحب المتاحة من الخزان الجوفى لرمال المالحة بمناطق التنمية المقترحة بسيناء.

وبتطبيق برنامج السحب الموضح عاليه يصبح تدفق المياه الجوفية تحت السطحي خارج الحدود الشرقية لسيناء فى اتجاه البحر الميت - خليج العقبة بمعدل ٠,٢٥١ مليون متر مكعب سنويا، وفى اتجاه منطقة عيون موسى وخليج السويس بمعدل ٠,٤٩٦ مليون متر مكعب سنويا. ومن الملاحظ على الدراسة المتقدم ذكرها أن برامج خطط السحب من الخزان الجوفى لم يتم تحديدها بالربط بأنشطة تنمية (شرب - زراعة - صناعة) واحتياجاتها، بالإضافة إلى أن عمق الرفع الحدى للمياه قد تم تحديده على أساس عمق رفع اختياري وغير مرتبط باقتصديات استخدامات المياه والتي على أساسها يتم اختيار أفضل البرامج لاستغلال المياه الجوفية. وبالرغم من حفر ٤٢ بئرا لاستغلال مكون المالحة الرملى بوسط وجنوب سيناء إلا أنه لا تستغل حاليا منها سوى ١٥ بئرا فقط بمعدل ١,٣٥ مليون متر مكعب سنويا، منها ١,٠٨ مليون متر مكعب سنويا فى أغراض الري و ٠,٢٧ مليون متر مكعب سنويا فى أغراض الشرب.

جدول رقم (٤-٦) معدلات السحب المقترحة من الخزان الجوفى لرمال المالحة بسيناء (١٠٠٠ متر مكعب /سنة)

منطقة الاستغلال	معدل السحب المقترح	الهبوط فى مستوى المياه بعد ١٠٠ عام	
		المسموح به	الناتج عن السحب المقترح
الحسنه	١٦٤٢,٥٠	٢٨٥	٦٠
وادي البروك	٥١١,٠٠	٢٩٠	١٦٠
صدر الحيطان	١٨٢٥,٠٠	١٨٠	١٣٠
نخل	١٨٢٥,٠٠	٢٣٠	١١٨
التمد	١٨٢,٥٠	٧٠	١١٠
الكنتلا	١٨٢,٥٠	١٠٠	٩٥
عريف الناقة	١٨٢,٥٠	١٦٠	٧٥
الإجمالى	٦٣٥١,٠٠		

المصدر : البحيرى، ١٩٩٨م

٤-٤ تلوث المياه الجوفية

تتعرض المياه الجوفية فى كثير من مناطق تواجدها بمصر للعديد من أساليب وأنواع التلوث، والتي ترتبط أساسا بنوعية استخدامات الأراضي وأساليب صرف المخلفات، وتعتمد قابلية المياه الجوفية للتلوث على عدة عوامل أهمها:

- تقل قابلية المياه الجوفية للتلوث فى حالة وجود طبقة طينية سطحية تعلو الخزان الجوفى، ووجود المياه به تحت ضغط هيدروليكي كما هو الحال بمناطق السهل الفيضى بحوض النيل ووسط وشمال الصحراء الغربية والشرقية.

- تزداد قابلية المياه الجوفية للتلوث فى حالة الخزانات الحرة المتميزة بقرب مستوى المياه من سطح الأرض كما هو الحال بمناطق الحواف الصحراوية بعكس ما يحدث فى حالة وجودها على عمق كبير حيث يعمل الجزء غير المشبع بالمياه على الإقلال من تركيز وقدرة الملوثات.

- تزداد قابلية المياه الجوفية للتلوث فى حالة وجودها بمكونات رملية حصوية منتظمة الحبيبات (ذات نفاذية عالية) أو بالصخور المتشققة.

أما الأنشطة السطحية المتعددة والمسببة لتلوث المياه الجوفية تتلخص فيما يلى:

• **الأنشطة الزراعية:** وما يصاحبها من إضافة أسمدة ومبيدات وغسيل التربة والتبخر ويؤدى ذلك إلى ظهور عدة أنواع من الملوثات أهمها: النيتروجين والمبيدات والأملاح الذائبة، ويعتبر التلوث الزراعى موزعا على سطح الأراضي الزراعية.

• **الأنشطة الآدمية:** وينتج عنها تلوث عضوى نتيجة لما يتسرب إلى باطن الأرض من شبكات الصرف الصحى أو من خزانات التجميع الأرضية (البيارات) كما هو الحال فى كثير من القرى وما تحويه هذه المخلفات من نسب متفاوتة من مركبات النيتروجين (أمونيا أو نيتروجين عضوى).

• **الأنشطة الصناعية:** وهي أخطر مصادر التلوث وتختلف باختلاف نوع الصناعة وطريقة التخلص من الناتج عنها، وبوجه عام فإن معظم المصانع لا تتخلص من مخلفاتها في باطن الأرض مما يقلل من خطورتها على المياه الجوفية، إلا أن صرفها في مياه النيل أو في المصارف يتسبب بطريقة غير مباشرة في تلوث المياه الجوفية بالدلتا ووادي النيل بتسرب العناصر الثقيلة (الرصاص، الزنك، الكروم، وخلافه) مع المياه المتسربة من النيل والمصارف والترع إلى الخزان الجوفى.

• **السحب الجائر من المياه الجوفية:** ويؤدى ذلك إلى تلوث المياه الجوفية بارتفاع ملوحتها وبصفة خاصة في المناطق القريبة من ساحل البحر (شمال الدلتا والسواحل الشمالية) أو بالسحب بالقرب من المكونات الجيولوجية الحاملة لمياه عالية الملوحة مثل الصخور الجيرية، أو في حالات السحب من المياه الجوفية العذبة والقابعة فوق مياه مالحة تحتها كما هو الحال بالخرانات الجوفية بوسط وشمال الدلتا وحوافها الصحراوية وشمال الصحراء الغربية والخرانات الجوفية الساحلية.

وفيما يلي ملخص للدراسات التي أجريت على الخزانات الجوفية بمناطق الدلتا والصحراء الغربية والساحل الشمالى لتحديد نوعيات ومقدار واحتمالات تلوث المياه الجوفية بها.

٤-٤-١ منطقة الدلتا وحوافها الصحراوية

تتميز مناطق الأراضى الزراعية القديمة بانخفاض تركيز مركبات النيتروجين وذلك بسبب وجود شبكة الصرف العام والحقلى بالدلتا مما ساعد على استقطاب مكونات النيتروجين مع مياه الصرف وادمصاص الأمونيوم أثله حركة المياه خلال طبقة الطين السطحية، أما فى الجزء الشمالى من الدلتا فقد وجدت تركيزات عالية لمركب الأمونيوم بسبب تأثير تداخل مياه البحر. ولكن وجد أن تركيز النترات فى مناطق الأراضى المستصلحة بغرب وشرق الدلتا

عالٍ مع اختفاء مركب الأمونيوم وهو ما يرجع إلى الظروف الهيدروجيولوجية بتلك المناطق حيث يتميز قطاع التربة بالنفاذية العالية وكبر عمق المياه الجوفية مما يخلق بيئة مناسبة لتحويل الأمونيوم إلى نترات، والتي قدر تركيزها بالمياه الجوفية ما بين ٧٠-١٠٠ جزء في المليون حتى عمق ٣٠ متراً من سطح الأرض. ويتسبب وجود النترات بتركيز أكبر من ٤٥ جزءاً في المليون في مياه الشرب إلى تعرض الأطفال الرضع للإصابة بشلل الأطفال بمناطق غرب الدلتا (وادي الفارغ والخطاطبة) وشرق الدلتا (الصالحية) والمتوقع زيادتها بمرور الوقت نظراً لاستخدام الأسمدة. وقد لوحظ تناقص تركيز النترات مع العمق ليصبح ضعيفاً (٣-١٥ جزءاً في المليون) بعد عمق ٥٠ متراً من سطح الأرض. أما نسبة تركيز الحديد والمنجنيز فقد وجد أنها بصفة عامة قليلة ولكنها تزداد تدريجياً في اتجاه الشمال ومع العمق بسبب تأثير وجود تداخلات العدسات الطينية بالخزان الجوفى. وهناك تلوث عضوى (Faccal Coliform) بتركيز يزيد على ١٠٠ (عدد / ١٠٠ مللى لتر) في الأعماق الضحلة وخاصة في المناطق التي تكون فيها المياه الجوفية ذات قابلية عالية للتلوث، مثل مناطق غرب وشرق الدلتا والتي تتميز بوجود خزان جوفى ذى مستوى مائى حر مع قرب المياه الجوفية من سطح الأرض.

تزداد ملوحة المياه الجوفية على ١٥٠٠ جزء في المليون فى مناطق الأراضى المستصلحة المعتمدة على المياه الجوفية بمناطق غرب وشرق الدلتا (البستان والمزرعة الآلية وشمال التحرير ومدن النوبارية وغرب وادي النطرون والصالحية والعاشر من رمضان) وبدرجات أعلى في شمال الدلتا حيث تأثير المياه المالحة. وجدير بالذكر أن زيادة استغلال المياه الجوفية عن معدلات السحب الآمن من الخزان الجوفى بالدلتا ووادي النيل وحوافهما الصحراوية سيؤدى إلى ارتفاع ملوحة المياه نتيجة لتوغل المياه المالحة إلى وسط وجنوب الدلتا أو للتصاعد الرأسى للمياه المالحة القابعة تحت المياه العذبة بمناطق وسط وحواف الدلتا الصحراوية ووادي النيل.

٤-٤-٢ مناطق الصحراء الغربية والشرقية

يتميز الخزان الجوفى برمال النوبيا بكونه من نوع الخزانات ذات الضغط الارتوازي ووجوده تحت غطاء سميك من الصخور الطفلية بمناطق وسط وشمال الصحراء الغربية والشرقية، مما يضعف قابليته للتلوث، في حين يؤدي ظهور مكاشفه السطحية في المناطق الجنوبية بالصحراء الغربية والشرقية وبعمق سطح المياه الجوفية الذي يتراوح ما بين ٢٠-٤٠ مترا من سطح الأرض في قطاع رملى ذى نفاذية مرتفعة إلى جعل قابليته للتلوث عالية فى حالة استغلاله فى أغراض مشروعات التنمية الزراعية (مناطق شرق العينات-توشكى). وأسفرت نتائج التحليل الكيمائية لمياه الآبار المستغلة للخزان الجوفى بالصحراء الغربية والشرقية عن وجود تركيز لعنصر الحديد بها يزداد من ١-٣ جزء فى المليون بمناطق شرق العينات-الواحات الخارجة إلى ٥-٢٠ جزءا فى المليون بمناطق أبومنقار-واحة الفرافرة. ويعزى ذلك إلى وجود التداخلات الطفلية فى قطاع الخزان الرملى. ويتواجد الجزء السفلى من الخزان الجوفى برمال النوبيا مشبعا بمياه ضاربة إلى شديدة الملوحة شمال خط عرض ٢٩٠٠° شمالا ويزداد سمكه شمالا حتى يصبح كامل قطاع الخزان الجوفى مشبعا بالمياه شديدة الملوحة شمال خط عرض ٣٠ ٢٩° شمالا، وهو ما يتحتم معه ضرورة تحديد معدل استغلال المياه الجوفية فى أغراض التنمية الشاملة المستديمة بمناطق شمال الصحراء الغربية (الواحات البحرية وواحة سيوة) دون إحداث تدهور فى نوعية المياه مع الزمن، بزحف المياه المالحة من الشمال أو بالتصاعد الرأسى للمياه المالحة القابعة تحت المياه العذبة بالخزان الجوفى.

٤-٤-٣ منطقة الساحل الشمالى الشرقى

أدى السحب غير المخطط من الخزانات الجوفية الضحلة بمنطقة الشريط الساحلى العريش/ رفح وبمعدلات تفوق المعدلات المسموح بها للاستغلال الآمن، إلى إحداث هبوط شديد فى مستويات المياه الجوفية إلى ما دون مستوى

سطح البحر فى معظم أجزاء منطقة دلتا وادى العريش وتدهور نوعية المياه الجوفية وارتفاع ملوحتها من ١٢٠٠-٤٥٠٠ جزء فى المليون عام ١٩٨٢م إلى ٢٥٠٠-٩٢٥٠ جزء فى المليون عام ١٩٩٩م، مع زيادة توغل مياه البحر بالخران الجوفى.

٤-٥ إجراءات حماية مصادر المياه الجوفية من التدهور

تختلف طرق حماية المياه الجوفية من حيث حماية مشروعات استغلالها القائمة من التدهور أو ضمان سلامة المشروعات المستقبلية، والتي تتوقف على معرفة وضعية الخزان وحالة المياه الجوفية والتغيرات التي طرأت عليها منذ بدأ استغلالها من حيث معدلات السحب والهبوط فى مستوى المياه ونوعيتها وهو ما يستوجب وجود نظم مراقبة دورية جيدة. ويتطلب حماية مصادر المياه الجوفية من التدهور خلال فترة استغلالها لأغراض التنمية المستدامة اتباع الإجراءات التالية:

- ضرورة تحديد إمكانيات المياه المتاحة للاستغلال الآمن والمتواصل فى الاستخدامات المختلفة دون حدوث تدهور فى نوعيتها، وتعريف المسؤولين عن إدارة المياه ومستخدمى المياه بذلك.

- تحديد استخدامات المياه الجوفية المطلوبة واحتياجاتها ووضع التخطيط الجيد لتنميتها واستغلالها وإدارتها وإعداد الخطط الطويلة المدى وأخرى قصيرة المدى لاستغلالها مع المراقبة والمراجعة الدورية لسلوك الخزان الجوفى لمتابعة التغييرات التى قد تطرأ عليه من حيث الكم والنوع لضمان التدخل فى الأوقات المناسبة قبل تفاقم المشاكل.

- ضرورة التطبيق الحازم للقوانين المنظمة لاستغلال مصادر المياه الجوفية (القانون رقم ١٢ لسنة ١٩٨٤م ولائحته التنفيذية) وحمايتها من التلوث.

- توجيه الإرشاد الزراعي للتركيز على أسس ومعدلات استخدام المخصبات الزراعية والمبيدات بهدف إقلال المتسرب منها إلى الخزانات الجوفية.
- صيانة شبكات الصرف الصحي مع إمداد مناطق التجمعات السكانية والقرى والتي تفتقر إلى وجود مثل هذه الشبكات بشبكات مناسبة أو خزانات تحليل بالمواصفات المطلوبة للإقلال من التلوث الأدمى.
- عدم السماح بحقق الملوثات الصناعية والأدمية فى الخزان الجوفى، مع مراقبة خزانات البترول الأرضية وضمان سلامتها من الشروخ لمنع تسرب المواد البترولية إلى المياه الجوفية.
- ضرورة اتباع التصميم المثالى للآبار (خاصة آبار مياه الشرب) والاختيار السليم لمواقعها بحيث تكون بعيدة ما أمكن عن مصادر التلوث الطبيعى (الحديد والمنجنيز) مع عزل الجزء العلوى منها بالتغليف الأسمنتى لحمايتها من أى تلوث مباشر من السطح.
- ضرورة تكثيف برامج للتوعية الشعبية عن طريق أجهزة الإعلام والمدارس بأهمية المحافظة على مصادر المياه الجوفية وحمايتها من التلوث باعتبارها أحد مصادر المياه الهامة فى سد احتياجات المجتمع من مياه الشرب والرى.

٦-٤ اقتصاديات المياه الجوفية:

- تعتمد اقتصاديات استخدام المياه الجوفية على إمكانياتها المتاحة للاستغلال وبما يحقق تعظيم العائد منها والمدى الزمنى لاستدامتها دون إحداث أية مردودات سلبية على مصادرها كاستنزاف أو تدهور لنوعيتها. وتعتمد تكلفة استخراج وحدة المياه من الخزانات الجوفية المختلفة فى مصر على تصميم الآبار وقدرتها الإنتاجية للمياه وخصائصها المختلفة والتي تشمل:
- نوع البئر الإنتاجية: متدفقة ذاتيا (بتأثير الضغط الارتوازي للمياه) أو بالضخ.

- التصرف التصميمي للبئر: هو معدل الضخ الأمثل في البئر بما يحقق تعظيم أدائها الهيدروليكي خلال فترة عمرها الافتراضى، ومعدل الضخ باستخدام الطلمبات مستقبلا في حالة الآبار المتدفقة ذاتيا.

- فترة الاستخدام اليومي: ٢٤ ساعة في حالة الآبار المتدفقة أو ١٦ ساعة فى حالة الطلمبات.

- العمر الافتراضى للبئر: ١٢ سنة للآبار الضحلة التى يستخدم فيها القيسونات والمصافى من نوع الصلب الكربونى المصنع محليا، و ٢٥ سنة للآبار العميقة المجهزة بقيسونات مستوردة كالتى تستخدم فى آبار البترول والمصافى من النوع المقاوم للصدأ والتآكل (آبار الصحراء الغربية والشرقية وسيناء).

- تصميم الآبار: ويعتمد على الخصائص الهيدروجيولوجية للنطاق الحامل للمياه الجوفية ومعدل الضخ المطلوب للاستخدام المقرر وبما يحقق تعظيم الأداء الهيدروليكي للبئر وكفاءتها الإنتاجية واستغلالها بالمعدل المقرر طوال فترة عمرها الافتراضى.

وتم تقدير تكلفة وحدة المياه الجوفية المنتجة من الآبار المستغلة للخزانات الجوفية بمناطق الجمهورية المختلفة باعتبار المدخلات التالية:

• معدل الفائدة السنوية: ١٠٪

• تكلفة الصيانة السنوية: ١٪ من تكلفة إنشاء البئر، ٨٪ من تكلفة وحدة الضخ (الطلبية ومولد الطاقة)

• إجمالى الإنفاق السنوى = معدل الإهلاك السنوى + تكاليف الصيانة والتشغيل السنوية

• تكاليف الإهلاك السنوية = القيمة الحالية (ف + ١) / (ف + ١)^٢ - ١

حيث ف هو معدل الفائدة السنوية، ر هو العمر الافتراضى للبئر

• $\text{تكلفة وحدة المياه المنتجة في البئر} = \frac{\text{إجمالي الإنفاق السنوي}}{\text{كمية المياه المنتجة من البئر سنوياً}}$

ويوضح الجدول رقم (٧-٤) تكلفة إنتاج وحدة المياه في الآبار المستغلة من الخزانات الجوفية بالمناطق المختلفة بالجمهورية.

جدول رقم (٤-٧) تكلفة إنتاج وحدة المياه في الخزانات الجوفية في مصر

ملاحظات	تكلفة إنتاج وحدة المياه (جنيه/م ^٣)	العمر الافتراضي للبئر (سنة)	التكلفة الاستثمارية لمهمات		التكاليف الإنتاجية للمياه (جنيه)			التكاليف الهيدروإيكولوجية للآبار				الخزان الجوفي المستغل	المنطقة
			مواك الطاقة	الطلمبية	النيل	مقدار رفع المياه (متر)	م ^٣ ساعة	م ^٣ ساعة	المسح الكلي (متر)				
تتميز الآبار بالتفوق الذاتي لفترة ١٠ سنوات ثم تستغل بالطلمبيات بعد ذلك. تتميز الآبار بالتفوق الذاتي لفترة ١٥ سنة ثم تستغل بالطلمبيات بعد ذلك.	٠,٠٤٥	١٢	٣٥٠٠٠	٣٠٠٠٠	٧٥٠٠٠	١٠	١٤١٠٠٠٠٠	٢٥٠	٦٠	خزان وادي النيل والافقا	١- منطقة حوض النيل وادي النيل والافقا الحواف الصحراوية - وادي القلح		
	٠,١١	١٢	٥٠٠٠٠	٤٠٠٠٠	١٤٠٠٠٠	٤٠	٨٧٦٠٠٠٠	١٥٠	٢٠٠	خزان رحال العمود	٢- الصحراء الغربية الواحات الداخنة الواحات البحرية الواحات القوافرة		
	٠,١٧	٢٥	١٢٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠	٤٥٠٠٠٠	٨٠	١١٦٨٠٠٠٠	٢٠٠	٥٥٠	خزان رحال الغربية	الواحات البحرية		
	٠,٠٩٥	٢٥	١١٠٠٠٠	٩٠٠٠٠	٨٠٠٠٠٠	٥٠	٤٩٩٢٣٠٠	٣٠٠	٨٠٠	خزان رحال الغربية	الواحات البحرية		
	٠,٠٠٨٦	٢٥	١٤٥٠٠	١٣٠٠٠٠	٨٩٢٠٠	٣٠	٦٦٥٧٦٠٠	٤٠٠	٨٠٠	خزان رحال الغربية	الواحات البحرية		
	٠,٠٧٥	٢٥	٣٠٠٠٠	٢٥٠٠٠	٤٢٠٠٠٠	٦٠	١٦٨٠٠٠	٢٠٠	٥٠٠	خزان رحال الغربية	الواحات البحرية		
	٠,١٢	٢٥	٤٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	٣٩٧٠٠٠	٦٠	١٤٢٠٠٠	٢٥٠	٣٥٠	خزان رحال الغربية	شرق الوادي		
	٠,٠٤١	٢٥	--	--	١٢٠٠٠٠٠	متعلق	٣٥٠٤٠٠	٤٠٠	١٠٠٠	خزان رحال الغربية	شيرة		
	٠,١٥	٢٥	٤٥٠٠٠	٣٠٠٠٠	٤٠٠٠٠٠	٣٠	١١٦٨٠٠٠	٢٠٠	٥٠٠	خزان رحال الغربية	٣- الصحراء الغربية وادي القنطرة		
	٠,٣٠	١٠	٣٥٠٠٠	٢٠٠٠٠	٤٥٠٠٠٠	٣٠	١٥٠٠٠٠٠	٥٠	٦٠	خزان المسر الرياضي	٤- سيناء		
١,٠٨	٢٥	١٢٠٠٠	١٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠	٤٠٠	٣٦٨٥٠٠	٧٥	٩٠٠	خزان مسكن رحال الملقحة	وسط وجنوب سيناء			

• إجمالي كميات المياه المنتجة خلال العمر الافتراضي للبئر.
 • متوسط تكلفة وحدة المياه المنتجة من البئر خلال مراحل عمرها الافتراضي بالتفوق الذاتي ثم باستخدام الطلمبيات.

٥- إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي

١-٥ تمهيد

تعتبر مياه الصرف الزراعي في مصر من أهم موارد المياه غير التقليدية، والتي تعتمد عليها الدولة في خططها وسياساتها للتوسعات الزراعية. وإعادة استخدام مياه الصرف أخذت مكاناً لها في السياسات المائية ابتداءً من عام ١٩٧٥ م، وقدرت حينذاك مياه الصرف المتاحة للاستخدام بحوالي ٧,٦٧ مليار متر مكعب سنوياً، بالإضافة إلى ما كان يعاد استخدامه في ذلك الوقت. ولما كانت مياه الصرف المتاحة تتغير بتغير أساليب وبرامج إدارة المياه، فكان لا بد من التقييم الدوري لهذا المصدر، ومدى استدامته للمساهمة في استكمال الاحتياجات المائية. وبالفعل صدرت السياسة المائية الثانية في عام ١٩٨٢ م، حيث حددت الزيادة المتوقعة في الموارد المائية بحوالي ١١,٧ مليار متر مكعب سنوياً حتى عام ٢٠٠٠ م (٢ مليار متر مكعب من قناة جونجلي، و ٢ مليار متر مكعب من المياه الجوفية، و ٧,٧ مليار متر مكعب من مياه الصرف). وقدمت وزارة الري إلى البنك الدولي دراسة عن السياسات المائية بمصر لمجابهة الاحتياجات المائية حتى عام ٢٠٢٥ م (Abu-Zeid and Radi, 1991) وخلصت هذه الدراسة إلى ثلاثة بدائل حددت المساحة الإضافية التي يمكن ريها لتتراوح بين ٢,٣٦ إلى ٣,٢٨ مليون فدان لتضاف إلى الرقعة الزراعية المرورية عام ١٩٩٠ م، وكميات مياه الصرف المتاحة للاستخدام ما بين ٥ - ٨ مليار متر مكعب سنوياً.

وترجع أهمية إعادة استخدام مياه الصرف إلى استقطاب الفوائد المائية وإعادتها إلى شبكة الري، وبالتالي رفع كفاءة شبكة الري. ويصل حجم ما يعاد استخدامه حالياً من مياه الصرف حوالي ٤,٥ مليار متر مكعب سنوياً، وتتسوى الدولة للتوسع في إعادة الاستخدام لزيادة هذه الكمية حوالي ٤ مليار متر مكعب

إضافية من خلال ثلاثة مشروعات كبيرة تم تنفيذ البنية الأساسية لها، وبعضها لم يعمل بسبب ارتفاع مستوى التلوث بمياه المصارف، وامتد التلوث ليصيب مصارف كثيرة، الأمر الذى تسبب فى غلق بعض محطات إعادة استخدام مياه المصارف، والتي كانت تعمل لفترة طويلة ماضية، قبل أن تستفحل مشاكن التلوث. وتعود مشكلة التلوث أساساً إلى زيادة صرف المخلفات الصناعية والصحية غير المعالجة فى هذه المصارف. وفى الفترة الأخيرة تزايدت الاحتياجات المائية على الترع بعد تحرير التركيب المحصولى والأسعار حيث زاد التكاليف المحصولى وزادت الرقعة الزراعية. وقد بات واضحاً عجز المياه فى نهايات الترع خاصة خلال موسم الصيف، مما دفع بالمزارعين إلى ضخ مياه المصارف المجاورة لحقولهم مباشرة، وبدون ترخيص من وزارة السرى، ودون الاعتبار لنوعية مياه الصرف والتي قد تسبب أضراراً صحية وبيئية، ولجأت أيضاً بعض مناطق الري إلى إنشاء بعض المحطات الصغيرة لضخ مياه الصرف فى التربة الفرعية لتحسين حالة الري بها وأطلق عليها محطات الطوارئ. ومع تواجد هذه الممارسات المختلفة لإعادة الاستخدام، والتي قد تتعارض نظم تشغيلها والأهداف المرجوة منها أصبح من اللازم وضع الضوابط والمعايير التي تنظم إعادة استخدام مياه الصرف، وبما يحقق الاستدامة لهذا المصدر لمجابهة الزيادة فى الاحتياجات المائية.

٥-٢ الممارسات الحالية لإعادة استخدام مياه الصرف

٥-٢-١ إعادة الاستخدام على نهر النيل وفرعيه

يعتبر نهر النيل - فى المسافة من خلف السد العالى وحتى أمام قناطر أسبوط- المصرف الرئيسى الذى يستقبل مياه المصارف على جانبي النهر فى هذه المسافة، نظراً لطبوغرافية الأرض بهذه المناطق والتي تسمح فقط بالصرف تجاه النهر. ولم تعد هذه المصارف محملة بمياه الصرف الزراعى فقط، بل أصبحت تنوء بمخلفات الصرف الصحى، غير المعالجة فى معظم الأحيان،

للقرى والمدن المجاورة، وما لذلك من تأثير ضار على مياه النهر خاصة فى المواقع القريبة من مصبات هذه المصارف. غير أن النهر لما يحمله من كميات كبيرة من المياه، فسرعان ما تختفى هذه الملوثات بعد أن تقطع مسافات قصيرة. ومن ناحية أخرى يصرف على النهر أيضاً المخلفات الصناعية من المصانع المنتشرة على امتداده مثل مصانع الألومنيوم والسكر. أما بالنسبة للمسافة من خلف قناطر أسيوط وحتى أمام قناطر الدلتا فإن النهر يستقبل مياه المصارف من بعض الأراضى الزراعية على جانبيه، غير أن معظم صرف الأراضى الزراعية فى هذه المسافة يُرفع جزء كبير منه إلى بحر يوسف، هذا إلى جانب صرف بعض زمام محافظتى الجيزة وبنى سويف على مصرف المحيط والذى يصب مياهه فى فرع رشيد خلف قناطر الدلتا بعد أن يكون قد حُمِلَ بمياه الصرف الصحى لمحطتى زنين وأبو رواش إلى جانب الصرف الصحى للمدن والقرى القريبة من هذا المصرف فى الجيزة وبنى سويف. ويستقبل فرع رشيد مياه مصارف أخرى، هى مصارف تلا وسبل بمحافظة المنوفية وجنوب التحرير بمحافظة البحيرة، أما فرع دمياط فيستقبل مياه ثلاثة مصارف رئيسية هى مصارف: رقم ١ الأعلى والمحلة الكبرى فى وسط الدلتا، ومصرف السرو الأعلى بمنطقة شرق الدلتا.

وتعتبر المياه المتدفقة إلى النهر نوعاً من إعادة الاستخدام بمناطق زراعة الوجه القبلى حتى أمام قناطر أسيوط وهى مساحة لاتقل عن مليون فدان تصرف جميعها على النهر، مما يجعل الكفاءة الكلية للنظام فى هذه الأحباس عالية نسبياً. وقد ثبت من تحليل بيانات القياسات الحقلية للمصارف المتدفقة على النهر، والتى أجريت بواسطة معهد بحوث النيل فى الفترة من ١٩٩١ م - ١٩٩٥ م، أن متوسط ما يصرف على النهر من خلال هذه المصارف من خلف السد العالى وحتى أمام قناطر الدلتا يصل إلى حوالى ٨,٢ مليون متر مكعب يومياً، حيث تصرف ٣,٤ مليون متر مكعب فى اليوم على الحبس الأول من أسوان وحتى

أمام قناطر إسنا، و ١,٠١ مليون متر مكعب فى اليوم على الحبس الثانى من خلف قناطر إسنا وحتى أمام قناطر نجع حمادى، و ٢,٧٩ مليون متر مكعب فى اليوم على الحبس الثالث من خلف قناطر نجع حمادى وحتى قناطر أسىوط، و ١,٠٣ مليون متر مكعب فى اليوم على الحبس الرابع من خلف قناطر أسىوط وحتى قناطر الدلتا. أى أنه يمكن القول إن هناك حوالى ٣ مليار متر مكعب سنوياً يعاد استخدامها على أحباس نهر النيل فى الوجه القبلى، وهى كمية ليست صغيرة وتمثل حوالى ١٥% من إجمالى المياه المسحوبة فى الوجه القبلى، أى حوالى ٩% من إجمالى المياه الواصلة لمنطقة الدلتا. ومما هو جدير بالذكر أن تركيز الأملاح المذابة فى مياه هذه المصارف تتراوح بين ٣٧٠ و ٧٠٠ جزء فى المليون فى المتوسط. وسوف يبقى نهر النيل هو المكان الوحيد لاستقبال مياه هذه المصارف فى الوجه القبلى، نظراً لطبوغرافية الأرض، ولذلك يجب أن تبذل الجهود لضمان تدفق مياه صرف ذات نوعية جيدة لا تضر ببيئة النهر، خالية من ملوثات الصرف الصحى والصناعى. وبالنسبة لفرعى رشيد ودمياط، فقد تبين من قياسات معهد بحوث الصرف، أنهما يستقبلان حوالى مليار متر مكعب سنوياً من مياه الصرف (٠,٣٥ مليار متر مكعب فى السنة على فرع دمياط، و ٠,٦٨٠ مليار متر مكعب فى السنة على فرع رشيد)، وبالرغم من أن هذه المياه تساهم فى استكمال احتياجات الري للمناطق التى تقع على نهاية الفرعين، إلا أن التلوث الذى يوجد بها يجعل ضررها أكثر من نفعها، وبات على الدولة أن تتخذ خطوات جادة من أجل وقف التلوث الناتج من صرف هذه المياه على فرعى النيل، فمحطات مياه الشرب التى تقع على الفرعين خلف مصبات هذه المصارف، تأثرت بشكل كبير بنوعية المياه بالنهر، وتحاول المحافظات المتضررة وقف محطات ضخ مياه الصرف على النيل، وذلك بعد

أن بلغت الشكوى من نوعية مياه الشرب أقصاها. ومما يزيد من خطورة الصرف على فرعى رشيد ودمياط، أن كمية مياه النيل المتدفقة بهما تقل بشكل كبير بعد أن تأخذ الترعة الكبيرة والرياحات أمام قناطر الدلتا حصصها المائية، فيصبح النهر فى بعض الأوقات غير قادر على تجديد مياهه خاصة وأن قطاع النهر عريض بالفرعين، فتهدأ سرعة المياه، ويزداد بذلك تأثير التلوث. وتحول وزارة الموارد المائية والرى جاهدة التخلص من الملوثات التى رسبت فى قاع النهر أو العالقة من خلال إطلاق كميات بسيطة من المياه بفرعى رشيد ودمياط لتجد طريقها إلى البحر حاملة معها ما أمكن من الملوثات.

٥-٢-٢ إعادة استخدام مياه الصرف على بحر يوسف والفيوم

يتفرع بحر يوسف من أمام قناطر ديروط على ترعة الإبراهيمية عند الكيلو ٦٠ من فم الإبراهيمية والتي تأخذ مياهها من أمام قناطر أسيوط مباشرة. ويسير بحر يوسف غرباً وشمالاً حتى يصل إلى محافظة الفيوم، ليروى مساحة تزيد على ٧٠٠ ألف فدان بمحافظات المنيا وبنى سويف والفيوم والجيزة، بالإضافة إلى الأراضى الجديدة غرب بحر يوسف، ولتحسين الكفاءة الكلية لاستخدام المياه بهذه المناطق فقد تم رفع مياه المصارف بواسطة محطات رفع كبيرة لتضخها مرة أخرى فى بحر يوسف. وقد بلغت كمية مياه الصرف التى تعاد إلى بحر يوسف من الفم وحتى مدخل قناطر اللاهون عند مدخل الفيوم حوالى ٠,٨ مليار متر مكعب سنوياً. وكما هو الحال على نهر النيل، فإن إعادة الاستخدام تغير من نوعية المياه وتؤثر على مياه الشرب من هذه الترعَة.

وينتهى المطاف بمياه بحر يوسف فى محافظة الفيوم، لتروى زمام يقدر بحوالى ٤٠٠ ألف فدان والتي يتم التخلص من مياه صرفها إلى بحيرة قارون ووادى الريان واللذين يستقبلان حوالى ٠,٦ مليار متر مكعب سنوياً. ولتحسين كفاءة

الرى بالفيوم ورى أراضٍ جديدة بها، فقد أنشئت ٧ محطات صغيرة لضخ مياه المصارف للترع الفرعية، بكمية تقدر بحوالى ٠,٢٦ مليار متر مكعب سنوياً، وبالتالي فإن إجمالي ما يعاد استخدامه على بحر يوسف حوالى مليار متر مكعب سنوياً، وهو ما يساوى ٢٠% من تصرف بحر يوسف السنوى.

٥-٢-٣ إعادة استخدام مياه الصرف على ترع منطقة الدلتا

منطقة الدلتا هى المطاف الأخير لمياه النيل القادمة من الوجه القبلى، فتستغل المياه فى أغراض الزراعة والشرب والصناعة، ثم تلقى المخلفات بعد ذلك إلى البحر والبحيرات الشمالية. ولذلك تتجه الأنظار دائماً إلى مقدار ما يصرف إلى البحر، والبحث فى إمكانية استغلالها بما يزيد من المساحة المزروعة. غير أن هناك محددات كثيرة تحكم عملية إعادة الاستخدام فى منطقة الدلتا، منها المحافظة على الاتزان الملقى لهذه المنطقة ومنع دخول مياه البحر إليها، فلا بد أن تكون هناك كميات من المياه تتدفق ناحية البحر لوقف غزو مياه البحر لأراضى الدلتا.

وأدركت الدولة منذ السبعينات أهمية التوسع فى إعادة استخدام مياه الصرف، لزيادة الرقعة الزراعية، فقد أنشأت الدولة محطات رفع عملاقة لرفع مياه المصارف الرئيسية وخطها بمياه الترعى الرئيسية لتحسين حالة الرى عليها. وقد وصل مقدار ما يعاد استخدامه حالياً على الترعى وفرعى رشيد ودمياط ما يقرب من ٤ مليار متر مكعب من خلال ٢٣ موقعاً للخلط أطلق عليها "المستوى الرئيسى لإعادة الاستخدام" لأنه يدار بواسطة المستوى المركزى لتوزيع المياه بالوزارة. ويوضح الجدول رقم (٥-١) تطور إعادة استخدام مياه الصرف خلال الفترة ١٩٨٤/١٩٨٥م - ١٩٩٥/١٩٩٦م.

جدول (٥-١) كميات (مليون متر مكعب) ودرجة ملوحة (جزء في المليون) مياه الصرف
المعاد استخدامها خلال الفترة ١٩٨٤/١٩٨٥م - ١٩٩٥/١٩٩٦م

إجمالي الدلتا		غرب الدلتا		وسط الدلتا		شرق الدلتا		السنة
الملوحة	الكمية	الملوحة	الكمية	الملوحة	الكمية	الملوحة	الكمية	
٨٦٤	٢٨٧٨	٩١٥	٨١٤	٨٢٦	٧٦٣	٨١٩	١٣٠١	١٩٨٥/١٩٨٤م
٨٥٨	٢٧٩٩	٩٦٦	٧٨٨	٧٧٤	٧٤٨	٨٣٢	١٢٦٣	١٩٨٦/١٩٨٥م
٨٧٧	٢٩٩٣	٩٧٩	٨٠٧	٧٩٤	٧٦٦	٨٥٨	١٤٢٠	١٩٨٧/١٩٨٦م
٩٨٦	٢٧٠٣	١٢١٦	٦٢٩	٩٠٢	٦٩٣	٩٢٢	١٣٨١	١٩٨٨/١٩٨٧م
٩٧٩	٢٦٥٩	١٠٣٧	٥٥٥	٩٣٤	٧٠٤	٩٧٩	١٤٠٠	١٩٨٩/١٩٨٨م
١١٧١	٣٦٣٦	٩٥٤	٦٢٦	١٤٣٤	١٥٠٦	١٠٠٥	١٥٠٤	١٩٩٠/١٩٨٩م
١٠٥٠	٤٢٢٣	١٠٠٥	٦٣٩	١٠٨٨	١٩٩٩	١٠١٨	١٥٨٥	١٩٩١/١٩٩٠م
١٠٤٣	٤١٢٠	٩٣٤	٦١٧	١١٥٢	٢٠٥٨	٩٣٤	١٤٤٥	١٩٩٢/١٩٩١م
٩٧٣	٣٨٦٢	٨١٩	٥٦١	١٠٨٢	١٨٤١	٩٠٢	١٤٦٠	١٩٩٣/١٩٩٢م
١٠١٨	٣٤٣٠	٧١٧	٦١٩	١١٢٦	١٦٩١	١٠١١	١١٢٠	١٩٩٤/١٩٩٣م
١٠٦٩	٣٩١٨	٧٩٤	٦٨٥	١١٩٠	١٨٤٣	١٠٥٠	١٣٩٠	١٩٩٥/١٩٩٤م
١١٠٧	٤٢٦٧	٧٦٨	٧٠٦	١١٤٦	١٨١٥	١٢١٠	١٧٤٦	١٩٩٦/١٩٩٥م
٩١٣	٢٨٠٦	١٠٢٣	٧١٩	٨٤٦	٧٣٥	٨٨٢	١٣٥٣	متوسط الفترة ١٩٨٤-١٩٩٠م
١٠٥٩	٣٩٦٠	٩٢٨	٦١١	١١٨٩	١٨٥١	٩٦٥	١٤٩٩	متوسط الفترة ١٩٩٠-١٩٩٣م
١٠٦٥	٣٨٧٢	٧٥٩	٦٧٠	١١٥٤	١٧٨٣	١٠٩٠	١٤١٩	متوسط الفترة ١٩٩٣-١٩٩٦م

خلال العقد الأخير أطلقت الدولة عنان التركيب المحصولي، وأصبحت الحرية في يد الفلاح ليختار المحصول الذي يرغب في زراعته. وقد اتجه معظم الفلاحين إلى زراعة المحاصيل عالية الإنتاجية، عالية الاستهلاك للمياه، مثل محصول الأرز، والذي زادت مساحته بدرجة كبيرة، علاوة على تغيير أنماط الزراعة، مثل زراعة أكثر من محصولين في العام الواحد، وتحميل محصولين في الأرض في نفس الوقت، كل ذلك ساهم في زيادة الاحتياجات المائية، إلى جانب زيادة الرقعة الزراعية، الأمر الذي ترتب عليه انخفاض مناسيب المياه في الترع، وعجز كمياتها خاصة في النهايات. ولم يجد المزارع مناصاً له سوى اللجوء إلى المصرف المجاور لأرضه لضخ المياه منه إلى الحقل مباشرة دون الاعتبار لنوعية مياه تلك المصارف، وما قد تسببه من أضرار صحية وبيئية واقتصادية. وأطلق على هذه الظاهرة غير القانونية "الاستخدام غير الرسمي لمياه الصرف" وهو نظام يمارس بمعرفة الفلاح دون ترخيص من وزارة الري. ومن الأشكال الأخرى للاستخدام غير الرسمي لمياه الصرف قيام الفلاح بسد مواسير الصرف الحقلية ومجمعاتها بأرضه وذلك من أجل إبقاء المياه مختزنة تحت جذور النبات وعدم تسربها خارج حقله من خلال الصرف المغطى، ويتم ذلك غالباً في حقول الأرز. وأثبتت الدراسات أن كمية المياه المعاد استخدامها بواسطة ممارسات الاستخدام غير الرسمي، لا تقل عن ٣ مليار متر مكعب سنوياً (عبد العظيم ، ١٩٩٩م)، وهي كمية كبيرة يستلزم معها اتخاذ الخطوات اللازمة لتقنينها، لما لها من آثار عكسية على نظم إدارة الري في مصر.

ومع تزايد الطلب على المياه على الترع الفرعية وتزايد شكاوى المنفعين، وعجز مسئولى الري بالمحافظات عن زيادة حصة هذه الترع من مياه النيل، خاصة بعد صرف الحصة الكاملة لمياه النيل وتحويل جزء منها للأراضي الجديدة المستصلحة، وعدم السيطرة على زمامات الأرز المخالفة، فقد اضطرت بعض إدارات الري في المحافظات المختلفة بالوجه البحرى إلى اللجوء لإنشاء

محطات رفع صغيرة (تتراوح تصرفاتها من ٠,٥ إلى ١,٠٠ متر مكعب فى الثانية) داخل حدود إدارة الري لضخ جزء من مياه المصرف إلى مياه الترعة، وأطلق على هذا النظام لإعادة استخدام مياه الصرف " النظام الوسيط لإعادة الاستخدام" وهو نظام وسيط بين النظام الذى يديره المستوى المركزى بالوزارة والنظام الذى يديره الفلاح بصورة غير رسمية، وإن كانت إدارات الري تطلق عليه محطات التغذية أو الطوارئ.

٥-٢-٥ تقييم الممارسات الحالية لإعادة الاستخدام

بالرغم من وجود ثلاث ممارسات أو أنظمة مختلفة لإعادة استخدام مياه الصرف، إلا أن كلاً منها له بعض أوجه القصور بالرغم من إسهامها جميعاً فى حل مشاكل عجز المياه فى بعض الأوقات، وخاصة فى فصل الصيف وخلال موسم زراعة الأرز. وسوف نقدم هنا بعض أوجه القصور التى سجلت لهذه الممارسات بالدلتا (عبد العظيم ، ١٩٩٩م):

أ. أثر ضخ مياه الصرف بالترع الرئيسية على نوعية المياه أمام مآخذ محطات مياه الشرب، لما تحمله هذه المصارف من ملوثات كيميائية وبيولوجية لها أثر ضار على صحة الإنسان. ومع احتدام هذه المشكلة تم إيقاف ثلاث محطات كبيرة هى محطة صرف المحسمة والتى تخلط مياهها بترعة الإسماعيلية، ومحطة صرف الوادى والتى تخلط مياهها بترعة الوادى الشرقى، ومحطة بطيطة والتى كان من المتوقع أن تخلط مياهها بترعة روبنة بكفر الشيخ، غير أنها لم تعمل أبداً بعد الانتهاء من إنشائها وذلك لارتفاع مستوى التلوث بمصرف الغربية الرئيسى. وقد تسبب غلق هذه المحطات فى فقدان ما يقرب من ٠,٧ مليار متر مكعب سنوياً، ليتم تعويضها من مياه النيل، وهو ما يزيد الضغط والعبء على مياهه المحدودة.

ب. وجود معظم مواقع محطات إعادة الاستخدام في شمال الدلتا حيث يزداد تركيز الأملاح بالمصارف لتأثرها بتداخل مياه البحر وارتفاع مناسيب المياه الجوفية، مما يزيد من احتياجات الغسيل للأملاح التي قد تتراكم من جراء استخدام مياه الصرف، وهو ما يقلل من كميات مياه الصرف الفعلية المستفاد منها.

ج. تتركز الأضرار الناتجة عن إعادة استخدام مياه الصرف بالشكل غير الرسمي، وبأسلوب الفلاح السابق توضيحه، وعدم درايته بنوعية مياه الصرف وآثارها، ويؤدي هذا إلى تدمير خصائص التربة الزراعية نتيجة تراكم الأملاح بها وكذلك بعض الملوثات الأخرى والتي تؤثر على نفاذيتها، وكل ذلك يؤدي في النهاية إلى تقليل إنتاجية المحصول. وقد أجريت دراسة على بعض المناطق في كفر الشيخ لدراسة تأثير إنتاجية محصول القمح عند ثلاث معاملات للري، هي الري من الترععة (٢٤٩ جزءاً في المليون) والري من مياه مخلوطة (٦٣٣ جزءاً في المليون) والري من المصرف فقط (٢١٨٢ جزءاً في المليون)، وقد تبين أن الإنتاجية انخفضت - مقارنة بالمحصول الذي تم ريه من الترععة - بنسبة ٣٣% و ٦٦% للمحصول الذي تم ريه بمياه مخلوطة وذلك الذي روى بمياه صرف مباشرة على التوالي. ويضاف إلى انخفاض الإنتاجية، زيادة تكاليف الري الناتجة من زيادة كميات مياه الري من أجل ضمان غسل الأملاح المتراكمة في التربة، كما قد تتسبب مياه الصرف الملوثة في إصابة المزارعين بالأمراض، وكذلك تلوث المنتجات الزراعية التي تصيب مستهلكيها أيضاً بالأمراض.

د. تسببت طلبات المزارعين في الاستخدام غير الرسمي لمياه الصرف والمنتشرة على جسر المصرف في انهيار جسر المصرف، وإعاقة المرور عليها، وزيادة تكاليف صيانة المصارف المكشوفة. كما يتسبب

غلق مواسير الصرف الحقلى فى تدمير شبكة الصرف المغطى وارتفاع تكاليف صيانتها وإحلالها، بالإضافة إلى ارتفاع منسوب الماء الأرضى للحقول المجاورة نظراً لتقليل كفاءة عمل شبكة الصرف المغطى، وهو ما يؤثر على إنتاجيتها خاصة لو كانت تزرع بمحاصيل حساسة للمياه الجوفية والملوحة.

هـ. وجد أن محطات مياه الصرف الصغيرة التى أنشئت بمعرفة إدارات الري لتغذية نهايات الترعى لا تعمل طوال العام، بل لفترة قصيرة جداً لا تتجاوز عدة أيام فقط خلال أوقات الشكاوى من نقص مياه الري، وليس لها جدول تشغيل محدد ليساعد فى عملية توزيع المياه، وهو ما لا يتناسب مع التكاليف التى أنفقت على إنشائها.

و. هناك تعارض شديد بين الممارسات المختلفة لإعادة استخدام مياه الصرف، بين المستوى الرئيسى والمستوى الفردى (غير الرسمى) والمستوى الوسيط، وخاصة أن الممارسات غير المقننة سوف تؤثر سلباً على المياه المتاحة لمشروعات إعادة الاستخدام المستقبلية، مثل مشروعات الخلط على ترعتى السلام والنوبارية.

٥-٣ كميات مياه الصرف ونوعيتها بالدلتا

٥-٣-١ تصنيف مياه الصرف الزراعى بالدلتا

يعرض جدول (٥-٢) كميات مياه الصرف المتدفقة من الدلتا إلى البحر وتركيز الأملاح بها خلال الفترة ٨٤/١٩٨٥م-١٩٩٥/١٩٩٦م. وبالرغم من أن شبكة المصارف المكشوفة صممت على التخلص من مياه صرف الأراضى الزراعية ونقلها خارجها للتخلص من الأملاح التى يمكن أن تتجمع بالتربة، فقد لوحظ أنها تحمل أيضاً مخلفات أخرى تلقى إليها مثل مخلفات الصرف الصحى والصناعى والتى تكون غالباً غير معالجة، الأمر الذى يسبب تغيراً ملحوظاً فى نوعية مياه المصارف، وتصبح فى بعض الأحيان غير ملائمة للاستخدام حتى

فى أغراض الزراعة. وقد تم تصنيف مياه الصرف بالدلتا بناءً على أربعة مؤشرات رئيسية (معهد بحوث الصرف، ١٩٩٤م)، تحدد صلاحية هذه المياه لأغراض الزراعة وفقاً للمواصفات التى حددتها منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO) مؤخراً، ووفقاً للبيانات المتاحة بمعهد بحوث الصرف لعام ١٩٩٤/٩٣م، وهذه المؤشرات هى: معدل مياه الصرف (مم/يوم) لتحديد مدى توافرها، ودرجة تركيز الأملاح بمياه الصرف (جزء فى المليون)، ونسبة الصوديوم المدمص، وتركيز الكلور، وتركيز الكلور والصوديوم يحدد صلاحية المياه للمحاصيل الحساسة. وقد تبين من تحليل هذه البيانات أن منطقة الدلتا يمكن تقسيمها، عرضياً، إلى ثلاث مناطق: المنطقة الأولى جنوب الدلتا، والمنطقة الثانية شمال الأولى والمنطقة الثالثة فى شمال الدلتا ليحدها البحر من الشمال. وتتميز المنطقة الجنوبية بصلاحية مياه الصرف بها للرى حتى ولو مباشرة نظراً لأن تركيز الأملاح بها أقل من ١٠٠٠ جزء فى المليون، وتقل بها نسبة الصوديوم المدمص وكذلك تركيز الكلور، غير أنه لوحظ أن تركيز الكلور يزيد عما حددته مواصفات FAO لرى المحاصيل الحساسة فى بعض المواقع، مما قد يستدعى خلط هذه المياه بالمياه العذبة لتخفيف آثارها. وبالرغم من صلاحية مياه الصرف بجنوب الدلتا إلا أنها تتوافر بكميات قليلة وهى أقل من ١ مم/يوم. وعندما نتحرك إلى الشمال، فى المنطقة الثانية نجد أن مياه الصرف تتوافر بكميات أكبر تتراوح بين ١ و ٣ مم/يوم، ولكن بنوعية أقل، حيث يتراوح تركيز الأملاح المذابة ما بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ جزء فى المليون وتزيد نسبة الصوديوم المدمص والكلور بها، وبما يشكل خطورة شديدة على المحاصيل الحساسة إذا تم ريبها مباشرة بهذه المياه، ولذلك تتطلب كميات كبيرة من المياه العذبة للخلط معها لتقليل خطورتها. أما بالنسبة للمنطقة الشمالية فتزيد بها كميات الصرف عن ٣ مم/يوم، وتصل فى بعض الأماكن إلى ١٥ مم/يوم، ويرجع ذلك إلى تأثير تداخل مياه البحر فى الشمال وارتفاع مناسيب المياه الجوفية، وقد وجد أن تركيز الأملاح بها يزيد على ٢٠٠٠ جزء فى المليون ويصل فى بعض المناطق إلى ٥٠٠٠ جزء فى المليون، وقد وجد أيضاً أن نسبة الصوديوم المدمص وتركيز الكلور تزيد بشكل كبير مما يشكل خطورة شديدة

على المحاصيل. ويمكن القول في هذه الحالة إن تلك المياه خاصة القريبة من البحر يصعب إعادة استخدامها، وقد يتطلب خلطها بكميات مياه عذبة كبيرة جداً لتحسين نوعيتها. ولذا يوصى بالتركيز على استخدام مياه الصرف في المناطق الجنوبية ذات النوعية الجيدة بدلاً من تركها تتحرك ناحية الشمال لتسوء نوعيتها عندما تختلط بالمياه في مناطق شمال الدلتا.

جدول (٥-٢) كميات (مليون متر مكعب) ودرجة ملوحة (جزء في المليون) مياه الصرف المتدفقة إلى البحر خلال الفترة ١٩٨٤/١٩٨٥-١٩٩٥/١٩٩٦ م

السنة	شرق الدلتا		وسط الدلتا		غرب الدلتا		إجمالي الدلتا	
	الكمية	الملوحة	الكمية	الملوحة	الكمية	الملوحة	الكمية	الملوحة
١٩٨٥/١٩٨٤ م	٤٣٩١	١٣٥٧	٥٠١٣	٢١٤٤	٤٣٢١	٣٦٨٦	١٣٧٢٥	٢٣٨١
١٩٨٦/١٩٨٥ م	٤٢١٩	١٤٩٨	٤٨٨٣	٢٣٧٤	٤٣٣٩	٣٢١٣	١٣٤٤١	٢٣٧٤
١٩٨٧/١٩٨٦ م	٣٨١٥	١٥٥٥	٤٩٠٠	٢٣٨١	٣٩٥٥	٣٠٢١	١٢٦٧٠	٢٣٣٠
١٩٨٨/١٩٨٧ م	٣٥١٤	١٦٩٠	٤٢٩١	٢٥٣٤	٤٠٣٠	٣٦١٦	١١٨٣٥	٢٦٥٠
١٩٨٩/١٩٨٨ م	٣٦٨١	١٧٦٦	٤١٤٢	٢٤٨٣	٤١٦٨	٣٨٤٠	١١٤٩١	٢٧٧٨
١٩٩٠/١٩٨٩ م	٣٦٥١	١٨٢٤	٤١٥٩	٢٥٥٤	٤٥٧٣	٣٦٨٠	١٢٣٨٣	٢٧٥٢
١٩٩١/١٩٩٠ م	٣٧٢٦	١٧٤١	٣٦٧٤	٢٥٩٨	٥١١٦	٣٩٩٤	١٢٥١٦	٢٩١٢
١٩٩٢/١٩٩١ م	٣٧٩٥	١٥٣٦	٤٠٩٢	٢٧٠١	٥١١٨	٣٤٩٤	١٣٠٠٥	٢٦٧٥
١٩٩٣/١٩٩٢ م	٤٠٩٤	١٥٦٨	٣٧٤٠	٢٦١٨	٤٣١٢	٣٨٢١	١٢١٤٦	٢٦٨٨
١٩٩٤/١٩٩٣ م	٤٢١٩	١٧٣٤	٣٥٦٩	٢٧٦٥	٤٦١٣	٣٥٢٠	١٢٤٠١	٢٦٩٤
١٩٩٥/١٩٩٤ م	٤٢٥٦	١٩٠٧	٣٩٦٦	٢٦٧٥	٤٢٥٢	٣٦٣٥	١٢٤٧٤	٢٧٣٩
١٩٩٦/١٩٩٥ م	٣٧٩٠	٢٠٤٨	٤١٢٧	٢٦٦٢	٤٤٦٩	٣٦٢٩	١٢٣٨٦	٢٨٢٢
متوسط الفترة ١٩٩٠-١٩٨٤ م	٣٨٢٤	١٥٧٣	٤٦٤٦	٢٣٨٣	٤١٦٣	٣٤٧٥	١٢٦٣٢	٢٥٠٢
متوسط الفترة ١٩٩٣-١٩٩٠ م	٣٨١٧	١٦٦٧	٣٩١٦	٢٦١٨	٤٧٨٠	٣٧٤٧	١٢٥١٣	٢٧٥٧
متوسط الفترة ١٩٩٦-١٩٩٣ م	٤٠٨٨	١٨٩٧	٣٨٨٧	٢٧٠١	٤٤٤٥	٣٥٩٥	١٢٤٢٠	٢٧٥٢

ولا تقتصر نوعية مياه المصارف على المعايير السابقة، خاصة وأنها لا تعكس مستوى التلوث بالمصارف الرئيسية بالدلتا والناجم عن صرف المخلفات الصناعية ومخلفات الصرف الصحي غير المعالجة. وتم في هذا الصدد الاعتماد على تحديد قيم بعض المؤشرات الهامة مثل: العد الاحتمالي للبكتريا القولونية MPN ومعدل الطلب على الأكسجين الحيوى BOD، ومعدل الطلب على الأكسجين الكيمياءى COD، وتركيز النترات والفوسفات والعناصر الثقيلة. وقد تم تقييم بعض المواقع على مصرف بحر البقر ومصرف بحر حادوس في منطقة شرق الدلتا، ومصرف الغربية الرئيسى ومصرف الأعلى في منطقة وسط الدلتا، ومصرف إدكو في منطقة غرب الدلتا، وقد تبين أن MPN تصل قيمتها إلى أكثر من 10×10^6 خلية/100 مل (مللى ليتر) كما في مصرف الغربية الرئيسى أمام محطة الحامول لإعادة استخدام مياه الصرف، وتصل إلى أقل قيمة لها وهي حوالي 10×10^6 خلية/100 مل كما في مصرف المحسمة، وعلى العموم فهذا يعطى مؤشرا على احتواء مياه المصارف على مخلفات الصرف الصحي غير المعالجة، كما أن هذه التقديرات تفوق حدود المواصفات المحلية والدولية لإعادة الاستخدام، غير أن ما يخفف من حدتها هو خلطها مع مياه الترعى. وتراوحت قيم BOD بين ٨ و ٢٠ مجم/لتر، وتراوحت قيم COD بين ١١٣ و ١٣٨ مجم/لتر، وارتفاع COD يؤكد وجود مخلفات صناعية، وقد بلغت نسبة COD/BOD أكثر من ٥,٠ في معظم المواقع مما يدل على وجود المخلفات الصناعية. ولكن بالنسبة لتركيز النترات والفوسفات والمعادن الثقيلة فهي في الحدود الآمنة طبقا للمواصفات المحلية والعالمية. مما تقدم يتضح أن مياه المصارف الرئيسية تتواءم من التلوث العضوى والكيمياءى، وأن خلط مياهها مع الترعى الرئيسية خاصة التى تخدم أغراض مياه الشرب سيسبب مشاكل صحية كبيرة، مما أدى بالفعل إلى غلق بعض محطات إعادة الاستخدام، ويتطلب هذا الوضع البحث في إمكانية

إعادة استخدام مياه المصارف الفرعية والتي قد تكون أحسن حالا من مياه المصارف الرئيسية، وعلى أن تخلط بمياه الترغ الفرعية التي تخدم أغراضا زراعية فقط، وهو ما يطلق عليه النظام الوسيط لإعادة الاستخدام.

وقد ثبت بالفعل أن مياه المصارف الفرعية، وذلك في منطقة دراسة تم اختيارها بأبي حماد، على درجة عالية من الجودة (عبد العظيم، ١٩٩٩م)، فدرجة تركيز الأملاح بها منخفضة لا تزيد عن ٥٠٠ جزء في المليون، وهى صالحة لرى المحاصيل ولو حتى مباشرة وفقا لمواصفات FAO والتي تسمح بالرى بمياه المصارف حتى ١٠٠٠ جزء في المليون. وبالنسبة لمستوى التلوث فقد وجد أنه أقل بكثير من المصارف الرئيسية، فقيمة MPN تتراوح بين ٤٠٠٠ و ١٣٠٠٠٠٠ خلية / ١٠٠ مل، بالمقارنة بتلك المقاسة على مصرف بحر البقر بالمنطقة والتي وصلت إلى ١٠×٢^٦ خلية/١٠٠ مل، وبينت النتائج انخفاض قيم BOD و COD بشكل واضح مقارنة بالمصارف الرئيسية. ويعزى ذلك إلى أن المصارف الفرعية تمر بعيدا عن المدن الكبيرة والمناطق الصناعية، مما يجعلها تحمل مياه الصرف الزراعى فقط، وإن كانت بعض القرى المجاورة تصرف عليها مخلفاتها، ولكن بمعدلات صغيرة. ومن ثم فإنه من الضرورى وضع سياسة جديدة للنظر فى استخدام مياه هذه المصارف فى استكمال الاحتياجات المائية للترغ الفرعية وحل مشاكل عجز المياه بها، وتوفير بعض المياه العذبة فى فصل الشتاء.

٥-٣-٢ الكميات المتاحة للتوسع فى إعادة الاستخدام

ثبت من تحليل بيانات مياه المصارف المتدفقة إلى البحر أن هناك ما لا يقل عن ١٢ مليار متر مكعب تلقى حاليا إلى البحر، وأربعة مليارات يعاد استخدامها. ومن بين هذه الكميات ما يقرب من حوالى ٨ مليار متر مكعب

سنويا (شاملة ما يعاد استخدامه حاليا) ذات تركيز أملاح أقل من ٣٠٠٠ جزء في المليون، وبالتالي يتبقى ٤ مليارات يمكن إعادة استخدامها ولكنها بتركيز أملاح أعلى مما هو مستخدم حاليا، وهذا يعنى أنه لاستخدام هذه الكمية فلا بد من الأخذ فى الاعتبار إضافة مياه عذبة لإزالة الأملاح التى قد تتراكم من جراء استخدام هذه المياه، وبالتالي لا ينصح بأن يزيد إجمالى كمية المياه المعاد استخدامها عن ٨ مليار متر مكعب سنويا، حيث أية زيادة سوف تشكل عبئا على إدارة المياه فى الدلتا بدون مردود حقيقى، حيث يستخدم معظمها فى الإيفاء باحتياجات غسيل التربة من الأملاح المتراكمة. وبالفعل يوجد حاليا ثلاثة مشروعات للتوسع فى إعادة الاستخدام فى الدلتا، لاستخدام ما يقرب من ٤ مليار متر مكعب إضافية. وهذه المشروعات هى، الأول مشروع خلط مليار متر مكعب سنويا من مياه مصرف العموم بمياه ترعة النوبارية، وقد تم الانتهاء من كافة أعمال البنية الأساسية لهذا المشروع منذ عام ١٩٩٤م ولكنه لم يعمل بعد لارتفاع مستوى التلوث بمياه مصرف العموم، وتبذل الجهود حاليا للتخلص من هذا التلوث عن طريق معالجة مياه الصرف الصحى للمدن التى تصرف على هذا المصرف. والمشروع الثانى هو مشروع خلط حوالى ٢ مليار متر مكعب من مصرف حادوس ومصرف السرو ومصرف فارسكور على ترعة السلام. وتم الانتهاء من هذا المشروع بالفعل ويعمل حاليا ولكن على نطاق صغير لعدم الانتهاء من ترعة السلام. والمشروع الثالث هو مشروع رى ٥٥٠٠٠ فدان بمنطقة قلابشو وأبو ماضى شمال محافظة الدقهلية، من خلال ضخ مليار متر مكعب من مصرف رقم (١) الأسفل ومصرف رقم (٢) الأعلى، حيث تم إنشاء هدار عند نقط تلاقيهما لتغذية الترعة الآخذة من المصرف أمام الهدار، وجارى حاليا استكمال البنية الأساسية لاستصلاح الأراضى بها. وبالتالي فإن إجمالى مل

سوف يعاد استخدامه من مياه الصرف في المستقبل سوف يصل إلى ٨ مليار متر مكعب، بشرط إيقاف التلوث بالمصارف.

٤-٥ أهم معوقات التوسع في إعادة استخدام مياه الصرف

بالإضافة إلى مشكلة تلوث مياه المصارف والتي تمثل المحدد الرئيسي للتوسع في إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي، إلا أن هناك عدة معوقات أخرى كمية تحدد بدرجة كبيرة كميات مياه الصرف الممكن إعادة استخدامها، وفيما يلي سرد لهذه المحددات والمعوقات:

١-٤-٥ الحفاظ على الحياة الطبيعية في البحيرات الشمالية

تلعب مياه المصارف المتدفقة إلى البحيرات الشمالية دورا هاما في الحفاظ على الحياة الطبيعية بها، ومن أهمها الحفاظ على النمو السمكي بتلك البحيرات. ولا شك أن التوسع في إعادة استخدام مياه الصرف بمنطقة الدلتا سوف يقلل الكميات المنصرفة إلى تلك البحيرات، الأمر الذي يترتب عليه تغير نوعية المياه بتلك البحيرات. فعلى سبيل المثال، يؤدي الخفض في المياه المنصرفة إلى البحيرات إلى ازدياد تركيز الأملاح بمياهها مما قد يكون له الأثر السلبي خاصة إذا زاد عن حد معين (الحد الأقصى الذي يسمح بنمو الأسماك). وطبقا لأرصلا مياه الصرف المتدفقة إلى البحيرات الشمالية عام ١٩٩٣/١٩٩٤م، نجد أن كميات المياه المتدفقة إلى بحيرة المنزلة كانت حوالي ٤,٢ مليار متر مكعب وتركيز الأملاح بمياه البحيرة كان ٢٠٠٠ جزء في المليون، وإلى بحيرة البرلس حوالي ١,٢ مليار متر مكعب وتركيز الأملاح بها حوالي ٣٥٠٠ جزء في المليون، وإلى بحيرة إدكو حوالي مليار واحد وتركيز الأملاح كان بسها ١٣٠٠ جزء في المليون. وتساهم هذه الكميات المتدفقة إلى البحيرات في تجديد مياهها والحفاظ على الحياة الطبيعية بها. ومع استقطاع جزء من مياه الصرف المتدفقة إليها، مثل مشروع ترعة السلام الذي سيستقطع حوالي ٢ مليار متر مكعب

سنويا كانت تذهب إلى بحيرة المنزلة، فسوف يؤدي ذلك إلى خفض المياه المنصرفة إليها إلى حوالي ٢,٢٠ مليار متر مكعب سنويا، ومن ثم تقليل معدن تجديد مياهها، وبالتالي زيادة تركيز الأملاح بمياهها لتصل إلى حوالي ٣٨٠٠ جزء في المليون، وهكذا الحال بالنسبة لباقي البحيرات. وقد بينت الدراسات السابقة أن أقل كمية مياه صرف تتدفق إلى البحر والبحيرات يجب ألا تقل عن ٨ مليار متر مكعب سنويا للحفاظ على الحياة الطبيعية بالبحيرات، وعند هذا الحد يزداد تركيز الأملاح بالبحيرات ولكن أقل من ٤٠٠٠ جزء في المليون والتي اعتبرت الحد الأقصى للنمو السمكي بالبحيرات الشمالية. ونود أن ننوه إلى أهمية القضاء على التلوث بمياه المصارف قبل تدفقها إلى البحيرات، لما لذلك من أثر خطير يهدد استدامة الحياة الطبيعية بالبحيرات. ومثال على ذلك، بحيرة مريوط والتي أدى التلوث بها إلى انقراض أنواع من السمك وانحدار معدلات إنتاجها، بل ولم تعد موجودة على خريطة الإنتاج السمكي.

٥-٤-٢ التوازن الملحي لأراضي الدلتا

إن التوسع في إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي يعني جلب المزيد من الأملاح للتربة الزراعية، الأمر الذي يجب معه التخلص من تلك الأملاح المتركمة من خلال عمليات الغسيل للتربة الزراعية. أضف إلى ذلك أن التوسع في إعادة الاستخدام لمياه الصرف سوف يترتب عليه أن تقل كمية المياه التي تتدفق إلى البحر، وبالتالي تزايد تداخل مياه البحر إلى شمال الدلتا وما تجلبه من أملاح. ولهذا فإنه من الضروري إيجاد توازن بين هذه المتغيرات بما يضمن الاستدامة لعمليات إعادة استخدام مياه الصرف. وقد خلصت معظم الدراسات السابقة إلى أن أقل كمية يجب أن تتدفق إلى البحر من مياه الصرف هي ٨ مليار متر مكعب سنويا لمنع تداخل مياه البحر، ويعني هذا أن كميات مياه الصرف الكلية التي يمكن إعادة استخدامها سوف تتراوح بين ٨ و ٩ مليار متر مكعب.

٥-٤-٣ التعارض مع برامج تطوير الري السطحي

تعتمد مشروعات تطوير الري على تحسين توزيع المياه على التربة الفرعية (تربة التوزيع) وذلك من خلال إعادة تصميم قطاعات الترع، والتحكم فى النهايات، وتقليل الفواقد المائية من النهايات، وتحديد نقطة رفع واحدة لكل مسقى على التربة، وجدولة الري بين المنتفعين. ولذلك تذهب بعض الآراء إلى أن تطوير الري سوف يقلل مياه الصرف، ويزيد من درجة تركيز الأملاح بها، وهو الأمر الذى يمكن أن يؤثر بشكل واضح على إعادة استخدام مياه الصرف.

٥-٤-٤ تأثير مشروع توشكى على كميات ونوعيات مياه الصرف

وبالنسبة لمشروع توشكى والذى من المتوقع أن يستقطع خمسة مليار متر مكعب سنويا من المياه أمام السد العالى، فسوف يؤثر بالطبع على ممارسات ونظم إدارة المياه خلف السد العالى (فى وادى النيل والدلتا). وقد تبين أن تركيز الأملاح فى مياه المصارف سوف يرتفع بنسبة ١٣,٦٪ مما قد يؤثر بالطبع على ممارسات إعادة استخدام مياه الصرف (عبد العظيم ، ١٩٩٩م).

٥-٥ الآثار البيئية المحتملة لإعادة استخدام مياه الصرف الزراعى

بالرغم من أن إعادة استخدام مياه الصرف فى نظام الري المصرى تعد إحدى وسائل رفع كفاءة استخدامات المياه، إلا أن هناك بعض المحاذير التى يجب مراعاتها عند التوسع فى استخدام مياه الصرف، فقد يكون لها آثار بيئية سيئة سواء على المدى القريب أو البعيد. ولا تتركز هذه الآثار البيئية على التربة والنبات فحسب، بل قد تمتد لتصيب الإنسان أيضا، سواء من العاملين فى مجال الري والزراعة أم من المستخدمين للمنتجات الزراعية. ونود أن ننوه هنا إلى أن شبكة المصارف فى مصر، لا تحمل مياه الصرف الزراعى فحسب، بل تمتد أيضا لتستقبل مياه الصرف الصحى والصناعى غير المعالجة فى كثير من الأحيان، وهو ما يزيد الأمر خطورة.

ويحدث غالبا في حالة الري بمياه رديئة النوعية أن تتبخر المياه وتترك الأملاح والمركبات والعناصر الضارة بالتربة. ويستلزم الأمر حينئذ وضع نظم جيد للصرف وإدارة مياه الري بما يضمن غسيل الأملاح من التربة وعدم التأثير على خصائصها وبالتالي عدم التأثير على إنتاجية المحاصيل. ومن المشاكل المحتملة على التربة الزراعية هي:

- تراكم الأملاح بالتربة الزراعية وخاصة في منطقة الجذور مما يؤدي إلى عدم قدرة النبات على امتصاص المياه من التربة وبالتالي يؤثر على نمو النبات.
 - تراكم الأملاح في منطقة الجذور يؤدي إلى تقليل خاصية النفاذية للتربة، ومن ثم تقليل معدل دخول مياه الري إلى منطقة الجذور، مما يتسبب في ارتفاع منسوب الماء الأرضي، ونمو الحشائش، وانتشار الأمراض. وتتأثر نفاذية التربة بدرجة تركيز الأملاح بمياه الري، وتركيز الكربونات والبيكربونات، وتأثير محتوى الصوديوم بالمياه بالنسبة إلى محتوى الكالسيوم والماغنسيوم.
 - يؤدي ارتفاع نسبة العناصر؛ البورون والكلوريد والصوديوم إلى زيادة نسبة السمية في مياه الري والتي لها تأثير على نمو النبات، حيث تسبب احتراق أوراق النبات وبالتالي تقليل إنتاجيته بشكل كبير جدا.
 - كما يؤدي زيادة محتوى الكربونات في مياه الري وكذلك النسب الشاذة (غير المعتادة) لمؤشر الحمضية (ph) إلى التأثير على أوراق وثمار الفاكهة خاصة في نظم الري بالرش، كما يؤدي ارتفاع نسبة النيتروجين في مياه الري إلى تأخير مرحلة نضج المحصول.
- ويختلف تأثير مياه الري على المحاصيل من محصول لآخر، فهناك المحاصيل شديدة الحساسية لنوعية مياه الري وهناك المحاصيل الأقل حساسية، وهو ما يجب اعتباره عند استخدام مياه الصرف في الري (الفاو، ١٩٩٥م).

من ناحية أخرى نجد أن مياه الصرف تحمل كميات من مياه الصرف الصحى والصناعى، ولهذا فإن تأثيرها على الصحة العامة للمزارعين وكذلك مستهلكى المنتجات الزراعية يزداد خطورة. وتوجد بعض المؤشرات التى تحدد صلاحية مياه الري على الصحة العامة مثل مؤشر الاحتياج للأكسجين الحيوى لأكسدة المواد العضوية، وكذلك الأكسجين الكيمياءى، والعد الاحتمالى للبكتريا القولونية. ويؤدى ارتفاع الملوثات العضوية إلى انتشار البكتريا الممرضة والتى تصيب الإنسان والحيوان. وتختلف قدرة أنواع البكتريا الممرضة على البقاء حية فى المياه أو التربة الزراعية، حيث تبقى بعضها حية لمدة أيام والبعض لمدة شهور والبعض لمدة أعوام. ومن أمثلة البكتريا الممرضة الإسكارس والكوليرا والقولون واميبا الدوسنتاريا ویرقة التينيا وبكتريا التيفود وغيرها.

٦- إعادة استخدام مياه الصرف الصحي

٦-١ تمهيد

تمثل مياه الصرف الصحي عادم الاستخدامات السكنية التي معظمها مياه للشرب، وفي مصر نوعان من شبكات الصرف الصحي، الأولى منهما تحمل مياه الصرف الصحي فقط، والثانية تحمل مياه الصرف الصناعي بالإضافة إلى مياه الصرف الصحي، ومياه هذا النوع من الشبكات تمثل الخليط الناتج عن استخدامات مياه الشرب ومياه الصناعة. وقد أوضح التقرير رقم (١٦) من تقارير وحدة الدراسات الاستراتيجية بالمركز القومي لبحوث المياه الصادر علم ١٩٩٦م بأن إجمالي صرف مياه الصناعة يقدر بحوالي ٧٥٠ مليون متر مكعب / السنة. وفيما يلي عرض لبيانات مياه الصرف الصحي من حيث كمياتها الحالية وتقديراتها المستقبلية ونسبة الكميات المعالجة منها. ثم تتطرق الدراسة للممارسات الحالية لاستخدامات مياه الصرف الصحي، والتقديرات المستقبلية للتوسع في هذه الاستخدامات. وتنتهي هذه الدراسة باستعراض الآثار البيئية لتدوير هذه المياه خاصة في الاستخدامات الزراعية.

٦-٢ كميات مياه الصرف الصحي الحالية و المستقبلية

يوضح الشكل رقم (٦-١) معدلات الصرف الصحي لكل محافظة، وتم تقدير حجم مياه الصرف الصحي على مستوى الجمهورية بحوالي ٧,١ مليون متر مكعب / اليوم، أي حوالي ٢,٥٩ مليار متر مكعب / السنة (المركز القومي لبحوث المياه، ١٩٩٦م)، وهذا يمثل حوالي ٥٢,٤٪ من استخدامات مياه الشرب لعام ١٩٩٥م بعد خصم حجم مياه الصرف الصناعي، ولقد قدرت الدراسات (بيسكود ١٩٩٢م) الاستهلاك غير المردود من استخدامات مياه الشرب بحوالي ١٥٪، وهذه النسبة تمثل الاستهلاك الفعلي مضافا إليه نسبة الفواقد في شبكة

حجم الصرف الصحي (مليون م³/سنة)



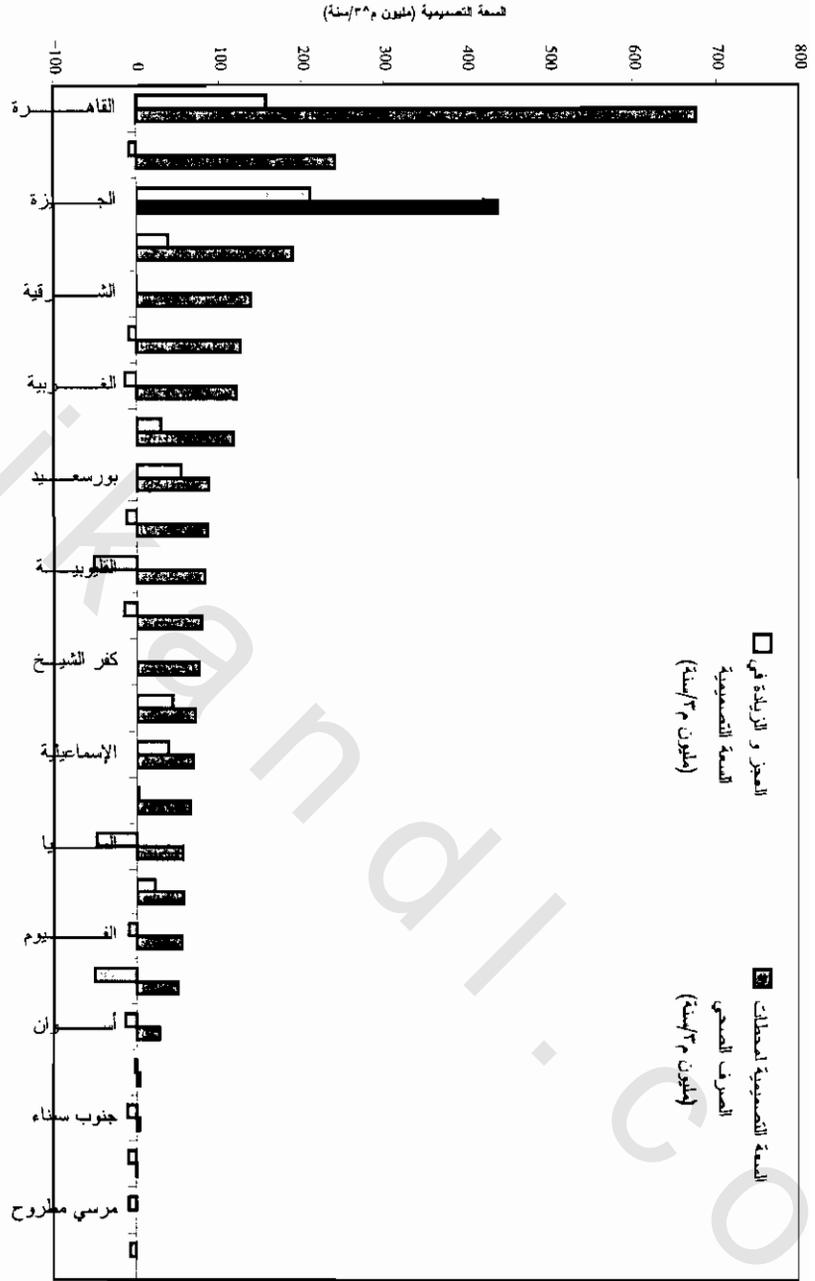
شكل (١-١) حجم تصريفات الصرف الصحي بمحافظة مصر

توزيع مياه الشرب، وعلى ذلك يتضح أن هناك أكثر من ٣٢٪ فواقد إضافية فى شبكة توزيع مياه الشرب، وهذه الفواقد الزائدة، على سبيل المثال، تمثل حوالى ٧٦٪ من الاحتياجات المطلوبة لقطاع مياه الشرب لسد الفارق بين استخدامات عام ١٩٩٥م و عام ٢٠٢٠ م.

٦-٣ نسبة الكميات المعالجة الحالية و المستقبلية

هناك حوالى ٣٧٪ من مياه الصرف الصحي تصرف إلى المصارف الزراعية بعد معالجتها ثانوياً، وهناك حوالى ١٣٪ تصرف على البحيرات الشمالية بعد المعالجة الأولية (المركز القومى لبحوث المياه، ١٩٩٦م). كما أن حوالى ٢,٥٪ تصرف إلى قناة السويس بعد المعالجة الأولية، وحوالى ٤٧٪ من إجمالى السعة التصميمية لمحطات المعالجة تصرف مياهها بعد معالجتها ثانوياً إلى الأراضى الرملية المتاخمة لها. وقد أكدت بعض البحوث (الجميل ٩٨٤م و عبد الغفار ١٩٨٨م) أن معظم مياه الصرف الصحي على مستوى محافظات مصر صالحة للاستخدام فى الزراعة بعد معالجتها بالمحطات القائمة على مختلف درجات معالجتها، بل وجد أنها يمكن أن تغنى عن استخدام الأسمدة الأزوتية فى كثير من الحالات.

والقدرة التصميمية لمحطات معالجة الصرف الصحي بمختلف درجات المعالجة (أولية - ثانوية .. الخ) على مستوى الجمهورية حوالى ٧,٩٩ مليون متر مكعب /يوم، أى بمعدل ٢,٩٢ مليار متر مكعب / السنة، وذلك سواء للمحطات القائمة أم الجارى تنفيذها، ويوضح الشكل رقم (٦-٢) السعة التصميمية لهذه المحطات على مستوى المحافظات، وكما يتضح من الشكل فإن هناك ١٢ محافظة تعاني من زيادة حجم مياه الصرف الصحي عن القدرة



الاستيعابية لمحطات المعالجة، وتتراوح نسبة السعة التصميمية للمحطات إلى حجم مياه الصرف الصحي بهذه المحافظات ما بين ٦,٨% بمحافظة شمال سيناء إلى حوالي ٩٣% بمحافظة البحيرة، كما أن هناك ثمانى محافظات تفوق فيها السعة التصميمية للمحطات حجم مياه الصرف، والنسبة تتراوح بين ١٢٥% بالدقهلية إلى ٢٥٦% ببور سعيد، كما أن هناك أربع محافظات تتراوح النسبة فيها من ٩٦% إلى ١٠٤%، أما بالنسبة لمحافظة مطروح والبحر الأحمر فلا توجد بيانات عن محطات المعالجة بهما.

٦-٤ الممارسات الحالية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي

يرجع استخدام مياه الصرف الصحي فى الزراعة بمصر إلى العقد الثانى من هذا القرن، إذ إنه منذ عام ١٩١٥م بدأت زراعة بعض الأراضى الصحراوية حول محطة الصرف الصحى بالجبل الأصفر، وقد وصلت المساحة المزروعة بمياه الصرف الصحى حالياً بجوار هذه المحطة إلى ٢٥٠٠ فدان، حوالى ٦٩% من هذه المساحة يتم زرعها أشجار موالح، وحوالى ٢٣% أشجار كازورينا، وباقى المساحة تزرع ذرة وفول وطماطم وخضروات. والجدير بالذكر أن رى هذه الأراضى بهذه النوعية يقدر بحوالى ٥٠٠٠٠ متر مكعب/فدان/السنة أى حوالى خمسة أمثال معدل الرى بالأراضى القديمة، علماً بأن ٤٠٠٠٠ متر مكعب/يوم هى جملة ما يتم معالجته أولاً بمحطة الجبل الأصفر، والباقى وهو حوالى ٣٠٠٠٠٠ متر مكعب/اليوم يتم معالجته فقط بالمرور على أحواض الترسيب.

ويجدر هنا التنويه عن أن هناك ٧٠٠ مليون متر مكعب/سنة من الصرف الصحى لمدينة القاهرة الكبرى من محطتى زنين وأبو رواش يتم صرفها بدون معالجة لمصرف الرهاوى، وهذا المصرف يصب هذه المياه بالإضافة إلى حوالى ٣٠٠ مليون متر مكعب/سنة مياه صرف زراعى إلى فرع رشيد عند الكيلو ٩,٠٠ خلف قناطر الدلتا، كما أن مصرف سيال يصرف حوالى ٤٧,٥ مليون متر مكعب/سنة من مياه الصرف الصحى إلى فرع رشيد عند الكيلو

٧٠,٤ خلف قناطر الدلتا، ومصرف تلا يحمل حوالى ٢٢,٤ مليون متر مكعب/ سنة من مياه الصرف ليصبها فى فرع رشيد عند الكيلو ١١٩,٠٠ خلف قناطر الدلتا، وكل هذه المياه بالإضافة إلى تصرفات الصرف الزراعى الذى تحمله هذه المصارف والمصارف الأخرى بالإضافة إلى تصرفات مياه النيل تسير خلال فرع رشيد لأغراض الري والشرب والصناعة على طول مجرى الفرع والترع والرياحات الآخذة من مياهه.

٦-٥ خطط الدولة للتوسع فى إعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة

يتم فى الوقت الحالى بعد زيادة عدد محطات المعالجة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى مناطق مختلفة من الوادى بأسبوط والتبين وحلوان، وتبلغ كمية مياه الصرف الصحى التى يتم معالجتها حوالى ٧٠. مليار متر مكعب، منها ٢٦٣. مليار متر مكعب تعالج معالجة ثانوية بالقاهرة الكبرى، أما الباقي فيعالج معالجة أولية فقط.

وفى الخطة القومية للتوسع الأفقى الحالية والتى من المقرر أن تستكمل حتى عام ٢٠١٧م والتى تهدف إلى استصلاح حوالى ٣٤ مليون فدان، تم تخصيص مساحة ٢٥٠ ألف فدان تروى بمياه الصرف الصحى بالقاهرة والإسكندرية، وهذه المساحة تتضمن ٢٠٠ ألف فدان بالقاهرة، و ٥٠ ألف فدان بالإسكندرية، وتبلغ الاحتياجات المائية لهذه المساحة الكلية حوالى ١٧ مليار متر مكعب / سنة، يتم استهلاك مليار متر مكعب / سنة من هذه الاحتياجات ويعود منها ٧٠. مليار متر مكعب / سنة إلى شبكة الصرف الزراعى.

ونظراً لأن أهم أهداف المرحلة القادمة هو الاستخدام الأمثل للموارد المائية المتاحة، فإن وزارة الموارد المائية والرى ترى أنه يمكن اعتبار مياه الصرف الصحى المعالجة أحد المصادر المائية التى يمكن استخدامها لأغراض السوى إذا كانت تفى بالشروط والمواصفات فى النقاط التالية:

- زيادة المياه المعالجة ثانوياً من ٢٦ر. مليار إلى ٢٨ر٢ مليار متر مكعب / سنة بحلول عام ٢٠٠١م، على أن تزداد إلى ٥ر٤ مليار متر مكعب/ سنة بحلول عام ٢٠١٧م.

- استخدام هذه المياه فى استصلاح الأراضى وزراعتها بمحاصيل غير غذائية مثل القطن والكتان وغيرهما.

- فصل الصرف الصناعى عن الصرف الصحى حتى يمكن التركيز على معالجة مياه الصرف الصحى بعيداً عن المخلفات الكيمايية الناتجة عن الصرف الصناعى.

٦-٦ الآثار البيئية المحتملة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة

تعتبر مياه الصرف الصحى المعالجة من المصادر المائية غير التقليدية والتي يمكن استغلالها فى الزراعة ورى الحدائق العامة، كما أن استغلال مياه هذا المصدر سيؤدى حتماً إلى الحد من أخطارها لصعوبة التخلص منها. إلا أن إعادة استخدام مياه الصرف الصحى لابد أن تكون بعد دراسات بيئية واجتماعية واقتصادية وفنية مستفيضة للوقوف على معايير ومحددات استخدامها بما يمنع آثارها السلبية ويعظم آثارها الإيجابية. وتشمل الآثار البيئية المحتملة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة آثار إعادة استخدامها على الإنسان والحيوان والنبات والبيئة المحيطة، ولكل من هذه الآثار معايير متباينة ومعاملات وأخطار مختلفة.

٦-٦-١ الآثار البيئية المحتملة على النبات

تشتمل مياه الصرف الصحى بصفة أساسية على المياه بنسبة أكبر من ٩٩٪، كما أنها تحتوى على نسبة صغيرة من المواد العالقة والذائبة سواء عضوية أم غير عضوية. والمواد العضوية تشمل المواد الكربوهيدراتية

والصابون والمنظفات المنزلية والبروتين والدهون، أما المواد غير العضوية فتشمل بعض العناصر السامة والتي تحد إلى حد كبير استخدامات هذا المصدر المائي في الزراعة. وبناءً على الدراسات والتحليلات التي تمت خلال ثمانينيات القرن العشرين فإنه وجد أن مياه الصرف الصحي سواء المعالجة أم غير المعالجة تقع في الحدود المسموح بها سواءً للملوحة أو العناصر الثقيلة بالنسبة لمعظم المحاصيل، والجدول رقم (٦-١) يوضح المستويات المختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي وما يلائمها من زراعات وطرق ري والآثار البيئية لها. ويوضح جدول رقم (٦-١) أنه لا توجد آثار بيئية سلبية على النباتات التي تم اختيارها طبقاً لكل مستوى من مستويات المعالجة، إلا أن هناك آثاراً بيئية سلبية على البيئة المحيطة سواء الأرض أو المياه الجوفية أو الإنسان أو الحيوان.

جدول رقم (٦-١) المستويات المختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي والاستفادة منها

درجة المعالجة	معالجة أولية	معالجة ثانوية	معالجة ثلاثية
طريقة المعالجة	معالجة ميكانيكية	معالجة بيولوجية	معالجة بيولوجية وكيميائية متقدمة
الزراعات الممكنة	أشجار الخشب والقطن والكتان	كل أنواع المحاصيل	كل الاستخدامات
طريقة الري	بالغمر	ري حديث	ري حديث
الآثار البيئية المحتملة	تواجد الملوثات العضوية وغير العضوية	زيادة تركيز العناصر الثقيلة وبعض البكتريا والفيروسات	لا يوجد

وهناك ثلاثة عوامل رئيسية تحد من استخدامات مياه الصرف الصحي فى الزراعة، أما العامل الأول فهو مشتقات النيتروجين حيث تؤدي زيادة محتوياته إلى وصول النترات المشتقة منه إلى المياه الجوفية فتلوثها، والعامل الثانى هو وجود مواد سامة من العناصر الثقيلة أو المواد الكيميائية العضوية حيث تؤدي زيادة تركيزها إلى سمومية النباتات وتسمم الحيوانات، و العامل الثالث هو وجود البكتيريا والفيروسات والتي تؤدي إلى انتقال العدوى عن طريق المياه سواء كانت من التعرض المباشر للإنسان لهذه المياه أو تعرض المحاصيل والنباتات إليها مباشرة. مما سبق يتضح مدى تأثير البيئة المحيطة بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة، مما يتطلب ضرورة معالجة مياه الصرف الصحي معالجة ثانوية قبل إعادة استخدامها، ويوصى أيضاً بمراقبة تركيز بعض الأيونات السامة الذائبة فى مياه الري مثل الكلور والصوديوم والبروم والتي قد تؤدي إلى هلاك المحاصيل المزروعة بهذه المياه.

٦-٦-٢ الآثار البيئية المحتملة على البيئة المحيطة

أهم الآثار البيئية المحتملة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي هي زيادة تركيز النيتروجين والمواد الصلبة الذائبة والمركبات العضوية، هذا بالإضافة إلى زيادة تواجد بعض أنواع البكتيريا والفيروسات فى البيئة الزراعية، وترجع خطورة المسببات العضوية والكيميائية إلى إمكان وصولها إلى للمياه الجوفية التى تستخدم فى كثير من المواقع كمصدر مباشر لمياه الشرب مما يتسبب فى أمراض خطيرة بالكبد والكلية.

أما الملوثات البيولوجية فتكمن خطورتها فى تعرض أربع مجموعات مختلفة للخطورة من جراء استخدام هذا المصدر المائى وهم عمال الزراعة وعائلاتهم نظراً لتعرضهم المباشر لهذه المياه أثناء الري، عمال حصاد وتحميل ونقل المنتجات الزراعية نتيجة للتعرض المباشر لهذه المنتجات للمياه الملوثة أثناء الري، ومستهلكو هذه المنتجات الزراعية ولحوم وألبان الحيوانات المتغذية

من هذه المنتجات يكونون أيضاً عرضة للأمراض المنقولة عن طريق مياه هذا المصدر في حالة عدم توخي الحذر في الغسيل الجيد والغلي لهذه المنتجات. والمجموعة الرابعة تضم الأسر التي تعيش في مناطق متاخمة للأراضي التي يتم ريها بهذه المياه نتيجة للأسباب السابقة وأيضاً لاحتمالية استخدام هذه المياه في أغراض أخرى غير الزراعة.

ولعل من أهم الآثار البيئية السلبية الأخرى المحتملة هي الازدياد المطرد في أعداد الناموس، وتكمن الخطورة هنا في أن الناموس يعتبر من أكبر البسوك الطائرة المحملة بالعديد من مسببات الأمراض، ولقد وجد في العديد من المواقع التي يتم ريها بمياه الصرف الصحي زيادة مطردة في أعداد الناموس.

٧- تحلية مياه البحر و المياه الضاربة إلى الملوحة

١-٧ تمهيد

نظراً لطول سواحل مصر سواءً على البحر المتوسط أو على الأحمر، والتحرك الحكومي الفعال خلال العقدين الماضى والحالى فى الاهتمام بالتنمية السياحية والصناعية للمناطق الساحلية، فإن توفير موارد مائية لهذه التنمية يعتبر ضماناً لتواجدها واستدامتها. ومن أهم مصادر المياه الممكنة فى المناطق الساحلية، التحلية (desalination) سواءً كانت لمياه البحر (sea water) أم للمياه الضاربة إلى الملوحة (brackish water). ويشير مصطلح التحلية (الذى يعرف أيضاً بعملية التخلص من الملوحة) إلى عملية إزالة الأملاح من المياه وهو مفهوم ليس بالجديد، ولكن التحدى كان وما زال فى استحداث طرق قابلة للتطبيق تجارياً. وقد أدت الخبرة الواسعة المكتسبة على مدى الأربعين عاماً الماضية والتحسينات فى تكنولوجيا التحلية إلى جعل إزالة الملوحة مقبولة تكنولوجياً على نطاق واسع وتوفر مياهاً عالية الجودة لمناطق قاحلة كانت من قبل محرومة من مصدر للمياه يوفر لها التنمية الاقتصادية والاجتماعية المستدامة. وفى منتصف الستينات كانت فكرة إزالة الملوحة ضرباً من الخيال وكان معظم النشاط فى ذلك الميدان تجريبياً وأخفقت العديد من المشاريع الأولى فى الوفاء بالتوقعات التى كانت معلقة عليها، أما فى الوقت الحالى فهى تكنولوجيا موثوق بها إلى حد كبير وتعتمد عليها بلدان عديدة مما تتوافر لها القدرة المالية كبلدان الخليج العربى فى الحصول على إمداداتها اليومية من المياه، بيد أن التكاليف لا تزال مرتفعة نسبياً بالمقارنة بموارد المياه الأخرى.

ويقدر النويجى (١٩٩٤ م) أن الكمية المستخدمة حالياً من مياه البحر تصل إلى نحو ١٠ مليون متر مكعب فى العالم يومياً (أى حوالى ٣,٦٥ مليار متر مكعب فى السنة) أما شندى (١٩٩٢م) فقد أعطى بيانات تفصيلية عن كميات

المياه المحلاة في الوطن العربي مبيناً أن مجموعها حوالي ٢,٢٢٢ مليار متر مكعب سنوياً والغالبية العظمى منها في السعودية والإمارات والكويت وليبيا وقطر والبحرين، أما الكمية التي تقوم مصر بتحليتها فهي محدودة وقد تصل إلى حوالي ١١ مليون متر مكعب سنوياً في ذلك الوقت. ومما هو جدير بالذكر هنا أن معظم المياه المحلاة المنتجة عالمياً نتيجة لتكاليفها العالية فإنها مازالت تستخدم فقط في الوفاء بالاحتياجات السكانية .

٧-٢ طرق التحلية المختلفة

على الرغم من أن كثيراً من طرق وتقنيات التحلية قد تمت تجربتها إلا أن القليل منها هو الذي انتشر تجارياً على مستوى العالم وتوجد أربع تقنيات رئيسية للتحلية وهي:

التقنية الحرارية (التقطير)

وتتكون هذه التقنية من ثلاث خطوات رئيسية وهي إنتاج البخار ثم نقل البخار إلى مكثف ثم التكثيف. أما إنتاج البخار أو التبخير فهي ظاهرة تكتسب فيها جزيئات المياه كمية من الطاقة تكفي لها بالخروج من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية. ونقل البخار عملية يجب إنجازها بسرعة وعادة ما يتم ذلك عن طريق الضغوط أو درجات الحرارة المختلفة أو بالوسائل الميكانيكية، أما عملية التكثيف فتتم داخل أو خارج أنابيب صنعت من مواد تتحمل انتقال الحرارة في درجة عالية وإزالة الحرارة بسرعة ويسمح للسائل المكثف بالتدفق إلى نقطة تجميع. وقد بدأت صناعة إزالة الملوحة بطريقة التقطير منذ قديم الزمان على ظهور السفن العابرة للمحيطات وهناك ثلاث طرق رئيسية للتقطير يجري استخدامها حالياً في صناعة تحلية المياه وهي:

- الوميض متعدد المراحل (Multi-Stage Flash, MSF): تقوم فكرة وحدات التقطير بالوميض متعدد المراحل على أنه عندما يقل فجأة ضغط المنطقة التي

تعلو الماء المسخن، فإن الماء يغلى بعنف، ويحدث هذا الغليان بسرعة منتجاً كميات كبيرة من البخار.

- التقطير متعدد النتائج (Multi-Effect Distillation. MED): استخدمت طريقة التقطير متعدد النتائج على نطاق واسع في إنتاج مياه تغذية غلايات وحدات الطاقة الأرضية والمراكب العابرة للمحيطات، وكذا في صناعات السكر والملح منذ القرن التاسع عشر K وقد تمت موازنة التصميمات الأولى لتناسب مع صناعة مياه الشرب. وتعتمد هذه الطريقة على تكثيف البخار على أحد جانبي الأنبوب وتستخدم حرارة التكثيف الناشئة عن ذلك في تبخير المياه المالحة على الجانب الآخر من جدار الأنبوب. وهكذا، فإن حرارة التبخير المنقولة إلى المياه لإحداث التبخير الأولى يعاد استخدامها على نحو فعال من خلال ما يعقب ذلك من تبادل لحرارتي التكثيف والتبخير في المراحل التالية. ويتم الاستخدام وإعادة الاستخدام المتعاقبان لحرارتي التبخير والتكثيف من أجل زيادة الغليان عن طريق تقليل الضغط مما يتيح للمحلول الملحي الغليان عند درجات أقل أثناء تدفقه عبر الوحدة، لهذا السبب، فإن الوحدة متعددة النتائج تحقق وفراً في البخار وبالتالي فإن نسبة المياه المنتجة إلى البخار المستخدم تتناسب مع عدد النتائج.

- ضغط البخار (Vapor Compression (VC)): تختلف عملية ضغط البخار عن غيرها من عمليات التقطير في أنها لا تستخدم مصدراً خارجياً للحرارة، مثل البخار مثلاً، بوصفه طاقتها الأولية للتقطير. وتقوم بدلاً من ذلك بضغط بخار الماء، باستخدام ضاغط أو نفاث للبخار، لزيادة ضغط البخار وحرارة التكثيف. ويحدث تكثيف البخار على أحد جانبي الأنبوب الذي يعمل كسطح ناقل للحرارة، ويوضع محلول التغذية الملحي على الجانب الآخر من الأنبوب، وتستخدم حرارة التكثيف الناتجة على سطح الأنبوب في أحد الجانبين لغلي المحلول الملحي وإنتاج بخار الماء. وفي هذه الطريقة يستخدم أسلوبان لضغط بخار الماء، الأول استخدام ضاغط يمكن تحريكه بواسطة أى مصدر دوار مثل

محرك كهربائي مثلا، أو قاطرة ديزل أو توربين بالبخار. والأسلوب الثانى يتمثل فى استخدام قاذف بالبخار، وهو غالبا ما يعتبر ملائما حيث توجد كمية من فائض البخار المتبدد.

تقنية التجميد

بدأ استخدام هذه التقنية فى بداية هذا القرن وكانت الآمال معلقة عليها إلى حد كبير ولكنها لم تعط ما انتظر منها من نتائج ولم تنتشر على نطاق تجارى حتى الآن. و تقوم هذه الطريقة على فكرة اختلاف درجة حرارة الأملاح المختلفة المذابة فى المياه عن المياه النقية وبذلك يمكن فصل المياه بخفض درجة حرارة المحلول الملحى والوصول إلى درجة التجمد، ومن الطرق المشهورة التى تقوم على هذه التقنية طريقة البلورة (Crystallization) أو تجميد الأملاح (Salt Freezing).

التقنية الميكانيكية (الأغشية):

وتقوم هذه الطريقة على استخدام أغشية مختلفة الغرض لفصل المحلول الملحى عن المياه النقية (المحلاة) المستخلصة على الجانب الآخر من الغشاء ومن أشهر الطرق المستخدمة لهذه التقنية:

- طريقة الأسموزية العكسية (التناضح العكسى (Reverse Osmosis (RO): وهى عملية فصل بالأغشية، ويتم فيها فصل المياه من محلول ملحى مكيف الضغط وتدفقها من خلال غشاء ملائم. ويتم تقليل المحتوى الملحى للسائل المتدفق عبر الغشاء، والذى ينشأ عادة تحت ضغوط قريبة من الضغط الجوى، فى حين يزداد المحتوى الملحى لمحلول التغذية المكيف الضغط على الجانب الآخر من الغشاء. وحيث أنه لا يحدث أى تسخين أو تغير مرحلى، فإن الاستخدام الرئيسى للطاقة فى العملية هو اللازم لخلق ضغط مياه التغذية. وفيما يتعلق بإزالة ملوحة المياه الضاربة إلى الملوحة، يتراوح ضغط التشغيل

بوجه عام بين ١٧ إلى ٢٧ وحدة ضغط جوى فى حين يتراوح بالنسبة لإزالة ملوحة مياه البحر بين ٥٤ إلى ٦٨ وحدة ضغط. ويتم ضخ المياه المالحة لتكثيف ضغطها فى مواجهة غشاء فى حاوية مغلقة، وبمرور المياه النقية عبر الغشاء، يصبح المحلول الملحى أكثر تركيزاً. وفى نفس الوقت، يتيح أحد الصمامات تصريف جزء من مياه التغذية دون المرور عبر الغشاء. وهذا التصريف، أو الانحسار، ضرورى لتجنب ترسيب العناصر مفروطة التشبع فى المحلول الملحى، وللحيلولة دون تركيز الأملاح المذابة فى محلول التغذية الذى من شأنه زيادة الضغط الأسموزى الطبيعى.

- طريقة الديليزة بالكهرباء (Electro - Dialysis (ED): وتقوم هذه الطريقة على معاملة معظم العناصر الذائبة فى الماء الملحى بأنها ذات طابع أيونى، تنفصل وتنتشر فى المياه. فعندما توضع الإلكترودات بعد توصيلها بمصدر خارجى للتيار المباشر، فى إحدى حاويات المياه الملحة، يسرى التيار عبر المحلول (وهو الكتروليت معتدل بسبب الأملاح المتأينة) وتوجه الأيونات للنزوح إلى الإلكترودات الحاملة للشحنة المضادة. وهكذا فإن الأنيونات مثل الكلوريد تنزح نحو الإلكترود الموجب، بينما تنزح الكاتيونات مثل الصوديوم نحو الإلكترود السالب. يتطلب استخدام هذه الظاهرة فى إزالة ملوحة المياه وضع الأغشية التى ستتيح مرور الكاتيونات أو الأنيونات (وليس مرورهما معاً) فى المحلول بين الإلكترودات، ويتم ترتيب هذه الأغشية بالتبادل، أى غشاء انتقائى للأنيونات يليه غشاء انتقائى للكاتيونات. وعند شحن الإلكترودات تحول الأنيونات من مجرى المنتج الرئيسى وتمر عبر الغشاء الانتقائى للأنيونات إلى خلية التركيز (أو المحلول الملحى). وتمنع الأنيونات من الانتقال عبر جدار الوعاء المجاور، حيث إنه غشاء انتقائى للكاتيونات وهو يحول دون مرورها. كذلك تنتقل الكاتيونات من مجرى التخفيف فى الجانب الآخر من الغشاء الانتقائى للكاتيونات إلى خلية التركيز حيث تمنع من مواصلة التقدم نحو الإلكترود السالب عن طريق الغشاء الانتقائى

للأيونات. وبواسطة هذا التركيب، تتكون المحاليل المركزة والمخففة فى الفراغات الواقعة بين الأغشية المتبادلة. ويطلق على تلك الفراغات التى يربط بينها غشاءان (أحدهما أنيونى والآخر كاتيونى) اسم الخلايا. ويتكون أى زوج من الخلايا من خليتين، واحدة نزحت منها الأيونات (خلية تخفيف المياه المنتجة) والأخرى هى التى تتركز فيها الأيونات (خلية تركيز لمجوى المحلول الملحى)، والشبكة (أو المجموعة) النموذجية بها عدة مئات من أزواج الخلايا (خلية تخفيف وخلية تركيز)، وذلك حتى تكون نسبة الأيونات المنقولة من مجرى التغذية بالقياس إلى التيار الذى تحمله الأيونات بين الالكترودات كبيرة للغاية. وعند التشغيل، تمر مياه التغذية فى وقت واحد فى ممرات متوازنة عبر جميع الخلايا لتوفير تدفق مستمر من المياه المنتجة ومجرى المحلول الملحى، وهكذا يجرى تنظيف الأيونات المركزة.

التقنية الكيميائية:

وتعتمد هذه الطريقة على إضافة كيماويات للمياه المالحة المراد تحليتها ويحدث تبادل أيونى، ويكون الناتج عبارة عن بعض المركبات الراسبية والمياه النقية ولم تجد هذه الطريقة صدقاً واسعاً للاستخدام على نطاق تجارى، والطريقة المشهورة والمستخدمه لهذه التقنية هى طريقة التبادل الأيونى (Ion Exchange).

٣-٧ استهلاك الطاقة

تستهلك الطاقة فى عمليات التحلية بكثافة شديدة سواء كانت طاقة حرارية أم ميكانيكية أم كهربية، وبالتالي تمثل تكاليف الطاقة فى عمليات التحلية حوالى ٤٥٪ إلى ٨٥٪ من تكاليف الصيانة والتشغيل أو ١٥٪ إلى ٤٠٪ من التكاليف الإجمالية شاملة تكاليف الإنشاء والمعدات، ومع زيادة المحطات من حيث الحجم تزداد النسب المئوية لتكاليف الطاقة. ويمكن تقسيم أنواع محطات الطاقة المستخدمة فى الوقت الحالى إلى:-

- محطات الوقود الغازى

- محطات الفحم

- محطات الديزل

- محطات المفاعلات النووية

- محطات الطاقة المتجددة (طاقة الرياح - الطاقة الشمسية).

ومازال هناك دراسات جارية وقطعت شوطاً كبيراً فى استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة كبديل للطاقة التقليدية، ولا شك أنه فى حالة نجاح هذا البديل فسوف يحدث انقلاباً تكنولوجياً فى مجالات تحلية المياه. وتستخدم حالياً على نطاق تجريبى الطاقة الشمسية فى تحويل مياه البحر إلى بخار ثم تكثيفه ثانياً، ويعاب على هذه الطريقة أنها تحتاج إلى تجهيزات ضخمة جداً حتى يمكن الحصول على كميات كبيرة نسبياً من المياه. ويتوقف اختيار نوع التقنية المستخدمة فى عملية إزالة الملوحة على عوامل كثيرة، أهمها: نوع الطاقة المتاحة والعرض والطلب ومخرجات المحطة المطلوبة، وتتطلب بعض العمليات نوعاً معيناً من الطاقة، ذلك أن معامل التقطير (الوميض المتعدد المراحل، والتقطير المتعدد النتائج) تستخدم فى المقام الأول بخاراً مستمداً من غلاية أو مصدر تسخين آخر بالإضافة، فى أغلب الأحيان، إلى وحدة لتوليد الطاقة الكهربائية. وتعمل محطات الأوسموزية العكسية بوجه عام بالكهرباء كمصدر أساسى للطاقة، بينما تستخدم بعض أنواع محطات الديليزة بالكهرباء تياراً مستمراً. وتعمل مبخرات ضغط البخار بالكهرباء أو البخار ذى الضغط العالى أو وسائل تدوير تعمل بالديزل. وتستخدم أنظمة التقطير الكبيرة عادة البخار المستخرج من طرق التوربين منخفض الضغط من محطة لتوليد الكهرباء حيث ينتج البخار اللازم للتوربين بواسطة غلاية تسخن بالنفط أو الغاز الطبيعى أو الفحم. وفيما يتعلق بالتقنية الميكانيكية (الأغشية) فإن محركات الدفع المباشر قد استخدمت لتوليد الطاقة لبعض الوحدات الأوسموزية العكسية لمياه البحر. ويمكن

الحصول على الطاقة الخاصة بتشغيل المحطة من مصادر متنوعة، الأمر الذى يتوقف على تصميم المحطة وموقعها الجغرافى ومصادر الطاقة المتوفرة.

٧-٤ المحطات الثنائية الغرض

فى كثير من المواقع التى تحتاج إلى المياه بشكل متزايد يكون هناك أيضاً طلب متزايد على الكهرباء. وفى مثل هذه الظروف قد يكون من الأنسب الجمع بين إنتاج المياه و الكهرباء معاً فى محطة ثنائية الغرض. وتستخدم معظم المحطات غلايات بخارية وتوربينات لتوليد الكهرباء، مثال ذلك، أن الوقود الزيتى قد يحترق عند درجة حرارة ١٠٠٠ مئوية لتوليد بخار عند درجة حرارة ٥٤٠ مئوية ثم يتم تمرير البخار من خلال توربين يحرك مولداً كهربائياً. وعندما تكون الطاقة قد استهلكت وانخفضت درجة حرارة البخار إلى حوالى ٥٠ درجة مئوية فإنها تلفظ كنفائات فى محطات توليد الطاقة المزودة بتوربينات تقليدية لتكثيف البخار، ثم يعود الوقود المكثف إلى الغلايات كمياه لإعادة التسخين. ويمكن استخدام هذه الحرارة المنخفضة، التى تطرد إلى شبكة التبريد، كمصدر للطاقة الحرارية فى أنظمة التقطير. وهكذا يمكن استخدام البخار مرتين، مرة لإدارة التوربين (لتوليد الكهرباء) ومرة أخرى فى رفع درجة حرارة مياه البحر لإتاحة الفرصة للتقطير، ويشار إلى الوحدات التى تستخدم بخارها فى أكثر من غرض واحد على أنها محطات مزدوجة الغرض.

وتتمثل الميزة الكبرى لهذه النوعية من المحطات فى أنها تخفض وبشدة من استهلاك الوقود بالمقارنة بوحدتين منفصلتين تولدان الكهرباء والمياه المحلاة. فعندما يستخدم البخار المستخرج من وحدة توليد الكهرباء فى محطة لإزالة الملوحة فإن تكلفة البخار تكون اقل من ٦٠ إلى ٨٠ فى المائة فى حالة استخدام محطة منفصلة لتحلية المياه فقط (كوكس، ١٩٧٩م). وأوضحت الدراسات أن الوفرة فى التكلفة تصل إلى حوالى ٢٥ فى المائة حينما تقارن التكاليف الإجمالية لمحطة مزدوجة الغرض مع التكاليف الإجمالية لمحطة لإزالة الملوحة ومحطة

توليد الكهرباء تعمل كل منهما على حدة فى نفس الموقع وتحت نفس الظروف وتنتج نفس كمية الكهرباء والمياه (كونستيل وجانيش، ١٩٧٩م). وتجمع المحطات الثنائية فى الغالب بين محطة توليد كهرباء ووحدة للتقطير تعمل بطريقة الوميض متعدد المراحل. والعيب الرئيسى للمحطات المزدوجة الغرض هو أنها تصبح متداخلة، فإذا لم تعمل وحدة توليد الكهرباء، لا يكون هناك بخار لوحدة إزالة الملوحة، وإذا لم تعمل محطة إزالة الملوحة، لا يكون هناك مكثف للبخار، وللإبقاء على كلتا الوحدتين فى وضع تشغيل بصرف النظر عما يحدث لإحدهما أو للأخرى، يلزم تركيب معدات إضافية، وقد يتأثر موقع المحطة المزدوجة الغرض إلى حد كبير بالموقع الذى أختير لوحدة إزالة الملوحة، وقد لا يكون هذا الموقع بالضرورة هو الأنسب لإنتاج الكهرباء، وفى هذه الظروف قد ترتفع التكاليف بسبب توفير مرافق إضافية لنقل الكهرباء من موقع المحطة المزدوجة الغرض.

٧-٥ تحلية المياه واقتصادياتها

تعتبر عملية إزالة ملوحة مياه البحر بالرغم من ملوحتها العالية والتي قد تصل إلى ٣٥٠٠٠ جزء فى المليون وسيلة ممتازة للحصول على المياه النقية فى الأماكن التي يتعذر فيها وجود أى مورد مائى آخر فى المناطق الساحلية. وكما هو معروف فإن تكلفة التحلية تتوقف على نوع الطاقة والتقنية المستخدمة وحجم المشروع، ولكن حتى مع أرخص تكلفة متاحة حالياً تظل تحلية مياه البحر عملية مكلفة جداً، وقد بين برافرمان (١٩٩٥م) أن تكلفة تحلية متر مكعب من مياه البحر يمكن أن تصل إلى حوالى ٣,٣٤ جنيهاً مصرياً. غير أن تزايد ندره المياه وارتفاع تكلفة الحصول عليها من مصادرها التقليدية من ناحية، وتقدم العلم فى اكتشاف مصادر غير تقليدية للطاقة وأساليب تكنولوجية رخيصة من ناحية أخرى، قد يجعلنا نشهد فى المستقبل توسعاً فى تحلية مياه البحر لاستعمالها فى أغراض عديدة. واحتمالات المستقبل فيما يتعلق باستعمال الطاقة

الشمسية والطاقة الذرية فى تحلية المياه تبدو مباشرة وقد تنافس فى تكلفتها ومزاياها عملية استخلاص المياه الجوفية العميقة غير المتجددة، وربما أيضا تكلفة إعادة استخدام مياه الصرف بعد معالجتها. ولا يفوتنا أن إزالة ملوحة المياه تعنى مياهًا نظيفة خالية من الملوثات الضارة ولا تحتاج لبنية أساسية إضافية، حيث أن وحدات المياه تعمل بصورة المنظومة المتكررة يمكن زيادة سعة المحطة بإضافة وحدات تعمل على التوالي لزيادة إنتاجية المياه كلما دعت الحاجة إلى ذلك.

وتكلفة تحلية المياه الضاربة إلى الملوحة عادة أقل من تحلية مياه البحر، ويقصد بالمياه الضاربة إلى الملوحة الزعاق والتي يتوافر منها كميات كبيرة فى طبقات الأرض غير العميقة بالصحراء الغربية والشرقية وحواف الوادى وسيناء والتي قد تزيد ملوحتها عن ٣٠٠٠ جزء فى المليون. ولا تتعدى ١٢٠٠٠ جزء فى المليون. وكلما زادت الملوحة زادت الطاقة اللازمة لفصل أيونات الأملاح، وبالتالي تزداد تكلفة التحلية. ولا شك أن المياه الضاربة إلى الملوحة مصدر مائى غير مستغل قد تزداد الحاجة إليه فى المستقبل القريب مع زيادة الطلب على المياه، وقد قدر برافرمان (١٩٩٥م) تكلفة تحليه متر مكعب من المياه الضاربة إلى الملوحة بحوالى ١,٣٥ جنيهاً مصرياً وذلك طبقاً للأسعار السائدة فى ذلك الوقت للطاقة المستخدمة فى محطات التحلية.

تعتبر مياه الصرف الزراعى بصفة عامه مياهاً ضاربه إلى الملوحة حيث أنها تتميز بارتفاع نسبة الملوحة والمواد العضوية والتلوث البكتيرى. وتقدر كميته مياه الصرف الزراعى التى تصب فى البحر المتوسط والبحيرات الشمالية فى السنوات الأخيرة بحوالى ١٢,٤ مليار متر مكعب بملوحة متوسطة مقدارها ٢٧٥٠ جزءاً فى المليون. ومن هذه المياه حوالى ١,٤ مليار متر مكعب ذات ملوحيه بين ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ جزء فى المليون، وحوالى ٣,٦ مليار متر مكعب تزيد ملوحتها عن ٣٠٠٠ جزء فى المليون. وتحلية متر مكعب من مياه الصرف الزراعى التى لها ملوحيه حوالى ١٥٠٠ جزء فى المليون وجد أن تكاليفها تصل

إلى حوالى ٢,٠٥ جنيهاً مصرياً على أساس أسعار ١٩٩٨ بينما إذا كانت ملوحتها حوالى ٣٠٠٠ جزء فى المليون، تصل تكاليف تحليتها إلى حوالى ٢,٣٦ جنيهاً مصرياً على أساس أسعار ١٩٩٨.

ونظراً لأن الزراعة تعتبر أكبر قطاع مستهلك للمياه فقد قام نيف (١٩٩٦م) بمقارنة العائد الاقتصادى والمالى لوحدت الأحجام من المياه للمحاصيل الشائعة فى مصر عند زراعتها تحت الظروف العادية بالعائد الاقتصادى والمالى لوحدت الحجم من المياه لنفس المحاصيل عند زراعتها بمياه محلاه كانت فى الأصل مياهاً ضاربة إلى الملوحة فوجد أن استخدام المياه الضاربة إلى الملوحة المحلاة ليس ذا جدوى اقتصادية فى الزراعة، ومن المنتظر أن يستمر هذا الوضع فى المستقبل القريب حتى يتم اكتشاف تقنيات ومصادر للطاقة أقل تكلفة مما هو قائم الآن.

٨- الخلاصة

مما سبق يتضح أن حصة مصر من مياه النيل، والتي هي المصدر الرئيسي للمياه، ثابتة منذ ١٩٥٩م بالرغم من الزيادة المضطربة فى السكان والرقعة الزراعية، وقد فاقت الاحتياجات هذه الحصة المائية وتم تعويض هذا العجز فى الموارد من خلال تدوير عوادم وفوائد الاستخدامات خاصة مياه الصرف الزراعى والمخزون الجوفى الضحل بالدلتا والوادي. وتخطط الحكومة بل وبدأت بتنفيذ البنية الأساسية لعدة مشاريع زراعية كبرى فى سيناء وجنوب الوادي تتطلب كما كبيراً من المياه مما يستلزم تنمية متزايدة لمواردنا المائية المحدودة للإيفاء بالمتطلبات المائية المستقبلية. ويوضح جدول (٨-١) الرصيد المائى الحالى والممكن فى المستقبل والذي يتضح منه أن إجمالى المياه المستغلة حالياً تبلغ حوالى ٧٥ مليار متر مكعب سنوياً، وأنه يمكن زيادتها إلى حوالى ٨٨ مليار متر مكعب سنوياً من خلال تنفيذ المرحلة الأولى من قناة جونجلى والتوسع فى استغلال المخزون الجوفى والتوسع فى تدوير مياه الصرف الزراعى والصحى، وتعظيم الاستفادة بمياه الأمطار والسيول، مع الاعتماد على تحلية مياه البحر فى المناطق الساحلية. وتحقيق هذا الرصيد المائى المستقبلى قائم على عدة فروض هامة وصعبة التنفيذ وتحتاج إلى مجهودات كبيرة واستثمارات هائلة، نوجزها فيما يلى:-

- ستتجج الحكومة مع حكومة السودان فى حل مشكلة الجنوب، وأنهما ستستكملان معاً المرحلة الأولى لقناة جونجلى قبل عام ٢٠٢٠م لتزداد حصة مصر من مياه النيل بمقدار ٢ مليار متر مكعب سنوياً.
- ستتجج الحكومة فى القضاء على مشاكل تلوث المصارف الزراعية والتي تمثل العائق الرئيسى أمام التوسع فى إعادة استخدام مياه الصرف الزراعى، وأنها ستدبر الموارد المالية اللازمة لإنشاء محطات خلط مياه الصرف الزراعى بمياه الترعى.

جدول (٨-١) الرصيد المائي الحالي ولعام ٢٠٢٠م (مليار متر مكعب سنوياً)

المصدر	الرصيد لعام ٢٠٢٠م	الرصيد لعام ٢٠٢٠م
نهر النيل	٥٧,٥	٥٥,٥
إجمالي	٥٧,٥	٥٥,٥
المياه الجوفية		
- خزان الدلتا والوادي	٧,٥٠	٥,٥٠
- الخزانات الساحلية	٠,٠٨	٠,٠٦
- خزان رمال المغرة	٠,١٢	٠,٠٦
- خزان الصخور الجيرية	-	-
- خزان رمال النوبيا	٢,٦٥	٠,٨
- خزان صخور القاعدة	-	-
إجمالي	١٠,٣٥	٦,٤٢
تدوير عوادم الاستخدامات		
- مياه الصرف الزراعي		
- ترع الدلتا	٨,٥٠	٤,٥٠
- نهر النيل وفرعيه	٤,٠٠	٤,٠٠
- بحر يوسف والفيوم	١,٠٠	١,٠٠
- الاستخدامات غير القانونية	٣,٠٠	٣,٠٠
- مياه الصرف الصحي	١,٩٠	٠,٢٠
- مياه الصرف الصناعي	-	-
إجمالي	١٨,٤٠	١٢,٧٠
الأمطار والسيول		
- الأمطار والسيول	١,٥٠	٠,٥٠
إجمالي	١,٥٠	٠,٥٠
التحلية	٠,٢٥	٠,٠٣
إجمالي	٠,٢٥	٠,٠٣
الإجمالي	٨٨,٠٠	٧٥,١٥

- ستقوم الحكومة بالتوسع فى معالجة مياه الصرف الصحى لتصل عام ٢٠١٧م إلى ١,٩ مليار متر مكعب سنوياً.
- ستدبر الحكومة الاعتمادات المالية اللازمة للتوسع فى استغلال المخزون الجوفى الضحل بمنطقتى الدلتا والوادي، وقد تقوم الحكومة بنفسها أو قد تلجأ للقطاع الخاص لإنشاء وإدارة الآبار العميقة فى سيناء والصحراء الغربية والشرقية.
- ستقوم الحكومة بتطوير إدارة الشبكة المائية لاستيعاب الأمطار فى شمال الدلتا والسيول بجنوب الوادي، واستغلالهما الاستغلال الأمثل.
- ستقوم الحكومة بتشجيع القطاع الخاص لإنشاء وحدات تحلية على ساحل البحرين الأحمر والمتوسط لاستخدامات السكان والسياحة والصناعة بدلاً من اعتماد المشاريع والمدن الساحلية على مياه النيل.
- سياسات ترشيد الاستخدامات المائية التى ستقوم الحكومة بتنفيذها فى الفترات القادمة وحتى عام ٢٠١٧م والتى تشمل تقليص مساحات المحاصيل الشرهة للمياه، واستخدام الري الحديث فى الدلتا والوادي سيكون لها تأثير مباشر على معدل تغذية الخزان الجوفى وعلى كمية ونوعية مياه الصرف، مما يقلل الكميات الممكن استغلالها من كل من هذين الموردين فى المستقبل، ويجب أخذ ذلك فى الاعتبار فى حسابات الميزان المائى.
- سيؤثر مشروع تطوير الري أيضا على فواقد التسرب من المساقى والترع، حيث ستقل هذه الفواقد، وبالتالي سيقبل معدل تغذية المخزون الجوفى وأيضاً مياه الصرف، ولذلك فإنه فى حالة إضافة كميات المياه التى سيتم توفيرها من الفواقد، فإنه يجب خصمها كلية أو جزء منها من رصيد المخزون الجوفى ومياه الصرف، ذلك باستثناء الأراضى الزراعية على الشريط الساحلى حيث تهدر الفواقد إلى البحر، وليس ممكناً إعادة تدويرها.

- تحويل مياه نهر النيل إلى مشروع توشكى سيؤدى إلى تقليل المياه المنصرفة إلى الوادى والدلتا بنفس قيمة المياه المحولة، مما سيؤثر سلباً على معدلات تغذية المخزون الجوفى وعلى مياه الصرف، ومن الصعب تقدير هذا التأثير بدقة معقولة خاصة مع المؤثرات الأخرى من ترشيد الاستخدامات وتطوير الري.

- سيتم تقنين الاستخدامات غير القانونية لمياه الصرف الزراعى وذلك من خلال السماح للقطاع الخاص بإنشاء محطات خلط للاستخدام الوسيط لمياه الصرف، أو من خلال سياسة تصاريح للمزارعين لاستخدام مياه الصرف فى حالة ثبوت الضرورة لذلك.

٩- المراجع

- أحمد فؤاد جنوب، "دراسة عامة للمياه العذبة فى ساحل البحر الأحمر"، تقرير مقدم للشركة العامة للبترول، القاهرة، ١٩٦٩م.
- الجمل، "استخدام مياه الصرف الصحى فى الري"، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة عين شمس، ١٩٨٤م.
- أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا، "المؤتمر القومى حول البحث العلمى والمياه - جزء ٣: إعادة استخدام المياه"، المركز المصرى الدولى للزراعة، القاهرة، ١٩٩٠م.
- المركز القومى لبحوث المياه، "الاستخدامات والإدارة الزراعية للمياه متدنية النوعية - مياه الصرف الصحى" وزارة الموارد المائية والري - ١٩٩٦م.
- إسماعيل محمود الرملى، "وضعية وإمكانيات الموارد المائية بالصحارى المصرية"، معهد بحوث الصحراء، مكتب الإرشاد الزراعى، نشرة رقم ٩، القاهرة، ١٩٨٤م.
- عبد الغفار وآخرون "الخبرة المصرية فى معالجة واستخدام مياه ومخلفات الصرف الصحى فى الزراعة" الباب السابع عشر للتقرير المتقدم من بيسكود وعرعر، بترورث، سفينكس ١٩٨٨م.
- الهيئة العامة للأرصاد الجوية "أطلس المناخ لجمهورية مصر العربية"، جمهورية مصر العربية، ١٩٩٦م.
- تقرير السيول الصادر عن وزارة الموارد المائية والري، ١٩٩٦م.
- كامل عامر، "التنبؤ بالأمطار والإدارة الاستراتيجية للري"، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة جامعة القاهرة ١٩٩٩م.

- صالح نور، "معوقات المياه الجوفية بالصحراء الغربية" بحث مقدم فى ندوة مشروع ترعة جنوب الوادى الجديد"، جمعية التخطيط بجمعية المهندسين المصرية، القاهرة، ١٩٩٧م.
- عبد القادر على، "موارد المياه فى مصر ووسائل تميمتها وتطوير إدارتها"، المؤتمر السنوى الثالث للمياه العربية وتحديات القرن الحادى والعشرين"، جامعة أسيوط، مركز دراسات المستقبل، جمهورية مصر العربية، ١٩٩٨م.
- على النوبجى، "مشكلة المياه فى مصر"، دراسات صوت العرب (٢)، دار صوت العرب للثقافة والعلوم، القاهرة، ١٩٩٨م.
- مجدى شندى، "المياه: الصراع القادم فى الشرق الأوسط" كتاب أكتوبر، دار المعارف، القاهرة، ١٩٩٢م.
- محمد نصر علام، "قراءة فى ملفات النيل ٢٠٠٢"، جريدة الأهرام ٢٣ مليون ١٩٩٩م.
- معهد بحوث المياه الجوفية، "إمكانية استصلاح ٦٠,٠٠٠ فدان بمنطقة وادى الفارغ، تقرير مقدم للشركة العامة للأبحاث والمياه الجوفية "ريجوا"، القاهرة، ١٩٩٢م.
- معهد بحوث المياه الجوفية، "المياه الجوفية بوادى النيل والدلتا - الإمكانيات والمحاذير"، القاهرة، ١٩٩٧م.
- وزارة الموارد المائية والرى، "مياه الصرف الزراعى فى مصر"، تقرير مجموعة العمل لدراسة موقف مياه الصرف الزراعى (القرار الوزارى رقم ٢٠٨ لسنة ١٩٩٧م)، القاهرة، ١٩٩٧م.

- Abdel Azim, R. A., "Agricultural Drainage Water Reuse in Egypt: Current Practices and a Vision for Future Development," Ph.D. thesis, Cairo University, 1999.
- Abu-Zeid, M. and A. Radi, "Water Management in Egypt and Policies," A study presented to the World Bank Policy Workshop, Washington D.C., USA., 1991.
- Allam, G. and Fahmy, A., "Water Resources Potentials of Nile Basin Stakeholders: Overall Assment, Nile 2002 Conference, Tanzania, 1995.
- Attia, F. A. R., "Management of Water Systems in Upper Egypt," Ph.D. Thesis, Faculty of engineering, Cairo University, 1985.
- Attia, F. A. R., and K. Hefny, "Seasonal Storage of Groundwater," Conference on Irrigation and Drainage for the Desert and Semi Desert Regions, Cairo, 1987.
- Ayers, R. S. and D. W. Westcot, "Water Quality for Agriculture," Irrigation and Drainage Paper Number 29, Food and Agricultural Organization, Rome, 1985.
- Braverman, A., N. Hassid, and S. Drori, "Desalination Prospects West of the Jordan River: Problems and Solutions," IDA World Congress on "Desalination and Water Sciences", Abu Dhabi, UAE, 1995.
- Chan, S. and Engleson, P., "Water Balance studies of the Bahr El Ghazal Swamp, " TAP Report 80-14, Technology Adaptation Program, M.I.T., Cambridge, Massachusetts, 1980.
- Cox, R. B., "Energy costs of various desalting processes," Pure Water (Englewood, New Jersey) 8:4, 1979.
- Dames and Moore., "Sinai Development Study Phase 1," Final Report- Water Supplies and Costs, Vol. V, Report submitted to the Advisory Committee for Reconstruction Ministry of Development, Cairo, 1985.
- Desert Irrigation Department., "Groundwater Resources in the Northwestern Coastal Zones," Report submitted to the National Academy of Technology and Scientific Research, Cairo, 1978.
- Development Research & Technological Planning Center, "Groundwater Resources Evaluation in East Oweinat Area – Groundwater Model," Report submitted to the General Petroleum Co., Cairo, 1984.

- El-Behery, M., "Water Resources and Sustainable Development in Sinai Peninsula – Egypt," Ph. D Thesis submitted to the faculty of science, Ain Shams University,, Cairo,1998.
- El-Ramly, I. M., "Contribution to the Hydrogeological Study of Limestone Terrains in UAR," Actes du colloques de Dubrovnik 1965, Hydrologic des Roches Fissures, Vol. 1, Pub. No.73, AIHS-UNESCO, 1967.
- Elqousy, D. and S El-Guindy, "Water and Salt Balance of the Nile Delta, A new Approach," Cairo, Egypt, 1989.
- Ezzat, M. A., and Abdel Azim Abu El Atta, "Regional Hydrogeological Conditions – El-Wadi El-Gedid Project Area," Part I of the Groundwater Series in A.R.E, Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Cairo, 1974.
- Ezzat, M. A. et al, "South Qattare Area- Groundwater Model," Internal Report, General Petroleum Co., Cairo, 1977.
- Euro Consult/ Pacer Consultants, "Regional Development Plan for New Valley," Report submitted to Ministry of Land Reclamation, Cairo, 1983.
- Hefny, K., "Planning for Groundwater Development of Nubian Sandstone Aquifer for sustainable Agriculture," Round Table Meeting on Planning for Groundwater Development in Arid Region – Scientific Monthly Magazine of the Water Research Center, Cairo, 1991.
- Hefny, K. and A. Shata, "Strategies for Planning and Management of Groundwater in the Nile Valley and Delta in Egypt," Strategic Research Program – Working Paper Series No. 31 – 1, Environmental and Natural Resources Policy and Training Project (EPAT), 1995.
- Heinel, M.F, and P.E Brinkman, "Special Research Project in Arid Areas, Groundwater Model for the Nubian Sandstone Aquifer System," Technical University of Berlin, Germany, 1989.
- IL Nouvo Castoro, "Techno-Economic Feasibility Study of the Reclamation of 50.000 Feddan in El- Farafra Oasis," Vol-4 Geohydrogeology–submitted to the General Authority for Rehabilitation Project and Agricultural Development, Cairo, 1986.
- Kuenstle, K. and V. Janisch, "Optimization of a dual purpose plant for Seawater desalination and electricity production," Desalination 30:1:555 570. , 1979.

- Louis Berger International and Pacer Consultant, "Drainage Water Irrigation Project," (DWIP), Final Report, November, 1997.
- Ministry of Water Resource and Irrigation, "National Policy for Drainage Water Reuse," Report No. 8, Cairo, 1998.
- National Water Research Center, Drainage Research Institute, "Reuse Monitoring Program," Year Book, Drainage Water in the Nile Delta, Cairo, 1994.
- National Water Research Institute, Strategic Research Program, "National Level Strategies and Policies for Utilizing Egypt's Water Resources," Cairo, 1996.
- Neff, R., "Evaluation of Desalination for Water Reuse / Recycling," water Resources Strategic Research Activity, National Water Research Center, Unpublished Working Paper, Cairo, Egypt., 1996.
- Nour, S.E and M. Yehia, "Hydrogeology of Cretaceous Aquifer Systems in Sinai Peninsula," Internal Report, Water Resources research Institute, Water Research Center, Cairo, 1993.
- Nour, S.E., "Hydrogeology of Deep Aquifer in the Western Desert and Sinai," Report No.10, APRP – Water Policy Reform Activity, Ministry of Public works and water resources/ USAID, 1998.
- Pirard, F., "Red Sea Governorate Regional Plan," Interime Report Assessment of the Water Resources, Bureau de Recherches, Geologique et Minieres, submitted to the Ministry of Development and New Communities, Cairo, 1980.
- Research Institute for Water Resources/ Commission of the European Communities, "Sinai Water Resources Study-Modeling of Three Aquifers in El-Arish, Rafaa and El Qaa Plain Areas," Cairo, 1990.
- Research Institute for Groundwater/ IWACO., "Groundwater Management Western Nile Delta Region," Cairo, 1990.
- Research Institute for Groundwater/ IWACO "Environment Management of Groundwater Resources, Identification and Selection of Areas for Monitoring Groundwater Quality," Cairo, 1998.