استغلال المياه الجوفية فى واحات الصحراء الغربية بمصر

(مع الاشارة بوجه خاص الى الواحات الخارجة والداخلة)

للدكتور نبيل سيد امبابى *

مقدمـة :

تعتبر الصحراء الغربية أكبر أقاليم مصر، حيث أنها تشغل حوالى ٢/٣ مساحة مصر البالغ قدرها مليون كيلو متر مربع تقريبا (شكل ١) . وتنفرد هذه الصحراء بعدة ظاهرات طبيعية تجعلها مميزة عن بقية أقاليم مصر الأخرى . وبطبيعة الحال ، ليس هذا المقال مجال مناقشة الخصائص التفصيلية لهذه الظاهرات ، ولكن سوف نوجز منها ما يؤثر على استغلال المياه الجوفية فى منخفضات هذه الصحراء .

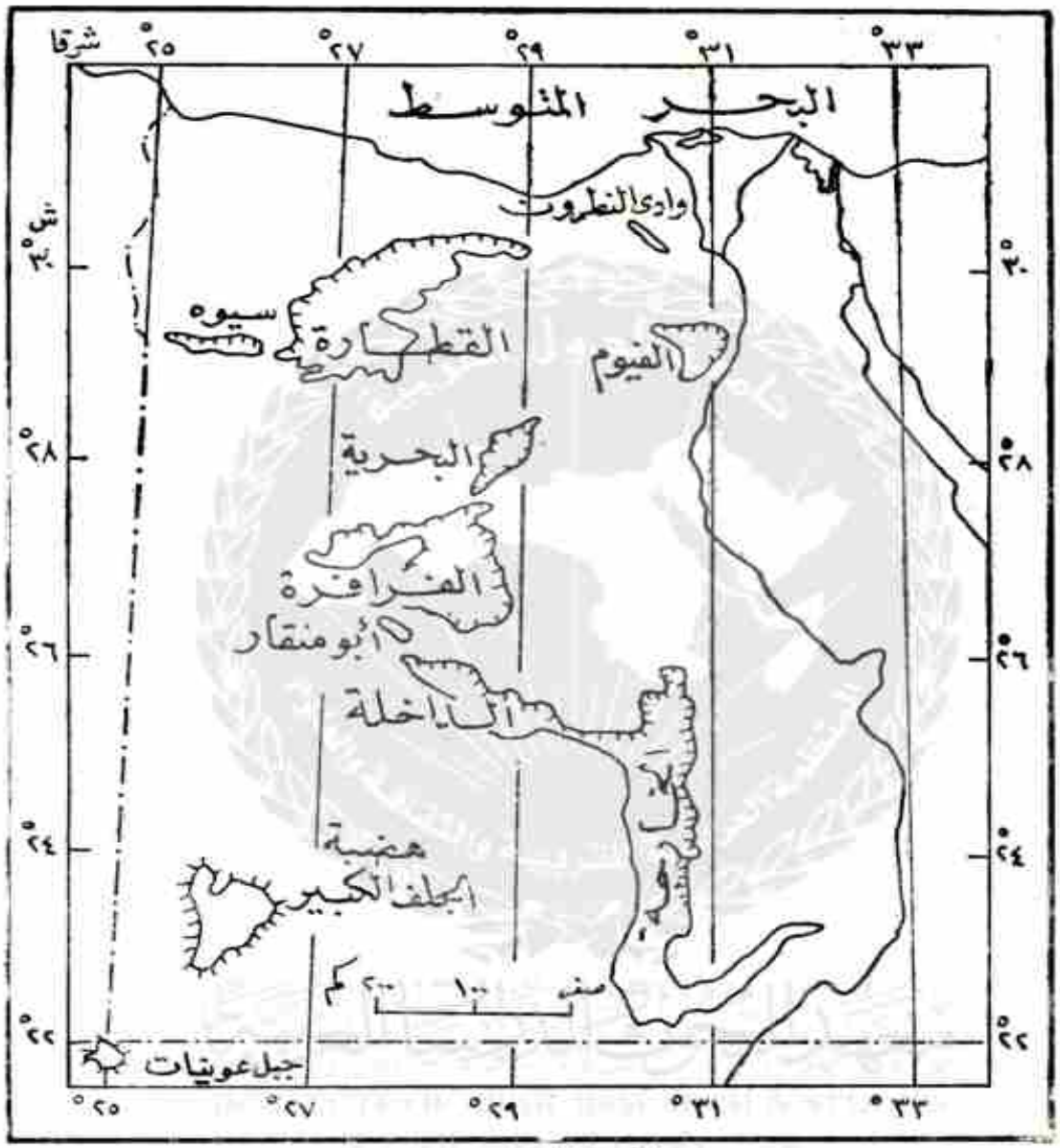
والجفاف الشديد هو سمة رئيسية من سمات الصحراء الغربية وذلك اذا استثنينا الشريط الساحلى الشمالى ، حيث يلاحظ من الجدول رقم (١) اختلافا كبيرا فى معامل الجفاف (Wallen, 1967, p. 370) بين محطات الساحل الشمالى وبين جميع المحطات التى تقع الى الجنوب منه . وقد نتج هـذا الجفاف الشديد من ارتفاع درجة الحرارة وندرة التساقط ، مما أدى الى الاعتماد الكلى على المياه الجوفية لقيام أى نشاط بشرى فى هذه الصحراء

وتتكون الصحراء الغربية مـن هضاب شاسعة ومنخفضات كبيرة . وترتفع هذه الهضاب ٣٠٠ ــ ٥٠٠ متر فوق منسوب سطح البحر ، وهى من الجنوب الى الشمال : هضبة الجلف الكبير ، والهضبة الايوسينية فى الوسط ، وهضبة مرمريكا فى الشمال . وتمتد سطوح الهضاب عدة مئات من الكيلو مترات فى معظم الاتجاهات ، كما تتميز سطوحها بالانحدرات

---

* أستاذ الجغرافيا المساعد بجامعة عين شمس .

الخفيفة فيما عدا سفوح بعض الاشكال الصغيرة التى تتناثر عليها مثل التلال المنعزلة .



شكل (١) منخفضات الصحراء الغربية

وتحصر الهضاب فيما بينها منخفضات الصحراء الغربية الشهيرة وهى : الداخلة ــ الخارجة ــ الفرافرة ــ البحرية ــ الفيوم ــ وادى النطرون ــ القطارة ــ سيوة وتنخفض قيعان هــذه المنخفضات حوالى ٢٠٠ متر عن منسوب سطوح الهضاب المجاورة التى تطل عليها بواسطة جروف شديدة

الانحدار من أكثر من جانب أو من جميع الجوانب • وتمثل هذه المنخفضات مناطق تصريف داخلى ليس لها أدنى اتصال بالبحر • وفيما عـدا منخفض القطارة الذى لا يوجد به أى نوع مـن الاستقـرار البشرى ، ومنخفض الفيوم الذى تعتمد فيه الحياة على مياه النيل ، يعتمد الاستقرار البشرى فى بقية المنخفضات على المياه الجوفية التى تتدفق فى قيعان المنخفضات والتى أدت الى نشأة الواحات المصرية •

جدول رقم (١)

معامل الجفاف فى الصحراء الغربية بمصر

المحطة	متوسط الحرارة العظمى لادفا الشهور(١) (مئوية)	متوسط الحرارة الصغرى لابرد الشهور(٢) (مئوية)	معدل المطر السنوى السنوى(٣) (ملليمتر)	معامل الجفاف ٣ = (٢+١) (٢—١)
السلوم	٣١,٠	٨,٩	١١٩,٧	١٣,٥
سيدى برانى	٢٩,١	٨,٢	١٣٨,٥	١٧,٨
مرسى مطروح	٢٩,٩	٨,١	١٤٤,١	١٨,٢
الضبعة	٣٠,٠	٧,٠	١٤٢,٦	١٦,٧
الأسكندرية	٢٦,٧	٩,٣	١٩٢,١	٣٠,٧
رشيد	٣٠,٢	١١,١	١٦٠,٠	٢٠,٣
وادى النطرون	٣٦,٦	٧,٣	٥٣,٧	٤,٢
القاهرة	٣٥,٤	٨,٦	٢٣,٨	٢,٠
سيوه	٣٨,٠	١١,٩	٩,٩	٠,٨
البحرية	٣٦,٨	٤,٧	٤,٣	٠,٣
الفرافرة	٣٧,٦	٣,٩	١,٩	٠,١
الداخلة	٣٨,٦	٤,٤	٠,٧	٠,٠٤
الخارجة	٣٩,٤	٥,٩	١,٣	٠,٠٨

المرجع Climatological Normals for U.A.R. up to 1960, Meteorological Dept. of Egypt, Cairo, 1968.

* معامل الجفاف لـ Emberger

وتنشر الارسابات الرملية فى أجـزاء متفرقة مـن الصحراء الغربية ، ولكنها تغطى فى مجموعها مايقرب مـن ⅕ مساحة هذه الصحراء ، وهى تتخذ ثلاثة أشكال :

١ ــ الكثبان الرملية ، والنوع السائد منها هو الكثبان الطولية التى تمتد من عدة عشرات الى عدة مئات من الكيلو مترات فى اتجاه شمالى جنوبى تقريبا ، مثل غرد أبو محرك الذى يبلغ طوله حوالى ٥٠٠ كم ابتداء من الطرف الشمالى الشرقى لمنخفض البحرية حتى المدخل الشمالى لمنخفض الخارجة . وعندما يدخل غرد أبو محرك منخفض الخارجة يتحلل الى عدة نطاقات فرعية من الكثبان الهلالية . والشكل الهلالى هو النوع الثانى مـن الكثبان السائدة فى الصحراء الغربية خصوصا فى المنخفضات ، وأهم ما يتميز به هذا النوع من الكثبان أنه يتحرك فى اتجاه هبوب الرياح السائدة وهو الاتجاه الجنوبى مما يهدد أى نشاط بشرى يقع فى مناطق تحركها .

٢ ــ بحار الرمال ،وهى عبارة عـن اصقاع شاسعة من تجمعات الرمال ، وأهمها بحر الرمال الأعظم الذى يمتد من جنوبى منخفض سيوة حتى الحدود الشمالية تقريبا لهضبة الجلف الكبير ، وكذلك بحر الرمال الذى يمتد من جنوبى منخفض الفرافرة الى أن يدخل منخفض الداخله حيث يتحلل الى نطاقات من الكثبان الهلالية .

٣ ــ الغطاءات الرملية ، وهى عبارة عن طبقة رقيقة من الرمال يتراوح سمكها بين ٢٠ ، ٤٠ سنتيمتر ، وهى تغطى بعض السطوح المستوية فى الجزء الجنوبى من الصحراء الغربية وفى قيعان المنخفضات .

وتحتوى مكونات الحجر الرملى الثوبى التى تمتد تحت كل الصحراء الغربية على طبقات صخرية مائية Aquifers على أعماق مختلفة من سطح الارض . وقداستغلت مياه بعض هذه الطبقات خصوصا القريب منها من سطح الارض منذ فترة طويلة فى بعض المنخفضات وأدت الى نشأة الواحـات بها . ومنذ استغلال هـذه المياه الجوفية فى الأغراض الزراعية ظهرت عدة مشاكل أمكن التغلب على بعضها ولم يتم التغلب على البعض الآخر ، ولكن

ازدادت حدة هذه المشاكل وظهرت مشاكل جديدة مع المحاولات الحديثة وعلى وجه الخصوص منذ عام ١٩٦٠ مع بداية مشروع الوادى الجديد لاستزراع مساحات كبيرة من الأراضى الصالحة للزراعة فى شكل مزارع واسعة فى قيعان المنخفضات ، وبالتالى استغلال كميات أكبر من المياه الجوفية عن طريق حفر آبار جديدة فى الطبقات المائية العميقة .

وهناك دراسات سابقة تناولت جوانب عديدة للمياه الجوفية فى الصحراء الغربية بمصر (أنظر قائمة المراجع) وقد تطرق بعضها لمشكلة أو أكثر من مشاكل الاستغلال ، ولكن لاتوجد دراسة كان الهدف منها هو معالجة مشاكل الاستغلال واقتراح حلول لها أو لبعض منها ، وهذا هو هدف هذا المقال .

ومن أجل تحقيق هذا الهدف ، سوف نعرض باختصار ــ فى البداية ــ للخصائص الجيولوجية والهيدرولوجية لمكونات الحجر الرملى النوبى الذى يحتوى على الطبقات الصخرية المائية ، ونبذة عن مشروع الوادى الجديد فى منخفضات الخارجة والداخلة والفرافرة والبحرية دسيوة وهو المشروع الذى كان يهدف الى استزراع مساحات كبيرة فى هذه المنخفضات عن طريق استغلال كميات أكبر من المياه الجوفية المختزنة فى الطبقات المائية العميقة . ولذلك سوف ينقسم هذا المقال الى ثلاثة أجزاء رئيسية وهى :

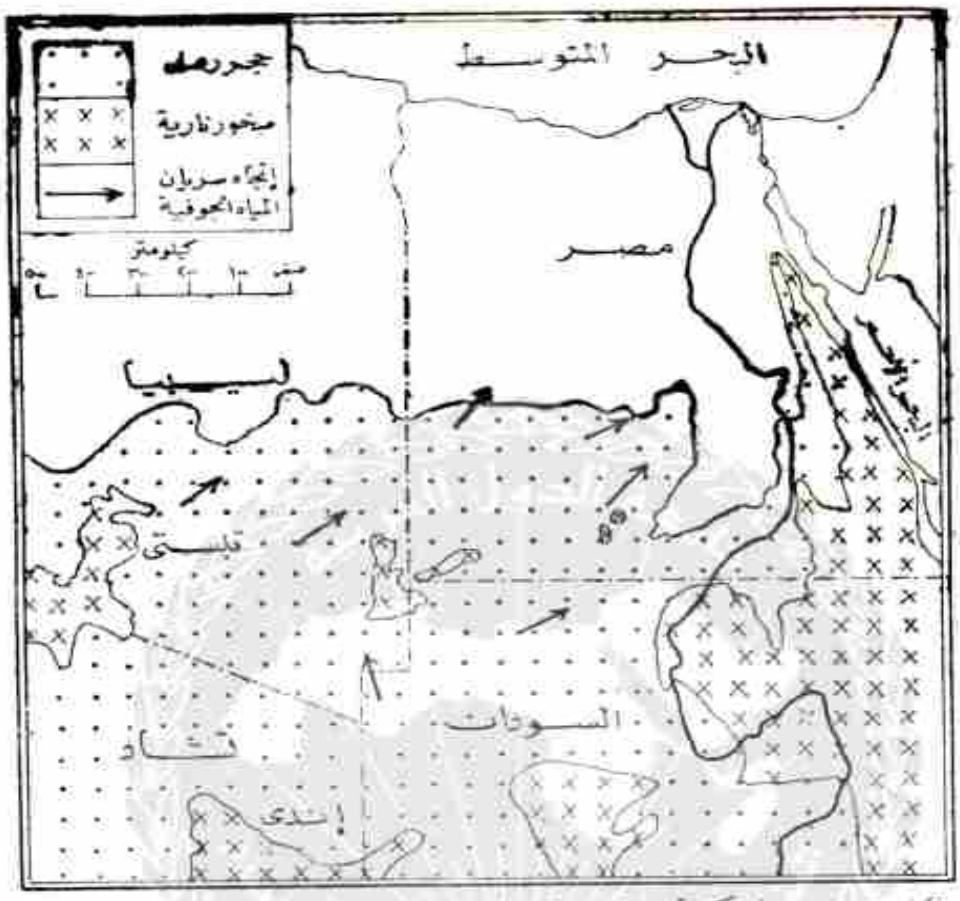
أولا ــ الخصائص الجيولوجية والهيدرولوجية لمكونات الحجر الرملى النوبى .

ثانيا ــ نبذة عن مشروع الوادى الجديد .

ثالثا ــ مشاكل استغلال المياه الجوفية .

أولا ــ الخصائص الجيولوجية والهيدرولوجية لمكونات الحجر الرملى النوبى :

يظهر الحجر الرملى النوبى على السطح فى مساحة كبيرة فى مصر خصوصا فى الجنوب ولكنه يمتد خارج حدود مصر فى ليبيا وفى شمال السودان تشاد (شكل ٢). ويتكون الحجر الرملى النوبى من طبقات متتالية متقاطعة من الرمال والحجر الرملى يتخللها بعض الطبقات من الطين



شكل (٣) إمتداد مكونات الحجر الرملي النوبي في مصر والدول المجاورة
تصرف عن ٢٢٨٢، ١٩٥٧ #

والطفل • ولقد ترسبت هذه الصخور على صخور القاعدة النارية مباشرة تحت الصخور الرسوبية الأحدث . وهي بذلك تعتبر أقدم الصخور الرسوبية في الصحراء الغربية • وقسمت طبقات الحجر الرملي في منخفض الخارجة الى ثلاثة مجموعات رئيسية حسب عمرها الجيولوجي (Shata, Farag, El-Shazly, 1959, p. 22) وهي كالآتي :

١ ــ مجموعة سطحية من الحجر الرملي والطين (كريتاس أعلى) •

٢ ــ مجموعة وسطى من الحجر الرملي والكونجلومرات والطين (الزمن الأول ــ الزمن الثاني) •

٣ ــ مجموعة سفلية من الحجر الرملي والرمال (الزمن الأول) وهذه تقع فوق صخور القاعدة مباشرة •

ومكونات الحجر الرملى النوبى ذات سمك كبير ، ولكن هذا السمك يزداد فى اتجاه الشمال ، فهو قليل نسبيا فى جنوب مصر (حوالى ٤٠٠ متر قرب حدود السودان) ، ثم يزداد فى الواحات الخارجة (٨٠٠ متر) وفى الواحات الداخلة (١٢٠٠ متر) الى أن يصل الى حوالى ٢٠٠٠ متر فى منخفض البحرية ، والى أكثر من ٣٠٠٠ متر عند منخفض القطارة (محمد على عزت ، ١٩٦٤ ، ص ٨) .

وتتميز الطبقات الرملية فى مكونات الحجر الرملى النوبى بأنها ذات مسامية عالية وذات طاقة تخزينية كبيرة للمياه الجوفية . وتعتبر كمية المياه العذبة المختزنة فى الطبقات المائية منها من أعظم كميات المياه الجوفية فى العالم (Ezzat, 1964, p. 5) وتقع هذه الطبقات المائية على أعماق مختلفة من سطح الأرض ، فالبعض منها عميق جدا وهو الذى يقع فوق صخور القاعدة ، والبعض الآخر قريب من مستوى سطح الأرض (١٠٠ ــ ١٥٠ مترا تحت السطح) ، وبعض الطبقات الأخرى تقع على عمق متوسط يتراوح بين ٣٥٠ ، ٥٠٠ مترا تحت سطح الأرض .

ويفصل الطبقات المائية بعضها عن البعض الآخر طبقات أخرى (من الطين والطفل) غير مسامية ، أى أنها محصورة بين طبقات صماء مما جعل المياه المختزنة فيها واقعة دائما تحت ضغط أعلى من الضغط الجوى . ومن ثم اذا وجدت المياه المختزنة فى الطبقات المائية مخرجا (شق طبيعى أو اخترقها بئر) قد تظهر على سطح الأرض دون حاجة الى ضخها وهى بذلك تعتبر من النوع الارتوازى .

وقد أوضحت معظم الدراسات أن مصدر المياه الجوفية المختزنة فى مكونات الحجر الرملى فى الصحراء الغربية هو مياه الأمطار التى تسقط على جبال تبستى وايردى واندى فى تشاد Ball, 1927, Murray, 1952 Ezzat, 1959, Parson's, 1962 ثم تتسرب هذه المياه بعد ذلك فى الطبقات

الرملية التى تنتمى لمكونات الحجر الرملى النوبى والمنكشفة على السطح فى هذه المناطق ، ثم تسرى بعد ذلك فى الطبقات الرملية منها فى اتجاه الميل الاقليمى الا وهو الشمال والشمال الشرقى أى فى اتجاه الصحراء الغربية بمصر • ولكن يعتقد بعض الدراسين (Beadnell, 1901, Sabry, 1957.) أن مصدر المياه الجوفية هو مياه النيل التى يفقدها نهر النيل عندما يقطع طبقات الحجر الرملى النوبى فى السودان ومصر ، الا أن البعض الآخر من الدراسين (Shata & Higazy, 1960) يعتقد أن جزءا من المياه المختزنة فى الطبقات المائية السطحية والوسطى هى مياه حفرية تخلفت عن مياه الأمطار التى كانت تسقط على الصحراء الغربية فى عصر البليوستوسين ثم تسربت الى هذه الطبقات •

ثانيا ـ نبذة عن مشروع الوادى الجديد :

حتى الأربعينات الأخيرة من القرن الحالى لم تستغل الا الطبقات المائية القريبة من السطح فى كل الواحات التى تقع فى الصحراء الغربية حيث كان يتم حفر الآبار بطرق أولية واستغلال المياه الارتوازية التى تتدفق منها بواسطة الاهالى بهدف زراعة المحاصيل الغذائية التى تكفى حاجة السكان المحليين وزراعة بعض المحاصيل النقدية مثل نخيل البلح والزيتون لتصدير ثمارها الى وادى النيل • وفى الفترة من أواخر الاربعينات حتى الخمسينيات الأولى ، كانت هناك محاولة لاستغلال الطبقات الاعمق خصوصا الوسطى منها وتم حفر ١٩ بئرا موزعة على الخارجة والداخلة (تسع آبار فى كل منها) والبحرية (بئرا واحدة) (١) • (محمد على عزت ، ١٩٦٤ ، ص ٩) • وكان الهدف من حفر هذه الآبار هو استغلال المياه الجوفية من الطبقات المائية العميقة نسبيا من أجل استكشاف التوسع الزراعى فى الواحات المصرية • وفعلا تم زراعة مساحات تتراوح بين ١٠٠ ،

---

(١) اشرف على هذه الآبار مصلحة رى الصحارى بوزارة الاشغال وقتئذ .

٦٠٠ فدان فى شكل مزارع واسعة حول الآبار التى تدفقت منها المياه .

وفى عام ١٩٥٩ تم التفكير فى تنفيذ مشروع الوادى الجديد ، وكان الهدف منه هو استغلال المياه الجوفية فى بعض منخفضات الصحراء الغربية وهى سيوة ــ البحرية ــ الفرافرة ــ الداخلة ــ الخارجة من أجل زراعة المساحات القابلة للاستزراع فى قيعان هذه المنخفضات لزيادة الرقعة الزراعية فى مصر بمقدار نصف مليون فدان (محمد على عزت ، ١٩٦٤ ص ١٥) ، وبالتالى زيادة الانتاج الزراعى من المحاصيل المختلفة لسد الحاجة المتزايدة منها بسبب النمو السكانى السريع فى وادى النيل . وقد تطلب تنفيذ هذا المشروع حفر مئات من الآبار الارتوازية فى الطبقات المائية العميقة والتى تقع فوق صخور القاعدة لأول مرة فى تاريخ استغلال المياه الجوفيــة فى الواحات المصرية . كما تم القيــام بمسح عام وتفصيلى للتربة وتســوية واستصلاح مساحات تتراوح بين ٣٠٠ ، ٦٠٠ فدانا حول كل بئر متدفق . ولكن تركزت معظم هذه العمليات منذ بداية المشروع فى منخفض الداخلة والخارجة للأسباب الآتيــة :

١ ــ أنها أكبر المنخفضات من حيث المساحة الكلية ومن حيث المساحة القابلة للاستزراع ومن حيث عدد السكان المحليين .

٢ ــ انها أقرب المنخفضات الى وادى النيل . وكان يربطها بالوادى خط سكة حديد ضيق (بين نجع حمادى وقرية الخارجة) ولكنه توقف عن التشغيل فى الستينيات الأولى بعد تمهيد وتعبيد درب الأربعين فى الجزء الواصل بين مدينة أسيوط وقرية باريس ودرب الغبارى بين مدينة الخارجة ومدينة موط فى الداخلة .

٣ ــ أنها أكبر المنخفضات حظا من حيث المياه المتدفقــة من الآبار العميقة . ويكفى للتدليل على ذلك أن عدد الآبار العميقة المتدفقة والتى حفرت ضمن مشروع الوادى الجديد قد وصل الى ١٤٧ ، ١٠٥ ، ١٣ بئرا

فى منخفض الخارجة ومنخفض الداخلة ومنطقة أبو منقار والفـرافرة على التوالى وكانت هـذه الآبار تعطى تدفقا ـ يوميا قـدره ٧٠٠ر٠٠٠ متر مكعب (١) .

وحتى السبعينيات الأولى تم استصلاح مساحة قدرها ٤٢ر٠٠٠ فدان تقريبا فى منخفض الخارجة والداخلة ومنطقة أبو منقار ، أما المساحات التى استصلحت فى المنخفضات الأخرى فهى ضئيلة بحيث لا تتعدى عدة مئات من الأفدنة فى كل منها . وقد تم تمليك جزء من هذه المساحة المستصلحة (حوالى ١١ر٠٠٠ فدان) سواء لاهالى الواحات أو للذين تم تهجيرهم من وادى النيل الى الخارجة والداخلة . كما تم انشاء عدة قرى جـديدة فى مناطق متفرقة لاقامة المهجرين من وادى النيل منها قرى ناصر وجرمشين ، وبورسعيد فى الواحات الخارجة .

وقد جابه تنفيذ مشروع الوادى الجديد مشاكل عديدة ، وكما سبق أن ذكرنا فى المقدمة كان بعض المشاكل قائما من قبل ولكنه ازداد حدة مع زيادة كمية الميـاه المستغلة وزيادة الرقعة الزراعيـة ، واستجدت بعض المشاكل الأخرى مع تنفيذ مشروع الوادى الجديد .

ثالثا ـ مشاكل استغلال المياه الجوفية :

يمكن تقسيم هذه المشاكل الى ثلاث مجموعات رئيسية على الوجه التـالى :

١ ـ المشاكل المرتبطة بنقص وتوقف التدفق الارتوازى للمياه .
٢ ـ المشاكل المرتبطة بالظروف الجغرافية الطبيعية .
٣ ـ المشاكل المرتبطة بعمليات الاستغلال الزراعى .

١ ـ المشاكل المرتبطة بنقص وتوقف التدفق الارتوازى للمياه :

حقيقة نقص وتوقف التدفق الارتوازى للمياه الجوفية فى الواحات المصرية حقيقة قديمة قدم استغلال الانسان لهذه المياه . ومن الادلة التى تدل على

---

(١) بيانات احصائية عن مشروع الوادى الجـديد ، يونيو ١٩٦٩ . أسيوط ، ص ٢ ، الهيئة العامة لتعمير الصحارى ، مشروع الوادى الجديد .

ذلك بقايا آثار الآبار الرومانية التى تنتشر فى أجزاء مختلفة من الواحات • وقد تأكدت هذه الحقيقة من الدراسات الجغرافية والجيولوجية التى بدأت فى مطلع هذا القرن ومن المسح الطبوغرافى للواحات المصرية • ويظهر من الخرائط الطبوغرافية أن بعض الآبار متدفقة والبعض الآخر غير متدفق ، وأن بعض الأراضى الزراعية لم تعد تزرع لعدم وجود مياه تكفى لريها • ومع تزايد الدراسات المعنية بالمياه الجوفية ، توافرت معلومات أكثر عن نقص وتوقف التدفق الارتوازى للمياه من الآبار • فقد أوضح أن عدد الآبار السطحية التى تستغل الطبقات المائية القريبة من سطح الأرض المتدفقة فى منخفض الخارجة قد انخفض عددها من ٦٧٠ بئرا عام ١٩٣١ الى ٣٥٠ بئرا عام ١٩٤١ ثم ارتفع عددها الى ٤١٢ بئرا عام ١٩٥٣ بعد حفر آبار جديدة وتطهير بعض الآبار التى كانت قد توقفت عن التدفق الارتوازى • لكن على الرغم من زيادة عدد الآبار المتدفقة فى الفترة ١٩٤١ ــ ١٩٥٣ ، الا أن كمية المياه المتدفقة من هذه الآبار قد نقصت من حوالى ١٢٣ر٠٠٠ متر مكعب يوميا عام ١٩٤١ الى ١٠٦ر٠٠٠ متر مكعب يوميا عام ١٩٥٣ ، وبذلك انخفض متوسط تصرف البئر الواحدة من ٣٤٨ متر مكعب/يوم الى ٢٥٦ متر مكعب/يوم • كما أوضحت دراسة Paver & Pretorius (1954, p. 64) عن الآبار السطحية فى منخفض الداخلة أنه كان هناك ٩٤٩ بئرا متدفقا عام ١٩٣١ ، ثم انخفض هذا العدد الى ٨٠٥ بئرا عام ١٩٥٣ ، ومن هذا العدد من الآبار كان ٦٠٪ منها متدفقا ذاتيا وكان يستعمل فى الباقى وسائل مختلفة لرفع المياه الى مستوى سطح الأرض • وقد ترتب على استخدام وسائل الرفع المختلفة أن أرتفع متوسط البئر الواحدة من ٢٤٢ متر مكعب/يوم عام ١٩٣١ الى ٣١٥ متر مكعب/يوم عام ١٩٥٣ •

هذا النقص أو التوقف فى التدفق الارتوازى لمياه الآبار السطحية لم يكن يسبب مشكلة خطيرة بالنسبة للاستغلال الزراعى فى الواحات لأن

المساحات المنزرعة على مياه هذه الآبار كانت مساحات صغيرة (حوالى ٥٠٠ر٥ ، ٠٠٠ر١٠فدان فى الواحات الخارجة والواحات الداخلة على التوالى) ، ولأن معظم الانتاج الزراعى كان للاستهلاك المحلى وحتى المحاصيل التى كانت تصدر الى وادى النيل وهى البلح والزيتون لم تكن تتأثر كثيرا بنقص المياه لأنها لا تحتاج الا لكميات محدودة نسبيا من المياه المتوافرة . ولكن عندما تم استغلال مياه الطبقات المائية الأعمق عن طريق حفر آبار عميقة بالطرق الحديثة فى أواخر الأربعينيات وأوائل الخمسينيات وعلى نطاق واسع خلال الستينيات (مع تنفيذ مشروع الوادى الجديد) ازدادت خطورة مشكلة تناقص وتوقف التدفق الارتوازى للمياه ، وذلك للأسباب الآتية :

(ا) يلاحظ من الجدولين ٢ ، ٣ أن متوسط كمية المياه المتدفقة من البئر العميقة أكبر بكثير من متوسط الكمية المتدفقة من البئر السطحى والتى سبق الاشارة اليها فى هذا الجزء . فقد وصل متوسط تصرف البئر الواحدة للآبار التى حفرت فى الفترة ١٩٣٨ ــ ١٩٥٠ الى ٦٥٠٠ متر مكعب/يوم فى الدخلة والى حوالى ١٦٠٠ متر مكعب/يوم فى الخارجة . كما تراوح هذا المتوسط للبئر الواحدة بين ٣٨٠٠ متر مكعب/يوم ، ٢٧٠٠ متر مكعب/يوم فى منخفض الداخلة فى الفترة ١٩٦٦ ــ ١٩٧٤ .

(ب) اذا كان الفدان من الأرض الزراعية فى الواحات يحتاج الى ٢٠ متر مكعب/يوم فى المتوسط (محمد على عزت ، ١٩٦٤ ، ص ١٥) . فان هذا يعنى أن متوسط المساحة المنزرعة والتى يمكن ريها بواسطة مياه البئر العميقة الواحدة لا بد وأن تكون أضعاف المساحة المنزرعة على مياه أى بئر سطحية . فاذا كان متوسط تصرف البئر العميقة يتراوح بين ٠٠٠ر٤، ٠٠٠ر٣ متر مكعب/يوم فى منخفض الداخلة ، فان هذا يعنى امكانية رى وزراعة مساحة تتراوح بين ٢٠٠ ، ١٥٠ فدان على مياه هذه البئر ، وهذه المساحة تمثل خمسة أضعاف المساحة التى يمكن زراعتها على مياه بئر سطحى بمتوسط تصرف يومى ٣٠٠ ــ ٤٠٠ متر مكعب .

(جـ) أن تناقص كمية المياه المتدفقة من الآبار العميقة يعنى انكماش

المساحة المنزرعة على مياهها بنفس معدل تناقص المياه . فكلما كان تناقص المياه سريعا ، تضاءلت المساحة المنزرعة بسرعة والعكس صحيح .

جدول رقم (٢)

تطور تصرف الآبار العميقة التى حفرت فى الخارجة والداخلة

فى الفترة ١٩٣٨ — ١٩٥٢

البئر	تاريخ الحفر	التصرف اليومى (م٣)	التصرف اليومى (م٣) حتى مايو ٥٢	النقص (م٣)	٪ النقص الكلى	النقص السنوى ٪
الواحات الخارجة :						
المحاريق	١٩٤٧/١١	٦٠٠	٣٦٠	٢٤٠	٤٠٪ فى ٤.٥ سنة	٨.٩٪
البرج	١٩٤٠/٢	٤٢٥	٢٥٠	١٧٥	٤١٪ فى ١٢.٥ سنة	٣.٣٪
القصر	١٩٣٩/٨	١٧٤١	٤٠٠	١٣٤١	٧٧٪ فى ١٣ سنة	٥.٩٪
الفاروقية	١٩٣٩/٣	٢٦١٥	٦٢٠	١٩٩٥	٦٠٪ فى ١٣ سنة	٤.٦٪
المجموع		٥٣٨١	١٦٣٠	٣٧٥١		
البستان	١٩٣٨/١١	٤٣٢				
(عمق ق)	١٩٥٠/٤	١٧٢٠	١٠٦٠	٦٦٠	٤١٪ فى سنتين	٢٠.٥٪
جناح ٢	١٩٥٢/١٢	٣٤٠٠	٣٢٠٠ (٦—٢٥)	٢٠٠	٦ ٪ فى ½ سنة	١٢٪
الواحات الداخلة :			حتى ٨—٥٢			
بدخلو	١٩٤١/١١	٨٧٥٠	توقف	٧٨٥٠	١٠٠٪ فى ١٠.٥ سنة	٩.٥٪
القصر ١	١٩٤٣/٦	٤٩١٠	٢٠٥٠	٢٨٦٠	٥٨٪ فى ٩ سنوات	٦.٤٪
القصر ٢	١٩٤٧/٦	٦٤٠٠	٢٢٨١	٤١١٩	٦٤٪ فى ٥ سنوات	١٢.٨٪
الجديدة	١٩٤٠/١٢	٧٤٦٢	٢٥٠٠	٤٩٦٢	٤٠٪ فى ٩.٥ سنة	٤.٢٪
النلمون	١٩٤٠/٦	١٦٧٠	٢٦٠	١٤١٠	٨٤٪ فى ١٢ سنة	٧.٠٪
الفاروقية	١٩٤٠/٦	٨٦٨٣	٢١٠٠	٦٥٨٣	٧٦٪ فى ١٢ سنة	٦.٣٪
المجموع		٣٧٨٧٥	٩١٩١	٢٨٦٨٤		
أسمنت	١٩٥١/٥	٨٢٠٠	٦٤٢٠	١٧٨٠	٢٢٪ فى سنة واحدة	٢٢٪

المرجع : Paver & Pretorius, 1954, pp. 22-27 & 54-56.

جدول رقم (٣)

تطور تصرف بعض آبار الداخلة العميقة فى الفترة ١٩٦٦ — ١٩٧٤

حسب المناطق الرئيسية بالأمتار المكعبة

المنطقة	١٩٦٦	١٩٧٠	١٩٧٤	النقص ٧٠/٦٦		النقص ٧٤/٧٠		النقص ٧٤/٦٦	
				الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
أسمنت	٦٠٢٣	٥٤١٣	٥٠٩٠	٦١٠	١٠,١	٣٢٣	٦,٠	٩٣٣	١٥,٥
بلاط	٣٦٩٢٩	٣١١٨٧	٢٦٠٧٠	٥٧٤٢	١٥,٥	٥١١٧	١٦,٤	١٠٨٥٩	٢٩,٤
تنيدة	١٤٦٨٥	١١٦٣٤	١٠٨٥٢	٣٠٥١	٢٠,٨	٧٨٢	٦,٧	٣٨٣٣	٢٦,١
الراشدة	١١٠٣٢	٣٩٤٠١	٢٩٧٠٩	١٦٣١	٤,٠	٩٦٩٢	٢٤,٦	١١٣٢٣	٢٧,٦
القلمون	٢٠٣٠	١٩٧٩	١٤٤١	٥١	٢,٥	٥٣٨	٢٧,١	٥٨٩	٢٩,٠
عزب القصر	١٦٠٩٢	١٤٠٨٤	١٢١٣٣	٢٠٠٨	١٢,٥	١٩٥١	١٣,٨	٣٩٥٩	٢٤,٦
القصر	٢١٥٨١	١٥٦١٣	١٣٧٩٠	٥٩٦٩	٢٧,٦	١٨٢٣	١١,٧	٧٧٩٢	٣٦,١
الموهوب	٢٤٨٤٠	٢٠٢٧٤	١٧٩٥٦	٤٦٠٦	١٨,٥	٢٢٧٨	١١,٢	٦٨٨٤	٢٧,٧
المعصرة	١٨٤٠٩	١٥٩٤٨	*١٦٣٤٩	٢٤٦١	١٣,٤	٤٠١	٢,٥	٢٠٦٠	١١,٢
موط	٢٥١٢٣	٢١٧٤١	١٩٢٠٣	٣٣٨٢	١٣,٥	٢٥٣٨	١١,٧	٥٩٢٠	٢٣,٦
الهنداو	١٦٤٣٠	*١٨٠٨٤	١٧١٩٠	١٦٥٤	١٠,١	٨٩٤	٤,٩	٧٦٠	٤,٦
جملة المناطق	٢٤١١٧٤	١٩٥٣١٨	١٦٩٨٠٤	٤٥٨٥٦	١٩,٠	٢٥٥١٤	١٣,١	٧١٣٧٠	٢٩,٦

المصدر : سلطة المصادر الطبيعية : تقارير متنوعة عام ١٩٧٥ .

المرجع : تم حساب هذا الجدول من سجلات تصرفات الآبار ، ادارة المياه الجوفية ، موط — الواحات الداخلة .

ولمعرفة ما اذا كان تناقص التدفق الارتوازى سريعا أو بطيئا ، تم حساب الجدول رقم (٢) الذى يوضح تطور تصرف الآبار العميقة التى حفرت فى الواحات الخارجة والداخلة فى الفترة ١٩٣٨ — ١٩٥٣ . ومن هذا الجدول يتضح أنه باستثناء بئر البستان الذى عمق فى شهر أبريل ١٩٥٠ وبئر جناح رقم (٣) الذى حفر فى ديسمبر ١٩٥٢ ، انخفض اجمالى تصرف آبار الخارجة من ٥٣٨١ متر مكعب/يوم الى ١٦٣٠ متر مكعب/يوم أى

بنسبة ٧٠٪ فى فترة عشر سنوات تقريبا • كما تناقص اجمالى تصرف آبار الداخلة (باستثناء بئر اسنت الذى حفر فى شهر مايو ١٩٥١) من ٣٧٨٧٥ متر مكعب/يوم الى ٩١٩١ متر مكعب/يوم بنسبة ٧٠٪ أيضا فى نفس الفترة • وهذا يعنى أن المساحة الزراعية التى كانت تعتمد على مياه هذه الآبار قد انكمشت بنفس النسبة تقريبا فى خلال عشر سنوات تقريبا • كما يتضح من نفس الجدول أن نسبة التناقص الكلية أو معدلها السنوى قد تباين من بئر الى آخر سواء فى الخارجة أو الداخلة . ففى الخارجة قد تباينت بين ٤١٪ الى ٧٧٪ . وفى الداخلة بين ٤٠٪ و ٨٤٪ فى الآبار ذات العمر الواحد . كما تراوح معدل التناقص السنوى بين ٣ر٣٪ لبئر البرج فى الخارجة ، ٢٢٪ لبئر اسنت فى الداخلة • بالاضافة الى ذلك . يتضح من الجدول أن أحد آبار الداخلة وهو بئر بدخلو قد توقف عن التدفق تماما بعد عشر سنوات من حفره • ويعنى هذا التباين فى التدفق الارتوازى لهذه المجموعة من الآبار أن النشاط الزراعى الذى كان يعتمد على مياه هذه الآبار كان مهددا بالتوقف أو الانكماش السريع فى بعض المناطق . بينما كان أقل من ذلك فى بعض المناطق الأخرى •

واذا اعتبرنا هذه الآبار القليلة ليست مثلة لحالة التدفق الارتوازى للمياه الجوفية فى فترة زمنية معينة.فان الجدول رقم(٣)يوضح تطور تصرف ٦٣ بئرا عميقة فى المناطق الرئيسية فى الداخلة ، وهذه الآبار قد حفرت فى بداية الستينيات ولم يتوافر بيانات كاملة عن تدفقها الا فى الفترة ١٩٦٦ — ١٩٧٤ • ومن هذا الجدول يتضح أن اجمالى التصرف اليومى قد انخفض من حوالى ٢٤٠ر٠٠٠ متر مكعب عام ١٩٦٦ الى ١٧٠ر٠٠٠ متر مكعب عام ١٩٧٤ • وهذا يعنى أن تدفق المياه قد انخفض بنسبة ٣٠٪ تقريبا ، كما يعنى انكماش الأرض الزراعية التى تعتمد مياه هذه الآبار بنفس النسبة فى فترة لا تتجاوز ٨ سنوات • كما يتضح من الجدول أن التناقص فى معظم مناطق الداخلة كان متوافقا مع التناقص الاجمالى فيما عدا بعض المناطق التى ازداد فيها التدفق مثل المعصرة والهنداو وذلك بسبب تعميق وتطهير بعض الآبار • وعلى الرغم من أن نسبة التناقص الكلية كانت فى الفترة ٦٦/١٩٧٠ تفوق (١٩٪) نسبة التناقص فى الفترة ٧٠/١٩٧٤ (١٣٪) .

الا أنها لم تكن كذلك فى كل المناطق ، فقد فاقت نسبة تناقص المياه فى الفترة الثانية تلك الخاصة بالفترة الأولى فى مناطق بلاط والراشدة والقلمون وعزب القصر • وهذا يفند ما يزعمه البعض من أن تدفق المياه من الآبار يستقر بعد فترة من الزمن •

من هذا التحليل ، يمكن أن نستنتج ما سبق أن استنتج من تحليل الجدول رقم (٢) وهو أن تناقص التدفق الارتوازى للمياه من الآبار العميقة ليس قليلا ، وهذا يعنى انكماشا واضحا فى مساحة الأرض الزراعية التى تعتمد على مياه هذه الآبار •

(د) لما كانت الزراعة على مياه الآبار العميقة هى بهدف تصدير حاصلاتها الزراعية الى وادى النيل لسد العجز المتزايد فى المواد الغذائية الزراعية للسكان ، فان تناقص تدفق المياه بمعدل كبير وبالتالى انكماش المساحة الزراعية بنفس المعدل يتحول الى عجز فى كمية المحاصيل المصدرة الى وادى النيل مما يجعل الاعتماد على الواحات فى توفير النقص أمرا غير مأمون كما يثير القلق فى نفوس الفلاحين المهجرين الى الواحات من وادى النيل •

وقد تم علاج مشكلة تناقص وتوقف التدفق الارتوازى للمياه بطريقتين:

(ا) تركيب طلمبات الرفع الآلى على الآبار لزيادة كمية المياه المتدفقة من البئر •

(ب) حفر آبار جديدة (آبار تعويضية) فى المناطق التى كان فيها التناقص كبيرا •

ولكن لم يفلح هذا العلاج كثيرا فى تثبيت كمية المياه المتدفقة من الآبار بسبب تناقص كمية المياه من الآبار التعويضية أو من الآبار التى استخدمت طلمبات الرفع الآلى ، وبالتالى الحاجة الى تركيب طلمبات جديدة على الآبار التعويضية وزيادة قوة ضخ الطلمبات القديمة وهذا يعنى أنه لتثبيت مساحة معينة من الأرض الزراعية ، لا بد وأن يكون هناك برنامجا مستمرا يتضمن تركيب وزيادة طاقة طلمبات الرفع الآلى على الآبار

التى يتناقص تدفقها الارتوازى وحفر آبار تعويضية فى المناطق التى لا يفيد فيها تركيب طلمبات الرفع الآلى . هذا البرنامج الذى يهدف الى ضمان توفير وتثبيت كمية المياه المتدفقة من الآبار لزراعة مساحة معينة من الأراضى الزراعية يؤدى بالضرورة الى زيادة التكلفة الفعلية لانتاج المحاصيل فى هذه الأراضى الجديدة مما يجعلها عملية اقتصادية غير مربحة .

وهناك عدة عوامل تؤدى الى تناقص أو توقف التدفق الارتوازى منه الآبار العميقة نوجزها فيما يلى :

(ا) تآكل اغلفة ومرشحات الآبار بواسطة الأملاح المعدنية المذابة فى المياه مما يؤدى الى انهيال الرمال وانسداد الآبار وبالتالى التناقص السريع أو توقف التدفق الارتوازى للمياه (Idris, 1963, p. 41.) ، كما قد يؤدى الى تسرب المياه فى الطبقات المسامية غير المائية أو الى طبقات مائية أخرى ذات ضغط أقل من الطبقات المائية التى تغذى البئر
(Paver & Pretorius, 1954, p. 34, 37)

(ب) انخفاض الضغط الارتوازى للمياه . وهذا يمكن أن يحدث اما بسبب تداخل الطبقات المائية والذى يزداد بعد حفر الآبار وبالتالى تسرب المياه من الطبقات ذات الضغط المرتفع الى الطبقات ذات الضغط المنخفض . واما بسبب زيادة معدل السحب السنوى للمياه الجوفية عن معدل التغذية السنوى للخزان الجوفى (الطبقات المائية) . وقد قدرت كمية المياه التى تغذى الخزان الجوفى بحوالى ١ر٦ مليون متر مكعب/يوم . (محمد على عزت ، ١٩٦٤ ، ص ١٥) . واذا علمنا أن الكمية التى تتدفق يوميا فى منخفضات الخارجة والداخلة والفرافرة ومنطقة أبو منقار سواء من الآبار العميقة أو السطحية هى حوالى مليون متر مكعب/يوم (احصاءات عن مشروع الوادى الجديد ، ١٩٦٩) ، وأن الكمية التى تفقد بواسطة التبخر من الخزان الجوفى فى منخفض القطارة قد قدرت بحوالى ٣ مليون متر مكعب/يوم (محمد على عزت ، ١٩٦٤ ، ص ١٦) ، فان ذلك يعنى أن مجموع السحب اليومى من الخزان الجوفى هو ٤ مليون متر مكعب/يوم ،

وهـذا يفوق معـدل التغذية اليومى مما يؤدى الى انخفاض الضـغط الارتوازى للمياه .

مما سبق ، يتضح أن مشكلة تناقص التدفق الارتوازى للمياه الجوفية فى واحات مصر الغربية ذات آثار اقتصادية وخيمة على أى استغلال زراعى واسع . ولذلك لا يجب القيام بأى توسع زراعى على نطاق كبير على حساب المخزون من المياه الجوفيـة فى الطبقات المائية كما يوصى البعض (محمد على عزت ، ١٩٦٤ ، ص ١٥) وقبل التأكد من أن السحب اليومى يعادل التغذية اليومية وهذا ما لايمكن تحقيقه لأن السحب الحالى يفوق معدل التغذية . واذا اريد التوسع الزراعى فى الواحات عما هو عليه فى الوقت الحاضر ، يجب توصيل مياه النيل الى الواحات الخـارجة والى الداخلة ان أمكن ذلك .

٢ ـ المشاكل المرتبطة بالظروف الجغرافية الطبيعية :

تم الاشـارة فى مقدمة هذا المقال الى الظروف الجغرافية الطبيعيـة للصحراء الغربية . وقد أثارت بعضا منها مشكلات عديدة لاستغلال المياه الجوفية فى الواحات . ونتجت هذه المشكلات مما يلى :

(ا) ارتفاع معدل التبخر .

(ب) حركة الرمال والكثبان الرملية .

(جـ) التصريف الداخلى للمياه .

(د) الموقع النائى للواحات بالنسبة لوادى النيل .

(ا) ارتفاع معدل التبخر :

من الخصائص التى تذكر دائما عن المناطق الجافة المدارية أن الحرارة المرتفعة والرطوبة النسبية تؤدى الى ارتفاع فى معدل التبخر (Walton, 1969, p. 31) وقد استنتج من ذلك أن نسبة لا بأس بها من المياه التى قد تجرى على سطح الأرض تفقد عن طريق التبخر . وبمـا أن الواحات المصرية تقع فى النطاق الجاف الذى يمتد فى شمال أفريقية ، فمن المتوقع أن ترتفع فيها معدلات التبخر . وللتأكد من ذلك ، تم حساب معدل التبخر

الشهرى والسنوى لكل من الخـارجة والداخلة (جـدول ٤) بصفتهما يمثلان المنطقة الرئيسية التى تركز فيها أكبر استغلال للميـاه الجوفية فى الواحات المصرية • ويتضح من هذا الجدول فعلا ارتفاع معدل التبخر فى جميع شهور السنة وبوجه خاص فى شهور الصيف التى ترتفع فيها درجة الحـرارة وتنخفض الرطوبة النسبية • كما يتضح ارتفاع معـدل التبخر السنوى الذى يفوق معدل التبخر السنوى فى بعض المناطق الجافة الأخرى فى العالم مثل بعض محطات الصحراء الكبرى التى تصل فيها معـدلات

جدول رقم (٤)

معدل التبخر الشهرى والسنوى فى الخارجة والداخلة

(ملليمترات)

شهور السنة	الخارجة	الداخلة
يناير	٢٣٢.٥	٢٤٤.٩
فبراير	٢٦٤.٤	٢٧٧.٢
مارس	٣٩٩.٩	٤٢١.٦
أبريل	٤٨٦.٠	٥٤٣.٠
مايو	٦١٣.٨	٧٠٠.٦
يونيو	٦٤٥.٠	٧٢٩.٠
يوليو	٦٢٦.٢	٧١٣.٠
أغسطس	٥٩٥.٢	٦٨٨.٢
سبتمبر	٥٥٥.٠	٦٠٩.٠
أكتوبر	٤٧٧.٤	٤٩٦.٠
نوفمبر	٣٢١.٠	٣٣٦.٠
ديسمبر	٢٣٨.٧	٢٣٥.٦
التبخر السنوى	٥٤٥٥.١	٥٩٩٤.١

المصدر : Climatological Morma's for U.A.R. up to 1960, Meteorological Dept. of Egypt, Cairo, 1968, Tables : A1 & A2, pp. 128-131.

التبخـر الى ٤٠٦٤ ملليتر فى السنة ومثـل بلدة Alice Springs فى الصحراء الاسترالية (٢٤١٣ ملليتر سنويا) وبلدة Yuma فى صحراء أريزونا فى الولايات المتحدة الأمريكية والتى يصل فيها معـدل التبخـر السنوى الى ١٣٩٧ ملليتر (Walton, 1969, p. 31).

ولكن السؤال الآن هو هل نستطيع أن نستنتج من ارتفاع معدلات التبخر فى كل من الخارجة والداخلة أن جزءا كبيرا من المياه الجوفية المتدفقة الى سطح الأرض والمستغلة فى الأغراض الزراعية يفقد عن طريق التبخر كما هو معروف عن المناطق الجافة المدارية ؟ بمعنى آخر ، ما هى النسبة التى تفقد بواسطة التبخر من المياه التى تتدفق من الآبار ؟ وبطبيعة الحال ، سوف يحدث التبخر من السطوح المكشوفة التى تجرى فيها المياه الا وهى القنوات المستخدمة فى رى الأراضى الزراعية .

وفى محاولة لتقدير كمية المياه التى تفقد بواسطة التبخر من سطوح القنوات المكشوفة وحساب نسبة هذه الكمية المفقودة من جملة الميـاه المتدفقة من الآبار تم الحصـول على متوسط لأطوال القنـوات المختلفة الدرجات (الاتساع) والتى تروى مساحة قدرها خمسة أفدنة وهى على الوجه التالى(١):

القنوات	الطـول	أتساع القناه (سطح المياة المكشوفة)	مساحة سطح المياه المكشوف
درجة أولى	٢٥ متر	٢٩٠ سم	٧٢,٥ متر مربع
درجة ثانية	١٠٠ متر	١٩٠ سم	١٩٠,٠ متر مربع
درجة ثالثة	٢٠٠ متر	١٥٠ سم	٣٠٠,٠ متر مربع

ومن هذه البيانات ، أمكن حساب مسـاحة سطح الميـاه المكشوف للتبخر فى خمسة أفدنة من الأرض الزراعية ووجد أنه يساوى ٥ر٥٦٢ متر مربع . ولما كانت المساحة التى تم استصلاحها فى الخـارجة والداخلة على

(١) امكن الحصـول على هذه البيـانات من قسم الرى والصرف ـ مؤسسة تعمير الصحارى .

مياه الآبار العميقة هى حوالى ٤٢٫٠٠٠ فدان ، أمكن حساب مساحة سطح المياه فى القنوات التى تخدمها ووجد أنه يساوى :

$$\frac{\text{٥٦٢٫٥ متر مربع} \times \text{٤٢٫٠٠٠ فدان}}{\text{٥ فدان}} = \text{٤٫٧٢٥ مليون متر مربع .}$$

واذا كان متوسط معدل التبخر السنوى للداخلة والخارجة هو ٥٫٧٢٥ متر ، فان مقدار الفاقد السنوى من المياه بواسطة التبخر من قنوات الرى هو :

٥٫٧٢٥ متر × ٤٫٧٢٥ مليون متر مربع = ٢٧٫٠٥ مليون متر مكعب.

ولما كانت المياه المتدفقة من الآبار العميقة والتى تروى هذه المساحة من الأراضى الزراعية هى ٧٠٠٫٠٠٠ متر مكعب يوم ، فان الكمية المتدفقة سنويا من هذه الآبار هى :

٧٠٠٫٠٠٠ متر مكعب × ٣٦٥ يوم = ٢٥٥٫٥ مليون متر مكعب .

معنى هذا ان نسبة ما يفقد سنويا بواسطة التبخر من هذه الكمية المتدفقة من الآبار فى السنة هى :

$$\frac{\text{كمية المياه التى تفقد سنويا بواسطة التبخر} = \text{٢٧ مليون متر مكعب}}{\text{كمية المياه المتدفقة سنويا من الآبار العميقة} = \text{٢٥٥٫٥ مليون متر مكعب}} \times ١٠٠ = ١٠٫٦\,٪$$

ويمكن أن نستنتج من التحليل السابق ، أن نسبة لا بأس بها من المياه الجوفية المتدفقة من الآبار العميقة تفقد بواسطة التبخر . هذا الفاقد يمثل مشكلة جديدة من مشاكل استغلال المياه الجوفية فى الواحات لأنه يضيع دون الاستفادة به . وهنا لا بد من التفكير لتقليل هذا الفاقد الى أدنى حد ممكن . وربما لو استخدمت الأنابيب الاسمنتية بدلا من القنوات المكشوفة يمكن توفير معظم الكمية المفقودة بواسطة التبخر .

(ب) حركة الرمال والكثبان الرملية :

تؤدى حركة الرمال والكثبان الرملية الى نشوء مشكلتين رئيسيتين وهما :

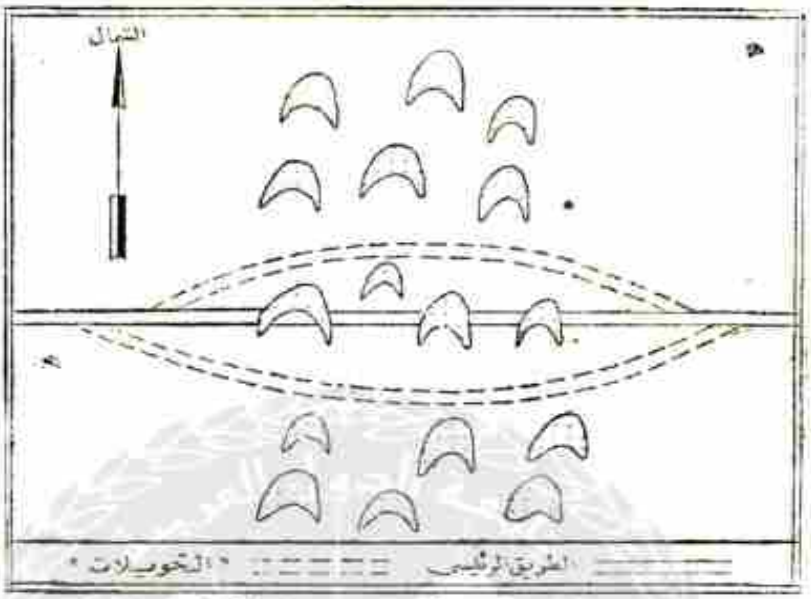
١ ــ طغيان الكثبان الرملية الهلالية الشكل الدائبة الحركة فى اتجاه حركة الرياح على القرى والأراضى الزراعية والطرق البرية .

٢ ــ ردم قنوات الرى المكشوفة .

وأكثر المنخفضات تعرضا لهاتين المشكلتين هما منخفضى الداخلة والخارجة وذلك لوقوعهما الى الجنوب من نطاقين كبيرين من نطاقات الكثبان الرملية فى الصحراء الغربية (غرد أبو محرك الى الشمال من منخفض الخارجة وبحر الرمال الذى يقع الى الشمال من منخفض الداخلة). ثم انتشار الرمال والكثبان الرملية بعد ذلك فى هذين المنخفضين على شكل نطاقات متفرقة من الكثبان الهلالية . وبالتالى وقوع كثير من أوجه النشاط البشرى فى طريق اتجاه حركة الرمال والكثبان الرملية وهو الاتجاه الجنوبى .

وللتغلب على مشكلة الكثبان طغيان الكثبان الهلالية المتحركة على أوجه الاستغلال البشرى ، سبق أن اقترحت الحلول الآتية (نبيل سيد امبابى ، ١٩٧٠) :

١ ــ بالنسبة للطرق البرية أو السكك الحديدية ، أقترح انشاء كبارى علوية أو انفاق فى المسافات التى تقطعها نطاقات الكثبان الهلاليةحيث أن الكثبان تتحرك فى اتجاه واحد وهو الاتجاه الجنوبى تقريبا ، ولا يختلف اتساع النطاقات فى المناطق التى تقطع فيها هذه الطرق من وقت الى آخر . وقد اتجه التفكير فى الوقت الحاضر الى حل آخر وهو ما يعرف فى الخارجة والداخلة باسم « التحويلات » أى تحويل الطريق الى المسافات البينية بين الكثبان والتى تقع الى الشمال أو الجنوب من الجزء الذى طغت عليه الكثبان (أنظر شكل ٣) ، ثم العودة مرة أخرى الى الطريق الأصلى عندما يتخطى الكثيب أو الكثبان الجزء الذى طغت عليه . هذه الطريقة تتناسب واستغلال زراعى محدود وبالتالى حركة مرور غير كثيفة على هذه الطرق .



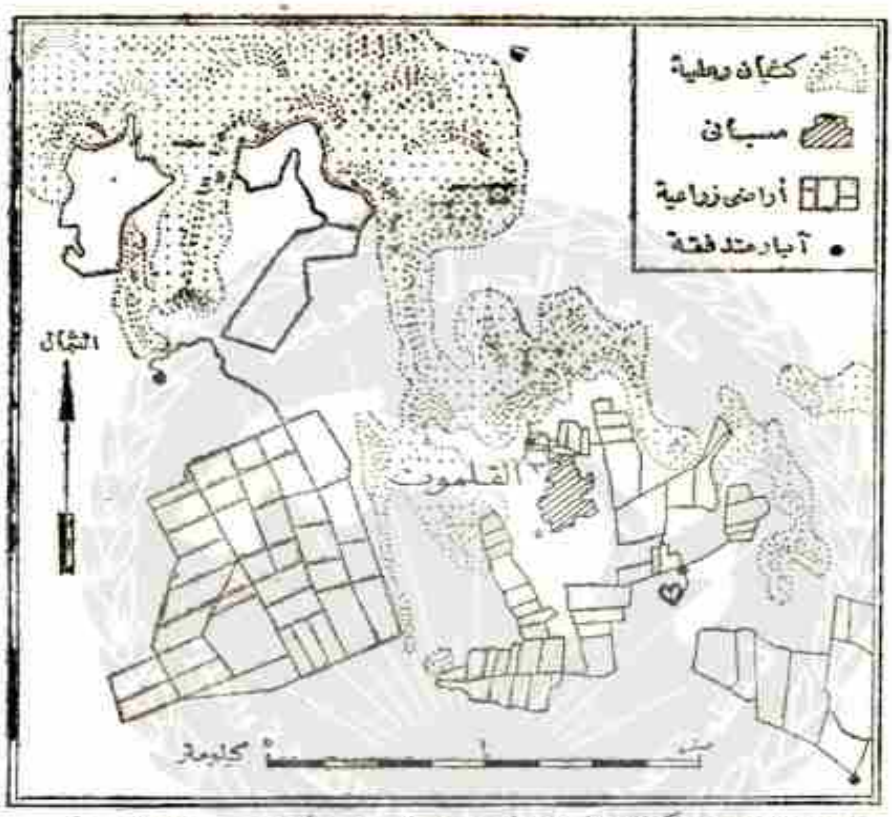
شكل (٣) : طريقة لتقوى لطغيان الكثبان الهلالية المتحركة على الطرق بواسطة " الحوبيلات "

ولكن اذا تم زراعة مساحات كبيرة تصل الى نصف مليون فدان خصوصا اذا تم توصيل مياه النيل الى الخارجة والداخلة ، يجب التفكير فى الاقتراح الأول على أساس أنه سوف يخدم حركة مرور كثيفة على هذه الطرق

٢ ــ بالنسبة لطغيان الكثبان الرملية على القرى والمزارع ، فقد اقترح أولا أنه لا بد من بناء القرى الجديدة أو انشاء المزارع الجديدة فى مناطق بعيدة عن مسارات نطاقات الكثبان الهلالية. وقد حدث وأن انشئت فى بعض المناطق مزارع جديدة فى طريق مسارات الكثبان (أنظر شكل ٤) أما بالنسبة للقرى القديمة مثل قرية القلمون فى الداخلة (شكل ٤) وقرية جناح فى الخارجة . أو المزارع التى أنشئت فعلا ؛ فقد اقترح ثانيا عمل ما سمى باسم « مصايد الكثبان » وهى حفر منخفضات صغيرة تتناسب وحجم الكثبان التى يمكن أن تطغى على القرى أو المزارع لتتجمع فيها الكثبان لأنه ليس من السهل على الرياح أن تدفع الكثبان من المناطق المنخفضة الى المناطق المرتفعة . وهذا الحل يتوقف على اقتصاديات القرى أو المزارع التى سوف تطغى عليها الكثبان .

أما بالنسبة لمشكلة ردم القنوات المكشوفة بالرمال المتحركة ، فقد ازدادت حدة مع انشاء المزارع الجديدة التى تحتاج الى قنوات متسعة

ذات أطوال كبيرة ، مما يتطلب تطهير هذه القنوات بصفة دورية • ويفيد فى حل هذه المشكلة ، الحل الذى سبق اقتراحه لتقليل الفاقد من المياه بواسطة التبخر وهو احلال الانابيب الاسمنتية بدلا من القنوات المكشوفة.



شكل (٤) تهديد الكثبان الرملية لقرية القلمون والأراضى الزراعية والآبار (المصدر : لوحة ص ٣٥ - ٤٥٧ ؟ (الواحة) الوادى الجديد)

(جـ) التصريف الداخلى للمياه :

تقع الواحات ــ كما سبق أن ذكرنا ــ فى منخفضات ليس لها أدنى اتصال مباشر أو غير مباشر بالبحر • وقد أدت هذه الخاصية الطبيعية الى أن أى جريان مائى سطحى اذا لم يتبخر لا بد وأن ينصرف الى الأجزاء المنخفضة فى هذه الواحات • ويؤدى تجمع المياه فى الأجزاء المنخفضة الى تكوين بحيرات دائمة مثل بحيرات سيوة أو تكوين سبخات ملحية مثل تلك التى توجد فى سيوة والبحرية والداخلة ، أو الى تشبع الطبقة السطحية بالمياه دون أن تتكون بحيرة أو سبخة كما هو الحال فى بعض مناطق الخارجة • ولكن هذا التصريف الداخلى لم يكن يسبب مشاكل كثيرة

للأراضى الزراعية التى يمتلكها الأهالى فى بقيـة الواحات بسبب صـغر المساحة الزراعية وبسبب استخدام كميات قليلة من المياه لرى هذه المساحات المحدودة وبالتالى لم يكن هناك فائضا كبيرا منها عن حاجة الزراعة •

ومع حفر الآبار العميقة واستغلال كميات كبيرة فى الزراعة زادت كمية مياه الصرف الزائدة عن حاجة الأرض الزراعية • وبسبب طبيعة الصرف الداخلى ، وبسبب تباعد المزارع الجديدة التى أنشئت حول الآبار العميقة ، لم يتم انشاء نظام صرف عام يخدم كل الأراضى الزراعية الجديدة فى أى منخفض وبالتالى استقلت كل مزرعة عن الأخرى فى نظام صرف مياه الرى الزائدة عن حاجة الأرض • وقد أدى هذا الاستقلال فى نظم الصرف الى أن المياه كانت تصرف الى الأجـزاء المجاورة للمزرعـة • ولكن فى بعض المزارع لم تكن الأرض المجاورة للمزرعة منخفضة كثيرا عن منسوب الأرض الزراعية مما أدى الى تسرب ميـاه الصرف المرتفعة الملوحة الى الأراضى الزراعية وارتفاع منسوب المياه الباطنية فيها . كما تسربت مياه الصرف فى بعض المناطق الى مبانى القرية المجاورة للأراضى الزراعية مثل قرية ناصر فى منطقة جناح بمنخفض الخارجة وقد تطلب ذلك اعادة بناء القرية فى موقع جديد مرتفـع •

وعلاج مشـكلة صرف المياه الزائدة عن حاجة الرى يمكن أن يتم بواسـطة :

١ ــ انشاء مصارف عمومية لكل مجـموعة من المزارع فى منطقة منخفضة بعيدة عن الأرض الزراعية بحيث يتناسب منسوبها وبعدها عن المزارع مع كمية المياه التى يتوقع أن تنصرف اليها •

٢ ــ تغيير نظام الرى من الرى بالراحة الى الرى بالرش لتقليل كمية مياه الصرف الى أدنى حد ممكن • وهذا الحل سوف نعالجه فى الجـزء الخاص بطريقة الرى •

(د) الموقع النائى للواحات بالنسبة لوادى النيل :

من الشكل رقم (١) الذى يوضح مواقع منخفضات الصحراء الغربية ، يمكن أن تتبين أن جميع المنخفضات التى تقع فيها الواحات تبعد عن وادى

النيل مسافة لا تقل عن ١٥٠ كيلو مترا • هذه المسافة تختلف فى كثير من الأحيان اختلافا كبيرا عن المسافة الفعلية التى تفصل هذه الواحات عن وادى النيل وهى أطوال الطرق التى تربط الواحات بالوادى • (أنظر جدول رقم ٥) • ويتضح من هذا الجدول أن بعض الواحات لا تتصل بطرق مباشرة بوادى النيل وهى واحات سيوة والفرافرة والداخلة وأبو منقار ، كما يلاحظ أن بعض هذه الطرق أو أجزاء منها غير معبدة • وقد نتج عن ذلك عدة مشاكل وهى :

١ ــ زيادة سعر التكلفة لأية سلعة تنقل من الواحات الى وادى النيل •

٢ ــ طول الفترة الزمنية التى تحتاجها نقل السلع من الواحات الى وادى النيل •

٣ ــ الحد من التوسع الزراعى فى الواحات التى لا تتصل اتصالا مباشرا أو يربطها طرق غير معبدة بوادى النيل مثل سيوة والفرافرة والبحرية •

٤ ــ توقف استغلال المياه المتدفقة من الآبار فى بعض المناطق مثل منطقة أبو منقار التى تقع بين منخفض الداخلة والفرافرة •

ويمكن التغلب على هذه المشاكل أو تخفيف حدتها عن طريق :

(ا) رصف كل الطرق التى تربط الواحات بوادى النيل •

(ب) زراعة محاصيل نقدية تتحمل التكلفة العالية للنقل من الواحات الى وادى النيل •

٣ ــ المشاكل المرتبطة بالاستغلال الزراعى :

مع الاستغلال الزراعى فى مزارع واسعة على المياه الجوفية المتدفقة من الآبار العميقة ظهرت عدة مشكلات ارتبطت بطريقة الرى وبالعمالة الزراعية وبأنواع المحاصيل • ولذلك سوف تنقسم هذه المشكلات الى ثلاث مجموعات وهى :

جدول رقم (٥)

أطوال الطرق التى تربط الواحات بوادى النيل

الطريق	المسافة بالكيلو متر
الخارجة ــ أسيوط	٢٢٠ (معبد)
باريس (منخفض الخارجة ــ أسيوط	٣١٥ (معبد)
البحرية الجيزة	٣٥٠ (منها ٢٠ كم غير معبدة)
سيوة ــ مرسى مطروح	٣٥٠ (غير معبد)
موط (الداخلة) ــ أسيوط	٤٥٠ (معبد)
منطقة آبار أبو منقار ــ أسيوط	٥٥٠ (منها ١٠٠ كم غير معبدة)
الفرافرة ــ أسيوط (عن طريق أسيوط ــ الخارجة)	٧٠٠ (منها ٢٥٠ كم غير معبدة)

(ا) المشكلات الخاصة بطريقة الرى .

(ب) المشكلات الخاصة بالعمالة الزراعية .

(جـ) المشكلات الخاصة بأنواع المحاصيل .

(ا) المشكلات الخاصة بطريقة الرى :

الطريقة المستخدمة فى رى الأراضى الزراعية هى طريقة الرى بالراحة (عن طريق الجاذبية) ، وذلك عن طريق شبكة من القنوات المكشوفة المختلفة الاتساع والتى تؤدى فى النهاية الى توصيل المياه المتدفقة من البئر الى الأراضى الزراعية . وقد نتج عن اتباع هذه الطريقة مشكلتين رئيسيتين وهما :

١ ــ تعرض سطوح المياه فى قنوات الرى المكشوفة للتبخر كما سبق أن ذكرنا ، وبالتالى فقدان حوالى ١٠٪ من جملة المياه المتدفقة من الآبار بواسطة التبخر .

٢ ــ مع غمر الأراضى الزراعية بالمياه . وفى كثير من الأحيان بكمية أكثر من اللازم ، ومع عدم وجود نظام صرف جيد ، ارتفع منسوب الماء الباطنى فى الأراضى الزراعية وارتفعت ملوحة التربة .

وفى ظل هاتين المشكلتين ، كان من الممكن اتباع الطريقة الأخرى للرى والتى تمت تجربتها فى منطقة جناح بمنخفض الخارجة الا وهى الرى بالرش ولكن حال دون تعميمها فى بقية المزارع الآتى :

١ ــ عدم توافر العمالة الزراعية الفنية المدربة على هذا الأسلوب من الرى والذى لا يستخدم فى مصر فى أى استغلال زراعى اقتصادى .

٢ ــ تآكل المواسير المستخدمة فى الرش بواسطة الأملاح المعدنية المذابة فى المياه الجوفية .

ويبدو أنه بسبب ذلك لن تستخدم طريقة الرى بالرش فى رى الأراضى الزراعية فى المستقبل القريب . ولذلك يقترح ــ كما سبق أن ذكرنا ــ استخدام الانابيب الاسمنتية بدلا من القنوات المكشوفة لتقليل الفاقد من المياه بواسطة التبخر . أما بالنسبة لمشكلة ارتفاع منسوب الماء الباطنى وارتفاع ملوحة التربة فى الأراضى الزراعية ، يمكن تدريب المزارعين على الاستخدام الأمثل لمياه الرى بحيث لا يتم غمر الأراضى الا بالمقننات المائية المطلوبة للمحاصيل المختلفة حتى لا تكون هناك مياه زائدة عن حاجة المحاصيل .

(ب) المشكلات الخاصة بالعمالة الزراعية :

هناك مشكلتان تخص العمالة الزراعية فى الواحات وهما :

١ ــ نقص العمال الزراعيين .

٢ ــ عدم توافر الأيدى العاملة المدربة على العمليات الزراعية الحديثة .

وقد نتجت المشكلة الأولى بسبب قلة السكان المحليين فى الواحات وقلة اقبال سكان وادى النيل على الهجرة الى الواحات . وقد كانت هذه المشكلة أحد العوامل التى أدت الى عدم استزراع المساحات التى استصلحت لاستغلال مياه آبار سهل الزيات بين منخفضى الخارجة والداخلة ، ومياه آبار منطقة أبو منقار بين منخفضى الداخلة والفرافرة . كما كانت هذه المشكلة سببا فى تأخير كثير من العمليات الزراعية فى المواسم التى تحتاج

الى توافر عدد كبير من الأيدى العاملة مثل موسم الحصاد . وللتغلب على هذه المشكلة ، يجب أن تتحول طريقة الزراعة فى هذه المزارع الواسعة من الطريقة التقليدية التى تعتمد على الأيدى العاملة كثيرا الى الزراعة الآلية التى تستخدم فيها الآلات الزراعية فى جميع العمليات الزراعية .

وهنا سوف نواجه بالمشكلة الثانية وهى عـدم توافر الايدى العاملة المدربة على العمليات الزراعية الآلية كما كانت هذه المشكلة أحد الاسباب الرئيسية فى عدم تعميم طريقة الرى بالرش كما سبق أن ذكرنا . ويمكن التغلب على هذه المشكلة بواسطة :

١ ــ تشجيع ودعم التعليم الفنى الزراعى لأبناء الواحات لاعداد مزارع مدربا تدريبا حـديثا على العمليات الزراعية الحديثة . وقـد حدثت فى السنوات الأخيرة عدة خطوات فى هذا الصدد ، وأنشئت مدرسة زراعية لهذا الغرض فى كل من الواحات الخارجة والداخلة .

٢ ــ تشجيع العمالة الزراعية ابتداء من المزارع الى المهندس الزراعى على الهجرة من وادى النيل الى الواحات عن طريق تمليكهم مساحات زراعية كبيرة نوعا ما حتى تدر عليهم عائدا يشجعهم على البقاء فى الواحات .

(ج) المشكلات الخاصة بانواع المحاصيل :

تتميز الحاصلات الزراعية التى تزرع فى الواحات المصرية بأنها مـن النوع التقليدى وهى نخيل البلح والزيتون (محاصيل بستانية) والبرسيم بنوعيه الحجازى والمسقاوى (محاصيل أعلاف) ، والقمح والشعير والفول (محاصيل حقلية) . وهذه المحاصيل التقليدية هى نفس المحاصيـل التى تمت زراعتها فى الأراضى المستصلحة على المياه المتدفقة من الآبار العميقة فى مشروع الوادى الجديد مع ادخال بعض التعديلات الطفيفة عليها .

وقد أوضحت دراسة تمت أخيرا (المراقبة الزراعية ــ مشروع الوادى الجديد ١٩٧٣) عن الاستغلال الأمثل للأراضى المنزرعة التابعة لمشروع الوادى الجديد فى الواحات الخارجة والداخلة الآتى :

١ ــ يقترح أن يكون التركيب المحصــولى للأراضى المنزرعة على الوجه التــالى :

المحصول	٪ المساحات التى تزرع بناء على الدورة المقترحة
بساتين	٥٨ ٪ (٤٥ ٪ نخيل بلح ، ١٣ ٪ زيتون)
أعلاف	٣٢ ٪ (٢٤ ٪ برسيم حجازى والباقى أعلاف أخرى)
خضروات	١٠ ٪

٢ ــ لتطبيق هذه الدورة بهذا التركيب المحصولى ، لا بد وأن تكون الأرض الزراعية قد وصلت الى مرحلة الانتاج الاقتصادى وهى المرحلة التى تلى مرحلتى الاستصلاح والاستزراع .

٣ ــ كان الأساس الأول فى اقتراح هذا التركيب المحصولى هو أن يعطى أكبر عائد اقتصادى بين المحاصيل المختلفة .

٤ ــ سوف تغطى الزراعة تكاليفها فقط منذ بدايتها حتى السنة الثالثة عشرة ، ولا تبدأ فى تحقيق الربح الا فى السنة الرابعة عشرة . ويقدر الايراد السنوى الصافى للفدان بحوالى ٥٥ جنيها .

٥ ــ أن محاصيل الخضر هى المحاصيل الوحيدة التى تحقق ربحا من السنة الأولى .

٦ ــ عند اضافة ايجار الأرض الزراعية وتكاليف الرفع الآلى للمياه الجوفية الى تكاليف الانتاج سوف ينخفض العائد الاقتصــادى الصافى للفــدان .

ويمكن أن نلاحظ على ما سبق الآتى :

١ ــ أن المحاصيل المقترحة هى نفس المحاصيل التقليدية التى تزرع فى الواحات من قبل مع اعادة توزيع نسب المساحات التى تشغلها خصوصا فى الخضروات ومحاصيل العلف .

٢ ــ على الرغم من أنه لم يؤخــذ فى الاعتبــار حســاب تكاليف الاستصلاح والاستزراع وحفر الآبار والتى يكون من شأنها زيادة تكاليف

الانتاج وبالتالى تأخير السنة التى يبدأ فيها تحقيق ربحا صافيا ، لازال العائد الذى يحققه هذا التركيب المحصولى منخفضا .

ولذلك ، لا بد من اعادة التفكير فى هذا التركيب المحصولى المقترح أو التركيب المحصولى الحالى ، واقتراح تركيب محصولى جديد يدر عائدا اقتصاديا كبيرا وسريعا . ومن حسن الحظ أن الظروف المناخية تساعد على زراعة كثير من المحاصيل المدارية النقدية التى تدر عائدا كبيرا مثل الموز أو الخروع وذلك بهدف التصدير الى الخارج ، كما أنها تساعد على زراعة محاصيل الخضر والتى تتميز بأنها المحاصيل الوحيدة التى تحقق ربحا صافيا ابتداء من السنة الأولى لزراعتها خصوصا وأنها تنضج فى وقت مبكر عن مثيلاتها التى تزرع فى وادى النيل ويمكن تخصيص جزء كبير من انتاجها للتصدير الى الخارج .

خاتمة :

من التحليل السابق لمشاكل استغلال المياه الجوفية فى واحات مصر بالصحراء الغربية يتضح أن مشاكل الاستغلال متداخلة ومرتبطة بعضها مع البعض الآخر ، وذلك لأن على أى استغلال زراعى على نطاق واسع يتطلب فى المقام الأول توفير كميات المياه الضرورية ، كما يتطلب حل المشاكل الأخرى مثل مشكلة صرف المياه الزائدة عن حاجة الرى والتبخر وطغيان الكثبان الرملية على الطرق والقرى وتوفير العمالة الزراعية المدربة واختيار تركيب محصولى يتناسب مع الهدف من التوسع الزراعى .

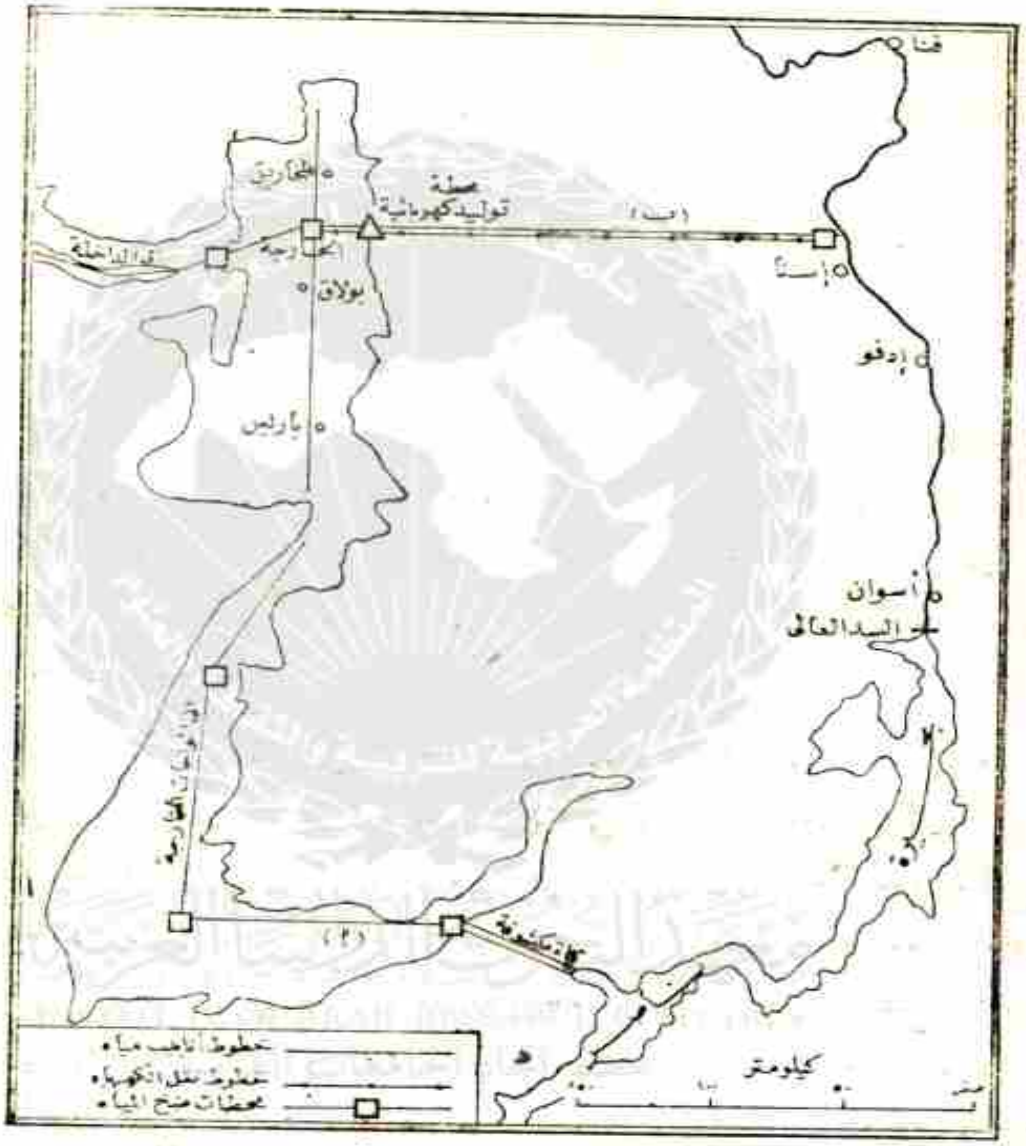
ومن بين هذه المشاكل تعتبر مشكلة تناقص التدفق الارتوازى للمياه الجوفية هى المشكلة الرئيسية وذلك لأن انكماش المساحة المنزرعة بنفس معدل تناقص المياه الكبير يتحول فى النهاية الى عجز فى انتاج المحاصيل الزراعية وبالتالى فى كمية المحاصيل المصدرة الى وادى النيل أوالى الخارج مما يجعل الاعتماد على الواحات أمرا غير مأمون .

وعلاج مشكلة تناقص التدفق الارتوازى للمياه بالطرق المتبعة حالياوهى تركيب طلمبات الرفع الآلى أو حفر آبار تعويضية يعتبر حلا غير مجدى،لأنه لا يمكن زيادة كمية المياه المستخرجة من الخزان الجوفى عن الكمية المتدفقة

منه فى الوقت الحاضر ، لأن الدراسات التى تمت حتى الآن أوضحت أن التغذية السنوية لهذا الخزان الجوفى (١ر٦ مليون متر مكعب يوميا) تقل كثيرا عن السحب الحالى (٤ مليون متر مكعب يوميا) ، وبالتالى فان أى زيادة جديدة فى كمية السحب سوف تكون على حساب المياه المختزنة فى الطبقات المائية مما يؤدى الى تدهور الخزان الجوفى فى فترة زمنية قصيرة نسبيا • وتقدر الفترة الزمنية التى يتم فيها استهلاك كل المياه المختزنة فى الطبقات المائية بحوالى ٧٨٠ مليون على أساس سحب حوالى ١٠ مليون متر مكعب يوميا لرى نصف مليون فدان (Ezzat, 1964, P. 12)

ولهذا السبب ، اذا كان هناك أى مشروع لاستصلاح واستزراع مساحات كبيرة فى الواحات تقدر بحوالى نصف مليون فدان أو أكثر ، يجب الاعتماد على مياه النيل بجانب المياه الجوفية المتدفقة من الآبار • وهناك مشروع تحت الدراسة فى الوقت الحاضر لتوصيل مياه النيل الى الواحات الخارجة وربما الى الواحات الداخلة لاستغلال المياه الزائدة عن الطاقة التخزينية لبحيرة السد العالى وذلك عن طريق قناة مكشوفة وانابيب لتدخل الواحات الخارجة من جهة الجنوب • ولكن هذا المشروع يهدف الى توصيل مياه النيل فقط الى الواحات دون الاستفادة بها فى نواحى اقتصادية أخرى مثل توليد الكهرباء • ولذلك اقترح توصيل مياه النيل من مكان ما يقع الى الشمال من السد العالى وليكن عند مدينة اسنا أو الى الشمال منها قليلا (بسبب قصر المسافة التى تفصل الواحات الخارجة عن وادى النيل وهى حوالى ١٥٠ كم) • ومن هذا المكان يتم ضخ المياه فى أنابيب الى سطح الهضبة الأيوسينية التى تفصل الواحات الخارجة عن وادى النيل ، ثم تهبط الانابيب حافة المنخفض متجهة بعد ذلك الى الواحات الخارجة وبعدها تتفرع فى اتجاه الشمال والجنوب فى المنخفض والى الغرب فى اتجاه سهل الزيات ومنخفض الداخلة ومنطقة أبو منقار اذا كانت كمية المياه تسمح بذلك • وعند حافة منخفض الخارجة سوف يكون هناك فارق رأسى فى المنسوب يقدر بحوالى ١٥٠ ــ ٣٠٠ متر ومنه يمكن توليد الكهرباء عن طريق تركيب محطات كهربائية مثل تلك المزمع انشاؤها فى مشروع منخفض القطارة • هذه الطاقة الكهربائية يمكن الاستفادة بها

فى الواحات الخارجة فى العمليات الزراعية المختلفة أو فى استغلال فوسفات أبو طرطور ، كما يمكن الاستفادة بجزء منها فى ضخ مياه النيل عن طريق نقلها من محطات التوليد عند حافة منخفض الخارجة عبر الهضبة الى محطات ضخ المياه فى وادى النيل (أنظر شكل ٥) . بالاضافة الى ذلك ،



شكل (٥) مشروعات توصيل مياه النيل إلى الواحات الخارجة والداخلة .
(أ) مشروع مؤسسة تعمير الصحارى .
(ب) المشروع المقترح .

سوف يسمح هذا المشروع بزيادة الطاقة الكهربائية المولدة من محطة كهرباء السد العالى عن طريق المياه الاضافية التى سوف تحول الى الواحات ويسمح بمرورها عبر توربينات محطة الكهرباء واذا كانت

المساحة التى يتوقع استصلاحها واستزراعها فى منطقة الواحات الخارجة والداخلة تقدر بحوالى نصف مليون فدان ، فان كمية المياه المطلوب تحويلها الى الواحات من نهر النيل تقدر بحوالى ٣ر٧ مليار متر معب سنويا على أساس مقنن مائى ٢٠ متر مكعب للفدان يوميا .

ومن المتوقع أن تزداد حدة مشكلة صرف المياه الزائدة عن حاجة الرى عند توصيل مياه النيل للواحات الخارجة والداخلة ، ولكن يمكن التغلب عليها بطريقتين :

١ ــ اتباع طريقة الرى بالرش حتى لا تغمر الأراضى بأية كميات زائدة عن حاجة المحاصيل . وهنا يجب تدريب العمالة الفنية اللازمة لتشغيل هذه الطريقة من طرق الرى .

٢ ــ انشاء مصارف عمومية فى الأجزاء المنخفضة من قاع منخفض الخارجة أو الداخلة مثل المنطقة المنخفضة التى تقع الى الشرق من جبل القرن فى منخفض الخارجة . وتحويل هذه المنطقة الى مصرف عمومى سوف يساعد على تثبيت الكثبان الرملية التى تنتهى اليها ثم تخرج منها بعد ذلك فى اتجاه الجنوب .

ومع توصيل مياه النيل الى الواحات الخارجة والداخلة ، يمكن انشاء عدة طرق برية أو حديدية من الدرجة الأولى تربط الواحات بوادى النيل لخدمة حركة المرور الكثيفة المتوقعة على هذه الطرق بعد زيادة الانتاج الزراعى فى الواحات ، وكذلك انشاء شبكة من الطرق الداخلية لخدمة النقل الداخلى . وهنا يمكن تنفيذ الاقتراح الخاص بالتغلب على مشكلة الكثبان الرملية الهلالية الدائبة الحركة فى اتجاه الجنوب والتى تقطع الطرق الا وهو انشاء طرق علوية أو انفاق فى مناطق تقاطع نطاقات الكثبان الهلالية وهذه الطرق .

ومع توصيل مياه النيل الى الواحات الخارجة والداخلة وزراعة مساحات كبيرة من الأراضى الزراعية ، يجب اختيار تركيب محصولى يتناسب مع الهدف الرئيسى من عملية الاستصلاح والاستزراع . فاذا كان الهدف منه تحقيق أكبر عائدا اقتصادى فقط ، هنا يتحتم أن تقوم الدورة

الزراعية على أساس زراعة محاصيل نقدية بهدف تصدير معظمها الى الخارج ، أما اذا كان الهدف هو سد العجز المتزايد من محاصيل الحبوب واللحوم لسكان وادى النيل ، يتحتم أن تقوم الدورة الزراعية على أساس زراعة محاصيل حبوب وعلف •

١ ـ المراجع العربية :

١ ـ محمد على عزت ، ١٩٦٤ ، مشروع الوادى الجديد : برنامج السنوات العشر لدراسات المياه الجوفية ، المؤتمر الهندسى العربى التاسع ، بغداد ، ديسمبر ١٩٦٤ ، ٢٣ ص •

٢ ـ المراقبة الزراعية : مشروع الوادى الجديد ، ١٩٧٢ ، دراسة عن الاستغلال الأمثل للأراضى المنزرعة بمشروع الوادى الجديد الجهاز التنفيذى للمشروعات الصحراوية ، المراقبة الزراعية ، قسم التجارب، الخارجة ، ٤٦ ص •

٣ ـ نبيل سيد امبابى ، ١٩٧٠ ، مشكلة الكثبان الرملية المتحركة فى المناطق الصحراوية ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد٣،ص ص٦٣ ـ ٧٣ •

٢ ـ المراجع الأجنبية :

1 — Ball J., 1927, Problems of the Libyan Desert, Geogr. J., Vol. LXX, 1,2,3.

2 — Beadnell, H.J.L., 1901, An Egyptian Oasis, Survey Dept. of Egypt, Cairo.

3 — Ezzat, M.A., 1959, Origin of the underground water in the Libyan Desert and Preliminary Evaluation of its amount, G.D.D.A., Cairo.

4 — Ezzat, M.A., 1964, New Valley Project : Ground Water Conditions, E.G.D.D.O. Tunis, 15 p.

5 — Idris, H., 1963, Status of Hydrological investigations in the Egyptian Deserts, Cai.o, 48 p.

6 — Murray, G.W., 1952, The Artesian Water of Egypt, Paper No. 52, Survey Dept. of Egypt, Cairo.

7 — Parson's, R.M., Co., 1962, Bahariya and Farafra Areas : Geology, Ground Water, Soil, Agriculture and Topographic Mapping, Report to G.D.D.O., Cairo.

8 — Paver, G.L. ; Pretorius, D.A., 1954, Hydrogeological Davestigations in Kharga and Dakhla Oases, Report No.4. Publ. de l'Institute du Desert d'Egypte.

9 — Sabry, M, 1957, New Evidence on the Origin of the Artesian Waters in the Wester n Desert of Egypt, Desert Institute, Cairo.

10 — Shata, A. ; El-Shazly, M. M. ; and Farag, I., 1959, The Subsurface Geology of El-Kharga Oases, Special Report to G.D.D.A., Desert Institute, Cairo.

11 — Shata, A. ; and Higazy, R.A., 1960, Remarks on the Age and Origin of Ground Water in the Western Desert with special Reference to E.-Kharga Oasis, Bull. Soc. Geogr. d'Egypte, T.33, pp. 177-186.

12 — Wallen, C. C., 1967, Aridity Difinitions and their Applicability, Geogr. Annaler, Vol. 49 A, pp. 367-384.

13 — Walton, K., 1969, The Arid Zones, Hutchinson University Library, London, 175 p.