كراسات « علمية »

سلسلة غير دورية تصدرها المكتبة الأكاديمية

تعنى بتقديم الاجتهادات العلمية الحديثة

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقى　　مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

الحاصلة على شهادة الجودة

ISO 9002

Certificate No.: 82210

03/05/2001

UKAS QUALITY MANAGEMENT

مشروع منخفض القطارة

قصة ٧٠ عاماً من الدراسات

مشروع منخفض القطارة

قصة ٧٠ عاماً من الدراسات

تأليف

أ.د. عبده عبده البسيونى

تقديم

أ. د. محمد عبد الفتاح القصاص

الناشر

المكتبة الاكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠٠٧

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠٠٧م - ١٤٢٧هـ

حقوق الطبع والنشر © جميع الحقوق محفوظة للناشر :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

لا يجوز استنساخ أى جزء من هذا الكتاب بأى طريقة
كانت إلا بعد الحصول على تصريح كتابى من الناشر .

هذه السلسلة

تعد استجابة منطقية لما لقيته شقيقتها الكبرى « كراسات مستقبلية » التى بدأ ظهور أعدادها الأولى عام ١٩٩٧ ، من الترحاب والتشجيع ، المقرونين بالدعوة إلى زيادة مساحة العلم فى إصدارات السلسلة إلى أقصى حد ممكن .

لقد دفعتنا هذه الدعوة إلى التفكير فى أن نفرد للموضوعات العلمية سلسلة خاصة ، تستحقها ، فكانت هذه السلسلة ، التى تمثل تطويراً وتوسعاً فى أحد محاور «كراسات مستقبلية» ، حيث ذُكر فى مقدمتها ما نصه :

« الإلمام بمنجزات الثورة العلمية والتكنولوجية ، التى تعد قوة الدفع الرئيسية فى تشكيل العالم ، مع استيعاب تفاعلها مع الجديد فى العلوم الاجتماعية والإنسانية ، من منطلق الإيمان بوحدة المعرفة » .

ومن ملامح هذه السلسلة :

* المحافظة – على شكل المقال التفصيلى الطويل (Monograph) الذى تتميز به الكراسات عادة .

* الحرص على تقديم الاتجاهات والأفكار العلمية الجديدة ، بجانب تقديم المعارف الخاصة بمختلف المجالات الحديثة ، بشكل يسمح للقارئ « المتعلم غير المتخصص » ، الذى يمثل القارئ المستهدف للكراسات ، بالقدر الكافى من الإلمام والقدرة على المتابعة .

* وفى تقديمها للاتجاهات والمعارف العلمية الحديثة ، لن تتبنى الكراسات الشكل النمطى لتبسيط العلوم ، الذى يستهدف النجاح فى إضافة كمية – قلت أو كثرت – لبعض المعارف العلمية إلى ثقافة المتلقى . إننا لا نتعامل مع العلم كإضافة ، ولكن كمكون عضوى أصيل للثقافة المعاصرة ، وهو مكون ثرى، يتضمن المناهج والمعلومات والأفكار والاتجاهات .

* وتأكيداً لعدم النمطية ، ستتسع السلسلة للتأليف والترجمة والعرض ، وتتضمن اجتهادات التبسيط والتنظير والاستشراف ، وستنطلق من أهمية تضامن المعرفة والحكمة وارتباط العلم الحديث بالتكنولوجيا technoscience ، مع التركيز على أهمية ارتباطهما معا بالأخلاق .

وبعد ، فإننى أتقدم بالشكر إلى كل الزملاء الذين تحمسوا للفكرة ، وساهموا فى تقديم المادة العلمية للسلسلة . وباسمهم وباسمى أشكر الصديق العزيز الأستاذ أحمد أمين ، الناشر المثقف الذى احتفى من قبل بسلسلة « كراسات مستقبلية » ، وشجعنا على إصدار هذه السلسلة الجديدة . والله الموفق .

هذه الكراسة

لا تمثل فقط مادة ثرية تتحدث عن موضوع هام امتدت جهود العاملين فيه لعقود عديدة ، لكنها تمثل نموذجا لتواضع العلماء.

إن الدكتور عبده البسيونى، الذى تجدون التعريف به فى نهاية الكراسة، يعرف ما يكتب تمام المعرفة، لكنه ذهب إلى استاذنا جميعا، الذى علمنا العلم والتواضع معاً، الدكتور محمد عبد الفتاح القصاص؛ ليأخذ رأيه فى الكراسة. والدكتور القصاص، أمد الله لنا فى عمره وزاد من عطائه..! هو أحد رعاة مشروع كراسات العلم والمستقبل، يحتفى بها ويحضر كل مناسباتها. لقد اتصل بنا أستاذنا الجليل مقترحا نشرها، ولأننا تمنينا أن تتاكد الرعاية بالمشاركة، فقد رجوناه أن يكتب مقدمةً لها، وتكرم مشكوراً بكتابة المقدمة التى تطالعونها فى بداية الكراسة، ولا يمكن أن نزيد على مقدمة سيادته سطراً واحداً. شكرا له وللمولف.

أحمد شوقى

يناير ٢٠٠٧

المحتـــويـــات

الصفحة

- تقديم ٩
- **كلمة المؤلف** ١٣
- إنتاج الطاقة الكهربائية فى مصر ١٧
- مشروع منخفض القطارة والتنمية المتكاملة والمستدامة لمنطقة المشروع وشمال الصحراء الغربية ٢٥
- إنتاج الطاقة من مشروع منخفض القطارة ٣٠
- قصة اكتشاف منخفض القطارة ٣٢
- جغرافية منخفض القطارة ٣٣
- جيولوجية منطقة منخفض القطارة ٣٦
- الدراسات الأساسية التنفيذية للمشروع ٥٦
- الجدوى الفنية للمشروع ٥٩
- إقتصاديات المشروع ٥٩
- الآثار الجانبية للمشروع:
  - أ - بالنسبة للمياه الجوفية ٦٧
  - ب - بالنسبة للوضع الزلزالى ٦٨
  - جـ - بالنسبة لمفقود المياه الجوفية ٧١
- **نتائج هذه الدراسة:**
  - أ - حساب كمية استخراج المياه الجوفية ٧٣
  - ب - كمية المياه الجوفية الممكن استخراجها ٧٣
  - جـ - تنمية المياه الجوفية فى الصحراء الغربية ٧٤
- إنتاج المياه العذبة من بحيرة المنخفض ٧٤
- التنمية الزراعية والحيوانية ٧٥
- التنمية الصناعية ٧٧
- النشاط السياحى فى منطقة القطارة ٧٩
- محور التعمير ٨٠
- مشروع منخفض القطارة .... إلى أين ٨٨٣
- **ثبت المراجع الرئيسية** ٨٥

تقديم:

كانت سنوات النصف الأول من القرن العشرين، وخاصة سنوات ما بين الحربين العالميتين الأولى والثانية، سنوات أحلام المشروعات الكبرى مثل:

* إقامة قنطرة ومعبر على مضيق جبل طارق لوصل أفريقيا بأوربا، للتحكم فى مستوى مياه البحر المتوسط.
* إقامة قنطرة ومعبر على مضيق باب المندب لوصل أفريقيا بآسيا، وإقامة محطات لتوليد الكهرباء.
* شق قنوات تصل البحر المتوسط بمنخفضات القطارة (الصحراء الغربية فى مصر) والبحر الميت (فلسطين) لإقامة محطات لتوليد الكهرباء.

اتصلت دراسات مشروع قناة وصل البحر المتوسط بمنخفض القطارة فيما بين ١٩١٣ حتى ١٩٨٥، وهى دراسات اتصلت وانقطعت بتأثير متغيرات سياسات الطاقة واقتصادياتها على مدى سنوات القرن العشرين. وترجع هذه المتغيرات إلى:

* تغيرات أسعار خامات البترول.
* تغيرات تقديرات احتياطيات مصادر الطاقة الحفرية.
* تغيرات الاعتبار لإمكانات الطاقة الذرية.
* امكانات استغلال مساقط المياه فى نهر النيل وقنوات الرى.
* احتياجات السكان والتنمية فى مصر للطاقة.

شارك فى هذه الدراسات علماء وخبراء من مصر ومن الخارج، وقدموا دراسات موسوعية ضخمة وتفصيلية عن المشروع، وخاصة:

* مقارنة مسارات قناة الوصل بين البحر والمنخفض، أى الخط الذى تبدأ عنده القناة والذى تنتهى به عند مصبها فى المنخفض (محطات توليد الكهرباء).
* مواصفات المسار: قناة واحدة مكشوفة، أم قناة جزؤها الأول (السهل الساحلى) قناة مفتوحة، وجزؤها الثانى أنفاق تخترق الهضبة، أم محطة رفع عند المأخذ ومسار علوى من القنوات المفتوحة والأنابيب المحمولة حتى تصل إلى المصب؟... إلخ.
* هل يكون شق القناة المكشوفة والأنفاق فى صخور الهضبة، التى تفصل السهل الساحلى عن حافة المنخفض؛ بالطرق التقليدية أو بالانفجارات الذرية الصغيرة؟
* الآثار والتوابع البيئية للمشروع، خاصة آثاره على تدفقات المياه الجوفية فى الصحراء الغربية، وعلى المناخ الموضعى، وعلى مناخ الدلتا، وعلى التنوع الأحيائى، وخاصة حركة الحيوانات بين الشرق والغرب.

* مشروعات التنمية والعمران التى يمكن أن تصاحب المشروع، والتى تضيف إلى جهود التنمية المتكاملة والمستديمة لمنطقة المشروع ولصحراء مصر الغربية عامة.
* ربط إمكانات إنتاج الكهرباء فى المشروع بالشبكة الوطنية للكهرباء، إذ تكون محطات القوى فى المشروع عناصر لإدارة الشبكة الموحدة.

هذه الدراسات الغزيرة والمتعددة التخصصات، والتى شغلت عشرات العلماء على مدى يزيد على نصف قرن، والتى تكلفت الملايين الكثيرة؛ غير متاحة للكافة. كان مؤلف هذه الدراسة الدكتور الجيولوچى عبده عبده البسيونى واحداً فى رعيل الأواخر الذين شاركوا فى هذه الدراسات منذ ١٩٧٩ . وقد مضى خبراء الرعيلين الأول والآخر إلى رحاب الله، وكان على المؤلف مسئولية توثيق الدراسات المستفيضة التى تناولت المشروع والمشاريع التكميلية الملحقة به، لتكون بين يدى الحاضر والمستقبل عندما يحين الزمن المناسب لتنفيذ هذا المشروع «الحلم»، هذه الدراسات التى بدأت فى أوائل القرن العشرين أصبحت جزءا من التراث العلمى لمصر، وتظل كذلك حتى يحين زمان تتحول فيه من تقارير علمية وخرائط ورسوم تقنية إلى مشروعات أعمال تنفيذية تتولد منها الكهرباء والمياه والزراعة والمجتمعات العمرانية الجديدة.

تشغيل هذا المشروع الضخم يتضمن مراحل: الأولى عندما تتساقط مياه البحر عند حافة المنخفض بانحدار يزيد على ١٤٠ متراً، هذه مرحلة توليد طاقة كهربائية غزيرة، أى تكون القدرة الكاملة لمحطة توليد الكهرباء، تظل كذلك حتى تتكون بحيرة فى قاع المنخفض، وتمتلئ البحيرة حتى تصل إلى مستوى ٥٠ متراً تحت سطح البحر. عندئذ تكون المرحلة الثانية التى تقل فيها الكهرباء المولدة؛ لأن من اللازم التحكم فى قدر الماء الساقط ليكون بقدر ما يتبخر من البحيرة، وليحفظ مستوى ماء البحيرة عند ٥٠ متراً تحت مستوى سطح البحر .

عندما يبدأ توليد الكهرباء، تتصل هذه القوى بالشبكة الوطنية الموحدة، بحيث يستخدم المشروع كآلية لحفظ توازن الشبكة، يزيد إنتاجه فى فترات الذروة ويقل فى فترات الطلب الأقل. فى واحد من بدائل المشروع تكون هذه الوظيفة جوهرية، بديل إنشاء محطة رفع لمياه البحر عند المأخذ إلى خزان على مستوى ١٠٠ متر فوق سطح البحر، وحمل المياه فى أنبوب معلق حتى نطاق هضبة الحجر الجيرى عند خط ارتفاع (كنتور) حوالى ١٠٠ متر، ثم يسير الماء فى قناة مشقوقة فى الصخر حتى المصب. فى هذا التصور يكون تشغيل محطات الرفع عند المأخذ فى فترات الطلب الأقل على الشبكة. وفى دراسة أخرى يتضمن المشروع ملء منخفضات على الهضبة العليا (بحيرات تخزين المياه) تنساب منها المياه إلى قناة التوصيل لمحطات توليد الكهرباء فى فترات الذروة لتغذى المحطات الشبكة الموحدة.

الدراسات الاقتصادية التى تناولت المشروع عبر سنوات القرن العشرين تباينت أرقام تقديراتها؛ لأنها تتغير حسب:

* تكاليف الإنشاء .
* اقتصاديات إنتاج الطاقة من البترول (أسعار البترول) .
* تكاليف إنتاج الطاقة من المحطات النووية.
* إحتياجات مشروعات التنمية فى مصر إلى الطاقة.

تغيرت هذه الأسس جميعاً منذ توقفت الدراسات فى الثمانينات من القرن العشرين، بل تغيرت أسعار البترول فى خلال سنوات القرن الحادى والعشرين تغيرات بالغة، كذلك برزت مشاكل احتياطيات مصادر الوقود الحفرية (الفحم – البترول – الغاز الطبيعى). من هنا ينبغى إعادة حساب التقديرات الاقتصادية (التكلفة والعائد) للمشروع فى ضوء الأوضاع الحالية.

القصد من نشر هذه الدراسة هو أن يبقى مشروع توليد الكهرباء من منخفض القطارة حاضرا على أجندة اختيارات التنمية فى مصر، وخاصة أن الدولة معنية بتنمية موارد الصحراء الغربية، وبين يدى أصحاب القرار مجمل أفكار وخطط عديدة لهذه التنمية لم تأخذ مشروع منخفض القطارة فى الحسبان. هذا قصور نرجو أن يكون نشر هذه الدراسة حافزا على إعادة النظر فى خطط تنمية الصحراء الغربية لتنظر إلى مشروع توليد الكهرباء من منخفض القطارة ضمن العناصر الرئيسية التى تستحق النظر والاعتبار.

بقى لى أن أشكر العالم الجيولوجى الجليل الدكتور عبده عبده البسيونى على جهده وحفظه ومشاعره الوطنية الصادقة، وعلى ما بذله من جهد فى الإسهام فى دراسات المشروع فى مدى يزيد على ربع قرن، وعلى إيمانه العميق بجدوى ما ينهض به من دراسات علمية وتقنية..!.. وقد بلغ الارتباط الروحى لهذا العالم الجليل بالمشروع أن بنى لنفسه عند حافة المشروع فى منطقة هضبة العلمين منزلا يعيش فيه سنوات تقاعده ليظل يرقب ما تأتى به الأيام لهذا المشروع العظيم، كذلك أحمد للناشرين (المكتبة الأكاديمية– مشروع الكراسات العلمية) فضل نشر هذه الدراسة ذات القدر...!

الدراسات التى تمت فى خلال القرن العشرين على مشروع منخفض القطارة كثيرة وثرية بالبيانات والمعارف، نرجو أن تحرص إحدى الهيئات العلمية المصرية العاملة فى بحوث ودراسات الطاقة على جمع هذه الدراسات وتوثيقها لصون ما تحويه من معارف.

اكتوبر ٢٠٠٦ **محمد عبد الفتاح القصاص**

كلمة المؤلف:

هذا نداء من الأعماق: نفذوا مشروع القطارة!.. عندما يضع الرئيس حجر الأساس للمشروع سأصرخ بكلمة النصر العظيم .. الله أكبر لخير مصر .. الله أكبر لحضارة وصناعة وزراعة دلتا مصر القرن الواحد والعشرين .

إن اقتصاديات المشروعات الكبرى تبدو باهظة التكاليف، ولكن تحسب اقتصادياتها بالمشروعات المصاحبة لها – كما هو الحال فى مشروع منخفض القطارة – مثل: طاقة شمسية – محطات حرارية ونووية – طفلة بترولية – تحلية المياه – زراعة على المياه المالحة – مشروعات صناعية – وسائل الاستجمام (سياحة تزحلق على المياه).. وصيد الأسماك . فبحساب عائد هذه المشروعات المصاحبة لتنفيذ مشروع منخفض القطارة على ضفاف شواطئ البحيرة المتكونة بالمنخفض وفى داخل البحيرة نفسها، حيث الأعماق مناسبة لتنفيذ البرك الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربية والمياه العذبة – فإننا نخلص بأن مشروع منخفض القطارة مشروع اقتصادى من الدرجة الأولى، فدراسات المشروع متصلة على تاريخ يزيد على سبعين سنة .

١٩٣٠م مشروع المساحة الجيولوجية (المسار D) – ١٩٦٤م مشروع دراسة الألمان التى توقفت مع قطع العلاقات مع ألمانيا – ١٩٧٥م، دراسات بيت الخبرة الألمانى لاماير للمسار الغربى – ١٩٨٣م، دراسة بيت الخبرة السويدى سويكو للمسار الشرقى.

أعود فأقول هذا المشروع لبناء مصر الغد.. مصر القادرة على الخروج من أزمتها الراهنة، والقادرة أيضا على مواجهة القرن الحادى والعشرين والتعامل مع تحدياته.

ومصر المستقبل لن تكون بحال من الأحوال فى هذا الشريط الضيق حول النيل الذى يتكدس فيه سبعون مليوناً سيتضاعفون خلال هذا القرن الحالى وتتضاعف معهم مشاكلهم وأزماتهم.

مصر المستقبل ستكون فى قلب الصحراء، حيث كل الإمكانيات للتوسع الزراعى والصناعى والعمرانى إذا استطعنا أن نوفر كميات الماء اللازمة لبناء الحياة فوق الرمال الصفراء، وهذا هو المفتاح الأساسى لأية محاولة للخروج من عنق الزجاجة ، وإنجاز تنمية حقيقية فوق أرض مصر.

ومصر برغم المشاكل والأزمات تملك القدرة على ذلك، تملك الثروة البشرية والأرض الشاسعة والقاعدة العلمية، ولا ينقصنا إلا الإرادة والعزيمة والنظرة الإستراتيجية التى تحشد كل الإمكانيات من أجل بناء المستقبل الذى يليق ببناة الأهرام وقناة السويس والسد العالى.

ومن هذا الإيمان بقدرة شعبنا العظيم، أعيد طرح هذا المشروع لعله يكون نقطة انطلاقه لاستراتيجية جديدة فى تنمية مصر وبناء مستقبلها، ولعله يكون ميدانا يسع كل الجهود من أجل هذا الهدف العظيم.

يا أبناء مصر – أصحاب أقدم حضارة، وأصحاب أعظم عبور فى العالم الحديث (نصر اكتوبر)، نفذوا مشروع منخفض القطارة فهو البنية الأولى لإنشاء دلتا مصر القرن الواحد والعشرين.

فحيث توجد المياه والطاقة:

ننتج زراعة.

ننتج صناعة .

ننشئ مجتمعاً.

ولتصبح حضارتنا مجيدة !

وتتحقق الآمال العظام بحل مشاكل مصر:

* حل مشكلة الغذاء، بحيث يمكننا أن نصدّر الجزء الأكبر .
* حل مشكلة الإسكان على أحدث النظم.
* حل مشكلة تزايد عدد السكان المطردة حتى لو وصلت أقصى حدودها.
* حل مشكلة المواصلات بأحدث شبكة طرق .
* لا يوجد تلوث للبيئة .
* لا يوجد بلهارسيا وأمراض متوطنة .

هذه صيحة أدعو الله أن ننتبه إليها..!

عبده البسيوني

صورة فضائية لجمهورية مصر العربية
من القمر الصناعى «لاند سات»
من ارتفاع ٩٥٠ كيلو متر

LANDSAT SATELLITE IMAGE
OF THE ARAB REPUBLIC OF EGYPT
FROM 950 km ALTITUDE

إنتاج الطاقة الكهربائية فى مصر

تعتمد مصر للحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة على الطاقة المائية من نهر النيل، والبترول، والغاز الطبيعى، والطاقة الشمسية، والرياح.

منذ إنشاء محطة أسوان الأولى ومحطة السد العالى وحتى عام ١٩٧٨م كانت الطاقة المائية تسهم فى توفير ثلث الطاقة الكهربائية، زادت هذه النسبة عام ١٩٨٠م إلى النصف، ثم انخفضت فى عام ١٩٨٥م إلى الثلث، وعام ١٩٩٠م انخفضت إلى الخمس؛ وذلك بسبب ازدياد الطلب على الطاقة الكهربائية لمجابهة الزيادة السكانية وازدياد العمران بالمدن الجديدة، وبذلك تزايدت كميات البترول المستخدم فى إنتاج الطاقة:

فقبل عام ١٩٧٣م لم تزد عن ٨٠٠ ألف طن سنويًا .

ثم بلغت عام ١٩٨٠م ما يقرب من ٣ ملايين طن سنويًا.

وفى عام ١٩٩٠م أكثر من ١٠ مليون طن سنويًا .

وفى عام ٢٠٠٠م حوالى أكثر من ٢٥ مليون طن سنويًا.

إذا لم يكن هناك مفر من استخدام البترول لمواجهة الزيادة فى الطلب على الطاقة، فهل تستطيع مصر الاعتماد على البترول بهذه الكميات المتزايدة؟!

لقد قفز سعر البترول قفزة غير مسبوقة فى تاريخ إنتاج هذا الخام منذ اكتشافه – (من ٣ دولار إلى ٣٩ دولاراً بعد حرب العاشر من رمضان المجيدة) – وقد ارتفع سعر البرميل من البترول إلى ٧٠ دولاراً حالياً، (فى عام ٢٠٠٦م).

لذلك يتحتم أن تكون سياسة توليد الطاقة الكهربية على الأسس التالية:

١- الحد من استخدام البترول كوقود لإنتاج الكهرباء والاستفادة من تصديره بالأسعار الحالية المرتفعة.

٢- إنشاء محطات تستخدم الفحم كوقود، سواء المحلى أو المستورد .

٣- استغلال الطاقة النووية لإنتاج طاقة كهربائية .

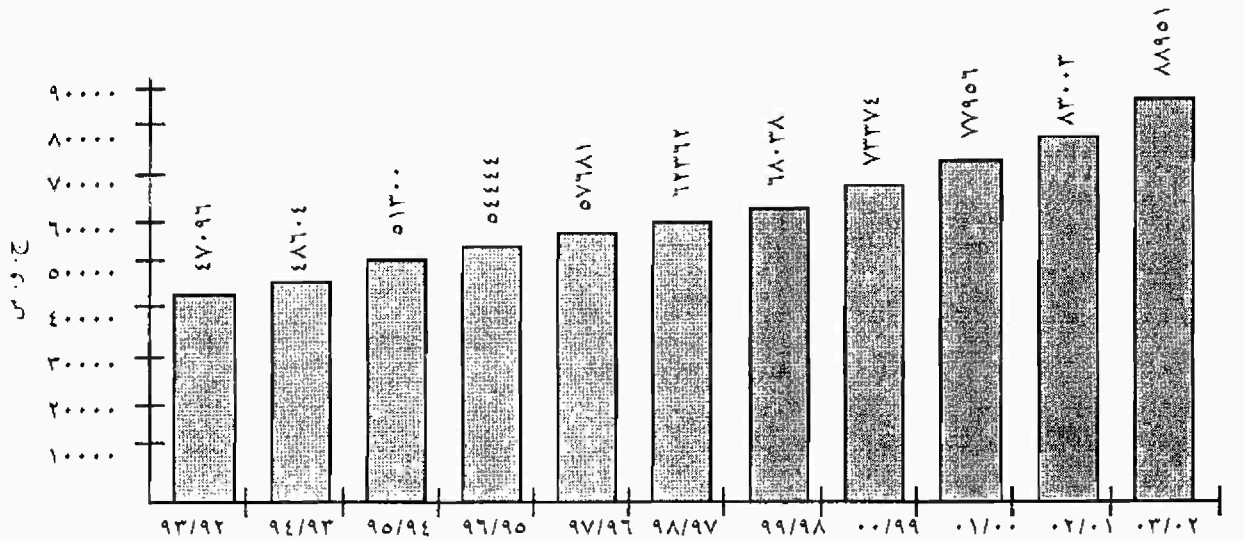
٤- استغلال الطاقات المائية المتاحة إلى أقصى حد .

أولا: البترول والغاز الطبيعى والفحم

فى عام ٢٠٠٠م إذا اعتمدنا على البترول فسنحتاج إلى أكثر م ٢٥ مليون طن سنويا، وهذه الكمية يصعب توفيرها محليًا، واستيراد بعضها من الخارج ليس اقتصاديًا.

أما إذا استخدمنا الغاز الطبيعى فسنحتاج إلى ١٤٨١٢ بليون متر مكعب[1] بينما المتاح، والذى يجرى اكتشافه يجب أن يخصص غالبيته للصناعة والاستخدام المنزلى. وهذا هو الاستخدام الأمثل، أما توجيهه لإنتاج الكهرباء فإنه خسارة فادحة. وفيما يلى تطور الطاقة المولدة: شكل رقم (١) .

شكل رقم (١) تطور الطاقة المولدة



أمـــا الفحم فالمقدر وجوده فى سيناء لا يكفى إلا لمدة ٢٠ عاماً لمحطة قدرة ٦٠٠ م. و. أى سيلزم الاستيراد للفحم، علاوة على أن المحطات التى تعمل بالفحم ينطلق منها في الجو كميات مهولة من الغازات والأتربة الضارة كناتج الاحتراق والتى تسبب تلوثا رهيباً للبيئة، وقد توقف العمل فى منجم فحم جبل المغارة فى شمال سيناء.

ثانيا: الطاقة النووية

لا مفر من استخدام المحطات النووية كمصدر مهم لإنتاج الطاقة الكهربائية رغم أحداث محطة تشرنوبيل، والتى كانت السبب في التخوف من المحطات النووية، الأمر الذى أدى إلى وقف مشروع المحطة النووية بمنطقة الضبعة على ساحل البحر المتوسط – وإن كان السبب فى انفجار محطة تشرنوبيل النقص فى بعض الأجهزة وعدم مطابقتها للمواصفات الخاصة بالأمان النووى.

(١) التقرير السنوى ٢٠٠١/٢٠٠٢ ، الشركة القابضة لكهرباء مصر – وزارة الكهرباء والطاقة .

ثالثاً: الطاقة المائية في مصر

١- نهر النيل

لقد حبا الله (سبحانه وتعالى) مصر بمصادر الطاقة المائية من نهر النيل، استُغل بعضها فى توليد الطاقة الكهربائية فتم تشييد محطة كهرباء خزان أسوان الأولى بقدرة مركبة تبلغ ٢٧٠ م. و.[١] ، تم استغلالها ابتداءً من سنة ١٩٦٠م، كما أقيمت محطة السد العالى الكهربائية بقدرة مركبة تبلغ ٢١٦٠م. و.، بدأ استغلالها بالاستفادة منها فى أواخر سنة ١٩٦٧، كما تم إنشاء محطة كهرباء خزان أسوان الثانية بقدرة مركبة تبلغ ٢٧٠م. و. ودخلت الشبكة الموحدة لمصر فى ١٩٨٥م.

ونظراً لوجود فرق السقوط بين القاهرة وأسوان والبالغ سبعون متراً، يمكن استغلاله كمصادر للطاقة المائية من نهر النيل. فقد تمت إقامة:

* محطة إسنا الكهربائية: دخلت الخدمة فى ١٩٩٥م بقدرة ٩٠م. و. وبطاقة إنتاج ٦٤٠ مليون ك. و. س سنويًّا .
* أما محطة نجع حمادى الجديدة: فمتوقع دخولها الخدمة فى ٢٠٠٨م بقدرة إنتاج ٢٤٠ مليون ك. و. س. سنويًّا .
* محطة أسيوط: يتوقع دخولها الخدمة فى ٢٠٠٩م بقدرة ٣٢ م. و. وبطاقة إنتاج ٢٤٠ مليون ك. و. س. سنويًّا .

كما تجرى دراسات استغلال الطاقات المائية المتاحة على قنوات الرى والرياحات بمصر، ابتداءً من محافظة الفيوم:

* محطة العزب : دخلت الخدمة فى ١٩٩١م بقدرة ٦٨٠ ك . و .
* محطة اللاهون : دخلت الخدمة فى ٢٠٠٣م بقدرة ٨٠٠ ك. و.

وكذلك جارى دراسة إقامة :

* محطة زفتى: على أن تدخل فى ٢٠٠٨م بقدرة ٥,٥ م. و. والطاقة المتوقع إنتاجها ٤٠ مليون ك. و. س. سنويًّا .
* محطة فرع دمياط: على أن تدخل الخدمة فى ٢٠١٠م، بقدرة ١٣ م. و. والطاقة المتوقع إنتاجها ٨٤ مليون ك. و. س. سنويًّا .

هذه الطاقة التى تولد من مياه النيل طاقة موسمية تعتمد أساساً على حاجة البلاد من مياه الرى فهى تنقص تبعاً لقلة الحاجة إلى مياه الرى فى فترة الشتاء،

(١) التقرير السنوى ٢٠٠٢/٢٠٠١ ، الشركة القابضة لكهرباء مصر – وزارة الكهرباء والطاقة .

وتزداد فى فصل الصيف بسبب زيادة حاجة الرى إلى كميات أكبر من المياه، ورغم ذلك فهناك وفرة ملموسة فى الوقود، نتيجةً لاستغلال الطاقة المائية كما يوضحها الجدول رقم (١)[1] .

جدول رقم (١): قيمة الوفر فى الوقود نتيجة لاستغلال الطاقة المائية

البيان	٩٨/٩٧	٩٩/٩٨	٢٠٠٠/٩٩	٢٠٠١/٢٠٠٠	٢٠٠٢/٢٠٠١
الطاقة المائية المولدة (ج. و. س)	١٢٢٢٢	١٥٢٨٧	١٤٦٥٩	١٣٦٩٧	١٥١٣٠
معدل استهلاك الوقود (جم/ك. و. س) مولدة	٢٢٤,٣	٢٢٧,٨	٢٢٥,٦	٢٢٣,٥	٢٢٠,٧
كمية الوفر فى الوقود باستهلاك الطاقة المائية (ألف طن مازوت معادل)	٢٧٣٧	٣٤٧٩	٣٣٠٧	٣٠٦١	٣٣٣٩
قيمة المازوت المعادل (ألف جنيه)	٤٥٨٠٦٧	٥٨٧٨٧٢	٥٤٩٩٥٤	٥٥٧١٠٢	٦٠٧٦٩٨

ب- مشروع منخفض القطارة

يبقى فى مصر بعد مصادر الطاقة المائية من نهر النيل مصدر رئيسى وحيد للطاقة المائية وهو «منخفض القطارة» ذلك المنخفض الهائل الذى يغطى ١/٥٠ من مساحة مصر، والذى نأمل أن يغطى إحتياجات مصر من الطاقة الكهربائية كمحطة أساسية خلال السنين العشر الأولى، ولمجابهة ذروات الأحمال. ففى الوقت الذى يتحكم نظام الرى فى كميات الكهرباء المراد إنتاجها من المحطات المائية على النيل فإن (فى حالة محطة القطارة المائية) استخدام تدفق مياه البحر المتوسط يحكمه معدلات البخر فى بحيرة القطارة .

جـ- مزايا الطاقة المائية

١- لا تستهلك وقوداً، فلا تنتج غازات وأتربة ضارة تؤثر على البيئة. فإذا كان كل واحد ك. و. س سنويًا من المحطات الحرارية ينتج عنها انبعاث ٠,٥٦ كجم ثانى أكسيد الكربون، فإن محطة حرارية تنتج ٤٦٠ ك. و. س. سنويًا - مثل محطة نجع حمادى الجديدة المائية - سينبعث منها ٢٧٠ ألف طن سنويًا من ثانى أكسيد الكربون، وهو قدر كبير من التلوث البيئى.

٢- سرعة إدارة التوربينات وإيقافها، وبذلك يمكن التحكم فى الشبكة الكهربائية الموجودة فى حالات الطوارئ.

(١) التقرير السنوى ٢٠٠١/٢٠٠٢ ، الشركة القابضة لكهرباء مصر - وزارة الكهرباء والطاقة .

٣- المحطات المائية لا تحتاج إلى صيانة كبيرة - مثل المحطات الغازية - فهى أسهل الآلات فى الصيانة والتشغيل.

الموعد المناسب لمحطات منخفض القطارة

من التدرج بالأحمال فى مصر ومن دراسة التغيرات المتوقعة فى منحنيات الأحمال وأنماط الاستهلاك يتم تحديد الحمل الأقصى اللازم لتغطية الطاقة الكهربائية فى مصر.

فمن توقعات وزارة الكهرباء (١٩٨١م) أن يتطور الحمل الأقصى كالتالى:

الجدول رقم (٢)

السنة	المطلوب		القدرة المركبة				المجموع
	حمل الذروة م. و.	ميجاوات ساعة	مائى	حرارى	ضخ وتخزين	نووى	
١٩٧٠	١١٠٠	٦٩٠٠	٢٤٤٥	١٣٣٠	–	–	٣٧٧٥
١٩٧٥	١٧٣٠	٩٨٠٠	٢٤٤٥	١٣٣٠	–	–	٣٧٧٥
١٩٨٠	٣٣٣٠	١٨٤٠٠	٢٤٤٥	٢٢٦١	–	–	٤٧٠٦
١٩٨٥	٥٧٥٠	٣٢٠٠٠	٢٨١٥	٥٢٠٠	–	–	٨٠٠٠
١٩٩٠	٩٢٠٠	٥٢٠٠٠	٣٠٠٠	٥٨٠٠	٦٠٠	١٨٠٠	١١٢٠٠
١٩٩٥	١٣٦٠٠	٧٥٠٠٠	٣٠٠٠	٦٤٠٠	١٨٠٠	٤٠٠٠	١٥٢٠٠
٢٠٠٠	١٨٠٠٠	١٠٠٠٠٠	٣٠٠٠	٦٤٠٠٠	٣٠٠٠	٨٠٠٠	٢٠٤٠٠

١٩٨٠ شاملاً وحدات التربونات الغازية بقدرة حوالى ٥٠٠ م. و .

١٩٨٥ شاملاً أسوان - ٢ بقدرة ٢٧٠ م. و. بالإضافة ٣٠٠٠ م. و. وحدات حرارية

١٩٩٠ - أ- كهربة القناطر المقامة على النيل بقدرة حوالى ١٨٥ م. و.

ب- عدد ٢ وحدة نووية بقدرة ١٨٠٠ م. و.

جـ- وحدات الضخ والتخزين بقدرة ٦٠٠ م. و.

١٩٩٥ - أ - وحدات حرارية (فحم) بقدرة ٦٠٠ م. و.

ب- عدد ٢ وحدة نووية بقدرة ٢٢٠٠ م. و.

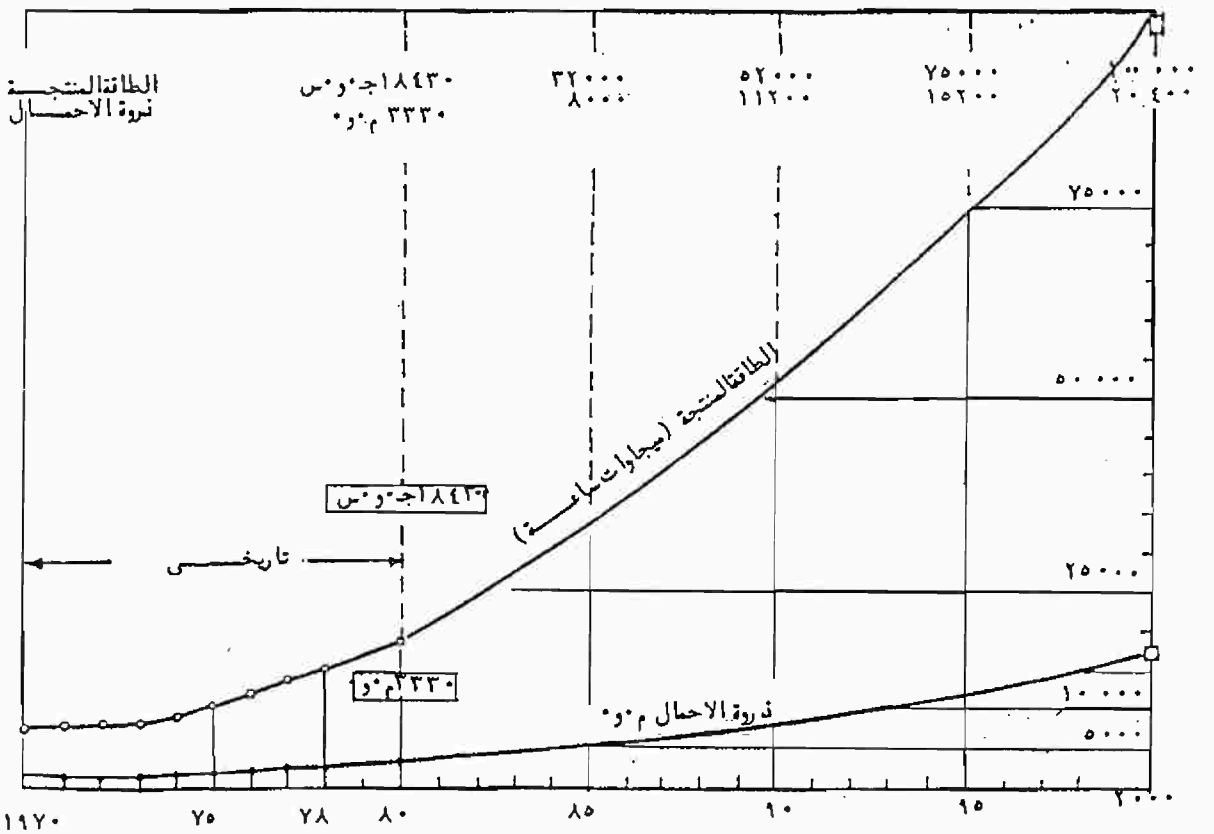
جـ- وحدات الضخ والتخزين بقدرة ٦٠٠ م. و.

د – محطة القطارة المائية بقدرة ٦٠٠ م. و .

٢٠٠٠ – أ – وحدات الضخ والتخزين بقدرة ٤٠٠٠ م. و.

ب– وحدات الضخ والتخزين بقدرة ١٢٠٠ م. و.

والشكل رقم (٢) : يوضح توقعات تطور الأحمال والطاقة المنتجة من سنة ١٩٨٠ حتى سنة ٢٠٠٠ .



شكل رقم (٢) : الطاقة المنتجة والأحمال المتوقعة من سنة ١٩٨٠ – ٢٠٠٠

لقد تم حساب توقعات النمو للطاقة الكهربائية والحمل الأقصى الواجب توافرها فى السنين القادمة حتى سنة ٢٠١٥ على الأسس التالية:

أ – معدل النمو الاتجاهى، وهى توضح التطور الصناعى العادى.

ب– معدل النمو المنتعش، وهى توضح التطور الصناعى المستقبلى .

وفيما يلى جدول رقم (٣) يوضح معدلات النمو فى الحمل الأقصى حتى سنة ٢٠١٥ :

جدول رقم (٣) يوضح معدلات النمو فى الحمل الأقصى حتى سنة ٢٠١٥

الفترة	سنة المرجع	الحمل الأقصى		معامل الحمل
		نمو اتجاهى ميجاوات	نمو منتعش ميجاوات	
١٩٧١ – ١٩٩٠	١٩٨٥	٤٥٦٥	٥٨١٠	٠,٦٦٦
١٩٩٠ – ١٩٩١	نهاية ١٩٩٠	٦٦٧٠	٩٠٠٥	٠,٦٥٢
١٩٩٢ – ١٩٩٣	نهاية ١٩٩٢	٧٤٩٠	١٠٤٠٥	٠,٦٤٥
١٩٩٤ – ١٩٩٥	نهاية ١٩٩٤	٨٤٠٠	١٢٠١٠	٠,٦٣٧
١٩٩٦ – ١٩٩٧	نهاية ١٩٩٦	٩٣٥٠	١٣٨٣٠	٠,٦٣٠
١٩٩٨ – ١٩٩٩	نهاية ١٩٩٨	١٠٣٥٠	١٥٨٥٥	٠,٦٢٤
٢٠٠٠ – ٢٠٠٢	نهاية ٢٠٠١	١١٦٤٠	١٨٥٣٠	٠,٦١٨
٢٠٠٣ – ٢٠٠٥	نهاية ٢٠٠٤	١٣٢٥٠	٢١٨٠٠	٠,٦١٢
٢٠٠٦ – ٢٠٠٨	نهاية ٢٠٠٧	١٥٠٨٠	٢٥٣٩٠	٠,٦٠٦
٢٠٠٩ – ٢٠١١	نهاية ٢٠١٠	١٧٠٩٠	٢٩٣٤٠	٠,٦٠٣
٢٠١٢ – ٢٠١٤	نهاية ٢٠١٣	١٩٢٨٠	٣٣٣٨٠	٠,٦٠١
٢٠١٥ – ٢٠١٧	نهاية ٢٠١٥	٢٠٩٠٠	٣٦٣٩٠	٠,٦٠٠

مما سبق يتضح أن وزارة الكهرباء والطاقة كانت متفائلة ولدرجة كبيرة بحيث أدرجت المحطات النووية فى توقعاتها اعتباراً من ١٩٩٠م وكذلك وحدات الضخ والتخزين على خليج السويس، بينما جاء مكان محطة القطارة المائية بقدرة ٦٠٠ م. و. فى سنة ١٩٩٥م ، إلا أن توقعاتها بدخول محطة أسوان الثانية فى ١٩٨٥م كان محسوباً .

ولكن إذا أخذنا فى الاعتبار السعر الحالى للبترول ٧٠ دولاراً أمريكيًا للبرميل

وعدم احتمال أو عدم توقع تنفيذ برنامج محطات نووية بسبب نكبة محطة تشرنوبيل النووية بالاتحاد السوفيتي (السابق)، فمن المتوقع أن يصبح استغلال مشروع منخفض القطارة اقتصاديًا خلال هذا القرن.

فلو رتبنا تنفيذ مشروعات توليد الكهرباء من المصادر المختلفة تبعًا لاحتياجات البلاد أولاً، ثم تبعًا لأولوية هذه المشروعات من الناحية الإقتصادية ثانيًا، لوجدنا أن مشروع توليد الكهرباء من منخفض القطارة يحل موعده بعد تنفيذ مشروعات توليد الكهرباء من السد العالى ومحطتى خزان أسوان وكذلك المحطات المقامة على القناطر. وبما أن سنة ٢٠١٠م هى موعد دخول محطة فرع دمياط، ولما كان مقدراً سبع سنوات لتنفيذ مشروع القطارة فإن تنفيذ مشروع القطارة يجب أن يبدأ من الآن ... وليكن فى ٢٠٠٧م.

مشروع منخفض القطارة

والتنمية المتكاملة والمستدامة لمنطقة المشروع

وشمال الصحراء الغربية

نبذة تاريخية:

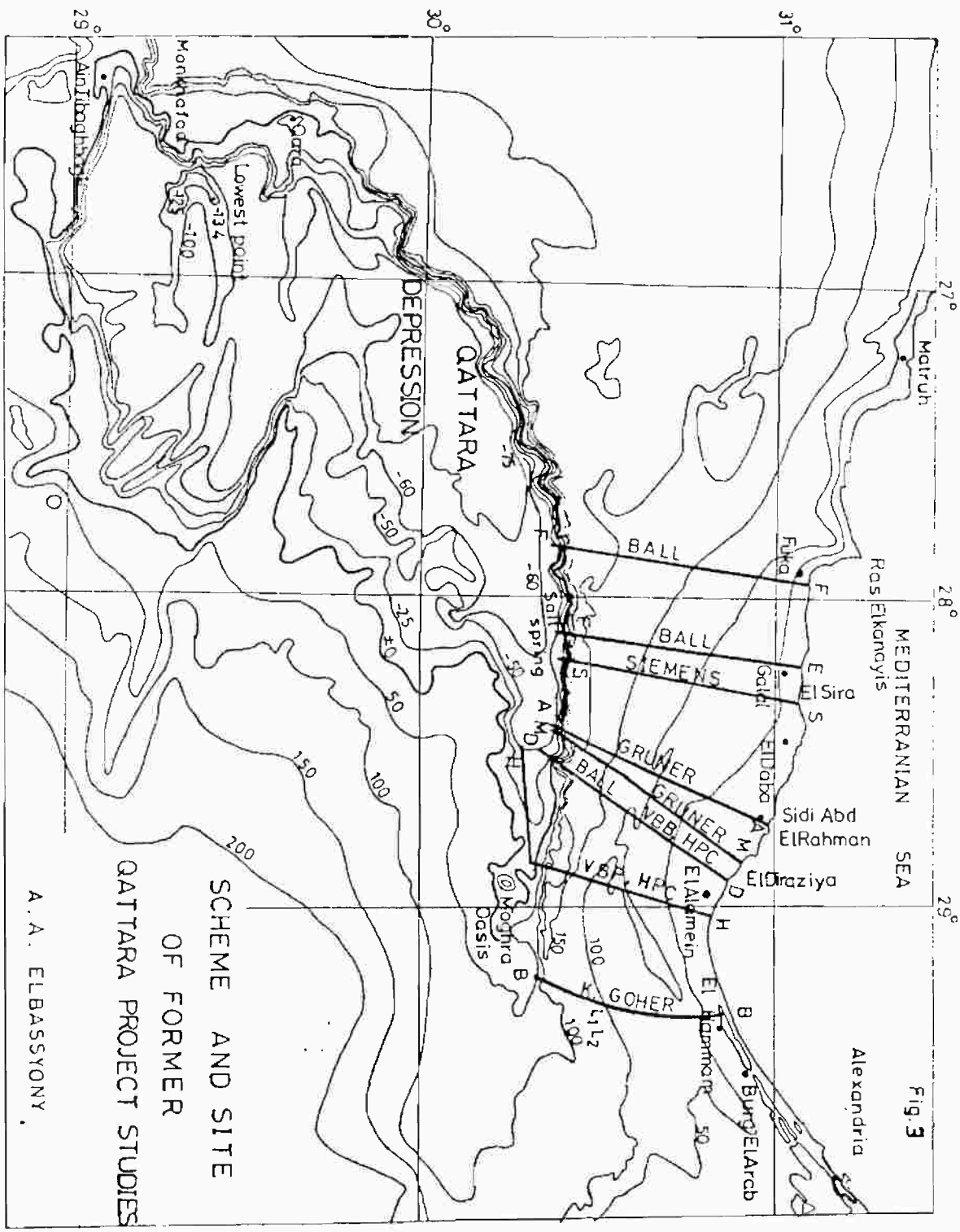
قامت جهات علمية متفرقة بدراسات لاستغلال منخفض القطارة كمصدر لتوليد الطاقة الكهربائية، كان من بينها مراكز أبحاث وجامعات وبيوت للخبرة من كل من ألمانيا والسويد وسويسرا، فضلاً عن الجهات المتخصصة فى مصر. وفيما يلى تسلسل تاريخى لمراحل هذه الدراسات شكل – ٣ :

١- بدأ التفكير فى الاستفادة من منخفض القطارة فى عام ١٩١٦ عندما طرح الأستاذ الدكتور بنك "Penk" ، أستاذ الجغرافيا بجامعة برلين، فكرة توصيل البحر المتوسط بالمنخفض .

٢- خلال الأعوام ٢٤ - ١٩٢٧ تولت مديرية الصحارى بمصلحة المساحة الجيولوجية التى كان يرأسها الدكتور جون بول فى ذلك الوقت الأعمال المساحية للمنخفض. اقترح دكتور بول توصيل البحر المتوسط بالمنخفض لتكوين بحيرة كبيرة واستغلال ذلك فى توليد الكهرباء.

٣- فى عام ١٩٢٧ قام المهندس حسين سرى رئيس مصلحة المساحة الجيولوجية فى ذلك الوقت بإجراء دراسة أولية للمشروع.

* جدير بالذكر هنا أن بول سنة ١٩٢٧ أنهى تقريره المبدئى بدراسة تكلفة المشروع على المسار بحوالى ٢٠,٥٣٠ مليون جنيه مصرى، بينما قدر تكلفة المشروع المهندس حسين سرى مدير عام المساحة الجيولوجية وقتذاك بحوالى ١٩,٠٠ مليون جنيه مصرى، وفى مناقشة بين كل من د. بول والمهندس حسين سرى تم أخذ متوسط التكلفة بنحو ٢٠,٠٠ مليون جنيه مصرى (الجدول –٤) .



شكل رقم (٣) : المسارات المقترحة لمشروع القطارة قبل سنة ١٩٧٤

جدول رقم (٤) مقارنة الأسعار لمسارات الدراسات الأساسية

الاسم منسوب البحيرة	سرى ١٩٢٧ - ٥٠م	بول ١٩٣٣ - ٥٠م	المجموعة الاستشارية بقيادة لامايز ١٩٨١ - ٦٠م			سويكو ١٩٨٣ - ٥٠م	ملاحظات
المسار	LD	LD	*L1	L2	L3 + ١٤٠ متر	LC	* الحفر بالتفجير النووى
قناة (كم)	٢٠	٢٠	٦ + ٧٢	٥,٥	٩١,٦٥	٤٠ + ٤٥	
أنفاق (كم) قطر بالمتر	٤٥,٥ ١٠,٢	٤٥,٥ ١٠,٠	-	٢ × ٦٨ ١٤,٥	-	٣ × ٩ ١٤,٧٥	
الطاقة (م. و)	٥٩	٤٥,١٥	٦٠٠	٣٢٠	٤٨٠٠	١٨٠٠	
الضخ والتخزين (م. و)			٤٨٠٠	٤٨٠٠	(٣٠٠٠ -)	٤٨٠٠	
مدة التنفيذ (سنة)	٣	٣	٧	١٠	٩	٧	
التكلفة الكلية	٦١٠ × ١٩ جنيه مصرى	٦١٠ × ٢٠,٥٣ جنيه مصرى	٩١٠ × ٤,٧٦ دولار أمريكى	٩١٠ × ٨,٤٣٣ دولار أمريكى	٩١٠ × ٥,٧ دولار أمريكى	٩١٠ × ٤,٣٤ دولار أمريكى	
تكلفة الكيلووات بدون الضخ والتخزين	٣٢٢ جنيه مصرى	٤٥٤ جنيه مصرى	٣٦٨٦,٣٣ دولار أمريكى	١٨٣٧٨,٨٩ دولار أمريكى	١١٨٧,٥ دولار أمريكى	٢٣٠٢,٧ دولار أمريكى	
تكلفة الكيلووات دولار أمريكى			٨٧٨	١٦٤٧		١٠٤٤	

٤- فى عام ١٩٣١ قدم المهندس حسين سرى وكيل وزارة الأشغال تقريراً عن المشروع إلى المجمع العلمى المصرى.

٥- فى عام ١٩٣٣ نشر دكتور جون بول دراسة عن المنخفض وإمكان استخدامه فى توليد الكهرباء بمجلة الجغرافيا بلندن .

* خلال الأعوام ٢٧ - ١٩٣٣م كان المراد توليد الطاقة لإنتاج الأسمنت بجانب الإنارة والأغراض الأخرى، وكان ترجيح المهندس حسين سرى لمشروع منخفض القطارة قصر خطوط التوصيل بين القاهرة والمحطة بالمنخفض مع عدم التقيد فى تصريف المياه، فى مقابل طول خطوط التوصيل بين القاهرة وخزان أسوان مع التقيد فى تصريف المياه للرى.

*** ورجحت فكرة توليد الطاقة من خزان أسوان وأُغلق مشروع القطارة للمرة الأولى:**

٦- فى عام ١٩٤٩م قدم المهندسون السويسريون «أخوان جروير» تقريراً عن المشروع.

٧- فى عام ١٩٥٨م قدم المهندسون الاستشاريون السويديون «ف. ب. ب» تقريراً مبدئيًا عن المشروع.

* **فى هذه الأثناء تقرر تنفيذ السد العالى، وأُغلق مشروع منخفض القطارة للمرة الثانية.**

٨- فى عام ١٩٥٩م قامت شركة «سيمنس» الألمانية بعمل دراسات ميدانية للمشروع.

٩- فى عام ١٩٦٠م قامت إدارة القوى الكهربائية المائية بوزارة الأشغال بإعداد تقرير عن مشروع منخفض القطارة.

١٠- فى عام ١٩٦١م أُدرج هذا المشروع فى اتفاقية التعاون الفنى مع حكومة ألمانيا الاتحادية فى شهر يوليو من نفس السنة.

١١- فى عام ١٩٦٤م عقدت بشأن هذا المشروع اتفاقية خاصة حددت أعمال البحث والتصميم ومسئولية الجانب الألمانى ومسئولية الجانب المصرى.

* انتهت الأعمال البحثية، وقدم الجانب الألمانى التقرير الجيولوجى ولم يُقدّم التقرير الفنى لقطع العلاقات السياسية مع ألمانيا وقتذاك. **وأغلق المشروع للمرة الثالثة.**

* ومع استمرار العلاقات الثنائية، كلفت الحكومة الألمانية الأستاذ الدكتور فريدريك بازلر الأستاذ بجامعة دارمشتاد بعمل دراسات ميدانية على المسارات السابق اقتراحها منذ ١٩٣٣م للمجرى المائى بين البحر المتوسط والمنخفض لاختيار أنسبها.

١٢- فى عام ١٩٧٣م تقدم دكتور فريدريك بازلر بالتقرير النهائى والذى انتهى بالمسار الغربى كأنسب المرادفات وأن المشروع يكون اقتصاديًا فى حالة شق قناة توصيل مياه البحر إلى المنخفض بواسطة التفجيرات النووية النظيفة.

واستمرت الدراسات ومع استمرارها ظل هذا المشروع يشغل بال معظم المهتمين فى مصر وبعض المهتمين فى العالم. فتارة تجد المسئولين عن اتخاذ القرار فى مصر ينصرفون عنه بسبب إعطائهم الأولوية لمشروع السد العالى، وتارة أخرى بسبب تقادم الدراسات وضرورة تحديثها ولتضارب نتائجها، غير أن ذلك لم يصل بهذا المشروع فى أى وقت من الأوقات إلى حد الاستبعاد الكامل أو النسيان، بل نجد الاهتمام بهذا المشروع قد وصل فجأة إلى الحد الذى **أصدر فيه مجلس الوزراء فى مصر قراراً فى جلسته المنعقدة فى ١٩٧٣/٧/٢٥ ينص على اعتبار هذا المشروع مشروعًا قوميًا وعلى ضرورة إعطائه الأولوية والأهمية الواجبة مع دراسة مدى إمكان**

استغلال المشروع من مختلف النواحي الاقتصادية الأخرى إلى جانب توليد الكهرباء.
ثم يثار بعد ذلك التخوف من استخدام الطاقة النووية فى شق قناة توصيل البحر المتوسط بالمنخفض وتتدخل العناصر الأجنبية والمغرضة عن طريق دراسات الجدوى لبث الرعب فى نفوس المسئولين والترهيب من الآثار المدمرة لبحيرة المنخفض على البيئة واحتمال حدوث الزلازل ... إلى آخره من عوامل الترهيب . وكان كل ذلك كفيلاً بتحويل قرار مجلس الوزراء المشار إليه إلى أن يصبح حبراً على ورق، **وأغلق ملف المشروع للمرة الرابعة.**

مرة أخرى وبالتحديد فى أغسطس ١٩٧٥م كلف رئيس مجلس الوزراء فى مصر فريقاً بحثيًا برئاسة كل من الأستاذ الدكتور بازلر الأستاذ بجامعة دار مشتاد التكنولوجية بألمانيا والأستاذ الدكتور عبد الفتاح إبراهيم الأستاذ بكلية الهندسة بجامعة الإسكندرية بعمل دراسة حول تنمية وتعمير الصحراء الغربية خلال الخمسين سنة القادمة أى من ١٩٧٥م وحتى ٢٠٢٥م . وقسمت الدراسة الصحراء الغربية إلى أربعة مناطق هى:

الساحل الغربى للبحر المتوسط - منطقة منخفض القطارة - منطقة الوادى الجديد - منطقة الضفة الغربية لبحيرة السد العالى.

وانتهت الدراسة إلى بعض النتائج الهامة، نقتصرها بسرد ما يتعلق بالمنطقتين الأولى والثانية لكونهما تتعلقان بموضوع هذا البحث من ناحية ولارتباطهما من ناحية أخرى؛ حيث لا يمكن التفكير فى تعمير الساحل الشمالى الغربى وشمال الصحراء الغربية دون التفكير فى مشروع منخفض القطارة.

وقد اعتمدت الدراسة على بعض البيانات التى كان معمولاً بها فى ذلك الوقت مثل احتياجات الأفراد من مياه الشرب والاستخدام المنزلى وكذلك المياه اللازمة للزراعة ومتوسط استهلاك الفرد من الكهرباء، كما اعتمدت الدراسة معدلاً للزيادة السكانية ٢٪ .

وبناءً على ما توصلت إليه الدراسة فإن عدد السكان فى مصر سوف يصل إلى حوالى ١٠٠ مليون نسمة عام ٢٠٢٥م (على أساس أن التعداد عام ١٩٧٥م هو ٣٧ مليون نسمة) كما تم تقدير مساحة الأراضى الجديدة اللازمة لاستيعاب هذه الزيادة على أساس نفس الكثافة السكانية فى ذلك الوقت (١٢٧٦ فرد/كم٢) بحوالى أحد عشر فداناً. يكون نصيب المنطقتين الأولى والثانية من الزيادة السكانية فى حدود أربعة ملايين نسمة ومن مساحة الأرض اللازمة بحوالى ٢ مليون فدان.

وقدمت الدراسة بياناً بالتكاليف اللازمة لذلك، وكان مجموع هذه التكاليف

بالنسبة للمنطقتين المذكورتين، أى التكاليف اللازمة لاستيطان أربعة ملايين مواطن وتوفير احتياجاتهم من المياه اللازمة للشرب والاستخدام المنزلى وكذلك تجهيز مساحة ٢ مليون فدان للزراعة – كانت تكاليف كل ذلك وحسب أسعار ١٩٧٥ حوالى ٨٨٠ مليون جنيه مصرى.

إن هذه الدراسة قد قام بها اثنان من خيرة العلماء المشهود لهم بالأمانة العلمية والجدّية، ولا يمكن ولا يصح أن نشك فى صحة ما توصلوا إليه. من هنا يطفو على السطح التساؤل .. لماذا لم تقم الحكومة (أو الحكومات المصرية) وهى التى كلفت العلماء بإجراء هذه الدراسة – بدورها فى تنفيذ ما جاء فيها؟

إن الغرض من هذا البحث هو إلقاء الضوء مرة أخرى على هذا المشروع القومى الهام وعلى كافة المبادرات التى تمت فى هذا الشأن، سواء من قبل المسئولين أو العلماء فى مصر. وإنى أرجو أن يساهم هذا البحث فى توضيح الرؤية أمام أصحاب القرار فى مصر وإلى إزالة المخاوف التى تقف حجراً عثراء فى سبيل تنفيذه وأن يتحقق بذلك أمل العديد من المصريين التواقين لرؤية هذا الحلم يتحقق .

إنتاج الطاقة من مشروع منخفض القطارة

يقوم المشروع أساساً على فكرة توصيل مياه البحر المتوسط بواسطة أنفاق أو قناة مكشوفة أوكليهما إلى المنخفض والتحكم فى تدفق هذه المياه خلال التربينات المائية إلى قاع المنخفض مستغلين بذلك طاقة السقوط الناتجة من فرق المناسيب بين سطح البحر (الصفر) وقاع المنخفض فى إدارة التربينات وتوليد الطاقة الكهربائية، حتى مستوى البحيرة – ٥٠ متراً .

ولما كان المنخفض مغلقاً من جميع جهاته فسوف تتكون بحيرة كبيرة بداخله يمكن التحكم فى منسوبها بحيث تكون كمية المياه المتدفقة من البحر مساوية لمقدار البخر من على سطح البحيرة .

من ذلك يتضح أن الطاقة الكهربائية المتولدة من مشروع منخفض القطارة تعتمد على ظاهرتين طبيعيتين هما:

١– طاقة نتيجة فرق المناسيب بين سطح البحر والمنخفض. وهى بالطبع طاقة مرهونة بالفترة الزمنية اللازمة لوصول منسوب المياه فى البحيرة إلى منسوب محدد، وليكن – ٥٠ متراً.

٢– طاقة شمسية وهى العامل الأكثر تأثيراً فى بخر المياه من سطح البحيرة بالمنخفض، وتدفق مياه البحر خلال التربينات إلى البحيرة لتعويض فرق المنسوب الناتج عن البخر، وهذا القدر من الطاقة يعتبر بالطبع من الطاقة المتجددة – ولعل

هذا هو أول تطبيق عملى فى العالم لاستغلال الطاقة الشمسية مع الطاقة المائية فى توليد الكهرباء.

وبينما يتوقف إنتاج الطاقة الكهربائية من القناطر المقامة على النيل على الفرق الضعيف لمناسيب مياه النيل أمام وخلف القناطر بالإضافة إلى اختلاف الفيضانات من عام لآخر، فإن نظام توليد الطاقة الكهربائية من مشروع منخفض القطارة يختلف من حيث استخدام مياه البحر المتوسط استخداماً يتميز بثلاث مراحل لإنتاجية الطاقة بمياه البحر على النحو التالى:

توليد مباشر للطاقة: «المرحلة الأولى»

بأستخدام فرق السقوط المتاح بين سطح البحر والبحيرة المتوقع تكوينها تدريجيًا إلى مستوى ٥٠ أو ٦٠ متراً تحت سطح البحر، وخلال فترة ملء هذه البحيرة لهذا المستوى فإن الطاقة المنتجة تكون أقصى ما تنتجه التوربينات.

توليد الطاقة الشمسية المائية: «المرحلة الثانية»:

بعد وصول المستوى النهائى بتكوين البحيرة من المرحلة الأولى فإن الطاقة المنتجة تصبح محدودة كمتوسط عام بمقدار تدفق المياه بما يساوى كمية البخر من سطح البحيرة بالمنخفض، ويمكن زيادة المعدل لبضع ساعات أثناء الذروة اليومية مع خفضه عقب ذلك.

وجدير بالذكر أن هاتين المرحلتين تتميزان بوجود البحر المتوسط كخزان طبيعى لا ينضب وذى مستوى ثابت ويمكن استخدامه، دون أية قيود لقناة الأمام. كما تتميز المرحلة الأولى بالإنتاجية القصوى للتوربينات لعشر سنوات وهى فترة ملء البحيرة للمستوى ٥٠ أو ٦٠ متراً تحت مستوى سطح البحر دون الأخذ فى الاعتبار عامل التبخر. ويوضح الجدول رقم (٦) الفترة الزمنية اللازمة لملء البحيرة إلى مستوى – ٦٠ أو – ٥٠ متراً تحت سطح البحر عند الحفاظ على متوسط تدفق المياه يتفاوت بين ٩٠٠ و ٧٠٠ م٣/ الثانية، ومنه يتضح أيضاً مدى طول فترة المرحلة الأولى حسبما يسمح به مقطع قناة التوصيل.

توليد الطاقة بإنشاء محطة ضخ وتخزين: «المرحلة الثالثة»

يمكن تنفيذ وحدة مستقلة للضخ والتخزين مستخدمين فى ذلك المنخفضات الطبيعية على الهضبة المتاحة للمنخفض كخزان علوى .. أى أن المرحلة الثالثة للمشروع ستستخدم ماء البحيرة المتكونة عند المستوى – ٥٠ أو – ٦٠ متراً برفعه بالضخ إلى خزان علوى فى أوقات الحمل المنخفض، ثم إعادة إسقاطه أثناء ساعات

الـذروة، للحصول على حمل أكبر للوحدات يمكن معه مقابلة ذروات الأحمال، أى أن المشروع يعتمد فى المرحلة الأولى على إنتاج الطاقة الكهربائية وفى المرحلة الثانيـة لإنتاج الطاقة الشمسية المائية، أمـا المرحلة الثالثة فتستخدم مـاء البحر بالبحيرة المتكونة عنـد المستوى – ٥٠ أو – ٦٠ متـراً، حيث يُضخ الماء إلي خزان علوى بالهضبة فى أوقات الأحمال المنخفضة ثم إسقاطها على التوربينات فى أوقات ذروة الأحمال.

ومما سبق يتضح أن مشروع منخفض القطارة يختلف عن غيره من المحطات المائية من حيث عدم وجود مخاوف من تخزين المياه بالمنخفض وعدم تطلب احتياطات فى التركيب أو التشغيل عند أى غرض آخر خلاف توليد الطاقة.

لذلك فإن مشروع منخفض القطارة الشمسى المائى لتوليد الطاقة الكهربائية يمكن استخدامه بمرونة كطاقة أساس وفى ذروة الأحمال حينما تكون الحاجة إليه.

قصة اكتشاف منخفض القطارة

هذا المشروع الذى بدأت دراساته منذ ٧٠ عامًا – قرر مجلس الوزراء فى جلسته التى عقدها بتاريخ ١٩٧٣/٧/٢٥ اعتباره مشروعًا قوميًا مع إعطائه (الأولوية) الأهمية الواجبة – كيف بدأت قصته؟

لقد أشار بازلر فى تقريره ١٩٧٣ بأن فكرة جلب ماء البحر الأبيض المتوسط إلى المنخفض لتوليد الطاقة الكهربائية وتبخير المياه من المنخفض بدأت سنة ١٩١٦ كاقتراح للدكتور بنك Penck أستاذ الجغرافية بجامعة برلين بألمانيا.

ولكنه لم يذكر اسمه فى أى من المراجع المرفقة بتقريره، إلا أنه بعد الحرب العالمية الأولى بدأ الصراع على أيهم قام باكتشاف المنخفض الهائل بشمال الصحراء الغربية، كما بدأ الجدل على من أولى بتسميته منخفض القطارة .

لقد بدأت الأعمال المساحية للمنخفض لاكتشاف أبعاده وأعماقه فى موسم العمل المساحى لمصلحة المساحة الجيولوجية المصرية خلال الأعوام ١٩٢٤، ١٩٢٥. وفى فبراير ١٩٢٦ تقدم بول مدير الصحاري المصرية بمصلحة المساحة المصرية بخطاب إلى مدير عام المساحة المصرية يعلن فيه اكتشاف منخفض هائل بالصحراء الغربية (لم يذكر له اسماً آنذاك)، واقترح فى الخطاب أيضاً حفر قناة ملاحية لتوصيل مياه البحر إلى المنخفض لحفظ الضغط الإستاتيكى للمياه الجوفية فى الواحات جنوباً ولتحسين الجو فى المنطقة بين البحر والمنخفض ولكنه لم يتكلم عن توليد طاقة .

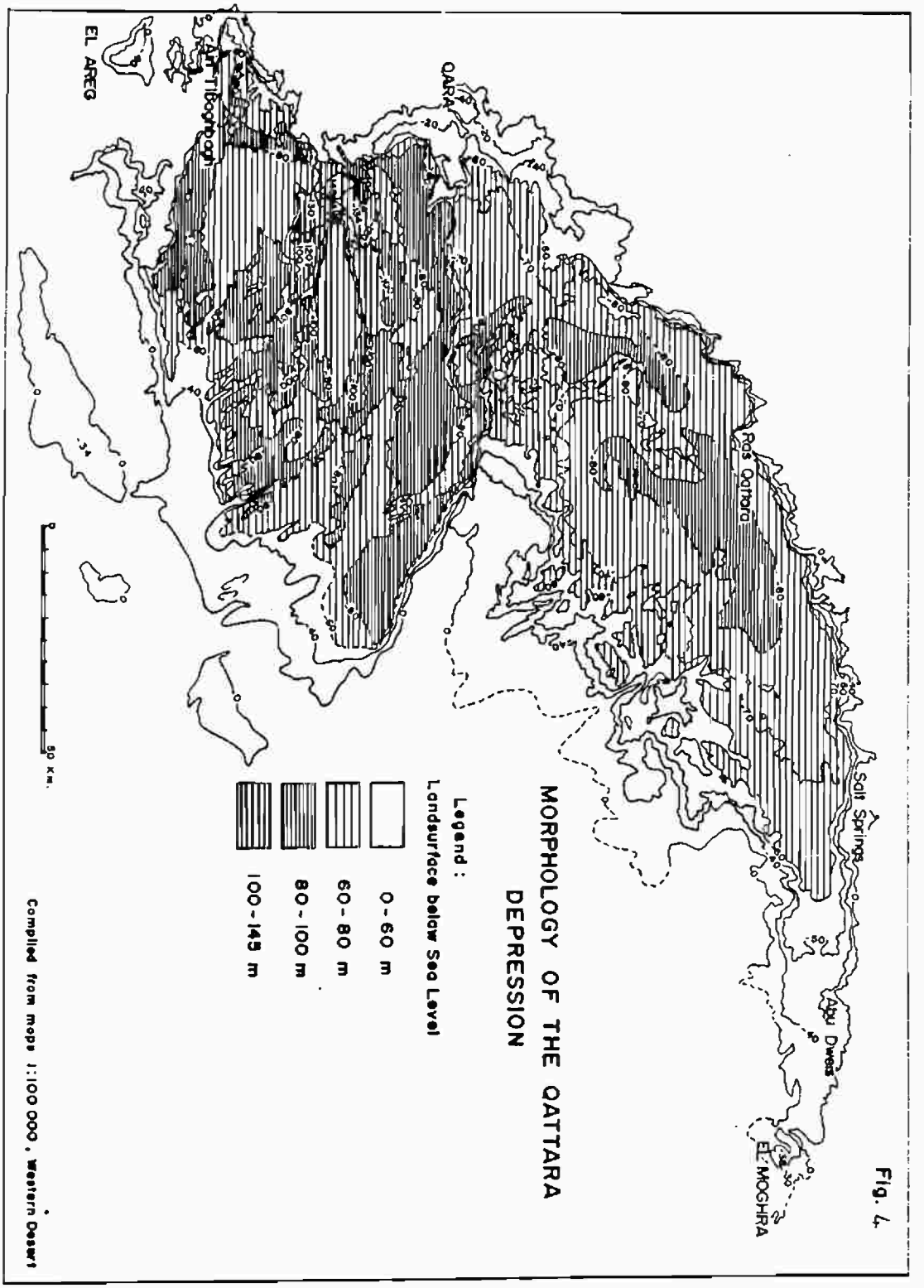
وفى مايو ١٩٢٦ عاد بول إلى نفس الموضوع فى خطاب له آخر بعد أن تمت الأعمال المساحية لمنطقة المنخفض وتم التعرف على طبوغرافية المنطقة المحصورة بين المنخفض والبحر، وفى هذا الخطاب ظهرت لأول مرة كلمة «قطارة» وتحدث بول عن توصيل مياه البحر عن طريق قناة ثم أنفاق لتكوين بحيرة كبيرة بالمنخفض وذلك لتوليد الكهرباء.

وبعد مرور سنة كاملة من الخطاب السابق – أى فى مايو ١٩٢٧ – تقدم بول بدراسة أولية لإمكان الاستفادة من منخفض القطارة فى توليد الكهرباء.

ويبدو أن الجدل حول تسمية المنخفض أثارت شكوكاً فى تلك الأيام، مما اضطر بول للكتابة عن أسباب تسميته للمنخفض باسم منخفض القطارة وذلك نسبة إلى بئر قطارة الذى يوجد على الحافة الشمالية للمنخفض على مستوى – ٦٠ متراً أى ٦٠ متراً تحت مستوى البحر. وقد أرجع بول هذه التسمية فى خطابه عاليه إلى قصة بدأها منذ الحرب العالمية الأولى عندما كان يعمل فى هيئة الجيش البريطانى بالساحل الشمالى فأعار ضابطاً كلف بمأمورية لمنطقة بئر قطارة جهاز قياس الارتفاعات Arenoid Barameter لقياس الارتفاعات فى طريقه حتى بئر قطارة، إلا أن الضابط فقد الجهاز أثناء العودة وسلم تسجيلات القراءة لبول. يعقب بول على ذلك بأنه خشى وضع هذه القراءات على الخريطة . (لماذا ؟) .

جغرافية منخفض القطارة

يقع المنخفض بالقرب من الساحل الشمالى الغربى لمصر، وتقع على حافته الشرقية واحة المغرة التى تبعد عن القاهرة بحوالى ٢٠٥ كيلو متر وتبعد عن شاطئ البحر المتوسط بحوالى ١٥٠ كيلو متر، كما تبعد حدود المنخفض الغربية الجنوبية حوالى ٨٠ كيلو متر عن واحة سيوة. ويحد المنخفض من الشمال جرف جبلى كبير حيث يتراوح ارتفاع الأرض من ١٠ متر عند البحر المتوسط فيصل عند جرف المنخفض الشمالى الشرقى إلى ١٥٠ متراً، بينما يصل عند جرف المنخفض الشمالى الغربى إلى ٢٣٠ متراً، لذلك فإن انحدار المنخفض عند هذا الجزء يبدو إنحداراً سحيقاً وعميقاً (صورة –١) بينما يكون الانحدار تدريجيًا فى أجزاء المنخفض من الجهة الشمالية الشرقية غير أنه مفتوح فى حدوده الجنوبية والشرقية وقاعه فى هاتين الجهتين يرتفع تدريجيًا إلى أن يتداخل فى المنسوب العام للصحراء الغربية (شكل –٤) . ويعتبر كنتور منسوب البحر (الصفر) حدود المنخفض.



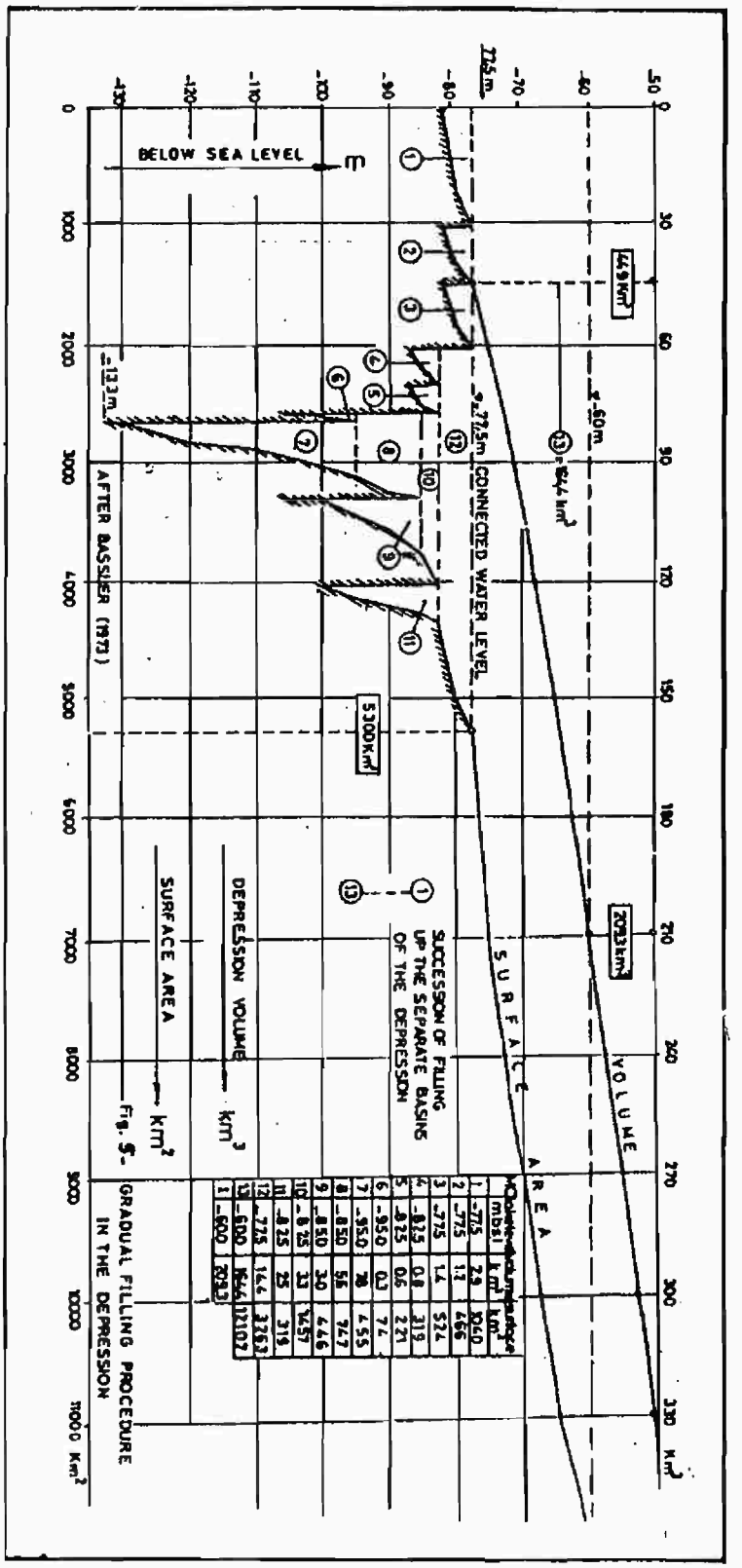
شكل رقم (٤) : الخريطة الكنتورية للمنخفض

صورة - ١ : الحائط الشمالي لمنخفض القطارة غرب الآبار المالحة

ويبلغ أقصى عمق للمنخفض حوالى ١٤٥ متراً[١] تحت مستوى سطح البحر، وفي قاع المنخفض مساحة مغطاة بالسبخة تقدر بحوالى ٥٨٠٠ كيلو متر مربع، وتحتوى السبخة على الملح المشبع بالماء والمغطى بطبقة رقيقة من الرمال. كما توجد بقع عديدة من هذه السبخة يظهر سطحها كالحاً، كما يبدو سطح كبير منها وكأن له غطاءً متماسكاً فوق خضم من الأملاح المشبعة بالماء، ويتكون باقي سطح المنخفض من الرمال والزلط والطفلة والحجر الجيرى (شكل - ٦ خريطة جيولوجيا المنخفض).

تبلغ مساحة المنخفض عند منسوب الصفر ١٩٥٠٠ كيلو متر مربع، وهى حوالى ١/٥٠ من مساحة مصر، وتوضح الخرائط الطبوغرافية أن هذا المنخفض الهائل يتماوج تماوجاً كبيراً حيث يشمل عدة سقوط كنتورية تضم بينها عدة مستويات متعددة المناسيب، ويبين الجدول رقم (٥) العلاقة بين منسوب ملء المنخفض ومساحة البحيرة المتكونة وحجم هذه البحيرة، ويتضح منه أن مساحة البحيرة عند منسوب ٥٠ متراً تحت سطح البحر ١٣٥١٢ كيلو متر مربع، كما يبلغ حجم المياه التى تحتويها البحيرة عند هذا المنسوب ٣٢٨,٩٠٧ كيلو متر مكعب .

(١) حسب دراسة ١٩٧٥م بقيادة بيت الخبرة لاماير الألمانية، و ١٣٤متر تحت سطح البحر بتقرير بول ١٩٣٣م .



Nr.	Contour line mbsl	km	km²	km³
1	-77,5	7,9	1060	
2	-77,5	1,1	666	
3	-77,5	1,4	524	
4	-82,5	0,8	319	
5	-92,5	0,6	271	
6	-95,0	0,3	74	
7	-95,0	7,8	455	
8	-85,0	5,6	747	
9	-85,0	3,0	446	
10	-87,5	3,3	1457	
11	-82,5	2,5	319	
12	-77,5	14,4	3363	
13	-60,0	46,6	12102	
11	-60,0	20,3		

شكل – ٥ : يوضح التدرج عند ملء البحيرات في المنخفض

جدول رقم (٥) : يوضح العلاقة بين منسوب ومساحة وحجم البحيرة المتكونة

منسوب الملء	حجم البحيرة المتكونة كيلو متر مكعب	مساحة سطح البحيرة المتكونة كيلو متر مربع
– ٥٠	٣٢٨,٩٠٧	١٣٥١٢
– ٥٥	٢٥٨,٤١٦	١٢٦٦٩
– ٦٠	١٩٧,٦	١١٥٩١
– ٦٥	١٤٢,٩	١٠١٩٩
– ٧٠	٩٦,٥	٨٢٩٤
– ٨٠	٣٨,٢	٣٤٨٠

وملء المنخفض فإن طبوغرافيته لا تسمح للمياه بالوصول إلى أقل نقطة انخفاضاً فيه أول الأمر، بل سوف تتكون عدة بحيرات متباعدة في المراحل الأولى للمشروع عند انسياب المياه داخل المنخفض، ثم تتجمع هذه البحيرات بحيث تصبح بحيرة واحدة عند الوصول لمنسوب ٧٧,٥ متراً تحت سطح البحر (شكل ٥) .

والجدول رقم (٦) يوضح الفترة الزمنية لملء البحيرة عند مستويين (– ٥٠ ، – ٦٠) وتدفق المياه بصفة مستمرة، ويعتمد مقدار الطاقة الكهربائية الناتجة في كل مرحلة وقبل الوصول إلى هذه المناسيب على سعة المجرى المائي وقدرة المحطة الكهربائية.

جدول رقم (٦) : يوضح الفترة الزمنية لملء البحيرة وتدفق المياه بصفة مستمرة

مستوى البحيرة تحت سطح البحر		٦٠ متراً			٥٠ متراً		
تدفق المياه المستمر	م٣/ثانية	٩٠٠	٨٠٠	٧٠٠	٩٠٠	٨٠٠	٧٠٠
فترة الملء	سنة	١٦	٢٣	٤٢	٢٠	٢٨	٤٨

جيولوجية منخفض القطارة

تنقسم الصخور المكونة لمنطقة القطارة إلى التكوينات الجيولوجية التالية: (شكل ٦–).

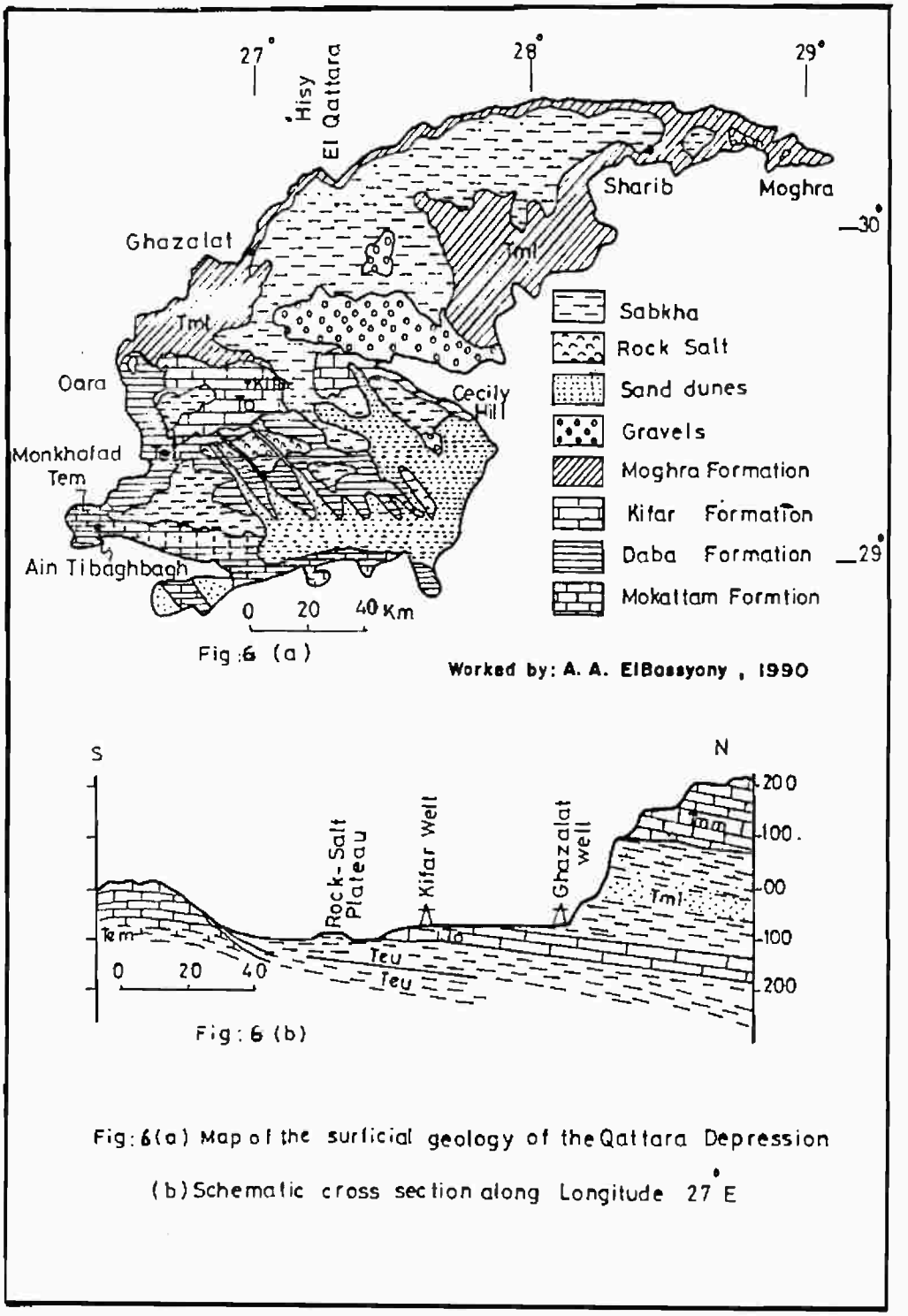


Fig:6 (a)

Fig:6 (b)

Fig:6(a) Map of the surficial geology of the Qattara Depression

(b) Schematic cross section along Longitude 27° E

شكل - ٦ (أ) خريطة الجيولوجيا السطحية للمنخفض

(ب) قطاع جيولوجي على امتداد خط الطول ٢٧° ش

١- تكوين المقطم (الإيوسين المتوسط)

وهى تعتبر أقدم الصخور فى منطقة المنخفض، يصل سمكها إلى ١٠٠ متر وتتكون منها الهضبة الجنوبية للمنخفض، وهى عبارة عن حجر جيرى ومارل، غنية بالحفريات، صلدة ومتشققة، بيضاء طباشيرية فى جزئها السفلى، رملية، بل سيليسية قرب القمة.

تكثر الحفريات فى قطاع الحجر الجيرى وبصفة خاصة حفريات النيموليت (N. gizehensis & other species) وأنواع أخرى منها المحار، الحلازين بطنى القدم، وقنفذ البحر.

تميل هذه الطبقات فى اتجاه المنخفض حيث تختفى تحت طفلة الإيوسين الأعلى (تكوين الضبعة) حوالى خط عرض ٢٩° . هذا الاختفاء للحجر الجيرى تحت طفلة الضبعة علله بعض المشتغلين فى الجيولوجيا والبترول أنه بسبب الميل للطبقات فى اتجاه المنخفض، البعض الآخر علله نتيجة فالق ممتد شرق – غرب.

٢- تكوين الضبعة (إيوسين أعلى – أليجوسين)

هذا التكوين يغطى الجزء الجنوبى الغربى لمنخفض القطارة شاملاً المناطق تحت كنتور ١٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر. هذه الصخور تقل فى السمك باتجاه الجنوب تحت هضبة إيوسين تبغبغ، كما تقل فى السمك أيضاً فى اتجاه الغرب تحت ميوسين هضبة الدف، إلا أنها تزداد سمكاً فى اتجاه الشمال والشرق.

يصل سمك مكشف صخور الإيوسين الأعلى فى هذه المناطق حوالى ٨٠ متراً.

* الـ٣٥ متراً العليا تظهر أعلى طول امتداد الجرف الغربى، من واحة قارة إلى تبغبغ، ويتكون من الحجر الجيرى الصدفى الرملى تتخلله صخور السيلت ذات اللون الأخضر الداكن والوردى. هذه الصخور الجيرية تتغير تدريجيًّا فى اتجاه تبغبغ إلى صخور الطفلة الرملية والسيلت ذات اللون الرمادى إلى البنى.

تعلو الحجر الجيرى الصدفى صخور الحجر الجيرى النيموليتى ذات البقع الهيماتيتى والليمونيتى الرملى ذات اللون الأصفر الباهت، وتحتوى على كسر قنفذ البحر فقط فى مكشفها بين قارة ومنخفض (منطقة أقل جزء ارتفاعاً وهى منطقة ١٤٥ متراً تحت سطح البحر – أو ١٣٤ متراً تحت سطح البحر ، بول ١٩٣٣) .

* الـ ٤٥ متراً السفلى تكون قاع غرب المنخفض وتتكون من طفلة بها

حفريات، وهى ذات لون أسود إلى أزرق داكن، وتتميز بكثرة عروق الجبس وبللورات الباريت، تتخللها طبقات فوسفاتية بها حفريات كثيرة مثل عظام وأسنان الأسماك.

تتميز طفلة الضبعة هذه بوجود شقوق تملؤها عروق الجبس على هيئة أشكال رباعية الأضلاع، ونظراً لاختلاف مقاومة عوامل التعرية فقد ظهرت هذه العروق وكأنها سدود رباعية الشكل تحتجز فيما بينها أحواضاً من الطفلة على شكل مربع أو مستطيل أو معين.

وبسبب التعرية تظهر عروق الجبس فوق سطح الطفلة كسدود بيضاء على امتداد الطريق جنوباً إلى عين تبغبغ. عمر هذا التكوين ليس محدداً تماماً ولكن يمكن القول بأنه ينتمى إلى الإيوسين الأعلى ممتداً إلى عصر الأليجوسين.

ولقد كان لتكوين طفلة الضبعة بصفاتها غير المسامية أن أصبحت عاملاً **أساسياً** فى سلامة تنفيذ مشروع منخفض القطارة لتوليد الكهرباء حيث تكون طبقة عازلة تمنع تسرب مياه البحر بالبحيرة المتكونة بالمنخفض إلى المياه الجوفية العذبة بالخزان النوبى وخزان الطباشيرى الأعلى – الإيوسين الأسفل تحت المنخفض.

٣- تكوين كفار (أليجوسين)

فى منتصف الجزء الغربى لمنخفض القطارة بين حافة الهضبة شرق واحة قارة وجرف بئر بيتى (تلال سيسيل)، توجد هضبة جيرية أسفلها طفلة الضبعة ويعلوها تكوين المغرة. هذه الهضبة الجيرية حول بئر كفار تم تحديد عمرها بعصر الميوسين الأسفل فى جميع أعمال البترول بالمنخفض، ولكنه تم تصحيح عمر هذه الصخور لعصر الأليجوسين بعد تعريف حفرية "Nummulites intermedius" والتى تنتمى لعصر الأليجوسين والتى وجدت فى صخور المارل أعلى الصخور الجيرية حول بئر كفار، لذلك تم فصل هذه الصخور فى تكوين منفصل – تكوين كفار – (شكل – ٦).

هذا التكوين يتميز بوجود حجر جيرى ذى لون قرمزى به حفريات، صخور رملية جيرية، ومارل. توجد عروق الجبس فى الجزء الشرقى مع تغيير فى سحنة الحجر الجيرى إلى دولوميتى.

٤- تكوين المغرة (ميوسين سفلى)

هذا التكوين يكون الحائط الشمالى وقاع منخفض القطارة كما يكون معظم الهضبة شرقاً بين واحة المغرة ووادى النطرون، كما يوجد تكوين المغرة مكوناً المنخفضات على هضبة الدف (مثل دير كريم، دير الراجل، دير الرسو، ...).

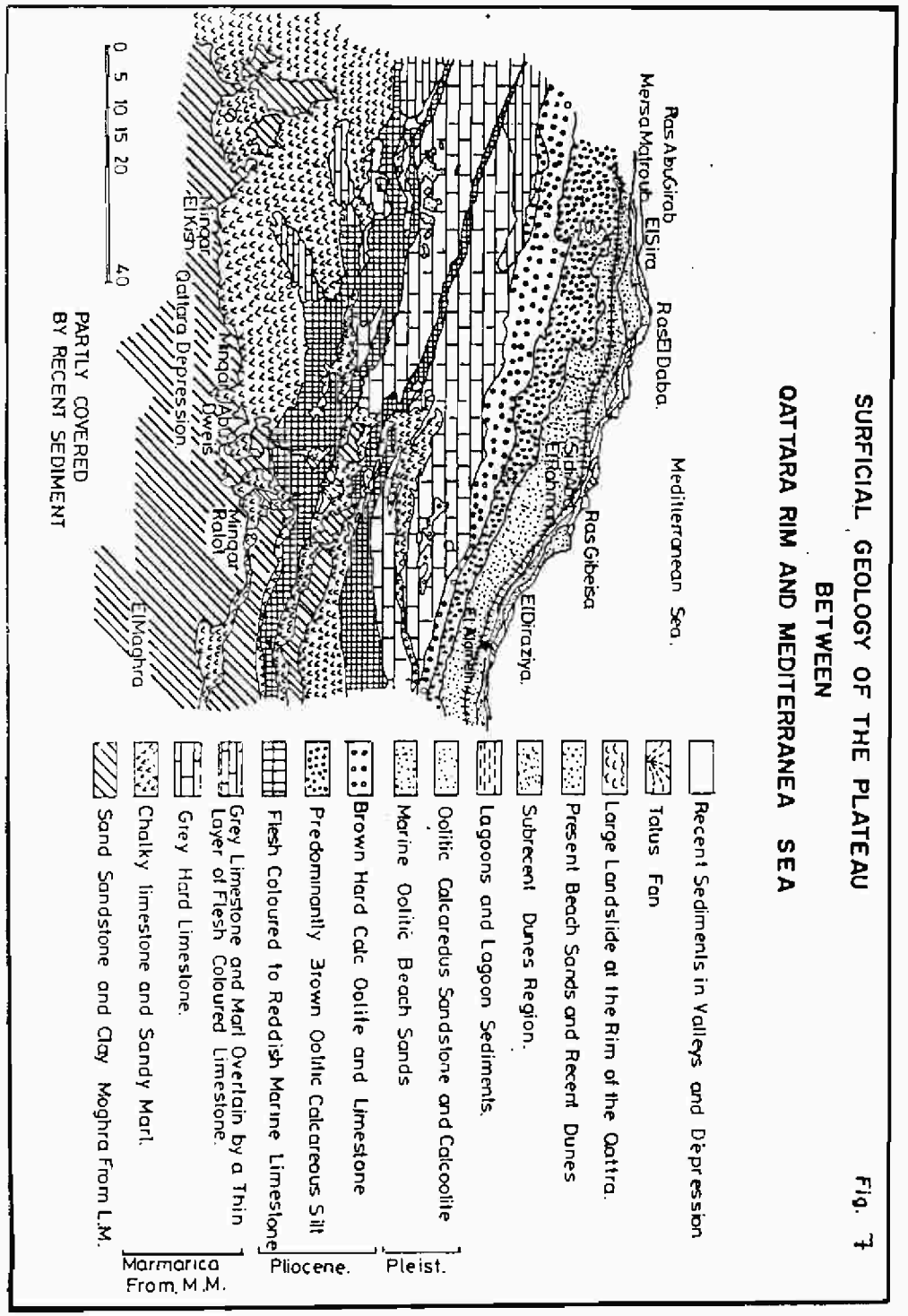
فى جميع هذه الأماكن تتكون صخور المغرة من رمال وصخور الرمال الصفراء متقطعة الطبقى، وتتخللها الطفلة والسيلت، لكن غرب رأس عبد النبى (حوالى خط طول ٢٧°) تتغير سحنة هذه الصخور إلى حجر جيرى رملى، مارل، وحجر جيرى..، وبسبب هذا التغيير فى السحنة فقد تم تسمية هذه الصخور **تكوين قارة شوشان**، واقتصر تكوين المغرة على صخور السحنة الرملية. بقايا من تكوين المغرة تنكشف فى منطقة البحرين – سترة، تشير إلى امتداد تكوين المغرة جنوباً.

يوجد تكوين المغرة بقاع المنخفض عند المستويات ٤٠ ، ٥٠ ، ٨٠ متراً تحت سطح البحر تغطيها ترسيبات مختلفة من الحقب الرابع والحديث مثل: رمال سفياء، سبخة، برك، وحصى...

وصل سمك هذا التكوين فى بئر شارب حوالى ٣٩٠ متراً من الصخر الرملى والطفلة المتداخلة، بينما فى منطقة غزالات يصل السمك إلى ٣١٥ متراً، منها ٢١٥ متراً مكشفها على الحائط الشمالى للمنخفض و ١٠٠ متر خلال بئر غزالات رقم١ .

يتميز هذا التكوين، بجانب الحفريات المميزة لعصر الميوسين الأسفل، بوجود بقايا غابة متحجرة، حيث وُجدت أجزاء من سيقان هذه الغابة المتحجرة منتشرة فى طبقات تكوين المغرة الرملية، وكذلك بقايا من نخيل متحجر (توجد سيقان الجريد بمتحف الجيولوجيا الرسوبية بجامعة عين شمس)، كما توجد سيقان طويلة من الأشجار المتحجرة (صورة – ٢) فى موقعها بشمال معطن فرين .

صورة رقم ٢ : ساق شجرة متحجرة بشمال معطن فرين



شكل – ٧ . الجيولوجيا السطحية للهضبة الشمالية بين حافة منخفض القطارة الشمالية والبحر المتوسط

٥- تكوين المرماريكا (الميوسين الأوسط)

هذا التكوين يعلو تكوين المغرة مكوناً هضبة الدف، ويغطى قمم الحائط الشمالى للمنخفض بسمك ٥ أمتار فى الشرق ويزداد سمكاً فى اتجاه الغرب إلى ١٥ متراً، يتكون من حجر جيرى طباشيرى ومارل يتخلله السيلت وصخور السيلت. يزداد سمك المرماريكا إلى أكثر من ١٠٠ متر فى الآبار شمالاً عند ساحل البحر المتوسط.

يظهر الميوسين الأوسط عند قمة الجرف الغربى حيث يصل سمكه ٢٥٠ متراً شمال غرب واحة قارة، بينما يقل سمكاً جنوباً تجاه عين تبغبغ . فى هذه المنطقة ترسب الجزء السفلى لقطاع الميوسين الأوسط فى بيئة مويلحية، ويتكون من حجر جيرى رملى، صدفى أحياناً، صخر رملى بنى فاتح متوسط الحبيبات تتخلله طفلة، تتميز الطفلة باللون الرمادى إلى أخضر فاتح وذات شقوق غير منتظمة، بينما نجد الجزء الأعلى من القطاع قد ترسب فى الحيد البحرى (Reefal) ويتكون من حجر جيرى طباشيرى وطينى تتخلله طفلة.

يتدرج الحجر الجيرى للميوسين الأوسط شرقاً إلى مارل، ثم يصير حجراً جيريًا رمليًا على طول خط طول واحة المغرة (خط طول ٢٩° شرقاً) .

جيولوجية الهضبة الشمالية بين حافة منخفض القطارة الشمالية وشاطئ البحر المتوسط موضحة على الشكل - ٧ .

- سبخات منخفض القطارة (الحقب الرابع)

متوسط عمق المنخفض حوالى ٦٠ متراً تحت مستوى سطح البحر. مساحة كبيرة من قاع المنخفض (حوالى ٥٨٠٠ كم٢) مغطاة بالسبخة، وهى عبارة عن خليط من الرمل والملح عادة مشبعة بالماء، كما توجد مستنقعات بها نباتات كثيفة، وتوجد مساحات مغطاة برواسب الملح.

فالسبخة لا تمثل وحدة مستمرة ولكن توجد فى مناطق متقطعة، كما لا توجد فى أكثر المناطق انخفاضاً فى المنخفض. منطقة المنخفض حول نقطة ١٤٥ متراً تحت سطح البحر فى جنوب غرب المنخفض تتكون من طفلة سوداء إلى أزرق داكن، ضعيفة المسام جدًا (تعتبر طبقة عازلة) لا تتخللها مياه جوفية ولكن قد تتجمع فيها الأمطار فتتشرب أجزاؤها السطحية بمياه الأمطار.

أكبر مساحات السبخة المستمرة تمر تحت الحائط الشمالى للمنخفض وجنوباً حتى منتصف سطح المنخفض، وفى الجنوب توجد السبخات المنعزلة عن بعضها وهى تغطى سطح المنخفض. والسبخات عموماً لا توجد على مستوى معين واحد، ففى

أكبر مساحات السبخة مثلاً فإننا نجدها فى الشرق عند المستوى – ٥٠ متراً فى منطقة شارب (جنوب منقار أبو دويس) ويميل منسوبها تدريجيًا نحو الغرب حتى تصل فى معظم أجزائها الغربية لمستوى – ٨٠ متراً، مع وجود ملاحظة هامة، وهى أنه لا يوجد مع ذلك أى انسياب للمياه نحو الغرب.

هذا الميل العام لمستوى السبخة يتفق وانحدار المياه الجوفية، والتى توجد مباشرة تحت قشرة الملح، ما عدا الأجزاء الجافة فى الجنوب الغربى للمنخفض.

فى المنطقة الأعمق لمنخفض القطارة (منطقة منخفض)، نجد كنتور ١٠٠ متر تحت سطح البحر يتفرع بشكل ملفت للنظر فى اتجاه الشرق؛ بسبب تداخل هضبة بارتفاع ٣٠ متراً، تمتد حوالى ٣٠ كم شرق – غرب وبمتوسط عرض حوالى ٦ كم.

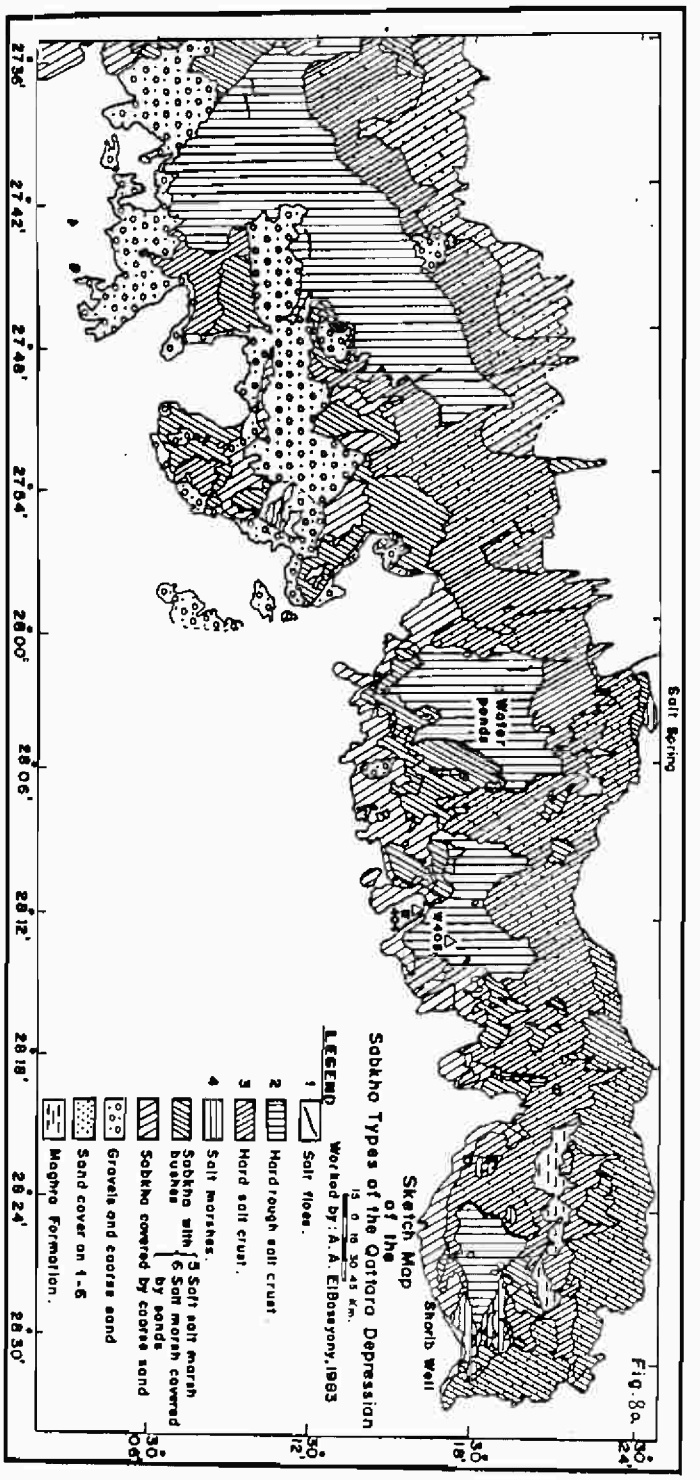
لقد أشار د. بول (١٩٣٣) لهذه الهضبة بأنها مغطاة بطبقة من صخور الملح نصف الشفافة والتى تختلف عن باقى السبخات .

فى دراسة لسبخة المنخفض سنة ١٩٨٣، قام المؤلف بدراسة هضبة صخور الملح المشار إليها عاليه فلم يجد منها إلا أثراً بعد عين، وكأن الخمسين عاماً الماضية قد أطاحت خلالها عوامل التعرى بمعظمها ولم يتبق من صخور الملح نصف الشفافية هذه إلا بقايا رقيقة منها وما يملأ الشقوق فى تركيب رباعى مثل عروق الجبس الموجودة فى طفلة الضبعة أسفلها، وصخور الملح هذه ليس لها علاقة بخزانات المياه الجوفية الموجودة حالياً. لقد تلاحظ انتشار الملح فى الصخور الرملية تحتها يقل تدريجيًا لأسفل .

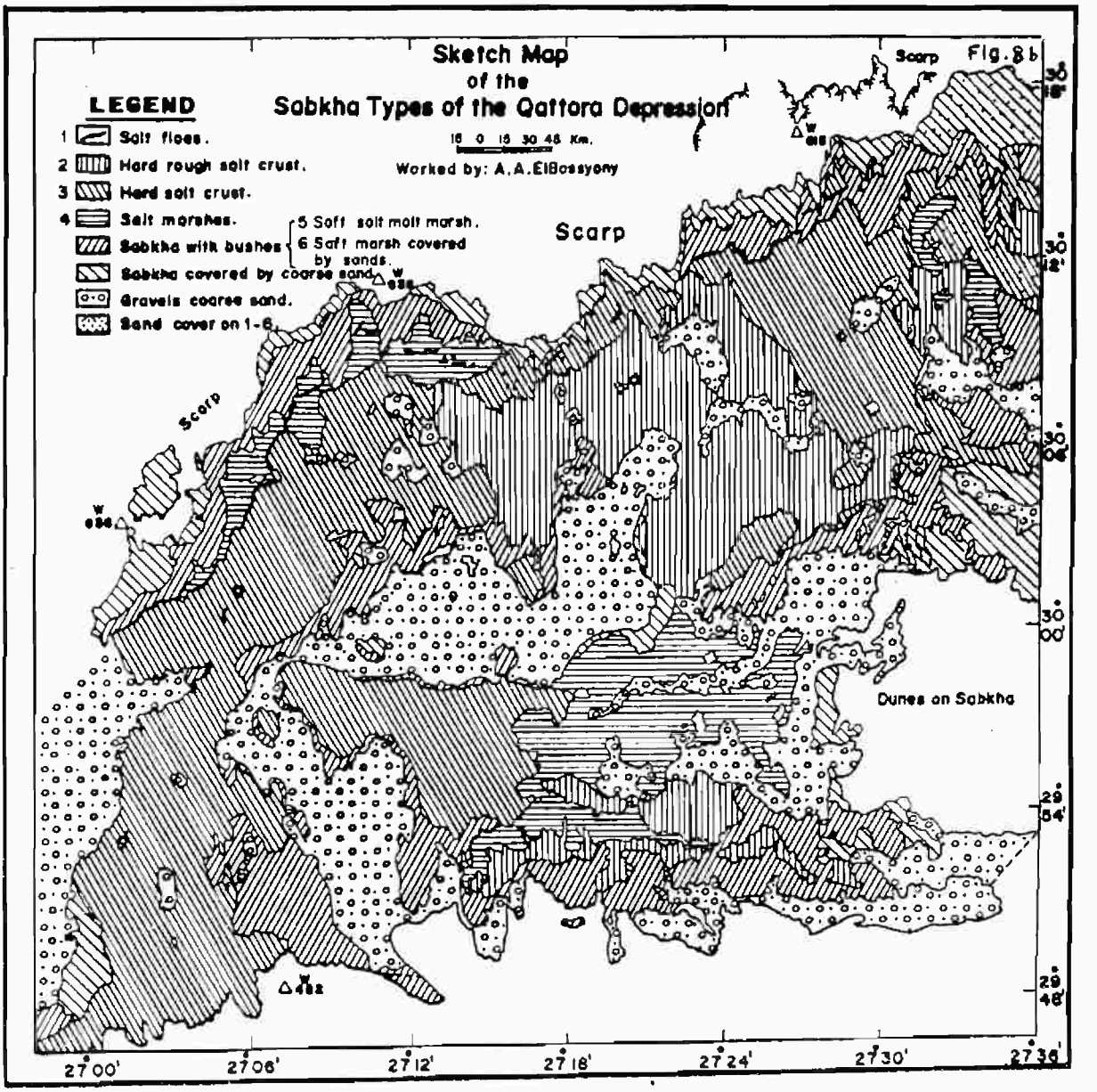
لقد أوضحت الدراسة الميكروسكوبية لقطاع فى صخور الملح أنه يمكن مقارنتها بترسيبات ملح السبخة الحالية والموجودة فى أجزاء كثيرة بالمنخفض، أى أنه يمكن القول بأنها ترسبت فى ظروف مشابهة عندما كانت المياه الجوفية تنضح فى مستوى يغطى هذه المناطق الجنوبية الغربية من منخفض القطارة.

أنواع السبخات : (شكل – ٨)

من الدراسة الحقلية التى قام بها المؤلف أمكن تقسيم السبخة إلى ستة أنواع، يمكن الاستفادة منها فى حساب معدل البخر، ومن صور الأقمار الصناعية والصور الجوية لسبخة منخفض القطارة، نجد الألوان الداكنة لقشرة الملح إنعكاساً لقشرة ملح ذى تركيب غير منتظم، بينما مناطق السبخة الكثيفة بالنباتات تظهر ألوانها بنية حمراء على صور الأقمار الصناعية، أما الألوان الخفيفة فهى انعكاس لقشرة الملح ذات تركيب دقيق أو ذات غطاء رملى رقيق. هذا مع تأكيد عدم وجود أحداث جيولوجية حديثة أثرت أو غيرت فى تركيب قشرة الملح.



شكل ٨-أ : خريطة توضيحية لأنواع سبخات منخفض القطارة



شكل ٨-ب : خريطة توضيحية لأنواع سبخات منخفض القطارة

١- الملح الطافى او العائم "Salt Floes"

وهى مناطق رفيعة أو نطاقات يتراوح عرضها من ٤ أمتار إلى ٦ أمتار، فيها المياه مكشوفة، توجد دائماً جنوب السبخات ويطفو على سطحها الملح الأبيض كالثلج نتيجة للبخر. تتواجد هذه النطاقات بين نوعين من السبخة: ذات القشرة الخشنة الصلدة، والسبخة ذات الملوحة المنخفضة. يمكن تمييزها على صور الأقمار الصناعية والصور الجوية كأحزمة أو خطوط بيضاء تتمنطق بها السبخة، متوسط عرضها حوالى ٥ أمتار. تظهر هذه الأحزمة فى اتجاه شرق – غرب بشكل متموج، كما توجد على حدود السبخة الجامدة (Hard Sabkha) فى الشمال والجنوب كما هو الحال فى منطقة الينابيع المالحة (امتداد خط طول ٢٨°) .

٢- طبقة الملح الخشن الصلد Hard rough salt crust

ينتشر هذا النوع من الملح فى منتصف المنخفض، حيث يصل سمكه أكثر من متر واحد، سطحها خشن غير منتظم، وخاصة المنطقة التى فى جنوب الينابيع المالحة. سطحها عبارة عن أشكال ذات أضلاع، ترتفع أضلاعها إلى حوالى + ٥٠ سم، وقطر الشكل المضلع حوالى ١ – ١,٥ متر. أسفل بلوكات طبقة الملح هذه توجد المياه الجوفية، ويتضح ذلك من عين مياه شديدة الملوحة (Brine) فى وسط هذا النوع جنوب الينابيع المالحة (صورة رقم ٤) .

الصلادة لطبقة الملح هذه وكذلك أثر التعرية على سطح بلوكات الملح تجعل إحتمال طبقة الملح هذه أقدم أنواع السبخات فى هذه المنطقة (ولكن هضبة الملح فى منطقة الكنتور – ١٠٠ متر فى الغرب هى الأقدم). كون طبقة الملح صلدة ومصمته أدى إلى تقليل البخر لدرجة كبيرة.

٣- طبقة الملح الجامد Hard solid crust

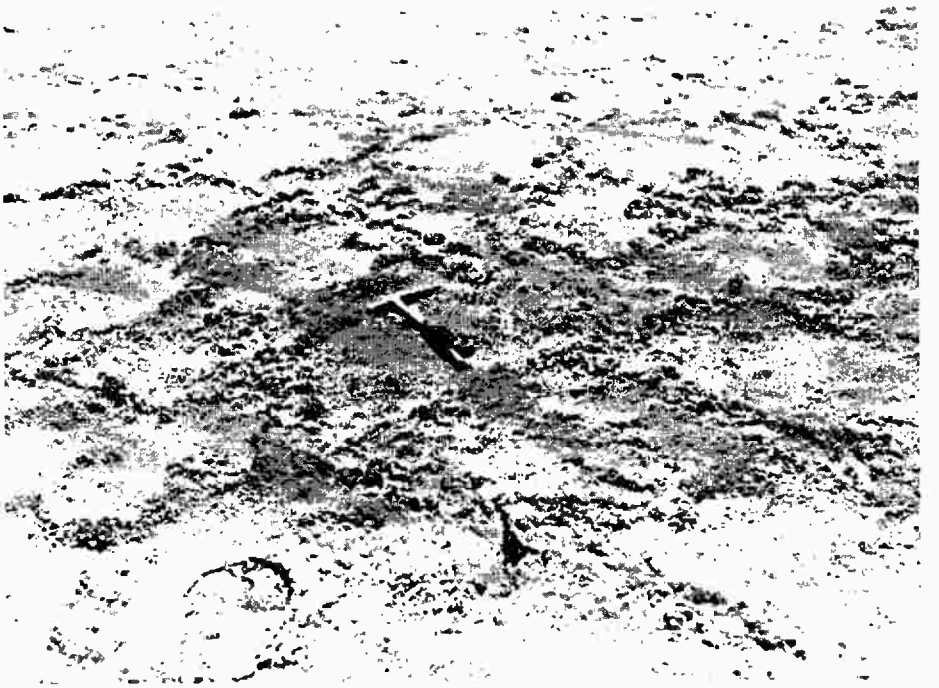
هذا النوع من السبخات يلى عموماً طبقة الملح الصلد السابقة شمالاً كما يوجد فى الغرب. طبقة الملح هنا جامدة وأسمك من ٥٠ سم، سطحها مستوٍ يغطى بطبقة من الرمل الناعم فى حدودها الشمالية، ولكن فى الجنوب تظهر بلوكات الملح التى تتداخل تدريجيًّا فى طبقة الملح الخشن الصلد. فى منطقة هذا النوع تقل درجة البخر بسبب طبقة الملح المصمتة .

٤- السبخة الملحية Salt Marsh

تتميز هذه السبخة بصفة مميزة وهى مثل «الحقل المحروث»، قشرة الملح رملية ورفيعة (٢٠ سم)، جامدة. توجد المياه مباشرة تحت قشرة الملح، بل يمكن أن تشاهد

صورة رقم ٣ : توضح ارتفاع واتساع الشكل المضلع لطبقة الملح الخشن الصلد شمال غرب بئر شارب.

صورة رقم ٤ : عين مياه شديدة الملوحة وسط طبقات الملح الخشن الصلد جنوب الآبار المالحة.



صورة رقم ٥ : طبقة الملح الجامد والتى تتدرج فى خشونتها إلى طبقة الملح الخشن الصلد، بداية ظهور الشكل المضلع فى السبخات.

صورة رقم ٦ : السبخة الملحية والتى يتميز سطحها كالحقل المحروث.

المياه من خلال شقوق هذه القشرة. يصعب السير عليها حيث تنكسر تحت الأقدام وتغوص القدم فى الرمال المتحركة والمياه. فى بعض المناطق تظهر المياه حول مناطق بها نباتات كثيفة: البوص، الغاب، روتريط.

هذا النوع من السبخات يتكون فى مناطق توجد فيها المياه الأرضية ذات الملوحة العالية.

٥- السبخة ذات الملوحة المنخفضة Soft salt marsh

هذا النوع من السبخات يحيط بجميع السبخات بمنخفض القطارة، فهى توجد على طول الحدود الشمالية والجنوبية لسبخات منخفض القطارة، وحيث تنساب المياه الأرضية غالباً بنسبة ملوحة منخفضة خلال رمال المغرة؛ لذلك تترسب الأملاح على هيئة طبقات رفيعة خلال قطاع الرمال فى الحفر التى تم حفرها،كما توجد قشرة من الملح والرمل على السطح.

توجد المياه الأرضية على عمق ٢٠ سم فى المناطق الشمالية، أما فى المناطق الجنوبية فتوجد المياه عند منسوب السطح.

تنمو بها نباتات: البوص، الإثل، روتريط.

بينما فى الغرب قليلاً توجد النباتات الملحية.

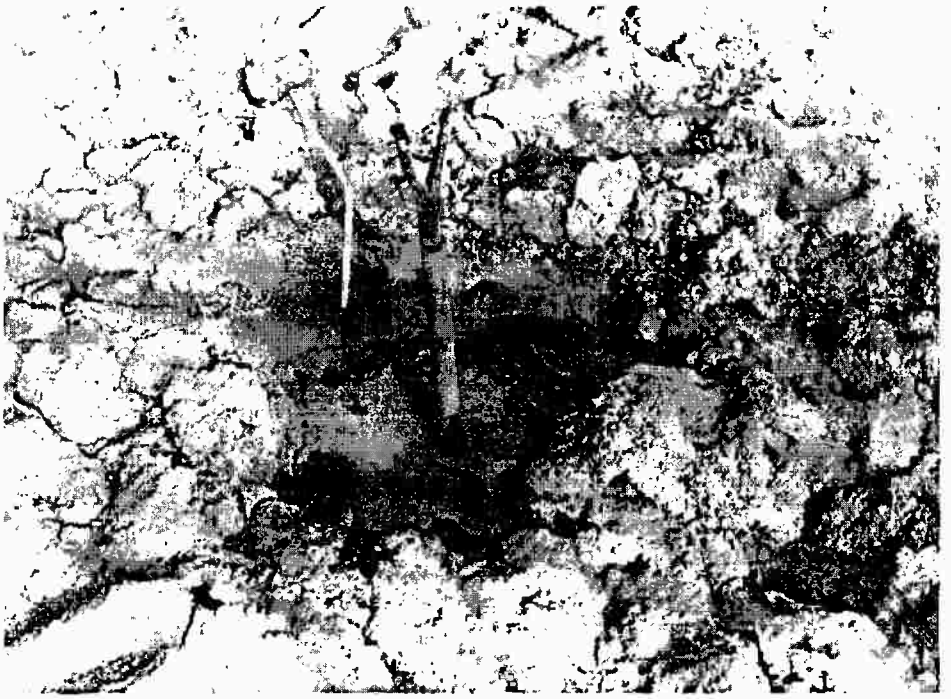
٦- السبخة المغطاة بالرمال Salt marsh covered by sand

توجد هذه السبخة على الحواف الشمالية والجنوبية لمنخفض القطارة، وهى تمثل المراحل الأخيرة للبخر بالمنخفض بطريقة التعرق – أى بصعود المياه الأرضية خلال مسام رمال المغرة (الخاصة الشعرية) وعند وصولها قرب السطح، حيث درجة الحرارة المرتفعة، يحدث البخر فتتكون طبقة رفيعة من الملح تعوق استمرار تعرية قاع المنخفض تحت مستوى – ٥٠ متراً ، – ٦٠ متراً. طبقات الملح الرفيعة تترسب على عمق ١٥ سم خلال رمال المغرة تحت مستوى السطح، بينما توجد المياه على عمق ٦٠ سم تحت السطح. (صورة رقم ١٠)

تنتشر فى المناطق شجيرات من: الفرقد، البوص.

مرواح الرمال

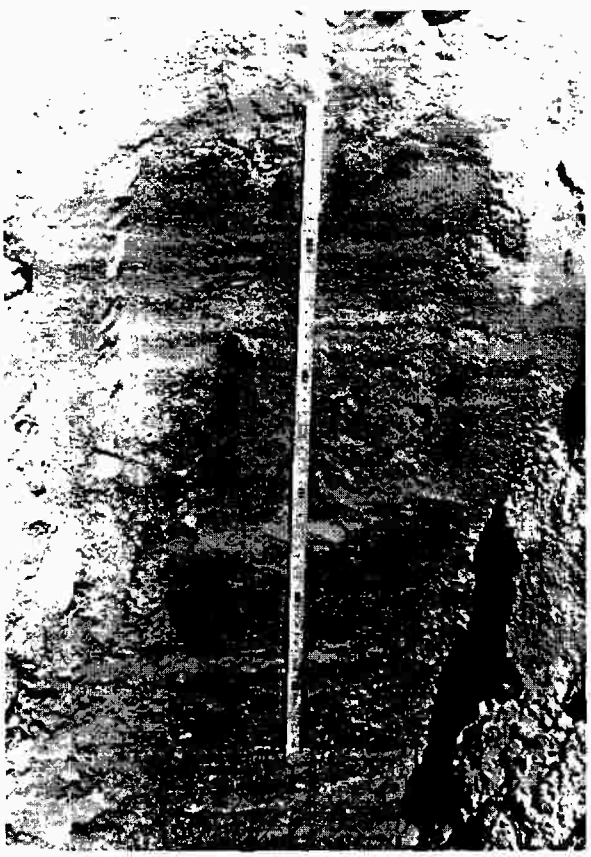
هذا النوع من الترسيبات الرملية يمتد طوليًا على السبخة متوازيًا مع وديان الهضبة الشمالية للمنخفض مما يدل على أنه قد نقل بواسطة السيول عبر هذه الوديان. فهذه الترسيبات تغطى أنواع السبخات المختلفة (٢، ٤، ٥، ٦). ومن



صورة رقم ٧: توضح سمك قشرة الملح الرفيعة الضعيفة (الحقل المحروث) يسهل كسرها، تحتها المياه والرمال المتحركة بحيث غاص الجاروف فيها بثقله.

صورة رقم ٨: مسطحات المياه تظهر على السطح شمال بئر شارب وسط سبخة الحقل المحروث، ينمو حولها نباتات: الصّمار والروتريط.

صورة رقم ٩ : السبخة ذات الملوحة المنخفضة (الطرية)، تغوص فيها القدم. ويظهر أثر طريق الجمال بين الشجيرات التي تتغذى عليها.



صورة رقم ١٠ : حفرة فى السبخة المغطاة بالرمال. يلاحظ وجود طبقتين رفيعتين من الملح على عمق ١٥ سم من السطح المياه الأرضية تتجمع عند العمق ٦٠ سم من السطح.

الملاحظ أنها لاتمتد من الجنوب لعدم وجود هضبة بالمعنى المفهوم، مثل الحائط الشمالى للمنخفض. ففى الجنوب نجد رمالاً أكبر حجماً عما عليه فى المناطق الشمالية، حيث تذرى الرياح الرمال الناعمة تاركة الرمال الأكبر حجماً.

ومن الملاحظ أنه توجد أزمنة مختلفة متعاقبة لهذه السيول؛ حيث يظهر فى الصور الجوية تأثير السيول الأحدث على حواف سابقتها من مراوح الرمال.

كيف تكون منخفض القطارة

يقع منخفض القطارة على التركيب المحدب الذى تكون فى عصرى الطباشير الأعلى والإيوسين الأسفل (laramide movement)، وفى أثناء أواخر عصر البليوسين وبداية البليستوسين ساد ارتفاع الأرض فى هذه المنطقة من الصحراء الغربية حيث تم التواء تخوم شمال الصحراء الغربية، نتج عنها تشقق وتفتت طبقة الحجر الجيرى ذات السمك الرفيع لتكوين المرماريكا فوق تحدب القطارة، وبالتالى فى فجر عصر البليستوسين المطير ذابت صخور الحجر الجيرى بواسطة عوامل التعرية الكيميائية، فتعرضت رمال تكوين المغرة أسفلها للتعرية بفعل تذرية الرياح ونحر المياه فى فصول المطر والجفاف المتعاقبة، وفى أوقات نصف جافة فى أواخر البليستوسين – الحديث، **كانت التذرية بواسطة الرياح هى العامل المؤثر فى انخفاض سطح المنخفض.**

لقد تلاحظ أن مستوى التعرية يتبع منسوب المياه الأرضية – بمعنى أن منسوب المياه الأرضية يعتبر مستوى حد التعرية، بحيث تتوقف التعرية وانخفاض سطح المنخفض عندما يرتفع منسوب المياه. وبانخفاض منسوب المياه الأرضية منذ عصر البليستوسين تسبب فى حدوث فترات عديدة للتذرية بواسطة الرياح، والتى أدت إلى انخفاض مستوى منخفض القطارة واتساعه حتى وصل للحالة التى عليها الآن. إن وجود الفتات والرمال والسيلت فى تكوين المغرة والتى تذروها الرياح قد ساعدت على الإسراع فى تقدم انخفاض مستوى سطح المنخفض.

وعلى كل حال فدرجة التذرية بالمنخفض تتوقف على متغيرات متداخلة مثل: سرعة الرياح وتذبذب اتجاهاتها، سحنة الصخور المكونة لقاع المنخفض (تكوين المغرة)، المعادن الملحية، منسوب المياه الجوفية والنباتات، **ولكن المتحكم على الإطلاق فى تذرية المنخفض من بين هذه العناصر عاليه هو منسوب المياه الأرضية.**

فى شرق منخفض القطارة، توجد غرود الرمال مبتدئة من الحدود الجنوبية والتى حملتها الرياح فى اتجاهها جنوب – جنوب شرق. أمثلة هذه الغرود الرملية كالتالى: غرود بدر الدين، غرد الفرس، غرد الرباط، الغرود السود، غرد أبو غراديق، غرد أبو سنان، غرد الرماك، غرود الكفار.

فى غرب منخفض القطارة، ينكشف تكوين طفلة الضبعة فى وسط المنطقة الجنوبية الغربية، وتعتبر طفلة الضبعة بالإضافة إلى رمال المغرة السائبة فى الشمال الصخور الأم المغذية لغرود الكفار. غرود الكفار الغربية والتى يسميها المؤلف **الغرود السود** هى ناتج تذرية الطفلة السوداء لتكوين الضبعة. وما دمنا نعتبر طفلة الضبعة ضعيفة المسامية لا توجد بها مياه جوفية لذلك فعوامل التعرية مازالت مستمرة فى مناطق مكاشفها، وبناءً عليه يمكن اعتبار طفلة الضبعة – والتى تمثل التذرية السهلة بفعل الرياح – هى المسئولة عن وجود أكبر المناطق انخفاضاً بغرب المنخفض (منطقة منخفض – ١٤٥ متراً). أى أن التذرية بفعل الرياح هى العامل الأكبر تأثيراً على تكوين المنخفض فى حالة غياب المياه الأرضية.

لقد تلاحظ أكثر النقاط انخفاضاً بمنخفض القطارة ١٤٥ متراً تحت سطح البحر تقع على امتداد أكبر عرضاً أو اتساعاً للمنخفض ١٤٥ كيلو متر. ومعنى ذلك أن تعرية المنخفض فى الجزء الغربى تتمشى بمعدل ١ متر انخفاضاً مقابل ١ كيلو متر اتساعاً. بالطبع ليست هذه معادلة خطية ولكن معدل التعرية يتذبذب تبعاً لمنسوب المياه الأرضية أو حدود الخاصة الشعرية خلال الصخور.

فى وسط شرق المنخفض، اتساع أو عرض المنخفض يتراوح بين ٨٠كم و ٧٠كم بينما نجد عمق أو انخفاض سطح المنخفض يتراوح بين ٨٠ متراً و ٧٠ متراً تحت سطح البحر على التوالى.

فى شرق منقار أبو دويس، متوسط اتساع المنخفض ٢٠ كم ومتوسط العمق ٢٠ متراً تحت سطح البحر ما عدا منخفض واحة المغرة حيث يصل عمقها حوالى – ٤٠ متراً .

هذه المقارنة تشير إلى أن عمق تعرية المنخفض دالة لاتساع المنخفض، أى ١ متر انخفاضاً مقابل ١ كم اتساعاً.

أنواع المياه الجوفية بالصحراء الغربية

أمكن تقسيم المياه الجوفية بالصحراء الغربية إلى خمسة أقسام نوجزها فيما يلى:

١ – المياه الجوفية بالصخور النوبية

يحدها من أسفل الصخور القاعدية ومن أعلى صخور الطفلة والجيرية لعصر الطباشيرية الأعلى. وهذه المياه الجوفية تمتد تقريباً تحت معظم مساحة مصر وبالأخص وسط وجنوب صحراء مصر الغربية.

٢ – المياه الجوفية بصخور عصر الطباشير الأعلى إلى الإيوسين

يحدها من أسفل الصخور الجيرية والطفلية لعصر الطباشير الأعلى ومن أعلى طفلة الإيوسين – أليجوسين (طفلة الضبعة) .

٣ – المياه الجوفية بتكوين المغرة

ويوجد هذا المستوى من المياه الجوفية فوق طفلة الضبعة وهى تمتد شرقاً وجنوباً وشمال شرق المنخفض .

٤ – المياه الجوفية بتكوين الحجر الجيرى للمرماريكا والساحل

وهى تعلو المياه الجوفية لتكوين المغرة بين شمال حافة المنخفض والساحل وتوجد هذه فى صخور الحجر الجيرى للمرماريكا والبليوسين وترسيبات الساحل.

٥ – المياه الجوفية المركبة للهضبة الغربية (الدف)

وهى تغطى المنطقة الغربية المنحصرة بين مطروح والسلوم شمالا وسيوه – جغبوب جنوباً حيث ترسيب الصخور الجيرية من عصر السيتونيان إلى الميوسين الأوسط دون أن تتخلله رسوبيات ضعيفة المسامية (عازلة) بسمك معقول. وخلال هذه الترسيبات تجمعت المياه الجوفية، حيث تتداخل مع المياه الجوفية لعصر الطباشير الأعلى إلى الإيوسين فى الجنوب وتتداخل مع المياه الجوفية لتكوين المغرة فى الشرق، كما تعلوها بعض عدسات المياه الجوفية للمرماريكا فى الأجزاء الشمالية.

ومن الملاحظ أن صخور الطفلة والحجر الجيرى لعصر الطباشير الأعلى وكذلك طفلة الضبعة تعتبر طبقات عازلة للمياه الجوفية (طبقات ذات مسامية ضعيفة بصفة خاصة). لذلك حينما لا توجد هذه الطبقات ضعيفة المسامية فإنه من المتوقع حدوث اتصال بين مستويات المياه الجوفية المختلفة.

الاتجاه الإقليمى لانسياب المياه الجوفية

من النظرة الأولى فإن انسياب المياه الجوفية يتجه إلى منخفض القطارة من جميع الجهات:

* من الشمال الغربى: خلال المياه الجوفية بالهضبة الغربية.
* من البحر المتوسط: تصل مياه البحر المتوسط لمياه المغرة عبر تكوين المرماريكا.
* من الشرق والشمال الشرقى: تتخلل مياه النيل رسوبيات الدلتا وتمر خلال صخور المغرة للمنخفض.

* من الجنوب: تصل المياه الجوفية إلى المنخفض من خلال الصخور النوبية وصخور العصر الطباشيرى الأعلى والإيوسين.

وقد دلت النتائج التى توصل إليها د. بول ١٩٣٣ من الآبار التى تم حفرها على امتداد المسار المقترح – D على أن المياه الجوفية حتى الكيلو ١٧ من البحر هى نفس مياه البحر . عند الكيلو ٢٢ من البحر ينخفض مستوى المياه الجوفية إلى ١٤,٤ متراً تحت مستوى سطح البحر – وكلما زادت المسافة بعداً عن البحر زاد عمق المياه الجوفية.

الدراسات الاساسية التنفيذية للمشروع

قامت الولايات المتحدة عام ١٩٥٦م بعمل دراسة أولية – بمعرفة مجموعة بلوشير بمعمل لورنس ليفرمور بجامعة كاليفورنيا – لتنفيذ قناة بحرية بين إيلات وغزة باستخدام التفجير النووى . وفى عام ١٩٦٠م تم عمل دراسات عديدة لمرادفات عند مستوى سطح البحر كبديل لقناة بنما.

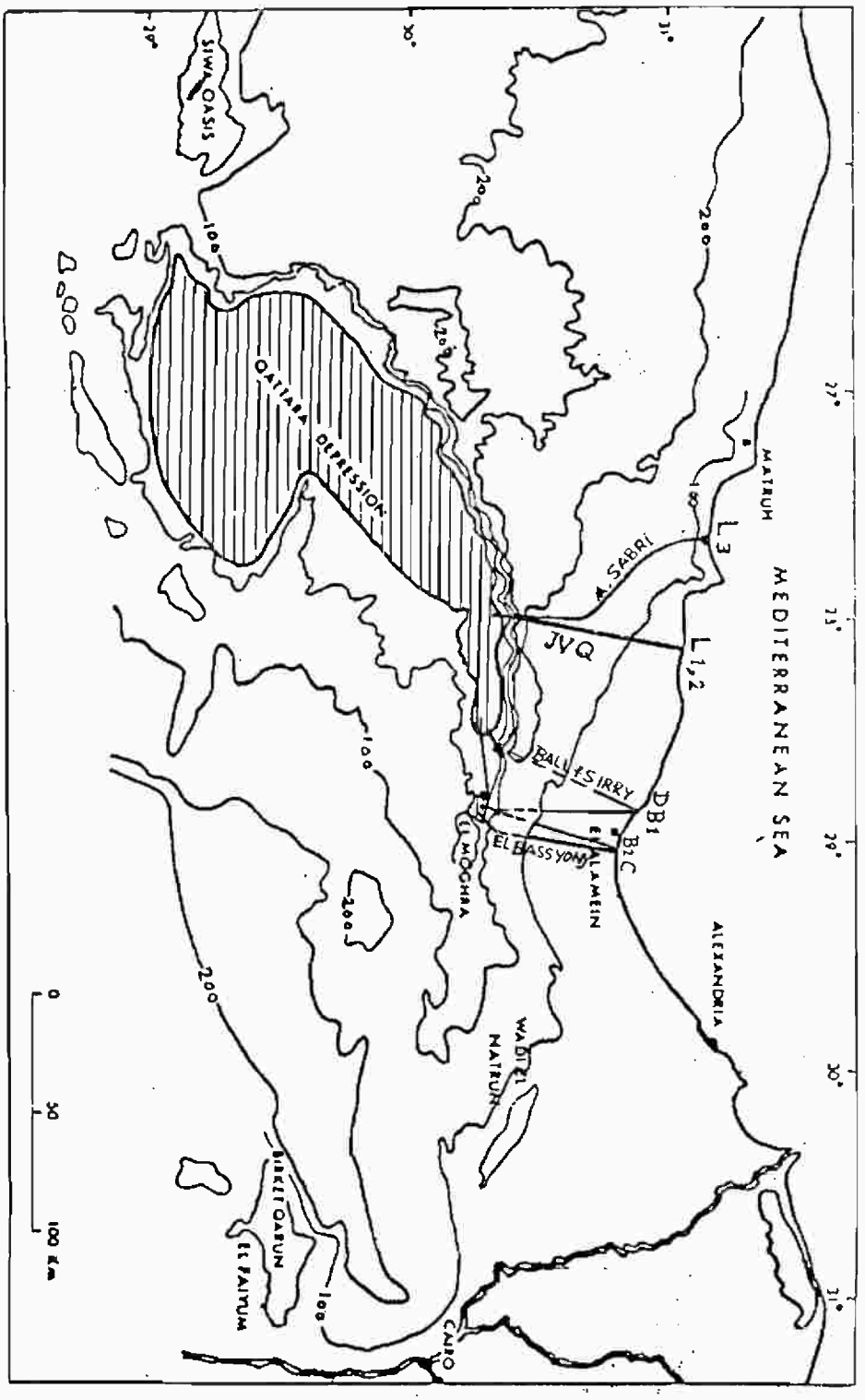
ونتيجة لهذه الثورة العلمية جاء اقتراح دكتور بازلر فى ١٩٧٣م بتنفيذ قناة مشروع القطارة بالتفجير النووى، وفى عام ١٩٧٥م تم التعاقد مع مجموعة البيوت الاستشارية العالمية وعلى رأسها بيت الخبرة الألمانى لامايز "JVQ" لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية للمشروع (شكل ٩).

وفى فبراير ١٩٧٦م تم إنشاء هيئة تنفيذ مشروع منخفض القطارة بالقانون رقم ١٤ لسنة ١٩٧٦م .

وفى عام ١٩٨١م تقدم بيت الخبرة الألمانى لامايز بتقرير عن الدراسة التى قام بها (جدول – ٤) وقد خلص لامايز إلى ما يأتى:

١ – **المرادف الأول "L1"**: تنفيذ حفر المجرى المائى بواسطة التفجيرات النووية النظيفة وإنشاء محطة أساس قدرة ٦٠٠ م. و. وإنشاء محطة ضخ وتخزين قدرة ٤٨٠٠ م. و. والتكلفة الكلية للمشروع ٤٧٦٤ مليون دولار – ويصبح اقتصاديًا بعد سنة ٢٠٠٠ .

٢ **المرادف الثانى "L2"**: حفر المجرى المائى بواسطة الطرق التقليدية وذلك بشق نفقين قطر كل منهما ١٥,٤ متراً وبطول ٦٨ كيلو متر بواسطة الحفر التقليدى وإنشاء محطة أساس قدرة ٣٢٠ م. و. ومحطة ضخ وتخزين بقدرة ٤٨٠٠ م. و. وتبلغ التكلفة التقديرية الكلية للمشروع ٨٤٣٣ مليون دولار.



شكل – ٩ : مواقع الدراسات الأساسية لمشروع منخفض القطارة

٣- **المرادف الثالث "L3"**: حفر قناة مكشوفة على الهضبة عند منسوب ١٤٠ متراً وإنشاء محطة ضخ وتخزين فى اتجاه واحد بواسطة محطة طلمبات عند البحر واستخدام السقوط بين منسوب القناة ومنسوب البحر (٢٠٠ متراً) فى توليد الطاقة الكهربائية عن طريق محطة توليد قدرة ٤٨٠٠ م. و.وتبلغ التكلفة الكلية للمشروع ٥٧٠٠ مليون دولار ويصبح اقتصادياً بعد سنة ٢٠٠٠ .

وفى مسار الدراسات السابقة خلصت هيئة تنفيذ مشروع القطارة إلى أن تنفيذ الحفر بواسطة التفجيرات النووية النظيفة تكتنفه محاذير تتطلب اتفاقات دولية، والظروف السياسية تجعل من الصعب تنفيذه إلى جانب الآثار الناتجة عن تأخير التعمير فى المنطقة. كما أنه لا يمكن التوصية بقرار بشأن تنفيذ أى من المرادفات التى قدمتها الدراسة للمسار الغربى لارتفاع التكلفة إلى مستوىً غير اقتصادى، كما لا توجد مبررات للتوصية باستبعاد المشروع .

فى عام ١٩٧٩م انتقل كاتب هذا البحث من هيئة الأبحاث الجيولوجية إلى هيئة تنفيذ مشروع منخفض القطارة حيث قام بدراسة احتمالات شق المجرى المائى بالطرق التقليدية فى الجهة الشرقية بين منطقة العلمين وواحة المغرة حيث تقل الارتفاعات، وتوصل إلى تحديد أفضل المسارات فى هذه المنطقة وهى B1 . B2. C (شكل – ٩)، ووقع الاختيار على المسار الشرقى C ، لذلك قامت الهيئة بالاتصال بشركة أبو زعبل للكيماويات وشركة نيترونوبل التى تعاونت مع بيت الخبرة السويدى «سويكو» وتقدموا بدراسة نظرية تؤيد رأى كاتب هذا البحث .

وفى زيارة ميدانية لموقع خزان الأمام برفقة الأستاذ الدكتور محمد القصاص والسيد المهندس رئيس الهيئة، طلب الدكتور محمد القصاص نقل خزان الأمام بعيداً عن واحة المغرة للاحتفاظ بها كمحمية، وخوفاً عليها من التدمير بمياه البحر المتسربة خلال الصخور الرملية.

وفى ١٩٨١/٢/١١م تم توقيع بروتوكول التعاون الفنى والمالى بين الحكومة السويدية والحكومة المصرية، وتنفيذاً لاتفاق التفاهم السابق تم التعاقد مع بيت الخبرة السويدى «سويكو» للقيام بدراسة اقتصاديات المسار الشرقى C .

وتتكون عناصر هذا المشروع الشرقى (شكل – ١٠) من:

* مدخل عند البحر المتوسط شرق مدينة العلمين بحوالى ١٠ كيلو متر، ويمكن الاستفادة منه كميناء بحرى يخفف الضغط عن موانئ الإسكندرية – يؤدى إلى قناة توصيل مكشوفة باتساع ٣٦ متراً.

(١) كان المدخل على بعد ٧ كيلو متر ولكن وزير التعمير وقتذاك استولى عليه لصالح إمتداد مارينا العلمين.

* قناة توصيل مكشوفة ومبطنة بطول ٤٥ كيلو متر عبر الهضبة حتى دير الرسو .
* ثلاثة أنفاق مبطنة تمر تحت الهضبة، طول كل منها ٩ كيلو متر وبقطر داخلى ١٤,٧٥ متراً .
* قناة توصيل مبطنة بطول ٤٠ كيلو متر على مستوى الصفر ماراً بالطرف الجنوبى للمنخفض .
* منخفض معطن فرين مساحته حوالى ٤٠ كيلو متر مربع ويستخدم كخزان توازن (خزان الأمام) .
* سد المأخذ بشمال خزان التوازن ويليه محطة التوليد بطاقة ١٨٠٠م. و. (٨ توربين فرنسيس × ٢٢٥ م. و).
* قناة مخرج بطول ٢٣ كيلو متر تصرف فى البحيرة المتوقعة بالمنخفض (-٥٠ متراً) .
* مدة التنفيذ ٧ سنوات .
* تكلفة المشروع الكلية ٤٣٤٠ مليون دولاراً أمريكيا (حسب أسعار ١٩٨٣) .

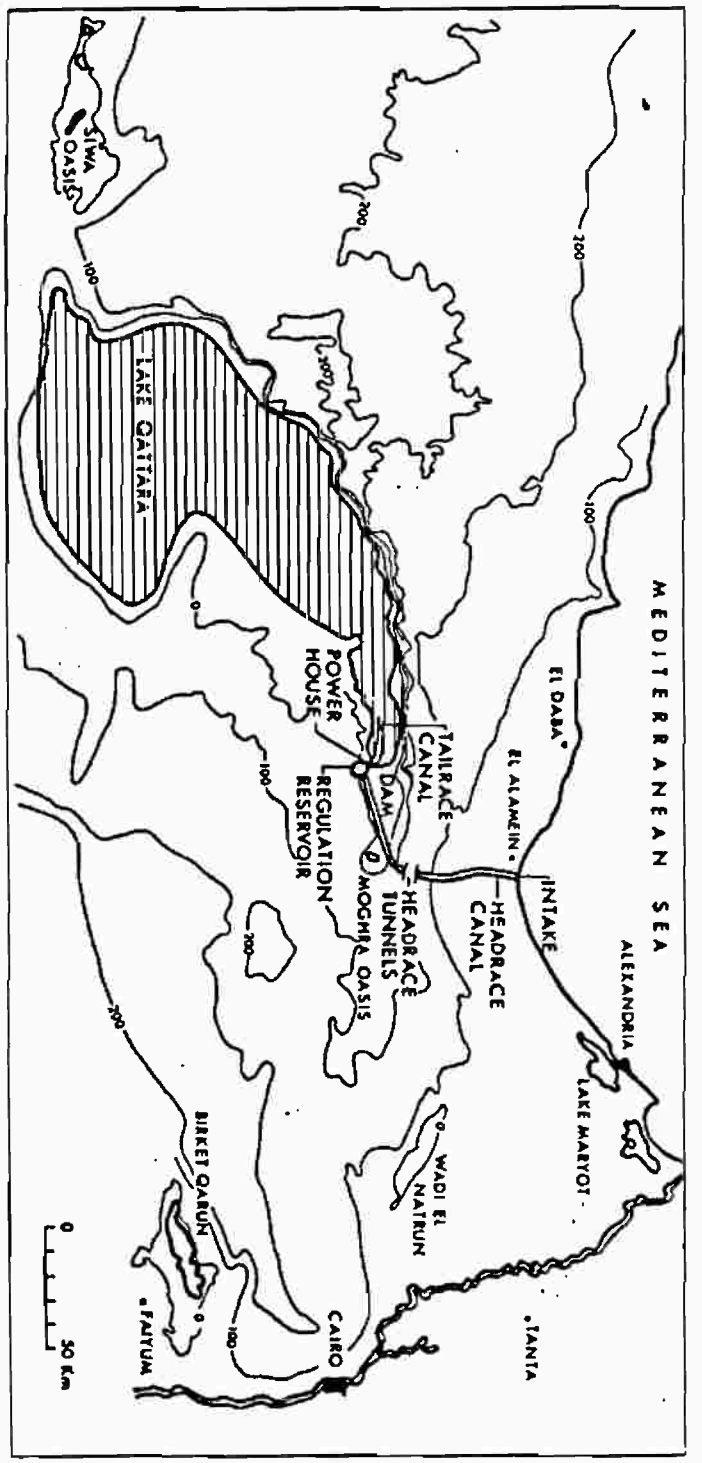
الجدوى الفنية للمشروع

قدم بيت الخبرة السويدى «سويكو» تقريره فى ١٩٨٣م، ونتيجة للدراسة التى قام بها بيت الخبرة، تم التحقق من الجدوى الفنية للمشروع بإجراء كافة اختبارات التربة ونوع الطبقات الأرضية والصخرية على طول مسار القناة والأنفاق وإجراء الفحوص المعملية والجيولوجية لمعرفة خواص التربة الميكانيكية والكيميائية والتأكد من إمكان حفرها بالوسائل التقليدية أو استخدام المتفجرات كالديناميت بالنسبة للصخور كما تم التأكد من أن منسوب المياه الجوفية أقل انخفاضاً من مناسيب الأعمال، وقد انتهى التقرير إلى إمكان تنفيذ جميع الأعمال بالمشروع بطرق تقليدية مأمونة لا تخرج عن الوسائل المتبعة فى تنفيذ مثل هذه الأعمال.

وبذلك انتهى التقرير إلى أن المشروع يعتبر قابلاً للتنفيذ ولن يتعرض فنيًّا عند تنفيذه لأية مخاطر تهدد سلامته.

اقتصاديات المشروع

إن اقتصاديات مشروع منخفض القطارة تتمثل فى كمية الطاقة المنتظرة الاستفادة بها. فمحطة المشروع ستعمل كمحطة أساس لمدة عشر سنين ثم ينقص إنتاج الطاقة تدريجيًّا حتى السنة العشرين، عندها يكون مستوى سطح البحيرة قد وصل إلى - ٥٠ متراً بحيث تكون المياه المنسابة خلال التربينات مساوية لكمية البخر



شكل – ١٠ : التخطيط العام لمشروع المغرة الشمسى المائى

من سطح البحيرة. أو ستعمل محطة المشروع كمحطة ذروة الأحمال لمدة ٨ ساعات فى اليوم – على أن تتصل بالشبكة الموحدة بخطى توصيل قدرة كل منهما ٥٠٠ كيلو فولت:

الطاقة المركبة (٨ توربين فرنسيس × ٢٢٥ م. و.) = ١٨٠٠ م. و.

الطاقة المولدة (٨٥٪ من القدرة المركبة) = ١٥٢٥ م. و.

أى أن كمية الطاقة الإجمالية التى سينتفع بها خلال السنوات العشرين التى تمتلئ خلالها البحيرة إلى منسوب – ٥٠ مترًا حوالى ٧١٠٠ مليون ك. و. س؛ تحتاج لتوليدها بوحدات حرارية إلى نحو ٢٥ مليون طن مازوت.

تكلفة تنفيذ المرشوع

التكاليف المباشرة المقدرة لتنفيذ الأعمال كما يلى:

أ – جملة تكلفة الأعمال المدنية	٢٤٩٨,٠٠ مليون دولار
ب– جملة تكلفة الأعمال الكهربائية	١٨٣,٠٠ مليون دولار
جـ– جملة تكلفة الأعمال الميكانيكية	١٦١,٠٠ مليون دولار
د – قيمة أتعاب التصميمات والإشراف الهندسى	١٠٠,٠٠ مليون دولار
التكلفة الإجمالية للإنشاءات	٢٩٤٢,٠٠ مليون دولار
* فوائد رأس المال ١٠٪ خلال مدة التنفيذ والتصنيع والتوريد والتركيب	١٢٠٣,٠٠ مليون دولار
* قيمة المبالغ التى ستصرف سنويًا على أعمال الصيانة والتشغيل بفائدة ١٠٪	١٦٥,٠٠ مليون دولار
* قيمة المبالغ الخاصة والتجديدات والتى تم حسابها على نفس الأساس فكانت	٢٩,٠٠ مليون دولار
* وبذلك تصبح التكلفة الكلية للمشروع (١٩٨٣)[1]	٤٣٣٩,٠٠ مليون دولار
متوسط تكلفة طاقة الذروة حوالى	١٠,٨ سنت/ك. و. س.

(١) تراوح سعر برميل البترول عام ١٩٨٣م من ٢٩ – ٣٤ دولارًا امريكيًا .

إن المشـــروع يكون ذا جدوى اقتصادية عندما يكون سعر برميل البترول أعـلى مـن ٢٩ دولاراً أمريكيًا، وفـــى حالة وصـول ســـعر برميل البترول إلـى ٣٤ دولاراً تصبح:

قيمة الربحية للتكلفة	١,١
وأن العائد يصبح	١١٪
ومدة استرداد رأس المال	٢٠ سنة

مما سبق يتضح أن:

* نسبة تكلفة الأعمال المدنية إلى التكلفة المباشرة للإنشاءات حوالى ٨٥٪
* نسبة تكلفة الأعمال المدنية إلى التكلفة الكلية حوالى ٥٧,٦٪ .
* نسبة تكلفة الأعمال المدنية التى يمكن حفرها بالخبرة المصرية (بدون الأنفاق) إلى التكلفة المباشرة حوالى ٦٧٪ .

كميات الحفر والتطبين

٩٠ مليون متر مكعب	صخور حجر جيرى ورمال وطفلة (تكوين الماريكا)
٥٧٥ مليون متر مكعب	تربة غير متماسكة (أو ضعيفة التماسك (تكوين المغرة)
١٠ مليون متر معكب	تبطين القناة (قناة التوصيل والمخرج)
٣٥٠ مليون متر مكعب	خرسانة مسلحة (تبطين الأنفاق والإنشاءات)

إذا استثنينا كميات حفر الأنفاق فإن نسبة كميات الحفر والتى يمكن تنفيذها بالخبرة المصرية وبالعملة المحلية حوالى ٩٥٪ .

من الأرقام عاليه يتضح أن المخاوف من تنفيذ المشروع ترجع إلى كبر حجم الأعمال والتكلفة العالية التى يعتبرها قطاع الكهرباء غير اقتصادية لمشروع كهربى فقط.

ونظراً لأن كميات الحفر تشكل حوالى ٩٥٪ إذاً مشكلة مشروع منخفض القطارة هى : حفر قناة التوصيل – كيف؟

لكن السؤال الأهم: لماذا لا أحفر قناة مشروع القطارة كما حفر أجدادنا قناة

السويس، مع وجود أساليب الحفر الحديثة؟ وها هى قناة السويس بطول حوالى ٢٠٠ كيلو متر، ومياه البحر بها عند مستوى الصفر – مستوى سطح البحر – فى تربة رملية وعلى مشارف الزراعة بالدلتا، ورغم ذلك لم نسمع أن أرض الدليا «طبلت» منذ إنشائها أو تأثرت المياه الجوفية تحت الدلتا، فما بالك وبحيرة المشروع تبعد حوالى ١٥٠ كيلو متر غرب وادى النطرون ومياه البحيرة المتوقعة تحت سطح البحر بمقدار ٥٠ متراً.

إن مثل هذه المشروعات الكبيرة العملاقة دائماً تكون عالية التكاليف ولكن بتنفيذ مشروعات مصاحبة لها تتحسن اقتصادياتها... ففى بحيرة المنخفض المتكونة وحولها يمكن تنفيذ المشروعات المصاحبة لمشروع منخفض القطارة مثل:

* إنتاج الطاقة الكهربائية ومياه عذبة من البرك الشمسية Solar Ponds بطاقة ١٠٠٠ م. و.
* إنشاء محطة حرارية بجنوب المنخفض للحصول على المياه العذبة والطاقة بقدرة ١٢٠٠ م. و.
* إنشاء محطة نووية قرب خزان الأمام ١٠٠٠ م. و.
* بالإضافة إلى طاقة محطة المشروع ١٨٠٠ م. و.
* يكون مجموع الطاقة المولدة حسب التطور والحاجة حوالى ٥٠٠٠ م. و.
* استزراع نباتات على المياح المالحة بالبحيرة حول وجنوب شواطئها ذات ثمار بذرية لاستخراج الزيوت لطعام الإنسان، بالإضافة إلى زراعة نباتات الرعى على المياه المالحة.
* إنتاج الأملاح والمعادن من مياه البحر بالبحيرة.
* موقع سياحى فريد – استجمام – تزحلق – صيد الأسماك.
* يمكن إقامة محطات تحلية لمياه البحر بالبحيرة – وبذلك تستنفد مياه البحيرة أولا بأول فلا تصل إلى مستوى – ٥٠ متراً بعد عشرين سنة وتستمر محطة المشروع تعمل بكامل طاقتها .

أى أن مشروع منخفض القطارة يعتبر الحل الأمثل لمشاكل مصر من حيث إنشاء مجتمع جديد متكامل وزراعة دلتا جديدة – دلتا مصر القرن الـ ٢١ جنوب المنخفض قاعدتها ٣٠٠ كيلو متر ورأسها عند منقباد بأسيوط – تستوعب الزيادة السكانية المطردة، والبطالة المهنية والعمالة مع زيادة موارد المياه والطاقة مع مراحل تنفيذ المشروعات المصاحبة بعد تنفيذ المشروع نفسه.

توليد الطاقة بإنشاء محطة ضخ وتخزين قدرة ٤٨٠٠ م.و

يمكن تنفيذ وحدة مستقلة للضخ والتخزين مستخدمين فى ذلك المنخفضات الطبيعية على الهضبة للمنخفض كخزان علوى (دير كريم) ... أى أنه يمكن استخدام ماء البحيرة المتكونة عند المستوى – ٥٠ متراً برفعه بالضخ إلى خزان علوى فى أوقات الحمل المنخفض ثم إعادة إسقاطه أثناء ساعات الذروة للحصول على حمل أكبر للوحدات يمكن معه مقابلة زيادات ذروة الأحمال .

أى أن المشروع يعتمد فى المرحلة الأولى على إنتاج الطاقة الكهربائية، وفى المرحلة الثانية لإنتاج الطاقة الشمسية المائية، أما المرحلة الثالثة فتستخدم محطات الضخ والتخزين.

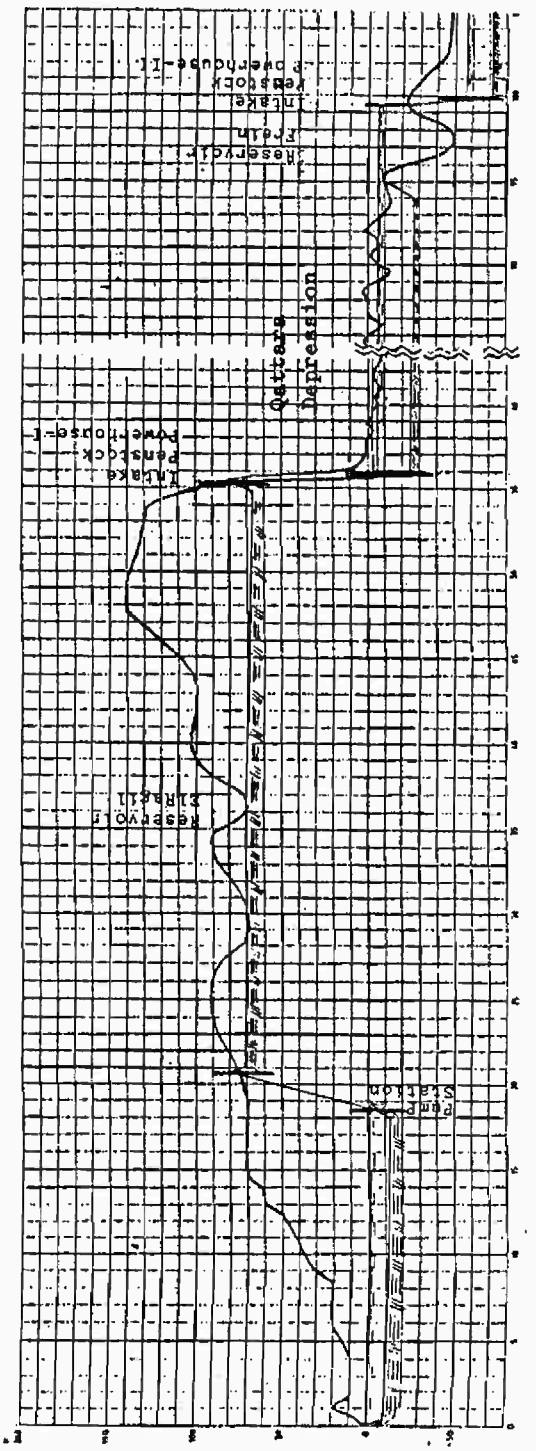
وبذلك يكون مجموع الطاقات الكهربائية التى يمكن إنتاجها من مشروع منخفض القطارة حوالى ٥٠٠٠ + ٤٨٠٠ = ٩٨٠٠ م. و على طول المراحل المستقبلية مع ازدياد هجرة السكان إلى الصحراء الغربية وتوفير مساحات الأراضى اللازمة لاستيعاب هذه الزيادة أو ما تتطلبه الصناعات المختلفة المقامة على الإنتاج الزراعى وخلافه من الطاقات الكهربائية وإنتاج المياه العذبة واستغلال المياه الجوفية.

الخلاصة

شمل التصميم المبدئى للمشروع إنشاء محطة مائية سعة ١٨٠٠ ميجاوات بإجمالى متوسط طاقة مولدة قدرها ٤,١ مليار ك. و. س – توفر تقريباً ١١٥٠٠٠ طن مازوت سنويًا – على أساس ٨ ساعات ذروة يومية خلال السنوات العشر الأولى. وستتناقص تدريجيًا إلى ٥ ساعات يوميًا بعد عشرين عاماً عندما تصل الطاقة السنوية ٢,٥ مليار ك. و س.

نظراً لأن الدراسة تمت فى عام ١٩٨٣م فقد طُلِبَ من الاستشارى السويدى «سويكو» فى عام ١٩٩٦ تحديث دراسة الجدوى – وجاء الرد كالتالى:

١– منذ أن تقدم الاستشارى «سويكو» بتقريره النهائى فى ديسمبر ١٩٨٣، فإن سعر برميل البترول الخام خلال ١٩٩٦ انخفض بطريقة ملموسة وثبت فى حدود ١٧ دولاراً إلى ٢٥ دولاراً أمريكيًا للبرميل مقارنة بسعر البرميل عام ١٩٨٣ الذى وصل إلى ٣٤ دولاراً .



شكل – ١١ : قطاع طولى لمشروع الضخ والتخزين فى إتجاه واحد

٢- كما أن التكاليف الاستثمارية ارتفعت بنسبة تتراوح ما بين ٣٠ إلى ٥٠٪ وفيما يلى جدول مقارنة للتكاليف الاستثمارية خلال ١٩٨٣م ، ١٩٩٦م:

الأعمال	عام ١٩٨٣ مليون دولار أمريكى	عام ١٩٩٦ مليون دولار أمريكى
أعمال مدنية	٢٤٩٠	٣٣٣٧
أعمال كهربائية	١٨٣	٢٥٤
أعمال ميكانيكية	١٦١	٢٢٩
إشراف هندسى وإدارى	١٠٠	١٥٠
فوائد رأسمال أثناء التنفيذ	١٢٠٣	١٦٤٢
الإجمالى	٤١٣٧	٥٦١٢

اقتراح جديد للمشروع[1] : الضخ والتخزين فى اتجاه واحد (شكل - ١١):

هذا الاقتراح يوفر على الأقل مليار دولار أمريكى وهو كما فى (الشكل - ١١) محاولة لتفادى الأنفاق تحت الهضبة ١٥٠ متراً وذلك بالانحراف غرباً فى هذه المنطقة عن مسار المشروع الشرقى C بالشكل - ١٠، ويتكون من:

* مدخل المشروع من البحر المتوسط لمسافة ١٨ كيلو متر .
* محطة ضخ المياه إلى مستوى ٧٠ - ٩٠ متراً على الهضبة .
* قناة مكشوفة حتى حافة الهضبة بالمنخفض بطول ٣٦ كيلو متر تتخللها منخفضات تعمل كخزان أمام .
* محطة توليد كهرباء - ١ على مستوى الصفر أسفل الهضبة بطاقة ١٨٠٠ م. و (بفرق سقوط ٧٠ متراً) .
* قناة توصيل على مستوى الصفر مثل ما فى المشروع الشرقى C .
* خزان الأمام بمعطن فرين وسد بجهة الشمال .
* محطة توليد كهرباء - ٢ على مستوى - ٥٠ متراً بالمنخفض بطاقة ١٨٠٠م . و. كما هو فى دراسة بيت الخبرة السويدى «سويكو» .
* قناة مخرج بطول ٢٣ كيلو متر إلى بحيرة المنخفض.

(١) مقالة للمؤلف ألقاها فى المؤتمر الثانى لجيولوجيا العالم العربى بالقاهرة ونشر ١٩٩٤ .

الآثار الجانبية للمشروع

أ- بالنسبة للمياه الجوفية

إن أهم عنصر من عناصر الآثار الجانبية للمشروع تتركز فى مدى تأثير مياه البحر بالبحيرة المتكونة بالمنخفض على المياه الجوفية التى يحتمل أن يكون لها اتصال مباشر أو غير مباشر بالمياه الجوفية تحت الدلتا، لذلك اهتم معظم الدارسين للمشروع بدراسة هذا التأثير.

وكلنا نعرف مدى تأثير الضغوط الإستاتيكية للمياه الجوفية ومتى تصل هذه إلى درجة الاتزان – الأمر الذى يعتبر نظريًا – فمهما كان الأمر فإن نقطة الاتزان هى معناها اتزان الحركة مع الحركة الأخرى وليس الاتزان بمعنى السكون...

ومن المعروف أن المياة الجوفية بوادى النطرون تظهر عند مستوى ٢٠ متراً تحت مستوى سطح البحر، ويتدرج منسوبه غرباً لحوالى ١٠٠ كيلو متر، حيث تظهر عند مستوى ٤٠ متراً تحت سطح البحر بواحة المغرة، ثم تستمر غرباً لمسافة ٥٠ كيلو متراً حيث تظهر ثانية عند مستوى ٥٠ متراً تحت سطح البحر عند منطقة بئر شارب، وهى المنطقة التي تمر فيها قناة المخرج لمحطة توليد الكهرباء، ثم يتدرج هذا حيث نجد المياة الجوفية لخزان المغرة تظهر على عمق ٨٠ متراً تحت سطح البحر غرباً على هيئة آبار أو برك أو سبخات أو جميعها معاً. أى أن التدرج فى خزان المغرة الجوفى من الشرق إلى الغرب هو ١٠ أمتار انخفاضا لكل ٥٠ كيلو متر .

فإذا ما تم ملء المنخفض بمياه البحر إلى مستوى ٥٠ متراً تحت سطح البحر فإن حركة المياه من البحيرة إلى الخزان الجوفى ومن الخزان الجوفى إلى البحيرة ستستمر إلى أن يتم الاتزان المشار إليه؛ نتيجة لتوازن الضغوط الإستاتيكية على كلا الجانبين، وعندها سنجد أن مياه صرف الدلتا المتجهة إلى المنخفض سوف يتحول جزء منها إلى منخفض وادى النطرون فى صورة ازدياد فى تدفق مياه الآبار بمنطقة وادى النطرون بمقدار ١ متر إلى ٢ متر، مما يساعد على التوسع الزراعى بالمنطقة – وهذا التأثير سوف يحدث بعد فترة زمنية أكثر من ١٠٠٠ سنة – وذلك بناءً على نتائج النموذج الرياضى لخزان المياه الجوفى بتكوين المغرة لمنطقة المشروع وغرب الدلتا بمعرفة جامعة أبسالا السويدية ١٩٨٥، كما سوف تزداد ضغوط المياه الجوفية بالخزان النوبى فى المناطق الواقعة جنوب المنخفض. هذا وقد أكد هذا التقرير النتائج التى سبق وأن توصل إليها جميع العاملين فى هذا المجال.

ونظراً لكون بحيرة منخفض القطارة عند ملئها سوف تكون من أكبر البحيرات

الصناعية فى العالم فقد ركزت دراسات الفرق البحثية على دراسة الآثار الجانبية، ويمكن تلخيص ما توصلت إليه هذه الدراسات فيما يلى:

١- لن تتأثر الحالة الهيدروليكية لمنطقة المنخفض فى حالة وصول منسوب المياه فى البحيرة إلى ٥٠ متراً تحت سطح البحر، وسوف تعتبر البحيرة عند هذا المنسوب مصرفاً دائماً لكل مستويات المياه الجوفية حيث سيظل المنخفض فى هذه الحالة الأعمق فى الأراضى المصرية .

٢- لن تؤثر مياه البحيرة المتكونة بالمنخفض على المياه الجوفية الموجودة أسفلها والمجاورة؛ حيث إن الضغوط الهيدروليكية تعتبر أعلى من مستوى الملء إلى - ٥٠ متراً إذ تصل الضغوط الهيدروليكية بالخزان النوبى تحت المنخفض إلى ٧٠ - ٨٠ متراً فوق سطح البحر بينما تصل الضغوط الهيدروليكية جنوب المنخفض بمنطقة الواحات إلى ١٣٠ - ١٤٠ متراً.

٣- من المحتمل أن يزيد الضباب فى محيط منطقة المنخفض، ولكن لن يكون هناك أى توقع فى زيادة السحب أو الأمطار، بالإضافة إلى أن البحيرة لن تتسبب فى أى تغيير يذكر فى جو وادى النيل ولن يؤثر ضباب البحيرة على النبت فى الدلتا والوادى.

ب- بالنسبة للوضع الزلزالي

بالنسبة لاحتمال حدوث الزلازل فإن الدراسات التى تمت على البحيرات الصناعية فى العالم والتى تولدت عنها بعض الزلازل قد توصلت إلى أن العوامل المؤثرة والمساعدة على النشاط الزلزالى حول تلك البحيرات هى كالتالى:

١- جيولوجية المناطق التى تقوم عليها هذه البحيرات من حيث قوة تحملها وقابلية تسرب المياه خلالها .

٢- وجود فوالق نشطة زلزاليًا أو قابلة للتنشيط.

٣- معدل ملء أو تفريغ تلك البحيرات.

٤- القوى الطبعية الأرضية الكامنة بالمناطق التى تقام عليها البحيرات.

فى حالات كثيرة فإن إنشاء خزانات عميقة قد لا يؤدى إلى هزات ملحوظة، وعلى الأخص فإن الظروف الجيولوجية تكون ضرورية لبعث الشرارة الأولى لحدوث الهزات، مثل:

أ - وجود التكوينات الجيولوجية التى تسبب تسرب كميات كبيرة من المياه.

ب- وجود شبكة من الفوالق.

جـ- التغيرات في صفات سحنة الطبقات مما يسهل تسرب المياه وإحداث الضغط باعثاً البدء في الهزات الأرضية.

أما المناطق التى صاحبت فيها الهزات الأرضية ملء الخزانات الصناعية تميزت بنشاط بركانى وبوجود صخور حديدية كطفلة حمراء اللون سهلة التأثر بالمياه.

ميكانيكية البدء للهزات الارضية

على وجه العموم فإن الهزات الأرضية تبدو مرتبطة بوجود الفوالق السابقة فى الطبقات الجيولوجية، وهذه الفوالق تكون عادةً غير نشطة لعصور طويلة، ويمكن الافتراض بأن هذه الفوالق قد تلعب دوراً فى إحداث الهزات الأرضية بإحدى الطرق الآتية:

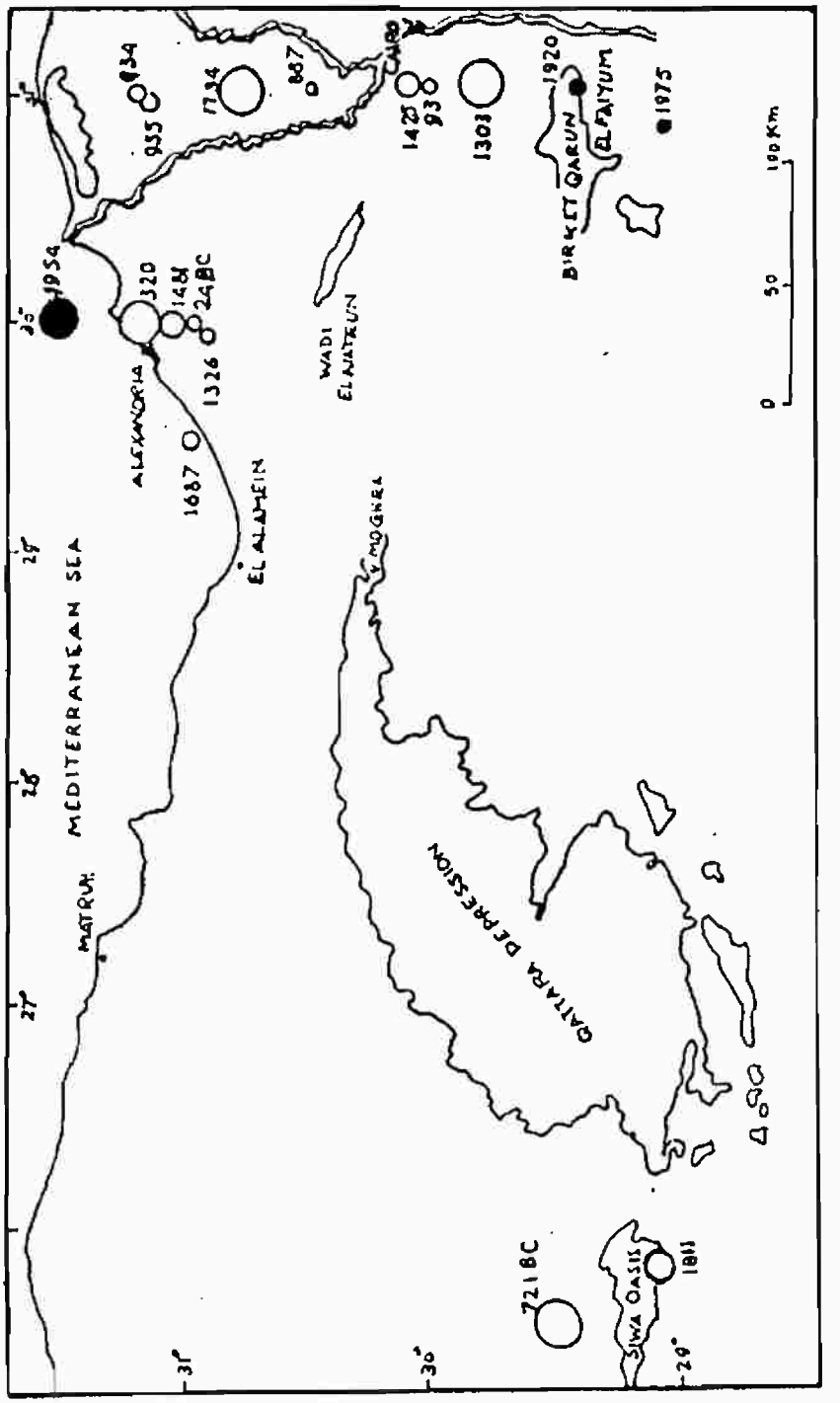
١- التأثير المباشر خلال مستوى الفالق القديم بإحداث قوى القص ناتجة عن وجود حمل فائق نتيجة لتسرب المياه من الخزان.

٢- التأثير غير المباشر للقوى المضافة التى يطلق عليها قوى الشد العظيمة المصاحبة لتكوين الجبال.

٣- زيادة ضغط السائل البينى فى صخور الطبقات السفلى .

لقد أوضحت الدراسات الجيولوجية والهيدروجيولوجية لمنطقة منخفض القطارة وجود فوالق فى صخور القاعدة البركانية أسفل منطقة المنخفض وكذلك فوالق فى الطبقات الجيولوجية القديمة حتى عصر الإيوسين، وأن هذه الفوالق لم تؤثر على الصخور الحديثة أسفل المنخفض، كما أوضحت هذه الدراسات والأبحاث وجود خزانات جوفية بمنطقة المنخفض فى جميع طبقات العصور الجيولوجية من القديم إلى الحديث، وهى على التوالى: الخزان النوبى الجوفى - الخزان الجوفى لعصر الطباشيرى الأعلى والإيوسين - خزان المغرة الجوفى - وأخيراً خزان الهضبة الشمالية الغربية - أى أن الفوالق الموجودة فى العصور القديمة (التكوين النوبى) مليئة بالمياه الجوفية وكذلك الخزانات الجوفية الأخرى.

ومعنى ذلك أن وجود مياه البحر ببحيرة المنخفض لن تضيف جديداً من قوى القص أو التاثير غير المباشر أو زيادة ضغط السائل البينى؛ لامتلائها بالمياه الجوفية مسبقاً بالإضافة إلى أن عمود المياه بالبحيرات الصناعية لأكثر من ١٠٠ متر لم يعد بعد عاملاً فى البدء للهزات الأرضية، وخاصة أن عمق بحيرة المنخفض لن تزيد بأى حال من الأحوال أكثر من ٩٥ متراً فى منطقة أعمق نقطة بالمنخفض (- ١٤٥ متراً) . هذا ويتميز منخفض القطارة بأنه يقع بعيداً عن حزام الزلازل، كما هو واضح فى شكل (١٢) .



شكل – ١٢ : مواقع المركز السطحي للزلازل بشمال مصر منذ ٢١١ سنة قبل الميلاد . (تقرير كولهانك – ١٩٨٣).
حجم الدوائر يمثل درجة الزلزال المسجلة أو المقدرة.
الدوائر المصمتة تمثل الزلازل المسجلة بالأجهزة .

ونظراً لما يحدث من هزات أرضية عند تكوين البحيرات الصناعية فى العالم فإنه من المحتمل ألا تسبب بحيرة المنخفض نشاطاً زلزالياً خطراً بالمنطقة، وبناءً عليه فإنه يمكن التوصل لحدود أمان كافية بالتصميم لمنشآت المشروع على أساس نشاط زلزالى بدرجة ٦,٥ ريختر حسب توصية الخبير السويدى كالهانك - أحد أعظم ثلاثة خبراء زلازل فى العالم.

جـ- بالنسبة لمفقود المياه الجوفية بالبخر فى صحراء مصر الغربية

نظراً لظاهرة الجفاف التى عمت القارة الأفريقية فقد أوصت الأمم المتحدة فى إحدى مؤتمراتها سنة ١٩٧٧ بدراسة الخزانات الجوفية بشمال أفريقيا، وبصفة خاصة الخزان الجوفى النوبى والذى يمتد فى دول مصر - السودان - ليبيا وتشاد؛ لتحديد الخواص الهيدرولوجية له وبيان الاستخدام الأمثل للمياه الجوفية فى استصلاح وزراعة الأراضى الصحراوية.

لقد أسندت الأمم المتحدة عملية «دراسة الخزانات الكبرى بشمال أفريقيا» لمعهد بحوث الأراضى والمياه الهولندى الذى قام بدوره بالتعاون مع معهد بحوث المياه التابع لوزارة الأشغال لدراسة المفقود من المياه الجوفية فى منخفضات الصحراء الغربية بمصر - ولما كان منخفض القطارة أكبر هذه المنخفضات وذا أهمية خاصة لمشروعات هيئة تنفيذ المحطات المائية لتوليد الكهرباء ولكونه مصرفاً لجميع خزانات المياه الجوفية بالصحراء الغربية؛ لذلك فقد تم التعاون بين المعهد الهولندى والهيئة على أن يولى فريق البحث أهمية خاصة لدراسات تقييم البخر من المنخفض لما لها من أهمية من وجهة نظر اقتصاديات المشروع.

قام فريق البحث بوضع أجهزة تسجيل أتوماتيكية بالمنخفض فى الفترة من ١٩٨٦ - ١٩٨٩ لتسجيل وقياس كل من البيانات الآتية:

- توازن الطاقة السطحية.
- قياس الانعكاس الكونى على السطح.
- قياس درجة حرارة السطح.

كما أمكن تحديد العلاقات الملحوظة بين الانعكاس السطحى ودرجة الحرارة السطحية من خلال القياسات الحقلية وصور الأقمار الصناعية.

ولعمل خرائط مفقود المياه الجوفية بالبخر قام فريق البحث بإجراء قياسات البخر الحقلية على مدى أربع سنين، حيث تم الحصول على التسجيلات الأتوماتيكية لطاقة السطح والتوازن المائى.

وكانت أهداف المسح الحقلى كالآتى:

١- قياس معدلات البخر الحقيقية للأنواع المختلفة للسبخة وطبقات الانتقال بين أماكن الرطوبة والجفاف - أجريت هذه التجارب الحقلية فى الصيف والشتاء.

٢- الحصول على بيانات حقيقية أرضية لانعكاس الغلاف الجوى، درجة حرارة السطح وبيانات الأرصاد الجوية الإضافية والمطلوبة لنماذج الاستشعار من البعد.

٣- جمع بيانات أرصاد جوية ضرورة لإدخالها ضمن بيانات النموذج الرياضى متعدد المدخلات فى الطبقة غير المشبعة.

٤- تقدير مكونات الغلاف الجوى للاهتداء إلى مقارنة سليمة بين قياسات الأقمار الصناعية وبيانات قياسات الأجهزة على السطح.

٥- جمع عينات لُبية لتحديد خواص التربة فى المعمل.

وكانت النتائج المباشرة تشير إلى المعدل بقيمة البخر عند الانتقال من السطوح المبللة إلى السطوح الجافة لوحدات التربة، فإذا قبلنا الافتراض بأن ديناميكية مقاومة انتقال الحرارة تساوى ديناميكية مقاومة انتقال البخار، فإن نتائج تطبيق Bowen Ratio لتوازن طاقة السطح تكون مستقيمة.

لقد تم إجراء دراسة تفصيلية لمواقع كثيرة - حيث نجد منطقة بئر كفار بوسط المنطقة الغربية للمنخفض قد حظيت بتسجيلات كثيرة فى مساحة ٢٠ كيلو متر حول بئر كفار (١٤ موقعاً) .

لقد أثبتت الدراسة أنه لا يمكن التنبؤ بعملية البخر كمًّا بدون إجراء قياسات لمواقع حقيقة. ولإجراء هذه القياسات أمكن تقسيم المنطقة إلى وحدات تتميز كل وحدات منها بصفات هيدرولوجية متشابهة.

وبواسطة العلاقة الفريدة بين كل من: أ- نوع التربة، وب- عمق مستوى المياه، أمكن تعيين خريطة البخر الحقيقية، وبالتالى الكمية الكلية للمياه المتبخرة من كل وحدة، وبإدخال العلاقة الفريدة لكل من أ، ب فى استخدام النماذج الرياضية (Swarts, Evades[1]) أمكن الحصول على خرائط البخر، كما أمكن تمييز الوحدات باستخدام بيانات TM لصور الأقمار الصناعية.

(١) اشتق اسم النموذج الجديد من الحروف الأولى لاسمَىْ البخر والصحراء.

وكان من نتائج هذه الدراسة:

أ- حساب كميات استخراج المياه الجوفية

نتيجة للدراسات التى قام بها المعهد الهولندى فقد تم الحصول على نتائج استخراج كميات المياه الجوفية وكميات المفقود بالبخر من واحات الصحراء الغربية فى سنة ١٩٨٨، ومن منخفض القطارة منذ ١٩٣١ حتى ١٩٩١ - تم وضعها فى الجدول التالى:

الموقع	كمية المياه المستخدمة م. م٣/سنة	عمق الآبار	كمية المفقود الطبيعى م. م٣/سنة	ملاحظات
الواحات الخارجة	٥	صخر	٣٤	كمية الأراضى المنزرعة ١٠٠٠٠ فدان
	١٢١,٧	عميق		
الواحات الداخلة	٦٤٠	صخر	٣٢	كمية الأراضى المنزرعة ٢٢٠٠٠ فدان
	٢١٦,٥	عميق		
واحة الفرافرة	١٥٥	عميق	١٥,٥	كمية الأراضى المنزرعة ٣٠٠٠ فدان
الواحات البحرية	١٥	عميق	١٥	كمية الأراضى المنزرعة ٧٠٠٠ فدان
	٢٥	عميق		
واحة سيوة	١٠٣		٢٨,٣	تستخدم كل المياه المستخرجة فى الرى
منخفض القطارة	-	-	١٠٣٠	بول (١٩٣١)
			١٠٠٩	هيلستروم (١٩٤٠)
			١٦٩	لامار (١٩٨١)
			٩٠	إيروكونسلت/بيسر (١٩٨٣)
			٧٠	عزت (١٩٨٣)
			٣٥٠	سندبورج ونلسون (١٩٨٥)
			٢٠٨٠	معهدا بحوث الأراضى والمياه الهولندى والمصرى (١٩٩١)

ب- كميات المياه الجوفية الممكن استخراجها

دراسة مفقود المياه الجوفية بالبخر باستخدام العلاقة بين عمق المياه الأرضية تحت سطح التربة ونسبة البخر الحقيقى إلى البخر المحتمل؛ تعطى نتائج يجب أن تؤخذ فى الحسبان، مثلا: عندما نأخذ بعين الاعتبار أرقام استخراج المياه الجوفية الممكنة فى الواحات الخارجة تلاحظ هبوط مستوى المياه الجوفية بسبب المغالاة فى زيادة

إستخراج المياه الجوفية، بينما فى حالة الواحات الداخلة فإنه يمكن - بالإضافة إلى ما يتم استخراجه الآن - زيادة المستخرج من المياه الجوفية بمقدار ٨٠ مليون متر مكعب سنويًا لرى ١٠ آلاف فدان أخرى دون تأثر مستوى المياه الجوفية بالخزان الجوفى. وفى واحة الفرافرة يمكن زيادة مساحة الأراضى المزروعة بمقدار ٤٢٠٠٠ فدان، بينما فى الواحات البحرية فإن الزيادة فى استخراج المياه الجوفية تكفى لزراعة ٣٣٠٠٠ فدان، أما فى واحة سيوة فإنه يمكن إضافة ١٠٠٠٠ فدان للمساحات المزروعة حاليًا.

جـ- تنمية المياه الجوفية فى الصحراء الغربية

دلت النتائج على أنه كلما كان مفقود البخر كبيراً فإن ذلك يعنى - فى حالة تساوى الضغوط البيزومترية - أن مصادر المياه الجوفية فى صحراء مصر الغربية أكبر عما قُدّرت عليه سابقًا؛ لذلك فإن استخراج كمية زائدة من المياه الجوفية سوف تتسبب - بعد فترة زمنية - فى خفض مفقود البخر، بمعنى أن كمية استخراج المياه الجوفية الممكنة ستكون أكبر عن التقديرات التى تم الحصول عليها باستخدام المياه الجوفية التى لم تشمل على ميكانيكية هذه التغذية فى عكس اتجاه البخر.

كما أنه جاء فى جميع الدراسات عن مشروع منخفض القطارة منذ ١٩٣٣ أن ملء منخفض القطارة سيمنع تسرب مياه الخزان النوبى إلى المنخفض وتعرضها للبخر وسيزيد ذلك ضغوط المياه للخزان النوبى فى مناطق الواحات جنوبًا، كما يزيد ضغوط مياه خزان المغرة شرقًا فى وادى النطرون.

لذلك فإن الأرقام التى أظهرتها الدراسة الحديثة الهولندية تدل على أهمية تنفيذ مشروع منخفض القطارة بالنسبة لحفظ هذا الكم من المياه الجوفية ٤٢٠٠ مليون متر مكعب/سنة من التبخر بمنطقة القطارة.

إنتاج المياه العذبة من بحيرة القطارة

تنقسم المياه بناءً على تركيز الملح فيها إلى:

* ماء عذب، وتتراوح نسبة الملح فيه من ٥٠٠ - ١٥٠٠ جزء من المليون.
* مياه قليلة الملوحة، وتتراوح نسبة الملح فيها من ١٥٠٠ - ٢٥٠٠٠ جزء فى المليون.
* مياه البحار، وتتراوح نسبة الملح فيه من ٢٥٠٠٠ - ٥٠٠٠٠ جزء في المليون.
* مياه شديدة الملوحة وتزيد فيها نسبة الملح عن ٥٠٠٠٠ جزء فى المليون .

ففى الوقت الذى تقدر فيه المياه العذبة بما لا يزيد عن ١٪ من المياه المتوفرة

فى العالم، نجد أن نسبة المياه المالحة تزيد عن ٩٧٪، إذا من الطبيعى أن نتوقع أن يواجه العالم نقصاً فى مصادر المياه العذبة، وأن تزداد هذه المشكلة تفاقماً مع مرور الأيام. ولا نستبعد، بل من المتوقع أن تتعرض فى الحقبة القادمة بعض الدول التى تتمتع حالياً بوفرة فى المياة العذبة ومنها مصر إلى مواجهة نفس المشكلة التى تهدد بعض الدول التى تعانى حالياً من الجفاف؛ وذلك بسبب النمو السكانى المطرد الذى يصاحبه ارتفاع فى مستوى المعيشة الذى يعتمد على زيادة النشاط الزراعى والصناعى دون أن يواكب ذلك زيادة موازية فى المياه العذبة.

إن تحلية المياه المالحة سوف تكون فى المستقبل الطريقة الأكثر شيوعاً لإنتاج المياه العذبة فى المناطق الساحلية وفى منطقة منخفض القطارة مستخدمين فى ذلك الطاقة المولدة من محطة المشروع نفسه ومن المحطات المصاحبة؛ لإنشاء مجتمع جديد جنوب المنخفض يمتد جنوباً حتى يلتحم مع مجتمع الوادى الجديد بالواحات البحرية.

ويتبع عدد من الدول حالياً هذا الأسلوب فى الحصول على الماء اللازم للشرب وكافة الاستخدامات الحيوية الأخرى. وقد وصلت القدرة الإنتاجية لوحدات تحلية المياه المنتشرة فى العالم وفق ما أعلنته الهيئة الدولية لتحلية المياه إلى ١٣,٢ مليون متر مكعب/يوم وذلك وفق بيانات عام ١٩٩٠ .

وتتم عملية التحلية بعدة طرق منها:

١- طريقة التقطير الومضى متعدد المراحل .

٢- طريقة الخاصية الشعرية العكسية، أو ما تسمى الانتشار الغشائى العكسى.

٣- طريقة الاستخدام المباشر للطاقة الشمسية فى تحلية المياه (صوبة التكثيف الشمسية).

٤- إنتاج المياه العذبة من محطات البرك الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية.

٥- محطات تحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية لإنتاج ١٢٠ متر مكعب/يوم.

وبذلك نعمل على خفض منسوب مياه البحيرة فى المنخفض باستمرار لتعمل محطة المشروع الأساسية بكامل طاقتها، واستخدام المياه فى الزراعة والتعمير إلى جنوب المنخفض باستخدام شبكة مياه تصل إلى حيازة كل قرية موزعة على مساحات الصحراء حسب دراسات التربة لكل نوع من الزراعات المختلفة.

التنمية الزراعية والحيوانية

يجب تقسيم الأراضى الجديدة إلى حيازات بمساحة تتراوح بين ٥٠ إلى ١٠٠

ألف فدان تتوسطها القرية الآهلة بالسكان، بحيث يتم دراسة أنواع التربة وتحديد الزراعات المناسبة لها، كالتى تتغذى من أوراقها كالتين وتلك التى تتغذى من رطوبة التربة كالنخيل ... وبدراسة ما يمكن زراعته بتكلفة أقل عما هى عليه فى الأرض القديمة بالوادى والدلتا، يمكن زراعة مساحات كبيرة من محاصيل الذرة بأنواعها والقمح والذرة الصفراء والشعير والصويا والبقول، وخلاف المحاصيل الخاصة بالنباتات الطبية وذلك بأحدث الأساليب.

ستكون طرق الرى الحديثة قد وصلت إلى مستوى حديث وتحددت كيفية استخدامها فى جميع الزراعات والأراضى المختلفة، وبالطبع ستكون هناك شبكة مياه تعمل أتوماتيكيًا للاقتصاد بقدر الإمكان فى استخدام المياه. ومن الضرورى وضع عدادات فى الأراضى الزراعية، وكل مسئول عن قطاع مسئول عن كمية المياه المنصرفة وعلاقتها بالإنتاج.

هذا بالإضافة إلى استزراع نباتات على مياه البحيرة حول وجنوب شواطئها ذات ثمار بذرية لاستخراج الزيوت لطعام الإنسان، كذلك زراعة النباتات التى تعتمد على المياه المالحة .

فقد استطاع فريق مشترك من الباحثين من المركز القومى للبحوث وكلية العلوم بدمياط من استزراع بعض أنواع الحشائش التى ثبت صلاحية استخدامها كعلف للحيوانات معتمدين على ريها بواسطة مياه تحتوى على نسب مرتفعة من الملوحة وصلت إلى ٥٠٪ من نسبة الموجودة فى مياه البحر.

كما استطاع فريق آخر من الباحثين من جامعة الزقازيق من زراعة نبات الخريزة باستخدام مياه تعادل فى ملوحتها مياه البحر. وقد انتقلت تجارب هذا الفريق البحثى إلى الكويت حيث تمكنوا من إنتاج علف حيوانى من سيقان نبات الخريزة يماثل فى قيمته الغذائية التبن المنتج من البرسيم الحجازى، وإن قلت نسبة البروتين فيه عن النسبة الموجودة فى الأخير.

كما قام الباحثون بإجراء بعض التجارب على بذور نبات الخريزة وتمكنوا من إنتاج زيوت منه صالحة للاستخدام الآدمى وهو يماثل فى قيمته الغذائية الزيوت المنتجة من بذور فول الصويا. وقد وصل سعر الطن من هذه البذور فى الكويت عام ١٩٩٠ إلى ٢٤٥ دولار/طن.

وفى جامعة المنصورة أجرى فريق من الباحثين سلسلة من التجارب على نبات السمار وأثبتوا صلاحية هذا النبات فى إنتاج لب الورق، وكما أكدوا على احتواء بذوره على بعض المركبات التى تفيد فى صناعة بعض العقاقير. ويؤكد الباحثون على

أن هذا النبات يتميز بمقدرة على امتصاص الملح سواء من التربة أو من المياه الجوفية، وبالتالى يمكن استخدامه فى استصلاح الأراضى الملحية.

ويمكن الاعتماد على مشروعات بناء قرى أو (مستعمرات) سكنية فى الصحراء مستخدمين فى ذلك بلوكات الأحجار من صخور الأرض التى ستقام عليها القرى.

ولأن الثروة الحيوانية والداجنة أساسية، فيجب تغيير نمط الحياة الموجود حالياً فى القرية المصرية، بحيث لا توجد مواشى عند العامل الزراعى، فهو ليس فى حاجة إليها لتغيير أسلوب الرى فى الزراعة . بل يجب أن تكون هناك شركات للثروة الحيوانية والداجنة بحيث تكون المواشى فى حظائر جماعية لها أخصائيون متواجدون ٢٤ ساعة... وننشئ عنابر للدجاج والمواشى والأرانب والبط بطريقة مفتوحة: فقط أسقف للعنابر أو الحظائر بشكل تعزل حرارة الشمس بأحسن طريقة، كما توجد مصانع العلف الخاص بها على أحدث ما ينتج عالميًا. كما تخصص لشركات الإنتاج الحيوانى مساحات من الأراضى الزراعية.

وهناك مثل رائع على أرض الواقع، فقد قام رجل من أعيان مرسى مطروح بشراء ١٠٠ رأس ماشية ووضعها حول بئر كفار الذى يضخ مياه الخزان النوبى العذبة والنقية جداً بوسط غرب منخفض القطارة حيث تكونت برك تنمو عليها الأحراش من النباتات المختلفة والتى تتغذى عليها المواشى، وصنع حظيرة بسقف فقط لتستظل تحتها المواشى لتتقى حرارة الشمس. فقط جلب لها رجل من الصعيد حيث الإنسان الجلد الذى يستطيع الحياة وحده فى هذه البقعة النائية التى لا حياة فيها سوى تلك الماشية، وذلك ليرعى صغار الماشية عند ولادتها، ففى كل مرة نعسكر فيها حول بئر كفار لدراسة منطقة غرب المنخفض وجنوبه، كان هذا الحارس للماشية يحضر لنا (جركن) مليء بالحليب الطازج الخالى من أى تلوث بيئى أو ميكروب من تلك الأمراض التى توجد فى العالم الغربى أو الريف المصرى.

التنمية الصناعية

إن الثروات الطبيعية بمنطقة شمال الصحراء الغربية ومنطقتى الساحل الشمالى الغربى ومنخفض القطارة مازالت تحت الدراسة، ومازال هناك الكثير غير معروف حول تواجد الخامات المعدنية وغير المعدنية فى هذه المناطق. إلا أنه من المؤكد وجود البترول فى هذه المناطق ويتم استغلاله حالياً فى عدد من المواقع، وكما هو معروف يعتبر البترول من أهم الخامات التى يعتمد عليها الاقتصاد المصرى إن لم يكن أهمها على الإطلاق . غير أنه من المؤكد أيضاً وجود بعض الخامات وبصورة اقتصادية وهى كمايلى:

١- الرمال البيضاء

وتوجد فى طبقة سمك ١٢ متراً بالقرب من الطريق الأسفلتى الموصل بين العلمين وأبو الغراديق. وقد ثبت صلاحية هذه الرمال لصناعة بعض أنواع الزجاج.

٢- الحجر الجيرى والطفلة

توجد صخور الحجر الجيرى بوفرة على طول امتداد الهضبة الشمالية للصحراء الغربية. كما توجد الطفلة فيما بين امتداد سلاسل تلال الحجر الجيرى فى منطقة الحمام – العلمين، ويستغل حالياً فى مصنع أسمنت العامرية. إلا أنه يمكن إنشاء مصنع آخر لاستيعاب الأيدى العاملة جنوب العلمين حيث توجد الطفلة بوفرة تحت صخور الحجر الجيرى:

* اتحاد الحجر الجيرى والملح فى حالة المحلول الملحى المركز يعتبر أساساً لإنتاج صودا آش مع إمكانية التوسعة فى فترة لاحقة لإنتاج كربونات الكالسيوم بالترسيب وبيكربونات الصوديوم النقية.
* الجير الحى – يمكن أن يستخدم فى إنتاج طوب الجير الرملى (سيليكات الكالسيوم) والتى تستخدم فى البناء، والتى تسمى الطوب الخفيف، وخاصة أن الرمل موجود بكثرة فى المنطقة.

٣- الجبس

موجود بوفرة – وقد توقف حالياً مصنع الجبس بالعميد لإنتاج هذه الخامة.

٤- الملح

إن التنمية الصناعية للمنطقة مازالت بعيدة كل البعد عن الاستغلال الأمثل للثروات الطبيعية، إذ إن الاستغلال الأمثل من وجهة نظرى لابد وأن يمر عبر تنفيذ مشروع منخفض القطارة، هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى أرى أنه لابد أن يعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الوفيرة والتى تتميز بها مصر فى إنتاج المياه العذبة. إن هذا الاستغلال الأمثل سوف يتضمن بالضرورة إنشاء عدد من المصانع لإنتاج الأملاح المختلفة بأقل التكاليف، حيث إنها سوف تعتمد فى إنتاجها على تركيز ماء البحر بالبحيرة إلى درجة التشبع المنتج ثانوياً أثناء عملية إنتاج المياه العذبة. هذا المحلول الملحى المركز (Brine) يدخل فى مراحل متعددة للتبلور تحت التفريغ الجزئى، وبذلك يمكن إنتاج نوع من الملح عالى الجودة والنقاء يفى بالاستعمال الآدمى والاستخدام الصناعى.

ومن المعروف أنه يتم حاليًا وعلى المستوى التجارى إنتاج العديد من الأملاح من مياه البحر (مياه البحيرة بالمنخفض) منها ملح الطعام، مركبات الصوديوم، مركبات البوتاسيوم، مركبات الماغنسيوم، البرومين.

إن الاهتمام بإنتاج الأملاح من مياه البحر بجانب الاهتمام بإنتاج المياه العذبة سوف يؤدى بالضرورة إلى خفض التكاليف بالنسبة لإنتاج كل منهما على حدة. وكما هو معروف فإن عملية تحلية مياه البحر سوف تنتج بجانب المياه العذبة مياها أخرى هى المحلول الملحى المركز (Brine) يصل التركيز الملحى فيه إلى أربعة أضعافه. وعلى سبيل المثال: فى أحد المصانع تم استخدام ١٨٠٠ مليون جالون/يوم لإنتاج مياه عذبة حوالى ١٤٠٠ مليون جالون/يوم، بينما كان حجم المحلول الملحى المركز حوالى ٤٠٠ مليون جالون/ يوم، الأمر الذى يوضح انعكاسات ذلك على اقتصاديات استخلاص الأملاح من المحلول الملحى المركز بدلاً من استخلاصه مباشرة من مياه البحر، بالإضافة إلى الاستفادة من إنتاج المياه العذبة.

النشاط السياحي في منطقة القطارة

تعتبر المناطق الساحلية من أهم مناطق الجذب السياحى فى العالم، وتحظى مصر بمساحات شاسعة من السواحل التى تتمتع جميعها بمناخ معتدل طوال العام، الأمر الذى يندر وجود نظيره فى العالم.

ومن المسلَّم به أن النشاط السياحى لا يمكن أن يكون منفصلاً عن الاهتمام البيئي، إذ إن البيئة الصالحة هى من أهم مقومات السياحة ونموها. وكما هو معروف قد تساهم السياحة مع أوجه النشاطات الأخرى فى تدهور البيئة وتدميرها، ذلك إن لم يـراع فـى هـذه الأنشطة استخدام الأسلوب العلمى فى التخطيط ومعالجة الآثار البيئية لها.

وقد بدأ الاهتمام بالأثر المتبادل بين السياحة والبيئة منذ عهد قريب، وفى الآونة الأخيرة نجد أن هذا الاهتمام قد حظى باهتمام العالم حتى أصبحنا لا نرى مؤتمرً عالميًا إلا ويرد فيه التأكيد على ضرورة الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها.

وتعتبر السياحة من الأنشطة الاقتصادية الهامة فى مصر، حيث ورد فى إحصائيات وزارة السياحة ما يفيد بأن دخل مصر من السياحة خلال عام ١٩٩٢/٩١ قد وصل إلى حوالى ٣ بليون دولار، أى ما يزيد عن ١٥ ٪ من الدخل القومى فى ذلك العام.

وأن ما حققته السياحة لمصر قد زاد عما حققه قطاع البترول من العملة الصعبة عام ١٩٨٨ ، وذلك رغم كون إمكانيات مصر السياحية مازالت بعيدة كل البعد عن الاستغلال الأمثل لها، ويتبين ذلك عندما تقارن بين نصيب مصر من

السياحة العالمية الذى هو فى حدود ٠,٦٥ ٪ ونصيب أسبانيا أو فرنسا الذى يصل نصيب كل منهما من السياحة العالمية إلى ١٣ ٪ ، ٨,٧ ٪ على التوالى.

هذا ومن الجدير بالذكر أن إنشاء المراكز والمنتجعات يعتبر من أهم عناصر الجذب السياحى، وتعرف المنتجعات السياحية بأنها وحدات جغرافية أو مساحات أرضية معينة تتجمع فيها عناصر جذب طبيعية أو حضارية، وتتوفر فيها خدمات متعددة من مرافق أساسية وإنشاءات وخدمات ترفيهية ورياضية تستند إلى تنمية مستقرة. وقد يكون المرغب الطبيعى والرئيسى هو المناطق المحيطة بالآثار، أو البحر، أو نهر، أو جبل، أو عين مياه معدنية، أو كبريتية، أو منظر طبيعى فريد، أو منشأ ضخم كما هو الحال فى شلالات نياجرا بالولايات المتحدة وكندا، أو السد العالى فى مصر، أو بحيرة القطارة وما حولها من مناظر طبيعية ومجتمعات بدائية نادرة الوجود (واحة المغرة، واحة قارا، واحة سيوة وبها معبد آمون، والواحات جنوب المنخفض مثل: سترة، البحرين ...).

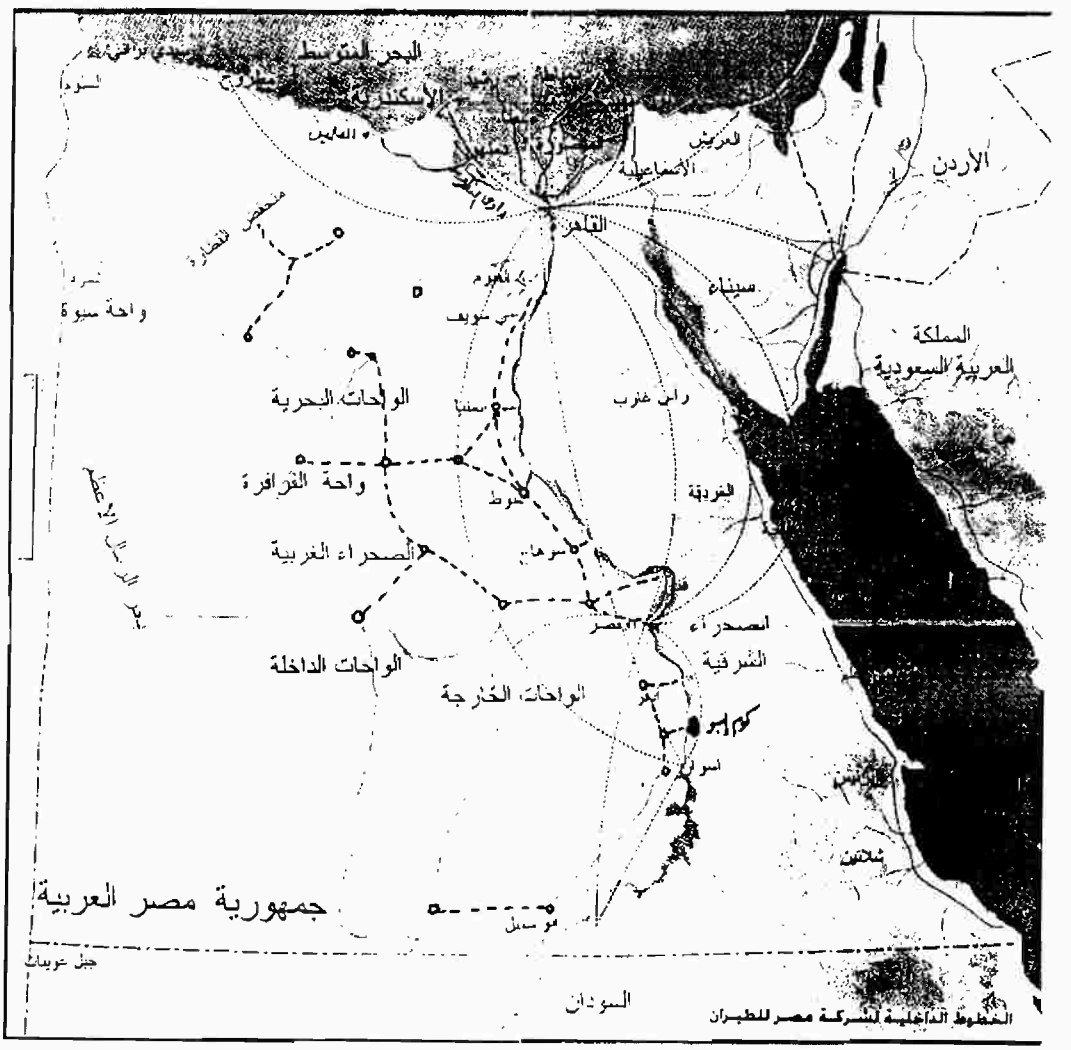
هذا ولابد أن يراعى فى إنشاء المراكز السياحية والمنتجعات قوانين حماية البيئة والمحافظة عليها.

محور التعمير

كل ما سبق من عرض للمشروع ونتائجه المبهرة لا يمكن أن يتم تحقيقه إلا بتنفيذ البنية الأساسية بالصحراء الغربية، ألا وهى شبكة الطرق وخطوط المياه وخطوط الكهرباء . وبتنفيذ محور التعمير والذى بدونه لا يقوم مجتمع جديد وحضارة حديثة – يتكون من الطرق السريعة والطرق الجانبية للمدن والقرى – يمكن أن يمتد معها خطوط المياه والكهرباء لسهولة تنفيذها وصيانتها.

إذا نظرنا إلى خريطة مصر (شكل ١٣) فإننا نجد عليها خطوط الطيران (المسارات المنقطة) وخطوط الطرق الصحراوية، ومنها ما هو ممهد (أسفلت): إسكندرية – العلمين – مرسى مطروح وهو طريق مزدوج. طريق مرسي مطروح – سيوة، طريق سيوة – الواحات البحرية، طريق العلمين – حقول البترول حتى أبو غراديق ويستمر جنوباً ليلتقي مع طريق الجيزة – البحرية، والطريق من الواحات البحرية إلى واحة الفرافرة إلى واحة الداخلة ثم إلى واحة الخارجة ومنها إلى أسيوط. هذا بجانب طريق وادى النطرون – العلمين.

هناك طريق يجرى إنشاؤه غرب وادى النيل ليخفف الضغط عن طريق الصعيد القديم بالوادى، ويبدأ هذا الطريق من حوالى الكيلو ٥٠ بطريق الجيزة – الفيوم حيث يتجه جنوباً إلى أسيوط (سافرت عليه لمسافة ٥٠ كيلو متر لدراسة مناطق غرب الفيوم لإنشاء مدن جديدة).



شكل – ١٣ الطرق المقترحة : يتم ازدواج الطرق عموماً فى المناطق التى يتم تعميرها أولا بأول

الخطوط الرفيعة: الطرق الحالية

الخطوط المنقطة: خطوط الطيران

هناك طريق أسوان – أبو سنبل ومنه إلى شرق العوينات.

لكن الذى يلفت النظر هو إمتداد طريق جنوب الواحات الداخلة حتى قرب الحدود مع السودان ثم صعوداً شمالاً إلى الواحات الخارجة، هذا الطريق الجنوبى والطرق الموضحة بالشكل – ١٣ ، ستسهل عملية التعمير لصحراء مصر الغربية.

لذلك أقترح ازدواج أجزاء من الطرق المشار إليها لاستقبال التطور العمرانى الناتج عن تنفيذ مشروع منخفض القطارة بالتوازى مع إنشاء المدن الجديدة.

طريق غرب الوادى: هذا الطريق الذى بدأته مصر فى عهد الرئيس محمد حسنى مبارك هام جداً. أرجو أن يستمر حتى أسوان ليلتقى بطريق أسوان – أبو سنبل وشرق العوينات.

وأهمية هذا الطريق أنه سيخفف الضغط عن مدن الوادى بإنشاء قرى داخل الصحراء على جانبى هذا الطريق، على أن تستمر مصر فى تنفيذ هذا الطريق بغض النظر عن البدء فى تعمير الصحراء الغربية حالياً أو مستقبلاً. والشكل رقم – ١٣ : يوضح الطرق المقترحة بالإضافة إلى الطرق الموضحة كخطوط رفيعة .

مشروع منخفض القطارة .. إلى أين

بدأت فكرة المشروع سنة ١٩١٦ وانتهت دراسات مشروع منخفض القطارة سنة ١٩٨٥ ، وقد أقرته العديد من الجهات العلمية، وكذلك انتهت الدراسات جميعها إلى أن المشروع يعتبر قابلاً للتنفيذ ولن يتعرض فنياً عند تنفيذه لأية مخاطر تهدد سلامته. كما انتهت الدراسة الأخيرة إلى أن المشروع ذو جدوى اقتصادية عندما يكون سعر برميل البترول أعلى من ٢٩ دولاراً أمريكيًّا. إن تنفيذ هذا المشروع يتيح لنا كميات من الماء النقى وبالتالى يتيح لنا أن نزرع مساحات واسعة فى قلب الصحراء.

إن بناء مصر المستقبل هو مسئوليتنا جميعًا . وكل ما أرجوه أن يناقش الجميع هذا البحث بروح متحررة لا لهدف إلا خدمة الوطن وبناء المستقبل.

إن هذا المشروع القومى ومنخفض القطارة بالذات هدف عظيم ... وحلم أبناء مصر لبناء مصر الحديثة كما يتمناها الجميع، لذلك يجب أن لا ينظر إليه من ناحية الجدوى الاقتصادية البحتة لتكلفة إنتاج الكيلو وات ساعة.

فهو مشروع إستراتيجى حيوى سيكون مردوده فى المستقبل عظيماً؛ لأنه سيخلق الحياة المستقرة لأبناء هذا الوطن فى بيئة نقية ... متسعة لجميع أبناء الوطن.

فمتى وُجد الماء والطاقة أمكن إقامة مجتمع جديد وحضارة حديثة، ولن يتأتى هذا إلا:

بإنشاء مشروع منخفض القطارة بقدرة ١٨٠٠ م.و.

- محطات الضخ والتخزين بقدرة ٤٨٠٠ م.و.
- محطات الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء بقدرة (Photo-Cells) ٥٠٠ م.و.
- محطة نووية قرب خزان الأمام بقدرة ١٠٠٠ م.و.
- محطة حرارية غازية بجنوب المنخفض بقدرة ١٢٠٠ م. و.

ولإنتاج المياه العذبة كما هو معمول بها فى دول الخليج

- محطات البرك الشمسية لإنتاج الكهرباء بقدرة ١٠٠٠ م. و.

(Solar Ponds) يمكن تكرارها – ولإنتاج مياه عذبة

فيكون مجموع الطاقات المنتجة على طول مدى تطور المجتمع الجديد ١٠٣٠٠ م.و.

- محطات تحلية المياه باستخدام جزء من الطاقة المولدة.
- إنتاج مياه مقطرة من صوبة التكثيف الشمسية وهو الاستخدام المباشر للطاقة الشمسية فى تحلية المياه (المتر المربع ينتج ٤ لتر ماء عذب/ يوم).

هذا بالإضافة إلى فوائد – هذه اللبنة الأولى – مشروع منخفض القطارة كالتالى:

- ثروة سمكية بعد إنشاء بحيرة المنخفض الشاسعة.
- ستكون البحيرة مصدراً هامًّا لاستخراج ملح الطعام بنقاوة عالية.
- إنشاء عدد من الصناعات الكيميائية مثل غاز الكلور، الصوديوم، البروم، اليود والبوتاسيوم... من مياه البحيرة.
- إنشاء مناطق سياحية جميلة تجذب عدداً كبيراً من السياح.
- زراعة نباتات الرعى على مياه البحيرة جنوب شواطئ المنخفض وكذلك زراعة نباتات بذرية لاستخراج الزيوت لاستعمال الإنسان .
- زراعة المحاصيل المختلفة حسب أنواع التربة بالدلتا الجديدة باستخدام المياه المنتجة من محطات تحلية المياه بالمشروع بالإضافة إلى المياه الجوفية بالمنطقة.
- زراعة التين والنخيل والزيتون لتقوم عليها صناعات للتصدير.
- إقامة صناعات على المحاصيل الزراعية.
- سوف تعمل البحيرة بالمنخفض على إيقاف تسرب المياه الجوفية من الخزانات الجوفية إلى المنخفض، وبالتالى تعمل على زيادة الضغوط الهيدروليكية للمياه الجوفية فى الواحات جنوباً وفى وادى النطرون – أى أنه تأثير إيجابى.
- استغلال الميناء الذى سوف ينشأ على البحر المتوسط عند مدخل قناة المشروع كميناء لمصر ولتخفيف الضغط على ميناء الإسكندرية.
- لن يؤثر تنفيذ المشروع على بيئة المنطقة الصحراوية بالنسبة لإنشاء مجتمعات جديدة.
- سيكون للمشروع آثار إيجابية أيضاً من حيث استخدام أعداد كثيرة من العمالة.
- فى اعتقادى أن مشروع منخفض القطارة معركة بكل ما تحمل هذه الكلمة من معنى وسوف يبلغ ذروة النصر الكامل:
  * هذا النصر هو نصر الإرادة المصرية .
  * نصر التقدم العلمى والتكنولوجيا.
  * نصر الإنسان المصرى على مخاطر الصحراء، بل الطبيعة ككل.
  * تحدٍ واختبار ليس بالنسبة لهذا البلد بل للعالم المتحضر.
  * نصر التعاون والصداقة بين الأمم .

وفى النهاية أرجو أن يكون هذا البحث قد نجح فى إلقاء الضوء مرة أخرى على مشروع من أهم المشاريع القومية فى مصر، وأرجو أن يساهم هذا البحث فى توضيح الرؤية أمام أصحاب القرار، وفى تشتيت الضباب من حول العيون المعارضة له، وفى إزالة المخاوف والشكوك التى تقف حجراً عثراء فى سبيل تنفيذه حتى يتحقق الحلم الغالى الذى يداعب فكر العلماء المصريين ووجدانهم طوال ما يزيد عن ٧٠ عاماً.

المراجـــع

Ball, J., 1927 - Notes on the possibility of utilizing the Qattara Depression for Hydroelectric Power- generation. Geological Survey of Egypt. 29pp. (1/10/1927. Cairo).,

Ball, J., 1933 - The Qattara Depression of the Libyan Desert and the possibility of is utilization for Power production. Geographical Journal, Vol. LXXXII, 4, pp-289-314.

Baghdadi, A. H. and Mobarak, A., 1989 - A Feasibility study for Power generation from the Qattara Depression Using a Hydro-Solar scheme. Energy source, Vol. 11, pp. 39-52, UK.

Bassler, F., 1975 - New proposal to Develop Qattara Depression. Water Power, June/July & August, 1975, pp. 1-12.

Bassler, F. and Ibrahim, A. 1975 - A Study Submitted to the Prime Minister of Egypt.

Burros, O. R., 1964 - Desalination of Water Using Conventional and Nuclear Energy. Technical reports series No. 24, IAEA, Vienna.

El Bassyony, A. A., 1979 - Interim Report on Qattara Hydro-Electrical Project. Report prepared for QPA. pp. 8+ Figs (3/10/1979).

El Bassyony, A. A., 1983- a - Revised 1990- General Review of the Geology of the North Western Desert, Egypt. Report prepared for QPA., pp. 65+ Figs.

El Bassyony, A. A., 1983- b - Field study of Areas in Qattara Depression-Qattara Hydro-Solar Project. Report prepared for OPA. Pp. 28.

El Bassyony, A. A., 1983- c - The Qattara Depression Sabkha and the Estimation of Evaporation from Sabkha areas. Report prepared for the environmental investigations. pp. 13.

El Bassyony, A. A., 1983- d- An Explanation for the Estimation of Evaporation from the Sabkha of Qattara. Report prepared for the environmental investigations, pp. 3.

El Bassyony, A. A., and T. Lindel, 1984 - Estimate of Qattara evaporation based on aerial photo and satellite interpretation. Report prepared for Qattara Project Authority. Cairo, pp. 19+ 9ph.

El Bassyony, A. A., 1995 - Introduction to the Geology of Qattare Depression. Proceedings of the conference on 30 Years of Internatioonal cooperation on the Geology of Egypt and Related Sciences. April 5-8, 1993. Special Publication No. 69. GSE.

El Bassyony, A. A., 1994 Fundamental Studies of Energy Production form Qattara Depression Scheme. Second Int. Conf. Geology of the Arab World, Cairo University. Jan. 22- 26, 1994., pp. 499-524.

Ezzat, M. A., 1984 - Qattara Hydrosolar Project. Side effects on Groundwater Aquifers, Report prepared for QPA .

Gottschalk, L., 1984- Evaluation of Possible side effects of the Qattara Project on Groundwater by Mathematical Modeling. Report prepared for the Environmental Investigations. pp. 30. Oslo Univ, Jan. 1984.

Hemida, I. H., 1983- Qattara Hydrosolar Project, Groundwater Investigations. pp. 36, Figs. and Tables.

El Nashar, A. and Baghdadi, A., 1987- Seawater desalination by Solar Energy Desalination, 61, pp. 49-66.

Armstrong, F. F. and Maill, L. M., 1946- Raw Material from the Sea. N. Y.

Gordon D. Friedlander, 1968- Science and the Salty Sea Desalination and Ocean Technology. N. Y.

Weinberger, A. J. and De Lapp, D. F., 1968- desalination and Ocean Technology. N. Y.

Hydroconsult AB, 1981- Qattara Hydrosolar Project: Environmental Effects. Report Phase on a reconnaissance study be Eriksson, E., Gustafsson, Y., Pejler, B., and Sundborg, A., pp. 20.

JVQ, 1981- Study Qattara Depression. Feasibility Report. Joint Venture Qattara, Lahmeyer International Salzgitter consult, Deutsche Project Union. Vol. I- VI.

Kulhanek, O., 1983-- Seismic Hazard Associated with Qattara Depression Project. Report prepared for the Environmental Investigations. pp. 9.

Said, R., 1962- The Geology of Egyypt. Elsevier Publ. Co. Amsterdam.

Shata, A. A., 1982- Hydrology of the great Nubian Sandstone Basin, Egypt. Q. J. Eng. Geol. London, Vol. 15, pp. 127-133.

Simpson, D. W., 1976- Seismicity Changes Associated with Reservoir Loading. Engineering Geol. Elsevier Publ. Co. Amsterdam. Vol. 10, pp. 123-150.

Sirry, H., 1927- Report on A Preliminary Studies of Qattara Project. Geological Survey. Egypt. (11/5/1927, Cairo).

Sundborg, A. and Nilsson, B. (eds), 1985- Qattara Hydrosolar Power Project Environmental Assessment. Uppsala Univ., Sweden. (UNGI Report. No. 62).

SWECO, 1983- Moghra Hydrosolar Power Project. final Report. vol. 1 and 2. Report prepared for QPA.

نبذة موجزة عن دكتور عبده عبده البسيوني

- حصل على بكالوريوس علوم ١٩٥٦ - جامعة الإسكندرية - حصل على الماجستير من جامعة القاهرة ,والدكتوراة من جامعة عين شمس ١٩٨٢ .
- عمل بهيئة الأبحاث الجيولجية والمشروعات التعدينية (المساحة الجيولوچية سابقا) منذ ١٩٥٧ - ١٩٧٩ .
- انتقل إلى هيئة تنفيذ مشروعات المحطات المائية لتوليد الكهرباء (هيئة تنفيذ مشروع منخفض القطارة سابقا) منذ ١٩٧٩ - ١٩٩١، ثم عمل مستشاراً بنفس الهيئة حتى ١٩٩٦. خلال هذه المدة انتدب للتدريس بجامعة قناة السويس.
- عمل أستاذا غير متفرغ بجامعة قناة السويس ١٩٩٦- ٢٠٠٠ .
- اكتشف منجم خام حديد منطقة الجديدة بشمال شرق الواحات البحرية فى سبتمبر سنة ١٩٦١ .
- اكتشف الرسوم والكتابات الفرعونية على صخور الحجر الرملى لعصر الجوراس بمنطقة العين السخنة (جبل خشم الجلالة البحرية) ١٩٧٨.
- اكتشف جنس ونوع جديدين من حفريات قنفذ البحر بعصر الإيوسين الأوسط «سماها» "Bahariya teetotumensis" .
- له العديد من المقالات والبحوث فى مجال الچيولوچيا، والتى تم نشرها فى مجلة الچيولوچيا والمناجم الهولندية ومجلة الحفريات والبيولوجى بچنيف بسويسرا، وكذلك فى دوريات الأبحاث الجيولوجية ومجلة الجمعية الجيولوجية ومجلة الرسوبيات المصرية، كما تم نشر كتاب له بعنوان «خروج بنى إسرائيل من مصر بين الأسطورة والتاريخ» سنة ٢٠٠٣ .

٢٠٠٦/٩/٢٣ **عبده البسيونى**

رقم الإيداع: ٢٠٠٦/٢٣٨٦٠

مطابع الدار الهندسية/القاهرة

تليفاكس: ٥٤٠٢٥٩٨ محمول: ١٢٢٣٤٩٠١١