

## كراسات « علمية »

سلسلة غير دورية تصدرها المكتبة الأكاديمية

تعنى بتقديم الاجتهادات العلمية الحديثة

مدير التحرير أ. أحمد أمين

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقي

المراسلات :

### المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرية

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٢٣٦٨٢٨٨ - ٧٤٨٥٢٨٢ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)



المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

الحاصلة على شهادة الجودة

**ISO 9002**

Certificate No.: 82210

03/05/2001

## مشروع منخفض القطارة

قصة ٧٠ عامًا من الدراسات

obekandi.com

# مشروع منخفض القطارة

قصة ٧٠ عامًا من الدراسات

تأليف

أ.د. عبده عبده البسيوني

تقديم

أ.د. محمد عبد الفتاح القصاص



الناشر

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠٠٧

## حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠٠٧م - ١٤٢٧هـ

حقوق الطبع والنشر © جميع الحقوق محفوظة للناشر :

### المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصرى والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٣١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٢٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

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

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

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

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

ومن ملامح هذه السلسلة :

\* المحافظة - على شكل المقال التفصيلي الطويل (Monograph) الذي تتميز به الكراسات عادة .

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

\* وفي تقديمها للاتجاهات والمعارف العلمية الحديثة ، لن تتبنى الكراسات الشكل النمطي لتبسيط العلوم ، الذي يستهدف النجاح في إضافة كمية - قلت أو كثرت - لبعض المعارف العلمية إلى ثقافة المتلقى . إننا لا نتعامل مع العلم كإضافة ، ولكن كمكون عضوي أصيل للثقافة المعاصرة ، وهو مكون ثري ، 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 بالحديث بالتكنولوجيا technoscience ، مع التركيز على أهمية ارتباطهما معاً بالأخلاق .

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

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

إن الدكتور عبده البسيوني، الذي 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 تتأكد الرعاية بالمشاركة، فقد رجونا أن يكتب مقدمة لها، وتكرم مشكوراً بكتابة المقدمة التى تطلعونها فى بداية الكراسة، ولا يمكن أن نزيد على مقدمة سيادته سطرًا واحدًا. شكرا له وللمولف.

أحمد شوقى

يناير ٢٠٠٧

الصفحة

المحتويات

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

obeykandi.com

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 بأوروبا، للتحكم في مستوى مياه البحر المتوسط.

\* إقامة قنطرة ومعبر على مضيق باب المندب لوصل أفريقيا بآسيا، وإقامة محطات لتوليد الكهرباء.

\* شق قنوات تصل البحر المتوسط بمنخفضات القنطرة (الصحراء الغربية في مصر) والبحر الميت (فلسطين) لإقامة محطات لتوليد الكهرباء.

اتصلت دراسات مشروع قناة وصل البحر المتوسط بمنخفض القنطرة فيما بين ١٩١٣ حتى ١٩٨٥، وهي 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 الحفورية.

\* تغيرات الاعتبار لإمكانات الطاقة الذرية.

\* إمكانات استغلال مساقط المياه في نهر النيل وقنوات الري.

\* احتياجات السكان والتنمية في مصر للطاقة.

شارك في 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 بدأ 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 المآخذ 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 العمران التي يمكن أن تصاحب المشروع، والتي تضيف إلى جهود التنمية المتكاملة والمستديمة لمنطقة المشروع ولصحراء مصر الغربية عامة.
- \* ربط إمكانات إنتاج الكهرباء في المشروع بالشبكة الوطنية للكهرباء، إذ تكون محطات القوى في المشروع عناصر لإدارة الشبكة الموحدة.

هذه الدراسات الغزيرة والمتعددة التخصصات، والتي شغلت عشرات العلماء على مدى يزيد على نصف قرن، والتي تكلفت الملايين الكثيرة؛ غير متاحة للكافة. كان مؤلف هذه الدراسة الدكتور الجيولوجي عبده عبده البسيوني واحداً في ريعيل الأواخر الذين شاركوا في هذه الدراسات منذ ١٩٧٩ . وقد مضى خبراء الرعييلين الأول والآخر إلى رحاب الله، وكان على المؤلف مسؤولية توثيق الدراسات المستفيضة التي تناولت المشروع والمشاريع التكميلية الملحقه به، لتكون بين يدي الحاضر والمستقبل عندما يحين الزمن المناسب لتنفيذ هذا المشروع «الحلم»، هذه الدراسات التي بدأت في أوائل القرن العشرين أصبحت جزءاً 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 التي 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 جوهريه، بديل إنشاء محطة رفع مياه 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 التي 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 في مصر إلى الطاقة.

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

القصد من نشر هذه الدراسة هو أن يبقى مشروع توليد الكهرباء من منخفض القطارة حاضراً على أجندة اختيارات التنمية في مصر، وخاصة أن الدولة معنية بتنمية موارد الصحراء الغربية، وبين يدي أصحاب القرار مجمل أفكار وخطط عديدة لهذه التنمية لم تأخذ مشروع منخفض القطارة في الحسبان. هذا قصور نرجو أن يكون نشر هذه الدراسة حافزاً على إعادة النظر في خطط تنمية الصحراء الغربية لتنظر إلى مشروع توليد الكهرباء من منخفض القطارة ضمن العناصر الرئيسية التي 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 بجودى 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 منزلاً 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.

محمد عبد الفتاح القصاص

اكتوبر ٢٠٠٦

obeykandi.com

هذا نداء من الأعماق: نفذوا مشروع القطار!.. 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 في مشروع منخفض القطار - مثل: طاقة شمسية - محطات حرارية ونوية - طفلة بترولية - تحلية المياه - زراعة على المياه المالحة - مشروعات صناعية - وسائل الاستجمام (سياحة تزلج على المياه).. وصيد الأسماك . فبحسب عائد هذه المشروعات المصاحبة لتنفيذ مشروع منخفض القطار على ضفاف شواطئ البحيرة المتكونة بالمنخفض وفي داخل البحيرة نفسها، حيث الأعماق مناسبة لتنفيذ البرك الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية والمياه العذبة - فإننا نخلص بأن مشروع منخفض القطار مشروع اقتصادى من الدرجة الأولى، فدراسات المشروع متصلة على تاريخ يزيد على سبعين سنة .

١٩٣٠م مشروع المساحة الجيولوجية (المسار D) - ١٩٦٤م مشروع دراسة الألمان التي توقفت مع قطع العلاقات مع ألمانيا - ١٩٧٥م، دراسات بيت الخبرة الألماني لا ماير 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 ببناء الأهرام وقناة السويس والسد العالى.

ومن هذا الإيمان بقدرتنا 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 أكتوبر)، نفذوا مشروع منخفض القطاره فهو البنية الأولى لإنشاء دلتا مصر القرن الواحد والعشرين.

فحيث توجد المياه والطاقة:

نتنتج زراعة.

نتنتج صناعة .

ننشئ مجتمعا.

ولتصبح حضارتنا مجيدة !

وتتحقق الآمال العظام بحل مشاكل مصر:

- \* حل مشكلة الغذاء، بحيث يمكننا أن نصدر 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 نتنبه إليها..!

**عبدہ البسيوني**



obeyikandi.com

## إنتاج الطاقة الكهربائية في مصر

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

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

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

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

وفي عام ١٩٩٠م أكثر من ١٠ مليون طن سنوياً .

وفي عام ٢٠٠٠م حوالى أكثر من ٢٥ مليون طن سنوياً.

إذا لم يكن هناك مفر من استخدام البترو لمواجهة الزيادة في الطلب على

الطاقة، فهل تستطيع مصر الاعتماد على البترو بهذه الكميات المتزايدة؟!؟

لقد قفز سعر البترو قفزة غير مسبوقة في تاريخ إنتاج هذا الخام منذ اكتشافه -

(من ٣ دولار إلى ٣٩ دولاراً بعد حرب العاشر من رمضان المجيدة) - وقد ارتفع سعر

البرميل من البترو إلى ٧٠ دولاراً حالياً، (في عام ٢٠٠٦م).

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

١- الحد من استخدام البترو 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 .

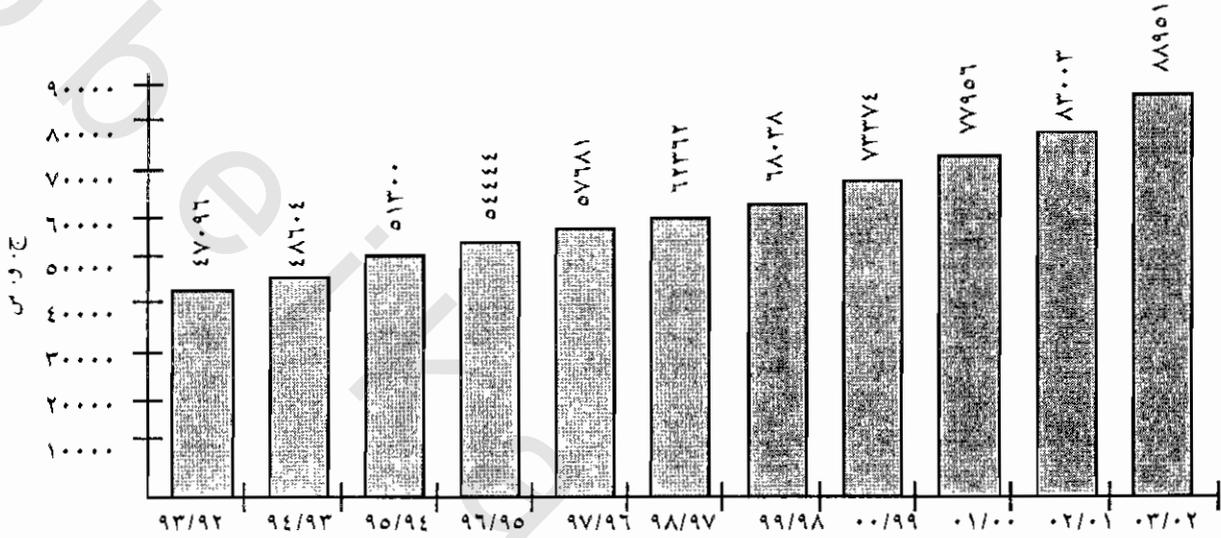
### أولاً: البترو والغاز الطبيعي والفحم

في عام ٢٠٠٠م إذا اعتمدنا على البترو فسنحتاج إلى أكثر من ٢٥ مليون طن

سنوياً، وهذه الكمية يصعب توفيرها محلياً، واستيراد بعضها من الخارج ليس اقتصادياً.

أما إذا استخدمنا الغاز الطبيعي فنحتاج إلى ١٤٨١٢ بليون متر مكعب<sup>(١)</sup> بينما المتاح، والذي يجرى اكتشافه يجب أن يخصص غالبته للصناعة والاستخدام المنزلي. وهذا هو الاستخدام الأمثل، أما توجيهه لإنتاج الكهرباء فإنه خسارة فادحة. وفيما يلي تطور الطاقة المولدة: شكل رقم (١).

شكل رقم (١) تطور الطاقة المولدة



أما الفحم فالمقدر وجوده في سيناء لا يكفي إلا لمدة ٢٠ عاماً لمحطة قدرة ٦٠٠ م. و. أى سيلزم الاستيراد للفحم، علاوة على أن المحطات التي تعمل بالفحم ينطلق منها في الجو كميات مهولة من الغازات والأتربة الضارة كنتاج الاحتراق والتي تسبب تلوثاً رهيباً للبيئة، وقد توقف العمل في منجم فحم جبل المغارة في شمال سيناء.

### ثانياً: الطاقة النووية

لا مفر من استخدام المحطات النووية كمصدر مهم لإنتاج الطاقة الكهربائية رغم أحداث محطة تشرنوبل، والتي كانت السبب في التخوف من المحطات النووية، الأمر الذي أدى إلى وقف مشروع المحطة النووية بمنطقة الضبعة على ساحل البحر المتوسط - وإن كان السبب في انفجار محطة تشرنوبل النقص في بعض الأجهزة وعدم مطابقتها للمواصفات الخاصة بالأمان النووي.

(١) التقرير السنوي ٢٠٠٢/٢٠٠١، 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، استغل بعضها في توليد الطاقة الكهربائية فتم تشييد محطة كهرياء خزان أسوان الأولى بقدرة مركبة تبلغ ٢٧٠ م. و<sup>(١)</sup>، تم استغلالها ابتداءً من سنة ١٩٦٠م، كما أقيمت محطة السد العالي الكهربائية بقدرة مركبة تبلغ ٢١٦٠ م. و.، بدأ استغلالها بالاستفادة منها في أواخر سنة ١٩٦٧، كما تم إنشاء محطة كهرياء خزان أسوان الثانية بقدرة مركبة تبلغ ٢٧٠ م. و. ودخلت الشبكة الموحدة لمصر في 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 في ١٩٩٥م بقدرة ٩٠ م. و. وبطاقة إنتاج ٦٤٠ مليون ك. و. س سنوياً .

\* أما محطة نجع حمادى الجديدة: فمتوقع دخولها الخدمة في ٢٠٠٨م بقدرة إنتاج ٢٤٠ مليون ك. و. س. سنوياً .

\* محطة أسيوط: يتوقع دخولها الخدمة في ٢٠٠٩م بقدرة ٣٢ م. و. وبطاقة إنتاج ٢٤٠ مليون ك. و. س. سنوياً .

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

\* محطة العزب : دخلت الخدمة في ١٩٩١م بقدرة ٦٨٠ ك. و. .

\* محطة اللاهون : دخلت الخدمة في ٢٠٠٣م بقدرة ٨٠٠ ك. و. .

وكذلك جارى دراسة إقامة :

\* محطة زفتى: على أن تدخل في ٢٠٠٨م بقدرة ٥,٥ م. و. والطاقة المتوقع إنتاجها ٤٠ مليون ك. و. س. سنوياً .

\* محطة فرع دمياط: على أن تدخل الخدمة في ٢٠١٠م، بقدرة ١٣ م. و. والطاقة المتوقع إنتاجها ٨٤ مليون ك. و. س. سنوياً .

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

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

وتزداد في فصل الصيف بسبب زيادة حاجة الري إلى كميات أكبر من المياه، ورغم ذلك فهناك وفرة ملموسة في الوقود، نتيجة لاستغلال الطاقة المائية كما يوضحها الجدول رقم (١)<sup>(١)</sup>.

جدول رقم (١): قيمة الوفرة في 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 الوفرة في 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 القطار

يبقى في مصر بعد مصادر الطاقة المائية من نهر النيل مصدر رئيسي وحيد للطاقة المائية وهو «منخفض القطار» ذلك المنخفض الهائل الذي يغطي ٥٠/١ من مساحة مصر، والذي نأمل أن يغطي إحتياجات مصر من الطاقة الكهربائية كمحطة أساسية خلال السنين العشر الأولى، ومجاهاة ذروات الأحمال. ففي الوقت الذي يتحكم نظام الري في كميات الكهرباء المراد إنتاجها من المحطات المائية على النيل فإن (في حالة محطة القطار المائية) استخدام تدفق مياه البحر المتوسط يحكمه معدلات البحر في بحيرة القطار.

### ج- مزايا الطاقة المائية

- ١- لا تستهلك وقوداً، فلا تنتج غازات وأتربة ضارة تؤثر على البيئة. فإذا كان كل واحد ك. و. س سنوياً من المحطات الحرارية ينتج عنها انبعاث ٠,٥٦ كجم ثاني أكسيد الكربون، فإن محطة حرارية تنتج ٤٦٠ ك. و. س. سنوياً - مثل محطة نجع حمادى الجديدة المائية - سينبعث منها ٢٧٠ ألف طن سنوياً من ثاني أكسيد الكربون، وهو قدر كبير من التلوث البيئي.
- ٢- سرعة إدارة التوربينات وإيقافها، وبذلك يمكن التحكم في الشبكة الكهربائية الموجودة في حالات الطوارئ.

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

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

### الموعد المناسب لمحطات منخفض القطار

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

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

الجدول رقم (٢)

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

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

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

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

ب- عدد ٢ وحدة نووية بقدرة ١٨٠٠ م. و.

ج- 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.

ج- وحدات الضخ والتخزين بقدرة ٦٠٠ م. و.

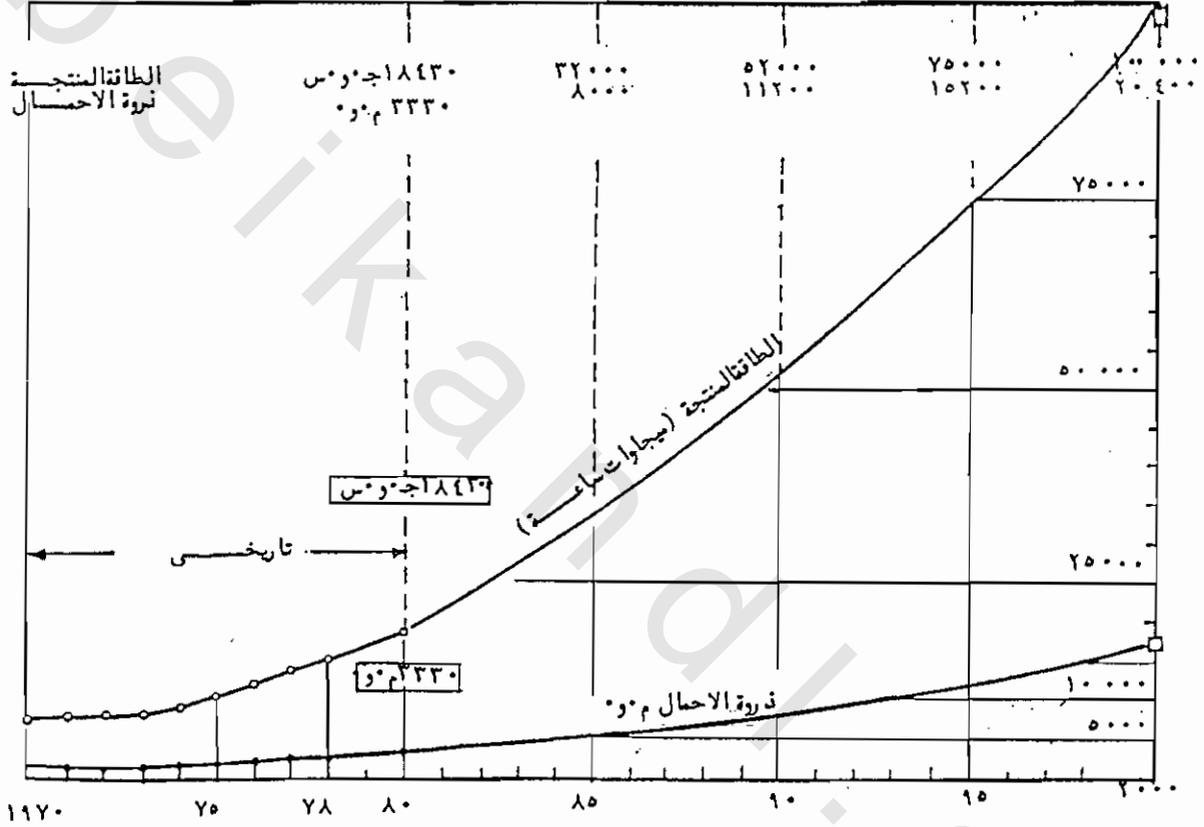
د - محطة القطار المائية بقدرة ٦٠٠ م. و .

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 في السنين القادمة حتى سنة ٢٠١٥ على الأسس التالية:

أ - معدل النمو الاتجاهي، وهي توضح التطور الصناعي العادي.

ب - معدل النمو المنتعش، وهي توضح التطور الصناعي المستقبلي .

وفيما يلي جدول رقم (٣) يوضح معدلات النمو في الحمل الأقصى حتى سنة

: ٢٠١٥

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

الفترة	سنة المرجع	الحمل الأقصى		معامل الحمل
		نمو اتجاهي 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 في توقعاتها اعتباراً من ١٩٩٠ م وكذلك وحدات الضخ والتخزين على خليج السويس، بينما جاء مكان محطة القطار المائية بقدرة ٦٠٠ م. و. في سنة ١٩٩٥ م، إلا أن توقعاتها بدخول محطة أسوان الثانية في ١٩٨٥ م كان محسوباً .

ولكن إذا أخذنا في الاعتبار السعر الحالي للبتروول ٧٠ دولاراً أمريكياً 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 اقتصادياً خلال هذا القرن.

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

## مشروع منخفض القطار

### والتنمية المتكاملة والمستدامة لمنطقة المشروع

#### وشمال الصحراء الغربية

##### نبذة تاريخية:

قامت جهات علمية متفرقة بدراسات لاستغلال منخفض القطار كمصدر لتوليد الطاقة الكهربائية، كان من بينها مراكز أبحاث وجامعات وبيوت للخبرة من كل من ألمانيا والسويد وسويسرا، فضلاً عن الجهات المتخصصة في مصر. وفيما يلي تسلسل تاريخي لمراحل هذه الدراسات شكل - ٣ :

١- بدأ التفكير في الاستفادة من منخفض القطار في 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 التي كان يرأسها الدكتور جون بول في ذلك الوقت الأعمال المساحية للمنخفض. اقترح دكتور بول توصيل البحر المتوسط بالمنخفض لتكوين بحيرة كبيرة واستغلال ذلك في توليد الكهرباء.

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

\* جدير بالذكر هنا أن بول سنة ١٩٢٧ أنهى تقريره المبدئي 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، وفي مناقشة بين كل من د. بول والمهندس حسين سرى تم أخذ متوسط التكلفة بنحو ٢٠,٠٠ مليون جنيه مصرى (الجدول -٤) .

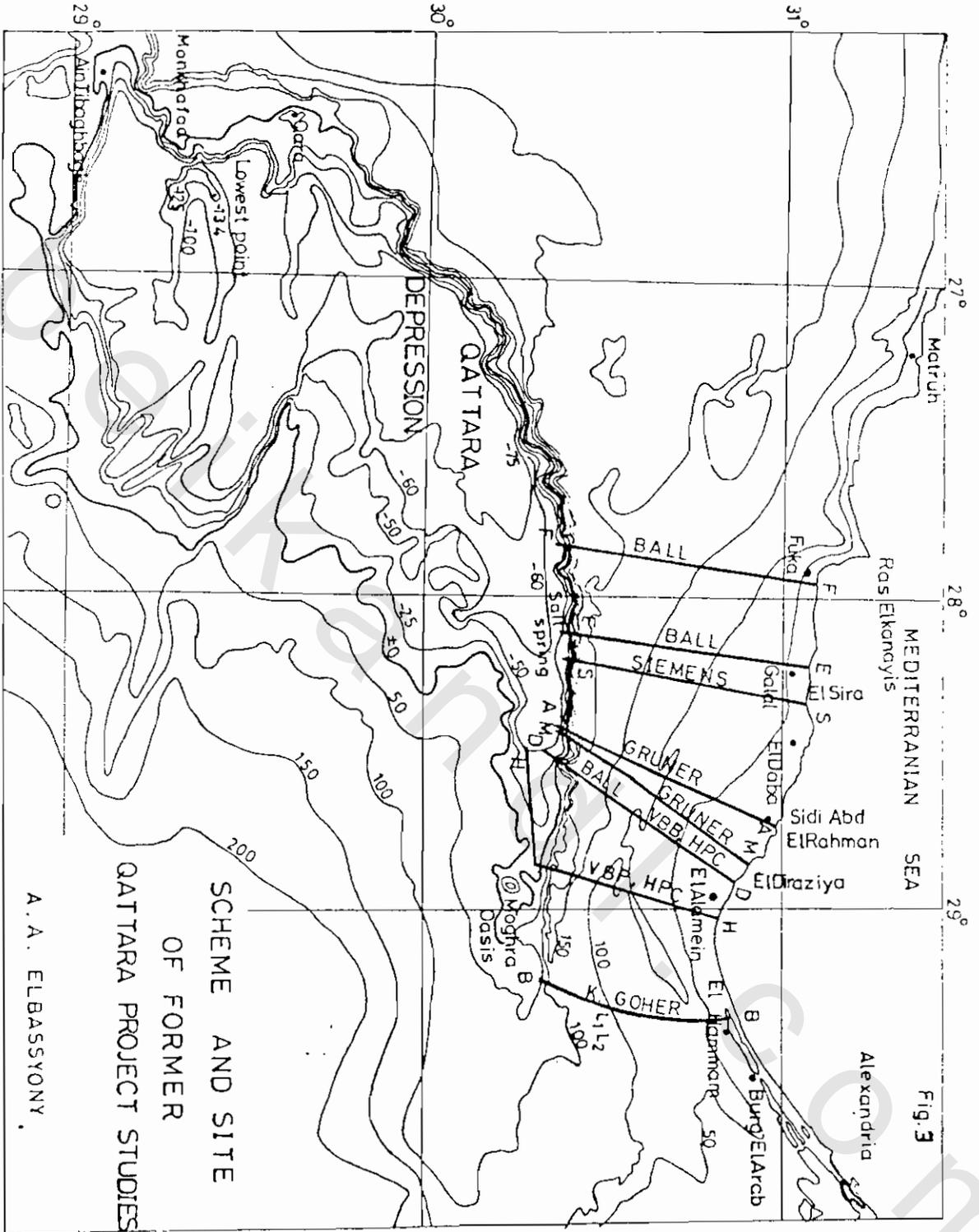


Fig. 3

شكل رقم (3) : المسارات المقترحة لمشروع القطارة قبل سنة ١٩٧٤

## جدول رقم (٤) مقارنة الأسعار لمسارات الدراسات الأساسية

اسم	سرى	بول	المجموعة الاستشارية بقيادة لاميرز			سويكو	ملاحظات
منسوب البحيرة	١٩٢٧ - م٥٠	١٩٣٣ م٥٠ -	١٩٨١ م٦٠ -			١٩٨٣ م٥٠ -	
المسار	LD	LD	*L1	L2	L3	LC	* الحفر بالتفجير النوى
قناة (كم)	٢٠	٢٠	٦ + ٧٢	٥,٥	٩١,٦٥	٤٠ + ٤٥	
أنفاق (كم)	٤٥,٥	٤٥,٥	-	٢ × ٦٨	-	٣ × ٩	
قطر بالمتر	١٠,٢	١٠,٠		١٤,٥		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	٦١٠ × ٤,٧٦ دولار أمريكى	٦١٠ × ٨,٤٣٣ دولار أمريكى	٦١٠ × ٥,٧ دولار أمريكى	٦١٠ × ٤,٣٤ دولار أمريكى	
تكلفة الكيلوات 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 الكيلوات 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 - ١٩٣٣ م كان المراد توليد الطاقة لإنتاج الأسمت بجانب الإنارة والأغراض الأخرى، وكان ترجيح المهندس حسين سرى لمشروع منخفض القطار 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 وأغلق مشروع القطار للمرة الأولى:

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

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

\* فى هذه الأثناء تقرر تنفيذ السد العالى، وأغلق مشروع منخفض القطار للمرة الثانية.

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

٩- فى عام ١٩٦٠م قامت إدارة القوى الكهربائىة المائىة بوزارة الأشغال بإعداد تقرير عن مشروع منخفض القطار.

١٠- فى عام ١٩٦١م أدرج 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 يُقدم التقرير الفنى لقطع العلاقات السياسية مع ألمانيا وقتذاك. وأغلق المشروع للمرة الثالثة.

\* ومع استمرار العلاقات الشائىة، كلفت الحكومة الألمانية الأستاذ الدكتور فريدريك بازلىر 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 بازلىر بالتقرير النهائى الذى انتهى بالمسار الغربى كأنسب المرادفات وأن المشروع يكون اقتصادياً 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 نجد 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 مشروعاً قومياً 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 والمعرضة عن طريق دراسات الجدوى لبث الرعب فى نفوس المسؤولين 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 جبراً على ورق، وأغلق ملف المشروع للمرة الرابعة.

مرة أخرى وبالتحديد فى أغسطس ١٩٧٥م كلف رئيس مجلس الوزراء فى مصر فريقاً بحثياً برئاسة كل من الأستاذ الدكتور بازلر الأستاذ بجامعة دار مشتاب التكنولوجيا 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، نفتصرها بسرد ما يتعلق بالمنطقتين الأولى والثانية لكونهما متعلقان 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/كم<sup>٢</sup>) 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 والجديّة، 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 عثراً 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 أو كليهما إلى المنخفض والتحكم فى تدفق هذه المياه خلال التربينات المائية إلى قاع المنخفض مستغلين بذلك طاقة السقوط الناتجة من فرق المناسيب بين سطح البحر (الصفير) 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 للوصول 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 عملي في العالم لاستغلال الطاقة الشمسية مع الطاقة المائية في 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 القنطرة يختلف من حيث استخدام مياه البحر المتوسط استخداماً يتميز بثلاث مراحل لإنتاجية الطاقة بمياه البحر على النحو التالي:

### توليد مباشر للطاقة: «المرحلة الأولى»

بأستخدام فرق السقوط المتاح بين سطح البحر والبحيرة المتوقع تكوينها تدريجياً 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 البحر 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 م<sup>٣</sup>/ 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

الذروة، للحصول على حمل أكبر للوحدات يمكن معه مقابلة ذروات الأحمال، أى أن المشروع يعتمد فى المرحلة الأولى على إنتاج الطاقة الكهربائية وفى المرحلة الثانية لإنتاج الطاقة الشمسية المائية، أما المرحلة الثالثة فتستخدم ماء البحر بالبحيرة المتكونة عند المستوى - ٥٠ أو - ٦٠ متراً، حيث يُضخ الماء إلى خزان علوى بالهضبة فى أوقات الأحمال المنخفضة ثم إسقاطها على التوربينات فى أوقات ذروة الأحمال.

ومما سبق يتضح أن مشروع منخفض القطاره 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 بخلاف توليد الطاقة.

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

### قصة اكتشاف منخفض القطاره

هذا المشروع الذى بدأت دراساته منذ ٧٠ عاماً - قرر مجلس الوزراء فى جلسته التى عقدها بتاريخ ١٩٧٣/٧/٢٥ اعتباره مشروعاً قومياً 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 كاقترح 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 القطاره .

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 الإستاتيكي للمياه الجوفية فى الواحات جنوباً ولتحسين الجو فى المنطقة بين البحر والمنخفض ولكنه لم يتكلم عن توليد طاقة .

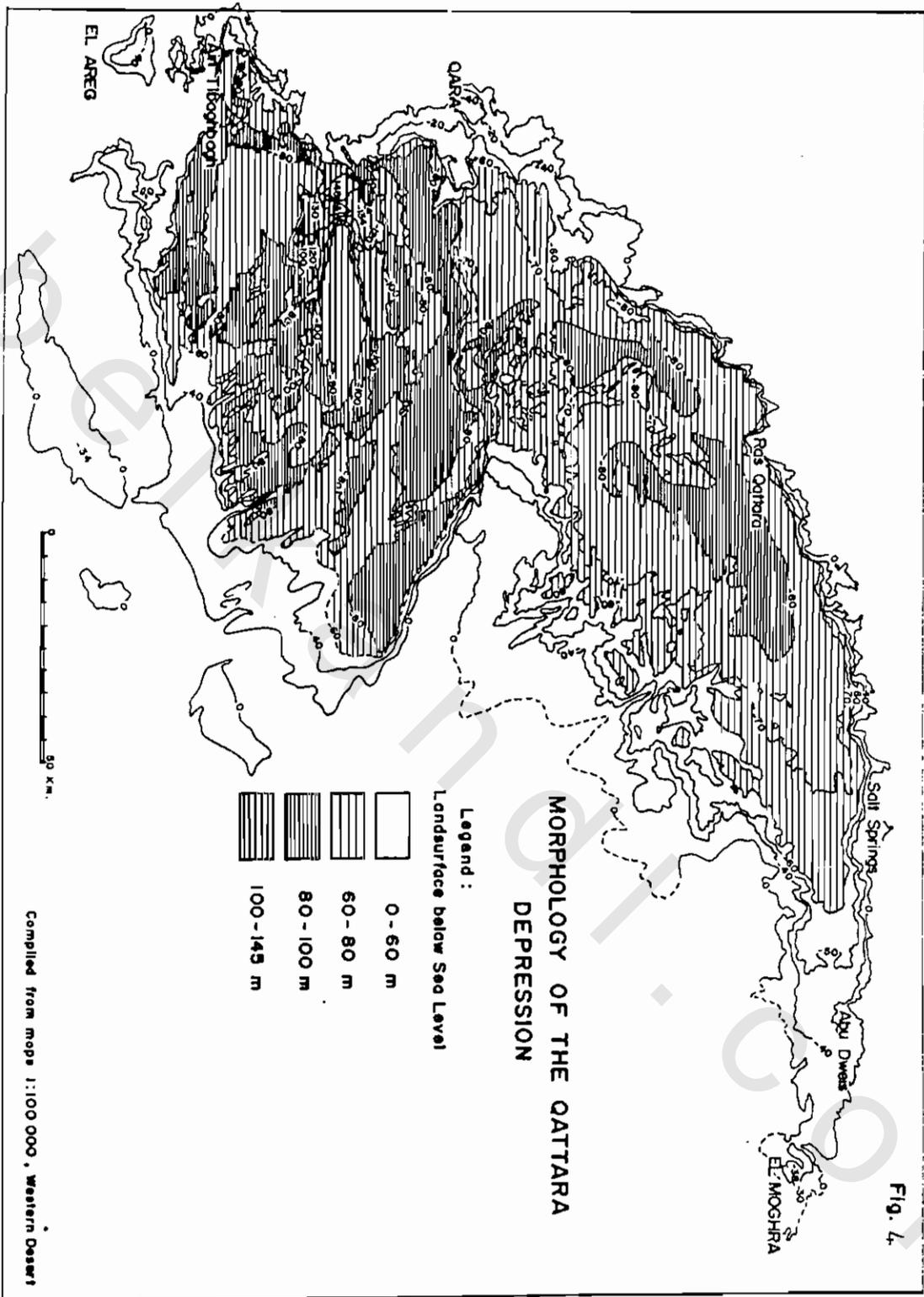
وفي مايو ١٩٢٦ عاد بول إلى نفس الموضوع فى خطاب له آخر بعد أن تمت الأعمال المساحية لمنطقة المنخفض وتم التعرف على طبوغرافية المنطقة المحصورة بين المنخفض والبحر، وفى هذا الخطاب ظهرت لأول مرة كلمة «قطارة» وتحدث بول عن توصيل مياه البحر عن طريق قناة ثم أنفاق لتكوين بحيرة كبيرة بالمنخفض وذلك لتوليد الكهرباء.

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 عليه 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 تدريجياً فى أجزاء المنخفض من الجهة الشمالية الشرقية غير أنه مفتوح فى حدوده الجنوبية والشرقية وقاعه فى هاتين الجهتين يرتفع تدريجياً إلى أن يتداخل فى المنسوب العام للصحراء الغربية (نكل -٤) . ويعتبر كتور منسوب البحر (الصفر) حدود المنخفض.



شكل رقم (٤) : الخريطة التكتونية للمنخفض

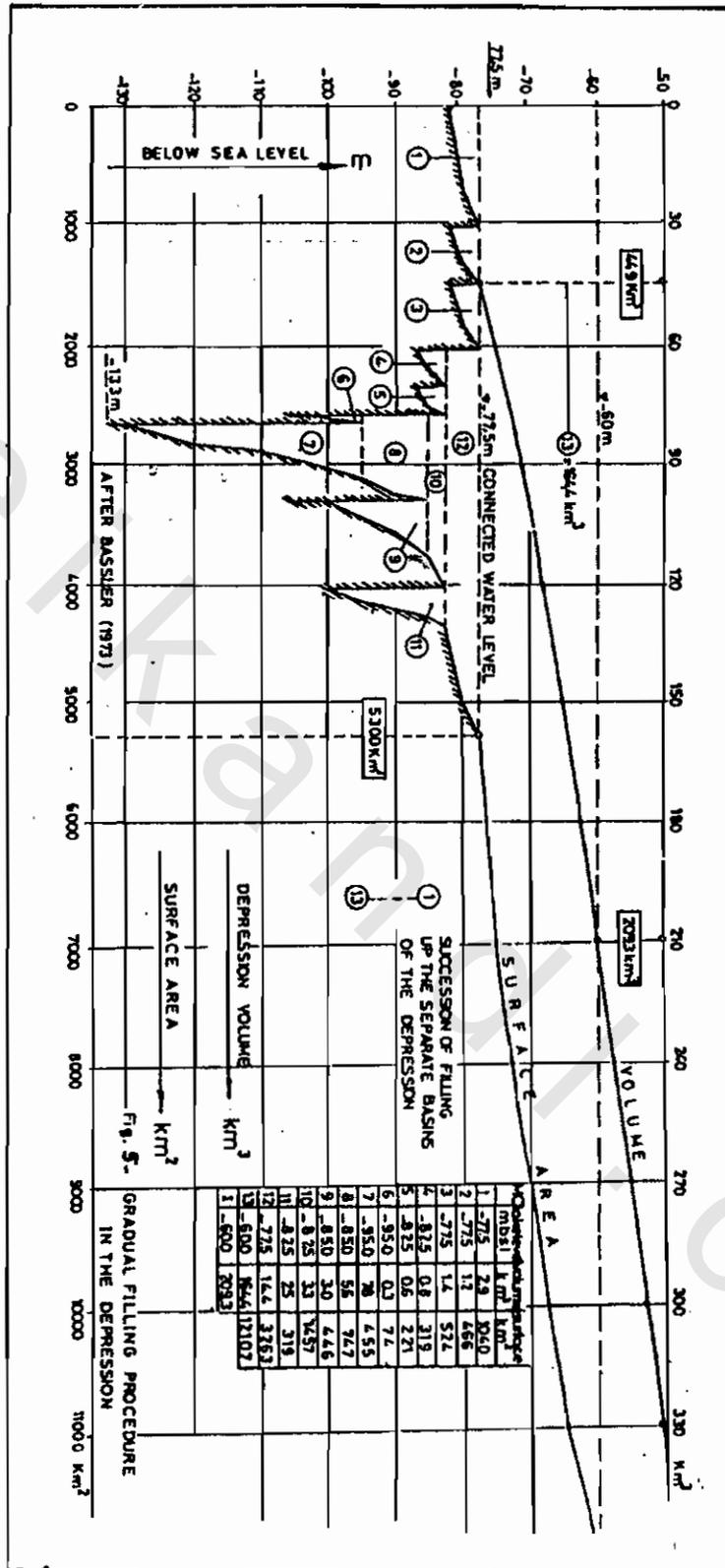


صورة - ١ : الحائط الشمالي لمنخفض القطارة غرب الآبار المالحة

ويبلغ أقصى عمق للمنخفض حوالي ١٤٥ متراً<sup>(١)</sup> تحت مستوى سطح البحر، وفي قاع المنخفض مساحة مغطاة بالسبخة تقدر بحوالي ٥٨٠٠ كيلو متر مربع، وتحتوي السبخة على الملح المشبع بالماء والمغطى بطبقة رقيقة من الرمال. كما توجد بقع عديدة من هذه السبخة يظهر سطحها كالحا، كما يبدو سطح كبير منها وكأن له غطاءً متماسكاً فوق خضم من الأملاح المشبعة بالماء، ويتكون باقى سطح المنخفض من الرمال والزلط والطفلة والحجر الجيري (شكل - ٦ خريطة جيولوجيا المنخفض).

تبلغ مساحة المنخفض عند منسوب الصفر ١٩٥٠٠ كيلو متر مربع، وهي حوالي ٥٠/١ من مساحة مصر، وتوضح الخرائط الطبوغرافية أن هذا المنخفض الهائل يتماوج تماوجاً كبيراً حيث يشمل عدة سقوط كتورية 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 التي تحتويها البحيرة عند هذا المنسوب ٣٢٨.٩٠٧ كيلو متر مكعب .

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



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 كيلومتر مكعب	مساحة سطح البحيرة المتكونة كيلومتر 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

والماء 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 لماء 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.

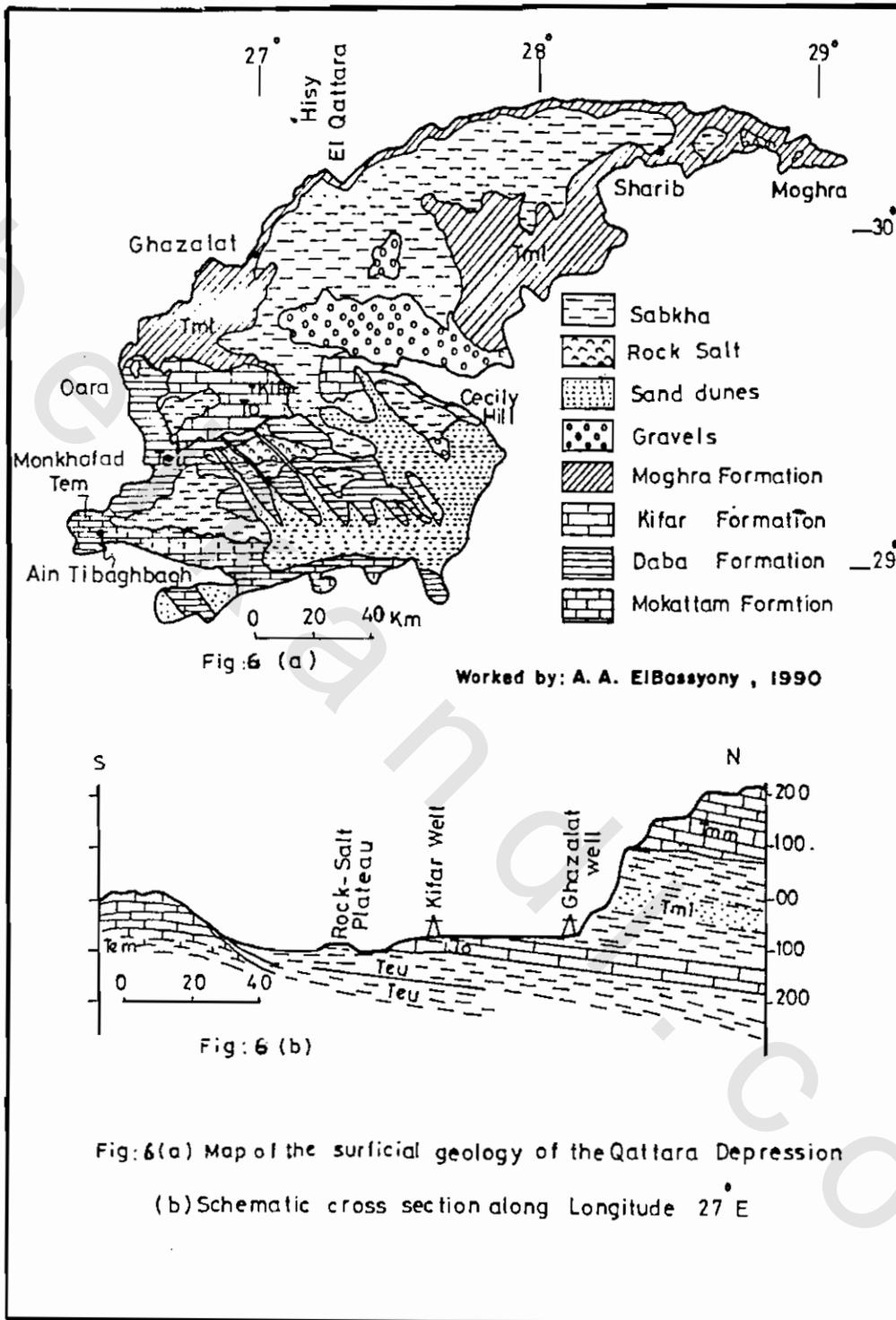
جدول رقم (٦) : يوضح الفترة الزمنية لماء البحيرة وتدفق المياه بصفة مستمرة

مستوى البحيرة تحت سطح البحر			٦٠ متراً			٥٠ متراً		
٧٠٠	٨٠٠	٩٠٠	٧٠٠	٨٠٠	٩٠٠	٧٠٠	٨٠٠	٩٠٠
تدفق المياه المستمر			٣م/ثانية			٣م/ثانية		
فترة الملء			سنة			سنة		
١٦			٢٣			٤٨		
٢٠			٢٨			٤٨		
٢٣			٢٨			٤٨		

### جيولوجية منخفض القطارة

تنقسم الصخور المكونة لمنطقة القطارة إلى التكوينات الجيولوجية التالية: (شكل

(٦-).



شكل ٦ - (أ) خريطة الجيولوجيا السطحية للمنخفض  
 (ب) قطاع جيولوجي على امتداد خط الطول ٢٧° ش

## ١- تكوين المقطم (الإيوسين المتوسط)

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

تكثر الحفريات في قطاع الحجر الجيري وبصفة خاصة حفريات النيموليت (*N. gizehensis & other species*) وأنواع أخرى منها المحار، الحللازين بطنى القدم، وتنفذ البحر.

تميل هذه الطبقات في اتجاه المنخفض حيث تختفى تحت طفلة الإيوسين الأعلى (تكوين الضبعة) حوالى خط عرض ٢٩°. هذا الاختفاء للحجر الجيري تحت طفلة الضبعة علله بعض المشتغلين في الجيولوجيا والبتروال أنه بسبب الميل للطبقات في اتجاه المنخفض، البعض الآخر علله نتيجة فائق ممتد شرق - غرب.

## ٢- تكوين الضبعة (إيوسين أعلى - أليجوسين)

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

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

\* الـ ٣٥ متراً العليا تظهر أعلى طول امتداد الجرف الغربى، من واحة قارة إلى تبغىغ، ويتكون من الحجر الجيري الصدفي الرملى تتخلله صخور السيلت ذات اللون الأخضر الداكن والوردى. هذه الصخور الجيرية تتغير تدريجياً في اتجاه تبغىغ إلى صخور الطفلة الرملية والسيلت ذات اللون الرمادى إلى البنى.

تعلو الحجر الجيري الصدفي صخور الحجر الجيري النيموليتى ذات البقع الهمياتيتى والليمونيتى الرملى ذات اللون الأصفر الباهت، وتحتوى على كسر قنفذ البحر فقط في مكشفاها بين قارة ومنخفض (منطقة أقل جزء ارتفاعاً وهي 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 الباريات، 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.

ويسبب التعرية تظهر عروق الجبس فوق سطح الطفلة كسدود بيضاء على امتداد الطريق جنوباً إلى عين تبغيع. عمر هذا التكوين ليس محددًا تمامًا ولكن يمكن القول بأنه ينتمى إلى الإيوسين الأعلى ممتدًا 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 حفرة "Nummulites intermedius" والتي تنتمى لعصر الأليجوسين والتي 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 قرمزي 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 الطبقي، وتتخللها الطفلة والسيلى، لكن غرب رأس عبد النبى (حوالى خط طول ٢٧°) تتغير سحنة هذه الصخور إلى حجر جبرى رملى، مارل، وحجر جبرى...، 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 - ستره، تشير إلى امتداد تكوين المغرة جنوباً.

يوجد تكوين المغرة بقاع المنخفض عند المستويات ٤٠، ٥٠، ٨٠ متراً تحت سطح البحر تغطيتها 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 مكشفاً على الحائط الشمالى للمنخفض و ١٠٠ متر خلال بئر غزالات رقم ١. يتميز هذا التكوين، بجانب الحفريات المميزة لعصر الميوسين الأسفل، بوجود بقايا غابة متحجرة، حيث وجدت 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



## ٥- تكوين المرمايكا (الميويسين الأوسط)

هذا التكوين يعلو تكوين المغرة مكوناً هضبة الدف، ويغطي قمم الحائط الشمالي للمنخفض بسماك ٥ أمتار في الشرق ويزداد سمكاً في اتجاه الغرب إلى ١٥ متراً، يتكون من حجر جيروى طباشيرى ومازل يتخلله السيلت وصخور السيلت. يزداد سمك المرمايكا إلى أكثر من ١٠٠ متر في الآبار شمالاً عند ساحل البحر المتوسط.

يظهر الميويسين الأوسط عند قمة الجرف الغربى حيث يصل سمكه ٢٥٠ متراً شمال غرب واحة قارة، بينما يقل سمكاً جنوباً تجاه عين تبغغ . في هذه المنطقة ترسب الجزء السفلى لقطاع الميويسين الأوسط في بيئة مويلاحية، ويتكون من حجر جيروى 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 في الحيد البحرى (Reefal) ويتكون من حجر جيروى طباشيرى وطينى تتخلله طفلة.

يتدرج الحجر الجيروى للميويسين الأوسط شرقاً إلى مارل، ثم يصير حجراً جيروياً رملياً 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 .

### - سيخات منخفض القطارة (الحقب الرابع)

متوسط عمق المنخفض حوالى ٦٠ متراً تحت مستوى سطح البحر. مساحة كبيرة من قاع المنخفض (حوالى ٥٨٠٠ كم<sup>٢</sup>) 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 جداً (تعتبر طبقة عازلة) لا تتخللها مياه جوفية ولكن قد تتجمع فيها الأمطار فتتشرب أجزاءها السطحية بمياه الأمطار.

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

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

هذا الميل العام لمستوى السبخة يتفق وانحدار المياه الجوفية، والتي توجد مباشرة تحت قشرة الملح، ما عدا الأجزاء الجافة في الجنوب الغربي للمنخفض.

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

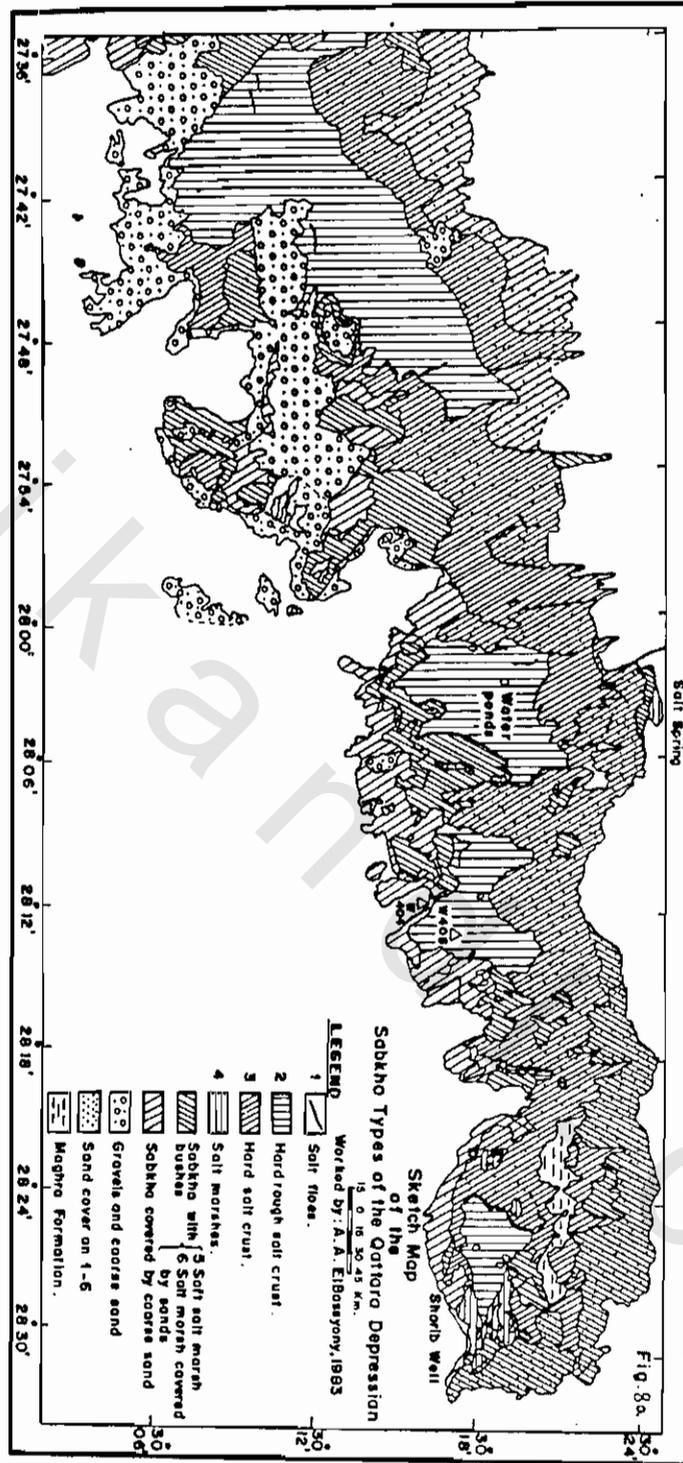
لقد أشار د. بول (١٩٣٣) لهذه الهضبة بأنها مغطاة بطبقة من صخور الملح نصف الشفافة والتي تختلف عن باقى السبخات .

في 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 في تركيب رباعي مثل عروق الجبس الموجودة في طفلة الضبعة أسفلها، وصخور الملح هذه ليس لها علاقة بخزانات المياه الجوفية الموجودة حالياً. لقد تلاحظ انتشار الملح في الصخور الرملية تحتها يقل تدريجياً لأسفل .

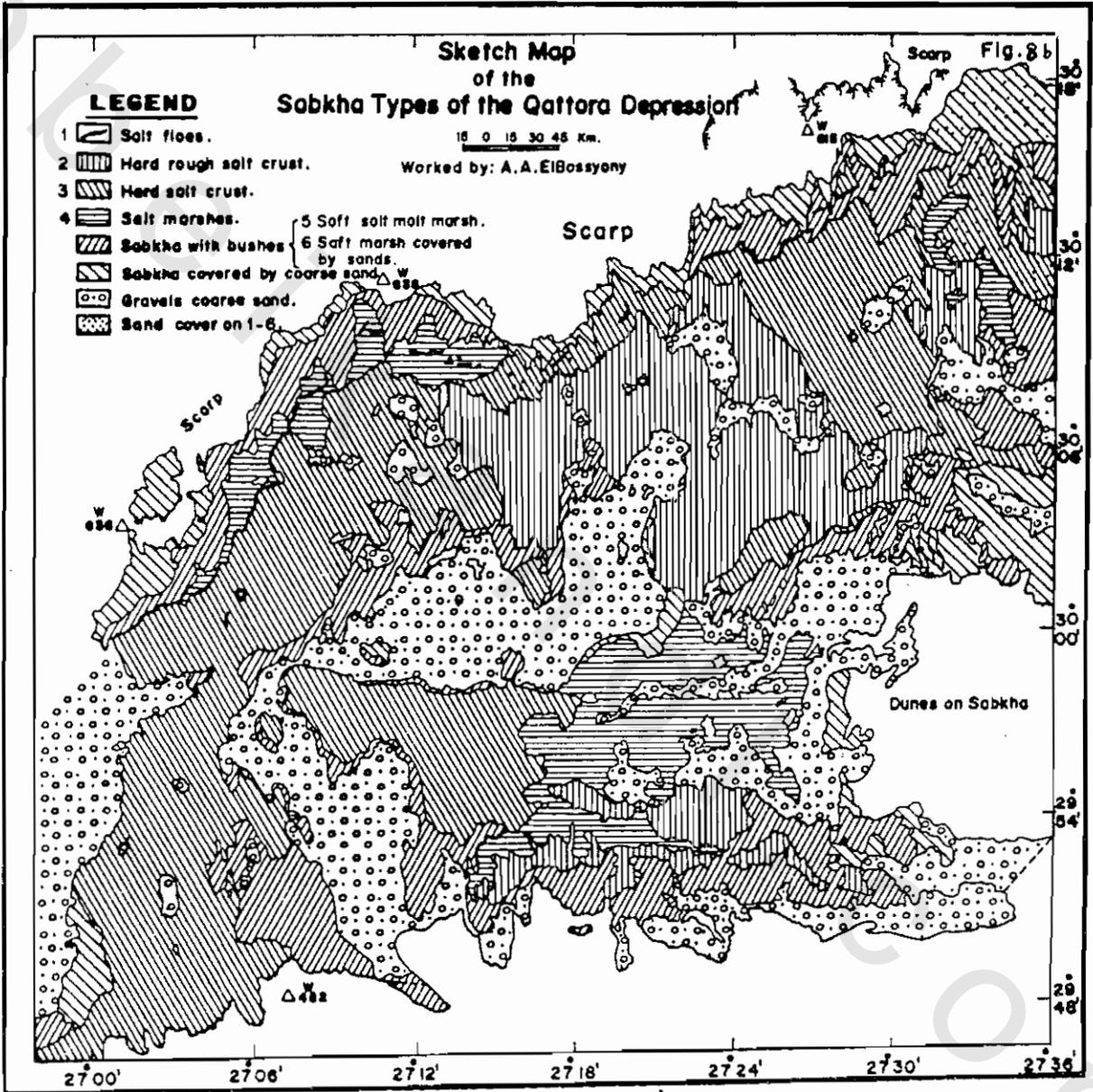
لقد أوضحت الدراسة الميكروسكوبية لقطاع في صخور الملح أنه يمكن مقارنتها بترسيبات ملح السبخة الحالية والموجودة في أجزاء كثيرة بالمنخفض، أى أنه يمكن القول بأنها ترسبت في ظروف مشابهة عندما كانت المياه الجوفية تنضح في مستوى يغطي هذه المناطق الجنوبية الغربية من منخفض القطارة.

#### أنواع السبخات : (شكل - ٨)

من الدراسة الحقلية التي قام بها المؤلف أمكن تقسيم السبخة إلى ستة أنواع، يمكن الاستفادة منها في حساب معدل البحر، 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 فهي انعكاس لقشرة الملح ذات تركيب دقيق أو ذات غطاء رملي رقيق. هذا مع تأكيد عدم وجود أحداث جيولوجية حديثة أثرت أو غيرت في تركيب قشرة الملح.



شكل ٨-١: خريطة توضيحية لأنواع سيخات منخفض القطارة



شكل ٨-ب : خريطة توضيحية لأنواع مسخات منخفض القطارة

## ١- الملح الطافي أو العائم "Salt Floes"

وهي 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 للبخار. 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 حوالي ٥ أمتار. تظهر هذه الأحزمة في اتجاه شرق - غرب بشكل متموج، كما توجد على حدود السبخة الجامدة (Hard Sabkha) في الشمال والجنوب كما هو الحال في منطقة الينابيع المالحة (امتداد خط طول ٢٨°).

## ٢- طبقة الملح الخشن الصلب Hard rough salt crust

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

الصلادة لطبقة الملح هذه وكذلك أثر التعرية على سطح بلوكات الملح تجعل احتمال طبقة الملح هذه أقدم أنواع السبخات في هذه المنطقة (ولكن هضبة الملح في منطقة الكنتور - ١٠٠ متر في الغرب هي الأقدم). كون طبقة الملح صلدة ومصمتة أدى إلى تقليل البخر لدرجة كبيرة.

## ٣- طبقة الملح الجامد Hard solid crust

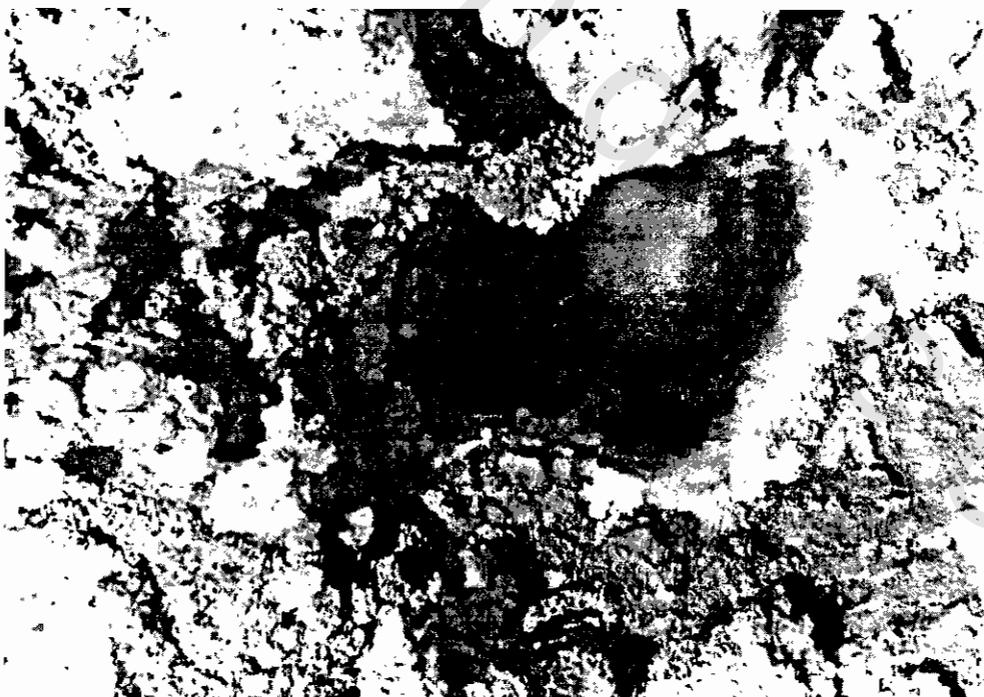
هذا النوع من السبخات يلي عموماً طبقة الملح الصلدة السابقة شمالاً كما يوجد في الغرب. طبقة الملح هنا جامدة وأسمك من ٥٠ سم، سطحها مستو يغطي بطبقة من الرمل الناعم في حدودها الشمالية، ولكن في الجنوب تظهر بلوكات الملح التي تتداخل تدريجياً في طبقة الملح الخشن الصلدة. في منطقة هذا النوع تقل درجة البخر بسبب طبقة الملح المصمتة.

## ٤- السبخة الملحية Salt Marsh

تتميز هذه السبخة بصفة مميزة وهي 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  
بنرشارب.



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



صورة رقم ٥ : طبقة الملح الجامد والتي تتدرج في خشونتها إلى طبقة الملح الخشن الصلب،  
بداية ظهور الشكل المصلع في السبخات.



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

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

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

#### 5- السبخة ذات الملوحة المنخفضة Soft salt marsh

هذا النوع من السبخات يحيط بجميع السبخات بمنخفض القطارة، فهي 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 رقيقة خلال قطاع الرمال في الحفر التي تم حفرها، كما توجد قشرة من الملح والرمل على السطح.

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

تنمو بها نباتات: البوص، الإثل، روتريط.

بينما في الغرب قليلاً توجد النباتات الملحية.

#### 6- السبخة المغطاة بالرمال Salt marsh covered by sand

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

تنتشر في المناطق شجيرات من: الفرقد، البوص.

#### مزواح الرمال

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



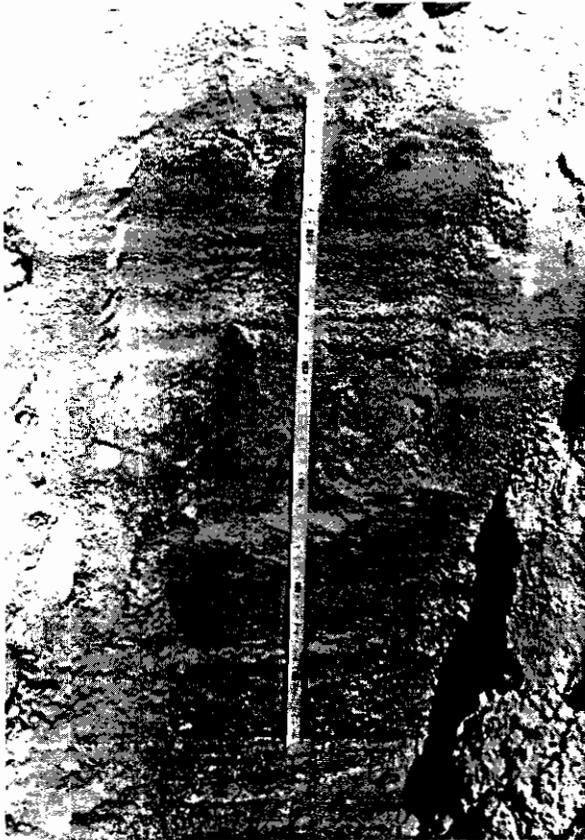
صورة رقم ٧: توضح سمك قشرة الملح الرفيعة الضعيفة (الحقل المحروث) يسهل كسرها،  
تحتها المياه والرمل المتحركة بحيث غاص الجاروف فيها بثقله.



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



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



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

الملاحظ أنها لا تمتد من الجنوب لعدم وجود هضبة بالمعنى المفهوم، مثل الحائط الشمالى للمنخفض. ففي الجنوب نجد رمالاً أكبر حجماً عما عليه في المناطق الشمالية، حيث تزدري الرياح الرمال الناعمة تاركة الرمال الأكبر حجماً.

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

### كيف تكون منخفض القطارة

يقع منخفض القطارة على التركيب المحذب الذي تكون في عصرى الطباشير الأعلى والإيوسين الأسفل (laramide movement)، وفي أثناء أواخر عصر البليوسين وبداية البليستوسين ساد ارتفاع الأرض في هذه المنطقة من الصحراء الغربية حيث تم التواء تخوم شمال الصحراء الغربية، نتج عنها تشقق وتفتت طبقة الحجر الجيري ذات السمك الرفيع لتكوين المرماريكا فوق محذب القطارة، وبالتالي في فجر عصر البليستوسين المطير ذابت صخور الحجر الجيري بواسطة عوامل التعرية الكيميائية، فتعرضت رمال تكوين المغرة أسفلها للتعرية بفعل تذبذبة الرياح ونحر المياه في فصول المطر والجفاف المتعاقبة، وفي أوقات نصف جافة في أواخر البليستوسين - الحديث، كانت التذبذبة بواسطة الرياح هي العامل المؤثر في 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 في حدوث فترات عديدة للتذبذبة بواسطة الرياح، والتي أدت إلى انخفاض مستوى منخفض القطارة واتساعه حتى وصل للحالة التي عليها الآن. إن وجود الفتات والرمال والسيول في تكوين المغرة والتي تذبذوها الرياح قد ساعدت على الإسراع في تقدم انخفاض مستوى سطح المنخفض.

وعلى كل حال فدرجة التذبذبة بالمنخفض تتوقف على متغيرات متداخلة مثل: سرعة الرياح وتذبذب اتجاهاتها، سحنة الصخور المكونة لقع المنخفض (تكوين المغرة)، المعادن الملحية، منسوب المياه الجوفية والنباتات، ولكن المتحكم على الإطلاق في تذبذبة المنخفض من بين هذه العناصر عالية هو منسوب المياه الأرضية.

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

في غرب منخفض القطارة، ينكشف تكوين طفلة الضبعة في وسط المنطقة الجنوبية الغربية، وتعتبر طفلة الضبعة بالإضافة إلى رمال المغرة السائبة في الشمال الصخور الأم المغذية لغرود الكفار. غرود الكفار الغربية والتي يسميها المؤلف الغرود السود هي ناتج تدرية الطفلة السوداء لتكوين الضبعة. وما دمنا نعتبر طفلة الضبعة ضعيفة المسامية لا توجد بها مياه جوفية لذلك فعوامل التعرية مازالت مستمرة في مناطق مكاشفها، وبناءً عليه يمكن اعتبار طفلة الضبعة - والتي تمثل التدرية السهلة بفعل الرياح - هي المسئولة عن وجود أكبر المناطق انخفاضاً بغرب المنخفض (منطقة منخفض - ١٤٥ متراً). أي أن التدرية بفعل الرياح هي العامل الأكبر تأثيراً على تكوين المنخفض في 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 في الجزء الغربي 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.

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

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

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

### أنواع المياه الجوفية بالصحراء الغربية

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

#### 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 وهي تمتد شرقاً وجنوباً وشمال شرق المنخفض .

## ٤- المياه الجوفية بتكوين الحجر الجيري للمرماريكا والساحل

وهي تعلو المياه الجوفية لتكوين المغرة بين شمال حافة المنخفض والساحل وتوجد هذه في صخور الحجر الجيري للمرماريكا والبليوسين وترسيبات الساحل.

## ٥- المياه الجوفية المركبة للهضبة الغربية (الدف)

وهي تغطي 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 في الجنوب وتتداخل مع المياه الجوفية لتكوين المغرة في الشرق، كما تعلوها بعض عدسات المياه الجوفية للمرماريكا في الأجزاء الشمالية.

ومن الملاحظ أن صخور الطفلة والحجر الجيري 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 الإقليمي لانسياب المياه الجوفية

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

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

\* من الجنوب: تصل المياه الجوفية إلى المنخفض من خلال الصخور النوية وصخور العصر الطباشيري الأعلى والإيوسين.

وقد دلت النتائج التي توصل إليها د. بول ١٩٣٣ من الآبار التي تم حفرها على امتداد المسار المقترح - D على أن المياه الجوفية حتى الكيلو ١٧ من البحر هي 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 الانسائية 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 النووي . وفي عام ١٩٦٠م تم عمل دراسات عديدة لمرادفات عند مستوى سطح البحر كبديل لقناة بنما.

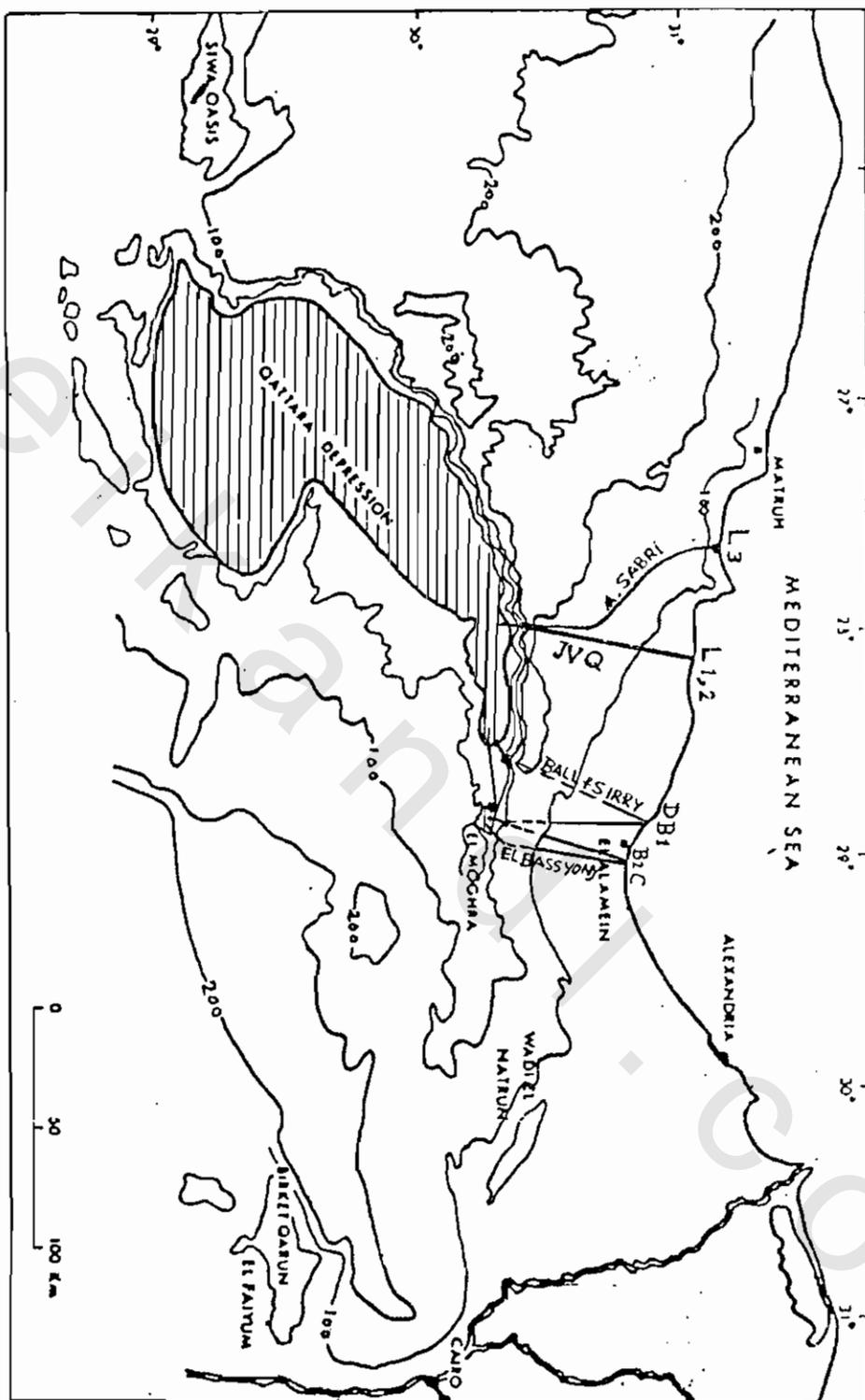
ونتيجة لهذه الثورة العلمية جاء اقتراح دكتور بازلر في ١٩٧٣م بتنفيذ قناة مشروع القطارة بالتفجير النووي، وفي عام ١٩٧٥م تم التعاقد مع مجموعة البيوت الاستشارية العالمية وعلى رأسها بيت الخبرة الألماني لاماير "JVQ" لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية للمشروع (شكل ٩).

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

وفي عام ١٩٨١م تقدم بيت الخبرة الألماني لاماير بتقرير عن الدراسة التي قام بها (جدول - ٤) وقد خلص لاماير إلى ما يأتي:

١- المرادف الأول "L1": تنفيذ حفر المجرى المائي بواسطة التفجيرات النووية التنظيف وإنشاء محطة أساس قدرة ٦٠٠ م. و. وإنشاء محطة ضخ وتخزين قدرة ٤٨٠٠ م. و. والتكلفة الكلية للمشروع ٤٧٦٤ مليون دولار - ويصبح اقتصادياً بعد سنة ٢٠٠٠ .

٢- المرادف الثاني "L2": حفر المجرى المائي بواسطة الطرق التقليدية وذلك بشق نفقين قطر كل منهما ١٥,٤ متراً وبطول ٦٨ كيلو متر بواسطة الحفر التقليدي 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 القطار

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 مستوى 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 واحة المغرة حيث نقل 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 للكيمياويات وشركة نيترونويل 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 ومبטنة بطول ٤٥ كيلو متر عبر الهضبة حتى دير الرسو .
- \* ثلاثة أنفاق مبطنه تمر تحت الهضبة، طول كل منها ٩ كيلو متر ويقطر داخلي ١٤,٧٥ متراً .
- \* قناة توصيل مبطنه بطول ٤٠ كيلو متر على مستوى الصفر ماراً بالطرف الجنوبي للمنخفض .
- \* منخفض معطن فرين مساحته حوالى ٤٠ كيلو متر مربع ويستخدم كخزان توازن (خزان الأمام) .
- \* سد المأخذ بشمال خزان التوازن ويليه محطة التوليد بطاقة ١٨٠٠ م. و. (٨ توربين فرنسيس  $\times$  ٢٢٥ م. و.) .
- \* قناة مخرج بطول ٢٣ كيلو متر تصرف فى البحيرة المتوقعة بالمنخفض (-٥٠ متراً) .
- \* مدة التنفيذ ٧ سنوات .
- \* تكلفه المشروع الكلية ٤٣٤٠ مليون دولاراً أمريكياً (حسب أسعار ١٩٨٣) .

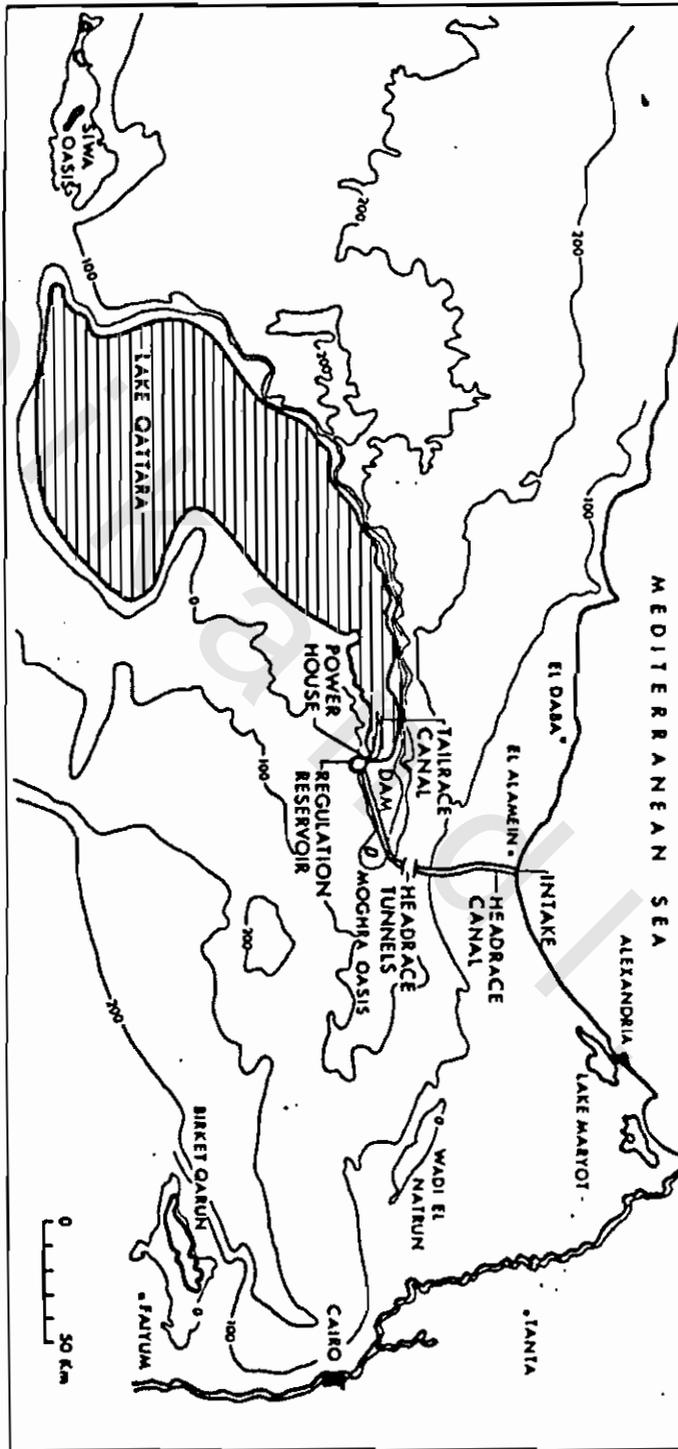
### الجدوى الفنية للمشروع

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 مناسب 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 فنياً 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 تدريجياً حتى السنة العشرين، عندها يكون مستوى سطح البحيرة قد وصل إلى - ٥٠ متراً بحيث تكون المياه المنسابة خلال الترينات مساوية لكمية البحر



شكل - ١٠ : التخطيط العام لمشروع المصرة الشمسي المائي

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

الطاقة المركبة (٨ توربين فرنسيس  $\times$  ٢٢٥ م. و.) = ١٨٠٠ م. و.

الطاقة المولدة (٧.٨٥٪ من القدرة المركبة) = ١٥٢٥ م. و.

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

### تكلفة تنفيذ المشروع

التكاليف المباشرة المقدرة لتنفيذ الأعمال كما يلي:

أ - جملة تكلفة الأعمال المدنية	٢٤٩٨,٠٠ مليون دولار
ب - جملة تكلفة الأعمال الكهربائية	١٨٣,٠٠ مليون دولار
ج - 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 سنوياً على أعمال الصيانة والتشغيل بفائدة ١٠٪	١٦٥,٠٠ مليون دولار
* قيمة المبالغ الخاصة والتجديدات التى تم حسابها على نفس الأساس فكانت	٢٩,٠٠ مليون دولار
* وبذلك تصبح التكلفة الكلية للمشروع (١٩٨٣) <sup>(١)</sup>	٤٣٣٩,٠٠ مليون دولار
متوسط تكلفة طاقة الذروة حوالى	١٠,٨ سنت/ك. و. س.

(١) تراوح سعر برميل البترول عام ١٩٨٣ م من ٢٩ - ٣٤ دولاراً أمريكياً .

إن المشروع يكون ذا جدوى اقتصادية عندما يكون سعر برميل البترول أعلى من ٢٩ دولاراً أمريكياً، وفى حالة وصول سعر برميل البترول إلى ٣٤ دولاراً تصبح:

١,١	قيمة الربحية للتكلفة
٧,١١	وأن العائد يصبح
٢٠ سنة	ومدة استرداد رأس المال
	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 والتطيين

٩٠ مليون متر مكعب  
صخور حجيرى ورمال وطفلة  
(تكوين المارمايكا)

٥٧٥ مليون متر مكعب  
تربة غير متماسكة (أو ضعيفة التماسك)  
(تكوين المغرة)

١٠ مليون متر مكعب  
تطيين القناة (قناة التوصيل والمخرج)

٣٥٠ مليون متر مكعب  
خرسانة مسلحة (تطيين الأنفاق والإنشاءات)

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

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

ونظراً لأن كميات الحفر تشكل حوالى ٩٥٪ إذا مشكلة مشروع منخفض القطاره هي: حفر قناة التوصيل - كيف؟

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

السويس، مع وجود أساليب الحفر الحديثة؟ وما هي 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 الدلتا «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 لتحسن 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 - ترحلق - صيد الأسماك.
- \* يمكن إقامة محطات تحلية لمياه البحر بالبحيرة - وبذلك تستنفد مياه البحيرة أولاً 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 بأسبوط - 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 في 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 .

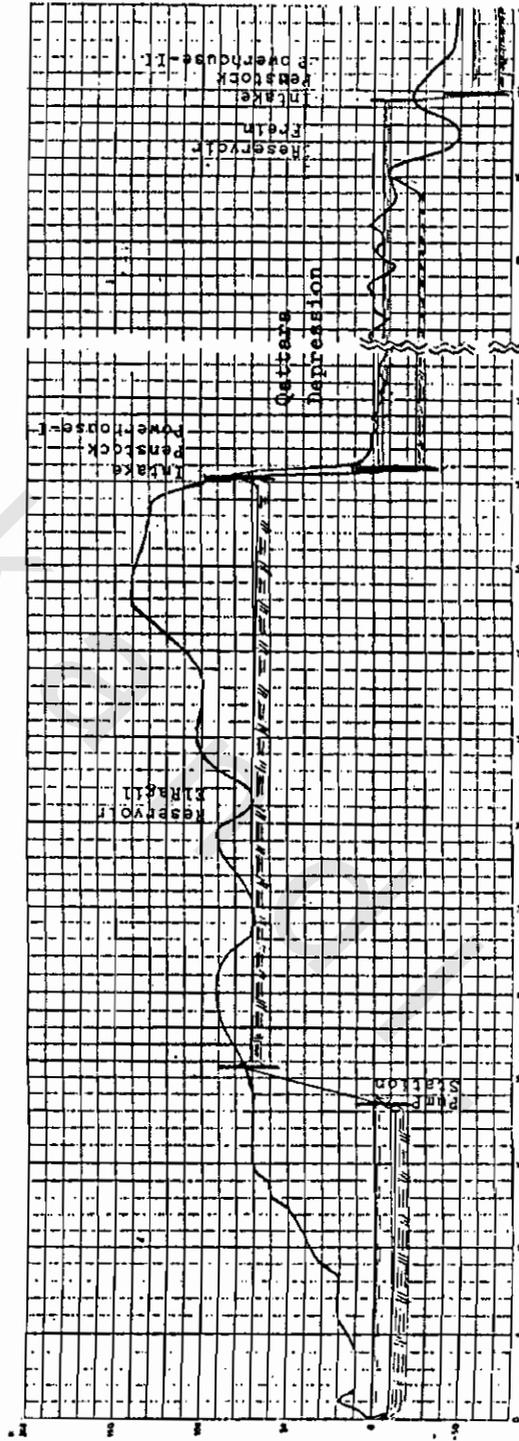
وبذلك يكون مجموع الطاقات الكهربائية التى يمكن إنتاجها من مشروع منخفض القطارة حوالى  $5000 + 4800 = 9800$  م. و على طول المراحل المستقبلية مع ازدياد هجرة السكان إلى الصحراء الغربية وتوفير مساحات الأراضى اللازمة لاستيعاب هذه الزيادة أو ما تتطلبه الصناعات المختلفة المقامة على الإنتاج الزراعى وخلافه من الطاقات الكهربائية وإنتاج المياه العذبة واستغلال المياه الجوفية.

### الخلاصة

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

نظراً لأن الدراسة تمت فى عام ١٩٨٣م فقد طُلب 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 أمريكياً 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 يلي جدول مقارنة للتكاليف الاستثمارية خلال ١٩٨٣ م، ١٩٩٦ م:

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

اقترح جديد للمشروع<sup>(١)</sup>: 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 ١٨٠٠ م. 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

### ١- بالنسبة للمياه الجوفية

إن أهم عنصر من عناصر الآثار الجانبية للمشروع تتركز في مدى تأثير مياه البحر بالبحيرة المتكونة بالمنخفض على المياه الجوفية التي 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 الذي يعتبر نظرياً - فمهما كان الأمر فإن نقطة الاتزان هنا معناها اتزان الحركة مع الحركة الأخرى وليس الاتزان بمعنى السكون...

ومن المعروف أن المياه الجوفية بوادي النظرون تظهر عند مستوى ٢٠ متراً تحت مستوى سطح البحر، ويتدرج منسوبه غرباً لحوالي 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، وهي المنطقة التي تمر فيها قناة المخرج لمحطة توليد الكهرباء، ثم يتدرج هذا حيث نجد المياه الجوفية لخزان المغرة تظهر على عمق ٨٠ متراً تحت سطح البحر غرباً على هيئة آبار أو برك أو سبخات أو جميعها معاً. أي أن التدرج في خزان المغرة الجوفى من الشرق إلى الغرب هو ١٠ أمتار انخفاضاً 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 وادي النظرون في صورة ازدياد في تدفق مياه الآبار بمنطقة وادي النظرون 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 في المناطق الواقعة جنوب المنخفض. هذا وقد أكد هذا التقرير النتائج التى سبق وأن توصل إليها جميع العاملين في 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 الملىء إلى ٥٠ - ٧٠ متراً إذ تصل الضغوط الهيدروليكية بالخزان النوبى تحت المنخفض إلى ٨٠ - ٧٠ 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 النبات فى الدلتا والوادي.

### 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 الزلزالي 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 زلزالياً أو قابلة للتنشيط .

٣- معدل ملىء أو تفريغ تلك البحيرات .

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

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

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

ب- وجود شبكة من الفوالق .

ج- التغييرات فى صفات سحنة الطبقات مما يسهل تسرب المياه وإحداث الضغط باعثة البدء فى الهزات الأرضية.

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

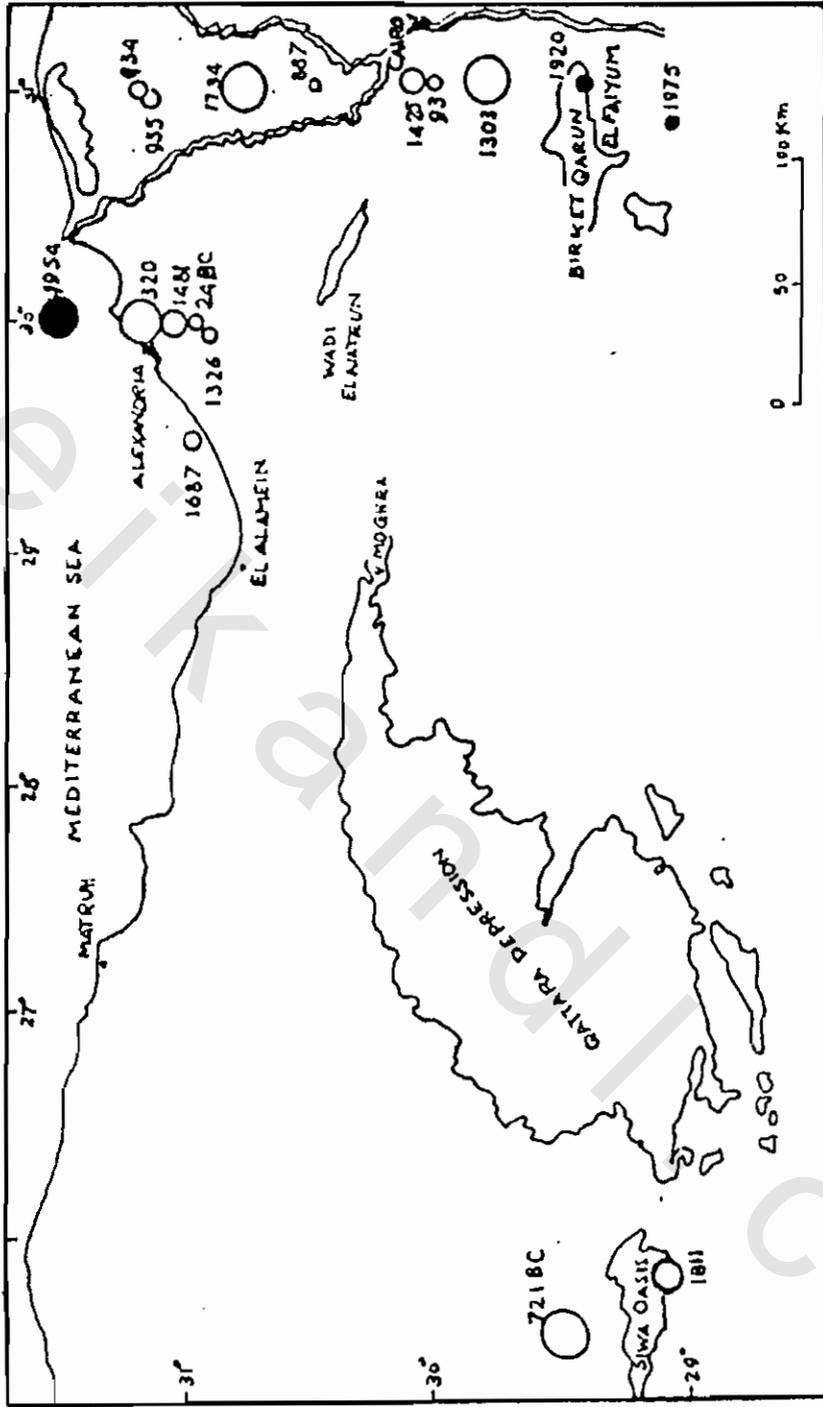
### ميكانيكية البدء للهزات الأرضية

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 التأثير 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 ففى 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 الزلازل 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.

### ج- بالنسبة لمفقود المياه الجوفية بالبحر 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 البحر من المنخفض لما لها من أهمية من وجهة نظر اقتصاديات المشروع.

قام فريق البحث بوضع أجهزة تسجيل أوتوماتيكية 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 بالبحر قام فريق البحث بإجراء قياسات البحر الحقلية على مدى أربع سنين، حيث تم الحصول على التسجيلات الأوتوماتيكية لطاقة السطح والتوازن المائى.

وكانت أهداف المسح الحقلى كالتالى:

- 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 لُبِّية 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 بحر كفار بوسط المنطقة الغربية للمنخفض قد حظيت بتسجيلات كثيرة فى مساحة ٢٠ كيلو متر حول بحر كفار (١٤ موقعا) .
- لقد أثبتت الدراسة أنه لا يمكن التنبؤ بعملية البخر كما 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، وبالتالي الكمية الكلية للمياه المتبخرة من كل وحدة، وبإدخال العلاقة الفريدة لكل من أ، ب فسى استخدام النماذج الرياضية (Swarts, Evades<sup>(١)</sup>) أمكن الحصول على خرائط البخر، كما أمكن تمييز الوحدات باستخدام بيانات TM لصور الأقمار الصناعية.

(١) اشتق اسم النموذج الجديد من الحروف الأولى لاسمى البحر والصحراء.

وكان من نتائج هذه الدراسة:

### أ- حساب كميات استخراج المياه الجوفية

نتيجة للدراسات التي قام بها المعهد الهولندي فقد تم الحصول على نتائج استخراج كميات المياه الجوفية وكميات المفقود بالبحر من واحات الصحراء الغربية في سنة ١٩٨٨، ومن منخفض القطارة منذ ١٩٣١ حتى ١٩٩١ - تم وضعها في الجدول التالي:

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

### ب- كميات المياه الجوفية الممكن استخراجها

دراسة مفقود المياه الجوفية بالبحر باستخدام العلاقة بين عمق المياه الأرضية تحت سطح التربة ونسبة البحر الحقيقي إلى البحر المحتمل؛ تعطى نتائج يجب أن تؤخذ في الحسبان، مثلاً: عندما تأخذ بعين الاعتبار أرقام استخراج المياه الجوفية الممكنة في الواحات الخارجية تلاحظ هبوط مستوى المياه الجوفية بسبب المغالاة في 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 سنوياً لرى ١٠ آلاف فدان أخرى دون تأثر مستوى المياه الجوفية بالخرزان 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 حالياً.

### ج- تنمية المياه الجوفية فى الصحراء الغربية

دلت النتائج على أنه كلما كان مفقود البحر كبيراً فإن ذلك يعنى - فى حالة تساوى الضغوط البيزومترية - أن مصادر المياه الجوفية فى صحراء مصر الغربية أكبر عما قُدرت عليه سابقاً؛ لذلك فإن استخراج كمية زائدة من المياه الجوفية سوف تتسبب - بعد فترة زمنية - فى خفض مفقود البحر، 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 البحر.

كما أنه جاء فى جميع الدراسات عن مشروع منخفض القطارة منذ ١٩٣٣ أن ملء منخفض القطارة سيمنع تسرب مياه الخزان النوبى إلى المنخفض وتعرضها للبحر وسيزيد ذلك ضغوط المياه للخزان النوبى فى مناطق الواحات جنوباً، كما يزيد ضغوط مياه خزان المغرة شرقاً 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 فى 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 الحقبه القادمه بعض الدول التى تتمتع حالياً بوفرة فى المياه العذبة ومنها مصر إلى مواجهه نفس المشكله التى تهدد بعض الدول التى تعاني حالياً من الجفاف؛ وذلك بسبب النمو السكانى المطرد الذى يصاحبه ارتفاع فى مستوى المعيشه الذى يعتمد على زيادة النشاط الزراعى والصناعى دون أن يواكب ذلك زيادة موازیه فى المياه العذبه.

إن تحليه المياه المالحة سوف تكون فى المستقبل الطريقه الأكثر شيوعاً لإنتاج المياه العذبه فى المناطق الساحليه وفى منطقه منخفض القطاره مستخدمين فى ذلك الطاقه المولده من محطه المشروع نفسه ومن المحطات المصاحبه؛ لإنشاء مجتمع جديد جنوب المنخفض يمتد جنوباً حتى يلتحم مع مجتمع الوادى الجديد بالواحات البحريه.

ويتبع عدد من الدول حالياً هذا الأسلوب فى الحصول على الماء اللازم للشرب وكافه الاستخدامات الحيويه الأخرى. وقد وصلت القدره الإنتاجيه لوحدهات تحليه المياه المنتشره فى العالم وفق ما أعلنته الهيئه الدوليه لتحليه المياه إلى ١٣,٢ مليون متر مكعب/يوم وذلك وفق بيانات عام ١٩٩٠ .

وتتم عملية التحليه بعدة طرق منها:

- ١- طريقه التقطير الومضى متعدد المراحل .
- ٢- طريقه الخاصيه الشعريه العكسيه، أو ما تسمى الانتشار الغشائى العكسى .
- ٣- طريقه الاستخدام المباشر للطاقه الشمسيه فى تحليه المياه (صوبه التكثيف الشمسيه).

٤- إنتاج المياه العذبه من محطات البرك الشمسيه لإنتاج الطاقه الكهربائيه.

٥- محطات تحليه المياه باستخدام الطاقه الشمسيه لإنتاج ١٢٠ متر مكعب/يوم.

وبذلك نعمل على خفض منسوب مياه البحيره فى المنخفض باستمرار لتعمل محطه المشروع الأساسيه بكامل طاقتها، واستخدام المياه فى الزراعه والتعمير إلى جنوب المنخفض باستخدام شبكه مياه تصل إلى حيازه كل قرية موزعه على مساحات الصحراء حسب دراسات التربه لكل نوع من الزراعات المختلفه.

### التنميه الزراعيه والحيوانيه

يجب تقسيم الأراضى الجديده إلى حيازات بمساحه 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 الري الحديثة قد وصلت إلى مستوى حديث وتحددت كيفية استخدامها فى جميع الزراعات والأراضى المختلفة، وبالطبع ستكون هناك شبكة مياه تعمل أتمتةً للاقتصاد بقدر الإمكان فى استخدام المياه. ومن الضرورى وضع عدادات فى الأراضى الزراعية، وكل مسعول عن قطاع مسعول 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 ربيها بواسطة مياه تحتوى على نسب مرتفعة من الملوحة وصلت إلى ٧.٥٠٪ 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 الأدمى 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، وبالتالي يمكن استخدامه في استصلاح الأراضي الملحية.

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

ولأن الثروة الحيوانية والداجنة أساسية، فيجب تغيير نمط الحياة الموجود حالياً في القرية المصرية، بحيث لا توجد مواشى عند العامل الزراعى، فهو ليس فى حاجة إليها لتغيير أسلوب الري فى الزراعة . بل يجب أن تكون هناك شركات للثروة الحيوانية والداجنة بحيث تكون المواشى فى حظائر جماعية لها أخصائىون 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 عالمياً. 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 القطاره حيث تكونت برك تنمو عليها الأحرش من النباتات المختلفة التى 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 نعاكس فيها حول بئر كفار لدراسة منطقة غرب المنخفض وجنوبه، كان هذا الحارس للماشية يحضر لنا (جركن) ملىء 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 القطاره 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 الجيري والطفلة

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

\* اتحاد الحجر الجيري والملح فى حالة المحلول الملحي المركز يعتبر أساساً لإنتاج صودا آس مع إمكانية التوسعة فى فترة لاحقة لإنتاج كربونات الكالسيوم بالترسيب وبكربونات الصوديوم النقية.

\* الجير الحى - يمكن أن يستخدم فى إنتاج طوب الجير الرملى (سيليكات الكالسيوم) والتي تستخدم فى البناء، والتي 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 للشروات الطبيعية، إذ إن الاستغلال الأمثل من وجهة نظرى لا بد وأن يمر عبر تنفيذ مشروع منخفض القطارة، هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى أرى أنه لا بد أن يعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الوفيرة والتي 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 الملحي المركز (Brine) يدخل فى مراحل متعددة للتبلور تحت التفريغ الجزئى، وبذلك يمكن إنتاج نوع من الملح عالى الجودة والنقاء يفى بالاستعمال الأدمى والاستخدام الصناعى.

ومن المعروف أنه يتم حالياً 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 يؤدي بالضرورة إلى خفض التكاليف بالنسبة لإنتاج كل منهما على حدة. وكما هو معروف فإن عملية تحلية مياه البحر سوف تنتج بجانب المياه العذبة مياه أخرى هي المحلول الملحي المركز (Brine) يصل التركيز الملحي 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 الملحي المركز حوالى ٤٠٠ مليون جالون/ يوم، الأمر الذى يوضح انعكاسات ذلك على اقتصاديات استخراج الأملاح من المحلول الملحي المركز بدلاً من استخلائه مباشرة من مياه البحر، بالإضافة إلى الاستفادة من إنتاج المياه العذبة.

### النشاط السياحي في منطقة القطارة

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

ومن المسلم به أن النشاط السياحي 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 يراع فى هذه 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 مؤتمراً عالمياً 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 الذي هو في حدود ٠,٦٥ ٪ ونصيب أسبانيا أو فرنسا الذي يصل نصيب كل منهما من السياحة العالمية إلى ١٣ ٪ ، ٨,٧ ٪ على التوالي.

هذا ومن الجدير بالذكر أن إنشاء المراكز والمنتجعات يعتبر من أهم عناصر الجذب السياحي، 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 الطبيعي والرئيسي هو المناطق المحيطة بالآثار، أو البحر، أو نهر، أو جبل، أو عين مياه معدنية، أو كبريتية، أو منظر طبيعي فريد، أو منشأ ضخم كما هو الحال في شلالات نياجرا بالولايات المتحدة وكندا، أو السد العالي في 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: ستره، البحرين ...).

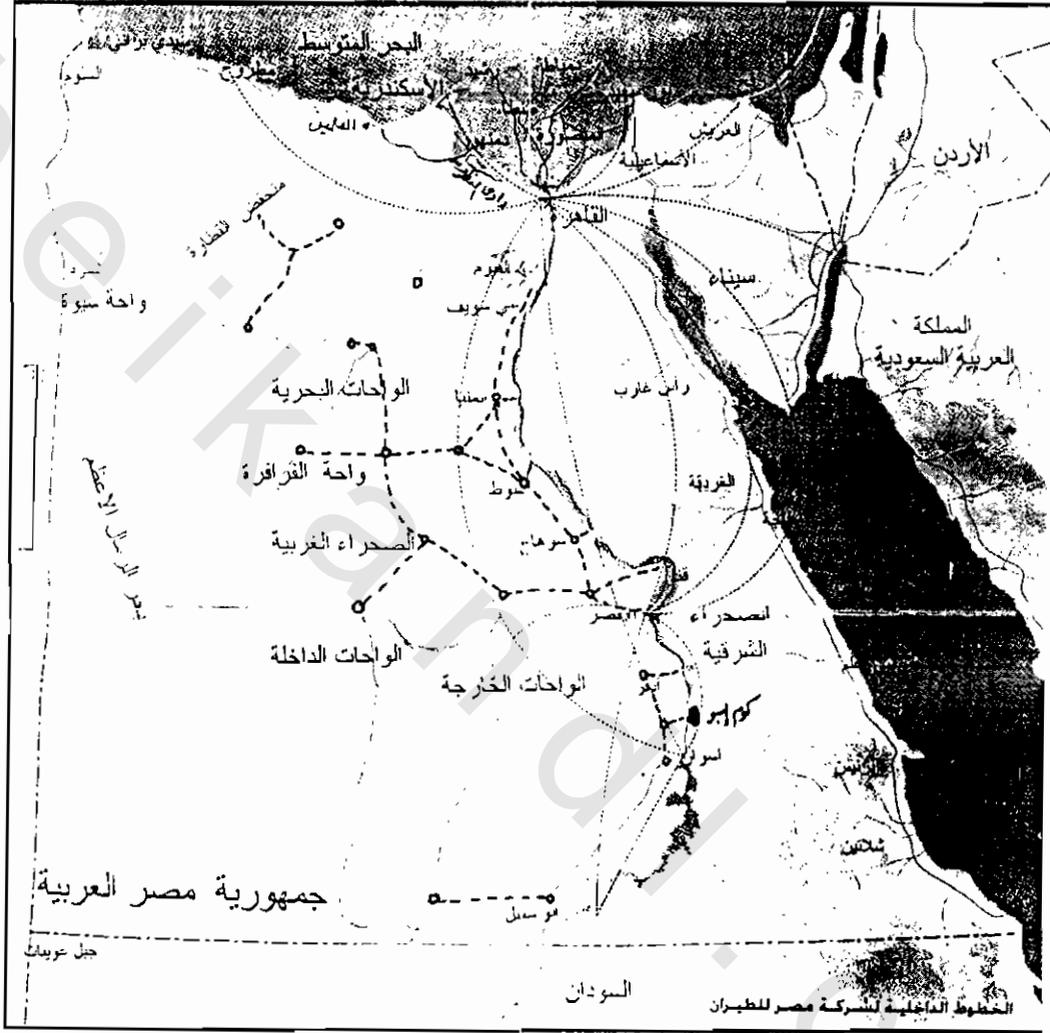
هذا ولا بد أن يراعى في إنشاء المراكز السياحية والمنتجعات قوانين حماية البيئة والمحافظة عليها.

### محور التعمير

كل ما سبق من عرض للمشروع ونتائجه المبهرة لا يمكن أن يتم تحقيقه إلا بتنفيذ البنية الأساسية بالصحراء الغربية، ألا وهي شبكة الطرق وخطوط المياه وخطوط الكهرباء . وتنفيذ محور التعمير والذي بدوره لا يقوم مجتمع جديد وحضارة حديثة - يتكون من الطرق السريعة والطرق الجانبية للمدن والقرى - يمكن أن يمتد معها خطوط المياه والكهرباء بسهولة تنفيذها وصيانتها.

إذا نظرنا إلى خريطة مصر (شكل ١٣) فإننا نجد عليها خطوط الطيران (المسارات المنقطعة) وخطوط الطرق الصحراوية، ومنها ما هو ممدد (أسفلت): إسكندرية - العلمين - مرسى مطروح وهو طريق مزدوج. طريق مرسى 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 أسبوط. هذا بجانب طريق وادي النطرون - العلمين.

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



شكل - ١٣ الطرق المقترحة : يتم ازدواج الطرق عموماً في المناطق التي يتم تعميمها أولاً بأول  
الخطوط الرفيعة: الطرق الحالية  
الخطوط المنقطعة: 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 بالتوازي 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 جانبي 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 أمريكياً. إن تنفيذ هذا المشروع يتيح لنا كميات من الماء النقي وبالتالي يتيح لنا أن نزرع مساحات واسعة في قلب الصحراء.

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

إن هذا المشروع القومي 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 إستراتيجي حيوي سيكون مردوده في المستقبل عظيماً؛ لأنه سيخلق الحياة المستقرة لأبناء هذا الوطن في بيئة نقية ... متسعة لجميع أبناء الوطن.

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

- بإنشاء مشروع منخفض القطارة بقدره ١٨٠٠ م.و.
- محطات الضخ والتخزين بقدره ٤٨٠٠ م.و.
- محطات الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء بقدره (Photo-Cells) ٥٠٠ م.و.
- محطة نووية قرب خزان الأمام بقدره ١٠٠٠ م.و.
- محطة حرارية غازية بجنوب المنخفض بقدره ١٢٠٠ م.و.
- ولإنتاج المياه العذبة كما هو معمول بها في دول الخليج
- محطات البرك الشمسية لإنتاج الكهرباء بقدره ١٠٠٠ م.و.
- (Solar Ponds) يمكن تكرارها - وإنتاج 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 التكتيف الشمسية وهو الاستخدام المباشر للطاقة الشمسية في تحلية المياه (المتر المربع ينتج ٤ لتر ماء عذب/ يوم).

- هذا بالإضافة إلى فوائد - هذه اللبنة الأولى - مشروع منخفض القطاره كالتالى:
- ثروة سمكية بعد إنشاء بحيرة المنخفض الشاسعة.
  - ستكون البحيرة مصدراً هاماً لاستخراج ملح الطعام بتقاوة عالية.
  - إنشاء عدد من الصناعات الكيمائية مثل غاز الكلور، الصوديوم، البروم، اليود والبتاسيوم... 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، وبالتالي 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 القطاره 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.
  - \* تحدى واختبار ليس بالنسبة لهذا البلد بل للعالم المتحضر.
  - \* نصر التعاون والصدقة 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 العالى الذى يداعب فكر العلماء المصريين ووجدانهم طوال ما يزيد عن ٧٠ عاماً.

## المراجع

- 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 Qattara 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 by 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 Egypt. 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 الجيولوجية والمشروعات التعدينية (المساحة الجيولوجية 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 في سبتمبر سنة ١٩٦١ .
- اكتشف الرسوم والكتابات الفرعونية على صخور الحجر الرملي 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 في مجال الجيولوجيا، والتي تم نشرها في مجلة الجيولوجيا والمناجم الهولندية ومجلة الحفريات والبيولوجي بجنيف بسويسرا، وكذلك في 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 .

عبده البسيوني

٢٠٠٦/٩/٢٣

رقم الإيداع: ٢٠٠٦/٢٣٨٦٠

مطابع الطار الهندسية/القاهرة

تلفاكس: ٥٤٠٢٥٩٨ عمول: ١٢٢٣٤٩٠١١