

## تقرير الدراسة الهيدرولوجية

لتقدير عدد آبار الشحن للتخلص من مياه شبكة التجفيف

لموقع قناة اللاجون

Dewatering of Lagoon Open Channel & S2 Canal

منتجع مراسى - سيدى عبد الرحمن



مقدم إلى

شركة المهندسون المتحدون للمقاولات والتوريدات

سبتمبر 2024



## المحتويات

1	مقدمة.....	4
2	نظام تجفيف موقع تنفيذ قناة صرف البحيرة .....	4
3	نتائج الدراسات الهيدروجيولوجية وتجارب الضخ والشحن السابقة.....	6
4	بيانات آبار الشحن المنفذة للتخلص من مياه تجفيف موقع تنفيذ القناة .....	9
5	حساب عدد الآبار اللازمة للتخلص من مياه التجفيف .....	14
6	الخلاصة والإستنتاج.....	18

## قائمة الأشكال

شكل رقم (1): موقع المشروع.....	4
شكل رقم (2): قناة اللاجون.....	5
شكل رقم (3): الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة.....	7
شكل رقم (4): قطاع ليثولوجي لأحد الآبار بمنطقة الدراسة.....	8
شكل رقم (5): مواقع آبار الشحن.....	9
شكل رقم (6): أحد آبار الشحن.....	10
شكل رقم (7): تصميم بئر الشحن.....	13
شكل رقم (8): مناسيب سطح المياه الجوفية قبل وأثناء الشحن.....	15
شكل رقم (9): مناسيب المياه الجوفية أثناء التجفيف.....	15
شكل رقم (10): مناسيب المياه الجوفية أثناء التجفيف والشحن المتزامن.....	16



## قائمة الجداول

جدول رقم (1): منسوب سطح الأرض عند مواقع الآبار.....11

جدول رقم (2): القطاع الليثولوجي لجسة بئر الشحن.....12

الملحق رقم (1): تقرير تصميم نظام تجفيف موقع قناة اللاجون إعداد مكتب (التونى - نظير)



**تقرير الدراسة الهيدروجيولوجية  
لتقدير عدد آبار الشحن للتخلص من مياه شبكة التجفيف  
لموقع قناة اللاجون**

**Dewatering of Lagoon Open Channel & S2 Canal**

**منتجع مراسى - سيدى عبد الرحمن**

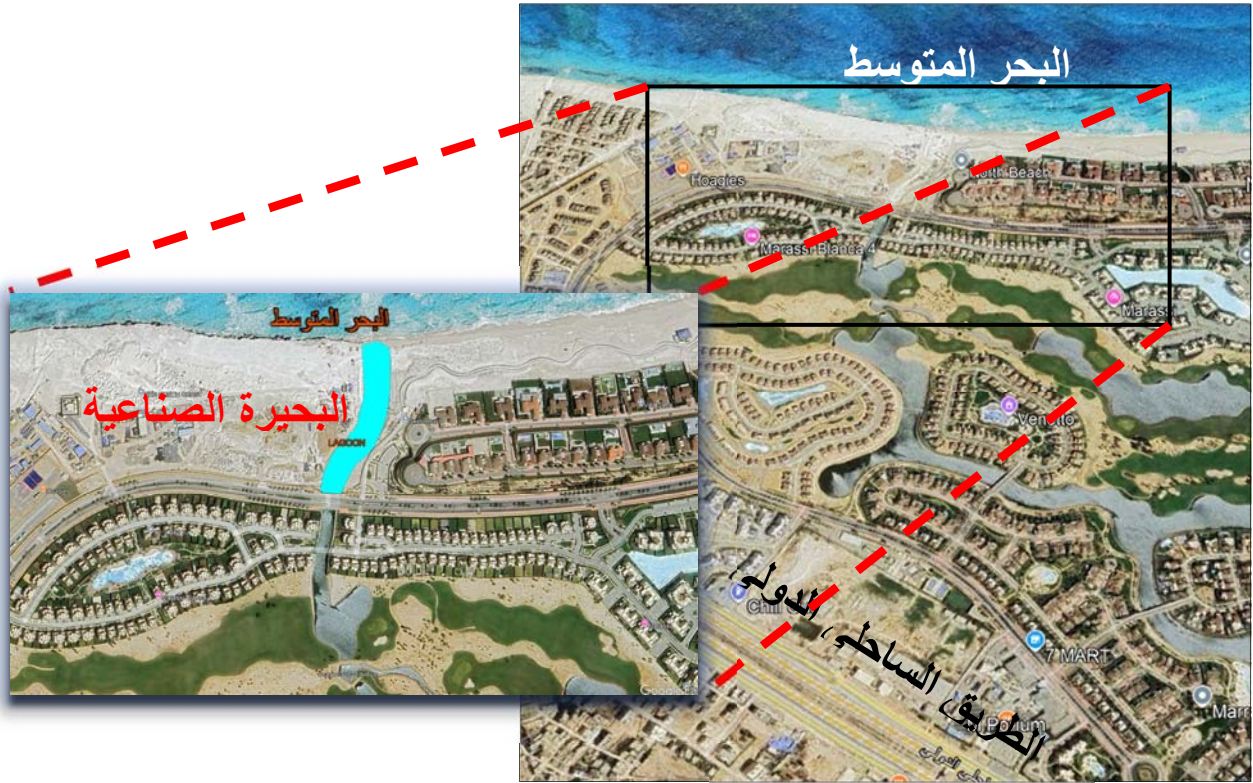
**1. مقدمة**

بناء على تكليف شركة المهندسون المتحدون للمقاولات والتوريدات لمكتبنا بإعداد دراسة لتقييم كفاءة آبار الشحن (6 آبار) التى تم تنفيذها للتخلص من المياه الناتجة عن شبكة التجفيف لموقع تنفيذ قناة اللاجون لصرف مياه تدوير البحيرة Dewatering of Lagoon Open Channel & S2 Canal بقرية مراسى - سيدى عبد الرحمن التابعة لشركة إعمار مصر، فقد قام مكتبنا بإعداد هذه الدراسة وتضمن نتائجها فى هذا التقرير، الشكل رقم (1) يوضح موقع المشروع.

تهدف هذه الدراسة إلى إستخدام البيانات المتاحة للتحقق من قدرة وكفاءة الآبار المنفذة وعددها 6 آبار على حقن كمية المياه التى تم بزلها بواسطة شبكة التجفيف - أثناء مراحل تنفيذ القناة - فى الخزان الجوفى دونما حدوث فيضان Flooding للمياه خارج الآبار. وبناء على هذا التكلفة قمنا بتجميع البيانات المتاحة وتشمل: خريطة المشروع مبين عليها مواقع آبار الحقن ومناسيب سطح الأرض - القطاع الليثولوجى للآبار المنفذة - تصميم الآبار ويشمل أطوال ومناسيب القيسونات والمصافى. وقد تم تدعيم هذه البيانات بالخريطة الهيدروجيولوجية للموقع ونتائج الدراسات الهيدروجيولوجية السابقة للمنطقة وتم عرض وتحليل هذه البيانات وإجراء مراجعة نتائج الحقن فى الآبار المنفذة فى مشروع مراسى والمستخدم فى صرف مياه محطة التحلية وذلك للوقوف على مناسيب الطبقات التى يمكن صرف ناتج التجفيف عليها وكذلك تحديد خصائصها الهيدروليكية المتمثلة فى معامل التوصيل الهيدروليكي ومعامل التخزين اللذان يلعبان دورا رئيسيا فى قدرة هذه الطبقات فى إستيعاب مياه الشحن عن طريق الآبار دونما أية أضرار للخزان الجوفى. تأسيسا على ذلك فقد تم



إستخدام المعادلات المعتمدة فى هذا المجال فى حساب عدد آبار الشحن اللازمة فى تصريف المياه الناتجة من نظام التجفيف ومن ثم تم عرض نتائج التحليل والإستنتاجات كما هو موضح فى الأجزاء التالية.



شكل رقم (1): موقع المشروع

## 2. نظام تجفيف موقع تنفيذ قناة صرف البحيرة

بناء على التقرير الفنى المعد بواسطة المكتب الإستشارى الهندسى (التونى - نظير)، (ملحق رقم 1)،  
لدراسة وتصميم نظام بزل وتجفيف المياه من موقع مشروع قناة الصرف Dewatering of Lagoon Open  
Channel & S2 Canal و التى أبعادها: 37 متر عرض و 140 متر طول وعمق حفر 4.8 متر، شكل  
رقم (2) يعرض صورة للقناة. وبناء على معامل التوصيل وخصائص وسمك الطبقة الحاملة للمياه (رمل طمي



ناعم) بعمق 22.5 متر كان التصرف الإجمالي لنظام التجفيف المقترح بقيمة **1666 م<sup>3</sup>/ساعة** وعليه فقد تم تنفيذ عدد 33 بئر بحيث يكون تصرف كل بئر 50 م<sup>3</sup>/ساعة وذلك لتحقيق تخفيض في منسوب المياه الأرضية بالموقع كله يصل إلى 4 متر تحت منسوب سطح المياه الأرضية للقيام بأعمال الحفر والتدبيرش للقناة تحت ظروف الجفاف التام.

وللتخلص من هذه المياه أثناء التنفيذ بالموقع فقد قامت شركة المهندسون المتحدون للمقاولات والتوريدات بتنفيذ عدد ستة آبار شحن للتخلص من هذه المياه وللتحقق من عدد هذه الآبار وإستيعابها لكامل تصرف التجفيف كان من الضروري مراجعة الدراسات الهيدروجيولوجية وتجارب الضخ والشحن والرجوعية السابقة التي تم إجراؤها في منطقة الدراسة.



شكل رقم (2): قناة اللاجون



### 3. نتائج مراجعة الدراسات الهيدروجيولوجية وتجارب الضخ والشحن السابقة

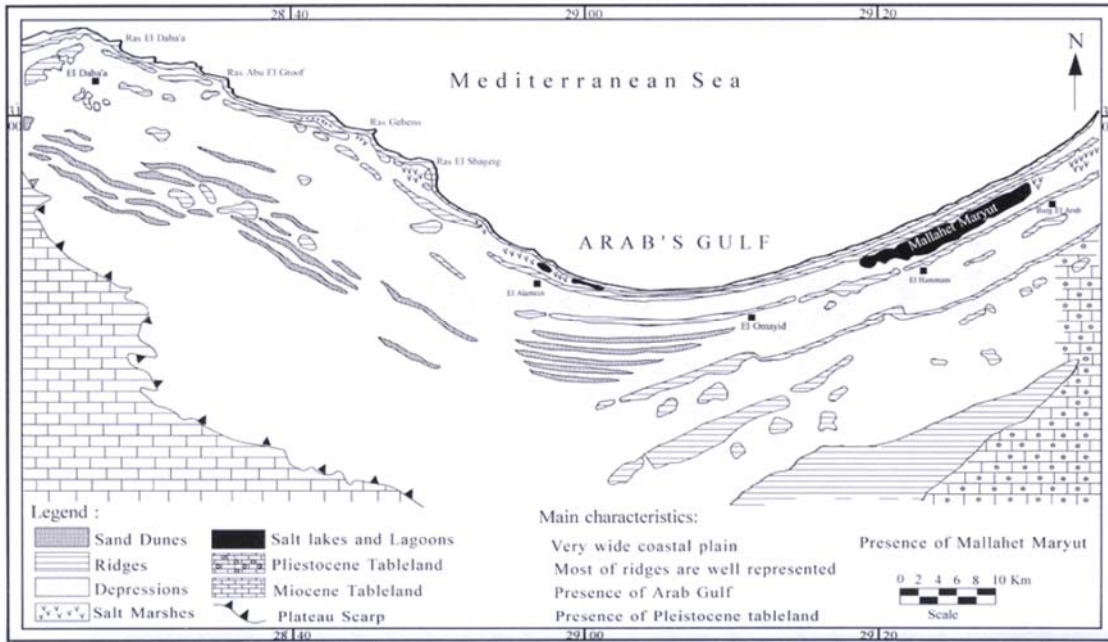
من الدراسات الهيدروجيولوجية السابقة وتجارب الضخ Pumping Tests وتجارب الشحن Injection Tests وتجارب الرجوعية Recovery Tests والتي تم إجراؤها في منطقة الدراسة سواء لتصميم وتنفيذ آبار الضخ اللازمة كمصدر للمياه الخام لمحطات التحلية أو لتصميم آبار الشحن اللازمة للتخلص من عادم هذه المحطات Brine، وذلك لتحديد التركيب الهيدروجيولوجي للخران الجوفي الساحلى وطبقاته المختلفة الحاملة للمياه Water Bearing Formations وإمتداداتها وسمكها وعلاقتها ببعضها ببعض وكذلك لتقدير المعاملات الهيدروليكية لهذه الطبقات المتمثلة في معامل التوصيل الهيدروليكي Hydraulic Conductivity ومعامل النقل Transmissibility ومعامل التخزين Storativity حيث تعبر هذه المعاملات عن قدرة طبقات الخزان على حركة المياه الجوفية ونقلها وتخزينها مما يسمح بضخ المياه كمصدر مائى أو شحن راجع تدوير البحيرات أو راجع محطات التحلية.

من هذه الدراسات والتجارب أتضح أن الخزان الجوفى الساحلى في منطقة الدراسة يتكون بشكل رئيسى من الصخور الرسوبية التى تنتمى إلى كل من العصر الرباعى والترياسى، شكل رقم (3)، والشكل رقم (4) يوضح قطاع ليثولوجى نموذجى للآبار المنفذة فى منطقة الدراسة. ويمكن تصنيف طبقات المياه الجوفية داخل منطقة الدراسة وفقا لموقعها إلى المجموعات التالية من الأعلى إلى القاعدة، وهى كما يلى:

- طبقة سطحية تمتد حتى رأس الضبعة موازية للساحل بسمك حوالى 10 متر من الرمل الجبرى (أوليتيك كربونات) من رواسب الحجر الجبرى الأوليتى ذات طبيعة مسامية للغاية وهى إمتداد رأسى للكثبان الرملية التى تعمل كمستجمعات لهطول الأمطار وبالتالي فهى تساعد على إعادة تغذية عدسات المياه العذبة التى تتركز على منسوب المياه المالحة الرئيسى.
- طبقة حاملة للمياه الجوفية من الحجر الجبرى (البليستوسين الأوليتى) بسمك حوالى 25 متر وتمثل أهم موارد المياه الجوفية فى المنطقة حيث يتراوح عمق منسوب المياه الجوفية بين 11 م و 15 م من سطح الأرض وتتراوح ملوحة المياه فيها بين 5 جم/لتر إلى 15 جم/لتر.
- طبقة حاملة للمياه الجوفية من الحجر الجبرى الرملى (البليوسين) يتراوح سمكها بين 30 و 60 متر.



- طبقة حاملة للمياه الجوفية من الحجر الجيري الدولوميت الطباشيري (الميوسين الأوسط) المشرخ بسمك يتراوح بين 100 متر إلى 170 متر والتي تحوى كميات كبيرة من المياه الجوفية وهى ذات إمتداد كبير رأسيا وأفقيا وتعتبر الطبقة الأهم حيث أن المياه فيها ذات نوعية جيدة تتراوح الملوحة من 1 جم/لتر إلى 15 جم/لتر. ويتراوح عمق منسوب المياه الجوفية فيها بين 13 متر و 32 متر من سطح الأرض.
- طبقة قاع طينية Clay Bed يبلغ سمكها حوالى 90 متر تعتبر الحد السفلى لخزان الحجر الجيرى الدولوميت.



شكل رقم (3): الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة

ومن هذه الدراسات والتجارب تبين مايلى:

- أن الطبقة التى يمكن إستهدافها لشحن المياه هى طبقة الحجر الجيرى الرملى وطبقة الدولوميت المشرخ وهى طبقات قادرة على إستيعاب تصرفات كبيرة للشحن وتمتد هاتان الطبقتان على عمق يبدأ من حوالى 10 متر حتى عمق حوالى 170 متر من سطح الأرض.










- القيمة المتوسطة لمعامل التوصيل الهيدروليكي للطبقات المستهدفة هي 0.001 م/ث وأن معامل النقل يبلغ حوالي 0.1 م<sup>2</sup>/ث ومعامل التخزين 0.005 على إعتبار أن هاتان الطبقتان عبارة عن خزان غير محصور يرتكز على طبقة غير منفذة من الطين.

**LITHOLOGICAL DESCRIPTION BY STEREO-BINOCULAR MICROSCOP**

Well Name:- MARASSI VILLAGE No.(1)

Date :15/1/2013 Well Location:- MARS MATROH ROAD – SIDI ABD EL RAHMAN

Depth :146 MT Drilling Company : ABAR ENG. CO .

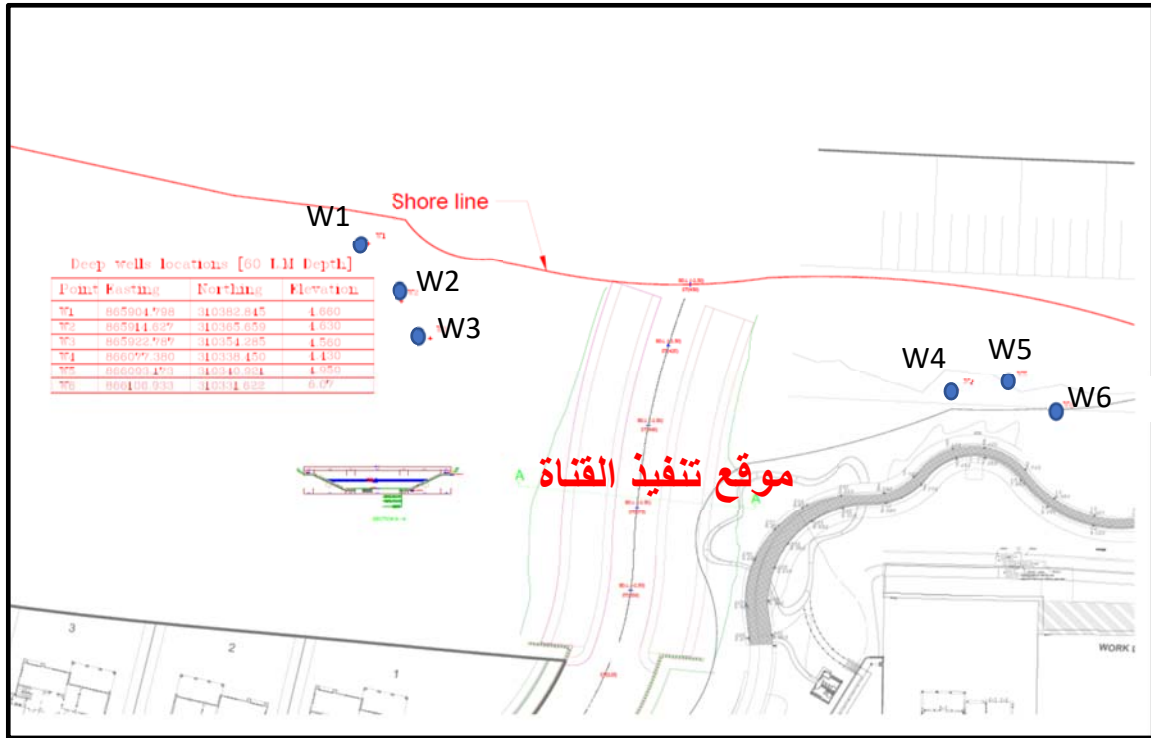
Depth M.		Description	LITHOLOGICAL PHOTO
From	TO		
0	8	<b>ROCK FRAGMENTS SOIL :-</b> Fine to medium sand occasionally coarse , Qz rounded , transparent , off white , hard with limestone macrocrystalline , hard , white .	
8	22	<b>LIMESTONE :-</b> Microcrystalline , chalky , soft , hard , white.	
22	52	<b>LIMESTONE :-</b> hard , off white chalky with sand Qz. medium hard , sub- rounded , off white , light gray , colorless .	
52	56	<b>CLAY:-</b> gray , sticky , limestone in part .	
56	90	<b>LIMESTONE:-</b> Macrocrystalline , light gray , off white , hard with V. fine sand occasionally medium , rounded, transparent, light gray , colorless , hard .	
90	108	<b>LIMESTONE:-</b> Light gray to gray , chalky , hard , microcrystalline , with coarse sand Qz. colorless , off white , gray .	
108	146	<b>LIMESTONE AND CLAY</b> Gray , sticky , hard , limestone in part , chalky , hard , off white , macrocrystalline .	

شكل رقم (4): قطاع ليثولوجي لأحد الآبار بمنطقة الدراسة



#### 4. بيانات آبار الشحن المنفذة للتخلص من مياه تجفيف موقع تنفيذ القناة

للتخلص من المياه الناتجة عن نظام تجفيف موقع قناة اللاجون فقد تم تنفيذ عدد 6 آبار عمق كل منها 60 متر ويوضح الشكل رقم (5) مواقع تنفيذ هذه الآبار والشكل رقم (6) يعرض صورة لأحد هذه الآبار، والجدول رقم (1) يوضح منسوب الأرض عند كل منها كما يوضح الجدول رقم (2) القطاع الليثولوجي لجسة البئر والشكل رقم (7) يوضح تصميم البئر ويشمل مناسيب وأقطار كل من القيسونات والمصافي. وقد تم قياس منسوب سطح المياه الجوفية الإستاتيكي قبل بدء الشحن ووجد على منسوب + 0.70.



شكل رقم (5): مواقع آبار الشحن





شكل رقم (6): أحد آبار الشحن

جدول رقم (1): منسوب سطح الأرض عند مواقع آبار الشحن

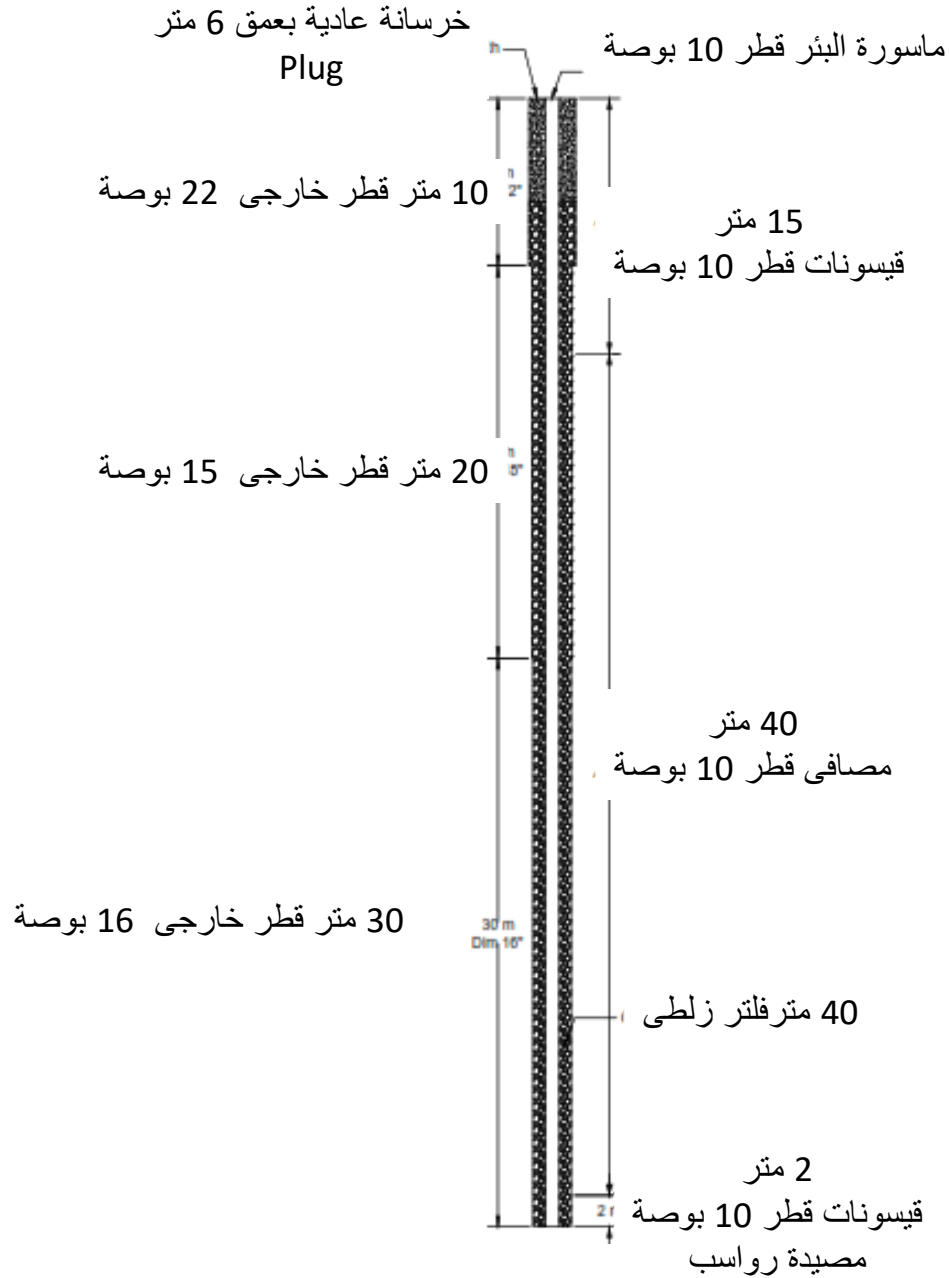
رقم البئر	W1	W2	W3	W4	W5	W6
منسوب الأرض	4.66	4.63	4.56	4.43	4.95	6.07



جدول رقم (2): القطاع الليثولوجى لجسة بئر الشحن

نوع التربة	العمق
حجر جيرى	من صفر إلى 8 متر
رمل	من 8 إلى 12 متر
رمل جيرى متماسك	من 12 إلى 15 متر
طفلة	من 15 إلى 17 متر
طفلة خفيفة	من 17 إلى 18 متر
حجر جيرى مرجانى متماسك	من 18 إلى 20 متر
رمل مرجانى	من 20 إلى 25 متر
دولوميت	من 25 إلى 27 متر
رمل مرجانى	من 27 إلى 29 متر
حجر جيرى مرجانى متماسك	من 29 إلى 33 متر
دولوميت	من 33 إلى 45 متر
رمل مرجانى	من 45 إلى 60 متر





شكل رقم (7): تصميم بئر الشحن



## 5. حساب عدد آبار الشحن اللازمة للتخلص من مياه التجفيف

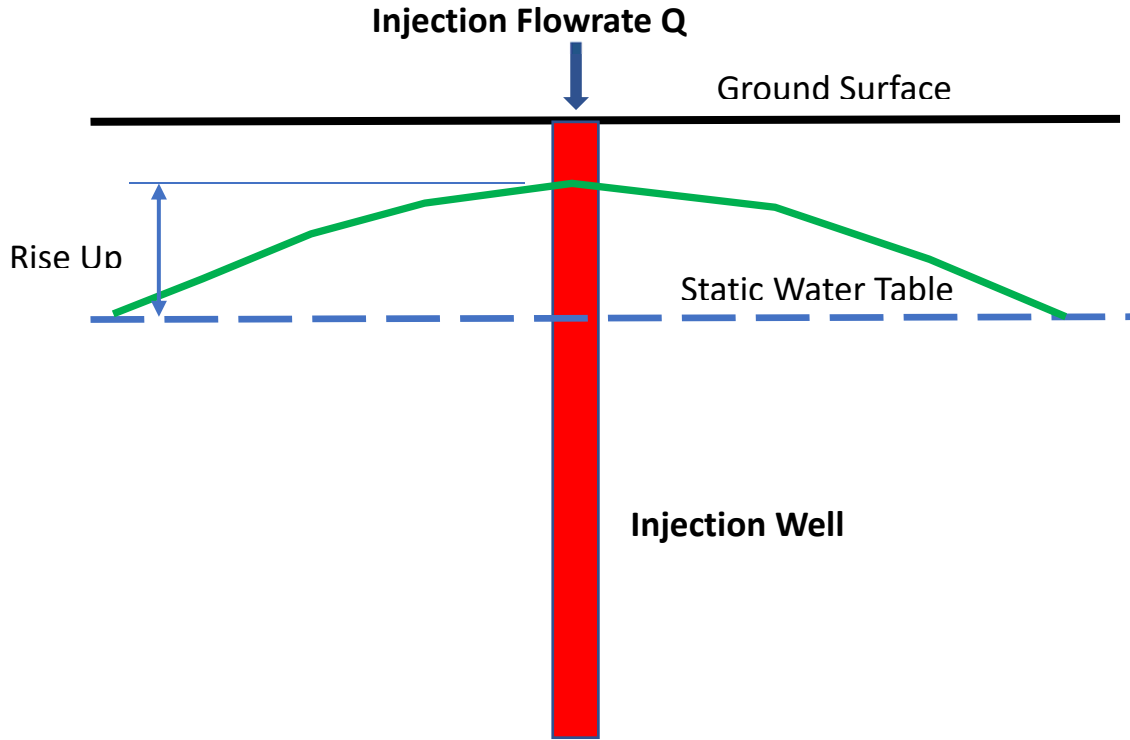
فى المشروعات المماثلة التى يكون فيها الإحتياج إلى تنفيذ آبار شحن للتخلص من المياه أو السوائل الغير مرغوب فيها Reject Fluids مثل تدوير البحيرات الصناعية Lake Circulation Disposal أو عادم محطات التحلية Reject Brine أو عادم المصانع أو مياه صرف المطر أو عادم محطات المعالجة .... إلخ، فإنه لتحديد عدد الآبار اللازمة لشحن تصرف معين يلزم إجراء تجربة شحن Injection Test فى موقع المشروع على بئر شحن إستكشافى Exploration Injection Test، شكل رقم (8).

فى هذه التجربة يتم الشحن فى هذا البئر بتصرفات مختلفة وقياس إرتفاع منسوب المياه الجوفية مع الزمن أثناء الشحن مقابل كل تصرف ومن ثم تحليل هذه القياسات لتحديد تصرف الشحن الآمن للبئر ومن ثم تحديد العدد اللازم لشحن التصرف الكلى للمشروع حتى لا يؤثر على الخزان الجوفى بالسالب سواء من الناحية الجيوتقنية أو من الناحية البيئية.

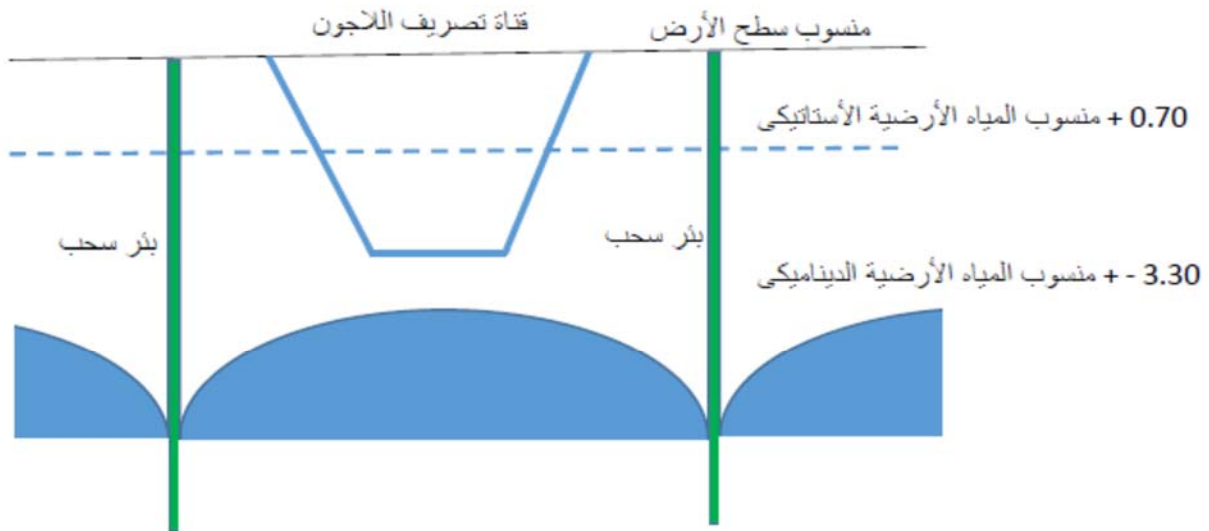
ونظرا لأنه فى المشروع الحالى لايمكن إجراء تجربة الشحن فإن الهدف الحالى للدراسة هو تحليل المعلومات المتوفرة نظريا بإستخدام المعادلات الرياضية المعتمدة فى هذا المجال لتحديد عدد الآبار التى يلزم إستخدامها للتخلص من ناتج نظام تجفيف موقع قناة تصريف دونما حدوث فيضان للمياه Flooding وضمان عدم تأثر الخزان الجوفى سلبيا.

وكما سبق تقديمه فإن نظام تجفيف قناة تصريف اللاجون مكون من 33 بئر ضخ بتصرف إجمالى 1666 م<sup>3</sup>/ساعة يعمل على خفض مناسيب المياه الأرضية فى كامل موقع القناة بعمق 4 متر للوصول بمناسيب المياه الأرضية حتى منسوب - 3.30، شكل رقم (9). وهذا التخفيض فى مناسيب المياه الجوفية فى موقع القناة أدى إلى إنخفاض مناسيب المياه الأرضية الأستاتيكية عند مواقع آبار الشحن أيضا وبالتالى عند تزامن الشحن والضخ ينتج منسوب للمياه الجوفية مركب من تأثير العمليتين معا كما هو موضح بالشكل رقم (10).



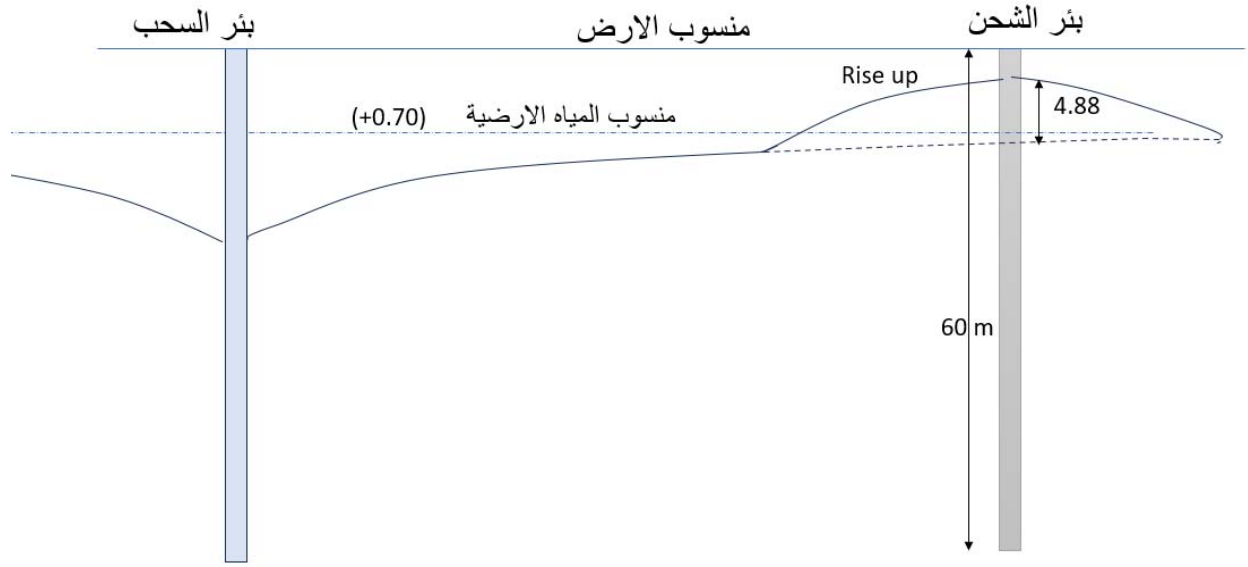


شكل رقم (8): مناسيب سطح المياه الجوفية قبل وأثناء الشحن



شكل رقم (9): مناسيب المياه الجوفية أثناء التجفيف





شكل رقم (10): مناسب المياه الجوفية أثناء التجفيف والشحن المتزامن

لتقييم عدد آبار الشحن اللازمة لإستيعاب وشحن المياه الناتجة عن نظام التجفيف بمعدل إجمالي بقيمة 1666 م<sup>3</sup>/ساعة فقد تم تطبيق معادلة باور **Bouwer** المعتمدة في هذا المجال تأسيساً على ماسبق من نتائج الدراسات وتجارب الضخ والحقن في منطقة الدراسة وذلك كما يلي:

$$Q = \frac{2 * \pi * K * L_w^2}{\ln\left(\frac{L_w}{r_w}\right) - 1}$$

**(Eq. 1) معادلة باور Bouwer**

$Q$  = the injection flowrate (m<sup>3</sup>/s)

$K$  = the hydraulic conductivity (m/s) = 0.001 m/s

$L_w$  = Rise up (m)

$r_w$  = well radius (m) = 0.125 m



لحساب مقدار إرتفاع منسوب المياه الجوفية عند آبار الشحن Rise Up فإنه يلزم أولاً حساب تأثير تخفيض مناسيب المياه الجوفية في موقع القناة على منسوبها عند مواقع آبار الشحن. وقد تم إستخدام المعادلة رقم (2) لحساب مجموع تأثير آبار السحب على منسوب المياه الجوفية عند أبعد بئر من آبار الشحن وهو البئر رقم W6 والذي يبعد عن آبار السحب بمسافات مختلفة.

$$D = \sqrt{h_2^2 - Q \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{\pi K}} \quad (\text{Eq.2})$$

Q = the pumping flowrate (50 m<sup>3</sup>/hr)

K = the hydraulic conductivity = 0.001 m/s = 3.6 m/hr

r<sub>2</sub> = Influence radius (127 m) طبقاً لتقرير نظام التجفيف

r<sub>1</sub> = distance from W6 to the lagoon (variable; 95,100,120)

h<sub>2</sub> = static head = 55 m

يلاحظ أنه قد تم حساب تأثير الآبار التي يقل بعدها عن قطر دائرة تأثير آبار السحب المحدد في تقرير دراسة نظام التجفيف وهو 127 متر. ومن حسابات المعادلة (2) ينتج أن مجموع قيم الهبوط عند موقع البئر W6 يساوى 0.7 متر، أى أن منسوب المياه الأستاتيكي هبط إلى منسوب صفر. وحيث أنه لم يحدث فيضان من أى من الآبار أثناء الشحن فإن إرتفاع المياه داخل البئر Rise up لم يتخطى المنسوب المتوسط لسطح الأرض وهو 4.18 لذلك فإن قيمة إرتفاع منسوب المياه الجوفية نتيجة الشحن يمكن حسابها كالتالى:

$$L_w = 4.18 \text{ m} + 0.70 \text{ (total drawdown due to influence of pumping wells)} = 4.88 \text{ m}$$

بالتعويض في معادلة (1) لحساب تصرف الشحن المقابل لهذه القيمة ينتج:

$$\text{تصرف الشحن للبئر الواحد} = 158 \text{ متر}^3/\text{ساعة}$$

$$\text{وبالتالى يكون العدد اللازم من الآبار} = 158/1666 = 8.5 \text{ بئر}$$

مما يعنى أن العدد اللازم من آبار الشحن = 9 آبار.



## 6. الخلاصة والإستنتاج

هدف هذه الدراسة هو التحقق من العدد اللازم من آبار الشحن للتخلص من المياه الناتجة عن مشروع تحفيف موقع قناة اللاجون أثناء تنفيذها في منتجع مراسى بالساحل الشمالى. ولتحقيق هذا الهدف تم تجميع البيانات عن آبار الشحن التى تم تنفيذها فى الموقع وهى بعدد 6 آبار كما تمت مراجعة تقرير تصميم نظام التجفيف وكذلك الدراسات السابقة ونتائج تجارب الضخ والشحن التى تمت فى منطقة الدراسة ومن ثم تم تحليل هذه المعلومات والبيانات وحساب عدد الآبار اللازم لشحن التصريف الكلى الناتج عن التجفيف فى الخزان الجوفى بتطبيق معادلة (باور) Bouwer المعتمدة فى هذا المجال والتى أوضحت ما يلى:

أن المشروع كان يحتاج إلى عدد 9 آبار وهو ما كانت ستوصى به أى دراسة تمت قبل بدأ المشروع وهذا يعنى أن شحن المياه الناتجة عن عملية تحفيف موقع تنفيذ قناة اللاجون فى الخزان الجوفى كان لايمكن أن يتم دون فيضان الآبار لو كان عدد الآبار المنفذة أقل من الستة آبار التى نفذت بالفعل والتى حققت الهدف عمليا على أرض الواقع.



ملحق رقم (1)  
تقرير تصميم نظام تجفيف موقع قناة الالاجون  
إعداد مكتب (التونى - نظير)