

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



مقدم إلى

شركة المهندسون المتحدون للمقاولات والторيدات

سبتمبر 2024

المحتويات

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

قائمة الأشكال

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

قائمة الجداول

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

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

الملحق رقم (1): تقرير تصميم نظام تجفيف موقع قناة اللافجون 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

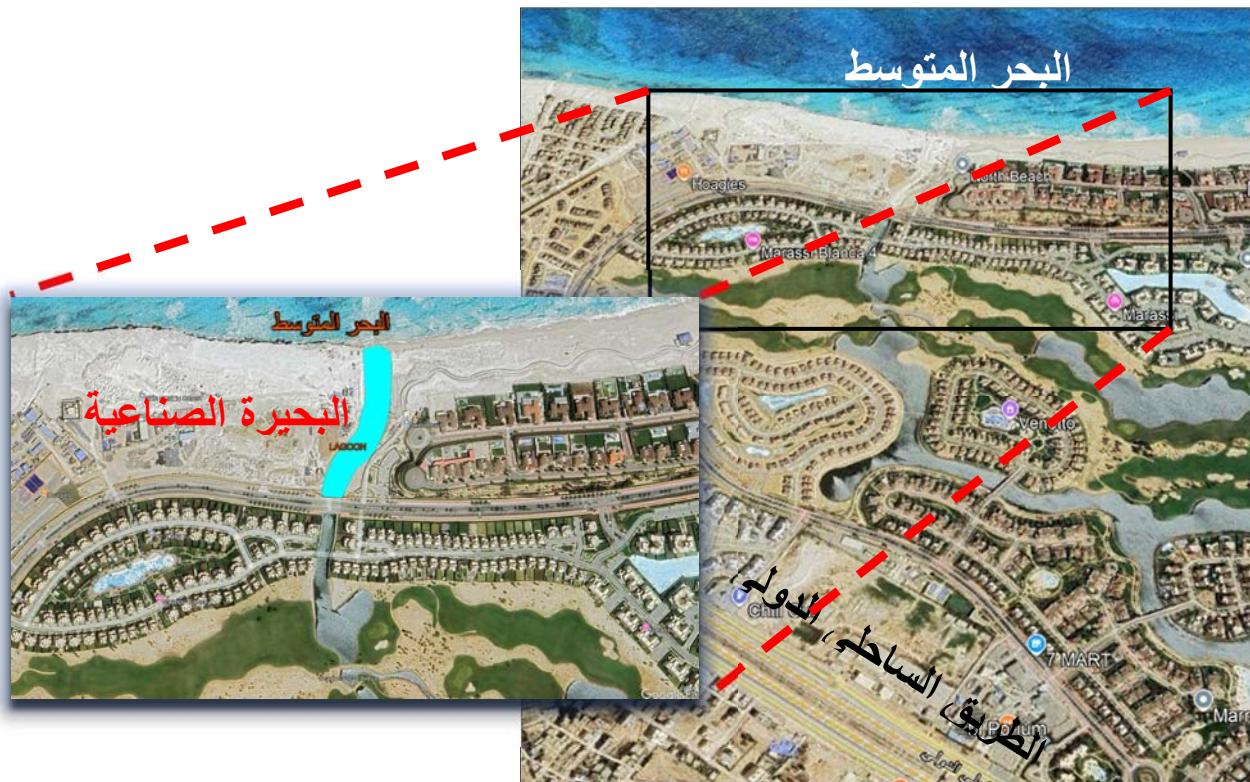
منتجع مراسى - سيدى عبد الرحمن

1. مقدمة

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

تهدف هذه الدراسة إلى استخدام البيانات المتاحة للتحقق من قدرة وكفاءة الآبار المنفذة وعددتها 6 آبار على حقن كمية المياه التي تم بزلها بواسطة شبكة التجفيف - أثناء مراحل تنفيذ القناة - في الخزان الجوفي دونما حدوث فيضان Flooding للمياه خارج الآبار. وبناء على هذا التكليف قمنا بتجميع البيانات المتاحة وتشمل: خريطة المشروع مبين عليها موقع آبار الحقن ومناسب سطح الأرض - القطاع الليثولوجي للأبار المنفذة - تصميم الآبار ويشمل أطوال ومناسب القيسونات والمصافي. وقد تم تدعيم هذه البيانات بالخريطة الهيدروجيولوجية للموقع ونتائج الدراسات الهيدروجيولوجية السابقة للمنطقة وتم عرض وتحليل هذه البيانات وإجراء مراجعة نتائج الحقن في الآبار المنفذة في مشروع مراسى المستخدمة في صرف مياه محطة التحلية وذلك للوقوف على مناسب الطبقات التي يمكن صرف ناتج التجفيف عليها وكذلك تحديد خصائصها الهيدروليكيه المتمثلة في معامل التوصيل الهيدروليكي ومعامل التخزين اللذان يلعبان دورا رئيسيا في قدرة هذه الطبقات في إستيعاب مياه الشحن عن طريق الآبار دونما أية أضرار للخزان الجوفي. تأسسا على ذلك فقد تم

استخدام المعادلات المعتمدة في هذا المجال في حساب عدد آبار الشحن اللازمة في تصريف المياه الناتجة من نظام التجفيف ومن ثم عرض نتائج التحليل والإستنتاجات كما هو موضح في 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)، دراسة 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 و عمق حفر 4.8 متر، شكل رقم (2) يعرض صورة لقناة. وبناء على معامل التوصيل وخصائص سماكة الطبقة الحاملة للمياه (رمل طمى

ناعم) بعمق 22.5 متر كان التصرف الإجمالي لنظام التجفيف المقترن بقيمة **1666 م³/ساعة** وعليه فقد تم تنفيذ عدد 33 بئر بحيث يكون تصرف كل بئر 50 م³/ساعة وذلك لتحقيق تخفيض في منسوب المياه الأرضية بالموقع كله يصل إلى 4 متر تحت منسوب سطح المياه الأرضية للقيام بأعمال الحفر والتدبيش للفناة تحت ظروف الجفاف التام.

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



شكل رقم (2): قناة اللاجون

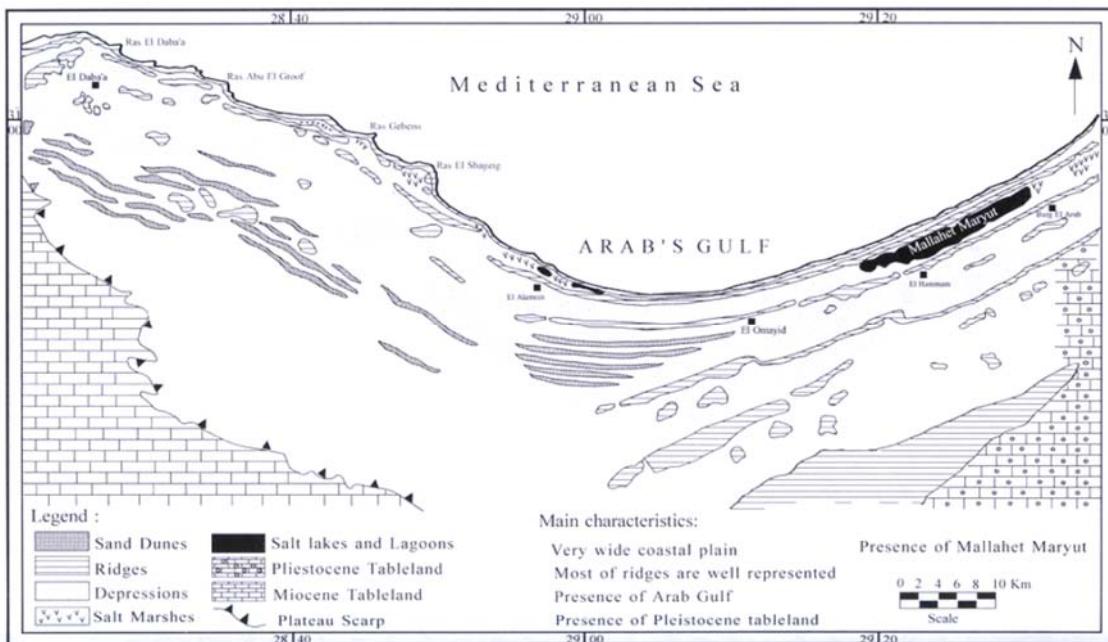
3. نتائج مراجعة الدراسات الهيدروجيولوجية وتجارب الضخ والشحن السابقة

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 للخزان الجوفي الساحلي وطبقاته المختلفة الحاملة للمياه Water Bearing Formations وإمتداداتها وسمكها وعلاقتها ببعضها البعض وكذلك لتقدير المعاملات الهيدروليكيه لهذه الطبقات المتمثلة في معامل التوصيل الهيدروليكي Hydraulic Conductivity ومعامل النقل Transmissibility ومعامل التخزين Storativity حيث تعبّر هذه المعاملات عن قدرة طبقات الخزان على حركة المياه الجوفية ونقلها وتخزينها مما يسمح بضخ المياه كمصدر مائي أو شحن راجع تدوير البحيرات أو راجع محطات التحلية.

من هذه الدراسات والتجارب أتضح أن الخزان الجوفي الساحلي في منطقة الدراسة يتكون بشكل رئيسي من الصخور الرسوبيه التي تتتمى إلى كل من العصر الرباعي والتریاپی، شكل رقم (3)، والشكل رقم (4) يوضح قطاع ليثولوجي نموذجي للأبار المنفذة في منطقة الدراسة. ويمكن تصنيف طبقات المياه الجوفية داخل منطقة الدراسة وفقاً لموقعها إلى المجموعات التالية من الأعلى إلى القاعدة، وهي كما يلى:

- طبقة سطحية تمتد حتى رأس الضبعة موازية للساحل بسمك حوالي 10 متر من الرمل الجيري (أوليتيك كربونات) من رواسب الحجر الجيري الأولي ذات طبيعة مسامية للغاية وهي إمتداد رأسى للكثبان الرملية التي تعمل كمستجمعات لهطول الأمطار وبالتالي فهى تساعد على إعادة تغذية عدسات المياه العذبة التي ترتكز على منسوب المياه المالحة الرئيسي.
- طبقة حاملة للمياه الجوفية من الحجر الجيري (البليستوسين الأولي) بسمك حوالي 25 متر وتمثل أهم موارد المياه الجوفية في المنطقة حيث يتراوح عمق منسوب المياه الجوفية بين 11 م و15 م من سطح الأرض وتتراوح ملوحة المياه فيها بين 5 جم/لتر إلى 15 جم/لتر.
- طبقة حاملة للمياه الجوفية من الحجر الجيري الرملي (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 حوالي 90 متر تعتبر الحد السفلى لخزان الحجر الجيري الدولوميت.



شكل رقم (3): الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة

ومن هذه الدراسات والتجارب تبين مايلي:

- أن الطبقة التي يمكن إستهدافها لشحن المياه هي طبقة الحجر الجيري الرملى وطبقة الدولوميت المشرخ وهى طبقات قادرة على إستيعاب تصرفات كبيرة لشحن وتمتد هاتان الطبقتان على عمق يبدأ من حوالي 10 متر حتى عمق حوالي 170 متر من سطح الأرض.

القيمة المتوسطة لمعامل التوصيل الهيدروليكي للطبقات المستهدفة هي $0.001 \text{ م}/\text{ث}$ وأن معامل النقل يبلغ حوالي $0.1 \text{ م}^2/\text{ث}$ ومعامل التخزين 0.005 على اعتبار 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

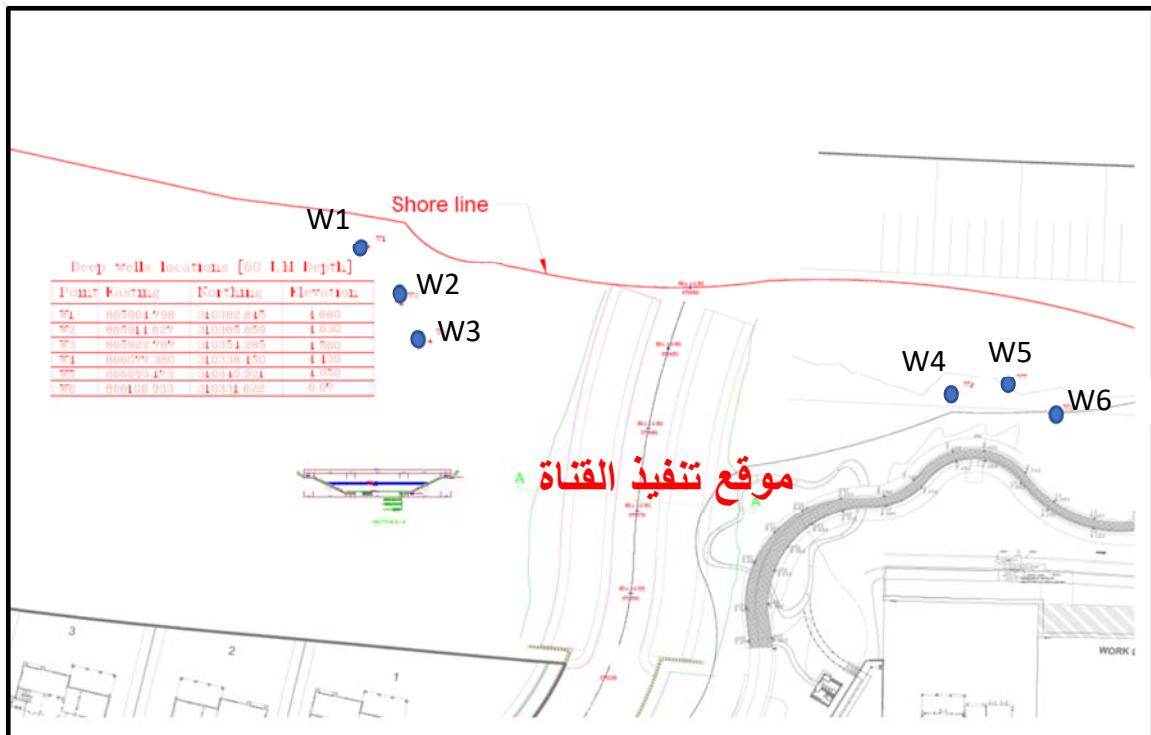
Depth :146 MT Drilling Company : ABAR ENG. CO .

Depth M.		Description	LITHOLOGICAL PHOTO
From	To		
0	8	ROCK FRAGMENTS SOIL :- Fine to medium sand occasionally coarse , Qz rounded , transparent , off white , hard with limestone macrocrystalline , hard , white .	
8	22	LIMESTONE :- Microcrystalline , chalky , soft , hard , white.	
22	52	LIMESTONE :- hard, off white chalky with sand Qz. medium hard , sub- rounded , off white , light gray , colorless .	
52	56	CLAY:- gray , sticky , limestone in part .	
56	90	LIMESTONE:- Macrocrystalline , light gray , off white , hard with V. fine sand occasionally medium , rounded, transparent, light gray , colorless , hard .	
90	108	LIMESTONE:- Light gray to gray , chalky , hard , microcrystalline , with coarse sand Qz. colorless , off white , gray .	
108	146	LIMESTONE AND CLAY 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) موقع 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 لجسه البئر والشكل رقم (7) يوضح تصميم البئر ويشمل مناسيب وأقطار كل من القيسونات والمصافي. وقد تم قياس منسوب سطح المياه الجوفية الإستاتيكى قبل بدء الشحن ووُجد على منسوب + 0.70.



شكل رقم (5): موقع آبار الشحن



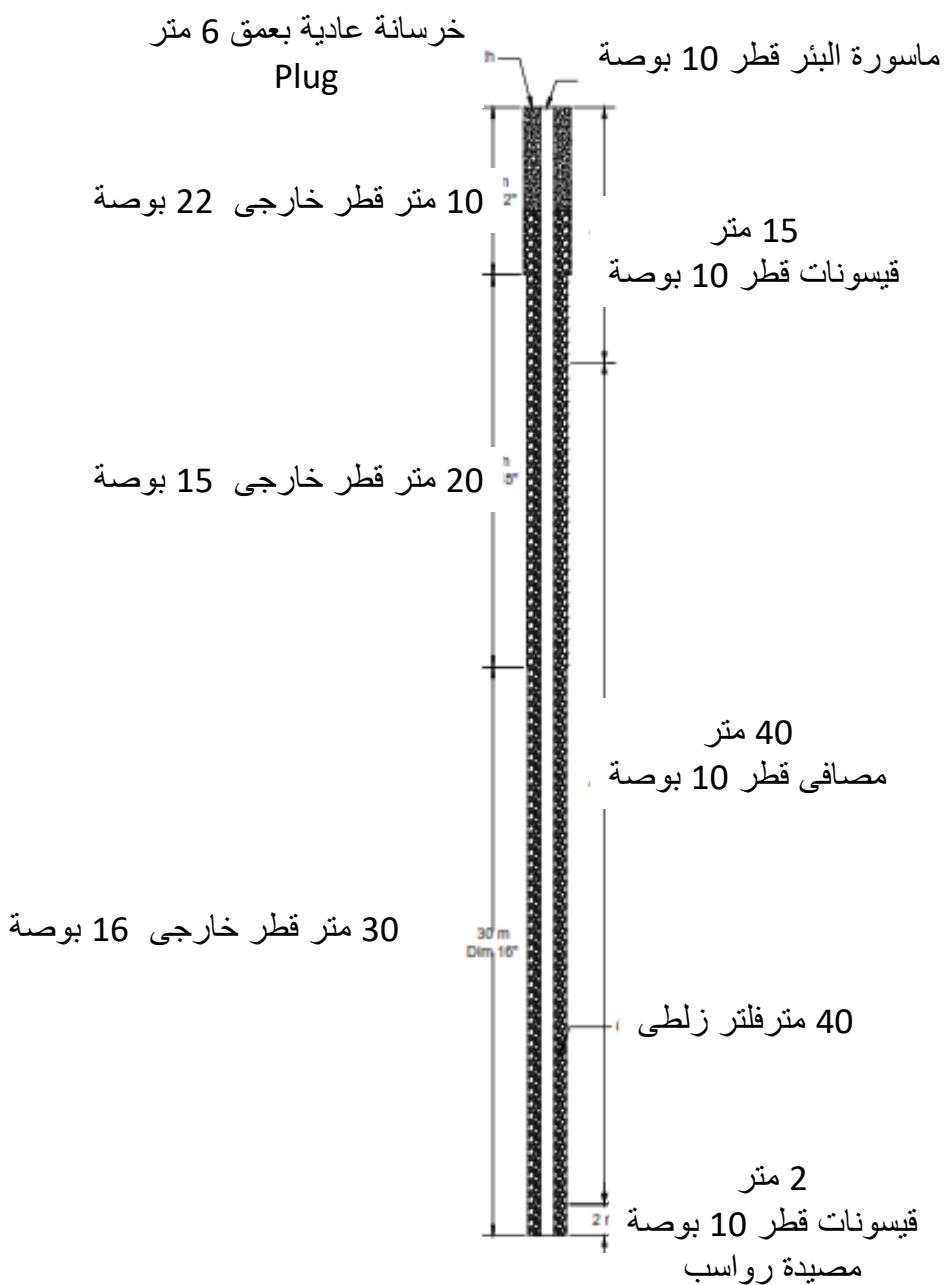
شكل رقم (6): أحد آبار الشحن

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

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

جدول رقم (2): القطاع الليثولوجى لجسدة بئر الشحن

نوع التربة	العمق
حجر جيري	من صفر إلى 8 متر
رمل	من 8 إلى 12 متر
رمل جيري متماسك	من 12 إلى 15 متر
طفلة	من 15 إلى 17 متر
طفلة خفيفة	من 17 إلى 18 متر
حجر جيري 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 جيري 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

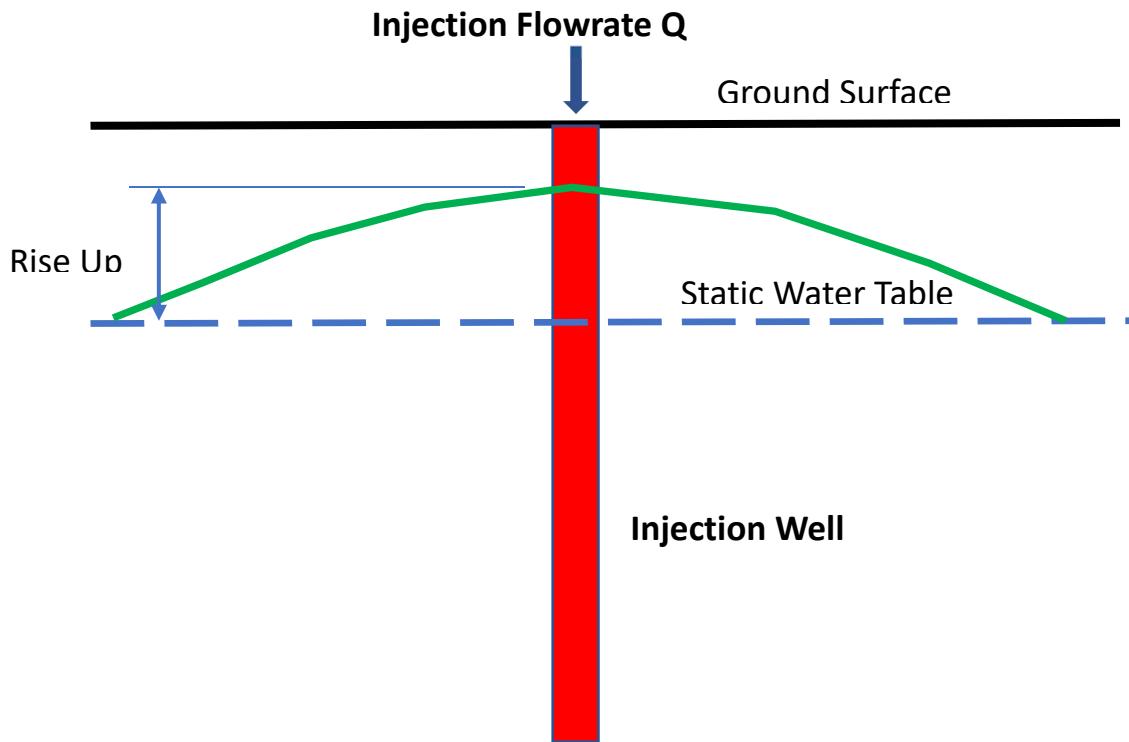
5. حساب عدد آبار الشحن الالزمة للتخلص من مياه التجفيف

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 المعالجة Reject Brine أو عادم المصانع أو مياه صرف المطر أو عادم محطات التجفيف إلخ، فإنه لتحديد عدد الآبار الالزمة لشحن تصرف معين يلزم إجراء تجربة شحن Injection Test فى موقع المشروع على بئر شحن إستكشافى Exploration Injection Test، شكل رقم (8).

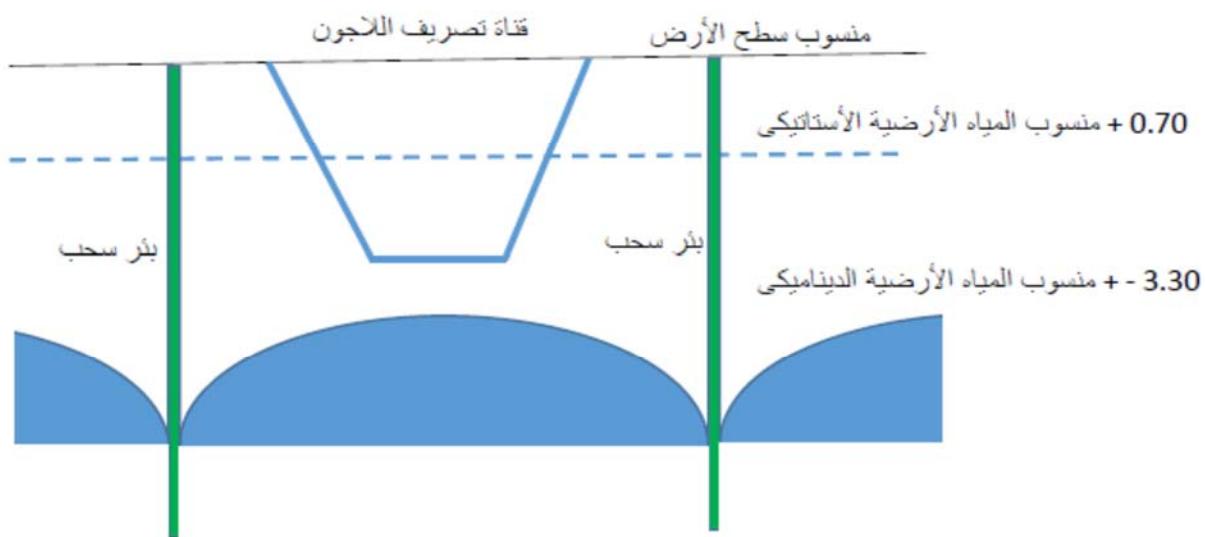
فى هذه التجربة يتم الشحن فى هذا البئر بتصرفات مختلفة وقياس ارتفاع منسوب المياه الجوفية مع الزمن أثناء الشحن مقابل كل تصرف ومن ثم تحليل هذه القياسات لتحديد تصرف الشحن الآمن للبئر ومن ثم تحديد العدد اللازم لشحن التصرف الكلى للمشروع حتى لا يؤثر على الخزان الجوى بالسالب سواء من الناحية الجيوتكنية أو من الناحية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

ونظراً لأنه فى المشروع الحالى لا يمكن إجراء تجربة الشحن فإن الهدف الحالى للدراسة هو تحليل المعلومات المتوفرة نظرياً 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 الجوى سلبياً.

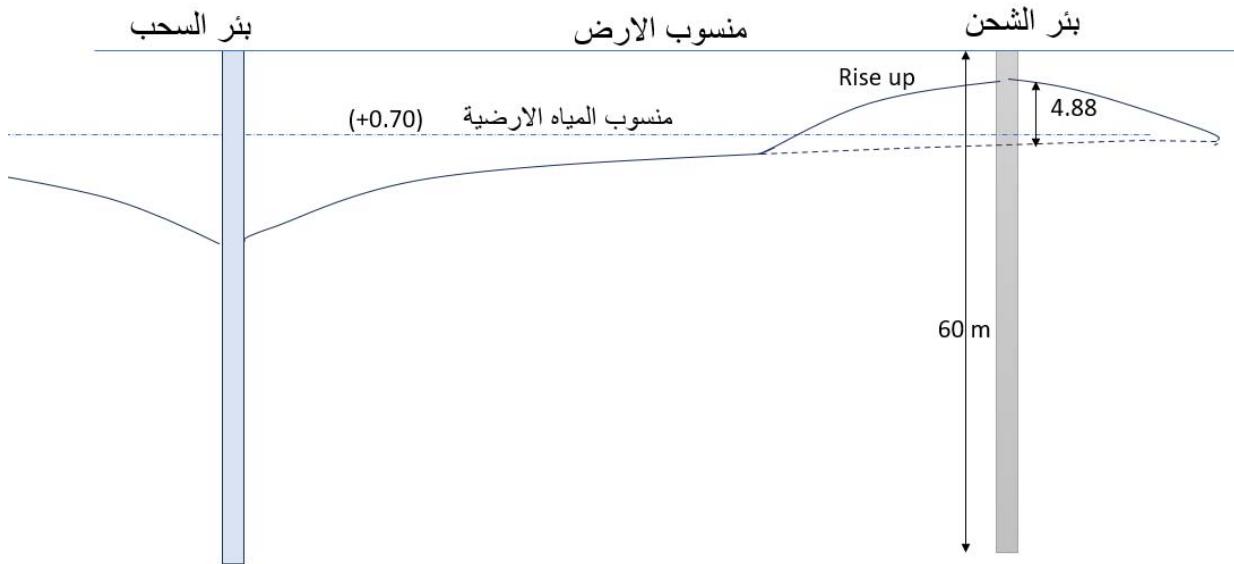
وكما سبق تقديمـه فإن نظام تجفيف قناة تصريف اللاجون مكون من 33 بئر ضخ بتصرف إجمالي $1666 \text{ م}^3/\text{ساعة}$ يعمل على خفض مناسيب المياه الأرضية فى كامل موقع القناة بعمق 4 متر للوصول بمناسيب المياه الأرضية حتى منسوب - 3.30، شكل رقم (9). وهذا التخفيض فى مناسيب المياه الجوفية فى موقع القناة أدى إلى إنخفاض مناسيب المياه الأرضية الأستاتيكى عند موقع آبار الشحن أيضاً وبالتالي عند تزامن الشحن والضخ ينتج منسوب للمياه الجوفية مركب من تأثير العمليتين معاً 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 الماء الجوفية أثناء التجفيف والشحن المتزامن

لتقييم عدد آبار الشحن اللازمة لإستيعاب وشحن المياه الناتجة عن نظام التجفيف بمعدل إجمالي بقىمة $1666 \text{ م}^3/\text{ساعة}$ فقد تم تطبيق معادلة باور **Bouwer** المعتمدة في هذا المجال تأسيساً على ما سبق من نتائج الدراسات وتجارب الضخ والحقن في منطقة الدراسة وذلك كما يلى:

$$Q = \frac{2 * \pi * K * L_w^2}{\ln(\frac{L_w}{r_w}) - 1} \quad \text{معادلة باور (Eq. 1)}$$

Q = the injection flowrate (m^3/s)

K = the hydraulic conductivity (m/s) = $0.001 \text{ m}/\text{s}$

L_w = Rise up (m)

r_w = well redius (m) = 0.125 m

لحساب مقدار إرتفاع منسوب المياه الجوفية عند آبار الشحن Rise Up فإنه يلزم أولا حساب تأثير تخفيض مناسيب المياه الجوفية في موقع القناة على منسوبها عند موقع آبار الشحن. وقد تم استخدام 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 ($50 \text{ m}^3/\text{hr}$)

K = the hydraulic conductivity = $0.001 \text{ m/s} = 3.6 \text{ m/hr}$

r_2 = Influence radius (127 m) طبقاً لتقرير نظام التجفيف

r_1 = distance from W6 to the lagoon (variable; $95, 100, 120$)

h_2 = 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 m . ومن حسابات المعادلة (2) ينتج أن مجموع قيم الهبوط عند موقع البئر W6 يساوى 0.7 m , أي أن منسوب المياه الأستاتيكي هبط إلى منسوب صفر. وحيث أنه لم يحدث فيضان من أي من الآبار أثناء الشحن فإن إرتفاع المياه داخل البئر up لم يتخطى المنسوب المتوسط لسطح الأرض وهو 4.18 m لذلك فإن قيمة إرتفاع منسوب المياه الجوفية نتيجة الشحن يمكن حسابها كالتالي:

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

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

تصريف الشحن للبئر الواحد = $158 \text{ m}^3/\text{ساعة}$

وبالتالي يكون العدد اللازم من الآبار = $158/1666 = 8.5 = 9$ بئر

مما يعني 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 تجفيف موقع قناة اللاجون أثناء تنفيذها في منتجع مرمسي بالساحل الشمالي. ولتحقيق هذا الهدف تم تجميع البيانات عن آبار الشحن التي تم تنفيذها في الموقع وهي بعدد 6 آبار كما تمت مراجعة تقرير تصميم نظام التجفيف وكذلك الدراسات السابقة ونتائج تجارب الضخ والشحن التي تمت في منطقة الدراسة ومن ثم تم تحليل هذه المعلومات والبيانات وحساب عدد الآبار اللازم لشحن التصرف الكلى الناتج عن التجفيف في الخزان الجوفي بتطبيق معادلة (باور) Bouwer المعتمدة في هذا المجال والتي أوضحت ما يلى:

أن المشروع كان يحتاج إلى عدد 9 آبار وهو ما كانت ستوصى به أي دراسة تمت قبل بدأ المشروع وهذا يعني أن شحن المياه الناتجة عن عملية تجفيف موقع تنفيذ قناة اللاجون في الخزان الجوفي كان لا يمكن أن يتم دون فيضان الآبار لو كان عدد الآبار المنفذة أقل من الستة آبار التي نفذت بالفعل والتي حققت الهدف عمليا على أرض الواقع.

ملحق رقم (1)

تقرير تصميم نظام تجفيف موقع قناة الاجون

إعداد مكتب (التونى - نظير)