

دراسة مقارنة لمختلف أعمال المسح الطبوغرافي البحري الشاطئي

الدكتور محسن أحمد*

الدكتور منير يحيى**

(تاريخ الإيداع 15 / 7 / 2015. قُبل للنشر في 3 / 8 / 2015)

□ ملخص □

يهدف البحث إلى إنجاز دراسة نظرية وعملية للشبكات الجيوديزية المرتبطة بالأعمال البحرية الشاطئية، سواءً كانت أفقية أو ارتفاعية، مع عرض الطرق والأجهزة المستخدمة في إنجاز أعمال المسح الطبوغرافي في كل من الجزئين البري والبحري. في الجزء النظري تم التطرق إلى الأشكال الخاصة للشبكات الجيوديزية التي تميز الأعمال البحرية الشاطئية، والتي تأخذ شكلها من الخصائص المورفولوجية لطبيعة الأرض المنشأة عليها الشبكة، والخصائص العددية التي تميز كل بناء مقترح للشبكة. في الجزء العملي تم عرض نتائج القياسات ونتائج التعديل لبعض أشكال الشبكات الجيوديزية الشاطئية المنفذة، لعدة أشكال من الأعمال (إنجاز رفع طبوغرافي ضمن حوض قائم ومستثمر بغرض إنشاء مزلقان، إنجاز أعمال مساحية شاطئية بغرض إنشاء رصيف جديد، إنجاز أعمال مساحية شاطئية من أجل تحديد التشوهات في رصيف بحري قائم، تعزيل أحواض السفن من الطمي والرسوبيات). تم استعراض البرمجيات المساعدة في إنجاز تلك الأعمال البحرية، بغاية الحصول على المخططات البحرية النهائية وقد خلص البحث إلى مقترحات محددة بشأن الشبكات الارتفاعية الجيوديزية المدروسة، وتحديد أجزاء البرمجيات المتعلقة بالأعمال البحرية المختلفة وطرق الاستفادة منها.

الكلمات المفتاحية: مساحة بحرية، مرفأ، شبكة مراقبة جيوديزية، برنامج الرسم المساحي، برامج تعديل مساحي.

* أستاذ مساعد - قسم الهندسة الطبوغرافية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

* أستاذ مساعد - قسم الهندسة الطبوغرافية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Comparative study for various types of the topographic survey on the coast

Dr. Mouhsen Ahmad*
Dr. Monir yahia**

(Received 15 / 7 / 2015. Accepted 3 / 8 / 2015)

□ ABSTRACT □

The research aims to complete the study of the theory and operation of networks geodesic associated marine beach, whether horizontal or vertical, with display rods and devices used in completion of topographic survey of networks in both land and marine parts.

In theoretical part it was addressed to specific shapes networks geodesic which distinguish maritime works beach that takes the form of the morphological characteristics of the natural land of each building proposed network, and the numerical characteristics of each building proposed networks.

In the practical part the results of measurements and amendments was presented to some forms of executed geodesic beach networks for several forms of works: (topographic raise achievements within the existing and investor basin in order to establish a slider, completion of the cadastral beach works in order to determine distortions in the existing pier, clean the shipyard of silt and sediment.

Software has been reviewed to assist in completing marine works, utmost to obtain the final marine charts.

The research concluded that specific proposals on vertical geodetic networks studies, and identify the various parts of software related to marine works and ways to take advantage of them.

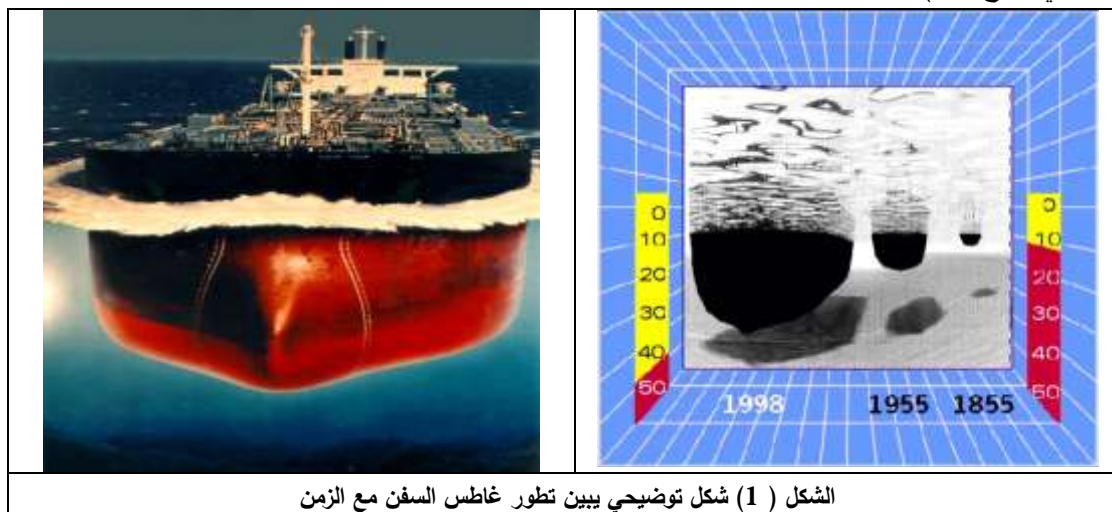
Keywords: Hydrographic Surveying, port, control geodetic network, Drawing Survey program, adjusting survey programs.

* Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تعتبر المرافئ الرثة التي تنتفس منها البلدان اقتصادياً واجتماعياً، كما لا يخفى أثرها الثقافي بكونها ممر لتمازج الحضارات وتفاعلها على مر العصور، لذا من الأهمية بمكان الاهتمام ببناء المرافئ، ومواكبة آخر المستجدات التقنية المؤثرة في عملية التشييد (سواء الجزء البري المتمثل بالأرصفة و ساحات التخزين ومستودعات تفريغ وشحن البضائع مع مختلف تجهيزاتها الميكانيكية والكهربائية، أو الجزء البحري المتمثل بحوض رسو السفن وقناة الدخول والخروج من المرفأ وما يتعلق بهما من تحقيق لعمق الغاطس شكل (1) وحركة الأمواج والتيارات وتأثير ذلك على كمية الطمي المتشكل في القاع ...) [9,1].



الشكل (1) شكل توضيحي يبين تطور غاطس السفن مع الزمن

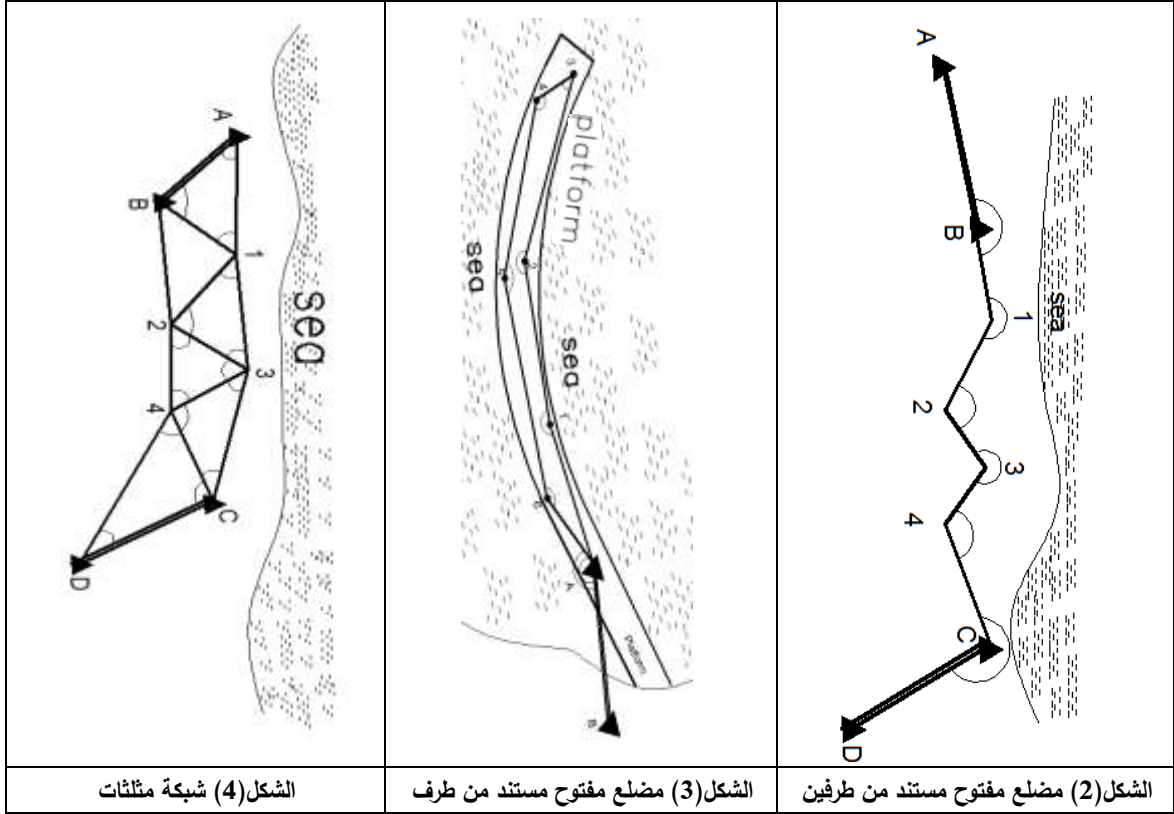
أهمية البحث وأهدافه

تكمن أهمية البحث في دراسة الشبكات الجيوديزية الأفقية والارتفاعية من حيث شكل الشبكة الجيوديزية ومطابقتها وطرق القياس المستخدمة، واستعراض طرق الرفع الطبوغرافي البحري للمناطق القريبة من الشاطئ والمفاضلة بينها، وكيفية استخلاص النتائج النهائية من مخططات القياس الطبوغرافية واستخدام التقنيات البرمجية المتوفرة، لبعض أنواع الأعمال المدنية البحرية (إنجاز رفع طبوغرافي ضمن حوض قائم ومستثمر بغرض إنشاء مزلقان، إنجاز أعمال مساحية شاطئية بغرض إنشاء رصيف جديد، تعزير أحواض السفن من الطمي والرسوبيات).

طرائق البحث ومواده

لإنجاز البحث كان من الضروري الإحاطة بأنواع الشبكات الأفقية والارتفاعية المستخدمة في أعمال المسح الشاطئي، والتصميم الهندسي لهذه الشبكات ، وأسس توزع نقاط الشبكة على امتداد الشاطئ [1,8] . حيث من الملاحظ أن الشبكة الجيوديزية الأفقية والارتفاعية للمنشآت الشاطئية تأخذ شكل الشاطئ البحري وتتناغم معه، وهي إما أن تكون على شكل مضلع مفتوح مستند على قاعدتين، الشكل (2) أو قاعدة واحدة في بداية المضلع يتم الإغلاق عليه بمضلع راجع غير مشترك مع نقاط المضلع الأساسي (يستخدم هذا النوع من الشبكات عند بنائها على مكاسر الأمواج أو الشواطئ ذات الامتداد السهلي الضيق) (الشكل (3) . أو على شكل سلسلة شبكة مثلثات موازية للشاطئ

(الشكل (4))، أما الشبكة الارتفاعية فعادة يتم تصميمها بحيث تكون نقاطها مشتركة مع نقاط الشبكة الأفقية، وهذا مهم خلال عملية إجراء القياسات الحقلية [1,8].



عند دراسة الشبكات الأفقية سوف نعلم المعايير الإحصائية التالية لتقييم أدائها [5,10] كما هو وارد في الجدولين (1 , 2).

جدول 1 توابع الهدف للدقة المحلية من أجل تحسين الشبكة الجيوديزية

Accuracy Objective Functions		
Local	Helmert point error	$Z = m_{P_1} = \sqrt{m_{X_1}^2 + m_{Y_1}^2 + m_{Z_1}^2}$
	Werkmeister point error	$Z = w_{P_1} = m_X m_Y m_Z$
	Helmert point error ellipsoid semi-axes	$Z = A_H = m_0 \sqrt{\lambda_1}; B_H = m_0 \sqrt{\lambda_2}; C_H = m_0 \sqrt{\lambda_3}$

جدول (2) توابع الهدف للدقة العامة من أجل تحسين الشبكة الجيوديزية

Global	Mean coordinate error	$Z = m_x, m_y, m_z = m_0 \sqrt{\frac{\text{tr}(Q_{xx})}{3p}}$
	Objective Function for A-Optimal Network	$Z = \text{tr}(Q_{xx}) = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_{3p} = \sum_{i=1}^{3p} \lambda_i$
	Objective Function for D-Optimal Network	$Z = \det(Q_{xx}) = \lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_{3p} = \prod_{i=1}^{3p} \lambda_i$
	Objective Function for E-Optimal Network	$Z = \lambda_{\max}$
	Objective Function for S-Optimal Network	$Z = \lambda_{\max} - \lambda_{\min}$
	Objective Function for I-Optimal Network	$Z = 1 - \lambda_{\min} / \lambda_{\max}$

في المعادلات أعلاه، m_x, m_y, m_z هي الانحرافات المعيارية للإحداثيات المجهولة، (λ_i) هي القيم المميزة من مصفوفة الشكل.

منهجية البحث:

1- موقع البحث و تصاميم شبكات المراقبة الأفقية:

تم تنفيذ الدراسة على مواقع عدة في الشريط الساحلي للجمهورية العربية السورية (مرفأ اللاذقية رفع طبوغرافي و حساب كميات تعزير الطمي لمناطق مختلفة من حوض المرفأ ، مرفأ طرطوس رفع طبوغرافي لإنشاء مزلقان، مرفأ طرطوس إنشاء رصيف جديد، مرفأ طرطوس حساب التشوهات الحاصلة في رصيف منجز وقيد الاستثمار ، شاطئ بانياس وشاطئ مخيم الطلائع لحساب التغيرات الشاطئية بتأثير أمواج وتقدم البحر)

1-1- دراسة الخصائص العددية ومخطط القياس لمختلف تصاميم الشبكات الأفقية الشاطئية:

كما ذكرنا في الفقرة (3) فإنه ستم المفاضلة ما بين ثلاث أنواع رئيسية من الشبكات الجيوديزية الممكن تنفيذها، وباعتماد المعايير الواردة في الجدولين (1 و 2) Bardaa لتحقيق الأمان الداخلي للشبكة، [11,3] حيث $(\pi = I - A \cdot (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot P)$ ، $\pi_{ii} \geq 0.5$ و عناصر القطر الرئيسي للمصفوفة المحسوبة π ، والنتائج الحاصلة تتوافق مع ما هو وارد في معايير توابع الهدف في تحسين الشبكات الجيوديزية. نبين في يلي النتائج العدية لمختلف أنواع الشبكات المقترحة في الجداول (3) و (4) و (5) ، من مناقشة الجداول الثلاث السابقة، يمكن التوصل إلى أنه يفضل إنجاز الشبكة الجيوديزية الشاطئية على شكل شبكة مثلثات (الشكل (2))، إذا سمحت الظروف المكانية بذلك، أو بدرجة ثانية إنجاز الشبكة الجيوديزية كمضلع مربوط من طرفيه مع إنجاز القياسات الخطية اللازمة (الشكل (3))، ولا ينصح بإجراء مخطط القياس بحسب الشكل (4) إلا في الحالات الإضطرارية (حالة الشبكة الجيوديزية على مكسر بحري) بسبب افتقارنا للقدرة على اكتشاف الأغلاط المرتكبة بشكل يسير. في مخطط القياس الأول والثاني ينبغي إجراء دورتي قياس على الأقل وفي مخطط القياس الثالث ينبغي إجراء ثلاث دورات قياس على الأقل.

الجدول (3) نتائج حساب قيم الأمان الداخلي لحالة الشبكة المثلثات الأفقية

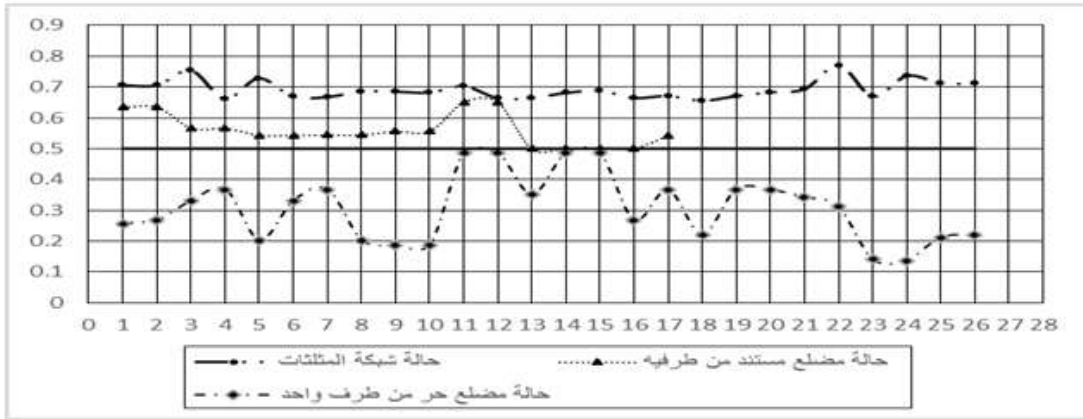
القيمة المقاسة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
دورة قياس	0.412	0.412	0.507	0.326	0.455	0.34	0.338	0.372	0.372	0.366
دورتي قياس	0.706	0.706	0.753	0.663	0.728	0.67	0.669	0.686	0.686	0.683
القيمة المقاسة	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
دورة قياس	0.406	0.331	0.332	0.364	0.376	0.333	0.343	0.314	0.343	0.367
دورتي قياس	0.703	0.665	0.666	0.682	0.688	0.666	0.672	0.657	0.672	0.684
القيمة المقاسة	21	22	23	24	25	26				
دورة قياس	0.387	0.54	0.341	0.473	0.424	0.424				
دورتي قياس	0.694	0.77	0.67	0.736	0.712	0.712				

الجدول (4) نتائج حساب قيم الأمان الداخلي لحالة الشبكة الأفقية المستندة من طرفين

القيمة المقاسة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
دورة قياس	0.265	0.265	0.132	0.132	0.088	0.088	0.09	0.09	0.113	0.113
دورتي قياس	0.635	0.635	0.567	0.567	0.544	0.544	0.545	0.545	0.557	0.557
القيمة المقاسة	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
دورة قياس	0.295	0.295	0.001	0.013	0.002	0.016	0.025			
دورتي قياس	0.651	0.651	0.5	0.501	0.5	0.501	0.543			

الجدول (5) نتائج حساب قيم الأمان الداخلي لحالة الشبكة الأفقية الحرة من طرف واحد

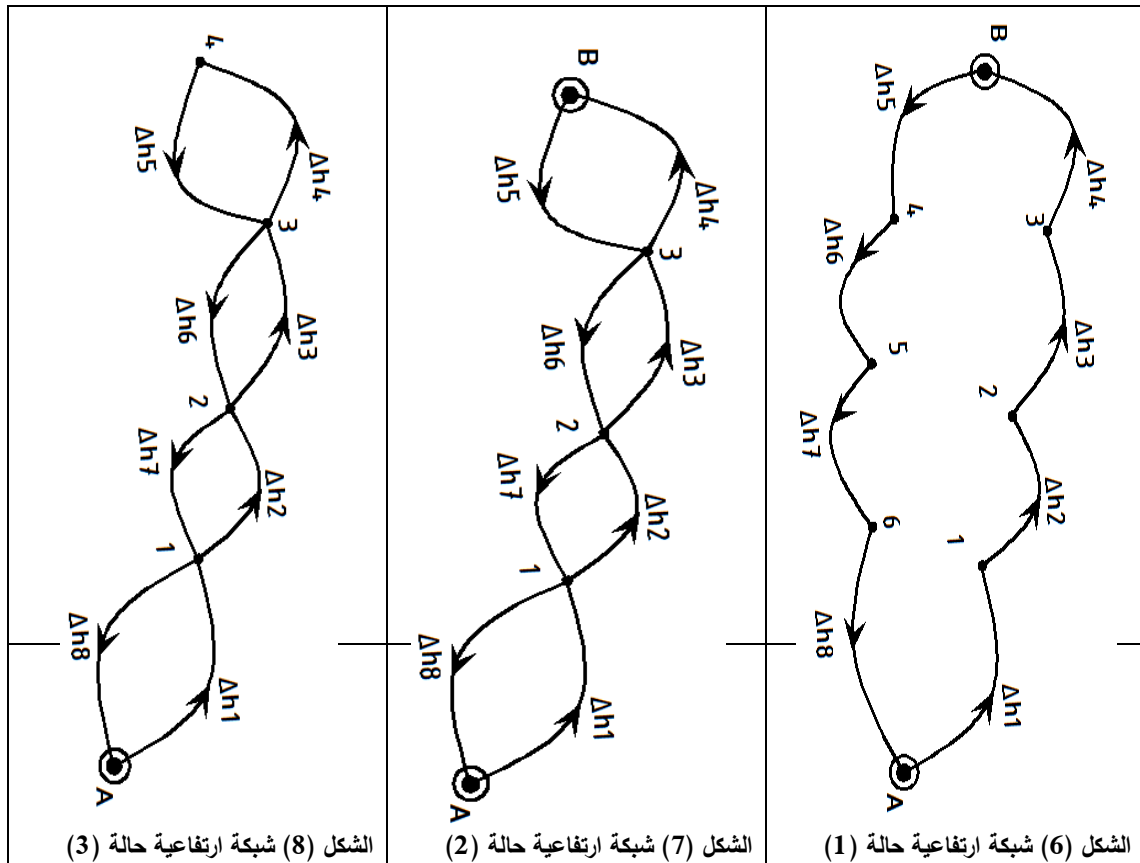
القيمة المقاسة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
دورة قياس	0.156	0.163	0.201	0.223	0.123	0.201	0.223	0.123	0.113	0.113
دورتي قياس	0.257	0.268	0.331	0.367	0.203	0.331	0.367	0.203	0.186	0.186
ثلاث دورات قياس	0.591	0.617	0.761	0.845	0.466	0.761	0.845	0.466	0.428	0.428
القيمة المقاسة	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
دورة قياس	0.295	0.295	0.213	0.295	0.295	0.163	0.222	0.134	0.223	0.025
دورتي قياس	0.486	0.486	0.351	0.486	0.486	0.268	0.366	0.221	0.367	0.366
ثلاث دورات قياس	0.641	0.641	0.463	0.641	0.641	0.566	0.771	0.466	0.775	0.462
القيمة المقاسة	21	22	23	24	25	26				
دورة قياس	0.034	0.03	0.01	0.013	0.02	0.016				
دورتي قياس	0.342	0.312	0.141	0.136	0.211	0.221				
ثلاث دورات قياس	0.532	0.512	0.259	0.249	0.387	0.293				



الشكل (5) مخطط يبين تغير درجة الأمان الداخلي لمختلف حالات الشبكات الأفقية المختبرة

2-1 : دراسة الخصائص العددية ومخطط القياس لمختلف تصاميم الشبكات الارتفاعية الشاطئية:

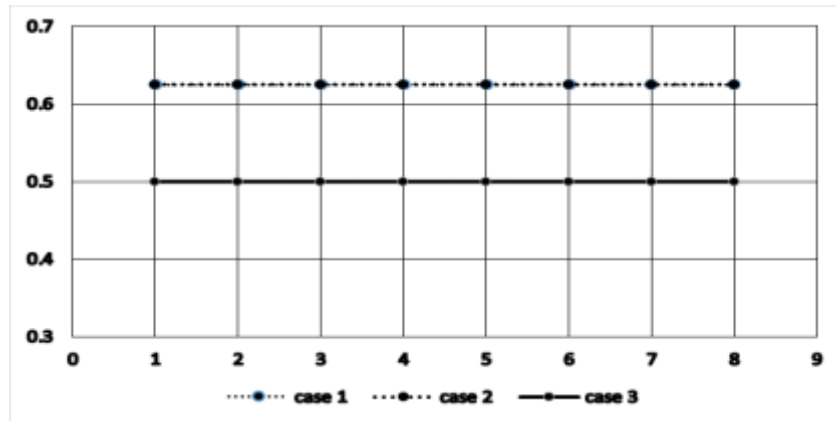
إن الشكل التصميمي لشبكة الارتفاعات لنقاط الرصد الرئيسية الشاطئية تتعلق بشكل كامل، بشكل الشبكة الأفقية المستخدمة، وهي من حيث الجوهر لا تختلف عن بعضها كثيراً من حيث البناء و مخطط القياس، كما تبينه الأشكال (6 و 7 و 8) [5,11]:



الشبكات الارتفافية السابقة تستخدم نفس نقاط الشبكة الأفقية الشاطئية، وهي تتوافق في الحالة (1) الشكل (6) مع شبكة المثلثات الأفقية، وتتوافق الشبكة الارتفافية الحالة (2) الشكل (7) مع الشبكة الأفقية الشاطئية المستندة من طرفين، وتتوافق الشبكة الارتفافية الحالة (3) الشكل (8) مع الشبكة الأفقية الشاطئية المستندة من طرف واحد، ودراسة الخصائص العددية للشبكات الارتفافية السابقة بحسب الجدولين (1, 2) وبحسب قيم الأمان المحققة لشروط Baarda التالي $\pi_{ii} \geq 0.5$ ، $(\pi = I - A \cdot (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot P)$ نحصل:

الجدول (6) نتائج حساب قيم الأمان الداخلي لحالة شبكات الارتفاع المدروسة في حالة القياسات المضاعفة

رقم القياس	1	2	3	4	5	6	7	8
شبكة ارتفاعية حالة (1)	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625
شبكة ارتفاعية حالة (2)	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625
شبكة ارتفاعية حالة (3)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5



الشكل (9) مخطط يبين درجة الأمان الداخلي لمختلف حالات الشبكات الارتفافية المختبرة

3-1 : إنجاز الرفع البحري الشاطئي:

يقسم إنجاز الرفع الطبوغرافي الشاطئي إلى قسمين رئيسيين، الأول: الرفع الطبوغرافي الشاطئي البري، والثاني: الرفع الطبوغرافي الشاطئي البحري. لا يختلف الرفع الطبوغرافي الشاطئي البري عن الرفع في أية منطقة برية قليلة العمق عادةً، أما الرفع الطبوغرافي البحري فيهدف إلى تشكيل سطح الأرض تحت المياه الساحلية وعادة يتراوح عمق المياه ما بين (0-15) متر، مع ملاحظة أن أدوات الرفع الطبوغرافي البحري قد تطورت مع تطور الزمن، ويمكن إجمالها بما يلي [1,2,4]، بالنسبة لتحديد الأعماق ، يُستخدم بحسب الحالة المدروسة :

- 1 - القياس باستخدام خيط السير Lead line أو قرص السير
 - 2 - عصا السير Sounding pole
 - 3 - جهاز قانس الأعماق بواسطة الأمواج الصوتية
 - 4 - جهاز قانس الأعماق بواسطة الأمواج الكهرومغناطيسية
- أما بالنسبة لتحديد الموقع ، يُستخدم بحسب الحالة المدروسة :
- 1 - طريقة السلسلة المرجعة إلى قاعدة شاطئية

- 2 - طريقة التقاطع الزاوي من نقطتين من نقاط الشبكة الجيوديزية المحسوبة والمعدلة
- 3 - الطريقة الشعاعية باستخدام جهاز المحطة المتكاملة (total station)
- 4 - طريقة تحديد الموقع التي تعتمد على الأقمار الصناعية أي GPS أو DGPS أو RTK
- لتكوين سطح القاع في لحظة معينة من الضروري أن تتم المزوجة ما بين أي طريقة يفضل استعمالها من طرق تحديد المواقع مع الطريقة المختارة من طرق تحديد الأعماق. في الجدول (7) نعرض المعايير العددية لاستخدام الطرق اليدوية في القياس، إن دقة هذا النوع من القياسات تتعلق بعدد من العوامل مثل: عمق الماء، المد، حالة البحر ومكونات القاع. أدوات المسح المستخدمة في هذه الطريقة بشكل عام هي أدوات دقيقة جداً من أجل أعماق صغيرة ومياه هادئة، لأنه يمكن في هذه الحالة أن تلمس الأداة قاع البحر بسرعة وتتم القراءة بسهولة. تتطلب القياسات المضبوطة تقديراً سريعاً لمتوسط حركة الأمواج.

الجدول (7) معايير استخدام القياس اليدوي للأعماق [5]

أعمال رفع عامة أو دراسات أخرى	سحب طمي مدعوم ملاحياً أو أعمال رفع		نموذج العمل
مواصفات قياسات موصى بها	طري	صلب	تصنيف مواد القاع
50ft = 15.24m	20ft = 6.10m	15ft1 = 4.57m	العمق الأقصى الموصى به
0.1ft = 3cm	0.1ft= 3cm	0.1ft = 3cm	القراءة/التسجيل التقريبي لمستوى السبر
ليست محدودة	4~5 knot	1~3 knot2	يجب ألا تتجاوز التيارات الأعظمية
±0.25ft = 7.6cm	±0.12ft=3.7cm	±0.12ft=3.7cm	دقة السطح المرجعي للماء من أجل أعماق أقل من 15ft = 4.57m
سنوياً 0.05ft=1.5cm	شهرياً 0.05ft=1.5cm	أسبوعياً 0.05ft = 1.5cm	تعبير (خيظ /عصا) السبر بشريط القياس. القراءات التقريبية
اختياري اختياري	6in = 15.24cm 3.63kg	6in = 15.24cm 3.63kg	الطول القياسي لقطر قرص عصا السبر والوزن الكلي
اختياري اختياري	3.175kg ثقل على شكل مرسة تشبه نبات الفطر 3.630kg قرص سبر بقطر = 6 in 15.24cm		الوزن القياسي لخيظ السبر

¹ ft اختصار لكلمة feet بالانكليزية وتعني أقدام وهي وحدة قياس انكليزية لقياس الأطوال وتساوي 30.48cm أو 12 إنشاً

² Knot أو عقدة: وحدة للسرعة تستخدم غالباً في الملاحة تساوي ميلاً بحرياً في الساعة

يبين الجدول (8) الارتياح الشاقولي Vertical Uncertainty في الأعماق المخفضة [5,10] (الأعماق المقاسة المتضمنة كل التصحيحات المرتبطة بعملية المسح والمعالجة اللاحقة والتخفيض إلى الداتوم الشاقولي المستخدم). لتحديد الارتياح الشاقولي يجب تقييم الارتياح الخاص بكل مصدر ويجب ربط كل الارتياحات بشكل احصائي للحصول على الارتياح الشاقولي الكلي TUV. الارتياح الشاقولي الأعظمي للأعماق المخفضة كما يظهر في الجدول (8) الارتياحات المنجزة لتتوافق مع كل نوع المسح. يشير الارتياح المرتبط مع مستوى الثقة 95% إلى الخطأ المقدر من المساهمة المشتركة للأخطاء العشوائية والمتبقية من تصحيح الأخطاء النظامية. تستخدم العلاقة أدناه العلاقة أدناه للحساب عند مستوى الثقة 95% الـ TUV الأعظمي المسموح. يجب إدخال البارامترات a, b لكل نوع مسح كما هي معطاة في الجدول الأساسي (8) معاً مع العمق d في العلاقة لحساب الـ TUV الأعظمي المسموح من أجل العمق المحدد:

$$\pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

حيث أن:

a تمثل جزء الارتياح الذي لا يتغير مع العمق

b معامل يمثل جزء الارتياح الذي يتغير مع العمق

d العمق

b x d يمثل جزء الارتياح الذي يتغير مع العمق

يجب تسجيل الارتياح عند مستوى الثقة 95% مع بيانات المسح

الجدول (8) قيم الارتفاعات المسموح لمختلف أنواع المسح [5.10]

IHO STANDARDS FOR HYDROGRAPHIC SURVEYS (S-44)
5th Edition February 2008

TABLE 1
Minimum Standards for Hydrographic Surveys
(To be read in conjunction with the full text set out in this document.)

Reference	Order	Special	1a	1b	2
Chapter 1	Description of areas.	Areas where under-keel clearance is critical	Areas shallower than 100 metres where under-keel clearance is less critical but features of concern to surface shipping may exist.	Areas shallower than 100 metres where under-keel clearance is not considered to be an issue for the type of surface shipping expected to transit the area.	Areas generally deeper than 100 metres where a general description of the sea floor is considered adequate.
Chapter 2	Maximum allowable THU 95% Confidence level	2 metres	5 metres + 5% of depth	5 metres + 5% of depth	20 metres + 10% of depth
Para 3.2 and note 1	Maximum allowable TVU 95% Confidence level	a = 0.25 metre b = 0.0075	a = 0.5 metre b = 0.013	a = 0.5 metre b = 0.013	a = 1.0 metre b = 0.023
Glossary and note 2	Full Sea floor Search	Required	Required	Not required	Not required
Para 2.1 Para 3.4 Para 3.5 and note 3	Feature Detection	Cubic features > 1 metre	Cubic features > 2 metres, in depths up to 40 metres; 10% of depth beyond 40 metres	Not Applicable	Not Applicable
Para 3.6 and note 4	Recommended maximum Line Spacing	Not defined as full sea floor search is required	Not defined as full sea floor search is required	3 x average depth or 25 metres, whichever is greater For bathymetric lidar a spot spacing of 5 x 5 metres	4 x average depth
Chapter 2 and note 5	Positioning of fixed aids to navigation and topography significant to navigation. (95% Confidence level)	2 metres	2 metres	2 metres	5 metres
Chapter 2 and note 5	Positioning of the Coastline and topography less significant to navigation (95% Confidence level)	10 metres	20 metres	20 metres	20 metres
Chapter 2 and note 5	Mean position of floating aids to navigation (95% Confidence level)	10 metres	10 metres	10 metres	20 metres

الجدول (9) جدول مختصر بقيم الأخطاء الأعظمية المسموحة في المسح البحري [2]

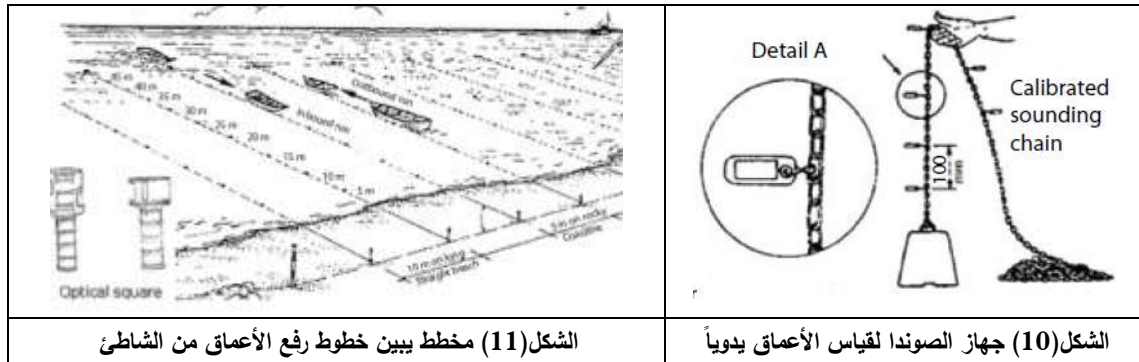
Type of survey	Class 3	Class 2	Class 1
Vertical accuracy	500 mm	300 mm	150 mm
Horizontal positioning	100 metres	12 metres	6 metres

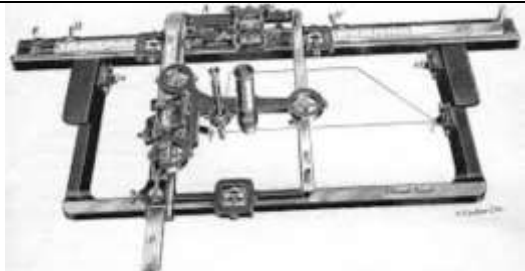
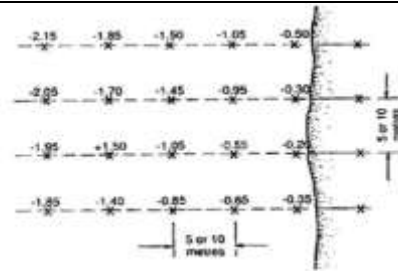
- من الضروري التتويه أن استخدام طرق GPS مهم ويستخدم بشكل واسع في أعمال تحديد المواقع البحرية إلا أنه في بعض الحالات لا يمكن استخدامه كأمتلة على مثل هذه الحالات يمكن أن نعدد:
- 1 - مشاريع تنظيف أو سحب الوحل من قاع البحر أو مشاريع الإنشاءات البحرية في مناطق محدودة؛
 - 2 - المناطق تحت الجسور أو بالقرب من أرصفة المرافئ ذات الغاطس الكبير أو بالقرب من السدود حيث تكون إشارات أقمار GPS الصناعية في هذه الحالات محجوبة؛
 - 3 - المشاريع المؤقتة أو ذات الميزانيات الصغيرة حيث يمكن أن تكون الطرق التقليدية لتحديد المواقع في هذه الحالات أكثر اقتصاديةً من تجهيز نظام رفع هيدروغرافي مؤتمت بشكل كامل مزود ب DGPS؛
 - 4 - أعمال الرفع الاستطلاعية البحتة حيث لا يتطلب الأمر في هذه الحالة مواصفات نوعية لدقة تحديد المواقع؛

2: الأعمال والنتائج الحقلية

1-2: رفع طبوغرافي لإنشاء مزلقان تصلح السفن في طرطوس:

ويعتبر من أول عمل رفع طبوغرافي بحري تم إنجازه عام 1996 بالموارد والطرق المتوفرة، حيث تم إنجاز الرفع الطبوغرافي باستخدام قارب مع صوندة (sounding chain) لقياس الأعماق يبحر في مسارات متوازية متعامدة مع الشاطئ، أما الرسم الطبوغرافي فأنجز باستخدام جهاز الرسم اليدوي كورديناتوغراف (coordintograph) لتوقيع النقاط، [9و3]



	
<p>الشكل(13) جهاز الـ (coordintograph)</p>	<p>الشكل(12) نقاط المسح بعد تمثيلها على مخطط</p>

2-2: رفع طبوغرافي لإنشاء رصيف رسو سفن جديد في طرطوس:

ويعتبر من الأعمال التي استخدمنا فيها تقنية المحطة المتكاملة total Station الحديثة العهد نسبياً في ذلك الوقت (2004) ، حيث تم إنشاء مضلع موافق للشكل (3) المضلع المستند من طرفيه وحسابه أفقياً وارتفاعياً باستخدام برنامج التعديل الـ (CAT) :

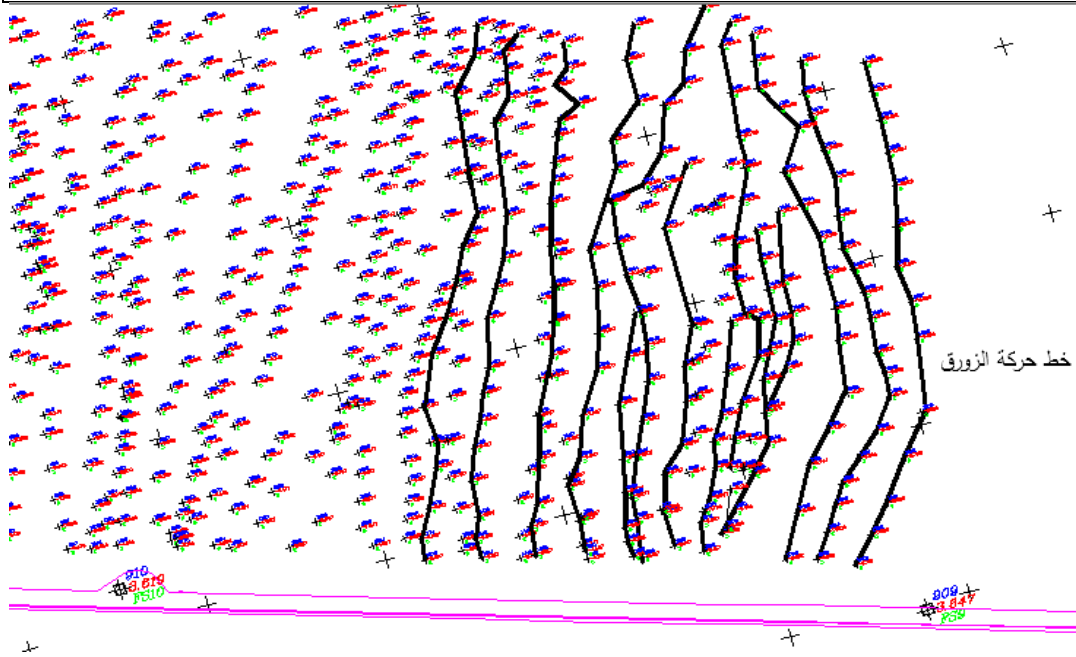
	
<p>الشكل(15) نقاط المضلع الرئيسية باتجاه نقطة نقابة المهندسين</p>	<p>الشكل(14) نقاط المضلع الرئيسية بامتداد المكسر</p>

تم إنجاز المسح عن طريق تمرکز المحطة المتكاملة (Total station) على نقاط المضلع المعلومة، وربطها مع نقطة قريبة والتحقق الحسابي من صحة العمل على نقطة أخرى من المضلع، تم تحديد المواقع الأفقية وارتفاعات سطح القاع بواسطة جهاز الصوندة (sounding chain) المثبت في أعلاه عاكس موشوري ، في هذه الحالة يتم إدخال طول الصوندة من القاع وحتى منتصف العاكس الموشوري الضوئي كارتفاع للعاكس، وهذا مايساعد على حساب الموقع الأفقي والارتفاعي بشكل آلي وباستخدام خصائص الملفات الدفعية (Batch files) ولغة البرمجية البسيطة (شكل (16)) التي تستخدمها والمتألفة مع بيئة البرمجيات الرسومية (Auto cad) أو (Land development) وغيرها، من الخبرة العملية المكتسبة فإن أفضل وضعية للقياس محققة للدقة المطلوبة الواردة في الجدول (8) هي وضعية القياس السريع المتتابع (RT) بسبب حركة القارب الأمامية والدرفلة العرضية الدائمة للقارب، نتيجة تنفيذ الملف الدفعي تتحدد خطوط سير القارب الغير منتظمة، التي تدرس بعناية من حيث التجاور ما بين الخطوط والتباعد ما بين نقاط سطح القاع المرفوعة، وعلى أساس النتيجة يتقرر إضافة خطوط رصد بالزوق (طولية أو عرضية) كما هو واضح على الشكل (17).

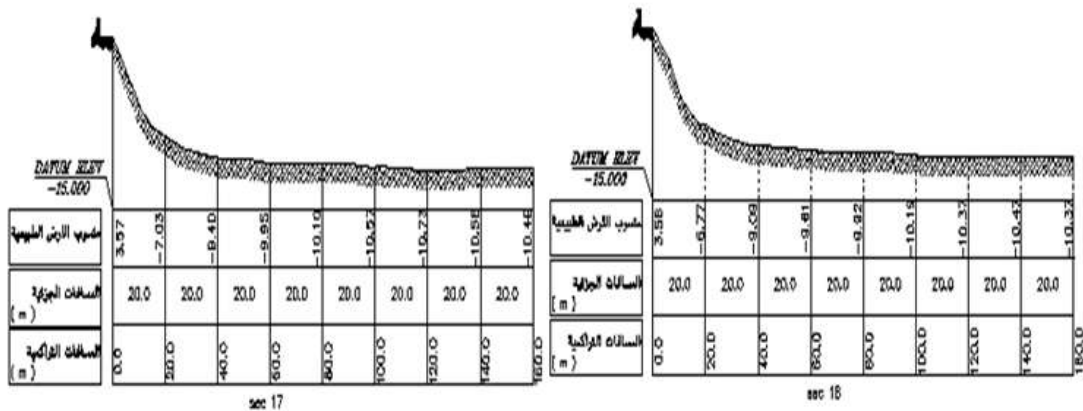
```

batch.txt
ملف تحرير لتسجيل حركتي تعليمات
unit grad meter
nez 951 82996.119 -300122.043 30.07 s9
952 82152.474 -299273.172 27.27 s31
atn 952 1.476
bs 951
prism 1.5
ad vd 901 370.7944 324.669 -22.204 FS1
902 370.4858 378.550 -22.225 FS2
903 370.2502 432.292 -22.201 FS3
prism 2.5
ad vd 953 355.5276 7.856 -2.387 s31
STN 907 1.545
BS 952
PRISM 1.5
AD VD 908 197.8088 114.536 0.064 FS8
909 198.0416 286.473 0.048 FS9
910 198.2170 305.043 0.020 FS10
911 198.2534 632.866 -0.137 FS11
912 198.2596 687.803 -0.203 FS12
913 198.9414 789.740 0.006 FS13
    
```

الشكل (16) الهيكل الأساسي للملف الدفعي (Batch file)



الشكل (17) جزء من خطوط سير القارب، وواضح تأثير الدرفلة نحو اليمين، والمسارات الإضافية للزورق



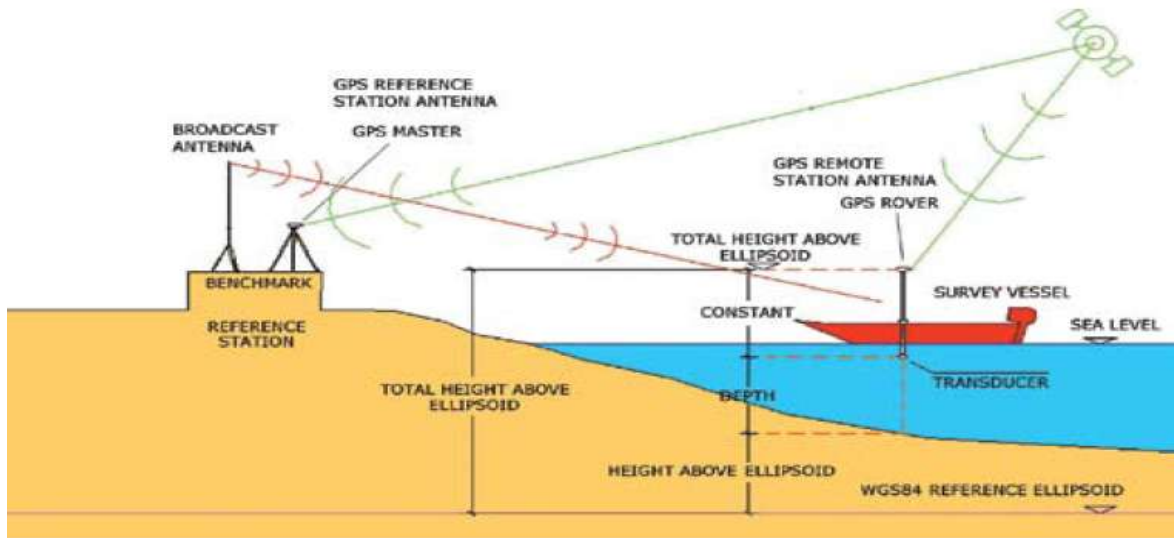
الشكل (18) بعض نماذج المقاطع العرضية بشكل متعامد مع المكسر الأمواج

تحول النقاط المساحية المرفوعة بشكل غير منتظم إلى الشكل المنتظم بتباعد ثابت (10 متر) باستعمال الخاصية البرمجية المزود بها برنامج Land development والمتعلقة بإنجاز تكوين نقاط بتباعدات منتظمة (Create points- Surface on grid) لیتاح إستعمال الخرائط الناتجة لمختلف الاستخدامات المطلوبة من باقي المختصين المهتمين بإنشاء رصيف جديد لرسو السفن. ولتكتمل الغاية من عملية إنجاز الرفع البحري من المهم إستخدام نفس البرمجيات المستعملة سابقاً للحصول على المقاطع الطولية والعرضية، وهذا ما تحققه برمجيات الرسم الهندسي المساحي (Land development) ، يبين الشكل (18) بعض نماذج المقاطع من القسم البحري باتجتاه المكسر الجنوبي لمرفأ طرطوس.

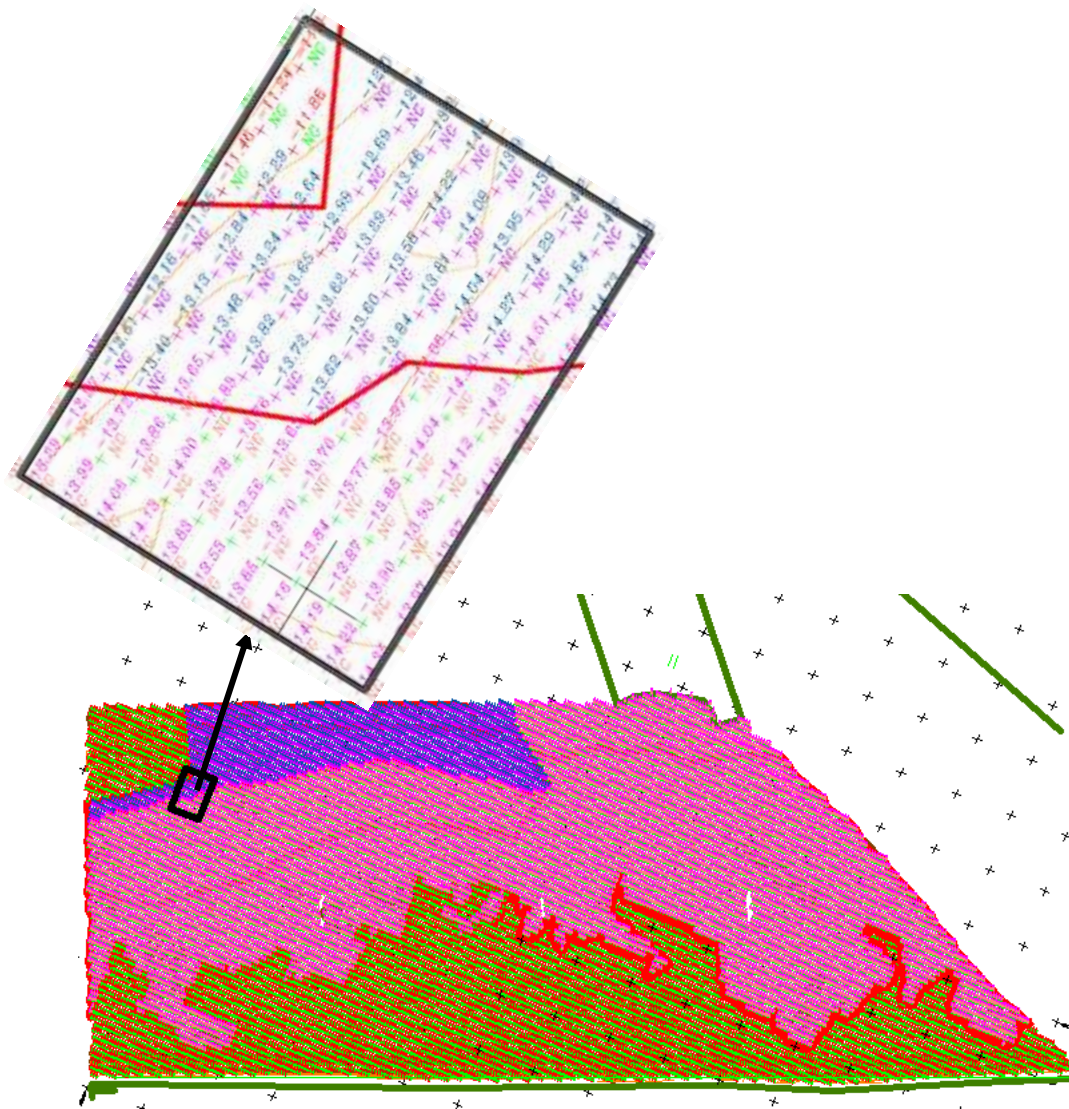
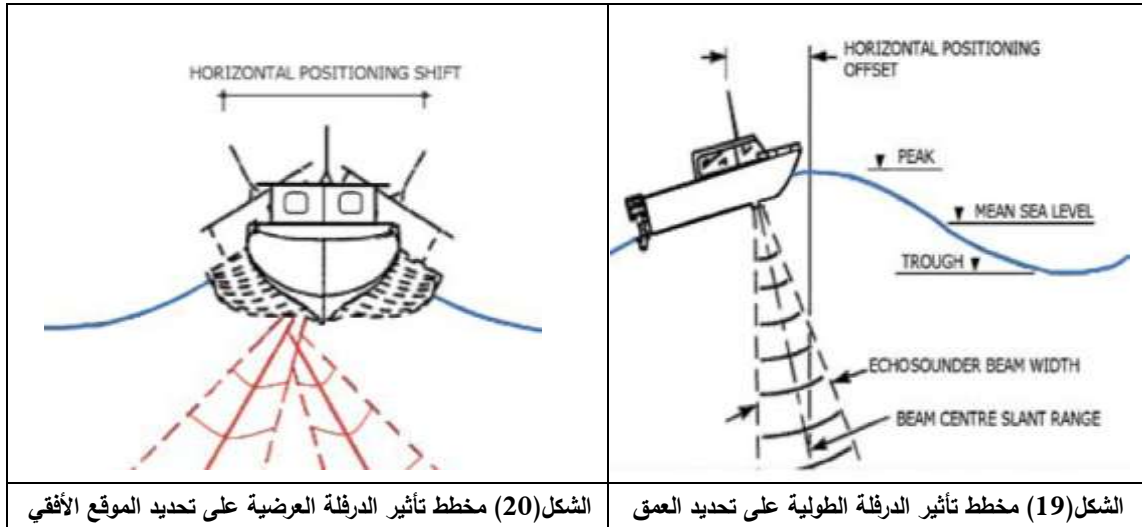
3-2: رفع طبوغرافي لحساب كميات تعزير الطمي في مناطق من جونية مرفأ اللاذقية وقناة دخول السفن:

بسبب كبر منطقة العمل، كان لابد من الاستعانة بالوسائل الأكثر حداثة في عملية الرفع الطبوغرافي، وهو زورق المسح الهيدروغرافي الباهظ الثمن (الشكل (19))، لذا يقتصر استعماله على المشاريع الهامة وذات المردود الاستراتيجي للبلد، بالطبع يتميز المنتج الطبوغرافي باستخدام زورق المسح الهيدروغرافي بالدقة العالية والسرعة في الحصول على المنتجات الهندسية الطبوغرافية من مخططات و مقاطع و معلومات أخرى كثيرة. ويعتمد على الاستخدام المزدوج ما بين تقنيات تحديد الموقع الأفقي بواسطة الأقمار الصناعية (GPS) وتقنية تحديد العمق المائي بالأمواج فوق الصوتية.

Differential GPS real-time measurement of position of survey vessel



الشكل(18) مخطط تمثيلي لطريقة القياس المتبعة في زورق المسح الهيدروغرافي



الشكل (21) المخطط النهائي لنتائج المسح مع تكبير منطقة صغيرة للتوضيح

تم إنجاز المسح لمناطق متعددة من مرفأ اللاذقية قبل التعزيل وبعده، وفي كل مرحلة حصلنا على جميع المخططات الطبوغرافية اللازمة بعد بناء السطح التحت مائي وحساب كميات التعزيل باستخدام برنامج Land development بطريقتين : Grid volumes & composite volumes وكانت النتائج متقاربة جداً ولم تتجاوز قيمة 1.5% في أسوأ الحالات ، وذلك في حالتي حساب : الموقع المحدد الكامل total site volume و الجزء (العقار) المحدد parcel volumes أما طريقة حساب الحجم section volumes فقد أعطت نتائج متباعدة أكثر من 20%، لذلك ينبغي استبعادها في حساب الحجم في مثل حالات تعزيل قعر البحر. نفس النتيجة توصلنا إليها عند حساب الحجم باستخدام نظم المعلومات الجغرافي GIS من نفس بيانات المسح من الزورق ويمكن أن يعود ذلك إلى عدم إمكانية تحديد خطوط الانكسار (Break lines) بدقة كما هو في برنامج Land development.

الاستنتاجات والتوصيات :

- 1 - ينصح بإنشاء شبكات جيوديزية شاطئية على شكل شبكة مثلثات إذا سمحت طبيعة الشاطئ بذلك وإلا مضلع مستند من طرفيه و الابتعاد ما أمكن عن شبكة مضلعات مربوطة من طرف واحد.
- 2 - يمكن استخدام نفس نقاط الشبكة الأفقية (مثلثات ، مضلع مستند من طرفين، مضلع مستند من طرف واحد) في الشبكة الارتفاعية الشاطئية على شرط إجراء قياسات مضاعفة.
- 3 - يمكن استعمال أي نوع من الأجهزة المساحية الحديثة لتحديد الموقع الأفقي والارتفاعي لسطح القاع الشاطئية، بسبب المتطلبات الغير عالية الدقة.
- 4 - عند المفاضلة بين طرق المسح البحري المختلفة تبين كما - كما هو معروف- أن استخدام التقنية المركبة المؤتمنة ما بين تحديد المواقع الأفقية بالـ GPS وطريقة الأمواج الصوتية هي الأفضل والأسرع والأدق ولكنها الأعلى والأكثر تكلفة، بالإضافة إلى مخاطر استعمال تلك الأجهزة الغالية. لذلك ينصح بدراسة كل مشروع بحري على حدى واقتراح الطريقة المناسبة والاقتصادية .
- 5 - يحقق برنامج Land development بمختلف إصداراته جميع متطلبات المسح البحري (تعديل الشبكات ، إصدار المساقط الأفقية، إنجاز المقاطع الطولية والعرضية، حساب كميات الردم والتعزيل، تحويل نقاط الرفع البحري إلى شبكة نقاط على شكل مربعات منتظمة، وغيرها) .

المراجع

- 1- J. H. Hawley, 2006, *Hydrographic and Geodetic Engineer U. S. Coast and Geodetic Survey.*
- 2- Nedim onur Aykut, Burak Akpmar, Omer Aydin, 2013, *Hydrographic data modeling methods for determining precise seafloor topography.*
- 3- Shyla Allen, Jeffrey Ferguson, 2009, *The Navigation Surface and Hydrographic System Uncertainty at NOAA's Office of Coast Survey.*
- 4- Claudia Pereira Krueger¹ & Adriano Vieira de Souza², 2014, *the geodesy in the hydrography.*
- 5- *International Hydrographic Organization, 2011, manual on hydrography.*
- 6- Neal G. Millett and Simon Evans, 2005, *Hydrographic Data Management using GIS Technologies.*
- 7- Dr Francisco Olivera, 2012, *Hydro Networks in GIS.*
- 8- Othman al-kherayeeraef, Abdulwasiu SALAWU, Abdullah AL-QAHTANI and Uthman Al-Rubaia, Saudi Arabia, 2015, *Re-Establishment of Geodetic Networks at General Commission for Survey Saudi Arabia*
- 9- *Guidance and Syllabus for Educational and Training Programs, 2011, standards of competence for Hydrographic Surveyors.*
- 10- FINAL DRAFT STANDARD INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION, 2010, *IHO Universal Hydrographic Data Model.*
- 11- Grafarend, E. W., *Optimization of Geodetic Networks, Bolletino di Geodesia a Science Affini, 33(4), 351 - 406.*
- 12- C. R. Bates¹ and P. Byham², 2012, *Swath-sounding techniques for near shore surveying.*
- 13- FIG Commission 4, Working Group Hydrographic Surveying in Practice , 2011, *Guidelines for the Planning, Execution and Management of Hydrographic Surveys in Ports and Harbours FIG.*