

استخدام تقنيات مساحية وحاسوبية لحساب قيمة (R.A) و (RMS) لخارطة رقمية للمعهد التقني في الموصل، العراق

محمد عيدان محمود خضر الطائي

قسم تقنيات المساحة

المعهد التقني بالموصل

الجامعة التقنية الشمالية

(تاريخ الاستلام 2019/1/20 ، تاريخ القبول 2019/7/25)

الملخص

إن هدف البحث الحالي هو حساب الدقة النسبية (Relative Accuracy, R.A) والجذر المتوسط لمربع الخطأ أو ما يعرف بالمعيار الكمي (Root Mean Square Error, RMSE) لجزء من صورة جوية لموقع المعهد التقني بالموصل الواقع في الجزء الشمالي الغربي من مدينة الموصل، محافظة نينوى، جمهورية العراق باستخدام أجهزة مساحية مثل: جهاز تحديد المواقع المساحي نوع (Global Positioning System=GPS) وجهاز المحطة المتكاملة نوع (Total Station version 06) وجهاز تسوية مساحي نوع (Level 1230) version NAK2 تم حساب احداثيات ومناسيب (16) نقطة ضبط أرضي تغطي منطقة الدراسة. باستخدام المعلومات الحقلية وتقنيات التحسس النائي وبرنامج جاهز لنظم المعلومات الجغرافية (Arc Map GIS 10.3) تم تدقيق الخارطة الرقمية لموقع منطقة الدراسة والتي بدورها ستتمكن متخذ القرار من اختيار وحساب مواقع التوسعات المستقبلية للمباني والشوارع وقياس أطوالها ومساحاتها واحداثياتها واتجاهها وحساب الكلفة التقديرية اللازمة لأي تطوير بعموم منطقة الدراسة بالاعتماد على دقة الأبعاد والقياسات المستنبطة من الخارطة النهائية.

حسبت نسبة الانحدار بين أعلى وأوطأ نقطة بمنطقة الدراسة فكانت (9.954%)، والدقة النسبية لنقاط الرصد الحقلية الأساسية بلغت (R.A = 1:60000)، كما تبين أن متوسط مربع الخطأ في الاحداثيات الأفقية كان (RMS_E = ± 0.102_m) والاحداثيات الرأسية (RMS_N = ± 0.096_m) ومتوسط مربع خطأ محصلة الاتجاهين (RMS_R = ± 0.099_m)، ومتوسط مربع خطأ المناسيب (Root Mean Square for Elevations = RMS_{RL} = ± 0.005_m).

تم مضاهاة ومطابقة مواقع (10) نقاط مرصودة حقلياً من منطقة الدراسة مع مواقعها بالصورة الجوية وتحديد قيم ازاحات الموقع والمنسوب فكانت (RMS_E = ± 0.076_m ، RMS_N = ± 0.125_m ، RMS_R = ± 0.088_m ، (Root Mean Square for Elevations RMS_{RL} = ± 0.045_m).

يمكننا هذا البحث بعد تدقيق النتائج من إنتاج خارطة مساحية جديدة من الصورة الجوية أو البيان الفضائي لإستخدامها بتنفيذ التوسعات المستقبلية لعموم منطقة الدراسة .

الكلمات الدالة: تحسس نائي، الجذر المتوسط لمربع الخطأ (RMS)، الدقة النسبية (R.A)، جهاز المحطة المتكاملة (T.S 06)، برنامج لنظم المعلومات الجغرافية (Arc Map GIS 10.3).

Using Surveying and Computer Techniques to Calculate (R.A) & (RMSE) for Digital map of Technical Institute/Mosul

Mohammed Edan Mahmood Al-Taee
Department of Surveying Technologies
Mosul Technical Institute
Northern Technical University

ABSTRACT

The aim of the present research is to calculate the Relative Accuracy (R.A) and Root Mean Square Error (RMSE) for the location of Technical Institute, Mosul in Nineveh Governorate, Iraq. at the northern part of Mosul city by using surveying Instruments (GPS 1230 , Total Station 06 & Level NAK2), to calculate the coordinates and elevations of (16) Ground Control Points which covered the study area.

The field data, remote sensing techniques and GIS software (Arc Map GIS_{10.3}) are used to check the digital map of study area that helped the administrator to take the correct decision, determining positions of the future expansionist for buildings, roads, measuring lengths, areas and there coordinates, directions as well as the total costs estimation needed for any development from the final map.

The gradient percentage between the highest and lowest points is calculated to be (9.954%). Relative accuracy for the based measured points (R.A) = 1:60000), and Root Mean Square error in Easting coordinates (RMS_E) = ± 0.102_m, in Northing coordinates (RMS_N) = ± 0.096_m, the Root Mean Square for the resultant (RMS_R) = ± 0.099_m, and Root Mean Square for Elevations (RMS_{RL}) = ± 0.005_m.

We Matched and correlated (10) measured points from study area with their graphic data positions on the aerial photo, determining the offsets for position and elevations as follows: (RMS_E = ± 0.076_m), (RMS_N = ± 0.125_m), (RMS_R = ± 0.088_m), and (Root Mean Square for Elevations = RMS_{RL} = ± 0.045_m).

This research enable us after checking the results to produce new maps from Aerial photograph or Digital Image to use it for land uses and future extensions in whole study area.

Keywords: Remote Sensing, Root Mean Square Error (RMS), Relative Accuracy (R.A), Total Station (T.S 06), (GPS 1230), (Arc map GIS 10.3).

المقدمة

توجد دراسة واحدة عن موضوع يخص (RMSE) وهي: -

ANTHONY G. BARNSTON,1992. Correspondence among the Correlation, RMSE, and Heidke forecast Verification Measures; Refinement of the Heidke Score, Climate analysis Center,NMC/NWS/NOAA, Washington, D.C 15 April 1992 and 13 July 1992, volume 7, PP(699-709) (11P.).

لابد من استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لرفع كفاءة وأداء العمل الهندسي وتحسين مستوى إدارة العملية التخطيطية من خلال إنتاج خرائط جديدة ودقيقة لاعتمادها مستقبلاً فالمخططين يحتاجون الوقت لإعداد دراسة وتحليل ليصلوا إلى نتائج في ظل معلومات كثيرة ومتعددة وهم بحاجة إلى اتخاذ قرارات سريعة نظراً للتغيرات المتلاحقة والحاصلة على أرض الواقع بالمدى القريب أو البعيد.

الهدف من البحث

إن الهدف من البحث هو مواكبة التطور العلمي الحاصل في العالم والذي ولد حاجة ماسة لتدقيق صحة الخرائط المستخدمة من الحاسوب كالبرنامج الجاهز (Arc Map GIS 10) وغيره والتي يجب ان تدقق حقلياً باستخدام أجهزة مساحية عالية الدقة (1 ثانية بالزوايا والاتجاهات و 1 ملم بالمسافات) ثم يتم استخدام الخرائط المنتجة في اتخاذ القرارات الصائبة كتوسيع وإنشاء وتحديد وحساب مواقع ومساحات الأماكن الفارغة والتي تخدم التطور العمراني الحاصل، لذلك تم اختيار موقع منطقة الدراسة وإجراء المسح التفصيلي بجهاز (GPS 1230) المساحي وجهاز المحطة المتكاملة (T.S 06) لتحقيق الهدف ثم انتاج خارطة دقيقة تغطي منطقة الدراسة. إن ما يهم متخذي القرار أن تتوفر بيانات رسومية (خارطة رقمية) أكثر تفصيلاً ودقة لاعتمادها والمقصود بالخارطة الرقمية الدقيقة أن تكون مواقع الأهداف مطابقة لمواقع الظواهر الجغرافية الطبيعية والاصطناعية المنفذة في الحقل من حيث الشكل والموقع والابعاد وذلك باستخدام معيار كمي هو الجذر المتوسط لمربع الخطأ (Root Mean Square=RMS Error).

موقع منطقة الدراسة

يقع المعهد التقني / الموصل في الساحل الأيسر وشمال غرب مدينة الموصل ضمن حدود محافظة نينوى لجمهورية العراق كما مبين في اللوحة (a:1) خارطة العراق واللوحة (b:1)، كما تم تحديد منطقة الدراسة (Subset) على الصورة الجوية، كما ينحصر المعهد التقني بين خطي طول (λ) (42°09'40"–43°08'40") شرقاً وخطي عرض (φ) (36°23'20"–36°22'40") شمالاً والمحصور بالإحداثيات العالمية التالية (332000 – 335000) شرقاً، والإحداثيات (4027000 – 4028500) شمالاً بموجب الخرائط الطبوغرافية. تم حساب مساحة منطقة الدراسة الصافية والبالغة (884300 متر² = 353.72 دونم) بعد طرح مساحة القطع المفترزة (1/2) و (1/6) ومنطقتي التجاوز (أ ، ب) باللون الاصفر والمستغلة من قبل جامعة الموصل من مساحة المعهد الكلية كما موضحة باللوحة (c:1).

يعتبر مناخ منطقة الدراسة حار جاف صيفاً وبارد ممطر شتاءً، ويزداد الساقط المطري في فصلي الشتاء والربيع حيث حسب معدل الساقط المطري ومقداره (365mm) في منطقة الدراسة اعتماداً على المعلومات المأخوذة من محطة الرشيدية وهي أقرب محطة أنواء جوية واقعة على بعد (3 كم) شمال غرب منطقة الدراسة للفترة (2013 - 1960)، أما بالنسبة لدرجات الحرارة فتصل إلى أعلى معدلاتها في فصل الصيف وخاصة في شهري تموز وآب حيث تقدر بحدود (46.5°C) وأما شهر كانون الثاني فيعتبر أقل الأشهر حرارة وتم حساب معدل درجات حرارته (6.0° C) بالاعتماد على محطة الرشيدية للأنواء الجوية (وزارة النقل والمواصلات، 2013).

تربة منطقة الدراسة فهي تقع ضمن قطاع التربة البنية الحمراء التي تتكون من الطين والرمل والغرين مع الكلس حسب تقسيم بيورنك مع ارتفاع نسبة المادة العضوية فيها وهي جيدة الصرف وصالحة للزراعة وتنمو فيها الأعشاب والشجيرات (Buringh, 1960).

طول منطقة الدراسة يبلغ (1100m)، أعلى انحدار بمنطقة الدراسة هو (9.954%) وتم حسابه بالاعتماد على أعلى نقطة منسوب والبالغة (257m) فوق مستوى سطح البحر والواقعة في القطعة (1/2) وأقل نقطة منسوب فيها تبلغ (230m) وتقع أمام المدخل الامامي للمعهد التقني بالموصل والمسافة بين النقطتين يبلغ (271.251m) وتم حساب الانحدار بالاعتماد على المعادلة رقم (1) التالية كما توجد بعض الميول القوية في الجنوب والجنوب الشرقي منها (البكر، وآخرون، 1993) (Barry, 2003)

Gradient for studied Area = (Difference in Elevation/True distance) * 100 - - - - (1)

Maximum Gradient for study Area = {(257-230) / 271.251} * 100 = 9.954%

طريقة العمل والمواد المستخدمة

تمت الاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بعد (صورة جوية) مصححة لمدينة الموصل مأخوذة بتاريخ (2008 م) بدقة مكانية (10*10) سم كما موضح باللوحة (d:1) وبرنامج تطبيقي لنظم المعلومات الجغرافية (Software) هو (Arc Map GIS 10.3) لتثبيت مواقع نقاط الضبط الأرضي المرصودة حقلياً وعددها (16) لحساب قيم (Root Mean Square = RMS Error) لموقع منطقة الدراسة ونعني به الجذر المتوسط لمربع الخطأ وهو مؤشر يحدد مدى مطابقة المواقع المرصودة حقلياً مع المواقع التي تمثلها النقاط بالبيانات الرسومية (الخريطة الرقمية) كما تم رصد (10) نقاط مضاهاة (تدقيقية) أخرى، تم استخدام حاسبة علمية لإجراء الحسابات، وأقلام تحبير وأدوات هندسية لرسم اللوحة (a:1) واللوحة (b:1) وحاسوب لطباعة البحث والجدول واللوحات والنتائج وفق الخطوات التالية:

1- حددت منطقة الدراسة على خارطة العراق والصورة الجوية كما موضح باللوحتين (a:1) و (b:1).

2- مسحت حدود منطقة الدراسة وحسبت مساحتها ومساحة القطع المفردة ومناطق التجاوز بجهاز المحطة المتكاملة نوع (T.S 06) وحددت مساحة القطع المفردة وهي (1/6 , 1/2) ومساحة مناطق التجاوزات (أ، ب) و طرح قيمهم من مساحة أرض المعهد وظهرت النتائج باللوحة (c:1).

3- تم إنشاء (4) صبات مسلحة أساسية (Ground Control Point=G.C.P) بأبعاد (2 × 2 × 1)م كنقاط ضبط ارضي من قبل عمادة المعهد لكلفتها العالية لتعتمد في تنفيذ المشاريع كما ثبت فيها بليت مربع الشكل بأبعاد (25×25) سم وتم تعليمها (وضع علامة دقيقة عليها) لغرض إجراء المسح كما تم تثبيت (6) نقاط أخرى بمسامير كونكريتية على صبات المماشي ومفاصل كريستون الطرق، و (6) نقاط أخرى تثبتت بقضيب تسليح بقطر (1 إنج) في الحدائق والمناطق المفتوحة بعموم منطقة الدراسة ليكون عدد النقاط (16) مهينة للرصد تبدأ بالأحرف (A,B,C,D, ... to P).

4- رصدت (4) نقاط سيطرة أرضية (G.C.P) وهي النقاط الأساسية (A, B, C,D) بجهاز (GPS 1230) المساحي وتم رصد كل نقطة بحدود (35 دقيقة) لاستخلاص إحداثياتهم من الاقمار الصناعية بدقة تتراوح (2-5 سم) وكل نقطة رصدت لمدة (35 دقيقة) وثبتت قيمهم بالجدول رقم (1) لاعتمادها في رصد باقي نقاط منطقة الدراسة بجهاز المحطة المتكاملة (T.S06) الموضح باللوحة (a:2).

الجدول 1: الإحداثيات الدولية لنقاط السيطرة الأرضية (A,B,C,D) المقاسة بجهاز (GPS1230)

Sta.	X	Y	Z	Remarks
A	333993.327	4027668.983	245.925	نقطة سيطرة أرضية (G.C.P) قرب الشجرة بملعب المعهد
B	333960.297	4027783.183	244.468	نقطة سيطرة أرضية (G.C.P) بمدرج المتفرجين لملعب المعهد
C	334081.607	4027888.514	243.640	نقطة سيطرة أرضية (G.C.P) قرب سياج الباب الخلفي للمعهد
D	334066.076	4027715.261	244.908	نقطة سيطرة أرضية (G.C.P) قرب درج النزول لملعب المعهد

5- ثم أجراء الحسابات العكسية بين النقطتين (A,B) لحساب الطول والاتجاه بينهما من إحداثياتهم المرصودة بجهاز (GPS 1230) المساحي وفق المعادلات الرياضية التالية وتم الحصول على النتائج التالية ليمت مقارنتها مع المرصودة حقلياً بجهاز (T.S06) وكما يلي:

$$\therefore \Delta E_{AB} = E_B - E_A \quad \text{----- (2)}$$

$$\therefore \Delta E_{AB} = 333960.297 - 333993.327 = - 33.030_m$$

$$\therefore \Delta N_{AB} = N_B - N_A \quad \text{----- (3)}$$

$$\therefore \Delta N_{AB} = 4027783.183 - 4027668.983 = + 114.200_m$$

$$\therefore \text{Length}_{AB} = \sqrt{(\Delta E)^2 + (\Delta N)^2} \quad \text{----- (4)}$$

$$\therefore \text{Length}_{AB} = \sqrt{(- 33.030)^2 + (114.200)^2} = 118.881_m \text{ measured By (GPS1230)}$$

$$\therefore \Theta_{AB} = \tan^{-1} (\Delta E / \Delta N) \quad \text{----- (5)}$$

$$\therefore \Theta_{AB} = (- 33.030_m) / (+ 114.200_m) = 16^\circ 07' 53'' \text{ في الربع الرابع}$$

$$\therefore \text{AZ}_{AB} = 360^\circ - \Theta_{AB} \quad \text{----- (6)}$$

$$\therefore \text{AZ}_{AB} = 360^\circ - 16^\circ 07' 53'' = 343^\circ 52' 07''$$

ثم حملت إحداثيات النقطة (A) بجهاز (T.S06) وتم قياس إحداثيات نقطة (B) به لتدقيق الاتجاه والطول المقاس بين النقطتين (A,B) مع المحسوب وفق المعادلات التالية:

$$\therefore \text{Length}_{AB} = 118.883_m \text{ measured By (T.S 06)}$$

$$\therefore \text{Error in measured distance} = 118.883 - 118.881 = 0.002_m$$

$$\therefore \text{Relative Accuracy (R.A)}_{AB} = \left(\frac{\text{Error}}{\text{True Distance}} \right) \quad \text{----- (7)}$$

$$\therefore \text{Relative Accuracy (R.A)}_{AB} = \left(\frac{\text{Error}}{\text{True Distance}} \right) = \frac{0.002}{118.883} = \frac{1}{59442} \approx \frac{1}{60000}$$

(الخالصي، 1982) (سلوم، وآخرون، 1983) (Andrew, 2001).

** تم توزيع نقاط السيطرة الأرضية (Point=GCP Ground Control) موزعة بعموم منطقة الدراسة وعددها (16)، تم مراعاة تبادل الرؤيا بينها وتجنبنا وضعها خارج حدود المعهد لتجنب الاعتراضات الأمنية ثم رصدت بجهاز المحطة المتكاملة نوع (T.S 06) وجهاز تسوية مساحي نوع (Level NAK₂) لزيادة دقة مناسبة النقاط عن مناسب نفس النقاط المرصودة بجهاز المحطة المتكاملة لأن رصد المناسب به يضعف بمرور الوقت وذلك لترنح يد حامل العاكس ونزول ذراع العاكس نتيجة ضغط يد حامل العاكس عليه دون شعوره وكثرة تحويلات الجهاز ودقة قياس ارتفاع الجهاز وإدخال قيمته فيه يضعف دقة المناسب وكانت النتائج كما مثبتة بالجدول رقم (2) ورمز هذه النقاط باللوحة (b:2) هي (نقاط خضراء اللون).
** (النقاط الحمراء) باللوحة (b:2) هي نقاط المضاهاة مرصودة لتدقيق نتائج البحث وعددها (10).

الجدول 2: الإحداثيات الدولية لـ (16) نقطة مرصودة بجهاز (T.S 06) المساحي.

St.	Easting (m)	Northing (m)	R.L (m)	Remarks & Notes
A	333993.327	4027668.983	245.925	قرب الشجرة المطلة على الملعب
B	333960.297	4027783.187	244.470	خلف مدرج المتفرجين لملاعب كرة القدم
C	334081.607	4027888.514	243.647	قرب سياج البلوك للباب الخلفي للمعهد
D	334066.076	4027715.261	244.911	قرب درج النزول للملاعب الناحية الشرقية
E	334049.027	4027653.948	246.485	نقطة (B.M) قرب بناية المولدة
F	333969.493	4027481.608	246.769	قرب ركن بناية المكتبة
G	334095.108	4027435.185	244.182	في حديقة العمادة الخلفية
H	334053.233	4027439.297	243.139	بزواوية الحلان قرب كراج العمادة
I	334070.312	4027514.683	247.288	بزواوية الصعود يمين الشارع الخاص بالقسم
J	334114.211	4027809.238	244.500	قرب الخزان المدفون قبل القاعة الرياضية
K	334325.382	4027764.487	244.945	قرب خزان الماء العالي
L	334299.073	4027654.880	244.923	بالرصيف قرب مختبرات التبريد والتكييف
M	334110.532	4027528.988	249.351	قرب بناية قسم المساحة في الممشى
N	334207.267	4027491.705	249.294	يمين الدرج المؤدي إلى الجامع
O	334235.221	4027572.167	246.068	برصيف بناية الأقسام الطبية مقابل المدارج
P	334316.062	4027552.490	242.904	بالرصيف الأيسر لتقاطع الأقسام الإدارية

** تم رصد وحساب إحداثيات النقاط (C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P) بجهاز المحطة المتكاملة (T.S 06) وبالاعتماد على نقطتي (A و B) المرصودة بجهاز (GPS₁₂₃₀) المساحي وفق المعادلات التالية: (Raymond, Walter, 1999)، (Jan, 2001).

$$\therefore \Delta E = \text{Length of } AB * \text{Sin } AZ \text{ of side } AB \quad \text{----- (8)}$$

$$\therefore \Delta N = \text{Length of } AB * \text{Cos } AZ \text{ of side } AB \text{ - - - - - (9)}$$

$$\therefore E_B = E_A + \Delta E = E_A + \text{Length of } AB * \text{Sin } AZ_{AB} \text{ - - - (10)}$$

$$\therefore N_B = N_A + \Delta N = N_A + \text{Length of } AB * \text{Cos } AZ_{AB} \text{ - - - (11)}$$

$$\therefore RL_B = RL_A \pm \Delta L = RL_A + I_{\text{height for Instrument}} \pm V - hr_{\text{height of reflector}} \text{ - - - - (12)}$$

6- أدخلت البيانات المرصودة ببرنامج (Excel 2013) ثم حفظت بصيغة (Note Pad) ليتم إدخالها ببرنامج (Arc Map GIS 10.3) كطبقة سطحية (Surface) كما باللوحة (b:2).

7- قمنا بتوقيع مواقع نقاط السيطرة الأرضية (Ground Control Point = (G.C.P)) كنقاط (دائرية) في موقع منطقة الدراسة على الصورة الجوية بالاعتماد على إحداثياتهم المساحية المرصودة حقلياً من الجدول (2) والموضحة باللوحة (b:2).

8- الصورة الجوية المستخدمة مصححة هندسياً وذات دقة تمييزية (10×10 سم).

9- حسبت قيمة (Root Mean Square = RMS Error) الجذر المتوسط لمربع الخطأ لتحديد مدى مطابقة المواقع التي تمثلها البيانات الرسومية للواقع الفعلي في كل أجزاء منطقة الدراسة (وسام، 2008)، (عزيز، 2000) وفق المعادلات (16,15,14,13) والبيانات الموضحة بالجدول (1) و (2) حيث تم حساب قيم الجدول (3) وهي تمثل فرق الإحداثيات لتطبيقها بالمعادلات (16,15,14,13) والمأخوذة من الصورة الجوية والحقل كما باللوحة (c:2).

الجدول (3) إحداثيات (16) نقطة مرصودة بـ (GPS 1230) و (T.S 06) وجهاز التسوية (NAK 2)

Point	Measured By (T.S 06)			Measured By (Arc Map GIS 10) & Level (NAK 2)			Differences in Coordinates		
	E _r	N _r	R.L _r	E _d	N _d	R.L _d	(E _d - E _r) ²	(N _d - N _r) ²	(R.L _d - R.L _r) ²
A	333993.327	4027668.983	245.925	333993.327	4027668.983	245.925	0.000000	0.000000	0.000000
B	333960.297	4027783.187	244.470	333960.535	4027783.345	244.468	0.056644	0.024964	0.000004
C	334081.607	4027888.514	243.647	334081.635	4027888.540	243.640	0.000784	0.000676	0.000049
D	334066.076	4027715.261	244.911	334066.177	4027715.192	244.908	0.010201	0.004761	0.000009
E	334049.027	4027653.948	246.485	334049.055	4027653.923	246.485	0.000784	0.000625	0.000000
F	333969.493	4027481.608	246.769	333969.399	4027481.628	246.776	0.008836	0.000400	0.000009
G	334095.108	4027435.185	244.182	334095.115	4027435.298	244.190	0.000049	0.012769	0.000064
H	334053.233	4027439.297	243.139	334053.230	4027439.399	243.144	0.000009	0.010404	0.000025
I	334070.312	4027514.683	247.288	334070.322	4027514.595	247.296	0.000100	0.007744	0.000064
J	334114.211	4027809.238	244.500	334114.220	4027809.342	244.493	0.000081	0.010816	0.000049
K	334325.382	4027764.487	244.945	334325.362	4027764.580	244.949	0.000400	0.008649	0.000016
L	334299.073	4027654.880	244.923	334299.162	4027654.967	244.928	0.007921	0.007569	0.000025
M	334110.532	4027528.988	249.351	334110.649	4027528.875	249.354	0.013689	0.012769	0.000009
N	334207.267	4027491.705	249.294	334207.365	4027491.833	249.301	0.009604	0.016384	0.000049
O	334235.221	4027572.167	246.068	334235.433	4027572.300	246.067	0.044944	0.017689	0.000001
P	334316.062	4027552.490	242.904	334316.166	4027552.598	242.897	0.010816	0.011664	0.000049
Σ	-----	-----	3928.801	-----	-----	3928.821	0.164862	0.147883	0.000422

$$\therefore \text{RMS}_E = \{(E_d - E_r)^2 / n\}^{1/2} \text{ - - - - - (13)}$$

$$\therefore \text{RMS}_N = \{(N_d - N_r)^2 / n\}^{1/2} \text{ - - - - - (14)}$$

$$\therefore \text{RMS}_R = \{[(\text{RMS}_E)^2 + (\text{RMS}_N)^2] / 2\}^{1/2} \text{ - - - (15)}$$

$$\therefore \text{RMS}_{RL \text{ for Elevations}} = \left(\frac{\sum (R.L_d - R.L_r)^2}{n} \right)^{1/2} \text{ - - - - - (16)}$$

$$\therefore \text{RMS}_E = \{(0.164862) / 16\}^{1/2} = \pm 0.102_m \quad (13) \text{ وفق المعادلة}$$

$$\therefore \text{RMS}_N = \{(0.147883) / 16\}^{1/2} = \pm 0.096_m \quad (14) \text{ وفق المعادلة}$$

$$\therefore \text{RMS}_R = \{(0.102)^2 + (0.096)^2 / 2\}^{1/2} = \pm 0.099_m \quad (15) \text{ وفق المعادلة}$$

$$\therefore \text{RMS}_{RL \text{ for Elevations}} = \{(0.000422/16)\}^{1/2} = \pm 0.005_m \quad (16) \text{ وفق المعادلة}$$

** (n) عدد النقاط المرصودة.

** (E d, N d, R.L d) إحداثيات النقطة المأخوذة من (الخارطة الرقمية) اللوحة (C:2).

** (E r, N r, R.L r) إحداثيات النقطة المرصودة بجهاز (T.S 06) حقلياً.

** (RMS_N ، RMS_E) الجذر المتوسط لمربع الخطأ (الإزاحة) بالاتجاهين الأفقي والعمودي.

** قيمة (RMS_R) محصلة الإزاحة (الجذر المتوسط لمربع الخطأ في الاتجاهين الأفقي والراسي).

** قيمة (RMS_{RL for Elevations}) الجذر المتوسط لمربع خطأ المناسيب.

النتائج والمناقشة

باستخدام البيانات في الجدول (3) والتعويض في المعادلات (13,14,15,16) تبين أن متوسط مربع الخطأ بالاتجاه الأفقي (RMS_E = ± 0.102_m) والاتجاه الرأسي (RMS_N = ± 0.096_m) وقيمة محصلة متوسط مربع الخطأ بالاتجاهين الأفقي والعمودي (RMS_R = ± 0.099_m) ومتوسط مربع خطأ المناسيب هو (Root Mean Square for Elevations = RMS_{RL}).

تم التحقق من دقة المناسيب بمعادلة وضعية (Empirical Equation) مصممة من قبل الباحث وهي:

$$\therefore \text{RMS}_{RL} = (\text{Height Accuracy})_{mm} = H.A_{mm} = \pm 2.5 \sqrt{K}_{km} \quad (17)$$

** (Height Accuracy) = RMS_{RL} = H.A دقة الارتفاع (المناسيب).

** K = معدل مجموع مناسيب نقاط الشبكة (بجهاز T.S 06 وجهاز NAK₂) بالكيلومترات.

تم أخذ معدل مجموع مناسيب النقاط (16) المرصودة بجهازي ((T.S 06) و (NAK₂)) كالتالي:

$$\text{Average Summation for Elevation} = (3928.801 + 3928.821) / 2 = 3928.811_m$$

تستخدم المعادلة (17) في حالة مجموع المناسيب أقل من (4000 متر) ويتم إدخال قيمتها بالكيلومتر والنتائج يمثل دقة الارتفاع أو (المناسيب) بالملمتر.

$$\text{RMS}_{RL} = \text{Height Accuracy} = H.A = \pm 2.5 \sqrt{3.928811_{km}} = \pm 4.955 \approx 5_{mm} = \pm 0.005_m$$

الجدول 4: إحدائيات النقاط العشرة المرصودة بجهاز (T.S₀₆) للمضاهاة.

No.	Measured By (T.S ₀₆)			Measured from (Arc Map GIS ₁₀) & Level NAK			(Ed - Er) ²	(Nd - Nr) ²	(R.L _d - R.L _r) ²	Remarks
	Er	Nr	R.Lr	Ed	Nd	R.Ld				
1	334124.519	4027872.755	243.550	334124.490	4027872.661	243.486	(- 0.029) ² =0.000841	(- 0.094) ² =0.008836	(- 0.064) ² =0.004096	ركن بنلية الاستعلامات رقم (14) بالجدول (5)
2	334292.225	4027625.889	244.910	334292.211	4027625.968	244.950	(- 0.014) ² =0.000196	(0.079) ² =0.006241	(- 0.04) ² = 0.0016	ركن بنلية التبريد رقم (46) بالجدول (5)
3	334299.177	4027406.861	234.068	334299.181	4027406.724	234.098	(0.004) ² =0.000016	(- 0.137) ² =0.018769	(0.03) ² =0.0009	ركن اليمن لسقيفة المخازن رقم (47) بالجدول (5)
4	334279.574	4027487.432	246.686	334279.527	4027487.258	246.702	(- 0.047) ² =0.002209	(- 0.174) ² =0.030276	(0.016) ² =0.000256	ركن بنلية المدارج رقم (50) بالجدول (5)
5	334121.357	4027886.132	242.977	334121.353	4027886.109	242.929	(- 0.004) ² =0.038416	(- 0.023) ² =0.000529	(- 0.048) ² =0.002304	ركن الباب الخلفي الأيمن رقم (1) بالجدول (5)
6	334147.354	4027833.082	244.260	334147.250	4027833.283	244.200	(- 0.104) ² =0.010816	(0.201) ² =0.040401	(- 0.06) ² =0.0036	ركن القاعة الرياضية رقم (12) بالجدول (5)
7	333986.052	4027837.278	243.262	333986.009	4027837.117	243.260	(- 0.043) ² =0.001849	(- 0.161) ² =0.025921	(- 0.002) ² =0.000004	برج الإتارة بالملاعب رقم (21) بالجدول (5)
8	333960.505	4027762.299	244.663	333960.515	4027762.307	244.655	(0.01) ² =0.0001	(- 0.008) ² =0.000064	(-0.008) ² =0.000064	ركن مدرجات الملعب رقم (27) بالجدول (5)
9	333977.212	4027840.394	243.622	333977.184	4027840.410	243.692	(- 0.028) ² =0.000784	(- 0.016) ² =0.000256	(0.07) ² =0.0049	نقطة بسياج المعهد رقم (20) بالجدول (5)
10	334019.620	4027908.365	242.026	334019.669	4027908.207	242.076	(0.049) ² =0.002401	(- 0.158) ² =0.024964	(0.05) ² =0.0025	ركن بسياج المعهد رقم (19) بالجدول (5)
Σ			2430.024			2430.048	0.057628	0.156257	0.020224	

* * للتحقق من دقة الخارطة الرقمية قبل توظيفها بنظام المعلومات الجغرافية (GIS) (وسام، 2008)، (عزيز، 2000)، تم مضاهاة (10) نقاط إضافية مقاسة بجهاز (T.S₀₆ & NAK₂) حقلياً مع نظرائها بالصورة الجوية وتسجيل إحدائياتها بالجدول (4) التالي وحصلنا على النتائج التالية:
باستخدام بيانات الجدول (4) والتعويض في المعادلات (16,15,14,13) حصلنا على التالي:

$$\therefore \text{RMS}_E = \{(E_d - E_r)^2 / n\}^{1/2} = \{(0.057628) / 10\}^{1/2} = \pm 0.076_m$$

$$\therefore \text{RMS}_N = \{(N_d - N_r)^2 / n\}^{1/2} = \{(0.156257) / 10\}^{1/2} = \pm 0.125_m$$

$$\therefore \text{RMS}_R = \{[(\text{RMS}_E)^2 + (\text{RMS}_N)^2] / 2\}^{1/2} = \{(0.076)^2 + (0.125)^2 / 2\}^{1/2} = \pm 0.088_m$$

$$\therefore \text{RMS}_{RL \text{ for Elevations}} = \left(\frac{\sum (R.L_d - R.L_r)^2}{n} \right)^{1/2} = \{(0.020224/10)\}^{1/2} = \pm 0.045_m$$

تم التحقق من دقة المناسيب بالمعادلة الوضعية (Empirical Equation) رقم (17) كما يلي:

$$\therefore \text{RMS}_{RL} = (\text{Height Accuracy})_{mm} = H.A_{mm} = \pm 2.5 \sqrt{K}_{km}$$

$$\text{RMS}_{RL} = H.A = \text{دقة الارتفاع (المناسيب)}. * *$$

$$K = \text{معدل مجموع مناسيب نقاط الشبكة (بجهاز T.S₀₆ وجهاز NAK₂) بالكيلومترات}. * *$$

معدل مجموع مناسيب نقاط المضاهاة المرصودة بجهازي ((T.S₀₆) و (NAK₂)) كالتالي:

$$\text{Average Summation for Elevation} = (2430.024 + 2430.048) / 2 = 2430.036_m$$

تستخدم المعادلة (17) في حالة مجموع المناسيب أقل من (4000 متر) ويتم إدخال قيمتها بالكيلومتر والنتائج

يمثل دقة الارتفاع (أو المناسيب) بالملمتر (James, 1997).

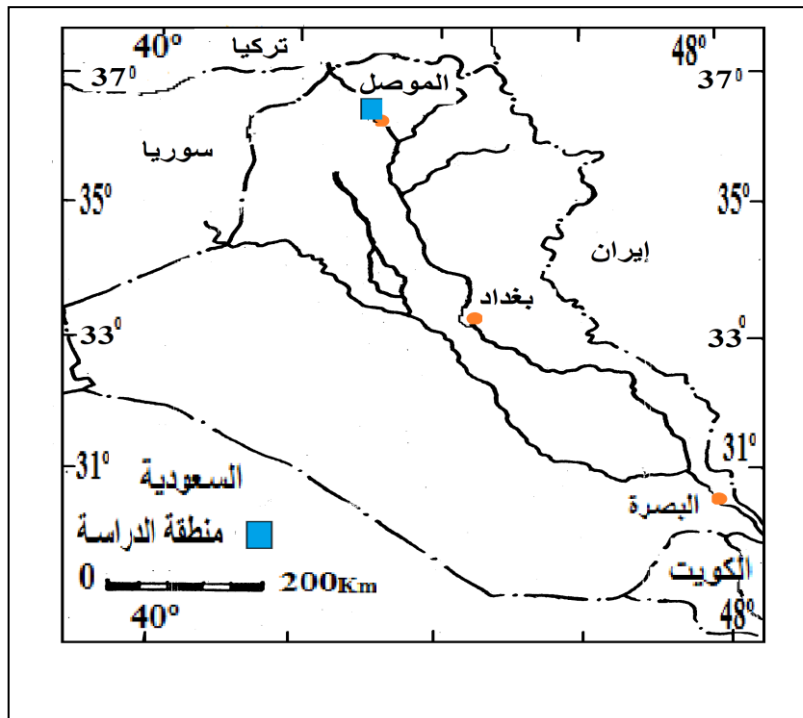
$$\text{RMS}_{RL} = \text{Height Accuracy} = H.A = \pm 2.5 \sqrt{2.430036}_{km} = \pm 3.897 \approx 4_{mm} = \pm 0.004_m$$

تعتبر البيانات الرسومية مقبولة الدقة إذا كانت قيمة الجذر المتوسط لمربع الخطأ الكلي أقل من الواحد الصحيح (وسام، 2008) (عزيز، 2000).

الاستنتاجات والتوصيات

- 1- لا ينبغي أن يقل عدد النقاط المستخدمة لتحديد دقة المواقع عن عشرة نقاط موزعة بعموم منطقة الدراسة أي نقطة لكل (25 دونم مربع) وإن زادت مساحة المنطقة فنزيد عددها كما يجب أن توزيع النقاط فيها بحيث تغطي منطقة الدراسة فإن قلت عن ذلك لا يمكن الاعتماد على نتائجها مع أخذ نقاط أخرى للمضاهاة بحدود (5-10) نقطة.
- 2- تعتبر البيانات الرسومية (الخريطة الرقمية) دقيقة كلما قلت قيمة الجذر المتوسط لمربع الخطأ الكلي (RMS Error) عن الواحد سواء في الاتجاه الأفقي أو الراسي أو المحصلة أو المنسوب.
- 3- أن برنامج (Arc Map GIS₁₀) فعال بتحديد إحداثيات النقاط بشرط أخذ صورة جوية أو بيان فضائي مصحح مع ضرورة رصد إحداثيات النقاط الحقلية بأجهزة مساحية دقيقة مثل (GPS₁₂₃₀) مساحي وجهاز المحطة المتكاملة (T.S₀₆ or T.S₀₃) بدقة وأجهزة تسوية دقيقة مثل (NAK₂ أو N3).
- 4- نوصي باستخدام الخارطة الرقمية الناتجة كقاعدة بيانات في اتخاذ القرار لحساب المساحات والاطوال واختيار وتحديد مواقع التوسعات المستقبلية لاستعمالات الأرض ومناطق التطوير في منطقة الدراسة المدققة بهذا الأسلوب.

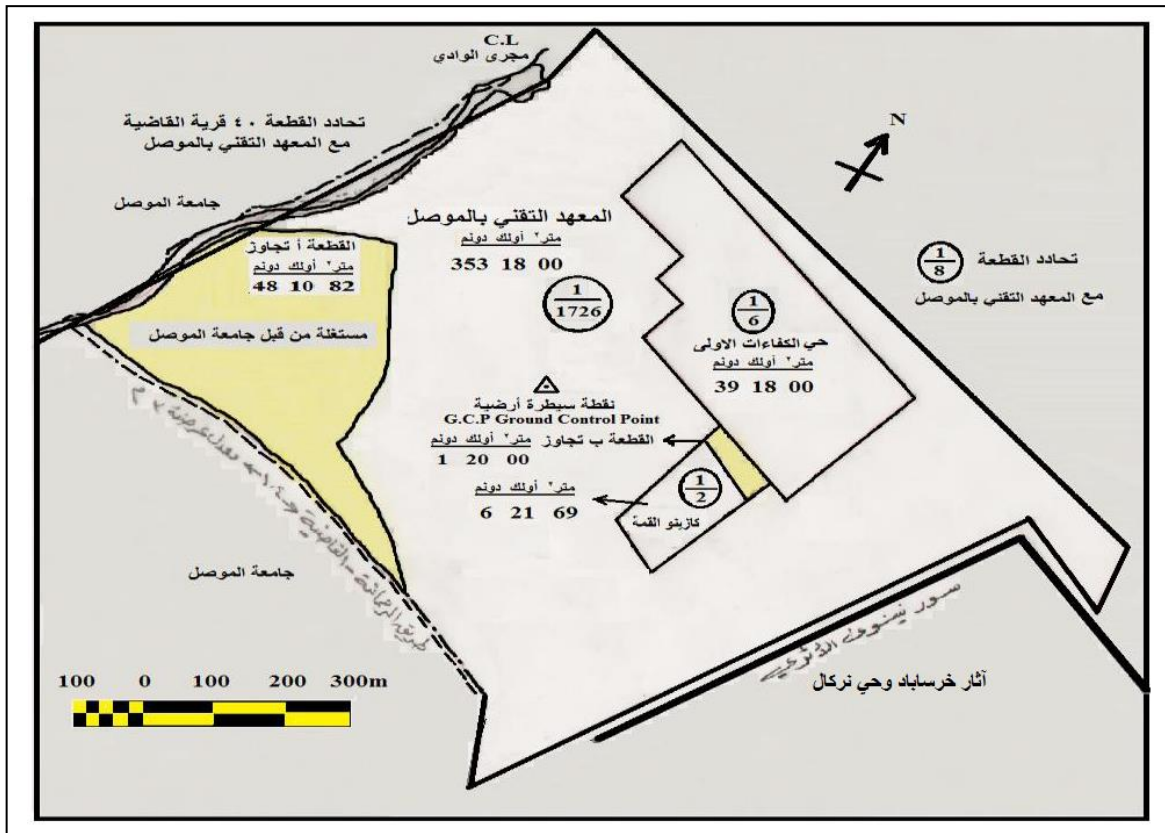
الملاحق



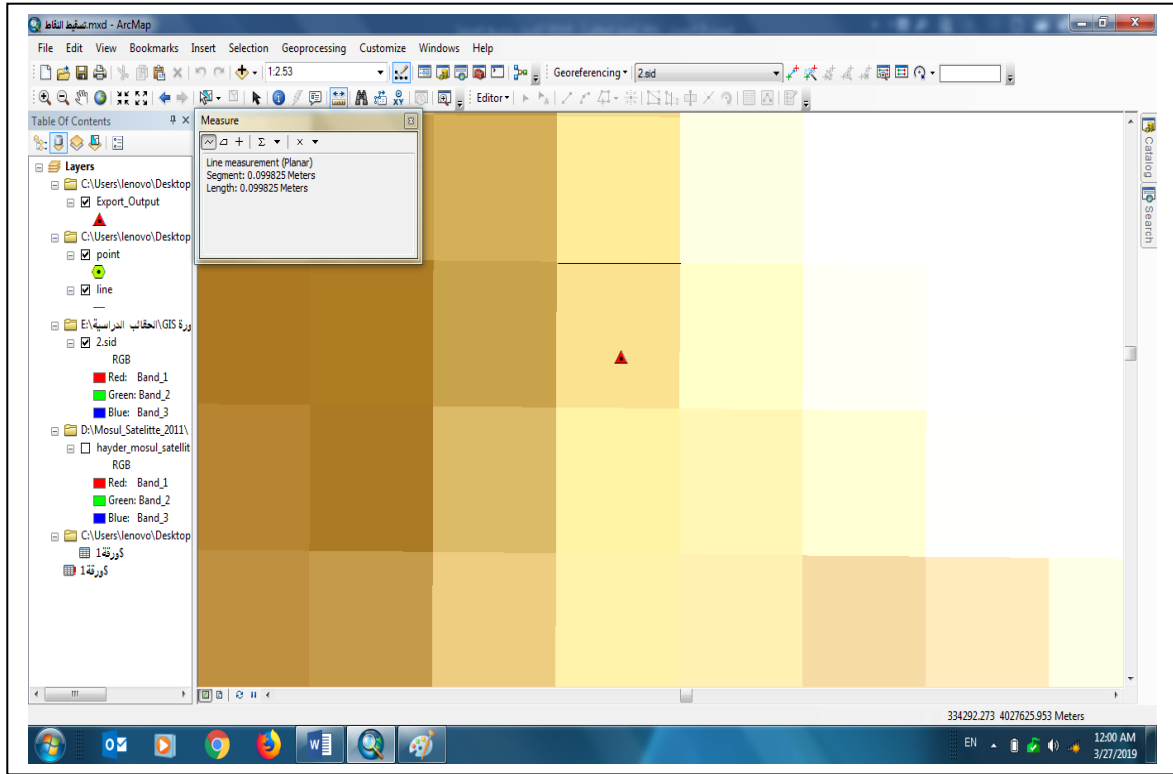
اللوحه (a:1) خارطة العراق موضحاً عليها منطقة الدراسة



اللوحة (b:1) حدود ومجاورات ومناطق التجاوز لمنطقة الدراسة موضحة على الصورة الجوية



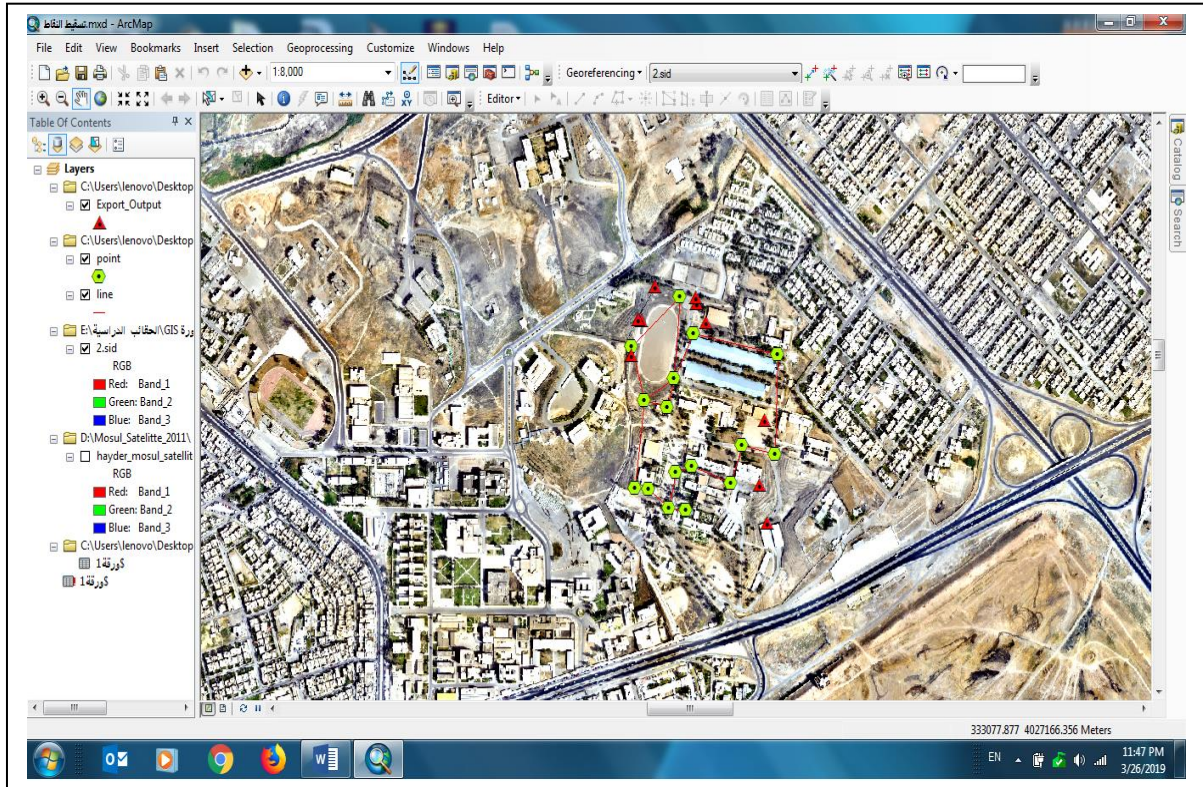
اللوحة (c:1) خارطة حدود منطقة البحث ومناطق التجاوز والقطع المفترزة مسحت بجهاز (T.S 06)



اللوحة (d:1) دقة قياس ابعاد البكسل الواحد بالصورة الجوية المستخدمة بالبحث = (10×10 سم).



اللوحة (a:2) الايسر جهاز المحطة المتكاملة (T.S₀₆) دقته (1") بالزوايا و (1mm) بالمسافات والايمن جهاز (GPS₁₂₃₀) المساحي دقته (2-5 سم).



اللوحة (b:2) نقاط السيطرة الأرضية (G.C.P) الدائرية ونقاط التدقيق المثلثية الشكل في منطقة الدراسة بالصورة الجوية المستعملة بالبحث تظهر كطبقة سطحية ببرنامج (ARC Map GIS 10.3)



اللوحة (c:2) إحداثيات نقطة الضبط الأرضي (B) من الصورة الجوية ببرنامج (Arc Map GIS 10)

المصادر العربية

- البكر، زياد عبد الجبار، 1993. المسح الهندسي والكادسترائي، الطرق، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، هيئة المعاهد الفنية، مطبعة دار الكتب للطباعة والنشر بجامعة الموصل، (555) صفحة.
- الخالصي، فوزي، 1982. المساحة المستوية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مطبعة جامعة الموصل، (540) صفحة.
- أعضاء هيئة تدريس مادة المساحة، 2007. المساحة المستوية، جامعة الزقازيق، كلية الهندسة، (245) صفحة.
- العيسى، سميح يوسف، 2005. مبادئ عمل منظومة التموضع (GPS)، شعاع للنشر والعلوم، سوريا، حلب، حارة الرباط 2، المنطقة 12، حي السبيل 2، (261 ص).
- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، 2005. النظام الكوني لتحديد المواقع، الصف الثالث، (200) صفحة.
- عزيز، محمد الخزامي، 2000. نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، أساسيات وتطبيقات للجغرافيين، منشأة المعارف، الإسكندرية، (389) صفحة.
- سلوم، لبيب ناصيف وحديبان، بكر عيسى وقاسم، فؤاد محمد علي، 1983. المساحة، العراق، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مؤسسة المعاهد الفنية، دار التقني للطباعة والنشر، (181) صفحة.
- وسام الدين، محمد، 2008. أساسيات نظم المعلومات الجغرافية، (66) صفحة.
- وزارة النقل والمواصلات، 2013. جداول المناخ (غير منشورة)، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، شعبة المناخ.

المصادر الأجنبية

- Andrew L. Harbin, 2001. Land Surveyor Reference Manual, 3th edition Published January, Textbook Binding (482 P.).
- Anthony G. Barnston, 1992. Correspondence among the Correlation, RMSE, and Heidke forecast Verification Measures; Refinement of the Heidke Score, Climate analysis Center, NMC/NWS/NOAA, Washington, D.C 15 April 1992 and 13 July 1992, volume 7, PP(699-709) (11P.).
- Buringh, P., 1960. Soils and Soil Conditions in Iraq, Ministry of Agriculture with map (1:100000), exploratory Soil map of Iraq, No. (1), (322 P.).
- James M. Anderson, Edward M. Mikhail, 1997. Surveying (Theory & Practice), 7th edition, Published October, Hardcover (200 P.).
- Jan Van Sickle, 2001. GPS for Land Surveyors, 2th edition Published January, Hardcover (284 P.).
- Barry F, Cavanaugh, 2003. Surveying, Principle and Applications, 6th edition, (754 P.).
- Walter Whyte, Raymond E. Paul, 1999. Basic Surveying, 4th edition Published June, Paperback (335 P.).
- <http://www.global security .org /military/policy/army/fm/ 6-2 chs.htm>