JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH AND APPLIED SCIENCES (JERAS)
10th Edition – July 2022, (Hoon – Libya), **ISSN 2414-6515**

المقارنة بين طرق ضبط الإحداثيات للمضلعات المغلقة باستخدام برنامج Civil 3D.

م. محمد فرج بلعيد المقرحي
محاضر / كلية العلوم و التقنية قمينس
E-mail: mohamedbaleid79@gmail.com

الملخص

الأرصاد والقياسات المساحية مهما بلغت دقة قياسها فلن تعطي نتائج صحيحة بصورة مطلقة بل سيكون بها خطأ مهما كان صغيرا جدا، لذلك من الضروري دارسة مصادر الأخطاء وانواعها وكيفية التغلب عليها؛ بالرغم من التطور الحاصل بالبرمجيات و الاجهزة المساحية الحديثة، لا يزال العديد من المساحين يستخدمون الطرق التقليدية و حسابها بشكل يدوي بضبط أرصاد المضلعات، مما سبب الجدل الواسع باي الطرق المعروفة ذات جدوى؛ من هذا المنطلق هدفت الدراسة الى تطبيق نظريات تصحيح وضبط الأرصاد المساحية لمضلع مغلق بعدة طرائق (البوصلة- اقل مجموع لمربع الفروقات- الانتقال)وبرمجتها باستخدام برنامج civil3D، ومن ثم المقارنة بين نتائج الضبط لتبيان أي هذه الطرائق هي الادق؛ تم اختيار منطقة الدراسة وهي ارض بناء فضاء لمجمع سكني بمنطقة دريانة – بنغازي، وتم الرفع باستخدام جهاز المحطة الشاملة والاعتماد على نقطة تحكم أرضية معروفة الاحداثيات كنقطة مرجعية لعمل المضلع؛ نستنتج من النتائج المتحصل عليها ان مقدار الخطاء و الدقة للمضلع بلغ $\frac{1}{15559}$ ضمن المواصفات المسموح اي اقل من 1/10000 و بمقدار الخطاء الزاوي صفر و الخطاء القفل الضلعي 0.149 متر، ايضا نستنتج ان طريقة اقل مجموع لمربع الفروقات تعطي نتائج اكثر دقة بحيث كان الفرق بين الاحداثيات الحقلية و المحسوبة المصححة اقل من الطريقتين الاخريين .

الكلمات المفتاحية : ضبط الأرصاد لمضلع مغلق، طريقة اقل مجموع لمربع الفروقات، طريقة البوصلة ، بطريقة الانتقال.

1. مقدمة

يعتبر المسح الهندسي إحدى اهم العناصر في التخطيط و التنفيذ لمعظم مشروعات البناء بالإضافة الى انه يستخدم لأغراض أخرى كإنشاء طرق النقل والاتصالات ورسم الخرائط وضبط حدود ملكية الأراضي؛ تعتبر أعمال المضلعات من أهم الخطوات المتبعة في أعمال المسح الأرضي حيث لابد من اختيار نقاط المضلع في أماكن صحيحة لعمل الرفع التفصيلي ومن ثم يتم عمل التصحيح اللازم لتلك الأرصاد وضبطها حتى يتم قبول تلك الاعمال وحساب احداثيات نقاط المضلع.

المضلع المغلق هو أدق أنواع المضلعات وهو أساس العمل المساحي ويرجع السبب في ذلك أن له إمكانيات حسابية لاكتشاف أخطاء الرصد وتوزيعها إن كانت في حدود القيم المسموح بها أو رفض القياسات وإعادة قياسها [2],[1]. اختلفت طرائق ضبط الارصاد بالمضلعات المغلقة، و بالرغم من التطور الحاصل بالبرمجيات و الاجهزة المساحية الحديثة لايزال العديد من المساحين يستخدمون الطرائق التقليدية مثل البوصلة بتصحيح المضلعات، مع الجدل الواسع باي الطرق المعروفة ذات جدوى.

الأرصاد والقياسات المساحية مهما بلغت دقة قياسها فلن تعطي نتائج صحيحة بصورة مطلقة بل سيكون بها خطأ مهما كان صغيرا جدا لذلك من الضروري دارسة مصادر الأخطاء وانواعها وكيفية التغلب عليها و كيفية التعامل معها حسابيا للوصول إلى قيمة الأقرب للصحة للكمية التي يتم قياسها؛ أية قياسات في الطبيعة لن تكون خالية من الأخطاء سواء أخطاء الراصد نفسه أو أخطاء الجهاز أو تأثير العوامل الطبيعية على مرحلة الرصد الحقلي، لذلك لا بد من حساب قيم الخطأ سواء في الزوايا أو الأضلاع المرصودة[1]،[2] .

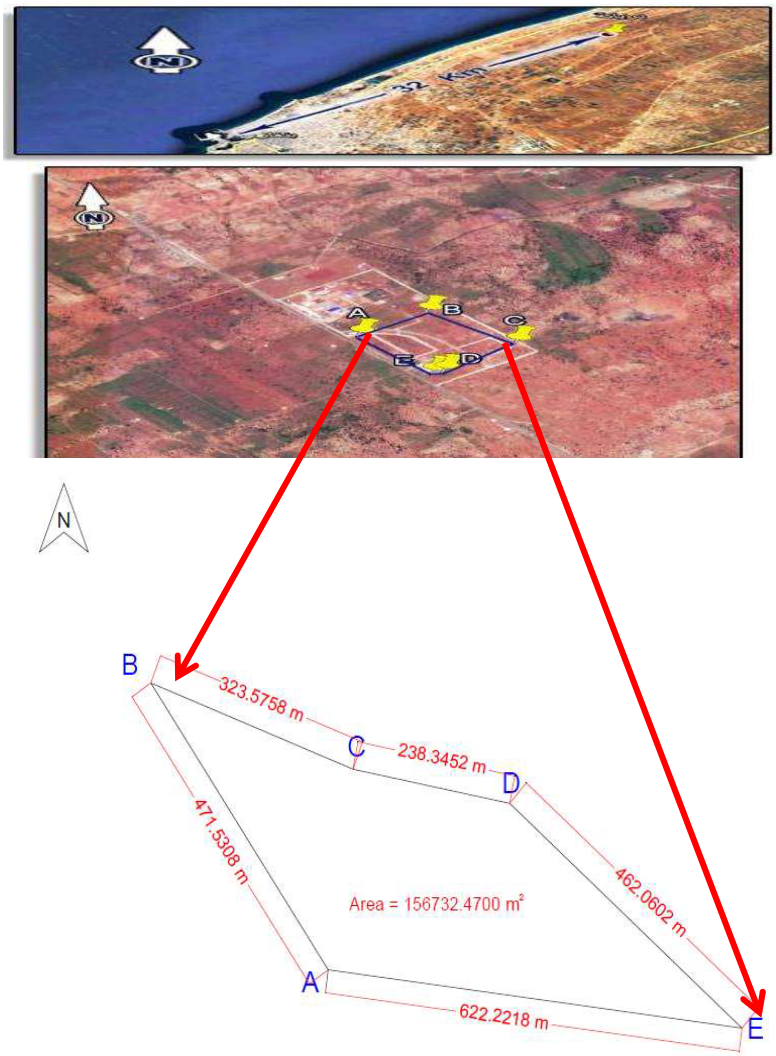
توجد طرائق عدة لتوزيع خطأ القفل الضلعي و الزاوي بالمضلعات إن كان أقل من القيمة المسموح بها ومنها: طريقة البوصلة وطريقة الانتقال و طريقة اقل مجموع لمربع الفروقات، واصبح الجدل واسعا بين المساحين و المهندسين باي تلك الطرق هي الانسب و الادق و الاسهل حيث يبتعد الكثيرون عن الاعتماد بضبط الارصاد على الطرق المعقدة و إن كانت أدق لكثرة المعادلات و احتياجها لوقت لإعداد الحسابات يدويا. الآن أصبح التوجه الرقمي هو الأساس بالتعامل مع الارصاد المساحية مع انتشار البرامج المساحية و الهندسية التي تقدم الادوات اللازمة لضبط الارصاد المساحية سواء كانت بالأجهزة المتطورة و الحديثة أو تلك التقليدية.

الهدف من الدراسة هو القيام بجميع الاجراءات و الأعمال المساحية لإنشاء مضلع مغلق بالموقع المختار بالدراسة باستخدام جهاز المحطة الشاملة مع الاعتماد على نقطة مرجعية تم زرعها بحيث تكون هي نقطة الانطلاق لعمل المضلع، ومن ثم ضبط ارصاد المضلع بالطرائق المختارة وهي (أقل مجموع لمربع الفروقات- البوصلة (بودوتيش)- الانتقال)و اتمام جميع الحسابات و الرسومات باستخدام برنامج Civil 3D. اخيرا المقارنة بين نتائج الضبط للمضلع وذلك بين مقدار التصحيح بالطرائق الثلاث و المقارنة بين الاحداثيات الحقلية و التي حسبت بعد الضبط و احتساب الفرق، وذلك لتحديد أي من هذه الطرائق ادق و اسرع و اسهل من حيث خطوات الضبط.

2. الأعمال الحقلية و البيانات المستخدمة بالدراسة :

تم اختيار منطقة الدراسة وهي ارض فضاء غرض انشاء مجمع سكني بمنطقة (دريانة) و التي تبعد مسافة 32كم من مدينة بنغازي، كما موضح بالشكل1؛ تم استهداف المنطقة و تحديد ثم رصد عدد 5 نقاط باستخدام جهاز المحطة الشاملة نوع LIKA TOTAL STATION 1201 وبدقة 2 ثانية و اتمام رصد اضلاع المضلع و زواياه و ايضا انحرافاته واحداثيات نقاطه، مع العلم بانه تم زرع النقطة 1 باستخدام نظام PPGPS بحيث ان تكون نقطة ضبط ارضية يتم البدء منها لأعمال الرصد للمضلع والانتهاء عندها.

الشكل2 يوضح المضلع المغلق الخماسي موضحا عليه اطوال اضلاعه واسم نقاطه مع العلم ان الرصد بعكس عقارب الساعة.



شكل.1 المضلع المغلق المرصود قيد الدراسة.

3. نظرية عمل الدراسة:

بعد الانتهاء من اعمال رصد المضلعات المغلقة يتم اعداد الحسابات التالية[2],[1]:

أ. حساب خطاء القفل الزاوي:

نتيجة لأخطاء بالرصد فلا يتفق مجموع الزوايا الداخلية الفعلية للمضلع مع المجموع الهندسي لها ويطلق على هذا الفرق بين المجموعين خطاء القفل الزاوي، ويحسب بالخطوات التالية:

المجموع الهندسي للزوايا الداخلية=$180^0 \times (N-2)$ (1)

خطاء القفل الزاوي =المجموع الهندسي للزوايا- المجموع الفعلي الحقلي للزوايا (2)

حيث: N =عدد زوايا المضلع.

يتم مراجعة مقدار خطاء القفل الزاوي مع الحدود المسموح بها ليتم اعادة توزيعه على جميع الزوايا الداخلية بعكس الإشارة بالتساوي او بنسبة الأوزان.

ب. حساب خطاء القفل الضلعي:

نظرا للأخطاء الوارد حدوثها اثناء الرصد نجد ان نقطة البداية لا تنطبق على نقطة النهاية للمضلع ويكون الحساب الفعلي لمركبات إحداثيات أضلاع المضلع كالاتي:

- المجموع الجبري للمركبات الافقية للأضلاع=E Δ(3)
- المجموع الجبري للمركبات الراسية للأضلاع=ΔN (4)

ويحسب مقدار خطاء القفل الضلعي ΔL من المعادلة:

$$\Delta N^2 + \Delta E^2 = \Delta L^2 \quad (5)$$

واتجاه الخطاء:

$$\tan\theta = \frac{(\Sigma \Delta E)}{(\Sigma \Delta N)} \quad (6)$$

يتم مراجعة مقدار خطاء القفل الضلعي مع الحدود المسموح بها تبعا لدرجة المضلع فإذا زادت قيمته عن الحدود المسموح بها فيتم إعادة تنفيذ الأعمال الحقلية مرة أخرى.

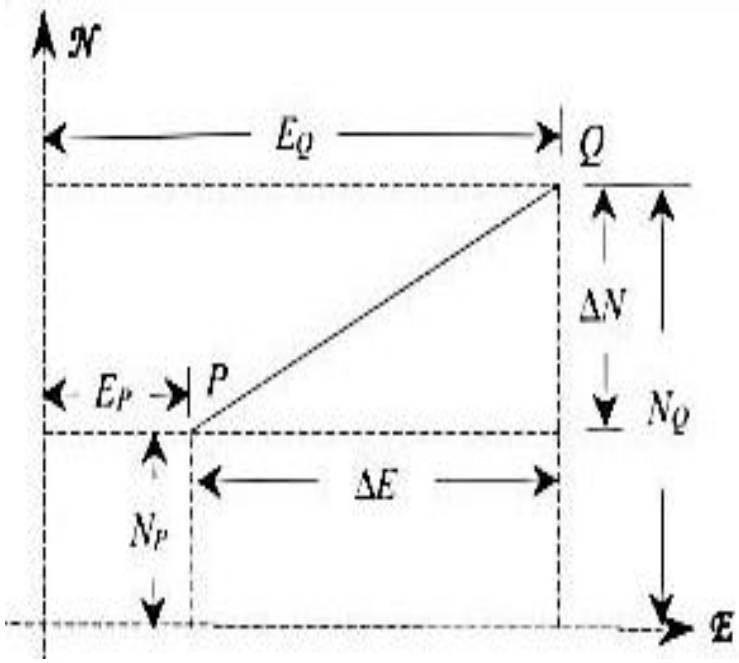
حيث يتم حساب خطاء القفل النسبي لدقة المضلع المغلق من خلال المعادلة التالية:

$$\text{خطاء القفل النسبي} = \frac{\Delta L}{\text{محيط المضلع}} \quad (7)$$

بعد اجراء التصحيح اللازم لقياسات المضلع يتم احتساب احداثيات نقاطه و هي الإحداثيات الشرقية E و الشمالية N، كما بالشكل 3 بشرط توفر احداثيات نقطة ضبط معلومة الاحداثيات فلتكن النقطة p عندها يمكن احتساب الإحداثيات كما يلي:

$$\Delta E = E_Q - E_P \quad (8)$$

$$\Delta N = N_Q - N_P \quad (9)$$



شكل3. حساب احداثيات النقاط.

3. طرائق ضبط ارصاد المضلعات المغلقة

تعديل القياسات وتصحيح خطاء الأغلاق في المضلع المغلق لها عدة طرائق منها:

- **طريقة البوصله أو بوديتش:** تعتمد هذه الطريقة بان الأخطاء بالأرصاد المساحية للمضلع المغلق تكون خطية، فأي ضلع من اضلاع المضلع متناسب طرداً مع قيمة الجذر التربيعي لمجموع الاطوال للمضلع $\sqrt{\sum L}$، والخطاء الزاوي متناسب عكسياً معه؛ يمكن تطبيق هذه الطريقة عندما تكون قياسات الزوايا هي التي تتحكم بالدقة وهي المصدر الرئيسي للأخطاء؛ يتم احتساب مقدار الخطاء الافقي و الرأسي بالإحداثيات كما يلي[1] :

مقدار التصحيح للمركبة الافقية = $\frac{\text{طول الضلع}}{\text{مجموع اضلاع المضلع}} \times$ المجموع الجبري للمركبات الافقية (10)

مقدار التصحيح للمركبة الراسية = $\frac{\text{طول الضلع}}{\text{مجموع اضلاع المضلع}} \times$ المجموع الجبري للمركبات الراسية (11)

- **طريقة الانتقال:** تستخدم هذا الطريقة عندما تكون الزوايا مقاسة بدقة اعلى من دقة قياس المسافات، وتكون الأخيرة هي مصدر الأخطاء، وبموجب هذا الطريقة نستخدم العلاقات التالية :

مقدار التصحيح للمركبة الافقية = $\frac{\text{مركبة الافقية الضلع}}{\text{المجموع العددي للمركبات الافقية}} \times$ المجموع الجبري للمركبات الافقية (12)

مقدار التصحيح للمركبة الراسية = $\frac{\text{مركبة الراسية الضلع}}{\text{المجموع العددي للمركبات الراسية}} \times$ المجموع الجبري للمركبات الراسية (13)

و تضاف بعكس اشارة المجموع الجبري للمركبة[1].

- **نظرية مجموع اقل فروق المربعات:** تعتمد هذه الطريقة على ان الارصاد الزائدة تجعل عدد معادلات الرصد اكبر من عدد القيم المطوب حسابها ومن الناحية الرياضية فان هناك عدد من الحلول لهذه المعادلات وليس حلا واحدا متفردا؛ طريقة اقل مجموع لمربع الفروقات تعد الاشهر والأكثر تطبيقا في الهندسة المساحية وتعتمد على تقليل مجموع مربعات الاخطاء الي اقل حد ممكن كما يلي :[3]

$$\sum_{i=1}^{n} v_i^2 = mim\,mum \qquad (14)$$

حيث:

V = الفروق بين القيم المرصودة والقيم الحقيقية، n = عدد الارصاد.

كل رصدة مساحية مباشرة لها معادلة تربطها مع القيمة المطلوب حسابها وفي حالة كون المعادلة غير خطية، يمكن باستخدام نظرية مجموعة مشتقات تايلور لتحويلها إلى معادلة خطية، أي ان اي معادلات مساحية يمكن وضعها في الصورة التالية [3]،[4] :

$$Ax = b + V \qquad (15)$$

حيث:

X =متجه الأرصاد المجهولة المطلوب حسابها، B = متجه الارصاد، A =مصفوفة المعاملات، V =متجه الفروق بين القيم المرصودة و القيم الحقيقية.

فان حل نظام المعادلات يكون كالتالي [3]،[4] :

$$X = (A^T WA)^{-1} (A^T W b) \qquad (16)$$

حيث:

W :مصفوفة الوزن وهي مصفوفة قطرية تتكون عناصر قطرها من الوزن المقابل لكل رصده من الارصاد وغالبا ما يتم اعتباره مساويا لمقلوب الانحراف المعياري للأرصاد وهي تحسب كما يلي:

$$W=\begin{bmatrix} \sigma_1^{-2} & 0 & 0.. \\ 0 & \sigma_2^{-2} & 0.. \\ 0 & 0 & \sigma_3^{-2}.. \end{bmatrix} \qquad (17)$$

حيث:

σ : يمثل الانحراف المعياري للرصدة.

اما بالنسبة لمعادلات الاشتراطية لضبط الارصاد باستخدام اقل مجموع لمربع الفروقات كما يلي[3]،[4]:

- ضبط وحساب المسافات الافقية:

من الممكن حساب أي مسافة لضلع بمعلومية الاحداثيات لنقاط البداية و النهاية له و كذلك انحرافه(انظر الشكل3) بتطبيق طريقه اقل مجموع لمربع الفروقات باستخدام مشتقة تاليور، فلابد ان يكون الفرق بين الضلع المحسوب من الاحداثيات و المقاس حقليا يساوي صفر وذك بتطبيق المعادلات التالية:

$$l_{ij} = \left\{ (E_j - E_i)^2 + (N_j - N_i)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (18)$$

و بتفاضل هذه المعادلة مرتين و بمعرفة مقدار الاحداثيات E و N وتطبيق مشتقة تايلور نتحصل على هذه المعادلة:

$$\begin{bmatrix} -\sin a_{ij} & -\cos a_{ij} & \sin a_{ij} & \cos a_{ij} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta E_i \\ \delta N_i \\ \delta E_j \\ \delta N_j \end{bmatrix} = [l_{ij(o-c)}] \qquad (19)$$

حيث ان الزاوية a_{ij} هي انحراف الضلع و الذي يتم حسابة عن طريق الاحداثيات كما يلي:

$$\tan a_{ij} = \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} \qquad (20)$$

حيث:

a_{ij} = الانحراف من النقطة j الى i، $\delta E_{ij}, \delta N_{ij}$ = التصحيح للحداثيات E_{ij}, N_{ij}، l_{ij} = المسافة المحسوب من الاحداثيات E_{ij}, N_{ij} من النقطة j الى i، $l_{ij(o-c)}$ = المسافة المقاسة حقليا من من النقطة j الى i.

1.3 ضبط وحساب الانحراف :

يتم حساب الانحراف ضلع بمعلومية الاحداثيات له حيث ان الفرق بين انحراف الضلع المحسوب و المقاس يساوي صفر:

$$b_{ij} = \tan^{-1}\frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} \qquad (21)$$

و بتفاضل هذه المعادلة مرتين و بمعلومة مقدار الاحداثيات E و N وتطبيق مشتقة تايلور نتحصل على هذه المعادلة :

$$\begin{bmatrix} \frac{-\cos a_{ij}}{l_{ij}\sin 1''} & \frac{\sin a_{ij}}{l_{ij}\sin 1''} & \frac{\cos a_{ij}}{l_{ij}\sin 1''} & \frac{-\sin a_{ij}}{l_{ij}\sin 1''} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta E_i \\ \delta N_i \\ \delta E_j \\ \delta N_j \end{bmatrix} = [b_{ij(o-c)}] \qquad (22)$$

$$\begin{bmatrix} \left\{\frac{\cos a_{ij}}{l_{ij}\sin 1''} - \frac{\cos a_{ik}}{l_{ik}\sin 1''}\right\} & \left\{\frac{\sin a_{ik}}{l_{ik}\sin 1''} - \frac{\sin a_{ij}}{l_{ij}\sin 1''}\right\} & \frac{-\cos a_{ij}}{l_{ij}\sin 1''} & \frac{\sin a_{ij}}{l_{ij}\sin 1''} & \frac{\cos a_{ik}}{l_{ik}\sin 1''} & \frac{-\sin a_{ik}}{l_{ik}\sin 1''} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta E_i \\ \delta N_i \\ \delta E_j \\ \delta N_j \\ \delta E_K \\ \delta N_K \end{bmatrix} = [a_{ijk(o-c)}] \qquad (24)$$

حيث:

a_{ijk} =الزاوية المحصورة بين ضلعين.، $a_{ijk(o-c)}$ = الزاوية المحصورة بين ضلعين مقاسة حقليا.، l_{ij} = طول الضلع من النقطة j الى i.، l_{ik} = طول الضلع من النقطة k الى i.

3. البرامج المستخدمة بالدراسة :

بهذه الدراسة تم الاستعانة ببرنامج Civil3D هو برنامج مصمم لدعم معلومات التي يم الاحتياج لها لتحسين وثائق التصميم الهندسي والبناء، بغرض تصميم بنية تحتية أفضل، و يعد برنامج Civil 3D أحد برامج التصميم الذي يدعم العمل بنمذجة معلومات (BIM) في مجموعة متنوعة من مشاريع البنية التحتية، والتي تشمل الطرق الحضرية والطرق السريعة، وتقسيم الأراضي، والسكك الحديدية، والمطارات، وشبكات صرف المياه؛ لذلك فهو يعد برنامج إبداعي يستخدمه المهندسون المدنيون والمهنيون المعماريون لتخطيط وتصميم وإدارة مشاريع الهندسة المدنية بتقنيات عالية.

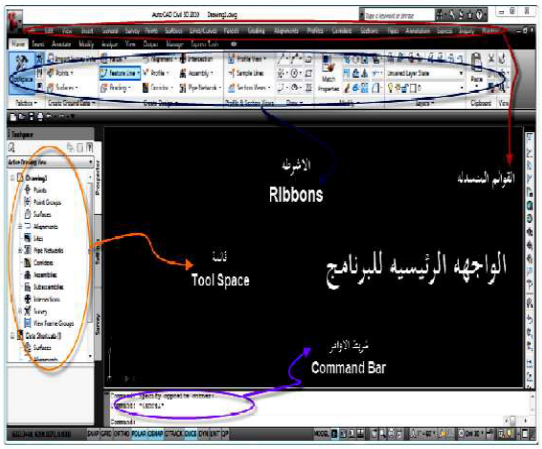
حيث:

b_{ij} = الانحراف الضلع .، $b_{ij(o-c)}$ = انحراف الضلع المقاس حقليا .

- حساب و ضبط الزوايا:

من المعتاد ان يتم احتساب الزاوية محصورة بين ضلعين عن طريق الفرق بين انحراف الضلعين فبتالي فان الزاوية المنوط اعتبارها لاشتقاق المعادلات تعتمد على الضلعين من النقطة i الى j و من النقطة i الىk؛ الاشتقاق يتم كتالي:

$$a_{jik} = \tan^{-1}\frac{E_k - E_i}{N_k - N_i} - \tan^{-1}\frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} \qquad (23)$$



شكل4 .واجة برنامج Civil 3D.

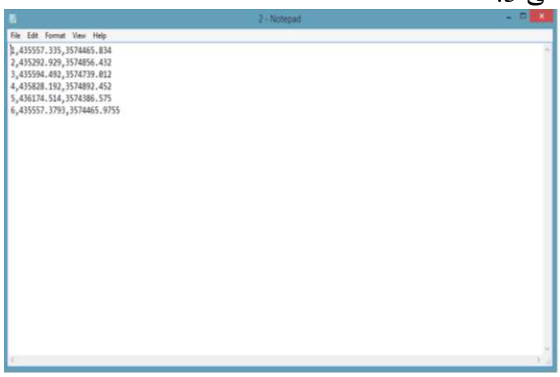
4. ضبط ارصاد مضلع مغلق بطراق مختلفة (اقل مجموع لمربع الفروقات- البوصلة- الانتقال) باستخدام برنامج Civil3D :

بهذا الجزء من الدراسة تم تطبيق ثلاث طرائق مختلفة لضبط ارصاد مضلع مغلق خماسي، و هي البوصلة و الانتقال و اقل مجموع لمربع الفروقات، فتم احتساب خطاء القفل الضلعي و الزاوي و الاحداثيات المصححة للمضلع، و كل ما يلزم من الحسابات اجريت باستخدام برنامج civil3D و الارصاد التي تم التحصل عليها من الموقع ادرجت بالجدول 1.

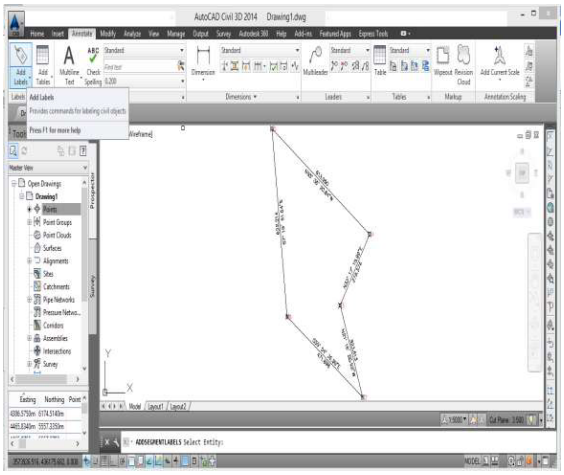
جدول1 الارصاد الحقلية للمضلع المغلق الخماسي باستخدام جهاز المحطة الشاملة.

النقطة	طول الضلع m	E m الاحداثي الأفقي	Nm الاحداثي الرأسي
5-1	622.22	3574465.834	435557.335
2-3	323.63	3574856.432	435292.909
4-5	613.06	3574739.012	435594.492
3-4	279.56	3574892.452	435828.192
1-2	471.67	3574386.575	436174.513

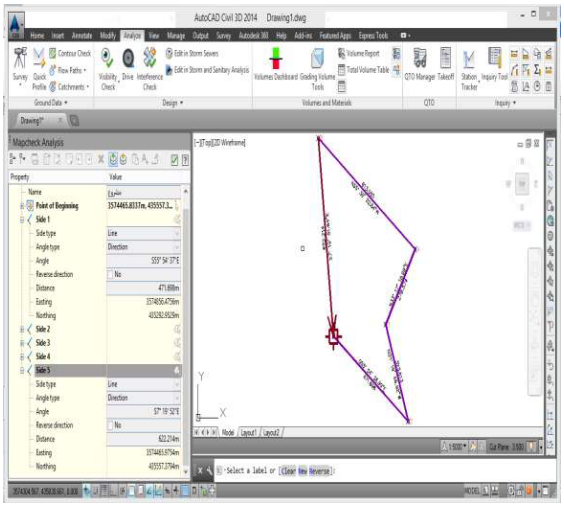
تم ادخال البيانات الخاصة بالمضلع و تتمثل بإحداثيات نقاطه مع اخذ العلم ان النقطة الاولى تم البدء بها و الانتهاء عندها بحيث يتم التعامل مع 6 نقاط اثناء الرفع او الرصد، و انشاء ملف نصي يحتوي على ارقام النقاط و من ثم الاحداثيات الراسية و الافقية و وصف النقطة ان وجد، فتم استدعاء هذا الملف لبرنامج Civil 3D غرض البدء برسم المضلع و توضيح البيانات عليه للتجهيز لعملية الضبط كما تم عرضه بالأشكال 5 و6. تم تم إعادة البرمجة لأجل تصحيح المضلع و استخراج المخططات و النتائج وذلك من خلال امر Mapcheck، بإدخال البيانات الخاصة بأضلاع المضلع من حيث الطول و الانحراف لكل ضلع بوضع المؤشر على البينات التي تظهر فوق كل ضلع مع الحرص ان يتم الادخال وفق الرصد الذي تم بالموقع أي مع او ضد عقارب الساعة؛ فور الانتهاء من تعريف المضلع وبيانته للأداة المستخدمة بالضبط تم استدعاء الطرائق المطلوب تطبيقها، وعند إتمام الحسابات المطلوبة و المنوطة بالطريقة المختارة ظهرت ثلاث ملفات نصية بها نتائج النهائية للضبط كما تم عرضه بالأشكال 7 و8؛ بحساب التصحيح للمركبات الافقية و الراسية بالطرائق الثلاث عرضت النتائج بالجداول من2 الى 5.



شكل 5.انشاء ملف نصي يحتوي على احداثيات نقاط المضلع.



شكل6.المضلع بعد رسمه و تعريف ببرنامج Civil3D.



شكل4 .واجة برنامج Civil 3D.

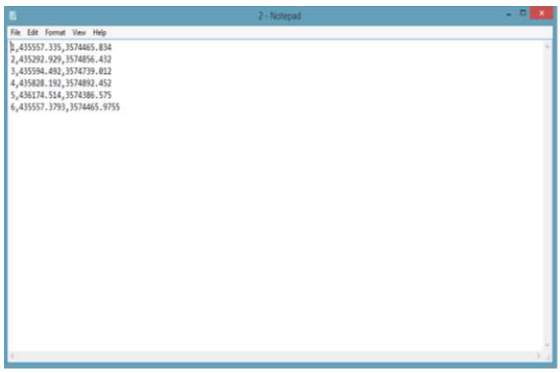
4. ضبط ارصاد مضلع مغلق بطراق مختلفة (اقل مجموع لمربع الفروقات- البوصلة- الانتقال) باستخدام برنامج Civil3D :

بهذا الجزء من الدراسة تم تطبيق ثلاث طرائق مختلفة لضبط ارصاد مضلع مغلق خماسي، و هي البوصلة و الانتقال و اقل مجموع لمربع الفروقات، فتم احتساب خطاء القفل الضلعي و الزاوي و الاحداثيات المصححة للمضلع، و كل ما يلزم من الحسابات اجريت باستخدام برنامج civil3D و الارصاد التي تم التحصل عليها من الموقع ادرجت بالجدول 1.

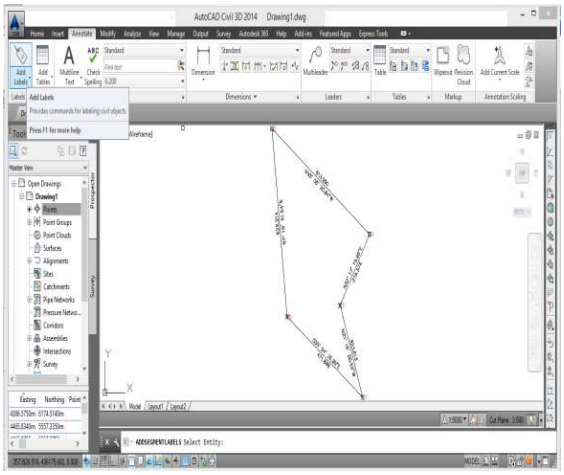
جدول1 الارصاد الحقلية للمضلع المغلق الخماسي باستخدام جهاز المحطة الشاملة.

النقطة	طول الضلع m	E m الاحداثي الافقي	Nm الاحداثي الراسي
5-1	622.22	3574465.834	435557.335
2-3	323.63	3574856.432	435292.909
4-5	613.06	3574739.012	435594.492
3-4	279.56	3574892.452	435828.192
1-2	471.67	3574386.575	436174.513

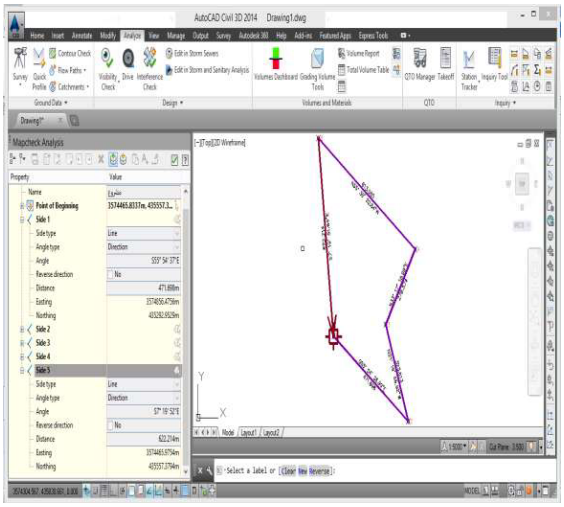
تم ادخال البيانات الخاصة بالمضلع و تتمثل بإحداثيات نقاطه مع اخذ العلم ان النقطة الاولى تم البدء بها و الانتهاء عندها بحيث يتم التعامل مع 6 نقاط اثناء الرفع او الرصد، و انشاء ملف نصي يحتوي على ارقام النقاط و من ثم الاحداثيات الراسية و الافقية و وصف النقطة ان وجد، فتم استدعاء هذا الملف لبرنامج Civil 3D غرض البدء برسم المضلع و توضيح البيانات عليه للتجهيز لعملية الضبط كما تم عرضه بالأشكال 5 و6. تم تم إعادة البرمجة لأجل تصحيح المضلع و استخراج المخططات و النتائج وذلك من خلال امر Mapcheck، بإدخال البيانات الخاصة بأضلاع المضلع من حيث الطول و الانحراف لكل ضلع بوضع المؤشر على البينات التي تظهر فوق كل ضلع مع الحرص ان يتم الادخال وفق الرصد الذي تم بالموقع أي مع او ضد عقارب الساعة؛ فور الانتهاء من تعريف المضلع وبيانته للأداة المستخدمة بالضبط تم استدعاء الطرائق المطلوب تطبيقها، وعند إتمام الحسابات المطلوبة و المنوطة بالطريقة المختارة ظهرت ثلاث ملفات نصية بها نتائج النهائية للضبط كما تم عرضه بالأشكال 7 و8؛ بحساب التصحيح للمركبات الافقية و الراسية بالطرائق الثلاث عرضت النتائج بالجداول من2 الى 5.



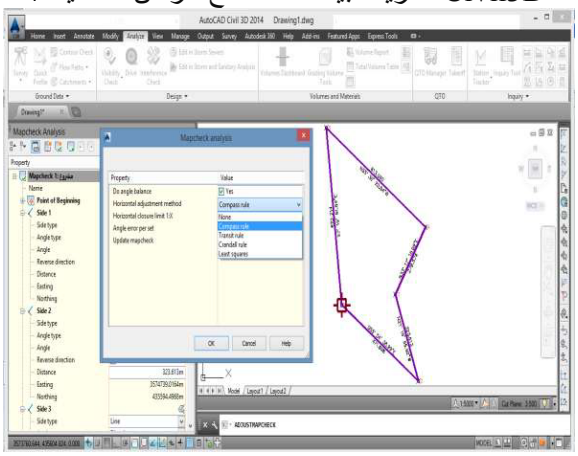
شكل 5.انشاء ملف نصي يحتوي على احداثيات نقاط المضلع.



شكل6.المضلع بعد رسمه و تعريف ببرنامج Civil3D.



شكل7.استخدام اداة Map checkالمتوفرة ببرنامج Civil3D لتعريف بيانات المضلع غرض تصحيحه.



شكل8.استخدام طرق تصحيح المضلعات المغلقة المتوفرة ببرنامج Civil3D .

جدول 2 ملخص لنتائج تصحيح المضلع المغلق الخماسي بالطرق الثلاث.

مقادر الخطاء	طريقة البوصلة	طريقة الانتقال	طريقة اقل مجموع لمربع الفروقات
مقادر الخطاء الزاوي	0° 0′ 0″	0° 0′ 0″	0° 0′ 0″
خطاء القفل الضلعي الرأسي m	-0.043	-0.043	-0.043
خطاء القفل الضلعي الافقيm	-0.142	-0.142	-0.142
مقدار خطاء القفل الضلعي m	0.149	0.149	0.149
اتجاه خطاء القفل الضلع	S 73-03-50 W	S 73-03-50 W	S 73-03-50 W
محيط المضلع m	2310.179	2310.179	2310.179
الدقة للمضلع	1 in 15559	1 in 15559	1 in 15559
مساحة المضلع m^2	214782.4	214782.4	214782.4
موقع الخطاء المحتمل	point 2	point 2	point 2

جدول 3 الاحداثيات المصححة للمضلع باستخدام طريقة البوصلة.

النقطة	الاحداثيات المصححة		مقدار الخطاء ΔE m	مقدار الخطاء ΔN m
	E m	N m		
1	3574465.834	435557.335	0.000	0.000
2	3574856.403	435292.900	0.029	0.009
3	3574738.963	435594.477	0.049	0.015
4	3574892.386	435828.172	0.066	0.020
5	3574386.471	436174.482	0.104	0.032

جدول 4 الإحداثيات المصححة للضلع باستخدام طريقة الانتقال.

النقطة	الاحداثيات المصححة		مقدار الخطاء ΔE m	مقدار الخطاء ΔN m
	E m	N m		
1	3574465.834	435557.335	0.000	0.000
2	3574856.387	435292.903	0.044	0.006
3	3574738.954	435594.478	0.058	0.014
4	3574892.376	435828.172	0.075	0.020
5	3574386.442	436174.485	0.133	0.028

جدول 5 الإحداثيات المصححة للمضلع باستخدام طريقة اقل مجموع لمربع الفروقات .

النقطة	الاحداثيات المصححة		مقدار الخطاء ΔE M	مقدار لخطاء ΔN m
	E m	N m		
1	3574465.834	435557.335	0.000	0.000
2	3574856.419	435292.865	0.012	0.043
3	3574738.981	435594.473	0.030	0.019
4	3574892.407	435828.180	0.044	0.011
5	3574386.511	436174.479	0.063	0.033

5.مناقشة النتائج

وفق نتائج ضبط المضلع المستهدف باستخدام برنامج civil 3D بالطرق الثلاث(البوصلة، الانتقال، اقل مجموع لمربع الفروقات) والتي عرضت بالجداول من 2الى5 نجد الملاحظات التالية:

مقدار الخطاء الزاوي للمضلع المغلق الخماسي بالطرائق الثلاث هو صفر اي ان الزوايا رصدت دون

1- أخطاء وهو ما يتم عادة عند الرصد باستخدام الأجهزة الحديثة ذات الدقة العالية، أما خطأ القفل الضلعي بمقدار 0.1485 متر و اتجاهه S 73-03-30 W وهو أيضا متساوي بالطرائق الثلاث بدقة للأرصاد $\frac{1}{15559}$ مما يدل على قبول الأرصاد بعد ما تم مقارنتها بالمواصفات المتبعة والتي تنص أن لا تقل الدقة عن $\frac{1}{10000}$ للمضلعات المغلقة من الدرجة الخامسة.

2- عند مقارنة الاحداثيات الحقلية المقاسة مقارنة مع الاحداثيات المحسوبة بواسطة أطوال أضلاع المضلع و انحرافاتها المصححة من الطرائق الثلاث، وُجد أن مقدار الفرق بين مركبات الاحداثيات الأفقية أكبر من الفرق بين مركبات الاحداثيات الرأسية، و الاحداثيات المصححة و المحسوبة بطريقة أقل مجموع مربع الفروقات كانت هي الأقل بالخطأ و الأقرب إلى القياسات الحقلية.

3- طريقة أقل مجموع لمربع الفروقات تعتمد على توزيع خطأ القفل الضلعي بالنسبة لخصائص المضلع من حيث الانحراف المعياري وفق معادلات الضبط الارصاد المشروطة، والنتائج المتحصل عليها من البرنامج كانت اكثر شمولية من حيث عرض النتائج الحقلية و المحسوبة و المصححة من حيث الإحداثيات و الانحرافات و اطوال اضلاع المضلع وهي مناسبة للأرصاد بالأجهزة الحديثة و الشبكات ذات النقاط الكثيرة.

6. الاستنتاجات و التوصيات:

القياسات والأرصاد المساحية عرضة للأخطاء دائماً فلا بد من إيجاد وسيلة يتم بواسطتها تصحيح هذه القياسات وجعلها صحيحة هندسياً، وهذا ما يعرف باسم ضبط القياسات؛ فمن هذا المنطلق بهذه الدراسة تم تصحيح وضبط الأرصاد المساحية لمضلع مغلق بواسطة (طريقة البوصلة و اقل مجموع لمربع الفروقات والانتقال) وبرمجتها باستخدام برنامج civil3D، ومن النتائج المتحصل عليها يتضح انه يمكن الاعتماد على برنامج civil3D في اتمام حسابات تصحيح الأخطاء للمضلعات المغلقة بأدق النتائج الممكنة و بسهولة و توفير للوقت والجهد؛ نستخلص ان مقدار الدقة لأرصاد المضلع تساوي $\frac{1}{15559}$ وهي ضمن المواصفات المسموح اي اقل من 1/10000، و مقدار الخطاء الزاوي للمضلع المرصود هو صفر و خطاء القفل الضلعي بالاتجاه الافقيΔE =- 0142 متر و الرأسيΔN = 0433 – متر، نجد ان طريقة اقل مجموع لمربع الفروقات تعطي نتائج ادق من الطرق الاخرى المعتمدة بالدراسة بحيث كان الفرق بين الاحداثيات الحقلية و المحسوبة المصححة اقل من الطريقتين الاخريين.

في نهاية الدراسة نوصي بزيادة الدراسات لنظريات تصحيح الأخطاء و ضبط الأرصاد و قبولها و توزيع الأخطاء للأعمال المساحية، و الاعتماد بأعمال ضبط المضلعات بطريقة اقل مجموع لمربع الفروقات كونها مناسبة للأرصاد من الاجهزة الحديثة بدلا من الطرق التقليدية، دراسة تطبيق ضبط المضلعات المفتوحة بطريقة اقل مجموع لفروق المربعات و مقارنتها مع الطرق المستخدمة بالدراسة باستخدام برنامجcivil 3D .

7. المراجع :

[1]. داود ، جمعة محمد ، 20، رياضيات الهندسة المساحية، مكة المكرمة، المملكة العربية، السعودية.

[2]. داود، جمعة محمد ، 20 ، مبادئ المساحة ، مكة المكرمة ، المملكة العربية، السعودية.

[3]. W. Sc. hofield, 2001, Engineering Surveying, Theory and Examination, Problems for Students, Fifth Edition, © W. Schofield 2001.

[4]. W. Schofield, 2007, Engineering Surveying, Sixth Edition, © W. Schofield 2007.

[5]. 1-C. Mccormac,1985, Surveying , prentice – Hall , INC. Newjersey, Second Ed. , P. (381).

[6]. UREN J. & PRICE , W. F. ,1985, Surveying for Engineers , Macmillan Education Ltd. , Second Ed. , P. (392).