

# التثليث العقاري وفق جملة إحدائيات محلية لسهل عكار في محافظتي طرطوس وحمص

م. كمال يوسف \*\*\*

أ. د. محسن أحمد \*\*

أ. د. عبد الرزاق عجاج \*

## المُلخَص

تغطي المنطقة الجنوبية الغربية من محافظة طرطوس ومنطقة صغيرة متاخمة لها من محافظة حمص شبكة تثليث عقارية، محسوبة وفق جملة إحدائيات محلية. شكلت نقاط هذه الشبكة الأساس الجيوديزي لجميع الأعمال العقارية للتجمعات السكانية والمناطق الزراعية في هذه المناطق. أُنجزت أعمال بناء هذه الشبكة في عشرينات القرن الماضي، ولا يزال العمل بالإحدائيات المحلية لنقاطها جارٍ حتى الآن. تواجه الفنيين في المصالح العقارية وباقي الجهات العامة، التي تتطلب أعمالها التعامل مع الإحدائيات والمخططات في هذه المنطقة مجموعة من الإشكاليات الهندسية، منها عدم معرفة دقة وتجانس هذه الشبكة، وإشكاليات في إغلاق مسالك المضلعات في سياق الأعمال الفنية اليومية، وكذلك عند ربط المناطق العقارية المجاورة للشبكة العامة. هذه الإشكاليات ناجمة بالدرجة الأولى عن عدم معرفة الجيوديزيين والفنيين المعنيين في التعامل مع نقاطها الكثير عن هذه الشبكة.

يتناول موضوع هذا البحث دراسة بحثية هندسية حول الشبكة وفق المعطيات المتوفرة، وتقييم دقتها، ومكان وحدود الخلل فيها، وطرق التحويل الهندسي بينها وبين الشبكة العامة، سواء لنقاط الشبكة أو لنقاط التكتيف (مثلثات، مضلعات) اللاحقة والمخططات والأعمال المستندة عليها. ويخلص البحث إلى توصيات حول الإستثمار الأمثل للشبكة وفق الوضع الراهن وطرق المعالجة طويلة الأمد عبر الإنتقال إلى الحالة الرقمية للبيانات (قاعدة البيانات الرقمية) المتعلقة بهذه الشبكة، بالتزامن مع وضع الإطار القانوني والإجرائي لذلك.

الكلمات المفتاحية: التثليث العقاري، تثليث الربط، الإحدائيات المحلية، الإحدائيات العامة، التحويل المتصل، وسطاء التحويل، تحويل

هيلمرت

\* استاذ مساعد، رئيس قسم الطبوغرافيا - كلية الهندسة المدنية - جامعة دمشق

\*\* استاذ مساعد في قسم الطبوغرافيا - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين

\*\*\* أُعدَّ هذا البحث في سياق التحضير لرسالة الدكتوراه من قبل م. كمال يوسف في قسم الطبوغرافيا - كلية الهندسة المدنية

- جامعة دمشق، بإشراف أ. د. عبد الرزاق عجاج والمشرف المساعد أ. د. محسن أحمد

## 1- مقدمة

وظروف إنشاء الشبكة، ودقة توضع نقاطها وكيفية استثمار إحدائياتها. يتجلى ذلك في حالات كثيرة من عدم تحقيق الدقة المطلوبة في إنشاء نقاط جديدة، والأخطاء الكبيرة في إغلاق مسالك المضلعات التي تتطلبها الأعمال العقارية اليومية. وكذلك اعتماد طرق غير معروفة الدقة عند إجراء الربط بين عناصر الشبكتين المحلية والعامّة، خصوصاً في المناطق المتاخمة للشبكة العامّة، نتيجة عدم توفر معاملات تحويل بين هاتين الجملتين. كل ذلك من شأنه أن يخفض كفاءة استثمار المشاريع في هذه المنطقة.

### 3- هدف البحث

تتطلب الأهداف الأساسية للبحث من المسائل التي تطرحها الإشكاليات، وأهمها: إعداد دراسة بحثية عن الشبكة، تشمل معرفة مدى تجانس وحدود دقة توضع نقاطها، وتحسين طرق استثمار بياناتها، لذلك لا بد من معرفة العلاقة الجيومترية التي تربط مكونات هذه الشبكة مع محيطها وفق النظام الإحداثي العام للقطر. سيتيح ذلك إمكانية الإستثمار الأمثل المشترك والمتكامل لمجمل البيانات المساحية في المنطقة. عندها لا بد من إيجاد معاملات التحويل بين الجملتين باستخدام علاقات التحويل المناسبة، واقتراح الطرق المناسبة لتحويل مجمل البيانات المتوفرة وفق الجملة المحلية إلى العامّة، ومنها تحويل المخططات العقارية إلى الصيغة الرقمية لتحسين كفاءة استثمارها واعتمادها كأساس في نظم المعلومات الجغرافية، كما تتيح إمكانية استخدام تقانات متطورة في القياس تعتمد أنظمة التوضع العالمي GPS. وتأتي أهمية البحث من كونه أول بحث يتناول موضع الشبكة المحلية بطريقة علمية هندسية تزيل الغموض الذي اكتنفها سابقاً، ويتلمس طريق الحل الهندسي لمشاكلها.

تغطي مدينة طرطوس والمنطقة الجنوبية الغربية من محافظة طرطوس (سهل عكار) ومنطقة صغيرة متاخمة لها من محافظة حمص شبكة مثلثات محسوبة وفق جملة إحدائيات محلية. شكلت نقاط هذه الشبكة الأساس الجيوديزي لجميع الأعمال العقارية للتجمعات السكانية والمناطق الزراعية في هذه المناطق. أنجزت أعمال بناء الشبكة في عشرينات القرن الماضي، ولا يزال العمل بإحدائيات نقاطها جارٍ حتى الآن. واجهت وتواجه المستثمرين لهذه الشبكة صعوبات وإشكاليات هندسية كثيرة في سياق التعامل معها على مدى العقود المنصرمة. كما يشكّل الوضع الراهن للشبكة وما يرتبط بها عائق كبير أمام الانتقال إلى الصيغة الرقمية للبيانات والمخططات الرقمية، واستثمارها بشكل متكامل وموحد مع باقي البيانات العقارية والطبوغرافية لجوارها، وفق أنظمة المعلومات الجغرافية GIS. إنّ تطوير هذه الشبكة يتطلب معرفة ودراسة وتحليل مكوناتها، كخطوة أولى ضرورية لحل مجموعة من المسائل المرتبطة بها، يتناولها هذا البحث مع التركيز على الجوانب التي تخدم موضوع البحث.

### 2- مبررات مشروع البحث

تتطلب الأعمال الفنية التي تقوم بها الجهات العامّة الخدمية التعامل مع هذه الشبكة، في الأعمال العقارية والتنظيمية وأعمال البنى التحتية من طرق وشبكات ري وخطوط نقل الطاقة وغيرها من المشاريع الهندسية. وتعاني جميع هذه الجهات عند تعاملها مع مكونات الجملة المحلية من صعوبات وإشكاليات، ناتجة عن مجموعة عوامل، أهمها: غياب المعرفة العلمية الهندسية لمكونات وعناصر

#### 4- الموقع الجغرافي وظروف إنشاء الشبكة

تمتد المنطقة التي تغطيها الشبكة من نهر الكبير الجنوبي جنوباً إلى نهر الحصين شمالاً (الشكل 1)، بطول 40 km تقريباً، ومن منطقة تلكخ في الجنوب الشرقي إلى البحر غرباً. تغطي الشبكة منطقة مساحتها بحدود 35,000 هكتار، وتشمل 68 تجمع سكاني في محافظتي حمص وطرطوس.



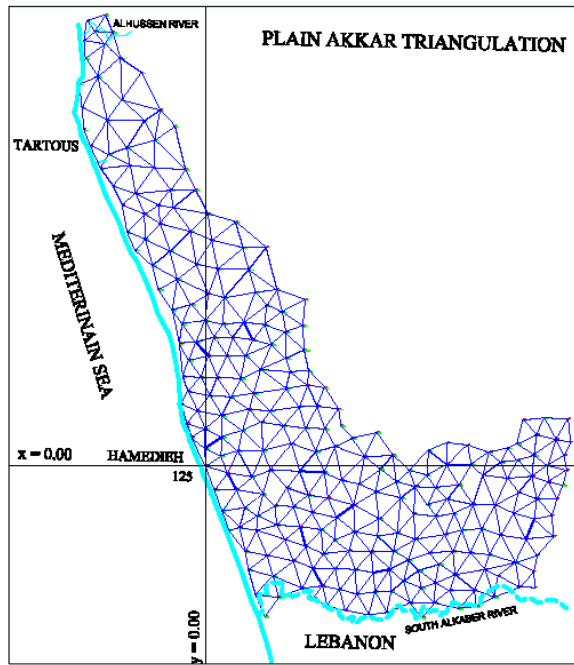
الشكل 1 : الموقع الجغرافي للتثليث العقاري المحلي لسهل عكار

استُطلعت الشبكة ورُصدت وحُسبت عامي 1923-1924، من قبل الفريق الذي عمل بإشراف السيد كميل دورافور\*، بالتزامن مع إنشاء شبكة التثليث الجيوديزي واعتماد النظام الإحداثي العام للقطر، الذي تمّ تنفيذه من قبل إدارة الجغرافيا العسكرية الفرنسية (S.G.A.) في نفس الفترة. وبالتالي لم تستند شبكة التثليث العقاري لسهل عكار إلى شبكة التثليث الجيوديزي العامة للقطر، وحُسبت وفق جملة إحداثيات محلية. وأنجزت المخططات العقارية لهذه المنطقة بأسرع مايمكن وبأقل التفاصيل لوضع حد للفوضى التي سادت في مؤسسة الحقوق والملكيّات بسبب تلف وفقدان الكثير من السجلات العقارية خلال الحرب العالمية الأولى [1].

\* رئيس الفريق الفرنسي لأعمال المسح العقاري في سورية ولبنان

#### 5- معطيات الشبكة

- عدد نقاط الشبكة 262 نقطة، مجموعة من هذه النقاط (32 نقطة) تتوضع في منطقة تلكخ المتاخمة، ومجموعة أخرى (7 نقاط) تقع في الأراضي اللبنانية. تتوزع باقي نقاط الشبكة بشكل منتظم على كامل منطقة سهل عكار.
- نقطة المبدأ (Point of Origin): هي النقطة رقم 125، وهي نقطة مبدأ جملة الإحداثيات المستوية المحلية للشبكة، إحداثياتها المحلية  $x = 0, y = 0$ . وقعت على سطح جامع قرية الحميدية القديم. لذلك فهناك إحداثيات سالبة وموجبة. اتجاه الشمال منطبق مع المحور  $y$ ، (الشكل 2).



الشكل 2 : شبكة التثليث العقاري لسهل عكار

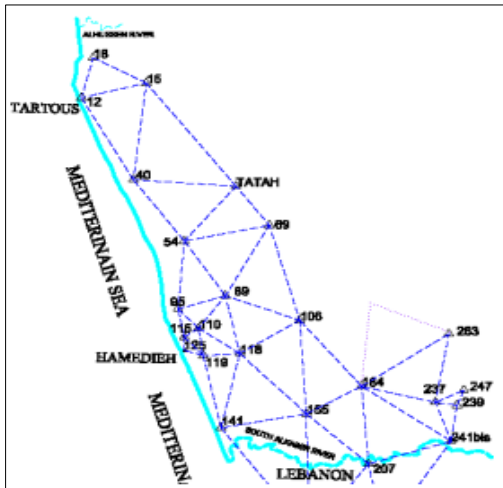
- استندت شبكة التثليث على قاعدة الانطلاق (Base of depart) المتشكلة بين النقطتين 110-115، حيث قيست هذه القاعدة بسلسلتين من الأنفار ثلاث مرات، بلغ طولها: 1180.09 m. الدقة النسبية لقياسها 1:20 000، [1,2].

تبقى دائما ضمن المجال المسموح به، قيست ثمانية قواعد تحقيق (Control base) ضمن الشبكة. نُفذت القياسات بشريطي أنفار، وتمَّ الحصول على دقة في القياس من مرتبة 1:20 000. واستنتجت أطوال الأضلاع من إحدائيات التثليث، ولم تتجاوز الفروقات في أسوأ حالاتها 1:3000.

#### 6- شبكة تثليث الربط

### Reattachment Triangulation

لاحقاً في عام 1924، وباستخدام جهاز التيودوليت الميكروسكوبي، تم إنشاء شبكة مثلثات أطوال أضلاعها أكبر من سابقتها (القيمة الوسطية للأطوال بحدود 4 km)، سميت شبكة الربط (Triangulation de Reattachment). غطت كامل منطقة سهل عكار واستُخدمت لحساب أجزاء من التثليث العقاري لم تكن قد حُسبت بعد، وكذلك لتحديد واكتشاف أخطاء في شبكة التثليث العقاري، خصوصاً في أطرافها الشرقية والشمالية [1,2].



الشكل 3 : شبكة تثليث الربط Triangulation de Reattachment

■ عدد نقاط شبكة الربط 25 نقطة هي النقاط ذوات الأرقام:  
110 - 106 - 95 - 89 - 69 - 54 - 40 - 18 - 15 - 12  
207 - 184 - 155 - 141 - 119 - 118 - 125 - 115  
Tatahin - 263 - 247 - 241 bis - 239 - 237 bis -  
Abouheh ، (الشكل 3).

■ الطول الوسطي لأضلاع الشبكة بحدود 1300m، أي أن لها مواصفات شكل ودقة قياسات شبكات الدرجة الرابعة.  
■ حُدِّد سمت القاعدة فلكياً، بالرصد على نجم القطب، حيث تمَّ بدايةً تعيين سمت الضلع 125-126 بالوقوف على النقطة 125 والتوجيه على النقطة 126 والرصد على نجم القطب، ومن ثم حساب واستنتاج سمت القاعدة بالإتجاه 110-115. كانت زاوية السميت في النقطة 110:  $261,8423^{\text{grade}}$ . ولم يجر حساب كامل لتحديد الإحداثيات الجغرافية ( $\lambda$  ،  $\phi$ )، لأن التيودوليت المستخدم لم يعط أكثر من  $40^{\text{cc}}$  في القراءة المباشرة. واعتُبر أن سمت تقريبي يكفي لتوجيه الشبكة [1].  
■ لاتنكر الوثائق المتوفرة أي تنويه حول إجراء قياسات غرافيمترية، واعتُبر سطح البحر كسطح مرجعي في هذه المنطقة، (منسوب نقطة المبدأ بحدود 10 m).

■ وتشير أعمال التسوية الدقيقة المنجزة بشكل محدود في منطقة الحميدية وجنوبها إلى أنها لم تُجز لأغراض جيوديزية وربما أنجزت فقط لأعمال استصلاح الأراضي.

■ باعتبار أن منطقة التثليث العقاري محدودة الإمتداد، تمَّ إهمال كروية الأرض بالنسبة لأعمال من دقة 1:2000.

■ اعتُبر مقياس التثليث ثابتاً في كل واحدة من القرى وليس في جميع قرى المنطقة بشكل عام (كل قرية اعتُبرت منطقة عقارية)، وذلك للتقليل من تأثير التشوهات الخطية للشبكة المحلية. (هذه التشوهات لم تتجاوز القيمة 1:2000) [1,2].

■ حُسب التثليث العقاري عامي 1923 و 1924 لمجموعة من القرى (21 قرية) في الجزء الجنوبي الغربي من السهل الواقعة حول نقطة المبدأ بطريقة Ch. Lallemand، لمجموعة من المثلثات حول نقطة مشتركة أو سلاسل متتالية.  
■ للتأكد من أن تشوه مقياس التثليث، المتعلق بالتشوه الجيوديزي ومحصلة الأخطاء الناتجة عن الرصد والحساب،

#### 7- المناطق العقارية المحسوبة وفق تثليث الربط

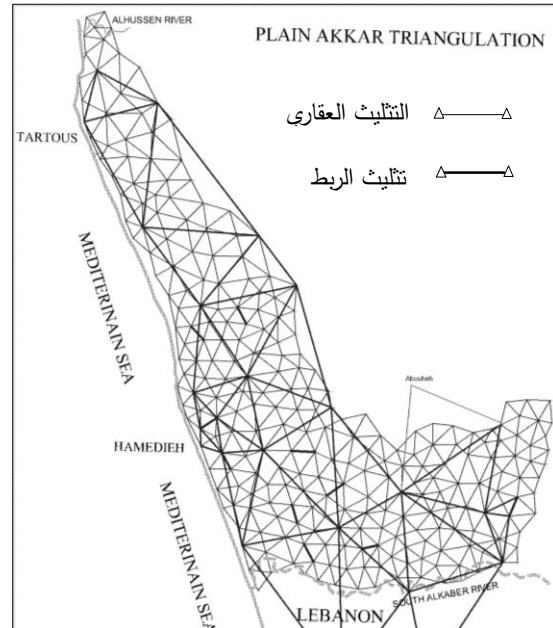
حُسب التثليث العقاري للأجزاء المتبقية من سهل عكار، غير الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي من السهل، استناداً على شبكة الربط، حيث جرى حسابها على جزأين: الجزء الواقع إلى الشرق والجنوب الشرقي من الحميدية، ويشمل 24 قرية. الجزء الواقع بين طرطوس والحميدية، ويشمل 22 قرية، يضاف إليها منطقة طرطوس العقارية، (الشكل 5).



الشكل 5 : المناطق العقارية والحد الفاصل بين الأجزاء المحسوبة قبل وبعد تنفيذ تثليث الربط

حُسبت نقاط التثليث الواقعة من جهتي الحد المشترك بين الجزأين المحسوبين استناداً لتثليث الربط مع الجزء المحسوب سابقاً استناداً للتثليث العقاري، بإحداثيات محلية مزدوجة (ستدرس لاحقاً). وبتعبير آخر، فقد حصلت بعض النقاط الواقعة على جهتي الحد الفاصل بين أجزاء الشبكة، الشكل 6، على إحداثيين مختلفين. الإحداثية الأولى عند حساب الجزء الجنوبي الغربي للسهل وفق التثليث العقاري، والثانية عند حساب الجزأين الشرقي والشمالي استناداً لتثليث الربط، حيث بلغ عدد النقاط بإحداثيات مزدوجة 67 نقطة.

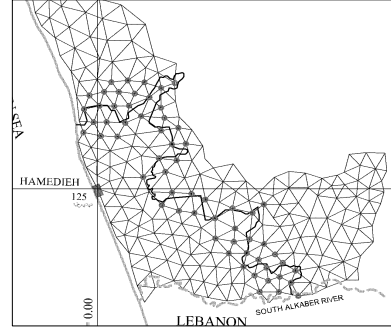
استندت شبكة تثليث الربط على القاعدة (110-115)، التي استُخدمت سابقاً لحساب التثليث العقاري المنجز للجزء الجنوبي الغربي من السهل، وعلى قاعدة الإغلاق للضلع (239-247)، التي بلغ طولها 1258.02 m، الواقعة إلى الشرق من القاعدة السابقة. إذاً، تمّ توجيه تثليث الربط استناداً للقاعدة نفسها، التي اعتمدت في توجيه التثليث العقاري. سمت الإنطلاق في النقطة 110 هو:  $261.8423^{\text{grade}}$ .



الشكل 4 : شبكة تثليث الربط مع شبكة التثليث العقاري

أنجزت الحسابات وفق أطوال واتجاهات أضلاع شبكة تثليث الربط، أيضاً كما في التثليث العقاري، باستخدام طريقة Ch. Lallemand لسلاسل متتالية لمجموعات من المتثلاث حول نقطة مشتركة، وبإهمال قيم التشوهات الجيوديزية [1]. إذن، حسبت الإحداثيات التربيعية المستوية لنقاط شبكة تثليث الربط وفق نفس نظام الإحداثيات، الذي اعتمد لحساب التثليث العقاري للجزء الجنوبي الغربي من السهل، والذي شمل 21 قرية، كما ذكر آنفاً. نقطة المبدأ (النقطة 125). سمت الإنطلاق هو سمت الضلع (110-115).

وصلت قيم فروقاتها لمرتبة الأمتار، وسنقوم بدراستها لاحقاً.



الشكل 6: الحد المشترك الفاصل بين أجزاء الشبكة و النقاط التي

لها إحداثيات مضاعفة على جانبي الحد الفاصل

استُخدمت الإحداثيات المحسوبة دون الإستناد لتثليث الربط في حساب التضليح Traversing للقرى الواقعة غرب الخط الفاصل بينها، الشكل 5، لاستكمال وإتمام الأعمال المساحية المنجزة وإعداد المخططات العقارية لهذه القرى. فيما استخدمت الإحداثيات المحسوبة وفقاً لتثليث الربط لحساب التضليح لباقي القرى في الجزئين الشرقي والشمالي.

#### 8- الربط مع التثليث (الأساس) الجيوديزي للقطر:

قبل عام 1930: بعد وصول التثليث الجيوديزي العام للقطر، المُنفذ من قبل إدارة الجغرافيا العسكرية الفرنسية S.G.A ، إلى المناطق المتاخمة للتثليث العقاري المحلي من جهتي الشرق والشمال، رُبطت بعض نقاط التثليث المحلي (23 نقطة) بنقاط التثليث الجيوديزي ، وحُسبت بنظام الإحداثيات العامة الستيريوغرافية، وهي النقاط: -12-15-18-23-25-26-27-28-29-30 شمال مدينة طرطوس، والنقاط: -141-144-145-146-147-198-199-204-205-206-207-212-230 الواقعة في الجزء الجنوبي لسهل عكار. حُسبت، من الإحداثيات، أطوال الأضلاع بين النقاط المشتركة في نظامي الإحداثيات المحلية والعامة، مع الأخذ بالحسبان تصحيح الأطوال من تشوه الإسقاط

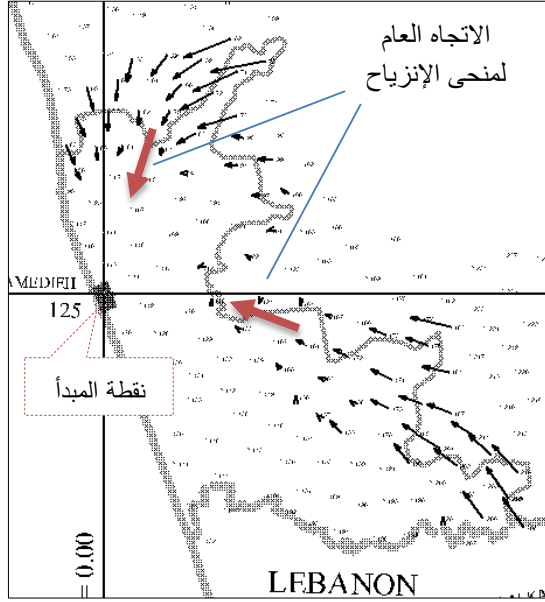
الستيريوغرافي. كانت الفروقات في أطوال بعض الأضلاع كبيرة نسبياً، ووصلت الفروقات النسبية الى 1:3500. قُبِلت هذه الفروقات كونها في أسوأ حالاتها كانت أفضل من الدقة المطلوبة (1:2000) [1,2,3].

لاحقاً، في عام 1972 : جرى في مديرية المساحة والتحسين العقاري بدمشق حساب الإحداثيات العامة الستيريوغرافية لباقي النقاط وأرسلت جداول بإحداثياتها إلى المصالح العقارية بطرطوس وحمص للعمل بموجبها. غير أن هذه الإحداثيات لم تُعتمد واستمر العمل بموجب الإحداثيات المحلية للنقاط. ربما بسبب إشكاليات هندسية تلمسها الفنيون على الواقع !.

يتكوّن انطباع أولى لدى الدارس للشبكة بأن المشكلة هنا إجرائية وليست هندسية، فيكفي أن تقوم المصالح العقارية باعتماد الإحداثيات العامة المحسوبة لنقاط الشبكة وحسب. أما بالنسبة للبحث، فالإشكالية الهندسية تكمن في أن مجموعة كبيرة من النقاط، أشرنا إليها آنفاً، لها إحداثيين محليين مختلفين تصل الفروقات بينها لمرتبة الأمتار، بينما لا يتوفر لها سوى إحداثيات عامة واحدة. حيث لا تشير الوثائق وجداول الإحداثيات إلى كيفية استخدامها (في أي منطقة عقارية...؟). ومع تعذّر الحصول على إضبارة الحساب لمعرفة أي من هذه الإحداثيات أعتمد في التحويلات، والفروقات النسبية الناتجة، والعلاقات ودقة حساب وسطاء التحويل التي أعتمدت؟، سينطلق البحث من اعتبارات الوثائق والبيانات المتوفرة.

■ وتجدر الإشارة إلى أن بعض النقاط لازالت موجودة، ويتم استخدامها حالياً (النقاط: -41-45-89-106-112-118-130-167). ومن الضروري البحث عن باقي النقاط، المحتمل وجودها، وتوثيقها لاستخدامها لاحقاً في التحويل.

بيّنت نمذجة الفروقات أن النزعة العامة للإنزياحات تنحو باتجاه نقطة المبدأ، وتتزايد قيمتها بالابتعاد عن نقطة المبدأ، (الشكل 7)، يدل ذلك على وجود خلل في مقياس الشبكة بسبب الدقة المنخفضة للقياسات الخطية وتراكم الأخطاء الزاوية.



الشكل 7: قيم واتجاهات الإنزياحات في مواقع النقاط (تم تكبير قيم الإنزياحات 500 مرة للتوضيح)

تطرح هذه الفروقات مجموعة من المسائل الأساسية التي ينبغي دراستها ومعالجتها. من هذه المسائل، هل كان كل من تعامل مع الشبكة على معرفة بهذه الفروقات؟، ماهي كمية وطبيعة الأعمال العقارية والطبوغرافية التي أنجزت في المنطقة دون الأخذ بالحسبان لهذه الفروقات؟. أي من هذه الإحداثيات المحلية اعتمدت في حسابات التحويل إلى الإحداثيات العامة، التي جرت عام 1972، والتي أشرنا إليها آنفاً، وكيفية حساب الإحداثيات العامة، هل تم ذلك من خلال حساب معاملات التحويل؟، أم بطريقة الربط مع نقاط الأساس الجيوديزي المجاورة للنقاط المحيطية والحساب المتتالي باستخدام العناصر الهندسية (الأرصاد)؟. مامدى انسجام وتوافقية الإحداثيات المحلية والإحداثيات العامة؟.

بعد استكمال جمع كل البيانات المتوفرة، ينتقل البحث إلى الهدف الثاني وهو اختبار مدى تجانس وحدود دقة التوضع الجيومتري لنقاط الشبكة (التجانس البيئي للإحداثيات المحلية، والإحداثيات العامة، وتوافق الإحداثيات المحلية مع العامة)، وتبعاً لذلك إيجاد معاملات التحويل بينها. لذا سنقوم بدراسة الفروقات في الإحداثيات وأطوال الأضلاع.

### 9- الفروقات في الإحداثيات المحلية للنقاط المستخدمة في مناطق عقارية مختلفة

جرت مقارنة إحداثيات نقاط شبكة التثليث العقاري المحلي المتوفرة في أضاير المناطق العقارية المختلفة، وتبين أن بعض النقاط (67 نقطة) لها إحداثيتين مختلفتين. تباينت القيم المطلقة للإنزياح  $(S_{xy} = \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2})$  واتجاهاتها  $(\theta = \text{atg} \frac{\Delta_y}{\Delta_x})$ ، الناجمة عن فروقات الإحداثيات (جدول 4)، ووصلت في النقطة 62 إلى 3.56 m. القيمة الوسطية لها 1.16 m.

جدول 4: عينة من الفروقات في الإحداثيات المحلية المزبوجة المستخدمة من مناطق عقارية مختلفة

رقم نقطة التثليث	المنطقة العقارية	فروقات الاحداثيات (m)		الانزياح	
		$\Delta x$	$\Delta y$	$S_{xy}(m)$	$\theta (g)$
50	يحمور	-0.23	0.91	0.94	324.2
	الطاحون				
59	طرطوس	-2.02	-1.34	2.42	33.6
	سمكة				
60	سمكة	1.12	1.14	1.60	45.5
	ميعار				
62	الطاحون	-3.29	-1.35	3.56	22.3
	ميعار				
66	منطار	-0.5	1.6	1.68	327.4
	يحمور				
72	الحررة	-2.23	-1.23	2.55	28.9
	سمكة				
-	-	-	-	-	-

نجمت هذه الفروقات، بشكل أساسي، عن حساب إحداثيات النقاط مرتين، مرة من التثليث العقاري وأخرى من تثليث الربط، إضافة لأخطاء الرصد والحساب.



في هذا السياق للبحث لابد من إجراء بعض المقارنات:

### 1) مقارنة فروقات المسافات للأضلاع المقاسة في الشبكة مع المحسوبة من الإحداثيات المحلية وكذلك المحسوبة من الإحداثيات العامة الستيريوغرافية

تمت مقارنة المسافات المحسوبة من الإحداثيات للأضلاع المقاسة في الشبكة. هذه الأضلاع هي قاعدتي الإنطلاق والإغلاق وثمانية قواعد تحقيق.

حُسبت المسافات من الإحداثيات المحلية لنقاط طرفي هذه الأضلاع، كما حسبت ذات المسافات من الإحداثيات العامة بعد تعديلها وفق عامل الإسقاط الستيريوغرافي لكل ضلع على حده. اعتُبرت القيمة الوسطية للإرتفاع عن سطح البحر

للمنطقة 20 m، حيث تكون قيمة التشوه الخطي في هذه الحالة بحدود 3 mm / km ، لذلك أمكن إهمال تشوه المسافات نتيجة الإرجاع إلى سطح البحر (الإهليلج)، وقورنت المسافات المحسوبة مع نظيراتها المقاسة.

نتائج المقارنة تُبين أن الفروقات صغيرة لثلاثة أضلاع، تصل الدقة النسبية لها إلى 1:50,000، وكبيرة بالنسبة لباقي الأضلاع حيث تصل الدقة النسبية فيها إلى 1:2,000. هذا التفاوت الكبير يقود إلى **الإستنتاج** بعدم تجانس الإحداثيات العامة الستيريوغرافية المحسوبة لهذه النقاط، ما يبرر الشك بموثوقيتها وبالتالي البحث عن معايير إضافية لاختبار هذه الإحداثيات قبل اعتمادها في التحويلات.

جدول 5: الفروقات في أطوال الأضلاع المقاسة

الاضلاع	الأطوال مقاسة	أطوال محسوبة من الإحداثيات المحلية	الفرق m	أطوال محسوبة من الإحداثيات العامة	عامل الاسقاط الستيريوغرافي للضلع	أطوال مقاسة مسقطة ستيريوغرافي	الفرق m	الفرق النسبي
110-115	1180.09	1180.09	0.00	1180.36	1.0000821	1180.187	0.17	1/7000
66-77	1088.75	1088.98	-0.23	1088.89	1.0000868	1088.845	0.05	1/25000
52-60	1133.80	1134.14	-0.34	1134.35	1.0000783	1133.889	0.46	1/2500
119-128	1118.92	1118.84	0.08	1118.99	1.0000791	1119.009	-0.02	1/50000
148-149	1173.68	1173.66	0.02	1173.78	1.0000619	1173.753	0.03	1/42000
150-151	1186.75	1186.65	0.10	1186.98	1.0000584	1186.819	0.16	1/7500
124-164	1431.35	1430.74	0.61	1431.01	1.0000648	1431.443	-0.43	1/3500
163-172	1235.89	1235.10	0.79	1235.38	1.0000520	1235.954	-0.58	1/2000
191-197	974.97	975.03	-0.06	974.56	1.0000463	975.0151	-0.46	1/2000
239-247	1258.02	1258.02	0.00	1257.92	1.0000176	1258.042	-0.12	1/10000

الأطوال من التشوه الخطي الناجم عن الإسقاط الستيريوغرافي بالعلاقة [3,4]:

$$k = \frac{m(m - c \cos M)}{4 N_0 \rho_0} - 0.0004659 \quad (1)$$

نتائج مقارنة الأطوال المستنتجة من الإحداثيات المحلية المحسوبة وفق تنليث الربط مع الأطوال المحسوبة من الإحداثيات الستيريوغرافية مُبيّنة في الجدول التالي:

### 2) مقارنة فروقات المسافات المحسوبة من الإحداثيات المحلية والإحداثيات العامة لأضلاع شبكة الربط (Reattachment Triangulation)

أجريت بعض الحسابات للتحقق من توافق كامل شبكة تنليث الربط مع التنليث الجيوديزي. حسبت أطوال الأضلاع، من الإحداثيات، بين النقاط المشتركة في نظامي الإحداثيات المحلية والعامة الستيريوغرافية. صُححت قيم



جدول 6: فروقات المسافات المحسوبة من التثليث الجيوديزي والمحسوبة من التثليث المحلي لشبكة تثليث الربط

الضلع	المسافة المحسوبة من الإحداثيات المحلية	المسافة المحسوبة من الإحداثيات العامة	عامل المقياس الستيريوغرافي	المسافة العامة المرجعة	الفرق m	الفرق النسبي	مقياس التحويل Scale
12-15	4577.09	4578.264	0.999882	4577.73	-0.64	1:7,200	1.000257
12-18	3186.788	3187.653	0.999875	3187.25	-0.47	1:6,800	1.000272
15-18	4126.564	4127.402	0.999883	4126.92	-0.35	1:11,700	1.000203
12-40	7268.739	7270.473	0.999883	7269.62	-0.89	1:8,200	1.000239
15-40	7530.156	7532.014	0.999891	7531.19	-1.04	1:7,200	1.000247
40-54	5879.619	5880.996	0.999900	5880.41	-0.79	1:7,500	1.000234
54-69	5939.733	5940.86	0.999918	5940.37	-0.64	1:9,300	1.00019
54-89	5075.027	5077.147	0.999919	5076.73	-1.71	1:3,000	1.000418
54-95	5265.328	5267.845	0.999908	5267.36	-2.03	1:2,600	1.000478
89-95	3401.948	3402.566	0.999915	3402.28	-0.33	1:10,400	1.000182
69-89	6223.678	6225.082	0.999924	6224.61	-0.93	1:6,700	1.000226
69-106	7636.094	7637.544	0.999934	7637.04	-0.95	1:8,100	1.00019
89-106	5424.12	5425.293	0.999930	5424.91	-0.79	1:6,800	1.000216
89-110	3122.334	3123.024	0.999917	3122.77	-0.43	1:7,200	1.000221
95-110	2055.356	2055.728	0.999912	2055.55	-0.19	1:10,800	1.000181
110-115	1180.098	1180.359	0.999913	1180.26	-0.16	1:7,500	1.000221
110-118	3419.665	3420.437	0.999920	3420.16	-0.50	1:6,800	1.000226
110-119	2127.348	2127.86	0.999916	2127.68	-0.33	1:6,400	1.000241
89-118	4560.939	4561.962	0.999923	4561.61	-0.67	1:6,800	1.000224
118-119	2503.006	2503.542	0.999921	2503.34	-0.34	1:7,400	1.000214
118-141	5896.886	5897.495	0.999925	5897.05	-0.17	1:35,500	1.000103
118-155	6521.445	6522.036	0.999935	6521.61	-0.17	1:38,700	1.000091
118-106	4834.221	4835.216	0.999933	4834.89	-0.67	1:7,200	1.000206
119-125	1329.325	1329.649	0.999915	1329.54	-0.21	1:6,300	1.000243
125-115	1028.879	1029.129	0.999915	1029.04	-0.16	1:6,400	1.000242
119-141	5720.879	5721.438	0.999920	5720.98	-0.10	1:55,100	1.000098
141-155	5927.003	5927.385	0.999934	5926.99	0.01	1:709,500	1.000065
155-184	4335.296	4336.443	0.999951	4336.23	-0.93	1:4,600	1.000264
155-106	7240.503	7241.646	0.999942	7241.23	-0.72	1:10,000	1.000158
155-207	5753.646	5754.852	0.999953	5754.58	-0.93	1:6,200	1.000210
184-106	6622.468	6623.432	0.999948	6623.09	-0.62	1:10,700	1.000146
184-207	6019.189	6020.29	0.999959	6020.04	-0.85	1:7,100	1.000183
184-237	5196.045	5197.4	0.999966	5197.22	-1.18	1:4,400	1.000261
184-241	7458.054	7459.918	0.999968	7459.68	-1.63	1:4,600	1.000250
184-263	7227.661	7227.519	0.999966	7227.28	0.39	1:18,700	0.999980
207-241	5920.384	5922.301	0.999970	5922.13	-1.74	1:4,000	1.000324
237-241	3193.942	3194.336	0.999977	3194.26	-0.32	1:9,900	1.000123
237-239	1491.987	1492.374	0.999977	1492.34	-0.35	1:4,200	1.000259
237-247	2171.197	2171.356	0.999978	2171.31	-0.11	1:19,500	1.000073
237-263	5373.007	5374.8	0.999975	5374.67	-1.66	1:3,200	1.000334
239-241	2811.146	2811.24	0.999980	2811.18	-0.04	1:76,000	1.000033
239-247	1258.022	1257.689	0.999981	1257.67	0.36	1:3,500	0.999736
247-263	4462.737	4466.176	0.999978	4466.08	-3.34	1:1,300	1.000771
						<b>average</b>	<b>1.000218</b>
115-239	19376.12	19380.14	0.999946	19379.10	-2.98	1:6,500	1.000207
115-18	22458.52	22465.11	0.999894	22462.74	-4.21	1:5,300	1.000293
18-241	38437.37	38446.26	0.999930	38443.56	-6.19	1:6,200	1.000231

الشبكة، كما اختلفت قيم مقياس التحويل بين الجملتين المحسوبة وفق العلاقة بين أطوال الأضلاع في الجملة العامة الى أطوال ذات الأضلاع في الجملة المحلية المحلي  $S / S_{\text{ستيريوغرافي}} = Scale$ . ففي الجزء الشمالي تراوحت الفروقات النسبية حول 1:75000 . ولوحظ وجود تطابق تام في الضلعين 26-27 و 27-28. وتراوحت قيمة المقياس حول 1.000225. أما في المنطقة الواقعة حول نقطة المبدأ فوصلت الفروقات الوسطية إلى 1:12000. وتراوحت قيمة المقياس حول 1.000185. ووصلت القيمة الوسطية للمقياس إلى 1.000085 في الجزء الجنوبي. أما في الجزء الجنوبي الشرقي فانخفضت الدقة الى 1:6500. تساعد هذه الاختبارات على تشكيل تصوّر عن مدى انسجام الإحداثيات المحلية والعامة، لكنها غير كافية لمعرفة والحكم أي من هذه الإحداثيات المحلية أو العامة أكثر دقة وموثوقية وانسجاماً، ولا بد من إجراء بعض القياسات الحقلية بين النقاط التي لازالت موجودة وبينها وبين ونقاط الشبكة العامة من الدرجتين الثانية والثالثة المجاورة. ستساعد هذه القياسات، أيضاً، في ربط الشبكة المحلية بالشبكة العامة بموثوقية أكبر.

### 10- حساب وسطاء التحويل بين الجملتين المحلية والعامة

تظهر الحاجة لمعرفة معاملات التحويل الدقيقة عند تحويل مخططات المناطق العقارية من الجملة المحلية إلى العامة، عند رقمتهها، في إطار خطة المديرية العامة للانتقال الى للمخطط العقاري الرقمي [5]. تتجلى الحاجة الماسة لهذه المعاملات، أيضاً في الأعمال اليومية أثناء تنفيذ معاملات أمانة المساحة، في المناطق الفاصلة بين الشبكتين المحلية والعامة، حيث يتم، حالياً، حل مسائل الربط والتحويل بين

حُسب عامل الإسقاط للإضلاع الكبيرة (الثلاث الأخيرة) وفق علاقة سمبسون في بداية ومنتصف ونهاية الضلع [4]:

$$k = \frac{k_b + 4k_m + k_e}{6} \quad (2)$$

من الجدول (6) نجد القيم الوسطية، على الشكل التالي: القيمة الوسطية لفروقات المسافات المحسوبة من الإحداثيات المحلية والعامة بحدود 0.68 cm - ، الفرق النسبي بحدود 1:6000، والمقياس الخطي للتحويل بحدود 1.000218. كما يتبيّن عدم انسجام النقطة 263 مع جوارها، لذلك تم استبعاد القيم المتعلقة بها. يمكن ملاحظة ضعف انسجام النقطة 54 مع النقاط المجاورة مباشرة، حيث انخفضت الدقة للضلع 54-95 إلى 1:2500.

حُسبت كذلك الفروقات في المسافات بين نقاط متباعدة اختيرت على أطراف المنطقة، وهي أكبر مسافات ممكنة، وبلغت الفروقات قيمةً كبيرة، وصلت إلى 6.19 m - للمسافة بين النقطتين 18 في أقصى الشمال و 241 في الجنوب الشرقي والبالغ طولها 38.5 km تقريباً، ودقة نسبية بحدود 1:6200 (جدول 6). وهي قيم كبيرة جداً وفق مفاهيم دقة القياس والحساب الحالية.

### 3) فروقات المسافات المحسوبة من الإحداثيات المحلية والعامة لأضلاع شبكة التثليث المنفذة قبل تثليث الربط

كما حسبت وقورنت المسافات بين مجموعة من نقاط التثليث المحلي المنفذ قبل تثليث الربط. صُححت قيم الأطوال المحسوبة من الإحداثيات العامة من التشوه الخطي وفق الإسقاط الستيريوغرافي. واستبعدت النقاط التي لها أكثر من إحداثية محلية.

تباينت قيم الفروقات بين المسافات المحسوبة من الإحداثيات وفق الجملتين المحلية والعامة على كامل

10-2- طريقة التحويل المتصل المعروفة بالتحويل ثنائي الأبعاد (2D Affine Transformation):

يُعبّر عن علاقات التحويل بالشكل [6]:

$$\begin{aligned} X &= T_x + a x + c y \\ Y &= T_y + b x + d y \end{aligned} \quad (7)$$

حيث:  $T_x, T_y, a, b, c, d$  - وسطاء التحويل، عددها ستة. وهي انسحابين للمبدأ  $2$  Translations، دورانين  $2$  Rotations، وتغيرين في المقياس  $2$  Scale factor.

يكتب النموذج الرياضي للعلاقات بالشكل المصفوفي:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} k_x \cos \theta_x & k_y \sin \theta_y \\ -k_x \sin \theta_x & k_y \cos \theta_y \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \pm \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} a & c \\ b & d \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \pm \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (8)$$

هذه الطريقة هي أيضاً تحويل هندسي، ما يميزها عن التحويل السابق هو أن معامل المقياس على الإتجاه  $x$  مختلف عن المقياس في الإتجاه  $y$ ، كما أن التحويل وفق هذه الطريقة يشوه الأشكال، أي أن المربع قد يصبح متوازي أضلاع. يحسب الدوران على المحورين من العلاقات:

$$\theta_x = \tan^{-1} \left( -\frac{b}{a} \right), \quad \theta_y = \tan^{-1} \left( \frac{c}{d} \right) \quad (9)$$

ويحسب المقياس على المحورين  $x$  و  $y$  وفق العلاقات:

$$k_x = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad k_y = \sqrt{c^2 + d^2} \quad (10)$$

استخدمت لحساب وسطاء التحويل وفق هذين النموذجين برمجيات تعتمد مبدأ التربيعات الصغرى. معادلة التربيعات الصغرى المستخدمة تأخذ الشكل العام التالي:

$$X = j x + T \quad \text{حيث: } j \text{ - Jacobean matrix}$$

وحسب الخطأ المتوسط التربيع Total Error Factor

للمراسب وفق علاقة فورير Ferrero [7]:

$$\eta = \sqrt{\frac{V_{XY}^2}{n-r}} \quad (11)$$

حيث:  $n$  - عدد الأضلاع المتشكلة،  $r$  - عدد المجاهيل.

الشبكتين بطرق غير دقيقة وغير مبنية على أسس هندسية. يخلق ذلك مشاكل كبيرة، قد يصعب حلها مستقبلاً.

الطرق الأكثر استخداماً في التحويل المباشر من جملة إحداثيات مستوية إلى أخرى هي طرق خطية، تبقى فيها الخطوط المستقيمة خطوطاً مستقيمة، وكذلك الخطوط المتوازية متوازية بعد التحويل، كما تبقى نسب الأطول نفسها على خط مستقيم. سنستخدم نموذجين من النماذج المعروفة منها، للمقارنة واختيار النموذج الأفضل الذي يقلل من التغيرات في مواقع النقاط ودوران وشكل الشبكة:

10-1- طريقة التحويل الخطي المطابق المعروفة بتحويل هيلميرت (2D Helmert Transformation):

علاقات التحويل المباشر من الإحداثيات المحلية إلى الإحداثيات العامة [6]:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \end{bmatrix} + k R \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}; \quad R = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (3)$$

حيث:  $x, y$  - الإحداثيات المحلية

$X, Y$  - الإحداثيات في نظام الإحداثيات العام للقطر وفق الإسقاط الستيريوغرافي

$T_x, T_y$  - إحداثيات نقطة المبدأ للشبكة المحلية في نظام الإحداثيات العام (في حالتنا النقطة 125)

$k$  - مقياس التحويل (Scale)

$\theta$  - زاوية دوران المحاور (Rotation Angle)

أو نكتب العلاقة السابقة بالشكل:

$$\begin{aligned} X &= T_x + a x - b y \\ Y &= T_y + b x + a y \end{aligned} \quad (4)$$

يحسب الدوران من العلاقة:

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{b}{a} \right) \quad (5)$$

والمقياس وفق العلاقة:

$$k = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (6)$$

### 10-3- الحالة المدروسة

نلاحظ أنه في تحويل هيلمرت تقترب قيمة  $k$  من القيمة الوسطية المستنتجة في الجدول 6 : (1.000218)، إلا أن الفروقات في إحداثيات النقطة 125 - مبدأ الجملة المحلية، (الوسطاء:  $T_x$  ،  $T_y$ ) هي 0.15m ، -0.67m ، على الترتيب، أعطت قيمة كبيرة. أما في التحويل المتصل فقد انخفضت إلى 0.02m ، -0.38m . يتضمن الجدول (9) قيم الرواسب (Residuals) عند كل نقطة من نقاط شبكة الربط وفق التحويلات المطبقة والخطأ متوسط التوزيع لها.

جدول (9): الرواسب على إحداثيات نقاط شبكة

الربط وفق التحويلين المستخدمين

رقم النقطة	2D Helmert Transformation		2D Affine Transformation	
	الفروقات ( m ) (Residuals)		الفروقات ( m ) (Residuals)	
	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>
12	0.07	0.60	-0.07	0.44
15	0.16	0.64	0.12	0.24
18	0.32	0.63	0.21	0.31
40	0.07	0.58	-0.04	0.53
54	-0.03	0.53	-0.10	0.53
69	-0.16	-0.66	-0.10	-0.97
89	-0.15	-0.58	-0.19	-0.54
95	0.08	-0.77	-0.03	-0.54
106	-0.14	-0.29	-0.08	-0.39
110	0.03	-0.67	-0.07	-0.44
115	0.08	-0.72	-0.04	-0.42
118	0.13	-0.49	0.08	-0.30
119	0.19	-0.67	0.08	-0.36
125	0.15	-0.73	0.02	-0.38
141	0.61	0.19	0.49	0.67
155	-0.43	0.28	-0.41	0.47
184	-0.31	0.32	-0.20	0.25
207	-0.27	0.65	-0.19	0.80
237	-0.17	0.33	0.03	0.09
239	-0.14	0.31	0.09	0.02
241bi	0.22	0.82	0.43	0.65
247	-0.30	-0.31	-0.05	-0.68
263	-3.20	1.66	-2.93	1.16
400	-	-	-	-
	$\sum VV = 8.25$		$\sum VV = 6.43$	
	$\eta = 0.46$		$\eta = 0.40$	

انطلاقاً من الإحداثيات العامة والمحلية للنقاط، سنقوم بحساب وسطاء التحويل Transformation Parameters بين هاتين الجملتين اعتماداً على الإحداثيات المحلية لنقاط شبكة الربط للجزئين الجنوبي الشرقي والشمالي من السهل، بينما سيتم استخدام الإحداثيات المحلية المحسوبة قبل تنفيذ تثليث الربط للجزء الجنوبي الغربي للمناطق العقارية الواقعة حول نقطة المبدأ. وسيتم اعتبار الإحداثيات العامة ثابتة (بدون أخطاء)، واستخدام أكبر عدد ممكن من النقاط المتجانسة للإحداثيات لإيجاد مقدرات هذه الوسطاء بطريقة التربيعة الصغرى.

### 10-3-1- باستخدام إحداثيات شبكة الربط

باستخدام الإحداثيات المحلية والعامة لجميع نقاط شبكة الربط (عدد النقاط المشاركة 22 نقطة عدا النقطة 263 لوجود خطأ واضح في إحداثياتها، والنقطة 400 لعدم توفر إحداثيات عامة لها). تم الحصول على القيم التالية للوسطاء:

• وفق تحويل هيلمرت:

2D Helmert Transformation Parameters			
$T_x$	-298521.72	$\theta =$	-5.70709 grade
$T_y$	67534.30		
$a$	0.9970197	$k =$	1.000237
$b$	-0.0801549		

• وفق التحويل المتصل ثنائي الأبعاد:

2D Affine Transformation Parameters			
$T_x$	-298521.59	$\theta_x =$	-5.70441 grade
$T_y$	6733.95		
$a$	0.99699845	$\theta_y =$	-5.70644 grad
$b$	-0.0801111		
$c$	0.08014799	$k_x =$	1.00021182
$d$	0.99706131	$k_y =$	1.00027744

يمكن ملاحظة أن قيمة الخطأ المتوسط التربيع للراسب  $\eta$ ، وفق التحويل المتصل: 0.40 m أقل منها وفق تحويل هيلميرت 0.46 m ، غير أنها تبقى قيمة كبيرة، ناتجة عن القيم الكبيرة للرواسب عند جميع النقاط تقريباً، ما يؤكد عدم انسجام وتجانس الإحداثيات للنقاط المستخدمة.

### 10-3-2- باستخدام إحداثيات التثليث المحلي المحسوبة قبل تنفيذ شبكة الربط

لوضع تصور أشمل عن إمكانية استنتاج معاملات التحويل، وبعد اختبار شبكة الربط، لا بد من اختبار باقي نقاط الشبكة الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي من السهل، والمحسوبة قبل تنفيذ شبكة الربط. ويحتوي هذا الجزء 126 نقطة تثليث. اختبرت جميعها (باستثناء النقطتين 74 و 94 لاحتوائهما على قيم كبيرة للراسب) وفق طريقتي التحويل السابقتين. قيم الوسطاء والخطأ المتوسط التربيع للرواسب، مبيّنة على الشكل التالي:

• وفق تحويل هيلميرت:

2D Helmert Transformation Parameters			
$T_x$	-298521.56	$\theta =$	-5.70100 grade
$T_y$	67533.57		
$a$	0.9968662	$k =$	1.0002366
$b$	-0.0800466		
			$\eta =$ 0.57 m

• وفق التحويل المتصل ثنائي الأبعاد:

2D Affine Transformation Parameters			
$T_x$	-298521.08	$\theta_x =$	-5.69793 grade
$T_y$	67533.39		
$a$	0.9967655	$\theta_y =$	-5.69754 grade
$b$	-0.0799902		
$c$	0.0799977	$k_x =$	0.9999699
$d$	0.9963366	$k_y =$	1.0001411
			$\eta =$ 0.48 m

نلاحظ أنه في تحويل هيلميرت تتطابق قيم الوسيطين الأولين، اللذين يمثلان انسحابي مبدأ الإحداثيات، مع الإحداثيات العامة المحسوبة لمبدأ الجملة المحلية (النقطة 125). كما تتطابق قيمة المقياس الخطي مع نظيرتها المستنتجة من شبكة الربط. وتتباين قيمة زاوية دوران الشبكة بمقدار 61<sup>cc</sup> إلا أن قيمة  $\eta$  تبقى كبيرة.

أما في التحويل المتصل فتصبح القيمة الوسطية لـ  $k_x$  و  $k_y$  مختلفة عن جميع القيم الوسطية المستنتجة سابقاً، كما تزداد الفروقات في إحداثيات النقطة 125، إلى 0.49m ، 0.18m ، وتبقى قيمة  $\eta$  كبيرة.

نظرياً يمكن مشاركة جميع نقاط الشبكة البالغة 262 نقطة في حساب معاملات التحويل لتوفر إحداثيات محلية وعامة لجميع هذه النقاط، لكن ذلك غير ممكن عملياً لوجود عدد كبير من النقاط لها أكثر من إحداثية محلية، ما يجعل عملية اختيار الإحداثية المحلية غير موثوق.

مع الإشارة إلى أن مشاركة جميع النقاط، لو أمكنت، ستعطي نتائج قريبة جداً من النتائج التي أعطتها شبكة الربط، وذلك لأن النقاط الأبعد عن نقطة المبدأ في الجزأين الشمالي والجنوبي الشرقي للشبكة حُسبت استناداً على شبكة الربط.

من الواضح أن كلا من الطريقتين تعتمد كثير حدود من الدرجة الأولى. هناك أيضاً إمكانية لاستخدام كثيرات حدود من الدرجة الثانية تحقق مؤشرات دقة أعلى من التحويلات الخطية. من هذه التحويلات طريقة التحويل شبه الخطي Bilinear Transformation ، والتحويل بكثير حدود من الدرجة الثانية Second Order Polynomial غير أنها تصبح تحويلات غير خطية تفقد معها الخواص الهندسية التي تتمتع بها التحويلات الخطية.

## 11- الاستنتاجات والتوصيات

1. بيّن البحث أن حوالي 25% من نقاط شبكة التثليث المحلي لسهل عكار لها إحداثيتين مختلفتين. تباينت قيمها ووصلت الفروقات بينها إلى 3.56 m، وبلغت القيمة الوسطية للفروقات بحدود 1.16 m. نجمت هذه الفروقات، بشكل أساسي، عن حساب إحداثيات النقاط مرتين، مرة من التثليث العقاري وأخرى من تثليث الربط، الذي جرى لاحقاً.
2. بيّنت نمذجة الفروقات أن النزعة العامة للإنزياحات تنحو باتجاه نقطة المبدأ، وتتزايد قيمتها بالابتعاد عن نقطة المبدأ، يدل ذلك على وجود خلل في مقياس الشبكة بسبب الدقة المنخفضة للقياسات الخطية وتراكم الأخطاء الزاوية.
3. يتعذر حساب معاملات تحويل موحدة لكامل شبكة التثليث المحلي لسهل عكار، بالدقة المطلوبة والكافية، لأن قيمة الخطأ المتوسط التربيع للراسب  $\eta$  تبقى كبيرة تتجاوز 0.40 m، ناتجة عن القيم الكبيرة للرواسب عند جميع النقاط، وفق التحويلين الخطيين المدروسين، ما يؤكد عدم انسجام وتجانس الإحداثيات للنقاط المستخدمة. والبدل الممكن حالياً هو حساب معاملات تحويل خاصة لكل منطقة عقارية على حدة. يوصي البحث بدراسة بعض الحالات.
4. يتوجب إجراء قياسات حقلية بسوية دقة عالية (باستخدام أجهزة GPS) بين أجزاء الشبكة، للتحقق وتدقيق تجانس الإحداثيات المحلية والعامة للشبكة. وفي ذات الوقت يتم القياس بين نقاط الشبكة المحلية مع نقاط الشبكة العامة من الدرجات الأولى والثانية، المتوفرة في محيط منطقة الشبكة المحلية (أرواد- بملكة-...) لأغراض الربط. قبل ضياع ماتبقى من نقاط الشبكة.

5. أما إجراءات المعالجة طويلة الأمد، فتكون من خلال رقمنة المخططات العقارية وتحويلها من نظام الاحداثيات المحلية الى النظام الإحداثي العام للقطر، وبالتزامن مع هذا الإجراء دراسة التشريع المناسب لهذه المسألة.

### المراجع

#### بالفرنسيّة:

- 1- Triangulation Cadastrale de la Plaine d'Akkar, C. Duraffourd, Re'gisseur des travaux du cadaster et d'amiliortion agricole des Etates de Syrie du Liban. مذكرة بعنوان " التثليث العقاري لسهل عكار"، المعدة من قبل السيد كميل دورافور، متعهد أعمال الكاداستر واستصلاح الأراضي في سورية ولبنان.
- 2- أضايبير المناطق العقارية التي تغطيها الشبكة المحلية وما تتضمنه دفاتر أرصاد حقلية ومذكرات حسابية وخرائط توضّح نقاط المثلاثات في محافظة طرطوس بالإحداثيات المحلية والعامة الستيريوغرافية.

#### بالعربيّة:

- 3- كميل دورافور، تقرير حول أعمال التثليث المنفذة في سوريا ولبنان، استوكهولم 1931، ترجمة د. م. عمر الخليل و م. ج. منصور شرّابة.
- 4- د.م. معن حبيب، د.م. أنور الصيفي، المساحة، جامعة دمشق، 2007.
- 5- دراسة بحثية حول " تطوير إطار العمل الهندسي العقاري" المعدة من قبل فريق خبراء من نقابة المهندسين لصالح وزارة الإدارة المحلية، 2012.

#### بالإنكليزيّة:

- 6- Map Projections and Geodetic Coordinate Systems, F. Krumm, Institute of Geodesy, Stuttgart University, 2013.

#### بالروسيّة:

- 7- Applied Geodesy, N. P. Bolgakov, Moscow, Nedra, 1990.

# **Cadastral Triangulation according to Local Coordinate System for Akkar plain in Tartous and Homs Governorates**

**\* Dr. Abdurazak Ajaj**

**\*\*Dr. Mohsen Ahmad**

**\*\*\* Eng. Kamal Youssef**

---

## **Abstract**

A Cadastral Triangulation Network for south-west part of Tartous governorate and nearby part of Homs governorate is calculated according to a local coordinate system. All cadastral works for urban and rural areas in the plain are related to geodetic coordinates of this network points. Although the network was built in twenties last century, its coordinates still in use until now.

Many engineering problems face surveyors in The Establishment of Cadastral Affairs and other government institutions, such as, bad Traverses closer, non-identification between its components and big differences in coordinates when working in nearby cadastral regions, because of lake of knowledge about this network and using wrong methods for calculating transformations between local and national coordinate systems.

This paper presents a research study about Akkar network triangulation and its components, depending on available data. Evaluate its accuracy, studying and comparing better methods for geometric transformations between local and national coordinate systems, as for triangulation points, also for lower order of triangulation, traversing, and cadastral plans. The paper proposes long-term methods for enhancing the network utility, in the same time putting the legal framework and practical parametres for shifting to the numerical state to all data related to this network.

---

**Keywords: Cadastral Triangulation, Local Coordinates, General Coordinates, Affine Transformation, Helmert Transformation, Transformation Parameters**

---

\* Associated Professor, Head of Department of Topography - Faculty of civil Engineering. – Damascus University

\*\* Associated Professor, Department of Topography - Faculty of civil Engineering – Teshreen University

\*\*\* High Studies - Department of Topography - Faculty of civil Engineering – Damascus University