الفصل الثالث
المسح بالسلسلة
Chain Surveying

يعد المسح بالسلسلة* من ابسط الطرق المساحية المستعملة لرسم حدود وتفاصيل الاراضي ويشكل مدخلاً لدراسة الطرق المساحية الاخرى ، ولذلك فان هذه الطريقة اقل دقة من غيرها . وتصلح للمساحات الصغيرة ذات التفاصيل القليلة وفي المناطق المكشوفة التي لاتبرز فيها الارتفاعات والانخفاضات بشكل يعيق عمليات القياس ، وهي لاتصلح كثيراً لمساحات الاراضي التي تكون بشكل شرائط ضيقة كمساحات الطرق وذلك لعدم امكان الحصول على مثلثات متناسبة المساحة.ان العمل بهذه الطريقة لايحتاج الى استعمال ادوات قياس الزوايا بل يقتصر على قياس الابعاد الارضية ويحتاج كذلك الى اسقاط واقامة الاعمدة باستعمال القياسات الطولية او باستعمال عدد من الاجهزة البسيطة في بعض الحالات.

يتلخص العمل بهذه الطريقة بتثبيت مجموعة من النقاط في الطبيعة يتكون من توصيل بعضها مع بعض هيكل بشكل مضلع يحيط بالمساحة المطلوبة . ثم يقسم المضلع الى مثلثات تقاس كافة اضلاعها. وبذلك يمكن رسمه على الخارطة بأي مقياس رسم مطلوب والسبب في التقسيم الى مثلثات يعود الى ان المثلث هو ابسط شكل مساحي محدد بخطوط مستقيمة حيث ان تحديد طول اي ضلع من اضلاعه الثلاثة يعني معرفة نقطتين او رأسين من رؤوس المثلث الثلاثة وبذلك يمكن معرفة موقع النقطة او الرأس الثالث من خلال تطبيق واحدة من اسس المساحة التي تتلخص في معرفة موقع النقطة المجهولة بواحدة من الاسس الاربعة الآتية :

أ- تحديد موقع النقطة بمعرفة بعديها عن نقطتين ثابتتين معلومتين.

ب- تحديد موقع النقطة بمعرفة اتجاهها من نقطتين ثابتتين معلومتين.

* المسح بالسلسلة والمسح بالشريط اصطلاحان لنوع واحد من المسح تختلف فيه اداة القياس فقط . وعليه فالمسح بالسلسلة يقصد به ايضاً المسح بالشريط والعكس صحيح اينما يرد ذلك في هذا الفصل.

جـ – تحديد موقع النقطة بمعرفة بعدها عن نقطة ثابتة معلومة واتجاهها من نقطة اخرى ثابتة ومعلومة.

د – تحديد موقع النقطة بمعرفة بعدها واتجاهها من نقطة واحدة ثابتة ومعلومة وواقعة على خط.

ويستخلص من هذه الاسس ان معرفة موقع اي نقطة يعتمد على عنصرين اساسيين هما الاتجاه والبعد وان الاتجاه الواحد لوحده او البعد الواحد لوحده يؤدي الى الحصول على ما لانهاية من المواقع المحتملة للنقطة المطلوب تحديد موقعها وهذا مخالف لحقيقة ان للنقطة المعينة موقع واحد لابديل له ولايمكن للنقطة ان تكون في اكثر من موقع في آن واحد. بعد رسم هذا المضلع توضح عليه حدود وتفاصيل المعالم الارضية البارزة المحيطة به وذلك من قياسات المسافات التي اخذت من اضلاع هذه المثلثات الى تلك المعالم. وهذه المسافات بعضها يقاس من ابعاد معينة على اضلاع المثلثات الى حدود المعالم او حدود مساحة المنطقة ومنها ماهو مسقط على اضلاع المثلثات من نقاط ثابتة على هذه المعالم او الحدود.

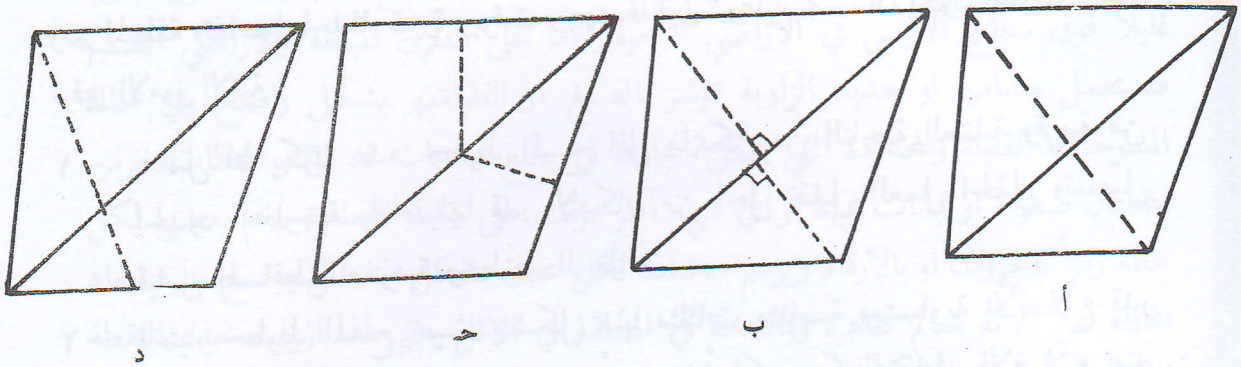
ان ابسط حالات هذا المسح هو حالة قطعة من الارض بشكل مثلث مستقيم الحدود. فإذا علمت اطوال اضلاعه الثلاثة حسب مواقعها النسبية امكن رسم خارطة باستعمال الفرجال الاعتيادي بعد تحويل الابعاد الارضية المقيسة الى ما يعادلها على الورق حسب مقياس الرسم المستعمل. اما اذا كان للمساحة اكثر من ثلاثة اضلاع مستقيمة فلا يكفي ان نقيس اطوال الاضلاع الخارجية لانه بهذه المعلومات فقط يمكن رسم عدد غير محدود من الاشكال من البيانات المأخوذة من الحقل. ولذا فان القياسات الحقلية يجب تنظيمها بحيث ان الخارطة يمكن رسمها بانشاء مثلثات يختلف عددها بحسب عدد اضلاع الشكل الخارجية. فالشكل الرباعي يحول الى مثلثين والخماسي الى ثلاثة مثلثات وهكذا اي ان اقل عدد من المثلثات الضرورية لرسم الشكل هو عبارة عن عدد اضلاع الشكل الخارجية ناقصاً اثنين.

خطوط الضبط والتحقيق

ان حدوث اي خطأ في قياس اطوال المثلثات التي يتكون منها المضلع لايجعل عملية الرسم غير ممكنة. فالشكل يمكن رسمه في هذه الحالة ولكنه لايماثل الشكل الحقيقي الموجود على الطبيعة. وهذا الخطأ لايمكن اكتشافه بالرؤية المجردة للشكل الا اذا كان الخطأ كبيراً الى الحد الذي يغير من شكل المضلع تغييراً واضحاً. ويمكن التحقق من صحة العمل

والرسم باعادة العمل مرة ثانية او. وهو الافضل قياس خطوط اضافية يطلق عليها « خطوط الضبط او التحقيق او البرهان » التي لانحتاجها اصلاً لرسم تفاصيل المضلع ولكنها ستبين مدى صحة العمل عند مقارنتها بنظائرها على الخارطة المرسومة . ويرسم خط تحقيق واحد عادة لكل مثلث من المثلثات الناتجة عن تقسيم شكل المضلع المطلوب رسم خارطته .

فني الشكل الرباعي يقاس القطر المتمثل بالخط المنقط (الشكل ٣- ١) اذا لم يكن هناك مايعيق عملية قياسه على الارض او اختيار ما يناسب من نماذج خطوط التحقيق الاخرى المبينة في الشكل (٣- ١) الذي في ادناه .



الشكل (٣- ١) : نماذج تحقيق صحة رسم شكل رباعي

خطوات المسح بالسلسلة

تتلخص اعمال المسح بالسلسلة بالخطوات الأربع الآتية :

أ- استكشاف المنطقة

الخطوة الاولى التي يقوم بها المساح هي التجول في المنطقة المراد رسمها لتكوين فكرة عامة عن حدودها ومعالمها وتفاصيلها المميزة بهدف تحديد الكيفية الافضل لتنظيم العمل فيها . وقد يهمل هذه الخطوة المساح المبتدئ ولكن اهميتها لايمكن الاستهانة بها ، إذ انها تساعد في انجاز العمل المساحي اللاحق بصورة اسرع وبدون معوقات رئيسة . فني هذه المرحلة يتم اختيار المحطات واستخدام الشواخص للتأكد من كونها منظور بعضها من بعض . واثناء عملية الاستكشاف يقوم المساح باعداد رسم تخطيطي للمنطقة في دفتر الحقل يمثلها بصورة تقريبية بحيث يوضح الحدود والتفاصيل وتسمية او ترقيم المحطات مع ملاحظات المساح نفسه عن المنطقة . ان اعداد الرسم التخطيطي يحتاج الى خبرة ومهارة

قد لاتتوفر لدى المساح المبتدئ. ويرسم المخطط عادة باليد دون استعمال ادوات هندسية وبدون مقياس رسم مع مراعاة تناسب اطوال المسافات المرسومة مع ابعادها الحقيقية قدر الامكان. اما رسم التفاصيل فيكون بشكل منفرد اذا دعت الحاجة لذلك.

ب – اختيار المحطات

تثبت نقاط المحطات الارضية حسب طبيعة شكل المنطقة المراد رسمها ونوعية المعالم والتفاصيل المطلوب بيانها في الرسم. والاختيار المناسب لنقاط المحطات هو الذي يضمن رسم المنطقة وتفاصيلها بدقة كبيرة وبوقت وجهد قليلين. وعليه يجب ان يكون الهدف باتجاه توفير الامور الاتية :

١ – يفضل ان يكون عدد خطوط المسح اقل مايمكن من الناحية العملية وقريبة من الحدود الخارجية وتفاصيلها قدر الامكان من اجل تقليل العمل الحقلي وتسهيل قياس المساقط العمودية وخطوط الربط.

٢ – اختيار خطوط المسح بحيث يتشكل منها مثلثات متناسبة ومتساوية الاضلاع قدر الامكان وذات زوايا تتراوح مابين ٣٠° – ١٢٠° لكي يكون تقاطع الاضلاع عند توقيعها على الخارطة محدداً وواضحاً.

٣ – يراعى ان تمر خطوط المسح في الاماكن المستوية قدر المستطاع لزيادة دقة قياس المسافات ولان الخرائط المرسومة تبين المساقط الافقية للطبيعة دائماً.

٤ – ان تكون مواقع خطوط المسح في اماكن تساعد على تجنب العوائق الطبيعية والصناعية.

٥ – ان تكون كل محطة من هذه المحطات منظورة من المحطتين السابقة واللاحقة لها.

٦ – ان يكون هناك عدد كاف من خطوط التحقيق التي تربط بين المثلثات المنفصلة مع مراعاة اختيارها بحيث يمكن استعمالها لرسم التفاصيل.

٧ – يجب اختيار المحطات في اماكن يسهل الوصول اليها وبعيدة عن حركة المرور.

٨ – ان تكون المساقط العمودية اقصر مايمكن بحيث لاتزيد عن (٢٠) متراً وخاصة النازلة منها الى المعالم المهمة لان المسقط العمودي عامل مساعد في الرسم وليس جزءاً اساساً منه.

٩ – ان تكون خطوط المسح محاذية لامتدادات الطرق والشوارع وفي الحالات الضرورية يجب ان يكون التقاطع بزاوية جيدة بحيث تكون المسافة المطلوب قياسها على الطريق او الشارع اقصر مايمكن.

١٠ – ان تكون خطوط المسح بين كل نقطتين اطول مايمكن بحيث لايزيد عن (٢٥٠) متراً لأن الرصد والتوجيه يكون بالعين المجردة.

جـ – تأشير المحطات

بعد اختيار المحطات ومعاينة الهيكل في الطبيعة يتم تأشير المحطات لتحديد بدايات ونهايات القياسات الطولية ومن اجل الرجوع اليها اثناء عمليات المسح وعند الحاجة. وتستعمل عادة اوتاد خشبية بطول (٣٠) سنتمتراً وسمك (٣) سنتمترات تقريباً بارزة قليلاً فوق سطح الارض في الاراضي الرخوة. اما على الطرق المبلطة والاراضي الصلبة فتستعمل مسامير او حديد الزاوية تؤشر بالصبغ او الطباشير بشكل واضح. وفي حالة المسوحات القليلة والمحدودة التي يمكن انجازها في بضع ساعات قد تؤشر المحطات بغرس اغصان صغيرة او نباتات مميزة او اي شيء آخر مؤقت على نقاط المحطات. ثم يعطى لكل محطة رمزاً بالحروف او بالارقام ويرسم مخططاً لكل محطة بشكل منفصل يوضح عليه ابعاد المحطة عن ثلاثة معالم ظاهرة وواضحة في المنطقة في الاقل حتى اذا ازيلت هذه النقطة امكن الرجوع اليها بدلالة هذه الابعاد وتسجل هذه المخططات عادة في دفتر الحقل.

د– قياس المسافات

تقاس المسافات الافقية لخطوط المسح المطلوبة كافة اضافة الى المساقط العمودية وخطوط الربط اللازمة لرسم تفاصيل قطعة الارض. ويكون قياس خطوط المسح الرئيسة وخطوط التحقيق بدقة اعلى نسبياً من دقة قياس المساقط العمودية وخطوط الربط لان الخطأ في الاولى يغير من الشكل العام الاصلي للمنطقة كلها، على حين الخطأ في الثانية يكون موضعياً لهذا السبب يفضل قياس خطوط المسح والتحقيق ذهاباً وإياباً وعملية القياس يقوم بها شخصان عادة هما المساح ومساعده ولكن قد يكون العمل ادق واسرع بوجود شخص ثالث هو التابع فهذه المجموعة هي التي تقوم بتعيين تعامد المساقط العمودية مع خطوط المسح باستعمال عدد من الآلات كالمربع العدسي ماعدا حالات قصر طول المسقط العمودي، إذ يتم تعيين التعامد وتقديره بالعين المجردة وتتلخص واجبات المساح في الحرص على عدم حدوث الاخطاء التي قد تنتج عن عدم قياس المسافات بصورة صحيحة او عدم تعامد المساقط العمودية او وجود نقص في عدد المسافات او المساقط العمودية او خطوط الربط المقيسة.

ان درجة الدقة في القياس تعتمد على طول المسافة المقيسة من جهة وعلى مقياس الرسم المتخذ لتحويل البيانات الحقلية الى الخارطة من جهة اخرى. فالقياس لاقرب (١٠) سنتمترات يعد مناسباً لمقياس رسم ١/ ٤٠٠ او اصغر. وفي هذه الحالة يجب ان لايزيد طول المسقط العمودي عن (٢) متر وبعكسه يؤخذ خط ربط للابعاد الاطول من هذا المقدار.

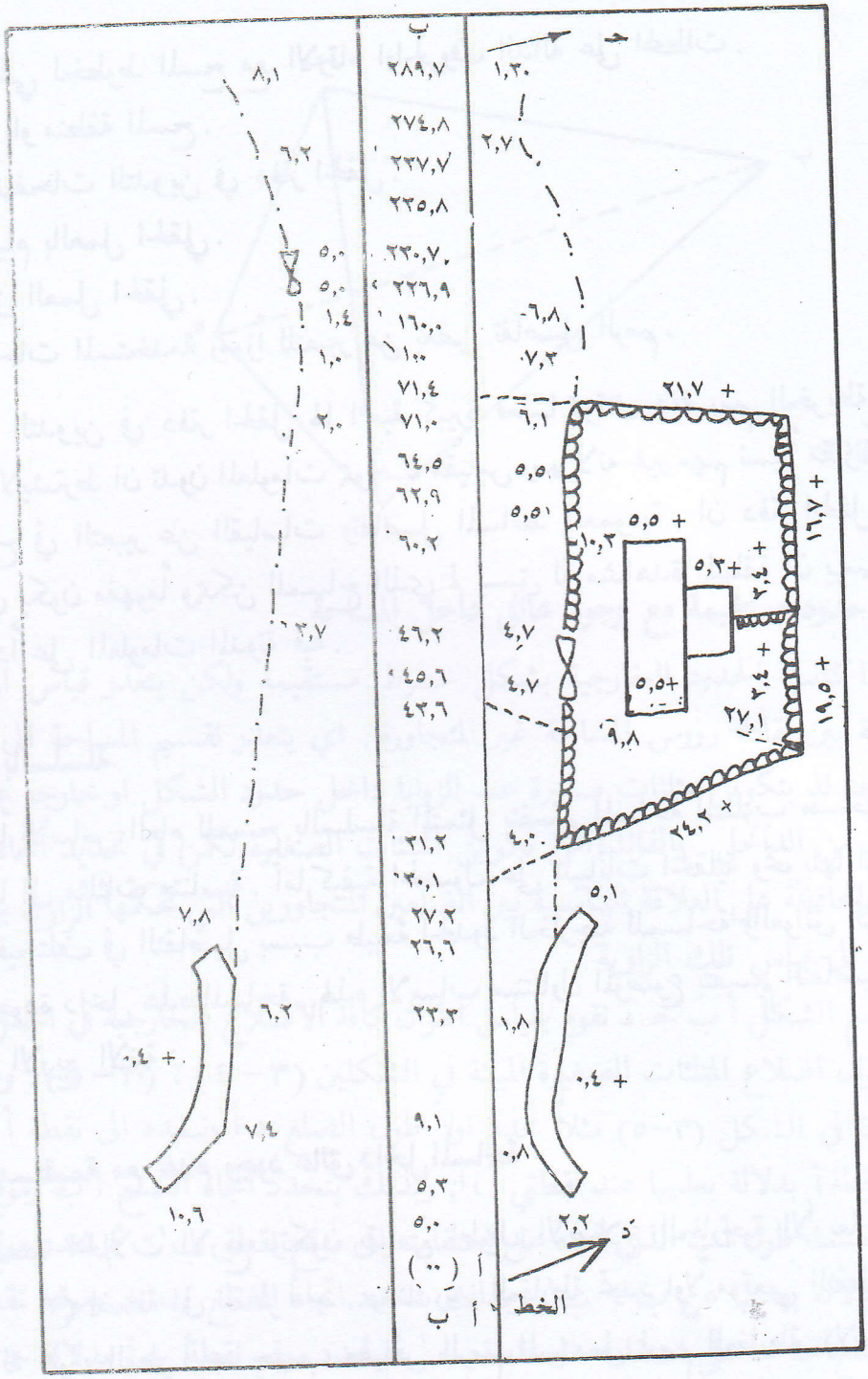
Field Book

دفتر الحقل

من الامور البديهية عند تطبيق طريقة المسح بالسلسلة هو استعمال دفتر الحقل لتدوين البيانات الحقلية اللازمة لعملية رسم الخارطة المطلوبة. ودفتر الحقل عبارة عن كراسة مستطيلة الشكل يفتح طولياً نحو الاعلى ويكون حجمه حوالي ٢٠× ١٢ سنتمتراً. وصفحات هذا الدفتر مسطرة باللون الاحمر او الازرق بخط واحد او بخطين متوازيين في وسط الصفحة على إمتداد طولها ويبعد احدهما عن الآخر مسافة ١,٥ – ٢ سنتمتر تخصص هذه الفسحة للمسافات المقيسة على امتداد خط المسح وكذلك الابعاد المقيسة المقابلة لمواقع المساقط العمودية وخطوط الربط اللازمة لرسم الحدود والتفاصيل ويلاحظ في هذا المجال ان تعيين موقع اي نقطة مجهولة يكون بدلالة بعديها على نقطتين ثابتتين معلومتين او بدلالة العمود المقام باتجاهها اضافة الى طول العمود. اما المسافة على الجانبين فتخصص لبيان اطوال المساقط العمودية وخطوط الربط التي تقاس ابتداء من خط المسح وقد يكون دفتر الحقل بدون تسطير وفائدته هو ان المساح قد يرسم الخط او الخطين المتوازيين عند احد جانبي صفحة الدفتر اذا كانت كل التفاصيل المطلوب مسحها وبيانها على الخارطة واقعة على جانب واحد من خط المسح.

يبدأ التدوين عادة من اسفل صفحة دفتر الحقل باتجاه الأعلى وإذا انتهت الصفحة تقلب الورقة ويستمر التدوين من اسفل الصفحة الثانية وهكذا حتى ننتهي من مسح الخط حيث نبدأ بمسح الخط التالي من اسفل صفحة جديدة الى ان نكمل العمل اي ان بداية كل خط تكون في صفحة جديدة.

يوضح تقاطع خط المسح مع خط الحدود او التفاصيل بنقل نقطة تقاطع خط الحدود او التفاصيل مع احد الخطين الوسطيين المتوازيين الى الخط الثاني بشكل افقي اي يكون عمودياً عليها لانها في الواقع عبارة عن خط واحد هو خط المسح ثم يستمر رسم الحدود او التفاصيل من واقع قياسات المساقط العمودية او خطوط الربط والشكل (٣– ٢) يبين



الشكل (٣- ٢) صفحة من دفتر الحقل

صفحة من دفتر الحقل، ومن المفيد لعملية التحقيق ان يكتب العدد الدال على الطول الكلي لخط المسح في دفتر الحقل حتى اذا لم يكن هناك مساقط عمودية مقيسة على هذا الخط اضافة الى اشارات او اسهم توضح اتجاهات اتصال المحطات بعضها مع بعض ويجب ان يحتوي دفتر الحقل على المعلومات الآتية :

١ – رسم تخطيطي لخطوط المسح مع الارقام اوالحروف الدالة على المحطات.
٢ – اسم الموقع او منطقة المسح.
٣ – تسلسل صفحات التدوين في دفتر الحقل.
٤ – تاريخ القيام بالعمل الحقلي.
٥ – اسماء فريق العمل الحقلي.
٦ – الاصطلاحات المستخدمة رموزاً للتعبير عن بعض تفاصيل الرسم.

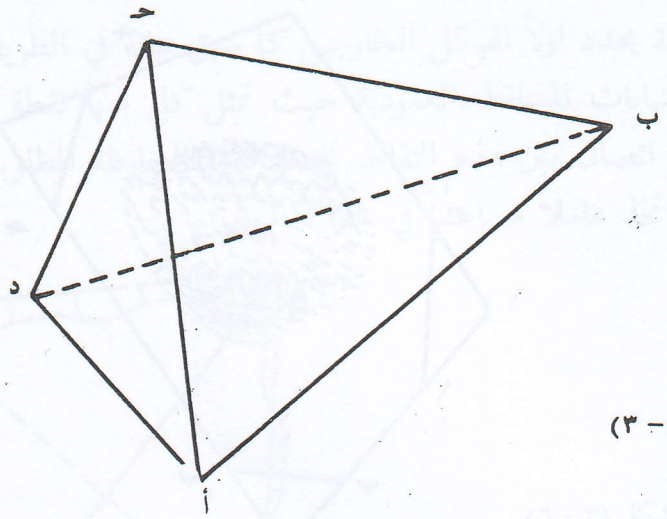
ان طريقة التدوين في دفتر الحقل لها اهمية كبيرة فعليها تتوقف دقة رسم الخريطة المطلوبة ولكن لايشترط ان تدون المعلومات بموجب مقياس رسم لانه غير مهم نسبياً مقارناً بالدقة والوضوح في التعبير عن القياسات وتفاصيل المساقط العمودية. ان دفتر الحقل الجيد هو الذي يكون مفهوماً ويمكن للمساح الذي لم يسبق له مشاهدة المنطقة ان يرسم خريطتها اعتماداً على المعلومات المدونة فيه.

طرق المسح بالسلسلة

بينا سابقاً الاساس العام للمسح بالسلسلة المتمثل بتقسيم المساحة المطلوب مسحها ورسم خارطتها الى مثلثات متناسبة. اما كيفية الحصول على البيانات الحقلية وتحويلها الى هيئة خارطة فيختلف في التفاصيل بسبب طبيعة الحدود الخارجية للمساحة والعوائق التي قد تكون موجودة داخل هذه المساحة. لهذه الاسباب سنتناول الموضوع بتقسيم التفاصيل الى الحالات الاربع الاتية :

١ – حدود مستقيمة مع عدم وجود عائق داخل المساحة

هي ابسط الحالات الاربع وتكون بقياس اطوال الاضلاع الخارجية الاربعة في الشكل (٣– ٣) اضافة الى القطر أ جـ. وعند رسم الخارطة تحدد اولاً موقعي النقطتين أ. جـ بدلالة طول القطر أ جـ حسب مقياس الرسم المستعمل لرسم الخارطة (لاترسم الاقطار عادة لانها عوامل مساعدة للرسم فقط). ثم نحدد موقعي النقطتين ب ، د بالفرجال حسب بعديها عن النقطتين أ. جـ. نصل بين النقاط أ ، ب ، جـ ، د لنحصل على الخارطة المطلوبة وللتأكد من صحة العمل تقاس المسافة ب د كخط تحقيق كما سبق بيان ذلك في اعلاه.

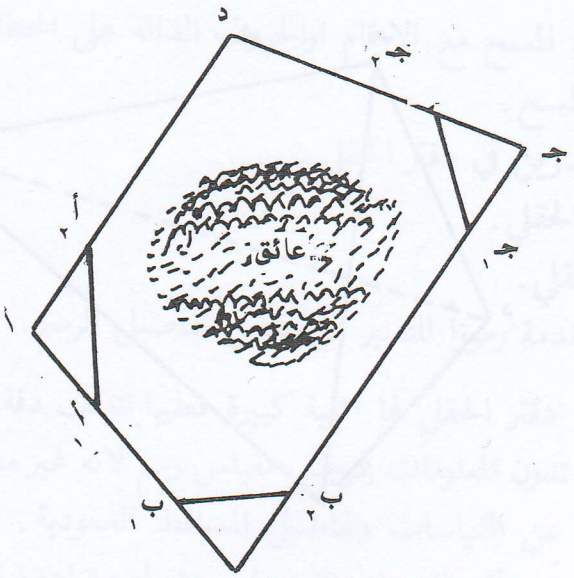


الشكل (٣- ٣)

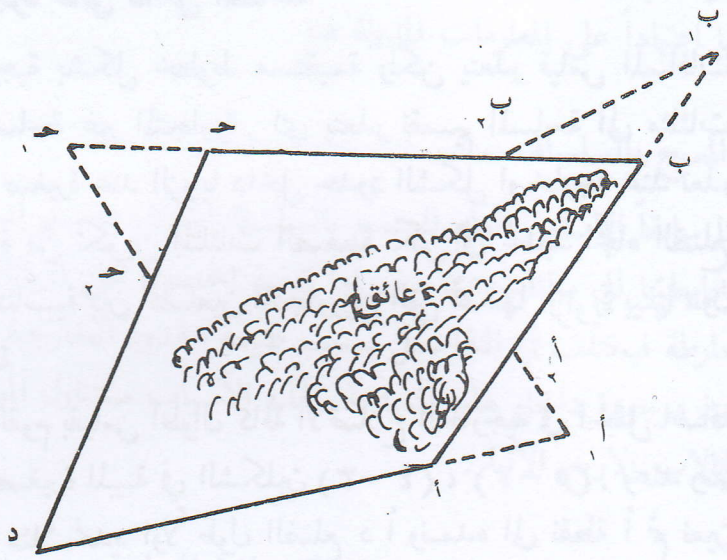
٢- حدود مستقيمة مع وجود عائق داخل المساحة

اذا كانت الحدود الخارجية بشكل خطوط مستقيمة ولكن يتعذر قياس المسافات الواصلة بين نقاط رؤوس المساحة غير المتجاورة. اي يتعذر تقسيم المساحة الى مثلثات فنقوم عندئذٍ بتكوين مثلثات صغيرة عند الزوايا داخل حدود الشكل او خارجه عند تعذر القياس من الداخل. والفائدة من تكوين المثلثات الصغيرة تكمن في تحديد اتجاه الضلع المجاور والمحافظة على العلاقة التناسبية بين الضلعين المتجاورين التي تحكمها الزاوية بينها دون الحاجة الى قياس تلك الزاوية.

لرسم الشكل أ ب جـ د نقوم بقياس اطوال كافة الاضلاع الخارجية في الحقل اضافة الى اطوال اضلاع المثلثات الصغيرة المبينة في الشكلين (٣- ٤)، (٣- ٥). وعند رسم الخارطة في الشكل (٣-٥) مثلاً نحدد اولاً طول الضلع د أ ونمده الى نقطة أ ثم نعين موقع نقطة أ بدلالة بعديها عند نقطتي أ، أ وبذلك يتحدد اتجاه الضلع أ ب وموقع نقطة ب حسب طول أب الذي نمده على استقامته الى موقع نقطة ب. ثم يحدد موقع نقطة ب بدلالة بعديها عن ب، ب وبذلك يتحدد اتجاه الضلع ب جـ وموقع نقطة جـ. نمد الضلع ب جـ على استقامته الى نقطة جـ ثم نحدد موقع نقطة جـ بدلالة جـ، جـ وبذلك يتحدد اتجاه الضلع جـ د. نصل نقطة جـ بنقطة جـ ونمد الخط على استقامته فاذا مر امتداد الخط بنقطة د كان العمل صحيحاً من حيث الاتجاه وللتأكد من صحة البعد نقوم بقياس المسافة الناتجة جـ د على الخارطة ونقارنها بطولها الحقيقي على الارض فإذا كانت متطابقة كان العمل صحيحاً من حيث البعد. وهذا يعني ان التأكد من صحة العمل يكون بالتحقق من صحة الاتجاه وصحة البعد وعدم الاقتصار على احدهما. ويعاد النظر في العمل عادة في حالة عدم تطابق اي من الاتجاه او البعد او كليهما.



الشكل (٣- ٤)

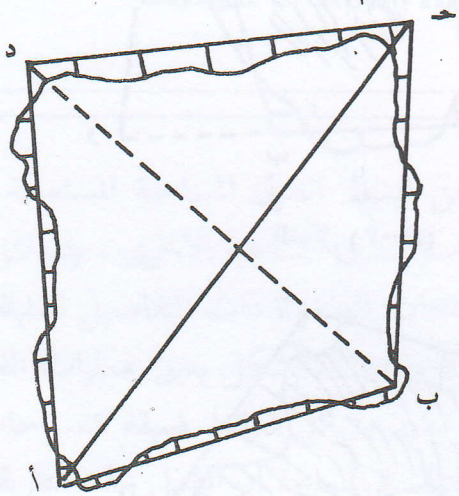


الشكل (٣- ٥)

٣- حدود غير مستقيمة مع عدم وجود عائق داخل المساحة

لنفرض ان لدينا حقلاً ذا حدود غير مستقيمة كتلك التي يبينها الشكل (٣- ٦) والمطلوب رسم خارطة هذا الحقل. نختار اولاً عدداً من النقاط داخل او خارج حدود الشكل لتكوين مضلع يحيط بالحقل ويشترط ان تكون هذه النقاط اقرب مايمكن من الحدود الحقيقية تقاس اطوال الاضلاع الخارجية والاقطار اللازمة لرسم الهيكل كافة اضافة الى اطوال عدد مناسب من المساقط العمودية الممتدة بين الاضلاع الخارجية والحدود الحقيقية ويستحسن ان تؤخذ هذه المساقط من مسافات ثابتة ومعلومة على خطوط المسح او عند كل تغير في اتجاه خط الحدود وذلك من اجل تسهيل عملية الرسم وعند رسم

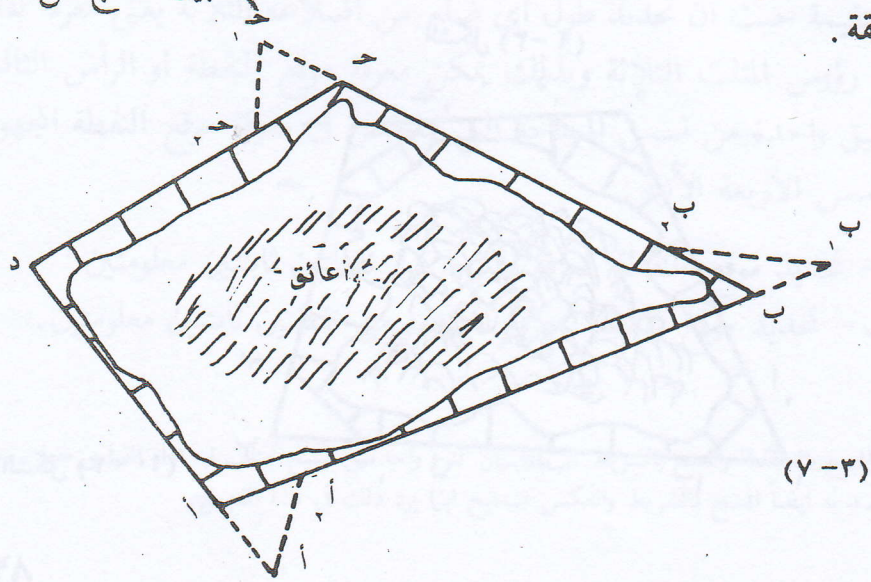
الخارطة يحدد اولاً الهيكل الخارجي كما سبق بيانه في الطريقة الاولى في اعلاه ثم تحدد نقاط نهايات المساقط العمودية حيث تمثل كل منها نقطة على الحدود المطلوب بيانها وبعمل اتصال بين هذه النقاط نحصل على الخارطة المطلوبة بعد ازالة خطوط المضلع الذي اتخذ عاملاً مساعداً في عملية الرسم.



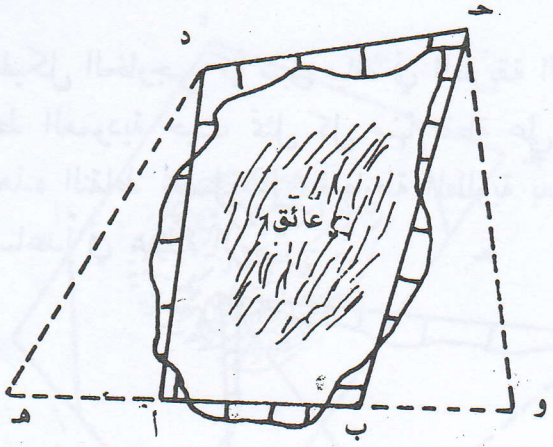
الشكل (٣- ٦)

٤- حدود غير مستقيمة مع وجود عائق داخل المساحة

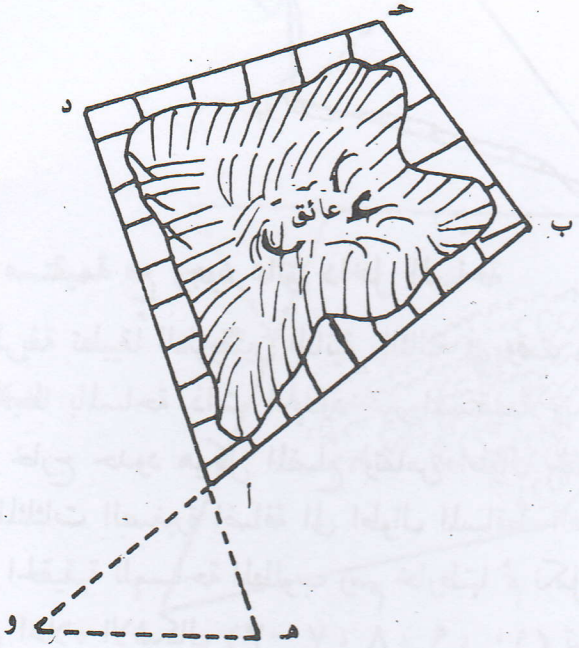
تعد هذه الطريقة تطبيقاً للطريقتين الثانية والثالثة في وقت واحد، اذ نقوم بتكوين هيكل المضلع المحيط بالمساحة ذات الحدود غير المستقيمة وتكوين المثلثات الصغيرة اللازمة داخل او خارج حدود هيكل المضلع وتقاس اطوال جميع الاضلاع الخارجية للمضلع واطوال المثلثات الصغيرة اضافة الى اطوال المساقط العمودية المقيسة بين هذه الاضلاع والحدود الحقيقية للمساحة المطلوب رسم خارطتها ثم نكمل الرسم كما سبق بيانه في الطرق السابقة في اعلاه الاشكال (٣- ٧، ٨، ٩، ١٠) تبين نماذج من تطبيقات هذه الطريقة.



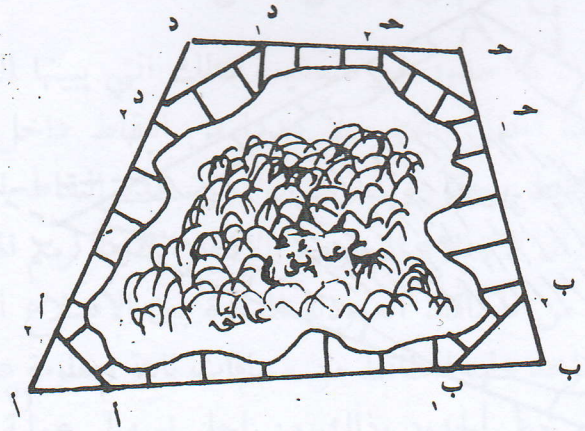
الشكل (٣- ٧)



الشكل (٣- ٨)



الشكل (٣- ٩)



الشكل (٣- ١٠)