جمهورية مصر العربية
وزارة الموارد المائية والرى
الهيئة المصرية العامة للمساحة

المواصفات الفنية
لأعمال المساحة والخرائط

الجزء الأول
أعمال المساحة

الاصدار الأول
٢٠٢٠

بسم الله الرحمن الرحيم
AUTHORITY

تمهيد

يُعَد هذا المجلد وثيقة معتمدة ترسخ قواعد التحقق من مدى مطابقة أعمال المساحة والخرائط للمواصفات الفنية المصرية المحددة بهذه الوثيقة، مما يجعل من الواجب اتباع هذه المواصفات في الأعمال المساحية وإنتاج الخرائط المساحية في جمهورية مصر العربية.

و تحدد هذه الوثيقة المواصفات الفنية الحديثة في كافة أعمال المساحة على اختلاف أنواعها سواء أعمال المساحة بالأجهزة التقليدية أو باستخدام الأقمار الصناعية، وتحدد كذلك مواصفات إنتاج الخرائط بالهيئة المصرية العامة للمساحة والتي يجب الالتزام بها لكافة الجهات الأخرى التي تعمل في هذا المجال.

و تمثل الأعمال المساحية الأساسية أساسًا مهمًا في معظم المشروعات الهندسية، كما أنها تعتبر الأساس لإنتاج الخرائط بكافة أنواعها (الورقية والرقمية) والتي تعتمد عليها كافة مشروعات التنمية المستدامة خاصة في مجالات التخطيط العمراني ونظم المعلومات الجغرافية والحكومة الإلكترونية وإدارة الموارد الطبيعية.

وترجع بدايات علم المساحة إلى آلاف السنين حيث وجدت آثار تدل على أن قدماء المصريين (منذ ألف وخمسمائة عام قبل الميلاد) قد استخدموا علم المساحة في قياس وتحديد الملكيات الزراعية بهدف حساب مسطحات الأراضي الزراعية لتقدير الضرائب عليها، وأيضًا في إعادة تثبيت علامات حدود الملكيات بعد حدوث فيضان عالٍ لنهر النيل.

واستخدم المصريون القدماء أدوات بسيطة لقياس المسافات واستنبطوا وحدات قياس لها، ومما يدل على براعة المصريين القدماء في علوم المساحة أن الخطأ في بناء قاعدة الهرم الأكبر لا يتعدى سنتيمترات قليلة وزواياها تماثل الزوايا القائمة بدرجة كبيرة.

كما تمـكن قدماء المصريين من اختيار موقع معـبد أبي سمبل جـــنوب أسـوان وخاصة موقع غرفة قدس الأقـداس بحيث تُضيئها الشمس مرتين سنويًا في يوم ميلاد ويوم اعتلاء الملك رمسيس الثاني للعرش.

و تعد المواصفات الفنية من أهم أسس علوم المساحة والخرائط حيث تحدد مستويات الدقة والجودة وتعطي الثقة في المخرجات المساحية التي يعتمد عليها في كافة مشروعات التخطـــيط والتنمية، ومن ثم فإن الهيئة المصرية العامة للمساحة تقوم بصفة دورية بمراجعة وتحديث هذه المواصفات بما يتلاءم مع التطورات في هذا المجال.

وجدير بالذكر إلى أن الهيئة قد أعدت وثيقة المواصفات الفنية باللغة الإنجليزية عام 1993 ثم قامت بتحديثها وإصدارها باللغة العربية في عام 2010، وهذه الوثيقة هي النسخـــة المحدثة من المواصفـــات والمعايير الفنية المستخدمة في أعـمال المساحة وإنتاج الخرائط الطبوغرافية في جمهورية مصر العربية، وجدير بالذكر أنه سوف يتم إصدار أجزاء أخرى تغطي المواصفات في مجالات أخرى مثل: المواصفات الفنية للخرائط التفصيلية والتقنيات الحديثة في مجال أعمال المساحة، وذلك من منطلق القرارات الجمهورية والكتب الدورية لرئاسة مجلس الوزراء التي تنص على أن للهيئة أن تضع المواصفات الفنية للأعمال المساحية وتقييم كفاءة الجهات المنتجة للخرائط والمراجعة والاعتماد ضمانًا لدقة الأعمال.

كلمة معالي السيد الدكتور
وزير الموارد المائية والري

إنه ليطيب لي أن أهنئكم بحلول العام الميلادي 2020 داعيًا المولى - عز وجل – أن يكون عام خير وبركة وسعادة على مصرنا الحبيبة.

ومن دواعي السرور أن يتزامن العام الميلادي الجديد مع إصدار النسخة الأولى من مجلد " المواصفات الفنية لأعمال المساحة والخرائط " إيمانًا بالدور القومي الذي تقوم به الهيئة المصرية العامة للمساحة في تنفيذ الأعمال الأساسية والتي تعد ركيزة هامة للمشروعات القومية والتي تعتمد عليها الدولة في تنفيذ الخطط الاستراتيجية ومشروعات التنمية المستدامة.

متمنيًا بدوام التوفيق لجميع من ساهم في هذا العمل وإلى إنتاج المزيد من الإصدارات التي تخدم أعمال المساحة والخرائط لكافة المشروعات الهندسية بجمهورية مصر العربية بما يواكب التطور العالمي في هذا المجال.

وزير

الموارد المائية والري

دكتور / محمد عبد العاطي

كلمة السيد المهندس رئيس مجلس إدارة

الهيئة المصرية العامة للمساحة

تُـعَد الهيئة المصرية العامة للمساحة هي الجهة الرسمية المعتمدة بجمهورية مصر العربية المنوط لها إنـتاج وتحـديث الخـرائط المـساحية بكـافة أنواعها وبمختلف مقاييس الرسم وذلك طبقًا للقرارات الجمهورية والكتب الدورية الصادرة من رئاسة مجلس الوزراء والمنظمة لعمل الهيئة.

وبصدور الكتاب الدوري رقم 6-25929 بتاريخ 14 / 9 / 2019 إلى كافة الوزراء بضرورة اعتماد الهيئة المصرية العامة للمساحة لجميع الخرائط طبقًا للقرار الجمهوري رقم 298 لسنة 1984، تشكلت اللجنة الفنية لمراجعة وتحديث المواصفات الفنية لأعمال المساحة والخرائط بالقرار الوزاري رقم 348 لسنة 2019 وقامت الهيئة المصرية العامة للمساحة بإصدار هذا المجلد " المواصفات الفنية لأعمال المساحة والخرائط " ليـكـون بـمثـابـة وثيقة مرجعية لكافة فئات العاملين بمجال المساحة والخرائط وذلك من منطلق حرص الهيئة المصرية العامة للمساحة على قيامها بدورها القومي فى خدمة المشروعات القومية بالدولة.

رئيس مجلس إدارة

الهيئة المصرية العامة للمساحة

مهندس / علي عبد المجيد منوفي محمد

قرار رئيس جمهورية مصر العربية

رقم ٢٩٨ لسنة ١٩٨٤

بتعديل بعض أحكام قرار رئيس الجمهورية رقم ٢٣٩ لسنة ١٩٧٨ بشأن تنفيذ الأعمال المساحية المدنية والإشراف عليها

رئيس الجمهورية

بعد الاطلاع على الدستور ،

وعلى قانون هيئات القطاع العام وشركاته الصادر بالقانون رقم ٩٧ لسنة ١٩٨٣

وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٨٢٧ لسنة ١٩٧٥ بشأن إعادة تنظيم الهيئة المصرية العامة للمساحة ،

وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٢٣٩ لسنة ١٩٧٨ بشأن تنفيذ الأعمال المساحية المدنية والإشراف عليها .

وبعد موافقة مجلس الوزراء ،

وبناء على ما ارتآه مجلس الدولة .

((قرر))

* * *

(المادة الأولى)

يستبدل بنص المادة الأولى من قرار رئيس الجمهورية رقم ٢٣٩ لسنة ١٩٧٨ المشار إليه النص الآتي :-

" على الجهات الحكومية ووحدات الحكم المحلى والهيئات العامة وشركات القطاع العام عند حاجتها لإنشاء خرائط مساحية بالطرق الأرضية أو الجوية عدا ما يتعلق بأعمال المسح الجوى الخاص بعمليات استكشاف البترول وأعمال الجيولوجيا الرجوع أولا إلى الهيئة المصرية العامة للمساحة للتعرف على مدى توافر هذه الخرائط لديها ومدى إمكانها إنشاء الخرائط المطلوبة في حالة عدم توافرها وعلى الهيئة المصرية العامة للمساحة أن ترد على الجهة الطالبة خلال خمسة عشر يوما على أن يتضمن ردها في حالة عدم توافر الخرائط المطلوبة لديها مدى إمكانها القيام بإنشاء هذه الخرائط وتكلفتها التقديرية والمدة اللازمة لذلك .

ويتعين على جميع الجهات الطالبة أن تحصل على الخرائط المساحية المطلوبة لها من الهيئة المصرية العامة للمساحة في حالة توافرها لديها فإذا لم تكن متوفرة لديها فللجهة الطالبة أن تقرر على ضوء رد الهيئة ما تراه مناسبا لإنشاء الخرائط أما إذا كانت إمكانات الهيئة المصرية العامة للمساحة لا تتيح لها إنشاء الخرائط المطلوبة وجب على الجهة الطالبة أن تعهد إلى هذه الهيئة بوضع المواصفات الفنية للأعمال المساحية وتقييم كفاءة الجهة التى سيتم التعاقد معها لإنشاء الخرائط ومراجعة واعتماد ما يتم منها ضمانا لدقة الأعمال وتتقاضى الهيئة فى هذه الحالة تكاليف قيامها بذلك .

(المادة الثانية)

ينشر هذا القرار في الجريدة الرسمية ويعمل به من اليوم التالي لتاريخ نشره .

صـــدر برئاسة الجمهورية في ٣ ذي القعدة سنة ١٤٠٤ هـــ (أول أغسطس سنة ١٩٨٤)

(حسنى مبارك)

صورة مرسلة إلى السيد وزير الري

أمين عام مجلس الإدارة

(مستشار / أحمد رضوان)

الهيئة المصرية العامة للمساحة
EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY

جمهورية مصر العربية
رئاسة مجلس الوزراء
الامانة العامة
شئون المجالس واللجان

رقم القيد : بدون
التاريخ : / /٢٠١٩

١١٠٥

وزارة الموارد المائية والري
رقمه
التاريخ ٢٠١٩/٩/١
المرفقات :

٣٠ أغسطس ٢٠١٩
رئاسة مجلس الوزراء
صادر

مرفقات (بدون)

كتاب دورى
إلى جميع السادة الوزراء

تحية طيبة وبعد ،،

أرجو التفضل بالإحاطة أن مجلس الوزراء قرر بجلسته رقم (٥٤) المنعقدة برئاسة السيد الدكتور مصطفى مدبولي **رئيس مجلس الوزراء** بتاريخ ٢٠١٩/٨/٢٨ ما يلى :

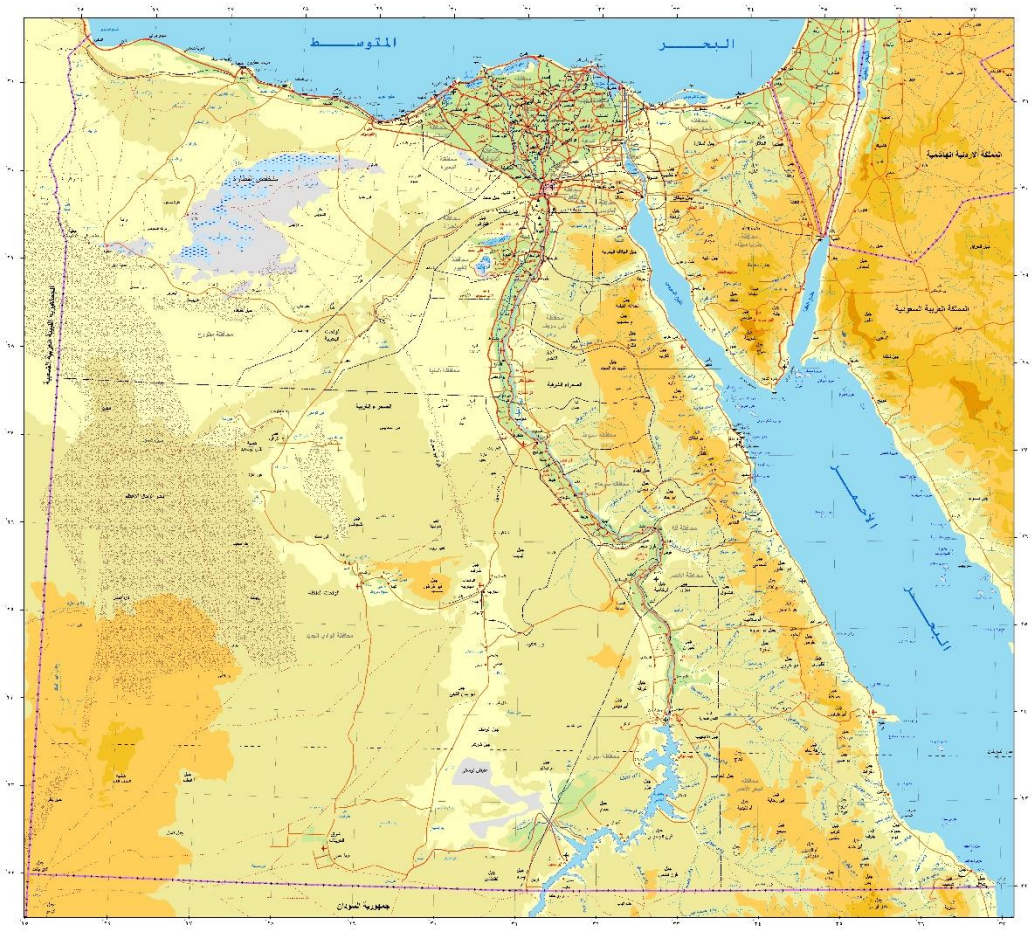
- على جميع السادة الوزراء – كل فيما يخصه – القيام بالآتي :
  - **التنسيق مع الهيئة المصرية العامة للمساحة فى شأن وضع المواصفات الخاصة بالخرائط المساحية المطلوب إنتاجها من جانب جهات أخرى غير الهيئة لضمان دقتها وتوافر جميع الجوانب الفنية بها ، مع موافاة الهيئة بنسخة من تلك الخرائط بعد إنتاجها** ، وذلك لإعداد قاعدة بيانات لها وحتى يتسنى للجهات الأخرى الاستفادة من هذه الخرائط فى حالة طلبها.
  - الدراسة والمراجعة النهائية للرسوم **والإيرادات الإضافية غير الضريبية** المرفقة بمذكرة وزارة المالية رقم ١١٩٩ بتاريخ ٢٠١٩/٨/٢٧ ، وموافاة وزارة المالية بالموافقة النهائية عليها خلال أسبوع كحد أقصى ، تمهيداً لقيام السادة الوزراء بإصدار القرارات الوزارية اللازمة فى هذا الشأن ، وإجراء التعديلات التشريعية المطلوبة إذا لزم الأمر .
  - **موافاة وزارة المالية باعتماد مجالس إدارات الهيئات الاقتصادية للموازنات الخاصة بها قبل ٣/٣١ من كل عام ، وكذلك اعتمادها للحسابات الختامية قبل ٩/٣٠ من كل عام.**

رجاء التفضل بالنظر والتكرم بالتنبيه باتخاذ اللازم.

وتفضلوا بقبول فائق الإحترام ،،،

٢٠١٩

لواء أ ح/ عاطف عبد الفتاح عبد الرحمن
أميـــن عـــام مجلـــس الـــوزراء



خريطة توضح الحدود الدولية المعتمدة لجمهورية مصر العربية

و المنتجة بمعرفة الهيئة المصرية العامة للمساحة

Arab Republic of Egypt
Ministry of Water Resources & Irrigation
Minister

جمهورية مصر العربية
وزارة الموارد المائية والرى
الوزيـــر

قـــــرار وزارى
رقم ٣٤٨ لسنة ٢٠١٩
بتاريخ ١٩/ ١٠/ ٢٠١٩

وزيـــر الموارد المائية والرى

- بعد الاطلاع على القانون رقم ٨١لسـنة ٢٠١٦بإصدار قانون الخدمة المدنية ولائحته التنفيذية .
- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٢٣٩ لسنة ١٩٧٨ بشأن تنفيذ الأعمال المساحية المدنية والإشراف عليها .
- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٢٩٨ لسنة ١٩٨٤ بتعديل بعض أحكام قرار رئيس الجمهورية رقم ٢٣٩ لسنة ١٩٧٨ بشأن تنفيذ الأعمال المساحية المدنية والإشراف عليها .
- وعلى قرار مجلس الوزراء بالجلسة رقم ٥٤ بتاريخ ٢٠١٩/٨/٢٨ بشأن التنسيق مع الهيئة المصرية العامة للمساحة فى شأن وضع المواصفات الخاصة بالخرائط المساحية المطلوب إنتاجها من جانب جهات أخرى غير الهيئة لضمان دقتها وتوافر جميع الجوانب الفنية بها مع موافاة الهيئة بنسخة من تلك الخرائط بعد إنتاجها .
- وعلى الكتاب الدورى رقم ٦-٢٥٩٢٩ بتاريخ ٢٠١٩/٩/١٤ الخاص بضرورة إعتماد الهيئة المصرية العامة للمساحة لجميع الخرائط طبقاً للقرار الجمهورى رقم ٢٩٨ لسنة ١٩٨٤ .
- وعلى كتاب السيد المهندس / رئيس مجلس ادارة الهيئة المصرية العامة للمساحة رقم ٥٦٣ بتاريخ ٢٠١٩/١٠/١٥ .
- وعلى ما عرضه علينا السيد الدكتور / وكيل الوزارة والمشرف على مكتب الوزير .
- وعلي موافقتنا .

قـــــــرر

المادة الأولـى:

تشكل لجنة من السادة الآتى اسمائهم فيما بعد وهم :-

أولاً ممثلى الهيئة المصرية العامة للمساحة

١.	السيد المهندس / رئيس مجلس ادارة الهيئة المصرية العامة للمساحة	رئيساً
٢.	السيد المهندس / نائب رئيس الهيئة لشئون المناطق	عضواً
٣.	السيد المهندس / رئيس الإدارة المركزية لشئون الخرائط	عضواً
٤.	السيد الدكتور / رئيس الإدارة المركزية للسجل العينى	عضواً
٥.	السيد المهندس / رئيس الادارة المركزية لشرق الدلتا	عضواً
٦.	السيد المهندس / مدير عام الإدارة العامة للجيوديسيا والحساب	عضواً
٧.	السيد المهندس / مدير عام الإدارة العامة للخرائط الطبوغرافية	عضواً

Corniche El Nil, Imbaba, Giza 12666
Tel.: (+202) 35449447/8
Fax: (+202) 35449449

كورنيش النيل - إمبابة - جيزة ١٢٦٦٦
تليفون: ٨/ ٣٥٤٤٩٤٤٧ (٢٠٢+)
فاكس: ٣٥٤٤٩٤٤٩ (٢٠٢+)

ثانياً : ممثلى الجهات خارج الهيئة المصرية العامة للمساحة

٨.	السيد الاستاذ الدكتور / جمعة محمد داود – أستاذ باحث ونائب مدير معهد بحوث المساحة بالمركز القومى لبحوث المياه	عضواً
٩.	السيدة الأستاذة الدكتورة / نجوى طه العشماوى – أستاذ باحث مساعد بمعهد بحوث المساحة بالمركز القومى لبحوث المياه	عضواً
١٠.	السيد الأستاذ الدكتور / أيمن محمد رشاد الشهابى – كلية الهندسة بشبرا – جامعة بنها	عضواً
١١.	السيد الأستاذ الدكتور / ياسر مصطفى مجاهد – كلية الهندسة – جامعة عين شمس	عضواً
١٢.	السيدة المهندسة / هاله حامد أمين – شركة إيدج برو	عضواً
١٣.	السادة / ممثلى إدارة المساحة العسكرية	عضواً

المادة الثانية :

- مهام اللجنة النظر فى مراجعة وتحديث مواصفات الأعمال المساحية والخرائط .

المادة الثالثة

- تنتهى اللجنة من إعداد النسخة الأولى المحدثة من المواصفات والأعمال المساحية والخرائط خلال شهرين من تاريخ صدور القرار وتستمر إجتماعات اللجنة بصفة ربع سنوية لتدارس ومراعاة اللازم تجاه أى مستجدات أو استفسارات تطرأ على مواصفات الأعمال المساحية والخرائط .

المادة الرابعة

- يتم صرف بدل حضور جلسات للسادة أعضاء اللجنة بمبلغ وقدره (٣٠٠ جنيه) للجلسة الواحدة طبقاً لقرار رئيس مجلس الوزراء رقم ٥١١ لسنة ٢٠١٤ بتاريخ ٢٠١٤/٣/٢٥

المادة الخامسة

- للجنة أن تستعين بمن تراه مناسباً لإنجاز أعمالها على الوجه الأكمل .

المادة السادسة

- علي جميع الجهات المختصة٠٠ تنفيذ هذا القرار كل فيما يخصه.

وزيـــر
الموارد المائية والرى
(د/ محمد عبد العاطى)

صوره مرسلة للسيد /
تحية طيبه وبعد
برجاء التفضل بالإحاطة .
وتفضلوا بقبول فائق الاحترام
رئيس الإدارة المركزية
للموارد البشرية
لطفي السيد عطيه

Corniche El Nil, Imbaba, Giza 12666
Tel.: (+202) 35449447/8
Fax: (+202) 35449449

كورنيش النيل - إمبابة - جيزة ١٢٦٦٦
تليفون: ٨/ ٣٥٤٤٩٤٤٧ (٢٠٢+)
فاكس: ٣٥٤٤٩٤٤٩ (٢٠٢+)

EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY
الهيئة المصرية العامة للمساحة

الأعضاء و المشاركون بلجنة مراجعة وتحديث المواصفات الفنية لأعمال المساحة والخرائط في مصر

بالقرار الوزاري رقم 348 لسنة 2019 بتاريخ 19 / 10 / 2019

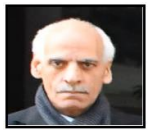
مهندس / علي عبد المجيد منوفي محمد
رئيس مجلس إدارة الهيئة المصرية العامة للمساحة
(رئيس اللجنة)

مهندس / السيد عبد العظيم السيد
نائب رئيس الهيئة لشئون المناطق
رئيس الإدارة المركزية لشئون المناطق

أستاذ دكتور / جمعة محمد داود
أستاذ باحث بمعهد بحوث المساحة
بالمركز القومي لبحوث المياه

مهندس / خالد سيد أمين رمضان
رئيس الإدارة المركزية لشئون الخرائط

أستاذة دكتورة / نجوى طه حمدي العشماوي
أستاذ باحث مساعد - رئيس قسم الإستشعار عن بعد بمعهد بحوث المساحة – المركز القومي لبحوث المياه



دكتور مهندس / علاء الدين صالح
رئيس الإدارة المركزية للسجل العيني

أستاذ دكتور / أيمن محمد رشاد الشهابي
أستاذ المساحة والفوتوجرامتري – قسم هندسة المساحة - كلية الهندسة بشبرا – جامعة بنها

مهندس / حسن زين العابدين عبد المجيد
رئيس الإدارة المركزية لشرق الدلتا و القناة

أستاذ دكتور / ياسر مصطفى مجاهد
أستاذ مساعد المساحة والجيوديسيا – قسم الأشغال العامة - كلية الهندسة - جامعة عين شمس

مهندس / طارق جودة السيد عجاج
مدير عام الإدارة العامة
للجيوديسيا والحساب

لواء دكتور مهندس / عماد لطفي محمد السيد
مساعد مدير إدارة المساحة العسكرية

مهندس / خالد سيد إبراهيم رمضان
مدير عام الإدارة العامة
للخرائط الطبوغرافية

مهندسة إستشاري / هالة حامد أمين أبو العلا
مدير إدارة المساحة التصويرية وإنتاج الخرائط - شركة إيدج برو

مهندس / سمير أحمد محمود الروبي
مدير عام الإدارة
العامة للتخطيط والمتابعة

رائد مهندس / يوسف محمود الحسيني
إدارة المساحة العسكرية

مهندس / مصطفى محمد شندي
مدير الإدارة الفنية لشئون الخرائط

مهندسة / داليا حسن عوض
الإدارة العامة للتثمين

شكر وتقدير

تتقدم

الهيئة المصرية العامة للمساحة

بأسمى آيات الشكر والتقدير إلى السادة

الدكاترة والمهندسين الآتي أسمائهم

على ما بذلوه من جهد مشكور في المراجعة وإبداء الرأي حول محتويات مجلد

"المواصفات الفنية لأعمال المساحة والخرائط"

من الهيئة المصرية العامة للمساحة

مهندس / محمد عاطف عبد المنعم

الرئيس الأسبق للإدارة المركزية لشئون الخرائط

الهيئة المصرية العامة للمساحة

من خارج الهيئة المصرية العامة للمساحة

الأستاذ الدكتور / محمود النقراشي عثمان علي

أستاذ المساحة

كلية الهندسة - جامعة الأزهـــــر

الأستاذ الدكتور / مصطفى أحمد بركــة

مدير برنامج الهندسة المدنية بالجامعة الألمانية بالقاهرة

أستاذ متفرغ – كلية الهندسة – جامعة القاهرة

الأستاذ الدكتور / محمد الحسيني عبد الخالق الطوخي

نائب رئيس جامعة عين شمس الأسبق

أستاذ المساحة والجيوديسيا - كلية الهندسة - جامعة عين شمس

قائمة المحتويات

الباب الاول 1
أساسيات العمل المساحي في مصر 1
1- أقسام أعمال المساحة 1
1-1 المساحة الأرضية Terrestrial Survey 1
1-1-1 المساحة الجيوديسية Geodetic Survey 1
1-1-2 المساحة المستوية Plane Survey 1
1-2 المساحة التصويرية Photogrammetry 1
1-3 المساحة البحرية أو الهيدروجرافية Hydrographic Survey 2
1-4 المساحة تحت سطح الأرض Under Ground Survey 2
1-5 المساحة الفلكية Astronomical Survey 2
2- المخرجات المساحية 3
3- المراجع الجيوديسية وأسطح الإسناد المرجعية وشبكات التحكم الأفقي والرأسي 3
3-1 المراجع الأفقية 3
3-2 المراجع الرأسية 4
3-3 المراجع الاطارية العالمية 4
3-4 شبكات التحكم الأفقي 4
3-5 شبكات التحكم الرأسي (الميزانيات) 5
3-6 شبكات الجاذبية الأرضية 5
4- نظم الإحداثيات 6
4-1 الإحداثيات الفراغية ثلاثية الأبعاد 6
4-1-1 الإحداثيات الجغرافية أو الجيوديسية 6
4-1-2 الإحداثيات الجيوديسية الكارتيزية 6
4-2 الإحداثيات المستوية ثنائية الأبعاد 6
4-2-1 نظام الإحداثيات المصرية ETM 7
4-2-2 نظام الإحداثيات المصرية المطورة MTM 10
4-2-3 نظام الإحداثيات العالمي UTM 12
5- التحويل بين أنظمة الاحداثيات المختلفة 13
6- معايير تطبيق نظام إحداثيات الخريطة على أرض الواقع 13
الباب الثاني 14
مواصفات الأعمال المساحية 14
1- مستويات الدقة في الشبكات الجيوديسية 14
1-1 مواصفات الرصد بتقنية GNSS للشبكات الجيوديسية 16
1-2 مواصفات الرصد الحقلي للشبكات الجيوديسية 17
1-3 مواصفات الرصد الحقلي للأعمال المساحية 18
1-4 مواصفات حسابات أرصاد GNSS 19
1-4-1 مواصفات برنامج الحسابات 20

1-4-2 خطوات الحساب 20
1-4-3 خطوات تحويل المراجع وإسقاط الإحداثيات 20
1-4-4 تقرير نتائج الحسابات والضبط 21
1-5 التحديد المطلق للإحداثيات باستخدام أرصاد GNSS 21
1-6 الميزانية باستخدام أجهزة الرصد على الأقمار الصناعية GNSS 22
2- مواصفات العمل باستخدام أجهزة محطات الرصد المتكاملة Total Stations 24
2-1 تعيين إحداثيات نقط التحكم المساحية الأفقية والرأسية 24
2-2 شبكات التحكم باستخدام أجهزة الرصد المتكاملة 24
2-3 إنشاء المضلعات المغلقة باستخدام أجهزة المحطات الشاملة 25
2-3-1 أسلوب الرصد الأفقي ومعالجة الأرصاد وحدود القبول والرفض 26
2-3-2 أسلوب الرصد الرأسي ومعالجة الأرصاد وحدود القبول أوالرفض .. 26
2-4 الرفع المساحي وإنتاج الخرائط والمخططات المساحية 26
2-5 الميزانية الشبكية وإنتاج النماذج الرقمية للارتفاعات والخرائط الطبوغرافية . 28
2-5-1 أسلوب العمل والإشتراطات الفنية 28
2-5-2 اشتراطات إنتاج DEM وخطوط الكنتور 28
2-6 التوقيع المساحي للمشروعات الهندسية 31
2-7 متابعة الحركة للمنشئآت في الثلاث أبعاد 31
2-8 اعتماد الأعمال المساحية باستخدام المحطة المتكاملة 32
3- مواصفات العمل باستخدام اجهزة الميزان 33
3-1 درجات ودقة الميزانيات 33
3-2 مواصفات الميزانية الدقيقة 34
3-3 متابعة الحركة للمنشئآت 34
4- التقنيات الحديثة في الأعمال المساحية 35
4-1 المسح بالليزر 35
4-2 نظم الخرائط المحمولة 35
4-3 دقة التقنيات الحديثة 35
4-4 أنواع التقنيات الحديثة طبقًا للاستخدام 36
4-5 إرشادات عامة للتعامل مع التقنيات الحديثة 37
4-6 التصوير الجوي الرقمي 38
4-7 الإستشعار عن بعد Remote Sensing (RS) 39
4-8 إرشادات عامة 39
4-8-1 اختيار أماكن الثوابت الأرضية 39
4-8-2 بناء وتثبيت الثوابت الأرضية 39
4-8-3 توثيق النقاط المساحية 42
4-9 العناية بالأجهزة المساحية 46
4-10 معايرة الأجهزة المساحية 46

قائمة الجداول

الباب الثاني : مواصفات الأعمال المساحية — رقم الصفحة

جدول رقم (2-1) مواصفات الشبكات الجيوديسية ثلاثية الأبعاد 15

جدول رقم (2-2) إرشادات عامة لربط الشبكات الجيوديسية ثلاثية الأبعاد 16

جدول رقم (2-3) مواصفات أرصاد الأقمار الصناعية GNSS لإنشاء الشبكات الجيوديسية 17

جدول رقم (2-4) مواصفات أرصاد الأقمار الصناعية GNSS في الأعمال المساحية 18

جدول رقم (2-5) إرشادات ومعايير استخدام طريقة التحديد الدقيق المطلق للنقطة PPP 22

جدول رقم (2-6) مواصفات الشبكات الجيوديسية ثلاثية الأبعاد والمصنفة من الدرجة C 24

جدول رقم (2-7) مواصفات إنشاء شبكات الثوابت باستخدام أجهزة المحطات الشاملة 25

جدول رقم (2-8) معايير خطأ القفل المسموح به في نقاط التحكم الرأسي 26

جدول رقم (2-9) معايير الخطأ التربيعي المتوسط المسموح به لموقع النقطة الأفقي (X,Y) للمعالم المساحية على المخططات المساحية 27

جدول رقم (2-10) حدود الأخطاء في الخرائط الكنتورية 29

جدول رقم (2-11) حدود الأخطاء في نماذج الارتفاعات الرقمية 30

جدول رقم (2-12) حدود الدقة الرأسية في الخرائط الكنتورية 30

جدول رقم (2-13) دقة ومواصفات أنواع الميزانيات 33

جدول رقم (2-14) تطبيقات التقنيات المساحية الحديثة..... 36

قائمة الأشكال

الباب الاول : أساسيات العمل المساحي في مصر رقم الصفحة

شكل رقم (1-1) شرائح نظام الإحداثيات المصرية ETM 7

شكل رقم (1-2) شرائح نظام الإحداثيات المصرية MTM 10

شكل رقم (1-3) شرائح نظام الإحداثيات العالمي UTM في مصر 12

الباب الثاني : مواصفات الأعمال المساحية

شكل رقم (2-1) بناء نقاط الشبكات الجيوديسية 40

شكل رقم (2-2) نموذج من روبيرات الحائط وكيفية تثبيت القامة عليها 41

شكل رقم (2-3) نموذج من الروبيرات الأرضية وكيفية تثبيت القامة عليها . 41

شكل رقم (2-4) كارت وصف نقاط الثوابت الأرضية الجيوديسية المرصودة بتقنيات GNSS 43

شكل رقم (2-5) كارت وصف نقطة ترافرس 44

شكل رقم (2-6) كارت وصف نقطة روبير 45

EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY

الباب الأول

أساسيات العمل المساحي في مصر

يشمل العمل المساحي مجموعة من الأعمال الحقلية (قياسات مساحية) والمكتبية (مخرجات مساحية) لإخراج منتج يمثل جزء من سطح الأرض بدقة محددة وباستخدام نظم إحداثيات معرفة، حيث تتوقف الأعمال المساحية المختلفة على طبيعة الأرض ومساحة المنطقة المطلوب تمثيلها مع نوع القياسات المساحية والأجهزة المستخدمة والعامل البشري القائم بهذا العمل.

1- أقسام أعمال المساحة:

1-1 المساحة الأرضية Terrestrial Survey:

تشمل القياسات والتطبيقات التي تتم علي سطح الأرض من خلال الأجهزة المساحية، وتنقسم أعمال المساحة الأرضية إلى قسمين رئيسيين طبقاً لمساحة الارض المطلوبة والدقة المستهدفة لهذه التطبيقات والقياسات.

1-1-1 المساحة الجيوديسية Geodetic Survey:

يتم فيها التعامل مع الشكل الحقيقي للأرض وهو شكل غير مستو ومن ثم تعتمد الأجهزة وطرق الحسابات المستخدمة في المساحة الجيوديسية على هذا المبدأ الهام حيث يلزم ان يتم مراعاة الشكل الحقيقى للأرض عند تمثيل مسطحات كبيرة من سطح الأرض.

1-1-2 المساحة المستوية Plane Survey:

تتم فيها الأعمال المساحية على جزء صغير من سطح الأرض حيث يتم إهمال الشكل الحقيقي للأرض والإكتفاء بفرض أن هذا الجزء الصغير يمكن تمثيله كمستوى أفقي ويصلح فقط للقياسات المساحية في منطقة صغيرة من سطح الأرض وكذلك فى معظم المشروعات الهندسية.

ويمكن تقسيم المساحة الأرضية المستوية إلى الانواع الآتية:

- **المساحة الأرضية أو التفصيلية Land or Cadastral Survey:**
  تهتم بالتحديد الدقيق للمواقع والحدود لقطع الأراضي في منطقة صغيرة.
- **المساحة الطبوغرافية Topographic Survey:**
  تهتم بجمع الأرصاد والقياسات الأفقية وكذلك الارتفاعات للمعالم الطبوغرافية للمناطق الصغيرة.
- **المساحة الهندسية أو الإنشائية Engineering or Construction Survey:**
  تهتم بجمع القياسات لكل مراحل تنفيذ المشروعات الهندسية الإنشائية.
- **مساحة المسارات Route Survey:**
  تهتم بتنفيذ العمل المساحي المطلوب لإنشاء المشروعات الطولية مثل:مشروعات الطرق والسكك الحديدية ومد خطوط الأنابيب والكهرباء و الترع و المصارف و القنوات المائية.

1-2 المساحة التصويرية Photogrammetry:

المساحة التصويرية هي كل ما يمكن إنتاجه مساحيًا من خلال أجهزة التصوير المختلفة الثابتة والمتحركة وكذلك المحمولة جوًا أو الموضوعة داخل الأقمار الصناعية وتقسم إلى الآتي:

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

- **المساحة التصويرية الأرضية Terrestrial Photogrammetry:**
حيث يتم التصوير من سطح الأرض باستخدام كاميرات ثابتة أو محمولة على سيارات.

- **المساحة التصويرية الجوية Photogrammetry:**
حيث يتم التصوير من الطائرات باستخدام كاميرات مثبتة بجسم الطائرة.

- **المساحة التصويرية الفضائية Satellite Photogrammetry:**
حيث يتم التصوير باستخدام كاميرات ومستشعرات محملة على الأقمار الصناعية.

- **الإستشعار عن بعد Remote Sensing:**
وفيه يتم استقبال صور فضائية تستخرج منها معلومات وبيانات من سطح الأرض عن طريق حساسات مثبتة بالأقمار الصناعية.

- **المسح بالليزر Laser Scanning:**
و يعد من أحدث أساليب المساحة التصويرية المستخدمة حاليًا حيث يتم مسح المعالم باستخدام الليزر، ويستخدم جهاز المسح بالليزر إما في وضع ثابت على الأرض أو متحرك.

3-1 المساحة البحرية أو الهيدروجرافية Hydrographic Survey:

تستخدم المساحة البحرية فى إنتاج الخرائط المساحية للمسطحات المائية بكافة أنواعها (المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار والمجاري المائية) وجمع المعلومات الكاملة عنها مثل:

- ظواهر المد والجزر اللازمة لإنشاء الموانى والأرصفة البحرية.
- أعمال النحر والترسيب للمجاري المائية.
- قياس منسوب المياه في الأماكن المختلفة.
- أعمال التنقيب عن البترول والغاز في البحار المفتوحة.
- كافة الأعمال الهندسية المتعلقة بالمسطحات المائية.
- تمثيل تضاريس قاع البحر (إنشاء الخرائط الهيدروجرافية).

يستخدم فيها اجهزة الماسح الصوتي بصورة كبيرة بالاضافة إلى أجهزة الرصد على الأقمار الصناعية وكذلك أجهزة الماسح الضوئي.

4-1 المساحة تحت سطح الأرض Under Ground Survey:

وتشمل الأعمال المساحية للمشروعات تحت سطح الأرض مثل: الأنفاق والمناجم وشبكات الخدمات الكبرى وخلافه، وهناك أجهزة مساحية خاصة تسمى Ground Penetrating Radar (GPR) يتم تمريرها على سطح الارض و تستخدم أشعة الرادار للكشف عن مسارات و أعماق شبكات المرافق.

5-1 المساحة الفلكية Astronomical Survey:

تعد من أقدم العلوم المساحية وكانت تستخدم في عهد المصريين القدماء لتحديد أوقات الزراعة والحصاد وخلافه، كما كانت تستخدم في العصور السابقة في إنشاء شبكات الثوابت الأرضية (نقاط معلومة الإحداثيات) والقياس الدقيق لخطوط القواعد وفى تحديد الاتجاهات الأصلية (شمال – جنوب – شرق – غرب) وكذلك الترحال والسفر في الصحراء ليلاً ومعرفة بدايات الفصول الأربعة.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

ويختص علم الفلك في دراسة حركة النجوم والكواكب وتحديد الوقت وتحركات القشرة الأرضية وتحديد بدايات الشهور القمرية وتحديد اتجاهات القبلة ومواقيت الصلاة وكذلك ظاهرتى الكسوف والخسوف.

2- المخرجات المساحية:

الخريطة من أهم مخرجات العمل المساحي وهي نموذج (أو رسم) مصغر لجزء من سطح الأرض مبني على أساس رياضي خاص ويظهر حالة وتوزيع العلاقات بين المعالم الطبيعية والبشرية والاقتصادية باستخدام رموز خاصة منتقاة طبقًا لغرض كل خريطة، وقد ظل النوع الورقي منها يستخدم لمئات السنين ومع ابتكار الحاسب الآلى ظهرت الخريطة الرقمية أو الخريطة الإلكترونية وفيها أصبح رسم وتعديل وتصميم وتخزين وتحليل الخرائط يتم بصورة رقمية باستخدام برامج حاسب آلي متخصصة، وأصبحت الخريطة الرقمية عبارة عن ملفات إلكترونية متاحة في صور متعددة مثل: الأقراص المدمجة ووسائل التخزين الأخرى.

وتتعدد أنواع الخرائط المختلفة نظرًا لأهميتها وتعدد استخداماتها في المجالات العلمية والتطبيقات العملية، ومن الممكن القول أنه لا يوجد الآن تخصص علمي لا يستخدم نوعًا من أنواع الخرائط بصورة أو بأخرى، ومع ذلك فيمكن - بشكل عام - وضع تقسيمات للخرائط بناءً على أربعة عناصر هي: مقياس الرسم، الهدف من الخريطة، طريقة تمثيل المعالم، المادة المتوفر عليها الخريطة.

ولا يمكن بأي حال من الأحوال أن تتم عملية تحويل الشكل المجسم للأرض إلى شكل مستو (خريطة) بدون أخطاء ولكن هناك دائما ما يطلق عليه التشوه (Distortion) في أي طريقة من طرق إسقاط الخرائط حيث تعمل الطرق المختلفة لإسقاط الخرائط على الحفاظ على واحدة أو أكثر من الخصائص التالية بين الشكل المجسم على الأرض وتمثيله علي الخريطة:

- إسقاط يحافظ على المساحات Equal Area Projection.
- إسقاط يحافظ على المسافات Equidistant Projection.
- إسقاط يحافظ على الاتجاهات Azimuthal Projection.
- إسقاط يحافظ على الزوايا والأشكال Conformal Projection.

وهناك أنواع عديدة من مساقط الخرائط المستخدمة عالميًا والجدير بالذكر أن المسقط المستخدم في مصر هو مسقط ميركاتور المستعرض Transverse Mercator Projection حيث ينتج هذا المسقط من إسقاط الأرض على اسطوانة أفقية مستعرضة تمس الأرض عند خط طول مركزي Central Meridian وهو من نوع إسقاط الخرائط الذي يحافظ على الزوايا و الأشكال.

3- المراجع الجيوديسية وأسطح الإسناد المرجعية وشبكات التحكم الأفقي والرأسي:

1-3 المراجع الأفقية:

لكي يمكن تحديد المواقع على سطح الأرض يلزم اختيار شكل رياضي يعبر عن شكل وحجم الأرض ذاتها وهو ما نطلق عليه اسم الشكل المرجعي Reference Surface . وقد تعددت محاولات علماء الجيوديسيا لتحديد أنسب قطع ناقص (إليبسويد) يعبر عن شكل الأرض بأقرب صورة ممكنه وكلما تجمعت قياسات جيوديسية جديدة لدى الجهات الدولية يتم حساب قيم جديدة لعـناصر تعريف الإليبسويد Ellipsoid مما أدى لوجـود العديد من أسطح الإسناد.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

و يعد المرجع الجيوديسي العالمي World Geodetic System 1984 أو اختصارا (WGS84) هو أحد المراجع الجيوديسية العالمية وأهمها وأكثرها انتشارًا والذى يعتبر المرجع الجيوديسي المعتمد في قياسات النظام العالمي لتحديد المواقع باستخدام الأقمار الصناعية Global Positioning System واختصارًا (GPS).

أما عند بدء أعمال الجيوديسيا وإنشاء الخرائط في جمهورية مصر العربية في بداية القرن العشرين فكان القطع الناقص الدوراني السائد في هذا الوقت هو Helmert 1906 حيث اتخذ القرار باختيار هذا المرجع ليكون سطحًا مرجعيًا أساسيًا لمصر، و بعد ذلك يتم إجراء أرصاد فلكية لتعيين خطوط الطول و العرض الفلكي لنقطة الزهرة بالمقطم و بعض نقط المثلثات الأخرى كما يتم رصد الانحرافات الفلكية لبعض خطوط الشبكة ليتكون ما يعرف بالمرجع الوطني المصري Old Egyptian Datum1907 أو اختصارًا OED 1907.

2-3 المراجع الرأسية:

عند التعامل مع الاحداثيات في المستوى الرأسي (أي الارتفاعات) فهناك نوع آخر من المراجع وهي المراجع الرأسية Vertical Datum، ويعد الجيويد Geoid هو المرجع الرأسي المعتمد في العديد من دول العالم، ولتحديد هذا المرجع يجب تحديد النقطة التي يكون عندها متوسط سطح البحر يساوي صفر، وفي مصر تم إنشاء محطة قياس المد والجزر Tide Gauge في ميناء الأسكندرية وتم تسجيل قياساتها لمدة 8 سنوات من عام 1898 إلى عام 1906 وأخذ متوسطها بحيث تعتبر هذه القراءة (على المسطرة المدرجة داخل المحطة) هي المنسوب المساوي للصفر أي هي النقطة التي تحدد موقع الجيويد.

وإنطلاقًا من هذه النقطة المرجعية تم استخدام أسلوب الميزانية Leveling لإنشاء مجموعة من نقاط الروبيرات Bench Marks (BM) المعلومة المنسوب والتي تغطي معظم أرجاء مصر، لذلك نقول أن المرجع الوطني الرأسي المصري Vertical Egyptian Datum هو قيمة متوسط سطح البحر (MSL) عند الأسكندرية في عام 1906.

3-3 المراجع الإطارية العالمية:

بجميع المراجع السابقة تم افتراض أن محور دوران الأرض ثابت، وهذا الفرض ربما يكون مناسبًا لمعظم تطبيقات تحديد المواقع ولكن في الواقع يتغير محور دوران الأرض مع الزمن، لذلك تم تطوير فكرة الإطار المرجعي الأرضي العالمي International Terrestrial Reference Frame أو المعروف اختصارًا باسم (ITRF)، حيث تقوم إحدى المنظمات الجيوديسية الدولية بتحديد محور دوران الأرض كل 3 سنوات وذلك من خلال تجميع وتحليل القياسات الجيوديسية الدقيقة الموزعة بجميع أنحاء الأرض، وبالتالي فإن هذه المراجع تعتبر رباعية الأبعاد 4D حيث يتم تحديث ITRF مع الزمن.

وكمثال هناك: ITRF1990 , ITRF1995, ITRF2000, ITRF2005 وظهر مؤخرا: ITRF 2014 ومتوقع قريبًا ظهور ITRF 2020

4-3 شبكات التحكم الأفقي:

في بداية القرن العشرين وبالتحديد في عام 1907 تم البدء فى إنشاء شبكة المثلثات الجيوديسية المصرية وكان الهدف الرئيسي في بدايات العمل هو إنشاء نظام خرائط مساحية يغطى المناطق الزراعية في الدلتا ووادي النيل لخدمة أغراض الري واعتمدت هذه الشبكات على المجسم الجيوديسي Helmert 1906، هذا

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

وقد تم الإنتهاء من الشبكة الأولى التي تتكون من عشر حلقات في عام 1945 بأضلاع تتراوح أطوالها في المتوسط بين 30 و60 كيلومتر.

وقد تم استكمال 13 قسمًا آخر في الفترة من 1955 إلى 1980، ثم تلا ذلك إنشاء شبكات مثلثات الدرجة الثانية وربطها على الدرجة الأولى، وتتراوح أطوال أضلاعها بين 10 و30 كيلومتر، أما مثلثات الدرجة الثالثة والتي تواكب إنشاؤها مع شبكات الدرجة الثانية فقد تراوحت أطوال أضلاع خطوطها بين 3 و8 كيلومتر في المناطق الزراعية وما بين 1 و3 كيلومتر في المدن وأيضًا تم إنشاء مثلثات الدرجة الرابعة وربطها على شبكات الدرجتين الثانية والثالثة بأطوال تتراوح ما بين 2 و5 كيلومتر في المتوسط.

ومع انتشار استخدام أسلوب الرصد على الأقمار الصناعية قامت الهيئة المصرية العامة للمساحة في عام 1997 بإنشاء الشبكة المرجعية عالية الدقة High Accuracy Reference Network (اختصارًا HARN) بمسافات بينية حوالي 200 كيلومتر لتغطي جمهورية مصر العربية وتكون هي الأساس الهيكلي للشبكات الجيوديسية للرصد على الأقمار الصناعية، وتكونت شبكة HARN من 30 محطة عالية الدقة بدقة 1 : 10,000,000.

أيضا تم إنشاء الشبكة القومية للكادستر الزراعي National Agricultural Cadastral Network اختصارًا (NACN) المكونة من 112 محطة بمسافات بينية في حدود 50 كيلومتر تغطي وادي النيل والدلتا بدقة 1 :1,000,000

وفي عام 2010 قامت الهيئة بإنشاء الشبكة المرجعية للنقاط الدائمة الرصد Continuously Operating Reference Stations أو اختصارًا (CORS) المكونة من 40 محطة جيوديسية تعمل 24 ساعة/اليوم حتى يمكنها تقديم خدمات تصحيح أرصاد إشارات الأقمار الصناعية للمستخدمين في مصر، وجدير بالذكر أن شبكتي HARN و NACN تعتمدان على الإطار المرجعي الأرضي العالمي ITRF94 بينما اعتمدت شبكة CORS على ITRF2008 كمرجع عالمي حديث للتطبيقات الجيوديسية عالية الدقة.

5-3 شبكات التحكم الرأسي (الميزانيات):

تمت أول شبكة خطوط ميزانية دقيقة (درجة أولى) في الفترة ما بين 1906 و1912 اعتمادًا على قيمة متوسط منسوب سطح البحر Mean Sea Level (MSL)عن محطة المد والجزر في الأسكندرية وهو المرجع الجيوديسي الرأسي للجمهورية MSL 1906، ثم استمرت أعمال إنشاء شبكات الميزانيات وإنشاء الروبيرات لإنشاء ثوابت أرضية رأسية BM تغطي كافة المناطق المأهولة بمصر.

6-3 شبكات الجاذبية الأرضية:

نظرًا لأهمية قياسات الجاذبية الأرضية في الأعمال المساحية الجيوديسية وتطوير نموذج الجيويد في مصر فقد قام معهد بحوث المساحة بالمركز القومي لبحوث المياه بوزارة الموارد المائية والري في عام 1997 بإنشاء الشبكة القومية المصرية للجاذبية الأرضية Egyptian National Gravity Standardization Network 1997 أو اختصارًا (ENGSN-1997)، وتتكون هذه الشبكة من 150 محطة جاذبية أرضية منهم 5 محطات تم رصد قيم الجاذبية الأرضية المطلقة عندها في كل من القاهرة والجيزة ومرسى مطروح وأسوان والخارجة.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

4- نظم الإحداثيات:

تنقسم نظم الإحداثيات في العمل المساحي إلى قسمين رئيسيين أولهما نظام إحداثيات نقط التحكم وهي مجموعة من النقاط الثابتة تسمي شبكات التحكم المساحي (أفقي أو رأسي) ومواقعها محددة فراغيًا في الثلاثة أبعاد وتسمى (3D) وتسند إلى مرجع جيوديسي محدد سابقًا يكون من متطلباته اختيار الأجهزة المناسبة وأسلوب الرصد المناسب للحصول على إحداثيات هذه الشبكات بالدقة والمواصفات المحددة.

و القسم الثاني هو نظام إحداثيات خاص بالخريطة المنتجة ثنائية الأبعاد (2D) ويسمي هذا النظام للإحداثيات بإسقاط الخرائط ويعتمد على طريقة إسقاطها طبقًا للغرض والاستخدام المخصص لها وهي تختلف من دولة إلى أخرى طبقًا لما يناسب موقعها على سطح الكرة الأرضية.

4-1 الإحداثيات الفراغية ثلاثية الأبعاد:

4-1-1 الإحداثيات الجغرافية أو الجيوديسية:

يتم تمثيل موقع أي نقطة في هذا النظام بثلاث قيم أو ثلاثة إحداثيات، أي أن هذا النظام ثلاثي الأبعاد 3D:

- **خط الطول Longitude:**
ويرمز له بالرمز اللاتيني λ (ينطق لامدا)، وهو الزاوية المقاسة في مستوى دائرة الاستواء بين خط طول جرينتش (وهو خط الطول الذي أصطلح دوليًا أن يكون رقم صفر) وخط طول النقطة المطلوبة.

- **دائرة العرض Latitude:**
ويرمز له بالرمز اللاتيني ϕ (ينطق فاي)، وهي الزاوية في المستوى الرأسي والتي يصنعها الاتجاه العمودي على سطح الإلبسويد والمار بالنقطة المطلوبة مع مستوى دائرة الإستواء.

- **الارتفاع فوق سطح الإلبسويد Geometric or Ellipsoidal Height:**
ويرمز له بالرمز h وهو قياس البعد العمودي من النقطة الأرضية إلى سطح الإليبسويد، وهو ارتفاع لاينصح بإستخدامه حيث لا يعبر عن ارتفاع النقطة الحقيقى بالنسبة لمتوسط سطح البحر MSL.

- **الارتفاع فوق متوسط سطح البحر Orthometric Height:**
ويرمز له بالرمز H وهو قياس البعد الرأسي (في اتجاه الجاذبية) من النقطة الأرضية إلى الجيويد (والذى يمثله تقريبًا متوسط منسوب سطح البحر).

4-1-2 الإحداثيات الجيوديسية الكارتيزية:

هو نظام إحداثيات ثلاثي الأبعاد للنقطة على سطح الأرض مرجعها المحاور الثلاثة (X,Y,Z) للقطع الناقص الدوراني (الإلبسويد) حيث محوره الأول X ينشأ من تقاطع مستوى خط الطول المار بجرينتش مع مستوى دائرة الإستواء ومحوره الثاني Y هو العمودي على محور X بينما المحور الثالث (الرأسي) Z هو محور دوران الأرض والذي يمر بمركز الأرض وكلا القطبين، ويمكن التحويل بين الإحداثيات الجيوديسية الجغرافية والإحداثيات الكارتيزية والعكس بمعادلات رياضية خاصة.

4-2 الإحداثيات المستوية ثنائية الأبعاد:

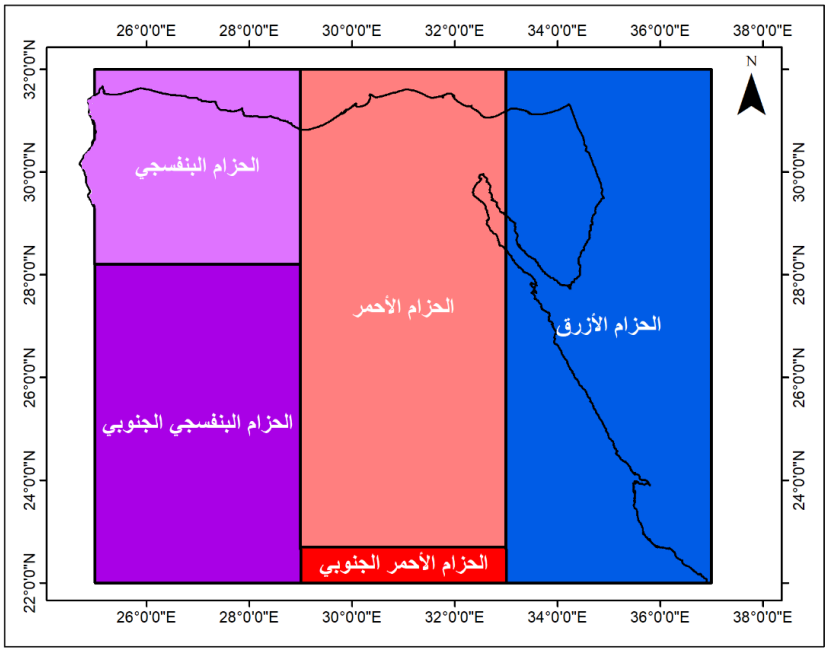
هي الإحداثيات المسقطة Projected Coordinates من سطح الأرض على مستوى الخريطة وتسمى أحيانًا Grid Coordinates وهي ثنائية الأبعاد 2D وتعتمد قيم إحداثياتها على نظام إسقاط الخرائط

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

المستخدم، ويتم التعبير عن إحداثيات النقطة بالإحداثي الشرقي Easting أو اختصارًا (E) والإحداثي الشمالي Northing أو اختصارًا (N).

1-2-4 نظام الإحداثيات المصرية ETM:

نظام إحداثيات الخرائط المصرية Egyptian Transverse Mercator أو اختصارًا (ETM) وهو نظام إسقاط ميركاتور مستعرض، وحتى يمكن تقليل التشوه في الخرائط فقد تم تقسيم جمهورية مصر العربية إلى ثلاث شرائح وتسمى عادة باسم أحزمة Belts (3 أحزمة) بعرض 4 درجات لكل حزام (شكل رقم 1-1) مع وجود شريحتين خاصتين كامتداد للحزامين الأحمر والبنفسجي، وفي هذا النظام المرجع الجيوديسي Geodetic Datum المعتمد والمستخدم في خرائط الهيئة المصرية العامة للمساحة هو القطع الناقص الدوراني Helmert 1906.



شكل رقم (1-1): شرائح نظام الإحداثيات المصرية ETM

وتوجد عدة عناصر يجب تعريفها لكل شريحة من شرائح مسقط ميركاتور المستعرض، وهذه العناصر تختلف قيمها من دولة لأخرى حتى لو استخدمت الدولتان نفس المسقط، هذه العناصر الخمسة تسمى معاملات الإسقاط Projection Parameters وتشمل:

- موقع نقطة الأصل للإسقاط Origin والذي يحدد من خلال قيمتين هما: خط الطول المركزي Central Meridian ودائرة العرض القياسية Standard Parallel.
- لتفادي وجود إحداثيات سالبة (غير مفضلة في الخرائط) فيتم إعطاء قيم إحداثيات مفترضة أو زائفة لنقطة الأصل بدلاً من إعطائها الإحداثيات صفر شرقًا وصفر شمالاً، وذلك عن طريق تحديد عنصرين آخرين هما: الإحداثي الشرقي الزائف False Easting والإحداثي الشمالي الزائف False Northing.
- العنصر الخامس - من معاملات الإسقاط - المطلوب تحديده هو قيمة معامل مقياس الرسم عند خط الطول المركزي.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

وتتغير قيم هذه العناصر مع كل حزام (منطقة) من الخرائط المصرية كالآتي:

- **الحزام الأحمر Red Belt:**

يغطي هذا الحزام المنطقة الوسطى من مصر وذلك من خط طول29 درجة شرقًا إلى خط طول 33 درجة شرقًا، ويمتد جنوبًا حتى خط "21.2155 '41 °22 شمالاً وتكون قيم عناصر ETM فى هذا الحزام على النحو التالى:

False Easting	= 615 000 m	الإحداثي الشرقي المفترض
False Northing	= 810 000 m	الإحداثي الشمالي المفترض
Latitude	= 30 ° 0' 0"	دائرة العرض القياسية
Longitude	= 31 ° 0' 0"	خط الطول المركزي
Scale on central Meridian	= 1.00	معامل مقياس الرسم على خط الطول المركزي
Zone width	= 4 ° 0' 0"	عرض المنطقة

- **الحزام الأحمر الجنوبى South Red Belt:**

يغطى هذا الحزام المنطقة الجنوبية للحزام الأحمر ويبدأ من خط "21.2155 '41 °22 شمالاً حتى خط 22 درجة شمالاً وتكون قيم عناصر ETM فى هذا الحزام على النحو التالى:

False Easting	= 615 000 m	الإحداثي الشرقي المفترض
False Northing	= 1810 000 m	الإحداثي الشمالي المفترض
Latitude	= 30 ° 0' 0"	دائرة العرض القياسية
Longitude	= 31 ° 0' 0"	خط الطول المركزي
Scale on central Meridian	= 1.00	معامل مقياس الرسم على خط الطول المركزي
Zone width	= 4 ° 0' 0"	عرض المنطقة

- **الحزام الأزرق Blue Belt:**

يغطي هذا الحزام المنطقة الشرقية من مصر وذلك من خط طول 33 درجة شرقًا إلى خط طول 37 درجة شرقًا. وتكون قيم عناصر نظام ETM في هذا الحزام هي:

False Easting	= 300 000 m	الإحداثي الشرقي المفترض
False Northing	= 110 000 m	الإحداثي الشمالي المفترض
Latitude	= 30 ° 0' 0"	دائرة العرض القياسية
Longitude	= 35 ° 0' 0"	خط الطول المركزي
Scale on central Meridian	= 1.00	معامل مقياس الرسم على خط الطول المركزي

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

Zone width	= 4º 0' 0"	عرض المنطقة

- **الحزام البنفسجي Purple Belt:**

يـغـطـي هذا الحزام المنطقة الغربية في مصر وذلك من خط طول 25 درجة شرقًا إلى خط طول 29 درجة شرقًا، ويمتد جنوبًا حتى خط ”44.0676 '11 º28 شمالاً وتكون قيم عناصر ETM فى هذا الحزام على النحو التالى:

False Easting	= 700 000 m	الإحداثي الشرقي المفترض
False Northing	= 200 000 m	الإحداثي الشمالي المفترض
Latitude	= 30 º 0' 0"	دائرة العرض القياسية
Longitude	= 27 º 0' 0"	خط الطول المركزي
Scale on central Meridian	= 1.00	معامل مقياس الرسم على خط الطول المركزي
Zone width	= 4 º 0' 0"	عرض المنطقة

- **الحزام البنفسجى الجنوبي South Purple Belt :**

يـغـطـى هـذا الـحـزام الـمـنطـقة الجـنـوبيـة للـحـزام البـنـفـسـجـي ويـبدأ من خط ”44.0676 '11 º28 شمالاًحتى خط 22 درجة شمالاً وتكون قيم عناصر نظام ETM في هذا الحزام هي:

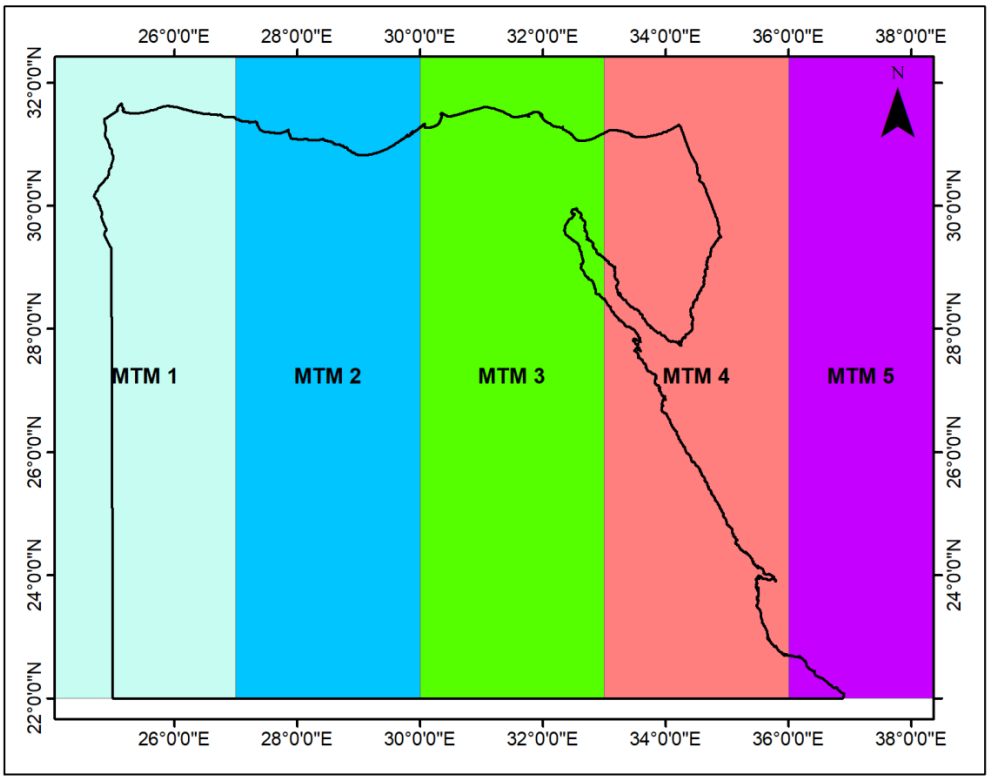
False Easting	= 700 000 m	الإحداثي الشرقي المفترض
False Northing	= 1200 000 m	الإحداثي الشمالي المفترض
Latitude	= 30 º 0' 0"	دائرة العرض القياسية
Longitude	= 27 º 0' 0"	خط الطول المركزي
Scale on central Meridian	= 1.00	معامل مقياس الرسم على خط الطول المركزي
Zone width	= 4 º 0' 0"	عرض المنطقة

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

2-2-4 نظام الإحداثيات المصرية المطورة MTM:

نظرا لانتشار استخدام تقنية GPS في الأعمال المساحية في مصر فقد أعلنت الهيئة المصرية العامة للمساحة عام 1997 عن تطوير نظام جديد للإحداثيات المستخدمة في الخرائط المصرية وعرف هذا النظام باسم: نظام ميركاتور المستعرض المعدل Modified Transverse Macerator أو اختصارًا باسم (MTM).

ويعتمد نظام MTM على المرجع الجيوديسي أو الإليبسويد WGS84 وليس الإليبسويد هلمرت 1906 كالنظام السابق، ومثل النظام السابق فإن نظام MTM يستخدم نوع إسقاط الخرائط من نوع ميركاتور المستعرض، لكن تم تقسيم مصر إلى 5 شرائح (بعرض 3 درجات لكل منها) لتقليل قيمة التشوه إلى أقل ما يمكن للوصول لدقة عالية للخرائط (شكل رقم 1-2).



شكل رقم (2-1): شرائح نظام الإحداثيات المصرية MTM

توجد عدة عناصر مشتركة بين الشرائح الخمسة كالآتي:

False Easting	= 300 000 m	الإحداثي الشرقي المفترض
False Northing	= 0 m	الإحداثي الشمالي المفترض
Latitude	= 0 º 0' 0"	دائرة العرض القياسية
Scale on central Meridian	= 0.9999	معامل مقياس الرسم على خط الطول المركزي
Zone width	= 3 º 0' 0"	عرض المنطقة

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

والقيمة الوحيدة التي تتغير من شريحة لأخرى هي خط الطول المركزي كالآتي:

الشريحة رقم 1	= 25 º 30' 00"	Longitude
الشريحة رقم 2	= 28 º 30' 00"	Longitude
الشريحة رقم 3	= 31 º 30' 00"	Longitude
الشريحة رقم 4	= 34 º 30' 00"	Longitude
الشريحة رقم 5	= 37 º 30' 00"	Longitude

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

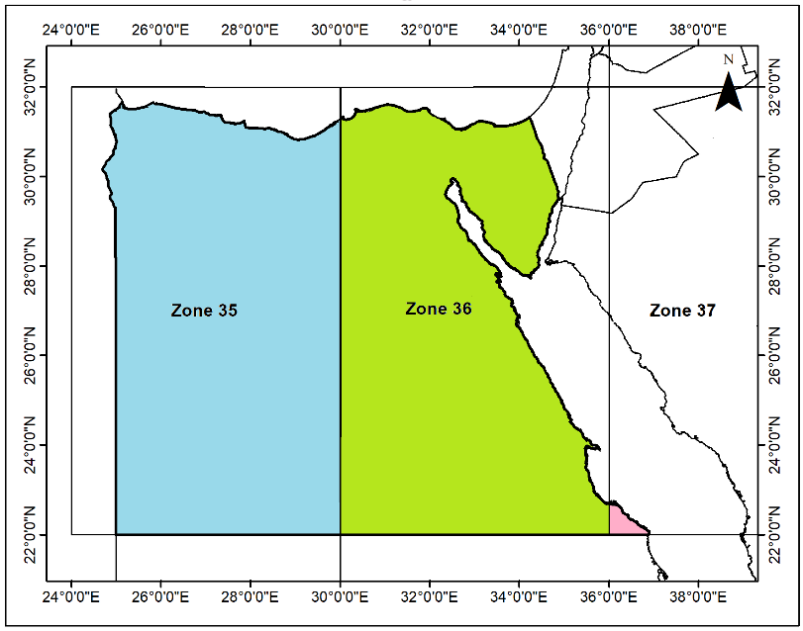
3-2-4 نظام الإحداثيات العالمي UTM:

هو نظام إحداثيات ميركاتور المستعرض العالمي Universal Transverse Mercator واختصارًا(UTM) حيث ازدادت أهميته في السنوات الأخيرة بسبب استخدامه كأحد المساقط في أجهزة تقنية النظام العالمي لتحديد المواقع GPS.

يعتمد مسقط UTM على تقسيم الأرض إلى 60 شريحة Zones كل منها يغطي 6 درجات من خطوط الطول بحيث يكون لكل شريحة مسقط UTM له خط طول مركزي Central Meridian يقع في مركز هذه الشريحة.

ترقم الشرائح من رقم 1 إلى رقم 60 بدءً من خط الطول □180غرب، وتمتد الشريحة الأولي من 180° غرب إلى 174° غرب ويكون خط طولها المركزي Central Meridian عند 177° غرب.

ويغطي هذا النظام مساحة مصر بداية من شريحة رقم 35 شرقًا إلى شريحة رقم 37 شرقًا (شكل رقم 1-3).



شكل رقم (3-1): شرائح نظام الإحداثيات العالمي UTM في مصر

حيث توجد عدة عناصر مشتركة بين الشرائح الثلاث كالآتي:

False Easting	= 500 000 m	الإحداثي الشرقي المفترض
False Northing	= 0 m	الإحداثي الشمالي المفترض
Latitude	= 0 º 0' 0"	دائرة العرض القياسية
Scale on central Meridian	= 0.9996	معامل مقياس الرسم على خط الطول المركزي
Zone width	= 6 º 0' 0"	عرض المنطقة

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

5- التحويل بين أنظمة الإحداثيات المختلفة:

نظرًا لوجود عدة أنظمة مساحية مستخدمة في مصر على مستوى المراجع الأساسية أو مستوى الإسقاط المستخدم لإنتاج الخريطة المساحية، فإنه يمكن التحويل بين Helmert 1906 وWGS84 والعكس وتسمى هذه العملية بالتحويل ثلاثى الأبعاد 3D Transformation ويتم فيها استخدام عناصر التحويل المعتمدة لدى الهيئة المصرية العامة للمساحة (فقط) مع العلم أن هناك بعض البرامج الخاصة بالتحويل بين الأنظمة المساحية والمنتشرة على شبكة الإنترنت بها عناصر تحويل خاصة بمصر غير صحيحة ويقع فيها الكثير من المستخدمين والتي تؤدي إلى مشاكل مساحية كبيرة فيما بعد.

ويتم التحويل من خلال ثلاث نقاط على الأقل مُعرفة في النظامين وتتحسن الدقة بزيادة عدد النقط المشتركة في النظامين طبقًا لدرجة الشبكة وذلك كما سيرد تفصيلاً في المواصفات الفنية في الباب الثاني.

أما التحويل على مستوى الخريطة بين النظام المصري ETM والنظام العالمي UTM والعكس فيسمي 2D Transformation وهي عملية حسابية تحتاج الى متخصصين في الأعمال المساحية والخرائط حيث أن هناك أيضًا العديد من البرامج تقوم بهذا التحويل بشكل غير صحيح.

حيث يجب تحويل كل عناصر الخريطة Features Points إلى المرجع الأساسي لها أولاً (جميع النقط إلى3D) ثم باستخدام عناصر التحويل المعتمدة لدى الهيئة المصرية العامة للمساحة (فقط) يتم التحويل بين نقط الخريطة في صورة 3D إلى المرجع المستهدف في صورة 3D أيضًا ومنه تحول إلى نظام الإسقاط المطلوب.

6- معايير تطبيق نظام إحداثيات الخريطة على أرض الواقع:

المخرجات المساحية تكون في صورة خريطة، كل نقطة بالخريطة مُعرفة بإحداثي (Easting, Northing) منسوبة إلى نظام الخريطةETM أو UTM وتسمى Grid Coordinates وعند التعامل مع هذه الإحداثيات مباشرة بأجهزة المساحة الأرضية خاصة محطات الرصد المتكاملة Total Stations يجب معرفة ما يسمي معامل المقياسScale Factor وهو قيمة مُعرفة ومُعدة مسبقًا بمعرفة موقع النقطة المساحية بالنسبة إلى خط الطول المركزي المستخدم في إنتاج الخريطة من الأصل وطبقًا لنظامها ETM أو UTM، ومن الضروري والواجب أن يشمل بيان إحداثيات نقاط التحكم الأرضي لأي مشروع مقدار هذا المعامل.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

الباب الثاني

مواصفات الأعمال المساحية

يدل مصطلح المواصفات في معناه العام على مجموعة المتطلبات المكتوبة والمتوافق عليها لتحقيق الأهداف المرجوة لتنفيذ تصميم معين أو تقديم خدمة أو منتج ما، وفي هذا الإطار تعد المواصفات مكونة من مجموعة من العناصر المحددة بكل دقة لتنفيذ الأعمال بصورة قياسية لتحقيق الهدف المطلوب، وتنقسم المواصفات في مجال المساحة إلى عدة أقسام طبقًا لنوع العمل المساحي والدقة المطلوب الوصول إليها.

ويقدم المجلد الحالي في إصداره الأول مواصفات الأعمال المساحية بصفة أساسية وهى تلك التي تخدم عملية إنتاج الخرائط في بعض مقاييس رسمها، على أن تستمر اللجنة الفنية للمواصفات في تحديث هذا المجلد ليشمل مواصفات عدة أنواع أخرى من الأعمال المساحية، وبناءً عليه فإن المواصفات الواردة في هذا الإصدار الأول من المجلد تشمل مواصفات كل من:

- الأعمال المساحية باستخدام تقنية النظم الملاحية العالمية للرصد على الأقمار الصناعية Global Navigation Satellite Systems أو إختصارًا (GNSS)
- الأعمال المساحية باستخدام الأجهزة الأرضية مثل أجهزة المحطات الشاملة Total station
- أعمال الميزانيات لتحديد مناسيب النقاط إعتمادًا على متوسط منسوب سطح البحر Mean Sea Level (MSL)
- الأعمال المساحية باستخدام التقنيات الحديثة مثل المسح بالليزر Laser Scanning وإنشاء الخرائط بنظم المساحة المحمولة Mobile Mapping Systems.
- إرشادات الأعمال المساحية بخلاف الرصد مثل: اختيار مواقع النقاط وبناء الثوابت الأرضية والعناية بالأجهزة المساحية ومعايرتها.

1- مستويات الدقة في الشبكات الجيوديسية :

تعد الشبكات الجيوديسية هي الهيكل الأساسي والرئيسي لتحديد الإحداثيات ثلاثية الأبعاد على سطح الأرض والتي يتم عليها ربط كافة الأعمال والقياسات المساحية المستخدمة في إنتاج الخرائط بكافة مستوياتها، ومن ثم فإن تحديد دقة الشبكات الجيوديسية هي الخطوة الأولى في تحديد مواصفات الأعمال والقياسات المساحية اللاحقة، وقد اعتمدت معظم الدول على مفهوم تقني لتحديد مواصفات الشبكات الجيوديسية وتقسيمها إلى عدة أنواع من الدقة ولكل منها درجة محددة Order، وفي كل درجة يتم التعبير عن مستويات الدقة المنشودة من خلال ثلاثة عناصر هي :

- الخطأ الثابت Base error
- الخطأ النسبي في صورة جزء من المليون Part Per Million (PPM)
- الخطأ النسبي لطول الخط المرصود a في صورة 1 : a

ويقدم الجدول التالي (جدول رقم 2-1) المواصفات العالمية للشبكات الجيوديسية المعمول بها في أمريكا والدول الأوروبية.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

جدول رقم (2-1): مواصفات الشبكات الجيوديسية ثلاثية الأبعاد

نوع الشبكة	درجة الشبكة	المواصفات(عند مستوى ثقة 95%)		
		الخطأ الثابت a (سنتيمتر)	الخطأ النسبي	
			جزء من المليون ppm	خطأ طول الخط a : 1
الشبكات الجيوديسية الإقليمية أو الشبكات الجيوديناميكية	AA	0.3	0.01	1 : 100,000,000
الشبكات الجيوديسية الأساسية	A	0.5	0.1	1 : 10,000,000
الشبكات الجيوديسية الثانوية	B	0.8	1	1 : 1,000,000
شبكات الربط الجيوديسية	C وتنقسم إلى:			
	C1	1.0	10	1: 100,000
	C2-I	2.0	20	1: 50,000
	C2-II	3.0	50	1 : 20,000
	C3	5.0	100	1: 10,000

أما الإرشادات العامة Guidelines لمتطلبات ربط الشبكات الجيوديسية الجديدة بمختلف أنواعها فيستعرضها الجدول التالي (جدول رقم 2-2) ...

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

جدول رقم (2-2): إرشادات عامة لربط الشبكات الجيوديسية ثلاثية الأبعاد*

المواصفات القياسية	درجة الشبكة الجيوديسية			
	AA	A	B	C
أقل عدد لنقاط شبكة الربط الأفقية				
• **عند الربط على شبكة AA, A, B**	4	3	3	3
• **عند الربط على شبكة C من الدرجة الأولى**				3
• **عند الربط على شبكة C بدرجاتها الأخرى**				4
أقل عدد لنقاط شبكة الربط الرأسية	5	5	5	4

* يجب مراعاة توزيع نقاط الربط حول منطقة العمل.

1-1 مواصفات الرصد بتقنية GNSS للشبكات الجيوديسية :

تضم النظم العالمية الملاحية للرصد على الأقمار الصناعية كلاً من:

- نظام GPS الأمريكي
- نظام GLONASS الروسي
- نظام BeiDou الصيني
- نظام Galileo الأوروبي

و تجدر الإشارة إلى أن النظم الثلاثة الأولى هي النظم المستخدمة حاليًا (وقت إعداد هذا المجلد) بينما النظام الرابع الأوروبي فمن المتوقع إعلانه مكتمل التشغيل في عام 2020. وتستعرض الأجزاء التالية مواصفات الأعمال المساحية باستخدام تقنيات GNSS مع الإشارة إلى أن معظم أجهزة الرصد الجيوديسية حاليًا يمكنها التعامل واستقبال إشارات هذه النظم العالمية واستخدامها في حساب الإحداثيات ثلاثية الأبعاد على أن تحقق الأجهزة المستخدمة ما يلي :

- أجهزة GNSS تسمح بالتقاط إشارات GPS وGLONASS على الأقل وإن كان يفضل إمكانية تعاملها مع إشارات Galileo وBeiDou أيضًا.
- أجهزة ثنائية التردد لأرصاد الجي بي أس L1 و L2 لدرجات الشبكات AA, A, B
- هوائي ذو دقة عالية في تحديد مركزها Low phase center bias
- هوائي مـقـــاوم لخطأ تعدد المسار Anti multi-path antenna ويفضل نوع choke Ring antenna لدرجات الشبكات AA, A, B

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

2-1 مواصفات الرصد الحقلي للشبكات الجيوديسية :

مع انتشار التطبيقات المساحية التي تعتمد على قياسات وأجهزة الرصد على الأقمار الصناعية GNSS تزايد الاعتماد على هذه الأجهزة في إنشاء شبكات الثوابت المساحية الأرضية على إختلاف أنواعها وعلى اختلاف درجات الدقة المنشودة، ويقدم الجدول التالي (جدول رقم 2-3) المعايير والمواصفات التي يجب تنفيذها في مثل هذه الأعمال المساحية.

جدول رقم (2-3): مواصفات أرصاد الأقمار الصناعية GNSS لإنشاء الشبكات الجيوديسية

المعيار/الدرجة	AA	A	B	C-1	C-2	C-3
أقل عدد للأقمار المرصودة	5	5	5	4	4	4
أقل مسافة بين النقاط (كم)	100<	100-10	10 - 0.5	اختياري		
أقل عدد للأجهزة المستخدمة في نفس فترة الرصد	5	5	4	3	3	
(مجموع أطوال عدة أضلاع في نفس فترة الرصد) لا يزيد عن (كم)	2000	300	100	100		
إحتلال نفس النقطة عدد 3 مرات في فترات رصد مختلفة (% من إجمالي النقاط)	%50	%40	%20	%10	اختياري	
إحتلال نفس النقطة مرتين في فترات رصد مختلفة (% من إجمالي النقاط)	%100	%100	%80	%50	اختياري	
أقل فترة رصد (ساعة):	12<	6	2	0.30	0.25	25.0
أجهزة التردد الثنائي	غير مستخدم			1.0	0.5	0.5
أجهزة التردد الواحد						
أقصى مجموع لأي مركبة من مركبات الحلقة (سم)	10	10	15	25	30	50

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

المعيار/الدرجة	AA	A	B	C-1	C-2	C-3
أقصى مجموع لأي مركبة من مركبات الحلقة (ppm)	0.2	0.2	1.25	12.5	25	60
لا يزيد معامل PDOP طوال فترة الرصد عن:	2	2	4	4	5	5
معدل الرصد sample rate (ثواني):	30	30	15	15	5	5
زاوية القناع mask or cut-off angle بحد أقصى (درجة):	15	15	15	10	10	10
استخدام المدارات الدقيقة للأقمار الصناعية precise orbits	نعم		يفضل			

3-1 مواصفات الرصد الحقلي للأعمال المساحية :

في الأعمال المساحية غير الجيوديسية والتي لا تتطلب مستويات عالية من الدقة يمكن استخدام قياسات وأجهزة الرصد على الأقمار الصناعية GNSS بالمواصفات والمعايير الإرشادية التالية (جدول رقم 2-4).

جدول رقم (2-4): مواصفات أرصاد الأقمار الصناعية GNSS في الأعمال المساحية

المعيار	شبكات الثوابت الأرضية للمشروعات (< 50 كم2)	الأعمال المساحية للمشروعات الانشائية	أعمال المساحة للتصوير الجوي	أعمال الرفع التفصيلي وتحديد الملكيات	الرفع الطبوغرافي
أقل مسافة (كم)	0.5	0.3	بحد أقصى 10	بحد أقصى 5	
أقصى مسافة (كم)	15	0.6			
أقل عدد لنقاط الربط على شبكات الثوابت	3	3	3	3	3

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

المعيار	شبكات الثوابت الأرضية للمشروعات (< 50 كم2)	الأعمال المساحية للمشروعات الانشائية	أعمال المساحة للتصوير الجوي	أعمال الرفع التفصيلي وتحديد الملكيات	الرفع الطبوغرافي
أجهزة ثنائية التردد	نعم	اختياري			
أقل عدد للأقمار الصناعية في نفس اللحظة	5	5	5	5	5
أكبر قيمة لمعامل GDOP	5	5	5	5	5
معدل الرصد (ثانية)	15	5	5 أو 1		
الطريقة المستخدمة في قياسات GNSS:					
Static	لا	نعم			
Fast or Rapid Static	لا	نعم			
PPK	لا	نعم			
RTK	لا	نعم			

4-1 مواصفات حسابات أرصاد GNSS :

تعد حسابات قياسات النظم الملاحية العالمية بالرصد على الأقمار الصناعية GNSS هي الخطوة الأكثر أهمية في تطبيقات هذه التقنيات، ومع التقدم التقني الهائل في هذه النوعية من الأجهزة أصبحت الأعمال الحقلية وتجميع البيانات تتم بصورة شبه آلية مع تقليل الأخطاء البشرية لأقل ما يمكن، وبناءً عليه زادت أهمية خطوات الحسابات والضبط حتى أنها أصبحت تقريبًا هي العامل الأساسي في تحديد دقة المخرجات (الإحداثيات) النهائية للمشروع المساحي.

وتـقدم النـقاط التـالية بعض المعايير والمواصفات التي يجب اتباعها في حسابات وضبط أرصاد GNSS خاصة للشبكات الجيوديسية:

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

1-4-1 مواصفات برنامج الحسابات :

يشترط أن يقدم برنامج الحسابات – على الأقل - الوظائف التالية:

- تخطيط ما قبل الرصد.
- معالجة القياسات وتنقيحها.
- التعامل مع مختلف طرق الرصد (الثابت، المتحرك، .... إلخ).
- التشغيل الآلي للبيانات Auto-processing mode مع إعطاء المستخدم إمكانية تغيير معاملات الحساب إن أراد.
- التعامل مع المدارات الدقيقة للأقمار الصناعية Precise ephemerides وأيضًا التصحيحات الدقيقة لخطأ ساعات الأقمار الصناعية Precise satellite clocks.
- ضبط الأرصاد لكل فترة رصد Session.
- ضبط الشبكة بالكامل (سواء الضبط المقيد أو غير المقيد).
- التحليل الإحصائي للنتائج.
- تحويل الإحداثيات بين المراجع الجيوديسية المختلفة.
- إسقاط الإحداثيات بمختلف نظم إسقاط الخرائط.
- توفير الرسوم البيانية لصحة النتائج والضبط.
- سهولة الاستخدام.
- يفضل استخدام البرامج الأكاديمية في حسابات الشبكات الجيوديسية عالية الدقة.

2-4-1 خطوات الحساب :

- حسابات خطوط القواعد Base Line Processing.
- حسابات حلقات الخطوط Loop Processing وتضم نتائج الحسابات أيضًا نتائج الحلقات التي تتكون منها خطوط القواعد المرصودة، ويجب فحص هذه النتائج بعناية لاكتشاف أية حلقات غير مطابقة لحدود دقة الشبكة وفحص خطوط القواعد التي تتكون منها هذه الحلقة إن وجدت.
- ضبط الشبكات Network Adjustment وعادة ما يتكون هذا الجزء من الحسابات من الآتي:
  - **أولاً:** ضبط الشبكة بطريقة حرة Free-Network Adjustment (أو الضبط غير المقيد Un-Constrained Adjustment) بدون تقييد fix لإحداثيات أي نقطة من نقاط الشبكة.
  - **ثانيًا:** الضبط المقيد Fixed Adjustment بعد إدخال الإحداثيات المعلومة للنقاط الثابتة أو النقاط التي سيتم ربط الشبكة الجديدة عليها، وفي الخطوة الأولى يتم استخدام الأساليب الإحصائية لفحص نتائج الضبط لاكتشاف أية أرصاد غير جيدة Outliers or Blunders وحذفها قبل بدء الخطوة الثانية.

3-4-1 خطوات تحويل المراجع وإسقاط الإحداثيات :

بعد الانتهاء من ضبط الشبكة والتأكد من دقة الإحداثيات النهائية لجميع نقاطها يتم تحويل المرجع Datum Transformation في حالة أن المرجع المطلوب هو المرجع الوطني OED1907 وليس المرجع العالمي WGS84، ثم يتم إسقاط الإحداثيات الجيوديسية ثلاثية الأبعاد إلى نوع الإحداثيات الثنائية المطلوب سواء نظام الإحداثيات ETM أو نظام الإحداثيات MTM (الذي لا يتطلب تحويل المرجع لأنه يعتمد على المجسم العالمي WGS84 مباشرة).

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

4-4-1 تقرير نتائج الحسابات والضبط :

يجب أن يحتوي تقرير نتائج حسابات وضبط الشبكات الجيوديسية على المعلومات الأساسية الدالة على كيفية إتمام الخطوات المطلوبة ونتائجها، مثل:

- أنواع الأجهزة المستخدمة وأرقامها التسلسلية.
- ترتيب تنفيذ أعمال الرصد في كل فترة Session من حيث النقاط المرصودة والأجهزة المستخدمة وارتفاع الهوائى لكل نقطة .... إلخ.
- نوع مدارات الأقمار الصناعية المستخدمة في حسابات خطوط القواعد.
- معاملات الحسابات المستخدمة لخطوط القواعد مثل: معامل الرصد ونماذج تصحيح أخطاء الغلاف الجوي ... إلخ.
- نتائج حسابات خطوط القواعد مثل طول كل خط ونوع الحل والخطأ التربيعي المتوسط والدقة النسبية له ...الخ.
- نتائج تحليل الحلقات وقيمة خطأ القفل والدقة النسبية لكل حلقة.
- نتائج التحليل الإحصائي لاكتشاف الأرصاد الشاذة Outliers.
- المرجع الجيوديسي المستخدم في إجراء ضبط الشبكة.
- نتائج الضبط الحر للشبكة مثل درجة الحرية Degree of freedom وقيمة الخطأ المتبقي Residual لكل خط قاعدة ومعاملات الشكل البيضاوي للخطأ Error Ellipse وإحداثيات كل نقطة ودقتها في النظامين الجيوديسي والكارتيزي.
- قيم الإحداثيات التي تم تثبيتها لنقاط الربط Fixed Points وهل تم تثبيتها المطلق أم القابل للتعديل Fiducial Point، وتاريخ إنشاء نقاط الربط والجهة التى قامت بإنشائها.
- نتائج الضبط النهائي (المقيد) للشبكة والإحداثيات النهائية لكل نقطة في النظامين الجيوديسي والكارتيزي ودقتها في الأبعاد الثلاثة.
- في حالة استخدام المرجع الوطني بديلاً عن المرجع العالمي WGS84 يتم الرجوع للهيئة المصرية العامة للمساحة لاستخدام عناصر التحويل المعتمدة لديها .
- في حالة استخدام نموذج جيويد لتحويل الإرتفاعات يتم ذكر إسم النموذج ودقته التقريبية.
- نوع ومعاملات إسقاط الخرائط المستخدم.
- قيم الإحداثيات المسقطة لكل نقطة من نقاط الشبكة.

5-1 التحديد المطلق للإحداثيات باستخدام أرصاد GNSS :

في التطبيقات الجيوديسية السابقة تناول مجلد المواصفات الفنية طرق حساب الإحداثيات ثلاثية الأبعاد للنقاط المرصودة اعتمادًا على ربط هذه الأرصاد بنقاط تحكم Control points معلومة الإحداثيات الدقيقة مسبقًا، وهو ما يسمى التحديد النسبي للمواقع Relative Positioning، أما التحديد المطلق للمواقع Absolute Positioning فهو استخدام أرصاد GNSS في حساب الإحداثيات دون الربط على النقاط أو الشبكات المعلومة مسبقًا. وجدير بالذكر أن هذا الأسلوب لا يتم اللجوء إليه إلا عند الحاجة الماسة فقط عندما لا تتوافر نقاط ربط في منطقة عمل نائية.

أما أسلوب التحديد الدقيق للنقطة Precise Point Positioningأواختصارًا (PPP) فهو استخدام نقاط الشبكة العالمية لتقنيات الملاحة بالرصد على الأقمار الصناعية (المعروفة باسم شبكة IGS) للربط على بعض نقاطها المعلومة الإحداثيات مع استخدام المدارات الدقيقة Precise Orbits للوصول إلى دقة مناسبة

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

للأعمال الجيوديسية، وفي هذه الطريقة يفضل الرصد لعدة ساعات في الوضع الثابت ثم تحميل الأرصاد الخام Raw data لبعض محطات الشبكة العالمية (متوافرة مجانًا عبر الإنترنت) وحساب خطوط القواعد بين النقطة الجديدة والنقاط المعلومة للحصول على إحداثيات النقطة الجديدة اعتمادًا على إحداثيات النقاط العالمية (متوافرة على موقع IGS).

ويقدم الجدول التالي (جدول رقم 2-5) بعض المعايير والإرشادات المتبعة عند استخدام أسلوب PPP (مع الربط على المحطات العالمية)، وجدير بالذكر أن الإطار المرجعي الأرضي ITRF للإحداثيات الناتجة للنقطة المرصودة سيكون هو الإطار المستخدم في تحديد إحداثيات نقاط IGS التي سيتم الربط عليها، مما قد يتطلب تحويله إلى نوع ITRF المستخدم في الشبكات الجيوديسية الوطنية بمصر.

جدول رقم (2-5): إرشادات ومعايير استخدام طريقة التحديد الدقيق المطلق للنقطة PPP

الدقة الأفقية المطلوبة (م)	0.025	0.05	0.10
الدقة الرأسية المطلوبة (م)	0.05	0.10	0.20
نوع الجهاز	ثنائي التردد		
نوع الهوائي	النوع الجيوديسي		
معدل الرصد (ثانية)	30		
مدة الرصد (ساعة)	24 (متكررة)	6 (متكررة)	2 (متكررة)
عدد نقاط الربط IGS	على الأقل 3 موزعة فى كافة الاتجاهات		

6-1 الميزانية باستخدام أجهزة الرصد على الأقمار الصناعية GNSS :

أصبح استخدام نظام الرصد على الأقمار الصناعية في الميزانية الشبكية هو الأكثر شيوعًا في الدراسات الأولية للمشروعات الهندسية، بما في ذلك إنتاج خرائط المواقع الطبوغرافية. حيث يتم استخدام أجهزة الرصد على الأقمار الصناعية GNSS في الحصول على مناسيب النقاط في الأعمال التي لا تتطلب دقة عالية، ويعتمد هذا النظام على رصد الارتفاعات فوق سطح الإلبسويد Ellipsoidal heights (اعتمادًا على سطح الإليبسويد) مما يتطلب توافر نموذج جيويد عالي الدقة لتحويل هذه النوعية من الإرتفاعات إلى مناسيب (إعتمادًا على متوسط منسوب سطح البحر MSL) ومن ثم دقة المناسيب المحسوبة تكون في حدود سنتيمترات، ويتم قبول ورفض الأعمال طبقًا لما سيرد لاحقًا في المواصفات الفنية للميزانية الشبكية والخرائط الطبوغرافية.

وينقسم العمل بهذه الطريقة إلى أسلوبين الفرق بينهما هو حل الأرصاد، إما حل الأرصاد بعد الإنتهاء من أعمال الرصد ويسمى Post Processing Kinematic واختصارًا PPK أو حل الأرصاد أثناء أعمال الرصد ويسمى Real Time Kinematic واختصارًا RTK.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

متطلبات ضمان الجودة تتلخص في النقاط التالية:

- إعداد شبكة التحكم الأفقي والرأسي طبقًا للدقة المطلوبة.
- تحديد نظام الإسقاط المستخدم.
- التأكد من رابط الراديو بين النقطة الثابتة والمتحركة.
- التأكد دائمًا من أن المحطة الأساسية المرجعية تعمل.
- يتم قياس ارتفاع هوائي GPS بشكل صحيح وإدخاله عند المحطة الأساسية المرجعية والمتحركة.
- يتم التحقق من العمل بالرصد على ما لا يقل عن 3 ثوابت لمقارنة نتائجهم مع الإحداثيات المحسوبة.
- استخدام نموذج جيودي مناسب بحيث لاتزيد المسافة بين النقطة الثابتة والمتحركة في جميع الاتجاهات عن 2.5 كيلومتر.
- يتم قبول أو رفض الأعمال طبقًا لما سيرد لاحقًا في المواصفات الفنية للميزانية الشبكية والخرائط الطبوغرافية.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

2- مواصفات العمل باستخدام أجهزة محطات الرصد المتكاملةTotal Stations :

تعتبر محطة الرصد المتكاملة Total Stationأكثر الأجهزة المساحية الأرضية انتشارًا بين العاملين في مجال المساحة نظرًا لسهولة الاستخدام في العديد من التطبيقات المساحية خاصة في المشروعات الهندسية الصغيرة والمتوسطة، وهناك العديد من التطبيقات المساحية لأرصاد محطات الرصد المتكاملة منها رصد نقاط التحكم وإجراء الميزانية الشبكية وحسابات الحجوم وأعمال التوقيع ومراقبة حركة المنشآت، وفي كل هذه التطبيقات يجب الإلتزام التام بالتحقق من الأعمال حقليًا بنفس نوعية ودقة الأجهزة المستخدمة في أعمال الرفع وأن يكون القائم بالتحقق من الأعمال من المتخصصين في مجال المساحة.

2-1 تعيين إحداثيات نقط التحكم المساحية الأفقية والرأسية :

تستخدم محطات الرصد المتكاملة لتعيين إحداثيات شبكات التحكم من الدرجة C طبقًا للجدول رقم (2-6) الخاص بمواصفات الشبكات الجيوديسية ثلاثية الأبعاد.

جدول رقم (2-6): مواصفات الشبكات الجيوديسية ثلاثية الأبعاد والمصنفة من الدرجة C

نوع الشبكة	درجة الشبكة	المواصفات (عند مستوي ثقة 95 %)		
		الخطأ النسبي		
		الخطأ الثابت a (سنتيمتر)	جزء من المليون ppm	خطأ طول الخط النسبي
شبكات الربط الجيوديسية أو الشبكات الجيوديسية الوطنية لتجميع البيانات المكانية	C وتنقسم الى :			
	C1	1.00	10.0	1:100,000
	C2-I	2.00	20.0	1:50,000
	C2-II	3.00	50.0	1:20,000
	C3	5.00	100.0	1:10,000

2-2 شبكات التحكم باستخدام أجهزة الرصد المتكاملة :

يقدم الجدول التالي (جدول رقم 2-7) المواصفات الواجب توافرها عند استخدام أجهزة المحطات الشاملة في إنشاء شبكات التحكم من الدرجتين الثانية والثالثة.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

جدول رقم (2-7): مواصفات إنشاء شبكات الثوابت باستخدام أجهزة المحطات الشاملة

المواصفات/الدرجة	الثانية C2-II	الثالثة C3
أقل قراءة للجهاز (")	"3	"6
أطول مسافة بين نقطتين معلومتين (كم)	5	2
أقصى عدد من الأضلاع	15	20
أقل عدد من القراءات للزاوية الأفقية (متيامن/متياسر)	3	2
الحد الأقصى للخطأ المعياري (")	2.5	4.0
أقصى اختلاف من المتوسط لأي قراءة (")	6	8
عدد أرصاد الزوايا الرأسية (متيامن/متياسر)	2	2
أقصي خطأ قفل للخط (مللي)	5 ل (√ن)	10 ل (√ن)
	حيث: ن = عدد الأضلاع، ل = متوسط طول المسافة (كم)	
أقل دقة للجهاز في قياس المسافات	5 مللي ± 5 ppm	5 مللي ± 5 ppm
	حيث ppm: جزء في المليون	
أقل عدد من قراءات المسافة في الرصدة	4	2
أقل دقة نسبية لأرصاد المسافات	1 : 20،000	1 : 10،000

3-2 إنشاء المضلعات المغلقة باستخدام أجهزة المحطات الشاملة :

تتطلب أساسيات العمل المساحي الدقيق باستخدام أجهزة المحطات الشاملة وجوب تطبيق إنشاء المضلعات المغلقة Closed Travers في بداية أي عمل مساحي، ويهدف هذا المضلع إلى الوصول للدقة المطلوبة

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

للنقاط الأساسية للمشروع والتي ستتم كافة أعمال الرفع المساحي باستخدامها، وفي هذا الإطار يجب مراعاة الدقة المطلوبة سواء في قياس الأطوال أو الزوايا في المضلع المغلق طبقًا للمواصفات التالية.

2-3-1 أسلوب الرصد الأفقي ومعالجة الأرصاد وحدود القبول والرفض:

يتم الرصد مباشرة من النقطة المحتلة إلى جميع النقط المحيطة والمتاحة في حدود المسافات المقررة طبقًا لدقة الجهاز ودرجة الشبكة المحددة وهكذا حتى يتم رصد جميع نقط الشبكة على ألا تقل نقاط الربط عن ثلاث نقاط، ويجب أن يتم الرصد المتبادل بين جميع نقط الشبكة مع التأكد من دقة قياس ارتفاع الجهاز عند كل وقفة وكذلك ارتفاع العاكس، ثم يتم معالجة الأرصاد بطريقة Least Squares Adjustments والحصول على مجموعة من الإحداثيات المصححة لنقط الشبكة، مع مراعاة المواصفات الواردة في الجدول رقم (1).

2-3-2 أسلوب الرصد الرأسي ومعالجة الأرصاد وحدود القبول أوالرفض:

يتم الرصد بوضع جهاز المحطة المتكاملة في منتصف المسافة بين كل نقطتين متتاليتين وتعيين فرق الارتفاع بينهما وتتم بصورة متتابعة مع تكوين حلقات مغلقة ذهابًا وإيابًا، تعالج الأرصاد بطريقة Least Squares Adjustments ويتم الحصول على منسوب نقط الشبكة المصححة والجدول رقم (2-8) يبين حدود الرفض والقبول للميزانيات المغلقة لشبكة التحكم.

الجدول رقم (2-8): معايير خطأ القفل المسموح به في نقاط التحكم الرأسي

درجة الشبكة	شبكات التحكم للمشروعات الهندسية	خطأ القفل (mm)
B	First-Order	$3\cdot\sqrt{K}$
C1	Second Order	$4\cdot\sqrt{K}$
C2_I	Third Order, Class I	$8\cdot\sqrt{K}$
C2_I	Third Order, Class II	$12\cdot\sqrt{K}$
C3	(Fourth-Order) Engineering Construction	$24\cdot\sqrt{K}$

حيث تمثل K المسافة بالكيلومتر.

2-4 الرفع المساحي وإنتاج الخرائط والمخططات المساحية:

تستخدم محطات الرصد المتكاملة على نطاق واسع في إنتاج الخرائط والمخططات المساحية وتسمى Detailed Survey وهي أساس لأعمال التخطيط للمواقع والمشروعات المختلفة وتبدأ بعد الإنتهاء من شبكات التحكم اللازمة للمشروع واعتمادها طبقًا للدقة المحددة للمشروع، ويتم تعريف دقة الخريطة من خلال الدقة المحددة لمقياس رسم الخريطة ومن خلال تصنيف معيار دقة الخريطة على أنها تفي إحصائيًا بمستوى معين من الدقة وتنقسم إلى معيارين:

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

- معيار مواضع النقاط الأفقي (إحداثي النقطة).
- معيار الدقة للارتفاعات.

معيار مواضع النقاط الأفقي (إحداثي النقطة):

هو خطأ الجذر التربيعي لمتوسط مربع الاختلافات (RMSE) في قيم الإحداثيات بين الخريطة والرفع المساحي، و يتم تعريف RMSE من حيث علاقة وحدة طول على مقياس الأرض بوحدة طول على مقياس الخريطة المستنتجة، وهي علاقة خطية حيث يتناقص مقياس الخريطة بزيادة الـRMSE خطيًا، ويعبر الـRMSE على النتيجة التراكمية لجميع الأخطاء المحتملة في إنتاج الخريطة بما في ذلك الأخطاء التي نتجت من عمليات المسح الأرضي ويحدد الجدول رقم (9-2) مواصفات نقط الرفع المساحي للمعالم طبقًا لمقياس الرسم المطلوب.

جدول رقم (9-2): معايير الخطأ التربيعي المتوسط المسموح به لموقع النقطة الأفقي (X,Y) للمعالم المساحية على المخططات المساحية

مقياس رسم الخريطة	RMSE خطأ الجذر التربيعي بالمتر m/m
1:50	0.025
1:100	0.05
1:200	0.10
1:500	0.25
1:1,000	0.50
1:2,000	1.00
1:2,500	1.25
1:4,000	2.0
1:5,000	2.5
1:8,000	4.0
1:10,000	5.0

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

مقياس رسم الخريطة	RMSE خطأ الجذر التربيعي بالمتر m/m
1:16,000	8.0
1:20,000	10.0
1:25,000	12.5
1:50,000	25.0
1:100,000	50.0
1:250,000	125.0

5-2 الميزانية الشبكية وإنتاج النماذج الرقمية للارتفاعات والخرائط الطبوغرافية:

يتم تمثيل البعد الثالث للمخططات في صورة نماذج الارتفاع الرقمية Digital Elevation Model واختصارًا (DEM) أو نماذج الأرض الرقمية Digital Terrain Model واختصارًا (DTM) باستخدام برامج الحاسوب المتخصصة في هذه الأعمال، وتوضح بالخريطة الطبوغرافية خطوط كنتور للمنطقة المطلوبة بفاصل كنتوري يتناسب مع دقة الخريطة والغرض من المشروع وتنتج باستخدام برامج الحاسوب المتخصصة في مثل هذه الأعمال.

1-5-2 أسلوب العمل والاشتراطات الفنية:

- يتم اختيار نقاط شبكة التحكم طبقًا لدرجة المشروع والدقة المطلوبة.
- يتم رصد نقاط من الطبيعة منتظمة قدر الإمكان وتكون المسافة البينية المتوسطة بين تلك النقاط لا تزيد عن عشرة أضعاف الفترة الكنتورية ويتم التكثيف عندما تزداد وعورة الأرض إلى مسافات أقل من المسافة البينية المقررة.
- يتم الرصد من نقط التحكم إلى النقط الأرضية (الأهداف) في الحدود المقررة للمسافات التي تتناسب مع دقة الجهاز المستخدم (تقريبًا نصف المسافة بين نقاط التحكم في جميع الاتجاهات).

2-5-2 إشتراطات إنتاج DEM وخطوط الكنتور:

أولاً: إنتاج نماذج الارتفاع الرقمية DEM:

- يتم تحميل ملف الأرصاد ويسمي Raw Data من محطات الرصد المتكاملة إلى الحاسب الآلي المجهز بالبرامج الهندسية المتخصصة في هذه الأعمال.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

- تقوم الجهة القائمة بالأعمال بتسليم ملف الأرصاد إلى جهة الإشراف على الأعمال للاعتماد للتحقق من مطابقة الرفع المساحي للمسافات البينية المحددة للرفع المساحي.
- اختيار الصيغة الرياضية المناسبة لتكوين ملف الشبكية Grid File حيث أن البرامج الهندسية بها العديد من الصيغ الرياضية حيث يسمح فقط باستخدام طريقة Triangulation and Linear Interpolation Method حيث إنها من الطرق الرياضية المستخدمة كثيرًا في المشروعات الهندسية لتمثيل سطح الأرض بدقة وتكوين DEM والمبني على أساس سطح المثلثات الغير منتظم Triangulated Irregular Network ويسمى اختصارًا (TIN) وهناك طرق أخرى مثل Kriging وغيرها، وهو ما ليس مجاله في هذه الوثيقة.
- تتناسب أبعاد DEM طولاً وعرضًا مع متوسط المسافات البينية المقررة أثناء الرفع.

ثانيًا: إنتاج خطوط الكنتور :

- تنتج خطوط الكنتور من برامج هندسية متخصصة في هذه الأعمال مباشرة بعد تكوين TIN أو DEM.
- تلتزم الجهة المنتجة للأعمال بمواصفات الخرائط الطبوغرافية من حيث مواصفات وأشكال خطوط الكنتور بما سيأتي لاحقًا بالجزء الثاني الخاص بمواصفات الخرائط الطبوغرافية.

معيار الدقة للارتفاعات للتحقق من جودة مناسيب النقاط :

يتم اختبار جودة المخرجات DEM وخطوط الكنتور بعدة طرق هي:

- مراجعة الثوابت المستخدمة وقيمة الخطأ الناتج.
- مقارنة مناسيب عينة عشوائية تمثل 10% من النقاط المرصودة في الطبيعة و يتم رصدها بنفس الأجهزة وبنفس الدقة وتعيين RMSE للفروقات وتحديد مدى القبول أو الرفض طبقًا للجدول رقم (10-2).

جدول رقم (10-2): حدود الأخطاء في الخرائط الكنتورية

الفترة الكنتورية (m)	حدود RMSE (m) منسوب النقطة من الخريطة
0.10	0.03
0.20	0.07
0.25	0.08
0.50	0.16
1.00	0.33
2.00	0.67
4.00	1.33
5.00	1.67
10.00	3.33

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

- مقارنة مناسيب عينة عشوائية تمثل 10% من نقاط نموذج DEM المستنتج أو المحسوب و يتم رصدها بنفس الأجهزة وبنفس الدقة وتعيين RMSE للفروقات وتحديد مدى القبول أو الرفض طبقًا للجدول رقم (11-2).

جدول رقم (11-2): حدود الأخطاء في نماذج الارتفاعات الرقمية

الفترة الكنتورية (m)	حدود RMSE(m) منسوب النقطة من DTM
0.10	0.07
0.20	0.13
0.25	0.17
0.50	0.33
1.00	0.66
2.00	1.33
4.00	2.67
5.00	3.33
10.00	6.67

وكقاعدة عامة فإن الدقة الرأسية فى الخرائط الكنتورية تعتمد أساسًا على دقة النقاط المستخدمة كما هو موضح بالجدول التالي (جدول رقم 2-12).

جدول رقم (12-2): حدود الدقة الرأسية في الخرائط الكنتورية

الفترة الكنتورية (m)	الدقة الرأسية لنقاط إنتاج الكنتور (m)	الدقة الرأسية للنقاط المتفرقة Spot على الخريطة (m)
0.25	0.08	0.04
0.50	0.17	0.08
1.00	0.33	0.17
1.50	0.50	0.25

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

الفترة الكنتورية (m)	الدقة الرأسية لنقاط إنتاج الكنتور (m)	الدقة الرأسية للنقاط المتفرقة Spot على الخريطة (m)
2.00	0.67	0.33
5.00	1.67	0.83
10.00	6.67	3.33

6-2 التوقيع المساحي للمشروعات الهندسية:

تتم أعمال التوقيع المساحي كعملية عكسية للرفع المساحي ثنائي الأبعاد حيث يتم الحصول على المخططات الهندسية من المخططين بتخصصاتهم المختلفة في المشروعات الهندسية مثل: شبكات الطرق والسكك الحديدية والقنوات والمرافق والمباني وخطوط الإتصالات والخطوط الكهربائية وأنظمة الأنابيب المدفونة بما في ذلك الغاز والصرف الصحي وخطوط المياه، ... إلخ.

حيث يتم مسبقًا تحديد الدقة المطلوبة مساحيًا طبقًا لدرجة المشروع وطلب الجهة الطالبة للأعمال ويتم اختيار دقة شبكة التحكم المساحي طبقًا للجدول رقم (1-2)، وهناك بعض المشروعات التي تتطلب اشتراطات خاصة في أعمال التوقيع مثل المنشآت المعدنية وفيها يسمح بعدة ملليمترات وتتطلب أجهزة عالية الدقة وتترك هذه المواصفات إلى استشاري الأعمال المساحية للمشروع.

أما في حالة تقسيم الأراضي فيسمح بخطأ مقداره نصف بعد العلامة المساحية المستخدمة فى تحديد أركان الأرض، مع الالتزام التام بالتحقق من الأعمال حقليًا بنفس نوعية ودقة الأجهزة المستخدمة في أعمال التوقيع المساحي وأن يكون القائم بالتحقق من الأعمال من المتخصصين في مجال المساحة.

7-2 متابعة الحركة للمنشئات في الثلاثة أبعاد:

من أهم التطبيقات المساحية لمحطات الرصد المتكاملة هو متابعة الحركة للمباني والتأكد من رأسيتها وثباتها من عدمه مع الزمن (على سبيل المثال: التغيرات الشهرية أو السنوية) وفي هذا الإطار يجب مراعاة الإرشادات التالية:

- تتطلب مثل هذه الأعمال الدقيقة الاقتصار على المتخصصين في مجال المساحة حيث تتطلب خبرة كبيرة في هذا المجال الدقيق والذى تؤثر نتائجه على سلامة وأمان الناس.
- يتم ذلك باستخدام العواكس الورقية التي تثبت على واجهات المباني أو المنشئات المطلوب دراسة الحركة بها مع الزمن وفي بعض الظروف الخاصة للمنشآت الآيلة للسقوط يمنع الاقتراب منها حيث يتم استخدام أجهزة محطات الرصد المتكاملة المزودة بخاصية الليزر Reflectorless في أعمال الرصد، وحديثا يمكن إستخدام جهاز المسح بالليزر Laser scanner فيوضع ثابتًا على الأرض.
- يتم اختيار الأجهزة عالية الدقة وكذلك تثبيت نقط تحكم (خارج نطاق منطقة الحركة المتوقعة) بدقة أعلى من مقدار الحركة المتوقعة للمنشأ.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

- يتم إعداد تقرير هندسي دوري عن حالة ثبات أو تحرك المنشأ وتصل أقصى دقة لتحديد الحركة في الثلاثة أبعاد للمنشآت باستخدام محطات الرصد المتكاملة بعد عمل كافة الاحتياطات السابق التنويه عنها إلى ± 5 مليمترات محصلة في الثلاثة أبعاد.

8-2 اعتماد الأعمال المساحية باستخدام المحطة الشاملة:

عند تقديم الأعمال المساحية لاعتمادها من الهيئة المصرية العامة للمساحة يجب أن يشمل التقرير كافة معلومات المشروع ومنها على سبيل المثال البنود التالية:

- إسم ووصف المشروع.
- أنــواع وأرقــام الأجهـزة المستخدمة في الأعمال الحقلية وشهادات المعايرة لها وطرق الرصد المتبعة ومعلومات حول أفراد فريق العمل ... إلخ.
- معلومات الشبكة الجيوديسية (أسماء نقاط الربط ودقتها ودرجتها وإحداثياتها، والجهة التي قامت بإنشائها) والتي تم ربط الأعمال المساحية عليها.
- طرق وأجهزة وبرامج وأرصاد Raw Data وحسابات الربط الجيوديسي التي تمت للمشروع (GNSS أو المحطة المتكاملة).
- معايير ضبط الجودة للمشروع.

الهيئة المصرية العامة للمساحة
EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

3 مواصفات العمل باستخدام أجهزة الميزان:

تعد أجهزة الميزان من أهم الأجهزة المساحية وأوسعها إنتشارًا في تعيين فروق الارتفاعات بصفة عامة ورغم التطور الكبير في مجال الأجهزة المساحية الأرضية بصفة عامة إلا أنها تحافظ على وضعها دون استغناء كما حدث للعديد من الأجهزة المساحية الأخرى.

وهي تستخدم في أعمال الشبكات الجيوديسية بكافة أنواعها وفي جميع المشروعات الهندسية بالإضافة إلى الاستخدامات الدقيقة مثل: إختبارات هبوط المنشآت أو تحركها مع الزمن وتعيين ذلك بدقة تصل إلى أجزاء من المليمتر.

1-3 درجات ودقة الميزانيات:

يمكن تقسيم أرصاد الميزانيات حسب نوع الميزانية سواءً ميزانية دقيقة أو ميزانية عادية، حيث يتم تطبيق مواصفات الميزانية الدقيقة عند إنشاء نقاط التحكم الرأسية أو Bench Marks (BM) للمشروع الجديد، والجدول التالي (جدول رقم 2-13) يوضح المواصفات القياسية العالمية لكلا النوعين من أرصاد الميزانيات.

جدول رقم (13-2): دقة ومواصفات أنواع الميزانيات

المواصفات/الدرجة	الأولى (الدقيقة)	الثانية I	الثانية II	الثالثة
الجهاز مزود بميكرومتر	نعم	نعم	يفضل	اختياري
أقل دقة لقراءة القامة والميكرومتر (الميزان الإلكترونى) (ملليمتر)	0.01	0.01	0.10	1.00
الفرق بين طول خطي الذهاب والإياب لا يزيد عن (متر)	10	10	20	20
أقصى مسافة لخط النظر (متر)	50	60	70	90
نوع القامة المستخدمة	أنفار بتدريجين		أنفار أحادية	قامة خشبية
أقل عدد من نقاط الربط من نفس الدرجة أو أعلى منها	3	2	2	2
أقصى خطأ قفل للخط (ملليمتر)	$3\sqrt{d}$	$4\sqrt{d}$	$6\sqrt{d}$	$12\sqrt{d}$
حيث d هي أقصر طول لخطي الذهاب والإياب بالكيلومتر				
أقصى خطأ قفل للحلقة (ملليمتر)	$4\sqrt{E}$	$5\sqrt{E}$	$8\sqrt{E}$	$12\sqrt{E}$
حيث E مجموع أطوال خطوط الحلقة بالكيلومتر				

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

2-3 مواصفات الميزانية الدقيقة:

الأجهزة المطلوبة:

- ميزان دقيق Precise Level سواء بصري أو رقمي من أهم مميزاته أن دقة الرصد لا تزيد عن 0.2 ملليمتر/ كم.
- قامة من نوع الأنفار (قامة إلكترونية) مثبت عليها ميزان تسوية.
- حامل ثلاثي خشبي.
- قاعدة حديدية لوضع القامة عليها.
- ترمومتر.

تصميم شبكة الرصد:

- رصد كل خط ذهابًا وإيابًا.
- وجود أرصاد زائدة Redundant Observations في كل حلقة ميزانية.

مواصفات الرصد الحقلي:

- تسجل القراءات لأقرب 0.1 ملليمتر على الأقل .
- تسجل قراءتي التدريجين المتري والإصطلاحي (الميزان العادي) عند كل قامة.
- الفرق بين قيمتي فرق الارتفاع من التدريجين المتري والإصطلاحي (للميزان الدقيق البصري) لا يزيد عن 0.4 ملليمتر عند كل وقفة.
- ارتفاع خط النظر عن سطح الأرض لا يقل عن 50 سم.
- الرصد قبل الساعة 10 صباحًا وبعد الساعة 2 مساءًا .
- عدد الوقفات في كل اتجاه يجب أن يكون زوجيًا.
- استخدام ترمومتر لتسجيل درجة الحرارة عند كل وقفة على ارتفاعات 0.5 و 2.5 متر.
- الفرق بـين مسافتي القامتين الأمامية والخلفية لا يزيد عن 2 متر لكل وقفة ميزان ولا يزيد عن 4 متر في كل اتجاه.
- يجب أن يكون الجهاز معاير بتاريخ حديث لا يزيد عن شهرين من بدء العمل (شهادة معتمدة).

3-3 متابعة الحركة للمنشئات:

من أهم التطبيقات المساحية لأجهزة الميزان متابعة الحركة للمباني والتأكد من ثباتها من عدمه مع الزمن (على سبيل المثال، التغيرات الشهرية أو السنوية) وكذلك تعيين مقدار الترخيم أو التشكل في البلاطات الخرسانية والعناصر المعدنية عند اختبار صلاحيتها بعد التنفيذ.

تتطلب مثل هذه الأعمال الدقيقة والخطيرة اقتصارها على المتخصصين في مجال المساحة حيث تتطلب خبرة كبيرة في هذا المجال الدقيق والتي تؤثر نتائجه على سلامة وأمان الناس.

يتم ذلك باستخدام نقط رصد للقامة الدقيقة تثبت على المباني أو المنشآت المطلوب دراسة الحركة بها مع الزمن، ويتم إعداد تقرير هندسي دوري عن حالة ثبات أو هبوط المنشأ وتصل أقصى دقة لتحديد الحركة باستخدام أجهزة الميزان إلى حدود أجزاء من الملليمتر.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

4- التقنيات الحديثة في الأعمال المساحية:

شهدت العلوم المساحية تطورًا مطردًا في الفترة الأخيرة وخاصة في أساليب وتقنيات جمع البيانات المكانية فظهرت تقنيات وأجهزة حديثة وأصبحت مستخدمة في الأعمال المساحية الحقلية بصورة كبيرة، ومن هذه التقنيات على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:

4-1 المسح بالليزر:

في العقدين الأخيرين تم ابتكار أجهزة مساحية تعتمد على استخدام حزمة (وليس مجرد شعاع واحد مثل أجهزة EDM) من أشعة الليزر لقياس المسافات بصورة مستمرة ليمكنها رصد آلاف النقاط أو الأهداف في الثانية الواحدة وهو ما يسمى أجهزة أو تقنية المسح بالليزر Laser Scanning، وعند اصطدام حزمة الليزر بالأهداف المكانية وارتدادها إلى الجهاز مرة أخرى ينتج عن ذلك سحابة نقطية Point Cloud كأرصاد خام Raw تتحول بعد معالجتها إلى نموذج ثلاثي الأبعاد لهذه الأهداف المرصودة.

وجدير بالذكر أن قياسات المسح بالليزر تكون نسبية لموقع النقطة التي يحتلها الجهاز وبمعرفة إحداثيات هذه النقطة (من أرصاد GNSS أو المحطة المتكاملة) يتم تحويل إحداثيات الأهداف إلى إحداثيات مطلقة.

4-2 إنشاء الخرائط بنظم المساحة المحمولة:

بدأ ظهور تقنية إنشاء الخرائط بنظم المساحة المحمولة Mobile Mapping Systems أو اختصارًا (MMS) في بداية التسعينات خاصة في جامعة أوهايو الأمريكية عام 1991 وفي جامعة كالجاري الكندية عام 1993، ويتكون نظام الخرائط المحمولة من عدة أجهزة تشمل:

- قياس المسح بالليزر Laser Scanner، جهاز GPS
- جهاز القصور الذاتي Inertial Navigation System أو اختصارًا INS
- كاميرا رقمية.
- كاميرا فيديو.

و تعتمد نظم الخرائط المحمولة على الرفع المساحي بكثافة عالية للمعالم المكانية من خلال جهاز المسح بالليزر مع تحديد موقع هذه النقاط من خلال جهاز GPS، وفي حالة فقد إشارات الأقمار الصناعية (في الأماكن المغلقة مثل الأنفاق) يتم الاستعانة بجهاز القصور الذاتي لتحديد مواقع النقاط المرصودة، أما المعلومات غير المكانية Attribute Data فيتم الحصول عليها من الكاميرا/الكاميرات الرقمية أو كاميرا الفيديو.

كما تتعدد تطبيقات نظم الخرائط المحمولة لتشمل:

المساحة والخرائط، تخطيط المدن، إدارة وخدمات الطرق، شبكات البنية الأساسية (غاز، كهرباء ... إلخ)، المسح الهيدروجرافي، مشروعات الأنفاق والمناجم والآثار، حساب كميات الحفر والردم (المحاجر)، المشروعات المدنية، تجميع بيانات نظم المعلومات الجغرافية GIS.

4-3 دقة التقنيات الحديثة:

يمكن تقسيم دقة التقنيات الحديثة المستخدمة في الأعمال المساحية (خاصة المسح بالليزر ونظم الخرائط المحمولة) إلى نوعين من الدقة هما : الدقة النسبية والدقة المطلقة.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

الدقة النسبية : تعبر عن دقة القياسات أو الأرصاد ذاتها أو بمعني آخر عن دقة الجهاز المستخدم، وعادة ما تكون هذه الدقة النسبية عالية وفي حدود ملليمترات.

الدقة المطلقة : هذه القياسات المساحية تعتمد على الدقة النسبية بالإضافة إلى دقة النقطة المرجعية التي تم الإعتماد عليها (دقة النقطة المحتلة في حالة المسح بالليزر) أو دقة تحديد الإحداثيات في نظم الخرائط المحمولة (دقة الإحداثيات الناتجة عن قياسات GNSS).

4-4 أنواع التقنيات الحديثة طبقًا للاستخدام:

بصفة عامة يمكن تقسيم مجالات وتطبيقات استخدام المسح بالليزر وإنشاء الخرائط بنظم المساحة المحمولة إلى نوعين أساسيين هما: تطبيقات مساحية وتطبيقات خرائطية.

ويعرض الجدول التالي (جدول رقم 2-14) أمثلة تقليدية لبعض المواصفات والمعايير الأساسية في كلا الاستخدامين.

جدول رقم (14-2): تطبيقات التقنيات المساحية الحديثة

البند	تطبيقات مساحية	تطبيقات خرائطية
الدقة المطلقة المناسبة	أقل من 3 سم	أكبر من 20 سم
الدقة النسبية المناسبة	أقل من 2 سم	أكبر من 2 سم
مجال الرؤية الأفقية	^{o} 360	
مجال الرؤية الرأسية	^{o}0	من -30 إلى +10^{o}
سرعة الدوران	200 هرتز	10 هرتز
التطبيقات	المسح الطبوغرافي للطرق والسكك الحديدية ومساحة الأنفاق	مراقبة الشواطئ وخرائط الخدمات ونمذجة النمو العمراني
نوع جهاز GNSS	تردد ثنائي	
نوع جهاز INS	درجة أولى	درجة متوسطة
مواصفات المسح بالليزر:		
•سرعة المسح الخطي	أكبر من 100 هرتز	أقل من 100 هرتز
•معدل الرصد بالليزر	550 كيلو هرتز	700 كيلو هرتز
•دقة جهاز المسح بالليزر	8 ملي	20 ملي
•مدى المسح بالليزر	800 م	70م

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

5-4 إرشادات عامة للتعامل مع التقنيات الحديثة:

التعامل مع أجهزة المسح بالليزر:

تتضمن الإرشادات العامة للتعامل مع أجهزة المسح بالليزر الثابت عدة نقاط تشمل على سبيل المثال:

- اختيار النقطة (أو النقاط) المرجعية التي سيتم الاعتماد عليها بحيث تكون دقتها تتناسب مع الدقة المطلوبة للمشروع، أما في حالة عدم وجود نقاط مرجعية قريبة فيتم إنشاء بعضها طبقًا للمواصفات السابق ذكرها في الأجزاء السابقة بحيث تتناسب مع الدقة المطلوبة.
- اختيار كثافة النقاط Point Density (أو المسافة بين العينات Sampling Spacing) التي تناسب طبيعة وخصائص المشروع المطلوب.
- في حالة العمل من أكثر من نقطة مرجعية يفضل أن يكون هناك تداخل Overlap بين أرصاد كل نقطتين متتاليتين في حدود 5% إلى 15%.
- عند استخدام المسح الثابت بالليزر في الخرائط الطبوغرافية ذات مقاييس الرسم الكبيرة يجب أن تكون دقة القياسات المطلقة في حدود 0.01 متر أفقيًا و0.006 متر رأسيًا وألا تقل كثافة النقاط Point Density عن 100 نقطة/م^2.
- عند استخدام المسح الثابت بالليزر في الخرائط الطبوغرافية ذات مقاييس الرسم المتوسطة يجب أن تكون دقة القياسات المطلقة في حدود 0.20 متر في الأبعاد الثلاثة وألا تقل كثافة النقاط عن 30 نقطة/م^2.
- مراعاة الالتزام بالحدود المسموح بها في الرصد (أقل مسافة وأقصى مسافة) المحددة في مواصفات الجهاز المستخدم.

التعامل مع إنشاء الخرائط بنظم المساحة المحمولة:

تشمل إرشادات العمل بتقنية إنشاء الخرائط بنظم المساحة المحمولة العديد من القواعد العامة المطلوب إتباعها ومنها على سبيل المثال:

- إجراء خطة ما قبل الرصد لضمان توافر العدد المطلوب من الأقمار الصناعية GNSS التي تحقق معامل التخفيف الموقعي للدقة Position Dilution of Precision (PDOP) المناسب (لا يزيد عن 5) لطبيعة ودقة المشروع المطلوب.
- اختيار نقاط GNSS المرجعية من الدرجة الأولى أو الدرجة الثانية طبقًا للمواصفات.
- مراعاة الالتزام بالحدود المسموح بها في الرصد (أقل مسافة وأقصى مسافة) المحددة في مواصفات الجهاز المستخدم.
- اختيار كثافة النقاط Point Density (أو المسافة بين العينات Sampling Spacing) التي تناسب طبيعة وخصائص المشروع المطلوب.
- الالتزام بمعاملات التحويل المعتمدة بين المراجع في حالة أن المخرجات النهائية ستعتمد على المرجع الجيوديسي الوطني.
- الالتزام بطرق دقيقة لتحويل الارتفاعات في حالة أن المخرجات النهائية ستعتمد على المناسيب وليس الارتفاعات الجيوديسية.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

6-4 التصوير الجوي الرقمي :

يعد التصوير الجوي الرقمي تقنية للحصول على معلومات هندسية ثلاثية الأبعاد كثيفة للمعالم الواقعية عن طريق تداخل الصور والحصول على صورة مجسمة، وقد ثبت أن لها تطبيقات واسعة في مجموعة متنوعة، ويسمح التصوير الجوي الرقمي بتجميع معلومات مستمرة ثلاثية الأبعاد من الصور الجوية الرقمية حيث يتم استخراج البيانات ثلاثية الأبعاد سواء النقاط السحابية Point Cloud أو نماذج الارتفاع الرقمية (DEM) من الصور المتداخلة، وعن طريق مطابقة الصورة أصبح التصوير الرقمي الجوي مصدرًا للمعلومات المساعدة ذات الدقة العالية مثل المسح بالليزر المحمول جوًا (ALS) Airborne Laser Scanner.

بالنسبة للصور الجوية التي تم الحصول عليها باستخدام كاميرا رقمية، يتم التعبير عن المقياس في المقام الأول باعتباره مسافة أخذ العينات من الأرض أو Ground Sampling Distance (GSD) وهي المسافة بين مركزي خليتين متجاورتين Adjacent Pixels في الصورة، وأساسًا GSD هو حجم كل خلية Pixel على الأرض ، وعادة ما يتم التعبير عنها بوحدات مترية، غالبًا سنتيمترات وكلما كان حجم الـ GSD للصورة أكبر كانت الدقة المكانية للصورة أقل، وكانت التفاصيل أقل وضوحًا.

7-4 الاستشعار عن بُعد (Remote Sensing (RS:

يشير الإستشعار عن بُعد والذي يتضمن صورًا جوية وصور الأقمار الصناعية، إلى جمع البيانات المأخوذة من مسافة بعيدة عن منطقة الدراسة، يشير هذا غالبًا إلى الصور المأخوذة من أعلى على ارتفاع كبير، ينتج عن الإستشعار عن بعد صور لمساحة أكبر بكثير من سطح الأرض مما يمكن لشخص على الأرض تصويرها ويُظهر أيضًا الموضع والعلاقة بين الكائنات والميزات الجغرافية داخل المنطقة في الصورة.

على الرغم من أن الصورة الجوية تشبه الخريطة إلا أن ميل الكاميرا وانحناء الأرض يخلقان تشوهات في الصورة، وللتعويض عن هذا يقوم المحترفون بتصحيح هذه التشوهات في عملية تسمى تقويم الصور ليمكنهم من إنتاج الخريطة بدقة، و تُستخدم هذه الأجهزة التقويمية كما يطلق عليها لمراجعة الخرائط لتشمل إضافة ميزات جغرافية غير ملحوظة من الأرض.

وقد تطور تصوير الأقمار الصناعية من ناحية أخرى بعد ذلك كثيرا، وبعد أن تم وضع الأقمار الصناعية في مدار حول الأرض أصبح ممكنا لصور الأقمار الصناعية والمزودة بنفس قدرات التصوير الجوي إظهار مساحة أكبر كثيرًا لأنها على ارتفاع كبير من سطح الارض، واليوم أصبحت معظم هذه الصور رقمية مما يسمح بنقل إشاراتها مرة أخرى إلى الأرض.

تختلف دقة صور الأقمار الصناعية تبعًا للأداة المستخدمة ولارتفاع مدار القمر الصناعي، على سبيل المثال يوفر أرشيف Landsat صورًا متكررة بـ GSD تساوي 30 مترًا لسطح الأرض، ولكن معظمه لم تتم معالجته من البيانات الأولية أما صور لاندسات 7 فلديها متوسط فترة عودة 16 يومًا بالنسبة للعديد من المساحات الصغيرة، كما أن هناك صور أقمار صناعية أخرى تصل قيمة الـ GSD لها إلى إلى 35 سم.

تُستكمل صور الأقمار الصناعية أحيانًا بتصوير جوي له دقة أعلى ولكنه أعلى تكلفة لكل متر مربع، ويمكن دمج صور الأقمار الصناعية مع البيانات المتجهية أو النقطية Vector and Raster Data في نظام GIS شريطة أن تكون الصورة قد تم تصحيحها مكانيًا بحيث يتم محاذاتها بشكل صحيح مع مجموعات البيانات الأخرى.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

8-4 إرشادات عامة :

بجانب مواصفات الرصد الحقلي في الأعمال المساحية فهناك إرشادات يجب اتباعها لضمان جودة العمل المساحي ومصداقيته واستمرارية الاستفادة منه في كافة التطبيقات التنموية، وتشمل مواصفات اختيار مواقع نقاط الثوابت الأرضية ومواصفات تثبيت العلامات الأرضية ومواصفات توثيق هذه الثوابت بالإضافة إلى كيفية العناية بالأجهزة المساحية ومعايرتها بصفة دورية لضمان كفاءتها ودقتها.

1-8-4 اختيار أماكن الثوابت الأرضية :

1. ثوابت الرصد على الأقمار الصناعية GNSS:

- اختيار أماكن النقاط بعيدة عن مصادر خطأ تعدد المسار.
- يتم اختيار أماكن النقاط في مناطق صلبة بقدر الإمكان (بعيدًا عن الترع والمصارف والمجاري المائية وخطوط السكك الحديدية).
- يفضل (إن أمكن) اختيار النقاط داخل أو بالقرب من مباني حكومية.
- أن تكون النقاط في مواقع يسهل الوصول اليها.
- يتمتع موقع النقطة بسماء مفتوحة لتسهيل التقاط إشارات الأقمار الصناعية.

2. نقاط الترافرس:

- توافر الرؤية المتبادلة بين كل نقطة ونقطتين مجاورتين لها على الأقل.
- عدد النقاط أقل ما يمكن قدر حاجة العمل إليها.
- سهولة الوصول إلى النقاط.
- أطوال أضلاع المضلع متقاربة لحد كبير.

3. النقاط الرأسية أو الروبيرات:

- يفضل أن يكون الروبير مثبتًا في جدران أحد المباني الحكومية أو جسور الكباري والمصارف لضمان عدم تعرضه للتلف لفترة طويلة.

2-8-4 بناء وتثبيت الثوابت الأرضية:

1. بناء الثوابت الأفقية (GNSS) ...

- يتم بناء النقطة الأرضية بطريقة مناسبة لنوع ودرجة الشبكة الجيوديسية.
- بناء نقاط الشبكات الجيوديسية الرئيسية :
  - متوازي مستطيلات خرساني قاعدته 1.5×1.5 متر وقمته 1×1 م وارتفاعه 1.5 متر على أن يبرز منه فوق سطح الأرض 50 سم، وتوضع طبة في منتصف قمته محفور عليها علامة التسامت أو استخدام البراميل الخراسانية بقطر 60 سم وإرتفاع 110 سم.
- بناء نقاط الشبكات الجيوديسية الثانوية وشبكات الربط الجيوديسية:
  - متوازي مستطيلات خرساني قاعدته 1×1 متر وقمته 60×60 سم وارتفاعه 1 متر على أن يبرز منه فوق سطح الأرض 50 سم، وتوضع طبة في منتصف قمته محفور عليها علامة التسامت، كما هو مبين بالشكل رقم (1-2).

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

شكل رقم (1-2): بناء نقاط الشبكات الجيوديسية

2. **بناء الثوابت الأفقية (الترافرس):**

- **في المناطق الصخرية:**

يتم استخدام مسمار صخري بقطر نصف بوصة وطول لا يقل عن 10 سم ومدبب من الأسفل.

- **في المناطق الزراعية:**

يتم استخدام القضبان الحديدية التي يتراوح طولها بين 150، 200 سم بقطر 4 بوصة ويظهر منها حوالي 10 سم فوق سطح الأرض ويمكن صب جزء خرساني حول قاعدتها لضمان ثباتها.

- **في المناطق الرملية والترابية:**

يتم استخدام وتد حديدي بطول لا يقل عن 60 سم ويبرز منه 10 سم فوق سطح الأرض.

- **على أسطح المباني:**

يتم استخدام مسمار هلني في مكان مميز وواضح من سطح المبني أو صبة خرسانية 15×15 سم وبوسطها ثقب به مسمار نحاسي يحدد مركزها.

3. **بناء الثوابت الرأسية (الروبيرات) :**

- **بناء الروبيرات الحائطية:**

علامة من الحديد الزهر على شكل سداسي قطره 14سم وسمكه 5 سم وبها ضفر بطول 15سم وبسمك 4 سم × 4 سم والجزء السداسي والضفر وحدة واحدة لا تتجزء، ويتم وضع الضفر داخل جدران المبني ويظهر الشكل السداسي خارج المبني لتوضع عليه القامة، كما هو مبين بالشكل رقم (2-2).

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

شكل رقم (2-2): نموذج من روبيرات الحائط وكيفية تثبيت القامة عليها

4. بناء الروبيرات الأرضية:

- **في المناطق الصحراوية:**

متوازي مستطيلات خرساني قاعدته 1×1 متر وقمته 60×60 سم وارتفاعه 1 متر على أن يبرز منه فوق سطح الأرض 50 سم، (كما هو مبين بالشكل رقم (2-3)، وتوضع طبة في منتصف قمته محفور عليها علامة التسامت أو ماسورة قطر 5 سم بارتفاع 1.25 متر مدببة محفور عليها علامة التسامت ومثبت بنهايتها السفلى 3 أجنحة حديدية لإحكام تثبيت الماسورة بالأرض على أن يبرز منها فوق سطح الأرض 50 سم.

شكل رقم (2-3): نموذج من الروبيرات الأرضية وكيفية تثبيت القامة عليها

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

3-8-4 توثيق النقاط المساحية:

يتم توثيق كل نقطة من نقاط الثوابت الأرضية في صورة "كارت الوصف" ومن الأفضل إنشاء قاعدة بيانات مكانية Geodatabase لهذه النقاط باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية لإمكانية البحث السريع عن معلومات أي نقطة مساحية، ويجب أن يشمل كارت الوصف كافة المعلومات المكانية التي تسهل من عملية الوصول لموقع النقطة في الطبيعة ويضم أيضًا صورة فوتوغرافية للنقطة المساحية، والأشكال التالية تقدم مقترحات لمواصفات كروت الوصف لعدد من أنواع الثوابت الأرضية المساحية.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

شكل رقم (4-2): كارت وصف نقاط الثوابت الأرضية الجيوديسية المرصودة بتقنياتGNSS

(كارت وصف نقطة جيوديسية)

المحافظة:..... **المدينة:**.....

الجهة التي قامت بإنشائها:.....

الإحداثيات الجيوديسية الدقيقة للنقطة:

خط الطـــول" E Longitude..... '..... °.....

دائرةالعرض" N Latitude..... '..... °.....

الارتفاع الجيوديسيmGeodetic Height.....

المرجع الجيوديسي Geodetic Datum: .....

نوع وسنة الإطار الأرضي المرجعي ITRF: .....

الإحداثيات المسقطة الدقيقة للنقطة:

الشرقياتEasting: .....m

الشماليات Northing: .....m

نوع الإسقاط: ..... **الشريحة:**.....

المنسوب MSL Height: .....m

طريقة رصد المنسوب: أعمال ميزانية (.....) محسوب من نموذج جيويد (.....)

وصف موقع النقطة:.....

.....

كروكي موقع النقطة

صورة فوتوغرافية للنقطة

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

شكل رقم (5-2): كارت وصف نقطة ترافرس

(كارت وصف نقطة ترافرس)

المحافظة: ..... **المدينة:**.....

الجهة التي قامت بإنشائها:.....

الإحداثيات الجيوديسية التقريبية للنقطة:

خط الطـــول" E Longitude..... '..... °.....

دائرةالعرض" N Latitude..... '..... °.....

الإحداثيات المسقطة الدقيقة للنقطة:

الشرقيات Easting: .....m

الشماليات Northing: .....m

نوع الإسقاط: ..... **الشريحة:**.....

المنسوب MSL Height: .....m

طريقة رصد المنسوب (درجة الميزانية): .....

وصف موقع النقطة:.....

.....

كروكي موقع النقطة

صورة فوتوغرافية للنقطة

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

شكل رقم (6-2): كارت وصف نقطة روبير

(كارت وصف نقطة روبير)

المحافظة: ..... **المدينة:**.....

الجهة التي قامت بإنشائها:.....

الإحداثيات الجيوديسية التقريبية للنقطة:

خط الطـــول" E Longitude..... ' ..... º.....

دائرةالعرض" N Latitude..... ' ..... º.....

المنسوب MSL Height: ..…..…..…m

طريقة رصد المنسوب (درجة الميزانية) : .....

وصف موقع النقطة:.....

.....

كروكي موقع النقطة

صورة فوتوغرافية للنقطة

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

9-4 العناية بالأجهزة المساحية:

تعد الأجهزة المساحية من نوعية أجهزة القياس الدقيقة والحساسة للغاية والتي تتطلب أكبر قدر من العناية لضمان استمرارية كفاءتها ودقتها، ومن القواعد العامة للعناية بالأجهزة المساحية وخاصة الأجهزة البصرية مثل الميزان والمحطة الشاملة:

- تفادي سقوط الأجهزة على الأرض في مواقع العمل.
- عدم تعريض الأجهزة للأتربة والحرارة العالية والرطوبة الشديدة.
- التعامل برفق مع الجهاز في كافة خطوات الرصد.
- وضع الجهاز داخل الشنطة الخاصة به عند نقله لمسافات كبيرة.
- يفضل استعمال مظلة أثناء العمل لحماية الجهاز من حرارة الشمس العالية والمطر.
- وضع الجهاز داخل الشنطة الخاصة به في الوضع السليم المعد لذلك بعد انتهاء العمل الحقلي.
- تفادي لمس العدسات البصرية باليد حتى لا تتسبب في تكوين طبقة دهنية عليها.
- يتم تنظيف العدسات البصرية باستخدام فرشاة وبرية.
- تنظيف الأجزاء الخارجية للجهاز بصفة دائمة باستخدام قطعة نظيفة من التيل مبللة بالكحول أو البنزين، ثم تجفيفها جيدًا بقطعة أخرى جافة.
- أثناء العمل يجب التأكد من ربط الجهاز بالحامل جيدًا.
- تثبيت الحامل الثلاثي بشكل جيد في الأرض قبل وضع الجهاز أعلاه.
- يجب إبعاد موقع الجهاز (نقطة الرصد) عن أية مصادر للإهتزازات.
- حمل الجهاز بشكل رأسي على الكتف عند نقله لمسافات قصيرة.
- إغلاق الجهاز بالطريقة السليمة قبل إخراج البطارية منه.
- إخراج البطارية من الجهاز قبل وضعه في الشنطة الخاصة به.
- الحفاظ على ألا يقل ارتفاع خط النظر عن 0.5 متر أعلى من سطح الأرض لتقليل خطأ الإنكسار الجوي.
- استخدام قيمة معامل القياس Scale Factor المناسبة لمعاملات المناخ (الحرارة والضغط والرطوبة) في كل موقع وذلك طبقًا للكتيب الخاص بكل جهاز من المحطات الشاملة.
- في الميزانيات الدقيقة يفضل استخدام القاعدة الحديدية تحت القامة لضمان عدم حركة القامة رأسيا عند دورانها بين الوضعين الخلفي والأمامي.
- لتفادي تأثير أخطاء الإنكسار الجوي للأجهزة المساحية البصرية يفضل تفادي العمل في أوقات الظهيرة خاصة للأعمال التي تتطلب دقة عالية.

10-4 معايرة الأجهزة المساحية:

بصفة دورية (على الأقل سنويًا ويفضل مرة كل 6 شهور) يجب إجراء أعمال المعايرة لكافة الأجهزة المساحية وخاصة الأجهزة البصرية لضمان كفاءة عمل هذه الأجهزة والتأكد التام من دقة القياسات التي تجرى بها، وتتم أعمال المعايرة في الشركات المتخصصة وعادة عند الوكيل لكل نوع من أنواع الأجهزة، كما يجب إجراء المعايرة عقب تعرض الجهاز المساحي لأية صدمات أو إجراء بعض الإصلاحات به وتخضع أجهزة

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

المحطات الشاملة لعدة أنواع من الاختبار والمعايرة لضمان دقــة القياسات سواء الزوايا أو المسافات المقاسة إلكترونيًا EDM، كما تخضع الأجهزة المساعدة (مثل قامات الأنفار) لنفس قواعد المعايرة في أعمال الميزانيات الدقيقة.

أيضًا هناك عدة أنواع من الاختبارات التي تقيس كفاءة عمل أجهزة الرصد على الأقمار الصناعية GNSS والتي تتم من قبل المتخصصين، ومن هذه الاختبارات على سبيل المثال اختبار خط القاعدة بطول صفر Zero Baseline Test حيث يتم توصيل جهازين (أو مستقبلين Receivers) لنفس المستقبل/الهوائي من خلال كابل خاص، ومن ثم فإن خط القاعدة المقاس من المفترض أن يكون طوله مساويًا الصفر.

حقوق الملكية الفكرية محفوظة للهيئة المصرية العامة للمساحة و لا يجوز النسخ أو الطبع أو التعديل
إلا بعد الحصول على موافقة كتابية من الهيئة المصرية العامة للمساحة

المراجع العلمية

مراجع الهيئة المصرية العامة للمساحة

- المواصفات الفنية لمنتجات وخدمات الهيئة المصرية للمساحة، الجزء الأول: الطبوغرافيا والجيوديسيا 2010.
- المواصفات الفنية لمنتجات وخدمات الهيئة المصرية للمساحة - الجزء الثاني - مجموعة مواصفات الكادستر الحضري 2010.
- دليل الخرائط الطبوغرافية 2014.

مراجع عربية

- المواصفات الفنية المساحية 2007 دائرة الأراضي والمساحة، المملكة الأردنية الهاشمية.
- الدليل المساحي لدولة قطر 2009 مركز نظم المعلومات الجغرافية - قطر.
- دليل المسح بالنظام العالمي لتحديد المكان 2005 - وزارة الشئون البلدية والقروية - المملكة العربية السعودية.
- دليل المسح الأرضي 2005 - وزارة الشئون البلدية والقروية - المملكة العربية السعودية.
- دليل قراءة وتحليل الخرائط 2005 - وزارة الشئون البلدية والقروية - المملكة العربية السعودية.

مراجع أجنبية

- COTO (Committee of Transport Officials), 2013, Standard survey methods, South Africa.
- FGCC (US Federal Geodetic Control Committee), 1989, Specifications for using GPS relative positioning techniques, USA.
- FGCC (US Federal Geodetic Control Committee), 1984, Standards and specifications for control networks, USA.
- FGCC (US Federal Geodetic Control Committee), 2004, Specifications and procedures to incorporate electronic digital/bar-code levelling systems, USA.
- FGDC (US Federal Geographic Data Committee), 1998, Geospatial positioning accuracy standards: Part 2: standards for geodetic networks, USA.
- GSS (Geodetic Survey Section), 2010, Accuracy standards of control survey, Hong Kong.
- GSD (Geodetic Survey Division), 1996, Accuracy standards for positioning, Canada.
- ICSM (Inter-Governmental Committee on Surveying and Mapping), 2004, Standards and practices for control surveys, Australia.

- ICSM (Inter-Governmental Committee on Surveying and Mapping), 2014, Guidelines for control surveys by differential levelling, Australia.
- OSG (Office of Surveyor General), 2003, Accuracy standards for geodetic surveys, New Zeeland.
- OSG (Office of Surveyor General), 2003, Specifications for first-order GPS survey, New Zeeland.
- RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors), 2014, Measured surveys of land, buildings and utilities, Ireland.
- SLA (Singapore Land Authority), 2013, Standard and specifications for 3D topographic surveying, Singapore.
- المواصفات الفنية الخاصة بالمشروع الامريكى
- المواصفات الخاصة بالمشروع الفرنسى
- المواصفات الكندية
- الدليل الخاص بالإدارة العامة للجيوديسيا والحساب
- Quality Control Manual For GIS Data Acquisition- ESA Portal
- Lillesand.Kilefer(Remote Sensing and Image Interpretation)

بعض المواقع الخاصة ببعض المؤسسات والهيئات الدولية على شبكة المعلومات الدولية:

http://www.portal.esa.gov.eg/portal/

http://www.icsm.gov.au/mapping/specs.html

http://www.ordnancesurvey.co.uk/oswebsite/

http://wwwusgsquads.com/aerialphotos.htm

http://www .itc.nl/personal/worm/maps.html

EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY

الملاحق الفنية

ملحق رقم (1)

المصطلحات العلمية

Expression	المصطلح
Absolute Accuracy	الدقة المطلقة
Accuracy	الدقـــة: درجة التوافق بين القيمة المحسوبة (المتوسط) والقيمة المتوقعة، وضمنيًا تعني الدقة أن القيمة المحسوبة ليس بها أخطاء أو إنحرافات.
Adjustment	الضبط: عملية تقدير وتقليل الفروق بين الأرصاد والنموذج الرياضي.
Aerial Triangulation	التثليث الجوي
Angular Misclosure	خطأ القفل الزاوي: الفرق بين المجموع الحقيقي والنظري لعدد من الزوايا.
Antenna	الجزء الموجود في جهاز استقبال الجي بي إس والمختص باستقبال إشارات الأقمار الصناعية وتحويلها إلى المعالج الرياضي داخل الجهاز الذي يقوم بإجراء الحسابات الرياضية اللازمة لتحديد الموقع.
Astronomy	علم الفلك
Attribute Data	البيانات الوصفية غير المكانية
Azimuth	الإنحراف: الاتجاه الأفقي لخط – مع اتجاه دوران عقرب الساعة – من مستوى أساسي غالبًا يكون إتجاه الشمال.
Baseline	خط القاعدة: المتجه vector ثلاثي الأبعاد بين نقطتين بالنسبة لنظام إحداثيات معلومة.
BeDiou	النظام الصيني لتحديد المواقع بالرصد على الأقمار الصناعية (أحد مكونات GNSS).
Bench Mark (BM)	روبير: نقطة ثوابت أرضية معلومة المنسوب.
Cadastral Survey	المساحة التفصيلية: أعمال المساحة الخاصة بعلامات الحدود وتحديد مساحات وتقسيمات قطع الأراضي وملكياتها.
Calibration	المعايرة: تحديد الأخطاء المنتظمة لجهاز عن طريق مقارنة قياساته مع قيمها الحقيقية، ويتم تحديد هذه القيم الحقيقية بجهاز آخر تمت معايرته سابقًا أو بجهاز أكثر دقة.
Cartography	علم الخرائط أو الكارتوجرافيا.
Continuously Operating Reference Stations (CORS)	شبكة محطات الرصد الدائمة: شبكة مكونة من (40) محطة أقامتها الهيئة المصرية العامة للمساحة باستخدام تقنيات GNSS في عام 2010

Expression	المصطلح
Cutoff Angle	زاوية القطع وتسمى أيضًا زاوية القناع Mask Angle: أقل قيمة مقبولة لزاوية ارتفاع القمر الصناعي الذي نستقبل إشاراته.
Datum	المرجع: أي قيمة أو مجموعة من القيم الحسابية أو الهندسية التي تخدم أساس مرجعي أو قاعدة لقيم أخرى.
Datum Transformation	تحويل المراجع: طريقة رياضية لتحويل البيانات (الإحداثيات) بين نظامي إحداثيات جغرافية أي بين مرجعين مختلفين.
Digital Elevation Models (DEM)	نماذج الارتفاعات الرقمية: صورة رقمية لتمثيل الإحداثيات ثلاثية الأبعاد.
Differential GPS	الجي بي أس التفاضلي: عملية قياس فروق الإحداثيات بين جهازي جي بي أس كلاهما يرصد نفس الأقمار الصناعية في نفس اللحظة.
Differential Levelling	الميزانية التفاضلية: عملية قياس فرق الارتفاعات بين نقطتين من خلال الميزانية الأرضية.
Dilution of Precision (DOP)	تخفيف الدقة: مقياس للتأثير الهندسي لعدم الدقة في تحديد أي موقع.
Distortion	التشوه
Easting	الشرقيات: المسافة الشرقية (موجبة) أو الغربية (سالبة) من النقطة إلى خط طول مرجعي.
Electronic Distance Measurement (EDM)	قياس المسافات إلكترونيًا باستخدام فرق الزمن أو فرق الطور لإشارة كهرومغناطيسية.
Elevation	الارتفاع: ارتفاع أي هدف عن مرجع معين.
Ellipsoidal height	الارتفاع الإليبسويدي أو الارتفاع الجيوديسي: ارتفاع أي نقطة عن سطح الإليبسويد.
Ellipsoid	مجسم القطع الناقص.
Egyptian Transverse Mercator (ETM)	نظام إحداثيات الخرائط المصرية: هو نظام إسقاط ميركاتور المستعرض على اليبسويد هلمرت 1906
Fast or Rapid Static Method	طريقة الرصد الثابت السريع: تماثل نفس طريقة الرصد الثابت إلا أن فترة الرصد بها تكون أقل.

EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY

Expression	المصطلح
Fast or Rapid Static Method	طريقة الرصد الثابت السريع: تماثل نفس طريقة الرصد الثابت إلا أن فترة الرصد بها تكون أقل.
Galileo	النظام الأوروبي لتحديد المواقع بالرصد على الأقمار الصناعية (أحد مكونات GNSS)
Geodetic Control	الثوابت الجيوديسية: الثوابت الأرضية الأفقية والرأسية التي تم تحديدها بالأخذ في الإعتبار - أو في الحسابات - شكل وحجم الأرض.
Geodetic Latitude	خط الطول الجيوديسي: الزاوية التي يصنعها العمودي عند نقطة على الإلبسويد المرجعي مع مستوى خط الإستواء.
Geodetic Longitude	دائرة العرض الجيوديسية: الزاوية المحصورة – عند القطب – بين مستوى خط الطول الجيوديسي ومستوى خط الطول المرجعي (جرينتش).
Geodetic Survey	المساحة الجيوديسية: وفيها يتم الإعتماد على الشكل الحقيقي شبه الكروي للأرض.
Geoid	الجيويد: السطح الأساسي في علم الجيوديسيا ويعرف بأنه السطح متساوي الجهد لمجال الجاذبية الأرضية الذي يمكن تقريبه – بدرجة كبيرة – بمستوى متوسط سطح البحر Mean Sea Level أو المعروف باسم MSL.
Geoidal Height	الارتفاع الجيويدي ويسمي أيضا حيود الجيويد Geoidal Undulation: الفرق بين الارتفاع الجيوديسي والارتفاع الأرثومتري.
(GIS): Geographic Information Systems	نظم المعلومات الجغرافية: مجمع متناسق يضم مكونات الحاسب الآلي والبرامج وقواعد البيانات والأفراد المدربين ويقوم هذا المجمع بحصر دقيق للمعلومات المكانية وغير المكانية وتخزينها وتحديثها ومعالجتها وتحليلها وعرضها.
GLONASS	النظام الروسي لتحديد المواقع بالرصد على الأقمار الصناعية.
(GNSS)Global Navigation Satellite Systems	النظم الملاحية العالمية للرصد علي الأقمار الصناعية، وتشمل نظام GPS الأمريكي و GLONASS الروسي و BeDiou الصيني و Galileo الأوروبي
GPS	النظام الأمريكي لتحديد المواقع بالرصد على الأقمار الصناعية.
Helmert 1906	الإليبسويد المستخدم في حساب الإحداثيات وإنتاج الخرائط في مصر.

Expression	المصطلح
High Accuracy Reference Network (HARN)	الشبكة الجيوديسية عالية الدقة: شبكة أقامتها الهيئة المصرية العامة للمساحة باستخدام تقنيات GNSS في عام 1995
Hydrographic Survey	المساحة البحرية أو الهيدروجرافية: تهتم بتحديد مواقع الظاهرات الموجودة على أو تحت سطح المياه في البحار والأنهار والمحيطات.
International GNSS Service (IGS)	المنظمة العالمية لخدمات النظم الملاحية بالرصد على الأقمار الصناعية
Inertial Measurement Unit (IMU)	وحدة القياس بالقصور الذاتي.
Indirect Leveling	الميزانية غير المباشرة: تحديد فروق الارتفاعات من خلال الزوايا الرأسية والمسافات الأفقية.
Inertial Navigation System (INS)	جهاز القصور الذاتي.
Invar	أنفار: سبيكة من الحديد تحتوي على النيكل والكروم - لزيادة صلابتها - ولها معامل تمدد حراري منخفض جدًا.
International Terrestrial Reference Frame (ITRF)	الإطار المرجعي الأرضي العالمي: الشكل الحقيقي للأرض مع الأخذ في الإعتبار أن حركة دوران محور الأرض ليس ثابتًا بصورة تامة.
Laser Scanning	المسح بالليزر.
Least Count	أقل قراءة: أقل أو أوضح قراءة يمكن قياسها مباشرة – بدون أي تقريب – على جهاز ميكرومتر أو أي تدريج.
Least Squares Adjustment	ضبط أقل المربعات: ضبط قيم القياسات المساحية بتطبيق شرط أن مجموع مربعات المتبقيات – أو الفروق – سيكون أقل ما يمكن.
Level	جهاز الميزان لقياس فروق الارتفاعات، وقد يكون بصريًا أو رقميًا.
Local Datum	مرجع محلي: يحدد نظام إحداثيات لمنطقة معينة غالبًا صغيرة الإمتداد.
Loop Traverse	حلقة ترافرس: ترافرس مغلق يبدأ وينتهي عند نفس النقطة.
Misclosure	خطأ القفل: الفرق بين القيمة المحسوبة والقيمة المقاسة.

الهيئة المصرية العامة للمساحة
EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY

Expression	المصطلح
Mobile Mapping Systems (MMS)	نظم الخرائط المحمولة: تقنية حديثة لتجميع البيانات المكانية باستخدام أكثر من جهاز.
Mean Sea Level Datum (MSL)	مرجع متوسط منسوب سطح البحر: مرجع أساسي متفق عليه للمناسيب، وغالبًا يتم تحديده بناءً على قياسات المد والجزر لعدة سنوات.
Modified Transverse Macerator (MTM)	نظام ميريكاتور المستعرض المعدل - نظام إحداثيات الخرائط المصرية المعدل: هو نظام إسقاط ميركاتور مستعرض على إليبسويد WGS84
Network	شبكة: نظام لمجموعة متصلة من النقط المساحية.
Network Adjustment	ضبط الشبكات.
Northing	الشماليات: مسافة من النقطة - في نظام إحداثيات شبكي أو تربيعي لخريطة – من الخط أو المحور (الشرق-غرب) المار بنقطة الأصل.
Old Egyptian Datum of 1907 (OED)	المرجع الجيوديسي المصري المعتمد على إليبسويد هلمرت 1906
Order of Accuracy	درجة الدقة: نظام مواصفات يحدد بصفة عامة دقة القياسات لنوع معين من العمل المساحي.
Orthometric Height	الارتفاع الأرثومتري أو المنسوب : ارتفاع النقطة عن سطح الجيويد.
Outliers or Blunders	الأرصاد الشاذة أو غير الجيدة.
PDOP	التخفيف الموقعي للدقة: مقياس الدقة في الموقع ثلاثي الأبعاد.
Photogrammetry	المساحة التصويرية أو الجوية: إستنباط الأبعاد الطبيعية لأهداف من خلال قياسات على صورة لهذه الأهداف.
point cloud	سحابة نقطية: الأرصاد الخام للمسح بالليزر.
Post-Processing Kinematic Method (PPK)	طريقة الرصد المتحرك مع الحساب لاحقًا: حيث يحتل الجهاز الثابت نقطة معلومة الإحداثيات بينما يتحرك الجهاز المتحرك من نقطة مجهولة إلى أخرى بصورة مستمرة.
Precision	الدقـــة: الفرق بين القيمة المقاسة ومتوسطها.

EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY

Expression	المصطلح
Plane Survey	المساحة المستوية: وفيها يتم إجراء القياسات المساحية في منطقة صغيرة من سطح الأرض بافتراض أن هذا الجزء الصغير يمكن تمثيله كمستوي.
part per million (ppm)	جزء من المليون
Precise Point Positioning (PPP)	التحديد الدقيق للنقطة: من أساليب الرصد في تقنيات GNSS مع الربط على شبكة IGS العالمية.
Precise Ephemeris	بيانات المدارات الدقيقة: البيانات التي يتم حسابها لمدارات الأقمار الصناعية بناءً على المعلومات التي تبثها الأقمار الصناعية بالإضافة لمعلومات مراقبة الأقمار ذاتها.
Projection	إسقاط: معادلة رياضية لتحويل أي موقع على سطح الأرض المجسم (أي ثلاثي الأبعاد) إلى سطح الخريطة (ثنائي الأبعاد).
Refraction	الإنعكاس الجوي: إنحناء مسار الأشعة بتأثير مواد الطبقات التي تمر بها.
Relative Accuracy	الدقة النسبية
Remote Sensing	الإستشعار عن بعد: علم تجميع المعلومات عن سطح الأرض دون الإتصال أو التلامس الفعلي معه، وذلك من خلال تحسس وتسجيل الطاقة المنعكسة أو المنبعثة ومعالجتها وتحليلها وتطبيق هذه المعلومات.
Root Mean Square Error (RMS)	الخطأ التربيعي المتوسط
Real-Time Kinematic Method (RTK)	طريقة الرصد المتحرك اللحظي: تماثل نفس أسلوب عمل طريقة PPK مع وجود إتصال لاسلكي بين الجهازين الثابت والمتحرك.
Sample Rate	معدل الرصد في استقبال إشارات الأقمار الصناعية.
Session or Observing Session	فترة رصد: الفترة الزمنية لتجميع بيانات نظم الأقمار الصناعية GNSS في نفس اللحظة بواسطة جهازي استقبال أو أكثر.
Spatial Data	البيانات المكانية (الإحداثيات).
Static Method	طريقة الرصد الثابت: رصد خط قاعدة ين نقطتين باستخدام جهازين ثابتين يرصدان إشارات نفس الأقمار الصناعية في نفس اللحظة وطوال مدة رصد محددة.

EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY

Expression	المصطلح
Terrestrial Survey	المساحة الأرضية: تطبيقات وقياسات علم المساحة على سطح الأرض من خلال أجهزة موضوعة على سطح الأرض.
Topographic Survey	المساحة الطبوغرافية: تهتم بقياس البعد الثالث (الارتفاع أو الانخفاض) لكل هدف بحيث يتم تمثيله من خلال ثلاثة أبعاد (الطول والعرض والارتفاع).
Total Stations	المحطات الشاملة: أجهزة مساحية متطورة لرصد الزوايا والمسافات وإجراء الحسابات في الموقع.
Transverse Mercator (TM) Projection	إسقاط ميركاتور المستعرض: نظام إسقاط الخرائط للعالم الفرنسي ميركاتور باستخدام أسطوانة يكون محورها في مستوى خط الإستواء.
Traverse	ترافرس: مجموعة متتالية من النقاط يتم من خلالها القياس المساحي.
Triangulation	شبكة مثلثات: تحديد الإحداثيات أو المواقع في شبكة من خلال قياس الزوايا الأفقية بين النقاط.
Universal Transverse Mercator Projection (UTM)	مسقط ميركاتور المستعرض العالمي.
Vertical Angle	الزاوية الرأسية: زاوية في المستوى الرأسي – سواء مرتفعة أو منخفضة – عن مستوى الأفق.
Vertical Datum	المرجع الرأسي: مستوى يستخدم كمرجع لقياس المناسيب أو الارتفاعات.
World Geodetic System of 1984 (WGS84)	النظام الجيوديسي العالمي 1984: معتمد كمرجع جيوديسي لقياسات الجي بي إس وهو مبني على الإلبسويد الجيوديسي العالمي 1984
Zero Baseline	خط القاعدة صفر: هو اختبار لقياس مدى كفاءة ودقة جهاز جي بي أس معين، ويتم فيه توصيل جهازين جي بي أس إلى نفس الهوائي.

EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY

ملحق رقم (2)

قائمة الاختصارات

Abbreviation	المصطلح
BM	روبير
CORS	شبكة محطات الرصد الدائمة
DEM	نماذج الارتفاعات الرقمية
DOP	تخفيف الدقة
EDM	قياس المسافات إلكترونيًا
GIS	نظم المعلومات الجغرافية
GNSS	النظم الملاحية العالمية للرصد على الأقمار الصناعية
HARN	الشبكة الجيوديسية عالية الدقة
IGS	المنظمة العالمية لخدمات النظم الملاحية بالرصد على الأقمار الصناعية
IMU	وحدة القياس بالقصور الذاتي
INS	جهاز القصور الذاتي
ITRF	الإطار المرجعي الأرضي العالمي
MMS	نظم الخرائط المحمولة
MSL	مرجع متوسط منسوب سطح البحر
MTM	نظام ميركاتور المستعرض المعدل
OED1907	المرجع الجيوديسي المصري المعتمد على اليبسويد هلمرت 1906
PPK	طريقة الرصد المتحرك
PPP	التحديد الدقيق للنقطة
RMS	الخطأ التربيعي المتوسط
RTK	طريقة الرصد المتحرك اللحظي
UTM	مسقط ميركاتور المستعرض العالمي
WGS84	النظام الجيوديسي العالمي 1984

EGYPTIAN GENERAL SURVEY AUTHORITY

حقوق الطبع محفوظة
للهيئة المصرية العامة للمساحة

رقم الأيداع : 5086 / 2020