المملكـة العربيـة السـعودية

المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

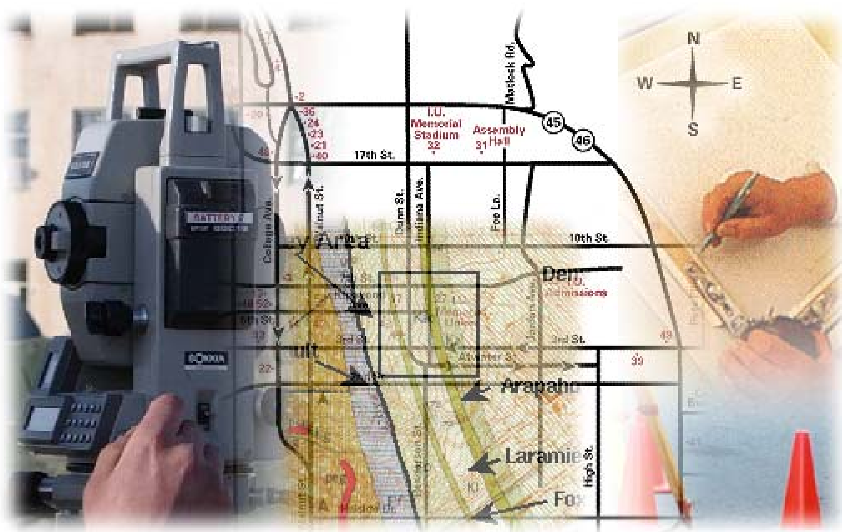
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

قررت المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني تدريس هذه الحقيبة في " المعاهد الثانوية الفنية "

المساحة

الحساب المساحي

الصف الأول



نسخة أولية ١٤٢٥هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " المدخل إلى المساحة" لمتدربي قسم" المساحة " للمعاهد الفنية للمراقبين الفنيين موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيـــد

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين معلم الناس الخير. أما بعد.

فإننا نقدم بين صفحات هذه الحقيبة التدريبية مقرر مادة الحساب المساحي للصف الأول بقسم المساحة بمعاهد المراقبين الفنيين وفق الوحدات التدريبية التي اعتمدت واستنبطت من "معايير المهارات الوطنية لتخصص المساحة". وقد روعي في إعداد هذا العمل التدريبي أن يكون متكامل البناء في عرض متوازن بين جدية الموضوع وسهولة التناول. وقد التزمنا في أسلوب تأليف وتنسيق وإعداد المادة التدريبية لهذه الحقيبة بمقررات ومفردات الحقائب الدراسية المطورة والمعتمدة وبالمعايير والأسس الواردة في دليل تصميم الحقائب التدريبية الصادر عن الإدارة العامة للمناهج بالمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني.

وقد روعي في تأليف هذه الحقيبة أن تكون محتوياتها متوائمة مع المستوى الذهني للمتدرب في هذه المرحلة من الدراسة مع ربطها بتطبيقات من الواقع لتقرب لذهن المتدرب أهمية ما يتدرب عليه وتبلور عنده القدرة على التفكير وإيجاد الحلول المناسبة في مجال عمله المستقبلي. وقد أبتعد أسلوب التأليف والإعداد عن التطويل الزائد أو الاختصار الشديد الذي يضر بالموضوع، وكذلك روعي البعد عن الغموض والتعقيد في عرض الموضوعات والتطبيقات مع الحرص على الاستعانة بالرسوم والأشكال الإيضاحية حتى تسهل للمتدرب فهم الموضوع بيسر.

وتحتوي هذه الحقيبة على مقرر الفصلين الدراسيين الأول والثاني للصف الأول: حيث اشتمل الفصل الدراسي الأول لمقرر الحقيبة على خمس وحدات تحتوي على معلومات وتدريبات أساسية للمساح تم ترتيبها بطريقة تلائم مكتسبات المتدرب خلال دراسته في المرحلة المتوسطة وروعي في عرض موضوعاتها التكامل وبساطة الأسلوب ووضوح العبارة حتى تيسر للمتدرب حل التدريبات والتطبيقات بسهولة ، بينما اشتمل الفصل الدراسي الثاني لمقرر الحقبة على وحدتين مترابطتين ومترتبتين على بعضيهما في تسلسل منطقي ومنهجي. وقد روعي في تأليف موضوعاتها الإيجاز وسهولة العرض للقوانين الرياضية مع التركيز على ربط موضوعات التدريبات بتطبيقات عملية يمارسها المساح في مجال عمله.

وقد اشتمل منهج الفصل الدراسي الأول على خمس وحدات هي: الوحدة الأولى (أنظمة القياس والتحويلات المستخدمة في الأعمال المساحية) وقد خصصت هذه الوحدة لتعريف المتدرب بوحدات النظام الدولي المستخدم في المملكة العربية السعودية لقياس الأطوال والمساحات والحجوم والزوايا والانحرافات وكذلك تمد هذه الوحدة المتدرب بكيفية التعامل مع هذه الأنظمة وتعرفه بالعلاقة بين هذه الأنظمة، والوحدة الثانية(أنظمة الإحداثيات) تعرف المتدرب بأنظمة الإحداثيات الشائعة الاستخدام وأهميتها وخصائصها والهدف من استخدام كل نظام منها ، والوحدة الثالثة (حساب المسافة الأفقية والرأسية) وفيها يتعرف المتدرب على أنواع المسافات وكيفية حساب المسافات الأفقية التي يتم تمثيلها على الخرائط وكذلك يتعرف على عمليات حساب المسافة الرأسية، والوحدة الرابعة(حساب الانحرافات) وفيها يتعرف المتدرب على أنواع الشمال والاتجاهات وأنواع الانحرافات وأهميتها والفرق بين أنواعها واستخداماتها، والوحدة الخامسة (حساب الإحداثيات الأفقية والرأسية) وفيها يتعرف المتدرب على حساب الإحداثيات التي هي الهدف الغالب من أي قياسات وأرصاد مساحية، ويتعرف المتدرب على أنواع الإحداثيات وطرق حساب كل نوع، وبنهاية الوحدة الخامسة يكون المتدرب قد أتم دراسة منهج الفصل الدراسي الأول ويكون قد اكتسب الخبرة والمهارة في التعامل مع وحدات القياس بأنواعها ،وتعرف وأصبح ملماً بأنواع وأنظمة الإحداثيات، والتعامل مع المسافات وحساباتها، وأصبح ملماً بعمليات حساب الانحرافات بأنواعها، وتدرب على حساب المركبات الأفقية والرأسية ومن ثم حساب الإحداثيات الأفقية والرأسية. وكل وحدة من هذه الوحدات مستقلة بأمثلتها وتمارينها وتمهد للوحدة التالية لها من حيث الموضوع والمستوى الفني للمتدرب كلما تقدم في التعرف على محتويات الحقيبة وتنفيذ التدريبات المطلوبة.

أما منهج الفصل الدراسي الثاني فقد اشتمل على وحدتين هما: الوحدة السادسة (حساب مساحة الأشكال الهندسية) وفيها يقوم المتدرب بالتدرب على حساب مساحة الأشكال الهندسية المنتظمة بعد التعرف على خصائصها وقد تم الربط بينها وبين ما يقوم المساح بعمله في مجال تحديد حساب مساحة الأراضي في مخططات المساحة العقارية، وأعمال التمتير، والحصر، وحساب مساحات قطع الأراضي الزراعية سواء كانت أشكالها منتظمة أو غير منتظمة. والوحدة السابعة (حساب أحجام الأشكال وحساب كميات الحفر والردم) وهي الوحدة الأخيرة في الحقيبة، وتتيح هذه الوحدة للمتدرب الفرصة لاكتساب الخبرة في حساب الحجوم للأشكال الهندسية المنتظمة وحساب كميات الحفر والردم، وقد تم ربط موضوعاتها بتطبيقات عملية مما يقوم به المساح خلال ممارسة عمله في إيجاد مكعبات المباني

ومكعبات الأتربة. وهذا مما يحفز المتدرب لبذل الجهد ليكتسب المهارات والخبرات، خاصة وأن لها علاقة مباشرة بواقع ملموس يسهل إدراكه.

وقد روعي في تصميم الأمثلة المحلولة والتدريبات والمسائل في الحقيبة التدريبية للحساب المساحي أن تكون منوعة وشاملة ومن واقع بيئة المساح العملية وقد صيغت في لغة مباشرة وبدون أي تعقيد أو غموض. أما الرسومات والأشكال الإيضاحية فقد روعي فيها أن تكون واضحة وأن تساعد المتدرب على التصور والفهم السليم للموضوع وتساهم في تثبيت المعلومات.

ونظراً لأن حقيبة الحساب المساحي يدرسها المتدرب في السنة الأولى فقد روعي في تأليف الحقيبة أن تكون لبنة تأسيس قوية لغيرها من الحقائب التي سيدرسها المتدرب سواء في السنة الأولى أو الثانية أو الثالثة وبخاصة حقائب الحساب المساحي للسنة الثانية وحقيبة المضلعات للسنة الأولى وحقيبة أعمال الميزانية للسنة الأولى وحقيبتي الرفع التفصيلي والطبوغرافي للسنة الثانية. وسوف يلاحظ المتدرب ويلمس بنفسه أنه قد اكتسب من دراسته لهذه الحقيبة أساس قوي يعتمد عليه ليس فقط في سنوات دراسته المقبلة فقط، بل أيضا بعد تخرجه وممارسته لمهام مهنة المساح الغنية والمتنوعة.

وقد تم التقديم لكل وحدة من وحدات الحقيبة على حدة في بدايتها لتعريف المتدرب بما سوف يدرسه في هذه الوحدة مع ذكر لما سبق وأن أتم دراسته في الوحدة السابقة وما سوف يدرسه في هذه الوحدة لتسهل على المتدرب الربط بين موضوعات الحقيبة. وقد اشتملت كل وحدة في بدايتها على بيان بالمحتويات وفهرس بموضوعات الوحدة، وأهم المهارات التي يكتسبها المتدرب من دراسته لهذه الوحدة. وقد اختتمت كل وحدة بمجموعة من التدريبات والمسائل المتنوعة المنتقاة بعناية وأجوبتها، مما يتيح للمتدرب من خلال حلها، أن يراجع ما تدرب عليه ويتأكد من تمام فهمه القوانين والعمليات الحسابية الواردة في هذه الوحدة من الحقيبة قبل الانتقال للتدريب على موضوعات الوحدة التالية من وحدات الحقيبة.

وقد اشتملت الحقيبة في بدايتها على فهرس كامل لييسر للمتدرب سهولة الوصول للمعلولة التي يبحث عنها. وأيضا اختتمت الحقيبة ببيان للمراجع العربية والأجنبية - وقد تم التركيز بصورة أكبر على المراجع العربية خاصة وأنها الأقرب والأيسر في الفهم من لدن المتدرب ومتوفرة بصورة جيدة في معظم المكتبات وأيضا متوفرة بالمكتبات الموجودة في الوحدات التعليمية التابعة للمؤسسة العامة للتعليم الفني

والتدريب المهني - التي تم الاستعانة بها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة لتوثيق المعلومات الواردة في الحقيبة ، وحتى تكون مرجعاً للمتدرب في الحصول على مصادر التدريبات والمعلومات المساحية وكذلك يستطيع المتدرب الرجوع إليها لزيادة خبراته المهنية في مجال العمل المساحي.

وأيضا فإننا قد حرصنا على أن تكون هذه الحقيبة معيناً جيداً للمدرب في الشرح والتطبيق وأن تكون الأمثلة المحلولة وسيلة فاعلة في الشرح وإيصال المعلومات للمتدربين وأن تكون المسائل والتمارين من الوسائل التي يعتمد عليها المدرب في قياس مدى تحصيل المتدربين.

وفي النهاية نرجو من الله العلي القدير أن نكون قد وفقنا في تقديم ما يفيد المتدرب ، وأن تكون هذه الحقيبة نافعة للمتدرب خلال فترة التدريب بالمعهد ، وأيضا بعد تخرجه ومزاولته للأعمال المساحية.

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين، وصلى الله وسلم على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

الهدف من حقيبة الحساب المساحي للسنة الأولى

الهدف من هذه الحقيبة التدريبية هو أن يتعلم المتدرب من خلال حل المسائل والتمارين المتنوعة في كل وحدة تدريبية على أساسيات الحساب المساحي الذي يعد بمثابة القاعدة لجميع التطبيقات المساحية، حيث إن جميع القياسات والأرصاد المساحية تتطلب المعالجة بتطبيق مجموعة من القوانين والعمليات الحسابية لنحصل منها على الإحداثيات والمساحات والحجوم أو لصياغة القياسات في صورة تصلح لتوقيع ورسم الخرائط بالدقة المطلوبة. وفي سياق هذا الهدف فقد تم إعداد وتأليف حقيبة الحساب المساحي للصف الأول طبقاً للمعايير والأسس المعتمدة بدليل بتصميم الحقائب التدريبية الصادر عن الإدارة العامة للمناهج بالمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني. وقد روعي فيها أن يقوم المتدرب -بعد التعرف على القوانين الخاصة بعمليات الحساب المساحي - بحل مجموعة من المسائل والتمارين المتنوعة من واقع بيئة العمل المساحي وتشمل : -

١ - التحويل بين وحدات القياس المختلفة.
٢ - حساب المسافة الأفقية والمسافة الرأسية.
٣ - حساب الانحراف.
٤ - حساب الإحداثيات الأفقية والرأسية.
٥ - حساب مساحات الأشكال الهندسية المنتظمة وغير المنتظمة.
٦ - حساب حجم الأشكال الهندسية المنتظمة ومكعبات الأتربة.

وقد روعي في تأليف حقيبة الحساب المساحي للصف الأول أن تكون متلائمة في عرض المعلومات ومستوى المتدرب من الخبرة والمهارة المكتسبة في هذه المرحلة وأن تكون متدرجة المستوى واضحة العبارة لتمكن المتدرب من اكتساب المهارات والمعلومات وذلك من خلال الالتزام بالمنهجية التالية:

١) أن توضع القوانين في صيغ مبسطة ومباشرة وأن تدعم برسومات إيضاحية حتى يسهل على المتدرب أن يميز بين القوانين واستخداماتها في حل المسائل والتمارين المختلفة، والتي تعتبر من الأساسيات الضرورية لعمل المساح في سائر قطاعات العمل المساحي وإنتاج الخرائط.

٢) أن يتعرف المتدرب من خلال صيغ الأمثلة والمسائل العلاقة بين موضوع التدريب والتطبيقات العملية التي يمارسها المساح، وبالتالي يدرك أهمية التعرف على القوانين المتنوعة الواردة في الحقيبة وكيفية استخدامها ليحصل على المنتج المساحي المطلوب.

٣) أن يكون التدريب متسلسلاً بطريقة منطقية وتراكمية بحيث يستحضر المتدرب ما سبق أن تدرب عليه في حل التمرينات والمسائل المتعددة المراحل وصولاً للهدف المنشود.

والله نسأل التوفيق والسداد للجميع،

المملكـة العربيــة الســعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الحساب المساحي

الفصل الدراسي الأول

الفصل الأول

الحساب المساحي

أنظمة القياس والتحويلات المستخدمة في الأعمال

أنظمة القياس والتحويلات المستخدمة في الأعمال

١

❖ **الجدارة:** أن يميز بين نظم القياس المختلفة المستخدمة في العمليات المساحية وأن يحول بين أنظمة القياسات الطولية والزاوية.

❖ **الأهداف:** عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة فإنه يكون قد تمكن من:

١. أن يميز بين أنظمة القياس وأنواعها
٢. أن يصف ويشرح وحدات قياس الأطوال والمساحات والحجوم
٣. أن يحسب ويحل عمليات التحويل بين أنظمة قياس الأطوال
٤. أن يميز بين وحدات قياس الزوايا
٥. أن يحسب ويحل مسائل التحويل بين أنظمة قياس الزوايا.

❖ **الوقت المتوقع للتدريب:** ١٢ ساعة تدريبية.

❖ **الوسائل المساعدة :** حفظ القوانين جيداً وحل الأمثلة العديدة والمتنوعة لتحقيق السرعة والدقة في عمليات الحساب والتحويلات بين أنظمة القياس. بالإضافة إلى تمكن المتدرب من استخدام الآلة الحاسبة بمهارة وتمكن من جميع وظائفها.

١ - ١ مقدمة:

يتطلب العمل المساحي من المساح سواء الحقلي أو المكتبي استخدام العديد والمتنوع من وحدات القياس سواء لأعمال القياس أو الحساب ومنها قياس الأطوال أو قياس الانحرافات والزوايا الأفقية والرأسية أو حساب المساحات أو حساب الحجوم وكذلك قياس وحساب المناسيب وأعمال التوقيع ورسم الخرائط.

ونظراً لارتباط نظم ووحدات القياس بالعديد من العلوم والتطبيقات فقد نشأت عدة نظم، كان أكثرها استخداما وانتشارا النظامان التاليان:

- **النظام الإنجليزي:**

في هذا النظام يعتبر القدم وحدة أساسية لقياس الطول، والباوند وحدة أساسية لقياس الكتلة، والثانية وحدة أساسيةً لقياس الزمن.

- **النظام الفرنسي:**

في هذا النظام يعتبر السنتيمتر وحدة أساسية لقياس الطول، والجرام وحدة أساسية لقياس الكتلة، والثانية وحدة أساسية لقياس الزمن.

ومع تطور العلوم والتقنيات وانفتاح العالم واتصاله في كافة المجالات فقد ظهرت الحاجة إلى نظام قياس متعارف عليه ومقبول في جميع دول العالم وهو ما يعرف حالياً بالنظام الدولي وهو المستخدم حالياً في معظم دول العالم.

- **النظام الدولي لوحدات القياس (SI-Units):**

في هذا النظام يعتبر المتر وحدة أساسية لقياس الطول، والكيلوجرام وحدة أساسية لقياس الكتلة، والثانية وحدة أساسية لقياس الزمن. وهذا النظام هو المستخدم في المملكة العربية السعودية.

وفي هذه الوحدة سوف نتعرض لشرح وحدات وأنظمة القياس وكيفية التحويل بين وحدات القياس المستخدمة في العمليات المساحية المختلفة.

١ -٢ وحدات القياس:

١ -٢ -١ وحدات قياس المسافات والأطوال:

النظام المتري هو النظام المستخدم في عمليات القياس في المملكة العربية السعودية، وفيما يلي سنتعرف على بعض العلاقات بين وحدات المتر وبعض وحدات القياس الأخرى والتي مازالت تستخدم في عدد قليل من الدول على مستوى العالم والتي قد يتعامل معها المساح في بعض التطبيقات المساحية:

١ -٢ -١ -١ وحدات قياس الأطوال في النظام الدولي:

١مليمتر (ملم)	= ١٠٠٠ ميكرو متر
١ سنتيمتر (سم)	= ١٠ مليمتر (ملم)
١ ديسيمتر	= ١٠ سنتيمتر
١ متر (م)	= ١٠٠٠ مليمتر
١ متر	= ١٠٠ سنتيمتر
١ متر	= ١٠ ديسمتر
١ هكتو متر	= ١٠٠ متر
١ كيلو متر (كم)	= ١٠ هكتو متر
١ كيلو متر	= ١٠٠٠ متر

١ -٢ -١ -٢ وحدات قياس الأطوال في النظام الإنجليزي:

١ ميل	= ١٧٦٠ ياردة
١ ياردة	= ٣ قدم
١ قدم	= ١٢ بوصة

١ -٢ -١ -٣ العلاقة بين وحدات قياس الأطوال في النظامين الدولي والإنجليزي:

١ متر	=	٣,٢٨٠٨ قدم
١ متر	=	٣٩,٣٧ بوصة
١ متر	=	٣ ياردة
١ كيلو متر	=	٠,٦٢١٣٧ ميل
١ بوصة	=	٢,٥٤ سنتيمتر
١ قدم	=	٣٠,٤٨ سنتيمتر
١ ياردة	=	٠,٩١٤٤ متر
١ ميل	=	١٦٠٩,٣٥ متر
١ ميل	=	١,٦٠٩٣٤ كيلو متر

١ -٢ -١ -٤ أمثلة محلولة وتطبيقات على وحدات قياس الطول:

مثال ١:

إذا كان طول الطريق بين مدينة مكة المكرمة ومدينة الرياض ٨٨٠ كيلو متر، احسب طول هذا الطريق بوحدات الميل.

الحل:

حيث إن ١ كيلو متر = ٠,٦٢١٣٧ ميل

إذاً طول الطريق بالميل = ٨٨٠ × ٠,٦٢١٣٧ = ٥٤٦,٨٠٦ ميل

مثال ٢:

إذا كان طول الطريق بين مدينة جدة ومدينة أبها ٤٠٣,٣ أميال ، احسب طول هذا الطريق بوحدات الكيلومتر.

الحل:

حيث إن ١ ميل = ١,٦٠٩٣٤ كيلو متر

إذاً طول الطريق بالميل = ٤٠٣,٣ × ١,٦٠٩٣٥ = ٦٤٩,٠٥١ كيلومتر

مثال ٣:

مسطرة قياس من الصلب طولها ١٠٠سنتيمتر، أوجد طولها بالبوصة.

الحل:

حيث إن ١ بوصة = ٢,٥٤ سنتيمتر

إذاً طول المسطرة = ١٠٠ ÷ ٢,٥٤ = ٣٩,٣٧ بوصة

مثال ٤:

ملعب كرة قدم طوله ١٠٠ ياردة أوجد طوله بالمتر.

الحل:

حيث إن ١ ياردة = ٠,٩١٤٤ متر

إذاً طول الملعب = ١٠٠ × ٠,٩١٤٤ = ٩١,٤٤ متر

١ -٢ -٢ وحدات قياس المساحات:

سنتناول فيما يلي وحدات قياس وحساب المساحة المستخدمة في المملكة العربية السعودية سواء للأراضي الزراعية وهي الدونم والهكتار أو في العقارات وهي المتر المربع. ووحدة المساحة بصفة عامة هي مربع وحدة القياس الطولي.

١ متر مربع	= ١٠٠ × ١٠٠ = ١٠٠٠٠ سنتيمتر مربع
١ متر مربع	= ١٠ × ١٠ = ١٠٠ ديسمتر مربع
١ كيلومتر مربع	= ١٠٠٠٠٠٠ متر مربع (مليون متر مربع)
١ دونم	= ١٠٠٠ متر مربع
١ كيلو متر مربع	= ١٠٠٠ دونم
١ هكتار	= ١٠ دونم
١ هكتار	= ١٠٠٠٠ متر مربع
١ كيلومتر مربع	= ١٠٠ هكتار

١ -٢ -٢ -١ أمثلة محلولة وتطبيقات على وحدات قياس المساحة:

مثال ١:

قطعة أرض فضاء مستطيلة الشكل معدة لإنشاء حي سكني عليها ، تم حساب مساحتها فكانت ٦٢١٥٦٨ متر مربع. احسب المساحة بوحدات الكيلومتر المربع.

الحل:

حيث إن ١ كيلومتر مربع = ١٠٠٠٠٠٠ متر مربع

∴ مساحة قطعة الأرض =٦٢١٥٦٨ ÷ ١٠٠٠٠٠٠ = ٠,٦٢٢ كيلو متر مربع

مثال ٢:

قطعة أرض زراعية ، تم حساب مساحتها فكانت ١٢٤٣٦٨ متر مربع. احسب المساحة بوحدات الدونم.

الحل:

حيث إن ١ دونم = ١٠٠٠ متر مربع

∴ مساحة قطعة الأرض =١٢٤٣٦٨ ÷ ١٠٠٠ = ١٢٤,٣٦٨ دونم

مثال ٣:

قطعة أرض معدة للزراعة، تم حساب مساحتها فكانت ٤٣,٦٥٧ دونم. احسب المساحة بوحدات المتر المربع.

الحل:

حيث إن ١ دونم = ١٠٠٠ متر مربع

∴ مساحة قطعة الأرض = ٤٣,٦٥٧ × ١٠٠٠ = ٤٣٦٨ متر مربع

مثال ٤:

تم استصلاح مساحة من الأراضي الصحراوية وإعدادها للزراعة، وتم حساب مساحتها فكانت ٧٨٩٥٢١٣ متر مربع. احسب المساحة بوحدات الهكتار.

الحل:

حيث إن ١ هكتار = ١٠٠٠٠ متر مربع

∴ مساحة قطعة الأرض =٧٨٩٥٢١٣ ÷ ١٠٠٠٠ = ٧٨٩,٥٢١ هكتار

١ -٢ -٣ وحدات قياس الحجوم :

سوف يتم التركيز في هذا البند على وحدات قياس وحساب الحجوم المستخدمة في المملكة العربية السعودية وذلك لحساب كميات الحفر والردم (حجم الأتربة) وكذلك لحساب حجوم الأشكال المنتظمة وغير المنتظمة والتي سيتم شرحها بالتفصيل والتدريب عليها في الوحدة السابعة من هذه الحقيبة.

١ متر مكعب = ١٠٠ × ١٠٠ × ١٠٠ = ١٠٠٠٠٠٠ سنتيمتر مكعب

١ متر مكعب = ١٠ × ١٠ × ١٠ = ١٠٠٠ ديسمتر مكعب

١ متر مكعب = ١٠٠٠ لتر

١ لتر = ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب

١ -٢ -٣ -١ أمثلة محلولة وتطبيقات على وحدت قياس الحجوم:

مثال ١:

خزان وقود أرضي تم حساب حجمه الداخلي فكان ٢٣٥ متراً مكعباً، احسب حجم الوقود بداخله بوحدات اللتر.

الحل:

حيث إن ١ متر مكعب = ١٠٠٠ لتر

∴ سعة الخزان = ٢٣٥ × ١٠٠٠ = ٢٣٥٠٠٠ لتر من الوقود

مثال ٢:

خزان وقود أرضي سعته الداخلية ١٥٨٤٢٩ لتر من الوقود، احسب حجم الخزان بوحدات المتر المكعب.

الحل:

حيث إن ١ متر مكعب = ١٠٠٠ لتر

∴ حجم الخزان = ١٥٨٤٢٩ ÷ ١٠٠٠ = ١٥٨٫٤٢٩ متراً مكعباً

مثال ٣:

قارورة تسع ١٨٫٤ لتراً من المياه، أوجد حجم هذه القارورة بوحدات المتر المكعب.

الحل:

حيث إن ١ متر مكعب = ١٠٠٠ لتر

∴ حجم القارورة = ١٨٫٤÷ ١٠٠٠ = ٠٫٠١٨٤ متر مكعب

مثال ٤:

سيارة نقل وقود مزودة بخزان على شكل أسطوانة حجمها ٨٫٢٦ متر مكعب، احسب سعة هذا الخزان من الوقود بوحدات اللتر.

الحل:

حيث إن ١ متر مكعب = ١٠٠٠ لتر

∴ سعة الخزان من الوقود = ٨٫٢٦ × ١٠٠٠٠ = ٨٢٦٠ لتر

الجدول التالي يلخص بعض عمليات التحويلات الأساسية لوحدات النظام المتري:

م	من	إلى	العمل
١	ميكرو متر	مليمتر	نقسم على ١٠٠٠
٢	مليمتر	سنتيمتر	نقسم على ١٠
٣	سنتيمتر	متر	نقسم على ١٠٠
٤	مليمتر	متر	نقسم على ١٠٠٠
٥	متر	كيلو متر	نقسم على ١٠٠٠
٦	مليمتر مربع	متر مربع	نقسم على ١٠٠٠٠٠٠
٧	سنتيمتر مربع	متر مربع	نقسم على ١٠٠٠٠
٨	متر مربع	كيلو متر مربع	نقسم على ١٠٠٠٠٠٠
٩	سنتيمتر مكعب	متر مكعب	نقسم على ١٠٠٠٠٠٠
١٠	مليمتر	ميكرون	نضرب في ١٠٠٠
١١	سنتيمتر	مليمتر	نضرب في ١٠
١٢	ديسمتر	سنتيمتر	نضرب في ١٠
١٣	متر	سنتيمتر	نضرب في ١٠٠
١٤	كيلومتر	متر	نضرب في ١٠٠٠

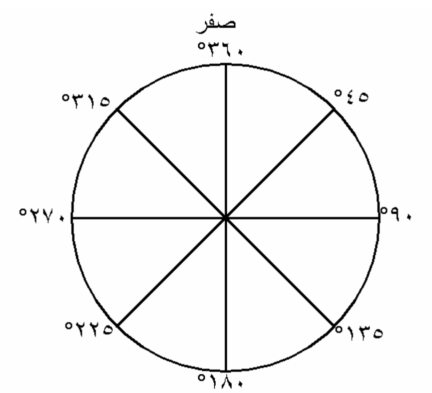
١ -٢ -٤ وحدات قياس الزوايا:

في الأعمال المساحية والأجهزة المستخدمة في عمل الأرصاد الزاوية لقياس وحساب الانحرافات والزوايا الأفقية والرأسية، توجد ثلاثة أنظمة شائعة وهي: النظام الستيني وهو النظام الشائع الاستخدام في المملكة العربية السعودية ومزود به معظم الأجهزة المساحية المستخدمة في المملكة والتي تستخدم في قياس الزوايا مثل أجهزة الثيودوليت وأجهزة محطات الرفع الشامل والنظام المئوي وهو الشائع استخدامه في كثير من دول العالم ولكن قليل الاستخدام في الأجهزة المساحية المستخدمة في المملكة العربية السعودية، بالإضافة إلى النظام الدائري وهو المستخدم في الحسابات التي تدخل فيها الزوايا وتعتبر أساسية في حالة استخدام الحاسبات الآلية في حساب المركبات والإحداثيات، حيث لا تتعامل أنظمة الحاسب مع الزوايا الستينية والزوايا المئوية عند إيجاد الدوال المثلثية لها (sin, cos, tan, ...) التي تدخل في حساب المركبات، بل تتطلب تحويل الزوايا من النظام الستيني والمئوي إلى النظام الدائري (الراديان).

١ -٢ -٤ -١ أنظمة ووحدات القياس الزاوي:

١ -٢ -٤ -١ -١ النظام الستيني:

وهذا النظام قديم، وفي هذا النظام يتم تقيسم الدائرة إلى ٣٦٠ قسماً متساوياً يسمى كل قسم درجة، وتقسم الدرجة إلى ٦٠ قسماً متساوياً ويسمى كل قسم دقيقة ستينية، ثم تقسم الدقيقة إلى ٦٠ قسماً متساوياً حيث يسمى كل قسم ثانية ستينية. انظر الشكل (١ -١).



الشكل (١ -١)

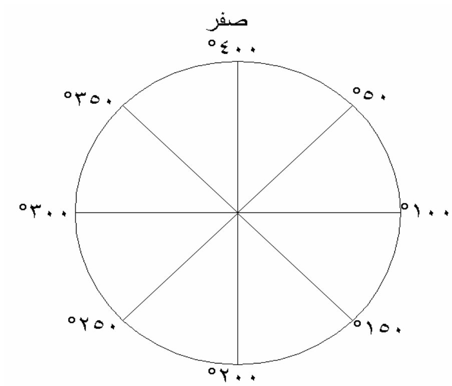
تقسيم الدائرة في النظام الستيني

والزاوية القائمة في هذا التقسيم = ٩٠ درجة. ورغم أن هذا النظام قديم إلا أنه لا يمكن الاستغناء عنه لأنه أساسي في الأرصاد الفلكية لسهولة تحويله إلى الحسابات الزمنية الفلكية، وكذلك لأن قياسات خطوط الطول وخطوط العرض قد ثبتت على أساس التقدير الستيني، وأيضاً فإن حسابات الأزمنة والمواقيت تستخدم هذا النظام.

وتكتب الزوايا في النظام الستيني على هذا الشكل: ٣٣ً ٢٨َ ٧٤°

١ -٢ -٤ -١ -٢ النظام المئوي (جراد):

وهذا التقسيم حديث وقد بدأ استخدامه حوالي العام ١٣٦١هـ، ويستخدم بكثرة في الدول الأوربية، وفي هذا النظام يتم تقسيم الدائرة إلى ٤٠٠ قسم متساوٍ يسمى كل قسم درجة مئوية أو جراد ويرمز لها بالرمز (g)، وتقسم الدرجة المئوية إلى ١٠٠ قسم متساوي ويسمى كل قسم دقيقة مئوية أو سنتيجراد ويرمز لها بالرمز (c)، ثم تقسم الدقيقة المئوية إلى ١٠٠ قسم متساوٍ و يسمى كل قسم ثانية مئوية أو سنتيسنتيجراد ويرمز لها بالرمز (cc). انظر الشكل (١ -٢). والزاوية القائمة = ١٠٠ درجة مئوية.



الشكل (١ -٢)

تقسيم الدائرة في النظام المئوي

وتكتب الزوايا في هذا النظام على هيئة عشري مثل:

١١٢,٣٨٢٦ جراد

أو على الشكل التالي ولكن ليس له ضرورة:

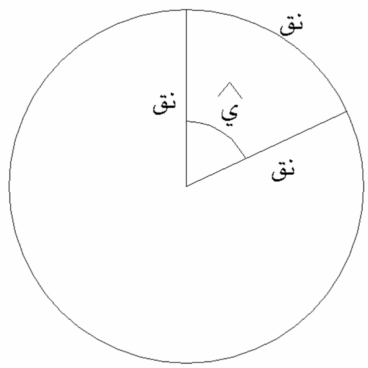
^{g}١١٢ ^{c}٣٨ ^{cc}٢٦

وعادة يكتفى بكتابة الزاوية في الصورة العشرية للسهولة.

١ -٢ -٤ -١ -٣ النظام الدائري (الراديان):

التقدير الدائري لأي زاوية هو النسبة بين طول القوس الذي يقابل هذه الزاوية والمقطوع من دائرة مركزها رأس هذه الزاوية ونصف القطر لهذه الدائرة.

أي أن وحدة التقدير الدائري هي الزاوية المركزية التي تقابل قوساً من محيط دائرة طوله يساوي نصف قطر هذه الدائرة. انظر الشكل (١ – ٣) ، وبما أن : -



الشكل (١ -٣)

محيط الدائرة = ٢ ط نق

حيث: نق = نصف قطر الدائرة،

ط = ٣,١٤١٥٩٢٦٥٤ (ط مسجلة في الآلات الحاسبة ويرمز لها بالرمز p).

وحيث إن:

الراديان الواحد = طول قوس من محيط طوله نق

∴ عدد أقسام محيط الدائرة =

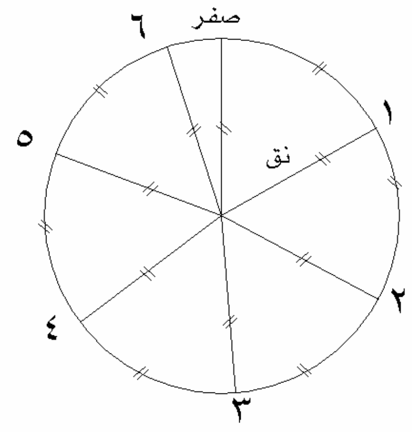
٢ط نق ÷ نق = ٢ ط

وعلى ذلك فإن الزاوية الكلية للدائرة والتي تقابل محيط الدائرة تقسم إلى أجزاء متساوية عددها ٢ ط.

وبذلك فإن محيط الدائرة =

٢× ٣,١٤١٥٩٢٦٥٤ = ٦,٢٨٣١٨٥٣٠٧ راديان.

انظر الشكل (١ -٤).



الشكل (١ -٤)

تقسيم الدائرة في النظام الراديان

وتكتب الزوايا في هذا النظام على هيئة كسر عشري مثل: ٠,٢٦٥٨٩٤١ راديان

١ -٢ -٤ -٢ العلاقة بين وحدات قياس الزوايا:

مما سبق نستطيع أن نستنتج العلاقات التي تربط بين مختلف هذه الأنظمة حيث إن كل منها يمثل محيط دائرة كاملة ويمكن تمثيلها في المعادلة التالية:

٣٦٠ درجة = ٤٠٠ جراد = ٢ ط

ومنها نستنتج العلاقات التالية:

أ) **العلاقة بين النظام الستيني والنظام المئوي:**

٣٦٠ درجة ستيني = ٤٠٠ درجة مئوي

ومنها أن:

١ ^{g} جراد = ٣٦٠ ÷ ٤٠٠ = (٩ ÷ ١٠) = ٠,٩ $^\circ$ (٠,٩درجة ستينية)

٠,٠١ ^{g} = ١ ^{c} = ٠,٠٠٩ $^\circ$ = ٣٢,٤″

٠,٠٠٠١ ^{g} = ١ ^{cc} = ٠,٠٠٠٠٩ $^\circ$ = ٠,٣٢″

١ $^\circ$ درجة ستينية = ٤٠٠ ÷ ٣٦٠ = (١٠ ÷ ٩)= ١,١١ ^{g} جراد

ب) العلاقة بين النظام الستيني ونظام الراديان:

٣٦٠ $^\circ$ = ٢ط = ٦,٢٨٣١٨٥٣٠٧ راديان

ومنها أن:

١ $^\circ$ = ٢ط ÷ ٣٦٠ = ط ÷ ١٨٠ = ٠,٠١٧٤٥٣٢٩٢ راديان

١ راديان = ٣٦٠ ÷ ٢ط = ١٨٠ ÷ ط = ٥٧ $^\circ$ ١٧′ ٤٤,٨١″

ج) العلاقة بين النظام المئوي ونظام الراديان:

٤٠٠ جراد = ٢ط

ومنها أن:

١ ^{g} جراد = ٢ط ÷ ٤٠٠ = ط ÷ ٢٠٠ = ٠,٠١٥٧٠٧٩٦٣ راديان

١ راديان = ٤٠٠ ÷ ٢ط = ٢٠٠ ÷ ط = ٦٣,٦٦٢٠ جراد

١ -٢ -٤ -٣ أمثلة محلولة وتطبيقات على التحويل بين أنظمة قياس الزوايا:

مثال ١:

تم تعيين الزاوية الأفقية بين نقطتين من نقاط مضلع باستخدام جهاز ثيودوليت مزود بنظام قراءة ستيني فكانت ٢٠ً ١٨َ ٦٤° والمطلوب إيجاد قيمة هذه الزاوية بالتقدير المئوي ثم بالتقدير الدائري (الراديان).

الحل:

لإجراء عملية التحويل نبدأ أولاً بتحويل الزاوية إلى درجات في صورة كسر عشري باستخدام وظيفة الآلة الحاسبة ° ، ، ، والموجودة في معظم الآلات الحاسبة، حيث يتم استخدام هذه الوظيفة (الفواصل) في الآلة الحاسبة لتحويل الزوايا الستينية من درجات ودقائق وثوانٍ إلى درجات في صورة عشرية وذلك حتى يمكن التعامل مع الزوايا حسابيا وكذلك في عمليات إيجاد الدوال المثلثية لها مثل sin cos, tan., وتتم عملية التحويل كما يلي وذلك للزاوية ٢٠ً ١٨َ ٦٤°:

١ - نكتب جزء الدرجات من قياس الزاوية (٦٤) ثم نضغط زر الفواصل فيكون الناتج ٦٤,٠٠٠٠٠٠٠°

٢ - ثم نكتب جزء الدقائق من قياس الزاوية (١٨) ثم نضغط زر الفواصل فيكون الناتج ٦٤,٣٠٠٠٠٠٠°

٣ - ثم نكتب جزء الثواني من قياس الزاوية (٢٠) ثم نضغط زر الفواصل فيكون الناتج ٦٤,٣٠٥٥٥٦°

وبذلك نحصل على مقدار الزاوية مقدرة بوحدة الدرجة وكسر الدرجة (٦٤,٣٠٥٥٥٦°)

وحيث إن ١° = (١٠ ÷ ٩) جراد

∴ الزاوية الستينية (٢٠ً ١٨َ ٦٤°) = ٦٤,٣٠٥٥٥٦ × (١٠÷٩)

= ٧١,٤٥٠٦١٧٢٩ جراد أو = ٠٦^{cc} ٤٥^{c} ٧١^{g}

وحيث إن ١° = (ط ÷ ١٨٠)

∴ الزاوية الستينية (٢٠ً ١٨َ ٦٤°) = ٦٤,٣٠٥٥٥٥٦ × (ط÷١٨٠)

= ١,١٢٢٣٤٣٦٧٢ راديان

مثال ٢:

تم تعيين زاوية أفقية بجهاز ثيودوليت ذي نظام مئوي فكانت 45^{cc} 80^{c} 171^{g} والمطلوب إيجاد مقدار هذه الزاوية بالتقدير الستيني.

الحل:

حيث إن 1^{g} = (٩ ÷ ١٠) درجات ستيني

∴ الزاوية المئوية 45^{cc} 80^{c} 171^{g} = ١٧١٫٨٠٤٥ × (٩÷١٠)

= ١٥٤٫٦٢٤٠٥° = ٢٧ً ٣٧َ ١٥٤°

مثال ٣:

تم تعيين زاوية أفقية بجهاز ثيودوليت ذي نظام قراءة مئوي فكانت 80^{cc} 76^{c} 121^{g} والمطلوب إيجاد مقدار هذه الزاوية بالتقدير الدائري (الراديان).

الحل:

حيث إن ١ جراد = (ط ÷ ٢٠٠) راديان

∴ الزاوية المئوية 80^{cc} 76^{c} 121^{g} = ١٢١٫٧٦٨٠× (ط÷٢٠٠)

= ١٫٩١٢٧٢٧٣ راديان

مثال ٤:

تم تعيين زاوية أفقية بجهاز ثيودوليت ذي نظام قراءة ستيني فكانت ٢٥ً ١١َ ٥٤° والمطلوب إيجاد قيمة هذه الزاوية بالتقدير الدائري (الراديان).

الحل:

حيث إن ١راديان = (١٨٠ ÷ ط) ستيني

∴ الزاوية الستينية (٢٥ً ١١َ ٥٤°) = ٥٤٫١٩٠٢٧٧٨ × (ط÷١٨٠)

= ٠٫٩٤٥٧٩٨٨ راديان

مثال ٥:

تم تعيين زاوية أفقية حسابياً فكانت ٠٫١٨٢٣٦٧٧ راديان والمطلوب إيجاد قيمة هذه الزاوية بالتقدير الستيني، ثم بالتقدير المئوي (جراد).

الحل:

حيث إن ١ راديان = (١٨٠ ÷ ط) ستيني

∴ الزاوية الراديان ٠٫١٨٢٣٦٧٧ = ٠٫١٨٢٣٦٧٧ (١٨٠÷ط) = ١٠٫٤٤٨٨٩٨٣°

للحصول على مقدار الزاوية في الصورة التقليدية للزاوية : ثانية ، دقيقة ، درجة نستخدم وظيفة الآلة الحاسبة ° ، ، لمعالجة الناتج في الآلة ولكن نسبقها بالضغط على زر SHIFT أو INVERSE وذلك طبقاً لنوع الآلة المستخدمة. وبذلك نحصل على قيمة الزاوية في الصيغة المعتادة للزوايا الستينية: أي يتم تحويل (١٠,٤٤٨٨٩٨٣°) إلى (٥٦ً ٢٦ً ١٠°)

وحيث إن ١ راديان = (٢٠٠ ÷ ط) مئوي (جراد)

إذاً الزاوية الراديان ٠,١٨٢٣٦٧٧ = ٠,١٨٢٣٦٧٧× (٢٠٠÷ط)

= ١١,٦٠٩٩ جراد = ٩٩ ^{cc} ٦٠ ^{c} ١١ ^{g}

الجدول التالي يلخص بعض عمليات التحويلات الأساسية لوحدات نظام قياس الزوايا:

م	من	إلى	العمل
١	ستيني	جراد	نضرب في (١٠÷٩)
٢	ستيني	راديان	نضرب في (ط ÷ ١٨٠)
٣	جراد	ستيني	نضرب في (٩ ÷ ١٠)
٤	جراد	راديان	نضرب في (ط ÷ ٢٠٠)
٥	راديان	ستيني	نضرب في (١٨٠ ÷ ط)
٦	راديان	جراد	نضرب في (٢٠٠ ÷ ط)

ملحوظة ط يرمز لها في الآلة الحاسبة بالرمز p ومقدارها ٣,١٤١٥٩٢٧

مسائل وتمارين

(١) إذا كان طول الطريق بين المدينة المنورة ومدينة الرياض ٨٦٩ كيلو متر، احسب طول هذا الطريق بوحدات الميل.

(٢) إذا كان طول الطريق بين مدينة الدمام ومدينة بريده ٤٦٩.٧٦ ميلاً ، احسب طول هذا الطريق بوحدات الكيلومتر.

(٣) مسطرة قياس من الصلب طولها ١٢٠سنتيمتر، أوجد طولها بالبوصة.

(٤) ملعب كرة قدم عرضه ٨٥ ياردة أوجد عرض ملعب كرة القدم بوحدات المتر.

(٥) تم حفر قناة لتوصيل المياه من بئر مياه إلى مزرعة، وقيس طول القناة فكان ٤٦٥متراً، أوجد طول القناة بوحدات الكيلومتر.

(٦) قطعة أرض فضاء مستطيلة الشكل معدة لإنشاء حي سكني عليها، تم حساب مساحتها فكانت ٥٢٤٧١٣ متراً مربعاً، احسب المساحة بوحدات الكيلومتر المربع.

(٧) قطعة أرض زراعية ، تم حساب مساحتها فكانت ٢٨.٢٥٦ دونم. احسب المساحة بوحدات المتر المربع.

(٨) تم استصلاح مساحة من الأراضي الصحراوية وإعدادها للزراعة، وتم حساب مساحتها فكانت ٤٨٨١٢٢٦ متراً مربعاً. احسب المساحة بوحدات الهكتار.

(٩) قطعة أرض زراعية تم حساب مساحتها من الخرائط المساحية فكانت ٢٨٩٥٣ متراًمربعاً، احسب المساحة بوحدات الدونم.

(١٠) خزان وقود أرضي حسب حجمه الداخلي فكان ١٣٦ متراً مكعباً، احسب حجم الوقود داخل الخزان بوحدات اللتر.

(١١) خزان وقود أرضي سعته الداخلية ١٥٨٤٢٩ لتراً من الوقود، احسب حجم الخزان بوحدات المتر المكعب.

(١٢) قارورة تسع ٢٤ لتراً من المياه، أوجد حجم هذه القارورة بوحدات المتر المكعب.

(١٣) سيارة نقل مزودة بخزان على شكل أسطوانة حجمها ٢٠.٨ متراً مكعباً، احسب سعة هذا الخزان بوحدات اللتر.

(١٤) تم تعيين الزاوية الأفقية المحصورة بين ضلعين متجاورين من أضلاع مضلع باستخدام جهاز ثيودوليت ذي نظام قراءة ستيني فكانت ٢٧ً ١٥َ ٨٤° والمطلوب إيجاد قيمة هذه الزاوية بالتقدير المئوي ثم بالتقدير الدائري.

(١٥) تم تعيين زاوية أفقية بجهاز ثيودوليت مئوي فكانت ١٥^{cc} ٧٠^{c} ٢٥١^{g} والمطلوب إيجاد مقدار هذه الزاوية بالتقدير الستيني.

(١٦) تم تعيين زاوية أفقية بجهاز ثيودوليت مئوي فكانت ٨٧^{cc} ٤٦^{c} ١٣٥^{g} والمطلوب إيجاد مقدار هذه الزاوية بالتقدير الدائري.

(١٧) تم تعيين مقدار زاوية أفقية باستخدام جهاز ثيودوليت ذي نظام قراءة ستيني فكانت ٢١ً ١٦َ ٦٦° والمطلوب إيجاد قيمة هذه الزاوية بالتقدير الدائري.

(١٨) تم تعيين زاوية أفقية حسابياً فكانت ١,١٨٤٤٧٥٨ راديان والمطلوب حساب قيمة هذه الزاوية بالتقدير الستيني.

(١٩) تم تعيين زاوية أفقية حسابياً فكانت ٢,٢٨٤٢٦٦٣ راديان والمطلوب حساب قيمة هذه الزاوية بالتقدير المئوي.

امتحـــان ذاتـــي

أجب عن الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر إلى الحل في نهاية الوحدة.

السؤال الأول: أختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس:

١. ١٠ امتار = ... (١٠ سم، ١٠٠سم، ١٠٠٠سم)

٢. ١ كيلومتر = ... (٠,٥ ميل، ١ ميل، ٠,٦٢١٣٧ميل)

٣. ٥ دونم = ... (٥٠٠٠ م^{٢}، ٥٠٠ م^{٢}، ٥٠ م^{٢})

٤. ٢ لتر = ... (٢٠٠ سم^{٣}، ٢٠٠٠ سم^{٣}، ٢٠ سم^{٣})

٥. ١° = ... (١ جراد، ١,١١جراد، ١,٠١ جراد)

السؤال الثاني: أجب بوضع علامة صح (✓) أو (×) أمام العبارات التالية :

١. ١ ميل = ١,٦٠٩ متر ( )

٢. ١ هكتار = ١٠٠ دونم ( )

٣. ١ كم^{٢} = ١٠٠ هكتار ( )

٤. ٦٠° = ١,٠٤١٩٧٦ راديان ( )

٥. ٥٤ جراد = ٠,٤٢٤١١٥٠ راديان ( )

السؤال الثالث:

١. قيست مسافة بين مدينتين فكانت ٣٤١,٦٤ ميلاً، احسب المسافة بوحدات الكيلومتر.

٢. تم استصلاح قطعة أرض صحراوية للزراعة، وتم حساب مساحتها فكانت ٤٥٦٧٨ متراً مربعاً ،أوجد مساحتها بوحدات الهكتار.

٣. قيست الزاوية الأفقية بين ضلعين من أضلاع المضلعات فكانت ٢٥ً ٤٤َ ٤٨° ، والمطلوب حساب قيمة هذه الزاوية بالتقدير المئوي وتقدير الراديان.

نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة) :

وتعبأ من قبل المتدرِّب نفسه وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرِّب.

<table>
<tr><td colspan="5">تعليمات
بعد الانتهاء من التدريب على أنظمة القياس والتحويلات قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد عنصر من العناصر المذكورة ، ،وذلك بوضع علامة(✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.</td></tr>
<tr><td colspan="5">اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرُّب علية : حل مسائل وتمارين خاصة بأنظمة القياس والتحويلات</td></tr>
<tr><td rowspan="2">العناصر</td><td colspan="4">مستوى الأداء(هل أتقنت الأداء)</td></tr>
<tr><td>غير قابل للتطبيق</td><td>لا</td><td>جزئياً</td><td>كلياً</td></tr>
<tr><td>١. تحويلات وحدات قياس الطول</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٢. تحويلات وحدات قياس المساحة</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٣. تحويلات وحدات قياس الحجوم</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٤. تحويلات وحدات قياس الزوايا</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.</td></tr>
</table>

نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة) ويعبأ هذا النموذج عن طريق المدرب.

اسم الطالب: .... التاريخ:

رقم الطالب: .... المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤

كل بند أو مفردة يقيم بـ١٠ نقاط.

العلامة :......... الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١. مستوى إجادة حل مسائل تحويلات وحدات قياس الطول	
٢. مستوى إجادة حل مسائل تحويلات وحدات قياس المساحة	
٣. مستوى إجادة حل مسائل تحويلات وحدات قياس الحجم	
٤. مستوى إجادة حل مسائل تحويلات وحدات قياس الزوايا	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪	
المجموع	

ملاحظات:.. ....

....

....

توقيع المدرب:...........................

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الحساب المساحي

أنظمة الإحداثيات

❖ **الجدارة:** أن يميز بين نظم الإحداثيات الشائعة الاستخدام في التطبيقات المساحية وصناعة الخرائط.

❖ **الأهـداف:** تعرفنا في الوحدة السابقة على أنظمة القياس والتحويلات المستخدمة في المملكة العربية السعودية. أما في هذه الوحدة فسوف نتعرف على موضوع من أسس الأعمال المساحية ألا وهو نظم الإحداثيات الرئيسة من فراغية وجغرافية ومستوية وقطبية، مع توضيح أساسيات كل نظام وأهميته في التطبيقات والأعمال المساحية، وعندما يكمل المتدرب هذه الوحدة فإنه يكون قد تمكن من المهارات التالية:

١. أن يميز المتدرب خصائص كل نظام من أنظمة الإحداثيات
٢. أن يصف المتدرب كيفية تمثيل محاور الإحداثيات في أنظمة الإحداثيات المختلفة
٣. أن يشرح المتدرب كيفية تمثيل المواقع والنقاط في كل نظام ومميزاته.

❖ **الوقت المتوقع للتدريب:** ٨ ساعات تدريبية.

❖ **الوسائل المساعدة:**

١ - الأشكال والرسوم الإيضاحية في هذه الوحدة،
٢ - يمكن الاستعانة بالمجسم الكروي لسطح الأرض،
٣ - الخرائط المساحية لبيان شبكات الإحداثيات للمتدرب.

٢ -١ مقدمة

نظام الإحداثيات يمكن تعريفه على أنه النظام الذي يحدد موقع نقطة تحديد دقيق سواء على سطح الأرض أو في الفراغ أو في مستوى. فإذا كانت هذه القيم تحدد موقع النقطة على سطح الكرة الأرضية سميت إحداثيات جغرافية وإذا كانت هذه القيم تحدد موقع النقطة في الفراغ سميت إحداثيات فراغية وإذا كانت هذه القيم تحدد موقع النقطة في المستوى سميت إحداثيات مستوية والإحداثيات المستوية بدورها يمكن تمييز نوعين رئيسين منها في التطبيقات والقياسات المساحية: الأولى هي الإحداثيات المتعامدة ،والثانية هي الإحداثيات القطبية. ولكن بصف عامة يمكن تقسيم نظم الإحداثيات إلى الثلاثة أنظمة الرئيسية التالية:

١. نظام الإحداثيات الجغرافية.
٢. نظام الإحداثيات الفراغية.
٣. نظام الإحداثيات المستوية.

وكل نظام من هذه الأنظمة يجب أن يتوفر فيه العناصر التالية: -

١. أن يكون لكل نظام محاور محددة ومعرفة تعريف كامل يميزها عن محاور نظم الإحداثيات الأخرى.
٢. أن يكون مبدأ الإحداثيات في كل نظام محدد بنقطة محددة وهي مبدأ قياس الإحداثيات وتسمى نقطة الأصل.
٣. أن يكون هناك نظام هندسي يحدد العلاقة بين موقع النقطة على الأرض والمحاور الإحداثية.

٢ -٢ نظام الإحداثيات الجغرافية

هذا النظام من نظم الإحداثيات يعتبر من أشهر نظم الإحداثيات نظراً لارتباطه بسطح الأرض، وعلاقته بحسابات التوقيت، وهو نظام ثلاثي الأبعاد أي يمثل النقطة على سطح الأرض بثلاثة قيم عددية. حيث يتحدد قيمتين من القيم الثلاثة لموقع أي نقطة على سطح الكرة الأرضية بتقاطع خط الطول المار بهذه النقطة مع خط العرض المار بها، أما القيمة الثالثة فهي منسوب النقطة أي ارتفاعها عن مستوى سطح الكرة. وقبل الاسترسال في شرح هذا النظام، نعطي تعريف مختصر لكل من خطوط الطول وخطوط العرض.

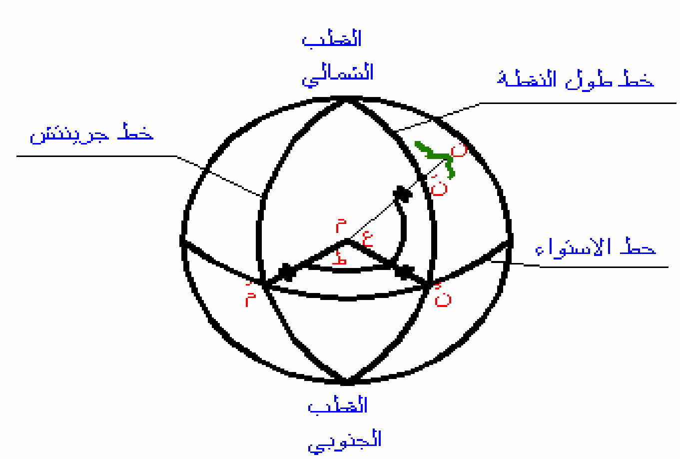
خط الطول الجغرافي لنقطة ما على سطح الأرض:

هو عبارة عن دائرة مركزها نقطة مركز الكرة الأرضية وتمر بالنقطة والقطب الشمالي والقطب الجنوبي للكرة الأرضية.

خط العرض الجغرافي لنقطة ما على سطح الأرض:

هو عبارة عن دائرة تمر بالنقطة وتوازي دائرة الاستواء وتتعامد على خطوط الطول.

وفي هذا النظام يعتبر خط الاستواء هو الخط الأساسي لدوائر العرض كما يعتبر خط الطول الذي يمر بمدينة جرينتش بالقرب من مدينة لندن بأنجلترا هو الخط الأساسي لخطوط الطول وهذا الخط يتقاطع مع خط الاستواء في نقطة نرمز لها بالرمز (مَ) وهي نقطة مبدأ الإحداثيات لهذا النظام. أما محاور الإحداثيات فهي محاور منحنية، حيث المحور الأول هو منحنى خط الاستواء، أما المحور الثاني فهو منحنى خط طول جرينتش شكل (٢ -١).



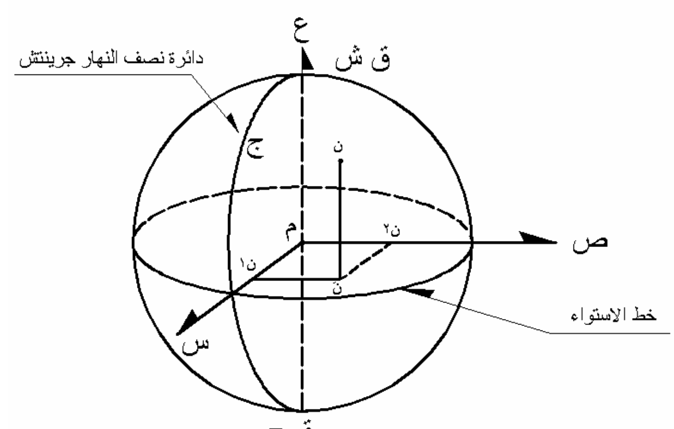
شكل (٢ -١) الإحداثيات الجغرافية

فإذا كانت هناك نقطة على سطح الأرض مثل نقطة(ن) وأن (نَ) مسقط النقطة على سطح الكرة وأن خط الطول المار بالنقطة (ن) يتقاطع مع خط الاستواء في نقطة (نً) فإن طول القوس (مَ نً) يسمى الطول الجغرافي للنقطة(ن) ومقداره يساوي زاوية (ط)، أما طول القوس (نَ نً) فيمثل العرض الجغرافي للنقطة (ن) ومقداره يساوي زاوية (ع). وعلى ذلك يمكن تمثيل الإحداثيات الجغرافية لأي نقطة على سطح الكرة الأرضية بمقدار زاويتي الطول والعرض الجغرافي لها. وزاوية الطول الجغرافي للنقطة هي مقدار الزاوية التي يصنعها خط الطول المار بالنقطة مع خط طول جرينتش. أما زاوية العرض الجغرافي للنقطة فهي مقدار الزاوية التي يصنعها المستقيم الواصل بين مركز الأرض والنقطة مع مستوى خط الاستواء . أما البعد الثالث فهو ارتفاع النقطة عن سطح الكرة والممثل بالمسافة (ن نَ) ويساوي ل شكل (٢ -١). وتكتب الإحداثيات الجغرافية لنقطة (ن) على النحو التالي (ط، ع، ل).

٢ -٣ نظام الإحداثيات الفراغية

يعتبر نظام الإحداثيات الفراغية من أقدم نظم الإحداثيات ولكنه لم يستخدم فعلياً في الأعمال المساحية إلا بعد انتشار استخدام الحاسبات الآلية السريعة وكذلك بعد انتشار استخدام النظام الكوني لتحديد المواقع (GPS) حيث ظهرت الحاجة إلى استخدام الإحداثيات الفراغية لتمثيل المواقع الأرضية في نظام عالمي واحد.

وفي نظام الإحداثيات الفراغية يتم تعيين النقطة في الفراغ بواسطة ثلاثة مقادير عددية (س، ص، ع) ولكي نتعرف عليها يتعين أولاً تحديد العناصر التالية انظر الشكل (٢ -٢):



الشكل (٢ -٢)
الإحداثيات الفراغية

١. مبدأ الإحداثيات هو مركز الكرة الأرضية.
٢. محور العينات في هذا النظام هو محور دوران الأرض والذي يمر بمركز الأرض والقطبين الشمالي والجنوبي للأرض ويسمى المحور الثالث (الخط م ع).
٣. محور السينات ويسمى المحور الأول وينشأ عن تقاطع مستوى خط طول جرينتش مع مستوى دائرة الاستواء (الخط م س).
٤. محور الصادات ويسمى المحور الثاني وهو المحور المتعامد مع كل من محور السينات ومحور العينات ويتجه بالنسبة إلى م س نحو الشرق (الخط م ص). فإذا كانت نقطة (ن) نقطة على سطح الأرض فيمكن تحديد إحداثياتها الثلاثة (س، ص، ع) كما يلي: -

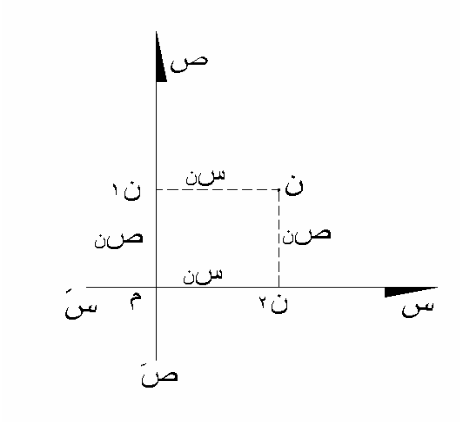
نسقط (ن) على مستوى خط الاستواء فنحصل على نقطة (نَ) الشكل (٢ -٢) فتكون المسافة ن نَ = ع ، ثم نسقط نقطة (نَ) على المحور م س فنحصل على نقطة(ن١) وتكون المسافة م ن١ = س، وكذلك نسقط النقطة (نَ) على المحور م ص على نقطة (ن٢) وتكون المسافة م ن٢ = ص. وبذلك تكون إحداثيات نقطة (ن) هي (س، ص، ع).

٢ -٤ نظام الإحداثيات المستوية المتعامدة

الإحداثيات المستوية المتعامدة هي أبسط أنواع نظم الإحداثيات وأكثرها سهولة من الناحية الحسابية. وفي هذا النظام فإن موقع أي نقطة يتحدد في المستوى بواسطة معرفة أو قياس بعدين متعامدين لها عن مستقيمين متقاطعين بزاوية قائمة ويسمى هذان المستقيمان المتقاطعان والمتعامدان بالمحورين أو بمحوري الإحداثيات فإذا تقاطع المستقيمين س سَ ،ص صَ في نقطة (م) بزاوية قائمة فإن هذين المستقيمين يسميان بمحوري الإحداثيات.

والمستقيم س سَ الذي يتجه من الشرق إلى الغرب يسمى بالمحور السيني. والمستقيم ص صَ الذي يتجه من الشمال إلى الجنوب يسمى بالمحور الصادي. أما نقطة (م) فهي تنتج من تقاطع المستقيمين وتسمى بنقطة الأصل ويكون إحداثياتها (صفر، صفر)

فإذا كانت نقطة(ن) واقعة في المستوى فإنه يمكن تحديد موقعها في هذا المستوى بقياس بعديها عن المحورين (م س، م ص) ويكون البعد السيني لها هو ن ن١ = سن والبعد الصادي لها هو ن ن٢=صن وتقاطع هذين البعدين يحدد نقطة ن في المستوى وهذان البعدان يسميان بإحداثيات النقطة ن الشكل (٢ -٣).

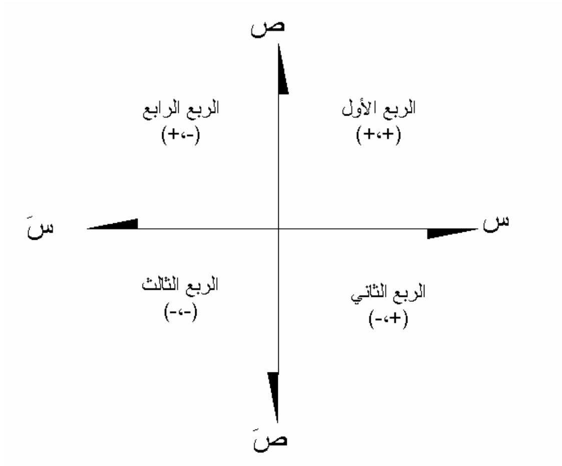


شكل (٢ -٣) الإحداثيات المستوية

وبتقسيم المحورين إلى أقسام متساوية يمكن تحديد أو توقيع أي نقطة في المستوى، فعلى سبيل المثال إذا كانت نقطة ن إحداثياتها (٢، ٥) فإن هذا يعني أن الإحداثي السيني للنقطة ن = ٢ وحدات، والإحداثي الصادي للنقطة ن = ٥ وحدات.

ودائماً يذكر الإحداثي السيني أولاً ثم يليه الإحداثي الصادي وعادة يكتب الإحداثي السيني والإحداثي الصادي داخل قوسين.

ونقطة تقاطع المحورين(م) تفصل بين الاتجاه الموجب والاتجاه السالب لكل من المحورين فيكون الاتجاه السيني ناحية الشرق موجباً وناحية الغرب سالباً ويكون الاتجاه الصادي موجباً في اتجاه الشمال وسالباً في اتجاه الجنوب والمحوران السيني والصادي يقسمان المستوى إلى أربعة أجزاء. وتكون النقاط الواقعة في الربع الأول إحداثياتها السينية والصادية موجبة. وتكون النقاط الواقعة في الربع الثاني إحداثياتها السينية موجبة أما الصادية فسالبة. والنقاط الواقعة في الربع الثالث تكون كل من إحداثياتها السينية والصادية سالبة. أما النقاط الواقعة في الربع الرابع فتكون إحداثياتها السينية سالبة والصادية موجبة كما في الشكل (٢ – ٤).

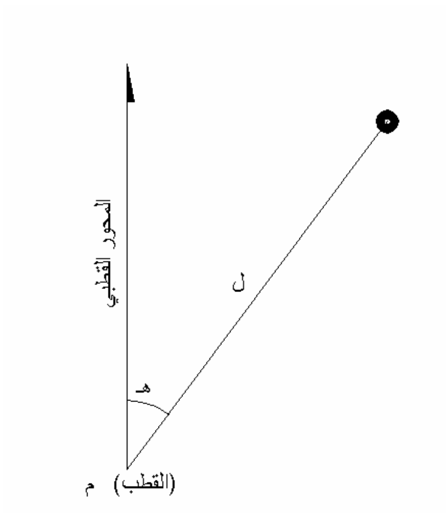


الشكل (٢ -٤)

ويجب ملاحظة أن النقاط التي يكون إحداثها السيني = صفر تكون واقعة على المحور الصادي وبالمثل فإن النقاط التي يكون إحداثها الصادي = صفر تكون واقعة على المحور السيني.

٢ -٥ نظام الإحداثيات المستوية القطبية

لقد انتشر استخدام هذا النوع من الإحداثيات كثيرا في الأعمال والقياسات المساحية بعد انتشار استخدام أجهزة قياس المسافات الإلكترونية وأجهزة محطات الرفع الشامل مما سهل عمليات الرفع المساحي وذلك بقياس الزوايا والمسافات للنقاط في الطبيعة وذلك من (أقطاب) مراصد الرفع أي أنه يتم قياس البعد بين المرصد (القطب) والنقطة وكذلك الزاوية بين الخط الواصل بين نقطة المرصد (القطب) ونقطة الهدف والاتجاه المعلوم . والمسافة والزاوية يسميان بالإحداثيات القطبية للنقطة وغالباً تقاس الزاوية في اتجاه عقرب الساعة انظر الشكل (٢ -٥).

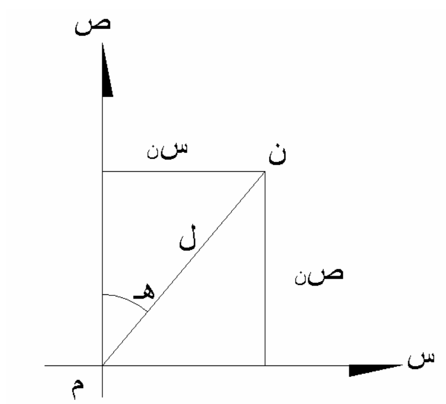


الشكل (٢ -٥)

فإذا كانت الإحداثيات القطبية للنقطة(ن) هي (٥ ، ٣٠°) فهذا يعني أن النقطة(ن) تبعد عن نقطة المرصد (م) بمقدار ٥ أمتار والزاوية التي يصنعها المستقيم (م ن) مع الاتجاه المعلوم=٣٠° في اتجاه عقارب الساعة.

٢ -٦ العلاقة بين الإحداثيات المستوية المتعامدة والإحداثيات القطبية

نضطر في أحياناً كثيرة إلى التحويل من نظام إلى أخر حسب الحاجة، فمثلا إذا كان معروفاً لدينا الإحداثيات المستوية المتعامدة لنقطة ما (س، ص) فإننا نحتاج أن نعرف المسافة بينهما وكذلك اتجاه أو انحراف هذا الخط بالنسبة لاتجاه الشمال أو اتجاه معلوم، لذلك نقوم بتحويل الإحداثيات المستوية المتعامدة إلى الإحداثيات القطبية (مسافة، وانحراف) . وحيث إن توقيع ورسم الخرائط المساحية بالإحداثيات القطبية ليس في دقة التوقيع والرسم بالإحداثيات المستوية، بالإضافة إلى أن أجهزة الحاسب الآلي والبرامج المعدة للرسم ترسم الخرائط بنظام الإحداثيات المتعامدة لذلك فإنه في معظم الأعمال المساحية يتم تحويل الإحداثيات القطبية التي نحصل عليها في أنظمة الرفع المساحي الحديثة باستخدام الأجهزة المساحية المتطورة مثل أجهزة محطات الرفع الشامل إلى إحداثيات مستوية متعامدة كما بالشكل (٢ -٦) الذي يوضح العلاقة بين الإحداثيات المستوية المتعامدة والإحداثيات القطبية. وسوف نتعرف في الوحدة الخامسة على عمليات حساب الإحداثيات المستوية المتعامدة.



الشكل (٢ -٦)

أسئلـة وتمارين

١ - ما هي الأنظمة الرئيسة لنظم الإحداثيات؟

٢ - عرف كلاً من:

أ - خط الطول الجغرافي. ب - خط العرض الجغرافي.

٣ - ما هي محاور الإحداثيات في نظم الإحداثيات الجغرافية؟

٤ - ما هي محاور الإحداثيات في نظم الإحداثيات الفراغية؟

٥ - عرف محاور الإحداثيات في نظام الإحداثيات المستوية المتعامدة.

٦ - إذا كانت الإحداثيات القطبية لنقطة ن (١٠٥متر، ٤٨°) – فما معنى ذلك؟

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر إلى الحل في نهاية الوحدة:

السؤال الأول: ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارات غير الصحيحة فيما يلي:

١ - خط الطول الجغرافي يوازي دائرة الاستواء ( ).

٢ - مبدأ الإحداثيات في نظام الإحداثيات الجغرافية هو مركز الأرض ( ).

٣ - في نظام الإحداثيات الفراغية، محور العينات هو محور دوران الأرض ( ).

٤ - نظام الإحداثيات الفراغية من أقدم نظم الإحداثيات المعروفة ( ).

السؤال الثاني: عرف كلاً مما يلي:

١ - زاوية خط الطول الجغرافي.

٢ - زاوية خط العرض الجغرافي

السؤال الثالث:

١ - اذكر بإيجاز كيف يتم تحديد موقع أي نقطة في نظام الإحداثيات المستوية المتعامدة.

٢ - ما هي أسباب انتشار استخدام نظام الإحداثيات الفراغية حالياً؟

نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة):

وتعبأ من قبل المتدرِّب نفسه وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرِّب

<table>
<tr><td colspan="5">تعليمات
بعد الانتهاء من التدريب على نظم الإحداثيات قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد عنصر من العناصر المذكورة ،وذلك بوضع علامة(✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.</td></tr>
<tr><td colspan="5">اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرُّب علية: التمييز بين نظم الإحداثيات</td></tr>
<tr><td rowspan="2">العناصر</td><td colspan="4">مستوى الأداء(هل أتقنت الأداء)</td></tr>
<tr><td>غير قابل للتطبيق</td><td>لا</td><td>جزئياً</td><td>كلياً</td></tr>
<tr><td>١. التعرف على خصائص نظام الإحداثيات الجغرافية</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٢. التعرف على خصائص نظام الإحداثيات الفراغية</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٣. التعرف على خصائص نظام الإحداثيات المستوية المتعامدة والقطبية والعلاقة بينهما</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.</td></tr>
</table>

نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة) ويعبأ هذا النموذج عن طريق المدرب.

اسم الطالب: .... التاريخ:

رقم الطالب: .... المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤

كل بند أو مفردة يقيم بـ١٠ نقاط.

العلامة :......... الحد الأدنى :ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى:ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١. مستوى إجادة تحديد خواص نظام الإحداثيات الجغرافي	
٢. مستوى إجادة تحديد خواص نظام الإحداثيات الفراغية	
٣. مستوى إجادة تحديد خواص نظام الإحداثيات المتعامدة المستوية	
٤. مستوى إجادة تحديد خواص نظام الإحداثيات المستوية القطبية	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪	
المجموع	

ملاحظات:... ....

....

....

توقيع المدرب:............................

الحساب المساحي

حساب المسافة الأفقية والمسافة الرأسية

حساب المسافة الأفقية والمسافة الرأسية

٣

- **الجدارة:** أن يحسب المتدرب المسافة الأفقية والمسافة الرأسية بمعرفة المسافة المائلة ونسبة الميل أو الزاوية الرأسية
- **الأهداف:** في هذه الوحدة فسوف نتعرف على أحد العناصر التي تدخل في حساب الإحداثيات ألا وهي المسافة الأفقية والمسافة الرأسية. وسوف نتعرف على أنواع المسافات وما هو المقصود بمسافة أفقية ومسافة رأسية ، وسنتدرب على طرق حساب المسافات الأفقية والرأسية من المسافات المائلة المقاسة مباشرة في الطبيعة وذلك بمعلومية فرق المنسوب أو نسبة الانحدار أو الميل أو الزاوية الرأسية. وتعتبر المسافة الأفقية أساس العمليات المساحية حيث هي التي يتم تمثيلها على الخرائط وتستخدم في تحديد الأطوال وحساب المساحات والمركبات والإحداثيات. وعندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون مدرباً على:

١. أن يحسب المسافة الأفقية بمعلومية المسافة المائلة وفرق المنسوب أو نسبة الميل أو الزاوية الرأسية باستخدام الطريقة المناسبة لكل حالة.
٢. أن يحسب المسافة الرأسية بمعلومية المسافة المائلة ونسبة الميل أو الزاوية الرأسية باستخدام الطريقة المناسبة لكل حالة..

- **الوقت المتوقع للتدريب:** ١٢ ساعة تدريبية.
- **الوسائل المساعدة:**

١. اتباع الأساليب المذكورة في هذه الوحدة.
٢. حل الأمثلة والتمارين لتحقيق الجدارة المطلوبة.

٣ -١ مقدمة:

تتطلب الكثير من عمليات المساحة القيام بقياس المسافات في الطبيعة، وبصفة عامة فإن معظم الأجهزة المساحية المجهزة لقياس المسافة تقيس مسافات مائلة إلا إذا تحكمنا في إعداد الجهاز للرصد لقياس مسافة أفقية مباشرة وهذا غير عملي في معظم الأحوال. وحيث إن المسافات الأفقية هي التي يتم تمثيلها على الخرائط وهي التي تستخدم في حساب الأبعاد والمساحات والمركبات تمهيداً لحساب الإحداثيات، فإنه يجب التعامل مع المسافات المائلة وتحويلها إلى مسافة أفقية قبل تداولها في العمليات الحسابية المساحية وتوقيع ورسم الخرائط. ولتعيين وحساب المسافة الأفقية من المسافة المائلة المقاسة مباشرة لابد من قياس الزاوية التي تعبر عن مقدار ميل هذه المسافة. وأيضاً يمكن أن نحسب المسافة الراسية المقابلة للمسافة المائلة، وذلك لاستخدامها في عمليات حساب المناسيب وفروق الإرتفاعات بين المواقع والأهداف على سطح الأرض التي لا يمكن قياس ارتفاعها مباشرة وكذلك التي لا تسمح طبيعتها بتعيين منسوبها بواسطة أعمال الميزانية العادية بالميزان والقامة وذلك مثل الأهداف الواقعة في المناطق الجبلية.

وفي هذه الوحدة سوف نعرض لتعريف المسافة المائلة والمسافة الأفقية والمسافة الرأسية، وكذلك لشرح العمليات الحسابية لإيجاد المسافة الأفقية والمسافة الرأسية، مع أعطاء أمثلة محلولة لتدعيم وتبسيط الشرح لطرق حساب المسافات الأفقية والرأسية.

٣ -٢ أنواع المسافات:

في العمل المساحي والقياسات المساحية يتعامل المساح مع أنواع مختلفة من المسافات التي يتوقف طرق قياسها على طبيعة سطح الأرض وكذلك على نوع الأجهزة المستخدمة في عملية القياس. ويتم تقسيم المسافات إلى ثلاثة أنواع هي:-

١. المسافة المائلة.
٢. المسافة الأفقية.
٣. المسافة الرأسية.

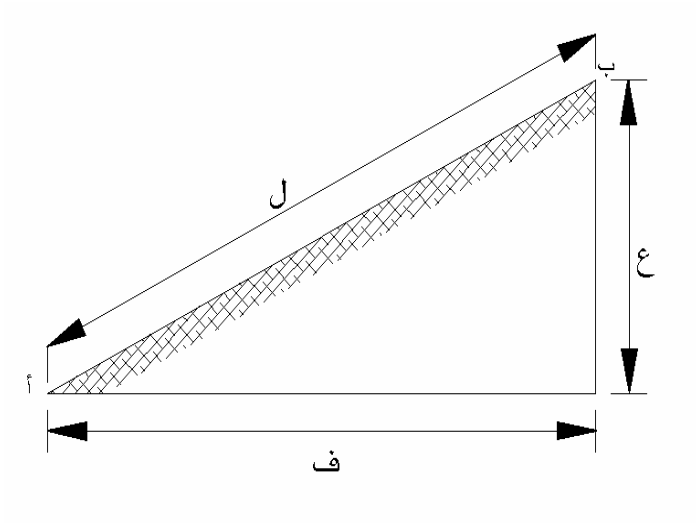
ويمكن بصفة عامة أن نعتبر أن المسافة المائلة هي التي نحصل عليها بصفة عامة من عمليات القياس مباشرة في الطبيعة في معظم العمليات المساحية، غير أن الأجهزة المساحية الحديثة مزودة ببرامج لتحويل المسافة المائلة المقاسة إلى مسافة أفقية ومسافة رأسية وذلك بمعرفة وقياس الزاوية الرأسية أو السمتية للمسافة المقاسة.

٣ -٣ حساب المسافة الأفقية:

تتوقف طريقة حساب المسافة الأفقية على طريقة الرصد والمعلومات المرصودة وفيما يلي نوجز بعض الطرق المستخدمة في حساب المسافة الأفقية:

٣ -٣ -١ حساب المسافة الأفقية بمعلومية المسافة المائلة وفرق المنسوب:

في قياسات المسافة بواسطة الشريط، وعند القياس على أرض منتظمة الانحدار كما في الطرق المرصوفة، ففي هذه الحالة يتم قياس المسافة المائلة وتعيين فرق المنسوب بين طرفي الخط. الشكل (٣ -١) يبين العلاقة بين المسافة المقاسة للخط أ ب على أرض منتظمة الانحدار والمسافة الأفقية المقابلة لها وفرق المنسوب بين طرفي الخط أ ب.



الشكل (٣ -١)
حساب المسافة الأفقية

وغالباً ما يتم تعيين فرق المنسوب بين طرفي الخط بواسطة الميزانية العادية وهو المبين بالرمز (ع) في الرسم، أما المسافة المائلة (ل) فتقاس مباشرة بالشريط، أما المسافة الأفقية المطلوب حسابها فمبينة على الرسم بالرمز (ف).

الشكل (٣ -١) يبين المثلث القائم الزاوية والذي يربط العناصر الثلاثة ل ، ع ، ف، وبتطبيق نظرية فيثاغورث للمثلث القائم الزاوية:

$$ل^{٢} = \sqrt{ف^{٢} + ع^{٢}}$$

المسافة الأفقية (ف) = $\sqrt{\text{(المسافة المائلة (ل))}^{2} - \text{(فرق المنسوب (ع))}^{2}}$

∴ ف= $\sqrt{(ل^{2} - ع^{2})}$

مثال ١:

قام مساح بقياس المسافة المائلة مباشرة على أرض منتظمة الانحدار بين نقطة أ ، ونقطة ب فكانت ١٨٢ متراً ، وقام بتعيين فرق المنسوب بين النقطتين أ ، ب فكان ١٤ متراً احسب المسافة الأفقية بين أ ،ب.

الحل:

المسافة الأفقية (أ ب) = ف = $\sqrt{(ل^{2} - ع^{2})}$

= $\sqrt{((١٨٢)^{٢} - (١٤)^{٢})}$

= $\sqrt{٣٣١٢٤ - ١٩٦}$ = $\sqrt{٣٢٩٢٨}$ = ١٨١,٤٦ متر

مثال ٢:

قام مساح بقياس المسافة المائلة بين نقطة أ ، ونقطة ب على أرض منتظمة الانحدار باستخدام الشريط فكانت ١٠٤,٥ امتار ، وقام بتعيين فرق المنسوب بين النقطتين أ ، ب فكان ١٢,٥٦ متراً. احسب المسافة الأفقية بين نقطة أ ، ونقطة ب.

الحل:

مسافة الأفقية (أ ب)= ف = $\sqrt{(ل^{2} - ع^{2})}$

= $\sqrt{((١٠٤,٥)^{٢} - (١٢,٥٦)^{٢})}$

= $\sqrt{١٠٩٢٠,٢٥ - ١٥٧,٧٥}$ = $\sqrt{١٠٧٦٢,٥٠}$ = ١٠٣,٧٤ متر

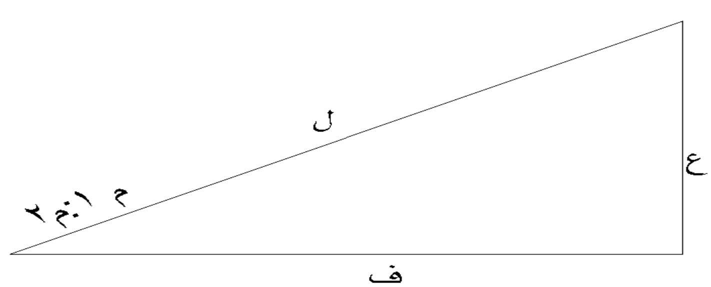
٣ -٣ -٢ حساب المسافة الأفقية بمعلومية المسافة المائلة و نسبة الانحدار:

في معظم الأعمال والمشاريع الهندسية كالطرق ومشروعات تمديدات خطوط المياه والصرف الصحي تكون نسبة الانحدار أو الميل معلومة من المخطط التصميمي للمشروع فمثلاً في مشاريع الطرق والسكك الحديدية يتم تحديد نسب الميول والانحدارات بناء على اعتبارات هندسية وفنية تتفق مع المواصفات المعتمدة في تصميم وتنفيذ المشاريع. وتتوقف نسبة الميل والانحدار في كثير من الأحيان على نوع التربة وطبيعة المنشأ.

ويتم التعبير عن نسب الميل والانحدار في صورة نسبة مثل ١ : ١، ١ : ٢، ٢ : ٣، ٣ : ٤، ٣ : ٥ حيث يمثل الحد الأول من النسبة المقدار الرأسي وسوف نرمز له بالرمز (م$_1$) أما الحد الثاني من النسبة فيمثل المسافة الأفقية وسوف نرمز له بالرمز (م$_2$).

وكذلك يمكن التعبير عن نسبة الانحدار أو الميل في صورة مئوية مثل ٢٪ ، ٣٪ وهكذا. وتعني هذه النسبة أيضاً أن لكل ١٠٠ متر مسافة أفقية تكون المسافة الرأسية ٢ متر أو ٣ أمتار على الترتيب.

وبناءً على ذلك إذا علمنا المسافة المائلة من القياس على سطح طريق معلوم نسبة انحداره أو ميل سطحه يمكن حساب المسافة الأفقية المقابلة لها، وتوجد طريقتان لحساب المسافة الأفقية سنوجز هما فيما يلي (انظر الشكل ٣ – ٢): -



الشكل (٣ -٢)

الطريقة الأولى:

في هذه الطريقة يتم حساب المسافة الأفقية باستخدام نسبة الميل أو الانحدار ($م_1$: $م_2$) مباشرة والمسافة المائلة المقاسة (ل) وذلك باستخدام المعادلات التالية:

$$\therefore ف = م_2 \times ل \div \sqrt{(م_1^2 + م_2^2)}$$

الطريقة الثانية:

في هذه الطريقة يتم حساب الزاوية الرأسية التي تعبر عن ميل المسافة المائلة المقاسة وذلك من نسبة الميل أو الانحدار ($م_1$: $م_2$) ، ثم باستخدام هذه الزاوية المحسوبة (هـ) والمسافة المائلة المقاسة (ل) نحسب المسافة الأفقية وذلك كالتالي، انظر الشكل (٣ -٢) : -

أولاً: نحسب مقدار الزاوية الرأسية (هـ) التي تعبر عن ميل المسافة المائلة المقاسة:

$$ظا\ هـ = (م_1 \div م_2)$$

$$\therefore هـ = ظا^{-1}\ (م_1 \div م_2)$$

ثانياً: نحسب المسافة الأفقية باستخدام المسافة المائلة المقاسة (ل) والزاوية الرأسية (هـ) التي سبق حسابها وذلك باستخدام المعادلة التالية (قوانين حساب المثلثات):

$$ف = ل \times جتا\ هـ$$

مثال ١:

قيست المسافة المائلة على سطح طريق أسفلت بين نقطتين أ ، ب فكانت ١٢٠ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ١ : ٧ ، احسب المسافة الأفقية بين نقطة أ ، ونقطة ب.

الحل:

نسبة الانحدار ($\text{م}_{١}$: $\text{م}_{٢}$) = ١ : ٧ ، ل = ١٢٠ متر

ف = $\text{م}_{٢}$ ل ÷ $\sqrt{\text{م}_{١}^{٢} + \text{م}_{٢}^{٢}}$

ف = ١٢٠×٥ ÷ $\sqrt{١ + ٤٩}$

ف= ٦٠٠ ÷ $\sqrt{٥٠}$

ف= ١١٨,٧٩٤ متر

حل آخر:

هـ = ظا $^{-١}$ ($\text{م}_{١}$ ÷ $\text{م}_{٢}$) = ظا $^{-١}$ (١ ÷ ٧) = $٨^{\circ}\ ٧'\ ٤٨''$

ف = ل × جتا هـ = ١٢٠ × جتا $٨^{\circ}\ ٧'\ ٤٨''$ = ١١٨,٧٩٤ متر

مثال ٢:

قيست المسافة المائلة على سطح طريق بين نقطتين أ ، ب فكانت ٦٤ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ١ : ٩ ، احسب المسافة الأفقية بين نقطة أ ، ونقطة ب.

الحل:

نسبة الانحدار ($\text{م}_{١}$: $\text{م}_{٢}$) = ١ : ٩ ، ل = ٦٤ متر

ف = $\text{م}_{٢}$ ل ÷ $\sqrt{\text{م}_{١}^{٢} + \text{م}_{٢}^{٢}}$

ف = ٦٤×٩ ÷ $\sqrt{١ + ٨١}$

ف= ٥٧٦ ÷ $\sqrt{٨٢}$

ف= ٦٣,٦٠٩ متر

حل آخر:

هـ = ظا $^{-١}$ ($\text{م}_{١}$ ÷ $\text{م}_{٢}$) = ظا $^{-١}$ (١ ÷ ٩) = $٦^{\circ}\ ٢٠'\ ٢٥''$

ف = ل × جتا هـ = ٦٤ × جتا $٦^{\circ}\ ٢٠'\ ٢٥''$ = ٦٣,٦٠٩ متر

مثال ٣:

قيست المسافة المائلة على سطح طريق بين نقطتين أ ، ب فكانت ١٦٤ متراً، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ٣٪ ، احسب المسافة الأفقية بين نقطة أ ، ونقطة ب.

الحل:

نسبة الانحدار (م_1 : م_2) = ٣ : ١٠٠ ، ل = ١٦٤ متر

$$\text{ف} = \text{م}_2\ \text{ل} \div \sqrt{\text{م}_1^{\,2} + \text{م}_2^{\,2}}$$

$$\text{ف} = ١٠٠ \times ١٦٤ \div \sqrt{٩ + ١٠٠٠٠}$$

$$\text{ف} = ١٦٤٠٠ \div \sqrt{١٠٠٠٩}$$

ف = ١٦٣,٩٢٦ متر

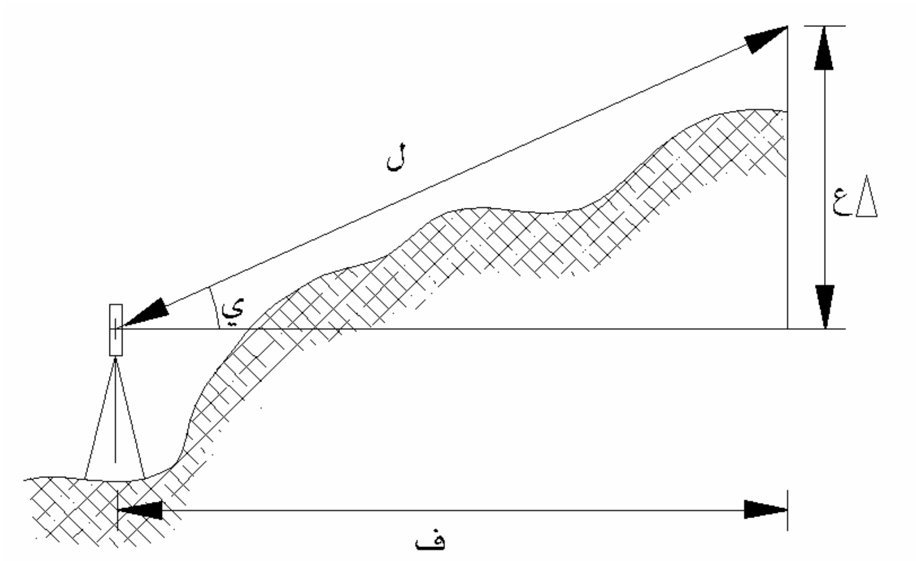
حل آخر:

$\text{هـ} = \text{ظا}^{-1}\,(\text{م}_1 \div \text{م}_2) = \text{ظا}^{-1}\,(٣ \div ١٠٠) = ١^\circ\ ٤٣'\ ٣''$

$\text{ف} = \text{ل} \times \text{جتا هـ} = ١٦٤ \times \text{جتا}\ ١^\circ\ ٤٣'\ ٣'' = ١٦٣,٩٢٦$ متر

٣ -٣ -٣ حساب المسافة الأفقية بمعلومية المسافة المائلة والزاوية الرأسية:

في معظم الأعمال المساحية يتم قياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد ونقطة الهدف بالإضافة إلى الزاوية الرأسية أو الزاوية السمتية ومن هذه العناصر المرصودة يتم حساب المسافة الأفقية بين المرصد والهدف، وكذلك المسافة الرأسية بين مستوى المحور الأفقي المار بالجهاز والهدف. انظر الشكل (٣ -٣). وذلك سواء باستخدام البرنامج المجهز به جهاز محطة الرفع الشامل أو باستخدام الآلة الحاسبة. وعملية حساب المسافة الأفقية من العمليات الحسابية البسيطة والشائعة في مجال الحسابات المساحية، نظرا لأن المسافة الأفقية هي التي يتم تمثيلها على الخرائط، وكذلك لأنها تستخدم في التطبيقات المساحية المختلفة مثل حساب المساحات ومركبات الإحداثيات الأفقية.



الشكل (٣ -٣)

المسافة الأفقية (ف) = المسافة المائلة (ل) × جتا الزاوية الرأسية (ى)

∴ ف = ل × جتا ى

حيث:

ل : المسافة المائلة المقاسة

ف : المسافة الأفقية

ى : الزاوية الرأسية

مثال ١:

قام مساح باستخدام جهاز محطة الرفع الشامل لقياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد أ ، ونقطة الهدف ب فكانت ٢٨٤,٥٠٠ متراً ، وكذلك قام برصد الزاوية الرأسية لارتفاع الهدف ب فوق مستوى المحور الأفقي للجهاز فوق المرصد أ فكانت ٣٠ً ٢٢َ ٠٤° . احسب المسافة الأفقية بين أ ،ب .

الحل:

المسافة الأفقية (ف) = ل × جتا ى

= ٢٨٤,٥ × جتا (٣٠ً ٢٢َ ٠٤°) = ٢٨٣,٦٧١ متر

مثال ٢:

قام مساح باستخدام جهاز محطة الرفع الشامل لقياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد أ ، ونقطة الهدف ب فكانت ١٦٩,٢٨٠ متر، وكذلك قام برصد الزاوية الرأسية لانخفاض مستوى الهدف ب تحت مستوى المحور الأفقي للجهاز فوق المرصد أ فكانت ٤٢ً ٥٢َ ٠٢° . احسب المسافة الأفقية بين نقطة أ ، ونقطة ب.

الحل:

المسافة الأفقية (ف) = ل × جتا ى

= ١٦٩,٢٨ × جتا (٤٢ً ٥٢َ ٠٢°) = **١٦٩,٠٦٦** متر

٣ - ٤ حساب المسافة الرأسية:

٣ -٤ -١ حساب المسافة الرأسية بمعلومية المسافة المائلة و نسبة الانحدار:

كما سبق بيانه في البند (٣ -٣ -٢) من هذه الوحدة في حساب المسافة الأفقية إذا كان معلوماً الطول المقاس على سطح مائل معلوم نسبة انحداره أو ميله فإنه يمكن حساب المسافة الأفقية المقابلة للمسافة المائلة المقاسة وفي هذا البند سوف نتعرف على كيفية حساب المسافة الرأسية (فرق المنسوب بين نقطتي طرفي الخط).

وبناءً على ذلك إذا علمنا المسافة المائلة من القياس على سطح معلوم نسبة انحداره أو ميله فإنه يمكن أن نحسب المسافة الرأسية المقابلة لها، وتوجد طريقتين لحساب المسافة الرأسية سنوجز هما فيما يلي (انظر الشكل ٣ – ٢): -

الطريقة الأولى:

في هذه الطريقة يتم حساب المسافة الرأسية باستخدام نسبة الميل أو الانحدار ($م_1$: $م_2$) مباشرة والمسافة المائلة المقاسة (ل) وذلك باستخدام المعادلات التالية:

$$\boxed{ع = م_1 \times ل \div \sqrt{(م_1^2 + م_2^2)}}$$

الطريقة الثانية:

في هذه الطريقة يتم حساب الزاوية الرأسية التي تعبر عن ميل المسافة المقاسة وذلك من نسبة الميل أو الانحدار ($م_1$: $م_2$) ، ثم باستخدام هذه الزاوية والمسافة المائلة المقاسة (ل) نحسب المسافة الرأسية وذلك كالتالي، انظر الشكل (٣ -٢) : -

أولاً: نحسب مقدار الزاوية الرأسية التي تعبر عن ميل المسافة المائلة المقاسة:

$$ظا هـ = (م_1 \div م_2)$$

$$\boxed{\therefore هـ = ظا^{-1} (م_1 \div م_2)}$$

ثانياً: نحسب المسافة الرأسية باستخدام المسافة المائلة المقاسة والزاوية الرأسية التي سبق حسابها وذلك باستخدام المعادلة التالية (قوانين حساب المثلثات):

$$\boxed{ع = ل \times جا هـ}$$

مثال ١:

قيست المسافة المائلة على سطح طريق أسفلت بين نقطتين أ ، ب فكانت ١٢٠ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ١ : ٨ ، احسب المسافة الرأسية بين المستوى الأفقي المار بنقطة أ ، والمستوى الأفقي المار بنقطة ب.

الحل:

نسبة الانحدار (م$_1$: م$_2$) = ١ : ٨ ، ل = ١٢٠ متر

ع = م$_1$ ل ÷ $\sqrt{\text{م}_1^{2} + \text{م}_2^{2}}$

ع = ١×١٢٠ ÷ $\sqrt{١ + ٦٤}$

ع = ١٢٠ ÷ $\sqrt{٦٥}$

ع = ١٤٫٨٨٤ متر

حل آخر:

هـ = ظا$^{-1}$ (م$_1$ ÷ م$_2$) = ظا$^{-1}$ (١ ÷ ٨) = $07^\circ\,07'\,30''$

ع = ل × جا هـ = ١٢٠ × جا $07^\circ\,07'\,30''$ = ١٤٫٨٨٤ متر

مثال ٢:

قيست المسافة المائلة على سطح طريق ممهد بين نقطتين أ ، ب فكانت ٦٤ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ١ : ٧ ، احسب المسافة الرأسية التي تمثل ارتفاع نقطة أ فوق المستوى الأفقي المار بنقطة ب.

الحل:

نسبة الانحدار (م$_1$: م$_2$) = = ١ : ٧ ، ل = ٦٤متر

ع = م$_1$ ل ÷ $\sqrt{\text{م}_1^{2} + \text{م}_2^{2}}$

ع = ١×٦٤ ÷ $\sqrt{١ + ٤٩}$

ع = ٦٤ ÷ $\sqrt{٥٠}$ = ٩٫٠٥١ متر

حل آخر:

هـ = ظا $^{-1}$ (م$_{1}$ ÷ م$_{2}$) = ظا $^{-1}$ (١ ÷ ٧) = ٤٨ً ٠٧َ ٠٨°

ع = ل × جا هـ = ٦٤ × جا ٤٨ً ٠٧َ ٠٨° = ٩,٠٥١ متر

مثال ٣:

قيست المسافة المائلة على سطح طريق بين نقطتين أ ، ب فكانت ٢٠٤ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ٥٪ ، احسب المسافة الرأسية التي تمثل ارتفاع نقطة أفوق المستوى الأفقي المار بنقطة ب.

الحل:

نسبة الانحدار (م$_{1}$: م$_{2}$) = 5 : ١٠٠ ، ل = ٢٠٤متر

ع = م$_{1}$ ل ÷ $\sqrt{م_{1}^{2} + م_{2}^{2}}$

ع = ٥×٢٠٤ ÷ $\sqrt{٢٥+ ١٠٠٠٠}$

ع = ١٠٢٠ ÷ $\sqrt{١٠٠٢٥}$ = ١٠,١٨٨ متراً

حل آخر:

هـ = ظا $^{-1}$ (م$_{1}$ ÷ م$_{2}$) = ظا $^{-1}$ (٥ ÷ ١٠٠) = ٤٥ً ٥١َ ٢°

ع = ل × جا هـ = ٢٠٤ × جا ٤٥ً ٥١َ ٢° = ١٠,١٨٨ متر

٣ -٤ -٢ حساب المسافة الرأسية بمعلومية المسافة المائلة والزاوية الرأسية:

كما سبق بيانه في البند (٣ -٣ -٣) في معظم الأعمال المساحية يتم قياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد ونقطة الهدف بالإضافة إلى الزاوية الرأسية أو الزاوية السمتية ومن هذه العناصر المرصودة يتم حساب المسافة الأفقية بين المرصد والهدف، وفي هذا البند سوف نتعرف على كيفية حساب المسافة الرأسية بين المستوى الأفقي لمحور دوران منظار الجهاز ومستوى الهدف. انظر الشكل (٣ -٣): -

المسافة الرأسية (Δع) = المسافة المائلة (ل) × جا الزاوية الرأسية (ى)
∴ Δ ع = ل × جا ى

حيث:

ل : المسافة المائلة المقاسة

Δع : المسافة الرأسية

ى : الزاوية الرأسية

مثال ١:

قام مساح باستخدام جهاز محطة الرفع الشامل لقياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد أ ، ونقطة الهدف ب فكانت ٢٨٤٫٥٠٠ متر، وكذلك قام برصد الزاوية الرأسية لارتفاع الهدف ب فوق المستوى الأفقي لمحور دوران منظار الجهاز فوق المرصد أ فكانت ٣٠ً ٢٢َ ٠٤° . احسب المسافة الراسية بين النقطتين أ ، ب المقابلة للزاوية الرأسية المرصودة.

الحل:

المسافة الرأسية (Δع) = ل × جتا ى

= ٢٨٤٫٥ × جا (٣٠ً ٢٢َ ٠٤°)

= ٢١٫٧٠٢ متر

مثال ٢:

قام مساح باستخدام جهاز محطة الرفع الشامل لقياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد أ ، ونقطة الهدف ب فكانت ١٦٩٫٢٨٠ متر، وكذلك قام برصد الزاوية الرأسية لانخفاض نقطة الهدف ب تحت المستوى

الأفقي لمحور دوران منظار الجهاز فوق نقطة المرصد أ ، فكانت ٢ ٤ً ٥٢َ ٠٢° . احسب المسافة الرأسية بين المستوى الأفقي المار بنقطة أ ، والمستوى الأفقي المار بنقطة ب المقابلة للزاوية الرأسية المرصودة.

الحل:

المسافة الرأسية (Δع) = ل × جتا ى

= ١٦٩,٢٨٠ × جا (٤٢ً ٥٢َ ٠٢°)

= ٨,٥٠٠ متر

مثال ٣:

قام مساح باستخدام جهاز محطة الرفع الشامل لقياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد أ ، ونقطة الهدف ب فكانت ٢٠٩,٤٨٥ متر، وكذلك قام المساح برصد الزاوية الرأسية لانخفاض نقطة الهدف ب تحت المستوى الأفقي لمحور دوران منظار الجهاز فوق نقطة المرصد أ ، فكانت ٢٢ً ١٢َ ٠٣° . احسب المسافة الرأسية بين نقطة أ ، ونقطة ب المقابلة للزاوية الرأسية المرصودة.

الحل:

المسافة الرأسية (Δع) = ل × جتا ى

= ٢٠٩,٤٨٥ × جا (٢٢ً ١٢َ ٠٣°)

= ١١,٧١٦ متر

مسائل وتمارين

(١) قام مساح بقياس المسافة المائلة مباشرة على أرض منتظمة الانحدار بين نقطة أ، ونقطة ب فكانت ٨٢ متر، وقام بتعيين فرق المنسوب بين النقطتين أ ، ب فكان ٩ متر. احسب المسافة الأفقية بين أ ، ب.

(٢) قام مساح بقياس المسافة المائلة بين نقطة أ، ونقطة ب على أرض منتظمة الانحدار باستخدام الشريط فكانت ١١٦ متر، وقام بتعيين فرق المنسوب بين النقطتين أ ، ب فكان ١٦,٥٠ متر. احسب المسافة الأفقية بين نقطة أ، ونقطة ب.

(٣) قيست المسافة المائلة على سطح طريق أسفلت بين نقطتين أ ، ب فكانت ١١٢ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ١ : ١٠ ، احسب المسافة الأفقية بين نقطة أ ، ونقطة ب.

(٤) قيست المسافة المائلة على سطح طريق بين نقطتين أ ، ب فكانت ٩٤ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ١ : ٨ ، احسب المسافة الأفقية بين نقطة أ ، ونقطة ب.

(٥) قيست المسافة المائلة على سطح طريق بين نقطتين أ ، ب فكانت ١٢٤ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ٧٪ ، احسب المسافة الأفقية بين نقطة أ ، ونقطة ب.

(٦) قام مساح باستخدام جهاز محطة الرفع الشامل لقياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد أ، ونقطة الهدف ب فكانت ٢١٤,٢٧٥ متر، وكذلك قام برصد الزاوية الرأسية لارتفاع الهدف ب فوق المستوى الأفقي لمحور دوران منظار الجهاز فوق المرصد أ فكانت ٠٣° ٢٧َ ٣٥ً . احسب المسافة الأفقية بين أ ، ب.

(٧) قام مساح باستخدام جهاز محطة الرفع الشامل لقياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد أ، ونقطة الهدف ب فكانت ٢٤٥,٦٢٨ متر، وكذلك قام برصد الزاوية الرأسية لانخفاض مستوى الهدف ب تحت المستوى الأفقي لمحور دوران منظار الجهاز فوق المرصد أ فكانت ٠٢° ٤٢َ ٢٢ً . احسب المسافة الأفقية بين نقطة أ، ونقطة ب.

(٨) قيست المسافة المائلة على سطح طريق أسفلت بين نقطتين أ ، ب فكانت ٦٠ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ١ : ٩ ، احسب المسافة الرأسية بين المستوى الأفقي لنقطة أ ، والمستوى الأفقي لنقطة ب.

(٩) قيست المسافة المائلة على سطح طريق أسفلت بين نقطتين أ ، ب فكانت ١٦٠ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ٦٪ ، احسب المسافة الرأسية بين المستوى الأفقي لنقطة أ ، والمستوى الأفقي لنقطة ب.

(١٠) قيست المسافة المائلة على سطح طريق ممهد بين نقطتين أ ، ب فكانت ٩٤ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ١ : ٧ ، احسب المسافة الرأسية التي تمثل ارتفاع نقطة أ فوق المستوى الأفقي المار بنقطة ب.

(١١) قام مساح باستخدام جهاز محطة الرفع الشامل لقياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد أ ، ونقطة الهدف ب فكانت ١٨٤,٩١٨ متر، وكذلك قام برصد الزاوية الرأسية لارتفاع الهدف ب فوق المستوى الأفقي لمحور دوران منظار الجهاز فوق المرصد أ فكانت ٤٠ً ٥٢َ ٠٤° . احسب المسافة الراسية بين النقطتين أ ، ب المقابلة للزاوية الرأسية المرصودة.

(١٢) قام مساح باستخدام جهاز محطة الرفع الشامل لقياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد أ ، ونقطة الهدف ب فكانت ١٢٥,٢٦٥ متر، وكذلك قام برصد الزاوية الرأسية لانخفاض مستوى الهدف ب تحت المستوى الأفقي لمحور دوران منظار الجهاز فوق المرصد أ فكانت ١٢ً ٥١َ ٠٣° . احسب المسافة الرأسية بين نقطة أ ، ونقطة ب المقابلة للزاوية الرأسية المرصودة.

امتحان ذاتـي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من إجابتك بالنظر إلى الحل في نهاية الوحدة.

السؤال الأول: أجب بوضع علامة (✓) أو علامة (×) أمام العبارات التالية:

١ - تقسم المسافة إلى ثلاثة أنواع ؛ مائلة، أفقية، ورأسية (   ).

٢ - تتوقف نسبة الميل أو الانحدار على نوع التربة وطبيعة المنشأ (   ).

٣ - نسبة الميل م١ : م٢ تكون م١ ممثلة للمسافة الرأسية، و م٢ تمثل المسافة الأفقية ( ).

السؤال الثاني:

قام مساح بقياس المسافة المائلة مباشرة على أرض منتظمة الانحدار بين نقطة أ، ونقطة ب فكانت ١٠٢ متر، وقام بتعيين فرق المنسوب بين النقطتين أ ، ب فكان ٩ متر. احسب المسافة الأفقية بين أ،ب.

السؤال الثالث:

قيست المسافة المائلة على سطح طريق ممهد بين نقطتين أ ، ب فكانت ٦٤ متر، وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق ١ : ٨ ، احسب المسافة الرأسية التي تمثل ارتفاع نقطة أ فوق المستوى الأفقي المار بنقطة ب، وكذلك احسب المسافة الأفقية بين أ ، ب.

السؤال الرابع:

قام مساح باستخدام جهاز محطة الرفع الشامل لقياس المسافة المائلة بين نقطة المرصد أ، ونقطة الهدف ب فكانت ٢٤٣,٧١٤ متر، وكذلك قام برصد الزاوية الرأسية لارتفاع مستوى الهدف ب فوق المستوى الأفقي لمحور دوران منظار الجهاز فوق المرصد أ فكانت ٥٢ً ٤١َ ١٣°. احسب المسافة الأفقية بين النقطتين أ، ب. وكذلك احسب المسافة الرأسية بين نقطة أ، ونقطة ب المقابلة للزاوية الرأسية المرصودة.

نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة):

وتعبأ من قبل المتدرِّب نفسه وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرِّب.

<table>
<tr><td colspan="5">تعليمات
بعد الانتهاء من التدريب على حساب المسافة الأفقية والرأسية قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد عنصر من العناصر المذكورة ،وذلك بوضع علامة(✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.</td></tr>
<tr><td colspan="5">اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرُّب علية: حل المسائل والتمارين الخاصة بحساب المسافات الأفقية والرأسية</td></tr>
<tr><td rowspan="2">العناصر</td><td colspan="4">مستوى الأداء(هل أتقنت الأداء)</td></tr>
<tr><td>غير قابل للتطبيق</td><td>لا</td><td>جزئياً</td><td>كلياً</td></tr>
<tr><td>١. حساب المسافة الأفقية من المسافة المائلة وفرق المنسوب</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٢. حساب المسافة الأفقية والرأسية من المسافة المائلة ونسبة الانحدار</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٣. حساب المسافة الأفقية والرأسية من المسافة المائلة والزاوية الرأسية أو السمتية</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود)المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً"فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة آخرى بمساعدة المدرب.</td></tr>
</table>

نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة): ويعبأ هذا النموذج عن طريق المدرب.

اسم الطالب: .... التاريخ:

رقم الطالب: .... المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤

كل بند أو مفردة يقيم بـ١٠ نقاط.

العلامة :......... الحد الأدنى :ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى:ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١. مستوى إجادة حساب المسافة الأفقية بالطرق المختلفة	
٢. مستوى إجادة حساب المسافة الرأسية بالطرق المختلفة	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪	
المجموع	

ملاحظات:..

....

....

توقيع المدرب:...........................

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الحساب المساحي

حساب الانحرافات

حساب الانحرافات

٤

- **الجدارة:** أن يحسب الانحرافات المغناطيسية والحقيقية الدائرية والمختصرة.
- **الأهداف:** تدربنا في الوحدات السابقة على أنظمة القياس وأنظمة الإحداثيات وتدربنا كذلك على حساب المسافات الأفقية والرأسية. وفي هذه الوحدة سوف نتعرف ونتدرب على عنصر مهم وأساسي في عمل المساح ألا وهو تعيين الانحرافات، وسوف نتعرف على أنواع الانحرافات وأهميتها وطرق تعيينها وحساباتها والعلاقة بين أنواع الانحرافات. وتشكل الانحرافات مع المسافة الأفقية القاعدة الرئيسة في المساحة : حيث لا تخلو عملية قياس مساحي من أحدهما أو كليهما ويمثلان المعلومتين الأساسيتين لحساب الإحداثيات ورسم الخرائط. وعندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قد تمكن من :

1. التعرف على أنواع الانحرافات وأهميتها واستخداماتها.
2. أن يحسب انحراف الأضلاع عن الشمال بأنواعه.
3. إيجاد العلاقة بين الانحراف الحقيقي والمغناطيسي بمعرفة زاوية الاختلاف
4. حساب الانحرافات الدائرية والمختصرة وتحديدها.

- **الوقت المتوقع للتدريب:** ٨ ساعات تدريبية.
- **الوسائل المساعدة:**

1. اتباع التعليمات والإرشادات الواردة في حل الأمثلة في هذه الوحدة.
2. الاستعانة بالرسم لتسهيل حل مسائل حساب الانحرافات المختصرة وتحديد مواقعها.

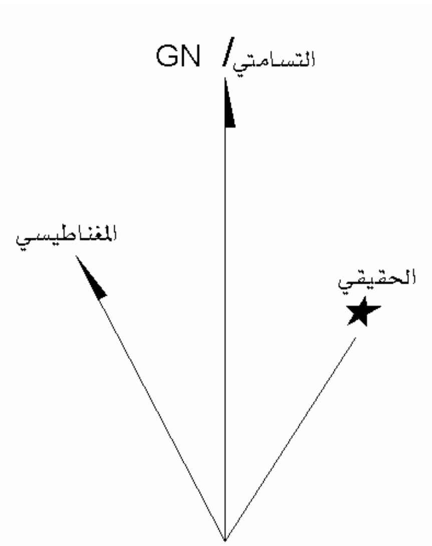
٤ -١ مقدمة

الاتجاهات على سطح الكرة الأرضية تعتمد على شبكة خطوط الطول وخطوط العرض التي تتميز بأنها تتعامد مع بعضها عند أي مكان على سطح الكرة الأرضية في ما عدا القطبين، وتمثل خطوط الطول الاتجاه شمال – جنوب، بينما تمثل خطوط العرض الاتجاه شرق – غرب. وهذه الاتجاهات تعرف بالاتجاهات الجغرافية أو الاتجاهات الحقيقية. هذا ويوجد نوعان آخريان من الاتجاهات: يعرف الأول بالاتجاه المغناطيسي، أما النوع الثاني فيعرف باسم الاتجاه السمتي.

وإذا حاولنا تطبيق شبكة من المستطيلات على شبكة خطوط الطول ودوائر العرض على الخريطة فإنها لن تتطابق. ولذلك فإن معظم الخرائط الطبوغرافية توضح هذا الاختلاف مقدراً بالدرجات والدقائق الستينية للتفريق بين الشمال الجغرافي (الحقيقي) الممثل بخطوط الطول والشمال التسامتي الممثل بشبكة المستطيلات. أما الشمال المغناطيسي فهو المكان الذي تشير إليه إبرة بوصلة مغناطيسية حرة الحركة. وفي مع معظم المواقع على سطح الأرض فإن الاتجاه المغناطيسي لا ينطبق مع اتجاه الشمال الحقيقي، وهذا الاختلاف بين الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي يسمى زاوية الاختلاف.

وفي المملكة العربية السعودية تنفرد الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥٠٠٠ بتوضيح العلاقة بين الشمال الجغرافي (الحقيقي)، والمغناطيسي، والتسامتي، والذي يبين عادة في شكل رسم تخطيطي مكون من ثلاث خطوط يشير الأول منها إلى الشمال الجغرافي ويرسم في نهايته نجمة، ويشير الثاني إلى الشمال المغناطيسي وقت إنشاء الخريطة ويرسم في نهايته سهم، ويشير الخط الثالث منها إلى اتجاه الشمال التسامتي ويكتب في نهايته الحرفان GN، أو الحرف Y ، انظر الشكل (٤ -١).

والحقل المغناطيسي ليس ثابتاً بل هو في تغير مستمر ولذلك تعتبر قيمة الانحراف المغناطيسي صحيحة فقط لوقت إنشاء الخريطة، ولذلك يجب أن يذكر مقدار التغير السنوي للانحراف المغناطيسي ويراعى عند عمل التصحيحات في حساب الانحراف المغناطيسي.



أنواع الشمال

الشكل (٤ -١)

٤ -٢ أنواع الشمال الأساسية

عند عمل الأرصاد والقياسات المساحية فلابد من توفر مرجعية أو اتجاه أساسي تنسب إليه القياسات، وتعتبر اتجاهات الشمال الحقيقي، والشمال المغناطيسي، الشمال التسامتي هي الأكثر استخداما في المجالات المساحية بمختلف تطبيقاتها.

٤ -٢ -١ الشمال الحقيقي

هو اتجاه خط الطول المار بالنقطة على سطح الأرض إلى القطب الشمالي وحيث إن خطوط الطول ثابتة لا تتغير لذا فإن اتجاه الشمال الجغرافي ثابت ولا يتغير ولهذا يسمى اتجاه الشمال الحقيقي. وكل خطوط الطول عبارة عن خطوط للشمال الحقيقي. ويميز الشمال الحقيقي برمز النجمة في نهاية الخط على مخطط الاتجاه في الخريطة الطبوغرافية. ولا يوجد جهاز يمكن بواسطته تحديد اتجاه خطوط الطول عند نقطه ما ولكن يحدد هذا الاتجاه عن طريق إجراء أرصاد وحسابات فلكية.

٤ -٢ -٢ الشمال المغناطيسي

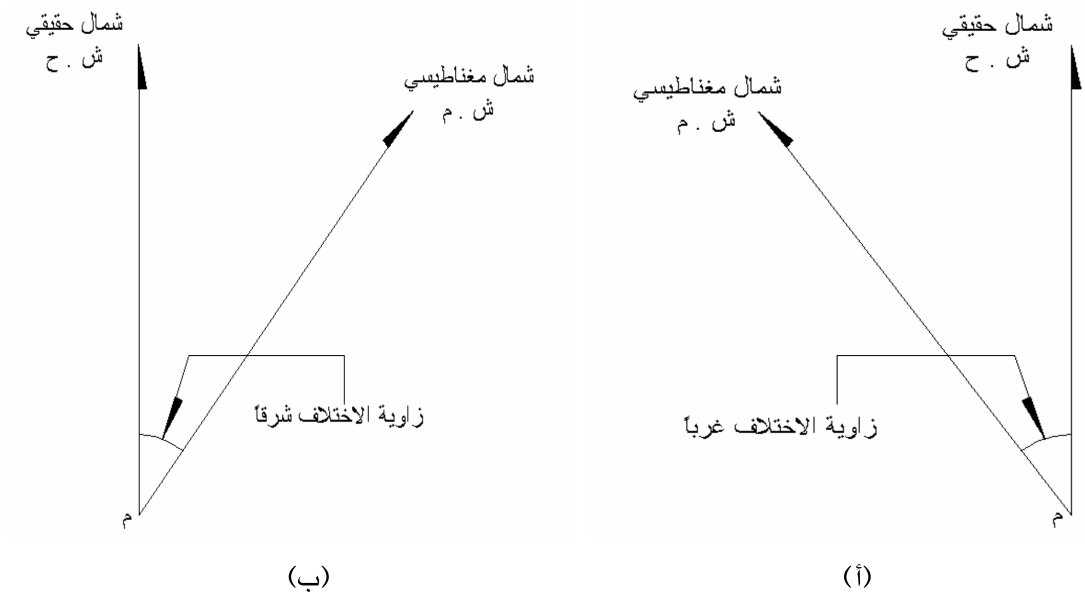
هو الاتجاه الذي تحدده إبرة مغناطيسية حرة الحركة وغير خاضعة لتأثير الجاذبية المحلية، وهذا الاتجاه غير ثابت لأن الإبرة المغناطيسية تتأثر بما يحيط بها من حقول مغناطيسية بسبب وجود المعادن في باطن الأرض والتي تشكل المغناطيس الكبير. لذا فإن هذا الاتجاه يتغير في نفس المكان من وقت لآخر. والجهاز الذي يحتوي على الإبرة المغناطيسية المستخدمة في تحديد اتجاه الشمال المغناطيسي يسمى البوصلة المغناطيسية. ويميز الشمال المغناطيسي على الخرائط الطبوغرافية بخط مرسوم في نهايته سهم يشير للشمال المغناطيسي.

٤ -٢ -٣ الشمال التسامتي

تظهر على الخرائط الطبوغرافية شبكة من الخطوط المستقيمة المتعامدة على بعضها، حيث تعتبر الخطوط التي تأخذ اتجاه الشمال الجنوب هي الممثلة لاتجاه الشمال التسامتي، ويميز اتجاه الشمال التسامتي على الخرائط الطبوغرافية بخط يحمل في نهايته الحرفين GN أو الحرف Y .

٤ -٣ زاوية الاختلاف

مما سبق نلاحظ أن اتجاه الشمال المغناطيسي واتجاه الشمال الجغرافي متقاربين إلا أنهما غير متطابقين ويحصران بينهما زاوية صغيرة عند النقطة وهذه الزاوية تسمى زاوية الاختلاف المغناطيسي. أي أن زاوية الاختلاف المغناطيسي هي الزاوية المحصورة بين الشمال الحقيقي والشمال المغناطيسي عند أي نقطه على سطح الأرض، وهي زاوية صغيرة وقد تكون شرق أو غرب الشمال الحقيقي، انظر الشكل (٤ -٢). لذا فإنه عند ذكر زاوية الاختلاف فلابد من تحديد اتجاهها شرق أو غرب. وقد اتخذ الشمال الحقيقي كأساس لتحديد وضع زاوية الاختلاف.



الشكل (٤ -٢)

٤ -٤ العلاقة بين الانحراف الحقيقي والانحراف المغناطيسي

جميع أعمال المساحة تنسب إلى اتجاه ثابت معلوم مثل الشمال الحقيقي أو الشمال المغناطيسي. ويمكن تعريف انحراف أي خط بأنه هو الزاوية التي يصنعها هذا الخط في اتجاه دوران عقارب الساعة مع اتجاه ثابت وقد يكون هذا الاتجاه إما الشمال المغناطيسي أو الشمال الحقيقي. وتنقسم الانحرافات إلى انحراف حقيقي وانحراف مغناطيسي:

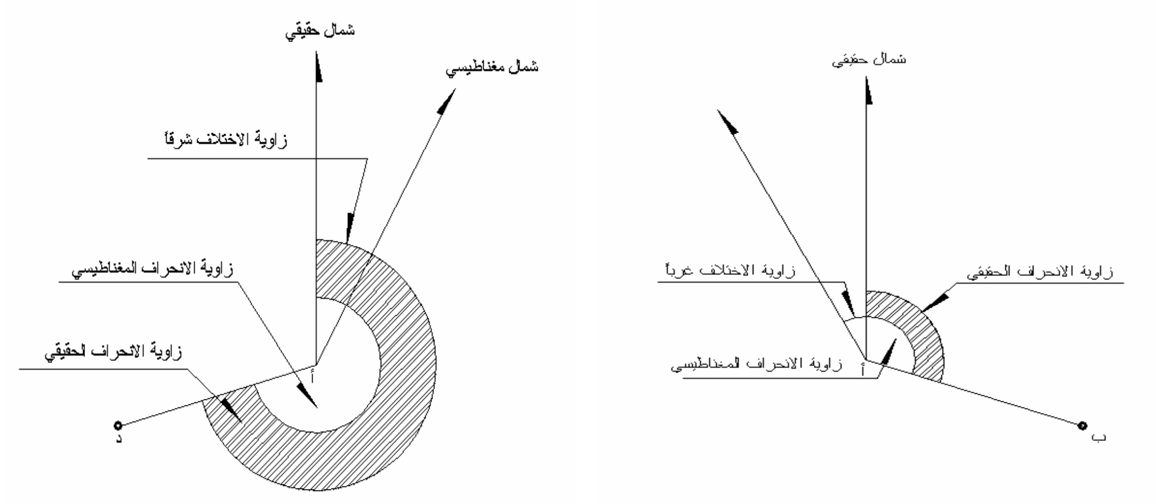
أ) الانحراف الحقيقي:

هو مقدار الزاوية المقاسة في اتجاه دوران عقارب الساعة من الشمال الحقيقي حتى الخط (الضلع) . وفي هذه الحالة يسمى انحرافاً حقيقياً.

ب) الانحراف المغناطيسي:

هو مقدار الزاوية المقاسه في اتجاه دوران عقارب الساعة من الشمال المغناطيسي حتى الخط (الضلع). وفي هذه الحالة يسمى انحرافاً مغناطيسياً.

من الشكل (٤ -٣) يمكن استنتاج العلاقة التي تربط بين كل من الشمال الحقيقي والشمال المغناطيسي وزاوية الاختلاف مع ملاحظة أن الانحراف المغناطيسي يمكن قياسه بالبوصلة وزاوية الاختلاف يمكن تحديدها بمعرفة المكان والتاريخ من جداول وخرائط خاصة توضح قيم زوايا الاختلاف ومعدل التغير السنوي في قيمها.



(ب) الشكل(٤-٣) (أ)

و العلاقة التالية تربط بين العناصر الثلاثة في معادلة رياضية فإذا علم عنصران يمكن استنتاج العنصر الثالث المجهول:

الانحراف الحقيقي للضلع =الانحراف المغناطيسي لنفس الضلع ±زاوية الاختلاف.

حيث:

الإشارة (+) في حالة إذا كانت زاوية الاختلاف شرقاً،

الإشارة (-) في حالة إذا كانت زاوية الاختلاف غرباً.

مثال ١:

إذا كان الانحراف المغناطيسي للخط أ ب = ٣٠َ ١٤٠° وزاوية الاختلاف عند النقطة (أ) في هذا الوقت= ٤٠َ ٢° شرقاً. فاحسب الانحراف الحقيقي للخط (أب).

الحل:

∵ الانحراف الحقيقي=الانحراف المغناطيسي ± زاوية الاختلاف

∵ زاوية الاختلاف تقع شرق الشمال الحقيقي

∴ الانحراف الحقيقي للخط (أب)= ٣٠َ ١٤٠°+٤٠َ ٢°=١٠َ ١٤٣°

مثال ٢:

إذا كانت زاوية الانحراف=١٠َ ٤° غرباً في وقت تعيين الانحراف الحقيقي للخط (أ ب) ومقداره =٢٠َ ١٣٧° . فاحسب الانحراف المغناطيسي للخط (أ ب)

الحل:

∵ زاوية الاختلاف تقع غرب الشمال الحقيقي،

∵ الانحراف الحقيقي= الانحراف المغناطيسي - زاوية الاختلاف

- الانحراف المغناطيسي = - الانحراف الحقيقي - زاوية الاختلاف

∴ - الانحراف المغناطيسي = - ٢٠َ ١٣٧° -١٠َ ٤°

∴ - الانحراف المغناطيسي = - ٣٠َ ١٤١°

∴ الانحراف المغناطيسي للخط (أ ب) =٣٠َ ١٤١°

مثال ٣:

إذا كان الانحراف المغناطيسي للخط أ ب = ٢٠َ ١٢٤° وزاوية الاختلاف عند النقطة (أ) في هذا الوقت = ١٥َ ١٥° غرباً. فاحسب الانحراف الحقيقي للخط (أب).

الحل:

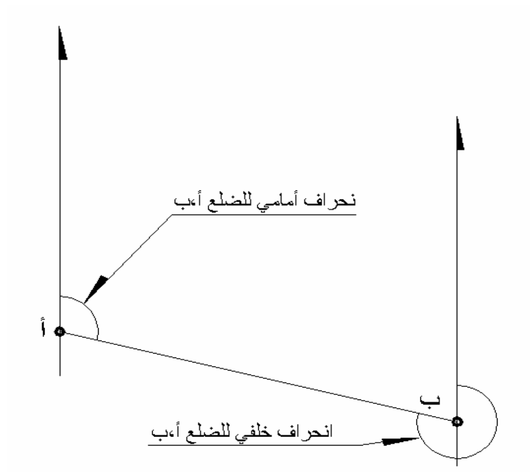
∵ الانحراف الحقيقي=الانحراف المغناطيسي ± زاوية الاختلاف

∵ زاوية الاختلاف تقع غرب الشمال الحقيقي

∴ الانحراف الحقيقي للخط (أب)= ٢٠َ ١٢٤° -١٥َ ١٥°= ٠٥َ ١٠٩°

٤ -٥ الانحراف الدائري

هو الزاوية المقاسة من الشمال إلى الضلع في اتجاه دوران عقارب الساعة وتنحصر قيمته بين صفر و٣٦٠° ويلاحظ أن الخط الواحد له انحرافان دائريان وللتمييز بينهما نسمي الانحراف الدائري المقاس عند بداية الخط انحراف أمامياً والانحراف المقاس عند نهاية الخط انحراف خلفياً الشكل (٤ -٤) .



الشكل(٤ -٤)

أ) الانحراف الأمامي:

هو الزاوية المقاسة من الشمال إلى الضلع في اتجاه عقارب الساعة وتنحصر قيمته بين الصفر، و٣٦٠° ويقاس عند نقطة بداية الخط.

ب) الانحراف الخلفي:

هو الزاوية المقاسة من الشمال إلى الضلع في اتجاه عقارب الساعة وتنحصر قيمته بين الصفر و٣٦٠° ويقاس عند نقطة نهاية الخط.

يجب أن نلاحظ هنا أن الانحراف الخلفي للضلع (أ ب) يعتبر انحرافاً أمامياً للضلع(ب أ).

وكذلك يجب ملاحظة أنه لا يوجد انحراف دائري قيمته سالبة لأنه إذا كان الانحراف سالب فإن ذلك يعني أن الاتجاه هو عكس دوران عقارب الساعة والانحراف يقاس في اتجاه دوران عقارب الساعة ولكن القيمة السالبة للانحراف قد تنتج في الحسابات فقط. وفي هذه الحالة فإننا نضيف على القيمة السالبة ٣٦٠° فيكون الناتج هو الانحراف مقاساً في اتجاه دوران عقارب الساعة.

مثال:

إذا كان انحراف الخط (أ ب)= -٧٠ °

فإن معنى ذلك أن:

انحراف الخط (أ ب) = -٧٠ °+٣٦٠ °=+٢٩٠ °

وقيمة الانحراف الدائري لا تزيد عن ٣٦٠ ° وإذا كان الناتج أكثر من ٣٦٠ ° فإن معنى ذلك أن الزاوية المقاسه من الشمال إلى الضلع قد تجاهلت الضلع في المرة الأولى وعادت إلية في المرة الثانية أي أن الناتج يمثل دورة كاملة + الانحراف الدائري.

لذلك يجب أن نطرح من هذه القيمة دورة انحراف كاملة والتي تساوي ٣٦٠ ° ،

مثال:

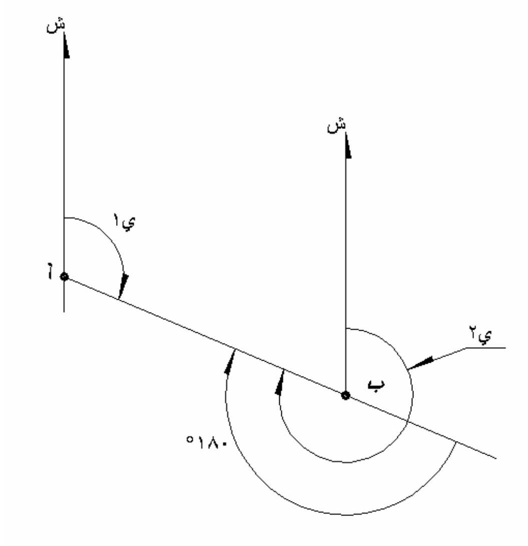
إذا كان انحراف الضلع(أ ب)=٤٢٠ ° فإنه في هذه الحالة يجب طرح ٣٦٠ ° من هذه القيمة لأن الانحراف الدائري لا يزيد عن ٣٦٠ ° .

وعلى ذلك فإن انحراف الخط (أ ب) =٤٢٠ ° - ٣٦٠ ° =٦٠ °

ج) **العلاقة بين الانحراف الأمامي والانحراف الخلفي:**

إذا كان الانحراف الأمامي للخط (أ ب) =٣٠َ **٧٢** ° فإن ذلك يعني أن الانحراف تم قياسه عند النقطة (أ) وإذا كان الانحراف الأمامي للخط (ب أ) = ٣٠َ ٢٥٢ ° فإن ذلك يعني أن الانحراف الأمامي لهذا الخط تم قياسه عن نقطة (ب). ويجب عند كتابة اسم الخط أن يكون الحرف الأول من اسم الخط هو النقطة المقاس أو المحسوب عندها انحراف الخط. ولكي نتعرف على العلاقة بين الانحراف الأمامي والانحراف الخلفي لنفس الخط، انظر الشكل (٤ -٥) وبفرض أن اتجاهات الشمال متوازية عند أي نقط على سطح الأرض، وكان المعلوم انحراف الضلع (أ ب) عند النقطة (أ) وسوف نرمز له بالرمز (ي$_{١}$)، فالمطلوب حساب انحراف الضلع (ب أ) أي انحرافه عند النقطة(ب) والذي سوف نرمز له بالرمز (ي$_{٢}$). من الرسم نلاحظ أن :

ي$_{٢}$ = ي$_{١}$ + ١٨٠ °



الشكل (٤ -٥)

ومن ذلك يمكن أن نستنتج العلاقة العامة التي

ي١ = ي٢ - ١٨٠ °

تربط الانحراف الأمامي بالانحراف الخلفي لأي خط على النحو التالي:

الانحراف الأمامي للخط = الانحراف الخلفي للخط ± ١٨٠°

الانحراف الخلفي للخط = الانحراف الأمامي للخط ±١٨٠°

فإذا كان الانحراف المعلوم - سواء كان أمامياً أو خلفياً - أقل من ١٨٠°، فإننا نضيف إليه ١٨٠° لنحصل على الانحراف الآخر. أما إذا كان الانحراف المعلوم أكبر من ١٨٠° فإننا نطرح منه ١٨٠° لنحصل على الانحراف المطلوب.

مثال١:

إذا كان انحراف الخط (أ ب)=٧٠° فما هو انحراف الخط (ب أ)

الحل:

∵ انحراف (أ ب) =٧٠ ° أي أقل من ١٨٠°

∴ انحراف الخط (ب أ) = انحراف (أ ب) ± ١٨٠°

∴ انحراف الخط (ب أ) = ٧٠° + ١٨٠° =٢٥٠°

مثال٢:

إذا كان انحراف الخط (ب أ)=٢٥٠° فما هو انحراف الخط (أ ب)

الحل:

∵ انحراف (أ ب) =٢٥٠ ° أي أكبر من ١٨٠°

∴ انحراف الخط (أ ب) = انحراف الخط (ب أ) ± ١٨٠°

∴ انحراف الخط (أ ب) = ٢٥٠° - ١٨٠° =٧٠°

مثال٣:

إذا كان الانحراف الأمامي للخط (أ ب)= ١٢٤° فما هو انحرافه الخلفي

الحل:

∵ انحراف (أ ب) =١٢٤ ° أي أصغر من ١٨٠°

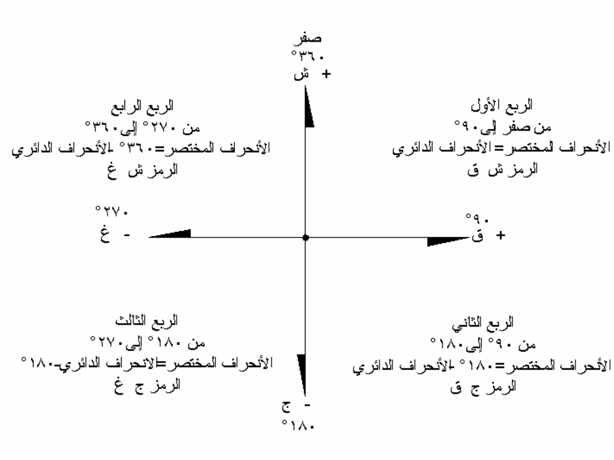
∴ الانحراف الخلفي (أ ب) = الانحراف الأمامي للخط (أ ب) ± ١٨٠°

∴ الانحراف الخلفي (أ ب) = ١٢٤° + ١٨٠° = ٣٠٤°

٤ -٦ الانحراف المختصر

الانحراف المختصر هو الزاوية المحصورة بين اتجاه الشمال والضلع أو بين اتجاه الجنوب والضلع وقيمة الانحراف المختصر تنحصر بين صفر، ٩٠° ولا يشترط هنا الاتجاه، ولكن يجب أن نحدد الربع الذي يقع فيه الضلع: الربع الأول أو الثاني أو الثالث أو الرابع. وأما أن نستعيض عن ذكر الربع بأن نذكر الاتجاهين الواقع الضلع بينهما مثل شمال شرق (ش ق) أو شمال غرب (ش غ) أو جنوب شرق (ج ق) أو جنوب غرب. (ج غ).

لحساب الانحراف المختصر لأي ضلع والذي سوف نرمز له بالرمز (خ) فلابد أن يكون معلوما الانحراف الدائري للضلع ولتسهيل وتصور عملية إيجاد الانحراف المختصر نستعين بالرسم، فنرسم محورين أحدهما يمثل اتجاه الشمال -الجنوب والآخر يمثل اتجاه الشرق –الغرب وتكون نقطة تقاطع المحورين هي نقطة طرف الضلع المقاس عنده الانحراف الدائري ثم نوقع الضلع بالمنقلة طبقاً لانحرافه الدائري المعلوم. ولا نحتاج للدقة في توقيع الضلع ولكن يكفي أن نحدد الربع الواقع فيه الضلع ويرسم الضلع بحيث يقع داخل هذا الربع، وعلى الرسم نحدد موقع زاوية الانحراف ونستنتج مقدار الانحراف المختصر(خ) بمعلومية الانحراف الدائري. وفيما يلي بعض الإرشادات لتيسير عملية إيجاد الانحراف المختصر الشكل (٤ -٦):



الشكل (٤-٦)

١. إذا كان الانحراف الدائري أقل من ٩٠° فإن الانحراف المختصر= مقدار الانحراف الدائري يكون اتجاه الضلع ش ق (في الربع الأول).

٢. إذا كان الانحراف الدائري للضلع أكثر من ٩٠° وأقل من ١٨٠° فإن الانحراف المختصر=١٨٠°-الانحراف الدائري ويكون اتجاه الضلع ج ق (في الربع الثاني).

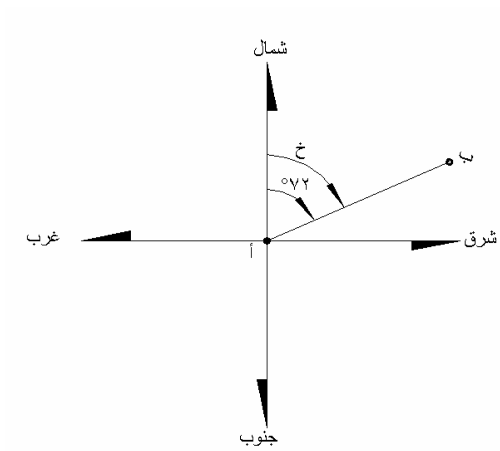
٣. إذا كان الانحراف الدائري أكبر من ١٨٠° وأقل من ٢٧٠° فإن الانحراف المختصر = الانحراف الدائري - ١٨٠° ويكون اتجاه الضلع ج غ (في الربع الثالث).

٤. إذا كان الانحراف الدائري للضلع أكبر من ٢٧٠° وأقل من ٣٦٠° فإن الانحراف المختصر =٣٦٠°- الانحراف الدائري ويكون اتجاه الضلع ش غ (في الربع الرابع).

مثال ١:

احسب الانحراف المختصر للضلع (أ ب)إذا كان انحرافه الدائري=**٧٢** °

الحل: انظر الشكل (٤ -٧)



الشكل(٤-٧)

∴ المعلوم الانحراف الدائري للضلع (أ ب)=٧٢°

وحيث إن الانحراف مقاس عند نقطة (أ) ، فتكون نقطة (أ) هي نقطة الأصل.

نرسم محورين متعامدين متقاطعين في (أ)، والمحوران يمثلان الاتجاهات الأصلية.

نوقع الضلع (أ ب) بحيث يصنع زاوية من الشمال وفي اتجاه عقارب الساعة مقدارها ٧٢°

نحدد زاوية الانحراف المختصر حسب التعريف من الشمال إلى الضلع ونحسب مقدار زاوية خ.

من الرسم نجد أن الانحراف المختصر خ = ي لأن الضلع واقع في الربع الأول.

∴الانحراف المختصر للضلع (أ ب)=٧٢° ش ق.

مثال ٢:

احسب الانحرافات المختصرة للأضلاع التالية موضحاً إجابتك بالرسم:

إذا كان انحراف الخط أ ب = ١٦٠°

إذا كان انحراف الخط ب ج = ٠٨٦°

إذا كان انحراف الخط ج د = ٣٤٧°

إذا كان انحراف الخط د أ = ٢٤٧°

إذا كان انحراف الخط ن هـ = ١٤٠°

إذا كان انحراف الخط هـ د = ٢٣٠°

الحل: انظر الرسومات في الصفحة التالية

الانحراف المختصر للخط أ ب = ١٨٠° - ١٦٠° = ٢٠° ج ق (في الربع الثاني)

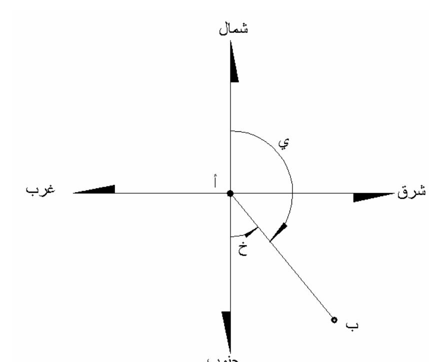
الانحراف المختصر للخط ب ج = ٨٦° ش ق

الانحراف المختصر للخط ج د = ٣٦٠° - ٣٤٧° = ١٣° ش غ (في الربع الرابع)

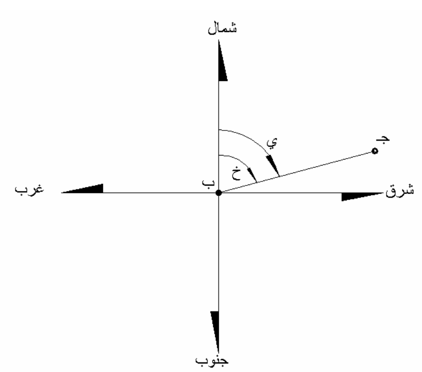
الانحراف المختصر للخط د أ = ٢٤٧° - ١٨٠° = ٦٧° ج غ (في الربع الثالث)

الانحراف المختصر للخط ن هـ = ١٨٠° - ١٤٠° = ٤٠° ج ق (في الربع الثاني)

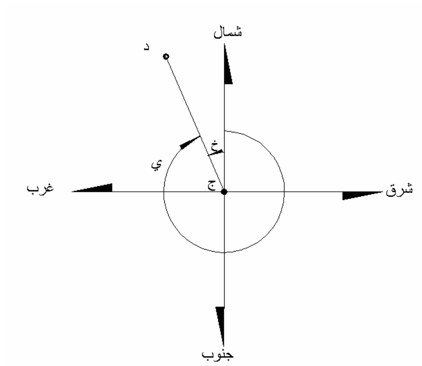
الانحراف المختصر للخط هـ د = ٢٣٠° - ١٨٠° = ٥٠° ج غ (في الربع الثالث)



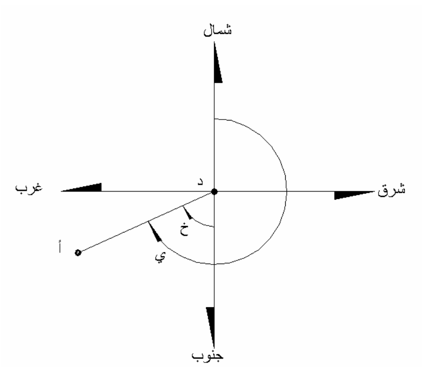
الخط أب



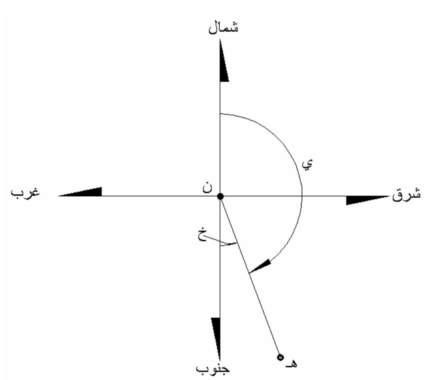
الخط ب ج



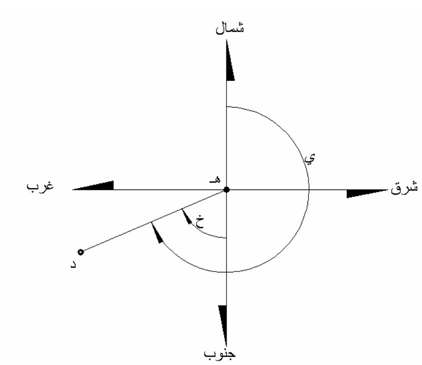
الخط ج د



الخط د أ



الخط ن هـ



الخط هـ د

مثال ٣:

احسب الانحرافات الدائرية للأضلاع التالية:

إذا كان الانحراف المختصر للضلع	أ ب	=	٦٠° ش ق
إذا كان الانحراف المختصر للضلع	ج د	=	٤٥° ج ق
إذا كان الانحراف المختصر للضلع	هـ و	=	٣٢° ج غ
إذا كان الانحراف المختصر للضلع	ل م	=	٢٦° ش غ

الحل:

١. الضلع أ ب يقع في الربع الأول

وحيث إن الانحراف المختصر = الانحراف الدائري في الربع الأول

∴ الانحراف الدائري للضلع أ ب = ٦٠°

٢. الضلع ج د يقع في الربع الثاني

∴ الانحراف الدائري للضلع ج د = ١٨٠ – ٤٥° = ١٣٥°

٣. الضلع هـ و يقع في الربع الثالث

∴ الانحراف الدائري للضلع هـ و = ١٨٠ + ٣٢° = ٢١٢°

٤. الضلع ل م يقع في الربع الرابع

∴ الانحراف الدائري للضلع ل م = ٣٦٠ - ٢٦° = ٣٣٤°

مسائل وتمارين

١. إذا كان الانحراف المغناطيسي للضلع (أ ب)=٢٤٥° ٢٠َ وزاوية الاختلاف المغناطيسي عند نقطة (أ) في هذا الوقت =٢° ٣٠َ غرباً. فاحسب الانحراف الحقيقي للضلع (أ ب).

٢. إذا كان الانحراف الحقيقي للضلع (ج د) =١٤٠° ٤٠َ وكانت زاوية الاختلاف المغناطيسي =٤° ٥٠َ شرقاً. فاحسب الانحراف المغناطيسي لهذا الضلع.

٣. إذا كان الانحراف الحقيقي للضلع (أ ب) =١٧٠° ٢٠َ وكانت زاوية الاختلاف المغناطيسي=٥° ٢٠َ شرقاً . فاحسب الانحراف المغناطيسي للضلع (أ ب).

٤. إذا كان الانحراف المغناطيسي للضلع (أ ب) =١٢٥° ٤٠َ وكانت زاوية الاختلاف المغناطيسي=٣° ٢٠َ غرباً . فاحسب الانحراف الحقيقي للضلع (أ ب).

٥. إذا كان الانحراف المغناطيسي للضلع (أ ب)=٣٤٥° ٢٠َ وزاوية الاختلاف المغناطيسي عند نقطة (أ) في هذا الوقت =٢° ٣٠َ غرباً. فاحسب الانحراف الحقيقي للضلع (أ ب).

٦. احسب الانحرافات الخلفية للأضلاع التالية إذا كانت الانحرافات الأمامية لها كما يلي:

ل م	=	١٥ً	٢٥َ	٣٠٠°
هـ و	=	٣٠ً	٥٩َ	٢٨٠°
ر س	=	١٠ً	١٠َ	١٥٠°
أ ب	=	٤٠ً	٤٠َ	٦٠°
ج د	=	٢٥ً	٣٠ً	١٧٥°

٧. احسب الانحرافات الأمامية للأضلاع التالية إذا كانت الانحرافات الخلفية لها كما يلي:

أ ب	=	١٠	٣٠ً	١٠١°
ل م	=	٣٥ً	٤٠َ	٧٠°
م ن	=	٣٠ً	١٥َ	٢٧٧°
ج د	=	٢٠ً	٣٠ً	١٨٩°
هـ و	=	٢٠ً	٣٥	١٥٩°

٨. حول الانحرافات الدائرية للأضلاع التالية إلى انحرافات مختصرة مع ذكر الربع الواقع فيه كل ضلع.

أ ب	=	١٠ً	٤٢َ	٧٥°
ج د	=	٢٠ً	٠٤َ	١١٢°
هـ و	=	٤٠ً	٣٢َ	٢٥٩°
ل م	=	٥٠ً	٤٢َ	٣٣٩°

٩. حول الانحرافات المختصرة للأضلاع التالية إلى انحرافات دائرية.

أ ب	=	٥٠	٢٠	١٠	ش ق
ج د	=	٢٠	٢٤	٤٦	ج ق
ل م	=	٢٠	٤٧	٢٥	ج غ
هـ و	=	١٠	١٧	٤٠	ش غ

امتحـــان ذاتـــي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر إلى الحل في نهاية الوحدة.

السؤال الأول: أجب على العبارات التالية بوضع علامة (✓) للعبارات الصحيحة وعلامة (×) للعبارات الغير صحيحة:

١ - تتفرد الخرائط ١ : ٢٥٠٠٠ في المملكة بتوضيح العلاقة بين أنواع الشمال ( ).

٢ - الحقل المغناطيسي غير ثابت بل في تغير مستمر ( ).

٣ - كل خطوط الطول عبارة عن خطوط للشمال الحقيقي ( ).

٤ - زاوية الاختلاف هي المحصورة بين الشمال الحقيقي والشمال المغناطيسي ( ).

السؤال الثاني: أكمل العبارات التالية:

١ - الانحراف الحقيقي هو مقدار الزاوية المقاسة في اتجاه دوران عقارب الساعة من .... حتى الضلع.

٢ - الانحراف الحقيقي للضلع = ... ± زاوية الاختلاف

٣ - تنحصر قيمة الانحراف الدائري بين .... ، .... درجة ستينية.

٤ - الانحراف الخلفي للخط (الضلع) = ... ± ١٨٠°

السؤال الثالث:

١ - إذا كان الانحراف المغناطيسي للضلع (أ ب)= ٤٠َ ١١٧° وزاوية الاختلاف المغناطيسي عند نقطة (أ) في هذا الوقت = ٣٠َ ٤° غرباً. فاحسب الانحراف الحقيقي للضلع (أ ب).

٢ - احسب الانحراف الخلفي للضلع أ ب إذا كان انحرافه الأمامي ٤٥ً ٣٣َ ٢٤١°

٣ - احسب الانحراف المختصر للضلع أ ب إذا كان انحرافه الدائري ٥٥ً ٤٣َ ١٢٦°

نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة) :

وتعبأ من قبل المتدرِّب نفسه وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرِّب.

تعليمات				
بعد الانتهاء من التدريب على **حساب الانحرافات** قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد عنصر من العناصر المذكورة ،وذلك بوضع علامة(✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.				
اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرُّب علية :حل مسائل حساب الانحرافات				
العناصر	مستوى الأداء(هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١. حل مسائل حساب الانحراف الأمامي والخلفي				
٢. حل مسائل حساب الانحراف الدائري				
٣. حل مسائل حساب الانحرافات المختصرة				
يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة آخرى بمساعدة المدرب.				

نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة) : ويعبأ هذا النموذج عن طريق المدرب.

اسم الطالب: .... التاريخ:

رقم الطالب: .... المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤

كل بند أو مفردة يقيم بـ١٠ نقاط.

العلامة :......... الحد الأدنى :ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى:ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١. مستوى إجادة حساب الانحرافات الأمامية والخلفية	
٢. مستوى إجادة حساب الانحرافات الدائرية	
٣. مستوى إجادة حساب الانحرافات المختصرة	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪	
المجموع	

ملاحظات:... ....

....

....

توقيع المدرب:............................

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الحساب المساحي

حساب الإحداثيات الأفقية والرأسية

حساب الإحداثيات الأفقية والرأسية

٥

❖ **الجدارة:** أن يحسب المتدرب المركبات الأفقية والرأسية وكذلك الإحداثيات الأفقية والرأسية

❖ **الأهداف:** لقد تدربنا في الوحدات السابقة على حساب العناصر اللازمة لحساب المركبات الأفقية، ألا وهي المسافة الأفقية والانحراف، وكذلك تدربنا على حساب المسافة الرأسية. وفي هذه الوحدة سنتدرب على حساب المركبات الأفقية (Δ س، Δ ص)، وكذلك سنتدرب على حساب المركبة الرأسية (Δ ع)، وذلك تمهيداً لحساب الإحداثيات الأفقية والرأسية للمواقع والنقاط على سطح الأرض. وعندما يكمل المتدرب هذه الوحدة فإنه يكون متمكناً من:

١.أن يحسب المركبات الأفقية Δ س، Δ ص. والإحداثيات الأفقية س، ص لأي نقطة على سطح الأرض.

٢.أن يحسب المركبة الرأسية Δ ع والإحداثي الرأسي ع لأي نقطة على سطح الأرض.

❖ **الوقت المتوقع للتدريب:** ١٦ ساعة تدريبية.

❖ **الوسائل المساعدة:**

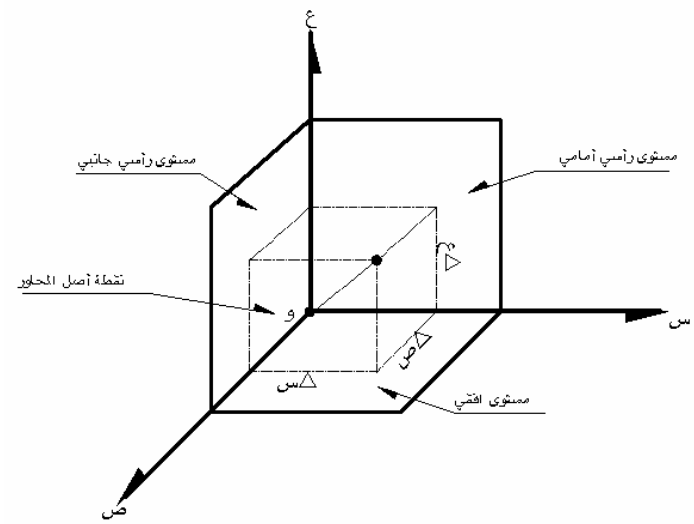
١. اتباع الإرشادات الواردة في حل الأمثلة في هذه الوحدة.

٢. حل الأمثلة والتمارين والانتباه لقاعدة الإشارات عند حساب المركبات الأفقية.

٥ -١ مقدمة :

سبق أن تعرفنا في الوحدات السابقة على المسافة الأفقية بين نقطتين وكذلك انحراف الخط الواصل بين النقطتين، وفي هذه الوحدة سنتعرف كيف يمكننا الاستفادة من هاتين المعلومتين لحساب وتحديد موقع النقطة بالنسبة لمحاور الإحداثيات. حيث إنه لتعيين موقع أي نقطة فلابد من معرفة بعدين على الأقل منسوبين إلى مستويات ومحاور محددة ومعرفة تعريف كامل، ومن أكثر النظم المستخدمة في المساحة لتحديد وتعريف مواقع النقاط تحديد دقيق وكامل: نظام الإحداثيات القطبية (مسافة ،انحراف) ونظام الإحداثيات المستوية المتعامدة (س، ص) وقد سبق أن تعرفنا على نظم الإحداثيات في الوحدة الثانية من هذه الحقيبة، ويمكن التحويل من نظام إلى آخر عن طريق علاقات رياضية بسيطة.

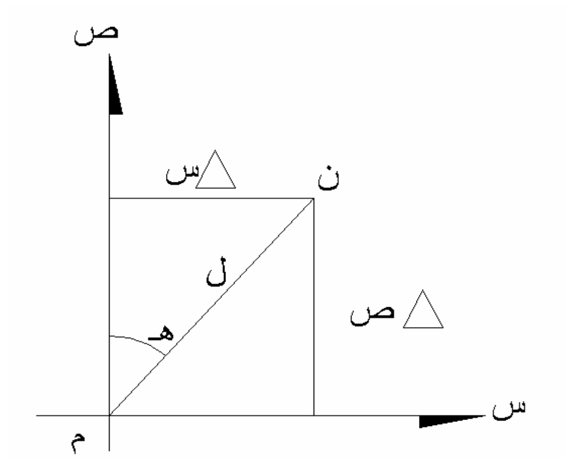
لتحديد محاور الإحداثيات، نتصور وجود ثلاث مستويات أساسية في الفراغ من عدد لانهائي من المستويات في جميع الاتجاهات، ولكن هنا سنحدد ثلاثة مستويات أساسية والتي تتعامد مع بعضها انظر الشكل (٥ -١) وهي:



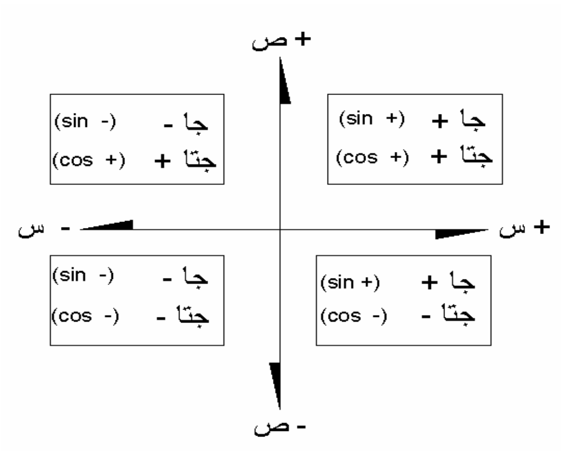
الشكل (٥ -١)

(١) المستوى الأفقي ، (٢) المستوى الرأسي الأمامي ، (٣) المستوى الرأسي الجانبي . حيث ينشأ عن تقاطع المستوى الأول مع المستوى الثاني المحور (س) ويكون امتداده موجباً في اتجاه الشرق وسالباً في اتجاه الغرب ، وينشأ عن تقاطع المستوى الأول مع المستوى الثالث المحور (ص) ويكون امتداده موجباً في اتجاه الشمال وسالباً في اتجاه الجنوب، وينشأ عن تقاطع المستوى الثاني مع المستوى الثالث المحور (ع) ويكون امتداده موجباً في الاتجاه الرأسي لأعلى وسالباً في اتجاه الرأسي لأسفل. والمحاور الثلاثة متعامدة على بعضها البعض وتتلاقى في نقطة واحدة تسمى نقطة أصل المحاور أو الإحداثيات أو نقطة الأصل.

وتسمى المسافة أو البعد العمودي من أي نقطة إلى أحد هذه المحاور بالبعد أو المركبة، فمثلا نقطة أ في الشكل (٥ -٢) تبعد عن المحور س بالمركبة أو البعد Δ ص، وتبعد عن المحور ص بالمركبة أو البعد Δ س ، ويتم تحديد المركبة بقيمة حسابية وإشارة وتتبع المركبات قاعدة الإشارات التي سبق وأن درسناها في مادة الرياضيات والموضحة بالشكل (٥ -٣). وعلى هذا الأساس يمكن تعريف المركبة بأنها المسافة التي ارتحلتها النقطة في اتجاه المحاور المتعامدة. وتعتبر الإحداثيات المستوية المتعامدة (الكارتيزية) من أسهل وأكثر الطرق شيوعا في تحديد مواقع النقاط.



الشكل (٥ -٢)



الشكل (٥ -٣)

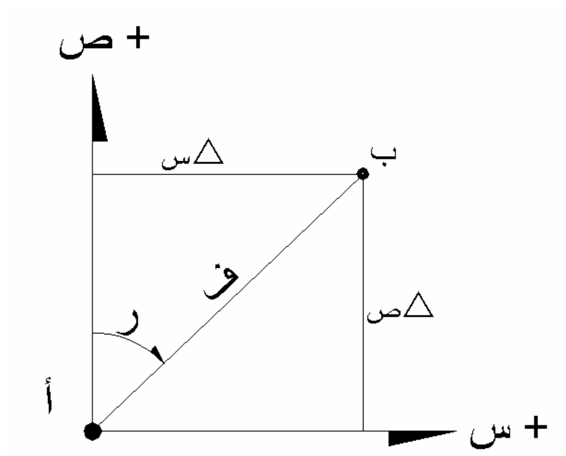
وحيث إنه غير عملي وأيضا غير ممكن قياس هذه المركبات في الطبيعة، فإننا نقيس المسافة بين النقاط في الطبيعة ونقيس ونعين انحرافات الخطوط بين النقاط سواء بالنسبة للشمال المغناطيسي أو الحقيقي أو بالنسبة لانحراف محدد أو افتراضي، ثم من خلال بعض العلاقات الرياضية نقوم بتحويل الإحداثيات القطبية (المسافة والانحراف) إلى المركبات المتعامدة الأفقية Δ س، Δ ص، وتسمى المركبات الأفقية وهي تمثل المسافة أو البعد العمودي بين نقطتين في اتجاه المحور س واتجاه المحور ص، وبإضافة هاتين المركبتين إلى الإحداثي المعلوم لإحدى نقطتي الخط نحصل على الإحداثي المطلوب للنقطة الثانية.

٥ -٢ حساب المركبات الأفقية Δ س، Δ ص:

كما هو واضح بالشكل (٥ -٤) ، معلوم انحراف الضلع أ ب ، وكذلك معلوم المسافة الأفقية من أ إلى ب، أي معلوم الإحداثيات القطبية لنقطة ب بالنسبة لنقطة أ والمطلوب حساب الإحداثيات المتعامدة (س ، ص) لنقطة ب.

ولحساب الإحداثيات لنقطة ب لابد أولاً من حساب المركبتين الأفقيتين Δ س، Δ ص المقابلتين للمسافة الأفقية أ ب:

من قوانين حساب المثلثات والتي سبق دراستها في مادة الرياضيات يمكن حساب كل من المركبة Δ س،والمركبة Δ ص كما يلي:



الشكل(٥ -٤)

Δ س = ف × جا ر

Δ ص = ف × جتا ر

حيث:

ف : المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب

ر : انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال

مثال ١:

قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٢٥٣٫٧٦ متر وكذلك قام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٤٥ً ٣٢ َ ٦٨°. احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص للخط أب.

الحـل:

حيث إن

Δ س = ف × جا ر

∴ Δ س = ٢٥٣٫٧٦ × جا ٤٥ً ٣٢ َ ٦٨°

∴ Δ س = ٢٥٣٫٧٦ × ٠٫٩٣٠٧١٠٥

∴ Δ س = ٢٣٦٫١٧٧ متر

وحيث إن

Δ ص = ف × جتا ر

∴ Δ ص = ٢٥٣٫٧٦ × جتا ٤٥ً ٣٢ َ ٦٨°

∴ Δ ص = ٢٥٣٫٧٦ × ٠٫٣٦٥٧٥٦٨

∴ Δ ص = ٩٢٫٨١٤ متر

نلاحظ أن كلاً من إشارة Δ س ، Δ ص موجبة لأن انحراف أب أقل من ٩٠° أي يقع في الربع الأول (إشارة جا موجبة ، إشارة جتا موجبة). (انظر الشكل ٥ -٣).

مثال (٢):

قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٢٨٦٫١٥ متر وكذلك قام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٣٣ً ٢٩ َ ١٨٥°. احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص للخط أب.

الحـل:

حيث إن

Δ س = ف × جا ر

∴ Δ س = ٢٨٦,١٥ × جا ٣٣ً ٢٩ َ ١٨٥°

∴ Δ س = ٢٨٦,١٥ × -٠,٠٩٥٧١٥٥

∴ Δ س = -٢٧,٣٨٩ متر

وحيث إن

Δ ص = ف × جتا ر

∴ Δ ص = ٢٨٦,١٥ × جتا ٣٣ً ٢٩ َ ١٨٥°

∴ Δ ص = ٢٨٦,١٥ -٠,٩٩٥٤٠٨٧

∴ Δ ص = -٢٨٤,٨٣٦ متر

نلاحظ أن كلاً من إشارة Δ س ، Δ ص سالبة لأن انحراف أب أكبر من ١٨٠° وأقل من ٢٧٠° أي يقع في الربع الثالث (إشارة جا سالبة ، إشارة جتا سالبة). (انظر الشكل ٥ -٣).

٥ -٣ حساب الإحداثيات الأفقية س، ص:

بعد حساب المركبات الأفقية Δ س ، Δ ص يتم حساب الإحداثيات الأفقية للنقطة المطلوبة (ب) بالنسبة للإحداثيات الأفقية للنقطة المعلومة (أ) والموضحة في الشكل (٥ -٤) كما يلي:

س ب = س أ + Δ س أب (حيث Δ س تضاف بإشارتها)

ص ب = ص أ + Δ ص أب (حيث Δ ص تضاف بإشارتها)

مثال ١:

قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ١٥٨,٧٢ متراً وكذلك قام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٤٠ً ٣٦َ ٤٨°. احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص للخط أب.، وكذلك احسب الإحداثيات الأفقية لنقطة ب إذا كانت الإحداثيات الأفقية لنقطة أ (س= ٢٥٦١,٤٥ متر، ص = ٤٥٦٨,٢٣متر)

الحل:

أولاً : حساب المركبات الأفقية Δ س ، Δ ص

حيث إن

Δ س = ف × جا ر

∴ Δ س = ١٥٨,٧٢ × جا ٤٠ً ٣٦َ ٤٨°

∴ Δ س = ١٥٨,٧٢ × ٠,٧٥٠٢٣٩٣

∴ Δ س = ١١٩,٠٨ متر

وحيث إن

Δ ص = ف × جتا ر

∴ Δ ص = ١٥٨,٧٢ × جتا ٤٠ً ٣٦َ ٤٨°

∴ Δ ص = ١٥٨,٧٢ × ٠,٦٦١١٦٦٤

∴ Δ ص = ١٠٤,٩٤ متر

نلاحظ أن كل من إشارة Δ س ، Δ ص موجبة لأن انحراف أب أقل من ٩٠° أي يقع في الربع الأول (أشارة جا موجبة ، إشارة جتا موجبة).

ثانياً: حساب الإحداثيات الأفقية لنقطة ب:

حيث إن $س_{ب} = س_{أ} + \Delta س_{أب}$

$\therefore$ $س_{ب}$ = ٢٥٦١,٤٥ + ١١٩,٠٨ = ٢٦٨٠,٥٣ متر

وحيث إن $ص_{ب} = ص_{أ} + \Delta ص_{أب}$

$\therefore$ $ص_{ب}$ = ٤٥٦٨,٢٣ + ١٠٤,٩٤ = ٤٦٧٣,١٧ متر

(أي أن النقطة ب تقع شمال شرق النقطة أ)

مثال ٢:

قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٣٢٤,٥٦ متراً وكذلك قام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٣٠ً ٥٦َ ١٤٨°. احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص للخط أب، وكذلك احسب الإحداثيات الأفقية لنقطة ب إذا كانت الإحداثيات الأفقية لنقطة أ (س= ٤٨٤٢,٥٩ متر، ص = ٣٢٤٦,٤٢متر)

الحـل:

أولاً : حساب المركبات الأفقية Δ س ، Δ ص

حيث إن

Δ س = ف × جا ر

$\therefore$ Δ س = ٣٢٤,٥٦ × جا ٣٠ً ٥٦َ ١٤٨°

$\therefore$ Δ س = ٣٢٤,٥٦ × ٠,٥١٥٩١٠٥

$\therefore$ Δ س = ١٦٧,٤٤ متر

وحيث إن

Δ ص = ف × جتا ر

$\therefore$ Δ ص = ٣٢٤,٥٦ × جتا ٣٠ً ٥٦َ ١٤٨°

$\therefore$ Δ ص = ٣٢٤,٥٦ -٠,٨٥٦٦٤٢٥

$\therefore$ Δ ص = -٢٧٨,٠٣ متر

نلاحظ أن إشارة Δ س موجبة ، وأن إشارة Δ ص سالبة لأن انحراف أب أكبر من ٩٠° وأقل من ١٨٠° أي يقع في الربع الثاني (إشارة جا موجبة ، إشارة جتا سالبة).

ثانياً: حساب الإحداثيات الأفقية لنقطة ب:

حيث إن $س_{ب} = س_{أ} + \Delta س_{أب}$

∴ $س_{ب} = ٤٨٤٢,٥٩ + ١٦٧,٤٤ = ٥٠١٠,٠٣$ متر

وحيث إن $ص_{ب} = ص_{أ} + \Delta ص_{أب}$

∴ $ص_{ب} = ٣٢٤٦,٤٢ + (-٢٧٨,٠٣) = ٢٩٦٨,٣٩$ متر

(أي أن النقطة ب تقع جنوب شرق النقطة أ)

مثال ٣:

قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ١٢٤,٥٦ متراً وكذلك قام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٣٠ً ٥٦َ °٢٨٨. احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص للخط أب.، وكذلك احسب الإحداثيات الأفقية لنقطة ب إذا كانت الإحداثيات الأفقية لنقطة أ (س= ٣٨٤٢,٥٩ متر، ص = ١٢٤٦,٤٢متر)

الحـل:

أولاً : حساب المركبات الأفقية Δ س ، Δ ص

حيث إن

Δ س = ف × جا ر

∴ Δ س = ١٢٤,٥٦ × جا ٣٠ً ٥٦َ °٢٨٨

∴ Δ س = ١٢٤,٥٦ -٠,٩٤٥٨٤٩٥

∴ Δ س = -١١٧,٨٢متر

وحيث إن

Δ ص = ف × جتا ر

∴ Δ ص = ١٢٤,٥٦ × جتا ٣٠ً ٥٦َ °٢٨٨

∴ Δ ص = ١٢٤,٥٦ × ٠,٣٢٤٦٠٥٣

∴ Δ ص = ٤٠,٤٣ متر

نلاحظ أن إشارة Δ س سالبة ، وأن إشارة Δ ص موجبة لأن انحراف أب أكبر من °٢٧٠ وأقل من °٣٦٠ أي يقع في الربع الرابع (إشارة جا سالبة ، إشارة جتا موجبة).

ثانياً: حساب الإحداثيات الأفقية لنقطة ب:

حيث إن س ب = س أ + Δ س أب

∴ س ب = ٣٨٤٢,٥٩ + (-١١٧,٨٢) = ٣٧٢٤,٧٧ متر

وحيث إن ص ب = ص أ + Δ ص أب

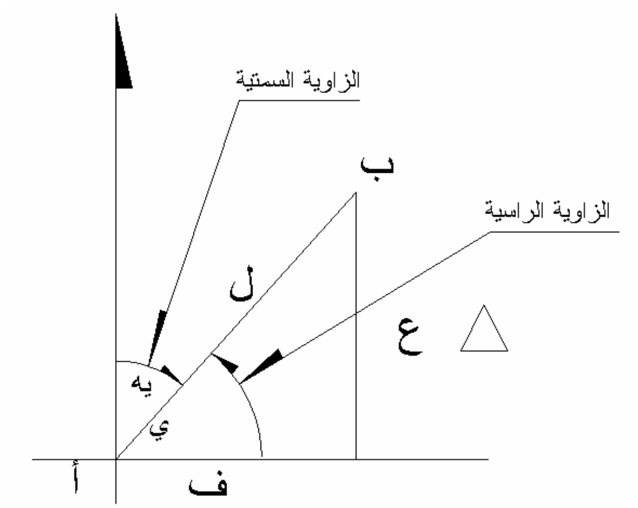
∴ ص ب = ١٢٤٦,٤٢ + (٤٠,٤٣) = ١٢٨٦,٨٥ متر

(أي أن النقطة ب تقع شمال غرب النقطة أ)

٥ -٤ حساب المركبة الرأسية ∆ ع:

المركبة الرأسية أو المسافة الرأسية تم التعرف على طريقة حسابها من المسافة المائلة أو المسافة الأفقية المقاسة وذلك بمعرفة الزاوية الرأسية لارتفاع أو انخفاض الهدف بالنسبة لمستوى نقطة المرصد، انظر الوحدة الثالثة.

وتستخدم المسافة الرأسية أو المركبة الرأسية في حساب الإحداثي الرأسي أو منسوب النقطة المطلوبة بالنسبة لنقطة المرصد وهذه هي الطريقة المستخدمة في أعمال الميزانية المثلثية لتعيين مناسيب نقاط شبكات الميزانية وكذلك مناسيب النقاط الواقعة في مناطق ذات تضاريس صعبة لا تمكن من استخدام طرق الميزانية العادية لتعيين المناسيب.



الشكل (٥ -٥)

انظر الشكل (5 - ٥) الذي يبين العلاقة الهندسية بين المركبة الرأسية (∆ ع) والمسافة الأفقية (ف) والمسافة المائلة (ل) والزاوية الرأسية (ى) والزاوية السمتية (يه) حيث (ى = ٩٠° - يه)

المركبة الرأسية ∆ ع = ف × ظا ى

أو = ف × ظتا يه

وكذلك

المركبة الرأسية ∆ ع = ل × جا ى

أو = ل × جتا يه

٥ -٥ حساب الإحداثي الرأسي :

بعد حساب المركبة الرأسية بين نقطة المرصد (أ) ونقطة الهدف (ب) انظر الشكل (٥ -٥) يمكن حساب الإحداثي الرأسي لنقطة الهدف من المعادلة التالية:

$$ع_ب = ع_أ \pm \Delta ع$$

حيث + في حالة زاوية الارتفاع ، - في حالة زاوية الانخفاض

مثال ١:

قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ١٥٨,٧٢ متر وكذلك قام بقياس زاوية ارتفاع الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ٤° ٣٦ َ ٤٠ ً. احسب المركبة الرأسية Δ ع ، وكذلك احسب الإحداثي الرأسي لنقطة ب إذا كانت الإحداثي الرأسي لنقطة أ (ع= ٥٦١,٤٥ متر)

الحل:

أولاً : حساب المركبة الرأسية Δ ع

حيث إن

$$\Delta ع = ف \times ظا ى$$

$$\therefore \Delta ع = ١٥٨,٧٢ \times ظا ٤° ٣٦' ٤٠''$$

$$\therefore \Delta ع = ١٥٨,٧٢ \times ٠,٠٨٠٦٥٣٣$$

$$\therefore \Delta ع = ١٢,٨٠ \text{ متر}$$

ثانياً: حساب الإحداثي الرأسي لنقطة ب:

وحيث إن

$$ع_ب = ع_أ + \Delta ع_{أب}$$

$$\therefore ع_ب = ٥٦١,٤٥ + ١٢,٨٠$$

$$\therefore ع_ب = ٥٧٤,٢٥ \text{ متراً}$$

مثال ٢:

قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٢٤١,٢٦ متراً وكذلك قام بقياس زاوية ارتفاع الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ١٠ً ٣٠َ ٢°. احسب المركبة الرأسية Δ ع ، وكذلك احسب الإحداثي الرأسي لنقطة ب إذا كانت الإحداثي الرأسي لنقطة أ (ع= ٨٢٥,٦٥ متر)

الحـل:

أولاً : حساب المركبة الرأسية Δ ع

حيث إن

Δ ع = ف × ظا ى

∴ Δ ع = ٢٤١,٢٦ × ظا ٤٠ً ٣٦َ ٤°

∴ Δ ع = ٢٤١,٢٦ × ٠,٠٤٣٧٠٩٥

∴ Δ ع = ١٠,٥٥ متراً

ثانياً: حساب الإحداثي الرأسي لنقطة ب:

وحيث إن

ع ب = ع أ + Δ ع أب

∴ ع ب = ٨٢٥,٦٥ +١٠,٥٥

∴ ع ب = ٨٣٦,٢٠ متراً

مثال ٣:

قام مساح بقياس المسافة المائلة من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ١٦١,٥٦ متر وكذلك قام بقياس زاوية انخفاض الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ١٨ً ٣٢ ٣°. احسب المركبة الرأسية Δ ع ، وكذلك احسب الإحداثي الرأسي لنقطة ب إذا كانت الإحداثي الرأسي لنقطة أ (ع= ٤٢٥,٨٥ متر)

الحــل:

أولاً : حساب المركبة الرأسية Δ ع

حيث إن

Δ ع = ل × جا ى

∴ Δ ع = ١٦١,٥٦ × جا ١٨ً ٣٢ ٣°

∴ Δ ع = ١٦١,٥٦ × ٠,٠٦١٧١٦٣

∴ Δ ع = ٩,٩٧ متراً

ثانياً: حساب الإحداثي الرأسي لنقطة ب:

وحيث إن

ع ب = ع أ - Δ ع أب

∴ ع ب = ٤٢٥,٨٥ -٩,٩٧

∴ ع ب = ٤١٥,٨٨ متراً

مثال ٤ :

قام مساح بقياس المسافة المائلة من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ١١٢٫٨٦٢ متراً وكذلك قام بقياس زاوية ارتفاع الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ١٢ً ٤٦َ ٢°. احسب المركبة الرأسية Δ ع ، وكذلك احسب الإحداثي الرأسي لنقطة ب إذا كانت الإحداثي الرأسي لنقطة أ (ع= ٦٣٢٫٨١٥ متر)

الحـل:

أولاً : حساب المركبة الرأسية Δ ع

حيث إن

Δ ع = ل × جا ى

∴ Δ ع = ١١٢٫٨٦٢ × جا ١٢ً ٤٦َ ٢°

∴ Δ ع = ١١٢٫٨٦٢ × ٠٫٠٤٨٣٢٦٨ = ٥٫٤٥٤ متر

ثانياً: حساب الإحداثي الرأسي لنقطة ب:

وحيث إن

ع ب = ع أ + Δ ع أب

∴ ع ب = ٦٣٢٫٨١٥ + ٥٫٤٥٤ = ٦٣٨٫٢٦٩ متر

مسائل وتمارين

(١) قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ١٧٨٫٧٢ متر وكذلك قام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٤٢° ٣١َ ٤٠ً. احسب كلاً من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص للخط أب.، وكذلك احسب الإحداثيات الأفقية لنقطة ب إذا كانت الإحداثيات الأفقية لنقطة أ (س= ١٥٦١٫٤٥ متر، ص = ٣٥٦٨٫٢٣متراً).

(٢) قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٣٣٤٫٥٦٠ متراً وكذلك قام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ١٥٨° ٥١َ ٣٣ً. احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص للخط أب، وكذلك احسب الإحداثيات الأفقية لنقطة ب إذا كانت الإحداثيات الأفقية لنقطة أ (س= ٤٨٦٢٫٥٩ متراً، ص = ٣٩٤٦٫٤٢متراً).

(٣) قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٣٢٤٫٥٦ متراً وكذلك قام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٢٩١° ٥٦َ ٣٠ً. احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص للخط أب، وكذلك احسب الإحداثيات الأفقية لنقطة ب إذا كانت الإحداثيات الأفقية لنقطة أ (س= ٣٩٤٢٫٥٩ متراً، ص = ١٦٤٦٫٤٢متراً).

(٤) قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ١٥١٫٧٢ متراً وكذلك قام بقياس زاوية ارتفاع الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ٣° ٢٦َ ٤٠ً. احسب المركبة الرأسية Δ ع ، وكذلك احسب الإحداثي الرأسي لنقطة ب إذا كانت الإحداثي الرأسي لنقطة أ (ع= ٤٦١٫٤٥ متراً).

(٥) قام مساح بقياس المسافة المائلة من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٢٤٤٫٧٦ متراً وكذلك قام بقياس زاوية ارتفاع الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ٢° ٣٩َ ١٤ً. احسب المركبة الرأسية Δ ع ، وكذلك احسب الإحداثي الرأسي لنقطة ب إذا كانت الإحداثي الرأسي لنقطة أ (ع= ٧٢٥٫٦٥ متراً).

(٦) قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٢٦١٫٥٦ متراً وكذلك قام بقياس زاوية انخفاض الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ٥° ٣٢َ ١٨ً. احسب المركبة الرأسية Δ ع ، وكذلك احسب الإحداثي الرأسي لنقطة ب إذا كانت الإحداثي الرأسي لنقطة أ (ع= ٤٢٥٫٨٥ متراً).

(٧) قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ١٢٤٫٥٦ متراً وقام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٢٥١° ٥٦َ ٣٠ً، وكذلك قام بقياس زاوية

انخفاض الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ٤٨ً ٣٤َ ٣° احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص والمركبة الرأسية للخط أب، وكذلك احسب الإحداثيات الأفقية والرأسية لنقطة ب إذا كانت الإحداثيات الأفقية والرأسية لنقطة أ (س= ١٩٤٢,٥٩ متراً، ص = ٢٦٤٦,٤٢متراً ، ع = ٥٢٥,٨٥ متراً).

(٨) قام مساح بقياس المسافة المائلة من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٦٤٣,٣٨ متراً وقام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٢٠ً ١٦َ ٢٧١°، وكذلك قام بقياس زاوية ارتفاع الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ٢٨ً ٥١َ ٤° احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص والمركبة الرأسية Δ ع للخط أب، وكذلك احسب الإحداثيات الأفقية والرأسية لنقطة ب إذا كانت الإحداثيات الأفقية والرأسية لنقطة أ (س= ١٠٤٢,٥٩ متراً، ص = ٢٦٠٦,٤٢متراً ، ع = ٢٢٥,١٥ متراً).

امتحان ذاتــي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر إلى الحل في نهاية الوحدة.

السؤال الأول: ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة فيما يلي وعلامة (×) أمام العبارات غير الصحيحة فيما يلي:

١ - ينشأ المحور الأفقي س من تقاطع المستوى الرأسي الأمامي مع المستوى الأفقي ( ).

٢ - ينشأ المحور الأفقي ص من تقاطع المستوى الرأسي الجانبي مع المستوى الأفقي ( ).

٣ - ينشأ المحور الرأسي ع من تقاطع المستوى الرأسي الجانبي مع المستوى الأمامي ( ).

٤ - تسمى المسافة العمودية من أحد محاور الإحداثيات إلى النقطة بالبعد أو المركبة ( ).

السؤال الثاني:

قام مساح بقياس المسافة الأفقية من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ١٥٤,٧٦٠ متر وكذلك قام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٣٥" ٢١' ١٨٨°. احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص للخط أب، وكذلك احسب الإحداثيات الأفقية لنقطة ب إذا كانت الإحداثيات الأفقية لنقطة أ (س= ٨٥٢,١٩٠ متراً، ص = ٩١٧,٦٢٠ متراً).

السؤال الثالث:

قام مساح بقياس المسافة المائلة من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٢٢٤,١٦ متراً وكذلك قام بقياس زاوية ارتفاع الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ٤٤" ٣٢' ٥°. احسب المركبة الرأسية Δ ع ، وكذلك احسب الإحداثي الرأسي لنقطة ب إذا كانت الإحداثي الرأسي لنقطة أ (ع= ٦٢٨,٤٥ متراً).

السؤال الرابع:

قام مساح بقياس المسافة المائلة من نقطة أ إلى نقطة ب فكانت ٣٧٣,٩٨ متراً وقام بتعيين انحراف الخط أ ب عن اتجاه الشمال فكان ٢٥" ١٥' ٢٨٤°، وكذلك قام بقياس زاوية ارتفاع الهدف ب بالنسبة لنقطة المرصد أ فكانت ٢٢" ١١' ٦° احسب كل من المركبة الأفقية Δ س، والمركبة الأفقية Δ ص والمركبة الرأسية Δ ع للخط أب، وكذلك احسب الإحداثيات الأفقية والرأسية لنقطة ب إذا كانت الإحداثيات الأفقية والرأسية لنقطة أ (س= ٧٧٢,٩٩٢ متراً، ص = ٦٦٦,١٢٥متراً ، ع = ٤٦٥,٣٠٥ أمتار).

نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة) :

وتعبأ من قبل المتدرِّب نفسه وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرِّب

<table>
<tr><td colspan="5">تعليمات
بعد الانتهاء من التدريب على حساب الإحداثيات الأفقية والرأسية قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد عنصر من العناصر المذكورة ،وذلك بوضع علامة(✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.</td></tr>
<tr><td colspan="5">اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرُّب علية :حل مسائل حساب المركبات والإحداثيات الأفقية والرأسية</td></tr>
<tr><td rowspan="2">العناصر</td><td colspan="4">مستوى الأداء(هل أتقنت الأداء)</td></tr>
<tr><td>غير قابل للتطبيق</td><td>لا</td><td>جزئياً</td><td>كلياً</td></tr>
<tr><td>١. حل مسائل حساب المركبات الأفقية</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٢. حل مسائل حساب الإحداثيات الأفقية</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٣. حل مسائل حساب المركبة الرأسية</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٤. حل مسائل حساب الإحداثي الرأسي</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة آخرى بمساعدة المدرب.</td></tr>
</table>

نموذج تقييم مستوى الأداء(مستوى إجادة الجدارة): ويعبأ هذا النموذج عن طريق المدرب.

اسم الطالب: .... التاريخ:

رقم الطالب: .... المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤

كل بند أو مفردة يقيم بـ١٠ نقاط.

العلامة :......... الحد الأدنى :ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى:ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١. مستوى إجادة حساب المركبات والإحداثيات الأفقية	
٢. مستوى إجادة حساب المركبة والإحداثي الرأسي	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪	
المجموع	

ملاحظات:... ....

....

....

توقيع المدرب:...........................

الحساب المساحي

الفصل الدراسي الثاني

الفصل الثاني

الحساب المساحي

حساب مساحات الأشكال الهندسية

❖ **الجدارة:** أن يحسب المتدرب بدقة مساحات الأشكال الهندسية المنتظمة وغير المنتظمة.

❖ **الأهداف:** سبق ان تدربنا في الوحدة الثالثة على حساب المسافات الأفقية وهي التي تمثل على الخرائط. أما في هذه الوحدة فسوف نتعرف على حساب المساحات مستخدمين المسافات الأفقية المقاسة من الخرائط أو مباشرة في الطبيعة، وذلك لحساب مساحات الأراضي الزراعية والعقارات وخلافه. وسنتدرب في هذه الوحدة على حساب المساحات للأشكال الهندسية المنتظمة وغير المنتظمة مستخدمين أنسب الطرق لتحقيق الدقة المطلوبة في تعيين المساحات. وعندما يكمل المتدرب هذه الوحدة فإنه يكون قد تمكن بكفاءة من:

١. التعرف على الأشكال الهندسية وخواصها.
٢. التدرب على طرق حساب مساحات الأشكال الهندسية المنتظمة.
٣. التدرب على طرق حساب مساحات الأشكال غير المنتظمة.

❖ **الوقت المتوقع للتدريب:** ٢٨ ساعة تدريبية

❖ **الوسائل المساعدة:**

١. حفظ قوانين حساب مساحة الأشكال المختلفة.
٢. حل الأمثلة المحلولة والتمارين مسترشدا بالتعليمات والإرشادات الواردة في حل الأمثلة.

٦ -١ مقدمة :

تعتبر العمليات الخاصة بحساب المساحات سواء من الخرائط أو من الطبيعة من العمليات الأساسية في عمل المساح. وتتوقف دقة حساب المساحة على دقة القياس.وعلى الرغم من أن أدق الطرق لحساب المساحات هو القياس المباشر من الطبيعة لأطوال وزوايا الشكل المطلوب إيجاد مساحته، إلا أن القياس من الخريطة هو الأكثر شيوعاً عند حساب المساحات وذلك لسهولة القياس من الخريطة رغم ما قد يكون بها من أخطاء الرسم.

وقد تكون قطع الأراضي أو الأشكال المطلوب تعيين مساحتها على هيئة أشكال هندسية منتظمة أو غير منتظمة الشكل. فالأشكال المنتظمة هي الأشكال البسيطة مثل المثلث، والأشكال الرباعية بأنواعها مثل المربع والمستطيل ومتوازي الأضلاع والمعين وشبه المنحرف وكذلك الدائرة والحلقة والقطاع الدائري والقطع الناقص. أما الأشكال الغير منتظمة فهي الأشكال ذات الحدود المتعددة والمتعرجة والتي لا يمكن وصفها بشكل هندسي بسيط أو منتظم وفي هذه الوحدة سنعرض لطرق حساب مساحة كل منها.

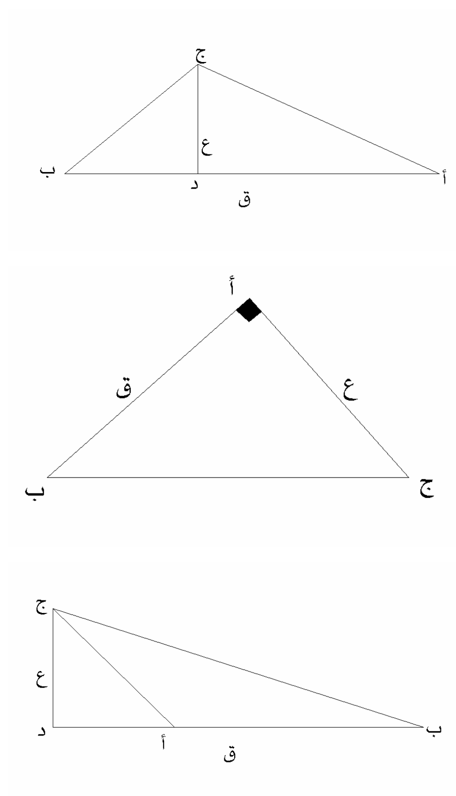
٦ -٢ مساحة الأشكال المنتظمة

٦ -٢ -١ مساحة المثلث:

تتوقف طريقة حساب مساحة المثلث على المعلومات والأرصاد المتاحة في المثلث.

أ - مساحة المثلث إذا كان معلوم طول قاعدته وارتفاعه .

الشكل رقم (٦ -١ أ،ب،ج) يبين أوضاع مختلفة للمثلث.



الشكل (٦ -١ أ،ب،ج)

وسوف نرمز لقاعدة المثلث بالرمز ق وارتفاع المثلث بالرمز ع.

مساحة المثلث = $\frac{1}{2}$ × القاعدة × الارتفاع

= $\frac{1}{2}$ × ق × ع

مثال:

قطعة أرض على شكل مثلث تم قياس طول قاعدته فكان = ٩٢,٥٠ وتم قياس طول ارتفاع المثلث فكان ٣٢,٦٠ متراً، احسب مساحة قطعة الأرض.

الحل:

حيث إن قطعة الأرض على شكل مثلث.

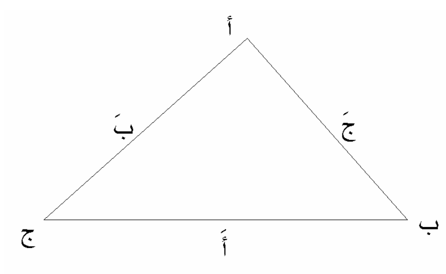
$$\because \text{مساحة المثلث (م)} = \frac{\text{ق} \times \text{ع}}{٢}$$

$$\therefore \text{م} = \frac{٣٢,٦٠ \times ٩٢,٥٠}{٢} = ١٥٠٧,٧٥ \text{ متراً مربعاً}$$

ب - مساحة المثلث إذا كان معلوماً أطوال أضلاعه الثلاثة .

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق استخداما لإيجاد مساحة المثلث في أعمال المساحة العقارية، وبصفة خاصة في حال تعذر قياس الزوايا في المباني حيث تقسم أي قطعة أرض إلى مثلثات غير متداخلة وتقاس أطوال أضلاع كل مثلث. ثم تحسب مساحة المثلث. وبذلك يمكن حساب مساحة أي عقار.

نفرض أن أطوال الأضلاع الثلاثة للمثلث هي أَ، بَ ، جَ كما في الشكل (٦ -٢)، ويتم حساب مساحة المثلث طبقا للخطوات التالية: -



الشكل (٦ -٢)

أولاً: نحسب نصف محيط المثلث (ح) حيث :

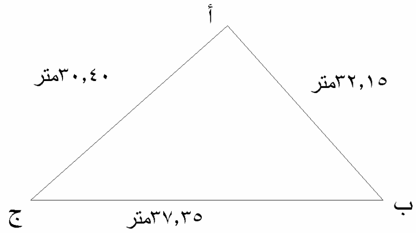
$$\text{ح} = \frac{1}{2} \times (\text{أَ} + \text{بَ} + \text{جَ})$$

ثانياً: نحسب مساحة المثلث (م) باستخدام القانون التالي:

$$\text{م} = \sqrt{\text{ح (ح - أَ)(ح - بَ)(ح - جَ)}}$$

مثال :

تم قياس أطوال أضلاع قطعة أرض على شكل مثلث فكانت أطوال الأضلاع على النحو التالي ،أنظر الشكل (٦ -٣):



الشكل (٦ -٣)

أ.ب = ٣٢,١٥ متراً ، ب ج = ٣٧,٣٥ متر، أ ج = ٣٠,٤٠ متراً . احسب مساحة قطعة الأرض.

الحل :

$$\therefore \text{ح} = \frac{\text{أَ + بَ + جَ}}{\text{٢}}$$

$$\therefore \text{ح} = \frac{\text{٣٢,١٥ + ٣٠,٤٠ + ٣٧,٣٥}}{\text{٢}} = \text{٤٩,٩٥ متر}$$

$$\therefore \text{م} = \sqrt{\text{ح(ح - أَ)(ح - بَ)(ح - جَ)}}$$

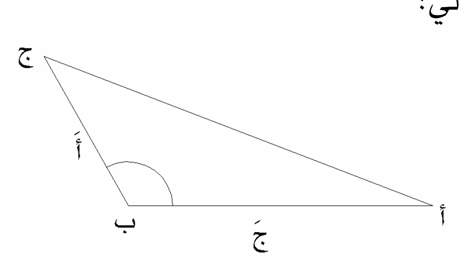
$$\therefore \text{م} = \sqrt{\text{٤٩,٩٥(٤٩,٩٥ - ٣٧,٣٥)(٤٩,٩٥ - ٣٠,٤٠)(٤٩,٩٥ - ٣٢,١٥)}}$$

$$\therefore \text{م} = \sqrt{\text{٤٩,٩٥} \times \text{١٢,٦٠} \times \text{١٩,٥٥} \times \text{١٧,٨٠}}$$

$$\therefore \text{م} = \text{٤٦٧,٩٩٠ م}^{\text{٢}}$$

ج - مساحة المثلث إذا كان معلوماً طول ضلعين والزاوية المحصورة بينهما.

الشكل (٦ -٤) يبين مثلثاً معلوماً فيه طول ضلعين والزاوية المحصورة بينهما ، وتحسب مساحة المثلث بالتطبيق في القانون التالي: -



الشكل (٦ -٤)

فإذا علم طولا الضلعين أب ، ب ج ،والزاوية أ ب ج

مساحة المثلث = نصف حاصل ضرب الضلعين المعلومين×جا الزاوية المحصورة بينهما

∴مساحة المثلث $= \frac{1}{2}$ × ب ج × أب × جا ب

∴مساحة المثلث $= \frac{1}{2}$ × أَ × جَ × جا ب

مثال :

قطعة أرض على شكل مثلث تم قياس طول ضلعين من أضلاعها وكذلك تم رصد الزاوية المحصورة بينهما. احسب مساحة قطعة الأرض إذا كانت نتائج القياس كما يلي: -

طول الضلع أب = جَ = ٣٠,١٥ متر

طول الضلع ب ج = أَ = ١٧,٢٠ متر

زاوية ب = ٦٥°

الحل:

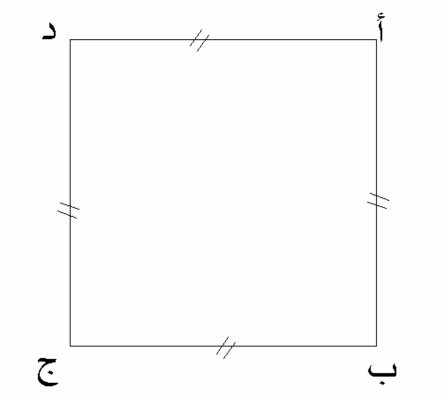
∴م $= \frac{1}{2}$ × حاصل ضرب الضلعين المعلومين × جا الزاوية المحصورة بينهما

∴م $= \frac{1}{2}$ × ٣٠,١٥ × ١٧,٢٠ × جا ٦٥° = ٢٣٤,٩٩٧ م^{٢}

٦ -٢ -٢ مساحة الأشكال الرباعية:

١. مساحة المربع

المربع هو شكل رباعي أضلاعه الأربعة متساوية وزواياه الأربعة قوائم وفيه كل ضلعين متقابلين متوازيان.شكل (٦ -٥)، وتحسب مساحة المربع باستخدام القانون التالي: -



الشكل (٦ -٥)

مساحة المربع = طول الضلع × طول الضلع

مثال :

قطعة أرض على شكل مربع مخصصة لإنشاء مبنى سكني، تم قياس طول ضلعها فكان ٢٥,٦٥٠ متراً، احسب مساحة قطعة الأرض.

الحل :

∵ مساحة المربع = طول الضلع × طول الضلع

∴ م = ٢٥,٦٠ × ٢٥,٦٠ = ٦٥٥,٣٦ م^{٢}

٢. مساحة المستطيل

المستطيل له نفس خواص المربع إلا أن فيه كل ضلعين متقابلين متساويان ومتوازيان شكل (٦ -٦)، وتحسب مساحة المستطيل بالتطبيق في المعادلة التالية: -

الشكل (٦ -٦)

مساحة المستطيل = الطول × العرض

مثال:

قطعت أرض على شكل مستطيل تم تحديدها وقياس أطوال أضلاعها ،فكان طول ضلعها ب ج = ٣٠,٢٠ متراً وعرضها ج د = ١٧,٥٠ متراً، فاحسب مساحة قطعة الأرض المستطيلة أ ب ج د.

الحل:

∵ مساحة المستطيل = الطول × العرض

∴ م = ٣٠,٢٠ × ١٧,٥٠ = ٥٢٩,٥٠ م^{٢}

٣. مساحة المعين

المعين هو متوازي أضلاع ولكن أضلاعه الأربعة متساوية إلا أنه لا يحتوي على أي زاوية قائمة وقطراه متعامدان وينصف كل منهما الآخر وهما غير متساويين.

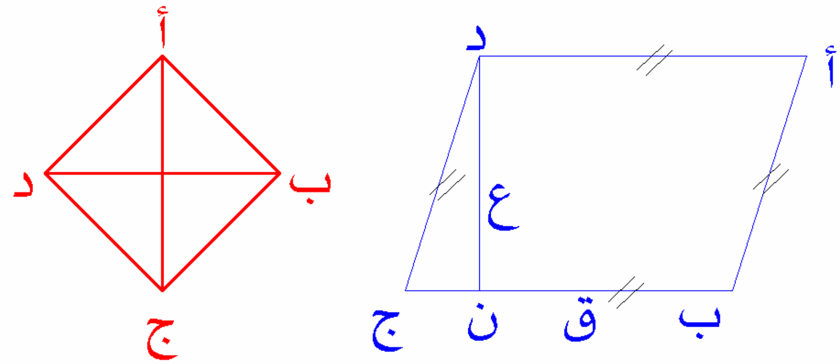
وتحسب مساحة المعين إما بمعلومية طول ضلعه (القاعدة) وارتفاعه، وإما بمعلومية طول القطرين.

أ - مساحة المعين بمعلومية طول القاعدة و الارتفاع شكل (٦ -٧ -أ):

مساحة المعين = طول القاعدة × الارتفاع

ب - مساحة المعين بمعلومية طول القطرين (شكل ٦ -٧ -ب):

مساحة المعين = $\frac{1}{2}$ حاصل ضرب القطرين



(ب) (أ)

مساحة الشكل(٦ -٧)

مثال ١:

قطعة أرض على شكل معين تم قياس طول قطريها فكانا على الترتيب ٣٠.٢٠ متراً، ٢٥.١٣ متراً. احسب مساحة قطعة الأرض.

الحل:

∵ مساحة المعين = $\frac{1}{2}$ × حاصل ضرب القطرين

∴ م = $\frac{1}{2}$ × ٣٠.٢٠ × ٢٥.١٣ = ٣٧٩.٤٦٣ م^{٢}

مثال ٢:

قطعة أرض على شكل معين تم قياس طول ضلعه ، وطول ارتفاعه فكانا على الترتيب ٢٦.١٨ متراً، ١٨.٢٥ متراً. احسب مساحة قطعة الأرض.

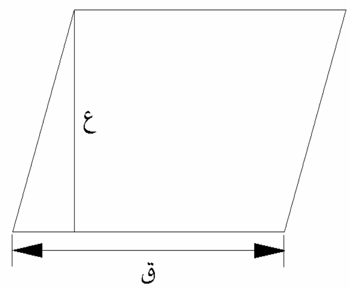
الحل:

∵ مساحة المعين = طول القاعدة × الارتفاع

∴ م = ٢٦.١٨ × ١٨.٢٥ = ٤٧٧.٧٨٥ م^{٢}

٤. مساحة متوازي الأضلاع

متوازي الأضلاع هو شكل رباعي فيه كل ضلعين متقابلين متوازيان ومتساويان شكل (٦ - ٨). وتحسب مساحة متوازي الأضلاع بالقانون التالي:



الشكل (٦ -٨)

مساحة متوازي الأضلاع = طول القاعدة × الارتفاع

مساحة متوازي الأضلاع = ق × ع

مثال:

قطعة أرض على شكل متوازي أضلاع، إذا كان طول قاعدته هو ١٩,٢٠ متر وطول ارتفاعه = ١٥,٦٠ متراً. احسب مساحة قطعة الأرض.

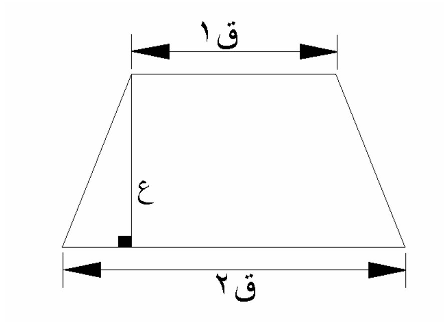
الحل:

∵ مساحة متوازي الأضلاع = طول القاعدة × الارتفاع

∴ مساحة متوازي الأضلاع = ١٩,٢٠ × ١٥,٦٠ = ٢٩٩,٥٢ م^{٢}

٥. مساحة شبه المنحرف:

شبه المنحرف هو شكل رباعي فيه ضلعان متقابلان متوازيان ولكنهما غير متطابقين ويسمى هذان الضلعان المتوازيان بقاعدتي شبه المنحرف المتوازيتين. شكل (٦ -٩). ويتم حساب مساحة شبه المنحرف بالتطبيق في القانون التالي:



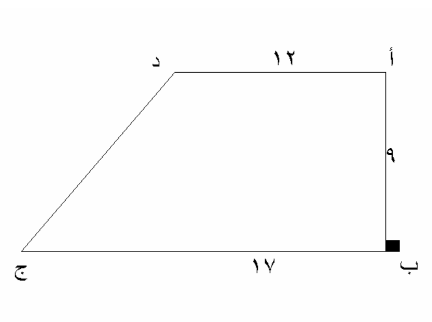
شكل (٦ -٩)

$$\text{مساحة شبة المنحرف} = \frac{1}{2} \times \text{مجموع طولي القاعدتين المتوازيتين} \times \text{الارتفاع}$$

$$= \frac{1}{2} \times (\text{ق١} + \text{ق٢}) \times \text{ع}$$

مثال:

قطعة أرض على شكل شبه منحرف (شكل ٦- ١٠) تم قياس قاعدتيه المتوازيتين فكانتا على الترتيب ١٢ متراً، ١٧ متراً، وتم قياس المسافة العمودية بين القاعدتين المتوازيتين فكانت ٩ متر. فاحسب مساحة شبه المنحرف أ ب ج د.



شكل (٦ -١٠)

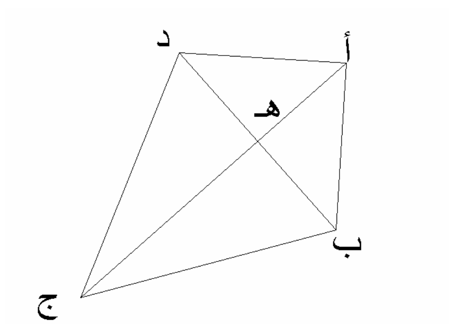
الحل:

$\because$ مساحة شبة المنحرف= $\frac{\text{ق١} + \text{ق٢}}{٢} \times \text{ع}$

$\therefore$ مساحة شبة المنحرف= $\frac{(١٧+١٢)}{٢} \times ٩$ =١٣٠,٥٠م^2

٦. مساحة الشكل الرباعي

الشكل الرباعي هو عبارة عن شكل مضلع مقفل يتكون من أربعة أضلاع وأربعة زوايا شكل (٦ -١١). وقد يكون متوازي أضلاع أو معين أو مستطيل أو مربع أو شبه منحرف أو قد لا يكون شكلاً من هذه الأشكال. وفي هذه الحالة تحسب مساحته بدلالة طولي القطرين والزاوية المحصورة بين القطرين كما يلي: -



شكل (٦ -١١)

مساحة الشكل الرباعي= $\frac{1}{2}$ حاصل ضرب القطرين × جا الزاوية المحصورة بين

مثال:

قطعة أرض على شكل مضلع رباعي فإذا كان طولا القطرين ٣٢,٦٠ متراً ، ٢٢,٧٠ متراً وكان مقدار الزاوية المحصورة بينهما ١١٠° احسب مساحة قطعة الأرض.

الحل:

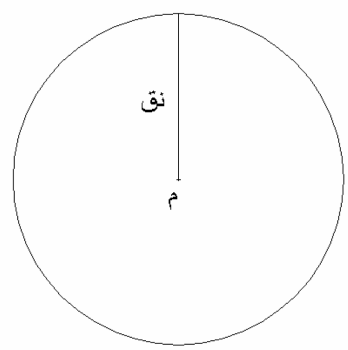
∵ مساحة الشكل الرباعي = $\frac{1}{2}$ حاصل ضرب القطرين × جا الزاوية المحصورة بين القطرين

∴ مساحة الشكل أ ب ج د = $\frac{1}{2}$ × ٣٢,٦٠ × ٢٢,٧٠ × جا ١١٠° = ٣٤٧,٦٩٦ م٢

٦ -٢ -٣ مساحة الأشكال الدائرية.

١. مساحة الدائرة

قد تكون قطعة الأرض على شكل دائرة منتظمة، كما بالشكل(٦ -١٢) ،مثل حديقة أو ميدان ولحساب مساحة قطعة الأرض التي تكون على شكل دائرة فإنه يتعين قياس أو حساب نصف قطر هذه الدائرة، ومن ثم يمكن حساب مساحة الدائرة باستخدام القانون التالي:



شكل(٦ -١٢)

مساحة الدائرة = ط × نق^{٢}

حيث ط: النسبة التقريبية وهي تساوي ٣,١٤١٥٩٢٧ ومسجلة في الآلة الحاسبة بالرمز p،
نق : نصف قطر الدائرة.

مثال:

حديقة على شكل دائرة نصف قطرها = ١٥متر ، احسب مساحة هذه الحديقة.

الحل:

مساحة الحديقة = مساحة الدائرة = ط × نق^{٢}

= ط× ١٥ × ١٥ = ٧٠٦,٨٥٨ م^{٢}

٢. مساحة القطاع الدائري:

القطاع الدائري هو جزء من سطح الدائرة رأسه هو مركز الدائرة وضلعاه هما نصفا القطرين المتلاقيين عند المركز وضلعه الثالث هو جزء من محيط الدائرة. انظر الشكل رقم (٦ -١٣).

الشكل (٦ -١٣)

النسبة بين زاوية القطاع إلى مجموع الزوايا حول المركز كالنسبة بين مساحة القطاع إلى مساحة الدائرة أي أن:

$$\frac{هـ^\circ}{360} = \frac{\text{مساحة القطاع}}{\text{مساحة الدائرة}}$$

$$\therefore \text{ مساحة القطاع الدائري} = \frac{هـ^\circ}{360} \times \text{ مساحة الدائرة}$$

$$\therefore \text{ مساحة القطاع الدائري} = \frac{هـ^\circ \times ط \times نق^2}{360}$$

حيث هـ: الزاوية المركزية للقطاع مقاسة بالدرجات الستينية.

ط: النسبة التقريبية وهي تساوي ٣,١٤١٥٩٢٧ ومسجلة في الآلة الحاسبة بالرمز p.

نق : نصف قطر الدائرة.

مثال:

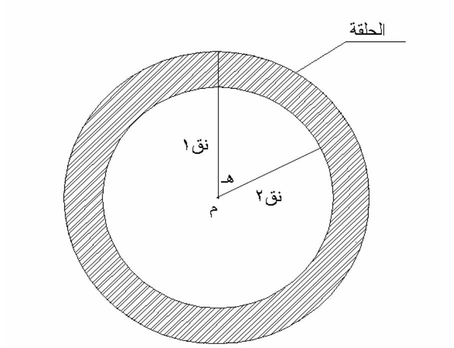
احسب مساحة القطاع الدائري الذي طول ضلعه (نصف قطر الدائرة) = ١٤ متر وزاويته المركزية = ٧٠°

الحل:

$\therefore$ مساحة القطاع الدائري = $\frac{هـ^\circ}{360}$ × مساحة الدائرة

$\therefore$ مساحة القطاع الدائري = $\frac{70 \times ط \times 14 \times 14}{360}$ = ١١٩,٧٣٠ م٢

٣. مساحة الحلقة:



الشكل (٦ -١٤)

الحلقة هي المساحة المحصورة بين دائرتين مختلفتين في نصف القطر ومتحدتين في المركز، انظر الشكل رقم (٦ -١٤) وعلى ذلك فإن:

مساحة الحلقة = مساحة الدائرة الكبرى - مساحة الدائرة الصغرى

= ط × $نق_٢^٢$ - ط × $نق_١^٢$

= ط ($نق_٢^٢$ - $نق_١^٢$)

= ط ($نق_٢$ — $نق_١$) ($نق_١$ + $نق_٢$)

= ط× ع × ($نق_١$ + $نق_٢$)

∴ مساحة الحلقة = ط × ع × ($نق_١$ + $نق_٢$)

حيث :

ط: النسبة التقريبية وهي تساوي ٣,١٤١٥٩٢٧ ومسجلة في الآلة الحاسبة بالرمز p، ($نق_١$ ، $نق_٢$) : نصفي قطري الدائرتين، ع: مقدار الفرق بين نصفي قطري الدائرتين (ع = $نق_٢$ — $نق_١$).

مثال:

دائرتان متحدتان في المركز أنصاف أقطار هما هي ٢٠ ، ١٥ متر احسب مساحة الحلقة.

الحل:

الفرق بين نصفي القطرين = ع = نق الكبرى — نق الصغرى = ٢٠ - ١٥ = ٥ متر،

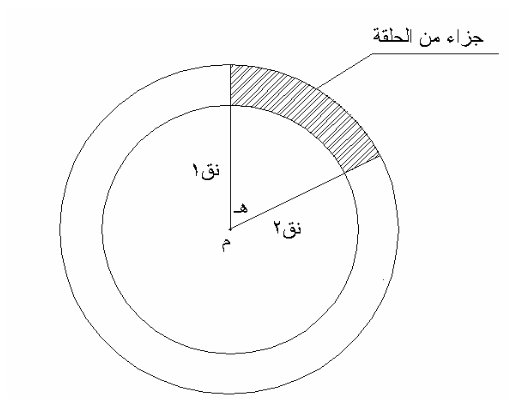
$نق_١$ + $نق_٢$ = ٢٠+ ١٥ = ٣٥ متر

∵ مساحة الحلقة = ط × ع × ($نق_١$ + $نق_٢$)

∴ مساحة الحلقة = ط × ٥ × ٣٥ = ٥٤٩,٧٧٩ $م^٢$

٤. مساحة الجزء من الحلقة:

يتحدد الجزء من الحلقة بمقدار الزاوية المركزية المقابلة له عند مركز الدائرة، كما بالشكل رقم (٦ -١٥)، وتكون نسبة مساحة جزء الحلقة إلى الحلقة كنسبة زاوية جزء الحلقة إلى مجموع الزوايا حول المركز، وعلى ذلك فإن:



الشكل(٦ -١٥)

$$\frac{\text{هـ}^\circ}{٣٦٠} = \frac{\text{مساحة الجزء من الحلقة}}{\text{مساحة الحلقة}}$$

$$\therefore \text{مساحة الجزء من الحلقة} = \frac{\text{هـ}^\circ}{360} \times \text{مساحة الحلقة}$$

$$\therefore \text{مساحة الجزء من الحلقة} = \frac{\text{هـ}^\circ}{360} \times \text{ط} \times \text{ع} \times (\text{نق}_1 + \text{نق}_2)$$

حيث :

ط: النسبة التقريبية وهي تساوي ٣,١٤١٥٩٢٧ ومسجلة في الآلة الحاسبة بالرمز p، (نق_1 ، نق_2) : نصفي قطري الدائرتين، ع: مقدار الفرق بين نصفي قطري الدائرتين (ع = $\text{نق}_2 - \text{نق}_1$).

مثال:

احسب مساحة الجزء المظلل من الحلقة إذا كان هذا الجزء يقابل زاوية المركز هـ = ٦٠°
ونصفي قطري الدائرتين المتحدتين المركز هما ٩ ، ١٢ متر

الحل:

$\text{ع} = \text{نق}_2 - \text{نق}_1 = ١٢ - ٩ = ٣$ متر

، $\text{نق}_1 + \text{نق}_2 = ١٢+٩ = ٢١$ متر

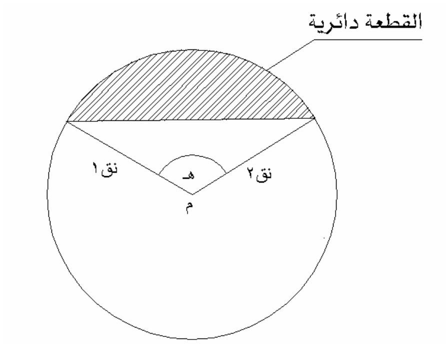
مساحة الجزء من الحلقة المقابل للزاوية المركزية ٦٠° = $\frac{هـ^\circ}{360}$ × مساحة الحلقة

مساحة الجزء من الحلقة المقابل للزاوية المركزية ٦٠° = $\frac{هـ^\circ}{360}$ × ط × ع (نق١ + نق٢)

مساحة الجزء من الحلقة المقابل للزاوية المركزية ٦٠° = $\frac{هـ^\circ}{360}$ × ط × ٣ × ٢١ = ٣٢٫٩٨٧م٢

٥. مساحة القطعة الدائرية:

القطعة الدائرية هي جزء من دائرة محصورة بين قوس ووتر ماراً بنهايتي ذلك القوس. كما بالشكل رقم (٦ -١٦) نجد أن:



الشكل (٦ -١٦)

مساحة القطعة الدائرية = مساحة القطاع الدائري – مساحة المثلث

مساحة القطعة الدائرية =($\frac{هـ^\circ}{360}$ × ط×نق٢) – ($\frac{1}{2}$ نق٢ جا هـ)

مساحة القطعة الدائرية = نق٢ ($\frac{هـ^\circ}{360}$ × ط - $\frac{جاهـ}{2}$)

∴ مساحة القطعة الدائرية= نق٢ ($\frac{هـ^\circ \times ط}{360}$ - $\frac{جاهـ}{2}$)

مساحة القطعة الدائرية = نق٢($\frac{هـ^\circ \times ط - 180 \times جاهـ}{360}$)

∴ مساحة القطعة الدائري = $\frac{نق^2}{360}$ [(هـ° × ط) – (١٨٠ × جا هـ)]

حيث :

ط: النسبة التقريبية وهي تساوي ٣٫١٤١٥٩٢٧ ومسجلة في الآلة الحاسبة بالرمز p ، (نق) : نصف قطر الدائرة،

مثال:

احسب مساحة القطعة الدائرية التي زاويتها المركزية ٥٠° ونصف قطر الدائرة ١٤ متر.

الحل:

∵ مساحة القطعة الدائرية = $\frac{نق^2}{360}$ [(هـ° × ط) – (١٨٠ × جا هـ)]

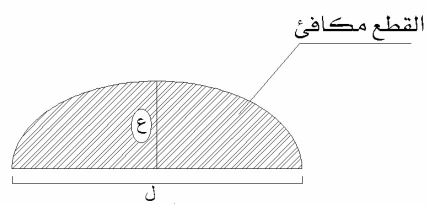
مساحة القطعة الدائرية = $\frac{14 \times 14}{360}$ (٥٠ × ط – ١٨٠ × جا ٥٠)

مساحة القطعة الدائرية = ١٠,٤٤٩م^{٢}

٦ -٢ -٤ مساحة الأشكال المحددة بمنحنيات خاصة.

١. مساحة القطع المكافئ:

هو مثل القطعة الدائرية إلا أنه ليس جزء من دائرة . شكل رقم (٦ -١٧). و قاعدة القطع المكافئ خط مستقيم نرمز له بالرمز (ل)، والمسافة العمودية من منتصف قاعدة القطع المكافئ إلى المنحنى تسمى ارتفاع القطع المكافئ ونرمز لها بالرمز (ع).



الشكل (٦ -١٧)

مساحة القطع المكافئ = $\frac{2}{3}$ ل × ع

مثال:

احسب مساحة القطع المكافئ إذا كان طول قاعدته ١٢ متراً وارتفاعه ٣ أمتار.

الحل:

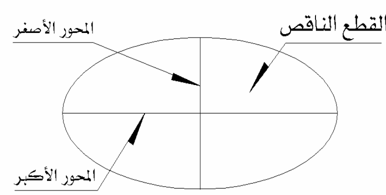
∵ مساحة القطع المكافئ = $\frac{2}{3}$ (ل× ع)

∴مساحة القطع المكافئ = $\frac{2}{3}$ (١٢ × ٣)

∴مساحة القطع المكافئ = ٢٤ م^{٢}

٢ - مساحة القطع الناقص:

القطع الناقص هو شكل بيضاوي ليس كامل الإستدار ة مثل الدائرة، وله محوران متعامدان ولكن غير متساويين في الطول انظر الشكل رقم (٦ -١٨). ويتم حساب مساحة القطع الناقص بالتطبيق المباشر في القانون التالي:



الشكل(٦ -١٨)

مساحة القطع الناقص = ط × طول المحور الأكبر × طول المحور الأصغر

حيث :

ط: النسبة التقريبية وهي تساوي ٣,١٤١٥٩٢٧ ومسجلة في الآلة الحاسبة بالرمز p.

مثال:

احسب مساحة القطع الناقص بالشكل إذا كان طول محوره الأكبر ١٢ متراً وطول محوره الأصغر ١٠ أمتار.

الحل:

∵ مساحة القطع الناقص = ط × طول المحور الأكبر × طول المحور الأصغر

مساحة القطع الناقص = ط × ١٢ × ١٠

مساحة القطع الناقص = ٣٧٦,٩٩ م^{٢}

٦ -٣ مساحة الأشكال المنتظمة المتعددة الأضلاع

المقصود بالأشكال المنتظمة المتعددة الأضلاع هي الأشكال التي تكون مضلعات مقفلة وعدد أضلاعها أربعة فأكثر وهذه الأشكال تتميز بأن أضلاعها متطابقة وكذلك زواياها متطابقة. ولذلك فإنه يجب أن يتحقق في الشكل المنتظم ما يلي : -

1. **كل زوايا الشكل متساوية (متطابقة).**
2. **كل أضلاع الشكل متساوية (متطابقة).**

وتعتبر أشكال الخماسي المنتظم والسداسي المنتظم والثماني المنتظم من أكثر الأشكال المنتظمة المستخدمة في التطبيقات العملية. إذا فرض أن عدد أضلاع هذا الشكل المنتظم ن، وأن طول الضلع في هذا الشكل ل، فإن مساحة الشكل المنتظم المتعدد الأضلاع يمكن حساب مساحته باستخدام القانون التالي:

$$\text{مساحة الشكل الهندسي المنتظم المتعدد الأضلاع} = \frac{\text{ن} \times \text{ل}^{٢}}{٤ \times \text{ظا} \frac{١٨٠}{\text{ن}}}$$

١ - مساحة الشكل الخماسي المنتظم (عدد الأضلاع (ن) =٥) :

المساحة = ١,٢٥ × ل٢ × ظتا ٣٦° = ١,٧٢٠٤٧٧٤ ل٢

٢ - مساحة الشكل السداسي المنتظم (عدد الأضلاع (ن) = ٦):

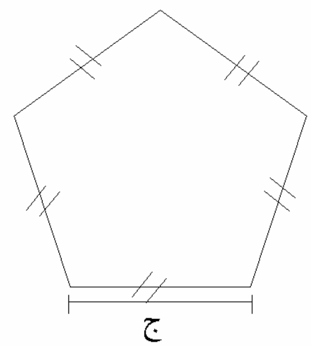
المساحة = ١,٥ × ل٢ × ظتا ٣٠° = ٢,٥٩٨٠٧٦٢ ل٢

٣ - مساحة الشكل الثماني المنتظم (عدد الأضلاع (ن) = ٨):

المساحة = ٢ × ل٢ × ظتا ٢٢,٥° = ٤,٨٢٨٤٢٧١ ل٢

مثال ١:

الشكل (٦ -١٩) يبين قطعة أرض على شكل خماسي منتظم ، احسب مساحة قطعة الأرض .إذا كان طول الضلع ل = ٢١ متراً .



الشكل(٦ -١٩)

الحل:

حيث إن قطعة الأرض على شكل خماسي منتظم

∴ عدد الأضلاع (ن) = ٥ ،

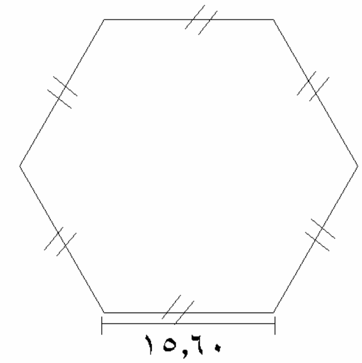
وحيث إن طول الضلع = ٢١ متر

∴ مساحة قطعة الأرض= ١,٢٥ × ٢١ × ٢١ × ظتا ٣٦°

∴ مساحة قطعة الأرض= ٧٥٨,٧٣١ متر مربع

مثال ٢:

الشكل (٦ -٢٠) يبين قطعة أرض على شكل سداسي منتظم ، احسب مساحة قطعة الأرض إذا كان طول ضلعها ١٥,٦٠ متراً.



الشكل (٦ -٢٠)

الحل:

حيث إن قطعة الأرض على شكل سداسي منتظم

∴ عدد الأضلاع (ن) = ٦،

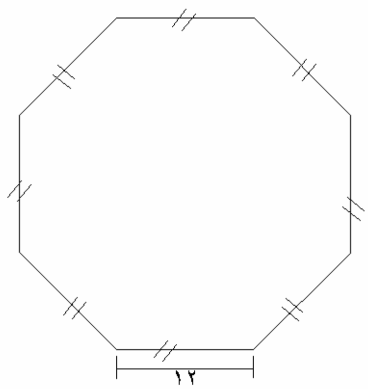
وحيث إن طول الضلع (ل) = ١٥,٦٠ متر

∴ مساحة قطعة الأرض = ١,٥ × ١٥,٦٠ × ١٥,٦٠ × ظتا ٣٠°

∴ مساحة قطعة الأرض = ٦٣٢,٢٦٨ متر مربع

مثال ٣:

الشكل (٦ -٢١) يبين قطعة أرض على شكل مثمن منتظم فإذا كان طول ضلعها ١٢ متراً احسب مساحة قطعة الأرض.



الشكل(٦ -٢١)

الحل:

حيث إن قطعة الأرض على شكل مثمن منتظم

∴ عدد الأضلاع (ن) = ٨،

وحيث إن طول الضلع (ل) = ١٢ متر

∴ مساحة قطعة الأرض= ٢ × ١٢ × ١٢ × ظتا ٢٢,٥°

∴ مساحة قطعة الأرض = ٦٩٥,٢٩٤ متر مربع

٦ -٤ مساحة الأشكال الهندسية الغير منتظمة

الأشكال الهندسية غير المنتظمة إما أن تكون على شكل مضلع كثير الأضلاع ، ولا توجد علاقات تطابق بين الزوايا أو الأضلاع. ولحساب مساحة أي شكل من هذه الأشكال فإننا نلجأ إلى تقسيم المضلع إلى مثلثات غير متداخلة. أما إذا كانت قطعة الأرض ممتدة على شكل شرائح، فإنه يتم تقسيمها إلى أشباه منحرفات.

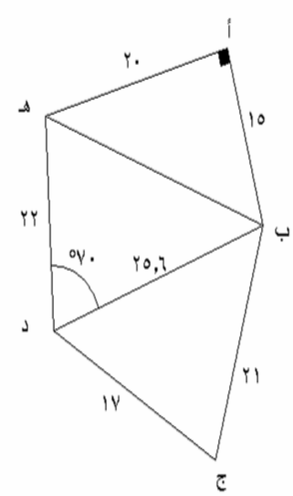
١. مساحة الأشكال غير المنتظمة بتقسيمها إلى مثلثات

وذلك باختيار أحد رؤوس المضلع وتوصيل هذا الرأس بكل رؤوس المضلع ثم بقياس جميع الأضلاع يتم حساب مساحة كل مثلث على حده كما سبق شرحه في البند (٦ -٢ -١)، ثم يتم تجميع مساحات المثلثات المكونة لهذا الشكل فينتج لدينا المساحة الكلية للشكل.

مثال:

الشكل (٦ -٢٢) يوضح قطعة أرض محددة بمضلع خماسي أ ب ج د هـ غير منتظم وكانت أطوال أضلاعه ١٥ ، ٢١ ، ١٧ ، ٢٢ ، ٢٠ متر على الترتيب، وزاوية أ قائمة ،وزاوية ب د هـ = ٧٠°، وتم رسم الخط ب د وقيس طوله فكان =٢٥,٦ متر.

احسب مساحة قطعة الأرض المحددة بهذا المضلع.



الشكل (٦ -٢٢)

الحل:

حيث إن قطعة الأرض محددة بمضلع غير منتظم الشكل، لذلك يتم تقسيمها إلى مثلثات، نحسب مساحة كل منها على حدة، ثم نجمع هذه المساحات لنحصل على المساحة الكلية لقطعة الأرض:

١ - مساحة المثلث أ ب هـ = $\frac{\text{القاعدة × الارتفاع}}{٢}$

مساحة المثلث أ ب هـ = $\frac{١٥×٢٠}{٢}$ = ١٥٠ م^٢

٢ -مساحة المثلث ب د هـ = $\frac{١}{٢}$ ×ب د ×د هـ× جا ب دَ هـ

مساحة المثلث ب د هـ = $\frac{١}{٢}$ ×٢٥,٦٠× ٢٢ × جا ٧٠ = ٢٦٤,٦١٧ م^٢

٣ - مساحة المثلث ب ج د : أولاً نحسب قيمة ح= $\frac{٢١+١٧+٢٥,٦}{٢}$ = ٣١,٨٠ متر

∴مساحة المثلث ب ج د = $\sqrt{\text{ح (ح - ب ج)(ح - ج د)(ح - د ب)}}$

∴مساحة المثلث ب ج د = $\sqrt{\text{٣١,٨ (٣١,٨ - ٢١)(٣١,٨ - ١٧)(٣١,٨ - ٢٥,٦)}}$

مساحة المثلث ب ج د = $\sqrt{\text{٣١,٨ × ١٠,٨ × ١٤,٨× ٦,٢}}$

مساحة المثلث ب ج د = ١٧٧,٥٢٢ م^٢

∴ مساحة الشكل أ ب ج د هـ=

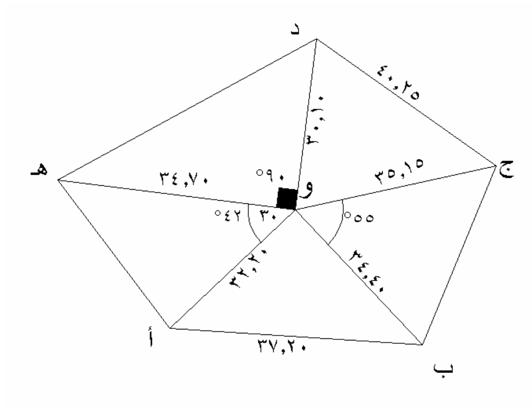
مساحة المثلث أ ب هـ + مساحة المثلث ب د هـ + مساحة المثلث ب ج د

∴ مساحة الشكل أ ب ج د هـ = ١٥٠ + ٢٦٤,٦١٧ + ١٧٧,٥٢٢

= ٥٩٢,١٣٩ م^٢

مثال:

احسب مساحة قطعة الأرض أ ب ج د هـ التي قسمت إلى مثلثات أ ب و ، ب ج و ، د هـ و ، هـ أ و .
وكانت القياسات المأخوذة في هذا الشكل من أطوال وزوايا كما هو مبين بالشكل رقم (٦ -٢٣)



الشكل(٦ -٢٣)

الحل:

مساحة المثلث أ ب و : أولاً نحسب قيمة ح= (٣٢,٣٠+٣٤,٤٠+٣٧,٢) / ٢ = ٥١,٩ متر

مساحة المثلث أ ب و = √ ح (ح - ب ج)(ح - ج د)(ح - د ب)

مساحة المثلث أ ب و = √ ٥١,٩ (٥١,٩ - ٣٧,٢)(٥١,٩ - ٣٤,٤)(٥١,٩ - ٣٢,٣٠)

مساحة المثلث أ ب و = √ ١٩,٧٠×١٧,٥٠× ١٤,٧×٥١,٩

مساحة المثلث أ ب و = ٥١٢,٨٥٥ م٢

مساحة المثلث ب ج و = ١/٢ ×ب د ×د هـ× جا ب دَ هـ

مساحة المثلث ب ج و = ١/٢ ٣٤,٤٠×٣٥,١٥×جا ٥٥° = ٤٩٥,٢٤٣ م٢

مساحة المثلث ج د و أولاً نحسب قيمة ح= ٣٠,١٠+٤٠,٢٥+٣٥,١٥ = ٥٢,٧٥ متر

:

٢

مساحة المثلث ج د و = $\sqrt{ح\ (ح - ب\ ج)(ح - ج\ د)(ح - د\ ب)}$

مساحة المثلث ج د و = $\sqrt{٥٢٫٧٥(٥٢٫٧٥ - ٣٥٫١٥)(٥٢٫٧٥ - ٤٠٫٢٥)(٥٢٫٧٥ - ٣٠٫١٠)}$

مساحة المثلث ج د و = $\sqrt{٥٢٫٧٥ \times ١٧٫٦٠ \times ١٢٫٥٠ \times ٢٢٫٦٥}$

مساحة المثلث ج د و = ٥١٢٫٦٩٢ م^{٢}

مساحة المثلث هـ د و= $\frac{\text{القاعدة} \times \text{الارتفاع}}{٢}$

مساحة المثلث هـ د و = $\frac{٣٠٫١٠ \times ٣٤٫٧٠}{٢}$ =**٥٢٢٫٢٣٥** م^{٢}

مساحة المثلث هـ أ و = $\frac{١}{٢}$ ×ب د ×د هـ× جا بۛ هـ

مساحة المثلث هـ أ و = $\frac{١}{٢}$ ٣٤٫٧٠×٣٢٫٢٠×جا ٣٠َ ٤٢° = ٣٧٧٫٤٣٢ م^{٢}

∴ المساحة الكلية للأرض=

مساحة المثلث أ ب و +مساحة المثلث ب ج و + مساحة المثلث ج د و

+ مساحة المثلث هـ د و + مساحة المثلث هـ أ و

المساحة الكلية للأرض= ٥١٢٫٨٥٥+ ٤٩٥٫٢٤٣ + ٥١٢٫٦٩٢ +٥٢٢٫٢٣٥ + ٣٧٧٫٤٣٢

المساحة الكلية للأرض= ٢٤٢٠٫٤٥٧م^{٢}

٢. مساحة الأشكال غير المنتظمة بتقسيمها إلى أشباه منحرفات

إذا كانت قطعة الأرض المطلوب إيجاد مساحتها أحد حدودها متعرج والحد الآخر مستقيم أو كل من حديها متعرج الشكل فإن قطعة الأرض تقسم إلى مجموعة من أشباه المنحرفات ونحسب مساحة كل شبه منحرف على حدة، ثم نجمع مساحات أشباه المنحرفات فنحصل على المساحة الكلية لقطعة الأرض.

مثال:

قطعة أرض كما بالشكل (٦ -٢٤) أحد حدودها متعرج الشكل والحد الآخر مستقيم أسقطت أعمده من النقاط أ ، ب ، ج ، د ، هـ على الحد المستقيم وكانت أطوالها كما يلي

أ أَ = ١٥,٠٠م ، ب بَ = ١٢,٠٠م ، ج جَ = ١٩,٠٠م ، د دَ = ١٤,٠٠م ، هـ هـَ = ١٠,٠٠م وكانت المسافات بين الأعمدة على خط القاعدة كما يلي

أَ بَ = ٢٣,٠٠م ، بَ جَ = ٢٧,٠٠م ، جَ دَ = ٢٣,٠٠م ، دَ هـَ = ٢٨,٠٠م احسب مساحة هذه القطعة.

الحل

مساحة شبه المنحرف رقم ١ = $\frac{12.00+15.00}{2}$ × ٢٣,٠٠ = ٣١٠,٥٠م٢

مساحة شبه المنحرف رقم ٢= $\frac{19.00+12.00}{2}$ × ٢٧,٠٠ = ٤١٨,٥٠م٢

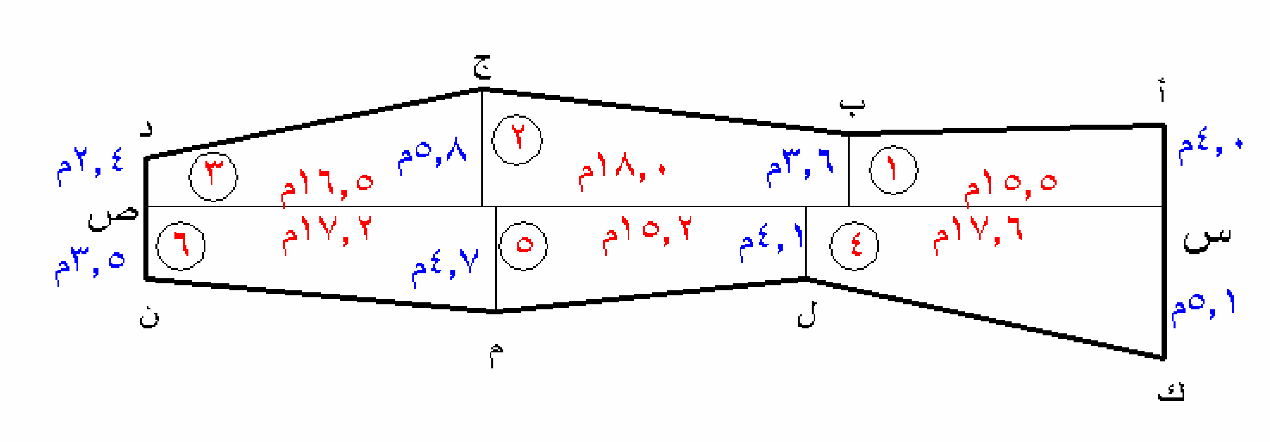
مساحة شبه المنحرف رقم ٣ = $\frac{14.00+19.00}{2}$ × ٢٣,٠٠ = ٣٧٩,٥٠م٢

مساحة شبه المنحرف رقم ٤ = $\frac{10.00+14.00}{2}$ × ٢٨,٠٠ = ٣٣٦,٠٠م٢

المساحة الكلية لقطعة الأرض = ٣١٠,٥٠ + ٤١٨,٥٠ + ٣٧٩,٥٠ + ٣٣٦,٠٠ = ١٤٤٤,٥٠م٢

مثال:

المطلوب إيجاد مساحة قطعة الأرض المحصورة بين الحدين المتعرجين أ ب ج د ، ك ل م ن علماً بأن خط القاعدة س ص أخذ داخل قطعة الأرض وأسقطت الأعمدة عليه وكانت أطوالها كما هو موضح بالشكل رقم (٦ -٢٥)



الشكل(٦ -٢٥)

الحل

مساحة شبه المنحرف رقم ١ = $\frac{4.0+3.6}{2}$ × ١٥,٥ = ٥٨,٩٠ م٢

مساحة شبه المنحرف رقم ٢= $\frac{3.6+5.8}{2}$ × ١٨,٠ = ٨٤,٦٠ م٢

مساحة شبه المنحرف رقم ٣ = $\frac{5.8+2.4}{2}$ × ١٦,٥ =٦٧,٦٥ م٢

مساحة شبه المنحرف رقم ٤ = $\frac{5.1+4.1}{2}$ × ١٧,٦ = ٨٠,٩٦ م٢

مساحة شبه المنحرف رقم ٥ = $\frac{4.1+4.7}{2}$ × ١٥,٢ = ٦٦,٨٨ م٢

مساحة شبه المنحرف رقم ٦ = $\frac{4.7+3.5}{2}$ × ١٧,٢ = ٧٠,٥٢ م٢

المساحة الكلية لقطعة الأرض = ٥٨,٩٠ + ٨٤,٦٠ + ٦٧,٦٥ + ٨٠,٩٦ + ٦٦,٨٨ + ٧٠,٥٢

= ٤٢٩,٥١ م٢

مسائل وتمارين

١. قطعة أرض على شكل مثلث أ ب ج تم قياس طول القاعدة أ ب والارتفاع أ ج فكانا على الترتيب ١٥,٢٠ متراً ، ٤,١٥ متراً. فاحسب مساحة قطعة الأرض.

٢. ساحة موقف سيارات على شكل مثلث ، تم قياس أطوال أضلاعه الثلاثة فكانت قيمها ١٢,١٠ متر ، ١٥,١٠ متر، ١٤,٨٠ متر . احسب مساحة هذه الساحة.

٣. تم تسوية قطعة أرض على شكل مثلث، وتم قياس طول ضلعين متجاورين فكانا ٢٥,٣٠ متر ، ٢٣,٨٠ متر وكذلك تم قياس مقدار الزاوية المحصورة بينهما فكانت ٤٠ً ٢٠َ ٣٥° ، احسب مساحة قطعة الأرض.

٤. قطعة أرض على شكل مربع طول ضلعه = ١٥,٦٥م مخصصة لإقامة مبنى سكني عليها، احسب مساحة قطعة الأرض.

٥. قطعة أرض على شكل مستطيل طوله ١٥,٦٠ متر وعرضه ٨,٤٠ متر، احسب مساحة قطعة الأرض.

٦. احسب مساحة المعين الذي طول قاعدته = ١٤,٨٠ وارتفاعه ٩,٤٠م.

٧. احسب مساحة المعين الذي طول قطرية ٢٠,١٥م ، ١٥,٤٠م.

٨. احسب مساحة متوازي الأضلاع الذي فيه طول القاعدة=٨,٩٠ متر ،وكان قياس ارتفاعه ٥,٤٠ متر.

٩. احسب مساحة شبه المنحرف الذي فيه القاعدة الكبرى = ١٢,٤٠م وطول القاعدة الصغرى = ٨,٨٠م وارتفاعه = ٥,١٠م.

١٠. احسب مساحة الشكل الرباعي الذي طولا قطريه = ٢٥,٩٠م ، ٢٢,١٠م والزاوية المحصورة بين القطرين ٢٠َ ٨٤°.

١١. قطعة أرض مستصلحة للزراعة على شكل دائرة نصف قطرها ٢٢ متر. احسب مساحتها.

١٢. احسب مساحة القطاع الدائري الذي طوله (نصف قطر دائرته) = ٣٤ متر، وزاويته المركزية = ٦٢° .

١٣. احسب مساحة الحلقة المحصورة داخل دائرتين متحدتين المركز وأنصاف أقطار هما ٤٨ متر ، ٣٢ متر.

١٤. احسب مساحة جزء الحلقة الذي يقابل زاوية مركزية مقدارها ٨٤° ، إذا كان أنصاف أقطار الدائرتين ٦٧ متر ، ٥٨ متر.

١٥. احسب مساحة القطعة الدائرية التي زاويتها المركزية ٤٢° ، ونصف قطر دائرتها ٣٨ متر.

١٦. احسب مساحة القطع المكافئ الذي طول قاعدته ٢٢ متر ، وارتفاعه ٦ متر.

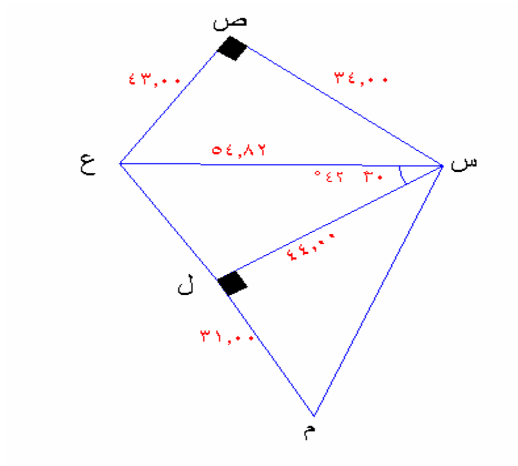
١٧. احسب مساحة القطع الناقص إذا كان طول محوره الأكبر ٢٨ متر، وطول محوره الأصغر ٢٥ متر.

١٨. قطعة أرض زراعية على شكل خماسي منتظم، تم قياس طول ضلعها فكان ١٤متر. احسب مساحة قطعة الأرض.

١٩. قطعة أرض زراعية على شكل مسدس منتظم طول ضلعها ١٦.٥٠متر . احسب مساحتها؟

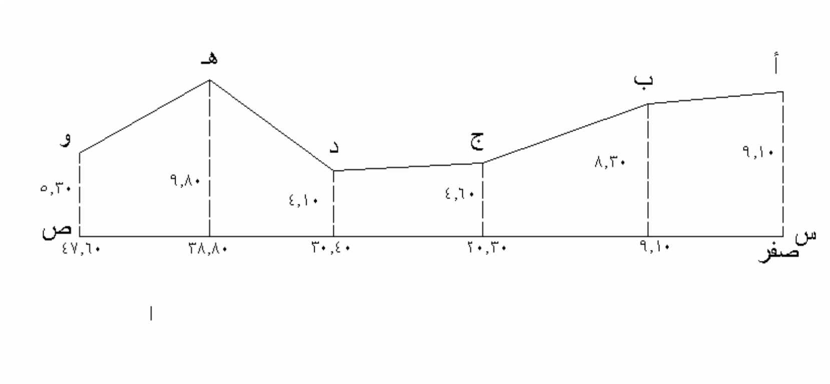
٢٠. قطعة أرض زراعية على شكل مثمن منتظم، تم قياس طول ضلعها فكان ١٥متر. احسب مساحة قطعة الأرض.

٢١. س ص ع ل م قطعة أرض قسمت إلى مثلثات شكل رقم (٦ -٢٦) وكانت أطوالها كما هي بالشكل احسب مساحة كل مثلث على حدة ، ثم احسب المساحة الكلية لقطعة الأرض :



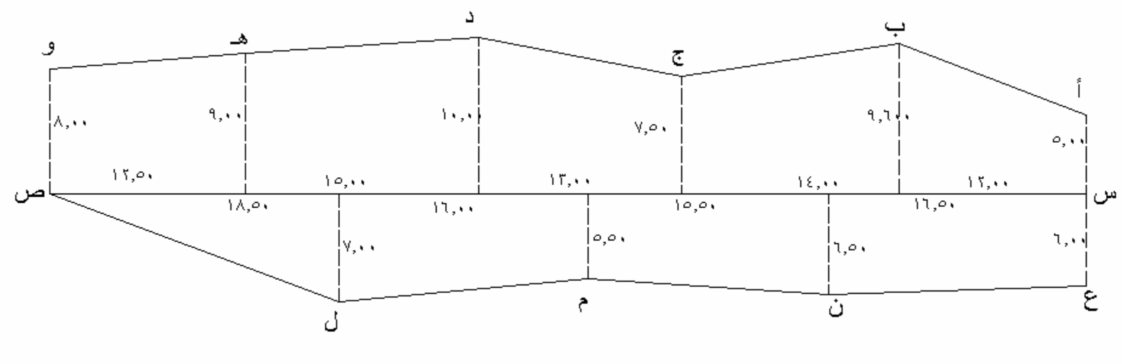
الشكل(٦ -٢٦)

٢٢. أ ب ج د هـ و حد متعرج ، س ص حد مستقيم أسقطت أعمده من النقاط أ ، ب ، ج ، د ، هـ ، و ،على الحد المستقيم فكانت أطوالها كما بالشكل (٦ -٢٧) وأخذت القياسات بين مواقع الأعمدة على خط القاعدة فكانت كما بالشكل المطلوب إيجاد مساحة قطعة الأرض المحصورة بين الحد المتعرج أ ب ج د هـ و، والحد المستقيم س ص.



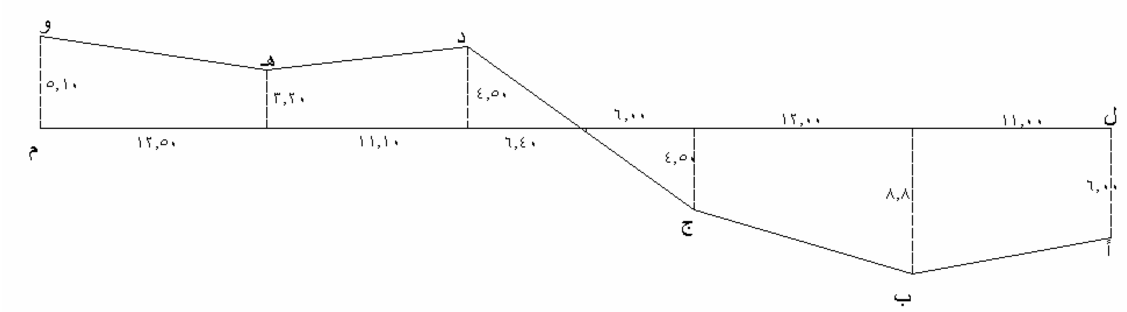
الشكل(٦ -٢٧)

٢٣. المطلوب إيجاد مساحة قطعة الأرض المحصورة بين الحدين المتعرجين أ ب ج د هـ ، ع ن م ل ص علماً بأن خط القاعدة س ص أخذ داخل قطعة الأرض وأسقطت الأعمدة عليه وكانت أطوالها كما هو موضح بالشكل رقم (٦ -٢٨)



الشكل(٦ -٢٨)

٢٤. احسب مساحة قطعة الأرض المحصورة بين الحد المتعرج أ ب ج د هـ و ، والحد المستقيم ل م إذا كانت القياسات على خط القاعدة وأطوال الأعمدة كما هو بالشكل (٦ -٢٩)



الشكل(٦ -٢٩)

امتحان ذاتـي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر إلى الحل في نهاية الوحدة.

السؤال الأول: ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة فيما يلي وعلامة (×) أمام العبارات غير الصحيحة فيما يلي:

١ - المثلث من الأشكال الهندسية المنتظمة ( ).

٢ - تتوقف طريقة حساب مساحة المثلث على الأرصاد والمعلومات المتاحة في المثلث ( ).

٣ - يمكن حساب مساحة المعين بمعرفة طول القطرين أو طولي القاعدة والارتفاع ( ).

٤ - مساحة الشكل السداسي المنتظم = ١,٥ × ل^{٢} × جا ٣٠° ( ).

السؤال الثاني:

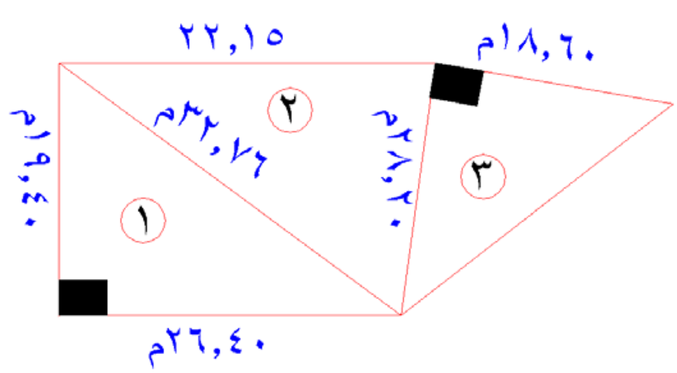
احسب مساحة شبه المنحرف الذي فيه القاعدة الكبرى = ١٦,٦٠م وطول القاعدة الصغرى = ١٠,٨٠م وارتفاعه = ٨,١٠م.

السؤال الثالث:

احسب مساحة القطعة الدائرية التي زاويتها المركزية ٤٢° ، ونصف قطر دائرتها ٣٨ متراً.

السؤال الرابع:

س ص ع ل م قطعة أرض قسمت إلى مثلثات كما في الشكل التالي وكانت أطوالها كما هي بالشكل احسب مساحة كل مثلث على حدة ، ثم احسب المساحة الكلية لقطعة الأرض.



نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة) :

وتعبأ من قبل المتدرِّب نفسه وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرِّب.

<table>
<tr><td colspan="5">تعليمات
بعد الانتهاء من التدريب على حساب مساحة الأشكال الهندسية قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد عنصر من العناصر المذكورة ،وذلك بوضع علامة(✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.</td></tr>
<tr><td colspan="5">اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرُّب علية :حل مسائل حساب مساحة الأشكال الهندسية المنتظمة والغير منتظمة</td></tr>
<tr><td rowspan="2">العناصر</td><td colspan="4">مستوى الأداء(هل أتقنت الأداء)</td></tr>
<tr><td>غير قابل للتطبيق</td><td>لا</td><td>جزئياً</td><td>كلياً</td></tr>
<tr><td>١. حل مسائل مساحة الأشكال المنتظمة</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>٢. حل مسائل مساحة الأشكال غير المنتظمة</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة آخرى بمساعدة المدرب.</td></tr>
</table>

نموذج تقييم مستوى الأداء(مستوى إجادة الجدارة): ويعبأ هذا النموذج عن طريق المدرب.

<table>
<tr><td colspan="2">اسم الطالب: .... التاريخ:
رقم الطالب: .... المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤
كل بند أو مفردة يقيم بـ١٠ نقاط.
العلامة :......... الحد الأدنى :ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.
الحد الأعلى:ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.</td></tr>
<tr><td>بنود التقييم</td><td>النقاط</td></tr>
<tr><td>١. مستوى إجادة حساب مساحة الأشكال المنتظمة</td><td></td></tr>
<tr><td>٢. مستوى إجادة حساب مساحة الأشكال غير المنتظمة</td><td></td></tr>
<tr><td>هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪</td><td></td></tr>
<tr><td>المجموع</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">ملاحظات:..
....
....
توقيع المدرب:............................</td></tr>
</table>

الحساب المساحي

حساب أحجام الأشكال وحساب كميات الحفر

- **الجدارة:** أن يحسب المتدرب أحجام الأشكال الهندسية المنتظمة وكميات الحفر والردم لها.
- **الأهــداف:** تدربنا في الوحدة السادسة من هذه الحقيبة على مسائل وعمليات حساب مساحات الأشكال الهندسية المنتظمة وغير المنتظمة. وسوف نتدرب في هذه الوحدة على عمليات ومسائل حساب أحجام الأشكال الهندسية المنتظمة، ومن خلالها يتم التدريب على حساب كميات الحفر والردم ومكعبات المنشآت التي تعتبر أشكال هندسية منتظمة كما سوف يتم بيانه من خلال التدريب على حل مجموعة من التمارين المماثلة لما يتعامل معه المساح في أثناء مزاولة أعمال المساحة وبخاصة في مجال المشاريع الهندسية. وعندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قد تمكن من:
  1. أن يتعرف على الأشكال الهندسية وخواصها
  2. أن يتعلم طرق حساب أحجام الأشكال لهندسية المنتظمة
  3. أن يتعرف على استخدامات هذه الأشكال في الأعمال المساحية
  4. أن يتدرب على حساب كميات الحفر والردم من خلال حساب أحجام هذه الأشكال.
- **الوقت المتوقع للتدريب:** ٢٨ ساعة تدريبية.
- **الوسائل المساعدة:**
  1. اتباع التعليمات والإرشادات الواردة في حل الأمثلة في هذه الوحدة.
  2. التدريب على مهارة حساب المساحات في الوحدة التدريبية السادسة.

٧ -١ مقدمة :

يطلب من المساح في كثير من الأعمال والمشاريع المساحية والهندسية حساب حجم الحفر أو حجم الردم لمناطق مطلوب حفرها أو تم حفرها لمتطلبات أعمال مشروعات تمديدات كابلات الهاتف والكهرباء وخطوط المياه والصرف الصحي وإنشاء الجسور والطرق ووضع قواعد المنشآت أو غيرها مثل إنشاء خزان أرضي أو بركة سباحة أو خلافة، وفي كثير من الأحيان تكون هذه الأعمال الحفرية على شكل متطابق مع أحد أشكال المجسمات الهندسية المنتظمة مثل المكعب ومتوازي المستطيلات والمنشور، والاسطوانة، والهرم، والمخروط، والكرة.

ويوجد العديد من أشكال المجسمات، فمنها ما ليس لها شكل هندسي منتظم مثل قطعة من الصخر وأحواض تخزين المياه أمام السدود ومنها ما يتميز بأن له شكلاً هندسياً منتظماً مثل المكعب ومتوازي المستطيلات والمنشور والهرم والمخروط والكرة، مثلما نشاهد في أعمال قواعد المنشآت والمباني وفي قطاعات الحفر لمشاريع الطرق وتمديدات شبكات المرافق. وتحد المجسمات سطوح مستوية تسمى أوجه، وتتقاطع هذه السطوح أو الأوجه في مستقيمات تسمى أحرف المجسم، وتتقاطع هذه الأحرف في نقاط تسمى رؤوس المجسم.

وتعتبر عمليات حساب كميات الأتربة والمياه ومكعبات المباني والمنشآت من الأعمال الهامة الضرورية التي تطلب من المساح. وتوجد العديد من الطرق المستخدمة لإيجاد الكميات والحجوم ويمكن إجمالها فيما يلي: -

١. مكعبات الأشكال المنتظمة كما في المنشآت والمباني وهي موضوع هذه الوحدة.
٢. المكعبات من القطاعات الطولية والعرضية كما في مشروعات الطرق وتمديدات خطوط الخدمات ومشروعات الري والصرف.
٣. المكعبات من مناسيب النقاط كما في مشروعات تسوية الأراضي.
٤. المكعبات من خطوط الكنتور كما في عمليات تسوية الأراضي وحساب مكعبات البحيرات أمام السدود.

وفي هذه الوحدة سوف نتعرض لشرح طرق إيجاد حجم المجسمات ذات الأشكال الهندسية المنتظمة بعد التعرف على شكل وخواص كل مجسم من هذه المجسمات أو الأجسام وهي في مجملها أجسام منتظمة السطوح أي تكون أشكالاً هندسية.

٧ -٢ حجم متوازي المستطيلات

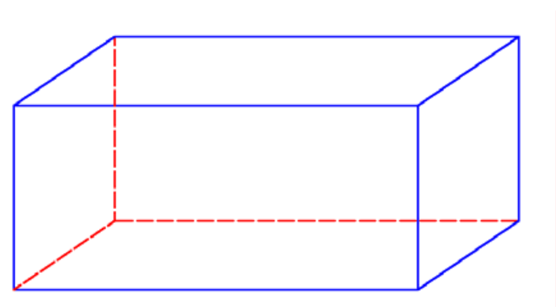
متوازي المستطيلات هو شكل هندسي منتظم يتكون من ستة أوجه كل منها على شكل مستطيل، وكل وجهين متقابلين متساويان في المساحة ومتوازيان. ولمتوازي المستطيلات أثنا عشر حرفاً وثمانية رؤوس.

الشكل (٧ -١) يبين متوازي مستطيلات ذا الأبعاد: الطول (ل)، والعرض (ض)، والارتفاع (ع)، وحجم متوازي المستطيلات يمكن حسابه كما يلي:

حجم متوازي المستطيلات

= (مساحة القاعدة) × الارتفاع

= (ل × ض) × ع



الشكل(٧ -١)

مثال ١:

لعملية إنشاء أساسات مبنى، كان شكل قاعدة إحدى الأعمدة على شكل متوازي مستطيلات أبعادها ٧× ٤ × ٢ متر . المطلوب حساب حجم الحفر اللازم لتهيئة الموقع لإنشاء هذه القاعدة.

الحل:

حيث إن القاعدة على شكل متوازي مستطيلات:

حجم القاعدة = مساحة القاعدة × الارتفاع

= (ل × ض) × ع

= ٧ × ٤ × ٢ = ٥٦ متر مكعب

مثال ٢:

خزان مياه أرضي على شكل متوازي مستطيلات أبعاده ١٠ × ٧ × ٥ أمتار احسب حجم الخزان، وكذلك احسب حجم الماء الموجود داخل الخزان إذا كان ارتفاع الماء داخل الخزان ٣ أمتار .

الحل:

حيث إن الخزان على شكل متوازي مستطيلات:

أولاً : حجم الخزان = مساحة القاعدة × الارتفاع

= (ل × ض) × ع

= (١٠ × ٧) × ٥ = ٣٥٠ متر مكعب

ثانياً: حجم الماء الموجود داخل الخزان = مساحة قاعدة الخزان × ارتفاع الماء داخل الخزان

= (١٠ × ٧) × ٣ =٢١٠ متر مكعب

٧ -٣ حجم المكعب:

المكعب هو عبارة عن متوازي مستطيلات أبعاده الثلاثة (ل، ض، ع) متساوية. وهو شكل هندسي منتظم يتكون من ستة أوجه متساوية في المساحة، كل منها على شكل مربع، وكل وجهين متقابلين متوازيان وللمكعب أثنا عشر حرفاً وثمانية رؤوس.

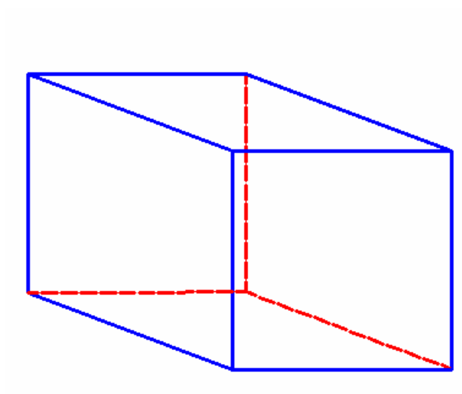
الشكل (٧ -٢) يبين مكعباً طول ضلعه (ل) وحجم المكعب يمكن حسابه كما يلي:

حجم المكعب =

طول الضلع× طول الضلع × طول الضلع

= ل × ل × ل

= ل



الشكل(٧ -٢)

مثال ١:

قاعدة عمود خرساني في مبنى على شكل مكعب طول ضلعها ٢ متر. المطلوب حساب حجم الحفر اللازم لتهيئة الموقع لإنشاء هذه القاعدة.

الحل:

حيث إن القاعدة على شكل مكعب:

حجم القاعدة = ل × ل × ل

= ٢ × ٢ × ٢ = ٨ متر مكعب

مثال ٢:

خزان مياه أرضي على شكل مكعب طول ضلعه ٤ أمتار احسب أقصى حجم للماء الذي يمكن استيعابه في هذا لخزان.

الحل:

حيث إن الخزان على شكل مكعب:

أولاً : حجم الماء الممكن استيعابه في الخزان =حجم الخزان = ل × ل × ل

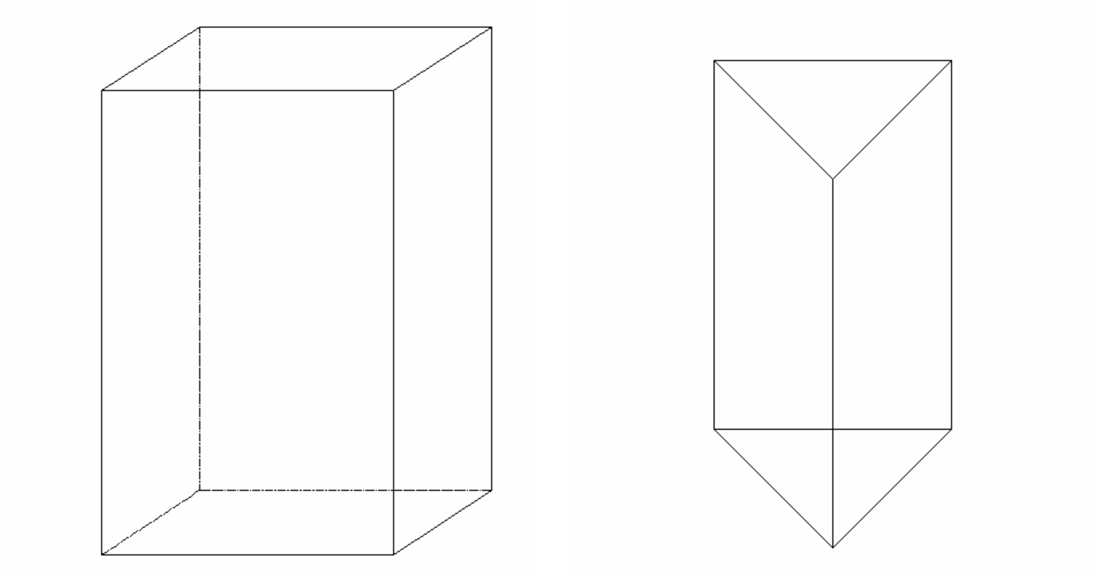
= ٤ × ٤ ×٤ = ٦٤ متر مكعب

٧ -٤ حجم المنشور (الموشور) :

المنشور هو عبارة عن مجسم كثير الأوجه فيه وجهان متطابقان ومتشابهان ومتساويان ويقعان في مستويين متوازيين ويسمى هذان الوجهان المتطابقان بقاعدتي المنشور، أما الأوجه الباقية فتسمى الأوجه الجانبية للمنشور، وتسمى المستقيمات التي تتقاطع عندها الأوجه الجانبية بأحرف المنشور الجانبية، أما البعد العمودي بين مستويي القاعدتين فيسمى بارتفاع المنشور.

وقد يكون المنشور قائماً أو مائلاً، ويسمى المنشور قائما إذا كانت قاعدتيه متعامدتين على أوجه المنشور الجانبية، أي أن أحرف المنشور تتعامد على القاعدتين المتوازيتين، وفي المنشور القائم تكون الأوجه الجانبية للمنشور على شكل مستطيلات، ويقاس ارتفاع المنشور بطول البعد الرأسي بين القاعدتين.

وكذلك يسمى المنشور منتظماً إذا كان قائماً وكانت قاعدته مضلعاً منتظماً، وتصنف المناشير طبقاً لشكل قاعدتها، فيكون المنشور ثلاثياً أو رباعياً أو خماسياً ... وهكذا إذاً كانت قاعدته على شكل مثلث أو شكل رباعي أو شكل خماسي .... إلخ. الأشكال (٧ -٣ أ ، ب) تبين منشوراً ثلاثياً قائماً ومنشوراً رباعياً قائماً.



الشكل (٧ -٣ -أ)   الشكل (٧ -٣ -ب)

ويمكن حساب حجم المنشور المنتظم القائم كما يلي:

حجم المنشور = مساحة قاعدة المنشور × ارتفاع

مثال ١:

قاعدة عامود خرساني في مبنى على شكل منشور رباعي قائم قاعدته عبارة عن مستطيل أبعاده ٨ × ٦ متر وارتفاع المنشور ٢,٥ متر . المطلوب حساب حجم الحفر اللازم لتهيئة الموقع لإنشاء هذه القاعدة.

الحل:

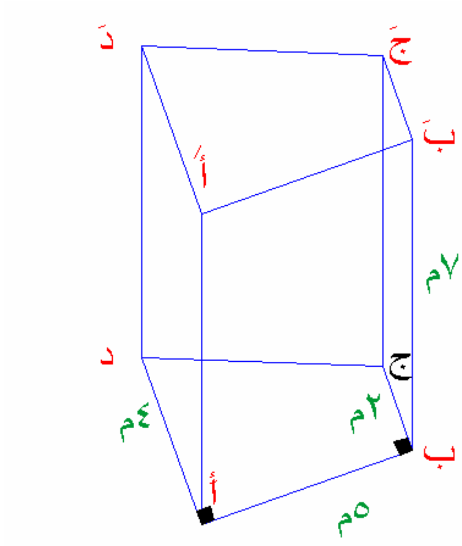
حيث إن القاعدة على شكل منشور رباعي قائم:

حجم القاعدة = مساحة قاعدة المنشور × ارتفاع المنشور

= (٨ × ٦) × ٢,٥ = ١٢٠ متر مكعب

مثال ٢:

مطلوب حفر خزان مياه أرضي على شكل منشور رباعي قائم، الشكل(٧ -٤) قاعدته أ ب ج د على شكل شبه منحرف فيه أد عمودي عل أب، وأد يوازي ب ج، وكان طول أد = ٤ متر وطول ب ج = ٢ متر، وطول أ ب = ٥ متر، وارتفاع المنشور أ أَ = ٧ متر ، فاحسب حجم الأتربة المطلوب رفعها من موقع هذا الخزان.



الشكل(٧ -٤)

الحل:

مساحة القاعدة (شبه المنحرف) = $\frac{1}{2}$ × (٢ + ٤) × ٥

= ١٥ متر مربع

حجم الأتربة = حجم المنشور =

مساحة القاعدة × ارتفاع المنشور

= ١٥ × ٧ = ١٠٥ متر مكعب

مثال ٣:

سلم خرساني يتكون من ١٠ درجات، الدرجة على شكل منشور ثلاثي قائم أبعاده ٠,٢٠م × ٠,١٥م × ١,٢٠م . احسب حجم الخرسانة المستخدمة في إنشاء هذا السلم.

الحل:

حيث إن درجة السلم على شكل منشور ثلاثي قائم.

∴ حجم درجة السلم = مساحة قاعدة المنشور المثلثة الشكل × ارتفاع المنشور

= (٠,٥ × ٠,٢٠ ×٠,١٥) × ١,٢٠ = ٠,٠١٨متر مكعب

حجم الخرسانة المستخدمة في إنشاء السلم = ٠,٠١٨ × ١٠ = ٠,١٨ متر مكعب

مثال ٤:

قاعدة عامود خرساني في مبنى على شكل منشور خماسي منتظم قائم قاعدته عبارة عن شكل خماسي منتظم طول ضلعه ٣ أمتار وارتفاع المنشور ٥ أمتار . المطلوب حساب حجم قاعدة العمود الخرساني.

الحل:

حيث إن القاعدة على شكل منشور خماسي منتظم قائم.

أولاً : حساب مساحة قاعدة العمود الخرساني والتي على شكل خماسي منتظم، حيث:

عدد أضلاع القاعدة الخماسية الشكل (ن) = ٥ ، طول الضلع (ل) = ٣ متر

∴ مساحة القاعدة (خماسي منتظم) = ١,٢٥ × ل ^{٢} × ظتا ٣٦°

= ١,٢٥ × ٣^{٢}× ظتا ٣٦ = ١٥,٥ متر مربع

ثانياً: حساب حجم قاعدة العمود = مساحة قاعدة المنشور الخماسية الشكل × ارتفاع المنشور

= (١٥,٥) × ٥,٠ = ٧٧,٥ متر مكعب

مثال ٥:

مطلوب أعمال حفر لمشروع مد خطوط الصرف الصحي وذلك بطول ٧٥ متراً، وكان شكل القطاع العرضي للحفر على شكل مستطيل طوله ١,٢٠ متر وعرضه ٠,٨٠ متر. احسب حجم الأتربة الناتجة عن أعمال الحفر لهذا المشروع.

الحل:

يمكن اعتبار أن أعمال الحفر ينتج عنها شكل منشور رباعي قائم قاعدته مستطيلة الشكل، وطول الحفر يمثل ارتفاع المنشور. وعلى هذا يمكن حساب حجم الأتربة الناتجة من الحفر كما يلي:

حجم الأتربة = حجم المنشور = مساحة القاعدة × ارتفاع المنشور

= مساحة القطاع العرضي للحفر × طول الحفر

= ١,٢ × ٠,٨ × ٧٥

= ٧٢ متراً مكعباً

مثال ٦:

مطلوب حفر قناة لنقل المياه من بئر إلى مزرعة وذلك بطول ١٢٠ متر، وكان شكل القطاع العرضي لهذه القناة على شكل شبه منحرف طولا قاعدتيه المتوازيتين ١,١٠ متر، ٠,٧٠ متر وارتفاعه ١,٨٠ متر احسب حجم الأتربة الناتجة عن حفر هذه القناة.

الحل:

يمكن اعتبار هذه القناة ممتدة أفقيا بدون ميول، وبذلك تكون القناة عبارة عن شكل منشور رباعي قائم قاعدته على شكل شبه منحرف، وارتفاع المنشور يمثل طول القناة. وعلى هذا يمكن حساب حجم الأتربة الناتجة من حفر القناة كما يلي:

حجم الأتربة = حجم المنشور = مساحة القاعدة × الارتفاع

= مساحة القطاع العرضي للقناة × طول القناة

= $\frac{1}{2}$ × (١,١+ ٠,٧٠) × ١,٨ × ١٢٠ = ١٩٤,٤ متر مكعب

مثال ٧:

مطلوب إنشاء جسر ترابي ليستخدم كطريق في منطقة ريفية وذلك بطول ٢٤٠ متراً ، وكان شكل القطاع العرضي لهذا الجسر على شكل شبه منحرف طولا قاعدتيه المتوازيتان ٢,٢٠ متر ، ٤,٦٠ متر وارتفاعه ١,٢٠ متر احسب حجم الأتربة اللازمة لإنشاء هذا الجسر.

الحل:

يمكن اعتبار هذا١ الجسر ممتد أفقيا بدون ميول ، وبذلك يكون الجسر عبارة عن شكل منشور رباعي قائم قاعدته على شكل شبه منحرف، وارتفاع المنشور يمثل طول الجسر. وعلى هذا يمكن حساب حجم الأتربة اللازمة لإنشاء هذا الجسر كما يلي:

حجم الأتربة = حجم المنشور = مساحة القاعدة × الارتفاع

= مساحة القطاع العرضي للجسر × طول الجسر

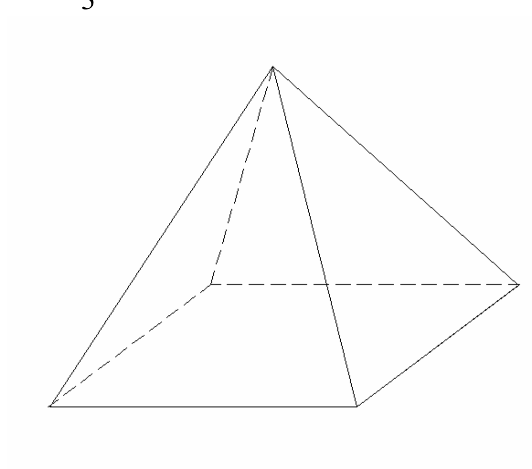
= $\frac{1}{2}$ × (٢,٢٠+ ٤,٦٠) × ١,٢ × ٢٤٠ = ٩٧٩,٢ متر مكعب

٧ -٥ حجم الهرم:

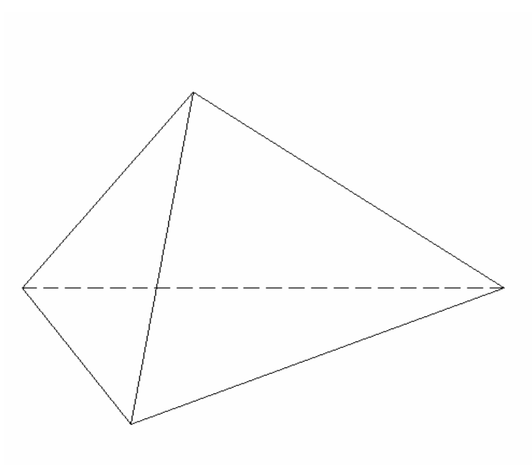
الهرم هو عبارة عن مجسم كثير الأوجه فيه وجه واحد على شكل مضلع أما بقية الوجوه فعبارة عن مثلثات تلتقي في نقطة واحدة انظر الشكل (٧ - ٥ أ ، ب) ، وتصنف الأشكال الهرمية حسب شكل قاعدتها فيسمى الهرم ثلاثياً إن كانت قاعدته على شكل مثلث أو رباعياً إن كانت قاعدته رباعية الشكل أو خماسياً أن كانت قاعدته خماسية الشكل وهكذا. وارتفاع الهرم هو المستقيم العمودي النازل من رأس الهرم على قاعدته، وإذا تقابل مسقط هذا العمود مع مركز القاعدة كان الهرم قائماً، وإلا فإن الهرم يكون مائلاً.

وبصفة عامة يسمى الهرم قائماً إذا كانت قاعدته مضلعاً منتظماً وأحرفه الجانبية متطابقة. ويمكن حساب حجم الهرم القائم كما يلي:

حجم الهرم = $\frac{1}{3}$ × مساحة قاعدة الهرم × ارتفاع الهرم



الشكل(٧ -٥ -أ)



الشكل(٧ -٥ -ب)

مثال ١:

م - أ ب ج هرم ثلاثي قائم، قاعدته مثلث قائم الزاوية في ب وكان طول أب = ١٠ أمتار وطول الضلع ب ج = ٦ أمتار ، وكان ارتفاع الهرم = ٨,٥ متر، احسب حجم هذا الهرم .

الحل:

حجم الهرم = $\frac{1}{3}$ × مساحة قاعدة الهرم × ارتفاع الهرم

حجم الهرم = $\frac{1}{3}$ × $\frac{6x10}{2}$ × ٨,٥ = ٨٥ متراً مكعباً

مثال ٢:

م ـ أ ب ج د هرم رباعي قائم ، طول ضلع قاعدته ا ب ج د ٦ أمتار وارتفاعه ٤ أمتار، احسب حجم هذا الهرم

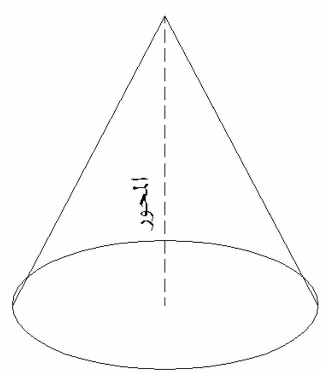
الحل:

حجم الهرم = $\frac{1}{3}$ ×مساحة قاعدة الهرم × ارتفاع الهرم

حجم الهرم = $\frac{1}{3}$ × ٦ × ٦× ٤ = ٤٨ متر مكعب

٧ -٦ حجم المخروط:

المخروط هو حالة خاصة من حالات الهرم، أي أنه يمكن اعتبار المخروط هرم قاعدته على شكل دائرة، وقد يكون المخروط أيضاً قائماً أو مائلاً. الشكل (٧ -٦) يبين مخروط قائم. ويمكن تعريف المخروط الدائري القائم على أنه الجسم الذي ينشأ من دوران مثلث قائم الزاوية دورة كاملة حول أحد ضلعي الزاوية القائمة.



الشكل(٧ -٦)

ويمكن حساب حجم المخروط القائم كما يلي:

حجم المخروط = $\frac{1}{3}$ × مساحة قاعدة المخروط × ارتفاع المخروط

= $\frac{1}{3}$ × ط × نق^{٢} × ع

حيث:

ط : (مسجلة في الآلة الحاسبة بالرمز p) ،

نق = نصف قطر الدائرة (قاعدة المخروط)،

ع = ارتفاع المخروط

مثال ١:

مخروط دائري قائم، نصف قطر قاعدته الدائرية ٥ أمتار ، وكان ارتفاع المخروط = ٨ أمتار، احسب حجم هذا المخروط .

الحل:

حجم المخروط = $\frac{1}{3}$ × مساحة قاعدة المخروط × ارتفاع المخروط

حجم المخروط = $\frac{1}{3}$ × ط × نق^{٢} × ع

حجم المخروط = $\frac{1}{3}$ × ط × 5^2 × ٨ = ٢٠٩,٤٤ متر مكعب

مثال ٢:

منشأ في حديقة ألعاب ترفيهية على شكل مخروط قائم قاعدته الدائرية نصف قطرها ٦ أمتار، وارتفاع المخروط ١٢ متراً، احسب حجم هذا المخروط الدائري القائم.

الحل:

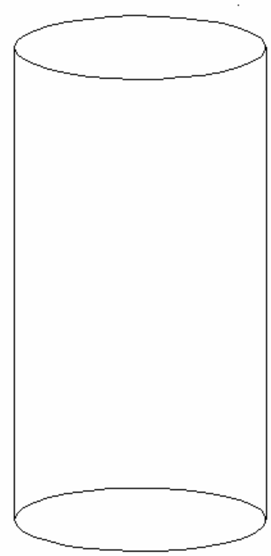
حجم المخروط = $\frac{1}{3}$ × مساحة قاعدة المخروط × ارتفاع المخروط

حجم المخروط = $\frac{1}{3}$ × ط × نق^{٢} × ع

حجم المخروط = $\frac{1}{3}$ × ط × ٦^{٢} × ١٢ = ٤٥٢,٣٩ متر مكعب

٧ -٧ حجم الاسطوانة :

الاسطوانة هي حالة خاصة من حالات المنشور، وفيها تكون القاعدة دائرة، وقد تكون الأسطوانة قائمة أو مائلة، ويمكن تعريف الأسطوانة الدائرية القائمة على أنها الجسم الناتج من دوران سطح مستطيل دورة كاملة حول أحد أضلاعه. الشكل (٧ – ٧) يبين شكلاً لاسطوانة قائمة. ويحسب حجم الأسطوانة كما يلي:



الشكل(٧ -٧)

حجم الأسطوانة الدائرية

= مساحة القاعدة × الارتفاع

= ط × نق^{٢} × ع

حيث:

ط : مسجلة في الآلة الحاسبة بالرمز p ،

نق : نصف قطر الدائرة (قاعدة الاسطوانة)،

ع : ارتفاع الأسطوانة

مثال ١:

مطلوب حفر بئر على شكل أسطوانة قائمة نصف قطر قاعدتها ٤ أمتار وعمق البئر ١٢ متراً . فاحسب حجم الأتربة الناتجة عن عملية الحفر.

الحل:

حيث إن البئر على شكل أسطوانة قائمة:

حجم البئر (حجم الأتربة الناتجة من الحفر) = مساحة القاعدة الدائرية × ارتفاع الأسطوانة

= ط× نق^{٢} × ع

= ط × ٤ ^{٢} × ١٢ = ٦٠٣,١٩ متر مكعب

مثال ٢:

خزان وقود أرضي على شكل أسطوانة قائمة ، قاعدته الدائرية نصف قطرها ١,٢٠ متر وارتفاع الخزان ٦ أمتار ، فما هي سعة الأسطوانة من الوقود.

الحل:

حيث إن الخزان على شكل أسطوانة قائمة:

حجم الخزان = مساحة القاعدة الدائرية × ارتفاع الأسطوانة

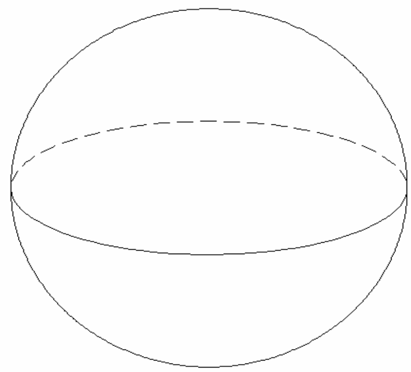
الحجم (سعة الخزان من الوقود) = ط × نق^{٢} × ع

= ط × ١,٢ ^{٢} × ٦ = ٢٧,١٤ متر مكعب

٧ -٨ حجم الكرة:

الكــرة هــي الســطح المكــون مــن جميــع نقــاط الفــراغ الــتي يبعــد كــل منهــا عــن نقطــة معلومــة م (مركز الكرة) ببعد ثابت مقداره نق (نصف قطر الكرة). انظر الشكل (٧ - ٨).

ويحسب حجم الكرة، أي حجم المجسم الذي يحده سطح الكرة باستخدام القانون التالي:



الشكل(٧ -٨)

حجم الكرة = $\frac{4}{3}$ × ط × نق ٣

حيث: ط : مسجلة في الآلة الحاسبة بالرمز p ،

نق = نصف قطر الكرة

مثال ١:

خزان مياه على شكل كرة نصف قطرها ٠,٩٠متر، احسب حجم الماء الذي يمكن استيعابه في هذا الخزان.

الحل:

حيث إن الخزان على شكل كرة:

حجم الخزان (حجم الماء داخل الخزان) = $\frac{4}{3}$ × ط × نق ٣

سعة الخزان (حجم الماء داخل الخزان) = $\frac{4}{3}$ × ط × ٠,٩٠ ٣ = ٣,١ متر مكعب

مثال ٢ :

خزان وقود أرضي على شكل كرة نصف قطرها ١,٠٥ متر، احسب حجم الوقود الذي يمكن استيعابه في هذا الخزان.

الحل:

حيث إن الخزان على شكل كرة:

حجم الخزان (حجم الماء داخل الخزان) = $\frac{4}{3}$ × ط × نق ٣

سعة الخزان (حجم الماء داخل الخزان) = $\frac{4}{3}$ × ط × (١,٠٥)٣ = ٤,٨٥ متر مكعب

مسائل وتمارين

١. لعملية إنشاء أساسات مبنى، كان شكل قاعدة إحدى الأعمدة على شكل متوازي مستطيلات أبعادها ٦ × ٤ × ٢ متر. المطلوب حساب حجم الحفر اللازم لتهيئة الموقع لإنشاء هذه القاعدة.

٢. خزان مياه أرضي على شكل متوازي مستطيلات أبعاده ٨ × ٦ × ٥ أمتار احسب حجم الخزان، وكذلك احسب حجم الماء الموجود داخل الخزان إذا كان ارتفاع الماء داخل الخزان ٣ أمتار.

٣. قاعدة عامود خرساني في مبنى على شكل مكعب طول ضلعها ٢,٥ متر. المطلوب حساب حجم الحفر اللازم لتهيئة الموقع لإنشاء هذه القاعدة.

٤. خزان مياه أرضي على شكل مكعب طول ضلعه ١,٦ متر احسب أقصى حجم للماء الذي يمكن استيعابه في هذا لخزان.

٥. قاعدة عامود خرساني في مبنى على شكل منشور رباعي قائم قاعدته عبارة عن مستطيل أبعاده ٣,٥ × ٢,٥ متر وارتفاع المنشور ٢ متر. المطلوب حساب حجم الحفر اللازم لتهيئة الموقع لإنشاء هذه القاعدة.

٦. مطلوب حفر خزان مياه أرضي على شكل منشور رباعي قائم، قاعدته أ ب ج د على شكل شبه منحرف فيه أد عمودي عل أب، و أد يوازي ب ج، وكان طول أد = ٤ أمتار وطول ب ج = ٣ أمتار، أ ب = ٥ أمتار، وارتفاع المنشور أ أ ً = ٨ أمتار، فاحسب حجم الأتربة المطلوب رفعها من موقع هذا الخزان.

٧. سلم خرساني يتكون من ١٥ درجة، الدرجة على شكل منشور ثلاثي قائم أبعاده ٠,٢٥م × ٠,٢٠م × ١,١٠م. احسب حجم الخرسانة المستخدمة في إنشاء هذا السلم.

٨. قاعدة عمود خرساني في مبنى على شكل منشور خماسي منتظم قائم قاعدته عبارة عن شكل خماسي منتظم طول ضلعه ٢ متر وارتفاع المنشور ٤ متر. المطلوب حساب حجم قاعدة العمود الخرساني.

٩. م - أ ب ج هرم ثلاثي قائم، قاعدته مثلث قائم الزاوية في ب وكان طول أب = ١٢ متراً وطول الضلع ب ج = ٨ أمتار ، وكان ارتفاع الهرم = ٥,٥ متراً، احسب حجم هذا الهرم.

١٠. م - أ ب ج د هرم رباعي قائم ، طول ضلع قاعدته ا ب ج د ٨ أمتار وارتفاعه ٦ أمتار ،احسب حجم هذا الهرم.

١١. مخروط دائري قائم، نصف قطر قاعدته الدائرية ٦ متر ، وكان ارتفاع المخروط = ٧ متر، احسب حجم هذا المخروط.

١٢. منشأ في حديقة ألعاب ترفيهية على شكل مخروط قائم قاعدته الدائرية نصف قطرها ٧ متر ، وارتفاع المخروط ٩ متر ،احسب حجم الفراغ داخل هذا المنشأ.

١٣. مطلوب حفر بئر على شكل أسطوانة قائمة نصف قطر قاعدتها ٤,٨ متر وعمق البئر ٨,٥ متر . فاحسب حجم الأتربة الناتجة عن عملية الحفر.

١٤. خزان وقود أرضي على شكل أسطوانة دائرية قائمة، قاعدته الدائرية نصف قطرها ٢,١٠ متر وارتفاع الخزان ٥ متر ، فما هو حجم الوقود الموجود في الخزان.

١٥. خزان نفط على شكل أسطوانة دائرية قائمة نصف قطر قاعدتها الدائرية ٣,٥ متر وارتفاعها ٦ متر، فما هو حجم النفط داخل هذا الخزان.

١٦. صومعة غلال تتكون من قسمين، العلوي عبارة عن أسطوانة دائرية قائمة ارتفاعها ٨ متر ونصف قطر قاعدتها الدائرية ٢,٥ متر، والسفلي عبارة عن مخروط قائم مقلوب قاعدته هي قاعدة الأسطوانة وارتفاعه ١,٨ متر. احسب سعة الصومعة.

١٧. خزان مياه على شكل كرة نصف قطرها ١,٢٠متر، احسب حجم الماء الذي يمكن استيعابه في هذا الخزان.

١٨. خزان وقود أرضي على شكل كرة نصف قطرها ١,٧٥ متر، احسب حجم الوقود الذي يمكن استيعابه في هذا الخزان.

١٩. مطلوب أعمال حفر لمشروع مد خطوط الصرف الصحي وذلك بطول ٩٢ متر ، وكان شكل القطاع العرضي للحفر على شكل مستطيل طوله ١,٦٠ متر وعرضه ٠,٨٥ متر. احسب حجم الأتربة الناتجة عن أعمال الحفر لهذا المشروع.

٢٠. مطلوب حفر قناة لنقل المياه من بئر إلى مزرعة وذلك بطول ٩٦ متر ، وكان شكل القطاع العرضي لهذه القناة على شكل شبه منحرف طولا قاعدتيه المتوازيتان ١,٢٠ متر ،٠,٩٠ متر وارتفاعه ١,٢٠ متر احسب حجم الأتربة الناتجة عن حفر هذه القناة.

٢١. مطلوب إنشاء جسر ترابي ليستخدم كطريق في منطقة ريفية وذلك بطول ١٣٠ متر ، وكان شكل القطاع العرضي لهذا الجسر على شكل شبه منحرف طولا قاعدتيه المتوازيتان ١,٥٠ متر ، ٣,٩٠ متر وارتفاعه ١,٢٠ متر احسب حجم الأتربة اللازمة لإنشاء هذا الجسر.

امتحان ذاتـي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر إلى الحل في نهاية الوحدة.

السؤال الأول: ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة فيما يلي وعلامة (×) أمام العبارات غير الصحيحة فيما يلي:

١ - متوازي المستطيلات يتكون من ستة أوجه مستطيلة الشكل، كل وجهين متقابلين متساويان في المساحة ومتوازيان ( ).

٢ - المكعب يتكون من ستة أوجه مربعة ومتساوية في المساحة ، وكل وجهين متقابلين متوازيان ( ).

٣ - في الهرم وجه واحد على شكل مضلع، أما بقية الأوجه فهي مثلثات تلتقي في نقطة واحدة ( ).

٤ - المخروط الدائري القائم ينشأ عن دوران مثلث قائم الزاوية دورة كاملة حول أحد ضلعي الزاوية القائمة ( ).

٥ - الأسطوانة الدائرية القائمة تنشأ عن دوران مستطيل دورة كاملة حول أحد أضلاعه ( ).

السؤال الثاني:

مطلوب حفر خزان مياه أرضي على شكل متوازي مستطيلات أبعاده ٦ × ٤,٥ × ٢,٥ متر احسب حجم الحفر اللازم، وكذلك احسب حجم الماء الذي يمكن استيعابه داخل هذا الخزان إذا كانت أبعاد الخزان الداخلية طبقاً للمخطط التصميمي ٥,٨× ٤,٣× ٢,٣ متر.

السؤال الثالث:

خزان نفط على شكل أسطوانة دائرية قائمة نصف قطر قاعدتها الدائرية ٢,١ متر وارتفاعها ٥,٥ متر، فما هو حجم النفط داخل هذا الخزان.

السؤال الرابع:

مطلوب إنشاء جسر ترابي ضمن مراحل إنشاء طريق في منطقة ريفية وذلك بطول ١٢٠ متر ، وكان شكل القطاع العرضي لهذا الجسر على شكل شبه منحرف طولا قاعدتيه المتوازيتان ٢,٥٠ متر ،٥,٥٠ متر وارتفاعه ١,٢٥ متر احسب حجم الأتربة اللازمة لإنشاء هذا الجسر.

نموذج تقييم مستوى الأداء(مستوى إجادة الجدارة):

وتعبأ من قبل المتدرِّب نفسه وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرِّب.

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب على حساب **حجم الأشكال الهندسية المنتظمة وكميات الحفر والردم** قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد عنصر من العناصر المذكورة ،وذلك بوضع علامة(✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرُّب علية :حل مسائل حساب حجم الأشكال الهندسية المنتظمة وكميات الحفر والردم للأشكال الهندسية المنتظمة

العناصر	مستوى الأداء(هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١. حل مسائل حجم الأشكال الهندسية المنتظمة				
٢. حل مسائل حساب كميات الحفر والردم للأشكال الهندسية المنتظمة				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة آخرى بمساعدة المدرب.

نموذج تقييم مستوى الأداء(مستوى إجادة الجدارة): ويعبأ هذا النموذج عن طريق المدرب.

اسم الطالب: .... التاريخ:	
رقم الطالب: .... المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤	
كل بند أو مفردة يقيم بـ١٠ نقاط.	
العلامة :......... الحد الأدنى :ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.	
الحد الأعلى:ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.	
بنود التقييم	النقاط
١. مستوى إجادة حساب حجم الأشكال الهندسية المنتظمة	
٢. مستوى إجادة حساب كميات الحفر والردم	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪	
المجموع	
ملاحظات:..	
....	
....	
توقيع المدرب:............................	

المــراجـــــــــــع

أولاً: المراجع العربية:

الأظن، محمد عيد، ١٤٠٩هـ، "الجيوديسيا التطبيقية"، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، الرياض.

أبو هنطش، أحمد، ١٩٨٩م، "المساحة" - الطبعة الرابعة، دار المستقبل للنشر والتوزيع، عمان.

عبد الرحيم، محمود حسني، وحسين، محمد رشاد الدين مصطفى، ١٩٨٥م، "المساحة التفصيلية والطبوغرافية"، الجزء الأول، دار الراتب الجامعية، الإسكندرية.

كمال الدين، حسين، ١٩٨٩م، " المساحة المستوية"، الجزء الأول، دار الفكر العربي، القاهرة.

ناصر، محمد السلمي، ١٤٢٠هـ، "مدخل إلى علم الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية" - الطبعة الأولى، جامعة الملك سعود، الرياض.

نصار، فتحي محمود، واليحيى، فهد عبد الرحمن، وأمين، جمال فتحي، والربيش، محمد حجيلان، ١٤٢٣هـ، "الحساب الفني" - الصف الثاني مساحة، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، الرياض.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Bannister, A. 1992,"Surveying", fourth edition, The English Language book society and Pitman, London.

Dugdale, R. H. 1988, "Surveying", fifth edition, The English Language book society, Macdonald Evans ltd., London.

Moffitt, H. F., and Bouchard, H. 1990, "Surveying", eighth edition, Harber & Row, Publishers, New York.

المحتويات

الفصل الدراسي الأول

الوحدة الأولى: أنظمة القياس والتحويلات المستخدمة في الأعمال المساحية

الوحدة الثانية: أنظمة الإحداثيـــــات

الوحدة الثالثة: حساب المسافة الأفقية والمسافة الرأسية

الوحدة الرابعـة: حساب الانحرافــات

الوحدة الخامسة: حساب الإحداثيات الأفقية والرأسية

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة السادسة: حساب مساحة الأشكال الهندسية

الوحدة السابعة: حساب أحجام الأشكال وحساب كميات الحفر والردم

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

BAE SYSTEMS