وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الرياضيات

بعض انواع الهندسة في الرياضيات

بحث مقدم الى قسم الرياضيات / كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة بابل – وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الرياضيات

اعداد الطالبة

صفا زيد حمزه

بإشراف

أ.د. زاهر عبد الهادي

٢٠٢٣ م ١٤٤٤ هـ

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ (١) خَلَقَ الْإِنسَانَ مِنْ عَلَقٍ (٢) اقْرَأْ
وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ (٣) الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ (٤) عَلَّمَ الْإِنسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ (٥)

صدق الله العظيم

الاهداء

الى كل عين سهرت والى كل دمعة سقطت في محراب الأسى جبينك وطني . . .

الى من غرست حب الوطن في اعماق جوف قلبي

امي . . . .

الى الحنان الذي لم يفارقني منذ ان تعلمت السير بمفردي

حلف مسامات ظلي الى موطني

وموطن اخواني الى اعز ما خلق ربي امي . . .

الى الرمح الذي وقف بوجه الزمان حتى اصل انا هذا المكان

الى ذلك الطريق الذي رسمه لي حتى اصل الى كونية التألق

فحتما الى ابي العزيز . . .

شكر وتقدير

شكرا للذي اشرف على بحثي هذا

الاستاذ الفاضل العزيز

زاهر عبد الهادي

وتقدير لجهده معي في انجاز هذا البحث

والله ولي التوفيق

الخلاصة

قد تمت في هذا البحث دراسة بعض انواع الهندسة في الرياضيات منها الهندسة الاقليدية والتحليلية ، الاسقاطية ، التفاضلية ، الجبرية الطوبولوجية .

وقد تضمن هذا البحث تطبيقات فيزيائية منها حساب المثلثات وحساب المثلث المستوي .

الفهرست

(١-١) المقدمة :

يشمل مجال دراسة الهندسة على عدة طرق . فقد تكون الهندسة اقليدية او لا اقليدية انطلاقا من المسلمات المستخدمة . والهندسة التحليلية تستخدم المسلمات نفسها التي تستخدما الهندسة الاقليدية ولكنها توظف طرائق جبرية لدراسة الاشكال الهندسية . اما الفروع الهندسية التي لا تستخدم اساليب الجبر فتسمى هندسيات تركيبية .

الهندسة الاقليدية : - تقوم مسلمات التي قدمها اقليدس في كتابة العناصر وعلى مسلمات اشتقت لاحقا من مسلمات اقليدس . ويمكن تقسيم الهندسة الاقليد ية الى هندسة مستوية وهندسة مجسمة , وتختص الهندسة المستوية (الهندسة المسطحة)بدراسة الاشكال ذات البعدين مثل المستقيمات والزوايا والمثلثات والاشكال الرباعية والدوائر . اما الهندسة المجسمة او الفراغية فتتعلق بدراسة الاشكال ذات البعد الثلاثي كتلك المبينة اعلاه . تشمل المواضيع المدروسة في الهندسة الاقليدية تطابق وتماثل المثلثات والاشكال الهندسية الاخرى وخواص المستقيمات المتوازية والمتعامدة . ومن المواضيع الاخرى ، خواص الدوائر والكرات وقياس مساحات وحجوم الاشكال .

واحدى اهم مسلمات الهندسة الاقليدية هي مسلمة التوازي لإقليدس وتعرف ايضا بمسلمة اقليدس الخامسة او بديهية التوازي ، واحدى صياغتها هي : من نقطة لا تقع على مستقيم معلوم يمكن رسم مستقيم واحد يمر بتلك النقطة ويوازي المستقيم المعلوم .

حاول الرياضيون منذ عهد اقليدس ولقرون تلت اب يبرهنو على ان مسلمة التوازي يمكن اثباتها من بقية مسلمات اقليدس . ولكن بعد القرن التاسع عشر الميلادي ، اكتشف الرياضيون ان ذلك غير ممكن . وادى هذا الاكتشاف الى ايجاد نطم هندسية استبدلت فيها مسلمة التوازي بمسلمات اخرى .وتدعى هذه النظم الهندسية بالنظم اللااقليدية .

الهندسة اللااقليدية :- هناك نوع اساسي من الهندسة اللااقليدية يدعى الهندسة الزائدية ، وفيها تستبدل بمسلمة التوازي المسلمة التالية :- من نقطة لا تدّ تقع على مستقيم معلوم يمكن رسم اكثر من مستقيم يمر بتلك النقطة ويواز المستقيم المعلوم. وفي احد نماذج الهندسة الزائدية يعرف المستقيم على انه مجموعه النقاط الواقعة داخل الدائرة ويعرف المستقيم على انه وتر من الدائرة ، وتعرف المستقيمات المتوازية على انها المستقيمات التي لا تتقاطع .

وتسمى الهندسة الزائدية احيانا هندسة لوباتشيفيسكي اذ انها اكتشفت ببداية القرن التاسع عشر الميلادي بواسطة عالم الرياضيات الروسي بيكولاي لوباتشيفيسكي .وهناك نوع اساسي اخرمن الهندسة اللااقليدية يدعى الهندسة الناقصية تستبدل فيها بمسلمة التوازي المسلمة التالية بنقطة لات تقع على مستقيم معلوم لايمكن رسم مستقم لايقاطع المستقيم المعلوم بعبارة اخرى المستقيمات المتوازية لا وجود لها في الهندسة الناقصية وفي احدى نماذج الهندسة الناقصية .نعرف المستقيم على انه دائرة عظمى على الكرة حيث الدائرة العظمى هي اي دائرة تنصف الكرة .

الى جزأين متساوين وكل الدوائر العظمى على الكرة تتقاطع في الكرة التي على المسار أب ج د تتقاطع مع الدارة العظمى س ج ص أ وتسمى الهندسة الناقصية ايضا هندسة ريمان اذ انها تطورت في منتصف القرن التاسع عشر الميلادي على يد عالم الرياضيات الالاني جورج فريدريك برنارد ريمان .

وبما ان احد استخدامات الاشكال والمبادئ الهندسية هو وصف العالم الطبيعي فلنا ان نتساءلاي نوع من الهندسة الالقليدية ام اللااقليدة يقدم النموذج الافضل لذلك فهنالك حالات يكون التناول الا اقليدي اكثر ملائمة لها مثل النظرية النسبية لاينشتاين .

الفصل الاول

مفاهيم وتعاريف الهندسة في الرياضيات

الفصل الأول

(١ – ٤) مفاهيم وتعاريف الهندسة في الرياضيات

(٢-١-١) الهندسة الاقليدية

يشتمل مجال الهندسة على عدة طرق فقد تكون الهندسة اقليدية او لا اقليدية وانطلاقا من المسلمات نفسها التي تستخدمها في الهندسة الاقليدية ولكنها تنظف طرق جذرية لدراسة الأشكال

الهندسية أما فروع الهندسة التي لا تستخدم أساليب الجبر فتسمى هندسات تركيبية ويمكن تقسيم الهندسة اللا اقليدية إلى :-

١ - هندسة مستوية

٢- هندسة مجسمة (الفراغية)

١ - الهندسة المستوية -: وتختص الهندسة المستوية (الهندسة المسطحة) لدراسة الأشكال ذات البعدين مثل المستقيمات والزوايا والمثلثات والاشكال الرباعية والدوائر .

٢ - الهندسة المجسمة (الفراغية) فتتعلق بدراسة الاشكال ذات البعد الثلاثي واحدى اهم مسلمات الهندسة الاقليدية هي مسلمة التوازي الاقليدس وتعرف ايضا بمسلمة اقليدس الخامسة او بدهية التوازي واحدى صياغاتها هي : من نقطة لا تقع على مستقيم معلوم يمكن رسم مستقيم واحد يمر بتلك النقطة ويوازي المستقيم المعلوم .

(٢-١-٢) : - الهندسة اللاقليدية

هناك نوعين أساسين من الهندسة اللاقليدية هما

١- الهندسة الزائدية وفيها تستبدل بمسلمة التوازي المسلمة التالية : من نقطة لا تقع على مستقيم معلوم يمكن رسم أكثر من مستقيم يمر بتلك النقطة ويوازي المستقيم المعلوم. وفي احدى نماذج الهندسة الزائدية يعرف المستوى على انه مجموعة الواقعة داخل الدائرة ويعرف المستقيم على انه وتر من الدائرة وتعرف المستقيمات المتوازية على انها المستقيمات التي لا تتقاطع . وتسمى الهندسة الزائدية أحيانا هندسة لوباتشيفسكي إذ أنها اكتشفت في بداية القرن التاسع عشر الميلادي بواسطة عالم الرياضيات الروسي نيكولاي لوباتشيفسكي

٢- الهندسة الناقصية : تستبدل فيها بمسلمة التوازي التالية : من نقطة لا تقع على مستقيم معلوم لا يمكن رسم مستقيم لا يقاطع المستقيم المعلوم بعبارة اخرى المستقيمات المتوازية لا وجود لها في الهندسة الناقصية وفي احدى نماذج الهندسة الناقصية نعرف المستقيم على انه دائرة عظمى على كرة حيث الدائرة العظمى هي أي دائرة تنصف الكرة الى جزئين متساويين وكل الدوائر العظمى على الكرة تتقاطع وتسمى الهندسة الناقصية ايضا هندسة ريمان اذ انها تطورت في منتصف القرن التاسع عشر ميلادي على يد عالم الرياضيات جورج

فريدريك برنارد ريمان ان مصادر التوازي الاقليدس من نقطة معطاه يمر منها موازي واحد لمستقيم معطى كانت محل نقاش منذ القدم . الكثير من الرياضين حاولوا برهانها دون نجاح لاكن بالقرن الثامن عشر وبضبط في عامي ١٧٣٣ و ١٧٧٠ قدم على التوالي كل من Saccheri و Lambert طريق للبرهنة للبرهان هي الاستدلال بالخلف وكانا يعتقدان بأن نفي المصادرة سيسمح لهما بالحصول على النتائج متناقضة لكن هذا لم يحصل ما عزز الاعتقاد بان النظريات اقليدس مستقلة عن المصادرة في بداية القرن التاسع عشر اصبح الكثير من الرياضين مقتنعين بانه لا يمكن البرهان على هذه المصادرة وعليه فالهندسة الاقليدية ليست الوحيدة منسجمة منطقيها لقد كان Gauss(١٧٧٧-١٨٥٥) اول من قدم فكرة امكانية انشاء هندسة لا تعتمد على مصادرة اقليدس .ثم بعد فترة ليست بالطولية وضح بشكل مستقل كل من batcheski(١٧٩٣-١٨٥٦) و) Boluai (١٨٠٢-١٨٦٢) نتائج غاوص بتعريفهما لهندسة لا اقليدة سميت هندسة زائدية من نقطة خارج مستقيم يمر عدد لا نهائي من المستقيمات الموازية له .لقد عرف Reman (١٨٢٦-١٨٦٦) هندسة اللااقليدية سميت بالهندسة ناقصية من نقطة خارج مستقيم لا يمر أي مواز له .هذه الاكتشافات بقية مجهولة حتى سنة ١٨٦٠ حيث كما اعتبرت كجزء من الرياضيات أكثر من هذا اصبحنا بفضلها نفهم أكثر الهندسة الاقليدية كما اصبحت فيما بعد مصدرا مهما لتطبيقات هامه مثل التي نتجت عن النظرية النسبية (المنسوبة الى Einsteim).

(٢-١-٣) الهندسة الإهليجية : (بالإنجليزية : Elliptic geometry) أحياناً يطلق عليها هندسة ريمان، هي نوع من الهندسة اللاإقليدية بحيث من أجل أي مستقيم ونقطةp لا تقع على المستقيم، فإنه لا يوجد أي مستقيم مواز لـ يمر

إن الهندسة الإهليجية تخرق مسلمة التوازي الإقليدية، تماماً مثل الهندسة الزائدية والتي تنص على أنه يوجد مستقيم واحد فقط مواز للمستقيم يمر من p. حيث في الهندسة الإهليجية لا يوجد مستقيمات متوازية على الإطلاق. على سبيل المثال، خطوط الطول على سطح الكرة الأرضية للهندسة الإهليجية خصائص فريدة، على سبيل المثال إن مجموع زوايا أي مثلث يكون أكبر من ١٨٠ درجة.

(٢-١-٤) :- الهندسة التحليلية

طريقة لدراسة الخواص الهندسية للاشكال باستخدام الوسائل الجبرية وتهتم الهندسة التحليلية بالمواضيع ذاتها التي تهتم بها الهندسة اللا اقليدية غير انها تتيح طرقا ايسر لبرهان العديد من النظريات وتلعب دور مهم في حساب المثلثات وحساب التفاضل والتكامل

تستخدم الهندسة التحليلية نظاما احداثيا وهذا النظام الذي يسمى نظام الديكارتي يتكون من خطي اعداد متعامدين في المستوى ويحدد موقع النقاط في الاشكال الهندسية بالمستوى باعطاها احداثيني عددين على خط الاعداد (س، ص) ويسمى س بالاحداث السيني وهو يحدد موقع النقطة بالنسبة للمحور س وخط الاعداد الأفقي بينما يحدد ص يسمى بالاحداثي الصادي موقع النقطة بالنسبة للمحور ص خط اعدا الراس وعلى سبيل المثال فن الزوج الاحداثي للنقطة (أ هو٢) وهذا يعني ان النقطة أ تقع على بعد وحدتين على يمين محور ص وعلي بعد وحدة واحدة فوق محور س مباشرة بالاضافة الى هذا تظهر نقاط اخرى(ب ج د)

واحداثياتها هناك تقاطع احادي بين نقاط المستوى والازواج المرتبة (س، ص) على المحورين الاحداثين ويمكن وصف الاشكال الهندسية بواسطة الاحاثيات بتكوين المعادلات جبرية تمثل النقاط التي تكون تلك الاشكال مثلا المعادلة (٢س+ص=٢) لها العديد من الحلول على الصيغة (س،ص) مثل (-٢، ٦) (٤،١) (٠ ،٢،-٢) واذا رسمنا هذه النقاط على بيان احاداثي ثم وصلنا بينها فسنجدها تقع على خط مستقيم .

أي ان النقاط (س، ص) تقع على المستقيم لها احداثيات تحقق المعادلة (٢) س + ص (٢) وكذلك أي زوج من الاعداد (س، ص) يحقق المعادلة يقع على المستقيم وللاشكال المستوية الاخرى ايضا معادلتها الخاصة بها ويمكن رسمها بيانيا على نظام احداث.

يرتبط بالهندسة التحليلية ثلاث عوامل :

١- التعبير عن الحقيقة الهندسية بعلاقة بين كميات متغيرة .
٢- استعمال الاحداثيات .
٣- مبدأ التمثيل البياني .

بفضل طريقة "الإحداثيات" تم إرجاع المشكل في الهندسة المستوية إلى مشكل مكافئ في الجبر. كما أكتمل التطور فيما يتعلق بالترميز الجبري تحت تأثير Diophante (القرن٣) و Viète de و Stevin (القرن ١٦) مما أدى إلى ترجمة أفضل لهذه المشاكل. يمكن اعتبار كذلك أن الهندسة التحليلية قد أنشئت بشكل متواز اعتمادا على Descartes (١٥٩٦-١٦٥٠) و Fermat (١٦٠١ - ١٦٦٥) رغم أن الكثير من عناصرها المميزة كانت معروفة من قبل. إن الهندسة التحليلية كما نعرفها حاليا، لم تظهر إلا في القرن ١٨. لقد امتدت من المستوي إلى الفضاء لما اقترحت معادلة الكرة (القرن ١٧م). كما أن Euler نص على مبدأ التكافؤ بين محوري الإحداثيات في المستوي. وثبت Lagrange معادلتي المستقيم والمستوي حوالي ١٧٧٠، وافتتح الاستعمال المنهجي لثلاث محاور إحداثية. أما Monge (١٧٤٦-١٨١٨) فقد ثبت معادلات مختلف السطوح الجبرية، وحل العديد من المشاكل بطريقة تحليلية في القرن ١٩ أدت الطبيعة الكيفية لاختيار محاور الإحداثيات إلى دراسة ثوابت عند تغيير الإحداثيات مما سمح بالتعبير عن الخواص الأصلية للأشكال الهندسية هذه الدراسة كانت سببا في تطور مفاهيم الأشعة والتنسورات المستعملة ليست فقط في الرياضيات بل في مواد أخرى كذلك.

(٢-١-٥) الهندسة الاسقاطية

فرع من فروع الهندسة، يعني بدراسة الخواص الاسقاطية للإشكال الهندسية ، أي بدراسة خواص الإشكال الهندسية التي لا تتغير بتطبيق التحويلات الاسقاطية على هذه الإشكال. لقد ظهرت بعض المفاهيم الأساسية للهندسة الاسقاطية في القرن السابع عشر الميلادي من خلال إعمال كل من ديزارك (١٩٥٣- ١٦٦٢م) في دراسته وتطويره لمفهوم المنظور ، وباسكال ١٩٥٣ (١٦٢٣-١٦٦٢م) في دراسته لبعض الخواص الأساسية للقطوع المخروطية ثم تطورت تلك المفاهيم بشكل كبير في النصف الثاني من القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر في أبحاث مانج (١٧٤٦-١٨١٨م) بذاته من خلال أعمال بونسيلي (١٧٨٨ - ١٨٦٧م) الذي ميز الخواص الاسقاطية لتلك الإشكال وخواصها المترية وبذلك يكون بونسيلي قد عرف

الموضوع الأساسي الذي تقوم عليه الهندسة الاسقاطية على أنها " دراسة الأشكال الهندسية من خلال خواصها المرتبطة بمقادير لا متغيرة بالنسبة لأي "إسقاط" وهذا ما يقصد به " الخواص الاسقاطية "

ثم جاءت أبحاث كل من شتينر (١٧٦٩ - ١٨٦٣ م) و شال(١٧٩٣ - ١٨٨٠م) لتغني الهندسة الاسقاطية بمواضيع عديدة وهامة . لكن المحطة البارزة في تطوير الهندسة الاسقاطية بعد بونسيلي ، كانت في أعمال شتاود (١٧٩٨- ١٨٩٧م) الذي ادخل مفهوم " المستقيم الاسقاطي " اعتمادا على تعريف ما يسمى ((النقاط الخاصة الواقعة في اللانهاية - أي النقاط اللامتناهية في البعد)) والتي يمكن تسميتها بالنقاط " القاصية " وكذلك ادخل مفهومي "المستوى الاسقاطي" و "الفضاء الاسقاطي" وبهذا يكون شتاود قد خلص (حرر) الهندسة الاسقاطية من مفهوم القياس.

يعود الفضل إلى موبيوس (١٧٩٠ - ١٨٦٨ م) في تكريس المنهج التحليلي في دراسة الهندسة الاسقاطية والتي تطورت بشكل ملحوظ بعد ظهور أعمال لوباتشيفسكي في الهندسة اللاقليدية التي سمحت لكثيرين من الباحثين بدراسة أنظمة هندسية مختلفة من وجهة نظر اسقاطية وفي مقدمة هؤلاء كان كيلي (١٨٢١ - ١٨٩٥ م) وكلاين (١٨٤٩ - ١٩٢٥ م). استنادا إلى تطور الطرق التحليلية في الهندسة الاسقاطية والى بناء الهندسة الاسقاطية على قاعدة مركبة قام شتودي (١٨٦٢- ١٩٣٠م) وكارتان (١٨٦٩ - ١٩٥١ م) بوضع المسالة التالية :

"ماهي الخواص الاسقاطية، التي لا ترتبط بالجسم الذي تبنى عليه الهندسة " ؟

اجابة على هذا السؤال حقق كالماغروف (١٩٠٣ - ١٩٦٧م) وبونتاغين (١٩٠٨ - ١٩٨٨م) نجاحا ملحوظا.

الإسقاط والخواص الاسقاطية :

الخواص الاسقاطية : تسمى الخواص التي يحافظ عليها أي شكل هندسي بعد إسقاطه، خواصا اسقاطية

تعريف المستوى الاسقاطي :

يدعى المستوى الذي يضم مستقيما قاصيا واحدا بالمستوى الاسقاطي.

تعريف الفضاء الاسقاطي :

هو اي فضاء عادي يحوي مستويا قاصيا واحدا.

اهتم الفنانون في عصر النهضة بتقديم أشكال الفضاء على المستوي ابتداء من نقطة رؤية العين. وبفضل ١٨١٨) ظهرت الهندسة الوصفية حيث اعتمد إطارها النظري على مفهوم المسقط العمودي، وسمحت طريقتها بتقديم شكل فضائي باستعمال مساقط عمودية من هذا الشكل على مستويين متعامدين. لقد أكمل العمل (Pocelet) حيث أظهر خاصيتين

لكن نقص الهندسة الاسقاطية يتمثل في التمييز بين هذين النوعين من الخواص. إلا أن أعمال Hilbert و Darboux (في نهاية القرن ١٩ وبداية القرن ٢٠) سمحت بإرساء أسس بديهية لهذه الهندسة وبشكل دقيق. فعلى سبيل المثال أعطى(١٨٤٩-١٩٢٥) تعريفا يسمح بتمييز كل هندسة وبالتالي تتميز الهندسة الاقليدية بدراسة الخواص اللامتغيرة عن طريق زمرة من التحويلات معطاة. اما Hilbert (١٨٦٢ – ١٩٤٣) فقد نشر نظاما بديهياً كاملاً للهندسة الإقليدية .

(٢-١-٦) : الهندسة التفاضلية

هو العلم الذي يستخدم التفاضل والتكامل والجبر لدراسة المسائل الهندسية، أصبح لها اهمية كبيرة في مجال الفيزياء الرياضية وذلك نتيجة الى نظرية أينشتاين النسبية والتي تقترح إن الفضاء الكوني بشكل عام منحني والهندسة التفاضلية الحديثة تتعامل مع فراغات تعتبر متعددة التشعب السلسلة ويحكم أساساتها الهندسية الرياضية مقياس ريمان (نسبتا الى برنارد ريمان).

(٢-١-٧) : الهندسة الجبرية

الهندسة الجبرية القديمة تهتم بدراسة مجموعات صفرية متعددة الحدود ولكن الهندسة الجبرية الحديثة تعتمد على الطرق التجريدية من الجبر التجريدي خلال الخمسينيات الى السبعينيات تم تطوير هذه الهندسة بشكل كبير بواسطة (الكسندر غروتينديك وجان بييرسير) مما ادلا الى ادخال مخططات وطرق طوبولوجي (حدسية هودج) تعتبر واحدة من مسائل القرن الواحد والعشرين التي الأكثر صعوبة حيث أنها تتطلب الحدسية لفهمها وهي تقع ضمن مجال الهندسة الجبرية.

(٢ - ١ - ٨) : الهندسة الطوبولوجيا

وهي الهندسة التي تختص بدراسة المجموعات المتغيرة التي لا تتغير طبيعة محتوياتها وقد شهدت الطوبولوجيا تحديثات وتغيرات هائلة ضمن القرن العشرين ومن اهم افرعها الطوبولوجيا التفاضلية والطوبولوجيا الهندسية الرياضية.

(٢-١-٩) الهندسة المطلقة (بالإنجليزية : Absolute geometry) : هي الهندسة الرياضية المبنية على النظام البديهي الذي لا يفترض مسلمة التوازي أو أي من بدائلها. تم استخدام هذا المصطلح من قبل العالم يانوس بوياي في العام ١٨٣٢ يطلق عليها أحياناً اسم الهندسة الحيادية neutral geometry حيث أنها حيادية تجاه مسلمة التوازي.

وعليه فإن نظرياتها تكون صحيحة في الهندسة اللاإقليدية بالإضافة إلى الهندسة الإقليدية في العناصر الإقليدية تتجنب الافتراضات الـ ٢٨ الأولى استخدام مسلمة التوازي، وبالتالي يمكن تطبيقها على الهندسة المطلقة.

الهندسة المطلقة : هي مثال على عدم الاكتمال لنظام بديهي. على سبيل المثال خذ العبارة التالية (إن مجموع قياسات زوايا أي مثلث يساوي إلى مجموع قياسي زاويتين قائمتين) . هذه العبارة لا يمكن برهانها في الهندسة المطلقة. فإذا كانت العبارة مبرهنة فإنها ستكون صحيحة في هندسة القطع الناقص، حيث أن مجموع قياسات زوايا أي مثلث هو أقل من مجموع زاويتين قائمتين، وبالتالي تنتقض العبارة.

الهندسة الوصفية هي علم يبحث عن طرق تمثيل الأجسام الهندسية المختلفة على سطح مستوي مثل سطح ورقة الرسم (أو على شاشة الحاسوب). وكما يقول غاسبار مونج «الغرض الأساسي للهندسة الوصفية هو الإظهار بدقة أشكال ثلاثية الأبعاد رسومات ثنائية الأبعاد الخاضعة لتعريفات صارمة»، في تعريف مونج يوجد أيضا هدف ثاني وهو استخلاص من الوصف الدقيق للمجسمات كل ما يليها من شكل ومواضع، وبهذا المعنى الهندسة الوصفية هي وسيلة بحث للحقيقة العلمية وتعطي أمثلة على الانتقال الدائم من المعروف إلى المجهول».

تعتبر الهندسة الوصفية فرع من فروع الهندسة التركيبية (Synthetic geometry) أو البديهية (Axiomatic geometry)، التي تسعى من خلال طرق الإسقاط المختلفة ((مركزية موازية))، لإظهار العلاقات الهندسية المتبادلة النقاط والخطوط والمستويات والحجوم، بهدف الوصول، من خلال البحث العلمي المستمر والإجراءات الاسقاطية المختلفة (البديلة للهندسة التحليلية)، إلى مساعدة المصمم على ترجمة أفكاره إلى أشكال فراغية لا لبس فيها.[١] وبالتالي تساعد الطالب المصمم على - تنمية مهاراته المفاهيمية للفراغ الهندسي - وصف الفراغ الهندسي بدقة من خلال رسومات ثنائية الأبعاد أو نمذجة ثلاثية الأبعاد. - ة حل مسائل القياس الخطية والزاوية - حل المشكلات الإدراكية (منظور) للأشكال الهندسية المختلفة.تعتمد الهندسة الوصفية، كنقطة انطلاق على مبادئ الهندسة الاسقاطية بكل نظرياتها وقواعدها المعروفة.

أساليب الهندسة الوصفية (من منظور ، الاسقاط المزدوج العمودي) (Monge method) والاسقاط م . الاكسونومتري (axonometry) تقوم أساسا على عمليتين أساسيتين : الاسقاط والتقاطع.

أساليب الهندسة الوصفية ،تصنف بصفة عامة، وفقا لطبيعة مركز الإسقاط م تكون نقطة نهائية (على مسافة محدودة)، الإسقاط يُسمى إسقاط مركزي (أو منظور) ويُسمى إسقاط متوازي (عمودي) ، عندما م تكون نقطة لانهائية (على مسافة لانهائية)

الفصل الثاني

التطبيقات الفيزيائية

الفصل الثاني

(٢-٢) التطبيقات الفيزيائية

(٢-٢-١) حساب المثلثات :

فرع من الرياضيات يعنى بالعلاقات بين أضلاع وزوايا المثلثات، ويقدم طرقاً لقياس هذه الزوايا والأضلاع ولحساب المثلثات تطبيقات في العلوم البحتة، مثل الفيزياء والفلك، وفي مجالات .تطبيقية، مثل المساحة والملاحة.

وهناك نوعان من حساب المثلثات هما حساب المثلثات المستوي و حساب المثلثات الكروي. ويُستخدم حساب المثلثات المستوي لتحديد أضلاع وزوايا مجهولة لمثلثات تقع على المستوى، بينما يستخدم حساب المثلثات الكروي لإيجاد أضلاع وزوايا مجهولة لمثلثات تقع على سطح كروي .

وكلا النوعين من حساب المثلثات مؤسس على العلاقات الموجودة بين مكونات المثلث الستة - الأضلاع الثلاثة والزوايا الثلاث. وبفضل هذه العلاقات، يكاد يكفينا في كل الأحوال معرفة قياس أي ثلاث من هذه المكونات لتحديد قياس المكونات الثلاثة المتبقية، بشرط أن يكون أحد المكونات المعلومة ضلعًا من أضلاع المثلث. ومن الضروري معرفة طول ضلع واحد على الأقل، إذ من الممكن أن تختلف الأضلاع المتناظرة في مثلثين بالرغم من تساوي الزوايا المتناظرة كافة في هذين المثلثين .

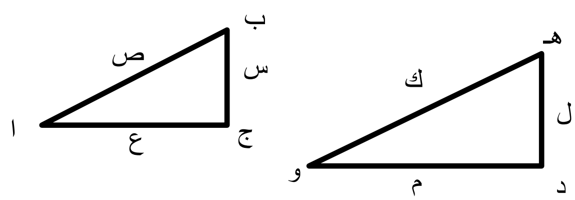
وهي هندسة انبثقت من الإقليدية. وحساب المثلثات مؤسس على نوع من الهندسة يدعى الهندسة مجموعة من الفرضيات قام بتحديدها في مطلع القرن الثالث قبل الميلاد عالم الرياضيات الإغريقي انظر: الهندسة. أما حساب المثلثات الكروي، فقد تم وصفه لأول مرة عام ١٥٠م في كتاب إقليدس ولقد تطور حساب المثلثات المستوي في القرن الخامس المجسطي يدعى الإسكندري لبطليموس ريجيومونتانوس الذي كان يدعى أيضاً ميلر يوهان عشر الميلادي على يد الرياضي الألماني .

(٢-٢-٢) حساب المثلثات المستوي :

كي نفهم حساب المثلثات، يجب علينا أولاً دراسة خواص المثلثات المتشابهة. نقول عن مثلثين إنهما متشابهان إذا تطابقت زواياهما المتناظرة ، فمثلاً المثلثان أ ب ج ، و د هـ و أدناه متشابهان إذا كانت الزاوية أ = الزاوية د و الزاوية ب = الزاوية هـ والزاوية ج = الزاوية و .أما الأضلاع المتناظرة في مثلثين متشابهين فليست بالضرورة متساوية ، ولكنها تكون متناسبة. لذا إذا كان المثلثان أ ب ج ،و د هـ و متشابهين فإن النسبة أب : أ ج تساوي النسبة د هـ : د و لنفترض أن أ ب وحدات، أ ج = ٥ وحدات ، و د هـ = ٩ وحدات طول د و في هذه الحالة = ١٥ وحدة لأن ٥/٣ = ١٥/٩

يستخلص حساب المثلثات إلى حد كبير من المثلثات قائمة الزاوية المتشابهة المثلث قائم الزاوية وبما أن مجموع زوايا المثلث ١٨٠ ، فإن ٩٠. والمثلث قائم الزاوية مثلث تكون إحدى زواياه الزاويتين الأخريين في المثلث قائم الزاوية تكونان حادتين، ومجموعهما يساوي ٩٠ الحادتين يمكننا معرفة الأخرى بطرح الزاوية المعلومة من ٥٩٠ الزوايتين فإذا علمنا قيمة إحدى الزوايتين وبالإضافة إلى ذلك، إذا كانت إحدى الزاويتين الحادتين لمثلث قائم الزاوية تساوي إحدى الحادتين لمثلث آخر قائم الزاوية، فإن هذين المثلثين يكونان متشابهين. ففي المثلثين قائمي الزاوية (أ) ب (ج) ، و(د (هـ و) أدناه ، على سبيل المثال، نجد أن كلاً من الزاوية (ج) والزاوية (و) قائمة، والزاوية (أ) تساوي الزاوية (د) وعليه يكون المثلثان متشابهين، ومن ثم تتناسب أضلاعهما. إذن

ل ك = س ص و م ك = ع ص و ل م = س/ع



شكل رقم (٢-١)

تساوي نسب الأضلاع المناظرة في أي مثلث قائم التناسبات إن النسب التي تتكون منها هذه الزاوية تساوي إحدى زاويتيه الحادتين الزاوية أ. وقد أعطيت كل واحدة من النسب الست الممكن تشكيلها في المثلث قائم الزاوية اسماً: ففي الشكل أعلاه، مثلاً تسمى، النسبة جيب الزاوية أ أ، والنسبة تُسمى ظل الزاوية أ وتكتب جتاً .أ. والنسبة تسمى جيب تمام الزاوية أ وتكتب جا وتكتب .أ. وقد قام الرياضيون بتجميع قيم كل من هذه النسب لجميع الزوايا الممكنة لمثلث قائم الزاوية ظا في جداول وبرمجت هذه الجداول في الحاسبات العلمية. أيضاً على ثلاث نسب أخرى أقل استخداماً من النسب السابقة وهي المثلثية وتشتمل الجداول أ، وقاطع تمام الزاوية أ هو قا القاطع وقاطع التمام وظل التمام. فقاطع الزاوية أ هو ص/ع ويكتب .أ. ظتاس ويكتب هوع أ، وظل تمام الزاوية أقتا ع/س ويكتب

: الست المثلثية الرسمية للنسب التعاريف وفيما يلي

جيب الزاوية = طول الضلع المقابل للزاوية / طول الوتر

جيب تمام الزاوية = طول الضلع المجاور للزاوية / طول الوتر

ظل الزاوية طول الضلع المقابل للزاوية طول الضلع المجاور للزاوية

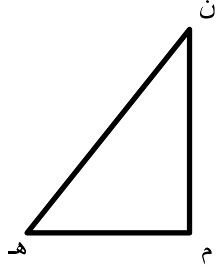
قاطع الزاوية طول الوتر / طول الضلع المجاور للزاوية

قاطع تمام الزاوية طول الوتر / طول الضلع المقابل للزاوية

ظل تمام الزاوية طول الضلع المجاور للزاوية طول الضلع المقابل للزاوية

إمكانية إيجاد الأضلاع الثلاثة لمثلث قائم الزاوية أ ب ج ، إذا علمنا قياس المثلثية وتتيح النسب إحدى زاويتيه الحادتين وطول أي من أضلاعه. فعلى سبيل المثال، إذا كانت الزاوية أ = ٣٠ ، أ = ١/٢ فإن س/ص = جا وإذا كان ١/٢ = أ جا فيمكن استخدام الجداول أو الآلة الحاسبة لمعرفة أن ٢/١. وعليه إذا كان ص = ٩ وحدات فإن س = ١/٢ ٤ وحدة

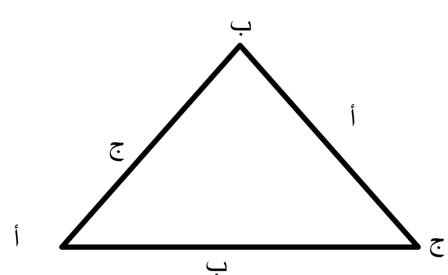
الى وهذه الطريقة لها عدة تطبيقات افترض مثلاً أنك جالس على شط نهر عند نقطة م وتنظر شجرة عند نقطة ن على الشط الآخر (انظر الشكل التالي) فيمكنك بالطريقة المذكورة معرفة معامد المسافة بين م و ن دون عبور النهر. ضع أولاً علامة عند النقطة م ثم سر على مستقيم للمستقيم ن م إلى أن تصل نقطة ملائمة هـ مثلاً، منشئاً بهذا مثلثاً قائم الزاوية هـ ن م. ثم قس طول المستقيم م هـ. فإذا كان طول م هـ = ٧٥ وحدة مثلاً ومقاس الزاوية هـ = ٥٤٠ ، فيمكننا هـ = م ن / م ه فإن م ظا وبما أن ٠,٨٣٩١ = ٤٠ ظا استخدام الجداول أو الآلة الحاسبة لمعرفة أن وحدة ٦٢,٩٣= ٠,٨٣٩١ (وحدة (٧٥) = ٤٠ ظا ن = م هـ



شكل رقم (٢-٢)

تقتضي بعض التطبيقات حساب المكونات لمثلث غير قائم الزاوية. فإذا علمت قانون الجيب وضلعا لمثلث ما فيمكنك إيجاد الزاوية المتبقية والضلعين الآخرين باستخدام زوايتين . (انظر الشكل أدناه) قانون الجيب الذي ينص على ما يلي : في أي مثلث أ ب ج أضلاعه أ، بَ، جَ

. ج جا / ج = ب جا بَ = أ جا /أ



شكل رقم (٢-٣)

إذا علمنا الزاوية أوالزاوية ب فيمكننا تحديد الزاوية ج لأن الزاوية ج = ١٨٠ – (الزاوية ١ + : لأننا نعلم من قانون الجيب أن بَ فيمكننا حساب الضلعين أ وجَ الزاوية ب). وإذا علمنا الضلع

ج جا /أ جا × ج ج و أ جا ب جا × ج = بَ

إذا علمنا ضلعين من مثلث غير قائم الزاوية والزاوية المحصورة بينهما، قانون جيب التمام فيمكننا إيجاد المكونات الأخرى للمثلث باستخدام قانون جيب التمام الذي نصه : في المثلث أ ب ج :ذي الأضلاع ا، ب، ج

والزاوية ج، فإننا نستطيع ج. وإذا علمنا قيمة الضلعين أ ، ب جتا ب ج ٢ = ١ ٢ + ب ٢ - ١٢ من قانون جيب التمام. ثم نستطيع استخدام قانون الجيب لتحديد الضلعين ج حساب الضلع فيمكننا حساب طول ٥٢٠ = الآخرين. فمثلاً إذا كان أ = ٥ وحدات ، و ب = ٧ وحدات، والزاوية ج الحاسبة، يمكننا أو الآلة الضلع المجهول وكذلك الزاويتين الأخريين لمثلث. فباستخدام الجداول : وباستخدام قانون جيب التمام، نجد ٦١٥٧،٠ = ٥٢ ° جتا التحقق من أن

ج ^٢-^ = [(٢٥ + ٤٩) – (٧٠ x ٦١٥٧,٠)] = ٩٠,٣٠

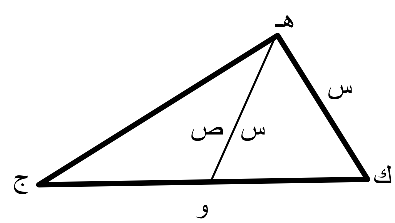
.وحدة ٥٦,٥ =٣٠,٩ =جَ جَ، حيث ثم نحسب

.ج جا / ب = ج جا / بَ : بعد ذلك، نطبق قانون الجيب

: ومن ثم ب × ج جا = ج × ب جا لنجد

٠,٩٩٢٢ = ٥,٥٦ / ٥٢° جا x ج = ٧ /بَ × ج جا = ب جا

وباستخدام الجداول أو الآلة الحاسبة، نجد أن الزاوية ب = ٨٢,٨ وأخيراً الزاوية أ = ١٨٠° – (٨٢,٨ + ٥٢) هنالك حالة واحدة فقط يجب علينا فيها معرفة أكثر من ثلاثة من مكونات المثلث حالة خاصة لإيجاد بقية الزوايا والأضلاع المجهولة. وتحدث هذه الحالة عندما نعلم ضلعين وإحدى الزوايا غير المحصورة بينهما في هذه الحالة، يمكن أن يتخذ المثلث واحداً من شكلين محتملين. فمثلاً، س ، ص فقط، فإن المثلث يمكن أن يكون أحد والضعلين في الشكل التالي، إذا علمنا الزاوية ج المثلثين ج هـ م أو ج هـ د



شكل رقم (٢-٤)

الاحتمالان الممكنان للزاوية المقابلة للضلع ص هما ج م هوج د هـ، وهاتان الزاويتان جا = ج م هـ جا المتكاملة متساوية ولذا فإن الزويا متكاملتان، أي أن مجموعهما ١٨٠° وجيوب ج د هـ. ومن ثم لا يمكن استخدام قانون الجيب لتحديد أي الزاويتين هي زاوية المثلث المطلوب. ولإيجاد المثلث المطلوب، علينا معرفة ما إذا كان للمثلث زاوية منفرجة أم أن كل زواياه حادة. فإذا كانت إحدى الزوايا منفرجة فإن المثلث هو ج هـ د أما إذا كانت كل الزوايا حادة فإن المثلث المطلوب هو ج هـ م. وبمجرد حصولنا على هذه المعلومة الإضافية، نستطيع استخدام قانون الجيب لتحديد المكونات المتبقية للمثلث

(٢_٢_٣) حساب المثلثات الكروي

ان اقصر مسار بين النقطتين على سطح كره هو قوس من الدائرة التي تمر بهاتين النقطتين ويتطابق مركزها مع مركز الكره ودائرة . كهذه تسمى دائره عضمي. وعليه فأن دوائر الطول التي تمر بالقطبين الشمالي والجنوبي هي دوائر عضمى وكل الدوائر العرض باستثناء دائره الاستواء . ليست دوائر عضمى اذ ان مركزها تقع اعلى او اسفل من مركز الكره

تقاس اقواس الدوائر بالدرجات حيث مقياس الدائره التامه هو ٣٦٠ ، ومحيط الدائره العضمى على سطح الارض حوالي ٤٠٠٠٨كم ، مما يجعل كل درجه من قوس دائره عضمى على سطح الارض تساوي حوالي ١٣,١١١ كم . وتعرف الزاويه بين دائرتين عظميين بانها الزاويه بين هاتين الدائرتين عند نقطة تقاطعهما ،حيث المماس هو المستقيم الذي يمس القوسين المماسيين عند نقطه واحده فقط دون ان يقطعهما. ويتكون المثلث الكروي من تقاطعات ثلاث دوائر عضمى وبما ان كل من زوايا واضلاع المثلث الكروي تقاس بادرجات فان قوانين حساب المثلثات الكروي تختلف نوعا ما عن قوانين حساب المثلثات المستوي . كذلك تختلف المثلثات الكرويه عن المثلثات المستويه في ان مجموع زوايا المثلث الكروي تكون دائما اكثر من ١٨٠ بيد ان حساب المثلثات الكروي يستخدم الجداول ذاتها التي يستخدمها حساب المثلثات المستوي والقانونان الاساسيان لحساب المثلثات الكروي هما قانون الجيب

للمثلثات الكرويه الذي نصه : جا /ج = ب جا \= أجا/أ

وقانون جيب تمام للمثلثات الكرويه الذي ينص على ان (ج) . ويظهر الشكل ادناه كيفية تطبيق هذين

جتا (ب جا) (أ جا) (ب جتا) (أ جتا) = ج جتا

القانونين تحسب المسافه بين نيويورك وباريس برسم مثلث كروي رؤسه عند نيويورك وباريس والقطب الشمالي وبما ان خط طول باريس هو ٢٠,٢ شرقا وخط نيويورك هو ٥٨,٧٣ غربا

اذا هو جيب تمام الزاويه ٤٥.٢ و من الجداول او الاله الحاسبه نجد ان العدد ٦٠٩٤٢كم ١٣,١١١ هو ٤٥,٢ ولان كل درجه من قوس دائره عضمى تعطي مسافه قدرها ج فالقوس

فان المسافه بين ي نيويورك وباريس هي ١٣,١١١ x ٣٥,٢٥ اي ٥٨٢٩ كم

ولايجاد اتجاه باريس بالنسبه للنيويورك نحسب مقياس الزاويه أ باستخدام قانون الجيب للمثلثات

الكرويه

١- ج جا / ج جا = أجا أجا
٢- ج جا×اً جا=ج جاداً جا
٣- ج جاج جاهاً جاداً جا

= ٠,٦٦٢٤٩ x ٠,٩٦٩٣٦ / ٠,٧٩٢٨٢ = ٠,٨١٠٠٠

الحاسبه نجد ان تت ٠.٨١٠٠ هو جيب الزاويه ١.٥٤ أذن الزاويه او الاله وباستخدام الجداول ١.٥٤ وعليه فمن نيويورك يكون اتجاه البوصله نحو باريس هو ١.٥٤ شمال شرق ولاكن الزاويه بين الاتجاه الى باريس والشمال تتغير عندما نسير على الدائره العضمي من مدينه نيويورك للولايات المتحده الى باريس في فرنسا ولذا فلا يمكن للشخص ان يصل الى باريس بمجرد السير في اتجاه البوصله.

(٢-٢-٤) التحويلات الهندسية

عندما تكلم اقليدس عن تساوي المثلثين كان الاعتقاد بأنه قصد التطابق بينهما لكن الازاحة (الانتقال من وضعية ابتدائية الى وضعية نهائية بدون اخذ بعين الاعتبار للوضعيات الوسطية) لم تكن مدروسة كموضوع رياضي الا في القرن ١٨ عن طريق Euler (١٧٠٧- ١٧٨٣) الذي فكر كذلك في مركب ازاحتين لقد تم ادخال المسقط المركزي في دراسة التحويلات النقطية من طرف Pascal pesargues لكن هذا المفهوم لم ياخذ الانطلاقة الى بعد نهاية القرن ١٨ حيث رف Chales التحويل الاسقاطي باكثر عمومية وتمت دراسة التالف والدوران والتناظر والانسحاب والتحاكي عند منتصف القرن ١٩ ظهرت فكرة ترتيب الخواص الهندسية حسب التحويلات التي تجعل هذه الخواص لامتغيرة كما ان كل نمط من التحويل يرفق بهندسة لقد بدأت تظهر الروابط بين الجبر والهندسة بفضل رياضيين اهتمو بدراسة التحليل والجبر كمثال على ذلك نجد ان)Cayley ١٨٩٠-١٨٢١ (قد اخذ بعين الاعتبار للجوانب اللامتغيرة واثناء عمله في موضوع المسافة اقام علاقات بين الهندسة الاسقاطية والهندسة الاقليدية مما سمح فيما بعد بتحديد الربط بين الخواص المترية والاسقاطية لقد اصبحت كلا من الهندسة الاقليدية واللااقليدية كحالة خاصة من الهندسة الاسقاطية لقد اثبت Klein (١٨٤٩-٢٩٢٥) ان الهندسة الاسقاطية العامة لاتدخل في نطاقها مصادرة التوازي الأمر الذي لم يعمل به احد من قبل ووضح دور التحويلات النقطية بارفاقها بمفهوم الزمرة التي قدمها الرياضي Galois سنة ١٨٣٠ و نشرت من طرف Jordan سنة ١٩٧٠ لقد بين Klein بان اكثرية مجموعات التحويلات النقطية تكون زمرا بالنسبة لتركيب التحويلات وانها مرتبة ترتيبا هرميا . فاقترح اذن الا نميز العمليات التي لاتغير الاشكال وتلك التي تتناوب (مثل التشابه) واعتبرها جميعا.

كمجموعات من التحويلات المرتبة والمكونة للزمر لم تصبح المواضيع المدروسة سابقا مواضيع هندسية بل تحويلات فدراسة الهندسة أدى إلى دراسة مبادئ البنى الرياضية إن لغة الهندسة والحدس الهندسي مهمان في فهم مفاهيم ليست بالضرورة هندسية فقط، بل رياضية وعلمية كذلك. وتلعب بالإضافة إلى ذلك دورا أساسيا في العلوم التطبيقية والتكنولوجية. كما أن الهندسة أداة لتطوير قدرة الطفل على التفكير المنطقي.

لتعليم الهندسة أهداف عديدة منها:

تنمية الفهم العملي.

تنمية التفكير المنطقي.

تنمية الخيال

تعلم الهندسة لا بوصفها مجموعة من الحقائق النافعة فقط، بل كذلك بوصفها نظاما علميا (حيث بدأت بأسس بسيطة واضحة ليطبق عليها أسلوب الاستدلال المنطقي للوصول إلى نتائج لها تطبيقات عديدة تقود التلميذ إلى المنهج العلمي.

يمكن للهندسة أن تلعب خمسة أدوار أساسية هي:

١ - الهندسة كعلم للفضاء:

لقد تراكمت معلومات كثيرة عن الأشكال في الفضاء، وكان التعليم التقليدي يتمثل أساسا في تلقين جزءا من هذه المعلومات المتنافرة مع تأكيد فائدتها. ولكن هل نحن على يقين بأن حفظ قاعدة مساحة مثلث مثلا هي أهم من تدريب التلميذ على تقدير مساحة ما بتقسيمها إلى أجزاء بسيطة وإعادة تركيبها بطريقة مختلفة؟ ألا نساهم في تطوير الحس الجمالي عند التلاميذ لما نساعدهم على اكتشاف مساحة مثلث عرفت أطواله

القاعدة التي تنسب إلى هير: ١/٤(أ + ب + ج) +(أ+ ب - ج) (ب + ج – ا) (ج +أ – ب) ؟

ألا تلهب حماسهم عندما نقول لهم بأن هذه القاعدة قد أكتشفها أرخميدس من قبل، وفي عصر لم يكن يعرف بعد لغة الجبر؟

٢ - الهندسة كنموذج للدقة:

إن اتباع المنهج الهندسي (وكذلك المنهج التحليلي أو الجبري) يسمح باكتساب عادات معينة مجال التفكير الرياضي وقدرة معينة في مجال التجريد والتعميم. وهذا كله يؤدي إلى تنمية الدقة الرياضية.

٣ - الهندسة كمنشط للقدرة على الاستدلال:

إن إعداد مجموعة من المواقف التعليمية والأنشطة المناسبة لممارسة البرهان الرياضي يعطي للهندسة مكانة أساسية لا بصفتها نموذج للدقة فحسب، بل كذلك تعتبر وسيلة لتنمية القدرات الاستدلالية. إن الهندسة أداة تربوية لا تجارى لتنمية الوعي لما تتميز به البراهين من طبيعة مفيدة ومنتجة. لكن لابد من جعل التلميذ على حذر من البداهة الهندسية وذلك باستعداد الدائم إلى إخضاع فكره لقواعد التفكير الرياضي المنطقي

الهندسة كلغة للكشف والاستنباط:

من الواضح أن العمل مع الحاسبات يشكل باعثا قويا لإضفاء الطابع الشكلي على التفكير. إلا أن أهمية الهندسة قد تكمن فيما تحتوي من معلومات وفي كونها أكثر لغات التعلم عن طريق الاستكشاف مما يستوجب تعلمها إن تنمية التفكير الحدسي تزداد عند تحليلنا لموقف معقد عن طريق الشكل التشخيصي أو الرمزي. كما أن استخدام لغة الهندسة في مجالات رياضية يسمح بالتوصل إلى استنباطات مدهشة. كذلك تنبع فعالية الهندسة على تعلم الاستنباط من الفرص التي تتيحها لتمثيل مفاهيم رمزية بشكل دقيق وواضح. قد يتعذر الوصول إليها إذا كتبت بطرق أخرى.

الهندسة كفن التحويل :

لقد أصبحت الهندسة منذ القرن ١٩ علم التحويلات لأنها تدرس تعديلات الأشكال الهندسية أو ما يمثلها، مع ما يصحبها من ثوابت فكثير من خواص الأشكال الهندسية المألوفة مثلا يمكن إثباتها عن طريق التناظر مما يجنبنا استعمال البرهان عليها بطريقة سقيمة. ويمكن الحصول على كثير من الخواص الهندسية عن طريق تحويل شكل عام إلى شكل معياري من خلال المنظور يمكن تحويل المضلع الرباعي إلى مربع والقطاع المخروطي إلى دائرة...). وهذا يتطلب مستوى من التفكير الهندسي الذي يعطي أهمية لشكل عملية التحويل أكثر من الأشكال المحولة نفسها. إن الجوانب البصرية والفكرية للهندسة تساعد المكون على تقديم الرياضيات بأسلوب ميسر في ختلف مراحل التعلم. ولابد له أن يستخدم الهندسة في كافة فروع الرياضيات، وأن يحدد التطبيقات التقنية النابعة من الهندسة في هذه الفروع، وأن يجري تنميتها وتطويرها بشكل دائم. لهذا لابد له أن يكون له نظرة شاملة لمنهاج الرياضيات ككل يرتكز على استخدام أسلوب موحد في معالجة الأهداف والمضامين والأساليب.

إن استغلال فائدة الهندسة كأسلوب أساسي لمعالجة الرياضيات، وكذلك تقديم المفاهيم الهندسية التي تفيد وتثير الاهتمام، واستثمار تجارب التلاميذ واهتماماتهم، واستخدام المشاكل التي تستحوذ على خيال الحال، كلها مازالت عقبة في وجه المكون.

لابد للمكون أن تكون له عدة مهارات منها:

- مهارات تطبيقية (القدرة على استخدام النماذج الهندسية في حل المشاكل.
- مهارات بصرية (القدرة على التعرف على مختلف الأشكال المستوية والفضائية وتحديد العلاقات بينها) .
- مهارات لفظية (القدرة على وصف الأشكال وصياغة التعاريف والتعرف على البنى المنطقية شفهيا).
- مهارات الرسم القدرة على رسم الأشكال والتعرف على دورها ومميزاتها). . مهارات منطقية (القدرة على البرهان بمختلف أنماطه ومعرفة دور المنهج الاستنتاجي).

المصادر

مصادر الانترنت

1- www.mathramz.com
2- http://www.hesab.net
3- www.ar.wikipedia.com
4- www.edumedia.sciences.com
5- www.gir14q8.com