

## الموديول



ترجع كلمة (Module) إلى الكلمة اليونانية القديمة (Modulus) وتعني بالإنجليزية (بعد صغير) أو وحدة قياس و حُرِفت إلى كلمة (Module)، وما زالت تستخدم حتي الآن في المباني من خلال موديول تصميمي (designing Module) للتصميم المعماري.

### الموديول الأساسي :

الموديول الأساسي هو الذي عندما نضاعفه بالجمع أو الضرب نحصل علي جميع أبعاد الوحدات و العناصر المكونة للمبني و يعتمد علي نظامي التوفيق و التوحيد القياسي علي هذه الوحدة الأساسية .

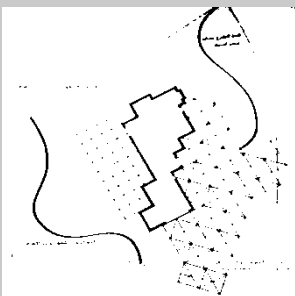
### مميزات الموديول :

١. من خلال الشبكة المديولية يتم حذف أو إضافة أى وحدة مديولية حسب التصميم المعماري المطلوب.
٢. وسيلة لتوحيد المقاسات .
٣. يسمح باستخدام أجزاء جاهزة في المباني ويضمن تركيبها وتجميعها بسهولة .
٤. يعطى ثقة و إطمئنانا ، و يزيل التردد و الأخطاء و يحلها مقدما، ويضمن ضبط مقاسات الأشياء .

### الإمكانيات التي يمكن أن يحققها استخدام الموديول بالنسبة للمهندس المعماري :

- ١- يستعمل الرسم التنفيذي .
- ٢- تبسيط التصميم المعماري و الحصول علي أقل عدد ممكن من الأبعاد الصغيرة .
- ٤- المرونة في التصميم الداخلي و الحصول علي أقل عدد ممكن من الأبعاد الصغيرة .
- ٣- تطبيق الجودة في الواجهات.

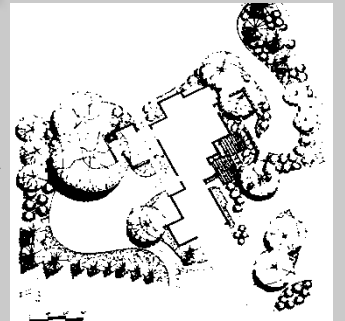
### استخدام الموديول لعمل Landscape :



يتم عمل شبكه مديولية



يتم تحديد مسارات الحركة



Landscape يتم عمل ال

## أنواع الموديول

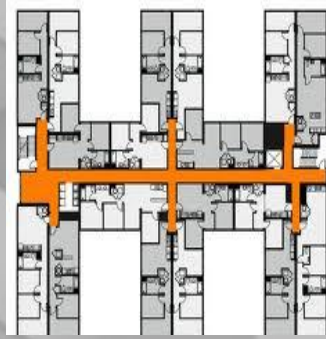
### الموديول ثلاثي الأبعاد

هو عبارة عن وحدة مكعبة يتم تكرارها في ثلاث محاور متعامدة لينتج منها حيز أكبر ثم أكبر .. و هكذا



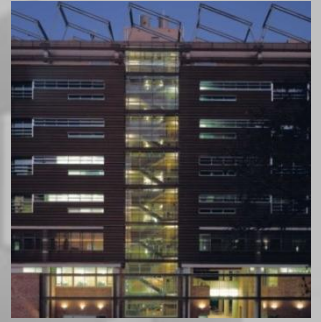
### الموديول المساحات والفراغات

يكون الاعتماد على الموديول الاشعاعي و او المستطيل و المربع لتصميم الفراغات الداخلية



### الموديول الخطي والانشائي

نظرا للاعتماد على الموديول المستطيل ظهرت الواجهة مستطيلة بسيطة والاعتماد في الاسلوب نظام الكمره و العمود



## تدرج الوصول إلى المشروع من خلال الموديول :

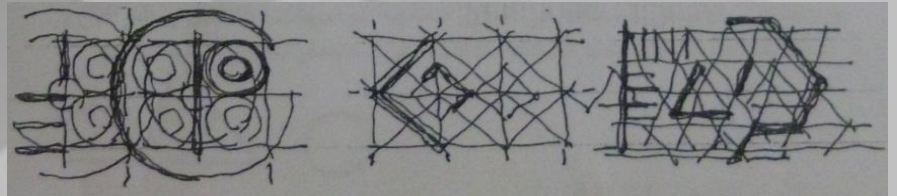
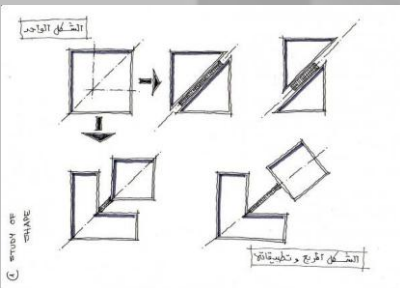
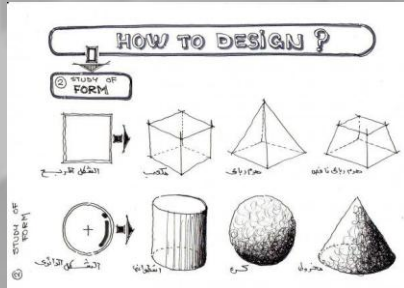
### التدرج في الشبكة المديولية :

- 1- يتم وضع عناصر المشروع على الأرض.
- 2- يتم إختيار الشبكة المديولية المناسبة.
- 3- يتم استخدام مديوله واحده أو عدة مديولات.
- 4- يتم وضع مسارات الحركة الرأسية والأفقية.
- 5- يتم تحديد كتل مبدئية للشكل الخاص للمشروع.
- 6- يتم وضع الفكره العامة وقد تستمد من المديول.

## يلاحظ ان الأبعاد في الشبكة المديولية تعتمد على العناصر الوظيفية

### بالمشروع:

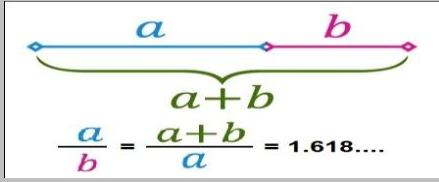
- 1- العلاقات بين عناصر المشروع.
- 2- هندسية شكل الأرض.
- 3 الفكره المعمارية.



## قواعد بسيطة للموديول :

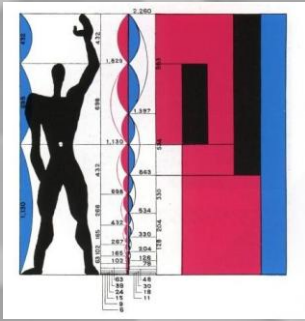
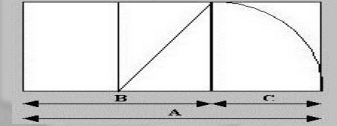
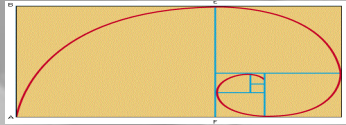
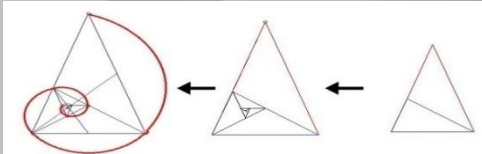
- 1- يجب دائما إنهاء تصميم المباني علي الموديول ( مثلا إذا كان الموديول ٤ متر فينتهي المبني ٢٠, ٢٤, ٢٨, ٣٢, ٣٦, ٤٠, ٤٤, ٤٨, ٥٢, ٥٦, ٦٠, ٦٤ )
- 2- الحوائط الخارجية يمكن أن تقع علي الموديول إما بالجانب الداخلي أو الخارجي أو علي مركزها .
- 3- للأشكال المجمعة ( أكثر من مستطيل ) يمكن قطع الموديول من زاوية إلي الموازية إليها علي زاوية ٤٥ درجة .
- 4- بالنسبة إلي الزوايا تكون مساوية لمضاعفات الموديول ( إذا كان الموديول ٤ متر الزوايا تكون ٢٤, ٢٨, ٣٢ )
- 5- توضع الأبواب و الأعمدة و الشبايبك و المخارج و كل شئ آخر علي الموديول .
- 6- يمكن استخدام موديول أو نصف موديول أو ربع موديول من أجل النظام الإنشائي .

## النسبة الذهبية



وهي علاقة رياضية اكتشفها اقليدس عن طريق علم هندسة الأشكال ، وتشير الى النسبة التي ينقسم بها الخط في نقطة معينة بحيث تكون نسبة الجزء الأصغر إلى الجزء الأكبر مساوية لنسبة الجزء الأكبر إلى الكل ، وقدرت بـ ١.٦١٨ .

**النسبة الذهبية في الأشكال الهندسية :** تحققت النسبة الذهبية في الأشكال الهندسية مثل المستطيل الذي تكون نسبة طوله إلى عرضه ١ : ١.٦١٨ ويطلق عليه المستطيل الذهبي ، وأيضا في المثلث المتساوي الساقين أحيانا ، وبخاصة عندما تكون قياس كل من الزاويتين المتساويتين ٧٢ درجة والزاوية الرأسية ٣٦ درجة ، ويمكن أن تستمر العملية إلى ما لا نهاية لتكوين مستطيلات أو مثلثات ذهبية متدرجة كما في الأشكال اللاحقة



**النسبة الذهبية في العمارة :** أسس لوكوربزيه نظاما تناسبيا كاملا قائم على النسبة الذهبية أسماء الموديولار ، وجاء هذا في إطار سعيه لإيجاد نظام مقيس يفضي إلى إيجاد نسب متناغمة لأي شيء ابتداء من مقبض الباب وإنهاءً بالبنائيات العالية .

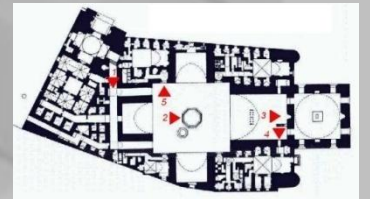
**إستخدام النسبة الذهبية في الواجهات والمساقط :** إستخدمت في الواجهات في العصور المختلفة سواء في العمارة الفرعونية أو اليونانية أو الإغريقية حيث يرجع لهم - الإغريق - الفضل في إكتشافها أو في العمارة الإسلامية مثل تاج محل أو مسجد القيروان لدرجة أن التناسب كان يصل في إرتفاع المآذن وفي العمارة الحديثة وبخاصة أعمال لوكوربزيه و ماريو بوتا المعالم حديثة النشأ ومن أهمها مبني الأمم المتحدة وتظهر النسبة الذهبية فيه عند مقارنة عرض المبني إلى الارتفاع لكل عشر طوابق فيه.



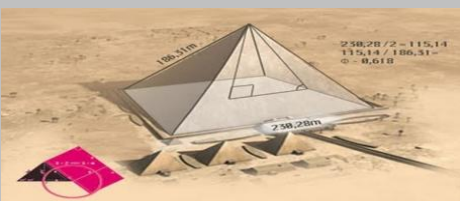
معبد البارثينون



مبنى الأمم المتحدة



مسقط لمسجد السلطان حسن



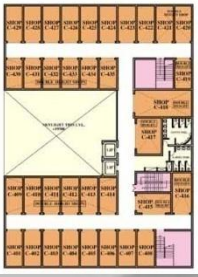
**النسبة الذهبية في كتلة هرم خوفو :** حيث إن النسبة بين المسافة من قمة الهرم إلى منتصف أحد أضلاع وجه الهرم، وبين المسافة من نفس النقطة حتى مركز قاعدة الهرم مربعة تساوي النسبة الذهبية.



# أنواع المباني والمديولة المناسبة لكل منها

## المولات

وحدة المديول  
التصميمي هي المحل  
التجاري



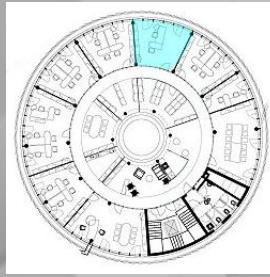
## المدارس

وحدة المديول  
التصميمي هي  
الفصل



## المباني الادارية

وحدة المديول التصميمي هي  
غرفة المكتب



## المباني السكنية

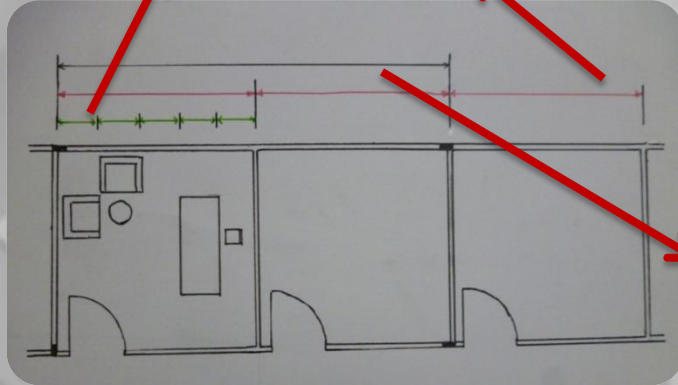
وحدة المديول التصميمي  
هي الشقة السكنية



submodule

موديول تصميمي

موديول إنشائي

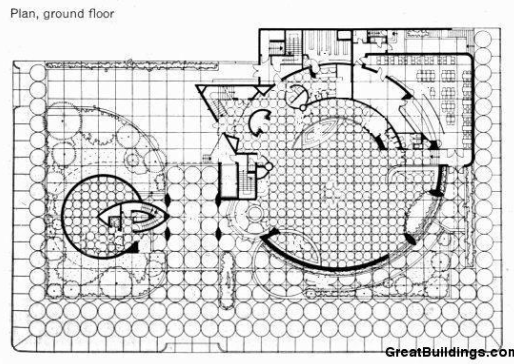


## بعض الأمثلة على إستخدام المديول في عملية التصميم

"Frank Lloyd Wright, Guggenheim Museum, New York"



تعتمد الفكرة التصميمية للمشروع  
على الشكل الحلزوني المستوي  
من الشكل السابق .



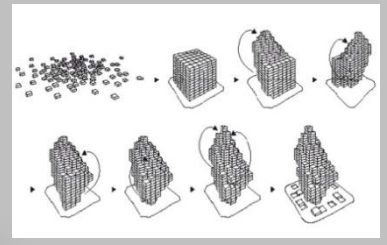
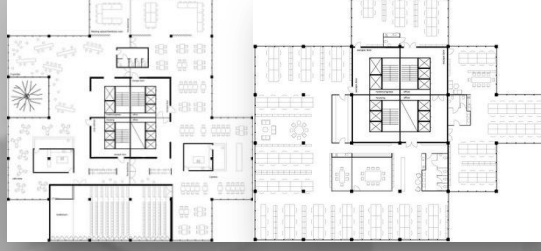
يتضح التشكيل في واجهة  
المشروع نتيجة للمديولة المستخدمة  
في المسقط الأفقي .

تم إستخدام شبكة مديولية وحداتها متنوعة مثل المثلث  
والمربع والدائرة ، ويلاحظ أنه طبق المديول أيضا في  
تشطيب أرضية الدور الارضى

## “Sky Village”



على الرغم من بساطة المسقط الأفقي إلا أن واجهة المبنى غاية في الجمال حيث إعتد في تقسيمها على شبكة ثابتة نابعة من المسقط الأفقي



مجموعة من الوحدات المربعة الشكل كونت هذا البرج عن طريق مجموعة من الخطوات .

### مسقطين للدور الخامس والعاشر من المبنى

قام المعماري باستخدام المديولة المربعة الشكل حيث استخدم شبكة مديولية ثابتة ، حيث اضاف وحذف بعض هذه المربعات للوصول الى التشكيل في المبنى

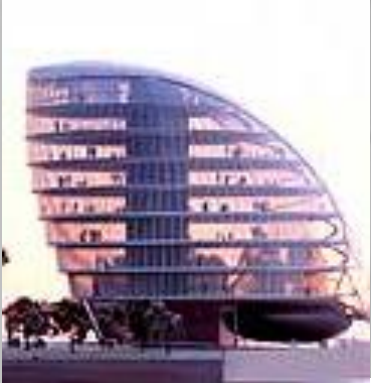


تم كسر حالة الملل الممكن أن تتكون من استخدام المديولة المربعة فقط عن طريق الإضافة والحذف في الوحدات المربعة .

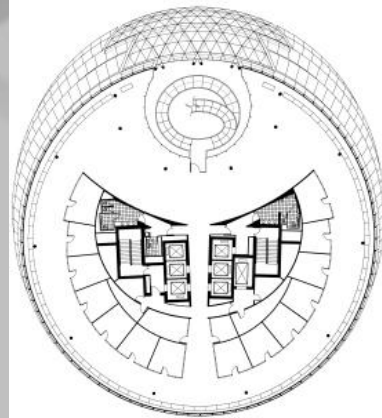
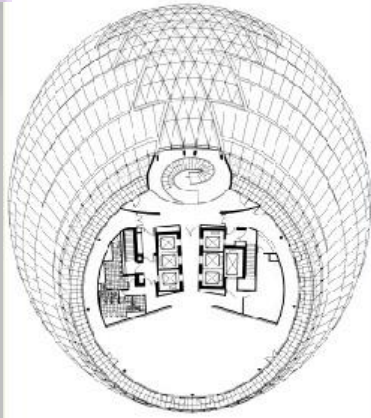


الإعتماد على الشبكة المديولية في المسقط الأفقي والواجهة تكونت فراغات بسيطة ومريحة للعين ومجموعة من الشرفات الناتجة من التشكيل .

## “London city hall”



يتضح من القطاع التشكيل الناتج من تحريك الأدوار وهذه الفكرة الأساسية في المشروع



واجهة المشروع بسيطة ومعبرة عن فكرة المشروع

المساقط الأفقية لهذا المشروع عبارة عن دائرة ولكن قام بتحريك كل دور من هذه الأدوار بحث يزيد قطر هذه الدائرة كلما تحركنا لاسفل



# النمذجة - Modeling

هو نموذج مصغر من المشاريع لتمثيل هيكل مبني على دراسة جوانب من التصميم المعماري أو لتوصيل افكار التصميم لعملائها وتعتبر أداة يمكن أن تستخدم في العرض .  
و يعتبر اقدم مجسم عرف في التاريخ هو الذي تم تنفيذه عام ٢٥٠٠ قبل الميلاد لاحد المساكن المصرية .  
تقريبا معظم المشروعات التي يتم تشيدها سواء كانت مشروعات ( صناعية – تجارية – صحية - ..... ) يتم تنفيذها اولا في شكل مجسم

## أهمية النموذج ثلاثي الأبعاد :

- ١-توصيل الفكره بطريقه مباشره وسهله للعميل .
- ٢-العمل على تطوير التصميم .
- ٣-عمل محاكاة للمبنى ومعرفه شكله .
- ٤-تفادي الأخطاء أثناء عملية التنفيذ .
- ٥-تحديد النظام الإنشائي للمبنى .
- ٦-عمل تسويق للمنتج .

## أنواع النمذجة :

يوجد العديد من النمذجه فمنها النمذجة الخطية ،الرياضية،الهندسية والجغرافية.  
يتم استخدام النموذج المادي والنموذج الرقمي فى العمارة .

## أولاً: النموذج المادي Physical model

**التعريف :** النموذج المادي يعتبر من أهم التقنيات التي يتطلبها سوق العمل للمعماري ، حيث أنها تستخدم لدراسة مراحل التصميم للمشروعات التي يقومون بتصميمها او لتوضيح فكرة التصميم للعميل ، و كذلك لجذب العديد من العملاء للمشروع .

## تنفيذ المجسمات:

### المواد المستخدمة لتنفيذ المجسمات

- | العدد والأدوات :        | الخامات :  | المكملات المعمارية :    |
|-------------------------|------------|-------------------------|
| ١-أدوات الرسم الهندسى   | ١-ورق مقوى | ١-أشجار و مناطق خضراء   |
| ٢-أدوات رسم الخطوط      | ٢-كرتون    | ٢-أعمدة الإنارة         |
| ٣-أدوات اللصق           | ٣-أخشاب    | ٣-الأشخاص               |
| ٤-أدوات التقطيع         | ٤-بلاستيك  | ٤-السيارات              |
| ٥-أدوات الدهان والتشطيب | ٥-فوم      | ٥-المفروشات وقطع الأثاث |



شكلين يوضحان اشكال المكملات المعمارية



شكل الفوم



شكل الفوم



شكلين يوضحان اشكال العدد والادوات



## مراحل التنفيذ :

- ١- نقوم بأخذ الوجهات الخارجية وفصل كل عنصر لوحده مستقلة لتقطيعه من ألواح المادة المستخدمه وبراعي اخذ في الاعتبار سمك المادة .
- ٢- بعد تقريد جميع أجزاء المبنى عن بعضها يمكن عمل ترقيم خارجي لهذه العناصر حتى لا يحدث أي خطأ أثناء التجميع .
- ٣- يتم تقطيع المواد وهناك طريقتين للتقطيع :  
الأولي : يدوي :  
تفريغ الفتحات وعمل المؤثرات التشكيلية للحوائط يدويا باستخدام أدوات القطع والقص اليدوية .  
مرنه نوعا ما لسهولة التقطيع وبشترط أن تكون ألواح البلاستيك .  
الثانية : التقطيع الآلي :  
ويفضل طريقة التقطيع بالليزر لأنها أفضل وأسرع وأدق في التقطيع Laser Cat أو ماكينات التقطيع ليزر CNC باستخدام ماكينات .



# انواع النموذج المادي :

## ١- نماذج المواقع Site contour models :

يستخدم في دراسة طبوغرافية الموقع ( المرتفعات و المنخفضات ) . و علاقة المشروع بالطبوغرافية .

## ٢- نماذج مبدئية conceptual models :

يستخدم في عرض فكرة المشروع النهائية . و يتم اعداده بعد عمل التصميمات الابتدائية للمشروع . لكي يتمكن المعماري من توضيح الفكرة للعميل . او يتم عمله بعد انتهاء مرحلة التصميم النهائية للمشروع . و ذلك لمساعدة العميل في تسويق المشروع قبل البدء في التنفيذ . و يحتاج هذا النوع الي متخصصين ذوي مهارات عالية . و من الخامات التي تستخدم فيه .

## ٣- نماذج كتلية block models :

يظهر المشروع في صورة كتل معمارية بدون اي تفاصيل . و يعتبر من ابسط انواع النماذج . و يستخدم في الدراسات الاولية للمشروع . سواء ناحية الدراسات التي تهتم بحجم كتل المبنى او التي تهتم بالتشكيل الفراغي له او التي تهتم بتوجيه المشروع .

## ٤- النموذج الاحتوائى context model :

يحتوي هذا المجسم على كتلة المشروع بالإضافة إلى كتل المباني المحيطة بهدف دراسة الخصائص المعمارية و الكتلية للمبنى و مدى ملائمتها للمباني القديمة المحيطة بها ، و يجب أن تتميز كتل المباني القائمة عن المبنى الجديد بلون مميز .

## ٥- نموذج تطوير التصميم design development model :

يهدف الي دراسة العلاقات الوظيفية و الكتلية للمبنى ، و يتم اعداده اثناء المراحل الابتدائية لاعداد المخططات و التصميمات المعمارية . و تطور باستمرار خلال مراحل التصميم الي ان يتم التوصل الي الحلول التصميمية الملائمة للمشروع . و من الخامات التي تستخدم فيه

## ٦- نماذج العرض Display models :

عمل نموذج متكامل للمشروع و توضيح كل شيء به عن طريق عمل ماكيت كامل للارض بجميع الوحدات ... عليها من حيث مباني طرق شجر سيارات الخ

## ٧- النماذج الكاملة Full models :

لغرض دراسته ومعرفته التفاصيل الداخلية و الانشائية ودراسة الحمل الواقع على . يتم عمله بمقياس ١:١ و ايضا دراسته المشروع قبل تنفيذه ومعرفته المواد المصنعة والابعاد والاحمال وكيفية تثبيته . و لكنها المبنى . مكلفه .

## ٨- نماذج انشائية structural models :

في هذا النوع تظهر الفكرة الانشائية للمبنى .

## ٩- نماذج العمارة الداخلية interior architecture models :

يهدف الي دراسة العلاقة الوظيفية للفراغات الداخلية . و مسارات الحركة بينها . و كذلك دراسة عناصر الفرش الداخلي للمبنى . و في هذا النوع يتم تحريك السقف او احد الجوانب الخارجية .

## ١٠- نموذج القطاع section model :

يستخدم في دراسة العلاقات الوظيفية بين الفراغات الرأسية ، كما يستخدم في دراسة مواد الإنشاء و أعمال التشطيبات .

## ١١- نموذج الواجهات façade model :

هذا النوع يساعد على دراسة واجهات المبنى ، و علاقة الأجزاء المصمتة بالفتحات ( الأبواب - الشبائيك - البروزات ) .



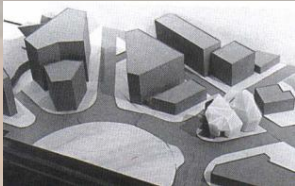
شكل يوضح النماذج الفراغية



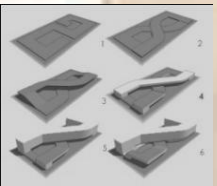
شكل يوضح النماذج المبدئية



شكل يوضح النماذج الكتلية



شكل يوضح النموذج الاحتوائى



شكل يوضح نموذج تطوير التصميم



شكل يوضح نماذج العرض



شكل يوضح النماذج الانشائية



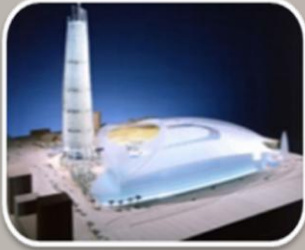
شكل يوضح نماذج العمارة الداخلية



شكل يوضح نماذج القطاعات



## أحدث التقنيات المستخدمة حالياً لعمل الماكيت :



ولأول مرة في صناعة الماكيتات  
استحدثنا تقنية استخدام مادة (   
البورسلين ) في تنفيذ الأعمال  
الزخرفية المعقدة

تخدام تقنية الليزر في التقطيع  
بما يعطي أدق التفاصيل

-تقنية CAD based : التي  
اصبحت مفيدة جدا لعمل النموذج  
المعماري في CNC Carving

استخدام الاضاءة المدروسة في  
الاطهار مع توافر اضاءة الليزر  
بالريموت

### مميزات النمذجة المادية :

- ١- تعزيز قدرات التصور في المرحلة المبكرة من التصميم.
- ٢- يعمل على تبسيط وإحتواء الفكرة وتحسين الإدراك.
- ٣- الكشف عن عيوب في التصميم قبل البدء في عملية التصنيع.
- ٤- النموذج يكون مرناً للقيام بأى تعديلات أو إضافات.
- ٥- تساعد على التنسيق بين مكونات النموذج.
- ٦- معرفة العوامل التي قد تكون مؤثرة حالياً أو مستقبلياً.
- ٧- تحسن الاتصال بين المستخدمين والمصممين.
- ٨- يكون كدعاية وإعلان للمنتج.

### عيوب النمذجة المادية :

- ١- أحيانا يكون للمستخدم توقعات عالية جدا حول أداء النموذج ويكون المصمم غير قادر على تصميم هذا على أرض الواقع .
- ٢- أقل دقة من النموذج الرقمي .
- ٣- مجهود اثناء عمله .
- ٤- مكلف احيانا .

## النمذجة الرقمية Digital modeling :

هي نماذج ثلاثية الابعاد للتمثيلات الحاسوبية من عناصر مرسومة في (X,Y,Z) لتحقيق زوايا الرؤية المختلفة .

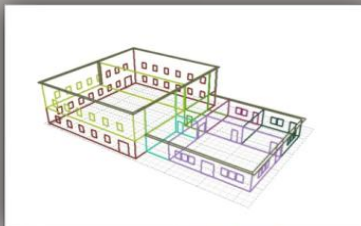
### أنواع النماذج الرقمية

#### النماذج الصلبة



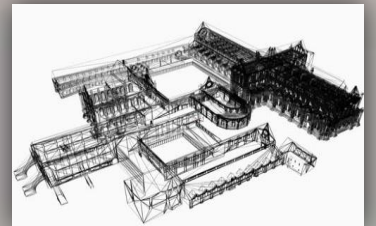
هو امتداد طبيعي من النماذج السابقة باستخدام الفراغات الاحادية والثنائية والثلاثية الابعاد ، حيث يتم ملئ الفراغات المحاطة بالأسطح بشكل حجم وكتلة معلقة

#### النموذج السطحي



يتم استخدامه لتحديد اسطح المجسم ولعمل الواجهات والمساحات السطحية للواجهة

#### النموذج السلكي



طريقة لتمثيل الجسم ثلاثي الابعاد ، يتألف من شبكة من الخطوط والنقاط حيث انه لا توجد في هذا النموذج سطوح ويسمى تحويل هذه الشبكة الى نماذج لمعرفة الالوب الانشائي للمبنى



## مميزات النمذجة الرقمية :

- ١- سرعة في الأداء وجودة وإنتاجية عالية .
- ٢- كلفة أقل من النموذج المادي .
- ٣- إمكانية التعديل والتطوير والتغيير بسهولة .
- ٤- إمكانية عرض النموذج من أي نقطة مشاهدة مفضلة، وهذا يتيح للمصمم الفرصة الكافية لتصوير الشكل .
- ٥- توفر قاعدة بيانات واسعة لعملية النمذجة عند تكوين الرسوم لمنهج ما تتوفر بيانات كثيرة يمكن استخدامها في عمليات التصنيع .
- ٦- عمل نماذج وتصاميم معقدة يعكس النمذجة اليدوية المحدودة .
- ٧- إمكانية للتحرك داخل جميع أجزاء المبنى لتحقيق أقصى درجات الاختبار .
- ٨- إمكانية توضيح الإضاءة خارج وداخل المبنى وظل المبنى والظلال بسهولة .

## عيوب النمذجة الرقمية :

- ١- يعتبر النموذج الرقمي نموذج غير ملموس .
- ٢- اخراج الصور والفيديوهات تستغرق وقت طويل

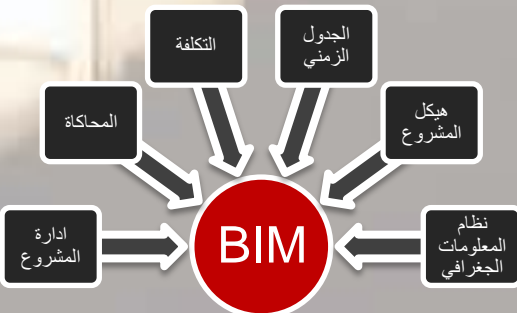
## مثال على دورة تصميم لنموذج رقمي في أحد البرامج (revit architecture)



## “Building Information Modeling (BIM)”

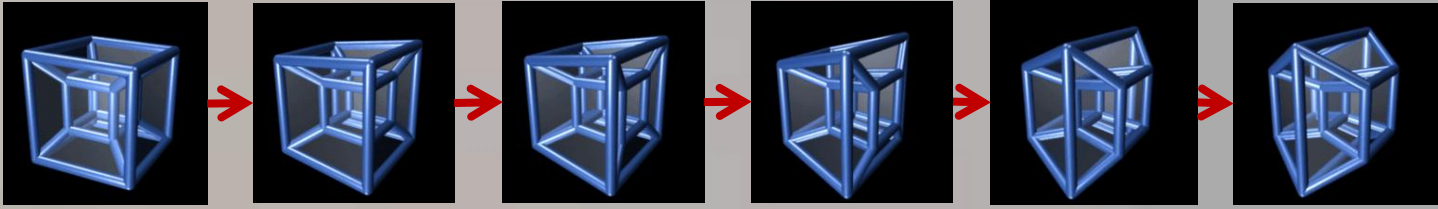
هي عملية متكاملة لإدارة أعمال المشروع من خلال إنتاج نموذج ثلاثي الأبعاد وتوفير بيانات غنية للغاية وصور للمشروع وتحديد جدول زمني وتكلفة مناسبين للمشروع .

BIM يسهل التعاون بين المهندس المعماري والمالك والمقاولين ، من أجل تحقيق الهدف المشترك : تسليم مشروع في الوقت المحدد و على الميزانية وبجودة عالية لهذا فهي تضم الهندسة ثلاثية الأبعاد D3، والجدول الزمني D4، والتكلفة D5 .



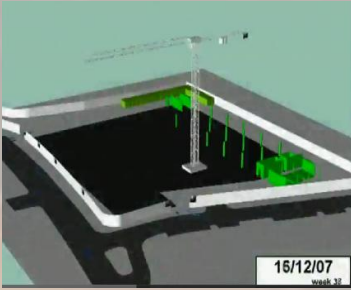
## البعد الرابع (الزمن) 4D :

أثبتته أينشتاين في نظريته النسبية ، باعتبار أن الأبعاد الثلاثة الأولى لم تكن كافية لتعيين موضع جسم ما ، حيث أنها نسبية وتختلف من مكان لآخر ، ومن زمن لآخر ، وهو بعد غير مستقر لأنه يتغير باستمرار .

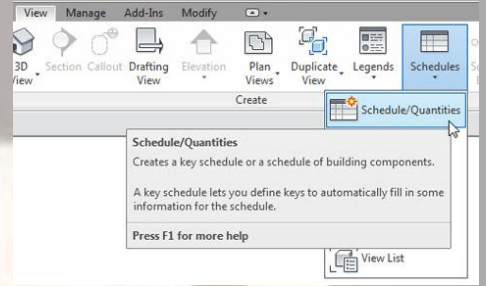
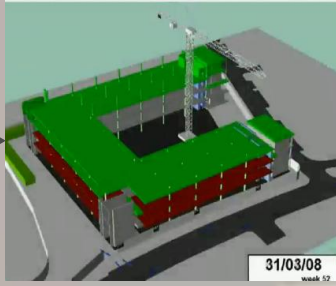


ويفيد الزمن في المجال العمراني في تحديد جدول زمني للمشاريع المختلفة والأوقات المناسبة للإنتهاء من كل مرحلة من مراحل التنفيذ ، ويتحكم بشدة في الأبعاد الأخرى . ومن أهم البرامج التي تعتمد على البعد الزمني في النمذجة الرقمية :

**Synchro , Vico , NavisWork , Simulate , Primavera , MS Project , Bentley Navigator & Revit .**



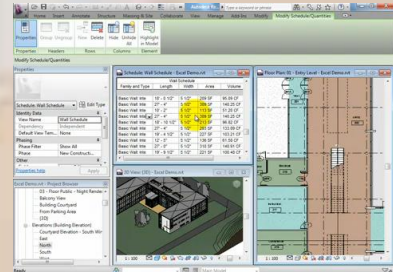
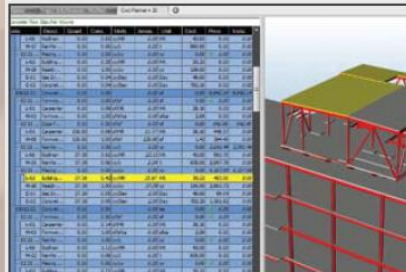
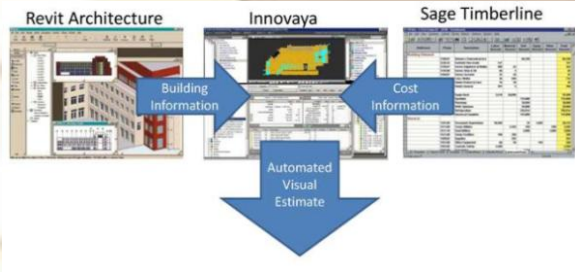
الـ Time Line في برنامج Synchro



حساب برنامج الريفييت لجدول الزمني

## البعد الخامس ( التكلفة ) 5D :

هو نفس البعد الثالث ولكنه يتضمن حساب تكليف المشروع وتقارير الميزانية في جميع مراحل دورة حياة المشروع . لتطبيق تقنية الـ BIM يوجد عدة برامج لذلك : **Revit, TOCMO , INNOVAYA & VICO** .



### INNOVAYA

برنامج يعمل على كسر ينقل المعلومات من برنامج حيث AuctitoCAD الريفييت الى قاعدة البيانات ويعمل مع انه يعطي تكلفة دقيقة للتصميم المقترح وحلها بدقة .

### VICO

يعطي تقدير للتكلفة مفصل للغاية من خلال مخطط التكلفة كلفة الديتيميز بتحديد المشروع في كل مرحلة من مراحل المشروع وكلما زادت تفاصيل المبنى زادت دقته وتحديد التكلفة .

### REVIT

مزود بخدمات فعالة تمكنه من تحليل شامل للتكلفة الخاصة بالمشروع وايضا يحدد الجدول الزمني اللازم لتنفيذ المشروع .

## البعد اللانهائي : nD

يعبر عن عدد لا نهائي من الـ factors مثل الأضواء وملئمتها للفراغ داخل المبنى وايضا الرياح والسحب واتجاه الأشعة الشمسية وايضا تأثير الضباب وعمل محاكاة لأفراد تتحرك في الفراغ فهو يعبر على كل ما يؤثر على المبنى سواء من عناصر طبيعية او اشخاص ومن أهم البرامج التي تطبق هذه الابعاد : **3Dmax , lumion & artlantis** .



### Lumion

صوره توضح محاكاة للأفراد



### Lumion

صوره توضح خواص التحكم في البيئة المحيطة للمبنى

### لمحة عن تطور صناعة المجسمات المادية :

بداية استخدام فن صناعة المجسمات كان مع ظهور أول أعمال معمارية أيام الفراعنة وأثبت ذلك حديثا بالعثور علي هارامات مصغره في احدي الحفريات الموجودة بجوار منطقة الاهرامات بالجيزة.

ثم بدأت مهنة المجسمات في التطور سريعا فكانت تصنع بالطين ( الصلصال ) ثم تطورت وصنعت بالخشب بأدوات تقطيع وميكنة عاديه فكانت مراكز صناعة المجسمات ما هي ألا ورش نجاره لكن بأدوات ومكينات أدق.

ومع تطور العصر وبزوغ منافس قوي لهذه الصناعة وهى النمذجة الرقمية باستخدام برامج التصميم فكان لابد لهذه الصناعة أن تبحث لها عن مكان وسط هذا التطور السريع .....

### تعريف عملية صناعة المجسمات المادية :

مع تطور عملية صناعة المجسمات ، دخل فى تصنيعها التقنيات الحديثة والبرامج المتطورة ، بحيث يمكن تعريف صناعة المجسمات بأنها العملية التى تقوم بتحويل النموذج الرقمى المجسم تلفانيا إلى نموذج مادى فى أقصر وقت .

ويتم ذلك عن طريق عدة طرق ...



### أولا التصنيع ثنائى الأبعاد 2D :

هى عملية صناعة المجسمات عن طريق تحويلها لمجموعة من الأسطح المنفصلة 2D ، وتقطيع كل سطح على حدة ، ثم يتم تجميعهم للحصول على المجسم ثلاثى الأبعاد 3D .

### متطلبات ينبغى أخذها فى الاعتبار عند التصنيع 2D

- ١ - عدد مرات التقطيع المطلوبة .
- ٢ - الاختلافات المرتبطة بالمواد المستخدمة التى يمكن إنتاجها .
- ٣ - مجموعة الأبعاد المختلفة التى يمكن إنتاجها .
- ٤ - كمية الحرارة المتولدة ونهو السطح النهائى .



## أنواع التقنيات المستخدمة للتصنيع ثنائي الأبعاد 2D :

١- القواطع المائية النفائة Water Jet Cutters

٢- ماكينات القطيع بأشعة الليزر

٣- آلة قطع البلازما

٤- قواطع الأسلاك الساخنة



### ١- القواطع المائية النفائة Water Jet Cutter :

هو عبارة عن جهاز قطع للمعادن وغير المعادن باستخدام سرعة الماء والضغط العالي

#### طريقة العمل

يتم توصيل القواطع بخزان مائي تحت ضغط عالي جداً أو يتم وضع مادة كاشطة مع الماء التي بدورها تزيد من سرعه القطع ويتم دفع الماء بقوة ضغط عالية وسرعه عاليه

#### انواعها

خليط من المياه و مادة  
كاشطة abrasive

#### waterjet

يتم عمل خليط من الماء ومادة كاشطة (بودره اكسيد الألمنيوم او الجرانيت ) وتعمل جزيئات المادة الكاشطة على قطع الماده المراد تقطيعها .

#### مميزاتها :

- ١-انخفاض في درجة الحرارة
- ٢-الدقة عالية جدا
- ٣-تقطع حتى ١٠ بوصة
- ٤-سهولة البرمجة

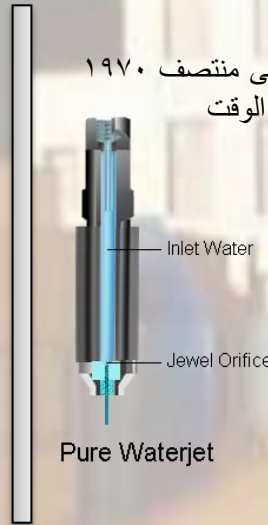


مياه نفائة نقيه Water  
Jet Cutters

تعتبر الطريقة الاولى للتقطيع وبدأت في منتصف ١٩٧٠ واقتصرت على الورق المقوى في هذا الوقت

#### مميزاتها :

- ١-انخفاض درجة الحرارة
- ٢-استخدام الماء مرة اخرى
- ٣-السرعة العالية
- ٤-تقطع المواد مرنة



### ٢-آله قطع البلازما plasma cutter

عبارة عن سلك كهربائي يمر من خلال غاز مضغوط في فوهه القطع ويتم تسخين الغاز لدرجة حرارة عالية جدا 25,000F

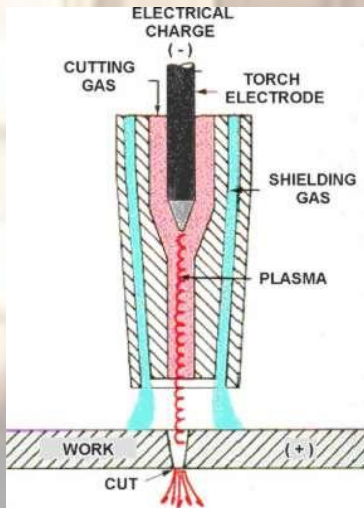
#### طريقة العمل

يتم استخدام ترددات عالية الجهد لتعمل على تأيين الهواء من خلال فوهه القطع ويوجد بداخل فوهه القطع غاز مضغوط

تستخدم في قطع المواد الخام و البناء والتشييد.

#### مميزاتها :

- ١-تتم بدقة عالية تصل الى 0.2mm
- ٢-تتميز بسرعة عالية 6000mm/min
- ٣-يمكن تعديل سرعة قطع البلازما



### ٣- أجهزة التقطيع بواسطة اشعة الليزر laser cutters :

و هي ماكينات تقوم بتصنيع المجسمات اما عن طريق انتاج شرائح ثنائية الابعاد و التي يتم رصها و يتم تجميعها مع بعضها البعض لانتاج مجسم ثلاثي الابعاد

#### فكرة عملها :

تعتمد على نقل التصميم من برنامج الأوتوكاد إلى اللوح باستخدام شعاع الليزر وتركيزه بحيث يمكن قطع المواد ، وتمتاز بالدقة العالية والقدرة على تقطيع تفاصيل صغيرة جدا ، وسمك صغير .  
تستخدم لقطع الخشب أو البلاستيك الشفاف والزجاج والفوم .



بعض الأعمال الناتجة بماكينة الليزر



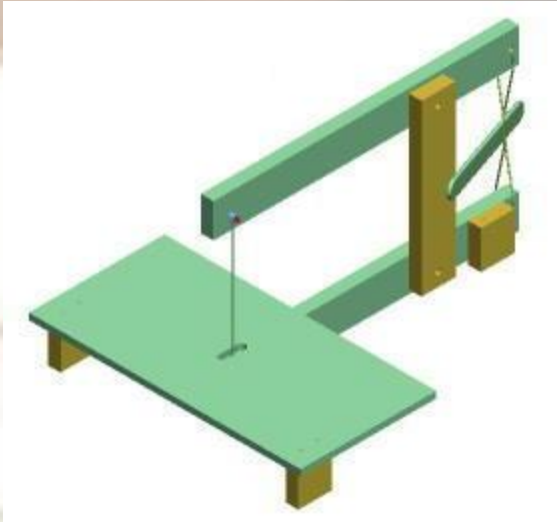
ماكينة الليزر أثناء نقل التفاصيل للوح الخشب

### ٤- آلة قطع الأسلاك الساخنة HotWire Cutters

وتسمى أحيانا Foam Hot Wire Cutter حيث أنها تستخدم غالبا مع الفوم ، ولكن أمكن إستخدامها مع مواد أخرى بزيادة قطر السلك ورفع درجة حرارته .

#### فكرة عملها :

تعتمد على سلك مصنوع من النيكل كروم ، ويمكن إستخدام stainless steel wire ويتم تسخينه لترتفع درجة حرارته حتى يصبح قادرا على تقطيع ألواح الفوم ، وتختلف درجة الحرارة باختلاف المادة المطلوب تقطيعها .



## التجميع بالاضافة (AM) Additive manufacturing

**التعريف :** عملية صناعة أجسام ثلاثية الأبعاد من ملف رقمي عن طريق وضع طبقات متتالية من الخامات فوق بعضها وكلما زاد تعقيد النموذج زاد الوقت اللازم لإنتاجه ، وتوصف أحيانا بأنها عملية التصنيع المباشر ونظرا لسرعه عملية التجميع بالاضافة عن عمليات التصنيع التقليدية فهي أحيانا توصف بأنها عملية التصنيع السريعة وهو عملية عكسية للتصنيع بالحذف .



### مميزات التجميع بالاضافة :

- ١- السرعة فهي لا تحتاج الى وقت طويل لإنتاج النموذج .
- ٢- يمكن إنتاج نماذج من البلاستيك أو المعادن أو السيراميك أو المواد المركبة .
- ٣- درجة تعقيد النموذج لا تتطلب تغيير في مراحل إنتاجه فهي تحتاج فقط الى وقت أطول

### خطوات إنتاج النموذج في عملية التصنيع بالاضافة :

في عمليات التصنيع بالاضافة يمكن استخدام مواد مختلفة بتقنيات مختلفة ومع ذلك فان خطوات إنتاج النموذج فيها ثابتة :

- ١- يقوم مصمم النموذج برسم النموذج على برنامج الأوتوكاد
- ٢- تحويل ملف الكاد الى ملف STL وهو أحد طرق حفظ البيانات الهندسية
- ٣- استخدام برمجيات خاصة لتحويل ملف STL لمجموعة من الطبقات الرقيقة هذه الطبقات تكون في الاتجاهين  $x, y$  ويمكن تحريك هذه الطبقات في الاتجاه  $z$
- ٤- باستخدام المواد التي توضع في الآلة تقوم بإنتاج الطبقات واحدة تلو الأخرى
- ٥- المرحلة الأخيرة عبارة عن التنظيف والتشطيب السطحي والطلاء لتحسين مظهر النموذج .

### انواع تقنية التصنيع بالاضافة :





## اولا : على أساس سائل Liquid-based processes

هي عملية انتاج نماذج ثلاثية الأبعاد عن طريق تحويل مواد سائلة قابلة للتبلور الى مواد صلبة عند تعرضها لأشعة الليزر وهي أول عمليات التصنيع بالإضافة التي توفرت تجاريا .

## ومن تطبيقاتها : Stereolithography (SLA)

تعتبر أكثر التقنيات شيوعا واستخداما في التصنيع بالتجميع التي تستخدم ليزر الأشعة فوق البنفسجية حيث أنها يمكن أن تنتج نماذج على درجة عالية من الدقة والتفصيل .

### الية العمل :

تحتوي الآلة على ضوء ليزر إضافة إلى سائل قابل لتبلور عند تعرضه لضوء الليزر.

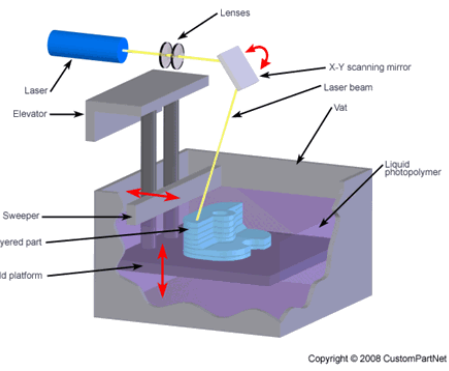
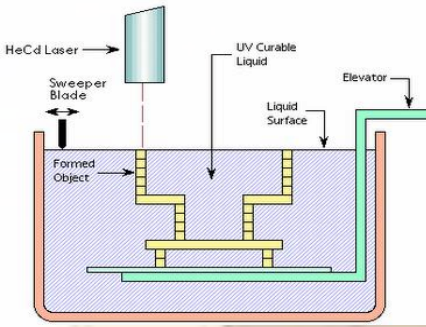


شكل الآلة

- ١- يقوم البرنامج بتقسيم النموذج الثلاثي الأبعاد الى طبقات
- ٢- يتم تصنيع الطبقات عند تعرض السائل الى أشعة الليزر ليتبلور السائل المتعرض لأشعة الليزر
- ٣- يهبط المقطع المتبلور إلى الأسفل لتغطية طبقة سائل أخرى لتعاد العملية مرة أخرى مؤدية إلى تبلور الطبقة وهكذا إلى أن يتم تشكيل كامل النموذج.

### مكونات الآلة :

- ١- منضدة .
- ٢- رأس انبعاث شعاع الليزر .
- ٣- جهاز ماسح ضوئي .
- ٤- مادة بوليمارية تتصلد ضوئيا .



Copyright © 2008 CustomPartNet

stereo lithography appartus



WATER CUBE- Beijing

## ثانيا : على أساس صلب Solid-based processes

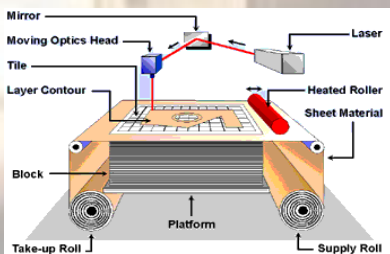
هي تقنية تستخدم لانتاج مجسمات ثلاثية الأبعاد حيث تستخدم فيها المواد الصلبة باستثناء المسحوق حيث أنه يستخدم مصدر ليزر (أشعة تحت حمراء) لعمل الطبقات المكونة للنموذج عن طريق تقطيعها لحدود هذه الطبقات ثم باستخدام مادة لاصقة تعمل بالحرارة يتم لصق كل طبقة بالآخرى، حيث تنتج أشكال معقدة بدقة عالية

## ومن تطبيقاتها :

## ❖ النمذجة بالترسيب المنصهر (LOM) Laminated Object Manufacturing

### الية العمل :

- ١- يتم تمرير المادة التي سيصنع منها النموذج ويكون سمكها صغير جدا بسمك الورقة تقريبا
- ٢- باستخدام أشعة الليزر يتم قطع هذه الشريحة على احسب لشكل المطلوب
- ٣- عند الانتهاء من كل طبقة يتم لصقها بالمادة اللاصقة حيث أن لصق هذه الطبقات ببعضها يكون النموذج النهائي



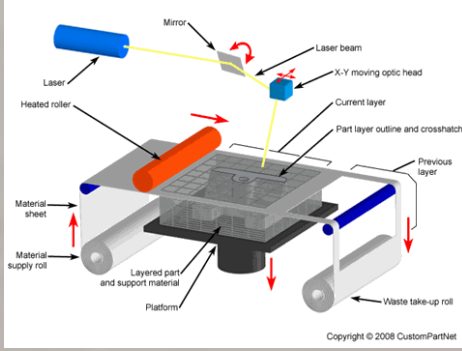
laminated object manufacture

## مميزات الطريقة :

- ١ - إنخفاض تكلفة المواد المستخدمة .
- ٢ - تعطي المجسمات الناتجة شكل و إحساس المصنوعات الخشبية بل و يمكن تشطيتها بنفس الطريقة .

## عيوبها :

- ١ - بعض أشكال المجسمات قد تستهلك وقتا في ازاله الأجزاء الزائدة الناتجة عن التصنيع .
- ٢ - لا تصل دقة المجسمات إلى دقة المصنوعة بالطرق الأخرى .



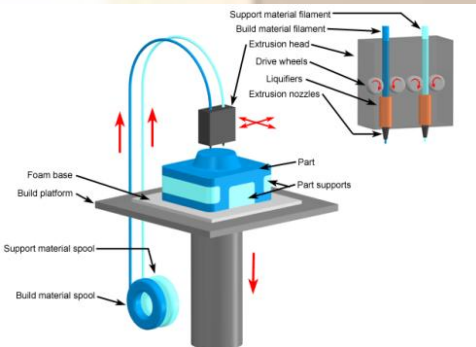
## Laminated Object Manufacturing (LOM)

الآلة عمل النمذجة بالترسيب المنصهر

## ❖ Fused Deposition Modeling (FDM)

### الآلة العمل :

- ١ - يتم ضخ مواد صلبة منصهرة مثل البلاستيك أو الشمع من خلال فوهة لتشكل طبقات النموذج وعادة يتم ضخ هذه المواد على شكل خيوط لتشكل إحدى الطبقات للنموذج
- ٢ - يحدث تصلب لهذه المادة المنصهرة فور تدفقها لتتكون طبقات النموذج بهذه الطريقة



الآلة عمل FDM

بعض النماذج المنتجة بواسطة تقنية FDM

## إستخداماتة :

يمكن إستخدامه عن طريق كل من المهندسين و المصممين و مجال الطب و التكنولوجيا و السيارات و البحرية و العسكرية و الميادي البيولوجية .

## ثالثا : على اساس powder

هو أحد أنواع التصنيع بالإضافة وتعرف هذه الطريقة بـ (التصنيع السريع) أو (التصنيع الطبقي) ، تعمل هذه التقنية عن طريق اذابة المادة (مسحوق) لتتشكل كل طبقة ، وتنتج هذه التقنية نماذج قوية للغاية وأجزاء خالية من الفراغات

## ومن تطبيقاتها :

### Selective laser sintering (SLS)

#### آلية العمل :

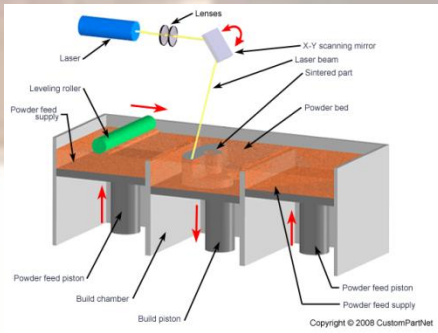
هذه العملية تستخدم نظام طبقي عن طريق بناء الجسم من خلال طبقات تتشكل من مسحوق بمساعدة الليزر.

#### آلية العمل :

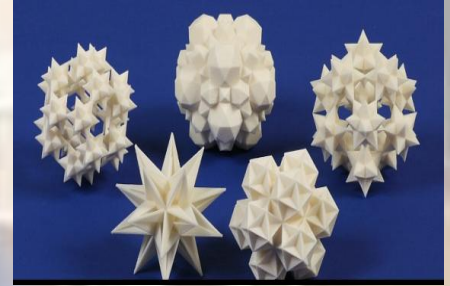
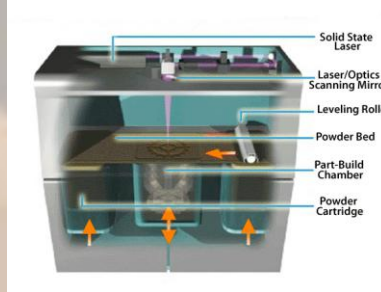
١ - يتم اذابة المسحوق بواسطة أشعة تحت الحمراء عن طريق المسح الضوئي

٢ - يتم اضافة طبقة جديدة من المسحوق حتى يتكون النموذج

### selective laser sintering



آلية عمل SLS



SLS أحد النماذج المتكونة بتقنية

#### مميزاته :

١ - تنوع المواد المستخدمة ( النايلون - بوليسترين - نيلون مقوي للزجاج ) .

٢ - امتد استخدام المواد الي استخدام المعادن و السيراميك .

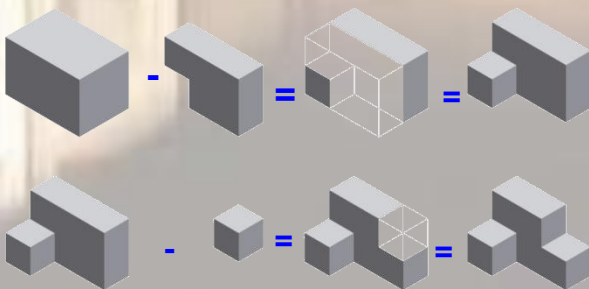
#### عيوبه :

١ - اكثر الاجهزة تعقيدا .

٢ - تشطيب النهائي و الدقة ليست بنفس جودة ( SLA ) .

٣ - بسبب استخدام المواد كمسحوق فان الجسم قد يحتوي علي فراغات هوائية مما يستدعي احيانا ادخال معادن الي المسحوق لتحسين خصائصه الميكانيكية .

## التصنيع الاطراحي subtractive process



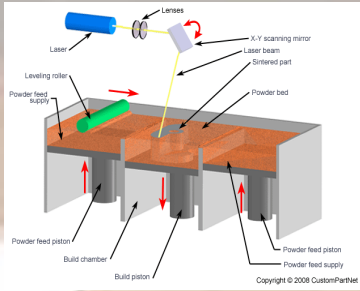
هي تتمثل في شكل هندسي كان عبارة عن كتلة صلبة وتكون ذات الحجم الاكبر و تتم ازالة اجزاء منه بالتتابع من خلال ( نحت و حفر و طحن ) و عمليات تشكيل مختلفة للحصول على الشكل المطلوب و تكون اكثر دقة من التصنيع بالإضافة للكتلة و يكون اصغر حجما تتم عملية التصنيع الاطراحي من خلال ماكينة CNC هذه الالة لها عدة انواع على اساسها يتحدد مدى تعقيد الشكل او بساطته .



## انواع CNC machine

### CNC LATHES

اما ثلاثية المحاور حيث تقوم بلف الاجزاء بسرعة حول محور X و اداة القطع الثابتة تتحرك موازية للجزء على محور Y او متعددة المحاور لتسمح بالاشكال الاكثر تعقيدا مثل اهمدة الكامات المراد انشاؤها



### CNC machine متعددة المحاور

ليس فقط لها x.y.z بل لها محور C الذي يساعد على دوران الأجزاء و محور B الذي يسمح بامالة الكتلة و هذه الالة قادرة على صنع اشكال هندسية غاية في التعقيد



### CNC ثلاثية المحاور فقط X.Y.Z

تحدد في ثلاث محاور X.Y.Z حيث تكون اداة القطع على محور Z و تنقل الاجزاء حول X.Y لذلك لا تنتج الا الاشكال البسيطة جدا



## التصنيع عن طريق التشكيل Formative fabrication

### التصنيع عن طريق التشكيل Formative fabrication :

هو مصطلح يطلق على أي عملية صناعة حيث المواد تتغير او يعاد تشكيلها بسبب التعرض لقوى خارجية مثل قوى ميكانيكا الضغط ، او القوالب ، او الحرارة او البخار أو أي دمج . وغالبا ما تستخدم هذه التقنية مع المعادن ومواد بلاستيكية. و التشكيل هو بذلك ليس اضافة ولا طرح من المواد انما هو فقط يحدث عن طريق التشكيل علي المادة عن طريق القوى الخارجية السابق ذكرها .



صورة لآحد المجسمات المصنعة عن طريق التشكيل

### مجسمات RoboFold :

تكنولوجيا التشكيل " RoboFold " . هو حاسوب للتشكيل مساعد في تكنولوجيا التصنيع و هو حاليا في اطار التطوير و يمكن الاعتبار بأنه واعد علي اعتبار ان الانسان يتدخل في عملية الإنتاج .

### امثلة عن المنتجات " The Big Egg Hunt, London, 2012 " :

تحت عنوان " تصنيع الاجنة " و ضم اكثر من ٢٠٠ جهة من الالمنيوم علي شكل طيور في قطع يتدفق حول البيضة بكاملها .



صورة لجهاز RoboFold - اثناء التصنيع



صورة لجهاز - RoboFold - وخلفه احد  
المجسمات المنتجة منه



"The Big Egg Hunt, London, 2012"

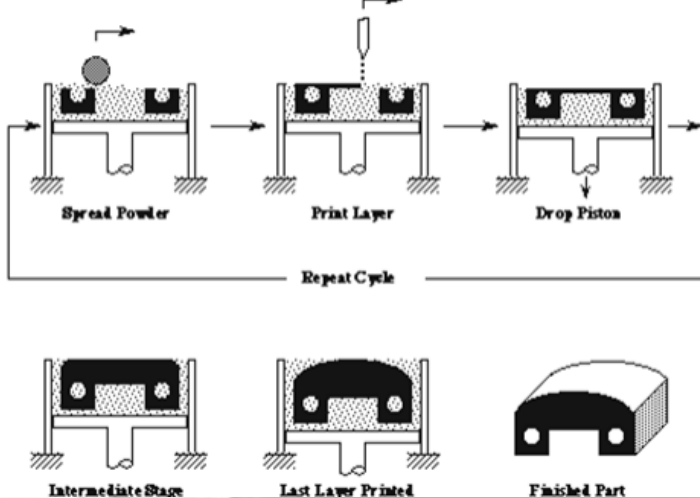


صورة توضح طريقة طي الحديد

**التشكيل عن طريق Rolling and Deforming Change :**  
العمليات على الحديد المشدود تتعدى الحدود المرنة ، و ذلك بتسخين الحديد ثم طيه  
و هو في حالة مرنة ، او لوحات الانحناء بالبخار ، الخ ...

## الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D Printing

هي تقنية لصناعة نموذج مجسم ثلاثي الأبعاد في شكل طبقات من تصميم على الأوتوكاد ، حيث يقسم التصميم إلى رسومات  
محسوبة (Algorithm Draw) بحيث يحتوى كل رسم على المعلومات والتفاصيل الدقيقة لكل طبقة .



آلية عمل الطباعة ثلاثية الأبعاد

### آلية العمل :

١- يتم بناء كل طبقة بنثر مسحوق الخامة فوق الطبقة التي تم عملها  
كأساس .

٢-يقوم مكبس بضغط طبقة المسحوق الأساسية (Powe Bed)  
لتثبيتها ثم يرتفع ليقوم بضغط الطبقة التالية التي تم نثرها وهكذا .

٣- تتم المعالجة الحرارية حيث يتم التخلص من المسحوق الغير  
مرتبط وكذلك الموا الرابطة الغير مرغوب فيها .

٤- يتم الحريق (Firing) لدرجات حرارة تتعدى ١٠٠٠ درجة مئوية  
حيث تحدث عملية التلييد (Sintering) لإكساب الجسم صلابة ومتانة  
تلائم الاستخدام .

ويستخدم في هذه التقنية نوعين من المواد الرابطة النوع الأول  
يتفاعل ويتراطب مع الخامات أو المساحيق ، أما النوع الثاني فلا  
يتفاعل ويتبخر أثناء الحريق .

ويبين التخطيط التالي مراحل التشغيل للحصول على المنتج بإحدى الطرق التقليدية مثل طريقة الصب في القوالب:

التصميم ← النموذج الأول ← قالب النموذج ← القالب الأم ← نسخ قوالب الإنتاج ← الصب في القوالب ← التشطيب ← المنتج النهائي

## مقارنة بين التصنيع ثنائي الأبعاد ، والطباعة ثلاثية الأبعاد

تعتبر الطباعة ثلاثية الأبعاد هي الأفضل لما تتميز به ، مثل :

- ١ - سهولة تعديل التصميم
- ٢ - إمكانية نسخ التصميمات باستخدام نظام مسح ضوئي رقمي وتحويلها إلى منتج ثلاثي الأبعاد (3D Scanning)
- ٣ - إمكانية الحصول على أجزاء أبيرة الحجم ، الأجزاء البارزة ، الأجزاء المتداخلة ، والأجزاء المعشقة بزاوية أقل من (٩٠ درجة) (Undercu) والتي من الصعب أو المستحيل الحصول عليها بطرق التشكيل التقليدية.
- ٤ - نظام استرجاع متكامل للخامات.
- ٥ - لا تستخدم أدوات أو أجهزة أثيرة وبذلك نختصر الوقت والتكلفة.
- ٦ - لا توجد حدود لمدى تعقيد التصميم.
- ٧ - تتفوق طريقة الطباعة الثلاثية على طرق التشكيل التقليدية وذلك لأن مكونات المنتج في طريقة الطباعة الثلاثية تنافس أداء مثيلاتها التي صنعت بطرق التشكيل التقليدية
- ٨ - تكلفة أقل.
- ٩ - دورة إنتاج قصيرة جدا.
- ١٠ - الحصول على منتج مطابق لكل المواصفات القياسية.



صور لنماذج مصنوعة عن طريق الطباعة ثلاثية الأبعاد