جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

الخزف والزجاج

الصناعي

الصف الثالث

تأليف
سمير نوري شهاب سمير حبيب ناشر
رغد حسين محمد
جاسم خزعل بهيل علي عودة عبد رحمة

الطبعة الثالثة 1447 هـ – 2025 م

المقدمة:

مما لا شك فيه ان اعتماد الرسم للتواصل بين بني البشر سبق الكتابة بمئات السنين. وهذا ليس بالامر العجيب ، إذ إن رسماً صغيراً يمكن ان يوصل معلومات قد تحتاج إلى مئات الكلمات للتعبير عنه، علاوة على ذلك أن بعض الرسومات الدقيقة يمكن أن تكون أكثر دقة في الوصف من الكلمات. فعلى سبيل المثال حاول أن تصف منتجاً سيراميكياً بأبعاده وانحناءاته وألوانه ونقوشاته لكي يكون جاهزاً للتصنيع .

إن اعتماد الرسم للأغراض التقنية والفنية يرجع إلى أكثر من أربعة آلاف سنةٍ ، وفي هذه الأيام يُعتمد الرسم بصورة أساسية في العمران وفي وصف المنتجات المختلفة وتصميمها. فقد تطور الرسم تطور في الماضية ، والآن هناك ميل إلى تسميته بالتخطيط (Graphics)، وهو مصطلح أكثر شمولاً ، فهو يشمل الأعمال الفنية والهندسية . ويندرج مصطلح الرسم الهندسي تحت هذا العنوان ، و يُعُّد لغة مسلماً بها بين المهندسين والفنيين في العالم ، وتُعد هذه اللغة اداة رائعة للتعبير عن الشكل والحجم والابعاد بدقة عالية . وعلم السيراميك هذا العلم الذي نستطيع القول وبكل ثقة بأنه يوازي الرسم الفني بالقِدم ، فكل الآثار المكتشفة في الوقت الحالي تدل وبصورة أكيدة على قِدم الأواني والمنتجات الفخارية بوصفها أول تطور حقيقي في التفكير الانساني باتجاه الصناعة والتفاعل مع الطبيعة . ومنذ ذلك الحين وإلى الآن ازداد الاهتمام بتطوير المنتجات السيراميكية بإدخال الأساليب العلمية عليه والتي تشمل جانبين احدهما: باكتشاف مواد سيراميكية خام طبيعية وصناعية، والآخر: باكتشاف طرائق تصنيع ومعالجة جديدة، وأسهم هذان الاتجاهان بنحوٍ كبير في تطوير الكلمة القديمة ((سيراميك)) وجعلها علماً مستقلاً يُدّرس في أغلب الجامعات العالمية المهتمة بهذا التوجه، وتفرع اعتماده إلى بايلوجي، وكهربائي، وحراري، وأشباه موصلات، ولأغراض الزينة، ولأغراض البناء، وللاستعمال اليومي.

لذلك كان كتاب الرسم الهندسي هذا جهداً متواضعاً جداً في اتجاه تطوير هذا العلم ومحاولة لجعل خصوصية لهذا العلم بتخصيص كتاب ومفردات خاصة جمعت من اكثر من تخصص لكي توظف باتجاه صناعة السيراميك. ويقع الكتاب في ستة فصول: الأول التصميم الهندسي، وهذا الفصل يعرف الطالب بالجهود الكبيرة التي تسبق طرح المنتج السيراميكي من دراسة لاحتياجات السوق إلى الطلب والتخطيط والتنفيذ، وهذا الفصل مهم لتضمنه وصفاً لهيكلية عمل المكتب التصميمي للمنتج. والفصل الثاني استنتاج المسقط الثالث الذي ينمي قدرة التخيل لدى الطالب بما يتلاءم وطبيعة المرحلة، وهو ضروري لتصوير شكل المنتج قبل الشروع بالرسم، الفصل الثالث رسم المسقط لكن بصورة مقطوعة، وفائدة القطع هي تدريب الطالب على الأشكال التي تحتوي على تفصيلات غير مرئية، فهذا الفصل والفصل الذي سبقه تطور مهم يرتكز بالأساس على الإسقاط الهندسي الذي تدرب عليه الطالب في المراحل السابقة. وتخصص الفصل الرابع بالقوالب السيراميكية، و يمكننا أن نقول إنه الهوية المميزة لهذا الكتاب؛ لأنه يقرب طلبة المرحلة من التخصص بصورة دقيقة ويعرفهم بتفصيلات القوالب السيراميكية بما يتلاءم والمستوى الدراسي لهم. والفصل الخامس يتضمن المجففات والافران ليوافر معلومات يسيرة ولكن مهمة عن طرائق التجفيف وأنواعه للمنتجات السيراميكية وطرائق أجهزة الحرق المستعملة في صناعة السيراميك . وتضمن الفصل السادس مخططات العمل لكي يتعرف الطالب على كيفية تصميم عملية إنتاج سيراميكي لأي منتج كان، وهذا الفصل من الفصول الممتعة. هذا الجهد الذي بذل على مدى سنتين من اعداد وتحضير وتنفيذ نهديه بتواضع إلى بلدنا العزيز الذي عانى ما عانى وما يزال يعاني ، فنهديك هذا البلسم يا عراق لتعلم أن أبناءك يعملون في كل الظروف. وإلى كل الذين أسهموا بإعداد هذا الكتاب ومدوا يد العون نتقدم بالشكر لهم والثناء ونعترف لهم بالجميل والعرفان.

لجنة التأليف

المحتويات

المقدمة	3
الفصل الأول - التصميم الهندسي	12-5
الفصل الثاني - استنتاج المسقط الثالث	23-13
الفصل الثالث - القطاعات في المساقط	40-24
الفصل الرابع - القوالب السيراميكية	66-41
الفصل الخامس - المجففات والأفران	81-67
الفصل السادس - مخططات العمل	99-82
المصادر	100

الفصل الأول

التصميـــم الـهندســـي

الأهداف

في نهاية هذا الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:-

1. **يفهم عملية التصميم الهندسي لتصميم منتج جديد.**
2. **يعمل تعديلاً لمنتج موجود وصولا إلى منتج يؤدي إلى المتطلبات كافة بكفاءة عالية ويكون ناجحاً تجارياً.**

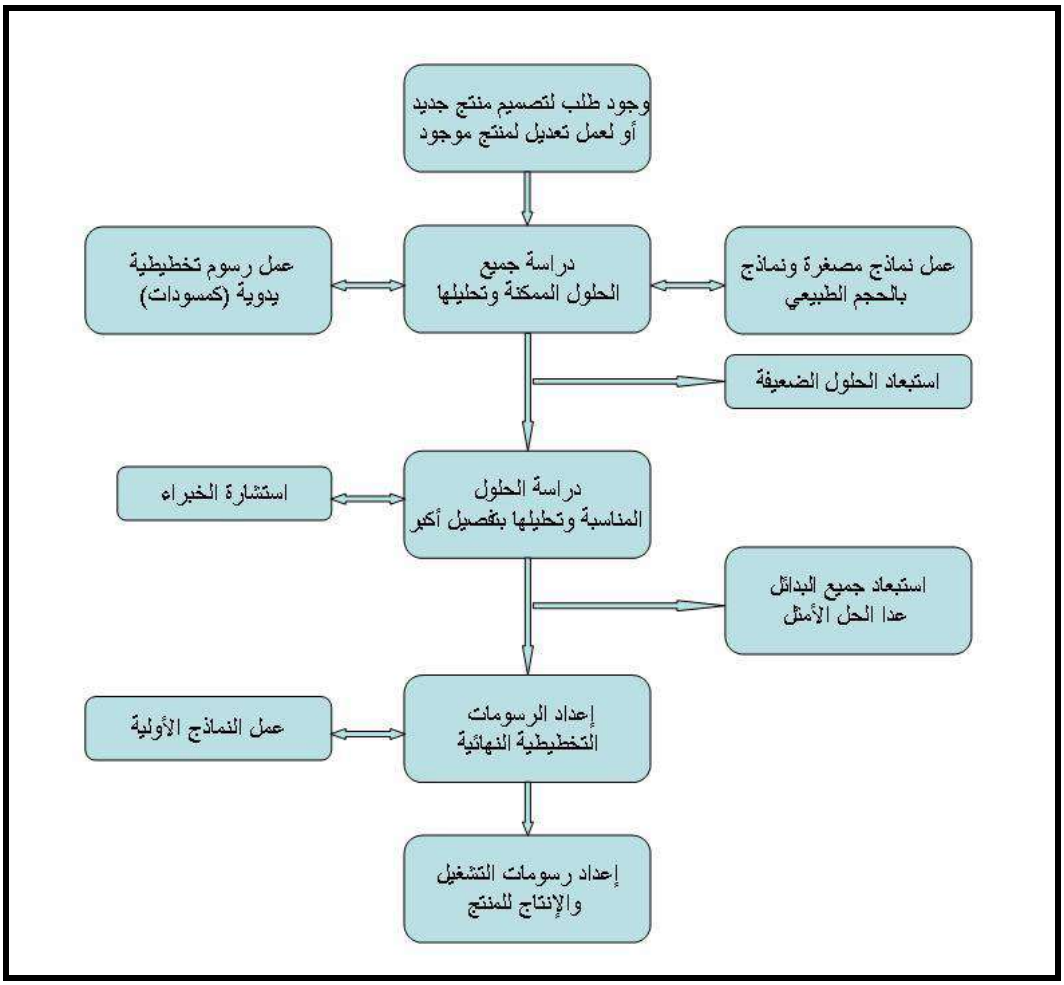
تمهيد:

يمكن تعريف التصميم بأنه طريقة منهجيةٍ لحل مشكلة ما أو مسالة ما ، و الغرض من أي تصميم هندسي جيد هو خلق منتج نهائي يؤدي المهمة المطلوبة منه بكفاءة علاوة على أن يكون هذا المنتج ناجحاً من الناحية التجارية . وفي ما عدا الحالات البسيطة للغاية تمر عملية التصميم بمراحل منهجية معقدة مما يتطلب تضافر جهود عدد كبير من الأفراد المؤهلين والمدربين على أعلى المستويات، ولتصميم أي منتج تتبع عادة خطوات المنهاج الموضحة في المخطط (1.1) .

ويمكن توضيح المخطط (1.1) والتعرف على تفصيلاته بنحوٍ دقيق وكما يأتي:-

1.1 الطلب :

لكي يباع أي منتج لا بد من وجود مشترٍ لهذا النوع من المنتجاتٍ ، أي بمعنى آخر وجود طلب على هذا المنتج. ولا جدال في أن رضا العملاء عن هذا المنتج سيكونَ في حدِّ ذاته خير دعاية لهذا المنتج، وبالتالي إلى الشركة المنتجة، ولهذا من الضروري خلق الثقة في نفوس العملاء والمحافظة على هذه الثقة، ولا يتأتى هذا إلا بتسويق منتجات جيدة رخيصة السعر يمكن الاعتماد عليها في ظروف التشغيل المختلفة. ويجب أن توضع نوعية المشتري للمنتج في حسبان المصمم ، فمثلاً لا بد للمنتج المخصص للاستعمالات المنزلية أن يكون صغير الحجم لحدٍّ ما وذا مظهر جذاب بخلاف المنتجات المخصصة للاستعمال بالمصانع أو الورش التي لا يكون لحجمها أو مظهرها الأهمية نفسها بالنسبة إلى المشتري. وتعتبر المهمة الأولى للمصممين والرسامين العاملين في مكاتب التصميم هي تلبية حاجات العملاء، وذلك بتحسين تصميمات المنتجات الموجودة فعلاً في الأسواق وتطويرها وتعديلها ، وعادة يطلب العملاء من إحدى الشركات تصميم ماكينة (مثلاً) بمواصفات أسرع أو أكبر من الماكينة التي تنتجها هذه الشركةٍ، ومن الأمور المعتادة أن تقوم الشركات بإجراء ما يعرف باسم (بحث السوق) وذلك لمعرفة:



المخطط 1-1 الخطوات المنهجية للتصميم الهندسي.

- أ يوجد طلب للمنتج أم لا ؟ وأين توجد الأسواق المحتملة له ؟
- ما نوعية المنتج ؟ وما السعر المناسب له في تلك الأسواق ؟
- أ يناسب التصميم المقترح للمنتج غالبية العملاء أم يفضلون إجراء بعض التغييرات والتعديلات عليه؟

2.1 الحلول الممكنة:

بعد أن يتقرر الغرض الذي سوف يُستعمل فيه المنتج الجديد يجب على مجموعة المصممين ألا تقتنع بأول حل يطرأ على اذهانها لتقوم بعمل بعض التعديلات على هذا الحل للمواءمة بينه وبين المتطلبات الموجودة من المنتج. فاتباع مثل هذا المنهج في التصميم يحد من الأفكار الخلاّقة لمجموعة التصميم. وينتهي - في الغالب - إلى إخراج تصميم سيئ للمنتج. أما المصمم الجيد فيجب عليه أن يبدأ بعمل رسومات يدوية أو رسومات تخطيطية أولية لأكبر عدد ممكن من الحلول الضعيفة، ولكي يقرر هذا لا بد للمصمم أن يضع في حسبانه العوامل الأساسية الآتية :

- كيفية تشغيل المنتج ونوع العمل الذي سيؤديه وطريقة تصنيعهِ.
- رغبات العملاء ومتطلباتهم.
- عوامل التأثير الخارجية (مثل المنتجات المنافسةِ).

وعند إجراء موازنة بين شتى التصميمات المقترحة يفضل التصميم المبني على أيسر الطرائق في تشغيله بشرط أن يحقق هذا التصميم المتطلبات الموجودة بطريقة مناسبةٍ، من دون أن يضيف مشكلات جديدة (كوجود أجزاء ضخمةٍ للغاية مثلاً)، وفي العادة يكون التصميم الذي يحقق أيسر طرائق العمل للمنتج هو أرخص التصميمات وأقلها في احتمالات كسر المنتج أو انهياره في أثناء أداء هذا المنتج وظيفته.

3.1 الحلول المناسبة:

بعد استبعاد الحلول والتصميمات الضعيفة، يقوم الرسامون بعمل رسوم تخطيطية ميسرة كمسودات للحلول البقية. وفي هذه المرحلة، يجب على المصمم ان يستشير المتخصصين في عدة أقسام، بهدف عمل دراسة وافية عن الطرائق المحتملة لتصنيع كل من بدائل الحلول المختلفة. ويمكن لمهندسي الانتاج تقديم النصح في ما يتعلق باختيار وسائل التصنيع المناسبة. ولمّا كان مهندسو الانتاج مسؤولين عن تصميم متطلبات عملية تصنيع المنتج ، فضلاً عن تصميم نماذج الفحص والتفتيش المتنوعة، فلا بد من أن يقوم المصمم باستشارتهم في المراحل المبكرة من تصميم المنتج. وإلا اضطر المصمم إلى تعديل معظم رسوماته وتصميماته في المراحل المتأخرة. وتُعدُّ كمية المنتج المزمع تصنيعها من أهم العوامل المؤثرة في اختيار الوسيلة المناسبة للتصنيع. فحينما تكون الكمية المطلوبة كبيرة، تستثمر – عادة - مبالغ ضخمة في تجهيز العدد والأدوات الخاصة بالتشغيل والتصنيع أو في تحويل جزء من عملية التصنيع (أو كل العملية) بصورة مناسبة. أما متخصصو المواد، كمهندسي المعادن والكيميأويين، فيجب استشارتهم في ما يتعلق باختيار أفضل المواد للاستعمال. وأهم العوامل التي تؤثر في اختيار أية مادة: قوة تحملها ووزنها وثمنها. وإن كانت الأهمية النسبية لكل من هذه العوامل تتوقف على الغرض الذي سيؤديه المنتج. فمثلاً، المواد المستعملة في مركبات الفضاء يجب أن تكون قوية التحمل للغاية وخفيفة بقدر الإمكان.

أما تكاليف إنتاج مثل هذه المواد فتأتي في المرتبة الثانية من الأهمية. وعموماً، يجب على المصمم أن يدرس جميع العوامل المؤثرة في المادة المستعملة. مثل الأحمال القصوى وسرعة دوران اجزاء الماكينات، وتأثير الحرارة واحتمال تعرضها للتآكل.. إلخ .

4.1 الرسومات التخطيطية النهائية:

نتيجة للدراسات التفصيلية يصل المصمم إلى ما يمثل (أفضل الحلول) من وجهة نظره، ففي هذه المرحلة يقوم بحساب الأبعاد الأساسية لأجزاء المنتج المختلفة مع دراسة دقيقة لوضع كل جزء بالنسبة إلى بقية الأجزاء. وتتطلب هذه المرحلة تجهيز الرسوم التخطيطية النهائية بحيث تتفق هذه الرسوم مع المواصفات القياسية الخاصة بالمنتج. وفي هذه المرحلة أيضاً، يجب عمل تحليل ودراسة تفصيلية لكل جزء على حدة ، مع ضرورة ادخال حسابات الأمان ومتطلباته بالنسبة إلى كل جزء، كأن تكون الأسطح الخارجية للمنتج بصورة أشكال هندسية يسيرة وسلسة لتفادي احتمالات الحوادث فضلاً عن إعطاء مظهر جذاب للمنتج.

5.1 رسومات الانتاج والتشغيل:

تؤدي المراحل السابقة من عملية التصميم إلى الوصول إلى الشكل النهائي للمنتج المصمم، وبعد أن تحوز الرسومات التخطيطية النهائية على رضا فريق المصممين، تبدأ مهمة تجهيز الرسومات الخاصة بتشغيل المنتج وتصنيعه. ويتم هذا بتقسيم الرسومات التخطيطية النهائية للمنتج كلّه تقسيما منطقياً على وحدات أصغر، مع وضع جميع الرموز الدالة على تعليمات التشغيل المختلفة لكل وحدة وتوضيحها. وفي هذه المرحلة يعتمد الرسام على خبراته السابقة وعلى المواصفات القياسية الخاصة بهذا المنتج.

6.1 النماذج :

في المراحل الأول من عملية التصميم يلجأ بعض المصممين إلى عمل نماذج بالحجم الطبيعي للمنتج لكي تساعدهم على حساباتهم المتنوعة كما تسهل عليهم تصوراتهم للحلول المتعددة، فإذا لم تكن هناك ضرورة ملحة لعمل نماذج دقيقة بالحجم الطبيعي للمنتج يمكن للمصمم أن يعتمد نماذج مصغرة للمنتج لكي تساعده على دراسة أوضاع الأجزاء الرئيسة من المنتج بالنسبة إلى بعضها. وتبرز أهمية النماذج المصغرة حينما تكون مهمة المصمم هي عمل تصميمات لماكينات وتركيبات آلية معقدة أو عمل تصميمات لوحدات صناعية كبيرة. ويمكن عمل هذه النماذج الصغيرة بواسطة عُددٍ خاصة يمكن الحصول عليها من صانعي النماذج المتخصصين. ولهذه النماذج فائدة أخرى كبيرة بالنسبة إلى المصمم، إذ إنه كثيراً ما يضطر لاستشارة بعض المتخصصين الذين قد لا يجيدون قراءة الرسوم التخطيطية بل يفضلون التعامل مع النماذج لسهولتها، بدلاً من الخوض في أكوام من الرسومات المعقّدة. وفي عدد من صناعات الإنتاج بالجملة، تستخدم المصانع عدداً من متخصصي صنع النماذج المهرة، لعمل أنموذج

طبق الأصل من المنتج. ويُصنع هذا الأنموذج، من واقع الرسومات التخطيطية، من الصلصال أو الخشب، أو من أية مادة أخرى مناسبة، وبعد ذلك، يتم عمل رسومات التشغيل مع الاستعانة بقياس أبعاد بعض الأجزاء من هذا الأنموذج الدقيق.

7.1 الطراز البدئي:

في صناعات الإنتاج بالجملة، بل وحتى في حالات إنتاج دفعات كبيرة من أي منتج، تكون تكاليف تجهيزات التصنيع المختلفة مرتفعة للغاية بحيث لا يجب الشروع في صنع أدلاء التشغيل أو قوالب التشكيل أو غيرها من التجهيزات، إلا بعد التأكد تماماً من خلو التصميم من أية عيوب حتى لو كانت صغيرة. لهذا يقوم المصنع بإنتاج وحدة أو بضع وحدات من المنتج المزمع تصنيعه، وتُعد هذه الوحدة (طرازاً بدئياً) من المنتج، وذلك بهدف كشف العيوب المحتملة في التصميم، قبل البدء في تنفيذ خطوات التصنيع النهائية. وعلى هذا الطراز البدئي تجرى سلسلة من الاختبارات القاسية التي تصل إلى حدّ اختبار أحد هذه النماذج البدئية إلى أن يتم كسره. وذلك لمعرفة مدى مقدرة المنتج على تحمل ظروف العمل المتوقعة، كما يقوم المتخصصون باختبار الطراز البدئي من نواحي التصميم أجمعها. وعلى الرغم من أن تكلفة أية طراز بدئي تفوق بكثير تكلفة تصنيع أي وحدة من وحدات المنتج بوسائل الإنتاج الكبير، إلا أن لهذه التكاليف الباهظة ما يبررها، إذ إن الاختبارات التي تجرى على الطراز البدئي تعطي الخبراء الفرصة الأخيرة لنقد التصميم نقداً بناءً قبل البدء في تصميم التجهيزات والعدد المطلوبة لإنتاجه.

8.1 التطوير:

كثيراً ما يتم تعديل المنتج، بعد عرضه بالأسواق، تطبيقاً للمقترحات التي ترد إلى الشركة المنتجة. وذلك بهدف تحسين المنتج أو لتلافي بعض العيوب التي تكون قد ظهرت في الطراز الذي طُرح في الأسواق، أو لإجراء تعديلات معينة لجعل المنتج يتلاءم مع ظروف تشغيل تختلف عن الظروف التي صُمِّم من أجلها. وفي كثير من الحالات تكون التعديلات من الكثرة بحيث يجد المصممون أن الأفضل هو إجراء تغيير جوهري في الطراز الأصلي من المنتج، بحيث يشتمل هذا التغيير على كل مقترحات التعديل، وبذلك يتم إنتاج طراز جديد أو (موديل) جديد من المنتج. وهذه التطويرات والتعديلات دعت الشركات المنتجة إلى إضافة العبارة التالية (أو أية عبارة أخرى تفيد المعنى نفسه) في معظم النشرات الإعلانية عن المنتجات ((نظراً لاستمرار التطور في تصميم هذا المنتج، فان مواصفات المنتج المذكورة في هذه النشرة لن تكون ملزمة للشركة المنتجة في كل تفصيلات المنتج وأبعادها، وقد يتم تعديل هذه المواصفات من دون إخطار سابق)) .

9.1 شراء بعض الأجزاء المصنعة:

من المعروف أن معظم المصانع تتجه إلى التخصص في تصنيع صنف معين أو طراز معين من المنتجات. وعلى مر السنين، يكتسب كل مصنع الخبرات الضرورية، وتتوافر فيه المعدات الخاصة الكفيلة بتحسين انتاجه من هذا المنتج المعين. وبتركيز الجهد والموارد، يتخصص المصنع تدريجياً بحيث يكون قادراً على إنتاج كميات كبيرة من هذا المنتج. وبذلك يمكن الإفادة من مزايا الإنتاج الكبير (الإنتاج بالجملة)، وكنتيجة لهذا التخصص، يكون في إمكان مصانع الإنتاج بالجملة أن تقوم بتسويق منتجاتها بأسعار منخفضة. وينتج عن هذا أنه ، في كثير من الحالات قد يكون من الأفضل للمصمم أن يشتري بعض أجزاء المنتج من تلك المصانع المتخصصة، بدلاً من أن تقوم شركته بتصنيعها بنفسها. وعلى سبيل المثال، المسمار الملولب الذي يمكن شراؤه من إنتاج المصانع المتخصصة نظير مبلغ زهيد، قد يكلف أضعاف ذلك المبلغ إذا قامت الشركة بتصنيعه. لهذا يجب على المصمم الهندسي أن يكون مطلعاً على الكتالوجات والدوريات الهندسية باستمرار، لكي يتعرف على تفصيلات المنتجات الجديدة المتاحة في الأسواق، وعلى أحدث التطورات في مجالات اهتمامه.

الخلاصة

إن تصميم منتج جديد أو تعديل منتج موجود اصلا يرتكز على عدة خطوات مهمة تُعد الهيكل الأساسي لطرح أي منتج في السوق عن طريق عمل رسوم تخطيطية يدوية كمسودات ومن ثم دراسة الحلول الممكنة وتحليلها أجمعها وصولاً إلى عمل نماذج مصغرة ونماذج بالحجم الطبيعي، فضلاً عن ذلك استشارة الخبراء، وبعد ذلك تعد الرسومات التخطيطية النهائية. هذه الخطوات أجمعها تنتج أنموذجاً أولياً وبالتالي تؤدي إلى إعداد رسومات التشغيل والإنتاج من المنتج.

أسئلة الفصل

1. عرّف التصميم، وما الخطوات المطلوبة لتصميم أي منتج؟
2. ما الأمور الواجب أن تتبعها الشركات لأجل إجراء بحث السوق؟
3. لكي يقوم المصمم باستبعاد الحلول الضعيفة يجب أن يضع في حسبانه عدداً من العوامل الرئيسة. اذكر هذه العوامل.
4. اشرح أهمية التأكد من وجود الطلب على أي منتج جديد، قبل البدء في تصميم المنتج وتصنيعه. وما العوامل التي قد تؤثر في وجود طلب على أي منتج؟
5. بين الفرق بين الأنموذج و الطراز البدئي، و لماذا يصنع الطراز البدئي؟
6. لماذا يلجأ عدد كبير من المصانع إلى شراء بعض الأجزاء المطلوبة لمنتجاتهم، بدلاً من أن يقوموا هم بإنتاجها؟

الفصل الثاني

استنتاج المسقط الثالث

الاهداف

في نهاية هذا الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:-

1. **يرسم المسقط المفقود لأغلب الأشكال السيراميكية الهندسية.**
2. **يكتسب مهارة في وصف الشكل السيراميكي لأكثر من اتجاه.**

تمهيد:

يعد ليوناردو دافنشي من أوائل من اعتمد نظرية إسقاط المنظور في توضيح أفكاره، وكذلك أرسى الفرنسي جوسبار مونج أسس الإسقاط في الربع الأول إلى أن تبنّت الولايات المتحدة الأميركية وكندا الإسقاط في الزاوية الزوجية الثالثة، واليوم يُعد الإسقاط أساس الرسم والتصميم الهندسيين، فهما السبيل لنقل التكنلوجيا. وقد تعلمتَ في السنوات السابقة طريقة تمثيل الأجسام برسم مساقطها الرئيسة وفي هذا الفصل ستتعلم استنتاج المسقط الثالث عن طريق معرفة مسقطين فحسب.

1.2 تمثيل السطوح في المساقط

الإسقاط عبارة عن طريقة لتمثيل الأجسام على السطح المستوي. والمسقط هو الأثر الناتج من إسقاط أشعة مستقيمة على جسم بمستوى معين.و الغرض الرئيس للرسم الهندسي هو اعتماده دليلاً لتصنيع الشكل المرسوم أو تنفيذه، ولهذا السبب ينبغي أن يحوي الرسم الهندسي جميع المعلومات المطلوبة لوصف الشكل الحقيقي للجسم المطلوب تصنيعه بصورة دقيقة وواضحة من دون غموض أو لبس. فعند الرسم بطريقة الإسقاط يجب أن يكون عدد المساقط بالحد الأدنى بشرط أن يعطي فكرة كاملة وواضحة عن شكل الجسم. ويُعدّ رسم ثلاثة مساقط كافياً لتوضيح معظم الأجسام، وعادة يتم اختيار المساقط الآتية :

- المسقط الأمامي (Elevation View).
- المسقط الجانبي (Side View).
- المسقط الأفقي (Plan View).

وسوف يتم الإسقاط في الزاوية الزوجية الأولى .

2.2 استنتاج المسقط الثالث

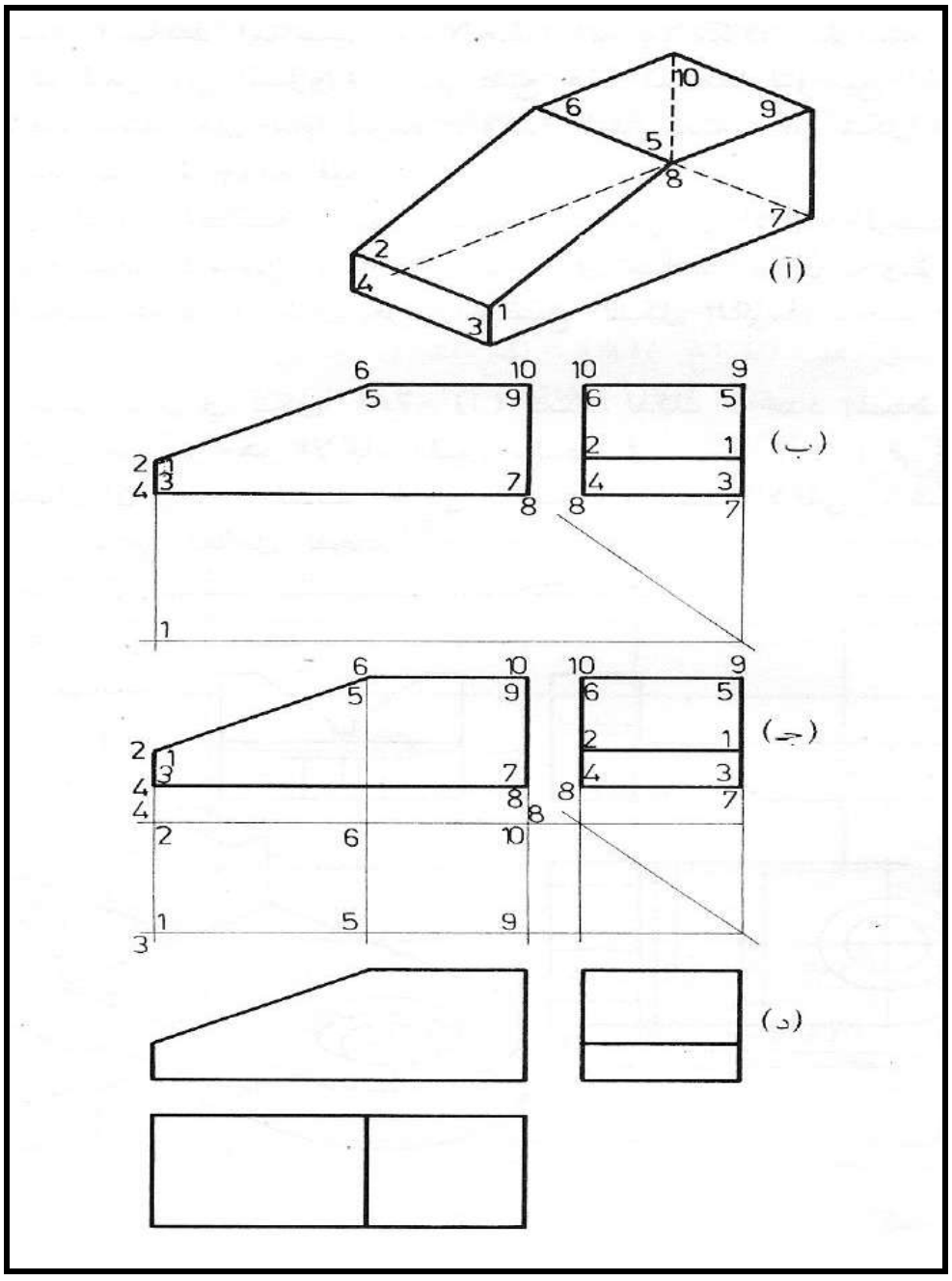
يمكن استنتاج المسقط الثالث من مسقطين معلومين وذلك من العلاقة الموجودة بين المساقط، كما في الشكل (1.2).

إذ يبين شكل (أ) الرسم المنظور لقطعة معينة أشرت أركانها بأرقام. ويمثل شكل (ب) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي، ووضعت الأرقام في المسقطين على النقاط المناظرة لها كما يأتي.

إذا كانت نقطة الجسم ظاهرة في المسقط وضع رقمها داخل الزاوية، أما إذا كانت النقطة غير ظاهرة في المسقط فيوضع رقمها خارج الزاوية، فمثلاً النقطة (1) ظاهرة في كلا المسقطين، لذا وضع الرقم (1) داخل الزاوية. والنقطة (2) ظاهرة في المسقط الجانبي ورقمها موضوع داخل الزاوية وغير ظاهرة في المسقط الأمامي لذا وضع رقمها خارج الزاوية.

إن الترقيم بهذا الترتيب، أي تعيين النقاط المتناظرة بالأرقام أنفسها، يساعد كثيراً على استنتاج المسقط الثالث للنقاط إذا كانت معلومة في مسقطين. وقبل البدء بالرسم حاول تصور المسقط الأفقي.

وارسم خطاً مائلاً بزاوية °45 من نقطة مناسبة بين المسقطين. لإيجاد المسقط الأفقي للنقطة (1) ارسم خطاً عمودياً من النقطة (1) في المسقط الجانبي. ثم من نقطة تقاطع هذا الخط المائل ارسم خطاً أفقياً إلى اليسار. ومن النقطة (1) في المسقط الامامي ارسم خطاً عمودياً إلى الأسفل. ويعطي تلاقي هذا الخط مع الخط الأفقي المسقط الأفقي للنقطة (1)، شكل (ب) . ويمكن بالطريقة نفسها إيجاد المسقط الأفقي لبقية النقاط، شكل (ج)، مع ملاحظة رسم خطوط الاسقاط بقلم صلب وبسمك رفيع جداً. وتمحى خطوط الإسقاط والأرقام ثم توصل النقاط بخطوط سميكة لكي يتم رسم المسقط المطلوب كما في شكل (د).



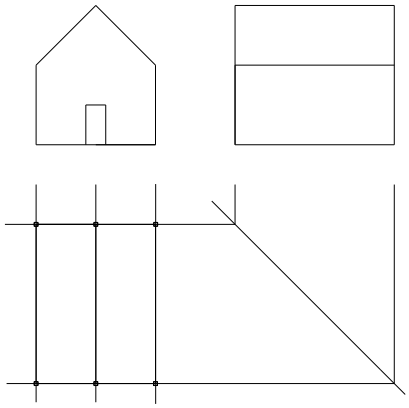
الشكل 2-1 استنتاج المسقط الأفقي من المسقط الأمامي والجانبي

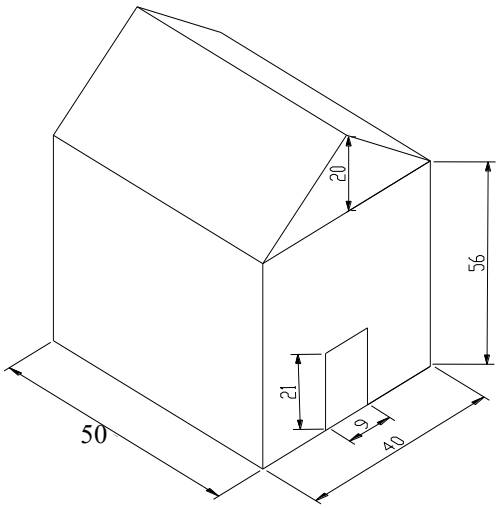
أمثلة محلولة

مثال 1.2: ارسم المسقط الأفقي.

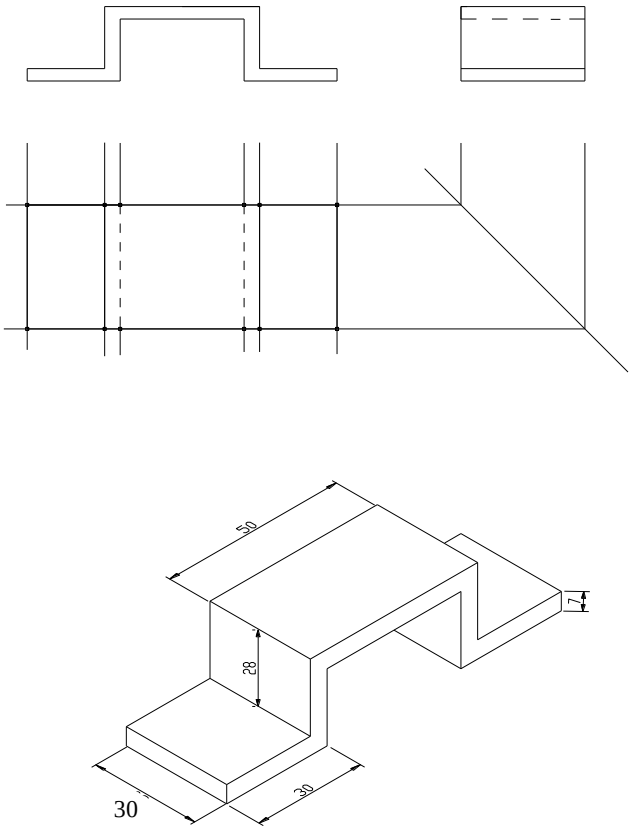
ملاحظات عامة:

1. أولى الخطوات لإيجاد المسقط المطلوب هي برسم زاوية 45 درجة بين المسقطين المعطيين كما في ادناه.
2. نسقط كل التفصيلات الموجودة في المسقطين المعطيين لكي نجد المسقط الأفقي المطلوب.





مثال 2.2:- ارسم المسقط الثالث.

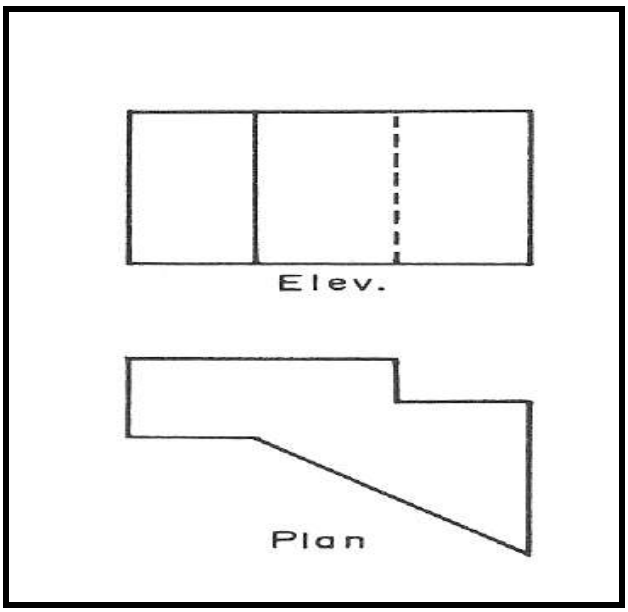


الخلاصة

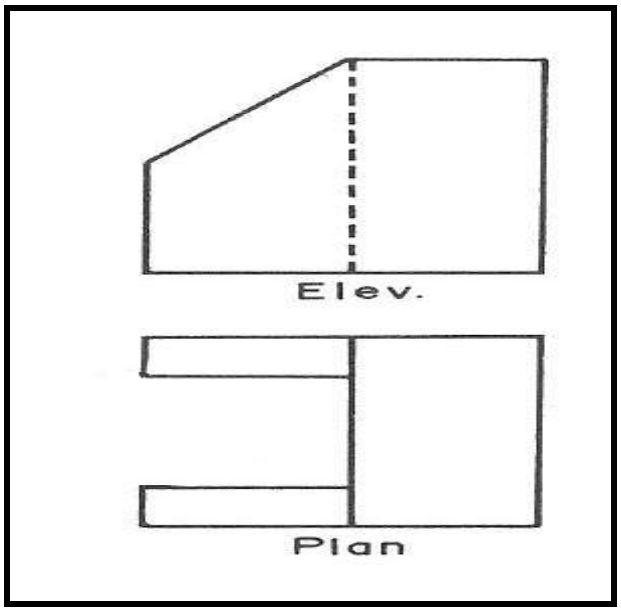
الإسقاط عبارة عن طريقة لتمثيل الأجسام على السطح المستوي. بمعنى آخر تحويل الشكل الثلاثي الأبعاد إلى ثنائي الأبعاد، وذلك بتخيل النظر إليه من أكثر من مستوٍ (أمامي، وجانبي، ورأسي). وفي بعض الأحيان لإظهار تفاصيل أكثر يؤخذ بمستويات إسقاط غير المتعارف عليها، ويتعدى إلى المستوي الأسفل والأيمن والأيسر والخلفي. ويتم إيجاد المسقط المفقود بجمع المعلومات الضرورية من المسقط المعطى وتحويل هذه المعلومات ذهنياً بما يتلاءم والمسقط المطلوب استنتاجه لكي يثَّبت على ورقة الرسم.

تمارين: للأشكال (2-1)و لغاية (2-16) ارسم بمقياس رسم مناسب المسقط الثالث

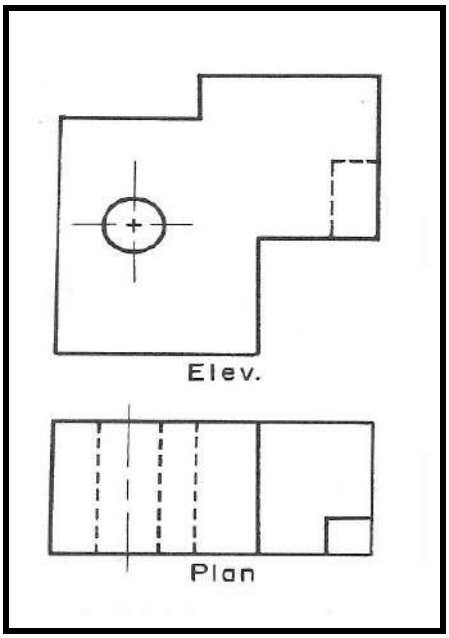
ملاحظة: تؤخذ الأبعاد من الرسم.



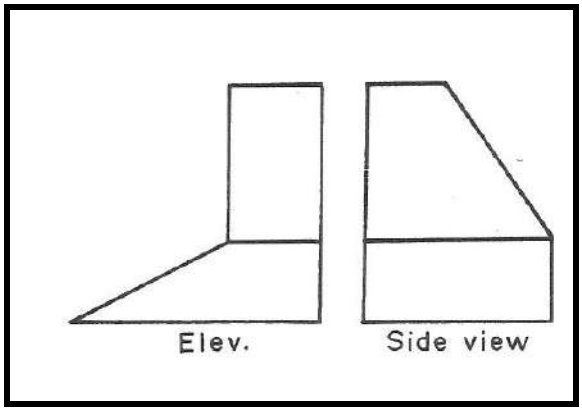
شكل 2-1



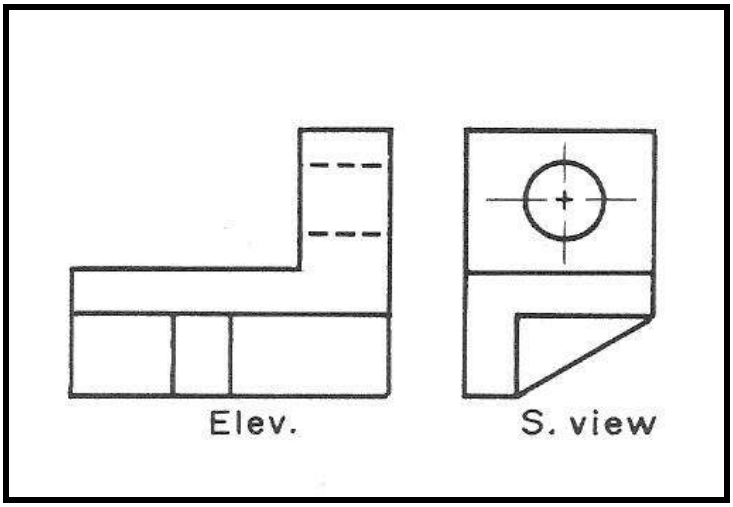
شكل 2-2



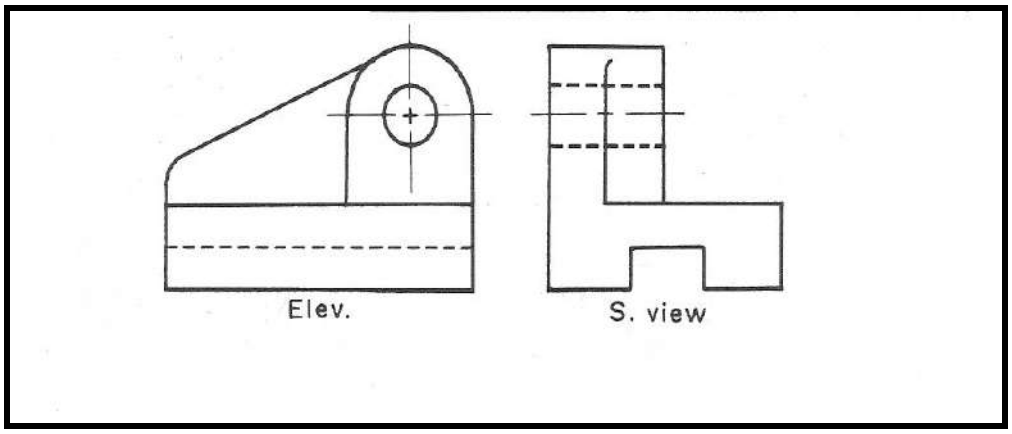
شكل 2-3



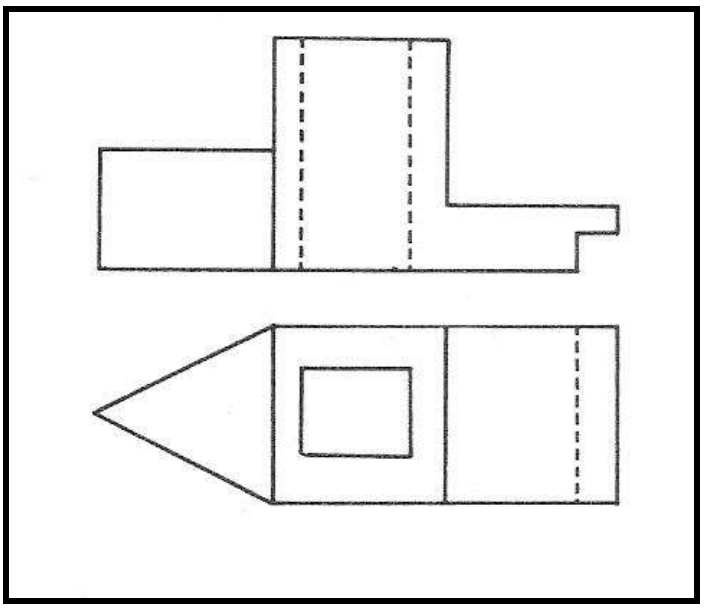
شكل 2-4



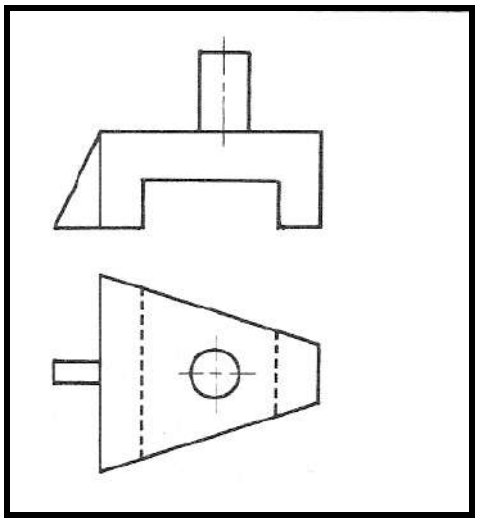
شكل 2-5



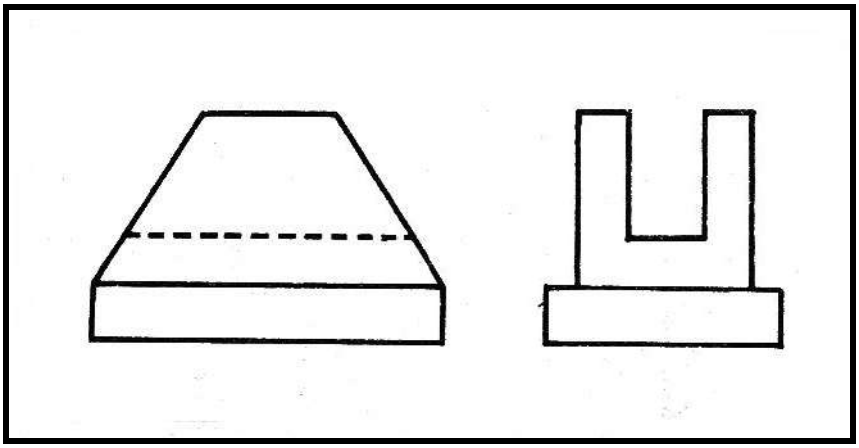
شكل 2-6



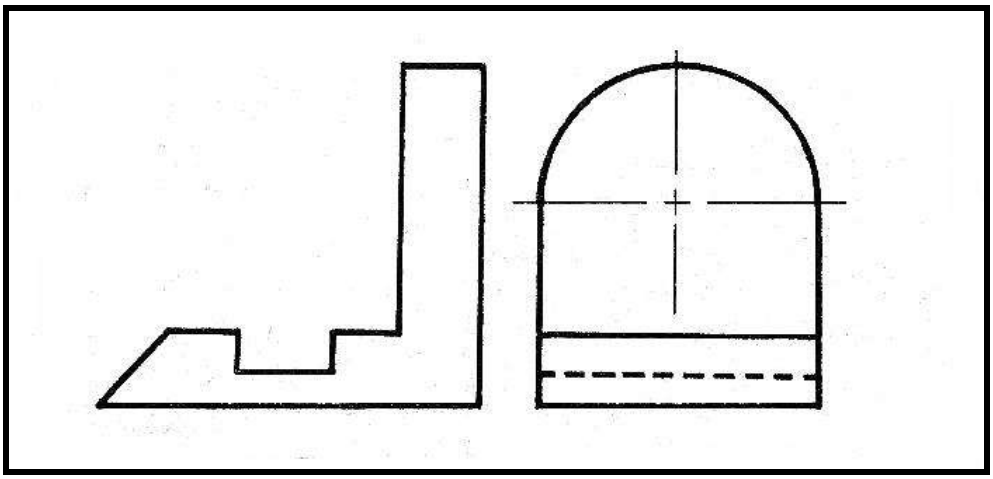
شكل 2-7



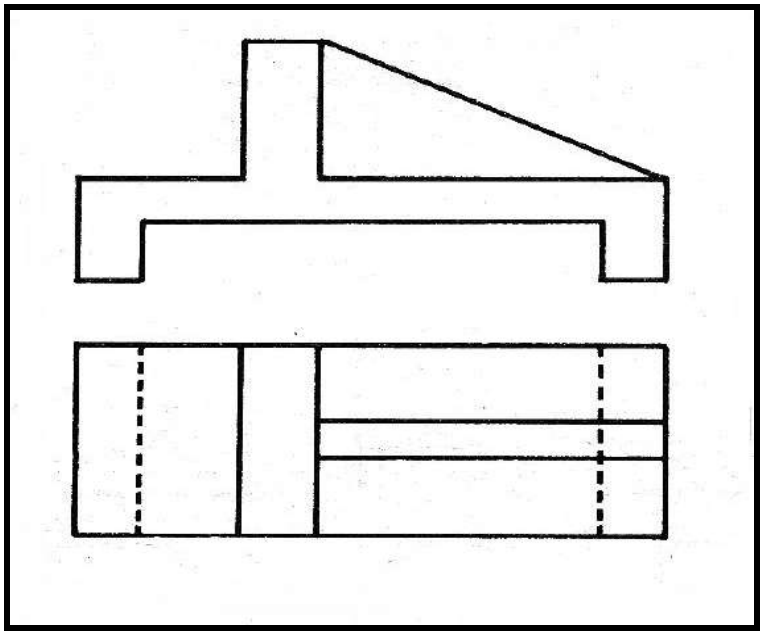
شكل 2-8



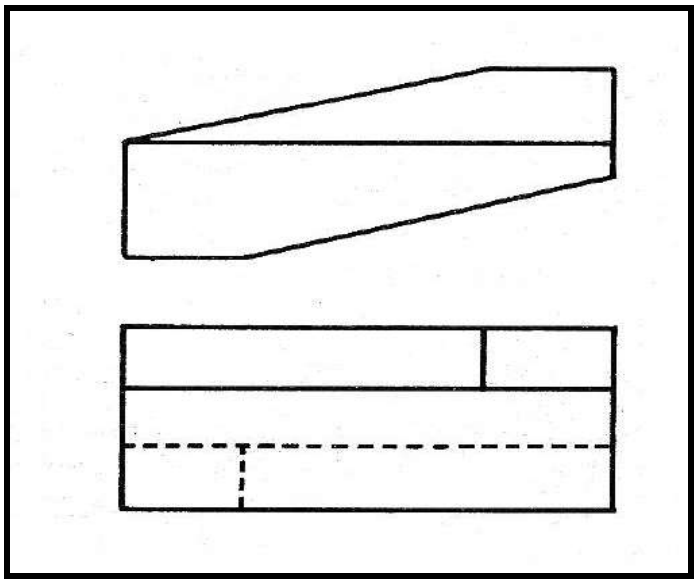
شکل 2-9



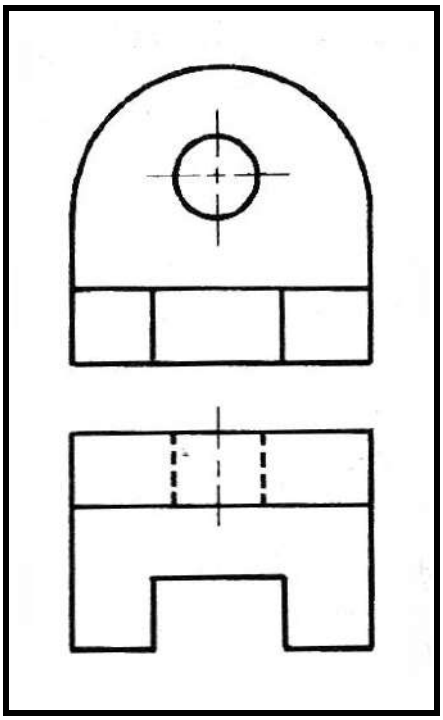
شکل 2-10



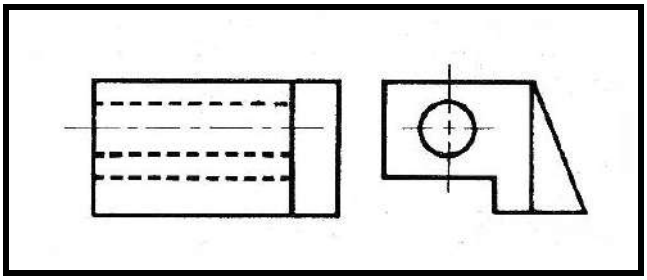
شکل 2-11



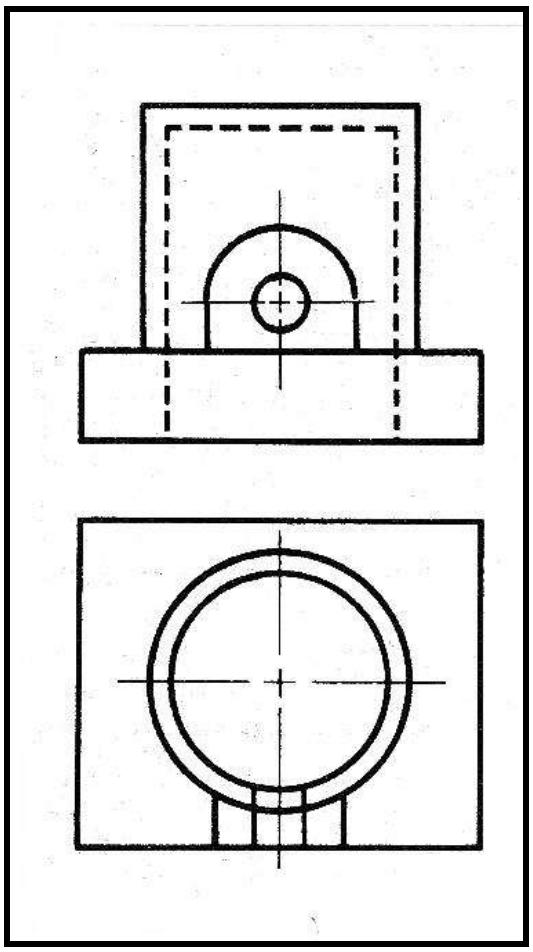
شكل 2-12



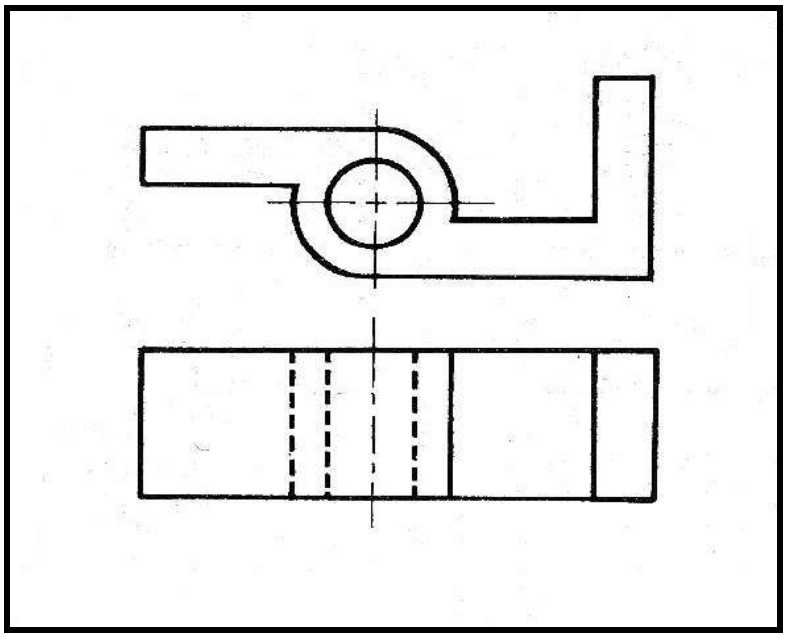
شكل 2-13



شكل 2-14



شكل 2-15



شكل 2-161

الفصل الثالث

القطاعـات في المسـاقط

الأهداف

في نهاية هذا الفصل سيكون الطالب قادراً على أن :-

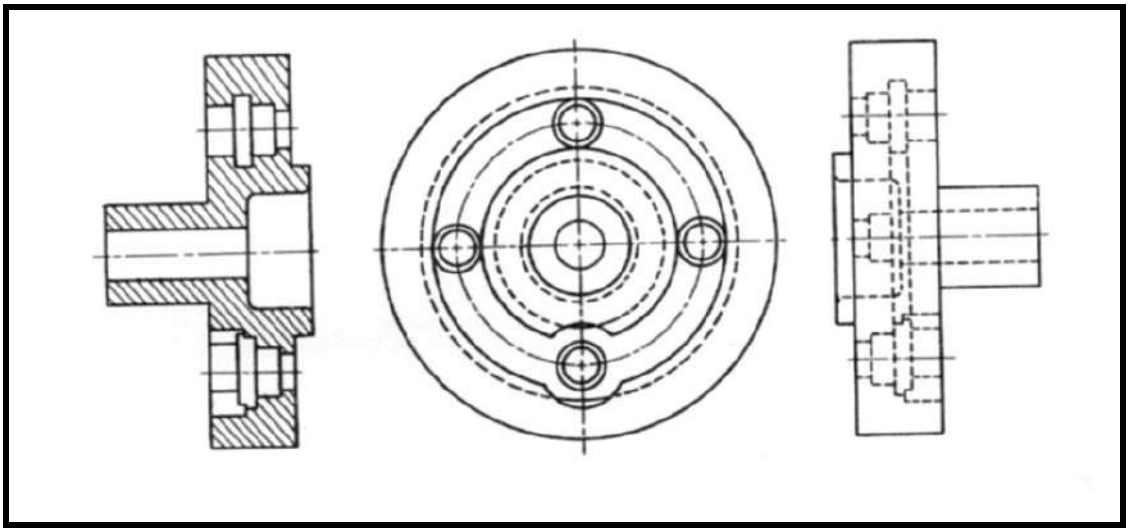
1. **يعرف القطوعات بأنواعها .**
2. **يحدد نوع القطع المطلوب لإظهار التفاصيل المخفية للأشكال الهندسية.**
3. **يتعرف على أنواع المواد المستعملة في الرسم عن طريق قطوعاتها.**
4. **يرسم مقطعاً بهيئته المقطوعة.**

تمهيد:

تدربتَ في الفصل السابق على تمثيل الجسم بثلاثة مساقط، وأن مسقطين كانا كافيين في بعض الحالات لتعريف الجسم وتمثيله بنحوٍ كامل، ولكن ومع تعدد الأجزاء المكونة للجسم ولا سيما الأجزاء الداخلية كالثقوب والتجاويف صارت طريقة التمثيل بمسقطين اثنين غير كافية وحتى ثلاثة مساقط. وأن أفضل طريقة لحل تلك الاشكالات يتمثل في تخيل مستوي قطع وهو يقطع الجسم إلى جزأين منفصلين ومشاهدة واجهة القطع الأمامي للجزء الباقي فنحصل على المسقط القطاعي أو ما يسمى بـ(القطاع).

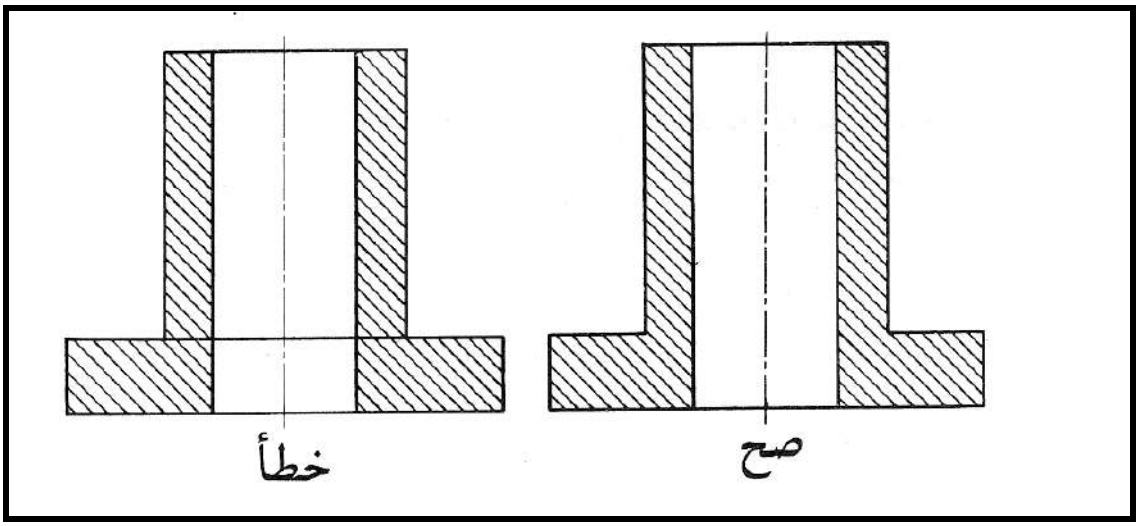
1-3 رسم القطاع في المساقط:

في السابق كان توضيح الأجسام يتم عن طريق رسم مساقط تبين الأجزاء العديدة لهذه الأجسام، أما الحفر والتجاويف المخفية فقد عبرنا عنها في الرسم بخطوط متقطعه سميناها بالخطوط المخفيه يفيد استعمال الخطوط المتقطعة في توضيح الأجزاء المخفية البسيطة، أما المساقط التي تحوي خطوطاً مخفية كثيرة ومتشابكة فإنها مظللة وتسبب الإرباك وتكون صعبة الفهم. ويبين شكل(3-1) مثالاً لذلك، ولمعالجة هذه الحالة هناك طريقة ثانيه لتمثيل الأجزاء غير الظاهرة في رسم المسقط وهي رسم ما يسمى بالمسقط المقطوع، لاحظ المقطع الجانبي الأيمن في شكل (3-1) .



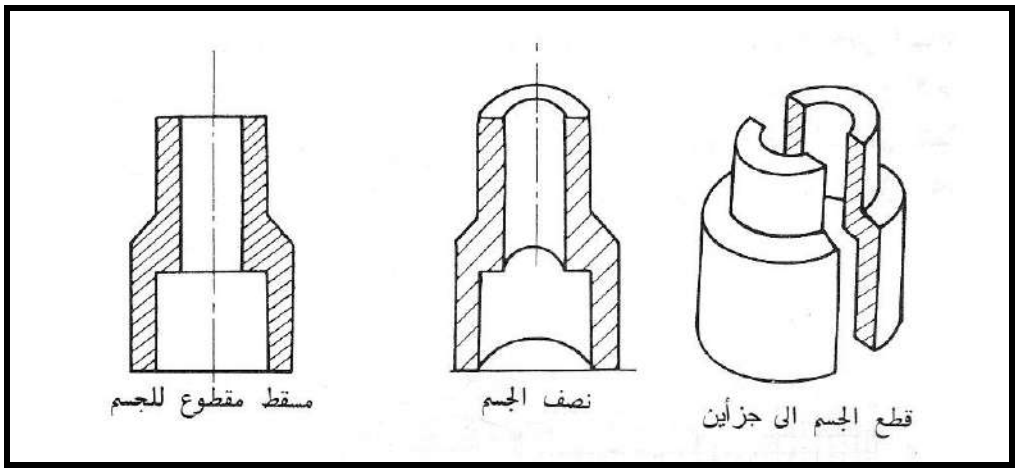
الشكل 3-1 مقطع جانبي أيمن

ولتمييز السطوح المقطوعة من غيرها ترسم عليها خطوط القطع، وهي عبارة عن خطوط رفيعة مستمرة ترسم بزاوية 45° مع الأفق تسمى بخطوط التضليل. علما أنه يجب تجنب رسم خطوط مخفية في المساقط المقطوعة إلا في الحالات الضرورية، شكل (3-2).



الشكل 3-2 التمثيل الصحيح لخطوط القطع

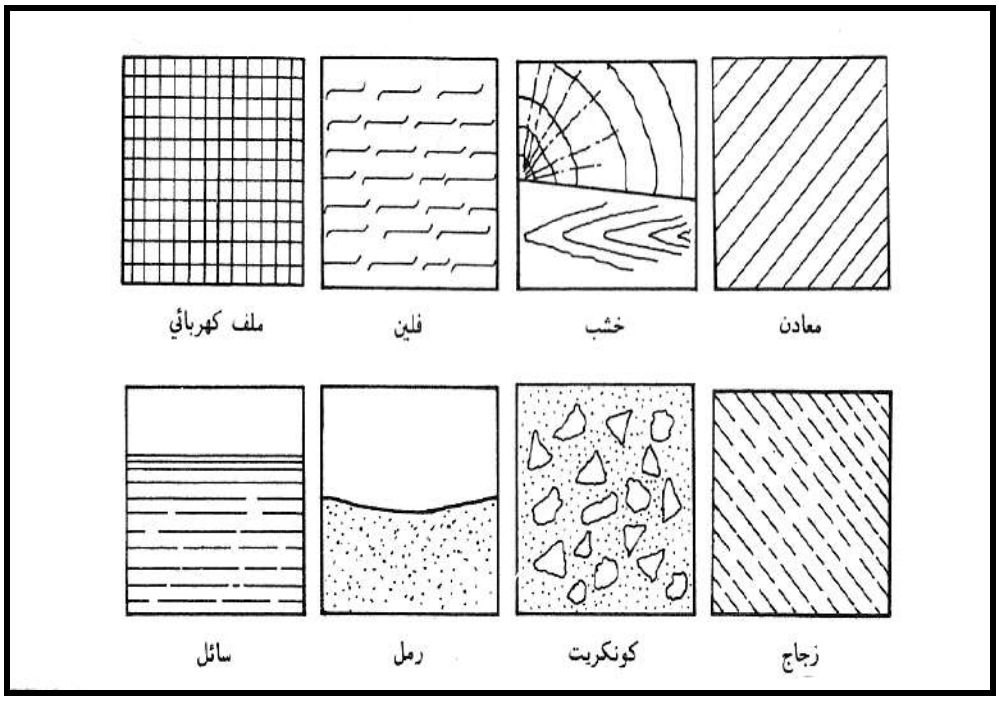
ويمكن توضيح رسم المقطع بتصور الجسم مقطوع إلى جزأين بواسطة سطح مستوٍ يدعى (مستوى القطع) يمر خلال المنطقة المراد توضيح أجزائها الداخلية، ثم إزاحة الجزء الأمامي ورسم ما بقي من الجسم، شكل (3-3).



الشكل 3-3 طريقة تصور عملية القطع

3-2 رموز تمثيل السطوح المقطوعة

هناك رموز خاصة لتمثيل المواد المعدنية وبعض المواد غير المعدنية كالخشب والفلين والزجاج وغيرها، ويبين الشكل (3-4) بعض هذه الرموز.

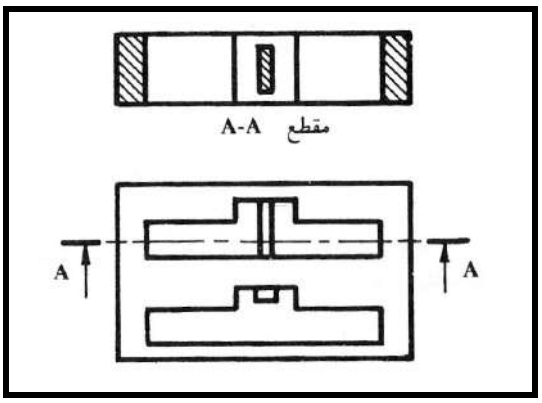


الشكل 3-4 رموز تمثيل السطوح المقطوعة

3-3 أنواع المقاطع

3-3-1 المقطع الكامل Full Section

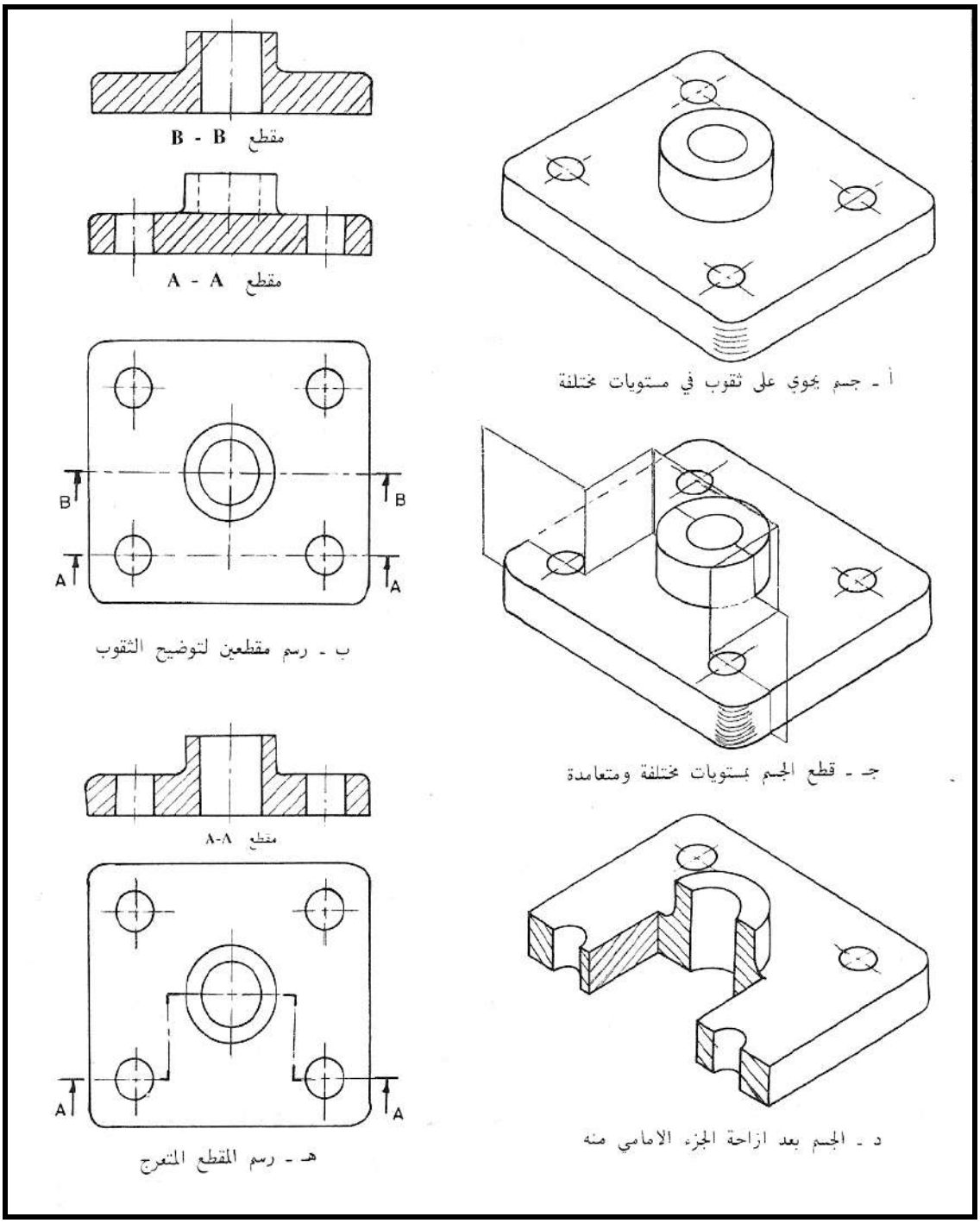
ان المسقط المقطوع الناتج من إمرار مستوي القطع خلال كل الجسم يسمى بالمقطع الكامل، شكل (3-2)، ويمكن أن يكون المقطع الكامل في أي من المساقط المختلفة كالمسقط الأمامي والمسقط الجانبي والمسقط الأفقي، إذ يمر مستوي القطع في الأشكال المتناظرة عادة خلال منتصف الجسم، ولا يحتاج إلى توضيح، أما إذا كان موقع مستوي القطع في موضع شك فيجب تحديد ذلك في أحدى المساقط المناسبة، ويتم تحديد موقع مستوي القطع برسم خط متسلسل رفيع ذي نهايتين سميكتين، يرمز إلى مستوي القطع بحروف تكتب بجوار الأسهم المستندة إلى خط مستوي القطع والدالة على اتجاه المعاينة شكل (3-5) .



الشكل 3-5 قطاع كامل يوضح موقع مستوي القطع

2-3-3 المقطع المتعرج (قطاع الإزاحة) Offset section

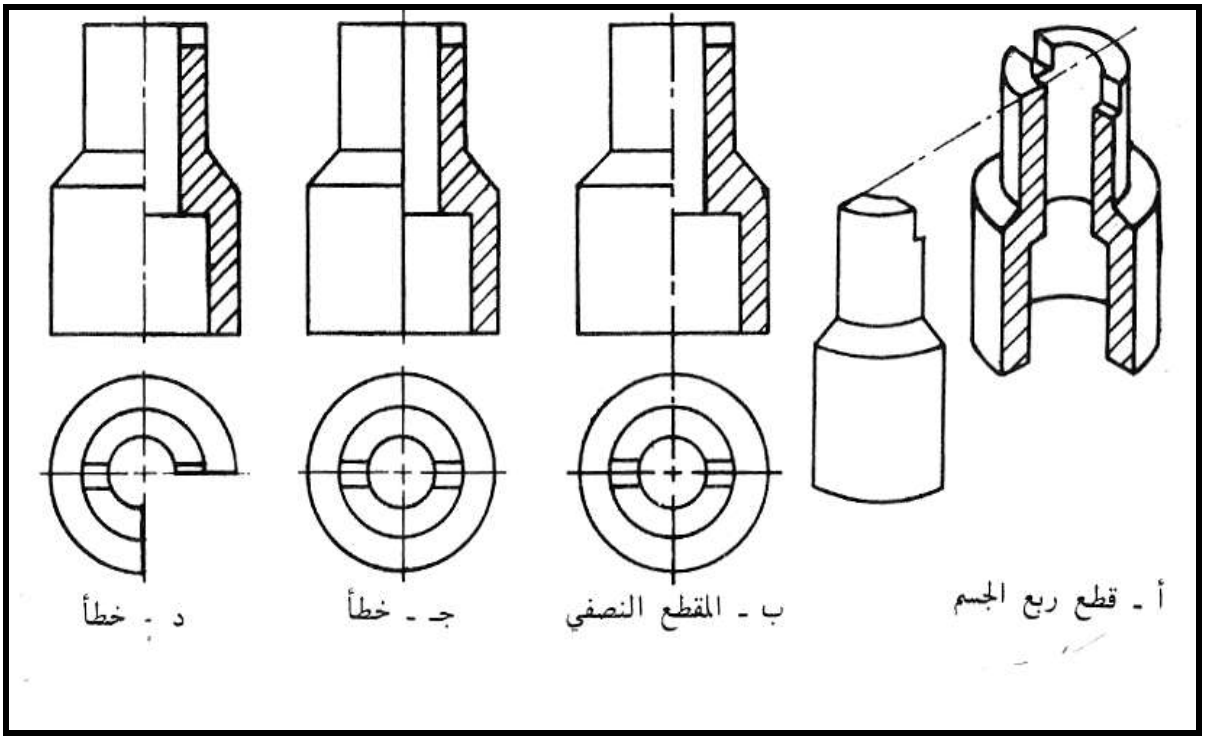
تدعو الحاجة أحياناً إلى توضيح تجاويف غير واقعة في مستوٍ واحد، ولا يمكن توضيحها برسم مقطع واحد يمر خلال الجسم، فمثلاً لتوضيح جميع الثقوب الموجودة في الجسم المرسوم في شكل (3-6-أ) يتم من قطع الجسم بعدة مستويات ومتعرجة بزوايا قائمة بحيث يمر القطع خلال جميع التجاويف الموجودة في الجسم كما في الشكل (3-6-ج) ثم إزاحة الجزء الأمامي شكل (3-6- د) ورسم بقية الجسم ويجب - في هذه الحالة- تحديد موضع القطع بخطوط متسلسلة رفيعة على أن تكون سميكة عند النهايتين .



الشكل 3-6 المقاطع المتعرجة

3-3-3 المقطع النصفي Half Section

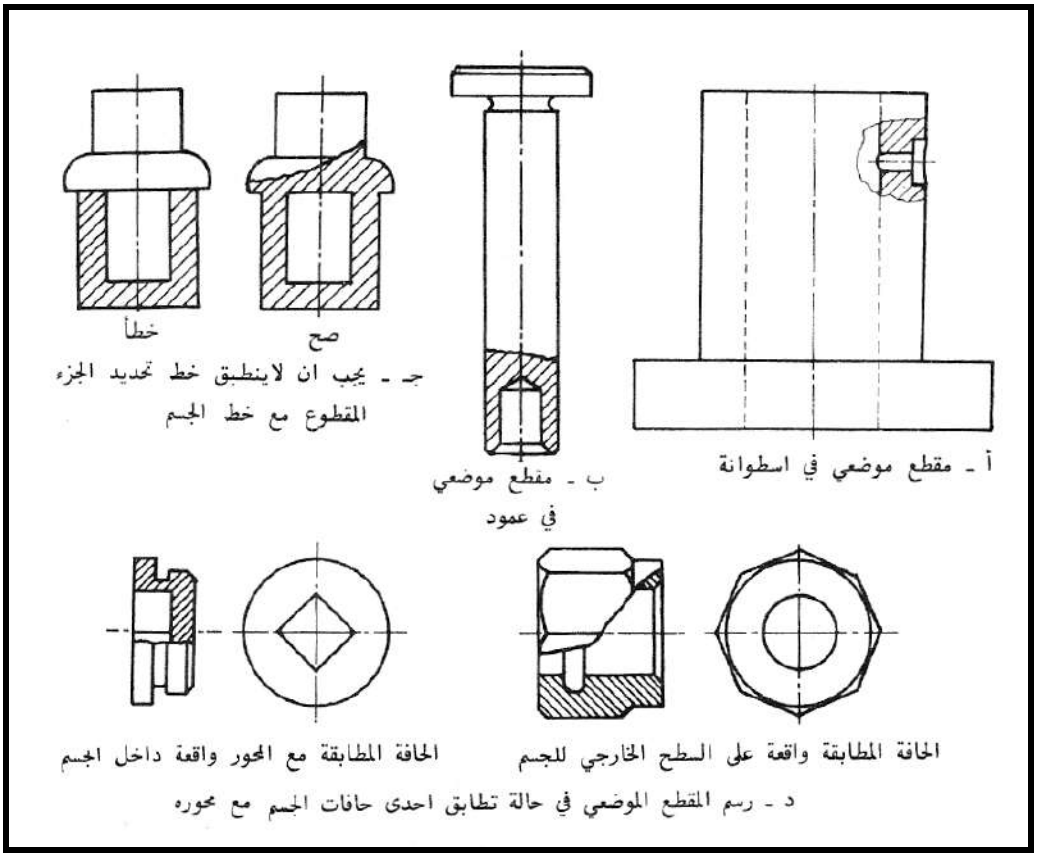
عند قطع ربع الجسم كما في شكل (3-7-أ) ورسم بقيته نحصل على مسقط نصف مقطوع، ويسمى- أيضاً- بالمقطع النصفي، ويوضح شكل (3-7- ب) المسقط مقطوع الأجزاء الداخلية فضلاً عن التفصيلات الخارجية للجسم في رسم واحد من دون الحاجة إلى رسم الخطوط المخفية، ويزيد ذلك من سهولة الرسم ويمكن رسم الخطوط المخفية عند الضرورة، لاحظ بأن خط المحور هو الذي يفصل بين النصف المقطوع وغير المقطوع من المسقط، ولا يجوز رسم خط مستمر كما في شكل (3-7-ج) لتمثيل حافة السطح المقطوع.



الشكل 3-7 المقاطع النصفية

3-3-4 المقطع الموضعي Part of Local Section

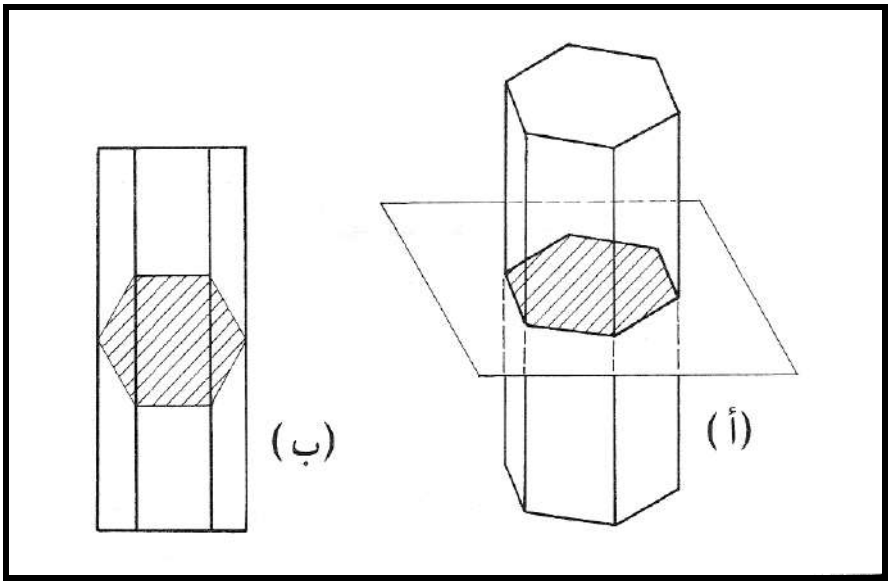
لتوضيح بعض الأجزاء الداخلية لجسم ما ليست هنالك حاجة دائماً إلى رسم مقطع كامل أو مقطع نصفي، بل يمكن الاكتفاء بإمرار القطع في الجزء المعني فحسب، إذ تبقى بقية الجسم بصورة مسقط غير مقطوع يحدد الجزء المقطوع بخط رفيع متعرج، شكل (3-8-أ).



الشكل 3-8 المقطع الموضعي

3-3-5 المقطع المدار Revolved Section

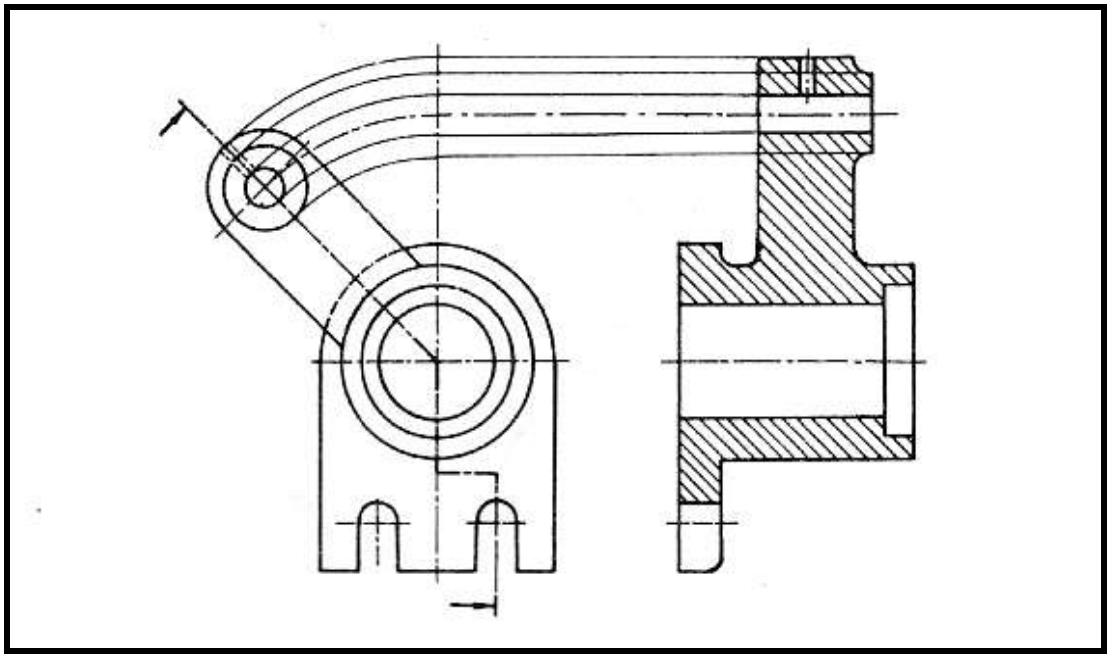
يمكن توضيح شكل المقطع العرضي للقضبان والأذرع وغيرها من الأجزاء المشابهة برسم مقطع مدار على المسقط الطولي للجسم، ويتم هذا النوع من القطع بتصور مستوي قطع عمودي على محور الذراع أو غيرها من الأجسام، كما في شكل (3-9-أ)، ثم تدوير مستوي القطع في موضعه بزاوية 90° لينطبق مع مستوى الرسم، إذ نحصل على صورة المقطع العرضي لذلك الجسم، كما في شكل (3-9-ب).



الشكل 3-9 المقاطع المدارة

6-3-3 المقاطع الاصطفافية (مقاطع المحاذاة) Alignment Sections

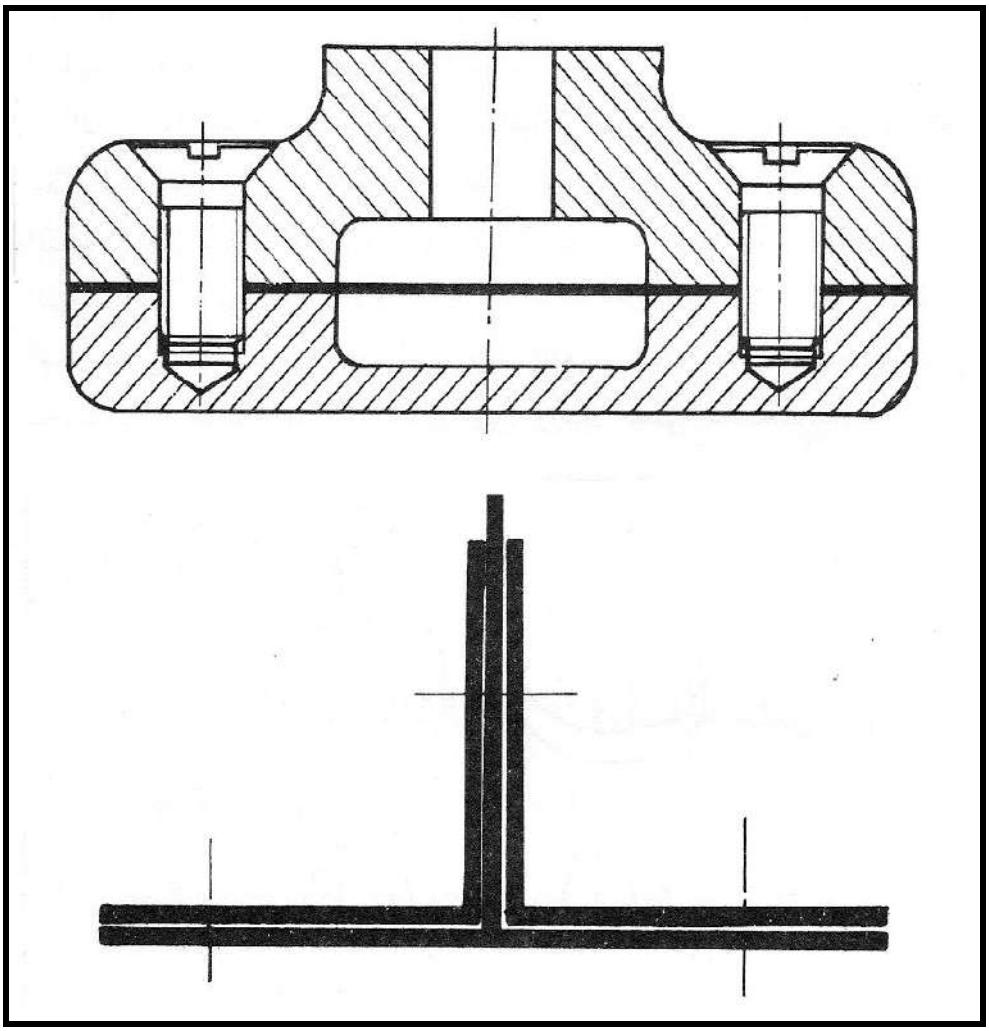
لغرض تضمين المقطع على أجزاء معينة ومائلة بزاوية مع مستوي القطع يمكن حني مستوي القطع بحيث يمر من خلال تلك الأجزاء. ثم نتصور المستوي الذي يحتوي تلك الأجزاء مداراً إلى المستوي الأول. (مصطف باتجاه واحد)، ثم إسقاط المقطع كي يعطي الشكل الحقيقي للجزء المائل، كما في الشكل (3-10).



الشكل 3-10 المقاطع الاصطفافية

7-3-3 مقاطع الاجسام قليلة السمك

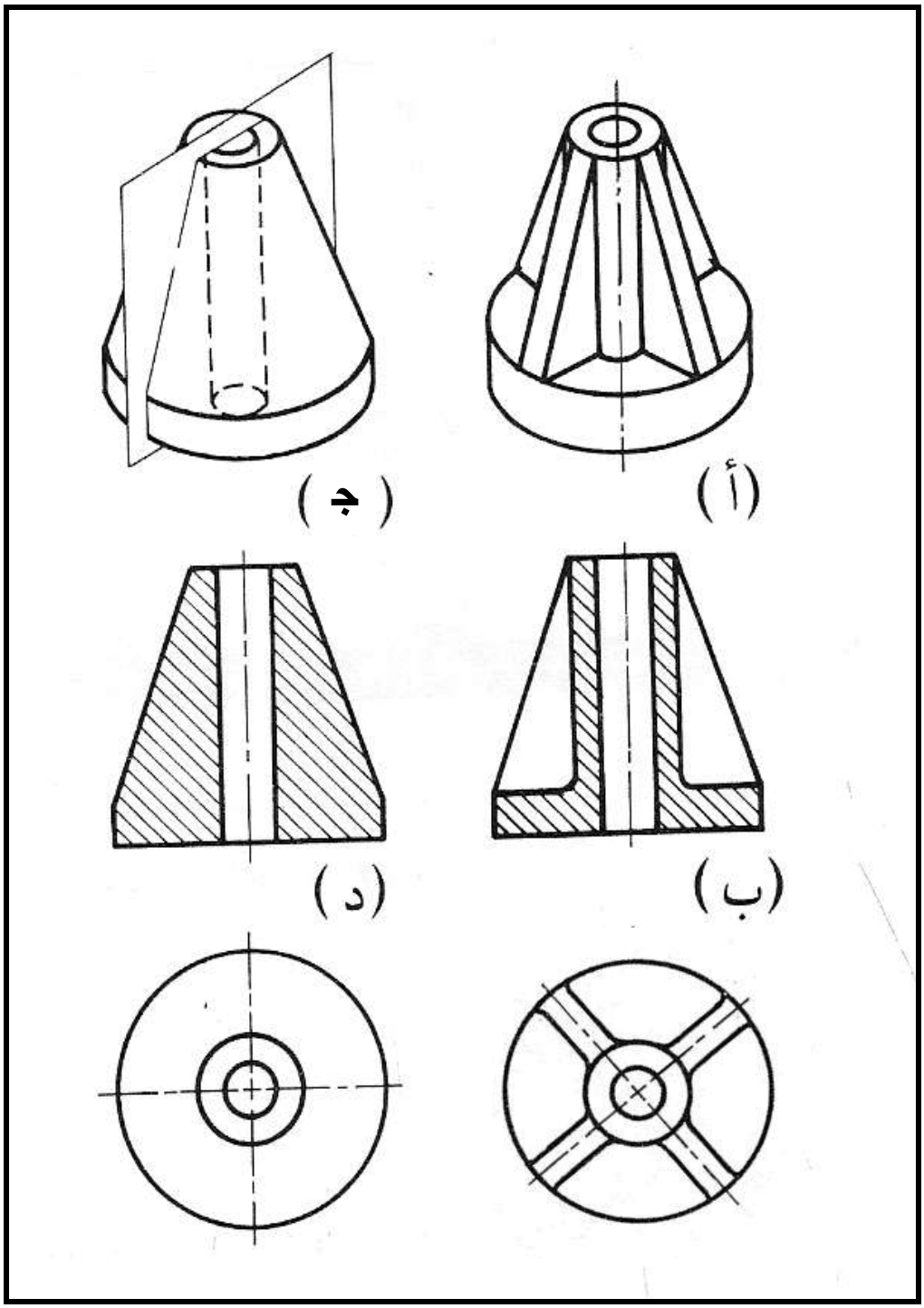
ترسم مقاطع الأجزاء التي سمكها قليل نسبياً مثل الصفائح أو مقاطع القضبان إذا كانت مصغرة وغيرها .بصورة خطوط مفردة سميكة. وذلك لعدم وجود الحيز الكافي لرسم خطوط القطع عليها، وعند وجود اجزاء متجاورة منها يترك فراغ بينها لزيادة التوضيح، شكل (3-11).



الشكل 3-11 مقاطع الاجسام قليلة السمك

3-4 أجزاء لا تقطع

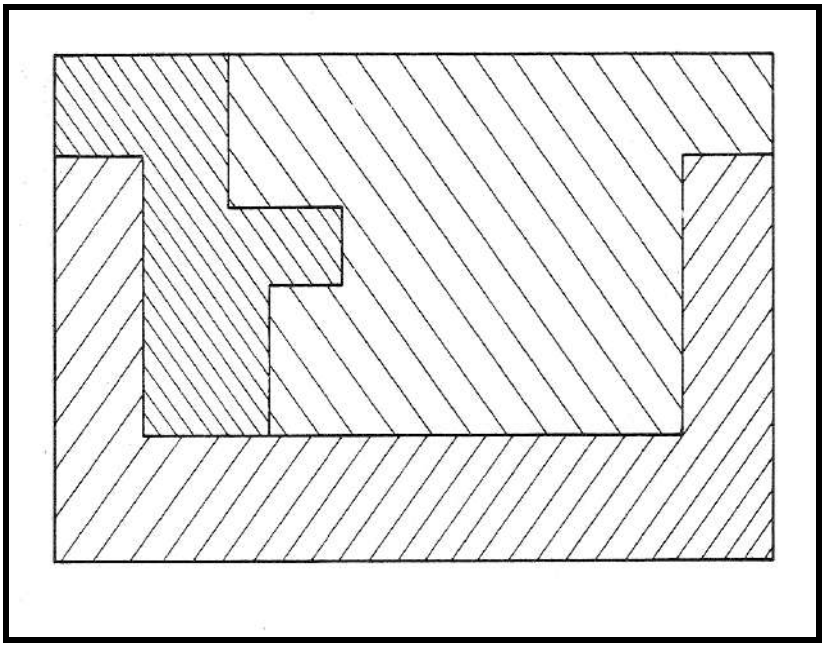
هناك أجزاء يعطي رسم مقطعها نتيجة مخالفة للمطلوب. وفي هذه الحالة ترسم الأجزاء من دون أن تقطع بالرغم من إمرار مستوي القطع خلالها وذلك لغرض زيادة توضيح الرسم. ومن هذه الأجزاء المساند (الأعصاب) (عندما يكون مستوي القطع موازياً لها فحسب)، شكل (3-12).



الشكل 3-12 أجزاء لا يتم قطعها بالاتجاه الطولي

3-5 المقطع في الرسم المجمع

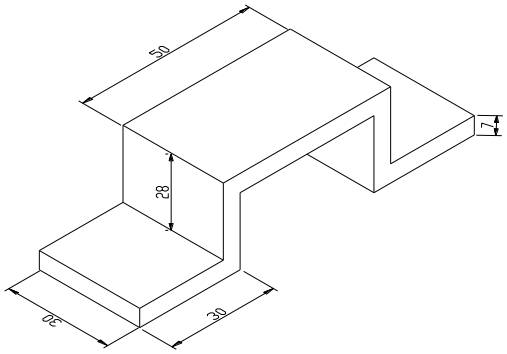
عند رسم مقطع لقطعتين متجاورتين ترسم خطوط قطع كل قطعة باتجاه معاكس للقطعة الثانية، كما في الشكل (3-13). فإذا تجاورت ثلاث قطع أو أكثر فلا يمكن تجنب بقاء خطوط القطع في اتجاه واحد في بعض القطع المتجاورة لكن تكون خطوط القطع التي لها الاتجاه نفسه ذات مسافات بينية مختلفة.

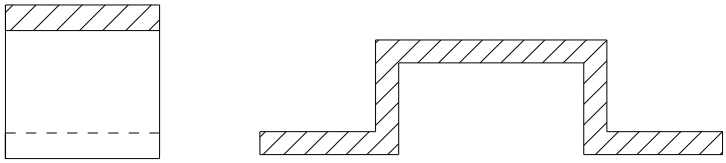


الشكل 3-13 المقاطع في الرسم المجمع

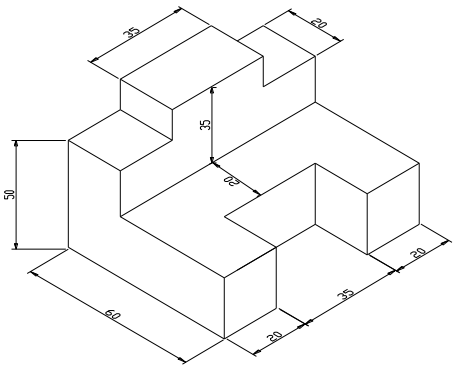
امثلة محلولة

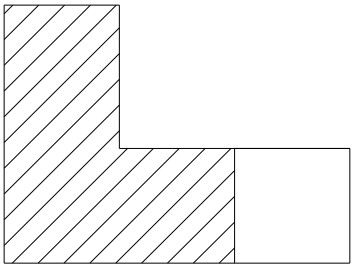
مثال 3-1:- للشكل المبين في أدناه ارسم المقطع الأمامي والمقطع الجانبي.





مثال 3-2:- للشكل المبين في أدناه ارسم المقطع الجانبي.



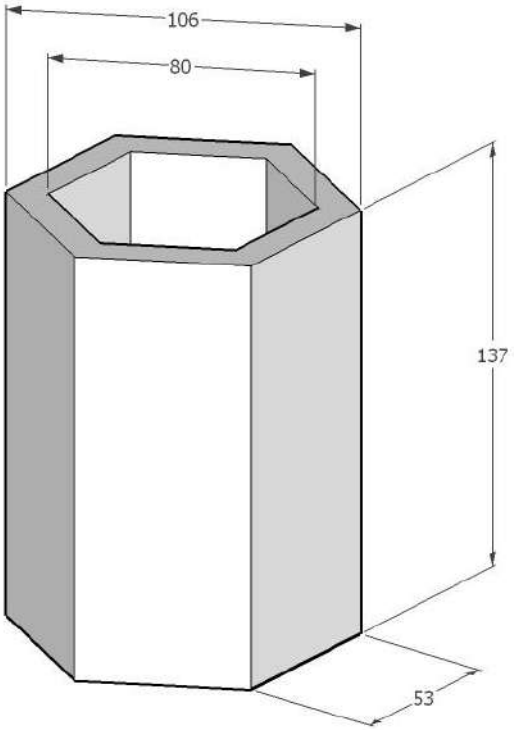


الخلاصة

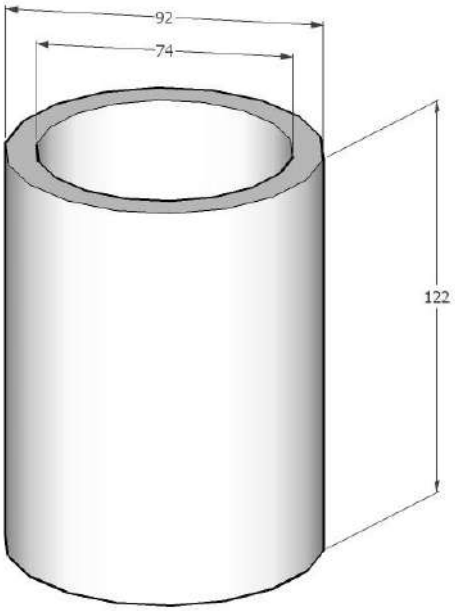
القطع عبارة عن إزالة جزء معين من الشكل الهندسي لغرض إظهار التفصيلات المخفية. والقطع أنواع: كامل ومتعرج ومدار ونصفي وموضعي واصطفافي،وهناك أجزاء لا تقطع، ولكل شكل وحالة قطع يتطابق مع تلك الحالة. وكلما ازدادت تعقيدات الشكل الهندسي وازدادت الحاجة إلى إظهار التفصيلات؛ تظهر الحاجة إلى اعتماد القطوعات. ويحتاج رسم المساقط بصورتها المقطوعة إلى دقة وانتباه وإلى جهد إضافي في إبراز نوع المادة المستعملة في الشكل (معدن وسيراميك وبلاستك...الخ) وذلك عن طريق رموز وضعت لهذا الغرض.

تمارين 3-1 : ارسم للمنتج السيراميكي ما يأتي :

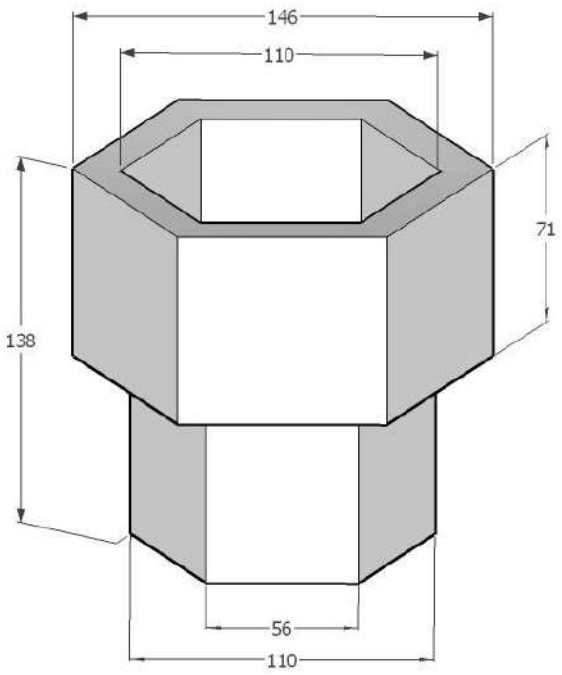
1. مقطع أمامي. 2. مسقط جانبي 3. مسقط أفقي.



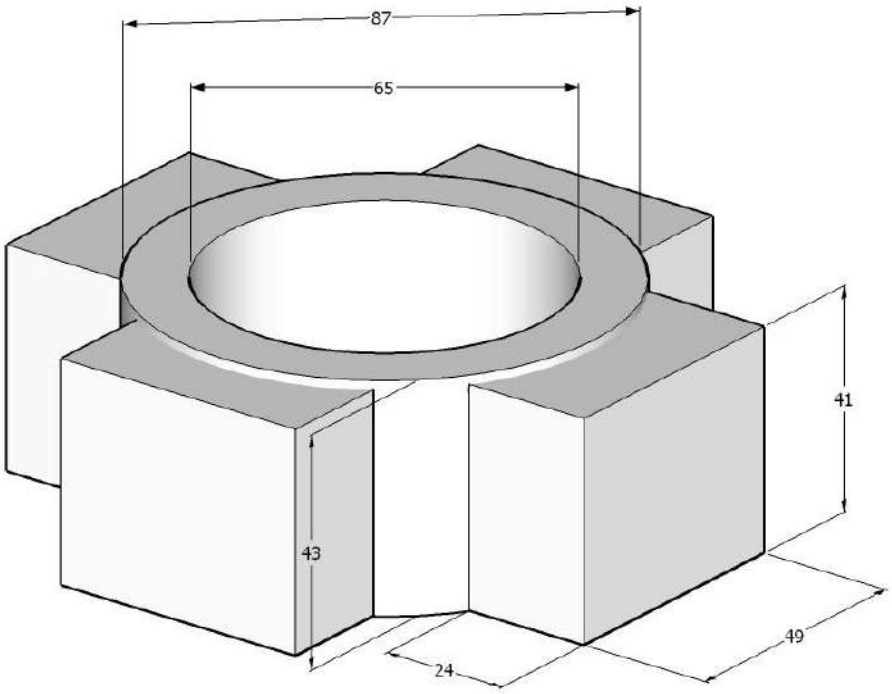
(1)



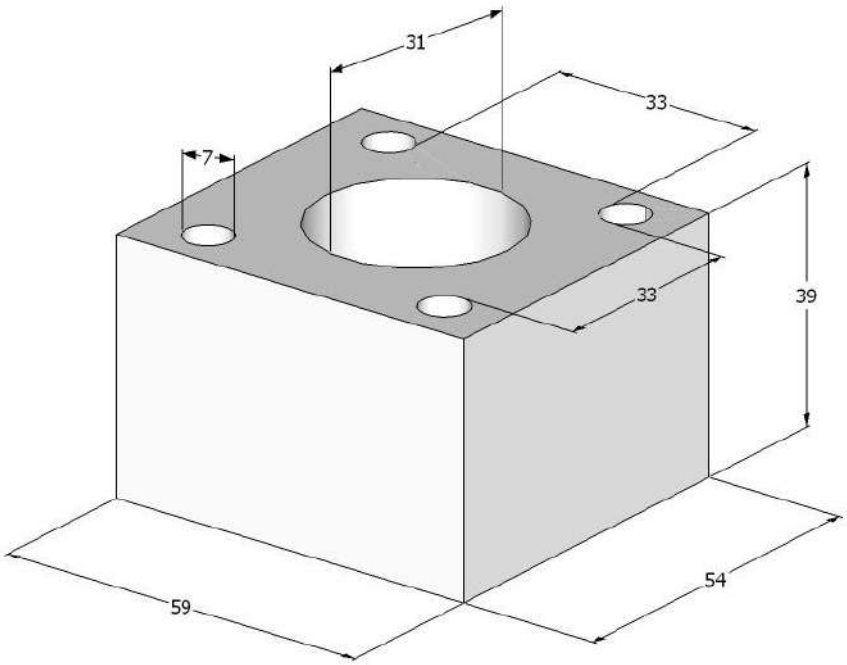
(2)



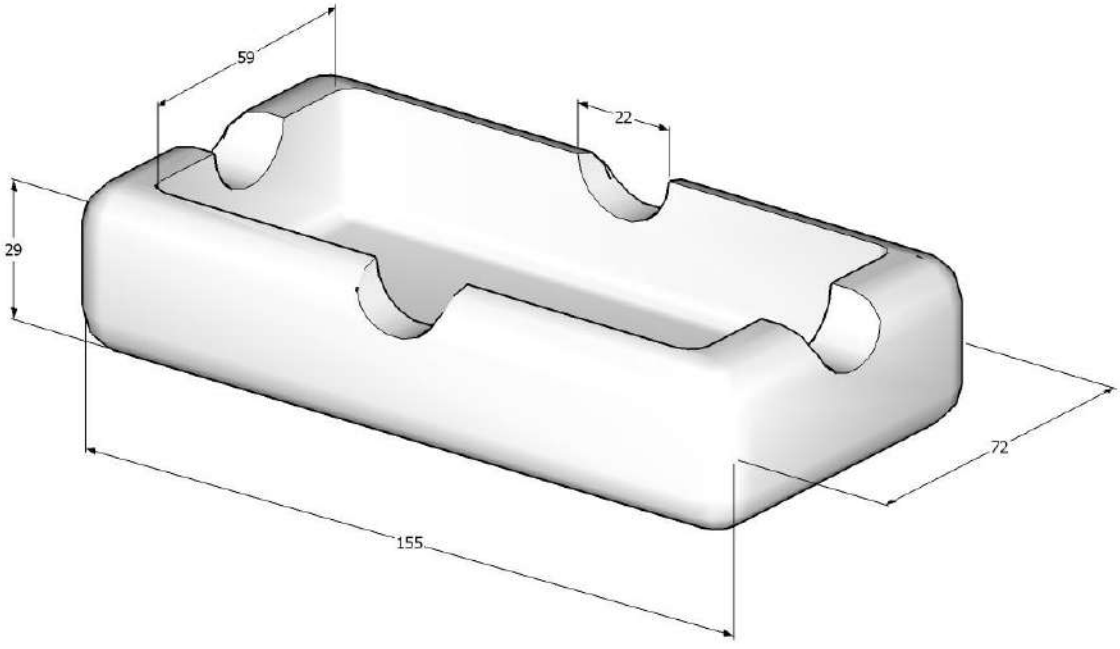
(3)



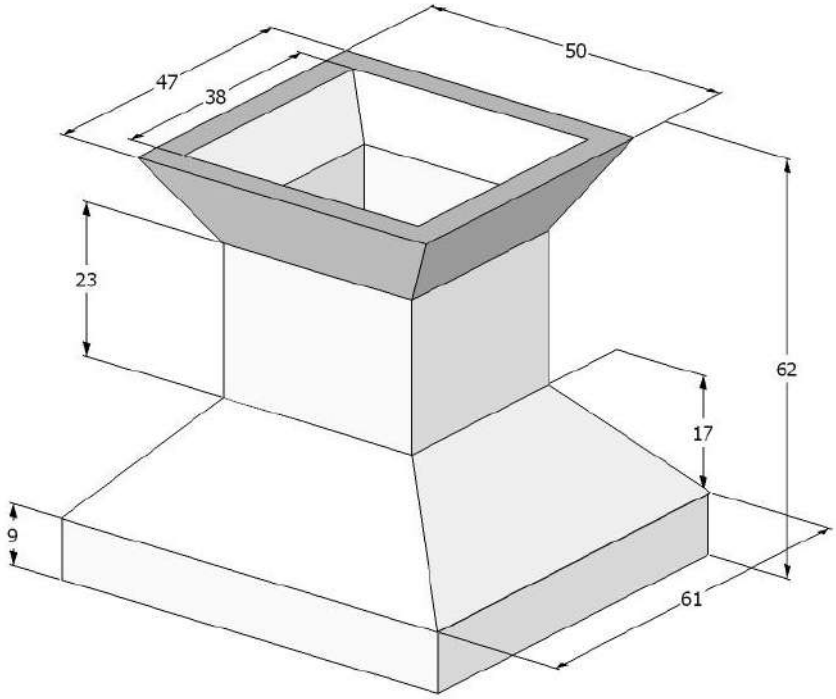
(4)



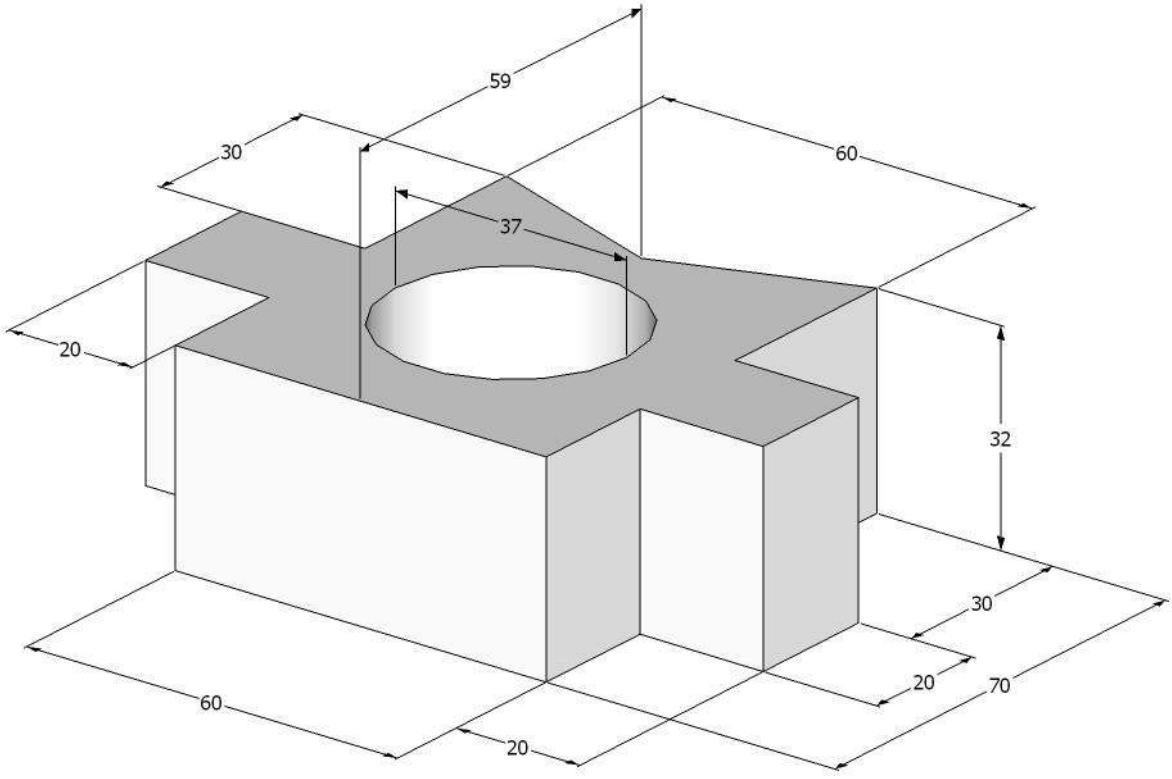
(5)



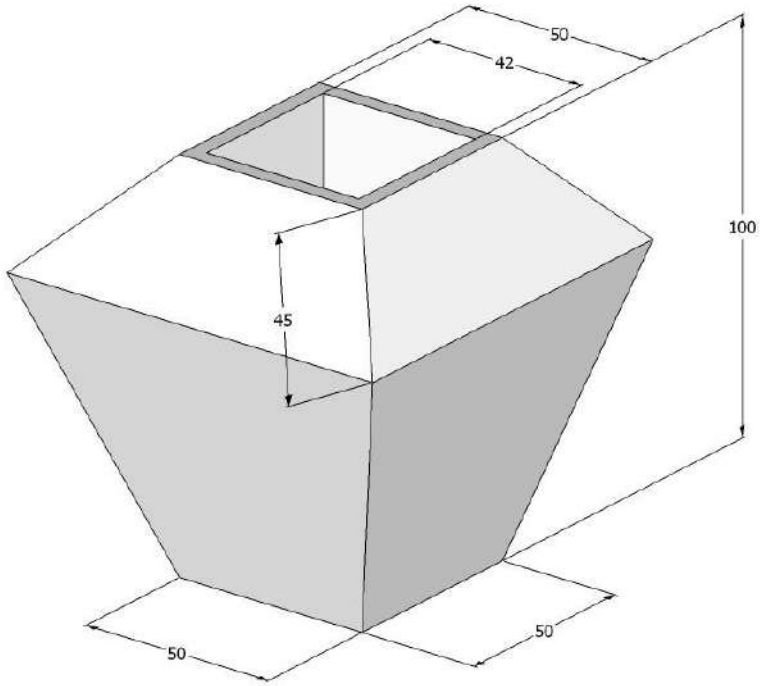
(6)



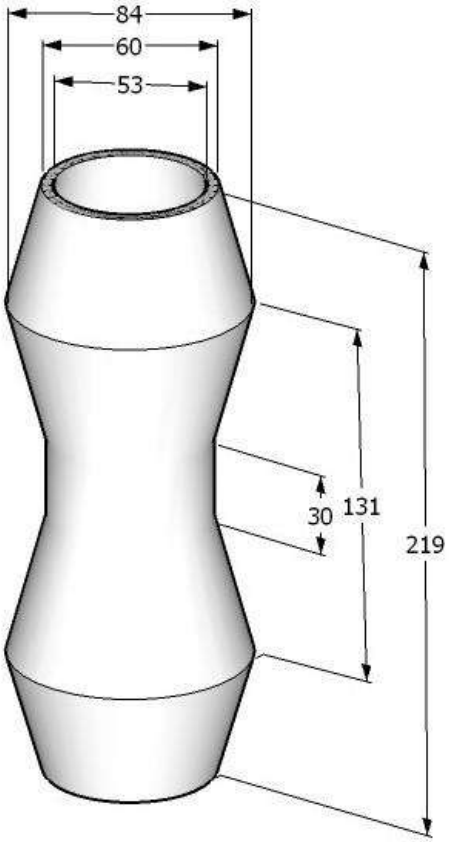
(7)



(8)



(9)



(10)

الفصل الرابع

القوالب السيراميكية

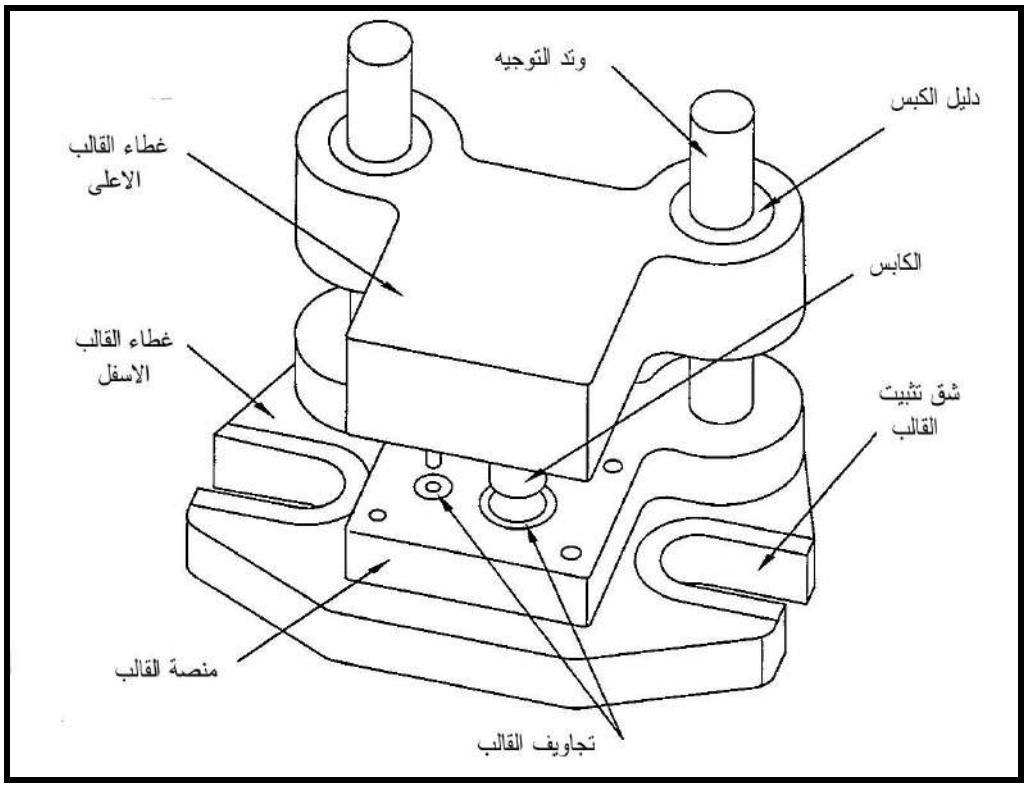
الأهداف

في نهاية هذا الفصل سيكون الطالب قادراً على أن :-

1. **يعرف أنواع القوالب السيراميكيه والية عمل كل قالب.**
2. **يحدد نوع القالب المستعمل للمنتج السيراميكي المعين.**
3. **يصمم قالباً لأي منتج سيراميكي ويرسمه.**

تمهيد:

شهد هذا العصر تطوراً تكنولوجياً هائلاً امتد إلى جوانب حياة الفرد كافة الذي تتزايد حاجاته يوماً بعد يوم . فالتكنولوجيا المتطورة أسهمت إلى حدٍّ كبير في ترفيه الإنسان وتمكينه من الهيمنة على الطبيعة، ولا شك في أن السبب الأساسي وراء هذا التطور هي الماكينة التي ولجت كل جوانب الحياة كافه، وضاعفت الإنتاج وحسّنت نوعه. إذ صار بإمكان قالب صغير، شكل (4-1) **(للاطلاع فقط)** لا يتجاوز طوله 15 cm من إنتاج مئات القطع لأي شكل سيراميكي يسير أو معقد بدقة عالية تستمر حتى القطعة الأخيرة. لذلك فأن القطع السيراميكية المصنعة في الوقت الحاضر لا بد لها من ان تمر في مراحل تصنيعها بمرحلة القولبة . اعتماداً على ذلك تعددت وظائف القوالب وتنوعت لعدة أنواع .

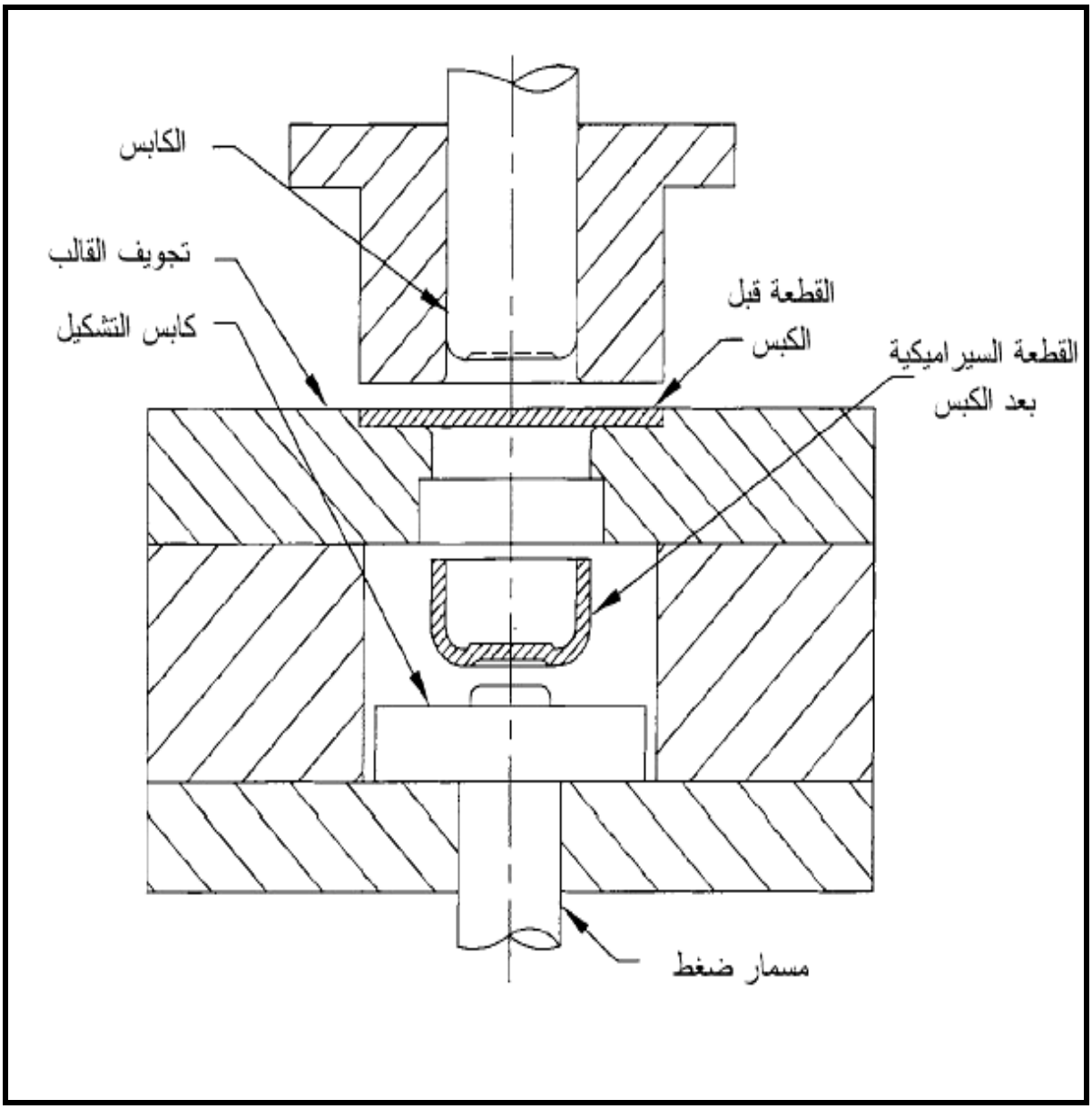


الشكل 4-1 قالب سيراميكي بسيط (للأطلاع)

4-1 أنواع القوالب

4-1-1 قوالب الكبس

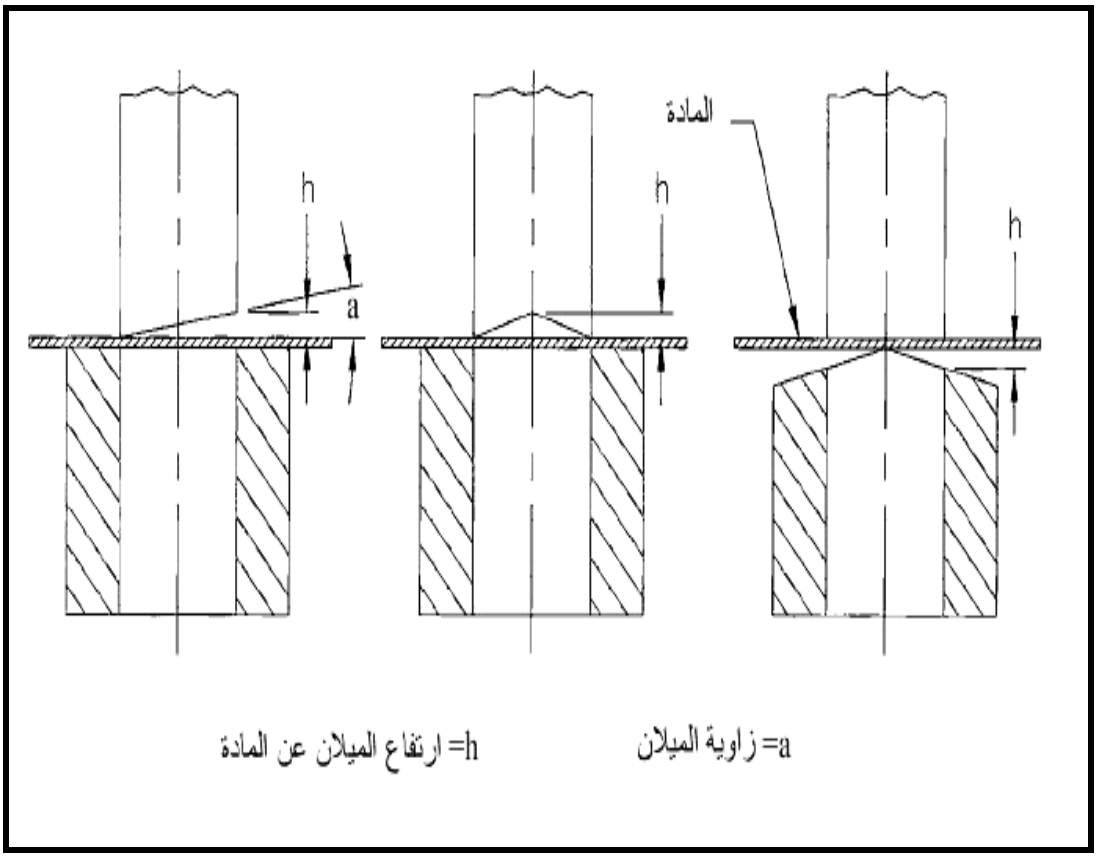
تستعمل هذه الأنواع من القوالب لإنتاج القطع السيراميكية بطريقة الكبس، إذ تكون المادة الأولية المستعملة هي مساحيق سيراميكية أو بصورة عجينة، وتتكون من الجزء الكابس وتجويف القالب الذي لا يوجد بينه وبين الكابس سماحية، الشكل (4-2).



شكل 4-2 قالب كبس بسيط

4-1-2 قوالب القطع

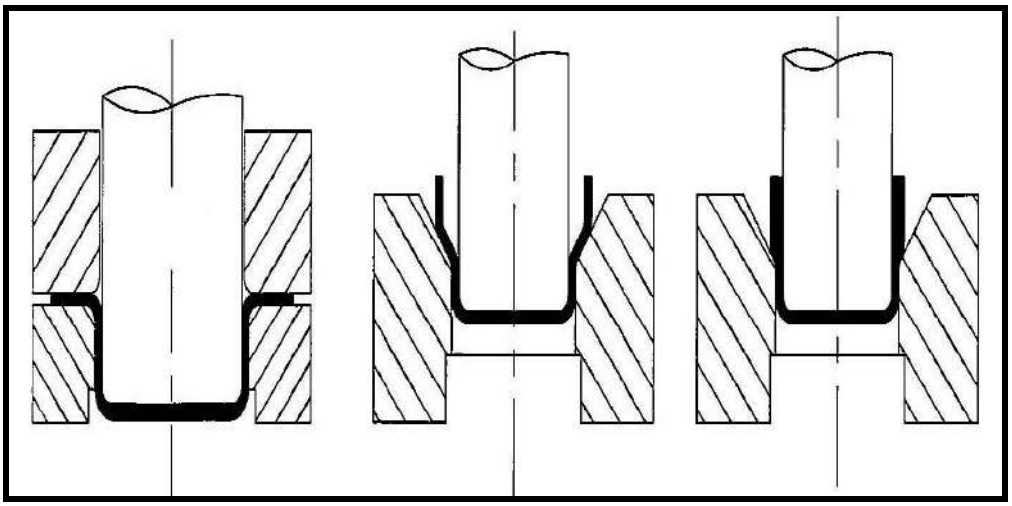
وهي القوالب التي تستعمل في إنتاج القطع أو المنتجات السيراميكية بطريقة القطع، وتكون المادة السيراميكية الخام الداخلة إلى القالب بصورة لوح أو شريط. وتتكون هذه القوالب من كابس (punch) ذي ميلان معين وتجوف قالب ذي سماحية معينة تسمح بالقطع. الشكل (4-3).



شكل 4-3 قالب قطع بسيط

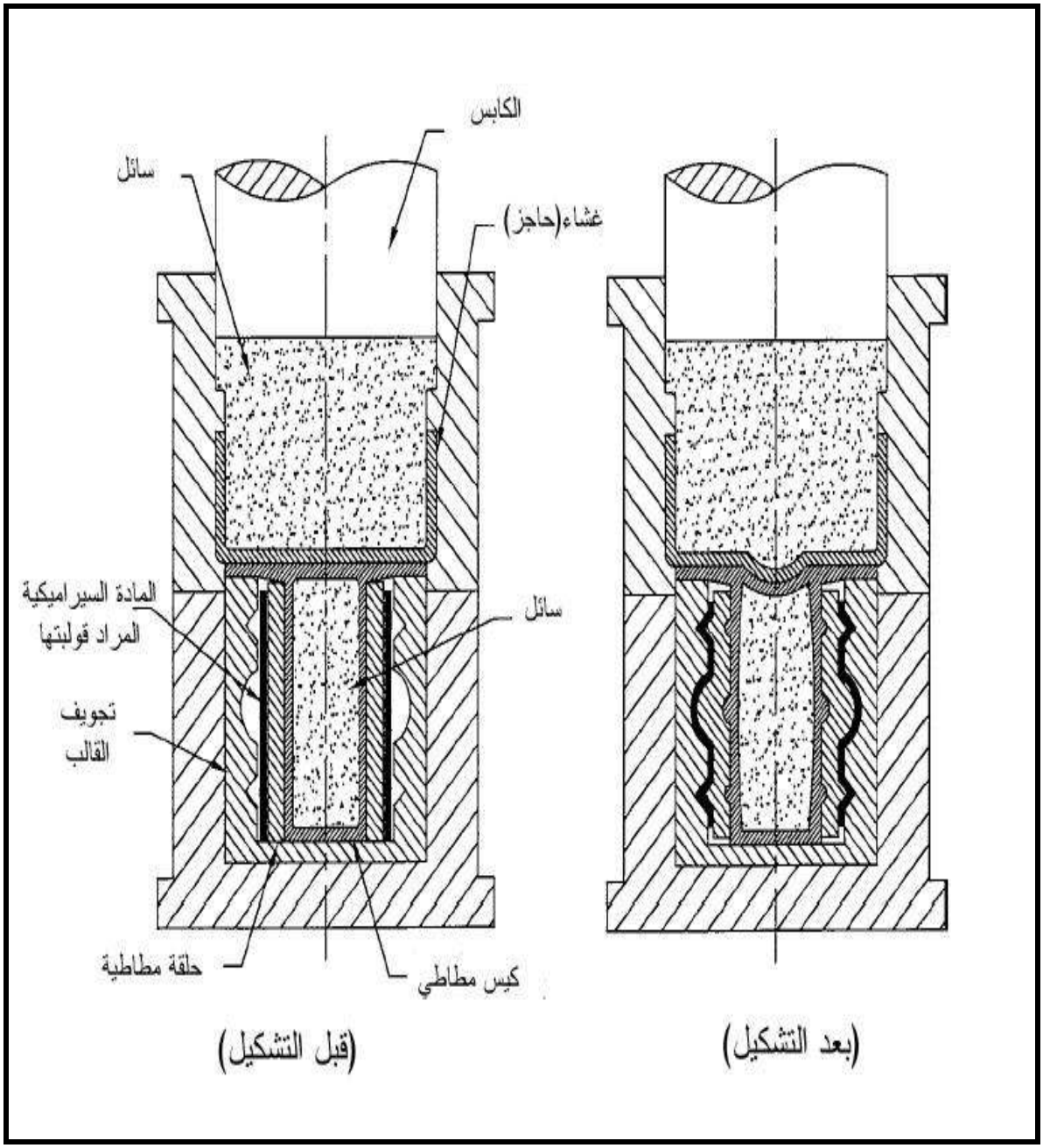
4-1-3 قوالب السحب

تقوم قوالب السحب بتحويل القطعة المنبسطة إلى قطعة مجوفة ثلاثية الأبعاد. ويتم ذلك إما بخطوة واحدة وإما بخطوات متلاحقة، في أثناء عملية سحب المادة المراد قولبتها سوف تتبع حركة الكابس الذي يعطيها الشكل النهائي. الشكل (4-4). وفي بعض الأحيان عندما يكون الشكل المراد تشكيله معقداً نوعاً ما.



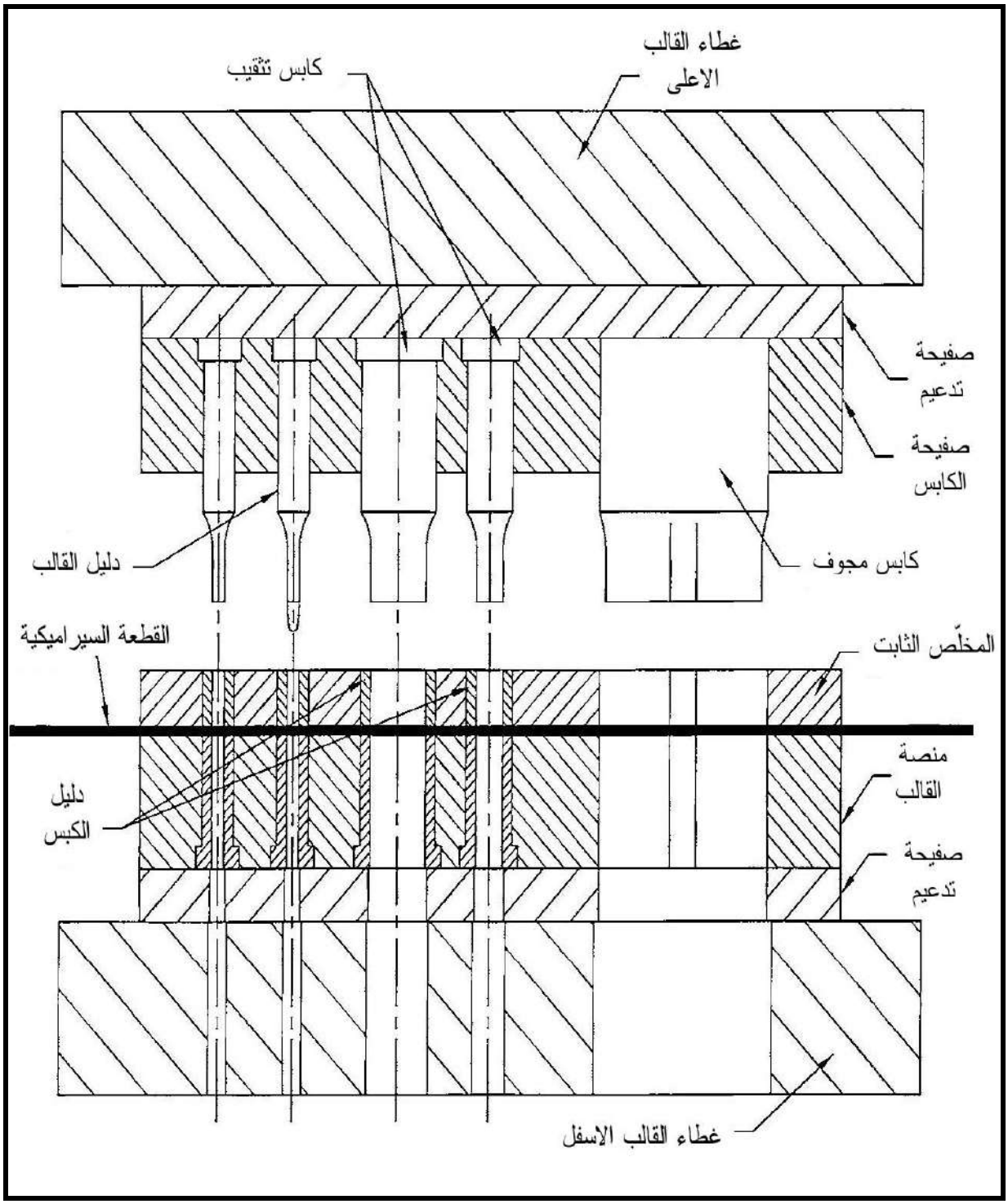
الشكل 4-4 قالب سحب بسيط

ولا تتم عملية التشكيل بالسحب باستعمال الكابس فحسب وإنما باستعمال ضغط السائل، وهذه الطريقة متبعة في الصناعات الزجاجية وتدعى بالتشكيل بالنفخ. الشكل (4-5).



الشكل 4-5 قالب سحب معقد (باستعمال ضغط السائل)

إن أيسر أنواع القوالب تتكون من الكابس وتجويف القالب، وكلما زاد تعقيد الشكل المنتج وطبيعة مادته أزدادت أجزاء القالب، إذ يشمل الكابس، تجويف القالب ودليل القالب وموجه الكبس ومسمار الطرق والمخلّص ومنصة الضغط وقاذف المنتج وغيرها. والشكل (4-6) **(للأطلاع فقط)** يوضح مقطعاً عرضياً لقالب مجمع.



الشكل 4-6 مقطع لقالب مجمع (للأطلاع)

4-2 أجزاء القالب السيراميكي

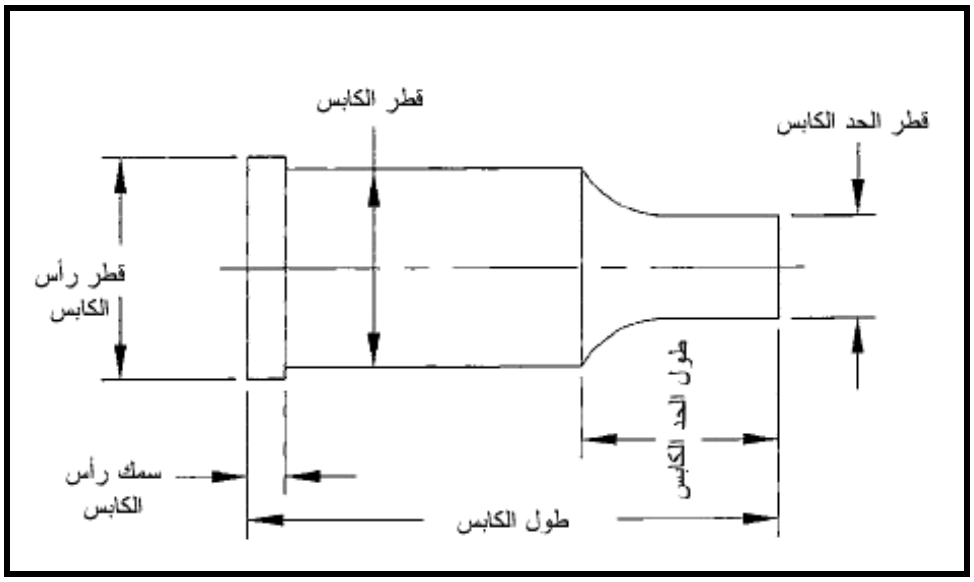
4-2-1 الكابس (punch)

تصنع أجزاء القالب السيراميكي من مواد ذات مواصفات خاصة ليس في امتلاكها خاصية الصلادة والمطاوعية فحسب، بل مقاومتها العالية للبلى ولدرجات الحرارة العالية ومحافظتها على تركيبها البلوري بسبب الحرارة العالية الناتجة من الاحتكاك. ويجب الأ تكون هناك أية سماحية بين

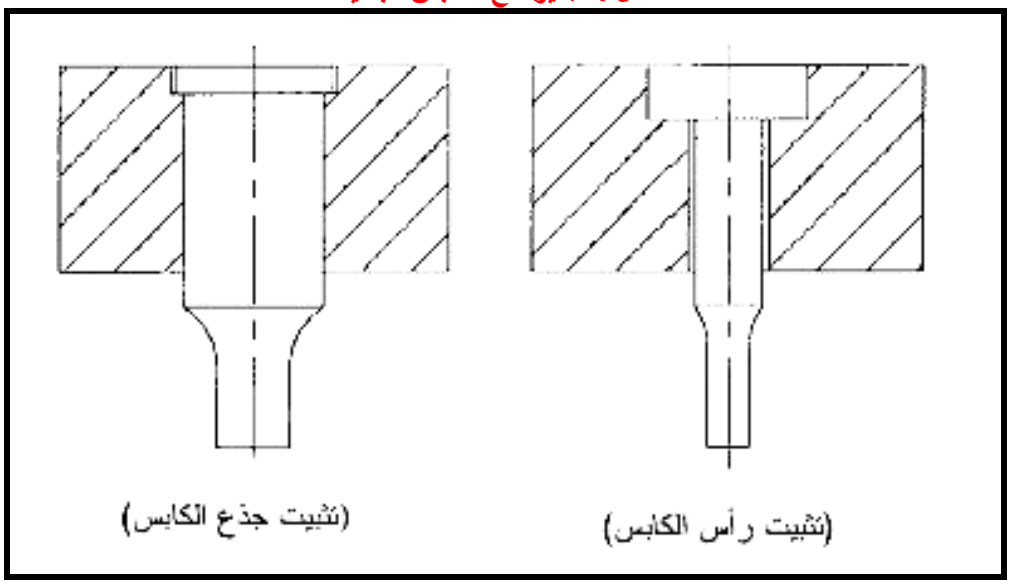
الكابس وتجويف القالب؛ لان أقل سماحية سوف تؤدي إلى انحراف كبير في ابعاد المنتج السيراميكي. ويوضح الشكل (4-7) أنموذجاً للكابس الاعتيادي.

وهناك طريقتان لتثبيت الكابس في جسم القالب، إحداهما: بتثبيت القصبة (جذع الكابس) بجسم القالب في حين يبقى الرأس الآخر حراً. والأخرى: بتثبيت الرأس وترك القصبة حرة، وكما موضح في الشكل (4-8). وهناك نوع آخر من الكابسات يسمى المكوكي (quill)، الشكل (4-9)، إذ يستعمل هذا النوع في الفتحات الضيقة (تجأويف القالب التي تكون ضيقة)، إذ تتميز هذه الكابسات بأن رؤوسها صغيرة، وهي ميزة تمكنها من الولوج في الأماكن المكتظة.

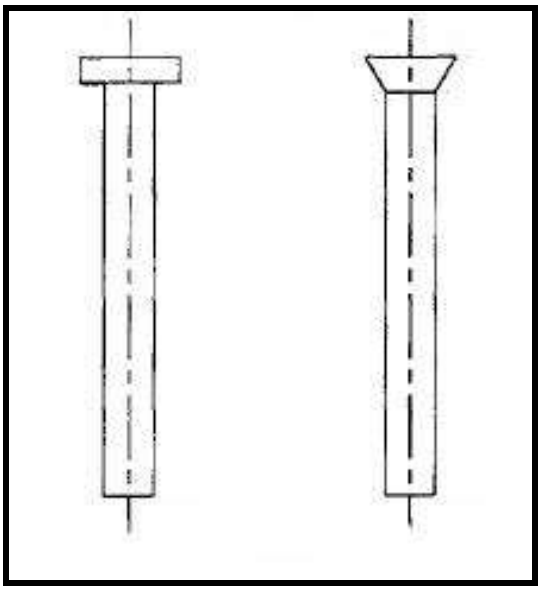
وتختلف أشكال نهايات الكابسات بحسب شكل المنتج السيراميكي ووظيفة القالب. فإذا كان قطعاً يكون سطح الكابس مائلاً، أما في حالة الكبس فيكون شكل السطح بحسب الشكل السيراميكي المراد تصنيعه، الشكل (4-10) .



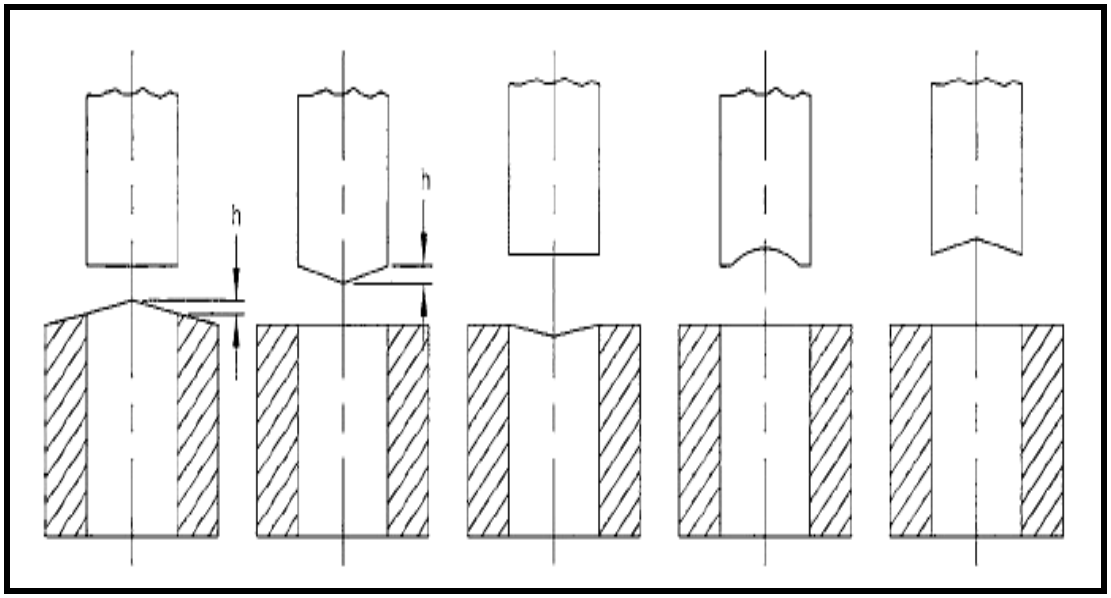
الشكل 4-7 يوضح الكابس البسيط



الشكل 4-8 يوضح طريقة تثبيت الكابس بالقالب



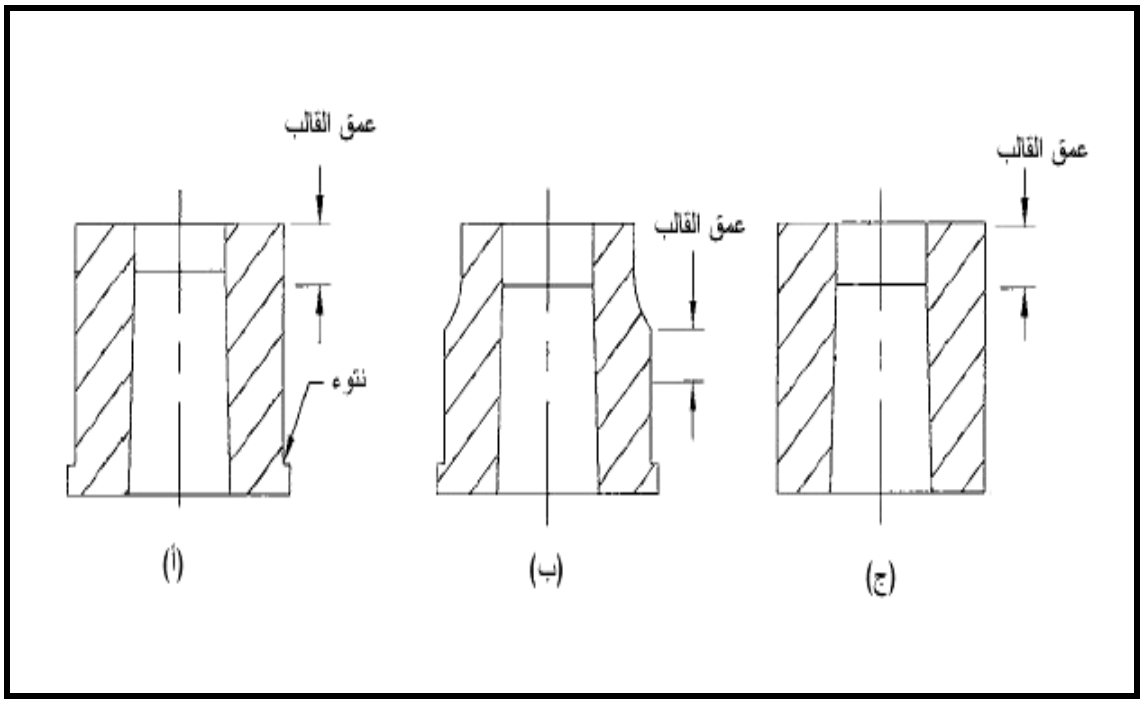
الشكل 4-9 الكابس المكوكي



الشكل 4-10 اشكال نهايات الكابس الذي يحدد شكل المنتج السيراميكي

4-2-2 تجويف القالب (die button)

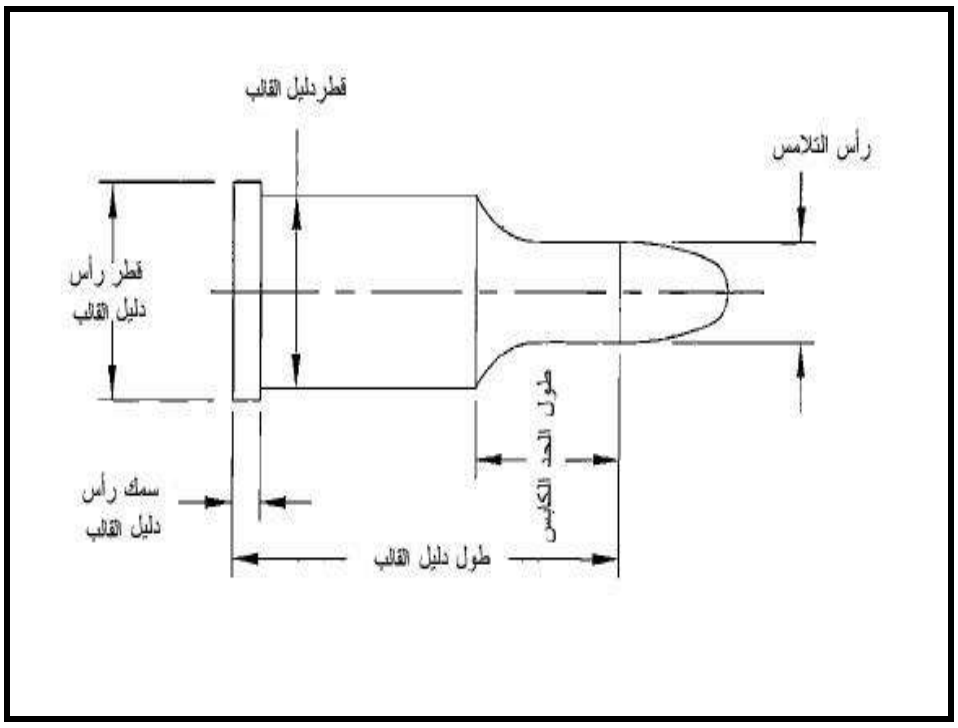
وهو ثاني أهم جزء في القالب، إذ يحدد مع الكابس شكل القطعة السيراميكية المقولبة ونوعية عمل القالب (قطع أو سحب، أو كبس). فكل تجويف قالب يحتوي على فتحة مستقيمة ومصنعة بدقة تدعى (عمق القالب)، وهذا العمق الذي يمكن استعماله للقولبة. الشكل (4-11) ثلاثة نماذج من تجاويف القوالب، يلاحظ أن الشكل (أ) يحتوي على نتوء يؤدي دوراً مهماً في تثبيت تجويف القالب داخل الجسم الكلي للقالب، ويوضح الشكل (ب) نوعاً آخر يمكن أن يصّنع قطراً داخلياً وخارجياً للقطعة المصنعة، أما الشكل (ج) فهو لا يحتوي على نتوء.



الشكل 4-11 ثلاثة أنواع من تجاويف القالب

4-2-3 دليل القالب (pilot)

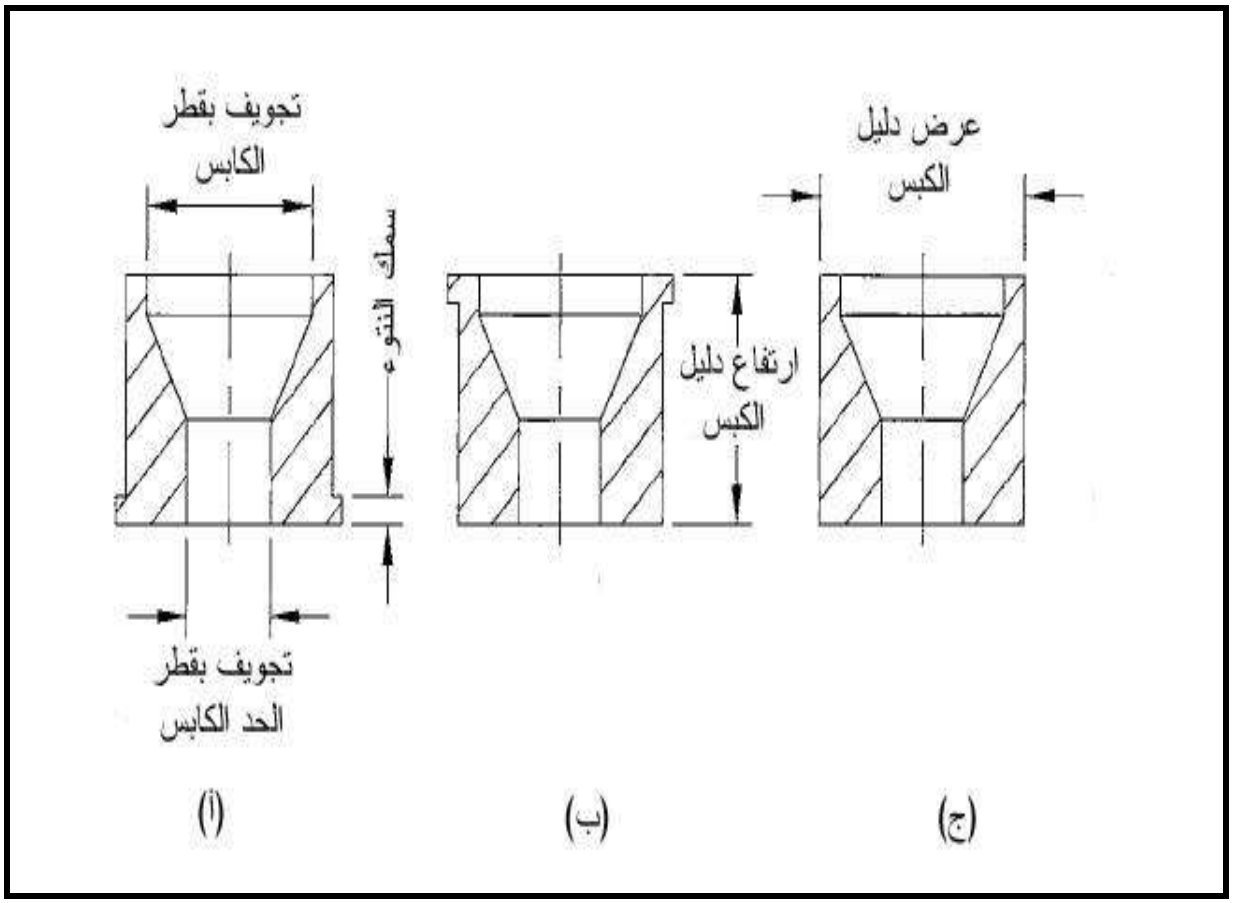
دليل القالب يشبه - إلى حد بعيد- الكابس لكن باختلاف يسير هو أن الدليل ذو سطح ناعم ويمتلك نهاية مدببة. ويستعمل دليل لغرض تثبيت المادة السيراميكية المراد قولبتها وتوجيهها بواسطة تثبيتها عن طريق خرم في جسم المادة السيراميكية، كما في الشكل (4-12).



الشكل 4-12 دليل القالب

4-2-4 دليل الكبس (guide bushing)

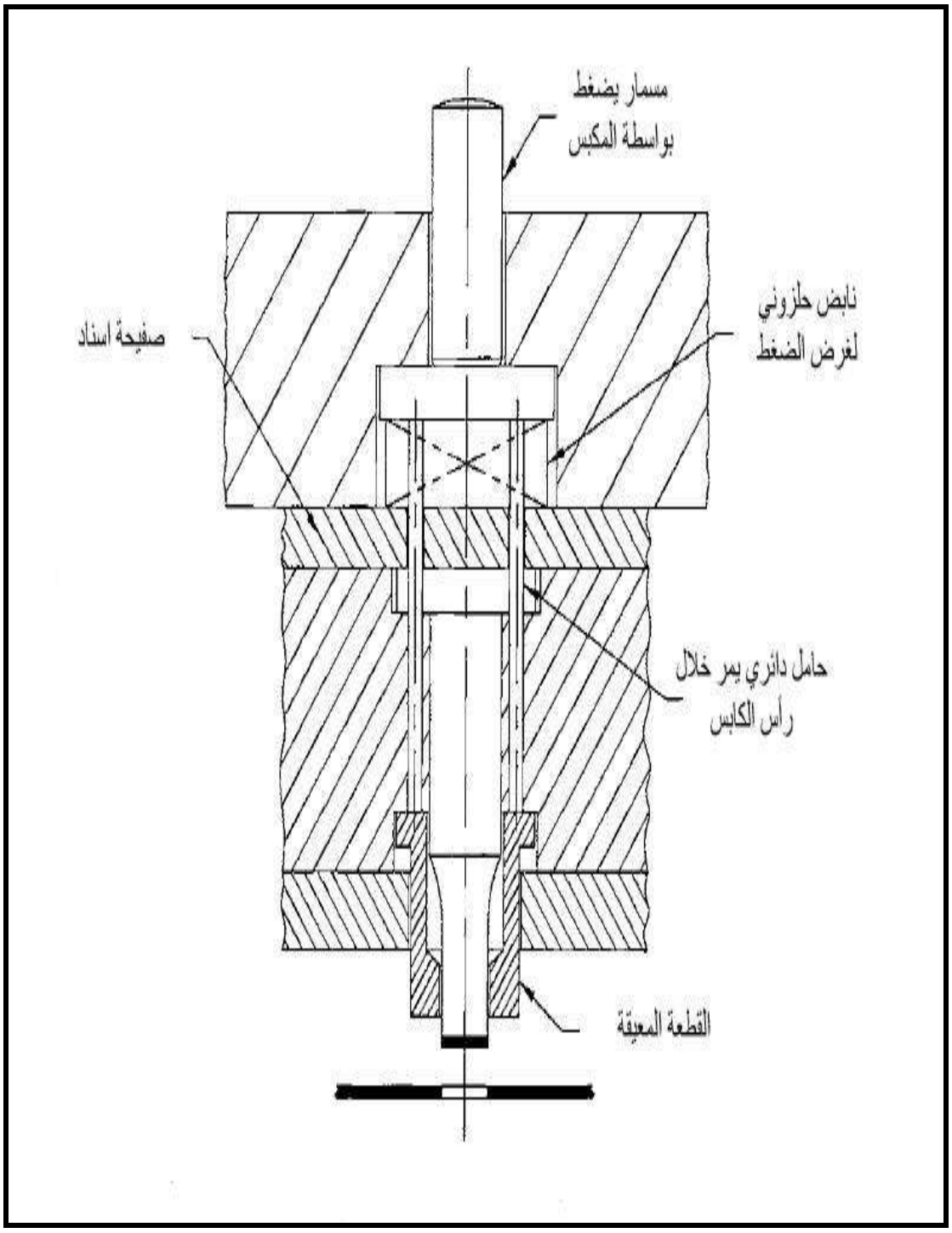
يوضع دليل الكبس داخل الجزء المخلّص من القالب. ووظيفة هذا الجزء هو توجيه الكابس ودعمه ومنع المخلّص من البلى الذي يحدث بسبب عمل القالب. ويثبت دليل الكبس بقوة بواسطة الضغط، وفي بعض التصاميم يحتوي شكله على رأس، وفي بعضها الآخر لا يحتوي على رأس. الشكل (13-4).



الشكل 4-13 ثلاثة انواع من دليل الكبس

4-2-5 مسمار الطرق (knockout pin)

في بعض الأحيان تكون المواد الخام السيراميكية المراد قولبتها بصورة عجينة (ذات محتوى مائي عالٍ) مما يؤدي إلى التصاقها بسبب ظاهرة الفراغ (vacuum). ولازالة الأجزاء السيراميكية المقولبة من القالب نستعمل مسمار الطرق الذي يعمل على ازالة الجزء االسيراميكي المقولب بواسطة الطرق أو الضغط بواسطة النابض الحلزوني. ويوضح الشكل (4-14) أيسر أنواع مسامير الطرق،إذ عند انتهاء حركة الكابس إلى الأسفل وبدء حركته إلى الأعلى يتفعل مسمار الطرق ويبدأ بتحريك القطعة المعوّقة التي تمنع التصاق القطعة السيراميكية المقولبة بالقالب.



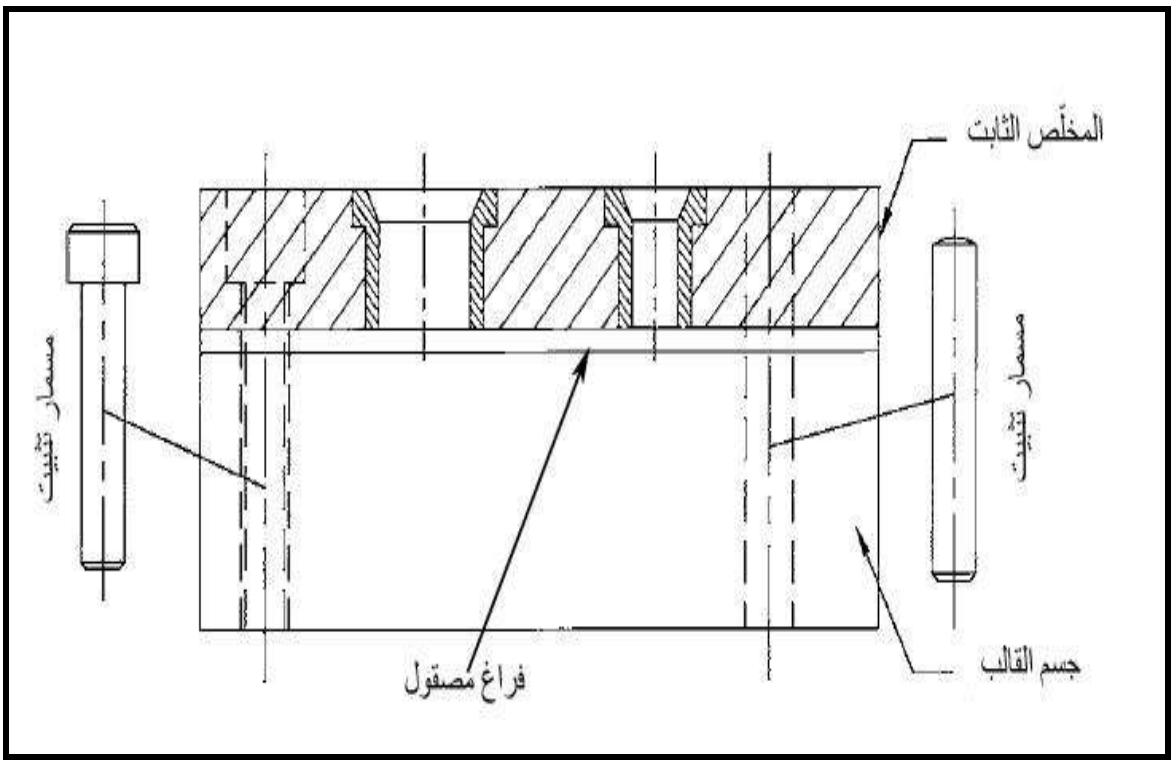
الشكل 4-14 آلية مسمار الطرق في القالب السيراميكي

4-2-6 المخلّص (stripper)

تعد عملية تخليص الأجزاء السيراميكية المقولبة من وجه الكابس عملية معقدة نوعاً ما؛ كونها تتأثر بسمك الجزء السيراميكي المقولب ونوع مادته وحالة سطح الكابس (ناعم أو خشن). مع الأخذ بالحسبان أن القطعة السيراميكية المصنعة كلما ازدادت تعقيداتها وتفصيلاتها ودقتها كانت عملية إزالتها من القالب أصعب. وهناك نوعان من ميكانيكية التخليص هما :

4-2-6-1 المخلّص الثابت

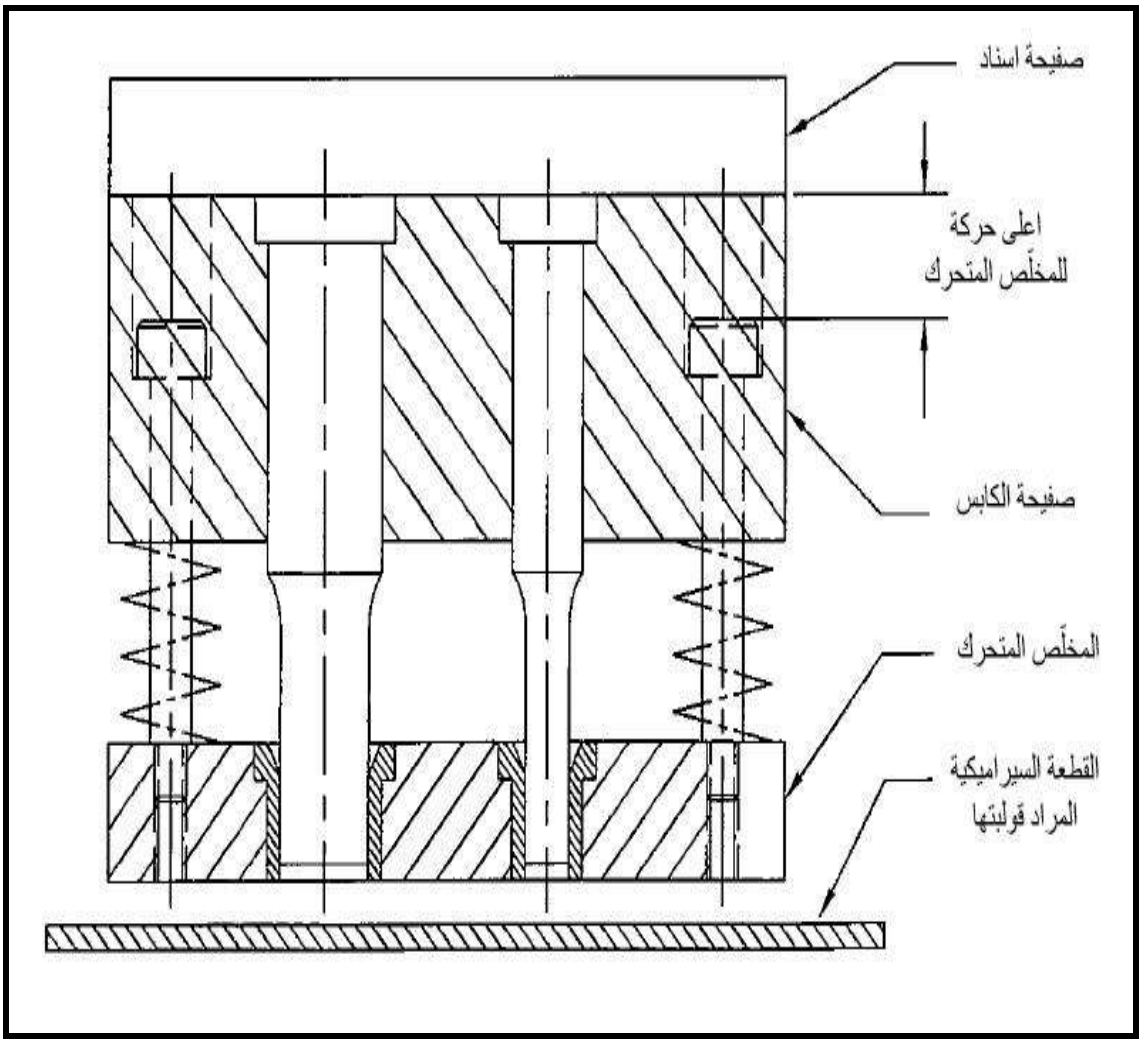
المخلّص الثابت يكون مزوداً بفراغ (قناة) مصقول مجهز ليتسع للجزء السيراميكي المخلّص. وهذا الفراغ المصقول يحتفظ بالمادة السيراميكية المراد قولبتها ثابتة من دون حراك بأي اتجاه، ويوضح الشكل (4-15) المخلّص الثابت.



الشكل 4-15 المخلّص الثابت

4-2-6-2 المخلّص المتحرك

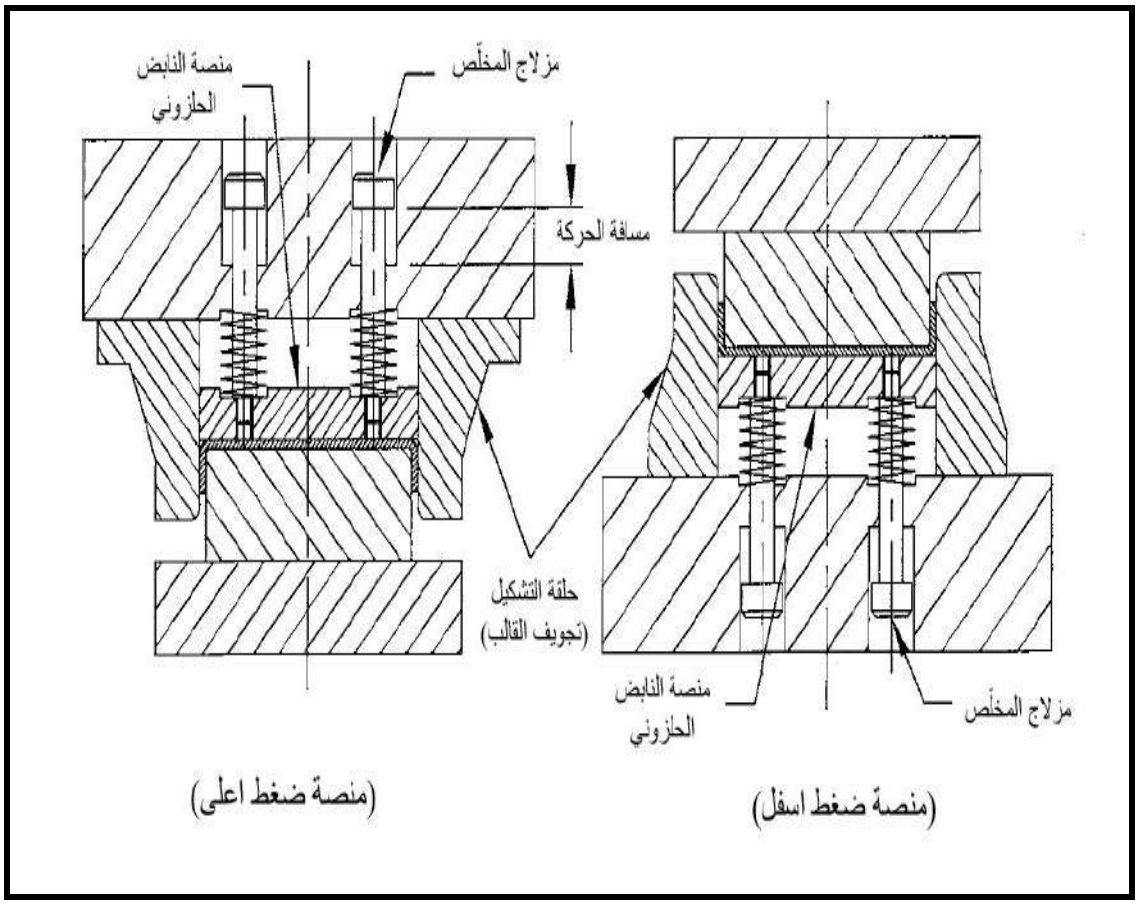
وهو خلاف النوع الأول، إذ يتمتع بحركة يوافرها النابض الحلزوني، وهذا النوع من المخلّصات يستعمل عندما تكون هناك زيادة في ارتفاع القطع السيراميكية المقولبة،إذ لا يتسع لها الفراغ (كما في قوالب السحب)، وهذه الميكانيكية تتفعل مع حركة الكابس. الشكل (4-16).



الشكل 4-16 المخلّص المتحرك

4-2-7 منصة الضغط (pressure pad)

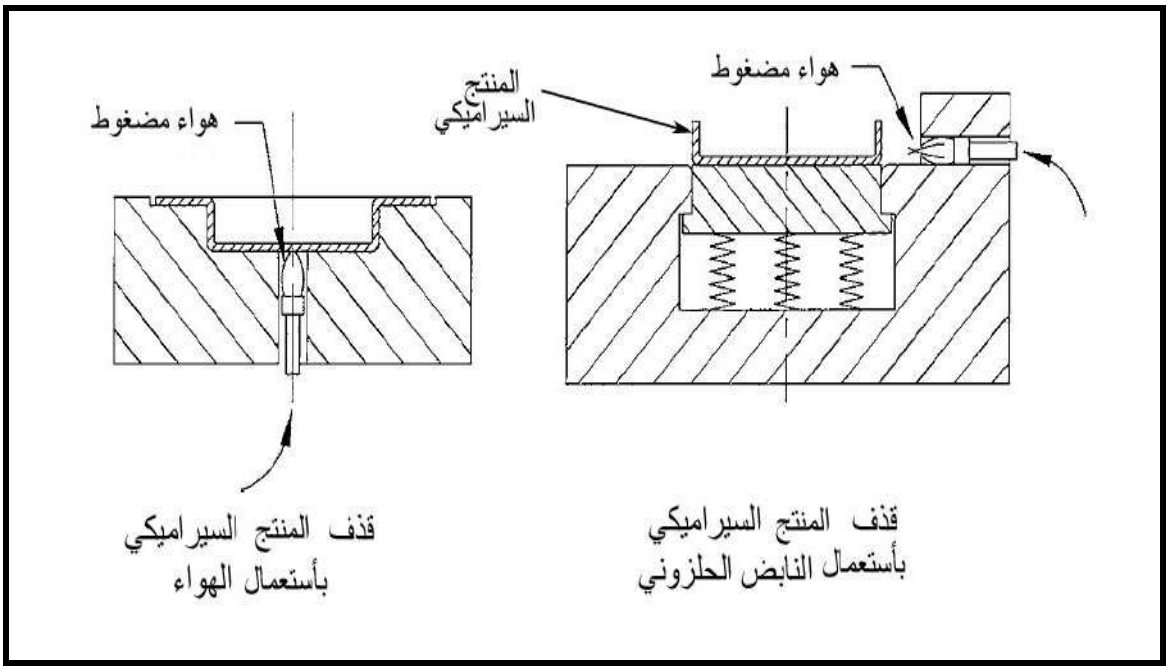
هي جزء ميكانيكي صغير يقوم بالضغط على القطعة السيراميكية المراد قولبتها (ولا سيّما في قوالب القطع والسحب)، ويمنع حركتها قبل عملية القولبة بواسطة ضغط النابض الحلزوني عليها. الشكل (4-17) **(للأطلاع فقط).**



الشكل 4-17 رسم بسيط لمنصة الضغط (للاطلاع)

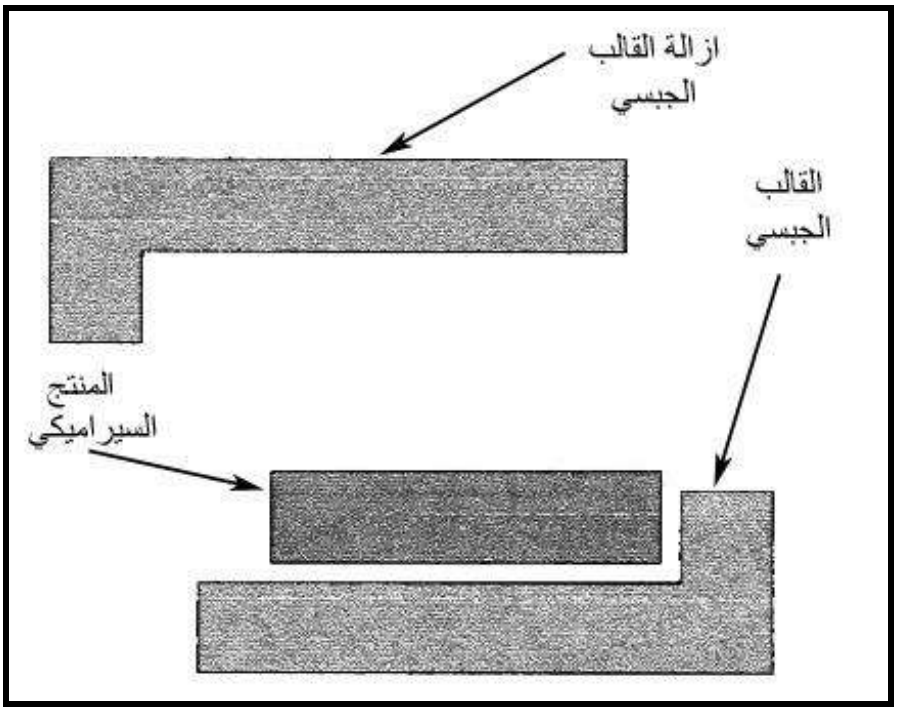
4-2-8 قاذفات المنتج (ejecting of the parts)

بعد الانتهاء من عملية القولبة يجب إزالة الجزء السيراميكي المنتج من الماكينة لغرض متابعة عملية الإنتاج. لذلك هناك آليات كثيرة لعملية قذف (إزالة) المنتج السيراميكي، ولكن أكثر هذه الآليات استعمالاً هو قاذفات الهواء. إذ يستعمل الهواء المضغوط في إزالة الأجزاء السيراميكية المقولبة التي غالباً ما تكون بصورة مستوٍ أو بصورة كأس. وفي بعض الأحيان يقوم النابض الحلزوني برفع الجزء السيراميكي المقولب، ويقوم الهواء بدفع الجزء السيراميكي المنتج بعيداً عن القالب. كما في الشكل (4-18).

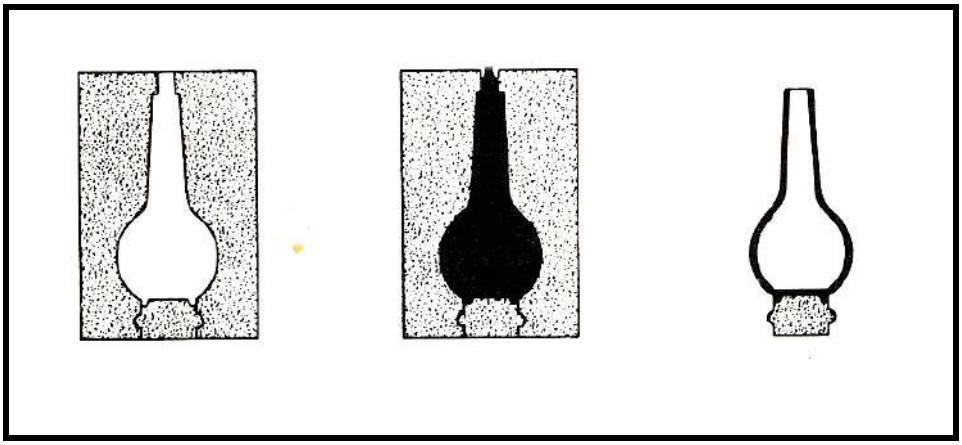


الشكل 4-18 قاذفات المنتج السيراميكي

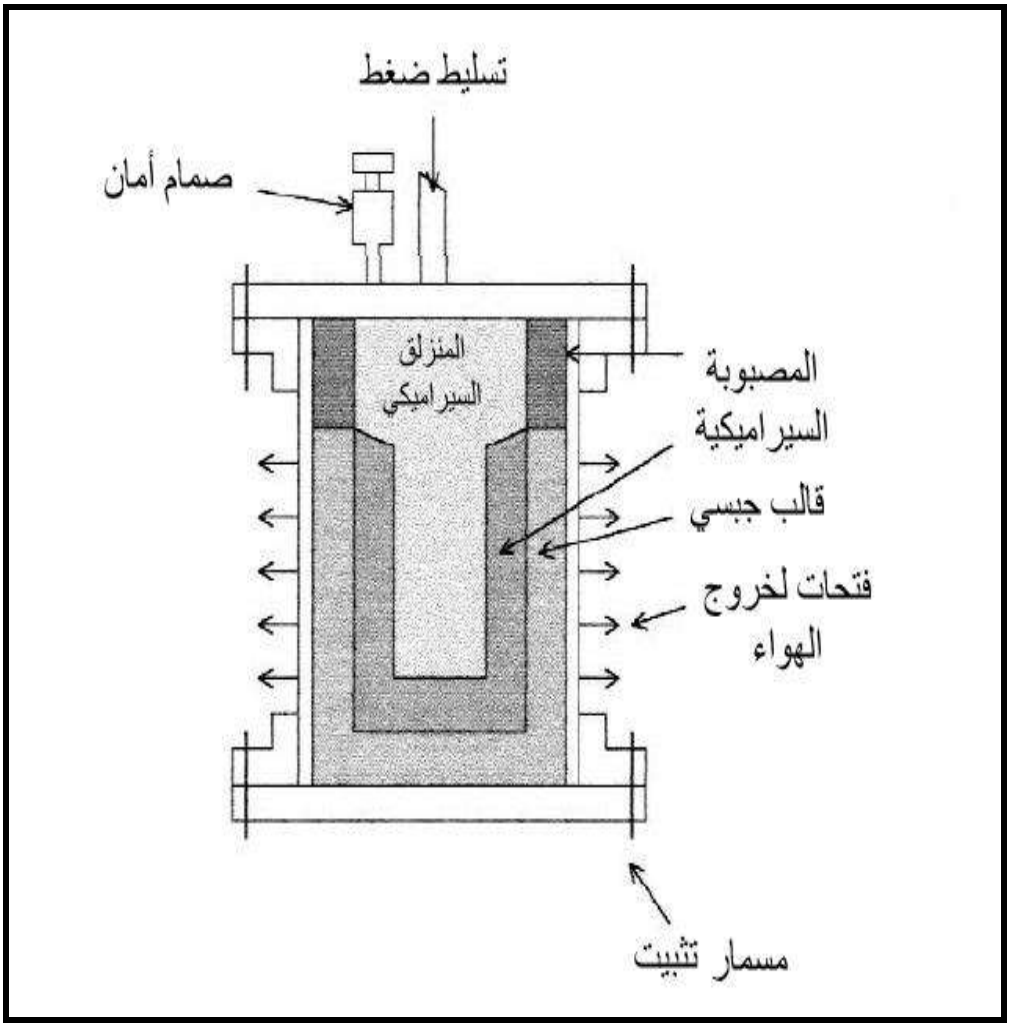
فضلاً عن القوالب آنفة الذكر هناك طريقة مهمة لإنتاج القطع السيراميكية وتعتمد بكثرة، وهي طريقة الصب الانزلاقي(slip casting)، إذ تعتمد هذه الطريقة لإنتاج القطع السيراميكية المعقدة التي يصعب إنتاجها بطريقة الكبس أو السحب. وتتلخص هذه الطريقة بعمل قالب من الجبس بصورة المنتج السيراميكي المطلوب إنتاجه ويفرغ داخل القالب المادة السيراميكية المطلوب تشكيلها بصورة سائل، فيتصلب السائل السيراميكي بمرور الوقت بالصورة المطلوبة. الأشكال (4-19 ،4-20 ، 4-21)



الشكل 4-19 رسم بسيط لقالب جبسي



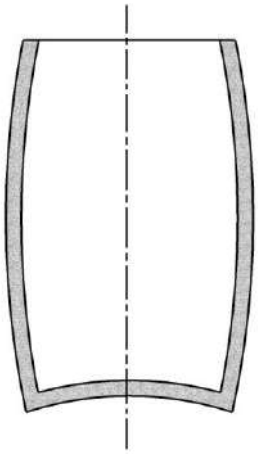
الشكل 4-20 تصميم بسيط لقالب جبسي لمنتج سيراميكي بسيط



الشكل 4-21 تقنية متقدمة للصب الانزلاقي بواسطة الضغط

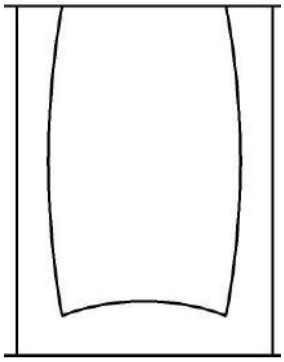
أمثلة محلولة

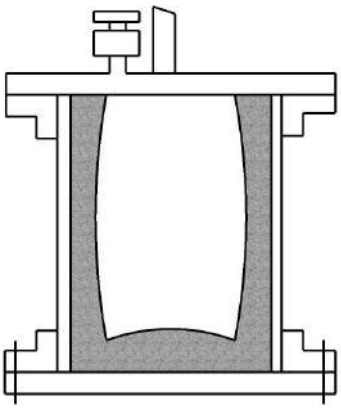
مثال 4-1:- للمنتج السيراميكي المبين في أدناه ارسم قالباً جبسياً.



ملاحظات عامة:

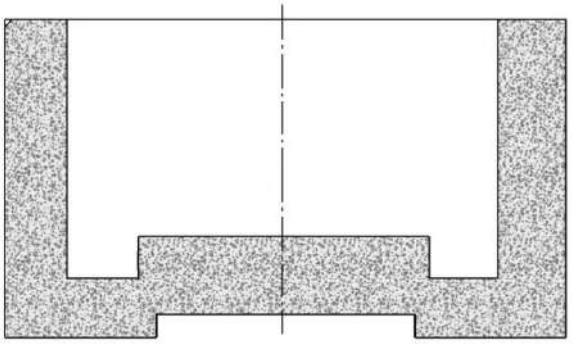
1. لحل مثل هذا النوع من الأسئلة دائماً نبدأ من العينة، أي نرسم العينة السيراميكية أولاً في وسط ورقة الرسم، ومن ثم نبدأ برسم بقية القالب، كما مبين في الأشكال في اللاحقة.





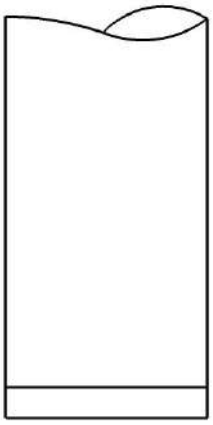
2. في حالة ذكر ابعاد للعينة نعمد إلى تكبير القياسات المأخوذة بالمسطرة من الشكل بمقياس رسم مناسب.

مثال 4-2 :- ارسم قالب كبس للعينة السيراميكية المبينة في أدناه.

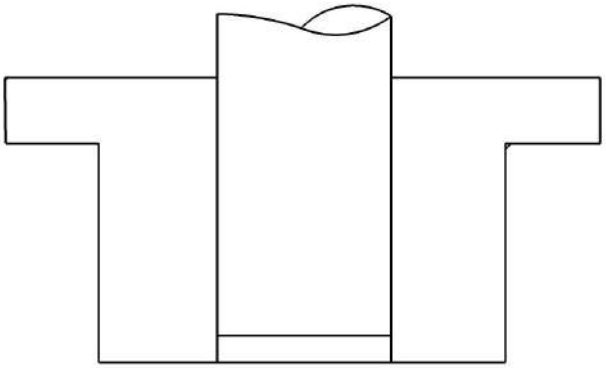


ملاحظات عامة:-

1. لحل مثل هكذا نوع من الاسئلة التي تُعدّ من الأسئلة التي تحتاج إلى بعض التركيز, يجب إمعان النظر في الشكل المعطى حتى تتمكن من تخيل شكل الكابس (punch) وشكل تجويف القالب (die button).
2. في الشكل الداخلي للقطعة السيراميكية تعطى دائماً معلومات عن شكل الكابس, ونلاحظ في هذه الحال أن الكابس عبارة عن شكل أسطواني؛ لأن القطعة السيراميكية من الداخل عبارة عن تجويف أسطواني ذي زوايا قائمة.
3. في الشكل الخارجي للقطعة (الجزء الأسفل) تُعطى دائماً معلومات عن شكل تجويف القالب, ونلاحظ في هذا المثال أن شكل القطعة الخارجي الأسفل عبارة عن قرص دائري وفيه انبعاج إلى الأعلى.
4. أولى خطوات الرسم تبدأ من الكابس، كما موضح بالشكل في أدناه .

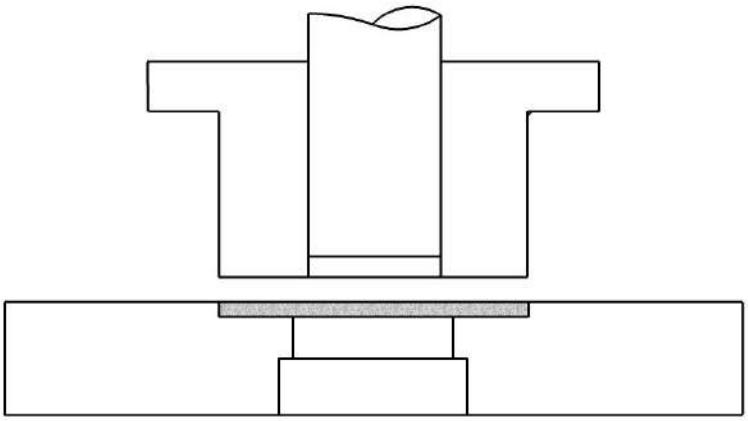


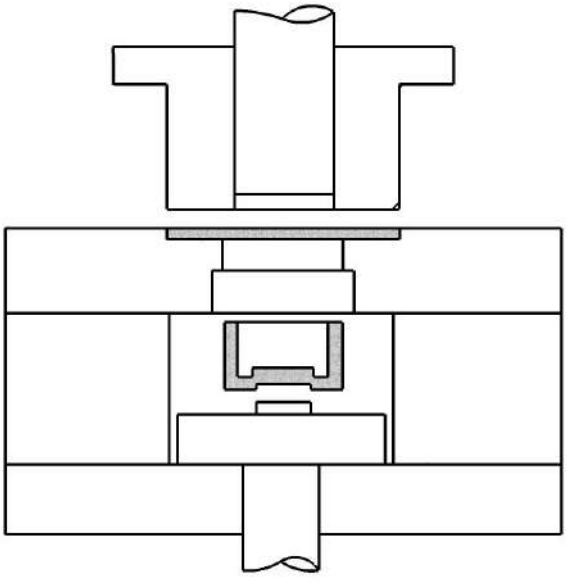
5. الخطوة التالية هي رسم (تثبيت) الكابس بالجزء العلوي للقالب

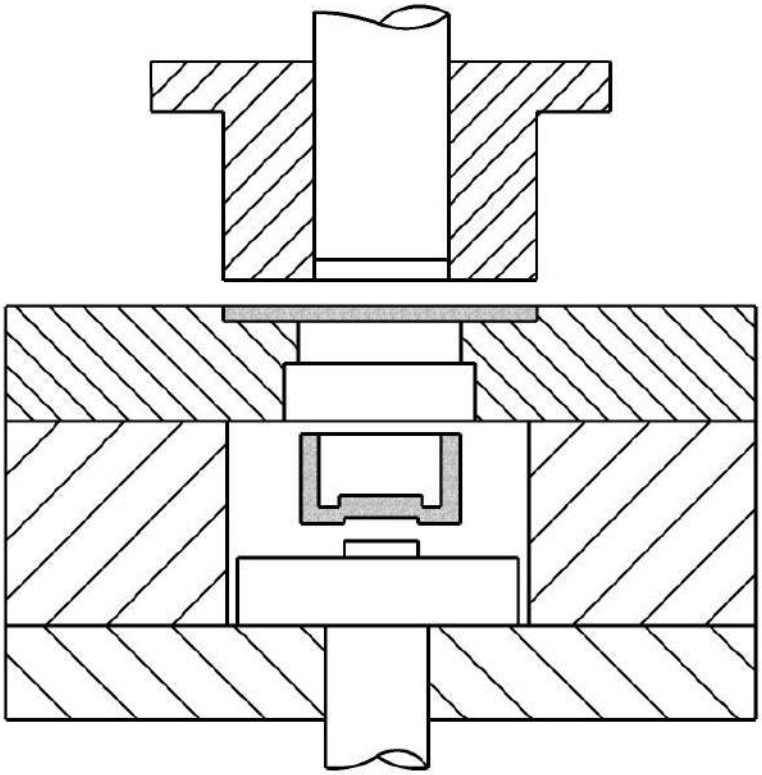


6. بعد ذلك نرسم الجزء الثاني المهم بالقالب وهو تجويف القالب والأجزاء الملحقة وصولاً إلى رسم كل القالب، كما في الأشكال في أدناه.

7. في حال ذكر أبعاد القالب نغير مقياس الرسم المأخوذ للشكل الموجود في الكتاب.





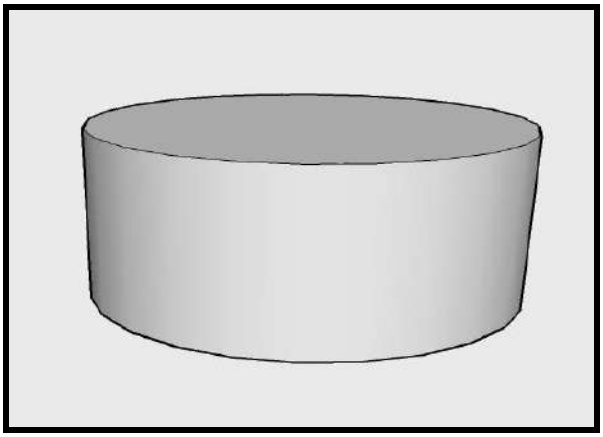


الخلاصة

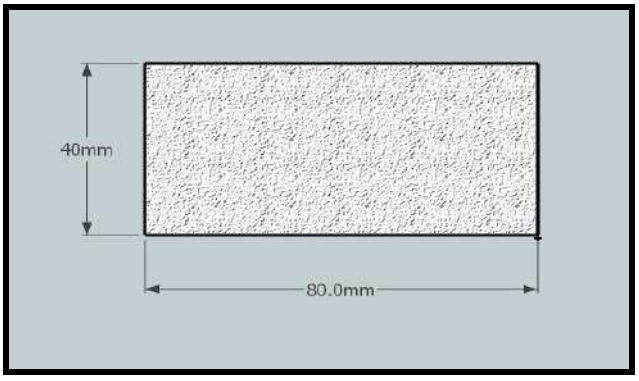
القالب عبارة عن جهاز ميكانيكي مكون من أجزاء يُستعمل فيه الضغط للحصول على المنتج السيراميكي. ويمتاز بأنه يُستعمل لعدد كبير من الوحدات المنتجة، وأيضاً بدقة الوحدات المنتجة بالشكل والأبعاد. إن قوالب السيراميك أنواع بحسب نوع المنتج، فتتنوع بين قوالب الكبس، والقطع، والسحب، والقوالب الجبسية. وتتكون هذه القوالب من أجزاء تعمل بمجموعها لتؤدي العمل المطلوب، وأيسر أنواع القوالب مكون من الكابس، وهو الجزء الذي ينقل الضغط إلى القطعة السيراميكية المراد تشكيلها وتجويف القالب وهو الجزء الذي توضع فيه القطعة السيراميكية. ويحدد شكل المنتج النهائي بالكابس وتجويف القالب. وتختلف القوالب الجبسية عن القوالب الميكانيكية بأنها تتعامل مع محلول سائل سيراميكي يشكل المنتج النهائي.

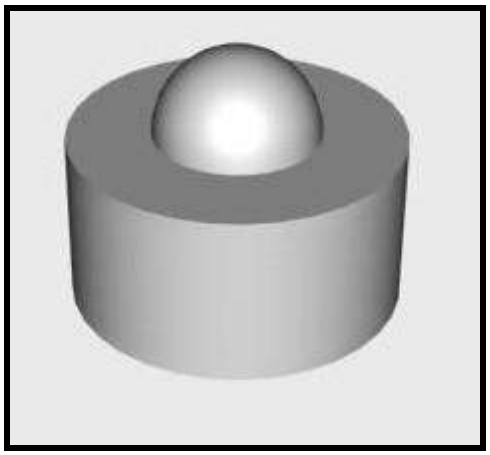
تمارين:-

1. بأخذ القياسات من الشكل، ارسم ما يأتي:
الكابس البسيط، تجويف القالب، دليل الكبس، دليل القالب، مسمار الطرق، المخلّص الثابت والمتحرك، منصة الضغط، قاذفات المنتج.
2. بأخذ القياسات من الشكل، ارسم ما يأتي:-
قالب كبس بسيط، قالب قطع بسيط، قالب سحب بسيط، قالب جبسي بسيط.
3. للأشكال السيراميكية التالية، ارسم قوالب كبس بسيطة .

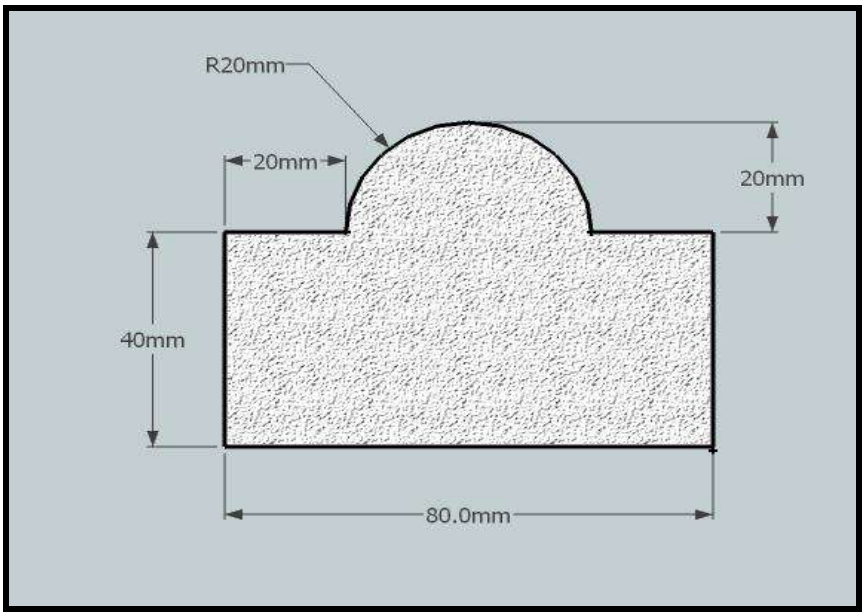


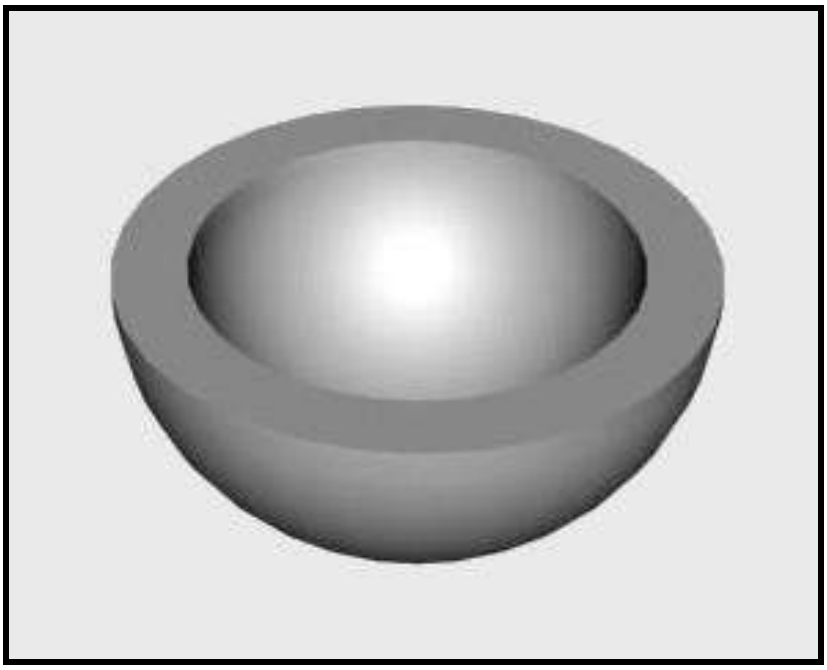
(1)



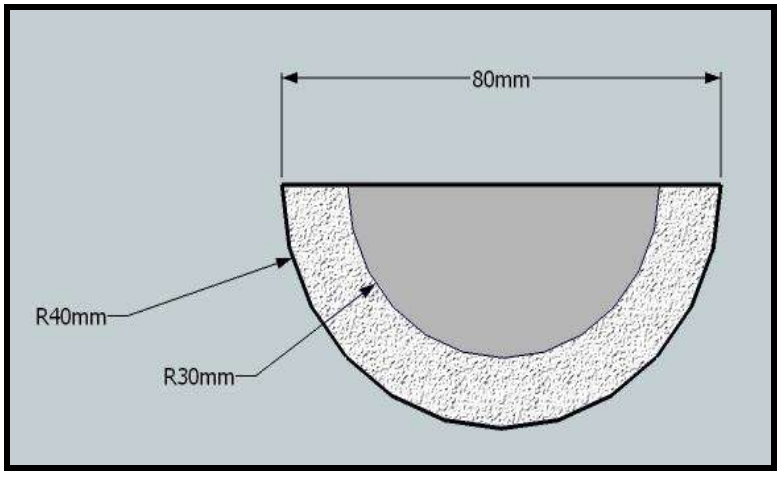


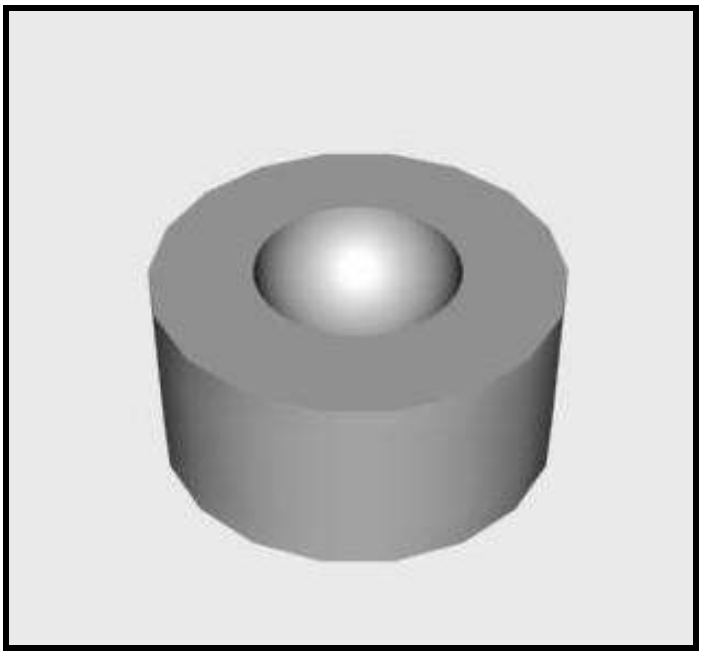
(2)



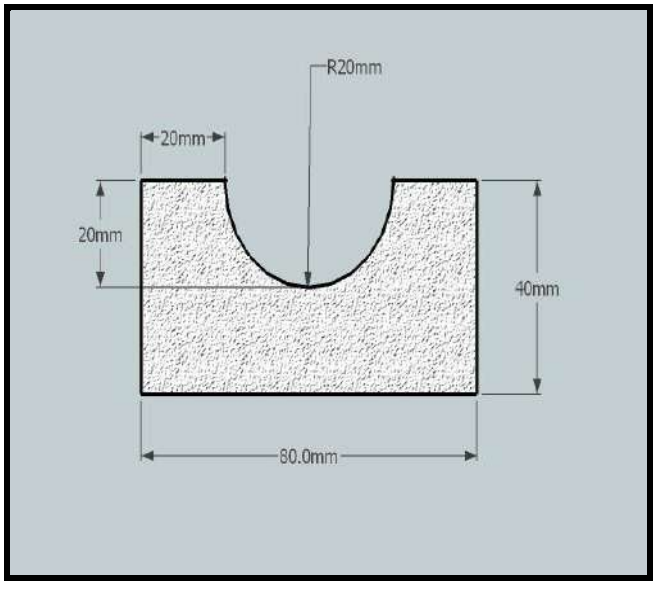


(3)

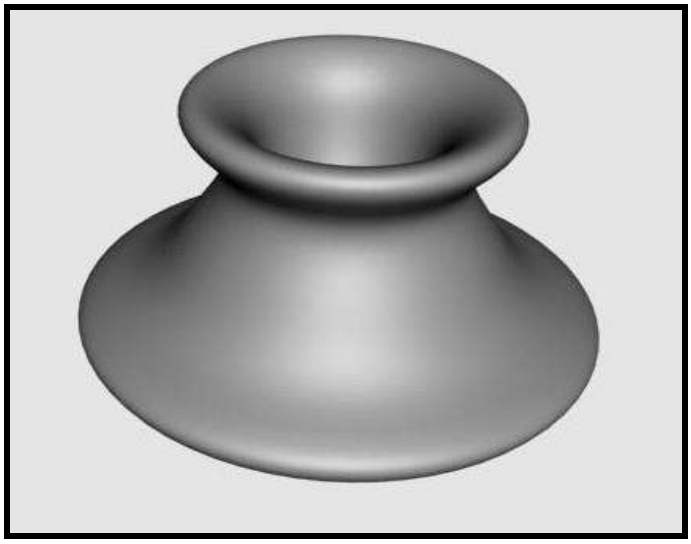




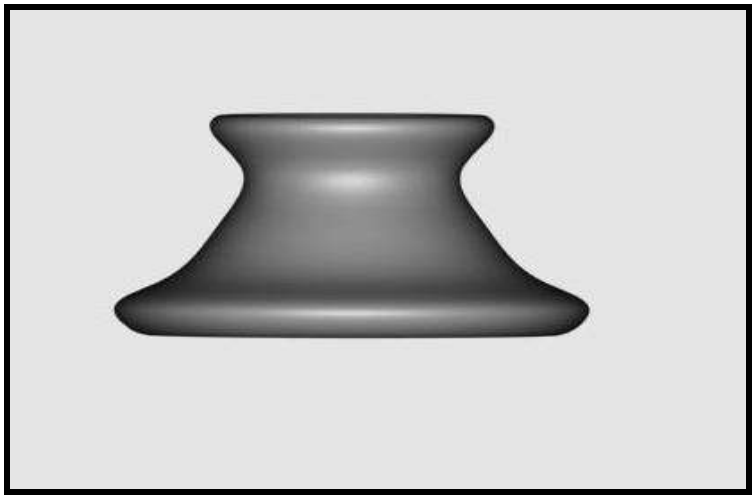
(4)

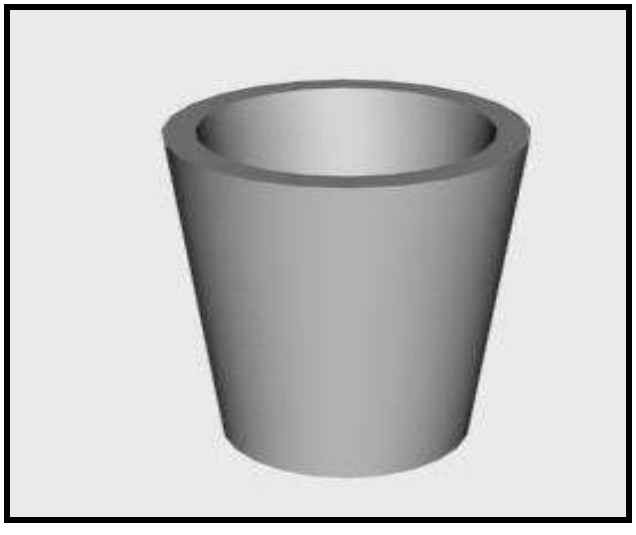


4. للأشكال السيراميكية التالية، ارسم بصورة تخطيطية قوالب جبسية بسيطة.

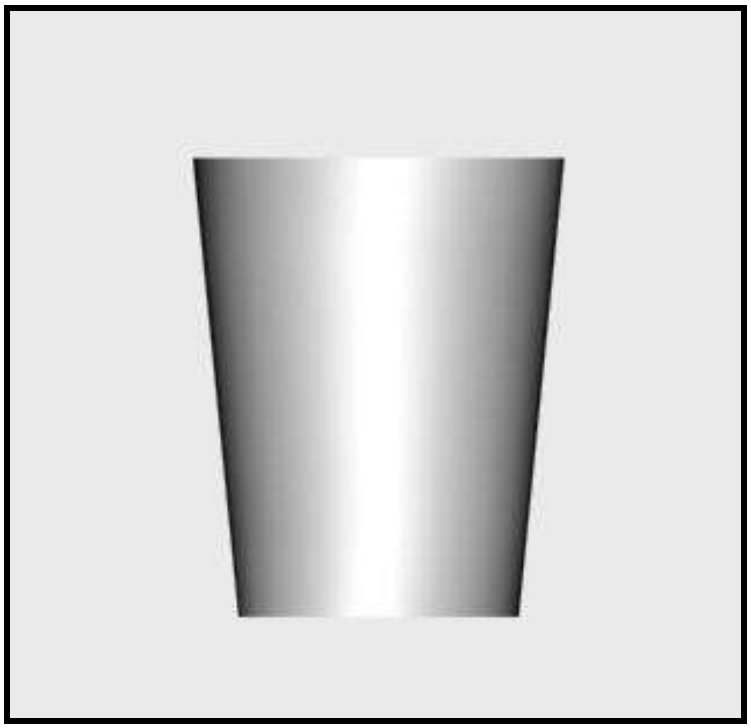


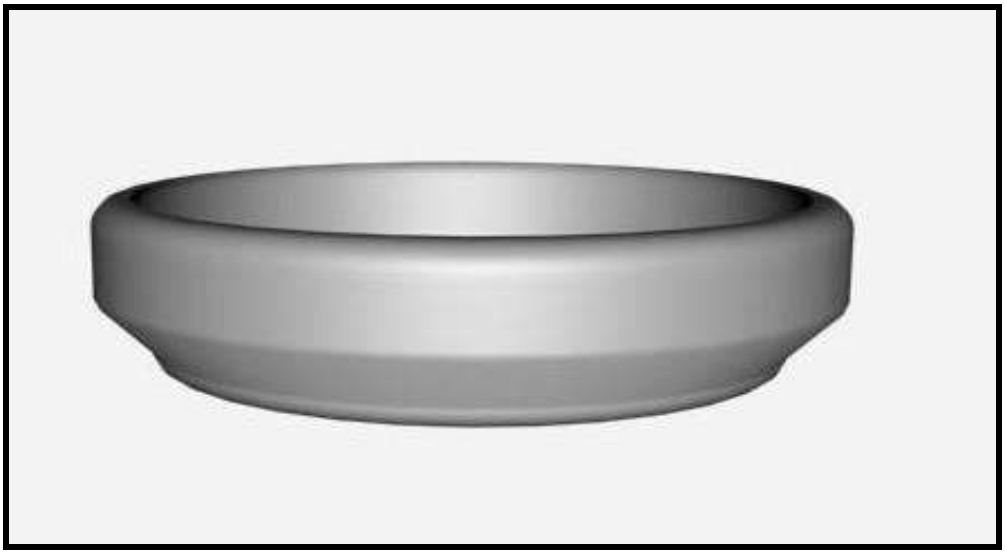
(1)



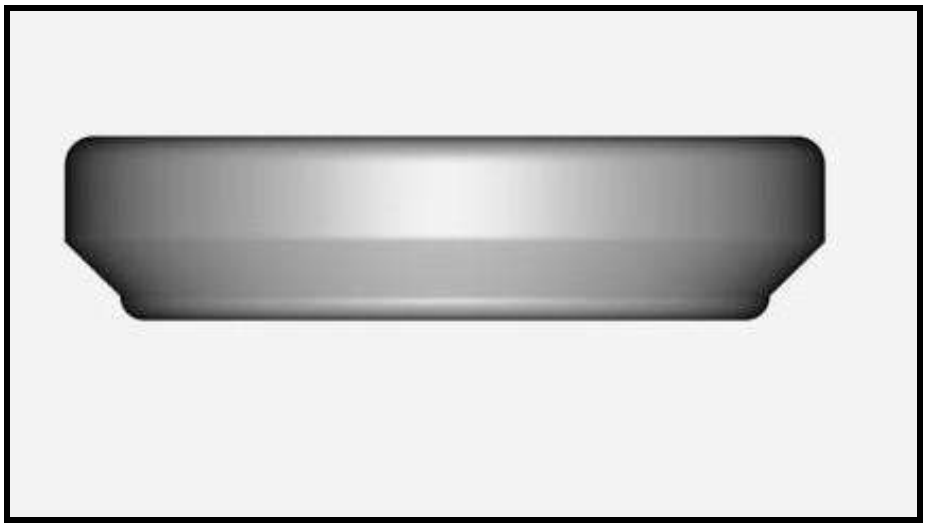


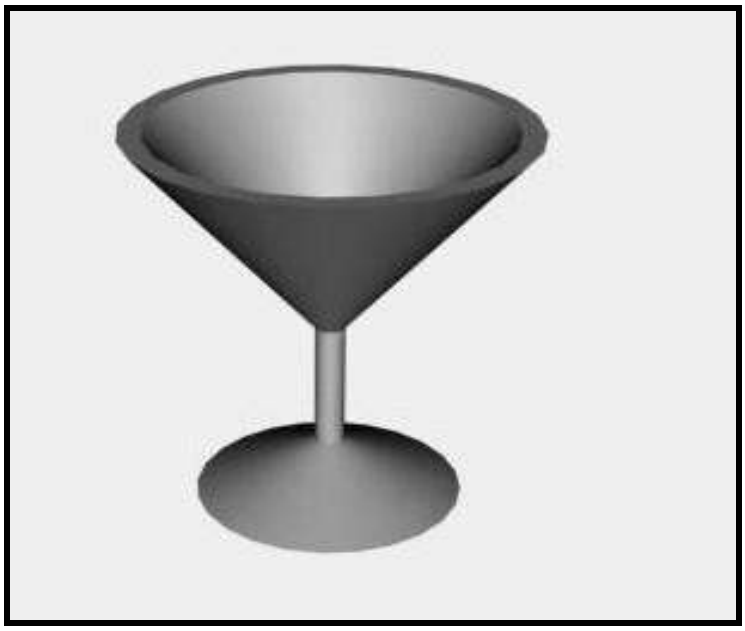
(2)



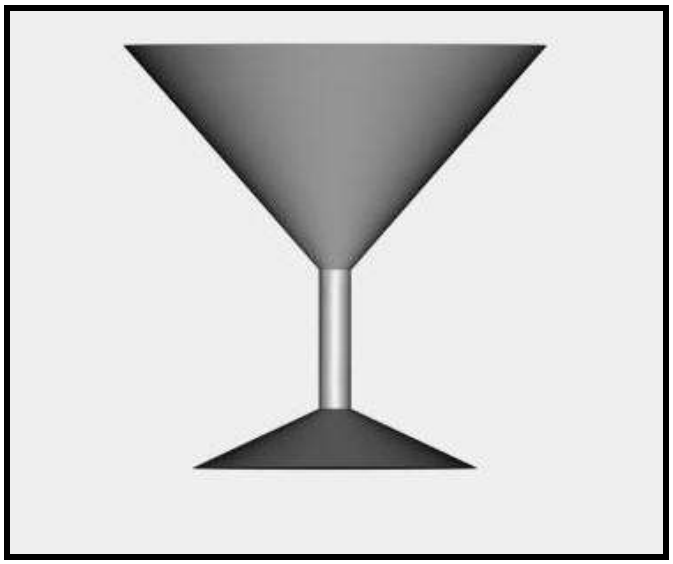


(3)





(4)



الفصل الخامس

المجففات والأفران

الأهداف

في نهاية هذا الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:-

1. **يعرف أنواع المجففات وطريقة عملها.**
2. **يعرف الأفران وأنواعها.**
3. **يحدد نوع المجفف والفرن المطلوبين للمنتج السيراميكي المعين.**
4. **يرسم المجففات والأفران للمنتجات السيراميكية المتنوعة.**

تمهيد

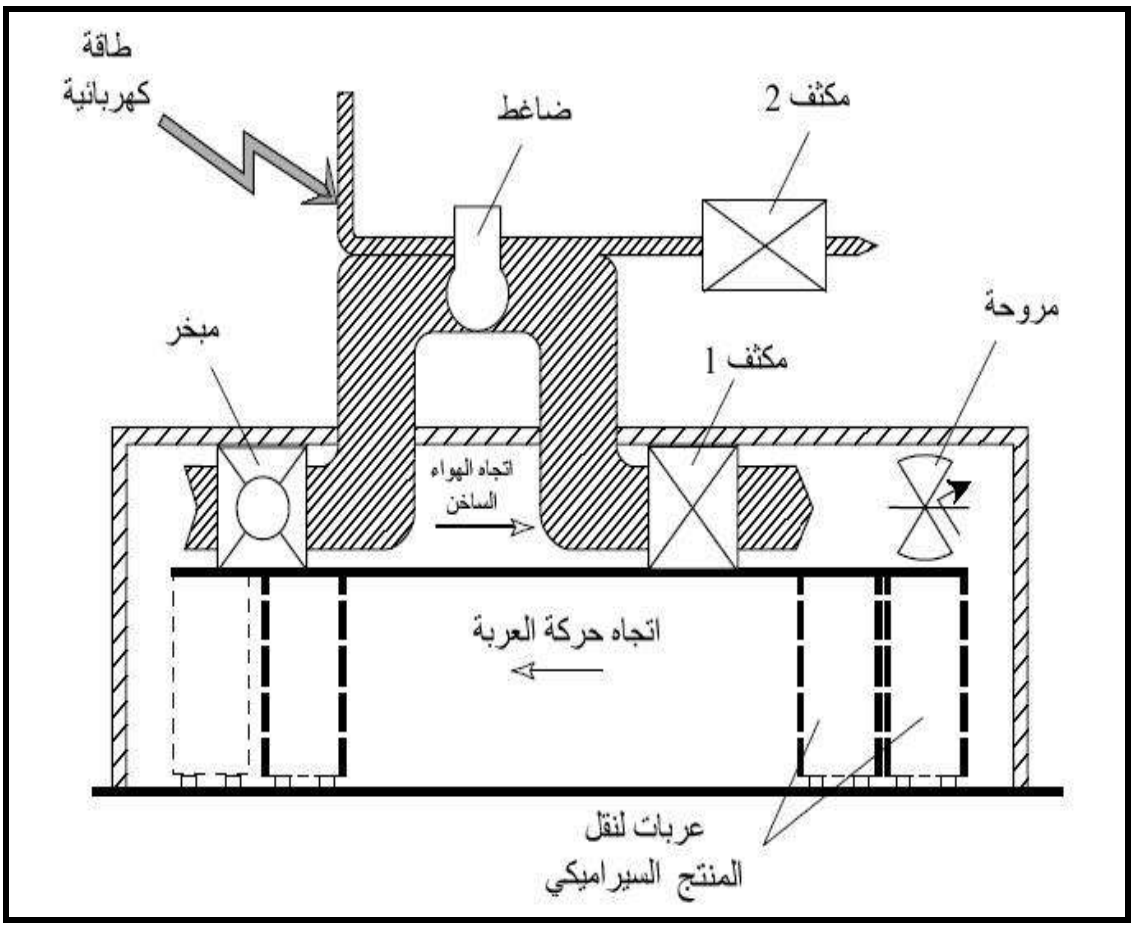
التجفيف عملية موجودة تقريبا في جميع الصناعات (الغذائية، والزراعية، والدوائية، السيراميكية)، وهي عملية قديمة جدا في صناعة السيراميك. لكن هذه العملية لم تفهم علمياً إلا في وقت قريب، لذلك تعددت تقنيات التجفيف بتنوع المادة المراد تجفيفها، لكن بقي المبدأ الأساسي واحداً وهو تخليص المادة من المحتوى المائي. وتولي الصناعات السيراميكية اهتماماً كبيراً لعملية التجفيف، وبالتالي لا تقف كفاءة المجفف ليس في قدرته على إزالة الرطوبة فحسب، وإنما في جودة عملية التجفيف في أن المنتج السيراميكي لس فيه تقلص أو تشققات .

1-5 مجففات المواد السيراميكية

وبسبب ذلك تعددت أجهزة التجفيف اعتماد اً على المحتوى المائي وعلى هيئة المادة السيراميكية المراد تجفيفها وعلى طريقة التجفيف، وهي على أنواع:

1-1-5 المجففات الهوائية

وهي من أقدم أنواع المجففات، وتعمل بمبدأ ضخ هواء ذي درجة حرارة واطئه على مصدر حرارة فيعمل هذا المصدر (المبخر) على رفع درجة حرارة الهواء، فيتحرك الهواء الساخن عكس اتجاه حركة المنتج السيراميكي الذي يحمل على عربات، ويوضح الشكل (1-5) المجفف الهوائي.

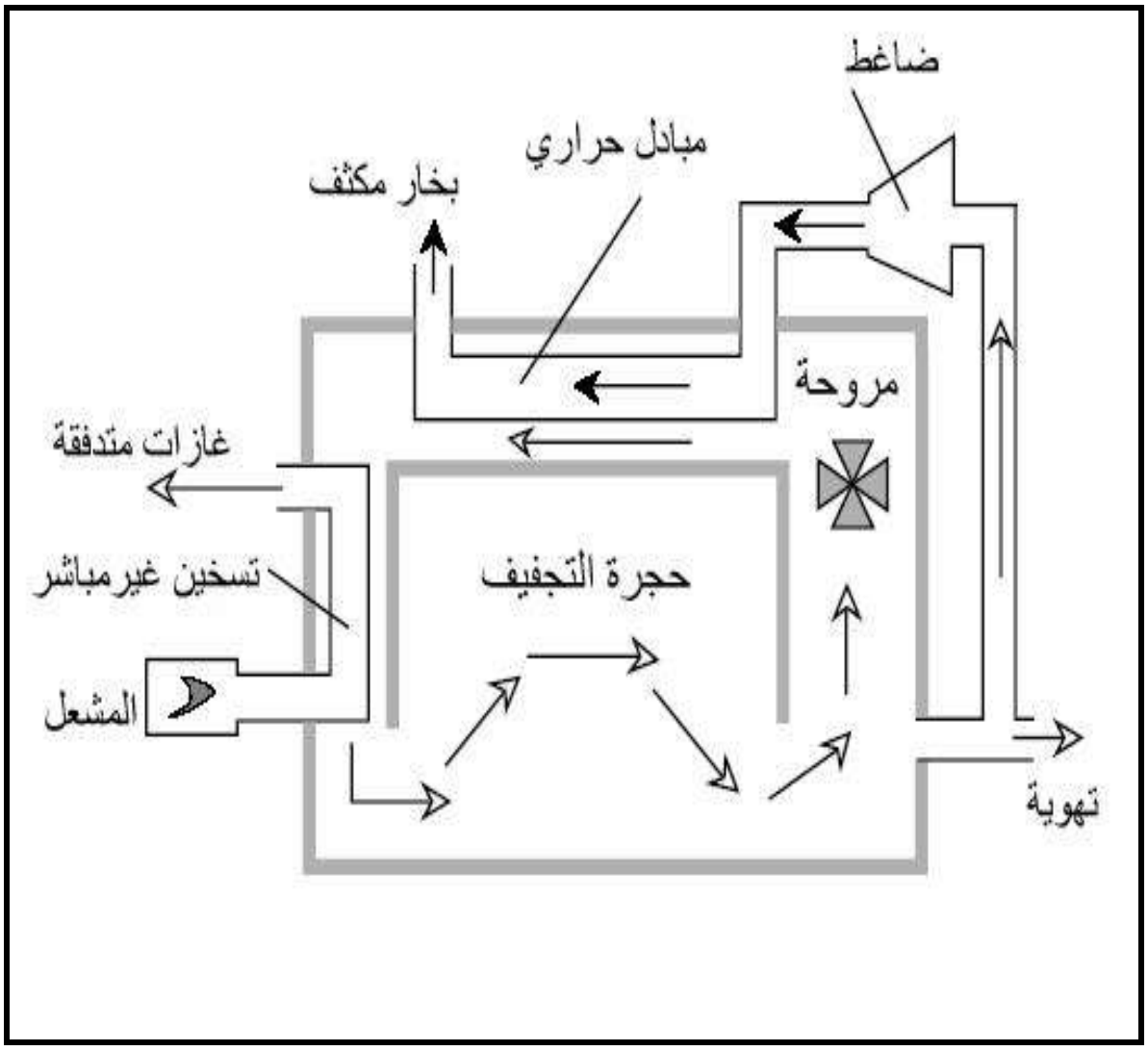


شكل 1-5 طريقة عمل المجفف الهوائي (رسم تخطيطي)

2-1-5 المجففات اللاهوائية

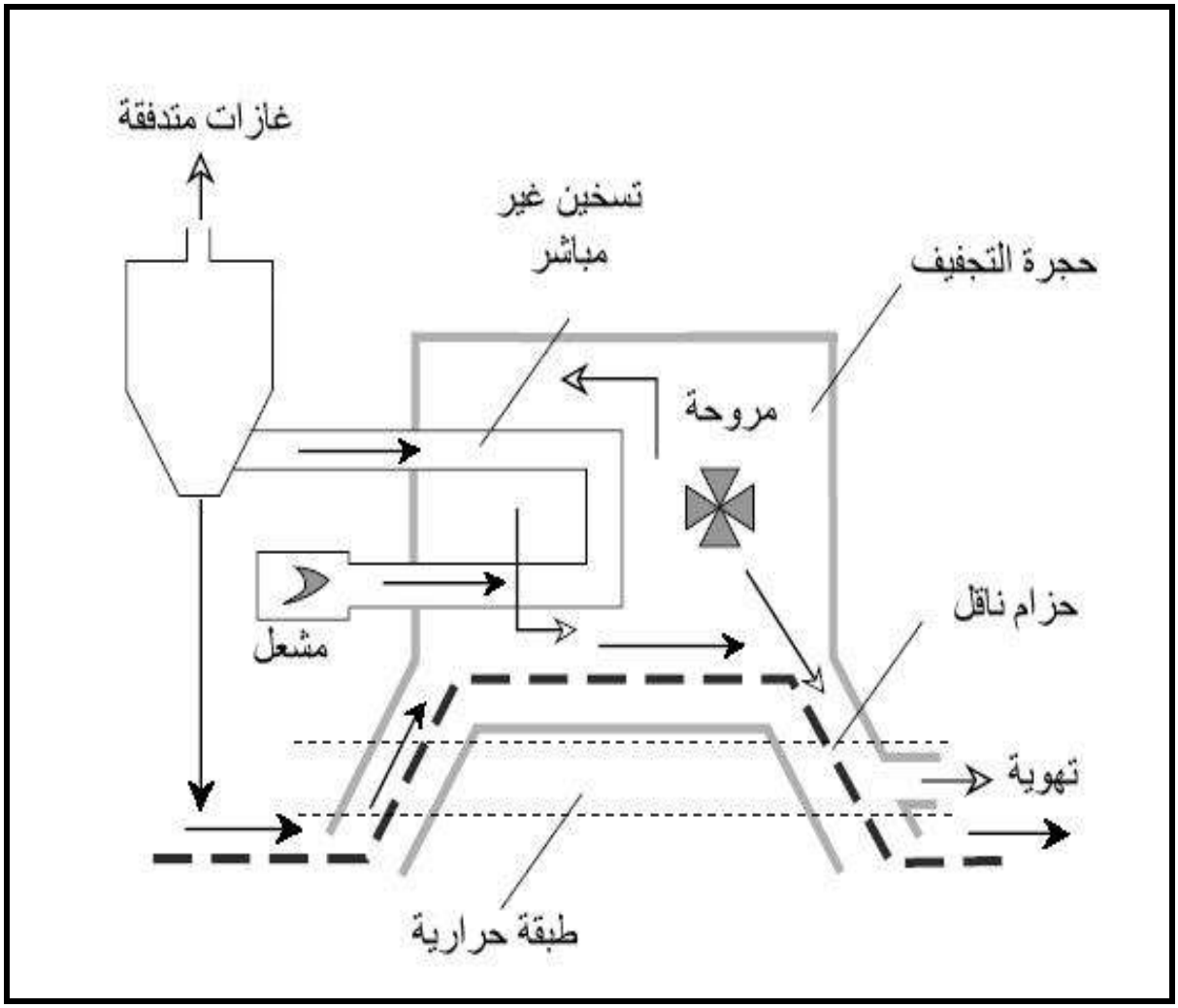
ظهرت هذه المجففات كتقنية لحفظ الطاقة في المجفف، إذ يسمح للطاقة الضائعة في الهواء الجوي عن طريق بخار الماء الخارج مع الغازات المتدفقة بإعادة تدويرها. إذ يسمح استبدال الهواء الحار في المجففات الهوائية ببخار الماء في المجففات اللاهوائية طاقة بحدود 40-90% اعتماداً على ظروف التجفيف.

ويتضمن مفهوم التجفيف اللاهوائي تبخير الرطوبة من المنتج السيراميكي وتكوين جوٍّ من البخار النقي. وبما أن البخار ذو درجة حرارة عالية فإنه ينفي الحاجة إلى مصدر حرارة آخر أو استعمال الهواء الساخن، وفضلاً عن ذلك يمكن استعمال هذا البخار الساخن مصدر حرارة لعملية التجفيف التالية. وهناك نوعان من المجففات اللاهوائية، أحدهما: يصطلح عليه مجففات المنتج الثابت، الشكل (5-2)، وفي هذا النوع يوضع المنتج السيراميكي داخل حجرة التبخير ذات السعة المعينة وتبدأ عملية التجفيف بارتفاع درجة الحرارة التي تولد البخار الساخن الذي يعمل على تجفيف المادة السيراميكية.



شكل 5-2 رسم توضيحي للمجفف اللاهوائي (المنتج الثابت)

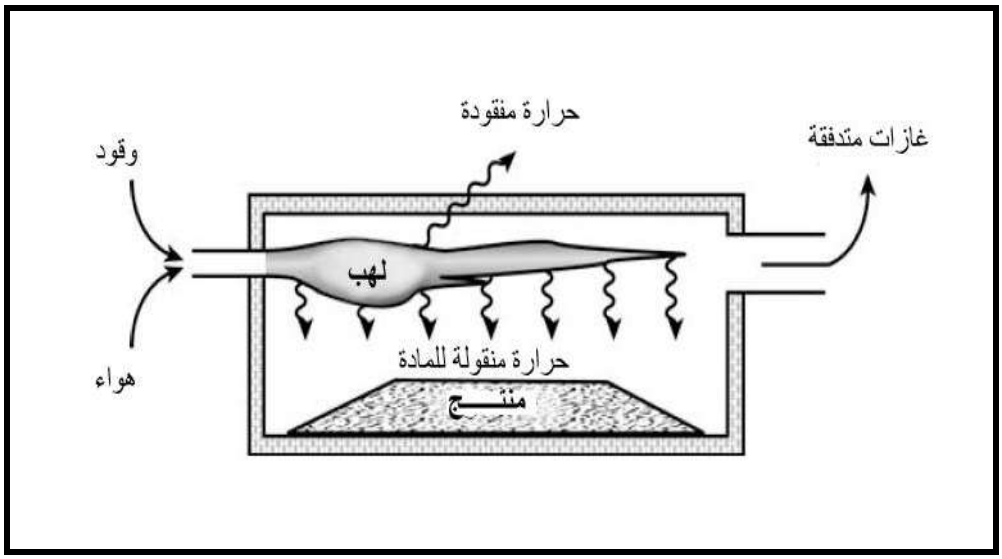
والآخر: يصطلح عليه مجففات المنتج المتحرك، الشكل(5-3). وفي هذا النوع من المجففات يتم وضع المنتج السيراميكي على حزام ناقل يتحرك إلى داخل المجفف، وهذا النوع من المجففات واسع الاستعمال في الصناعات السيراميكية.



شكل 5-3 رسم توضيحي للمجفف اللاهوائي (المنتج المتحرك)

5-2 الأفران السيراميكية

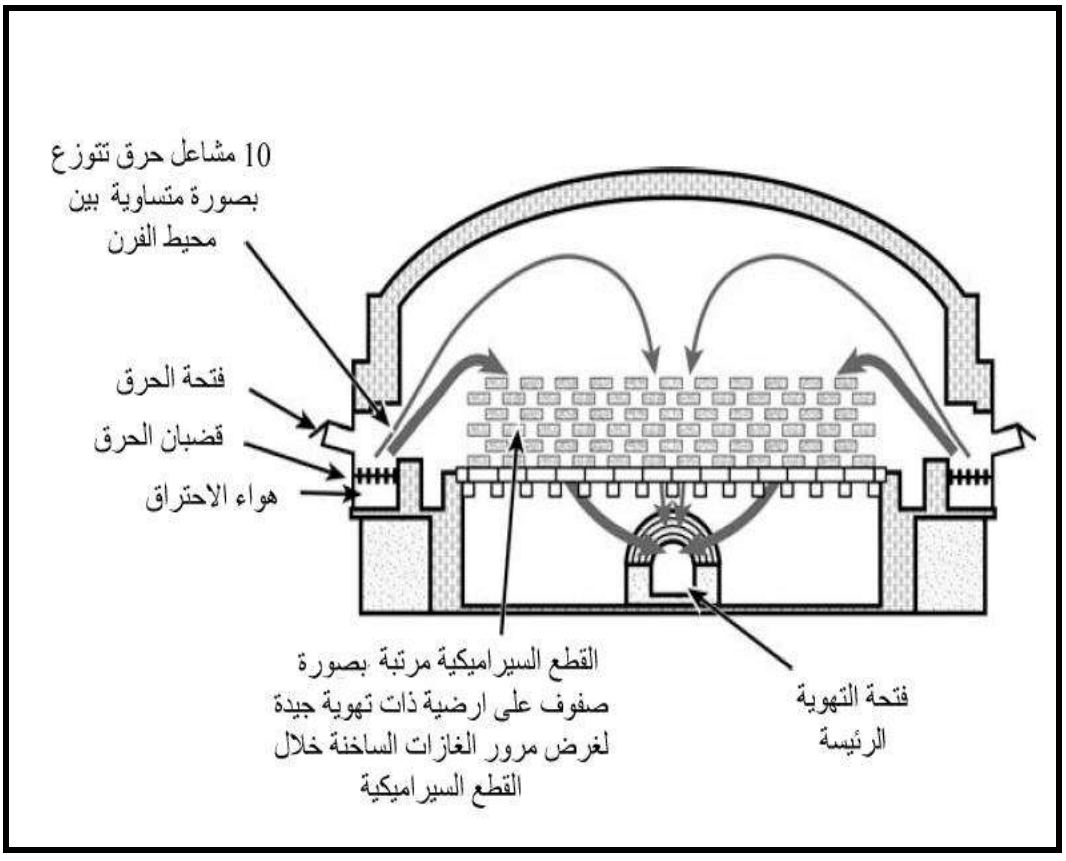
الفرن هو تركيب مغلق يُستعمل للتسخين الآني بالنار، ويُستعمل في حرق (تلبيد) المواد السيراميكية وفي عمليات التلدين التي تلحق عملية التلبيد. ويُعد الفرن حجر الأساس لكل عمليات تصنيع المواد السيراميكية، إذ لا يمكن تصور منتوج سيراميكي لا يمر بعملية الحرق. ويوضح الشكل (5-4) التصميم الاساسي للفرن، إذ إن الحرارة تتحرر بحرق الوقود مع الهواء أو من الطاقة الكهربائية وينتقل جزء من الحرارة إلى المنتج السيراميكي المراد حرقه والجزء الآخر يخرج مع الغازات والآبخرة أو عن طريق الفتحات وباب التحميل. والافران السيراميكية على أنواع :



الشكل 5-4 رسم توضيحي للفرن البسيط

5-2-1 أفران السحب الداخلي

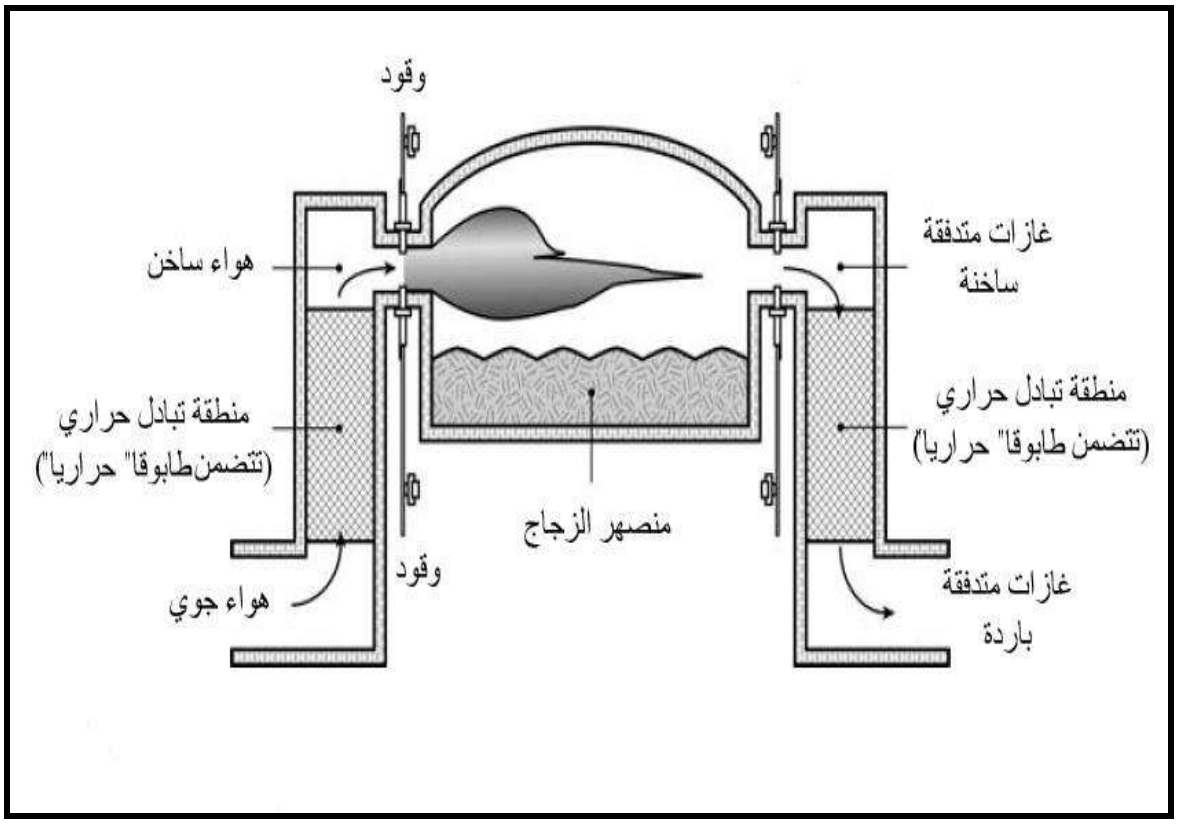
ويُستعمل هذا الفرن في الصناعات السيراميكية منذ وقت طويل، وتتولد الحرارة في الفرن بحرق الوقود مع الهواء الجوي. وتوضع المواد السيراميكية بصورة مرتبة على أرضية مثقبة لكي تسمح للغازات الحارة بالمرور إلى فتحة خروج الغازات في أسفل الفرن، كما في الشكل (5-5).



الشكل 5-5 فرن السحب الداخلي

2-2-5 أفران صهر الزجاج

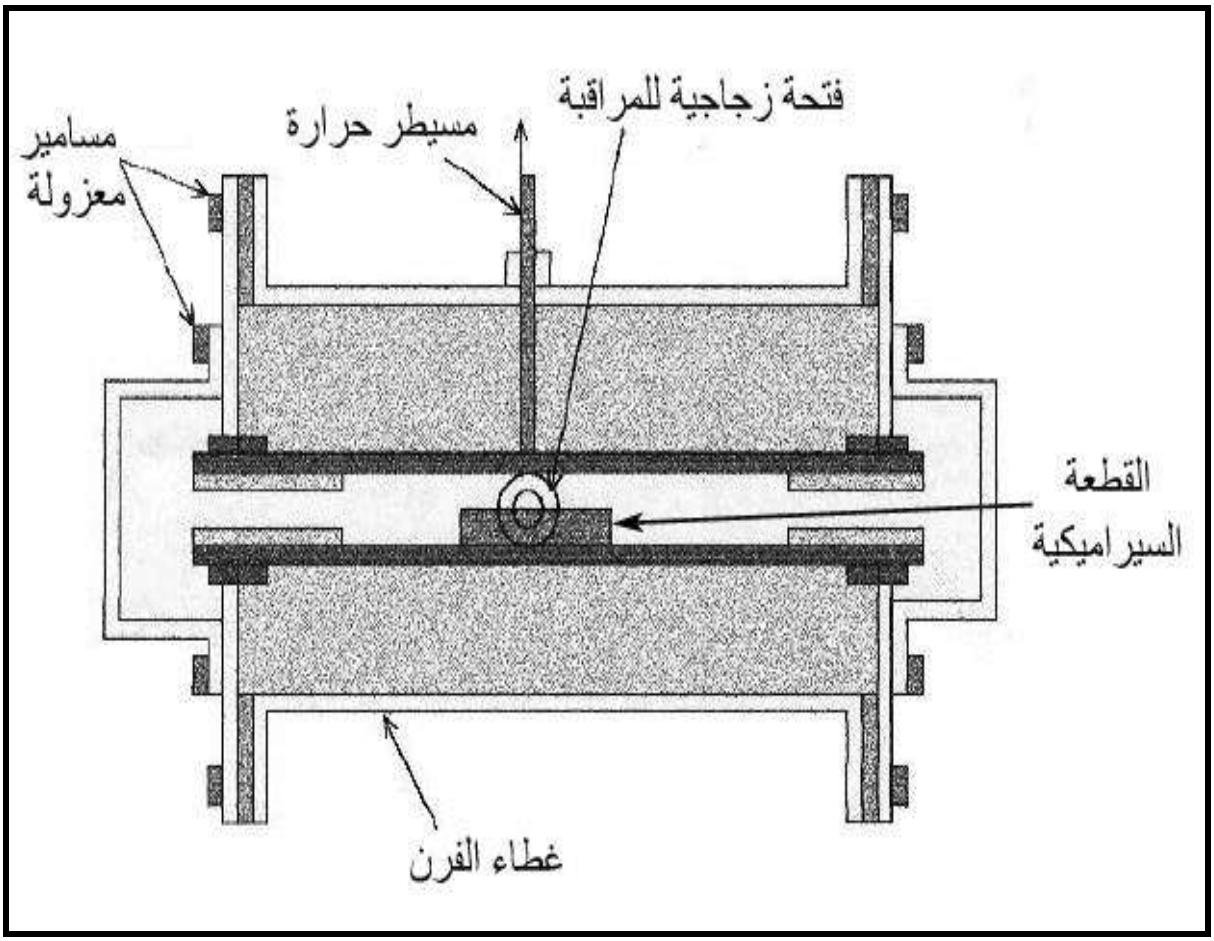
ويتكون الفرن من جزأين: أحدهما: ايمن، وآخر أيسر يتم تسخينهما على التوالي. فعندما يعمل المشعل في الجانب الأيمن أولاً سوف يسخن منطقة التبادل الحراري، إذ تعمل هذه المنطقة على تسخين الهواء الجوي قبل الاشتعال. أما الغازات المتدفقة فسوف تخرج من الجانب الأيسر عن طريق منطقة التبادل الحراري، وسوف تسخن، وعند ذلك سوف يتوقف المشعل الأيمن ويعمل الأيسر، وهكذا كما في الشكل (5-6).



الشكل 5-6 فرن صهر الزجاج

3-2-5 الفرن الأنبوبي

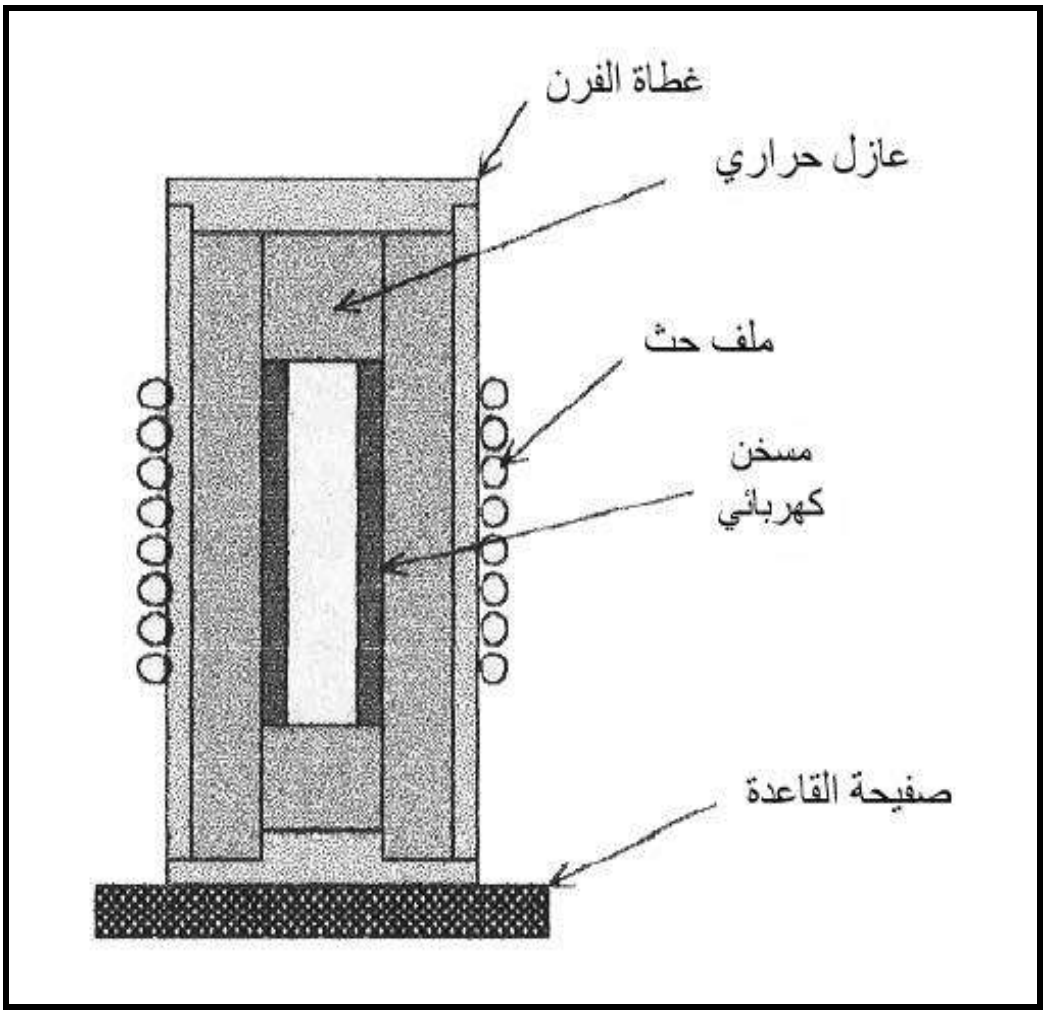
وتكون الأفران الانبوبية عادة ذات تركيب يسير يحتوي على أنبوب سيراميكي وعناصر تسخين وعازل حراري وغطاء الفرن. ولأن هذه الأفران كونها يسيرة تستعمل لتلبيد المواد السيراميكية في ظروف هوائية ولا هوائية وأيضا تستعمل للتلدين. الشكل(5-7).



الشكل 5-7 مقطع طولي للفرن الأنبوبي

5-2-4 أفران الحث الكهربائي

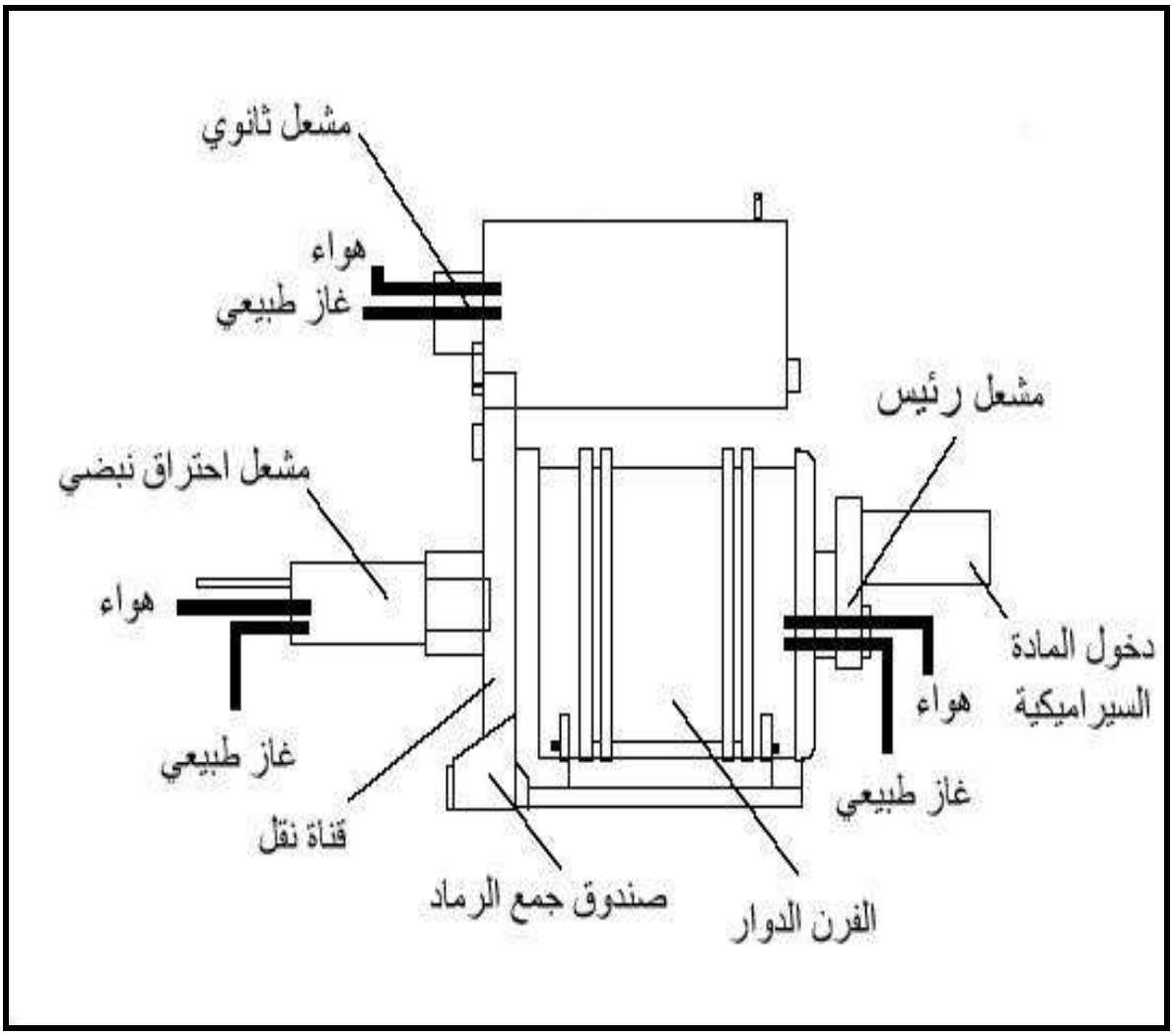
وتُعدّ هذه الأفران من أيسر أنواع أفران السيراميك المختبرية. وتتحرر الحرارة في الفرن بواسطة الطاقة الكهربائية. ويتكون الفرن من غطاء عازل للحرارة وملفات من أسلاك النحاس ومسخن حراري من الكرافيت الذي يزود بالتيار من الملف الحثي، كما في الشكل (5-8).



شكل 5-8 مقطع طولي لفرن الحث الكهربائي

5-2-5 الفرن الدوار

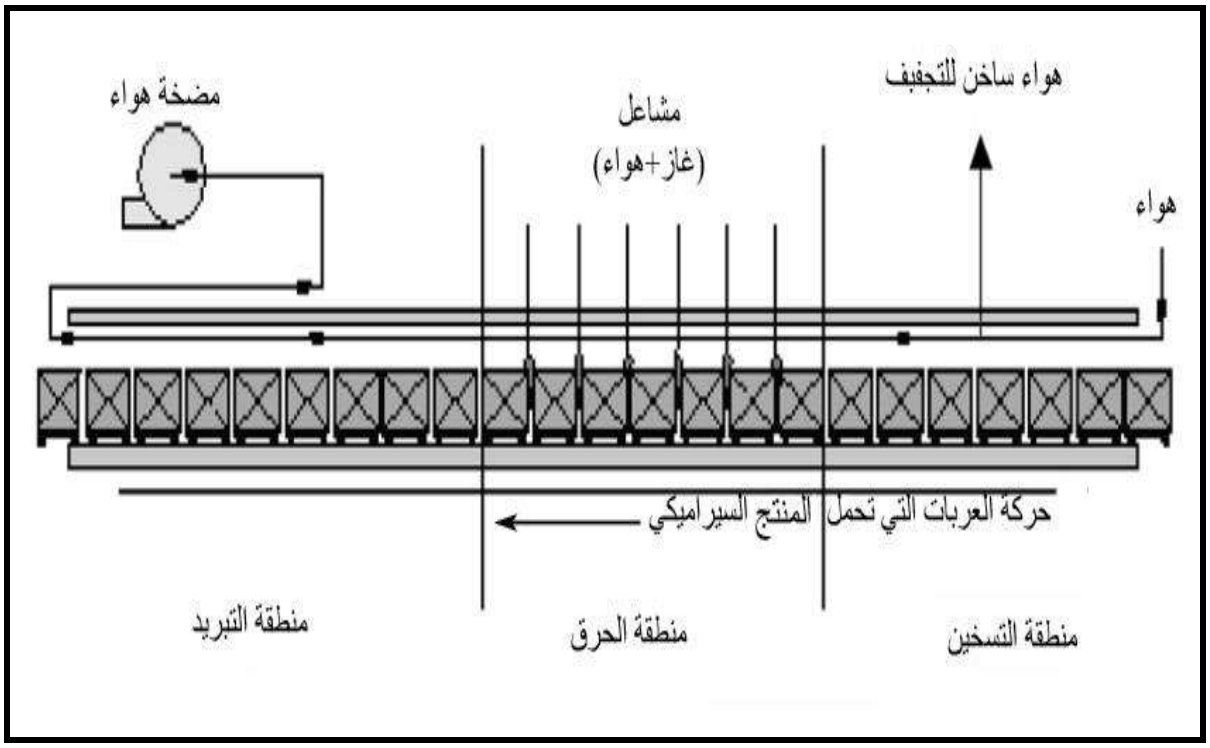
يستعمل هذا الفرن في حرق حبيبات المواد السيراميكية التي تستعمل لاحقاً في تصنيع القطع السيراميكية وتجفيفها بالكبس أو الصب الانزلاقي. ويتكون هذا الفرن من غرفة الحرق التي تكون بصورة أسطوانة تدور بواسطة محركات كهربائية، وتعمل هذه الأفران غالباً بالوقود والهواء، كما في الشكل (5-9).



الشكل 5-9 الفرن الدوار

5-2-6 الأفران النفقية

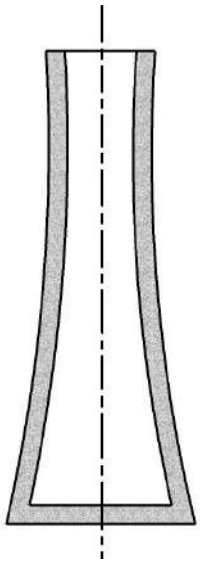
وهي الأكثر استعمالاً في إنتاج القطع السيراميكية في الوقت الحاضر، وتُستعمل لعدة أنواع من المنتجات السيراميكية. وفي هذه الأفران يوضع المنتج السيراميكي على عربات تتحرك داخل الفرن، وفي أثناء حركتها داخل الفرن بسرعة محسوبة تحصل عملية الحرق. ويتكون الفرن من ثلاث مناطق اعتماداً على درجة الحرارة فيها، وهذه المناطق هي منطقة تسخين المنتج، ومنطقة حرق المنتج، ومنطقة تبريد المنتج. وغالبا ما يعمل الفرن بالوقود، كما في الشكل (5-10).



الشكل 5-10 الأفران السيراميكية النفقية

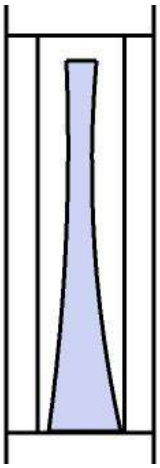
أمثلة محلولة

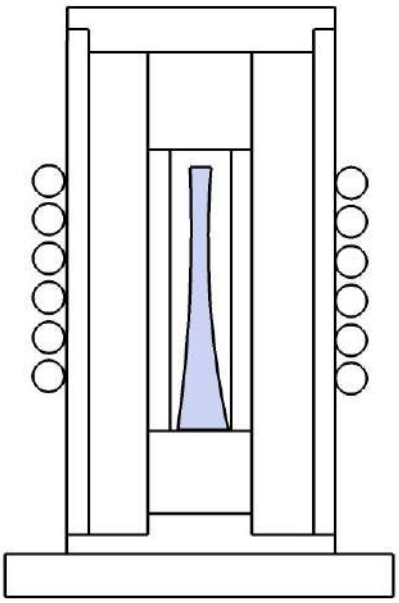
مثال 5-1: ارسم فرن الحث الكهربائي للعينة السيراميكية الموضحة بالشكل في أدناه.



ملاحظات عامة :-

1. لحل مثل هذا النوع من الأسئلة يجب أن يبدأ الطالب برسم العينة في وسط ورقة الرسم، وبعد الانتهاء من رسم العينة يرسم حجرة الفرن التي تحتوي العينة، ومن ثم إكمال تفصيلات الفرن كلها، كما هو موضح في الأشكال اللاحقة.

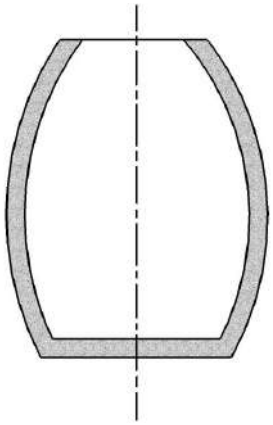




2. في حال عدم ذكر أبعاد العينة السيراميكية يكون رسم الفرن بمقياس رسم 1:1 وترسم العينة داخل حجرة الفرن .

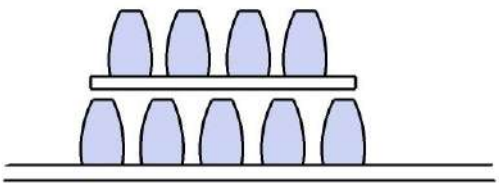
3. في حال ذكر أبعاد العينة السيراميكية يجب تكبير مقياس الرسم بما يتلاءم مع حجم العينة. فمثلا إذا كانت أبعاد العينة السيراميكية 40 ملليمتراً عرضاً و50 ملليمتراً طولاً وقياس حجرة الفرن المأخوذ بالمسطرة من الرسم هو 20 ملليمتراً عرضاً و30 ملليمتراً طولاً .فمن الواضح أن حجرة الفرن لا يمكنها احتواء العينة السيراميكية، لذلك نعمل على تكبير قياس الفرن (تغيير مقياس الرسم) بجعل مقياس الرسم 1:2، وبذلك ستكون أبعاد الحجرة 40 ملليمتراً عرضاً و60 ملليمتراً طولاً.

مثال 5-2:- للعينة السيراميكية الموضحة في أدناه, ارسم مجففاً لا هوائياً على أن يستوعب المجفف تسع عينات.

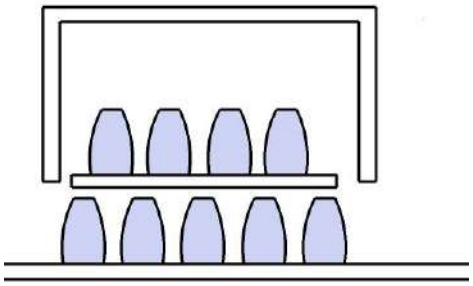


ملاحظات عامة:

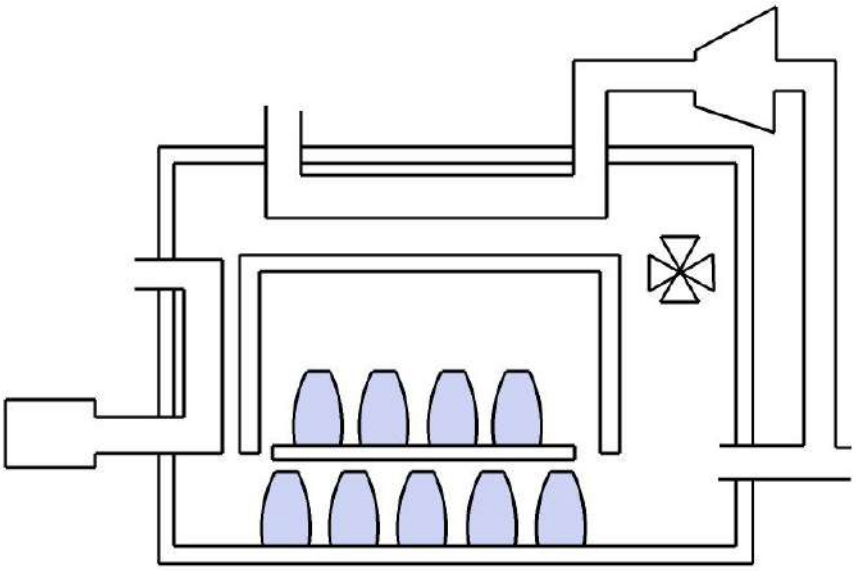
1. عندما يطلب في السؤال وضع أكثر من عينة داخل الفرن أو المجفف، هنا يجب مراعاة توزيع العينات المطلوب وضعها داخل الفرن بصورة هندسية منسقة. كما موضح في الشكل اللاحق.



2. بعد وضع (رسم) العينات التسع بصورة هندسية ننتقل لرسم غرفة التجفيف، كما موضح في الشكل اللاحق.



3. نستكمل عملية رسم بقية أجزاء الفرن وصولاً إلى رسم كامل الفرن مع العينات التسع.



4. ترتيب العينات داخل الفرن أو المجفف يكون بصورة صفوف (كما ملاحظ في الأشكال).

5. المسافة بين عينة وعينة أخرى على الصف نفسه تكون متساوية.

6. في حال ذكر أبعاد العينة يتطلب الرسم إجراء حسابات لكي نضمن استيعاب غرفة الفرن أو المجفف للعدد المطلوب كله.

7. حجم غرفة التجفيف أو الحرق تكبر بحسب عدد العينات والمسافات بين العينات, بالنسبة إلى العرض نأخذ بالحسبان عدد العينات والمسافات الفاصلة بين العينات، فعلى سبيل المثال إذا كان عرض العينة 20 mm، وعدد العينات في الصف الواحد خمس عينات دائماً نأخذ المسافة بين

العينات بمقدار 0.25 من قياس العينة، آخذين بالحسبان أن عدد المسافات البينية مساوٍ لعدد العينات+ واحد لكي نضيف المسافة بين جدران الفرن. لذلك يكون العرض= المسافات البينية+أبعاد العينات [(0.25×عرض العينة)×5+1]+[2×5] = 130 mm. أما بالنسبة إلى طول الحجرة فيكون مساوياً لطول العينة+المسافة بين الصفوف (0.25×طول العينة).

8. ملاحظة مهمة جداً: مقدار التكبير(مقياس الرسم) يساوي البعد الجديد (الناتج من الحسابات) مقسوماً على البعد القديم (المأخوذ بالمسطرة من الرسم), فمثلا إذا كان البعد القديم (العرض) 650 mm والجديد 130 mm (بعد الحسابات)، لذلك يكون ناتج القسمة يساوي 2 ، أي إن مقياس الرسم الجديد 1:2 بمعنى نضاعف القياسات المأخوذة من الرسم بالمسطرة.

الخلاصة

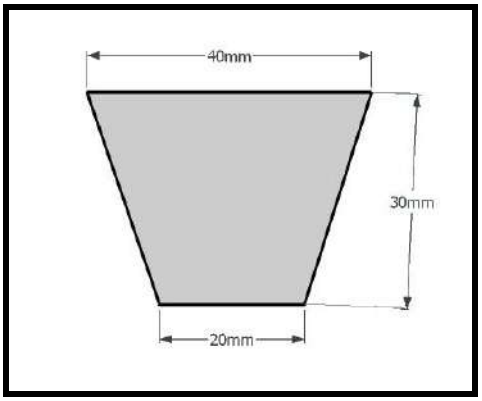
التجفيف والحرق (التلبيد) من العمليات المهمة التي تكسب المنتج السيراميكي قوامه الصلب. وعملية التجفيف تسبق عملية التلبيد؛ لأنها تقلل _إلى حد كبير_ من المحتوى المائي للمنتج السيراميكي. وبحسب طبيعة المنتج السيراميكي وطريقة تصنيعه تتباين طرائق التجفيف لتشمل المجففات التي تعمل بالهواء والمجففات التي لا تعمل بالهواء، وأيضاً المجففات التي تكون عملية التجفيف فيها مستمرة عن طريق نقل المنتج السيراميكي بواسطة حزام ناقل إلى داخل المجفف أو بوضع المنتج بصورة وجبات بحسب استيعاب حجرة التجفيف. وللأسباب أعلاه أنفسها تتباين أنواع الأفران إلى أفران أنبوبية، وأفران دوارة، وأفران ذات حزام ناقل، وأفران تعمل بالوقود، وأخرى تستعمل الطاقة الكهربائية.

تمارين:-

1. ما أنواع المجففات؟ وعلى أي مبدأ تُصنف؟
2. ما الفرق بين المجفف اللاهوائي الثابت ومتحرك المنتج؟
3. ارسم (بأخذ القياسات بالمسطرة من الشكل) ما يأتي:

المجفف الهوائي، المجفف اللاهوائي ثابت المنتج، المجفف اللاهوائي متحرك المنتج.

4. عدد أنواع الأفران السيراميكية مع ذكر مبدأ العمل.
5. ارسم (بمقياس رسم 1:1) مخطط الفرن البسيط مع التأشير على الأجزاء.
6. ارسم (بمقياس رسم 1:1) فرن صهر الزجاج مع التأشير على الأجزاء.
7. ارسم الفرن الأنبوبي لمنتج سيراميكي بصورة أسطوانة طولها 15سم وقطرها 5سم.
8. ارسم فرن الحث الكهربائي لعينة سيراميكية مكعبة الشكل طول ضلعها 5سم.
9. ارسم فرن السحب الداخلي للمنتج السيراميكي في الشكل أدناه على أن يستوعب الفرن 20 قطعة سيراميكية.



الفصل السادس

مخططات العمل

الأهداف

في نهاية هذا الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:-

1. **يرسم رموز المعدات والعمليات السيراميكية.**
2. **يرسم مخططات عمل أي عملية إنتاج لأي منتج سيراميكي.**
3. **تنفيذ عملية إنتاج المنتج السيراميكي بدقة.**

تمهيد:

يمكننا أن نعرف ورقة العمل (Flow Chart) بأنها :- خارطة الطريق للعملية السيراميكية المطلوبة، إذ توضح جميع الوظائف المهمة والضرورية للوصول إلى إنتاج المادة السيراميكية المطلوبة.

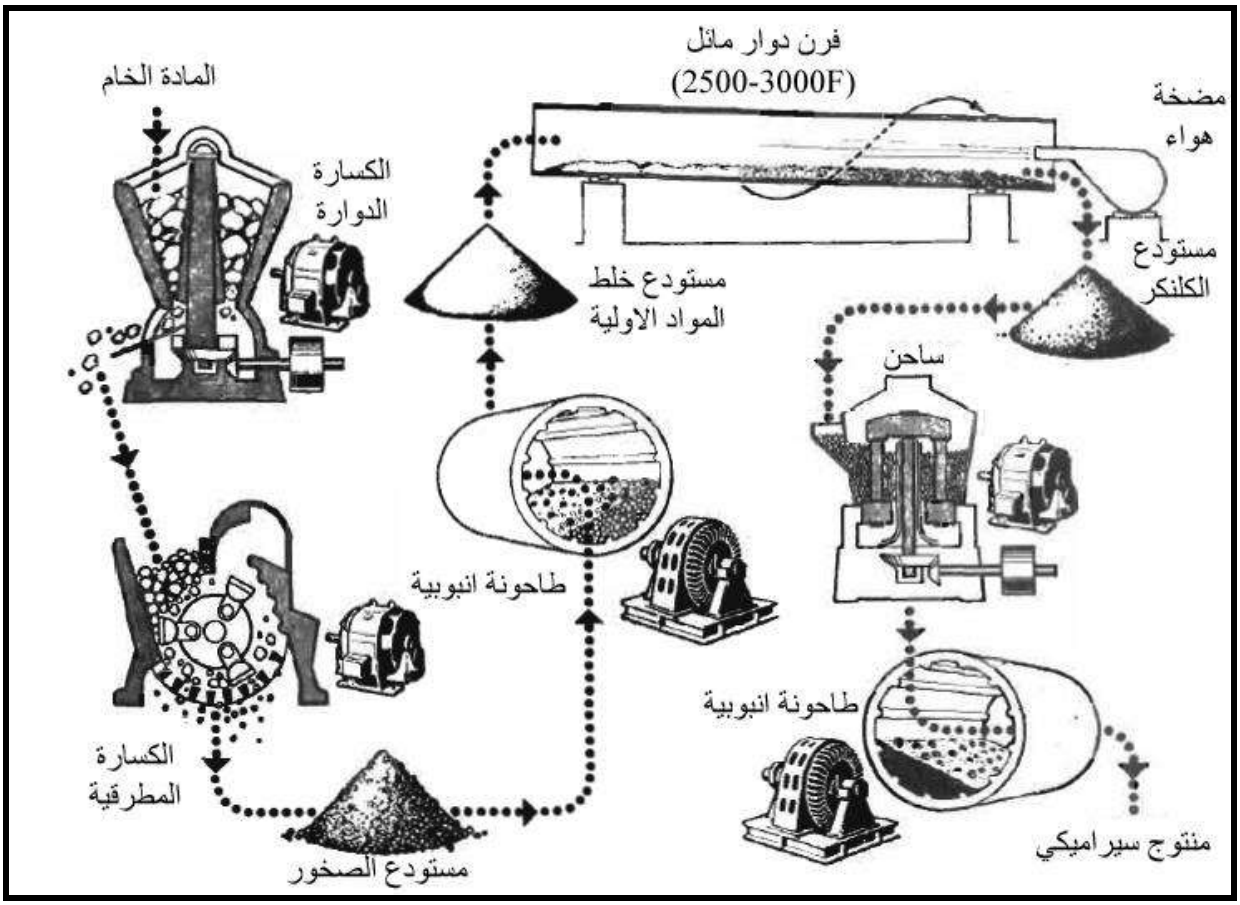
فكلما يتقدم الهدف، كلما تمكنا من التعرف على الأجزاء المهمة للقدرات الهندسية المتنوعة عن طريق ورقة العمل، بالرغم أنه من غير الممكن فهم العملية أو أية تفصيلات أخرى متعلقة ببعض الحالات والتطبيقات الهندسية. وهنا يمكن أن نذكر إن العملية السيراميكية ومهندس الهدف (project engineer) يعملان معاً لمساعدتنا للربط مابين الأجزاء الضرورية للعمل.

وتصنف ورقة العمل أيضاً عملية الإدارة المتعلقة بتحضير الدراسات الاقتصادية للوصول إلى العملية السيراميكية المطلوبة. وتوضح خطوات العملية الكيميائية بتعاقب جيد. مع ترجمة ميكانيكية جيدة للمتطلبات الكيميائية المطلوبة في عملية إنتاج المواد السيراميكية.

1.6 أنواع أوراق العمل (المخططات)

1.1.6 المخطط الصندوقي (Block Diagram)

يُعتمد هذا المخطط عادة لترتيب الخطوة التمهيدية أو مفهوم العملية السيراميكية الأساسية من دون تفصيلات. إذ لا تصف الصناديق (blocks) كيف أن الخطوة المعطاة سوف تتحقق، ولكن نوعاً ما ماذا يمكن أن نعمله. هذا الخطوات غالبا تعتمد في المجالات الآتية: دراسات المساحة (survey studies) للإدارة، ومختصرات البحث، وخطوات العملية السيراميكية ومقترحاتها، والتحدث عن فكرة العملية. للتوضيحات الإدارية فإن الشكل (6-1) هو تصويري ويساعدنا على توضيح دورة الانسياب الأساسية.



الشكل 1.6: المخطط الصندوقي لتصنيع منتج سيراميكي

2-1-6 مخطط العملية أو المخطط الانسيابي :-(Process Flow sheet or Flow Diagram)

ويُعتمد هذا النوع من المخططات لاستعراض موازنة الحرارة والكتلة للعملية السيراميكية المطلوبة. وهذا يمكن إستعراضه بهيئة صندوق واضح مع نقاط مفتاحية مرسومة وموضحة، أو بصورة مفصلة أكثر تمييزاً لما يأتي:-

كل جريان ضروري، ودرجة الحرارة، والضغط لكل قطعة أساسية لمعدات العملية أو خطوة التصنيع لإنتاج المادة السيراميكية. وهذا من الممكن إجراؤه مع الأخذ بالحسبان الخدمات الاحتياطية للعملية مثل: بخار الماء، والماء، الهواء، وغاز الوقود، والتبريد، والزيت الدوار...إلخ.

3-1-6 مخطط الأنابيب أو مخطط الجريان الميكانيكي

(Piping Flow sheet or Mechanical Flow Diagram)

يعتمد هذا النوع من المخططات لتوضيح التفصيلات الميكانيكية لمصممي الأنابيب والأوعية، كمهندس الكهرباء، ومهندس المعدات، وغيرهما من المهندسين الذين لا يحتاجون إلى تفصيلات العملية المطلوبة لإنتاج المادة السيراميكية بصورة مباشرة. ويتضمن هذا النوع من المخططات: حجوم الأنابيب وكل أنواع الصمامات وحجومها، ونقاط درجات الحرارة، وبعض التفصيلات الدقيقة التي نحتاج إليها

لضمان أسس العمل المألوفة والمتعارف عليها لكل الأشخاص القائمين على المشروع. ولا تكتمل - في بعض الأنظمة الهندسية- المواصفات الموضحة إلا باكتمال ورقة العمل بصورة رئيسة.

6-1-4 مخطط العملية المشتركة والأنابيب

(Combined Process and Piping Flow sheet or Diagram)

يوضح هذا النوع من المخططات الغرض نفسه لكل من عملية إنتاج المادة السيراميكية ومخطط الجريان الأنبوبي بصورة مشتركة. والفائدة هي بالتركيز على البيانات والمعلومات الكاملة للمشروع عند نقطة واحدة. ومن المطلوب أن نركز إهتمامنا لقراءة جيدة ومفصلة، وغالباً عن طريق فتح بيانات لمجاميع أكبر من الأشخاص الذين من المحتمل أن يسيؤوا الفهم لهذا النوع من أوراق العمل. ولا تسمح بعض الشركات والمصانع باعتماد هذا النوع من أوراق العمل (المخططات) في عملها في بادئ الأمر، بسبب الطبيعة السرية لبعض بيانات العملية. وأينما يعتمد هذا النوع، يجب أن يُقدم مختصرٌ موجزٌ لعملية إنتاج المادة السيراميكية بأكملها والبيانات المفتاحية للتجميع. ويتطلب هذا النوع من أوراق العمل وقتاً أكثر للتهيئة الكاملة، ولكن بالتطابق مع كل التطورات الهندسية تكون النتائج التمهيدية الأولية التي تعمل كمعلومات موجودةً. وغالبا ما تكون ورقة العمل غيرمكتملة إلا بعد أن يتم الإنتهاء من رسومات الأنابيب والرسومات المفصلة الأخرى. وبهذا فإن ذلك يُعدّ إنجازاً ممتازاً لعملية إنتاج المواد السيراميكية وكذلك لورقة العمل الخاصة بمشغلات المصنع.

6-1-5 مخططات العمل وأوراقه للاعتماد (Utility Flow sheet or Diagrams):

يُعتمد هذا النوع من المخططات لاختصار العلاقات الداخلية للعوامل المعتمدة وتفصيلها مثل: الهواء، والماء (بأنواعه كافه)، والبخار (بأنواعه كافه)، وأوساط إنتقال الحرارة مثل: (Dowtherm)، ومنافذ العملية أو مخارجهاوتنظيفها...إلخ ، وصولاً إلى عملية إنتاج المادة السيراميكية الأساسية. وغالباً ما تكون كمية التفصيل غالبا ماتكون كبيرة للربط مع أوراق عمل أخرى، لذلك يتم تحضير أوراق عمل مفصولة كل واحدة على حدة.

6-1-6 مخططات العمل وأوراقه الخاصة (Special Flowsheets or Diagrams) :

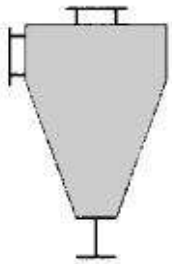
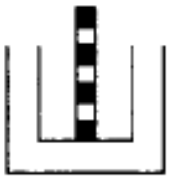
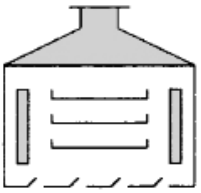
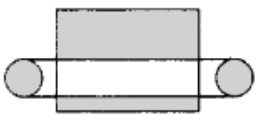
بعد العملية الرئيسة المتضمنة ورقة عمل خاصة تمتلك صفات هندسية ذات تفصيلات متخصصة. وعلى سبيل المثال:

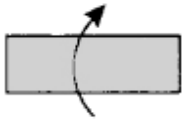
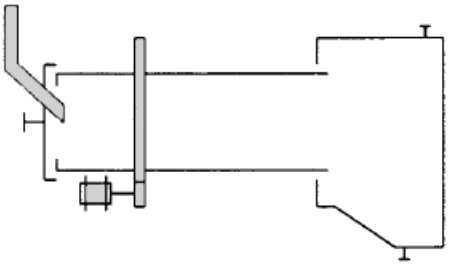
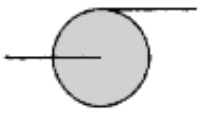
يهيئ مهندس المعدات ورقة عمل بتفصيلات كاملة تتضمن كل عمل تقوم به المعدات، وصمامات السيطرة، ونقاط التشغيل، وأجهزة الإنذار، وأضواء الإشارة...إلخ.

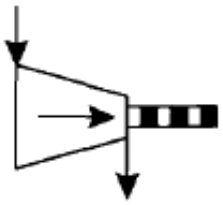
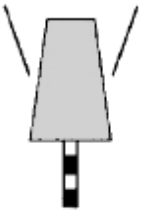
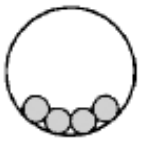
أما مهندس الكهرباء وبطريقة مماثلة فيأخذ بالحسبان عند تهيئة ورقة العمل الخاصة العملية الرئيسة ومتطلبات موقع المصنع لتحقيق أداء كهربائي متكامل للمصنع.

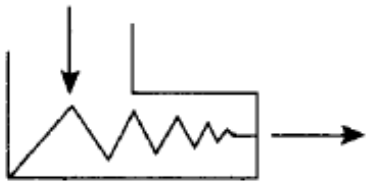
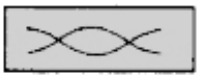
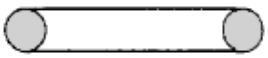
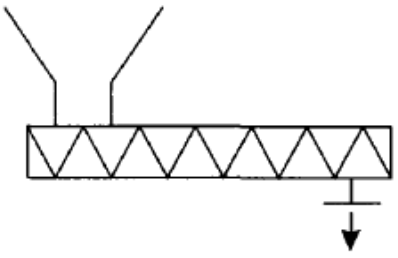
2-6 الرموز المعتمدة في أوراق العمل

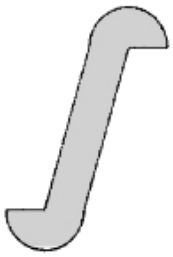
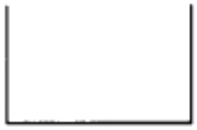
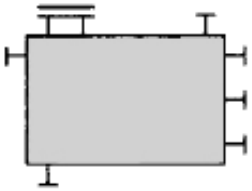
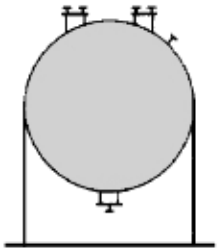
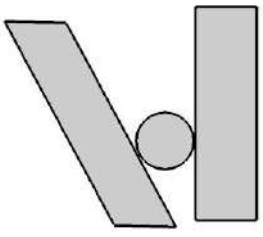
ولتسهيل التعامل مع المخططات الإنتاجية عمد المتخصصون إلى تقليل التفصيلات التي تذكر لوصف أية عملية باعتماد رموز متفق عليها أعدت لهذا الغرض، كما مذكور في الجدول اللاحق.

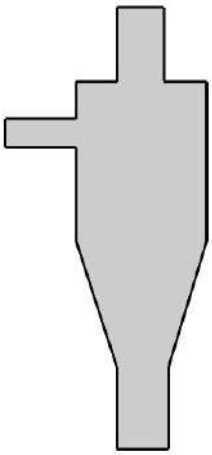
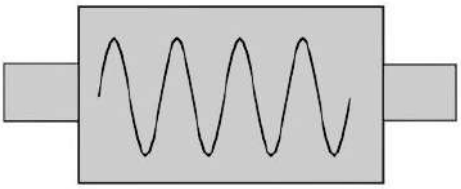
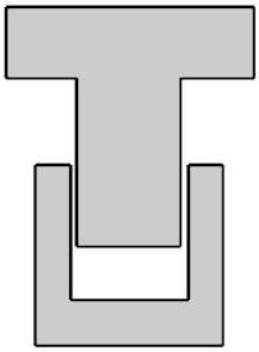
جهاز فصل بالهواء	
جهاز فصل بالطرد المركزي	
مجفف أو فرن	
مجفف أو فرن ذو حزام ناقل	

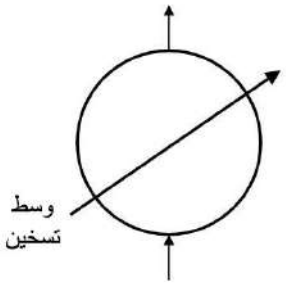
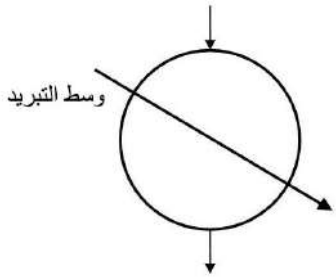
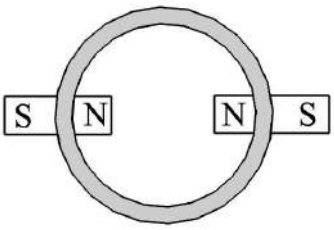
مجفف دوار	
فرن دوار	
جهاز وزن	
حركة دورانية	
جهاز رج	
مضخة	

ضاغط هواء	
عملية تصغير حجمي	
كسارة دورانية	
كسارة اسطوانية	
طاحونة ذات الكرات	

عملية خلط	
عجانة	
جهاز مزج شريطي	
مرشح	
حزام ناقل	
ناقل محوري	

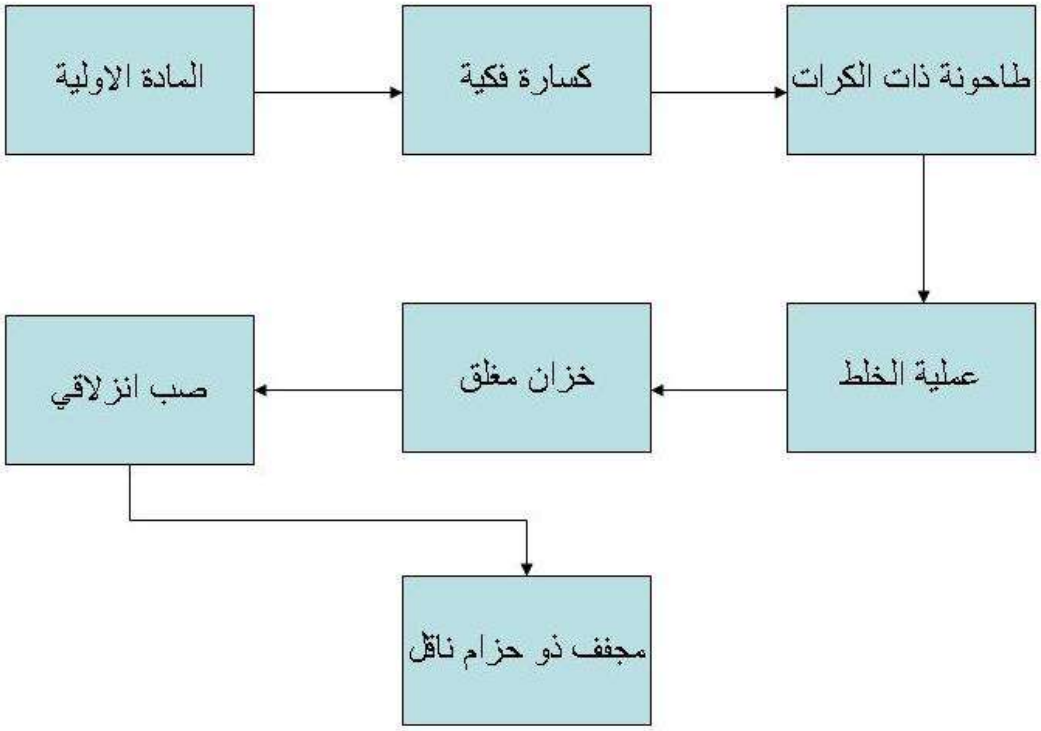
مصعد ناقل	
خزان مفتوح	
خزان مغلق	
خزان اسطواني	
كسارة فكية	

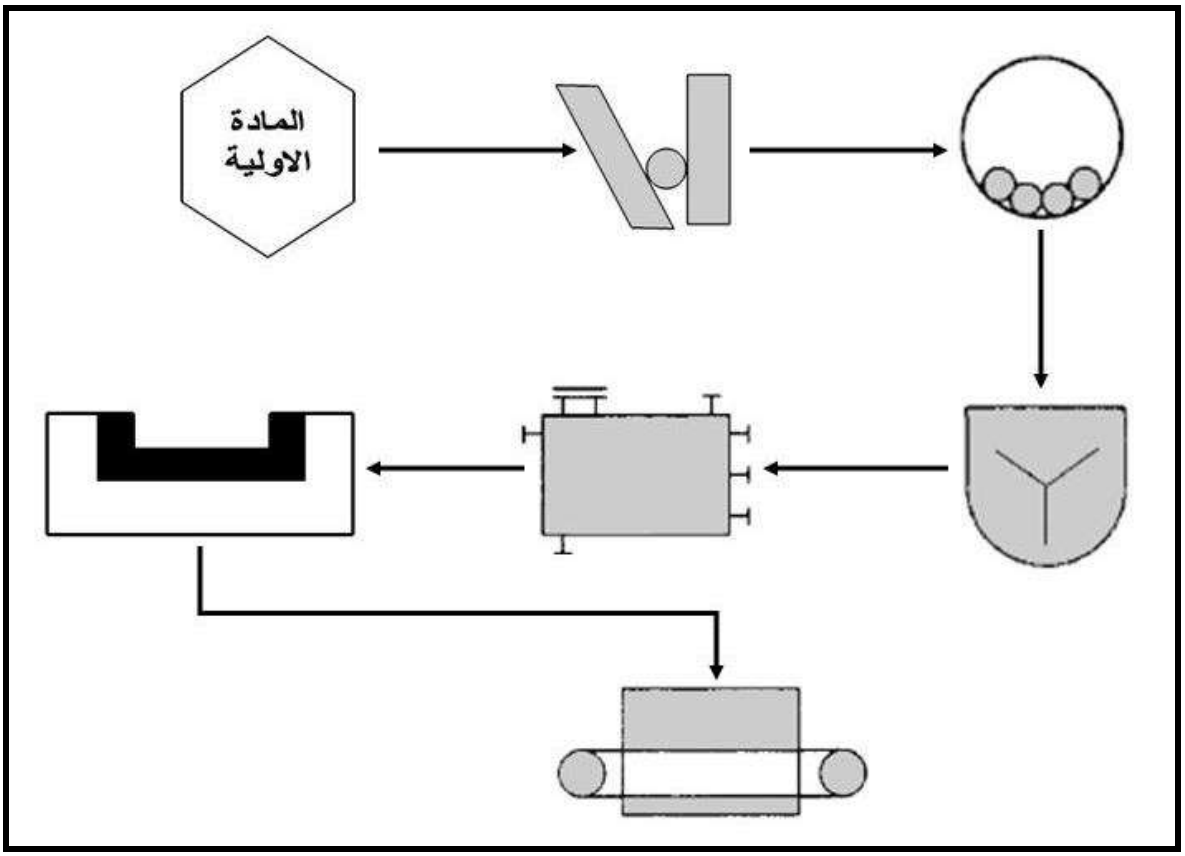
	المادة الأولية
	جهاز طحن بقوة المائع
	قولبة بالبثق
	قولبة بالكبس

منخل (عملية نخل)	
قولبة بالصب الانزلاقي	
عملية تسخين أو تبخير	
عملية تبريد أو تكثيف	
فصل بالمغناطيس	

أمثلة محلولة

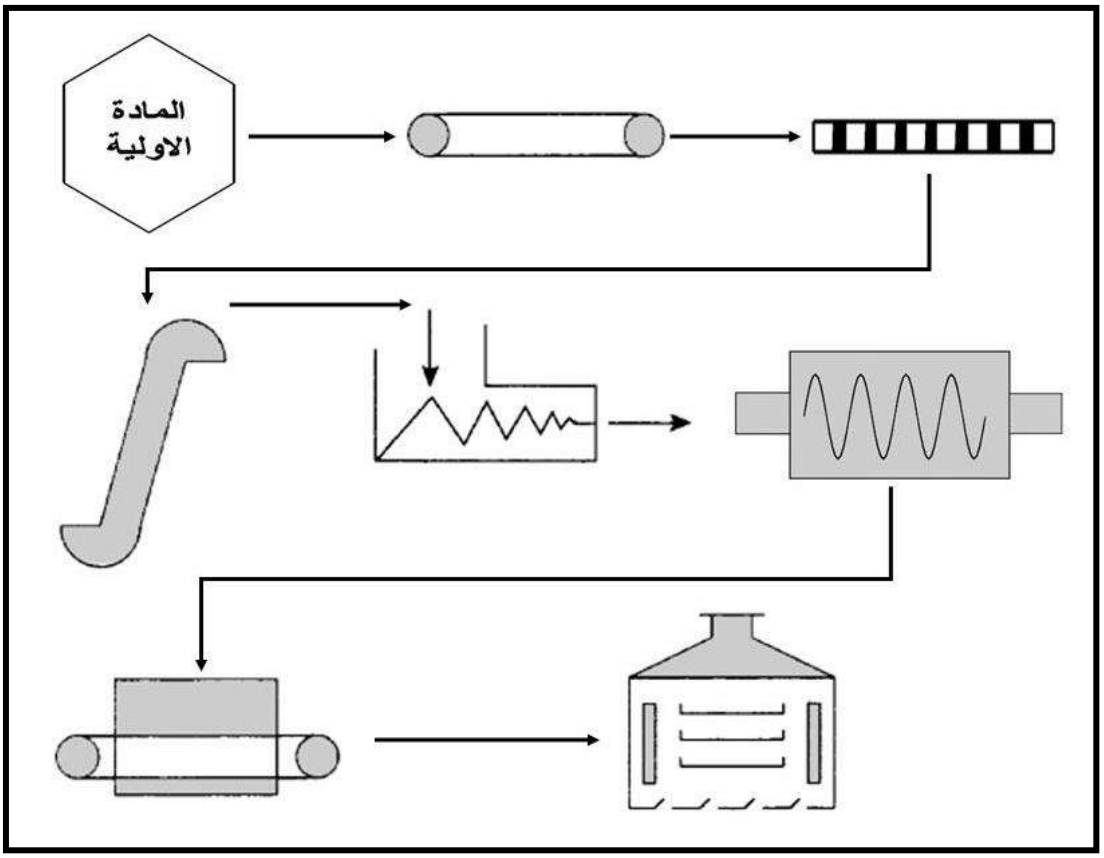
مثال 6-1:- ارسم المخطط التالي باعتماد الرموز.





مثال 6-2:- ارسم العملية الموصوفة اللاحقة بالرموز.

في معمل إنتاج طابوق البناء يبدأ الخط الإنتاجي من المادة الأولية (التراب) التي تنقل بواسطة حزام ناقل إلى عملية الغربلة. وبعد عملية غربلة المادة الأولية تنقل إلى مكائن العجن بواسطة ناقل مصعد, وفي عملية العجن تمزج مع الماء بنسبة معينة لكي تكتسب العجينة قواماً متماسكاً. وبعد عملية العجن تنقل العجينة إلى عملية القولبة بالبثق والتقطيع والتجفيف في المجفف المتحرك ومن ثم الحرق.



ملاحظات عامة:

1. المثال الأول يُعد من الأسئلة السهلة في موضوع مخططات العمل؛ لأن حل هذا النوع من الأسئلة يحتاج إلى رسم الرمز المناسب للعملية المذكورة فحسب.
2. على الطالب حفظ رموز العمليات لكي يتمكن من حل أسئلة الفصل.
3. العمليات في ورقة الرسم يجب أن توزع بصورة هندسية ومنتظمة, أي لا نضع كل العمليات في جانب ونترك الجانب الآخر من الورقة فارغاً .
4. ورقة الرسم يجب أن تستوعب كل المخطط (كما في المثالين السابقين)، إذ نلاحظ أن المثال الأول يتضمن سبع عمليات موزعة بصورة هندسية (ثلاث عمليات بالسطر الأول، وثلاث بالسطر الثاني، وعملية واحدة في وسط السطر الثالث).
5. يجب الحفاظ قدر المستطاع على تناسق حجوم الرموز المعتمدة.
6. المسافات بين رمز عملية وعملية أخرى يجب أن تكون متساوية.
7. الأسهم التي تصف اتجاه العملية يجب أن تكون ذات حجم وسمك واحد.

8. المثال الثاني يُعد من الأسئلة التي تحتاج إلى تركيز وقراءة جيدة للسؤال. وبعد قراءة السؤال وفهمه نلاحظ أن إنتاج الطابوق يمر بالعمليات الآتية: **مادة أولية– نقل بحزام ناقل– غربلة– نقل بناقل مصعد– عجن– بثق– تجفيف بمجفف متحرك– فرن**. بعد استنتاج هذه العمليات يمكن تنفيذ عملية الرسم.

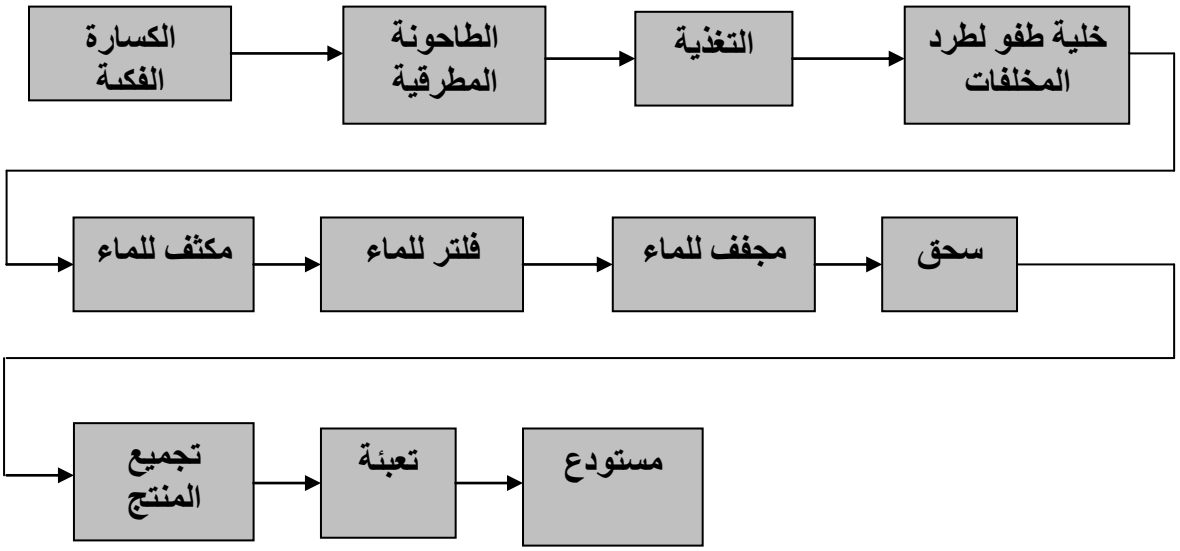
الخلاصة

مخططات العمل أنواع: المخطط الصندوقي، والمخطط الانسيابي، ومخطط الانابيب أو الجريان الميكانيكي، ومخطط العملية المشتركة ومخططات العمل الخاصة. هذه الأنواع كلها تمكن المهندس أو التقني من احتواء كل الخط الإنتاجي بورقة صغيرة توضح عليها كل التفصيلات والمعلومات الضرورية الدقيقة، من درجة الحرارة إلى نوع العملية (خلط، وعجن، وتكسير، وسحق ... إلخ) وحتى الكميات توضح على المخطط . ويُعبر عن هذه الأمور آنِفة الذكر كلها باعتماد رموز أُعدت لهذا الغرض ومتفق عليها عالمياً.

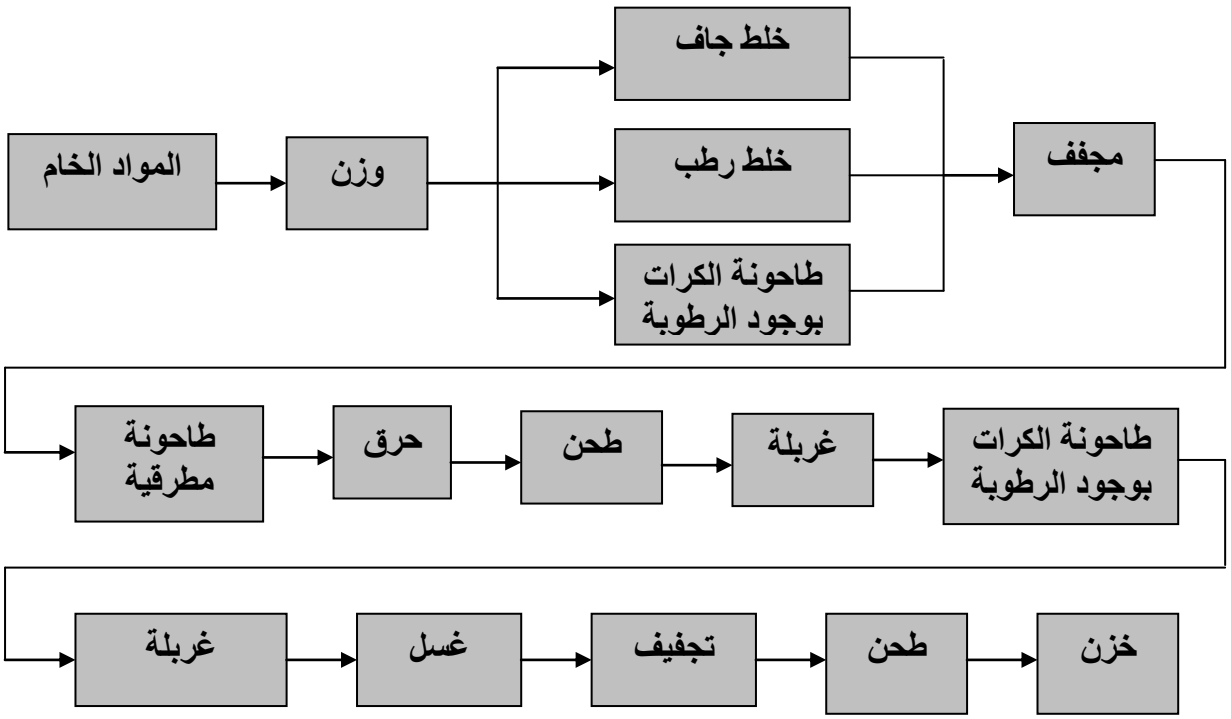
تمارين:-

ملاحظة:- في بعض المخططات توجد عمليات ليس لها رموز، لذلك تترك العملية كما هي واردة في التمرين.

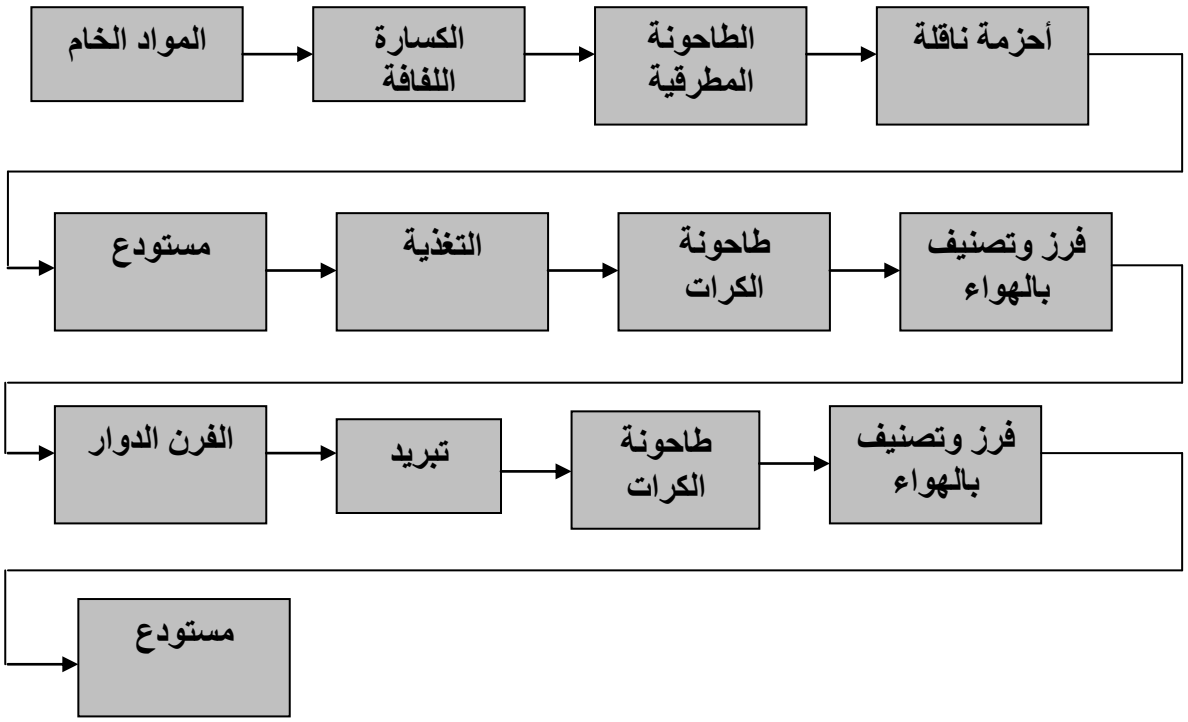
تمرين 6-1:- ارسم المخطط التالي باعتماد الرموز.



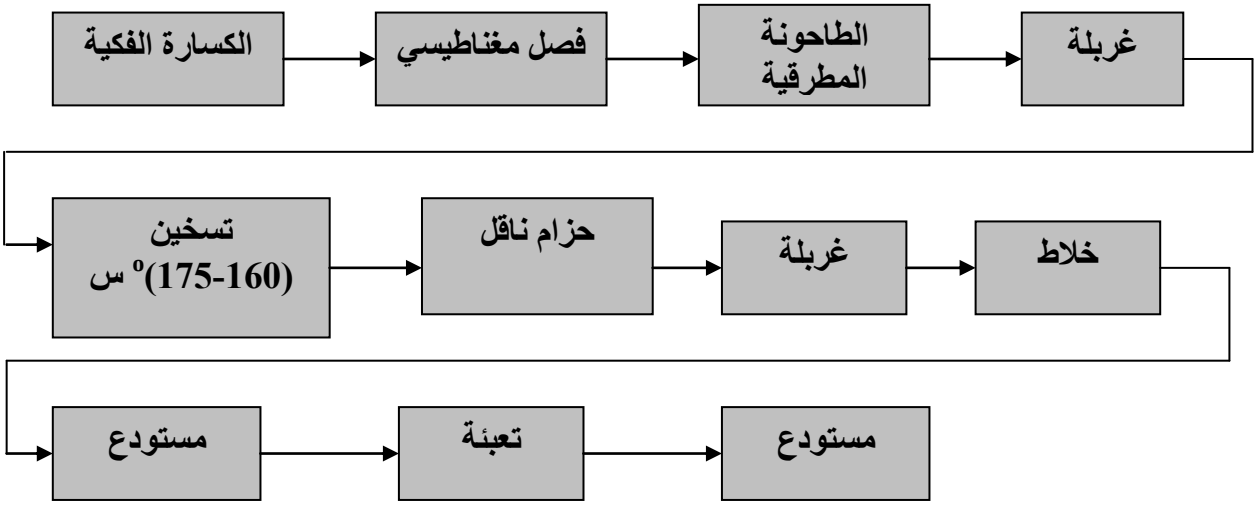
تمرين 6-2:- ارسم المخطط التالي باعتماد الرموز.



تمرين 6-3:- ارسم المخطط التالي باعتماد الرموز.



تمرين 6-4:- ارسم المخطط التالي باعتماد الرموز.



تمرين 6-5:- ارسم العملية الموصوفة اللاحقة بالرموز.

في معمل لتصنيع الأواني الزجاجية يبدأ الخط الإنتاجي بخلط خمس مواد أولية خلطاً جافاً، إذ تكون نسب المواد 70% للمادة الأولى و10% لكل من المادة الثانية والثالثة و5% لكل من المادة الرابعة والخامسة، وبعد عملية الخلط الجاف تنقل الخلطة باستعمال ناقل محوري إلى الفرن ثم تنقل إلى الكبس باستعمال حزام ناقل، ثم تنقل الأواني المشكلة إلى مستودع للخزن.

تمرين 6-6:- ارسم العملية الموصوفة اللاحقة بالرموز.

في معمل لإنتاج الادوات الصحية السيراميكية يبدأ الخط الإنتاجي بأخذ المادة الخام وتكسيرها بالكسارة المطرقية، ثم تنقل المادة الى الكسارة الفكية، وبعد ذلك عملية الطحن الجاف باستعمال الطاحونة ذات الكرات ثم لتصغير الحجم أكثر تطحن المادة بطاحونة تعمل بقوة المائع، وبعد سلسلة عمليات التصغير الحجمي تغربل المادة الأولية ثم تخلط مع الماء (باستعمال خزان ماء ومضخة لنقل الماء إلى الخلاط)، بعد ذلك تشكل الأجزاء السيراميكية باستعمال الصب الانزلاقي، وبعد تشكيل المنتج يجفف بالمجفف ذي الحزام الناقل، ثم يُحرق ثم يُخزن المنتج.

المصادر

1. M.R.ALI and S.NASHED "ENGINEERING GRAPHICS ONE" 1980.
2. FRENCH &VIERCK "ENGINEERING DRAWING" 1960.
3. Tadeusz Kudra & Arun S. Mujumdar"Advanced Drying Technologies" 2009.
4. Peter Mullinger and Barrie Jenkins "Industrial and Process Furnaces" 2008.
5. W. Trinks، M. H. Mawhinney، R. A. Shannon، R. J. Reed and J. R. Garvey "INDUSTRIAL FURNACES"2004.
6. A.G .King "Ceramic Technology and Processing"2002.
7. R. K. SINNOTT" CHEMICAL ENGINEERING"VOL.6، 2004.
8. فيرث وفاندر ويلليجين، **" تكنولوجيا الرسم الهندسي"**، ترجمة محمود رشاد فرويز، الدار الدولية للنشر والتوزيع، 1997.