كلية التربية

أثر الانكماش على قياسات الخزف في تنمية المهارات التقنية لطلاب التربية الفنية

إعداد

م.د/ أشرف كمال الدين مصطفي

أستاذ الخزف المساعد بقسم التعبير المجسم

كلية التربية الفنية – جامعة حلوان

أثر الانكماش على قياسات الخزف
في تنمية المهارات التقنية لطلاب التربية الفنية

.م.د / أشرف كمال الدين مصطفى
أستاذ الخزف المساعد بقسم التعبير المجسم
كلية التربية الفنية – جامعة حلوان

تهدف التربية الفنية ضمن أهدافها العامة إلى تحقيق الأهداف الأساسية للتعليم وهى أعداد مواطن لديه قدرات وخبرات تمكنه من تلبية متطلباته للحياة اليومية وتأدية دوره التفاعلي في المجتمع، كما تهدف إلى تنمية معارفه ومهاراته لأداء وظيفة أو مهنة ما على الوجه الأفضل، ولتحقيق هذا الهدف تسعى التربية الفنية شأنها شأن كل مقررات التعليم إلى الربط بين مجالات العلوم المختلفة أثناء عملية التعلم لتنمية مهارات الطالب الذهنية والقدرة على التفكير والابتكار وحل المشكلات والربط بين المهارات العقلية واليدوية، و حيث أن الخزف أحد مجالات التربية الفنية الذى يحقق أهدافها وأهداف التعليم بشكل عام، فهو يحققها بكونه مجال يتميز بأنه فن و علم وصناعة وتاريخ، فهو فن أقيمت له المعارض التشكيلية في أرجاء العالم يحوى الكثير من المضامين التعبيرية والقيم الجمالية والفلسفية، وهو فن ثلاثي الأبعاد يتضمن مدركات الكتلة والوزن والعلاقات الرياضية و الهندسية و الشكل والفراغ بأنواعه، هو مجال يرتبط بعلوم الكيمياء في دراسة تراكيب الطلاءات الزجاجية والطينات، وعلوم الفيزياء في دراسة اثر الحرارة على قياس الصلادة والانكماش، وهو صناعة متفاوتة بين صناعات صغيرة كالأواني والأشكال الخزفية البسيطة إلى صناعات فائقة الدقة والتكنولوجيا ليدخل في صناعة الإلكترونيات ومركبات الفضاء، وهو كتاب تاريخ بدأ مع الإنسان البدائي الأول لينقل لنا أجزاء من معارف الحضارة الإنسانية وثقافاتها وفلسفاتها عبر التاريخ، وهكذا يؤدى الخزف دورا هاما في مجال الفن و التربية الفنية والتعليم العام.

إذا كان فن الخزف يحمل العديد من القيم الجمالية والفلسفية إلى جانب المهارات والتقنيات الهامة في مجال التعليم والتي تدخل تحت أحد أهداف التربية الفنية وهو تنمية مهارات الطالب وخبراته الفنية، فالخزف فن لخاماته خواص لا يمكن التغاضي عن إدراكها لأنها تؤثر بشكل كبير على المنتج النهائي، واحد اهم هذه الخواص هي الانكماش إذ أنها خاصية توجد في كل أنواع الطينات، وهذه الخاصية تؤثر في سلامة الشكل الخزفي سواء في مراحل التشكيل أو التجفيف أو الحريق التي لابد وان تمر بها عملية إنتاج الشكل الخزفي، كما تدخل خاصية الانكماش في النتائج النهائية لحجوم ومساحات الأشكال مما تتسبب أحيانا في نتائج غير مرضية اذا لم يتم إدراكها أثناء التصميم و التنفيذ فهي مهارات ومعارف لابد من اكتسابها، كما أن استخدام مهارات الرياضيات يحسن من قدرة الطالب على ادراك وفهم التشكيل الخزفي وينمى قدرته على التفكير الإبداعي.

"وتمثل الرياضيات مجالاً مهماً من مجالات الدراسة للكشف عن قدرات التفكير الإبداعي وتنميتها لدى المتعلمين في كافة المراحل الدراسية. فالرياضيات ليست مجموعة من الحقائق والمعلومات، ولكنها في المقام الأول طريقة تفكير وأسلوب لمواجهة المشكلات العقلية،

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

ومن ثم فالتدريس الناجح للرياضيات يعمل على إكساب المتعلمين قدرات وأساليب التفكير الإبداعي"[١]

مشكلة البحث:

تتجه الكثير من البحوث في مجال التعليم والتربية الفنية في العالم للوصول إلى كل ما من شأنه تنمية قدرات المتعلم، سواء عن طريق تطوير المناهج أو الربط بين المقررات وبعضها، و من خلال تدريس مقررات الخزف في السنوات الدراسية الخمس بكلية التربية الفنية لوحظ عدم احتواء توصيف المقررات على تدريس خاصية الانكماش بتفاصيلها وبما لها من أهمية، فيقف الطلاب أمام مشكلة تصميم و تنفيذ أشكال خزفية محددة المواصفات تؤدى الهدف منها بالشكل المناسب نتيجة عدم إدراكهم العلاقة بين الأسس الهندسية والرياضية لحساب المساحات والحجوم ومعدلات انكماش أنواع الطينات المختلفة أثناء تصميم و تنفيذ المنتج الخزفي المطلوب، وعلى هذا يتحدد سؤال البحث:

كيف يمكن الاستفادة من خاصية الانكماش في ضبط قياسات المساحات والحجوم للشكل الخزفي في تنمية المهارات التقنية لطلاب التربية الفنية

هدف البحث:

تفسير العلاقة بين قياسات المساحات والحجوم وخاصية انكماش الطينات وأسبابها ومراحلها لحل مشاكل تصميم وتنفيذ الأعمال الخزفية لطلاب التربية الفنية.

أهمية البحث:

١. أن يعرف الطالب أهمية حساب الحجوم والمساحات ونسب انكماش الطينة في تصميم وتنفيذ الشكل الخزفي المسطح والمجسم والوظيفي والتعبيري
٢. التأكيد على الدور التربوي من خلال تفسير الأسباب لخاصية الانكماش والتفكير المنطقي في العلاقة بينها وبين القوانين الهندسية للمساحات والحجوم.
٣. استكمال مهارات التصميم والإنتاج في مجال الصناعات الصغيرة كأحد أهداف التربية الفنية في تخريج جيل قادر على المنافسة في سوق العمل.
٤. الإفادة العملية من المعرفة النظرية لخصائص الخامة من خلال إدراك خاصية انكماش الطينة ومعالجة ذلك في تصميم الشكل الخزفي.
٥. تنمية مهارات التفكير من خلال التدرب على حل المشكلات عن طريق الربط بين المعارف المختلفة أو المقررات الدراسية المختلفة.
٦. الارتقاء بمستوى جودة تعليم طلاب التربية الفنية.

فروض البحث:

يفترض الباحث أن

١. تعرف الطالب على خاصية الانكماش وتفسيرها والتعامل مع نتائجها ينمى قدراته على تصميم وتنفيذ الأنماط المختلفة للشكل الخزفي.
٢. الربط بين قوانين مساحات وحجوم الأشكال الهندسية البسيطة وخاصية الانكماش تفيد طالب التربية الفنية في التفكير المنطقي لإنتاج شكل خزفي بمواصفات محددة.

---

١ علاء الدين سعد، عبد الناصر محمد: الحس الرياضي وعلاقته بالإبداع الخاص والإنجاز الأكاديمي لدى طلاب كليات التربية شعبة الرياضيات، المؤتمر العلمي الثالث للجمعية المصرية لتربويات الرياضيات :تعليم وتعلم الرياضيات وتنمية الإبداع، القاهرة، جامعة عين شمس، دار الضيافة، ٨ – ٩ أكتوبر ٢٠٠٣، ص:٤

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

منهجية البحث:

يستخدم الباحث المنهج التجريبي، ومن خلال هذا المنهج يتم تحديد المشكلة والفروض التي يمكن الوصول من خلالها إلى تحقيق هدف البحث، وللتحقق من صحة الفروض يتم إجراء اختبار قبلي/ بعدي على مجموعة من طلاب الفرقة الرابعة بكلية التربية الفنية – جامعة حلوان، وأثبات نتائج الاختبار في تحقيق صحة الفروض وحل مشكلة البحث.

حدود البحث:

تقتصر حدود البحث على دراسة وتفسير وطريقة قياس خاصية انكماش الطينات الخزفية والاستفادة منها في ضبط قياسات مساحات وحجوم الأشكال الهندسية الأولية في تصميم وتنفيذ الأعمال الخزفية البسيطة لطلاب التربية الفنية.

الفن وتنمية المهارات في التعليم

التربية الفنية من المجالات التي اهتمت بها الكثير من النظريات التربوية وقدمت فيها العديد من البحوث والنظريات، لما لها من أهمية في تنشئة أجيال تهدف إلى تنمية مهاراتهم المختلفة واكتساب المعلومات، ولازالت المؤسسات البحثية المتخصصة في هذا المجال تقدم الجديد بما يتماشى مع مستحدثات العصر، والأبحاث في مجال التربية والتربية الفنية تتفرع في اتجاهات متعددة منها ما يتجه نحو العلوم التربوية والنظريات الخاصة بعلم النفس وأساليب التعليم ومنها ما يتجه نحو الأبحاث الخاصة بالممارسة العملية للتربية الفنية كممارسة مجال التصوير أو النحت أو الخزف وما إلى غير ذلك من أنشطة، وهذه الأنشطة ليست مجرد ممارسات عشوائية الاختيار أو التخطيط ولكنها تعرضت للأبحاث والتجارب للوصول إلى ادراك قيمتها في مجال التعليم وتحديد أهدافها وتحديد أوجه الاستفادة من إدراج التربية الفنية كأحد المقررات الدراسية في التعليم، وهناك العديد من الدراسات والأبحاث التي حددت أهداف التربية الفنية ووسائل الاستفادة منها في تنمية المهارات المختلفة للمتعلم، وعلى هذا النحو جاءت نشرة الجمعية الوطنية لوكالات فنون الولايات (NASAA)، و هي جمعية تقوم بتنظيم العضوية وتمثل وتخدم الفنون في كل ولاية من الولايات أمريكية لدعم التفوق في مجال الفنون، بعنوان إعداد الطلاب لأمريكا القادمة أو بمعنى أمريكا المستقبل، تقدم صورة سريعة لكيفية دعم الفنون في المدارس وتعزيز المهارات المطلوبة للعمل في القرن الحادي والعشرين وإثراء حياة الشباب والمجتمعات المحلية.

"وتضمنت النشرة ثلاث محاور رئيسية هي

- الفنون تعد الطلاب للنجاح في المدرسة
- الفنون تعد الطلاب للنجاح في العمل
- الفنون تعد الطلاب للنجاح في الحياة

يتضمن كل محور مجموعة من النقاط، إما محور النجاح في المدرسة فيتلخص في النقاط التالية:

١. تعليم الفنون يساعد الطلاب على أداء أفضل في القراء والكتابة وزيادة الاستعداد للقراءة بطلاقة في المراحل الأولى من الكلمات، ويواصل تحسين الفهم القراءة والكتابة
٢. يحسن تحصيل الرياضيات، فالطلبة الذين يدرسون الفنون يتفوقون على أقرانهم في تقييمات الرياضيات، وتعليم الفن المدمج مع الرياضيات ييسر إتقان مهارات الحساب والتقدير وتحدى المفاهيم مثل الكسور الرياضية
٣. يجذب الطلاب ويحفزهم إلى التعلم، الفنون تساعد في جعل التعليم شيء هام للطلاب فهي تعتبر وسيط للتواصل مع المعلومات الجديدة للخبرات الشخصية ونقل خبراتهم للأخرين، ووجد أن الطلاب الذين يدرسون الفنون ضمن مقرراتهم يزيد تحصيلهم ومواظبتهم للتعلم
٤. ينمى التفكير النقدي، في عالم يجب على الطلاب في كثير من الأحيان خوض بحر من المعلومات لتحديد أي الحقائق جديرة بالثقة وذات صلة بموضوع معين، والتفكير النقدي هو مهارة أساسية في الإعداد للدراسة الجامعية والحياة، فتعليم الفنون يطور مهارات التفكير

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

الضرورية بما في ذلك مهارات المقارنة والافتراض والنقد، واستكشاف وجهات النظر المتعددة والمختلفة

٥. تحسين رؤية مفهوم ومناخ المدرسة بشكل إيجابي، فعندما دمجت المدارس الفنون في المنهاج الدراسية وجد انخفاض في الإحالات التأديبية، وزادت فعالية تنفيذ التعليمات وزادت قدرة المعلمين على تلبية احتياجات الطلاب، وقللت من المجهود المبذول من المعلم لتوصيل المعلومة"[٢].

وفى منشور آخر للجمعية في ٢٠٠٦ كتبته ساندرا. س. روبرت بعنوان "كيف للفنون أن تفيد في تحصيل الطالب"[٣]، لخصه الباحث كما يلي: الدراسات المستقلة أظهرت أن زيادة عدد سنوات التسجيل في مقررات للفنون ارتبطت بشكل إيجابي بدرجات اعلى في اختبار خاص بالمهارات اللفظية والرياضيات يسمى اختبار (سات)(**SAT**)[*]، وان طلاب المرحلة الثانوية الذين التحقوا بمقررات فنون زادت درجاتهم في هذا الاختبار عن أولئك الذين لم يلتحقوا بمقررات الفنون، واستنادا إلى هذه النتائج، فان الخلاصة حددت ستة أنواع رئيسية من المزايا المرتبطة بدراسة الطالب للفنون:

١. القراءة والمهارات اللغوية
٢. مهارات الرياضيات
٣. مهارات التفكير
٤. المهارات الاجتماعية
٥. الدافع إلى التعلم
٦. بيئة مدرسية إيجابية

ونظرا لأهمية علوم الرياضيات في التعليم اهتمت بها مؤسسات التربية الفنية حيث أنها تساعد المتعلم في تنمية تفكيره إذ أن طبيعتها كعلم يعتمد على النتائج المترتبة على نظريات وتعتمد على التحليل المنطقي وتترتب نتائجها الصحيحة بناءً على صحة خطوات الحل، فهي بذلك علم يساعد في ترتيب تفكير المتعلم.

"تعد الرياضيات إحدى المواد الدراسية التي تهدف إلى تنمية الإبداع والتفكير الإبداعي، فالإبداع لا يتم من فراغ، ولابد أن تسبقه مشكلة تتحدى العقل، لذا يمكن اتخاذ الرياضيات وسطاً لتنمية الإبداع والتفكير الإبداعي، فطبيعتها التركيبية تسمح باستنتاج أكثر من نتيجة منطقية لنفس المقدمات المعطاة، وبنيتها الاستدلالية تعطى بعض المرونة في تنظيم المحتوى، كما أن الرياضيات غنية بالمواقف المشكلة التي يمكن أن يوجه إليها الطلاب ليجدوا لكل موقف حلولاً متعددةً ومتنوعة، كما أن دراستها تعود الطالب على النقد الموضوعي للموقف، وهذه تكسب الطالب بعض القدرات الأساسية للعملية الإبداعية، والتفكير الإبداعي في مجال الرياضيات يمكن

[2] http://www.aep-arts.org/wp-content/uploads/2013/04/Preparing-Students-for-the-Next-America-FINAL.pdf

[3] http://www.nasaa-arts.org/Research/Key-Topics/Arts-Education/critical-evidence.pdf

[*] **اختبار سات SAT** (التقييم المدرسي اختبار الكفاءة الدراسية) هو اختبار القبول الموحد للكلية في الجامعات الأمريكية ويقدمه الطلاب الأمريكيون في المرحلة الثانوية حيث يختارون بينه وبين امتحانات ACT لكن SAT هو الأكثر انتشاراً حتى عالمياً وفي الدول العربية الكثير من المدارس الخاصة التي تطبق نظام الـ SAT كما في السعودية ومصر والأردن. سات مملوكة ومقدم ومنشور من قبل مجلس الكلية وهي منظمة غير ربحية في الولايات المتحدة. التي وضعت وطورت من قبل خدمة الاختبارات التعليمية المشرفة على الاختبار.

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

تعلمه كمهارة ومن ثم تنميته بمزيد من التدريب عليه، نظراً لأن كل متعلم يمتلك قدراً من التفكير"[٤].

الخزف في التربية الفنية

يتعرف الطالب في مجال الخزف في التربية الفنية على العديد من المعلومات والمفاهيم المرتبطة بخامة الطين والفخار وطرق الحريق ودرجات الحرارة واستخداماته منذ العصور البدائية إلى استخداماته في حياتنا اليومية، ونظرا لأنه من اكثر العناصر المتوفرة في حياتنا اليومية فلابد أن تشمله ثقافة ومعرفة كل متعلم، والى جانب ذلك فان ممارسة فن الخزف تنمى المهارات الذهنية للطالب عن طريق الاستكشاف والتمييز بين جماليات الشكل الخزفي وعلاقته بفلسفة وفنون كل حضارة صنعت أشكالا خزفية وفخارية، ويمارس فيه الطالب العديد من المهارات اليدوية من خلال طرق التشكيل المتنوعة التي يبنى بها الشكل الخزفي وطرق معالجة الأسطح والحريق والطلاءات، وهكذا تنمى ممارسة فن الخزف القدرة على التفكير وحل المشكلات في اختيار خامة الطين وطريقة التشكيل المناسبة للأشكال الخزفية المتنوعة، بذلك يكون فن الخزف احد اهم مجالات التربية الفنية إذ يؤدى إلى تحقيق العديد من أهدافها، وحيث أن الشكل الخزفي يصنف إلى تصنيفين وهما الشكل الجمالي والشكل الوظيفي و لكلا منهما أسس تصميم وتنفيذ تتعلق بجماليات الشكل وخصائص الخامة والغرض منه، وعلى الطالب أن يدرك الفروق بينهما ويمارس كلا من التشكيل الخزفي الجمالي والوظيفي - على الأقل في ابسط صورهم - أما الشكل الخزفي الوظيفي فيتطلب تصميمه مراعاة عناصر تزيد عن فكرة الاهتمام بالإمكانات التشكيلية والقيم الجمالية حيث يجب أن يراعى في التصميم أداء وظيفته بشكل مثالي، ووظائف الشكل الخزفي متنوعة ومختلفة بين أواني متعددة الاستخدامات وبين وحدات إضاءة وبعض الأدوات المكتبية وغير ذلك من الأشكال الخزفية البسيطة التي يقوم بصناعتها طلاب التعليم الأساسي أو طلاب كليات الفنون الغير متخصصين في مجال الخزف الصناعي، فعند تصميم إناء أو وحدة إضاءة أو أداة مكتبية يحتاج الأمر إلى تصميم ذو مواصفات تتناسب و وظيفته وتتناسب مع إمكانات الخامة، وفى اغلب الأحيان يتطلب التصميم دراية ببعض الأسس الهندسية كقياسات الأطوال والمساحات والحجوم والسعة، وهذه النقطة غير متوافرة في تدريس مناهج الخزف في التربية الفنية، ولا يدرك الكثير من الطلاب كيفية تحقيقها بالشكل المناسب، ومثال ذلك اذا أراد الطالب أن يصنع وحدة إضاءة فعليه حساب أبعاد الأدوات الكهربائية التي سوف يتم تركيبها داخل الشكل وكيفية تركيبها بعد عمليات الحريق والطلاء الزجاجي للشكل الخزفي وشكل وحجم الفراغ الداخلي الذى يحتوى على مصدر الإضاءة، وهذه العملية تتطلب الدراية ببعض القوانين الرياضية والهندسية البسيطة التي تساعده في إنجاز عمله الخزفي بشكل يؤدى دوره الوظيفي بالصورة المطلوبة، كما انه على المصمم أن يتعرف ويدرك خاصية الانكماش في أنواع الطينات المختلفة وكيفية قياسها حتى يتمكن من الموائمة بين حسابات الحجوم ونسب انكماش الطينة وأداء الوظيفة بالشكل الأمثل، ولا تقتصر دراسة علاقة نسب الانكماش بقياسات المساحات والحجوم على الخزف الوظيفي بل تمتد إلى مجال فن الخزف التعبيري ويظهر ذلك من خلال تصميم وتنفيذ الجداريات والأعمال المركبة والمجمعة وأعمال التجهيز في الفراغ وهكذا يصبح تعلم فن الخزف محققا لمجموعة من الأهداف التربوية العامة وأهداف التربية الفنية خاصة في مجال الخزف ومنها

[٤] محمد أمين المفتي: قراءات في تعليم الرياضيات، مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٩٥، ص: ٢١٢

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

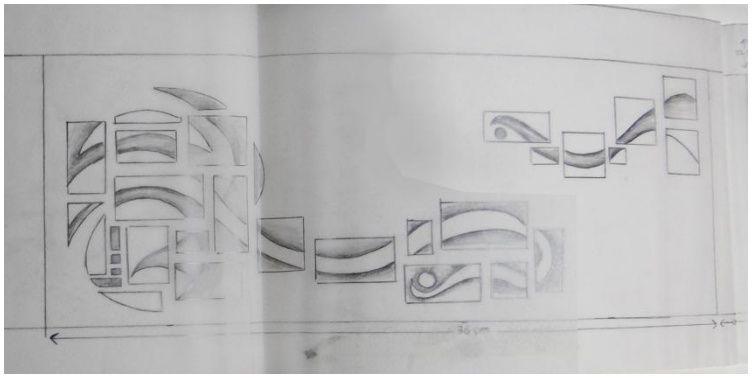
- تنمية مهارة حل المشكلات حيث يقف الطالب هنا أمام مجموعة من المشكلات المتداخلة بين إمكانات خامة الطينة وطرق تشكيلها وبين التصميم ومراعاة أداء الوظيفة المطلوبة وبين توظيف المعلومات والمفاهيم الخاصة بمعدلات الانكماش وأسس القياس الرياضية والهندسية
- إدراك المعلومات والمفاهيم والربط فيها بين مجالات العلوم المختلفة كالكيمياء والرياضيات والهندسة والتربية الفنية ومجال الخزف
- توظيف المعلومات والمفاهيم المرتبطة بمجالات العلوم المختلفة في صناعة أشكال خزفية تفيد الحياة اليومية (تطبيق عملي للنظريات العلمية)
- تنمية المهارات اليدوية في التشكيل بالطينات من خلال إدراك مراحل التحول من اللازبية إلى الجفاف (التجليد) والمرحلة المناسبة للحذف والإضافة والتشكيل والتشطيب
- تنمية المعارف والمفاهيم العامة حول ماهية الخزف واستخداماته في حياتنا
- الخامات المستخدمة في الخزف وخصائصها واختيار المناسب منها لنوع الشكل أو الوظيفة

اختبار مدى معرفة الطلاب بقياسات المساحات والحجوم في ظل خاصية الانكماش

في تجربة لاستطلاع مشكلة البحث ميدانيا في مجال التعليم قام الباحث بتدريب مجموعة من طلاب التربية العملي بالفرقة الرابعة بعمل جدارية لتجميل الكلية، استخدم في جزء من خطة تصميمها وتنفيذها العلاقة بين قياس مساحة الفراغ المطلوب شغله ونسبة انكماش الطينة، وقد وجد الباحث في بداية الأمر عدم إلمام الطلاب بكيفية احتساب نسبة الانكماش مع الأبعاد المطلوبة، وبالشرح والتفسير ومتابعة التنفيذ تم حل هذه المشكلة، ولكن رأى الباحث أن عينة البحث غير كافية إذ أن المجموعة كانت تتألف من عشرة طلاب فقط فقام باختبار عينة اكبر من طلاب الفرقة الرابعة لاستخدام نتائجها في تجربة البحث

شكل (١)
جزء من الجدارية أثناء التنفيذ مقسمة إلى بلاطات تشغل مساحة فراغ يصل طوله إلى ٣٦٠ سم
من أعمال طلاب التربية العملي بالفرقة الرابعة – كلية التربية الفنية – جامعة حلوان

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195



شكل (٢)
التصميم المبدئي للجدارية بمقياس رسم ١:١٠ للتدريب على دراسة نسبة الانكماش والحجم المطلوب قبل التنفيذ

اختار الباحث عينة من طلاب الفرقة الرابعة بكلية التربية الفنية، جامعة حلوان، حيث رأى أن هذه المرحلة مناسبة لأجراء اختبار صحة مشكلة البحث وذلك لأنهم قد نالوا قدر واف من المهارات والمعرفة في مجال فن الخزف، وهم ٣ مجموعات تمثل كل مجموعة شعبة من الفرقة الرابعة ومن تخصصي التربية الفنية والتثقيف بالفن، وعدد الطلاب الذين أدوا هذا الاختبار يبلغ عددهم ٦٥ طالب، وتحدد مجال الاختبار كالاتي:

الخطوة الأولى: الاختبار القبلي

وحدد الباحث في الخطوة الأولى المطلوب من الاختبار وهو بناء إناء خزفي (كوب) بالحجم التقليدي (٢٠٠ مل) مع مراعاة نسبة انكماش الطينة.

وكانت نتائج هذا الاختبار أن عدد ٦١ بنسبة ٩٣,٨% من أجمالي عدد الطلاب يعرفون أن الطينات تحمل خاصية الانكماش ولكن لا يعرفون كيفية التعامل مع نسبة الانكماش في بناء الشكل المطلوب، وجاءت نسبة الأشكال التي روعي فيها الحجم فقط أو الحجم ونسبة الانكماش صفر % فلم يستخدم أي طالب أي أدوات للقياس أو معادلات قياس الحجوم

الخطوة الثانية:

محاضرة تم فيها شرح كيفية استخدام أدوات قياس وقوانين المساحات والحجوم في بناء الشكل الخزفي، وكيفية قياس نسبة انكماش الطينة للوصول إلى الحجم المطلوب بعد الحريق النهائي وقد حدد لهم الباحث نسبة ١١% للطين الأحمر (الأسوانى) في درجة حريق نهائي (حريق الطلاء الزجاجي) ١١٠٠°م بناءً على التجربة التي قام بها الباحث وسوف يذكرها الباحث في نهاية البحث.

الخطوة الثالثة: الاختبار البعدي

وتحدد فيه نفس المطلوب في الاختبار السابق (القبلي) وجاءت نتائج الاختبار أن عدد ٤٥ طالب بنسبة ٦٩,٢ % أنتجوا الإناء بحجم صحيح بحساب نسبة الانكماش، وعدد ٢٠ طالب أخفق في القياس الصحيح نتيجة ثلاث أخطاء (احتساب جدار الإناء ضمن حجم الفراغ المطلوب، عدم احتساب نسبة الانكماش ضمن الحجم بشكل صحيح، خطوات حساب الحجم غير صحيحة).

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

شكل (٣)
مجموعة من أشكال الاختبار القبلي

شكل (٤)
مجموعة من أشكال الاختبار البعدي

جدول (١) نتائج الاختبار القبلي والبعدي

عدد الطلاب من كل شعبة	يعرفون عن خاصية الانكماش (قبلي)	استخدام القياس والانكماش (قبلي)	استخدام القياس والانكماش (بعدى)
٢٥+٢١+١٩= ٦٥ طالب	عدد ٦١ طالب بنسبة ٩٣,٨%	صفر طالب بنسبة صفر %	٤٥ طالب بنسبة بنسبة ٦٩,٢%

ملاحظات عن الاختبار:

- اظهر الطلاب اهتمام أكبر في الاختبار البعدي نتيجة إدراكهم أن الشكل يحمل مضمون أكثر أهمية من مجرد إناء
- ابدى بعض الطلاب أراءهم حول زيادة اهتمامهم بمقرر الخزف
- تحدث بعض الطلاب عن سعادتهم بتطبيق بعض نظريات الرياضيات التي درسوها في التعليم قبل الجامعي
- ذكر بعض الطلاب أن هذه التجربة ربما تفيده في تصميم وتنفيذ أعمال فنية أو خزفية أخرى

تصميم الشكل الخزفي في التربية الفنية

يتطلب تصميم الشكل الخزفي في التربية الفنية مجموعة من الأسس التي تساعد في تنفيذ العمل على الوجه الأفضل، وتختلف بعض الأسس حسب نوع العمل، فالخزف الوظيفي له متطلبات خاصة بأداء وظيفته، فوحدات الإضاءة تتطلب دراية بنوع الإضاءة وتثبيت أدواتها وكيفية التحكم في خروج الضوء، وأدوات الطعام تتطلب استخدام الخامات الصحية والشكل المناسب لأداء وظيفته سواء للشراب أو الطعام من حيث خطوطه وانحناءاته وحجمه، والخامات المناسبة من حيث تحملها للكسر، كما تدخل القيم الجمالية للشكل المتناسب مع الوظيفة في عناصر التصميم، أما الخزف التعبيري فيعتمد على فكرة العمل وكيفية بناء الشكل بطرق التشكيل المناسبة وكذلك الطينات والحريق والطلاءات التي تدخل في القيم الجمالية والفلسفية للعمل،

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

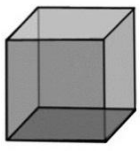
وبالطبع هناك عوامل كثيرة مشتركة بين الخزف الوظيفي والتعبيري، وأحد عناصر التصميم المشتركة هي القياسات وهى ما يخص هذا البحث ، والتي تساعد في أداء الوظيفة بالشكل المناسب في الخزف الوظيفي بشكل أساسي، أما القياسات في الخزف التعبيري فهي ليست شرطا أساسيا ولكن تدخل في بعض الأعمال التي تتجه إلى التركيبية والتجميعية والتجهيز في الفراغ ونمط الأعمال التي تتـجه للشـكل الهندسي وتحليـله كما في مـدارس فنون الحـداثة وبعض اتجاهات ما بـعد الحـداثة أو الجداريات المصممة لمكان محدد الأبعاد، وغالبا ما تحتاج إلى قياسات الأطوال والمساحات والحجوم للأشكال الهندسية البسيطة، وفيما يلى جدولين لحساب محيطات ومساحات وحجوم الأشكال الهندسية البسيطة.

جدول (٢) حساب المحيط والمساحة للأشكال الهندسية البسيطة

الشكل		المحيط	المساحة
المثلث		مجموع أطوال أضلاعه	$\frac{1}{2}$ القاعدة × الارتفاع
المربع		طول الضلع × ٤	طول الضلع × طول الضلع
المستطيل		مجموع أطوال أضلاعه	العرض × الارتفاع
الدائرة		٢× ط × نق	ط نق^{٢} أي ط × نق × نق حيث ط= ٣,١٤، نق = نصف القطر
البيضاوي		ليس هناك قانون يعطى قياس صحيح تماما ويفضل القياس بالأدوات	ليس هناك قانون يعطى قياس صحيح تماما وهناك قانون تقريبي فيه نسبة خطأ وهو ط × نق المحور الطويل × نق المحور القصير
الخماسي المنتظم		طول الضلع × ٥	$\frac{1}{2}$ طول الضلع × طول الخط من المركز إلى منتصف طول الضلع × ٥
السداسي المنتظم		طول الضلع × ٦	$\frac{1}{2}$ طول الضلع × طول الخط من المركز إلى منتصف طول الضلع × ٦

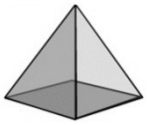
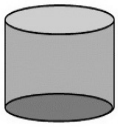
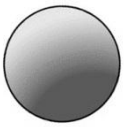
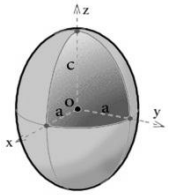
الجدول والأشكال من تصميم الباحث، المعادلات تلخيص وترجمة[5]

جدول (٣) حساب حجوم الأشكال الهندسية البسيطة

الشكل		الحجم
المكعب		الطول × العرض × الارتفاع
متوازي المستطيلات		الطول × العرض × الارتفاع

[5] Joanna Gutt-Lehr, PIN Learning Lab, Pdf, 2007

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

المنشور ثلاثي		مساحة القاعدة × الارتفاع
المخروط القائم		$\frac{1}{3}$ مساحة القاعدة X الارتفاع
الهرم القائم		$\frac{1}{3}$ مساحة القاعدة X الارتفاع
الأسطوانة		مساحة القاعدة × الارتفاع
الكرة		$\frac{4}{3}$ ط X نق^{٣}
المخروط المنتظم		ليس هناك قانون يعطى قياس صحيح تماما وهناك قانون تقريبي فيه نسبة خطأ وهو $\frac{4}{3}$ X ٣،١٤ X a X a X c

الجدول والأشكال من تصميم الباحث، المعادلات تلخيص وترجمة[٦]

انكماش الطينات:

لا يدرك الكثير من المبتدئين في فن الخزف الخصائص الفيزيقية والكيميائية التي تفسر ما يحدث للطينات أثناء الجفاف والحريق، هذه الخصائص التي عند إدراكها يمكن تجنب العديد من المشاكل كالكسر والالتواء أو عدم توافق حجم الشكل المطلوب بعد الحريق مع الحجم أو المساحة المطلوب تنفيذها في التصميم، ولإدراك خاصية الانكماش والتعامل معها لابد وان نتعرف على الأسباب التي تؤدى إلى الانكماش، فهي عملية لا تحدث نتيجة تبخر الماء الحُرْ أثناء الجفاف والماء الكيميائي أثناء حريق البسكويت فقط، ولكن يحدث الانكماش في كل مرحلة ترتفع فيها درجة حرارة الحريق عن المرحلة السابقة ، وتعود أسباب الانكماش إلى تبخر الماء الحر أثناء الجفاف و الماء الكيميائي أثناء الحريق الأول (البسكويت) وتطاير المواد العضوية والغير عضوية التي لا تتحمل درجات الحريق وتغير واندماج جزيئات السليكا ومكونات الطين في درجات الحرارة المرتفعة ، وحيث أن الكثير من الحريق الخزفي يتم على مرحلتين وهى حريق

6 Joanna Gutt-Lehr: ibid

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

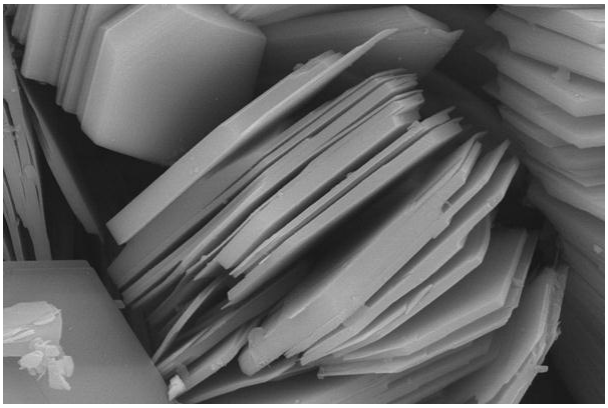
البسكويت وحريق الطلاء الزجاجي لذا تقسم مراحل الانكماش إلى ثلاث مراحل حيث يفضل في الحريق النهائي الوصول إلى اقصى درجة تتحملها الطينة وذلك لزيادة صلابتها من خلال اقصى اندماج ممكن للجزيئات، وهكذا تكون ***المرحلة الأولى*** خلال عملية الجفاف و***الثانية*** أثناء الحريق الأول وهو ما يسمى بحريق البسكويت وتحدث ***الثالثة*** أثناء حريق الطلاء الزجاجي الذى تزيد درجة حرارته عن حريق البسكويت.

المرحلة الأولى للانكماش:

هي المرحلة التي يتم فيها تجفيف الطينة قبل الحريق وتتطلب هذه المرحلة أن يتم التجفيف خارج الأفران أو في أفران خاصة بالتجفيف لا تصل درجة حرارتها إلى ١٠٠ درجة مئوية، وتختلف نسبة انكماش كل طينة بناء على قدر امتصاصها للماء المضاف إليها، وكقاعدة عامة أن الطينات الأكثر قدرة على التشكيل هي الأكثر انكماشا حيث أنها طينات ذات جسيمات على شكل صفائح دقيقة وبالتالي تمتص كمية أكثر من الماء وعند الجفاف ونتيجة فقدان هذه النسبة من الماء يحدث بها نسبة اعلى من الانكماش، وهذه النسبة من الماء هي ما تتوقف عليه لازبية الطين "ماء اللازبية أو ماء التليين هو كمية الماء اللازمة لعمل عجينة معتدلة اللازبية صالحة للتشكيل. وتحسب هذه الكمية على أساس وزن الطين الجاف، وتتفاوت كمية ماء اللازبية تفاوتا كبيرا في أنواع الطين فهي عالية في حالة الطينات شديدة النعومة منخفضة في حالة الكاولينات الخشنة"[٧].

"يتكون الطين من لوحات مسطحة غالبا سداسية الشكل تتخللها طبقة من الماء، ويمكن لتلك اللوحات أن تنزلق فوق بعضها البعض ولكنها ملتصقة معا كذلك، لذا فالطينات لدنة عندما تكون مبتلة، وهذا يعنى أنه يمكن أن تتشكل بسهولة وتحتفظ بشكلها، فهي ليست كالمواد المطاطية التي تعود إلى شكلها بعد إزاحة قوى التشكيل، وحجم جسيمات الطينة صغير للغاية لاسيما في الطينات الرسوبية التي تفتت بفعل الانتقال عبر الأنهار، وكلما صغرت الجسيمات كلما كان الطين أكثر لدونة ويصل عرض الجسيم إلى (٠،٠٠٢ ملم = ٢ ميكرون) تقريبا، وكل بلورة دقيقة من الطين تحتوى على ألاف الطبقات من الذرات المكدسة، وعلى المستوى الجزيئي يتكون الطين من طبقات متبادلة من السليكا والألومينا والماء"[٨].

ويعود تفسير زيادة كمية الماء الحر في الطينات شديدة النعومة لصغر جسيمات مكونات الطين إلى انه كلما صغرت الجسميات كلما زاد حجم الأغشية المائية التي تربط بينها



شكل(٥)

صورة مقربة الكولنيت تصوير ايفلين ديلبوس، معهد اتون

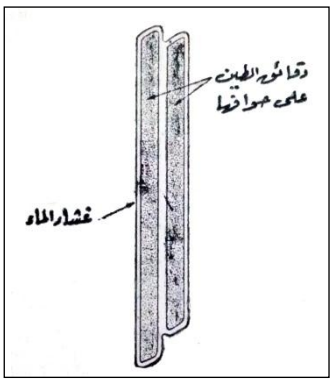
Photo: Evelyne Delbos, the James Hutton Institute

[٧] علام محمد علام: علم الخزف، مكتبة الأنجلو المصرية، بدون تاريخ نشر، ص: ٣١٧

[8] http://ceramicartsdaily.org/ceramics-monthly/article/technofile-clay-structure/

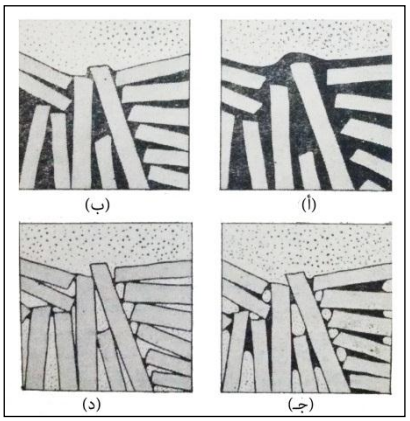
AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

" وعندما تضاف المياه إلى الطينة تبل سطوح هذه الألواح (القشور) وتكون بينها أغشية رقيقة وتؤدى هذه الأغشية المائية غرضين: أولهما أنها تزلق سطوح القشور بحيث تنزلق كل قشرة على الأخرى بسرعة عند ضغطها. وثانيهما أنها تربط الذرات بعضها ببعض وإذا كبرنا لوحين من الطين المرن فانهما يظهران كما يرى في الشكل (٦)



شكل (٦)
رسم يوضح الماء الحر الذي يحيط صفائح الطينات ويتبخر عند التجفيف قبل الحريق
من كتاب الخزفيات للفنان الخزاف

وان أول كمية من الماء تخلصنا منها بالتجفيف هي التي بين الواح الطينة والتي ترى طبيعيا كما هو ظاهر في الرسم (أ)، وكلما تقدم الجفاف اقتربت الألواح بعضها من بعض، وانكمشت كل الكتلة حتى تختفى كل الأغشية، وتلامست الألواح، واصبح الطين الأن في حالة تسمى (صلابة الجلد) والتي تشبه ليونة الممحاة اللينة، وعلى اقل تقدير مازال باقيا بالطينة نصف مياهها الطبيعية يتخلل الفراغات غير المنتظمة فيما بين زوايا الحبيبات وذلك كما يرى في الرسم (ب) .....، وهذه المياه (عادة تسمى ماء المسام) تبدأ الأن في الاختفاء ولكن الجفاف يأخذ طريقه ببطء نسبيا لان القنوات الشعرية قد اضطربت وتضاعفت صعوبة وصول المياه إلى السطح .....
انكماش الجفاف: إن الانكماش أثناء الجفاف يرجع إلى فقدان أغشية الماء بين الواح الطينة تدريجيا كما يرى بالشكل (٧) وكلما كانت الطينة ناعمة دقيقة الذرات ازدادت أغشية الماء بها وارتفعت نسبة الانكماش"[٩].



شكل (٧)
رسم يوضح مراحل تبخر الماء الحر عند التجفيف قبل الحريق
من كتاب الخزفيات للفنان الخزاف

[٩] ف.هـ. نورتن: الخزفيات للفنان الخزاف، دار النهضة العربية بالاشتراك مع مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر، القاهرة – نيويورك، ١٩٦٥، ص: ٢٣٢

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

المرحلة الثانية للانكماش:

يعود السبب الثاني لانكماش الشكل الفخاري إلى تبخر الماء المتحد كيميائيا بجزيئات الطين أثناء الحريق الأول عن طريق انكسار تلك الروابط الجزيئية بالحرارة في الأفران وتتبخر جزيئات الماء مما يفقد الشكل جزء من حجمه ووزنه نتيجة فقده لتلك الجزيئات، ويبدأ انطلاق الماء الكيميائي (جزء من التركيب الجزيئي للطين) في التبخر من الشكل، وعند هذه المرحلة لا يمكن إعادة الشكل إلى حالة الطين مرة أخرى، وهنا يراعى التعليل في الحريق (رفع درجات حرارة الفرن تدريجيا بمعدل ارتفاع بطيء) حتى يتم الانكماش بشكل لا يضر بالأشكال.

"التغيير التالي هو الذي يحدث في حوالي ٣٥٠ درجة مئوية (٦٦٢ درجة فهرنهايت)، وهي النقطة التي يبدأ عندها انفصال الماء المتحد كيميائيا. وهو الماء الذي يشكل جزء من التركيب الجزيئي للطين، وليس الماء الذي سبق وصفه بأنه ما بين جزيئات الطين. ويكتمل هذا التجفيف في حوالي ٥٠٠ درجة مئوية (٩٣٢ درجة فهرنهايت)، بعد هذه النقطة لا يمكن خلط الطين الجاف بالماء ليكون طين لدن مرة أخرى، فقد حدث تغير كيميائي لا يمكن إعادته كم كان"[١٠].

" أول تغيير يحدث في الطينة عند حرقها هو إزالة الماء الحر هذا الذي يكون مصاحبا لاحتراق أي شيء نباتي موجود بالشكل الطيني، يتبعه إزالة الماء المتحد، أما التغيرات الأخرى فهي تلك التي تؤثر في المعادن التي تتكون منها الطين، فكل الطينات تحتوي على سليكا حرة على هيئة رمل أو كوارتز أو فلنت، وبلورات السليكا هي مادة قابلة للتغير في الشكل والحجم في درجات حرارة معينة، بعض هذه التغيرات تبقى على تحولها والبعض الآخر يتقلب في صورة منعكسة"[١١].

المرحلة الثالثة للانكماش:

أما السبب الثالث لانكماش الطينات فيرجع إلى احتوائها على جزيئات أخرى من المواد العضوية والغير عضوية وذلك تبعا لظروف التربة الأرضية التي تتواجد فيها الطينات، ويعود السبب الرابع إلى المتغيرات التي تحدث في جزيئات السليكا التي تتمدد بنسب ضئيلة في تحولها من صورة إلى صورة أخرى وتعاود الانكماش أثناء التبريد، ويتغير الشكل الجزيئي للسليكا ويزداد الاندماج بينها وبين الألومينا نتيجة الانصهار وبالتالي يزيد الانكماش كلما ارتفعت الحرارة

" تغيرات السليكا في الحرارة

عند ٥٧٣ درجة مئوية تتحول إلى بيتا كوارتز (هيكل بلوري مختلف) وتتمدد فجأة بنسبة ١%، وعند درجة حرارة ٨٧٠ درجة مئوية تبدأ البيتا كوارتز في التحول إلى بيتا كريستوباليت وبيتا ترايدايمت (نفس الصيغة الكيميائية للكريستال SiO_2 ولكن هيكل بلوري مختلف بسبب الحرارة) ويزيد عن حجم الكوارتز ١٦%

تغيرات السليكا في التبريد

٨٧٠ درجة مئوية حالة التحول إلى بيتا كريستوباليت وبيتا ترايدايمت

٥٧٣ درجة مئوية التحول إلى الفا كوارتز وتنكمش فجأة بنسبة ١%

٢٢٠ درجة مئوية يتحول بيتا كريستوباليت إلى الفا كريستوباليت وينكمش فجأة بنسبة ٣%

---

10 http://www.lakesidepottery.com/HTML%20Text/Tips/Clay%20drying%20and%20firing%20process.htm

11 David Hamilton: Pottery and Ceramics, Thames and Hudson, Great Britain, Reprinted 1986, P:117

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

من ١٦٣ إلى ١١٧ درجة مئوية يتحول بيتا ترايديايمت إلى الفا ترايديايمت وينكمش فجأة بنسبة ١% .... وفى حال حرق الطين مرة أخرى فالكريستوباليت والترايديايمت كحالة من حالات السليكا سوف تتحول وتتمدد بنفس النسبة عند كل نقطة تحول حراري....
المعادن غير السليكا الحرة سوف تتغير وان كان التغير بشكل اقل، ومبدئيا يمكن تقسيم تلك المتغيرات إلى تلك التي تحدث تحت ٨٠٠ درجة مئوية والتي تحدث في درجات حرارة اعلى من هذه الدرجة، ومبدئيا تنطلق الغازات عند حدوث تغيرات في معادن الطين وتحتاج إلى فرن ذو تهوية جيدة، والتغيرات التي تحدث فوق درجة حرارة ٨٠٠ درجة مئوية تحدث بتفاعل القلويات مع السليكا والألومينا لتشكل شبكة بلورية (موليت وهو تركيب نادر لمعدن السليكا) والزجاج الذى يربط بين المواد الغير متحللة إلى كتلة قوية وهذه العملية نادرا ما تتم في حريق البسكويت الهادئ
وعندما تحرق الطينات عند درجة حرارة ١٣٠٠ درجة مئوية تحدث العديد من المتغيرات وأكثرها وضوحا أن يصبح الجسم أكثر صلابة بعد التبريد وربما غير منفذ للماء ويقال أن الطين قد تزجج وهذا يعنى أن نسبة عالية من المعادن قد ذابت وشكلت تركيبات متعددة تعرف بسليكات الألومينا، وان المواد الغير ذائبة ولها أشكالها البلورية قد التصقت بالزجاج واحد الأثار الجانبية لهذا الذوبان هو أن كل الفراغات بين الجزيئات اصبح مشبع وهكذا ينتج انكماش للحجم الكلى للشكل الخزفي ، كذلك كلما حرقت الطين في درجات حرارة اعلى كلما زاد الانكماش وقلت المسامية ، وكلما حرقت الطينة في درجات حرارة اعلى كلما زادت عمليات التمدد والانكماش خلال التبريد أو التسخين اللاحق كما تتغير السليكا الحرة شكلا وحجما

أي طين يمكن صهره إذا تعرض لدرجة حرارة كافية، والوضع المثالي هو حرق كل نوع طين إلى الحد الأقصى للحرارة دون التشويه، وفي الواقع لا يمكن أن يكتمل التزجيج دون تشويه وتتوقف ردود الفعل من ذوبان المعادن في نقطة حيث تحقيق أقصى قدر من القوة من دون خسارة الشكل"[١٢].

وهناك عملية أخرى تحدث في حوالى درجة ٥٧٣ درجة مئوية وهى تغير الشكل البلوري للكوارتز وهذه العملية يحدث عنها زيادة طفيفة و مؤقتة في الحجم، وعند حوالى درجة حرارة ٩٠٠ درجة مئوية يحدث احتراق بقايا المواد العضوية والغير عضوية مثل الكبريتات والكربون (ومن المهم عدم تنفس تلك الأبخرة لذا ينصح بوضع الأفران في أماكن جيدة التهوية)، أما اذا وصلت درجة الحرارة إلى معدل يفوق تحمل الطينة يحدث نوع أخر من الانكماش نتيجة عمليات ذوبان وانصهار جزيئات العناصر المكونة للطينة فالطينات الحمراء تتحمل إلى درجة حرارة ١١٥٠ درجة مئوية وتنصهر تماما عند ١٢٥٠ درجة مئوية ، بينما يتحمل الكاولين النقي ما يزيد عن ١٨٠٠ درجة مئوية وهذه المرحلة لا يصل إليها الخزاف بأي حال من الأحوال لأنه بذلك يفقد العمل الخزفي.

"في درجة حرارة (٣٠٠-٧٠٠) درجة مئوية تتطاير المواد العضوية (في حالة وجودها) في الجسم الخزفي معتمدا على نوعية المواد لان بعض المواد العضوية قد لا تتطاير وتبقى إلى درجة حرارة عالية، كما ينبغي أن يبقى جو الفرن مؤكسدا لكي يساعد على أكسدة الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون بالسرعة الممكنة لكي يتطاير الغاز قبل بلوغ مرحلة تزجج الجسم.
التزجج أو مرحلة تكوين الزجاج وحدوث التغيرات المعدنية يمكن أن يبدأ في درجة حرارة فوق (٩٠٠) درجة مئوية حيث يفقد الجزء الطيني كل ماء التبلور وتركيبه البلوري.
ومن ثم تبدأ مرحلة تكوين معادن جديدة ويرافق هذه المرحلة التقلص في الجسم (Body Shrinkage) مع نقصان في المسامية (Porosity)"[١٣]

---

[12] Ibid., P : 117

[١٣] فوزي عبد العزيز القيسي: تقنيات الخزف والزجاج، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ٢٠٠٣، ص: ٤٩.

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

شكل (٨)
توني هانسن: مقال من موقع إنترنت متخصص في التقنيات الخزفية منذ ١٩٨٠[١٤]
ثلاثة أكواب (جاف، حرق بسكويت، حرق الطلاء الزجاجي) لاحظ الانكماش
في كل مرحلة (كانت نفس الحجم في الحالة الجافة).

قياس معدل الانكماش:

اختبار معدل انكماش الطينة يعطى مجموعة من المعلومات الجيدة للخزاف عن نوع الطينة الذي يعمل به، وينصح بعمل هذا الاختبار عند شراء كميات جديدة من نفس نوع الطينة إذ تتغير أحيانا موقع استخراج الطينة وبالتالي تتغير قليلا نسبة المواد العضوية والغير عضوية التي تتركب منها الطينة، وكذلك عند إضافة خامات إلى الطينات أو استخدام أنواع أخرى، وقد أجرى الباحث اختبار قياس معدل انكماش الطينة على نوعين من الطينات المحلية وهما الطين الأحمر (الأسوانى) وطين البولكلى وكانت خطوات ونتائج الاختبار كالاتي:

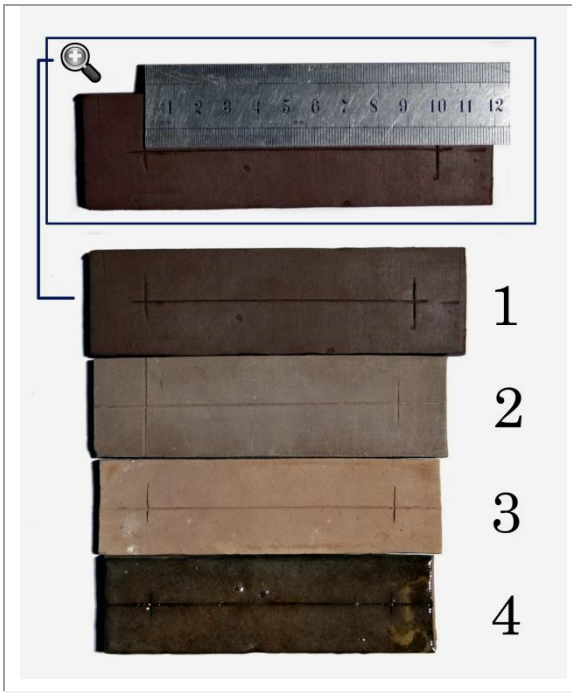
وخطوات الاختبار هي:

١. عمل ٣ شرائح من الطينة من كلا النوعين بطول ١٤ سم وعرض حوالي ٤ سم وسمك ١سم ليتم الاحتفاظ بواحدة من كل نوع في حالة الجفاف وأخرى في حالة الحريق الأول
٢. تحزيز خط بطول ١٠ سم على كل الشرائح في حالة اللدونة المناسبة للتشكيل وبناء الشكل الخزفي
٣. ترك الشرائح للجفاف تماما وقياس طول الخط بعد تمام الجفاف لمعرفة مقدار الانكماش وتسجيل الأرقام في مذكرة خاصة كمرجع يمكن الاستفادة منه دائما
٤. حرق ٢ شريحة من كل نوع من الطينة الجافة إلى درجة الحرارة المعتادة في حريق البسكويت وقد قام الباحث بحرقها في درجة (٩٠٠°م)
٥. قياس وتسجيل طول الخط بعد حريق البسكويت وتسجيل درجة حرارة الحريق
٦. استخدام الطلاء الزجاجي والحريق في درجة الحرارة المناسبة للطينة والطلاء الزجاجي، وقد قام الباحث باستخدام الطلاء الزجاجي الشفاف وحرق شريحة من كل طينة في درجة حرارة (١١٠٠°م)
٧. قياس وتسجيل طول الخط بعد الحريق النهائي وتسجيل درجة حرارة الحريق.
٨. إعادة عمل شريحة من نفس عينة الطين لكل نوع وبنفس المقاسات للمقارنة في الصور وكان الباحث قد احتفظ بشريحة جافة وأخرى محروقة في حالة حريق البسكويت، وهكذا يمكن مقارنة كل نوع من الطين في حالاته الأربعة (اللدونة – الجفاف – حريق البسكويت – حريق الطلاء الزجاجي)

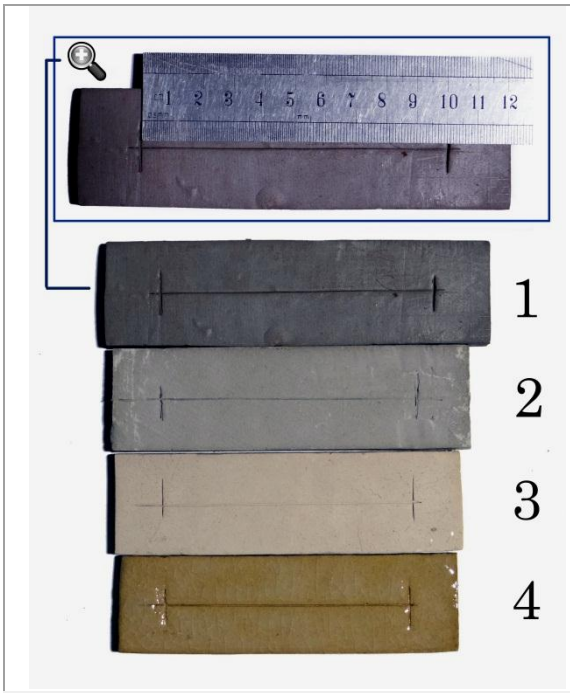
[14] https://digitalfire.com/4sight/glossary/glossary_firing_shrinkage.html

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

جدول (٤)
تجربة نسبة انكماش الطين (الأحمر والبولكلى)



شكل (٩)
الطين الأحمر (الأسوانى)



شكل (١٠)
طين البولكلى

م	الطين الأحمر	مراحل الطينات	م	طين البولكلى
١	١٠ سم	في مرحلة اللدونة	١	١٠سم
٢	٩,٤ سم	بعد الجفاف	٢	٩,٣ سم
٣	٩,١٥ سم	بعد حريق البسكويت عند ٩٠٠° م	٣	٩,٢ سم
٤	٨,٩ سم	بعد حريق وتسوية الطلاء الزجاجي عند ١١٠٠° م	٤	٩ سم

هنا يمكن تحديد نسبة انكماش كل مرحلة وكذلك النسبة الإجمالية لانكماش الشكل من خلال المعادلات الأتية
فاذا كان المطلوب تنفيذ جدارية بطول ٦٠ سم وبحساب نسبة انكماش ١٥% فالزيادة المطلوبة أثناء تنفيذ الشكل تحسب كالاتي

جدول (٥)

حساب النسبة المئوية للانكماش[١٥]			
نسبة انكماش الجفاف =	الطول في حالة اللدونة -الطول في حالة الجاف / الطول في حالة اللدونة	x	100
نسبة انكماش الحريق الأول =	الطول قبل الحريق الأول -الطول بعد الحريق الأول / الطول قبل الحريق الأول	x	100
نسبة انكماش حريق الطلاء الزجاجي =	الطول قبل حريق الطلاء -الطول بعد حريق الطلاء / الطول قبل حريق الطلاء	x	100
نسبة الانكماش الكلى =	الطول في حالة اللدونة -الطول بعد حريق الطلاء / الطول في حالة اللدونة	x	100

[15] Josie Warshaw: The Complete Practical Potter, Lorenz Books, UK, Nov 1999,P:18

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

ومن خلال الجدول السابق يمكن حساب انكماش كل نوع طين على حدا في كل المراحل كالاتي:

جدول (٦)

حساب النسبة المئوية لانكماش الطين الأحمر (الأسوانى)
نسبة انكماش الجفاف = $\frac{10 - 9.4}{10} \times 100$ = 6 %
نسبة انكماش الحريق الأول = $\frac{9.4 - 9.15}{9.4} \times 100$ = ٢.٦٦ %
نسبة انكماش حريق الطلاء الزجاجي = $\frac{9.15 - 8.9}{9.15} \times 100$ = 2.73 %
نسبة الانكماش الكلى = $\frac{10 - 8.9}{10} \times 100$ = 11 %
ملحوظة: الفارق بين حاصل جمع نسب الانكماش والنسبة الكلية يصل إلى ٣٩. % أي حوالي ٣٩. من المليمتر وهو ما يصعب قياسه بالأدوات العادية في التجربة

جدول (٧)

حساب النسبة المئوية لانكماش طين البولكلى
نسبة انكماش الجفاف = $\frac{10 - 9.3}{10} \times 100$ = 7 %
نسبة انكماش الحريق الأول = $\frac{9.3 - 9.2}{9.3} \times 100$ = 1.08 %
نسبة انكماش حريق الطلاء الزجاجي = $\frac{9.2 - 9}{9.2} \times 100$ = 2.17 %
نسبة الانكماش الكلى = $\frac{10 - 9}{10} \times 100$ = 10 %
ملحوظة: الفارق بين حاصل جمع نسب الانكماش والنسبة الكلية يصل إلى ٢٥. % أي حوالي ٢٥. من المليمتر وهو ما يصعب قياسه بالأدوات العادية في التجربة

وفى التجربة السابقة يمكن حساب معدل الانكماش بطريقة أخرى، فحيث أن طول الخط ١٠ سم وكل سنتيمتر يساوى ١٠ ملليمتر إذا فطول الخط ١٠٠ ملليمتر وهكذا يكون كل ١ مللي مساويا لـ ١% من الخط في الحالة الأولى (اللدونة)

ففي حالة الطين الأحمر (الأسوانى)

قياس الانكماش الكلى = ١٠ سم - ٨,٩ سم = ١٠٠ مم – ٨٩ مم = ١١ مم، اذا فنسبة الانكماش = ١١ %

وفى حالة طين البولكلى

قياس الانكماش الكلى = ١٠ سم – ٩ سم = ١٠٠ مم – ٩٠ مم = ١٠ مم، إذا فنسبة الانكماش = ١٠%

أهمية القياسات:

القياسات تفيد في كثير من التصميمات الخزفية سواء في الأعمال المسطحة أو المجسمة، فعند تصميم وتنفيذ جدارية نحتاج لمعرفة الأطوال حتى يمكن تنفيذ العمل بالشكل المناسب للمكان ولتوضيح أهمية وكيفية قياس نسبة الانكماش في حساب المساحات والحجوم للعمل الخزفي للوصول إلى تنفيذ الشكل المطلوب في أقرب صورة صحيحة يستخدم الباحث المثال التالي

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

إذا كان المطلوب تنفيذ جدارية بطول ٦٠ سم وعرض ٤٠ سم من الطين الأحمر(الأسوانى) ومطلية بالطلاءات الزجاجية المسواة في درجة حرارة ١١٠٠° م، فبحساب نسبة انكماش ١١% فالزيادة المطلوبة أثناء تنفيذ الشكل تحسب كالاتي
بما أن ٦٠ سم هي النتيجة المطلوبة، وبما أن نسبة الانكماش = ١١%، إذن ٦٠ سم = ٨٩% من الطول قبل الانكماش
لحساب ما يجب أن يكون عليه الطول بعد الانكماش بدقة نقوم بالحساب التالي:
حيث أن الطول الذي يجب تنفيذه قبل الانكماش غير معلوم فلنرمز له بالرمز (س)
$\frac{89X\text{س}}{100} = 60$ ، إذن $\text{س} = \frac{100X60}{89} = ٦٧,٤$ بعد تقريب الأرقام العشرية
وللتأكد من صحة النتيجة نقوم بعمل نسبة انكمش ١١% لطول ٦٧,٤

طول الانكماش = $\frac{11X67.4}{100} = 7.414$ سم، إذن ٦٧,٤ تنكمش بطول ٧,٤ بعد تقريب الأرقام العشرية

= ٦٧,٤- ٧,٤= ٦٠ سم وهو الطول المطلوب بعد الانكماش

وبذلك يكون مطلوب تنفيذ جدارية طولها ٦٧,٤ سم، وبنفس طريقة الحساب يصبح العرض المطلوب ٤٤,٩ سم أثناء مرحلة التشكيل ليصبح أطوالها النهائية ٦٠ X ٤٠ سم بعد إجراءات الحريق والطلاء الزجاجي في درجة حرارة ١١٠٠°م

كما يفيد قياس المساحات لمعرفة مقدار الخامات المطلوبة لتنفيذ العمل، فاذا افترضنا أن مقدار ٧٥ كيلوجرام من بودرة الطينة تكفى لتنفيذ جدارية بسمك ٢ سم و بمساحة ١م^{٢} ولدينا جدارية دائرية قطرها ١٧٠سم هنا يجب علينا قياس المساحة لتقدير كمية الخامات المطلوبة وكذلك تكلفتها، وفى هذا المثال تكون مساحة الدائرة = ط نق^{٢}، حيث ط أو(pi (π)) هو معامل ثابت يستخدم في الرياضيات ويساوى ٣,١٤ ونق هو نصف القطر ويساوى ٨٥ سم اذا فمساحة التصميم تساوى
٣,١٤X٨٥X٨٥= ٢٢٦٨٦,٥سم^{٢}= ٢,٢٦٨٦٥ م^{٢}، وبتقريب الرقم العشري تصبح النتيجة ٢,٣م^{٢} وبذلك نحتاج كمية بودرة طين بوزن = ٧٥ X ٢,٣ = ١٧٢,٥ كيلوجرام.
أما بحساب نسبة الانكماش وبفرض استخدام طينة حمراء (أسواني) يصل المعدل الكلى للانكماش فيها إلى ١١% عند حرارة ١١٠٠°م فيجب حساب الكمية قبل الانكماش كالاتي:
بما أن مساحة الدائرة المطلوبة يساوى قطرها بعد الانكماش ١٧٠سم إذن ١٧٠= ٨٩% من الطول قبل الانكماش ولنرمز له بالرمز (ص)
$\frac{89X\text{ص}}{100} = 170$ سم، إذن $\text{ص} = \frac{100X170}{89} = ١٩١,٠١١$سم = ١٩١ سم بعد تقريب الأرقام العشرية
وللتأكد من صحة النتيجة نقوم بعمل نسبة انكمش ١١% لطول ١٩١ سم

طول الانكماش = $\frac{11X191}{100} = 21.01$ سم، إذن ١٩١ سم تنكمش بطول ٢١ سم بعد تقريب الأرقام العشرية = ١٩١-٢١= ١٧٠ سم
وبالتالي هناك فرق يصل إلى ٢١ سم خطأ قياس إذا لم تحسب نسبة الانكماش، وبحساب تلك الزيادة فكمية الطين المطلوبة = مساحة الدائرة بالمتر المربع X كمية الطين التي تكفي ١م^{٢} بسمك ١ سم
مساحة الدائرة = ط نق٢= ٣,١٤X ٩٥,٥^{2}= ٣,١٤ X95.5X ٩٥,٥= ٢٨٦٣٧,٥٨٥ سم^{٢} = ٢,٨٦٣٧٥٨٥م^{٢} = ٢,٩ م^{٢} تقريبا بعد تقريب الأرقام العشرية

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

كمية الطين المطلوبة = ٢,٩ X ٧٥= ٢١٧,٥ كجم
كيلوجرام أي بفارق ٤٥ كيلوجرام من الطين.
ويفيد هذا القياس خاصة عند استخدام الطينات المركبة حتى تكون الكمية كلها متجانسة أثناء تجهيزها للعمل وحتى لا نحتاج إلى كميات أخرى ممن الممكن أن تكون غير متجانسة بشكل جيد.

أما بالنسبة لقياس الحجوم فأهميتها في مجال الخزف في التربية الفنية يتمثل في قياس بعض حجوم الخزف الوظيفي كالإناء لمعرفة مقدار ما يحمله من سائل سواء للإناء الواحد أو في علاقة إناء بمجموعة أواني كأطقم الشاي

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

النتائج والتوصيات

أولا: النتائج

١. جاءت نتيجة الاختبار البعدي بنسبة ٦٩,٢% من الطلاب أتقنوا إنتاج أعمال خزفية استخدموا فيها قياسات الرياضية بالتوافق مع خاصية الانكماش بعد شرح وتفسير وتحليل الخاصية
٢. جاءت نتيجة الاختبار القبلي بنسبة صفر% من الطلاب يعرفون كيف يوظفون نظريات المساحات والحجوم مع خاصية الانكماش قبل الشرح والتفسير
٣. ترجع أسباب انكماش الطينات إلى ٤ أسباب (تبخر الماء الحر -تبخير الماء الكيميائي - احتراق المواد العضوية والغير عضوية التي لا تتحمل درجات الحرارة العالية -اندماج جزيئات السليكا وتغير شكلها الجزيئي)
٤. نسبة انكماش الطين الأحمر(الأسوانى) ٦% في مرحلة الجفاف، ٢,٦٦% بعد الحريق الأول عند ٩٠٠°م، ٢,٧٣% بعد حريق الطلاء الزجاجي عند درجة حرارة ١١٠٠°م بنسبة إجمالية ١١%
٥. نسبة انكماش طين البولكلى ٧% في مرحلة الجفاف، ١,٠٨% بعد الحريق الأول عند ٩٠٠°م، 2.17% بعد حريق الطلاء الزجاجي عند درجة حرارة ١١٠٠°م بنسبة إجمالية ١٠%
٦. تتحدد نسب انكماش الطينات بناءً على نوع الطينة ومصدرها
٧. يجب اختبار كل طينة عند استخدامها إذا احتاج الأمر نتيجة اختلاف المواد التي تحتويها نفس نوع الطينة من مصدر لآخر
٨. ابدى الطلاب رضاهم عن التجربة واكتسابهم مهارات في التشكيل وأضافت رؤى جديدة لأفكارهم
٩. تفيد قياسات المساحات والحجوم في مجال الخزف الوظيفي والتعبيري كلا حسب احتياجاته
١٠. التربية الفنية تنمى التفكير النقدي والقدرة على المشكلات والتفكير الإبداعي ومهارات المقارنة والافتراض واستكشاف وجهات النظر المتعددة والمختلفة
١١. تعليم الفنون يزيد من قدرة الطالب على التعامل مع الأخرين سواء من الزملاء أو المعلمين والمدرسة والنواحي الاجتماعية بشكل عام
١٢. الربط بين التربية الفنية والمقررات الأخرى يساعد على تنمية التفكير الإبداعي في مجال الفنون والتعليم
١٣. الربط بين التربية الفنية والمقررات الأخرى يساعد على فهم واستيعاب المقررات الأخرى وزيادة التحصيل
١٤. القياس السليم يؤدى إلى توفير الوقت والمجهود والمال في تجهيز الخامات المطلوبة بشكل صحيح

ثانيا التوصيات

بناءً على ما توصل إليه البحث من نتائج يوصى الباحث بالتوصيات الأتية

١. الاهتمام بدراسة العلوم الرياضية والهندسية في فنون الخزف بشقيها التعبيري والوظيفي.
٢. التوسع في دراسة أسس التصميم الصناعي البسيط في مجالات التربية الفنية بشكل عام ومجال الخزف بشكل خاص في ظل اهتمام الجامعات بخريج قادر على الدخول إلى سوق العمل من خلال المشروعات الصغيرة.
٣. تطوير مناهج التربية الفنية في التعليم العام من خلال الاستعانة بما يستجد من أبحاث في مجال علوم التربية والتربية الفنية.
٤. الربط بين المقررات المختلفة في كلية التربية الفنية ومقرر الخزف مما يساعد في تنمية مهارات التفكير المركب الإبداعي والنقدي والمعرفي والعلمي.
٥. المزيد من الدراسات التي يمكن أن تربط بين المقررات الدراسية والتربية الفنية في التعليم العام

AmeSea Database- ae- Januray-2017-0195

المراجع:

أولا: المراجع العربية

١. علاء الدين سعد، عبد الناصر محمد: الحس الرياضي وعلاقته بالإبداع الخاص والإنجاز الأكاديمي لدى طلاب كليات التربية شعبة الرياضيات، المؤتمر العلمي الثالث للجمعية المصرية لتربويات الرياضيات: تعليم وتعلم الرياضيات وتنمية الإبداع، القاهرة، جامعة عين شمس، دار الضيافة، ٨-٩ أكتوبر ٢٠٠٣.

٢. علام محمد علام: علم الخزف، مكتبة الأنجلو المصرية، بدون تاريخ نشر.

٣. ف.هـ. نورتن: الخزفيات للفنان الخزاف، دار النهضة العربية بالاشتراك مع مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر، القاهرة – نيويورك، ١٩٦٥.

٤. فوزي عبد العزيز القيسي: تقنيات الخزف والزجاج، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ٢٠٠٣.

٥. محمد أمين المفتي: قراءات في تعليم الرياضيات، مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٩٥.

ثانيا: المراجع الأجنبية

6. David Hamilton: Pottery and Ceramics, Thames and Hudson, Great Britain, Reprinted 1986.
7. Joanna Gutt-Lehr: PIN Learning Lab, Pdf, 2007.
8. Josie Warshaw: The Complete Practical Potter, Lorenz Books, UK, Nov 1999.

ثالثا: مراجع الأنترنت من المواقع المتخصصة

9. http://ceramicartsdaily.org/ceramics-monthly/article/technofile-clay-structure/
10. http://www.aep-arts.org/wp-content/uploads/2013/04/Preparing-Students-for-the-Next-America-FINAL.pdf
11. http://www.lakesidepottery.com/HTML%20Text/Tips/Clay%20drying%20and%20firing%20process.htm
12. http://www.nasaa-arts.org/Research/Key-Topics/Arts-Education/critical-evidence.pdf
13. https://digitalfire.com/4sight/glossary/glossary_firing_shrinkage.html