



بسم الله الرحمن الرحيم

∞∞∞∞

تم رفع هذه الرسالة بواسطة / سامية زكى يوسف

بقسم التوثيق الإلكتروني بمركز الشبكات وتكنولوجيا المعلومات دون أدنى

مسئولية عن محتوى هذه الرسالة.

ملاحظات: لا يوجد



الأسس البنائية للطبق النجمي المملوكي والإفادة منها في عمل مشغولات معدنية معاصرة

إعداد

حازم السيد محمد الزق

الدارس بقسم التربية الفنية - كلية التربية النوعية - جامعة عين شمس
استكمالاً للحصول على درجة دكتوراه الفلسفة في التربية النوعية
قسم التربية الفنية تخصص (أشغال المعادن)

إشراف

أ.م.د/ يحيى مصطفى أحمد
أستاذ أشغال المعادن المساعد
بقسم التربية الفنية - كلية التربية النوعية
جامعة عين شمس

أ.د/ عبد الرحمن محمد ربيع
أستاذ أشغال المعادن
بقسم التربية الفنية - كلية التربية النوعية
جامعة عين شمس

د/ حنان إبراهيم أحمد حسانين
مدرس التصميم
بقسم التربية الفنية - كلية التربية النوعية
جامعة عين شمس

٢٠٢٢

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم، احمد الله العليقدير على ما وفقني إليه لإتمام هذا البحث المتواضع ولا يسعني إلا أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى أساتذتي السادة المشرفين على البحث، وأخص بالشكر والتقدير:

أ.د/ عبد الرحمن محمد ربيع- استاذ أشغال المعادن بقسم التربية الفنية -كلية التربية النوعية -جامعة عين شمس فله كل الشكر والتقدير.

كما اشكر أ.م.د. / يحيى مصطفى أحمد -أستاذ أشغال المعادن المساعد بقسم التربية الفنية -كلية التربية النوعية -جامعة عين شمس على ما منحه لي من عون ومساعدة صادقة فله مني كل الشكر والتقدير.

كما أخص بالشكر الدكتورة/ حنان إبراهيم احمد حسانين - مدرس التصميم بقسم التربية الفنية -كلية التربية النوعية -جامعة عين شمس على ما قدمه لي من توجيهات وما خصتني به من علمها وأرائها البناءة فلها مني عظيم الشكر والتقدير.

كما أتقدم بجزيل الشكر الى السادة أعضاء لجنة المناقشة والحكم لتفضلهم بالموافقة على مناقشة هذا البحث والذي ارجو ان ينال رضاهم.

الاستاذ الفاضل أ.د/ زاهر أمين خيري أيوب - استاذ أشغال المعادن بقسم التربية الفنية -كلية التربية النوعية -جامعة عين شمس

كما اتقدم بجزيل الشكر أ.د/ محسن محمود صالح- استاذ أشغال المعادن بقسم الأشغال الفنية والتراث الشعبي بكلية التربية الفنية -جامعة حلوان.

كما أوجه شكري وتقديري لأسرتي وزوجتي وبناتي على كل ما قدموه لي من عون في سبيل إنهاء هذا البحث، كما أتوجه بالشكر إلى أمي واخوتي وجميع عائلتي، أسأل الله سبحانه وتعالى أن يجزيهم خير جزاء.

وأخيراً أهدي هذا الجهد المتواضع إلى والدي رحمة الله عليه.

والله ولي التوفيق

الباحث



قرار لجنة المناقشة والحكم على رسالة دكتوراة

بناء على موافقة السيد الأستاذ الدكتور/ نائب رئيس الجامعة للدراسات العليا والبحوث بتاريخ ١ / ٨ / ٢٠٢٢م على تشكيل لجنة المناقشة والحكم لرسالة الدكتوراة المقدمة من الباحث/ حازم السيد محمد الزق - بقسم التربية الفنية بكلية التربية النوعية - جامعة عين شمس.

يعنون:

[الأسس البنائية للطبق النجمي المملوكي والإفادة منها في عمل مشغولات معدنية معاصرة]

وقد شكلت اللجنة من السادة:

أ.د/ زاهر أمين خيرى أيوب: أستاذ أشغال المعادن- بقسم التربية الفنية- كلية التربية النوعية- جامعة عين شمس. (مناقشاً داخلياً ومقرراً)
أ.د/ محسن محمود صالح: أستاذ أشغال المعادن- بقسم الأشغال الفنية والتراث الشعبي- كلية التربية الفنية- جامعة حلوان. (مناقشاً خارجياً)
أ.د/ عبد الرحمن محمد ربيع: أستاذ أشغال المعادن - بقسم التربية الفنية- كلية التربية النوعية- جامعة عين شمس. (مشرفاً)
أ.م.د/ يحيى مصطفى أحمد: أستاذ أشغال المعادن المساعد- بقسم التربية الفنية- كلية التربية النوعية- جامعة عين شمس. (مشرفاً)

وقد اجتمعت اللجنة بالتشكيل عالية في تمام الساعة يوم الثلاثاء الموافق ١٦/٨/٢٠٢٢م بقاعة المناقشات [أ.د/أماني حنفي] بكلية التربية النوعية - جامعة عين شمس وناقشت الباحث مناقشة علانية فيما ورد في الرسالة استمرت حتى الساعة من نفس اليوم.

وبعد مداولة اللجنة فيما بينها، قررت اللجنة بإجماع الآراء قبول الرسالة ومنح

الباحث/ حازم السيد محمد الزق درجة دكتوراة الفلسفة في التربية النوعية - قسم التربية الفنية تخصص (أشغال المعادن) بتقدير

أعضاء لجنة الحكم والمناقشة:

أ.د/ زاهر أمين خيرى ايوب	[.....]	مناقشاً داخلياً ومقرراً
أ.د/: محسن محمود صالح	[.....]	مناقشاً خارجياً
أ.د/ عبد الرحمن محمد ربيع	[.....]	مشرفاً
أ.م.د/ يحيى مصطفى أحمد	[.....]	مشرفاً

فهرس الموضوعات

الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول (موضوع البحث)	
خلفية البحث	٣-١
مشكلة البحث	٤-٣
أهداف البحث	٤
فروض البحث	٤
أهمية البحث	٥-٤
حدود البحث	٥
منهجية البحث	٥
أولاً: الإطار النظري	٦
ثانياً: الإطار التطبيقي	٦
مصطلحات البحث	٩-٧
الدراسات المرتبطة	١٣-٩
الفصل الثاني (الفنون الإسلامية المملوكية)	
فلسفة الفن الإسلامي	١٧-١٤
العصر المملوكي (٦٤٨-٩٢٣هـ/١٢٥٠-١٥١٧م)	١٧
نشأة المماليك	١٨
البداية التاريخية لدولة المماليك في مصر	١٩-١٨
العوامل التي أدت إلى اهتمام المماليك بالفنون والصناعات الحرفية	٢٠
الفنون الإسلامية المملوكية	٢١-٢٠
أولاً: الفنون الكبرى ومختارات منها	٢٦-٢١
-العمارة في العصر المملوكي ومميزاتها	٢٤-٢١
أ. العمائر الدينية	٢٤
ب. العمائر المدنية	٢٦-٢٥

تابع فهرس الموضوعات

الموضوع	رقم الصفحة
ثانياً: الفنون الصغرى ومختارات منها	
مشغولات خشبية : (المنابر - الأسقف الخشبية) - التذهيب والتجليد - المشغولات المعدنية	٣٥-٢٧
المشغولات المعدنية فى العصر المملوكى	٣١
مصارع الأبواب	٣٢-٣١
التنانير	٣٤-٣٣
كراسى العشاء	٣٥
الأساليب الزخرفية والمهارات التقنية للمشغولات المعدنية المملوكية	
الطرق - الصب - الحفر والحز - التثقيب أو التخریم - الترصيع - التكفيت أو التنزيل - التصفیح - الحدادة والخرطة - اللينو	٣٩-٣٦
العناصر الزخرفية الشائعة فى المشغولات المعدنية المملوكية	
- الزخارف الهندسية - الزخارف النباتية - الزخارف الكتابية - الزخارف الأدمية والحيوانية	٤٠-٣٩
الفصل الثالث (الأطباق النجمية المملوكية)	
الفكر الفلسفى للطبق النجمى	٤٣-٤١
ماهية الطبق النجمى	٤٣
الاطباق النجمية المملوكية	٤٩-٤٤
مكونات الطبق النجمى	٥٠
١-المفردات الأساسية للأطباق النجمية	٥١-٥٠
٢-المفردات الفرعية للأطباق النجمية	٥٤-٥١
الأسس البنائية للأطباق النجمية	٥٦-٥٥
عائلات الأطباق النجمية	٥٧-٥٦
أنواع الأطباق النجمية	٦٠-٥٧

تابع فهرس الموضوعات

الموضوع	رقم الصفحة
خطوات انشاء الأطباق النجمية	٧٠-٦١
أ-رسم الشكل الخماسي	٦٣-٦٢
ب-رسم الشكل السداسي	٦٤
ج-رسم الشكل السباعي	٦٦-٦٥
د-رسم الشكل التساعي	٦٨-٦٧
هـ-رسم الشكل العشاري	٦٩
و-رسم الشكل الإحدى عشر	٧٠
النظم الشبكية للأطباق النجمية	٨٧-٧١
١. الشبكية المثلثة	٧٥-٧٣
٢. الشبكية المربعة	٨٠-٧٦
٣. الشبكية السداسية	٨٤-٨١
٤. الشبكية المركبة	٨٧-٨٥
القيم الجمالية للأطباق النجمية المملوكية	٩١-٨٨
الفصل الرابع التحليل البنائي للأطباق النجمية المملوكية	
<ul style="list-style-type: none"> - وصف وتحليل للأسس البنائية للطبق النجمي المملوكي - التحليل الشكلي - التكوين البنائي للطبق النجمي - مفردات الطبق النجمي 	١٤١-٩٢
الأطباق النجمية المملوكية على مختارات من أبواب المساجد	٩٤
باب مدرسة وقبة وبیمارستان السلطان المنصور سيف الدين قلاوون	١٠٠-٩٥
باب خانقاه بيبرس الجاشنكير	١٠٦-١٠١

تابع فهرس الموضوعات

رقم الصفحة	الموضوع
١١٢-١٠٧	باب جامع المؤيد شيخ المنقول من مدرسة السلطان حسن
١١٨-١١٣	باب مدرسة وخانقاه الظاهر برقوق
١٢٤-١١٩	باب جامع أُلّماس الحاجب
١٣٠-١٢٥	باب مدرسة فخر الدين عبد الغني عبد الرازق (جامع البنات)
١٣٦-١٣١	باب مسجد ومدرسة قجماس الاسحاقي (أبو حريبه)
١٤١-١٣٧	باب مسجد قنصوه الغوري
الفصل الخامس (تطبيقات البحث)	
١٤٣-١٤٢	إجراءات تطبيقات التجربة البحثية
١٤٣	الخامات والأدوات المستخدمة في التجربة
١٤٩-١٤٤	أساليب التشكيل المستخدمة في التجربة
١٤٦-١٤٤	أساليب التشكيل
١٤٨-١٤٦	أساليب معالجة الاسطح
١٤٨	أساليب الوصل
١٤٩	أساليب التشطيب
١٦٦-١٥٠	أولاً: تصميمات تطبيقات التجربة
١٩٨-١٦٧	ثانياً: وصف وتحليل تطبيقات التجربة
١٩٩	نتائج التجربة
٢٠٠	التوصيات
٢٠٥-٢٠١	المراجع
٢٠٨-٢٠٦	ملخص البحث باللغة العربية
a-b	ملخص البحث باللغة الانجليزية

فهرس الأشكال

رقم الشكل	البيانات	رقم الصفحة
١	مئذنة وقبة قلاوون-العصر المملوكي	٢٣
٢	مئذنة مسجد الظاهر برقوق -العصر المملوكي	٢٣
٣	مسجد السلطان الناصر محمد بن قلاوون-العصر المملوكي	٢٤
٤	قصر الأمير بشتاك، العصر المملوكي	٢٥
٥	من بقايا وكالة الأمير قوصون، العصر المملوكي	٢٦
٦	مدخل وكالة قايتباي، العصر المملوكي	٢٦
٧	مقعد الأمير ماماي السيفي، العصر المملوكي	٢٦
٨	منبر جامع احمد بن طولون-القرن ٧هـ-العصر المملوكي	٢٨
٩	منبر الصالح طلائع-٦٩٩هـ-العصر المملوكي	٢٨
١٠	سقف مدرسة ومسجد الظاهر برقوق	٢٩
١١	صفحة من مصحف أرغون شاه ٧٧٠هـ-١٣٦٨م	٣٠
١٢	جزء من باب خانقاه بيبرس الجاشنكير	٣٢
١٣	جزء من باب مدرسة السلطان حسن	٣٢
١٤	تتور من النحاس باسم السلطان حسن-العصر المملوكي-القرن ٨هـ / ١٤م	٣٤
١٥	تتور من النحاس باسم السلطان قانصوة الغوري-العصر المملوكي-القرن ١٠هـ / ١٦م	٣٤
١٦	منضدة من النحاس الاصفر المكفت بالفضة-العصر المملوكي-٨هـ / ١٤م	٣٥
١٧	صفحة من المصحف بمسجد قيسون -القرن ١٤م	٤٥
١٨	أحد الأبواب الأربعة بقبة جامع المؤيد-العصر المملوكي	٤٦
١٩	منبر مسجد المؤيد-العصر المملوكي	٤٧
٢٠	زوج من الأبواب من منبر مسجد الأمير سيف الدين قيسون	٤٩
٢١	رسم توضيحي يوضح المفردات الأساسية للطبق النجمي الثماني	٥١

تابع فهرس الأشكال

رقم الشكل	البيانات	رقم الصفحة
٢٢	المفردات الفرعية للطبق النجمي	٥٢
٢٣	رسوم توضيحية لأماكن بعض المفردات الفرعية للطبق النجمي	٥٣
٢٤	غلاف مصحف-العصر المملوكي-أواخر القرن ١٤	٥٤
٢٥	شكل يوضح أهمية الدائرة في بناء الأطباق النجمية	٥٧
٢٦	رسم توضيحي بين عائلات الاطباق النجمية	٧٤
٢٧	جزء من أحد الأبواب الأربعة بقبة جامع المؤيد شيخ	٥٨
٢٨	رسم يوضح حالات شكل الكندة	٥٨
٢٩	جزء من منبر بكتمر الجوكندار بجامع الصالح طلائع	٥٩
٣٠	جزء من منبر مسجد قجماس الاسحاقى	٥٩
٣١	الدوائر المحيطة بأجزاء الطبق النجمي	٦٠
٣٢	شكل يوضح طريقة إنشاء الطبق النجمي من الأشكال الهندسية	٦١
٣٣	رسم الشكل الخماسي المنتظم للحصول على نجمة خماسية	٦٣
٣٤	رسم الشكل السداسي المنتظم للحصول على نجمة سداسية	٦٤
٣٥	رسم الشكل السباعي المنتظم للحصول على نجمة سباعية	٦٦
٣٦	رسم الشكل التساعي المنتظم للحصول على نجمة تساعية	٦٨
٣٧	رسم الشكل العشاري للحصول على نجمة عشارية	٦٩
٣٨	رسم الشكل الإحدى عشر للحصول على نجمة إحدى عشرية	٧٠
٣٩	دائرة أساسية تحيط بها ست دوائر من نفس الحجم	٧٢
٤٠	طبق نجمي أساس بنائة الشبكية المثلثة	٧٣
٤١	الشبكية المثلثة	٧٤
٤٢	طبق نجمي ذو اثني عشر كندة يعتمد على تكرار أربعة مثلثات متساوية داخل دائرة	٧٥
٤٣	شبكية مربعة	٧٦
٤٤	شبكية مربعة مائلة	٧٦

تابع فهرس الأشكال

رقم الشكل	البيانات	رقم الصفحة
٤٥	الشبكية المربعة	٧٧
٤٦	طبق نجمي ذو اثني عشر كندة يعتمد على تكرار ثلاثة مربعات متساوية داخل دائرة	٧٨
٤٧	طبق نجمي متكرر أساس بنائه الشبكية المربعة	٧٩
٤٨	تصميمات مبنية على الشبكية المربعة	٨٠
٤٩	شبكية سداسية	٨١
٥٠	الشبكية السداسية	٨٢
٥١	طبق نجمي ذو اثني عشر كندة يعتمد على تراكم شكلين سداسيين داخل دائرة	٨٣
٥٢	تكرار أطباق نجمية ذات اثني عشر رأس أساس بنائه الشبكية السداسية	٨٤
٥٣	نماذج من الشبكيات المركبة ثنائية وثلاثية	٨٥
٥٤	شبكية مركبة تحتوي على طبقتين من نفس النوع من الأطباق النجمية ومختلفين في المساحة	٨٦
٥٥	شبكية مركبة تحتوي على نوعين مختلفين في الشكل من الأطباق النجمية	٨٦
٥٦	شبكية مركبة تحتوي على ثلاثة من الأطباق النجمية المختلفة	٨٧
٥٧	شبكية مركبة تحتوي على أربعة من الأطباق النجمية المختلفة	٨٧
٥٨	شكل يوضح التماثل (افقي، رأسي) لشكل الطبق النجمي	٩١
٥٩	شكل يوضح التماثل لبعض مكونات الطبق النجمي	٩١
٦٠	باب مدرسة وقبة وبیمارستان السلطان المنصور سيف الدين قلاوون	٩٦
٦١	جزء تفصيلي من الطبق النجمي للباب	٩٦
٦٢	تحليل هندسي من إعداد الباحث	٩٧
٦٣	التكوين البنائي للطبق النجمي في باب مدرسة وقبة وبیمارستان السلطان المنصور سيف الدين قلاوون	٩٨

تابع فهرس الأشكال

رقم الصفحة	البيانات	رقم الشكل
٩٩	شكل الطبق النجمي في باب مدرسة وقبة وبیمارستان السلطان المنصور سيف الدين قلاوون	٦٤
٩٩	شكل الطبق النجمي كاملاً في باب مدرسة وقبة وبیمارستان السلطان المنصور سيف الدين قلاوون	٦٥
١٠٠	مفردات الطبق النجمي ذو الثمانية أضلاع في باب مدرسة وقبة وبیمارستان السلطان المنصور سيف الدين قلاوون	٦٦
١٠٢	باب خانقاه بیبرس الجاشنكير	٦٧
١٠٢	أجزاء تفصيلية من الطبق النجمي للباب	٦٨
١٠٣	تحليل هندسي من اعداد الباحث	٦٩
١٠٤	التكوين البنائي للطبق النجمي في باب خانقاه بیبرس الجاشنكير	٧٠
١٠٥	المفردات الأساسية للطبق النجمي ذو الاثني عشر ضلعاً في باب خانقاه بیبرس الجاشنكير	٧١
١٠٦	المفردات الأساسية للطبق النجمي ذو التسعة أضلاع في باب خانقاه بیبرس الجاشنكير	٧٢
١٠٨	باب جامع المؤید شیخ المنقول من مدرسة السلطان حسن	٧٣
١٠٨	جزء تفصيلي من الطبق النجمي للباب	٧٤
١٠٩	تحليل هندسي من اعداد الباحث	٧٥
١١٠	التكوين البنائي للطبق النجمي في باب جامع المؤید شیخ المنقول من مسجد السلطان حسن	٧٦
١١١	مفردات الطبق النجمي ذو الستة عشر ضلعاً في الباب الرئيسي لمسجد السلطان حسن والمنقول الى جامع المؤید شیخ	٧٧
١١٢	مفردات الطبق النجمي ذو الاثني عشر ضلعاً في الباب الرئيسي لمسجد السلطان حسن والمنقول إلى جامع المؤید شیخ	٧٨

تابع فهرس الأشكال

رقم الصفحة	البيانات	رقم الشكل
١١٤	باب مدرسة وخانقاه الظاهر برقوق	٧٩
١١٤	تفصيلات من باب مدرسة وخانقاه الظاهر برقوق	٨٠
١١٥	تحليل هندسي من إعداد الباحث	٨١
١١٦	التكوين البنائي للطبق النجمي في باب مدرسة وخانقاه الظاهر برقوق	٨٢
١١٧	المفردات الأساسية للطبق النجمي ذو الثمانية عشر ضلعاً في باب مدرسة وخانقاه الظاهر برقوق	٨٣
١١٨	المفردات الأساسية للطبق النجمي ذو الاثني عشر ضلعاً في باب مدرسة وخانقاه الظاهر برقوق	٨٤

فهرس أشكال التحليلات الفنية للباحث

رقم الصفحة	البيانات	رقم الشكل
١٢٠	باب جامع أُلّماس الحاجب	٨٥
١٢١	تحليل هندسي من إعداد الباحث	٨٦
١٢٢	التكوين البنائي للطبق النجمي في باب جامع أُلّماس الحاجب	٨٧
١٢٣	المفردات الأساسية للطبق النجمي ذو الاثني عشر ضلعاً في باب جامع أُلّماس الحاجب	٨٨
١٢٤	المفردات الفرعية المحيطة بالطبق النجمي ذو الاثني عشر ضلعاً باب جامع أُلّماس الحاجب	٨٩
١٢٦	باب مدرسة فخر الدين عبد الغني عبد الرازق (جامع البنات)	٩٠
١٢٧	تحليل هندسي من إعداد الباحث	٩١
١٢٨	التكوين البنائي للطبق النجمي في باب مدرسة فخر الدين عبد الغني عبد الرازق (جامع البنات)	٩٢
١٢٩	المفردات الأساسية للطبق النجمي ذو العشر أضلاع في باب مدرسة فخر الدين عبد الغني عبد الرازق (جامع البنات)	٩٣

تابع فهرس أشكال التحليلات الفنية للباحث

رقم الصفحة	البيانات	رقم الشكل
١٣٠	المفردات الأساسية للطبق النجمي ذو الاحدى العشر أضلاع في باب مدرسة فخر الدين عبد الغني عبد الرازق (جامع البنات)	٩٤
١٣٢	باب مسجد ومدرسة قجماس الاسحاقي (أبو حريبه)	٩٥
١٣٣	تحليل هندسي من إعداد الباحث	٩٦
١٣٤	التكوين البنائي للطبق النجمي في باب مسجد ومدرسة قجماس الاسحاقي	٩٧
١٣٥	المفردات الأساسية للطبق النجمي ذو الثمانية أضلاع في باب مسجد قجماس الاسحاقي	٩٨
١٣٥	المفردات الأساسية للطبق النجمي ذو العشر أضلاع في باب مسجد قجماس الاسحاقي	٩٩
١٣٦	لمفردات الأساسية للطبق النجمي ذو الاثني عشر ضلعاً في باب مسجد قجماس الاسحاقي	١٠٠
١٣٨	باب مسجد قنصوه الغوري	١٠١
١٣٨	جزء تفصيلي من الطبق النجمي للباب	١٠٢
١٣٩	تحليل هندسي من إعداد الباحث	١٠٣
١٤٠	التكوين البنائي للطبق النجمي في باب مسجد قنصوه الغوري	١٠٤
١٤١	المفردات الأساسية للطبق النجمي ذو الاثني عشر ضلعاً في باب مسجد قنصوه الغوري	١٠٥

فهرس أشكال أعمال التجربة البحثية (للباحث)

رقم الصفحة	البيانات	قم الشكل
أولاً: تصميمات تطبيقات التجربة		
١٥١	تصميم التطبيق رقم (١) من عمل الباحث	١٠٦
١٥٢	تصميم التطبيق رقم (٢) من عمل الباحث	١٠٧
١٥٣	تصميم التطبيق رقم (٣) من عمل الباحث	١٠٨
١٥٤	تصميم التطبيق رقم (٤) من عمل الباحث	١٠٩
١٥٥	تصميم التطبيق رقم (٥) من عمل الباحث	١١٠
١٥٦	تصميم التطبيق رقم (٦) من عمل الباحث	١١١
١٥٧	تصميم التطبيق رقم (٧) من عمل الباحث	١١٢
١٥٨	تصميم التطبيق رقم (٨) من عمل الباحث	١١٣
١٥٩	تصميم التطبيق رقم (٩) من عمل الباحث	١١٤
١٦٠	تصميم التطبيق رقم (١٠) من عمل الباحث	١١٥
١٦١	تصميم التطبيق رقم (١١) من عمل الباحث	١١٦
١٦٢	تصميم التطبيق رقم (١٢) من عمل الباحث	١١٧
١٦٣	تصميم التطبيق رقم (١٣) من عمل الباحث	١١٨
١٦٤	تصميم التطبيق رقم (١٤) من عمل الباحث	١١٩
١٦٥	تصميم التطبيق رقم (١٥) من عمل الباحث	١٢٠
١٦٦	تصميم التطبيق رقم (١٦) من عمل الباحث	١٢١
ثانياً: تطبيقات التجربة		
١٦٨	تطبيق رقم (١) من عمل الباحث	١٢٢
١٦٦	تصميم التطبيق رقم (١٦) من عمل الباحث	١٢١
١٦٨	تطبيق رقم (١) من عمل الباحث	١٢٢
١٦٨	جانب تفصيلي من تطبيق رقم (١)	١٢٣
١٧٠	تطبيق رقم (٢) من عمل الباحث	١٢٤
١٧٢	تطبيق رقم (٣) من عمل الباحث	١٢٥
١٧٢	جانب تفصيلي من تطبيق رقم (٣)	١٢٦