استخدام خامات الصوف المحلي المخلوط بالياف البولي بروبلين لتكوين وحدات هندسية لإنتاج سجاد الهاند تفت

Using local blended wool materials with polypropylene fibers in the design of geometric units to produce hand tuft carpets

وسام حسين سيد علي

كلية الفنون التطبيقية، جامعة بني سويف، wessamhusseinsayed112_sd@apparts.bsu.edu.eg

ملخص البحث Abstract:

تعتمد صناعة السجاد بنوعيه اليدوي والميكانيكي على عامل هام جدا لتهيئة عناصره البنائية بشكل سليم ومدروسً وهو دراسة علمية لتحقيق التأثير الجمالي والوظيفي، وتتطلب مفروشات الأرضية للاحتفاظ بمظهرها الجيد طوال فترة استخدامها حيث يعد التغيير العام والناشئ بسبب تآكل الوبرة من العوامل المسببة لتغيير مظهر السجاد. ومن هنا يمكن تلخيص مشكلة البحث في الحصول علي سجاد ذات متانة عالية اقل عرضة للتآكل نتيجة الضغط والاحتكاك من خلال الاستفادة من خواص الياف الصوف وخلط الياف الصوف مع الياف البولي بروبلين، ولتحقيق هذا الهدف تم إنتاج عدد (١٥)عينة بأسلوب الهاند تافت باستخدام خامات وكثافات وارتفاع وبرة مختلف، وتعتمد منهجية البحث على المنهج التجريبي والتحليلي والربط بين علاقة كلا منهما، وقد أسفرت الدراسة عن بعض النتائج أهمها ان أفضل عينات الصوف المخلوطة مع البولي بروبلين، والتي حققت أقل نسبة فقد في التآكل، وانه كلما زادت كثافة الوبرة أدي ذلك إلي زيادة المتانة وقلة تآكل السجاد. كما ثبت ان نسبة التآكل في السجاد المخلوط من ألياف الصوف والياف البولي بروبلين تتناسب تناسباً عكسياً مع كثافة وارتفاع الوبرة وأن الوصول الي الاستفادة من الاشكال الهندسية البسيطة في الحصول على تصميمات تتوافق مع الذوق العام للسجاد المصنوع.

كلمات دالة Keywords:

سجاد الهاند تافت

Hand Tuft Caepet

الصوف المخلوط

Blended Wool

تآكل السجاد

Carpet Wear

البولي بروبلين

Polypropylene Fibers.

Paper received 6th of November 2021, accepted 25th of December 2021, Published 1st of March 2022

مقدمة Introduction

السجادة عبارة عن غطاء أرضي من القماش يتكون عادة من طبقة علوية من الوبر مثبتة بدعامة [١]. يصنف السجاد اليدوي إلى ثلاثة أنواع مختلفة مثل السجاد المعقود (الفارسي، التبتي، التركي، إلخ). تستخدم ألياف الصوف والحرير والبولي بروبيلين والنايلون كألياف رئيسية لانتاج السجاد. بينما تستخدم ألياف القطن والجوت والبوليستر والبولي بروبلين كدعم في صناعة السجاد اليدوي.

يستخدم الصوف كخيوط الغزل بشكل عام في السجاد اليدوي نظرًا لخصائصه البارزة مثل المرونة، والمتانة، ومقاومة البقع، وقابلية الصبغ، ومقاومة اللهب، والعزل، وتوليد الكهرباء الساكنة والقابلية للتحلل البيولوجي. تتكون خيوط الوبر الصوفية عادةً من خصلات ملتوية يتم معالجتها بالحرارة عادةً للحفاظ على بنيتها [2].

يتم تعريف متانة السجاد على أنها عمر تآكل السجاد في مواقف محددة. خاصية المتانة مهمة لمصنعي السجاد لتلبية متطلبات العملاء على أساس استخداماتهم النهائية [3]. وهناك طرقًا مختلفة لقياس متانة السجاد مثل مقاومة التآكل، وخصائص الضغط والاسترداد، وقوة سحب الخصل، وفقدان السماكة تحت التحميل الديناميكي، وفقدان السماكة والاستعادة بعد التحميل الثابت الثقيل لفترات طويلة، وعامل كثافة كتلة مساحة السطح، والاحتفاظ بالمظهر وما إلى ذلك. تعتبر مقاومة التآكل من أهم خصائص متانة السجاد. تستخدم آلة كشط السجاد على نطاق واسع للحكم على سلوك تآكل السجاد. يتأثر سلوك الكشط في السجاد بشكل عام بمواصفات الالياف المستخدمة [4]، كما ان قطر الألياف يعد من اهم العوامل المؤثرة على سلوك التآكل للسجاد المعقود يدويًا ووجد أن قلة التآكل للوبرة يزداد مع زيادة قطر الألياف ومحتوى الألياف المخلوطه في السجاد. كما ان التآكل بالسجاد يعتمد على عدد شعيرات المقطع وقطر الشعيره المستخدمة فى الخيط المستخدم [5]، ويضاف الى ذلك تأثير تكوين الخصل (عدد الخيوط المجمعة معًا لتشكيل خصلة سواء مفردة أو مزوية) على معايير أداء السجاد المنسوج يدويًا. حيث ان الفقد اقل للتآكل في السجاد الذي يحتوي على سطح أكثر انتظامًا (عند استخدام خيوط ذات طبقة واحدة) مقارنة بالسجاد الاقل انتظاميه في سطح الوبر (عند استخدام خيوط مزوية).

تمت دراسة عن تأثير المعلمات الإنشائية للسجاد على سلوك الكشط من قبل بعض الباحثين [6]. لقد وجد أن كثافة الوبر وارتفاع الوبر يلعبان دورًا مهمًا في تحديد السجاد في هذه الأيام، حيث تكتسب ألياف الفسكوز شعبيتها لاستخدام السجاد اليدوي كخيوط الغزل. ولكن، لا تكاد توجد أي إشارة إلى الخصائص الأساسية للسجاد المصنوع يدويًا من الصوف والفسكوز من حيث سلوكيات الكشط.

في هذا البحث؛ يتم دراسة تأثير ثلاثة متغيرات (نسبة المزج (%) من البولي بروبلين والصوف، وارتفاع الوبر وكثافة الوبر) وتفاعلها من خلال تطوير نموذج هندسي في صناعة السجاد. والتحقيق في سلوك انتاج السجاد المنسوج يدويًا لاستكشاف إمكانية استخدامه كمنتج جيل جديد في مزيج الخامات المختلفة. وجدير بالذكر، ان الألياف الرئيسية المستخدمة في صناعة السجاد التجاري الحديث هي الصوف والنايلون والأكريليك والبولي بروبيلين والبوليستر. تعرض هذه الألياف الميزات المذكورة أعلاه بدرجات متفاوتة. تُستخدم الألياف الاصطناعية في أكثر من ٨٠٪ من السجاد المصنوع اليوم بسبب اتساق العرض واستقرار الأسعار وتوحيد الجودة والمتانة التي تضفيها على السجاد.

مشكلة البحث Statement of the Problem

تعد مفروشات الأرضيات المنسوجة وبخاصة الوبرية أكثر عرضة للتآكل بسبب الضغط والاحتكاك، مما يؤثر على مظهرية السجادة ويقلل من العمر الافتراضي لها، لذا يعد تقديم دراسة علمية وعملية للوصول الى افضل عينة مخلوطة من الصوف المحلي مع الياف البولي بروبلين لتحقيق الأداء الوظيفي والجمالي من الدراسات المهمة، اضافة الى ذلك الوصول الي اقل نسبة فقد تآكل الوبرة نتيجة الضغط والاحتكاك.

أهمية البحث Significance

1. إكساب السجاد المصنوع من الصوف المخلوط متانة اكثر اعتمادية مقاومة التآكل بما يحقق زيادة العمر الافتراضي للسجاد والمحافظة على مظهرها الجمالي.
2. التوصل إلي أفضل نسبة خلط للصوف مع الياف البولي بروبلين التي تحقق افضل اداء وظيفي ودارسة العوامل

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

المؤثرة (كثافة الوبرة- إرتفاع الوبرة)

أهداف البحث Objectives

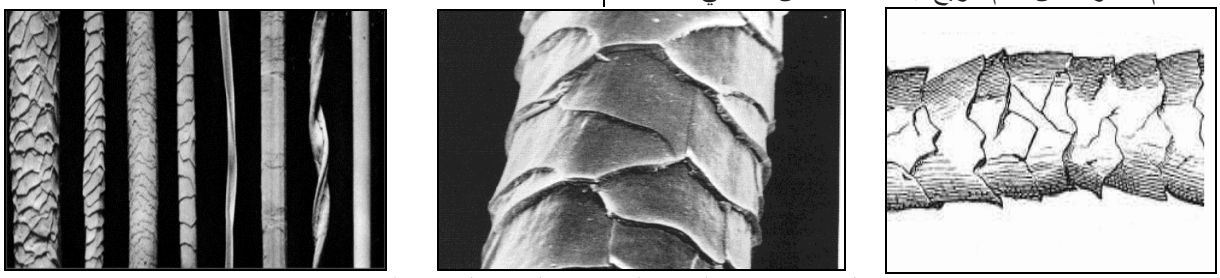
1. الاستفادة من خواص الصوف المختلفة (الاحتفاظ بالروائح – مقاومة الاشتعال – قلة الاتساخ) والاستغلال الامثل للصوف المحلي في انتاج سجاد الهاند تافت.
2. تقديم حلول لمشكلة تآكل السجاد عن طريق خلط الصوف مع البولي بروبين للحصول على مواصفات جديدة، لم يتم التعرض لها في انتاج سجاد الصوف فقط.
3. فتح مجالات جديدة اقتصادية لاصحاب المهن اليدوية بشكل خاص، مما يساهم في مساعدة الدولة لخفض نسبة البطالة.

الاطار النظري Theoretical Framework :

1. تركيب الصوف وخصائصة

تم استخدام الصوف من أقدم تاريخ لبناء السجاد لأن صانعي السجاد الأوائل كانوا من رعاة الأغنام الرحل. منذ ذلك الحين، ارتبطت صناعة البساط بتقنية صناعة الصوف، وقد وفر هذا التقليد معيارًا لمقارنة الألياف الأخرى.

من بين جميع ألياف النسيج، يعتبر الصوف إلى حد بعيد الأكثر تعقيدًا. حيث يتكون الصوف من بروتين يسمى الكيراتين، والذي له بنية معقدة من الجزيئات طويلة السلسلة. هناك العديد من الروابط المتقاطعة (أو الروابط الكيميائية) بين السلاسل الطويلة الملتفة، وهذا الهيكل مسؤول إلى حد كبير عن الخصائص المرنة المتميزة للصوف وقوته ومتانته. المقاييس السطحية الفريدة (البشرة)، التي تغطي الألياف (الشكل 6.1)، وشكل التجعيد الشبيه بالموجات يعطي الصوف خصائصه المميزة. من بين جميع ألياف السجاد، يتمتع الصوف بأعلى قدرة على امتصاص الرطوبة [٧].



شكل 6.1: يوضح السطح الخارجي (البشرة) لشعيرة الصوف.

للصوف عدد من الخصائص التي تجعله مرغوبًا جدًا كألياف السجاد [٨]:

1.1 امتصاص الرطوبة

من المزايا الرئيسية للصوف قدرته على امتصاص ما يصل إلى ٣٠٪ بوزن بخار الماء دون الشعور بالبلل في الصوف. لذلك فإن منتجات الصوف هي عازل للتغيرات في الظروف الجوية المحيطة. على سبيل المثال، يمتص السجاد والمفروشات الصوفية بسهولة الرطوبة الناتجة عن الكثافة البشرية في المنزل.

1.2 التلويث والتنظيف

مقارنة بمعظم الألياف الأخرى، يتمتع الصوف بمقاومة عالية للتلوث، ولكنه سهل التنظيف أيضًا. يتيح سطح الألياف المقاوم للماء وقتًا لمسح الانسكاب قبل أن تتسبب في تلوث دائم للأرضية المفروش بالسجاد. تحجز الشعيرات المتداخلة للألياف جزيئات الأتربة في المنطقة العلوية من خصلة السجاد بحيث تتم إزالتها بسهولة عن طريق التنظيف بالمكنسة الكهربائية.

1.3 مرونة شعيرة الصوف

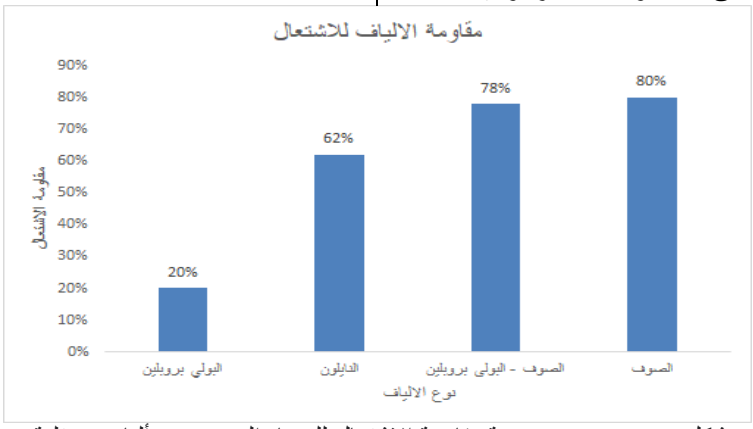
غالبا ما يكون الصوف هو الألياف الأكثر مرونة في الاستخدام الشائع، حيث يتمتع بالقدرة على الالتواء آلاف المرات دون التعرض لأضرار أو تشوه دائم. مثال على ذلك هو استعادة رجوعية خصله من الصوف بعد اصطدامات القدم التي لا تعد ولا تحصى. فالمرونه بألياف الصوف تعوضها عن قوة الشد المنخفضة نسبيًا، إلا انها تمنحها مزيدًا من المتانة أكثر مما هو متوقع.

1.4 الصوف ومقاومته للتآكل

للصوف مقاومة للتآكل بشكل كبير، ومزج نسبة من البولى بروبيلين (غالبًا ٣٠٪) مع الصوف يزيد من عمر تآكل السجاد. كما ان امتصاص الرائحة مع وجود ملايين الألياف الموجودة في السجادة، فإن مساحة السطح الكلية الكبيرة والمواقع الموجودة داخل الألياف حيث يمكن ربط جزيئات الرائحة تسمح لسجادة من الصوف بتحسين جودة الهواء الداخلي للسجاد المستخدم.

1.5 قابلية الصوف للاشتعال

نظرًا لخصائص الصوف العازلة، فإنه يوفر مستويات عاليًا من الحماية من الحرارة والاشتعال. فمن الصعب إشعالها (انظر الشكل 6.5.1)، أو الاستمرار في الاحتراق. على عكس معظم الألياف الاصطناعية، لا يذوب الصوف ورماده غير قابل للالتصاق، وبالتالي يمكن إزالة علامات الحروق بسهولة على السجاد وما إلى ذلك. بالإضافة إلى ذلك، يساهم الصوف بشكل أقل في تكون الدخان أو تكوين الغازات السامة مقارنة بالألياف الأخرى المستخدمة فى صناعة السجاد .



شكل 6.5.1 : يوضح نسبة مقاومة الاشتعال للسجاد المصنع من ألياف مختلفة.

خواص البولي بروبلين

أو ما يطلق عليه أحياناً اسم الأوليفين (Olefin) يتم الحصول عليه من تكرير الكازولين، و تتمتع ألياف البولي بروبلين بالخواص التالية

- تتميز بسطحها الناعم، و يمكن التحكم في شكل القطاع العرضي للألياف فيأخذ شكلاً مستديراً، أو يكون بيضوياً أو مسطحاً حسب الرغبة .
- تبلغ درجة استطالة الألياف ما بين ١٥ ÷ ٢٥ .
- تعتبر من أخف الألياف النسيجية، حيث أن الوزن الجزيئي لهذه الألياف ٩٠٠ .
- متانة الألياف الجافة و الرطبة ما بين ٤ ÷ ٧ غرام/دينيير .
- لا تمتص الماء على الإطلاق، و لذلك تضاف الصبغات إلى البوليمير المنصهر قبل غزله، و لا تتأثر المتانة بالبلل .
- لها مقاومة عالية لتأثير الكيماويات و المذيبات العضوية، و على ذلك فإن الألياف لا تتلف بالتنظيف الجاف .
- لا تتأثر بالفطريات و الأحياء الدقيقة.

يعد وزن النايلون أقل مقارنة بألياف السجاد الأخرى، وبالتالي فإن كتلة أقل من هذه الألياف ضرورية في صناعة السجاد. تمتص ألياف النايلون القليل جدًا من الرطوبة. يتم توفير مرونة وغطاء إضافي في السجاد من خلال تجعيد النايلون بالحرارة، في محاولة لتقليد المرونة الفائقة للصوف. ايضا البولي بروبلين هو أحدث ألياف السجاد. تشكل بوليمرات البولي بروبلين خيوطًا لها قوة مماثلة للنايلون. سلاسل جزيئات الهيدروكربون البسيطة في ترتيب منظم. يقارن الجدول ٧,١ نقاط القوة والضعف في ألياف السجاد الرئيسية الثلاثة: الصوف والنايلون والبولي بروبيلين.

جدول7.1 ، يوضح مقارنة بين ألياف السجاد الرئيسية.

الالياف Fiber	نقاط القوة Assets	نقاط الضعف Drawbacks
الصوف wool	- أفضل مقاومة للتلوث - نظافة جيدة - الاحتفاظ الجيد بالملمس - مقاومة للهب، إطفاء ذاتي - أكثر مرونة من الأكريليك والبوليستر - أو البولي بروبلين - عزل حراري جيد - الرطوبة في الداخل	- أغلى الألياف. - تباين جوهري أعلى من المواد التركيبية. - ليست مقاومة للتآكل مثل المواد التركيبية. - مستوى ثابت مرتفع تحت رطوبة منخفضة. - لا يمكن إزالة جميع البقع.
النايلون Nylon	- الأكثر متانة، من الصعب ارتداء - متعدد الجوانب والاستعمالات - يحافظ على مظهره، لكن ليس قادر على مطابقة الصوف - يؤدي أداءً جيدًا في الأوزان منخفضة الوبر - الاحتفاظ الجيد بالملمس - مقاوم للأوساخ	- قابلية تلوث أعلى من الصوف - يشتعل ويذوب بالحرارة - ثبات لون ضعيف - عرضة للتحلل في ضوء الشمس
البولي بروبلين Polypropylene	- عمر افتراضي اطول، من الصعب ارتدائه - إزالة ممتازة للبقع - مستوى ثابت منخفض - مقاومة تتلاشى - محلول ألياف مصبوغة سريع اللون للغاية	- شديد الانزلاق عند نسجه - ضعف المرونة - عرضة للتلوث والبقع الزيتية - ألوان محدودة، ضعف قابلية الصبغ - نقطة انصهار منخفضة - يذوب ويندمج مع الحرارة - يذوب بفعل الحرارة الاحتكاكية - مقاومة محدودة للمذيبات العضوية

2. المواد وطريقة التصنيع

تم استخدام ثلاثة أنواع من خيوط الوبر لتصنيع عينات السجاد اليدوي باستخدام ٤٠٪، ٦٠٪ و ٨٠٪ من ألياف البولي بروبلين الممزوجة بألياف الصوف. والجدول 8.1، يوضح مواصفات الصوف وألياف البولي بروبلين. تم إنتاج خيوط الوبر من خيط نمرة ٢,٠ متري (Nm) مع ٣,٥ لفات في البوصة (tpi) بواسطة نظام غزل الصوف.

جدول8.1 ، يوضح مواصفات كلا من الصوف والبولي بروبلين.

مواصفات الياف الصوف Specification of wool fibre	
قطر الالياف	٣٢ ميكرون
انتظامية قطر الالياف CV%	٢١ %
طول الشعيرة	٧٠ مم
انظامية طول الشعيرة CV%	٢٢,٥ %
مواصفات الياف البولي بروبلين Specification of Polypropylene fibre	
قطر الالياف	12 ميكرون
انتظامية قطر الالياف CV%	9 %
طول الشعيرة	44 مم
انظامية طول الشعيرة CV%	٩ %

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

تم استخدام ثلاثة عوامل لنسب الخلط لهذا البحث موضحة في الجدول 8.2.

جدول8.2 ، يوضح نسب خلط الياف البولي بروبلين مع الصوف.

كود المتغيرات Variable code	المتغيرات Variables (unit)	نسب الخلط Levels		
		١	٢	٣
C1	خلط البولي بروبلين Polypropylene blend	%٤٠ Polypropylene Wool 60%	60% Polypropylene Wool 40%	80% Polypropylene Wool 20%
C2	ارتفاع الغرزة Pile height (mm)	9	12	15
C3	كثافة الغرزة Pile density (tufts/Square inch)	١٦	٢٠	٢٤

تم تصنيع عدد (١٥) عينة من السجاد بواسطة مسدس hand tuft اليدوي. وتعتمد عملية تصنيع السجادة بواسطة إدخال خيوط الوبر في نسيج الدعم الأساسي مع مساعدة من مسدس tufting كما موضح في(الشكل 8.1)، والجدول 8.3 يوضح مواصفات نسيج الدعم المستخدم.

شكل 8.1؛ يوضح السجاد المنتج بواسطة Tufting.

جدول8.2 ، يوضح مواصفات نسيج الدعم الأساسي المستخدم في هذا البحث.

م No.	مواصفات منسوج الدعم Parameter	قيمة المواصفة Value
.1	Warp count	2/10 double
.2	Weft count	2/10 doubl
.3	Reed count	14 to 16 No
.4	Picks/Inch	14 minimum
.5	Length	as desired
.6	Width	12½’ to 20’ as desi
.7	Square meter weight	300 gm
.8	Weaving defects	Nil

النتائج Results:

لحساب مقاومة التآكل تم اختبار السجاد عن طريق فرك عينات السجاد بها نسيج متآكل قياسي لعدد ٥٠٠٠ دورة باستخدام جهاز قياس الضغط والاحتكاك بأحد المعامل (صندوق دعم الغزل) بمدينة الاسكندرية، مصر. يعرض الجدول 9.1 التفاصيل التجريبية و النتائج المتوقعة لفقدان التآكل من السجاد المصنوع بواسطة Tufting.

وتم حساب نسبة الخطا طبقاً للعلاقة التالية:

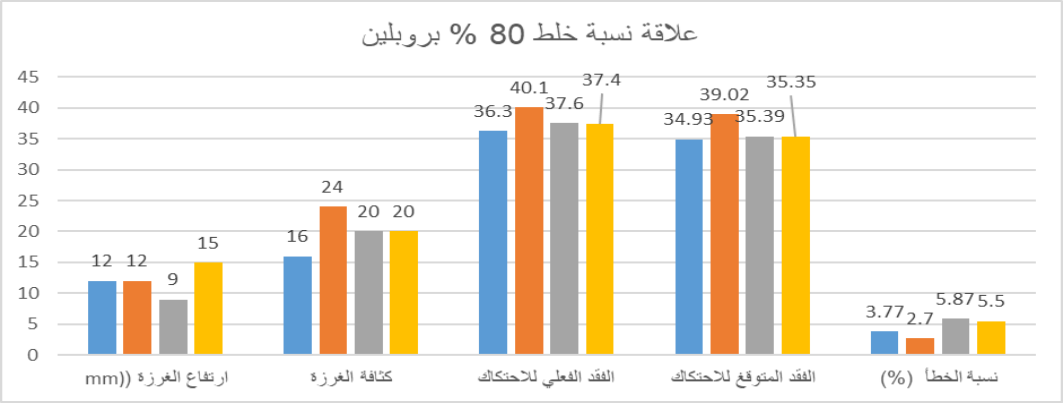
$$\text{نسبة الخطأ}(\%) = \frac{\text{الفقد الفعلي} - \text{الفقد المتوقع}}{\text{الفقد الفعلي}} \times 100$$

والشكل التالي (شكل 9.1a,9.1b,9.1c) يوضح العلاقات البيانية لنسب الخلط المختلفة من البولي بروبلين مع الصوف وتأثير تلك النسب على باقي المتغيرات.

جدول9.1 ، يوضح نتائج نسبة الخلط ومعدل فقدان التآكل للسجاد المصنوع.

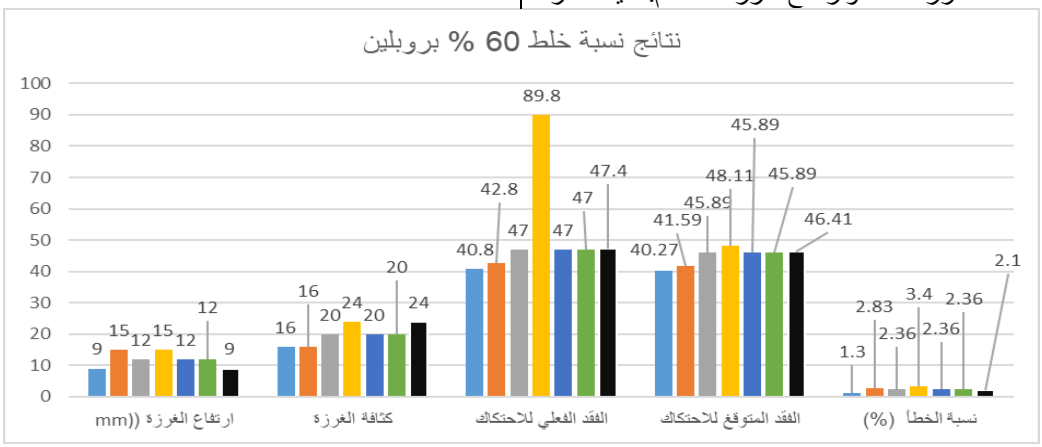
رقم العينة No. of sample	نسب خلط البولي بروبلين %	ارتفاع الوبرة (mm)	كثافة الوبرة (tufts/Square inch)	الفقد الفعلي للاحتكاك	الفقد المتوقع للاحتكاك	نسبة الخطأ (%)
.1	80	12	16	36.3	34.93	3.77
.2	60	9	16	40.8	40.27	1.30
.3	60	15	16	42.8	41.59	2.83

2.36	45.89	47.0	20	12	60	.4
3.40	48.11	89.8	24	15	60	.5
0.61	53.07	53.4	20	9	40	.6
2.70	39.02	40.1	24	12	80	.7
0.10	56.15	56.2	20	15	40	.8
5.87	35.39	37.6	20	9	80	.9
1.47	60.50	61.4	24	12	40	.10
2.36	45.89	47.0	20	12	60	.11
2.36	45.89	47.0	20	12	60	.12
5.50	35.35	37.4	20	15	80	.13
2.10	46.41	47.4	24	9	60	.14
2.39	51.93	53.2	16	12	40	.15



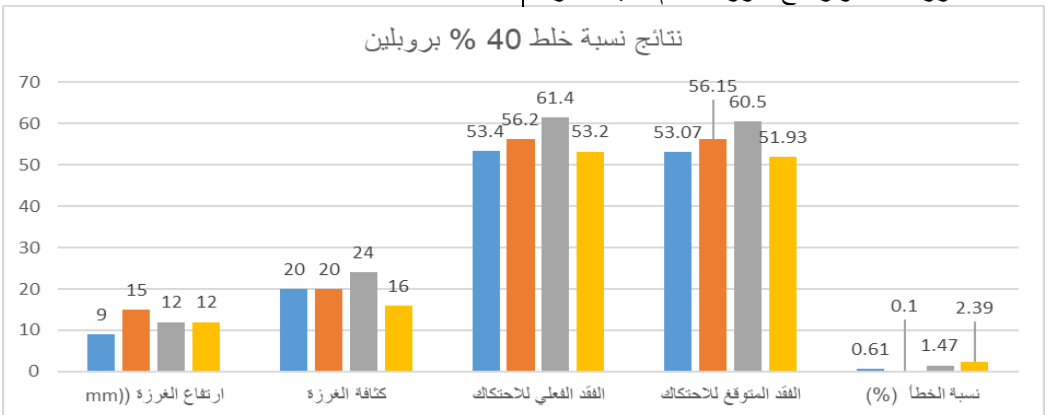
شكل 9.1a

اتضح من نسبة خلط بروبلين ٨٠ % مع الصوف ٢٠% أن اقل نسبة خطأ عند كثافة غرزة ٢٤، وارتفاع غرزة ١٢ مم. حيث تأثر كثافة الغرزة على الفقد بشكل اكبر من ارتفاع الغرزة.



شكل 9.1b

اتضح من نسبة خلط بروبلين ٦٠ % مع الصوف ٤٠ % أن اقل نسبة خطأ عند كثافة غرزة ١٦، وارتفاع غرزة ٩ مم. حيث تأثر كثافة الغرزة على الفقد بشكل اكبر من ارتفاع الغرزة.



شكل 9.1c

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

اتضح من نسبة خلط بروبلين ٤٠ % مع الصوف ٦٠ % أن اقل نسبة خطأ عند كثافة غرزة ٢٠، وارتفاع غرزة ١٥ مم. حيث تأثر كثافة الغرزة على الفقد بشكل اكبر من ارتفاع الغرزة.
وبصفة عامة تعتبر افضل نسبة لخلط البروبلين مع الصوف هي : ٤٠% بروبلين، ٦٠% صوف، حيث كانت نسبة الخطأ صفر تقريباً وذلك عند كثافة غرزة ٢٠ لكل بوصة مربعة وارتفاع غرزة ١٥مم.

التوصيات Recommendations

ناقش البحث خواص الصوف المحلي وطريقة تصنيع السجاد اليدوي بواسطة tufting، بالاعتماد على اشكال هندسية في التصميم (مربع – دائرة – مثلث)، لابتكار تصميمات على السجاد بهدف الاستفادة منها في تصميم الابعاد الثلاثية بطرق مختلفة تتماشي مع الذوق العام. وكانت محور الدراسة حول امكانية نسب خلط الياف البروبلين مع الصوف والوصول إلى افضل نسبة خلط بينهما، ادت الى اقل نسبة خطأ في الفقد الفعلى والمتوقع عند ضغط واحتكاك الوبرة للسجاد المنتج.
وتوصي الدراسة ببحث نسب خلط جديدة مع الياف الصوف ومقارنتها بنتائج هذا البحث. والوصول الي اقصي استفادة ممكنة من الصوف المحلي.

المراجع References

1. *Gupta S K, Goswami K K and Majumdar A, Durability of handmade wool carpets, 2016.*
2. *Shakyawar D B, Gupta N P, Patni P C and Arora R K, Computer-aided statistical module for hand-knotted carpets, 2008.*
3. *Gupta S K, Goswami K K and Majumdar A, Modeling of Abrasion Resistance of Persian Handmade Wool Carpets using Response Surface Methodology, 2016.*
4. *Cottle, D.J., Sheep Breeds, Chapter 2 in Australian Sheep and Wool Handbook, 1991.*
5. *K. K. Goswami –"Advances in Carpet Manufacture", 2009.*
6. جورج خبازة، عمر بوادقجي- "تقنية صناعة السجاد" – ١٩٨٩م.
7. Arora R K, Patni P C, Dhillon R S and Bapna D L, Influence of tuft constitution on performance properties *of hand-woven carpets. Ind. J. Fibre. Tex. Res., 1999; 2*
8. *http://www.indiancarpets.com/pdf/India-A-Global- Leader-in-Handmade-Carpets.pdf accessed on 07.oct.2021*