دراسة تأثير تغيير نمرة وكثافة خيوط الحدف على خواص المتانة والتشريب للقماش المنتج والتنبؤ بقيم هذه الخواص

الطالب: محمد أسامة المعراوي كلية الهندسة الكيميائية والبترولية/ جامعة حمص

إشراف: أ.د. محي الدين حمود*

الملخص

تم من خلال البحث الحالي دراسة تأثير تغيير معاملات بناء القماش القطني السادة (كثافة و نمرة خيط الحدف) على قوة شد القماش وتشريبه باتجاهي السداء والحدف، ومن ثم تقييم تأثيرها من خلال تطوير نماذج انحدار خطي متعدد باستخدام النمذجة الإحصائية للتنبؤ بخواص للقماش المنسوج. تبين من النتائج أن لعامل النمرة تأثير هام على خاصية المتانة و إن كثافة خيوط الحدف لها تأثير هام وإيجابي على قيمة قوة القطع، لعامل الكثافة أثر هام جداً على خاصية التشريب حيث زيادة الكثافة باتجاه الحدف يؤدي الى زيادة نسبة التشريب على نفس الجهة، أما باتجاه السداء فقلت نسبة التشريب ، إن التحقق من موثوقية النماذج الرياضية يقودنا إلى نتائج متقاربة بين القيم الحقيقية والقيم المتنبأ بها بدرجة موثوقية عالية مما يسمح لنا باعتماد النموذج الرياضي في توصيف المتانة والتشريب للقماش المنسوج في المنشأت النسيجية أنطلاقاً من البارامترات المستخدمة

الكلمات المفتاحية: القماش المنسوج، قوة الشد، نمرة الحدف، كثافة الحدف، التشريب

*أستاذ في قسم هندسة الغزل والنسيج/ كلية الهندسة الكيميائية والبترولية/جامعة حمص

Study the Effects of Changing the weft yarns count and its density on the tensile strength and crimp properties of the produced fabric and predicting them

ABSTRACT

In this research, the effect of changing the structure parameters of plain cotton fabric (density and count of the weft yarns) on the fabric's tensile strength and crimp in both direction (warp and weft) have been studied, and then their effects have been evaluated by developing multiple linear regression models using statistical modeling to predict the properties of the woven fabric. The results showed that the yarn count has a significant effect on fabric durability, and the weft yarn density has an important and positive effect on the value of the yarn tensile strength. The weft yarn density has a significant effect on the crimp, as increasing the density in the weft direction leads to an increase in the crimp percentage, while towards the warp, the crimp percentage decreases. Verifying the reliability of mathematical models leads us to close results between the real values and the predicted values, which allows us to adopt the mathematical model in characterizing the durability and crimp of woven fabric in textile facilities based on the parameters used..

Keywords: woven fabrics- tensile strength – weft count – weft density – crimp.

1- مقدمة :

1-1 التعريف بالقماش المنسوج :

النسيج :هو بنية تتكون من خيوط او الياف وقد تكون الخيوط مكونة من الياف طبيعية او الياف اصطناعية او مزيج منهما ، وتصنع الخيوط بغزل الياف الصوف الخام او الكتان او القطن او الحرير وهي من الالياف الطبيعية او غيرها من المواد المركبة صناعياً وتسمى بالألياف الاصطناعية مثل النايلون والأكريليك يصنع النسيج المصمم على الأنوال بنظام تعاشق مجموعتان من الخيوط المغزولة (خيوط السداء وخيوط الحدف)، يعتمد الأداء الوظيفي للقماش المنسوج على ما يتوفر فيها من بعض الخواص الطبيعية والميكانيكية التي تلائم هذا الأداء ، وتتغير هذه الخواص طبقا لتغير عناصر التركيب البنائي للأقمشة وتختلف وتتنوع أنواع الاقمشة تبعاً لاختلاف الخامات النسيجية ونمر الحدفات المستخدمة وأسلوب التعاشق المستخدم (التركيب النسيجي)

على مدى القرن الماضي تم إجراء عدد من المحاولات لتطوير نماذج مختلفة لتحليل التنبؤ بخصائص الشد للأقمشة المنسوجة ، حيث طور Pierce نموذجا هندسياً في عام 1937 للتركيب النسيجي السادة والتي تم تحسينها من قبل Love والذي وصف العلاقات الرسومية في هندسة القماش للنسيج السادة1/1 والمبرد والساتان، وفي عام 1959 أستخدم Loylor نموذجاً ميكانيكاً يعتمد على نموذج Pierce لفحص قوة القطع للقماش المنسوج، وهنالك العديد من الفرضيات المماثلة التي كانت فيها دقة التنبؤ محدودة أيضا **{3}**

سيتم في البحث الحالي العمل على تطوير نماذج إحصائية تعتمد على بيانات تجريبية بناءاً على نطاق أوسع من مواصفات القماش المنسوج وتقبل التطبيق لتراكيب نسيجية مختلفة (سادة، مبرد، اطلس، ساتان)

2-1 قوة الشد للقماش المنسوج:

يمكن التعبير عن قوة الشد للقماش من خلال قوة القطع والتي تعرف على أنها الحمل الأقصى الذي سيتحمله القماش حتى ينقطع عند تعرضه لحمل أحادي الطور وتعتبر قوة الشد للقماش المنسوج من أهم الخصائص التي تجعله يتفوق في العديد من التطبيقات بالمقارنة مع القماش غير المنسوج أو الاقمشة المحاكة**{3}**. لا تعتمد قوة الشد للقماش المنسوج على قوة الخيوط المكونة لها فقط و وانما أيضا على العديد من العوامل الاخرى مثل (نمرة خيوط السداء والحدف، عدد برمات الخيوط، معامل الاحتكاك بين الخيوط، كثافة خيوط السداء والحدف، نوع التركيب النسيجي المستخدم او نمط التشابك، ظروف النسيج) **{3}**

3-1 التشريب للأقمشة المنسوجة:

عند تلاحم الخيوط الطولية والعرضية خلال عملية بناء القماش تأخذ الخيوط مسارات مختلفة تتعلق بالتركيب النسيجي للقماش مما يتسبب بانحناءات واجهادات وينتج عنها التشريب ويختلف باختلاف المواصفات الفنية للقماش المعد للإنتاج، تؤثر نسبة التشريب في عملية تصنيع القماش في كلا الاتجاهين السداء والحدف على كمية الخيوط والغزول المستخدمة لإنتاج القماش ضمن مواصفات محددة لذلك فان الخطأ بنسبة التشريب ينعكس من الناحية الاقتصادية على قيمة المنتج بسبب الاختلاف بين الطول الفعلي للقماش المنسوج مع كميات الخيوط المخطط استخدامها لإنتاج القماش المطلوب:**{1}**

$$\mu = \frac{ao - a}{ao} \times 100\%$$

μ:نسبة التشريب (%)

αo: طول الخيط خارج بحر المنسوج (سم)

α: طول الخيط داخل بحر المنسوج (سم)

2-أهمية البحث:

1- لدراسة تأثير عناصر بناء القماش المنسوج على خواصه أهمية في تحديد العوامل التشغيلية الأمثل خلال المراحل الإنتاجية المختلفة

2- تحسين جودة القماش المنتج بتحسين خواص المتانة والتشريب حسب مواصفات الصنف المطلوب.

3- يسمح التنبؤ المسبق بقيم الخواص بتعديل قيم معاملات الدخل بحيث يتم الحصول على المجال المطلوب لقيم خواص المتانة والتشريب المسوح بها

3-الهدف من البحث:

1- دراسة تأثير نمرة خيوط الحدف على خواص المتانة والتشريب للقماش المنسوج

2- دراسة تأثير كثافة خيوط الحدف على خواص المتانة والتشريب للقماش المنسوج

3- اعداد نموذج رياضي قادر على التنبؤ بخواص المتانة والتشريب للقماش المنسوج انطلاقا من البارامترات التشغيلية المدخلة

4-مواد وطرق البحث:

- **نوع الخامة النسيجية:** خيوط قطنية تم تنشيتها، مصدرها معمل غزل جبلة ومواصفات الخيوط موضحة بالجدول (1):

- **الجدول (1):مواصفات الخيط المستخدم في عملية النسيج**

المواصفة	الخيط		
	1	**2**	**3**
النمرة Ne	10	12	16
عدد البرمات /متر	470	560	640
قوة القطع /غ	750	620	450
الطول القاطع /كم	13	12.6	12.2
الاستطالة %	6.8	7.2	7.4
الانتظامية%	11.3	11.1	10.8

5-عينات الاقمشة:

تم انتاج العينات ضمن صالة نسيج شركة الدبس على نول لا مكوكي موديل سولزر PU 110 بألية ادخال خيط للحدف (مقذوف معدني) شكل (1)، ذو المواصفات الفنية المبينة في الجدول (2).

يبين الجدول (3) المواصفات الفنية للقماش المنتج على النول والتي سوف يتم اجراء تعديل البارامترات عليها.

الشكل (1): نول سولزر مقذوف معدني PU110

جدول(2): المواصفات الفنية للنول المستخدم

الموديل	سولزر SULZER PU110
سرعة النول	320 حدفة /دقيقة
عرض النول	220سم
الية تشكيل النفس	كامات
عدد الدرأت	10 درأة
مغذي خيط الحدف	4 مغذيات لخيط الحدف
أجهزة السحب والرخو	ميكانيكية

الجدول (3) المواصفة الفنية للقماش الناتج

نوع الحياكة	سادة 1/1
عرض القماش المنتج(بالسم)	185
نمرة خيوط السداء (إنكليزي)	16
كثافة خيوط السداء(خيط/سم)	20
نسبة وزنها الخامي %	%52
نمرة خيوط الحدف (إنكليزي)	16
كثافة خيوط الحدف (خيط / سم)	16
نسبة وزنها الخامي %	%48
عدد الحدفات في 10 سم من القماش	160
نمرة المشط	2*9.5
عرض مشط السداء (سم)	197

تم انتاج عينات مختلفة الكثافة والنمرة لخيط الحدف **(نمرة 16 كبارامتر أولي تم التعديل عليه)** بشكل تبادلي مع تثبيت النمر والكثافات لخيوط السداء والتركيب النسيجي كما هو موضح بالجدول (4).

الجدول(4): بارامترات العينات القماشية المنتجة على النول

رقم العينة	التركيب النسيجي	كثافة (خيط/سم)		نمرة خيط (Ne)	
		السداء	الحدف	السداء	الحدف
1	سادة 1/1	20	12	16	12
2	سادة 1/1	20	14	16	12
3	سادة1/1	20	16	16	12
4	سادة 1/1	20	12	16	16
5	سادة1/1	20	14	16	16
6	سادة1/1	20	16	16	16

6-الاختبارات:

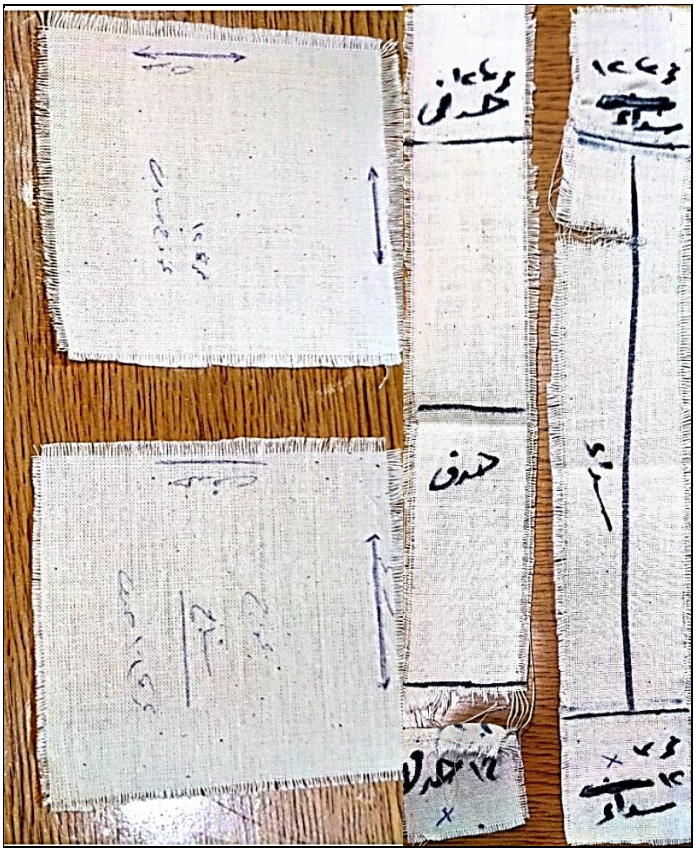
تم اختبار العينات المنتجة على جهاز اختبار الشد للأقمشة المنسوجة نوع-M350 10KN الموضح بالشكل (2) وفقا للمواصفة القياسية السورية -ISO 13943 1:1999.

تم اخذ عينات مختلفة من بحر المنسوج من كل منتج باتجاهي السداء والحدف على بعد لا يقل عن 20 سم للأطراف بعد استبعاد الحواشي وإزالة نفس عدد الخيوط تقريبا من اطراف العينة بالاتجاهين للحصول على العرض المطلوب نفسه لجميع العينات وكانت ابعاد العينات 20 سم طولا و 5 سم عرضا كما هو موضح

بالشكل (2) وثبتت العينات بين فكي الجهاز وكرر الاختبار 5 مرات لكل عينة واخذ المتوسط الحسابي ل قوة الشد باتجاهي السداء والحدف

الشكل (2):جهاز اختبار قوة القطع M350-10KN

- جرى الاختبار الثاني على نفس الاقمشة المنتجة لحساب التشريب واخذت 5 عينات من كل تجربة على النول على بعد 20 سم من الأطراف بعد استبعاد الحواشي وإزالة نفس عدد الخيوط تقريبا من اطراف العينة بالاتجاهين للحصول على العرض المطلوب نفسه لجميع العينات وكانت أبعاد العينة 10 سم طولا وعرضا وتم حساب نسبة التشريب المئوية بعد اخذ المتوسط الحسابي لمجموع الاختبارات باتجاهي السداء والحدف كما هو موضح بالشكل(3)



الشكل (3):نماذج من عينات اختبار الشد وعينات حساب النسبة المئوية للتشريب

7-النتائج والمناقشة :

يوضح الجدول (5) المتوسط الحسابي لقوة القطع ومقدار تشريب القماش لمختلف العينات المنتجة حسب حالات الضبط المعتمدة:

الجدول (5) المتوسط الحسابي لقيم قوة القطع وللنسبة المئوية للتشريب

عينة القماش		الخصائص المدروسة			
نمرة خيوط حدف (Ne)	كثافة خيط الحدف خيط/سم	قوة الشد (N)		مقدار تشريب القماش (%)	
		باتجاه السداء	باتجاه الحدف	باتجاه السداء	باتجاه الحدف
12 ≦ 49.25 (Tex)	12	361.5	416.64	4.8	6.56
	14	382.9	494.64	4.64	7.2
	16	406.4	565.44	4.22	7.64
16 ≦ 36.9 (Tex)	12	310	292	3.91	4.21
	14	347.7	322.6	3.76	4.42
	16	377.6	351.9	3.4	4.76

8-النتائج:

سيتم دراسة المعاملات كل معامل على حدا ثم إيجاد العلاقات الرياضية الحاكمة لقيم الدخل والخرج الخاصة بالعملية الإنتاجية بشكل كامل باستخدام برنامج التحليل الاحصائي (STATGRAPHICS)، جدول (6):

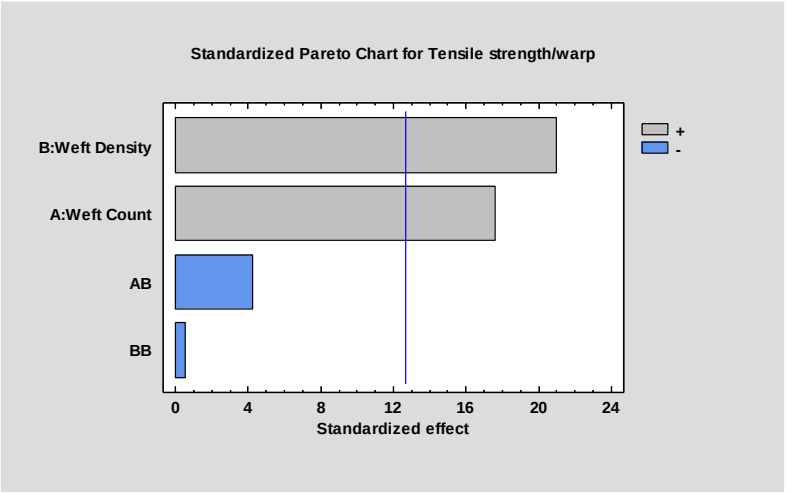
الجدول (6): مصفوفة التبادلية لقيم قوة القطع والتشريب حسب الكثافة والنمر لخيوط الحدف بالاتجاهين

رقم التجربة	العوامل المدروسة		قوة الشد Tensile strength		مقدار التشريب Crimp	
	نمرة خيوط حدف	كثافة خيط الحدف	باتجاه السداء	باتجاه الحدف	باتجاه السداء	باتجاه الحدف
	Weft Count () A	Weft Density)B(	warp direction	weft direction	warp direction	weft direction
	[tex]	[picks per cm]	[N]	[N]	[%]	[%]
1	36.9	12	310	292	3.91	4.21
2	49.2	12	361.5	416.64	4.8	6.56
3	36.9	14	347.4	322.6	3.76	4.42
4	49.2	14	382.9	494.64	4.64	7.2
5	36.9	16	377.6	351.9	3.4	4.76
6	49.2	16	406.4	565.44	4.22	7.64

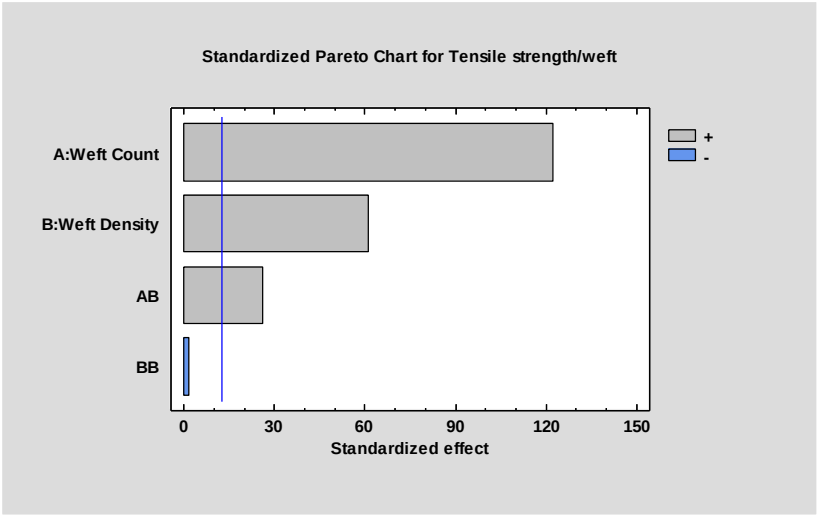
لوحظ عند تحليل قيم قوة القطع اختلاف القيم بشكل واضح عند تغيير الكثافات والنمر لخيوط الحدف وبدراسة هذه المتغيرات تم الحصول على مخطط باريتو (يستخدم مخطط باريتو للتجارب القائمة على مستويين ويتم تحديد تأثير العوامل والتأثير المتبادل فيما بينها بالفرق بين متوسط الاستجابات على المستوى الأدنى والمستوى الأعلى لكل العوامل المدروسة ويتم ترتيب العوامل حسب

تأثيرها المتبادل حسب الأهمية بترتيب تنازلي إيجابا او سلبا) باتجاه السداء والحدف كما في الشكل (4)(5)،

حيث كان لتغيير كثافة الحدف التأثير الأكبر على قيمة قوة القطع باتجاه السداء كعامل مستقل بشكل إيجابي وكان التأثير التالي هو نمرة خيط الحدف باعتبارها عاملا مستقلا إيجابا وجاء ثالثا التأثير المتداخل للمعاملين (نمرة وكثافة خيط الحدف) الأكبر من حيث المقدار وعكسيا من حيث التأثير وجاء بعد ذلك التأثير العكسي الأقل وهو التأثير المتبادل لمستويات الكثافة الثلاث.



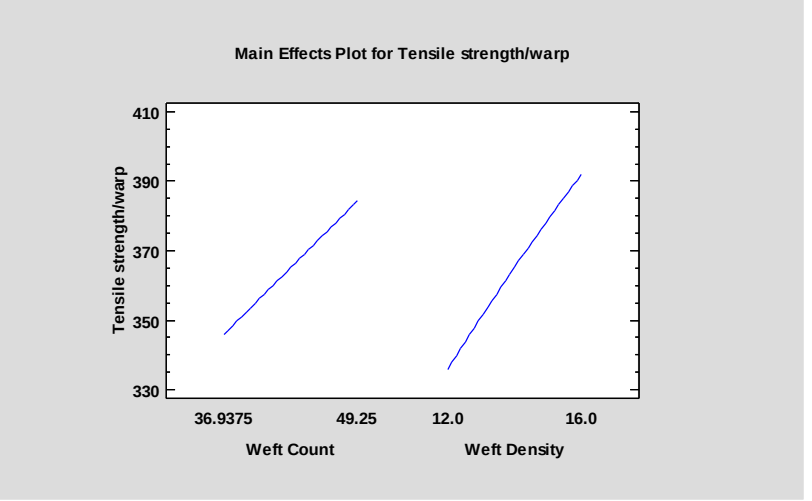
الشكل(4):مخطط باريتو لتأثير معاملات الدخل على قوة القطع باتجاه السداء



الشكل(5):مخطط باريتو لتأثير معاملات الدخل على قوة القطع باتجاه الحدف

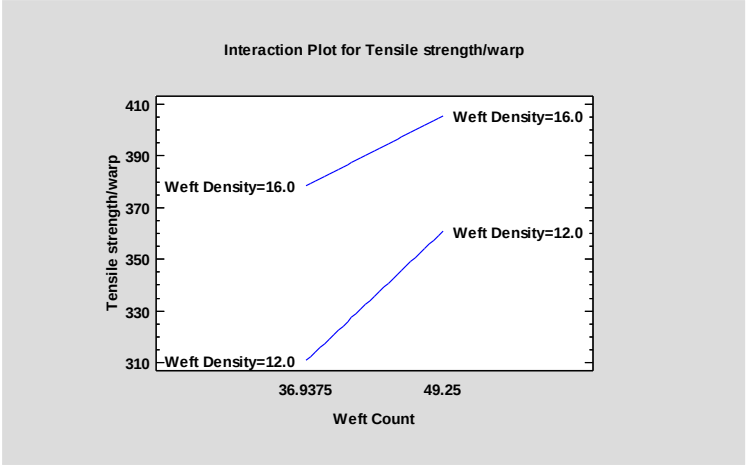
كان لتغيير نمرة خيط الحدف التأثير الأكبر على قيمة قوة القطع باتجاه الحدف كعامل مستقل بشكل طردي وكان التأثير التالي هو كثافة خيط الحدف باعتبارها عاملا مستقلا طرديا ويفسر ذلك بزيادة نقاط ارتباط الخيوط الطولية مع العرضية(نقاط التقاطع) وبالتالي زيادة لمعامل الاحتكاك الخيوط مع بعضها البعض وهنا تحتاج الى قوة اكبر لفصل الخيوط عن بعضا البعض وبالتالي قيمة قوة قطع اكبر**{12}**، كما كان للتأثير المشترك المتبادل لنمرة خيط الحدف مع الكثافة لخيط الحدف التأثير الثالث من حيث المقدار وطرديا من حيث التأثير وكان التأثير الأقل هو التأثير بين مستويات الكثافة بشكل عكسي(ارتفاع او انخفاض منحنى التأثير حسب التغيير زيادة او نقصان الكثافة على اعتبارها معادلة من الدرجة الثانية) كما هو موضح بالشكل (5).

برسم الخطوط المستقيمة المعبرة عن التأثير الأساسي لكلا المعاملين بشكل مستقل على قوة القطع باتجاه السداء نحصل على المخطط التالي والذي يبين مجال تأثير كل منها على الشد باتجاه السداء كما في الشكل (6)



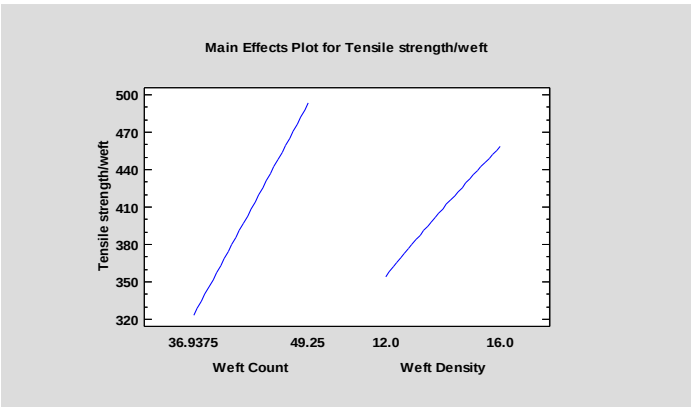
الشكل(6):التأثير الأساسي للمعاملات على قوة القطع باتجاه السداء

حيث تبين ان تزايد التأثير يأخذ قيمة اكبر في حالة زيادة الكثافة لخيوط الحدف ويليه نمرة خيط الحدف،اما عند دراسة التأثير المتبادل بين المعاملات المدروسة نحصل على مخطط التأثير المتداخل لمقادير الدخل فنجد انه لا يوجد تداخل واضح بين المعاملات ولا تبدي أي تأثير متبادل هام بينها كما في الشكل(7)



الشكل(7):التأثير المتبادل لمقادير الدخل على قوة القطع باتجاه السداء

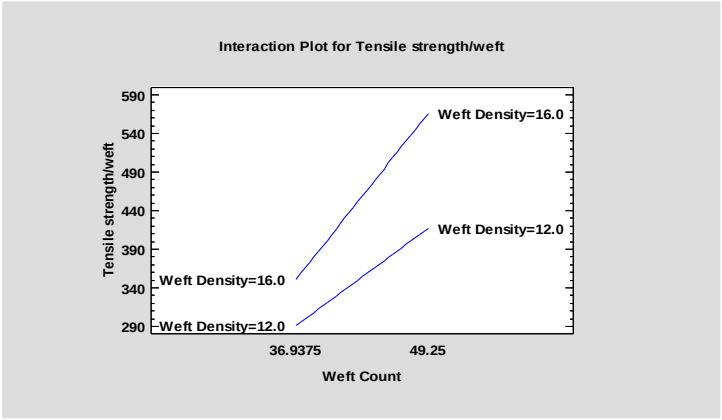
برسم الخطوط المستقيمة المعبرة عن التأثير الأساسي لكلا المعاملين بشكل مستقل على قوة القطع باتجاه الحدف نحصل على المخطط التالي والذي يبين مجال تأثير كل منها على قوة القطع باتجاه الحدف كما في الشكل(8)



الشكل(8): التأثير الأساسي للمعاملات على قوة القطع باتجاه الحدف

حيث تبين ان تزايد التأثير يأخذ قيمة اكبر في حالة زيادة النمرة لخيوط الحدف ويليه كثافة خيوط الحدف،اما عند دراسة التأثير المتبادل بين المعاملات المدروسة نحصل على مخطط التأثير المتداخل لمقادير الدخل فنجد انه لا يوجد

تداخل واضح بين المعاملات ولاتبدي أي تأثير متبادل هام بينها كما في الشكل (9)



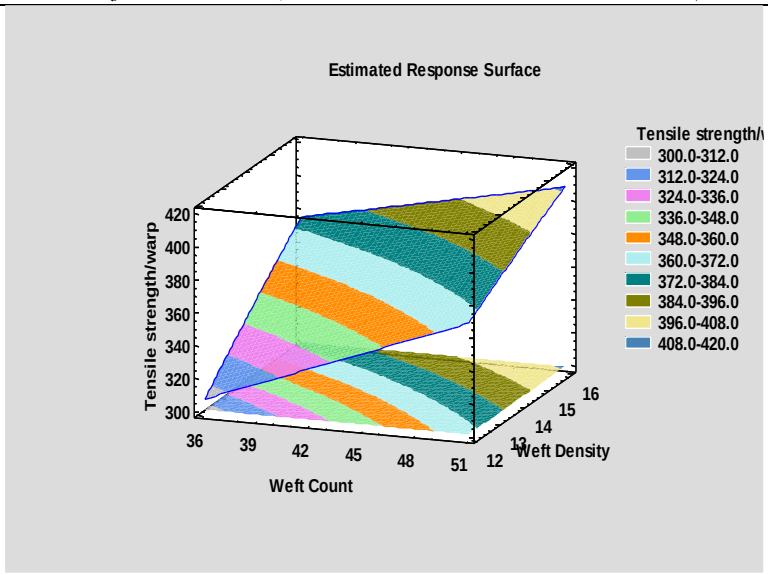
الشكل(9): التأثير المتبادل لمقادير الدخل على قوة القطع باتجاه الحدف

تم استخدام النمذجة الإحصائية وذلك من خلال تحليل ANOVA على برنامج (STATGRAPHICS) للتأكد من نتائج التجارب المخبرية ولدراسة العلاقة بين جميع المعاملات المستقلة والتأثير المتبادل فيما بينها على قوة القطع باتجاهي السداء والحدف حيث أن الإحصائيات تشير الى ان كل قيمة اقل من $p<0.05$ هي ذو تأثير جوهري للمعامل على قوة القطع بالاتجاهين السداء والحدف، جدول (7) .

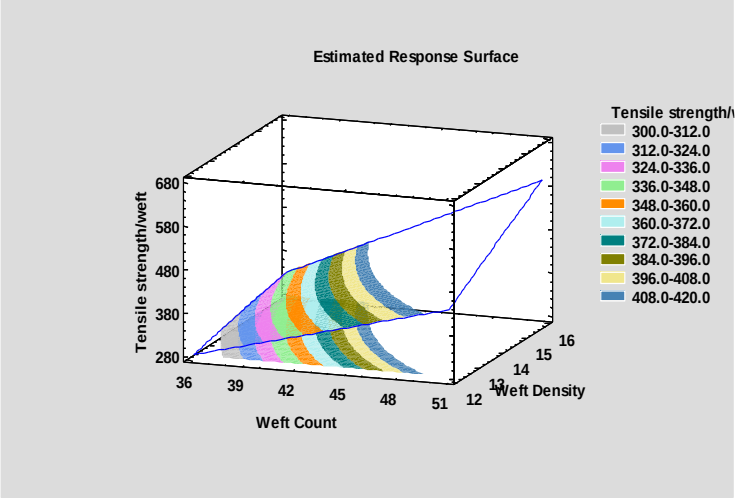
الجدول (7): قيم (P-VALUE) لتأثير العوامل المدروسة على خصائص شد القماش

المعامل	P-VALUE Tensile strength	
	warp direction	weft direction
A:Weft Count	0.0361	0.0052
B:Weft Density	0.0304	0.0104
AB	0.1479	0.0244
BB	0.6807	0.3863

بتوزيع قيم قوة القطع على مخطط سطح ثلاثي الأبعاد والذي يمثل معاملات الدخل نحصل على مخطط الاستجابة ثلاثي الابعاد لقوة القطع باتجاه السداء والحدف(والمخطط عبارة عن سطح ثلاثي الأبعاد يبين الاستجابات المتوقعة كتابع لأثنين من العوامل مع الحفاظ على العوامل الأخرى ثابتة على مستوياتها المتوسطة ، ويستند نموذج الاستجابات المتوقعة على النموذج المفترض المأخوذ من نتائج المراقبة التجريبية ، تكون النتيجة الهندسية لتخطيط قيم استجابة على شكل تابع لمعاملين اثنين وتظهر تداخلاهما بانحناء السطح) كما يوضح الشكل(10) (11)



الشكل(10):توزيع قيم قوة القطع باتجاه السداء على مخطط الاستجابة ثلاثي البعد



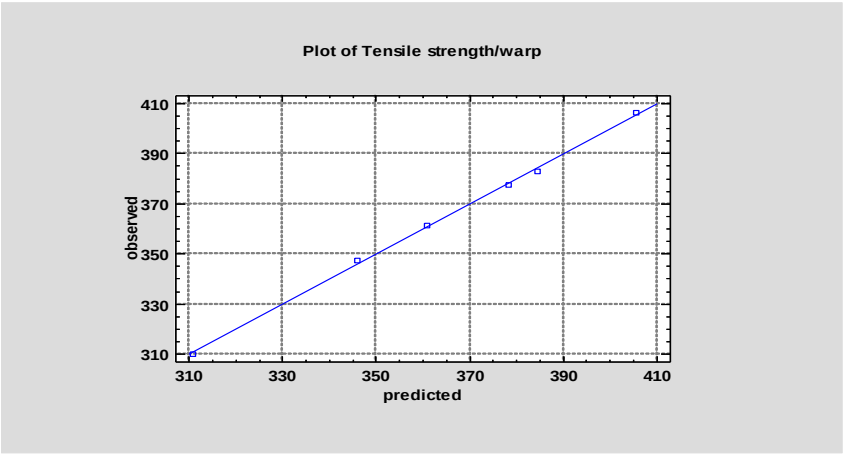
الشكل(11): توزيع قيم قوة القطع باتجاه الحدف على مخطط الاستجابة ثلاثي البعد

واعتمادا على التحليل الاحصائي المتبع لنتائج التجارب وبإجمال علاقة معاملات الدخل بقيمة قوة القطع باتجاهي السداء والحدف نحصل على المعادلات الرياضية التالية وذلك حسب الرموز المستخدمة في الجدول وتتضمن المعادلة الرياضية التأثير المستقل والمشترك لكل معاملات الدخل على مقدار قوة القطع الناتجة خلال التجارب

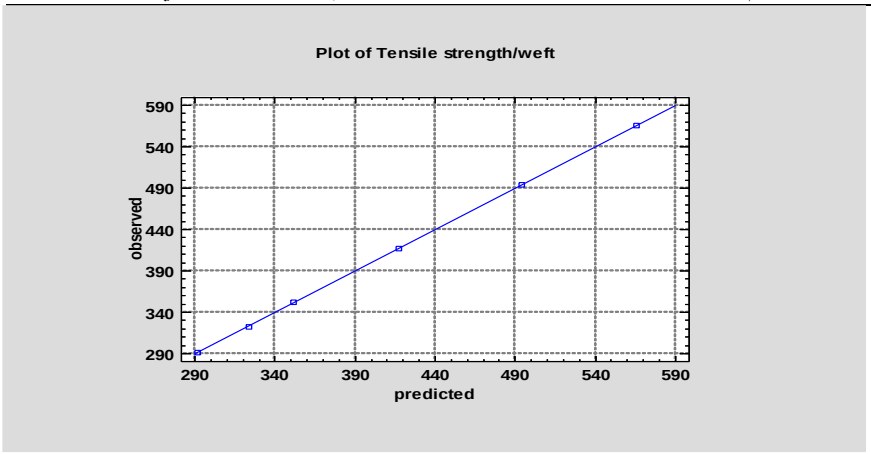
$$\text{Tensile strength/warp} = -307.38 + 9.58\,A + 42.85\,B$$

$$\text{Tensile strength/weft} = 433.04 - 11.45\,A - 36.83B$$

تم اختبار النموذج التنبؤي من خلال البرنامج برسم مخطط التأثير الخطي بين مُعاملات الدخل وقيم الخواص المقاسة وتم الحصول على المخطط الذي يبين العلاقة بين القيم المتوقعة والقيم التجريبية للخواص المدروسة لكلا الاتجاهين السداء والحدف كما هو موضح بالشكل (12)(13):



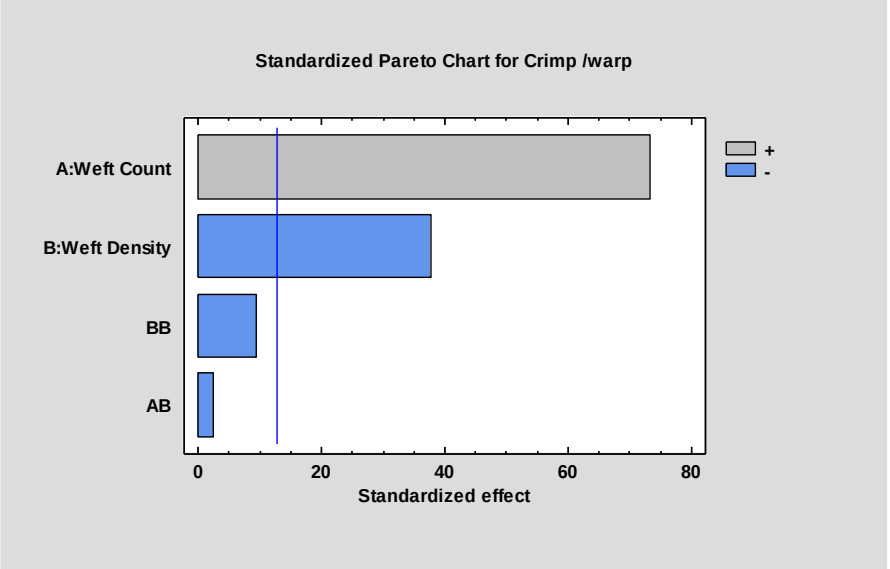
الشكل(12):العلاقة بين القيم المتوقعة والفعلية لقوة القطع باتجاه السداء



الشكل(13): العلاقة بين القيم المتوقعة والفعلية لقوة القطع باتجاه الحدف

كما استخدمت معاملات الارتباط (R–sq.) لقياس درجة الارتباط حيث كانت 99.8698 بالنسبة لنموذج قوة الشد باتجاه السداء و 99.9948 بالنسبة لنموذج قوة الشد باتجاه الحدف.

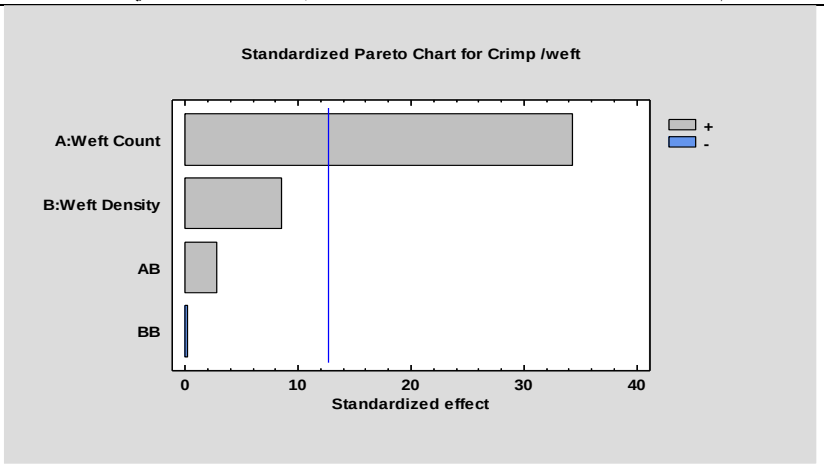
تم التحقق من صحة المعادلات للانحدار الخطي المتعدد لاتي تم تطويرها في هذه الدراسة باستخدام مجموعة من البيانات وتم مقارنة القيم الفعلية والمتوقعة لقوة القطع بالاتجاهين والحصول على ارتباط بيرسون 0.000 وكانت درجة الارتباط للسداء والحدف عالية مما يشير الى قدرة تنبؤ عالية جدا ودقة للمعادلات الناتجة. عند تحليل التشريب لوحظ اختلاف في القيم الناتجة عند التحليل بشكل واضح عند تغيير الكثافات والنمر لخيوط الحدف وبدراسة هذه المتغيرات حسب التأثير المتناقص على التشريب باتجاه السداء والحدف تم الحصول على مخطط باريتو كما في الشكل (14)(15)



الشكل(14):مخطط باريتو لتأثير معاملات الدخل على التشريب باتجاه السداء

حيث كان لتغيير نمرة خيط الحدف التأثير الأكبر على قيمة التشريب باتجاه السداء كعامل مستقل بشكل طردي موجب وكان التأثير التالي هو تأثير تغيير كثافة خيط الحدف معاملاً مستقلاً بشكل عكسي سالب ويفسر ذلك الى انه عند انتاج نسيج قطني سادة 1/1 تزداد مقدار قوة الشد لخيوط السداء beat up اللازم للسك ويؤدي الى زيادة شد الخيوط اثناء العملية الإنتاجية ويعطي بذلك تشريب اقل لخيوط السداء **{12}**

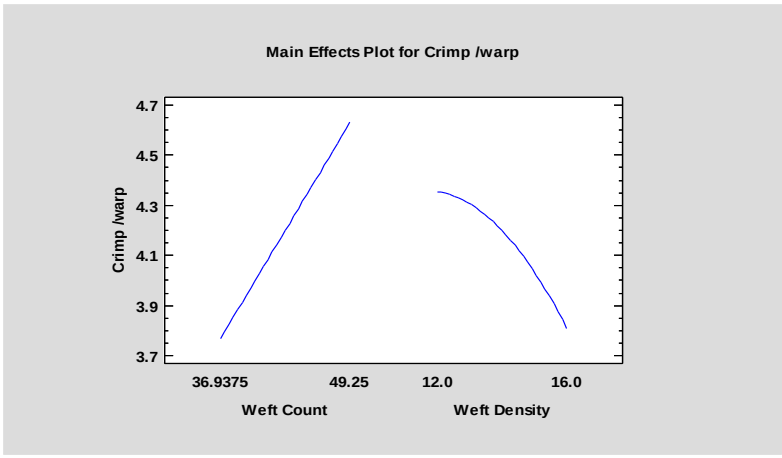
ويليها في المرتبة الثالثة من حيث التأثير هو تأثير تغيير لمستويات الكثافة بشكل عكسي وجاء بعد ذلك التأثير الأقل وهو التأثير المتداخل لكل من النمرة والكثافة بشكل عكسي سالب



الشكل(15):مخطط باريتو لتأثير معاملات الدخل على التشريب باتجاه الحدف

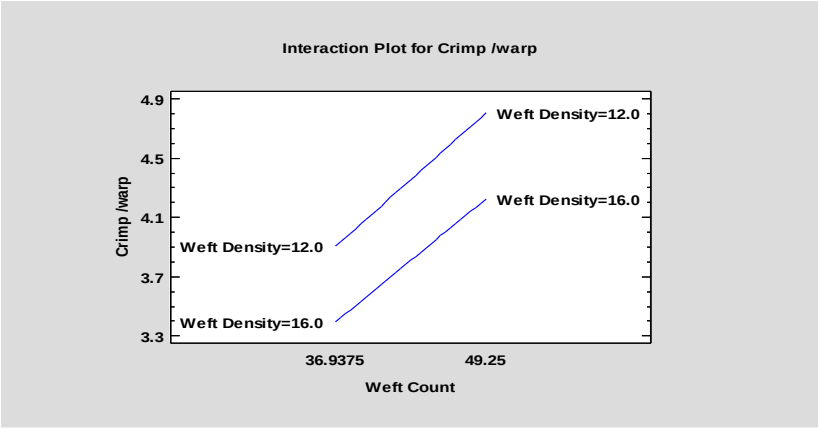
كان لتغيير نمرة خيط الحدف التأثير الأكبر على قيمة التشريب باتجاه الحدف كعامل مستقل بشكل طردي وكان التأثير التالي هو تأثير كثافة خيوط الحدف بشكل طردي موجب وجاء بعدها التأثير المتبادل لتغيير الكثافة والنمرة لخيوط الحدف وكان التأثير الأقل هو في الاختلاف عند مستويات الكثافة المتعددة بشكل بسيط من حيث المقدار والعكسي من حيث التأثير

برسم الخطوط المستقيمة المعبرة عن التأثير الأساسي لكلا المعاملين بشكل مستقل على التشريب باتجاه السداء نحصل على المخطط التالي والذي يبين مجال تأثير كل منها على التشريب باتجاه السداء كما في الشكل (16)



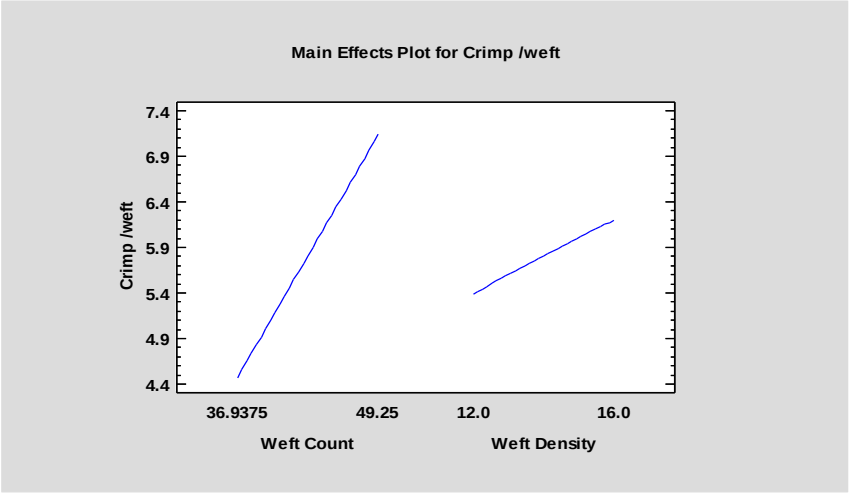
الشكل(16):التأثير الأساسي للمعاملات على التشريب باتجاه السداء

حيث تبين من المخطط علاقة التأثير الطردية للنمرة باتجاه الحدف وذو ميل كبير على قيمة التشريب باتجاه السداء والخط ذو اتجاه عام موجب اما بالنسبة للكثافة فهي ذو تأثير عكسي على التشريب باتجاه السداء والمنحني ذو اتجاه عام سالب اما عند رسم مخططات تداخل التأثير لمعاملات الدخل نجد ان التأثير المتداخل لنمرة وكثافة الحدف خطهما ذو اتجاه واحد عام موجب وهذا لا يعطي تداخلاً هام على التشريب باتجاه السداء كما في الشكل(17):



الشكل(17):التأثير المتبادل لمقادير الدخل على التشريب باتجاه السداء

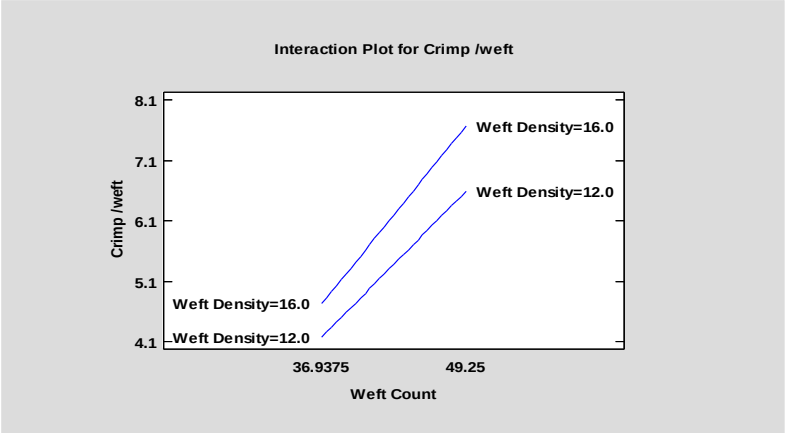
برسم الخطوط المستقيمة المعبرة عن التأثير الأساسي لكلا المعاملين بشكل مستقل على التشريب باتجاه الحدف نحصل على المخطط التالي والذي يبين مجال تأثير كل منها على التشريب باتجاه الحدف كما في الشكل (18)



الشكل(18):التأثير الأساسي للمعاملات على التشريب باتجاه الحدف

حيث تبين من المخطط ان التأثير يأخذ قيمة أكبر في حالة تغيير نمرة خيط الحدف والخط في هذه الحالة ذو أتجاه عام موجب كما هو الحال عند تغيير كثافة خيط الحدف فيأخذ اتجاه عام موجب وهو ذو تأثير طردي

اما عند رسم مخططات تداخل التأثير لمعاملات الدخل نجد ان التأثير المتداخل والمتبادل لنمرة وكثافة الحدف ذو تأثير طردي ايجابي مع عدم وجود تداخل يذكر بين المعاملين و أي تأثير هام ويوضح ذلك بالشكل (19)



الشكل(19):التأثير المتبادل لمقادير الدخل على التشريب باتجاه الحدف

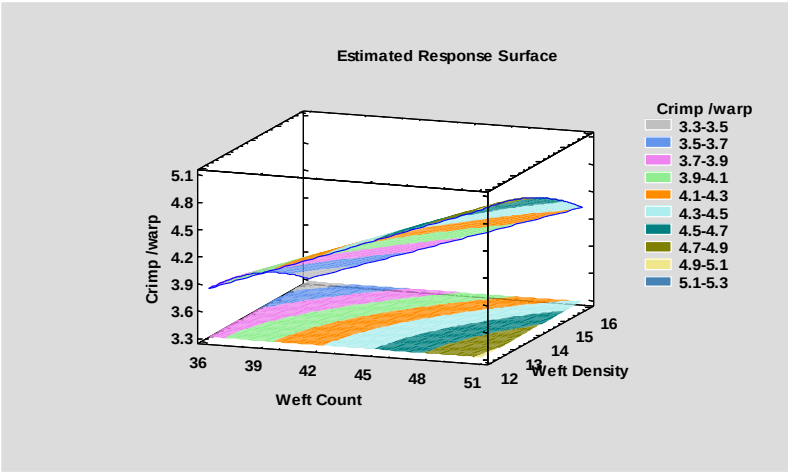
استخدام النمذجة الإحصائية وذلك من خلال تحليل **ANOVA** للتأكد من نتائج التجارب المخبرية ولدراسة العلاقة بين جميع المعاملات المستقلة والتأثير المتبادل فيما بينها حيث ان الاحصائيات تشير الى ان كل قيمة اقل من $p<0.05$ هي ذو تأثير جوهري للمعامل على التشريب بالاتجاهين (السداء والحدف)، جدول (8).

الجدول (8): قيم (P-VALUE) لتأثير العوامل المدروسة على خصائص التشريب للأقمشة

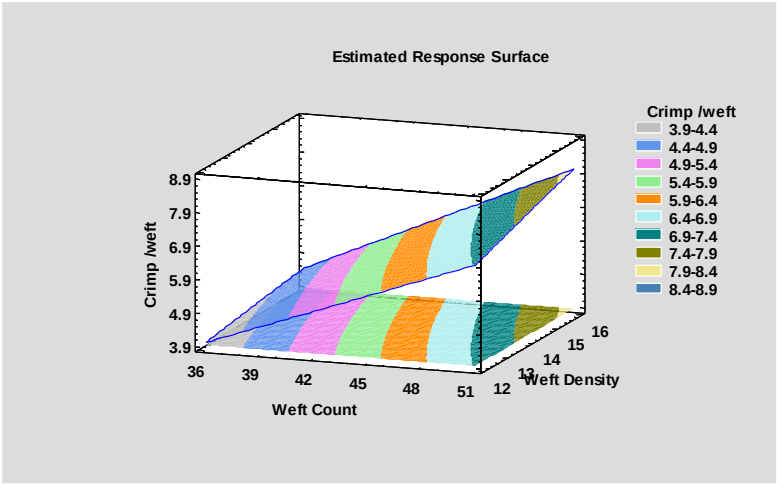
المعامل	P-Value Crimp	
	warp direction	weft direction
A:Weft Count	0.0087	0.0185
B:Weft Density	0.0169	0.0741
AB	0.2490	0.2197
BB	0.0675	0.8669

من الجدول 8 : نلاحظ أن نمرة وكثافة خيط الحدف لها تأثير جوهري على التشريب باتجاهي السداء والحدف إضافة الى كثافة خيط الحدف الذي يملك أثر جوهري على التشريب باتجاه السداء بينما الأثر المشترك او المتدخل له تأثير بسيط وغير مهم إحصائياً وذلك وفقاً لتحليل **Anova**

بتوزيع قيم التشريب للسداء والحدف على مخطط السطح ثلاثي الابعاد (حيث تكون النتيجة الهندسية لتخطيط قيم الاستجابة على شكل تابع لمعاملين أثنين وتظهر تداخلهما بانحناء السطح فإذا كان السطح مستوي دون أي انحناء فهذا يؤكد عدم وجود تأثير متبادل بين العوامل) والذي يمثل معاملات الدخل نحصل على الشكل (20)(21):



الشكل(20):توزيع قيم التشريب باتجاه السداء على مخطط الاستجابة ثلاثي البعد



الشكل(21):توزيع قيم التشريب باتجاه الحدف على مخطط الاستجابة ثلاثي البعد

واعتمادا على التحليل الاحصائي المتبع لنتائج التجارب حصلنا على العلاقات الرياضية التالية حسب الرموز المستخدمة في الجداول وتتضمن المعادلة الرياضية التأثير المستقل والمشترك لكل معاملات الدخل على قيمة التشريب بالاتجاهيين للقماش الناتج اثناء العملية الإنتاجية :

$$\text{Crimp /warp} = -3.53 + 0.09\ A + 0.7475\ B$$

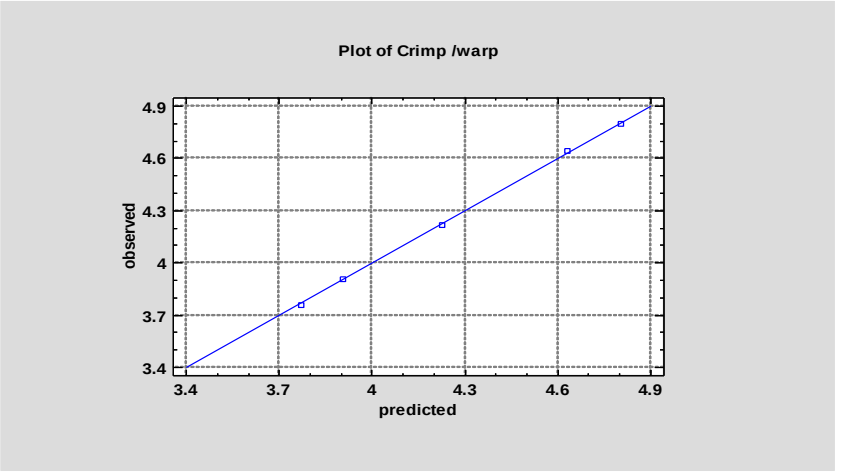
$$\text{Crimp /weft} = -0.75 + 0.07\ A - 0.14\ B$$

A : تمثل نمرة خيط الحدف

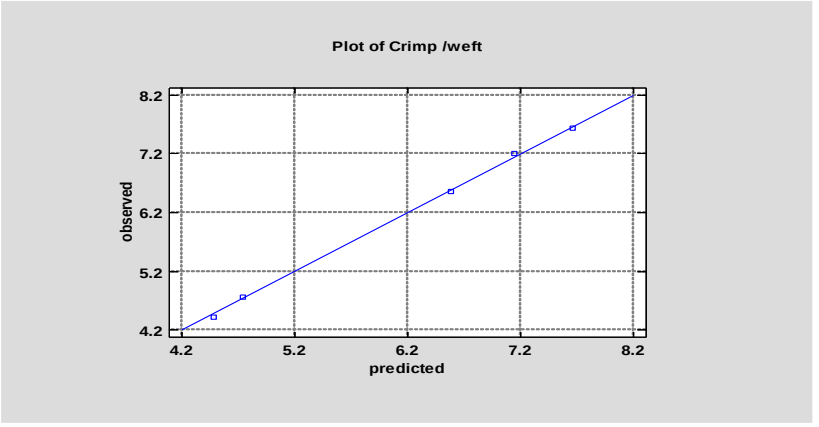
B: تمثل كثافة خيط الحدف

وبرسم مخطط التأثير الخطي بين المعاملات الدخل وقيم التشريب للقماش الناتج باتجاهي السداء والحدف نحصل على المستقيم الموضح بالشكل(22)(23) والذي

بين العلاقة بين القيم المتوقعة والتجريبية للتشريب في القماش المنتج بالاتجاهين**[اختبار موثوقية المعادلات الناتجة] {2}{14}**



الشكل(22):العلاقة بين القيم المتوقعة والفعلية للتشريب باتجاه السداء



الشكل(22):العلاقة بين القيم المتوقعة والفعلية للتشريب باتجاه الحدف

كما استخدمت معاملات الارتباط (R-sq.) لقياس درجة الارتباط حيث كانت 99.9855 بالنسبة لنموذج قوة الشد باتجاه السداء و 99.9207 بالنسبة لنموذج باتجاه الحدف.

تم التحقق من صحة معادلات الانحدار الخطي المتعدد و التي تم تطويرها في هذه الدراسة باستخدام مجموعة من البيانات وتم مقارنة القيم الفعلية والمتوقعة للتشريب بالاتجاهين والحصول على ارتباط بيرسون 0.000 وكانت درجة الارتباط للسداء والحدف عالية مما يشير الى قدرة تنبؤ عالية جدا ودقة للمعادلات الناتجة

9-النتائج:

يمكن من خلال النتائج والمعطيات التي تجمعت لدينا استنتاج مايلي:

1- ان لعامل النمرة تأثير هام على خاصية المتانة فعند زيادة قيمة النمرة لخيط الحدف تزداد قيمة قوة القطع للقماش المنتج بالاتجاهين السداء والحدف ويعود ذلك الى زيادة قطر الخيط وزيادة عدد الشعيرات في المقطع العرضي وبالتالي قوة اكبر لقطع العينة المنتجة
2- ان لكثافة خيوط الحدف تاثير هام وايجابي على قيمة قوة القطع حيث زيادتها تؤدي بشكل طردي الى زيادة قوة القطع بالاتجاهين
3- ان لعامل الكثافة اثر هام جداً على خاصية التشريب حيث زيادة الكثافة بأتجاه الحدف يؤدي الى زيادة نسبة التشريب على نفس الجهة، اما باتجاه السداء فقلت نسبة التشريب عند زيادة عدد الحدفات
4- تختبر الخطوط البيانية المرسومة لكل معاملات الخرج (المتانة والتشريب) المعادلات الرياضية الناتجة بمقارنة القيم المتوقعة مع القيم المقاسة التجريبية

5- حققت المعادلات الرياضية التي تم الحصول عليها قيم قريبة بشكل كبير من القيم التجريبية مما يشير الى موثوقية النموذج المبتكر

6- أظهرت المخططات التي تم الحصول عليها علاقة معاملات الدخل بشكل مستقل او متداخل بمقادير الخرج التي تتعلق بالمواصفات الفيزيائية والميكانيكية للقماش المنتج مما يسهل عملية فهم العلاقة ومن ثم استخدام تلك المخططات في الواقع العملي وتحديدا ضمن المنشأت النسيجية

7- عند الوصول الى الضبط الأمثل لقوى القطع ونسبة التشريب فأن تعميم طريقة الضبط في الشركات ستساعد على

- خفض الهدر الناتج عن زيادة تشريب الاقمشة عند انتاجها على الانوال
- زيادة جودة القماش المنتج
- تحديد قيمة القطع اللازمة للمنتج حسب الأستخدام النهائي له
- تقليص الوقت اللازم لعمليات الضبط بغية الحصول على المواصفة اللازمة للقماش المراد انتاجه

10-التوصيات والمقترحات :

- يوصى بدراسة المتانة والتشريب على نمر أخرى للخيوط وكثافات مختلفة وخامات نسيجية متعددة
- استخدام النماذج الرياضية خلاصة البحث في عمليات ضبط نسبة التشريب والمتانة قبل عملية الأنتاج مما يقلل الهدر ويرفع جودة المنتج
- إيجاد نماذج رياضية لضبط مواصفات وخواص القماش بمؤشرات مختلفة تتعلق بمنتوجات خاصة ذو جدوى اقتصادية

11-المراجع العلمية:

1-Beyene، K. A.، & Korra، C. G. (2022). Modeling for the prediction and evaluation of the crimp percentage of plain woven fabric based on yarn count and thread density. Tekstilec، 65(1)، 14-24.

2- Sirková، B. K.، & Mertová، I. (2020). Prediction of warp and weft crimp in the construction of dobby woven fabrics. The Journal of The Textile

Institute، 111(10)، 1401-1409.

3- Malik، Z. A.، Malik، M. H.، Hussain، T.، & Arain، F. A. (2011). Development of models to predict tensile strength of cotton woven fabrics. Journal of engineered fibers and fabrics، 6(4)، 15589250110060040

4- Fazal، M. Z.، Abbas، M. A.، Nawab، Y.، & Younis، S. (2021). Machine Learning Approach for Prediction of Crimp in Cotton Woven Fabrics. Tehnički vjesnik، 28(1)، 88-944

.**5**- Milašius، A.، & Milašius، V. (2008). New representation of the fabric weave factor. Fibres & Textiles in Eastern Europe، 16(4)، 69.5

6- Gong، R. H.، & Chen، Y. (1999). Predicting the performance of fabrics in garment manufacturing with artificial neural networks. Textile Research Journal، 69(7)، 477-482.8

7- Petrulis، D. (2012). The influence of fabric construction and fibre type on textile durability: woven، knitted and nonwoven fabrics. Understanding and improving the durability of textiles، 3-30.9

8- Kumpikaitė، E.، Lapelytė، E.، & Petraitienė، S. (2021). Method of Predicting the Crimp of Jacquard-Woven Fabrics. Materials، 14(18)، 5157.

9- Malik، Z. A.، Hussain، T.، & Tanwari، A. (2010). Predicting tensile strength of yarns required for producing PET/Cotton blended woven fabrics of a pre-defined tensile strength. Fibers and Polymers، 11(3)، 487-493

10-. Malik، Z. A.، Haleem، N.، Malik، M. H.، & Tanwari، A. (2012). Predicting the tensile strength of polyester/cotton blended woven fabrics using feed forward back propagation artificial neural networks. Fibers and Polymers، 13(8)، 1094-1100.

11-Peerzada، M. H.، & Khatri، S. A. A. A. (2012). Effect of weave structure on tensile strength and yarn crimp of three-dimensional fibre woven fabric. composites، 16، 18.

12-Malik، M. H.، Hussain، T.، & Ali، Z. (2009). Effect of fabric count on the tensile strength of blended woven fabrics. J. Eng. Appl. Sci. Univ. Eng. Technol. Peshawar، 28(2).

13-Mertova، I.، Neckar، B.، & Ishtiaque، S. M. (2016). New method to measure yarn crimp in woven fabric. Textile Research Journal، 86(10)، 1084-1096.

14-Malik, Z. A., Hussain, T., Malik, M. H., & Tanwari, A. (2011). Selection of yarn for the predefined tensile strength of cotton woven fabrics. Fibers and Polymers, 12, 281-287