تحسين نسبة استهلاك القماش في مصانع الألبسة الجاهزة باستخدام الخوارزميات الجينية

م. ولاء السمارة[1]

د. ماجد يوسف[2]

د. باسل يونس[3]

الملخص

تعتبر عملية تخطيط الماركر في صناعة الألبسة الجاهزة أحد العمليات الرئيسية في مرحلة قص القماش، حيث تهدف عملية تداخل وترتيب أجزاء القوالب الى تخفيض الهدر الناتج. في البحث الحالي تم استخدام أسلوب محسن يعتمد على الخوارزميات الجينية للحصول على تداخل وترتيب مثالي يضمن استهلاك أمثل للقماش بالاستعانة ببرنامج MATLAB وعن طريق تطبيق كود برمجي مصمم يعتمد على الخوارزميات الجينية المتمثلة بالانتقاء الأمثل للحلول عن طريق توالد الأجيال للوصول إلى الأفضل. تمت مقارنة نتائج الأسلوب المحسن مع نتائج الطريقة التقليدية المتبعة في شركات الألبسة الجاهزة السورية المعتمدة على نماذج رياضية مختلفة وأخرى يدوية تعتمد على الخبرة الذاتية. أشارت النتائج في هذا البحث أن أداء الطريقة المقدمة في هذه البحث حسنت نسبة استهلاك القماش 2.5–3% تبعاً العينة المختبرة وهذا له تأثير كبير على تكلفة الإنتاج كون القماش يشكل نسبة كبيرة من التكلفة الكلية.

الكلمات المفتاحية: خوارزميات التداخل والترتيب الجينية، النمذجة الرياضية، استهلاك القماش

[1] قسم هندسة الصناعات النسيجية وتقاناتها– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة دمشق.

[2] قسم الألبسة الجاهزة– كلية النسيج والتصميم – جامعة هيروت وات.

[3] قسم هندسة الصناعات النسيجية وتقاناتها– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة دمشق.

Improving the percentage of fabric consumption in garment factories using genetic algorithms

Walaa Alsamarah[4] **Basel Younes**[5]
Maged Yousef[6]

Abstract

Marker planning process in the garment industry is one of the main processes in the fabric cutting stage, where the process of packaging parts aims to reduce the resulting waste. In the current research, an improved method based on genetic algorithms was used to obtain an optimal packaging that ensures optimal consumption of the cloth using the MATLAB program and by applying a program code designed based on genetic algorithms represented in the optimal selection of solutions through generational generation to reach the best. The results of the improved method were compared with the results of the traditional method used in Syrian ready-made clothing companies, which depend on different mathematical models and manual ones that depend on personal experience. The results in this research indicated that the performance of the presented method in this research improved the cloth consumption rate by 2.5-3%, depending on the tested sample, and this has a significant impact on the production cost, as the cloth constitutes a large proportion of the total cost.

key words: Genetic algorithms for packing, mathematical modeling, fabric consumption

[4] Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University, Damascus, Syria
[5] Faculty of Engineering, University of Kalamoon , Damascus, Syria
[6] School of Textiles and Design, Heriot Watt University, Dubai, UAE

1- المقدمة

قص القماش هو تحويل مساحات القماش الي قطع صغيرة حسب شكل الباترون المطلوب، ويعرف الباترون بأنه قطعه من الورق التي يتم ترتيب الأجزاء المكونة لقطعة واحدة أو أكثر من الألبسة وفق طريقة منظمة بحيث يتم استغلال المساحة المتاحة بأكبر فعالية ممكنة.

عادة ما يتم قص أجزاء القوالب من طبقات القماش المختلفة للحصول على قطع ملابس جاهزة، وينتج عن هذه العملية فراغات غير مستعملة في القماش نتيجة الشكل غير المنتظم لأجزاء الباترون، وتخفيض هذه العوادم هو عامل هام يحظى باهتمام من قبل مصنعي الألبسة لأنه يؤثر على التكلفة بشكل كبير. تتضمن عملية تخطيط الماركر عملية تداخل وترتيب أجزاء القوالب فيما بينها للحصول على ماركر بأعلى كفاءة ممكنة [1].

ويعرف الماركر بأنه يعرف الماركر بأنه قطعه من الورق التي يتم ترتيب الأجزاء المكونة لقطعة واحدة أو أكثر من الألبسة وفق طريقة منظمة بحيث يتم استغلال المساحة المتاحة بأكبر فعالية ممكنة أما النموذج pattern فهو عبارة عن أجزاء القوالب التي تأخذ أشكالاً ثنائية البعد يتم خياطتها مع بعضها البعض للحصول على قطعة الملابس الجاهزة ثلاثية الأبعاد (fister, merni 2010)

وبما يخص مصطلح الماركر فهو يمثل التوضيح الدقيق للباترون من أجل طلبية معينة، وعملية إعداد الماركر تتطلب اكتشاف الترتيب الأكثر كفاءة للباترون من أجل نمط معين من القطع الملبسية، وقماش معين، وقياسات معينة، وتتطلب هذه العملية وقت ومهارة وتركيز عالي من قبل العاملين عليها من أفضل كفاءة.

وبشكل عام عملية تجميع الأشكال ضمن مساحة معينة تنقسم إلى نوعين رئيسين:

1. تجميع الأشكال المنتظمة وتكون في صناعات مختلفة كصناعة الورق والزجاج.
2. تجميع الأشكال الغير منتظمة كما في صناعة الألبسة وصناعة الجلود والحديد.

تعرف هذه المشكلة بالمشكلة ذات الأبعاد الثنائية المفتوحة Open Dimension Problem (ODP) وفقاً لتقنية Wäscher المحسّنة [2]. يعتمد التداخل وترتيب أجزاء القوالب أساساً على الخبرة المكتسبة من جانب القائم بالعمل، وتبنى فكرتها على نظرية المحاولة والخطأ (Trial and Error) وتتجه الدراسات الحديثة نحو الاعتماد الكلي على وسائل التداخل الأوتوماتيكي بسبب قدرتها على تحقيق كفاءة أعلى من التداخل اليدوي.

ستركز الدراسة الحالية على حل مشكلة تجميع الأشكال الغير منتظمة والتي تعرف بالتداخل في صناعة الألبسة الجاهزة باستخدام نظريات الذكاء الصناعي، وتعتبر هذه المرحلة من أهم المراحل التي يتم من خلالها ضبط الفاقد وتحسين نسبة استهلاك القماش.

2- المواد والطرائق

إن قص أجزاء القوالب الغير منتظمة بأقل هدر ممكن من القماش هي غاية جميع مصنعي الألبسة الجاهزة، وبالتالي الهدف الرئيسي لهذا البحث هو الحصول على أفضل ترتيب لأجزاء القوالب ضمن الماركر وذلك بأقل طول ممكن له باعتبار أن العرض ثابت ويتعلق بعرض القماش وذلك عن طريق استخدام نماذج رياضية ودعمها بالخوارزميات الجينية التي تتيح لنا الحصول على الترتيب الأمثل من ضمن جميع النتائج التي تم الحصول عليها.

وتكمن المشكلة الأساسية في هذه الدراسة في عملية التداخل وترتيب أجزاء القوالب وهي تحقيق أفضل كفاءة لتعبئة أجزاء القوالب ضمن القماش المراد فرده على شكل مستطيل ذي عرض ثابت في حين أن الطول قابل للتمديد.

اعتمدت منهجية البحث على دراسة واقع قسم القص في شركة BIG BLUE للألبسة الجاهزة، والتركيز على أسلوب تخطيط الماركر وتداخل وترتيب أجزاء القوالب فيما بينها وأخذ عينات مطبقة في الشركة مع كافة البارامترات المتعلقة بها.

تم الاطلاع على الأساليب العالمية المقترحة من أجل حل مشكلة تداخل وترتيب الأجزاء الغير منتظمة مع بعضها البعض ودراستها وطرح أسلوب محسن يعتمد على الخوارزميات الجينية وتطبيقه على العينات ذاتها التي تم أخذها من الشركة وذلك من أجل اجراء مقارنة صحيحة واختبار الأسلوب المقترح.

تعد الخوارزمية الجينية Genetic Algorithm أحد أساليب الذكاء الصناعي، إذ برزت أهميتها في حل المسائل المعقدة، فهي تمتلك كماً هائلاً من الحلول البديلة، والحل الناتج من تطبيق الخوارزمية الجينية في أغلب الأحيان يكون حلاً قريباً إلى الحل الأمثل.

فهي تعتمد على آلية الانتقاء الطبيعي ونظام الجينات الطبيعي وأفكار الهندسة الوراثية التي تهتم بتكوين أفراد ذوي صفات جيدة، وعلى هذا الأساس تقوم الخوارزمية الجينية بانتخاب الحلول الأفضل من بين عدد كبير من الحلول، وإجراء تداخلات وتبديلات بين هذه الحلول من أجل تكوين الحل الأفضل (Alkallak، 2008)

وسيتم من خلال هذه الدراسة اجراء مقارنة بين التداخل وترتيب أجزاء القوالب اليدوي المتبع بالشركة والأوتوماتيكي الناتج عن الأسلوب الجديد من حيث نسب استهلاك القماش وكفاءة الماركر.

1- المدخلات:

- أبعاد الماركر المطلوب فرد أجزاء القوالب المطلوبة حيث يكون العرض ثابت W=const أم الطول فيكون غير محدد ويتم تحديده بعد الانتهاء من فرد أجزاء القوالب المطلوبة.
- مجموعة أجزاء القوالب المحددة مسبقاً والممثلة على شكل مضلعات غير منتظمة ومصمتة.
- ويتم ادخال هذه البارامترات إلى الخوارزمية التي سيتم انشاؤها للحصول على الخرج المطلوب.

2- المخرجات المطلوب الحصول عليها

تعبئة جميع أجزاء القوالب ضمن الماركر المعطى وذلك للحصول على أقل طول ممكن بشرط عدم حدوث تداخل بين أجزاء القوالب الموجودة.

3- المحاكاة الحاسوبية

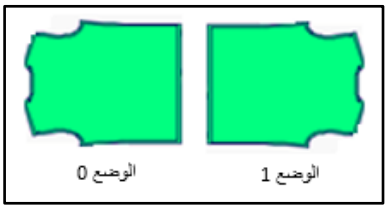
تم استخدام الخوارزميات الجينية لاختيار الحل الأمثل والأفضل من خلال مجموعة كبيرة من الخيارات الناتجة عن المرحلة الأولى ويعتمد عدد هذه الخيارات على سرعة المعالجة في هذه الدراسة حيث تم أخذ خيار 100 توليد عشوائي والبحث عن الحل الأفضل في الأجيال الناتجة، وبعد ذلك تبدأ عملية المعالجة وإعطاء الخيارات ليتم اختيار الأفضل.

تم تنفيذ خوارزميات المطروقة في البحث بواسطة لغة C++ واستخدام التوابع الخاصة بالخوارزميات الجينية GA باستخدام برنامج MATLAB وتم الاستعانة بتوابع معالجة الصورة Imread & Imshow كوسيلة للتوضيح أجزاء القوالب، وهي عبارة عن مجموعة من النماذج الرياضية التي تحقق أفضل ترتيب وتعتمد على ترتيب الأجزاء بشرط عدم حدوث تداخل فيما بينها وفق الخطوات التالية:

- خضعت أجزاء القوالب لعملية ترتيب وترقيم وفق خطة نمذجة رياضية وإعطاء سيناريو الترتيب الأول.
- إعطاء خيار الدوران لأجزاء القوالب وفق خيارين موضح في الشكل (1):

a) الوضع 0: الحفاظ على الوضع الحالي لأجزاء القوالب.

b) الوضع 1: دوران بزاوية مقدارها 180 درجة.



الشكل (1) دوران أجزاء القوالب

وتم اختيار الزاوية المذكورة فقط (180) لكي تتناسب مع جميع أنواع الأقمشة التي سيتم اختيارها حيث يمكن اختيار زوايا أخرى ويتبع ذلك للقماش المستخدم والموديل المطلوب ويمكن إضافة زوايا دوران أخرى كحالات خاصة ولأقمشة مخصصة[3] .

بعد عملية المعالجة والانتهاء من توليد أجيال جديدة (كل جيل منها يمثل حل مقترح لكيفية ترتيب أجزاء القوالب ضمن الماركر) تبدأ مرحلة اظهار الحل المقترح على شكل شاشة مماثلة لوسيلة الإظهار المتبعة في برنامج التصميم وسحب القوالب في الشركة لتظهر الماركر المطلوبة.

تزويد الحل المقترح من الخوارزميات الجينية بجدول يوضح البارامترات الخاصة بالحل المقترح:

- عرض الماركر وهو ثابت كما في الأسلوب التقليدي w=const
- طول الماركر الناتجة L
- نسبة استهلاك القماش ويعبر عنها بكفاءة المد

وهي تتناسب مع طول القماش بشكل عكسي، حيث كلما حصلنا على طول أقل كلما زادت الكفاءة[4].

ويتم حسابها من خلال نسبة المساحات المشغولة بأجزاء القوالب إلى المساحة الكلية حسب المعادلة (1) [5]

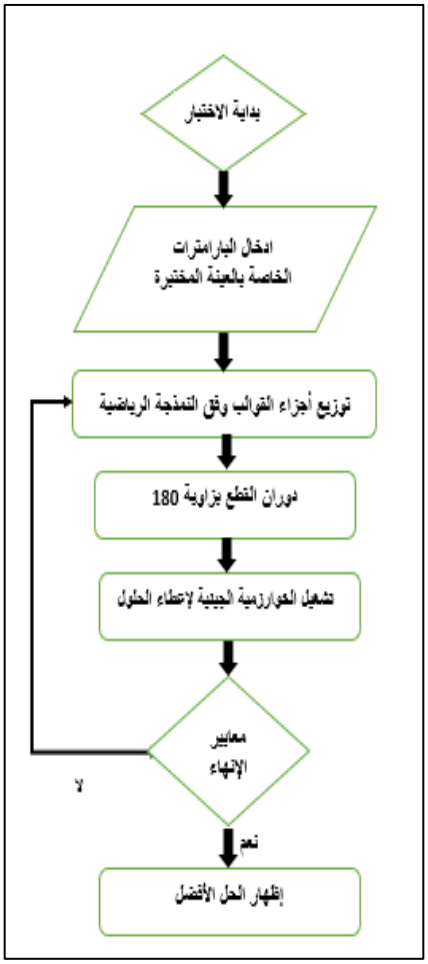
$$Efficency = \frac{\sum_{i=1}^{N} Pi}{L*W}$$ (المعادلة 1)

حيث أن:

- Pi تعبر عن أجزاء القوالب.
- N عدد القطع الملبسية المراد الحصول عليها.
- L طول المدة.
- W عرض المدة.

وبذلك تم الوصول إلى البارامترات ذاتها من خلال الأسلوب المقترح والأسلوب التقليدي المتبع في الشركة، وكمرحلة أخير يتم اختبار النتائج ومقارنتها.

ويتم توضيح منهجية العمل من خلال الشكل (2)



الشكل (2) منهجية العمل للأسلوب المقترح

يوضح الشكل (2) المنهجية التي تم اتباعها في الدراسة من أجل الوصول إلى ترتيب أمثل لأجزاء القوالب

واجراء تداخل فيما بينها بحيث نحصل على أقل نسبة هدر ممكنة في القماش

3- النتائج العملية والمناقشة

يعتمد الإجراء العملي على خطوتين أساسيتين:

الخطوة الأولى: دراسة واقع قسم القص في الشركة والتركيز على طريقة توزيع أجزاء القوالب على الماركر وتعتبر مرحلة أساسية كونها تقوم بتحديد كمية العوادم الناتجة عن قسم القص.

الشكل (3) الموديل المطلوب

تم أخذ أمر إنتاج من الشركة قيد الدراسة ومتابعة خطوات تنفيذه في قسم التصميم والقص، فبعد إن يتم تخطيطه وتوزيعه على الماركرات المطلوبة تبدأ عملية التوزيع من قبل الفني الموجود في الشركة بحيث تكون مدخلات هذه العملية هي:

- أجزاء القوالب وعددها وقياساتها.
- عرض القماش المطلوب.

ويتم التوزيع على الماركر المطلوب وفحص كفاءة الماركر في كل سيناريو مقترح وإمكانية التعديل للوصول إلى كفاءة جيدة.

يتم تحديد جودة الكفاءة وحسب جودة المنتجات التي يتم إنتاجها، وغالباً ما يتم قبول الماركر في حال كانت كفاءتها أعلى من 75% حسب طبيعة أمر الإنتاج [6] .

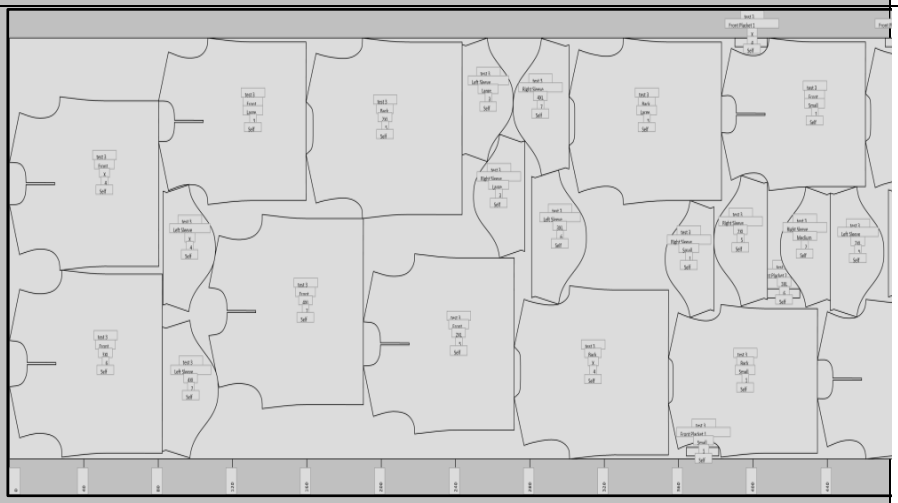
وبالنسبة لأمر الإنتاج المأخوذ من الشركة أولا سيتم عرض الموديل المطلوب وهو موضح بالشكل (3) وهو عبارة عن تيشرت رجالي مطلوب وفق المقاسات التالية (S. M. L. XL. 2XL. 3XL. 4XL) حيث تتألف القطعة الواحدة من 7 أجزاء، يتم فردها على الماركر وفق الأعداد المطلوبة ضمن الماركر بحيث يكون العرض ثابت وهو متعلق بعرض القماشcm 155 والعدد المطلوب من كل قياس 500 قطعة ملبسية.

ويوضح الشكل (4) واجهة برنامج المد **Marker Optitex** الذي تم من خلاله توزيع أجزاء القوالب للحصول على الماركر المطلوب ليتم مده على القماش وقصه، حيث يتم التعبير عن كل قياس وتمييز كل أجزاءه من خلال لون معين وإعطاءه أرقام خاصة وترميزات

مناسبة لضمان عدم الخلط بين أجزاء القوالب عند التجميع في قسم الخياطةالشكل (4) توزيع الماركر بالأسلوب التقليدي

وبعد الانتهاء من المعالجة يتم عرض المخرجات أسفل الشاشة ومن أجل التوضيح تم ذكرها في الجدول (1)

الجدول (1) مخرجات الأسلوب التقليدي

البارامترات		
Marker Width	عرض الماركر	155.00 cm
Marker Length	طول الماركر	639.21 cm
Efficiency	الكفاءة	78.57%
Cut. Length	طول القص	6566.22 cm
 Sum. Area	مجموع المساحات	7.7844 cm^2
Total Pieces	دد الكلي للقطع	(قطعة) 42
Placed	عدد القطع التي توضعت في الماركر	(قطعة) 42
No. of Plies	عدد الطبقات	(طبقة)500
Layout	طريق الفرد	مفرد

ومن أجل اجراء مقارنة مع الأسلوب المقترح المعتمد على الخوارزمية الجينية، يتم تزويد البرنامج الذي تم إنشاؤه بالمدخلات ذاتها وتطبيق الخوارزمية وبعد الانتهاء من المعالجة والتي استغرقت حوالي 2 دقيقة واختيار الحل الأمثل يتم إظهار الحلول على شكل واجهة مماثلة لبرنامج مد القوالب باستخدام برنامج MATLAB والتي ستتم طباعتها ومدها على القماش ليتم القص وفقها كما هو موضح في الشكل (5)

والجدول (2) يوضح المخرجات المرافقة للماركر وقد تم توحيد بارامترات النتائج التي حصلنا عليها من أجل سهولة التقييم.

الجدول (2) نتائج الأسلوب المحسن

البارامترات		
Marker Width	**عرض الماركر**	155.00 cm
Marker Length	**طول الماركر**	627.45 cm
Efficiency	**الكفاءة**	80.04 %
Total Pieces	**عدد الكلي للقطع**	42 (قطعة)
Placed	**عدد القطع التي توضعت في الماركر**	42 (قطعة)
No. of Plies	**عدد الطبقات**	500 (طبقة)
Layout	**طريق الفرد**	مفرد

الجدول (4) الجدوى الاقتصادية

العامل	الأسلوب التقليدي	الأسلوب المحسن
استهلاك القماش	45,642 m	44,817 m
التكلفة	255,595,200 s.p	250,975,200 s.p

تظهر النتائج السابقة الجدوى الاقتصادية من استخدام هذه الخوارزمية حيث خفضت من تكلفة استهلاك القماش بنسبة 9.8% من أجل الطلبية المذكورة.

4- المقترحات والتوصيات

- دراسة إمكانية وضع قيود أخرى للخوارزمية التعبئة المقترحة وملاحظة الفروقات الحاصلة من أجل تحسين استهلاك القماش في قسم القص.
- دراسة إمكانية تطوير خوارزميات الترتيب من ادخال زوايا دوران مختلفة تتناسب مع أنواع الأقمشة وكمثال على ذلك أقمشة الليكرا ممكن أن تعطى زوايا أخري 90 -45 درجة تتناسب معها. واختبار خوارزمية التداخل وترتيب أجزاء القوالب، واجراء مقارنات مع الطريقة المتبعة.
- استخدام الخوارزمية المذكورة في شركات الألبسة الجاهزة نظراً لقدرتها على خفض التكاليف وتحقيق وفر في استهلاك القماش.
- إعادة النظر في الأساليب التقليدية في تخطيط الماركر في قسم القص واقتراح الأسلوب المحسن لتداخل وترتيب أجزاء القوالب الأتوماتيكي.

- مناقشة النتائج

$$\text{كمية الاستهلاك الحقيقي للقماش} = \frac{\text{طول الماركر} * \text{عدد الطبقات}}{\text{العدد الكلي للقطع الملبسية}}$$

بعد الحصول على مخرجات الأسلوبين السابقين الموضحين في الجدول (1) والجدول (2) تم حساب الاستهلاك الكلي للقماش حسب عدد الطبقات المستخدم من خلال المعادلة (2)[8]:

(المعادلة 2)

ويوضح الجدول (3) مقارنة النتائج بين الأسلوب التقليدي والأسلوب الجيني

الجدول (3) مقارنة النتائج

الموديل	الأسلوب التقليدي		الأسلوب المحسن	
	الكفاءة	طول الماركر	الكفاءة	طول الماركر
تيشـــرت رجالي	78.57	639.21	80.04	627.45

نلاحظ من خلال الجدول (3) تحسن كفاءة المد بمقدار 1.02%

وعند تطبيق المعادلة (2) لاستهلاك القماش وعند الأخذ بالاعتبار تكلفة القماش نلاحظ أن كمية استهلاك القماش في كل من الأسلوبين وكذلك تكلفته باعتبار سعر متر القماش 5600 ل.س كما هو موضح بالجدول (4).

Reference

1. **M. Kashkoush M. A. Shalaby 2013) ."A Particle Swarm Optimization Algorithm for a 2-D Irregular Strip Packing Problem." *American Journal of Operations Research*،278–268 ،،**
2. **Thiago A. de Queiroz , Flávio K. Miyazawa , Eduardo C. Xavier M. Del Valle (2018)"Heuristics for two-dimensional knapsack and cutting stock problems." *ScienceDirect.***
3. **F. Avnaim ,J.Daniel Boissonnat .(2012) ."Polygon Placement Under Translation And Rotation" . Informatique théorique et Applications/Theoretical Informaties and Applications (vol. 23, p. 5 -28).**
4. **M. Kargar and P. Payvandy .(JUNE 2015) "Optimization of Fabric Layout by Using Imperialist Competitive Algorithm." *Journal Of Textiles And Polymers* ،،Vol. 3, No. 2.،**
5. **Z. Ondogan .(2018) ."Garment Cutting Room Management." *Textile School*.**
6. **S. Ebrahimi and P. Payvandy .(2014) . "Optimization of the Link Drive Mechanism in a Sewing Machine Using Imperialist Competitive Algorithm" *Int. J. Cloth. Sci. Tech* ،Vol. 26, No, 3, pp. 247-260.**
7. **A. Azadeh, H. Shams Mianaei, and others (2015). "A flexible ANN-GA-multivariate algorithm for assessment and optimization of machinery productivity in complex production units". Journal of Manufacturing Systems. Vol. 36, No. 46-75**