جامعة المنيا

كلية الهندسة
هندسة الانتاج و التصميم الميكانيكي

حل مشكلة تكوين الخلايا في منظومات التصنيع الخلوي باستخدام أساليب البحث الموجه

مقدم من:

حمدية عوض منصور رحيم

للحصول علي
دكتوراه الفلسفة في العلوم الهندسية
(الهندسة الصناعية)

هندسة الانتاج و التصميم الميكانيكي
كلية الهندسة –جامعة المنيا

تحت إشراف:

أ.د/ سيد طه محمد

الأستاذ المتفرغ بقسم هندسة الانتاج و التصميم الميكانيكي – كلية الهندسة – جامعة المنيا

أ.د/ إسلام هلالي عبدالعزيز

الأستاذ بقسم الهندسة الميكانيكية – كلية الهندسة – جامعة الفيوم

٢٠٢٢

الملخص العربي

ان إيجاد طرق حل مباشرة لنظام التصنيع الخلوي المتغير القابل لإعادة التكوين ليس كافيا لحل المشكلات ذات الاحجام الكبيرة كما ان تطبيق الطرق المنبثقة من الطبيعة مثل الخوارزميات لا يمكنه إيجاد حلول مثالية دائما لمثل هذه المشكلات لذلك في هذه الرسالة تم ابتكار و تكويد طرق جديدة مبنية على البحث الموجه بخطوات فعالة لحل مشكلة نظام التصنيع الخلوي المتغير القابل لإعادة التصنيع حلا مثاليا باي حجم و في وقت حل مناسب للتغلب على هذه الفجوة بين طرق الحل.

كما انه لم تتناول الأبحاث السابقة حل مشكلة تكوين الخلايا مع توزيع المخططات الداخلية او البينية للخلايا مع مشكلة تخطيط الإنتاج. كما أنه لم يدرس الباحثين حل المشكلة باستخدام طرق أمثليه مدمجة و موجهة و دراسة تأثيرها على نتائج الحل في هذه الظروف لتحقيق نتائج افضل وباعتبارات تطبيقية و واقعية. لذلك تهدف هذه الرسالة إلى إمكانية إيجاد طرق حل فعالة لمشكلة تكوين الخلايا و توزيع المخططات مع تخطيط الإنتاج.

لقد تم استخدام ثلاث طرق حل مختلفة للتحقق من فاعلية النماذج الرياضية المقترحة و كذلك لتوضيح افضل طريقة من بينهم للحل بشكل مثالي في وقت أقل. حيث كانت الطريقة الأولى طريقة الحل الجبرية و ذلك عن طريق استخدام البرامج الجاهزة المعدة لحل النماذج الرياضية بالطريقة الجبرية للوصول لنقط الحل العظمى و الصغرى المحلية. بينما كانت الطريقة الثانية عبارة عن طريقة بحث موجه تم تكوينها و كتابتها لحل القصور الموجود في الطرق الجبرية. و كانت الطريقة الثالثة الحل باستخدام احدى طرق البحث الفوق موجهة المشهورة و هي الخوارزميات الجينية. وقد تم تطبيق هذه الطرق الثلاثة على كلا النموذجين ، نموذج التصنيع الخلوي التقليدي و نموذج التصنيع الخلوي القابل لإعادة التكوين.

و قد خلصت نتائج الرسالة الي ان كلا النموذجين المقترحين قابلين للتطبيق في الجانب العملي حيث تم تطبيقهم على دراسات عملية من الواقع التصنيعي الموجود مثل صناعة الأسطمبات بأنواعها و كذلك صناعة السوست و الايات . كما خلصت نتائج الرسالة الى قوة و فاعلية طرق الحل المستخدمة كما بينت ان إستخدام الطرق الجبرية يؤدى الي افضل النتائج في وقت مقبول لكن في الأمثلة الصغيرة الحجم. اما في حالة الأمثلة المتوسطة و الكبيرة فان استخدام طرق الحل الموجهة و الفوق موجهة يؤدي الى نتائج افض في وقت اقل. تنقسم الرسالة إلى خمسة فصول كما يلي:

الفصل الأول : مقدمة وأهمية البحث:

ويشمل هذا الفصل مقدمة عن منظومة التصنيع الخلوي Cellular manufacturing system و كذلك منظومة التصنيع القابل لإعادة التكوين Reconfigurable manufacturing system ثم التعريف بمشكلة البحث وأهم

الأسئلة التي تجيب عنها الرسالة ومن ثم كيفية تطبيق Mixed Integer nonlinear programming على المنظومة المذكورة للوصول للحل الأمثل وتقليل التكاليف الكلية للإنتاج و المناولة.

الفصل الثاني: مراجعة الدراسات السابقة "Literature Review"

وقد تضمن هذا الفصل مراجعة الدراسات المنشورة عن كلا من التصنيع الخلوي و التصنيع القابل لاعادة التكوين في سياق مشكلة تكوين الخلايا و مجموعات المنتجات وتحديد الطرق المستخدمة لدراسة المنظومات الإنتاجية من النوعين ومن ثم الوصول للحل الأمثل لكل الأهداف المنشورة في الدراسات السابقة.

الفصل الثالث: نظام التصنيع الخلوي المقترح بإضافة توزيع العمالة

وقد تم فيه تطوير نموذج رياضي لحل مشكلة تكوين الخلايا و عائلات المنتجات في نظام التصنيع الخلوي في ابعاده الثلاثة الرئيسية و هي المنتج و الماكينة و العامل و قد تم دمجهم في صورة ثلاث جوانب مختلفة لحلها معا مثل مشكلة المخططات الداخلية و الخارجية و أيضا مشكلة توزيع العمال. بعد اعداد النموذج و تحديد جميع المتغيرات فيه و الهدف و القيود تم حل هذا النموذج باستخدام ثلاثة طرق امثلية مختلفة . حيث كانت الطريقة الأولى عبارة عن الطريقة الجبرية المعروفة Branch and Bound و التي تم استخدامها ببرنامج GAMS المعروف لحل النماذج الرياضية. اما الطريقة الثانية فقد كانت طريقة بحث موجه Heuristic method تم كتابتها و تكويدها من قبل الباحثة وحلها ببرنامج MATLAB . بينما كانت الطريقة الثالثة عبارة عن تطبيق الخوارزميات الجينية Genetic Algorithm. مع ملاحظة ان الباحثة قامت بحل احد عشر مثالا لكل طريقة حيث تم حل مثال تفصيلي لتوضيح الطريقة و كيفية تطبيقها على النموذج الرياضي المذكور ثم حل العشرة امثلة المتبقية لجميع الطرق معا للمقارنة بينهم و لمعرفة ايهم افضل في النتائج من حيث التكلفة الكلية للإنتاج و المناولة ووقت الحل. و قد توصلت النتائج الى ان طريقة الحل الجبرية تعطى نتائج افضل في حالة الأمثلة الصغيرة الحجم، طريقة البحث الموجه تعطي نتائج جيدة في الاحجام الصغيرة و المتوسطة و بوقت حل اقل من الطريقتين الأخريين، اما طريقة الخوارزم الجيني فيفضل استخدامها في الاحجام الكبيرة. وبعد التأكد من النموذج الرياضي و مدى فاعلية طرق الحل تم تطبيقه على دراسة حالة حقيقية لشركة تصنيع واصلاح الاسطمبات Die and Punch بجميع أنواعها وقد تم اقتراح تغيير المخطط الداخلي للشركة من حيث توزيع الماكينات و كذلك تغيير خطط الإنتاج و نوزيع العمالة. و بمقارنة الوضع الموجود في الشركة بالمقترح الناتج من تطبيق الرسالة تم تحسين المخطط مما أدى الي تقليل تكاليف المناولة و التكاليف الإنتاجية بنسبة تصل الى ٢٣% .

الفصل الرابع: تطوير نظام التصنيع الخلوي لنظام التصنيع القابل لاعادة التكوين

وقد تم تطويرو تحديث النموذج المقترح في الفصل السابق ليشمل اعتبارات فروض جديدة لتكون اكثر فاعلية و تطبيقية في الصناعات المختلفة. حيث تم إضافة مبدأ البيئة المتغيرة للنموذج المطور بحيث تساعد على التغير السريع الناتج من تغير المتطلبات

الإنتاجية. كما تم إضافة مبدأ الماكينات المعدلة والماكينات القابلة للتغيير بحيث تتمكن من أداء اكثر من وظيفة و بأكثر من طاقة استيعابية مما يساعد المصمم عند اتخاذ القرار لاستخدام مثل هذه الماكينات بدلا من الماكينات الأساسية التي تقوم بوظيفة واحدة او لها قدرة واحدة. و بعد استكمال جميع الفروض و القيود الموجودة في النموذج المطور تم صياغة طرق حل مشابهة مثل الموجودة في الفصل السابق مع اختلاف طريقة التكويد و كتابة المتغيرات و الدوال. وبعد التأكد من النموذج الرياضي و مدى فاعلية طرق الحل تم تطبيقه على دراسة حالة حقيقية لشركة تصنيع السوست و الايايات Leaf spring بجميع أنواعها.

الفصل الخامس: المناقشة و التلخيص

في هذا الفصل تم عمل ملخص للفصول السابقة و اهم النقاط و الاسهامات الموجودة في الرسالة كما تم اقتراح نقاط بحثية مستقبلية قد تضاف الي الأبحاث و الرسائل القادمة لتحقيق نتائج