

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والآلات الافتراضية

د.م. حمزة علي* - د.م. غصون دنهش** - م. نسيب زعرور***

الملخص:

يهتم هذا البحث بالاستفادة من إحدى النظريات الرياضية الحديثة والمهتمة بإيجاد الحل الأمثل ، و التي هي نظرية الخوارزميات الوراثية المتداخلة، و كذلك استخدام الآلات الافتراضية ، وذلك لحل إحدى مسائل الإدارة الهندسية.

إن المشكلة المدروسة في هذا البحث هي اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية (القابلة للتركيب و التفكيك) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بحالة أن التصاميم التي سيتم اعتمادها لمجموعة الهنكارات تكون مختلفة في المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل، و ذلك للحصول على أقل قيمة ممكنة للتكاليف المتعلقة بهنكارات المعمل المتنقل ، و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية، و هذه المشكلة لديها فضاء حلول كبير.

تعتبر الخوارزميات الوراثية من أقوى الوسائل التي توصل إلى الحل الأمثل أو الأقرب إلى الحل الأمثل و ذلك في فضاء حلول كبير.

توصل البحث إلى تحضير الخوارزميات الوراثية المتداخلة والآلات الافتراضية لتصبح قادرة على حل المشكلة المذكورة أعلاه.

الكلمات المفتاحية: هنكار معدني ، خوارزميات وراثية متداخلة ، آلة افتراضية.

* استاذ مساعد في قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء بكلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

** مدرس في قسم الهندسة الإنشائية بكلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) في قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء بكلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

Selecting designs of steel warehouses of mobile plant for demolition resultants recycling in case of difference of warehouse groups in locations using Nested Genetic Algorithms and Virtual Machines

ABSTRACT:

this research is interested in making use of one of the new mathematical theories that is interested in finding the optimum solution, which is Nested Genetic Algorithms theory, and also using Virtual Machines, in order to solve an engineering management problem.

The studied problem in this research is selecting designs of steel warehouses (that are capable to be disassembled and assembled) of mobile plant for buildings demolition resultants recycling in case that the groups of adopted designs of warehouses are different in locations that the mobile plant will locate in, in order to get the minimum value of costs related to warehouses of the mobile plant, in the conditions of steel element limitations, and this problem has a big solution space.

genetic algorithms theory is considered as one of the strongest tools which reaches the optimum solution or near optimum solution in a big solution space.

The research achieved preparing nested genetic algorithms and virtual machines to be capable of solving the problem mentioned above.

Keywords:

steel warehouses, nested genetic algorithms, virtual machine.

1: مقدمة:

ان اعادة التدوير هي من المجالات الحديثة الي دخلت حيز التنفيذ في مختلف المجالات نظراً لأهميتها الاقتصادية. ان استخدام نواتج هدم الابنية هو من المسائل شديدة الاهمية وخصوصاً عندما تكون كمية نواتج الهدم كبيرة. إن المعمل المؤقت لاعادة تدوير نواتج هدم الابنية ضمن هنكارات معدنية سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى، و توجد حاجة لاستخدام هنكارات معدنية مؤقتة في معمل اعادة التدوير، و يتم تفكيك هذه الهنكارات و اعادة استخدام القطع المعدنية المفككة لتركيب هنكارات مؤقتة في معمل اعادة التدوير الجديد ، و ذلك ضمن ظروف محدودية العناصر المعدنية المتوفرة.

توجد دراسات سابقة لانشاء اطرار معدنية و جوائز شبكية معدنية بهدف امثلية تصميم العناصر المعدنية، حيث درس [8] أمثلية اطار معدني بهدف الحصول الوزن الكلي الانشائي الأصغري باستخدام البحث المبعثر، و قد عالج [9] أمثلية شبكة القضبان بهدف تصغير وزن شبكة القضبان و انتقالات عقدها ، وقد وصف [10] امثلية اطار ثنائي الابعاد بطريقة الفروع و القيود بحالة عدم التأكد من الحمولات. أكد [11] على وجود جهد حسابي كبير حيث استعمل طريقة الامثلية التكرارية للحصول على الكتلة الاصغرية لاطر متعدد الطوابق، و قد استخدم [12] شبكات عصبية احتمالية لجائز شبكي لتصغير طاقة التشوهات، و استخدم [13] طريقة تقريبية للجائز الشبكي و لكنها لا تصلح إلا للجوائز الشبكية و هي تعالج تصغير وزن المعدن. نلاحظ إن الدراسات السابقة لم يتم فيها دراسة امثلية اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية التي سيتم تفكيكها و اعادة تركيبها، حيث أن معمل اعادة التدوير سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى. لقد قمنا في [15] بمعالجة موضوع اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل مجموعات الهنكارات في جميع المواقع ، و في هذا البحث سندرس اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع.

2: هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى مُلاءمة الخوارزميات الوراثية المتداخلة و الآلات الافتراضية لتصبح قادرة على اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية (القابلة للفك و التركيب) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بهدف الحصول على أقل قيمة ممكنة للتكاليف المتعلقة بهنكارات المعمل المتنقل ، و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية، و ذلك بحالة أنه يمكن أن تختلف تصاميم الهنكارات و أعدادها من موقع إلى آخر، و ذلك للمواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل.

3: عرض المشكلة المطروحة :

● إن المشكلة المطروحة هي: مشكلة اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع و سببها كما يلي:
إن المعمل المؤقت لإعادة تدوير نواتج هدم الابنية يتضمن هنكارات معدنية (ضمن ظروف محدودية العناصر المعدنية المتوفرة) و هذا المعمل المؤقت سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى.

● إن موقع المعمل و تصميم الموقع في كل منطقة سيتوضع فيها المعمل هي من المعطيات، و الهنكارات مكونة من جملة اطارات بوابية احادية الفتحة و ذات طابق واحد (طابق ارضي فقط بدون قبو) ، حيث يتغير طول المبنى بحسب عدد الاطارات البوابية المتتالية (لها نفس التباعد فيما بينها في الهنكار الواحد) .

و يمكن أن تصنف الهنكارات وظيفياً إلى:

هنكارات معدنية تُستخدم كمستودعات لتخزين المنتجات الخرسانية و هنكارات معدنية تُستخدم كمساكن للعمال و هنكارات معدنية تُستخدم كمستودعات لتخزين نواتج الهدم غير الخرسانية وهي (الحديد و الخشب و الزجاج) ، و تختلف المساحة الافقية و الابعاد للهنكارات حسب وظيفة كل منها، و قد لا تكون جميع هذه الأصناف مطلوبة للمعمل المتنقل و ذلك حسب خطة عمل المعمل المتنقل.

● إن مجال الابعاد و المساحة الافقية للهنكار و(هل الهنكار مطلوب أم لا) لكل صنف من أصناف الهنكارات المعدنية، و كذلك محدودية و خصائص العناصر المعدنية

المتوفرة هي من المعطيات، و لا توجد محدودية لعناصر الوصل و لعناصر التغطية للهناكارات.

● إن أبعاد هناكارات التخزين تؤثر على سعة التخزين ، و بالتالي تؤثر على المدة التي سيمتلىء فيها الهناكار ، و عندما يمتلىء الهناكار فسيوقف نقل المواد إليه إلى أن يتم نقل محتوياته إلى مراكز التوزيع الخارجية، و بعد تفريغ الهناكار سيمتلىء من جديد و هكذا دواليك ، و إذا كان للآليات (التي ستقل محتويات الهناكار إلى مراكز التوزيع الخارجية) مهام أخرى ضمن المعمل المنتقل فعندئذ سيتأثر تنفيذ هذه المهام بمدة امتلاء الهناكار ، و بالتالي ستؤثر التصميم المختارة للهناكارات في كلفة انجاز الأعمال في المعمل المنتقل، كما أن التصميم المختارة للهناكارات تؤثر على كلفة الفولاذ و كلفة نقله و كلفة الفك و التركيب و كلفة مواد البناء اللازمة لتنفيذ الاساسات (مثل الاسمنت و غيرها من مواد البناء) ، كما تؤثر على كلفة نقل هذه المواد.

● المطلوب هو اختيار تصاميم الهناكارات المعدنية (القابلة للفك و التركيب) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بهدف الحصول على أقل قيمة ممكنة للتكاليف المتعلقة بهناكارات المعمل المنتقل في جميع المواقع ، حيث أن المطلوب لكل هناكار إيجاد مقاطع عناصره الانشائية ، و كذلك ايجاد خصائص تصميمية للهناكار (غير متعلقة بالمقاطع) مثل عدد القنحات و التباعد بين الإطارات و غيرها و كذلك الأطوال و الأعداد للمقاطع الفولاذية المعتمدة لتنفيذ المدادات و سكك الجدران ، و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية، و ذلك بحالة أنه يمكن أن تختلف تصاميم الهناكارات و أعدادها من موقع إلى آخر، و ذلك للمواقع التي سيتوضع فيها المعمل المنتقل.

● إن معايير التصميم المتغيرة (الخصائص التصميمية المتغيرة) يحددها المهندسون و القائمون على المعمل المنتقل ، و هي تحدد المتغيرات التي سيتم ايجاد الحل الأمثل وفقاً لها ، و بالتالي يمكن أن يختلف عدد و مواصفات معايير التصميم المتغيرة من مشروع إلى آخر بحسب ما يحدده المهندسون و القائمون على مشروع المعمل المنتقل لإعادة التدوير ، و بالتالي تختلف التصاميم الناتجة للهناكارات وفقاً لعدد و لمواصفات معايير التصميم المتغيرة و لمواصفات معايير التصميم الثابتة (مثل الحمولات الحية و غيرها).

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية

- إذا كان عدد المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل هي C و إذا كان n_i هو عدد الهنكارات في الموقع i فعندئذ سيتم اعتماد تصميم لكل هنكار من هذه الهنكارات التي عددها n_i فإذا رمزنا بـ $de_{i,1}$ كرمز التصميم المعتمد للهنكار رقم 1 في الموقع i و رمزنا بـ $de_{i,2}$ كرمز التصميم المعتمد للهنكار رقم 2 في الموقع i و هكذا حتى الرمز de_{i,n_i} كرمز التصميم المعتمد للهنكار رقم n_i في الموقع i .
- وبالتالي سيكون لدينا مجموعة تصاميم معتمدة $(de_{i,1}, de_{i,2}, \dots, de_{i,n_i})$ في الموقع i و كل تصميم منها متعلق بهنكار من الهنكارات التي عددها n_i .
- و بالتالي سيكون عدد التصاميم المعتمدة في جميع المواقع يساوي عدد الهنكارات:

$$k = n_1 + n_2 + \dots + n_c$$

تم تصنيف الادخالات (المعطيات) ضمن مجموعة من جداول الخصائص و التي يتم الربط فيما بينها .

إن جداول الادخالات (المعطيات) يقدمها المهندسون و القائمون على المعمل المتنقل، و هي تحدد البنود و المتغيرات التي على أساسها سيتم إيجاد الحل الأمثل. و فيما يلي سنبين أهم جداول الادخالات (المعطيات) مع أمثلة لها:

• جدول الهنكارات :

و يحوي الهنكارات التي سيتم تركيبها في المواقع المتعددة للمعمل المتنقل لاعادة التدوير حيث يبين هذا الجدول موقع كل هنكار سيتم تشييده (تركيبه) ، و يحوي الجدول الأعمدة : ID_of_warehouse و warehouse_name و location .

الجدول (1) : جدول الهنكارات

ID_of_warehouse	warehouse_name	location
1	wa1	a
2	wb1	b
3	wb2	b
4	wc1	c

• جدول خصائص المقاطع:

و يحوي خصائص الفولاذ المتوفر لتنفيذ الهنكارات، و يحوي الاعمدة التالية: ID و section_name و steel_grade و steel_table و section_type و profile_in_list و weight kg/m و count_of_lengths و مجموعات: length و count و price_per_1_steel_section [15].

الجدول (2) : جدول خصائص المقاطع [15]

ID	section_name	steel_grade_ID	steel_table	section_type	weight kg/m	count_of_available_lengths	length m	count	price__sp_per_1_steel_section	length m	count	price__sp_per_1_steel_section
1	254x254_UC73	S275	UK5	UC	73.1	1	12	200	2632000			
2	203x203_UC46	S275	UK5	UC	46.1	1	18	250	2490000			
3	152x152_UC37	S275	UK5	UC	37	2	12	200	1332000	18	100	1998000
4	114.3X3.6_CHS	S275	UK5	CHS	3.09	1	12	250	112000			
5	139.7x5.0_CHS	S275	UK5	CHS	8.38	1	18	275	453000			
6	168.3x5.0 CHS	S275	UK5	CHS	9.83	1	12	250	354000			
7	168.3x10.0 CHS	S275	UK5	CHS	16.6	1	12	200	598000			
8	914x305_UB289	S275	UK5	UB	289	1	18	275	15606000			
9	838x292_UB176	S275	UK5	UB	176	1	12	250	6336000			
10	686x254_UB152	S275	UK5	UB	152	1	18	200	8208000			
11	457x191_UB98	S275	UK5	UB	98.3	1	18	275	5309000			
12	150x90_PFC24	S275	UK5	PFC	23.9	1	12	250	861000			
13	125x65_PFC15	S275	UK5	PFC	14.8	1	18	200	800000			
14	172_Z_14	S275	Metsec	Z	3.6	1	18	250	195000			
15	202_Z_15	S275	Metsec	Z	4.21	1	18	200	228000			
16	232_Z_16	S275	Metsec	Z	5.11	1	12	275	184000			
17	262_Z_16	S275	Metsec	Z	5.57	1	18	250	301000			

• جدول الحالات للعناصر بدلالة section_ID:

و يحوي الخيارات الممكن استخدامها لكل عنصر انشائي و ذلك من الفولاذ المتوفر المذكور في جدول خصائص المقاطع ، و يحوي هذا الجدول الأعمدة member_type و count_of_cases و مجموعة section_ID حيث أن section_ID هو ID الخاص بالمقطع و الموجود في الجدول (2) .

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية

الجدول (3) : جدول الحالات للعناصر بدلالة section_ID

member_type	count_of_cases	section_ID	section_ID	section_ID	section_ID
post	3	1	2	3	
roof_bracing	4	4	5	6	7
longitudinal_bracing	4	4	5	6	7
door	2	12	13		
column	4	8	9	10	11
rafter	4	8	9	10	11
purlin	4	14	15	16	17
rail	4	14	15	16	17

• جدول الحالات لخصائص (معايير) التصميم المتغيرة :

ويحوي خيارات القيم التي يمكن أن تأخذها مجموعة خصائص تصميمية (غير متعلقة بخصائص المقاطع المعدنية) ، حيث يحوي الجدول الاعمدة : id و warehouse و variable_data_of_design و count_of_cases و مجموعة value [15] .

الجدول (4) : جدول الحالات لخصائص التصميم المتغيرة [15]

id	warehouse	variable_data_of_design	count_of_cases	value	value	value	value
1	wa1	span_length_(m)	3	16	18	20	
2	wa1	no_of_frames	4	8	9	10	11
3	wa1	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
4	wa1	left_eaves_level_(m)	2	5	6		
5	wb1	span_length_(m)	2	18	20		
6	wb1	no_of_frames	4	8	9	10	11
7	wb1	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
8	wb1	left_eaves_level_(m)	1	6			
9	wb2	span_length_(m)	1	20			
10	wb2	no_of_frames	4	8	9	10	11
11	wb2	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
12	wb2	left_eaves_level_(m)	2	5	6		
13	wc1	span_length_(m)	2	18	20		
14	wc1	no_of_frames	4	8	9	10	11
15	wc1	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
16	wc1	left_eaves_level_(m)	1	6			

نلاحظ في مثال الجدول السابق أنه توجد 4 خصائص (معايير) تصميمية متغيرة لكل هنكار (وهو مثال للتوضيح) ، و يمكن أن يكون عدد خصائص التصميم المتغيرة أكثر

أو أقل (مثلاً يمكن وضع خيارات للتباعد الشاقولي بين سكك الجدران) ، وذلك حسب جداول الادخالات (المعطيات) التي يقدمها المهندسون و القائمون على المعمل المتنقل.

• جدول حدود نتائج التصميم :

يتضمن هذا الجدول حدودا عليا و دنيا لمجموعة من الخصائص التصميمية الناتجة حيث تختلف هذه الحدود من هنكار لآخر، و يحوي هذا الجدول الاعمدة: ID و

warehouse و results_of_design و lower_limit و upper_limit . يبين

الجدول التالي مثلاً لحدود نتائج التصميم للهنكار : wa1 .

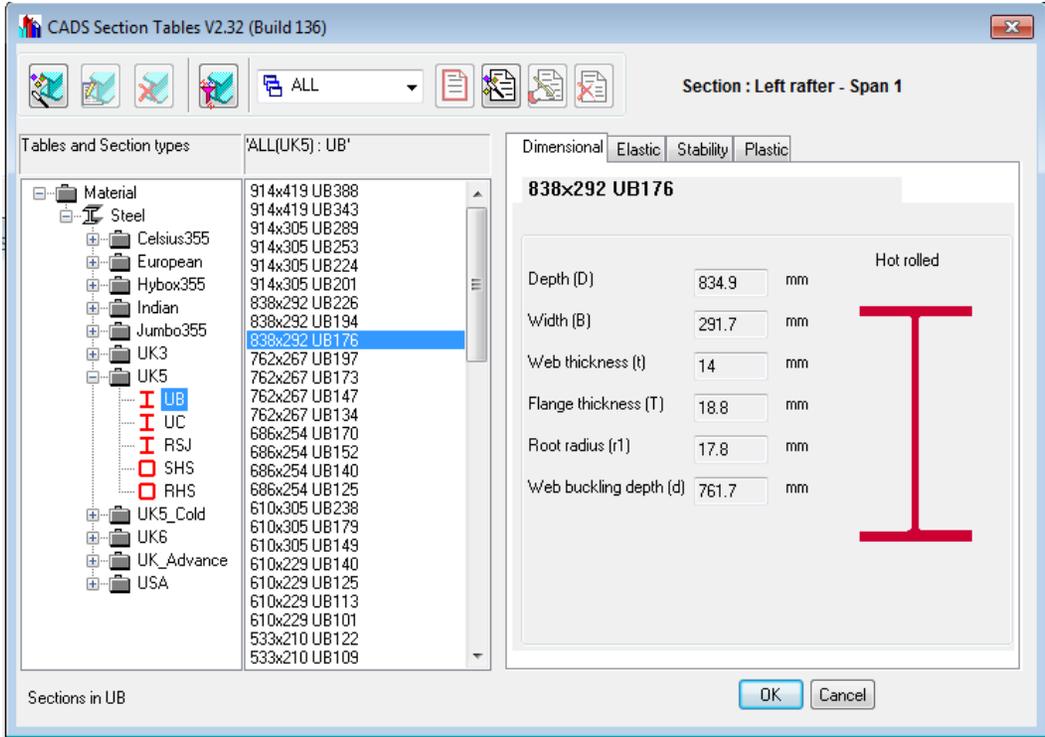
الجدول (5) : جدول حدود نتائج التصميم للهنكار : wa1

ID	warehouse	results_of_design	lower_limit	upper_limit
1	wa1	total_length_(m)	30	100
2	wa1	total_area_(m ²)	480	3000

• يوجد للهنكارات خصائص تصميمية ذات قيم ثابتة (أي لا تتغير قيمها مثلاً الحمولات الحية)، و التي تكون محددة مسبقاً حيث أن التغيرات تحدث فقط للخصائص التصميمية (المكونات) المبينة في الأمثلة السابقة من خلال الجدولين: جدول الحالات للعناصر بدلالة section_ID (الجدول 3) و جدول الحالات لخصائص التصميم المتغيرة (الجدول 4) .

• لاجراء هذا البحث توجب استخدام برنامج متخصص و متطور في مجال الهنكارات، و بناءً على ذلك فقد قمنا باستخدام برنامج تصميم الهنكارات: Smart Portal 3D ، و هو برنامج متخصص بالتصميم الانشائي للهنكارات ، و للعمل ضمن هذا البرنامج يجب على المستخدم ادخال المعلومات ضمن مجموعة من النوافذ في البرنامج . إن الادخالات و المعالجة تستغرق وقتاً (عدة دقائق) حتى نتحقق في النهاية فيما إذا المدخلات تعطي هنكار مقبول انشائياً أم لا [15] . في هذا البحث سيتم تصميم الأساسات كقواعد مفردة من البيتون المسلح ، و يقوم برنامج Smart Portal 3D بتصميم هذه القواعد ، و هذه القواعد لن يتم نقلها من موقع إلى آخر .

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية



الشكل (1) : نافذة اختيار المقاطع برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D

و لأنه سيتم اجراء عدد كبير جدا من عمليات التحقق لمدخلات الهنكارات، ففي هذه الحالة لابد من اجراء أتمتة لعمليات الادخال و الحصول على النتائج باستخدام برنامج Smart Portal 3D ، و لكون هذا البرنامج مغلق و لا يمكن أتمتته باستخدام VBA أو غيرها من الأدوات فلذلك قمنا بأتمتته باستخدام نظام الأتمتة: Pulover's Macro Creator ، و هو نظام أتمتة ومولد نصوص برمجية [7] [15].

3. إيجاد العدد الكلي اللازم لكل مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل:

لكل حل مقبول في الخوارزمية الوراثية (و هو يمثل مجموعة تصاميم الهنكارات في جميع المواقع) نقوم بالخطوتين التاليتين:

1- نقوم بحساب العدد الكلي اللازم لكل طول و ذلك لكل مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل (وفقاً الفقرة 3-1).

2- نقوم بإيجاد التقطيع الأمثل للعناصر المعدنية (الفولاذية) باستخدام البرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة بطريقة غوموري ، و بالتالي نحصل على العدد الكلي اللازم لكل مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل (وفقاً الفقرة 3-2).

3-1: حساب العدد الكلي اللازم لطول معين من مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل:

إذا كان عدد المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل هي C و كانت النسبة المئوية لتلف للعناصر المعدنية عند فك الهنكارات المعدنية (عند انتهاء العمل في كل موقع من مواقع المعمل المتنقل) هي t% .

و بالتالي تكون النسبة المئوية للمتبقّي غير التالف $r\% = 100 - t\%$ و بالتالي تكون $r = r\% / 100$.

إذا رمزنا للعدد المحسوب لطول معين z للمقطع المعدني h في الموقع i : $E_{i,j,h}$

و رمزنا للعدد اللازم إضافته (الإضافة إلى العدد المتبقّي غير التالف من المواقع

السابقة) لطول معين z للمقطع المعدني h في الموقع i : $D_{i,j,h}$

و رمزنا للعدد الفائض (غير اللازم) غير التالف المتبقّي من المواقع السابقة لطول

معين z للمقطع المعدني h في الموقع i : $CRV_{i,j,h}$

و رمزنا للعدد الكلي اللازم لطول معين z للمقطع المعدني h لجميع المواقع: $G_{j,h}$

و بالتالي يكون:

للموقع الأول للمعمل المتنقل:

$$D_{1,j,h} = E_{1,j,h} \quad , \quad CRV_{1,j,h} = 0$$

للموقع الثاني للمعمل المتنقل:

$$\text{if } \text{int}(E_{1,j,h} * r) + CRV_{1,j,h} < E_{2,j,h}$$

$$\text{then } D_{2,j,h} = E_{2,j,h} - \text{int}(E_{1,j,h} * r) - CRV_{1,j,h} \quad , \quad CRV_{2,j,h} = 0$$

$$\text{else } D_{2,j,h} = 0 \quad , \quad CRV_{2,j,h} = \text{int}(E_{1,j,h} * r) + CRV_{1,j,h} - E_{2,j,h}$$

حيث أن التابع $\text{int}(\text{value})$ يقوم بتحويل الرقم الغير صحيح value إلى أقرب رقم صحيح (أصغر من value) حيث أن عدد العناصر المعدنية المتبقّية غير التالفة هو عدد صحيح .

للموقع الثالث للمعمل المتنقل:

$$\text{if } \text{int}(E_{2,j,h} * r) + \text{CRV}_{2,j,h} < E_{3,j,h}$$

$$\text{then } D_{3,j,h} = E_{3,j,h} - \text{int}(E_{2,j,h} * r) - \text{CRV}_{2,j,h} , \text{CRV}_{3,j,h} = 0$$

$$\text{else } D_{3,j,h} = 0 , \text{CRV}_{3,j,h} = \text{int}(E_{2,j,h} * r) + \text{CRV}_{2,j,h} - E_{3,j,h}$$

و بالتالي لأي موقع $q > 1$ نستطيع أن نكتب:

$$\text{if } \text{int}(E_{q-1,j,h} * r) + \text{CRV}_{q-1,j,h} < E_{q,j,h}$$

$$\text{then } D_{q,j,h} = E_{q,j,h} - \text{int}(E_{q-1,j,h} * r) - \text{CRV}_{q-1,j,h} , \text{CRV}_{q,j,h} = 0$$

$$\text{else } D_{q,j,h} = 0 , \text{CRV}_{q,j,h} = \text{int}(E_{q-1,j,h} * r) + \text{CRV}_{q-1,j,h} - E_{q,j,h}$$

حيث: $\text{int}(E_{q-1,j,h} * r) + \text{CRV}_{q-1,j,h}$ هو العدد المتبقي غير التالف (بعد نفيك

الهنكارات عند انتهاء العمل في الموقع $q-1$) للطول z للمقطع المعدني h

ويكون العدد الكلي اللازم لطول معين z للمقطع المعدني h لجميع المواقع:

$$G_{C,j,h} = \sum_{i=1}^C D_{i,j,h}$$

3-2: إيجاد التقطيع الأمثل للعناصر المعدنية (الفولاذية) باستخدام البرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة بطريقة غوموري:

لتوضيح عملية إيجاد التقطيع الأمثل للعناصر المعدنية سنبين المثال التالي:

بفرض لدينا طولين متوفرين لمقطع المعدني معين وهما $L1$ ، $L2$ ، و العدد المتوفر منهما على الترتيب $\text{count}1$ و $\text{count}2$ و تكلفتها على الترتيب $\text{cost}1$ ، $\text{cost}2$ ، و لدينا ثلاثة اطوال المطلوب الحصول عليها من خلال التقطيع حيث العدد المطلوب من الطول 1 هو $V1$ و العدد المطلوب من الطول 2 هو $V2$ العدد المطلوب من الطول 3 هو $V3$.

إن طريقة التقطيع 1 ينتج عنها عناصر من الطول 1 عددها $p_{1,1}$ ، و عناصر من الطول 2 عددها $p_{1,2}$ ، و عناصر من الطول 3 عددها $p_{1,3}$ ، كما أن طريقة التقطيع 2 ينتج عنها عناصر من الطول 1 عددها $p_{2,1}$ ، و عناصر من الطول 2 عددها $p_{2,2}$ ، و عناصر من الطول 3 عددها $p_{2,3}$ و هكذا بنفس الاسلوب لبقية طريقة التقطيع.

الجدول(6): مثال لعملية إيجاد التقطيع الأمثل للعناصر المعدنية

طريقة التقطيع	العدد من الطول 1	العدد من الطول 2	العدد من الطول 3	الطول المتوفر للمقطع المعدني	العدد المتوفر للمقطع المعدني	كافة للمقطع المعدني
1	p _{1,1}	p _{1,2}	p _{1,3}	L1	count1	cost1
2	p _{2,1}	p _{2,2}	p _{2,3}			
3	p _{3,1}	p _{3,2}	p _{3,3}			
4	p _{4,1}	p _{4,2}	p _{4,3}			
5	p _{5,1}	p _{5,2}	p _{5,3}	L2	count2	cost2
6	p _{6,1}	p _{6,2}	p _{6,3}			
7	p _{7,1}	p _{7,2}	p _{7,3}			
	العدد المطلوب من الطول 1	العدد المطلوب من الطول 2	العدد المطلوب من الطول 3			
	V1	V2	V3			

لنرمز لعدد القضبان الذي تم قصه وفق الطريقة i بالرمز y_i و هي عدد صحيح ، و بالتالي نستطيع كتابة مسألة برمجة خطية بالأعداد الصحيحة للمثال السابق كما يلي:
التابع الهدف: وهو يهدف للحصول على أقل كلفة ممكنة:

$$Z_{\min} = (y_1 + y_2 + y_3 + y_4) * \text{cost1} + (y_5 + y_6 + y_7) * \text{cost2}$$

الشروط:

$$y_1 + y_2 + y_3 + y_4 \leq \text{count1} \quad (1)$$

$$y_5 + y_6 + y_7 \leq \text{count2} \quad (2)$$

$$y_1 * p_{1,1} + y_2 * p_{2,1} + y_3 * p_{3,1} + y_4 * p_{4,1} + y_5 * p_{5,1} + y_6 * p_{6,1} + y_7 * p_{7,1} \geq V1 \quad (3)$$

$$y_1 * p_{1,2} + y_2 * p_{2,2} + y_3 * p_{3,2} + y_4 * p_{4,2} + y_5 * p_{5,2} + y_6 * p_{6,2} + y_7 * p_{7,2} \geq V2 \quad (4)$$

$$y_1 * p_{1,3} + y_2 * p_{2,3} + y_3 * p_{3,3} + y_4 * p_{4,3} + y_5 * p_{5,3} + y_6 * p_{6,3} + y_7 * p_{7,3} \geq V3 \quad (5)$$

where: $y_1 \geq 0$ and integer , $y_2 \geq 0$ and integer , $y_3 \geq 0$ and integer , $y_4 \geq 0$ and integer , $y_5 \geq 0$ and integer , $y_6 \geq 0$ and integer , $y_7 \geq 0$ and integer (6)

الشرطين (1) و (2) لعدم تجاوز العدد المتوفر من الطولين المتوفرين للمقطع المعدني:

. L2 ، L1

الشروط (3) و (4) و (5) لكي نحصل على الأعداد المطلوبة من الطول 1 و الطول 2

و الطول 3 .

مجموعة الشروط (6) هي شروط عدم السلبية للمجاهيل و كذلك أن المجاهيل أعداد صحيحة.

في البرنامج الحاسوبي الذي قمنا ببرمجته سيتم حل مسائل البرمجة الخطية بالاعداد الصحيحة بطريقة غوموري [14].

و بالتالي يكون العدد اللازم من المقطع المعدني المذكور ذو الطول المتوفر L1 هو:
 $(y_1 + y_2 + y_3 + y_4)$

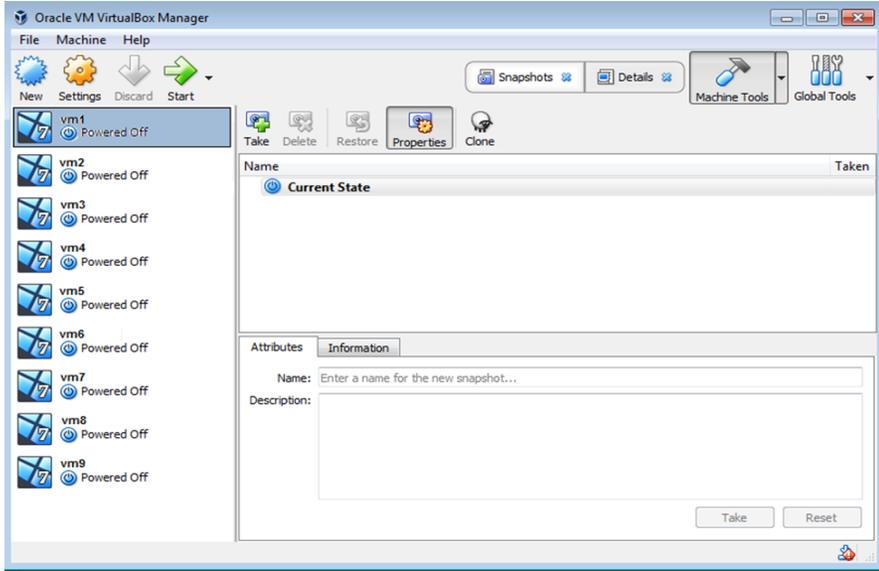
و بالتالي يكون العدد اللازم من المقطع المعدني المذكور ذو الطول المتوفر L2 هو:
 $(y_5 + y_6 + y_7)$

بنفس الطريقة يتم إيجاد التقطيع الأمثل لجميع أنواع المقاطع المعدنية المستخدمة.

4: الآلات الافتراضية Virtual Machines:

إن الادخالات و الحصول على النتائج باستخدام برنامج تصميم الهنكارات: Smart Portal 3D بشكل مؤتمت يستغرق وقتاً (عدة دقائق) حسب ما ذكرنا في الفقرة السابقة، و باعتبار المشكلة المطروحة هي ذات فضاء حلول كبير، و بالتالي يجب معالجة عدد من الحلول في نفس الوقت لتسريع الحصول على النتائج ، و لكن بسبب طبيعة برنامج تصميم الهنكارات: Smart Portal 3D الذي يستخدم نوافذ متعددة و متتالية (نماذج forms) و يقوم باستدعاء نوافذ معينة (مثل نافذة اختيار المقاطع المبيّنة في الشكل (1) نوافذ اخرى ايضاً) بشكل متكرر خلال خطوات عمله المتتالية ، مما يجعل من غير الممكن أتمتة تشغيل عدة نسخ من برنامج تصميم الهنكارات: Smart Portal 3D في نفس الوقت على نفس نظام التشغيل ، حيث أن النوافذ المستدعاة بشكل متكرر (مثل نافذة اختيار المقاطع) يمكن أن تتداخل ، و يمكن أن تظهر عدة نسخ منها على الشاشة في نفس الوقت عند تشغيل عدة نسخ من برنامج تصميم الهنكارات ، و بالتالي فإنها لن تعمل بشكل صحيح عند أتمتة تشغيل هذه النسخ ، كما أن البرامج التي يتم تشغيل عدة نسخ منها بنفس الوقت يمكن في كثير من الحالات أن تقوم بحفظ البيانات في مساحات بيانات (data spaces) بعضها البعض و بالتالي للقيام بأتمتة تشغيل عدة نسخ من برنامج تصميم الهنكارات يجب عزل هذه النسخ عن بعضها ، و لذلك قمنا باستخدام الآلات افتراضية Virtual Machines.

إن كل آلة افتراضية Virtual Machine (VM) أو يُعرف باسم نظام التشغيل الضيف تحاكي جميع الواجهات والموارد الخاصة بنظام الكمبيوتر الحقيقي. تستخدم الآلة افتراضية (VM) البنية التحتية الافتراضية حيث يمكن تطبيقها ليس فقط على الأنظمة الفرعية (مثل الأقراص)، ولكن على الجهاز بأكمله مثل (وحدة المعالجة المركزية CPU، والإدخال / الإخراج (I/O) وغيرها) [6].



الشكل (2) : نظام الآلات الافتراضية: Oracle VM VirtualBox

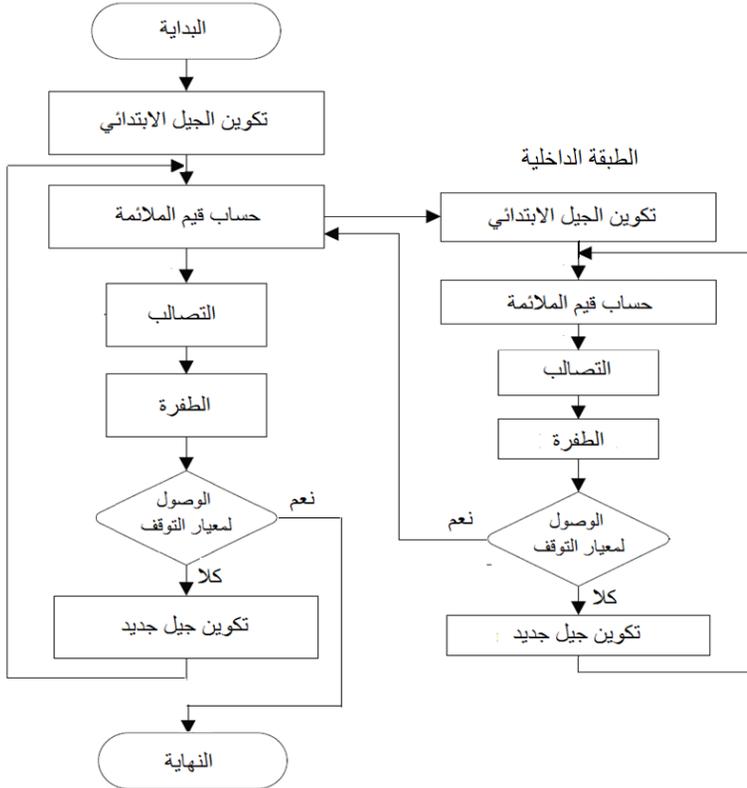
يتطلب تشغيل أنظمة تشغيل ضيف متعددة في جهاز افتراضي، بشكل أساسي مواصفات عالية لجهاز لتجنب التعطيل في الأعمال العملية، حيث يجب أن يحوي ذاكرة Ram كبيرة و معالج يحوي عدد مناسب من النوى Cores و خيوط المعالجة threads و ذلك ليتمكن الكمبيوتر من تشغيل عدة آلات افتراضية في نفس الوقت. يعد Oracle VM VirtualBox أحد أنظمة الآلات الافتراضية المجانية والتي تمكننا من تشغيل آلات افتراضية متعددة في كومبيوتر واحد [4] وقمنا باستخدامه في هذا البحث.

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والآلات الافتراضية

5: الخوارزميات الوراثية المتداخلة ذات الطبقتين:

في الخوارزميات الوراثية المتداخلة ذات الطبقتين تكون الخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية مُتضمنة في الخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية، حيث تقوم الخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية بتزويد خوارزمية الطبقة الخارجية بقيم الملاءمة [5].

و يبين الشكل التالي مخطط منهجي للخوارزميات الوراثية المتداخلة ذات الطبقتين.



الشكل (3): مخطط منهجي للخوارزميات الوراثية المتداخلة ذات الطبقتين

6: إعداد الخوارزميات الوراثية المتداخلة و الآلات الافتراضية لاستخدامهما للمشكلة المطروحة:

يجب اعتماد تمثيل مناسب للحلول عند استخدام الخوارزميات الوراثية لحل مشكلة الأمثلية المطروحة ، وهي مشكلة اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم و ذلك بحالة أنه يمكن أن تختلف تصاميم الهنكارات و أعدادها من موقع إلى آخر و ذلك للمواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل ، و سنقوم بأعداد خصائص

الخوارزميات الوراثية المتداخلة لاستخدامها عند اختلاف عدد و مواصفات معايير التصميم المتغيرة من مشروع إلى آخر بحسب ما يحدده المهندسون و القائمون على مشروع المعمل المتقل لإعادة التدوير .

6-1: تمثيل مصفوفة قيم للخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية :

الصبغيات المتعلقة بمجموعة الهنكارات تتكون من مجموعة قيم لمقاطع العناصر الانشائية و قيم لخصائص تصميمية (لا تتعلق بالعناصر الانشائية) والتي لها خيارات عديدة. حيث أن جدول الحالات للعناصر بدلالة section_ID يحوي خيارات القيم الممكن استخدامها لكل عنصر انشائي و ذلك من الفولاذ المتوفر ، و كذلك جدول الحالات لخصائص التصميم المتغيرة الذي يحوي خيارات القيم التي يمكن أن تأخذها مجموعة خصائص تصميمية.

فأمثلة الجداول السابقة لاجل للهنكارات w_1, w_2, w_3 يجب ان يحوي الصبغي الواحد لكل هنكار على قيم للمكونات المبينة في جدول الحالات للعناصر بدلالة section_ID و قيم للمكونات المبينة في جدول الحالات لخصائص التصميم المتغيرة.

كما يتبين من أمثلة الجداول السابقة : يوجد عدد k من الهنكارات (مجموع الهنكارات في جميع المواقع) و عدد هذه الهنكارات هو: $k = n_1 + n_2 + n_3 = 1 + 2 + 1 = 4$

كما يوجد عدد m من المكونات التي يجب وجود قيم لها لكل هنكار في الصبغي و عددها $m=12$ وبالتالي الصبغي يجب أن يحوي عدد من المكونات (المورثات Gene)

يساوي $k.m$ و هي في أمثلة الجدول 3 و الجدول 4 تأخذ القيمة $4 \times 12 = 48$ أي أن عدد المورثات 48 .

مثلاً ليكن لدينا الصبغي التالي:

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية

	section ID of post	section ID of roof_bracing	section ID of longitudinal_bracing	section ID of door	section ID of column	section ID of rafter	section ID of purlin	section ID of rail	span_length	no_of_frames	frame_centres	left_leaves_level
الهنكار wa1	2	7	6	13	9	11	14	15	20	9	5	6
الهنكار wb1	1	6	7	12	10	9	17	14	18	10	4	6
الهنكار wb2	3	5	4	13	11	8	16	17	20	11	4.5	6
الهنكار wc1	1	6	4	13	10	9	16	17	20	10	5	6

الشكل (4) : مثال لصبغي للخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية

إن محتويات الصبغي هي قيم للمكونات و ذلك لجميع الهنكارات حيث أن السطر الأول يتعلق بالهنكار الأول و هو wa1 ، و السطر الثاني يتعلق بالهنكار الثاني و هو wb1 ، و السطر الثالث يتعلق بالهنكار الثالث و هو wb2 ، و السطر الرابع يتعلق بالهنكار الرابع و هو wc1 ، و يتم من خلال الجدول 3 و الجدول 4 الحصول على القيم المكونات لهذا الصبغي ، و يبين الشكل التالي المقاطع الفولاذية للصبغي المذكور في المثال و التي تشكل أول 8 مورثات في كل سطر في الصبغي ، أما المورثات الأربعة الأخيرة في كل سطر فهي من الجدول 4:

<p>المقاطع الفولاذية</p> <p>254x254_UC73 168.3x5.0_CHS 168.3x10.0_CHS 150x90_PFC24 686x254_UB152 838x292_UB176 262_Z_16 172_Z_14</p> <p>السطر 2 في الصبغي</p>	<p>المقاطع الفولاذية</p> <p>203x203_UC46 168.3x10.0_CHS 168.3x5.0_CHS 125x65_PFC15 838x292_UB176 457x191_UB98 172_Z_14 202_Z_15</p> <p>السطر 1 في الصبغي</p>
<p>المقاطع الفولاذية</p> <p>254x254_UC73 168.3x5.0_CHS 114.3x3.6_CHS 125x65_PFC15 686x254_UB152 838x292_UB176 232_Z_16 262_Z_16</p> <p>السطر 4 في الصبغي</p>	<p>المقاطع الفولاذية</p> <p>152x152_UC37 139.7x5.0_CHS 114.3x3.6_CHS 125x65_PFC15 457x191_UB98 914x305_UB289 232_Z_16 262_Z_16</p> <p>السطر 3 في الصبغي</p>

الشكل (5) : المقاطع الفولاذية للصبغي المبين في المثال

6-2: تمثيل مصفوفة لاختيارات للخوارزمية الوراثة للطبقة الداخلية:

كما هو معلوم فاذا سمح التصميم بتعدد الفتحات لنفس المقطع المستخدم (للمدادات و لسكك الجدران) فعندئذ توجد مجموعة من الطرق لتنفيذ هذه العناصر . فمثلاً لو كان عدد الإطارات =9 و المسافة بين محوري اطارين متتاليين = 4.5 متر و الطول المتوفر لمقطع المستخدم لتنفيذ المدادات =18 متر ، فعندئذ خيارات (إمكانيات) تنفيذ المادة (من أول اطار إلى اخر اطار) سيكون عددها 15 خياراً كما في الجدول التالي:

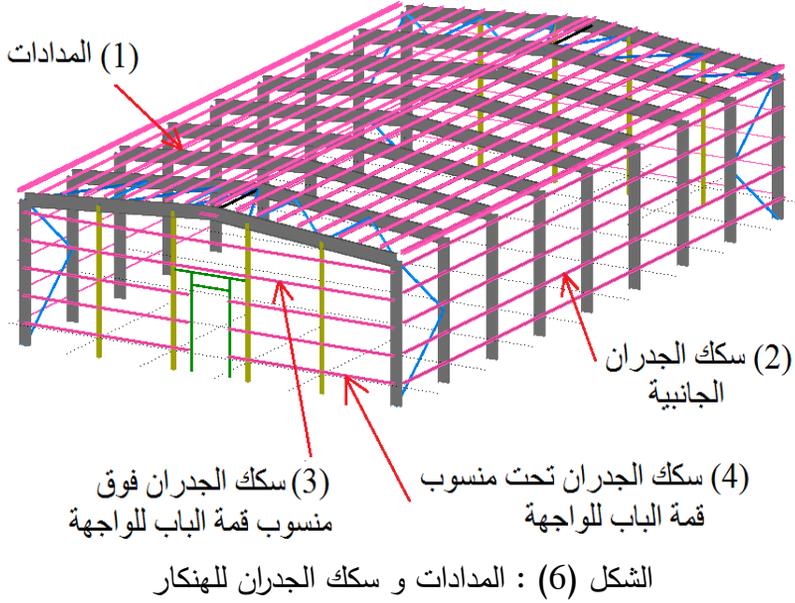
الجدول (7) : خيارات تنفيذ المادة (من أول اطار إلى اخر اطار) للمثال السابق

ID	18m	13.5m	9m	4.5m
1	0	0	0	8
2	0	0	1	6
3	0	0	2	4
4	0	0	3	2
5	0	0	4	0
6	0	1	0	5
7	0	1	1	3
8	0	1	2	1
9	0	2	0	2
10	0	2	1	0
11	1	0	0	4
12	1	0	1	2
13	1	0	2	0
14	1	1	0	1
15	2	0	0	0

فمثلاً إذا تم اختيار الخيار 9 فيعني ذلك استخدام عنصرين بطول 13.5 متر و عنصرين بطول 4.5 متر لتنفيذ المادة الواحدة (من أول إطار فولاذي إلى اخر إطار فولاذي).

و بنفس الطريقة يتم إيجاد خيارات تنفيذ سكك الجدران الجانبية و سكك جدران الواجهتين الامامية و الخلفية للهتكار .

يبين الشكل التالي المدادات و الأنماط الثلاثة لسكك الجدران (لم يتم رسم القواعد لتبسيط الشكل ، حيث يتم تصميم الاساسات كقواعد مفردة من البيتون المسلح).



يمثل كل سطر في المصفوفة الاختيارات للمدادات و سكك جدران هنكار من الهنكارات، حيث تمثل الأرقام في العمود الأول اختيارات المدادات، و تمثل الأرقام في العمود الثاني اختيارات سكك الجدران الجانبية، و تمثل الأرقام في العمود الثالث اختيارات سكك الجدران فوق منسوب قمة الباب للواجهة، و تمثل الأرقام في العمود الرابع اختيارات سكك الجدران تحت منسوب قمة الباب للواجهة. فللمثال المذكور سابقاً للخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية يمكن ان نبين مثلاً لمصفوفة اختيارات للخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية كما في الشكل التالي:

	اختيارات المدادات	اختيارات سكك الجدران الجانبية	اختيارات سكك الجدران فوق منسوب قبة الباب للأجهزة	اختيارات سكك الجدران تحت منسوب قبة الباب للأجهزة
الهنكار wa1	8	6	1	2
الهنكار wb1	7	9	2	1
الهنكار wb2	5	8	3	2
الهنكار wc1	9	7	2	1

الشكل (7) : مثال لمصفوفة اختيارات للخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية

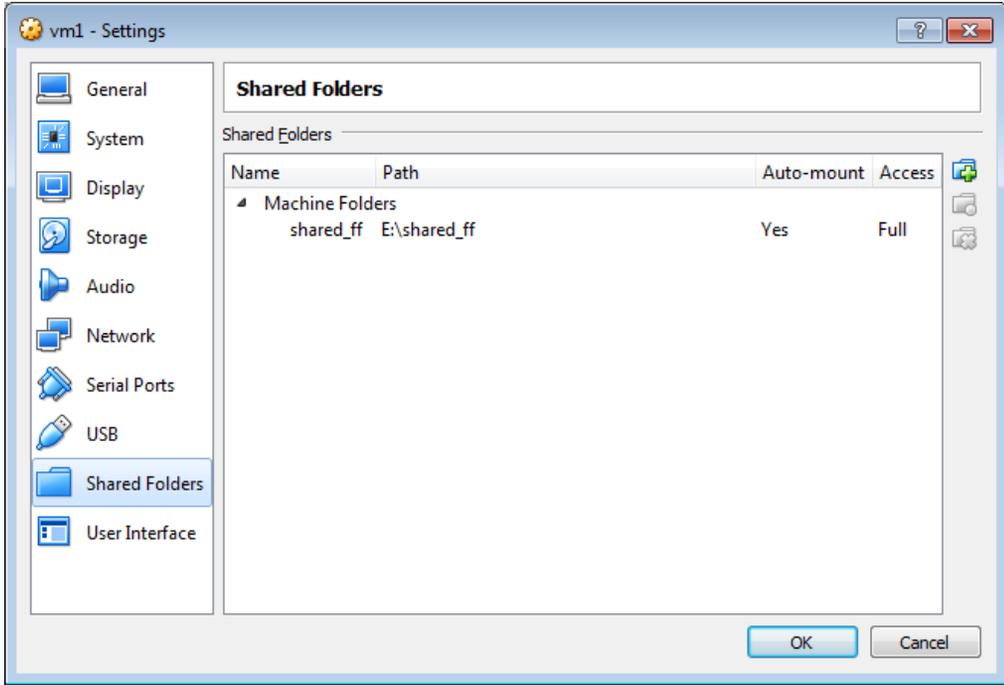
6-3: استخدام الآلات الافتراضية لمعالجة المشكلة المطروحة:

قمنا باستخدام الآلات افتراضية Virtual Machines للقيام بتشغيل عدة نسخ مؤتمتة من برنامج تصميم الهنكارات في نفس الوقت حيث استخدمنا Oracle VM VirtualBox ، و هو أحد أنظمة الآلات الافتراضية التي تمكننا من تشغيل آلات افتراضية متعددة في كومبيوتر واحد ، حيث يتم في كل آلة افتراضية أتمتة نسخة واحدة من برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D وذلك بواسطة نظام الأتمتة المستخدم.

6-4: استخدام المجلدات المشتركة shared folders لمشاركة البيانات:

يتم التواصل بين البرنامج الرئيسي الموجود على نظام التشغيل الأساسي و مع أنظمة الأتمتة الموجودة في الآلات افتراضية من خلال المجلدات المشتركة shared folders ، حيث قمنا بإنشاء مجلدات مشتركة للآلات افتراضية مع نظام التشغيل الأساسي لتمكننا من مشاركة البيانات بين الآلات افتراضية و نظام التشغيل الأساسي.

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية



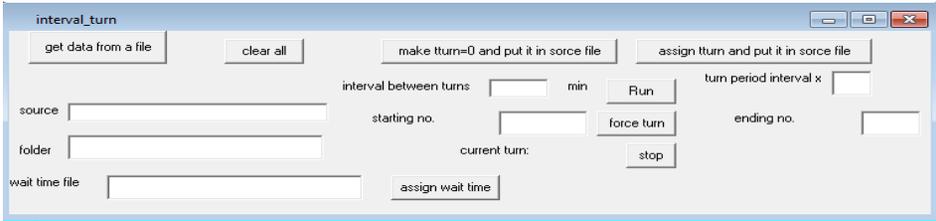
الشكل (8): إنشاء مجلد مشترك لآلة افتراضية

5-6: استخدام الآلات الافتراضية لادخال قيم المكونات إلى برنامج تصميم الهنكارات والحصول على نتائج هذا البرنامج:
يتم ذلك وفق الخطوات التالية:

- 1- تحديد مكونات الصبغ في البرنامج الرئيسي المكتوب بلغة visual basic.
- 2- يقوم البرنامج الرئيسي بإرسال هذه المكونات إلى الآلات الافتراضية بحيث يحصل عليها نظام الأتمتة الموجود في كل آلة افتراضية.
- 3- يتم معالجة هنكار في كل آلة افتراضية حيث يقوم نظام الأتمتة بادخال قيم المكونات إلى برنامج تصميم الهنكارات ، و يتم في نفس الوقت معالجة عدة هنكارات معاً من خلال الآلات الافتراضية.
- 4- يقوم نظام الأتمتة بإرسال المخرجات التي تم الحصول عليها من برنامج تصميم الهنكارات بحيث يحصل عليها البرنامج الرئيسي .

6-5-1: استخدام برنامج مساعد لتنظيم عمل أنظمة الأتمتة في الآلات الافتراضية:

لاحظنا خلال عمل برنامج تصميم الهنكارات في كل آلة افتراضية أنه في بعض المراحل يتم استخدام المعالج الافتراضي للآلة افتراضية (CPU usage) بنسبة كبيرة أكثر من 90% ، يتوجب تجنب حدوث نسبة الاستخدام الكبيرة لجميع معالجات الآلات الافتراضية في نفس الوقت (حيث لا ينصح باستخدام جميع النوى Cores و خيوط المعالجة threads للمعالج الحقيقي في نفس الوقت بنسبة كبيرة ، حيث قد يؤدي ذلك إلى حدوث بطء في أنظمة التشغيل) ، فلذلك قمنا بتصميم برنامج مساعد يقوم بتنظيم عمل أنظمة الأتمتة في هذه الآلات الافتراضية ، بحيث توجد فراغات زمنية (عدة ثوان seconds) تمنع وصول الآلات الافتراضية بنفس التوقيت إلى المراحل التي يحدث فيها نسبة استخدام كبيرة لمعالجات الآلات الافتراضية.



الشكل (9) : واجهة برنامج مساعد لتنظيم عمل أنظمة الأتمتة في الآلات الافتراضية

6-6: استعداد نظام الأتمتة لماكرو excel vba لاستخلاص الكميات:

إن برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D يمكنه حساب الكميات لمجموعة من المواد للهنكار و يحفظها في جداول ضمن ملف word ، و للاستفادة من هذه البيانات فقد قمنا ببرمجة ماكرو بلغة excel vba و حفظه ضمن ملف excel macro-enabled workbook وفقاً للخطوات التالية:

- 1- يقوم نظام الأتمتة في كل آلة افتراضية بنسخ جداول الكميات من ملف word و لصقها في ملف excel (الذي يحوي الماكرو بلغة excel vba).
- 2- يقوم نظام الأتمتة بتشغيل هذا الماكرو.
- 3- يقوم هذا الماكرو باستخلاص الكميات و حفظها في ملفات ضمن المجلدات المشتركة، بحيث يستطيع البرنامج الرئيسي الحصول عليها.

6-7: السمات الخاصة بالخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية:

إن الأنظمة الأساسية للخوارزميات الوراثية التي يتم استعمالها و كذلك أنواع مؤثر الاختيار و طرق اختيار الآباء ليست محددة لتمثيل معين.

سنبين الآن السمات الخاصة بالخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية و المستندة على تمثيل مصفوفة قيم من خلال شرح خصائص الأفراد و التصالب و الطفرة لهذه الخوارزمية كما يلي:

6-7-1: الأفراد:

يتم تمثيل الفرد (الصبغي) I_l من خلال مصفوفة قيم:

$$I_l = \begin{pmatrix} x_{1,1}^l & \cdots & x_{1,m}^l \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{k,1}^l & \cdots & x_{k,m}^l \end{pmatrix}$$

و كما ذكرنا سابقاً فإن m هو عدد المكونات التي يجب قيم لها لكل هنكار في الصبغي و k هو عدد الهنكارات (مجموع الهنكارات في جميع المواقع) ، وبالتالي الصبغي يجب أن يحوي عدد من المكونات (المورثات) يساوي $k.m$ حيث يتعلق كل سطر بهنكار من الهنكارات التي عددها الكلي k .

6-7-2: التصالب:

سنعتبر فردين تم اختيارهما للتصالب: الأم M و الأب F . سيتم حساب فردي ذرية منهما، فيما يلي سنعرّف فقط الابنة D ، ويتم حساب الابن بشكل مماثل لتعريف الابنة: 1-تصالب نقطة واحدة : لكل سطر من أسطر مصفوفة $i = 1, \dots, k$ نأخذ رقم عشوائي صحيح q_i حيث $1 \leq q_i < m$ ، و هكذا فمن أجل كل سطر i فإن المواقع q_i الأولى لفرد الابنة D تؤخذ من الأم بينما المواقع الباقية تؤخذ من الأب أي:

لكل $j = 1, \dots, m$ لدينا:

$$x_{i,j}^D = \begin{cases} x_{i,j}^M & , \text{if } j \in \{1, \dots, q_i\} \\ x_{i,j}^F & , \text{if } j \in \{q_i + 1, \dots, m\} \end{cases}$$

يبين الشكل التالي ابنة D ناتجة عن أبوين M و F وذلك من أجل $q_1 = 3$ و $q_2 = 5$ و $q_3 = 7$ و $q_4 = 4$:

M	2	7	6	13	9	11	14	15	20	9	5	6
	1	6	7	12	10	9	17	14	18	10	4	6
	3	5	4	13	11	8	16	17	20	11	4.5	6
	1	6	4	13	10	9	16	17	20	10	5	6
F	1	6	5	12	8	10	14	14	18	8	4.5	5
	1	5	6	12	9	8	15	14	18	9	3.5	6
	2	4	4	12	10	8	15	15	20	9	4	5
	1	5	4	12	9	8	15	16	18	9	4.5	6
D	2	7	6	12	8	10	14	14	18	8	4.5	5
	1	6	7	12	10	8	15	14	18	9	3.5	6
	3	5	4	13	11	8	16	15	20	9	4	5
	1	6	4	13	9	8	15	16	18	9	4.5	6

الشكل (10) : تصالب نقطة واحدة لتمثيل مصفوفة قيم للطبقة الخارجية

تجدد الإشارة إلى أنه يتم استخدام نقطة تصالب لكل سطر و بالتالي لكل هنكار من هنكارات جميع مواقع المعمل المتقل .

2- تصالب نقطتين: لكل سطر من أسطر مصفوفة $i = 1, \dots, k$ نأخذ رقمين عشوائيين

صحيحين $q_{i,1}$ و $q_{i,2}$ حيث $1 \leq q_{i,1} < q_{i,2} \leq m$:

$$x_{i,j}^D = \begin{cases} x_{i,j}^M, & \text{if } j \in \{1, \dots, q_{i,1}\} \\ x_{i,j}^F, & \text{if } j \in \{q_{i,1} + 1, \dots, q_{i,2}\} \\ x_{i,j}^M, & \text{if } j \in \{q_{i,2} + 1, \dots, m\} \end{cases}$$

لنعود مرة أخرى الأبوين المذكورين أعلاه M و F ، لأجل $q_{1,1} = 3$ و $q_{1,2} = 7$ و $q_{2,1} = 2$ و $q_{2,2} = 9$ و $q_{3,1} = 4$ و $q_{3,2} = 8$ و $q_{4,1} = 5$ و $q_{4,2} = 10$ فإننا نحصل على الابنة D المبينة في الشكل التالي :

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية

M	2	7	6	13	9	11	14	15	20	9	5	6
	1	6	7	12	10	9	17	14	18	10	4	6
	3	5	4	13	11	8	16	17	20	11	4.5	6
	1	6	4	13	10	9	16	17	20	10	5	6

F	1	6	5	12	8	10	14	14	18	8	4.5	5
	1	5	6	12	9	8	15	14	18	9	3.5	6
	2	4	4	12	10	8	15	15	20	9	4	5
	1	5	4	12	9	8	15	16	18	9	4.5	6

D	2	7	6	12	8	10	14	15	20	9	5	6
	1	6	6	12	9	8	15	14	18	10	4	6
	3	5	4	13	10	8	15	15	20	11	4.5	6
	1	6	4	13	10	8	15	16	18	9	5	6

الشكل (11) : تصالب نقطتين لتمثيل مصفوفة اختيارات

يتبين مما سبق مدى التنوع الذي يمكن أن يعطيه تصالب نقطتين لمصفوفة القيم ، حيث يتم استخدام نقطتي تصالب لكل سطر و بالتالي لكل هنكار من هنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل.

3-التصالب المنتظم : من أجل كل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j = 1, \dots, m$ نأخذ مصفوفة من الأرقام العشوائية $p_{ij} \in \{0, 1\}$ ثم نضع لكل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j = 1, \dots, m$:

$$x_{i,j}^D = \begin{cases} x_{i,j}^M, & \text{if } p_{ij} = 1 \\ x_{i,j}^F, & \text{otherwise} \end{cases}$$

لأفراد المثال أعلاه M و F و مصفوفة أرقام عشوائية المبينة في الشكل التالي نحصل على الابنة D كما يلي:

مصفوفة أرقام عشوائية	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
M	2	7	6	13	9	11	14	15	20	9	5	6
	1	6	7	12	10	9	17	14	18	10	4	6
F	3	5	4	13	11	8	16	17	20	11	4.5	6
	1	6	4	13	10	9	16	17	20	10	5	6
D	1	6	5	12	8	10	14	14	18	8	4.5	5
	1	5	6	12	9	8	15	14	18	9	3.5	6
	2	4	4	12	10	8	15	15	20	9	4	5
	1	5	4	12	9	8	15	16	18	9	4.5	6
	1	7	6	12	8	11	14	15	18	8	5	5
	1	6	7	12	10	8	15	14	18	9	3.5	6
	2	5	4	12	11	8	16	17	20	9	4.5	5
	1	5	4	13	9	8	16	16	18	10	4.5	6

الشكل (12): التصالب المنتظم لتمثيل مصفوفة قيم للطبقة الخارجية

6-7-3: الطريقة:

سنبين طريقتين للطفرة للتشفير المستند على مصفوفة قيم للخوارزمية الوراثة للطبقة الخارجية كما يلي:

1- الطريقة 1 للطفرة: لنفرض إنه لدينا الفرد l_j ، سنغير مصفوفة القيم له كما يلي:

تؤخذ لكل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j = 1, \dots, m$ قيم جديدة باحتمال $\rho_{\text{mutation1}}$.

2- الطريقة 2 للطفرة: لنفرض إنه لدينا الفرد l_j ، تؤخذ لكل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j =$

$1, \dots, m$ قيم جديدة باحتمال $\rho_{\text{mutation2}}$ كما يلي:

نأخذ رقم عشوائي صحيح q حيث: $1 \leq q \leq k$ و بحيث $q \neq i$ ، و تحصل المورثة

x_{ij} على قيمة المورثة x_{qj} بشرط أن تكون قيمة x_{qj} هي من القيم الممكنة للمورثة x_{ij}

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية

و بالتالي تسمح هذه الطفرة بنقل مورثة من هنكار (أ) إلى هنكار اخر (ب) في حال كانت قيمة هذه المورثة مسموحة للهنكار (ب) .

6-8: السمات الخاصة بالخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية:

سنبين الآن السمات الخاصة بالخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية و المستددة على تمثيل مصفوفة اختيارات من خلال شرح خصائص الأفراد و التصالب والطفرة كما يلي:

6-8-1: الأفراد:

يتم تمثيل الفرد (الصبغي) I_2 من خلال مصفوفة من الاختيارات:

$$I_2 = \begin{pmatrix} Z_{1,1}^I & \cdots & Z_{1,4}^I \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{k,1}^I & \cdots & Z_{k,4}^I \end{pmatrix}$$

حيث k هو عدد الهنكارات (مجموع الهنكارات في جميع المواقع) ، وبالتالي الصبغي يجب أن يحوي عدد من المكونات (المورثات) يساوي $4k$ حيث يتعلق كل سطر بهنكار من الهنكارات التي عددها الكلي k .

6-8-2: التصالب:

سنعتبر فردين تم اختيارهما للتصالب: الأم M و الأب F . سيتم حساب فردي ذرية منهما، فيما يلي سنعرّف فقط الابنة D ويتم حساب الابن بشكل مماثل لتعريف الابنة:

1-تصالب نقطة واحدة : لكل سطر من أسطر مصفوفة $i = 1, \dots, k$ نأخذ رقم عشوائي صحيح q_i حيث $1 \leq q_i < 4$ ، و هكذا فمن أجل كل سطر i فإن المواقع q_i الأولى لفرد الابنة D تؤخذ من الأم بينما المواقع الباقية تؤخذ من الأب أي:

لكل $j = 1, \dots, 4$ لدينا:

$$z_{i,j}^D = \begin{cases} z_{i,j}^M, & \text{if } j \in \{1, \dots, q_i\} \\ z_{i,j}^F, & \text{if } j \in \{q_i + 1, \dots, 4\} \end{cases}$$

يبين الشكل التالي ابنة D ناتجة عن أبوين M و F وذلك من أجل $q_1 = 1$ و $q_2 = 2$ و $q_3 = 3$ و $q_4 = 2$:

M	8	6	1	2
	7	9	2	1
	5	8	3	2
	9	7	2	1

F	6	10	3	2
	9	8	1	2
	10	9	2	1
	8	11	2	1

D	8	10	3	2
	7	9	1	2
	5	8	3	1
	9	7	2	1

الشكل (13) : تصالب نقطة واحدة لتمثيل مصفوفة اختيارات للطبقة الداخلية

2- تصالب نقطتين: لكل سطر من أسطر مصفوفة $i = 1, \dots, k$ نأخذ رقمين عشوائيين صحيحين $q_{i,1}$ و $q_{i,2}$ ، حيث $1 \leq q_{i,1} < q_{i,2} \leq 4$:

$$Z_{i,j}^D = \begin{cases} Z_{i,j}^M & , \text{if } j \in \{1, \dots, q_{i,1}\} \\ Z_{i,j}^F & , \text{if } j \in \{q_{i,1} + 1, \dots, q_{i,2}\} \\ Z_{i,j}^M & , \text{if } j \in \{q_{i,2} + 1, \dots, 4\} \end{cases}$$

وبالتالي للأبوين المذكورين أعلاه M و F ، لأجل $q_{1,1} = 1$ و $q_{1,2} = 2$ و $q_{2,1} = 1$ و $q_{2,2} = 3$ و $q_{3,1} = 1$ و $q_{3,2} = 2$ و $q_{4,1} = 2$ و $q_{4,2} = 3$ فإننا نحصل على الابنة D المبينة في الشكل التالي :

M	8	6	1	2
	7	9	2	1
	5	8	3	2
	9	7	2	1

F	6	10	3	2
	9	8	1	2
	10	9	2	1
	8	11	2	1

D	8	10	1	2
	7	8	1	1
	5	9	3	2
	9	7	2	1

الشكل (14) : تصالب نقطتين لتمثيل مصفوفة اختيارات للطبقة الداخلية

3- التصالب المنتظم : من أجل كل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j = 1, \dots, 4$ نأخذ مصفوفة

من الأرقام العشوائية $p_{ij} \in \{0, 1\}$ ثم نضع لكل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j = 1, \dots, 4$:

$$z_{i,j}^D = \begin{cases} z_{i,j}^M, & \text{if } p_{ij} = 1 \\ z_{i,j}^F, & \text{otherwise} \end{cases}$$

للأفراد M و F المذكورين أعلاه و مصفوفة أرقام عشوائية المبينة في الشكل التالي

نحصل على الابنة D كما يلي:

	1	0	1	0
مصفوفة أرقام	0	0	0	1
عشوائية	0	1	1	0
	0	1	0	1

	8	6	1	2
M	7	9	2	1
	5	8	3	2
	9	7	2	1

	6	10	3	2
F	9	8	1	2
	10	9	2	1
	8	11	2	1

	8	10	1	2
D	9	8	1	1
	10	8	3	1
	8	7	2	1

الشكل (15) : التصالب المنتظم لتمثيل مصفوفة اختيارات للطبقة الداخلية

6-8-3: الطفرة:

تعرف الطفرة للتشفير المستند على مصفوفة اختيارات للخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية كما يلي: لنفرض إنه لدينا الفرد i ، سنغير مصفوفة الاختيارات له كما يلي: تؤخذ لكل i $k=1, \dots, k$ و لكل $j=1, \dots, 4$ اختيارات جديدة باحتمال $P_{mutation}$.

6-9: تطبيق الخوارزميات الوراثية المتداخلة في البرنامج الحاسوبي:

إن البرنامج الرئيسي الذي قمنا ببرمجته يعمل في نظام التشغيل الأساسي ، و يقوم بتطبيق الخوارزميات الوراثية المتداخلة ففي نهاية عمل الخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية نصل إلى حل أمثل أو حل قريب من الأمثل، حيث الأمثلية المطلوبة هي تقليل

قيمة التكاليف المتعلقة بهنكارات المعمل المتنقل في جميع المواقع، وذلك حسب الخطوات التالية:

1- يتم تحضير صبغيات مجتمع الخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية و لكل صبغي في هذا المجتمع نقوم بالخطوات التالية:

أ- في الخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية يتم في كل جيل حساب قيمة تابع الملاءمة و التي تعبر عن كلفة المدادات و سكك الجدران للهنكارات في جميع مواقع المعمل المتنقل ، و ذلك لكل صبغي (فرد) من صبغيات مجتمع الخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية، و تتحسن قيم تابع الملاءمة تدريجياً مع تتابع أجيال خوارزمية الطبقة الداخلية.

ب- بعد انتهاء عمل الخوارزمية الداخلية يتم نقل الحل الأمثل (أو القريب من الأمثل) الناتج عنها إلى صبغي الخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية ، حيث يتم حساب قيمة تابع الملاءمة للصبغي والتي تعبر عن قيمة التكاليف المتعلقة بهنكارات المعمل المتنقل في جميع المواقع.

2 - بنفس الأسلوب (باستخدام الخطوتين أ و ب) يتم حساب قيمة تابع الملاءمة لجميع صبغيات مجتمع الخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية.

3- تتحسن قيم تابع الملاءمة تدريجياً (أي يتم تقليل قيمة التكاليف تدريجياً) جيلاً بعد جيل في خوارزمية الطبقة الخارجية.

6-10: حالة عندما يُرغب باعتماد نفس التصميم لعدة هنكارات:

عندما يرغب المهندسون و القائمون على المعمل المتنقل باعتماد نفس التصميم لعدة هنكارات في نفس الموقع أو في عدة مواقع للمعمل المتنقل، فإن ذلك يُخفض عدد الأسطر في مصفوفة الصبغي لخوارزمية الطبقة الخارجية و كذلك يُخفض عدد الأسطر في مصفوفة الصبغي لخوارزمية الطبقة الداخلية، حيث يتم في سطر واحد في مصفوفة الصبغي تمثيل الهنكارات التي يُطلب اعتماد نفس التصميم لها ، و يجب في هذه الحالة أن تكون القيم في جدول الحالات لخصائص التصميم المتغيرة (الجدول 4) و جدول حدود نتائج التصميم (الجدول 5) متماثلة للهنكارات التي يُطلب اعتماد نفس التصميم لها. فللمثال المبين سابقاً ، إذا طُلب اعتماد نفس التصميم للهنكارين ($wb1$ و $wb2$)

، و كذلك إذا طُلب اعتماد نفس التصميم للهنكاريين (wa1 و wc1) فإن مثال الصبغي للطبقة الخارجية المبين في الشكل (4) يصبح كما يلي:

→ للهنكاريين wa1 و wc1	2	7	6	13	9	11	14	15	20	9	5	6
→ للهنكاريين wb1 و wb2	1	6	7	12	10	9	17	14	20	10	4	6

الشكل (16) : مثال لصبغي الطبقة الخارجية للخوارزمية الوراثة

كما أن مثال الصبغي للطبقة الداخلية المبين في الشكل (7) يصبح كما يلي:

→ للهنكاريين wa1 و wc1	8	6	1	2
→ للهنكاريين wb1 و wb2	7	9	2	1

الشكل (17) : مثال لصبغي الطبقة الداخلية للخوارزمية الوراثة

7: النتائج:

- قمنا بإعداد خصائص الخوارزميات الوراثة المتداخلة لاستخدامها بحيث يمكن أن يختلف عدد و مواصفات معايير التصميم المتغيرة من مشروع إلى آخر (بحسب ما يحدده المهندسون و القائمون على مشروع المعمل المتنقل لإعادة التدوير)، و بالتالي تختلف التصاميم الناتجة للهنكارات وفقاً لعدد و لمواصفات معايير التصميم المتغيرة و لمواصفات معايير التصميم الثابتة (مثل الحمولات الحية و غيرها).
- بسبب طبيعة برنامج تصميم الهنكارات التي تجعل من غير الممكن أتمتة تشغيل عدة نسخ في نفس الوقت على نفس نظام التشغيل، فإذ ذلك قمنا باستخدام الآلات افتراضية Virtual Machines للقيام بتشغيل عدة نسخ مؤتمتة من برنامج تصميم الهنكارات في نفس الوقت. و قد قمنا بتصميم برنامج مساعد يقوم بتنظيم عمل أنظمة الأتمتة في الآلات الافتراضية، بحيث توجد فراغات زمنية (عدة ثوان seconds) تمنع وصول الآلات الافتراضية بنفس التوقيت إلى المراحل التي يحدث فيها نسبة استخدام كبيرة لمعالجات الآلات الافتراضية.
- إن إنشاء مجلدات المشتركة shared folders للآلات افتراضية مع نظام التشغيل الأساسي تمكننا من مشاركة البيانات بين الآلات افتراضية و نظام التشغيل الأساسي ،

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والآلات الافتراضية

وهي تعطينا امكانية التواصل بين البرنامج الرئيسي الموجود على نظام التشغيل الأساسي مع انظمة الأتمتة الموجودة في الآلات افتراضية ، و تظهر فائدة المجلدات المشتركة أيضاً من خلال استدعاء نظام الأتمتة في كل آلة افتراضية لماكرو excel vba ، و الذي يقوم باستخلاص كميات مجموعة من المواد ، و وضعها في ملفات ضمن المجلدات المشتركة بحيث يستطيع البرنامج الرئيسي الحصول عليها.

● للحصول على العدد الكلي اللازم لكل مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل: نقوم بحساب العدد الكلي اللازم لكل طول و ذلك لكل مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل ، ثم نقوم بإيجاد التقطيع الأمثل للعناصر المعدنية (الفولاذية) باستخدام البرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة بطريقة غوموري.

● قمنا باستخدام تمثيل مصفوفة قيم للخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية ، و قمنا باستخدام تمثيل مصفوفة اختيارات للخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية في الخوارزميات الوراثية المتداخلة ، و ذلك لحل المشكلة المطروحة في هذا البحث. و تجدر الإشارة إلى التشابه في آلية عمل مؤثرات التصالب لكلا الخوارزميتين الوراثيتين للطبقتين الخارجية و الداخلية ، حيث يطبق تصالب نقطة و تصالب نقطتين لكل سطر من أسطر المصفوفة (بالتالي لكل هنكار من الهنكارات) ، مع ملاحظة أن عدد الاعمدة في مصفوفة الصبغى للطبقة الخارجية هو عدد المكونات التي يجب وجود قيم لها لكل هنكار في الصبغى ، بينما عدد الاعمدة في مصفوفة الصبغى للطبقة الداخلية هو 4 و يمثل عدد الاختيارات لتنفيذ المدادات و سكك الجدران لكل هنكار في الصبغى ، و عدد الأسطر في مصفوفات صبغيات كلا الخوارزميتين يمثل عدد الهنكارات الكلي في جميع مواقع المعمل المتنقل.

المراجع العلمية:

- 1- GEN, M., LIN, L, 2023 Genetic algorithms and their applications, Springer handbook of engineering statistics, 2nd ed., London, Springer, 635-674.
- 2- LAMBORA, A., GUPTA, K., CHOPRA, K, 2019 Genetic algorithm-a literature review, international conference on machine learning, big data, cloud and parallel computing, 380-384.
- 3- SOHAIL, A, 2023 Genetic algorithms in the fields of artificial intelligence and data sciences, Annals of Data Science, 10, 1007-1018.
- 4- KAMALUDIN, H., JAMAL, Y., RAHMAN, A., SAFAR, M., ISHAK, A, 2020 Implementing virtual machine: a performance evaluation, Recent Advances on Soft Computing and Data Mining: Proceedings of the Fourth International Conference on Soft Computing and Data Mining, Springer, 373-381.
- 5- CHEN, C., TIONG, R, 2020 Using genetic algorithm to automate the generation of open-plan office layout, International Journal of Architectural Computing , June 2020, 1-17.
- 6- MATELJAN, V., JURICIC, V., MOGULJAK M, 2014 Virtual machines in education, 37th International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO), 603–607.
- 7- KEELER, A, 2019 Molecular orientation and reactions probed via SERS. PhD Thesis, University of Southampton, Faculty of Engineering and Physical Sciences, 44-57.
- 8- HAGISHITA, T., OHSAKI, M, 2008 Optimal placement of braces for steel frames with semi-rigid joints by scatter search, Computers & Structures, 86, 1983-1993.

- 9- TALASLIOGLU, T, 2010 Multi-Objective Design Optimization of Grillage Systems by Scatter Search Methodology. International journal of civil and structural engineering, 1(3), 477-495.
- 10- YONEKURA, K., KANNO, Y, 2010 Global Optimization of Robust Truss Topology Via Mixed Integer Semidefinite Programming, Optimization in Engineering, 11, 355-379.
- 11- WALLS, R., ELVIN, A, 2010 Optimizing Structures Subject to Multiple Deflection Constraints and Load Cases Using the Principle of Virtual Work, Journal of Structural Engineering, 136, 1444-1452.
- 12- PATEL, J., CHOI, S, 2012 Classification approach for reliability-based topology optimization using probabilistic neural networks, Structural and Multidisciplinary Optimization, 45, 529-543.
- 13- ZEGARD, T., PAULINO, H, 2014 GRAND - Ground structure based topology optimization for arbitrary 2D domains using MATLAB, Structural and Multidisciplinary Optimization, 50, 861-882.
- 14- RAMTEKE, M., SARAF, D.N., Gupta, S.K, 2021- Optimization for Engineers. New Age International Private Limited. 350p.
- 15- ZAAROUR, N., DANHASH, G., ALI, H, 2024 Fitting the Genetic Algorithms and Automation for use to selection of steel warehouses of mobile plant for demolition resultants recycling in case of matching warehouse groups in all locations, Journal of Hama University, approved (in Arabic).