تحسين محفظة التنويع الدولي باستخدام خوارزميات مستعمرة النمل – حالة مؤشرات داو جونز الاسلامية

International Diversification Portfolio Optimization Using Ants Colony Algorithms Case of Dow Jones (DJIMI) Islamic Market Indexes

الحبيب زواوي *
جامعة غليزان، الجزائر
Habib.zouaoui@gmail.com

مريم نجاة نعاس
جامعة غليزان، الجزائر
Meriem.cfb@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2018/10/01
تاريخ القبول: 2019/06/17

ملخص:

تهدف هذه الدراسة للمساعدة في اتخاذ القرارات الاستثمارية في الأسواق المالية الموافقة لمبادئ الشريعة الاسلامية، وذلك بتقدير المحفظة المثلى على أساس التنويع الدولي والمفاضلة بين المخاطرة والعائد لتعظيم الأرباح. حيث قمنا بصياغة محفظة استثمارية في شكلها الشعاعي باستخدام نموذج ماركويتز وذلك بالاعتماد على أوزان المخاطر والعوائد لكل فئة من فئات الأصول. وتمثل الأصول في هذه الحالة أوزان المخاطر والعوائد لمختلف مؤشرات داوجونز الاسلامية (DJIM) في البورصات العالمية لكل من دول قطر، عمان، تركيا، السعودية، البحرين، ماليزيا خلال الفترة 2008–2018 ،كما تم استخدام خوارزميات النمل كإحدى الطرق الميتاهوريستيكية الفعالة لتحسين صيغة ماركويتز للمفاضلة بين المخاطر والعوائد وتحقيق المحفظة المثلى واستخراج منحنى الكفاءة الحدودي لها باستخدام برنامج Python .

الكلمات المفتاحية: التنويع الدولي، المحفظة المثلى، العائد والمخاطرة، مؤشر داوجونز الاسلامي، خوارزمية مستعمرة النمل.

تصنيف JEL:Y80 ; G11 ; G32

Abstract :

The objective of this study is to assist in making investment decisions in financial markets in accordance with the principles of Islamic Shari'a by evaluating the optimal portfolio on the basis of international diversification and the differentiation between risk and return to maximize profits.

We have formulated an investment portfolio in the form of Radiation using the Markowitz model, based on risk weights and returns for each asset class. Assets in this case represent the risk and return weights of the Dow Jones Islamic Indexes

* المؤلف المرسل

(DJIM) on the international stock exchanges of Qatar, Oman, Turkey, Saudi Arabia, Bahrain and Malaysia during the period 2008-2018. Ant colony algorithms optimization (ACO) have also been used as an effective metaheuristic method to improve Markowitz to compare the risks and returns and achieve the optimal portfolio and extract the border efficiency curve using the Python program
Keywords: International diversification, optimal portfolio, Return & risk, Ant colony algorithms, Dow Jones Islamic Market Indexes.
Jel Classification Codes: G11 ; G32 ; Y80

مقدمة:

أصبح للتمويل الإسلامي أهمية كبيرة في سوق الخدمات المالية العالمية . حيث أن الوساطة التقليدية ترتكز إلى حد كبير على أساس الدين، ونقل المخاطر، بينما الوساطة الإسلامية تعتمد على أساس الاستثمار في الأصول و تقاسم المخاطر و الأرباح و الخسائر، وهذه السمات تجعل أنشطتها أكثر ارتباطا بالاقتصاد الحقيقي، وتساعد في خفض مساهمتها في الأزمات والفقاعات المالية .

ويعتبر المستثمر في الصناعة المالية الإسلامية بدوره معرض إلى مخاطر مختلفة تمثل بدورها جوهر العمليات الاستثمارية، إذ يتطلب التعامل الجيد معها توفر آلية واضحة لترشيد مختلف العمليات التمويلية التي تساعد إدارة المخاطر على اتخاذ القرارات المناسبة، التي تعد مقياسا لأداء وفعالية المؤسسات المالية الإسلامية التي تسعى لإدارة المخاطر الإستثمارية الناجمة عن مختلف التقلبات في الأسواق المالية العالمية التي تتسم بالمرونة و المخاطرة العالية؛ ذلك لكونها مطالبة بالتعامل ضمن حدود الضوابط الشرعية مما يكسبها المصداقية الشرعية من جهة، وتوفير أساليب تمويلية مبتكرة التي تنظم آلية أعمالها الاستثمارية على غرار المؤشرات البورصية، مما يضفي عليها صبغة الكفاءة الإقتصادية، لاسيما في ظل حالة عدم التأكد التي تنتج بيئة ذات مرونة ومخاطرة كبيرتين، وبهدف إدارة هذه المخاطر المحتملة، بدأت البحوث والدراسات حول المحفظة المثلى في وقت مبكر منذ عام 1952باقتراح من الاقتصادي هاري ماركويتز. هذا الأخير قام بصياغة رياضية لسلوك الاستثمار وفق نماذج رياضية في نظرية المحفظة الحديثة. وبهدف الحصول على الحلول المثلى لهذه المسائل الرياضية ، تم استخدام الطرق الميتاهيروستيكية على نطاق واسع من أجل اتخاذ القرارات الاستثمارية في وقت قياسي ربحا للمال، حيث ركزنا في بحثنا على خوارزميات النمل كإحدى الطرق التكرارية المستخدمة حديثا والتي سوف نستخدمها في إدارة مخاطر التمويل الإسلامي وبناء محافظ مثلى موافقة لمبادئ الشريعة الاسلامية. في سياق ما سبق ذكره يسعى البحث للإجابة على الإشكالية التالية :

ما مدى فعالية التنويع الدولي للمحافظ الاستثمارية في إدارة مخاطر تقلبات عوائد المؤشرات الاسلامية وبناء محافظ مثلى ذات عوائد مرتفعة ومخاطر محدودة؟ .

أهمية البحث:

إن هدف البحث هو مساعدة المستثمرين على عملية إدارة مخاطر الاستثمار الموافق لأحكام الشريعة الاسلامية وفق طرق علمية مدروسة بعناية وذلك من أجل بناء محافظ استثمارية مثلى، ويكون ذلك وفقا لنموذج ماركويتز بصياغة المشكلة كمسألة برمجة تربيعيه والتي هي من مسائل المثلويات ومن ثم تطوير نموذج يعطي حلولاً مثلوية أفضل ومحاكاة هذه النماذج حاسوبياً باستخدام الطرق الميتاهيروستيكية (خوارزميات النمل). وأهمية البحث تأتي من ناحيته التطبيقية في الواقع العملي وخاصة تطبيقاته اتخاذ القرارات الاستثمارية في مجال الأسواق المالية بأقل التكاليف وأسرع وقت ممكن فباستخدام هذه الطرق الرياضية يتم تقديم أعلى مستوى من الخدمة للمستثمر بمساعدته في اتخاذ القرار الأمثل لعمليته الاستثمارية في ظل المخاطر العالية (النظامية وغير النظامية) .

الدراسات السابقة :

– أظهرت الدراسات التي قام بها الباحثون في توظيف أسلوب البرمجة التربيعية في بناء محفظة استثمارية مثلى بالاعتماد على النموذج المتعدد الأهداف لماركويتز (العائد–المخاطرة)، مدى التطور الذي حدث في وسائل بناء وإدارة المحافظ المالية الأمر الذي يعكس مدى تطور المعرفة المالية من خلال الانتقال من الأساليب المعقدة إلى تلك الأساليب البسيطة الفهم التي تساعد مدير المحفظة من بناء وإدارة المحافظ بناءاً على رغبات المستثمرين ومراقبة التطورات التي تحدث على خصائص المحفظة نتيجة لتطورات خصائص الأسهم المكونة لها، إذ يعد نموذج ماركويتز النموذج الأول في تلك الوسائل إذ اتصف ذلك النموذج بالتعقيد إذ استخدم البرمجة التربيعية في بناء واختيار المحافظ المالية ،توالت البحوث في هذا المجال في الدول المتقدمة على غرار الدراسات الحديثة مثل دراسة (Sadaf & Ghodrati) عام 2015 .ودراسة (Alkheil & All ;2017) حول التكامل الديناميكي وتنويع المحافظ الاستثمارية للمؤشرات الإسلامية والتقليدية ، والتي حاولت دراسة سلوك المستثمرين وتفضيلاتهم في بناء محافظهم بالاعتماد على أسلوب التنويع الدقيق بين المؤشرات الإسلامية أو التقليدية. ودراسة (2015 ; Boujelbène & & Trichilli) مع النتائج التي يمكن أن توفر معلومات مفيدة للمستثمرين الذين يحترمون الشريعة ويبحثون عن التنويع مع السلع مثل الذهب. ودراسة (2018 ; Dhaou) والتي

استخلصت أن الاستثمار الأمثل يركز على التنويع بين أزواج متساوية الأوزان لمؤشر السوق الأمريكي (داوجونز) التقليدي والإسلامي.

أولا : الاطار النظري للبحث

1-نبذة عن مؤشر داو جونز الإسلامي العالمي

1.1- الإعلان عن المؤشر :

تم الإعلان عن انطلاق أو أنشاء مؤشر داو جونز الإسلامي لسوق الأوراق المالية الإسلامية سنة 1999م، ويعتبر أول مؤشر إسلامي لسوق الأوراق المالية الإسلامية متوافق على أحكام الشريعة الإسلامية، ويعرض مجموعة كبيرة تقارب 70 مؤشر أو أداة لقياس أداة أوراق المالية كالأسهم وبعض الأوراق المالية الأخرى ذات الدخل الثابت، كما يشرف على هذا المؤشر مجلس يسمى مجلس الاستشارات الشرعية، كما تم تعديل المؤشر وتحسينه من خلال القرار رقم 21الصادر عن منظمة المحاسبة والتدقيق للمؤسسات المالية الإسلامية (AAOIFI). وكان هذا الإعلان عن المؤشر في المنامة دولة البحرين .

2.1- الإشراف على المؤشر وأسس اختيار الشركات المكونة له :

1.2.1- الإشراف على المؤشر :

كما سبق وأن أشرنا يساعد في الإشراف على المؤشر مجلس الاستشارات الشرعية ، وهو مجلس من العلماء المسلمين، يقدم خدمات تتمثل في تفسير للقضايا التجارية وتقديم التوصيات لتعديل المؤشر أو لتعديل الشركات الراغبة في الانضمام للمؤشر، عموما هذا المجلس ينظر في كل القضايا الشرعية للمؤسسات المكونة للمؤشر ومدى توافقها مع الشريعة الإسلامية ومبادئ الاستثمار الإسلامي، ويضم مجلس الاستشارات الشرعية كل من **(قط ،2016، صفحة 275):**

الشيخ نظام يعقوبي (البحرين)، وهو عضو في عدد من المجالس الشرعية للإشراف على بعض المؤسسات الإسلامية مثل، البنك العربي الإسلامي، وكذلك بنك أبو ظبي الإسلامي.

الشيخ محمد داود بكر (ماليزيا)، وهو حاليا عضو في عدد من المجالس الشرعية للإشراف على مؤسسات مالية إسلامية في ماليزيا وحول العالم مثل البنك المركزي الماليزي، وعضو في هيئة الأوراق المالية في سوق ماليزيا وكذلك عضو في هيئة السوق المالية الإسلامية الدولية في البحرين، عضو في منظمة المحاسبة والتدقيق للمؤسسات المالية الإسلامية في البحرين وماليزيا.

الشيخ الدكتور محمد القري (المملكة العربية السعودية)، بروفيسور و أستاذ مشارك في الاقتصاد الإسلامي، ومدير مركز الأبحاث الاقتصاد الإسلامي بجامعة الملك عبد العزيز في

السعودية، كذلك عضو في بعض هيئات الرقابة الشرعية حول العالم، وله عدة مؤلفات في البنوك الإسلامية.

الشيخ عبد الستار أبو غدة (سوريا)، من أقدم أعضاء هيئة الرقابة والإشراف في مؤسسة البركة للاستثمار في السعودي العربية، حصل على الدكتوراه في القانون الإسلامي، له عدة مؤلفات في المعاملات المالية الإسلامية.

الشيخ يوسف طلال ديلرونزو (الولايات المتحدة الأمريكية)، من الأوائل الذين د رَسُوا الاقتصاد الإسلامي في الو .م. أ، وقام بترجمة حوالي عشرون كتابا من اللغة العربية والفارسية واللغة الأردية لتفسر باللغة الإنجليزية، واشتغل في منصب الأمين العام لمجلس شمال أمريكا، وكذلك مستشار في مجلس الرقابة الشرعية لعدة مؤسسات مالية إسلامية.

كما تجدر الإشارة هنا أن **الدكتور رشدي صديقي** هو المدير العام لمؤشر داو جونز الإسلامي العالمي وهو يعمل في شركة داو جونز المتواجدة بالولايات المتحدة الأمريكية.

2.2.1- أسس إختيار الشركات المكونة للمؤشر(أسهم الشركات) :

يتكون المؤشر داو جونز العالمي الإسلامي من 600 شركة عالمية تستجيب لمعتقدات المسلمين، ولم تكن هذه الشركات التي كونت المؤشر من الدول الإسلامية فقط، ولكن من حوالي 70 دولة من العالم ككل، وتم اختيار هذه الشركات من أساس 2700 سهم للشركات التي تدخل في المؤشرات داو جونز العالمية التقليدية ؛

ولقد جاء هذا المؤشر انعكاسا لاهتمامات المستثمرين المسلمين وتقيدهم بمبادئ الشريعة ومقاصدها، لذلك فقد تم إستبعاد الشركات التي أنشطتها متعارضة مع مقاصد الإستثمار في الإسلام ومن بين الأنشطة الممنوعة عن تمثيلها بواسطة مؤشر داو جونز الإسلامي العالمي هي الشركات التي تنشط في صناعات التبغ والكحول، والمنتجات التي يدخل في إنتاجها مواد خنزيرية (لحم الخنزير) وكذلك النشاط المالية التقليدية مثل البنوك الربوية وشركات التأمين التقليدية بالإضافة إلى صناعة الأسلحة ومجالات الدفاع، كما تم الإقصاء من المؤشر الإسلامي مجالات الخدمات الترفيهية مثل الفنادق والكازينو وصالات القمار وسينما والموسيقى، والخدمات الجنسية .كما تقصى الشركات الأخرى التي تنشط في فروع المجالات المذكورة سابقا مثل شركات الإشهار غير شرعية في وسائل الإعلام، وكذلك الشركات المالية التي تتعامل بالقروض و الإدخارات، وشركات إنتاج الخمر، وكذلك شركات الوساطة المالية التي تتعامل بالمشتقات المالية الوضعية ؛

إن إقصاء الشركات أو اختيارها يكون في المرحلة الأولى على أساس مجال النشاط الإقتصادي الذي تنشط فيه الشركة، ومدى توافقها مع مبادئ الشريعة والمجلس التشريعي أو مجلس الاستشارات الشرعية هو الذي يحدد هذه الشركات، ثم يقوم نفس المجلس بتطبيق معايير النسب المالية المسموح بها في مديونية الشركات على الشركات المقبولة في الخطوة الأولى، وهذه النسب الثلاث المستخدمة من طرف المجلس التشريعي الاستشاري والتي على الشركة المقبولة أن لا تتعدى حدها القصوى هي: **(قط ، 2016، صفحة 276)**:

– نسبة الديون القصيرة وطويلة الأجل إلى المتوسط المتحرك (12 شهر) للقيمة الرأسمالية الجارية يجب أن يكون أقل من33 % .

– نسبة النقدية والأوراق المالية ذات الفائدة إلى المتوسط المتحرك (12 شهر) للقيمة الرأسمالية الجارية للشركة أقل من 33 % .

– نسبة أوراق القبض (حسابات البيع الأجل) إلى الأصول الكلية أقل من45 % .

أما فيما يخص التقسيم القطاع الإقتصادي والتي يمثلها المؤشر الإسلامي فهي نفسها التقسيمات القطاعية الموجودة في مؤشر داو جونز التقليدي، مع الإختلاف في بعض النشاطات المحرمة أو الغير الجائزة شرعا، وهذه القطاعات أو النشاطات لا يمكن أن تحضى بالقبول لتمثيلها في مؤشر داو جونز الإسلامي، لأن المجلس الاستشاري التشريعي سوف لن يقبلها للتمثيل في المؤشر كأول خطوة في تكوين المؤشر الإسلامي كما رأينا سابقا .

2– استراتيجية التنويع الاستثماري :

التنويع في المحافظ الاستثمارية ليس مفهوما جديدا فقد ظهر قديمًا في القرن الثامن العشر ، لترجمه الروماني Don Quixote عندما نصح Sancho Panza سيده أن لا يضع كل ما لديه من بيض في سلة واحدة، واستطاع ماركويتز ترجمة هذا المثل الشعبي إلى مجال الاستثمار بأن لا يضع المستثمر ثقته باستثمار واحد.

وتقوم سياسة التنويع على أساس تعدد وتنوع المحفظة من أدوات إستثمارية وجهات مصدرة للأوراق المالية ومن حيث الشركات أو القطاعات، حيث أن إدراج أوراق مالية متنوعة في محفظة يساهم في تخفيض درجة التقلب في عائد المحفظة.

والأساس من استخدام هذا الأسلوب أنه بزيادة عدد الأوراق المالية يتم تخفيض ما بين 50 إلى 80% من مخاطر المحفظة دون التضحية بالعائد .والسبب بذلك أن التذبذب في المحفظة محدودًا .فأسعار الأسهم التي تتضمنها المحفظة ليست باتجاه واحد فانخفاض قيمة سهم يعوض بارتفاع سهم أخر وبالتالي هنالك فرصة للحد من المخاطر.

1.2- أسلوب التنويع الساذج (البسيط):

يقوم أسلوب التنويع الساذج أو البسيط على فكرة أساسية تشير في محتواها أنه كلما زاد تنويع الاستثمارات التي تتضمنها المحفظة كلما انخفضت المخاطر التي يتعرض لها عائدها، وقد يأخذ التنويع الساذج صورة تتمثل في وضع حد أقصى للمبالغ المستثمرة في إصدار واحد، كأن يقرر المستثمر ألا يزيد حجم الأموال المستثمرة في أي إصدار عن 5 % من مخصصات المحفظة، وذلك كوسيلة لعدم تركيز الموارد في أسهم عدد من الشركات.إلا أن عدد من الباحثين أظهرت دراساتهم أن زيادة عدد الأوراق التي تشتمل عليها المحفظة عن حد معين لن يؤدي إلى تخفيض المخاطرة الكلية ويتراوح هذا الحد بين 10إلى 15ورقة مالية.

2.2- تنويع ماركويتز:

يختلف المبدأ الأساسي للتنويع البسيط – الذي يقوم على الاختيار العشوائي للأصول في المحفظة –عن تنويع ماركويتز، إذ يعتمد أسلوب ماركويتز على الطرق العلمية السليمة في اختيار أصول المحفظة؛ فوجد ماركويتز أن مفتاح التنويع لا يعتمد على عدد الأسهم التي تحتويها المحفظة بل على العلاقة الارتباطية بين عوائد الأصول التي تتكون منها المحفظة.

فالتنويع الكفء هو الذي يعتمد على أساس علمي في اختيار مكونات المحفظة لتخفيض المخاطرة عند مستوى معين من العائد، حيث قدمت نظرية المحفظة مفهوم التنويع باستخدام درجة الارتباط بين العوائد للأصول، فكلما كان الارتباط بين عوائد الاستثمار أقرب إلي –1 وهو الارتباط سلبي كامل يكون التنويع أفضل ويعطي نتائج جيدة في تخفيض المخاطرة، أما إذا كان الارتباط أقرب إلى +1 يكون أثر التنويع محدودا جدا وتكون درجة المخاطرة كبيرة جدا.

3- المحفظة الاستثمارية المثلى:

يكمن هدف المستثمر في اختيار وسيلة الاستثمار الأنجع (المحفظة الاستثمارية) التي تحقق أكبر عائد ممكن وفي الوقت نفسه أقل نسبة من المخاطرة برأس المال أي تحقيق هدفين متناقضين، وفي هذا الصدد عرفت النظرية الاقتصادية العديد من النماذج المساعدة في عملية اتخاذ القرار والوصول إلى ما يسمى المحفظة الاستثمارية المثلى، جاءت نظرية المحفظة الحديثة سنة 1990م كإحدى المساهمات الهامة في مجال اتخاذ القرارات على مستوى الأسواق المالية ،والتي أثبتت إمكانية بناء وإدارة محافظ استثمارية كفؤة مع الاستفادة من مبدأ التنويع الاستثماري. كما تناولت فكرة التنويع قديما انطلاقا من المثل القائل :« لا تضع كل البيض في سلة واحدة » ، يضاف إلى ذلك أن هذا الأسلوب في التنويع قد ينجح، ليس فقط في التخلص من المخاطر غير النظامية (الخاصة) ، بل والتخلص من جزء من المخاطر العامة (النظامية) .

إذ يعتبر أفضل استثمار مقترح هو ذلك الاستثمار الذي يكون معامل الارتباط بين العائد المتوقع من ورائه وبين المعدل المتوقع من الاستثمارات القائمة بفعل ارتباط سالب.

يقوم المستثمر العقلاني بعملية بناء المحفظة المثلى وذلك من خلال حساب مخاطرة المحفظة والعائد المتوقع، فهذا الأخير سوف يختار المحفظة التي تعظم له العائد المتوقع عند مستوى معين من مخاطرة المحفظة، و تعتبر هذه المحفظة هي المحفظة الكفوءة لماركويتز وتقوم عملية البناء استنادا إلى ثلاثة قواعد رئيسية كما يلي (**النجار، 2005، صفحة 1350**):

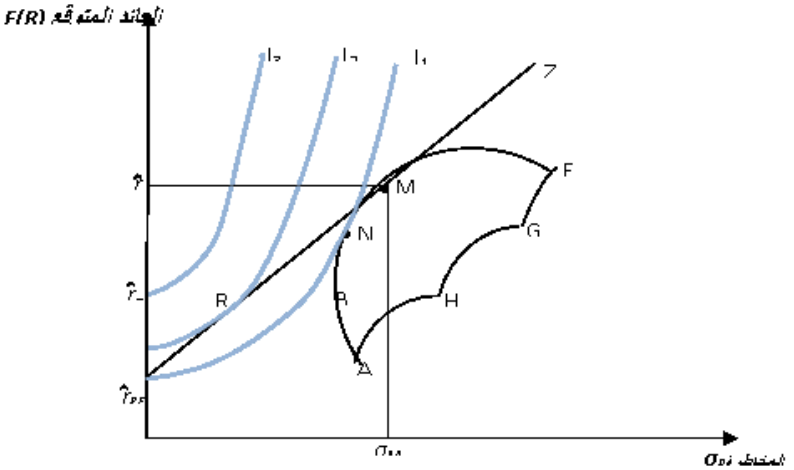
إذا ما خير هذا المستثمر ما بين محفظتين استثماريتين تحققان له نفس العائد و لكن مع اختلاف درجة المخاطرة المصاحبة لكل منهما، فإنه سيختار المحفظة ذات المخاطر الأقل.

إذا ما خير هذا المستثمر بين محفظتين استثماريتين لهما نفس درجة المخاطرة و لكن مع اختلاف العائد لكل منهما، فإنه سيختار المحفظة ذات العائد الأعلى. إذا ما خير بين محفظتين استثماريتين و كانت الأولى منها مثلا أعلا عائدا و نفس الوقت أقل مخاطرة من الثانية، وبهذا سيختار المحفظة الأولى. و بمعرفة مجموعة المحافظ الممكنة و التي يمكن تمثيلها و تكوينها من الأصول المتاحة، فإن اختيار المستثمر للمحفظة المثلى يتضمن قرارين منفصلين:

- تحديد مجموعة المحافظ الكفوءة واختيار المحفظة المثلى من بين مجموعة المحافظ الكفوءة

و في ظل مبدا العائد المتوقع و المخاطرة، تحدد لنا المحافظ التي تقدم أعلى معدلات للعوائد المتوقعة لكل مستوى من المخاطرة، الثنائيات العائد المتوقع–المخاطرة الكفؤة، و هذا يسمى بمنحنى الحدود الكفوءة (Efficiency Frontier). و يمكن تمثيل هذا المنحنى كما يلي:

الشكل 01 : منحنى المحفظة الاستثمارية المثلى



المصدر: *شويش عبد الحميد ، قادر عمر ، 2015، صفحة 102*

يمثل الشكل مجموعة من المحافظ المختارة المتوفرة للمستثمرين عند الاستثمار في مجموعات مختلفة من الأوراق المالية ذات المخاطرة، وتتخذ غالبا مجموعة المحافظ المتاحة شكل المضلة

في فضاء العائد والمخاطرة، والممثلة في المنحنى المغلق (ABNMEGH) في الشكل أعلاه. ومن الشكل أعلاه نلاحظ أيضا أنه يمكن للمستثمرين أن يستثمر في أي مكان على هذا المنحنى ولكن المستثمر الرشيد يستثمر فقط في تلك المحافظ التي تقع على الحدود الكفوءة المتمثلة في النقاط B، M، E ذلك لأن المحافظ على قوس الدائرة هي المحافظ الأكثر كفاءة من جميع المحافظ الأخرى على منحنى المحافظ الكفوءة، فهي إما ان تعطي أعلى عائد لمستوى معين من المخاطرة أو أقل مخاطرة لمستوى معين من العائد، وإذا ما تمت مقارنة مجموعة المحافظ A مع N على حدود المنحنى فنجد أن كلاهما له نفس المستوى من المخاطرة ولكن نستطيع أن نرى بأن المحفظة N تعطي عائدا أعلى من غير حدوث أي مخاطرة إضافية، ونلاحظ أنه عند النقطة N يتماس كل من منحنى الحدود الكفوءة ومحنى السواء I1 و هذا ما يجعل المستثمر يحصل على أعلى عائد ممكن لكمية مخاطرة معينة، وأقل درجة مخاطرة لعائد متوقع معين.

إضافة إلى المجموعة الممكنة للمحافظ الكفوءة هناك موجود خالي من المخاطرة يوفر عائدا قدره rRF، وبمعرفة الموجود الخالي من المخاطرة يستطيع المستثمرون أن يقوموا بادماج هذا الموجود الخالي من المخاطرة مع محفظة الموجودات على الحد الكفوء BNME، و لتحقيق ذلك الخليط للمخاطرة و العائد نرسم الخط المستقيم الذي يبدأ من rRF و يلامس مجموعة المحافظ الكفوءة عند النقطة M وأن محفظة الاستثمار الواقعة على الحد rRF RMZ تتفوق على مثيلاتها المتواجدة على الحد الكفوء BNME باستثناء M لأن مشتركة بينهما عند نقطة التماس لأنها تعطي عائدا متوقعا أكبر لمستوى مخاطر متساوية أو لأن لها مخاطرة أقل لنفس المستوى من العائد **(حنفي ،2005، صفحة 160)**.

ثانيا : الإطار التطبيقي للبحث

1. تحليل علاقة العائد والمخاطرة بين مؤشرات داوجونز الاسلامية

سوف نقوم بدراسة علاقة العائد والمخاطرة بينها كمحدد أساسي في اتخاذ القرارات الاستثمارية باستخدام سياسة التنويع بين مؤشرات داوجونز الاسلامية قيد الدراسة أو ما يسمى بالتنويع الدولي مع إمكانية بناء محافظ كفؤة ذات مخاطر محدودة وعوائد مضمونة ،وبذلك سوف نقوم بإجراء الدراسة على عينة مكونة من مؤشرات داوجونز الاسلامية في ستة (06) بورصات عالمية يتداول فيها هذا المؤشر(قطر ، عمان، البحرين ،تركيا ، ماليزيا، السعودية) ،وقمنا بالاعتماد على سلسلة العوائد اليومية لهذه الأخيرة خلال الفترة ما بين (2008/12/19– 2018/07/19) والتي غطت كل الأزمات المالية العالمية بداية بأزمة الرهن العقاري الأمريكية

2008 وتداعياتها ، أزمة الديون اليونانية 2011 ثم أزمة النفط مع بداية 2014 وتداعياتها لغاية يومنا هذا .

1.1- الإحصائيات الوصفية دالة التوزيع الطبيعي لعوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية :

سوف نقوم بحساب الاحصائيات الوصفية لعوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية المدروسة (متوسط الحسابي) والمخاطرة المعبر عنها بالانحراف المعياري للعوائد باستخدام برنامج Eviews7.0 (Histogram & Stats) ،و يمكن دراسة التوزيع الطبيعي للسلاسل الزمنية لعوائد مؤشرات كل من DJIM.Qatar، DJIM.Oman ، DJIM.Turkey ، DJIM.Bahrain ، DJIM.Malaysia ، DJIM.GCC. عن طريق فرضتي التناظر والتفرطح باستعمال معامل "Skewness' ومعامل "Kurtosis" على الترتيب. وجاءت النتائج ملخصة في الجدول التالي :

جدول رقم (01): نتائج الاختبارات الاحصائية الوصفية الأساسية

مكونات المحفظة	عدد المشاهدات	الوسط الحسابي Mean	الانحراف المعياري St.Dev	الالتواء Skewness	التفرطح Kurtosis	التوزيع الطبيعي Jarque-Berra
DJIM.Qatar	3236	4196.3	708.07	0.9065-	2.8325	141.42
DJIM.Oman	3236	1185.8	239.25	-0.0859	2.4460	14.410
DJIM.Bahrain	3236	5.2810	0.5850	0.23476	1.7864	72.527
DJIM.Turkey	3236	6715.7	771.17	0.3538-	1.6887	95.056
DJIM.Malaysi	3236	1.0588	0.1319	0.77856	3.7967	131.04
DJIM.GCC	3236	6.6794	1.3173	0.82517	2.6602	121.60

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على معطيات الدراسة وبرنامج **Eviews7.0**

من الجدول السابق نلاحظ أن التوزيعات الاحصائية لعوائد (المردوديات الاسمية) مؤشرات داوجونز الاسلامية قيد الدراسة غير متماثلة (لا تتبع القانون الطبيعي) ، وهي خاصية تتميز بها معظم السلاسل الزمنية للأسواق المالية ، حيث نلاحظ التواء نحو اليسار تبعا لاختبار Skewness الذي أخذ الاشارة السالبة والذي يقيس درجة الالتواء عن التوزيع الطبيعي (عدم التناظر) ،وذلك بالنسبة لكل من عوائد مؤشرات DJIM.Qatar، DJIM.Oman ، DJIM.Turkey على الترتيب، كما نلاحظ الالتواء نحو اليمين لكل من عوائد مؤشرات DJIM.Bahrain ، DJIM.Malaysia ، DJIM.GCC. كما أن هناك تذبذب حسب مؤشر التفرطح Kurtosis الذي هو أكبر من الثلاثة بالنسبة لمؤشر DJIM.Malaysia . وأقل تذبذب للعوائد مسجل عند مؤشرات داوجونز الاسلامي لبورصة تركيا DJIM.Turkey و بورصة البحرين DJIM.Bahrain على التوالي . كما يؤكد اختبار التوزيع الطبيعي Jarque-Bera فرضية السير العشوائي لعوائد

مؤشرات داوجونز الاسلامية المدروسة ،حيث نلاحظ أن إحصائية جاك بيرا المحسوبة لكل المؤشرات أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى معنوية 5% ($JB > X^2_{1-\alpha}(2) = 5.99$) .

2.1- اختبار استقراريه سلسلة عوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية :

تم احتساب العوائد اليومية Rt لمؤشرات داوجونز الاسلامية باستخدام اللوغاريتم الطبيعي للبيانات وفقا للمعادلة التالية : $R_t = Ln(P_t - P_{t-1})$

سنحاول دراسة خصائص السلاسل الزمنية المستعملة (عوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية) في الدراسة من ناحية الاستقرارية (مركبة الاتجاه العام، الجذر الأحادي) ، وذلك بالاعتماد على اختبارات ديكي فولر البسيط (DF) والمطور (ADF). **(بن الضب ،2015،صفحة4-29)** وجاءت النتائج ملخصة في الجدول التالي:

جدول رقم (02) : اختبارات ديكي فولر "Dicky-Fuller" لسلاسل مستقرة

مكونات المحفظة	درجة التأخير P	ADF Statistic	1%	5%	10%
DJIM.Qatar	01	-30.60107	-3.4365	-2.8641	-2.5682
DJIM.Oman	01	-15.05078	-3.4365	-2.8641	-2.5682
DJIM.Bahrain	01	-28.59008	-3.4365	-2.8641	-2.5682
DJIM.Turkey	01	-26.20696	-3.4365	-2.8641	-2.5682
DJIM.Malaysi	01	-43.97855	-3.4365	-2.8641	-2.5682
DJIM.GCC	01	-11.01575	-3.4365	-2.8641	-2.5682

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج **Eviews7.0**

حيث تمثل مكونات المحفظة :

DJIM.Qatar : مؤشر داوجونز الاسلامي لبورصة قطر، DJIM.Oman : مؤشر داوجونز الاسلامي لبورصة عمان، DJIM.Bahrain : مؤشر داوجونز الاسلامي لبورصة البحرين ، DJIM.Turkey : مؤشر داوجونز الاسلامي لبورصة تركيا ، DJIM.Malaysia : مؤشر داوجونز الاسلامي لبورصة ماليزيا ، DJIM.GCC : مؤشر داوجونز الاسلامي لدول مجلس التعاون الخليجي.

كما تشير نتائج اختبار ديكي فولر المطور ADF الواردة في الجدول رقم (01) ، إلى أن سلسلة عوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية المدروسة غير مستقرة ، حيث كانت القيمة المحسوبة لإحصائية ديكي فولر المطور (ADF) بالقيمة المطلقة أكبر من المجدولة عند نسب معنوية 1% ،5% ،10% ، وبالتالي يمكن القول أن السلسلة غير عشوائية وغير متكاملة من الدرجة0 ، الأمر الذي يقودنا لعملية إجراء الفروقات من الدرجة 1و2 لتحديد درجة التكامل ؛وبعد إجراء

الفروقات، وصلنا إلى أن جميع عوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية متكاملة عند الدرجة الأولى عند نسب معنوية 1% ،5% ،10% ، وبذلك يمكن القول أن سلسلة الأسعار متكاملة من الدرجة الأولى وبالتالي تحققت فرضية السير العشوائي لجميع عوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية المدروسة والممثلة في الشكل التالي :

3.1- دراسة أثر معامل الارتباط على خصائص المحفظة الاستثمارية:

من أجل اختبار إمكانية الاستفادة من التنويع الدولي، وذلك من خلال أثر معامل الارتباط بين الأسواق المنوع بينها وبين الأصول المالية الداخلة في تكوين المحفظة على خصائصها . حيث تم استخراج مصفوفة التباين –تباين مشترك لعوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية قيد الدراسة كما يلي :

الجدول رقم (03):مصفوفة التباين–تباين مشترك بين عوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية العالمية

	.Qatar	Oman	.Bahrain	.Turkey	.Malays	.GCC
.Qatar	0.34176	0.590	−57.11846	0.00973	365.9345	−200.43
.Oman	0.59016	1.738	−131.4849	0.031526	671.7093	−648.95
.Bahrain	−57.118	−131.4	57391.88	−0.69690	−113336	−15593.3
.Turkey	0.00973	0.03152	−0.696909	0.017348	0.610206	−49.275
.Malaysia	365.934	671.709	−113336	0.610206	594948.1	−130167.1
.GCC	−200.4	−648.9	−15593.3	−49.2759	−130167	500877.6

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج **Eviews7.0**

بالاعتماد على مصفوفة التباين– تباين مشترك نستخرج مصفوفة الارتباط التي تأخذ الشكل التالي:

الجدول رقم (04) :مصفوفة الارتباط بين عوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية العالمية

	.Qatar	Oman	.Bahrain	.Turkey	.Malays	.GCC
.Qatar	1	0.76568	-0.40783	0.12637	0.81150	-0.484
.Oman	0.76568	1	-0.41629	0.18154	0.66052	-0.695
.Bahrain	-0.40783	-0.4162	1	-0.02208	-0.6133	-0.091
.Turkey	0.126374	0.18154	-0.02208	1	0.00600	-0.5286
.Malaysia	0.81150	0.66052	-0.61334	0.00600	1	-0.238
.GCC	-0.48444	-0.69550	-0.09197	-0.5286	-0.2384	1

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج **Eviews7.0**

تميزّ معامل الارتباط بين عوائد محافظ السوق للبورصات العالمية قيد الدراسة خلال الفترة المختارة بالإشارة الموجبة بين كل من عوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية لبورصتي قطر وماليزيا كأعلى نسبة ارتباط (81.15%) ثم بين بورصتي مسقط والسعودية (76.56%) ،وكذلك بين بورصتي ماليزيا وعمان (66.05%) وذلك يعود لأثر التقارب الجغرافي لمجلس التعاون الخليجي ومن جهة أخرى لطبيعة الاقتصاديات وتجانسها ،بالإضافة للارتباط العكسي القوي ذو الاشارة السالبة بين كل من بورصتي عمان والسعودية (69.55-) ، لكن بقيم ضعيفة موجبة بلغت أقصاها بين بورصتي ماليزيا وتركيا بقيمة 0.6 % ثم بين تركيا وقطر بنسبة 1.26% ، ويرجع ذلك لأثر التباعد الجغرافي ، ويمكن تفسير ذلك إلى إمكانية القيام بعملية المراجحة بين البورصات العالمية وهو الأمر الذي تعكسه نسب الارتباط المختلفة بين عوائد مؤشراتها ،بالإضافة إلى إمكانية الاستفادة من مزايا التنويع الاستثماري الدولي بين هذه الأخيرة والذي يرفع من فعالية التنويع في اتخاذ القرار الاستثماري العقلاني على أساس العلاقة بين العائد والمخاطرة ومنه تحسين خصائص المحفظة الاستثمارية للمستثمر في البورصات العالمية المدروسة .

وتم استخدام الصيغة الرياضية لدالة الهدف في نموذج تدنية المخاطرة للمحفظة الاستثمارية وفق الشكل التالي:

$$Min\ S = w_1^2 S_1^2 + w_2^2 S_2^2 + \cdots + w_n^2 S_n^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{i=1}^{n} w_i w_j r_{ij} s_i s_j$$

حيث يمثل:

$w_i w_j$: نسبة النقود المستثمرة في الأسهم i و j

S_i^2 : تباين عوائد السهم i

r_{ij} : معامل الارتباط بين عوائد الأسهم i و j

$s_i s_j$: الانحراف المعياري لعوائد الأسهم i و j

تحت القيود التالية:

$$w_1 4196.39 + w_2 1185.86 + w_3 5.28 + w_4 6715.73 + w_5 1.05 + w_6 6.67 \geq 0,5$$

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 = 1.00$$

$$w_i \geq 0$$

2- تحديد المحفظة الاستثمارية المثلى باستخدام خوارزميات النمل

سوف نحاول بناء وتقدير المحفظة الاستثمارية المثلى لمؤشرات داوجونز الاسلامية خلال فترة الدراسة وذلك باستخدام إحدى طرق الذكاء الاصطناعي (خوارزمية النمل) واستخراج منحى الكفاءة الحدوي لهذه الأخيرة .

1.2- تقنية الذكاء الاصطناعي ونموذج العائد والمخاطرة :

تعد الخوارزميات الميتاهيروستيكية المبنية على مبادئ الذكاء الاصطناعي الأكثر استخداما في مجال واسع من المعرفة وعلوم الإدارة والإحصاء وكافة المجالات الهندسية والمعلوماتية . و تتصف هذه الخوارزميات بقدرتها على ابتداع طرق ديناميكية تتلائم وطبيعة المسألة المراد معالجتها وتحديد الصيغة العملية لإيجاد الحل الأكثر مناسبة من بين جميع الحلول الممكنة لهذه المسألة ومن ثم تحسين قيمة هذا الحل إلى أقصى حدود الإمكانية.

يقصد بمفهوم التحسن (***Optimization***) إيجاد الحدود الدنيا (***Minimization***) لكلفة تصميم ما أو الحدود العظمى (***Maximization***) للاستخدام الفعال لهذا التصميم.

هناك الكثير من الخوارزميات والبرامج الحاسوبية لحل مثل هذا النوع من المسائل المثلوية، فعلى سبيل المثال لا الحصر ***GAMS*** ، ***LINDO*** ، ***DS for Windows*** ، ***Genetics*** ، ***Branch & Bound*** ،***Algorithm*** ، ***Ant Colony Algorithm*** ، وأيضاً الـ solver في برنامج الـ ***Excel*** الذي يعتبر من الطرق التقريبية ***(Approximate methods)*** التي تعتمد على خوارزمية التدرج المختصر المعمم ***GRGA- (Generalized Reduced Gradient Algorithm)*** . أما في فيما يخص بحثنا ، نسعى لتحديد نسب التوزيع الأمثل للمبلغ المستثمر على الأصول بحيث يكون عنصر المخاطرة أقل ما يمكن. نقوم بصياغة نموذج المحفظة في شكله الشعاعي. ثم نقوم بمحاكاة النموذج باستخدام خورازميات النمل للحصول على القيم المثلى wi .

3- استخدام خوارزمية النمل (Ant Colony Algorithm) :

ظهرت فكرة خوارزمية النمل لأول مرة سنة 1992 في أطروحة دكتوراه للباحث الايطالي *Marco Dorigo* من الجامعة المتعددة العلوم بميلانو *(Dorigo,1992)*، وذلك باقتراحه خوارزمية تهدف إلى البحث عن الطريق الأمثل في الرسومات البيانية ، مستندا في ذلك على سلوك النمل عند سعيها في الحصول على مصدر من مصادر الغذاء ، وانطلاقا من هذه الفكرة تم تطويرها من أجل تغطية أكبر نطاق من المشاكل الحاسوبية ، كما ظهرت عدة خوارزميات تعتمد على جوانب مختلفة من سلوك النمل **(بلعزوز وآخرون، 2016 ،صفحة 9-30)** .

1.3- المبدأ الطبيعي لعمل مجموعة النمل :

النمل كائنات حية شبه عمياء وعديمة الذاكرة وذات دورة حياة قصيرة الأمد ومع ذلك تتمتع بقدرة هائلة على تشكيل شبكة نموذجية من المسالك بين مساكنها وأماكن تواجد الغذاء . ففي البداية يسلك النمل مسارات عشوائية كونه لا يملك أية معلومة عن المسار الأفضل . تتواصل النملة الطبيعية مع بقية أفراد مجموعتها خلال عمليات البحث عن مصادر الغذاء باستخدام مادة كيمائية *(Pheromone)* تفرزها على المسار الذي تسلكه. تتحسس بقية أفراد مستعمرة النمل عشوائيا هذه المادة وتتبع المسار الحاوي عليها لتصل بذلك إلى مكان وجود النملة التي اكتشفت المصدر الغذائي أو لا . وكلما زاد حجم المادة الكيميائية المفرزة على هذا المسار زاد انجذاب النمل إليه وهذا يعني أن حركة النمل على هذا المسار كبيرة ومتزايدة كونه المسار المثالي (الأقصر والأسهل) بين المسكن ومصدر الغذاء .

وبهذا جاءت فكرة الخوارزمية من محاكاة عملية البحث عن الطعام عند النمل وهي كالتالي(**صالح ، 2006**):

- تقوم مجموعة من النمل بالانطلاق من الخلية في عدة اتجاهات عشوائية (هذه العملية تتم في المرة الأولى فقط في المرات اللاحقة يتم اختبار كل مسار واختيار مسار معين).
- أثناء مرورها تقوم النملة بإفراز مادة تسمى فيرمون بنسبة معينة (فائدة هذه المادة معرفة الطريق الذي مرت فيه).
- عندما تجد مصدر للطعام فهي تأخذ كمية منه وتعود إلى الخلية عن طريق اختيار مسار معين (المسار الذي يحوي اكبر كمية فيرمون).أيضا عند عودتها ستقوم بإفراز نفس الكمية من الفيرمون.
- .عندما تنطلق النملة من الخلية مجددا ستقوم باختبار كمية الفيرمون في كل مسار وتختار المسار الذي يحوي اكبر كمية من الفيرمون.
- يتم تحديث كمية الفيرمون كل فترة زمنية معينه (تركيز الفيرمون يتلاشى بمرور الوقت ، عمر النمل ملايين السنوات وان لم تتلاشى كمية الفيرمون لأغرق الأرض).
- لوحظ أن أقصر مسار سيحوي دائما اكبر كمية من الفيرمون وبالتالي كل النمل سيمر فيه، كما تتميز هذه الخوارزمية بالديناميكية بمعنى إذا حصل عائق في اقصر مسار ستقوم النمل باختيار مسار جديد بنفس الأسلوب.

2 – المبدأ الميتاهيروستيكي لنمذجة عمل مستعمرة النمل :

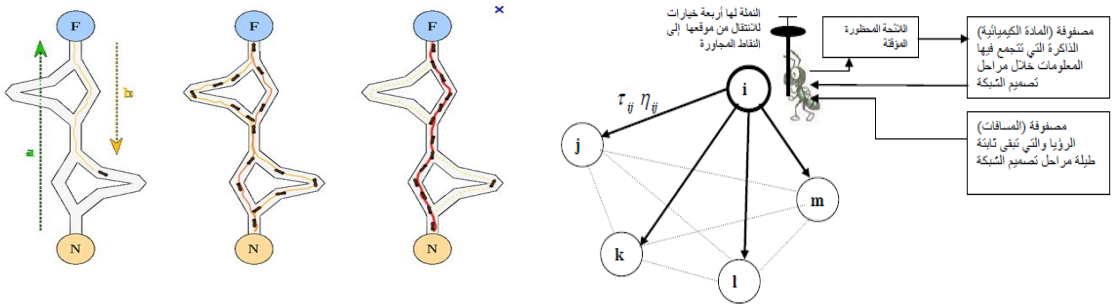
تعتبر خوارزمية مستعمرات النمل (ACO) من خوارزميات البحث التي تعتمد على التجربة والخطأ والتي تعطي حل مقبول (قد يكون أفضل حل وقد لا يكون)،لذلك يتم استخدامها في حل المسائل التي تأخذ وقت طويل باستخدام الحاسوب مثال ذلك ***NP–Complete*** أو مسألة البائع المتجول ***(Traveling Salesman Problem)***أو المسائل التي تحتاج إلى تجربة كل الاحتمالات حتى تصل إلى الحل المطلوب إن وجد. بهدف شرح مبدأ نمذجة عمل مستعمرة النمل في تصميم الشبكات ، تم استخدام شبكة صغيرة مكونة من خمس نقاط تسوية (i,j,k,l,m) كما هو موضح في الشكل رقم (04) ، تختار النملة المتمركزة على النقطة i الانتقال إلى النقاط المجاورة باستخدام مصدرين للمعلومات . يمثل المصدر الأول مصفوفة الرؤيا المكونة من المسافات الفاصلة بين نقاط الشبكة والتي تبقى ثابتة طيلة مراحل التصميم وهدف هذه المصفوفة مساعدة النملة على اختيار أقرب النقاط المحيطة بموقع وجود هذه النملة .و يمثل المصدر الثاني مصفوفة الذاكرة المكونة من قيم المادة الكيميائية المفرزة على المسارات الواصلة بين نقاط الشبكة والتي تتغير خلال عمليات التصميم وهدف هذه المصفوفة مساعدة النملة على معرفة مدى استخدام هذه المسارات في مراحل التحسين السابقة ؛

أصبحت النملة وفقا للمبدأ الميتاهيروستيكي تتمتع بصفتي الرؤيا والذاكرة اللتين تساعداها بسرعة على معرفة وإيجاد المسارات الأكثر فعالية . فعند تطبيق خوارزمية مستعمرة النمل يتم تحديد عدد المحاولات التكرارية *(Iterations)* اللازمة للحصول على أفضل تصميم ممكن. وتعرف المحاولة التكرارية بالزمن اللازم الذي يحتاجه الحاسوب لإيجاد التصميم المناسب خلال الدورة الواحدة لعمل البرنامج (Loop). تساعد المحاولات التكرارية النملة على امتلاك دورة حياة أطول لإيجاد أفضل تصميم ممكن (حتى نهاية عمل البرنامج للاستفادة من المحاولات السابقة)

من أجل توجيه عمليات البحث بشكل فعال تزود كل نملة بوحدة مؤقتة لخزن وتجميع المعلومات الناتجة من كل محاولة ، تسمى هذه الوحدة باللائحة المحظورة وهدفها مساعدة النملة على تجنب المرور على النقطة أكثر من مرة واحدة خلال كل محاولة تكرارية . وبافتراض أن النملة اختارت النقطة j لتنتقل إليها وبالتالي يتم لإضافة هذه النقطة إلى اللائحة المحظورة لتجنيب هذه النملة من الانتقال ثانية إلى j خلال المحاولة التكرارية الحالية. تستمر النملة باستخدام نفس المبدأ عند التنقل بين النقاط الأخرى حتى رصد كافة نقاط الشبكة وبالتالي فاللائحة المحظورة تكون ممتلئة بالنقاط الخمسة في نهاية المحاولة التكرارية الأولى. بعد نهاية كل محاولة تكرارية يتم تفريغ اللائحة المحظورة من محتوياتها ومن ثم يتم تجميع هذه المعلومات

في مصفوفة الذاكرة ليتسنى بعدها للنملة البدء بمحاولة تكرارية جديدة. وعندما تبدأ النملة المحاولة التكرارية الثانية فإنها تتبع نفس الأسلوب الذي انتهجته في المحاولة التكرارية الأولى وتستمر في تنفيذ جميع المحاولات التكرارية المحددة مسبقا حتى نهاية البرنامج والحصول على التصميم الأمثل. في نهاية عمل البرنامج (وبعد الانتهاء من تنفيذ جميع المحاولات التكرارية) يتم تجميع كل المعلومات الناتجة في مصفوفة الذاكرة التي تحوي كل المسارات المتشكلة وعندها يتم اختيار التصميم النهائي المكون من المسارات المثالية ؛

الشكل رقم (03) : المبدأ الاصطناعي لعمل مجموعة النمل



Source : *DREYFUSS, P; 2012 ; P :26.*

تختلف مدخلات (Inputs) ومخرجات (Outputs) خوارزمية مستعمرة النمل وفقا لحجم وطبيعة المسألة المراد معالجتها ، وتمر نمذجة عمل مستعمرة النمل بالمراحل التالية (**Sefiane & All ، 2013 ; PP3-8**):

1.2- مرحلة إنشاء التصميم الأولي :

ابتداء من النقطة i تختار النملة m الانتقال إلى النقطة j وفقا للمبدأ الاحتمالي P للمعادلة التالية (**Thomas Stûtzle Marco Dorigo,1992**):

$$P_m(i,j)=\begin{cases}\dfrac{\left[\tau_{(i,j)}\right]^{\alpha}\cdot\left[\eta_{(i,j)}\right]^{\beta}}{\sum_{k\in S_m(i)}\left[\tau_{(i,j)}\right]^{\alpha}\cdot\left[\eta_{(i,j)}\right]^{\beta}} & if\ j\in S_m(i)\\ 0 & otherwise\end{cases}$$

حيث تمثل : ηij المسافة الفاصلة بين j و i ،

τij: قيمة المادة الكيميائية المتراكمة على المسار ij والمشابهة لمفهوم الذاكرة (Memory) في علم البرمجة.

وتمثل α : عامل التحكم بكثافة المادة الكيميائية المفرزة خلال عملية انتقاء النقاط المراد رصدها ويقصد بالكثافة هنا بأن المسار ij مرغوب كثيرا كونه تعرض لحركة سير كثيفة من قبل

النمل. إذا كانت قيمة α مساوية للصفر فهذا يعني أنه لا يوجد أية اتصال بين النمل وعندها يتم انتقاء أقرب النقاط لرصدها وفقا لمصفوفة الرؤيا. أما إذا كانت قيمة α غير مساوية للصفر فهذا يعني وجود اتصال بين النمل وعندها يتم اختيار النقاط لرصدها وفقا لمصفوفتي الرؤيا والذاكرة معا؛

وتمثل β : عامل التحكم بجودة المسار ij المتناسبة مع قصره وكمية المادة الكيميائية المتراكمة عليه ويقصد بالجودة هنا أم النقاط الأكثر مناسبة للرصد يجب اختيارها باحتمالية عالية ؛

وتمثل Sm(i): مجموعة النقاط الباقية الواجب رصدها من قبل النملة mالمتمركزة على النقطة i

2.2- مرحلة تعديل المادة الكيميائية :

بداية يتم توزيع القيم الأولية للمادة الكيميائية بشكل متساو على كافة المسارات الواصلة بين نقاط الشبكة ويفضل أن تكون قيمتها صغيرة جدا (تتراوح بين الصفر والواحد).يقوم النمل في كل انتقال بتعديل مستوى هذه المادة على المسارات التي تم المرور عليها ويسمح للنملة التي تجد المسار المقبول بإفراز المادة لزيادة التأثير على بقية النمل وتوجيه عمليات الاستكشاف نحو المسارات المناسبة في حين يمنع القسم الآخر من النمل الذي يجد المسارات غير المناسبة من متابعة إفراز وتعديل المادة (أي يتم تخفيض مستوى الذاكرة على المسارات غير المناسبة لتقليل استخدامها) .فالغاية من زيادة تأثير المادة الكيميائية على المسارات المناسبة هو جذب باقي النمل إليها وتركيز عمليات البحث حولها للإسراع في إيجاد التصميم الأمثل. تمثل كمية المادة الكيميائية المفرزة آلية الاتصال بين مجموعات النمل للمشاركة بالمعلومات المفيدة والتعاون في إيجاد التصميم المثالي ، وهنا يقوم النمل بتعديل المادة الكيميائية على مرحلتين :

أ- **مرحلة التعديل المحلي** ***(Local Updating)*** *:* تقوم كل نملة بإجراء عملية التعديل الجزئي لمستوى المادة الكيميائية على المسارات المجاورة لها باستخدام المعادلة التالية :

$$\tau_{(i,j)} \leftarrow (1-\varphi)\cdot\tau_{(i,j)}+\varphi\cdot\tau_0$$

حيث تمثل φ عامل التعديل المحلي للمادة الكيميائية ، $\tau 0$ يمثل المستوى البدائي لهذه المادة حيث تعطى قيمة ثابتة ايجابية موزعة بشكل متساو على كافة مسارات الشبكة. إن الغاية من عملية التعديل المحلي هو مساعدة النملة على توسيع عملية البحث والتفتيش عن المسارات المناسبة في كل مرحلة جزئية.

ب- مرحلة التعديل الشامل ***(Global Updating)*** *:* عندما ينتهي النمل من بناء التصميم الأولي للشبكة فإنه يتعاون مع بعضه البعض بتبادل المعلومات عن المسارات الجيدة ويقوم

بإجراء التعديل الشامل للمادة الكيميائية على جميع المسارات التي تنتمي لأفضل تصميم ناتج باستخدام المعادلات الآتية :

$$\Delta\tau_{(i,j)} = \begin{cases} (C_m)^{-1} & if\,(i,j) \in Global - Best - Schedule \\ 0 & oherwise \end{cases}$$

تمثل ρ عامل التعديل الشامل للمادة الكيميائية و Cm قيمة أفضل تصميم تم الحصول عليه منذ البداية من قبل النملة m . إن الغاية من مرحلة التعديل الشامل السماح فقط للنملة التي وجدت المسارات الجيدة بإفراز المادة الكيميائية على المسارات التابعة لأفضل تصميم تم الحصول عليه بغية تركيز وزيادة عمليات البحث حول المسارات.

4- استخدام خوارزميات النمل في تحديد المحفظة الاستثمارية المثلى :

نسعى لتحديد نسب التوزيع الأمثل للمبلغ المستثمر على مكونات المحفظة الدولية لمؤشرات داوجونز الاسلامية في البورصات العالمية قيد الدراسة بحيث يكون عنصر المخاطرة أقل ما يمكن. حيث نقوم بصياغة نموذج المحفظة في شكله الشعاعي ،ثم نقوم بمحاكاة النموذج باستخدام برنامج Python للحصول على قيم الأوزان المثلى wi وتقدير قيم العائد والمخاطرة باستخدام تقنية خوارزميات النمل.

1.4- تشفير المسألة باستخدام خوارزمية النمل *(Applying the Algorithm) :*

بهدف تحديد المحفظة المثلى مكونة من ستة أصول ، سوف ننطلق من مصدر إلهام مجازي من سلوك النمل (Metaphorical inspiration)، يمكن توصيف الصيغة الشعاعية المكونة من n (n=1,…,6) عدد من مؤشرات داوجونز الاسلامية في البورصات العالمية المدروسة .و والهدف الرئيسي هو تخصيص المعاملات المناسبة لكل مؤشر من التركيب الشعاعي.

ولذلك سيتم إدخال شعاع المعاملات c حيث : c = [0,1,2,…,k] ، وتم تخصيص قيمة "0" إلى كل معاملات الأسهم التي لا يتم الاستثمار فيها ، وبقيمة أكبر من "0" تصاعديا يعني أن الأسهم ستكون أحد المشاركين في المحفظة ونستنتج الوزن النسبي المقابل لكل معامل مؤشر في المحفظة المثلى. كما تعتمد الخوارزميات المقترحة على الفرمون المفرز من طرف النمل الذي يساعد في توجيه النمل لاختيار المسار السليم .وتعرف هذه الذاكرة الجماعية بمصفوفة الفرمون حيث تشير قيم n إلى رقم المؤشرات و m إلى شعاع المعاملات حسب ما يوضحه الجدول التالي (**Haqiqi and Kazemi .,2012,PP 148-153**) :

	1	2	....	N
0	τ_{01}	τ_{02}	....	τ_{0n}
1	τ_{11}	τ_{12}	....	τ_{1n}
...			....	
M	τ_{m1}	τ_{m2}	....	τ_{mn}

يمثل كل عنصر من شعاع الأسهم نسب الاستثمار في سهم معين، وتقوم الخوارزمية بالواجب عن طريق شعاع المعاملات ،يتم حساب احتمال تخصيص معامل معين على النحو التالي :

$$p_c = \frac{\tau_{cs}}{\sum \forall c \, \tau_{cs}}$$

يستخدم النمل هذه الإستراتيجية لتحديد المحفظة المثلى (حلول لهذه المشكلة)، ويتم تقييم جودة كل من هذه الحلول، و يفيد استخدام هذه المعلومات في تعديل مسارات الفرمون . ستحسب قيمة جودة الحل لكل محفظة استثمارية باستخدام المعادلة التالية:

$$fitness\ function = \frac{R_p}{\sigma_p}$$

كما تعطى قيمة تعديل مادة الفرمون وفق المعادلة التالية : $\tau_{cs}(t+1) = \tau_{cs}(t)(1-\gamma) + \delta_{cs}$

حيث يحسب δ_{cs} كما يلي :

$$\delta_{cs} = Q \cdot \frac{\frac{R_p}{\sigma_p}}{\frac{R_p^*}{\sigma_p^*}}$$

يرمز :

γ: معدل التبخر (Evaporation rate) .

p* : المحفظة الأفضل .

Q : قيمة ثابتة .

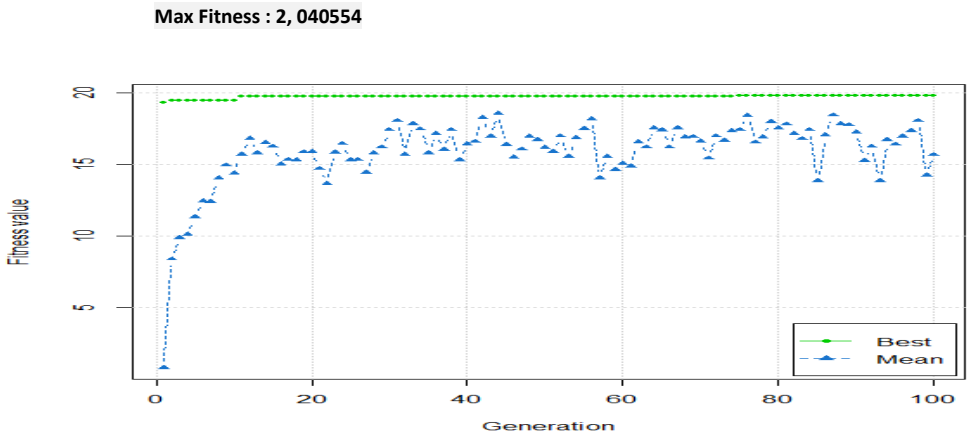
2.4- نتائج محاكاة نموذج المحفظة المثلى :

قمنا بمحاكاة خوارزميات النمل باستخدام برنامج Python، وبعد محاولات متكررة تحددت المعلمات الرقمية (Numerical parameters) للمحاكاة كما يلي :

- عدد النمل (Ants number) = 100
- Q = 0.1 .
- γ = 0.01 .
- عدد المحاولات التكرارية (Repeat count)= 200 وقت .
- يقترح شعاع المعاملات : c = [0,1,0,2,0,3,0,4] وهذا يضمن تساوي الاختيارات بين المؤشرات التي تشارك أو تعفى من المحفظة المثلى .

يبين المنحنى رقم (04) رقم ارتفاع عائد المحفظة المثلى واتجاهه نحو مستوى متقارب ، في حين يلاحظ من المنحنى انخفاض الخطر في المحفظة المثلى نحو مستوى متقارب وذلك بعد 200 محاولة تكرارية لخوارزمية النمل . ومن أجل تقييم جودة الحلول تم تشغيل الخوارزميات 30 مرة وتحصلنا على النتائج الموضحة في الشكل الموالي :

الشكل رقم (04) : تغيرات قيم دالة الصلاحية باستخدام خوارزميات النمل



المصدر : من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج **Python**

تم حساب معامل الارتباط بين عوائد المؤشرات الممثلة في الشكل السابق وتم التأكد من فعالية حل خوارزميات النمل بنسبة 90 % باستخدام معامل الارتباط بين أسهم المحفظة المثلى. كما تم الحصول على محفظة مثلى ذات عائد قدر بـ 97894,5، و مستوى المخاطرة بـ 47530,50 ، حيث تمت صياغة شعاع أسهم المحفظة المثلى حسب أهمية كل سهم في المحفظة المثلى (P*) باستخدام خوارزميات النمل كما يلي:

جدول رقم (05) : شعاع المحفظة المثلى باستخدام خورازميات النمل (ACO)

	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6
شعاع المعاملات (C)	1	1	3	1	4	1
الأوزان المثلى للمحفظة (Wi)	0.052	0.058	0.255	0.0321	0.555	0.0479

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات محاكاة برنامج **Python**

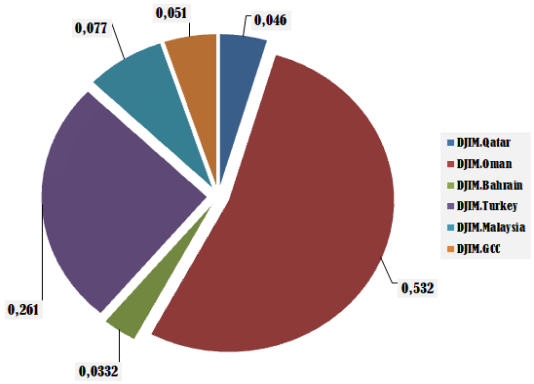
وبهذا يمكن للمستثمر اتخاذ القرار العقلاني في وقت مناسب باستخدام إحدى الطرق الميتاهيروستكية (خوارزميات النمل) حيث يمكنه توظيف أمواله بشكل حلال كما يلي :

- توظيف نسبة 4.6 % من أمواله في مؤشر داوجونز الاسلامي لبورصة قطر .
- توظيف نسبة 53.2 % من أمواله في مؤشر داوجونز الاسلامي لبورصة عمان .
- توظيف نسبة 3.32% من أمواله في مؤشر داوجونز الاسلامي لبورصة البحرين .

- توظيف نسبة 26.1 % من أمواله في مؤشر داوجونز الاسلامي لبورصة تركيا .
- توظيف نسبة 7.7 % من أمواله في مؤشر داوجونز الاسلامي لبورصة ماليزيا .
- توظيف نسبة 5.1 % من أمواله في مؤشر داوجونز الاسلامي لدول مجلس التعاون الخليجي .

وتم تمثيل الأوزان المثلى في المحفظة الدولية لمؤشرات داوجونز الاسلامية قيد الدراسة المشكلة باستخدام خوارزميات النمل في الشكل التالي :

شكل رقم (05): الأوزان المثلى في المحفظة الدولية المشكلة باستخدام خوارزميات النمل



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج **Excel** ومخرجات محاكاة برنامج **Python**

5- تحليل ومقارنة نتائج محاكاة نموذج المحفظة المثلى :

كما يمكن وضع مقارنة أثر الأوزان النسبية على خصائص المحفظة الاستثمارية المشكلة من الأوزان النسبية المختارة بشكل عشوائي وبين الأوزان المثلى للمحفظة الدولية لمؤشرات داوجونز الاسلامية باستخدام خوارزميات النمل، وجاءت ملخصة وفق الجدول التالي:

جدول رقم (06) :مقارنة بين خصائص المحفظة الدولية المشكلة بطريقة عشوائية والمحفظة المثلى باستخدام خوارزميات النمل

	الأوزان النسبية (Wi)	المخاطرة	العائد
المحفظة العشوائية	*0.1*DJIM.Q+0.1*DJIM.O+0.2*DJIM.B+0.1*DJIM.T+0.45*DJIM.M+0.1*DJIM.GCC*	88354,93	1002,26
المحفظة المثلى	*0.046*DJIM.Q+0.532*DJIM.O+0.0332*DJIM.B+0.261*DJIM.T+0.077*DJIM.M+0.051*DJIM.GCC*	47530,50	97894,5

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج **Excel**

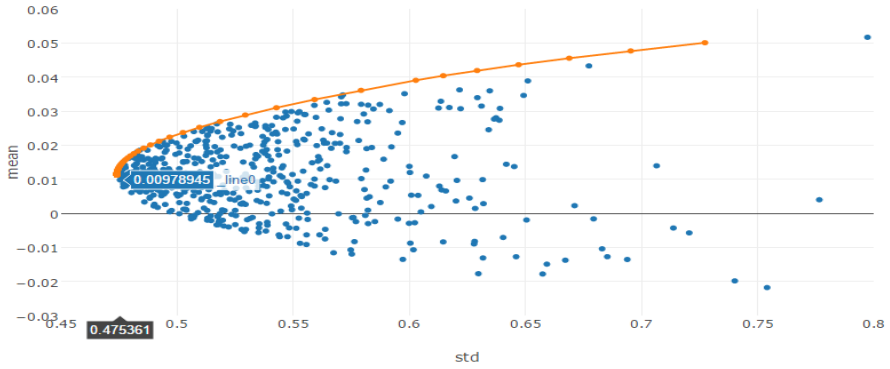
نلاحظ من خلال الجدول أعلاه ،الأثر الايجابي لاختيار الأوزان النسبية على خصائص المحفظة الدولية وذلك بالمقارنة بين خصائص المحفظة الاستثمارية المثلى لمؤشرات داوجونز

الاسلامية قيد الدراسة باستخدام خوارزميات النمل والمحفظة ذات الأوزان العشوائية المشكلة سابقا، وتتم المقارنة على أساس العائد والمخاطرة في المحفظة ،حيث يلاحظ تحسن مستوى المخاطرة في الحالة الثانية والذي قدر بـ 47530,50 بالمقارنة مع الحالة الأولى والذي قدر بـ 88354.93 ،كما سجل تحسن مستوى العائد المتوقع للمحفظة من مستوى 1002.268 في الحالة الأولى ليصل إلى مستوى 97894,5، وبهذا يمكن تحقيق إدارة أفضل للمخاطر على مستوى الأسواق المالية العالمية وذلك وفق أسلوب علمي دقيق ومدروس بهدف تعظيم العائد و تدنية المخاطرة حفاظا على رؤوس الأموال المستثمرة .

6- تحليل منحى الكفاءة الحدودي (Efficient frontier) :

لتصميم المحفظة المثلى ينبغي أولا تحديد ما يعرف بمنحني الكفاءة الحدودي ***Efficient frontier***، وهو المنحي الذي يمثل مجموعة فضاء المحافظ التي لها أعلى عائد لكل مستوى من المخاطرة، أو ادني مخاطرة لكل مستوى من العائد. والمحافظ التي تقع على منحني الكفاءة الحدودي تشكل ما يعرف بمجموعة المحافظ الاستثمارية الكفؤة كما يوضحه الشكل رقم (06) التالي :

الشكل رقم (06) : منحى الكفاءة الحدودي للمحفظة المثلى



المصدر : من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج **Python** .

الشكل رقم (06) يمثل منحني الكفاءة الحدودي لمجموعة من المحافظ الاستثمارية، ونظرا للعلاقة الطردية بين العائد والمخاطرة على الاستثمار في مؤشرات داوجونز الاسلامية ، نلاحظ من الشكل أن المحافظ من جهة اليسار لمنحني الكفاءة الحدودي، هي ليست جزءً من المحافظ الممكن الحصول عليها، أما المحافظ التي تقع إلى اليمين من المجموعة الكفؤة فتعتبر جزءً من المجموعة الكفؤة ، كما نلاحظ أن مجموعة المحافظ الكفؤة تحدد المحافظ غير كفؤة، وذلك لأنها تعطي عوائد أعلى تقدر بـ 0,00978 % عند درجة معينة من المخاطرة قدرت بـ 0,4753% وهي بذلك تمثل المحفظة المثلى .

نتائج وتوصيات البحث :

انطلاقا من نتائج المحاكاة لنموذج ماركويتز القائم على أساس العائد والمخاطرة حيث قمنا باستخدام خوارزميات النمل لتدنية عنصر المخاطرة تحت قيد العائد في النموذج المذكور ، حيث تساعد الطرق الميتاهيروستكية في اتخاذ القرار الاستثماري العقلاني في الوقت المناسب وتحت مجموعة من القيود ،وبهذا يمكن تحقيق إدارة أفضل للمخاطر النظامية وغير النظامية (الكلية) وذلك وفق أسلوب علمي دقيق ومدروس بهدف تعظيم العائد و تدنية المخاطرة حفاظا على رؤوس الأموال المستثمرة من الضياع. وبهذا إمكانية توجيه مدخرات المؤسسات المالية الإسلامية و الأفراد لضخها في هذا الفرع الهام من القطاع المالي الموافق لمبادئ الشريعة الاسلامية وتلبية حاجات التمويل المباشر عبر الوساطة المالية للسوق المالي والاستفادة من الميزة التنافسية لمختلف صيغ التمويل الإسلامي. كما يعطي البحث إضافة علمية جديدة في مجال إدارة مخاطر في المحافظ الدولية لزيادة ثقة المستثمرين وصانعي السياسات الاستثمارية ، وبذلك يمكن اعتبار سياسة التنويع ما بين الأصول الاسلامية (مؤشرات داوجونز العالمي الاسلامي) وفق صيغ التمويل الإسلامي كوسيلة فعالة في إدارة مخاطر الاسواق المالية الاسلامية نظرا لما يلي :

– تتضمن الأصول الاسلامية المشكلة للمحافظ الدولية على كفاءة عالية في إدارة المخاطر من خلال التخفيف منها وتقاسمها بين عدة أطراف مما يضمن استمرارية نشاط الأسواق في لعب دور الوساطة المالية .وذلك عكس الأسواق التقليدية ذات المخاطر العالية مما يحد من نشاطها التمويلي للاقتصاد ، كما تتميز الأصول الاسلامية بالارتباط الوثيق بين الجانب المالي و النشاط الحقيقي للاقتصاد على خلاف التمويل التقليدي ،وذلك بالاعتماد على قواعد التملك والواقعية والتمويل من خلال السلع والخدمات.

– اكتساب ميزة تنافسية في التضامن ومشاركة في اقتسام الغبن والضرر بين أصحاب العجز والفائض المالي مما يؤهل الأصول الإسلامية (مؤشرات داوجونز الاسلامي العالمي) أن تكون بديلا نوعيا في الاقتصاد .

كما يقدم البحث مجموعة من **التوصيات الهامة** لمدراء المحافظ الاستثمارية أهمها :

– الاهتمام بإنشاء أكاديميات علمية للتكوين في مجال إدارة مخاطر السوق باستخدام الطرق الكمية الحديثة ومحاكاتها مع الواقع العملي .

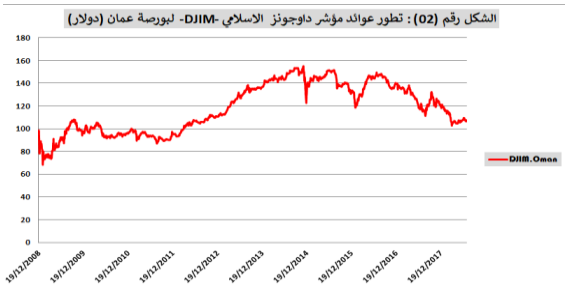
– امتلاك المعرفة المالية الضمنية التي تجعل من اتخاذ الإجراءات الوقائية مقبولة للحد من فرص احتمال تحقق مخاطر عالية للأدوات المالية الاسلامية .

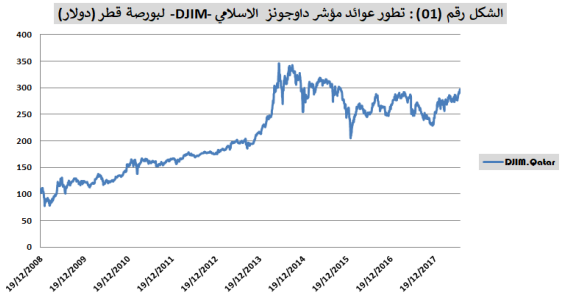
- السعي لتنويع المحافظ الاستثمارية الاسلامية وفق أسلوب علمي دقيق يجنبها من تلقي صدمات مخاطرها .

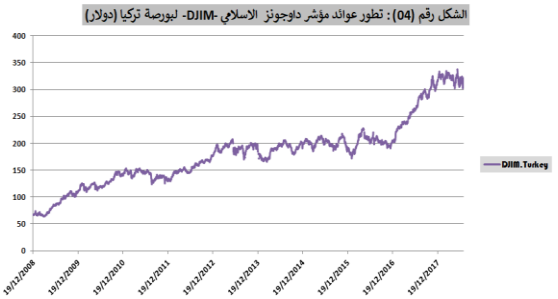
- عصرنة آلية الإفصاح والشفافية في مجال التمويل عن طريق الأسواق المالية من خلال التطبيق الفعلي للنظم الاحترازية بهدف الرفع من مستويات الكفاءة لدى هذه الأخيرة.

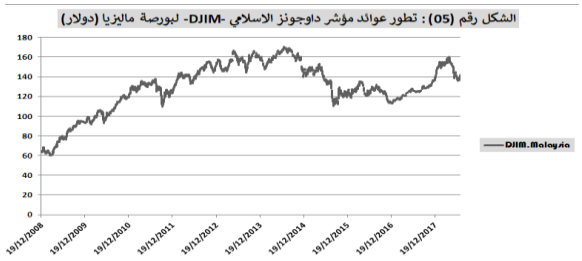
ملاحق البحث :

ملحق رقم (01): تطور عوائد مؤشرات داوجونز الاسلامية المدروسة خلال الفترة (2008-2018)









المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج**Excel** ومعطيات موقع داوجونز الاسلامي العالمي : https://us.spindices.com/indices/equity/dow-jones-islamic-market-world-index

قائمة المـــــراجع:

المراجع العربية:

- . بن الضب، علي،" **استخدام نماذج GARCH للتنبؤ بالصدمات في البورصات العربية كآلية لإدارة الأزمات**" ، مجلة الدراسات الكمية ، عدد 01 ،الجزائر، 2015.
- بلعزوز بن علي، نعاس مريم نجاة ، **فعالية التنويع الاستثماري في إدارة مخاطر محفظة الأوراق المالية – دراسة قياسية لحالة بورصة الجزائر (2011-2016)** ، مجلة رؤى اقتصادية ، الجزائر ، العدد 10 ، جوان 2016.
- حسين، عزيز صالح ،" **التصميم المثالي للشبكات الجيوماتيكية الداعمة لمنظومة الإنذار المبكر للكوارث البيئية والطبيعية**"، ندوة حول إدارة الكوارث وسلامة المباني في الدول العربية ،السعودية ، أفريل 2006 .
- حنفي ، عبد الغفار ، **أساسيات الاستثمار في بورصة الأوراق المالية**، الدار الجامعية الإسكندرية، 2005.
- سويسي ، هواري ، غالية مليك ، **أثر التنويع الدولي على خصائص المحفظة المالية** "**دراسة ميدانية لمجموعة من الأسواق المالية خلال الفترة** (2010 – 2013)"، مجلة الباحث ، العدد 13 ، 2013 .
- عبد العزيز، شويش عبد الحميد، آسو بهاء، الدين قادر عمر، **إدارة محفظة الأوراق المالية وفقا لإستراتيجية الشراء و الاحتفاظ، دراسة تطبيقية في سوق العراق للأوراق المالية**، مجلة جامعة كركوك للعلوم الإدارية و الاقتصادية، المجلد 05، العدد 01، 2015.
- قط، سليم ، **مفاضلة الاستثمار بين سوق الأوراق المالية المعاصرة وسوق الأوراق المالية الاسلامية – دراسة مقارنة**– ، أطروحة دكتوراه، جامعة بسكرة ، 2016/2015.
- النجار، حنان إبراهيم ، **آليات بناء مؤشرات سوق الأسهم الإسلامي ومتطلباته في أسواق المال العالمية**، مداخلة في ملتقى الدولي الرابع عشر، المؤسسات المالية الإسلامية، كلية الشريعة والقانون ، الإمارات العربية المتحدة،2005 .

المراجع العربية باللغة الأنجليزية:

- *Al-Najjar, Hanan Ibrahim,* ***Mechanisms of Building Islamic Stock Market Indicators and Requirements in International Financial Markets****, Intervention in the Fourteenth International Forum, Islamic Financial Institutions, College of Sharia and Law, United Arab Emirates, 2005.*
- *Aziz Saleh,* ***"The Ideal Design of Geomatics Networks Supporting the Early Warning System for Environmental and Natural Disasters"****, Seminar on Disaster Management and Building Safety in the Arab Countries, Saudi Arabia, April 2006.*
- *Belazouz Ben Ali, Naas M.Nadjat,* ***The Effectiveness of Investment Diversification in Stock Portfolio Risk Management - A Standard Study of the Case of the Algiers Stock Exchange (2011-2016)****, Economic Insights Magazine, Algeria, Issue 10, June 2016.*
- *Bendob, Ali, "****Using GARCH Models to Predicate Shocks on Arab Stock Exchanges as a Crisis Management Mechanism****", Journal of Quantitative Studies, No. 01, Algeria, 2015.*
- *Cat, Salim,* ***The Investment Comparison between the Contemporary Stock Market and the Islamic Stock Market - A Comparative Study*** *-, PhD thesis, University of Biskra, 2015/2016.*
- *Hanafi, Abdel Ghaffar,* ***The Basics of Investing in the Stock Exchange****, University House Alexandria, 2005.*

- *Souissi, Houari, Ghalia Malik,* ***The Impact of International Diversification on the Characteristics of the Financial Portfolio "A Field Study of a Group of Financial Markets During the Period (2010-2013)****", Al-Mutasher Journalist, Issue 13, 2013.*

المراجع الأجنبية:

- *AhmadAbu-Alkheil & All ;* ***Dynamic co-integration and portfolio diversification of Islamic and conventional indices: Global evidence*** *; The Quarterly Review of Economics and Finance ; Volume 66, November 2017.*
- *Imen Dhaou ;* ***Dynamic Correlations and Portfolio Optimization between Islamic and Conventional Equity Indexes:A Vine Copula-Based Approach*** *; World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Economics and Management Engineering ; Vol:12, No:3, 2018.*
- *K.KanakaVardhini & T. Sitamahalakshmi ;****A Review on Nature-based Swarm Intelligence Optimization Techniques and its Current Research Directions*** *; Indian Journal of Science and Technology, Vol 9(10) , March 2016.*
- *Kambiz F.Haqiqi and Tohid Kazemi," **Ant Colony Optimization Approach to Portfolio Optimization – A Lingo Companion**", International Journal of Trade, Economics and Finance, Vol. 3, No. 2, April 2012.*
- *Marco Dorigo ,Thomas Stûtzle , "**Ant Colony Optimization"** , A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts , London, England, 2004*
- *Mouna BoujelbèneAbbesaYousraTrichilli* ***; Islamic stock markets and potential diversification benefits ;*** *Borsa Istanbul Review ; Volume 15, Issue 2, June 2015.*
- *Pierre DREYFUSS ;* ***Global Optimization algorithms*** *; June 2012 ; (consulté le :15/11/2016 : http://math.unice.fr/~dreyfuss/rapport_11-12_2.pdf).*
- *Slimane Sefiane, Mohamed Benbouziane, "* ***A Meta-Heuristic Ant Colony Optimization Method to Portfolio Optimization****"; International Journal of Financial Management; Volume 3 Issue 4 October 2013.*

المـــــواقع الالكترونية:

- ***موقع داوجونز الاسلامي العالمي:*** *https://us.spindices.com/indices/equity/dow-jones-islamic-market-world-index*

كيفية الاستشهاد بهذا المقال:

زواوي ح & نعاس م (2020). تحسين محفظة التنويع الدولي باستخدام خوارزميات مستعمرة النمل – حالة مؤشرات داو جونز الإسلامية ، ***مجلة دراسات العدد الاقتصادي***، 11(01). ص.1-27.

ZOUAOUI.h & Naas.n. (2020). International Diversification Portfolio Optimization Using Ants Colony Algorithms Case of Dow Jones Islamic Market Indexes, ***Dirassat Journal Economic Issue***, 11(01). p p. 1-27.