# استخدام برنامج MATLAB في تسعير سوق الاوراق المالية
# Use MATLAB in stock market pricing

**هدوقة حسيبة [1]،**

[1] أستاذ محاضر قسم ب، جامعة قسنطينة2، الجزائر، hadouga.hassiba@yahoo.fr .

تاريخ الاستلام: 2019-09-31 تاريخ القبول: 2019-10-01 تاريخ النشر:2020-01-01

**ملخص:** جاءت هذه الورقة البحثية بهدف تسليط الضوء على برنامج ماتلب، بالاضافة إلى التعرف على طريقة التحليل المالي لنموذج بلاك وشولز لتسعير الخيارات المالية باستخدام برنامج MATLAB.

من أهم النتائج التي تم التوصل إليها أن برنامج MATLAB ، يوفر بيئة حاسوبية مالية مهنية، لتطوير نماذج مالية معقدة باستخدام برنامج وأدوات MATLAB

**كلمات مفتاحية:** نمذجة مالية، تحوط مالي ، نموذج بلاك شولز، برنامج MATLAB.

**تصنيف JEL: C6، G13 .**

**Abstract:**

This paper is intended to shed light on the Matlab program, as well as the method of financial analysis of the Black and Scholes model for pricing financial options using MATLAB.The most important results are that MATLAB provides a professional financial computing environment for developing models Complex finances using MATLAB software and tools.

**Keywords:** Financial Modeling; Financial Hedging; Black Scholes Model; MATLAB progrem

**Jel Classification Codes: C6، G13.**

المؤلف المرسل: هدوقة حسيبة ، الإيميل: hadouga.hassiba@yahoo.fr

**1.مقدمة:**

النمذجة المالية، مصممة لتمثيل مصطلحات حسابية بين المتغيرات في مشكلة مالية ، بحيث يمكن استخدامها للإجابة على أسئلة "ماذا لو" أو "تقديم الإسقاطات"، وبعض حلول جداول البيانات التي يمثلها الأشخاص تلتقط بعضًا من هذه العلاقات أيضًا ، وبالتالي ، يمكنها الإجابة عن أسئلة "ماذا لو" إلى حد ما، ولكن نظرًا لعدم تصميمها في المقام الأول مع وضع هذه الأهداف في الاعتبار ، فإنها لا تحاول تصوير أكبر عدد من هذه الاعتمادات المتبادلة قدر الإمكان ، وغالباً ما تجعل منها البنية أمرًا مرهقًا للإجابة عن أسئلة "ماذا لو" أو وضع توقعات بها.

لنفترض أنك تستخدم جدول بيانات لحساب دخلك الخاضع للضريبة ، استنادًا إلى دخلك الخاضع للضريبة ، في العام الماضي. تختلف معدلات ضريبة الدخل في الخطوات (بين قوسين) لمستويات الدخل المختلفة، لذلك لا يمكنك ببساطة حساب الضرائب عن طريق ضرب الدخل الخاضع للضريبة بمعدل ضرائب واحد (30٪ ، على سبيل المثال) وطرحه من دخلك الخاضع للضريبة للحصول على دخل بعد الضرائب، ضع في اعتبارك طريقتين لإعداد جدول بيانات لحساب الدخل بعد الضريبة، في النهج الأول ، يمكنك إدخال الدخل الخاضع للضريبة في خلية ، وحساب الضريبة على الدخل (باستخدام آلة حاسبة يدوية ومعدلات الضريبة بين أقواس ضريبية مختلفة) ، وأدخلها في الخلية أدناه، ثم يمكنك كتابة معادلة في خلية أخرى لحساب الدخل الخاص بك بعد خصم الضرائب عن طريق طرح الضريبة في الخلية الثانية من الدخل الخاضع للضريبة في الخلية الأولى، سيعطيك حل جدول البيانات هذا إجابة لسؤالك الفوري ، ولكنها ليست نموذجًة ماليًة مفيدًة، لماذا ا؟ لأنها لا تلتقط العلاقة الرياضية الرئيسية بين الدخل الخاضع للضريبة والضرائب. والنتيجة هي أنك إذا حاولت الآن الإجابة عن السؤال "ماذا لو" ، فماذا سيكون بعده الضريبة،هل كان الدخل إذا كان دخولي الخاضع للضريبة أعلى بـ 10،000 دولار؟ ، سيتعين عليك العودة إلى إجراء الحسابات يدوياً.

ومع ذلك ، يمكنك إعداد جدول البيانات لحساب الضرائب على أي دخل خاضع للضريبة ، باستخدام الأقواس الضريبية ومعدلات الضرائب المختلفة، واستخدام رقم الضرائب المحسوبة لحساب الدخل بعد خصم الضرائب، عندها سيكون لديك نمذجة مالية ، لأنها سوف تلتقط العلاقة بين الدخل الخاضع للضريبة والضرائب، يمكنك أيضًا استخدام هذا النموذج للإجابة عن السؤال "ماذا لو" الذي طرحته من قبل.

عند إنشاء النماذج المالية ، يجب عليك دائمًا أن تضع في اعتبارك أنك تريد التقاط أكبر عدد ممكن من الاعتمادات المتبادلة بين متغيرات النموذج بقدر الإمكان، بالإضافة إلى ذلك ، تحتاج إلى تنظيم

نماذجك بطريقة تجعل من السهل طرح الأسئلة "ماذا لو" ، أي تغيير قيم المتغيرات المستقلة وملاحظة تأثيرها على قيم المتغيرات المستقلة الأساسية.

يجب عليك أيضا أن تدرك أن بعض العلاقات ، كما هو الحال في حالة الضرائب ، من السهل تحديدها بدقة ؛ لكن العديد من العلاقات المالية الأخرى ستكون تقريبًا مبهمة، أو حتى غير معروفة، سيكون عليك أن تتابع على أساس نظرية التحليل المالي من البيانات ، وما إلى ذلك ، والخروج بهذه العلاقات هو واحد من التحديات الرئيسية للنمذجة المالية، بشكل عام ، كلما زاد عدد هذه العلاقات المالية التي يمكنك الوصول إليها ودمجها في نموذجك كلما كان نموذجك أكثر فائدة.

من ضمن مجال العلاقات المالية، مجال التمويل، الذي هو عبارة عن تطبيق للمبادئ الاقتصادية في صنع القرار ، وينطوي على تخصيص الأموال في ظل ظروف من عدم اليقين، حيث يخصص المستثمرون أموالهم بين الأصول المالية من أجل تحقيق أهدافهم. كما تقوم كيانات الأعمال والحكومة على جميع المستويات بجمع الأموال عن طريق إصدار مطالبات على شكل ديون (على سبيل المثال ، قروض وسندات) أو حقوق ملكية (على سبيل المثال ، أسهم عادية) ، واستثمار تلك الأموال بدورها، حيث يوفر التمويل الإطار اللازم لاتخاذ القرارات بشأن كيفية الحصول على تلك الأموال ثم استثمارها.

يحتوي مجال التمويل على ثلاثة مجالات متخصصة: (1) أسواق رأس المال ونظرية سوق رأس المال ، (2) الإدارة المالية ، و (3) إدارة المحافظ.

فمجال تخصص أسواق رأس المال ونظرية سوق رأس المال، يركز على دراسة النظام المالي ، وهيكل أسعار الفائدة ، وتسعير الأصول الخطرة، الإدارة المالية ، التي يطلق عليها أحيانًا تمويل الأعمال ، وهي مجال تخصص مالي معني بالقرار المالي الذي يصنع داخل الكيان التجاري، على الرغم من أننا نشير في كثير من الأحيان إلى الإدارة المالية على أنها تمويل الشركات ، إلا أن مبادئ الإدارة المالية تنطبق أيضًا على أشكال أخرى من الأعمال والكيانات الحكومية، حيث مبادئ الادارة المالية، تتعلق في المقام الأول بقرارات الاستثمار وقرارات التمويل في مجال الأعمال، مايسمى باتخاذ قرارات الاستثمار، والتعامل مع إدارة المحافظ ومع إدارة الصناديق الفردية أو المؤسساتية، الذي يشار إليه عادة باسم إدارة الاستثمار وإدارة الأصول وإدارة الأموال، يأتي في المقام الأول اختيار استراتيجية الاستثمار، ثم اختيار الأصول المحددة التي سيتم إدراجها في المحفظة.

ومن العناصر الهامة الشائعة في جميع مجالات التخصص الثلاثة في التمويل هو مفهوم المخاطر، يعد قياس المخاطر أمرًا بالغ الأهمية في التقييم العادل لأصل معين ، واختيار مشروعات وضع الميزانية الرأسمالية في الإدارة المالية ، واختيار مقتنيات الأصول الفردية ، وإنشاء المحفظة في إدارة المحافظ، حيث يشمل مجال إدارة المخاطر تحديد وقياس ومراقبة المخاطر في كيان تجاري أو محفظة.

وقد تم توظيف أدوات رياضية متطورة للتعامل مع المخاطر المرتبطة بالأصول الفردية ، ومشاريع الموازنة الرأسمالية ، واختيار الأصول في بناء المحفظة، استخدام هذه الأدوات شائع الآن في الصناعة المالية، على سبيل المثال ، في إدارة المحافظ ، يعمل المحللين الماليين على تشغيل إجراءات إحصائية لتحديد عوامل الخطر التي تدفع عائدات الأصول ، وتحليلات رياضية لتقييم المخاطر ، وخوارزميات للعثور على الطريقة المثلى لتخصيص الأصول، وتعد عقود الخيارات أفضل الأدوات المالية من حيث إمكانية بناء العديد من الاستيراتيجيات المختلفة الهادفة إلى تحويط المحفظة المالية ضد المخاطر المالية، ولذلك فقد استخدمت العديد من النماذج من اجل تقييمها وتحديد قيمة المكافأة التي يتحصل عليها الطرف المقابل، ويعد نموذج بلاك شولز أكثر النماذج استخداما، ولادخال خوازميات هذا النموذج، واصدار قرارات التنبؤ الخاصة به، لابد من استخدام أدوات كمية وتقنيات حسابية وبرامج ذات لغة برمجية عالية الدقة والكفاءة، حتى نتحصل على النتائج المرجوة ولتحقيق الغاية المستهذفة من هذا النموذج، ومن ضمن هذه البرامج الحسابية، برنامج MATLAB، ومن هنا يتم طرح الاشكالية الرئيسية:**فيما يتمثل برنامج** برنامج MATLAB ، **وكيف يتم استخدامه للتحليل المالي لنموذج بلاك شولز مورتن؟للاجابة على الاشكالية الرئيسية، خلصنا للتطرق إلى ما يلي:**

**1-مفاهيم عامة حول برنامج** MATLAB.

**2- دراسة طريقة تحليل نموذج التسعير بلاك شولز مورتون باستخدام برنامج** MATLAB.

**3- تحسين تسعير محفظة بلاك شولز مورتون باستخدام برنامج** MATLAB.

**1- مفاهيم عامة حول برنامجMATLAB :**

**1.1-مفهوم برنامج** MATLAB : بمعنى Matrix-Laboratory أي مختبر المصفوفات: هو برنامج رائد في التطبيقات الهندسية والرياضية من إنتاج شركة **ماثوركس**، يسمح برنامج MATLAB بالتلاعب حسابياً بالمصفوفات، وبالرسم البياني للتوابع الرياضية، وبتنفيذ الخوارزميات المختلفة، كما يسمح بإنشاء واجهات المستخدم الرسومية، والتواصل مع البرامج المكتوبة بلغات أخرى، بما في ذلك - C C++، يستخدم هذا البرنامج مع العديد من التطبيقات والأدوات المساعدة الأخرى مثل(Simulink) .

أما الإضافات التي تنتجها الشركة المنتجة، تنقسم إلى قسمين، إضافات خاصة بـ MATLAB وإضافات خاصة بسميولينك، الإضافات الخاصة بـMATLAB ، تُسمى صناديق (Toolbox) هذه الصناديق تختلف عن بعضها البعض، إذ لكل صندوق تخصص علمي تعالجه، فهي تحوي بداخلها تعلميات برمجية تؤدي إلى حل المسائل العلمية في التخصص الذي أُنشئت من أجله الأداة، مثل أداة معالجة الصور فهي تعالج تخصص تحليل الصور وكتابة خوارزميات لترتيب البكسلات .

وقد أصبح برنامج MATLAB منتشر بشكل كبير في العصر الحالي، لأنه يتيح العديد من الطرق لحل المشاكل المختلفة عدديا من خلال لغة برمجة سهلة الاستخدام، و من السهل بشكل خاص إنشاء رمز البرمجة ، وتنفيذ ذلك للحصول على حل المشاكل الحسابية، ورسم بعض الرسوم البيانية ذات الصلة، وإلقاء نظرة على ميزات مثيرة للاهتمام للمشكلة قيد النظر، ما يجعل برنامج MATLAB ملائماً للعديد من المجالات، بما في ذلك التمويل والنمذجة المالية، لأنه يدمج الحوسبة والتصور والبرمجة في بيئة سهلة الاستخدام. (Ela, 2001, .pp98-103 )

تم كتابة النسخة الأولى من برنامج MATLAB في عام 1970 من قبل المحلل Cleve Moler ، ومنذ ذلك الحين أصبح منتج تجزئة ناجح، حيث يتميز برنامج MATLAB بمجموعة من الحلول الخاصة بالتطبيق الإضافي تسمى صناديق الأدوات، يعد صندوق الأدوات مجموعة شاملة من وظائف M-files التي تعمل على توسيع بيئة برنامج MATLAB لحل فئات معينة من المشكلات.

على سبيل المثال ، تشتمل "الأدوات المالية" على الاستعداد لاستخدام الوظائف التي توفر بيئة حوسبة متكاملة للتحليل المالي والهندسة المالية، كما يحتوي صندوق الأدوات على كل ما تحتاجه لإجراء تحليل رياضي وإحصائي للبيانات المالية، وعرض النتائج مع الرسومات عالية الجودة، وباستخدام برنامج MATLAB وصندوق الأدوات المالية ، فيمكنك: حساب وتحليل الأسعار والعوائد والحساسيات الخاصة بالمشتقات والأوراق المالية الأخرى ، وللحصول على ضمانات المحافظ، تحليل أو إدارة المحافظ ؛ تصميم وتقييم استراتيجيات التحوط من المخاطر وغيرها .(Miran, 2002, pp78-80 )

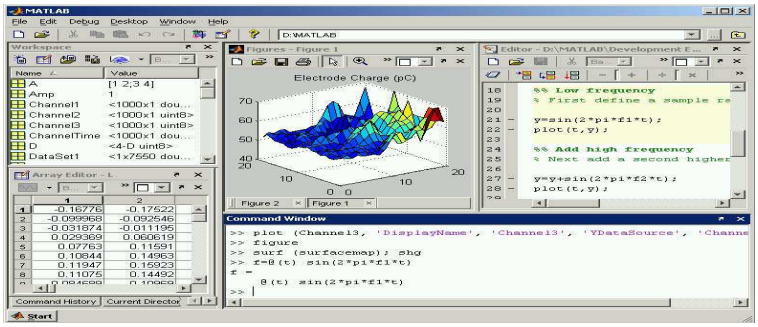
هناك الكثير من اصدارات برنامج MATLAB ، اصدار 1 لسنة 1984، وتم تطوير اصدارات لغاية اصدارR2019a لسنة 2019، حيث في كل مرة يتم ادارج اضافات تقنية لتطوير استخدامات برنامج MATLAB .

**2.1-الميزات الرئيسية لبرنامج MATLAB:** بالاضافة إلى أنه برنامج التطبيقات الرياضية والهندسية، إلا انه يمتاز بعناصر إضافية هي:

-لغة الحوسبة التقنية لبنامج **MATLAB** عالية المستوى.

-استخدام البرنامج، لأدوات التحليل التفاعلي، والتي تتمثل في: بيئة التطوير، ميزة المناطق، الرياضيات، الرسومات وتصميم واجهة المستخدم الرسومية، استخدام ملف I / O ،ونماذج الاتصال C / C ++ ، فورتران ، جافا ، COM.

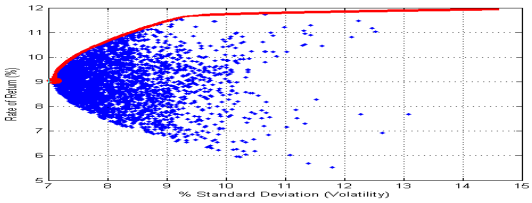
**شكل بياني رقم 1: الميزات الرئيسية لبرنامج MATLAB**



**Source**: The MATLAB Workspace Browser

-يستخدم برنامج **MATLAB** في تحسين اختيار المحفظة المالية.(Dian,2001 , p120 )

**شكل بياني رقم 2**: شكل المحفظة المثالية المحسنة باستخدام برنامج **MATLAB**




**Source** : The MATLAB Workspace Browser

--يحول تلقائيًا برامج MATLAB، إلى مكونات وبرامج ومكونات مستقلة.

- يدعم برنامج MATLAB لغة كاملة ومعظم أدوات العمل الحسابية والمالية.

- يدعم برنامج MATLAB النشر غير المملوك.

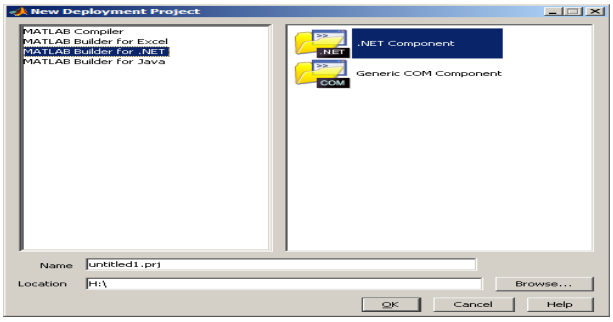
-البنية التحتية المشتركة مع MATLAB: تعمل على الدعم الفوري لميزات MATLAB، مع سرعة التطبيق المترجمة، التي تعادل السرعة في برنامج MATLAB.

-بوجود برامج Java و NET / COM و Excel في برنامج MATLAB، هذا مايسمح لنا بدمج خوارزميات MATLAB مع التطبيقات بلغات أو تقنيات أخرى.

-امتياز نفس واجهة البرنامج، بسير العمل كمترجم لبرنامج MATLAB.

- الالتفاف التلقائي من التعليمات البرمجية لبرنامجMATLAB ، يهدف للتكامل في بيئة الهدف.(Donal,2005 , p99 )

**شكل بياني رقم 3:** برامج Java و NET / COM و Excel في واجهة برنامج MATLAB

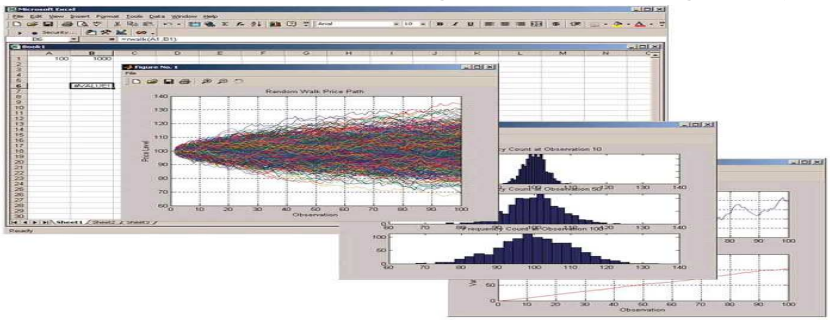



**Source** : The MATLAB Workspace Browser

-يحول تلقائيا خوارزميات برنامج MATLAB إلى إضافات Excel مستقلة

- تشغيل ما يصل إلى 20 مرة أسرع من الوظائف الإضافية deployment Visual Basic

**شكل بياني رقم 4**: نموذج نشر غير مملوك لبرنامج MATLAB



**Source** : The MATLAB Workspace Browser

- توفر لنا منتجات ماثوورك المتواجدة في البرنامج، وقتًا كبيرًا في تطوير نماذج توقعات العائدات.

-يتيح لنا برنامج MATLAB ، إلى جانب إمكانات النشر المتوفرة لدينا ، توزيع نماذج متطورة لمديري الحوافظ والباحثين بسرعة أكبر بكثير مما يمكن أن نوفره مع البرامج الأخرى.

-يمكن لبرنامج MATLAB تقليل وقت البرمجة بنسبة 75 بالمائة تقريبًا، حيث في بعض البرامج الأخرى، قد يستغرق الأمر أسابيع قبل أن نتمكن من تشغيل الحسابات في C ++. "

-برنامج MATLAB هو البرنامج الوحيد الذي يمكنه التعامل مع المشكلات الكبيرة التي نضعها في النموذج، إنه أداة قوية توفر بيئة مرنة للغاية لبناء النماذج بسرعة.

-باستخدام MATLAB كمحرك حساب لطرازات Excel الخاصة بنا ، تمكنا من تحسين دقة عمليات المحاكاة لدينا بشكل كبير وتقليل وقت الحوسبة بنسبة تصل إلى 95٪.

**3.1-واجهة برنامج MATLAB**

قبل الانتقال إلى طريقة تحليل نموذج بلاك شولز الخاصة بماتلاب ، يجب وضع بعض التعاريف الأساسية للغاية على أجهزة الكمبيوتر والبرمجة الخاصة ببرنامج **MATLAB**، وتشمل هذه:

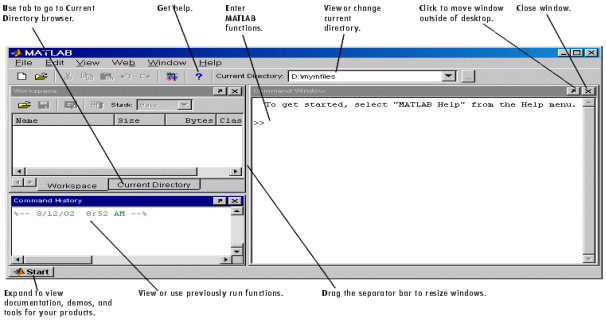
- ***bit*** (اختصار للرقم الثنائي) هو أصغر وحدة معلومات على الكمبيوتر، يمكن للبت الواحد أن يحتفظ بواحد من قيمتين فقط: 0 أو 1، يتم الحصول على معلومات أكثر فائدة من خلال دمج البتات المتتالية في وحدات أكبر ، مثل byte.
- **byte** يتكون من وحدة من 8 بتات وقادرة على عقد حرف واحد. تتم الإشارة إلى كميات كبيرة من الذاكرة من حيث kilobytes، megabytes، gigabytes
- ***data*** هي معلومات ممثلة برموز مثل الأرقام ، الكلمات ، الصور ، إلخ.
- ***command*** هو مجموعة من كلمات البرمجة التي توجه الكمبيوتر للقيام بمهمة محددة.
- ***algorithm*** هي مجموعة من الأوامر التي تهدف إلى حل مشكلة محددة سلفا.
- ***program*** هو تنفيذ الخوارزمية المناسبة للتنفيذ من قبل جهاز كمبيوتر.
- ***variable*** هو الحاوية التي يمكن أن تحمل قيمة. على سبيل المثال ، في التعبير: a + z ، كل من z و a هي متغيرات. يمكن أن تحتوي المتغيرات على كل من البيانات الرقمية (على سبيل المثال ، 10 ، 98.5) والأحرف أو الجمل (على سبيل المثال "d" أو "pba").
- ***constant*** قيمة لا تتغير أبدًا. يمكن أن تكون رقمية ، أوشخصية أو سلسلة.(Arnor, 2006 , p24 )
- ***bug*** هو خطأ في البرنامج ، مما تسبب في توقف البرنامج عن العمل ، وليس لتشغيل على الإطلاق أو لتقديم نتائج خاطئة، تسمى عملية البحث عن الأخطاء وإزالتها التصحيح.
- ***workspace*** هي الذاكرة المخصصة لماتلاب ويتم استخدامها مؤقتا تخزين المتغيرات.
- **m-file** عبارة عن ملف يحتوي على رمز لغة MATLAB ، يمكن أن تكون الملفات m عبارة عن وظائف تقبل الوسيطات وتنتج مخرجات ، أو يمكن أن تكون برامج نصية تنفذ سلسلة من عبارات Matlab، بالنسبة إلى MATLAB للتعرف على ملف كملف m ، يجب أن يكون امتداد اسم الملف *.m.
- ***functions*** هي ملفات m التي يمكن أن تقبل الحجج المدخلات وإرجاع حجج الإخراج، يجب أن يكون اسم الملف m واسم بنية الاستدعاء للدالة هو نفسه، كما تعمل الدالات على المتغيرات داخل مساحة العمل الخاصة بها ، منفصلة عن مساحة العمل التي تصل إليها في موجه الأوامر MATLAB ، تعتبر الدوال مفيدة لتوسيع لغة MATLAB الحالية للتطبيقات الشخصية (على سبيل المثال ، إنشاء وظيفة ترجع العائد المتوقع ومعاييرالانحراف المتعلق بمجموعة من الشركات).

-كل وظيفة بناء أو مستخدم تم تصميمه له بنية اتصال مميزة لكل وظيفة، في MATLAB ، لاستدعاء دالة ، اكتب اسم الدالة وتضع وسيطات الإدخال بين قوسين (في حالة وجود أكثر من وسيطة إدخال واحدة ، فيجب استخدام الفواصل للفصل بين التعبيرات).(James,1999 , p32 )

- يتم التعامل مع MATLAB من خلال استخدام النوافذ المختلفة ، والتي يرتبط كل مع فائدة معينة، على سبيل المثال ، يتم استخدام "إطار الأوامر" لإدخال المتغيرات وتشغيل الدالات وملفات ، يجعل "إطار محفوظات الأوامر" يوميات مع الأوامر التي قمت بإدخالها مؤخراً في إطار الأوامر ، "مستعرض مساحة العمل" يسمح لك بعرض المتغيرات التي تخزينها في مساحة العمل ، وما إلى ذلك.

**4.1-برنامج ماتلاب Windows**

عند بدء تشغيل MATLAB ، ستقوم بعرض الواجهة التالية الشكل 5 ، قد تظهر واجهة اختلاف إذا قام شخص ما قبل قيامك بتغيير الإطارات النشطة من القائمة عرض:



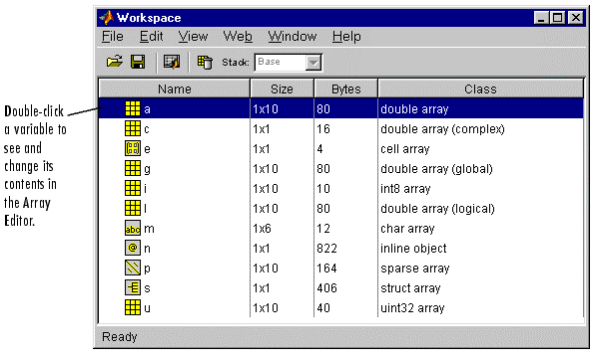

**Source** : The MATLAB Workspace Browser

يسمى ما ورد أعلاه باسم Matlab Desktop (واجهات المستخدم الرسومية) ويحتوي على أدوات لإدارة الملفات والمتغيرات والتطبيقات المرتبطة بـ MATLAB ، يوفر شريط الأدوات في سطح المكتب MATLAB وصولاً سهلاً إلى العمليات المستخدمة بشكل متكرر، اضغط المؤشر فوق زر ويظهر تلميح الأدوات، لاحظ أن بعض الأدوات تحتوي أيضًا على toolba rs في نوافذها، ويمكنك تغيير طريقة ظهور سطح المكتب عن طريق فتح الأدوات وإغلاقها ونقلها وتغيير حجمها، استخدم القائمة "عرض" لفتح الأدوات أو إغلاقها.(Finak, 2004 , p98 )

-يمكنك أيضًا نقل الأدوات خارج سطح المكتب أو نقلها مرة أخرى إلى سطح المكتب (التوصيل)، توفر جميع أدوات سطح المكتب ميزات عامة مثل قوائم السياق واختصارات لوحة المفاتيح، يمكنك تحديد خصائص معينة لأدوات سطح المكتب عن طريق تحديد Preferences.

بالإضافة إلى ذلك ، يمكن أن تساعد نافذتان أخريان يمكن رؤيتهما في الشكل 6 المستخدم أثناء وقت البرمجة، أول واحد والأهم هو متصفح مساحة العمل ، تتكون مساحة عمل MATLAB من مجموعة

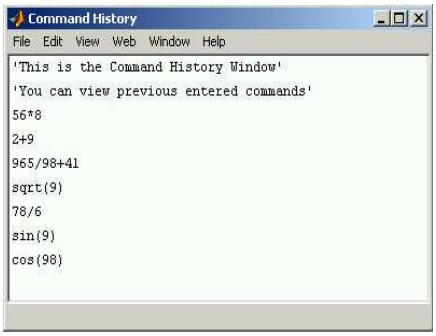
المتغيرات (المصفوفات المسماة) التي تم إنشاؤها خلال جلسة MATLAB وتخزينها في الذاكرة، يمكنك إضافة متغيرات إلى مساحة العمل باستخدام الدالات و mfiles ، وتحميل مساحات العمل المحفوظة.




**source:** The MATLAB Workspace Browser

لا يتم الحفاظ على مساحة العمل بعد إنهاء جلسة عمل MATLAB ، لحفظ مساحة العمل إلى ملف يمكن قراءته أثناء جلسة ماتلاب لاحقة ، حدد Save Workspace As من قائمة File.( (p1–12 , 2001,Malyarenko

-نافذة أخرى مفيدة ، هو تاريخ القيادة ، كما في الشكل 7 أسفله، يتم تسجيل العبارات التي تقوم بإدخالها في "إطار الأوامر" في "محفوظات الأوامر"، وفي "محفوظات الأوامر" ، يمكنك عرض بيانات التشغيل السابقة ، ونسخ البيانات المحددة وتنفيذها.




**source:** The MATLAB Command Window

لتنشيط هذه النوافذ أو إغلاقها وبعض النوافذ الأخرى ، اختر "عرض" من شريط الأدوات، في الأقسام الفرعية القليلة التالية ، يتم توثيق أبسط من هذه الشاشة.

-نافذة الأوامر- ماتلاب كآلة حاسبة، وهي النافذة الرئيسية التي يتصل بها المستخدم بالبرنامج، في نافذة الأوامر ، يمكن للمستخدم عرض رمز الطلب ">>" والذي يشير إلى أن MATLAB جاهز لقبول الأوامر المختلفة من قبل المستخدم، من خلال هذه النافذة ، يمكن للمستخدم توظيف مشغلي

الحساب الأساسي مثل: "+"(إضافة) ، "-" (الطرح) ، "*" (الضرب) ، "/" (القسمة) ، "^" (القوى) و "()" (الأقواس) ، فضلا عن العديد من البناء الأخرى في الابتدائية و الوظائف والأوامر الأخرى التي سيتم الإشارة إليها لاحقًا.(p23 , 2005, Doucque )

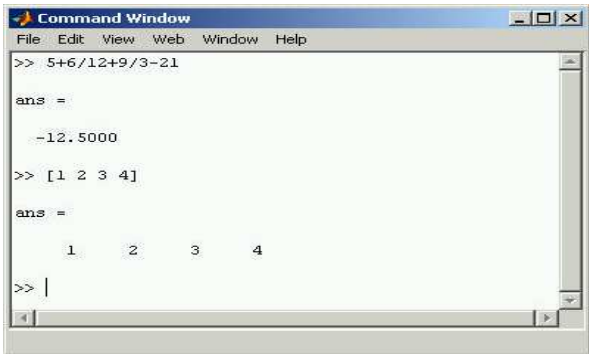
كمثال أول ، أدخل الأمر التالي الذي يقوم بإجراء عملية حسابية أساسية (الشكل 8):

"21-3 / 9 + 06/12 + 5"

**source:** A basic calculation

يعرض MATLAB النتائج في متغير يسمى على أنه ans، هذا هو اسم متغير افتراضي يتم استخدامه من خلال نافذة الأوامر لعرض أحدث النتائج التي تم توجيهها من قبل المستخدم الذي لم يحدد اسمًا محددًا. متابعة عن طريق إدخال الأمر التالي الذي ينشئ fourelement

-ناقل ، حسب (الشكل 9):"[1 2 3 4]"

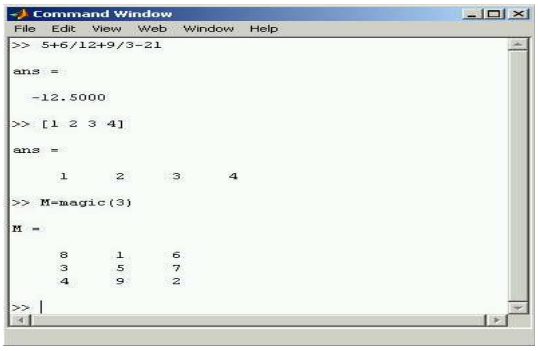



**source:** A four-element vector

-تشير الأقواس المربعة "[]" إلى تعريف المتجه، كما أن المسافة بين أرقام المتجهات تفصل بين عناصر المتجه. الفاصلة "،" هي طريقة أخرى لفصل العناصر، بالإضافة إلى ذلك ، لاحظ أن ans المتغير الافتراضي فقد قيمته السابقة من أجل تخزين نتائج العملية الأخيرة.(p43 ,2005, Higham )

-كمثال آخر ، أدخل الأمر التالي الذي يقوم بإنشاء مربع سحري 3 × 3 تم حفظه في متغير مصفوفة M:

"M = magic 3"،وبعد الضغط على [Enter] ، ستحصل على نتيجة Matlab (الشكل 10):




**source:** A 3-by-3 magic table

-يتم إنشاء مربع سحري باستخدام magic وظيفة العنصر التي بنيت بالفعل في MATLAB.

-يحسب برنامج MATLAB الكميات كما يلي:

أولا تأتي الكميات بين قوسين

· تتبع حساب القدرة: (على سبيل المثال ، 5 + 2 ^ 2 = 5 +4 = 9)

· "*" و "/" تتبع من خلال العمل من اليسار إلى اليمين: (مثل 2 * 4/8 = 4/16 = 4)

· "+" و "-" تتبع آخر ، من اليسار إلى اليمين: (على سبيل المثال ، 6-7 + 2 = -1 + 2 = 1)

-لاحظ أن الترميز "e" يُستخدم لأعداد صغيرة جدًا أو كبيرة جدًا. حسب التعريف: 1X1011 = e1 و 1 e-1 = 1X10-1.

يمكن لـ MATLAB التعامل مع ثلاثة أنواع مختلفة من الأرقام: الأعداد الصحيحة والأعداد الحقيقية والأرقام المركبة (مع الأجزاء الخيالية). علاوة على ذلك ، يمكنها التعامل مع تعبيرات nonumber مثل: NaN (Not-a-Number) المنتجة من العمليات غير المعروفة رياضياً مثل: 0/0 و ¥ * ¥ و inf التي تنتجها عمليات مثل 0/1، كما يتضمن MATLAB كآلة حاسبة مجموعة متنوعة من الوظائف الرياضية في البناء مثل: المثلثية ، الأسية ، المعقدة ، التقريب والباقي ، الخ.

**2- دراسة طريقة تحليل نموذج التسعير بلاك شولز ميرتون (BSM )باستخدام برنامج MATLAB :**

يوضح نموذج Black Scholes Merton قيمة خيار كدالة للقيمة الحالية للسهم ، S ، سعر إضراب الخيار ، X ، وقت الخيار للنضج ، T ، التقلبات ، s ، للأسهم عائدات السعر (الانحراف المعياري لعوائد المخزون النسبي للسهم في الماضي)، n أيام ، حيث يتم تعيين n (عادة تساوي 60) ، ومعدل المخاطرة الحرة ، r ، السائد بالنسبة إلى T وتواريخ توزيعات الأرباح للأسهم ، d، أما الصيغة التحليلية لخيار الاستدعاء الأوروبي المستمد من BSM هي:

$$c^{BSM} = se^{-dT}N(d_1) - Xe^{-rT}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (\frac{r - d + s^2}{2})}{s\sqrt{T}}$$ بحيث

$$d_2 = d_1 - s\sqrt{T}$$

$$N(Z) = \frac{1}{\sqrt{2}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{1}{2}z^2} d_z$$

ويمثل دالة التوزيع التراكمي الطبيعي مع الانحراف المعياري للصفر والوحدة ، وتسمى تسمية MATLAB في الوظيفة باسم: normcdf.(Cooper, 2001, p68 )

يمكن أيضًا تحديد قيمة خيار البيع الأوروبي من خلال BSM على النحو التالي:

$$P^{BSM} = X_e^{-rT} N(-d_2) - se^{-dT} N(-d_1)$$

**1.2- تنفيذ صيغة BSM في برنامج MATLAB:**

نحن نريد إنشاء برنامج نصي يسمى OptionsBSM.m الذي يستدعي قيام المستخدم بإنشاء سعر وظيفة BSM لتحديد الأسعار الأوروبية ، c ، والأوروبية ، p ، والخيارات باستخدام نموذج Merton، Black Scholes، يجب أن تأخذ الدالة BSMprice سبعة معلمات إدخال (ستة على الأقل) (كقيم مفردة أو على شكل متجه) ويجب أن تعيد القيمة (أو المتجه) للمعلمة، يجب أن يبدو بناء الجملة الاستدعاء الخاص به كما يلي:

"[السعر] = BSMpriice (S ، X، T، vol، r، Index، dv)"

-"Index " عبارة عن وسيطة إدخال سلسلة يتم تعيينها كوسيطة إدخال إضافية تأخذ القيم: "CALL" (أو أي تهجئة أخرى لـ "CALL" مثل "Call" أو "CaLL" ، إلخ) أو "PUT" "(أو أي تهجئة أخرى لـ" PUT "مثل" Put "أو" PuT "أو غير ذلك) ويجب استخدامها لتحديد نوع نوع الخيار (استخدم البنية في دالة أقل لتحويل" Index "إلى حالة الأحرف الصغيرة ). لاحظ أن "الفهرس" يسبق "dv" لأن "dv" يجب أن يكون مدخلًا اختياريًا (لأنه سيعود إلى هذا في فترة).

وللتحقق من صحة الصيغة ، عبر البرنامج النصي ، قم بإنشاء جدول يقوم بجدولة المكالمة ووضع القيم مقابل نسبة النقود ، S ، والنضج ، T. يجب تحميل البيانات من ملف نصي (الذي ينشئه المستخدم إما يدويًا أو عبردالة تسمى "options_data.txt" والتي يجب أن تحتوي الأعمدة على S، X، T ، s، r، d. يتم إعطاء قيم البيانات أدناه:

$$S=\{80, 85,90,95,100,105,110,115,120\},$$

$$T=\{0.1,0.15,0.20,0.25\}$$

$$s=\{0.1,0.2,0.3\}$$

$X=100, r=0.05, d=0.02$

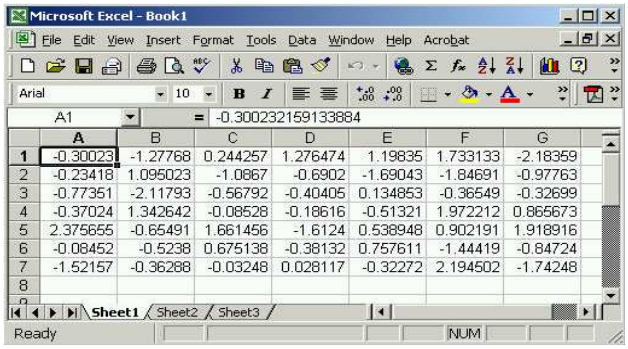
بعد إنشاء الملف النصي ، يجب أن يكون لديك جدول 108 × 6 لأن لكل قيمة من T و s لديك 9 قيم مختلفة ممكنة لـ S.

- يجب التحقق مما إذا كان العدد الصحيح من المدخلات و المدخلات المقدمة، وعرض تدليل الخطأ خلاف ذلك ، للقيام بذلك ، استخدم وظيفة البناء في nargin .

- قم بتعيين توزيعات أرباح تساوي الصفر تلقائيًا، إذا لم يتم إدخال مدخلات أرباح أو إذا تم تعيين وسيطة إدخال توزيعات الأرباح على أنها مصفوفة فارغة (استخدم البنية في الدالة e xist).( p65 ,2019,www.mathworks)

- من أجل منع حدوث خطأ ، يجب أن تتحقق،من كون جميع معلمات الدخل موجبة أو غير سالبة (موضحة في صيغة BSM لمعرفة المدخلات التي يجب أن تكون> = 0 وأي منها فقط> 0 ؛ dوخاصة r مع القيم السلبية يمكن أن توجد ولكن ليس لها أي آثار اقتصادية).

**شكل بياني رقم** 12: نموذج تسعير BSM




| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -0.30023 | -1.27768 | 0.244257 | 1.276474 | 1.19835 | 1.733133 | -2.18359 |
| 2 | -0.23418 | 1.095023 | -1.0867 | -0.6902 | -1.69043 | -1.84691 | -0.97763 |
| 3 | -0.77351 | -2.11793 | -0.56792 | -0.40405 | 0.134853 | -0.36549 | -0.32699 |
| 4 | -0.37024 | 1.342642 | -0.08528 | -0.18616 | -0.51321 | 1.972212 | 0.865673 |
| 5 | 2.375655 | -0.65491 | 1.661456 | -1.6124 | 0.538948 | 0.902191 | 1.918916 |
| 6 | -0.08452 | -0.5238 | 0.675138 | -0.38132 | 0.757611 | -1.44419 | -0.84724 |
| 7 | -1.52157 | -0.36288 | -0.03248 | 0.028117 | -0.32272 | 2.194502 | -1.74248 |
| 8 | | | | | | | |

**Source**: Excel® Data

- إذا أخذ "Index " قيمة مختلفة بخلاف تلك التي تم شرحها من قبل ، فيجب إرجاع رسالة خطأ ويجب أن يتوقف تنفيذ البرنامج. بالإضافة إلى ذلك ، يجب إرجاع خطأ ويجب أن يتوقف تنفيذ البرنامج إذا كان "Index " عبارة عن مصفوفة سلسلة وليس سلسلة.

-يجب أن يكون "vector "Index متجه السلسلة من 1 إلى 4 في حالة "CALL" أو 1-3-by في حالة "PUT".

**2.2- تصغير الوظيفة والمتغيرات**

توجد مجموعة متنوعة من خوارزميات التحسين التي يمكن استخدامها لتقليل (أو تعظيم) دالة أحادي المتغير أو دالة متعددة المتغيرات (لاحظ أن تعظيم الدالة ، f (x) ، هو نفس تصغير الدالة( f (x))-.( p45 ,2019, https://homepages)

اثنين من الخوارزميات المعروفة والمستخدمة على نطاق واسع هي أصل التدرج ، والتي تقلل من الوظيفة عن طريق الاعتماد فقط على المشتقات الجزئية الأولى للوظيفة (متجه التدرج) ، وخوارزمية نيوتن النسبية التي تستخدم مشتقات جزئية من المرتبة الثانية (Hessian matrix).

-يمكن تلخيص خوارزمية أصل التدرج على النحو التالي:

*إعطاء تخمين أولي لإحداثيات الحد الأدنى للنقطة $x^0$ (على سبيل المثال ، إذا كانت الدالة قيد البحث تحتوي على مجهولين $x_1$ و $x_2$، فيجب أن يكون x متجه لصف عنصر $x^0 = x_1^0, x_2^0$

ثم تنفيذ تكرار الخوارزمية ، k ، بناءً على الصيغة التالية:

$$x^{k+1} = x^k - af'(x^k)$$

من k=1 ,2,3.....

حيث( f($x^k$) هي قيمة الدالة عند $f^{th}$ عند النقطة x و $f'(x^k)$ هي متجه صف يحتوي على مشتقات جزئية من الرتبة الأولى عند تكرار $k^{th}$، تعتبر المعلمة a دالة مقياس موجبة تقع بين 0 و 1 وهي نسبة تعلم تحدد حجم الخطوة، والقيم الكبيرة لقوة خوارزمية تتأرجح حول الحد الأدنى أو حتى تباعد عن الحد الأدنى، في حين القيم الصغيرة تؤدي إلى المزيد من التقارب المستقر ولكن مع معدل بطيء للغاية، وتتراوح القيم النموذجية بين 0.01 و 0.15 اعتمادًا على المشكلة التي تواجهها، على وجه التحديد ، يكون $f'$ (x) للدالة ذات المتغيرات :n

$$f'(x) = \left(\frac{\partial f(x)}{\partial x_1} \frac{\partial f(x)}{\partial x_2} \frac{\partial f(x)}{\partial x_3} \dots\dots\dots \frac{\partial f(x)}{\partial x_n}\right)$$

**3- تحسين تسعير محفظة BSM ببرنامج** MATLAB:

في كثير من الأحيان ، يحتاج الباحث إلى إنشاء محفظة من الأوراق المالية التي تتطلب مستوى أدنى من الربح / الحد الأدنى، حسب تعريف مشكلة تحسين المحفظة منذ ماركوويتز (1952) ، الذي افترض أن المخاطر المرتبطة بحقيبة يمكن قياسها مع التباين.

هدف الباحث هو تحديد من خلال منهجية برمجة التحسين، الأوزان التي يجب أن يكون لكل من الأصول البديلة في المحفظة، من خلال البناء في برنامج MATLAB ، تكون قيمة محفظة المحفظة خطية w.r.t إلى أوزان الأصول ويتم إعطاؤها من العلاقة التالية:

$$E(r_p) = w^T e$$

حيث rp هو متوسط العائد المرجح للمحفظة و E(.) هي عملية التوقع، ويتم إعطاء تمثيل الوزن لكل أصل في المحفظة بواسطة W ويتم عرض العائد المتوقع لكل أصل بواسطة e كما يلي:

$$e = E\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ rn \end{bmatrix} \quad , \quad W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

حيث n هو عدد الأصول المتاحة، على النقيض ، فإن تذبذب أوزان المحفظة w.r.t هو دالة غير خطية عالية تعطى من خلال العلاقة التالية:

$$S_p^2 = W^T O W$$

حيث تمثل $s_p$ متوسط التذبذب المرجّح (الانحراف المعياري) للحافظة ، و O هي مصفوفة التباين-التباين في الأصول:

$$O = \begin{bmatrix} s_{11} & \cdots & s_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{n1} & \cdots & s_{nn} \end{bmatrix}$$

مع s ij = cov (ri . rj)، بالإضافة إلى ذلك ، بالنسبة لمشكلة تحسين المحفظة ، من الضروري إضافة مجموع أوزان الأصول إلى واحد:

$$w^T N_1 = 1$$

مع $N_1$ ليكون متجه عمود مع عناصر الوحدة.

يتضح مما سبق أنه يمكن حل مشكلة تحسين المحفظة، حسب برنامج MATLAB ، عن طريق تقليل وظيفة التقلب التربيعي الخاضعة لقيود خطية ، فواحدة تتعلق بالعائد المتوقع للحافظة، وأخرى تؤكد أن جميع الأموال المتاحة التي يتم استثمارها، هناك عدة طرق رياضية ملائمة لحل هذه المشكلة، مثلا، يتم توضيح ذلك الذي يسمى طريقة المضاعف Langrangean الذي يسمح حل مشكلة المحفظة العامة مع مبيعات قصيرة مع شرط أن تكون القيود في شكل المساواة، وعندما تأخذ دورة PBA 521: النظرية المالية ، سيكون عليك حل مثل هذا النوع من المشاكل.

**ملاحظة:** إذا لم نستخدم القيد الأول ، وفي حالة عدم وجود معدل خالٍ من المخاطر ، فسوف نحصل على حافظة التباين الأدنى، ومن المستحسن في الواقع أن نحصل على محفظة الفروق الأدنى قبل أن نبدأ في مشكلة حقيقية، ثم من خلال تغيير مستوى الرغبة في العودة ، فإننا نتتبع النقاط على الحدود الفعالة.

-بافتراض عدم وجود معدل خالٍ من المخاطر ، قم بإنشاء مخطط مع الحد الأدنى من مجموعة التباين (الحد الحالي الفعال) لقيم R التي تتراوح بين 1٪ و 40٪. يجب أن يرسم الرقم الانحراف المعياري مقابل العائد المتوقع للحافظة.

-لإضافة الأصول الخالية من المخاطر مع العائد المتوقع 1 ٪ ، والعثور على رسم مع كفاءة الحواف، قم بإنشاء ملف m جديد بالاسم:

portFunRiskFree.m يحتوي على التعبير الجديد f بعد تضمين معدل خالية من المخاطرة ، ثم ابحث عن المكونات التي يتم تجاهلها ، وأنشئ رقمًا ثالثًا يجمع بين الرقمين السابقين. إذا كنت على دراية بنظرية الاستثمار ، يمكنك عرض العديد من المكونات المثيرة للاهتمام (على سبيل المثال ، نظريتين لفصل الأموال ، خط سوق رأس المال ، إلخ).

( p57 ,2019, https://www.mathworks)

**4.خاتمة:**

لقد دخلت الأسواق وبصورة مكثفة، أدوات مالية جد متطورة، لاسيما منذ عشرية الستينات من القرن الماضي، وأصبحت تلك الأسواق لا تقتصر على الأدوات التقليدية فقط مثل الأسهم والسندات ومن أمثلة هذه الأدوات نجد الخيارات بمختلف أنواعها، وقد تم استعمال العديد من النماذج لتقييمها وتحديد القيمة المكافأة أهمها نموذج بلاك وشولز، الذي لقي تطبيقا كبيرا في وسط المحللين الماليين، حيث يقوم على مجموعة من الفرضيات، كما يقوم هذا النموذج على بناء محفظة مكونة من أصل بدون مخاطرة وأصول بها مخاطرة، ومن أجل بناء هذا النموذج ، لابد من نمذجة مالية، وتحليل مالي يقوم على برامج ذات تقنيات حسابية عالية الكفاءة ، و التي من ضمنها برنامج MATLAB، الذي يعد واحدا من البرامج الهندسية الرياضية المالية، الأكثر طلبا في برمجة الخوارزميات وحسابات المصفوفات، وتمثيل البيانات بأشكال هندسية أقرب للواقع، وعلى ضوء ما سبق ذكره في الدراسة، تم التوصل إلى النتائج التالية:

- يعمل برنامج ماتلب، على جعل البرامج المالية، الخاصة بك تعمل بشكل أسرع.
- لغة البرمجة الواقعية أو مستوى البرمجة أو الخوارزمية لبرنامج ماتلب،عالية المستوى .
-يعمل برنامج ماتلب تقليل وقت تطوير وتكلفة بناء ونمذجة مالية عالية الكفاءة.
- توفر برنامج ماتلب على ،خيارات التسعير الإختياري MATLAB و Excel .
-توفر برنامج ماتلب، على بيئة حاسوبية مالية مهنية، لتطوير نماذج مالية معقدة باستخدام برنامج ماتلب ،وعائلته من الأدوات.

- توفر برنامج ماتلب ، على بيئة تطوير التطبيقات، حيث يتم ترجمة النماذج المطورة في MATLAB إلى مكونات باستخدام برنامج MATLAB Compiler وتوزيعه بشكل مستقل.
- يتم ادراج تقرير برنامج ماتلب، باستخدام إما Microsoft Excel أو Word.

**5.توصيات:**

في هذه الدراسة، إرتأينا أن نأخذ نظام تجارة التحكيم الإحصائي لصندوق التحوط في لندن، الذي يستخدم برنامج ماتلب أن نأخذه كنموذج للتوصيات، فكل دولة تريد أن تكون رائدة في النمذجة المالية، وفي التحليل المالي باستخدام برنامج ماتلب، كما هو الحال في لندن، عليها أن تأخذ ببعض التوصيات التالية:

- لتوفير عائد قابل للقياس على استثماراتك يجب أن تطوير بيئة استخدام وتعلم برنامج ماتلب في التحليل المالي، مع تطوير التطبيقات السريعة ونشرها، وتقديم التدريب وخدمات الدعم.
- تحليل البيانات بسرعة عالية، بتطبيق عملية التداول في برنامج ماتلب، مع استخدام مخصص رويترز datafeed لقراءة وتحليل البيانات لتقدير المخاطر وتنفيذ الصفقات، مثل ماهومعمول به في لندن، قلصت 20 ٪ من التكلفة المتوقعة لتقدير المخاطر في 3 أشهر فقط، في أدوات إدارة الاستثمار لأحد البنوك الكبرى، وتشمل الأدوات:

• تحسين المحفظة ، محاكاة مونت كارلو ، العوائد الضمنية ونظام الرسوم البيانية VaR Economic لشركة تأمين كبرى.
• أداة اتجاهات الاقتصاد الكلي للاقتصاديين.
• أداة قراءة البيانات من قواعد البيانات.
• أداة تصفية البيانات المالية، باستخدام واجهة المستخدم المخصصة.
• أدوات التحليل وإعداد التقارير لشركات تجارة الطاقة.
• أدوات إجراءات الوصول إلى قاعدة البيانات المخصصة.
• أداة الهيكل الهرمي الصفقات والمشتقات المالية.
• أداة توزيع تقارير المواقف الليلية على الإدارة العليا عن طريق الإنترانت.
• أداة عرض منحنيات السوق ، وحساسية المخاطر.
• أداة نشر التطبيقات عبر الويب أو دمجها في بيئات أخرى مثل C و VB و Java.
•مجموعة Equity في أحد البنوك الاستثمارية الرئيسية، لتطبيق تحليل كميات كبيرة من البيانات، لتحديد استراتيجيات التداول اليومية، مع تنفيذ استراتيجيات جديدة لربط منصة التداول من لينك

إلى إكسل، ماسمح لهم بتقليل وقت تنفيذ النموذج من 10 ساعة إلى 2.5 دقيقة، مع زيادة حجم التداول من 30 مليون جنيه إلى 120 مليون جنيه.

-يتم ترجمة النماذج التي تم تطويرها في برنامج MATLAB من قبل المتخصصين الماليين، إلى كود C باستخدام مترجم MATLAB وتوزيعها كتطبيقات مستقلة أو دمجها بسرعة في التطبيقات القديمة أو القائمة من قبل مهندسي تكنولوجيا المعلومات.

-تحديد السعر والعائد والتدفقات النقدية للعديد من أنواع الأوراق المالية ذات الدخل الثابت بما في ذلك الرهن العقاري المدعوم.

- تحليل أدوات ومشتقات أسعار الفائدة المشتقة ، وحساب أسعار وحساسيات المشتقات.

- استخدام محاكاة مونت كارلو للعديد من المتغيرات univariate ، وإجراء اختبارات التشخيص والفرضيات قبل وبعد التخمين ، وتقدير تقديرات نماذج ARMAX / GARCH العامة، كنمذجة اوبشن، nاتحليل الدخل الثابت، منحنيات معدل الفائدة، نمذجة تقلب القيمة في المخاطرة (VaR).

**6. قائمة المراجع:**

1-Ela Pekalska, Marjolein van der Glas, **Introduction to MATLAB**, Pattern Recognition Group, (Faculty of Applied Sciences, Delft University Technology, 2001).

2-Miranda M. and Fackler P., **Applied Computational Economics and Finance**, (Massachusetts Institute of Technology, 2002).

3-Griffiths D., **An Introduction to Matlab: Version 2.2,** Department of Mathematics, (The University Dundee DD1 4HN, 2001) .

4-Hanselman, D., and B. Little_eld ,**Mastering Matlab 7** ,(Pearson Education International,2005) .

5-Kharab, A., and R. B. Guenther, **Introduction to numerical methods { A MATLAB Approach,** (Chapman & Hall, 2006) .

6-LeSage, James P., **Applied Econometrics using MATLAB (Online )**, www.spatialeconometrics.com),2018.

7-D. Fink ,**Numerical Methods using Matlab** Pearson Education, also available at http://math.fullerton.edu/mathews/n2003/NumericalUndergradMod.html,2018).

8-Silvestrov D., and M.A, **An Introduction to Financial Mathematics With MATLAB,** (Malardalen University, 2001).

9- Houcque. D, **Applications of MATLAB: Ordinary Differential Equations**, (Internal communication, Northwestern University, . 2005) .

10-Digham. J. H and N. J, **MATLAB Guide,(**Siam, second edition edition, ., 2005).

11-Jooper. C, **A MATLAB Companion for Multivariable Calculus**, (Academic Press., 2001).

12-MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See www.mathworks.com/trademarks for a list of additional trademarks,2019.

13-Matlab, ses boîtes à outils et Simulink sont des produits développés par la société The MathWorks, Inc.. Matlab® et Simulink® ,https://homepages.laas.fr/yariba/enseignement/manuel-matlab,2019.

14-Using MATLAB to Developand Deploy Financial Models,https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstar,2017.