

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سرشناسه:	نیسی، عبدالساده، ۱۳۴۷ -
عنوان و نام پدید آور:	مدل سازی مالی با استفاده از نرم افزار MATLAB و Python / مولفان عبدالساده نیسی، مسلم
مشخصات نشر:	پیمانی فروشانی؛ زیر نظر معاونت پژوهشی دانشگاه.
مشخصات ظاهری:	تهران: دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۴۰۲.
فروست:	۳۹۰ ص. جدول، نمودار. وزیری.
شابک:	انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی؛ [۲] ۵۰۲.
وضعیت فهرست:	۰-۵۷۱-۲۱۷-۹۶۴-۹۷۸: ۲۵۰۰۰ تومان
وضعیت ویراست:	فیفا
یادداشت:	[ویراست ۲].
یادداشت:	ویراست قبلی کتاب حاضر با عنوان «مدل سازی مالی با استفاده از نرم افزار MATLAB» در سال ۱۳۹۷ منتشر شده است.
یادداشت:	کتابنامه: ص. [۳۶۵] - ۳۶۷.
عنوانی دیگر:	نمایه.
موضوع:	مدل سازی مالی.
موضوع:	امور مالی -- الگوهای ریاضی -- نرم افزار
موضوع:	Finance -- Mathematical Models -- Software
موضوع:	MATLAB
موضوع:	Python
موضوع:	متلب
موضوع:	پایتون
موضوع:	امور مالی
شناسه افزوده:	پیمانی فروشانی، مسلم، ۱۳۶۲-
شناسه افزوده:	دانشگاه علامه طباطبائی.
رده بندی کنگره:	HG۱۰۶
رده بندی دیوئی:	۳۳۲/۰۱۵۱۹۵
شماره کتابشناسی ملی:	۹۳۷۱۴۰۹

مدل سازی مالی با استفاده از نرم افزار

Python و MATLAB

مؤلفان:

دکتر عبدالساده نیسی

عضو هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی

دکتر مسلم پیمانی فروشانی

عضو هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی

ویرایش دوم، چاپ اول



مدل سازی مالی با استفاده از نرم افزار

Python و MATLAB

مؤلفان:

دکتر عبدالساده نبیسی

دکتر مسلم پیمانی فروشانی

زیر نظر معاونت پژوهشی دانشگاه

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۷-۵۷۱-۰

سرپرستار: دکتر زهرامحمدیان طراح جلد: سمیرا حاجی گلدی ناظر فنی: عبدالرضا گودرزی

مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی؛ صندوق پستی: ۱۵۸۱۵/۳۴۸۷

فروشگاه آنلاین انتشارات book.atu.ac.ir

سایت مرکز چاپ و انتشارات press.atu.ac.ir

سایت فروشگاه الکترونیکی <https://mybooket.com/atu>

آدرس فروشگاه مرکزی: تهران انتهای بلوار دهکده المپیک، دانشگاه علامه طباطبائی

نیش درب ورودی میدان ورزش تلفن: ۴۸۳۹۲۶۵۹ همراه: ۰۹۹۰۲۴۹۹۹۸۵

ویرایش دوم، چاپ اول ۱۴۰۲ شمارگان: ۱۰۰ قیمت: ۲۵۰۰۰۰ تومان

فهرست مطالب

۱	بخش نخست: مدل و مدل سازی
۱	مقدمه
۳	انواع مدل
۶	مدل های کمی
۷	مدل و مدل سازی در علوم مالی
۸	روند تاریخی مدل های مالی
۹	مدل های اولیه
۱۰	از مدل انتشار قیمت بشیلیه تا مسئله تباهی لاندبرگ
۱۱	اصول سرمایه گذاری مارکویتز
۱۲	ارزش شرکت از دیدگاه مودیلیانی و میلر
۱۳	فاما، ساموئلسون و بازار کارا
۱۴	از CAPM (شارپ، لیتنر و موسین) تا APT (راس)
۱۵	قیمت گذاری اوراق اختیار معامله بلک، شولز و مرتون
۱۵	یک نمونه مدل سازی ساده
۱۸	خلاصه و نتیجه گیری
۲۰	بخش دوم: سهام و پرتفوی
۲۳	فصل اول: مدل سازی سهم
۲۳	مقدمه
۲۳	رفتار تصادفی سهم
۲۸	متغیر تصادفی و فرایند تصادفی
۲۸	حرکت براونی
۳۳	نگاهی تاریخی به حرکت براونی
۳۴	خواص حرکت براونی

۳۷	حرکت براونی هندسی
۴۱	ارزش در معرض خطر
۵۱	شبیه‌سازی مونت کارلو
۵۷	ارزش در معرض خطر شرطی
۶۰	نواقص حرکت براونی هندسی
۶۱	مدل‌های با نوسانات تصادفی
۷۰	مدل‌های با جمله جهش
۷۵	خلاصه و نتیجه‌گیری

فصل دوم: مدل‌سازی پرتفوی ۷۷

۷۷	مقدمه
۷۷	فرایند مدل‌سازی پرتفوی
۷۸	ورودی‌های مدل
۷۸	ماتریس بازدهی مورد انتظار و ماتریس واریانس - کوواریانس
۸۲	محدودیت‌های سرمایه‌گذاری
۸۴	محاسبات
۸۴	مرز کارا
۹۴	توابع مطلوبیت
۹۸	خروجی‌های مدل
۹۹	اضافه نمودن دارایی بدون ریسک
۱۰۱	مدل‌های تک عاملی: مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM)
۱۰۸	مدل‌های چند عاملی: مدل فاما و فرنچ
۱۱۰	ارزیابی عملکرد پرتفوی
۱۱۰	نسبت شارپ
۱۱۱	نسبت ترینر
۱۱۱	آلفای جنسن
۱۱۱	نسبت اطلاعات
۱۱۲	معیار M^2

فهرست مطالب | ۵

۱۱۳	خلاصه و نتیجه‌گیری
۱۱۴	توابع کاربردی داخلی MATLAB
۱۱۵	بخش سوم: اوراق بهادار با درآمد ثابت
۱۱۷	فصل سوم: مدل‌سازی اوراق بهادار با درآمد ثابت (نرخ بهره ثابت)
۱۱۷	مقدمه
۱۱۷	مقدمه‌ای بر اوراق قرضه
۱۲۰	مدل‌سازی قیمت اوراق قرضه و نرخ بازدهی تا سررسید
۱۲۸	دیرش
۱۳۵	تحدب
۱۳۸	حساسیت قیمت اوراق قرضه به تغییرات نرخ بهره
۱۳۹	ایمن‌سازی
۱۴۳	پوشش ریسک سبد اوراق قرضه
۱۴۷	خلاصه و نتیجه‌گیری
۱۴۹	فصل چهارم: مدل‌سازی اوراق بهادار با درآمد ثابت (نرخ بهره غیرثابت غیرتصادفی)
۱۴۹	مقدمه
۱۵۱	ساختار زمانی نرخ بهره
۱۵۳	فضای گسسته
۱۶۰	فضای پیوسته
۱۶۶	مدل‌سازی اوراق بهادار با درآمد ثابت با نرخ بهره غیرثابت قطعی
۱۶۸	دیرش و تحدب با نرخ بهره غیرثابت قطعی
۱۷۲	خلاصه و نتیجه‌گیری
۱۷۵	فصل پنجم: مدل‌سازی اوراق بهادار با درآمد ثابت (نرخ بهره تصادفی)
۱۷۵	مقدمه
۱۷۶	مدل‌سازی تصادفی نرخ بهره
۱۷۷	مهم‌ترین مدل‌های نرخ بهره تصادفی

۱۷۷.....	مدل‌های بازگشت به میانگین
۱۸۰.....	مدل‌های با واریانس کشش ثابت
۱۸۱.....	قیمت‌گذاری اوراق بهادار با درآمد ثابت با نرخ بهره تصادفی
۱۸۴.....	خلاصه و نتیجه‌گیری
۱۸۵.....	توابع کاربردی داخلی MATLAB
۱۸۶	بخش چهارم: اوراق مشتقه
۱۸۷	فصل ششم: اوراق اختیار معامله
۱۸۷.....	مقدمه
۱۸۸.....	مقدمه‌ای بر اوراق اختیار معامله
۱۹۱.....	علت نیاز به مدل مجزا برای اوراق اختیار معامله
۱۹۳.....	مروری بر نظریه آربیتراژ
۱۹۹.....	کران‌های بالا و پایین برای قیمت اوراق اختیار معامله
۲۰۱.....	قیمت‌گذاری اوراق اختیار معامله براساس مدل دوجمله‌ای
۲۱۶.....	مدل قیمت‌گذاری اوراق اختیار معامله بلک، شولز و مرتون
۲۱۷.....	استخراج رابطه بلک، شولز و مرتون
۲۲۰.....	حل رابطه بلک، شولز و مرتون
۲۲۸.....	حساسیت قیمت اختیار معامله نسبت به عوامل مؤثر بر آن
۲۳۵.....	نوسانات ضمنی
۲۳۹.....	محدودیت‌های مدل بلک، شولز و مرتون
۲۴۱.....	قیمت‌گذاری اختیار معامله امریکایی
۲۴۴.....	شبیه‌سازی مونت کارلو برای قیمت‌گذاری اوراق اختیار معامله آسیایی
۲۴۸.....	خلاصه و نتیجه‌گیری
۲۵۱	فصل هفتم: اوراق آتی و قراردادهای تاخت
۲۵۱.....	مقدمه
۲۵۱.....	معرفی اوراق آتی
۲۵۳.....	مدل‌سازی قیمت اوراق آتی

فهرست مطالب | ۷

قراردادهای تاخت	۲۵۹
قرارداد تاخت نرخ بهره	۲۵۹
قرارداد تاخت ارز	۲۶۳
خلاصه و نتیجه‌گیری	۲۶۵
توابع کاربردی داخلی MATLAB	۲۶۵

پیوست ۱: مبانی حسابان غیرتصادفی ۲۶۷

مقدمه	۲۶۷
مجموعه‌ها	۲۶۸
تابع	۲۶۹
حد	۲۷۰
مشتق	۲۷۰
انتگرال	۲۷۳
مشتقات جزئی	۲۷۵
بسط تیلور	۲۷۵
معادلات دیفرانسیل	۲۷۶
جبر ماتریسی و مشتق ماتریسی	۲۷۷

پیوست ۲: مبانی احتمال ۲۸۱

مقدمه	۲۸۱
فضای احتمال	۲۸۱
متغیرهای تصادفی و فرایندهای تصادفی	۲۸۳
تابع توزیع و تابع چگالی	۲۸۵
فیلتر و سازگاری	۲۸۶
برخی از مهمترین متغیرهای تصادفی	۲۸۶
توزیع دو جمله‌ای	۲۸۶
توزیع نرمال	۲۸۷
توزیع پواسون	۲۸۸

پیوست ۳: حسابان تصادفی ۲۹۱

مقدمه	۲۹۱
علت نیاز به حسابان تصادفی: یک نمونه	۲۹۱
روش ایتو	۲۹۴

پیوست ۴: مقدمه‌ای بر MATLAB ۲۹۹

مقدمه	۲۹۹
الگوریتم و سیستکس	۳۰۰
محیط کلی نرم‌افزار	۳۰۱
انواع متغیر	۳۰۲
دستورهای پایه برای ایجاد و تغییر متغیرها	۳۰۳
عملیات روی متغیرها	۳۰۷
چند تابع کاربردی	۳۰۹
ترسیم نمودار دو بعدی	۳۱۴
ترسیم نمودار سه بعدی	۳۱۶
شرط IF و حلقه FOR	۳۱۸
M-فایل	۳۱۹

پیوست ۵: مقدمه‌ای بر PYTHON ۳۲۴

محیط کلی اسپایدر و ژوپیتر	۳۲۶
انواع متغیر و ساختارهای داده‌ای در پایتون	۳۲۸
INTEGER	۳۲۹
FLOAT	۳۳۰
STRING	۳۳۱
BOOLEAN	۳۳۲
LIST	۳۳۳
DICTIONARY	۳۳۵
TUPLE	۳۳۶

فهرست مطالب | ۹

۳۳۶.....	SET
۳۳۷.....	گزاره‌های شرطی و حلقه‌های تکرار
۳۳۹.....	تعریف تابع
۳۴۳.....	کتابخانه‌های پایتون
۳۵۸	مشخصات برنامه‌ها و فایل‌های داده مورد استفاده در کتاب
۳۶۲	نمایه
۳۶۵	فهرست منابع

مقدمه نویسندگان

در کتاب پیش روی به مدل‌سازی متغیرهای مالی پرداخته شده است. در تعریفی ساده، به انتزاع در آوردن پدیده‌ها را مدل‌سازی می‌گویند. این موضوع با ابزارهای مختلف از شکل، نمودار، قالب‌ها و مجسمه‌های فیزیکی گرفته تا ریاضیات انجام می‌پذیرد. در این میان، ریاضیات ابزار اصلی مدل‌سازی در علوم مختلف است، زیرا به قول دانشمندان یونان باستان و البته گالیله، "جهان را نمی‌توان شناخت تا زمانی که حروف و زبانی که با آن جهان را نوشته‌اند، نشناسیم و آن زبان ریاضی است". جهان مالی نیز از این قاعده مستثنی نبوده و ریاضیات مهم‌ترین ابزار مدل‌سازی در علوم مالی نیز تلقی می‌شود. جالب آنکه ریاضیات استفاده‌شده در این رشته، ریاضیات ساده و عمومی محسوب نمی‌شود، بلکه با توجه به ماهیت تصادفی بیشتر متغیرهای مالی، اصول ریاضی استفاده‌شده در این رشته از شاخه‌های پیچیده ریاضی است.

همانطور که گفته شد، در این کتاب همانند بسیاری از کتب دیگر به بحث مدل‌سازی مالی با استفاده از ابزارها و روابط ریاضی پرداخته شده است. با وجود این، آنچه این کتاب را از دیگر کتاب‌ها متمایز می‌کند، دو موضوع است.^۱ نخست، اینکه به‌منظور معرفی مدل‌های ریاضی در علوم مالی، مباحث متفاوت ریاضی مبنای کار برای تقسیم‌بندی قرار نگرفته است. به عبارتی تقسیم‌بندی بخش‌ها و فصل‌های کتاب براساس مباحث مختلف ریاضی (مانند مجموعه‌ها، توابع، حد، مشتق، انتگرال، دیفرانسیل، احتمالات و ...) انجام نشده است، بلکه بخش‌ها و فصل‌ها بر مبنای انواع ابزارهای مالی (سهام، اوراق بدهی و اوراق مشتقه) تقسیم‌بندی شده و در هر قسمت، کاربرد ریاضیات مورد نیاز در آن قسمت خاص بررسی شده است. دومین ویژگی کتاب، استفاده از دو

۱. گفتنی است که ادعای نویسندگان این کتاب، تنها تفاوت این کتاب نسبت به سایر کتاب‌ها است و هیچ ادعایی دال بر برتری این کتاب نسبت به دیگر کتاب‌ها ندارند.

نرم افزار MATLAB و Python برای اجراسازی مدل های ریاضی معرفی شده در هر فصل است با این توضیح که متن برنامه های MATLAB درون هر فصل با ارائه توضیحات لازم ارائه شده و متن برنامه مشابه به زبان Python در پیوست الکترونیکی کتاب ارائه شده است. ضرورت استفاده از نرم افزار در چنین کتابی از آنرو است که علاوه بر کمک به درک عمیق تر مدل های ریاضی ارائه، موجب افزایش احتمال کاربردی و عملی شدن آموخته های کتاب نیز خواهد شد. البته با توجه اهداف دوگانه در استفاده از نرم افزار، به ناچار سعی شده است که کدهای (برنامه های) MATLAB و Python ارائه شده تا حد امکان ساده باشد؛ بنابراین در بسیاری از موارد، توابع داخلی این نرم افزار که از امکانات بیشتری برخوردار بوده و در موارد پیچیده تر، کاربردپذیری بیشتری نیز دارند، استفاده نشده است.^۱

از دیگر نکات با اهمیت در مورد این کتاب می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- در این کتاب، از ریاضیات، نسبت به بسیاری از کتاب های موجود در بازار، استفاده بیشتری شده است. البته در حد توان سعی شده تا ریاضیات استفاده شده به شکل ساده ای بیان شود یا در پیوست های کتاب، مروری اجمالی نیز بر مباحث ریاضی و البته احتمال داشته باشیم.
- در بسیاری از کتاب ها که با عناوینی مشابه به بازار عرضه می شوند، به مدل "مدل سازی صورت های مالی" پرداخته شده است؛ ولی با توجه به رویکرد کمی کتاب و همچنین وجود کتاب های بسیار خوب و کامل در مورد مدل سازی صورت های مالی در بازار کتاب ایران، در این کتاب به این موضوع پرداخته نشده است. همچنین در برخی از

۱. برای آشنایی با نام این توابع در انتهای هر بخش به بیان نام توابع داخلی کاربردی MATLAB که می توان از آنها در حیطه مطالب عنوان شده در آن بخش استفاده کرد، پرداخته شده است تا خوانندگان علاقه مند بتوانند از امکانات این توابع نیز بهره برند. البته با توجه به ماهیت منبع باز بودن نرم افزار Python در مقابل MATLAB، ارائه نام توابع داخلی برای Python امکان پذیر نبود زیرا نام توابع و نحوه استفاده از آنها در کتابخانه های مختلف Python که به طور مجزا توسط اشخاص مختلف توسعه یافته است، با یکدیگر دارای تفاوت است.

کتاب مدل‌سازی، تمرکز نویسندگان بر مدل‌های اقتصادسنجی است؛ ولی در اینجا هدف نویسندگان ارائه و تشریح این مدل‌ها نبوده و تنها در برخی موارد از آنها استفاده شده است.

- در هر قسمت سعی شده است تا اجرای مدل‌های استخراج شده براساس داده‌های واقعی بازار سرمایه ایران صورت گیرد. با وجود این، در برخی از قسمت‌های کتاب با توجه به نبودن داده‌های مربوطه در ایران به‌ناچار از داده‌های خارجی استفاده شده است. در این راستا خوانندگان محترم می‌توانند خود داده‌های به‌روزی را از منابع مربوطه مانند سایت رسمی شرکت بورس اوراق بهادار تهران^۱ یا از نرم‌افزار رایگان TSECLIENT یا کتابخانه‌های موجود در نرم‌افزار Python، استخراج کنند.^۲

- در پیلان کتاب، با عنوان پیوست، قسمت‌هایی برای مرور مفاهیم ریاضی (معمولی و تصادفی)، احتمالات و آشنایی با نرم‌افزار MATLAB و Python ارائه شده است تا بتوان با مطالعه آن، از متن اصلی کتاب بهره بیشتری برد. با وجود این، مطالب تنها جنبه مرور داشته و بسیار مختصر و به شکل فشرده ارائه شده است و در صورتی که خوانندگان قصد داشته باشند در هر حوزه مطالعه عمیق‌تری داشته باشند، باید به کتب خاص هر موضوع مراجعه کنند. توصیه می‌شود تا خوانندگان محترم، در صورت عدم آشنایی با هر یک از این مفاهیم، قبل از شروع به مطالعه کتاب، با مراجعه به این بخش، آمادگی اولیه برای مطالعه فصل‌های اصلی کتاب را به‌دست آورند.

- برای اجرای مدل‌ها در این کتاب، انتخاب نرم‌افزار MATLAB به عنوان نرم‌افزار اصلی به چند دلیل مشخص صورت گرفته است.

1. www.tse.ir

۲. این نرم‌افزار کم حجم از سایت www.tsetmc.com و از بخش نمایش فهرست/محصولات/نرم‌افزارها قابل دانلود است.

نخستین و شاید مهم‌ترین دلیل آن، وسعت امکانات این نرم‌افزار نسبت به دیگر نرم‌افزارهای موجود است. همچنین از دیگر دلایل آن، سادگی و کاربرپسند بودن آن نسبت به نرم‌افزارهای رایج بوده است. از سوی دیگر، وجود جعبه ابزارهای مخصوص مالی در این نرم‌افزار نیز از دیگر دلایل انتخاب آن بوده است. با این وجود، در این چاپ از کتاب، با توجه به استفاده روز افزون از نرم‌افزار Python و وجود کتابخانه‌هایی جهت دانلود اطلاعات بازار سرمایه آن در این نرم‌افزار، کلیه برنامه‌های مورد استفاده در متن کتاب، به زبان Python نیز بازنویسی و در یک فایل Note Book مجزا ارائه شده است. در تهیه کدهای Python، سعی شده است که تا حد ممکن، کد تدوین شده مشابه کد MATLAB بوده و لذا عموماً توضیحات ذکر شده در مورد هر کد MATLAB، برای کدهای Python متناظر نیز کاربرد دارد. در خصوص نتایج خروجی این دو نرم‌افزار توجه به این نکته ضروری است که احتمال تفاوت جزئی در اعداد خروجی این دو نرم‌افزار به دلایلی مانند تفاوت‌های محاسباتی در روابط آماری (مثلاً در نحوه درونیابی در زمان محاسبه چنک برای تخمین ارزش در معرض خطر) و یا مواردی به دلیل استفاده از اعداد تصادفی گوناگون (مثلاً در شبیه‌سازی‌های مونت کارلوی انجام شده) وجود دارد. همچنین کلیه برنامه‌های MATLAB و Python استفاده‌شده در متن کتاب^۱ به همراه داده‌های مربوطه در تارنمای فروشگاه اینترنتی مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی به آدرس www.book.atu.ac.ir ارائه شده است.^۲ فهرست و مشخصات این برنامه‌ها نیز در پایان کتاب ذکر شده است.

۱. گفتنی است کلیه برنامه‌های نوشته‌شده از جهت‌های گوناگون آزمون شده است؛ اما از آنجا که در این برنامه‌ها همچنان احتمال بروز خطا وجود دارد، خواهشمند است در صورت مشاهده خطا آن را با نویسندگان کتاب در میان بگذارید.

۲ در آدرس ذکر شده نام کتاب را جستجو و فایل ضمیمه کتاب را دانلود کنید.

- گفتنی است که مدل‌سازی مالی تنها محدود به مدل‌های ارائه شده در این کتاب نبوده و طیف بسیار گسترده‌ای را شامل می‌شود که در اینجا امکان پرداختن به آنها وجود نداشته است (مانند مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و شبکه عصبی، مدل‌های فازی، مدل‌های رگرسیونی).

براساس موارد مطرح‌شده در این کتاب مطالب در چهار بخش کلی و هفت فصل مجزا (هر بخش دارای چند فصل) و پنج پیوست ارائه‌شده، که عبارت است از:

- در بخش نخست به بیان مفهوم مدل و مدل‌سازی پرداخته‌شده و پس از توضیح انواع مدل، مدل‌های کاربردی در علوم مالی با دیدگاهی تاریخی مرور شده است. در پایان بخش نیز یک نمونه مدل‌سازی ساده به‌عنوان نخستین مدل بررسی‌شده در کتاب شرح داده شده است.

- در بخش دوم کتاب به بررسی روش مدل‌سازی سهام در دو فصل مجزا پرداخته شده است. در یک فصل، مدل‌سازی قیمت یک تک سهم، مدنظر قرار داده شده و با استفاده از مفاهیمی چون متغیر و فرایند تصادفی، حرکت براونی و براونی هندسی، رفتار تصادفی قیمت سهم مدل‌سازی شده است. همچنین کاربرد چنین مدل‌هایی در محاسبه ریسک با معیارهای ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو توضیح داده شده است. در فصل دیگر این بخش، مدل‌سازی پرتفویی از سهام، مدنظر قرار داده شده و با اضافه‌کردن دارایی بدون ریسک این مدل تکمیل شده است. همچنین با معرفی مدل‌های چند عاملی، در پایان فصل به تشریح روش بررسی عملکرد پرتفوی پرداخته شده است.

- در بخش سوم، به سراغ اوراق بهادار با درآمد ثابت رفته و مدل‌های مربوط به این اوراق در سه فصل تشریح شده است. در فصل نخست، نرخ بهره ثابت درنظر گرفته شده و به معرفی مفاهیمی چون نرخ بازدهی تا سررسید، دیرش، تحذب و ایمن‌سازی پرداخته شده است. در دومین

- فصل از این بخش، با متغیر ولی غیر تصادفی در نظر گرفتن نرخ بهره، نظریه‌های مربوط به ساختار زمانی نرخ بهره تشریح و مطالب فصل قبل برای این حالت از نرخ بهره نیز تعمیم داده شده است. در آخرین فصل این بخش نیز نرخ بهره به عنوان متغیری تصادفی مدل سازی شده است.
- در بخش چهارم، مدل های مربوط به اوراق مشتقه مرور شده است، به این صورت که در یک فصل اوراق اختیار معامله (شامل معرفی این اوراق، نظریه آربیتراژ، مدل دوجمله‌ای و بلک، شولز و مرتون و همچنین استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو برای قیمت گذاری اوراق اختیار معامله) بررسی شده و در فصل دیگر، قرارداد، پیمان آتی و قرارداد تاخت مدنظر قرار گرفته است.
 - در پایان نیز در پنج پیوست، مهم ترین مطالب در حوزه ریاضیات معمولی، احتمالات، ریاضیات تصادفی و معرفی نرم افزار MATLAB و Python مرور شده است.

در پایان، دوباره نویسندگان تأکید می کنند که این کتاب ادعایی دال بر کامل و جامع بودن در تمامی حوزه های مربوط به مدل سازی مالی ندارد؛ اما تلاش شده است مروری بر اصلی ترین حوزه های مربوط مدل سازی مالی صورت پذیرد. به عبارتی این کتاب تنها "گامی است در جهت مشخص و نه بیشتر". از خوانندگان درخواست می شود تا در صورت مشاهده هرگونه نقص یا خطا در متن، آن را با نویسندگان کتاب در میان بگذارند.^۱

عبدالساده نیسی و مسلم پیمانی

تابستان ۱۴۰۲

۱. از طریق پست الکترونیک a_neisy@atu.ac.ir یا m.peymany@atu.ac.ir. در اینجا جای دارد از آقای مهدی صالحی به جهت بازخوانی متن و ارائه اصلاحات لازم و همچنین آقای کوروش نصیری به دلیل همکاری در نوشتن برنامه های کتاب به زبان Python، صمیمانه تشکر نمایم.