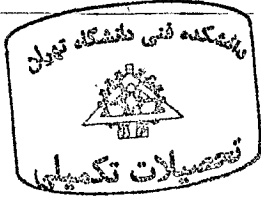


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٥٨١٤٨



۱۳۸۲ / ۱۰ / ۳۰



— به نام خدا.  
دانشگاه تهران

دانشکده فنی  
گروه آموزشی مهندسی برق و کامپیوتر

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیات داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقای علی عباسپور رشته مهندسی برق و کامپیوتر گرایش کنترل با عنوان «پیاده سازی هوشمند انتخاب مجموعه سهام با یادگیری Q عاطفی چندمعیاره» را در تاریخ ۸۲/۱۸/۱۸

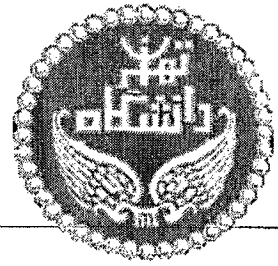
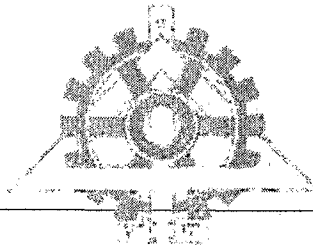
به عدد به حروف

نمره نهایی پایان نامه : ۲۰  
بیست

و درجه : عالی  
ارزیابی نمود.

ردیف	مشخصات هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما استاد راهنمای دوم (حسب مورد):	دکتر کارو لوکس	استاد	تهران	
۲	استاد مشاور :	دکتر رضا راعی	استادیار	تهران	
۳	استاد مدعو : (یا استاد مشاور دوم)	دکتر مجید نیلی احمدآبادی	دانشیار	تهران	
۴	استاد مدعو (خارجی) :	دکتر علی خاکی صدیق	استاد	خواجه نصیر	
۵	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی :	دکتر پرویز جبه دارمارالانی	استاد	تهران	

تذکر : این برگه پس از تکمیل توسط هیات داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد.



دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

مرکز اطلاعات مدرک علمی ایران  
تیم مدرک

موضوع:

پیاده‌سازی هوشمند انتخاب مجموعه سهام

با یادگیری Q عاطفی چند معیاره

نگارش:

علی عباسپور

۱۳۸۲ / ۱۰ / ۳۰

استاد راهنما:

دکتر کارو لوکس

اساتید مشاور:

دکتر مجید نیلی احمد آبادی      دکتر رضا راعی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی برق - کنترل

011918

آبان ۱۳۸۲

# دانشگاه تهران

## دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

پیاده‌سازی هوشمند انتخاب مجموعه سهام با

یادگیری Q عاطفی چند معیاره

نگارش:

علی عباسپور

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی برق - کنترل

از این پایان نامه در تاریخ ۱۳۸۲/۸/۱۸ در مقابل هیأت داوران دفاع به عمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت.

معاونت تحصیلات تکمیلی دانشکده فنی: دکتر جواد فیض

مدیر گروه آموزشی: دکتر پرویز جبه‌دار مارالانی

سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه: دکتر حمیدرضا جمالی

استاد راهنما: دکتر کارو لوکس

اساتید مشاور: دکتر رضا راعی

دکتر مجید نیلی احمدآبادی

عضو هیأت داوران: دکتر پرویز جبه‌دار مارالانی

عضو هیأت داوران: دکتر علی خاکی صدیق

تقدیم به مادر مهربانم

## چکیده

حل مسئله تخصیص بهینه منابع (انتخاب مجموعه سهام) بدون فرض مدل معین بصورت هوشمند و با استفاده از یادگیری عاطفی و یادگیری Q با اهداف و معیارهای چندگانه هدف از این تحقیق می باشد. دو معیار مهم در تشکیل سبد سهام، ریسک و بازده مورد انتظار بوده و واریانس و نیم واریانس برای معیار ریسک در نظر گرفته شده و در این میان از شبکه نوروفازی با یادگیری عاطفی نیز برای پیش بینی قیمت سهام استفاده گردیده است. در تئوریهای مدرن سرمایه گذاری، اگر مفروضاتی از قبیل نرمال بودن تابع توزیع بازده و ایستا بوده سهام صادق نباشند، این روشها دیگر نمی توانند مدل بهینه ای را ارائه نمایند. لذا این روشهای هوشمند بدان جهت که مستقل از مفروضات خاصی روی داده ها عمل می کنند، می توانند ابزار مناسبی برای پیش بینی و تصمیم گیری باشند. با اعمال شبکه های مختلف عصبی، نوروفازی و یادگیری تقویتی چند معیاره، ساختاری برای پیش بینی افق یک مرحله ای سری زمانی قیمت سهام ارائه گردیده است. در ادامه با در نظر گرفتن چند شرکت مهم در بازار بورس نیویورک کارایی این روشهای هوشمند یادگیری تقویتی و یادگیری Q چند معیاره برای تخصیص سرمایه میان این شرکتها مورد بررسی قرار گرفته است.

## پیشگفتار

مسئله تخصیص بهینه منابع در رده مسائل نمونه نظریه تصمیم‌گیری و کنترل قرار دارد. وجود داده‌های مالی بورس کشورهای مختلف پیاده‌سازی عملی و رهیافتهای مختلف را میسر می‌سازد. در گذشته برای حل مسئله مدل معینی برای بازده و موقعیت‌های سرمایه‌گذاری بصورت فرایندهای تصادفی فرض می‌شد. با توجه به غیرخطی بودن پاسخ مسئله انتخاب مجموعه سهام و همچنین شرایط نایقینی حاکم در بازارهای بورس باعث گردیده است تا کارایی این ابزارهای سرمایه‌گذاری در انتخاب سهام از حالت بهینه خارج شود. بدین جهت امروزه بهبود در پیش‌بینی رفتار سهام و تخصیص بهینه سرمایه بمنظور تشکیل سبد سهام یکی از مسایل مهم جوامع کنونی بشری است.

از اینرو روشهای مستقل از مدل می‌تواند یک رویکرد واقع بینانه‌تر و جامع‌تر را ارائه کند. بنابراین سعی شده است که با استفاده از روشهای هوشمندی نظیر یادگیری عاطفی و یادگیری تقویتی چند معیاره ابزار مناسبی را برای تحلیل این مسایل بیان نماید. همچنین این روشها توانسته‌اند در پیش‌بینی سریهای زمانی آشوبگونه نظیر قیمت‌های سهام در بازارهای بورس عملکرد خوبی را از خود نشان دهند.

بر خود واجب می‌دانم از زحمات استاد گرامی جناب آقای دکتر کارو لوکس که در طول انجام پروژه نظرات و راهنماییهای ارزشمند ایشان نقش بسیار مهمی در پیشرفت پروژه داشتند نهایت تشکر و سپاسگزاری را نمایم. از اساتید ارجمند جناب آقای دکتر مجید نیلی احمد آبادی و جناب آقای دکتر رضا راعی بعنوان اساتید مشاور اینجانب را هدایت و یاری نمودند، کمال تشکر را دارم. همچنین از مادرم که در تمام مراحل زندگی مشوق و یاریگرم بود، قلباً قدردانی می‌کنم. از آقایان مهندس علی قلی‌پور و مهندس عبدالرضا کاشانی‌نیا نیز که در این مدت از مساعدت ایشان بهره‌مند بودم، تشکر می‌کنم.

علی عباسپور

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۲	..... (۱-۱) مقدمه
۳	..... (۱-۲) انواع زمینه‌های سرمایه‌گذاری
۳	..... (۱-۳) رفتار سهام
۴	..... (۱-۴) انواع سهام
۶	..... (۱-۵) توسعه و تکامل تئوری مدرن سرمایه‌گذاری
۸	..... (۱-۶) مطالعات انجام شده بر روی پیش بینی قیمت سهام در بازارهای دنیا
۱۱	..... (۱-۶-۱) نظریه بازار کاراً
۱۳	..... (۱-۷) ابزارهای پیش بینی قیمت سهام
۱۴	..... (۱-۷-۱) مدل‌های خطی
۱۴	..... (۷-۱-۲) روش‌های هوشمند (شبکه‌های عصبی و یادگیری عاطفی)
۱۵	..... (۱-۸) ابزارهای تخصیص سرمایه
۱۵	..... (۱-۸-۱) شبکه‌های عصبی
۱۶	..... (۱-۸-۲) شبکه‌های نوروفازی با یادگیری عاطفی
۱۶	..... (۱-۸-۳) استفاده از روش یادگیری Q

فصل دوم: مروری بر مدیریت سهام

۱۸	..... (۲-۱) مقدمه
۱۸	..... (۲-۲) بازده و ریسک سهام
۲۲	..... (۲-۳) ترکیب سهام مختلف برای ایجاد سبد سهام
۲۳	..... (۲-۳-۱) بازده سبد سهام
۲۴	..... (۲-۳-۲) ریسک سبد سهام
۲۷	..... (۲-۴) مجموعه کارا

فصل سوم: شبکه‌های نوروفازی

۳۰	..... (۳-۱) مقدمه
۳۰	..... (۳-۲) سیستم‌های فازی
۳۰	..... (۳-۲-۱) سیستم‌های فازی زبانی
۳۱	..... (۳-۲-۲) سیستم‌های فازی سینگلتون
۳۱	..... (۳-۲-۳) سیستم‌های فازی تاکاگی و سوگنو



۳۲	..... شبکه های نوروفازی (۳-۳)
۳۳	..... مدل‌های نوروفازی خطی محلی (۳-۳-۱)
۳۵	..... الگوریتم یادگیری مدل‌های محلی خطی درختی (۳-۳-۱-۱)
۳۸	..... شبکه‌های عصبی ANFIS (۳-۳-۲)
۳۹	..... شبکه‌های تطبیقی (۳-۳-۲-۱)
۳۹	..... ساختار و قواعد یادگیری (۳-۳-۲-۲)
۴۱	..... ساختار شبکه ANFIS (۳-۳-۲-۳)
فصل چهارم: یادگیری عاطفی	
۴۵	..... مقدمه (۴-۱)
۴۵	..... مبانی فکری و روانشناسی در مورد عواطف و یادگیری عاطفی (۴-۲)
۴۷	..... عاملها در یادگیری (۴-۳)
۴۹	..... یادگیری عاطفی (۴-۴)
۵۱	..... شبکه ELFIS و یادگیری در شبکه (۴-۵)
فصل پنجم: پیش بینی سهام	
۵۴	..... مقدمه (۵-۱)
۵۴	..... سهام شرکت جنرال الکتریک (۵-۲)
۵۵	..... داده‌های آموزش و آزمون (۵-۳)
۵۶	..... روشهای پیش بینی بر اساس مدل‌های خطی (۵-۴)
۵۸	..... پیش بینی بر اساس روشهای هوشمند (۵-۵)
۵۹	..... شبکه‌های عصبی MLP و RBF (۵-۵-۱)
۶۱	..... شبکه‌های نوروفازی ANFIS و LLNF (۵-۵-۲)
۶۱	..... شبکه ELFIS (۵-۵-۳)
۶۳	..... نتیجه‌گیری و مقایسه بین روشهای مختلف (۵-۶)
فصل ششم: انتخاب سهام با استفاده از روشهای هوشمند	
۶۶	..... مقدمه (۶-۱)
۶۶	..... سرمایه‌گذاری روزانه ده سهمی در بازار S&P (۶-۲)
۶۷	..... مجموعه‌های آموزش و آزمون (۶-۳)
۶۸	..... پیاده‌سازی شبکه MLP بدون معیار ریسک در سرمایه‌گذاری (۶-۴)
۶۸	..... ساختار شبکه (۶-۴-۱)

۶۹	..... سرمایه‌گذاری شبکه (۶-۴-۲)
۶۹	..... پیاده‌سازی شبکه ELFIS در سرمایه‌گذاری (۶-۵)
۷۰	..... سیگنال عاطفه بازده و ریسک (۶-۵-۱)
۷۱	..... ساختار شبکه (۶-۵-۲)
۷۲	..... نتایج سرمایه‌گذاری (۶-۵-۳)
۷۴	..... مقایسه و نتیجه‌گیری (۶-۶)

فصل هفتم: استفاده از روش Q-Learning در انتخاب سهام

۷۶	..... مقدمه (۷-۱)
۷۷	..... یادگیری تقویتی (۷-۲)
۷۸	..... ایده کلی (۷-۲-۱)
۷۹	..... تابع بازگشتی (۷-۲-۲)
۸۰	..... چارچوب ریاضی مدل (۷-۲-۳)
۸۱	..... تابع ارزش (۷-۲-۳-۱)
۸۲	..... حل معادله Bellman (۷-۲-۳-۲)
۸۲	..... تکرار سیاست (۷-۲-۳-۲-۱)
۸۳	..... تکرار ارزش (۷-۲-۳-۲-۲)
۸۵	..... روش تفاضلی موقت (۷-۳)
۸۵	..... معرفی یادگیری Q (۷-۴)
۸۶	..... یادگیری Q یک مرحله‌ای (۷-۴-۱)
۸۷	..... پیاده‌سازی یادگیری Q (۷-۴-۲)
۸۷	..... توابع پاداش و تنبیه (۷-۴-۲-۱)
۸۷	..... Exploration/Exploitation (۷-۴-۲-۲)
۸۸	..... پیاده‌سازی با استفاده از شبکه‌های عصبی (۷-۴-۳)
۹۰	..... سرمایه‌گذاری با روش یادگیری Q بدون معیار ریسک (۷-۵)
۹۱	..... سرمایه‌گذاری با روش یادگیری Q با معیار ریسک (۷-۶)

رویکرد و نتیجه‌گیری و پیشنهادات

فهرست مراجع

پیوست

چکیده انگلیسی

فهرست اشکال و جداول

فصل اول

۴	رفتار سهام شرکت YAHOO	شکل (۱-۱)
۵	قیمت سهام شرکت والمارت	شکل (۱-۲)
۱۲	دامنه اطلاعات از دیدگاه فاما	شکل (۳-۱)

فصل دوم

۲۵	منحنیهای ترکیب بازای ضرایب همبستگی مختلف	شکل (۲-۱)
۲۷	مجموعه کمینه واریانس	شکل (۲-۲)

فصل سوم

۳۴	ساختار شبکه مدل نوروفازی خطی محلی	شکل (۳-۱)
۳۵	تابع اعتباری متناظر با قسمت ناحیه فضای ورودی	شکل (۳-۲)
۳۷	عملکرد الگوریتم LOLIMOT	شکل (۳-۳)
۳۸	ارتباط بین شبکههای عصبی محلی و مدل‌های فازی	شکل (۳-۴)
۳۹	سیستم استنتاج فازی	شکل (۳-۵)
۴۰	یک شبکه تطبیقی	شکل (۳-۶)
۴۱	(a) سیستم فازی نوع سوم (b) ساختار شبکه ANFIS	شکل (۳-۷)

فصل چهارم

۵۰	عامل مورد استفاده در یادگیری عاطفی	شکل (۴-۱)
----	------------------------------------	-----------

فصل پنجم

۵۵	قیمت سهام شرکت جنرال الکتریک از آغاز تا کنون	شکل (۵-۱)
۵۷	عملکرد مدل خطی برای داده‌های آموزش	شکل (۵-۲)
۵۸	عملکرد مدل خطی برای داده‌های تست	شکل (۵-۳)
۵۹	نحوه انتخاب تعداد نرون لایه میانی	شکل (۵-۴)
۶۰	عملکرد شبکه MLP برای داده‌های تست بمنظور پیش‌بینی قیمت سهام	شکل (۵-۵)
۶۰	نحوه انتخاب تعداد نرون برای شبکه RBF	شکل (۵-۶)
۶۱	پیش‌بینی و میزان خطا توسط شبکه LLNF برای داده‌های تست	شکل (۵-۷)

- شکل (۵-۸) سطوح قواعد فازی در نقاد عاطفی برای تولید سیگنال عاطفه در پیش‌بینی ..... ۶۲
- شکل (۵-۹) پیش‌بینی و میزان خطا توسط شبکه ELFIS برای داده‌های تست ..... ۶۳
- جدول (۵-۱) مدل‌های رایج ساختار کلی مدل‌سازی خطی ..... ۵۶
- جدول (۵-۲) مقایسه عملکرد شبکه‌های مختلف برای پیش‌بینی قیمت سهام ..... ۶۴

#### فصل ششم

- شکل (۶-۱) دارایی سرمایه‌گذار در صورت سرمایه‌گذاری بر روی ده سهم ..... ۶۷
- شکل (۶-۲) دارایی سرمایه‌گذار با استفاده از شبکه MLP ..... ۶۹
- شکل (۶-۳) دیاگرام یادگیری عاطفی چند معیاره برای انتخاب سبد سهام ..... ۷۲
- شکل (۶-۴) دارایی سرمایه‌گذار با استفاده از شبکه ELFIS با دو معیار واریانس و نیم واریانس در کنار معیار بازده برای حالت فروش استقرایی ..... ۷۳
- شکل (۶-۵) دارایی سرمایه‌گذار با استفاده از شبکه ELFIS با دو معیار واریانس و نیم واریانس در کنار معیار بازده برای بدون حالت استقرایی ..... ۷۴

#### فصل هفتم

- شکل (۷-۱) مدلی از تعامل بین محیط و عامل ..... ۷۹
- شکل (۷-۲) الگوریتم تکرار سیاست برای بدست آوردن سیاست بهینه ..... ۸۳
- شکل (۷-۳) الگوریتم تکرار ارزش برای بدست آوردن سیاست بهینه ..... ۸۴
- شکل (۷-۴) ساختار تکرار ارزش ..... ۸۴
- شکل (۷-۵) پیاده‌سازی یادگیری Q با شبکه‌های عصبی ..... ۸۹
- شکل (۷-۶) دارایی سرمایه‌گذار با استفاده از روش یادگیری Q با معیار بازده سبد سهام ..... ۹۱
- شکل (۷-۷) سطح تولید شده قواعد فازی نقاد عاطفی برای ورودیهای بازده و ریسک ..... ۹۲
- شکل (۷-۸) دارایی سرمایه‌گذار با استفاده از روش یادگیری Q با معیار بازده و ریسک سبد سهام ..... ۹۳

#### رویکرد و نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- جدول (۸-۱): نتایج سرمایه‌گذاری با استفاده از روشها و معیارهای مختلف ..... ۹۷

# فصل اول

## کلیات

جهت تخصیص سرمایه<sup>۱</sup> در بازار بورس<sup>۲</sup> بایستی مشخص باشد که در آینده کدام شرکت بازده بیشتری خواهد داشت تا درصد بیشتری از سرمایه به آن اختصاص یابد و چون در زمان حال این بازده نامعلوم است بایستی تخمینی از آن زده شود. زمینه‌های مختلفی برای سرمایه‌گذاری وجود دارد از قبیل خرید اوراق قرضه، اوراق مشارکتی و سپرده‌گذاری در حسابهای کوتاه مدت و بلند مدت بانکها و خرید و فروش املاک و ارزهای مختلف و ... یکی دیگر از این راهها خرید و فروش سهام می‌باشد. در بازار بورس اوراق بهادار، شرکتهای مختلف سهامی عام در زمینه‌های کاری مختلف حضور داشته و اوراق سهام خود را ارائه می‌نمایند. ممکن است این سؤال مطرح گردد که چرا شرکتهای بزرگی مانند جنرال موتورز<sup>۳</sup> و یا میکروسافت<sup>۴</sup> سهام خود را به دیگران واگذار می‌نمایند؟ یک شرکت راههای مختلفی برای جبران هزینه و توسعه شرکت نیاز دارد یا باید از سرمایه‌های شخصی خود استفاده نمایند که بعلت وجود خطرهای مختلفی که در تجارت وجود دارد، سرمایه ممکن است از بین برود. راه دیگر استفاده از وام بانکهاست. این راه نیز دارای مشکلات فراوانی می‌باشد. آنها در ابتدا یک تضمینی از شخص دریافت خواهند کرد و سپس برای بازپرداخت آن بهره‌های سنگینی را وضع می‌نمایند که در بعضی شرایط بازپرداخت آنها برای شرکت مشکل ایجاد می‌کند. راه دیگر و مطمئن‌ترین راه آنست که مقداری از سهام شرکت خود را به دیگران واگذار نماید و آنها را در سود و زیان شرکت سهیم کرده و در عوض سرمایه شرکت برای ایجاد توسعه و جبران هزینه‌ها افزایش یافته است. در واقع خریداری اوراق سهام وسیله‌ای برای تخصیص سرمایه به شرکتهای می‌باشد. بعنوان مثال شخصی که از این راه به اوج تجارت رسید، راننده و انتی در آرکانزاس<sup>۵</sup> بنام سام والتون<sup>۶</sup> با یک فروشگاههای زنجیره‌ای بسیار کوچکی از این راه تبدیل به یکی از بزرگترین شرکتهای آمریکا بنام فروشگاههای والمارت<sup>۷</sup> با فروشی بیش از ۱۹ میلیارد دلار در سال ۱۹۹۷ تبدیل گردید.

<sup>۱</sup> Asset Allocating

<sup>۲</sup> Stock Market

<sup>۳</sup> General Motors

<sup>۴</sup> Microsoft

<sup>۵</sup> Arkansas

<sup>۶</sup> Sam Walton

<sup>۷</sup> Wal-Mart

## ۲-۱) انواع زمینه‌های سرمایه‌گذاری:

زمینه‌های متعددی برای سرمایه‌گذاری وجود دارد که می‌تواند در انتخاب سبد-بکار گرفته شود، در

زیر بطور بسیار مختصر فقط به بعضی از آنها اشاره می‌گردد:

- سپرده‌گذاریهای بلند مدت و کوتاه مدت
- سهام
- زمین
- فلزات با ارزش (طلا، نقره، ...)
- کالاهای اساسی (نفت، شکر، ...)
- ارزهای خارجی
- اوراق مشارکت
- اوراق قرضه

۳-۱) رفتار سهام<sup>۱</sup>:

منظور از رفتار سهام نوسانات<sup>۲</sup> ارزش آن در بازار می‌باشد. اصولاً کسب سود با این نوسانات امکان پذیر می‌باشد. عامل نوسانات هر سهم ناشی از عملکرد شرکت یا سازمان ارائه دهنده سهم، وضعیت اقتصادی شرکت، عوامل دیگر بازار و جامعه است که روی آن تأثیرگذار است. بنابراین در صورت پیش بینی درست این عوامل، می‌توان سبد خوبی تشکیل داد. ابزار تخصیص سرمایه برای شناخت این عوامل، پارامترهای بخصوصی را بررسی نموده و نتیجه را در قالب سبد سهام<sup>۳</sup> ارائه می‌نماید. این سبد پیش‌بینی عوامل فوق را در خود نهفته دارد. شوکهایی که در اثر عوامل مختلف اقتصادی و اجتماعی شامل جنگ، ورشکستگی، سقوط قیمت نفت، ارز، سیاستهای اقتصادی، افت صادرات، کاهش واردات و ... به بازار سرمایه وارد می‌گردد، کاربری ابزار را در پیش بینی درست مختل می‌سازد. هدف این تحقیق کمینه نمودن زیانهای ناشی از شوکهایی وارده به بازار نیز می‌باشد. در شکل (۱-۱) تغییرات قیمت سهام (رفتار سهام) شرکت YAHOO از تاریخ شروع به کار این شرکت را می‌توان ملاحظه نمود:

<sup>1</sup> Stocks Behaviors

<sup>2</sup> Fluctuation

<sup>3</sup> Portfolio Selections