

بہ نام خدا



سازمان بورس و اوراق بهادار
SECURITIES & EXCHANGE ORGANIZATION

مدیریت پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی

مفہیم معاملات الگوریتمی

گزارش شماره ۲

تہیہ کنندہ: میریثم سید حسینی، زانیار احمدی

چکیده

بازارهای مالی در دهه گذشته دچار تغییر و تحولات گسترده‌ای شده‌اند. در راستای این تغییرات و پیشرفت گسترده علوم و فناوری کامپیوتری، روش‌های معاملاتی نیز به سمت الکترونیکی شدن پیش رفته است؛ همچنین تغییرات قیمت‌ها و بازار نیازمند توجه بیش‌ازپیش و عکس‌العمل نشان دادن سریع و درخور به این تغییرات است. در راستای استفاده بهینه از بازارهای مالی و دستیابی هرچه بهتر به اهداف معاملاتی سرمایه‌گذاران، استفاده از معاملات الگوریتمی بسیار رایج شده است.

معاملات الگوریتمی به معنای اجرای ابزارهای مالی به‌صورت کامپیوتری است. این الگوریتم‌ها معاملات سهام، اوراق قرضه، ارز و حجم وسیعی از اوراق مشتقه را شامل می‌شوند؛ همچنین زیربنای اهداف سرمایه‌گذاری و معاملات را تشکیل می‌دهند. روند استفاده از این الگوریتم‌ها در عمل و در اجرای سفارش‌ها و بین سرمایه‌گذاران و کارگزاران و معامله‌گران بسیار رایج شده و نیاز به توسعه و افزایش توان معاملاتی هرچه بیشتر این الگوریتم‌ها به‌وضوح احساس می‌شود. از طرفی مطالعات علمی در این حوزه به‌سرعت فراگیری استفاده از این الگوریتم‌ها در عمل نبوده است و شکاف مطالعاتی بسیار محسوس است. عدم وجود مطالعات علمی دقیق و برنامه‌ریزی‌شده منجر به گسترده‌ی کاربرد این الگوریتم‌ها بدون پایه علمی و حتی بدون مبنای مشخص اسم‌گذاری و تقسیم‌بندی صحیح، شده است.

در این راستا در بخش دوم این پژوهش سعی بر آن است که به بررسی معاملات الگوریتمی و بیشتر بر روی نحوه بهره‌گیری از این حوزه بسیار پرکاربرد و ضروری در بازارهای سهام بررسی گردد.

کلمات کلیدی: معاملات الگوریتمی، بازارهای تاریک، معاملات متواتر، شبکه‌های متقاطع، سامانه‌های معاملاتی جایگزین، معاملاتی آربیتراژی

فهرست مطالب

۱. مقدمه	۱
۲. تصمیمات معاملات الگوریتم	۲
۲-۱- تصمیمات سطح کلان	۲
۲-۲- تصمیمات سطح خرد	۶
۳. ابزارهای تحلیل الگوریتمی	۹
۳-۱- تحلیل قبل از معاملات	۹
۳-۲- تحلیل در طی زمان معاملاتی	۱۰
۳-۳- تحلیل بعد از زمان معاملاتی	۱۰
۳-۴- معامله قاعده‌های	۱۱
۳-۵- روشهای کمی	۱۱
۴. معاملات متواتر	۱۱
۴-۱- بازار گردانی خودکار	۱۲
۴-۲- معامله کمی / آربیتراژ آماری	۱۳
۴-۳- معامله تخفیفی یا نقد شوندگی	۱۴
۵. دسترسی مستقیم به بازار	۱۵

۱. مقدمه

بخش وسیعی از تحقیقات مالی بر روی بهبود استراتژی‌های سرمایه‌گذاری متمرکز بوده است. فعالان بازار و دانشگاهیان به‌طور پیوسته سعی بر گسترش تکنیک‌های جدید و بهبود یافته برای بهبود انتخاب سهام و افزایش بازده پرتفوی‌ها کرده‌اند. مارکویتز (۱۹۵۲) و شارپ (۱۹۶۴) مسیر را برای مدل‌های کمی هموار کرده‌اند. مدیران مالی به‌واسطه استفاده از مرز معاملاتی کارا (ETF)، خط معامله سرمایه‌ای، مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای (CAPM) توانایی بیشتری نسبت به گذشته برای گرفتن تصمیمات سرمایه‌گذاری آگاهانه دارند. در همین راستا بلک-شولز (۱۹۷۳) مدل قیمت‌گذاری قراردادهای اختیار را در اختیار صنعت مالی گذاشت که پایه‌ای برای قیمت‌گذاری‌های بعدی قراردادهای اختیار شد. این مسئله منجر به قیمت‌گذاری بهتر، مدیریت ریسک مناسب‌تر، بازده پرتفوی بیشتر و مهم‌تر از همه تطابق بیشتر پرتفوی‌ها با نیازهای سرمایه‌گذاران شد. درحالی‌که تمامی این موارد به بهبود تصمیمات سرمایه‌گذاری کمک کرده‌اند، هیچ‌یک از این تکنیک‌های بینش مناسبی نسبت به نحوه پیاده‌سازی این تصمیمات نمی‌دهند. همان‌طور که گرینور و کاهن (۱۹۹۹) اعلام کردند، برای سرمایه‌گذار CAPM و بلک-شولز معنا ندارد.

در ادبیات مالی، فاز پیاده‌سازی در چرخه سرمایه‌گذاری به‌اندازه فاز سرمایه‌گذاری موردتوجه نبوده است. دلیل اصلی این است که فاز پیاده‌سازی به‌اندازه‌ای که در کاهش هزینه‌ها نقش دارد در دستیابی به فرصت‌های سرمایه‌گذاری نقش ندارد. تحلیل‌گری که فرصت‌های سرمایه‌گذاری را کشف کند و بازده بالاتری به دست بیاورد بسیار بیشتر موردتوجه قرار می‌گیرد تا تحلیلگری که فقط به نحوی هزینه‌ها را کاهش دهد (با اینکه در نهایت هر دو فایده یکسانی برای سرمایه‌گذاری دارند). توجه کمی که فاز پیاده‌سازی از جانب فعالان بازار و دانشگاهیان کسب کرده نیز عموماً بر ریزساختار بازار و موارد مربوط به قیمت بعد از انجام معاملات و بر اساس نتایج واقعی به‌دست‌آمده بوده است. توجه بسیار اندکی به تخمین هزینه‌ها قبل از معاملات و بر اساس پیش‌بینی‌ها به‌منظور یافتن بهترین استراتژی قبل از پیاده‌سازی شده است.

اخیراً با پیدایش معاملات الگوریتمی، نیاز به پیاده‌سازی مناسب سفارش‌ها و تحلیل هزینه‌های معاملاتی (TCA) افزایش یافته است. این افزایش تقاضا به دلیل نیاز اجرای سفارش‌های کامپیوتری به قوانین تصمیم‌گیری ساختاریافته است. ولی متأسفانه سرمایه‌گذاران (طرف خرید و طرف فروش) هنوز به سمت این رویکرد سوق نیافته‌اند. اکثراً رویکرد ارائه‌شده یا بسیار حالت تئوری دارد و برای پیاده‌سازی دشوار است یا بسیار تبلیغ می‌شود ولی در واقعیت بی‌ارزش است.

در اینجا سعی شده چهارچوبی را که سرمایه‌گذاران باید در مورد استراتژی‌های معاملاتی بهینه که با اهداف سرمایه‌گذاری آن‌ها همخوانی داشته باشد، بررسی شود. مدل‌ها و رویکردهایی برای مدیریت هزینه‌های معاملاتی در حین فاز پیاده‌سازی تصمیمات سرمایه‌گذاری که به‌عنوان مبنایی برای تصمیمات الگوریتمی استفاده می‌شوند، ارائه شود. در کل فضای معاملاتی حال حاضر بازارهای پیشرفته‌ای از جمله بازارهای ایالات متحده بررسی می‌شود.

۲. تصمیمات معاملات الگوریتم

همزمان با پیچیده و رقابتی شدن فضای معاملاتی، سرمایه‌گذاران برای اجرا و هدایت سفارش‌ها روی به الگوریتم‌های کارآمد آورده‌اند. البته به کارگیری الگوریتم‌ها به‌تنهایی تضمین‌کننده عملکرد بهتر نیست. سرمایه‌گذاران باید فعال‌تر شده و ذهنیت ساده در پیاده‌سازی سفارش را کنار بگذارند. سرمایه‌گذاران نیازمند مشخص کردن مجموعه‌ای از قوانین معاملات الگوریتمی و پارامترهای مربوطه و از همه مهم‌تر اطمینان از همخوانی آن‌ها با اهداف کلی سرمایه‌گذاری صندوق هستند؛ در غیر این صورت به بهترین نتیجه اجرایی دست پیدا نمی‌کنند.

تشخیص درست پارامترهای الگوریتم نیازمند قوانین مشخص در ابعاد خرد و کلان است. تصمیمات کلان توسط کاربر قبل از معامله گرفته می‌شود و شامل انتخاب راهبرد معاملاتی بهینه مناسب است که با اهداف سرمایه‌گذاری همخوانی داشته باشد و تعیین کند که الگوریتم چطور با تغییرات آبی شرایط بازار وفق پیدا کند. تصمیمات خرد شامل قوانین اجرای سفارش هستند و در سطح اجرای معاملات الگوریتمی اتخاذ می‌شوند. این تصمیمات از طریق مدل‌های سفارش محدود^۱ و جایگذاری هوشمند سفارش^۲ اتخاذ می‌شوند.

سرمایه‌گذاران به‌منظور اطمینان از اجرای بهینه سفارش‌ها بایستی کارگزار و الگوریتمی را انتخاب کنند که تصمیمات خرد معاملات را با تصمیمات کلان مشخص‌شده از طرف کاربر تطبیق دهد.

۲-۱- تصمیمات سطح کلان

قوانین تصمیمات راهبردی سطح کلان شامل تشخیص راهبرد معاملاتی بهینه مناسب (مانند قسمت کردن سفارش یا نرخ اجرای معامله) و روش‌های تطبیق آبی که از شرایط لحظه‌ای بازار مثل نقد شوندگی و قیمت‌ها به نحو احسن استفاده می‌کنند، می‌باشد. تصمیمات معاملاتی سطح کلان برای سرمایه‌گذاران شامل سه مرحله است:

۱- انتخاب قیمت مبنای پیاده‌سازی معامله؛

۲- انتخاب راهبرد اجرای بهینه معامله؛

۳- مشخص کردن روش‌های تطبیق.

به‌منظور تعیین جواب این سه مورد سرمایه‌گذاران باید درک عمیق از تأثیر بازار، ریسک زمان‌بندی و بهینه‌سازی کارآمد در حین روز معاملاتی داشته باشند.

قدم اول: انتخاب قیمت مبنای پیاده‌سازی معامله

^۱ Limit Order Model

^۲ Smart Order Routers

اولین قدم در فرایند تصمیم‌گیری کلان انتخاب قیمت مبنای پیاده‌سازی سفارش است. قیمت‌های مبنای مطرح‌تر شامل کمبود پیاده‌سازی (IS)، قیمت تصمیم، قیمت ورود سفارش^۳، قیمت گشایش، قیمت بسته شدن شب قبل، قیمت بسته شدن در آینده و قیمت متوسط موزون حجمی (VWAP) می‌باشد. یک معیار پیاده‌سازی مطرح دیگر کمینه کردن خطای ردیابی نسبت به یک شاخص مبنا می‌تواند باشد. نکته حائز اهمیت همخوانی معیار پیاده‌سازی با تصمیمات سرمایه‌گذاری مدیر صندوق است. برای مثال یک مدیر پرتفوی ممکن است تمایل به اجرای سفارش با قیمت تصمیم (یعنی قیمتی که در فاز تشکیل پرتفوی به کار گرفته شده است)، یک مدیر صندوق سرمایه‌گذاری تمایل به اجرای سفارش با قیمت بسته شدن در آینده به‌منظور همخوانی با ارزیابی صندوق در انتهای روز و مدیری که به دنبال ردیابی شاخص است تمایل به اجرای سفارش با VWAP (مثلاً برای کمینه کردن تأثیر بازار) یا کمینه کردن خطای ردیابی نسبت به شاخص مبنا، داشته باشد.

قدم دوم: راهبرد اجرای بهینه معامله

قدم دوم فرایند، شامل تعیین راهبرد اجرای بهینه مناسب است. این قدم اغلب بر اساس تحلیل هزینه‌های معاملاتی است. سرمایه‌گذاران اصولاً منابع زیادی را صرف تخمین ریسک آلفای سهام و در نظر گرفتن مدل‌های مربوط به آن به‌صورت تخصصی می‌کنند. اگرچه تخمین تأثیر بازار قسمت اصلی تحلیل هزینه‌های معاملاتی است و معمولاً به دلیل حجم عظیم داده‌های موردنیاز برای تخمین پایدار، توسط کارگزاری‌ها انجام می‌شود. از طرف دیگر تخمین ریسک توسط خود سرمایه‌گذاران، کارگزارها یا یک شرکت ثالث ارائه می‌شود.

راهبرد بهینه اجرای معاملات را می‌توان در غالب جدول زمان‌بندی معاملات (تحت عنوان راهبرد تقسیم‌بندی، خط سیر معامله و امواج نیز نام برده می‌شود)، حجم نقد شوندگی بازار (POV) و دیگر راهبردهای قیمت و نقدینگی موردنظر تعریف کرد. برای مثال تا حد امکان در یک قیمت معین یا بهتر از آن معامله انجام شود.

سرمایه‌گذاران حرفه‌ای‌تر از بهینه‌سازی هزینه کل استفاده می‌کنند. این روش شامل اجرای یک معادله بهینه‌سازی با تابع هدف کمینه کردن هزینه-ریسک است که قسمت هزینه آن شامل روند قیمتی و قیمت تأثیر بازار است.

$$\text{Min} (MI + \text{Trend}) + \lambda. \text{Risk}$$

در اینجا λ سطح ریسک گریزی سرمایه‌گذار است. سرمایه‌گذارانی که بیشتر ریسک گریز هستند $\lambda < 1$ دارا هستند و سرمایه‌گذارانی که کمتر ریسک گریز هستند $\lambda > 1$ در نظر می‌گیرند. در شرایطی که سرمایه‌گذار تصویری در مورد روند قیمت ندارد مدل بهینه‌سازی بر اساس قیمت تأثیر بازار نوشته می‌شود.

$$\text{Min} MI + \lambda. \text{Risk}$$

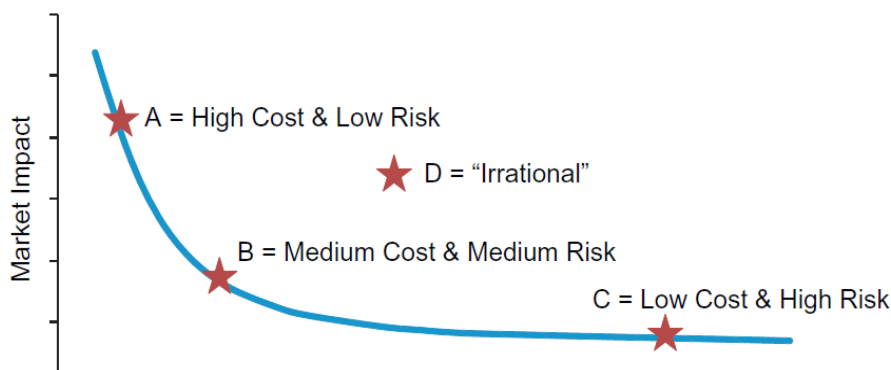
^۳ Price at Order Entry (Inline)

مسئله بهینه‌سازی بر اساس روند قیمت مورد انتظار ممکن است از حالت وزن انتهایی^۴ یا وزن ابتدایی به‌منظور استفاده از قیمت‌های بهتر استفاده کند. برای مثال الگوریتم ممکن است در ابتدای صبح از درصد نقد شوندگی بازار (POV) ۱۵٪ استفاده کند و این درصد را در طول روز تا ۲۵٪ افزایش دهد (وزن انتهایی) تا از قیمت‌های مورد انتظار بهتری در زمان معاملاتی بعدازظهر بهره‌بردارد، درحالی‌که توازن بین تأثیر بازار و ریسک زمانی معاملاتی نیز برقرار کرده باشد. از طرف دیگر ممکن است الگوریتم با POV ۳۰٪ در ابتدای صبح شروع کند و تا بعدازظهر به ۱۰٪ کاهش یابد (وزن ابتدایی) که در این حالت به دنبال کاهش ریسک انجام معاملات و پوشش ریسک می‌باشد.

حل مسئله بهینه‌سازی بیان‌شده برای سطوح مختلف ریسک منجر به ایجاد استراتژی‌های بهینه متعددی می‌شود که هر کدام کمترین هزینه را برای سطح مشخصی از ریسک و کمترین ریسک را برای سطح مشخصی از هزینه دارند. رسم تمامی این نقاط بهینه در نمودار ریسک-هزینه منجر به وجود آمدن مرز معاملاتی بهینه^۵ (ETF) می‌شود.

بعد از به دست آوردن ETF سرمایه‌گذار تصمیم می‌گیرد که مناسب‌ترین استراتژی بهینه برای پیاده‌سازی اهداف سرمایه‌گذاری کدام است. برای مثال یک سرمایه‌گذار آگاه که انتظار تغییرات شدید قیمت در ادامه روز معاملاتی را دارد، استراتژی تهاجمی را انتخاب می‌کند (مثلاً $POV = 30\%$) که منجر به هزینه‌های معاملاتی بیشتر ولی ریسک کمتر می‌شود. سرمایه‌گذارانی که شاخص را دنبال می‌کنند بیشتر استراتژی منفعل (برای مثال $POV = 15\%$) یا خنثی نسبت به ریسک را انتخاب می‌کنند تا هزینه‌های معاملاتی را کاهش دهند. بعضی از سرمایه‌گذاران ممکن است استراتژی‌ای را انتخاب کنند که توازن بین هزینه و ریسک بر اساس سطح ریسک گریزی سرمایه‌گذار برقرار کند و بعضی هم ممکن است تصمیم به دخیل کردن روش‌های مانند VWAP بگیرند.

نکته بااهمیت در اینجا این مسئله است که سرمایه‌گذاران به‌طور جامع استراتژی‌های جایگزین به‌منظور تطابق هرچه بیشتر با اهداف سرمایه‌گذاری را بررسی کنند. شکل ۱ چهار استراتژی بهینه مختلف را نشان می‌دهد.



شکل ۱: یک مثال برای مرز معاملاتی بهینه

^۴ Back loading

^۵ Efficient trading frontier

استراتژی تهاجمی A منجر به هزینه بیشتر ولی ریسک کمتر می‌شود. استراتژی معمولی B توازن بین ریسک و هزینه است. استراتژی منفعل C کمترین هزینه را در بر دارد ولی ریسک بالاتری دارد. انتخاب استراتژی D نیز مناسب نیست زیرا استراتژی‌های جایگزینی با همان سطح ریسک وجود دارند ولی دارای هزینه کمتری یا با همان سطح هزینه ولی ریسک کمتری یا هردوی هزینه و ریسک کمتری هستند. استراتژی D تحت عنوان استراتژی غیرمنطقی قلمداد می‌شود و هیچ‌گاه بهترین نتیجه را ارائه نمی‌دهد.

قدم سوم: مشخص کردن روش تطبیق

قدم بعدی در فرایند تصمیم‌گیری، تعیین نحوه تطبیق الگوریتم با شرایط در حال تغییر بازار است. الگوریتم‌ها ممکن است شامل چندین روش تطبیق باشند. در ادامه تعدادی از روش‌های تطبیق مطرح‌تر توضیح داده شده‌اند.

بر مبنای حجم نقد شوندگی: در این حالت برنامه معاملاتی بر اساس نقد شوندگی بازار تنظیم می‌شود. برای مثال در زمانی که نقد شوندگی در بازار بیشتر باشد معاملات سریع‌تر وارد سامانه می‌شود و در زمانی که نقد شوندگی کمتر باشد معاملات آهسته‌تر انجام می‌شود.

بر مبنای قیمت: در این حالت برنامه معاملاتی بر اساس قیمت‌های بازار است. حالت تهاجمی پولی^۶ (AIM) زمانی که قیمت‌ها مطلوب‌تر است سفارش‌های بیشتری را وارد می‌کند و در بقیه موارد سفارش‌های کمتر و حالت منفعل پولی^۷ (PIM) در زمان قیمت مطلوب آهسته‌تر سفارش‌ها را وارد می‌کند و در زمان نوسانات نامطلوب قیمت سریع‌تر وارد می‌کند.

بر مبنای زمان: الگوریتم نرخ معاملاتی خود را به نحوی تنظیم می‌کند تا از انجام کامل سفارش‌ها تا یک‌زمان خاص اطمینان حاصل شود. در این حالت ممکن است سفارش‌ها زودتر از زمان تعیین‌شده انجام شوند ولی دیرتر امکان ندارد.

احتمالی: در این حالت الگوریتم به نحوی عمل می‌کند تا بهترین فرصت‌های (بالاترین احتمال) دستیابی به اهداف سرمایه‌گذاری ایجاد شود. این حالت بر اساس روش بهینه‌سازی غیرخطی مانند بیشینه کردن نسبت شارپ یا کمینه کردن خطای ردیابی می‌باشد.

روش‌های بهینه‌سازی: برنامه معاملاتی به‌طور پیوسته تنظیم می‌شود تا قیمت پایانی مورد انتظار در یک دامنه مجاز قرار داشته باشد. این نوع از الگوریتم‌ها عموماً روند قیمتی را از لحظه شروع جلسه معاملاتی تا این لحظه در نظر می‌گیرند و بر اساس آن در مورد موقعیت آتی بازار تصمیم‌گیری می‌کنند.

^۶ Aggressive in the money

^۷ Passive in the money

بر مبنای توازن نقدینگی: در بسیاری از مواقع سرمایه‌گذاران روش توازن نقدینگی را برمی‌گزینند. دو حالت اصلی توازن نقدینگی مدیریت ریسک و تأمین مالی خودی^۸ می‌باشد. توازن مدیریت ریسک موقعیت‌های غیرمنتظره را به‌منظور نگه‌داشتن ریسک در یک دامنه مشخص مدیریت می‌کند. تأمین مالی خودی زمانی استفاده می‌شود که پول به‌دست‌آمده از معاملات فروش برای معاملات خرید استفاده می‌شود. در این حالت باید سهامی که تا این لحظه معامله شده است را مدیریت کنیم و با توجه به قیمت‌های بازار و جهت حرکت آن‌ها ممکن است نیاز به تغییر سهامی که قصد خرید یا فروش داریم را بگیریم.

استفاده از بازارهای تاریک: سرمایه‌گذاران ممکن است در بسیاری از موارد به‌جای مکان‌های معاملاتی آشکار از بازارهای تاریک استفاده کنند. برای مثال سرمایه‌گذاران ممکن است سعی بر بیشینه کردن معاملات در بازار تاریک داشته باشند ولی در بازار شفاف نیز با نرخ متفاوتی در حال انجام معاملات باشند. علاوه بر میزان مشارکت در بازارهای تاریک و آشکار بستگی به قیمت‌های سهام و روند حرکت قیمت‌ها در بازار دارد.

۲-۲- تصمیمات سطح خرد

تصمیمات سطح خرد همان‌طور که قبلاً اشاره شد شامل قواعد ارسال سفارش می‌شوند. مدل‌های تصمیم‌گیری اصلی در داخل خود الگوریتم معاملاتی جاسازی می‌شوند و از مدل‌های سفارش محدود^۹ و جایگذاری هوشمند سفارش^{۱۰} استفاده می‌کنند. این نقاط تصمیم‌گیری مانند تصمیمات سطح کلان توسط خود کاربرد به‌طور مستقیم وارد نمی‌شوند اما الگوریتم‌ها و مسیر تصمیم‌گیری آن‌ها به نحوی هستند که از تطابق اجرای سفارش‌ها با اهداف کلان تعیین‌شده توسط سرمایه‌گذار اطمینان حاصل کنند. هدف برنامه سطح خرد به‌صورت سه‌گانه می‌باشد. اول اینکه اطمینان حاصل کند که اجرای سفارش‌ها در راستای استراتژی بهینه تعیین‌شده توسط کاربر است. دوم اینکه اطمینان حاصل کند که الگوریتم تنها زمانی از استراتژی بهینه تعیین‌شده توسط کاربر فاصله می‌گیرد که به نفع سرمایه‌گذار باشد و چنین اجازه‌ای را داده باشد. سوم اینکه به قیمت‌های منطقی و منصفانه بدون متحمل شدن هزینه‌های غیرضروری بازار دست یابد. در مواردی که هزینه‌های ثابت و معاملاتی زیاد باشند، بهینه‌سازی، استفاده از بازارهای مختلف و مدیریت خرد در هریک از بازارها می‌تواند منجر به صرفه‌جویی قابل‌توجهی در هزینه‌ها شود.

بسیار حیاتی است که استراتژی‌های قیمتی سطح خرد با اهداف سطح کلان همخوانی داشته و تراکنش‌ها از اهداف پیاده‌سازی معین پیروی کنند. برای مثال ممکن است به نفع یک صندوق سرمایه‌گذاری نباشد که استراتژی هجومی (برای مثال $POV=40\%$) را فقط به‌صورت سفارش‌های محدود وارد سامانه کند، زیرا اجرای سفارش‌ها به قیمت محدود تضمینی بر اجرایی شدن آن‌ها ندارد و در این صورت ممکن است از نرخ اجرای سفارش‌ها در طول زمان معاملاتی عقب بماند؛ اما ممکن است

^۸ Self-financing

^۹ Limit order

^{۱۰} Smart order routing

برای یک استراتژی منفعل (برای مثال $POV=5\%$) از تعداد زیادی سفارش محدود استفاده کرد تا از تجاوز از دامنه مجاز جلوگیری کند، زیرا زمان به اندازه کافی برای اجرایی شدن این سفارش ها محدود در بازار وجود دارد.

در اکثر مواقع بهتر است ترکیبی از سفارش به قیمت محدود، قیمت بازار، شناور و اندوخته^{۱۱} استفاده شود. برای مثال فرض کنید استراتژی سطح کلان مشخص شده توسط کاربر نرخ $POV=15\%$ باشد. در چنین حالتی الگوریتم سطح خرد ممکن است از سفارش های به قیمت محدود در بازار تا زمانی که نرخ واقعی POV با 15% همخوانی داشته باشد، استفاده کند و به محض اینکه الگوریتم از نرخ تعیین شده یا یک حد مجاز عقب بماند، شروع به ارسال سفارش هایی با اندازه و فواصل زمانی مناسب به صورت هجومی به بازار بکند تا با نرخ $POV=15\%$ همخوانی پیدا کند. بعضی از استراتژی های خرد پیشرفته در تعیین قیمت، از داده های قیمت ها، دفاتر سفارش و فعالیت های معاملاتی اخیر برای پیش بینی روند قیمتی کوتاه مدت استفاده می کنند تا احتمال اینکه یک سفارش به قیمت محدود در چه زمانی اجرا خواهد شد را پیش بینی کنند.

۲-۱-۲-۲- مدل های سفارش محدود

مدل های سفارش محدود ترکیب مناسب سفارش های به قیمت محدود و قیمت بازار را به منظور تطابق با اهداف کلان سرمایه گذار تعیین می کنند. مدل سفارش محدود مدلی احتمالی می باشد که وضعیت حال حاضر بازار، جهت قیمت ها، اطلاعات دفاتر سفارش، اهداف کلان و زمان بندی را در نظر می گیرد. به طور سنتی مدل های سفارش محدود احتمال اینکه یک سفارش در بازار در قیمت و زمان مشخص اجرا شود را تشخیص می دهند. در اینجا مدل های سفارش محدودی در نظر گرفته می شوند که خروجی آن ها ترکیبی از قیمت ها و اندازه سفارش ها است تا تکمیل سفارش ها را در انتهای بازه زمانی تضمین کنند نه اینکه فقط تخمین بزنند که احتمالاً تا چه زمانی انجام سفارش ها تکمیل خواهد شد.

برای مثال اگر نرخ معاملاتی تعیین شده در سطح تصمیم گیری کلان برای یک سفارش خرید $POV=10\%$ در نظر گرفته شده باشد و پیش بینی کنیم که در ۱ دقیقه آتی ۱۰,۰۰۰ سهم قرار است که معامله شود، بنابراین در این زمان باید ۱,۰۰۰ سهم برای ما معامله شود تا با نرخ $POV=10\%$ همخوانی داشته باشد. اگر قیمت های مجاز در بازار بین ۳۰,۰۰ الی ۳۰,۱۰ دلار باشد، مدل سفارش محدود مناسب ترین ترکیب قیمتی و نوع سفارش و مقدار سفارش را برای معامله این ۱,۰۰۰ سهم در ۱ دقیقه آتی ممکن است به صورت زیر تعیین کند:

- سفارش ۲۰۰ سهمی با قیمت ۲۹,۹۵ به قیمت محدود؛
- سفارش ۳۰۰ سهمی با قیمت ۳۰,۰۰ به قیمت محدود؛
- سفارش ۳۰۰ سهمی با قیمت ۳۰,۰۵ به قیمت محدود؛
- سفارش ۲۰۰ سهمی با قیمت ۳۰,۱۰ به قیمت بازار.

^{۱۱} reserve

۲-۲-۲- جایگذاری هوشمند سفارش‌ها

جایگذاری هوشمند سفارش‌ها (SOR) وظیفه قرار دادن سفارش‌های خریدشده در بازارهای سهام، مکان‌های معاملاتی و بازارهای تاریک مختلف را دارد. SOR به جمع‌آوری، بررسی و نگهداری داده‌های معاملاتی مکان‌های معاملاتی و بازارهای تاریک مختلف در طول روز معاملاتی می‌پردازد. SOR احتمال اجرایی شدن یک سفارش را در هر یک از مکان‌های معاملاتی بر اساس فراوانی معاملات و مکانی که سفارش در دفتر سفارش‌های آن بازار قرار خواهد گرفت را تعیین می‌کند. اگر فراوانی معاملات و تمامی موارد دیگر در دو مکان معاملاتی یکسان باشند، SOR سفارش را در بازاری جایگذاری می‌کند که نزدیک‌تر به اول صف سفارش‌ها قرار گیرد. اگر یک مکان معاملاتی دارای ۱۰,۰۰۰ سهم در قیمت مطلوب و مکان دیگری دارای ۵,۰۰۰ سهم در قیمت مطلوب باشد، SOR سفارش را به مکان معاملاتی با ۵,۰۰۰ سهم انتقال می‌دهد زیرا احتمال اجرا شدن در آن مکان سریع‌تر است. SOR سفارش‌ها را بر اساس ارزش مورد انتظار معاملاتی بازارها به آن‌ها انتقال می‌دهد، بر همین اساس ممکن است یک سفارش را به یک مکان معاملاتی منتقل کند که دور از ابتدای صف قرار گیرد ولی فعالیت معاملاتی در آن بازار یا مکان معاملاتی بیشتر است و ممکن است یک سفارش را به مکانی منتقل کند که پویایی معاملاتی در آن کم است ولی سفارش در ابتدای صف معاملاتی قرار خواهد گرفت. اکثر مواقع این تصمیمات بر اساس محاسبه ارزش مورد انتظار گرفته می‌شود.

مثالی که بالا ذکر شد که قرار بود ۱,۰۰۰ سهم در یک دقیقه آینده معامله شود را دوباره بررسی می‌کنیم. قرار بود ۲۰۰ سهم با قیمت ۲۹,۹۵ و ۳۰۰ سهم با قیمت ۳۰,۰۰ و ۳۰۰ سهم با قیمت ۳۰,۰۵ و ۲۰۰ سهم با قیمت ۳۰,۱۰ وارد سامانه معاملاتی شوند. SOR ممکن است تصمیم بگیرد که ۲۰۰ سهم را در یک بازار تاریک با قیمت ۳۰,۰۵، ۳۰۰ سهم را در یک بازار بورس اوراق بهادار سنتی با قیمت ۳۰,۰۰ دلار وارد کند و ۲۰۰ سهم را در یک بازار بورس غیر سنتی با قیمت ۲۹,۹۵ که در اول صف هم قرار خواهد گرفت وارد کند و شاید حتی به دلیل ایجاد نقدینگی در این بازار دچار تخفیف هم بشود (مدل قیمتی معکوس).

در نهایت SOR ممکن است به‌منظور عقب نماندن از برنامه معاملاتی از پیش تعیین‌شده ۲۰۰ سهم را با قیمت بازار در انتهای بازه ۱ دقیقه‌ای که ممکن است جهت قیمت تغییر کرده باشد (افزایش یا کاهش) به‌صورت ۱۰۰ سهم بلافاصله و ۱۰۰ سهم دیگر را شاید ۳۰ الی ۴۵ ثانیه بعد وارد سامانه معاملاتی کند تا احتمال اینکه از برنامه معاملاتی عقب بیفتد و مجبور به انجام سفارش‌ها به‌صورت تهاجمی در سامانه شود که منجر به هزینه بیشتر می‌شود را کاهش دهد.

یکی از دلایلی که افراد حاضر هستند در یک بازار کارمزد بیشتری پرداخت کنند به این دلیل است که اولین ۲۰۰ سهم برای آن‌ها معامله خواهد شد (قبل از تغییر روند قیمت بازار). سرمایه‌گذاران منطقی تمایل دارند که یک سفارش را به مکان معاملاتی انتقال دهند که در آنجا مشمول تخفیف شوند تا اینکه به مکانی بفرستند که مجبور به پرداخت هزینه اضافی باشند. در حالت اول مقدار صرفه‌جویی شده بابت هزینه‌های معاملاتی جبران مقدار پرداخت‌شده بابت انجام معامله در یک بازار با کارمزد بیشتر را می‌کند.

زمانی که تنها بازارهای NYSE و NASDAQ وجود داشتند جایگذاری سفارش‌ها مسئله بسیار ساده‌تری بود؛ اما در حال حاضر با مکان‌های معاملاتی متعدد، بازارهای تاریک و غیره این مسئله بسیار پیچیده‌تر شده است.

علاوه بر نگهداری داده‌های بازارهای مختلف و محاسبه احتمال اجرای سفارش‌ها در هر یک از بازارها، SOR مسئول اجرای تمامی قواعد اجرای سفارش‌ها نیز هست. انواع قیمت‌گذاری مطرح‌تر همان‌طور که بیان شد، به قیمت بازار، قیمت محدود، قیمت محدود قابل اجرا در بازار و قیمت شناور هستند که متصل به یک قیمت مرجع مثل بالاترین قیمت خرید یا پایین‌ترین قیمت فروش یا نقطه میانی این دو قیمت هستند و با این قیمت مرجع حرکت می‌کنند. تنوع این نوع سفارش‌ها به الگوریتم این اجازه را می‌دهد که مطابق با استراتژی بهینه تجویز شده حرکت کند و در مواقع موردنیاز، تهاجمی (سفارش با قیمت بازار) یا منفعل (سفارش به قیمت محدود) سفارش‌ها را اجرا کند. اندازه سفارش‌ها طوری تعیین می‌شود که به راحتی در بازار اجرا شود. تنوع سفارش‌ها مقاصد اصلی معامله را از دید دیگران پنهان نگه می‌دارد و احتمال تأثیر منفی سفارش بر قیمت بازار را کاهش می‌دهد. سفارش اندوخته (کوه یخ یا سفارش چندقسمتی) روش دیگری است که در استراتژی خرد قیمتی به کار گرفته می‌شود و به این صورت است که بعد اجرای هر سفارش دوباره همان سفارش وارد صف می‌شود تا کل سفارش‌ها اجرا شود. برای مثال یک سفارش ۱۰,۰۰۰ سهمی به صورت ۱,۰۰۰ سهمی در دفتر سفارش‌ها نشان داده می‌شود و هر بار که اجرا شود با یک سفارش ۱,۰۰۰ سهمی دیگر جایگزین می‌شود تا کل سفارش ۱۰,۰۰۰ سهمی کامل شود. در نهایت SOR فواصل زمانی بین سفارش‌ها را به صورت تصادفی، نگهداری یک سفارش، لغو یک سفارش و روش‌های دیگر وارد دفتر سفارش‌ها می‌کند تا مقاصد اصلی معاملاتی را پنهان نگه دارد. بعضی از سفارش‌ها ممکن است برای مدت طولانی در بازار باقی بمانند درحالی که بعضی دیگر ممکن است به سرعت لغو شوند. علاوه فواصل زمانی بین سفارش‌ها و موج فرستاده شده از سفارش‌ها به بازار به صورت تصادفی در نظر گرفته می‌شود تا سرمایه‌گذاران دیگر از ماهیت سفارش مطلع نشوند و منجر به لو رفتن اطلاعات نشود و احتمال دستیابی به قیمت‌ها بهتر را افزایش دهد.

نکته مهمی که اکثراً در حوزه معاملات الگوریتمی از آن چشم‌پوشی می‌شود این است که SOR باید فقط به عنوان SOR استفاده شود. بسیاری از فروشندگان الگوریتم‌های معاملاتی SOR را مجبور به انجام ترکیبی از خدمات مثل مدل سفارش محدود و تصمیمات سطح کلان و غیره می‌کنند. این افراد سعی بر آن دارند که این الگوریتم‌ها را تحت عنوان الگوریتم جامع و همه‌کاره معرفی کنند. بدون درک تصمیمات سطح کلان و اهداف معاملاتی سرمایه‌گذاران، ممکن نیست چنین الگوریتم‌های همه‌کاره‌ای را ایجاد کرد. هر کدام از مراحل اهداف معاملاتی، تکنیک‌های تطابق، مدل سفارش محدود، قواعد ارسال سفارش‌ها باید به صورت جداگانه در نظر گرفته شوند.

۳. ابزارهای تحلیل الگوریتمی

۳-۱- تحلیل قبل از معاملات

اولین قدم در گسترش استراتژی الگوریتم معاملاتی انجام تحلیل قبل از معامله است. این مرحله داده‌های ضروری را در اختیار سرمایه‌گذار می‌گذارد تا به واسطه آن‌ها تصمیمات معاملاتی آگاهانه‌ای در هر دو سطح خرد و کلان اتخاذ کند و به عنوان

ورودی الگوریتم‌ها ایفای نقش می‌کند. تحلیل قبل از معاملات اطلاعات خلاصه نقد شوندگی بازار، تخمین هزینه و ریسک و دشواری انجام معاملات را در اختیار سرمایه‌گذار می‌گذارد تا به‌واسطه آن‌ها بتوان تشخیص داد که کدام سفارش‌ها به‌طور موفقیت‌آمیز می‌توانند از طریق الگوریتم معاملاتی اجرا شوند و کدام سفارش‌ها نیاز به اجرای دستی دارند. همچنین فرصت‌های بالقوه کاهش و پوشش ریسک را ارائه می‌دهد تا استراتژی اجرای معامله الگوریتمی بهبود یابد. داده‌های تحلیل قبل از معامله شامل قیمت‌های کنونی و قیمت‌های سفارش‌های در صف، آمار نقد شوندگی و ریسک، روند قیمتی بازار و معاملات اخیر صورت گرفته در بازار می‌باشد. همچنین این داده‌ها امکان ایجاد یک مدل ریسک آلفا را برای کوتاه‌مدت به سرمایه‌گذار می‌دهد.

۳-۲- تحلیل در طی زمان معاملاتی

تحلیل در طی روز به‌منظور بررسی عملکرد معاملاتی در طول زمان معاملاتی استفاده می‌شود. این سیستم‌ها عموماً به‌صورت لحظه‌ای تعداد سهام معامله‌شده، هزینه مربوطه به سهام معامله‌شده، تغییرات قیمت از زمان شروع معاملات (که به معنی مقدار اضافی یا صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌باشد) و تأثیر قیمتی مورد انتظار معاملات بر بازار و ریسک زمان‌بندی معاملات باقی‌مانده بر اساس استراتژی اتخاذشده برای پیاده‌سازی و شرایط مورد انتظار بازار (که ممکن است متفاوت از آنچه در اول بازار انتظار می‌رفت باشد) را مورد بررسی قرار می‌دهد. سیستم‌های تحلیل در طول زمان معاملاتی توسط سرمایه‌گذاران برای ارزیابی وضعیت بازار و اصلاح الگوریتم معاملاتی آن‌ها استفاده می‌شود.

۳-۳- تحلیل بعد از زمان معاملاتی

تحلیل بعد از زمان معاملاتی یک فرایند دوبخشی است که شامل ارزیابی هزینه و تحلیل عملکرد الگوریتم می‌باشد. ابتدا هزینه بر اساس تفاوت بین قیمت واقعی حاصل از اجرای سفارش‌ها و مبنای تعیین‌شده در ابتدا سنجیده می‌شود. این قسمت به سرمایه‌گذار این امکان را می‌دهد تا نسبت به‌دقت مدل پیش‌بینی هزینه‌های معاملاتی انتقاد کند تا پیش‌بینی‌های آتی هزینه و تصمیمات سطح کلان بهبود داده شود و به مدیران اطلاعات ارزنده‌ای در مورد قیمت داده می‌شود تا تصمیمات سرمایه‌گذاری آتی خود را بهبود بخشند. سپس عملکرد الگوریتم تحلیل می‌شود تا توانایی الگوریتم در تطابق با استراتژی بهینه تجویز شده، دستیابی به قیمت‌های منطقی و منصفانه ارزیابی شود و در صورت فاصله گرفتن الگوریتم از استراتژی بهینه تجویز، تصمیم درستی بوده است یا خیر. سرمایه‌گذاران باید به‌صورت پیوسته تحلیل بعد از زمان معاملاتی را انجام دهند تا مطمئن شوند کارگزاران دقیقاً آنچه در تبلیغات الگوریتم مدعی می‌شدند را ارائه داده‌اند و بتوانند آن معاملات که خارج از خواسته آن‌ها بوده را از طریق تخمین هزینه‌ها قبل از زمان معاملاتی مشخص کنند.

۳-۴- معامله قاعده‌ای^{۱۲}

الگوریتم‌های قاعده‌ای تصمیمات سطح کلان مانند چنتکه کردن سفارش‌ها که سفارش‌های بزرگ‌تر را به سفارش‌های کوچک‌تر تقسیم می‌کند تا به‌مرور زمان وارد سامانه شوند و تأثیرات منفی بر قیمت بازار نداشته باشند (تأثیر بازار) را کنترل می‌کند. البته این دستورالعمل‌ها بر اساس منطق و قواعد ابتکاری ساده با بسیاری از خط‌مشی‌های دلخواه (مانند تا زمان مشخصی حجم معینی معامله شود، در زمان قیمت مطلوب سریع‌تر معامله شود، در زمان قیمت نامطلوب آهسته‌تر معامله شود و غیره) می‌باشد. بعلاوه بسیاری از الگوریتم‌های معاملات قاعده‌ای دید مناسبی نسبت به هزینه‌ها و ریسک‌های مربوطه نمی‌دهند. بعلاوه این قواعد شفافیت لازم به‌منظور تشخیص مناسب‌ترین الگوریتم با توجه به اهداف صندوق را ارائه نمی‌دهند. در اکثر مواقع الگوریتم‌های قاعده‌ای در غالب جعبه سیاه عمل می‌کنند.

۳-۵- روش‌های کمی^{۱۳}

الگوریتم معاملاتی کمی نیز تصمیمات سطح کلان را کنترل می‌کند ولی تفاوت آن با معاملات قاعده‌ای در این است که تمامی تصمیمات بر اساس مدل‌های پایدار آماری و چهارچوب ریاضیاتی قوی گرفته می‌شوند. برای مثال مدل‌های کمی به‌عنوان مبنایی برای ایجاد استراتژی‌هایی برای کمینه کردن اختلاف بین قیمت مورد انتظار اجرای سفارش و یک قیمت مبنای مشخص می‌باشند تا قیمت را با توجه به یک سطح ریسک مشخص کمینه کنند یا احتمال اجرای سفارش‌ها با قیمت بهتری نسبت به قیمت مبنای به وجود آید. الگوریتم‌های کمی، قیمت معاملاتی کل (تأثیر قیمت بر بازار، روند قیمت و ریسک زمان‌بندی) را مدیریت می‌کنند و شفافیت لازم در مورد قیمت و ریسک و دید نسبت به اینکه الگوریتم در زمان تغییر قیمت در بازار در حال تغییر، چگونه عمل خواهد کرد را برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌کند. این شفافیت همچنین به سرمایه‌گذار اجازه می‌دهد تا استراتژی‌های جایگزین (الگوریتم‌ها) را ارزیابی کرده و مناسب‌ترین استراتژی بهینه را با توجه به اهداف معاملاتی و سرمایه‌گذاری تعیین کند.

۴. معاملات متواتر

معاملات متواتر (HFT) استفاده از روش‌های پیچیده ریاضی و کامپیوترهای فوق‌سریع برای معامله سهام، اوراق قرضه و قراردادهای اختیار باهدف اکتساب سود می‌باشد. این روش متفاوت از الگوریتم‌های معاملاتی اجرایی است که وظیفه پیاده‌سازی تصمیمات سرمایه‌گذاری از قبل تعیین‌شده را دارند. به‌بیان دیگر سیستم معاملات متواتر هر دو قسمت تصمیمات سرمایه‌گذاری و معاملاتی را همزمان تعیین می‌کند. معاملات متواتر از این نظر به‌عنوان «جعبه سیاه» یا «روبو» نیز خوانده می‌شوند.

^{۱۲} Rule based trading

^{۱۳} Quantitative techniques

استراتژی‌های معاملات متواتر را می‌توان به سه قسمت مختلف تقسیم کرد: بازار گردانی خودکار^{۱۴} (AMM)، آربیتراژ آماری یا معاملات کمی^{۱۵} و معامله تخفیفی یا نقد شوندگی^{۱۶}. تقسیم‌بندی‌های دیگری نیز برای این الگوریتم‌ها در نظر گرفته شده است و اغلب همپوشانی‌هایی که در ادامه ذکر خواهد شد، بین آن‌ها وجود دارد ولی در اکثر مواقع هر کدام از این حالت‌ها کاملاً هدف متفاوتی را دنبال می‌کنند. در کوتاه‌مدت معاملات متواتر این ویژگی‌ها را دارا می‌باشند:

- معاملات خودکار: الگوریتم‌ها تشخیص می‌دهند که چه چیزی بخرند و بفروشند و استراتژی سطح خرد ارسال سفارش‌ها مانند قیمت، اندازه و زمان‌بندی سفارش‌ها را نیز تعیین می‌کنند. این تصمیمات بر اساس داده‌های حال حاضر بازار شامل سیگنال قیمت‌ها، روند قیمت‌ها، روند شاخص یا یک صنعت خاص، نوسان، نقد شوندگی و دیگر اطلاعات دفتر سفارش‌ها گرفته می‌شوند. این تصمیمات مستقل از دخالت انسان گرفته می‌شوند.
- نیازی به سرمایه‌گذاری خالص نیست: معاملات متواتر نیازی به جریان نقدینگی ورودی زیادی ندارند زیرا موجودی سهام در پایان هرروز نقد می‌شود. استراتژی‌های معاملات متواتر هر دو موقعیت خریدوفروش را با عناوین مختلف اتخاذ می‌کنند و در پایان روز معاملاتی هر دو موقعیت را می‌بندد تا دچار ریسک روز معاملاتی بعد نشوند. در شرایطی که معاملات متواتر موقعیت‌ها را برای روز معاملاتی بعد نگه دارد به احتمال زیاد از عایدی موقعیت فروش برای موقعیت خرید استفاده خواهد کرد.
- افق‌های معاملاتی کوتاه‌مدت: با توجه به نوع استراتژی، معامله متواتر ممکن است بین چند ثانیه تا چند دقیقه طول بکشد و به ندرت به چند ساعت می‌رسد.

۴-۱- بازار گردانی خودکار

بازار گردانی خودکار (AMM) همان خدماتی را به بازار سرمایه ارائه می‌دهد که بازار گردان‌های سنتی و متخصصین این‌چنینی ارائه می‌دادند. با این حال تفاوت اصلی این است که به جای به کارگیری یک انسان به عنوان بازار گردان سیستم AMM از سیستم‌های کامپیوتری بسیار پیشرفته برای وارد کردن قیمت‌های خریدوفروش و هموارسازی معاملات استفاده می‌کند. یک AMM رسمی نیز مانند گذشته متعهد است تا بازاری منصفانه و مستمر برای سهم ایجاد کرده، در زمان نیاز نقد شوندگی در بازار ایجاد کند و قیمت‌های خریدوفروش را برای سهم‌های متعهد شده در برخی مواقع وارد بازار کند.

سیستم‌های AMM به صورت خودکار قیمت خریدوفروش را وارد بازار می‌کنند. زمانی که سیستم AMM با یکی از مشتریان بازار تراکنشی انجام دهد، موقعیت خرید یا فروش اتخاذ می‌کند و بعد به دنبال موقعیتی می‌گردد که بتواند با موقعیت فعلی از طریق استفاده از سفارش با قیمت محدود خنثی شود. سیستم‌های AMM تلاش می‌کنند تا در پایین‌ترین قیمت فروش بخرند

^{۱۴} Auto Market Making

^{۱۵} Statistical Arbitrage/ Quantitative Trading

^{۱۶} Rebate/Liquidity Trading

و در بالاترین قیمت خرید بفروشند تا به اندازه شکاف قیمتی سود کسب کنند. شرکت‌های بازار گردانی خودکار ثبت شده و رسمی به موجب ایجاد نقدینگی در بازار مشمول دریافت تخفیف‌ها و مزایای مضاعفی می‌شوند؛ بنابراین این بازار گردان‌ها می‌توانند هم از شکاف قیمتی بین بیشترین قیمت خرید و کمترین قیمت فروش و هم از جویز و تخفیف‌های دریافتی از سوی بازار اوراق بهادار اکتساب سود کنند. البته فعالیت آن‌ها در برخی موارد برای مدیران پرتفوی که به دنبال فرایند کشف قیمت و تعیین قیمت منصفانه در بازار هستند مشکل ایجاد می‌کند.

مدل‌های معاملاتی جعبه سیاه AMM نیز شامل یک مدل آلفا (ریسک غیر سیستماتیک) برای پیش‌بینی حرکات کوتاه‌مدت قیمت هستند تا به آن‌ها در تعیین بازه مناسب برای نگهداری یک موقعیت قبل از اینکه مجبور به خنثی کردن آن و احتمالاً ضرر شوند کمک کند. برای مثال فرض کنید شکاف قیمت ۳۰,۰۰ الی ۳۰,۰۵ دلار است و سیستم AMM ۱۰,۰۰۰ سهم از سهام الف را با قیمت ۳۰,۰۰ دلار خریده است. اگر مدل آلفا پیش‌بینی کند که قیمت افزایش خواهد یافت، AMM این تعداد سهم را در قیمت ۳۰,۰۵ یا بیشتر برای فروش خواهد گذاشت تا از کل شکاف ۰,۰۵ دلار به ازای هر سهم یا حتی بیشتر سود اکتساب کند؛ اما اگر مدل آلفا پیش‌بینی کند که قیمت کاهش خواهد یافت، سیستم AMM سهم را در قیمتی پایین‌تر مانند ۳۰,۰۴ دلار وارد سامانه خواهد کرد تا به اول صف منتقل شود و یا اگر احتمال کاهش قیمت بسیار زیاد باشد با قیمت ۳۰,۰۰ دلار در سامانه وارد خواهد کرد که باین‌حال سودی کسب نخواهد کرد ولی متحمل زیان نیز نخواهد شد.

اکثر معامله‌گران با سیستم AMM ترجیح می‌دهند تمامی موقعیت‌های اتخاذ شده را تا پایان روز معاملاتی ببندند تا در معرض ریسک روز بعد معاملاتی قرار نداشته باشند که البته این مسئله اجباری نیست. ممکن است تا روز معاملاتی بعد موقعیت‌های اتخاذ شده را باز نگه‌دارند در صورتی که ریسک کلی دفتر معاملاتی خود را به‌درستی مدیریت کنند یا نحوه بستن موقعیت‌ها را در روز بعد پیش‌بینی کرده باشند (مثلاً ذخیره‌ای از سهام برای معاملات روز آتی نگهداری کنند).

بعضی از اصلی‌ترین تفاوت‌های بین AMM و بازار گردانی سنتی این است که AMM حجم بسیار کمتری از موقعیت‌های را اتخاذ می‌کند، سفارش‌ها را در حجم کم اجرا می‌کند و سرمایه زیادی را درگیر معاملات نمی‌کند.

۴-۲- معامله کمی / آربیتراژ آماری

آربیتراژهای آماری سنتی سعی بر کسب سود از طریق قیمت‌گذاری اشتباه بین بازارهای مختلف، شاخص‌ها یا حتی ETF هستند. بعلاوه استراتژی معاملاتی آربیتراژ آماری در حالت پیشرفته و متواتر سعی بر اکتساب سود از فرصت‌های به وجود آمده در سهم‌هایی دارد که انتظار می‌رود دچار کاهش یا افزایش ارزش شود یا حداقل در مقابل سهام یا گروه مشابه سهام کاهش یا افزایش ارزش داشته باشد. استفاده از چهارچوب استراتژی کوتاه‌مدت موقعیت خرید-فروش همزمان به داده‌های آنی بازار و اطلاعات قیمت خرید و فروش و دیگر مدل‌های آماری وابسته است. این نوع از معامله‌گران لزوماً به دنبال بستن تمامی موقعیت‌های باز قبل از پایان روز معاملاتی به‌منظور ممانعت از ریسک روز بعدی معاملاتی نیستند زیرا بر اساس پیش‌بینی‌های مدل آلفا کار می‌کنند و بر اساس استراتژی‌های آلفا سود و زیان کسب می‌کنند و فقط به دنبال شکاف قیمتی موجود بین سفارش‌ها نیستند. البته این مسئله مربوط به استراتژی آربیتراژ قدیمی است ولی در حال حاضر افق‌های زمانی به دلیل

فرصت‌های بالقوه، داده‌های آنی و ارتباط و قدرت محاسباتی سریع‌تر، بسیار کوتاه‌تر شده است. این دسته از معاملات شامل تحلیل‌های تکنیکال و مدل‌های کمی نیز می‌شوند این نوع از استراتژی‌های معاملاتی به‌عنوان استراتژی کوتاه‌مدت و میان‌مدت به‌حساب می‌آیند ولی باوجود معاملات الگوریتمی و الکترونیک و دسترسی به حجم عظیمی از داده‌های آنی بازار و کامپیوترهای بسیار سریع‌تر این استراتژی‌ها بسیار کوتاه‌مدت‌تر شده‌اند و به ساعتی یا دقیقه‌ای تبدیل شده و در حال حاضر تحت عنوان HFT تلقی می‌شوند. البته لزوماً می‌توانند بسیار کوتاه نباشند و HFT تلقی نشوند.

۴-۳- معامله تخفیفی یا نقد شونددگی

این نوع از الگوریتم‌های معاملاتی عموماً بر اساس اطلاعاتی می‌باشند که از روند سفارش‌های بازار و دیگر اطلاعاتی جریان سفارش‌های بازار و قیمت‌گذاری حال حاضر می‌توان درک و استنتاج کرد از جمله معاملات، قیمت‌ها، عمق دفاتر معاملاتی و غیره. این استراتژی‌ها از سفارش‌های لحظه‌ای استفاده می‌کنند و شدیداً در بازارهای تاریک و مکان‌های معاملاتی جایگزین (مکان‌های معاملاتی غیر سنتی) حضور دارند. بسیاری از این مکان‌های معاملاتی غیر سنتی به نحوی ایجاد شده‌اند (اجازه معاملات لحظه‌ای را می‌دهند) که ممکن است عده‌ای به یکسری از اطلاعات زودتر از دیگران دسترسی داشته باشند. این معامله‌گران به دنبال تشخیص فشار خرید و فروش در بازار بر اساس جریان مورد انتظار معاملات هستند و امید دارند تا از این اطلاعات کسب سود کنند. معاملات نقد شونددگی را می‌توان به‌صورت خلاصه استراتژی‌هایی گفت که به دنبال کسب منفعت از اطلاعات ناکارآمد بازار هستند. منظور از اطلاعات، داده‌های بازار است که می‌توان تشخیص، دریافت، پردازش، محاسبه، تألیف و غیره کرد تا یک موقعیت خرید و فروش ایجاد شود و به‌واسطه استفاده سریع از سیستم‌ها و کامپیوترها، زیربناها، مکان سرورها و غیره از این موقعیت بهره برد. معاملاتی نقد شونددگی بازار نوعی از HFT است که همواره از جانب بازار مورد موشکافی و سوءظن قرار دارد. مشترکین در بازار همواره نگران هستند که این استراتژی‌ها از مزایای غیرمنصفانه حضور همزمان در بازارهای مختلف، دسترسی به نوع معاملات و توانایی رمزگشایی سیگنال‌های معاملاتی و غیره بهره می‌برند. این مشترکین در پاسخ به این انتقادهای بیان می‌کنند که آن‌ها دقیقاً از قوانین بازار پیروی می‌کنند و این مزیت ایجاد شده برای آن‌ها به دلیل مهارت آن‌ها در برنامه‌نویسی و ریاضیات، کامپیوترهای بهتر، قابلیت اتصال سریع‌تر (به‌واسطه ابر کامپیوترها) و سرورهایی با دسترسی به بازارهای چندگانه می‌باشد که تمامی این موارد اگرچه با هزینه زیاد ولی برای تمام افراد قابل دسترسی می‌باشد.

یکی دیگر از انواع معاملات تخفیفی، بازار گردانی خودکار فرصت‌طلبی^{۱۷} است. این مورد نیز مشابه بازار گردانی خودکار و بازار گردان‌های سنتی است ولی معامله‌گران فرصت‌طلب مجبور به ایجاد نقد شونددگی در بازار یا ایجاد بازاری منصفانه و منظم نیستند. این مشترکین بازار با قیمت موردنظر خود یا در بازار نقد شونددگی ایجاد می‌کنند یا نقد شونددگی را از بازار می‌گیرند چون مجبور به ارائه سفارش‌های خرید و فروش و منظم کردن بازار به‌صورت پیوسته نیستند. از آنجایی که آن‌ها ثبت شده و رسمی نیستند و مجبور به ایجاد نقد شونددگی در بازار نیستند، شامل هیچ‌گونه تخفیف و تشویقی که برای AMM رسمی و

^{۱۷} Opportunistic AMM

ثبت شده در نظر گرفته شده، نمی شوند. این مشترکین از مدل های پیش بینی آلفا برای تعیین بهترین قیمت سهام (مانند مدل های قیمت منصفانه تئوری) و پیشنهادهای خرید و فروش مربوط به آن قیمت برای استفاده از قیمت های بازار استفاده می کنند؛ درواقع تنها زمانی پیشنهاد خرید و فروش وارد سامانه می کنند که به نفعشان بوده و شانس کافی برای به دست آوردن سود داشته باشند. اگر قیمت ها در حال حرکت در خلاف جهت موقعیت آن ها باشند، احتمالاً سفارش را در بازار نگه نمی دارند. به همین دلایل احتمالاً فقط در یک طرف خرید یا فروش موقعیت اتخاذ می کنند یا اینکه به سرعت موقعیت را با قیمت بازار می بندند تا از روند منفی قیمتی سهام اجتناب کنند. بازار گردان های خودکار فرصت طلب به احتمال زیاد موقعیت های اتخاذ شده را تا پایان روز معاملاتی می بندند چون نمی خواهند در معرض ریسک روز معاملاتی بعد قرار گیرند. بعلاوه این مشترکین بازار علاقه ای به نگهداری سهام نزد خود برای سفارش های آینده ندارند. البته به مقدار کمی از سهام بر اساس سیگنال مدل آلفا نگه می دارند که البته آن نیز معمولاً بسیار کوتاه مدت است و قبل از پایان روز نقد می شود.

۵. دسترسی مستقیم به بازار

دسترسی مستقیم به بازار^{۱۸} (DMA) واژه ای است در صنعت مالی که برای توصیف شرایطی استفاده می شود که معامله گر از فناوری و زیرساخت های کارگزار برای اتصال به بورس ها، مکان های معاملاتی و بازارهای تاریک مختلف استفاده می کند. زمانی که معامله گر خریدار از کارگزار برای دسترسی مستقیم به بازار استفاده می کند، خودش مسئول برنامه ریزی تمام قوانین معاملات الگوریتمی می باشد. اغلب صندوق ها خدمات DMA را با الگوریتم های کارگزار ترکیب می کنند تا گزینه های اجرایی زیادی داشته باشند.

معمولاً کارگزاران DMA را با قیمتی ارزان تر در اختیار مشتریان می گذارند ولی هیچ گونه خط مشی و راهنمایی در مورد استراتژی های سطح خرد و کلان (استراتژی معامله به قیمت محدود و جایگذاری هوشمند سفارش ها) به معامله گر خریدار ارائه نمی دهند. سرمایه گذاری که از DMA استفاده می کنند باید تمامی برنامه تقسیم بندی و تعیین قیمت سفارش ها و همچنین انتخاب بازار مناسب را خودش انجام دهند.

در مورد DMA سرمایه گذار خریدار مسئول مشخص کردن موارد ذیل است:

۱. قواعد معاملاتی سطح کلان: تعیین بازه های زمانی بهینه معاملاتی و نرخ ورود و اجرای سفارش ها؛
۲. تکنیک های تطابق: قواعدی که مشخص می کند چه زمانی به معاملات بر مبنای قیمت های بازار، حجم نقد شوندگی، هزینه های متحمل شده و غیره سرعت بخشد یا از سرعت آن ها بکاهد؛
۳. استراتژی سفارش محدود: چگونه سفارش ها باید به قسمت های کوچک تر تقسیم شوند و در بازار معامله شوند، مثلاً با قیمت محدود یا با قیمت بازار معامله شوند و اگر قیمت محدود هستند، در چه قیمتی و به چه تعداد سهم؛

^{۱۸} Direct Market Access

۴. منطق جایگذاری هوشمند سفارش‌ها: سفارش‌ها در کدام سامانه معاملاتی باید وارد شوند، بازار آشکار یا بازار تاریک، چه مدت زمانی باید صبر کرد تا در قیمت یا محل معاملاتی فعلی تجدیدنظر کرد و در چه حالتی می‌توان بهتر از تخفیف‌های موجود در سامانه‌های معاملاتی بهره برد.

سپس سرمایه‌گذار از DMA کارگزار برای هدایت این سفارش‌ها و سفارش‌های خرد شده بر اساس این قواعد تعیین شده استفاده می‌کند. با استفاده از DMA سرمایه‌گذار درواقع برنامه پیچیده معاملاتی کارگزار، ویژگی ارتباط با بورس‌ها و دروازه ورود به بازار را اجاره کرده است.

بسیاری از شبکه‌های کارگزاری‌ها با در نظر گرفتن معامله‌گران متواتر طراحی شده‌اند و کاملاً قابلیت بررسی حجم عظیمی از داده‌ها، پیغام‌ها و حجم معاملات را دارا می‌باشند. زیرساخت این شبکه‌ها به‌صورت بسیار منعطف و بدون تأخیر ساخته شده است. بعضی از این کارگزاران حتی دسترسی جایگذاری هوشمند سفارش را نیز تعبیه می‌کنند زیرا آن‌ها به‌خوبی می‌توانند داده‌های سطح دسترسی دوم، صف‌های دفاتر سفارش و جریان معاملات و پیاده‌سازی‌های مکان‌های معاملاتی را درآن‌واحد بررسی و ارزیابی کنند.

مزایا

- کارمزد کمتر: در این حالت مقدار هزینه پرداخت شده به کارگزار به‌منظور استفاده از زیرساخت‌ها و اتصال به بورس‌ها، مکان‌های معاملاتی، بازارهای تاریک و غیره کمتر می‌باشد. این هزینه معمولاً کمتر از کارمزد استاندارد بوده و صندوق هیچ‌گونه مزایای دیگری از کارگزار ازجمله خدمات مدیریت سفارش، مدیریت ریسک و غیره دریافت نخواهد کرد.
- گمنامی: سفارش‌ها توسط خود سرمایه‌گذار وارد سیستم شده و مدیریت می‌شوند. کارگزار سفارش‌ها را نمی‌بیند و به آن‌ها دسترسی ندارد.
- کنترل: معامله‌گران بر روی سفارش‌ها کنترل کامل دارند. معامله‌گران بر مواردی ازجمله مکان معاملاتی (آشکار یا تاریک)، قواعد ارائه سفارش مانند به قیمت بازار/ محدود، مقدار سهام، فاصله زمانی بین تغییرات در سفارش‌ها و همچنین تسریع و کند کردن انجام معاملات بر اساس اهداف سرمایه‌گذاری صندوق و وضعیت واقعی بازار کنترل کامل دارند. افشای اطلاعات در کمترین حد خود قرار دارد زیرا کارگزار هیچ اطلاعاتی در مورد سفارش و مقاصد سرمایه‌گذار دریافت نخواهد کرد.
- دسترسی: دسترسی به بازار از طریق فناوری و زیرساخت‌های کارگزار. این مورد شامل حضور همزمان در چند مکان معاملاتی، ارتباط بدون تأخیر و غیره می‌باشد.
- استراتژی‌ها کاملاً شخصی‌سازی شده: از آنجایی که سرمایه‌گذار به‌طور کامل قواعد معاملات الگوریتمی را تعریف می‌کند، می‌تواند به‌طور کامل از تطبیق این استراتژی‌ها با اهداف اساسی و پیش‌بینی‌های مدل ریسک غیر سیستماتیک (آلفا) خود اطمینان حاصل کند. صندوق‌ها به‌ندرت کارگزاران را از مدل ریسک آلفای خود مطلع می‌کنند.

معایب

- کار اضافی: صندوق‌ها باید به‌صورت مداوم الگوریتم خود را آزمون و ارزیابی کنند، کدها را دوباره بنویسند، مدل قیمت محدود و مدت جایگذاری هوشمند سفارش خود را گسترش دهند.
- فقدان مقیاس‌های اقتصادی: اکثر صندوق‌ها به تعداد و گستره وسیعی از سفارش‌های واردشده توسط تمامی مشتریان دسترسی ندارند؛ بنابراین به‌اندازه زیادی داده نمونه برای آزمون الگوریتم‌های جدید و جایگزین خود ندارند. کارگزاران می‌توانند منابع عظیمی را برای گسترش الگوریتم‌ها سرمایه‌گذاری کنند زیرا این هزینه از طریق سرمایه‌گذاران بسیاری سرشکن و جبران خواهد شد. صندوق‌ها تمامی هزینه‌های گسترش را باید به‌تنهایی پرداخت کنند.
- نیاز به تحقیق مداوم: صندوق‌ها باید به‌طور مداوم تحقیقات خود را انجام دهند تا تعیین کنند که چه چیزی به درستی کار می‌کند و تحت چه شرایطی از بازار.
- محدود به سیستم موجود: دوباره‌نویسی کدها و بازنویسی قواعد الگوریتم‌ها برای تمامی شرایط بازار و هرزمانی که تغییر ساختاری در بازار یا در یک مکان معاملاتی ایجاد می‌شود، کار سخت و زمان‌بری است. اگرچه بسیاری از سرمایه‌گذاران که از DMA استفاده می‌کنند این گزینه را دارند که با پرداخت مبلغی از به‌روزرسانی‌های کارگزاران استفاده کنند. تنها مورد استثنا در چنین شرایطی معامله‌گران متواتر هستند.
- پیگیری: باید به‌صورت پیوسته شرایط بازار، دفاتر سفارش، قیمت‌ها و غیره را پیگیری کنند که شدیداً کار دشواری است.

فهرست منابع

- [1] Kissell, Robert. *The Science of Algorithmic Trading and Portfolio Management*. Academic Press, 2013.
- [2] Pole, Andrew. *Statistical arbitrage: algorithmic trading insights and techniques*. Vol. 411. John Wiley & Sons, 2008.
- [3] Leshik, Edward, and Jane Cralle. *An Introduction to Algorithmic Trading: Basic to Advanced Strategies*. Vol. 544. John Wiley & Sons, 2011.
- [4] Kim, Kendall. *Electronic and algorithmic trading technology: the complete guide*. Academic Press, 2010.
- [5] Johnson, Barry. *Algorithmic Trading & DMA: An introduction to direct access trading strategies*. 4Myeloma Press, 2010.