

## ارائه یک مکانیزم مذاکره برای سیستم‌های چندکارگزار در مبادلات الکترونیکی خودکار: بر مبنای روش‌های تحلیل رفتار خریدار و فروشنده در اقتصاد خرد

سید کمال چهارسوقی<sup>۱\*</sup> و زهرا طاهری<sup>۲</sup>

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۲۳ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۱۲	
<b>واژگان کلیدی:</b> مذاکرات خودکار، سیستم‌های چندکارگزار، تجارت الکترونیک، منحنی بی تفاوتی.	سیستم‌های چندکارگزار یکی از شاخه‌های هوش مصنوعی توزیع شده بوده و با بهره‌گیری از ویژگی‌های خود توانسته‌اند باعث بوجود آمدن پیشرفت‌های قابل توجهی در ابعاد مختلف کسب و کار، بویژه کسب و کارهای الکترونیک شوند. سیستم‌های چند کارگزار می‌توانند برای برقراری هماهنگی، مذاکرات، تدارکات و تصمیم‌گیری بکار روند. مذاکرات کارگزار محور با توجه به ویژگی‌های خود مختاری و قابلیت عکس‌العمل سریع کارگزاران و همچنین فراهم شدن امکان ارتباطات گسترده میان آنها در بستر شبکه جهانی وب، هم از سوی کاربران و هم از سوی محققان با استقبال زیادی روبرو شده است. در این مقاله مکانیزمی برای انجام مذاکرات خرید و فروش کارگزار محور ارائه شده است که برخلاف مکانیزم‌های مذاکره پیشین بر اصول اثبات شده اقتصاد خرد در تحلیل رفتار خریدار و فروشنده استوار است. در این راستا از توابع تعیین مطلوبیت اقتصادی برای ارزیابی پیشنهادهای دریافتی و از ایده منحنی‌های بی‌تفاوتی برای توسعه روش جستجوی پیشنهاد متقابل استفاده شده است. کارایی و اعتبار مکانیزم مذاکره پیشنهادی با استفاده از شرایط از پیش تعریف شده ادبیات نشان داده شده است.

### ۱- مقدمه

از طریق سیستم‌های نرم‌افزاری و بدون نیاز به دخالت انسان است. چنین سیستم‌های نرم‌افزاری با قابلیت خودمختاری در انجام دادن وظایف محوله، سیستم‌های چندکارگزار یا سیستم‌های چند عاملی هستند. در این مقاله بر آنیم تا با ارائه یک مکانیزم مذاکره خودکار خرید و فروش بر مبنای کارگزاران هوشمند، گامی در جهت توسعه امکانات لازم برای گسترش مبادلات الکترونیک برداریم.

مسئله مذاکره به علت بوجود آمدن زیر مسائل متعدد در بازه مذاکره و مراحل قبل و پس از آن، بسیار گسترده است. در نتیجه مطالعات زیادی در خصوص مذاکره در شاخه‌های مختلف علوم، از تحقیق در عملیات گرفته تا علوم مدیریت، تئوری تصمیم‌گیری و تئوری بازی‌ها انجام داده شده است. سیستم‌های چندکارگزار از جمله زمینه‌های تحقیقاتی هستند که در دو دهه اخیر توجه ویژه‌ای به مسئله مذاکره نشان داده‌اند.

تحولات اقتصادی در سطح بین‌الملل و توسعه فناوری-های اطلاعات و ارتباطات در نقطه‌ای کانونی زمینه شکل‌گیری شیوه جدیدی از مدیریت و فعالیت‌های اقتصادی را برای بنگاه‌های تجاری فراهم کرده که به کسب و کار الکترونیک شهرت یافته است.

در حال حاضر گرایش به سمت بهره‌گیری از تجارت الکترونیک و انجام معاملات به صورت خودکار در سطح جهان به سرعت در حال رشد است و تولید کنندگان داخلی باید برای حفظ ارتباط خود با بازارهای جهانی هرچه سریعتر به تکنولوژی‌های روز دنیا در این زمینه نزدیک شوند. یکی از بسترهای مهم شکل‌گیری معاملات خودکار، فراهم شدن امکان انجام مذاکرات خرید و فروش

\* پست الکترونیک نویسنده مسئول: SKCH@modares.ac.ir

<sup>۱</sup> دانشیار بخش مهندسی صنایع دانشگاه تربیت مدرس تهران

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی صنایع دانشگاه تربیت مدرس تهران

بهبودی در کیفیت جواب را فدای نزدیک شدن به واقعیات موجود در دانش و محاسبات می‌کنند، سبک و سنگین کرد [۴].

علت گرایش محققان به رویکردهای هوش مصنوعی در توسعه مکانیزم‌های مذاکره را می‌توان وجود فرض‌های محدود کننده در نظریه بازی‌ها دانست که مانع دستیابی به مکانیزم مذاکره‌ای جامع و انعطاف پذیر می‌شود. فاراتین<sup>۵</sup> و همکارانش از جمله اولین محققانی هستند که در سال ۱۹۹۸ مکانیزم مذاکره‌ای تک موضوعی خود را بر اساس رویکردهای هوش مصنوعی ارائه کرده‌اند.

گسترش بهره‌گیری از رویکردهای ابتکاری هوش مصنوعی، زمینه را برای رشد مطالعات مربوط به مکانیزم‌های مذاکره کارگزار محور فراهم نمود. اما تنها اتکا کردن به رویکردهای ابتکاری موجب شده است برخی از محققین از اصول علمی اثبات شده فاصله گرفته و یا حتی در مواردی برخلاف آن عمل کنند.

در سال ۲۰۰۰ کوالزکی<sup>۶</sup> و بوای<sup>۷</sup> یک مذاکره‌ی الکترونیک فازی بر محور کارگزاران ارائه کردند که در شرایط عدم اطلاعات کامل به کار می‌آید. در این مقاله مذاکره به شکل یک مسأله‌ی ارضای محدودیت‌های فازی<sup>۸</sup> توزیع شده، مدل شده است. چرا که اولویت‌ها، محدودیت‌ها و اهداف طرفین مذاکره به صورت دقیق قابل تعریف نیستند. مقاله‌ی دیگری نیز در سال ۲۰۰۳ توسط لو<sup>۹</sup> و همکارانش به چاپ رسید که از ایده‌ی مسأله‌ی ارضای محدودیت‌های فازی برای مدلسازی مذاکره بهره برده بود. فاضل زرنندی و همکارانش (۲۰۰۸) نیز به ارائه‌ی یک چهارچوب هوشمند و فازی بر مبنای کارگزاران برای زنجیره‌ی تامین پرداخته‌اند، قسمت‌هایی از این چهارچوب نیز به چگونگی مذاکره اختصاص دارد. چن<sup>۱۰</sup> و همکارانش (۲۰۰۸) مدلی بر مبنای کارگزاران برای تجارت الکترونیک ارائه کرده‌اند. در این مقاله به همزمان سازی ارجحیت‌های افراد مختلف گروه در توافقی عمومی، ارتباطات در گروه و مذاکره می‌پردازد. حاجی‌میری و همکارانش نیز (۲۰۱۴) در توسعه مکانیزم مذاکره خود از تئوری فازی استفاده کرده‌اند. در مقاله دیگری که در سال ۲۰۱۳

مذاکره می‌تواند بر اساس سطح همکاری کارگزاران درگیر با یکدیگر به صورت رقابتی و یا به صورت همکاری انجام داده شود. مذاکره رقابتی در کارگزاران خود محور، زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که کارگزارانی با علایق متفاوت تلاش می‌کنند به انتخابی گروهی از میان مجموعه‌ای از گزینه‌ها دست یابند به عنوان مثال مذاکراتی که در این مقاله بین خریدار و فروشنده یک کالا صورت می‌گیرد [۱].

ارائه مکانیزمی برای دست یافتن به توافق در یک مذاکره نخستین بار در سال ۱۹۵۰ توسط جان نش<sup>۳</sup> مطرح شد. بر اساس تعریف نش در مذاکره، شرایطی حکمفرما است که دو فرد این فرصت را در اختیار دارند که برای رسیدن به یک منفعت دوطرفه از بیش از یک راه با هم همکاری کنند [۲]. راه حل نش برای رسیدن به توافق بوسیله‌ی یک فرمول کاملاً ساده تعریف شده و برای دسته بزرگی از موقعیت‌های مذاکره قابل استفاده است و همین ویژگی‌ها باعث جذابیت کاربرد آن شده‌اند. اما در مدل نش هیچ‌گونه تعاملی میان طرفین مذاکره وجود ندارد. در مدل نش دو طرف اطلاعات کاملی از مطلوبیت‌ها یکدیگر دارند، که این اطلاعات موجود در قالب معادله نش قرار گرفته و همزمان استراتژی بهینه مذاکره برای دو طرف تعیین می‌شود.

فعالیت‌های نش را رابین‌ایشتاین<sup>۴</sup> در سال ۱۹۸۲ با رویکرد متفاوتی دنبال نمود. در رویکرد پیشنهادی رابین-ایشتاین هر یک از طرفین مذاکره می‌توانند پیشنهادی به طرف مقابل ارائه کرده و طرف مقابل هم می‌تواند در صورت عدم پذیرش، متقابلاً پیشنهاد دیگری به بازیکن اول ارائه کند. این دو رویکرد در حوزه‌ی نظریه بازی‌ها گنجانده می‌شوند.

اما نظریه بازی‌ها تنها بستر رشد مکانیزم‌های مذاکره نیست. از آنجاکه این مسأله در بسیاری از سیستم‌های خودکار مورد توجه است، هوش مصنوعی وارد عمل شده و در این زمینه به توفیقاتی دست یافته است. هوش مصنوعی با سابقه دیرینه خود در توجه به مدل ارتباط میان دانش، محاسبات و کیفیت جواب نشان داده است که می‌توان بین مدل‌هایی که به قیمت نیاز به کارگزارانی دارای علم کل، جواب‌های بهینه خوبی بدست می‌آورند و مدل‌هایی که

<sup>۵</sup> Faratin

<sup>۶</sup> Kowalczyk

<sup>۷</sup> Bui

<sup>۸</sup> Fuzzy Constraint Satisfaction (FCS)

<sup>۹</sup> Luo

<sup>۱۰</sup> Chen

<sup>۳</sup> John Nash

<sup>۴</sup> Rubinstein

هم اکنون در ایران نیز سیاست‌های حمایتی برای گسترش و نمو تجارت و مبادلات الکترونیک در حال پیاده سازی است. اما برای رسیدن به جایگاه قابل قبول بین المللی تنها سیاست‌های کلان حکومتی کفایت نکرده و لازم است محققان و دانشگاهیان نیز با اهتمام در این حوزه، خلاء دانشی موجود در کشور را پوشش دهند. از آنجا که یکی از عوامل مهم گسترش و تثبیت فرآیندهای تجارت الکترونیکی، توسعه افزایش قابلیت‌ها و توانایی‌های سیستم‌های موجود در این زمینه است، در این تحقیق نیز تلاش شده است مکانیزمی برای مذاکره خرید و فروش است با استفاده از کارگزاران هوشمند ارائه شود که قابلیت اجرای خودکار در محیط مبادلات الکترونیکی را داشته باشد. بدیهی است با فراهم شدن امکان مذاکرات خودکار و قابل اعتماد، کاهش قابل توجهی در زمان مورد نیاز و هزینه مذاکرات بوجود خواهد آمد.

بررسی‌های انجام شده در حوزه ادبیات مکانیزم‌های مذاکره کارگزار محور نشان می‌دهد که گرایش محققان به بهره‌گیری از رویکردهای ابتکاری موجب کم توجهی آنان به اصول علمی اقتصاد به عنوان بستر هرگونه مبادله مالی، شده است. بنابراین در این تحقیق تلاش شده است مکانیزم مذاکره پیشنهادی ضمن دارا بودن امکان تبادل پیشنهادها برای طرفین، مبتنی بر اصول علمی اثبات شده در اقتصاد خرد بوده و با الگو گرفتن از مکانیزم مذاکره ارائه شده در مقاله چهارسوقی و طاهری (۱۳۹۳) در هر دور از آن به جای یک پیشنهاد متقابل تکی، پیشنهادهای متقابل به صورت جفتی و دوگانه تولید شده و در یک بسته پیشنهادی به طرف مقابل ارائه می‌شوند.

بازاری که مذاکرات خرید این مقاله در آن شکل می‌گیرند نه از نوع انحصار کامل است و نه از نوع رقابت کامل، چرا که در غیر اینصورت امکان تعیین قیمت به صورت توافقی وجود نخواهد داشت. مکانیزم مذاکره‌ای که در این مقاله مورد بررسی قرار خواهد گرفت یک مکانیزم مذاکره‌ی چند موضوعی و پویا است. در این مکانیزم مذاکره توافقات مربوط هستند به قیمت هر واحد کالای معامله شده و زمان تحویل محموله خرید به خریدار.

در مسأله مورد بحث طرفین مذاکره از قدرت چانه زنی برابری برخوردارند و هیچ کارگزار ثالثی تحت عنوان میانجی در روند مذاکرات حضور ندارد. کارگزارانی که در اختیار داریم می‌توانند از طریق یک زبان از پیش تعریف

منتشر شده است، ونگ و همکاری‌اش برای ایجاد پویایی و انعطاف پذیری از مدلی محاسباتی استفاده کرده‌اند که شامل مکانیزمی سه مرحله‌ای است.

همانطور که اشاره شد، در بسیاری از مطالعاتی که در زمینه‌ی مکانیزم‌های مذاکره‌ی خودکار انجام داده شده، به نظریه‌های اقتصاد خرد در زمینه رفتار مشتری (خریدار) و زمینه‌های لازم برای عقد قرارداد از طریق مذاکره توجه نشده و نتایج صرفاً در محیطی انتزاعی ساخته و پرداخته شده‌اند. چنین رویکردی ممکن است به نتایجی در محیط پژوهشی منتهی گردد که در محیط کاربردی نامأنوس و غیر قابل بهره‌برداری هستند.

بنابراین در این تحقیق تلاش شده است مکانیزم مذاکره‌ای توسعه داده شود که ضمن دارا بودن امکان تبادل پیشنهادها برای طرفین، مبتنی بر اصول علمی اثبات شده در اقتصاد خرد باشد. به این منظور در درجه اول در تعریف تابع مطلوبیت طرفین مذاکره از تئوری اقتصادی تعیین مطلوبیت استفاده شده، به عنوان مثال متغیرهای تابع مطلوبیت به نحوی تعریف شده‌اند که افزایش آنها، افزایش مطلوبیت را در پی داشته باشد. در این خصوص می‌توان به استفاده از تخفیف دریافتی به جای قیمت در تابع مطلوبیت خریدار اشاره کرد. از سوی دیگر برای جستجوی پیشنهادهای متقابل نیز از منحنی بی‌تفاوتی که دارای تعاریف روشن در علم اقتصاد است، استفاده شده است.

در ادامه مقاله پس از تشریح مسأله و مفروضات آن، مکانیزم مذاکره طراحی شده را تشریح کرده‌ایم. به دنبال آن اعتبار و کارایی آن را به بحث گذارده‌ایم. در انتها نیز پیشنهادهایی جهت ادامه مطالعات ارائه کرده‌ایم.

## ۲- بیان مسأله

رشد سریع و همه‌گیر شدن استفاده از شبکه جهانی وب، زمینه را برای فعالیت کسب و کارها در حوزه تجارت الکترونیک فراهم نموده است. افزایش روز افزون حجم مبادلات و مذاکرات الکترونیک مؤید همین مطلب است. در این میان کشورهای در حال توسعه نیز، با تدوین استراتژی‌ها و سیاست‌های کلان متناسب با تغییرات جهانی، در تلاش هستند فاصله خود با کشورهای توسعه یافته را در این زمینه کاهش دهند.

ارائه یک مکانیزم مذاکره برای سیستم‌های چندکارگزار در مبادلات الکترونیکی خودکار: بر مبنای...

$$Offer_r = \{O_{r,1}(P_{r,1}, T_{r,1}), O_{r,2}(P_{r,2}, T_{r,2})\} \quad (1)$$

در ادامه مکانیزم مذاکره پیشنهادی بر اساس مراحل توسعه یک مکانیزم مذاکره صورت کاملتر تشریح می‌شود. این مراحل عبارتند از:

۱. تعیین چگونگی تصمیم‌گیری در مورد پیشنهاد طرف مقابل؛
۲. تعیین چگونگی جستجو برای یافتن و ارائه یک پیشنهاد جدید؛
۳. تعریف شرایط خاتمه‌ی مذاکره.

### ۳-۱- تعیین چگونگی تصمیم‌گیری در مورد پیشنهاد طرف مقابل

یکی از اولین سوالاتی که در مورد توسعه مکانیزم‌های مذاکره در ذهن شکل می‌گیرد، این است که یک کارگزار چگونه باید تشخیص دهد پیشنهادی که از کارگزار مقابل خود دریافت کرده است، پیشنهاد خوبی است یا نه و در خصوص رد یا قبول آن تصمیم بگیرد. تصمیم‌گیری در این مورد نیازمند معیاری برای ارزیابی پیشنهادهاست. دریافتی است؛ در حوزه توسعه مکانیزم مذاکره کارگزار محور برای این منظور از تابع مطلوبیت استفاده می‌شود که دارای تعاریف روشنی در اقتصاد خرد است.

در اقتصاد خرد فرض می‌شود که یک فرد همیشه می‌داند در انتخاب میان دو کالا کدامیک را ترجیح خواهد داد و یا برای او تفاوتی بین دو کالا وجود ندارد. علاوه بر این فرض می‌شود که هر فرد رفتاری عقلایی خواهد داشت؛ یکی از اصول رفتار عقلایی اصل اقتناع‌ناپذیری است به این معنی که هر فرد همیشه مقدار بیشتری از یک کالا را به مقدار کمتر آن ترجیح خواهد داد. [۱۲ و ۱۸]

بنابراین هر فرد می‌تواند در هنگام انتخاب، موقعیت‌های پیش روی خود را به ترتیب در طیفی از مطلوب‌تر بودن تا نامطلوب بودن، اولویت بندی کند؛ اقتصاددانان این کار را اولویت بندی مطلوبیت<sup>۱۱</sup> می‌نامند. اگر فرد موقعیت  $A$  را به موقعیت  $B$  ترجیح دهد، می‌توان گفت که مطلوبیت اختصاص یافته به موقعیت  $A$  که بوسیله  $U(A)$  نشان داده می‌شود از مطلوبیت اختصاص یافته به موقعیت  $B$  یعنی  $U(B)$  بیشتر است. با این حال مطلوبیت یک فرد تنها

شده با یکدیگر ارتباط برقرار نمایند و منابع محاسباتی و حافظه‌ای در اختیار دارند.

### ۳- مکانیزم مذاکره پیشنهادی

در توسعه یک مکانیزم مذاکره فرض می‌شود که طرفین مذاکره تصمیم‌گیری منطقی داشته و به این ترتیب از نظر آنها دست یافتن به هر توافقی بهتر از به توافق نرسیدن بوده و علاوه بر آن زمان دست یافتن به این توافق نیز حائز اهمیت است. با بهره‌گیری از این دو واقعیت است که می‌توان انتظار داشت یک مکانیزم مذاکره در زمانی معقول به یک توافق منجر شود [۱۳ و ۱۴].

در مکانیزم مذاکره پیشنهادی این مقاله بر خلاف مطالعات پیشین در این زمینه، با نگاهی جامع‌تر به موضوع چند وجهی مذاکره، اصول اقتصادی مدنظر قرار گرفته و نظریه‌های اثبات شده در این علم برای ارزیابی و ایجاد پیشنهادها مقابل مذاکره کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این با الگو برداری از مکانیزم مذاکره ارائه شده توسط چهارسوقی و طاهری (۱۳۹۳)، در هر دور مذاکره به جای یک پیشنهاد متقابل تکی، پیشنهادهای متقابل به صورت جفتی و دوگانه تولید شده و در یک بسته پیشنهادی به طرف مقابل ارائه می‌شوند. مزیت عمده این کار کوتاه شدن زمان مذاکره و افزایش احتمال دست یافتن به توافق در زمان معقول است.

هر دور مذاکره شامل دریافت یک بسته پیشنهادی، تصمیم‌گیری در مورد رد یا قبول آن و ارائه بسته پیشنهادی متقابل جدید در صورت نیاز است. با توجه به اهمیت زمان، سقفی برای تعداد دورهای مجاز مذاکره تعریف می‌شود. بسته پیشنهادی در دور  $r$  مذاکره با  $Offer_r$  نشان داده می‌شود که ممکن است ارسال کننده آن خریدار و یا فروشنده باشد. این بسته حاوی دو پیشنهاد است؛  $O_{r1}$  و  $O_{r2}$ . اندیس  $r$  در نمایش پیشنهادها بیانگر شماره دور مذاکره است. موضوعات مورد توافق در مذاکره شامل قیمت هر واحد و زمان تحویل محموله خرید به خریدار است، بنابراین هر پیشنهاد باید بیانگر یک قیمت و یک بازه زمانی پیشنهادی برای معامله باشد. رابطه (۱) نشان‌دهنده یک بسته پیشنهادی با دو پیشنهاد در مورد موضوعات مذاکره است. در این رابطه  $P$  قیمت و  $T$  تعداد روزهایی است که فروشنده برای تحویل محموله خرید فرصت خواهد داشت.

<sup>۱۱</sup>Ranking Utility

$$U_{rb}(D_{rj}, V_{rj}) = D_{rj}^{\alpha} V_{rj}^{\beta} \quad (4)$$

$$U_{rs}(P_{rj}, T_{rj}) = P_{rj}^{\alpha'} T_{rj}^{\beta'} \quad (5)$$

در این روابط  $\alpha$  و  $\beta$  به طور دلخواه و بنابر شرایط مورد نظر خریدار می‌توانند مقداری بین ۰ و ۱ اختیار کنند، به طوری که مجموع آنها از ۱ بیشتر نشود،  $\alpha'$  و  $\beta'$  نیز به همین شکل تعیین می‌شوند.

در مکانیزم مذاکره پیشنهادی این مقاله برای هر یک از طرفین آستانه پذیرشی تعریف می‌شود که با محاسبه مقدار مطلوبیت پیشنهاد دریافتی با آن می‌توان در مورد قابل قبول بودن یا نبودن یک پیشنهاد تصمیم‌گیری نمود. باتوجه به این اصل که دست یافتن به یک توافق به خروج بی نتیجه از مذاکره اولویت دارد، خریدار و فروشنده پس از گذشت یک دور از مذاکره و حاصل نشدن توافق پذیرشی کوچکتر از آستانه پذیرش خود را کاهش خواهند داد و به آستانه پذیرشی ترتیب حصول یک توافق در دورهای بعدی مذاکره ممکن شود. به همین دلیل آستانه پذیرش خریدار و فروشنده در هر دور مذاکره با ضریب ثابتی کاهش می‌یابد، چگونگی این کاهش برای خریدار و فروشنده به ترتیب در رابطه (۶) و (۷) نشان داده شده است.

$$t_{rb} = \delta t_{r-1,b} \quad (6)$$

$$t_{rs} = \delta' t_{r-1,s} \quad (7)$$

در این روابط مقدار آستانه پذیرش دور  $r$  برای خریدار و فروشنده به ترتیب با  $t_{rb}$  و  $t_{rs}$  نشان داده می‌شود و  $\delta$  و  $\delta'$  اعداد ثابتی بین ۰ و ۱ و ضرایب تنزیل آستانه پذیرش خریدار و فروشنده هستند. بنابراین در هر دور مذاکره، چه خریدار چه فروشنده، مقدار مطلوبیت پیشنهادی دریافتی را با آستانه پذیرش خود در آن دور مقایسه کرده و در صورتی که مقدار مطلوبیت یکی از پیشنهادها بسته پیشنهادی از سطح آستانه‌ی پذیرش بالاتر باشد با آن موافقت می‌نمایند، در غیر اینصورت به جستجوی بسته پیشنهادی متقابل جدیدی برای ارائه به طرف مقابل خود خواهند پرداخت.

متاثر از مصرف مادی یک کالای تجاری نیست، بلکه عوامل دیگری همانند ویژگی‌های روانشناختی، تجربیات فردی و محیط فرهنگی عمومی بر آن تاثیر خواهند گذارد. با این وجود در علم اقتصاد تنها به بررسی عوامل قابل اندازه‌گیری پرداخته شده و سایر عوامل برای همه انتخاب‌ها یکسان فرض می‌شود. [۱۸]

تابع مطلوبیت برای نشان دادن چگونگی اولویت بندی متغیری معین از تابع توسط یک فرد به کار می‌رود. به بیان روشن‌تر تابع مطلوبیت نشان می‌دهد که چگونه یک فرد سیدی از کالاها را که می‌تواند در یک زمان خریداری کند، اولویت بندی خواهد کرد.

در این مقاله برای تعیین مقدار مطلوبیت هر پیشنهاد، برای خریدار و فروشنده، از تابع مطلوبیت کب-داگلاس<sup>۱۲</sup> استفاده شده است. این تابع یکی از توابع معمول در محاسبه تابع مطلوبیت اشتراکی دو متغیر  $x$  و  $y$  است و بر اساس رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$utility = U(x, y) = x^{\alpha} y^{\beta} \quad (2)$$

تابع مطلوبیت کب-داگلاس برای محاسبه مطلوبیت اشتراکی دو متغیر، اهمیت نسبی آنها را در نظر می‌گیرد؛ چنین کاربردی در عمل به وفور دیده می‌شود، زیرا در غالب موارد اهمیت یکی از موضوعات مذاکره برای فرد بیشتر است. دو پارامتر  $\alpha$  و  $\beta$  اهمیت نسبی دو متغیر در تعیین مطلوبیت را نشان می‌دهند؛ می‌توان در این رابطه این دو پارامتر را نرمال کرد به نحوی که:

$$\alpha + \beta = 1 \quad (3)$$

همانطور که پیش‌تر اشاره شد موضوعات مذاکره عبارتند از قیمت واحد کالای معامله شده و زمان تحویل محموله خرید به خریدار. در تئوری رفتار مشتری در اقتصاد خرد همه متغیرهای تابع مطلوبیت باید مثبت تعریف شوند، به طوری که مقدار بیشتر آنها با مطلوبیت بیشتری همراه شود. به همین دلیل نمی‌توان متغیرهای یکسانی برای تابع‌های مطلوبیت خریدار و فروشنده تعریف کرد؛ در این مقاله متغیرهای تابع مطلوبیت خریدار و فروشنده به شرح جدول شماره ۱ تعریف شده‌اند.

به این ترتیب مطلوبیت پیشنهاد دور  $r$  مذاکره برای خریدار بر اساس رابطه (۴) و برای فروشنده بر اساس رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

<sup>۱۲</sup>Cob-Douglas

جدول ۱- تعریف متغیرهای تابع مطلوبیت خریدار و فروشنده

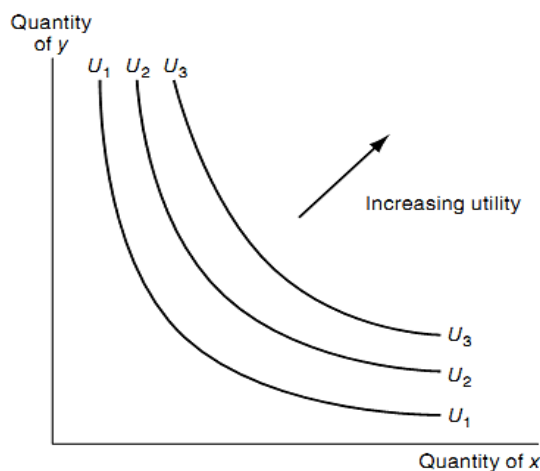
خریدار	$D_{rj}$	مقدار تخفیف در قیمت پیشنهادی دور $r$ نسبت به قیمت اولیه
	$V_{rj}$	سرعت تحویل محموله خرید به خریدار (که معادل $1/T_{rj}$ است) در دور $r$
فروشنده	$P_{rj}$	قیمت پیشنهادی دور $r$
	$T_{rj}$	زمان پیشنهادی برای تحویل محموله فروش در دور $r$

## ۳-۲-۱- شروع مذاکره؛ نحوه تولید پیشنهادهای اولیه

مذاکره با اعلام نیاز خریدار به تعداد مشخصی از یک کالای معین آغاز می‌شود، ولی این فروشنده است که اولین پیشنهاد را تولید می‌کند. اولین بسته پیشنهادی ارسالی از سوی فروشنده تنها شامل یک پیشنهاد در مورد قیمت پیشنهادی و مدت زمان مورد نیاز برای تحویل محموله خرید به خریدار است.

بدیهی است فروشنده این پیشنهاد را طوری انتخاب خواهد کرد که مقدار مطلوبیت آن حداقل برابر با آستانه پذیرش خودش باشد. یک راه برای یافتن چنین پیشنهادی استفاده از منحنی بی تفاوتی است که در بخش بعدی تشریح می‌شود.

اگر این پیشنهاد از نظر خریدار قابل قبول نبود مذاکره در دوره‌های بعدی ادامه می‌یابد.



شکل ۱- سه منحنی بی تفاوتی و جهت افزایش مطلوبیت در آنها

## ۳-۲-۲- ادامه مذاکره؛ نحوه تولید پیشنهادهای متقابل

در صورتی که مطلوبیت هیچ یک از پیشنهادها موجود در بسته پیشنهادی برای فرد دریافت کننده آن قابل قبول نباشد، لازم است بسته پیشنهادی جدید تولید کرده و آن را برای طرف مقابل خود ارسال کند. همانطور که گفته شد در این مقاله پیشنهادهای جدید با استفاده از منحنی-های بی تفاوتی تولید می‌شوند. علاوه بر این بر خلاف سایر

## ۳-۲- تعیین چگونگی جستجو برای یافتن و ارائه یک پیشنهاد جدید

تعیین چگونگی ارائه یک پیشنهاد جدید یکی از مراحل مهم در توسعه یک مکانیزم مذاکره است؛ استفاده از روشی کارآمد در یافتن یک پیشنهاد جدید می‌تواند از سویی باعث کوتاه شدن زمان مذاکره و افزایش احتمال رسیدن به جواب بهینه پارتو شود، برعکس نادیده گرفتن اهمیت این موضوع می‌تواند زمان مذاکره را افزایش داده و کیفیت جواب نهایی را کاهش دهد.

در این مقاله برای جستجوی پیشنهادهای جدید از مفهوم منحنی‌های بی تفاوتی استفاده شده است. یک منحنی بی تفاوتی مجموعه‌ای از سبدهای مصرفی را نشان می‌دهد که برای فرد تفاوتی در انتخاب آنها وجود ندارد؛ همه این سبدها دارای مطلوبیت یکسانی برای فرد هستند. شیب این منحنی بیانگر نسبتی است که فرد حاضر است کالای  $x$  را با کالای  $y$  مبادله کند. شیب منحنی بی تفاوتی منفی است؛ یعنی فرد ناچار است در مقابل بدست آوردن مقدار بیشتری از کالای  $x$  از مقداری از کالای  $y$  صرف نظر کند تا مطلوبیت هر دو حالت یکسان باقی بماند. به عنوان مثال اگر فروشنده مایل باشد مهلت بیشتری برای تحویل محموله خرید در اختیار داشته باشد، باید قیمت پیشنهادی خود را کاهش دهد.

شکل شماره ۱، سه منحنی بی تفاوتی با سطح مطلوبیت مختلف که بر اساس تابع مطلوبیت کب-داگلاس ترسیم شده‌اند، را نشان می‌دهد. با حرکت به سمت شمال شرقی مطلوبیت منحنی‌ها افزایش می‌یابد، این مسأله نشانگر اصل اقناع ناپذیری افراد است که همواره مقدار بیشتر یک کالا را به مقدار کمتر آن ترجیح می‌دهند. در ادامه نحوه استفاده از این منحنی‌ها در جستجوی پیشنهادهای جدید در دو بخش نحوه تولید پیشنهاد اولیه و نحوه تولید پیشنهاد متقابل تشریح می‌شود.

### ۳-۳- تعریف شرایط خاتمه‌ی مذاکره

ادامه مذاکره برای طرفین تنها در یک محدوده زمانی معین موجه بوده و بیش از حد طولانی شدن مذاکره برای هیچ یک مطلوب نیست. از سوی دیگر تنزیل آستانه پذیرش‌تنها تا مقدار معینی برای طرفین توجیه پذیر است. با توجه به این ملاحظات برای مذاکره یک سقف زمانی در نظر گرفته می‌شود که این سقف زمانی در واقع حداکثر تعداد مجاز دورهای مذاکره (رد و بدل شدن پیشنهادها) است. همچنین حد پایینی برای آستانه پذیرش تعریف خواهد شد که با رسیدن به آن، اگرچه توافقی حاصل نشده باشد، فرد از مذاکره خارج می‌شود. بنابراین مذاکره در یکی از حالت‌های زیر به پایان می‌رسد:

۱. پذیرش پیشنهاد متقابل یکی از طرفین توسط طرف مقابل؛
۲. به پایان رسیدن تعداد مجاز دورهای مذاکره؛
۳. رسیدن به حد پایین آستانه پذیرش برای یکی از طرفین بدون دست یافتن به توافق.

### ۴- اعتبار مکانیزم مذاکره پیشنهادی

مکانیزم مذاکره کارگزار محور در حقیقت مدل استدلال کارگزاران در حین مذاکره است. بر اساس این مدل است که نحوه تصمیم‌گیری و تولید پیشنهادها جدید توسط کارگزاران معین می‌شود. از این رو در ادبیات برای بررسی اعتبار چنین مدلی ویژگی‌هایی تعریف شده است، که یک مکانیزم مذاکره با برخورداری از آنها می‌تواند معتبر قلمداد گردد. کارآیی پارتو اصلی‌ترین و کلیدی‌ترین عامل بررسی اعتبار یک مکانیزم مذاکره کارگزار محور است [۲۰ و ۲۱].

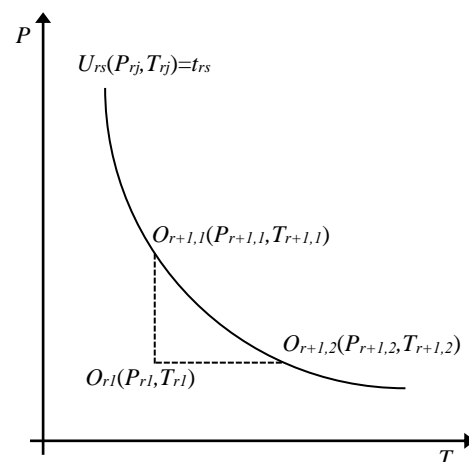
اگر نقطه توافق یک مکانیزم مذاکره از ویژگی کارایی پارتو برخوردار باشد، اعتبار آن پذیرفته می‌شود. نقطه توافق در صورتی از نظر کارآیی پارتو نامیده می‌شود که هیچ خروجی دیگری موجود نباشد که بتواند مطلوبیت یکی از کارگزاران را افزایش داده ولی مطلوبیت سایر کارگزاران را کاهش ندهد. اگر به جز نقطه مورد توافق، نقطه‌ای با این ویژگی وجود داشته باشد به این معنی است که کارگزاران نتوانسته‌اند به بهترین توافق ممکن در مذاکره دست یابند. با توجه به ساختار تابع مطلوبیت کب-داگلاس، هرگونه تغییری در مقادیر پیشنهاد به نفع یکی از طرفین، منجر

مطالعات انجام داده شده تاکنون، در هر دور مذاکره به جای یک پیشنهاد متقابل تکی، پیشنهادها متقابل به صورت جفتی و دوگانه تولید می‌شوند.

مطلوبیت پیشنهادها بسته به پیشنهادی جدید باید حداقل برابر با آستانه پذیرش ارسال کننده آن باشد. بنابراین برای یافتن پیشنهادها جدید، از یکی از منحنی‌های بی تفاوتی استفاده می‌شود؛ این منحنی بی تفاوتی باید مطلوبیتی برابر با آستانه پذیرش ارسال کننده پیشنهاد داشته باشد. با توجه به اینکه هر بسته پیشنهادی شامل دو پیشنهاد می‌باشد به روشی نیاز است که از میان نقاط نامتناهی منحنی بی تفاوتی دو نقطه که بیشترین همسانی با پیشنهادها دریافتی برخوردارند، را انتخاب کند.

از میان دو پیشنهاد بسته پیشنهادی، پیشنهادی که مطلوبیتش اختلاف کمتری با آستانه پذیرش داشته باشد، به عنوان مبنای تولید بسته پیشنهادی جدید برای ارسال به طرف مقابلدر نظر گرفته می‌شود (اگر مطلوبیت دو پیشنهاد یکسان بود یکی از آنها به تصادف انتخاب می‌شود).

برای ایجاد یک پیشنهاد جدید هر بار یکی از مولفه‌های پیشنهاد مبنا را ثابت در نظر گرفته و مولفه دیگر را تا جایی تغییر می‌دهیم که به نقطه‌ای بر روی منحنی بی تفاوتی دست یابیم؛ این کار معادل است با ترسیم دو خط به موازات محورهای مختصات که از نقطه پیشنهاد مبنا گذشته و منحنی بی تفاوتی مورد نظر را در دو نقطه قطع کنند. شکل شماره ۲ چگونگی یافتن دو پیشنهاد جدید برای ارسال به خریدار از سوی فروشنده را نشان می‌دهد.



شکل ۲- نمایش شماتیک روش یافتن پیشنهادها جدید از سوی فروشنده

تصمیم‌گیری و غیره. با این حال در مطالعاتی که تاکنون در زمینه مذاکرات خودکار خرید و فروش انجام داده شده است، این نگاه چند وجهی به مسأله مذاکره در تنظیم مکانیزم آن دیده نمی‌شود. در این مقاله تلاش شده استبر خلاف مطالعات پیشین در این زمینه، با نگاهی جامع‌تر به موضوع چند وجهی مذاکره، اصول اقتصادی مدنظر قرار گرفته و نظریه‌های اثبات شده در اقتصاد خرد برای ارزیابی و ایجاد پیشنهادهای متقابل مذاکره کنندگان مورد استفاده قرار گیرند. از دیگر محاسن مکانیزم مذاکره پیشنهادی، ارائه پیشنهادهای متقابل دوگانه در هر دور مذاکره است که باعث کوتاه شدن زمان مذاکره و افزایش احتمال دست یافتن به توافق در زمان معقول است.

مکانیزم مذاکره پیشنهادی در این مقاله با برخورداری از اصلی‌ترین ویژگی‌های اعتباری یک مکانیزم مذاکره قابل قبول، رعایت اصول اقتصادی و ایجاد بستر پویایی و تبادل پیشنهادها، مکانیزمی معتبر و قابل بهره‌برداری در کاربردهای عملی است.

راه بر ادامه مطالعات در این زمینه بسته نیست و علاوه بر تلاش برای یافتن مکانیزم‌های مذاکره‌ی کارا تر می‌توان با در نظر گرفتن مفروضات عملی محیط‌های متنوع و توسعه مکانیزم‌های مذاکره مناسب برای آنها، در جهت گسترده‌تر شدن کاربردهای مذاکرات خودکار تلاش کرد. از جمله اینکه تابع مطلوبیتی که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است کاربرد مکانیزم مذاکره را به محیط‌هایی محدود می‌کند که این تابع در آنها مفهوم کاربردی داشته باشد و لازم است برای محیط‌های دیگر توابع متناسبی در نظر گرفته شود.

به کاهش مطلوبیت برای طرف مقابل خواهد شد؛ بدین ترتیب مکانیزم مذاکره این مقاله از نظر دست یافتن به جواب بهینه پارتو معتبر است.

علاوه بر این مکانیزم مذاکره پیشنهادی به نحوی طراحی شده است که نقطه کور و بن بست در آن وجود نداشته و تمامی احتمالات ممکن در آن مدنظر قرار گرفته است.

از دیگر ویژگی‌های مثبت مکانیزم مذاکره پیشنهادی عدم نیاز به یک داور و یا میانجی برای ادامه مذاکرات است. در حالت ایده‌آل در یک پروتکل نباید از یک داور یا میانجی استفاده شود، علت این امر به حداقل رساندن نیاز یک کارگزار به ارسال اطلاعات شخصی خود به دیگر کارگزاران است. بر این اساس مکانیزم مذاکره‌ی این مقاله به نحوی طراحی شده است که نیاز به حضور هیچ کارگزار میانجی وجود نداشته باشد. علاوه بر این در این مقاله سعی شده است در طراحی مکانیزم مذاکره تا جای ممکن از پیچیدگی دوری شده و ساختاری بدون نقطه کور و ابهام برای الگوریتم آن ارائه شود.

با توجه به مطالب فوق‌الذکر می‌توان گفت مکانیزم مذاکره پیشنهادی در این مقاله با برخورداری از اصلی‌ترین ویژگی‌های اعتباری یک مکانیزم مذاکره قابل قبول، رعایت اصول اقتصادی و ایجاد بستر پویایی و تبادل پیشنهادها، مکانیزمی معتبر و قابل بهره‌برداری در کاربردهای عملی است.

## ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مذاکره مسأله‌ای است که از ابعاد متفاوتی قابل بررسی است؛ همانند علوم رفتاری، علوم اقتصادی، نظریه‌های

## ۶- منابع

- [۱] Wooldridge, M. and Veloso, M. (1999) 'Artificial Intelligence Today: Recent Trends and Developments', Berlin / Heidelberg, Springer.
- [۲] Nash, J.F. (1950) 'The Bargaining Problem', *Econometrica*, 18-2, 155-162.
- [۳] Rubinstein, A. (1982) 'Perfect Equilibrium in a Bargaining Model', *Econometrica*, 50-1, 97-110.
- [۴] Faratin, P., Sierra, C., and Jennings, N.R. (1998) 'Negotiation decision functions for autonomous agents', *Robotics and Autonomous Systems*, 24, 159-182.
- [۵] Kowalczyk, R., and Bui, V. (2000) 'On Fuzzy E-Negotiation Agents: Autonomous Negotiation with Incomplete and Imprecise Information', 11th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'00).



- [۶] Luo, X., Jennings, N.R., Shadbolt, N., Leung, H.F., and Ho-man Lee, J. (2003) 'A fuzzy constraint based model for bilateral, multi-issue negotiations in semi-competitive environments', *Artificial Intelligence*, 148, 53–102.
- [۷] Fazel Zarandi, M.H., Turksen, I.B., Moattar Hoseini, S.M., Bastani, S., and Mohebi, A. (2008) 'A Fuzzy Intelligent Information Agent Architecture for Supply Chains', *Scientia Iranica*, 15(5), 623-۶۳۶.
- [۸] Chen, D., Ewald, R., Theodoropoulos, G., Minson, R., Oguara, T., Lees, M., Logan, B., and M.Uhrmacher, A. (2008) 'Data access in distributed simulations of multi-agent systems', *The Journal of Systems and Software*, 81, 2345–2360.
- [۹] Hajimiri, M.H., Ahmadabadi, M., and Rahimi-Kian, A. (2014). An intelligent negotiator agent design for bilateral contracts of electrical energy. *Expert Systems with Applications*, ۴۱(۹), ۴۰۷۳-۴۰۸۲.
- [۱۰] Wang, G., Wong, T.N., and Yu, Ch. (2013). A computational model for multi-agent E-commerce negotiations with adaptive negotiation behaviors. *Journal of Computational Science*, 4(3), 135-143.
- [۱۱] چهارسوقی، ک.، و طاهری، ز. (۱۳۹۳) ارائه یک مکانیزم مذاکره‌ی چند موضوعی پویا و منعطف بر مبنای سیستم‌های چندعامل در مبادلات الکترونیکی خودکار. فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت فناوری، سال ۶، شماره ۷.
- [۱۲] Ahlersten, K. (2008) 'Essentials of Microeconomics', Ventus Publishing ApS.
- [۱۳] Huns, M. and Singh, M. (1994) 'Multiagent Systems: A Theoretical Framework for Intentions, Know-How, and Communications', Berlin / Heidelberg, Springer.
- [۱۴] Kraus, S., (2001) *Strategic Negotiation in Multiagent Environments*, The MIT Press.
- [۱۵] Kwon, O.P., and Lee, K.C. (2002) 'MACE: Multi-agents coordination engine to resolve conflicts among functional units in an enterprise', *Expert Systems with Applications*, 23, 9-12.
- [۱۶] Kwon, O. (2009) 'A two-step approach to building bilateral consensus between agents based on relationship learning theory', *Expert Systems with Applications*, 36, 11957–11965.
- [۱۷] Muthoo, A. (2004) *Bargaining Theory with Applications*, Cambridge University Press.
- [۱۸] Nicholson, W. and Snyder, Ch. (2008) 'Microeconomic Theory: basic principles and extensions', USA, Thomson South-Western, Tenth Edition.
- [۱۹] Rau, H., Tsai, M.H., Chen, C.W., and Shiang, W.J. (2006) 'Learning-based automated negotiation between shipper and forwarder', *Computers & Industrial Engineering*, 51, 464–481.
- [۲۰] Weiss, G. (1999) 'Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Modern Approach to Artificial Intelligence', London, MIT Press.
- [۲۱] Wooldridge, M. (2002) 'An Introduction to Multiagent Systems', John Wiley & Sons, Ltd, UK.
- [۲۲] Wu, D.J. (2001) 'Software agents for knowledge management: coordination in multi-agent supply chains and auctions', *Expert Systems with Applications*, 20, 51-64.