



ارزیابی استراتژیک فرصت‌های سرمایه‌گذاری با رویکرد تحلیل اختیارات واقعی

امیررضا خسروی^۱

اسماعیل حسن‌پور^۲

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۱۵

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲۵

چکیده

این مقاله درباره تئوری اختیارات واقعی^۱ و کاربرد آن در ارزیابی فرصت‌های سرمایه‌گذاری تکنولوژی اطلاعات^۲ می‌باشد و به دنبال فراهم نمودن چارچوبی است که در قالب آن، مزیت استفاده از تئوری اختیارات واقعی در ارزیابی پروژه‌های استراتژیک IT (در مقایسه با روش‌های سنتی) به صورت سیستماتیک مورد بررسی قرار گیرد. در این نوشته پروژه‌های IT بر اساس دو معیار هزینه‌های تغییر تکنولوژی و ماهیت رقابت به چهار طبقه تقسیم می‌شوند. تاکید بر این است که برای هر کدام از طبقات، مدل‌های مختلف اختیارات واقعی مورد استفاده قرار گیرد. نتیجه‌ای که در این مطالعه موردی نمود بیشتری یافته این است که کاربردی بودن مدل‌های متعدد اختیارات واقعی مستلزم این است که تحت سناریوهای مختلف مورد بررسی قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی، اختیار واقعی، سرمایه‌گذاری.

۱- مقدمه

۱- دانشجوی دوره دکترای مدیریت مالی دانشگاه تهران
۲- دانشجوی دوره دکترای مدیریت استراتژیک دانشگاه علامه طباطبائی

شرط بقاء هر بازیگری در محیط رقابتی کسب و کار این است که بسیار فعال باشد. با این حال علی‌رغم محدود بودن منابع مالی و وجود عدم اطمینان‌های زیاد، مدیران کسب و کار با کنترل ریسک‌ها و پذیرش آنها در سطح قابل قبول، منافع سهامداران را هم باید حداکثر سازند. توسعه بی‌سابقه در بخش IT فرصت‌های زیادی را به طور مستمر ایجاد می‌کند که معمولاً با عدم اطمینان‌های مهمی همراه هستند. در این میان برنامه‌ریزی و انطباق با تکنولوژی روز برای شرکت‌ها به صورت جدی مطرح می‌باشد. کاراهاما (۱۹۹۹) عنوان می‌کند که پتانسیل افزایش ارزش در تکنولوژی جدید عامل مهمی در مسئله انطباق IT به حساب می‌آید. در این نوشته هدف اصلی، ارزیابی فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT با رویکرد جدیدی تحت عنوان تئوری اختیارهای واقعی می‌باشد. بر خلاف رویکردهای استاندارد تخصیص منابع بنگاه، رویکرد اختیارهای واقعی اهمیت انعطاف‌پذیری مدیریتی و انطباق استراتژیک را نمایان می‌سازد. مزیت این رویکرد نسبت به سایر روش‌های بودجه‌بندی سرمایه‌ای از قبیل تحلیل جریان‌های نقدی تنزیل شده^۳ به هنگام تحلیل تصمیمات استراتژیک سرمایه‌گذاری در شرایط عدم اطمینان خود را نشان می‌دهد. در حقیقت برخی از محققین قبلاً به این واقعیت پی برده‌اند که بسیاری از پروژه‌های سرمایه‌گذاری IT در شرایط نامطمئن دارای یک سری ویژگی‌هایی هستند که ماهیتاً نوعی اختیار^۴ هستند. اخیراً بناروس و کافمن (۱۹۹۹ و ۲۰۰۰) و تادی و فروستین و میلد (۲۰۰۰) تئوری اختیارهای واقعی را در یک نمونه تجاری واقعی استفاده کرده‌اند و مزایای این رویکرد را به عنوان ابزاری برای برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری محک زدند. برای مطالعه عمومی در خصوص ارتباط میان تئوری اختیارهای واقعی و برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری IT مطالعه کارهای آمارام، کولاتیلاکا و هندرسون (۱۹۹۹) توصیه می‌شود.

همانطور که همه مدل‌های اختیارهای واقعی مبتنی بر یک سری مفروضاتی هستند، مزیت‌های آنها نیز باید تحت سناریوهای مختلف مورد بررسی قرار گیرد. در این نوشته می‌خواهیم چارچوبی را فراهم کنیم که محققان سیستم‌های اطلاعاتی را در درک بهتر مدل‌های اختیارهای واقعی و استفاده از آنها در ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری IT یاری نماید. همانگونه که تکنولوژی تغییر می‌کند، اصول اقتصادی مربوط به تئوری اختیارهای واقعی دچار تغییر نمی‌شوند. بنابراین نیازی به تئوری‌های جدیدتری نیست ولی لازم است ابعاد فنی IT با فرآیند تصمیم‌گیری مبتنی بر اختیارهای واقعی ادغام گردد. با استفاده از

تصمیم سرمایه‌گذاری شرکت کارگزاری الکترونیک در تکنولوژی بی‌سیم^۵ به عنوان یک نمونه از دنیای واقعی، اهمیت انطباق مدل‌های اختیارهای واقعی مناسب را در برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری IT نشان خواهیم داد.

۲- مبانی نظری

۲-۱- تئوری اختیارهای واقعی

مطالعاتی که توسط فیشر بلک، رابرت مerten و مایرون شولز به عمل آمد، مدل استاندارد قیمت‌گذاری اختیارهای مالی را معرفی نمود. استوارت مایرز همکار آنها در MIT به این نتیجه رسید که تئوری قیمت‌گذاری اختیار برای دارایی‌های واقعی و سرمایه‌گذاری غیر مالی نیز کاربرد دارد. برای تمییز اختیارهای روی دارایی‌های واقعی از اختیارهای مالی قابل معامله در بازار، مایرز واژه اختیارهای واقعی را معرفی نمود که هم در محافل آکادمیک و هم در بازار مورد پذیرش قرار گرفت. باور عمومی بر این است که رویکرد اختیارهای واقعی نقش بسیار مهمی در اقتصاد دیجیتال دارای تکنولوژی با عدم اطمینان بالا ایفا خواهد نمود. قبل از پرداختن به ادبیات اختیارهای واقعی که به سرعت در حال رشد است، به دو مثال ساده برای توضیح شهودی ارزش اختیارهای واقعی و اهمیت آنها در بودجه‌بندی سرمایه‌ای اشاره می‌کنیم.

مثال اول: امسال سرمایه‌گذاری کنیم یا سال بعد؟

یک شرکت فعال در حوزه نرم‌افزار با یک فرصت سرمایه‌گذاری مواجه است. شرکت قصد دارد مبلغ ۱۰۰ هزار دلار برای بهبود سیستم خود هزینه کند. سیستمی که شرکت قصد خرید آن را دارد به تازگی معرفی شده و مطمئن نیست که در آینده نزدیک (امسال) از سوی مشتریان مورد استقبال قرار گیرد. فرض کنید این عدم اطمینان (احتمال عدم استقبال مشتریان از سیستم جدید) سال بعد از بین خواهد رفت. تلاش شرکت بر این است که بازده مورد انتظار از سرمایه‌گذاری ۱۰۰ هزار دلاری در پروژه را حداکثر نماید. بر اساس برآوردهای شرکت، شانس استقبال مشتریان از سیستم جدید در سال بعد ۵۰ درصد است. در این حالت جریان نقد ورودی مورد انتظار سالیانه ۱۵ هزار دلار می‌باشد. چنانچه سیستم جدید مورد استقبال قرار نگیرد، جریان نقد ورودی مورد انتظار سالیانه برای پروژه ۷ هزار

دلار خواهد بود. فرض کنید نرخ تنزیل سالیانه برای این پروژه ۱۰ درصد باشد. خالص ارزش فعلی پروژه^۶ در ابتدای امسال در صورت اجرای آن در امسال به شرح زیر خواهد بود:

$$NPV = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{(0.5 \times 15,000 + 0.5 \times 7,000)}{(1.1)^t} - 100,000 = 10,000$$

با توجه به مثبت بودن NPV باید پروژه را پذیرفت در حالیکه این نتیجه‌گیری درست نیست. به این دلیل که ارزش اختیار به تاخیر انداختن اجرای پروژه برای سال بعد لحاظ نشده است. فرض کنیم شرکت یک سال منتظر می‌ماند تا عکس‌العمل بازار نسبت به سیستم عملیاتی جدید مشخص شود و اگر شرایط مناسبی پیش آید اقدام به سرمایه‌گذاری نماید. در غیر اینصورت اجرای پروژه را منتفی می‌داند. خالص ارزش فعلی پروژه در ابتدای امسال در صورت اجرای آن در ابتدای سال بعد عبارت است از:

$$NPV = \frac{0.5}{1.1} \left(\sum_{t=1}^{\infty} \frac{15,000}{(1.1)^t} - 100,000 \right) = 22,727$$

ارزش اختیار واقعی برای به تاخیر انداختن اجرای پروژه برابر است با

$$12727 - (22727 - 100000) \text{ دلار}$$

شاید این سؤال پیش آید که سال بعد ممکن است مبلغ سرمایه‌گذاری افزایش یابد. در پاسخ این سؤال باید گفت که تا سقف مبلغ ۱۲۷ هزار دلار^۷ سرمایه‌گذاری اولیه برای سال بعد بهتر است اجرای پروژه یک سال به تاخیر بیافتد. این مثال ساده ارزش اختیار به تاخیر انداختن سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد.

مثال دوم: خطر پذیر پیشگام - ارزش اختیار رشد

در این مثال مدیران یک شرکت دارویی به دنبال این هستند تصمیم بگیرند که یک آزمایشگاه بیوشیمی را خریداری کنند یا نه. اگر آنها آزمایشگاه را خریداری نمایند بایستی مبلغ ۱۰۰ هزار دلار به عنوان مخارج اولیه پرداخت نماید. ۵ سال بعد از این سرمایه‌گذاری اولیه با توجه به شرایط بازار شرکت در خصوص توقف یا توسعه پروژه تصمیم‌گیری خواهد کرد. اگر تصمیم شرکت بر توسعه باشد، ۱ میلیون دلار اضافی نیز نیاز خواهد داشت. هزینه سرمایه در این مثال ۱۵ درصد فرض می‌شود. ۵ سال بعد از خرید آزمایشگاه مدیریت

شرکت با دو سناریو (حالت) روبرو خواهد شد. وضعیت خوب با احتمال وقوع ۶۰ درصد و وضعیت بد با احتمال وقوع ۴۰ درصد. همه جریان‌های نقدی مورد انتظار طی ۱۰ سال آینده مطابق جدول شماره یک است.

با استفاده از روش استاندارد بودجه‌بندی سرمایه‌ای در می‌یابیم که NPV پروژه برای مرحله پیشگامی ۱۲۳۳۶- دلار و برای مرحله مقیاس بزرگتر ۶۱۳۳۱- دلار است. از آنجا که NPV برای هر دو مرحله منفی است به نظر می‌رسد که مدیریت شرکت از سرمایه‌گذاری در این پروژه صرف نظر نماید. با این وجود اگر اختیار رشد پروژه را در نظر بگیریم این طرح، سرمایه‌گذاری مطلوبی خواهد بود. با خرید آزمایشگاه، شرکت این اختیار را دارد که در صورت بهبود شرایط بازار آزمایشگاه را توسعه دهد. در این حالت سناریوی خوب با احتمال ۶۰ درصد اتفاق خواهد افتاد. بعد از انجام محاسبات ساده خواهیم دید که ارزش اختیار رشد ۴۱۶۵۳ دلار می‌باشد. اگر این مبلغ را با NPV پروژه در مرحله پیشگامی جمع کنیم، NPV تعدیل شده ۲۹۳۱۸ دلار خواهد شد که نشان می‌دهد پروژه اساساً مطلوب است.

جدول شماره ۱: جریان‌های نقدی پیش‌بینی شده در مثال پروژه خطرپذیر پیشگام

سال	مرحله پیشگامی	مرحله مقیاس بزرگتر	کل جریان های نقدی	نرخ تنزیل
۰	-۱۰۰,۰۰۰		-۱۰۰,۰۰۰	۱۵%
۱	۱۰,۰۰۰		۱۰,۰۰۰	
۲	۱۰,۰۰۰		۱۰,۰۰۰	
۳	۵۰,۰۰۰		۵۰,۰۰۰	
۴	۵۰,۰۰۰		۵۰,۰۰۰	
۵	۲۰,۰۰۰	-۱,۰۰۰,۰۰۰	-۹۸۰,۰۰۰	
۶		۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	
۷		۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	
۸		۵۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰	
۹		۵۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰	
۱۰		۲۰۰,۰۰۰	۲۰۰,۰۰۰	
سال	مرحله مقیاس بزرگتر	وضعیت خوب (۶۰٪)	وضعیت بد (۴۰٪)	
۵	-۱,۰۰۰,۰۰۰	-۱,۰۰۰,۰۰۰	-۱,۰۰۰,۰۰۰	
۶	۱۰۰,۰۰۰	۱۳۰,۰۰۰	۵۵,۰۰۰	
۷	۱۰۰,۰۰۰	۱۳۰,۰۰۰	۵۵,۰۰۰	
۸	۵۰۰,۰۰۰	۶۵۰,۰۰۰	۲۷۵,۰۰۰	
۹	۵۰۰,۰۰۰	۶۵۰,۰۰۰	۲۷۵,۰۰۰	
۱۰	۲۰۰,۰۰۰	۲۶۰,۰۰۰	۱۱۰,۰۰۰	
NPV	مرحله پیشگامی	-۱۲,۳۳۶		
NPV	مرحله مقیاس بزرگتر	-۶۱,۳۳۱		
NPV	پروژه با اختیار رشد	۳۹,۳۱۸		
	ارزش اختیار رشد	۴۱,۶۵۳		

دلیل اینکه در هر دو مثال بالا ما براحتی می‌توانیم ارزش اختیارهای واقعی را محاسبه کنیم این است که مفروضات ساده و در عین حال محکمی را در خصوص توزیع جریان‌های نقدی برای راحتی محاسبات خود در نظر می‌گیریم. در دنیای واقعی کسب و کار قیمت‌گذاری اختیار کار بسیار مشکلی می‌باشد. خوشبختانه به کمک برخی از ابزارها و مفاهیم استاندارد مربوطه به تئوری قیمت‌گذاری اختیار می‌توان فرصت‌های سرمایه‌گذاری واقعی را مورد ارزیابی قرار داد.

اختیار عبارت است از حق (نه تعهد) خرید (فروش) یک دارایی به قیمت مشخص در یا تا تاریخ مشخص. برای قراردادهای اختیار مالی، دارایی پایه^۸ معمولاً سهام است. تا اواخر دهه ۱۹۶۰، روش استاندارد برای قیمت‌گذاری اختیار ارائه نشده بود. بر اساس ریاضیات ایتو^۹ و مفهوم هجینگ دینامیک پرتفولیو^{۱۰}، بلک و شولز (۱۹۷۳) و مرتن (۱۹۷۳) به صورت موفقیت‌آمیزی به معادله دیفرانسیل جزئی^{۱۱} رسیدند که ارزش اختیار را نشان می‌داد و

تحت عنوان فرمول بلک و شولز شناخته شد. پیرو مطالعات اولیه بلک و شولز مطالعات دیگری هم انجام گرفت که به رویکردهای جدیدی در قیمت‌گذاری اختیار منجر شد. کاکي و رایبستون (۱۹۷۹) رویکرد ساده شده‌ای از قیمت‌گذاری اختیار معرفی کردند که مبتنی بر فرآیند دو جمله‌ای چند مرحله‌ای بود که در محدوده زمانی پیوسته تخمینی از حرکت براونی هندسی^{۱۲} بشمار می‌رفت.

پیرو تحولی که در تئوری قیمت‌گذاری اختیار شکل گرفت، اکثر محققان به پتانسیل این تئوری در بودجه‌بندی سرمایه‌ای پی بردند. به این دلیل که روش‌های سنتی (جریان‌های نقدی تنزیل شده) دارای یک سری محدودیت‌های ذاتی در ارزیابی سرمایه‌گذاری‌های با اختیارهای استراتژیک و نامطمئن بودند. مایرز (۱۹۷۷) نشان داد که اختیارهای آتی سرمایه‌گذاری شرکت‌ها از اجزای تشکیل دهنده ارزش بازاری آنها هستند. ماسون و مرتن (۱۹۸۵) نقش تئوری قیمت‌گذاری اختیار را در مدیریت مالی بنگاه مورد بحث قرار داده‌اند. کولاتیلاکا و ماگلس (۱۹۸۸) ارزش استراتژیک انعطاف مدیریتی و ویژگی‌های شبه اختیار آن را مطالعه کرده‌اند. جدول شماره ۲ مقایسه‌ای را میان اختیار خرید آمریکایی^{۱۳} سهام و اختیار واقعی^{۱۴} روی یک پروژه سرمایه‌گذاری نشان می‌دهد.

علی‌رغم شباهت زیاد میان اختیار مالی و اختیار واقعی، برخی هنوز هم کاربردی بودن تئوری قیمت‌گذاری اختیار را در خصوص اختیارهای واقعی که معمولاً در بازار معامله نمی‌شوند، مورد انتقاد قرار می‌دهند. با این حال کاکي، اینگرسل و راس (۱۹۸۵) و مک‌دونالد و سیگل (۱۹۸۴) پیشنهاد کردند که ادعای تبعی^{۱۵} روی یک دارایی غیر قابل معامله را می‌توان با کسر صرف ریسک مشابه سود نقدی از نرخ رشد آن قیمت‌گذاری نمود. بر اساس مبانی تئوریک محکم، بسیاری از محققین، ارزیابی اختیارهای واقعی متعددی را در دنیای واقعی کسب و کار مورد بررسی قرار دادند. یکی از اساسی‌ترین مدل‌های ارزیابی اختیار واقعی در سال ۱۹۸۶ توسط مک‌دونالد و سیگل توسعه یافت.

جدول شماره ۲: مقایسه اختیار خرید آمریکایی سهام و اختیار واقعی روی یک پروژه

اختیار خرید آمریکایی سهام	اختیار واقعی روی یک پروژه
قیمت فعلی سهام	ارزش فعلی جریان‌های نقدی مورد انتظار
قیمت اعمال اختیار	مخارج سرمایه‌گذاری پروژه
حق اعمال زود هنگام اختیار	حق سرمایه‌گذاری در پروژه در هر لحظه از زمان قبل از ناپدید شدن فرصت

عدم اطمینان قیمت سهم	عدم اطمینان مربوط به ارزش پروژه
قیمت اختیار	ارزش انعطاف مدیریتی پروژه
تاریخ انقضاء	چارچوب زمانی فرصت سرمایه‌گذاری
قابل معامله در بازار مالی	معمولاً غیر قابل معامله
سهولت تشکیل یک پرتفولیوی مشابه	مشکل تشکیل پرتفولیوی مشابه

در مدل مذکور، آنها زمان بهینه برای بنگاه را جهت سرمایه‌گذاری در یک پروژه خاص که ارزش آن مطابق حرکت براونی هندسی در حال افزایش است، مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که اختیار به به تأخیر انداختن یک سرمایه‌گذاری ممکن است تحت برخی از شرایط بسیار با ارزش باشد. اینگرسل و راس (۱۹۹۲) هم رابطه میان اختیار منتظر ماندن^{۱۶} در سرمایه‌گذاری و عدم اطمینان را مورد مطالعه قرار داده‌اند. برنان و شوارتز (۱۹۸۵) تصمیمات مشترک مربوط به سرمایه‌گذاری و کنارگذاری^{۱۷} یک پروژه را بررسی کرده‌اند. کولاتیلاکا و تریگورگیز (۱۹۹۴) از تئوری اختیار در ارزشگذاری انعطاف مدیریتی در تغییر داده‌ها و ستانده‌ها استفاده کرده‌اند. گرینادیر (۱۹۹۵) هم قراردادهای لیزینگ را با استفاده از تئوری اختیارهای واقعی ارزشگذاری کرده است.

پیشرفت‌های اخیر در تئوری اختیار واقعی بر ارزشگذاری اختیارهای بسیار پیچیده از قبیل اختیارهای مشترک^{۱۸}، اختیارهای ترکیبی^{۱۹} و اختیارهای رشد استراتژیک متمرکز شده‌اند. دیکسیت و پندیک (۱۹۹۴) تعادل دینامیک در یک صنعت رقابتی را بررسی کرده‌اند. مدل آنها پیشنهاد می‌کند که منتظر ماندن بنگاه در انجام سرمایه‌گذاری، زمانی که عدم اطمینان مختص خود بنگاه است، ارزشمند می‌باشد. برای عدم اطمینان‌های مربوط به صنعت، منتظر ماندن در سرمایه‌گذاری به دلیل تأثیر سیستماتیک آن، ارزش چندانی ندارد. اسمیت و آنکوم (۱۹۹۳) از تئوری اختیار واقعی و تئوری بازی^{۲۰} در تحلیل تصمیم سرمایه‌گذاری بنگاه تحت رقابت استفاده کرده‌اند و تریگورگیز (۱۹۹۴) ارتباط میان چند اختیار بررسی نمود و نتیجه گرفت که اختیارهای پسین^{۲۱} می‌توانند بر ارزش اختیارهای پیشین^{۲۲} تأثیر گذار باشند. گرینادیر (۱۹۹۶) موارد استفاده استراتژیک اختیارها را در بازار املاک و مستغلات بررسی نمود. سلمان (۱۹۹۷) نشان داد که سرمایه‌گذاران چگونه اختیارهای رشد محصور در کسب و کارهای پرمخاطره و در حال تاسیس را ارزیابی می‌کنند. گرینادیر و ویس (۱۹۹۷) از رویکرد قیمت‌گذاری اختیار در بررسی رفتار

سرمایه‌گذاری بنگاه به هنگام روبرویی با نوع‌آوری‌های تکنولوژیکی کمک گرفتند. هازمیر و لچ (۱۹۹۸) ارزش استراتژیک انعطاف مدیریتی در پروژه‌های تحقیق و توسعه را به صورت انتقادی مورد ارزیابی قرار دادند. کولاتیلاکا و پروتی (۱۹۹۸) به صورت کمی نشان دادند که منافع ناشی از سرمایه‌گذاری استراتژیک انحصاری برخی مواقع زیان ناشی از تعهد قبلی به یک پروژه دارای عدم اطمینان زیاد را بیشتر از حد واقع نشان می‌دهد. نتایج مطالعه آنها پیشنهاد کرد که ملاحظات استراتژیک بعضی مواقع نقش مهمی در زمانبندی سرمایه‌گذاری دارند.

پروژه‌های سرمایه‌گذاری IT نیازمند مخارج سرمایه‌گذاری بالاست و عمدتاً بازگشت ناپذیر هستند. علاوه بر این سرمایه‌گذاری‌های IT معمولاً دارای عدم اطمینان‌های تکنولوژیکی و تجاری می‌باشند. همه این ویژگی‌ها باعث می‌شود که تئوری اختیار واقعی رویکرد مناسبی در ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری IT به حساب آید. همانگونه که آمارام، کولاتیلاکا و هندرسون (۱۹۹۹) متذکر شده‌اند، اختیارهای واقعی در سرمایه‌گذاری‌های IT به روش‌های قابل توجهی می‌توانند برای سهامداران ایجاد ارزش کند.

۲-۲- چهار طبقه فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT

بسیاری از شرکت‌ها با توجه به شناختی که از پتانسیل اختیارهای واقعی در بودجه‌بندی سرمایه‌ای دارند، آن را در زمینه‌های مختلفی بکار می‌برند. آمارام و کولاتیلاکا (۱۹۹۹) مجموعه‌ای از کاربردهای اختیارهای واقعی را که شامل ارزیابی کسب و کار پرریسک، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، ارزیابی تحقیق و توسعه و برنامه‌ریزی استراتژیک سرمایه‌گذاری است، معرفی کرده‌اند. پادوک، سیگل و اسمیت (۱۹۸۸) اختیارهای مربوط به استخراج پسمین و لیزینگ پتروشیمی فراساحل را مورد ارزیابی قرار دادند. لرم (۱۹۹۸) نشان داد که چگونه می‌توان تئوری اختیار واقعی را ساده‌سازی کرد و در عملیات کسب و کار واقعی به کار گرفت. بولان (۲۰۰۰) برخی شواهد تجربی را گزارش نمود که نشان از سازگاری با تئوری اختیار واقعی داشت.

کاپوزا و لی (۱۹۹۴) نشان دادند که ارزش صحیح زمین شهری خالی از سکنه باید شامل ارزش اختیار توسعه‌های آتی آن نیز باشد. تیزبرگ (۱۹۹۴) تحلیل سرمایه‌گذاری با

استفاده از ارزیابی اختیار را انجام داد. اخیراً برخی از مطالعات مربوط به تئوری اختیارهای واقعی در ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری IT انجام شده است. برای مثال بناروس و کافمن (۱۹۹۹ و ۲۰۰۰) یک مطالعه موردی را برای تحلیل پروژه IT صنعت خدمات مالی در چارچوب اختیارهای واقعی انجام داده‌اند. تادیس، فورستین و میلد (۲۰۰۰) تصمیم سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در سیستم SAP R/3 را با استفاده از تحلیل اختیارهای واقعی مورد ارزیابی قرار داده‌اند. همانند اغلب تئوری‌ها، تئوری اختیارهای واقعی یک نوشدارو نمی‌باشد. قابلیت کاربرد این تئوری نیز باید تحت سناریوهای مختلف سرمایه‌گذاری به دقت مورد بررسی قرار گیرد. اگرچه برخی از محققین سیستم‌های اطلاعاتی به استفاده از تئوری اختیارهای واقعی به عنوان ابزاری در ارزیابی سرمایه‌گذاری IT شروع کرده‌اند، ولی هنوز به چارچوبی که نشان دهنده رفع مشکل قابلیت کاربرد آن باشد، نرسیده‌اند. هدف اصلی این مقاله فراهم ساختن این چارچوب است. برای رسیدن به این مهم، پروژه‌های سرمایه‌گذاری IT بر اساس دو معیار دسته بندی می‌شود: هزینه‌های تغییر تکنولوژی^{۲۳} و ماهیت رقابت^{۲۴}. همانگونه که در شکل ۱ نشان داده شده است چهار طبقه فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT برای اساس دو معیار مذکور عبارتند از:

(۱) فرصت‌های مشترک با هزینه‌های بالای تغییر تکنولوژی اطلاعات^{۲۵}

(۲) فرصت‌های مشترک با هزینه‌های پائین تغییر تکنولوژی اطلاعات^{۲۶}

(۳) فرصت‌های اختصاصی با هزینه‌های پائین تغییر تکنولوژی اطلاعات^{۲۷}

(۴) فرصت‌های اختصاصی با هزینه‌های بالای تغییر تکنولوژی اطلاعات^{۲۸}

شایان ذکر است که هر کدام از طبقات در استفاده از مدل‌های اختیارهای واقعی شرایط جداگانه‌ای دارند. با استفاده از مدل زمان پیوسته ارائه شده توسط مک دونالد و سیگل (۱۹۸۶) به عنوان الگو نشان داده می‌شود که چرا فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT بر اساس دو معیار ذکر شده از هم تفکیک می‌شوند؟ بر اساس مدل آنها فرصت سرمایه‌گذاری معادل یک اختیار خرید (نه تعهد سرمایه‌گذاری در پروژه با هزینه مشخص) آمریکایی می‌باشد. بدون در نظر داشتن جریان‌های نقدی جانبی و فرسایش ناشی از رقابت^{۲۹}، این مدل دارای یک راه‌حل صریح و مشخص است. این راه‌حل تحلیلی دارای یک سری ویژگی‌های مهمی می‌باشد. این مدل بیان می‌کند که اختیار به تاخیر انداختن سرمایه‌گذاری نامطمئن بسیار با ارزش است و موقع اتخاذ تصمیم توسط شرکت باید مد نظر قرار گیرد. یکی از مفروضات

اصلی این مدل این است که فرسایش ناشی از رقابت وجود ندارد. به عبارت دیگر پروژه سرمایه‌گذاری یک فرصت اختصاصی است. بدون این فرض، ارزش پروژه از حرکت متقارن براونی هندسی ذکر شده در مدل آنها نباید تبعیت کند. دلیل این امر نیز ساده است: وجود رقابت بالقوه توزیع ارزش آتی پروژه را نامتقارن می‌سازد ولی احتمال وقوع این امر در خصوص پروژه‌های با ارزش بالاتر اندک است. قابل ذکر است که فرمول معروف بلک شولز هم بر اساس فرض تبعیت قیمت دارایی پایه از حرکت براونی هندسی می‌باشد. بنابراین هرگونه استفاده مستقیم از این فرمول زمانی که چندین رقیب فرصت سرمایه‌گذاری را به اشتراک می‌گذارند، نامناسب است.

شکل شماره ۱: چهار طبقه فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT

بلا	پائین	هزینه تغییر تکنولوژی اطلاعات
I	II	ماهیت رقابت
IV	III	فرصت‌های مشترک
		فرصت‌های اختصاصی

در دنیای واقعی کسب و کار اغلب فرصت‌های سرمایه‌گذاری کاملاً شناخته شده هستند و یا حداقل برای عده خاصی شناخته شده می‌باشند. در بخش کسب و کار IT که رقابت در آن شدید و فراگیر است، آندسته از مدل‌های اختیار واقعی که عدم اطمینان متقارن را در ارزیابی فرصت‌های سرمایه‌گذاری فرض می‌کنند، عمدتاً نامناسب هستند. به طور شهودی و مستقیم قابل درک است که فشار ناشی از رقابت، ارزش اختیار به تاخیر انداختن پروژه را کاهش خواهد داد. دو نوع رویکرد در برخورد با این مسئله وجود دارد: رویکرد اول این است که رقابت را به عنوان یک شوک بیرونی باید مدلسازی نمود. دیکسیت و پندیک (۱۹۹۴)، تریگوریگز (۱۹۹۶ و ۱۹۹۱) از فرآیند پرش پواسون^{۳۰} برای تشریح رقابت استفاده کردند. مطالعات آنها نشان داد که تاثیر فرسایش رقابتی را می‌توان به شرح معادله ذیل بیان کرد:

$$\{\text{فرسایش (زیان ناشی)}\} = \text{از رقابت} - \text{ارزش اختیار منتظر ماندن} + \text{NPV سنتی} = \text{NPV استراتژیک}$$

به عبارت دیگر رقابت قوی (بیشتر) انعطاف مدیریت را در صورت مشترک بودن (شناخته شده بودن) فرصت سرمایه‌گذاری محدود خواهد نمود. به منظور بسط اختیارهای

واقعی برای ارزیابی فرصت‌های سرمایه‌گذاری با فرض نیروهای رقابتی تصادفی، تریگوریگز (۱۹۹۶) پیشنهاد نمود که اثر نیروهای رقابتی را می‌توان به عنوان سود نقدی پرداختی مستمر در نظر گرفت. رویکرد دیگر این است که اثر متقابل ناشی از رقابت را به عنوان یک عامل درونی در نظر بگیریم و ارزیابی اختیارهای واقعی را با اصول تئوریک نظریه بازی ترکیب کنیم. علاقه‌مندان به این رویکرد می‌توانند به مطالعه اسمیت و آنکوم (۱۹۹۳) مراجعه کنند. همانگونه که قبلاً هم عنوان شد، اغلب فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT میان چند رقیب مشترک می‌باشد. بنابراین قبل از نتیجه‌گیری خاصی، باید به دقت مزایای ناشی از سرمایه‌گذاری زودتر^{۳۱} از دیگر رقبای و اختیار به تاخیر انداختن همان سرمایه‌گذاری را با هم مقایسه نمود. بکارگیری این دسته از مدل‌های اختیار واقعی که تقارن عدم اطمینان در نتایج سرمایه‌گذاری را فرض می‌کنند، فقط زمانی درست است که فرصت‌ها اختصاصی باشد یا حداقل در یک آینده‌ای قابل پیش‌بینی تحت رقابت باشند. برخی از فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT شبیه خرید و ارتقاء سیستم‌های تکنولوژی اطلاعات دارای این ویژگی هستند. به هر حال باید تاثیر استراتژیک سرمایه‌گذاری زودتر از دیگران را قبل از بکارگیری مدل‌های اختیارهای واقعی در اغلب پروژه‌های سرمایه‌گذاری IT مورد ارزیابی قرار داد. همانطور که کولاتیلاکا و پروتی (۱۹۹۸) پیشنهاد کرده‌اند منافع ناشی از سرمایه‌گذاری زودتر از رقبای ممکن است به صورت استراتژیک منافع ناشی از منتظر ماندن را موقعی که رقابت بسیار شدید است تحت تاثیر قرار دهد. در حقیقت ما می‌توانیم اثر استراتژیک یک سرمایه‌گذاری زودتر از رقبای را به عنوان ارزش اختیار رشد^{۳۲} تلقی کنیم. بنابراین ما هنوز فرصت سرمایه‌گذاری را با در نظر گرفتن اختیار رشد و اختیار منتظر ماندن به طور همزمان ارزیابی می‌کنیم و می‌توانیم اثر سرمایه‌گذاری زودتر را در مدل‌های استاندارد اختیارهای واقعی بکار بگیریم. برای مثال لی (۲۰۰۱) مدلی از اختیار واقعی را با در نظر داشتن ملاحظات استراتژیک بر اساس مدل مک دونالد و سیگل ارائه نمود.

معیار دیگری که برای طبقه‌بندی فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT استفاده شده هزینه‌های تغییر تکنولوژی اطلاعات است. می‌دانیم که نیازی نیست عدم اطمینان ناشی از تغییر تکنولوژی، از سایر عدم اطمینان‌ها در مدل اختیارهای واقعی تفکیک شود. همه این عدم اطمینان‌ها اثر مشابهی دارند و قابلیت پیش‌بینی نتایج آتی یک پروژه سرمایه‌گذاری را کمتر می‌کنند. با این وجود به دلیل نقش مهمی که در نتایج سرمایه‌گذاری‌های IT دارد، در این

مقاله بر عدم اطمینان تکنولوژی تمرکز خواهد شد. مهمترین سئوالی که مدیریت شاید قبل از انجام سرمایه‌گذاری در یک فرصت سرمایه‌گذاری IT با آن مواجه شود این است که آیا تکنولوژی انتخاب شده گزینه درستی هست یا نه؟ به عبارت بهتر آیا تکنولوژی انتخاب شده بهترین راه‌حل^{۳۳} برای حداکثر ساختن نتایج مورد انتظار سرمایه‌گذاری هست یا نه؟ واضح است که پاسخ روشنی برای این سئوال وجود ندارد به این خاطر که عدم اطمینان‌ها زیادی دخیل هستند. برخی از راه‌حل‌های IT مشترک (شناخته شده) و مناسب ممکن است در سال‌های آتی منسوخ گردند. در برخی مواقع نیز ممکن است بعضی از راه‌حل‌های IT مورد غفلت واقع شده به عنوان راه‌حل استاندارد مطرح شوند. با این وجود بسیاری از عدم اطمینان‌های تکنولوژیکی همزمان با فرآیند پیشرفت تکنولوژی قابل حل است.

در بسیاری از پروژه‌های سرمایه‌گذاری IT، تصمیم‌گیرندگان با یک محیط نامطمئن تکنولوژی روبرو می‌شوند که در آن چندین راه‌حل در بازار به رقابت می‌پردازند. واضح است که موفقیت‌های آتی این پروژه‌ها تا حدودی به این امر بستگی خواهد داشت که راه‌حل‌های تکنولوژی اطلاعات چقدر می‌توانند برنده این رقابت باشند. در نتیجه تصمیم‌گیرندگان برای استفاده از اختیار به تاخیر انداختن انگیزه دارند تا اجازه دهند بسیاری از عدم اطمینان‌های تکنولوژی برطرف شود. تحت این سناریو بسیاری از مدل‌های اختیار برای منتظر ماندن جهت دستیابی به استراتژی بهینه سرمایه‌گذاری را براحتی می‌توان طراحی نمود. با این حال برای استفاده از مدل‌های اختیارهای واقعی باید در نظر داشت که وقتی راه‌حلی انتخاب شود، هزینه‌های تغییر بالایی هم وجود خواهد داشت. در غیر اینصورت عدم اطمینان ناشی از رقابت در تکنولوژی به خاطر اینکه تصمیم‌گیرندگان براحتی می‌توانند بعد از اجرای پروژه سرمایه‌گذاری به راه‌حل‌های دیگری روی آورند، اختیار منتظر ماندن را ارزشمند نخواهد کرد.

همانگونه که شاپیرو و واریان (۱۹۹۸) بیان کرده‌اند، هزینه‌های تغییر تکنولوژی اطلاعات در بسیاری از موارد با اهمیت هستند. آنها از اصطلاح قفل شدن در تکنولوژی^{۳۴} برای توضیح وضعیتی که مدیریت انعطاف کمتری برای تغییر به سایر راه‌حل‌های تکنولوژی دارد، استفاده کرده‌اند. زمانی که هزینه تغییر تکنولوژی اطلاعات به شدت بالاست اختیار منتظر ماندن با ارزش است. بنابراین تحلیل اختیارهای واقعی باید بر انعطاف‌پذیری مدیریت در به تاخیر انداختن سرمایه‌گذاری برای رفع بیشتر عدم اطمینان تکنولوژی متمرکز شود.

زمانی که هزینه تغییر پائین است، عدم اطمینان بالای تکنولوژی اطلاعات نمی‌تواند سیاست منتظر ماندن و مشاهده کردن^{۳۵} را تصدیق نماید. بر عکس در این مواقع باید از تحلیل اختیارات واقعی برای کمی کردن ارزش اختیار برای تغییر استفاده شود که معمولاً این اقدام فرصت سرمایه‌گذاری را برای مدیریت جذاب‌تر می‌سازد. در این بخش برای جمع‌بندی بحث‌هایی که تا به حال به عمل آمد، چهار طبقه از فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT را بر اساس دو معیار مد نظر قرار می‌دهیم:

طبقه اول (I): فرصت‌های مشترک با هزینه‌های بالای تغییر تکنولوژی اطلاعات

برای این دسته از فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT باید هم به منافع استراتژیک ناشی از سرمایه‌گذاری زودتر از رقبا توجه شود و هم به اختیار ارزشمند منتظر ماندن. با این حال سرمایه‌گذاری زودتر از رقبا دارای زیانی معادل ارزش اختیار منتظر ماندن را به همراه دارد. بنابراین برای این نوع از فرصت‌های سرمایه‌گذاری توجه به اختیار رشد استراتژیک و اختیار منتظر ماندن عامل کلیدی در تحلیل اختیار واقعی می‌باشد. با متوازن کردن دو اثر مخالف هم، می‌توان نقطه بهینه سرمایه‌گذاری را طوری پیدا نمود که در آن عایدی مورد انتظار سرمایه‌گذاری حداکثر گردد.

طبقه دوم (II): فرصت‌های مشترک با هزینه‌های پائین تغییر تکنولوژی اطلاعات

برای این دسته از فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT معمولاً بهترین استراتژی، سرمایه‌گذاری زودتر از رقبا می‌باشد. همانطور که قبلاً هم عنوان گردید سرمایه‌گذاری زودتر از رقبای احتمالی مفیدتر خواهد بود. علاوه بر این به دلیل پائین بودن هزینه‌های تغییر تکنولوژی، عدم اطمینان‌های ناشی از تکنولوژی، استراتژی منتظر ماندن و مشاهده کردن را جذاب نشان نمی‌دهد. بنابراین مدل‌های اختیار واقعی باید به منظور کمی کردن ارزش اختیار رشد و اختیار تغییر مستتر در خود پروژه مورد استفاده قرار گیرد.

طبقه سوم (III): فرصت‌های اختصاصی با هزینه‌های پائین تغییر تکنولوژی اطلاعات

قابل ذکر است که اختیار به تاخیر انداختن یکی از اجزای با ارزش فرصت‌های سرمایه‌گذاری اختصاصی می‌باشد. با این وجود عدم اطمینان تکنولوژی کمک زیادی به ارزش اختیار منتظر ماندن در سرمایه‌گذاری به علت پائین بودن هزینه تغییر تکنولوژی در

این طبقه از فرصت‌های سرمایه‌گذاری نخواهد کرد. بنابراین باید در تحلیل اختیارهای واقعی به سایر عدم اطمینان‌های کسب و کار که ممکن است ارزش اختیار منتظر ماندن را افزایش دهد، توجه نمود.

طبقه چهارم (IV): فرصت‌های اختصاصی با هزینه‌های بالای تغییر تکنولوژی اطلاعات

منتظر ماندن و مشاهده کردن مناسب‌ترین استراتژی برای این نوع فرصت‌های سرمایه‌گذاری IT می باشد. بنابراین تحلیل اختیارهای واقعی باید بر اختیار به تاخیر انداختن سرمایه‌گذاری متمرکز باشد. به دلیل احتمال وقوع وضعیت قفل در تکنولوژی، تصمیم‌گیرندگان باید قبل از ورود به انجام سرمایه‌گذاری بسیار صبور باشند. در دنیای واقعی کسب و کار یک فرصت سرمایه‌گذاری در صنعت IT ممکن است به طور پیوسته از یک طبقه به دیگری انتقال یابد. بنابراین تصمیم‌گیرندگان باید در هدایت تحلیل اختیارهای واقعی بسیار حساس باشند.

در بخش‌های بعدی از یک نمونه واقعی برای نشان دادن اهمیت استفاده از مدل‌های اختیارهای واقعی مناسب، همزمان با تکامل فرصت‌های سرمایه‌گذاری در IT استفاده خواهد شد. با عنایت هدف و روش بکارگرفته شده، روش تحقیق در این مطالعه از نوع تحلیل اکتشافی می‌باشد.

۳- یافته‌ها و تحلیل آنها

با رشد شگفت‌انگیز وب جهان گستر^{۳۶} و با ظهور سایر تکنولوژی‌های ارتباطی، کسب و کار کارگزاری اینترنتی^{۳۷} بسیاری از جنبه‌های معاملات اوراق بهادار را متحول می‌سازد. وجه بسیار جذاب و شاخص کارگزاری اینترنتی آن است که شبکه معاملاتی سریع، اقتصادی و با قابلیت دسترسی آسان برای سرمایه‌گذاران انفرادی فراهم می‌کند. در سال‌های اخیر پیشرفت‌های حاصل شده در حوزه رمزگذاری و سایر تکنولوژی‌های شبکه‌ای، سرمایه‌گذاری آنلاین را ایمن‌تر و قابل اعتماد کرده که به نوبه خود این امر به توسعه بیشتر کسب و کار کارگزاری آنلاین هم منجر شده است. همراه با افزایش عجیب تعداد کارگزاری آنلاین، رقابت موجود در کسب و کار کارگزاری آنلاین هم به شدت افزایش یافته است. در نتیجه متوسط حق کمیسیون پرداختی سرمایه‌گذاران برای هر معامله به طور مداوم کاهش

یافته و خدمات بیشتری برای سرمایه‌گذاران آنلاین ارائه می‌شود. آخرین تکنولوژی ارتباطات این امکان را برای سرمایه‌گذاران ایجاد می‌کند که بتوانند از پشت کامپیوترهای شخصی خود و از طریق شبکه‌های مجازی به انجام مبادله اقدام کنند. بنابراین بسیاری از شرکت‌های کارگزاری الکترونیکی برای ایجاد زیر ساخت مبادله الکترونیکی با یک فرصت سرمایه‌گذاری روبرو می‌شوند. در واقع بیش از یک دهه است که تکنولوژی انتقال سریع داده وجود دارد. چندین راه‌حل دسترسی به اینترنت بی‌سیم وجود دارد که برخی از آنها از اوایل ۱۹۹۶ حضور داشتند. با این وجود تا سال ۱۹۹۸ هیچ یک از شرکت‌های کارگزاری الکترونیکی سیستم معاملات بی‌سیم را برقرار نکرده بودند.

با توجه به توضیحات فوق واضح است که فرصت سرمایه‌گذاری در زیرساخت معاملات بی‌سیم، یک فرصت مشترک و شناخته شده می‌باشد. بدین معنی که همه شرکت‌های کارگزاری الکترونیکی برای سرمایه‌گذاری زودتر از سایر رقبا علاقه‌مند بودند. اما سؤال این است که تا سال ۱۹۹۶ چرا این شرکت‌ها وارد این حوزه نشدند؟ چرا اغلب شرکت‌ها در دوره زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰ در این حوزه اقدام به سرمایه‌گذاری نمودند؟ سعی می‌شود پاسخ این سئوالات در قالب تحلیل اختیارات واقعی داده شود. قبل از ۱۹۹۸ چندین راه‌حل برای ارائه خدمات اینترنت بی‌سیم در بازار با هم رقابت می‌کرد و سرویس‌های مختلفی در این حوزه از سوی شرکت‌های متعدد وجود داشت و آنها راه‌حل‌های مناسب خود را ترفیع می‌دادند و تشخیص اینکه کدام راه‌حل از میان آنها استاندارد خواهد بود کار بسیار مشکلی بود. علاوه بر این میان این راه‌حل‌ها وجه مشترکی از نظر فنی وجود نداشت. در نتیجه هزینه‌های تغییر میان راه‌حل‌های مختلف بسیار بالا بود. بنابراین اگر شرکتی در آن زمان می‌خواست در سرویس معاملات بی‌سیم وارد شود، بی‌شک در آن قفل می‌شد و این همان چیزی است که در توصیف ویژگی‌های طبقه اول (فرصت‌های مشترک با هزینه تغییر بالا) عنوان شد. بنابراین یک شرکت کارگزاری الکترونیکی باید هم به منافع استراتژیک سرمایه‌گذاری زودتر از رقبا توجه کند و هم به اختیار با ارزش منتظر ماندن توجه نماید. به دلیل وضعیت قفل شدن در تکنولوژی بود که شرکت‌های کارگزاری الکترونیکی استراتژی منتظر ماندن و مشاهده کردن را برگزیدند. این استراتژی زمانی بهترین گزینه است که ارزش اختیار منتظر ماندن بالاتر از منافع استراتژیک سرمایه‌گذاری زودتر باشد. بعضی مواقع که استراتژی سرمایه‌گذاری بسیار جسورانه ریسک‌های تکنولوژی را در

نظر نمی‌گیرند ممکن است در عمل به درماندگی منجر شود. شرکت ایریدیوم^{۳۸} یکی از نمونه‌هایی است که در پروژه سیستم‌های ارتباط ماهواره‌ای سرمایه‌گذاری نمود و عملاً ورشکست شد.

بسیاری از غول‌های صنعت IT از جمله موتورلا، میلیون‌ها دلار در ماهواره‌های با مدار پائین برای ارائه سرویس‌های تلفن قابل حمل هزینه کرده‌اند. این در حالی است که عدم اطمینان‌های زیادی به خاطر رقابت میان سیستم‌های ماهواره‌ای و سیستم‌های موبایل وجود داشت. پروژه مذکور زمانی که سیستم موبایل به عنوان کانال ارتباطی بی‌سیم جهانی شناخته شد با درماندگی مواجه گردید. با این اقدام ایریدیوم به طور رسمی در اوایل سال ۲۰۰۰ اعلام ورشکستگی نمود.

محیط فعالیت پروژه معاملات بی‌سیم در ماه می ۱۹۹۸ تغییر نمود. همایش پروتکل کاربرد بی‌سیم^{۳۹} (WAP) که با حمایت شرکت‌های فون دات کام، نوکیا، اریکسون و موتورلا WAP 1.0 را منتشر نمود، اساساً یک نوع استاندارد صنعتی است که هدف آن ادغام تکنولوژی‌های اینترنت و تلفن‌های موبایل بود. یکی از کاربردهای اصلی WAP حصول اطمینان از هماهنگی میان راه‌حل‌های مختلف اینترنت بی‌سیم است. در نتیجه عرضه‌کنندگان مختلف تکنولوژی هنوز می‌توانند در بازار با هم رقابت کنند، اما به صورت داوطلبانه می‌توانند محصول خود را در چهارچوب استانداردهای فنی مندرج WAP توسعه دهند. از آنجا که WAP راه‌حل‌های تکنولوژی رقیب را سازگار می‌سازد، هزینه‌های تغییر تکنولوژی اطلاعات میان راه‌حل‌های مختلف به شدت کاهش می‌یابد. شرکت‌های کارگزاری الکترونیکی به دلیل پائین بودن احتمال قفل شدن در تکنولوژی، انعطاف زیادی در ایجاد پلت‌فرم معاملات بی‌سیم دارند. با ایجاد یک استاندارد جامع تکنولوژی مانند WAP، فرصت سرمایه‌گذاری مطرح شده برای شرکت‌های کارگزاری الکترونیکی از طبقه اول به طبقه دوم (فرصت‌های سرمایه‌گذاری مشترک با هزینه‌های تغییر تکنولوژی اطلاعات پائین) تبدیل می‌شود. همانگونه که قبلاً هم مورد اشاره قرار گرفت، سرمایه‌گذاری زودتر از رقبای معمولاً بهترین استراتژی برای این طبقه می‌باشد. در جدول شماره ۳ با استفاده از تحلیل جریان‌های نقد تنزیل شده مبتنی بر اختیارهای واقعی نشان می‌دهیم که ماهیت رقابت در تکنولوژی به چه نحوی تصمیمات مربوط به زمانبندی سرمایه‌گذاری یک شرکت کارگزاری الکترونیکی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. فرض بر این است شرکت کارگزاری می‌خواهد

تصمیم بگیرد که در ابتدای سال ۱۹۹۶ روی پلت فرم سیستم معاملات بی سیم سرمایه گذاری کند یا نه. در این تحلیل تاریخ دقیق زمان ارزیابی ۱۹۹۶/۱/۱ می باشد لذا همه جریان های نقدی به این تاریخ باید تنزیل گردند. اگر شرکت تصمیم بگیرد که بلافاصله سرمایه گذاری کند لازم است مبلغ ۴ میلیون دلار به عنوان سرمایه گذاری اولیه بپردازد. خالص جریان نقد مورد انتظار برای پایان سال اول ۵۰۰ هزار دلار می باشد و فرض بر این است که این مبلغ برای سال های آتی با نرخ رشد سالیانه ۲۰ درصد^{۴۰} ادامه خواهد داشت. با این حال شرکت می داند که احتمالاً در این تکنولوژی قفل خواهد شد چرا که تکنولوژی های متفاوت (ناسازگار) دیگری در بازار هستند که به رقابت می پردازند. پیش بینی می شود که فرآیند رقابت تا پایان سال ۲۰۰۰ خواهد بود. بعد از سال ۲۰۰۰ اگر تکنولوژی انتخابی شرکت در بازار رقابتی موقعیت خود را از دست بدهد نرخ رشد سالیانه جریان نقد حاصل از آن صفر خواهد شد. بر اساس اطلاعات موجود و تجربیات شرکت، احتمال انطباق با تکنولوژی درست (احتمال برد) ۶۰ درصد می باشد. نرخ تنزیل سالیانه هم برای این پروژه ۳۰ درصد است. دو دلیل برای بالا بودن نرخ تنزیل وجود دارد: اولاً اغلب شرکت های کارگزاری الکترونیکی به دلیل محیط فعالیت رقابتی و ریسکی، هزینه سرمایه بالاتری دارند و ثانیاً این فرصت سرمایه گذاری غیر اختصاصی است و هزینه های منتظر ماندن در آن بالاست. حال فرض می کنیم که شرکت بلافاصله پروژه را اجرا می کند، NPV مورد انتظار به شرح ذیل محاسبه می شود:

$$ENPV = p \sum_{t=1}^{\infty} \frac{CF_t (1+g)^t}{(1+r)^t} + (1-p) \left[\sum_{t=1}^T \frac{CF_t (1+g)^t}{(1+r)^t} + \sum_{t=T+1}^{\infty} \frac{CF_t (1+g)^t}{(1+r)^t} \right] - C$$

محاسبات جدول سه نشان می دهد که در صورت اجرای طرح در ابتدای سال ۱۹۹۶ خالص ارزش فعلی مورد انتظار^{۴۱} سرمایه گذاری برابر ۳۱۹۶۷ دلار است. از آنجا که این رقم بزرگتر از صفر است، بر اساس تحلیل سنتی جریان های نقد تنزیل شده، شرکت باید پروژه را اجرا نماید. با این حال شرکت می داند که می تواند منتظر بماند تا بسیاری از عدم اطمینان ها برطرف شود. برای مثال می تواند انجام سرمایه گذاری تا سال ۲۰۰۰ به تاخیر بیندازد تا رقابت تکنولوژی پایان پذیرد. در آن زمان شرکت کاملاً مطمئن است که می تواند تکنولوژی صحیح را انتخاب کند. فرض می کنیم که شرکت انتظار دارد احتمال موفقیت از

۶۰ درصد در سال ۱۹۹۶ به ۱۰۰ درصد در سال ۲۰۰۰ افزایش یابد (افزایش ۱۰ درصدی در هر سال). به عبارت دیگر قابلیت پیش‌بینی رقابت تکنولوژی در آینده به صورت خطی از ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰ افزایش می‌یابد. این موضوع با این واقعیت که عدم اطمینان‌های آتی به مرور زمان قابل حل است، سازگار می‌باشد. براساس این فرض شرکت می‌تواند ENPV پروژه را برای هر یک از سال‌های آتی بعد از ۱۹۹۶ جهت اجرای پروژه محاسبه کند. جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که ENPV از سال ۱۹۹۶ تا سال ۲۰۰۰ برای اجرای پروژه افزایش می‌یابد و بالاترین حد خود یعنی ۳۵۰۱۲۸ دلار می‌رسد. تحت این سناریو شرکت تا سال ۲۰۰۰ باید جهت رفع عدم اطمینان‌ها منتظر بماند. براحتی می‌توان نشان داد بعد از سال ۲۰۰۰ که رقابت تکنولوژی به پایان می‌رسد، ENPV کاهش خواهد یافت.

جدول شماره ۳: تحلیل جریان‌های نقد تنزیل شده بر اساس اختیار واقعی - پروژه معاملات

بی‌سیم

مخارج سرمایه‌گذاری (C) - دلار		نرخ رشد (g)		نرخ تنزیل (i)	
۴,۰۰۰,۰۰۰		۳۰٪		۳۰٪	
جریان‌های نقد برآورد شده با فرض پایان یافتن رقابت تکنولوژی در پایان سال پنجم					
زمان انجام سرمایه‌گذاری ۱/۱/۱۹۹۶			زمان انجام سرمایه‌گذاری ۱/۱/۱۹۹۷		
سال	موفقیت	شکست	سال	موفقیت	شکست
-	۶۰٪	۴۰٪	۱	۷۰٪	۳۰٪
۱,۹۹۶	۵۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰	۱,۹۹۷	۵۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰
۱,۹۹۷	۶۰۰,۰۰۰	۶۰۰,۰۰۰	۱,۹۹۸	۶۰۰,۰۰۰	۶۰۰,۰۰۰
۱,۹۹۸	۷۲۰,۰۰۰	۷۲۰,۰۰۰	۱,۹۹۹	۷۲۰,۰۰۰	۷۲۰,۰۰۰
۱,۹۹۹	۸۶۴,۰۰۰	۸۶۴,۰۰۰	۲,۰۰۰	۸۶۴,۰۰۰	۸۶۴,۰۰۰
۲,۰۰۰	۱,۰۳۶,۸۰۰	۱,۰۳۶,۸۰۰	...	g=۲۰٪	...
ENPV = ۳۱,۹۶۷			ENPV = ۱۶۴,۳۱۰		
زمان انجام سرمایه‌گذاری ۱/۱/۱۹۹۸			زمان انجام سرمایه‌گذاری ۱/۱/۱۹۹۹		
سال	موفقیت	شکست	سال	موفقیت	شکست
۲	۸۰٪	۲۰٪	۳	۹۰٪	۱۰٪
۱,۹۹۸	۵۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰	۱,۹۹۹	۵۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰
۱,۹۹۹	۶۰۰,۰۰۰	۶۰۰,۰۰۰	۲,۰۰۰	۶۰۰,۰۰۰	۶۰۰,۰۰۰
۲,۰۰۰	۷۲۰,۰۰۰	۷۲۰,۰۰۰	...	g=۲۰٪	...
ENPV = ۳۵۵,۵۹۳			ENPV = ۳۱۵,۱۱۵		
زمان انجام سرمایه‌گذاری ۱/۱/۲۰۰۰					
سال	موفقیت	شکست			
۴	۱۰۰٪	۰٪			
۲,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰				
...	g=۲۰٪				
ENPV = ۳۵۰,۱۲۸					
معرفی WAP - شوک بیرونی به فرآیند رقابت تکنولوژی					
زمان انجام سرمایه‌گذاری ۱/۱/۱۹۹۸			زمان انجام سرمایه‌گذاری ۱/۱/۱۹۹۹		
سال	موفقیت	شکست	سال	موفقیت	شکست
۲	۹۰٪	۱۰٪	۳	۱۰۰٪	
۱,۹۹۸	۵۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰	۱,۹۹۹	۵۰۰,۰۰۰	
۱,۹۹۹	۶۰۰,۰۰۰	۶۰۰,۰۰۰	۲,۰۰۰	۶۰۰,۰۰۰	
۲,۰۰۰	۷۲۰,۰۰۰	g=۲۰٪	...
ENPV = ۴۰۹,۶۵۰			ENPV = ۴۵۵,۱۶۶		

در صورت عدم وجود عدم اطمینان آتی، منتظر ماندن در سرمایه‌گذاری به دلیل بحث تنزیل، فقط دارای اثرات منفی می‌باشد. فرض کنیم فرآیند رقابت تکنولوژی همانگونه که شرکت انتظار داشت برطرف نشود و شرکت تا سال ۱۹۹۸ (دوره معرفی WAP استاندارد) استراتژی منتظر ماندن و مشاهده کردن را برگزیند. در این نوشته معرفی WAP به عنوان یک شوک بیرونی به فرآیند رقابت تکنولوژی مدلسازی شده و با این اتفاق عدم

اطمینان‌های آتی به شدت کاهش می‌یابد. در تحلیل‌های انجام شده فرض بر این است که با ورود این شوک از اوایل ۱۹۹۸، احتمال موفقیت از ۸۰ درصد به ۹۰ درصد افزایش می‌یابد. یک سال بعد عدم اطمینان ناشی از رقابت تکنولوژی به طور کامل برطرف می‌شود که در آن احتمال موفقیت ۱۰۰ درصد می‌باشد. رویکرد دیگر این است که اثر WAP به عنوان یک عامل کاهشنده در هزینه‌های تغییر میان تکنولوژی رقیب مدلسازی شود. در تحلیل ما رویکرد اول مورد استفاده قرار گرفته است. با این حال رویکرد دوم هم به دلیل هزینه پائین تغییر نتایج مشابهی خواهد داشت. جدول شماره ۳ ENPV پروژه را بعد از این شوک نیز نشان می‌دهد. بهترین استراتژی برای شرکت، سرمایه‌گذاری در سال ۱۹۹۹ است که ENPV آن ۴۵۵۱۶۶ دلار می‌باشد^{۴۲}. بنابراین ظهور WAP دو اثر مستقیم در تصمیم‌گیری شرکت داشت. اول اینکه عایدی مورد انتظار پروژه را به دلیل قابلیت پیش‌بینی نتایج رقابت تکنولوژی افزایش می‌دهد و دوم اینکه کاهش عدم اطمینان‌های آتی تکنولوژی، ارزش اختیار منتظر ماندن و مشاهده کردن را کاهش می‌دهد.

در تحلیل جریان نقد، ما به سایر عدم اطمینان‌هایی که باعث افزایش ارزش اختیار منتظر ماندن می‌شود توجهی نکردیم. همچنین قابل ذکر است که میزان NPV در تعیین زمانبندی سرمایه‌گذاری نقش مهمی دارد. برای برخی از پروژه‌های سودده بهترین استراتژی عدم انتخاب اختیار منتظر ماندن در انجام سرمایه‌گذاری و اقدام سریع به انجام آن است. در این دسته از پروژه‌ها کاهش میزان NPV به دلیل تاثیر تنزیل ممکن است ارزش اختیار منتظر ماندن را در صورت ایجاد NPV قابل توجه به هنگام سرمایه‌گذاری زودتر از رقبا تحت شعاع قرار دهد. در این مثال تحلیل‌های انجام شده نشان می‌دهد که فرآیند رقابت تکنولوژی نقش بسیار مهمی در تصمیم‌گیری‌های مربوط به پروژه‌های سرمایه‌گذاری IT دارند.

۴- نتیجه‌گیری و بحث

اگرچه برخی از مطالعات اخیر به پتانسیل تئوری اختیارهای واقعی در ارزیابی پروژه‌های استراتژیک IT پی برده‌اند، ولی باید توجه داشت که کاربردی بودن مدل‌های متعدد اختیارهای واقعی مستلزم این است که تحت سناریوهای مختلف مورد بررسی قرار گیرند. مدل‌های استاندارد اختیارهای واقعی که بر فرض متقارن بودن عدم اطمینان عایدی آتی

پروژه سرمایه‌گذاری استوار هستند، به دلیل فرسایش ناشی از رقابت برای فرصت‌های مشترک (شناخته شده) به صورت مستقیم کاربردی نمی‌توانند داشته باشند. تحلیل اختیارهای واقعی باید با در نظر داشتن وضعیت رقابتی احتمالی، میان منافع ناشی از سرمایه‌گذاری زودتر از رقبا و ارزش اختیار منتظر ماندن توازن ایجاد کند. هزینه تغییر تکنولوژی اطلاعات عامل مهم دیگری است که بایستی به هنگام انجام تحلیل اختیار واقعی مد نظر قرار گیرد. در اقتصاد دیجیتالی هر چه هزینه تغییر تکنولوژی اطلاعات بالا باشد یا هرچه امکان قفل شدن در تکنولوژی بیشتر باشد، تصمیم‌گیرندگان قبل از اقدام به سرمایه‌گذاری زودتر از رقبا به همان اندازه به عدم اطمینان‌های تکنولوژی هم باید توجه داشته باشند. از آنجا که پویایی‌های رقابت تکنولوژی و استانداردهای نقش مهمی در تصمیمات سرمایه‌گذاری IT دارند، باید جهت اعمال آنها در فرآیند تصمیم‌گیری مبتنی بر اختیارهای واقعی مطالعات زیادی به عمل آید.

فهرست منابع

- 1) Amram, M. and N. Kulatilaka (1999). "Real Options, Managing Strategic Investment in an Uncertain World", Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.
- 2) Amram, M, Kulatilaka, N and J., Henderson (1999). "Taking An Option on IT" CIO Enterprise Magazine, June 15.
- 3) Benaroth, M. and R. J. Kauffman (1999). "A Case for Using Real Options Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investments", Information Systems Research, 10(1), 70-88.
- 4) Benaroth, M. and R. J. Kauffman (2000). "Justifying Electronic Banking Network Expansion Using Real Options Analysis", MIS Quarterly, 24(2), 197-225.
- 5) Black, F. and M. Scholes (1973). .The Pricing of Options and Corporate Liabilities,. Journal of Political Economics, 81, 637-659.
- 6) Brealey, R. and Myers, S. (1996). Principles of Corporate Finance, 5th Ed., McGraw Hill, NY.
- 7) Brennan, M. and E. Schwartz (1985)..Evaluating Natural Resource Investments,. Journal of Business, 58, 135-57.
- 8) Bulan, L (2000). .Real Options, Irreversible Investment and Firm Uncertainty: New Evidence from U.S. Firms,. Unpublished Working Paper, Graduate School of Business, ColumbiaUniversity.
- 9) Capozza, D. and Y. Li (1994). .The Intensity and Timing of Investment: the Case of Land,. American Economic Review, 84(4), 889- 904.

- 10) Clemons, E. K. (1991). .Evaluating Strategic Investments in Information Systems., Communications of the ACM, 34(1), 22-36.
- 11) Cox, J., Ross, S. and M. Rubinstein (1979), .Option Pricing: A Simplified Approach., Journal of Financial Economics, 7(3), 229-63.
- 12) Grenadier, S. (1995). .Valuing Lease Contracts: A Real Options Approach., Journal of Financial Economics, 38, 297-331.
- 13) Grenadier, S. (1996), .Strategic Exercise of Options: Development Cascades and Overbuilding in Real estate Markets., Journal of Finance, 51(5), 1653-79.
- 14) Grenadier, S. and A. Weiss (1997). .Investment in Technological Innovations: An Option Pricing Approach., Journal of Financial Economics, 44(3), 397-416.
- 15) Huchzermeier, A. and C. Loch (2001). Project Management Under Risk: Using the Real Options Approach to Evaluate Flexibility in R&D., Management Science, 47(1), 85-101.
- 16) Ingersoll, J. and S. Ross (1992). .Waiting to Invest: Investment and Uncertainty., Journal of Business, 65(1), 1, 1-29.
- 17) Karahama, E. et. al.(1999). .Information Technology Adoption Across Time: A Cross-Sectional Comparison of Pre-Adoption and Post-Adoption Beliefs., MIS Quarterly, 23(2).
- 18) Kulatilaka, N. and S. Marcus (1988). .The Strategic Value of Flexibility: Reducing the Ability to Compromise., American Economic Review, 78(3), 3, 574-80.
- 19) Kulatilaka, N. and E. Perotti (1998). .Strategic Growth Options., Management Science, 44(8), 1021-30.
- 20) Kulatilaka, N. and L. Trigeorgis (1994). .The General Flexibility to Switch: Real Options Revisited., International Journal of Finance, 6(2), 778-98.
- 21) Kumar, R. (1996). .A Note on Project Risk and Option Values of Investments in Information Information Technologies., Journal of Management Information Systems, 13(1), 187-93.
- 22) Li, X. (2001). .Optimal Timing for Brokerage to go Wireless-A Real Options Approach., Unpublished Ph.D. Dissertation, The University of Mississippi.
- 23) Luehrman, T. (1998a). .Investment Opportunities as Real Options: Getting Stated with the Numbers., Harvard Business Review, July-August, 51-64.
- 24) Luehrman, T. (1998b). .Strategy as a Portfolio of Real Options., Harvard Business Review, Sept.-Oct., 89-99.
- 25) Mason, S. and R. Merton (1985). .The Role of Contingent Claims Analysis in Corporate Finance., Recent Advance in Corporate Finance, Irwin.
- 26) McDonald, R. and D. Siegel (1984). .Option Pricing When the Underlying Asset Earns a Below-equilibrium Rate of Return: A Note., Journal of Finance, 39(1), 261-65.

- 27) McDonald, R. and D. Siegel (1986). .The Value of Waiting to Invest,. Quarterly Journal of Economics, 101(4), 707-27.
- 28) Merton, R. C. (1973), . Theory of Rational Option Pricing,. Bell Journal of Economics and Management Science, 4(1), 1, 141-183.
- 29) Myers, S. (1977), .Determinant of Corporate Borrowing,. Journal of Financial Economics, 5(2), 147-76.
- 30) Sahlman, W. (1997), .How to Write a Great Business Plan,. Harvard Business Review, July-August, 98-109.
- 31) Shapiro, C. and H. Varian (1998), .Information Rules: A Strategic Guide to Network Economy,. Harvard Business School Press.
- 32) Smit, H. and L. Ankum (1993), . A Real Options and Game Theoretical Approach to Corporate Investment Strategic Under Competition,. Financial Management, 22(3), 241-50.
- 33) Taudes, A., M. Feurstein and A. Mild (2000), . Options Analysis of Software Platform Decisions: A Case Study,. MIS Quarterly, 24(2), 227-43.
- 34) Teisberg, E. (1994), .An Option Valuation Analysis of Investment Choices by a Regulated firm,. Management Science, 40(4), 535-48.
- 35) Trigeorgis, L. (1991), .Anticipated Competitive Entry and Early Preemptive Investment in Deferrable Projects,. Journal of Economics and Business, Vol. 43(2), 143-56.
- 36) Trigeorgis, L. (1993), .The Nature of Option Interactions and the Valuation of Investments with Multiple Real Options,. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 28(1), 1-20.
- 37) Trigeorgis, L. (1996), Real Options, Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts

یادداشت‌ها

- 1 *Real Options Theory*
- 2 *Information Technology (IT)*
- 3 *Discounted Cash Flows (DCF)*
- 4 *Option*
- 5 *Wireless Technology*
- 6 *Net Present Value(NPV)*

۷ میزان دقیق سقف افزایش مبلغ سرمایه‌گذاری در سال بعد برای اینکه NPV هر دو حالت برابر باشد، ۱۲۸ هزار دلار است. در این مثال ۱۲۷ هزار دلار با هدف فزونی NPV اجرای پروژه در سال بعد بر اجرای آن در امسال پیشنهاد شده.

- 8 *Underlying Asset*
- 9 *Ito Calculus*



-
-
- 10 *Dynamic Portfolio Hedging*
 - 11 *Partial Differential Equation*
 - 12 *Geometric Brownian Motion*
 - 13 *American Call Option*
 - 14 *Real Option*
 - 15 *Contingent Claim*
 - 16 *Option of Waiting*
 - 17 *Abandon*
 - 18 *Shared Option*
 - 19 *Compounded Option*
 - 20 *Game Theory*
 - 21 *Subsequent Options*
 - 22 *Earlier Options*
 - 23 *Switching Costs*
 - 24 *Nature of Competition*
 - 25 *Shared opportunities with high IT switching costs*
 - 26 *Shared opportunities with low IT switching costs*
 - 27 *Proprietary opportunities with low IT switching costs*
 - 28 *Proprietary opportunities with high IT switching costs*
 - 29 *Competitive Erosion*
 - 30 *Poisson Jump Process*
 - 31 *Preemptive Investment*
 - 32 *Growth Option*
 - 33 *Solution*
 - 34 *Technology lock-in*
 - 35 *Wait-and-See Policy*
 - 36 *World Wide Web*
 - 37 *Electronic Brokerage*
 - 38 *Iridium*
 - 39 *Wireless Application Protocol (WAP)*
 - 40 $g=20\%$
 - 41 *Expected Net Present Value (ENPV)*

۴۲ لازم به یادآوری می باشد که به منظور سهولت مقایسه، تاریخ ۱۹۹۶/۱/۱
به عنوان تاریخ محاسبه ENPV در نظر گرفته شده است