فصلنامه اقتصاد انرژی ایران
سال سوم، شماره ۱۰، بهار ۱۳۹۳، صفحات ۹۱-۶۷

کاربرد اختیارهای حقیقی در ارزشگذاری پروژه توسعه میدان گازی پارس جنوبی

منصور خلیلی عراقی*، اکبر کمیجانیو زینب کسرائی*****

تاریخ دریافت: ۲۷ بهمن ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: ۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۳

چکیده

در این مقاله با معرفی اختیارهای حقیقی، به ارزشگذاری پروژه های سرمایه گذاری می پردازیم. با توجه به اینکه یکی از کاربردهای اختیارهای حقیقی، ارزشگذاری پروژه های توسعه نفت و گاز با درجه عدم اطمینان بالا و هزینه های سرمایه گذاری قابل ملاحظه می‌باشد، در این پژوهش توسعه فازهای منتخب میدان گازی "پارس جنوبی" به عنوان بزرگترین منبع مستقل گازی جهان که حدود نیمی از ذخایر گازی ایران را تشکیل می دهد و بین ایران و قطر مشترک است ارزشگذاری می گردد. بر اساس نتایج حاصل از مدل، ارزش پروژه با استفاده از رویکرد اختیارهای حقیقی در مقایسه با روش‌های سنتی از جمله روش جریان نقدی تنزیل شده بیشتر است. ضمن اینکه در این رویکرد، امکان تعیین زمان بهینه انجام توسعه وجود دارد.

کلمات کلیدی: اختیارهای حقیقی، ارزشگذاری، عدم اطمینان، میدان گازی پارس جنوبی
طبقه بندی JEL: C6, D81, G13, Q40

۱. مقدمه

ارزشگذاری شرکت‌ها و پروژه‌های سرمایه گذاری در شرایط عدم اطمینان باید به گونه ای انجام شود که توانایی واکنش به تغییرات آتی وجود داشته باشد. بکارگیری اختیارهای حقیقی (RO)[1]

* استاد دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران khalili@ut.ac.ir
** استاد دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران komijani@ut.ac.ir
*** دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه مفید kasraei.z@gmail.com

1. Real Options

بر مبنای شباهت بین فرصت‌های سرمایه گذاری و اختیارهای مالی، اجازه در نظر گرفتن اختیارهای ممکن موجود در ارزشگذاری را می‌دهد. در این رویکرد با وجود اختیارهای حقیقی، توانایی تصمیم‌گیران در واکنش به شرایط بازار افزایش یافته و منجر به توسعه ارزش پروژه‌های سرمایه‌گذاری با حفظ یا ارتقای سود و یا محدود کردن ضرر می‌شود.

اختیار حقیقی یک حق و نه یک تعهد برای انجام فعالیت هایی بمانند به تعویق انداختن، گسترش یا واگذاری در دوره‌ای معین و با هزینه‌ای از پیش تعیین شده است. دو کاربرد اصلی رویکرد اختیارهای حقیقی در ارزشگذاری شرکت‌ها و نیز ارزشگذاری پروژه‌های سرمایه گذاری است. در ارزشگذاری پروژه های سرمایه گذاری، روش اختیارهای حقیقی نوع تکامل یافته و پویای روش جریان نقدی تنزیل شده (DCF)[1] است که کاربردهای فراوانی در اقتصاد دارد.

روش جریان نقدی تنزیل شده فرض می‌کند که سرمایه‌گذار باید تمامی عایدی‌های ممکن یک پروژه را بدلیل تصمیم به سرمایه‌گذاری در پروژه بپذیرد؛ بنابراین این روش سرمایه‌گذاری به عنوان یک فرصت "حال یا هرگز" در نظر گرفته می‌شود؛ تصمیمات سرمایه‌گذاری غیر قابل تغییر بوده و امکان واکنش سریع و متناسب نسبت به تغییر شرایط آتی وجود ندارد. درحالیکه روش‌های سنتی ارزش انعطاف پذیری را نادیده می‌گیرند، در رویکرد اختیارهای حقیقی فرصت سرمایه گذاری در یک پروژه به عنوان یک اختیار خرید بر روی ارزش حال جریان نقدینگی انتظاری سرمایه گذاری دیده می شود. امروزه تئوری اختیارهای حقیقی به عنوان یک ابزار نوآورانه در برنامه‌ریزی سرمایه گذاری و ارزشگذاری دارایی‌ها پذیرفته شده است و مدیریت کارآمد از اختیارهای خود به گونه‌ای استفاده می‌کند که ارزش پروژه با وجود ریسک کاهش نیابد.

با توجه به ویژگی‌های رویکرد اختیارهای حقیقی، می‌توان آن را در ارزشگذاری پروژه‌های سرمایه گذاری بخصوص پروژه‌های نفت و گاز که با عدم اطمینان مواجه بوده و نیازمند انجام هزینه‌های سرمایه گذاری زیاد است مورد استفاده قرار داد. این روش، علاوه بر تعیین ارزش پروژه با در نظر گرفتن اختیارهای ممکن برای سرمایه گذار، زمان بهینه اعمال اختیار را نیز مشخص می کند.

بر مبنای آخرین گزارش ارائه شده توسط BP در سال ۲۰۱۳، ایران دومین تولید کننده نفت اوپک و اولین دارنده ذخایر گازی جهان است (بی پی، ۲۰۱۳) و به عنوان یکی از قطب های نفت و گاز جهان به حساب می‌آید. در این شرایط ایران به دلیل موقعیت ژئوپلیتیک و شرایط اقتصادی

1. Discounted Cash Flow

خود برای استفاده مطلوب از ذخایر موجود، نیازمند توسعه و استخراج بهینه ذخایر نفت و گاز بخصوص میادین مشترک می‌باشد. از جمله مهم‌ترین منابع ذخایر عظیم گازی در کشور، میدان گازی پارس جنوبی است که به‌عنوان بزرگ‌ترین منبع مستقل گازی جهان بین ایران و قطر مشترک است و ۷/۳ درصد از کل ذخایر دنیا را تشکیل می‌دهد. به‌دلیل مشترک بودن این میدان، با تولید بیش‌تر توسط یک طرف، جریان گاز و میعانات گازی موجود در مخزن به آن سمت انتقال خواهد یافت. بنابراین دو کشور ایران و قطر همواره در تلاش‌اند تا با اجرای طرح‌های مختلف، سهم بیشتری از تولید گاز را به خود اختصاص دهند.

نظر به اهمیت میدان گازی پارس جنوبی، در این مقاله با کاربرد اختیارهای حقیقی در پی ارزشگذاری پروژه مورد مطالعه و با توجه به اهمیت زمان در میادین مشترک، تعیین زمان بهینه توسعه هستیم. در بخش دوم مقاله به رویکرد اختیارهای حقیقی، مبانی نظری و روش‌های ارزشگذاری اختیارها پرداخته و انواع و کاربردهای اختیارهای حقیقی را مورد ملاحظه قرار می دهیم. در بخش سوم پیشینه تحقیق و مطالعات انجام شده در این زمینه مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش چهارم ارزشگذاری توسعه میدان گازی پارس جنوبی با استفاده از روش DCF انجام گرفته و پس از آن پروژه مورد مطالعه با استفاده از رویکرد اختیارهای حقیقی ارزشگذاری شده و زمان بهینه اعمال اختیار مشخص می‌گردد. بخش پنجم نیز به نتیجه‌گیری اختصاص خواهد یافت.

۲. رویکرد اختیارهای حقیقی، مروری بر مبانی نظری و ادبیات موضوع

در یک قرارداد اختیار، دارنده اختیار دارای حق و نه تعهد برای خرید یا فروش دارایی معین در یک قیمت خاص (قیمت توافقی[1]) در و یا قبل از زمان سررسید در ازای پرداخت ارزش معینی می باشد. در صورتی که حق اعمال اختیار پیش از سررسید وجود داشته باشد اختیار امریکایی و در صورتی که اعمال اختیار تنها در زمان سررسید امکان پذیر باشد اختیار را اروپایی می‌نامند. اختیار حقیقی یک حق و نه یک تعهد برای انجام فعالیت هایی بمانند به تعویق انداختن، گسترش یا واگذاری در دوره‌ای معین و با هزینه‌ای از پیش تعیین شده است.

ارزشگذاری اختیارها معمولا با استفاده از روش‌های عددی[2] انجام می پذیرد که از جمله مهمترین این روش‌ها می‌توان به فرآیندهای شبیه سازی، روش‌های شبکه ای و حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی اشاره نمود.

1. Exercise Price
2. Numerical Methods

برای دستیابی به مدل قیمت گذاری اختیار بلک- شولز - مرتن (BSM)[1]، ابتدا معادلات و مفاهیمی را بیان می‌کنیم؛ مدلی را در نظر می گیریم که در آن S یک دارایی ریسکی، μ نرخ بازده انتظاری و σ تلاطم قیمت دارایی و W(t) یک متغیر تصادفی نرمال استاندارد می باشد. فرآیند تغییر قیمت دارایی پایه بصورت زیر است:

$$dS(t) = \mu S dt + \sigma S dW(t) \qquad (۱)$$

رابطه (۱) یک معادله دیفرانسیل تصادفی است که در آن $dW(t) = z_t\sqrt{dt}$ تغییر در یک فرآیند واینری[2] است که بصورت نرمال توزیع شده است؛ اساسا یک مدل تصادفی، از فرآیند واینری یا حرکت براونی هندسی (GBM)[3] مشتق می گردد که ارزش در زمان t با W(t) نشان داده می شود:

$$W(t_{k+1}) = W(t_k) + z(t_k)\sqrt{\Delta t} \qquad (۲)$$

حرکت براونی عدم اطمینان در ارزش های آتی را نشان می دهد که در آن $z(t_k)$ متغیر تصادفی نرمال استاندارد بوده و تفاضل W(t)ها متغیر تصادفی با میانگین صفر و واریانس Δt و دارای توزیع نرمال است. حرکت براونی هندسی دارای ویژگی هایی است که از جمله می‌توان به مستقل بودن تفاضل‌ها و مشتق پذیر نبودن مسیرهای این فرآیند اشاره کرد. در رابطه (۱) اگر W(t) وجود نداشت این رابطه یک معادله دیفرانسیل معمولی بود اما با وجود آن، معادلات دیفرانسیل حاصل بدلیل تصادفی بودن با روش‌های معمولی حل نمی‌گردند. بنابراین با استفاده از لم ایتو[4] برای حل انتگرال های تصادفی به فرمول ضمنی قیمت S می‌رسیم:

$$S(t) = S(0)\exp\left\{\sigma W(t) + (\mu - \frac{1}{2}\sigma^2 t)\right\} \qquad (۳)$$

فرمول BSM را می توان با استفاده از حد مدل دو جمله ای، ارزش انتظاری و نیز با استفاده از معادله دیفرانسیل جزئی بدست آورد. بر اساس رویکرد معادله دیفرانسیل جزئی(PDE)[5] در معادله BSM با در نظر گرفتن اختیاری با عایدی g(C(t))، قیمت اختیار در زمان t بوسیله C(t,S(t)) تعیین می گردد که تابع C به عنوان راه حلی برای معادله دیفرانسیل جزئی بلک- شولز- مرتن و شرایط مرزی خواهد بود. با استفاده از لم ایتو برای فرآیند $C(t, S(t))$ داریم:

1. Black-Scholes-Merton
2. Wiener Process
3. Geometric Brownian Motion
4. Ito's Lemma
5. Partial Differential Equation

$$d\,C\big(t,S(t)\big)=\left[C_t+\frac{۱}{۲}\sigma^{۲}s^{۲}C_{ss}+\mu SC_s\right]dt+\sigma SC_s dW \qquad (۴)$$

با در نظر گرفتن ارزش سبدی متشکل از دارایی پایه و قیمت مشتقه آن، نهایتا به رابطه زیر می‌رسیم (زاپاترو و سویتانی، ۲۰۰۴: ۲۴۶).

$$C_t+\frac{۱}{۲}\sigma^{۲}s^{۲}C_{ss}+r(sC_s-C)=۰, \qquad C(t,s)=g(s) \qquad (۵)$$

رابطه (۵) معادله دیفرانسیل BSM است و به ازای هر مشتقه ای که دارایی پایه آن S باشد می توان این معادله را حل کرد و در حل آن باید شرایط مرزی را در نظر گرفت. در صورتی که S قیمت دارایی، K قیمت توافقی، T زمان باقی مانده تا سررسید و σ تلاطم قیمت دارایی و r نرخ بدون ریسک[1] باشد بر اساس معادله BSM ارزش اختیار اروپایی برابر است با:

$$C(t,s)=SN\left(d_۱\right)-Ke^{-r(T-t)}N(d_۲) \qquad (۶)$$

که در آن N(d) احتمال تجمعی تابع توزیع نرمال استاندارد است.

$$d_۱=\frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right)+\left(r+\frac{\sigma^{۲}}{۲}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \qquad (۷)$$

$$d_۲=d_۱-\sigma\sqrt{T-t} \qquad (۸)$$

این مدل بر مبنای برخی فروض بنا نهاده شده است از جمله اینکه واریانس بازده درطول زمان ثابت است. (بلک و شولز، ۱۹۷۳: ۶۴۳)

فرمول BSM را می توان به عنوان ارزش انتظاری و مستقیما با استفاده از توابع توزیع نرمال استاندارد بدست آورد. برای یک اختیار خرید اروپایی با قرار دادن زمان حال برابر صفر و با استفاده از رابطه $E[e^{-rT}\{S(t)-K\}^{+}]$ به BMS دست می یابیم. از آنجا که تحت احتمال ریسک خنثی متوسط بازده S برابر با نرخ بدون ریسک r خواهد بود، مقدار μ در معادله فوق را با r جایگزین کرده و با انجام محاسباتی به فرمول بلک- شولز - مرتن (رابطه ۶) می‌رسیم. بدلیل طولانی بودن روابط توجه خوانندگان را به منبع مورد نظر جلب می کنیم (زاپاترو و سویتانی، ۲۰۰۴: ۲۶۸-۲۶۶؛ درخشان، ۱۳۸۳: ۴۷۹-۴۷۵؛ هال، ۲۰۰۹: ۳۰۸-۳۰۷)

1. Risk-free Rate

مدل درخت دو جمله‌ای کاکس، راس و رابینشاین (CRR)[1] که زیرمجموعه و مهمترین نوع از روش‌های شبکه‌ای در ارزشگذاری اختیارها می‌باشد، در سال ۱۹۷۹ ارائه گردید. این روش که دارای روش حل استقرای پس نگر[2] است، برای حل دو مدل اختیار اروپایی و امریکایی کاربرد دارد. در این مدل که زمان تا سررسید به تعدادی بازه گسسته تقسیم می‌گردد، ارزش‌های اختیار در هر مرحله برای کاربر قابل مشاهده است. فرمول بلک – شولز- مرتن را می‌توان با استفاده از حد مدل دوجمله‌ای نیز بدست آورد؛ مزیت مدل ارزشگذاری اختیار دوجمله‌ای آنست که دارای انعطاف بوده و دامنه وسیعی از کاربردهای اختیارهای حقیقی را که دارای پیچیدگی بیشتر است نیز در بر می‌گیرد. در مدل درخت دو جمله ای که در این مقاله با استفاده از آن ارزشگذاری صورت می پذیرد، طول دوره زمانی بین دو گام، Δt در نظر گرفته شده و پارامترها بصورت $u > e^{r\Delta t}$ و نیز $d < 1$ در هر دوره زمانی می باشند. قیمت دارایی با افزایش به $uS(t)$ و با کاهش به $dS(t)$ می‌رسد به ترتیب با احتمالات p و q=1-p .

برای قیمت‌گذاری اختیار از احتمال ریسک خنثی استفاده می شود که با استفاده از فرمول های زیر محاسبه می گردند و در آن r نرخ بدون ریسک است (زاپاترو و سویتانی، ۲۰۰۴: ۲۱۷).

$$p^* = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} \qquad (۹)$$

$$q^* = \frac{u - e^{r\Delta t}}{u - d} \qquad (۱۰)$$

بعلاوه داریم:

$$u = \frac{1}{d} \qquad (۱۱)$$

در صورتی که عایدی بوسیله $C = g(S(t))$ برای تابع غیرمنفی g در سررسید داده شود تحت احتمال ریسک خنثی در زمان T ارزش اختیار برابر است با :

$$C(t) = e^{-r\Delta t}[p^* g(S(t))u + q^* g(S(t))d] \qquad (۱۲)$$

بنابراین داریم:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}, d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \qquad (۱۳)$$

در اختیار امریکایی برخلاف اختیار اروپایی در هر زمانی پیش از سررسید قابلیت اعمال وجود دارد که این حق باعث افزایش ارزش اختیار امریکایی نسبت به اروپایی بدلیل افزایش فرصت اعمال

1. Cox, Ross & Rubinstein
2. Backward Induction

اختیارها می‌گردد. از جنبه نظری، ارزشگذاری یک اختیار امریکایی مستلزم حل یک مساله بهینه سازی تصادفی پویاست. با در اختیار داشتن یک اختیار امریکایی در هر لحظه باید درباره بهینه بودن اعمال یا عدم اعمال اختیار تصمیم‌گیری صورت گیرد. بر این اساس باید مقایسه‌ای بین دو مقدار صورت گیرد:

- ارزش ذاتی اختیار – عایدی که با اعمال فوری اختیار نصیب دارنده می‌شود.
- ارزش ادامه – ارزش انتظاری تحت شرایط ریسک خنثای ارزش تنزیل شده اختیار در فرصت اعمال بعدی که با انتظار برای فرصت های بهتر حاصل می‌گردد.

۲-۱. انواع و کاربردهای اختیارهای حقیقی

از آنجا که رویکر اختیارهای حقیقی از نظریه اختیارهای مالی مشتق گردیده است، ارزشگذاری در این رویکرد بر مبنای شباهت آن با اختیارهای مالی صورت می‌پذیرد.

جدول ۱. شباهت بین اختیارهای مالی و حقیقی

اختیارهای مالی	متغیر	اختیارهای حقیقی
ارزش جاری دارایی پایه	S	ارزش حال جریان های نقدی آتی
قیمت توافقی	K	هزینه سرمایه گذاری
سود تقسیم شده	D	جریان نقدی به عنوان سهمی از ارزش حال دارایی
نرخ بدون ریسک	r_f	نرخ بدون ریسک
تلاطم قیمت	σ	تلاطم ارزش دارایی
زمان تا سررسید	T	زمان سررسید فرصت سرمایه گذاری

منبع: دیکسیت و پیندیک، ۱۹۹۴

برای اختیارهای حقیقی، کاربردهای متفاوتی متصور است و مهمترین زمینه های کاربردی آن ارزشگذاری سرمایه گذاری در منابع طبیعی، انرژی های تجدید پذیر، توسعه املاک و مستغلات، استراتژی شرکت ها، تحقیق و توسعه، ارزشگذاری بنگاه و سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات می باشد. (لوند، ۲۰۰۸) اختیارهای حقیقی را می‌توان به چند نوع عمده طبقه بندی نمود:

- اختیار به تعویق انداختن / اختیار زمانبندی[1]: که یک اختیار خرید امریکایی بر ارزش پروژه است.

1. The Option to Defer / Timing Option

- اختیار واگذاری[1]: اختیاری برای فروش یا اتمام عملیات پروژه سرمایه گذاری است که یک اختیار فروش امریکایی بر روی ارزش پروژه می باشد.
- اختیار گسترش[2]: اختیاری برای سرمایه گذاری‌های بعدی و افزایش درآمد است در صورتی که شرایط مطلوب باشد؛ یک اختیار خرید امریکایی بر ارزش ظرفیت اضافی پروژه است.
- اختیار انقباض[3]: اختیاری برای کاهش مقیاس عملیات پروژه و یک اختیار فروش امریکایی بر روی ارزش ظرفیت از دست رفته می باشد.
- اختیار تعویض/ تغییر عملیات[4]: اختیار تعویض ممکن است شامل طیف گسترده ای از انعطاف ها باشد که اجازه می دهد صاحب دارایی در انجام هزینه، بین دو عملیات ممکن قابلیت تعویض را داشته باشد. اختیار تغییر عملیات در شرایط تغییر شرایط کسب و کار مثل تغییر فناوری یا ظهور تکنولوژی جدید بوجود می آید.

۳. پیشینه مطالعات صورت گرفته

در زمینه کاربرد اختیارهای حقیقی مایرز در سال ۱۹۷۷ برای اولین بار مفهوم اختیارهای حقیقی را مطرح و شباهت‌های بین اختیارهای مالی و حقیقی را مورد ملاحظه قرار داد. او نشان داد زمانی که یک پروژه سرمایه‌گذاری دارای ویژگی‌های نامطمئن است، ارزش پروژه باید برابر با ارزش حال خالص (NPV)[5] پروژه بعلاوه ارزش اختیار آتی آن باشد. وی در مقاله خود در سال ۱۹۸۴ محدودیت‌های روش DCF را در منعکس نمودن انعطاف مدیریتی بیان کرده و اهمیت استراتژی شرکت ها را در فرآیند بودجه ریزی سرمایه مورد تحلیل قرار داد و پیشنهاد کرد که تصمیمات سرمایه گذاری بوسیله رویکرد ارزشگذاری اختیارها انجام شود.

پس از معرفی این رویکرد توسط مایرز، پژوهش‌های متعددی در این زمینه طی سالهای دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ میلادی در تکامل این رویکرد و بکارگیری آن در زمینه ارزشگذاری و استراتژی شرکت‌ها و نیز پروژه های سرمایه گذاری بکار گرفته شد.

1. The Option to Abandon
2. Expansion Options
3. Contraction Options
4. The Option to Switch/ Change Operations
5. Net Present Value

مک دانلد و سیگل (۱۹۸۴)، یک مدل ارزشگذاری اختیارهای حقیقی را ارائه نمودند که در آن فرض نمودند ارزش پروژه و سرمایه‌گذاری از فرآیند حرکت براونی هندسی تبعیت می‌نماید و ارزش انتظار برای سرمایه‌گذاری را بدست آوردند.

دیکسیت و پیندیک (۱۹۹۴)، در کتاب خود تحت عنوان سرمایه گذاری در شرایط عدم اطمینان با رویکرد جدیدی به چگونگی تصمیمات سرمایه گذاری بنگاه ها در شرایط عدم قطعیت محیط اقتصادی پرداخته و با معرفی ارزش اختیارها در دستیابی به اطلاعات بیشتر با انتظار، چارچوب پویایی را نسبت به روش‌های سنتی در بررسی فرصت‌های سرمایه گذاری ارائه می دهند. آنها همچنین نشان دادند که روش های سنتی، ارزش بوجود آمده بوسیله تعویق سرمایه گذاری را نادیده می گیرند که این سبب خطا در سنجش ارزش پروژه خواهد شد. بنابراین، کل سرمایه گذاری یک تصمیم توام با خطا خواهد بود. پروژه سرمایه گذاری می تواند تا بدست آوردن اطلاعات بیشتر منتظر مانده و سپس تصمیم سرمایه‌گذاری انجام گیرد که این همان اختیاری است که ارزش آن را نباید نادیده گرفت (دیکسیت و پیندیک، ۱۹۹۴: ۲۴).

امرام و کولاتیلاکا (۱۹۹۹)، روش ارشگذاری اختیارهای حقیقی را به عنوان یک راه جدید برای مدیریت سرمایه گذاری موثر ارائه می‌دهند که منعکس کننده ریسک بالا و انعطاف پذیری زیاد در تصمیم گیری سرمایه گذاری توسط مدیران است. آنها تئوری قیمت گذاری اختیار و قوانین بازار مالی را در ارزیابی دارایی های غیر قابل مبادله بکار گرفته و بر استفاده مدیران از اختیار خود در اتخاذ تصمیمات مدیریتی در زمینه اختیارهایی بمانند سرمایه گذاری استراتژیک، انتخاب پروژه های تحقیق و توسعه، سرمایه گذاری در منابع طبیعی و غیره تاکید می کنند (امرام و کولاتیلاکا، ۱۹۹۹)

آسوات دامورادان به عنوان یکی از پیشتازان در زمینه اختیارهای حقیقی در سال ۲۰۰۲ در اثری تحت عنوان "ارزیابی سرمایه گذاری: ابزارها و تکنیک‌ها برای تعیین ارزش دارایی"، تمام روش های مورد استفاده برای ارزشگذاری پروژه های سرمایه‌گذاری را با توجه ویژه به مفهوم اختیارهای حقیقی توصیف می کند.

ماریان برچ (۲۰۰۳)، در تالیف خود با نام "اختیارهای حقیقی در عمل"، کاربرد تئوری را در عمل نشان داده و امکانات و روش‌های کاربرد مفهوم اختیارهای حقیقی در رشته‌های مختلف مانند داروسازی، سوخت، انرژی، فناوری‌های پیشرفته و شرکت‌های فعال در تجارت الکترونیک، بیوتکنولوژی و غیره را مورد توصیف قرار داده است.

شوارتز و تریجئورجیس (۲۰۰۲)، در زمینه اختیارهای حقیقی و سرمایه گذاری در شرایط عدم اطمینان عنوان می کنند که تا پیش از آنکه نوآوری‌ها در حوزه اختیارهای حقیقی ابزاری برای تجزیه و تحلیل ارائه بدهد سرمایه گذاری تحت شرایط عدم اطمینان برای چند دهه پیشرفتی نداشته است. نویسندگان انوع خاصی از اختیارها، مدل ای ارزیابی و امکان استفاده از آنها را در ارزیابی پروژه های سرمایه گذاری تحت عدم قطعیت در نمونه ای از صنایع انتخاب شده شرح دادند. اسمیت و تریجئورجیس در همان سال رویکردی را معرفی نمودند که در آن اختیارهای حقیقی و تئوری بازیها را برای تصمیمات استراتژیک ادغام نموده و ابعاد رقابتی و اثرات متقابل درونزای تصمیمات استراتژیک را بین بنگاه و رقیبانش مورد ملاحظه قرار دهند(زی هانگ، ۲۰۱۱: ۴۵).

طی دهه گذشته کاربرد اختیارهای حقیقی در ارزشگذاری شرکت ها و پروژه های سرمایه گذاری مرتبط با زمینه های مختلف کاربردی از جمله منابع طبیعی، انرژی های تجدید پذیر، تحقیق و توسعه و همچنین استراتژی ها و سرمایه گذاری های استراتژیک شرکت ها در سراسر جهان افزایش یافته است. با توجه به ماهیت نامطمئن پروژه های بخش انرژی و اینکه سرمایه گذاری در منابع طبیعی دارای درجه بالایی از نوسانات تصادفی است ارزشگذاری در این حوزه نیازمند توانایی و قابلیت های مدیریت بنگاه در استفاده از اختیارهای ممکن است و بنابراین یکی از مهمترین کاربردهای اختیارهای حقیقی در این زمینه می باشد. در این بخش خلاصه ای از مطالعات صورت گرفته ارائه می گردد که اهم آن درباره ذخایر نفتی و معدنی است.

تورینهو (۱۹۷۹)، برای اولین بار با کاربرد مدل اختیارهای حقیقی در منابع طبیعی، ذخایر نفتی را با استفاده از تکنیک قیمت گذاری اختیارها مورد ارزیابی قرار داد. وی با فرض اینکه قیمت منابع نامطمئن است ارزش ذخایر نفتی را با استفاده از اختیارها بدست آورده و در پی یافتن زمان بهینه استخراج ذخایر بوده است.

برنان و شوارتز (۱۹۸۵)، چگونگی تخمین ارزش یک پروژه معدن مس را با جریان نقدی پرریسک مورد مطالعه قرار دادند (برنان و شوارتز، ۱۹۸۵: ۱۳۷).

در زمینه بکارگیری اختیارهای حقیقی در حوزه نفت، اولین بار پادوک، سیگِل و اسمیت در سال ۱۹۸۸ به توسعه نظریه اختیارهای مالی به ارزشگذاری یک میدان نفتی فراساحلی پرداختند و ضرورت ترکیب تکنیک‌های قیمت‌گذاری اختیار با مدل تعادلی بازار برای ذخایر نفتی را نشان دادند و مزیت این رویکرد نسبت به روش جریان نقدی تنزیل شده را مورد تاکید قرار دادند(پادوک و دیگران، ۱۹۸۹: ۴۸۰).

تریجئورجیس (۱۹۹۰)، بررسی یک پروژه منابع طبیعی چند ملیتی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و با استفاده از اختیارهای موجود و بوسیله روش قیمت گذاری اختیارها ارزش پروژه را تعیین کرد.

دیاس(۱۹۹۷)، تئوری بازیها و اختیارهای حقیقی را در ارزیابی زمان بهینه حفاری‌های اکتشافی ترکیب نمود. وی در سال ۲۰۰۴ مجموعه ای از اختیارهای حقیقی را برای ارزیابی سرمایه گذاری در اکتشاف و تولید نفت با وجود عدم اطمینان بازاری و فنی معرفی نموده و پس از ارائه مدل سنتی پادوک و همکاران در ارزشگذاری عملی میدان نفتی، عدم اطمینان در قیمت نفت را با استفاده از فرآیندهای تصادفی مدلسازی کرد. انتخاب بین پروژه های دوبدو ناسازگار در اکتشاف و تولید نفت، ارزیابی تصمیمات سرمایه گذاری، یافتن ارزش اختیار حقیقی و قاعده تصمیم بهینه که همان نقطه بهینه اعمال اختیار است و بهینه سازی تحت شرایط عدم اطمینان از دیگر موضوعات مطرح شده در این مقاله است (دیاس، ۲۰۰۴: ۹۸).

کورتازار و شوارتز (۲۰۰۳)، شبیه سازی مونت کارلو را برای ارزیابی اختیار حقیقی توسعه یک میدان نفتی بکار گرفتند (کورتازار و دیگران، ۲۰۰۳: ۱۴۹).

آرمسترانگ مطالعه ای را در سال ۲۰۰۴ درباره توسعه میدان نفتی انجام داد که هدف آن، ارزیابی اختیارها برای دستیابی به اطلاعات بیشتر در ارزشگذاری دقیق پروژه بود.

فان و زو (۲۰۱۰)، نوعی مدل اختیارهای حقیقی را توسعه داده اند که به فرآیند تصمیم گیری در سرمایه گذاری فراساحلی نفت کمک می کند (فرناندس و دیگران، ۲۰۱۱: ۴۴۹۱).

مطالعات داخلی نیز علاوه بر تعداد محدود، بیشتر به استراتژی و ارزشگذاری شرکت ها می پردازد:

ثقفی و تالانه (۱۳۸۵)، به بررسی ارزشیابی مبتنی بر اختیار پرداخته و نشان دادند متغیر ارزش دفتری می تواند نقش اختیار واگذاری را داشته باشد.

تهرانی و سروش(۱۳۸۹)، با استفاده از اختیارهای حقیقی و روش دوجمله‌ای به ارزشیابی تحقیق و توسعه در شرکت‌های نوپا پرداختند (تهرانی و سروش، ۱۳۸۹:۵).

پاکدل و همکاران (۱۳۹۱)، به ارزشیابی پروژه آماده سازی معدن با استفاده از رویکرد اختیارهای حقیقی پرداخته و نشان می دهند استفاده از روش سنتی DCF نسبت به کاربرد اختیارهای حقیقی ارزش پروژه را کمتر از حد تخمین می زند (پاکدل و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۵).

با مروری بر پیشینه تحقیق و کارهای انجام گرفته در مورد موضوع مطالعه، مشاهده می‌گردد که تا بحال در زمینه منابع گازی، با استفاده از رویکرد اختیارهای حقیقی ارزشگذاری صورت نگرفته است بنابراین در این پژوهش بر آن شده‌ایم تا با استفاده از این رویکرد توسعه فازهایی از میدان گازی پارس جنوبی را مورد ارزشگذاری و زمانبندی بهینه قرار دهیم.

٤. ارزشگذاری پروژه توسعه میدان گازی پارس جنوبی

بر اساس آمار منتشر شده در سال ۲۰۱۳، ایران با ۳۳/۶ تریلیون مترمکعب ذخیره گاز طبیعی معادل ۱۸ درصد کل ذخایر جهان، بالاتر از کشورهای روسیه و قطر مقام اول جهان را از لحاظ ذخایر اثبات شده گاز طبیعی در اختیار دارد. این میزان تقریباً معادل نیمی از ذخایر گاز طبیعی خاورمیانه است (بی پی، ۲۰۱۳). میدان گازی پارس جنوبی به عنوان بزرگترین منبع مستقل گازی جهان در خلیج فارس و در آبهای سرزمینی ایران و قطر واقع شده است. مساحت این میدان گازی ۹۷۰۰ کیلومتر مربع است که سهم متعلق به ایران ۳۷۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. ذخیره گاز این بخش از میدان، ۱۰ تریلیون متر مکعب گاز قابل استحصال به همراه ۱۸ میلیارد بشکه میعانات گازی است که حدود ۶ درصد از کل ذخایر گاز جهان و نزدیک به نیمی از ذخایر گاز کشور را شامل می‌شود. در ایران برای توسعه این میدان گازی، ۲۴ فاز مجزا در نظر گرفته شده که ۱۱ فاز آن به بهره برداری رسیده و سایر فازها در مراحل مختلف توسعه قرار دارند.

با توجه به اینکه کشور قطر با مشارکت شرکت‌های بین المللی فعال در زمینه نفت و گاز، از لحاظ توسعه و بهره برداری از این میدان گازی مشترک نسبت به ایران در وضعیت بهتری قرار دارد، لزوم نگاه علمی به این مقوله در شناخت وضع موجود با در نظر گرفتن شرایط عدم اطمینان موثر بر ارزش این پروژه، ضروری به نظر می‌رسد. در این بخش با استفاده از روش جریان نقدی تنزیل شده و پس از آن با استفاده از رویکرد اختیارهای حقیقی، به ارزشگذاری توسعه فازهای ۲۲ تا ۲۴ میدان گازی پارس جنوبی پرداخته و با بکارگیری اختیارهای حقیقی، زمان بهینه توسعه این فازها را مورد بررسی قرار می دهیم.

٤-١. مدل DCF

در روش ارزش حال خالص پروژه داریم:

$$NPV = -C_{\cdot} + \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t} \qquad (۱۴)$$

در این معیار، پروژه در صورتی قابلیت اجرا دارد که ارزش حال خالص آن بزرگتر از صفر باشد.

در روش نرخ بازدهی داخلی (IRR)[1] به‌دنبال نرخی هستیم که اگر درآمدهای آینده را با آن نرخ به زمان شروع پروژه (که سرمایه‌گذاری صورت می‌گیرد) تنزیل کنیم، درآمد تنزیل شده با میزان سرمایه‌گذاری برابر شود. در حقیقت نرخ بازده داخلی یک پروژه از تعادل ارزش فعلی درآمدها و هزینه‌ها حاصل می‌شود و ارزش خالص فعلی پروژه را صفر می‌کند.

در روش دوره بازگشت سرمایه[2]، طرحی که در مدت زمان کوتاه‌تری اصل سرمایه را بازگرداند جذابیت بیش‌تری خواهد داشت. در این روش، دوره یا مدت زمانی مورد توجه است که سرمایه اولیه توسط درآمدهای سالیانه جبران می‌شود و به‌عبارتی مجموع درآمدهای سالیانه در آن دوره برابر هزینه‌های سرمایه‌گذاری گردد. در صورتی که طرحی اصل سرمایه را در مدت زمانی مساوی یا کم‌تر از زمان مورد نظر سرمایه‌گذار بازگشت کند قابل قبول خواهد بود (خلیلی عراقی و همکاران، ۱۳۸۷: ۲۳)

عوامل موثر بر مدل

C- هزینه سرمایه گذاری:

سرمایه گذاری که باید برای توسعه میدان گازی جهت بهره برداری و تولید گاز و سایر محصولات انجام گیرد. اندازه و زمان این سرمایه گذاری به مقیاس و ساختار پروژه بستگی دارد. توسعه میدان گازی شامل پیچیدگی‌های زیاد، افق بلندمدت و فازهای متعدد است. هزینه های مهندسی، ساخت و اجرا، تجهیزات تولید، تاسیسات دریایی و ساحلی و همچنین زیرساختهای انتقال بمانند خطوط لوله نیز از دیگر ملزومات است.

تاسیسات دریایی شامل سکوهای اصلی و اقماری دریایی، خطوط لوله اصلی و فرعی و تاسیسات ساحلی شامل واحدهای دریافت و جداسازی گاز و میعانات، واحدهای تصفیه گاز شامل واحدهای شیرین سازی و نم‌زدایی، واحد فشرده‌سازی و تراکم گاز جهت صادرات، واحد استحصال و بازیافت گوگرد، سرویس‌های جانبی، سیستم تصفیه آب و مخازن جهت ذخیره‌سازی میعانات گازی و گاز مایع می‌باشد. بر اساس برآوردهای صورت گرفته، هزینه سرمایه گذاری مورد نیاز برای توسعه فازهای ۲۲ تا ۲۴ میدان گازی پارس جنوبی ۶/۱ میلیارد دلار می باشد.[3]

C_t- جریان نقدی:

1. Internal Rate of Return
2. Payback Period

۳. اطلاعات دریافتی از کارشناسان شرکت ملی نفت و شرکت ملی گاز ایران

برای محاسبه ارزش حال خالص انتظاری، جریان های نقدی انتظاری باید پیش بینی گردند. جریان های نقدی حاصل از توسعه میدان گازی شامل عوامل مختلفی است که می تواند به دو بخش عمده تقسیم شود: هزینه ها و درآمدها.

درآمدها شامل مقدار گاز تولیدی و سایر محصولات حاصل از هر فاز است که باید با توجه به قیمت های آنها محاسبات صورت گیرد. برای تخمین جریان‌های نقدی خالص هزینه‌ها باید از درآمدها کسر گردند. هزینه‌های عملیاتی و نگهداری دو جزء اصلی هزینه‌هاست.

هزینه‌های عملیاتی شامل هزینه نیروی انسانی، هزینه الکتریسیته و انرژی، بیمه، هزینه‌های اداری، بازاریابی هزینه تجهیزات تولید و سایر هزینه‌های مرتبط با خط لوله و زیرساختها می باشد. هزینه های نگهداری نیز هزینه های انتظاری و غیر قابل انتظار تعمیر و نگهداری تجهیزات و سایر امکانات مرتبط با میدان گازی را شامل می‌گردد. در محاسبات صورت گرفته در این پژوهش، هزینه‌های عملیاتی سالانه، ۳ درصد هزینه های سرمایه گذاری در نظر گرفته می شود.[۱]

r- نرخ تنزیل:

هدف نرخ تنزیل یافتن ارزش حال جریان های نقدی آتی است. با شرایط یکسان، پروژه های ریسکی دارای ارزش کمتری نسبت به پروژه های بی خطر هستند. در نتیجه سرمایه گذاران نرخ‌های بازده بالاتری را از پروژه های ریسکی انتظار دارند. وقتی پروژه‌هایی را در نظر می‌گیریم که در آن جریان‌های نقدی شناخته شده است، نرخ بازده مرتبط با دیگر سرمایه گذاری های بدون ریسک، مانند سپرده‌های بانکی، مبنایی برای نرخ تنزیل در محاسبات NPV قرار می‌گیرد. هنگامی که جریان‌های نقدی نامطمئن است، مانند توسعه بخش نفت و گاز، معمولا نرخ تنزیل بر مبنای نرخ بازده مورد انتظار محاسبه می گردد. انتخاب نرخ تنزیل مناسب برای استفاده در تنزیل منافع و هزینه های آینده، مهم ترین مرحله ارزشگذاری است.

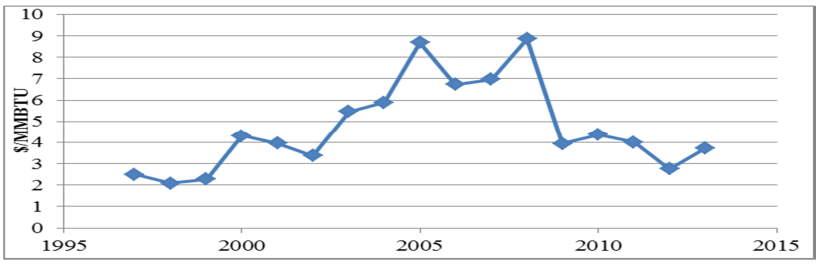
سطح قیمت گاز و سایر محصولات

قیمت گاز طبیعی نقش مهمی در ارزشگذاری پروژه های بخش گاز از جمله پروژه مورد مطالعه دارد. قیمت جهانی گاز تابع عوامل متعددی است که علاوه بر عوامل اقتصادی از جمله میزان عرضه و تقاضا، عوامل منطقه‌ای و سیاسی نیز بر آن موثر است. طی دهه‌های اخیر، سهم گاز طبیعی در تامین انرژی‌های اولیه افزایش یافته و بر اساس پیش‌بینی‌ها و با توجه به نرخ رشد تقاضا برای گاز طبیعی، این حامل انرژی از سال ۲۰۳۰ به بعد، به انرژی نخست مصرفی جهان تبدیل خواهد

۱. اطلاعات ارائه شده توسط کارشناسان شرکت ملی نفت و شرکت ملی گاز ایران

شد (آژانس بین المللی انرژی، ۲۰۱۲). در ایران با وجود منابع عظیم گازی، بخش قابل توجهی از این ذخایر به مصرف داخلی اختصاص یافته است که منطقی شدن قیمت ها به منظور مصرف بهینه ضروری به نظر می رسد. با تصویب مجلس شورای اسلامی و با اجرای فاز دوم هدفمندی یارانه‌ها، از سال ۱۳۹۳ قیمت گاز طبیعی متناسب با قیمت جهانی گاز در نظر گرفته می شود.

از آنجا که فازهای در حال بهره برداری پارس جنوبی می تواند نیاز داخلی را تامین کند، گاز تولیدی از فازهای در حال توسعه می‌تواند برای استفاده به عنوان خوراک پتروشیمی به منظور تولید محصولاتی با ارزش افزوده بالاتر، صادرات و یا استفاده در سایر تبدیلات گازی بکار گرفته شود که در این صورت نیز قیمت گاز باید بر مبنای قیمت‌های واقعی در نظر گرفته شود. بر این اساس از سال ۱۳۹۳ قیمت گاز تحویلی به پتروشیمی ها حداقل ۱۳ سنت به ازای هر متر مکعب خواهد بود و از این رو این رقم در محاسبات این تحقیق نیز مورد استفاده قرار می گیرد.



نمودار ۱. قیمت گاز طبیعی بین سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۳ (منبع: اداره اطلاعات انرژی، ۲۰۱٤)

بر اساس آمارهای بین المللی متوسط قیمت هر تن LPG در ژانویه ۲۰۱۴ در بازار خلیج فارس $۸۰۰t/$[1] و قیمت هر تن اتان مبادله شده $t/$ ۲۵۰ می باشد.[2] بر این اساس و با توجه به پیش بینی ها قیمت هر تن LPG، ۷۰۰ دلار و هر تن اتان ۲۵۰ دلار در نظر گرفته می شود. در سال ۱۳۹۲ هر بشکه میعانات گازی در بورس کالای ایران با قیمت ۲ میلیون ریال در هر بشکه قیمت گذاری شده است[3] و قیمت جهانی آن حداقل ۱۰۰ دلار به ازای هر بشکه می باشد (آژانس بین المللی انرژی، ۲۰۱۳)

1. OPIS Asia Naphtha & LPG Report, Jan 2014
2. Petroleum Argus 2013
3. www.ime.co.ir

قیمت هر تن گوگرد صادراتی از عسلویه (تولیدی از فازهای در حال بهره برداری) در سالهای ۱۳۸۷تا ۱۳۹۰ بین ۷۰ تا ۹۰ دلار در هر تن متغیر بوده است.[1] این در حالیست که بر اساس اعلام CRU قیمت گوگرد خاورمیانه، ونکوور، چین، هند و اروپا در سالهای ۲۰۱۱، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ و پیش بینی آن برای سالهای ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ به شرح جدول ۲ است.

جدول ۲. پیشینه و پیش بینی قیمت گوگرد در بازارهای جهانی

	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱٤	۲۰۱٥	۲۰۱٦	۲۰۱۷
Middle East FOB[2]	۲۰۱	۱۸۳	۱۲۳	۱۰۲	۹۰	۹۸	۱۰۸
FOB Vancouver	۲۰۸	۱۸۲	۱۲٥	۱۰٥	۹٥	۱۰٥	۱۱٥
China CFR[3]	۲۲٦	۱۹۹	۱٥٥	۱۲۸	۱۱۸	۱۲٦	۱۲٥
CFR India	۲۲٦	۱۹۹	۱٥۰	۱۱۸	۱۰٦	۱۱٦	۱۲٦
CFR Europe	۲۱۴	۲۱٥	۱۸۱	۱٥۰	۱۳۲	۱۳٥	۱۳٥

قیمت ها به $/t

ذخایر قابل استخراج

بر اساس تخمین‌های صورت گرفته از جمله اهداف توسعه فازهای ۲۲ تا ۲۴ میدان گازی پارس جنوبی تولید روزانه ۵۰ میلیون متر مکعب گاز تصفیه شده و ۷۵ هزار بشکه میعانات گازی گوگردزدایی شده و تثبیت‌شده جهت صادرات می باشد. از جمله سایر محصولات می‌توان به تولید حدود ۱/۰۵ میلیون تن در سال گاز مایع جهت صادرات، یک میلیون تن در سال اتان و ۴۰۰ تن گوگرد اشاره نمود (شرکت نفت و گاز پارس، اطلاعات پروژه های در حال توسعه میدان گازی پارس جنوبی، فازهای ۲۲، ۲۳ و ۲۴).[4]

تامین مالی

با توجه به اینکه ارزش تولیدات هر فاز پارس جنوبی سالانه بیش از ۵ میلیارد دلار می‌باشد، بهره برداری از فازهای در حال توسعه در اسرع وقت، ضمن تضمین بازپرداخت منابع و افزایش تولید ناخالص داخلی و بهبود رشد اقتصادی می‌تواند جایگاه صادراتی ایران را در منطقه و جهان بهبود

1. sulfur.nigc.ir
2. Free on Board
3. Cost and Freight
4. www.pogc.ir

بخشد. راه های متفاوتی برای تامین مالی توسعه فازهای پارس جنوبی پیش بینی گردیده که از جمله مهمترین آنها عبارتند از: بودجه حاصل از درآمدهای نفتی (اختصاصی توسط وزارت نفت)، فروش اوراق مشارکت ارزی و ریالی، تأمین اعتبار از طریق صندوق‌های تخصصی سرمایه‌گذاری بخش انرژی، استفاده از منابع صندوق توسعه ملی و استفاده از منابع تامین مالی خارجی با بهبود فضای کسب و کار و کاهش ریسک سرمایه گذاری در ایران. در ارزشگذاری پروژه فرض می‌گردد که نیمی از سرمایه توسط منابع اختصاصی وزارت نفت و نیمی از آن با استفاده از سایر منابع اشاره شده با دوره بازپرداخت ۵ ساله و نرخ ۵ درصد انجام گیرد.

■ استهلاک

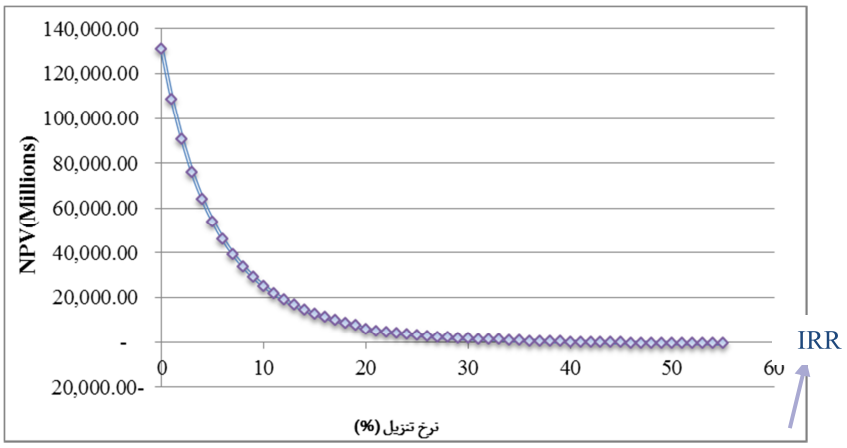
در محاسبات، استهلاک سرمایه به‌صورت خطی ۴٪، در طول سال‌های بهره برداری لحاظ می‌شود.

■ تورم

با توجه به اینکه بیشتر فناوری‌ها، تاسیسات و تجهیزات مورد استفاده در فازهای میدان گازی پارس جنوبی از خارج از کشور خریداری می‌شود در طول سال‌های توسعه، تورم جهانی را برای تاسیسات سرمایه ای در نظر می گیریم.

٤-۲. نتایج حاصل از مدل DCF

بر اساس محاسبات انجام گرفته توسط مولفین، ارزش حال خالص پروژه برابر است با ۲۱/۸۶۱ میلیارد دلار و نرخ بازدهی داخلی پروژه ۴۰/۴۴ درصد می باشد. همچنین نتایج نشان می دهد که دوره بازگشت سرمایه، سال دوم بهره برداری خواهد بود.



نمودار ۲. ارزش حال خالص پروژه در نرخ های تنزیل متفاوت (منبع: محاسبات تحقیق)

٤-۳. ارزشگذاری با بکارگیری رویکرد اختیارهای حقیقی

یک منبع توسعه نیافته گازی مشابه یک اختیار خرید است. در صورتی که زمان بهینه توسعه مد نظر نباشد می‌توان با استفاده از اختیار خرید اروپایی تنها ارزش اختیار را محاسبه نمود و در صورتی که بخواهیم ارزش و زمان بهینه اعمال اختیار را بدست آوریم از اختیار خرید امریکایی استفاده می‌کنیم. این اختیار به دارنده حق بدست آوردن یک منبع توسعه یافته را با پرداخت هزینه توسعه می دهد. اینکه چه زمانی ذخیره را توسعه دهیم مشابه تصمیم‌گیری در این مورد است که چه زمانی اختیار را اعمال کنیم.

برای توسعه یک منبع توسعه نیافته اولین قدم تعیین ارزش منبع توسعه یافته است. برای یافتن ارزش منبع تحت شرایط عدم اطمینان دو جنبه اساسی در نظر گرفته می‌شود: اول اینکه بازاری برای فروش ذخایر استحصال شده از منبع وجود دارد. دوم اینکه عدم اطمینان در مدل با این فرض که ارزش منبع یک فرآیند تصادفی را دنبال می کند منعکس کننده عدم اطمینان در عرضه و تقاضاست.

ارزش یک منبع به حجم و قیمت منابع استخراجی از آن بستگی دارد. با فرض نوسانات تصادفی برای ارزش منبع توسعه یافته نظریه اختیار را برای ارزشگذاری ذخایر توسعه نیافته بکار می‌گیریم.

عوامل تاثیرگذار بر مدل

■ تنزیل کردن با استفاده از نرخ بدون ریسک

روش‌های جریان نقدی تنزیل شده و اختیارهای حقیقی اصول متفاوتی را در تنزیل جریان‌های نقدی مورد استفاده قرار می‌دهند. در روش DCF نرخ تنزیل تعدیل شده با ریسک مرتبط با پروژه در نظر گرفته می‌شود در حالی که رویکرد اختیار حقیقی جریان‌های نقدی را با استفاده از نرخ بدون ریسک تنزیل می‌کند. در محاسبات این تحقیق، نرخ بدون ریسک با ملاحظه نرخ تورم، بصورت واقعی ۶٪ منظور می‌گردد.

■ قیمت و تلاطم قیمت گاز طبیعی

بر اساس مصوبه مجلس شورای اسلامی از سال ۱۳۹۳ قیمت گاز طبیعی بر اساس قیمت گاز تحویلی به پتروشیمی‌ها حداقل ۱۳ سنت به ازای هر متر مکعب محاسبه می‌گردد و برای این پروژه

نیز قیمت پایه گاز بر مبنای این قیمت خواهد بود. تلاطم (σ)، عدم اطمینان در مورد قیمت گـاز را اندازه می گیرد. با استفاده از داده های تاریخی، قیمت گاز را در بازه زمانی سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۳ در نظر گرفته و بر مبنای محاسبات صورت گرفته، طی این مدت نوسانات سالانه برابر با ۳۵ درصد بوده است.

در صورتی که n+۱ تعداد مشاهدات، S_i قیمت در پایان دوره i و τ فاصله زمانی هر دوره بر حسب سال باشد، می توان تلاطم سالانه را با استفاده از فرمول $\frac{\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(u_i-\overline{u})^2}}{\tau}$ بدست آورد که در آن $u_i = \ln(\frac{S_i}{S_{i-1}})$ برای $i = 1,2,\ldots,n$ است (هال، ۲۰۰۹: ۲۸۲).

■ زمان تا سررسید اختیار

بر اساس برآوردهای صورت گرفته، طول دوره توسعه از مراحل نصب سکوها، سـاخت تاسیسـات ساحلی و دریایی و خطوط لوله و با در نظر گرفتن منـابع مـالی در دسـترس ۶۰ مـاه معـادل ۵ سـال می‌باشد. همچنین با توجه به حجم ذخایر منبع، طول دوره بهره برداری از فازهای ۲۲ تـا ۲۴ میـدان گازی پارس جنوبی ۲۵ سال تخمین زده شده است.[۱]

■ مدل جریان نقدی

جریان نقدی مورد استفاده در DCF در ارزشگذاری اختیارهای حقیقی بکار گرفته می‌شود.

■ هزینه تخمینی توسعه منبع

هزینه برآورد شده توسعه منبع، قیمت توافقی اختیار است. در پروژه مـورد مطالعـه ایـن هزینـه ۶/۱ میلیارد دلار برآورد گردیده است.

مدل ارزشگذاری اختیارهای حقیقی دارای دو خروجـی ارزش فرصـت‌هـای سـرمایه گـذاری (ارزش اختیارهای حقیقی) و قاعده تصمیم بهینه (زمان بهینه برای اعمال اختیار) است. این رویکرد به عنوان یک مساله بهینه سازی تحت شرایط عدم اطمینـان در نظـر گرفتـه مـی شـود. بـا توجـه بـه مفروضات فوق اختیار زمانبندی توسعه پروژه مورد مطالعه در این بخش انجام می‌گیرد.

---

۱. اطلاعات دریافتی از کارشناسان شرکت ملی نفت و شرکت ملی گاز ایران

با ملاحظه تصادفی بودن ارزش منابع گازی و با در نظر گرفتن نرخ تولید می‌توان ارزش اختیار انتظار را محاسبه نمود. اختیار تاخیر در بسیاری از پروژه های سرمایه گذاری پیش روی تصمیم گیران وجود دارد که نوعی اختیار خرید امریکایی بر ارزش پروژه است. با استفاده از مدل CRR و با تقسیم مدت زمان لازم برای توسعه پروژه به ۵ بازه یکساله (Δt ۱=) و با مفروض بودن مقادیر r، σ مقادیر P ، u و d را با استفاده از روابط (۹) و (۱۳) محاسبه می کنیم.

همانطور که در نمودار ۳ نیز ملاحظه می گردد، از نقطه انتهایی درخت شروع نموده و در هر شاخه، مقدار ارزش ذاتی اختیار (g(t)) را با ارزش ادامه (A) مقایسه می کنیم. حداکثر مقدار انتخابی بین ایندو، ادامه یا توقف را مشخص می کند.

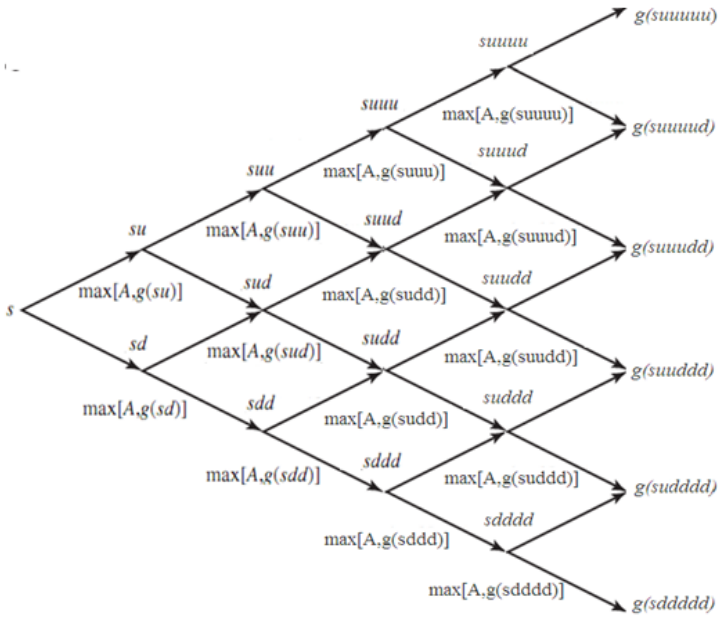
ارزش اختیار امریکایی به این صورت محاسبه می گردد:

$$A(t) = \max\left\{g(t), E^*\left[e^{-r\Delta t} A(t+\Delta t)\right]\right\} \qquad (۱۵)$$

A(t) ارزش زمانی اختیار امریکایی با عایدی g(t) است که با استفاده از روش استقراء پس نگر محاسبه می گردد.

$$A(t) = \max\left\{g(t), e^{-r\Delta t}\left[p^* A^u(t+\Delta t) + (۱ - p^*) A^d(t+\Delta t)\right]\right\} \qquad (۱۶)$$

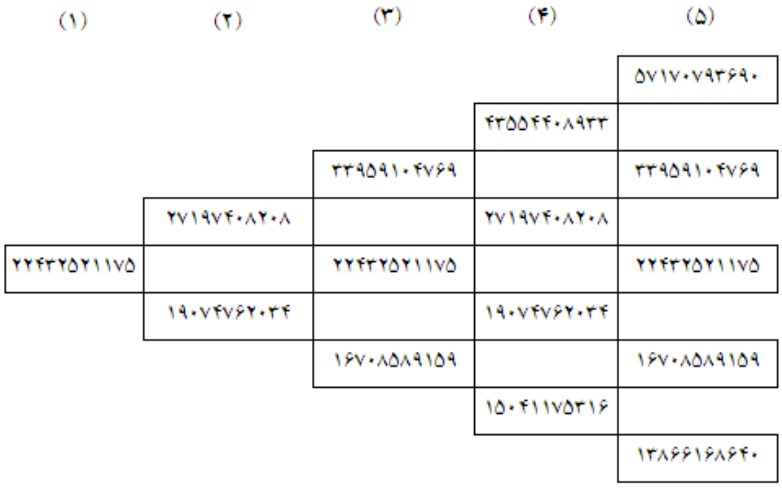
در پروژه مورد نظر برای تعیین ارزش اختیار حقیقی باید از نقطه نهایی یعنی زمان T=۵ حرکت نموده و به سمت نقطه ابتدایی حرکت کنیم. اختیار زمانبندی، یک اختیار خرید امریکایی بر روی ارزش پروژه است که در هر مرحله ارزش ذاتی اختیار را که برابر است با (K,0–Max(S_T و در آن S_T ارزش حال جریان نقدینگی و K هزینه سرمایه گذاری است با ارزش ادامه (ارزش انتظاری تحت شرایط ریسک خنثای ارزش تنزیل شده اختیار) مقایسه نموده و در صورتی که ارزش ادامه بیشتر باشد به مرحله T-1 رفته و مجددا مقادیر رابطه (۱۶) را محاسبه و حداکثر آن را انتخاب می کنیم. در صورتی که ارزش ذاتی اختیار (ارزش اعمال اختیار و توقف) بیشتر از ارزش ادامه باشد، آن مرحله زمان بهینه اعمال اختیار را نشان می‌دهد. این مراحل را تا رسیدن به نقطه ابتدایی ادامه می دهیم. نهایتا علاوه بر بدست آوردن ارزش اختیار، با روشی که ارائه شد نقطه بهینه اعمال اختیار نیز مشخص می گردد.



نمودار ۳. نمایی از چگونگی تصمیم گیری اختیار امریکایی با استفاده از درخت دوجمله‌ای در مراحل مختلف پروژه مورد مطالعه

٤-٤. نتایج حاصل از رویکرد اختیارهای حقیقی

در اختیار زمانبندی از نقطه انتهایی (T۵=) شروع نموده و با استفاده از استقراء پس نگر، ارزش ادامه و اعمال اختیار را در هر مرحله محاسبه می کنیم. برای پروژه مورد نظر پس از محاسبه g و A در هر ۵ سال مقایسه آنها و انتخاب حداکثر آنها در هر شاخه، ملاحظه می گردد که در تمامی شاخه ها ارزش ادامه در هر ۵ مرحله از ارزش اعمال اختیار و توقف بیشتر بوده و با بکارگیری روش استقراء پس نگر در درخت دو جمله‌ای به نقطه ابتدایی می‌رسیم:



نمودار ٤. محاسبه ارزش اختیار امریکایی (بر حسب دلار) و تعیین زمان بهینه اعمال اختیار برای پروژه مورد مطالعه

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به اینکه در تمامی شاخه ها مقدار محاسباتی ادامه از ارزش اعمال اختیار بیشتر است، نهایتا به سال اول می‌رسیم؛ در نتیجه زمان بهینه اعمال اختیار سال ابتدایی خواهد بود. بدین معنی که بدلیل سودآور بودن پروژه و با در نظر گرفتن عواملی چون نوسانات قیمت گاز، ذخیره منبع و هزینه تاخیر نباید توسعه را به سالهای بعد موکول نمود. ارزش اختیار برابر است با ۲۲/۴۳۲ میلیارد دلار که نسبت به ارزش حال خالص روش جریان نقدی تنزیل شده مقدار بیشتری را نشان می‌دهد.

۵. نتیجه گیری

در این مقاله رویکرد اختیارهای حقیقی به عنوان نوع تکامل یافته و پویای ساختار تصمیم گیری سنتی بمانند روش جریان نقدی تنزیل شده در ارزیابی پروژه‌های سرمایه گذاری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برخلاف روش سنتی که تصمیم گیری حال یا هرگز را مد نظر قرار می دهد که با تغییر شرایط بازاری و سایر عوامل ایجاد عدم قطعیت، امکان یا اختیاری برای تغییر جهت پروژه وجود ندارد، مزیت اصلی رویکرد اختیارهای حقیقی، انعطاف پذیری استراتژیک مدیران در توانایی و امکان تغییر جهت یک پروژه است که به وضوح دارای ارزش است.

نظر به ماهیت ریسکی پروژه های بخش نفت و گاز، در این پژوهش ارزشگذاری توسعه فازهای منتخبی از میدان گازی پارس جنوبی با استفاده از روش جریان نقدی تنزیل شده و نیز

رویکرد اختیارهای حقیقی انجام پذیرفت و بر اساس نتایج حاصل از مدل، اختیار زمانبندی توسعه پروژه نسبت به روش سنتی دارای ارزش بیشتری است و نظر به سودآور بودن توسعه این میدان مشترک، به تعویق انداختن توسعه آن به صرفه نیست.

با توجه به کاربردهای وسیع اختیارهای حقیقی در ارزشگذاری شرکت‌ها و پروژه های سرمایه گذاری و نظر به گسترش جهانی بکارگیری آن در دهه اخیر به عنوان جایگزینی برای روش های تجزیه و تحلیل سنتی، پیشنهاد می گردد که این رویکرد در ارزیابی اقتصادی پروژه های سرمایه گذاری در ایران با کاربردهای مختلف تحت شرایط عدم اطمینان بکار گرفته شود.

منابع

الف- فارسی

پاکدل، محمود رضا، بصیری، محمدحسین، صیادی، احمدرضا و حامد قدوسی (۱۳۹۱)، «ارزشیابی پروژه آماده سازی معدن با استفاده از رویکرد اختیاهای حقیقی»، *نشریه علمی- پژوهشی مهندسی معدن*، دوره هفتم، شماره چهاردهم، سال ۱۳۹۱، صفحات ۳۰-۱۵.

تهرانی، رضا و ابوذر سروش (۱۳۸۹)، «ارزشیابی تحقیق و توسعه در شرکت های نوپا با استفاده از اختیارهای حقیقی». *فصلنامه بورس و اوراق بهادار*، شماره ۱۰، سال سوم، صفحات ۲۲ -۵.

خلیلی عراقی، منصور، وطنی، علی، کسرائی، زینب و آمنه حاجی حیدری (۱۳۸۷)، «ارزیابی اقتصادی تولید فرآورده‌های حاصل از فناوری تبدیل گاز به مایع (GTL) در ایران». *نشریه علمی- پژوهشی مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۱۸، صفحات ۳۴-۱.

درخشان، مسعود (۱۳۸۳)، *مشتقات و مدیریت ریسک در بازارهای نفت*، چاپ اول، تهران: مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۷۴۴ صفحه.

ب- انگلیسی

Amram, Martha and Kulatilaka, Nalin (1999), *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Harvard Business School Press, 246 pages.

Black, Fisher and Scholes, Myron (1973), "The pricing of options and corporate liabilities", *Journal of Political Economy*, pp.637–654.

BP Statistical Review of World Energy, June 2013.

Brennan, Michael and Schwartz, Eduardo (1985), "Evaluating natural resource investments", *Journal of Business*, 58 (2), pp. 135–157.

Cortazar, Gonzalo; Schwartz, Eduardo ;Casassus, Jaime (2003), "Optimal exploration investments under price and geological–technical uncertainty: a real options model", *Real R & D Options* ,pp. 149-165 .

Cox, J.C.; Ross, S.A.; Rubinstein, M. (1979), "Option pricing: A simplified approach", *Journal of Financial Economics*, pp. 229–263.

Dias, Guimaraes (2004), "Valuation of Exploration and production assets: an overview of real options models", *Journal of Petroleum Science & Engineering*, pp. 93-114.

Dixit, Avinash and Pindyck, Robert (1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton University press, 476 pages.

Energy Information Administration (2013), International Energy Outlook.

Fernandes, Bartolomeu; Cunha, Jorge; Ferreira, Paula (2011), "The use of real options approach in energy sector investment", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 4491-4497.

Henriques, Irene and Sadorsky, Perry (2011), "The effect of oil price volatility on strategic investment". *Energy Economics*, pp.79-87.

Hull, John (2009), *Options, Futures & ,Other Derivatives*, Seventh Edition, Prentice Hall, 864 pages.

International Energy Agency (2012), Natural Gas Market Review.

International Energy Agency (2013), World Energy Outlook .www.iea.org.

Lund, Morten (2008), "Real Options in Offshore Oil Field Development Projects". Statoil, Norway

Mun, johnathan (2002), Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions". John Wiley & Sons. 704 pages.

OPIS Asia Naphtha & LPG Report, Jan 2014 .

Paddock, James; Siegel, Daniel; Smith, James (1989), "Option Valuation of Claims on Real Asset". *The Quarterly Journal of Economics*, pp.479-508.

Petroleum Argus (2013), Product spot prices: www.argusmediagroup.com

Smit, Han and Trigeorgis, Lenos. (2004), S*trategic Investment: Real Options and Games*. Princeton University Press, 504 pages.

Trigeorgis, Lenos (1996), *Real Options – Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, The MIT Press, Cambridge, 427 pages.

www.ime.co.ir

www.pogc.ir

Zapatero, Fernando and Cvitanic, Jaksa. (2004), *Introduction to the Economics and Mathematics of Financial Markets*, The MIT Press, 517 pages.

Zeng, Shihong and Zhang, Shuai (2011), "Real Options Literature Review". *Scientific Research*, pp.43-48.