بررسی و مقایسه مدل‌های ارزیابی انعطاف‌پذیری در صنایع تولیدی

*دکتر کیامرث فتحی هفشجانی، * دکتر محمد مهدی موحدی** و محمد قاضی زاده مقدم***

* استادیار دانشگاه آزاد اسلامی و احد تهران جنوب
** استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه
*** کارشناس ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی- واحد قزوین

چکیده

تحلیل گزینه واقعی از جمله روش‌های ارزشیابی در مواقعی که عوامل تاثیرگذار در ارزشیابی متغیر هستند و ما در واقع با انعطاف‌پذیری مواجه هستیم می‌باشد. در این تحقیق علاوه بر معرفی روش‌های ارزشیابی گزینه، یک مساله با کمک روش‌های مختلف گزینه واقعی ارزش‌گزاری و نتایج حاصل از این روش‌ها با استفاده از روش‌های آماری با هم مقایسه شده است تا تفاوت بین نتایج این روش‌ها بررسی گردد.

در پایان هم نتایج به دست آمده از تحقیق به ازای پارامترهای مختلف تحلیل حساسیت گردیده است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی گزینه واقعی، نمودارهای کنترلی، مدل بلک اسکولز، شبکه‌بندی دوجمله‌ای، شبیه‌سازی مونت کارلو.

۱- مقدمه

امروزه در محیط کسب وکار تولیدی که به سرعت در حال پیشرفت است، مسأله انعطاف‌پذیری صنایع تولیدی در مواجه با عدم قطعیت در قیمت، تقاضا، تنوع، چرخه کوتاه طول عمر و توسعه سریع محصولات به عنوان یکی از راهبردهای مهم حفظ منافع و رقابت‌پذیری مطرح می‌باشد و حفظ منافع کامل سازمان در گرو توانایی واکنش مناسب به رویدادهای مرتبطی است که در محیط کسب وکار رخ می‌دهند. در این ارتباط روش ارزیابی انعطاف‌پذیری مبتنی بر گزینه‌های واقعی که در مقابل روش سنتی مبتنی بر اقلام صرفا مالی صورت می‌پذیرد و به دنبال کمی نمودن انعطاف‌پذیری از طریق مدل‌سازی و انتخاب بهترین گزینه برای سازمان می‌باشد. به عنوان مناسب‌ترین روش بهینه‌سازی مدیریتی در صنایع تولیدی شناخته شده است. به عبارت دیگر، هدف از این تحقیق ایجاد یک مدل ارزیابی گزینه واقعی به منظور بررسی مسأله انعطاف‌پذیری تولیدی در تصمیمات پیچیده عملیات تولیدی است.آنچه در این تحقیق ارائه می‌شود یک چارچوب برای دستیابی به انعطاف‌پذیری تولید و حمایت از تولیدکننده به منظور بهبود تصمیم‌گیری می‌باشد.

تحلیل گزینه واقعی را اغلب با تکنیک‌های استاندارد بودجه بندی سرمایه از قبیل ارزش خالص فعلی که محتمل‌ترین خروجی‌ها یا نماینده آنها را مدل‌سازی می‌کند مقایسه می‌کنند، که در آن از انعطاف‌پذیری

چشم‌پوشی شده است. علاوه بر این گزینه واقعی دارای فواید مضاعف است، زیرا در آن تصمیم گیرنده مجبور است که مفروضات پروژه را تصریح و به نحو فزاینده ای به عنوان ابزاری جهت تدوین استراتژی کسب و کار مورد استفاده قرار دهد.

در مقایسه با گزینه‌های مالی، یک گزینه واقعی قابل معامله نیست؛ مثلا مالک کارخانه نمی‌تواند حق توسعه کارخانه‌اش را به شخص ثالث بفروشد، او تنها می‌تواند این تصمیم را اتخاذ کند، نه اینکه آن را بفروشد. با تحلیل گزینه واقعی، عدم قطعیت ذاتی در پروژه‌های سرمایه گذاری به حساب می‌آید. جریان نقدی بعد از آن می‌تواند در نرخ بدون ریسک تنزیل شود. مجموعه اصطلاحات گزینه واقعی توسط استیوارت میرز[1] در مدرسه مدیریت اسلوان ام.آی.تی [2] در سال ۱۹۷۷ ابداع شد و بعد مفهوم گزینه واقعی بوسیله مایکل مایوسین [3] رییس استراتژیست‌های سرمایه گذاری آمریکا عمومیت یافت.

گزینه به دو نوع گزینه فروش و گزینه خرید طبقه‌بندی می‌شود. گزینه فروش یک قراردادمالی بین دو طرف فروشنده و خریدار گزینه، می‌باشد. گزینه فروش به خریدار این اختیار نه اجبار را می‌دهد که کالا یا اقلام مالی خود را در زمان و قیمت معین به فروشنده بفروشد و فروشنده مجبور است که آن را در آن قیمت بخرد.

توجه شود که فروشنده توافق کرده که در صورت تمایل خریدار گزینه را بخرد. در قبال داشتن این گزینه خریدار مبلغی را اضافه بر ارزش به فروشنده پرداخت می‌کند.

گزینه خرید یک قرار مالی بین دو طرف خریدار و فروشنده گزینه است. خریدار گزینه این اختیار نه اجبار را دارد که مقدار قابل توافقی از یک قلم کالا را از فروشنده در زمان خاص و قیمت خاص بخرد و فروشنده مجبور است که کالا را به خریدار بفروشد و خریدار بابت این اختیار یک مبلغ اضافی می‌پردازد.

علاوه بر این گزینه‌ها از لحاظ زمان اجرا نیز طبقه بندی می‌شوند.گزینه آمریکایی گونه‌ای از گزینه است که می‌تواند در هر زمان بین زمان خرید و انقضا انجام شود. بسیاری از گزینه‌ها در آمریکا بدین گونه‌اند. این نوع گزینه‌ها بر خلاف حالت گزینه‌های اروپایی است که تنها می‌تواند در تاریخ انقضا انجام شود. از آنجایی که یک گزینه آمریکایی برای سرمایه گذار یک درجه بیشتری انعطاف‌پذیری بیش از گزینه اروپایی ایجاد می‌کند. در شرایط یکسان اضافه ارزش یک گزینه آمریکایی حداقل برابر یا بزرگ‌تر از اضافه ارزش حالت اروپایی آن است (کوپه لند[4]، ۲۰۰۱).

این طبقه‌بندی گزینه‌ها را می‌توان با هم ترکیب کرد مثلاً گزینه خرید آمریکایی، حالتی از گزینه خرید است که در آن گزینه در هر زمان بین زمان خرید و انقضا قابل انجام است.

تحقیقات زیر تاکنون در مورد موضوع تحقیق انجام شده است:

هیز[5] و ویل رایت[6] در سال ۱۹۸۴، انعطاف‌پذیری تولید را یکی از ابعاد اساسی استراتژی رقابتی در تولید بر شمردند. براون[7] یک نوع طبقه بندی را برای ابعاد مختلف انعطاف‌پذیری طراحی کرد. مدل‌های ارائه شده توسط گروین[8] در سال ۱۹۸۷و اسلک [9] در سال ۱۹۸۸، پیشنهاد می‌کنند که انعطاف‌پذیری تولید به طبیعت عملیات داخلی شرکت و محیط خارجی شرکت بستگی دارد.گروین در سال۱۹۹۳ دورنمای استراتژیک را که شامل اثر عدم قطعیت محیطی بر روی انعطاف‌پذیری تولید می‌باشد پیشنهاد داده است. اسوامیداس[10] و نیویل [11] در سال ۱۹۸۷، اثر عدم‌قطیت محیط (شامل عدم قطعیت در استفاده کنندگان محصولات شرکت، رقابت برای مواد اولیه و قوانین دولتی) را بر روی انعطاف‌پذیری تولید بررسی کرده‌اند. اتلی [12] و پنرهان[13] به درجه تمرکز کارخانه بر

1. Stewart Myers
2. MIT Sloan School of Management
3. Micheal Mauboosin

4.Copeland
5.Hayes
6.Wheelwright
7.Browne
8.Gerwin
9.Slack
10.Swamidass
11.Newell
12.Ettlie
13.Penner-Hahn

استراتژی تولید و ارتباط آن با محصول و با انعطاف‌پذیری تولید توجه کرده‌اند. هودر[1] در سال ۱۹۸۲، یک برنامه فرمول‌بندی شده‌ای یک دوره‌ای را برای تصمیمات مکان‌یابی کارخانه، تخصیص منابع و استقراض محلی طراحی کرد. ژاکر[2] و کارلسون[3] در سال ۱۹۷۶، یک مدل مکان یابی کارخانه را پیشنهاد کردند که در آن عدم قطعیت در قیمت یا تقاضا لحاظ شده است. هودر در سال ۱۹۸۴ یک نگرش بازاریابی مالی برای مسائل مکان یابی تسهیلات با ظرفیت نامحدود، تحت شرایط عدم قطعیت پیشنهاد کرد. هودر و ژاکر در سال ۱۹۸۵ و هودر و دینسر[4] در سال ۱۹۸۶، اثر عدم قطیت در مدل یک دوره‌ای را خاطر نشان کرده‌اند. هودر و ژاکر در سال ۱۹۸۵ نسخه تصادفی مساله مکان یابی تسهیلات با ظرفیت نامحدود را حل کرده اند.آرمیستید[5] در سال ۱۹۸۷، نقش استراتژی تولیدی را در شبکه بین المللی کارخانه‌ها مورد آزمایش قرار داده است. او گزینه‌های استراتژی جایگزین مانند اندازه گیری عملکرد را پیشنهاد داد.میلر[6] در سال ۱۹۸۹، ظرفیت‌های تولیدی شرکت‌های آمریکا و ژاپن و اروپا را با توجه به قیمت‌های رقابتی، انعطاف‌پذیری طرح محصول، کیفیت، عملکرد بالای محصول، سرعت تحویل محصول و تحویل به موقع مقایسه کرد. مدل تصادفی چند دوره ای ارزیابی گزینه جابه جائی تولید در شبکه، به طور کیفی بوسیله کوگات[7] در سال ۱۹۸۸تشریح شده است. مزا[8] و ون در پلوگ[9] در سال۱۹۸۷، یک مدل یک دوره‌ای از جا به جائی تولید برای به دست آوردن ارزش انعطاف‌پذیری تولید تحت شرایط عدم حتمیت ایجاد کردند.

نمبهارد،[10] شی[11] و اکتن[12] گزینه‌های واقعی مربوط به برون‌سپاری یک قلم جنس در فرایند تولید را با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو ارزش گذاری کردند. در سال ۲۰۰۵ آدیگوکه[13] چارچوبی جهت تحلیل انعطاف‌پذیری تولید ارائه کرد و پار مد[14] در سال ۲۰۰۶ ملزومات انعطاف‌پذیری در محیط با عدم حتمیت را تحلیل کرد.

۲- معرفی روش‌های قیمت‌گذاری

در اکثر سیستم‌های تولیدی، منابع عدم قطعیت متفاوتی وجود دارد. ارزش‌دهی گزینه واقعی در چنین محیطی احتیاج به تحلیل پروژه دارد که ارزش آن وابسته به متغیرهای متعدد است.

در مواردی که تنها یک متغیر داریم روش بلک اسکولز (۱۹۷۳) قابل استفاده برای ارزش‌دهی به گزینه‌های اروپائی است. نگرش شبکه‌ای دو جمله‌ای کاکس، رز و رابینستن (۱۹۷۹) قابل استفاده برای گزینه‌های اروپائی و آمریکائی در شرایطی که تنها یک متغیر داریم می‌باشد.

در مواردی که دو متغیر داریم بسط مدل فوق بوسیله بویل(۱۹۸۸) طراحی شد که قابل استفاده برای ارزیابی گزینه می‌باشد. بسط مدل CCR بوسیله بویل و اونین و گیبز (۱۹۸۹) طراحی شد که در شرایطی که مدل n متغیر دارد قابل استفاده است. تکنیک مشابهی توسط کمراد و ریچکن (۱۹۹۱) طراحی شد که برای ارزیابی بیش از یک متغیر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.. جایگزین دیگر برای ارزیابی گزینه‌های اروپائی با یک متغیر یا بیشتر شبیه‌سازی مونت‌کارلو است. این روش‌های ارزیابی گزینه‌ها با جزئیات بیشتر در این بخش بررسی می‌شوند.

۲-۱- فرمول بلک اسکولز

بلک و اسکولز (۱۹۷۳) مدل قیمت‌گذاری گزینه را طراحی کردند.آنها نشان دادند که اگر نرخ بهره ثابت r به طور پیوسته در طول زمان [0,T] ترکیب شود در حالتی که T زمان انقضای گزینه و K هزینه اجرایی، c قیمت گزینه خرید است که برابر:

$$C(S,t) = SN(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2) \quad (1)$$

که در آن S قیمت کنونی دارایی و t زمان فعلی،

1.Hodder
2.Jucker
3.Carlson
4.Dincer
5.Armistead
6.Miller
7.kogut
8.Meza
9.Van der Ploeg
10. Nembhard
11.Shi
12.Aktan
13.Adegoke Oke
14.Parmod

N(x) توزیع نرمال تجمعی را نشان می‌دهد.

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{S}{k}) + (r + \frac{\sigma^2}{2})(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

و

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

در مدل گزینه واقعی از رابطه ۱ به عنوان مقدار اولیه متغیر حالت در مدل مالی استفاده شده است. افق برنامه‌ریزی در بازه زمانی [0,T] با n نقطه تصمیم در بازه زمانی است که مجموعه‌ای از گزینه‌های اروپائی را با قیمت عملیاتی K تعریف شده است. کاربرد فرمول بلک اسکولز برای مساله یک متغیره بدون هزینه تبدیل در قسمت بعد ارائه می‌گردد.

۲-۲- شبکه بندی دوجمله‌ای

شبکه بندی درختی است که مسیرهای متفاوت ممکن که احتمال دارد در طول مدت عمر یک گزینه رخ دهد را معرفی می‌کند. مقدار اولیه متغیر حالت برابر S فرض شده است. حرکت رو به بالا متغیر حالت با u و حرکت به پایین آن با y نشان داده می‌شود. در انتهای بازه زمانی Δt مقدار متغیر حالت برابر uS یا ud در شرایطی u>1>d>0 خواهد بود. بدان جهت ارزش یک دوره‌ای گزینه خرید اروپائی تقریبا برابر است با:

$$C = \frac{1}{e^{r\Delta t}}\left(\frac{e^{r\Delta t} - d}{u-d}C_u + \frac{u - e^{r\Delta t}}{u-d}\right) \quad ۲$$

در حالتی که C_u ارزش گزینه خرید است اگر مقدار متغیر حالت در انتهای بازه زمانی Δt برابر uS باشد و C_d ارزش گزینه خرید باشد اگر مقدار متغیر حالت در انتهای بازه زمانی Δt برابر dS باشد. مقادیر u و d با استفاده از تغییرپذیری متغیر حالت، σ به قرار زیر محاسبه می‌شود.

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad ۳$$

و

d=1/U

از آنجاییکه گزینه‌های اروپائی با n نقطه تصمیم تعریف شده شبکه بندی با n دوره خواهیم داشت. کاربرد نگرش شبکه‌ای برای مساله یک متغیره در قسمت بعد ارائه خواهد شد.

۲-۳ - شبیه‌سازی مونت‌کارلو

مدل‌های شبیه‌سازی برای دادن تعداد متعددی راه‌های ممکن برای ارزیابی دارایی‌های تحت تملک از زمان فعلی تا تاریخ انتهائی گزینه استفاده می‌شود. در روش مرسوم شبیه‌سازی، سود حداکثر هر مسیر تعیین و پس از آن بازدهی آن محاسبه می‌گردد.(آمرام و کالاتیلکا[1] ۱۹۹۹)

فرض کنید که فرایند از متغیر تملک S پیروی می‌کند:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad ۴$$

برای شبیه‌سازی مسیری که S پیروی می‌کند دوره عمر متغیر را به n فاصله کوچک با طول Δt تقسیم شده است و تقریبی از رابطه ۴ به صورت زیر خواهد بود:

$$S(t+\Delta t) - S(t) = \mu S(t)\Delta t + \sigma S(t)\varepsilon\sqrt{\Delta t} \quad ۵$$

که در آن S(t) ارزش S در زمان t را نشان می‌دهد و ε یک نمونه تصادفی از توزیع نرمال با میانگین صفر و انحراف استاندارد واحد است که قادر می‌سازد ارزش S در زمان Δt بوسیله ارزش اولیه S محاسبه شود، ارزش در زمان $2\Delta t$ از ارزش زمان Δt حساب می‌شود و همین‌طور ادامه می‌یابد. یک دنباله شبیه‌سازی تنها، شامل ایجاد یک مسیر کامل برای S با استفاده از n نمونه تصادفی از توزیع نرمال می‌باشد.(هال ۱۹۹۷).

فرایندی که lnS پیروی می‌کند برابر:

$$d\ln S = (\mu - \frac{\sigma^2}{2})dt + \sigma dz \quad ۶$$

به گونه‌ای که:

$$S(t+\Delta t) = S(t)\exp[(\mu - \frac{\sigma^2}{2})\Delta t + \sigma\varepsilon\sqrt{\Delta t}] \quad ۷$$

این رابطه برای ایجاد مسیری برای S مثل رابطه ۵

[1] Amram

استفاده می‌شود. از آنجاییکه رابطه ۵ تنها زمانی صحیح است که Δt به سمت صفر میل کند رابطه ۷دقیقا برای تمامی مقادیر Δt درست است. به منظور ارزش‌دهی به انعطاف‌پذیری مدل گزینه واقعی با شبیه‌سازی مونت کارلو، می‌توانیم از رابطه ۷ برای تولید مقادیر متغیر تملک شبیه‌سازی شده، برای تمام بازه‌های زمانی افق برنامه‌ریزی استفاده کنیم.

کاربرد شبیه‌سازی مونت کارلو و تکنیکهایی که برای اجرای تحلیل ارزش گزینه استفاده شده در قسمت بعدی ارائه خواهد شد.

۳- معرفی مساله

در این قسمت یک مدل ارزیابی گزینه واقعی برای ارزش‌گزاری گزینه واقعی مربوط به کاربرد نمودار کنترل آماری فرایند با استفاده از رابطه بلک – اسکولز و شبکه‌بندی دو جمله‌ای و روش‌های شبیه‌سازی مونت کارلو طراحی شده است. این ارزیابی به تصمیم‌گیرنده راهی برای انتخاب مناسب استراتژی کنترل کیفیت بر اساس نگاه یکپارچه بر پویایی‌های بازار با جنبه‌های تولیدی ارائه می‌کند. یک نمونه صنعتی برای نشان دادن کاربرد گزینه واقعی برای ارزش‌دهی به تصمیمات نمودارهای کنترل نشان داده شده است.

روش‌های ارزشمندی برای طراحی نمودارهای کنترل که هزینه را حداقل کرده یا سود را حداکثر کند بوسیله برخی از محققین پیشنهاد شده است. این روش‌ها منجر به اقتصادی شدن طراحی نمودارهای کنترل شده است. نتایج آنها در قالب مدل‌هایی است که به تعیین پارامترهای نمودارهای کنترل که بهترین تطابق را با فرایند داشته باشد کمک می‌کند؛ ولی آنها پویایی‌های شرایط بازار را که بر تصمیم تولیدکننده و احتمالات عملیات تولیدی اثر می‌گذارد به حساب نیاورده‌اند. نیاز برای این نگرش به علت ناتوانی روش‌های نمودار کنترل اقتصادی موجود در نشان دادن شرایط پویایی بازار تقویت گردید.

از نگرش گزینه واقعی برای یافتن ارزش کاربرد یک نمودار کنترلی در طول بازه خاص زمانی، با لحاظ کردن متغیر عدم قطعی بازار استفاده شده است.این مساله به عنوان مجموعه‌ای از گزینه‌های اروپایی با استفاده از رابطه بلک-اسکولز و شبکه‌بندی دو جمله‌ای و شبیه‌سازی مونت کارلو برای یک مطالعه موردی صنعتی تحلیل شده است. نتایج نگرش‌ها بوسیله آزمون‌های فرض آماری مقایسه شده‌اند. با استفاده از طراحی پیشنهادی، شرکت قادر خواهد بود تا به سئوالات در مورد ارزش اجرای نمودارهای کنترل در یک بازه طولانی پاسخ دهد که این فراتر از عبارات سنتی در مورد کیفیت از قبیل اینکه کنترل آماری فرایند کیفیت را بهبود می‌بخشد یا فرایند ضایعات کمتری تولید می‌کند می‌باشد این تحقیق به دنبال ایجاد یک قابلیت برای تعیین حداقل ارزشی که برای سازمان بوسیله استفاده یا عدم استفاده از نمودارهای کنترل به وجود می‌آید می‌باشد.

این مساله یک متغیر حالت دارد که قیمت محصول است. $S_1(t)$ قیمت محصول در ابتدای بازه زمانی در زمان t است. فرض شده است که تقاضا برای محصول ثابت است. D میزان تقاضا در طول بازه زمانی است. آنگاه جمع فروش محصول $R(t)$ در بازه زمانی که در زمان t آغاز می‌شود بدین صورت خواهد بود:

$$R(t)= D \times S_1(t) \quad (۹)$$

اگر هزینه ثابت تولید را با F نشان داده و هزینه متغیر تولید را با V نشان داده و فرض شود که تعداد فروش برابر تعداد واحدهای تولید شده در هر بازه زمانی است، آنگاه جمع سود محصول $P(t)$ در بازه زمانی که در زمان t آغاز می‌شود بدین صورت خواهد بود:

$$P(t)=R(t)-F-DV \quad (۱۰)$$

حال g را به عنوان میزانی که در واحد به علت عدم استفاده از نمودارهای کنترلی X از دست می‌رود به عنوان کسری از تولید (به علت تولید ضایعات، برگشت محصول، از دست دادن سهم بازار و...) معرفی می‌گردد. K را نیز به عنوان هزینه استفاده از نمودارهای کنترلی X در بازه زمانی در نظر گرفته می‌شود. بنابر این، سود در هر بازه زمانی به صورت زیر تعریف می‌شود:

بدون استفاده از نمودار X

$$P(t)=(1-g)S_1(t)D-F-DV \quad (۱۱)$$

با استفاده از نمودار X

$$P(t)= S_1(t)D-F-DV-K$$

$S(t)$ فروش ناشی از به کار بردن نمودار کنترلی X در طول بازه زمانی که در t شروع می‌شود می‌باشد. آنگاه سود حاصل $A(t)$ در طول بازه زمانی که از t آغاز می‌شود از تفاضل دو رابطه فوق به دست می‌آید.

$$A(t)=gS_1(t)D-k=S(t)-K \quad :۱۲$$

با توجه به رابطه فوق به اطلاعاتی از قبیل تقاضای ماهیانه محصول، قیمت محصول، هزینه ماهیانه نمونه‌گیری، میزانی از محصول که به علت عدم استفاده از نمودار کنترلی از بین می‌رود، نرخ بهره نیاز می‌باشد که این اطلاعات به صورت زیر می‌باشد.

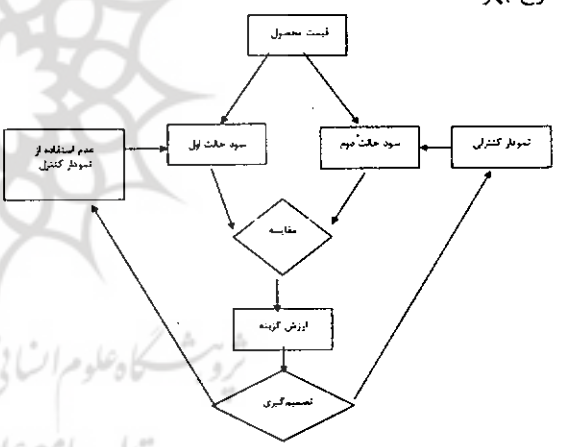
تقاضای ماهیانه محصول: ۴۲۲۵۰ عدد

قیمت محصول: ۱۱۳۵۶۰۰

هزینه ماهیانه نمونه‌گیری: ۱۱۰۰۰۰۰۰ ریال

میزانی از محصول که به علت عدم استفاده از نمودار کنترلی از بین می‌رود: ۱,۸٪

نرخ بهره: ۶٪



(شکل شمارهٔ ۱): ارتباط بین متغیرها، اثر نمودار X، ارزش گزینه و تصمیم‌گیری

۱-۳- کاربرد فرمول بلک اسکولز

به منظور محاسبه ارزش گزینه، به سادگی مقدار پارامتر را در رابطه ۱ قرار داده می‌شود. گزینه استفاده یا عدم استفاده از نمودار x برای یک دوره زمانی یک ساله تحلیل شده است. فرض شده است که تولیدکننده برای استفاده یا عدم استفاده از نمودارهای کنترلی در ابتدای هر ماه می‌تواند تصمیم‌گیری کند. که این موجب می‌شود که ۱۲ نقطه تصمیم‌گیری موجود باشد. در هر نقطه تصمیم یک گزینه برای استفاده از نمودار می‌باشد. راه حل مجموع ارزش‌های گزینه برای این گزینه‌های اروپایی است.

در مدل، $S=Gs_1(0)D$ ارزش متغیری است که در رابطه ۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد، که $S_1(0)$ قیمت اولیه قطعه است. مجموعه‌ای از گزینه‌های اروپایی با قیمت اجرا k تعریف شده است. هر گزینه در زمان متفاوتی منقضی می‌شود و زمان انقضا دارای فواصل زمانی یکسانی هستند. هزینه استفاده از نمودار کنترلی X بر طبق داده‌های اخذ شده از حسابداری صنعتی، برابر ریال $k= 11000000$ می‌باشد. این هزینه مربوط به هزینه نمونه‌برداری، هزینه اپراتور کنترل و هزینه تجهیزات می‌باشد. نمودار کنترلی در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، که سود حاصل از کاربرد نمودارهای کنترل بیشتر از هزینه آن باشد یعنی $S(t) > K$.

توجه شود که S سود اولیه ماهیانه اضافی کسب شده از طریق به کاربردن نمودارهای کنترل می‌باشد. با توجه به رابطه ۱۰ این مقدار برابر ۸۶۳۶۲۰۰۰۰ ریال می‌باشد. به عنوان مثال ارزش گزینه استفاده از نمودار کنترلی را در ماه دوازدهم، با استفاده از فرمول بلک اسکولز، که در رابطه ۱ نشان داده شد، محاسبه شده است.

$$d_1 = \frac{\ln(۸۶۳۶۲۰۰۰۰/۱۱۰۰۰۰۰۰۰) + (۰.۰۰۶ + ۰.۸۹۳۰^2/۲)(۱-۰)}{۰.۸۹۳۰\sqrt{۱-۰}} = ۲.۸۲۱$$

$$d_2 = ۲.۸۲۱ - ۰.۸۹۳۰\sqrt{۱-۰} = ۱.۹۲۸$$

$$C(S,t) = ۸۶۳۶۲۰۰۰۰ * N(۲.۸۲۱) _$$
$$۱۱۰۰۰۰۰۰۰ * e^{-۰.۰۰۸(۱-۰)} N(۱.۹۲۸) = ۷۶۰۴۴۳۰۵۸$$

(جدول شمارهٔ ۱): نتایج روش بلک اسکولز

دوره	ارزش گزینه
۱	۷۵۲۶۶۴۴۰۸۲
۲	۷۵۳۲۰۸۸۸۱
۳	۷۵۳۷۵۰۹۶۳
۴	۷۵۴۲۹۰۳۴۲
۵	۷۵۴۸۲۷۰۳۰

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

دوره	ارزش گزینه
۶	۷۵۵۳۶۱۰۴۱
۷	۷۵۶۱۰۴۸۲۲
۸	۷۵۶۹۴۹۵۲۱
۹	۷۵۷۸۹۳۵۸۶
۱۰	۷۵۸۷۲۶۲۰۹
۱۱	۷۶۰۱۷۷۷۹۳
۱۲	۷۶۰۴۴۳۰۵۸

جدول شمارهٔ (۱) به گزینه با استفاده از فرمول بلک اسکولز، به ازای هر ماه ارزش می‌دهد. ارزش کلی گزینه قادر بودن یا نبودن استفاده از نمودارهای کنترلی در یک سال برابر ۹۸۲۸۰۱۷۳۳۴ ریال می‌باشد.

۲-۳- شبکه دوجمله‌ای

متغیر تملک S می‌تواند در هر گام شبکه بندی به uS افزایش یا به dS کاهش یابد. مقادیر d و u از طریق رابطه ۳ به قرار زیر محاسبه می‌شود:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0.8930\sqrt{1/12}} = 1.2941$$

$$d=1/U=0.7728$$

مقدار اولیه S برابر ۸۶۳۶۲۸۰۰ ملیون ریال و مقدار u=1.2941 و d=0.7728 می‌باشد. در این شبکه یک گام جابه‌جایی به سمت ستون راست در یک سطر به معنای آن است که S به uS افزایش یافته است. همچنین جابه‌جایی یک ستون به سمت راست و یک سطر پایین‌تر به معنای آن است که S به dS کاهش یافته است.

به منظور ارزش‌دهی به گزینه اروپایی، k=110000000 (هزینه ماهیانه استفاده از نمودار کنترل)، از شاخه‌های ستون آخر شبکه بندی کم می‌گردد. اگر حاصل منفی بود به جای آن در آن شاخه صفر گذاشته می‌شود که بدین معناست که اجرای گزینه در آن شاخه نامطلوب است. مولفه اول در شبکه، ۷۶۰۰۲۹۸۵۶می‌باشد که ارزش گزینه استفاده از نمودار کنترل را در ماه دوازدهم ارائه می‌دهد.

با شروع از ستون آخر و استفاده از رابطه ۳ یک گام به عقب رفته تا به زمان صفر ادامه داده می‌شود.

به منظور به دست آوردن ارزش گزینه استفاده از نمودار کنترل در ماه یازدهم، k= ۱۱۰۰۰۰۰۰۰ را از شاخه روی ستون دوازدهم شبکه بندی کم کرده و یک شبکه بندی دیگر بوسیله محاسبات پسرو تا زمانی که مولفه اول به دست آید تشکیل می‌دهیم، این فرایند برای تمامی ماه‌ها تکرار می‌شود. ارزش گزینه‌ها برای تمامی ماه‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

(جدول شمارهٔ ۲): نتایج روش شبکه دو جمله‌ای

ماه	گزینه
۰	۷۵۳۶۲۳۸۰۰
۱	۷۵۴۱۳۸۷۸۴
۲	۷۵۴۶۵۱۰۳۳
۳	۷۵۵۱۶۰۵۶۱
۴	۷۵۵۶۶۷۳۸۱
۵	۷۵۶۱۷۱۵۰۷
۶	۷۵۶۶۷۲۹۵۲
۷	۷۵۷۱۷۱۷۲۹
۸	۷۵۷۶۶۹۳۷۸
۹	۷۵۸۲۸۰۵۰۹
۱۰	۷۵۸۷۷۲۱۳۵
۱۱	۷۵۹۵۴۶۶۷۶
۱۲	۷۶۰۰۲۹۵۸۶
جمع	۹۸۳۷۵۵۶۰۳۴

با مقایسه ارزش گزینه‌های به دست آمده از شبکه با رابطه بلک اسکولز، متوجه شده که نتاج این دو به هم بسیار نزدیک هستند. با استفاده از نگرش شبکه بندی ارزش کل گزینه در طول یک بازه زمانی برابر ۹۸۳۷۵۵۶۰۳۴ ریال است در مقام مقایسه با فرمول بلک اسکولز که ارزش کل دوره برابر ۹۸۲۸۰۱۷۳۳۴ می‌باشد که اختلاف آن تنها ۰٫۱٪ است.

۳-۳- شبیه‌سازی مونت کارلو

در این قسمت با استفاده از رابطه ۷ به ازای εهای مختلف گزینه، ارزش‌گزاری شده است. این مساله با ۵۰۰۰ تکرار حل شده که میانگین نتایج هر بازه محاسبه شده و به عنوان ارزش گزینه در هر بازه در نظر گرفته شده است که جمع کل ارزش گزینه در دوره‌های مختلف برابر ۹۸۶۶۸۱۰۰۰۰ می‌باشد که بسیار به نتیجه شبکه بندی نزدیک می‌باشد و تنها ۰٫۲۶٪ اختلاف دارد.

۴- تجزیه و تحلیل نتایج

در قسمت قبلی به محاسبه ارزش‌دهی گزینه نمودار کنترل با کمک روش‌های بلک اسکولز، شبکه‌بندی دوجمله‌ای و شبیه‌سازی مونت کارلو پرداخته شد. در این قسمت ابتدا نتایج حاصل از این سه روش با هم مقایسه شده و در بخش بعدی به تجزیه و تحلیل حساسیت ارزش گزینه در قبال تغییرات سایر پارامترها می‌پردازیم.

۴-۱- مقایسه روش‌های مختلف محاسبه ارزش انعطاف پذیری

در این بخش مقایسه این سه روش در سطح اطمینان ۹۰ درصد انجام می‌شود. این روش‌ها را به صورت دو به دو به کمک آزمون فرض آماری مقایسه کرده تا ببینیم که در سطح اطمینان مزبور آیا تفاوت معناداری بین این روش‌ها وجود دارد یا خیر.

۴-۱-۱- مقایسه روش بلک اسکولز و شبکه دو جمله‌ای

از آنجایی که با نمونه‌ای از داده‌ها سر و کار داریم مساله از نوع آمار استنباطی است. در این مساله میانگین دو جامعه آماری که واریانس آن نامعلوم است با هم مقایسه کرده در این مساله فرضیه این است که بین نتایج دو روش بلک اسکولز و شبکه دو جمله‌ای تفاوتی وجود ندارد و فرض H_0 و H_1 را به صورت زیر ایجاد می‌شود.

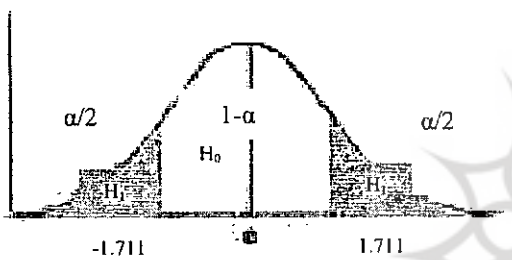
$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

از آنجایی که تعداد نمونه‌ها کوچک است آماره آزمون از نوع t می‌باشد.حال محاسبه آماره آزمون و درجه آزادی آن به صورت زیر پرداخته می‌شود.

$$d.f' = \frac{(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2})^2}{\frac{(\frac{S_1^2}{n_1})^2}{n_1 - 1} + \frac{(\frac{S_1^2}{n_1})^2}{n_2 - 1}}$$

$$t' = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

با محاسبه روابط فوق، مقدار آماره آزمون برابر ۱٫۰۱- خواهد بود با مراجعه به جدول توزیع t ملاحظه می‌شود که مقادیر بحرانی به ازای $t_{0.05,24}$ برابر ± 1.711 خواهد بود.



شکل ۲- مقایسه روش‌های بلک اسکولز و شبکه‌بندی دوجمله‌ای

با توجه به شکل فوق ملاحظه می‌کنید که آماره آزمون در ناحیه تایید فرض H_0 قرار دارد پس فرضیه H_0 تایید و فرض H_1 رد می‌شود که این بدان معناست که بین نتایج روش بلک اسکولز و شبکه‌بندی دو جمله‌ای، تفاوت معناداری در سطح اطمینان ۹۰٪ وجود ندارد.

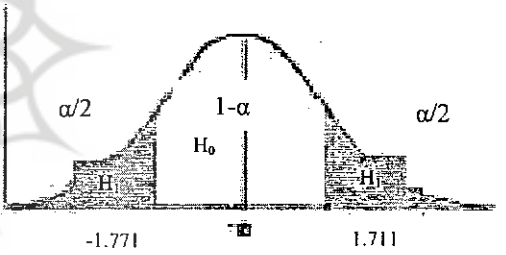
۴-۱-۲- مقایسه روش بلک اسکولز و شبیه‌سازی مونت‌کارلو

از آنجایی که با نمونه‌ای از داده‌ها سر و کار داریم مساله از نوع آمار استنباطی است. در این مساله میانگین دو جامعه آماری که واریانس آن نامعلوم است با هم مقایسه کرده در این مساله فرضیه این است که بین نتایج دو روش بلک اسکولز و شبیه‌سازی مونت‌کارلو تفاوتی وجود ندارد و فرض H_0 و H_1 را به صورت زیر ایجاد می‌شود.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

از آنجاییکه تعداد نمونه‌ها کوچک است آماره آزمون از نوع t می‌باشد.حال محاسبه آماره آزمون و درجه آزادی آن بوسیله روابطی که در بخش قبل ارائه شد پرداخته می‌شود.

با محاسبه روابط فوق، مقدار آماره آزمون برابر ۰,۱۸ خواهد بود با مراجعه به جدول توزیع t ملاحظه می‌کنیم که مقادیر بحرانی ± 1.771 خواهد بود.



(شکل شمارهٔ ۳): مقایسه روش‌های بلک اسکولز و شبیه‌سازی مونت‌کارلو

با توجه به شکل فوق ملاحظه می‌شود که آماره آزمون در ناحیه تایید فرض H_0 قرار دارد پس فرضیه H_0 تایید و فرض H_1 رد می‌شود که این بدان معناست که بین نتایج روش بلک اسکولز و شبکه‌بندی دوجمله‌ای، تفاوت معناداری در سطح اطمینان ۹۰٪ وجود ندارد.

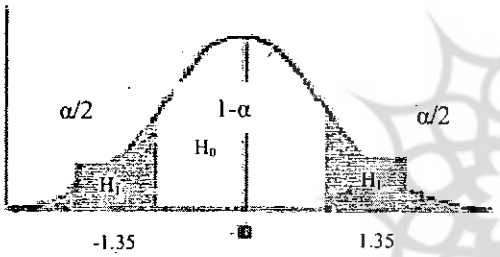
۴-۱-۳- مقایسه روش شبکه‌بندی دوجمله‌ای و شبیه‌سازی مونت‌کارلو

از آنجایی که با نمونه‌ای از داده‌ها سر و کار داریم مساله از نوع آمار استنباطی است. در این مساله میانگین دو جامعه آماری که واریانس آن نامعلوم است با هم مقایسه می‌گردد در این مساله فرضیه این است که بین نتایج دو روش شبکه‌بندی دو جمله‌ای و شبیه‌سازی مونت‌کارلو تفاوتی وجود ندارد و فرض H_0 و H_1 را به صورت زیر ایجاد می‌شود.

$$H_0 : \mu =_1 \mu_2$$
$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

از آنجایی که تعداد نمونه‌ها کوچک است آماره آزمون از نوع t می‌باشد.حال محاسبه آماره آزمون و درجه آزادی آن بوسیله روابطی که در بخش قبل ارائه شد پرداخته می‌شود.

با محاسبه روابط فوق، مقدار آماره آزمون برابر ۰,۱۲- خواهد بود با مراجعه به جدول توزیع t ملاحظه می‌شود که مقادیر بحرانی ± 1.35 خواهد بود.



(شکل شمارهٔ ۴): مقایسه روش‌های شبکه‌بندی دوجمله‌ای و شبیه‌سازی مونت‌کارلو

با توجه به شکل فوق ملاحظه می‌شود که آماره آزمون در ناحیه تایید فرض H_0 قرار دارد پس فرضیه H_0 تایید و فرض H_1 رد می‌شود که این بدان معناست که بین نتایج روش بلک اسکولز و شبکه‌بندی دوجمله‌ای، تفاوت معناداری در سطح اطمینان ۹۰٪ وجود ندارد.

۴-۲- تحلیل حساسیت نتایج

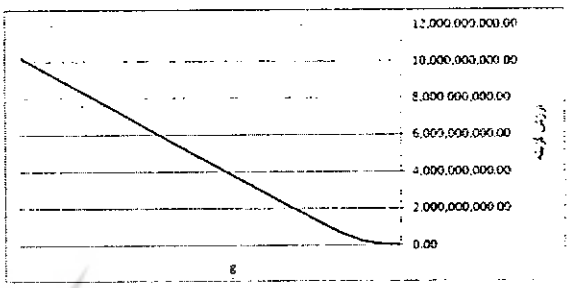
چهار پارامتر g (هزینه استفاده نکردن از نمودار X)، K (هزینه ثابت استفاده از نمودار X در هر بازه زمانی) r (نرخ بهره) و D (میزان تقاضا) پارامترهای تاثیرگذار بر روی ارزش گزینه نمودار کنترلی هستند.

در بخش قبلی با فرض ثابت بودن این پارامترها ارزش گزینه محاسبه شد در این قسمت چگونگی تاثیر تغییرات ارزش گزینه اروپایی، زمانی که هر کدام از عوامل فوق در طول بازه زمانی تغییر می‌کنند و تمامی عوامل دیگر ثابت

باشند بررسی می‌شود.

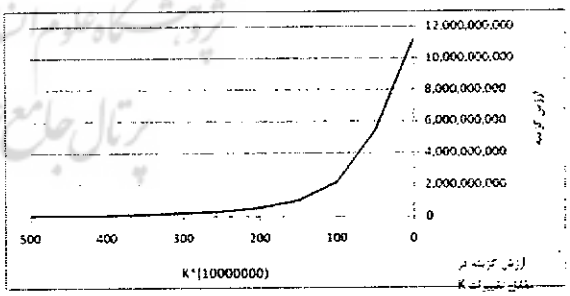
عموماً این گونه تحلیل حساسیت به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند تا به درستی تصمیم بگیرد که در چه بازه‌ای گزینه نمودار کنترلی X همیشه استفاده شود، در چه بازه‌ای اصلاً استفاده نشود، و در چه بازه‌ای با احتیاط استفاده شود.

شکل شمارهٔ (۵) نشان می‌دهد زمانی که هزینه عدم استفاده از نمودار کنترل، g، بالاتر می‌رود، سود بیشتری از این گزینه عاید می‌شود.



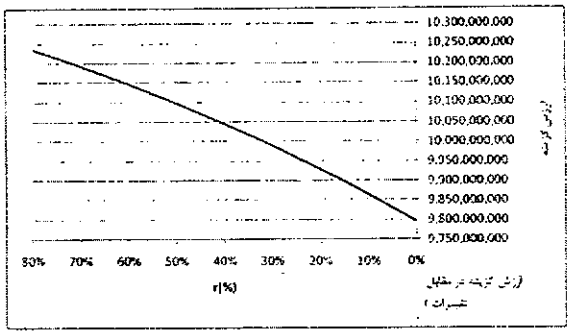
(شکل شمارهٔ ۵): تحلیل حساسیت ارزش گزینه زمانی که g متغیر است

شکل شمارهٔ (۶) نشان می‌دهد ارزش گزینه زمانی که هزینه ثابت استفاده از نمودار کنترل k کمتر می‌شود، بیشتر می‌گردد. زمانی که k=0 بیشترین ارزش گزینه را می‌دهد. ارزش گزینه زمانی که k بزرگ‌تر می‌شود به صفر میل می‌کند.



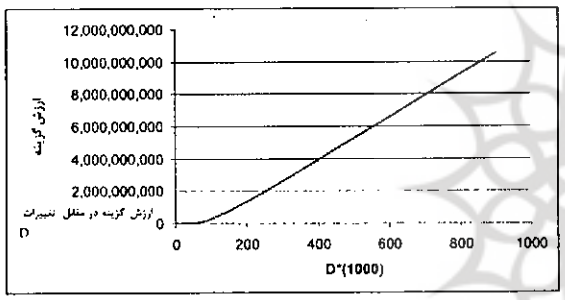
(شکل شمارهٔ ۶): تحلیل حساسیت ارزش گزینه زمانی که k متغیر است

شکل شمارهٔ ۷ پیشنهاد می‌کند زمانی که نرخ بهره بیشتر شود، ارزش گزینه نیز بیشتر می‌شود، و این امر مورد انتظار است چون که قیمت گزینه با افزایش نرخ بهره افزایش می‌یابد.



(شکل شمارهٔ ۷): تحلیل حساسیت ارزش گزینه زمانی که r متغیر است

شکل شمارهٔ (۸) نشان می‌دهد که هر چقدر تقاضا در هر بازه زمانی افزایش یابد سود بیشتری از استفاده از نمودار کنترل گرفته می‌شود و زمانی که تقاضا صفر می‌شود گزینه بی‌ارزش می‌شود.



(شکل شمارهٔ ۸): تحلیل حساسیت ارزش گزینه زمانی که D متغیر است

۵- خلاصه و نتیجه‌گیری

وقتی در خصوص یک تصمیم انعطاف‌پذیری وجود دارد که بتوان از بین تعدادی از خط مشیهای متفاوت مناسب ترین آنها را انتخاب کرد.

در این تحقیق، در مورد نگرش‌های ارزیابی گزینه بحث گردید. یک طراحی گزینه واقعی برای ارزش‌دهی انعطاف‌پذیری ناشی از نمودارهای کنترلی معرفی گردید و نتایج مطالعه موردی انجام شده ارائه گردید.

در پایان نیز نتایج حاصل از مطالعه موردی، با استفاده از روش‌های شبکه‌بندی دوجمله‌ای، شبیه‌سازی مونت کارلو و فرمول بلک اسکولز بررسی شد

از آنجایی که این تحقیق موجب ایجاد نگرش جدیدی در مورد گزینه‌های تولیدی شده است، بنابراین، پیشنهاد

می‌گردد تا گزینه‌های دیگر تولید و محصولات دیگر با استفاده از گزینه‌های واقعی ارزیابی شده و در مورد انجام و عدم انجام آن تصمیم گیری شود.

سازمان‌های دیگر نیز می‌توانند از مدل تحقیق استفاده کنند و گزینه‌های تولید را از این طریق ارزشیابی کنند.

مدل‌سازی انعطاف‌پذیری در یک مورد از مسائل تولیدی انجام شد. این مساله قابل تعمیم به سایر مسایل تولید است و می‌تواند کاربرد بسیاری داشته باشد و در تصمیم‌گیری مدیران به عنوان یک ابزار قدرتمند به حساب می‌آید.

با توجه به نتایج حاصل از حل مدل‌ها مشخص شد که بین خروجی‌های روش‌های مختلف ارزیابی گزینه واقعی تفاوت معناداری وجود ندارد.

در مورد استفاده از نمودارهای کنترل کیفیت آماری یک نوع بلاتکلیفی وجود داشت که با استفاده از این تحقیق، می‌توان به درستی در مورد استفاده از نمودار کنترل کیفیت آماری تصمیم گرفت.با توجه به نتایج می‌توان نتیجه‌گیری کرد در تمامی ماه‌های سال می‌توان از نمودار کنترلی استفاده کرد.

با توجه به تحلیل حساسیت انجام شده می‌توان نتیجه گیری کرد که ارزش گزینه با هزینه عدم استفاده از نمودار کنترل، g، نرخ بهره،r و تقاضا،D، رابطه مستقیم و با هزینه ثابت استفاده از نمودار کنترل k رابطه معکوس دارد.

این تحقیق به مساله ارزش‌گزاری گزینه پرداخته است. اما فرصت‌های تحقیق‌های آتی در زمینه ارزش‌دهی به انعطاف‌پذیری برای محققین وجود دارد که در ذیل به برخی از آنها اشاره می‌شود.

مطالعه موردی این تحقیق در شرایطی انجام شد که جابه‌جایی بین استفاده از نمودار کنترل کیفیت آماری و عدم استفاده از آن هزینه‌ای در برنداشت؛ پیشنهاد می‌گردد که ارزیابی انعطاف‌پذیری، زمانی که جابه‌جایی بین گزینه‌ها هزینه‌دار است انجام شود.

همچنین در این مطالعه بین تصمیم برای استفاده یا عدم استفاده از نمودار کنترلی تاخیر زمانی وجود ندارد و توصیه می‌شود که ارزیابی انعطاف‌پذیری، زمانی که اجرای گزینه‌ها با تاخیر زمانی همراه است صورت گیرد.

منابع

1. Armistead, C. G. 1987. International Factory Networks. Issues 011 International in an Uncertain World. Harvard Business School Press.

2. Armisteadm C. G. 1987. International Factory Networks, Issues on International Manufacturing INSEAD, September 1978.

3. Blackm, F. and scholes, M 1973. The pricing of Options and corporate Liabilities. Jurnal of policical Economy. 81: 637-659.

4. Boyle, P.P. 1988. A Lattice Framework for Option Pricing with Tow States Variables. Journal of Financial and Quantitative Analysis. 23(1): 1-12.

5. Boyle, P. P., Evinin, J., and Gibbs, S. 1989. Numerical Evaluation of Multivariate Contingent Claims. The Review of Financial Studies. 2(2): 241-250.

6. Browne, J., Dubois, D., Rathmill, K., Sethi, S. P., and Stecke, K. E. 1984. Classification of Flexible Manufacturing Systems. The FMS Magazine. 2(2): 114-117.

7. Copeland, Thomas E.; Vladimir Antikarov (2001). Real Options: A Practitioner's ISBN 1-587-99028 Guide. New York.

8. Cox, J. C., Rosa, S. A., and RUbinstein, M. 1979. Option.Pricing: A Simplified Approach Journal o/Financial Economics. 7: 229-263 .

9. Dasu, S. and Li, L. 1997. Optimal Operating Policies in the Presence of Exchange Rate Variability. Management Science. 43(5}: 705-722 .

10. Ettlie, J. E. and Penner-Hahn, J, D. 1994. Flexibility Ratios and Manufacturing Strategy . ManagenlentScience.40(11): 1444-1454 .

11. Hayes, R. H. and Wheelwright, S. C. 1984. Restoring Our Competitive Edge. Competing Through Manufacturing. WHey, New York .

Advanced Series in Management 13: 153·168 .

17. Nembharc4 H. B .• Shi.L., and Aktan, M. 2002b. Valuing Operational Flexibility in Manufacturing Systems Using Real Options. Proceedings for IIE 2002 Annual Research Conference.

18. Oke, Adegoke, 2006,A framework for analyzing manufacturing flexibility, International Journal of Operation & Production Management .

19. Parmod ,M, 2006, Analysis of flexibility requirements under uncertain environments, Journal of Modeling in Management

20. Sethi, A. K. and Sethi, S. P. 1990. Flexibility manufacturing: A Survey. Internationsl journal of Flexible Manufacturing System. 2(4): 289-328

21. Slack, N. 1988. Manufacturing Systems Flexibility – An Assessment Procedure. Cpmuter Integrated Manufacturing systems. 1(1): 25-31

22.Swamidass. P. M. and NeweU; W. T. 1987. Manufacturing Strategy, Environmental Uncertainty and Performance: A Path Analytic Model. Management Science. 33(4): 509-524

12. Hodder, 1. E. 1982. Plant Location Modeling for the Multinational Firm. In Proceedings of the Academy of International Business Conference on the Asia-Pacific Dimension oflntenUlti6hal Business. Honolulu .

13. Hodder, J. E. and Dincer, M. C. 1986. A Multifactor Model for International Plant Loca.tion and Financing Under Uncertainty. Computers and Operations Research. 13: 601-609 .

14. Jucker, 1. V. and Carlson~ R. C. 1976. The Simple Plant~Location Problem under Uncertainty. Operations Research. 24(6): 1045-1055 .

15. Kamrad. B" and Ritchken, P. 1991. Multinomial Approximating Models for Options with k State Variables. Management Science. 37(12): 1640-1653 .

16. Miller, J. G., Amano, A., De Meyer, A., Ferdows, K., Nakane, 1., and Roth, A. 1989 . Closing tbe Competitive Gaps: The Intemational Report of the Manufacturing Futures Survey. Managing International Marnifacturillg, edited by Ferdows. K.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی