رویکردی ریاضی بر محاسبه حق بیمه ریسک های آلودگی محیط زیست [1]

کامبیز پیکارجو [2]

چکیده

این مقاله سعی بر آن دارد که رویکردی ریاضی در زمینه چگونگی مدل بندی و فرمول بندی بیمه اختیاری محیط زیست برای حفظ کیفیت آن ارائه کند. از آنجا که در مباحث علمی بیمه در کشور ما آشنایی چندانی با بیمه های حفظ محیط زیست وجود ندارد، همچنین این مقاله سعی خواهد داشت تا با ذکر کلیاتی از مبانی نظری موضوع، الگوی ریاضی چگونگی محاسبه و استفاده از این نوع بیمه را به عنوان یک عامل آلودگی زدا در جوامع بشری بررسی کند.

واژگان کلیدی

بهینه پارتو، پیامد خارجی، حق بیمه اختیاری ، بیمه آلودگی محیط زیست، تخصیص زمانی، سهم بین نسلی و درون نسلی ، انحطاط محیط زیست ، هزینه ازدحام، کالای باشگاهی ، تئوری خنثایی، تکنولوژی آلودگی زدایی، موجودی تصادفی، عرضه بی کشش عوامل.

مقدمه

اقتصاد محیط زیست نخستین بار در چارچوب مطالب نظری اقتصاد بخش عمومی و در قالب مطالعات بهینگی کاربرد منابع در دسترس، طرح و معرفی شد. لذا بررسی دقیق محتوا و چگونگی اقتصاد محیط زیست مستلزم مطالعه ضرورت وجودی این مباحث در بحث های اقتصاد بخش عمومی و محیط زیست و همچنین در چارچوب مباحث محدودیت و بهینگی است. بدین ترتیب در این بخش به طور خلاصه به چگونگی ایجاد بحث اقتصاد محیط زیست و تعاریف اصلی آن می پردازیم.

شاید بتوان پایه گذار واقعی نظریات بخش عمومی را پروفسور « پل ساموئلسن » [3] نامید. وی نخستین اقتصاد دانی بود که در سال 1956، به طور مشخص کالاهای عمومی را تعریف و مطرح کرد. البته هر چند که در خصوص نظریات بخش عمومی ، پروفسور ویکسل نیز سهم به سزایی داشته ولیکن سهم ساموئلسن در این خصوص بسیار برجسته تر بوده است. در این مدل بحث توزیع و تخصیص بهینه کالا و خدمات (منسوب به پروفسور پارتو [4]) جایگاه خاصی دارد. با توجه به مباحث پارتو و جعبه اجورث، هر نقطه نشان دهنده ترکیبات تخصیص یافته مصرف کالاها بین دونفر است. ولی کالای عمومی عبارتند است از کالایی که با مصرف یک کالا، مصرف کالای دیگر به خطر

1- مبانی ریاضی محاسباتی نرخ حق بیمه محیط زیست در این مقاله از مقاله زیر استخراج شده است:

Pierre-Ander Jouvet(1998), Voluntary Contributions with Uncertainty:
The Environmental Quality, The Genva Papers on Risk and Insurance Theory.

این مقاله در تابستان 1381 (به شماره مسلسل 66) فصلنامه صنعت بیمه پژوهشکده بیمه مرکزی ایران به چاپ رسیده است.

2- عضو هیات علمی گروه تخصصی اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات و مدیر طرح و توسعه شرکت بیمه ملت

3 - Paul Samuelson

4- پارتو اولین کسی بود که منحنی های بی تفاوتی را بدون آنکه به تقاضا مرتبط بداند در ادبیات اقتصاد وارد کرد.

نمی افتد. لذا جعبه اجورث نمی تواند برای کالاهای عمومی بکار رود. در مباحث مربوط به کالاهای خصوصی (غیر عمومی) ، منحنی های قرار داد و امکانات تولید به صورت $MRS^{A}_{xy} = MRS^{B}_{xy}, MRTS^{X}_{L\ K} = MRTS^{Y}_{L\ K}$ است.

بدین ترتیب در روابط فوق کالاها، کالاهای غیر عمومی اند. حال اگر کالاهای مورد بررسی کالاهای عمومی باشند، آن گاه تمامی استنتاج ها و فرمول بندی های فوق در هم خواهد ریخت.

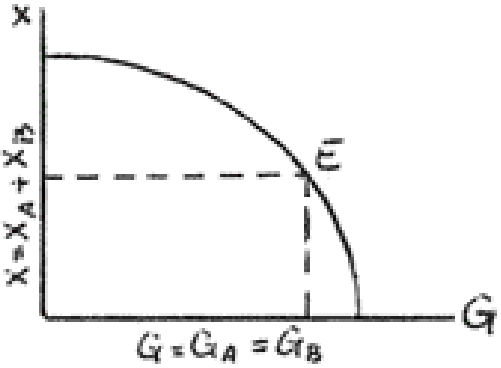
در شرایط بهینه[1] اول تمامی نقاط روی منحنی امکانات تولید، بهینه پارتو هستند و بهترین شرایط پس از بهینه پارتو که در دسترس نیست، شرایط بهینه دوم [2] است چرا که در اقتصاد عواملی وجود دارند که عامل بهینه را به هم می زنند (ضرروت حضور دولت در اقتصاد). همچنین نقاط دیگر داخل منحنی میزان انحراف از روی منحنی به داخل، به مسائل دولت بستگی دارد. حال وظیفه دولت این است که تدابیری اتخاذ کند تا فاصله نقاط بهینه دوم را نزدیک ترین حالت به منحنی کند.

پل ساموئلسن همان گونه که گفته شد ، کالای عمومی را با برداشتن از لیندال [3] در مدلهای تعادل عمومی وارد کرد، بدین نحو که :

کالاهای عادی: $X = X_A + X_B$

کالاهای عمومی : $G = G_A = G_B$

در مدل فوق کالای عمومی و خصوصی داریم. در این حال مسئله اصلی این است که یک نحوه و رابطه تولیدی بین X و G با توجه به منابع محدود وجود دارد. در این نحوه تخصیص نوع کالا عمومی یا خصوصی فرق نمی کند. در نتیجه ما یک منحنی امکانات تولید داریم که تخصیص منابع بین دو کالا را بیان می کند. در این حال دو شخص فرضی A و B مفروض اند. در این حال با استفاده از تکنولوژی مطلوبیت مصرف دو کالا برای افراد مطلوبیت دارد.



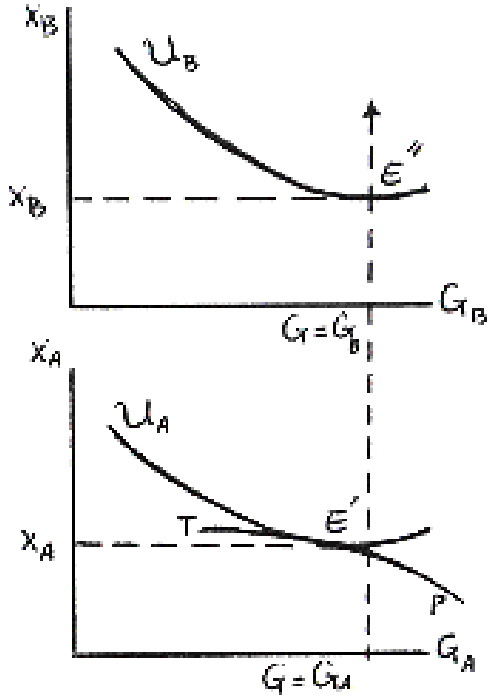
در این شرایط مابه دنبال آن هستیم که از شرط بهینه پارتو [4] بهره برداری کنیم.

1- First Best

2- بهینه دوم (Secound Best) ، مربوط به شرایطی است که دولت وارد مدل می شود و شرایط بهینه پارتو را به هم می ریزد. در این شرایط ، بهینه دوم بهترین شرایط بعد از بهینه پارتو است.

3- در تعادل لیندال، کالاهای عمومی را در بازار مثل کالاهای معمولی نمی توان خرید و فروش کرد و در این شرایط هیچ مصرف کننده ای نمی تواند مقداری از یک کالای عمومی را منحصرا در اختیار خود گیرد. با وجود این می توان طرحی در انداخت که در شبه بازار تعادل برای یک کالای عمومی برقرار شود.

4- بهبود پارتو می گوید که اگر جز نقطه روی منحنی قرار داد بتوان وضعیت مصرفی یکی را بهتر کرد بدون آنکه وضعیت فرد دیگر بدتر شود، بهبود پارتویی وجود دارد.



فرض کنید که شخص B می خواهد در U_B مطلوبیتش ثابت (در نقطه E'') باشد، آن گاه می توان نشان داد که چه اختیاراتی در این حال در اختیار شخص A قرار می گیرد و چقدر x می تواند اختیار کند. مسلما شخص A در جایی می تواند X_A مصرف کند که منحنی بی تفاوتی او بر TP مماس شود.

در این حال کل کالاهای عمومی $G = G_A + G_B$ است ولی کالای خصوصی $X = X_A + X_B$ است.

بر طبق گفته پل ساموئلسن، شرایط بهینه پارتو در اقتصادی که کالاهای عمومی تولید می کند به روابط روبه رو تبدیل می شود:

MRS_{GX} تولید – MRS^{B}_{GX} مصرف = MRS^{A}_{GX} مصرف

MRS_{GX} تولید = MRS^{B}_{GX} مصرف + MRS^{A}_{GX} مصرف

در این رهگذر، تولید کالاهای عمومی نیز شرایط بهینه و مدل دارد و می توان به طور تجربی آن را آزمون کرد:

$$\frac{MC_x}{MC_G} = \frac{MB_X^B}{MB_G^B} + \frac{MB_X^A}{MB_G^A}$$

از طرف دیگر داریم: که $MC_X=P_X$ و $MB_X^B = MB_X^A = P_X$ ، بنابراین خواهیم داشت:

$$MC_G = MB_G^A + MB_G^A = \sum_{i=1}^{n} MB_G^i$$

یعنی آنکه ممکن است شما یک هزینه نهایی زیادی کنید تا مقدار منفعت آن برای افراد کوچک ولی برای همه قابل استفاده باشد.

در نظریه بهینه دوم [1] فرض می کنیم n بازار داریم که در n-1 بازار شرایط کارایی وجود دارد یعنی آنکه در این n-1 بازار سیستم قیمت گذاری براساس هزینه نهایی [2] وجود دارد و در بازار n ام MCP نداریم، یعنی آنکه [3] $MC_n \neq P_n$

است. در این حال بهترین سیاست این است که دولت دخالت کند تا بازار n ام را نیز به کارایی برساند ($MC_n=P_n$). بدین ترتیب اگر هزینه های دخالت دولت کمتر از هزینه MCP باشد آن گاه این سیاست درست خواهد بود(بهینه دوم).

1- The Secound Best Theory.

2- Marginal Cost Pricing(MCP).

[3]- بحث تعادل با کارایی فرق می کند. اگر n-1 در تعادل باشد آن گاه بازار nام هم به تعادل می رسد، ولی ممکن است در عدم کارایی باشد.

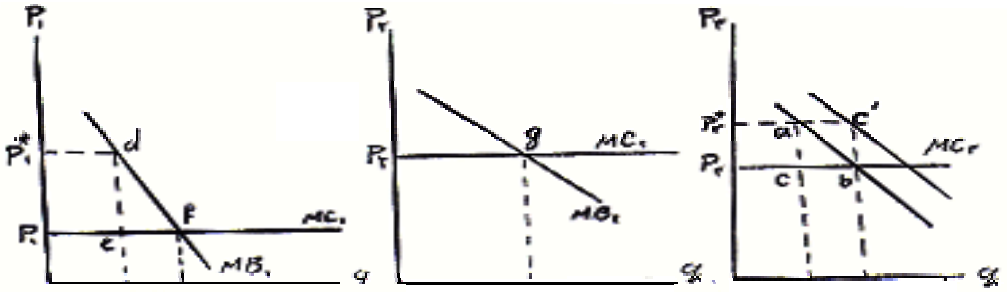
اگر هزینه های دخالت دولت کوچک تر از هزینه MCP شود آن گاه موقعیت توجیه گر حضور دولت و سیاست گذاری های آن است در این حال ممکن است بازار nام بنا به دلایلی قابلیت به کارایی رفتن را نداشته باشد(بازده به مقیاس صعودی در صنعت حکم فرما باشد یعنی MC=P>AC)، یا ممکن است ما امکان کنترل نداشته باشیم. برای مثال ، ما مجموعه بازار حمل و نقل بین شهری داشته باشیم که در آن قیمت وضع شده، قیمتی غیر رقابتی باشد(یعنی MCP وجود نداشته باشد). در این شرایط از طریق دخالت های دولت می توان بازارها را به سمت شرایط کارایی سوق داد. حال اگر سه بازار را در نظر بگیریم آن گاه:

$n = 3$

- شرایط برابری وجود دارد= بازار اول ⟶ $MC_1=P_1$
- شرایط برابری وجود دارد= بازار دوم ⟶ $MC_2=P_2$
- شرایط برابری وجود ندارد = بازار سوم ⟶ $MC_3 \neq P_3$ $(MC_3<P_3)$

اگر P_3 در کنترل دولت بود که هیچ وگرنه فرض کنید دولت یک بازار را تحت کنترل داشته باشد. برای مثال بازار اول تحت کنترل دولت است، آن گاه دولت می تواند با تغییر در قیمت بازار اول و اینکه سطح تولید بازار سوم متأثر از تغییر قیمت بازار اول می تواند باشد (یعنی $\frac{\partial q_3}{\partial p_1} \leq 0$) اعمال نفوذ کند. بدین ترتیب دولت برای برقراری تساوی در بازار سوم، قیمت بازار اول را به گونه ای تغییر می دهد که مقدار یا سطح تولید در بازار سوم و به دنبال آن هزینه نهایی به گونه ای تغییر یابد تا شرایط در بازار سوم نزدیک به $MC_3=P_3$ می شود. اما پس از برقراری تساوی در بازار سوم، تساوی $MC_1=P_1$ پس از افزایش یا کاهش P_1 بر هم خورده است ($MC_1 \neq P_1$) چرا که دولت P_1 را تغییر داده است. در این حال شرایط $MC_2=P_2$ در بازار دوم برقرار است و تنها عدم تساوی بین قیمت و هزینه نهایی از بازار سوم نیز به بازار اول منتقل می شود و شرایط بگونه ای دیگر تغییر نمی یابد. برطبق نظریه کلاسیکی اگر به این دو مجموعه اقتصاد بنگریم از حالت اول به دوم شرایط بدتر شده است، چرا که در شرایط قبل یک بازار در عدم تعادل بود ولی در این حال دو بازار عدم کارایی دارند.

بدین ترتیب طبق، نظریه بهینه دوم، که « ممکن است شرایط برخلاف تصور بهتر باشد چرا که کارایی ممکن است در حالت دوم بیشتر باشد». پس در این وضعیت عدم تعادل از بازار سوم به بازار اول منتقل شده و هیچ سودی به دست نیامده است، مضافا بر آنکه کارایی در هر دو بازار به هم خورده است، یعنی با تغییر شرایط تعادل از بازاری به بازار دیگر سبب گسترش عدم کارایی می شود. در این شرایط همان طور که گفته شد، نظریه بهینه دوم می گوید که غیر ممکن است کارایی حالت دوم بیشتر از حالت اول باشد.



در بازار سوم $MB_3>MC_3$ است. در این حال یک انتقال در سطح تولید به وجود می آید و $acbc'$ افزایش در رفاه را سبب می شود(نسبت به شرایط قبل) ولی هنوز در عدم کارایی به سر می برد(به فرض آنکه تغییر در شیب نداشته باشیم). در مرحله اول داریم که $acbc' - edf \geq 0$ باشد. در شرایطی که مثبت است آن گاه این سیاست گذاری سبب افزایش رفاه خواهد شد. لذا بحث اصلی بهینه دوم این است که این تفاضل حداکثر شود یعنی $Max(acbc' - edf)$. مسلما این ماکزیمم شدن تفاضل به ما بهینه دوم را خواهد داد، که این بهینه دوم در دو بازار اختلال ایجاد می کند ولی شرایط بهتر از قبل خواهند بود چرا که ما به بهینه اول دسترس نداریم که بر اساس آن برابری MC و P سه بازار را مشخص کنیم. پس نتیجه آنکه بهتر است از مستطیل افزایش رفاه بازار در حال تعادل، مثلث رفاهی کاهش یافته بازاری را که قبلا در تعادل بوده کسر کنیم. مسلما این جمله اگر مثبت باشد این امر توجیه دارد. حال اگر این تفاضل را حداکثر کنیم نقطه بهینه دوم به دست می آید. بدین ترتیب ضرورت دخالت دولت در اقتصاد توجیه پذیر می شود.

1- پیامدهای خارجی در ادبیات اقتصاد محیط زیست

شاید به جرئت بتوان گفت که خالق بحث پیامدهای خارجی به طور مستدل پروفسور پیگوست. وی برای نخستین، نظریات مالیات ها و سوبسیدها را در جهت هدایت و کنترل بازار ها به سوی کارایی مطرح کرد.

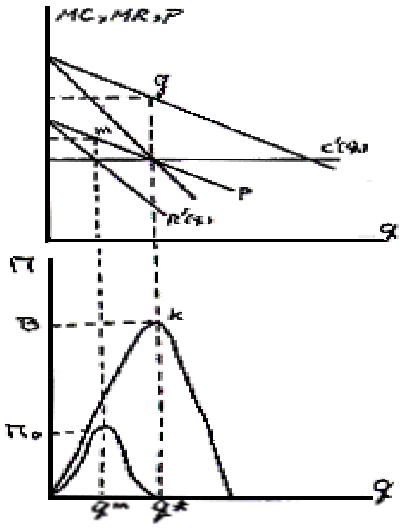
وی از طریق سوبسیدها و مالیات ها می توان عدم کارایی بازار انحصاری را مرتفع کرد، بدون آنکه احتیاج باشد که دولت قوانین ضد انحصاری وضع و یا کنترل بر بازار اعمال نماید. خروج انحصارگر از بازار قطعا مقدار عدم کارایی را افزایش می دهد و دخالت دولت عدم کارایی مانند X را به دنبال دارد.

تابع سود با وجود سوبسید: $\prod^{s}(q) = R(q) - c(q) + s(p(x))$

تابع سود کل انحصارگر: $\prod(q) = \prod^{s}(q) - t\prod^{s}(q)$

$$C'(q) = P + q\frac{\partial p}{\partial q}, q\frac{dp}{dp}(q^{*} - q')^{\frac{1}{2}}$$

در روابط فوق S(P(X)) معروف سوبسید بر واحد تولیدی و $t\prod^{s}(q)$ معرف مالیات بر سود است. پیگو معتقد است که باید ابتدا با برقراری سوبسید بر واحد تولیدی بنگاه انحصاری آن را به سطح کارایی برد و سپس بر آن مالیات بر سود وضع کرد. حد این روابط به این منتهی می شود که می توان یک بنگاه انحصاری را در نقطه کارآمد قرار داد بدون آنکه هیچ سودی نصیب او شود (حتی با افزایش مالیات تا 100 درصد می توان کل سود را از انحصارگر گرفت).



اما انحصار گری که در $\prod$ سود جمع آوری می کرد پس از دریافت سوبسید به نقطه g منتقل می شود. در این حالته اگر تابع سود را بررسی کنیم تابع به صورت خط سیاه پهن تصویر پایین در می آید.

حال بر اساس تفکر پیگو ، اگر یک مالیات برقرار و این مالیات تا حدی از سود کسر شود تا اینکه در مالیات صد در صد سود جذب شود آن گاه این امر مثل آن خواهد بود که سطح مقیاس ما در سطح B قرار گیرد. در این حال به وسیله مالیات سود مشخص صفر می شود ولی انحصار گر به سطح کارایی رسیده است (یعنی در سطح Bو نقطه K). در این حال نقطه مبدا بر مختصات O به نقطه B منتقل می شود.

به هر حال این راه حل را پروفسور پیگو در زمینه هایی که اختلال بازار وجود دارد، مطرح کرد.(مانند مسائل پیامدهای خارجی[1]). به هر حال بدین طریق می توان به موقعیت کارآمد رسید و دیگر لزومی به دخالت دولت وجود ندارد.

البته در این نظر مشکلاتی نیز نهفته است. این مسائل را از دو جنبه می توان بررسی کرد: 1) بحث اطلاعات؛ در تحلیل فوق فرض وجود اطلاعات کامل مطرح است(ولی آیا در اکثر بازارها اطلاعات کامل وجود دارد؟)

2) سود مارشالی در این حال در مدل وجود دارد ولی امروزه سود مارشالی دیگر وجود ندارد و قابل تعیین نیست. در این حال مشکل است که بتوان به سود مارشالی رسید، چرا که بخش هزینه C(q) درست به اندازه استهلاک کالاهای بادوام نیست.

دیگر آنکه از نظر کاربردی در این شرایط بردن به سطح کارایی انحصارگر از طریق اعمال سوبسید و مالیات، بس مشکل خواهد بود. چرا که در این حال از وضعیت سود اطلاعاتی نداریم و سود انحصارگر از نوع مارشالی نیست، چرا که نمی دانیم انحصارگر با ادامه تولید در چه قسمتی به زیان صفر می رسد.

این راه حل، راه کلاسیک در خصوص عدم دخالت دولت و استقرار روند مالیات و سوبسید و ایجاد پیامدهای خارجی بود. اما بر طبق نظریه کوز[2] (حقوقدان و اقتصاد دادن)، ضرورتی برای توسل به مالیات و سوبسید وجود ندارد. وی با طرح نظریه خود در واقع سعی کرد که پاسخ پیگو را بدهد. او در کسوت حقوقدان مسئله خود را در چارچوب « حق مالکیت »[3] مطرح کرد. وی بحث خود را با یک مثال در خصوص بحث پیامد خارجی منفی مطرح می کند. مثال او از خط راه آهن و مزارع اطراف آن آغاز می شود[4] . به طور کلی در دنیای که رقابت کامل باشد و اطلاعات کامل و هزینه ها برای انتقال [5] صفر باشد، تخصیص منابع موثر خواهد بود(بدون توجه به اینکه در زمینه تعهدات چه نوع قوانین و مقرراتی مقرر می شود). در این حال دو کار می توان انجام داد: 1. به مزرعه دار حق مالکیت داد که براساس حق مالکیت خود علیه راه آهنی که از مزارع او گذشته و براثر عبور خود دود و خاک زغال سنگ های مصرفی خود را در مزرعه پراکنده می کند، از شرکت راه آهن شکایت کند و شرکت را ناگزیر به پرداخت خسارت کند. چرا که اگر مزرعه دار حق مالکیت نداشته نباشد شرکت با افزایش تعداد ریل های راه آهن به مزارع آن آسیب بیشتری می رساند و هیچ خسارتی نمی دهد، اما کوز ثابت کرد که اگر شرکت تعداد ریل ها را زیاد کند، درآمد نهایی شرکت کاهش خواهد یافت. در این حال با مقایسه وضعیت درآمد نهایی شرکت، نتیجه خواهیم گرفت که تنها یک قطار باید از مزرعه رد شود(حل با روش پارتویی)، چرا که اگر دو قطار رد شود، رفاه کاهش می یابد و اگر قطار رد نشود باز هم رفاه کاهش خواهد یافت.

1- Externality.
2- Coase.
3- Property Rights.
4- Fire Setting Rail Road and Farm.
5- Transition Cost.

اگر هر کدام – شرکت و مزرعه دار – بدانند که بازار رقابت کامل و اطلاعات کامل است و باز هم صحبت کنند و به توافق برسند یا از مزرعه ای دیگر راه اهن رد شود و یا راه آهن دیگری از این مزرعه رد شود آن گاه مهم نخواهد بود که شما حق مالکیت بدهید یا ندهید. اگر به او حق مالکیت بدهید مزرعه دار از شرکت شکایت می کند و راه آهن تنها یک قطار را از زمین عبور می دهد و خسارت و زیان به مزارع را نیز پرداخت می کند و بدین ترتیب سطح تولید کارآمد می شود ، بدین ترتیب سطح تولید کارآمد می شود، ولی اگر حق مالکیت در اختیار مزرعه دار قرار نگیرد آنگاه راه آهن متعهد به پرداخت خسارت نخواهد بود. در این حال شرکت راه آهن بدون در نظر گرفتن هزینه پیامد خارجی [1] خود، قطار را از راه آهن مزرعه عبور خواهد داد. ولی در این حال مزرعه داران به این نتیجه می رسند که چقدر باید به شرکت راه آهن پرداخت کرد تا ریل های راه آهن را از مزارع نکشد و بدین ترتیب سایر قطارها از مزارع بیرون می روند ولی تنها یک ریل قطار در مزارع باقی می ماند و باز هم به راه حل یک قطار می رسیم (مانند مثال مزرعه بدون حصار و همسایه دامدار).

2. در این حال مزرعه داران به دور مزرعه خود حصار می کشند (مانند مثال زنبور عسل در مدل مید).

پس نتیجه آنکه تعریف ابتدایی و اولیه از پیامد خارجی عبارت است از : « هر گاه تصمیم گیری یک تصمیم گیرنده اقتصادی [2] یا هر کسی که تصمیماتش در تابع مطلوبیت شخص دیگر سبب تغییر شود خواهیم گفت آن پیامد خارجی است». اگر این تعاریف را قبول کنیم، این تعریف بسیار گسترده خواهد بود. یعنی آنکه در هر جایی که مبادله پایاپایی صورت پذیرد، وجود خواهد داشت. چرا که مبادله کننده فایده اش به پیشنهاد و تصمیم گیری فرد دیگر بستگی دارد.لذا بسیاری از افراد که تعریف فوق را قبول داشتند، می گفتند که هر چه به عنوان اقتصاد پایاپایی باشد وارد مقوله پیامدهای خارجی می شود.آثار خارجی تصمیم گیری یک بنگاه را می توان در بازارهای دیگر مشاهده نمود. به عبارت دیگر، این مسئله با مثال شکوفه های سیب و اثر خارجی آن در بازار عسل بهتر مشخص می شود. تولید کننده صابون وقتی ضایعات را به زمین های اطراف می ریزد، مثلا اثر خارجی بر مزارع گندم دارد. پس بدین ترتیب با کالاهای عمومی و بد، پیامد خارجی را نمی توان توجیه کرد.

در این مورد والتر پی . هلر و دیوید ای . استارت [3] سعی کردند که مسئله اینکه چه زمانی پیامد خارجی اتفاق می افتد و تعریف آن یا مسئله وجود یا فقدان آن را در تا حدودی در مقاله ای شفاف کنند. آنان سعی کردند که پیامد خارجی را با کالای عمومی و کالای بد مترادف کنند.

آنان معتقدند که هر جایی نتواند بازار به وجود بیاید، پیامدهای خارجی ایجاد می شود. پس پیامد خارجی حاصل وجود اشکال در رفتار غیر رقابتی، فقدان اطلاعات اقتصادی مربوط و عدم تحدب منحنی تولید و یا عدم تقعر تابع تولید است.

در مقاله هلر و استارت فرض می شود که یک مصرف کننده یک بردار از کالای **Ci** را مصرف می کند و از این مصرف وی یک سری آشغال ایجاد می کند. اگر مقدار آشغالی را که شخص **j** برای فرد **I** ایجاد می کند با d_j^i نشان دهیم، در این حال تابع مطلوبیت فرد $u^i = u^i(c_1^i, d_1^i, \ldots\ldots d_j^i, \ldots\ldots d_u^i)$ خواهد بود **($u^i(c^i,d^i)$)** . در این حال وی

1- Externality.
2- Economy Decision-Maker.
3- Walter P.Heller & David A. Starret.

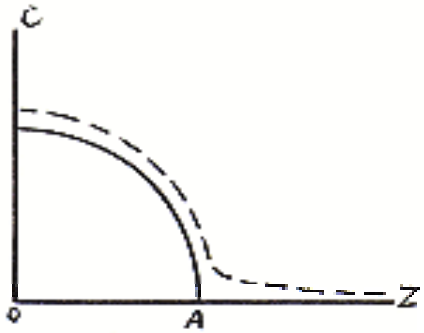
یک قیمت برای مصرف خود می پردازد و P و Z هایی را تولید می کند که قیمتی معادل PZ^i دارند. اگر فرد مورد نظر از این رهگذر هزینه ای برای دیگران ایجاد کند، در مقابل فایده می برد و اگر فایده وی بیشتر از هزینه ایجاد شده اش باشد آن گاه می توان او را به طوری مجبور کرد که فایده را داخلی و یا قابل جبران برای دیگران کند. ولیکن اگر فایده وی کمتر از هزینه تولید شده باشد، آن گاه شخص بیشتر مایل است که پرداخت کند تا از شر آشغال های خود رها شود. بنابراین وی حاضر خواهد شد تا S مقدار یا ریال به دیگری که حاضر است t مقدار آشغال او را بگیرد. در این حال نمی توان پیامد خارجی را حذف کرد (زمانی که $S \geq t$ باشد). حال اگر وی این مشکل را داخلی کند، باید S بدهد تا از دست (t) آشغال راحت شود. اگر او را وادارید که اشغال را بیرون نریزد و در مقابل آن مسئول باشد او حاضر خواهد بود در ازای پرداخت t، S مقدار آشغال خود را به بنگاه های مسئول جذب آشغال واگذار کند تا جایی که $S \geq t$ شود ، در این شرایط ($S \geq t$) ما مشکلی نخواهیم داشت. البته مسئله فوق در همه موارد جواب نمی دهد چرا که ما در این حال هزینه مبادله داریم، اگر ما هزینه مبادله داشته باشیم و اگر از $S - t$ هزینه این هزینه مبادله بیشتر شود آن گاه اشغال جمع کنی وجود نخواهد داشت.

در مواردی که امکان ورود و خروج وجود نداشت ،نگارندگان مقاله مشکلات را در قالب دو مشکل زیر مطرح کردند:

۱. اگر بازار رقابت و اطلاعات کامل نیز وجود داشته باشند و همچنین هزینه مبادله صفر باشد آن گاه پیامد خارجی حذف می شود.

2. اگر حق مالکیت را بتوان اعمال کرد، آن گاه پیامد خارجی حذف خواهد شد(مثال کوز).

در نهایت، آنان می گویند که اگر بین وجود پیامد خارجی (Z) و کالاها (C ها) یک تابع مبادله که معروف به تابع امکانات تولید است وجود داشته باشد در این حال به دلیل وجود پیامد خارجی سوداگری [1] کامل بین کالا و پیامد خارجی وجود نخواهد داشت یعنی ممکن است تولید کالاهای مصرفی (C) به سمت صفر میل کند اما پیامد خارجی (Z) به نقطه A نمی رسد بلکه به شکل خط چین حرکت خواهد کرد. در این شرایط مبادله کامل بین کالاها وجود ندارد.



پس در این حال بازار بالقوه زمانی نمی تواند کارکند که پیامد خارجی ایجاد شود:در مورد پیامدهای خارجی از حیث طبقه بندی و شناسایی صحیح آنها پروفسور زرب[2] فرد دیگری است که مقالات زیادی در این خصوص نوشته است. او در واقع عمدتا متوجه مثال آقای کوز(راه آهن و مزرعه دار) می شود و از مقاله و انتقاد می کند. او هزینه سوداگری یا مبادله را مطرح کرد. وی بر این بحث تایید دارد که هنوز کسانی هستند که طرفدار پیگو باشند و آنان به وسیله مالیات و سوبسید، پیامد خارجی را مدیریت می کنند و کسانی مثل کوز طرفدار این امر هستند که بازاری باید به وجود آید که اطلاعات را انتقال و هزینه مبادله را به صفر برساند. در این حال مشکل حل خواهد شد.

1- Transaction . 2- Zerbe.

به هر حال این امر مهم است که بدون کمک دولت و بدون استفاده از مالیات و سوبسید و یا با استفاده از حق مالکیت نمی توان پیامدهای خارجی را از بین برد.

لین و ویتکوب [1] یک مدل بسیار ساده بدون هر گونه پیچیدگی ارائه کردند. آنان در این حال برداشتی از نظریه پیگو و آن چیزی که به راه حل پیگو معروف است (که از طریق مالیات و سوبسید ما می توانیم بهینه پارتو را حفظ کنیم در شرایطی که انحرافات در بازار وجود دارد) ارائه دادند. در این حال این دو یکی از پایه های نظریه ای خود را در نظریه پیگو قرار دادند. بر طبق گفتار آنان ما مجموعه بنگاه هایی داریم که پیامد خارجی ایجاد می کنند و پیامد خارجی می تواند مثبت و یا منفی باشد. به عبارت دیگر اگر تعداد r بنگاه را در نظر بگیریم، می توانیم به شکل تابع تولید یا هزینه مطرح کنیم $C_i = C_i(q_i,x_i)$. در این حال می توانیم تابعی را تعریف کنیم که در آن یک بردار از کالاهای قابل فروش در بازار (q ها) و یک بردار وجود دارد که xها ، پیامدهای خارجی آن هستند(X_i ها مجموع کالاهایی هستند که تولید شده و در بازار فروخته می شوند) و در نتیجه بنگاه I کالای یک تا کالای L را تولید می کند و x_i ها یک بردار ازپیامدهای خارجی هستند. در این حال بنگاه در تابع تولید خود یا هزینه اش q هایی را تولید می کند که در بازار می فروشد:

$q_i=q_i(q_{i1},.....q_{iL})$

از طریق این مدل، x ها به بنگاه های دیگر منتقل می شوند و در ضمن x هایی وجود دارند که از طریق بنگاه های دیگر تولید و به بنگاه مورد نظر منتقل می شوند:

$$X_i = X_i(X_i^m, X_j^m)$$

در این شرایط X_i^m پیامد خارجی بنگاه i است که به بنگاه های دیگر منتقل می شود و X_j^m پیامد خارجی بنگاه های دیگر است که به بنگاه i وارد می شود. هدف مدل این است که در اینجا X_i و q_i طوری تعیین شود که معرف مقادیر بهینه تولیدات پیامدهای خارجی و q ها باشد (از طریق مالیات ها و سوبسیدها). لذا مدل با حداکثر کردن سود و سود بقیه بنگاه ها در نظر گرفته می شود:

$$Max\sum_{i=1}^{R} X_i = \sum_{i=1}^{R} pq_i - \sum_{i=1}^{R} C_i(q_i, x_i)$$

در این فرمول قیمت کالاها در بازار مشخص است ولی قیمت های پیامدهای خارجی را در بازار نداریم (چرا که قیمت های آن از نوع قیمت های سایه ای [2] هستند).

$$S_i = S_i(S_i^m, S_{ji}^m).$$

S_i ها همان مالیات ها و سوبسید ها هستند، یعنی :

اگر بنگاه ها پیامد خارجی به بنگاه های دیگر منتقل نکنند ⟵ آن گاه $S_i=0$

1- Lin & Whitcomb.
2- Shadow Prices (S_i).

اگر بنگاه ها پیامد خارجی به بنگاه های دیگر منتقل کنند ⟵ آن گاه $S_i>0$

اگر بنگاه ها پیامد خارجی از نوع غیر اقتصادی [1] باشد ⟵ آن گاه $S_i<0$

و همین بحث را می توان برای S_{ij} نیز انجام داد، بدین گونه که:

$S_{ji}>0$ ⟶ مالیات گرفته می شود

$S_{ji}<0$ ⟶ سوبسید پرداخت می شود

بدین ترتیب این مدل ها، مدل هایی هستند که به طور استثنا با مجموع بحث مالیات ها و سوبسیدها سبب کارایی در مباحث تخصیصی می شوند (در این حال مالیات ها و سوبسید ها معمولا و عمدتا تقریبی هستند و کارایی را بر هم می زنند و اگر دولت مالیات و یارانه بدهد و یا بگیرد، توجیه آن باید در سمت هزینه دولت باشد وگرنه از لحاظ تخصیص منابع مخرب می شود).

در این شرایط مهم نیست که مالیات و یارانه از کجا آمده و چه اهمیت توزیعی دارد و در کجا خرج می شود. لذا موضوع اصلی این مدل ها، بحث رسیدن به کارایی ، بهینه پارتوست (اما اگر حرکت روی منحنی در نظر گرفته شود یعنی نقاط روی منحنی را در نظر بگیریم آن گاه بحث ها، بحث های توزیعی خواهند شد، اما بحث توزیع درآمد مالیاتی و حرکت روی منحنی در این جا مطرح نیست).

حال اگر به مقاله باز گردیم، خواهیم داشت:

m = تعداد پیامدهای خارجی =1 و .....و M

$I=1,\ldots,R$

$$D_i = D(S_i^m X_i^m , S_{ji}^m X_j^m)$$

در این حال D_i یک ماتریس است که هر عنصر آن حاصل ضرب قیمت سایه ای در x ها را تشکیل می دهد. بدین ترتیب سود بنگاه ها:

$$E_i = pq_i' - C_i(q_i, x_i) + K_{1\times R} D_{iR\times m} t'_{m\times 1}$$

برای تبدیل ماتریس سود بنگاه ها به اسکالر، دو برابر نیز اضافه می کنیم تا دو جمله اول را که اسکالر هستند با جمله سوم هماهنگ کنیم:

$$\frac{\partial E_i}{\partial q_i} = P - \frac{\partial C_i(q_i, x_i)}{\partial q_i} = 0$$

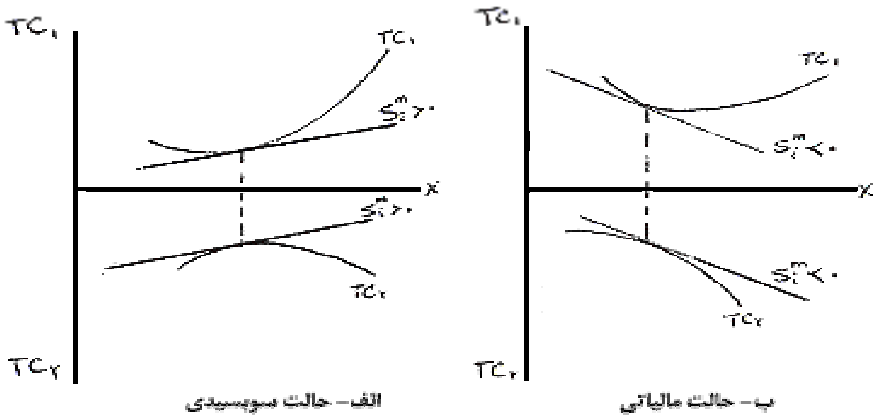
$$\frac{\partial E_i}{\partial x_i} = \frac{\partial C_i(q_i, x_i)}{\partial x_i} + S_i = 0$$

حال قیمت های سایه ای را به دست می آوریم:

$$\begin{cases} S_i^{*m} = \dfrac{\partial Ci\ (q_i^*, x_i^*)}{\partial x_i^*} \\ S_i^{*m} = \dfrac{\partial Ci\ (q_i^*, x_i^*}{\partial x_j^m} \end{cases}$$

1- Diseconomy Externality.

در این شرایط قیمت سایه ای باید با هزینه نهایی پیامد خارجی بیشتر از سطح بهینه باشد. بدین ترتیب هدف این است که تولیدات پیامد خارجی در جهتی باشد که ما در سطح بهینه پارتویی باشیم. وقتی که پیامد خارجی، هزینه نهایی منفی داشته باشد در نتیجه مالیات وجود خواهد داشت. در این حال قیمتی که بنگاه I بابت پیامد خارجی دریافت می کند برابر هزینه نهایی افزایش پیامد خارجی است. اگر پیامد خارجی غیر اقتصادی باشد، آن گاه هزینه نهایی منفی خواهد بود. در نتیجه S_i^{*m} منفی خواهد بود.



در این حال بنگاه مقادیری را تأمین کرده که S_i ها هستند. حال اگر S_i ها را وارد مدل کنیم، مجموعه پرداخت های بنگاه ها به یکدیگر کل قیمتی است که بنگاه I برای تولید هر پیامد خارجی دریافت می کند و باید برابر با کل مبلغی باشد که بنگاه های دیگر برای این بنگاه پرداخت کرده اند. برای پیامد خارجی ، بردار قیمت ها را داشتیم یعنی بنگاه بابت پیامد خارجی که به بنگاه دیگر می دهد قیمت های متفاوتی دریافت کند. حجم قیمت های دریافتی برابر قیمت های پرداختی آنان است. هر بنگاه براساس هزینه نهایی پیامد خارجی برایش قیمت مشخص می شود و با توجه به تابع هزینه این قیمت ها متفاوت خواهد بود.

بدین ترتیب موضوع پیامد خارجی و انواع مثبت و منفی آن در بستر تولیدات اقتصادی بهتر مشخص می شود. بنابراین، مشخص شد که مسئله پیامد خارجی و راه های از بین بردن آن بیشتر در اختیار و توجیه دخالت دولت خلاصه می شود. بدین ترتیب بحث پیامدهای خارجی در چارچوب کالاهای عمومی و اقتصاد بخش عمومی مطرح و به صحنه علم اقتصاد وارد شد. سپس بحث محیط زیست به عنوان یک کالای عمومی که بیشتر دولت مکلف به ایجاد شرایط برای حفظ و بقای آن برای تمام نسل هاست ،به این رشته اقتصادی اضافه شد و با گسترش مبانی نظری آن زمینه های ظهور رشته اقتصاد محیط زیست فراهم آمد.

در مباحث اقتصاد محیط زیست اصطلاحی که بسیار مهم و قابل تامل است بحث تنگناها، جذابیت ها و هزینه های ازدحام است که در ادامه به عنوان آخرین مباحث این بخش به آن اشاره می شود.

همان طور که گفته شد در مباحث محیط زیست، عمدتا اصطلاح «تنگناها» کاربردی کردن الگوهای مورد بررسی در حوزه اقتصاد محیط زیست است. در این چارچوب نظریات اقتصادی کلاسیک پاسخگوی خوبی برای پدیده های اقتصادی در بازار رقابتی هستند، لذا نظریه کلاسیک ها سعی بر آن دارد تا با رویکردی خاص به طوری بازار رقابتی را ایجاد کند که پیامدهای خارجی برای انواع کالاها و ..... حذف شوند یا لا اقل کمترین نقش و اثر را داشته باشند

(این امر از نظر تئوری ممکن است درست باشد ولیکن از حیث کاربردی امری غیر ممکن است). در این چارچوب برای آنکه بتوان مدل ها را بر پایه این اصول تئوریک که استفاده کاربردی نیز داشته باشند، ساخت. می توان نظریات معتبری مثل نظریات گری بیکر و دیگران را مورد استفاده قرار داد.

بدین نحو که در تابع مطلوبیت یک کالای ترکیبی Z و کالایی دیگر را داریم که این کالا مشمول پیامد خارجی ازدحام (R) باشد. پس باید کالایی معرفی می شود که این کالا باعث کاهش آثار ازدحام (C) می شود. در این حال مدلی را که مصرف کننده با توجه به محدودیت (که این محدودیت از بعد قیمت کالاست) برای حداکثر کردن مطلوبیت آن تلاش می کند باید بتواند از طریق مصرف بیشتر کالای R به دست آورد. بدین ترتیب مصرف کننده کالای ترکیبی Cرا تولید و بدین ترتیب تقاضا برای C,R را مشخص می کند و اگر C را برای او مشخص کنیم که او تا چه مقدار می تواند R مصرف کند، آن گاه داریم:

قید محدودیت : $\prod = P_R R + P_Z Z + P_c C$

در این حال سیچتی و اسمیت [1] رویکردی متفاوت با آنچه در قبل دیگران اتخاذ کرده بودند، برگزیدند. این دو از نظریات لن کستر بهره گرفتند(یعنی از تئوری جذابیت لن کستر استفاده کردند). آنان همچنین به دنبال جذابیت هایی که کالاهای مختلف داشتند رفتند، یعنی کالاهای بازاری را در نظر گرفتند. همان طور که در گذشته نیز ذکر شد در نظریات گری بیکر ترکیب کالاهای بازاری و رسیدن از طریق آنها به مجموعه کالاها هدف بود اما لن کستر تجزیه این کالاهای بازاری و رسیدن به جذابیت را هدف قرار داد. در نتیجه تابع مطلوبیت که با نظر لن کستر مطابقت دارد، در این مقاله برآورد شد.

برای مثال K جذابیت برای کالاها به صورت $u(A_1,..,A_K)$ خواهد بود (در این حال شخص به دنبال جذابیت هاست نه کالاها). به هر حال در این شرایط کالاهای با ماتریس تکنیکی جذابیت های فوق را می توان تولید کرد به طوری که شخص آنان را مصرف می کند و ارتباط A و کالاهای بازار از طریق ماتریس تکنیکی به دست آید. پس ما یک بردار A ای به صورت زیر به دست می آوریم (از ماتریس تکنیکی B و کالاهای بازاری با بردار X):

$A=BX$

این در واقع شکلی است که تابع مطلوبیت را مشخص می کند (با توجه به کالاهای بازاری) اما ا زطرف دیگر محدودیت $y=p^Tx$ نیز فراهم شده است (در این حال مثل گذشته با برابری درآمد و هزینه مشخص می شود). بدین ترتیب می توان مدلی را به وجود آورد که اگر ما شکل ماتریس آن را در نظر بگیریم ، یک بردار از A_1 تا A_K به وجود می آید و در دسترس است که از حاصل ضرب ماتریس $\begin{bmatrix} B_{11}.....B_{1K} \\ B_{21}....B_{2K} \end{bmatrix}$ در ماتریس x به دست می آید.

$$\begin{bmatrix} A_1 \\ A_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11} & . & . & . & B_{1k} \\ B_{21} & . & . & . & B_{2k} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ . \\ . \\ . \\ X_k \end{bmatrix}$$

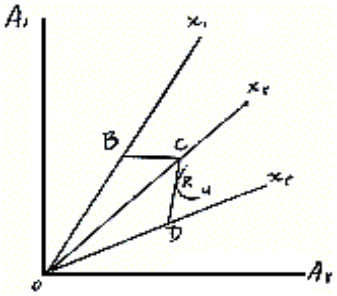
1- Cicchetti & Smith.

حال اگر ماتریس فوق را برای جذابیت حل کنیم آن گاه :

$$\begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \end{bmatrix}_{2\times1} = \begin{bmatrix} B_{11}B_{12}B_{13} \\ B_{21}B_{22}B_{23} \end{bmatrix}_{2\times3} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}_{3\times1}$$

و همچنین $y=P_1X_1+P_2X_2+P_3X_3, u=u(A_1,A_2)$ وجود خواهد داشت.

اگر جذابیت های مختلفی در نظرگرفته شود به طوری که آنها به طور یکسان قیمت های شان تغییر کند یا اینکه از ترکیب جذابیت ها استفاده شود، آن گاه این مدل دچار نارسایی هایی در تهیه و تدوین می شود.



در این حال یک رابطه خطی بین کالاها و جذابیت در نظر گرفته می شود بدین ترتیب اگر شخصی فقط تمام درآمد را به X_1 تخصیص دهد و از دو کالای X_2,X_3 مصرف نکند، در این صورت جذابیت A_1 که به دست می آید با توجه به درآمد و قیمت کالای یک به صورت $A_1 = b_{11}(\frac{y}{p_1})$ و برای A_2 به صورت $A_2 = b_{21}(\frac{y}{p_2})$ خواهد بود. به این صورت این امور معرف مقادیر جذابیتی هستند که شخص اگر در موقعیت B قرار گیرد کسب می کند. اگر مثلا فرد در موقعیتی مانند R قرار گیرد، تابع مطلوبیتی مماس بر خط DC خواهد داشت که ترکیبی از کالاها به دست می آید. ما در این حال در موقعیت مذکور و با توجه به یک مقدار ثابت مانند C خواهیم داشت:

$$\lambda_1 A_1 + \lambda_2 A_2 = C = \text{Constant}$$

$$\begin{cases} \lambda_1\left[b_{12}(\frac{y}{p_2})\right] + \lambda_2\left[b_{22}(\frac{y}{p_2})\right] = C \\ \lambda_1\left[b_{13}(\frac{y}{p_3})\right] + \lambda_2\left[b_{23}(\frac{y}{p_3})\right] = C \end{cases}$$

$$\begin{cases} \lambda_1 b_{12} + \lambda_2 b_{22} = (\frac{C}{y})P_2 \\ \lambda_1 b_{13} + \lambda_2 b_{23} = (\frac{C}{y})P_3 \end{cases}$$

که در فرمول های فوق λ ها قیمت های سایه های برای A_1 و A_2 ، A_1 جذابیت خلوت و wp_i تابع تمایل به پرداخت اند. بدین نحو: $wp_i=wp_i(q_i,y_i,A_{1i},...,A_{ni})$.

در این حال پس از تعاریف فوق آنان مدلی را تعریف کردند که y همان wp_i با مشاهداتی که تمایل به پرداخت را نشان می دهد به طوری که ؛ $Y=Xy+Z+U$ باشد (البته اختلافات موجود در مدل را می توان از طریق پرسش نامه حل کرد ولی به هر حال این روش تحقیق شامل تورش [1] خواهد بود. همچنین پروفسور بوهم بر اساس یک سری محاسبات مشخص کرد که وضعیت بدون تورشی همیشه وجود خواهد داشت و با سئوال های انحرافی و غیر مستقیم و یا ..... نمی توان آن را حذف کرد).

به هر حال به بحث اصلی باز می گردیم. Y یک بردار $T\times1$ و X ماتریسی $T\times K$ و ماتریس تعداد عوامل K است که تحت کنترل شخصی است . همچنین Z یک ماتریس $T\times R$ و مشابه ماتریس عوامل L است که تحت کنترل شخصی قرار ندارد و دست آخر $\beta \longleftarrow K\times1, \alpha \longleftarrow R\times1, u$ جمله اختلال است.

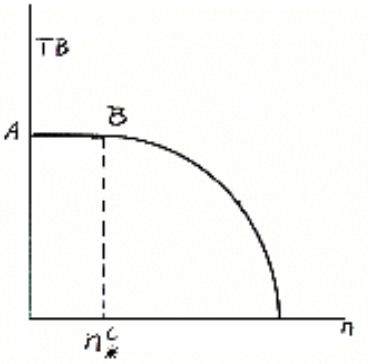
$$\begin{bmatrix} \beta \\ \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X^TX & X^TZ \\ Z^TX & Z^TZ \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X^TY \\ Z^TY \end{bmatrix}$$

1- Biase.

مدل فوق ، مدل توانایی پرداخت بر اساس جذابیت است که در آن هر چه جذابیت کالاها کاهش یابد تمایل به پرداخت نیز کاهش خواهد یافت. لذا تفاوت بین تمایل پرداخت در زمان وجود خلوت نسبت به زمان در هم ریختن خلوت، «هزینه ازدحام» نامیده می شود. حال مدلی را برای تعیین استفاده کنندگان از یک کالای باشگاهی [1] که قابل تبدیل به کاربردی کردن است، می توان برآورد کرد:« کالای باشگاهی در این حال برابر کالاهای عمومی خانوادگی است». در این شرایط:

۱. اثر ازدحام را می توان از طریق تابع تمایل به پرداخت به دست آورد. در این حال هر چه ازدحام افزایش یابد، تمایل به پرداخت کمتر خواهد شد.

2. راه حل دوم بررسی اثر ازدحام این است که ما فرض می کنیم که **n** تعداد استفاده کننده از یک کالای باشگاهی داریم و این کالای باشگاهی را برای یک فرد در حکم شاخص می توان در نظر گرفت(در این شرط فرض اینکه افراد ترجیحات یکسان نسبت به خلوت یا ازدحام دارند در بررسی ها مستتر است). در این شرایط محور عمودی معرف منافع شخصی [2] است و در این حال **TB** برای شخص به صورت تابعی از **n** تعریف می شود.



در این شرایط پاره خط **AB** معرف این معناست که تعداد ورود **n** نفر به باشگاه هیچ اثری بر منافع دیگران ندارد ولی وقتی ازدحام آغاز می شود، فایده از نقطه **B** به بعد شروع به کاهش می یابد در این حال ما یک شیب برای این تابع فایده داریم که آن در واقع بر هم ریختن خلوت یا هزینه ازدحام نهایی است. ما همچنین داریم:

$$\frac{dTB_i}{dn} < 0 \quad , n \geq n^c$$

$$\frac{dTB_i}{dn} = 0 \quad , n \leq n^c$$

البته ممکن است که وجود افراد مثلا در یک کمپ یا یک باشگاه سبب افزایش انتفاع شود، یعنی $\frac{dTB_i}{dn} > 0$ باشد و سپس مقدار $\frac{dTB_i}{dn}$ صفر و سپس منفی شود.

همچنین مثلا در محدوده ترافیک، با ورود چند خودرو به محدوده که ویژه هستند، فایده می برند. این امر و فایده تا نفر n^c ام یکسان خواهد بود یعنی فایده کل برای جامعه $TB_{social}=An^c$ است، اما با ورود خودروهای بعدی مسلما انتفاع جمعی به علت ازدحام کم می شود. بدین ترتیب:

1- Club Goods.
2- Total Benefit.

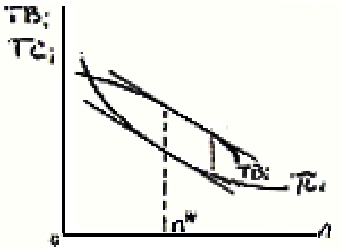
$$TB_s = An^c - \frac{dTB_i}{dn} n^{C+1}$$

$$TB_s = An^{c+1} - \frac{dTB_i}{dn} n^{C+1}$$

اما گاهی یک کالای باشگاهی به صورتی است که هزینه دارد و این هزینه را مصرف کنندگان پرداخت می کنند و سرشکن می شود(حصارکشی ، پاک سازی زباله ها و ....) در این حال تا حد مشخصی هر چه تعداد بیشتر باشد، هزینه پرداختی هر کس کمتر می شود.

بدین ترتیب هر شخص شاخص ، هزینه فردی دارد (TC) که این هزینه برابر با مقدار هزینه کل ، بخش بر تعداد و تابعی لگاریتمی خواهد بود.

به هر حال افراد با ورود خود باعث می شوند تا هزینه برای شخص شاخص I کمتر شود، در این شرایط: $Tc = \frac{c}{n}$



$$\frac{dTc_i}{dn} = \frac{-c}{n^r} = (Mc^i)$$ **هزینه نهایی فرد**

$$\frac{dTB_i}{dn} = (MB^i)$$ **منفعت نهایی فرد**

پس در این شرایط فرد یک فایده (TB_i) و یک هزینه (TC_i) دارد که هر دو تابعی از n هستند. در این شرایط TB_i-TC_i= $\prod_i$ یک منفعت خالص را به وجود می آورد. حال این فرض وجود دارد که شخص شاخص در این مدل نماینده بقیه افراد باشد یعنی با حداکثر سازی $\prod_i$ تمامی $\prod$ ها و حتی $\prod_{social}$ حداکثر می شود.

نتیجه آنکه با حداکثر سازی $\prod_i$:

$$MB = MC = \frac{-c}{n^2}$$ **یا** $$nnM = \frac{-c}{n}$$

و یا حتی $\frac{C}{n} = -nMB$ **است. این امر بدین معناست که فردی که به مدل افزوده می شود با ورود خود هزینه ای را در بر خواهد داشت که هزینه او معادل nMB است و فایده ای معادل** $\frac{c}{n}$ **به همراه خواهد داشت. زمانی که این دو عبارت برابر شوند، آن گاه تعداد بهینه افراد که در این منطقه** $\overline{n}$ **تعداد مشخص می شود، به دست می آید.**

نتیجه آنکه در اقتصاد محیط زیست ابتدایی ترین و اساسی ترین بحث، بحث پیامدهای خارجی (مثبت و منفی) است که بسته به نوع و پیچیدگی های آنها توجیه و ضرورت دخالت را بیش از پیش مشخص می کند. در این خصوص اقتصاد دانان بسیاری در مورد رد یا تایید حضور دولت در رفع این پیامدهای خارجی صحبت ها و مقالات علمی فراوانی ارائه داده اند اما به هر حال به این نتیجه رسیده اند که با توجه به نقش نوع کالای عمومی این مسئله کاملا مشخص خواهد شد. یکی از این موارد بحث محیط زیست است که به دلیل وسعت و اثر بسیار زیاد بر مطلوبیت افراد، چه از بعد فرانسلی و چه از بعد درون نسلی، اهمیت خاصی دارد و در این خصوص این دولت ها هستند که می توانند به بهترین نحو یا مستقیما وارد عمل شوند و یا از طریق تفویض اختیار به سازمان های غیر

دولتی ($NGO's$) امور را راهبری کنند. در این چارچوب اقتصاد محیط زیست عهده دار بررسی دقیق این مباحث شد و در خصوص هزینه های مختلف مبادلاتی ، هزینه ازدحام در قالب انواع کالاهای عمومی، بد، باشگاهی و ..... صحبت های فراوان شد. در این چارچوب برای بحث حفاظت محیط زیست تدابیر مختلفی اندیشیده شد که یکی از آنها اجرای حق بیمه های محیط زیست برای کنترل آلودگی بود که به علت ضرورت و اهمیت موضوع و نوع ارتباط این اهمیت با موضوعیت بیمه ای آن در این مقاله به دقت مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

2. بیمه های محیط زیست

در سال های اخیر کیفیت محیط زیست یکی از مباحث مهم علمی است که بیشترین توجهات دانشگاهی را در سطوح بین المللی به خود جلب کرده است. البته با پیگیری های انجمن های حفاظت از محیط زیست، حفظ کیفیت محیط زیست، امروزه یکی از مهم ترین هدف های سیاسی دولت ها تضمین هر دو سهم(دارایی خالص)بین نسلی [1] و درون نسلی [2] می باشد. لذا با توجه با تأئیدهای دانشگاهی و انجمن های حفاظت از محیط زیست در سراسر جهان، مسئله تخصیص بین زمانی [3] منابع در جهت بهبود شرایط محیط زیست یک موضوع بحث انگیز و داغ بوده است. در این راستا اهداف دولت ها بر اختلاف بین پیامدهای خارجی منفی و مثبت [4] که از انباشت سرمایه نشأت گرفته است ،تأکید دارند. در بررسی آثار زیانبار[5] تولید آنچه که به طور خاص باید مدنظر قرار گیرد، وجود ارتباط بین رفاه اجتماعی [6] با ثروت و کیفیت محیط زیست است. به طور کلی در بررسی مسئله کیفیت محیط زیست، آلودگی مهم ترین واژه ای است که توجه به آن اهمیت خاصی دارد.مطالعه آلودگی و نتایج منفی آن بررفاه انفرادی [7] شامل اظهار بی میلی، کشمکش ، خستگی ، دلواپسی و اضطراب و مسئله بهره وری سرمایه و .... گویای یک چارچوب نااطمینانی است. مضافا بر مطالب فوق، یک مشکل در بسیاری از تعاریف و تعابیر ذکر شده در خصوص نقشی که کیفیت محیط زیست در پایداری سیستم های اقتصادی [8] ایفا می کند، آن است که با فقدان امکان بررسی دانش علمی در مورد آن مواجه ایم.[9]

1- Intergenerational 2- Intra generational.

3- Intertemporal. 4-Positive – Negative Externalities.

به طور کلی پیامد خارجی صرف نظر از منفی یا مثبت بودن، در ادبیات اقتصاد محیط زیست عبارتست از : یک متغیر تصمیمی از یک عامل اقتصادی که در تابع مطلوبیت دیگر عاملین اقتصادی اثر دارد. بطور کلی هر گاه تصمیم گیری یک تصمیم گیرنده اقتصادی یا هر کس تصمیماتش در تابع مطلوبیت مشخصی دیگر سبب تغییر گردد آن گاه پیامد خارجی ایجاد می شود. برای اطلاعات بیشتر مراجعه گردد به مقاله:

On the Nature of Externalities, Walter P.Heller California University, David A.Starrett-Standford University.

5-Damaging. 6-Social Welfare. 7-Individual Welfare.

8-Sustainig economics Systems. 9-Chichilnisky & Heal – 1993.

برای مثال کاملا نمی توانیم چگونگی اثر گذاری گازها را بر جو و استراتوسفر(یک از لایه های جو زمین)[1] درک کنیم. همچنین در مورد چگونگی اثر پذیری محیط زیست، از طریق یکی از دو راه درونی یا رفتار متقابل اطلاع دقیقی نداریم. لذا اگر در این خصوص مرتکب اشتباهی شویم دیگر به سادگی آن اشتباه جبران پذیر نخواهد بود.

3. ادبیات موضوع

با وجود دو عامل نااطمینانی و جبران ناپذیری [2] محققان باید در مورد چگونگی افزایش کیفیت محیط زیست محافظه کارانه تر و محتاط تر عمل کنند. در این خصوص سازمان توسعه و همکاری اقتصادی [3] این عوامل را در قالب نوشته زیر تعریف و فرمول بندی می کند: « هر جایی که تهدیدهای جدی یا زیان های جبران ناپذیری وجود داشته باشند، فقدان نا اطمینانی نباید در حکم نتیجه ای جهت به عقب انداختن هزینه های موثر برای جلوگیری از انحطاط محیط زیست مورد استفاده قرار گیرد».

بدین ترتیب مدل بندی محیط زیست باید بر موضوعات احتیاطی [4] نیز متمرکز باشد. در این چارچوب گزارش سازمان توسعه و همکاری اقتصادی از قاعده ای احتیاطی [5] با توجه به آثار عوامل زیانبار بر محیط زیست تعریف مناسبی ارائه می دهد. این تعریف با مفهوم«احتیاطی» که برای اولین بار توسط للند و کیمبال[6] تعمیم یافت، کاملا مطابقت دارد. کوزی [7] در این خصوص بعضی از توضیحاتی از این مفهوم را با توجه به چارچوبی عمومی ارائه کرد و سپس گولیر و کیمبال [8] عنوان کردند که اگر فرد دوراندیشی (اما محتاطی) را در نظر بگیریم، وی در قالب این تعاریف ، می تواند خود را برابر افزایش نا اطمینانی تقویت کند. (ادله محکم تر درمورد این نگرش دوراندیشانه(اما محتاطانه) را شاید بتوان در نظریات سن دمو، درز و مودیگیلیانی یافت). [9]

به هر حال با توجه به مشکلات زیست محیطیف لحاظ کردن احتیاط راه در مدلها می توان در حکم یک موضوع مهم و ضروری برای محققان دانست، چرا که تصمیم امروز با توجه به محیط زیست تأثیر مؤثری بر سطح رفاه هر دو نسل حال و آینده دارد.[10] بدین ترتیب موضوع کیفیت محیط زیست، از جمله مباحث مهم بین نسلی و درون نسلی است[11] که می تواند به عنوان یک کالای عمومی تعریف و بررسی شود. همچنین تا زمانی

1- Stratosphere.

2- Irreversibility. 3-Organization of economic Co- operation and development (OECD).

4- Precautionary.

5- قاعده های احتیاطی در فرهنگ بیمه ای محیط زیست به معنای مجموعه قواعدی است که در محیط زیست پیرامون وجود دارد و این قواعدی از ریسک موجود در محیط را نشان می دهد که بیمه گر باید با تشخیص صحیح آن را بیمه کند.

6- Leland(1968) & Kimball(1990). 7- Cousy (1996).

8- Kimball (1990) & Gollier (1994).

9- Sandemo (1970). Dreze (1972) & Modigliani (1973). 10- Jullien Gollier and Treich (1997).

11- Solow (1986).

که افراد به کیفیت محیط زیست خود اهمیت می دهند، به طور اختیاری خواهند توانست بر حفظ و نگهداری آن مؤثر باشند.

بدین ترتیب عوامل مورد بررس (عوامل دوگانه مذکور) نخواهند توانست آثارهای تصمیمی را در رفاه نسل های آینده ایفا کنند و نهایتا نتیجه آن خواهد شد که بهینگی و اصول رقابت پذیری اجتماعی دچار چندگانگی می شود.

وجود این مسئله که عوامل مؤثر بر تصمیم گیری اقتصاد ، چگونه منابع را در چارچوب اطمینان یا نااطمینانی به سمت بهبود کیفیت محیط زیست سوق می دهند، موضوعی بود که در این خصوص جورت ،مایکل و پستیو [1] مطالعه کردند. آنها نمایش دادند که قضیه خنثایی [2] براساس گفته های وار[3] و مدل های تعمیم یافته برن هیم و بگول [4] هنوز حفظ شده و قابل استناد است(حتی با وجود ترجیحات ناهمگن و کارایی تخصیص) و بدین ترتیب این قضیه خواهد توانست از طریق استفاده از ابزارهای مالی به شرایط اولیه خود باز گردد(تعادل اولیه زیست محیطی). در چارچوب مفاهیم نااطمینانی محیط زیست، تعدادی از محققان مانند فلداستین، کیمبال و منکیو [5] بر تناقضات (مغایرات) بین برابری ریکاردویی و قضیه خنثایی اشاراتی کردند. بدین ترتیب یک مشکل دیگر به اثر رفتار عوامل بر کیفیت محیط زیست و یا حتی بهبود آن می توانند به جای مالیات و سوبسید با وضع بیمه های اختیاری، ساکنان مناطق خاص را از نگرانی خسارت های وارده بر محیط زیست در آورده و همچنین بتوانند از بیمه های اختیاری زیست محیطی [6]به عنوان ابزاری مناسب برای رسیدن به تعادل عمومی و تحقق شرایط بهینه اول و دوم [7] استفاده کنند. آنها سهم بیمه های اختیاری را در شرایط نااطمینانی به دقت بررسی و عنوان نمودند که تشخیص سهم این بیمه ها منوط به شناسایی و پاسخ به سؤالات زیر خواهد بود:

- اگر نااطمینانی افزایش یابد، عوامل چگونه می توانند آثار خود را نشان دهند؟
- آیا می توان یک مفهوم از احتیاط را در ترجیحات عوامل به نحوی که کیفیت محیط زیست حفظ شود، گنجاند؟

1- Jouret, Michel & Pestieau (1997).

2- قضیه خنثایی (Neutrality theorem) این قضیه بیانگر این امر است که تصمیم گیری در شرایط اطمینان و عدم اطمینان چگونه سبب خنثی شدن استراتژی های بهبود کیفیت محیط زیست می شود و این که از طریق ابزارهای مالی چگونه می توان به تعادل اولیه زیست محیطی رسید.

3- Warr,(1982-3). 4- Berrheim & Bagwell (1988).

5- Feldstein (1988), kimbail (1989), Mankiw (1990).

6- بیمه اختیاری محیط زیست عبارت است از حق بیمه ای که مردم یک منطقه (یاشهر) حاضرند پرداخت کنند و اگر بر اثر فعالیت ای مختلف هر گونه خدشه ای بر کیفیت محیط زیست وارد آمد، بیمه گر بر اثر پرداخت خسارت و یا حتی قرارداد با شرکت های خاص اقدام به از بین بردن عامل بر هم زننده کیفیت محیط زیست کند(مانند بیمه اختیاری محیط زیست کویت که محیط زیست ساحلی این کشور را در مقابل خطرهای غرق شدن کشتی های نفتکش ،نشتی آنها و .... بیمه می کند و بر اثر تحقق این اتفاقات و آلودگی این محیط زیست، بیمه گران موظف اند با عقد قرارداد با شرکت های پاک سازی کننده محیط، محیط زیست مزبور را به صورت اول پاک سازی کنند و تعادل اولیه محیط زیست را به منطقه بر گردانند).

7- تمامی نقاط روی منحنی امکانات تولید، بهینه پارتو یا بهینه اول (First Best) است و بهینه دوم (Second Best) مربوط به شرایطی است که دولت وارد مدل شده و شرایط بهینه پارتو را بهم می زند. بدین ترتیب بهینه دوم بهترین شرط پس از بهینه پارتو است که در دسترس نیست.

- چه چیزی را می توان در راستای افزایش رفاه اجتماعی بکار گرفت به طوری که در نهایت کیفیت محیط زیست تنزل نیابد؟

برای پاسخگویی به این سؤالات ، یک راه، اشاره به قواعد احتیاط است که در گزارش های محیط زیست سازمان توسعه و همکاری اقتصادی تعریف شده است و این تعریف به طور کاملا کاربردی کوزی به بحث گذارده شده است.

در این مقاله فرض آن است که انحطاط کیفیت محیط زیست نتایجی از یک فعالیت تولید می باشد و بسیاری از آلودگی ها مانند انتشار دی اکسید کربن (Co_2) ، بارش باران های اسیدی ،سر و صدا (ازدحام) ، شکاف لایه اوزن و .... همگی ناشی از فعالیت تولیدی بشر و یک نوع تولید مشترک بد[1] هستند. در این شرایط هر عامل با توجه به انحطاط محیط زیست می تواند با سهم بیمه های اختیاری ، آن را از انحطاط نجات دهد. در این حال کوشش در جهت حفظ کیفیت محیط زیست، به معنای تأمین مالی فعالیت های آلودگی زدایی که کارایی آن تا زمانی که آثار کاهش آلودگی مشخص بوده و یا مشخص نمی باشد، پایدار است. بنابراین، عوامل در خصوص مطالعه اثر واقعی این سهم بیمه ها، خود در جهت ایجاد کیفیت محیط زیست قابل اطمینان نیستند.

در این وضعیت باید مطالعه شود که اثر این نااطمینانی بر سهم بیمه عوامل در جهت آلودگی زدایی چگونه است و نشان داده شود زمانی که متوسط کارایی نهایی تکنولوژی آلودگی زدایی افزایش یابد، آن گاه تغییرات سهم بیمه های اختیاری وابسته به ریسک گریزی [2] خواهد بود(پرهیز از ریسک های بالا مشخص می کند که سهم بیمه، تابعی کاهشی از کارایی متوسط و سطح پرهیز از ریسک پایین است و برعکس).

یک دور اندیشی محتاطانه و پرهیز از ریسک بالا توسط هر عامل، مقدار سهم بیمه او را در جهت کیفیت محیط زیست در شرایط نااطمینانی افزایش می دهد. در حقیقت، مطلب تعریف شده توسط کیمبال، امکان تقویت یک افزایش را در نا اطمینانی کارایی نهایی ایجاد می کند اما این امر وابسته به نگرش های هر یک از عوامل در خصوص ریسک است. همچنین باید نشان داده شود که افزایش میزان پرهیز از ریسک همان اثری را در انتخاب سهم بیمه بهینه فردی دارد که یک افزایش در شرایط نا اطمینانی در کارایی نهایی آلودگی زدایی خواهد داشت. در آخر ، یک تجزیه و تحلیل رفاه اجتماعی بر این امر اشاره دارد که افزایش در کارایی نهایی انتظاری تکنولوژی آلودگی زدایی وضعیت رفاه عوامل را بهبود می بخشد و از طرف دیگر، رفاه اجتماعی در شرایط نا اطمینانی کاهش می یابد.

4- مدل اصلی

در چارچوب مطالب گفته شده، مدلی را با N عامل یکسان می توان بررسی کرد. در این شرایط فرض می شود که ترجیحات به عامل مصرف و شاخص آلودگی که با فعالیت تولیدی مرتبط است، وابسته اند. هر عامل ممکن است در جهت حفظ کیفیت محیط زیست از طریق تأمین مالی برای استقرار یک تکنولوژی آلودگی زدایی [3] موثر واقع شود و فرض می شود که سهم بیمه پرداختی می تواند خود را به عنوان سهم های بیمه تمامی عوامل دیگر مشخص

1- Bad joint Production. 2- Risk Aversion.

3- Depollution Technology.

کند (شاید این امر به نوعی در حکم کمک مالی غیر مشارکتی تعادلی [1] به شمار رود). همچنین فرض می شود که نوع تکنولوژی آلودگی زدایی نامشخص است، چرا که عوامل به طور دقیق اثر واقعی را که سهم بیمه آنها در بهبود کیفیت محیط زیست دارند نمی شناسد. حال برای مشخص شدن بهتر موضوع به ارائه بحث تئوریکی در خصوص مطالب ذکر شده می پردازیم؛

تولید یک کالا همگن ساده را می توان بر اساس تئوری تولید نئوکلاسیک به شکل زیر نشان داد:

1-4 . آلودگی

یک کالای همگن ساده را نیروی کار (L) تولید کرده است و سطح تولید آن به صورت زیر تعریف می شود:

$$y=f(L) \qquad (1)$$

بدین ترتیب آلودگی حاصل از تولید در این شرایط به عنوان یک تولید مشترک بد می تواند در مدل وارد شود، به طوری که آلودگی (P) [2] معادل یک نسبت مستقیم از تولید y(b>0) و منهای یک نسبت مثبت دیگر از سهم های بیمه کل [3] (g>0) به طوری باشد که:

$$P_0 = by - g\sum_{i=1}^{N} Z^i, (g, b > 0) \qquad (2)$$

در رابطه فوق Z^i معرف سهم بیمه اختیاری عامل I در جهت بهبود کیفیت محیط زیست است، g معرف کارایی نهایی تکنولوژی آلودگی زدایی خطی و g-b>0 یا (g>b) است. رابطه (2) بدین معناست که بر اثر فعالیت تولید از ستانده تولیدی y، به اندازه by آلودگی ایجاد می شود، حال آن که از طریق بیمه اختیاری به میزانg می توان از آلودگی ایجاد شده کاست.

در این وضعیت اخیر، تحقق استراتژی آلودگی زدایی محتمل خواهد بود. در این مجموعه مطالب ذکر شده ، نا اطمینانی اولیه راجع به تکنولوژی آلودگی زدایی، به معنای آن است که کارایی تکنولوژی های آلودگی زدایی خطی به متغیری تصادفی مانند ε وابسته خواهد بود (در این مقاله از این پس هر جا که علامت «~» به کار رود معرف متغیر تصادفی است). در این شرایط فرض خواهیم کرد که $\tilde{\varepsilon}$ یک نسبت مثبت از کارایی دارد به طوری که با شرط a>0 خواهیم داشت:

$$\tilde{g} = a\tilde{\in} + \overline{g} \qquad (3)$$

در بررسی الگو هر جایی که a=0 است. بدین معنا خواهد بود که هیچ نا اطمینانی در جهت تحقق تکنولوژی زدایی وجود ندارد [4] همچنین فرض می کنیم که:

$$\mathrm{Im}(\tilde{\varepsilon}) \in I\left[\underline{\varepsilon}, \bar{\varepsilon}\right]$$

1- Non Co – Operation Subscripyion Equilibruim

2- Pollution.

3- در ادبیات اقتصاد محیط زیست زیر بخش بیمه ، سهم های بیمه کل (Aggregate Contribution) معادل سهم بیمه اختیاری حفظ کیفیت محیط زیست از کل حق بیمه های پرداختی است.

4- این الگو را در یک چارچوب از تئوری نسل مشترک Pestieau, Michel, Jouret در سال 1997 ارائه کردند.

و این که $\tilde{\varepsilon}$ که یک متغیر تصادفی با میانگین صفر، با یک سهم بیمه اختیاری **G** و واریانس معین $Var(\tilde{\varepsilon}) = \delta^2$ است.

در نتیجه $E(\tilde{g}) = a^2\delta^2$ نوشته می شود که این رابطه اخیر معرف واریانس این تکنولوژی است [2] .پارامتر **a** را نیز می توان به عنوان شاخص سطح نااطمینانی تفسیر کرد. بدین نحو که اگر یک افزایش در **a** اکیدا مثبت باشد، چگونگی ایجاد آلودگی سبب نااطمینان می شود و به صورت زیر تعریف می شود:

$$\tilde{P} = by - \tilde{g}\sum_{i=1}^{N} Z^i \qquad (4)$$

این معادله تعریف شده بیانگر یک ذخیره تصادفی [1] از آلودگی در اقتصاد خواهد بود.

2-4. رفتار عوامل و وضعیت تعادلی

به طور کلی آلودگی یک کالای عمومی بد است که وارد تابع مطلوبیت عوامل می شود. این عوامل ترجیحاتی دارند که مرتبط با مصرف (**C**) و شاخص آلودگی (**P**) تعریف می شود. این ترجیحات به وسیله یک تابع مطلوبیت به صورت **u(C,P)** نمایش داده می شوند و فرض می شود که **u(0)** دارای ویژگی های به شرح زیر است:

$$u_c > 0, u_p < 0, u_{cc} < 0, u_{pp} \le 0, u_{cp} < 0$$

در این شرایط عرضه بی کشش عوامل [2] ، یک واحد از نیروی کار و دستمزد رقابتی (**W**) را در بر می گیرد و سپس هر عامل درآمد را بین مصرف **c** و سهم بیمه اختیاری در جهت حفظ کیفیت محیط زیست **z** تقسیم می کند (تا زمانی که به عنوان سهم بیمه مشخص از تمامی عوامل دیگرند) لذا:

$$\mathbf{w = c + z} \qquad (5)$$

بنابراین ما یک کمک غیر مشارکتی تعادلی [3] ، مانند معادله زیر را که در آن سهم بیمه عامل ، در جهت آلودگی زدایی مشخص شده است، بررسی می کنیم:

$$\tilde{P} = by - \tilde{g}\, z^i - \tilde{g}\, Z^{-i} \qquad (6)$$

در رابطه فوق $\mathbf{z^i}$ معرف سهم بیمه عامل **i** و $\mathbf{z^{-i}}$ مجموع سهم های بیمه عوامل دیگر است.

در ابتدای دوره زمانی عوامل اثر سهم بیمه خودشان را بر کیفیت محیط زیست نمی دانند، لذا هر عامل در این شرایط تابع مطلوبیت انتظاری خود را بر اساس روابط (5) و(6) حداکثر می سازند و وضعیت غیر منفی در سهم بیمه اختیاری $z \ge 0$ دارند:

$$\begin{cases} Max_{c,l} E(U(C,P)) \\ S.C. \begin{cases} W = c + z \\ \tilde{P} = by - \tilde{g}\, z^i - \tilde{g}\, Z^{-i} \end{cases} \end{cases}$$

بدین ترتیب در رابطه فوق:

1- Stochastic Stock.

2- Agents inelastically Supply.

3- کمک مالی غیر مشارکتی ، در دسته کمک های مالی طبقه بندی می شود که در جهت حفظ محیط زیست در تعادل اولیه خود از طرف تولید کننده بدون مشارکت عوامل تولید به طور یک طرفه پرداخت می شود تا اگر در اثنای تولید کیفیت محیط زیست به خطر افتاد از این طریق جبران شود.

E(0) معرف وضعیت مطلوبیت انتظاری با توجه به تابع سهم بیمه اختیاری G است حل این مشکل از طریق برآورد شرایط مرتبه اول با شرط $Z^i>0$ ، به شرح زیر بدست می آید:

$$E\,(-u'_c - (a\,\tilde{\varepsilon} + \tilde{g})u'_p) = 0$$

و یا

$$\int_{\underline{\varepsilon}}^{\bar{\varepsilon}} (u'_c + (a\varepsilon + \bar{g})u'_p)\,dG\,(\varepsilon) = 0$$

معادله بین مصرف و سهم بیمه وابسته به متوسط کارایی نهایی تکنولوژی آلودگی زدایی $\bar{g}$ ریسکی a است. بدین ترتیب ما تعریف می کنیم که:

$$\int_{\underline{\varepsilon}}^{\bar{\varepsilon}} (u'_c + (a\varepsilon + \bar{g})u'_p)dG(\varepsilon) = H(z, \bar{g}, a)$$

لذا در حالت تعادلی، مبلغ کل سهم های بیمه به وسیله رابطه زیر تعریف خواهد شد:

$$Z = \sum_{i=1}^{N} Z^i$$

5. اجتناب و احتیاط در مورد انحطاط محیط زیست

در این بخش یک تغییر در متوسط کارایی نهایی تکنولوژی آلودگی زدایی خطی و یک تغییر در سطح نا اطمینانی این تکنولوژی (a)را بررسی می کنیم. ابتدا اثر متوسط کارایی نهایی تکنولوژی آلودگی زدایی خطی $(E(\tilde{g})) = \bar{g}$ را بر حق بیمه عوامل تجزیه و تحلیل و سپس استقرارهای احتیاطی را در حالت انتخاب حق بیمه عوامل مطالعه می کنیم.

5-1. حساسیت پذیری سهم بیمه در کارایی متوسط تکنولوژی خطی[1]

این تجزیه و تحلیل مار ا در مقایسه اثر جانشینی بین مصرف و حق بیمه و اثر آلودگی بر مطلوبیت های عوامل راهبری می کند. مضافا بر این، انتخاب حق بیمه عوامل وابسته به این دو اثر است و همچنین حق بیمه می تواند با استفاده از متوسط کارایی نهایی تکنولوژی آلودگی زدایی افزایش یا کاهش یابد.

به هر حال، مقایسه اثر جانشینی بین مصرف و حق بیمه و آلودگی احتیاج به مطالعه درجه اجتناب از ریسک عوامل (یا کارگزاران) دارد. الگو ریسک یک متغیر راکیلستورم و میزان و همچنین دیاموند و استیگلیتز [2] محاسبه و ارائه کردند. بر طبق نوشتار این نویسندگان ، اجتناب از ریسک به وسیله یک حق بیمه θ تعریف می شود که این تعریف به عنوان حداکثر مبلغ برای افرادی که با رضایت این حق بیمه را پرداخت می کنند و ریسک خود را کاهش می دهند، تفسیر شده است. بدین ترتیب:

$$E(u(c, \tilde{P})) = u(c, by - \bar{g}(1-\theta)\sum_{i=1}^{n} z^i) \qquad (9)$$

نخست این که، ما بسط مرتبه دوم تیلور[3] از تابع u(c,p(g)) را پیرامون $g = \bar{g}$ بررسی می کنیم. پس تابع انتظاری به صورت زیر خواهد بود:

1-Contribitions' Sensibility on the Average Efficiency of lindear Technology.
2-Mirman, Kilstrom (1974), Diamond, Stiglitz (1975).
3-Second – Other Taylot Expansion.

$$E(u(c,\widetilde{P})) \sim u(c, by, \overline{g}\sum_{i=1}^{n} z^i) - \frac{\mathrm{var}(\widetilde{g})}{2} u''_{pp} (\sum_{i=1}^{N} z^i)^2$$

دوم آن که، ما بسط مرتبه اول تیلور از تابع $u(c, p(g-(1-\theta))$ **پیرامون** $\theta = 0$ **را بررسی می کنیم:**

$$u(c, by, \overline{g}(1-\theta)\sum_{i=1}^{N} z^i) \sim u(c, by, \overline{g}\sum_{i=1}^{N} Z^i) + \theta u'_p \sum_{i=1}^{N} Z^i$$

بنابراین، حق بیمه برای یک عامل ریسک گریز تقریبا :

$$\theta \sim \frac{a^2\delta^2}{2} . \frac{u''_{pp}}{u'_p} \sum_{i=1}^{N} Z^i \qquad \textbf{(10)}$$

با شرط $\mathrm{var}(g) = a^2\delta^2$, $\sum_{i=1}^{N} Z^i$ **، این امر ما را به سمت چارچوب تعادلی کمک مالی هدایت می کند. پس ریسک گریزی مطلق A به شرح زیر تعریف می شود:**

$$A = \frac{u''_{pp}}{u'_p} \qquad \textbf{(11)}$$

و ریسک گریزی نسبی $\mathbf{A_r}$ **تعریف شده است به طوری که** $A_r = gA\sum_{i=1}^{N} Z^i$ **است. ما این امر را بررسی می کنیم که یک عامل « به حد کافی ریسک گریز» است، اگر** $\mathbf{A_r>1}$ **باشد. سپس ما بیانی از نخستین قضیه ارائه می دهیم:**

قضیه (1): برای یک عامل به حد کافی ریسک گریز، به دلیل انحطاط محیط زیست $\mathbf{A_r>1}$ **است. اگر اثر آلودگی بزرگ تر از اثر جانشینی باشد، آن گاه حق بیمه اختیاری در جهت کیفیت محیط زیست، تابعی کاهشی از متوسط کارایی نهایی تکنولوژی آلودگی زدایی برای تمامی حالات طبیعی است،**

$$\frac{dz}{d\widetilde{g}} < 0$$

برای یک عامل کمتر ریسک گریز ،$\mathbf{A_r>1}$ **است اگر اثر آلودگی کمتر از اثر جانشینی باشد آن گاه حق بیمه اختیاری یک تابع افزایش از متوسط کارایی تکنولوژی آلودگی زدایی است،** $\frac{dz}{d\widetilde{g}} < 0$

برهان : از شرایط مرتبه اول در رابطه (7) آغاز می شود:

$$H(z, \overline{g}, a) = \int_{\underline{\varepsilon}}^{\overline{\varepsilon}} (u'_c + (a\varepsilon + \overline{g})u'_p) dG(\varepsilon) = 0$$

اگر $\mathbf{z^i>0}$ **باشد و از قضیه تابع خنثی [1] استفاده شود، خواهیم داشت که:**

$$\frac{dz}{d\widetilde{g}} = -\frac{Hg'}{H'_z}$$

هر جایی که H'_z **وجود دارد، شرایط مرتبه دوم:**

$$H'_z = \int_{\underline{\varepsilon}}^{\overline{\varepsilon}} (u''_{cc} + 2(a\varepsilon + \overline{g})^2 u''_{pp}) dG(\varepsilon) \qquad \textbf{(12)}$$

1- Implicit Function Theorem.

هر جایی که $u''_{cc} + 2(a\varepsilon + \bar{g})u''_{cp} + (a\varepsilon + \bar{g})^2 u''_{pp} > 0$ به ازاء $\varepsilon \in I$ فرض می شود که آلودگی یک اثر منفی بر مصرف دارد ($u''cp \leq 0$) ، ما می توانیم متوجه شویم که فرض $u_{cp} \leq 0$ یک حقیقت قوی است آن گاه فرض به ازاء $\varepsilon \in I$ کافی خواهد بود:

$$-\frac{u''_{cc} + (a\varepsilon + \bar{g})u''_{pp}}{2(a\varepsilon + \bar{g})} > u''_{cp}$$

این وضعیت بدین معناست که مقایسه بین مصرف و آلودگی همچنین قوی نیست.[1] بدین ترتیب نماد

$$\frac{dz}{d\tilde{g}} < 0$$

داده شده است به وسیله نماد Hg' :

$$Hg' = \int_{\underline{\varepsilon}}^{\bar{\varepsilon}} (\sum_{i=1}^{N} Z^i (u''_{cp} + (a\varepsilon + \bar{g})u''_{pp}) - u'_p) dG_{(\varepsilon)} \qquad (13)$$

در این حال داریم $h_{(\varepsilon)} = \sum_{i=1}^{N} Z^i (u''_{cp} + (a\varepsilon + \bar{g})u''_{pp}) - u'_p$ اگر $h_{(\varepsilon)} > 0$ باشد آن گاه برای تمامی حالات طبیعی، یک افزایش در متوسط کارایی تکنولوژی آلودگی زدایی باعث یکی افزایش در حق بیمه عامل می شوند و اگر $h_{(\varepsilon)} > 0$ باشد آن گاه حق بیمه یک تابع کاهش در $\bar{g}$ است. ما وضعیت را به طریقه زیر نمایش می دهیم:

$$\forall \varepsilon \in I, h_{(\varepsilon)} < 0 \longleftrightarrow \sum_{i=1}^{N} Z^i (\frac{u''_{cp} + gu''_{pp}}{u'_p}) > 1$$

فرض $u'_p < 0, u''_{cp} \leq 0$ در شرایط $A_r>1$ برای اندازه گیری اثر کل متغیر متوسط کارایی کفایت می کند در زمانی که اگر :

$$g \frac{u''_{pp}}{u'_p} \sum_{i=1}^{N} Z^i > 1$$

آن گاه $\sum_{i=1}^{N} Z^i (\frac{u''_{cp} + gu''_{pp}}{u'_p}) > 1$

آن به نظر طبیعی می رسد که واژه $u''_{cp} + gu''_{pp}$ معرف اثر آلودگی باشد. زمانی که این واژه در حکم متغیر معادله بین مصرف و حق بیمه(7) باشد، زمانی است که آلودگی تغییر کند[2] . این جمله بیانگر یک نوعی از اثر درآمدی است . واژه $u'p$ اشاره بر عدم مطلوبیت آلودگی دارد و بیانگر اثر جانشینی بین مصرف و سهم بیمه است. سپس وجود ریسک گریزی یک شرط کافی برای مثبت بودن اثر آلودگی است و اثر کل می تواند به وسیله یک آغازی در درجه ریسک گریزی عامل است. یک ریسک گریزی نسبی بالا، $A_r>1$ یک شرط کافی برای تعریف اثر کل یک افزایش در متوسط کارایی تکنولوژی آلودگی زدایی است. در حقیقت ، ریسک گریزی نسبتا بالا مشخص می کند که اثر آلودگی قوی تر از اثر جانشینی است. در این مدل، حق بیمه یک تابع کاهشی از کارایی متوسط g' است.

یک تفسیر حدسی از این نتایج به شرح زیر است:

1- Michel, Rotillon-1995.
2- Sandemo – 1970.

برای سطح مشخصی از حق بیمه ها، افزایش کارایی متوسط با افزایش مطلوبیت عامل مشخص می شود، در زمانی که سطح آلودگی انتظاری کاهش یابد. همچنین مبادله بین مصرف و حق بیمه وابسته عدم مطلوبیت نهایی آلودگی و مطلوبیت نهایی مصرف است. بنابراین، اگر آلودگی بزرگ تر از عدم مطلوبیت نهایی آلودگی باشد، یک عامل استراتژی افزایش مصرف را انتخاب خواهد کرد، زمانی که کارایی انتظاری آلودگی زدایی افزایش یابد.

جز ریسک گریزی، یک افزایش در ریسک گریزی یک عامل ایجاد می کند که تمایل کمتری به نمایش منابع در جهت احتمال عدم کارایی دارد؛ به هر حال این عامل اشاره به افزایش مصرف بیشتر از حق بیمه اش دارد. مضافا براین ، با یک افزایش در کارایی تکنولوژی آلودگی زدایی مواجه است، لذا یک عامل بسیار ریسک گریزی اشاره به افزایش « قسمت اطمینان»مطلوبیتش به وسیله افزایش مصرف او دارد و یک عامل کمتر ریسک گریز باید اشاره به افزایش حق بیمه او (انتخاب ریسک کننده) در جهت کیفیت زیست محیطی داشته باشد.

2-5. حق بیمه ها و اصل احتیاط [1]

بر اساس تعریف گولیر [2] و کوزی [3] ، احتیاط نگرش دوراندیشانه و پاسخی به پذیرفتن وضعیتی از نااطمینانی در مورد ریسک است. این جا، ما به ناچار حق بیمه متناسب با افزایش و یا کاهش ریسک را تجزیه و تحلیل می کنیم و در این شرایط یک انتقال در مقدار ریسک انتقال در پارامتر a نشان داده می شود (تا زمانی که یک متغیر در a یک افزایش یا کاهش را در $Var(\tilde{g}) = a^2\delta^2$ آشکار کند.) از طرف دیگر ، رفتار دور اندیشانه مورد مطالعه ، تجزیه و تحلیل متغیر حق بیمه را نشان می دهد، زمانی که سطح ریسک مقدماتی **a>0** به شرطی که $(\bar{a} > a)$باشد.

بدین ترتیب ما یک کارگزار دوراندیش را با خصیصه ای به عنوان فردی که درجه دوراندیشی مثبت مطلق [4] دارد، تعریف می کنیم. این دور اندیشی مطلق، با یک حق بیمه مثبت تعریف می شود به طوری که $E(k(\tilde{g})) = K(\bar{g}(1-\prod)$ باشد به هر حال حق بیمه احتیاطی جبرانی [5] به ثروت انتظاری که مورد احتیاج به وسیله یک شخص در جهت راضی نگه داشتن مطلوبیت جاری غیر قابل تغییر خود است اضافه می شود تا زمانی که یک ریسک بالاتری وجود دارد. آنچه مشخص است این است که با $K(g) = -u_c'(c, p(g)) - gu_p'(c, p(g))$ از بسط تیلور استفاده می شود در نزدیکی $\prod = 0, g = \bar{g}$ بدین ترتیب معادلات یکسانی طریق زیر به دست می آید:

$$E(k(\tilde{g})) \sim -k(\bar{g}) = \frac{\text{var}(\tilde{g})}{2} k''(\bar{g}) \qquad (14)$$

$$k(\bar{g}(1-\prod)) \sim k(\bar{g}) - \prod \bar{g}k^1(\bar{g}) \qquad (15)$$

بنابراین، حق بیمه احتیاطی برابر خواهد بود با:

$$\prod \sim \frac{\text{var}(\tilde{g}) - k''(\bar{g})}{2\bar{g}k^1(\bar{g})} \qquad (16)$$

1-Precautionary Principle. 2- Gollier, 1994.
3-Cousy, 1996.

4- درجه دوراندیشی مثبت مطلق عبارت است از سطحی از دوراندیشی که توام با تصورات مثبت از اتفاقات پیرامون به صورت مطلق است و این اندیشه هیچ گاه به اتفاقات منفی و بد گرایش ندارد(اندیشه ای مبتنی بر خوش بینی صرف).

5-Compensating Precautionary Premium.

پس در آخر خواهیم داشت که

$$\prod \sim \sum_{i=1}^{N} Z^{i} \frac{a^{2}\delta^{2}}{2\overline{g}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{N} Z^{i}(u'''_{cpp} + u'''_{ppp}) - 2u''_{pp}}{\sum_{i=1}^{N} z^{i}(u''_{cp} + gu''_{pp}) - u'_{p}} \qquad (17)$$

تابع افزایش از واریانس کارایی نهایی است. حق بیمه در این حال یک تابع افزایش از واریانس کارایی نهایی است. این مسئله مشخص می کند که یک کارگزار دوراندیش، یک حق بیمه بالاتری را تقاضا دارد زمانی که ریسک افزایش می یابد.

بدین ترتیب از معادله(17)، درجه دوراندیشی مطلق CA به دست می آید:

$$C_{A} = \frac{\sum_{i=1}^{N} z^{i}(u'''_{cpp} + u'''_{ppp}) - 2u''_{pp}}{\sum_{i=1}^{N} z^{i}(u''_{cp} + gu''_{pp}) - u'_{p}} \qquad (18)$$

سپس دو نوع از کارگزاران دواندیش به طور رسمی می توانند تعریف شوند. نخست، یک کارگزار کاملا ریسک گریز، به طوری که در قضیه (1) تعریف شده است(اثر آلودگی بالاتر از اثر جانشینی است)، یک فرد دوراندیش است اگر و تنها و اگر:

$$\sum_{i=1}^{N} Z^{i}(u'''_{cpp} + u'''_{ppp}) - 2u''_{pp} > 0 \qquad (19)$$

دوم آنکه یک کارگزار کمتر ریسک گریز، $\sum_{i=1}^{N} Z^{i}(u''_{cp} + u''_{pp}) - u'_{p} > 0$ یک فرد دوراندیش است اگر و تنها اگر:

$$\sum_{i=1}^{N} Z^{i}(u'''_{cpp} + u'''_{ppp}) - 2u''_{pp} < 0 \qquad (20)$$

بررسی یک ریسک در کالای نهایی تکنولوژی آلودگی زدایی به این معناست که حق بیمه تنها راهی در جهت جلوگیری در برابر ریسک است. در این حال فرض می شود که یک حق بیمه مثبت در جهت حفظ کیفیت محیط زیست برای یک سطح مقدماتی ریسک a>0 وجود دارد و بررسی تعریف ما از یک کارگزار دوراندیش ما را به تشریح قضیه دوم هدایت می کند:

قضیه 2: اگر کارگزاران کاملا ریسک گریز و محتاط ($C_A>0$) در جهت ایجاد آلودگی باشند، آن گاه یک افزایش در ریسک ناکارایی تکنولوژیکی ، یک افزایش را در حق بیمه مرتبط با کیفیت محیط زیست مشخص می کند.

اگر $(C_A > 0), A_r > 1, \forall_{\varepsilon} \in I$ آن گاه $\frac{dz}{da} > 0$ یک کارگزار کاملا ریسک گریز نباشد(اثر آلودگی پایین تر از اثر جانشین است) اما محتاط باشد، آن گاه یک افزایش در ریسک، یک کاهش در حق بیمه آنها را ایجاد می کند.

اگر $(C_A > 0), \sum_{i=1}^{N} Z^{i}(u''_{cp} + gu''_{pp}) - u'_{p} < 0, \forall_{\varepsilon} \in I$

آن گاه $\frac{dz}{da} > 0$ برهان: مشخصا تئوری استفاده شده از توابع گویای این است که از معادله (7) داریم که:

$$\frac{dz}{da} = -\frac{H'_a}{H_z} \tag{21}$$

هر جایی که نماد $\frac{dz}{da}$ **به وسیله نهاد** H'_a **مشخص شده باشد:**

$$H'_a = \int_{\underline{\varepsilon}}^{\bar{\varepsilon}} (\varepsilon \left[\sum_{i=1}^{N} Z^i (u''_{cp} + (a\varepsilon + \bar{g}) u''_{pp} \right]) dG_{(\varepsilon)} \tag{22}$$

کسب نماد این تفسیر، ما را ناگزیر به مطالعه اقتباس از تابع می کند.

$$h_{(\varepsilon)} = \sum_{i=1}^{N} z^i (u''_{cp} + (a\varepsilon + \bar{g}) u''_{pp}) - u'_p \tag{23}$$

اگر $h'_{(\varepsilon)} > 0, \forall_\varepsilon \in I$ **باشد آن گاه**

$$\begin{cases} \forall_\varepsilon < 0 : h_{(\varepsilon)} < h(0) \longleftrightarrow \in h(0) \\ \forall_\varepsilon < 0 : h_{(\varepsilon)} < h(0) \in h_{(\varepsilon)} > \in h(0) \end{cases} \tag{24}$$

فرض می شود که $h(\varepsilon)$ **یک تابع مستمر و ممتد است، در این حال ما داریم که :**

$$\int_{\underline{\varepsilon}}^{\bar{\varepsilon}} \varepsilon h(\varepsilon) dG_{(\varepsilon)} > \int_{\underline{\varepsilon}}^{\bar{\varepsilon}} \varepsilon h(0) dG_{(\varepsilon)} = h(0) E(\tilde{\varepsilon}) = 0 \tag{25}$$

به طوری که اگر $h(\varepsilon)$ **یک تابع افزایش از** ε**، باشد آن گاه** $H'_a > 0$ **و داریم** $\frac{dz}{da} > 0$ **:**

$$h'_{(\varepsilon)} = A \sum_{i=1}^{N} Z^i \left[-\sum_{i=1}^{N} Z^i (u'''_{cpp} + g u'''_{ppp}) + 2u''_{pp} \right] \tag{26}$$

یک وضعیت ضروری برای $h'_{(\varepsilon)} > 0$ **است که:**

$$\sum_{i=1}^{N} z^i \frac{u'''_{cpp} + u'''_{ppp}}{u''_{pp}} > 2 \tag{27}$$

در این خصوص اگر ما به نتایج للند ، درز و مودیگیلیانی و کیمبال [1] اشاره کنیم، رفتار احتیاطی به این معنا خواهد بود که کارگزاران حق بیمه های خود را در جهت جلوگیری از ریسک آلودگی تغییر می دهند.

1- Leland (1968), Dreze & Modigliani (1972) and Kimball (1990).

نتیجه گیری

بدین ترتیب مشخص می شود که اگر بیمه هایی به نام بیمه های اختیاری محیط زیست ایجاد و بر اثر مناسبات و تدابیر خاص زمینه های فروش آنها ایجاد می شود، آن گاه بیمه به عنوان یک عامل آلودگی زدا می تواند در خدمت جامعه قرار گیرد. پس با استفاده از قواعد احتیاط و اصل تعیین بیمه برای حفظ کیفیت محیط زیست در شرایط نا اطمینانی ، بسته به نوع ترکیب عوامل به نوع تولید، ترجیحات عاملان و کارگزاران حتی بیمه گذاران از حیث ریسک گریزی یا ریسک پذیری می توان مدل چگونگی محاسبه و تعیین نوع، مقدار و حتی اثر بیمه نامه های محیط زیست(بیمه های اختیاری محیط زیست) را طراحی و تدوین کرد. مسلماهدف این مقاله علمی از یک طرف شناسایی و ارائه مدل های ریاضی از چگونگی عملکرد و محاسبه بیمه های اختیاری محیط زیست و چگونگی اندازه گیری آن با استفاده از تولید داده های خاص برای موضوع مورد بررسی مسئله ای می باشد که با دشواری های بسیار در تولیدات و ... توام است (که هدف اصلی این مقاله به شمار نمی رود).

از طرف دیگر این مقاله سعی بر آن دارد تا با گشودن دروازه هایی در مورد آشنایی با بیمه های محیط زیست، این مهم را مد نظر قرار دهد که منطق ریاضی محاسباتی بیمه نامه ها در قرن اخیر دیگر بر شواهد تجربی متکی نیست، بلکه کاملا تابعی از اطلاعات گسترده، پیوسته و منسجم از محیط پیرامون است که با اتکا بر روش های محاسباتی دقیق علمی (علم ریاضیات) ، تعامل محاسبه و اندازه گیری است و این محاسبات و اندازه گیری ها پایه های اساس بسیاری از حق بیمه های اعلان شده به افراد است. لذا با توجه به اینکه کشورهای در حال توسعه بیشترین حجم تخریب کیفیت محیط زیست را دارند و همچنین داده ها و اطلاعات در این کشورها بسیار کم، ناقص و غیر پیوسته است، محاسبات دقیقی از این قبیل عملا غیر ممکن است. حال اگر شرایط به گونه ای تأمین شود که داده ها و اطلاعات به طور منسجم و مستدل تولید شود با اندازه گیری این حق بیمه ها از طرق مختلف روش های ریاضی می توان سهم های اختیاری افراد حقیقی یا حقوقی را در جهت حفظ کیفیت محیط زیست پیرامون خود که بیشترین آسیب را از فعالیت آنها می بینند، استخراج و محاسبه کرد. امید است این مقاله بتواند سرآغازی در جهت طرح و شناسایی این نوع از بیمه های محیط زیست (شناسایی و اندازه گیری) شود.

منابع

1. Bernhein, B.D, and Bagwell, K (1988): "Is Every think Neutral?", Journal *of political*

***Economy,* 96,308-338.**

2. Chichilnisky, G. and Heal, G.(1993): "Global Environmental Risk," *journal of Economic Perspectives,* 4, 65-86.

3. Cousy, H. (1996): "The Precautionary Principle: A status Question", The *Geneva Papers on Risk and insurance,* 21,158-159.

4. Diamond, P. and Stiglitz, J. (1974):" increases in Risk and in Risk Aversion", *journal of Economic Theory,* 8, 337-360.

5. Dreze, J.H. and Modigliani F. (1972): " Consumption Decision under uncertainly", *Journal of Economic Theory,* 5. 308-355.

6. Feldstein, M. (1988): " The Effects of frcal Policies when incomes are uncertain: A contradiction to Ricardian Equivalence", *American Economic review,* 79, 14-23.

7. Gollier, C. (1994): "Le risque de development est-il assurable? " *Risque* 149, 48-60.

8. Gollier, C. Jullien. B. and Treich, N (1997): " Learning and irreversibility: An economic interpretation of the Precautionary Principle", *Mimoe,* , university of toulouse.

9. Jouvet, P .A, Micheal, P. and Pestieau, P. (1997): " Altruism, voluntary contribution and Neutrality" The case of Environment, D.T. Greqam, 96.A 32.

10. Khilstrom, R.E. and Mirman. L.J (1974): " Risk aversion with many commodities", *Journal of economic theory,* 8,361-388.

11. Kimball, M.S. (1990): " Precautionary savings in the small and in the large", Econometrica, 58, 53-73.

12. Kimball, M.S. and mankin, N.G. (1989): "Precautionary saving and the timing of tax" *journal of political economy, 97, 863-879.*

13. Leland, H.E. (1468): *Saving and uncertainty:* The percautionary Demand *for saving,* 3, 465-473.

14. Michel, P. and Rotillon, G. (1995): " Disutility of pollution and endogenous Growth", *Environmental and resource economic,* 6, 279-300.

15. OECD (1991): "Faire face a 1, Incertitude", Document ENV/EC/ECO, 12, Annex 1,11.

16. Sandemo, A (1970): " The Effect of Uncertainty on saving Decision", Review of Economic studies, 353-360.

17. Solow, R.W. (1986): " On the intergenerational Allocation of natural resoure", *scandinavian Journal of economic,* 88, 141-149.

18. Warr, P.G. (1982): "Pareto optimal redistribution and private charity", *Journal of public economic* 19, 131-138.

" 19. Warr, P.G. (1983): "The private provision of public Good is Independent of the distribution of income", *economics letters,* 13,207-211.