المخزون ومعدل الاستخراج والمخزون المتبقي:

سبق لنا تعريف الموارد القابله للنضوب بانه ذلك المورد الطبيعي الموجود فيه الطبيعه بكميات معروفه ومحدده وانه غير قابل للنمو او التكاثر في مدى زمني قابل للتخطيط من الناحيه الاقتصاديه وبذلك يكون معدل نموه او تكاثره قليل نسبيا خلال اي مدى زمني تخطيطي ولكن ليس في المدى الزمني الجيولوجي. ويعد النفط والمعادن بانواعها امثله نمطيه على المورد القابل للنضوب حيث انه يمكن اعتبار انه لا يمكن نمو كمياتها الموجوده في الارض حاليا الا خلال ازمنه جيولوجيه قد تصل الى ملايين السنين لا اعتبار لها في اي مجال تخطيطي منطقي. ويعرف انطوني فشر 1981 الاحتياطات بانها الكميات المعروفه من الموارد الممكن الربح من وراء استخراجها وبيعها باسعار السوق السائده للمورد ووسائل الانتاج التي استخدمت في استخراجها وتقنيته ليكون جاهزا للبيع. كما يوضح بروبيست 1966 ان هناك احتياطات غير اقتصاديه يمكن ان تصبح اقتصاديه عن طريق تغيير الظروف الاقتصاديه( الاسعار) او تغيير التقنيات المستخدمه في استخراجها( التكاليف) كما يفرق بروبيست بين النضوب الجيولوجي والنظوب الاقتصادي حيث يقصد بالاول استخراج كامل الاحتياطي الموجود في حقل او منجم وهو يعد نفاذ نهائي للمورد, بينما الندوب الاقتصادي يعني عدم ربحيه الاستمرار في استخراج من هذا الحقل او المنجم لارتفاع التكاليف او انخفاض الاسعار او غيرها من العوامل المؤثره على الربحيه منه. وعاده ما توجد هذه الموارد في تكوينات يمكن علميا تقدير كمياتها يطلق عليها مخزون المورد المعروف Reserves or stock وسيرمز لها في هذا الكتابRT بحيث ترمز الى المده الزمنيه التي حسب فيها مخزون المورد القابل للنضوب ويعد مستوى المخزونS متغيرا حاليا State variable يوضح حاله المخزون عند فترات زمنيه مختلفه يرمز لهاT هذا المورد يمكن استغلاله او استخراجهEXTRACTION بمعدل RTحيث ترمزT الى المده الزمنيه التي يتم فيها الاستخراج وبعد مستوى الاستخراجR متغيرا خارجيا او قراري او متغيرا تحكمي Control variable or decision variable حيث يمكن لمتخذ القرار الاقتصادي التحكم فيه او اتخاذ قرار حياله فاذا تم استخراج الكميهR في المدهT من المخزونS المتوفر في المدهT فان المخزون المتبقي للمده التاليهT هوS وهو ما يمكن تمثيله في المعادله التاليه:

1. St=St-1-Rt

المخزون الحالي في اخر مده الاستخراج. كما يمكن ايضا كتابه المعادله للصيغه التجميعيه كما يأتي:

1. St=…………

 حيث تشير المعادله الى ان المخزون الحاليS1 يساوي المخزون الابتدائيS0 مطروحا منه مجموع ما تم استخراجه خلال المده(........) او………. وهو ما يمكن ايضا كتابته بطريقه مفصله كما يأتي:

1. S1=S0-R1-R2-R3-R4-..........RT

 الهدف الاجتماعي من استغلال الموارد:

يختلف  هدف المجتمع من استغلال الموارد القابله للنظوب عن هدف المنتج الخاص من عده جوانب فالمنتج الخاص هدفه التعظيم ربحه على مدى زمني قصيره او متوسط بحسب عمره او خطته الاستثماريه الحاليه والمستقبليه, وهو ما يمكنه تمثيله بتعظيم MAXIMIZATION القيمه الحاليه لمجموعه  فائض المنتج فقط الذي تمثل بيانيا بالمنطقه المحصوره بين الخط السعر ومنحنى التكاليف. بينما المجتمع يهدف الى تعظيم القيمه الحاليه لمجموع فائض المنتج وفائض المستهلك الذي يطلق عليه  فائض المجتمع. ويمكن تمثيله بيانيا بالمنطقه المحصوره بين منحنى الطلب ومنحنى التكاليف الحدية اي منحنى العرض. و وحيث ان كل الموارد تعود ملكيتها الى المجتمع حتى وان امتلك بعضه الافراد, حيث انهم جزء من المجتمع فان الهدف الاجتماعي لاستغلال المورد هو الهدف الصحيح من وجهه نظر المجتمع او المخطط الاجتماعي اي تنظيم فائده المجتمع( مجموعه فائده المستهلك والمنتج) والتي يمكن حسابها كما يلي:

Pt= P(Rt)

MC=MC(Rt)

حيثRtهي كميه المورد المستخرجه في المده الزمنيهt بينماPt هو سعر المورد انذاك,و MCtهي التكف الحديثه للمورد في المده الزمنيهt ويوضح الشكل (3-10) توازن المنتج الخاص من انتاجه لسلع العاديه

                   الشكل (3-10) هدف المنتج للسلع العاديه

ويوضح الشكل(3-10) ان شرط التوازن في انتاج السلع العاديه هو ان السعر يساوي التكلفه الحديه MCt      حيث:

Pt=MCt

ولكن هذا الشرط يمكن تطبيقه وقبوله في حاله السلعه العاديه القابله لاعاده الانتاج, بينما المولد القابل للنظور محدود الكميه وغير قابل لاعاده الانتاج( او الاستخدام) في اغلب الاحيان. فالنفط مثلا لا يمكن اعاده استخدامه وحتى لو كان هناك موارد قابله للنضوب ولكنها قابله لاعاده الاستخدام كبعض المعادن فان كمياتها تعد قليله اضافه الى ارتفاع تكاليف تدويرها وعليه فان استهلاك وحده واحده من مخزون المورد القابل للوضوء يكون له تكلفه فرصه بديله Opportunity cost OC لان المخزون سينخفض بحجم كميه الاستخراج او الانتاج, وعليه فان شرط التوازن السابق لا يمكن قبوله اقتصاديا بل ان شرط التوازن للموارد القابله للنظور الذي يمكن قبوله اقتصاديا هو ان السعر يساوي التكاليف الحديه لاستخراج المورد مضافا اليها تكلفه فرصه البديلهOC لنضوب المورد اي:

Pt=MCt+OCt

 حيث  تصبح التكاليف الاجتماعيه الحديه MSC Marginal social Coast تساوي التكاليف الحديه الخاصهMPC  مضافا اليها تكاليف الفرصه البديلهOC اي:

MSCt=MCt+OCt

و لذلك يتغير كما في الشكل البياني فائض المنتج والمستهلك في حاله وجود تكاليف فرصه بديله نتيجه لزحف منحني التكاليف الى اعلى بما يوازي تكاليف الفرصه البديلهOC الى منحنى التكاليف الاجتماعيهMSC.

     الشكل(3-10)  هدف المنتج للمورد الناضب في سوق المنافسه التامه

نلاحظ من خلال الشكل(3-10) ان نقطه التوازن للسلعه العاديه في الاسواق الكفئه هي E1,بينما نقطه التوازن الجديدة لمورد القابل للنضوب( حيث الاسواق لا تعبر عن تكلفه النضوب)هي E2وان سعر التوازني في حاله اخذ تكلفه الفرصه البديلهOC في الاعتبار يصبحP2 وهو اعلى من السعر بدون اخذ الفرصه البديله في الاعتبارP1 حيث يتم تحديد الكميات المثلى للاستخراجR1 والسعر التوازنيP1 عند نقطه التوازنE1 كما ان الكميه التوازنيه المنتجه في حاله وجود تكلفه الفرصه البديله للنضوب هيR2 وهي اقل من الكميه التوازنيهR1 في حاله عدم اخذ التكلفه فرصه بديله للندوف في الاعتبار بينما السعر التوازن هوP2 وهو اعلى من السعر التوازن السابقP1 كما نلاحظ ان حجم كل من صائد المستهلك وفائض المنتج قد انخفض مع اخذ تكلفه الفرصه البديله للمورد القابل للنضوب في الحسبان وهو ما يؤثر ايضا على حجم فائض المجتمع.

من الجدير بالذكر هنا ان المنتج لو كان مبتكرا كما هو الحال للمخطط الاجتماعي الذي يسيطر على كل موارد البترول لبلد ما ويحاول تحديد مستوى الانتاج الافضل فيه, فان نقطه توازنه لن تكون عندE2 ولن ينتج الكميهR2 ولكن سيكون انتاجه حسب قواعد انتاج المحتكر الذي يمكن توضيحها خلال الشكل(3-12) التالي :

            الشكل(3-12) هدف المنتج للمورد الناضب في سوق الاحتكار

 ونلاحظ من خلال الشكل(3-12) السابق ان المنتج المحتك سيقوم  بالانتاج عند نقطه تساوي التكاليف الاجتماعيه الحديه اي التكاليف الحديه مضافا اليها تكلفه الفرصه البديله للنضوب مع الايراد الحدي اي تساويMPC1+OC1 معMRt وستكون نقطه توازنه عند النقطهE3 وسيكون الانتاج عند هذه النقطه هوR3 وهو مستوى انتاجي اقل من R2,R1 السابقتين وسيفرض المحتكر سعرا  اعلى منP1 P2 وهوP3 وبذلك يكون منتج المورد الناضب المحتكر الذي يتصرفه كمحتكر ينتج كميه اقل من المورد ويفرض سعرا اعلى للمورد الناضب من ذلك المنتج الذي يتصرف كانه في سوق منافسه تامهE2 كما نلاحظ ان فائض المستهلك في توازن المحتكرE3 ينخفض عن ما كان عليه في الحالتينE1E2 بين النفائض المنتج المحتكر يزيد على حساب قائد المستهلك.

 ونعني بتكلفه النذوب اي الفرصه البديلهOC انها القيمه التي كان بالامكان الحصول عليها من المورد فيما لو تم الاحتفاظ بالمورد واستخراجه في مده زمنيه لاحقه في مده نضوبه او التكلفه التي يجب ان يتحملها الجيل الحالي في حال نضوب المورد من اجل تعويض الجيل المستقبلي ويعني هذا ان المورد قابل للنظور يجب ان تكون كميه استغلالها اقل مما لو كان سلعه عاديه او موردا غير قابل للنضوب وتمثل المسافه بينR2R3 الفرق بين مستوى الاستخراج للمورد العادي والمورد القابل للنضوب كما تمثل المسافه بينP1P2 الفرق المثالي بين سعر المورد العادي وسعر المورد القابل للنضوب كما ان هذا الفرق يمثل تكلفه الفرصه البديله اي تكلفه النضوب او ما يسمى احيانا ريع المورد القابل للنضوب او ايجار المورد كما تمثل المسافه بينR2R3 الفرق بين مستوى الاستخراج للمورد القابل للنضوب في حاله سوق المنافسه التامه مع مستوى الاستخراج في حاله سوق الاحتكار كما تمثل المسافه بينP2P3 الفرق المثالي بين سعر المورد الناضب في حاله سوق المنافسه التامه عنه في حاله سوق الاحتكار وبعباره افراد يصبح شرط التوازن:

 في حاله المنافسه التامه:Pt=MPCt+OCt

في حاله الاحتكار:;Rt= MPCt+OCt

ونلاحظ في تحليلنا السابق لحاله السلاح العاديه اننا نفترض حاله ساكنهstatic اي انه لا توجد فترات زمنيه غير الحاضر او بعباره اخرى هناك مده زمنيه واحده فقط بين بينما في حاله المورد الناضب هناك فترات زمنيه تعتمد على المدى الزمني للتخطيط الاجتماعي, مما سبق يمكن تحديد هدف المنتج المحتكر من استخراج المورد القابل للنضوب بانه تعظيم تعظيم القيمه الحاليه لاجمالي العوائد الناتجه من استغلال المورد خلال المده الزمنيه التخطيطيه للمنتج اي المده الزمنيه الماخوذه بالاعتبار وهو ما يمكن التعبير عنه رياضيا:

………..

هذه المعادله او الصيغه تعني ان…..هي القيمه الحاليه لعائد او ربح استخراج المولد خلال المدى الزمني التخطيطيT وتعتمد قيمه هذه المعادله على سعر المورد خلال كل مده زمنيه حيث الايراد الكليTR لاستخراج المورد TR=PR.Rt وتكلفه الاستخراجTC وكميه المخزونS والمعدل الخصم هذه الداله هو القيمه العظمى هي هدف المنتج المحتكر ولذلك تسمى داله الهدف. ونقوم بايجاده القيمه الحاليه لصافي العائد او الربح من استخراج المورد بطرح القيمه الحاليه لتكلفه الاستخراج في كل مده زمنيه من القيمه الحاليه لمجموعه الايراد في الحدي في كل مده زمنيه, وهي خاضعه للقيود او بعباره اخرى يجب ان يتم تحقيقها مع مراعاه  القيود الكميه او المخزونيه او الرياضيه المفروضه على هذا الهدف ومن هذه القيود او الشروط على وجه التحديد هي:

 ان مجموع ما يتم استخراجه خلال الفترات الزمنيه المختلفه لا يتجاوز كميه المخزون الابتدائيS0 المتوفر لاستخراج اي ان

…………

 ونلاحظه هنا ان كميه المخزون المتبقيه تعتمد على كميه المخزون الابتدائيومجموع الكميات المستخرجه واي كميات جديده مكتشفه وبعباره اخرى فان:St=St-1-R

 ان ان معدل استخراج او الانتاج من المورد لا يمكن ان يكون سالبا وبمعنى اخر لا يمكن ان تتم اعاده حقني او امداد  مخزون المورد  بالكميات التي  تم استخراجها سابقا:Rt ⥸0

اي ان مستوى او معدل الاستخراج لاي مده اما ان يكون موجود او يكون صفرا لكل الفترات الزمنيه في المدى التخطيطي.

 هذه النموذج الرياضي المكون من معادله الهدف و القيود  المفروضه عليها يمثل ما يسمى رياضيا نموذج تحكم امثالoptimal control ويمكن حله لايجاد كميات الاستخراج المثليه بطرق مختلفه. فهناك منهجيات رياضيه مختلفه لحل مسائل التحكم الامثل مثل طريقه لاجرانج او البرمجه الحركيه Dynamic programming differential او معدلات الفروق Differences equation التي نستخدمها كما ان هذا النموذج للتحكم الامثل يمكن حله رياضيا بسهوله في حاله ان المدى الزمني لتعظيم داله الهدف هو وحده او وحدتين ثمانيتين اي ان المدى الزمني هو:T=1 اوT=2

 ولكن متى ما كان المدى الزمني Time  Horizon لتعظيم داله الهدف  اكبر من مدتين زمنيتينفان الحل يتطلب برمجيات استخدام الحاسب الالي لايجاد الحل الامثل. وحل مثل هذه المسائل بالحاسب رقميا يمكن ان يتم بطرق مختلفه, منها لغات البرمجيات المختلفه مثل  Visual Basicاو fortrainاو برامج الجداول مثلEXCEL او البرامج  الجاهزه لحل مسائل البرمجه الرياضيه مثل برنامجLINDO او GAMSاو غيرها. وسنستعرض في الاجزاء القادمه طريقه الحل الرياضيه في حال ان الماده الزمني هو مدتين ومن ثم نتطرق للحل باستخدام البرمجيات في حاله ان المدى الزمني لاكثر من مدتين.

 ولعل من المفيد وهنا ان نلخص النموذج المبسط السابق الذي يعده النموذج الاساسي في الموارد القابله للنظوب والذي اشتهر باسم من قدمه هارولد هوتلنج (1931)في شكلها الرياضي بطريقه مبسطه يمكن اعاده عرضها كما ياتي:

…………………………………….

 تحت قيود: S.T

قيد ديناميكيه المخزون :..................

قيد عدم السالبيه:.........

5-3 نموذج هتلنج لمدتين:

بعد قراريL.C.Gray1914 اول من قدمه تحليلا اقتصاديا مبسط للمورد قابل  للنضوب كان ممثلا في منجم نحاس كما يعد نموذج hotelingH1931اول تطبيق تحليل الرياضي متكامل في مجال الاستغلال الامثل للموارد القابله للنضوب من وجهه نظر المخطط الاجتماعي حيث ان احد اهم افتراضات هذا النموذج هو ان المنتج لهذا المورد محتكر للسوق وهذا لا يتوفر غالبا الا في المخطط الاجتماعي.

 ومن الجدير بالذكر هنا ان كلا من التحليل الاقتصادي لقراري رHOTELING كاناعلى مستوى القطاع اي على مستوى المخطط الاجتماعي لانه كان لا يمكن ان يمتلك قطاع بالكامل للدوله التي يمثلها المخطط الاجتماعي وكلاهما وصل الى الشروط الضروريه نفسها والكافيه للاستغلال الامثل للمورد القابل للنضوب بطرق مختلفه.

 نقدمه هنا الحاله العامه لنموذج هوتلنج عندما لا يتم تحديد المدى الزمني لاستغلال المورد القابل للنضوب اي ان المدى الزمني يعد مفتوح نفترض هنا  اولا ان لدينا موردا قابل للنضوب دالته الطلب عليه خطيه وبمعنى اخر فان معكوس داله الطلب على هذا المورد هي:Pt=a-bR

             الشكل3-13  منحنى طلب المورد القابل للنضوب

 ويوضح الشكل3-13  رسم داله معكوسه الطلب حيثPt هو سعره المورد في المدهtوRt وهي الكميه المستخرجه منه ويمثلa قاطع منحنى الطلب وهي تمركز الى الكميه المطلوبه في حال كون السعر يساوي صفرا بينماb هي معامل مرونه الطلب الذي يربط تغير السعر للمورد الناضب مع الكميه المستخرجه من المورد القابل للنضوبRt بينما Rt هي كميه المورد القابل للنضوب المستخرجه في المدهt.

 يوضح نموذج  هوتلينج استنتاجا مهما يسمى قاعده هوتلينج Hot lings principle هو ان سعر المورد القابل للندوب يتزايد عبر الزمن بمعدل يساوي الفائده او معدل الخصم هذا الاستنتاج هو ما يسمى فيما بعد بقاعدة  هوتلينجoteling ويمكن التعبير عنها رياضيا في الداله الاتيه وبيانيا في الشكل 3-14 كما ياتي:

pt=p0(1+r)t

          الشكل 3-14قاعده هوتلينج:

 وبعباره اخر ىتقول قاعده هوت لانش ان سعر المورد في المدهt يساوي سعره في المده الابتدائيهp0 مركبا بمعدلr.  وبذلك فان مالك المورد سيكون سيان بالنسبه لوحده من المورد الان بسعرp0 او في المستقبلt بسعر يساوي……….هذا المبدا هو ما تم تاكيله في الفصول السابقه من وجهه نظره اقتصاديات الموارد القابله للنضوب من اعتبار مخزون المورد القابل للنضوب غير المستخرج ثروه راسماليه للمجتمع تعبر عن مخزون راس مالي للمجتمع. كما يمكن التعبير عن هذه القاعده كمايأتي:

 فاذا كان السعر الابتدائي للموردp0 والسعر في المدهt هوp1 فان:

                          ……………………………

                     ………………………………..

                      ………………………………….