المحاضرة الثانية

اقتصاديات انتاج زراعي

استاذة المادة

أ . يسرى طارق بكر

يوضح الجدول التالي شكل دالة انتاجية افتراضية لنوع معين من العلف عند استخدامه في تغذية الأبقار مع افتراض ثبات باقي الموارد المستخدمة في التربية.

ويتضح من الجدول المذكور ان الدالة الإنتاجية عبارة عن العلاقة بين كل من الصف الأول [[الذي يعبر عن تغير الوحدات المستخدمة من مورد معين (العلف)]]

والصف الثاني [[والذي يعبر عن الوزن الكلي للبقرة الواحدة نتيجة تغير الوحدات المستخدمة في كمية من العلف]] (وهو فرض غير واقعي) فان متوسط وزن البقرة الناتج يساوي 40كغم. بينما إذا استخدمت وحدة واحدة فقط من العلف فان وزن البقرة يصبح 44 كيلوغراماً.

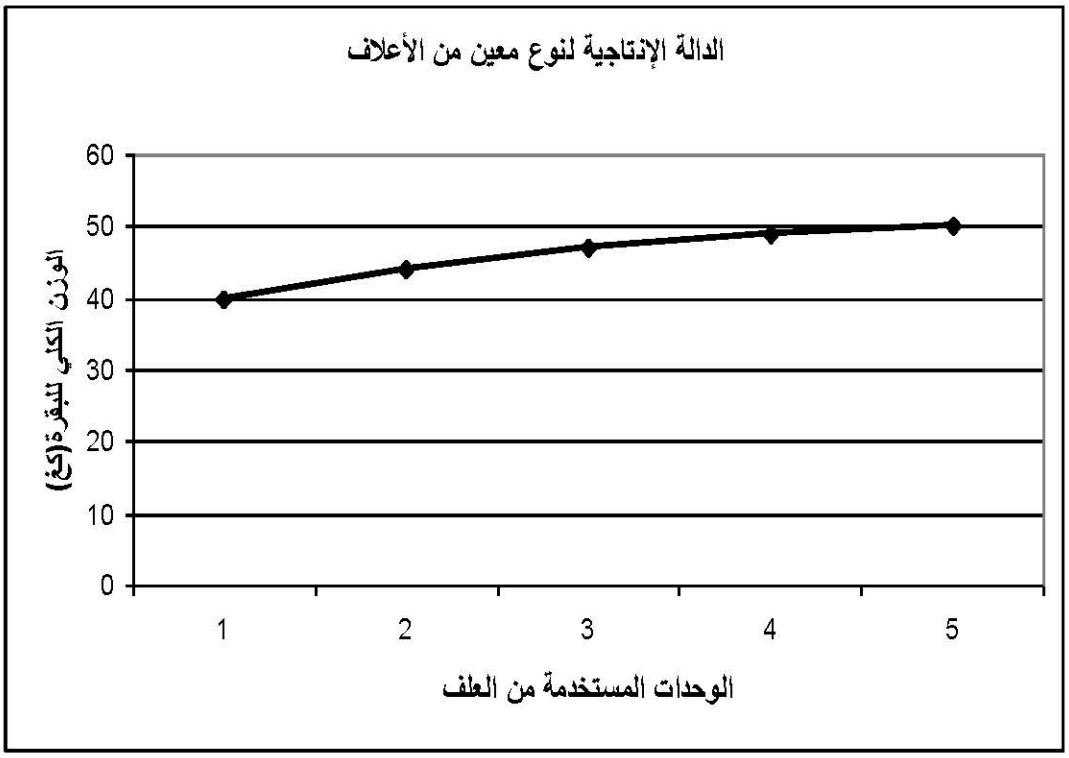
الدالة الإنتاجية لنوع معين من الأعلاف

الوحدات المستخدمة من العلف في وحدة الزمن	صفر	1	2	3	4
وزن البقرة الواحدة في حالة استخدام كميات متزايدة من العلف(كيلوغرام)	40	44	47	49	50

وعند استخدام 4,3,2 وحدة من العلف المستخدم فان متوسط وزن البقرة يزيد إلى 50,49,47 كيلوغراماً على التوالي. وهذه العلاقة الحسابية بين الوحدات المستخدمة من العلف ومتوسط وزن البقرة الناتج هو ما **يسمى بالدالة الإنتاجية في شكلها الحسابي**.

ثانياً: الدالة الإنتاجية في شكل بياني: Graph

يمكن التعبير عن الدالة الإنتاجية بيانياً في الشكل التالي والذي تم رسمه علي اساس الجدول السابق الخاص بالدالة الإنتاجية لنوع معين من العلف.



ويوضح شكل الدالة الإنتاجية للعلف حيث يوضح المحور الأفقي الوحدات المستخدمة لعنصر الإنتاج المتغير (العلف). بينما يمثل المحور الرأسي متوسط وزن البقرة بالكيلوغرام المقابل لكل مقدار من وحدات العلف المستخدمة في الحدة الزمنية وعلى ذلك فان المنحني (أ، ب، ج، د) يمكن اعتباره الشكل البياني الدالة الإنتاجية للعلف الحيواني.

ثالثاً: الدالة الإنتاجية في صيغتها الرياضية.

ويمكن التعبير عموما عن الدالة الإنتاجية في صيغتها الرياضية كما يأتي:

$$Q = f(L.\ C.\ T)$$

حيث (Q) تعتبر الناتج الكلي كمتغير تابع. بينما كلاً من $(L.\ C.\ T)$ المدخلات أو الموارد الاقتصادية المستخدمة في العملية الإنتاجية كمتغيرات مستقلة حيث تعبر (L) عن كمية العمل المستخدم. (C) عبارة عن رأس المال (T) عبارة عن سعة حضائر التربية. وللتبسيط سوف يفترض ان حجم الناتج سوف يتغير كنتيجة لتغير أحد الموارد الإنتاجية المستخدمة فقط مع ثبات باقي الموارد. فإذا فرضنا اننا سوف نقوم بتثبيت كل من رأس المال وسعة الحضائر مع اعتبار **العمل كمتغير** فانه يمكن وضع الدالة الإنتاجية في الصيغة (1) كما يأتي:

$$\mathbf{Q = f\ (L \mid C\ .T)}$$

ومعني العلامة التي تفصل بين(L) وكلاً من $(C.\ T)$ انه سوف يفترض ثبات العوامل التي علي يمين العلامة (C، T) وافترض تغير العوامل التي علي يسار العلامة وهي(L).

وتأخذ عادة الدالة الإنتاجية صيغاً رياضية تتحدد في ضوء متغيرات عديدة ولذلك يجب إجراء عدة اختبارات اقتصادية وإحصائية قبل اختبار الصيغة الرياضية المناسبة للدالة الإنتاجية المطلوب دراستها بمجالات الإنتاج الزراعي المختلفة. وكل الحالات المشار اليها تعني العلاقة نفسها بين الموارد الإنتاجي والمحصول. الا انه يمكن تمثيلها بصيغ مختلفة وحسب متطلبات الدراسة.

ففي الدراسات القياسية غالباً ما تستخدم الدالة في صيغتها الرياضية للتعرف **كمياً** على المتغيرات المستخدمة في الدالة المستخدمة.

كما تستخدم الأشكال البيانية للدالة في حالة الرغبة في التعرف على طبيعة العلاقة بين الموارد والمحصول من **النظر** بصورة مباشرة على الشكل البياني.

أما الصيغة الأولى وهي العرض الجدولي للدالة فغالباً ما تستخدم في **حصر البيانات** لغرض اعدادها للدراسات القياسية.

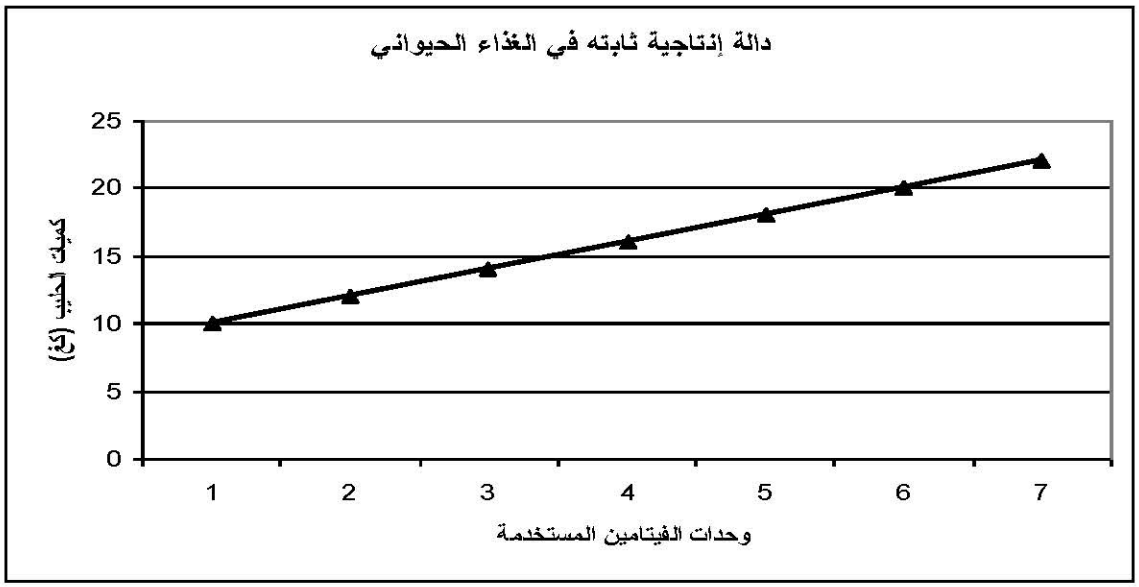
طبيعة الدالة الإنتاجية:

تحدد طبيعة الدالة الإنتاجية شكل العلاقة الموجودة بين المورد المتغير (بفرض ثبات الموارد الأخرى) والإنتاج. ويمكن عادة التعبير عن هذه العلاقة أما في صورة انتاجية ثابتة أو انتاجية متناقصة أو إنتاجية متزايدة.

أولاً: الإنتاجية الثابتة Fixed Production (قانون الغلة الثابتة)

يمكن الحصول على الإنتاجية الثابتة في حالة ما إذا أدت الزيادات المتتالية من المورد الإنتاجي المتغير إلى الحصول على زيادات متساوية في الإنتاج بفرض ثبات بقية المتغيرات. وعندئذ تسمي العلاقة بين العنصر المتغير والناتج بانها **علاقة خطية**.

فمثلاً يؤدي إضافة وحدات متتالية من فيتامين معين إلي غذاء حيوانات الحليب بالمقادير (صفر،3,2,1) للحصول على كميات الحليب (**16,14,12,10**) كيلوغرام على التوالي. فعندئذ يمكن القول ان لهذا الفيتامين إنتاجية ثابتة حيث ان كل وحدة مضافة من هذا الفيتامين تؤدي الي الحصول على كيلوغرامين إضافيين من الحليب ويمكن رسم الدالة الإنتاجية كما موضح بالشكل التالي:



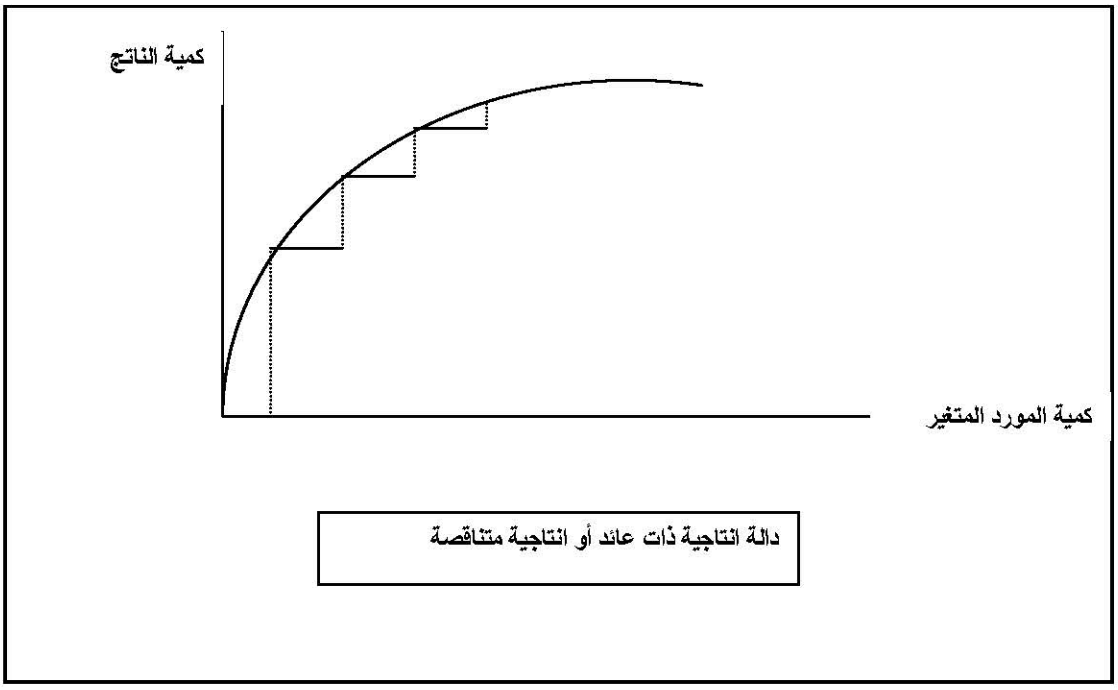
ويوضح الشكل أن العلاقة الموجودة بين المورد المتغير (وحدات الفيتامين المستخدمة في العليقة الحيوانية) والإنتاج (الحليب) عبارة عن علاقة خطية. ويمكن توضيح عائد الغلة أو الإنتاجية الثابتة من المثلثات المبينة بالرسم البياني حيث يتضح ان كل زيادة مقدارها وحدة واحدة من الفيتامين تؤدي الي زيادة قدرها وحدتين من الحليب في أي مستوي من المستويات الدالة.

والدالة الإنتاجية بصورتها الثابتة لا توجد في الزراعة الا نادراً. أذ غالباً ما تسود الاشكال الاخرى من الدوال في القطاع الزراعي والتي سنتناولها بالشرح.

ثانياً: الإنتاجية المتناقصة Decreasing Production (قانون الغلة المتناقصة)

تتحقق الإنتاجية المتناقصة للمورد الإنتاجي المتغير في حالة ما إذا أدت الزيادات المتتالية من هذا المورد الإنتاجي إلى الحصول على زيادات متناقصة في الناتج فمثلاً تؤدي الوحدة الأولي من المورد الي زيادة الناتج بمقدار (5) وحدات. بينما تؤدي الوحدة الثانية من هذا المورد الي زيادة الناتج بقدار (4) وحدات. كما تؤدي الوحدات الثالثة والرابعة والخامسة إلى تناقص الناتج بمقدار (1,2,3) وحدة على التوالي. ويوضح الشكل التالي العلاقة الموجودة بين المورد المتغير والناتج في حالة تحقق الإنتاجية المتناقصة للمورد المتغير.

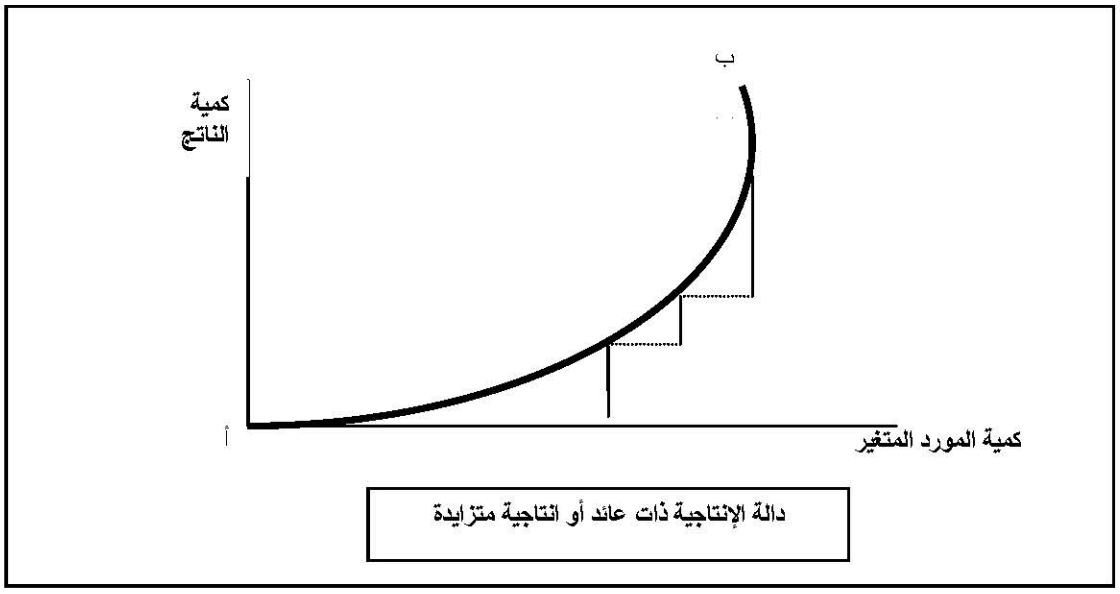
ويتضح من هذا الشكل ان **الدالة الإنتاجية ليست على شكل خط مستقيم كنتيجة لزيادات الناتج المتناقصة. ولكنها تأخذ شكل منحني مقعر ناحية نقطة الأصل أو المحور الأفقي**.



وهذا النمط من الدوال غالباً ما يسود الإنتاج الزراعي. اذ بإضافة وحدات متتالية من السماد فان الناتج يزداد. إلاّ إنه عند مستوي معين فان الإضافات المتتالية من السماد تؤدي الي عوائد متناقصة في المحصول المنتج كالقطن مثلاً.

ثالثاً: <u>الإنتاجية المتزايدة</u>: Increasing Production (قانون الغلة المتزايدة)

تتحقق الإنتاجية المتزايدة للمورد الإنتاجي المتغير في حالة ما إذا أدت الزيادات المتتالية من هذا المورد إلى الحصول على زيادات متزايدة من الناتج. وفي الشكل التالي يوضح المنحني (أ، ب) دالة انتاجية ذات عائد أو انتاجية متزايدة. ان الدالة الإنتاجية ذات العائد المتزايد تكون محدبة ناحية **نقطة الأصل أو المحور الأفقي**. وتوضح المثلثات الموضحة بالشكل طبيعة الإنتاجية المتزايدة حيث تؤدي الواحدة الأولي من المورد الإنتاجي المتغير إلى زيادة وحدتين من النباتي. بينما تؤدي اضافة الوحدة الثانية من المورد المتغير الي زيادة الناتج بمقدار اربعة وحدات كما تؤدي إضافة كل من الوحدات المتتالية بعد ذلك الي زيادة وحدات الناتج بمقادير حيث تؤدي الوحدة الثالثة من المورد الي زيادة الناتج بمقدار(6) وحدات. وتؤدي اضافة الوحدة الرابعة من المورد إلي زيادة الناتج بمقدار (8) وحدات وهكذا.



دالة الإنتاج الكلاسيكية:

The Classical Production Function

إن الهدف الأساسي من دراسة دوال الإنتاج الكلاسيكية هو انه من خلال هذه الدوال يمكن فهم طبيعة العلاقات الموردية –الإنتاجية بوضوح وبذلك يمكن إعطاء مديري المزارع بعض المؤشرات عن طبيعة هذه العلاقات التي قد تواجه انتاجه في مزرعته وأهمها الإنتاجية الحدية والإنتاجية المتوسطة ومرونة الإنتاج.

وبالطبع لا يمكننا هنا دراسة أشكال دوال الإنتاج كافة لذا سنبدأ بأبسطها وهو دالة الإنتاج في متغير واحد حيث يشير X للعنصر المتغير، ويشير Y إلى الناتج(التابع) في حين يشير:

(APP) إلى متوسط الناتج الفيزيقي (Average Physical Product)

(MPP) إلى الناتج الحدي الفيزيقي (Marginal Physical Product)

(E) مرونة الإنتاج (Elasticity of Production)

الجدول التالي يوضح العلاقة الموردية الإنتاجية وكذلك النواتج الحدية والمتوسطة ومرونة الإنتاج.

والجدول التالي يوضح قانون تناقص الغلة وما يحدث لكل من الإنتاج الكلي والإنتاج الحدي والإنتاج المتوسط نتيجة لزيادة عنصر العمل مع ثبات عنصر الأرض:

الأرض	عدد العمال	الناتج الكلي	الناتج الحدي	الناتج المتوسط
2	1	8	8	8
2	2	20	12	10
2	3	36	16	12

15	24	60	4	2
18	30	90	5	2
18	18	108	6	2
16	4	112	7	2
14	0	112	8	2
12	-4	108	9	2
10	-8	100	10	2
8	-12	88	11	2

يتبين من الجدول السابق أنه عند زيادة عدد العمال المشتغلين مع ثبات مساحة الأرض يتزايد الناتج الكلي من السلعة التي ينتجها المشروع وهي القمح في البداية بمعدل سريع أي بكميات متزايدة وهنا يكون الناتج الحدي في حالة تزايد، وهذه هي مرحلة تزايد الغلة والتي يتزايد فيها الناتج الحدي (أو الناتج الإضافي) وهنا يكون الناتج المتوسط متزايداً أيضاً.

وبعد حد معين يبدأ الناتج الحدي في التناقص (عند تشغيل العامل السادس في المثال السابق)، وهنا تبدأ مرحلة تناقص الغلة حيث يتزايد الناتج الكلي بمعدل متناقص حتى يصل إلى أعلى مستوى له ثم يثبت (عند 112) حين يكون الناتج الحدي مساوياً الصفر. ومع الاستمرار في زيادة عدد العمال المشتغلين على المساحة الثابتة من الأرض يصبح الناتج الحدي سالباً ويتناقص الناتج الكلي. كما نجد أن الناتج المتوسط يأخذ في التناقص بعد حد معين بسبب تزايد الناتج الكلي بمعدل متناقص ثم تناقصه.

وبالاعتماد على الجدول السابق يمكن توضيح العلاقة بين الناتج الكلي والناتج الحدي على الوجه التالي:

1) -أنه عند زيادة عدد العمال مع ثبات عنصر الأرض يتزايد الناتج الكلي في البداية بمعدل متزايد وسريع وهنا يكون الناتج الحدي متزايداً. ويصل الناتج الحدي إلى أعلى مستوى له عند توظيف العامل الخامس.

2) - أن الناتج الكلي يتزايد ولكن بمعدل بطئ وكميات متناقصة بعد العامل الخامس أي أن الإضافات التي تحدث للناتج الكلي تتناقص فيزداد الناتج الكلي ولكن بمعدل متناقص.

3) - يصل الناتج الكلي إلى أعلى مستوى له عند تشغيل العامل السابع ويثبت بعدها، وهنا يصل الناتج الحدي إلى الصفر حيث لا يكون هناك أي إضافة للناتج الكلي نتيجة توظيف العالم الثامن.

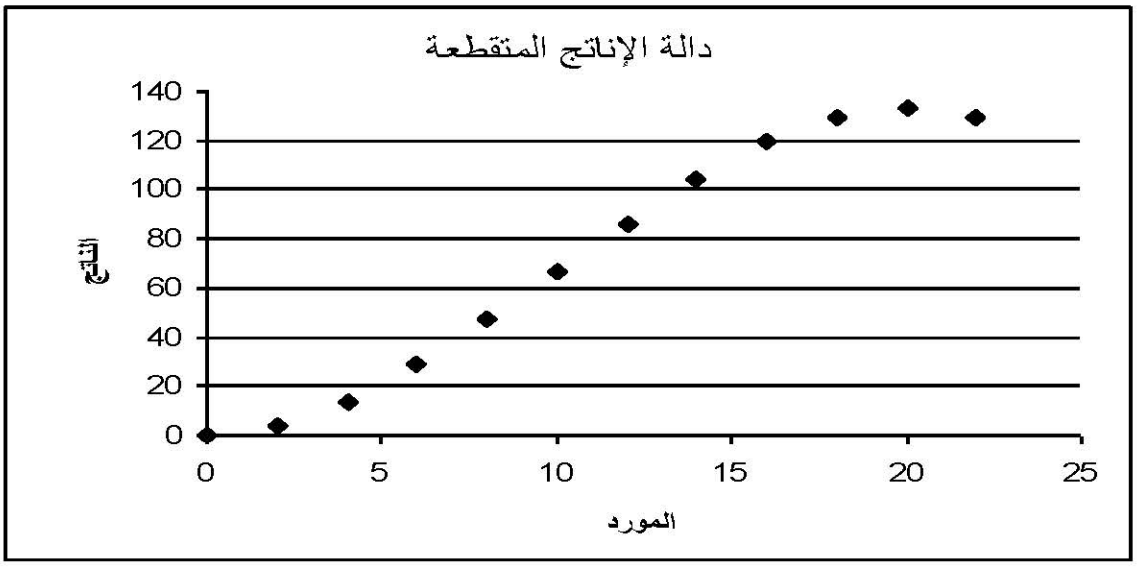
4) - مع استمرار زيادة عدد العمال يتناقص الناتج الكلي ويصبح الناتج الحدي سالبا.

وهنا مثال اخر يعبر عنه الجدول التالي:

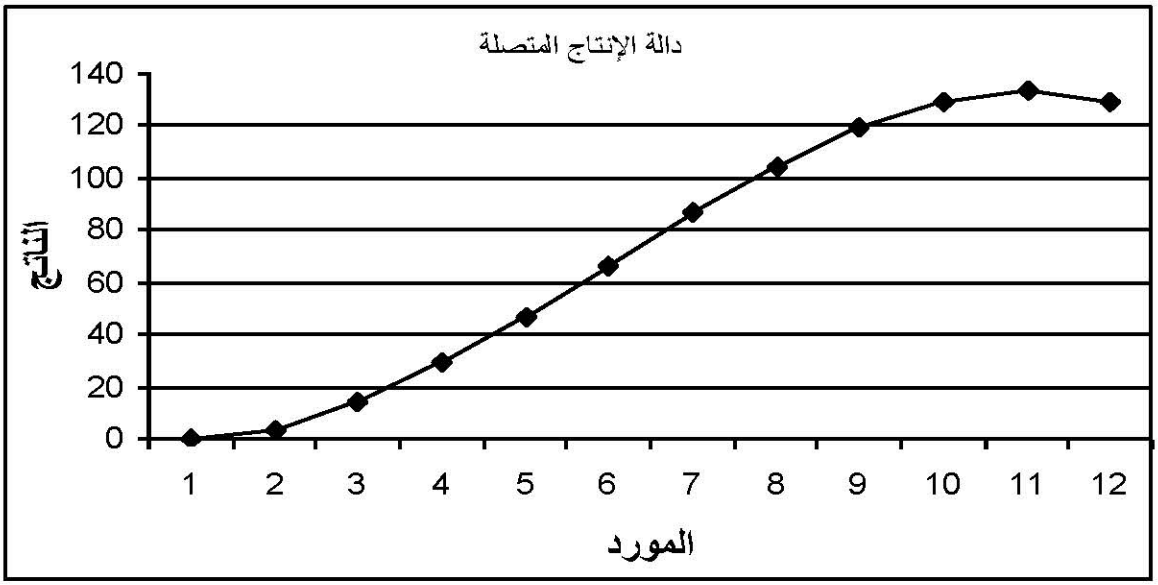
الدالة الإنتاجية الكلاسيكية

5	4		3	2	1
مرونة الإنتاج $\frac{MPP}{APP}$	الناتج الحدي MPP المتوسط	الفعلي	متوسط الناتج APP	الناتج Y	المورد X
-	-	0.0	-	0	0
1.9	1.9	3.6	1.9	3.7	2
1.8	5.1	6.4	3.5	13.9	4
1.8	7.5	8.4	4.8	28.8	6
1.6	9.1	9.6	5.9	46.9	8
1.5	9.9	10.0	6.7	66.7	10
1.5	9.9	9.6	7.2	86.4	12
1.1	9.1	8.4	7.5	104.5	14
0.8	7.5	6.4	7.5	119.5	16
0.5	5.1	3.6	7.2	129.6	18
0.0	1.9	0.0	6.7	133.3	20
-0.7	-2.1	-4.4	5.9	129.1	22

وبتوقيع بيانات العمود رقم 1 ورقم 2 من الجدول السابق نحصل على دالة الإنتاج المتقطعة (**Discrete Production Function**) الموضحة في الشكل التالي:



وتشير دالة الإنتاج المتقطعة إلى عدم إمكانية تجزئة مورد الإنتاج وأفضل مثال لذلك اعتبار (رجل/يوم) هي عنصر الإنتاج X فلا يمكن في هذه الحالة تجزئة العمالة، إلاّ إذا تغير من (رجل/يوم) إلى ساعة عمل بشري وفي هذه الحالة يمكن تجزئة مورد الإنتاج وتتحول إلى دالة انتاج متصلة (**Continuous Production Function**) كما في الشكل التالي:



ويتضح من الشكل أعلاه ان الناتج الكلي يساوي اصفر عند عدم إضافة أي قدر من المورد المتغير إلى الموارد الثابتة، ثم يزداد الناتج بمعدل متزايد ثم بمعدل متناقص عند استمرار اضافه المورد المتغير. حتى يصل الناتج الكلي (Y) إلى (133.3) وحدة عند إضافة 12 وحدة من

المورد المتغير X إلى الموارد الأخرى الثابتة، باستمرار إضافة وحدات المورد المتغير بعد ذلك فان الناتج الكلي ينخفض.

المشتقات الاقتصادية لدالة الإنتاج:

تتضمن الدالة الإنتاجية بعض المشتقات. وأهم تلك المشتقات التي لا يمكن للطالب أو الباحث الاستغناء عنها في مجال اتخاذ القرارات في اضافة مورد أو الإنقاص منه والتي يمكن اشتقاقها من الدالة الإنتاجية هي:

1- **الناتج المتوسط** **Average production**
2- **الناتج الحدي** **Marginal production**
3- **مرونة الإنتاج** **Elasticity of production**

أولاً: الناتج المتوسط الفيزيقي: Average Physical Product (APP)

يتحدد الإنتاج المتوسط للمورد الإنتاجي من حاصل قسمة الإنتاج الكلي Y على عدد وحدات المورد المتغير المستخدمة للحصول على الناتج X. وبمعني أخر فـان:

من الجدول السبق نجد انه عندما $X=10$ فان الناتج الكلي $Y=66.7$ والناتج المتوسط

$$(APP = \frac{Y}{X} = \frac{TP}{X_i} = \frac{f(x|y)}{x} = \frac{66.7}{10} = 6.67)$$

هذا وتشير كلمة فيزيقي إلى المقياس بوحدات فيزيقية (كغم مثلاً) وليس بوحدات قيمية أو نقدية (ريال مثلاً).

هذا ويشير الناتج المتوسط الفيزيقي إلى معدل تحويل المورد إلى ناتج إذ من الشكل السابق يتضح ان الناتج المتوسط يصل إلى أقصاه عند الوحدة 15 من المورد المتغير وبعدها يبدأ الناتج المتوسط الفيزيقي في التناقص لان شكل منحنى الناتج المتوسط يعتمد على شكل منحنى الناتج الكلي الفيزيقي.

ويستخدم الناتج المتوسط عموماً لقياس مدى كفاءة المورد المتغير المستخدم في العملية الإنتاجية إذ تزداد كفاءة المورد في بداية العملية الإنتاجية وينعكس ذلك على تزايد منحنى الناتج المتوسط الفيزيقي بمعدل أسرع، ثم يستمر الناتج المتوسط في الارتفاع ولكن بمعدل أقل مشيراً إلى ان كفاءة المورد وان كانت مازالت مرتفعة فأنها ليست كسابقتها حتى يصل الناتج المتوسط لأقصاه ثم تبدأ كفاءة المورد المتغير في التناقص مما ينعكس على منحنى الناتج المتوسط.

ثانياً: <u>الناتج الحدى الفيزيقي</u>: Marginal production (*MPP*)

يقاس الناتج الحدي الفيزيقي هندسياً بميل الخط الذي يمس دالة الإنتاج عند النقطة المقابلة لهذا المستوى من المورد المتغير. وعلى هذا فان الإنتاجية الحدية عند 10 وحدات من المورد المتغير تساوي ميل المماس لدالة الإنتاج الكلي عند هذا المستوى الموردي. ويلاحظ ان الناتج الحدي يصل لأقصاه عند هذه النقطة التي تسمى **<u>نقطة الانعكاس (Inflection Point)</u>** حيث ان ميل المماس عند هذه النقطة أكبر من أي ميل لمماس آخر عند أي نقطة أخرى على منحنى الناتج الكلي. يبدأ الناتج الحدي في التناقص حتى يصل إلى الصفر عندما يصل الناتج الكلي أقصاه. ويلاحظ ان الناتج الحدي يتزايد بمعدل متزايد عندما يكون شكل منحنى الناتج الكلي متزايد بمعدل متزايد أيضاً. كما ان معدل الزيادة في الناتج الحدي قد تكون متناقصة في بداية العملية الإنتاجية ومع ذلك نتوقع الا يمر منحنى الناتج الكلي بمرحلة الزيادة المتزايد بل يبدأ بالزيادة بمعدل متناقص خلال هذه المرحلة، اي ان شكل منحنى الناتج الحدي يتوقف إلى حد كبير على شكل منحنى الناتج الكلي.

ويعرف الناتج الحدي بانه الزيادة في الناتج الكلي الراجعة إلى الزيادة في كمية المورد المتغير بوحدة واحدة (الوحدة لا تعني واحد صحيح) أي ان:

$$MPP = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{\partial TP}{\partial X} = \frac{\partial Y}{\partial X} = \frac{\partial f(X \mid Y)}{\partial X}$$

ومن الجدول السابق يلاحظ ان الناتج الحدي فيما بين الوحدتين 10و12 للمورد المتغير هي:

$$MPP = \frac{86.4 - 66.7}{12 - 10} = \frac{19.7}{2} = 9.9$$

ومن ثم فانه فيما بين الكميتين 10 و12 من المورد المتغير فان إضافة وحدة واحدة من المورد المتغير تؤدي إلى زيادة الناتج الكلي بالقدر 9.9 وحدة. كذلك نجد ان الناتج الحدي الفيزيقي بين الكميتين 20 و22 هي:

$$MPP = \frac{129.1 - 133.3}{22 - 20} = \frac{-4.2}{2} = -2.1$$

ومن ثم فان القيمتين 20 و22 من المورد المتغير فان إضافة وحدة واحدة من المورد المتغير تؤدي إلى انخفاض الناتج الكلي بالقدر 2.1 وحدة أي بمعنى سالبيه الناتج الحدي.

وهذا مساوٍ تماماً لميل منحنى دالة الإنتاج الكلي، وعليه فانه يمكن بالتعويض عن X بمستويات مختلفة من المورد للحصول على مستويات مختلفة للناتج الحدي الفيزيقي.

ثالثاً: مرونة الإنتاج (E):

تستخدم مرونة الإنتاج لتقدير درجة استجابة الناتج Y للتغير في المورد المتغير X أي هي عبارة عن التغير النسبي في المتغير التابع Yمقسوماً على التغير النسبي في المتغير المستقل X وعلى ذلك فان:

المرونة الإنتاجية = مرونة منحنى الناتج الكلي = التغير النسبي في الناتج / التغير النسبي في مورد الإنتاج

ويعبر عن ذلك رياضياً كما يلي:

$$E = \frac{\Delta Y}{Y} \div \frac{\Delta X}{X}$$

$$= \frac{\Delta Y}{\Delta X} \div \frac{Y}{X}$$

$$= \frac{MPP}{APP}$$

هذا وتستخدم مرونة الإنتاج عادة في توضيح مراحل الإنتاج الثلاث كما سيأتي ذكر ذلك عند شرح قانون تناقص الغلة فيما بعد.

وعليه فمن الجدول السابق يمكن الحصول على مرونة الإنتاج القوسية (**Arc Elasticity**) بقسمة متوسط الناتج الحدي على الناتج المتوسط.

أما مرونة النقطة (**Point Elasticity**) فيتم حسابها بقسمة الناتج الحدي الفعلي على الناتج المتوسط.

قانون تناقص الغلة والمراحل الثلاثة للإنتاج: Low of Diminishing Returns

لقد طور قانون تناقص الغلة **Low of Diminishing Returns** بواسطة الاقتصاديين السابقين ليصف العلاقة بين الناتج ومورد واحد متغير عندما تكون الموارد الأخرى ثابتة.

وينص القانون على أنه عند ثبات جميع العناصر الإنتاجية عند مستوى معين فيما عدا عنصر واحد فإن استخدام وحدات متتالية ومتساوية من هذا العنصر في العملية الإنتاجية يؤدي إلى ازدياد الناتج الكلي بمعدل متزايد إلى أن يبلغ القدر المستخدم من العنصر حداً معيناً يأخذ الناتج الكلي بعده في الازدياد بمعدل متناقص، وبالاستمرار في زيادة وحدات العنصر المتغير يتم الوصول إلى حداً آخر يأخذ الناتج الكلي بعده في التناقص.

ولشرح قانون تناقص الغلة نفترض أن وحدات متساوية من مدخل متغير (العمل) قد أضيفت إلى مدخل ثابت (كمية من عنصر الأرض) وتم الحصول على البيانات التالية: