إدارة الإنتاج والعمليات

قسم الإدارة العامة / كلية الإدارة والاقتصاد

المرحلة الرابعة / الكورس الأول

إعداد وتأليف

الأستاذ المساعد

حَيدر شاكر نوري البرزنجي

الفصل الرابع

التنبؤ بالطلب على المنتجات

موضوعات الفصل:

المبحث الأول: التنبؤ (المفهوم والأنواع والخطوات والعناصر ...)

أولاً: مفهوم التنبؤ

ثانياً: أنواع التنبؤ

ثالثاً: خطوات التنبؤ

رابعاً: عناصر الطلب

خامساً: العوامل المؤثرة في الطلب

المبحث الثاني: أساليب التنبؤ

أولاً: الأساليب النوعية للتنبؤ

ثانياً: الأساليب الكمية للتنبؤ

المبحث الثالث: قياس خطأ التنبؤ

أولاً: قياس خطأ تنبؤ أسلوب المتوسطات المتحركة

ثانياً: قياس خطأ التنبؤ لأسلوب التسريح الأسي البسيط والمعدل

ثالثاً: قياس خطأ التنبؤ لأسلوب خط الاتجاه

الأستاذ المساعد: حيدر شاكر البرزنجي

المبحث الأول

التنبؤ (المفهوم والأنواع والخطوات والعناصر ...)

أولاً: مفهوم التنبؤ

تنتج الشركات الصناعية والخدمية كذلك وفي معظم الحالات نوعان من المنتجات وهما المنتجات النمطية والمنتجات غير النمطية، أما النمطية فهي المنتجات التي تنتج بكميات كبيرة من غير تغيير في مواصفاتها، لأنها تنتج لغرض التخزين وليس للاستهلاك المباشر وتباع إلى شريحة كبيرة من المستهلكين، كالأصباغ والمشروبات الغازية وأنابيب المياه، وغيرها. أما المنتجات غير النمطية فهي لا تنتج بقصد الخزن والاستهلاك فيما بعد وإنما لتلبية طلب معين وبكميات يحددها طلب المستهلك، الأمر الذي يضفي على الطلب سمة عدم الاستمرارية فضلاً عن مواصفات هذه المنتجات المتجددة باستمرار، كالملابس وأبواب الألمنيوم والأثاث الخشبي والسيارات، وغيرها.

ومن هنا يظهر أهمية التمييز بين المنتجات النمطية وغير النمطية من حيث الكميات المطلوب إنتاجها من هذه المنتجات، وفي كون عملية التنبؤ تعد خطوة ضرورية تسبق تخطيط الطاقة الإنتاجية والتخطيط الإجمالي للإنتاج، فضلاً عن اختيار أسلوب التنبؤ، إذ يجب تحديد ما نتنبأ به وكيفية القيام بالتنبؤ والمدة الزمنية للتنبؤ .

فالتنبؤ إذاً علم وفن التنبؤ بالأحداث في المستقبل، ويعرف بأنه " **محاولة تقدير حاجة السوق من سلعة أو مزيج من السلع أو خدمة معينة خلال مدة زمنية مقبلة** "، وتعود أهميته لكونه من الأنشطة المهمة التي تسبق عمليات التخطيط للطاقة الإنتاجية وتخطيط الإنتاج واتخاذ القرارات الصائبة لتحقيق أهداف نظام الإنتاج .

وبناءً على ما تقدم يعد التنبؤ الطريقة الوحيدة لمعرفة الطلب على المنتج حتى نصل إلى الطلب الحقيقي. وله أهميه كبيرة في جميع جوانب المنظمة. كما يعد التنبؤ المحرك الحقيقي لجميع القرارات في المنظمة. فعلى سبيل المثال عندما تكون **الطاقة الإنتاجية** غير متناسبة مع الطلب الكبير للمنتج فإن ذلك سيؤدي إلى خسارة مجموعة من الزبائن وبالتالي خسارة حصة المنظمة في السوق. في الجهة المقابلة اذا كانت الطاقة الإنتاجية أكبر من الطلب على المنتج فإن ذلك سيزيد تكاليف الإنتاج غير المبررة مما قد يؤدي إلى مشاكل حقيقية للمنظمة .

ثانياً: أنواع التنبؤ

تستخدم عادةً ثلاثة أنواع من التنبؤ لتخطيط العمليات في المستقبل، يمكن إجمالها في الاتي:

1. **التنبؤ الاقتصادي:** ويتناول المسائل المتعلقة بالاقتصاد على صعيد المجتمع كتنبؤ دورات العمل والتضخم النقدي، وحركة السكان، والعمران، وغيرها من المؤشرات التي تمس عملية التخطيط على مستوى اقتصادي .
2. **التنبؤ التكنولوجي:** ويختص بالتقدم التكنولوجي والذي يساعد في التخطيط للسلع أو الخدمات الجديدة وما يترتب على ذلك من إقامة معامل جديدة أو توسيع معامل قائمة فضلاً عن التخطيط للموارد المالية والبشرية.

3. **التنبؤ بالطلب:** ويختص بتقدير الطلبات تحققها المنظمة مستقبلاً، ويعد هذا التنبؤ القوة المحركة للإنتاج أو لاستغلال الطاقة ولجدولة الأعمال وتستخدم نتائجه كمدخلات لتخطيط التسويق والتمويل والموارد البشرية .

أما التنبؤ من حيث بعده الزمني فيمكن تقسيمه أيضاً على ثلاثة مجموعات تتمثل في الآتي:

أ. **التنبؤ قصير الأمد:** ويستوفي مدة زمنية أقل من سنة، قد تكون شهرية أو فصلية أو نصف سنوية للتنبؤ بالمشتريات، أو جدولة الأعمال، أو القوة العاملة المطلوبة، أو مستويات الإنتاج، ...

ب. **التنبؤ متوسط الأمد:** ويستوفي مدة من سنة إلى ثلاثة سنوات، ويستخدم للتنبؤ في تخطيط المبيعات، وتخطيط الإنتاج، والميزانية، وتخطيط الإيرادات، ومختلف خطط العمليات، ...

ت. **التنبؤ طويل الأمد:** ويستوفي مدة اكثر من ثلاثة سنوات، ويستخدم في التنبؤ لاختيار موقع العمل، والتخطيط لسلع أو خدمات جديدة، أو للبحث والتطوير، ...

ثالثاً: خطوات التنبؤ بالطلب

يتطلب التنبؤ للطلب على المنتجات مجموعة خطوات نظراً لأهميته في المنظمات، نجملها في الآتي:

1. **تحديد استخدام التنبؤ:** أي تحديد القرار الذي يتخذ اعتماداً على نتائج التنبؤ، كقرار تحديد الطاقة أو تحديد الاحتياج من المواد اللازمة للإنتاج، أو تحديد القوة العاملة المطلوبة، ....
2. **تحديد الهدف من التنبؤ:** أي تحديد المطلوب من التنبؤ بالضبط، هل سيجري لسلعة واحدة امل اكثر من سلعة لمنتج مرتفع أم منخفض الثمن، هل هناك فرق بين التنبؤ لمجموعة مختلفة من السلع ؟
3. **تحديد مرحلة حياة المنتج:** أي تحديد المرحلة التي يوجد فيها المنتج لأنها تؤثر في اختيار المدة التي سيغطيها التنبؤ إن كانت قصيرة أم متوسطة أم طويلة الأمد .
4. **تحديد أسلوب التنبؤ:** أي مدى اعتماد التنبؤ على الأساليب الكمية أو النوعية أم مزيج من الاثنين .
5. **جمع البيانات اللازمة للتنبؤ:** أي تجميع اكبر ما يمكن من البيانات لتسهيل إجراء عملية التنبؤ ومن مصادر موثوقة كسجلات الشركات أو المبيعات أو الوسطاء أو رجال البيع أو مديرو العمليات، ...
6. **إجراء التنبؤ:** أي القيام بعملة التنبؤ لاستخراج النتائج التي ستعتمد عليها خطط الإنتاج فيما بعد .
7. **مراجعة نتائج التنبؤ:** أي حساب معدلات الخطأ بين التنبؤ الذي قمنا به وبين الطلب الحقيقي الذي حص بغية اتخاذ إجراءات تصحيحية لجعل التنبؤ القادم اقرب إلى الطلب الحقيقي .

رابعاً: عناصر الطلب

يتمكن مدير العمليات من دراسة نمط الطلب على سلعة أو خدمة معينة من خلال البيانات الماضية والتي تقدم على شكل سلسلة زمنية والتي تعرف بانها " مجموعة من المشاهدات عن احدى الظواهر كالطلب مُرتبة بآماد زمنية لحدوثها "، وتنطوي هذه السلسلة على خمسة عناصر تسهل عملية التنبؤ، وهي:

1. **المتوسط:** ويمثل مجموع الطلب لعدد من الفترات مقسوماً على عدد تلك الفترات، كمجموع المبيعات الأسبوعية في السنة مقسوماً على 52 أسبوع على سبيل المثال .
2. **الاتجاه:** ويشير إلى الزيادة المضطردة أو التناقص المضطرد في الحركة العامة للسلسلة، كالتغير في مستويات الدخل أو عدد السكان أو استهلاك الطاقة على سبيل المثال .
3. **الأثر الموسمي:** ويشير إلى نمط الطلب الذي يعيد نفسه أو يتكرر بعد مرور مدة معينة (أسبوع أو شهر أو فصل أو سنة) كالطلب على المرطبات في الصيف (نمط موسمي) بينما الطلب على خدمات نقل المسافرين يومي الخميس والجمعة (نمط أسبوعي) والطلب على البقالة والفواكه (نمط يومي) .
4. **الأثر الدوري:** ويشير إلى النمط الذي يظهر في السلسلة بشكل دوري بين مدة طويلة (10 سنوات) وأخرى، والذي يتولد بفعل دورات الأعمال وهي دالة معقدة نتيجة عوامل كثيرة تدفع الاقتصاد إما للانتعاش أو للركود، فضلاً عن المرحلة التي يمر بها المنتج ضمن دورة حياته .
5. **الخطأ العشوائي:** وتشير إلى الأخطاء التي تحدث نتيجة التغيرات في الطلب لأسباب غير معروفة ويعرف بأنه " العنصر المتبقي من السلسلة بعد تحديد العناصر الأخرى " ومن المفيد التنويه أن الخطأ المتولد نتيجة عدم القدرة على التقدير الجيد للمتوسط والاتجاه والأثر الموسمي والأثر الدوري هو خطا ارتباط ذاتي وليس خطا عشوائي .

خامساً: العوامل المؤثرة في الطلب

يمكن تقسيم العوامل المؤثرة في الطلب على السلع والخدمات على مجموعتين، هما:

1. **العوامل الخارجية:** ويقصد بها العوامل التي تقع خارج المنظمة ولها دور كبير في تغيير مقدار الطلب بمرور الوقت، وهذه العوامل لا يمكن للمنظمة السيطرة عليها أو التحكم بها .
2. **العوامل الداخلية:** وتشير إلى القرارات التي تتخذ داخل المنظمة وتؤثر في الطلب وللمنظمة القدرة عليها والتحكم بها الأمر الذي يتيح لإدارة العمليات الاستجابة الفعالة للتغيرات في الطلب .

والجدول الآتي يوضح العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة في الطلب على السلع والخدمات .

	العوامل الخارجية	العوامل الداخلية	
عوامل لا يمكن للمنظمة السيطرة عليها والتحكم بها	الحالة العامة للاقتصاد	أسعار المنتجات	عوامل يمكن للمنظمة السيطرة عليها والتحكم بها
	تشريعات حماية البيئة	حملات الإعلان والترويج	
	التشريعات الضريبية	تصميم المنتجات	
	أذواق ورغبات الزبائن	حوافز رجال البيع	
	مستوى دخل الفرد	الانتشار الجغرافي لشبكات التوزيع	
	قوانين حماية الصناعة المحلية	جودة السلع والخدمات	
	أسعار السلع المنافسة	المزيج الإنتاجي	
	توافر السلع البديلة والمكملة	سياسة معالجة الطلبات المتأخرة	

المبحث الثاني

أساليب التنبؤ

أولاً: الأساليب النوعية للتنبؤ

وهي " **مجموعة من الطرائق الموضوعية التي تستخدم للتنبؤ عندما لا تتوافر بيانات تاريخية عن الطلب وتعتمد على التجربة والحدس الشخصي والتوقعات** " ومن أشهرها خمسة أنواع لا تزال تستخدم بكثرة في التنبؤ للطلب، ونجملها بالآتي:

1. **الحدس والخبرة الشخصية لصحاب القرار:** وتعد من الأساليب الوصفية الأكثر شيوعاً في القيام بعملية التنبؤ والمتعلقة بالقرارات اليومية لأنها قرارات سريعة النتائج ومدى الاستجابة عالٍ، كما أن جمع البيانات مضيعة للوقت أي يكون متخذ القرار يعتمد كلياً على خبرته أكثر من النماذج العلمية والإحصائية، ومن مزاياها:
   - نتائج التنبؤ تكون في وقت محدود نسبياً .
   - انخفاض تكلفة القيام بعملية التنبؤ .
   - تتميز قراراتها بالمرونة .

   أما من عيوبها وجود تحيز الشخصي في عملية التقدير والتنبؤ لاتخاذ قرار معين .
2. **تقديرات رجال البيع Sales Force Estimates:** وتمتاز هذه الطريقة بالدقة لاتصال رجال البيع الدائم بالزبائن، وانتشار رجال البيع في مناطق جغرافية ليسهل تقسيم الطلب حسب المناطق، وتتيح هذه الطريقة إمكانية تجميع الطلب على أي مستوي ترغب فيه المنظمة. ومن عيوبها احتمال التحيز الشخصي لرجال البيع، وعدم قدرتهم أحيانا علي التمييز بين رغبات الزبائن Wants Or Wish List وحاجات الزبائن Needs Or Necessary Purchase، واحتمال قيام رجال البيع بتقديم تقديرات منخفضة عن حجم الطلب في المستقبل من أجل الظهور بمظهر جيد أمام الشركة عند تجاوز مبيعاتهم الفعلية للتقديرات التي قدموها سابقاً .
3. **أسلوب لجنة الخبراء Panel Of Experts Methods:** تعتمد هذه الطريقة على إعلان اجتماع رسمي بين عدد معين من الخبراء شخصياً لتقدير ظاهرة معينة وفق ما يأتي:

أ. يتم اختيار شخص من قبل المنظمة ليقوم بدور المنسق ويكون على درجة كبيرة من الخبرة والمعرفة بالموضوع أو الظاهرة محل التنبؤ .

ب. يقوم المنسق بتوجيه دعوة للاجتماع لعدد معين من المختصين والخبراء في هذا المجال .

ت. بداية الاجتماع والإعلان عن كتابة استفسار عن الظاهرة محل التنبؤ على لوحة مخصصة لهذا الغرض أين يطلب من الأعضاء عدم تبادل الآراء أو إجراء مناقشات وتقديم فكرة رئيسية لكل عضو .

ث. بعد كتابة كل الأفكار على اللوحة تبدأ عملية المناقشة .

ج. تتم فيما بعد إجراء عملية التصويت والاختيار السري للفكرة الرئيسية التي تدعم الموضوع المتوقع أين يتم اتخاذ القرار حول الظاهرة محل التنبؤ في النهاية .

ومن مزايا هذه الطريقة :

- الاستفادة من آراء مجموعة كبيرة من الخبراء .
- اتخاذ القرار خلال فترة زمنية قصيرة جداً أي عند نهاية الاجتماع .

أما من عيوبها ارتفاع التكلفة المادية نتيجة لحضور خبراء من أماكن مختلفة .

4. **بحوث التسويق Market Search:** وتعد مدخلاً نظامياً لصياغة واختبار فرضيات عن السوق، وتكون في المدي القصير والمتوسط والطويل ولكن دقتها تكون اكثر في المدي القصير، وتساعد على استقصاء معلومات عن خطط الشراء المستقبلية للزبائن، ومن ثم وضع خطط في تصميم منتجات جديدة، وتتطلب عملية إجراء بحوث السوق القيام بالخطوات الآتية:

أ. تصميم استبانة لجمع البيانات اللازمة (الدخل، العمر، الجنس، ....) .
ب. تقرير الكيفية التي ستدار بموجبها الاستبانة (الاتصال المباشر، الهاتف، البريد، ....).
ت. اختيار عينة ممثلة لمجتمع البحث .
ث. تحليل نتائج الاستبانة .

ومن عيوب هذه الطريقة هي ارتفاع تكاليفها، وطول الوقت المستغرق بين إدارة الاستبانة وتحليلها .

5. **طريقة دلفي The Delphi Method:** أساس هذه الطريقة هو اشتراك عدد معين من الخبراء في عملية التنبؤ بظاهرة معينة، مع الحفاظ على سرية هوية كل عضو من أعضاء مجموعة الخبراء، وإجراء هذه الطريقة تتطلب ثلاثة أنواع من المشاركين هم: متخذو قرار التنبؤ وعددهم من 5- 10، ومساعدو متخذي قرار التنبؤ الذين يعدون سلسلة الاستبيانات وتوزيعها علي أعضاء اللجنة السرية وجمع النتائج وتلخيصها وتقديمها لمتخذي القرار. والخبراء وهم الأفراد لذين يتسلمون الاستبانة ويجيبون عليها وتعد إجاباتهم مدخلات لمتخذي القرار تمهيداً إجراء التنبؤ. وذلك عن طريق مراسلة تتم بالمراحل الآتية:

أ. يتم اختيار شخص يكون مسؤولا عن مهمة القيام بعملية التنبؤ ويسمى بالمنسق يتميز هذا الأخير بدرجة عالية من الخبرة والمعرفة بالظاهرة محل التنبؤ .
ب. يقوم المنسق بإرسال استفسارات إلى الخبراء في صورة قائمة أسئلة لإبداء الرأي حول الظاهرة محل التنبؤ.
ت. عند وصول الإجابات التحريرية من قبل الخبراء يقوم المنسق بدراسة لكل المراسلات وتبويب الإجابات ثم إرسال استفسارات لهؤلاء مع تزويدهم بالمعلومات المتجددة والمستوحاة من قبل بعض الخبراء المشاركين في عملية التنبؤ ثم يطلب منهم إبداء الرأي حول الظاهرة مجددا مع توضيح المبررات .
ث. تكرر العملية عدة مرات لحين التوصل لدرجة كبيرة من الاتفاق في تقديرات الخبراء حول الظاهرة المدروسة .

ومن مزاياها أنها:

- تسهم في الاستفادة من آراء مجموعة كبيرة من الخبراء المختصين .
- انخفاض التكلفة المادية نتيجة تبادل الآراء عن طريق المراسلة .
- الانفراد والحيادية وعدم التأثير نتيجة لعدم الاجتماع .

ومن عيوبها أنها تستغرق فترة زمنية طويلة قد تستغرق اكثر من سنة مما يجعلها في أحيان كثيرة عديمة الجدوى بسبب القفزات النوعية والتطورات السريعة في التكنولوجيا أثناء القيام بعملية التنبؤ .

ثانياً: الأساليب الكمية للتنبؤ

وهي " **الأساليب التي تعتمد البيانات التاريخية والمعادلات الرياضية والإحصائية والرسوم البيانية للقيام بالتنبؤ بعيداً عن الحكم الشخصي** " وتنقسم على أنواع كثيرة نتناول منها الآتي:

1. الطريقة الحسابية البسيطة والمركبة

تعد الطريقة الحسابية البسيطة من أسهل طرائق للتنبؤ بالمبيعات أو الطلبات وأقلها تكلفة، ولكي نتمكن من تطبيق هذه الطريقة لا بد من معرفة المبيعات أو الطلبات المتحققة لسنوات سابقة والمبيعات والطلبات المتحققة للسنة الحالية، ويمكن حسابها كما في المعادلة الآتية:

مبيعات العام القادم = مبيعات العام الحالي x (مبيعات العام الحالي ÷ مبيعات العام الماضي)

أو (نسبة تغير مبيعات العام الحالي عن السابق × مبيعات العام الحالي) + مبيعات العام الحالي

مثال: البيانات الآتية عن مبيعات شركة M للعام الماضي والحالي والمطلوب التنبؤ للعام القادم بالطريقة البسيطة:

السنة	المبيعات الفعلية	مقدار التغير ونسبة التغير	المبيعات المتوقعة– التنبؤ
2010 العام الماضي	200000	40000 وحدة	
2011 العام الحالي	240000	0,2 = 240000 ÷ 40000	
2012 العام القادم	240000	48000 = 240000 × 0,2	288000 = 240000 + 48000
مبيعات 2012 = 240000 x { 240000 ÷ 200000 } = 288000 أو 0,2 × 240000 = 48000 وحدة تضاف إلى المبيعات الحالية 240000 فتكون النتيجة 288000			

تمرين: بلغت العمليات الجراحية لمستشفى الشفاء للعيون للعام الماضي (8000) عملية وبلغت في العام الحالي (8800) عملية ، فكم ستبلغ العمليات الجراحية للمستشفى للسنة المقبلة باستخدام الطريقة المبسطة .

أما في حالة وجود سلسلة زمنية فتستخدم **الطريقة الحسابية البسيطة للسلسلة الزمنية**، وتعتمد هذه الطريقة على وجود سلاسل زمنية تمثل بيانات تاريخية عن المبيعات لسنوات سابقة، ويتم حساب التغير لكل سنة نسبة للتي تليها، فيتم حساب التغير لجميع السنوات بنفس الطريقة وصولاً إلى حساب معدل التغير العام، ويكون ذلك بقسمة مجموع معدلات التغير على عدد سنوات السلسلة .

مثال: اذا توافرت لدينا البيانات التالية لحجم مبيعات لشركة الألبان الوسطى لعشر سنوات سابقة والمطلوب التنبؤ بحجم المبيعات لسنه 2004 اللاحقة .

السنة	حجم المبيعات	التغير	معدل التغير
2001	26800	- - -	
2002	29600	+2800	2800 / 26800 = 10.4= %10.4
2003	32500	+2900	2900/ 29600 = 0.097= %9.7
2004	-	5700	%10,05 = 2 ÷ %9,7 + %10,4

اذا : (32500 × 10.05%) + 32500 = 35766.25 التنبؤ لسنة 2004 .

2. أساليب تحليل السلاسل الزمنية

السلاسل الزمنية تمثل مجموعة من المشاهدات مرتبة زمنياً حسب تسلسل وقوعها. استخدام السلاسل الزمنية في التنبؤ على الطلب يعني أن الطلب على السلعة يعتمد فقط على البيانات التاريخية للطلب مع إهمال بقية المتغيرات. ويتضمن تحليل السلاسل الزمنية الطرائق الآتية:

أ. **طريقة المتوسطات المتحركة (البسيطة والموزونة) Simple Moving Average Method:** يستخدم هذا الأسلوب عدد من البيانات التاريخية الفعلية لحساب التنبؤ. وبموجب هذا الأسلوب فإن التنبؤ على الطلب لفترة مقبلة يساوي مجموع الطلب لعدد معين من الفترات الماضية مقسوماً على عدد تلك الفترات، ويحسب كما في المعادلة الآتية:

$$MA_t = \frac{\sum_{k=1}^{n} D_{t-k}}{N}$$

إن هذا الأسلوب جيد لتجاهل وإبعاد أي تغيير مفاجئ على الطلب. لذلك فإن زيادة عدد الفترات N يقلل من أمكانية تأثر التنبؤ بالتغييرات المفاجئة لكنه في نفس الوقت يجعل هذا الأسلوب أقل حساسية واستجابة للتغيرات الحقيقية . تفترض هذه الطريقة أن الطلب مستق نوعا ما وأنه لا ينطوي علي عوامل موسمية . ومن مزايا هذه الطريقة أنها سهلة الفهم والتطبيق ولا تطلب بيانات كثيرة عن الماضي. أما عيوب هذا الأسلوب أن نتائج التنبؤ تعتمد علي طول المتوسط، لذلك ينبغي اختيار فترة زمنية مناسبة لحساب التنبؤ. وكلما طالت فترة

المتوسط كلما ساعد ذلك علي إزالة أثر العوامل العشوائية. ومن عيوب هذا الأسلوب أيضا أنه يتطلب الاحتفاظ بجميع البيانات عن الماضي مما يؤدي إلي ارتفاع تكاليف حفظ واسترجاع البيانات سواء يدويا أم بالحاسوب .

مثال: البيانات التالية تبين الطلب الذي تحقق على أحدى السلع للأشهر الأربع الأولى من السنة والمطلوب إجراء التنبؤ للأشهر المتبقية من السنة باستخدام متوسط متحرك طولة 4 أشهر .

الشهر	الطلب (1000 وحدة)	متوسط متحرك طولة 4 فترات
1	25	
2	30	
3	32	
4	40	
5	48	32 = 4 / (25 + 30 + 32 + 40)
6	58	38
7	65	45
8	75	53
9	70	62
10	45	67
11	40	64
12	35	58

الأستاذ المساعد: حيدر شاكر البرزنجي

كما إن هذا الأسلوب يعطي نفس الوزن أو الأهمية لجميع البيانات التي تدخل في حساب التنبؤ. والوزن أو الأهمية هنا بواقع واحد مقسوماً علي طول الفترة الزمنية. وعند ملاحظة الاتجاه Trend أو الموسمية Seasonality واضح في البيانات يمكن استخدام أوزان لإعطاء أهمية اكبر للقيم الأقرب. ولعلاج هذه المشكلة فإنه بالإمكان تغيير الأوزان النسبية أو أهمية كل مشاهدة حسب ما تمليه الخبرة الشخصية عن الطلب في الماضي علي أن يكون مجموع الأوزان مساوياً للواحد الصحيح. يمكن كتابة المتوسط المتحرك الموزون كالآتي:

$$WMA_t = \frac{\sum W_k D_k}{\sum W_k}$$

مثال: استخدم بيانات المثال السابق لإجراء التنبؤ على الطلب باستخدام الأوزان (4 الشهر السابق ، 3 قبل شهرين ، 2 قبل 3 أشهر ، 1 قبل 4 أشهر) = 10 مجموع الأوزان

الشهر	الطلب (1000 وحدة)	المتوسط المتحرك الموزون
1	25	
2	30	
3	32	
4	40	
5	48	34 = 4 / (0,4 × 40) + (0,3 × 32) + (0,2 × 30) + (0.1× 25)
6	58	41
7	65	49
8	75	57
9	70	66
10	45	69
11	40	61
12	35	51

تمرين: بفرض أن البيانات الآتية تمثل الطلب الشهري لمنتج N خلال أشهر متتالية كما هو مبين بالجدول الآتي:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7
الطلب	35	30	32	40	48	50	65

والمطلوب: (التنبؤ بالطلب للشهر الخامس باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة لعدد ثلاث فترات) (التنبؤ بالطلب للشهر السابع باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة لعدد أربع فترات) (التنبؤ بالطلب للشهر السادس باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة لعدد أربع فترات بالأوزان: 4 للشهر السابق، 3 قبل شهرين، 2 قبل ثلاثة أشهر، 1 قبل أربعة أشهر) (التنبؤ بالطلب للشهر الثامن باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة لعدد أربع فترات بالأوزان 10% للشهر السابق، 20% قبل شهرين، 30% قبل ثلاثة أشهر، 40% قبل أربعة أشهر) .

الأستاذ المساعد: حيدر شاكر البرزنجي

ب. طريقة التسريح الأسي (البسيط والمعدل بالاتجاه): هو عبارة عن متوسط متحرك موزون لا يعتمد على بيانات تاريخية قديمة جدا بل يعتمد على البيانات الخاصة بالفترة السابقة فقط. يمكن كتابة هذا الأسلوب رياضياً كالآتي:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

إذ أن A تعبر عن الطلب الحقيقي .

α عباره عن وزن يتراوح بين 0 و 1 (وغالبا يكون بين 0.05 و 0.5 في التطبيقات الإدارية والتجارية)

إن فكرة هذا الأسلوب بسيطة إذ أن التنبؤ للفترة القادمة يساوي التنبؤ للفترة الحالية مضافاً عليها نسبة معينة من الفرق بين تنبؤ الفترة الحالية والطلب الحقيقي للفترة الحالية . كما أن هذا الأسلوب كغيرة من أساليب المتوسطات المتحركة لا يتجاوب مع التغير الحاصل في الاتجاه Trend. والمثال الآتي يوضح عدم تجاوب أسلوب التسريح الأسي مع التغيير في الاتجاه، بافتراض أن $\alpha = 0.4$.

الشهر	الطلب الحقيقي	التنبؤ
1	100	نبدأ من الشهر 2
2	200	100
3	300	140
4	400	204
5	500	282

يتضح من الجدول الفرق الكبير بين قيم التنبؤ والطلب الحقيقي وذلك بسبب عدم تفاعل هذا الأسلوب مع التغير في الاتجاه Trend ولمعالجه هذه المشكلة تم التوصل إلى أسلوب التسريح الأسي المعدل .

أسلوب التسريح الأسي المعدل Trend Adjusted Exponential Smoothing Method

ويمكن تمثيله بحسب الآتي:

التنبؤ المعدل = التنبؤ بطريقة التسريح الأسي البسيط + الاتجاه

إذ يتم حساب الاتجاه باستخدام المعادلة الآتية: $T_t = T_{t-1} + \beta(F_t - F_{t-1})$

يستخدم المعامل "بيتا" في تقدير شدة الاختلاف بين التنبؤين وهي تتراوح بين 0 و 1 ويتم اختيار القيمة المناسبة لهذا المعامل بناءً على الخبرة.

مثال: بافتراض أن الطلب على أحدى المنتجات خلال الشهر السادس من العام 2010 بلغ 1000 وحدة وأن التنبؤ لذلك الشهر بلغ 800 وحدة. فما هو تنبؤ الطلب المعدل باستخدام معامل تسريح أسي مقداره 20% وثابت تسريح اتجاه مقداره 30% ؟ مع العلم أن الاتجاه للشهر السادس كان 10 .

الحل:

1. حساب التنبؤ بطريقة التسريح الأسي للشهر السابع

$$F_7 = F_6 + \alpha(A_6 - F_6)$$
$$= 800 + 0.2(1000 - 800)$$
$$= 840$$

2. حساب الاتجاه للشهر السابع

$$T_7 = T_6 + \beta(F_7 - F_6)$$
$$= 10 + 0.3(840 - 800)$$
$$= 22$$

3. حساب التنبؤ المعدل بالاتجاه للشهر السابع

$$Forcasting\ Including\ Trend\ (FIT)$$
$$FIT = F_7 + T_7$$
$$= 840 + 22$$
$$= 862$$

ت. **طريقة خط الاتجاه (البسيط والمعدل بالعوامل الموسمية):** يعتبر هذا الأسلوب من الأساليب الشائعة الاستخدام في تنبؤ الطلب. وتفترض هذه الطريقة إن الطلب على المنتجات يتغير بمرور الزمن إما إلى الزيادة أو إلى النقصان. يستخدم هذا الأسلوب معادلة خط الاتجاه العام

Y= a + b (X)

إذ أن Y = تنبؤ الطلب

X = الفترة الزمنية

a = ثابت (التقاطع)

b = درجة ميل المعادلة (الزيادة على الطلب بزيادة وحدة واحدة من X)

ويتم حساب a و b باستخدام المعادلتين التاليتين:

$$a = \frac{\sum Y}{n}$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

مثال: الجدول الآتي يبين الطلب على أحد السلع للأعوام 1999- 2009 (الف وحدة) والمطلوب إعداد معادلة خط الاتجاه العام والتنبؤ على الطلب لعام 2010 .

2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999
190	180	140	140	120	70	80	100	60	30	20

الحل:

السنة	ترتيب السنه	X	الطلب Y	XY	X^2
1999	**1**	**-5**	**20**	**-100**	**25**
2000	**2**	**-4**	**30**	**-120**	**16**
2001	**3**	**-3**	**60**	**-180**	**9**
2002	**4**	**-2**	**100**	**-200**	**4**
2003	**5**	**-1**	**80**	**-80**	**1**
2004	**Cx = 6**	**0**	**70**	**0**	**0**
2005	**7**	**1**	**120**	**120**	**1**
2006	**8**	**2**	**140**	**280**	**4**
2007	**9**	**3**	**140**	**420**	**9**
2008	**10**	**4**	**180**	**720**	**16**
2009	**11**	**5**	**190**	**950**	**25**
المجموع	**11**	**0**	**1130**	**1810**	**110**

بناءً على ما سبق يمكن حساب كل من a و b وكالآتي: $a=\frac{1130}{11}=103$

$b=\frac{1810}{110}=16$

وستكون معادلة التنبؤ كالاتي:

$Y=103+16\,X$

والتنبؤ للسنة 2010 هو $Y_{12}=103+16(6)$

$=199$

إذ أن الطلب بالآلاف فإن الطلب للعام 2010 هو 199000 وحدة

تمتاز طريقة خط الاتجاه البسيط بأنها تأخذ جميع المشاهدات في الحسبان عند استخراج ثوابت المعادلة، الأمر الذي يقلل اثر العوامل العشوائية، ولكن يعاب عليه بأنه يعطي نفس الوزن أو الأهمية لجميع مشاهدات كما انه غير قادر على تحسس اثر العوامل الموسمية التي تؤثر في الطلب، فضلاً عن أنه يتطلب مجهودا حسابياً مطولاً، لذلك يستعاض عنه بأسلوب خط الاتجاه المعدل بالعوامل الموسمية .

أسلوب خط الاتجاه المعدل بالعوامل الموسمية Seasonal Adjusted Trend Line Method

ويستخدم هذا الأسلوب للتنبؤ مع الأخذ في الاعتبار التغيرات الموسمية. ويعتمد هذا الأسلوب على حساب التنبؤ باستخدام أسلوب خط الاتجاه العام ثم تضرب بمعامل الموسمية أو تجمع كما في المعادلة الآتية:

$$FITS = T * SF_t$$

فتتمثل خطوات الحل في هذا الأسلوب بالآتي:

1. حساب التنبؤ باستخدام معادلة خط الاتجاه العام .
2. حساب المعامل الموسمي .
3. حساب الوسط الحسابي للطلب لكل مدة $\overline{D}$.
4. حساب المعامل الموسمي لكل مدة . $f_t = \frac{D_t}{\overline{D}}$
5. حساب متوسط المعامل الموسمي . $SF_t = \frac{\sum_{n=1}^{n} f_{t,n}}{N}$

مثال: بلغ الطلب على أحد السلع للسنوات 2008 و 2009 و 2010 كان كالآتي أوجد تنبؤ عام 2011 .

السنة	الفصل	الطلب	مجموع الطلب السنوي
2008	1	90	
	2	670	
	3	1040	
	4	200	2000
2009	1	140	

	740	2	
	1180	3	
2400	340	4	
	200	1	2010
	1170	2	
	1660	3	
3600	570	4	

الحل:

السنة	الفصل	الطلب	مجموع الطلب السنوي	المتوسط السنوي	المعامل الموسمي	متوسط المعامل الموسمي
2008	1	90	2000	500 0,18 =500÷90	0,18	
	2	670			1,34	
	3	1040			2,08	
	4	200			0,4	
2009	1	140	2400	600 = 600÷140 0,23	0,23	
	2	740			1,23	
	3	1180			1,97	
	4	340			0,57	
2010	1	200	3600	900 = 900÷200 0,22	0,22	0,21
	2	1170			1,30	1,29
	3	1660			1,84	1,96
	4	570			0,63	0,53

اكمل المثال ...

3. الأساليب السببية

وتتضمن الطريقة الآتية:

أ. **أسلوب الانحدار الخطي Linear Regression method**: وتعد من أكثر الطرق فعالية للتنبؤ بالطلب، وتستخدم عندما تتوافر معلومات كثيرة عن العلاقة بين الطلب ومجموعة من العوامل الداخلية والخارجية التي يمكن أن تؤثر في الطلب. وتفترض هذه الطريقة أن الطلب يحدث بسبب واحد أو أكثر من المتغيرات، ويطلق علي الطلب تسمية المتغير التابع Dependent Variable أما العامل أو العوامل التي تسبب الطلب فتطلق عليها تسمية العوامل المستقلة Independent Variables، ولوصف العلاقة بين متغيرين أحدهما مستقل والآخر تابع تستخدم المعادلة الآتية:

$$Y = a + b\,(X)$$

أما الثابتان a و b فيحسبان بطريقة المربعات الصغرى Least Squares Method، وكما يأتي:

$$b = \frac{\sum XY - n\,\bar{X}\,\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\,\bar{X}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n}$$

الأستاذ المساعد: حيدر شاكر البرزنجي

ملاحظة (1): يطلق علي a ثابت الانحدار، وقيمته تعني قيمة المتغير التابع عندما تكون قيمة المتغير المستقل صفرا. وهي تمثل نقطة تقاطع خط الانحدار مع المحور الرأسي (الذي يمثل المتغير التابع) .

ملاحظة (2): ويطلق علي b ميل خط الانحدار، وقيمته تعني قيمة التغير في المتغير التابع عندما يتغير المتغير المستقل بواقع الوحدة .

ويتم حساب معامل الارتباط (r) من خلال المعادلة الآتية:

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

ويتم تحديد نوع العلاقة من خلال إشارة معامل الارتباط، فإذا كانت الإشارة موجبة دل ذلك علي أن لعلاقة طردية، وإذا كانت الإشارة سالبة دل ذلك علي أن العلاقة عكسية .

وعند تفسير قيمة معامل الارتباط الخطي المحسوب من بيانات العينة، فلا توجد قواعد ثابتة وإنما تخضع لعملية التقريب والتي تعتمد في الأساس علي مجال الدراسة، وقد جرت العادة أن يتم الحكم علي معامل الارتباط بطريقة تقترب من ما ذكر في الجدول الآتي:

العلاقة بين المتغيرين (المستقل والتابع)	قيمة معامل الارتباط بين المتغيرين
لا توجد علاقة	$\|0.00\| \leq r < \|0.25\|$
ضعيفة	$\|0.25\| \leq r < \|0.50\|$
متوسطة	$\|0.50\| \leq r < \|0.75\|$
قوية	$\|0.75\| \leq r < \|0.90\|$
قوية جدا	$\|0.90\| \leq r < \|1.00\|$

مثال: فيما يأتي 5 مشاهدات من الطلب الفعلي لمنتجين يعتمد أحدهما Y علي مبيعات الآخر X:

المشاهدة	الطلب الفعلي للمنتج X	الطلب الفعلي للمنتج Y
1	55000	149000
2	15000	46000
3	30000	75000
4	50000	135000
5	65000	18000

الأستاذ المساعد: حيدر شاكر البرزنجي

والمطلوب: (إيجاد معادلة الانحدار الخطي للعلاقة بين الطلب علي المنتجين؟) (ما نوع العلاقة ودرجة قوتها بين المتغيرين؟) (ما قيمة الطلب المقدر من المنتج Y عندما يكون الطلب علي المنتج X بواقع 70000 وحدة؟) (ما مقدار ثابت الانحدار وميل خط الانحدار وبم تفسر كل منهما بالنسبة للطلب علي المنتجين سالفي الذكر؟)

الحل: الصيغة العامة معادلة الانحدار الخطي كالآتي:

$$\mathbf{Y = a + b\ (X)}$$

وتحدد قيمة الثابتين a و b بطريقة المربعات الصغرى Least Squares Method، وذلك كما يأتي:

$$b = \frac{\sum XY - n\,\bar{X}\,\bar{Y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^{\,2}}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n}$$

ويبين الجدول الآتي قيمة مفردات المعادلات حتي يتسنى احتساب قيمة a و b و r مع مراعاة أن القيم بالألف وحدة:

Y^2	XY	x^2	Y بالألف وحدة	X بالألف وحدة	المشاهدة
22201	8195	3025	149	55	1
2116	690	225	46	15	2
5625	2250	900	75	30	3
18225	6750	2500	135	50	4
32400	11700	4225	180	65	5
80567	29585	10875	586	215	المجموع

$\bar{X}$ = 215÷ 5 = 43 ألف وحدة

$\bar{Y}$ = 586÷ 5 = 117 ألف وحدة

$$b = \frac{\sum XY - n\,\bar{X}\,\bar{Y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^{\,2}}$$

$$B = \frac{117 \times 43 \times 5 - 29585}{{}^{2}(43) \times 5 - 10875} = \frac{25155 - 29585}{9245 - 10875} = \frac{4430}{1630} = 2{,}72$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \qquad -117 = 2{,}72 \times 43 - 117 = 116{,}96 - 117 = 0{,}04$$

وبذلك تكون معادلة خط الانحدار كالاتي: **Y= 0.04 + 2.72 X**

وللحصول علي قيمة الطلب المقدر من المنتج Y عندما يكون الطلب علي المنتج X بواقع 70000 وحدة يتم التعويض في معادلة خط الانحدار السابقة وكما يأتي:

$$Y = 0,.04 + 2.72 \times 70000 = 0,.04 + 190400 \approx 90400.04$$

أما معامل الارتباط بين المنتج X والمنتج Y فسيكون حسب المعادلة الآتية:

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\Sigma x)^2][n\sum y^2 - (\Sigma y)^2]}}$$

$$r = \frac{(5)\ (29585) - (215)\ (586)}{\sqrt{[(5)\ (10875) - (215)^2] \times [(5)\ (80567) - (586)^2]}} = 0.99$$

تمرين: من خلال مبيعات السنوات الماضية لوحظ بأن هناك علاقة بين مصاريف الإعلان والطلب على العوازل الحرارية لشركة الصناعات الكهربائية كما في الجدول الآتي، والمطلوب تقدير المبيعات السنوية إذا حددت الشركة مصاريف الإعلان السنوي بـ 310,000 $.

مصاريف الإعلان (1000) $	500	260	180	200	400
الطلب السنوي (1000) وحدة	132	58	80	50	110

الحل:

X مصاريف الإعلان (1000)	Y (1000) الطلب	XY	X^2	Y^2
500	**132**	66000	250000	17424
260	**58**	15080	67600	3364
180	**80**	14400	32400	6400
200	**50**	10000	40000	2500
400	**110**	44000	160000	12100
1540	**430**	149480	550000	41788

وباستخدام المعادلات السابقة (استخرج هذه المعادلات بنفسك) فإن معادلة خط الانحدار تكون كما يأتي:

$$Y = 15.16 + 0.23\ X$$

وبما أن الشركة قد خصصت 310000 $ كمصاريف إعلانية فان المبيعات المتوقعة تكون

$Y_{310} = 15.16 + (0.23)*(310) = 86.46$ أي أن الطلب المتوقع هو 86460 وحدة

المبحث الثالث

قياس خطأ التنبؤ

إن الدقة العامة لأي نموذج تنبؤ يمكن حسابه بمقارنة التنبؤ المحسوب مع الطلب الحقيقي على المنتج وهناك مجموعة من الأساليب لقياس دقة نموذج التنبؤ ومن ثم تقييم نموذج التنبؤ للحصول على تنبؤ أكثر دقة .

أولاً: قياس خطأ التنبؤ لأسلوب المتوسطات المتحركة

طريقة الانحراف المعياري Standard Deviation (SD)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(D_i - F_i)^2}{n}}$$

$D_i =$ الطلب

$F_i =$ التنبؤ

أو هناك من يستخدم ما يسمى مربع انحرافات الخطأ في التنبؤ Mean Square Error (MSE) وهو عباره عن S السابقة بدون الجذر التربيعي

طريقة مربع الانحرافات

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(D_i - F_i)^2}{n}$$

ثانياً: قياس خطأ التنبؤ لأسلوب التسريح الأسي البسيط والمعدل

بطريقة معدل الانحراف المطلق (Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n}|D_t - F_t|}{n}$$

ثالثاً: قياس خطأ التنبؤ لأسلوب خط الاتجاه

ويستخدم لذلك الخطأ المعياري $S_{y,x}$

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum(y - y_c)^2}{n-2}}$$

y = الطلب الحقيقي

y_c = التنبؤ باستخدام معادلة الاتجاه

تمرين: طبق معادلات قياس الخطأ أعلاه لكل طريقة على الأمثلة السابقة كلُ بحسب طريقته في التنبؤ وقياس خطأ التنبؤ .

تمارين

تمرين 1: يستخدم أحد منتجي الساعات الجدارية أسلوب المتوسطات المتحركة لتنبؤ الطلب على منتجه، ولديه البيانات الآتية:

الشهر	1	2	3	4	5	6
الطلب	3400	2500	3700	2600	3900	4600
الشهر	7	8	9	10	11	12
الطلب	4100	3500	4600	6700	5300	600

المطلوب: (استخدم متوسط متحرك ذي 3 فترات و5 فترات للتنبؤ بالشهر الثالث عشر) (استخدم متوسط متحرك موزون ذي اربع فترات بالأوزان 10% و 20% و 30% و 40% على التتالي لتنبؤ الطلب للشهر 13)(لماذا تختلف التنبؤات بين المطلب الأول مع بعضه وبينه وبين المطلب الثاني؟)

تمرين 2: قدمت إليك مبيعات حقائب السفر من قبل شركة النور كما في الجدول الآتي:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8
الطلب	390	280	480	510	400	370	410	470

المطلوب: (حساب تنبؤ الشهر التاسع باستخدام طريقة التسريح الأسي (استخدم α =0,1) علماً إن تنبؤ الشهر الثامن كان 417 حقيبة).

تمرين 3: تقوم احدى شركات إنتاج السجاد بتطبيق أسلوب التسريح السي المعدل لتنبؤ الطلب على السجاد، وتستخدم لذلك ثابت تسريح أسي واتجاه مقدارهما 30% و 50% على التتالي .

الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8
الطلب	217	242	322	238	270	287	302	300

المطلوب: (حساب تنبؤ الطلب للأسبوع الثالث بطريقة التسريح الأسي المعدل اذا علمت أن التنبؤ البسيط والاتجاه للأسبوع الأول بلغا 570 وحدة و 20 على التتالي) .

تمرين 4: استخدم نتائج التمرين السابق (3) في حساب معدل الانحراف المطلق بين الطلب والتنبؤ بطريقة التسريح الأسي البسيط من جهة وبين الطلب والتنبؤ بأسلوب التسريح الأسي المعدل من جهة أخرى. وهلا يوجد اختلاف في النتائج هل التسريح الأسي المعدل قلل من معدل الانحراف المطلق بين التنبؤ والطلب الحقيقي ؟

تمرين 5: البيانات في الجدول الاتي تمثل الطلب على أحد المنتجات للأشهر من 1 – 12 . والمطلوب: (عين المشاهدات في الجدول بالرسم من شهر 1 إلى شهر 12) (استخدم البيانات في الجدول في استخراج معادلة خط الاتجاه) (احسب تنبؤ الطلب للأشهر 13 و 14 و 15 و 16) (احسب معامل الارتباط وفسر معناه)

الشهر	1	2	3	4	5	6
الطلب	150	160	170	190	210	240
الشهر	7	8	9	10	11	12
الطلب	270	310	350	370	390	420

تمرين 6: الجدول الاتي يبين الطلب والتنبؤ الذي اجري في احد معامل إنتاج أجهزة التبريد، فاذا علمت أن الإنتاج الشهري لهذه الفترات بلغ 500,000 وحدة، وإنه بالإمكان زيادة الإنتاج الشهري إلى 750,000 وحدة وذلك بتشغيل المعمل نصف وجبة عمل إضافية .

المطلوب: (حساب الرصيد المخزني في نهاية الشهر السادس) (استخدم أسلوب خط الاتجاه البسيط في إعداد تنبؤ الطلب للأشهر من 7 – 12) .

الشهر	1	2	3	4	5	6
التنبؤ	33000	37000	41000	65000	70000	72000
الطلب	28000	32000	37000	55000	62000	66000

الأستاذ المساعد: حيدر شاكر البرزنجي