- متخذو القرار يتراوح عددهم بين (5–10) أفراد يتولون اتخاذ قرار التنبؤ.
- مجموعة من الأفراد تساعد متخذي القرار في إعداد سلسلة من الاستبانات وتوزيعها على أعضاء اللجنة السرية وجمع النتائج وتلخيصها وتقديمها لمتخذي القرار.
- الخبراء، وهم الأفراد الذين يتسلمون الاستبانة ويجيبون عليها وتعد إجاباتهم مدخلات لمتخذي القرار تمهيداً لإجراء التنبؤ.

تتلخص عملية الحصول على الاتفاق بين آراء الخبراء بالخطوات الاتية:

1. ترسل الاستبانة إلى أعضاء اللجنة بشكل سري (وتسمى بالجولة الأولى).
2. تجمع الاستبانة وتحلل وتلخص آراء الخبراء ويشار للنقاط الحرجة التي أثيرت حول الموضوع وتصاغ على شكل تقرير.
3. ترسل استبانة جديدة مع التقرير إلى الخبراء من جديد (الجولة الثانية).
4. تجمع الاستبانة من جديد وتكرر الخطوة الثانية.
5. ترسل الاستبانة مع التقرير إلى الخبراء (الجولة الثالثة)، وهكذا.

وتعاد هذه العملية إلى أن يحصل اتفاق (Consensus) بين آراء جميع الخبراء. وتشير الخبرة العملية إلى أن الاتفاق بين آراء الخبراء يحصل بين جولتين إلى أربع جولات من تاريخ ادارة الاستبانة.

ومن مزايا هذه الطريقة إنها مفيدة جدا في إجراء تنبؤات للتكنولوجيا، ومن عيوبها إنها مكلفة جدا وقد تستغرق وقتا طويلا يمتد إلى خمس سنوات مما يجعل التنبؤات التي تقدم عديمة الجدوى بسبب القفزات التكنولوجية التي تحدث أثناء فترة تنفيذ هذه الطريقة.

3-9-2 أساليب تنبؤ الطلب الكمية Qantitative Demand Forecasting Methods

3-9-2-1 تحليل السلاسل الزمنية Time Series Analysis

أشرنا سابقا إلى أن السلسلة الزمنية تمثل مجموعة من المشاهدات مرتبة زمنيا حسب تسلسل وقوعها ، وان السلسلة الزمنية ربما تنطوي على واحد أو اكثر من العناصر التالية: المتوسط، الاتجاه، الأثر الموسمي، الأثر الدوري، والعوامل العشوائية، وربما الارتباط الذاتي أيضا. ويهدف تحليل السلاسل الزمنية إلى تحديد وعزل كل واحد من العناصر السابقة. وعلى هذا الأساس فان التنبؤ لمدة معينة يعبر عنه كدالة للعوامل السابقة وكالآتي:

$$Y = T \times C \times S \times R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}1)$$

إذ أن: Y = التنبؤ لفترة مقبلة، T = الاتجاه, C = الأثر الدوري,
S = الأثر الموسمي, R = المتغيرات العشوائية

ومن الناحية العملية، فانه بالإمكان حساب الاتجاه والمتوسط والعوامل الموسمية بسهولة، أما تحديد قيمة الأثر الدوري فهي عملية صعبة، كما ذكرنا سابقا، فضلا عن أنها لا تظهر في المدى القريب والمتوسط للتنبؤ. لذلك فان اهتمامنا سوف يتركز هنا على حساب المتوسط، والعوامل الموسمية، والاتجاه.

3-9-2-1-1 أسلوب المتوسطات المتحركة البسيطة
Simple Moving Average Method

وهو من إحدى الطرائق المستخدمة في تحديد الاتجاه في السلسلة، ويعد أيضا من ابسط الأساليب الكمية المستخدمة في تنبؤ الطلب على المنتجات.

وبموجب هذا الأسلوب فان تنبؤ الطلب لفترة مقبلة يساوي مجموع الطلب لعدد معين من الفترات الماضية مقسوما على عدد تلك الفترات. فلو أردنا إعداد تنبؤ باستخدام أربع فترات ماضية فينبغي إيجاد مجموع الطلب لتلك الفترات وقسمة المجموع على أربعة. والقاعدة الآتية تبين كيفية حساب المتوسط المتحرك

$$MA_t = \frac{\sum_{k=1}^{n} D_{t-k}}{N} \quad \text{.....(3-2)}$$

إذ إن:

MA_t = المتوسط المتحرك للفترة المقبلة t

n = مجموع الفترات

K = مؤشر الفترات ($K = 1, 2, 3, \ldots \in R$)

N = طول المتوسط ($t > N$)

D_{t-k} = الطلب الحقيقي للفترة t-k

والمثال التالي يوضح كيفية تطبيق هذا الاسلوب:

<u>مثال(3-1):</u>

البيانات الآتية تبين الطلب الذي تحقق على المصابيح الكهربائية لشركة النور للأشهر ك/2 إلى ك/1 لعام 2009 والمطلوب إجراء تنبؤ للأشهر 5-12 باستخدام متوسط متحرك طوله 4 اشهر.

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

بما إن المتوسط المتحرك طوله 4 فترات، فان التنبؤات التي نحصل عيها تبدأ اعتبارا من الشهر الخامس وكما يلي:

$$MA_5 = \frac{D_4 + D_3 + D_2 + D_1}{4}$$

$$= \frac{40 + 32 + 36 + 25}{4} = \frac{127}{4} = 32$$

أي ان تنبؤ الطلب للشهر الخامس يبلغ 32000 وحدة. وبعد مرور الشهر الخامس ومعرفة المبيعات المتحققة، فان التنبؤ للشهرالسادس يمكن أجراءه بنفس القاعدة السابقة وذلك بالاعتماد على إحدث أربعة بيانات متوفرة، أي إن المتوسط المتحرك سيأخذ بالاعتبار الشهر الخامس والرابع والثالث والثاني ويستبعد الشهر الأول من الاعتبار وكما يلي:

$$MA_6 = \frac{D_5 + D_4 + D_3 + D_2}{4}$$

$$= \frac{48 + 40 + 32 + 30}{4} = 38$$

وهكذا، فكلما تتقدم فترة واحدة يجري إسقاط فترة واحدة من الماضي ولهذا السبب تطلق تسمية المتوسطات المتحركة على هذا الأسلوب.

وتفترض هذه الطريقة أن الطلب مستقر نوعا ما وانه لا ينطوي على عوامل موسمية. ومن مزايا هذه الطريقة إنها سهلة الفهم والتطبيق ولا تتطلب بيانات كثيرة عن الماضي. ومن عيوب هذا الأسلوب هو إن نتائج التنبؤ تعتمد على طول المتوسط. لذلك ينبغي اختيار فترة زمنية مناسبه لحساب التنبؤ. ومن المعروف انه كلما طالت فترة المتوسط كلما ساعد ذلك على إزالة اثر العوامل العشوائية. ويمكن مشاهدة اثر طول الفترة الزمنية على نتائج المتوسط المتحرك من البيانات التي تظهر في الجدول (3-3) والشكل (3-5).

ومن عيوب هذا الأسلوب أيضا انه يتطلب الاحتفاظ بجميع البيانات عن الماضي مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف حفظ واسترجاع البيانات سواء يدويا أم بالحاسوب. وبالإضافة إلى ما تقدم فان هذا الأسلوب يعطي نفس الوزن أو الأهمية لجميع البيانات التي تدخل في حساب التنبؤ. والوزن أو الأهمية هو واحد مقسوما على طول الفترة الزمنية. فالوزن النسبي لكل مشاهدة في مثالنا السابق كان 0.25. ولتذليل هذه المشكلة فانه بالإمكان تغيير الأوزان النسبية أو أهمية كل مشاهدة حسب ما تمليه الخبرة الشخصية عن الطلب في الماضي على إن يكون مجموع الأوزان مساويا إلى واحد (لماذا؟). فمثلاً إذا أعطيت أوزان عالية للمشاهدات القريبة جدا للمستقبل فذلك يعني إن تنبو الطلب يتأثر بشكل مباشر بما حدث في الماضي القريب. ويحسب المتوسط المتحرك الموزون بالقاعدة الاتية:

$$\mathrm{WMA}_t = \frac{\Sigma(W_k)(D_k)}{\Sigma W_k} \quad \text{.....(3-3)}$$

إذ إن:

WMA_t = المتوسط المتحرك الموزون للفترة t

W_k = الوزن النسبي للفترة k,

D_k = الطلب الحقيقي للفترة k

الجدول (3-3): نتائج التنبؤ باستخدام متوسطين متحركين مختلفين

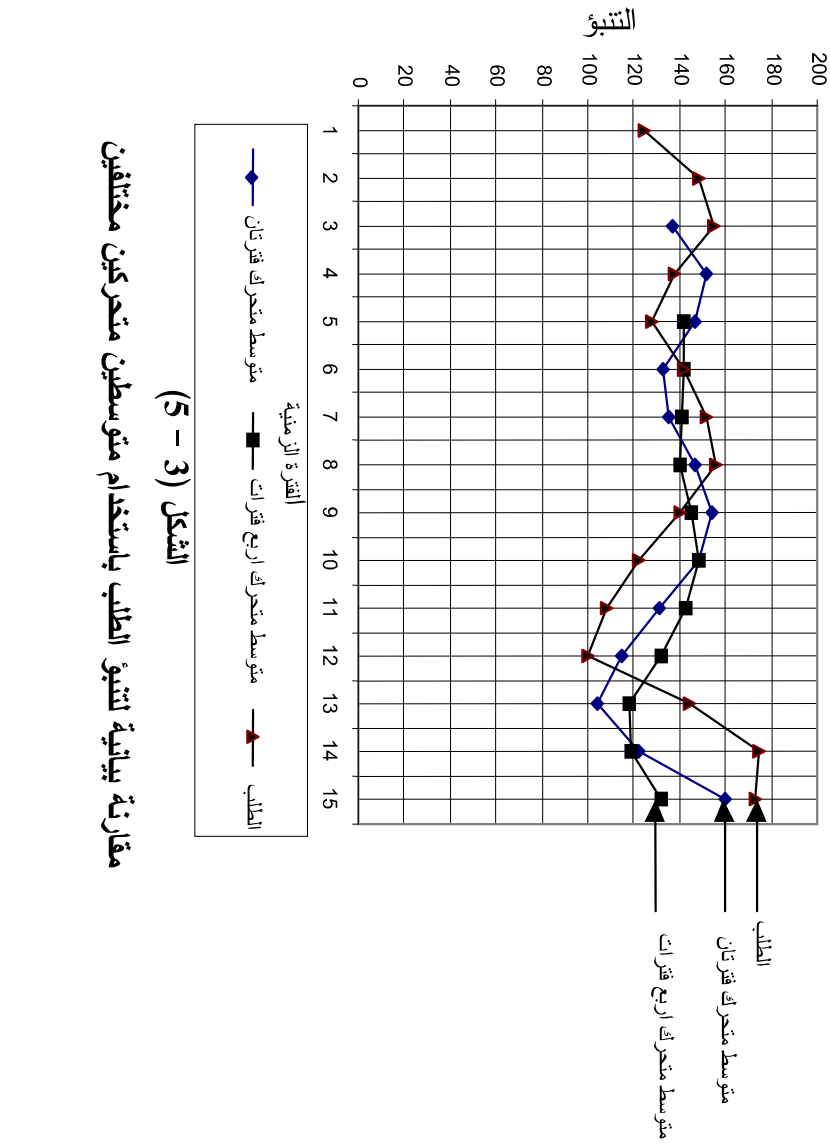
الأسبوع	الطلب	التنبؤ	
		متوسط متحرك 4 فترات	متوسط متحرك فترتان
1	125	-	-
2	148	-	-
3	155	-	137
4	138	-	152
5	128	142	147
6	142	142	133
7	152	141	135
8	156	140	147
9	140	145	154
10	122	148	148
11	108	143	131
12	100	132	115
13	144	118	104
14	175	119	122
15	173	132	160

والمثال (3-2) التالي يوضح كيفية تطبيق هذا الاسلوب:

مثال (3-2):

استخدم بيانات الطلب المبينة في مثال (3-1) لإجراء تنبؤ للطلب للأشهر 5-12 باستخدام الأوزان التالية:

الأوزان	تطبيق الوزن
4	الشهر السابق
3	قبل شهرين
2	قبل ثلاثة اشهر
1	قبل أربعة اشهر
10	مجموع الأوزان



الشكل (3 – 5)

مقارنة بيانية لتنبؤ الطلب باستخدام متوسطين متحركين مختلفين

وبموجب هذه الطريقة فان التنبؤ للشهر الخامس يحسب كالآتي:

$$MA_5 = \frac{(4\times 40)+(3\times 32)+(2\times 30)+(1\times 25)}{10} = 34$$

أما المتوسط المتحرك للشهر السادس فانه يأخذ بالاعتبار، أيضا الطلب الحقيقي للشهر الخامس والرابع والثالث والثاني ويستبعد الشهر الأول. وتطبق الأوزان بنفس الطريقة المتبعة في حساب المتوسط المتحرك للشهر السادس وكما يلي:

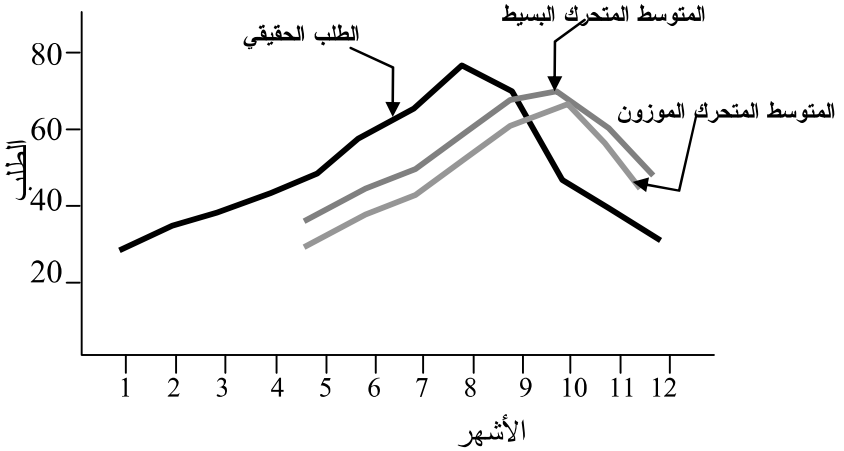
$$MA_6 = \frac{(4\times 48)+(3\times 40)+(2\times 32)+(1\times 30)}{10} = 41$$

وبنفس الطريقة اجري حساب المتوسط المتحرك الموزون لبقية الأشهر من عام 2009. والجدول (3-4) يقدم نتائج تنبؤ الطلب بطريقة المتوسط المتحرك البسيط والموزون، أما الشكل (3-6) فأنه يقدم مقارنة لنتائج التنبؤ بالطلب الحقيقي. ومن الملاحظ في هذا الشكل هو إن أسلوب المتوسطات المتحركة لا يواكب التغيرات التي تجري على الطلب. فمثلا انخفاض الطلب الذي حدث في الشهر التاسع لم يتم التحسس به بموجب هذا الأسلوب إلا في الشهر الحادي عشر، الأمر الذي يؤكد ما ذهبنا إليه وهو إن هذا الأسلوب يفترض استقرار الطلب.

الجدول (3-4)

نتائج التنبؤ باستخدام أسلوب المتوسطات المتحركة البسيط والموزون

الشهر	الطلب الحقيقي	المتوسط المتحرك البسيط	المتوسط المتحرك الموزون
1	25		
2	30		
3	32		
4	40		
5	48	32	34
6	58	38	41
7	65	45	49
8	75	53	57
9	70	62	66
10	45	67	69
11	40	64	61
12	35	58	51



الشكل (3 – 6): مقارنة التنبؤ الحقيقي مع أسلوب المتوسط المتحرك البسيط والموزون

3-9-2-1-2 أسلوب التسريح الأسي البسيط

Simple Exponential Smoothing Method

إن أسلوب التسريح الاسي البسيط هو نوع من المتوسطات المتحركة ويستخدم بكثرة في تنبؤ الطلب على المنتجات والخزين ويطبق بكفاءة عالية باستخدام الحاسوب وذلك لقلة البيانات الماضية التي يتطلبها هذا الأسلوب. وتكتب القاعدة العامة لهذا الأسلوب كما يأتي:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}4)$$

إذ إن:

F_t = التنبؤ للفترة t

F_{t-1} = التنبؤ للفترة الماضية

A_{t-1} = الطلب الحقيقي للفترة الماضية

α = ثابت التسريح الاسي

ويلاحظ في القاعدة السابقة إن تنبؤ الطلب لفترة معينة يتمثل في التنبؤ للفترة الماضية مضافا إليه تصحيح الاختلاف بين الطلب والتنبؤ اللذين حدثا في الفترة الماضية. ويستخدم ثابت التسريح الاسي (α) في تحديد شدة التصحيح، أي:

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

فلو كان الطلب الحقيقي اكبر من التنبؤ فان تصحيح الاختلاف سيكون موجبا ، ويكون تصحيح الاختلاف مساويا إلى صفر عند تساوي الطلب مع التنبؤ، وسالبا إذا كان الطلب اقل من التنبؤ. وتتراوح قيمة (α) بين 05. – 50. في التطبيقات الإدارية للتنبؤ. وبالإمكان زيادة قيمة

(α) لتعطي أهمية اكبر لبيانات الطلب الحديثة، أو تخفيض قيمة (α) لتعطي أهمية اكبر للبيانات الماضية.

ويمكن أيضا تقدير (α) بالقاعدة التالية:

$$\alpha = \frac{2}{N+1} \quad \text{.....(3-5)}$$

إذ إن: N = عدد الفترات التي سنجري لها التنبؤ

ويظهر من القاعدة (3-4) انه لإجراء تنبؤ في المستقبل لا يلزمنا سوى معرفة الطلب الحقيقي والتنبؤ في الفترة الماضية وثابت التسريح الاسي (α). ويمتاز هذا الأسلوب بقلة البيانات التي يجب الاحتفاظ بها عن الماضي، وهذا لا يعني بان بيانات الطلب في الماضي لا تؤخذ بنظر الاعتبار، بل في الواقع إنها تدخل في حساب التنبؤ ولكن أهمية تلك البيانات تتلاشى كلما امتدت إلى الماضي اكثر واكثر. ولاثبات ذلك فان القاعدة(3-4) يمكن كتابتها بالطريقة الآتية:

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1-\alpha)F_t \text{ .....(3-6)}$$

وبتطبيق هذه القاعدة رجوعاً إلى الماضي نحصل على الصيغة الاتية:

$$F_{t+1} = \alpha(1-\alpha)^0 A_t + \alpha(1-\alpha)^1 A_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-1}$$
$$+ \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-2} \ldots + \alpha(1-\alpha)^n F_{t-n} \quad \text{.... .... (3-7)}$$

فلو فرضنا إن قيمة (α) في القاعدة (3-7) هي 10% فان الوزن الاسي لثلاث فترات ماضية للطلب الحقيقي يحسب كما يلي:

الوزن الأسي للفترة الحالية $= (0.10)(1 - .10)^0 = 0.10$

والوزن الأسي بالرجوع فترة واحدة للماضي $= (.10)(1 - .10)^1 = .09$

والوزن الأسي بالرجوع فترتين للماضي $= (.10)(1 - .10)^2 = 0.081$

والوزن الأسي بالرجوع ثلاث فترات للماضي $= (.10)(1 - .10)^3 = 0.0729$

ويلاحظ مما سبق إن الفترة الحالية تحظى بوزن أسي اكبر من أي فترة أخرى وان أهمية بيانات الطلب تتناقص تدريجيا كلما عدنا إلى الماضي.

ولتطبيق أسلوب التسريح الاسي البسيط نفترض إن تنبؤ الطلب لأحد المنتجات في الشهر الثامن بلغ 150 وحدة وان الطلب الحقيقي لذلك الشهر قد بلغ 170 وحدة ، فأن تنبؤ الطلب للشهر التاسع باستخدام ثابت تسريح أسي مقداره 0.10 يحسب بقاعدة (3-4) كالآتي:

$$F_9 = F_8 + \alpha(A_8 - F_8)$$
$$= 150 + 0.10(170 - 150)$$
$$= 150 + 2$$
$$= 152 \quad \text{وحدة}$$

مثال (3-3):

البيانات التالية تبين الطلب الشهري على أحد أنواع الأسمدة الكيماوية، التي تنتجها شركة المشراق، حسب وقوعها في عام 2009، علماً إن تنبؤ الطلب للشهر الأول قد بلغ 135طن. فما هو تنبؤ الطلب للأشهر التالية باستخدام ثابت تسريح آسي (α) مقداره 0.20 ؟

الطلب الشهري على الأسمدة الكيماوية

الشهر	1	2	3	4	5	6
الطلب (طن)	117	111	118	134	122	103
الشهر	7	8	9	10	11	12
الطلب (طن)	118	121	119	113	122	109

وبتطبيق قاعدة (3-4) يمكن الحصول على النتائج التي تظهر في الجدول (3-5).

ومن الواضح إن أسلوب التسريح الاسي البسيط يمتاز ببساطته وقلة العمليات الحسابية، وقلة البيانات المطلوبة لإجراء التنبؤ. ومن عيوب هذا الأسلوب هو إن نتائج التنبؤ تعتمد بالدرجة الأولى على قدرتنا في اختيار القيمة المناسبة لثابت التسريح الاسي(α). وبالإضافة إلى ذلك فان هذا الأسلوب لا يواكب الآثار الموسمية التي تطرأ على الطلب في أوانها، وإنما يتطلب وقتا طويلا نسبيا وكما يظهر في الشكل (3-7). وعلى الرغم من هذه العيوب فان هذا الأسلوب يلاقي نجاحاً كبيرا في التطبيق العملي.

الجدول (3-5): نتائج التنبؤ بالطلب مقربة لأقرب طن لمثال (3-3)

الشهر	الطلب (طن) A_t	تنبؤ الطلب للفترة t $F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$
1	117	135
2	111	131
3	118	127
4	134	125
5	122	126
6	103	126
7	118	121
8	121	120
9	119	120
10	113	120
11	122	119
12	109	120