

## الفصل الخامس



## الفصل الخامس

### تطبيقات الحاسب الآلي في إدارة المواد

تُمثل إدارة المواد أو كما كان يُطلق عليها سابقاً إدارة المشتريات والمخازن دور حيوي لأي منشأة وذلك لأنها هي المسؤولة عن الدورة الكاملة لكل مشتريات المنشأة من مواد ومستلزمات إنتاج و منتجات تامة .... إلخ , لذا فهي تهتم إلي أبعد من مجرد تدبير الاحتياجات من خلال عملية الشراء الأساسية بل تختص بأداء مجموعة متكاملة من الأنشطة المرتبطة بتدفق ومراقبة حركة المواد والمنتجات بين مختلف الإدارات والأقسام وتحديد احتياجات التوريد وأستلامها ودخولها عمليات الإنتاج حتي تصبح منتج نهائي جاهز للتسليم للعميل , وبمعني آخر فإن إدارة المواد تشمل التخطيط والتوجيه والرقابة لجميع الأنشطة المتعلقة بالمواد والأجزاء المشتراه أو المباعه بحيث تشمل نشاط التوريد والأمداد والتموين بما يتضمنه من الشراء والفحص والاستلام والتخزين والنقل وحركة المواد خلال مراحل التصنيع وتخزين المنتج النهائي مع أستبعاد بالطبع العمليات الإنتاجية .

مما سبق نجد أن تعدد مهام إدارة المواد خاصة في ظل زيادة التخصص للمنشآت وكبر الحجم يجعلها أمام مئات من أصناف المواد ومستلزمات الإنتاج المراد إدارة حركة تدفقها بصورة تحقق أهداف المنشأة وبأقل تكلفة ممكنه , لذا كان التوجه نحو أستخدام الحاسب الآلي في أنشطة إدارة الشراء والمخازن كما ظهرت برامج متخصصة سواء عربية أو أجنبية في التخطيط والتوجيه والرقابة لجميع الأنشطة المتعلقة بإدارة المواد من أهمها Silver Net Inventory system , GestSHB , Ezee Manager , CruzeERP , بزنس كنترول , سمارت سوت.

وتساعد هذه البرامج في أداء كل مهام إدارة المواد مثل إدارة الشراء والمخازن وعمليات النقل والفحص , كما قوم باستخراج كافة التقارير عن الكميات والقيمة المالية للأصناف والأذونات وخطوط السير والفواتير الخاصة بالموردين وعمليات البيع والشراء ومرجع البيع , وعروض الأسعار ..... وغير ذلك .

وسنقتصر هنا علي عرض بعض استخدامات الحاسب من خلال برنامج أكسل في مساعدة متخذ القرار في أداء مهام إدارة المواد في نشطين فقط هما إدارة المخزون و إدارة النقل .

### أولاً : استخدام الحاسب في إدارة المخزون .

يتعين علي المنشأة الاحتفاظ بمخزون لأنه مصدر للأمان يُمكنها من مقابلة احتياجاتها المستقبلية سواء المتعلقة بالانتاج أو لمواجهة الطلب المتذبذب من قبل العملاء , هذا بالإضافة إلي أنه يُمكنها من :

- الاستفادة من العروض والخصومات التي يمنحها الموردين علي الشراء بكميات كبيرة .
  - تحقيق استقرار في الانتاج والعمالة في حالة المنشآت الخاصة بالمنتجات الموسمية .
  - توفير حماية ضد الارتفاع المتوقع للأسعار .
  - مواجهة مشاكل تأخر وصول الطلبات .
  - تعتيق بعض المنتجات الخاصة لزيادة قيمتها .
- ويرتبط بالمخزون عدد من انواع التكاليف من أهمها :

- تكلفة الشراء : وتعني ثمن شراء الوحدات من المنتج .
  - تكلفة الطلب : تُعبر عن تكلفة إصدار الطلبات وما يصاحبها من تكاليف إدارية متمثلة في تحديد المواصفات وطرح المناقصات وإصدار التوريد ومراسلة الموردين .....
  - تكلفة التخزين : عادةً ما يُعبر عنها بمبلغ ثابت أو في شكل نسبة مئوية من الثمن , وهي تشمل كل التكاليف التي تتحملها المنشأة نظير عملية التخزين مثل إيجار المخازن , الإنارة , التبريد , العاملين .....
  - تكلفة النفاذ : هي الأرباح المفقودة نتيجة لعدم تلبية احتياجات العملاء بسبب نفاذ المخزون , كما تتضمن تكلفة غير مباشرة متمثلة في احتمال انتقال العميل لأستخدام بديل آخر أو دفع غرامة .
- ويؤدي ضعف أو عدم كفاءة إدارة المخزون إما إلي كبر حجم المخزون عن المستوى المطلوب مما يترتب عليه العديد من العواقب , فالعجز في المخزون قد يؤدي إلي عدم القدرة علي مواجهة احتياجات العملاء في الوقت المناسب وضياع فرص للبيع , كما قد يُسبب أختناقات في العملية الإنتاجية .
- أما المغالاة في التخزين فتعني تقييد الأموال في شكل مخزون , هذه الأموال كان يمكن أستثمارها في أوجه أستثمارية أخرى تدر ربح , أو قد تكون مقترضة فتُدفع عليها فوائد كثيرة , وهذا بالطبع بخلاف زيادة تكلفة التخزين وشغل الأماكن والمخاطر المترتبة علي طول فترة التخزين .
- وتسعي إدارة المخزون إلي تحقيق هدفين متعارضين هما : تعظيم مستوى خدمة العملاء وتقليل تكاليف أداء خدمة التخزين.

ومن الملاحظ أنه من الصعب تحقيق هذه الاهداف المتعارضة , فتعظيم مستوى الخدمة يعني توفير الأصناف اللازمة والتي يحتاجها المنشأة والعملاء بالكمية وفي الوقت المناسبين , في حين أن تقليل التكلفة يستلزم التحفظ في

توفير ذلك , لذلك لا يمكن تحقيق الحد الأقصى من الهدفين معاً وإنما يتعين قبول حلول وسط بالنسبة للتكلفة ومستوي الخدمة وذلك من خلال إجراء مبادلة trad-of بين الأهداف , بمعنى أن زيادة مستوي تحقيق هدف معين تكون علي حساب الهدف الآخر المتعارض معه , والواقع أن معظم قرارات المخزون تتضمن آلية لأجراء مثل هذه المبادلة بين التكلفة ومستوي الخدمة والوصول إلي حل وسط يوفق Compromise بين الهدفين .

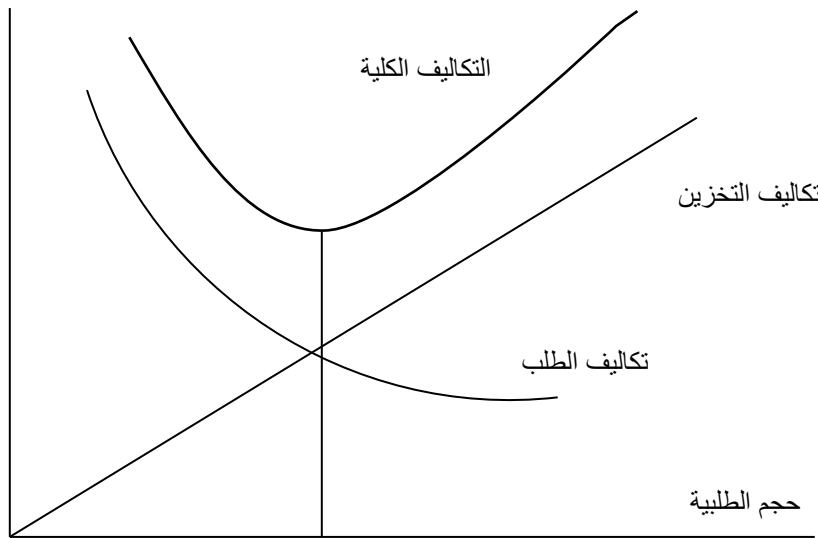
ويكون ذلك إما عن طريق تحديد مستوي معين مطلوب تحقيقه من أحد الأهداف ثم ترجمة ما يعنيه بالنسبة للهدف الآخر , كتحديد المستوي المرغوب لخدمة العملاء ثم تسعى إدارة المخزون للوصول إلي هذا المستوي بأقل تكلفة ممكنه , أو رسم حدود للتكاليف الغير مسموح بتجاوزها , ويكون المطلوب هو السعي لتحقيق أعلى مستوي خدمة ممكنه في هذه الحدود .

### ■ نموذج الحجم الاقتصادي الأمثل للطلب .

ويقوم نموذج الحجم الاقتصادي الأمثل للطلب ( الكمية الاقتصادية ) علي تحديد الكمية المطلوبة لمواجهة طلب العملاء مع السعي إلي تقليل تكاليف شراء وتخزين هذه الكمية إلي أقصى حد ممكن من خلال معرفة الكمية الاقتصادية لدفعة الشراء في كل مرة لمواجهة الطلب .

فبعد تحديد حجم الإنتاج المطلوب خلال فترة معينة تواجه إدارة المواد تساؤل ما هو حجم دفعة الشراء ؟ , هل ستزيد حجم الكمية المطلوبة في كل دفعة وبذلك يمكن أن تستفيد بخصم الكمية من الموردين وتقلل تكاليف التوريد نتيجة لتخفيض عدد مرات الشراء (ولكن هذا سوف يترتب عليه ارتفاع تكاليف التخزين) , أم ستشتريها بكميات صغيرة , مما يُخفض تكاليف

التخزين ولكنها في نفس الوقت ستزيد من تكاليف التوريد نتيجة لزيادة عدد أوامر الشراء .. هنا يقوم نموذج الكمية الاقتصادية بتحديد الحجم المثل للطلبية بحيث يكون مجموع التكاليف الكلية أقل ما يمكن , وهو ما يوضحه الشكل التالي حيث تحدد حجم الطلبية عند أكثر نقطة منخفضة علي المنحني الممثل للتكاليف الكلية .



شكل (١) يوضح العلاقة بين تكاليف الطلب والتخزين والتكلفة الكلية للشراء

ويحسب نموذج الحجم الاقتصادي الأمثل للطلبية الكمية الاقتصادية من خلال المعادلة التالية :

$$\text{الحجم الأمثل للطلبية} = \sqrt{\frac{2 \times \text{مجموع الاحتياجات السنوية} \times \text{تكلفة أمر التوريد}}{\text{سعر شراء الوحدة} \times \text{تكلفة تخزين الوحدة}}}$$

وهو بذلك يستطيع أن يمد متخذ القرار بطريقة غير مباشرة بعدد من المعلومات الهامة هي :

- التكاليف السنوية للاحتفاظ بالمخزون أو إعداد التسهيلات الإنتاجية .
  - التكاليف الأجمالية السنوية لتدبير الاحتياجات .
  - المستوي المتوسط للمخزون .
  - نقطة إعادة الطلب .
  - عدد الأوامر في السنة .
  - زمن دورة الشراء أو الصنع (الوقت بين أمرين للشراء أو بين إنتاج دفعة معينة والدفعة التي تليها).
- ويوضح المثال التالي كيف يمكن الحصول علي هذه المعلومات من خلال استخدام برنامج أكسل .

### مثال :

يُريد مدير إدارة المشتريات والمخازن في شركة العلياء للمقاولات وضع خطة لتدبير الاحتياجات السنوية للشركة من مواد البناء بحيث يكون تكلفة الشراء والتخزين أقل ما يمكن , وقد أستعان بمدير التسويق والذي أوضح له أن حجم الطلب المتوقع يستلزم توفير ١٥٠٠٠٠ وحدة من مواد البناء خلال العام وهو ما يتطلب عدد أيام عمل تُقدر بحوالي ٣٣٤ يوم , وبالأطلاع علي تكاليف التوريد وجد أن أمر الشراء الواحد يتطلب العديد من المهام تكلفتها حوالي ٥٠٠ جنية , كما أن تكاليف الاحتفاظ بالمخزون تُقدر بـ ١٥% من ثمن شراء المواد والذي يبلغ سعر الوحدة الواحد فيها ٣٠٠ .

### والمطلوب :

مساعدة مدير الشراء في وضع خطة لتدبير الاحتياجات السنوية خاصة وأنه



يتعامل حالياً مع مورد يجعله ينتظر وصول الشحنة ١٠ أيام , وأنه تم تحديد المستوى المطلوب لخدمة العميل بمقدار ٩٩% , والانحراف المعياري لطلب الشركة علي مواد البناء ب ٦٠ وحدة .

### الحل :

لمساعدة مدير الشراء نبدأ أولاً في أعداد ورقة العمل ببرنامج أكسل بصورة ملائمة للمعلومات التي يريدها , ونقترح أن تكون بالشكل التالي :

J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	
										1
										2
										3
										4
										5
										6
										7
										8
										9
										10

حيث تم عمل جدول بحيث يمكن خلاله إدراج جميع أصناف المشتريات التي تحتاجها الشركة , وتم تخصيص الأعمدة الخمس الأولى للبيانات الخاصة بالطلب السنوي وتكلفة أمر الشراء و تكلفة التخزين وعدد أيام العمل في السنة .

كما تم تخصيص العمود G لتحديد الحجم الاقتصادي للطلبية لذلك تم ملئ الخلية G5 بالصيغة التالية :

$$=ROUNDUP((SQRT((2*B5*C5)/(D5*E5))),0)$$

المعبرة عن المعادلة :

$$\frac{2 \times \text{مجموع الاحتياجات السنوية} \times \text{تكلفة أمر التوريد}}{\text{سعر شراء الوحدة} \times \text{تكلفة تخزين الوحدة}} = \text{الحجم الأمثل للطلبية}$$

والتي روعي فيها استخدام الدالة SQRT (value) للحصول علي الجذر التربيعي والدالة (ROUNDUP (value , 0 لأن عدد الوحدات لابد وأن يكون رقم صحيح وليس رقم كسري , كما يجب تقريب الناتج لأقرب رقم صحيح أعلي لتوفير كافة احتياجات الشركة حتي وأن كان بكمية أكثر قليلاً لأن ذلك من الناحية العملية أفضل من توفير كمية غير كافية مما يؤثر علي خدمة العملاء :

وقد تم حساب عدد أوامر الشراء من خلال العمود H حيث تم ملئ الخلية H5 بالصيغة التالية :

$$=ROUNDUP((B5/G5),0)$$

التي تُعبر عن المعادلة :

$$\text{عدد أوامر الشراء} = \frac{\text{الطلب السنوي}}{\text{الكمية الاقتصادية للطلبية}}$$

وقد روعي استخدام الدالة ROUNDUP وذلك لأن عدد مرات الشراء لابد وأن يكون رقم صحيح وليس رقم كسري , كما تم اختيار الدالة ROUNDUP وليس الدالة ROUNDDOWN لأننا إذا كان الرقم

كسري وتم التقريب للرقم الأدنى فسوف يكون عدد أوامر الشراء أقل من المطلوب وبالتالي يكون غير كافي لتوفير كافة احتياجات الشركة .

و بالنسبة لتقدير الفترة بين أوامر الشراء فقد تم حسابها في العمود I من خلال ملئ الخلية I5 الصيغة التالية :

$$=ROUNDDOWN((F5/H5),0)$$

التي تُعبر عن المعادلة :

الفترة بين أوامر الشراء = أيام العمل السنوي / عدد أوامر الشراء

وقد روعي استخدام الدالة ROUNDDOWN لتقريب لأقرب رقم صحيح أدني . وذلك لأن الفترة بين أوامر الشراء لابد وأن يكون رقم صحيح وليس رقم كسري , كما تم اختيار الدالة ROUNDDOWN وليس الدالة ROUNDUP لأننا إذا كان الرقم كسري وتم التقريب للرقم الأعلى فسوف يكون الفترة بين أوامر الشراء أكثر من المطلوب وبالتالي يكون عدد مرات الشراء غير كافية لتوفير كافة احتياجات الشركة .

J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
									2
									3
									4
									5
									6
									7
									8
									9
									10



١ - التكاليف السنوية للتوريد = عدد أوامر الشراء × تكلفة أمر الشراء

وقد خصص لها العمود B حيث تم حسابها من خلال ملئ الخلية B12 بالصيغة :

$$=H5*C5$$

٢ - التكاليف السنوية للتخزين = متوسط المخزون × تكلفة التخزين للوحدة

$$= \frac{\text{الكمية الاقتصادية للطلب}}{2} \times \text{نسبة تكلفة التخزين} \times \text{سعر الوحدة}$$

وقد خصص لها العمود C حيث تم حسابها من خلال ملئ الخلية C12 بالصيغة :

$$=(G5/2)*D5*E5$$

٣ - تكلفة الشراء = عدد الوحدات المطلوبة × سعر الوحدة

وقد خصص لها العمود D حيث تم حسابها من خلال ملئ الخلية D12 بالصيغة :

$$=E5*B5$$

٤ - التكلفة الكلية = التكلفة التوريد + التكلفة التخزين + تكلفة الشراء

وقد خصص لها العمود E حيث تم حسابها من خلال ملئ الخلية E12 بالصيغة :

$$=SUM(B12:D12)$$

[illegible]

**نموذج حد إعادة الطلب Reorder Level:**

نظراً لأن مدير المشتريات يتعامل حالياً مع مورد يجعله ينتظر وصول الشحنة ١٠ أيام لذلك كان من الأهمية تحديد مستوى محدد للمخزون من الصنف إذا وصل رصيد المخزون المتاح (الموجود في المخازن +

المخزون الذي سبق طلبه ولم يصل إلي المخازن بعد ) إليه فإنه يجب البدء في إصدار أمر شراء جديد للمورد .

ولابد من أن يراعي كفاية هذا المستوي المتبقي من المخزون للطلب علي الصنف خلال فترة الأنتظار ( الفترة التي تمر بين وصول الرصيد إلي حد إعادة الطلب ووقت وصول الشحنة المطلوبة إلي المخازن ) ونظراً لأن الطلب هنا معلوم علي الصنف خلال فترة الأنتظار فإن حد الطلب يساوي حجم هذا الطلب , لكن المشكلة هي أن الطلب خلال فترة الأنتظار عادة لا يكون معلوماً علي وجهة اليقين , فهو يتقلب من يوم إلي آخر , كما أن طول فترة الأنتظار قد تختلف من أمر لآخر ومن مورد لآخر , لذا يمكن أن نستخدم متوسط الطلب اليومي كمعيار لتقدير الطلب , وفي تلك الحالة يُقدر الطلب علي الصنف خلال فترة الأنتظار بمتوسط الطلب اليومي  $\times$  طول فترة الأنتظار.

لكن ذلك قد يكون مصحوب بمخاطرة عدم كفاية المخزون المقدر وبالتالي قد ينفذ قبل وصول الشحنة من المورد و لذا يجب الاحتياط لأحتمال نفاذ المخزون بتكوين مخزون أمان يضاف إلي متوسط المخزون المقدر سحبه خلال فترة الأنتظار بما يطلق عليه حد إعادة الطلب .

**حد إعادة الطلب = المخزون لفترة الأنتظار + مخزون الأمان**

حيث أن :

المخزون لفترة الأنتظار = طول فترة الأنتظار  $\times$  متوسط السحب في الوحدة الزمنية

و

مخزون الأمان = الانحراف المعياري للطلب  $\times$  الدرجة المعيارية  $\sqrt{\text{فترة الأنتظار}}$

M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B
بيانات تكلفة توريدات شركة العليا											
الطلب السنوي	تكلفة أمر الشراء	تكلفة التخزين	سعر الوحدة	أيام العمل	الحجم الاقتصادي	عدد أوامر الشراء	الفترة بين أوامر الشراء	فترة الانتظار	المستوى المقبول للخدمة	الأحرف المعيارية للطلب	
150000	500	0.15	300	334	1826	83	4	10	0.99	60	
ن التكاليف الاجمالية لتوريدات شركة العليا											
اجمالي تكلفة أوامر الشراء	اجمالي تكلفة المخزون	اجمالي تكلفة التكلفة الكلية	أسم الصنف	الدرجة المعيارية	المخزون لفترة الانتظار	مخزون الأمان	حد إعادة الطلب				
41500	41085	45000000	مواد البناء								
		45082585									

الدرجة المعيارية : عن طريق ملئ الخلية H12 بالصيغة الخاصة بالدالة NORM.S.INV اللازمة للأرجاع العكسي حيث يتم الحصول علي الدرجات المعيارية للتوزيع القياسي المقابلة للتوزيع الطبيعي المعبر عن المستوى المقبول للخدمة .

=NORM.S.INV(K5)



المخزون لفترة الانتظار : عن طريق ملئ الخلية I12 بالمعادلة حساب مخزون لفترة الأمان مع إضافة الدالة ROUND للحصول علي الناتج في شكل رقم صحيح وليس كسري لأنها تعبر عن وحدات .

$$=ROUND(((B5/F5)*J5),0)$$

المخزون لفترة الانتظار = طول فترة الانتظار × متوسط السحب خلال الوحدة الزمنية

حيث متوسط السحب خلال الوحدة الزمنية = الطلب السنوي / أيام العمل في السنة

مخزون الأمان : عن طريق ملئ الخلية J12 بمعادلة حساب مخزون الأمان مع إضافة الدالة ROUND.

$$=ROUND((L5*H12*SQRT(J5)),0)$$

مخزون الأمان = الانحراف المعياري للطلب × الدرجة المعيارية لفترة الانتظار

حد إعادة الطلب : عن طريق ملئ الخلية K12 بحاصل جمع مخزون فترة الأمان و مخزون الأمان , وأيضاً مع إضافة الدالة ROUND .

$$=J12+I12$$

حد إعادة الطلب = المخزون لفترة الانتظار + مخزون الأمان

وبالنظر إلي الشاشة التالية نجد أن برنامج أكسل قد وفر معلومات لمتخذ القرار تمكنه من تحديد خطة توفير إحتياجاته والتعامل مع المخاطر خلال فترة الانتظار و الاحتياط لأحتمال نفاذ المخزون بتكوين مخزون أمان بمقدار ٤٤١ وحدة يُضاف إلي متوسط المخزون المقدر سحبه خلال فترة الانتظار والذي يساوي ٤٤٩١ وحدة , وهو الأمر الذي يترتب عليه أن تكون حد إعادة

الطلب لشركة العليا والتي يجب أن تصدر أمر شراء إذا ما وصل إليه المخزون هو ٤٩٣٢ وحدة .

L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
بيانات تكلفة توريدات شركة العليا											
الأنواع	المستوى المقبول للخدمة	فترة الانتظار	الفترة بين أوامر الشراء	عدد أوامر الشراء	الحجم الاقتصادي	أيام العمل	سعر الوحدة	تكلفة التخزين	تكلفة أمر الشراء	الطلب السنوي	الصف
مواد البناء	60	0.99	10	4	83	1826	334	300	0.15	500	150000
مواد الحفر											
مواد السباكة											
بيانات حد إعادة الطلب						بيانات التكاليف الإجمالية لتوريدات شركة العليا					
أسم الصف	أوامر الشراء	المخزون	إجمالي تكلفة الشراء	إجمالي تكلفة المخزون	إجمالي تكلفة التكلفة الكلية	أسم الصف	الدرجة	المخزون	مخزون الأمان	حد إعادة الطلب	
مواد البناء	41500	41085	45000000	45082585	مواد البناء	2.32635	4491	441	4932		

## ثانياً : استخدام الحاسب في إدارة النقل .

النقل من المهام التي يجب أن تأخذ في الاعتبار وأن تُقابل برعاية خاصة من قبل المنشآت وذلك لما تمثله تكلفة النقل من أهمية لكبر قيمتها وكبر قيمة رأس المال المستثمر فيها .

وتزداد أهمية إدارة النقل خاصة المنشآت الكبيرة حيث تتعدد المصادر (جهات العرض) وجهات الاستخدام (مراكز الطلب) وذلك كأن تكون هناك منشأة تجارية متعددة الفروع ولها عدد من المخازن (المصادر) في أماكن متفرقة وتريد نقل البضائع من هذه المخازن إلي فروعها (مراكز الطلب) للبيع , ويكون هدف إدارة النقل هو تلبية احتياجات كل فرع من البضائع وفي نفس

الوقت تعمل علي تدنية تكاليف النقل إلي أقل ما يمكن , وهو هدف من الصعب تحقيقه لذا ظهرت العديد من الأساليب الكمية التي تساعد إدارة النقل في تخطيط عملية النقل من أجل تحقيق هذا الهدف ومن أهم هذه الأساليب نموذج النقل .

ويقوم نموذج النقل علي هدف أساسي وهو تحديد الكميات الواجب نقلها من جهات العرض المختلفة إلي مراكز الطلب بحيث تكون تكاليف النقل أقل ما يمكن , وذلك في ظل فرضيات أساسية هي :

- تعدد مراكز العرض وتعدد مراكز الطلب .
- تساوي إجمالي الاحتياجات مع الكمية المتاحة لدي مراكز العرض (المصادر) .
- جهات العرض لديها نفس نوع المنتج .
- اختلاف تكلفة النقل من مراكز العرض المختلفة إلي مراكز الطلب .
- النقل يتم بطريقة مباشرة من مركز التوزيع إلي مركز الاستخدام ولا يُسمح بالنقل غير المباشر .
- تكلفة النقل للوحدة معلومة , كما أن تكلفة النقل ترتبط خطياً مع عدد الوحدات التي يتم شحنها .

ويتميز نموذج النقل بأنه يمنح متخذ القرار القدرة علي التعامل مع القيود علي قرار التوزيع كأن تكون هناك رغبة في النقل / أو عدم النقل من مركز توزيع معين إلي جهة معينة .

### استخدامات نموذج النقل :

علي الرغم من تسميته بنموذج النقل إلا أن استخداماته لا تقتصر علي هذا المجال فقط وذلك لأن هذا النموذج يقوم علي تحقيق هدف هو التدنية لذا تم تطبيقه في مجالات أخرى ذات الصلة خاصة في مجال إدارة الإنتاج مثل جدولة الإنتاج , توزيع الموارد , تخصيص الآلات والمهام علي العاملين .

كما تم استخدامه في التخطيط لموقع المشروع حيث يتم إختيار البديل الذي يحقق أقل تكلفة نقل أو أقرب مسافة من جهات الاستخدام , وقد تم مؤخراً تطبيق هذا النموذج في مجال التخطيط النقدي .

وبالإضافة إلي ما سبق قد ظهرت استخدامات جديدة لهذا النموذج نتجت من إمكانية تطويعه من خلال بعض الإجراءات للاستخدام في حل المشاكل التي تهدف إلي التعظيم مثل المشاكل المالية المتعلقة بالأرباح , والمشاكل التسويقية المتعلقة برضا العملاء .

### طريقة حل مشكلة النقل :

يقوم حل مشكلة النقل طبقاً للطريقة اليدوية علي مرحلتين :

#### المرحلة الأولى : تحديد الحل المبدئي للمشكلة .

تُمثل هذه المرحلة نقطة البداية للوصول إلي الحل الأمثل ويتم ذلك عن طريق صياغة مشكلة النقل في شكل مصفوفة خاصة ولتوضيح ذلك نفرض أن شركة المهاب للنقل كُلفت بنقل البترول من مصادر تكريره في المناطق ( ١ , ٢ , ٣ ) إلي مراكز التوزيع والطلب عليه في المناطق ( أ , ب , ج , د ) .

وأن مصادر التكرير ( ١ , ٢ , ٣ ) متاح لديها كميات من البترول هي : ٥٠ , ٥٠ , ٧٥ طن .

كما أن مراكز التوزيع تحتاج كميات محددة هي : ٦٠ , ٥٠ , ٣٠ , ٣٥ طن .  
وأن تكلفة نقل الطن الواحد من مراكز التكرير إلي مراكز التوزيع المختلفة هي :

إلي من	القاهرة	بنها	الزقازيق	المحلة
السويس	٣	١	٤	٥
سيناء	٧	٣	٨	٦
العلمين	٢	٣	٩	٤

**والمطلوب :** معرفة التوزيع الأمثل لنقل هذه الكميات من مراكز التكرير إلي مراكز التوزيع المختلفة بحيث يتحقق ذلك بأقل تكلفة ممكنه .

**الحل :**

لصياغة مثل هذه المشكلة ينبغي أولاً أن نحدد مصادر العرض ومراكز الطلب , وفي مثالنا هذا تُمثل مراكز التكرير مراكز العرض لأنه بالمتاح لديها من البترول توفر لمراكز التوزيع الاحتياجات اللازمة لها , وهو ما يعني أيضاً أن مراكز التوزيع هي مراكز الطلب .

يتم عمل مصفوفة كما هو موضح بحيث تُمثل الصفوف مصادر العرض (مراكز التكرير) , وتمثل الأعمدة مراكز الطلب (مراكز التوزيع) , كما توضع تكلفة النقل في المربع الموجود في الجزء العلوي من كل خلية , وتترك باقي الخلية ليوضع فيها الكمية التي سوف يتم نقلها , ويُمثل العمود الأخير

الكميات المتاحة لدي مصادر العرض , في حين يُمثل الصف الأخير احتياجات مراكز الطلب المختلفة من البترول .

### مصفوفة نموذج النقل

إلى من	القاهرة	بنها	الزقازيق	المحلة	المتاح
السويس	٣	١	٤	٥	٥٠
سيناء	٧	٣	٨	٦	٥٠
العلمين	٢	٣	٩	٤	٧٥
الاحتياجات	٦٠	٥٠	٣٠	٣٥	١٧٥

حـ ويلاحظ : أنه يُشترط أن تتساوي إجمالي الكميات المتاحة لدي مصادر العرض مع إجمالي احتياجات مراكز الطلب وهذا متحقق في مثالنا هذا حيث يساوي كلاً منهما ١٧٥ طن .

أما إذا اختلفت إجمالي الكميات يتم إضافة عمود أوصف إفتراضي بمقدار الفرق (طبقاً لمن الكمية الأكبر الاحتياجات أم المتاح ) , وذلك مع ملاحظة أن يكون العمود أو الصف المضاف ذو تكاليف نقل أكبر ما يمكن للخلايا (علي الأقل ضعف أكبر تكلفة لنقل الوحدة موجودة في نموذج النقل) , وذلك لأن طريقة حل نموذج النقل تقوم علي تفضيل الخلايا الأقل في التكلفة , وعمل مثل هذا

الأجراء سوف يُمكن النموذج من تلافي تخصيص هذه الخلايا للنقل إلى أن تمتلئ باقي الخلايا الأصلية أولاً .

ويلي صياغة مشكلة النقل في شكل مصفوفة العمل علي تحديد الحل المبدئي عن طريق عدد من الطرق من أهمها :

#### أ. طريقة الركن الشمالي الشرقي .

تقوم هذه الطريقة علي تخصيص الخلية طبقاً لموقعها في المصفوفة حيث نبدأ بتحديد الخلية التي تقع في أقصى شمال الشرقي للمصفوفة ثم نقارن بين العرض والطلب لهذه الخلية ونضع الكمية الأقل منهما وطرح هذه الكمية من الطرف الآخر، ونقوم بتكرار نفس الخطوات إلي أن يتم الانتهاء من تخصيص باقي الكميات في المصفوفة .

وفي مثالنا الحالي الخلية ١١ هي خلية الطرف الشمالي الشرقي ، وبالنظر إليها نجد أن المركز (أ) (عمود الطلب ) يحتاج ٦٠ طن في حين أن المركز (١) (صف العرض ) متاح لديه ٥٠ طن فقط ، ولذلك يُخصص كل المتاح لديه ٥٠ طن (ونقوم بحذف هذا الصف لانتهاؤه ) ، ويبقى المركز أ في احتياج لـ ١٠ طن يتم توفيرهم من مصدر آخر .

إلى من	القاهرة	بنها	الزقازيق	المحلة	المتاح
السويس	٣	١	٤	٥	٥٠
سيناء	٧	٣	٨	٦	٥٠
العلمين	٢	٣	٩	٤	٧٥

١٧٥	٣٥	٣٠	٥٠	٦٠	الاحتياجات

ويترتب علي الخطوة السابقة نتيجة لحذف الصف (١) مصفوفة أخرى مكونة من الصفيين ٢ , ٣ تجري عليها نفس الخطوات إلي أن يتم الانتهاء من تخصيص باقي الكميات .

### ب. طريقة أقل التكاليف :

تقوم هذه الطريقة علي تخصيص الخلية طبقا لتكلفة النقل للوحدة حيث نبدأ بتحديد الخلية صاحبة أقل تكلفة نقل في المصفوفة ثم نقارن بين العرض والطلب لهذه الخلية ونضع الكمية الأقل منهما وطرح هذه الكمية من الطرف الآخر , ونقوم بتكرار نفس الخطوات إلي أن يتم الانتهاء من تخصيص باقي الكميات في المصفوفة .

وفي مثالنا الحالي الخلية ١ب هي الخلية صاحبة أقل تكلفة نقل , وبالنظر إليها نجد أن المركز (ب) (عمود الطلب) يحتاج ٥٠ طن في حين أن المركز (١) (صف العرض) متاح لديه ٥٠ طن فقط .

إلي من	القاهرة	بنها	الزقازيق	المحلة	المتاح
السويس	٣	١	٤	٥	٥٠
سيينا	٧	٣	٨	٦	٥٠
العلمين	٢	٣	٩	٤	٧٥



١٧٥	٣٥	٣٠	٥٠	٦٠	الاحتياجات

ولذلك يُخصص كل المتاح لديه ٥٠ طن (ونقوم بحذف هذا الصف لانتهاؤه) ,  
كما نقوم بحذف عمود المركز (أ) لأنه تم إمداده بكل احتياجاته .

ويترتب علي الخطوة السابقة نتيجة لحذف الصف (١) والعمود (٢) مصفوفة  
أخري مكونة من الصفيين (٢ , ٣) والأعمدة (أ,ج,د) تجري عليها نفس  
الخطوات إلي أن يتم الانتهاء من تخصيص باقي الكميات .

### ج. طريقة فوجل التقريبية .

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق موضوعية والأقرب إلي الحل الأمثل فهي  
تقوم علي تكلفة الفرصة البديلة حيث تلفت النظر إلي فرق التكاليف الذي يُمكن  
أن ينشأ إذا أغفلنا سهوا أقل التكاليف في الصف أو العمود داخل المصفوفة  
وأخذنا التكاليف الأعلى منها مباشرة , فالفرق بهذا الشكل يُمثل عقوبة عدم  
الاستفادة بأقل تكلفة .

وللحل نبدأ بتحديد الفرق بين أقل تكلفتين في كل صف وكل عمود ثم تسجيل  
هذه الفروق في صف وعمود جديدين يسميان "الفروق" , وتحديد أكبر فرق  
موجود المصفوفة سواء كان ذلك خاص بصف أو عمود .

ثم اختيار الخلية ذات أقل تكلفة في الصف أو العمود المختار ونقارن بين  
العرض والطلب لهذه الخلية وحيث نضع الكمية الأقل منهما وطرح هذه  
الكمية من الطرف الآخر , ونقوم بتكرار نفس الخطوات إلي أن يتم الانتهاء  
من تخصيص باقي الكميات في المصفوفة .

وفي مثالنا الحالي العمود ج صاحب أكبر فرق لذا يتم اختيار الخلية ١ ج صاحبة أقل تكلفة نقل , وبالنظر إليها نجد أن المركز ج (عمود الطلب ) يحتاج ٣٠ طن في حين أن المركز (١) (صف العرض ) متاح لديه ٥٠ طن فقط , ولذلك يُخصص له ٣٠ طن (ونقوم بحذف عمود المركز(أ) لأنه تم إمداده بكل إحتياجاته ) ويتبقى لدي المركز(١) كمية معروض تقدر بـ ٢٠ طن يُمكن تخصيص لتلبية إحتياجات مركز آخر .

إلي من	القاهرة	بنها	الزقازيق	المحلة	المتاح	الفروق
السويس	٣	١	٤	٥	٥٠	٢
سيناء	٧	٣	٨	٦	٥٠	٣
العلمين	٢	٣	٩	٤	٧٥	١
الاحتياجات	٦٠	٥٠	٣٠	٣٥	١٧٥	
الفروق	١	٢	٤	٣		

ويترتب علي الخطوة السابقة نتيجة لحذف العمود (أ) مصفوفة أخرى مكونة من الصفوف (١, ٢, ٣) والأعمدة (ج, د) نجري عليها نفس الخطوات إلي أن يتم الانتهاء من تخصيص باقي الكميات .

## المرحلة الثانية : تحديد الحل الأمثل .

بعد الوصول إلى الحل المبدئي بأي طريقة من الطرق السابقة , فإن الخطوة التالية هي تقييم الحل المبدئي الذي تم التوصل إليه , ثم تحديد ما إذا كان الحل هو الأمثل , فإذا أتضح من التقييم أن الحل ليس الأمثل فيتعين تحسينه , ويجب أن تستمر عملية التقييم ثم التحسين لحين الوصول إلى الحل الأمثل. ويتطلب تقييم الحل المبدئي والوصول به إلى الحل الأمثل توافر شرط أساسي هو :

$$\text{عدد الخلايا المشغولة} = \text{مجموع الصفوف} + \text{مجموع الأعمدة} - ١$$

حيث يتم تقييم الخلايا غير المشغولة (إذا توافر هذا الشرط ) لمعرفة مدى التأثير الذي يمكن أن يحدث علي التكلفة الكلية للنقل إذا ما تم شغلها بوحدة واحدة علي الأقل , فإذا كان ذلك سيقفل التكلفة الأجمالية للنقل دل ذلك علي عدم أمثلية الحل وإعادة التخصيص للخلايا من خلال ملئ الخلية بأكبر قدر ممكن.

وعموماً يتم التقييم من خلال العديد من الطرق لا يسعنا هنا تناولها بالشرح حيث سيتم تناولها أن شاء الله في مقررات أخرى من أهم هذه الطرق ما يلي:

١- طريقة المعبر " الحجر المتحرك " .

٢- الشكل الرباعي .

٣- طريقة التحليل الجزئي للتكاليف .

٤- طريقة التوزيع المعتدلة .

مما سبق نجد أن هناك صعوبة في إدارة النقل باستخدام النموذج محل الدراسة خاصة في ظل كبر عدد جهات العرض ومراكز الطلب أو الاستخدام , لذا يُوفر برنامج أكسل عن طريق أدواته Solver حل هذه المشكلة بسهولة , وذلك باعتبار أن مشكلة النقل قريبة من البرمجة الخطية وتقوم علي تدنية هدف معين هو التكاليف , ولذلك يُمكن اعتبار أن برنامج اكسل يعتمد في الحل المبدئي له علي طريقة اقل التكاليف .

### استخدام الحاسب في حل لنموذج النقل :

لمساعدة شركة المهاب للنقل في تحديد خطة النقل والتوزيع الخاصة بها نبدأ في صياغة المشكلة في ورقة عمل من برنامج أكسل طبقاً للشكل التالي :

	H	G	F	E	D	C	B	A
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

من	السويس	بنها	الزقازيق	المحلة	إجمالي المنقول من	تكلفة المنقول من
القاهرة	3	1	4	5	50	50
طنطا	7	3	8	6	50	50
شبين	2	3	9	4	75	75
الاحتياجات	60	50	30	35		

من	القاهرة	بنها	الزقازيق	المحلة	إجمالي المنقول من	تكلفة المنقول من
السويس						
العين السخنة						
العلمين						
إجمالي المنقول إلي						
تكلفة المنقول إلي						
التكلفة الكلية						

حيث نجد أنه قد تم عمل مصفوفتان :

**المصفوفة الأولى :** خاصة بمدخلات المشكلة وهي تشمل :

✍️ العمود B مخصص لمصادر العرض ( مراكز التكرير ) والصف رقم ٣ مخصص لمراكز الطلب أو الاستخدام (مراكز التوزيع ) .


✍️ العمود G تم تخصيصه للكميات المتاحة في مراكز التكرير , في حين الصف رقم ( ٧ ) خُصص للكميات المطلوبة من مراكز التوزيع .

✍️ أما بالنسبة للخلايا C4:F6 فقد خُصصت لتكلفة النقل من كل مصدر عرض إلي كل مركز طلب ( فعلي سبيل المثال القيمة ٣ في الخلية (القاهرة , السويس ) تُعني أن تكلفة نقل الطن الواحد من البترول من مركز تكرير القاهرة إلي مركز التوزيع بالسويس تتكلف ٣ جنية .

**المصفوفة الثانية :** خاصة ببيانات حل المشكلة حيث أنه طبقاً لها تتحدد الكميات التي سيتم نقلها من كل مصدر عرض إلي كل مركز طلب , وهي تتكون من :

✍️ العمود B مخصص لمصادر العرض ( مراكز التكرير ) والصف رقم ١٠ مخصص لمراكز الطلب أو الاستخدام (مراكز التوزيع ) .

✍️ العمود G تم تخصيصه لأجمالي الكميات المنقولة من كل مركز تكرير لذلك فقد قمنا بنشيط الخلية G11 ثم الذهاب إلي تبويب الصفحة

الرئيسية وفيها يتم النقر مرتين علي أيقونة  فتظهر تلقائياً الصيغة :

$$= \text{SUM}(C11:F11)$$

والتي تُعبر عن مجموع الكميات المنقولة من مركز تكرير السويس إلي مراكز التوزيع والذي يُمثلها صف الخلايا من C11:F11 , ولحساب مجموع الكميات المنقولة من باقي مركز تكرير نقوم بنسخ هذه الصيغة لباقي مراكز التكرير من خلال السحب للطرف السفلي للخلية عندما يأخذ المؤشر العلامة + إلي أن نصل إلي الخلية G13.

**ملاحظة :** أن برنامج أكسل مبرمج علي أنه عند تنشيط أو الوقوف في خلية تُمثل نهاية صف أو عمود ( مكون من نطاق معين من الخلايا التي تحوي أرقام ) فإنه بالضغط علي أيقونة الجمع يتم جمع تلقائي لكل خلايا هذا الصف أو العمود.

قد خُصص الصف رقم ( ١٤ ) لأجمالي الكميات المنقولة إلي كل مركز توزيع . لذلك فقد قمنا بمثل ما سبق حيث تم تنشيط الخلية C14 ثم الذهاب إلي تبويب الصفحة الرئيسية وفيها يتم النقر مرتين علي أيقونة Σ جمع تلقائي فتظهر تلقائياً الصيغة التالية والتي قمنا بنسخها لباقي مراكز التوزيع حتي الخلية F14 .

$$=SUM(C11:C13)$$

أما بالنسبة للخلايا C11:F13 فقد خصصت للكميات المنقولة من كل مصدر عرض إلي كل مركز طلب ونضع فيها أصفار بصورة مؤقتة حيث سيتترك لبرنامج أكسل حساب القيمة في كل خلية.

**وفيما يتعلق بتكاليف النقل :**

قد خصص الصف رقم 15 لحساب تكلفة النقل المترتبة عن تلبية احتياجات كل مركز طلب ( مراكز التوزيع ) ولهذا سوف نستخدم الدالة :

SUMPRODUCT(arrays1, arrays2,-----)

والتي ستمكننا من إيجاد مجموع حاصل ضرب كل خلية في عمود الخلايا C4:C6 الخاصة بالتكاليف في كل خلية مقابلة لها في عمود الخلايا C11:C13 الخاصة بالكميات المطلوبة وذلك في شكل الصيغة التالية :

=SUMPRODUCT(C4:C6,C11:C13)

التي نضعها في الخلية C15 ثم نقوم بالنسخ إلى آخر الصف لحساب تكلفة النقل المترتبة عن تلبية احتياجات كل مركز طلب ( مراكز التوزيع )..

وبالمثل مما سبق سوف نُخصص العمود H لحساب أجمالي تكلفة النقل المترتبة عن توصيل الكميات المطلوبة من كل مركز عرض ( مراكز التكرير ) ولذلك سوف نضع الصيغة التالية في الخلية H11 ثم نقوم بالنسخ حتي الخلية H13 .

=SUMPRODUCT(C4:F4,C11:F11)

كما قد تم تخصيص الخلية H16 لتكون هي خلية الهدف وتُعبّر عن إجمالي تكاليف النقل لذا قد وضعنا فيها هذه الصيغة

=SUMPRODUCT(C11:F13,C4:F6)

والتي تُعبّر عن مجموع حاصل ضرب كل تكلفة نقل موجودة في المصفوفة الأولى في الكمية المنقولة المقابلة لها في المصفوفة الثانية لذلك تضمنت الصيغة نطاقين الخلايا ( C4:F6 ) و ( C11:F13 ) .

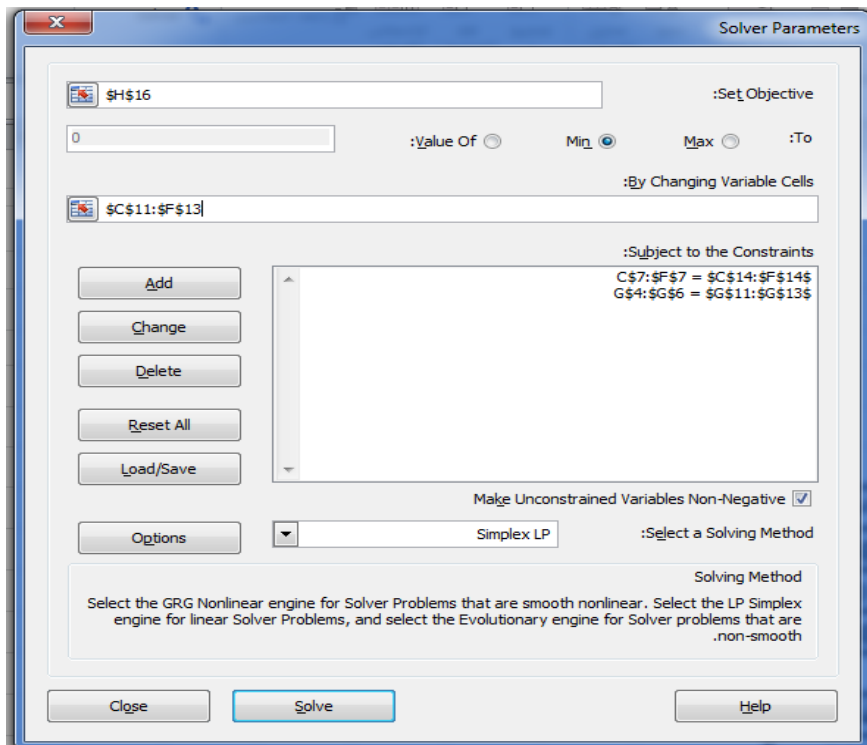
۱۵۲



$$G\$4:G\$6 = G\$11:G\$13$$

هذا بالإضافة إلى اختيار عدم السالبية .

هنا نختار من select a solveing maethod الخيار simplex LP ليعبر عن الخطية .



وبالضغط علي solve يتم حل المشكلة وتظهر لنا النتائج التالية والتي يتضح منها ما يلي :

I	H	G	F	E	D	C	B	A
								1
								2
								3
								4
								5
								6
								7
								8
								9
								10
								11
								12
								13
								14
								15
								16

من	السويس	بنها	الزقازيق	المحلة	إجمالي المنقول من	تكلفة المنقول من
القاهرة	3	1	4	5	50	50
طنطا	7	3	8	6	50	210
شبين	2	3	9	4	75	180
الاحتياجات	60	50	30	35		
من	0	20	30	0	50	140
السويس	0	30	0	20	50	210
العين السخنة	60	0	0	15	75	180
إجمالي المنقول إلي	60	50	30	35		
تكلفة المنقول إلي	120	110	120	180		
التكلفة الكلية						530

◀ أن شركة المهاب يمكن أن تخطط حركة النقل لديها بحيث تتحمل أدنى تكلفة إجمالية قدرها ٥٣٠ جنية , وهي ناتجة من تلبية احتياجات مركز توزيع القاهرة نظير ١٢٠ جنية , ومركز بنها نظير ١١٠ جنية , ومركز الزقازيق نظير ١٢٠ جنية , في حين تكلفت تلبية أجيئات مركز المحلة ١٨٠ جنية .

◀ كما عليها تلبية اجتياحات مركز توزيع القاهرة البالغ حجمها ٦٠ طن بالكامل من مركز تكرير العلمين , وكذلك مركز توزيع الزقازيق الذي يمكن أن يعتمد فقط علي مركز السويس في تلبية احتياجاته البالغ حجمها ٣٠ طن .

◀ أما مركز توزيع بنها فيمكن تلبية اجتياحاته البالغ حجمها ٥٠ طن من مركزين هما مركز تكرير السويس ٢٠ طن و العين السخنة ٣٠ طن , وكذلك مركز توزيع المحلة حيث من الأفضل أيضاً تلبية احتياجاته علي مركزي تكرير هما سيناء ٢٠ طن و العلمين ١٥ طن .

◀ أكبر المراكز تكلفة هو مركز المحطة علي الرغم من صغر حجم احتياجاته وذلك نتج من أنه سوف يتم نقل ٢٠ طن من مركز تكرير سيناء بمعدل تكلفة ٦ جنية للطن , و ١٥ طن من مركز تكرير العلمين بمعدل تكلفة ٤ جنية للطن .

