جامعة صالحي أحمد بالنعامة

كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

قسم علوم التسيير

مطبوعة بيداغوجية في:

إدارة الانتاج والعمليات:

محاضرات وتمارين

مطبوعة موجهة لطلبة السنة الثالثة علوم التسيير

تخصص إدارة أعمال

من اعداد الدكتور: زقاي وليد

أستاذ محاضر ب

السنة الجامعية 2025-2026

مقدمة:

تُعد إدارة الإنتاج والعمليات ركيزة أساسية في الاقتصاد والأعمال، فهي القلب النابض لأي مؤسسة تسعى لتقديم سلع أو خدمات بكفاءة. وتُعرف بأنها تنظيم فعّال لإنتاج السلع والخدمات للحصول على منتج محدد بأقل الموارد(Anand, 2017) . وفي ظل المنافسة الشديدة وتزايد توقعات المستهلكين، أصبحت الإدارة الفعّالة ضرورة لمواجهة تحديات مثل التحكم في التكاليف، تقليل المخزون، والالتزام بالمواعيد النهائية .تطورت إدارة العمليات من مجرد الاهتمام بالإنتاج الصناعي إلى مجال شامل يضم مختلف القطاعات، لتصبح أداة استراتيجية للميزة التنافسية في بيئة متغيرة. وتُعد المؤسسات الإنتاجية عماد الاقتصاد عبر خلق فرص العمل، زيادة الإنتاجية، وتطوير التكنولوجيا. ولمواجهة المنافسة، يتوجب على المؤسسة التركيز على الابتكار، الكفاءة، الجودة، وتحسين عمليات الإنتاج (Heizer, 2020). تهدف هذه المادة إلى تزويد الطالب بالمفاهيم الأساسية لإدارة الإنتاج والعمليات، بما يتيح فهم دورها الحيوي واكتساب مهارات في التخطيط، التنبؤ، والرقابة على الموارد. ويرتكز الهدف على تقديم الأدوات التكتيكية والتشغيلية، مع ضرورة امتلاك الطالب خلفية في الإحصاء والرياضيات المالية وأساليب اتخاذ القرار. أما التقييم فيعتمد على الامتحان النهائي (60%) والأعمال الموجهة والتطبيقات العملية (40%)، لضمان قياس الفهم النظري والتطبيقي.

- **الفصل الأول: مدخل نظري لإدارة الإنتاج والعمليات** التعريف بالمفاهيم الأساسية، نشأة وتطور إدارة العمليات، وأهميتها في تحقيق الكفاءة والتنافسية.
- **الفصل الثاني: اختيار مواقع التصنيع** دراسة العوامل المؤثرة في اختيار الموقع الأمثل للإنتاج، بما يحقق خفض التكاليف وضمان القرب من الأسواق والموارد.
- **الفصل الثالث: التنبؤ بالطلب على الإنتاج** التعرف على أساليب التنبؤ الكمية والكيفية لتقدير الطلب المستقبلي والتخطيط للموارد.
- **الفصل الرابع: تخطيط الإنتاج** عرض الأساليب المستخدمة لتخطيط الإنتاج وكيفية استخدامها لتحديد الطاقة الإنتاجية وتوزيع الموارد على المدى القصير والمتوسط والطويل.

- **الفصل الخامس: الأنشطة الأخرى لإدارة الإنتاج والعمليات** فيركز على الجانب التطبيقي من خلال تصميم وتنظيم العمليات الإنتاجية، بالإضافة إلى الأنشطة المكملة مثل إدارة الجودة، المخزون، والصيانة، لضمان استمرارية العمليات وتحقيق أهداف المؤسسة.
- **الفصل السادس: بعض أساليب الإنتاج اليابانية والأمريكية** استعراض نماذج رائدة في إدارة العمليات مثل أسلوب الإنتاج الرشيق (Lean Production) ونظام كايزنKaizen ، مع مقارنتها بالأساليب الأمريكية التقليدية.

تمثل مادة إدارة الإنتاج والعمليات مدخلًا أساسياً لفهم كيفية تحويل الموارد إلى منتجات وخدمات ذات قيمة. وتساعد الطالب على الجمع بين الجانب النظري والتطبيقي لاكتساب مهارات في التخطيط والرقابة والتحسين. كما تهيئه لمواجهة تحديات بيئة الأعمال والمساهمة في تعزيز كفاءة وتنافسية المؤسسات.

الفهرس:

العنوان	الصفحة
المقدمة	02
الفهرس	04
الفصل الأول: مدخل نظري لإدارة الانتاج والعمليات	**05**
الفصل الثاني: اختيار مواقع التصنيع	**16**
الفصل الثالث: التنبؤ بالطلب على الانتاج	**30**
الفصل الرابع: تخطيط الانتاج	**42**
الفصل الخامس: الانشطة الأخرى لإدارة الانتاج والعمليات	**59**
الفصل السادس: بعض أساليب الانتاج اليابانية والأمريكية	**73**
الخاتمة	**85**
المراجع	**87**

الفصل الأول:

مدخل نظري لإدارة الانتاج والعمليات

مقدمة الفصل الأول: مدخل نظري لإدارة الإنتاج والعمليات

تُمثل إدارة الإنتاج والعمليات النواة الصلبة التي ترتكز عليها المؤسسات المعاصرة في سعيها لتحقيق التميز التنافسي؛ فهي الوظيفة المسؤولة عن تحويل المدخلات المادية والفكرية إلى مخرجات ذات قيمة مضافة تشبع حاجات المستهلكين. ولم يعد هذا المجال مقتصرًا على الأنشطة الصناعية التقليدية داخل ورش التصنيع، بل امتد ليشمل قطاع الخدمات الواسع، مما جعل من فهم آلياته ضرورة حتمية لطلبة علوم التسيير لإدراك كيفية عمل النظم الإنتاجية المعقدة في بيئة أعمال تتسم بالديناميكية والتحول الرقمي.

يهدف هذا الفصل إلى إرساء قاعدة معرفية متينة من خلال استعراض التطور التاريخي لهذا العلم، بدءًا من الإدارة العلمية وصولًا إلى عصر الأتمتة والذكاء الاصطناعي. كما يسلط الضوء على المفاهيم الجوهرية المرتبطة بالمنتج والعملية الإنتاجية، مع التمييز الدقيق بين إدارة الإنتاج بمعناها الكلاسيكي وإدارة العمليات بمعناها الشمولي الحديث، وذلك لتمكين الطالب من استيعاب الخصائص والوظائف التي تحكم هذا التخصص الحيوي.

علاوة على ذلك، يستعرض الفصل الأهداف الاستراتيجية التي تسعى هذه الإدارة لتحقيقها، كرفع الكفاءة التشغيلية وضمان الجودة، مع تبيان علاقتها التكاملية والوظيفية مع باقي أقسام المؤسسة كالتسويق والمالية والموارد البشرية. إن هذا الترابط يوضح أن قرارات الإنتاج ليست جزرًا منعزلة، بل هي جزء من منظومة متكاملة تهدف إلى تعظيم القيمة الاقتصادية والاجتماعية للمؤسسة، وهو ما سيتم تفصيله عبر محاور هذا الفصل.

1 مفهوم إدارة الانتاج والعمليات:

مرّ مفهوم إدارة الإنتاج والعمليات بتطورات بارزة عبر الزمن. بدأ مع الإدارة العلمية لفريدريك تايلور في أوائل القرن العشرين، حيث ركز على الكفاءة والإنتاج الكمي. ثم أحدث هنري فورد نقلة نوعية بإدخاله خطوط التجميع خلال الثورة الصناعية الثانية، مما زاد الإنتاجية وخفّض التكاليف. ومع النصف الثاني من القرن العشرين، توسّع المفهوم ليشمل العمليات الخدمية إلى جانب الصناعية، نتيجة العولمة والرقمنة. بذلك، أصبح المفهوم يشمل تحقيق الكفاءة والفاعلية في تحويل الموارد إلى قيمة مضافة، سواء في الصناعة أو الخدمات (Stevenson, 2021). ويمكن اليوم التمييز بين شقين رئيسيين ضمن هذا المجال:

أ. **إدارة الإنتاج** :إدارة الإنتاج: يقصد بها الأنشطة المرتبطة بتصميم وتخطيط وتنفيذ ورقابة عمليات إنتاج السلع المادية الملموسة. فهي تركز على كيفية استغلال الموارد المتاحة (المواد الأولية، رأس المال، الآلات، الموارد البشرية) لتحويلها إلى منتجات نهائية تشبع حاجات المستهلكين. وعادة ما ارتبط هذا المفهوم تاريخيًا بالصناعات التحويلية الكبرى مثل صناعة السيارات والصلب والملابس(Stevenson, 2021) .

ب. **إدارة العمليات** :مفهوم شامل يختص بتحويل المدخلات إلى مخرجات سواء سلعية أو خدمية، عبر تصميم العمليات، اختيار التكنولوجيا، إدارة المعلومات، وضمان الجودة(Stevenson, 2021) ، حيث يمتاز بشموليته ومرونته، مما يجعله مناسبًا لكل من المؤسسات الصناعية والخدمية. ويبرز الجدول (1-1) الفروق الأساسية بين المفهومين:

الجدول رقم 1-1: التمييز بين إدارة الانتاج وإدارة العمليات

الخصائص	إدارة الإنتاج	إدارة العمليات
طبيعة المخرجات	مادية ملموسة	اشياء غير ملموسة
استهلاك المخرجات	لا تستهلك بسرعة	تستهلك بسرعة
درجة اتصال العميل	نادر الحدوث	متكررة
العمال والمعدات	معدات والآلات كثيرة وعدد قليل من العمال	معدات والآلات محدودة وعدد كبير من العمال
قياس الاداء	طرق علمية	طرق تقليدية

إذن، يمكن القول إن إدارة الإنتاج والعمليات لم تعد مجرد نشاط تقني مرتبط بالتصنيع، بل هي مجال علمي متكامل يجمع بين التخطيط، التنظيم، الرقابة والتحسين المستمر لجميع العمليات داخل المؤسسة.

2 تعريف المنتج وعملية الانتاج:

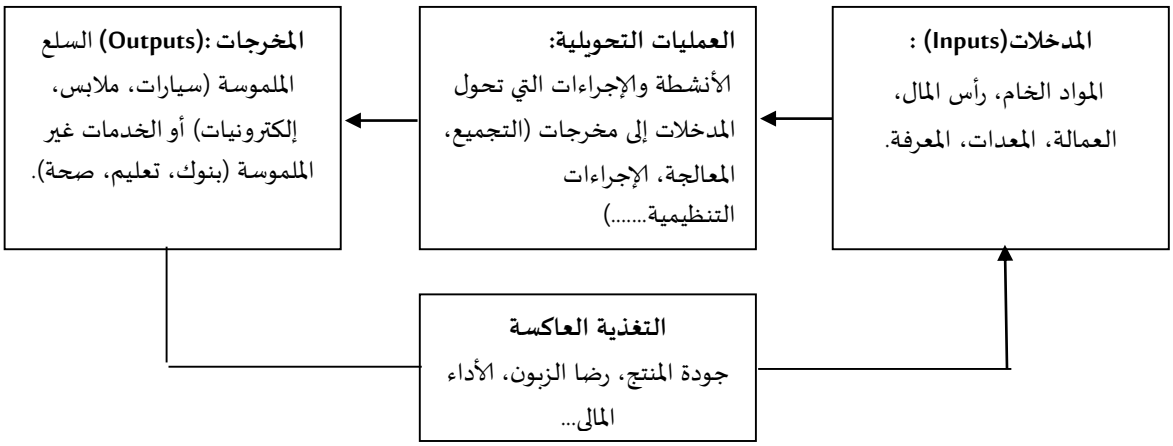
يُعد المنتج جوهر أي نشاط اقتصادي، فهو النتيجة النهائية التي تسعى المؤسسات إلى تقديمها للمجتمع. ويمكن أن يكون هذا المنتج سلعة مادية ملموسة كالأجهزة الإلكترونية والملابس، أو خدمة غير ملموسة مثل التعليم، الخدمات البنكية، والرعاية الصحية. وبغض النظر عن طبيعته، يبقى الهدف الأساسي للمنتج هو إشباع حاجات ورغبات العملاء وتوفير قيمة مضافة لهم(محمد الفاتح المغربي، 2018). المنتج هو **المحصلة النهائية لعملية الإنتاج**، حيث يترجم الجهود والموارد المستثمرة إلى مخرجات قابلة للتداول والاستهلاك. فالسلع المادية مثل السيارات أو الحواسيب تُعد منتجات ملموسة، بينما الخدمات مثل الاستشارات أو الإنترنت تمثل منتجات غير ملموسة. ويُفهم المنتج عمومًا على أنه ما يقدّم **إشباعًا لحاجة أو رغبة**، سواء تمثل ذلك في شكل مادي أو خدمة غير مادية (Reid & Sanders, 2019) .

الإنتاج هو النشاط الذي يضيف قيمة عبر **تحويل المدخلات** (مواد خام، أموال، موارد بشرية، معدات، معلومات) إلى **مخرجات** (سلع وخدمات) قابلة للاستخدام. وتتم هذه العملية في إطار نظام معقد يتكون من ثلاث حلقات مترابطة: يوضح هذا الشكل المراحل الأساسية للعملية الإنتاجية، حيث يتم الانتقال من **المدخلات**)الموارد المادية والبشرية) إلى **العمليات التحويلية** التي تضيف القيمة باستخدام التكنولوجيا والطرق التنظيمية، وصولًا إلى **المخرجات** المتمثلة في سلع ملموسة أو خدمات غير ملموسة.

1. **المدخلات(Inputs)** : تشمل جميع الموارد الضرورية للعملية الإنتاجية، مثل المواد الأولية، رأس المال، القوى العاملة، المعدات، والمعرفة.
2. **العمليات التحويلية (Transformation Processes):** هي الخطوات والإجراءات التي تعمل على تغيير خصائص المدخلات باستخدام التكنولوجيا والطرق العملية، سواء في قطاع الصناعة (عمليات ميكانيكية وكيميائية وتجميعية) أو في قطاع الخدمات (إجراءات إدارية وتنظيمية).
3. **المخرجات (Outputs)** : وهي النتيجة النهائية للعملية الإنتاجية، وقد تكون سلعًا ملموسة مثل السيارات والملابس، أو خدمات غير ملموسة مثل التعليم والبنوك والاتصالات.

يوضح الشكل (1-1) نموذجًا مبسطًا للعملية الإنتاجية، حيث يتم الانتقال من المدخلات إلى العمليات التحويلية ثم إلى المخرجات:

الشكل (1-1): نموذج لعملية الإنتاج



يمثل المنتج وعملية الإنتاج معًا الأساس الذي تقوم عليه أي مؤسسة، سواء كانت صناعية أو خدمية. فالمنتج يعكس قيمة ما تقدمه المؤسسة، بينما تعبر العملية الإنتاجية عن النظام الذي يُمكّن من تحويل الموارد إلى هذه القيمة. ومن ثَم فإن إتقان إدارة هذه العملية يضمن للمؤسسة الكفاءة والجودة والتنافسية في السوق.

3 أهمية وأهداف إدارة الانتاج والعمليات:

تُعد إدارة الإنتاج والعمليات حجر الأساس في نجاح المؤسسات الحديثة، إذ تمثل الأداة التي تربط بين الموارد المتاحة والنتائج المرغوبة. ومن خلال دورها المحوري، تُمكّن المؤسسة من تحقيق التوازن بين الكفاءة والجودة والمرونة، مما يجعلها أداة استراتيجية تتجاوز كونها مجرد نشاط تشغيلي .(Stevenson, 2021) يمكن تلخيص أهميتها في أربعة أبعاد:

1. **تحقيق الكفاءة التشغيلية** عبر الاستخدام الأمثل للموارد وتقليل الهدر.
2. **ضمان الجودة** من خلال تطبيق معايير دقيقة للرقابة.
3. **الاستجابة لتغيرات السوق** بتعديل خطط الإنتاج وفقًا للطلب.
4. **تعزيز التنافسية والاستدامة** عبر خفض التكاليف وتبني الابتكار.

أما الأهداف، فهي تمثل المؤشرات العملية لمدى نجاح الإدارة في توظيف مواردها. ويمكن صياغتها في أربعة محاور كبرى:

1. **تعظيم الإنتاجية** باستخدام الموارد بكفاءة عالية.
2. **خفض التكاليف التشغيلية** لتحقيق ربحية واستقرار مالي.

3. **تحقيق الجودة والالتزام بالوقت** بما يلبي توقعات العملاء.
4. **إشباع حاجات المستهلك** لتحقيق رضا وولاء مستمر.

تشكل هذه الأهداف العمود الفقري الذي يوجه سياسات المؤسسة واستراتيجياتها، فهي بمثابة البوصلة التي تحدد اتجاهها نحو تحقيق التوازن بين الربحية، الجودة، ورضا العملاء. ومن خلال هذه الأهداف، تضمن المؤسسة موقعها التنافسي في بيئة أعمال سريعة التغير(Heizer, Render & Munson, 2020 Kumar, 2022) .

4 أساليب الانتاج:

تختلف المؤسسات في كيفية تنظيم عملياتها الإنتاجية وفقًا لطبيعة المنتجات، حجم الطلب، والتكنولوجيا المتاحة. ومن بين أبرز هذه الأساليب نجد:

أ. **الإنتاج المستمر(Continuous Production) :** يعتمد على تدفق متواصل للمواد دون انقطاع، مثل الصناعات البترولية والإلكترونية. يتميز بإنتاج كميات كبيرة، انخفاض تكلفة الوحدة، وقلة المرونة.

ب. **الإنتاج المتقطع(Intermittent Production)** يُستخدم عندما تتنوع المنتجات أو تختلف مواصفاتها، مثل الصناعات الصغيرة والمتوسطة. يتميز بالمرونة العالية وتنوع المخرجات، لكنه يرفع تكلفة الوحدة ويزيد تعقيد التخطيط.

يوضح الجدول أدناه أهم الفروقات بين بين الإنتاج المستمر والإنتاج المتقطع:

الجدول 1-2: مقارنة بين الإنتاج المستمر والإنتاج المتقطع

العنصر	الإنتاج المستمر	الإنتاج المتقطع
طبيعة المنتج	متماثل، موحد المواصفات	متنوع، حسب طلب الزبون
حجم الإنتاج	كميات كبيرة	كميات صغيرة أو متوسطة
المرونة	منخفضة	مرتفعة
التكنولوجيا	خطوط إنتاج متخصصة وأتمتة عالية	آلات متعددة الاستخدام وورش مرنة
التكلفة لكل وحدة	منخفضة (مع حجم إنتاج مرتفع)	مرتفعة (مع كميات أقل)
التخطيط والجدولة	روتينية وبسيطة	معقدة وتتطلب تعليمات متعددة ومتجددة

يُستخدم عندما تتنوع المنتجات أو تختلف مواصفاتها، مثل الصناعات الصغيرة والمتوسطة. يتميز بالمرونة العالية وتنوع المخرجات، لكنه يرفع تكلفة الوحدة ويزيد تعقيد التخطيط.

5 العلاقة بين وظيفة الانتاج والعمليات والوظائف الاخرى

وظيفة الإنتاج والعمليات لا تعمل بشكل مستقل، بل تتكامل مع التسويق، المالية، والموارد البشرية في إطار نظام موحّد يدعم الأهداف الاستراتيجية. يسهم التسويق في تحديد احتياجات العملاء وتحويلها إلى منتجات، بينما توفر المالية التمويل وتقيّم جدوى القرارات، وتضمن الموارد البشرية وجود كفاءات مؤهلة. هذا الترابط يعزز تنافسية المؤسسة وقدرتها على التكيف مع تغيرات السوق (Stevenson, 2021).

أ. **العلاقة مع الوظيفة التسويقية:** وظيفة التسويق تهدف إلى دراسة السوق وفهم حاجات ورغبات العملاء، وهو ما يشكل الأساس الذي تنطلق منه عمليات الإنتاج. فالتسويق يحدد طبيعة المنتج ومواصفاته وسعره والفئة المستهدفة، بينما يقوم الإنتاج بتحويل هذه المتطلبات إلى منتجات وخدمات واقعية. على سبيل المثال، فعندما تشير أبحاث السوق إلى تزايد الطلب على سيارات كهربائية صغيرة وموفرة للطاقة، تقوم إدارة الإنتاج بتصميم خطوط إنتاج تتناسب مع هذه المواصفات. وبالمثل، في قطاع الخدمات، إذا لاحظ مديرا التسويق مثلا تزايد الطلب على التعليم عن بعد، فإن إدارة العمليات تطور البنية التكنولوجية اللازمة لتقديم هذه الخدمة بجودة عالية.

ب. **العلاقة مع الوظيفة المالية:** القرارات الإنتاجية تؤثر بشكل مباشر على الجوانب المالية مثل شراء المعدات وتوظيف العمال، مما يجعل التمويل أساسياً لنجاح خطط الإنتاج. تعتمد الإدارة المالية على بيانات الإنتاج لتقدير التكاليف وتحديد أسعار البيع والربحية (Heizer, Render & Munson, 2020). في شركة تصنيع الأدوية، يتطلب قرار إنتاج لقاح جديد استثمارات ضخمة في البحث والتطوير والمعدات. توفر الإدارة المالية التمويل عبر القروض أو إعادة استثمار الأرباح، بينما تقدم إدارة الإنتاج بيانات حول التكاليف والقدرة الاستيعابية لتقييم جدوى المشروع.

ت. **العلاقة مع وظيفة الموارد البشرية:** يُعد الجانب البشري محورًا أساسيًا في عمليات الإنتاج، إذ تتركز أغلب الوظائف فيه، مما يستلزم تنسيقًا فعالًا مع الموارد البشرية لتحديد الاحتياجات من حيث العدد، الكفاءة، والتدريب (مرجع: إدارة الموارد البشرية). تسهم الموارد البشرية في تعزيز بيئة العمل ودعم الابتكار. في المصانع، مثل مصانع الملابس الجاهزة، يبرز دورها في استقطاب عمال مهرة وتشغيلهم وتدريبهم (مرجع: إدارة الإنتاج). أما في قطاع الخدمات، كالبنوك، فيظهر التنسيق عبر تدريب الموظفين على الأنظمة الحديثة لتحسين الأداء والخدمة.

يتبيّن أن وظيفة الإنتاج والعمليات تعتمد بشكل أساسي على التكامل مع باقي وظائف المؤسسة. فالتسويق يوجّه الإنتاج حسب متطلبات السوق، والمالية توفر الموارد لتمويل العمليات، بينما تضمن الموارد البشرية توفر الكفاءات

اللازمة. هذا التفاعل المنسجم يدعم قدرة المؤسسة على تلبية حاجات العملاء بفعالية، ويعزز استدامتها في بيئة أعمال ديناميكية وتنافسية (Brandon-Jones & Burgess, 2019).

6 العوامل التي ساهمت في تطوير إدارة الانتاج والعمليات:

لقد ساهمت عوامل فكرية وتكنولوجية وصناعية في بلورة أسس إدارة الإنتاج والعمليات الحديثة. من أبرزها:

1) حركة الإدارة العلمية: أسسها فريدريك تايلور وهنري فايول، حيث ركزت على تحليل المهام بشكل علمي لتحقيق الكفاءة. تضمنت خطواتها تحديد المشكلة، جمع وتحليل البيانات، ثم اختيار الحل الأمثل. وقد طبقت هذه المبادئ في المصانع الأمريكية بداية القرن العشرين، مما ساهم في رفع الإنتاجية وتقليل الفاقد.

2) الثورة الصناعية: مثّلت إدخال الآلات بدل العمل اليدوي تحولًا جوهريًا، حيث مكنت المؤسسات من إنتاج كميات ضخمة في وقت قصير وبكفاءة أعلى. أبرز مثال على ذلك مصانع النسيج البريطانية في القرن الثامن عشر التي اعتمدت على الآلات البخارية، ما أحدث طفرة في الإنتاج الصناعي.

3) الاتجاه نحو التخصص: قدّم هنري فورد مفهوم خط التجميع، حيث يتم تقسيم العمل إلى مهام صغيرة ومتكررة، مما أدى إلى تخفيض التكاليف ورفع الجودة. وقد تجسد هذا التوجه في إنتاج سيارات *الموديل T* التي أصبحت رمزًا للإنتاج الكبير الموحد المواصفات.

4) بحوث العمليات خلال الحرب العالمية الثانية: ظروف الحرب دفعت إلى تطوير أساليب كمية متقدمة لإدارة الموارد بكفاءة. ركزت بحوث العمليات على تحويل المشكلات إلى معادلات رياضية، واتخاذ قرارات مبنية على التحليل العلمي، وهو ما ساعد على تحسين إدارة الإمدادات والعمليات العسكرية.

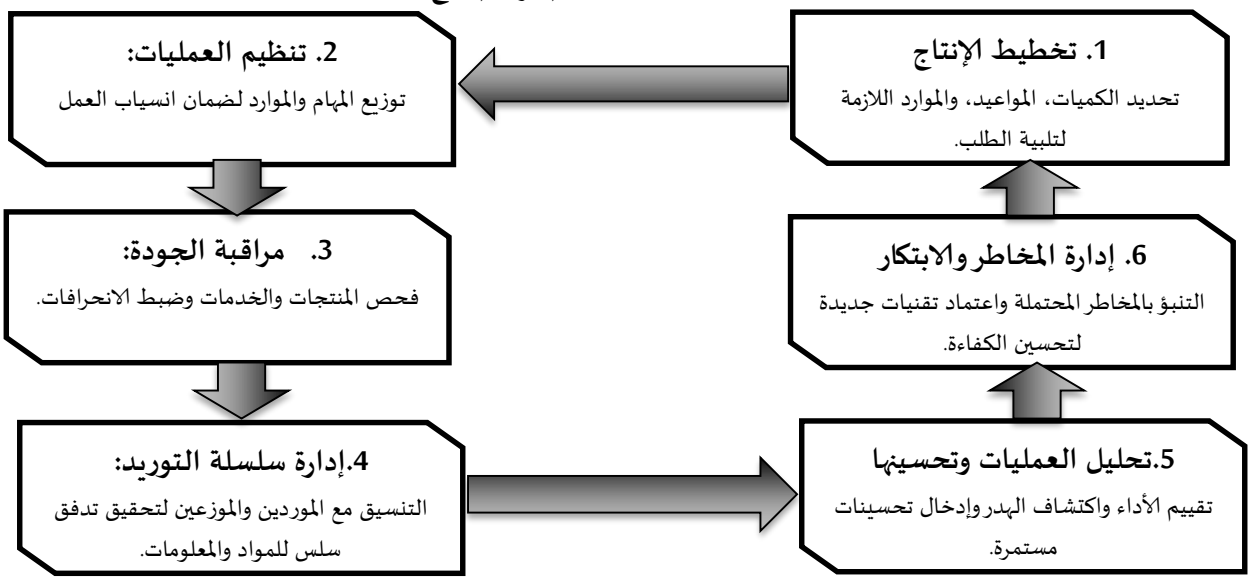
5) التطور التكنولوجي الحديث: شهد العصر الحالي ثورة في مجال الحوسبة، الذكاء الاصطناعي، وأنظمة المعلومات، وهو ما أحدث نقلة في إدارة العمليات. فقد أصبح بالإمكان تحسين الرقابة، تبسيط الإجراءات، وتخفيض التكاليف. وتُعد شركات مثل Amazon و Teslaأمثلة بارزة على توظيف التكنولوجيا في تعزيز مرونة الإنتاج وفعاليته (Kumar, 2022).

تُظهر هذه العوامل كيف أن إدارة الإنتاج والعمليات لم تكن مجرد ممارسة تقليدية، بل نتاج تفاعل طويل بين الفكر الإداري، التحولات الصناعية، والتطورات التكنولوجية. وقد ساهم هذا التراكم في جعلها اليوم من أهم أدوات المؤسسات لتحقيق التوازن بين الكفاءة والجودة والاستجابة لمتغيرات السوق(Stevenson, 2021) .

7 وظائف إدارة الانتاج والعمليات.

تُعتبر وظائف إدارة الإنتاج والعمليات العمود الفقري لنجاح المؤسسات، إذ تترابط في دورة مستمرة حسب ما هو موضح في الشكل ادناه، و التي تشمل:

الشكل (1-2): دورة وظائف إدارة الإنتاج والعمليات



أ. **تخطيط الإنتاج:** يُعد التخطيط حجر الأساس في تحديد احتياجات المؤسسة من الموارد والبرامج الزمنية لتلبية الطلب. يشمل الكميات، مواعيد التسليم، والقدرات. فمثلاً في صناعة السيارات، تُوضع خطط شهرية وسنوية للإنتاج وفق توقعات السوق وتقديرات المواد الخام.

ب. **تنظيم العمليات:** يتبع التخطيط تنظيم العمليات، ويشمل جدولة العمل وتوزيع المهام والتنسيق بين الأقسام. في شركات النسيج، يُنظم سير العمل بين مراحل الغزل، النسيج، والصباغة مع توزيع ملائم للعمال لضمان سلاسة الإنتاج.

ت. **مراقبة الجودة:** تعد الجودة شرطًا تنافسيًا، وتشمل مراقبتها فحص المنتجات وتحليل البيانات وتطبيق معايير مثل ISO و .TQMفي الصناعات الدوائية، تُجرى اختبارات دقيقة لضمان مطابقة الأدوية للمواصفات قبل طرحها في السوق.

ث. **إدارة سلسلة التوريد**: تهدف لتكامل المؤسسة مع الموردين والموزعين لضمان تدفق المواد والمعلومات. تقلل التكاليف وتعزز الاستجابة، كما تفعل Amazon بشبكاتها اللوجستية، أو الشركات الصناعية عبر علاقات مستقرة مع الموردين.

ج. **تحليل العمليات وتحسينها**: يُعنى بتقييم الأداء واكتشاف الهدر وتحسين الانسياب باستخدام أدوات مثل Six Sigmaأو .Lean مثلًا، في مصنع إلكترونيات يُحلل زمن المراحل لتحديد عنق الزجاجة وتحسينه عبر الأتمتة.

ح. **إدارة المخاطر وتنفيذ التكنولوجيا والابتكار**: ل تهتم بتوقع المخاطر ووضع خطط بديلة، مع اعتماد الابتكار والتكنولوجيا. خلال أزمة 2020، لجأت مؤسسات لحلول مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد لتقليل الاعتماد على الموردين (Kumar, 2022).

تُظهر هذه الدورة أن وظائف إدارة الإنتاج والعمليات مترابطة ومتواصلة، حيث يفضي كل نشاط إلى آخر في حلقة تكاملية. ومن خلال هذه الدورة المستمرة، تستطيع المؤسسات تعزيز الكفاءة التشغيلية، ضمان الجودة، وتحقيق الابتكار بما يعزز مكانتها في الأسواق التنافسية.

خاتمة الفصل الأول:

نستخلص مما سبق أن إدارة الإنتاج والعمليات قد شهدت تحولاً جذرياً من مجرد نشاط فني يهتم بالآلة والجهد العضلي إلى مجال علمي واستراتيجي يرتكز على التخطيط والابتكار. فقد أثبتت التطورات التاريخية، من الثورة الصناعية إلى الثورة التكنولوجية الحالية، أن قدرة المؤسسة على البقاء مرهونة بمدى مرونة نظمها الإنتاجية وقدرتها على تبني أساليب إنتاج متنوعة (مستمرة أو متقطعة) تتوافق مع طبيعة الطلب المتغير في الأسواق العالمية.

كما يظهر بوضوح أن النجاح في إدارة العمليات يتوقف على تحقيق التكامل الوظيفي؛ فالمنتج المتميز هو ثمرة تنسيق دقيق بين رؤية التسويق، وتخطيط الإنتاج، ودعم المالية، وكفاءة الموارد البشرية. إن هذا التناغم يضمن تحويل "المدخلات" إلى "قيمة" حقيقية، مع الحفاظ على معايير الجودة والرقابة الصارمة، وهو ما يجعل من دائرة وظائف الإنتاج (تخطيط، تنظيم، رقابة، وتحسين) عملية مستدامة لا تتوقف عند حدود التصنيع بل تمتد إلى خدمة ما بعد البيع وسلاسل التوريد.

وفي الختام، يُعد هذا الفصل مدخلاً نظرياً يؤسس للمواضيع الأكثر تخصصاً في هذه المطبوعة؛ حيث أن استيعاب المفاهيم والأهداف التي تم عرضها سيسهل على الطالب فهم الجوانب الكمية والقرارات الاستراتيجية اللاحقة، مثل اختيار موقع المشروع، وتصميم المصنع، وإدارة المخزون، والجدولة. فبدون إطار نظري صلب، تظل الممارسات التطبيقية مفتقرة للبوصلة التي توجّه المؤسسة نحو الكفاءة والفاعلية في بيئة أعمال لا تعترف إلا بالأكثر ابتكاراً وجودة.

الفصل الثاني:

اختيار مواقع التصنيع

مقدمة الفصل الثاني: اختيار مواقع التصنيع

يُمثل قرار اختيار موقع الإنتاج أو تقديم الخدمة أحد أبرز القرارات الاستراتيجية التي تواجه الإدارة العليا، لكونه يرهن مستقبل المؤسسة واستدامتها لفترات زمنية طويلة. فهذا القرار يتجاوز مجرد البحث عن حيز جغرافي، ليمتد إلى كونه محددًا رئيسيًا لهيكل التكاليف، وكفاءة العمليات، وقدرة المؤسسة على الوصول إلى الأسواق ومصادر الإمداد. ونظراً لضخامة الاستثمارات الرأسمالية المرتبطة بهذا الاختيار، فإن تكلفة الخطأ فيه قد تكون باهظة ومن الصعب تصحيحها دون تحمل خسائر مالية وتشغيلية كبرى، مما يجعله قراراً "غير قابل للرجوع" بسهولة.

تهدف هذه الوحدة التعليمية إلى تمكين الطالب من استيعاب الدوافع الاستراتيجية التي تفرض على المؤسسة اختيار موقع جديد، سواء عند التأسيس الأولي، أو التوسع، أو حتى الانتقال لمواجهة تغيرات البيئة التنافسية. وسنستعرض من خلال هذا الفصل حزمة من العوامل المتداخلة التي تؤثر في هذا القرار، بدءًا من العوامل الاقتصادية المرتبطة بالمواد الخام والعمالة والبنية التحتية، وصولاً إلى الأبعاد الاجتماعية والسياسية والتشريعية، مع تسليط الضوء على نماذج واقعية من البيئة الاستثمارية الوطنية، كالمشاريع الكبرى في غار جبيلات وتيميمون والمناطق الصناعية الحيوية.

علاوة على ذلك، ينتقل الفصل من الإطار النظري إلى الإطار التطبيقي عبر استعراض الأدوات العلمية للمفاضلة بين البدائل المتاحة. حيث سيتم تزويد الطالب بالمهارات اللازمة لاستخدام أساليب كمية وكيفية دقيقة، مثل طريقة الأوزان المرجحة التي تدمج المعايير النوعية، وتحليل نقطة التعادل الذي يربط بين الموقع وحجم النشاط، وطريقة مركز الجاذبية التي تهدف إلى تدنية تكاليف اللوجستيات. إن هذا المزيج بين النظرية والتطبيق يهدف إلى صقل قدرة الطالب على اتخاذ قرارات موقعية مبنية على أسس علمية رصينة تضمن التميز التنافسي للمؤسسة.

1 أسباب وأهمية اختيار الموقع:

يُعتبر قرار اختيار الموقع من أهم القرارات الاستراتيجية في إدارة المؤسسات الصناعية والخدمية، حيث يتجاوز كونه اختيارًا جغرافيًا ليشكل عنصرًا أساسيًا في تحديد نجاح المشروع واستدامته. ويُطرح هذا القرار في مراحل متعددة من حياة المؤسسة، كما يرتبط بعدة اعتبارات اقتصادية واستراتيجية تؤثر في كفاءة العمليات وأداء المؤسسة على المدى الطويل (عبيدات، 2019؛ فياض وقدادة، 2010).

1.1. أسباب اختيار الموقع: يُطرح قرار اختيار الموقع في أكثر من مرحلة خلال دورة حياة المؤسسة، ولا يقتصر على التأسيس فقط، بل يمتد ليشمل محطات استراتيجية مختلفة:

1. **عند تأسيس مشروع جديد**: يكون الموقع في هذه المرحلة حجر الأساس الذي يُبنى عليه المشروع، حيث يؤثر بشكل مباشر على نجاح الانطلاقة الأولى وقدرة المؤسسة على المنافسة منذ البداية.
2. **عند توسيع الطاقة الإنتاجية أو الخدمية**: مع نمو المؤسسة وزيادة الطلب على منتجاتها أو خدماتها، تظهر الحاجة إلى التوسع. وقد يتم ذلك إما بتوسيع الموقع الحالي إذا سمحت الظروف، أو بإنشاء موقع إضافي جديد أكثر ملاءمة.
3. **عند الانتقال إلى موقع بديل**: تلجأ المؤسسة إلى هذا الخيار عند تغير المعطيات المحيطة، مثل:
    - ارتفاع تكاليف التشغيل أو النقل في الموقع الحالي.
    - تغيّر التوزيع السكاني وظهور أسواق أكثر جاذبية.
    - الرغبة في الاقتراب من مصادر المواد الخام أو الأسواق.
    - مواجهة مخاطر أو أزمات تؤثر على استمرارية النشاط.

2.1. أهمية اختيار الموقع: تأتي أهمية قرار اختيار الموقع من كونه قرارًا استراتيجيًا طويل الأمد، ويُعد من أكثر القرارات تأثيرًا على نجاح المؤسسة واستدامتها. ويمكن تلخيص هذه الأهمية في المحاور التالية:

1. **ضخامة الاستثمارات المالية**: يتطلب إنشاء مصنع أو فرع جديد إنفاقًا كبيرًا على الأراضي، المباني، التجهيزات، والبنية التحتية .هذه الاستثمارات شبه دائمة، وأي خطأ فيها يمثل عبئًا ماليًا يصعب معالجته.
2. **الارتباط بالاستراتيجيات طويلة الأجل**: يرتبط الموقع بشكل مباشر بخطط سلسلة التوريد، التسويق، والتوزيع .فالموقع الجيد يسهم في تدفق المواد الخام بسلاسة وتوزيع المنتجات بكفاءة، ما يدعم الرؤية الاستراتيجية للمؤسسة.

3. **التأثير على هيكل التكاليف**: يؤثر اختيار الموقع على تكلفة النقل، العمالة، الطاقة، المرافق، والضرائب. موقع يُحقق وفورات في هذه التكاليف يساهم في رفع كفاءة الأداء المالي للمؤسسة.
4. **تعزيز القدرة التنافسية**: يساهم الموقع القريب من الأسواق أو المستهلكين في تقليل زمن التسليم، رفع جودة الخدمة، وتحقيق رضا العملاء، مما يمنح المؤسسة ميزة تنافسية مستدامة.
5. **قرار طويل الأمد وصعب التغيير**: الموقع يُتخذ عادة لمرة واحدة أو مرات قليلة جدًا في حياة المؤسسة، سواء عند التأسيس، التوسع، أو الانتقال. وبسبب كلفته العالية وتعقيداته، فإن تصحيحه لاحقًا يكون صعبًا ومكلفًا للغاية.

يتضح أن قرار اختيار الموقع تحكمه **الأسباب** التي تدفع المؤسسة إلى طرحه في مراحل معينة من حياتها، كما تتجلى أهميته في كونه قرارًا استراتيجيًا له تأثير مباشر على الاستثمارات، التكاليف، والقدرة التنافسية. ومن ثم، فإن حسن اختيار الموقع يعد عاملًا جوهريًا في ضمان نجاح المؤسسة واستدامتها على المدى الطويل.

2 العوامل المؤثرة على اختيار موقع الإنتاج

يُعد قرار اختيار الموقع نتاجًا لتفاعل مجموعة من العوامل الاقتصادية والاجتماعية والسياسية، تختلف أهميتها النسبية باختلاف طبيعة النشاط (صناعي أو خدمي) والسوق المستهدف. فبعض الصناعات تُعطي الأولوية للعوامل الاقتصادية مثل القرب من المواد الخام أو الأسواق، بينما تركز المؤسسات الخدمية على القرب من المستهلكين والاستقرار الاجتماعي والسياسي. وفيما يلي أبرز هذه العوامل:

1.2. العوامل الاقتصادية:

أ. **القرب من المواد الخام ومستلزمات الإنتاج**: يمثل هذا العامل أهمية خاصة في الصناعات التي تعتمد على مواد خام ثقيلة، ضخمة الحجم، أو سريعة التلف مثل صناعة المعادن أو الصناعات الغذائية. فالموقع القريب من مصادر المواد الخام يساهم في تقليل تكاليف النقل وضمان انتظام التوريد، مما يرفع من كفاءة العمليات (فياض وقدادة، 2010). ***مثال: يُعد مشروع غار جبيلات** بتندوف نموذجًا واضحًا، حيث اختير الموقع أساسًا لاحتوائه على أحد أكبر احتياطات الحديد في العالم، ما يسمح بتقليل تكاليف النقل وضمان استدامة التموين لمركبات الحديد والصلب. كما عزّز قانون المناجم الجديد من جاذبية هذا المشروع عبر تبسيط إجراءات الامتياز وتشجيع الشراكات الدولية.*

ب. **القرب من الأسواق ومنافذ التوزيع**: المؤسسات التي تنتج سلعًا سريعة التلف أو ذات حجم كبير (مثل الألبان أو مواد البناء) تحتاج إلى مواقع قريبة من الأسواق المستهدفة، لأن ذلك يقلل من تكاليف التوزيع ويضمن وصول المنتجات بسرعة وجودة أعلى إلى المستهلك (عبيدات، 2019). وفي المقابل، الشركات الخدمية مثل الفنادق أو البنوك تختار مواقعها في مراكز المدن لضمان القرب من العملاء. ***مثال: تعد المنطقة الصناعية بالرويبة من أقدم وأهم المناطق الصناعية في الجزائر، وقد اختيرت لقربها من أكبر سوق استهلاكي (الجزائر العاصمة) ولارتباطها بشبكة توزيع وطنية واسعة. وبالمثل، يشكل ميناء وهران عنصرًا أساسيًا في استقطاب الصناعات الموجهة للتصدير، خصوصًا في قطاعي الصناعات الغذائية والميكانيكية.***

ت. **توفر الأيدي العاملة:** يشمل ذلك تكلفة العمالة، مدى توافرها، ومستوى مهاراتها. فبعض الصناعات تحتاج إلى عمالة كثيفة ورخيصة مثل صناعة النسيج، بينما تحتاج صناعات أخرى إلى عمالة ذات مهارات تقنية عالية مثل صناعة السيارات أو تكنولوجيا المعلومات. ومن ثم فإن اختيار الموقع يعتمد بدرجة كبيرة على خصائص سوق العمل المحلي(Plant Location, 2013) . ***مثال: اختيار موقع مشروع مصنع هيونداي الجديد بالشراكة مع مجموعة سعود بهوان (عُمان) في ولاية غليزان، والذي أُعلن عنه باستثمار يقارب 400 مليون دولار، لم يكن قرارًا اعتباطيًا؛ بل جاء نتيجة عوامل مدروسة تتعلق بوجود قاعدة صناعية متنامية في المنطقة، وتوافر مؤسسات تكوين مهني متخصصة في الصناعات الميكانيكية، فضلًا عن قربها من محور وهران الصناعي–المينائي الذي يمثل مركزًا حيويًا للتصدير والتوزيع.***

ث. **توفر المرافق والبنية التحتية**: من الضروري أن يتوفر في الموقع طرق معبدة، سكك حديدية، موانئ، ومطارات، بالإضافة إلى خدمات الطاقة (الكهرباء والغاز) والمياه والصرف الصحي. ضعف هذه المرافق يرفع تكاليف التشغيل ويحد من مرونة المؤسسة في التوسع (فياض وقدادة، 2010). ***مثال: أما البنية التحتية فقد كانت محددًا حاسمًا لعدة مشاريع، مثل ربط غار جبيلات بمشروع السكة الحديدية تندوف–بشار الذي يهدف إلى تسهيل نقل الخام ومعالجته، أو تمركز وحدات صناعية بالقرب من ميناء وهران الذي يمثل واجهة تصديرية للغرب الجزائري بفضل ارتباطه بالطريق السيار شرق–غرب.***

ج. **تكاليف الأراضي والضرائب**: تختلف أسعار الأراضي وتكاليف البناء بين منطقة وأخرى، كما تقدم بعض الحكومات إعفاءات ضريبية أو حوافز استثمارية لجذب المؤسسات نحو مناطق صناعية معينة. اختيار موقع يوفر هذه المزايا يقلل من التكاليف الاستثمارية ويزيد من ربحية المشروع (عبيدات، 2019). ***وبالنسبة لتكاليف الأراضي والحوافز الاستثمارية، فإن قانون الاستثمار الجديد (2022) قد وفر امتيازات غير مسبوقة في ولايات الجنوب***

والهضاب العليا، شملت تخفيضات جبائية وتسهيلات عقارية. في هذا السياق، يندرج مشروع ***"بلدنا" للألبان في تيميمون****، الذي يجري الإعداد لإطلاقه ليكون من أكبر المشاريع في إفريقيا، مستفيدًا من الإطار القانوني الجديد الذي يشجع الاستثمار في المناطق الداخلية.*

2.2. العوامل الاجتماعية والسياسية

أ. **الاستقرار السياسي والأمني:** يُعتبر هذا العامل من الشروط الأساسية لجذب الاستثمارات. فالمؤسسات عادة ما تتجنب المواقع التي تشهد نزاعات أو اضطرابات، نظرًا لارتفاع مستوى المخاطر المرتبطة بها (Plant Location, 2013).

ب. **الظروف الاجتماعية والثقافية**: تشمل هذه الظروف القيم والعادات السائدة، مستوى جودة الحياة، وتوفر الخدمات الصحية والتعليمية والثقافية. هذه الجوانب تلعب دورًا مهمًا في جذب العمالة المؤهلة وضمان استقرارها على المدى الطويل (عبيدات، 2019).

ت. **القوانين والتشريعات المحلية:** يجب أن يتوافق الموقع مع القوانين الخاصة بالبيئة، قوانين العمل، ومعايير الصحة والسلامة. فاختيار موقع يخضع لتشريعات واضحة ومستقرة يوفر بيئة أعمال آمنة ومستدامة (فياض وقدادة، 2010). ساهم الاستقرار التشريعي في توجيه قرارات اختيار المواقع الاستثمارية عبر مختلف المناطق، حيث شجع قانون الاستثمار 2022 على إطلاق مشاريع الطاقة الشمسية في الهضاب العليا وجذب شركات دوائية إلى سيدي عبد الله، فيما دعم قانون المناجم 2025 مشروع الفوسفات المدمج في الشرق الجزائري.

ث. **درجة التشجيع الحكومي:** بعض الحكومات تقدم حوافز لتوجيه الاستثمارات نحو مناطق معينة، مثل إنشاء مناطق صناعية أو حرة، تقديم إعفاءات ضريبية، أو دعم تكاليف البنية التحتية. هذه الحوافز تؤثر بشكل مباشر على جاذبية الموقع(Plant Location, 2013) .

يتضح أن قرار اختيار موقع الإنتاج يتأثر بمزيج من **العوامل الاقتصادية** التي تحدد الكلفة والكفاءة، و**العوامل الاجتماعية والسياسية** التي تحدد الاستقرار والجاذبية. ومن ثم، فإن دراسة هذه العوامل بشكل متوازن يساعد المؤسسة على اختيار الموقع الأمثل الذي يضمن لها استدامة العمليات وتحقيق ميزة تنافسية طويلة الأجل.

3 طرق المفاضلة بين المواقع البديلة

إنّ اختيار الموقع الأمثل لا يتم عادةً بشكل عشوائي أو اعتمادًا على الحدس، بل من خلال أساليب كمية وكيفية تساعد الإدارة على تقييم البدائل وفق معايير موضوعية. وتُعتبر هذه الطرق أدوات عملية في دعم القرار

الاستراتيجي للمؤسسات، خاصة في ظل المنافسة الدولية وتباين ظروف الاستثمار (فياض وقدادة، 2010؛ عبيدات، 2019). ومن أبرز هذه الأساليب:

1.3. طريقة الأوزان المرجحة(Factor Rating Method) : تُعد هذه الطريقة من أكثر الأساليب شيوعًا نظرًا لقدرتها على دمج العوامل الكمية (كالنقل والتكاليف) والكيفية (كالاستقرار السياسي أو القوانين) في نموذج واحد (Plant Location, 2013). تعتمد هذه الطريقة على الخطوات التالية.

1. تحديد العوامل المؤثرة على اختيار الموقع (القرب من السوق، العمالة، النقل، إلخ).
2. إعطاء وزن نسبي لكل عامل بحيث يكون مجموع الأوزان = 100.%
3. تقييم المواقع البديلة وإعطاؤها درجات (1–100)
4. حساب الدرجة المرجحة:

$$\mathbf{Si = (W1 \times Ri1) + (W2 \times Ri2) + \cdots + (Wn \times Rin)}$$

- Si : مجموع النقاط المرجحة للموقع(i)
- Wj : الوزن النسبي للعامل(j)
- Rij: درجة الموقع (i) بالنسبة للعامل(j)

مثال تطبيقي: تفاضل شركة **"السلسبيل"** بين ثلاث مواقع بديلة لاختيار احدها لإقامة فرعها الجديد

العامل	الوزن النسبي	الموقع أ	الموقع ب	الموقع ج
قرب المواد الخام	30%	85	90	70
تكلفة العمالة	20%	70	60	90
القرب من السوق	40%	95	80	85
توفر المرافق	10%	65	70	80

- **النتائج المرجحة:** الموقع أ: 84 * الموقع ب: 78 * الموقع ج: 81
- **الموقع الأفضل هو الموقع أ** لأنه الأكثر قيمة (84)، وهذا يدل على ملائمته.

2.3. طريقة تحليل نقطة التعادل(Break-Even Analysis) : تُعد هذه الطريقة من الأدوات الكمية الهامة في المفاضلة بين المواقع، إذ تركز على **المقارنة بين التكاليف الثابتة والمتغيرة** لكل موقع محتمل، وتحديد **الحجم الإنتاجي (Q)** الذي عنده يصبح أحد المواقع أكثر جدوى من غيره (عبيدات، 2019). وتُستخدم هذه الطريقة بكثرة في

القرارات الصناعية نظرًا لبساطتها ووضوحها في إظهار تأثير الإنتاج على التكلفة الكلية. ترتكز هذه الطريقة على الفرضيات التالية:

- كل موقع يتميز بتركيبة مختلفة من التكاليف الثابتة والمتغيرة.
- عند مستويات إنتاج منخفضة، قد يكون الموقع ذو **التكاليف الثابتة المنخفضة** أكثر جدوى.
- عند مستويات إنتاج مرتفعة، يصبح الموقع ذو **التكلفة المتغيرة المنخفضة** أكثر ربحية.
- العلاقة بين حجم الإنتاج والتكاليف علاقة **خطية** (أي أن التكلفة المتغيرة للوحدة ثابتة).

وتُحسب التكاليف الكلية لكل موقع اعتمادًا على العلاقة الخطية بين التكاليف الثابتة والمتغيرة، وذلك وفق الصيغة الرياضية التالية:

حيث: $$Y = a X + b$$

- Y : التكاليف الكلية
- b: التكاليف الثابتة
- a :التكلفة المتغيرة للوحدة
- X: حجم الإنتاج

يتم تحديد نقطة **التعادل بيانيًا من خلال تمثيل** التكاليف الكلية لكل موقع بخط مستقيم يبدأ من مستوى التكاليف الثابتة (b) على الفصلالعمودي، ويزداد بميل يتحدد وفقًا للتكلفة المتغيرة للوحدة(a). ومن خلال مقارنة هذه الخطوط، يمكن تحديد الموقع الأقل تكلفة عند حجم إنتاج معين، كما أن تقاطع خطي تكاليف موقعين مختلفين يُمثل نقطة التعادل؛ أي الحجم الإنتاجي الذي عنده تتساوى تكاليف الموقعين.

ويُرسم هذا النموذج على محورين رئيسيين:

- **المحور الأفقي :(X)** حجم الإنتاج.
- **المحور العمودي :(Y)** التكاليف الكلية.

وتُستخدم هذه الطريقة لإظهار التغير في جدوى المواقع مع اختلاف مستويات الإنتاج، مما يساعد متخذ القرار على اختيار الموقع الأمثل سواء عند الإنتاج المنخفض أو المرتفع.

ولتوضيح كيفية تطبيق هذا الأسلوب نقدم المثال التالي:

ترغب شركة في اختيار موقع جديد لمصنعها من بين ثلاثة مواقع مقترحة: الموقع أ، الموقع ب، والموقع ج .وقد تم تقدير التكاليف لكل موقع على النحو التالي:

الموقع	التكاليف الثابتة السنوية (بالدينار)	التكلفة المتغيرة للوحدة (بالدينار)
أ	200,000	180
ب	100,000	200
ج	300,000	150

المطلوب:

- إذا كان حجم الإنتاج المتوقع هو 7,000 وحدة، فما هو الموقع الأمثل الذي يحقق أقل تكاليف إنتاج؟
- حدد نقاط تقاطع المواقع الثلاثة، ثم أوجد المجالات التفضيلية لكل موقع حسب حجم الانتاج.

الحل:

1. **إيجاد الموقع الأمثل عند حجم إنتاج 7,000 وحدة:**

لإيجاد الموقع الأمثل، نستخدم معادلة التكاليف الكلية لكل موقع: **التكاليف الكلية = التكاليف الثابتة + (التكلفة المتغيرة للوحدة × حجم الإنتاج)**

- **الموقع أ:** التكاليف الكلية = 200,000 + (7,000 × 180) = 200,000 + 1,260,000 = **1,460,000 دينار**
- **الموقع ب:** التكاليف الكلية = 100,000 + (7,000 × 200) = 100,000 + 1,400,000 = **1,500,000 دينار**
- **الموقع ج:** التكاليف الكلية = 300,000 + (7,000 × 150) = 300,000 + 1,050,000 = **1,350,000 دينار**

النتيجة: الموقع الأمثل هو **الموقع ج** لأنه يحقق أقل تكلفة إجمالية عند حجم الإنتاج المتوقع(7000 وحدة).

2. **تحديد نقاط التقاطع والمجالات التفضيلية**

لإيجاد نقاط التقاطع، نساوي معادلات التكاليف الكلية للمواقع ببعضها:

- **نقطة تقاطع الموقع أ مع الموقع ب:**

200,000 + 180Q = 100,000 + 200Q 100,000 = 20Q

Q= 5,000 وحدة

- **نقطة تقاطع الموقع أ مع الموقع ج:**

200,000 + 180Q = 300,000 + 150Q 30Q = 100,000

Q= 3,333 وحدة

- **نقطة تقاطع الموقع ب مع الموقع ج :**

100,000 + 200Q = 300,000 + 150Q 50Q = 200,000

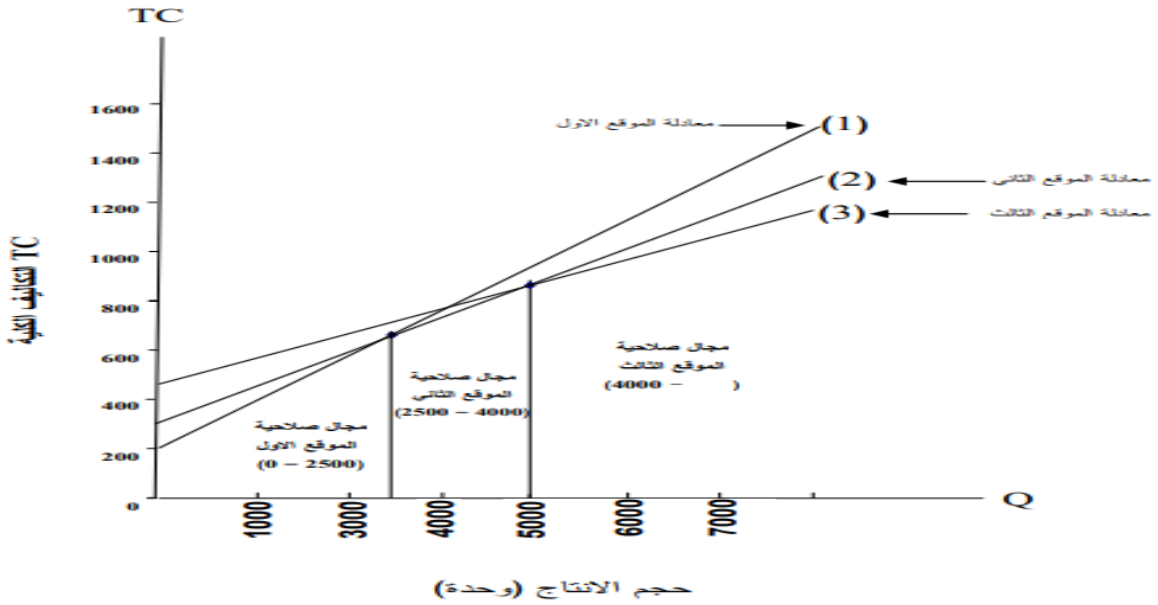
Q =4,000 وحدة

المجالات التفضيلية لكل موقع:

- **الموقع ب** هو الأفضل عند حجم إنتاج **أقل من 3,333 وحدة**.
- **الموقع أ** هو الأفضل عند حجم إنتاج بين **3,333وحدة** و **5,000وحدة**.
- **الموقع ج** هو الأفضل عند حجم إنتاج **أكثر من 5,000 وحدة**.

يوضح الرسم البياني التالي نقاط التقاطع والمجالات التفضيلية لكل موقع.

الشكل: التمثيل البياني لطريقة تحليل نقطة التعادل



عندما يكون حجم الإنتاج أقل من 3,333 وحدة، يكون خط الموقع ب هو الأدنى. بين 3,333 و5,000 وحدة، يكون خط الموقع أ هو الأدنى. أما بعد 5,000 وحدة، فيصبح خط الموقع ج هو الأقل تكلفة. بما أن حجم الإنتاج المتوقع هو 7,000 وحدة (وهو أكبر من 5,000)، فإن **الموقع ج** هو الموقع الأمثل، وهذا يتطابق مع الحل الرياضي.

3.3. طريقة مركز الجاذبية(Center of Gravity Method) :

تُعد طريقة **مركز الجاذبية** هي أحد الأساليب الرياضية الأكثر شيوعًا في اختيار الموقع الأمثل لمركز توزيع أو مصنع، حيث تستمد تسميتها من معالجتها لمشاكل نقل المنتجات من مصانع متعددة إلى مناطق متعددة، بهدف **تخفيض تكاليف النقل إلى أدنى حد ممكن وتعظيم الأرباح**(Gratacap & Médan, 2013؛ عبيدات، 2019). يعتمد هذا الأسلوب على تحديد موقع "المركز المرجح" الذي يوازن بين مواقع الأسواق المختلفة وأحجام الطلب فيها، بالاعتماد على:

- مواقع الأسواق.

- حجم البضائع المشحونة لكل سوق.
- أحيانًا تكاليف النقل بين النقاط المختلفة.

كما يمكن التعبير عن المسافات بين الموقع الجديد والأسواق باستخدام العلاقة:

$$r_i = \sqrt{a_i{}^2 + b_i{}^2}$$

حيث:

- a_i : هو الفرق في الإحداثيات الأفقية (X) بين السوق iiiوالموقع الجديد.
- b_i : هو الفرق في الإحداثيات العمودية (Y) بين السوق iiiوالموقع الجديد.
- r_i : هو طول الوتر (المسافة الإقليدية).

وبالتالي، عند الحصول على مجموع المسافات المرجحة بالكميات المشحونة، يتم ضرب الناتج في تكلفة النقل للوصول إلى الكلفة الكلية.

لتنفيذ هذه الطريقة، نتبع الخطوات التالية:

1. تقسيم الخريطة المرجح اختيار الموقع ضمنها إلى أبعاد أفقية (X) وعمودية (Y) متساوية.
2. تحديد الإحداثيات (x, y) لكل سوق أو مركز استهلاكي قائم.
3. جمع البيانات حول حجم البضائع المنقولة أو المشحونة لكل سوق.(Wi)
4. إدراج تكاليف النقل عند الحاجة (بالاعتماد على المسافة أو كلفة الطن/كم).
5. تطبيق معادلات مركز الجاذبية لتحديد الموقع الأمثل الجديد وفق الصيغ التالية :

$$Cx = \frac{\sum(W_i \times X_i)}{W_i} \qquad Cy = \frac{\sum(W_i \times Y_i)}{W_i}$$

حيث:

- Cx : الإحداثي الأفقي للموقع الجديد.
- yi :الإحداثي العمودي للموقع الجديد.
- xi,yi : إحداثيات السوقi .
- Wi :حجم البضائع المشحونة للسوق i.

يتمثل النموذج بخريطة مقسمة إلى محاور (X, Y) يتم وضع الأسواق عليها مع الإحداثيات والكميات، ثم يُحسب الموقع الجديد بحيث يكون أشبه بـ "**المركز المرجح**" الذي يوازن بين المواقع المختلفة وأحجام الطلب فيها.

مثال تطبيقي –: ترغب شركة جيبلي للالبان في تحديد موقع مخزن مبرد جديد يخدم **أربع أسواق** كما في الشكل، بإحداثيات (كم) وكميات شهرية) :

السوق	الإحداثي(X)	الإحداثي(Y)	حجم الشحناتWi (بالطن)
1	**60**	**40**	**60**
2	**30**	**120**	**30**
3	**120**	**120**	**45**
4	**100**	**80**	**65**

المطلوب

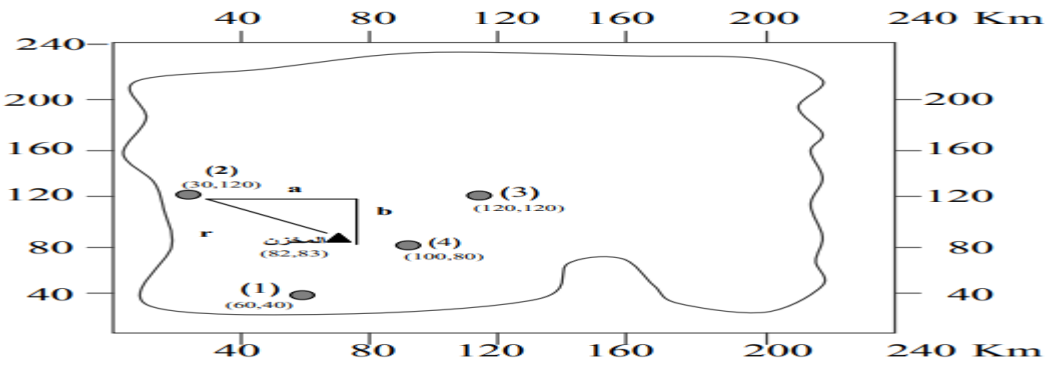
1. **إيجاد إحداثيات موقع المخزن الجديد بطريقة مركز الجاذبية.**
2. **حساب المسافة الإقليدية من المخزن الجديد إلى كل سوق.**
3. **حساب الكلفة الشهرية الإجمالية للنقل على أساس 10 دينار لكل (طن/كم)**

الحل:

1- تحديد موقع المخزن بطريقة مركز الجاذبية

$$Cx = \frac{(65\times100)+(120\times45)+(30\times30)+(60\times60)}{65+45+30+60} = \frac{16400}{200} = 82$$

$$Cy = \frac{(65\times80)+(120\times45)+(120\times30)+(40\times60)}{65+45+30+60} = \frac{16600}{200} = 83$$



إذن، الموقع الأمثل لمركز التوزيع الجديد يقع عند الإحداثيات .(83, 82)

2- المسافات الإقليدية إلى الأسواق

$$r_i = \sqrt{(82 - x_i)^2 + (y_i - 83)^2}$$

- **السوق 1:** $r_1 = \sqrt{(82-60)^2 + (83-40)^2} = \sqrt{22^2 + 43^2} = 48.301$
- **السوق2:** $r_2 = \sqrt{(82-30)^2 + (83-120)^2} = \sqrt{52^2 + 73^2} = 63.820$
- **السوق3:** $r_3 = \sqrt{(82-120)^2 + (83-120)^2} = \sqrt{38^2 + 37^2} = 53.038$
- **السوق 4:** $r_4 = \sqrt{(82-100)^2 + (83-80)^2} = \sqrt{22^2 + 43^2} = 18.248$

3-الكلفة الشهرية الإجمالية للنقل

تُحسب الكلفة بترجيح المسافة بكميات الشحن:

الكلفة=سعر النقل× $(Wi \cdot ri) = r_1\ 60 + r_2\ 30 + r_3\ 45 + r_4\ 60$

تعويض القيم:

- 2898.0760 =48.301*60
- 1914.60 =63.820*30
- 2386.7045=53.038*45
- 1186.1465=18.248*65

مجموع (طن/كم) = 2898.0760 +1914.60 + 2386.7045 + 1186.1465= 8385.51

إذًا : الكلفة **8,3855*** 10 ≈ 83,855 دينار / شهر

وعليه، مكّنت الطريقة من تحديد الموقع الأمثل للمخزن الجديد عند (83 ,82) بتكلفة نقل إجمالية شهرية تقارب 83,855دج.

خاتمة الفصل الثاني:

في ختام هذا الفصل، نخلص إلى أن اختيار موقع التصنيع هو عملية مفاضلة معقدة تتطلب توازناً دقيقاً بين تقليل التكاليف التشغيلية وتعظيم العوائد الاستراتيجية. لقد أظهرت الدراسة أن الموقع الأمثل ليس بالضرورة هو الأرخص ثمناً، بل هو الموقع الذي يوفر أفضل توليفة من المزايا الاقتصادية والاجتماعية والسياسية. ومن خلال الأمثلة المستمدة من الواقع الاقتصادي الجزائري، تبيّن لنا كيف يمكن للمناخ التشريعي والحوافز الحكومية أن تُعيد رسم الخارطة الصناعية، وتحول المناطق الداخلية والجنوبية إلى أقطاب جاذبة للاستثمارات الكبرى.

كما أكدت محاور هذا الفصل على ضرورة الانتقال من القرارات المبنية على الحدس إلى القرارات المستندة إلى النماذج الرياضية والكمية. فاستخدام "طريقة الأوزان المرجحة" سمح لنا بتكميم العوامل النوعية، بينما وفر "تحليل نقطة التعادل" رؤية واضحة حول جدوى الموقع ارتباطاً بمستويات الإنتاج، في حين أثبتت "طريقة مركز الجاذبية" فاعليتها في تحسين الكفاءة اللوجستية. إن هذه الأدوات مجتمعة تمنح المسير القدرة على تقليل مخاطر الاستثمار طويل الأجل وضمان مرونة المؤسسة في مواجهة تقلبات السوق.

وأخيراً، يجب التأكيد على أن اختيار الموقع هو الخطوة الأولى في بناء النظام الإنتاجي، وهي الخطوة التي ستحدد طبيعة القرارات اللاحقة المتعلقة بالترتيب الداخلي للمصنع وتصميم العمليات وتخطيط التدفقات. وعليه، فإن الفهم العميق لمتطلبات الموقع يُعد حجر الزاوية في بناء ميزة تنافسية مستدامة، حيث تظل المؤسسة قادرة على تلبية حاجات عملائها بأعلى جودة وأقل كلفة زمنية ومادية، وهو ما سيمهد الطريق لدراسة كيفية تنظيم هذا الموقع داخلياً في الفصول القادمة.

الفصل الثالث:

التنبؤ بالطلب على الانتاج

مقدمة الفصل الثالث: التنبؤ بالطلب

يُعد التنبؤ بالطلب الركيزة الأساسية التي تنطلق منها كافة الخطط الاستراتيجية والتشغيلية في المؤسسات الحديثة؛ فهو يمثل الجسر الرابط بين الموارد المتاحة حالياً والاحتياجات المستقبلية غير المؤكدة. في بيئة أعمال تتسم بالتقلب المستمر، لم يعد التنبؤ مجرد خيار إداري، بل أصبح أداة حتمية لتقليص فجوة الغموض وتحويل التوقعات إلى أرقام وبيانات قابلة للتنفيذ، مما يضمن للمؤسسة التوازن بين كفاءة الإنتاج وتطلعات المستهلكين.

تهدف هذه الوحدة التعليمية إلى تمكين الطالب من فهم الأبعاد الزمنية للتنبؤ، حيث تختلف الحاجة إلى المعلومة باختلاف المدى الزمني؛ فبينما يركز التنبؤ قصير المدى على الجدولة اليومية وإدارة المخزون، يمتد التنبؤ طويل المدى ليرسم ملامح التوسع الرأسمالي واختيار المواقع الجديدة. إن استيعاب هذه التمايزات الزمنية هو ما يسمح للمسير باختيار النموذج الرياضي أو الوصفي الأكثر ملاءمة للموقف الإداري الذي يواجهه.

كما يستعرض هذا الفصل مزيجاً متكاملاً من أساليب التنبؤ، بدءاً من الطرق النوعية التي تعتمد على الخبرة المتراكمة والحدس البشري مثل "طريقة دلفي"، وصولاً إلى الأساليب الكمية الرصينة كالمتوسطات المتحركة، التمهيد الأسي، وتحليل الانحدار الخطي. إن هذا التنوع المنهجي يمنح الطالب القدرة على تحليل السلاسل الزمنية وفهم العلاقات السببية بين المتغيرات، بما يضمن بناء تقديرات دقيقة تدعم اتخاذ قرارات إنتاجية تتسم بالفاعلية والرشاقة.

1 مفهوم التنبؤ وأهميته في إدارة الإنتاج والعمليات:

يعتبر التنبؤ من الوظائف الأساسية للإدارة، حيث يوفر للمؤسسة رؤية استشرافية للمستقبل، مما يمكنها من التخطيط بفعالية لمواجهة التحديات واغتنام الفرص. هو بمثابة خريطة طريق تساعد صانعي القرار على التنقل في بيئة الأعمال المعقدة والمتغيرة.

يعرّف التنبؤ بأنه" **التخطيط ووضع الافتراضات حول أحداث المستقبل باستخدام تقنيات خاصة عبر فترات زمنية مختلف**(Kumar, 2022) ". وهو أيضًا عملية تقدير حجم الطلب المستقبلي على منتج أو خدمة معينة خلال فترة زمنية محددة، مما يساهم في الحد من حالة عدم التأكد التي تواجهها المؤسسات (Reid & Sanders, 2019). يهدف التنبؤ إلى تقليل حالة الغموض في بيئة الأعمال الديناميكية، مما يمكّن المديرين من اتخاذ قرارات مستنيرة تتعلق بالموارد والعمليات. تكمن أهمية التنبؤ في كونه:

- **أداة أساسية للتخطيط على كافة المستويات** :بدءًا من التنبؤ بالمبيعات الذي يوجه خطط التسويق، وصولًا إلى تخطيط القدرة الإنتاجية وتحديد مستويات المخزون.
- **عنصر حيوي في إدارة العمليات يساهم في استغلال الموارد بأفضل شكل** :يساعد التنبؤ الدقيق على تخصيص الموارد الإنتاجية (مثل الآلات والمعدات والقوى العاملة) بكفاءة، مما يقلل من هدر الطاقة الإنتاجية أو النقص فيها.
- **عامل مهم في الحد من المخاطر وتجنب المشكلات المتعلقة بالإنتاج أو التسويق** :من خلال التوقع المسبق للطلب، يمكن للمؤسسة تجنب المشاكل مثل المخزون الزائد الذي يزيد من التكاليف، أو نقص المخزون الذي يؤدي إلى خسارة المبيعات والعملاء.
- **الأساس لجميع الأنشطة التشغيلية، بما في ذلك جدولة العمل، تحديد مستويات القوى العاملة، وإدارة المخزون** (Slack, Chambers, & Johnston, 2010): فبدون التنبؤ، تصبح قرارات الجدولة عشوائية، ويصعب تحديد عدد العمال المطلوبين، وتتأثر كفاءة سلسلة التوريد بأكملها.

يظل التنبؤ أداة لا غنى عنها لأي مؤسسة تسعى للنمو والاستمرارية، حيث يضمن لها التكيف مع التغيرات البيئية واتخاذ قرارات مستنيرة بناءً على بيانات وتحليلات دقيقة.

2 أنواع التنبؤ وأبعاده الزمنية:

تختلف طبيعة التنبؤات والتقنيات المستخدمة فيها بناءً على المدى الزمني الذي تغطيه. يمكن تصنيف التنبؤات إلى ثلاثة أنواع رئيسية، يخدم كل منها أهدافًا مختلفة داخل المؤسسة. يُعتبر **البعد الزمني** عاملاً حاسمًا في اختيار طريقة التنبؤ، حيث تزداد درجة عدم اليقين كلما زاد الأفق الزمني للتنبؤ(Kumar, 2022) . ولاستعراض تصنيفات التنبؤ بناءً على المدى الزمني واستخداماته الرئيسية، يلخص الجدول **رقم (3-1)** هذه الفئات كالتالي :

الجدول (3-1): تصنيفات التنبؤ بناءً على المدى الزمني

نوع التنبؤ	المدى الزمني	الاستخدامات الرئيسية
قصير المدى	أقل من 3 أشهر إلى سنة	جدولة الإنتاج، تخطيط المشتريات، مستويات العمالة
متوسط المدى	من 3 أشهر إلى 3 سنوات	تخطيط المبيعات، تخطيط الإنتاج، إعداد الميزانية
طويل المدى	3سنوات أو أكثر	التوسع في رأس المال، اختيار مواقع المصانع، البحث والتطوير

1. **التنبؤ قصير المدى(Short-Range Forecasting) :** يُعدّ هذا النوع من التنبؤات الأكثر شيوعًا ودقة في الإدارة التشغيلية، ويركّز على التفاصيل الدقيقة للأعمال اليومية، مما يساعد في تحسين الكفاءة التشغيلية الفورية. تغطي التنبؤات قصيرة المدى فترات زمنية قصيرة تتراوح **من ثلاثة أشهر إلى سنة واحدة**، وتُستخدم لاتخاذ **القرارات التشغيلية اليومية** في إدارة الإنتاج والعمليات. تساهم هذه التنبؤات بشكل مباشر في جدولة الإنتاج، وتخطيط المشتريات، وتحديد مستويات العمالة، وإدارة المخزون .(Slack, Chambers, & Johnston, 2010) نظرًا لقصر مدته، يعتمد التنبؤ قصير المدى على **البيانات التاريخية الدقيقة** ويستخدم بشكل أساسي **الأساليب الكمية** مثل المتوسطات المتحركة والتنعيم الأسي.

2. **التنبؤ متوسط المدى(Medium-Range Forecasting) :** يمثل هذا النوع من التنبؤ جسرًا بين القرارات التشغيلية قصيرة المدى والتخطيط الاستراتيجي طويل المدى، ويساعد على اتخاذ قرارات تكتيكية مهمة. يمتد التنبؤ متوسط المدى **من ثلاثة أشهر إلى ثلاث سنوات** .تُستخدم هذه التنبؤات في **التخطيط الاستراتيجي التكتيكي** الذي يؤثر على المؤسسة على المدى القريب .(Reid & Sanders, 2019) من أبرز استخداماته تخطيط المبيعات الإجمالي، وتخطيط الإنتاج، وإعداد الميزانية، وتخطيط القدرة. قد يدمج هذا النوع من التنبؤات بين **الأساليب الكمية والنوعية** للوصول إلى توقعات أكثر شمولًا.

3. **التنبؤ طويل المدىLong-Range Forecasting) :** يُعد هذا النوع من التنبؤ الأكثر صعوبة والأقل دقة، لكنه الأكثر أهمية في القرارات التي تحدد مستقبل الشركة. يمتد التنبؤ طويل المدى إلى **ثلاث سنوات أو أكثر** .تُستخدم هذه التنبؤات في اتخاذ **القرارات الاستثمارية الكبرى والاستراتيجية** التي تؤثر على مستقبل المؤسسة لعقود (Gratacap & Médan, 2013).يتضمن هذا النوع من التنبؤات: التوسع في رأس المال، واختيار مواقع المصانع الجديدة، والبحث والتطوير، وتخطيط القدرة الإنتاجية على المدى الطويل. نظرًا لكونه يتأثر بمتغيرات اقتصادية، وسياسية، وتكنولوجية غير مؤكدة، يعتمد التنبؤ طويل المدى بشكل أساسي على **الأساليب النوعية**، مثل طريقة دلفي، بالإضافة إلى **النماذج الاقتصادية الكلية**.

يعكس الاختلاف في الأبعاد الزمنية أهمية التكيف مع احتياجات التخطيط المختلفة، فكلما كان المدى الزمني أطول، زادت حالة عدم التأكد واعتمد التنبؤ على أساليب مختلفة للتعامل معها.

3 أساليب التنبؤ بالطلب:

تُصنف أساليب التنبؤ إلى مجموعتين رئيسيتين: الأساليب النوعية التي تعتمد على الخبرة والحدس، والأساليب الكمية التي تعتمد على البيانات التاريخية والنماذج الرياضية. يُستخدم كل نوع منهما في ظروف مختلفة لتحقيق أفضل النتائج(Giard, 2003) .

1.3. الأساليب النوعية(Qualitative Models) : تُستخدم هذه الأساليب عندما لا تتوفر بيانات تاريخية كافية أو عندما تكون البيئة المحيطة متغيرة بشكل كبير، مما يجعل النماذج الكمية غير مجدية. تعتمد الأساليب النوعية بشكل أساسي على الخبرة الشخصية، والحدس، والتوقعات(Kumar, 2022) . **و من أهم الأساليب النوعية نذكر:**

أ. **تقديرات رجال البيع(Sales Force Estimates) :** تُعد هذه الطريقة من أكثر الأساليب شيوعًا وفعالية، حيث تعتمد على الخبرة المباشرة لمندوبي المبيعات الذين يتفاعلون بشكل مستمر مع العملاء. يتم جمع تقديراتهم للطلب المستقبلي في مناطقهم الجغرافية، ثم تُدمج هذه التقديرات لتكوين التنبؤ الكلي للشركة. تتميز هذه الطريقة بالدقة النسبية لقرب رجال البيع من الزبائن، وسرعة الحصول على التنبؤ، وتكلفتها المنخفضة، كما أنها تتيح إمكانية تجميع الطلب على أي مستوى ترغب فيه الشركة.

ب. **أسلوب لجنة الخبراء(Panel of Experts Methods) :** يستخدم هذا الأسلوب للاستفادة من المعرفة الجماعية لمجموعة من الخبراء، سواء كانوا من داخل المؤسسة أو من خارجها، في اتخاذ قرارات التنبؤ. يتم تشكيل لجنة من الخبراء في مجالات مختلفة (التسويق، الإنتاج، المالية) لتقديم تقديراتهم للطلب المستقبلي. يساعد هذا

الأسلوب في تعديل التنبؤات التي أُجريت في مواجهة ظروف استثنائية، مثل إطلاق منتجات جديدة أو حدوث تغيرات جذرية في السوق، كما يتيح دمج وجهات نظر متعددة لتقييم الموقف من جوانب مختلفة.

ت. طريقة دلفي(Delphi Method) : تُعد طريقة دلفي نسخة محسّنة من أسلوب لجنة الخبراء، حيث تم تطويرها للتغلب على عيوب التفاعل المباشر بين الخبراء، مثل تأثير الشخصيات القوية أو آراء الأغلبية. تعتمد على الحصول على إجماع بين مجموعة من الخبراء بشكل سري ومجهول. يتم تبادل الآراء عبر جولات استبيان متتالية، حيث يتم تزويد كل خبير بالتقديرات المتوسطة لزملائه في الجولة السابقة، مع الأسباب التي قدموها لدعم تقديراتهم. تستمر هذه العملية حتى يتم التوصل إلى رأي مشترك ومتقارب بين جميع الخبراء.

تُظهر الأساليب النوعية قدرة عالية على التكيف مع التغيرات في البيئة التشغيلية، وتقدم رؤى قيمة تعتمد على الخبرة البشرية، وهو ما يجعلها مكملًا أساسيًا للأساليب الكمية.

2.3. الأساليب الكمية(Quantitative Models) : تعتمد هذه الأساليب على تكميم المعطيات وتحليل البيانات التاريخية باستخدام نماذج رياضية وإحصائية(Gratacap & Médan, 2013) . تُعد هذه الأساليب أكثر دقة من الأساليب النوعية، خاصة في التنبؤات قصيرة المدى التي تتوافر فيها بيانات تاريخية. سنستعرض 03 طرق رئيسية:

أ. **<u>أسلوب المتوسطات المتحركة:</u>** هو من إحدى الطرائق المستخدمة في تحديد الاتجاه في السلسلة، ويعد أيضاً من الأساليب الكمية المستخدمة في التنبؤ بالطلب على المنتجات. بموجب هذا الأسلوب، فإن التنبؤ بالطلب لفترة مقبلة يساوي مجموع الطلب لعدد معين من الفترات الماضية مقسوماً على تلك الفترات. تفترض هذه الطريقة أن الطلب مستقر نوعاً ما وأنه لا ينطوي على عوامل موسمية.

ومن مزايا هذه الطريقة أنها سهلة الفهم والتطبيق ولا تتطلب بيانات كثيرة عن الماضي، أما عيوب هذا الأسلوب أن نتائج التنبؤ تعتمد على طول المتوسط، لذلك ينبغي اختيار فترة زمنية مناسبة لحساب التنبؤ. وكلما طالت فترة المتوسط كلما ساعد ذلك على إزالة أثر العوامل العشوائية.

<u>مثال :</u>بفرض أن البيانات التالية تمثل الطلبات الشهرية لمنتج معين خلال أشهر متتالية كما هو مبين بالجدول التالي:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7
الطلب	45	50	55	60	70	75	80

والمطلوب:

1- التنبؤ بالطلب للشهر الخامس باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة لعدد ثلاث فترات.

2- التنبؤ بالطلب للشهر السابع باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة لعدد أربع فترات.

3- التنبؤ بالطلب للشهر السادس باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة لعدد أربع فترات بالأوزان التالية: (3 للشهر السابق، 4 قبل شهرين، 2 قبل ثلاثة أشهر، 5 قبل أربعة أشهر).

4- التنبؤ بالطلب للشهر الثامن باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة لعدد أربع فترات بالأوزان التالية: (30% للشهر السابق، 10% قبل شهرين، 40% قبل ثلاثة أشهر، 20% قبل أربعة أشهر)

الحل: لحساب الطلب المتنبأ به باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة (كما هو مطلوب في النقطتين 1، 2) يتم اتباع القاعدة التالية:

$$MA_t = \frac{\sum_{k=1}^{n} \mathrm{D}_{t-k}}{\mathrm{N}}$$

حيث أن:

MA_t = المتوسط المتحرك للفترة المقبلة t / n= مجموع الفترات / K= مؤشر الفترات ($K=1,2,3,.....\in$)

N= طول المتوسط (t >N) / D_{t-k} = الطلب الحقيقي للفترة t-k. ويتم الحساب كما هو مبين بالجدول التالي:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7
الطلب	45	50	55	60	70	75	80
المتوسط المتحرك للشهر الخامس طوله ثلاث فترات					(50+55+60)÷3=165 ÷3=55		
المتوسط المتحرك للشهر السابع طوله خمس فترات							(55+60+70+75)÷4=260÷4= 65

ولحساب الطلب المتنبأ به باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة المرجح بالأوزان (كما هو مطلوب في النقطتين 3، 4) يتم اتباع القاعدة التالية:

$$WMA_t = \frac{\sum(W_k D_k)}{\Sigma W_k}$$

حيث أن:

WMA_t = المتوسط المتحرك الموزون للفترة المقبلة t

W_k= الوزن النسبي للفترة k

D_k= الطلب الحقيقي للفترة k

ويتم الحساب كما هو مبين بالجدول التالي:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8
الطلب	45	50	55	60	70	75	80	
المتوسط المتحرك الموزون للشهر السادس طوله أربع فترات بالأوزان التالية: (3 للشهر السابق، 4 قبل شهرين، 2 قبل ثلاثة أشهر، 5 قبل أربعة أشهر).						(5×50+2×55+4×60+3×70)÷ 14=(250+110+240+210)÷14 =810÷14≈57.86 وحدة		
المتوسط المتحرك الموزون للشهر الثامن طوله أربع فترات بالأوزان التالية: (30% للشهر السابق، 10% قبل شهرين، 40% قبل ثلاثة أشهر، 20% قبل أربعة أشهر).								(80×0.30+75×0.10+70×0.40+60×0.20) =24+7.5+28+12=71.5 وحدة.

ب. **<u>طريقة التمهيد الأسي</u>:** يُعاب على طريقتي المتوسط المتحرك البسيط والموزون، الحاجة إلى الاحتفاظ ببيانات تاريخية لفترات طويلة، ويُعد ذلك عبئاً كبيراً على القائمين بعملية التنبؤ. وللتغلب على هذا العيب، ظهرت طريقة التمهيد الأسي. تعتمد هذه الطريقة على أخذ التنبؤ الخاص بالفترة السابقة وإجراء تعديل عليه للحصول على التنبؤ الخاص بالفترة التالية. ويعبر هذا التعديل عن خطأ التنبؤ بالفترة السابقة، ويتم حسابه بضرب خطأ التنبؤ في الفترة السابقة في معامل ثابت α يتراوح بين (0 و 1)، يطلق عليه ثابت التمهيد.

$$P_i = P_{i-1} + \alpha(R_{i-1} - P_{i-1})$$

P_i :تنبؤ الفترة الجديدة i ؛ P_{i-1} : تنبؤ الفترة السابقة i-1 ؛ **Ri-1**:الطلب الفعلي للفترة السابقة i-1 ؛ : α معامل التمهيد (وتتراوح من 0 الى 1).

يمكن كتابة المعادلة السابقة:

$$Pi = \alpha\ Ri-1 + (1-\alpha)\ Pi-1$$

حالات ثابت التمهيدα :

- اختيار ألفا كبير (أقرب إلى) 1 ، يعني إعطاء أهمية أكبر للقيم الحديثة، من أجل تسريع ردة فعل التوقع لملاحقة التغيرات الأخيرة للسلسلة، نقول في هذه الحالة أن التنبؤ أو **التمهيد مرن.**
- اختيار قيمة صغيرة لثابت التمهيد، يعني إعطاء أهمية أكبر لماضي السلسلة البعيد واستيعاب معلوماتها، وتقليص تباين السلسلة الممهدة، ونقول في هذه الحالة أن **التمهيد صلب**.

- أقصى قيمة ل α أي 1 ، تعني إغفال تام لماضي السلسلة فتصبح القيمة المتوقعة للفترة الموالية، هي القيمة الحالية نفسها.
- إعطاء صفر كثابت تمهيد يجعل **التنبؤ ثابتا** عند أول قيمة في السلسلة

مثال: فيما يلي بيانات الطلب الفعلي بالوحدات على منتج معين لأربع فترات:

الفترة	1	2	3	4
الطلب الفعلي	150	160	140	130

بافتراض أن $\alpha = 0.8$ وأن رقم الطلب المتوقع للفترة الأولى كان 145 وحدة.

المطلوب: احسب الطلب المتوقع للفترة الخامسة باستخدام طريقة التمهيد الأسي.

الحل: للوصول للطلب المتوقع للفترة الخامسة باستخدام طريقة التمهيد الأسي نقوم بالآتي:

$$\text{م ت} = \text{م ت -1} + \alpha\ (\text{ف ت -1} - \text{م ت -1})$$

الفترة	الطلب الفعلي	التنبؤ بالمبيعات(α=0.8)
1	150	145(مفترض)
2	160	145+0.8(150−145)=145+4=149
3	140	149+0.8(160−149)=149+8.8=**157.8**
4	130	157.8+0.8(140−157.8)=157.8−14.24=**143.56**
5	-	143.56+0.8(130−143.56)=143.56−10.848=**132.71**

الطلب المتوقع للفترة الخامسة هو 132.71 وحدة.

ملاحظة :في حالة عدم توفر قيمة التنبؤ الأولية(P1) ، يمكن افتراض أنها تساوي قيمة الطلب الفعلي الأول.(R1)

ت. <u>طريقة تحليل الانحدار الخطي البسيط:</u> تُعد طريقة تحليل الانحدار الخطي البسيط من أكثر الأساليب شيوعًا واستخدامًا في التنبؤ بالطلب، خاصة عندما يمكن تحديد علاقة سببية بين الطلب وواحد أو أكثر من المتغيرات الأخرى .(Reid & Sanders, 2019) تفترض هذه الطريقة أن الطلب (المتغير التابع (**Y**يتأثر بعامل مستقل واحد على الأقل (المتغير المستقل .(Xعلى سبيل المثال، يمكن التنبؤ بطلب المستهلكين على منتج ما (Y) بناءً على متغيرات مثل الإنفاق على الإعلانات(X) ، أو عدد السكان، أو متوسط دخل الفرد. تستخدم هذه الطريقة المعادلة الخطية التالية لوصف العلاقة بين المتغيرين:

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

حيث:

- **ثابت الانحدار (a)** :يمثل قيمة المتغير التابع (Y) عندما يكون المتغير المستقل (X) مساوياً للصفر. وهو يمثل نقطة تقاطع خط الانحدار مع الفصلالرأسي.
- **ميل خط الانحدار (b)** :يمثل مقدار التغير في المتغير التابع (Y) لكل وحدة تغير في المتغير المستقل(X) .

يتم حساب قيمة الثابتين aو bباستخدام طريقة المربعات الصغرى (Least Squares Method)، والتي تهدف إلى إيجاد أفضل خط مستقيم يمر بأقرب مسافة من جميع نقاط البيانات التاريخية(Kumar, 2022) وفق الصيغ التالية:

$$b = \frac{n\bar{X}\overline{Y} - XY}{X^2 - n\bar{X}^2} \qquad a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

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

مثال: فيما يلي 5 مشاهدات من الطلب الفعلي لمنتجين، حيث يعتمد الطلب على المنتج **Y**على مبيعات المنتج **X**.

المشاهدة	الطلب الفعلي للمنتج X (الف وحدة)	الطلب الفعلي للمنتج Y(الف وحدة)
1	20	50
2	30	65
3	40	75
4	50	90
5	60	110

والمطلوب:

1- ايجاد معادلة الانحدار الخطي للعلاقة بين الطلب علي المنتجين؟

2- ما هي قيمة الطلب المقدر من المنتج Yعندما يكون الطلب علي المنتج X بواقع 70000 وحدة؟

الحل:

لتحديد قيمة الثابتين aو b، نُجهز الجدول التالي:

$\bar{X}$ = 200÷ 5 = 40 ألف وحدة $\qquad \bar{Y}$ =390÷ 5= 78 ألف وحدة

$$b = \frac{(5 \times 17050) - (200 \times 390)}{200^2 - (5 * 40^2)} = \frac{85250 - 78000}{45000 - 40000} = 1.45$$

المشاهدة	X بالألف وحدة	Y بالألف وحدة	X^2	XY
1	20	50	400	1000
2	30	65	900	1950
3	40	75	1600	3000
4	50	90	2500	4500
5	60	110	3600	6600
المجموع	200	390	9000	17050

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 78 - (1.45 * 40) = 20$$

وبذلك تكون معادلة خط الانحدار كما يلي:

Y=20+ 1.45 X

وللحصول علي قيمة الطلب المقدر من المنتج Y عندما يكون الطلب علي المنتج X بواقع 70000 وحدة يتم التعويض

في معادلة خط الانحدار كما يلي:

Y=20+ (1.45 *70) = 121.5

إذن، **الطلب المقدر هو 121,500 وحدة**

خاتمة الفصل الثالث:

نستخلص من دراسة هذا الفصل أن التنبؤ بالطلب ليس غاية في حد ذاته، بل هو وسيلة لتحقيق الكفاءة المثلى في تخصيص الموارد. لقد تبين أن دقة التنبؤ تتأثر بشكل مباشر بالمدى الزمني ونوعية البيانات المتاحة؛ فكلما اقترب المدى الزمني وزادت جودة البيانات التاريخية، مالت المؤسسة نحو الأساليب الكمية، بينما تبرز الأساليب النوعية كخيار لا غنى عنه في حالات عدم التأكد العالية أو عند إطلاق منتجات مبتكرة تفتقر لسجل بيانات تاريخي.

كما أكدت التطبيقات الرياضية التي تناولناها، من المتوسطات المتحركة إلى التمهيد الأسي والانحدار، أن العلم الإحصائي يوفر حلولاً عملية لمواجهة تقلبات السوق. فمعادلة الانحدار مثلاً لا تتنبأ بالطلب فحسب، بل تشرح القوى المحركة له، بينما يوازن التمهيد الأسي بين الحداثة والأصالة في البيانات عبر "ثابت التمهيد" α، مما يثبت أن العملية التنبؤية هي مزيج بين الدقة الرياضية والمرونة الإدارية في التعامل مع المتغيرات المستجدة.

وفي الختام، تجدر الإشارة إلى أن أي نظام تنبؤ مهما بلغت دقته يظل عرضة لنسبة من الخطأ، وهو ما يتطلب من مدير الإنتاج والعمليات القيام بالمراقبة المستمرة وتعديل التوقعات بناءً على التغذية العكسية من السوق. إن التنبؤ الناجح هو الذي يمنح المؤسسة القدرة على الاستجابة السريعة، وتجنب تكاليف المخزون الزائد، وحماية حصتها السوقية، وهو ما يمهد الطريق للفصول القادمة المتعلقة بتخطيط الطاقة الإنتاجية وإدارة سلاسل الإمداد.

الفصل الرابع:

تخطيط الانتاج

مقدمة الفصل الرابع: تخطيط الإنتاج ونظام(MRP)

يُعتبر تخطيط الإنتاج بمثابة "العقل المدبر" للمؤسسة الصناعية، فهو العملية التي تحول الأهداف الاستراتيجية بعيدة المدى إلى جداول تشغيلية ملموسة. في ظل بيئة اقتصادية تتسم بالمنافسة الشديدة وضرورة الاستجابة السريعة لطلبات الزبائن، لم يعد التخطيط مجرد تقدير عشوائي، بل أصبح نظاماً متكاملاً يهدف إلى تحقيق التوازن الأمثل بين العرض (الإمكانات المتاحة) والطلب (احتياجات السوق). إن النجاح في هذا الفصل يعني قدرة المؤسسة على تقليل الهدر، وخفض التكاليف، وضمان تسليم المنتجات في مواعيدها المحددة.

سنتناول في هذا الفصل الهيكل الهرمي لعملية التخطيط، بدءاً من **برنامج التخطيط الصناعي والتجاري (PIC)**الذي يضع الخطوط العريضة لإنتاج عائلات المنتجات، وصولاً إلى **البرنامج الإجمالي للإنتاج (PDP)** الذي يفصل تلك الخطط على مستوى المنتجات النهائية. وسنركز بشكل خاص على **نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)**، هذا النظام الثوري الذي أتاح للمؤسسات الانتقال من الإدارة التقليدية للمخزون إلى إدارة علمية دقيقة تعتمد على "الطلب التابع"، مما يضمن توفر كل برغي وكل قطعة في الوقت والمكان المناسبين.

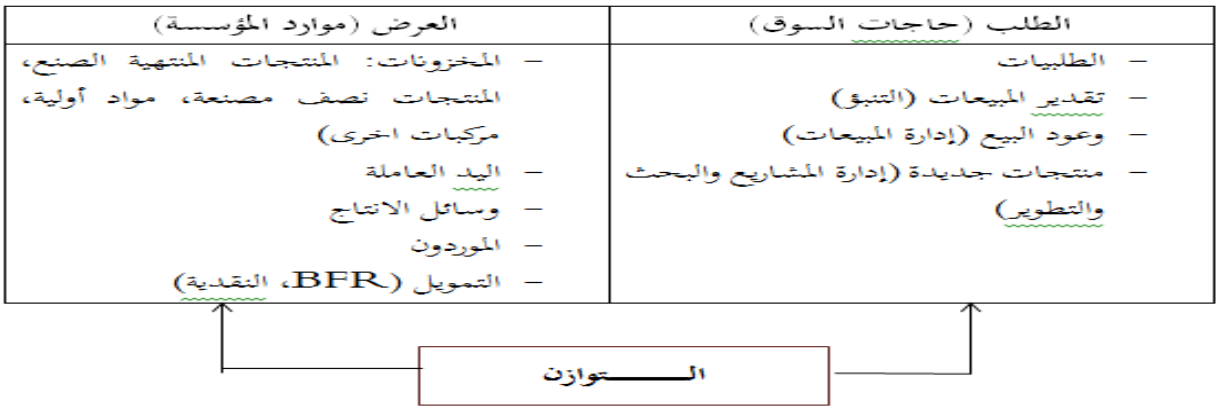
يهدف هذا الفصل إلى تزويد الطالب بالأدوات الرياضية والمنطقية اللازمة لإعداد الجداول الإنتاجية وحساب الاحتياجات الصافية من المواد. ومن خلال التمارين التطبيقية المعروضة، سيتعلم الطالب كيفية معالجة مدخلات النظام الثلاثة (البرنامج الرئيسي، قائمة المواد، وسجلات المخزون) لتحويلها إلى أوامر شراء وتصنيع دقيقة، مما ينمي لديه القدرة على الربط بين التخطيط النظري والواقع التشغيلي المعقد للمؤسسات المعاصرة.

1 مفاهيم حول تخطيط الإنتاج

1.1. تعريف تخطيط الانتاج: يُعرّف تخطيط الإنتاج على أنه تصميم واستخدام نظام إجرائي لإعداد الخطط والتحكم في كافة عناصر النشاط الإنتاج. **(Gratacap & Médan, 2013)** ويشمل ذلك تحديد القوة العاملة، والمواد الخام، والآلات، والأساليب، ورأس المال اللازم لإنتاج كمية معينة من المنتجات أو مجموعة من المنتجات خلال فترة زمنية محددة في المستقبل (المغربي، 2018).

يعتبر التخطيط الإنتاجي وظيفة أساسية داخل المؤسسة، تهدف إلى تنظيم عناصر الإنتاج الرئيسية مثل القوى العاملة والمواد الخام ورأس المال. يتمثل هدفه في إعداد خطة عمل متكاملة تضمن إنتاج سلع ذات مواصفات محددة بأقل تكلفة ممكنة. تتضمن هذه الخطة تحديد أهداف الإنتاج واحتياجات الموارد والجداول الزمنية اللازمة لضمان التنفيذ الفعال مع التركيز على تقليل التكاليف. ويسعى تخطيط الإنتاج بشكل دائم إلى تحقيق التوازن الأمثل بين العرض والطلب، مما يجعله أكثر قرباً من تحقيق الأهداف العامة للمؤسسة. ويوضح الشكل أدناه كيفية تحقيق هذا التوازن بين العرض والطلب.

الشكل 4-1: تحقيق التوازن بين العرض والطلب



2.1. أهمية تخطيط الانتاج: يُعتبر تخطيط الإنتاج من الأمور الأساسية لأي مؤسسة، حيث يُساهم في التحكم الفعّال في الإنتاج باستخدام تقنيات متعددة لتحقيق أفضل النتائج**(Courtois et al., 2005)** .تكمن أهمية تخطيط الإنتاج في النقاط التالية:

- **إدارة وتحسين المخزون** :يساعد التخطيط في حصر إدارة المخزون بشكل فعال، مما يضمن توافر المواد الخام والمنتجات اللازمة في الوقت المحدد دون انقطاع.
- **تحقيق التوازن بين العرض والطلب** :يساهم في تحديد الكميات المطلوبة من المواد والمنتجات وفقًا لاحتياجات السوق وتوقعات الطلب.

- **تحسين كفاءة الإنتاج** :يساعد التخطيط في تحسين استخدام الموارد مثل القوى العاملة والآلات والمواد الخام، مما يؤدي إلى تقليل التكاليف وزيادة الكفاءة الإنتاجية.
- **تحقيق الجودة والمراقبة** :يضمن مراقبة جودة المنتجات وتقليل الأخطاء أثناء الإنتاج، مما يسهم في تحسين الجودة على المدى الطويل.
- **تنسيق الأقسام المختلفة** :يسهم التخطيط في التنسيق بين الأقسام المختلفة داخل المؤسسة.
- **تعزيز العلاقات مع العملاء وزيادة الأرباح** :يساعد في تحسين رضا العملاء من خلال توفير المنتجات في الوقت المناسب وبالجودة المطلوبة.

3.1. مستويات التخطيط في الإنتاج: يُعتبر التخطيط بمستوياته المختلفة أداة استراتيجية تستند إليها المؤسسات لاستشراف المستقبل وتحقيق التوازن بين الموارد والاحتياجات، بهدف تحسين الأداء وضمان الاستمرارية **(Baglin et al., 2001)**. وتتم هذه العملية على ثلاثة مستويات رئيسية:

- **التخطيط طويل الأجل (التخطيط الاستراتيجي):** يغطي هذا المستوى فترة زمنية تتراوح بين 2 إلى 5 سنوات. يركز التخطيط الاستراتيجي على تحديد التوجهات المستقبلية للمؤسسة، مثل تحديد الأسواق المستهدفة، تبني التكنولوجيا الحديثة، زيادة الطاقة الإنتاجية، تحديد مواقع التصنيع، ووضع الأهداف المتعلقة بالإيرادات والأرباح.

- **التخطيط متوسط الأجل (التخطيط التكتيكي):** يمتد هذا التخطيط من 3 أشهر إلى 18 شهرًا. يركز على التخطيط لعمليات الإنتاج الإجمالية مثل المبيعات والتصنيع والتخزين، ويُعتبر عنصراً أساسياً في تحقيق الأهداف قصيرة المدى للمؤسسة. من أهم أدوات هذا المستوى هو **برنامج التخطيط الصناعي والتجاري(PIC)** ، الذي يربط بين الخطط الاستراتيجية وخطط الإنتاج التفصيلية.

- **التخطيط قصير الأجل (التخطيط العملياتي):** يشمل هذا المستوى فترة زمنية قصيرة، من يوم إلى شهر. يتعلق بالأنشطة اليومية للمؤسسة ويهدف إلى تحديد الاستخدام الأمثل للموارد ووسائل الإنتاج لضمان تلبية الطلبات في مواعيدها المحددة. في هذا المستوى، يتم إعداد **البرنامج الإجمالي للإنتاج (PDP)** وتحديد الاحتياجات الصافية من المواد.

2 نظام تخطيط الإنتاج (Materials Requirements PlanningMRP) :

1.2. تعريف النظام: يُعد نظام تخطيط الاحتياجات من المواد **(MRP)** أحد أنظمة الإنتاج الحديثة التي أحدثت ثورة في إدارة سلاسل التوريد. يعود الفضل في تطويره إلى **جوزيف أورليكي (Orlicky)**، وقد استخدمته شركة **IBM** في

بداياته، حيث كان يُعرف بطريقة "إعادة تقدير الإنتاج(**Gratacap & Médan, 2001**) ". يهدف النظام إلى إيجاد الطريقة الأمثل لإنتاج المنتجات التي تتوافق مع طلبات العملاء، مع الالتزام بالقيود الإدارية، والمالية، والفنية للمؤسسة. يُعتبر نظام **MRP**أداة تخطيطية رياضية تعتمد على الجدولة الرئيسية للإنتاج لتحديد الاحتياجات من المكونات المشتقة، مثل المواد الأولية والأجزاء الأساسية. يُستخدم النظام لتحديد أنواع وكميات المواد التي يمكن شراؤها أو تصنيعها داخليًا، بالإضافة إلى توقيت إصدار أوامر الشراء أو التصنيع. يعتمد النظام على التمييز بين نوعين من المنتجات:

- **المنتجات لاستخدامات مستقلة :(Independent Demand)** هي المنتجات النهائية التي يطلبها الزبائن مباشرة، ولا يمكن حسابها بدقة، بل يتم التنبؤ بها وتقديرها (الخطيب، 2010.(
- **المنتجات لحاجات متتابعة :(Dependent Demand)** هي المكونات أو الأجزاء التي تدخل في تصنيع المنتجات النهائية، ويتم حسابها بدقة بناءً على الكميات المطلوبة من المنتج النهائي.

وقد مر نظام **MRP**بمراحل تطور مختلفة، من تركيزه الأولي على الأسئلة الأساسية "ماذا؟ وكم؟ ومتى؟" في **المرحلة الأولى(MRP 0)** ، ثم توسع ليشمل قدرات المؤسسة على التنفيذ في **المرحلة الثانية(MRP 1)** ، وصولاً إلى دمج الجوانب المالية والتجارية في **المرحلة الثالثة(MRP 2)** ، والذي يُعرف باسم "إدارة موارد الإنتاج."

2.2. آلية عمل نظامMRP : يعتمد نجاح نظام **MRP**على دقة البيانات المُدخلة، والتي تُشكل المكونات الأساسية لعملياته، بالإضافة إلى التسلسل المنطقي للحسابات التي يقوم بها لتحقيق أهدافه المحددة.**(Baglin et al., 2001)**

أ) مكونات النظام: يعمل نظام **MRP**كنظام تحويلي للمعلومات، حيث يعالج ثلاثة مدخلات رئيسية لإنتاج المخرجات اللازمة للتخطيط:

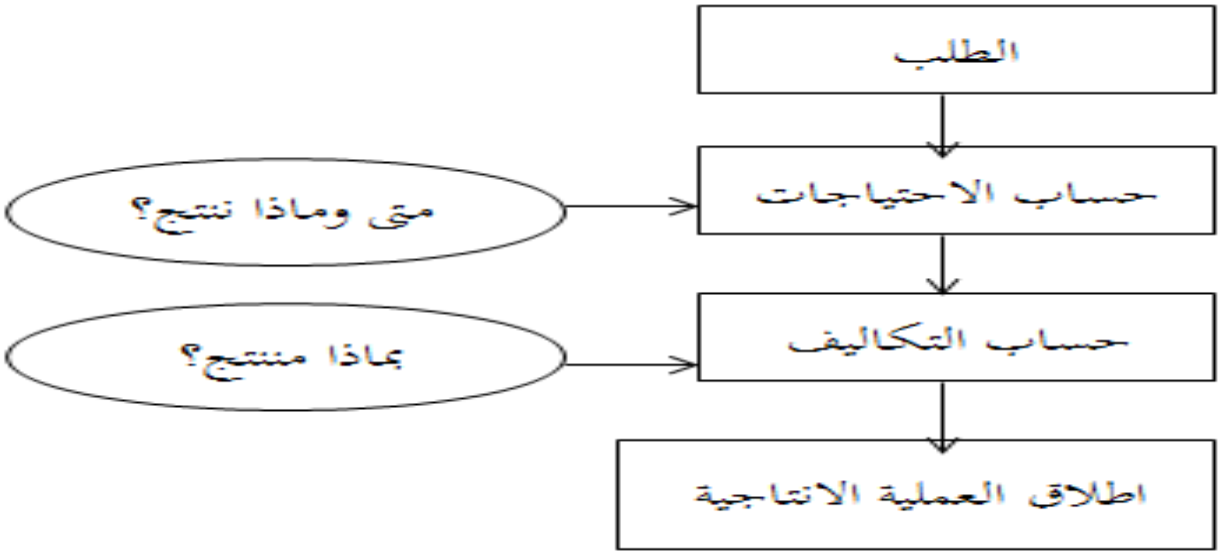
- **البرنامج الرئيسي للإنتاج :(Master Production Schedule - MPS)** يحدد كمية وتوقيت إنتاج المنتجات النهائية، ويمثل الخطة الأم التي تُبنى عليها كافة الاحتياجات.
- **قائمة المواد :(Bill of Materials - BOM)** تُمثل "وصفة" المنتج، حيث تُحدد بدقة جميع المكونات والأجزاء والمواد الخام اللازمة لتصنيع وحدة واحدة.
- **ملف سجلات المخزون :(Inventory Records File)** يتضمن البيانات المتعلقة بكل مادة أو جزء، مثل الكميات المتوفرة حالياً وأوامر الشراء المخططة.

ب) تسلسل العمل ومبادئه: يهدف نظام **MRP** إلى تحديد الموارد التي يجب شراؤها أو تصنيعها، وكمياتها، وتواريخ توفرها. لتحقيق هذه الأهداف، يقوم النظام بمعالجة البيانات عبر تسلسل منطقي يعتمد على ثلاثة مبادئ أساسية:

1. **الاحتياجات الخام (Gross Requirements - BB):** إجمالي الكميات المطلوبة من مادة معينة.
2. **المخزونات المتاحة من المواد (Available Inventory - AB):** الكميات الموجودة فعلياً في المخزون.
3. **الاحتياجات الصافية (Net Requirements - BN):** الكمية النهائية التي يجب إنتاجها أو شراؤها، وتُحسب بعد خصم المخزون المتاح من الاحتياجات الخام.

بعد تحديد الاحتياجات الصافية، يولد النظام أوامر مخططة للإنتاج أو للشراء، مع تحديد توقيت إصدارها بشكل دقيق.

الشكل رقم 4-2: تسلسل حسابات MRP

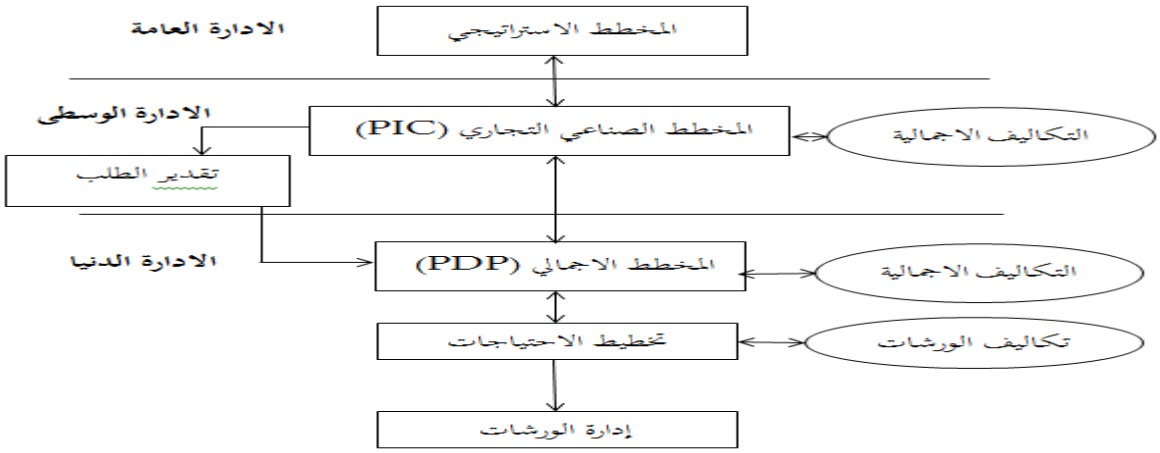


ج) مخرجات النظام

تتمثل المخرجات الرئيسية لنظام **MRP** في:

- **أوامر الإنتاج والشراء المخططة:** تُعد هذه المخرجات الأهم، حيث تظهر كمية وتوقيت الأوامر اللازمة لتلبية خطة الإنتاج.
- **تقارير الأداء والمراقبة:** يُصدر النظام تقارير مختلفة لمتابعة حالة المخزون وتقييم أداء الموردين.

الشكل رقم 4-3: تسلسل تخطيط الإنتاج



3 برنامج التخطيط الصناعي والتجاري(PIC)

في ظل التحديات المتزايدة للسوق العالمية وتعقيدات سلاسل التوريد، أصبح من الضروري للمؤسسات تبني أدوات تخطيط متقدمة لضمان التنسيق بين الأهداف الاستراتيجية بعيدة المدى والعمليات التشغيلية اليومية. يُعد **برنامج التخطيط الصناعي والتجاري(PIC)** ، المعروف عالميًا باسم **تخطيط المبيعات والعمليات (Sales and Operations Planning - S&OP)**، أحد أبرز هذه الأدوات. فهو ليس مجرد جدول بيانات، بل هو عملية إدارية متكاملة تهدف إلى تحقيق التوازن بين العرض والطلب**(Grimson & Pyke, 2007)** ، مما يضمن استخدام الموارد المتاحة بأعلى كفاءة ممكنة. يعمل هذا المخطط كمنصة لتوحيد الرؤى بين الأقسام المختلفة، مثل المبيعات، والإنتاج، والمالية، مما يمنع القرارات المعزولة التي قد تؤدي إلى تضارب الأهداف وانخفاض الأداء.

1.3. مفهوم وأهمية المخطط: يُعد مخطط PIC أداة محورية في إدارة المؤسسات، حيث يعمل كجسر يربط بين الخطط الاستراتيجية بعيدة المدى والتفاصيل التنفيذية للإنتاج. يهدف هذا المخطط إلى ترجمة الأهداف الاستراتيجية للمؤسسة إلى أرقام وكميات ملموسة، مما يوفر نظرة شاملة ومتوازنة على أنشطة البيع والإنتاج **(Grimson & Pyke, 2007)**. ويُعتبر العنصر الأساسي في تخطيط الموارد، مما يضمن التنسيق الفعال بين مختلف الأقسام داخل المؤسسة. وقد أظهرت الدراسات أن تطبيق هذا البرنامج يساهم بشكل إيجابي في تعزيز الأداء المؤسسي، وتحسين الربحية، وزيادة كفاءة المخزون، وتحقيق رضا العملاء**(Tavares Thomé, Scavarda, et al., 2012)** . كما أنه يسهل عملية صنع القرار من خلال توفير معلومات دقيقة ومحدثة للإدارة العليا، مما يعزز القدرة على الاستجابة للتغيرات المفاجئة في السوق. يُعد مخطط PICأعلى مستوى في إدارة **موارد الإنتاج(MRP)** ، ويأتي مباشرة بعد الخطة الاستراتيجية للمؤسسة. فهو عنصر أساسي للتخطيط يتم إعداده من خلال حوار بناء بين مختلف الأقسام (المبيعات، الإنتاج،

المشتريات) والإدارة العليا للشركة. ويهدف إلى توفير إطار عمل شامل لنشاط المؤسسة حسب عائلات المنتجات، مما يسهل تخصيص الموارد الرئيسية مثل القوى العاملة، قدرة الآلات، والتوريدات طويلة الأجل.

2.3. المكونات الأساسية لمخططPIC : يعتمد إعداد مخطط PIC على ثلاثة عناصر رئيسية متكاملة، تُعد بمثابة مدخلات أساسية لعملية التخطيط، حيث يُعد التنسيق بينها جوهر نجاح البرنامج(Bozutti & Espôsto, 2019) :

- **المبيعات التقديرية (الطلب المتوقع):** تُستخدم التوقعات المستقبلية للطلب كأساس لتحديد حجم الإنتاج اللازم، مما يسمح للمؤسسة بالاستجابة لمتطلبات السوق بشكل استباقي.
- **الإنتاج التقديري** :وهو الحجم المتوقع للإنتاج الذي يجب تحقيقه لتلبية الطلب. يهدف هذا العنصر إلى تحقيق توازن بين الطاقة الإنتاجية المتاحة والطلب المتوقع.
- **مستوى المخزونات** :يهدف المخطط إلى الاحتفاظ بمستوى مثالي من المخزون، يضمن تلبية الطلبات دون تكبد تكاليف تخزين زائدة.

لتحقيق التوازن بين هذه العناصر، يتكون مخطط PIC من ثلاثة جداول فرعية متكاملة: جدول المبيعات التقديرية، جدول الإنتاج التقديري، وجدول مستويات المخزون الذي يُظهر النتائج المتوقعة بناءً على المدخلات.

3.3. المدى الزمني وآلية عمل المخطط: يعمل مخطط **PIC**ضمن إطار زمني يغطي فترتين رئيسيتين، مما يجعله أداة ديناميكية للتحسين المستمر:

- **الفترة المستقبلية** :تُخصص للتخطيط، وتغطي عادةً فترة تتراوح من 12 إلى 24 شهرًا، مع مراجعة شهرية دورية. في هذه الفترة، يتم تحديد المبيعات التقديرية من قبل قسم المبيعات، وتحديد الإنتاج التقديري من قبل قسم الإنتاج. يتم حساب مستوى المخزون لكل فترة باستخدام المعادلة التالية:

المخزون (للفترة) = المخزون الفعلي (للفترة - 1) + الإنتاج (للفترة) - المبيعات (للفترة)

- **الفترة الماضية** :تُستخدم لمراقبة الأداء وتحديد الانحرافات بين القيم الفعلية للبيع والإنتاج والمخزون، والقيم التقديرية التي تم وضعها. يُعد هذا التحليل التاريخي حاسمًا لأنه يوفر رؤى قيمة لتحسين دقة التقديرات المستقبلية. أي انحراف غير مرغوب فيه في هذه الفترة يتطلب اتخاذ إجراءات تصحيحية فورية لضمان عودة الخطة إلى مسارها الصحيح.

يُعد برنامج التخطيط الصناعي والتجاري **(PIC)** أكثر من مجرد عملية حسابية؛ بل هو إطار عمل استراتيجي يضمن الاتساق بين جميع وظائف المؤسسة. من خلال دمج التنبؤات بالطلب، وخطط الإنتاج، ومستويات المخزون في عملية واحدة، يمكّن المخطط الإدارة من اتخاذ قرارات مدروسة، وتعزيز القدرة التنافسية، وتحقيق أهدافها المالية والتشغيلية .**(Heizer, Render, & Munson, 2020)** وفي عالم الأعمال سريع التغير، تُعد المرونة والقدرة على التكيف ضرورية، ومخطط **PIC** يوفر الآلية اللازمة للمؤسسات لتحقيق هذه الغايات من خلال عملية تخطيط منظمة ومتواصلة.

مثال تطبيقي : لدينا المعطيات التالية:

- سياسة المؤسسة تتطلب إرضاء جميع الطلبيات بنسبة 100**%.**
- المخزون الحالي هو 150 قطعة.
- المبيعات ثابتة على طول الفترات وتقدر بـ 300 قطعة في كل فترة.
- الإنتاج التقديري ثابت.
- المخزون المستهدف في نهاية الفترة 5 هو 100 قطعة.

المطلوب: استخرج برنامج **PIC** لهذه المؤسسة.

الحل:

بما أن الإنتاج التقديري ثابت، يتم حسابه بناءً على المخزون المستهدف في نهاية الفترة الخامسة.

الإنتاج التقديري = (المخزون المستهدف في نهاية الفترة 5 - المخزون الحالي +مجموع المبيعات التقديرية ل 5 فترات)/5

الإنتاج التقديري = (100 - 150 + (300 × 5)) / 5 = (-50 + 1500) / 5 = 1450 / 5 = 290 **قطعة.**

يوضح الجدول التالي تفاصيل تطبيق البرنامج على مدار الفترات الخمس:

الفترات	المبيعات التقديرية	الإنتاج التقديري	المخزون في بداية الفترة
1	**300**	**290**	**150**
2	**300**	**290**	**140**
3	**300**	**290**	**130**
4	**300**	**290**	**120**
5	300	290	110

4 البرنامج الإجمالي للإنتاج(PDP)

في إطار عملية التخطيط الشاملة داخل المؤسسات، يُمثل البرنامج الإجمالي للإنتاج **(Programme Directeur de Production - PDP)** حلقة وصل حاسمة بين التخطيط الاستراتيجي بعيد المدى والعمليات التشغيلية اليومية **(Gratacap & Médan, 2001)** . بينما يضع برنامج التخطيط الصناعي والتجاري **(PIC)** الأهداف الإجمالية للإنتاج على مستوى عائلات المنتجات، يأتي **PDP** ليحول هذه الأهداف إلى خطط تفصيلية ومحددة لكل منتج على حدة. إن دقة هذا البرنامج هي حجر الزاوية الذي تبنى عليه جميع أنظمة التخطيط اللاحقة، مثل نظام تخطيط الاحتياجات من المواد **(MRP)** ، مما يجعله عنصراً لا غنى عنه لضمان كفاءة الإنتاج وتحقيق الأهداف المؤسسية.

1.4. المفهوم والأهداف: يُعد البرنامج الإجمالي للإنتاج **(Programme Directeur de Production - MPS)** أو **Master Production Schedule** خطة تفصيلية وحاسمة في نظام التخطيط والتحكم في الإنتاج **(Grimson & Pyke, 2007)**. على عكس الخطة الاستراتيجية الكلية مثل برنامج التخطيط الصناعي والتجاري **(PIC)** ، يركز **PDP** على تحديد الكميات الدقيقة لكل منتج نهائي **(Stock Keeping Unit - SKU)** وتوقيت إنتاجها خلال فترة زمنية متوسطة الأجل، عادة ما تتراوح بين 3 إلى 18 شهرًا. يهدف هذا الجدول إلى ترجمة الخطة الكلية إلى واقع عملي، مع مراعاة القيود المتعلقة بالطاقات الإنتاجية والموارد المتاحة.**(Tavares Thomé, Scavarda, et al., 2012)** تتمثل الأهداف الرئيسية لل **PDP** في:

- **حساب الاحتياجات** :يمثل المخطط نقطة الانطلاق لحساب جميع الاحتياجات من المكونات والأجزاء والمواد الخام اللازمة لعملية التصنيع.
- **تنسيق العمليات** :يُبين المخطط الترتيب الزمني لعمليات تصنيع المنتجات النهائية، مما يضمن التنسيق بين مختلف مراحل الإنتاج وتجنب الاختناقات.
- **مراقبة الأداء** :يسمح بمتابعة المبيعات الفعلية ومقارنتها بالكميات المخطط إنتاجها، مما يكشف عن أي انحرافات ويُتيح اتخاذ إجراءات تصحيحية فورية.
- **إدارة المخزون** :يُمكّن إدارة المبيعات من استغلال المخزون المتاح بكفاءة، ويوفر مؤشرات حول مستويات المخزون للتأكد من أنها كافية لتلبية الطلب.

2.4. مدخلات وعناصر المخطط: يتم إنجاز جدول **PDP** بالاعتماد على مجموعة من المدخلات الأساسية التي تعكس حالة السوق وقدرات المؤسسة. تتمثل المدخلات الرئيسية في:

- **الخطة الإجمالية للإنتاج :(PIC)** التي توفر إطارًا عامًا للإنتاج على مستوى عائلات المنتجات.
- **التوقعات المستقبلية للطلب :**التي يتم إعدادها من قبل قسم المبيعات والتسويق.
- **طلبات الزبائن الفعلية :**وهي الأوامر المؤكدة من العملاء، والتي يجب أن تكون لها الأولوية في التخطيط.

يتكون جدول **PDP**من عدة أسطر رئيسية، يتم من خلالها تجميع البيانات وحساب الكميات المخطط إنتاجها:

- **سطر المبيعات التقديرية :**يتضمن توقعات المبيعات المستقبلية بناءً على التحليل التاريخي وتوقعات السوق.
- **سطر طلبات الزبائن الفعلية :**يُسجل فيه إجمالي الأوامر المؤكدة التي يجب إنتاجها.
- **سطر المخزون التقديري :**يُحسب لتتبع مستوى المخزون المتوقع في نهاية كل فترة زمنية.
- **سطر البرنامج الإجمالي للإنتاج :(PDP)** يمثل الكميات النهائية التي تقرر إنتاجها، والتي تُحدد بناءً على الطلب الأكبر (إما التوقعات أو الطلبات الفعلية) للحفاظ على مستويات المخزون المطلوبة.

3.4. أهمية المخطط وعلاقته بالأنظمة الأخرى: يحتل البرنامج الإجمالي للإنتاج مكانة محورية في هرم التخطيط داخل المؤسسة، حيث يعمل كنقطة وصل حاسمة بين التخطيط الاستراتيجي طويل الأجل وأنظمة التنفيذ قصيرة الأجل**(Gratacap & Médan, 2001)**. فهو يأخذ الخطة التجميعية من **PIC**ويحولها إلى جدول مفصل ومحدد **(Swaim, 2016)**. الأهم من ذلك، يُعد **PDP**هو المدخل الرئيسي لنظام تخطيط الاحتياجات من المواد **.(MRP)** أي خطأ في إعداد **PDP**، سواء في الكميات أو التوقيت، سيؤدي حتماً إلى أخطاء متراكمة في نظام **MRP**، مما قد ينتج عنه نقص في المواد، أو زيادة في المخزون، أو عدم القدرة على تلبية طلبات العملاء **,Ambrose & Rutherford)** **(2016**.لذلك، يُعتبر دقة **PDP**شرطًا أساسيًا لنجاح عملية تخطيط الإنتاج بأكملها.

<u>تمرين تطبيقي</u>: تنتج مؤسسة صناعة الأثاث "**ALFA MEUBLE**" طاولات للخدمة في حصص تتكون من 65 طاولة، حيث كان المخزون الفعلي في نهاية شهر ديسمبر يساوي 170 طاولة، مخزون الأمان يساوي 50 طاولة، و كانت لدينا المعلومات التالية:

الفترات		جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
المبيعات التقديرية		-	25	35	60	60	80
الطلبيات الفعلية		45	25	20			
مجموع المبيعات							
المخزون قبل الانتاج							
المخزون بعد الانتاج							
PDP							

- **المطلوب الأول :** أنجز جدول الانتاج الرئيسي **PDP** باستعمال معطيات الجدول أعلاه.

الحل: جدول الانتاج الرئيسي **PDP** باستعمال معطيات الجدول أدناه .

الفترات		جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
المبيعات التقديرية		-	25	35	60	60	80
الطلبيات الفعلية		45	25	20			
مجموع المبيعات		45	50	55	60	60	60
المخزون قبل الانتاج	120	75	25	-30	-25	-20	-35
المخزون بعد الانتاج		75	25	35	40	45	30
PDP		-	-	65	65	65	65

- **المخزون المتاح فترة ديسمبر (الفترة 0)** = **المخزون الفعلي – مخزون الأمان = 170 -50 = 120**
- **المخزون المتاح فترة جانفي (الفترة 1)** = المخزون المتاح فترة ديسمبر (الفترة 0) + انتاج الفترة PDP – (المبيعات التقديرية للفترة 01 +الطلبيات الفعلية للفترة 01) = 120 +0 - (0+45) = 75
- **المخزون المتاح فترة فيفري (الفترة 2)** = المخزون المتاح فترة ديسمبر (الفترة 1) + انتاج الفترة PDP – (المبيعات التقديرية للفترة 02 +الطلبيات الفعلية للفترة 02) = 75+0 - (25 +25) = 25
- **المخزون المتاح فترة مارس (الفترة 3)** = المخزون المتاح فترة ديسمبر (الفترة 2) + انتاج الفترة PDP –(المبيعات التقديرية للفترة 03 +الطلبيات الفعلية للفترة 03) = 25-(20+35) = -30...**نقوم بانتاج حصة في شهر مارس**
- **المخزون المتاح فترة مارس (الفترة 3) بعد انتاج حصة جديدة** = 25 + 65 - (20+35) = 35
- **المخزون المتاح فترة أفريل (الفترة 4)** = المخزون المتاح فترة ديسمبر (الفترة 3) + انتاج الفترة PDP –(المبيعات التقديرية للفترة 04+ الطلبيات الفعلية للفترة 04) = 35-(0+60) = -25 **نقوم بانتاج حصة في شهر أفريل**
- **المخزون المتاح فترة أفريل (الفترة 4) بعد انتاج حصة جديدة** = 35 + 65 -(0+60) = 40
- **المخزون المتاح فترة ماي (الفترة 5)** = المخزون المتاح فترة ديسمبر (الفترة 4) + انتاج الفترة PDP –(المبيعات التقديرية للفترة 05 +الطلبيات الفعلية للفترة 05) = 40-(0+60) = -20 **نقوم بانتاج حصة في شهر ماي**
- **المخزون المتاح فترة ماي (الفترة 5) بعد انتاج حصة جديدة** = 40 + 65 -(0+60) = 45

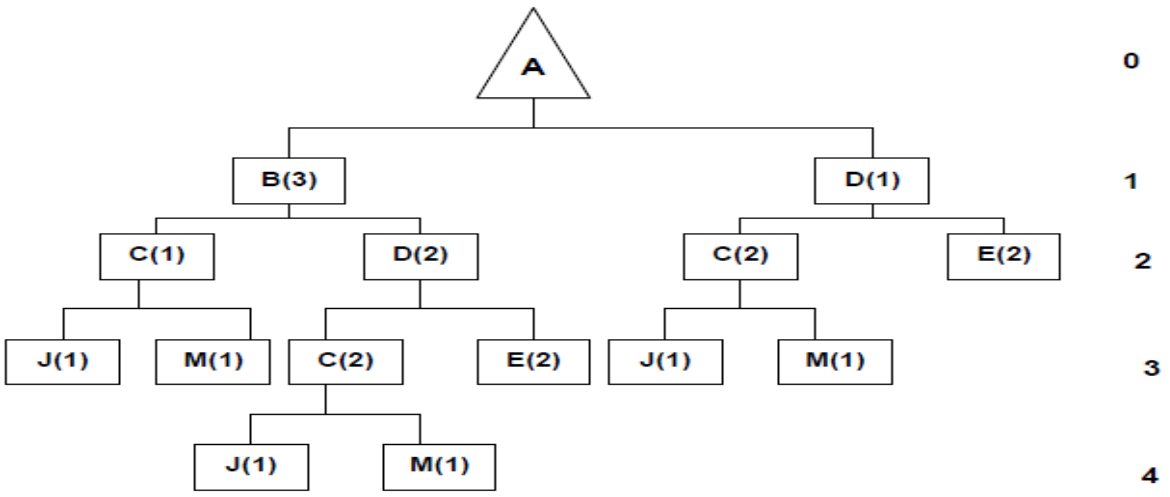
- **المخزون المتاح فترة جوان (الفترة 6)** = المخزون المتاح فترة ديسمبر (الفترة 5) + انتاج الفترة PDP –(المبيعات التقديرية للفترة 06 +الطلبيات الفعلية للفترة 06) = 45 - (0+80) = -35 **نقوم بانتاج حصة في شهر جوان**

- **المخزون المتاح فترة جوان (الفترة 5) بعد انتاج حصة جديدة** = 45 + 65 -(0+80) = 30

5 حساب الاحتياجات الصافية من المواد

يمثل نظام تخطيط الاحتياجات من المواد **(Material Requirements Planning - MRP)** مرحلة حاسمة في سلسلة التخطيط، حيث يعمل على تحويل الأهداف الإجمالية للإنتاج إلى خطط عمل دقيقة ومفصلة. إذا كان برنامج الإنتاج الإجمالي **(PDP)** يحدد "ماذا" و"كم" يجب إنتاجه من المنتجات النهائية، فإن نظام **MRP**يكمل الصورة بالإجابة على السؤال: "ما هي المواد والمكونات التي نحتاجها، ومتى يجب أن تكون جاهزة؟" (الخطيب و العبيدي، 2010). يُعد هذا النظام بمثابة القلب النابض لعمليات التخطيط في المؤسسات الصناعية، حيث يضمن توفر جميع الموارد اللازمة في الوقت المناسب تمامًا، مما يقلل من هدر الوقت والموارد ويُحسن من كفاءة العمليات الداخلية **(Tavares Thomé, Scavarda, et al., 2012)**. يوضح الشكل التالي التسلسل الهرمي لأنظمة تخطيط الإنتاج بدءًا من التخطيط الإجمالي وصولًا إلى التفاصيل الدقيقة للمواد.

الشكل 4-4 : التسلسل الهرمي لأنظمة تخطيط الإنتاج



1.5. مفهوم الاحتياجات التابعة والمستقلة: يُعد التمييز بين أنواع الطلب حجر الزاوية في فهم عمل نظام **MRP**، حيث يقوم النظام على حساب احتياجاته بناءً على مفهومين أساسيين:

- **الطلب المستقل (Independent Demand)** :وهو الطلب على منتج نهائي لا يرتبط بالطلب على منتجات أخرى. غالبًا ما يكون هذا الطلب غير مؤكد ويتم التنبؤ به باستخدام طرق إحصائية، مثل الطلب على قطع الغيار (الشمري وآخرون، بلا تاريخ).
- **الطلب التابع (Dependent Demand) : وهو** الطلب على منتج يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالطلب على منتج آخر. ينبع هذا النوع من الطلب من حقيقة أن المنتج عبارة عن جزء أو مكون من الأجزاء المكونة لمنتج نهائي. على عكس الطلب المستقل، يمكن حساب الطلب التابع بدقة بمجرد معرفة الطلب على المنتج النهائي. إن الهدف الأساسي لنظام **MRP**هو إدارة هذا النوع من الطلب، وضمان توفر المكونات والأجزاء في التوقيت والكمية المناسبة لتلبية خطة الإنتاج الرئيسية.

2.5. المدخلات الرئيسية لنظام تخطيط الاحتياجات من المواد(MRP) : تعتمد فعالية نظام **MRP**بشكل مباشر على دقة البيانات المدخلة. يعتمد النظام على ثلاثة مصادر رئيسية للمعلومات التي تُعالج بشكل آلي لإصدار خطط الإنتاج والشراء:

1. **الجدول الرئيسي للإنتاج :(Master Production Schedule - MPS)** يُعد هذا الجدول المدخل الأول والأكثر أهمية. فهو يُحدد المنتجات النهائية التي يجب إنتاجها وكمياتها خلال كل فترة زمنية. ويُعتبر **PDP**بمثابة المخطط الأم الذي يوجه عملية التخطيط اللاحقة.

2. **قائمة المواد :(Bill of Materials - BOM)** تُعرف أيضاً بـ "هيكل المنتج". تُحدد هذه القائمة جميع المكونات والأجزاء والتجمعات الفرعية اللازمة لتصنيع كل منتج نهائي، مع تحديد الكمية المطلوبة من كل مكون لإنتاج وحدة واحدة من المنتج النهائي. تُشبه هذه القائمة وصفة الطعام، حيث تُبين المكونات اللازمة لإنتاج المنتج النهائي.

3. **ملف سجلات المخزون :(Inventory Records File)** يحتوي هذا الملف على معلومات مفصلة حول حالة المخزون الحالية والمستقبلية لكل مكون. يشمل ذلك الكميات المتوفرة في المخزون، والكميات المطلوبة، والطلبات المستقبلية المتوقعة.

3.5. عملية حساب الاحتياجات الصافية وإدارة المخزون

يعمل نظام **MRP**كأداة تخطيط رياضية، حيث يقوم بمعالجة المدخلات الثلاثة المذكورة أعلاه لتحديد الاحتياجات الصافية، والهدف هو تقليل الفاقد وتجنب نفاد المخزون .**(Gratacap & Médan, 2001)** تتمثل هذه العملية في الخطوات التالية:

- **الاحتياجات الإجمالية :(Gross Requirements)** يأخذ النظام جدول الإنتاج الرئيسي **(PDP)** ويستخدم قائمة المواد **(BOM)** لتحديد إجمالي الكميات المطلوبة من كل مكون وجزء فرعي لإنتاج المنتجات النهائية المخطط لها.
- **الاحتياجات الصافية :(Net Requirements)** يقوم النظام بعد ذلك بحساب الاحتياجات الصافية عن طريق طرح الكميات المتوفرة بالفعل في المخزون (من ملف سجلات المخزون) من الاحتياجات الإجمالية. هذه القيمة هي ما يجب إنتاجه أو شراؤه فعليًا.
- **تحديد الأوامر وتوقيتها :**بناءً على الاحتياجات الصافية، يحدد نظام **MRP**توقيت إصدار أوامر الشراء أو أوامر التصنيع. يتم ذلك مع الأخذ في الاعتبار فترات الانتظار **(Lead Time)** المحددة لكل مادة، مما يضمن أن المواد والأجزاء ستكون متاحة في الوقت المناسب تماماً لتلبية خطة الإنتاج.

وبهذه الطريقة، يساهم نظام **MRP** في تخفيض مستويات المخزون وتقليل كلف الإنتاج، وبالتالي تحقيق الأهداف الاستراتيجية للمنظمة (الخطيب و العبيدي، 2010).

تمرين تطبيقي: لإنتاج طاولة خدمة (**المنتج النهائي A**)، نحتاج إلى:

- 01 **حامل** (العنصر B)، (01) **سطح طاولة** (العنصر C).
- لإنتاج الحامل (العنصر B)، نحتاج الى: (02) قطعتين متقاطعة كبيرة (العنصر D)، (02) قطعتين متقاطعة صغيرة (العنصر E)، (04) أرجل طاولة (العنصر E)،
- مع العلم أنه يتم تصنيع **العناصر B، D، E**. بينما يتم شراء **العنصرين C، F.**

كانت لدينا المعلومات التالية في شهر فيفري (**الشهر 2**) كالتالي:

الاحتياجات الخامة من طاولة خدمة (المنتج النهائي A)				
الفترة	3	4	5	6
PDP	65	65	65	65

حالة المخزون في فيفري (الشهر 2)					
A	B	C	D	E	F
25	0	100	100	120	400

مواعيد تسليم العناصر (بالشهور):					
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
0	2	1	1	1	1

المطلوب:

- أحسب في جداول لكل مستوى: الاحتياجات الخامة من المواد لإنتاج طاولة الخدمة BB ، مخزون الفترة المتاحSD .الاحتياجات الصافية من المواد لإنتاج طاولة الخدمة BN ، وأوامر الشراء OA و التصنيعOF.

الحل : حساب الاحتياجات الصافية من المواد(CBN)

الاحتياجات من المواد في المستوى (0)						
المنتج	الفترة	2	3	4	5	6
النهائي A	BB		65	65	65	65
	SD	25	0	0	0	0
	BN		40	65	65	65
	OP		40	65	65	65
الاحتياجات من المواد في المستوى (1)						
المنتج	الفترة	2	3	4	5	6
B	BB		40	65	65	65
	SD	0	0	0	0	0
	BN		40	65	65	65
	OP	40	65	65	65	-
C	BB		40	65	65	65
	SD	100	60	0	0	0
	BN		-	5	65	65
	OP		5	65	65	-

		الاحتياجات من المواد في المستوى (2)				
المنتج	الفترة	2	3	4	5	6
D B*2	BB		80	130	130	130
	SD	100	20	0	0	0
	BN		0	110	130	130
	OP		110	130	130	-
المنتج	الفترة	2	3	4	5	6
E B*2	BB		80	130	130	130
	SD	120	40	0	0	0
	BN		0	90	130	130
	OP		90	130	130	-
المنتج	الفترة	2	3	4	5	6
E B*4	BB		160	260	260	260
	SD	400	240	0	0	0
	BN		0	20	260	260
	OP		20	260	260	-

خاتمة الفصل الرابع:

في ختام هذا الفصل، يتضح لنا أن تخطيط الإنتاج ليس مجرد عملية حسابية جافة، بل هو نظام متكامل يعتمد نجاحه على دقة تدفق المعلومات وتناسق المستويات الإدارية. لقد أظهرت النماذج المدروسة **(PIC, PDP, MRP)** كيف يمكن للمؤسسة أن تتفادى "عنق الزجاجة" من خلال الربط المحكم بين التوقعات المستقبلية والقدرات الإنتاجية الفعلية. إن الانتقال من التخطيط الإجمالي إلى حساب الاحتياجات الصافية يجسد التحول من الرؤية الكلية إلى التفاصيل الدقيقة التي تصنع الفارق في كفاءة العمليات.

لقد أكدنا من خلال التمارين التطبيقية أن **نظام (MRP)** يعتمد في جوهره على مبدأ "التوقيت الصحيح **(Just in Time)**"، حيث إن أي خطأ في قائمة المواد **(BOM)** أو في تقدير فترة الانتظار **(Lead Time)** قد يؤدي إلى شلل في خطوط الإنتاج أو تضخم غير مبرر في المخزون. ومن هنا تبرز أهمية سجلات المخزون المحدثة والبرمجة الدقيقة للإنتاج كضمانات أساسية لتقليل التكاليف وزيادة الربحية، وتحقيق الرضا التام للزبائن من خلال الالتزام بمواعيد التسليم.

أخيراً، يمثل هذا الفصل القاعدة الأساسية التي تبنى عليها إدارة سلاسل التوريد الحديثة. إن استيعاب الطالب لآلية عمل **MRP** بمراحله المختلفة (0، 1، 2) يمهد الطريق لفهم أنظمة أكثر تعقيداً مثل أنظمة تخطيط موارد المؤسسة **.(ERP)** وبذلك، يصبح المسير قادراً على اتخاذ قرارات مبنية على بيانات صلبة، توازن بين القيود الفنية والمالية للمؤسسة وبين المتطلبات المتغيرة للسوق، مما يضمن الاستدامة والتميز التنافسي في الأمد الطويل.

الفصل الخامس:

الانشطة الأخرى لإدارة الانتاج والعمليات

مقدمة الفصل الخامس: الأنشطة الأخرى لإدارة الإنتاج والعمليات

يمثل هذا الفصل الجسر التطبيقي الذي يربط بين القرارات التخطيطية المجردة والواقع العملي داخل ورش الإنتاج؛ فإدارة الإنتاج لا تتوقف عند حدود التنبؤ والجدولة، بل تمتد لتشمل الهندسة المادية للعمليات. إن تصميم العملية الإنتاجية والترتيب الداخلي للمصنع ليسا مجرد توزيع للآلات، بل هما قراران استراتيجيان يحددان مسار تدفق المواد والمعلومات، ويؤثران بشكل مباشر على سرعة الاستجابة لمتطلبات السوق وتكلفة المنتج النهائي.

تتجلى أهمية هذا الفصل في تسليط الضوء على "فلسفة التكامل" بين تصميم المنتج وتصميم العملية؛ حيث ندرك أن التميز في الخصائص الجمالية والوظيفية للمنتج يجب أن يواكبه تصميم هندسي كفؤ للعملية يضمن جودتها بأقل التكاليف. كما سنتطرق بعمق إلى الجوانب التقنية لموازنة خطوط التجميع، والتي تعد الأداة الرياضية الأهم للقضاء على "عنق الزجاجة (Bottleneck) "وتحقيق التوازن الحركي والزمني بين مختلف محطات العمل، مما يرفع من كفاءة الاستغلال البشري والآلي.

علاوة على ذلك، يستعرض الفصل الأنشطة الداعمة التي تضمن استدامة العملية الإنتاجية وحمايتها من التوقف أو التدهور. فمن خلال دراسة إدارة الجودة الشاملة(TQM) ، وإدارة المخزون بأنظمته المتعددة (JIT & EOQ)، وصولاً إلى استراتيجيات الصيانة الوقائية والإنتاجية الشاملة(TPM) ، سيتشكل لدى الطالب تصور كامل عن "المنظومة الإنتاجية المتكاملة". إن هذه الأنشطة المكملة هي التي تمنح المؤسسة المرونة الكافية لمواجهة التقلبات وضمان تقديم قيمة مضافة حقيقية للمستهلك النهائي.

1 تصميم العملية الإنتاجية:

يُعرف **تصميم العملية الإنتاجية** بأنه عملية تحديد واختيار وترتيب المعدات والموارد اللازمة لإنتاج سلعة أو تقديم خدمة، بما يضمن التكامل بين هذه الموارد والقوى العاملة (حمود أحمد فياض، عيسى يوسف قدادة، 2010، ص 34). هذا القرار يُعد من القرارات الاستراتيجية طويلة الأجل التي تُحدد جوهر نشاط المنشأة.

1.1. أنواع العمليات الإنتاجية: تُعتبر أنواع العمليات الإنتاجية بمثابة خيارات استراتيجية تُحدد ملامح المنشأة وقدرتها التنافسية. يعتمد اختيار النوع المناسب على حجم الإنتاج، وتنوع المنتجات، وطبيعة الطلب.

الجدول رقم 5-1: أنواع العمليات الإنتاجية

نوع العملية	حجم الإنتاج	تنوع المنتجات	التحدي الرئيسي	أمثلة
المشروع	منخفض جداً	مرتفع جداً	إدارة التعقيد والوقت	بناء الطائرات، المشاريع الهندسية الكبرى
الورشة	منخفض	مرتفع	تنسيق المهام المختلفة	ورش النجارة، استديوهات التصميم
الدفعة	متوسط	متوسط	تحقيق التوازن بين الكفاءة والمرونة	إنتاج الملابس، صناعة الأدوية
المتسلسل	مرتفع	منخفض	الحفاظ على تدفق سلس للعمليات	خطوط تجميع الأجهزة الإلكترونية
المستمر	مرتفع جداً	منخفض جداً	مراقبة العمليات المعقدة	مصافي النفط، محطات توليد الكهرباء

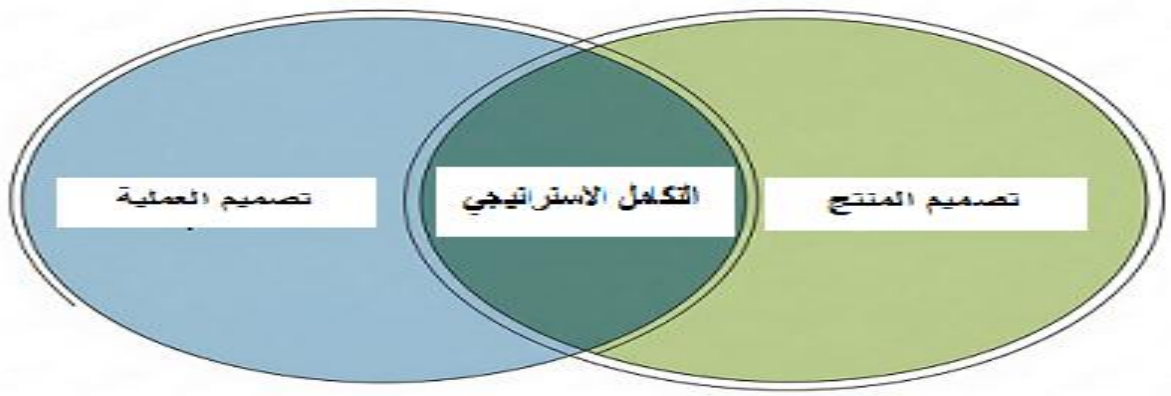
2.1. العوامل المؤثرة في قرار التصميم : لا يتم قرار تصميم العملية الإنتاجية بمعزل عن الظروف المحيطة بالمنشأة. وفقًا لحمود أحمد فياض وعيسى يوسف قدادة (2010)، يجب على المنشأة إعادة تقييم تصميم عمليتها الإنتاجية في الحالات التالية:

- **تقديم منتجات جديدة** :يتطلب منتج جديد غالباً عملية إنتاج مختلفة.
- **التغيرات في الطلب** :ارتفاع أو انخفاض الطلب قد يستدعي تغييرًا في حجم الإنتاج.
- **الضغوط التنافسية** :قد تضطر المنظمة لتبني تكنولوجيا جديدة أو عملية إنتاج أكثر كفاءة لمواكبة المنافسين.
- **تحسين الجودة** :عندما تتطلب استراتيجية المؤسسة تحسين جودة المنتجات.
- **تدني مستويات الأداء الحالية** :انخفاض الكفاءة الإنتاجية أو ارتفاع التكاليف.

1.3 العلاقة بين تصميم المنتج وتصميم العملية: يُعد **تصميم المنتج** و**تصميم العملية** وجهين لعملة واحدة، وهما مترابطان بشكل عميق لدرجة أن أي قرار يُتخذ في أحدهما يؤثر بشكل مباشر على الآخر. هذا الترابط ليس مجرد

تنسيق إجرائي، بل هو تكامل استراتيجي حاسم لنجاح المنشأة وتحقيق ميزتها التنافسية في السوق (Alain Courtoi et al, 2003). يوضح الشكل 5-1 العلاقة الجوهرية بين **تصميم المنتج وتصميم العملية** فكل منهما يُمثل دائرة مستقلة في الظاهر، لكنهما يتداخلان بشكل حيوي في منطقة مشتركة تُسمى **"التكامل الاستراتيجي** .يُمثل هذا التكامل حقيقة أن قرار تصميم المنتج ليس منفصلاً، بل يؤثر بشكل مباشر على كيفية إنتاجه. فخصائص المنتج، مثل درجة تعقيده أو حجم إنتاجه، تُحدد بفعالية نوع العملية الإنتاجية الأنسب (متسلسلة، ورشة، إلخ). وعندما يتم دمج هذين القرارين بشكل استراتيجي، تضمن المنشأة التناسق بين ما تُقدمه من منتجات وكيفية إنتاجها بكفاءة، مما يعزز من قدرتها التنافسية ويُجنبها هدر الموارد.

الشكل 5-1: العلاقة بين تصميم المنتج وتصميم العملية



يجب أن يُنظر إلى التصميم ليس فقط كعملية إبداعية، بل كقرار استراتيجي يهدف إلى تحقيق التوافق الأمثل بين رغبات العميل والقدرات الإنتاجية للمنشأة:

- **التكامل بين القرارات:** يُمثل تصميم المنتج عملية تحديد خصائصه، وظائفه، وميزاته الجمالية والوظيفية. في المقابل، يُمثل تصميم العملية تخطيط كيفية إنتاج هذا المنتج. فخصائص المنتج، مثل درجة تعقيده، ومستوى تخصيصه، وحجم الإنتاج المطلوب، تُحدد بشكل مباشر نوع العملية الإنتاجية الأنسب. على سبيل المثال، تصميم منتج فريد ومخصص مثل طائرة خاصة يستلزم عملية إنتاج قائمة على **المشروع**، حيث يتم نقل الموارد إلى الموقع الثابت للمنتج. وعلى النقيض، يتطلب تصميم منتج قياسي بكميات كبيرة، مثل الهواتف الذكية أو السيارات، عملية إنتاج **متسلسلة** أو **مستمرة** .هذا التكامل يُظهر أن قرار تصميم المنتج ليس قرارًا منفصلًا، بل هو قرار استراتيجي يسبق عملية الإنتاج ويُلزمها بمسار معين.

- **تأثير تصميم المنتج على العملية الإنتاجية:** تصميم المنتج له تأثير مباشر على جميع الأنشطة اللاحقة في سلسلة القيمة. التصميم البسيط، على سبيل المثال، يسهل مهام الرقابة على الجودة وإدارة المخزون، بينما يزيد التصميم المعقد من تعقيد هذه العمليات، ويرفع من تكاليف الإنتاج. كما أن التغييرات في تصميم المنتج قد تتطلب تعديلات واسعة في النظام الإنتاجي، مما يستدعي استثمارات إضافية في المعدات والتدريب. لذا، يجب أن يُصمم المنتج بطريقة تضمن سهولة إنتاجه وكفاءة عملياته.
- **تصميم المنتج كأداة للمنافسة** يعتبر المنتج في حد ذاته هو الأداة الرئيسية للمنافسة في السوق، فالتصميم الجيد يضمن أن تكون خصائص المنتج التقنية، ووظائفه، وجودته تتناسب مع توقعات وحاجات الزبائن. إن اتخاذ قرار تصميم المنتج بشكل متكامل مع قرار تصميم العملية يضمن التناسق بين ما يُقدم للمستهلك وكيفية إنتاجه. أي تضارب بينهما، مثل تصميم منتج معقد لا يمكن إنتاجه بكفاءة عالية، يؤدي إلى هدر الموارد وضعف الأداء، مما يضعف المركز التنافسي للمنظمة في السوق.

2 الترتيب الداخلي للمصنع: تنظيم الفضاء لتحقيق الكفاءة

يُعرف **الترتيب الداخلي للمصنع** بأنه التنظيم المادي لأقسام ومحطات الإنتاج والأفراد والآلات والمعدات والمخازن والممرات وكل ما يتعلق بالعملية الإنتاجية. وهو قرار استراتيجي يهدف إلى تحقيق أقصى كفاءة ممكنة من خلال الترتيب الفعال للموارد المادية(Alain Courtoi et al, 2003) .

1.2. أنواع الترتيب الداخلي: لكل نوع من أنواع الترتيب الداخلي مزاياه وعيوبه التي تجعله مناسبًا لبيئات إنتاجية معينة. يوضح هذا الجدول الفروقات الرئيسية بين أنواع الترتيب الداخلي للمصنع من حيث الوصف، المزايا، العيوب، والأمثلة على كل نوع.

الجدول رقم 5-2 : مقارنة بين أنواع الترتيب الداخلي للمصنع

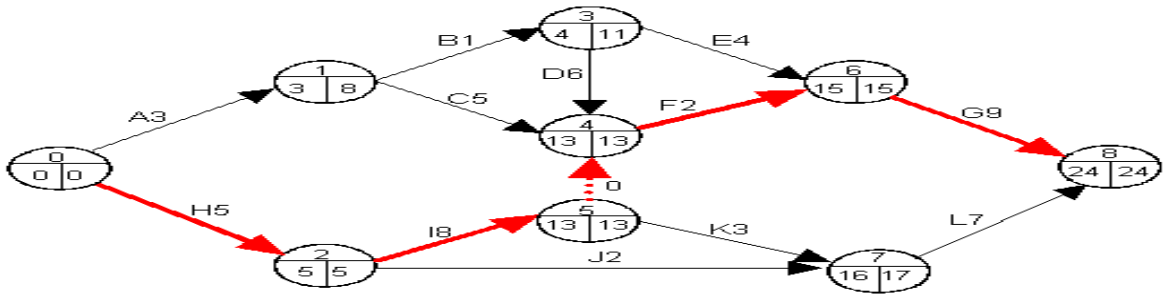
نوع الترتيب	الوصف	المزايا	العيوب	أمثلة
على أساس المنتج	ترتيب الآلات بتسلسل منطقي لإنتاج منتج معين. يُعرف بـ خط التجميع.	كفاءة عالية، تكاليف مناولة منخفضة، وسهولة المراقبة.	قلة المرونة، وتوقف الخط بأكمله عند تعطل آلة واحدة.	خطوط تجميع السيارات أو تعليب الأغذية.

على أساس العملية	تجميع الآلات ذات الوظيفة المتشابهة في أقسام متخصصة.	مرونة عالية للتعامل مع منتجات متنوعة، وقدرة على التكيف.	تكاليف مناولة مرتفعة، وصعوبة مراقبة تدفق العمل.	المستشفيات، ورش التصليح.
الترتيب الهجين	يجمع بين مزايا الترتيب الوظيفي (على أساس العملية) والترتيب السلعي (على أساس المنتج)،	يقلل من مسافات المناولة، ويزيد من مرونة الإنتاج.	قد يتطلب استثماراً إضافياً في المعدات.	خلايا تصنيع عائلات معينة من قطع غيار المحركات.
ذو الموقع الثابت	يبقى المنتج ثابتاً في مكانه، ويتحرك العمال والمواد نحوه.	مثالي للمشاريع الضخمة التي لا يمكن نقلها.	صعوبة التخطيط، وارتفاع تكاليف المناولة.	بناء الطائرات، إنشاء الجسور والسدود.
الترتيب المتخصص	نوع من الترتيب يلائم الأنشطة التي لا تتبع مسارًا إنتاجيًا تقليديًا.	مناسب للبيئات غير الإنتاجية، ويسهل الوصول إلى المنتجات.	غير مناسب لعمليات الإنتاج المعقدة.	المستودعات، المكاتب، الأسواق المركزية.

2.2. موازنة خط التجميع : تُعد **موازنة خط التجميع** عملية رياضية وهندسية تهدف إلى تحقيق أقصى كفاءة للخط الإنتاجي. ينبع الهدف من هذه العملية من حقيقة أن طاقة أي خط إنتاج تتحدد بأضعف محطة فيه، وهي المحطة التي تستغرق أطول وقت لإنجاز مهامها، مما يؤدي إلى ما يُعرف بـ **عنق الزجاجة(Bottleneck)** ، ويسبب وقتًا عاطلًا في المحطات الأخرى (مطبوعة بيداغوجية في مقياس إدارة الانتاج والعمليات، د. مانع فاطمة، ص 34). الهدف الأساسي هو توزيع المهام بين المحطات بشكل متساوٍ لتقليل الوقت العاطل وزيادة الإنتاجية.(Vincent Giard, 2003)

أ. **رسم مخطط الاسبقيات:** تُعد موازنة خط التجميع عملية حيوية لزيادة كفاءة الإنتاج. تبدأ هذه العملية بتجزئة الإنتاج إلى مهام مستقلة، ثم تحديد الوقت اللازم لإنجاز كل مهمة وعلاقات الأسبقية بينها. ولتمثيل هذه العلاقات بصريًا، يُستخدم مخطط الأسبقيات الذي يوضح تسلسل المهام وتدفق العمل، كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل رقم 5-2: مخطط الاسبقيات



ب. **حساب وقت الدورة وتخصيص المهام:** الخطوة التالية هي حساب وقت الدورة (Cycle Time)، وهو أقصى وقت مسموح به لكل محطة عمل لإنجاز مهامها. يُحسب وقت الدورة من خلال المعادلة التالية:

وقت الدورة =الوقت المتاح للإنتاج خلال الدورة / اجمالي الإنتاج خلال الفترة

ت. **حساب العدد النظري:** بعد تحديد وقت الدورة، يتم تخصيص المهام للمحطات مع الالتزام بقاعدة أساسية: يجب أن يكون مجموع أوقات المهام المخصصة لكل محطة عمل أقل من أو يساوي وقت الدورة. الهدف هو تقليل عدد محطات العمل إلى الحد الأدنى النظري. ويحسب الأدنى لمحطات التشغيل من خلال العلاقة التالية

العدد النظري الأدنى لمحطات التشغيل = مجموع ازمنة العمليات / زمن الدورة

ث. **حساب كفاءة الخط الإنتاجي :** بعد الانتهاء من تخصيص المهام، يتم تقييم فعالية عملية الموازنة من خلال حساب **كفاءة الخط** و**الوقت العاطل** .تُظهر الكفاءة مدى استغلال الخط الإنتاجي بشكل فعال، ويتم حسابها بالعلاقة:

كفاءة الخط الإنتاجي= مجموع ازمنة العمليات/(العدد النظري الأدنى لمحطات التشغيل x زمن الدورةx 100%)

أما **الوقت العاطل**، فهو الوقت غير المستغل في كل محطة، ويُحسب بالعلاقة:

- **الوقت العاطل= (عدد المحطات x وقت الدورة) - مجموع أوقات التشغيل**
- **معدل العطل =وقت العطل/ (عدد المحطات في وقت الدورة)**

كلما ارتفعت الكفاءة وانخفض الوقت العاطل، دل ذلك على نجاح عملية الموازنة في تحقيق تدفق سلس للعمليات وزيادة الإنتاجية.

تمرين تطبيقي: لديك بيانات مجموعة من الانشطة اللازمة لإنتاج الثلاجات على أحد خطوط الانتاج كما يلي:

العمليات	العملية السابقة	الوقت (دقيقة)
أ	-	10
ب	أ	10
ج	أ	20
د	ب	11
هـ	ب	4
و	ج، د	15
ز	هـ	6
ح	و، ز	6
ط	ح	15

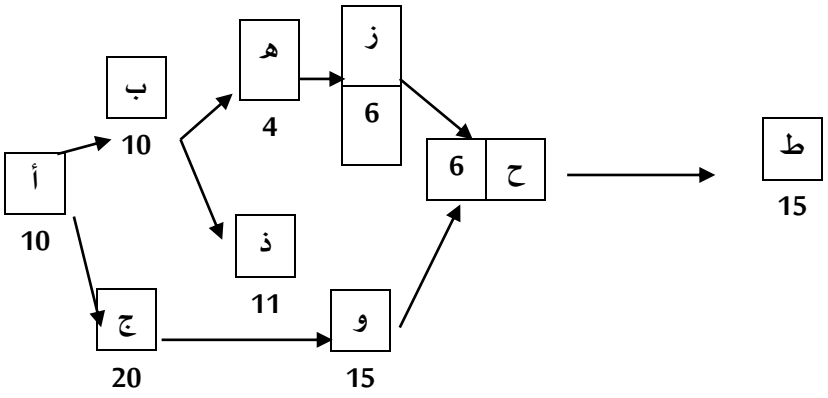
اذا علمت ان عدد ساعات العمل اليومية 14سا، وكمية الانتاج المطلوب 40 ثلاجة/يوميا.

المطلوب:

1. رسم مخطط الاسبقيات.
2. احسب عدد المحطات والتخصيص المفصل للأنشطة عليها.
3. احسب كفاءة الخط الانتاجي ونسبة الوقت العاطل.

الحل:

1. **رسم مخطط الاسبقيات:**



2. **تحديد عدد المحطات النظري:**

- **العدد النظري الأدنى لمحطات التشغيل** = مجموع ازمنة العمليات زمن الدورة = 21/97=4.62=**5 محطات**
- **حساب وقت الدورة المتاح** = الوقت المتاح للإنتاج خلال الدورة / اجمالي الإنتاج خلال الفترة =(60x14)/40=**21د**

ومنه يكون التخصيص المفصل للأنشطة في الجدول التالي:

المحطات	العمليات	زمن كل محطة	الوقت العاطل
1	أ ب	20	1
2	ج	20	1
3	د هـ ز	21	0
4	و ح	21	0
5	ط	15	6
المجموع		97	8

3. **حساب كفاءة الخط الانتاجي:**

كفاءة الخط الإنتاجي = مجموع ازمنة العمليات/(العدد النظري الأدنى لمحطات التشغيل x زمن الدورة)) *100

= 97/(21x5))*100=92%

نسبة الوقت الضائع = وقت العطل/ (عدد المحطات في وقت الدورة) = 8/(5x21)= 7.62%

3 أنشطة أخرى مكملة لإدارة الإنتاج

بالإضافة إلى القرارات الاستراتيجية المتعلقة بتصميم العمليات وترتيب المصنع، هناك مجموعة من الأنشطة التشغيلية اليومية التي تُعد حيوية لضمان كفاءة الإنتاج وفعاليته(Slack et al., 2010) .

1.3. إدارة الجودة: تُعد الجودة حجر الزاوية في تحقيق الميزة التنافسية(Reid & Sanders, 2019) ، إذ يُعرف تصميم المنتج بأنه تحديد خصائصه ووظائفه. وبالتالي، يُعد التخطيط والرقابة على الجودة جزءًا لا يتجزأ من إدارة الإنتاج، حيث يهدف إلى ضمان أن المنتجات أو الخدمات النهائية تلبي توقعات العملاء.

أ. **التخطيط للجودة** :يُعد التخطيط للجودة عملية استباقية يتم فيها تحديد المواصفات والمعايير المطلوبة للمنتج أو الخدمة قبل بدء الإنتاج. يشمل ذلك وضع خطة للجودة تحدد كيفية تحقيق هذه المعايير، بما في ذلك اختيار الموردين، وتحديد العمليات، وتدريب العاملين.

ب. **الرقابة على الجودة** :تُعنى الرقابة على الجودة بمراقبة العملية الإنتاجية والمنتجات النهائية للكشف عن أي عيوب أو انحرافات عن المعايير المحددة. تُستخدم أدوات مثل خرائط الرقابة الإحصائية وعينات الفحص لضمان أن العملية تسير ضمن الحدود المقبولة.

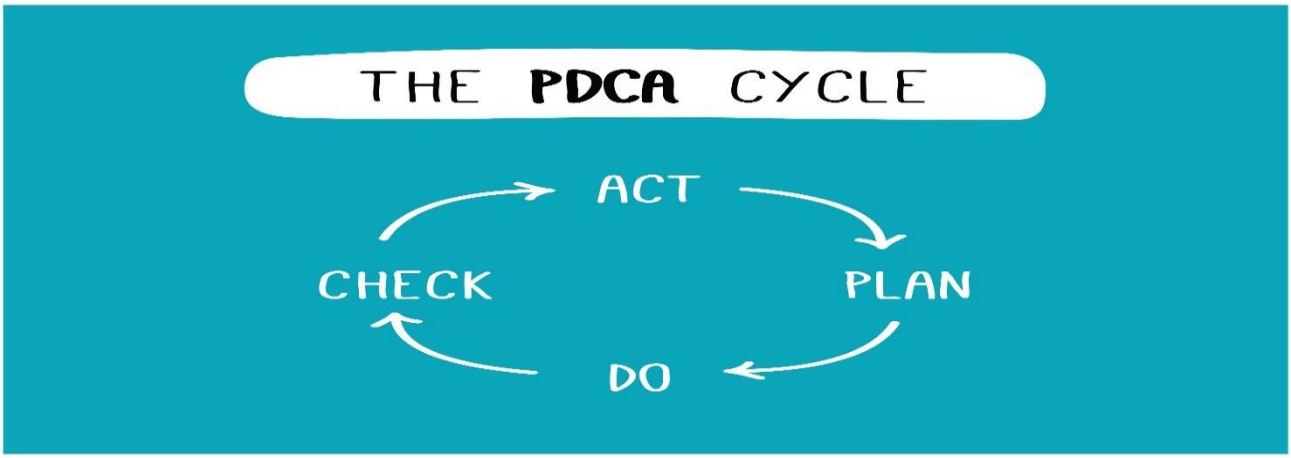
ت. **إدارة الجودة الشاملة(TQM)** :هي فلسفة إدارية تركز على التحسين المستمر للجودة في جميع جوانب المنظمة، وليس فقط في قسم الإنتاج. تهدف إلى إشراك جميع العاملين في عملية تحسين الجودة، وتعتبر رضا العميل الهدف الأسمى.تُعد دورة "خطط، نفذ، افحص، تصرف (Plan-Do-Check-Act) "أداة أساسية في إدارة الجودة الشاملة.

الشكل 5-2: دورة التحسين المستمر (PDCA)

2.3. إدارة المخزون: تُعد إدارة المخزون أحد الأنشطة الرئيسية في إدارة الإنتاج والعمليات، وتهدف إلى تحقيق توازن دقيق بين توفير كميات كافية من المواد لتلبية الطلب وتجنب التكاليف المرتفعة المرتبطة بتخزين المخزون الزائد (Giard, 2003).

أ. **أنواع المخزون** يُمكن تصنيف المخزون إلى خمسة أنواع رئيسية، تختلف أهميتها حسب القطاع الصناعي:

- **المواد الخام** :تُعد نقطة الانطلاق في عملية الإنتاج، حيث تُشترى من الخارج وتُستخدم بعد تخزينها في تصنيع المنتج النهائي. تتميز بأن الحصول عليها يستغرق وقتًا وقد يكون غير منتظم، مما يجعل إدارتها أمرًا بالغ الأهمية



لتجنب أي انقطاع في سلسلة الإنتاج.

- **المنتجات تحت التشغيل والمكونات** :وهو المخزون الذي يتشكل بين مراحل الإنتاج المختلفة بسبب عدم التزامن المثالي بين العمليات. وقد تكون هذه المنتجات ذات مصدر داخلي أو خارجي، وتُستخدم داخليًا في عملية التصنيع.

- **السلع والمنتجات النهائية** :السلع هي المنتجات التي تشتريها الشركة لإعادة بيعها دون أي تعديل، بينما المنتجات النهائية هي السلع التي تنتجها الشركة بنفسها لتبيعها لعملائها. كلاهما يشتركان في كونهما مخصصين للطلب الخارجي، ويُعدان جزءًا من **مخزون التوزيع**.

- **اللوازم** :تشمل هذه الفئة المواد التي تُستخدم في الإنتاج أو التشغيل ولكنها تفقد خصائصها المادية بعد الاستخدام الأول ولا تُدمج في المنتج النهائي. تُعد إدارة هذه الأنواع من المخزون أقل تعقيدًا في العادة.
- **المخزون تحت الترانزيت :(En-cours de route)** هو المخزون الذي يكون في طريق النقل من المورد إلى مكان الإنتاج، أو بين مراحل الإنتاج المختلفة، أو من مكان الإنتاج إلى نقاط البيع.

ب. **تكاليف المخزون:** يؤدي المخزون عدة وظائف أساسية في المؤسسة لضمان استمرارية العمليات وحماية الشركة من المخاطر(Heizer, Render, & Munson, 2020) :

- **وظيفة الترانزيت** :تسهيل نقل المواد الخام والمكونات والمنتجات النهائية بين نقاط مختلفة في سلسلة التوريد.
- **وظيفة الدورة :(Cycle)** تقليل عدد دفعات الإنتاج أو الطلبيات، مما يساهم في خفض التكاليف المرتبطة بعمليات الإعداد والتحضير.
- **وظيفة الأمان** :حماية الشركة من عدم اليقين المرتبط بتقلبات الطلب ومواعيد التسليم غير المنتظمة.
- **وظيفة التوقع (Anticipation)** : تمكين الشركة من مواجهة الزيادات في الأسعار، والنقص المحتمل في المواد بسبب الإضرابات أو الكوارث، والتقلبات الموسمية في الطلب.
- **وظيفة عازلة** :منع توقف جميع عمليات الإنتاج بسبب مشكلة مؤقتة في محطة عمل معينة أو لدى مورد.

ت. **تكاليف المخزون:** تُعد القرارات المتعلقة بإدارة المخزون حاسمة لأنها تؤثر على عدة أنواع من التكاليف:

1. **تكلفة الاحتفاظ بالمخزون :(Coût de possession)** وهي التكاليف المرتبطة بالاحتفاظ بالمواد في المخزون وتزيد كلما زاد حجم المخزون. وتُصنّف إلى:
   - **تكلفة رأس المال** :الأموال المستثمرة في المخزون والتي كان يمكن استغلالها في أنشطة أخرى مربحة. تُعد هذه التكلفة من أعلى تكاليف الاحتفاظ.
   - **تكلفة التخزين** :وتشمل الإيجار، وصيانة المستودع، وتكاليف العمالة، والتأمين، والطاقة.
   - **تكلفة انخفاض القيمة** :المخاطر المرتبطة بالتقادم، والتلف، وانتهاء الصلاحية، أو السرقة.
2. **تكلفة وضع الطلب أو بدء التشغيل(Coût de passation de commande)** : وهي التكاليف المرتبطة بتقديم طلب شراء أو بدء دفعة إنتاج.
3. **تكلفة الشراء(Coût d'acquisition)** : تشمل سعر المادة نفسها، بالإضافة إلى رسوم الشحن والمناولة.

4. **تكلفة النقص في المخزون(Coût de rupture)** : هي الخسائر المترتبة على عدم توفر المنتج المطلوب، مما يؤدي إلى خسارة المبيعات، أو فقدان العملاء، أو الحاجة إلى وسائل توصيل عاجلة

ث. **نظم إدارة المخزون:** تُستخدم العديد من النظم لإدارة المخزون بفعالية، من بينها:

- **نظام الكمية الاقتصادية للطلب :(EOQ)** نموذج رياضي يحدد الكمية المثلى للطلب التي تقلل من إجمالي تكاليف الاحتفاظ والطلب.
- **نظام نقطة إعادة الطلب :(ROP)** يحدد مستوى المخزون الذي يجب عنده إصدار أمر شراء جديد.
- **نظام الإنتاج في الوقت المحدد :(JIT)** يهدف إلى تقليل المخزون إلى أدنى حد ممكن (Mourtzis & Vlachou, 2018)، حيث يتم استلام المواد في اللحظة التي تحتاجها فيها عملية الإنتاج.

يُعد الاختيار بين هذه النظم أمرًا استراتيجيًا، كما يوضح الجدول التالي الذي يقارن بين نظامي EOQ وJIT:

الجدول 5-3: مقارنة بين نظامي EOQ وJIT

الخاصية	الكمية الاقتصادية للطلب(EOQ)	الإنتاج في الوقت المحدد(JIT)
الهدف الرئيسي	تقليل إجمالي تكاليف الاحتفاظ والطلب	تقليل المخزون إلى الصفر
الكمية المطلوبة	كمية كبيرة (دفعة واحدة)	كميات صغيرة (دفعات متعددة)
العلاقة مع الموردين	علاقة تقليدية (أمر شراء)	شراكة طويلة الأجل وثيقة
مستوى المخزون	مخزون احتياطي	مخزون منخفض جدًا
تكاليف النقل	منخفضة نسبيًا (عدد قليل من الشحنات)	مرتفعة (كثرة الشحنات الصغيرة)

3.3. الصيانة والإصلاح: تُعد الصيانة والإصلاح من الوظائف الحيوية في إدارة الإنتاج والعمليات، إذ تهدف إلى ضمان استمرارية وكفاءة العملية الإنتاجية، ومنع التوقفات غير المخطط لها التي قد تنتج عن أعطال المعدات. فمن خلال الحفاظ على الآلات في حالة تشغيلية ممتازة، تساهم الصيانة في تقليل التكاليف التشغيلية، وزيادة الإنتاجية، وضمان جودة المنتج النهائي.

أ. **أنواع الصيانة:** تُصنف ممارسات الصيانة إلى نوعين رئيسيين:

- **الصيانة الوقائية :(Preventive Maintenance)** هي نهج استباقي يهدف إلى منع الأعطال قبل حدوثها. تُجرى هذه الصيانة على فترات زمنية محددة أو بناءً على عدد ساعات التشغيل، وتشمل الفحص الدوري للمعدات، واستبدال الأجزاء التي قاربت على التلف، والتشحيم والتنظيف. يساهم هذا النوع من الصيانة في إطالة العمر الافتراضي للمعدات وتقليل احتمالية التوقف المفاجئ.

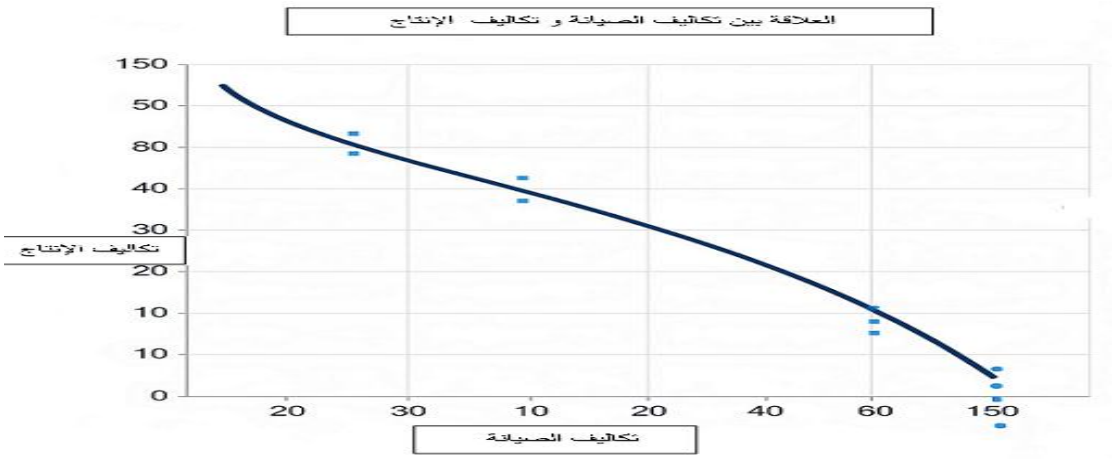
- **الصيانة التصحيحية :(Corrective Maintenance)** تُعرف أيضًا بالصيانة العلاجية، وتُجرى بعد حدوث العطل بهدف إعادة المعدة إلى حالتها التشغيلية الطبيعية في أسرع وقت ممكن. ورغم أنها ضرورية، إلا أنها تُعد أقل كفاءة مقارنة بالصيانة الوقائية، حيث إنها غالبًا ما تكون مكلفة وتؤدي إلى توقف الإنتاج.

ب. **الصيانة الإنتاجية الشاملة: تُعد الصيانة الإنتاجية الشاملة (TPM)** منهجية متقدمة تتجاوز المفهوم التقليدي للصيانة، إذ تُشرك جميع الأقسام والعمال في مسؤولية الحفاظ على المعدات. ترتكز هذه المنهجية على مبدأ أن "الصيانة ليست وظيفة قسم واحد، بل هي مسؤولية الجميع"، وتستند إلى ركيزتين أساسيتين:

- **الصيانة الذاتية** يتم فيها تدريب المشغلين على أداء مهام صيانة أساسية (مثل التنظيف، والتشحيم، والفحص البسيط) على آلاتهم الخاصة. يمنح هذا النهج المشغلين فهمًا أعمق لمعداتهم ويساعدهم على اكتشاف المشاكل المحتملة في مراحلها المبكرة، مما يقلل الاعتماد على فريق الصيانة.
- **التحسين المستمر:** تُركز هذه الركيزة على تحليل أسباب الأعطال المتكررة والعمل على إيجاد حلول جذرية لمنع تكرارها (Mourtzis & Vlachou, 2018).يستخدم هذا التحليل لتحسين أداء المعدات بشكل دائم وتقليل احتمالية حدوث الأعطال المستقبلية.

يُظهر الشكل 5-3 العلاقة الحاسمة بين الاستثمار في الصيانة وتكاليف الإنتاج الإجمالية. فالاستثمار في **الصيانة الوقائية** (الفصلالسيني) قد يزيد من تكاليف الصيانة في البداية، ولكنه يُقلل بشكل كبير من تكاليف الأعطال غير المخطط لها، التي قد تشمل خسارة الإنتاج، وتكاليف الإصلاح الطارئ، وتكاليف الوقت الضائع للعمال. وعلى المدى الطويل، يؤدي هذا التوازن إلى تقليل إجمالي تكاليف الإنتاج وزيادة الربحية. كما أشار Heizer, Render, & Munson (2020)إلى أن الصيانة الفعالة تعد عاملاً رئيسياً في تحقيق الميزة التنافسية.

الشكل 5-3: العلاقة بين الصيانة وتكاليف الإنتاج



خاتمة الفصل الخامس: خلاصة واستنتاج

نخلص من دراسة هذا الفصل إلى أن كفاءة إدارة الإنتاج والعمليات تقاس بمدى قدرتها على خلق "تناغم" بين التصميم المادي والأنشطة التشغيلية المكملة. لقد أثبتت النماذج الرياضية لموازنة خطوط التجميع أن زيادة الإنتاجية لا تأتي بالضرورة من زيادة الموارد، بل من التحسين الذكي في توزيع المهام وتقليص الوقت العاطل. إن الترتيب الداخلي السليم والموازنة الدقيقة هما اللذان يحولان المصنع من مجرد تجمع للآلات إلى وحدة إنتاجية تتسم بالرشاقة والفاعلية.

كما استنتجنا أن التميز التنافسي للمؤسسات الحديثة يرتكز على ثلاثية (الجودة، المخزون، والصيانة). فالجودة لم تعد مجرد فحص نهائي بل ثقافة تحسين مستمر(PDCA) ، والمخزون تحول من كونه "أماناً" إلى "تكلفة" يجب تقليصها عبر أنظمة الإنتاج في الوقت المحدد(JIT) ، بينما أصبحت الصيانة استثماراً استراتيجياً يحمي الأصول الرأسمالية من التآكل ويضمن تدفق الإنتاج دون انقطاع. إن الربط بين هذه الأنشطة هو ما يسمح للمؤسسة بتحقيق معادلة: "أعلى جودة، بأقل تكلفة، وفي أقصر وقت."

وفي الختام، يمثل هذا الفصل نهاية الرحلة المعرفية في أساسيات إدارة الإنتاج والعمليات، ليضع الطالب أمام مسؤولية مهنية تتطلب الموازنة بين الدقة الهندسية والمرونة الإدارية. إن النجاح في إدارة العمليات اليوم يتوقف على القدرة على تبني المنهجيات الشاملة مثل (TPM) و(TQM)، والتي تدمج العنصر البشري في صلب العملية التقنية، مما يجعل من المصنع بيئة عمل متطورة قادرة على التكيف مع تحديات الثورة الصناعية الرابعة ومتطلبات التنمية المستدامة.

الفصل السادس:

بعض أساليب الانتاج اليابانية والأمريكية

مقدمة الفصل السادس: أساليب الإنتاج بين الكفاءة الأمريكية والرشاقة اليابانية

يُشكل هذا الفصل رحلة تاريخية وفلسفية في تطور الفكر الإنتاجي الذي صاغ ملامح القرن العشرين وما يزال يوجه دفة الصناعة في القرن الحادي والعشرين. إن دراسة أساليب الإنتاج ليست مجرد سرد للتقنيات، بل هي فهم للتحولات العميقة في كيفية تنظيم الجهد البشري والآلي؛ فمن رحم "الإدارة العلمية" لتايلور و"خطوط التجميع" لفورد، ولدت مفاهيم النمطية ووفورات الحجم التي جعلت المنتجات المعقدة في متناول الجميع، محولةً الولايات المتحدة إلى القوة الصناعية الأولى عالمياً عبر نموذج "الدفع.(Push System) "

ومع صعود القوة الصناعية لليابان في النصف الثاني من القرن الماضي، برز نموذج مغاير تماماً قام على أنقاض الهدر وبناء جسور الثقة مع العامل. سنتناول في هذا الفصل كيف استطاعت شركة تويوتا، عبر نظامها الفريد(TPS) ، أن تقلب موازين القوى من خلال فلسفة "السحب (Pull System) "ونظام "الإنتاج في الوقت المناسب " .(JIT)هنا، لم تعد الجودة مجرد فحص نهائي، بل أصبحت ثقافة "كايزن (Kaizen) "التي تشرك أصغر عامل في أكبر قرار للتحسين، محولةً العيوب إلى فرص والنفايات إلى قيمة مضافة.

يهدف هذا الفصل إلى تمكين الطالب من المقارنة بين مدرستين متميزتين: المدرسة الأمريكية التي قدست الكفاءة الكمية والنمطية، والمدرسة اليابانية التي رفعت شعار المرونة والرشاقة. ومن خلال استعراض أدوات مثل "كانبان" و"سيجما 6"، سيتضح لنا كيف أدى التلاقح بين هذه الأساليب في عصر العولمة إلى ظهور "الإنتاج المرن" و"التصنيع الرشيق"، وهي النماذج الهجينة التي تجمع بين كفاءة الإنتاج الضخم ودقة التخصيص حسب طلب الزبون.

1 أساليب الإنتاج الأمريكية: من النمطية إلى الإنتاج الشامل

تميز النموذج الأمريكي منذ بداياته بالتركيز على **الكفاءة الكمية وخفض التكلفة**، وهو ما مكّن الولايات المتحدة من قيادة الثورة الصناعية الثانية، حيث ارتبط الفكر الإنتاجي فيها بمفهوم "المزيد من الإنتاج في وقت أقل وبأقل تكلفة". وقد انعكس ذلك في مجموعة من الأساليب التي أسسها الرواد الأوائل في الإدارة والإنتاج.

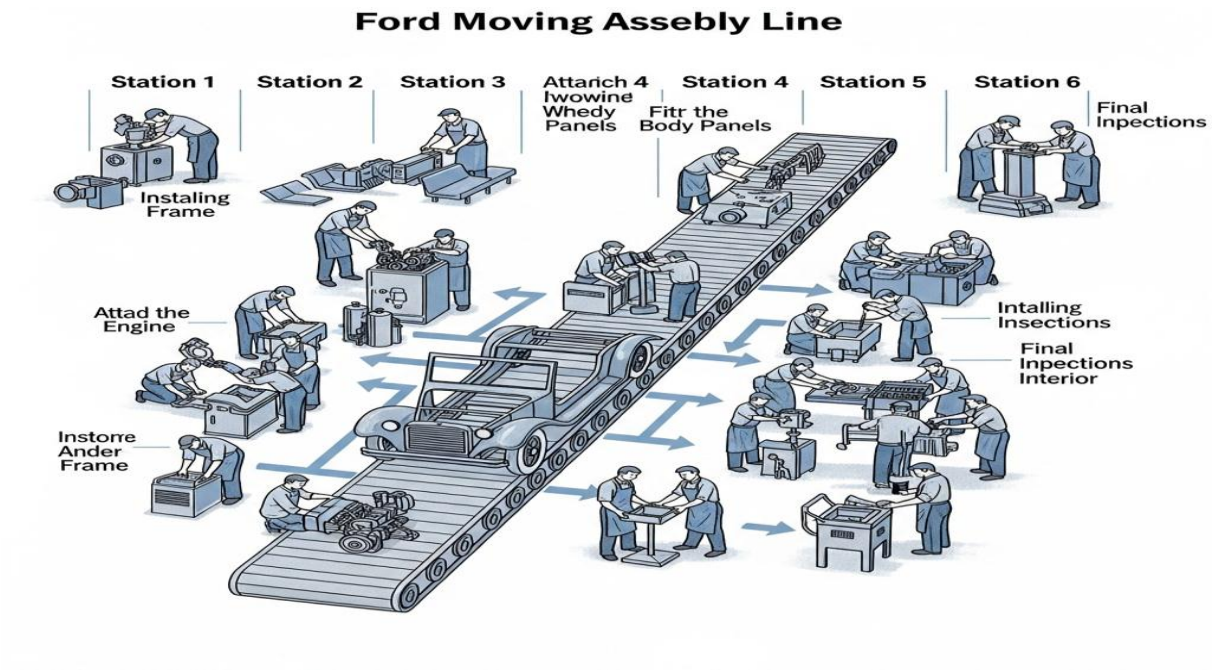
1.1. الإدارة العلمية: يعتبر فريدريك وينسلو تايلور**(Taylor, 1911)** الأب الروحي للإدارة العلمية، حيث وضع في كتابه The Principles of Scientific Management (1911)المبادئ الأساسية التي تهدف إلى رفع كفاءة العمل الصناعي من خلال اتباع منهج علمي دقيق. ركز تايلور على إجراء دراسات الوقت والحركة (Time and Motion Studies) بهدف تحديد "أفضل طريقة وحيدة" لإنجاز كل مهمة صناعية. وقد تمثلت أهم ملامح نظريته فيما يلي:

- **تقسيم العمل** :تجزئة العملية الإنتاجية إلى مهام صغيرة يمكن التحكم بها وقياسها.
- **الاختيار والتدريب العلمي للعمال** :اختيار العامل الأنسب لكل مهمة وتدريبه على الأسلوب الأمثل.
- **التعاون بين الإدارة والعمال** :حيث تتولى الإدارة مسؤولية التخطيط، بينما ينفذ العامل ما خطط له.
- **الفصل بين التخطيط والتنفيذ** :الإدارة تضع الطرق والمعايير، والعمال يلتزمون بالتنفيذ وفقها.

لقد أدى تطبيق هذه المبادئ إلى **زيادات هائلة في الإنتاجية** وخفض التكاليف، خصوصًا في الصناعات الثقيلة والسكك الحديدية. غير أنّ هذا الفكر تعرض لانتقادات واسعة لكونه تعامل مع العامل باعتباره "ترسًا في آلة" لا يملك سوى الانصياع للأوامر، متجاهلًا أبعاده الإنسانية والاجتماعية(Heizer & Render, 2020) .

2.1. نموذج الإنتاج الضخم: ثورة هنري فورد: يُعتبر نموذج **الإنتاج الضخم (Mass Production)** الذي ابتكره **هنري فورد** ثورة صناعية حقيقية غيَّرت وجه العالم. لم يكن فورد أول من استخدم خط التجميع، ولكنه كان أول من طبَّقه بشكل منهجي وعلى نطاق واسع لإنتاج السيارات. هذا النهج المبتكر لم يخفض التكاليف فحسب، بل جعل السيارات في متناول الطبقة المتوسطة لأول مرة. الابتكار الجذري الذي قدمه فورد كان **خط التجميع المتحرك**، الذي بدأ استخدامه في مصنع هايلاند بارك في ميشيغان عام 1913. بدلاً من أن ينتقل العمال إلى السيارة لتجميعها، كانت السيارة هي التي تتحرك على سير ناقل، مما سمح لكل عامل بأداء مهمة واحدة ومحددة بشكل متكرر. هذا الأسلوب كان مختلفًا تمامًا عن طرق الإنتاج السابقة، حيث كان الحرفيون المهرة يجمعون السيارة بأكملها من البداية إلى النهاية.7

الشكل رقم 6-1 لخط التجميع المتحرك عند فورد



يقوم نموذج الإنتاج الضخم على ثلاثة مبادئ أساسية:

أ. **النمطية (Standardization):** يعتمد الإنتاج الضخم على إنتاج منتج واحد بكميات هائلة، باستخدام **أجزاء قابلة للتبادل (Interchangeable Parts)**. كانت سيارة "Ford Model T" تُنتج بنفس المواصفات والأجزاء، مما سهَّل عملية التجميع والصيانة. أدت هذه النمطية إلى تبسيط الإنتاج بشكل كبير، وإلغاء الحاجة لتكييف الأجزاء لكل سيارة على حدة.

ب. **وفورات الحجم (Economies of Scale):** سمح الإنتاج بكميات ضخمة لشركة فورد بتحقيق **وفورات الحجم**. فكلما زاد حجم الإنتاج، انخفضت التكلفة الإجمالية لكل وحدة منتجة. على سبيل المثال، سمحت الكميات الكبيرة من المواد الخام التي كانت تشتريها الشركة بالحصول على أسعار أقل، كما أن كفاءة خط التجميع قللت من الوقت والجهد اللازمين لإنتاج كل سيارة. نتيجة لذلك، انخفض سعر سيارة "Model T" من 850 دولارًا في عام 1908 إلى أقل من 300 دولار بحلول عام 1925، مما جعلها في متناول الكثيرين.

ت. **العمالة غير الماهرة (Unskilled Labor):** أدى تقسيم عملية التجميع إلى مهام صغيرة وبسيطة إلى إلغاء الحاجة للعمالة الماهرة. أصبح كل عامل مسؤولاً عن مهمة محددة للغاية، مثل تثبيت عجلة أو ربط مسمار. هذا سمح لفورد بتوظيف عمال غير مهرة وتدريبهم بسرعة، مما خفض تكاليف الأجور وزاد من مرونة القوى العاملة. ومع

ذلك، أدت هذه البساطة إلى شعور بعض العمال بالملل والروتين، وهو ما دفع فورد لاحقًا إلى رفع أجورهم إلى 5 دولارات في اليوم عام 1914، وهو مبلغ كان يُعتبر مرتفعًا جدًا في ذلك الوقت.

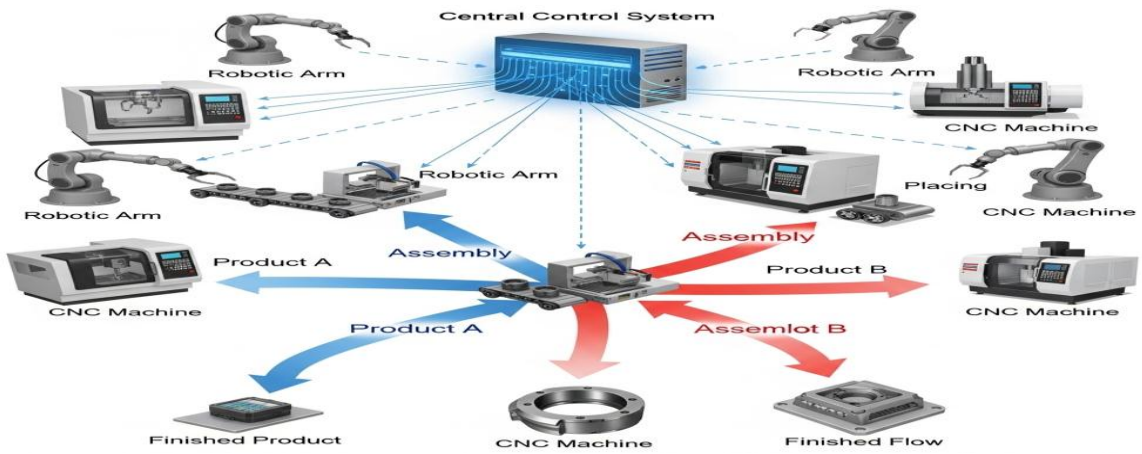
1.3. الإنتاج المرن: مع التطور الهائل في التكنولوجيا، مثل ظهور **الروبوتات** وتقدم **الحواسيب**، شهدنا تحولًا جذريًا في عالم التصنيع، حيث انتقلت الشركات من نموذج الإنتاج الضخم الثابت إلى نموذج أكثر حيوية وذكاءً يُعرف باسم **نظام الإنتاج المرن** . يهدف هذا النموذج إلى الجمع بين كفاءة الإنتاج الكمي والقدرة على التكيف مع طلبات السوق المتغيرة. يقوم هذا النموذج على دمج الميكنة مع المعلوماتية، حيث يتم التحكم في الآلات والروبوتات بواسطة **نظام حاسوبي مركزي** .وهذا يسمح بالتحكم الدقيق في العمليات، مما يوفر مرونة عالية في الإنتاج:

أ. **تقليل أوقات الإعداد** :على عكس خطوط الإنتاج التقليدية التي تتطلب وقتًا طويلاً لإعادة تهيئتها لإنتاج منتج جديد، تسمح أنظمة FMS بالتحول السريع. يمكن إعادة برمجة الروبوتات والآلات بسرعة كبيرة عبر النظام المركزي، مما يقلل من وقت التوقف عن العمل ويزيد من كفاءة الإنتاج.

ب. **الاستجابة لطلب السوق المتغير** :في الماضي، كان الإنتاج الضخم يركز على منتج واحد بكميات كبيرة، لكن FMSيمكّن الشركات من إنتاج تشكيلة واسعة من المنتجات بكميات مختلفة. وهذا يساعد الشركات على تلبية احتياجات العملاء المتغيرة بسرعة وفعالية.

ت. **دمج الميكنة مع المعلوماتية** :يُظهر هذا الشكل كيف يتكامل التحكم المركزي مع الآلات المختلفة. الروبوتات (Robotic Arm)وآلات التحكم الرقمي بالحاسوب (CNC Machine) ترتبط جميعها بنظام تحكم مركزي (Central Control System).هذا الدمج يسمح بتدفق الأجزاء المختلفة (مثل المنتج A و المنتجB) عبر نفس النظام ليتم تجميعها في منتجات نهائية مختلفة.

الشكل 6-2: نظام الإنتاج المرن (FMS)



باختصار، يعتبر الإنتاج المرن قفزة نوعية من التركيز على الكمية إلى التركيز على **التخصيص والاستجابة** السريعة، مما يجعل الشركات أكثر قدرة على المنافسة في السوق الحديثة.

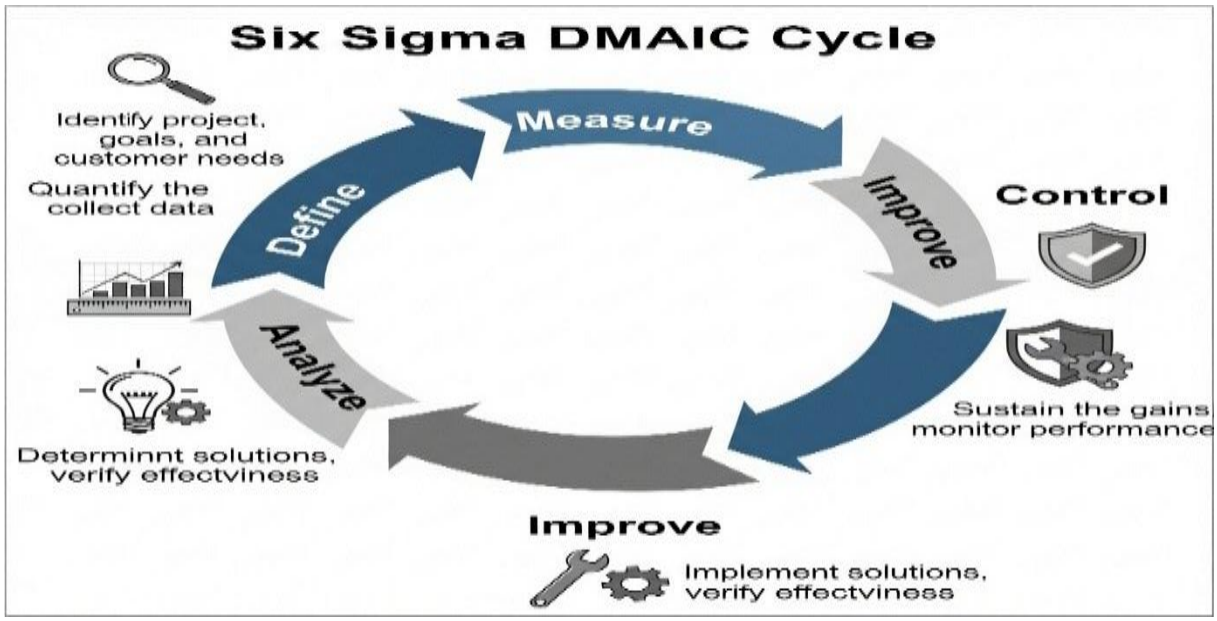
1.4. التصنيع الرشيق يُعد التصنيع الرشيق: منهجية إنتاج مستوحاة من نظام الإنتاج الخاص بشركة تويوتا اليابانية ، إلا أنها أصبحت من أبرز الأدوات وأكثرها تأثيرًا في الصناعة الأمريكية والعالمية. يهدف هذا النهج إلى تعظيم قيمة المنتج أو الخدمة مع تقليل الهدر بكل أنواعه. يركز التصنيع الرشيق على تحسين العمليات بشكل مستمر من خلال عدة مبادئ:

أ. **تقليل الهدر** :يحدد التصنيع الرشيق سبعة أنواع أساسية من الهدر يجب التخلص منها، وهي: الهدر في النقل، والمخزون، والحركة، والانتظار، والإنتاج الزائد، والمعالجة الزائدة، والعيوب. من خلال التخلص من هذه الهدر، يتم تقليل التكاليف بشكل كبير وتحسين الكفاءة.

ب. **تحسين المرونة وسرعة الاستجابة:** يسمح التصنيع الرشيق للشركات بالاستجابة بسرعة أكبر لطلبات العملاء المتغيرة. بدلاً من الإنتاج بكميات كبيرة لتخزينها، يتم التركيز على الإنتاج عند الطلب، مما يقلل من المخزون الزائد ويزيد من مرونة سلسلة التوريد.

ت. **ضبط الجودة:** لضمان الجودة، يعتمد التصنيع الرشيق على أدوات مثل أداة سيجما **Six Sigma** (Slack et al., 2010). تهدف هذه المنهجية إلى تقليل العيوب إلى مستويات شبه معدومة من خلال استخدام أدوات إحصائية لتحليل العمليات وتحسينها بشكل مستمر.

شكل رقم 3-6 : منهجية أداة سيجما DMAIC



2 الأساليب اليابانية في الإنتاج

تميز النموذج الياباني، الذي تبلور بوضوح في "نظام إنتاج تويوتا(TPS) "، بالتركيز على ثلاثة أعمدة رئيسية : **الجودة المطلقة، المرونة العالية، والتحسين المستمر .(Kaizen)** لم تكن هذه الأساليب مجرد تقنيات صناعية، بل كانت فلسفة إدارية متكاملة تهدف إلى تعظيم القيمة من خلال القضاء التام على الهدر .(Muda) هذا الفكر هو ما حوّل الصناعة اليابانية من مرحلة الانبعاث بعد الحرب العالمية الثانية إلى معيار عالمي للكفاءة & Gratacap) .Médan, 2005)

1.2. الإنتاج في الوقت المناسب (Just-in-Time – JIT) : يُعد نظام "الإنتاج في الوقت المناسب" (Just-In-Time) من أبرز ابتكارات النموذج الياباني، وهو عنصر محوري في نظام إنتاج تويوتا الذي طوره تاييتشي أونو (Ohno, 1988). يركز هذا النظام على إنتاج الكميات المطلوبة فقط وفي الوقت المناسب، مخالفًا نهج الإنتاج الكمي للتخزين، ويستند إلى مجموعة من المبادئ التي تضمن تقليل الهدر ورفع الكفاءة التشغيلية:

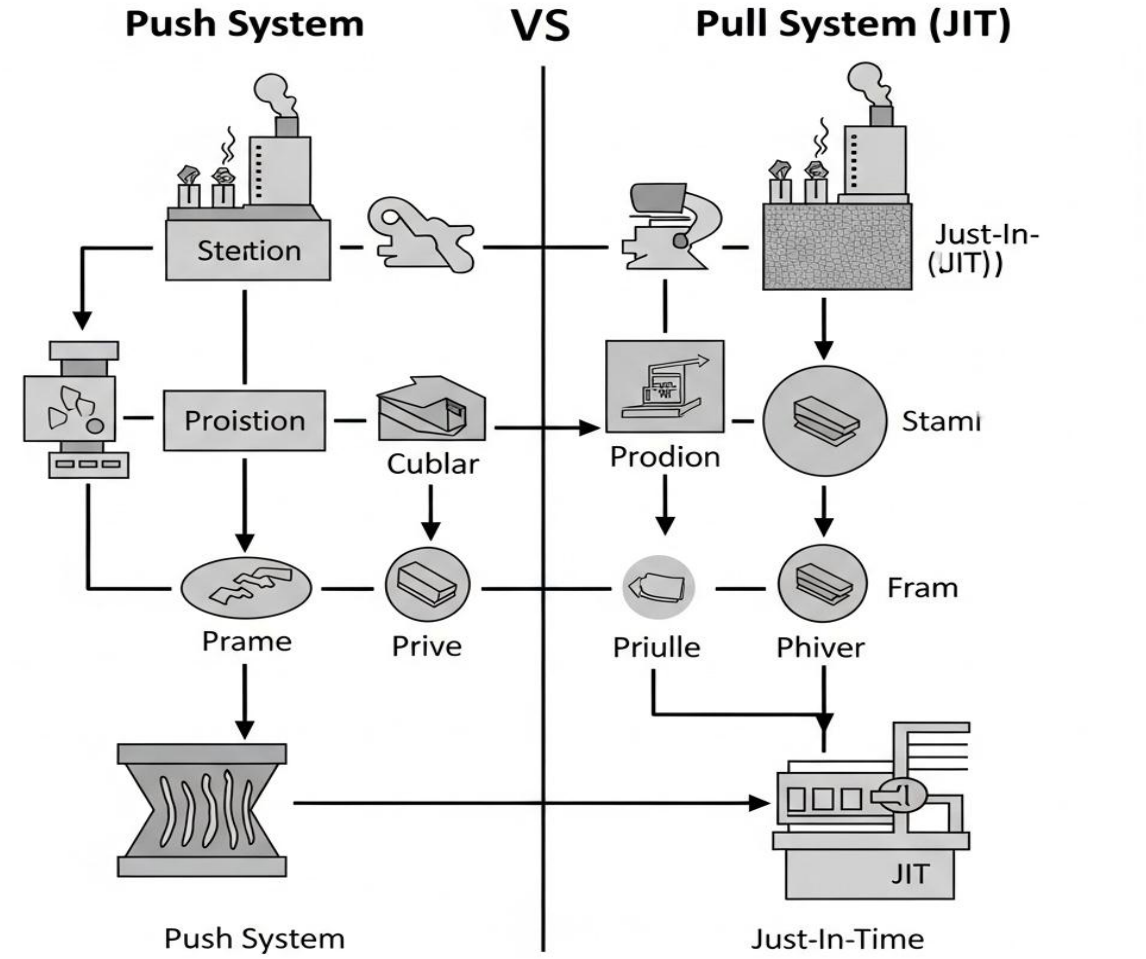
أ. تقليل المخزون إلى أدنى حد :المبدأ الأساسي لنظام JIT هو التخلص من المخزون الزائد، سواء كان مخزونًا من المواد الخام أو المنتجات نصف المصنعة أو المنتجات النهائية. يُنظر إلى المخزون على أنه "هدر" لأنه يستهلك مساحة وتكاليف تخزين، ويُخفي العيوب والمشاكل في عملية الإنتاج(Womack et al., 1990) .

ب. تحسين الجودة عبر الكشف المبكر عن الأخطاء :في نظامJIT ، يُعتبر كل عيب يظهر في أي مرحلة من مراحل الإنتاج مشكلة عاجلة يجب حلها فورًا. نظرًا لعدم وجود مخزون فائض، يتوقف خط الإنتاج إذا تم اكتشاف عيب، مما يجبر الفريق على تحديد السبب الجذري للمشكلة وإصلاحه، وهذا يضمن تحسينًا مستمرًا في الجودة.

ت. نظام السحب (Pull System) مقابل نظام الدفع :(Push System) يكمن الفرق الجوهري بين JIT ونظام الإنتاج التقليدي في آلية تدفق الإنتاج.

- في **نظام الدفع (Push)** التقليدي (الإنتاج الضخم)، يتم الإنتاج بناءً على التنبؤ بالطلب المستقبلي، ثم تُدفع المنتجات إلى المخزون في انتظار البيع.
- في **نظام السحب (Pull)** الخاص بـJIT ، يبدأ الإنتاج فقط عندما يطلب العميل منتجًا. هذا الطلب "يسحب" الأجزاء والمكونات عبر خط الإنتاج، مما يضمن أن كل ما يتم إنتاجه هو بالضبط ما يُطلب.

شكل 6-4 : نظام السحب JIT مقابل نظام الدفع التقليدي



2.2. **نظام كانبان(Kanban System) :** يُعتبر نظام **كانبان** أحد الأدوات الجوهرية لتطبيق فلسفة **الإنتاج في الوقت المناسب (Just-in-Time)** التي طوّرتها شركة تويوتا. تعني كلمة "كانبان" باليابانية **"البطاقة المرئية" أو "اللافتة"**، وهي وسيلة بصرية لتنظيم تدفق العمل والإمداد بين مختلف مراحل الإنتاج(Giard, 2003) . يمكن أن تتخذ الكانبان عدة صور :**بطاقة ورقية، إشارة ضوئية، لوحة عرض، أو حتى رسالة إلكترونية** في النظم الحديثة. وتكمن وظيفتها الأساسية في إعطاء **أمر إنتاج أو أمر توريد** للمحطة السابقة، وفقًا لاحتياجات المرحلة اللاحقة. وبذلك يتم بناء **"نظام سحب (Pull System)** "يقوم على الاستجابة الفعلية للطلب بدلاً من الإنتاج المسبق العشوائي كما هو الحال في نظام الدفع التقليدي (Push System) (Slack et al., 2010).

على سبيل المثال، عندما يسحب عامل خط الإنتاج صندوقًا من المكونات من المخزن، فإنه يأخذ معه بطاقة الكانبان المرفقة بالصندوق، ويرسلها مباشرة إلى محطة العمل السابقة كإشارة إلى ضرورة إعادة تعبئة هذا

الصندوق. وبمجرد استلام البطاقة، يبدأ فريق التوريد أو الإنتاج في تجهيز الكمية المطلوبة. وهكذا يتم ضمان **تدفق سلس للإنتاج دون تراكم مخزون زائد**، مع الحفاظ على مرونة عالية وسرعة استجابة

الجدول رقم 6-1: أنواع بطاقات الكانبان

نوع البطاقة	الوظيفة الأساسية	التطبيق العملي
بطاقة الإنتاج(P-Kanban)	إعطاء الأمر ببدء إنتاج كمية محددة من منتج معين	تُرسل إلى محطة العمل السابقة للبدء بالإنتاج
بطاقة النقل(T-Kanban)	إعطاء الأمر بتحريك كمية معينة من المواد أو المكونات	تُرسل إلى فريق التوريد أو المخزن لنقل الكمية المطلوبة

لا يقتصر تطبيق أسلوب كانبان على الصناعات التقليدية مثل صناعة السيارات، بل امتد ليشمل مجالات حديثة مثل **الرعاية الصحية وتطوير البرمجيات** ضمن منهجيات (*Agile Kanban Boards*)، مما يؤكد عالميته ومرونته العالية في مختلف بيئات الأعمال.

3.2. إدارة الجودة الشاملة / كايزن (TQM - Kaizen) : يُعدّ كل من **إدارة الجودة الشاملة (TQM)** وفلسفة **كايزن (Kaizen)**ركائز أساسية في النموذج الياباني للإنتاج، حيث يركزان على **التحسين المستمر** لتحقيق أعلى مستويات الجودة والفعالية. ويستندان إلى مبادئ أساسية أبرزها **التطوير التدريجي، إشراك جميع العاملين، واعتماد دورة (PDCA)**لضمان الاستمرارية.

أ. **فلسفة التحسين المستمر :**لا يعتبر الكايزن هدفًا نهائيًا، بل هو رحلة لا تتوقف. تعني كلمة "كايزن" باليابانية "التحسين للأفضل"، وتستند إلى فكرة أن التغييرات الصغيرة والمتزايدة التي يقوم بها الجميع بشكل يومي يمكن أن تؤدي إلى تحسينات هائلة على المدى الطويل. هذا المنهج يختلف عن التغييرات الكبيرة والمفاجئة التي قد تكون مكلفة ومحفوفة بالمخاطر.

ب. **إشراك جميع العاملين :**لا تقتصر مسؤولية الجودة على فريق محدد أو على الإدارة العليا فقط. تؤمن فلسفة كايزن بأن كل فرد في المؤسسة، من القمة إلى القاعدة، له دور في عملية التحسين. هذا الإشراك الكامل يضمن أن جميع الموظفين يساهمون بأفكارهم وخبراتهم، مما يخلق بيئة عمل تشجع على الابتكار والمسؤولية الجماعية.

ت. **اعتماد دورة :(PDCA)** تعتبر دورة **خطط - نفذ - تحقق - صحح (Plan-Do-Check-Act)** أداة أساسية لتطبيق الكايزن. وهي عملية دورية ومنهجية تضمن التحسين المستمر.

الجدول 6-2: دورة PDCA في التحسين المستمر

المرحلة	الوصف	مثال
خطط(Plan)	تحديد المشكلة أو فرصة التحسين، ووضع خطة عمل.	تحديد سبب تأخر تسليم المنتجات للعميل.
نفذ(Do)	تطبيق الحل المقترح على نطاق صغير أو تجريبي.	تطبيق طريقة جديدة للتعبئة في قسم واحد فقط.
تحقق (Check)	قياس النتائج وتحليلها للتأكد من فاعلية الحل.	مقارنة زمن التعبئة الجديد بالزمن القديم.
صحح (Act)	إذا كان الحل ناجحًا، يتم تعميمه. وإذا لم يكن، يتم تعديله أو وضع خطة جديدة.	تعميم طريقة التعبئة الجديدة في جميع الأقسام.

أسهمت هذه الفلسفة في جعل شركة تويوتا نموذجًا عالميًا للجودة والابتكار، حيث أثبتت أن التحسين لا يتعلق فقط بالمنتج النهائي، بل بالعملية التي أنتجته.

3 مقارنة بين المدرستين الأمريكية واليابانية في الإنتاج

تُمثل المقارنة بين المدرستين الأمريكية واليابانية صراعاً فكرياً وتحولاً حضارياً في كيفية إدارة الموارد البشرية والمادية. فالمدرسة الأمريكية، التي نضجت في بيئة من الوفرة والمساحات الشاسعة، سعت لغزو الأسواق عبر **"الكم"**، بينما نبعت المدرسة اليابانية من بيئة تتسم بندرة الموارد ومحدودية المكان، مما جعلها تقدس **"الكيف "**وتقليل الهدر.

1.3. العمق الفلسفي للمدرستين:

1. **المدرسة الأمريكية (الإنتاج الضخمMass Production):** تأسست على إرث "تايلور" و"فورد"، حيث كان الهدف الأسمى هو تحقيق **وفورات الحجم** .اعتمدت هذه المدرسة على فكرة أن خفض التكلفة يأتي من خلال تقسيم العمل إلى أدنى مستوياته، واستخدام آلات متخصصة جداً تنتج كميات هائلة من المنتجات النمطية. في هذا النموذج، يُنظر إلى المخزون كـ "وسادة أمان" تحمي المصنع من تقلبات السوق أو أعطال الماكينات.
2. **المدرسة اليابانية الإنتاج الرشيق (Lean Production)** انبثقت من رحم نظام "تويوتا" للإنتاج(TPS) . لا تهدف الفلسفة هنا للإنتاج من أجل الإنتاج، بل للإنتاج من أجل **تلبية القيمة** التي يطلبها العميل. تعاملت هذه المدرسة مع المخزون كـ "شر" يجب التخلص منه لأنه يخفي مشاكل الإنتاج (مثلما يغطي الماء صخور النهر). التركيز هنا هو على **التدفق** (Flow)وسحب الإنتاج بناءً على الطلب الفعلي.

2.3. أبعاد التباين الجوهري: لإثراء المقارنة، يمكننا فحص نقاط الاختلاف عبر أبعاد استراتيجية لم تكن موجودة في النموذج المبسط، مثل العلاقة مع الموردين وأسلوب الرقابة على الجودة:

- **الرقابة على الجودة** :في النموذج الأمريكي التقليدي، كانت الجودة مسؤولية قسم "التفتيش" في نهاية الخط (كشف الأخطاء بعد وقوعها). أما في اليابان، فالجودة مسؤولية كل عامل منع وقوع الخطأ من الأساس.
- **العلاقة مع الموردين** :اعتمد الأمريكيون قديماً على علاقة "تنافسية" مع عدة موردين للحصول على أقل سعر. بينما اعتمد اليابانيون علاقة "شراكة طويلة الأمد" مع موردين قلة، لضمان الجودة والتسليم في الوقت المحدد.(JIT)
- **الصيانة** :في أمريكا كانت الصيانة "علاجية" (نصلح ما ينكسر)، بينما في اليابان هي "وقائية وإنتاجية شاملة " (TPM)يشارك فيها العامل نفسه.

يوضح الجدول التالي الفروقات الجوهرية التي تبرز التحول من الفكر التقليدي إلى الفكر الرشيق:

الجدول (6-3): مقارنة بين الأسلوب الأمريكي والياباني في الإنتاج

البعد	المدرسة الأمريكية	المدرسة اليابانية
التركيز	الكمية وخفض التكلفة	الجودة والتحسين المستمر
دور العامل	منفذ للمهام المحددة	مشارك وفاعل في عملية التحسين
المخزون	مرتفع لضمان التدفق المستمر	أدنى حد ممكن (صفر تقريباً)
التكنولوجيا	أتمتة وخطوط تجميع ثابتة	مرونة وتدفق سلس عبر أنظمة مثل **كانبان**
الفلسفة	وفورات الحجم	تقليل الهدر + رضا العميل

3.3. التوليف الاستراتيجي: نحو "الإنتاج العالمي"

من الخطأ الاعتقاد أن إحدى المدرستين ألغت الأخرى؛ بل ما حدث هو **تكامل استراتيجي** .الشركات الأمريكية الكبرى (مثل بوينج وجنرال موتورز) تبنّت أدوات الرشاقة اليابانية، وفي المقابل، تبنت الشركات اليابانية تقنيات الأتمتة المتقدمة والبرمجيات الأمريكية لإدارة الموارد(ERP) . هذا التكامل أفرز ما يسميه الباحثون (Slack et al., 2010) بـ **"الممارسات العالمية المثلى"**، والتي تعتمد على:

1. **الكفاءة الهيكلية:**(من المدرسة الأمريكية) لتنظيم العمليات الكبرى.
2. **المرونة التشغيلية:** (من المدرسة اليابانية) للاستجابة السريعة لتغير أذواق المستهلكين.

إن نجاح المنظمة المعاصرة لا يتوقف على اختيار مدرسة دون أخرى، بل في قدرتها على تصميم نظام إنتاجي "هجين" يجمع بين قوة التخطيط الأمريكي ومرونة التنفيذ الياباني، وهو ما يُعرف اليوم بـ **التصنيع الرشيق والسريع** (Lean Agile Manufacturing).

خاتمة الفصل السادس:

في ختام هذا الفصل، نستنتج أن التطور في أنظمة الإنتاج لم يكن مجرد استبدال لآلة بأخرى، بل كان تحولاً جذرياً في "فلسفة العمل". لقد انتقلنا من عصر كان فيه العامل مجرد "ترس في آلة" (النموذج التايلوري والفوردي) إلى عصر أصبح فيه العامل "شريكاً ومفكراً" (النموذج الياباني). إن المقارنة بين المدرستين الأمريكية واليابانية كشفت لنا أن القوة الحقيقية للمؤسسة لا تكمن في حجم مخازنها، بل في سرعة استجابتها وقدرتها على تقليص الهدر بكل أشكاله.

لقد أثبتت التجربة العالمية أن التكامل هو سر النجاح المعاصر؛ فلم يعد كافياً أن تنتج بكميات ضخمة (وفورات الحجم) إذا لم تكن هذه المنتجات خالية من العيوب (Zero Defects) ومصممة بدقة لتلبي ذوق الزبون المتغير. إن أدوات مثل "كانبان" ودورة "PDCA" ليست مجرد إجراءات تقنية، بل هي لغة عالمية تتحدثها المصانع اليوم لضمان التدفق السلس للمواد والمعلومات، مما يثبت أن الرشاقة (Agility) أصبحت ضرورة للبقاء في سوق لا تعترف إلا بالأفضل والأسرع.

أخيراً، إن الطالب في تخصص علوم التسيير يدرك الآن أن مدير الإنتاج الناجح هو الذي يمتلك "الرؤية المزدوجة": القدرة على استغلال الكفاءة التكنولوجية والنمطية الأمريكية، مع التحلي بالمرونة والروح الجماعية اليابانية. إن مستقبل إدارة العمليات يتجه نحو مزيد من الرقمنة (التصنيع الذكي)، ولكن يبقى الإنسان وحسن إدارته هو المحرك الأساسي لعملية التحسين المستمر، وهو الجوهر الذي تلاقت فيه جميع مدارس الإنتاج عبر التاريخ.

في ختام هذا المسار الأكاديمي المتخصص في مقياس إدارة الإنتاج والعمليات، تتأكد الأهمية الجوهرية لهذا المجال كمكون استراتيجي محوري ضمن منظومة التسيير المعاصر. لقد بيّنا، من خلال محاور متعددة، أن إدارة الإنتاج والعمليات لا تقتصر على كونها وظيفة تشغيلية، بل تُعد بمثابة العمود الفقري الذي ترتكز عليه قدرة المؤسسة على تحويل الموارد إلى قيمة مضافة، سواء تعلق الأمر بإنتاج سلع ملموسة أو تقديم خدمات غير مادية. فهي تمثل اليوم علمًا تطبيقيًا متكاملًا يعالج مختلف جوانب التحسين المستمر، وتخطيط الموارد، وضمان الجودة، في سبيل تحقيق الأهداف بأقصى قدر من الكفاءة والفعالية.

انطلقنا من أرضية مفاهيمية تناولت تطور هذا المجال منذ بداياته المرتبطة بالإنتاج الكمي في المصانع، وصولًا إلى التوجهات الحديثة التي تضع الجودة، المرونة، والاستدامة في صميم عمليات التسيير. ومن خلال استعراضنا للقرارات الاستراتيجية، كاختيار الموقع وتخطيط الطاقة الإنتاجية، تبيّن أن هذه القرارات طويلة الأجل لها أثر حاسم على التنافسية والاستمرارية، نظرًا لارتباطها بالموارد، البنية التحتية، والأسواق المستهدفة. كما تطرقنا إلى القرارات التشغيلية اليومية، مثل التنبؤ بالطلب، وجدولة الإنتاج، وإدارة المخزون، والتي تُعد ضرورية لتجنب الاختلالات وضمان استقرار العمليات.

لقد أظهرت الأدوات والنماذج التي تناولناها، مثل نظامMRP وإدارة الجودة الشاملة(TQM) ، أن الكفاءة لا يمكن تحقيقها دون تنسيق شامل بين مختلف الموارد والأنشطة. وفي ذات السياق، برزت أهمية أنشطة الدعم كإدارة الصيانة والمخزون، التي تُعد عناصر أساسية لضمان استمرارية العمليات وتقليل التكاليف التشغيلية. كما وضحنا كيف أن تصميم العمليات وتبني أساليب حديثة في التنظيم يساهم في تحويل القرارات النظرية إلى نتائج عملية قابلة للقياس.

ومن خلال المقارنة الفكرية بين **المدرسة الأمريكية** التي ركزت على الإنتاج الكمي، **والمدرسة اليابانية** التي أبرزت الجودة والمرونة عبر مفاهيم مثلKaizen وJIT، تبين أن النموذج المثالي يكمن في التوليف الذكي بين الفلسفتين. فالتجربة أثبتت أن المؤسسات التي تسعى للتميز في البيئة التنافسية المعاصرة، هي تلك التي توفّق بين الكفاءة التشغيلية والدقة النوعية، مستندة إلى نهج تكاملي يجمع بين التنظيم الأمريكي وروح التحسين المستمر اليابانية.

أخيرًا، لا يمكن تجاهل التحديات الراهنة التي تواجه إدارة الإنتاج والعمليات، والتي تتمثل أساسًا في التحولات التكنولوجية السريعة، مثل الذكاء الاصطناعي، الرقمنة، وإنترنت الأشياء. كما أن تصاعد التحديات البيئية والاجتماعية يفرض تبني ممارسات إنتاجية مستدامة تضمن التوازن بين الربحية والمسؤولية. ومن هذا المنظور، فإن مستقبل المؤسسات مرهون بقدرتها على التكيّف، والابتكار، والاستفادة من هذه التحولات بما يعزز موقعها في الأسواق. إن إدارة الإنتاج والعمليات، كما أبرزنا في هذه المطبوعة، لم تعد خيارًا تقنيًا، بل استراتيجية متكاملة لرسم ملامح النجاح المؤسسي في عالم معقد وسريع التغير.

قائمة المراجع:

المراجع العربية

1. أبديوي، الحسين محمد. (2004). *تخطيط الإنتاج ومراقبته* .دار المنهج.
2. حمود، أحمد فياض، وقدادة، عيسى يوسف (2010). إدارة *الإنتاج والعمليات: مدخل نظمي*. دار صفاء للنشر والتوزيع.
3. عبيدات، سليمان خالد. (2019) *مقدمة في ادارة الانتاج والعمليات* .دار المسيرة.
4. العلي عبد الستار محمد، (2006)، إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل كمي، دار وائل للطباعة والنشر والتوزيع عمان.
5. المغربي، محمد الفاتح. (2018).*إدارة الانتاج والعمليات* .الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي.

المراجع الأجنبية

6. Baglin, G., & et al. (2001). Management industriel et logistique. Economica.
7. Courtois, A., & et al. (2005). Gestion de production. Organisations.
8. Gratacap, A., & Médan, P. (2001). Management de la production. Dunod.
9. Gratacap, A., & Médan, P. (2013). Management de la production - 4ème édition: Concepts. Méthodes. Cas. Dunod.
10. Kumar, R. (2022). Operations management. Jyothis Publishers.
11. Reid, R. D., & Sanders, N. R. (2019). Operations management: an integrated approach. John Wiley & Sons.
12. Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). Operations management. Pearson Education.
13. Giard, V. (2003). Gestion de la production et des flux. Economica.