جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة كربلاء
كلية الادارة والاقتصاد
قسم إدارة الاعمال/ الدراسات العليا

تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الإنتاجية

دراسة حالة في شركة الفرات العامة للصناعات مصنع إنتاج الصودا والكلور

رسالة مقدمة إلى مجلس كلية الادارة والاقتصاد _ جامعة كربلاء وهي من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم إدارة الاعمال

كُتبت بواسطة الطالبة

وفاء عبد الحسين خميس الحسناوي

إشراف المدرس الدكتور

أمير غانم وادي العوادي

1446 هـ

2024 م

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة كربلاء
كلية الادارة والاقتصاد
قسم إدارة الاعمال/ الدراسات العليا

تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الإنتاجية

دراسة حالة في شركة الفرات العامة للصناعات مصنع إنتاج الصودا والكلور

رسالة مقدمة إلى مجلس كلية الادارة والاقتصاد _ جامعة كربلاء وهي من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم إدارة الاعمال

كُتبت بواسطة الطالبة

وفاء عبد الحسين خميس الحسناوي

إشراف المدرس الدكتور

أمير غانم وادي العوادي

1446 هـ

2024 م

بسم الله الرحمن الرحيم

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا
اتَّقُوا اللَّهَ وَابْتَغُوا إِلَيْهِ الْوَسِيلَةَ
وَجَاهِدُوا فِي سَبِيلِهِ
لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ

صدق الله العلي العظيم

سورة المائدة

الآية: 35

اقرار المشرف

اشهد ان اعداد هذه الرسالة الموسومة (تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية) التي تقدمت بها طالبة الماجستير (وفاء عبد الحسين خميس خضير) وقد جرت تحت اشرافي في جامعة كربلاء / كلية الادارة الاقتصاد وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم ادارة الاعمال.

المشرف

م.د. أمير غانم وادي العوادي

/ / ٢٠٢٤

توصية رئيس قسم ادارة الاعمال

بناءً على توصية الدكتور المشرف أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

الأستاذ الدكتور

أ.د محمود فهد عبد علي

رئيس قسم ادارة الاعمال

/ / ٢٠٢٤

Galaxy A73 5G

اقرار المقوم اللغوي

أشهد ان رسالة الماجستير الموسومة بعنوان (تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية) التي تقدمت بها الباحثة (وفاء عبد الحسين خميس) جامعة كربلاء / كلية الإدارة والاقتصاد / قسم (إدارة اعمال) قد جرت مراجعتها من الناحية اللغوية وأصبحت بأسلوب علمي سليم خالية من الأخطاء اللغوية ولأجله وقعت.

المقوم اللغوي

ا.م.د علياء نصرت حسن

جامعة كربلاء / كلية التربية للعلوم الإنسانية

/ / ٢٠٢٤

Galaxy A73 5G

اقرار رئيس لجنة الدراسات العليا

بناءً على ترشيح السيد المشرف والسيد رئيس القسم، وكذلك التوصية العلمية للمقومين العلمي واللغوي لرسالة الماجستير - قسم ادارة الاعمال للطالبة / وفاء عبد الحسين خميس) الموسومة بـ (تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية) واستنادا للصلاحيات المخولة لنا أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

الاستاذ الدكتور
على أحمد فارس
رئيس لجنة الدراسات العليا
معاون العميد للشؤون العلمية والدراسات العليا

/ / ٢٠٢٤

مصادقة مجلس الكلية
صادق مجلس كلية الادارة والاقتصاد - جامعة كربلاء على توصية لجنة المناقشة

أ.م.د
هاشم جبار حسين الحسيني
عميد كلية الادارة والاقتصاد

/ / ٢٠٢٤

Galaxy A73 5G

اقرار لجنة المناقشة

نحن اعضاء لجنة المناقشة نشهد بأننا قد اطلعنا على الرسالة الموسومة (تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية - دراسة حالة في شركة الفرات العامة للصناعات مصنع إنتاج الصودا والكلور في محافظة بابل _المسيب) والمقدمة من قبل الطالبة (وفاء عبد الحسين خميس) وقد ناقشنا الطالبة في محتويات الرسالة ووجدنا بأنها جديرة بالقبول لنيل درجة الماجستير في علوم إدارة الإعمال بتقدير (جيد جداً)

أ. د محمود فهد عبد علي
جامعة كربلاء_ كلية الادارة والاقتصاد
(رئيساً)

أ. م.د. محمد تركي عبد العباس
جامعة كربلاء_ كلية الادارة والاقتصاد
(عضواً)

أ. م.د . خولة راضي عذاب
جامعة القادسية_ كلية الادارة والاقتصاد
(عضواً)

م.د أمير غانم وادي
جامعة كربلاء كلية الادارة والاقتصاد
(عضواً ومشرف)

Galaxy A73 5G

الاهداء

ما أجمل أن يجود المرء بأغلى ما لديه والأجمل أن يهدي

الغالي للأغلى

ها هي ثمرة جهدي أجنيها اليوم هي هدية أهديها إلى

من لا يضاهيهما أحد في الكون ... إلى من أمرنا الله ببرهما ....

إلى من بذلا الكثير ... وقدما ما لا يمكن أن يرد ... إليكما تلك

الكلمات أمي وأبي الغاليان... أهدي لكما هذا الدراسة:

إلى من أراهم بعين قلبي... إلى من تحلو الحياة بوجودهم ....

من كانوا عوناً لي وفلذة قلبي

زوجي وأولادي....

الى أساتذتي اعتزازا وتقديرا واحتراماً....

إلى من قاسمني صعوبة المشوار وكان عوناً وسنداً ....

أستاذي ومشرفي ... وداً واعتزازاً

إليكم جميعاً أهدي ثمرة جهدي

الباحث

شكر وعرفان

الحمد لله والشكر له كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه، عدد خلقه ورضا نفسه وزنة عرشه ومداد كلماته على أن من على بإنجاز هذه الدراسة، والصلاة والسلام على أفضل الخلق نبينا محمد وعلى آله وسلم تسليما كثيرا.

أبتدئ شكري وامتناني إلى من أسند جهدي وواكب مسيرتي أستاذي الفاضل المدرس الدكتور أمير غانم وادي الذي وجهني التوجه العلمي والتربوي، اذ كان على الدوام مشرفا علميا أمينا، غمرني بكرم خلقه ورصانة علمه، متمنيا له العمر المديد والعطاء الدائم.

اتقدم بالشكر الجزيل والامتنان للمقومين اللغوي والعلمي، والسادة المحكمين الافاضل لما قدموه لي من ملاحظات تسهم في أثراء هذه الرسالة واخراجها بالشكل المطلوب، وكذلك أقدم الشكر والتقدير الى رئيس لجنة المناقشة وأعضائها على تفضلهم بقبول مناقشة رسالتي مع أمتناني المسبق لكل ما سيطرحونه من ملاحظات ستغني الدراسة، إن شاء الله.

كما أتقدم شكري واعتزازي إلى عميد كلية الادارة والاقتصاد وجميع أساتذتي في قسم أدارة الاعمال ممن قدموا لي النصح والمشورة، الذين تعلمت منهم وتتلمذت على أيديهم طوال السنة التحضيرية وما قدموا الي من النصائح في السنة البحثية وفقهم الله لكل خير.

كما اتقدم بشكري وامتناني لزملائي طلبة دراسة الماجستير إدارة الاعمال كافة على روح المساعدة والتعاون طوال أيام الدراسة.

وفي الختام، لا يمكنني أن أنسى دور أهلي الذين دعموني طوال مدة الدراسة ولهم جزيل الشكر على وجودهم الذي كان له الأثر الكبير في نجاحي.

الباحث

المستخلص:

هدفت هذه الدراسة إلى بيان تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية، اذ كانت هناك مشكلتين رئيستين في شركة الفرات العامة للصناعات في مصنع انتاج الصودا والكلور عينة الدراسة وهما كالاتي: 1. عدم تحقيق المرونة الانتاجية وفق المتطلبات الاساسية لها، فضلا عن عدم تبني تقنيات التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية في المصنع انتاج الصودا والكلور. 2. عدم تبني التصنيع الذكي في المصنع المذكور اعلاه، واعتمد الباحث على منهجين وهما منهج دراسة الحالة لتحليل قائمة الفحص الخاصة بالتصنيع الذكي وقائمة الفحص الخاصة بالمرونة الانتاجية وتشخيص الفجوات، والمنهج الوصفي التحليلي لمعرفة مدى تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية في المصنع المبحوث، وأستخدم الباحث برنامج Excel 2016 و SPSS 26 واستخدم بعض الاساليب الاحصائية مثل المتوسط المرجح والنسبة المئوي.

للمطابقة وحجم فجوة التطبيق لتشخيص الفجوات في قوائم الفحص. وكانت أهم الاستنتاجات التي توصل اليها الباحث عن طريق نتائج قوائم الفحص الخاصة بتطبيق التصنيع الذكي ان بعض المعايير قد حققت تطبيقاً جزئيا في تبني معايير المرونة الانتاجية لذلك يجب على المصنع المبحوث معرفة نقاط القوة وتعزيزها ومعالجة نقاط الضعف، وجود فجوة في تطبيق معايير التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية في المصنع المبحوث، ايضا أستنتج بأن هناك علاقة تأثير معنوية بين التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية، وعلاقة ارتباط معنوية بين التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية في المصنع المبحوث.

الكلمات الرئيسة: التصنيع الذكي، الثورة الصناعية الرابعة، المرونة الإنتاجية.

قائمة المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الآية	أ
الاهداء	ب
شكر وعرفان	ج
المستخلص	د
قائمة المحتويات	هـ
قائمة الجداول	و – ز
قائمة الاشكال	ز
قائمة الملاحق	ح
قائمة المصطلحات	ح – ط
المقدمة	2-1
الفصل الاول :بعض الدراسات السابقة ومنهجية البحث	4
المبحث الاول :بعض الدراسات السابقة	15-5
المبحث الثاني :منهجية الدراسة	24-16
الفصل الثاني :الاطار النظري	90-25
المبحث الاول :التصنيع الذكي	68-25
المبحث الثاني :المرونة الانتاجية	90-69
الفصل الثالث :الجانب العملي للدراسة	119-91
المبحث الاول :نبذة تعريفية عن مجتمع وعينة الدراسة	96-92
المبحث الثاني : تحليل قائمة الفحص وقياس الفجوات	116-97
المبحث الثالث : قياس علاقة الارتباط و التاثير بين متغيرات الدراسة	119-117
الفصل الرابع : الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات	126-120
المبحث الاول: الاستنتاجات	123-121
المبحث الثاني : التوصيات والاقتراحات	126-124
المراجع والمصادر	140-127
الملاحق	
المستخلص باللغة الانكليزية	

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
1	الدراسات العربية المتعلقة بالمتغير المستقل (التصنيع الذكي)	7-5
2	الدراسات الاجنبية المتعلقة بالمتغير المستقل (التصنيع الذكي)	8-7
3	الدراسات العربية المتعلقة بالمتغير التابع (المرونة الانتاجية)	11-9
4	الدراسات الاجنبية المتعلقة بالمتغير التابع (المرونة الانتاجية)	14-11
5	بعض اسهامات الباحثين لمفهوم التصنيع الذكي	32-31
6	مقارنة بين الواقع المعزز و الواقع الافتراضي	46
7	انواع الروبوتات ومجالات تطبيقاتها	51-50
8	ابعاد التصنيع الذكي	55-54
9	يوضح مفاهيم المرونة الانتاجية	72-71
10	أبعاد المرونة الانتاجية	82-81
11	مقاييس تحديد درجة المطابقة وحجم الفجوة	97
12	وصف قائمة الفحص المعتمدة لقياس متغيرات الدراسة	99
13	قائمة فحص لمتطلب الذكاء التكنولوجي	100-99
14	قائمة فحص لمتطلب الذكاء التنظيمي	102-101
15	قائمة فحص لمتطلب الذكاء الاستراتيجي	103-102
16	قائمة فحص لمتطلب ذكاء العمليات	104
17	قائمة فحص لمتطلب ذكاء المنتجات	106-105
18	يوضح ملخص نتائج مستوى التطبيق لمعايير التصنيع الذكي في المصنع	106
19	قائمة فحص لمتطلب مرونة الحجم	109-108
20	قائمة فحص لمتطلب مرونة المزيج	110
21	قائمة فحص لمتطلب مرونة العملية	111
22	قائمة فحص لمتطلب مرونة المنتج الجديد	112
23	قائمة فحص لمتطلب مرونة المكائن	113
24	قائمة فحص لمتطلب مرونة مناولة المواد	114

25	يوضح ملخص نتائج مستوى التطبيق لمعايير المرونة الانتاجية في المصنع	115
26	نتائج علاقة الارتباط بين متغيرات الدراسة	117
27	نتائج تحليل الانحدار البسيط لاختبار تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية	118

قائمة الاشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
1	هيكل الدراسة	3
2	المخطط الاجرائي لتشخيص الفجوات	20
3	المخطط الاجرائي للدراسة	21
4	مراحل تطور الثورات الصناعية	29
5	أطار التصنيع الذكي	33
6	خصائص التصنيع الذكي	38
7	يوضح أدوات انشاء بيئة الواقع المعزز	45
8	يوضح نظام الذكاء التكنولوجي	58
9	يوضح الذكاء التنظيمي	61
10	يوضح الذكاء الاستراتيجي	63
11	أطار يوضح تنفيذ المرونة الانتاجية	78
12	يوضح أدوات قياس المرونة الانتاجية	79
13	حجم المرونة المستند على منحنيات التكلفة	84
14	مرونة المكائن	88
15	دورة حياة التصنيع في مصنع انتاج الصودا والكلور	96
16	الرسم البياني لمستوى التطبيق لمتطلبات التصنيع الذكي	101
17	يوضح مقدار حجم الفجوة لمعايير التصنيع الذكي	108
18	الرسم البياني لمستوى التطبيق لمعايير المرونة الانتاجية	115
19	حجم الفجوة لمعايير المرونة الانتاجية	116

قائمة الملاحق

رقم الملحق	عنوان الملحق
1	الهيكل التنظيمي للشركة
2	السيطرة المركزية لنظام التشغيل في مصنع انتاج الصودا والكلور
3	المخطط الانشائي لمصنع انتاج الصودا والكلور
4	Dcs نظام التحكم الموزع Ics نظام التحكم الصناعي
5	عملية التحليل الكهربائي
6	قائمة الفحص
7	كتاب تسهيل مهمة
8	أسماء السادة المحكمين
9	جدول المقابلات مع العاملين في مصنع انتاج الصودا والكلور في شركة الفرات العامة للصناعات.

قائمة المصطلحات

ت		المصطلح بالإنكليزي	المصطلح بالعربي
1	ToT	The Internet of Things	أنترنت الاشياء
2	CPS	Cyber– physical systems	الانظمة السيبرانية الفيزيائية
3	BD	Big Data	البيانات الضخمة
4	AM	Additive Manufacturing	التصنيع الاضافي
5	SM	Smart Manufacturing	التصنيع الذكي
6	CC	Cloud Computing	الحوسبة السحابية
7	AI	Artificial Intelligence	الذكاء الاصطناعي

8	R	Robots	الروبوتات
9	PF	Production Flexibility	المرونة الانتاجية
10	SF	Size Flexibility	مرونة الحجم
11	PF	Process Flexibility	مرونة العملية
12	FM	Flexibility of the Mix	مرونة المزيج
13	FM	Flexibility of Machines	مرونة المكائن
14	NPF	New product Flexibility	مرونة المنتج الجديد
15	MHF	Material Handling	مرونة مناولة المواد
16	VR	Virtual Reality	الواقع الافتراضي
17	AR	Augmented Reality	الواقع المعزز
18	ICMS	Interoperable Cloud Manufacturing System	نظام التصنيع السحابي القابل للتشغيل البيني
19	ICS	Industrial Control System	أنظمة التحكم الصناعي
20	ICT	Information and Communication	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
21	PCS	Physical Cyber Systems	الانظمة السيبرانية الفيزيائية
22	SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	التحكم الاشرافي واكتساب البيانات
23	TQCSEFK	Service Cost Quality Time) (Knowledge.Flexibility Environment	(أسرع وقت للوصول الى السوق ، أعلى جودة، أقل تكلفة ،افضل خدمة ،انظف بيئة ، اكبر مرونة ، اعلى معرفة)

المقدمة:

نشهد في عصرنا هذا ثورة تقنية متسارعة تسهم في دفع عجلة الصناعة التحويلية نحو آفاق جديدة، وهي آفاق التصنيع الذكي، يعد هذا النموذج محوريًا لمواكبة إيقاع الطلب المتزايد والتنافس الشديد في الأسواق على مستوى العالم، فضلاً عن تلبية تطلعات الإنتاج الذي يتسم بالكفاءة والمصمم وفقًا لمتطلبات الطلب الفردي، تأتي تقنيات التصنيع الذكي والأنظمة الذكية المدمجة ضمن إطار الثورة الصناعية الرابعة لتمنح المؤسسات الصناعية مرونة غير مسبوقة تشمل جميع جوانب العمليات التشغيلية، وتحقيق الإبداع والابتكار (Sajjad. et al., 2021:1)

تواجه صناعة التحويل في العراق تحديات كبيرة نظرًا للتغيرات البيئية المعقدة والمنافسة الشديدة في الأسواق المحلية والعالمية، كما تعاني من نقص التعاون الفعال في أنشطة التصنيع الذكي مثل التصميم والتصنيع والجدولة والتخطيط للموارد والإدارة وغيرها. وتفتقر أيضًا إلى مشاركة الموارد والمعرفة والمعلومات بين مختلف كيانات التصنيع، ومن هذا المنطلق، يتطلب الأمر تغيير الوضع الحالي في صناعة التحويل العراقية ومحاولة التصنيع الذكي لمواكبة التغيرات البيئية العالمية. يُعد التصنيع الذكي من المداخل الإدارية والصناعية المهمة التي تسعى الدول العالمية باستمرار لاعتمادها من أجل تحقيق أداء عالي يتناسب مع هذه التغيرات وتحقيق تحولات جذرية في طريقة عمل المنظمات، واستخدام أنظمة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تطوير العمليات بشكل عام والإنتاجية بشكل خاص.

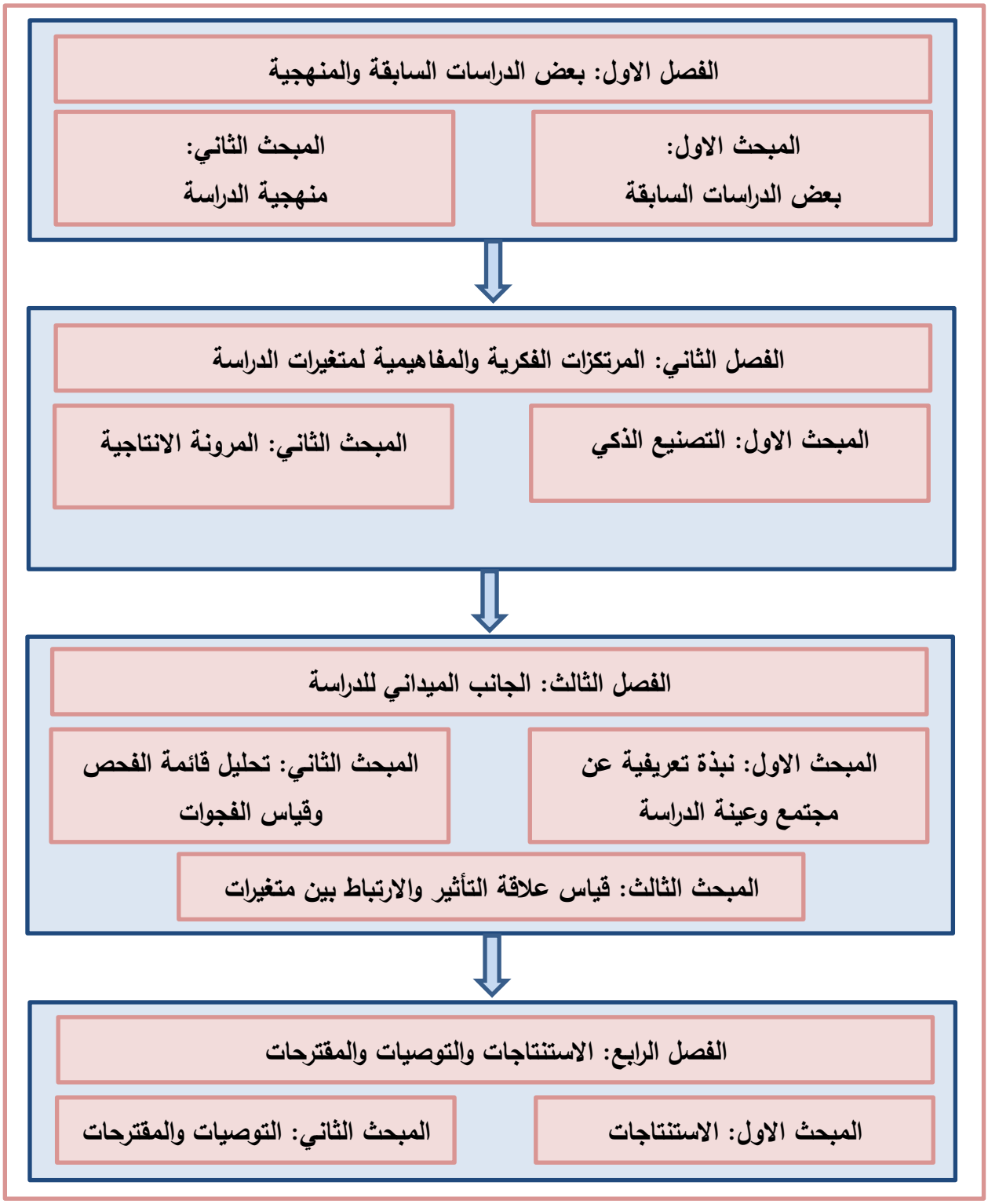
تم اختيار مصنع انتاج الصودا والكلور مكانا لتطبيق الدراسة لأهميته في الصناعة العراقية والاقتصاد العراقي وهوضمن تشكيلات شركة الفرات العامة للصناعات.

مع انتشار الإنترنت، شهد التصنيع الذكي ثورة تقنية عن طريق استخدام التكنولوجيا مثل الحوسبة السحابية، أمن البيانات، الأنظمة السيبرانية والفيزيائية، إضافة إلى إنترنت الأشياء، فتحت هذه التقنيات آفاقًا لبيئة تعاونية، تسهّل التواصل الفعّال وتبادل الموارد والقدرات الصناعية المختلفة. في السنوات القليلة الماضية، خصوصًا في الصين، ظهر نموذج جديد للتصنيع يستفيد من هذه التقنيات، يُعرف بالتصنيع الذكي، والذي يعد نموذجًا يركز على تقديم الخدمات عن طريق دمج التكنولوجيا الصناعية بتكنولوجيا

المعلومات على نطاق واسع. هذا النموذج يتميز بقدرته على تكامل الموارد والقدرات الصناعية مع مركزية والعمليات الإنتاجية في الإدارة (Wan et al,2020:2).

تسلط البحوث الأكاديمية الضوء بشكل أساسي على الأبعاد الهندسية والتقنية المرتبطة بمفهوم التصنيع الذكي، وذلك على حساب الجوانب الإدارية التي شهدت نقصًا ملحوظًا في الدراسات الأكاديمية المتعمقة، لتعويض هذا النقص وفهم الجوانب الإدارية بشكل أكبر، اعتمدت هذه الدراسة على استخدام المنهج الوصفي والتحليل التفصيلي. لحل مشكلة الدراسة، ووصف سردي من خلال قائمة فحص لمعرفة مدى توافر متطلبات التصنيع الذكي في عينة الدراسة، وتشمل المتطلبات (الذكاء التكنولوجي، الذكاء التنظيمي، الذكاء الاستراتيجي، ذكاء العمليات وذكاء المنتجات). فضلا عن تصميم أطار عمل للمرونة الانتاجية وقائمة فحص لتشخيص الفجوة بين الواقع والفعلي، وتشمل المتطلبات (مرونة الحجم، مرونة المزيج، مرونة المنتج الجديد، مرونة العملية، مرونة المكائن ومرونة مناولة المواد).

وتضمن هيكل الدراسة أربعة فصول يشمل الفصل الأول مبحثين يركز الأول على بعض الدراسات السابقة والثاني منهجية الدراسة اما الفصل الثاني تضمن المرتكزات الفكرية والمفاهيمية المتغيرات الدراسة، ويشمل ثلاثة مباحث يركز الأول والثاني على تقديم قاعدة معرفية للمتغير المستقل التصنيع الذكي والمتغير التابع المرونة الإنتاجية على التوالي. وتضمن الفصل الثالث الجانب الميداني للدراسة، ويشمل ثلاثة مباحث يركز الأول على تقديم نبذة تعريفية عن عينة الدراسة و مجتمعها ، ويركز المبحث الثاني على تحليل قوائم الفحص وقياس الفجوات ويركز المبحث الثالث على قياس علاقة الارتباط والتأثير بين متغيرات الدراسة. واختتمت الدراسة بالفصل الرابع الذي يشمل مبحثين يقدم المبحث الأول الاستنتاجات والمبحث الثاني التوصيات والمقترحات.



الشكل (1) هيكل الدراسة

من اعداد الباحث

الفصل الاول

بعض الدراسات السابقة ومنهجية الدراسة

تمهيد:

من بين الركائز الأساسية لبناء الجانب الفكري وربطه بالجانب الميداني للبحث، وأحد قواعد البحث العلمي المهمة، هو تقديم ومراجعة بعض الدراسات السابقة والجهود المعرفية المتعلقة بمتغيرات الدراسة، ووصف المحتوى المنهجي الذي استندت إليه الدراسة في تشكيل أفكارها وتثبيت أسسها. لذا، يأتي هذا الفصل بتقديم مبحثين رئيسين، أذ يتضمن المبحث الأول عرض ومراجعة بعض الدراسات السابقة ذات الصلة بمتغيرات الدراسة الحالية والتي تمثل الأساس لاختيار متغيراتها وتحديد أهم أسسها الفكرية والمنهجية وأساليب تحليل العلاقات المختلفة وأهم استنتاجاتها وتوصياتها وتشخيص فوائدها العلمية، وما يميز الدراسة الحالية عن تلك الدراسات. بينما يدرس المبحث الثاني المسار المنهجي للدراسة ويتضمن (مشكلة الدراسة من النواحي الفكرية والميدانية، وأهميتها وأهدافها ومقاييسها، وخطتها لإجرائية وفرضياتها وحدود مجتمعها وعينتها، وأدوات جمع البيانات، وأدوات المعالجة الإحصائية المناسبة).

المبحث الاول: بعض الدراسات السابقة.

المبحث الثاني: منهجية الدراسة.

المبحث الاول

بعض الدراسات السابقة

توطئة:

تعد الدراسات السابقة أساسًا تنطلق منه الجهود البحثية اللاحقة، حيث يتم الافادة من الأفكار والمفاهيم النظرية والأساليب والمؤشرات التجريبية الميدانية التي تم التوصل إليها. يتم في هذا المبحث عرض بعض المساهمات المعرفية السابقة للإفادة منها وإيجاد ترابط معرفي بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية، ومحاولة إظهار الاختلافات الفكرية والمنهجية بينهما ويتضمن هذا المبحث الفقرات الاتية:

أولاً: عرض بعض الدراسات السابقة ومراجعتها:

يتضمن العرض للدراسات السابقة ذات الصلة بمتغيرات الدراسة الحالية توضيحًا بسيطًا ومختصرًا لضرورات الدراسة، وبما يتعلق بمتغيرات الدراسة الحالية من حيث (عنوان الدراسة، مشكلة الدراسة، هدف الدراسة، اهم الاستنتاجات). وعلى النحو الاتي:

1. بعض الدراسات السابقة ذات العلاقة بالمتغير المستقل (التصنيع الذكي)

يشتمل الجدول (1و2) على بعض الدراسات السابقة ذات الصلة بالمتغير المستقل (التصنيع الذكي)، العربية والاجنبية على التوالي:

جدول (1) الدراسات العربية المتعلقة بالمتغير المستقل (التصنيع الذكي)

1	دراسة (الجندي، 2021)
عنوان الدراسة	الثورة الصناعية الرابعة ومتطلبات تحقيقها في الجامعات المصرية .
هدف الدراسة	عرض الثورة الصناعية الرابعة وتحليلها من حيث المفهوم، والخصائص، ومدى تأثير تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على التعليم، فضلاً عن إلى تداعيات الثورة الصناعية الرابعة على الجامعات.
مجتمع وعينة	دراسة تحليلية باستخدام المنهج الوصفي ، في الجامعات المصرية

الاستنتاجات	ان التقنيات الحديثة تعد اداة تسمح بشرح المحتوى الدراسي وتوفير معلومات إضافية بجانب المنهجية التعليمية المناسبة.

2	دراسة (البلتاجى، 2023)
عنوان الدراسة	تطور الادارة المعرفية في نظام معلومات المحاسبة الادارية وأثره على ترشيد القرار في نظام التصنيع الذكي
هدف الدراسة	الأول هو ماهية نظم التصنيع الذكي ودورها في تحقيق المزايا التنافسية وزيادة قيمة المنظمات ، الثاني ادارة المعرفة في نظام معلومات المحاسبة الادارية وعلاقته بدعم القرار في نظم التصنيع الذكي .
مجتمع وعينة الدراسة	دراسة ميدانية _مجموعة المحاسبين ومديري الادارات العاملون في الشركات الصناعية العاملة في جمهورية مصر العربية والتي تطبق نظم التصنيع الذكي وتتمثل عينة الدراسة في بعض من هؤلاء المحاسبين والمديرين .
الاستنتاجات	نظام التصنيع الذكي يعزز التكامل الفعال بين الانسان والالة لتحقيق اقصى استفادة من موارد التصنيع.

3	دراسة (عبد الهادي ،2023)
عنوان الدراسة	استعمال بعض تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في تخفيض التكاليف.
اهداف الدراسة	بيان المرتكزات المعرفية للثورات الصناعية وكيفية تطورها دراسة وتحليل كيفية تخفيض التكاليف بالاعتماد على بعض تقنيات الثورة الصناعية الرابعة
مجتمع وعينة الدراسة	مجتمع البحث دوائر وزارة الزراعة، عينة البحث المساحات المزروعة للأرز في كافة محافظات العراق المشمولة بزراعة الأرز بالاعتماد على البيانات التي تم الحصول عليها من وزارة الزراعة.

الاستنتاجات	الثورة الصناعية الرابعة تتطلب تغييرات في نظم التعليم والتدريب والتنظيم وتطوير المهارات إضافة الى حاجتها لبنى تحتية قادرة على تطبيق واستعمال تقنياتها على صعيد جميع القطاعات بمختلف الأنشطة. تقنيات الثورة الصناعية الرابعة تشمل الذكاء الاصطناعي والواقع الافتراضي والطباعة ثلاثية الابعاد والروبوتات المتقدمة وانترنت الأشياء، هذه التقنيات تغير طريقة عيشنا وعملنا وتواصلنا وتعيد تشكيل القطاعات الاقتصادية، وتؤدي الى تغيرات جوهرية في مفاهيم ومبادئ تصميم نظم المعلومات المحاسبية، وتحسين جودة التقارير المالية وتقليل التكاليف والاخطاء المحاسبية وتقليل الاحكام.

جدول (2) الدراسات الاجنبية المتعلقة بالمتغير المستقل (التصنيع الذكي)

1	دراسة (Nieuwenhuize, 2016)
عنوان الدراسة	Smart Manufacturing for Dutch SMEs. التصنيع الذكي للشركات الصغيرة والمتوسطة الهولندية.
اهداف الدراسة	تقديم مساهمة في النظرية والممارسة حول تطبيق التصنيع الذكي عن طريق بناء مقترحات حول سبب نظر الشركات الصغيرة والمتوسطة في التصنيع الهولندي الى تطبيق تقنيات التصنيع الذكية كخيار استراتيجي وكيفية ادارتها لتطبيق هذه التقنيات، على الرغم من العوائق المرتبطة بالتطبيق.
مجتمع وعينة الدراسة	دراسة استكشافية _في الشركات الصغيرة والمتوسطة في صناعة الصلب الهولندية ضمت ست شركات تصنيع عن طريق اجراء مقابلات شبه منظمة مع مالكي او مديري الشركات المعنية.
الاستنتاجات	اهتمام الشركات وخاصة الصغيرة والمتوسطة، بتقنيات التصنيع الذكي يعكس رغبتهم في تحسين العمليات ورفع الانتاجية بفهم عميق للفوائد الواضحة

2	دراسة (Kusiak, 2018)
عنوان الدراسة	Smart manufacturing.التصنيع الذكي .
هدف الدراسة	زيادة الاهتمام والتركيز على نظام التصنيع الذكي من اجل الاستخدام الامثل للطاقات التصنيعية وتقليل الهدر.
مجتمع وعينة الدراسة	الشركات الخاصة بتكنولوجيا المعلومات _ المانيا
الاستنتاجات	التحول نحو التصنيع الذكي يتطلب استقلالية العمليات ، تطويرها ، ومحاكاتها لتحسين الانتاجية ، بالتركيز على بيانات دقيقة وادوات متقدمة ، وتقييم مستوى الذكاء في البنية التصنيعية بمراعاة الامن السيبراني .

3	دراسة (Mittal et al,2020)
عنوان الدراسة	A smart manufacturing adoption framework for SMEs. إطار اعتماد التصنيع الذكي للشركات الصغيرة والمتوسطة.
هدف الدراسة	المتمحور حول الشركات الصغيرة و SM الهدف هو تطوير وتقييم أطار اعتماد المتوسطة، والذي يوفر للشركات الصغيرة والمتوسطة في مجال التصنيع والأدوات والارشادات المناسبة وسهلة الاستخدام لدعم SM الخاص بهم.
مجتمع وعينة الدراسة	دراسة حالة_ الشركات الصغيرة والمتوسطة عن طريق المقابلات والمصادر المتعددة والمستندات المستلمة .
الاستنتاجات	يوفر للشركات الصغيرة والمتوسطة ميزة تنافسية ويعد SM في اعتماد نموذج خطوة ضرورية ليتم وصفها متعاونة في شبكات التوريد الرقمية.

2. بعض الدراسات السابقة ذات العلاقة بالمتغير التابع (المرونة الانتاجية)

يشتمل الجدول (3و4) على بعض الدراسات السابقة العربية والاجنبية ذات الصلة بالمتغير التابع (المرونة الانتاجية) على التوالي:

جدول (3) بعض الدراسات العربية المتعلقة بالمتغير التابع (المرونة الانتاجية):

1	دراسة (سلطان،2015)
عنوان الدراسة	تأثري أبعاد المرونة التصنيعية علي الاداء التشغيلي للمنظمة.
اهداف الدراسة	بحث تأثير مرونة الآلة على الأداء التشغيلي لشركات تصنيع المواد الغذائية التابعة للقطاع الخاص المصري.
مجتمع وعينة	دراسة تطبيقية على قطاع الصناعات الغذائية الخاص المصري.
الاستنتاجات	يجب أن تسعي شركات الصناعات الغذائية لتخفيض تكاليف إنتاج الوحدة من خلال تطبيق وفورات الحجم الكبير لدعم مستوي أدائها التشغيلي، وحتى تتمكن من بيع منتجاتها بأسعار منخفضة لمواجهة التغير السريع في ظروف المنافسة. ضرورة سعي شركات الصناعات الغذائية نحو التمايز في مجال جودة المنتج كمؤشر للأداء التشغيلي، وذلك عن طريق إنتاج منتجات تتصف بالثبات في الأداء مع تخفيض معدلات المعيب وتحسين خدمات ما بعد البيع.

2	دراسة (العوادي، 2016)
عنوان الدراسة	المرونة الانتاجية ودورها في تحقيق فلسفة الانتاج النظيف وفق مدخل المسؤولية الاجتماعية للشركات .
اهداف الدراسة	التأكد من استعداد المدراء والموظفين وقدرتهم لتطبيق ابعاد المرونة الإنتاجية ومدى قناعتهم بمسؤولياتهم الاجتماعية من اجل الوصول إلى تحسين واقع إنتاج المنظمة المبحوثة للتحول إلى الإنتاج النظيف. تحديد الأبعاد الرئيسة لمرونة الإنتاج التي تدعم المنظمة المبحوثة في تبني فلسفة الإنتاج النظيف.

مجتمع وعينة الدراسة	الشركة العامة للسمنت العراقية (معمل اسمنت القائم ،معمل اسمنت كبيسة ،معمل اسمنت الفلوجة ،معمل اسمنت كركوك)، اما عينة الدراسة فهي عينة من الفنيين والاداريين في معمل الشركة العامة للسمنت العراقية في جميع المستويات المختلفة حيث بلغ مجموع العينة المبحوثة (132) شخصا.
الاستنتاجات	_ يصعب توحيد تصنيفات المرونة الانتاجية فقد اختلفت اراء الباحثين حول تصنيف المرونة بين التصنيف اعتمادا على النوع أو على التوجه الخارجي او الداخلي للمرونة أو اعتمادا على مقاييس المرونة أو على حالات عدم التأكد. _ هناك اتفاق بين أغلب الباحثين على انواع المرونة رغم وجود بعض الاختلافات هنا وهناك الا ان بعض انواع المرونة يشترك بتصنيفها أكثر الباحثين هي مرونة الحجم والمكائن والمزيج والعملية والمنتج الجديد.

3	دراسة (رشوان، 2022)
عنوان الدراسة	تأثير المرونة التصنيعية والابعاد التكنولوجية لاستراتيجية التصنيع على تحسين استجابة سلسلة التوريد .
اهداف الدراسة	_ تحديد تأثير مرونة الآلات على مرونة المنتج الجديد في الشركات محل البحث. _ تحديد تأثير مرونة العمالة على مرونة المنتج الجديد في الشركات محل البحث.
مجتمع وعينة الدراسة	دراسة تطبيقية على قطاع الصناعات الغذائية في محافظة الاسكندرية، اعتمد الباحث على اسلوب العينة العشوائية البسيطة لمجموعة من الشركات الصناعية الممثلة لمجتمع البحث، اما عينة البحث فتمثلت في عدد من المديرين العاملين بإدارة الانتاج، المخازن، التسويق والتوريد داخل جمهورية مصر العربية.
الاستنتاجات	_الاهتمام بإعطاء المزيد من الصلاحيات للعاملين والحرفيين للقيام بالتحسينات المستمرة من خلال المساعدة في إجراء تعديلات وإضافة احجام حديثة للمنتجات. _ضرورة تبني المنظمات العاملة في قطاع صناعة الأغذية لنظم التصنيع المتقدم والشراء الالكتروني حتى يتسنى لها الإنتاج بشكل مربع عند احجام الإنتاج المختلفة.

4	دراسة (حنا & جميل:2023)
عنوان الدراسة	مدى تأثير ابعاد المرونة التصنيعية في دعم الاداء التسويقي.
اهداف الدراسة	_التعرف على مدى مساهمة المرونة التصنيعية وتعزيز الاداء التسويقي _تقديم عدد من التوصيات الى الشركة المبحوثة التي تسهم في تعزيز ادائها التسويقي.
مجتمع وعينة الدراسة	تم اختيار الشركة العامة للصناعات الجلدية في بغداد مجتمعا لتطبيق البحث ، أما عينة البحث فقد تم اختيار عينة مقصودة من الافراد العاملين تشمل المديرين ورؤساء الاقسام والشعب والوحدات الادارية والعاملين في الخطوط الانتاجية والافراد المختصين في المجال التسويقي .
الاستنتاجات	_ يتميز اغلب الافراد العاملين في الشركة بالخبرة والمعرفة فضلا عن كفاءتهم في التنويع في المنتجات المقدمة مما مكن الشركة من تحقيق اهدافها. _ إن نسبة اعتماد الشركة على المرونة التصنيعية نوعا ما مما أثر بشكل ايجابي في تحقيق الاداء التسويقي. _ قدرة الشركة على مواجهة الزيادة المفاجئة في طلب السوق على المنتجات من خلال تحقيق زيادة في الساعات الانتاجية وقيام العاملين بأداء مهام متنوعة وبأساليب مختلفة .

جدول (4) الدراسات الاجنبية المتعلقة بالمتغير التابع (المرونة الانتاجية):

1	دراسة (Chaudhuri et al,2018)
عنوان الدراسة	Supply chain integration, risk management and manufacturing flexibility تكامل سلسلة التوريد وإدارة المخاطر ومرونة التصنيع.
اهداف الدراسة	دراسة تأثير التكامل الداخلي والتكامل الخارجي وإدارة مخاطر سلسلة التوريد على مرونة التصنيع، والتأثير المعتدل لإدارة مخاطر سلسلة التوريد على العلاقات بين التكامل الداخلي والخارجي، على التوالي، ومرونة التصنيع.

مجتمع وعينة الدراسة	يتم تحليل البيانات من عينة مكونة من 343كجزء من مصنع تصنيع في آسيا تم جمعها في الفترة (IMSS VI) 2013-2014 باستخدام الانحدار الهرمي، المسح الدولي لاستراتيجية التصنيع
الاستنتاجات	التكامل الداخلي وإدارة مخاطر سلسلة التوريد لهما تأثير مباشر على المرونة التصنيعية ،تعمل إدارة مخاطر سلسلة التوريد على تخفيف العلاقة بين التكامل الخارجي والمرونة .

2	دراسة (Dey et al,2019)
عنوان الدراسة	Relationship of Manufacturing Flexibility with Organizational Strategy علاقة مرونة التصنيع بالاستراتيجية التنظيمية .
اهداف الدراسة	الهدف من الدراسة الحالية هو رسم العلاقة ودراستها بين الاستراتيجية التنظيمية المتبعة ومرونة التصنيع .
مجتمع وعينة الدراسة	إطار أخذ العينات الذي تم النظر فيه في هذه الدراسة هو مجموعة من المنظمات الصناعية العاملة في قطاعات متنوعة. وتراوحت العينة بين صناعات مثل السيارات، والمعادن (الحديد والصلب، والنحاس، والألومنيوم)، والبناء، والمواد الغذائية والمواد الاستهلاكية، والمنسوجات والملابس، والسلع الاستهلاكية سريعة الحركة، والجلود، والمنتجات المعدنية المصنعة، والنفط والغاز الطبيعي، والآلات الصناعية والتجارية
الاستنتاجات	يتم قبول المرونة كاستراتيجية تنافسية وتدبير لمعالجة الظروف غير المؤكدة السائدة في البيئة .

3	دراسة (Pinheiro et al, 2022)
عنوان الدراسة	Effects of Absorptive Capacity and Innovation Spillover on Manufacturing Flexibility. آثار القدرة الاستيعابية وامتداد الابتكار على مرونة التصنيع .
اهداف الدراسة	تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مدى تأثير القدرات المنفصلة للقدرة الاستيعابية التنظيمية واستراتيجية موثوقية الابتكار واستراتيجية تقلب الابتكار على مرونة التصنيع ومناقشة الآليات الأساسية لهذه التأثيرات .
عينة ومجتمع الدراسة	يستخدم بيانات المسح من 370 شركة تصنيع ، في لشبونة .
الاستنتاجات	أن للقدرة الاستيعابية تأثيراً قوياً وإيجابياً ومباشراً على كفاءات الابتكار الاستغلالية والاستكشافية، والتوجهات السوقية الاستباقية والمستجيبة، ومرونة التصنيع، إذ إن أن كفاءات الابتكار الاستكشافية تتوسط العلاقة بين التوجه السوقي المستجيب ومرونة التصنيع. وفي الأساس، تنتج كفاءات الإبداع الاستغلالية هذه تأثيراً إيجابياً مباشراً على مرونة التصنيع في حين تعمل في الوقت نفسه كوسيلة للتأثيرات غير المباشرة للقدرة الاستيعابية عليها. لا تؤثر استراتيجية الابتكار الاستكشافي بشكل كبير على مرونة التصنيع .

4	دراسة (Udofia et al,2023)
عنوان الدراسة	Manufacturing flexibility and business environment uncertainty مرونة التصنيع وعدم اليقين في بيئة الأعمال.
اهداف الدراسة	هناك اهتمام متزايد بدور المرونة في شركات التصنيع، وخاصة في أهميتها لإدارة حالات عدم اليقين في الأعمال، تم إجراء العديد من الدراسات حول مرونة التصنيع، ولكن لم تدرس أي دراسة ممارسة الدعم المحتملة بين ممارسات مرونة التصنيع. تستكشف هذه الدراسة تلك الفجوة الأدبية في بيئة الأعمال في جنوب الصحراء الكبرى .

مجتمع وعينة الدراسة	باستخدام تصميم المسح المقطعي، يتكون مجتمع هذه الدراسة من شركات التصنيع أي جميع موظفي (NGX) التي تم تسجيلها في مجموعة البورصة النيجيرية المدرجة في القائمة النيجيرية مجموعة الصراف والتي تبلغ 19500 شركات التصنيع ال38 استخدمت الدراسة طريقة أخذ العينات المعيارية
الاستنتاجات	كشفت الدراسة أن مرونة المزيج كان لها تأثير مباشر على عدم اليقين في العرض، وكان لمرونة الإنتاج تأثير مباشر على عدم اليقين بشأن العرض، وكان لمرونة المنتج تأثير مباشر وغير مباشر على عدم اليقين في العرض، مرونة الحجم هي البعد الوحيد للمرونة الذي ليس له أي تأثير على عدم اليقين في العرض، سواء بشكل مباشر أو غير مباشر فضلاً عن، فإن مرونة المنتج هي الممارسة الوحيدة التي لها تأثير غير مباشر على عدم اليقين في العرض.

ثانيا: أوجه الشبه والاختلاف بين الدراسات السابقة والبحث الحالي:

في ضوء استعراض الدراسات السابقة المتعلقة بمتغيرات البحث يمكن الاشارة الى بعض جوانب الاتفاق والاختلاف والافادة من هذه الدراسات وما ميز الدراسة الحالية عنها:

1. أوجه التشابه بين الدراسات السابقة والبحث الحالي:

أ. اتفقت الدراسات السابقة والبحث الحالي على اهمية التصنيع الذكي وتقنياته لجميع القطاعات في الوقت الحاضر.

ب. اتفقت الدراسات السابقة والبحث الحالي على ضرورة التحول الامن من الطرائق التقليدية الى استعمال تقنيات التصنيع الذكي لقدرتها على تحقيق مرونة عالية في الانتاجية.

ج. اتفقت الدراسات السابقة والبحث الحالي على ان تقنيات التصنيع الذكية اصبحت ضرورة وواقعا من خلال دخولها الفعال في جميع المجالات الحياتية امر حتمي لإسهامها في توفي الوقت والجهد والوقت والمال مقابل زيادة فاعلية في أداء بعض الانشطة البشرية.

2. أوجه الاختلاف بين الدراسات السابقة والبحث الحالي:

أ. أغلب الدراسات السابقة سواء أكانت عربية ام اجنبية تناولت متغير واحد من متغيرات البحث ولم تدرس استخدام التصنيع الذكي في المرونة الانتاجية.

ب. لا توجد دراسة عراقية أداريه تطرقت الى استخدام التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية في المصانع العراقية.

3. أوجه الافادة من الدراسات السابقة:

أ. تم الافادة من الدراسات السابقة وأطرها النظرية في الحصول على المصادر اللازمة مما أسهم في تكوين فكرة عامة عن توجهات البحث الحالي.

ب. تم الافادة من الدراسات السابقة في فهم ابعاد كل متغير من متغيرات البحث الحالي.

ج. تم الافادة من المصادر لمعرفة الجانب النظري.

د. تم الافادة مما توصلت اليه الدراسات السابقة.

4. أهم ما يميز البحث الحالي عن الدراسات السابقة:

أ. تمثل أول دراسة على حد علم الباحثة للتصنيع الذكي في الصناعة العراقية تحديدا في قطاع الانتاج لتحقيق المرونة في الانتاجية.

ب. أول دراسة بينت تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية.

ج. أول دراسة عربية جمعت بين المتغيرين (التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية).

المبحث الثاني

منهجية الدراسة

تعد منهجية البحث الخطوة الاساسية التي يبدأ بها الباحث مسار بحثه نحو الاهداف الموضوعة له، لذلك سيعرض هذا المبحث منهجية البحث التي جاءت على وفق الاتي:

أولا: مشكلة الدراسة:

تبرز المشكلة العامة من عدم قدرة المنظمات العراقية في التنافس مع المنظمات العالمية، رغم إدخالها لأساليب التصنيع الحديثة المشابهة، وذلك نتيجة للمخاوف العامة لدى المنظمات العراقية – والقطاع الصناعي بوجه خاص – في الخوض في بيئة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الحديثة، ومن مواكبة التوجه نحو دمج قواعد بياناتها مع الشبكة الاعمال عبر التقنيات كالتصنيع الذكي والإنترنت. هذا بدوره يسبب فجوة في تكامل البيانات فيما بينها.

بالنسبة لعينة الدراسة، وهو مصنع انتاج الصودا والكلور، نجد منافسة بين مصنع انتاج الصودا والكلور والشركات العربية والعالمية للسيطرة على الأسواق المحلية، على الرغم من امتلاك المصنع لأساليب التصنيع الجديدة، إلا أنه يواجه نقصاً في أنظمة تقنية المعلومات والاتصالات في بعض مستويات شبكة الاعمال المرتبط بها، الأمر الذي يسبب اختلافاً في مستويات إنتاجيته، حيث يمكن تشخيص مشكلتين رئيستين تتمثل بالآتي:

_ عدم تحقيق المرونة الانتاجية وفق المتطلبات الاساسية لها، فضلا عن عدم تبني تقنيات التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية.

_ عدم تبني التصنيع الذكي في المنظمات الصناعية العراقية بشكل عام والمصنع المبحوث بشكل خاص، فضلا عن عدم تبنيها أيا من أنظمة التصنيع الذكي الموجه نحو الخدمة والمتصلة بشبكة الانترنت.

وبناء على ما ذكر يمكن صياغة التساؤل الاتي:

1. مدى تطبيق المصنع المبحوث لمتطلبات التصنيع الذكي؟

2. مدى تطبيق المصنع المبحوث لمتطلبات المرونة الانتاجية؟
3. مدى تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية في المصنع المبحوث؟

ثانيا: أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة في اهمية متغيراته، ومن الجوانب الاتية:

1. الارتباط الوثيق لمتغيرات الدراسة بعدة قطاعات في المجال الأكاديمي والصناعي مثل إدارة عمليات الإنتاج والهندسة الصناعية وتقنية المعلومات والاتصالات، يتطلب دمج المفاهيم الهندسية والتقنية مع المبادئ الإدارية بطريقة واضحة.

2. يتزامن البحث مع الحاجة الملحة لدى المنظمات العراقية لإجراء تعديلات أساسية على إجراءاتها العامة وعلى الإنتاجية بشكل خاص، من خلال الافادة من التقنيات المعاصرة (التصنيع الذكي)، وذلك بهدف تحقيق غاياتها بتميز والمنافسة مع المنظمات العالمية.

3. الطرح الحديث لمتغير التصنيع الذكي كأسلوب إنتاجي واعد، الذي انتشر حوار عميق حوله في الأوساط الأكاديمية والصناعية في الأعوام الأخيرة الأمر الذي يمنحه أهمية بارزة في البحوث العلمية والصناعية.

4. اختيار مصنع الصودا والكلور كنموذج للدراسة يمنح قيمة مضافة للدراسة نظرًا لكونه جزءًا من القطاعات الإنتاجية المركبة التي تتطلب استخدام تقنيات متطورة ومتقنة لإدارتها ومراقبة إجراءاتها، وهو يشكل جزءًا مهمًا من الصناعة في العراق.

5. يتزامن البحث مع الفترة الزمنية المعنية بتقييم المرحلة النهائية لإعادة هيكلة العمليات الإنتاجية في مصنع الصودا والكلور، واكتشاف العقبات ومعاينة الفجوات بين المخطط والواقع، أذ تقترح الدراسة منهجية لتنفيذ التصنيع المعتمد على المرونة الانتاجية كحل للإشكاليات.

ثالثا: أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة وبشكل عام الى تقديم مقترح لتحديد نوع علاقة التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية في مصنع أنتاج الصودا والكلور. عن طريق

1. بناء إطار معرفي وفق مرتكزات فكرية ومفهومية عن طريق استعراض الادبيات الفكرية المتخصصة، وتحديد مفاهيم دقيقة لمتغيرات الدراسة وابعادها.

2. وضع منهجية وخطة عمل لتأثير (التصنيع الذكي) في شركة الفرات العامة للصناعات في مصنع انتاج الصودا والكلور.

3. اختبار طبيعة العلاقة بين متطلبات التصنيع الذكي وتحقيق المرونة الانتاجية في شركة الفرات العامة لإنتاج الصودا والكلور.

4. اختبار تأثير توافر متطلبات التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية في شركة الفرات العامة.

5. قياس الفجوة بين الواقع الفعلي في مصنع انتاج الصودا والكلور والتصنيع الذكي.

6. قياس الفجوة بين الواقع الفعلي في مصنع انتاج الصودا والكلور والمرونة الإنتاجية.

رابعا: المخطط الفرضي للدراسة:

لغرض تحقيق أهداف الدراسة، يجب إعداد مخطط فرضي يوضح العلاقات المنطقية بين المتغيرات، يعتبر هذا المخطط حلاً مؤقتاً مفترضاً للإجابة على التساؤلات المطروحة في المشكلة

خامسا: فرضيات الدراسة:

لغرض التوصل لمشكلتي الدراسة وتحقيق اهدافه، يمكن صياغة فرضيتين لكل منهج:

- تحليل منهج دراسة الحالة

1. **الفرضية الاولى:** لا توجد فجوة في تطبيق التصنيع الذكي في المصنع المبحوث. وتتفرع منها فرضيات فرعية، وعلى النحو الاتي:

أ. لا توجد فجوة في تطبيق الذكاء التكنولوجي في المصنع المبحوث.

ب. لا توجد فجوة في تطبيق الذكاء التنظيمي في المصنع المبحوث.

ج. لا توجد فجوة في تطبيق الذكاء الاستراتيجي في المصنع المبحوث.

د. لا توجد فجوة في تطبيق ذكاء العمليات في المصنع المبحوث.

ذ. لا توجد فجوة في تطبيق ذكاء المنتجات في المصنع المبحوث.

2. **الفرضية الثانية:** لا توجد فجوة تطبيق للمرونة الانتاجية في المصنع المبحوث. وتتفرع منه فرضيات فرعية، وعلى النحو الاتي:

أ. لا توجد فجوة تطبيق لمرونة الحجم في المصنع المبحوث.

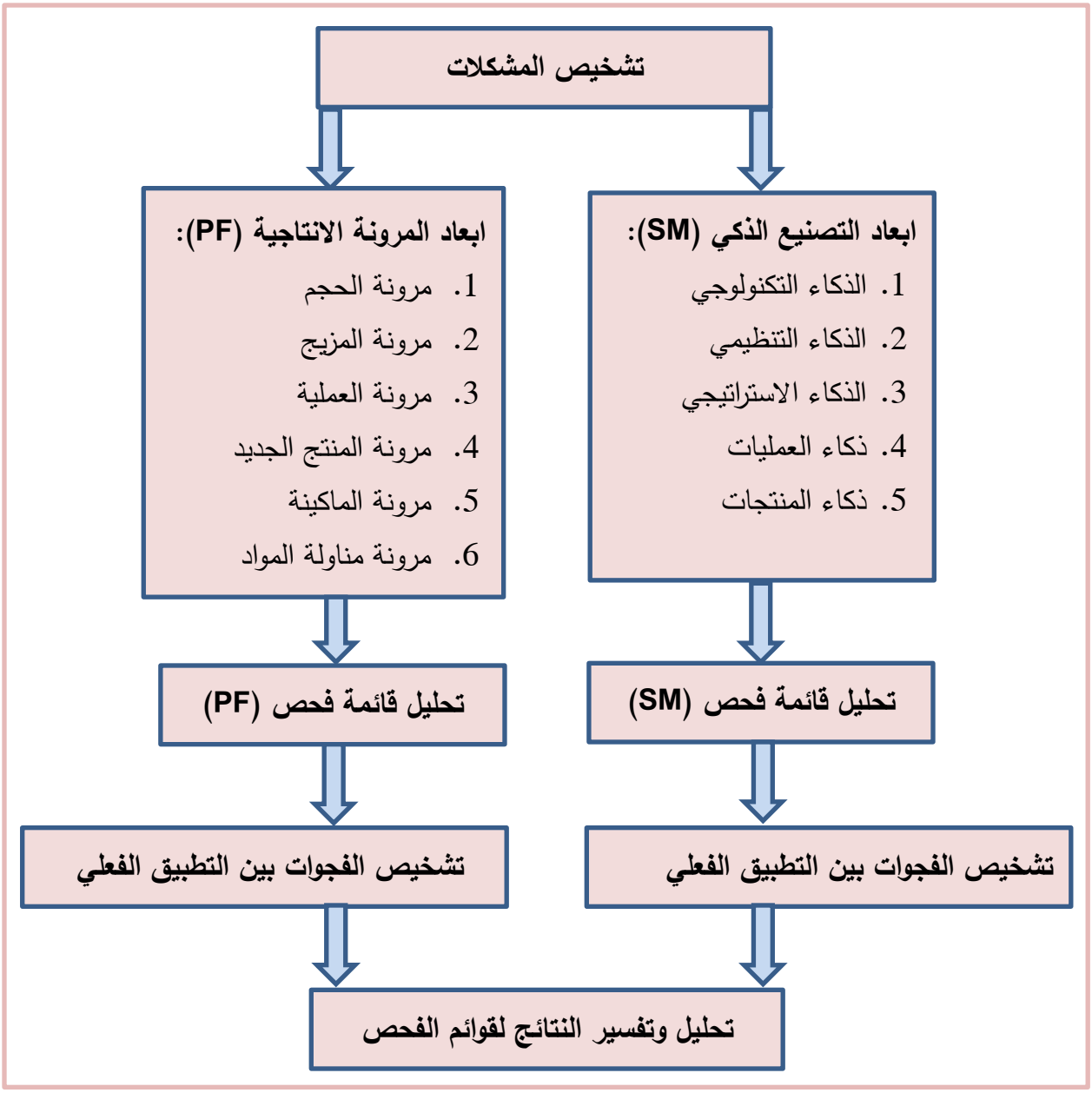
ب. لا توجد فجوة تطبيق للمرونة المزيج في المصنع المبحوث.

ج. لا توجد فجوة تطبيق لمرونة العملية في المصنع المبحوث.

د. لا توجد فجوة تطبيق لمرونة المنتج الجديد في المصنع المبحوث.

ذ. لا توجد فجوة تطبيق لمرونة الماكينة في المصنع المبحوث.

ر. لا توجد فجوة تطبيق لمرونة مناولة المواد في المصنع المبحوث.



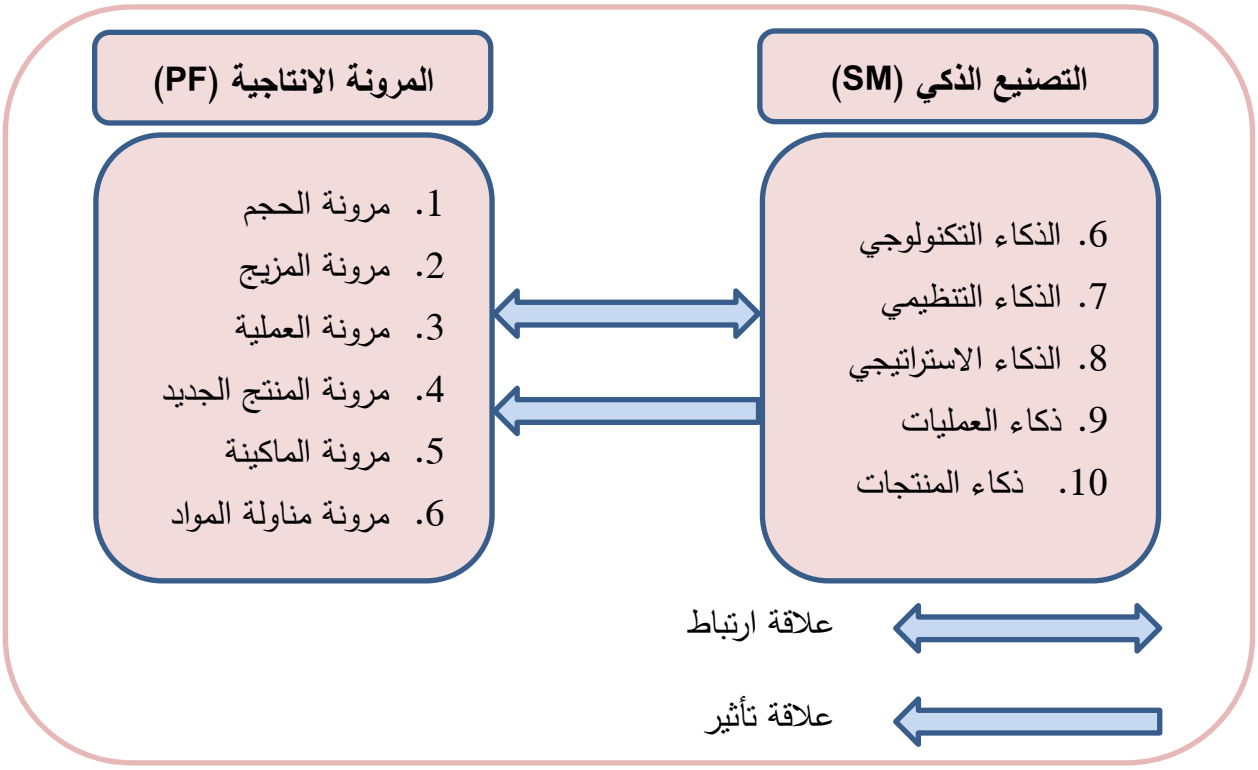
الشكل (2) المخطط الاجرائي لتشخيص الفجوات

المصدر: اعداد الباحث

- **تحليل المنهج الوصفي التحليلي:**

3. الفرضية الثالثة: لا توجد علاقة ارتباط معنوية ذات دلالة إحصائية بين التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية في المصنع المبحوث.

4. الفرضية الرابعة: لا يوجد تأثير معنوي ذو دلالة إحصائية للتصنيع الذكي في المرونة الانتاجية في المصنع المبحوث.



الشكل (3) المخطط الاجرائي للدراسة

المصدر: أعداد الباحث

سادسا: حدود الدراسة:

تشمل حدود الدراسة

1. الحدود المعرفية للدراسة: تمثل الحدود التي تتعلق بتأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الإنتاجية وتمتد جذوره الى مجال أدارة الانتاج والعمليات.

2. الحدود المكانية: تمثل الحدود المتعلقة بالموقع الذي تم اختياره لتطبيق الجانب العملي من الدراسة، وهو مصنع أنتاج الصودا والكلور التابع لشركة الفرات العامة للصناعات في محافظة بابل المسيب.

3. الحدود الزمانية للدراسة: تمتد لفترة محددة من تاريخ (1-11-2023) الى (8-8-2024) .

4. الحدود البشرية للدراسة: تمثل الحدود التي تتعلق بالخبراء والمسؤولين والاداريين بالإدارة والهندسة والحاسبات في مصنع أنتاج الصودا والكلور، فضلاً عن العاملين في أقسام اخرى من شركة الفرات العامة للصناعات مثل قسم التسويق وقسم السيطرة والرقابة النوعية وقسم تكنولوجيا المعلومات.

سابعا: منهج وادوات الدراسة:

من أجل تحقيق أهداف الدراسة، يجب اعتماد منهجية مناسبة للدراسة وجمع البيانات والمعلومات عن طريق أدوات متعددة تساعد في ذلك. كما هو موضح فيما يأتي:

1. **منهج الدراسة:** اعتمد الباحث منهجين منهج دراسة الحالة، المنهج الوصفي التحليلي للمشكلة المبحوثة
2. **أدوات الدراسة:** اعتمد الباحث جانبين لجمع البيانات والمعلومات اللازمة لأعداد الدراسة، كما موضح فيما يأتي:

_ الجانب النظري: تم الاعتماد على الادبيات الاجنبية والعربية لأعداد الجانب النظري للدراسة، والتي تتضمن موضوعات الدراسة وتكون متاحة في المكتبات ومواقع الانترنت، ويشمل:

- الكتب العربية والأجنبية.
- الرسائل والاطروحات الجامعية العربية والأجنبية.
- البحوث المنشورة في المجلات العلمية العربية والأجنبية.
- الدوريات العربية والأجنبية.
- بحوث المؤتمرات.

_ الجانب العملي: تم استخدام أدوات مختلفة لجمع البيانات والمعلومات لأعداد الجانب العملي للدراسة في مصنع أنتاج الصودا والكلور كعينة لتطبيق الدراسة في المجتمع عينة الدراسة. تضمنت الادوات الاتية:

- المقابلات الشخصية.
- الملاحظة المباشرة.
- الاتصالات الهاتفية.

- أسئلة واستفسارات.
- استخدام قوائم الفحص checklist لتشخيص حجم الفجوة بين الواقع الفعلي والمخطط.

ثامنا: أدوات التحليل والمعالجة الاحصائية:

جرى اعتماد مقياس (ثلاثي) لتشخيص مستوى تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية في مصنع انتاج الصودا والكلور، وقد حددت أوزان المقياس، ومن ثم تحليل البيانات بشكل كمي وتفسير النتائج.

وبعد تحديد درجة المطابقة لكل محور من محاور (التصنيع الذكي) و(المرونة الانتاجية) في ضوء ما تضمنته نتائج قوائم الفحص، سيجري اعتماد المعادلات الاتية لاستخراج النسبة لمدى المطابقة وحجم الفجوة: (الخطيب،2008:326_327)

1. الوسط الحسابي المرجح = $\frac{\text{(الاوزان} \times \text{تكراراتها)}}{\text{مجموع التكرارات}}$ .....(1)

2. النسبة المئوية للمطابقة = $\frac{\text{الوسط الحسابي المرجح}}{\text{أعلى درجة في المقياس}}$ .....(2)

3. حجم الفجوة = 1 – النسبة المئوية للمطابقة .....(3)

وللتحقق من فرضيات الدراسة سيجرى استخدام الاساليب الاحصائية الاتية من خلال برنامج الحزمة SPSS الاحصائية

1. الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression)

يهدف الى تقدير العلاقة الرياضية الخطية لتأثير المتغير المستقل (X) (التصنيع الذكي) على المتغير (Y) (المرونة الانتاجية) حيث تكون العلاقة الخطية بين المتغيرين بالصورة الاتية:

$$Y = a + bX + U \quad \text{..... (4)}$$

2. **معامل الارتباط (R) (Spearman Correlation):**

لقياس طبيعة وقوة العلاقة بين متغيري الدراسة (التصنيع الذكي) و (المرونة الانتاجية)، ثم تحديد مدى قبول، أو رفض فرضية الارتباط.

3. **معامل التحديد (R^2) (Coefficient Determination):**

لقياس مقدار اسهام المتغير المستقل (التصنيع الذكي) في سلوك المتغير المعتمد (المرونة الانتاجية).

4. **اختبار (t):** لقياس معنوية التأثير.

5. **اختبار (F):** لقياس معنوية الاتجاه في معامل الانحدار.

تاسعا: مبررات اختيار مصنع الصودا والكلور

تحقيق أهداف الدراسة ومعالجة المشكلات المتعلقة بها. ولذلك، تم اختيار مصنع انتاج الصودا والكلور كعينة لإعداد الجانب العملي من الدراسة. وتعد المبررات الاتية هي الأسباب وراء هذا الاختيار:

1. يساهم المصنع بشكل فعال في تطوير الصناعة الوطنية، حيث يعد واحدًا من المصانع الهامة في العراق وتحتاج الكثير من المنظمات العراقية الأخرى إلى منتجاته، خاصة في مجال النفط وتنقية المياه.
2. توجد مخاوف لدى المنظمات العراقية، وخاصة الصناعية، من التحول إلى استخدام أنظمة التكنولوجيا المعلومات والاتصالات المتقدمة، حيث يؤثر ذلك سلبًا على قدرتها التنافسية في الأسواق المحلية والعالمية. وعليه، يتطلب الفهم الشامل لأنظمة التصنيع الحديثة في ظل الصناعة الذكية.
3. تم استجابة وتعاون إدارة مصنع انتاج الصودا والكلور والعاملين فيه، فضلاً عن الاستجابة والتعاون من قبل الأقسام الأخرى لشركة الفرات العامة للصناعات والعاملين فيها وتم تقديم البيانات والمعلومات اللازمة لتحقيق أهداف الدراسة.

الفصل الثاني: الإطار النظري للدراسة

المبحث الاول: التصنيع الذكي

المبحث الثاني: المرونة الانتاجية

المبحث الاول

التصنيع الذكي

التوطئة

يعد التصنيع الذكي أحدث تطور في مجال التصنيع، أذ يهدف إلى تحسين عمليات الإنتاج وزيادة الكفاءة باستخدام التكنولوجيا الحديثة والذكاء الاصطناعي والاتصالات الآلية، يتميز التصنيع الذكي بالتكامل الأنظمة المختلفة، بين العتاد والبرمجيات والشبكات، مما يتيح التحكم الآلي والتواصل المباشر بين تعتمد التقنيات الحديثة في التصنيع الذكي على مفهوم الأتمتة الصناعية، حيث يتم استخدام الروبوتات والماكينات المتطورة لتنفيذ المهام بشكل آلي ودقيق، تسهم الأتمتة في تحسين سلامة العمل وزيادة الإنتاجية وتقليل التكاليف، فضلًا عن ذلك يؤدي الذكاء الاصطناعي أثرًا مهمًا في التصنيع الذكي.

اولا: التطور التاريخي للتصنيع الذكي

يمر العالم الآن بثورة تكنولوجية، يشار إليها غالبا بـ(الثورة الرابعة– الصناعة 4.0 – الثورة الصناعية– – الإنترنت الصناعي– التصنيع الذكي)، من شأنها أن تغير جذريا طريقة العيش والعمل والتواصل، وإن التحول يحدث بالفعل في جميع جوانب الأعمال التجارية، ولا يزال يتعين زيادة وتيرة استخدام الشركات للروبوتات بشكل متزايد في خطوط الإنتاج أو الخوارزميات لتحسين الخدمات اللوجستية وإدارة المخزون وتنفيذ وظائف الأعمال الأساسية الأخرى. يؤدي التقدم التكنولوجي إلى خلق عصر جديد للأتمتة والتي سيتم نشر آلات أكثر ذكاء ومرونة على نطاق أوسع من أي وقت مضى في مكان العمل .(Shaturaev,2022:2)

واعتقد الباحثون ان مفهوم التصنيع الذكي نشأ أصلاً من مجال الذكاء الاصطناعي والتصنيع، كانت منشورات التصنيع الذكي المبكرة في 1988 و1990 و1995. في تسعينيات القرن الماضي، وكانت اليابان رائدة في مجال البحث في إدارة المعلومات التي أدت إلى إنشاء برنامج نظام التصنيع الذكي أيضا

في التسعينيات، بدأ الباحثون في الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي بنشر بحوث حول التصنيع الذكي، بالتعاون مع البرنامج الياباني لنظام التصنيع الذكي في الآونة الأخيرة، ركزت الجهود المبذولة في التصنيع الذكي ونظام التصنيع الذكي على مستوى ذكاء أعلى (Wang et al ،2021:11).

حيث طرحت الحكومة الألمانية مصطلح "التصنيع الذكي" في عام 2011 في معرض هانوفر، لقد بدأت بفكرة ربط الأنظمة المادية لأي مصنع بمنصة إلكترونية لتشكيل "أنظمة الإنتاج المادي الإلكتروني". ان الهدف من التصنيع الذكي هو زيادة مرونة الإنتاج وتسليط الضوء على مفهوم الخدمة في العمليات الانتاجية". حيث هناك طفرة في إنتاج البيانات وأنظمة التصنيع المرنة التي يمكن عن طريقها مراقبة المصانع والتحكم فيها عن بعد (التصنيع السحابي) من أي مكان في جميع أنحاء العالم. تم تجهيز هذه المصانع الذكية بأجهزة استشعار وأجهزة تحديد الترددات الراديوية لجمع البيانات من بيئات المصنع. تتم معالجة هذه البيانات والتحكم فيها وفقًا لاحتياجات المصنع. للحركة داخل المصنع (AGVs) والمركبات الموجهة الالية (AMRs) مع توفير الروبوتات المستقلة المتنقلة هناك حاجة ملحة للتفاعل البشري في المصانع الذكية (Namjoshi & Rawat،2022 :63).

نحن نشهد حاليًا ثورة تكنولوجية تغير بشكل جذري طريقة حياتنا وعملنا وتفاعلنا مع بعضنا البعض هذا التحول يختلف عن أي تحول سابق، فنحن لا نعرف بالضبط كيف سيتم اكتشافه، ولكن يجب أن تكون الاستجابة لهذه التحولات شاملة ومتكاملة، وتشمل جميع الأطراف المعنية في النظام السياسي العالمي، بما في ذلك القطاعين العام والخاص، والأكاديمية، والمجتمع المدني. في الثورات الصناعية السابقة، استخدمت الثورة الصناعية الأولى قوة الماء والبخار لتشغيل الآلات، واستخدمت الثورة الصناعية الثانية القوة الكهربائية، واستخدمت الثورة الصناعية الثالثة التكنولوجيا الرقمية وتكنولوجيا المعلومات لتحسين عمليات الإنتاج (Wang et al ،2021:12).

التصنيع الذكي يعتمد على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المتقدمة، مثل الذكاء الاصطناعي، والتحليل الضخم للبيانات، وتطور الاتصالات اللاسلكية، والشبكات الذكية وهذا التصنيع تجاوز الحدود بين النطاقات المادية والرقمية والبيولوجية، ويعد فرصة لتحقيق تقدم كبير في مختلف المجالات مثل الصناعة والزراعة والنقل والرعاية الصحية والتعليم وغيرها، ولذلك يجب أن نتعامل مع هذه التحولات بشكل شامل

ومتكامل، ويتميز التصنيع الذكي بتطور وتيرة أُسيه وليست خطية، اضافة لذلك فهو يشمل كل صناعة تقريبا في كل بلد، وينذر اتساع وعمق هذه التغييرات بتحول أنظمة الانتاج والادارة والحوكمة بأكملها(Schwab,2017:8) هدف التصنيع الذكي إلى تطوير عمليات وأنظمة تصنيع قابلة للتكيف على المستوى المحلي والعالمي، عن طريق دمج التكنولوجيا المتقدمة في مجال تكنولوجيا المعلومات وقدرات الحوسبة والذكاء الاصطناعي، بناءً على نهج الذكاء المدعوم بالبيانات. يتميز التصنيع الذكي بقدرته على الحصول على البيانات في الوقت الفعلي، وتوزيعها، وتحليلها، واستخدامها في الوقت المناسب للبشر والآلات والعمليات في البيئات المصنعية والتجارية، فضلاً عن دورة حياة المنتج. يعد التصنيع الذكي نظامًا معقدًا يدمج بشكل مثالي الأنظمة البشرية والمادية والسيبرانية والتي تتعاون لتحقيق أهداف التصنيع المحددة (Wang et al,2021:12).

على الرغم من أن التصنيع الذكي لا يزال في مرحلة مبكرة، إلا أن المنتدى الاقتصادي العالمي يخلص إلى أن "التصنيع الذكي" الإنترنت الصناعي هو في الواقع تحويلي وسوف يغير أساس المنافسة، ويعيد رسم حدود الصناعة وإنشاء موجة جديدة من الشركات التخريبية، تمامًا كما أدى الإنترنت الحالي إلى ظهور أمازون وجوجل ونت فليكس، ومع ذلك فإن الغالبية العظمى من المنظمات لا تزال تكافح من أجل فهم آثار ذلك الإنترنت الصناعي على أعمالهم وصناعاتهم (Nieuwenhuize ,2016:10).

ثانيا: مراحل الثورات الصناعية:

على مر السنين، سجل التاريخ سلسلة من التغييرات المهمة في مجال التصنيع، والتي تطورت تدريجياً مع التقدم التكنولوجي السريع. أثرت هذه التغييرات بشكل كبير على طرق وإدارة الإنتاج، وتم تسميتها بالثورات الصناعية. كانت بداية ونهاية كل ثورة موضوع نقاش بين الباحثين، وكانت هناك اختلافات واضحة في آرائهم. يبين الشكل (4) هذه الثورات بدأ من الثورة الصناعية الاولى وانتهاء بالثورة الصناعية الرابعة.

1. الثورة الصناعية الأولى (1.0): حدثت في القرن الثامن عشر تمت على إثر اكتشافات واختراعات ضخمة في ذلك الوقت، وتركزت حول استخدام وتحويل طاقة الحياة بشكل فعال، تم استبدال العمل اليدوي بالآلات الميكانيكية واستخدام البخار كمصدر للطاقة في عمليات التشغيل، تلك الابتكارات الرائدة في الماكينات والتقنيات الصناعية أسهمت في تحويل قطاع الصناعة وتسريع عمليات الانتاج وزيادة الانتاجية

بشكل كبير (Piccarozzi , 2018 :2).

2. الثورة الصناعية الثانية (2.0): المعروفة أيضًا بالثورة الكهربائية، حدثت في القرن التاسع عشر حيث تميزت بتحولات هائلة في استخدام الطاقة الكهربائية في قطاع الصناعة استفادت الدول ذات المصادر الطبيعية المتنوعة من هذه التكنولوجيا لتعزيز إمكانياتها الصناعية وتحقيق (Piccarozzi, 2018:3) إنتاجية ضخمة تم تطوير مفهوم الإنتاج الضخم في المجتمعات الصناعية، حيث استفادت من القدرات الهائلة للطاقة الكهربائية في تعزيز .عمليات الإنتاج، ظهرت الآلات الكهربائية واستُخدمت في مختلف الصناعات وتم استغلالها في قطاعات النقل والحرب أيضا، تأثرت الحقبة بشكل كبير بالاختراعات المهمة التي نشأت خلالها، مما أسهم في تطور الحضارة البشرية وشكل الأساس للأنظمة الاقتصادية الحالية على مستوى العالم (Rachmadtullah et al,2020:1879)

3. الثورة الصناعية الثالثة (3.0): في عام 1969م، ظهرت تقنية الأتمتة أو المكننة في ألمانيا مع ظهور الحاسوب، وتعني هذه التقنية استخدام الالكترونيات الدقيقة وتكنولوجيا المعلومات بشكل متقدم، ووصلت هذه التقنية إلى ذروتها مع ظهور الإنترنت في عام 1980 واستخدام الكمبيوتر والطاقة المتجددة ونظام تكنولوجيا المعلومات والتحكم الآلي في الصناعة. وبفضل هذه التقنيات، أصبح الإنتاج المرن ممكنًا خلال هذه الفترة (Othman et al ,2016:137). تسارع استخدام التكنولوجيا الرقمية، الذي قادته الحواسيب والروبوتات، أسهم في تعميق الفجوة بين الدول المتقدمة وتلك التي تسعى لمواكبة التطورات. أصل هذا التقدم يعود للثورات الصناعية، حيث بدأ بتحسين آلات الإنتاج، ثم زيادة حجمه، وأخيرًا أتمتة هذا الإنتاج. التكنولوجيا المتقدمة أدت أثراً أساسيًا في توسيع كفاءة الإنتاج وتقليل الأخطاء ومع ازدياد هذه التطورات وانتشار الصناعات الرقمية، اتسع التفاوت بين الدول، مؤكدةً على أهمية مواكبة أحدث التقنيات لضمان الريادة، وسط بيئة تزداد فيها مستويات الأتمتة بشكل واسع، وكانت الطاقة النووية اختراعًا حيويًا آخر كان جزءًا من الثورة الصناعية الثالثة (paul et al.,2021:3).

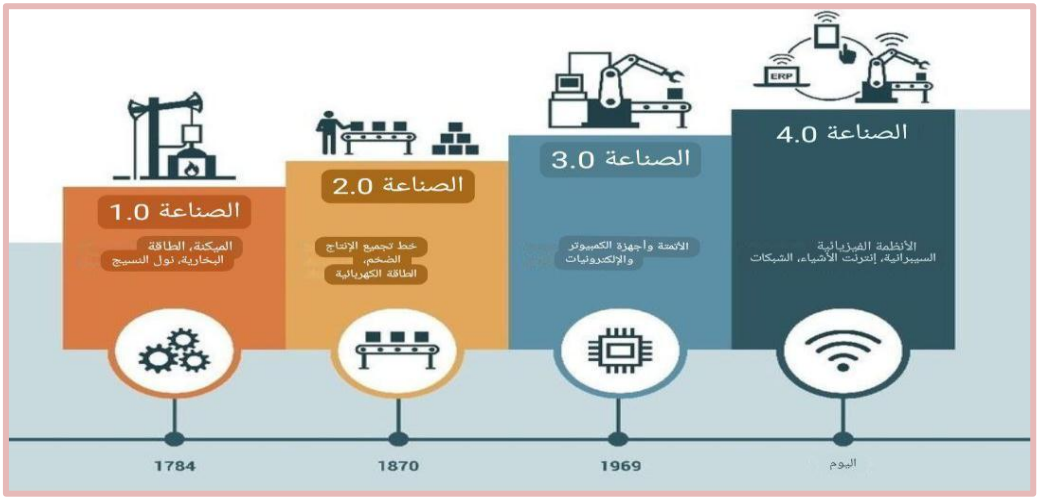
4. الثورة الصناعية الرابعة (4.0): يعد التصنيع الذكي مجالًا جديدًا تترابط فيه إنترنت الأشياء جنبًا إلى جنب مع الأنظمة المادية السيبرانية بطريقة يؤدي فيها الجمع بين البرامج وأجهزة الاستشعار والمعالج وتكنولوجيا الاتصالات أثراً كبيرًا في صنع "الأشياء التي لديها القدرة على تغذية

المعلومات فيها ويضيف التصنيع الذكي قيمة إلى عمليات التصنيع، ويهدف ايضا إلى بناء منصة تصنيع مفتوحة وذكية لتطبيقات المعلومات المرتبطة بالشبكات الصناعية (Othman et al ,2016:136).

التصنيع الذكي، الذي يعتمد على الأنظمة السيبرانية الفيزيائية والتقنيات الذكية، هو قلب التحول الرقمي الحالي. يتميز بدمج تكنولوجيا إنترنت الأشياء والتقدم في مجال الأتمتة، إلى جانب تعزيز وسائل الاتصال والقدرة على التحليل الذاتي. تعد هذه التقنيات جنبًا إلى جنب مع الابتكارات في الذكاء الاصطناعي، الروبوتات، النانو تكنولوجي، التكنولوجيا الحيوية، إنترنت الأشياء، الأنظمة اللامركزية، الطباعة ثلاثية الأبعاد، اتصالات الجيل الخامس، الحوسبة الكمومية، والمركبات المستقلة، بمثابة الركائز الأساسية لهذه الثورة الصناعية الجديدة (paul et al.,2021:4).

أشاره (Flores et al,2018:3) الى بعض التحديات المرتبطة بالثورات الثلاث السابقة، مثل:

أ. زيادة المنتجات المعقدة.
ب. دورات ابتكار أقصر.
ت. الأسواق المتقلبة.
ث. عدم قدرة الجهود البشرية على التعامل مع تعقيد العمليات والأنظمة الصناعية الحالية



الشكل (4) مراحل تطور الثورات الصناعية

Rachmadtullah, R., Yustitia, V., Setiawan, B., Fanny, A. M., Pramulia, P., Susiloningsih, W., ... & Ardhian, T. (2020). The challenge of elementary school teachers to encounter superior generation in the 4.0 industrial revolution: Study literature. *International Journal of Scientific & Technology Research*, *9*(4), 1879-1882.

يبين الشكل الثورات الصناعية الاربعة بدأ من الثورة الصناعية الاولى وانتهاء بالثورة الصناعية الرابعة ونوع الانتاج وتسمية كل ثورة صناعية.

ثالثا: مفهوم التصنيع الذكي:

أصبحت البيانات محركًا رئيسيًا للتحول التكنولوجي في العقد الماضي، أذ مكّنه توفر الإنترنت والتقنيات المتقدمة من جمع كميات ضخمة من البيانات. هذه البيانات، عند تحليلها، تفتح آفاقًا جديدة للشركات لفهم الاتجاهات وتحديد السلوكيات، دعم صنع القرار، وتحسين العمليات والإنتاجية. تطور الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة يعزز من قدرات تحليل البيانات، مما يؤدي لابتكارات وتطوير منتجات وخدمات جديدة، مسلطًا الضوء على دورها البارز في إحداث التحول الرقمي والصناعي (Namjoshi & Rawat، 2022:4).

تعد التغيرات والتطورات التي تحدث في انظمة التصنيع والعمليات بسبب التطورات التكنولوجيا المتسارعة بالدرجة الاساس فضلا عن مواكبة المتطلبات البيئية والتسويقية، اذ ادى ظهور نظام التصنيع الذكي ونظام التصنيع المستند الى التكنولوجيا المتقدمة مثال يبين دور التقدم التكنولوجي والصناعي في تغيير عملية التصنيع (Almada,2016:17) .

إذ بين (Gajdzik) بان التصنيع الذكي هو مصطلح يُشير إلى التحول الذي يحدث في قطاع الصناعة نتيجة لاستخدام التكنولوجيا الحديثة والمتقدمة ويتم استخدام الأجهزة المتصلة بالإنترنت والذكاء الاصطناعي والتحليل الضخم لتحسين العمليات وتحقيق أقصى قدر من الكفاءة والإنتاجي. (Gajdzik, 2022:1). فعن طريق التصنيع الذكي يتم ربط المكائن والمعدات والموظفين معًا من خلال شبكة مشتركة تسمح بتبادل المعلومات والبيانات بسرعة وفعالية، ويتم جمع البيانات من العمليات المختلفة وتحليلها لاكتشاف الاتجاهات والتحسينات المحتملة يمكن أن يؤدي التصنيع الذكي إلى نماذج أعمال جديدة، لأنه يركز على أداء الشركة في شروط التنفيذ الناجح لتكنولوجيا المعلومات (Nieuwenhuize,2016:17).

يُعد التصنيع الذكي نقلة نوعية تدمج بين الإنتاج التقليدي وتكنولوجيا المعلومات المتطورة، مما يعزز تحولاً جذرياً في قطاع التصنيع، يستخدم هذا النهج التكنولوجيا الرقمية والأنظمة الذكية للارتقاء بالإنتاجية، التخصيص، والجودة مع الحد من التكاليف، بفضل ابتكارات مثل البيانات الضخمة والتوأم الرقمي، بات التصنيع الذكي ركيزة أساسية للتطور المستقبلي في الصناعة العالمية. (Dong et.al,2023:1)

هناك اختلاف بين الباحثين حول تحديد مفهوم التصنيع الذكي وربما يعود الاختلاف الى نشأت الافكار والتكنولوجيا المستخدمة في التصنيع الذكي (Glin,2018:641)، قد يجد المهتمون بالذكاء الصناعي في نظم التصنيع تحدياً في تحديد مفهومه بدقة، نظراً لدوره الأساسي في استيفاء احتياجات المنظمات الصناعية لتعزيز تنافسيتها. يمكن لجدول معلوماتي مفصل توضيح كيف يساهم هذا النظام في رفع الكفاءة، تحسين الجودة، وخفض التكاليف في العمليات الصناعية. وكما مبين في الجدول الاتي:

الجدول (5) بعض اسهامات الباحثين لمفهوم التصنيع الذكي

ت	المصدر	المفهوم
.1	Wang et al ,2016:1	مفهوم يشير إلى تحويل العمليات الصناعية التقليدية إلى عمليات ذكية ومتصلة باستخدام التكنولوجيا الحديثة. يتم تحقيق ذلك من خلال استخدام التكنولوجيا الرقمية مثل الذكاء الاصطناعي والإنترنت من الأشياء والتحليلات الذكية.
.2	Nieuwenhuize,2016:9	مجموعة من الانشطة التي تعتمد على استخدام معلومات الأتمتة وتنسيقها والحساب والبرمجيات والاستشعار والشبكات وتحسين اداء الشركات .
.3	Thoben et al, 2017:6	تطبيق تكنولوجيا المعلومات وتحليل البيانات على مستوى المصنع وعمليات التصنيع لتحقيق عمليات ذكية وفعالة وسريعة الاستجابة. يتم استخدام البيانات المكثفة وتحليلها لتحسين العمليات التصنيعية، وتحقيق التواصل والتنسيق بين الأجهزة والمعدات والعمال
.4	Ghobakhloo, 2018:922	نموذج يجمع بين الإنتاجية العالية وتقنيات الاتصال المتقدمة، مع الاستخدام الفعال للآلات المتصلة والمواد الذكية، مما يقلل من النفايات، الأخطاء، وأوقات التعطل. يعتمد على تعزيز أداء العمليات عبر توظيف الأتمتة والمعدات المتطورة للتحسين الذاتي والمستمر.

.5	Flores et al, 2018:2	يشكل مجموعة من التقنيات والعمليات التي تسمح باستخدام الموارد بطريقة أكثر ذكاءً وأكثر ترابطاً، وعليه تهدف إلى الحصول على سرعة ومرونة متزايدة في التصنيع.
.6	Micheler et al, 2019:505)	استخدام التقنيات المتقدمة مثل الاستشعار الذكي والروبوتات والذكاء الاصطناعي لتحسين عمليات التصنيع التقليدية، يهدف إلى تحويل المصانع التقليدية إلى مصانع ذكية تعتمد على البيانات والتحليلات لتحقيق مرونة وكفاءة عالية في العملية التصنيعية.
.7	القنبري 216:2020،	مجموعة من التقنيات المتكاملة التي تأخذ الأتمتة والذكاء الاصطناعي والبشري إلى مستويات متقدمة، وتظهر أشكال جديدة للتفاعل بين الانسان والالة.
.8	Stawiarska, et al,2021:4	يعتمد على الرقمنة الشاملة من اجل ربط عمليات الانتاج والخدمات اللوجستية التي تغطي دورة حياة المنتج بأكملها بدءا من المنتج وتصميم الخدمة والتعامل مع طلبات العملاء وتصنيع المنتجات وتسليم الى نقطة الاستهلاك حتى خدمة ما بعد البيع.
.9	Paul et al ,2021:5	الانتقال الرقمي للعمليات الصناعية باستخدام تقنيات متقدمة تُعزز الأداء والتطور المستمر، قلب هذه الثورة يكمن في الأنظمة الفيزيائية السيبرانية والآلات الذكية، التي توفر قاعدة تكنولوجية لتحقيق التميز الإنتاجي.
.10	فضلي ،2023 17:	تتميز بتلاشي حدود بين التطورات الحادثة في المجالات المادية والرقمية والبيولوجية، فهي ليست مجرد تأثير على عملية الإنتاج وجودتها فحسب، بل تمتد لتؤثر على جوانب متعددة في الحياة.

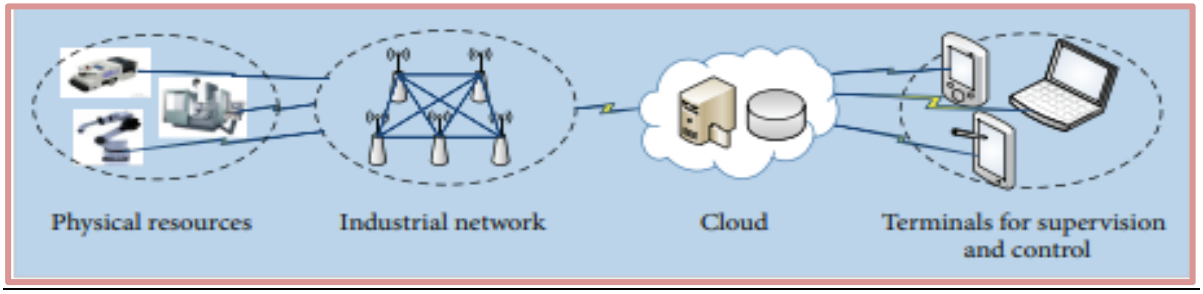
وفي ضوء المفاهيم الاتية يرى الباحث بأن التصنيع الذكي يمثل ثورة في الصناعة ترتكز على التكامل التام بين النظم الإلكترونية المتقدمة وعمليات التصنيع، حيث يتم استخدام الذكاء الصناعي والتحليلات البيانية لتوجيه وتحسين القرارات الإنتاجية.

حيث أشار (Wang) بأن نظام التصنيع الذكي القابل لإعادة التشكيل يعتمد على الاستفادة من الآلات الذكية وتكنولوجيا المعلومات لإنشاء نظام يمكن تنظيمه وتعديله بشكل ديناميكي لتلبية احتياجات

المنتجات المختلفة، يتم جمع البيانات الضخمة ومعالجتها بواسطة أنظمة الذكاء الاصطناعي وتقنيات التحليل لتحقيق عملية إنتاج أكثر شفافية وفعالية وتم استخدام هذا النظام لتحسين إنتاجية العمليات وتقليل الأخطاء والتكاليف، حيث يتم رصد العمليات ومراقبتها بشكل مستمر وتحليل البيانات المتعلقة بها، يمكن تعديل النظام بسهولة لتلبية تغيرات الطلب وتحقيق تكييف سريع للتحسينات والتغييرات المطلوبة في عملية الإنتاج (Wang et al,2016:2)

وبناء على ما تقدم يمثل التصنيع الذكي تحول حقيقي في صناعة اليوم، حيث يتم استخدام التكنولوجيا الرقمية والذكاء الاصطناعي لتحسين عمليات التصنيع وبذلك يعد التصنيع الذكي مفتاحًا للتحول الصناعي وتعزيز التنافسية في السوق العالمية (Cali,2021:2).

"سوف يتغير النظام البيئي الصناعي العالمي الحالي بشكل كبير تحت ضغط التطورات التكنولوجيا، وسوف يصبح مجال المعلومات الصناعي أكثر أهمية من المجال المادي كعنصر من عناصر التصنيع الصناعي"(Nieuwenhuize ,2016:10) .



الشكل (5) إطار التصنيع الذكي

Figure: Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International journal of distributed sensor networks*, *12* (1), 3159805.

يبين الشكل (5) المكونات والانظمة التي تشكل البنية التحتية الاساسية للتصنيع الذكي، حيث تعمل هذه العناصر على تحسين كفاءة وفعالية الانتاج الصناعي من خلال التكنولوجيا المتقدمة.

رابعا: أهمية التصنيع الذكي:

لقد ازدادت أهمية التصنيع الذكي في القرن الحادي والعشرين بسبب العديد من المزايا التي يقدمها، فالتصنيع الذكي يمكنه تلبية حاجات ورغبات الزبائن في أي وقت وأي مكان بفضل الاستجابة السريعة التي يوفرها يعتمد التصنيع الذكي على استخدام التكنولوجيا الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي، والإنترنت الأشياء والتحليلات الضخمة لتحسين عمليات التصنيع، وبفضل هذه التكنولوجيا، يمكن للشركات تحسين تخطيط المنتجات وإنتاجها بشكل أكثر فعالية ودقة، مما يسمح لها بتلبية احتياجات العملاء بشكل فعال (Tubis et al,2021:1).

وأشار (Stawiarska et al,2021:1) إلى أن أهمية التصنيع الذكي تكمن في الاتي:

في عالم يتميز بالتقدم التكنولوجي السريع والتنافس الشديد بين الصناعات، يبرز التصنيع الذكي كعنصر حيوي لتحقيق الاستدامة والكفاءة، إنه يمكّن الشركات من الإنتاج بطريقة أكثر مرونة وتجاوبًا مع المتطلبات المتغيرة للسوق، مع التقليل من النفايات وزيادة الكفاءة.

1. زيادة القدرة التنافسية: حيث أن التحول الرقمي للتصنيع الذكي يزيد من القدرة التنافسية حيث يكون له تأثير مباشر عبر سلاسل القيمة المحلية والعالمية في البلدان منخفضة التكلفة وكذلك البلدان المرتفعة التكلفة.

2. استثمار الفرص وتقليل المخاطر: التحول نحو التصنيع الذكي يقدم للشركات فرصًا عظيمة لتلبية توقعات الزبائن بدقة، تعزيز كفاءة الإنتاج، وتحسين جودة المنتجات لكن، يتطلب هذا التحول الانتباه الشديد لأمن المعلومات نظرًا لزيادة مخاطر الهجمات السيبرانية المرتبطة بالاتصالات الشبكية لمواجهة هذه المخاطر من الضروري تحصين الشبكات الناقلة والعمل على رفع وعي الموظفين بأهمية حماية البيانات وطرقها(Finance,2015:2) .

وقد اشار (Nieuwenhuize) الى ان التصنيع الذكي له أهمية كبيرة في زيادة التميز التنافسي وزيادة المبيعات وإحداث تحول في نماذج الأعمال. يمكن للشركات الاستفادة من تكنولوجيا التصنيع الذكي لتلبية تطلعات العملاء واحتياجات السوق وخلق فرص جديدة للنمو والتوسع عن طريق:

1 .**زيادة المبيعات:** في ضوء تحسين جودة المنتجات وخفض تكاليف الإنتاج وتقليل وقت التسليم، يمكن للتصنيع الذكي أن يساعد في زيادة المبيعات. تحسين الجودة يعني رضا العملاء وزيادة الولاء وزيادة حصة الشركة في السوق. فضلاًعن ذلك، يمكن أن تسهم التكنولوجيا الذكية في توفير تجربة شراء متميزة للعملاء عن طريق تخصيص المنتجات وتقديم خدمات شخصية.

2 .**ظهور نماذج أعمال جديدة:** التصنيع الذكي يمكن أن يفتح الأبواب أمام نماذج أعمال جديدة وفرص جديدة للشركات. فهو يمكن من تطوير منتجات مبتكرة وتصميم عمليات إنتاج مرونة لتلبية احتياجات سوق متغيرة. على سبيل المثال، تصنيع السيارات الذكي يعزز استخدام السيارات المشتركة والقيادة الذاتية، في حين أن تصنيع الأدوية الذكي يمكنه تسريع عملية التصميم والتنمية لأدوية جديدة وتحسين عمليات الإنتاج (Nieuwenhuize , 2016:11)

خامسا: اهداف التصنيع الذكي:

في البيئة الاقتصادية العالمية، تواجه الصناعات التحويلية تحديات وفرص كبيرة، دفعت المؤسسات الصناعية لتعزيز قدراتها التنافسية وتحقيق أهدافها وفقًا لمعايير TQCSEFK، وذلك يشمل تحقيق السرعة في الوصول إلى السوق، توفير منتجات ذات جودة عالية، خفض التكاليف، تقديم خدمات متميزة، ضمان بيئة نظيفة، زيادة المرونة، وتحسين المعرفة. هذا يتأتى عبر استكشاف وتطبيق تقنيات ونماذج التصنيع المتطورة. أشار (Huang & Solvqng,2016:31) إلى بعض الاهداف الرئيسة للتصنيع الذكي وهي

1. **زيادة الإنتاجية:** يهدف التصنيع الذكي إلى زيادة سرعة وكفاءة العمليات الصناعية، ويتحقق ذلك من خلال تطوير وتنفيذ أنظمة الإنتاج الآلي التي تستخدم الروبوتات والاتمتة لتقليل الخطأ البشري وزيادة سرعة الإنتاج .
2. **تقليل التكاليف:** يسعى التصنيع الذكي إلى تقليل التكاليف المرتبطة بعمليات الإنتاج عن طريق تحسين الكفاءة والتحكم في التكاليف. وباستخدام تقنيات مثل التحليلات الضخمة والمعلوماتية الصناعية، يتمكن الصانعون من تحديد المجالات التي يمكن تحسينها وتقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية .

3. **زيادة مرونة الإنتاج:** يهدف التصنيع الذكي إلى جعل عمليات الإنتاج أكثر مرونة لمواجهة التغيرات والطلبات السريعة في السوق، عن طريق استخدام التكنولوجيا المرنة والأتمتة، يمكن تخصيص وتعديل سلسلة الإنتاج بسرعة لتلبية احتياجات الزبائن .

أما (Nieuwenhuize,2016:10) فأشار الى أهداف التصنيع الذكي بأنها:

4. **زيادة جودة المنتجات:** يستهدف التصنيع الذكي تحسين جودة المنتجات من خلال رصد وتحليل البيانات المتعلقة بعمليات الإنتاج، ويتيح التحليل البياني التنبؤي الذي يعتمد على الذكاء الاصطناعي تحديد الأخطاء المحتملة وتحسين عمليات الرقابة والجودة .
5. **تعزيز السلامة والأمان:** يهدف التصنيع الذكي إلى تعزيز سلامة العمال والعمليات الصناعية من خلال استخدام التقنيات الذكية مثل الأتمتة والروبوتات لتنفيذ المهام الخطرة والتقليل من حوادث العمل.

وفضلا عن ذلك فقد حدد (thoben et al ,2017:6_7) مجموعة من الاهداف للتصنيع الذكي هي:

1. التحسين على مستوى المصنع من خلال العمليات التجارية والهندسية الديناميكية
2. الإنتاج المستدام
3. سلاسل التوريد رشيقة

سادسا: مبادئ التصميم للتصنيع الذكي:

تشير مبادئ التصميم للتصنيع الذكي على أنها القواعد والأسس التي تضعها الشركات والمؤسسات لتحقيق تصنيع ذكي وفعال حيث تهدف هذه المبادئ إلى استخدام التكنولوجيا المتطورة والاتصالات الذكية لتحسين العمليات الإنتاجية. أشار (Paul et al 2021:6) إلى مبادئ التصنيع الذكي هي :

1. **الاتصال والتشغيل المشترك (Interoperability)** : هذه المبدأ يهدف إلى تحقيق التواصل والتوافق بين مختلف أنظمة الإنتاج والمعدات والأجهزة المختلفة، يتم ذلك عن طريق استخدام بروتوكولات موحدة وقياسات معيارية لتمكين التكامل السلس بين هذه الأنظمة.

2. **الوصول الذكي (Decentralized decisions)** : يشير إلى قدرة الأنظمة المختلفة على اتخاذ قرارات مستقلة بناءً على معلومات الواقع المحيطة بها، وذلك لتمكين فعالية أعلى وقت استجابة أسرع في العمليات التصنيعية.

وأضاف (Gronau et al,2016:1) بأن مبادئ التصنيع الذكي كالاتي:

3. **القدرة على التواصل والتفاعل المستنير (Real-time capability)**: يهدف إلى القدرة على التعامل والتفاعل بشكل فوري مع معلومات العملية المتاحة، وذلك لاتخاذ قرارات سريعة ولتعزيز التحسين المستم
4. **التشغيل الذكي (Virtualization)**: يشير إلى استخدام نماذج افتراضية لتمثيل ومحاكاة العمليات التصنيعية والتي تساعد في تحسين الكفاءة والتوقع وتتبع الأداء وتقليل مخاطر العمل.

سابعا: خصائص التصنيع الذكي:

يدمج التصنيع الذكي التقنيات المتطورة والاتمتة لإنشاء عملية إنتاج متطورة بفضل استخدام الأنظمة الذكية وتحليل البيانات الضخمة، يُحسن من سرعة ودقة القرارات، معززًا الجودة وخفضًا للتكاليف، حيث أشار (Wang، et al 2016:2) الى خصائص التصنيع الذكي هي :

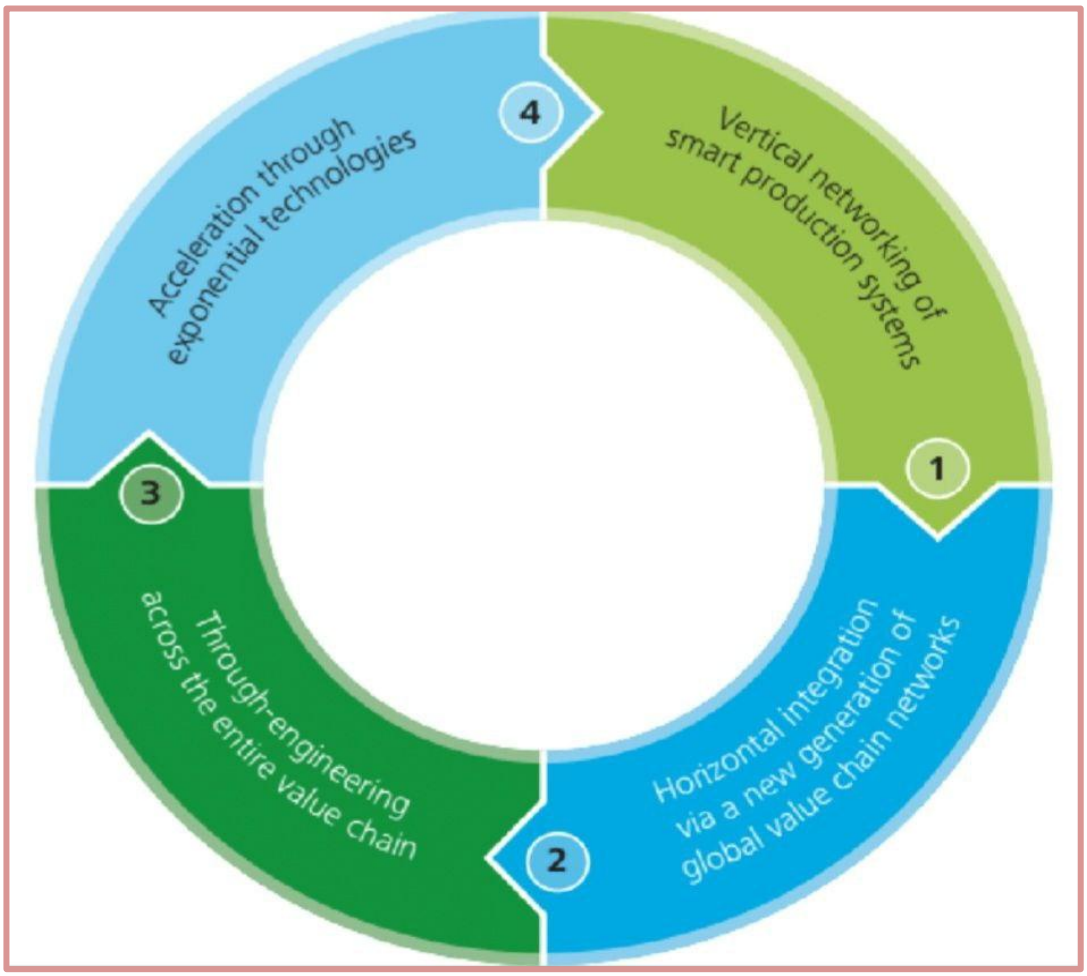
1. **التكامل الأفقي** في ضوء شبكات القيمة لتسهيل التعاون بين الشركات.

2. **التكامل الرأسي** للأنظمة الفرعية الهرمية داخل المصنع لإنشاء تصنيع مرن وقابل لإعادة التشكيل النظام

أما (Finance 2015:1) أشار الى خصائص التصنيع بأنها

3. **التكامل الهندسي الشامل** عبر سلسلة القيمة بأكملها لدعم تخصيص المنتج من خلال الهندسة في جميع أنحاء سلسلة القيمة بأكملها، مع الأخذ في الحسبان ليس فقط عملية الإنتاج ولكن أيضًا المنتج النهائي – أي دورة حياة المنتج بأكملها.

4. التسريع في ضوء التقنيات الأسية، رغم أنها ليست جديدة حقًا من حيث تطورها التاريخي، أصبحت الآن فقط قادرة على تطبيقها على نطاق واسع في السوق نظرًا لانخفاض تكلفتها وحجمها.



الشكل (6) خصائص التصنيع الذكي

Finance, A. T. C. C. (2015). Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. *Finance, audit tax consulting corporate: Zurich, Swiss*, 1-12.

يوضح الشكل (6) الخصائص الأساسية التي يقوم عليها التصنيع الذكي تشمل توفير تواصل معمق عبر شبكات إنتاج ذكية ومترابطة عموديًا، مما يعزز التنسيق والاتمتة. فضلاً عن ذلك، يوجد تكامل أفقي يحسن التعاون ويمكّن من سلاسل توريد عالمية متصلة وفعالة. توظيف الهندسة المتكاملة

عبر سلسلة القيمة يمنح الشركات القدرة على تصميم وتحسين منتجاتها وعملياتها بكفاءة أخيراً، استثمار التقنيات الأساسية يفتح المجال لابتكارات انقلابية تسمح بنمو الصناعة ومرونتها.

حيث أشار (Paul) الى إن تكامل إنترنت الأشياء، زيادة تكنولوجيا الأتمتة، وتحسين أساليب الاتصال والاستشارة الذاتية هي الخصائص الرئيسية للتصنيع الذكي(Paul et al,2021:5) .

خصائص كل من التصنيع الذكي هما التوحيد القياسي، والتخصيص (Mittal et al,2018:5) :

1. **التوحيد القياسي:** يعني استخدام معايير محددة وإجراءات موحدة في جميع جوانب عملية التصنيع هذا يضمن الاتساق في الجودة والمواصفات والمعايير بين المنتجات المختلفة والمصانع المختلفة وهو أمر هام لضمان تحقيق الجودة وتجنب الأخطاء وتقليل المخلفات، فضلاً عن زيادة الكفاءة وتبسيط العمليات.
2. **التخصيص:** يتعلق بقدرة الشركات على تصميم وتصنيع المنتجات بناءً على متطلبات الزبون الفردية، يسمح التخصيص بتلبية احتياجات الزبائن بشكل أفضل وتحقيق رضاهم، حيث يمكن تعديل المكونات أو التصميمات أو البرامج لتتوافق مع الاحتياجات الفردية للزبائن، ويعزز ذلك مستوى الفرادة والتفرد بين المنتجات والتجربة المخصصة للزبائن.

ثامنا: التحديات التي تواجه اعتماد التصنيع الذكي:

في الواقع كانت التحديات العديدة بمثابة عقبة أمام بعض الشركات والقطاعات، لكي تصل إلى مرحلة أكثر تقدمًا من تكامل التقنيات الجديدة، ومن بين التحديات، ارتفاع تكاليف التنفيذ، والتغييرات التنظيمية والعملية، والأمن وحماية البيانات، والحاجة إلى موظفين مؤهلين على جميع المستويات التنظيمية قادرين على التعامل مع التعقيد المتزايد لأنظمة الإنتاج المستقبلية(Antunes, et al,2018:92)

إذ أشار (Olsson et al, 2018:132) الى عدة انواع من التحديات التي تواجه التصنيع الذكي:

1. التحديات التكنولوجية وهي الحاجة الى توافق الانظمة وضمان أمان البيانات.
2. التحديات التنظيمية الأكثر صعوبة هي التكاليف والمهارات.

3 .التحدي البيئي الذي تواجهه هو الضغط التنافسي.

وبين (Micheler et al,2019:510) بعض التحديات التي تقف كعائق لتطبيق التصنيع الذكي وهي

التحدي الاول: تحدي التكامل ويعني أنّ تطبيق تقنية التصنيع الذكي يتطلب التنسيق والتكامل بين أنظمة الكمبيوتر والمعلومات والعمليات التصنيعية، يعد التكامل جوهريًا لضمان سلاسة التدفقات وتوفير البيانات الدقيقة والمتاحة في الوقت المناسب لاتخاذ القرارات قد تواجه المنظمات صعوبة في بناء البنية التحتية الملائمة وضمان تناغم النظم المختلفة المستخدمة، وذلك يتطلب استثمارًا كبيرًا في تحديث التكنولوجيا والتدريب والتكامل المستمر.

التحدي الثاني: يمثل العامل البشري حيث يركز على الجوانب البشرية لتطبيق تقنية التصنيع الذكي، فعلى الرغم من أن التكنولوجيا تؤدي أثراً محوريًا في التصنيع الذكي، إلا أن الموظفين والعاملين في الشركات لا يزالون يشكلون عنصرًا أساسيًا في عملية التصنيع. قد يواجه القادة والمديرين صعوبة في إقناع الموظفين بأهمية تقنية الإنتاج الذكي وفوائدها، وقد يحتاج الموظفون إلى تدريب وتأهيل لاستيعاب المفاهيم الجديدة وتكييف أدوارهم مع التغييرات في سير العمل والتكنولوجيا

كما اتفق (Nieuwenhuize) (Kumar) الى أن الافتقار إلى الخبرة هو واحد من العوائق الحقيقية التي تواجهها صناعة التصنيع الذكي، يعني ذلك أن الشركات في هذا المجال قد تواجه تحديات بسبب نقص المعرفة والخبرة في تطبيق التكنولوجيا المتقدمة في عمليات التصنيع هو عدم توافر البنية التحتية اللازمة لتنفيذ تكنولوجيا التصنيع الذكي (Kumar et al:2021) (Nieuwenhuize, 2016:40).

أضاف (Nieuwenhuize, 2016:41) أن نقص الثقة يمكن أن يشكل عائقًا كبيرًا يمكن ان تواجهه الشركات ،حيث تؤدي الثقة أثراً حاسمًا في العلاقات بين أصحاب المصلحة المختلفين، بما في ذلك الشركات التي تحتجز التكنولوجيات المتقدمة والشركات التي لم تعتمد هذه التكنولوجيات بعد ،يمكن بناء الثقة عن طريق تعزيز قنوات الاتصال المفتوحة، وتيسير منصات مشاركة المعرفة، وإنشاء شبكات تعاونية داخل صناعة المعادن يمكن أن يشجع بناء علاقات قائمة على الثقة والمصلحة المتبادلة الشركات المحتجزة على مشاركة خبراتهم وأفضل الممارسات مع الشركات المعتمدة.

وقد اشاره (ابو طالب) الى مجموعة من التحديات المستقبلية للتصنيع الذكي يترتب على زيادة استخدام التطبيقات الذكية وتوسعها عددًا من التحديات التي يمكن ان تظهر في المستقبل (ابو طالب ،13:2021).

1. **تزايد المخاطر السيبرانية:** على الرغم من إمكانية استخدام الذكاء الاصطناعي في عمليات الدفاع السيبراني، يمكن أن يتم توظيفه أيضًا في تطوير برمجيات خبيثة وتنفيذ هجمات سيبرانية، مما يعرض الشركة والأفراد والقطاع الحكومي والخاص للمزيد من التهديدات والخسائر المالية .
2. **تحيز النظم الذكية:** قد يحدث تحيز في التطبيقات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي بسبب الخوارزميات التي تعتمد على تحليل البيانات، وهذا قد يؤدي إلى إصدار قرارات غير عادلة أو تمييز ضد فئات أو أفكار محددة، مما يؤثر على عملية توفير الخدمات والتأثير على المساواة .
3. **تأثير على فرص العمل:** يمكن أن يؤدي تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى اندثار بعض الوظائف التقليدية، مما يتسبب في زيادة معدلات البطالة وعدم التأقلم بين الأفراد الذين يفتقرون إلى المهارات الجديدة المطلوبة .
4. **تفاقم الفقر والمظاهر التمييزية:** يمكن أن يزيد استخدام التقنيات الذكية من حجم الفجوة الرقمية وتفاقم الفقر، حيث قد يصعب على بعض الأفراد والمجتمعات الوصول إلى التكنولوجيا والفوائد التي تقدمها

تاسعا: الركائز الرئيسة التصنيع الذكي:

يمثل موضوع التصنيع الذكي مكانة مهمة في عالم إدارة الأعمال وصناعة التصنيع الحديثة على المستوى العالمي، يركز البحث في هذا المجال على تطوير نظم التصنيع الذكي التي تعتمد على التكنولوجيا المتقدمة ومبادئ التصنيع الذكي، كما يدرس الباحثون إمكانيات التصنيع الذكي والتحديات التي تواجه تطبيقه في مختلف الصناعات، وتشمل جهود البحث أيضا تحليل سبل تحسين كفاءة العمليات الإنتاجية وتقليل التكاليف، باستخدام تقنيات مثل التحليلات الضخمة والذكاء الاصطناعي وتكنولوجيا الإنترنت الأشياء، كما يهدف البحث إلى فهم التحديات التي تواجه تطبيق التصنيع الذكي في مختلف

الصناعات وتقديم حلول شاملة لدعم الشركات والصناعات في استخدام التقنيات الذكية لتحسين أدائها وتحقيق التنمية المستدامة (Oke & Fermandes ,2020:1).

حيث تم تحديد ثمانية مكونات رئيسة للتصنيع الذكي كما يأتي:

1. **أنترنت الاشياءThe Internet of things**: إنترنت الأشياء تمثل نقلة نوعية في مجال التكنولوجيا، وهي تقنية مبنية على ربط الأشياء المادية مثل الأجهزة والمعدات بشبكة الإنترنت لتبادل البيانات والتفاعل بطريقة ذكية، من خلال الاستشعار والتواصل مع بيئتها، تتيح IoT للأشياء التي تمتلك القدرة على البرمجة والتفاعل بالتواصل عبر الإنترنت، تُعد IoT جزءًا أساسيًا من تقنيات التصنيع الذكي حيث تؤدي أثراً حيويا في تحقيق التفاعل بين العالم الرقمي والعالم الحقيقي، وعن طريق نقل البيانات وتقديم المعلومات في الوقت الحقيقي، تساهم IoT في تعزيز الكفاءة وتحسين الاتصال بين الأشياء وتحسين تجربة المستخدم .في الواقع، تستخدم IoT في العديد من المجالات مثل الصناعة، والزراعة الذكية، والرعاية الصحية، والبيئة، والمدن الذكية، والنقل، والطاقة. يعتبر IoT تقنية متطورة ومبتكرة تعد بثورة في تحسين تواصل الأشياء مع بعضها البعض ومع البشر(Al-shammari et al ,2019:2)

إن "إنترنت الأشياء" ليس مصطلحًا جديدًا في عالم التكنولوجيا، إذ تم استخدامه سابقًا في مجال الصناعة لتتبع المنتجات وتصنيع العناصر المعقدة، يصف "إنترنت الأشياء" موقفًا يتم فيه ربط عدد كبير من الأشياء باستخدام شبكة الإنترنت، وتمتلك تلك الأشياء القدرة على إرسال واستقبال البيانات، يُعَتبر "إنترنت الأشياء" واحدًا من التقنيات التي انتشارها وتبنيها يزداد بشكل ملحوظ في العديد من المجالات، حيث تعتمد الشركات بشكل متزايد على "إنترنت الأشياء" لتحسين الكفاءة التشغيلية وفهم احتياجات العملاء وتحسين عمليات اتخاذ القرارات ورفع قيمة أعمالهم، ومن المهم أن نلاحظ أن "إنترنت الأشياء" يُعَتبر عنصرًا حاسمًا في أنظمة الكمبيوتر بغض النظر عن استخدامه، وتعد حماية البيانات أحد التحديات الرئيسية التي تواجه "إنترنت الأشياء"، نظرًا لاختراق الأنظمة لحياتنا الشخصية وتجميع وتحليل وتخزين جميع أنواع البيانات، مما يثير قضايا أمان وخصوصية بالنسبة للتطبيقات التي تعمل على أنظمة محدودة الموارد. وبصفة عامة، يُعَتبر "إنترنت الأشياء" كائنًا ماديًا متصلاً بالإنترنت والشبكات الأخرى من خلال عناوين IP مختلفة، مما يتيح جمع البيانات والمعلومات وإرسالها عبر أجهزة الاستشعار المدمجة

والإلكترونيات والبرمجيات والأجهزة المادية المخصصة لـ "إنترنت الأشياء"، فضلاً عن إلى الكائنات الحية، تُستخدم البيانات التي يتم جمعها من الأشياء المتصلة لتوصيف وفهم سياق العمليات والأجهزة وأجهزة الاستشعار والمشغلات والشبكات (Silverio et al 2018:2-3)

أ. أهمية انترنت الاشياء في التصنيع: تكمن أهمية إنترنت الأشياء في التصنيع بتحويلها الصناعات التقليدية إلى صناعات ذكية من خلال دمج تقنيات التعرف التلقائي، الاتصالات اللاسلكية، الإنترنت، والحوسبة السحابية بصورة تزيد من كفاءة الإنتاج وتحسين جودة المنتجات، تتيح تقنية IoT تقليل تكاليف واستهلاك الموارد في العمليات الصناعية، ورغم التحديات اللوجستية وعدم توحيد معايير IoT الصناعية، فإنها تعتبر ركيزة داعمة للنمو الصناعي وتطور طرق الإنتاج (Li et al ,2022:5) .

ب. التحديات والقضايا المرتبطة بإنترنت الأشياء: هناك عدة تحديات وقضايا أشار اليها (Ahmed et al,2018:49) وهي كالاتي:

- **أمان البيانات وخصوصيتها:** تواجه أنظمة الإنترنت الذكية تحديات في حماية البيانات وضمان خصوصيتها من التهديدات السيبرانية .
- **الهجمات السيبرانية:** يمكن أن تتعرض أنظمة IoT لتهديدات من الهجمات السيبرانية التي تؤثر على أمان وسير العمل في النظام.
- **معالجة البيانات الكبيرة:** تواجه أنظمة IoT تحديات في معالجة وتخزين الكم الكبير من البيانات الناتجة عن الأجهزة المتصلة.
- **جودة الخدمة (QoS) لإنترنت الأشياء:** حاجة ماسة لضمان جودة الخدمة المناسبة لتطبيقات إنترنت الأشياء، عن طريق ضمان سرعة وموثوقية تبادل البيانات.
- **أهمية بروتوكولات الاتصال:** تأتي أهمية البروتوكولات الاتصالية في ضمان تواصل الأجهزة المتصلة بشكل فعال وآمن.
- **موثوقية الاتصالات:** معالجة التحديات التي تؤثر على موثوقية الاتصالات في إنترنت الأشياء تعتبر أمرا حيويا لضمان سير العمليات بكفاءة.

2. **الذكاء الاصطناعي Artificial intelligence** : موضوع الذكاء الاصطناعي يثير الكثير من الآراء المختلفة حول مفهومه وتأثيراته المحتملة، الذكاء الاصطناعي بالفعل يمكن أن يكون عبارة عن نظام معلومات مصمم لتقليد بعض من قدرات الإنسان مثل الرؤية والتعلم، ومن المهم أيضا التأكيد على أنه على الرغم من التقليد لبعض سلوكيات الإنسان، إلا أن مفهوم الوعي والذاتية يظل موضوع جدلي ومتناول للنقاش في مجتمع الذكاء الاصطناعي، يبدو أن هناك اتجاهاً لاستخدام التكنولوجيا بما في ذلك الروبوتات في عمليات الإنتاج وهذا يعود للكثير من الأسباب الاقتصادية والتكنولوجية، فهو يمكن أن يقلل من التكاليف ويعزز الإنتاجية ويسهم في تعزيز التنافسية ،إدراكاً للأهمية الكبيرة للذكاء الاصطناعي يجد القادة السياسيون ورؤساء الشركات أنفسهم في موقف حرج للتحكم في تطور الذكاء الاصطناعي واستفادته من دون المساس بالأخلاق والقضايا الاجتماعية(Hamada et al,2021:2).

تعريف الذكاء الاصطناعي هو القدرة التي تمتلكها الآلات والمعدات على التفكير والتعلم والعمل بشكل يشبه قدرات البشر، بالرغم من بدايات مفهوم الذكاء الاصطناعي في عام ١٩٥٦، إلا أنه اكتسب أهميته الحالية. يُعرف الذكاء الاصطناعي أيضاً بقدرته الحاسوبية وقوته وبياناته وخوارزمياته الجينية، حيث تقوم تلك العملية بتحسين عمليات الإنتاج واختيار الأنسب من الموارد للأنشطة الإنتاجية، الذكاء الاصطناعي يساعد في معالجة البيانات الضخمة بكفاءة وتقليل تكاليفها وزمن معالجتها، يُعتمد تنفيذ الذكاء الاصطناعي على تبادل البيانات الكبيرة وإدارة مرافق تحليلات البيانات الضخمة، كما يساهم في تسريع العمليات الإنتاجية وتحقيق ميزة تشغيلية وأداء أفضل في الأنشطة التي تتكيف معها التقنيات المعاصرة (Dhamija & Bag,2020:2-3).

3. **الواقع المعزز (Augmented reality) والواقع الافتراضي ((Virtual Reality))**: الواقع المعزز من التقنيات البارزة في التصنيع الذكي حيث يمزج بين المعلومات الرقمية والمعلومات المشتقة من البيئة المحيطة لعرضها معاً من خلال صورة مركبة، يتم إنشاء بيئة الواقع المعزز باستخدام الأدوات مثل الهواتف الذكية والنظارات الذكية التي تسمح بعرض المعلومات الافتراضية في العالم الحقيقي، الواقع المعزز يميزه قدرته على تعزيز الواقع الحقيقي بإضافة عناصر افتراضية، مما يوفر تجربة تفاعلية ومحسنة للمستخدم، هذه التقنية مفيدة في مجالات متعددة مثل التعليم، الطب، الترفيه،

العقارات والعديد من التطبيقات الأخرى التي تستفيد من إثراء الواقع الحقيقي بالمعلومات الإضافية (Mohamed et al,2022:303). وكما مبين في الشكل الاتي:

شكل (7) يوضح أدوات انشاء بيئة الواقع المعزز

Mohamed, O. Y., Zahran, A. K. S., & Ryad, M. M. (2022). The Role of Industry 4.0 Technologies in Design Process Management. *International Design Journal*, *12*(2), 299-310

يوضح الشكل (7) أدوات إنشاء الواقع المعزز (AR) التي تسمح للمطورين والمصممين بإدماج العناصر الرقمية مع العالم الحقيقي لخلق تجربة تفاعلية.

ان الواقع المعزز يستخدم تقنيات متقدمة لتحسين البيئات الطبيعية ويوفر تجارب محسّنة للمستخدمين، يمكن لهذه التقنيات جعل المعلومات حول العالم الحقيقي تصبح تفاعلية ومعالجتها بشكل رقمي، على سبيل المثال يمكن وضع معلومات حول البيئة والأشياء فوق العالم الحقيقي، وقد تكون هذه المعلومات افتراضية .الواقع المعزز يمكن أن يكون تجربة افتراضية تضاف إلى الواقع الموجود بالفعل أو يمكن أن تكون حقيقية، بمعنى آخر يمكن رؤية معلومات حقيقية أخرى وفهمها أو قياسها بشكل ملموس في الوقت الحقيقي هذه التقنية أيضا تساعد في جمع ومشاركة المعرفة بشكل أفضل، وعادة ما تستخدم في الوقت الحقيقي مع عناصر بيئية حقيقية (Sarmah ,2019:1).

جدول (6) مقارنة بين الواقع المعزز والواقع الافتراضي

الواقع المعزز AR	الواقع الافتراضي VR
يتم تزويد المستخدم بمعلومات إضافية مولدة بواسطة الحاسوب داخل البيانات المجمعة من الحياة الحقيقية والتي تعزز تصورهم للواقع.	تعتمد تصورات المستخدمين للواقع بالكامل على المعلومات الافتراضية
يستخدم لعرض الهياكل وانظمة المبنى المتداخلة على منظر حقيقي	يستخدم الواقع الافتراضي في الهندسة المعمارية
الجزء البيئي المحيط في الواقع المعزز هو حقيقي حيث يضيف طبقات من الكائنات الافتراضية الى البيئة الحقيقية	البيئة المحيطة في الواقع الافتراضي هي تماما افتراضية ومولدة بواسطة الكمبيوتر

من اعداد الباحثة بالاعتماد على https://www.3alammetaverse.com/2022/05/vr-ar.html

الجدول (6) يوضح الاختلافات بين الواقع المعزز والواقع الافتراضي وإلى ماذا يستندون وما هو هدف كل منهما وكيف يمكن الاندماج مع التقنيتين، حيث إن الواقع الافتراضي يجعل المستخدم يندمج في عالم وهمي خيالي لكنه أقرب إلى الواقع على عكس الواقع المعزز الذي يضيف طابع خيالي إلى منظر حقيقي.

4. البيانات الضخمة Big Data

ظهر مصطلح البيانات الضخمة في بدايات الألفية الجديدة، وشهد تطورًا ملحوظًا في الاستخدامات عبر السنوات الأخيرة، انتشر المصطلح في الأوساط التقنية والاقتصادية، وتوقعت شركات بارزة مثل جارتنر وماكينزي وشركة IBM أهميته وانتشاره، كما لفت انتباه دوائر سياسية كبرى ومنظمات بحثية مرموقة، مما يعكس أهمية البيانات الضخمة في الاقتصاد والتطور التكنولوجي، هذا التفاعل المتعدد الأوجه مع مصطلح البيانات الضخمة تجلى في تركيز الهيئات العلمية والوسائل الإعلام على هذا الموضوع، مما يبرز دورها الكبير والتأثير الواسع النطاق الذي تمتلكه في مختلف المجالات (الحسن، 2022: 111).

يشير مصطلح البيانات الضخمة إلى حجم كبير جدًا من البيانات والمعلومات التي تتجاوز القدرة التقليدية على معالجتها وإدارتها، هذا الحجم الهائل من البيانات يأتي مع تحديات خاصة في تخزينه

ومعالجته والحصول على القيمة منه، يمكن أن تأتي البيانات الضخمة من مصادر مختلفة مثل الوسائط الاجتماعية، أنظمة المعلومات الجغرافية، الأجهزة الطبية، الأجهزة المحمولة، والكثير من المصادر الأخرى (Flores et al,2018:379).

تتميز البيانات الضخمة بخصائص محددة تجعلها مختلفة عن البيانات التقليدية، حيث اشاره (Demchenko,2013:4) إلى خمس خصائص رئيسة كمايأتي:

أ. الحجم: تتميز البيانات الضخمة بكميات هائلة من البيانات، والتي تتراوح من تيرابايت إلى زيتابايت وربما أكبر بكثير، هذا يتطلب أساليب وتقنيات خاصة لتخزينها ومعالجتها .

ب. السرعة: البيانات الضخمة تنشأ وتتدفق بسرعة هائلة من مصادر متعددة، ولذلك يجب معالجتها بسرعة عالية للاستفادة من قيمتها في الوقت الفعلي .

ت. التنوع: تتكون البيانات الضخمة من مجموعة متنوعة من البيانات المنظمة وغير المنظمة مثل النصوص والصور والفيديو والصوتيات والبيانات الجيولوجية والمزيد .

ث. الدقة: البيانات الضخمة تتضمن بيانات من مصادر متعددة ومتنوعة، مما يجعل تحقيق الدقة في تحليلها وتفسيرها تحديًا كبيرًا .

ج. القيمة: البيانات الضخمة تحتاج إلى استراتيجيات لاستخراج القيمة منها، لأن الكميات الضخمة من البيانات لا تعني بالضرورة أنها تحتوي على قيمة فعلية، ولكن هناك حاجة إلى تحليلها وتفسيرها بشكل مناسب للاستفادة منها.

5. الانظمة السيبرانية الفيزيائية Cyber Physical systems

تمت صياغة مصطلحات أنظمة CPS لأول مرة في مؤسسة العلوم الوطنية (NSF) في الولايات المتحدة حوالي عام 2006, وصف هذا المصطلح نظامًا هندسيًا مدركًا ماديًا يتفاعل بشكل وثيق مع أجزاء الإنترنت – المكونات التي تمكّن الحساب والتواصل والتحكم – مع العالم المادي، مما يوفر نطاقًا واسعًا من الخدمات المتاحة على شبكة الإنترنت، أنظمة CPS تتكون من الكثير من العناصر غير المتجانسة (Yao et al ,2019:4)

حيث تشير الأنظمة الفيزيائية (CPS) إلى مجموعة كبيرة ومتنوعة من الأنظمة التي يتم فيها دمج المكونات المادية والحسابية الأساسية ضمنيًا مع بعضها البعض لتحسين القدرة على التكيف والكفاءة والموثوقية وسهولة الاستخدام الأنظمة الفيزيائية حيث تستخدم أحدث تقنيات المعلومات والاتصالات والتحكم لتحسين إدارة شبكات الطاقة وتشغيلها (Zhou et al ,2019:1) .

في سياق التحول الرقمي للمجتمع والتنفيذ الشامل لمفهوم التصنيع الذكي، تصبح المعلومات أحد العوامل الرئيسية في إدارة الشركات بكفاءة، حيث يسهم الحصول على معلومات موثوقة وفي الوقت المناسب حول عمليات الأعمال في تمكين المؤسسات من اتخاذ قرارات إدارية تستهدف زيادة القدرة التنافسية والإنتاجية، هذا بالفعل هو جوهر التصنيع الذكي حيث تعمل النظم السيبرانية المادية وأنظمة التصنيع بشكلٍ ذاتيٍ على التحسين، وتشمل هذه التقنيات الجديدة فضلاً عن إلى التغييرات في متطلبات السوق تأثيرًا على إعادة هيكلة الأنظمة الإنتاجية بمبادئ CEI (المؤسسة الحاسوبية المتكاملة) من حيث التنظيم والتقنيات (Egorov et al,2021:1).

وتتألف أنظمة الإنتاج السيبراني الفيزيائي من مجموعة من الخصائص والأنظمة الفرعية المستقلة والتعاونية، والتي تترابط على أساس السياق داخلي وخارجي، عبر جميع مستويات الإنتاج. تغطي هذه الخصائص والأنظمة الفرعية مجموعة متنوعة من العمليات، بدءًا من تشغيل الآلات وصولاً إلى إدارة شبكات الإنتاج واللوجستيات (Trevino,2019:5)

أ. التكامل والتفاعل: حيث تجمع بين الحاسوب والاتصالات لتحقيق تبادل المعلومات والتحكم في العمليات الفيزيائية .

ب. التكيف والمرونة: حيث تتمكن من التكيف مع التغيرات وإعادة تنظيم العمليات بسرعة .

ت. القدرة على التفاعل السريع: فهي تستجيب بسرعة للتغيرات في البيئة الفيزيائية وتحافظ على استمرارية العمليات .

ث. الشبكات المتعددة والتنوع: تمكنها من التحكم في عمليات تحدث في أوقات مختلفة وتحت ظروف مكانية متباينة .

ج. الوحدات المتعددة: حيث تحتوي على وحدات مختلفة تعمل معًا لتحقيق أهداف محددة والتفاعل بينها

6. الروبوتات Robots

الروبوت هو اختراع يعتمد على تقنية الذكاء الاصطناعي ويعتبر مساندًا للعنصر البشري في مختلف المجالات، سواء الصناعية، الخدمية أم الترفيهية. تاريخياً، يعود بداية تطوير الروبوتات إلى عام 1961 على يد شركة جنرال موتورز في الولايات المتحدة الأمريكية. منذ ذلك الحين، شهدت الروبوتات تطورًا مستمرًا عن طريق الأبحاث والاختراعات، حيث جمع بعضها بين النجاح والفشل حتى تم تحديد المفهوم النهائي للروبوت. حيث تؤدي الروبوتات أثراً مهمًا في الصناعة التحويلية الحديثة لقد تضاعف تقريبًا عدد الروبوتات الصناعية متعددة الأغراض التي طورتها الجهات الفاعلة في التصنيع الذكي في أوروبا وحدها منذ عام 2004 م أذ تتمثل المواجهة الأساسية للتصنيع الذكي في أساليب الإنتاج المستقلة التي تدعمها الروبوتات التي يمكنها إكمال المهام بذكاء، مع التركيز على السلامة والمرونة، التنوع والتعاون، دون الحاجة إلى عزل منطقة العمل الخاصة بها، يصبح دمجها في أماكن العمل البشرية أكثر اقتصادية وإنتاجية (Othman et al,2016:137).

يرى المنتجون أن الروبوتات المتقدمة هي وسيلة لمعالجة التعقيد المتزايد لعمليات التصنيع الخاصة بهم في السنوات الأخيرة زاد بشكل كبير عدد الاختلافات في المنتجات، وتكرار إطلاق المنتجات الجديدة، والطلب على المنتجات المخصصة وفي بيئة التشغيل الأكثر تعقيدا هذه بلغت قدرة التشغيل الآلي التقليدي على تلبية متطلبات المنتجين فيما يتعلق بالشفافية والإنتاجية والمرونة أقصى حدودها وفي الوقت نفسه، أدى نقص العمالة وارتفاع تكاليف العمالة إلى زيادة الضغوط على المنتجين لحملهم على أتمتة المهام التي يؤديها العمال البشريون يدويا حاليا(Küpper et al,2019:3).

جدول (7) انواع الروبوتات ومجالات تطبيقاتها

روبوتات الامنية	في مجال الأمن والسلامة، يمكن استخدام الروبوتات لمراقبة المناطق الخطرة، والتدخل في حالات الكوارث، وتقديم الدعم في مجال تطبيق القانون وضبط الأمن. على سبيل المثال، يمكن استخدام الروبوتات للتفتيش والإنقاذ في المباني المنهارة أو في بيئات خطرة أخرى.

روبوتات الفضائية	تستخدم الروبوتات لاستكشاف الكواكب والأجرام السماوية الأخرى. يمكن للروبوتات الفضائية تنفيذ المهام التي قد تكون صعبة أو خطرة للبشر، مثل تحليق في الفضاء الخارجي وجمع البيانات والصور وتحليل التربة على الكواكب الأخرى.
روبوتات التصنيع	تستخدم في صناعة السيارات والإلكترونيات والمنتجات الأخرى لتنفيذ العمليات الأوتوماتيكية وتحسين كفاءة الإنتاج.
روبوتات الزراعة	يمكن استخدام الروبوتات لتحسين كفاءة الإنتاج والرعاية الزراعية. على سبيل المثال، يمكن للروبوتات أن تقوم بمراقبة الحقول والمحاصيل، وري النباتات، وتطبيق الأسمدة بشكل محكم، مما يزيد من إنتاجية الأراضي الزراعية.
روبوتات الرعاية الصحية	تستخدم في المستشفيات والعيادات لتقديم خدمات الرعاية الصحية والمساعدة في الرعاية الطبية.
استكشاف تحت الماء	تستخدم الروبوتات لدراسة البيئات المائية العميقة والمحيطات، والقيام بالمسح ورصد الحياة البحرية والموارد الطبيعية. يمكن للروبوتات أيضًا أن تكون مفيدة في البحث عن حطام السفن والبنية التحتية تحت الماء.
روبوتات خدمة العملاء	تستخدم في القطاعات اللوجستية وصناعة الضيافة والخدمات اللوجستية لتقديم الدعم والخدمات العامة للعملاء.
روبوتات التعليم	تستخدم في المدارس والجامعات لتقديم التعليم التفاعلي والدعم التعليمي للطلاب.
روبوتات العسكرية	تستخدم الروبوتات للقيام بالمهام الخطرة والصعبة، مثل التجسس وتفكيك القنابل والمراقبة والاستطلاع والتدخل في المواقف الخطرة، مما يحمي حياة الجنود ويسهم في تحقيق التفوق العسكري.
روبوتات البحث والانقاذ	تستخدم في البيئات الخطرة وفي حالات الكوارث لمساعدة فرق الإنقاذ في البحث عن الناجين وتقديم المساعدة.

الجدول من اعداد الباحثة بالاعتماد على-Source\https://www.geeksforgeeks.org/top-10-applications-of-robotics-in-2020

7. الحوسبة السحابية Cloud Computing:

تم اقتراح مفهوم الحوسبة السحابية لأول مرة من قبل عالم النفس والكمبيوتر جي.سي. ليكليتر في الستينيات، مع مرور الزمن، شهدت تلك الفكرة تطوراً كبيراً حتى بدأت الشركات التقنية في تقديم خدمات حوسبة سحابية على نطاق واسع في العقدين الأخيرين، مما زاد من انتشارها واعتمادها في مختلف المجالات، الحوسبة السحابية هي نموذج يسمح بالوصول السهل إلى موارد مختلفة مثل الشبكات، الخوادم، والتخزين، والتطبيقات والخدمات في أي وقت ومن أي مكان. يمكن تكوين هذه الموارد بسرعة وسهولة عند الطلب، مما يسهل توفرها بسرعة وبحد أدنى من الجهود التشغيلية أو الدعم من مزود الخدمة. ورغم أن مفهوم الحوسبة السحابية قد لا يكون جديدًا تمامًا، إلا أنه لا يزال يحتاج إلى تعريف موحد ومقبول على نطاق واسع بسبب التطورات المستمرة في هذا المجال (Molnár et al,2013:29)

تعد الحوسبة السحابية نموذجًا متقدمًا لتوفير الخدمات التقنية، تقدم الحوسبة السحابية العديد من التطبيقات والموارد مثل التخزين والذاكرة والمعالجة والخوادم للمستخدمين عبر الإنترنت حسب الطلب حيث تعد بيئة مناسبة لتلبية حاجات المستخدمين والشركات، حيث يتم استخدام موارد الحوسبة مثل الأجهزة والبرمجيات لتقديم خدمات عبر الإنترنت الحوسبة السحابية تعد نموذجًا تجريديًا جديدًا لتوفير الخدمات عبر الشبكة. تستخدم الحوسبة السحابية موارد الحوسبة مثل الشبكات والخوادم ووحدات التخزين لتقديم الخدمات الفنية عبر الإنترنت. وفقًا للمعهد الوطني الأمريكي للمعايير والتكنولوجيا(NIST) ، تُعرَّف الحوسبة السحابية على أنها نموذج لتمكين الوصول إلى مجموعة من موارد الحوسبة مثل الشبكات والخوادم ووحدات التخزين بسهولة وسرعة ودون جهد إداري أو تفاعل مزود الخدمة . تُتيح الحوسبة السحابية الوصول إلى موارد الحوسبة عبر الشبكة عند الطلب(Aljwari ,2022:3)

أذ اشار (Zhang et al,2010:7-8) بأن المعهد القومي للمعايير والتكنولوجيا (NIST) قد حدد خمسة خصائص أساسية للحوسبة السحابية :

أ. الخدمة الذاتية بناءً على الطلب (On-Demand Self-Service): يسمح للمستفيد بالحصول على الخدمة المطلوبة دون الحاجة إلى تدخل من المورد .

ب. الوصول الواسع للشبكات (Broad Network Access) :يتيح للمستفيد الوصول إلى الموارد السحابية من خلال أي جهاز متصل بالإنترنت مثل الحواسيب المحمولة والأجهزة اللوحية .

ت. حزم الموارد (Resource Pooling) :توفير موارد الحوسبة لمستفيدين مختلفين بحسب احتياجاتهم المختلفة وتطبيقاتهم .

ث. المرونة مع السرعة (Rapid Elasticity) :القدرة على تلبية احتياجات المستفيدين والتكيف مع التغيرات في الاحتياجات بسرعة وفعالية .

ج. قياس الخدمة (Measured Service) :توفير أدوات لقياس ومراقبة استخدام الموارد وأداء الخدمة، بما في ذلك عدد المستفيدين ومستوى الخدمة.

أوضح (Ruparelia,2023:33) أربعة أنواع رئيسة لبناء السحابات هي :

أ. سحابة خاصة (Cloud Private) :تكون عادة داخل الشركة ويمكن الوصول إليها من خلال الشبكة المحلية والإنترنت حيث تقدم الخدمات للمستفيدين بشكل تلقائي ويمكن أن تكون موجودة لدى شركة استضافة ويمكن للشركة مراقبة والتحكم في مكونات البنية التحتية .

ب. سحابة عامة (Cloud Public) :تقدم خدمات تجارية من مزود الخدمة لعملاء متعددين وتكون موجودة في مكان بعيد عن العميل وتستخدم كوسيلة لتوفير التكاليف وربح الوقت والجهد .

ت. سحابة هجينة (Cloud Hybrid) :تجمع بين خصائص السحابة الخاصة والعامة، مما يتيح للشركة تقديم بعض الخدمات للمستفيدين عبر السحابة الخاصة واستخدام حلول السحابة العامة .

ث. سحابة المجتمعية (Cloud Community) :تكون نتيجة تعاون جماعي بين مجموعة من الشركات لها نفس الاهتمامات لتحقيق أهداف مشتركة مثل الامتثال التنظيمي والأداء العالي وأمن المعلومات يمكن أن تدار داخلياً أو خارجياً من قبل طرف ثالث.

8. التصنيع الاضافي Additive manufacturing:

تقنية التصنيع الإضافي (AM) المعروف ايضا بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد كتقنية تجلب معها العديد من التغييرات والتأثيرات على دورة حياة المنتجات التقليدية وبذلك تظهر تحديات جديدة لنماذج الأعمال والمجتمع بشكل عام، ظهرت تقنية AM في الثمانينات، من خلال عمل Charles Hull في الطباعة الحجرية المجسمة. في الوقت الحاضر، تستخدم هذه التقنية في العديد من الصناعات لوصف عملية مضافة حيث تتم إضافة المواد طبقة تلو الأخرى لإنشاء نماذج أولية مادية أو أجزاء من المنتجات أو منتج نهائي مباشرة من البيانات الرقمية ، تتناقض هذه التقنية مع تقنيات التصنيع التقليدية التي تستخدم عمليات الطرح لإزالة المواد من لوح المواد الخام، تستخدم العديد من العمليات تصنيع الطبقات ، تتيح هذه التقنية إنشاء أجزاء مادية معقدة ونماذج أولية بشكل سريع وفعال، مما يسهم في تقليل الوقت والجهد اللازمين لتطوير المنتجات الجديدة كما يمكن استخدام مجموعة واسعة من المواد مثل البلاستيك، الراتنجات، المعادن، الزجاج، السيراميك والمطاط في عمليات التصنيع بالإضافة (Matso et al,2019:2)

أذ اشار (Prees&Beer,2015:2) الى التصنيع الإضافي (AM) أو الطباعة ثلاثية الأبعاد بانه عملية تصنيع تستخدم تقنيات التصنيع الرقمي لبناء أجزاء ثلاثية الأبعاد من خلال إضافة مواد بطريقة تدرجية حيث تعتمد هذه العملية على نماذج رقمية ثلاثية الأبعاد وتستخدم مجموعة متنوعة من المواد مثل البلاستيك والمعادن والأحبار الحيوية، يتيح التصنيع الإضافي إمكانية إنتاج أجزاء معقدة ومعدنية بتفاصيل دقيقة تصعب إنتاجها بواسطة الطرق التقليدية، تستخدم التقنية في عدة صناعات مثل الطب، والفضاء، والصناعات الصغيرة والمتوسطة

بين (Sun et al,2021:7) فوائد التصنيع الاضافي حيث اوضح بان تقنية التصنيع بالطباعة ثلاثية الأبعاد (AM) توفر فوائد عديدة في عملية التصنيع، حيث تُمكن من مراقبة مستمرة لكل طبقة من المواد أثناء عملية التصنيع، مما يعزز التحكم في الجودة ويسمح بجمع معلومات مفصلة حول خصائص المكون النهائي. وبجانب ذلك، تتيح AM القدرة على نقل المواد بسلاسة أكبر، بفضل الانتقالات التدريجية والمناطق الضيقة للاندماج مع تقليل المناطق المتأثرة بالحرارة، مقارنةً بالعمليات التقليدية مثل اللحام

والنحاس. وتعزز هذه الفوائد قدرة AM على إنشاء تركيبات تدرجة وظيفياً مما يجعلها تقنية واعدة ومبتكرة في مجال التصنيع

أوضح (Matso et al,2019:2) بأن رغم الفوائد الواضحة التي تقدمها تقنية التصنيع بالطباعة ثلاثية الابعاد الا ان هناك بعض العيوب المحتملة لتقنية (AM)مثلا قد تواجه بعض العيوب مثل التكلفة المرتفعة نسبياً نظراً لتكلفة الآلات والمواد الخاصة المستخدمة في عملية الطباعة، كما أن بعض عمليات الطباعة الثلاثية الأبعاد قد تكون بطيئة مقارنة بعمليات التصنيع التقليدية، وقد تواجه مشكلة انكماش الأجزاء المصنعة بسبب تأثيرات التبريد أثناء الطباعة ومع ذلك، تستمر التطورات التكنولوجية في تحسين عمليات التصنيع بالطباعة ثلاثية الأبعاد وتقليل هذه العيوب من خلال استخدام تقنيات ومواد متطورة ومحاكاة دقيقة لعمليات الطباعة لتقليل الانكماش وتحسين جودة الإنتاج وفترات التسليم.

عاشراً: ابعاد التصنيع الذكي

يعد موضوع التصنيع الذكي من أحدث المواضيع في الفكر الإداري المعاصر، يرتبط التصنيع الذكي بالثورة الصناعية الرابعة ويهدف إلى تحسين مخرجات الإنتاج وزيادة الأرباح وتحسين الجودة والكفاءة (Zhanget al ,2018:10) وبعد مراجعة الادبيات الخاصة بمفهوم التصنيع الذكي لاحظ الباحث وجود اختلاف لدى الباحثين حول تحديد طبيعة الابعاد الخاصة بهذا المفهوم، لذا يمكن تلخيص اهم الآراء الواردة في هذا المجال عبر الجدول (8) وحسب تسلسلها الزمني، ابعاد التصنيع الذكي من وجهة نظر مجموعة من الباحثين.

جدول (8)أبعاد التصنيع الذكي

	الابعاد / المصادر	التكنولوجيا	الاستراتيجي	التنظيم	العمليات	البيئة	الثقافة	المنتجات	الافراد	الرقابة
1	Anttiroiko et al,2014:331	*								
2	Schumacher et	*	*		*		*	*		

	al,2016:164									
3	Carolis et al,2017:6	*	*							*
4	Mittal et al,2018:12	*	*		*		*	*	*	
5	Unterhofer ,2018:14	*	*	*						
6	Olsson & John,2018:44	*		*		*				
7	AbdulRahman,2019:70	*	*	*						
8	Nick et al,2019:6		*		*		*	*		
9	Maisiri et al,2019:137		*	*						
10	Kamble et al ,2020:4							*	*	
11	Chonsawat& Sopadang ,2021:5	*	*		*					
12	Çınar et al,2021:14	*	*	*						
13	Meindl et al,2021:5		*					*	*	
14	Otowicz et al ,2022:12	*								*
15	Antony et al,2023:13	*		*				*		
المجموع		11	10	6	4	1	3	5	4	2
النسبة المئوية		73 %	66%	40%	26%	7%	20 %	33 %	26 %	13%

المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على الادبيات المذكورة

تبين معطيات الجدول (8) أن هناك الكثير من الابعاد الخاصة بالتصنيع الذكي، الا أن هناك اتفاقًا بين الباحثين على خمسة أبعاد رئيسة للتصنيع الذكي (الذكاء التكنولوجي والذكاء التنظيمي والذكاء الاستراتيجي وذكاء العمليات وذكاء المنتجات) يبدو أن هذه الأبعاد تشكل قواسم مشتركة بين اغلب الباحثين، لذلك فان الباحث سوف يتبنى هذه الابعاد بشكل مفصل في بحثه

1. الذكاء التكنولوجي:

أول ظهور للذكاء التكنولوجي يمكن أن يعود إلى الستينيات من القرن الماضي، في عام 1956، تم تنظيم مؤتمر دارتموث حول "ذكاء الآلة"، والذي يُعتبر بداية رسمية لمجال الذكاء الاصطناعي. في ذلك الوقت، كان العلماء والباحثون يهدفون إلى تطوير نظم قادرة على محاكاة الذكاء البشري .منذ ذلك الحين، شهدت التكنولوجيا تطورًا كبيرًا في مجال الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، وتم استخدام الذكاء التكنولوجي في مجالات متنوعة مثل التصنيع الذكي، والروبوتات المتقدمة، والمركبات الذكية، والمنازل الذكية، والرعاية الصحية الذكية، والتجارة الإلكترونية الذكية، وغيرها الكثير (Jwo et al,2021:1).

الذكاء التكنولوجي هو مصطلح يشير إلى القدرة التكنولوجية على تنفيذ العمليات الذكية والمعقدة بطرق مشابهة للذكاء البشري، يتم تحقيق ذلك من خلال استخدام التكنولوجيا مثل الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي وغيرها من التقنيات الحديثة (Chen et al,2015:3)

بينما اوضح (Kilic et al,2016:75) بأن الذكاء التكنولوجي هو فرع من ذكاء الأعمال يرتكز على استخدام التكنولوجيا الحديثة والأنظمة الذكية في عمليات الإنتاج المعقدة، يعتمد على تحليل البيانات واستخدام الذكاء الاصطناعي وتقنيات أخرى لتطوير حلول تكنولوجية مبتكرة لمساعدة الشركات في تحقيق أهدافها وتحسين أدائها.

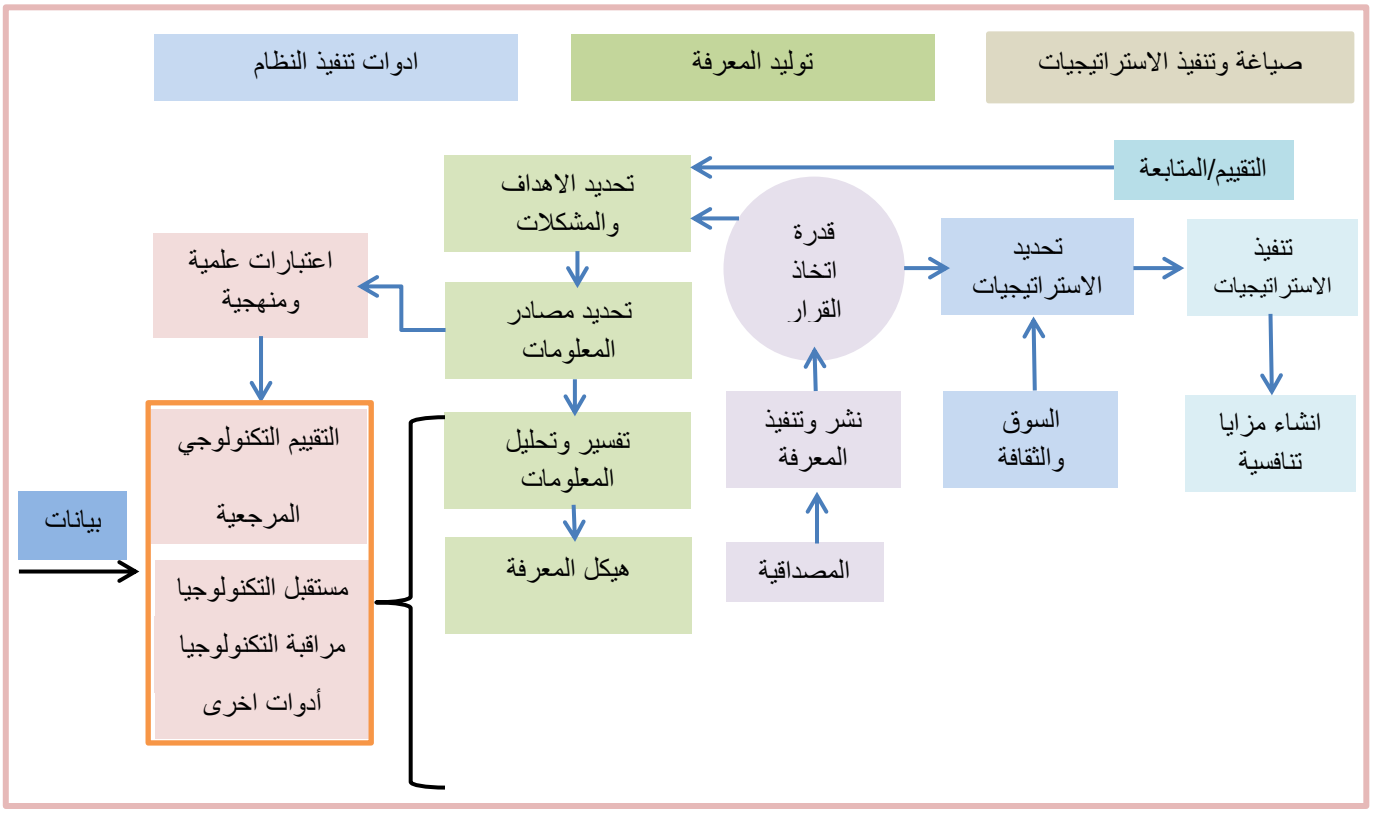
واشار(Chen et al,2015:3) أن الذكاء التكنولوجي يعتبر نشاطًا يتم إجراؤه بواسطة وكلاء أو منتج يهدف إلى إدارة المعرفة مع المستهلكين، حيث يتمكن الذكاء التكنولوجي من جمع وتحليل البيانات الضخمة بشكل فعال وسريع، وتوفيرها للشركة لتطوير الوعي بالتهديدات والفرص التكنولوجية بالإضافة إلى ذلك، يمكن للذكاء التكنولوجي توليد المعرفة عن طريق دمج الموارد من مصادر مختلفة لتصور النتائج واتخاذ قرارات ذكية.

أذ بين (Kazem et al,2022:5) بأن الذكاء التكنولوجي على أنه براعة الأفكار التي تجمع بين الطرق والأنشطة والأجهزة المستخدمة لتحويل المدخلات التنظيمية (مثل المواد والمعلومات) إلى مخرجات (مثل السلع والخدمات)، يمكن تصنيف التكنولوجيا من منظورين، الأول هو (تكنولوجيا المنتج) التي

تتضمن الجهود التكنولوجية لتطوير المنتجات الجديدة، والثاني (تكنولوجيا العمليات) التي تتضمن مجموعة من المعدات والعمليات والإجراءات التي تساعد عملية الإنتاج في تحويل المواد الأولية وإضافة القيمة وتحقيق الأهداف الاستراتيجية.

أشار (مشعل و سلامة ،45:2021) الذكاء التكنولوجي يمكن تقسيمه على نوعين رئيسين: الذكاء الضيق (الضعيف) يشير الذكاء الضيق إلى قدرة الذكاء التكنولوجي على أداء مهمة محددة أو مجموعة محددة من المهام بكفاءة، مثل تحليل البيانات، تعرف الصور، أو تقديم توصيات ، الذكاء الضيق قادر على القيام بمهام محددة بنجاح ولكنه ليس قادرًا على فهم السياق الأوسع أو التكيف مع مهام خارج نطاق وظيفته المحددة أما الذكاء الواسع (القوي) يشير إلى قدرة الذكاء التكنولوجي على تحليل البيانات وفهمها وتغير السياقات بشكل شامل، وتعظيم استخدام المعرفة والتعلم حيث يعتمد على تكنولوجيات متقدمة مثل تعلم الآلة العميق، ويمكنه التكيف مع مجموعة واسعة من المهام والسياقات.

وقد أشار (Castellanos &Torres ,2010:3) بأن الذكاء التكنولوجي في الشركات يتكون من عدة مكونات مترابطة وفُرْعِيّة، مثل الاستراتيجيات والهيكل المعرفي والثقافة التنظيمية، ويعتبر التنسيق غير المركزي في اتخاذ القرارات مفتاحاً لجمع المعلومات التكنولوجية بفعالية، كما يوكد على أهمية تفعيل سياسات المؤسسة الابتكارية في بلورة الذكاء التكنولوجي، ويشير أيضاً إلى أن التوفير في الطاقة وسهولة الرقابة على الإنتاج واستخدام التكنولوجيا الحديثة كمورد استراتيجي يؤديان أثراً مهما في تعزيز الذكاء التكنولوجي، ويُؤكد أيضاً على أهمية الذكاء التكنولوجي في تحفيز الابتكار وتحويل البيانات إلى معلومات ذات قيمة استراتيجية.



الشكل (8) يوضح نظام الذكاء التكنولوجي

Castellanos, O. F., & Torres, L. M. (2010, July). Technology intelligence: Methods and capabilities for generation of knowledge and decision making. In *PICMET 2010 Technology management for global economic growth* (pp. 1-9) IEEE.

يوضح الشكل (8) ثلاثة مكونات أو أنظمة فرعية مترابطة بقوة: وهي تنفيذ إدارة أدوات التكنولوجيا التي تدير المعلومات بخصائص مختلفة، وخلق المعرفة عن طريق تحويل البيانات إلى معلومات ذات قيمة استراتيجية وصياغة وتنفيذ الاستراتيجيات وفقا للسياسات، للمنظمة مما يسهل اتخاذ القرار. وهذه المكونات أو الأنظمة الفرعية ليست مراحل متتابعة، بل تكمل نفسها، وايضاً تكمل بعضها البعض لكونها عملية معقدة من التيارات المرتدة. واخير يمكن رؤية الذكاء التكنولوجي كمجموعة من التقنيات والاستراتيجيات التي تستند إلى استخدام الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات لتحقيق أهداف تنظيمية محددة، علاوة على ذلك، يمكن أن يسهم الذكاء التكنولوجي في تعزيز التنافسية والابتكار في السوق.

2. الذكاء التنظيمي:

نشأ مفهوم الذكاء التنظيمي كاستجابة للتحولات السريعة في بيئة الأعمال والتنظيمات في السابق، كان التركيز الرئيسي على الذكاء الفردي وقدرات الأفراد في المنظمة ومع ذلك، أدرك الباحثون أن الذكاء الفردي وحده لا يكفي لتحقيق النجاح المستدام في سوق العمل المتنافس ،بدأ الاهتمام بالذكاء التنظيمي في التزايد في الثمانينات والتسعينات، حيث أدرك الباحثون أن النجاح التنظيمي يتطلب قدرة الشركة على التكيف والتعلم المستمر والابتكار ،إذ اشار (Florin & Atanasiu,2008:80) الى الذكاء التنظيمي هو مفهوم يشير إلى قدرة المنظمة على خلق واستخدام المعرفة بشكل استراتيجي للتكيف مع بيئتها والسوق.

كما اشار (Unland,1994:4_5) الى الذكاء التنظيمي على أنه القدرة البشرية (الفكرية) الشاملة للمنظمة في معالجة المعرفة والمعلومات وتحويلها إلى قيمة مضافة، يتضمن الذكاء التنظيمي القدرة على جمع وتحليل المعلومات المطلوبة وتوظيف الخبرات والمعرفة المتاحة لديها كما يعد أيضًا دمجًا بين الذكاء البشري والذكاء الاصطناعي الموجود في المنظمة كذلك يمكن النظر إلى الذكاء التنظيمي من منظورين مترابطين: الذكاء التنظيمي كعملية ديناميكية يتعلق بتحسين الأداء وتطوير العمليات، والذكاء التنظيمي كمنتج ثابت يتعلق بالمعرفة والخبرات المتراكمة في المنظمة .

أشار(Ahmad et al ,2019:934) إلى أن المنظمات ذات الثقافة المستقرة قد لا تحتاج إلى ذكاء عالي عكس المنظمات ذات البيئة المتقلبة والمتباينة تحتاج إلى مزيد من الذكاء، من أجل زيادة الذكاء التنظيمي، ينبغي زيادة تكلفة التطوير والصيانة.

أشار (Ahmad et al,2019:935) بأن أهمية الذكاء التنظيمي تكمن في قدرة الشركة على حل المشكلات التنظيمية والتحديات التي تواجهها، يتم ذلك عن طريق تكامل القدرات الفنية والبشرية للعاملين في الشركة للتعامل مع المشاكل والصعوبات بشكل فعال ومبتكر حيث يتم تجميع المعلومات العامة والخبرة والمعرفة لفهم المشكلة التنظيمية وتطوير حلول مناسبة .فضلا عن ذلك، يسهم الذكاء التنظيمي في زيادة الابتكار والمعرفة والمعلومات في المنظمة، مما يؤدي إلى تحسين الأداء وتوفير ميزة تنافسية. يركز الذكاء التنظيمي على فهم التحديات التي تواجه المنظمة وتحسين إدارة المعرفة والتواصل مع البيئة

الداخلية والخارجية للمنظمة، يوفر الذكاء التنظيمي أيضًا إدارة أفضل للبيانات ويسهم في زيادة فائدة التعلم في المنظمة من خلال التدريب المستمر.

أشار (Yaghoubi et al,2012:2630) الى أبعاد الذكاء التنظيمي التي تعتبر عناصر اساسية لتحقيق النجاح والتميز في الشركات هي:

1. الرؤية الاستراتيجية: يفترض البعد الاول للرؤية الاستراتيجية أن القادة قادرون على صياغة مفهوم النجاح وتطويره وانهم يستطيعون اعادة اختراعه عند الضرورة

2. المصير المشترك: عندما يعرف جميع أو معظم الأشخاص المشاركين الشركة، بما في ذلك أصحاب المصلحة ماهي المهمة ويكون لديهم احساس بالهدف المشترك، يمكنهم العمل بشكل تآزري لتحقيق الرؤية.

3. التطابق والمحاذاة: تنظيم الموظفين وتقسيم الوظائف والمسؤوليات ووضع مجموعة من القواعد للتفاعل مع بعضهم البعض والتعامل مع البيئة في المنظمة الذكية يجتمع النظام بتعريفه الواسع معا لتمكين الاشخاص من تحقيق المهمة.

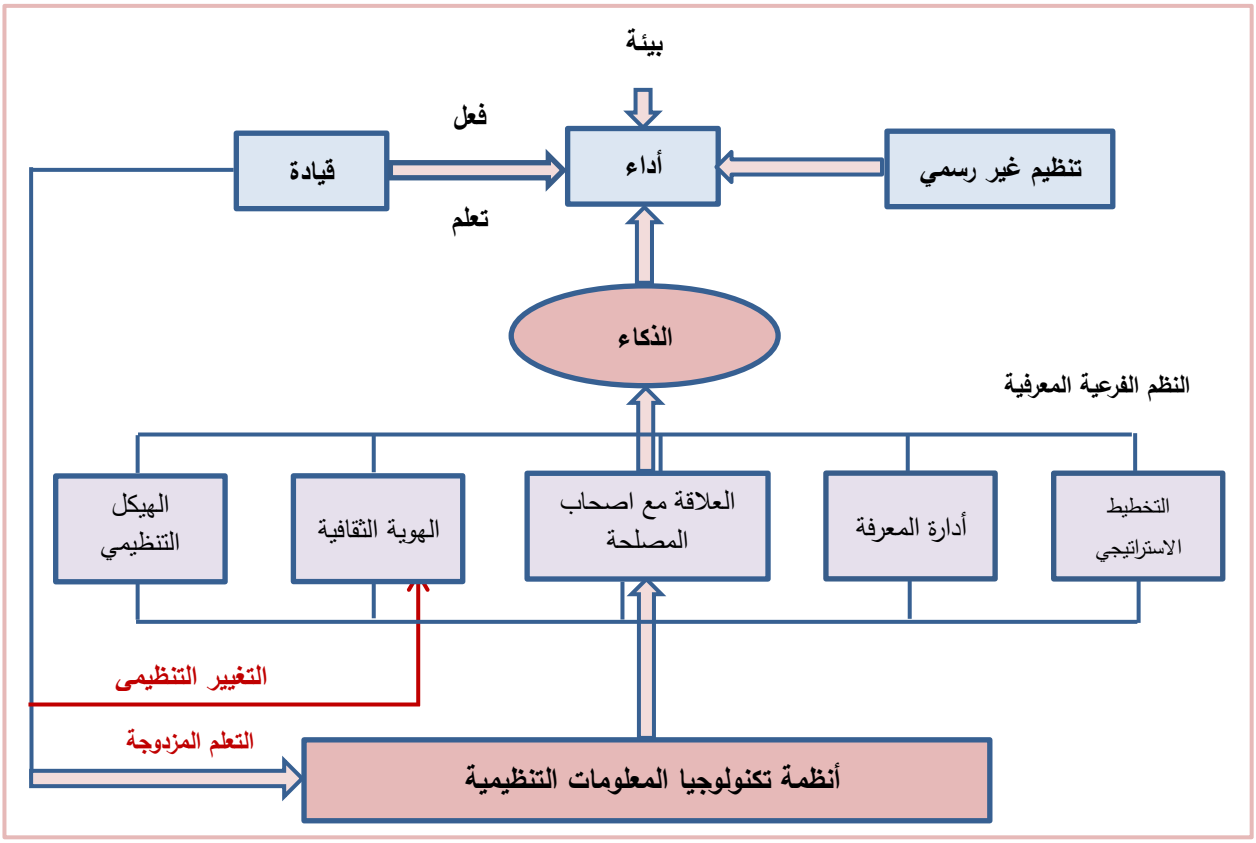
4. ضغوط الأداء: لا يكفي أن ينشغل المديرون بأداء الشركة، أي بتحقيق الأهداف الاستراتيجية والنتائج التكتيكية المحددة. في المنظمة الذكية، يمتلك الجميع عرض الأداء، أي الإحساس بما يجب تحقيقه والإيمان بصحة أهدافها.

وفي السياق نفسه أشار (Ahmad et al ,2019:936) الى أبعاد الذكاء هي:

1. الرغبة في التغيير تعكس قدرة الشركة على التكيف والتطور، والحاجة إلى استكشاف فرص جديدة وتجارب جديدة لتحقيق الأهداف.

2. نشر المعرفة يعني القدرة على إنشاء ونقل وتنظيم ومشاركة المعرفة داخل المنظمة.

3. تربية العاملين ذوي الضمائر الحية على بذل المزيد من الجهود يعني تعزيز الرغبة والالتزام لدى العاملين في المنظمة لبذل أقصى جهودهم والعمل بروح الفريق لتحقيق أهداف المنظمة والحفاظ على استدامتها.



الشكل (9) يوضح الذكاء التنظيمي

Yaghoubi, N. M., Gholami, S., & Armesh, H. (2012). The relationship between strategic processes of knowledge management and organizational intelligence. *African Journal of Business Management*, *6* (7), 2626.

يوضح الشكل (9) بأن الذكاء التنظيمي هو عبارة عن نموذج يعتمد على خمسة أنظمة فرعية (الهيكل التنظيمي، الثقافة، العلاقة مع أصحاب المصلحة، أدارة المعرفة والتخطيط الاستراتيجي) هذه الانظمة الفرعية تعمل معا لتكوين الذكاء التنظيمي الذي يمكن المنظمة من فهم واقعها المتغير والتأقلم معه بشكل فعال.

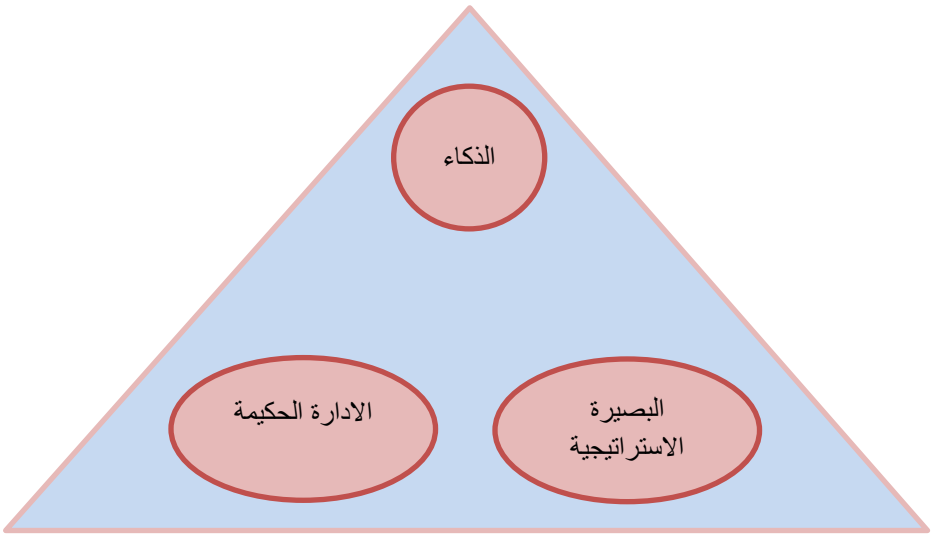
3. الذكاء الاستراتيجي:

لقد أصبح من الضروري لفت انتباه صناع القرار في المؤسسات إلى إحدى المهارات الأساسية والمورد غير المادي الخفي والمؤثر للغاية، وهو الذكاء الاستراتيجي، الذي سيساعدهم على تبني أفكار ومناهج إدارية جديدة، وتمكينهم من تحقيق النجاح واتخاذ القرارات السليمة في حالة تعرض المؤسسة أو عدم تعرضها للمشاكل والأزمات. ويتم ذلك عن طريق الاستبصار والرؤية الواضحة للأمور لتحقيق النجاح الاستراتيجي حيث يعتبر الذكاء من السمات الرائعة التي تمكن الفرد من اكتساب المعرفة، وكيفية التعامل مع المتغيرات، والقدرة على التكيف مع البيئة. وهو آلية تفكير محددة تقاس بمعايير محددة وقد وصف كلار الذكاء بأنه منهج يتكون من مراحل متعددة لجمع المعرفة اللازمة وتقييمها ومن ثم إصدارها لتمكين الفرد من اتخاذ قرارات سليمة (Moh'd All Hammoudah,2023:3) .

اشار (Gitelman et al,2021:294) بأن الذكاء الاستراتيجي هو عملية منهجية ومستمرة لاستكشاف الاتجاهات وبيئة السوق مع استخدام أنظمة تحليلية قوية تضمن التوليد المعرفة والأدوات الرقمية لاتخاذ قرارات طويلة الأجل واستعداد المنظمة للتحديات التي لا يمكن التنبؤ بها في المستقبل. فيما يتعلق بالإدارة، يؤدي الذكاء الاستراتيجي وظيفة اكتشاف المشكلات وتحديدها وحلها التي تتجاوز التجربة السابقة، والتي تواجهها المنظمة في المستقبل

إن الذكاء الاستراتيجي يعتمد على مزيج من المعلومات النوعية والكمية، ويستفيد من (Lim,2016:2) بين التحليل الآلي للبيانات الضخمة للحصول على رؤى استراتيجية قيمة ومعلومات دقيقة لاتخاذ القرارات الاستراتيجية.

وأوضح (Kousa,2014:15) بأن الذكاء الاستراتيجي يعمل على التعامل مع القضايا الاستراتيجية طويلة المدى على المستوى الوطني أو المؤسسي ويهدف إلى تطوير رؤية شاملة ومستدامة للمستقبل وتحقيق الأهداف المحددة، يعمل الذكاء الاستراتيجي في وقت واحد مع ثلاث وظائف رئيسة (الذكاء والبصيرة الاستراتيجية والادارة الحكيمة) كما في الشكل (10)



الشكل (10) الوظائف الرئيسة للذكاء الاستراتيجي

Kuosa, T. (2014). *Towards strategic intelligence: foresight, intelligence, and policy-making*. Dynamic Futures

بين (Gitelman et al,2021:296) أهمية الذكاء الاستراتيجي هي:

1. التنبؤ بالتقلبات في البيئة الخارجية، في سلوك أصحاب المصلحة الرئيسين، أو في تفضيلات المستهلك والتحولات في المجال التنافسي للتكيف الاستباقي للمنظمة مع التغييرات ولتحسين مستوى خفة الحركة.
2. الدعم المعلوماتي والتحليلي لاتخاذ القرارات الاستباقية، وإعداد التقارير الاستراتيجية باستخدام أدوات التصور المتقدمة.
3. تطوير الثقافة الاستراتيجية العامة للشركة، وبيئتها الإبداعية، وتشجيع الاتصالات المفتوحة والقيادة الموزعة.
4. تعديل التخطيط الاستراتيجي وسياسة الشركة وفقا للتغيرات المحتملة في مجال التنظيم الصناعي.

حدد (Moh'd All Hammoudah,2023:4-5) مجموعة من الابعاد الخاصة بالذكاء الاستراتيجي هي:

1. الاستشراف: هو البعد الأول للذكاء الاستراتيجي الذي يشير الى البصيرة والفطنة والعقل، والقدرة على التشخيص الصحيح واستكشاف العقبات والصعوبات التي من المحتمل أن تحدث في المستقبل القريب، من خلال التحقيق في التغييرات الديناميكية في الماضي والحاضر من أجل تحديد ملامح المستقبل
2. التفكير المنظم: التفكير المنظوم يعبر عن القدرة على الجمع بين الجميع العناصر الموجودة في المؤسسة ودمجها لغرض تشخيصها ومعرفة كيفية وصولها معا.
3. الرؤية المستقبلية: صورة مستقبلية للمؤسسة تسعى لتحقيقها، وعن طريق الرؤية المستقبلية يتحدد التوجه المستقبلي للمنظمة.
4. التحفيز: هو عندما يحفز المديرون العاملين عن طريق معرفة العوامل التي تؤثر تحفيزهم ورضاهم وتلبية احتياجاتهم، لضمان اكتمال عملهم بالكفاءة عالية.
5. الشراكة: تتجلى الشراكة من خلال قدرة المديرين الأذكياء استراتيجيا على إتقان إقامة شراكات استراتيجية داخلية وخارجية مع المؤسسات لتحقيق النجاح.

4. ذكاء العمليات

إدارة العمليات تعد أحد أهم الوظائف الإدارية في المنظمات الحديثة فهي تلعب دورًا حيويًا في تحقيق أهداف المنظمة وتحسين أدائها، تهدف إدارة العمليات إلى تنظيم وتنسيق الموارد والعمليات الداخلية للمنظمة

بطريقة فعالة تعمل إدارة العمليات على بناء التكامل الشمولي بين وظائف المنظمة الأخرى مثل التسويق والمالية والإنتاج فهي تعمل على تنسيق العمليات المختلفة داخل المنظمة لضمان تحقيق الأهداف المشتركة وتحقيق التناغم بين الأقسام المختلفة (Fedushko et al ,2020:10).

واوضح (Dhamija & Bag,2020:870) أن أداء العمليات يشير إلى كيفية استخدام الشركة لمواردها وتنظيمها لتحقيق أهدافها بكفاءة وفعالية ويتضمن ذلك الأساليب والإجراءات والوقت المستغرق لإتمام المهام، بالإضافة إلى النتائج المحققة والجودة والسلوك المعتمد أثناء العمل ويعتمد أداء العمليات

على قدرات ومهارات الموظفين واستخدام التكنولوجيا وتنظيم العمليات ويمكن أن يؤدي تحسين أداء العمليات إلى زيادة الإنتاجية وتحسين الجودة وتقليل التكاليف وتحقيق رضا العملاء.

وأشار (pal & Tourani ,2004 :181) الى ذكاء العمليات بأنه قدرة الأفراد على إدراك ما يحدث في العمليات المختلفة واتخاذ القرارات المناسبة بناءً على ذلك يعد ذكاء العمليات مهارة هامة في العمل والتفكير التنظيمي، حيث يمكن للأفراد الذكاء في هذا المجال أن يقدموا اقتراحات بناءة ويتعاملوا مع المشاكل المعقدة بكفاءة.

كما اشار أيضا (pal & Tourani) الى وجود نظريات مختلفة عن الذكاء ولا يتفق أي منها مع الآخر، يأتي كل نهج في التفكير بمنظور وافتراضات مختلفة خاصة به، وغالبًا ما يتعارض مع نظرية واحدة سابقة على الأقل وهذه النظريات هي (pal & Tourani,2004:182)

1. نظرية الكلية: هي أقدم نظرية تتعلق بطبيعة الذكاء وازدهرت خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر ووفقا لهذه النظرية، يتكون العقل من قدرات مختلفة مثل التفكير والذاكرة والتمييز والخيال وما إلى ذلك وهذه القدرات مستقلة عن بعضها البعض ويمكن تطويرها عن طريق التدريب القوي.
2. نظرية العامل الواحد: تقترح أن الذكاء يمكن تمثيله بعامل واحد فقط يعكس أداء الشخص في المهام المعرفية المختلفة الخاص (s) العام والعامل ال(g)
3. نظرية العامل المزدوج لسبرمان: تقترح وجود عاملين للذكاء، العامل الـ

حيث العامل العام يعكس قدرة الفرد العامة على حل المشكلات المعرفية والعامل الخاص يعكس معرفته وخبرته في مجال معين

4. نظرية متعددة العوامل: تعد بأن الذكاء يتكون من مجموعة من العوامل المستقلة تعكس قدرات الفرد في مجموعة متنوعة من المهام الذهنية.
5. نظرية ثورستون: تعتمد على مفهوم الذكاء المتعدد البعدي، حيث يقوم بتحديد الذكاء عن طريق عدة عوامل متفاعلة مثل الذكاء اللفظي والذكاء الرياضي والذكاء الاجتماعي وغيرها.

أوضح الاهداف (Xu) بأن ذكاء العمليات يتضمن مجموعة من الاستراتيجيات التي يمكن تطبيقها لتحقيق وتحسين الأداء العام للمؤسسة، بعض استراتيجيات ذكاء العمليات تشمل(Xu,2007:56):

أ- تحليل البيانات واستخلاص الأفكار: استخدام أدوات التحليل لاستخراج المعلومات المفيدة من البيانات والتوصل إلى اكتشافات جديدة وأفكار مبتكرة

ب- التنبؤ والتوقعات: استخدام البيانات التاريخية ونماذج التنبؤ لتوقع المستقبل واتخاذ قرارات استراتيجية مبكرة

ت- التكامل والتشارك: تشجيع التعاون والتكامل بين أقسام المؤسسة المختلفة ومشاركة المعلومات والتحليلات لتحقيق رؤية مشتركة وتحسين العمليات

ث- تحسين العمليات: تحليل العمليات الحالية وتحديد النقاط الضعيفة وتطبيق التحسينات لزيادة الكفاءة وتقليل التكاليف والأخطاء

د- الاستفادة من التكنولوجيا المتقدمة: استخدام أحدث التقنيات مثل الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي وتحليل البيانات الضخمة لتعزيز عمليات الأعمال وتحقيق التحسينات المستمرة.

5. ذكاء المنتجات

في العقد الماضي، انتشر مصطلح المنتج الذكي بين خبراء التكنولوجيا والأكاديميين، والسياسيين على حد سواء في أيامها الأولى، كانت المنتجات الذكية بشكل رئيس موضوعًا للفلسفة في مراكز الأبحاث التكنولوجية أو تم استخدامها لتسويق التكنولوجيا المتطورة في المعارض التجارية ومع ذلك، أصبحت المنتجات الذكية، مدفوعة بالتقدم التكنولوجي، حقيقة ملموسة، وفي بعض الحالات أسهمت بالفعل في تعطيل الأسواق التقليدية في فجر عصر جديد وهو عصر إنترنت الأشياء والتسويق التكنولوجي والابتكار .(Raff et al,2020:1)

تختلف التعريفات حول طبيعة المنتج الذكي نظرًا للتخصصات المتنوعة ووجهات النظر المرتبطة بتطبيقات المنتجات الذكية ومع ذلك، فإنه بشكل عام لا يوجد تعريف قاطع متفق عليه بشكل كامل للمنتج

الذكي فضلاً عن ذلك، يرتبط مفهوم المنتج الذكي بالعديد من المفاهيم الأخرى مثل البيئات الذكية والسياق الذكي.

أذ أوضح (Buurman,1997:1) بأن المنتجات الذكية هي تطور حديث في عالم التكنولوجيا، حيث تعتمد على التكنولوجيا الحديثة وتكون قادرة على التفاعل مع المستخدمين وبيئتهم، تعد هذه المنتجات مزيجًا من الأجهزة والبرمجيات الذكية التي تجعلها قادرة على جمع البيانات وتحليلها والتعلم منها لتحسين أدائها.

وأشار (Maass,2008:212) الى المنتجات الذكية بأنها منتجات ذات تمثيلات رقمية تتيح التكيف مع المواقف والمستهلكين يجب أن تتمتع بيئة المنتج الذكي بالذكاء اللازم لتنزيل ومعالجة وتخزين المعلومات الخاصة بالعملاء الأفراد، وتفاعلاتهم السابقة مع المنتجات، والقدرة على خلق تجارب ممتعة للعملاء.

تمتلك المنتجات الذكية بعض القدرات الوظيفية المشتركة التي تميز نفسها عن المنتجات التقليدية وتشمل هذه التفاعلات الذكية مع المستخدمين البشريين، والاستقلالية، والاعتمادية، والتفرد وتنتج هذه القدرات الوظيفية عن ميزات تقنية مختلفة مثل الذكاء والمرونة المدعومة بالترابط وقدرات الاستشعار وإعادة التشكيل(Tomiyama et al,2019:731) .

بين (محمود,467:2023) بأن المنتجات الذكية هي نتاج التصميم الرقمي وتعزز الوظائف العامة للمنتجات من حيث الأداء والتفاعل مع المستخدم وتوفر للمستخدم استجابة فعالة وفريدة من نوعها، تحتوي هذه المنتجات على العديد من المزايا التي تجذب التركيز والجهود في عمليات التطوير والتحسين، واحدة من سمات التصميم المميزة لهذه المنتجات هي الاعتماد الرئيسي على التصميم التشاركي، حيث يتم دمج ميزات الذكاء والتفاعل في عمليات التصميم والتطوير تتطلب هذه العملية توفير مساحات تداخل مشتركة بين مختلف التخصصات المشاركة في عمليات التصميم والتطوير، وذلك لتيسير التفاهم والتعاون بين التخصصات المختلفة.

كما بين (Valencia et al,2015:14) بأن تصميم المنتجات الذكية يتضمن جمع وتحليل الاحتياجات والمتطلبات وتحويلها إلى تصورات وتصميمات فعلية للمنتج حيث يتطلب تصميم المنتجات الذكية الأخذ في الحسبان مجموعة من العوامل مثل الوظائف المطلوبة من المنتج، والاستخدام المقصود للمنتج، وتوافر التقنيات والمواد اللازمة.

المبحث الثاني

المرونة الانتاجية

التوطئة:

تحقيق المرونة الإنتاجية يُعَدُّ أمرًا حاسمًا للشركات الرائدة في سبيل تحقيق الميزة التنافسية، ينبغي للمنظمات أن تتمتع بمرونة إنتاجية عالية وذلك نظرًا لتعقيد البيئة التي تتعامل معها وتسارع التطورات التكنولوجية، تعد المرونة الإنتاجية حاليًا محور اهتمام وتوجهات الإدارات العليا، إذ أصبحت أساس حياة المنظمات، أذ تسعى لتلبية رغبات وتطلعات العملاء.

أولا: مفهوم المرونة الانتاجية: Production Flexibility

على مدار العقد الماضي، واجهت شركات الانتاج ابتكارًا تكنولوجيًا متزايدًا وأسواقًا أكثر تنافسية، تعمل التكنولوجيا المتغيرة باستمرار على تحفيز ابتكارات المنتجات والعمليات مما يوفر للعملاء المزيد من الخيارات والمنتجين المزيد من الطرق للمنافسة كل هذه التغييرات تؤدي في النهاية إلى زيادة التعقيد وعدم اليقين في بيئة الانتاج وتخلق تحديات جديدة للإدارة على سبيل المثال، فإن إدارة سلسلة التوريد الشائعة حاليًا مدفوعة في الغالب بتوفر تكنولوجيا المعلومات الجديدة، مثل أنظمة تخطيط موارد الشركة ،اقترحت الأدبيات تطوير المرونة الانتاجية للتعامل مع بيئة الانتاج المتغيرة باستمرار والمضطربة بشكل متزايد، يعتقد الكثيرون أن المرونة الانتاجية العالية يمكن أن تمكن الشركات من الاستجابة لتغيرات السوق السريعة بشكل أسرع وبجهد وتكلفة أقل(Chang et al,2002:3).

إن مفهوم المرونة الإنتاجية ليس من المفاهيم المعاصرة فله جذور تاريخية قديمة تمتد إلى أقدم العصور وقد استخدم مفهوم المرونة مسبقاً في استخدامات مختلفة قبل تطبيقه في الإنتاج.

في السبعينيات، كانت المرونة سمة مهمة لأنظمة الانتاج في صناعات أنتاج المنتجات التجميعية بدفعات صغيرة أو متوسطة في هذه الصناعات، كان هناك اتجاه لزيادة المرونة لتحقيق تحسين الكفاءة تقليل التكاليف في تلك المدة، كان العمل في مراحل العملية مكلفاً بشكل كبير وكان استخدام الماكينات

منخفضًا، وكانت المهام تستغرق وقتاً طويلاً في انتظار نقلها وإعداد الآلة لاستكمال المهام الأخرى، حيث ينبغي أن تصبح أنظمة إدارة الإنتاج المرنة مناسبة للصناعات التي تنتج منتجات تجميعية بدفعات صغيرة إلى متوسطة، ستساهم هذه الأنظمة في تحسين كفاءة الإنتاج وتقليل التكاليف، وتمكن من توزيع العمل بشكل أفضل واستخدام الموارد بتناغم أكبر، مما سيمكن الشركات من التكيف مع التغيرات في السوق وتلبية احتياجات العملاء بفاعلية أكبر، يمكن أن تؤدي أيضًا إلى زيادة التحكم الآلي والاتمتة وتحسين ظروف العمل وزيادة الجودة (Barad,2013:3).

يعود تاريخ مفهوم المرونة الإنتاجية إلى فترة الثمانينيات والتسعينيات، حيث استخدم هذا المصطلح لوصف تغيرات أسلوب العمل في تلك الفترة، وتم النظر إلى المرونة كحل للتحديات الاقتصادية التي تواجهها الدول مثل أستراليا وغيرها (Scott,1988:9).

تصنيف تطور المرونة الإنتاجية وفقًا للفترات الزمنية وتحديد التطور الذي حدث (العوادي على مدى ثلاثة فترات زمنية، وهي كما يلي: ,2016:5)

أ- الفترة الأولى (1980-1989) تركزت على فهم مفهوم المرونة الإنتاجية وتطويره، وتم التركيز بشكل أساسي على تحديد أنواع المرونة والظروف التي تتطلب الحاجة إلى التكيف.

ب- الفترة الثانية (1990-1999) تمثل متابعة للمدة الأولى، حيث استمر البحث في مفاهيم المرونة الإنتاجية، ولكن التركيز الأكبر كان على قياس المرونة وتطبيقها بطرق صحيحة وفقًا لمعايير محددة.

ت- الفترة الثالثة (2000-2010) ركزت على التحديات التي واجهتها في المدتين السابقتين وسبل التغلب عليها لتحديد مفهوم واضح للمرونة الإنتاجية.

وتم تكريس جهود البحث لتحقيق توافق في تعريف المرونة الإنتاجية وتحديد معايير قياسها وتطبيقها بدقة، نظرًا لاختلاف وجهات النظر بين الباحثين في هذا الصدد.

من الصعب تحديد المرونة الانتاجية بشكل دقيق في الأدبيات المتعلقة بإدارة الإنتاج والعمليات حيث لا يوجد تعريف موحد لهذا المفهوم بسبب تعدد المفاهيم المتعلقة به وتنوع الأبعاد التي يشملها نتيجة لذلك، يصعب تحديد وتجسيد مفهوم المرونة الانتاجية بشكل دقيق بسبب التغيرات المستمرة في البيئة

التنظيمية والتي تتسم بعدم التأكد. وفي ضوء الجدول (9) يوضح لنا مفهوم المرونة الانتاجية حسب اراء بعض الباحثين وفق منظورها الزمني:

الجدول (9) يوضح بعض مفاهيم المرونة الانتاجية

ت	المصدر	المفهوم
1	D'Souza & Williams,2000:3	قدرة نظام التصنيع على التكيف بنجاح لتغير الظروف البيئية ومتطلبات العملية.
2	Tilstra et al,2008:1	هي قدرة المنتج على إعادة تصميمه بسرعة وبشكل اقتصادي لتلبية المتطلبات المتغيرة.
3	Moreno&erwiesch,2015:1	القدرة على التكيف والاستجابة للمعلومات الجديدة، ويمكن أن تتجلى بأشكال متعددة في سياقات مختلفة، يمكن أن تتجسد المرونة في تحديد أسعار المنتجات (مرونة التسعير)، ويمكن أن تتجسد أيضًا في تحديد قرارات الإنتاج للشركة (مرونة الإنتاج)، عادةً ما تتضمن هذه التغييرات في الإنتاج تعديل كميات الإنتاج (مرونة الحجم) أو تغيير الخليط المنتج (مرونة
4	Purwanto et al,2015:238	القدرة على إدارة واستخدام الموارد الموجودة بشكل فعال استجابة للتغيرات البيئية الداخلية والخارجية
5	Moreno&Terwiesch, 2015:1	بأنها القدرة على التكيف مع المعلومات الجديدة والاستجابة لها.
6	Reinartz & Schmid ,2016:6	يشير إلى قدرة الشركات على التكيف والتعامل مع التحديات والتغيرات في بيئة العمل، سواء أكانت زيادة أم انخفاض الطلب على المنتجات، تغيرات في الموارد المتاحة، أو تغيرات في
7	عبد السادة وعلاوي 2018:189 ،	أنها القدرة على التكيف أو التغيير في الاستجابة لتغيرات محتملة، سواء أكانت داخلية أم خارجية، والتي قد تؤثر في قيمة المنتج أو الخدمة المقدمة للعملاء.

8	رشوان،59:2022	تشير إلى قدرة الشركة على التكيف مع التغيرات السريعة في السوق وتلبية احتياجات العملاء، كما تتضمن تعديل الخطط والعمليات للتكيف مع تغيرات الطلب وتقديم منتجات جديدة وتحسين وقت إعادة التشغيل وتعديل نطاق الانتاج.
9	Mayer et al ,2023:8030	تشير إلى قدرة النظام على التكيف والتعامل مع مجموعة متنوعة من المهام المختلفة بكفاءة وفعالية، تعد هذه المرونة أساسية في بيئة العمل الحديثة التي تتطلب تطورًا وتغييرًا سريعًا
10	حنا& جميل, 2023 : 5	القدرة على أنتاج مجموعة متنوعة من المنتجات على خط إنتاج واحد، تساعد المرونة في تلبية الطلبات المتغيرة للزبائن بفاعلية.

المصدر: من اعداد الباحث اعتمادا على المصادر الواردة فيه

بناءً على المفاهيم التي تم ذكرها، يمكن تعريف المرونة الإنتاجية من وجهة نظر الباحث **أنها المهارة التي يظهر بها نظام الإنتاج القدرة على الاستجابة بسرعة وكفاءة للتقلبات البيئية والاحتياجات الوظيفية المتبدلة. هذا يتضمن إمكانية الشركة في تغيير تصميمات المنتجات أو إعادة ضبط خطوط الإنتاج بكلفة مناسبة استجابةً للتغيرات في متطلبات السوق.**

بصفة عامة، المرونة الإنتاجية تضمن للمنظمات أنها قادرة على الاستمرارية والاستدامة في وجه التغيرات المتلاحقة، وأنها قادرة على تلبية احتياجات العملاء والسوق بكفاءة وفاعلية وبأقل تكلفة ممكنة.

أشار (Terkaj et al,2009:45) إلى تصنيف المرونة الانتاجية إلى مرونة داخلية ومرونة خارجية أذ تهدف المرونة الانتاجية الخارجية إلى تلبية متطلبات العملاء وتوفير ميزة تنافسية للشركات، تعتبر مرونة مزيج المنتجات ومرونة حجم الإنتاج ومرونة المنتجات الجديدة أمثلة عن ذلك، أما المرونة الانتاجية الداخلية، فهي تعنى بتحقيق مرونة الانتاج داخل النظام الإنتاجي نفسه.

تصنيفات المرونة الانتاجية الى عدة أنواع حيث بين منها (De Toni & Tonchia ,1998:4):

أ- مرونة الحالة: القدرة على العمل والتكيف مع التغييرات في ظروف التشغيل دون التأثير على استقرار النظام

ب- مرونة الفعل: القدرة على اتخاذ إجراءات مبكرة قبل حدوث التغيير، وخاصة القدرة على تحويل وتكيف النظام بسرعة وبتكلفة منخفضة.

أما (Fantazy ,2007:15) فقد صنف المرونة الانتاجية الى:

ت- كفاية التصميم: قدرة النظام على التكيف مع الظروف البيئية ومعالجة المتطلبات ضمن حدود معلمات التصميم المحددة.

ث- التكيف: قدرة النظام على تحويل نفسه وتكييفها من مهمة وظيفية إلى أخرى في وقت قصير. وبين (Gupta & Somers,1992:170)

ج- المرونة الوظيفية: قدرة النظام على التعامل مع التغييرات في الوظائف التي سيتم معالجتها

ح- مرونة الآلة: قدرة النظام على التعامل مع الاضطرابات والتغييرات في الآلات أو محطات العمل

أنواع المرونة الانتاجية المذكورة توفر نظرة موسعة ومتعددة الأبعاد لمفهوم المرونة الانتاجية وتساعد في التحكم والتحسين الفعال لعمليات الانتاج وتطوير المنتجات الجديدة.

ثالثا: أهمية المرونة الانتاجية The Importance of Production Flexibility

عملية تطوير المنتجات الجديدة وتصميمها بطريقة سهلة الانتاج لها أهمية متزايدة عبر العشرين عامًا الماضية، لقد تمكنت الشركات من تطوير منتجات كبيرة ومتنوعة بسرعة بفضل التركيز على مرونة الانتاجية وتحسين عملية التطوير.

في الوقت الحاضر يتم إنشاء بنى المنتج ونمطه بطريقة تسمح بإنشاء منصات منتجات وتدفقات عائلة منتجات متنوعة على نطاق واسع وفي حقب زمنية قصيرة، تمت إضافة مصطلحات مثل المنتجات المعيارية والمنصة مقابل المنتجات المشتقة والتخصيص الشامل إلى مفردات الانتاج (Fantazy ,2007:10).

تُعد تصميمات بنية المنتج أساسية لدعم خيارات المنتج المستقبلية وقد أدى التصميم الملائم للمنتج إلى ظهور خطوط تجميع يمكنها التعامل مع مجموعة متنوعة من المنتجات فضلاً عن خلايا الانتاج التي

تتوافق مع وتيرة ومزيج خطوط التجميع يُقلل مثل هذا التصميم الملائم للمنتج من عدم التأكد فضلاً عن ذلك، تظهر جوانب تنوع المنتج بشكل أكبر عن طريق مزيج أكبر من المرونة في المزج، ومرونة التغيير، ومرونة التعديل، في حين يظهر الانتاج الأسهل مرونة في إعادة التوجيه، ومرونة الحجم، ومرونة المواد، ومرونة التسلسل (Schmenner & Tatikonda,2005:1186).

المرونة الانتاجية تمثل أهمية كبيرة في البيئة الانتاجية الحديثة تساعد المرونة في تحقيق التوافق والانسجام مع التغيرات البيئية ومتطلبات العملية الجديدة، بواسطة تحقيق التوافق والانسجام، يمكن لنظام الانتاج التكيف مع الظروف الجديدة بفعالية وسرعة علاوة على ذلك، المرونة الانتاجية تتيح إمكانية إعادة تكوين موارد الانتاج بطريقة تمكنها من إنتاج منتجات مختلفة بكفاءة وجودة عالية (Tilstra et al,2008:2).

كما تتيح المرونة إجراء التغيرات في بيئة التشغيل الداخلية، مثل التحكم في كمية الانتاج وإجراء تطورات في المنتجات، مع الحفاظ على الوقت والكلفة ،بفضل المرونة الانتاجية تستطيع الشركات تغيير أولوياتها التنافسية وأعمالها التجارية وخططها الاستراتيجية بسهولة مما يمكنها من الدخول إلى السوق بصورة جديدة وتلبية تطلعات العملاء بشكل أفضل وأخيرًا، القدرة على التخلص من العطلات التي تحدث أثناء العمليات الانتاجية عن طريق استبدال بعض الآلات المستخدمة يعزز استمرارية العمليات الانتاجية وتحقيق أهداف الإنتاج بشكل فعال (Jameel & Hana,2023:6-7).

ذكر (Llorens et al) أهمية المرونة الانتاجية:

1- التنمية في بيئة غير مؤكدة تكون أكثر أهمية في الصناعات سريعة الخطى أو البيئات التنافسية التي يكون فيها التغير التكنولوجي سريعًا ودورات حياة المنتج قصيرة.

2- الزيادة في التنافسية والمنافسة العالمية تجعل من المرونة الإنتاجية خاصية أساسية للشركات

3- تحتاج الشركات الانتاجية إلى درجات مرونة للتعامل مع التقلبات الشديدة في الطلب ومتطلبات التخصيص في بيئة الانتاج.

اما (Llorens et al) فقد اشار الى (Liorens et al,2005:274):

1. التنمية في بيئة غير مؤكدة تكون أكثر أهمية في الصناعات سريعة الخطى أو البيئات التنافسية التي يكون فيها التغير التكنولوجي سريعًا ودورات حياة المنتج قصيرة.
2. يجب أن تكون المرونة الإنتاجية خاصية مكملة للإنتاجية لضمان المنافسة والنجاح في السوق.
3. تسمح المرونة الإنتاجية للشركات بتلبية الطلب المتغير بشكل أسرع وأكثر دقة، فعندما يرتفع الطلب على المنتج، يمكن للشركة زيادة إنتاجها بسرعة وبدون إعاقة لسير العمل، وعندما ينخفض الطلب، يمكن للشركة تقليص الإنتاج بشكل فوري لتفادي تكبد خسائر كبيرة.

وبين (عبد السادة وعلاوي، 190:2018) بأن المرونة الإنتاجية تمكن الشركات من تحقيق أفضل استخدام للموارد المتاحة وتقليل التكلفة والهدر، فعندما يكون هناك تغير في السوق أو انخفاض في الطلب، يمكن

الشركة من ضبط عمليات الإنتاج والتخزين بشكل أفضل لتجنب الإنتاج الزائد أو التخزين غير الضروري.

وفي ضوء ما سبق يرى الباحث أن المرونة الإنتاجية تلعب دورًا حيويًا في جميع جوانب العمل في الشركة، مما يعزز تحسين أداء الشركة في كافة المجالات وخاصة في التعامل مع التغيرات البيئية المتغيرة حاليًا، أصبحت المرونة الإنتاجية عاملاً حاسمًا تساعد إدارات الشركات في اتخاذ القرارات الصائبة والملائمة في كل المجالات المالية والاستثمارية والإنتاجية.

تزداد أهمية المرونة الإنتاجية يومًا بعد يوم نظرًا للتطور التكنولوجي الحاصل في الوقت الحالي، ومن المهم أن تواكب الشركات هذا التطور، بالإضافة إلى التغيرات السريعة في البيئة وتطلعات الزبائن، والتي تعد من الأهداف الرئيسية التي يجب تحقيقها من قبل الشركات، إن المرونة الإنتاجية هي المفتاح لنجاح الشركة في تحقيق هذه الأهداف.

رابعا: مبادئ المرونة الانتاجية Principles of Production Flexibility

تحقيق المرونة الانتاجية يتطلب تطبيق مبادئ تهدف إلى تحقيق هذه الغاية، تنقسم هذه المبادئ إلى خمسة مناهج عامة تساعد في تحقيق المرونة الانتاجية:

أشار (Qureshi et al,2006:6) الى:

1. **النهج النمطي:** يمثل استراتيجية تهدف إلى إثراء مستوى التعيين النمطي في تصميم الأجهزة، عبر تبني أسلوب الوحدات المستقلة لتنفيذ المهام ذات الارتباطات الضعيفة، وتركيز كل وظيفة ضمن وحدة معينة، بالإضافة إلى تصغير الوحدات لجعلها موحدة وتجزئة الأجزاء الثابتة في وحدات خاصة. من خلال اعتماد هذا الأسلوب، يتم تقليل الحاجة إلى تعديلات الأجزاء بفضل تتبع مبدأ تقسيم الوظائف ذات الصلة المتقاربة واستثمار الأجزاء المكررة قدر الإمكان. هذا يسهل على التصنيع والصيانة ويخفض تكلفة الإنتاج مع زيادة جودة المنتج.
2. **نهج تخفيض الأجزاء:** هو استراتيجية يتم اتباعها في تصميم الأجهزة لتقليل عدد الأجزاء التي تتطلب تغييرات في التصنيع عن طريق مشاركة الوظائف في وحدة أو جزء إذا كانت الوظائف مرتبطة ارتباطًا وثيقًا ويمكن استخدام الأجزاء المكررة قدر الإمكان دون زيادة عدد الأجزاء.

أما Tilstra فقد ذكر عدة مناهج (Tilstra et al ,2008:3) هي:

3. **النهج المكاني:** يهدف إلى زيادة القدرة على إدخال وظائف جديدة وتغيير ترتيب الاجزاء أو تغيير حجمها في الجهاز، وذلك بأنشاء فراغات في التصميم الخارجي وترتيب الوحدات الداخلية للسماح بالتوسع وإضافة واجهات جديدة، يسعى هذا النهج إلى توسعة المساحات المتاحة للمكونات، وتحسين وضع الأجزاء القابلة للتغيير قرب السطح الخارجي لتسهيل التعديلات دون الحاجة لإصلاحات كبيرة، مع تقليل التداخل بين الأجزاء لتعزيز التنظيم والكفاءة في التشغيل.
4. **واجهة فصل النهج:** هي عملية تهدف إلى تقليل الاتصالات بين الوحدات في جهاز ما، وتمكين الجهاز من العمل بشكل طبيعي بغض النظر عن اتجاه وموقع وترتيب الوحدات الفردية ويتضمن فصل النهج أيضًا توحيد أو تقليل عدد الموصلات المختلفة المستخدمة بين الوحدات، وتقليل عدد أدوات التثبيت، وتقليل عدد نقاط الاتصال بين الوحدات، الهدف هو تبسيط هندسة الواجهات المعيارية لتسهيل العملية وتجنب التعقيدات، واخيرا السعي لتوفير واجهة فصل النهج التي تسهل التركيب والصيانة وتقليل التعقيدات في الجهاز.

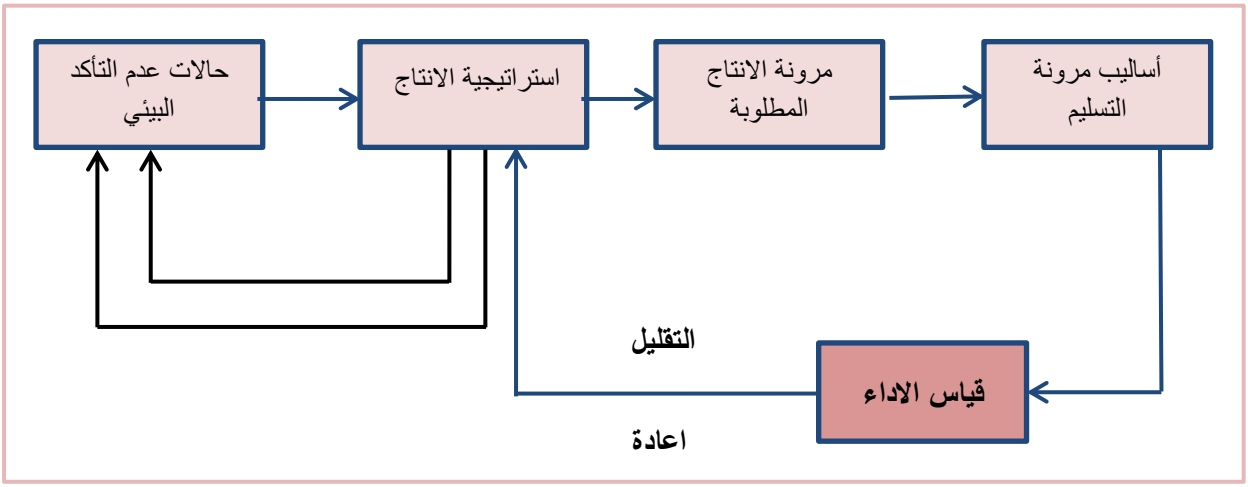
5. **نهج التكيف:** يصف القدرة على الاستجابة لتغيرات البيئة بتعديل معلمات التصميم كتردد الجهاز، مما يوفر استجابة مرنة لظروف متقلبة. يشمل أيضًا قدرة الجهاز على إدارة الطاقة بحكمة، عن طريق تخزين الفائض أو استقباله من مصادر خارجية، مما يسهم في تعزيز كفاءته العامة.

خامسا: عمليات تحسين المرونة الانتاجية Operations to Improve Production Flexibility

تعزيز المرونة الإنتاجية يمثل جهود الشركة في تحسين قدرتها التنظيمية على التكيف مع التغييرات المتوقعة وغير المتوقعة في عملياتها وإجراءاتها، مثل تغيرات الطلب واحتمالية الفشل الداخلي، يمكن تصنيف المرونة إلى ثلاثة مستويات هي المرونة التشغيلية، والمرونة الإنتاجية، والمرونة الاستراتيجية وتوجد أيضًا ثلاثة معايير لتحسين المرونة الإنتاجية، وهي الأهداف الاستراتيجية، ونمط المرونة، ودرجة التحسين(Ngamsirijit,2008:22):

1. الاهداف الاستراتيجية: تتضمن الأهداف الاستراتيجية تحسين رضا الزبائن، وزيادة القدرة التنافسية، وتحسين الأداء التشغيلي، وتقليل حالات عدم التأكد في التصنيع وسلسلة التوريد.
2. نمط المرونة: تشمل طرق تعزيز المرونة التكيف وإعادة التعريف وتقديم الخدمات المصرفية والتقليل.
3. درجة التحسين: تشمل درجة التحسين الاستثمار الهيكلي، وتحسين العمليات، وتطوير الموارد، وتخطيط الموارد.

تستطيع الشركات تعزيز مرونتها الإنتاجية لمجاراة تنوع طلبات السوق من خلال التركيز على المرونة الخارجية، هذا يعد استراتيجية فعالة للوصول إلى درجة مرونة تساهم في تقديم مزايا تنافسية. المرونة الخارجية، كما عرفها ديسوزا ووليام في 2000، تتجاوز مفهوم مرونة المزيج المألوف لتشمل كل من تعديلات التصميم وتطوير منتجات جديدة بهدف إنشاء نظام إداري يتمكن من الاستجابة لتقلبات الطلب بشكل فعّال، سواء من حيث الحجم أو التنوع. هناك مجموعة من الاستراتيجيات، مثل الإنتاج حسب الحاجة، التي تسهم في تحسين سلاسة التدفق الإنتاجي وتقليل الهدر، وبالتالي تكثيف المرونة وقدرة الشركة على التكيف مع التغيرات السوقية (Cousens et al,2009:363).



الشكل (11) أطار يوضح تنفيذ المرونة الانتاجية

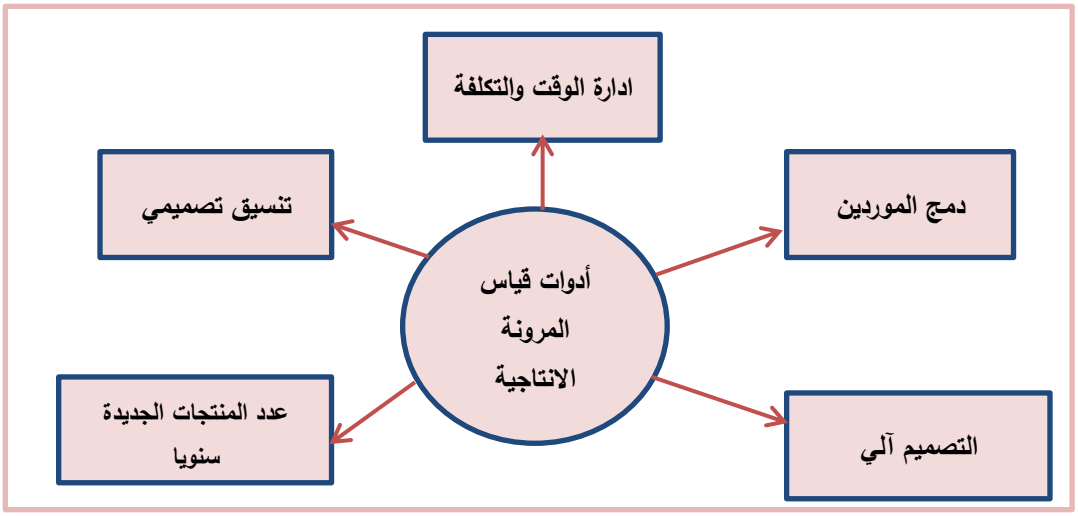
Source: Ngamsirijit Wuttigrai, Manufacturing Flexibility Improvement: Case studies and survey of Thai automotive industry, Thesis submitted to the University of Nottingham for the degree of Doctor of Philosophy,2008, p23.

وفي ضوء ملاحظة الشكل(11) نرى أن المتغيرات الخمسة تصف كيف تتعامل الشركات مع التغيرات غير المتوقعة (عدم التأكد البيئي)، وتصمم استراتيجيتها الإنتاجية للتطابق مع هذه التغيرات، المرونة المطلوبة تنفذ بتقنيات وأساليب تضمن التكيف السلس مع الطلب، وتقاس النتائج لتحسين العمليات باستمرار.

أشار (Fantazy,2007:58) إلى استخدام مجموعة من العناصر لقياس المرونة الانتاجية، هنا بعض العناصر التي يمكن استخدامها في هذا السياق:

1. عدد المنتجات الجديدة المطورة سنويًا: يمكن استخدام هذا العنصر لقياس قدرة الشركة على تطوير وإطلاق منتجات جديدة بشكل منتظم
2. تنسيق أداء أنشطة التصميم: يمكن استخدام هذا العنصر لمعرفة ما إذا كانت الأنشطة المتعلقة بتصميم المنتج الجديد تتم بشكل متزامن وفعال

3. إشراك تصميم الموردين ودعمهم: يمكن استخدام هذا العنصر لقياس قدرة الشركة على التعاون والتعاون مع مورديها في تطوير المنتجات الجديدة .
4. استخدام التصميم والتصنيع بمساعدة الكمبيوتر: يمكن استخدام هذا العنصر لمعرفة مدى اعتماد الشركة على التكنولوجيا الحديثة في عملية تطوير المنتجات الجديدة .
5. إدارة الوقت والتكلفة: يمكن استخدام هذا العنصر لقياس قدرة المنظمة على إدارة مشاريع تطوير المنتجات الجديدة في الوقت المناسب وبتكلفة معقولة .
6. يتم استخدام هذه العناصر كأدوات قياسية لتقدير مدى المرونة الانتاجية ومراقبة تقدمها ضمن الجدول الزمني المحدد وتحت الظروف المالية المحددة والموضحة في الشكل الاتي:



الشكل (12) يوضح أدوات قياس المرونة الانتاجية
من اعداد الباحث بالاعتماد على الادبيات المذكورة

حدد (Jack& Raturi,2002:519) حالات عدم التأكد وربطها بمصادر مرونة الحجم ومرونة المنتج، تتباين المتغيرات المطلوبة لتحقيق المرونة في الحجم والمنتج وفقًا للأهداف الرئيسة للشركة، مثل الدخول إلى أسواق جديدة وتقديم منتجات جديدة واستكشاف مصادر جديدة وتطوير العمليات الحالية.

خامسا: ابعاد المرونة الانتاجية Dimensions Of Production Flexibility

نمت الأدبيات الأكاديمية حول المرونة الانتاجية على مدى العقود الثلاثة الماضية، حيث تم التركيز على فهم طبيعة المرونة وتطوير التدابير والمعايير لأنظمة الانتاج المرنة، المرونة الانتاجية تشير إلى قدرة الشركات على التكيف والتعامل مع التحديات والمتغيرات التي تواجهها في السوق وعمليات الإنتاج (Chou et al,2010:711).

هناك أتفاق عام بين الباحثين على أن مرونة الإنتاجية مفهوم متعدد الأبعاد ومع ذلك، فإنهم يختلفون حول الأبعاد الأساسية التي ينبغي أن تكون عليها، حيث صنف (D'Souza& Williams) أبعاد المرونة الانتاجية(D'Souza& Williams,2000:578) الى:

1. **المرونة الاستراتيجي:** بعض الأبعاد التي حددها الباحثون ذات طبيعة استراتيجية وتشمل الأمثلة تنويع خط الإنتاج، وابتكار المنتجات، والاستجابة لمواصفات العملاء، والقدرة على التكيف الاستراتيجي.
2. **المرونة التكتيكي:** البعض الآخر تكتيكي بطبيعته، قد تتضمن الأمثلة استيعاب الاختلافات أو النقص في المكونات أو المواد الخام وتعديل توجيه المهام لتجاوز الآلة أو العملية المعطلة.

توجه Terkajالى تصنيف أبعاد المرونة الانتاجية (Terkaj et al,2009:4) الى:

1. **الأبعاد الأفقية أو المراحل:** تعتمد على تطوير الموارد والقدرات المادية والبشرية في مراحل متتالية يتم تقسيم العملية الإنتاجية إلى عدة مراحل، حيث يتم تنفيذ كل مرحلة بشكل مستقل ومتكامل مع الأخرى.
2. **الأبعاد العمودية أو الهرمية:** تشير إلى هيكل التنظيم الذي يتم فيه التدفق الرأسي للمعلومات والقرارات من أعلى الهرم الإداري إلى الأسفل والعكس بالعكس هذا يساعد في تنظيم وتسيير فرق العمل والتحكم في العمليات بفاعلية.

أما De Toni & Tonchia فقد أشار إلى (De Toni & Tonchia, 1998:8-12):

3. **الأبعاد الزمنية:** تهتم بقدرة العملية الإنتاجية على تلبية الطلب المتغير في فترة زمنية محددة، يجب أن تتمكن الشركة من زيادة أو تقليل حجم الإنتاج وفقًا للطلب واحتياجات السوق في الوقت المناسب

4.**أي بموضوع الاختلاف:** تعنى بتكييف العملية الإنتاجية مع التغيرات والاختلافات في الأسواق والمتطلبات العملية والتكنولوجية والمنتجات، تساعد في تحسين الكفاءة والفاعلية والجودة والمرونة في التعامل مع أي تحديات قد تواجهها الشركة.

بناءً على الادبيات المتاحة والمختلفة واستنادًا إلى وجهات النظر المختلفة، يمكننا أن نرى أن هناك اتفاقًا يمضي نحو بعض أبعاد المرونة الإنتاجية، ورغم وجود بعض الاختلافات الطبيعية بين الدراسات، إلا أن الاتفاق يتمحور حول بعض الجوانب الأساسية للمرونة الإنتاجية، يُعزى تلك الاختلافات إلى توجه الدراسة واحتياجاتها الفريدة. لذا، يمكن عدّ هذه الأبعاد الأكثر اقترابًا من وجهات نظر الباحثين وقد توفر إطارا شاملا لفهم المرونة الإنتاجية وتحقيق أهدافها.

جدول (10) أبعاد المرونة الانتاجية

الابعاد / المصدر	مرونة الحجم	مرونة مناولة المواد	مرونة المزيج	مرونة العملية	مرونة المنتج الجديد	مرونة التوجيه	مرونة التوسيع	مرونة الماكينة	مرونة السوق
Gupta& Somers, 1992:168				*	*	*	*	*	
D'Souza& Williams,2000:578	*	*	*	*	*	*			
Terkaj et al,2009:44	*			*	*			*	*
Goyal& Netessine, 2011:6-8	*				*				
Jain & Raj, 2013:127	*		*	*	*		*		*

داود& جواد,2016:68			*		*		*	
طويقات&عامر,2015:348				*		*		*
El-Khalil&Ali Mezher, 2020:141	*	*	*		*	*	*	*
سلطان،6:2022	*	*					*	
حنا& جميل ،7:2023	*				*	*	*	
المجموع	7	3	5	3	8	7	4	3
النسبة المئوية	%70	%30	%50	%30	%80	%70	%40	%30

من اعداد الباحث بالاعتماد على الادبيات المذكورة

1. مرونة الحجم Size flexibility

تعد مرونة التحكم في الحجم أحد أهم أصناف المرونة الإنتاجية، وقد زاد الاهتمام بتحسين القدرة على مرونة التحكم في الحجم منذ نهاية الثمانينيات. وقد قدمت العديد من الدراسات المفهومية والتجريبية من أجل تحسين مرونة التحكم في الحجم كمؤشر لقدرة النظام على العمل بشكل رابح في مستويات مختلفة من حجم الإنتاج. فعلى سبيل المثال، تعني مرونة التحكم في الحجم العالية وجود نقطة تعادل منخفضة للجزء المصنع، عرفت من قبل العديد من الباحثين فقد عرف (Mendes & Machado,2015:4) بأن مرونة الحجم هي قدرة النظام على تحمل التغيرات في مستوى الإنتاج الإجمالي بدون تكبد عقوبات انتقالية كبيرة أو تأثيرات سلبية على أداء الشركة، وهي تتيح للشركات الاستجابة بسرعة وبكفاءة لتغيرات الطلب الإجمالي، سواء كانت زيادة أو تناقصًا في المستويات.

بينما أشار (Goyal& Netessine ,2011:2) الى مرونة الحجم بأنها قدرة الشركة على زيادة أو تقليص الإنتاج بكلفة مناسبة استجابة للطلب المتوفر.

وأشار (سليمان) الى مرونة الحجم بأنها تجسد قدرة نظام الإنتاج على تحقيق ربحية عند مستويات مختلفة من الإنتاج الإجمالي، مما يسمح للشركة بزيادة أو تقليص إجمالي حجم الإنتاج بطريقة مناسبة لتغيرات طلب العملاء (سليمان, 2020:303).

مرونة الحجم تعني قدرة نظام الانتاج على العمل بشكل اقتصادي في مجموعة متنوعة من حجم الإنتاج الإجمالي (Oberoi et al,2008:657).

وبين (سلطان,2015:9) بأن مرونة الحجم تعبر عن قدرة نظام الانتاج على تغيير وتعديل مستوى الإنتاج الإجمالي دون أن تتأثر عملية التحويل ذاتها بأخطاء كبيرة أو تغيرات جذرية في نتائج الأداء اي، تهدف مرونة الحجم إلى تحقيق توازن بين التكاليف والقدرة على تلبية احتياجات السوق وتفضيلات الزبائن.

أشاره (العوادي) الى العوامل الأساسية التكنولوجية والعملية والتعاونية والتي تسهم في تعديل الحجم تشمل سلسلة الإنتاج وتقنية المعلومات ومعايير التوظيف ومهارات العمال (العوادي،28:016).

وفقا للوصف أعلاه، يقترح التعريف التالي لمرونة الحجم بأنه قدرة نظام الانتاج على العمل بشكل مربح (على المدى القصير) مع كمية مختلفة من الحجم للعديد من المنتجات دون تكبد آثار سلبية (مثل التأخير الزمني، والتغيرات في نتائج الأداء) عند ظهور التقلبات.

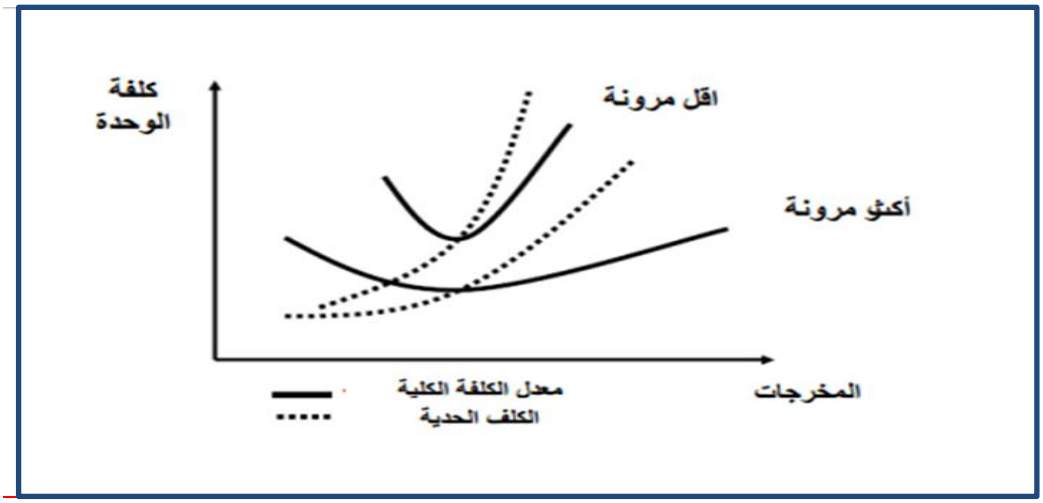
يتطلب تحقيق مرونة الحجم اعتماد عوامل تمكين خفة الحركة، مثل تكامل سلسلة الإمداد، وتطبيق تقنيات العمليات المتعددة، واستخدام الأتمتة الذكية، وتمكين الموظفين (Yusuf et al, 2003:618).

اوضح (Goyal & Netessine) بأن مرونة الحجم ذات أهمية كبيرة في عالم التصنيع والإنتاج وتؤدي أثرًا حاسمًا في نجاح الشركات وتحقيق تنافسية أفضل لعدت اسباب منها:

- تلبية احتياجات العملاء
- تقليل التكاليف: بفضل مرونة الحجم، يمكنك ضبط مستوى الإنتاج وفقًا للطلب الحالي، دون الحاجة لإنتاج كميات زائدة غير مطلوبة.

- التكيف مع التغيرات السريعة: في سوق متقلب وديناميكي، مرونة الحجم تعطي القدرة على التكيف مع التحديات والتغيرات السريعة (Goyal & Netessine ,2011:4).

ترتبط مرونة الحجم بقدرة النظام الانتاجي على زيادة حجم الإنتاج بسرعة للاستجابة للتغيرات في السوق والبقاء رابحًا، وهذا يعني أن النظام التصنيعي يبقى فعالًا على مستويات منخفضة من الاستثمار، يوضح الشكل (13) المبدأ الأساسي لمرونة الحجم، حيث إذا كان مستوى تكلفة الإنتاج الكلية يكون منخفضًا وثابتًا في نطاق معين، فإن منحنى تكلفة الإنتاج الحدية يتحرك ببطء، يشير هذا الارتفاع البطيء في منحنى تكلفة الإنتاج الحدية إلى وجود مستويات عالية من مرونة الحجم و عليه، يمكن للنظام الانتاجي العمل بشكل مربح على المدى القصير مع تنوع في حجم المنتجات المختلفة دون وقوع آثار سلبية عند حدوث تقلبات.



شكل (13) حجم المرونة المستند على منحنيات التكلفة

Miltenburg, P. R. (2003). *Effects of modular sourcing on manufacturing flexibility in the automotive industry. A study among German OEMs* (No. ERIM PhD Series; EPS-2003-030-ORG).

2. مرونة المزيج Flexibility of the mix

أهمية مرونة المزيج لا تُقل عن أهمية المرونة السابقة، حيث تُعد هي الركيزة الأساسية للمؤسسات التي تسعى للحصول على الميزة التنافسية في مواجهة التغيرات البيئية، هناك اختلافات بين الباحثين في تسميتها، أذ يُشار إليها أحيانًا بمرونة المنتج وتدخل في نفس السياق. حيث عرفا (Hallgren& Olhager) مرونة مزيج المنتجات بأنها قدرة نظام الانتاج على التكيف مع التغيرات في تكوين المنتجات، فهي تعكس القدرة على أنتاج تشكيلة واسعة من المنتجات أو الاختلافات بتكاليف تحويل منخفضة مفترضة (Hallgren & Olhager،2009:2).

بينما عرف (Goyal & Netessine,2011:4) مرونة المزيج او ما يسمى بمرونة مزيج المنتج بأنه القدرة على أنتاج منتجات متعددة بنفس الطاقة، والقدرة على إعادة تخصيص السعة بين المنتجات استجابة للطلب المحقق.

أشار (D'Souza & Williams,2000:580) الى مرونة المزيج بانها أحد ابعاد المرونة الموجهة خارجيا حيث يمثل هذا البعد قدرة نظام الانتاج على إنتاج عدد من المنتجات المختلفة وتقديم منتجات جديدة، اقترح الباحثون استخدام مزيج المنتجات وتعديل المنتج كمكونات لهذا البعد من مرونة الانتاج.

يصف (سلطان, 2015:9) مفهوم مرونة المزيج بأنه قدرة النظام الانتاجي على التكيف مع التغييرات في تركيب المنتج، سواء كانت تغييرات في نسب المكونات أو تغييرات في مجموعات المنتجات الحالية وانتاج منتجات متنوعة باستخدام نفس الكميات من المواد الخام، في فترة زمنية قصيرة كما يمكن زيادة مرونة المزيج من خلال استخدام أجهزة متعددة الاستخدامات وتحسين مهارات العمالة.

وأضح (Parker & Wirth,1999:2) بأن مرونة المزيج أو تغيير مزيج المنتجات تعني القدرة على تعديل تكوين المنتجات المصنعة في العملية الحالية. تسمح هذه المرونة بتغيير تركيب المنتجات المصنعة دون توقف أو تعطيل عملية الإنتاج بشكل كبير. تتمثل فائدة هذه المرونة في تلبية متطلبات السوق المتغيرة وتفضيلات العملاء بسرعة وفاعلية.

ذكر (Hallgren & Olhager،2009:4) بأن مرونة المزيج تعد استجابة قائمة على التسويق ويمكن تحقيقها عن طريق تقنيات التصنيع المتقدمة، القدرة الفائضة، ومرونة العمالة.

3. مرونة العملية Process flexibility

تعد مرونة العملية مهمة في بيئة الأعمال الديناميكية حيث يحدث التغيير بسرعة، وتسمح للشركة بأن تكون قادرة على التأقلم والاستجابة بسرعة لتلك التغييرات أذ عرف (Parker & Wirth,1999:2) مرونة العملية بأنها تشير إلى القدرة على تغيير نوعية المنتجات أو تكوينها بسرعة وسهولة دون التأثير على جدولة الإنتاج أو تأخيره.

أشار (D'Souza & Williams) الى مفهوم مرونة العملية بأنها تشير إلى قدرة النظام على التكيف واستيعاب التغيرات والاضطرابات في عملية الانتاج، من بين أمثلة هذه التغيرات والاضطرابات التي قد تحدث في العملية هي أعطال الآلات التي يمكن أن تؤثر على خط الإنتاج وتسبب تأخيرًا في التصنيع، والتغيرات في جداول الإنتاج بسبب تغير في الطلب أو احتياجات العملاء، وتغيرات في التسلسل الوظيفي أو ترتيب العمليات المختلفة في سلسلة التصنيع (D'Souza & Williams,2000:580).

مرونة العملية بأنها القدرة المتاحة لنظام الانتاج على التصنيع بأساليب متعددة عبر الاستفادة من أنظمة المعالجة البديلة أو التفاعل مع عمليات محددة أو استبدالها بأنواع أخرى من العمليات (حنا& جميل ،7:2023).

بين (Parker & Wirth,1999:5) الغرض من مرونة العملية يتضمن تحقيق تقليل في أحجام الدفعات وتكاليف المخزون، بالإضافة إلى ذلك، يمكن خفض الاعتماد الزائد على الآلات والمعدات التي تفوق الحاجة الفعلية، وتوفير حماية ضد تقلبات السوق عن طريق تلبية التحولات في الطلب على مزيج المنتجات المطلوبة من السوق.

واخيرا يمكن الإشارة لمرونة العملية بأنها تعني أن هناك خطط معالجة بديلة وتنوع في عمليات المعالجة المستخدمة، دون تكبد أي تأثيرات سلبية مثل التأخير الزمني أو تغيرات في نتائج الأداء، عند حدوث تقلبات في الظروف.

4. مرونة المنتج الجديد New product flexibility

اكتسبت مرونة المنتج الجديد أهمية كبيرة في إدارة العمليات، حيث تعزز قدرة الشركات على تحسين مكانتها التنافسية. يتم ذلك عن طريق تجاوب المنتج مع حالات عدم التأكد البيئي والتغيرات في طلب المستهلكين نتيجة تغير أذواقهم باستمرار.

عرف (Ismael, 2023:112) مرونة المنتج الجديد بأنها قدرة نظام الانتاج على تصنيع مجموعة متنوعة من أجزاء المنتج باستخدام نفس المعدات وهذا يسمح بالاستجابة السريعة لتقلبات السوق والتغيرات المستمرة في البيئة التي يتعامل بها النظام ويشمل ذلك إدخال منتجات جديدة بسرعة وتغيرات مفاجئة في الطلب على المنتجات والتعديلات المتكررة على المنتجات الحالية.

تشير مرونة المنتج الجديد الى المرونة في المنتجات الجديدة التي يتم تقديمها في نظام الإنتاج حيث تتميز هذه المنتجات بعدم التجانس وعدم تحمل نظام الإنتاج لتكاليف نقل عالية عندما يكون هناك تبديل منتجات، كما أنها لا تؤثر على أداء النظام الإنتاجي بشكل عام، يعبر مفهوم المنتج الجديد عن المنتج الذي يحتوي على خصائص وظيفية مختلفة عن المنتجات الحالية (Raouf& Iswadi, 2020:115).

أوضح (Miltenburg) بأن المنتج يعد منتجا جديدا إذا كانت خصائصه الوظيفية ليست هي نفس خصائص أي منتج آخر تم تصنيعه سابقا (Miltenburg,2003:60).

واشار (Khoobiyan et al,2017:1561) إلى مرونة المنتج الجديد بأنها القدرة على تغيير المنتج الحالي أو إنتاج منتج جديد بسرعة وبأقل تكلفة ممكنة.

بين (داود و جواد:68,2016) بانها قدرة المنتجات الجديدة على التكيف والتعديل، مما يتيح إمكانية إضافة أجزاء جديدة أو استبدال الأجزاء الحالية وتهدف هذه المرونة إلى تغيير مزيج المنتجات الحالي بسرعة وبتكلفة معقولة، تسمح هذه المرونة للمنظمة بالاستجابة للسوق بسرعة من خلال تقديم تصاميم منتجات جديدة بسهولة دون ارتفاع تكاليف التحول من منتج إلى آخر وبالإضافة إلى ذلك، فإن المنتجات الجديدة لا تؤثر سلبًا على أداء النظام الإنتاجي بشكل عام.

5. مرونة المكائن Flexibility of machines

مرونة المكائن تعني القدرة على أداء مجموعة متنوعة من العمليات على نفس الماكينة، المكائن المتخصصة تكون أقل مرونة بينما تكون المكائن متعددة الغرض أو العامة أكثر مرونة، مما يسمح بتنوع الإنتاج دون تكلفة عالية أو فترات زمنية طويلة للتحول بين العمليات. حيث بين (Khoobiyan et al,2017:1561) مفهوم مرونة المكائن بأنها القدرة على تنفيذ مهام متنوعة دون الحاجة لإنفاق الكثير من الوقت والتكلفة في تغيير العمليات.

واوضح (Jain & Raj,2013:126) مرونة المكائن تعني قدرتها على تنفيذ مجموعة واسعة من العمليات الإنتاجية وأجزاء العمليات المختلفة، وكلما زاد التنوع في العمليات والأجزاء المتنوعة، زادت مرونة الماكينة في تلبية احتياجات الإنتاج المتنوعة، يتحقق ذلك عن طريق استخدام تقنيات وأدوات متقدمة تمكن الماكينة من تغيير عملية الإنتاج بسهولة وسرعة ودون التأثير السلبي على أدائها العام.

مرونة المكائن هي القدرة على تنفيذ مجموعة متنوعة من العمليات على جهاز واحد (Parker & Wirth,1999:4)

مرونة المكائن تعني قدرة الآلة على تنفيذ مجموعة متنوعة من العمليات، حيث تمتاز المكائن المتقدمة تكنولوجياً بإمكانية استخدامها بشكل متعدد الأغراض، مما يسمح بإنتاج تشكيلة واسعة من المنتجات. والشكل (14) الاتي يبين سلسلة مرونة المكائن

الشكل (14) مرونة المكائن

Miltenburg, P. R. (2003). *Effects of modular sourcing on manufacturing flexibility in the automotive industry. A study among German OEMs* (No. ERIM PhD Series; EPS-2003-030-ORG).

قدرة المكائن على التعامل مع منتجات مختلفة وتنفيذ عمليات غير متجانسة تعزز قدرة الشركات على المنافسة في ضل ظروف البيئية المتوقعة سواء كانت من جانب العملاء أو المنافسين، وإمكانية امتلاك المنظمات لمكائن مرنة تساعدها على تحقيق المتطلبات البيئية من خلال زيادة كفاءة المحافظة على الوقت والكلفة والجودة (Miltenburg, 2003:63).

6. مرونة مناولة المواد Flexible material handling

تعنى مرونة مناولة المواد القدرة على نقل المنتجات المختلفة بين مراكز المعالجة المختلفة بطرق اقتصادية وفعالة، بما في ذلك تحميل وتفريغ المواد الخام، ونقلها بين الآلات، وتخزينها بحدود إمكانيات المنظمة المصنعة بأقل قدر من النفايات (سلطان،2015 :6).

أوضح (Souza& Williams,2000:584) يتم وصف هذا الجانب بأنه قدرة الشركة على نقل الأجزاء والمواد بطريقة فعالة وكفؤة خلال العملية.

بين (سلطان,2022:9) إذا كانت نظام المناولة قادراً على نقل مجموعة واسعة من الأجزاء بدقة، فسيؤدي ذلك إلى تحسين مرونة التوجيه ومرونة العملية، وكذلك تحسين استخدام الآلات المتاحة وتقليل الوقت الإجمالي للحصول على النتائج.

أشار (Gupta& Somers, 1992:170) بأنه يتم تعريف مرونة مناولة المواد على أنها قدرة نظام مناولة المواد على نقل أنواع مختلفة من الأجزاء بكفاءة في جميع أنحاء المنشأة الانتاجية، بما في ذلك تحميل وتفريغ الأجزاء ونقل الأجزاء بين الماكينات وتخزين الأجزاء في ظل ظروف التصنيع المختلفة، حيث تعرف هذه القدرة بأنها القدرة على نقل أنواع مختلفة من الأجزاء بكفاءة عبر منشأة الانتاج، وفي نهاية المطاف، يمكن لمرونة مناولة المواد أن تزيد من توافر الماكينات وتقلل من أوقات المعالجة.

تتميز أنظمة مناولة المواد بعدة وظائف مختلفة، أذ يتم(Devise& Pierreval,2000:211) أشاره استخدام بعضها للتخزين وبعضها الآخر للنقل تستخدم هذه الأنظمة البيانات الاتية:

- وزن وأبعاد الأجزاء
- عدد الأجزاء

- عدد الآلات ومحطات العمل
- مسافة النقل

(Mufadhol et al 2023:2) بين مرونة مناولة المواد بأنه التكيف السلس والسريع لعملية تحريك وتخزين وتداول المواد في صناعة الانتاجية، تهدف مرونة مناولة المواد إلى تحقيق أقصى استفادة من الطاقات الإنتاجية وتجنب الازدحام والتأخير في مراحل الانتاج، يتم تحقيق ذلك عن طريق تنظيم الحركة والتخزين بطرق فعالة وتوفير أنظمة تكنولوجية قوية للتحكم والإبلاغ، تعتبر مرونة مناولة المواد أحد عوامل النجاح الرئيسة في تحقيق كفاءة عملية الانتاج وتلبية توقعات الزبائن.

الفصل الثالث

الجانب الميداني للدراسة

تمهيد

هدف هذا الفصل هو تقديم دراسة حالة وفهم مجموعة من المفاهيم المتعلقة بمجال الدراسة من خلال عدة خطوات تشمل هذه الخطوات:

- **مراجعة بيئة العمل وتحليلها في مجال الدراسة.**
- **وضع أهداف واضحة وقابلة للتحقيق لدراسة الحالة.**
- **يهدف تنفيذ دراسة الحالة إلى تقديم حلول قابلة للتنفيذ وتقديم نتائج واضحة ومنطقية قادرة على حل المشكلات.**

بناءً على هذا، يتم تقديم ثلاثة مباحث أساسية في هذا الفصل هي:

المبحث الاول: نبذة تعريفية عن المجتمع وعينة الدراسة.

المبحث الثاني: تحليل قائمة الفحص وقياس الفجوات.

المبحث الثالث: تحليل علاقة الارتباط والتأثير بين متغيرات الدراسة.

المبحث الاول

نبذة تعريفية عن مجتمع وعينة الدراسة

توطئة

يهدف هذا المبحث الى دراسة مجتمع شركة الفرات العامة للصناعات بشكل عام، وتحليل مصنع إنتاج الصودا والكلور بشكل خاص، فضلاً عن دراسة دورة حياة التصنيع. تم جمع المعلومات من خلال المقابلات الشخصية وتقارير شرح العمليات الإنتاجية.

ويشمل المبحث الفقرات الاتية:

اولا: نبذة تعريفية عن شركة الفرات العامة للصناعات الكيمياوية

تعد شركة الفرات العامة للصناعات الكيمياوية إحدى منظمات الصناعة والمعادن العراقية، وتقع في محافظة بابل المسيب على بُعد 65 كيلومترًا من العاصمة بغداد، وتغطي مساحة قدرها 136 دونمًا. تأسست الشركة في عام 1968 وتم بناؤها من قبل عمال ألمان، وكانت تُعرف سابقًا باسم المنشأة العامة للصناعات الحريرية. في عام 1995، تم تغيير اسمها إلى شركة الفرات العامة للصناعات الكيمياوية، وفي عام 2016، تم تغيير اسمها مرة أخرى إلى شركة الفرات العامة للصناعات الكيمياوية والمبيدات، وتشمل (مصنعًا لحامض الكبريتيك ومصنعًا للصودا والكلور، وكانت تضم أيضًا مصنعًا للمبيدات الزراعية يُعرف بمصنع الطارق، ولكن تم فصله حديثًا، وعليه تحتوي الشركة حاليًا على مصنع لحامض الكبريتيك ومصنع الصودا والكلور. يبين الملحق رقم (1) الهيكل التنظيمي للشركة.

ثانيا: نبذة تعريفية عن مصنع انتاج الصودا والكلور

تم اختيار مصنع إنتاج الصودا والكلور التابع لشركة الفرات العامة للصناعات الكيمياوية كمجتمع للبحث. تم تجديد وإنشاء المعدات في عام (2009) بتكلفة إجمالية قدرها (28) مليون دولار لمدة (4.5) سنوات. ثم توقف المصنع لأكثر من ست سنوات، وفي نهاية عام (2021) تم إعادة تأهيله وتشغيله كمرحلة أولى من قبل شركة الهندية (S.V.Erector) التي تتخذ من الاردن مقرا لها . حاليا يتم تأهيله

كمرحلة ثانية لاستكمال تشغيله بالكامل. يعمل المصنع بتقنية حديثة سواء يدويًا أو أوتوماتيكيا بتكنولوجيا حديثة باستخدام خليتين كهربائيتين غشائيتين. تُعد الخلايا الغشائية أكثر أنواع الخلايا كفاءة وتتمتع بإنتاجية عالية ونقاوة عالية واستهلاك أقل للطاقة الكهربائية وتلوث أقل. بالإضافة إلى استخدام أنظمة التحكم الصناعي(ICS) المكونة من وحدة التحكم المنطقية (pLC) وأنظمة التحكم الموزع (DCS) وأنظمة التحكم الاشرافي واكتساب البيانات (SCADA).

يتكون المصنع من أربعة خطوط أنتاج تنتج اربعة منتجات، كما هو موضح في الملحق (3) وتشمل هذه المنتجات (الصودا الكاوية والكلور السائل وحامض الهيدروكلوريك والهايبوكلوريت الصوديوم). يوضح المحلق (2) نظام التشغيل المركزي للمصنع بواجهة (SCADA) ومساحة المصنع الاجمالية تبلغ اكثر من (8) دونم اي ما يعادل (22,000) متر مربع. ويوضح الملحق (3) المخطط الانشائي لمصنع أنتاج الصودا والكلور. يتم تجهيز المصنع بالملح الخام المغسول كمادة أولية حاكمة من مملحة السماوة والفاو، وتتم تجهيز المواد الأولية المساعدة (كاربونات الصوديوم، كاربونات الباريوم، كبريتيت الصوديوم، فوسفات الصوديوم) من مصادر مختلفة، بعضها مستوردة. ويتم تصنيع الماء النقي الخالي من المعادن في المصنع نفسه. يتم تزويد المصنع بالكهرباء المستمرة دون انقطاع من وزارة الكهرباء وفقًا لاتفاقية بين الطرفين، وتعالج ذبذبة الفولتية باستخدام (AVR) لضمان إتمام عملية التحليل الكهربائي بشكل جيد.

يتم تسويق منتجات المصنع إلى جهات مختلفة في جميع أنحاء العراق، بما في ذلك الشركة العامة للصناعة الأسمدة في البصرة، محطة كهرباء الناصرية البخارية، شركة مصافي الوسط، مصفى الدورة، محطة كهرباء جنوب بغداد الحرارية، مديرية ماء محافظة بابل، مديرية ماء محافظة كربلاء، مديرية ماء محافظة واسط، شركة تكنولوجيا الخبرة، والشركة العامة لمعدات الاتصالات والقدرة، والشركة العامة للمنتجات الغذائية ....

ثالثا: أنظمة التحكم الصناعي (ICS):

في السنوات الأخيرة، أصبح استخدام الأجهزة الذكية لنظام التحكم الصناعي (ICS) شائعًا في العمليات الصناعية الكبيرة والمعقدة بشكل واسع. تم تطبيقها في العديد من المجالات الصناعية والعلمية والتكنولوجية المتقدمة، بما في ذلك الدفاع الوطني والأرصاد الجوية والمصانع الكيماوية والطاقة النووية

وإدارة أنظمة المياه (Wang,2020:414). تشمل (ICS) الاساليب المتنوعة لحل أتمتة عمليات التصنيع، ومن بينها وحدة التحكم المنطقية (PLC) وأنظمة التحكم الموزعة (DCS) وانظمة التحكم الاشرافي واكتساب البيانات (SCADA) (Blanch_torne et al,2015:28).

وحدة التحكم المنطقية (PLC) هي أجهزة منطقية قائمة على الحاسوب تتحكم في المعدات والعمليات المستمرة وأحيانا يتم استخدامها كجزء من نظام DCS (Sankhla,2021:19) .

ونظم التحكم الموزعة (DCS) هو تركيبة تجمع بين الهيكل التحتي للأجهزة والبرمجيات لتحقيق الأتمتة في العمليات الصناعية المعقدة المتوازية والموزعة جغرافياً وتشغيلها ككيان واحد. الفكرة الأساسية لنظام (DCS) وجود قاعدة بيانات متكاملة تجمع المعلومات المتعلقة بالعملية الآلية (Hulewicz et al,2019:2)

اما نظام التحكم الاشرافي واكتساب البيانات (SCADA) هو نظام حاسوبي يستخدم للرقابة والتحكم، ويدعم العمليات الصناعية بواسطة آليات أتمتة متقدمة وقدرات دقيقة في تفسير البيانات. يمكنه الاتصال بتقنيات المعلومات والاتصالات للتواصل مع الطبقات السفلى والعليا للهندسة المعمارية للنظام، مما يقلل من اهدار الوقت ويوفر التكاليف في العمليات اللوجستية (Guran et al,2019:2). يبين الملحق () نظام التحكم الصناعي (ICS) ونظام التحكم الموزع (DCS).

يشير (عبد طوفان) ان (ICS) عادةً ما لا تكون أنظمة التحكم الصناعي المتكاملة مناسبة تمامًا للبيئات التي تتطلب اتصالات عن بُعد طويلة المدى. ولذلك، يتطلب تمكين المصانع المنتشرة جغرافيًا والتي يمكن التحكم وجود نظام يتميز بسرعة عالية وموثوقية عالية وقدرة (ICS) فيها بواسطة نظام التحكم الصناعي المتكامل على التواصل على مسافات طويلة. ويتطلب أيضًا نظامًا مناسبًا للتحكم في عمليات الصناعة مع قدرة على استخدام نظام التحكم الأفقي الموزع في أنظمة (SCADA). يمكن دمج نظام التحكم الصناعي المتكامل (ICS) في أنظمة تكنولوجيا المعلومات الخاصة بمنظمات التصنيع واستخدام تقنيات الاتصال المستندة الى الانترنت ، ويمكن تحويل عمليات التصنيع في (ICS) الى عمليات اكثر تطور(عبد طوفان،2023: 88) .

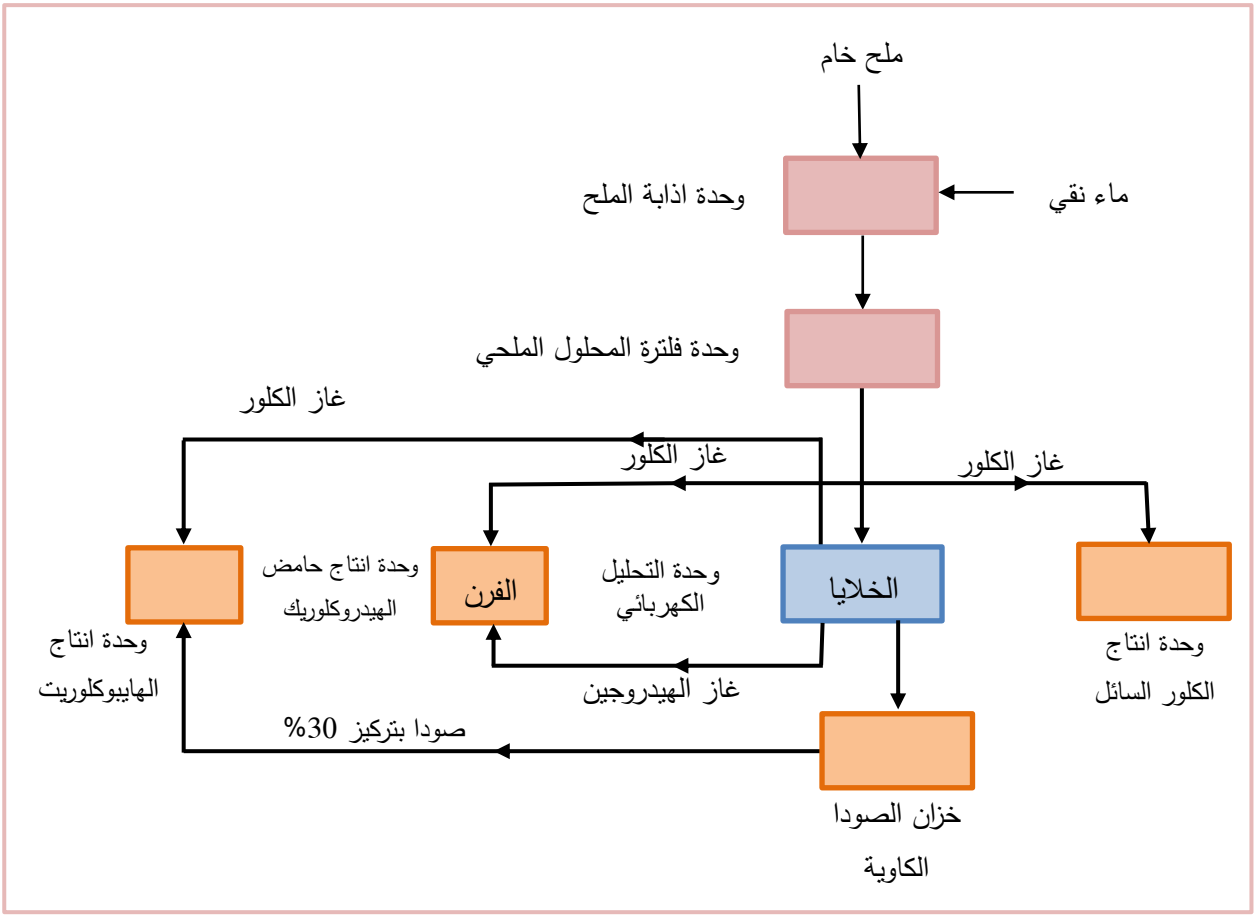
ثالثا: دورة حياة التصنيع في مصنع انتاج الصودا والكلور

يتم إنتاج أربعة منتجات في المصنع وهي: هيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية) بتركيز 50% و32%، الكلور السائل بنقاوة 99.5%، حمض الهيدروكلوريك بتركيز 30%، وهايبوكلوريت الصوديوم (القاصر)بنسبة كلور فعال 10% وصودا 1.5%.

الشكل (14) يوضح دورة حياة التصنيع في مصنع إنتاج الصودا والكلور، حيث يوجد وحدة إنتاج خاصة لكل، منتج تتضمن عدة مراحل إنتاجية، يتم التحكم في جميع العمليات من خلال نظام التحكم الصناعي(Ics)، وتتم معظم التحاليل الكيميائية في مختبرات متخصصة بأجهزة دقيقة للحفاظ على المعدات والأجهزة وضمان استمرارها لفترة طويلة دون تلف أو تآكل.

وأيضًا يوضح الشكل (14) المواد الأولية التي تسيطر على عملية الإنتاج وهي الملح الخام والماء النقي، يتم ذوبانهما في تراكيز معينة ثم يتم أخذ عينة من المحلول الملحي الناتج إلى المختبر لمعرفة تراكيز المواد غير المرغوب فيها، ثم يتم تحويلها إلى وحدة الترشيح وإضافة مواد مساعدة للتخلص من المواد غير المرغوب فيها. ثم يتم إرسالها إلى الخلايا الكهربائية حيث يتم إجراء التحليل الكهربائي، مما يؤدي إلى تحلل المحلول NaOH وهيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية)(H2) والهيدروجين (Cl2) الملحي إلى غاز الكلور

كما موضح في الملحق (5) عملية التحليل الكهربائي والخلية الغشائية الكهربائية. تتجه الصودا المنتجة إلى خزان مخصص وتتم معالجة التراكيز لتصبح نوعين (50٪ و32٪) وتُباع كمنتج رئيسي، وبعد معالجة جزء منها مع غاز الكلور، تتجه لإنتاج الهايبوكلوريت كمنتج ثانوي. بينما يتجه غاز الكلور إلى ثلاثة اتجاهات مختلفة، حيث يتم تكثيفه ويُباع كمنتج رئيسي في وحدة إنتاج الكلور السائل، ويتجه جزء منه إلى الفرن مع غاز الهيدروجين لإنتاج حمض الهيدروكلوريك كمنتج ثانوي، ويتجه جزء آخر لإنتاج الهايبوكلوريت مع الصودا.



الشكل (15) دورة حياة التصنيع في مصنع انتاج الصودا والكلور

المصدر: أرشيف قسم الإنتاج في مصنع انتاج الصودا والكلور

المبحث الثاني

تحليل قائمة الفحص وقياس الفجوات

توطئة

يهدف هذا المبحث إلى تقديم قائمة الفحص وتحليلها وقياس الفجوات وتفسير النتائج في تنفيذ المرونة الإنتاجية، فضلاً عن قياس الفجوات في تطبيق التصنيع الذكي المقترح في مصنع إنتاج الصودا والكلور ومن ثم، تحديد المرحلة الحالية للمرونة الإنتاجية للمصنع في ضوء المقترح المقدم. ويشمل المبحث الفقرات الاتية:

اولا: مقياس قائمة الفحص:

تعد قائمة الفحص أداة لجمع وتسجيل البيانات بسهولة ومباشرة، حتى تنسجم مع نوع البيانات التي يراد جمعها وفي مجموعات مصنفة وفقا لغرض الدراسة (Rusdiyantoro,2019:42).

تم تصميم قائمة الفحص لتحديد مدى تطابق التنفيذ الفعلي في المصنع وتحديد الفجوات، ومن اجل تحقيق دقة عالية في تحليل النتائج، تم استخدام المقياس الثلاثي كما موضح في الجدول (11) مع الاوزان المقابلة له.

جدول (11) مقاييس تحديد درجة المطابقة وحجم الفجوة

ت	فقرات المقياس	وزن الفقرة (الدرجة)
1	موجود	3
2	موجود جزئيا	2
3	غير موجود	1

الجدول من اعداد الباحث

الادوات الاحصائية في احتساب حجم الفجوة (الخطيب، 327:2008) وكالاتي:

1. الوسط الحسابي المرجح: يستخدم لمعرفة مدى المطابقة مع المتطلبات التنفيذ الفعلي ويحسب من المعادلة الاتية:

$$\text{الوسط الحسابي المرجح} = \frac{\text{مجموع (الاوزان *تكراراتها)}}{\text{مجموع الاوزان}}$$

2. النسبة المئوية لمدى المطابقة: يستخدم لمعرفة النسبة لمدى المطابقة في التنفيذ الفعلي ويحسب من المعادلة الاتية:

$$\text{النسبة المئوية لمدى المطابقة} = \frac{\text{الوسط الحسابي المرجح}}{\text{اعلى درجة في المقياس}} * 100\ \%$$

3. حجم الفجوة: يستخدم لمعرفة حجم الفجوة في التنفيذ الفعلي، ويحسب من المعادلة الاتية:

حجم الفجوة = 1− النسبة المئوية لمدى المطابقة

ثانيا: وصف قائمة الفحص:

تم إعداد قائمة الفحص بناءً على مجموعة من المعايير العالمية المعتمدة لقياس متغيرات الدراسة، والتي تتضمن (التصنيع الذكي، المرونة الإنتاجية) تم عرض القائمة على مجموعة من المحكمين للتحقق من دقتها وكما مبين اسماءهم في الملحق (6) وتم إجراء التعديلات اللازمة عليها. تم تصور العملية الإنتاجية من خلال تقديم إطار عمل يوضح الأبعاد الرئيسة لمتغيرات الدراسة وعدد الفقرات في كل بعد، كما مبين في الجدول (12):

جدول (12) وصف قائمة الفحص المعتمدة لقياس متغيرات الدراسة

ت	المتغيرات	المتطلبات	عدد الفقرات	المصدر
1	التصنيع الذكي	الذكاء التكنولوجي	5	Watanabe & Tanabe, 2003
		الذكاء التنظيمي	6	Jung, 2009
		الذكاء الاستراتيجي	5	Djamil et al 2024
		ذكاء العمليات	5	Fedushko et al 2020
		ذكاء المنتجات	5	Odeh & Hikmat 2021
2	المرونة الانتاجية	مرونة الحجم	4	Iqbal ،2023
		مرونة المزيج	4	Fernandes, 2012
		مرونة العملية	4	Rubmann et al,2015
		مرونة المنتج الجديد	4	Sarfraz et al,2023
		مرونة المكائن	4	Mohamed, 2001
		مرونة مناولة المواد	4	Devise & Pierreval, 2000

المصدر: من اعداد الباحث استنادا الى الادبيات المشار اليها.

تم جمع البيانات المتعلقة بقائمة الفحص من خلال القيام بزيارات ميدانية ومراقبة مباشرة وإجراء مقابلات شخصية مع المسؤولين والمهندسين والكيميائيين والإداريين والفنيين في مختلف الأقسام في المصنع، وقد قام كل منهم بالإجابة على فقرات القائمة وفقًا لتخصصه ومعرفته ومجال عمله في المصنع.

ثالثا: تحليل قائمة الفحص بالنسبة للمتغير المستقل (التصنيع الذكي):

تم تحليل قائمة الفحص وقياس حجم الفجوة لمتطلبات المتغير المستقل (التصنيع الذكي) وتفسير النتائج، وبلغت عدد فقرات قائمة الفحص (26) فقرة لـ (5) متطلبات وكالاتي:

1. الذكاء التكنولوجي: يتكون من (5) فقرات وكانت النتائج مبينة في الجدول (13):

جدول (13) قائمة فحص لمتطلب الذكاء التكنولوجي

	الفقرات	المطابقة

ت	1. الذكاء التكنولوجي	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	تستخدم أدارة المصنع للتحكم في العمليات بدقة PLC عالية مما يقلل من احتمال الخطأ البشري .	✓		
.2	يستخدم المصنع احدث برامج نظم التحكم والرصد لتحسين السلامة والانتاجية .	✓		
.3	يتبنى المصنع تركيب الاجهزة الذكية التي تتيح جمع البيانات في الوقت الحقيقي وتحليلها لتكتشف بذلك الاعطال وتتنبأ بالصيانة الوقائية.	✓		
.4	يستخدم المصنع بيانات الاجهزة الذكية للتنبؤ بالتوقيت الامثل لأجراء صيانة المعدات .		✓	
.5	يوفر المصنع تأمين البنية التكنولوجية ضد التهديدات السيبرانية خصوصاً ان المصنع يعد من المنشآت الحساسة التي يجب حمايتها بشكل جيد.	✓		
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	4	1	0
	الاوزان * التكرارات	12	2	0
	الوسط الحسابي المرجح	2.8		
	النسبة المئوية للمطابقة	%93		
	حجم الفجوة	%7		

الجدول من اعداد الباحث

يتّبين من الجدول (13)، ان الوسط الحسابي المرجح بلغ (2.8) وهو أقل من الوسط الفرضي، وبلغت النسبة المئوية للمطابقة (93%) وهي نسبة جيدة وبلغ حجم الفجوة (7%). حيث يستخدم المصنع التحكم الآلي في العمليات بدقة عالية مما يقلل من احتمال الخطأ البشري كما يستخدم المصنع أحدث برامج نظم التحكم والرصد لتحسين الانتاجية على الرغم من تبني المصنع تركيب الاجهزة الذكية التي تتيح جمع البيانات وتحليلها لكشف الاعطال والصيانة الوقائية، إلا أنه لم يركز في استخدام بيانات الاجهزة

الذكية للتنبؤ بالتوقيت الامثل للصيانة كما في الفقرة (4) كما انه لم يركز على تامين البنية التكنولوجية ضد التهديدات السيبرانية كما في الفقرة (5).

لذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنص (توجد فجوة في تطبيق الذكاء التكنولوجي في المصنع المبحوث).

2. **الذكاء التنظيمي:** يتكون من (6) فقرات كما مبينة النتيجة في الجدول (14) الاتي:

جدول (14) قائمة فحص لمتطلب الذكاء التنظيمي

	الفقرات	المطابقة		
ت	2. الذكاء التنظيمي	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	يوفر المصنع نضم تتيح تدفق المعلومات بشكل سلس بين الادارات المختلفة داخل المصنع.	✓		
.2	تتبنى ادارة المصنع تشجيع ثقافة التعلم المستمر ليس فقط على مستوى الافراد ولكن ايضاً على مستوى الفرق والادارات.	✓		
.3	يوجد في المصنع قواعد بيانات لحفظ البيانات، لحفظ الوثائق والبروتوكولات والمهارات والخبرات التي تميز المصنع عن منافسيه وتمكن الوصول اليها بفعالية.			✓
.4	تعزيز التعاون بين الوحدات التنظيمية المختلفة لتحقيق اهداف المصنع بشكل موحد ومتناغم.	✓		
.5	تتبنى ادارة المصنع تشجيع تبني فكر الابتكار بين الموظفين بحيث يعاد تقييم العمليات والانظمة باستمرار من اجل تحسينها.		✓	
. 6	يتبنى المصنع تطبيق منهجيات مثل (التصنيع اللين) لتبسيط العمليات وتحسين جودتها والقضاء على الهدر.		✓	
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	3	2	1
	الاوزان * التكرارات	9	4	1

	الوسط الحسابي المرجح	2.3
	النسبة المئوية للمطابقة	%77
	حجم الفجوة	%23

الجدول من اعداد الباحث

يتبين من الجدول (14) ان قيمة الوسط الحسابي المرجح بلغت (2.3) وهي اعلى من قيمة الوسط الفرضي، وبلغت النسبة المئوية للمطابقة (77%) أما حجم الفجوة فهو (23%)، قدرة المصنع على توفير نظم تدفق المعلومات بين الادارات، وتتبنى أدارة المصنع تشجيع ثقافة تعلم على مستوى الفرق والادارات، كذلك تعزيز التعاون بين الوحدات التنظيمية المختلفة، يفتقر المصنع لوجود قواعد بيانات لحفظ البيانات والوثائق والبروتوكولات التي تميزه عن منافسيه، ويتبين في الفقرة (5 و 6) بأن المصنع يفتقر في بعض الاحيان الى تبني فكر الابتكار بين الموظفين فضلاً عن عدم تطبيق منهجيات (التصنيع اللين).

لذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنص على (توجد فجوة في تطبيق الذكاء التنظيمي في المصنع المبحوث).

3. **الذكاء الاستراتيجي:** يتكون من (5) فقرات وكما موضحة النتيجة في الجدول (15) الاتي:

جدول (15) قائمة فحص لمتطلب الذكاء الاستراتيجي

	الفقرات	المطابقة		
ت	3. الذكاء الاستراتيجي	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	تعمل ادارة المصنع على تحديد الاهداف طويلة المدى والتطلعات مثل التوسع في السوق او تحسين ابتكارات العمليات .	✓		
.2	تتبنى ادارة المصنع بناء استراتيجية تتيح التكيف مع التغيرات السريعة في الطلب على المنتج والتغيرات التنظيمية والتطورات التكنلوجية.		✓	

.3	تعمل ادارة المصنع على وضع سيناريوهات للمخاطر المحتملة مثل التقلبات في الاسعار وتعطل سلاسل التوريد او حوادث العمل.			✓
.4	يتبنى المصنع دمج الممارسات البيئية في العمليات الصناعية لضمان التزام المصنع بالمعايير البيئية.	✓		
.5	تعمل ادارة المصنع على دراسة اداء المنافسين وتحليل الفرص والتهديدات في السوق وتطوير استراتيجيات لتحسين السوق والنمو.	✓		
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	3	1	1
	الاوزان * التكرارات	9	2	1
	الوسط الحسابي المرجح	2.4		
	النسبة المئوية للمطابقة	%80		
	حجم الفجوة	%20		

الجدول من اعداد الباحث

يتّبين من الجدول (15) ان الوسط الحسابي المرجح بلغت قيمته (2.4) وهو أعلى من الوسط الفرضي بينما كانت النسبة المئوية للمطابقة (80%) وحجم الفجوة هو (20%). قدرة المصنع على تحديد الاهداف طويلة المدى ودمج الممارسات البيئية في العمليات الصناعية كما تعمل ادارة المصنع على دراسة أداء المنافسين وتحليل الفرص والتهديدات، بينما يظهر بأن المصنع يفتقر في بعض الاحيان الى بناء استراتيجية التكيف مع التغيرات ووضع سيناريوهات للمخاطر المحتملة، ويتبين في الفقرة (3) ضعف إدارة المصنع في وضع سيناريوهات للمخاطر المحتملة.

لذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنص على (وجود فجوة في تطبيق الذكاء الاستراتيجي في المصنع المبحوث).

4. **ذكاء العمليات:** يتكون من (5) كما مبينة النتيجة في الجدول (16) الاتي:

جدول (16) قائمة فحص لمتطلب ذكاء العمليات

	الفقرات	المطابقة		
ت	4. ذكاء العمليات	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	تنفيذ المصنع نضم قياس ومراقبة حالة التشغيل بشكل مستمر للاطمئنان على العمليات وتحديد الاختلالات.	✓		
.2	يستخدم المصنع الروبوتات وأنظمة التحكم الالي لأجراء عمليات دقيقة ومعقدة مما يقلل حوادث ويحسن الانتاجية .		✓	
.3	يوجد في المصنع اجهزة استشعار متقدمة لكشف التسريبات او القياسات غير الطبيعية في حالة الضغط او الحرارة وتفعيل الانذارات.		✓	
.4	تعمل ادارة المصنع على جمع البيانات من جميع جوانب التشغيل واستخدام الذكاء الاصطناعي للتعلم من هذه البيانات وتحسين عمليات المصنع وفقا لذلك .	✓		
.5	تعمل ادارة المصنع على ربط سلسلة التوريد بنظم المعلومات الداخلية للمصنع لتحسين تدفق المواد الخام ومراقبة المخزون وتحسين توقيت التسليم.			✓
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	2	2	1
	الاوزان * التكرارات	6	4	1
	الوسط الحسابي المرجح	2.2		
	النسبة المئوية للمطابقة	%73		
	حجم الفجوة	%27		

الجدول من اعداد الباحث

يتّبين من الجدول (16) ان قيمة الوسط الحسابي المرجح بلغت (2.2) وهي اعلى من قيمة الوسط الفرضي ، بينما بلغت النسبة المئوية للمطابقة (73%) حيث كان حجم الفجوة (27%)، حيث يتم تنفيذ نظم قياس ومراقبة حالة التشغيل باستمرار فضلاً عن تبني أدارة المصنع جمع البيانات من جميع جوانب التشغيل واستخدام الذكاء الاصطناعي للتعلم من هذه البيانات، بينما يفتقر المصنع جزئيا الى استخدام

الروبوتات وأنظمة التحكم الالي لأجراء عمليات دقيقة حيث يتم الكشف عن التسريبات او القياسات غير الطبيعية من خلال استخدام المصنع اجهزة استشعار متقدمة، حيث يتبين في الفقرة (5) ضعف المصنع في ربط سلسلة التوريد بنظم المعلومات الداخلية .

لذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنص على (وجود فجوة في تطبيق ذكاء العمليات في المصنع المبحوث).

5. **ذكاء المنتجات:** يتكون من (5) فقرات كما مبين في الجدول (17) الاتي:

جدول (17) قائمة فحص لمتطلب ذكاء المنتجات

	الفقرات	المطابقة		
ت	5. ذكاء المنتجات	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	يستخدم المصنع انظمة ذكية قائمة على اجهزة الاستشعار وتمكين البيانات لضمان اعلى مستويات الجودة في الانتاج.	✓		
.2	تنفيذ المصنع نظم تتبع رقمية لرصد الانتاج والتوزيع مما يتيح تتبع المنتجات من المصنع الى الاستخدام النهائي.			✓
.3	يتبنى المصنع ربط الأنظمة والمعدات في سلسلة الانتاج بشبكة معلوماتية تتيح تجميع وتحليل البيانات التحكم في الجودة والقضاء على العيوب.	✓		
.4	تعمل ادارة المصنع على تطوير علاقات تعاون مع الموردين والموزعين لتحسين الابتكار في المنتجات والعمليات.		✓	
.5	تعمل ادارة المصنع على تحسين العمليات لإنتاج كميات اكبر بتكلفة اقل لتوفير منتجات ذات اسعار تنافسية وجذب شريحة اكبر من الزبائن.	✓		
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	3	1	1
	الاوزان * التكرارات	9	2	1

	الوسط الحسابي المرجح	2.4
	النسبة المئوية للمطابقة	%80
	حجم الفجوة	%20

الجدول من اعداد الباحث

يتبين من الجدول (17) ان الوسط الحسابي المرجح بلغت قيمته (2.4) وهي اعلى من قيمة الوسط الفرضي بينما بلغت قيمة النسبة المئوية للمطابقة (80%) وحجم الفجوة (20%). يتبنى المصنع استخدام أنظمة ذكية قائمة على اجهزة الاستشعار وربط الانظمة والمعدات في سلسلة الانتاج بشبكة معلوماتية للتحكم في الجودة والقضاء على العيوب فضلاً عن تحسين العمليات لإنتاج كمية أكبر بتكلفة اقل، ويظهر في الفقرة (2) ضعف المصنع في تنفيذ نظم تتبع رقمية لرصد الانتاج والتوزيع بينما يتبين في الفقرة (4) الى ضعف المصنع في بعض الاحيان لتطوير علاقات تعاون مع الموردين لتحسين الابتكار في المنتجات والعمليات.

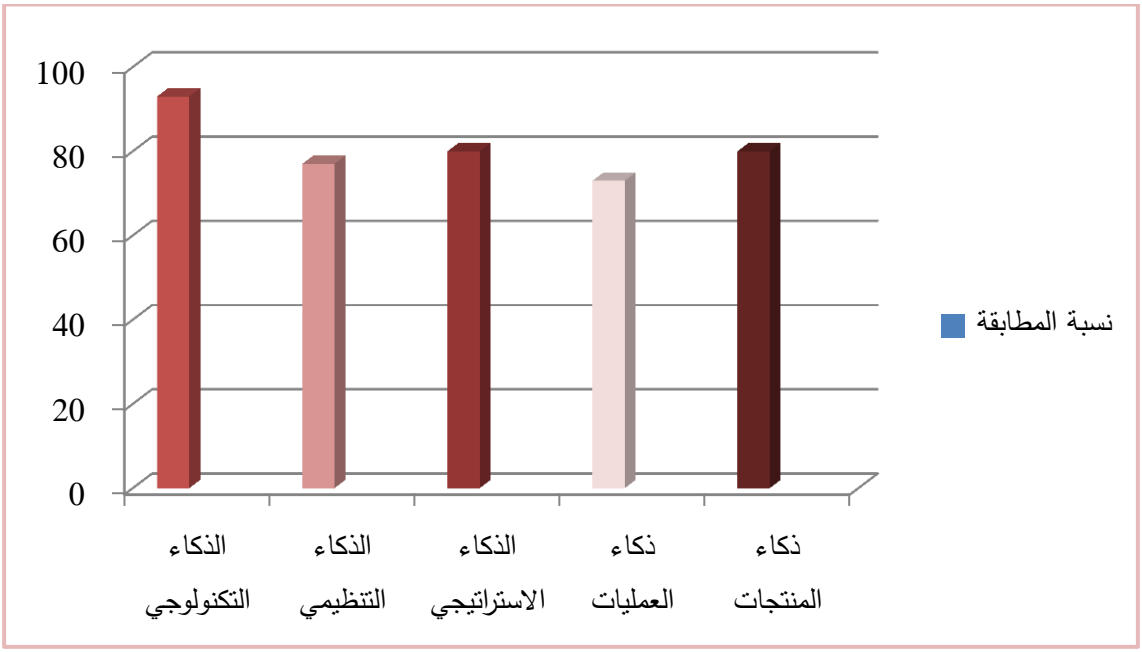
ولذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنصّ على (توجد فجوة في تطبيق ذكاء المنتجات في المصنع المبحوث).

1. **التصنيع الذكي:** يتضمن (5) متطلبات ب (26) فقرة وكانت النتائج كما مبينة في الجدول (18):

الجدول (18) يوضح ملخص نتائج مستوى التطبيق لمعايير التصنيع الذكي في المصنع

المتطلبات	الوسط الحسابي	نسبة المطابقة	مقدار الفجوة
ذكاء التكنولوجي	2.8	%93	%7
ذكاء التنظيمي	2.3	%77	%23
ذكاء الاستراتيجي	2.4	%80	%20
ذكاء العمليات	2.2	%73	%27
ذكاء المنتجات	2.4	%80	%20

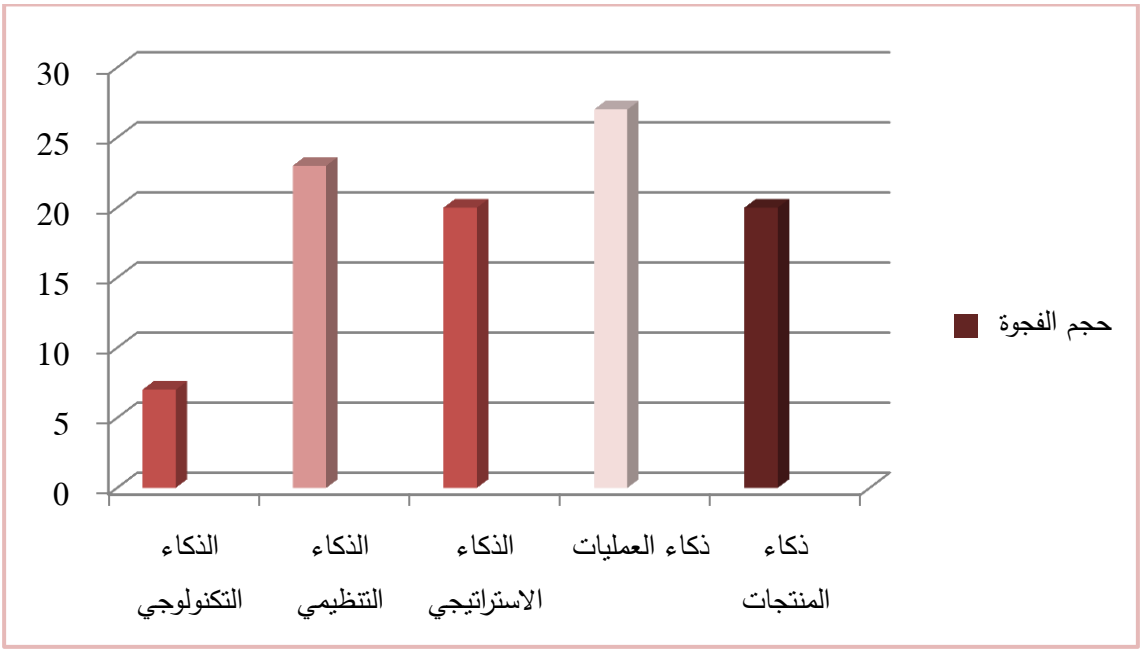
الجدول من اعداد الباحث



الشكل (16) الرسم البياني لمستوى التطبيق لمتطلبات التصنيع الذكي

الشكل من اعداد الباحث

وفي ضوء النتائج النهائية في الشكل (16) لتقييم المعايير نلاحظ ان اعلى تطبيق حققه المصنع، هو معيار (ذكاء التكنولوجي بتحقيقه نسبة 93%) حيث يتطلب من أدارة المصنع النظر في تعزيز نقاط القوة التي حققت نتائج مرضية، والنظر في نتائج التقييم الضعيفة ودراسة اسبابها ومعالجتها وايجاد الحلول المناسبة لها. اما الشكل (17) فيوضح حجم الفجوة لمعايير التصنيع الذكي.



الشكل (17) يوضح مقدار حجم الفجوة لمعايير التصنيع الذكي.

الشكل من اعداد الباحث

حيث نلاحظ من الشكل(17) ان المعايير (التنظيمي، العمليات) حققت اعلى فجوة، أما معيار الذكاء التكنولوجي فقد حقق اقل مقدار وهو (7) لذلك على ادارة المصنع ان تعزز الجوانب الايجابية وتعالج الجوانب السلبية.

رابعا: تحليل قائمة الفحص بالنسبة للمتغير التابع (المرونة الانتاجية):

تحليل قائمة الفحص وقياس حجم الفجوة لمتطلبات المتغير التابع المرونة الانتاجية وتفسير النتائج، وبلغت عدد فقرات قائمة الفحص (24) فقرة لـ(6) متطلبات وكالاتي:

1. **مرونة الحجم:** يتكون من (4) فقرات وكانت النتيجة كما موضحة في الجدول (19):

جدول (19) قائمة فحص لمتطلب مرونة الحجم

	الفقرات	المطابقة

ت	1. مرونة الحجم	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	يوجد في المصنع الآلات القادرة على انتاج مختلف الاحجام وفقا للطلب.	✓		
.2	يمتلك المصنع قابلية تعديل شراء الكميات حسب شروط الموردين		✓	
.3	يمتلك المصنع القدرة على فحص الانتاج والمخزون لمواكبة الطلب المتغير.		✓	
.4	يعمل نظام الانتاج في المصنع على التنبؤ بطلبات الزبائن بشكل دقيق.	✓		
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	2	2	0
	الاوزان * التكرارات	6	4	0
	الوسط الحسابي المرجح	2.5		
	النسبة المئوية للمطابقة	%83		
	حجم الفجوة	%17		

الجدول من اعداد الباحث

يتّبين من الجدول (19) ان قيمة الوسط الحسابي المرجح بلغت (2.5) وهي اعلى من الوسط الفرضي، اما النسبة المئوية للمطابقة هي (83%) وحجم الفجوة (17%). يمتلك المصنع الآلات القادرة على الانتاج بمختلف الاحجام والقدرة على التنبؤ بطلبات الزبائن، ويظهر في الفقرتين (2و3) ضعف المصنع بشكل جزئي في امتلاك المصنع القابلية على تعديل شراء الكميات حسب شروط الموردين وفحص الانتاج والمخزون لمواكبة الطلب المتغير.

ولذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنص على (توجد فجوة في مرونة الحجم في المصنع المبحوث).

2. مرونة المزيج: يتكون من (4) وكما موضحة في الجدول (20):

جدول (20) قائمة فحص لمتطلب مرونة المزيج

	الفقرات	المطابقة		
ت	2. مرونة المزيج	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	يركز المصنع على تنويع المنتجات.	✓		
.2	يمتلك المصنع خطوط انتاج مرنة لدعم المنتجات الجديدة بتكاليف منخفضة.		✓	
.3	يمتلك المصنع السرعة في توفير منتجات مبتكرة بأسعار معقولة			✓
.4	يمتلك المصنع المرونة في الانتاج لملائمة تفضيلات الزبائن المتقلبة.	✓		
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	2	1	1
	الاوزان * التكرارات	6	2	1
	الوسط الحسابي المرجح	2.25		
	النسبة المئوية للمطابقة	%75		
	حجم الفجوة	%25		

الجدول من اعداد الباحث

يّتبين من الجدول (20) ان الوسط الحسابي المرجح بلغت قيمته (2.25) وهي أعلى من الوسط الفرضي، وحجم الفجوة هو (25%). بينما كانت النسبة المئوية للمطابقة (75%). يركز المصنع على تنويع المنتجات أيضا يمتلك المصنع المرونة في الانتاج لملائمة تفضيلات الزبائن المتقلبة، بينما يمتلك المصنع جزئيا خطوط انتاج مرنة، يظهر في الفقرة (3) ضعف المصنع السرعة في توفير منتجات مبتكرة بأسعار معقولة.

ولذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنصّ على (وجود فجوة في مرونة المزيج في المصنع المبحوث).

3. **مرونة العملية:** يتكون من (4) فقرات وكما موضح في الجدول (21):

جدول (21) قائمة فحص لمتطلب مرونة العملية

ت	الفقرات	المطابقة		
	3. مرونة العملية	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	يمتلك المصنع القدرة على تغيير تسلسل الخطوات في عملية الانتاج حسب الحاجة.	✓		
.2	يستخدم المصنع مسارات مختلفة لتقديم نوع محدد من المنتجات.		✓	
.3	يمتلك المصنع أنظمة متطورة للكشف والفحص لضمان التزام المنتجات بأعلى معايير الجودة.	✓		
.4	توظيف العمليات بأشكال مختلفة للمحافظة على جودة المنتج وبكلفة معتدلة.		✓	
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	2	2	0
	الاوزان * التكرارات	6	4	0
	الوسط الحسابي المرجح	2.5		
	النسبة المئوية للمطابقة	%83		
	حجم الفجوة	%17		

الجدول من اعداد الباحث

يتّبين من الجدول (21) أن الوسط الحسابي المرجح هو (2.5) وهي أعلى من الوسط الفرضي، أما نسبة المطابقة فكانت (83%) وحجم الفجوة (17%). يمتلك المصنع القدرة على تغيير تسلسل الخطوات في عملية الانتاج وانظمة متطورة للكشف والفحص، ويتبين في الفقرة (2) استخدام المصنع جزئيا مسارات مختلفة لتقديم نوع محدد من المنتجات بالإضافة الى التوظيف الجزئي للعمليات بأشكال مختلفة للمحافظة على جودة المنتجات وبكلفة معتدلة.

ولذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنصّ على (وجود فجوة في مرونة العملية في المصنع المبحوث).

4. مرونة المنتج الجديد: يتكون من (4) فقرات كما موضحة في الجدول (22):

جدول (22) قائمة فحص لمتطلب مرونة المنتج الجديد

	الفقرات	المطابقة		
ت	4. مرونة المنتج الجديد	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	يمتلك المصنع القدرة على تقديم عدد كبير من المنتجات الجديدة سنويا.			✓
.2	يمكن للمصنع تطوير منتجات جديدة في وقت قصير.	✓		
.3	يقدم المصنع منتجات جديدة ويحافظ على أداء نظام الانتاج.		✓	
.4	يقدم المصنع منتجات جديدة وتصاميم تحافظ على متوسط تكلفة الوحدة المنتجة.		✓	
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	1	2	1
	الاوزان * التكرارات	3	4	1
	الوسط الحسابي المرجح	2		
	النسبة المئوية للمطابقة	%66		
	حجم الفجوة	%34		

الجدول من اعداد الباحث

يتّبين من الجدول (22) أن الوسط الحسابي المرجح هو (2) وهي مساوية لقيمة الوسط الفرضي، ونسبة المطابقة (66%) أما حجم الفجوة فهو (34%). يمتلك المصنع القدرة على تطوير منتجات جديدة بينما لا يمتلك القدرة الكافية على تقديم عدد كبير من المنتجات الجديدة سنويا، ويظهر في الفقرتين (3 و 4) ضعف المصنع في تقديم منتجات مع الحفاظ على أداء نظام الانتاج، كذلك ضعف المصنع في تقديم تصاميم جديدة تحافظ على متوسط تكلفة الوحدة المنتجة.

ولذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنصّ على (توجد فجوة في تطبيق مرونة المنتج الجديد في المصنع المبحوث).

5. **مرونة المكائن:** تتكون من (4) فقرات كما موضحة في الجدول (23):

جدول (23) قائمة فحص لمتطلب مرونة المكائن

	الفقرات	المطابقة		
ت	5. مرونة المكائن	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	يمتلك المصنع نظام تنصيب المكائن وتهيئتها والانتقال بين العمليات بسرعة نسبية .	✓		
.2	يمتلك العاملين في المصنع المهارات اللازمة لبرمجة المكائن بكفاءة .		✓	
.3	يستخدم المصنع مكائن قادرة على العمل لساعات طويلة ومستمرة .	✓		
.4	يمتلك المصنع القدرة على اعداد جدولة الانتاج عند تعديل المكائن .	✓		
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	3	1	0
	الاوزان * التكرارات	9	2	0
	الوسط الحسابي المرجح	2.75		
	النسبة المئوية للمطابقة	%91		
	حجم الفجوة	%9		

الجدول من اعداد الباحث

يتّبين من الجدول (23) أن الوسط الحسابي المرجح هو (2.75) وهي اعلى من قيمة الوسط الفرضي، ونسبة المطابقة (91%) مّا حجم الفجوة (9%). يمتلك المصنع نظام تنصيب المكائن وتهيئتها والانتقال بين العمليات بسرعة كذلك استخدام المصنع مكائن قادرة على العمل لساعات طويلة والقدرة على أعداد جدولة الإنتاج عند تعديل المكائن، بينما يظهر في الفقرة (2) أن بعض العاملين يمتلكون المهارات اللازمة لبرمجة المكائن بكفاءة.

لذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنصّ على (وجود فجوة في تطبيق مرونة المكائن في المصنع المبحوث).

6. مرونة مناولة المواد: تتكون من (4) فقرات كما موضحة في الجدول (24).

جدول (24) قائمة فحص لمتطلب مرونة مناولة المواد

	الفقرات	المطابقة		
ت	6. مرونة مناولة المواد	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
.1	يمتلك المصنع المرونة في التعامل مع مختلف الاحجام المادية.	✓		
.2	سهولة التحديث والتغيير في اساليب المناولة.	✓		
.3	يستخدم المصنع التكنولوجيا لتحسين الدقة والكفاءة في المناولة.		✓	
.4	يستخدم المصنع انظمة المعلومات لتحليل ومراقبة تدفق المواد		✓	
	الاوزان	3	2	1
	التكرارات	2	2	0
	الاوزان * التكرارات	6	4	0
	الوسط الحسابي المرجح	2.5		
	النسبة المئوية للمطابقة	%83		
	حجم الفجوة	%17		

الجدول من اعداد الباحث

يتّبين من الجدول (24) نّ قيمة الوسط الحسابي المرجح هي (2.5) وهي أعلى من قيمة الوسط الفرضي. وكانت نسبة المطابقة (83%) وحجم الفجوة (17%). حيث يمتلك المصنع المرونة للتعامل مع مختلف الاحجام المادية وسهولة التحديث والتغيير في أساليب، ويتبين من الفقرتين (3 و4) ان المصنع يستخدم التكنولوجيا بشكل جزئي لتحسين الدقة والكفاءة في المناولة فضلا عن استخدام انظمة المعلومات جزئيا لتحليل ومراقبة تدفق المواد.

لذلك رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنصّ على (وجود فجوة في تطبيق مرونة مناولة المواد في المصنع المبحوث).

الجدول (25) يوضح ملخص نتائج مستوى التطبيق لمعايير التصنيع الذكي في المصنع

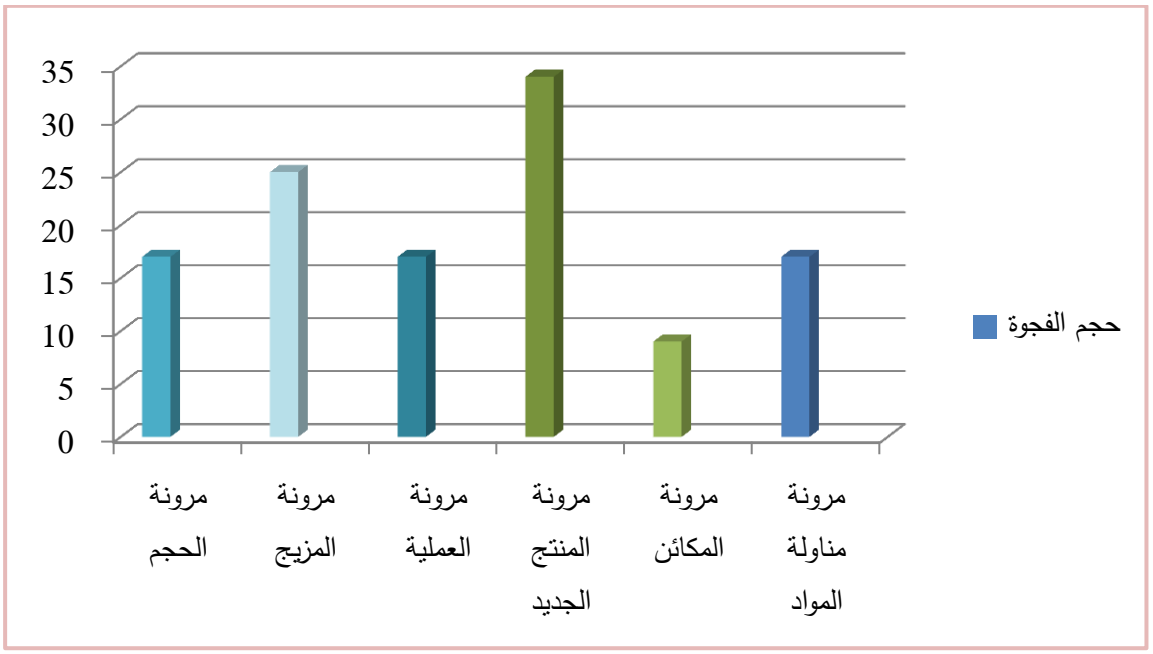
المتطلبات	الوسط الحسابي	نسبة المطابقة	مقدار الفجوة
مرونة الحجم	2.5	%83	%17
مرونة المزيج	2.25	%75	%25
مرونة العملية	2.5	%83	%17
مرونة المنتج الجديد	2	%66	%34
مرونة المكائن	2.75	%91	%9
مرونة مناولة المواد	2.5	%83	%17

الجدول من اعداد الباحث

الشكل (18) الرسم البياني لمستوى التطبيق لمعايير المرونة الانتاجية

الشكل من اعداد الباحث

في ضوء النتائج النهائية في الشكل (18) لتقييم المعايير نلاحظ أن أعلى تطبيق حققه المصنع هو (مرونة المكائن بنسبة 91%)، وهذا يشير الى دور المكائن في تحقيق التميز. ثم يلحقه معيار (مرونة الحجم ومرونة العملية ومرونة مناولة المواد بنسبة 83%)، حيث يتطلب من ادارة المصنع النظر في تعزيز نقاط القوة التي حققت نتائج مرضية، والنظر في نتائج التقييم الضعيفة ودراسة اسبابها ومعالجتها.



الشكل (19) حجم الفجوة لمعايير المرونة الانتاجية.

الشكل من اعداد الباحث

أما الشكل (19) فيوضح مقدار حجم الفجوة لمعايير المرونة الانتاجية. نلاحظ من الشكل (19) ان معيار مرونة المنتج الجديد حققت أعلى نسبة فجوة تطبيق بمقدار (34%)، وقد حققت اقل فجوة تطبيق لمعيار مرونة المكائن بمقدار (9%) لذلك على إدارة المصنع أن تعزز الجوانب الايجابية وتعالج الجوانب السلبية.

المبحث الثالث

قياس علاقة الارتباط والتأثير بين متغيرات الدراسة

يتم عرض نتائج اختبار فرضيات الدراسة في هذا المبحث، والتي تتضمن نتائج العلاقة بين متغيرات الدراسة واختبار معنوياتها في أطار الفرضية الاولى، يتم استخدام معامل الارتباط البسيط (سبيرمان) لهذا الغرض، ومن ثم اختبار معنوية المعاملات المستحصل عليها باستخدام اختبار الاحصائية (1). يتم ايضا عرض نتائج الفرضية الثانية بخصوص تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية وفقا للمواصفات المبحوثة. سيتم استخدام طريقة تحليل معامل الانحدار الخطي البسيط لتوضيح الهدف الثالثة للدراسة من اهداف الدراسة وعلى النحو الاتي:

المحور الاول: اختبار علاقة الارتباط بين متغيرات الدراسة

فرضية عدم الوجود: لا توجد علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية.

ولأجل قبول الفرضية من عدمها استخدم معامل الارتباط سبيرمان واستخدام احصائية الاختبار (t) للتحقق من معنوية العلاقة بين التصنيع الذكي (X)، والمرونة الانتاجية (Y) وكما في الجدول (26)

جدول (26) نتائج علاقة الارتباط بين متغيري الدراسة

المتغير المستقل / المتغير التابع	التصنيع الذكي (X)	قيمة المحسوبة (t)	قيمة الجدولية (t)
المرونة الانتاجية (Y)	0.819	2.856	2.01505
القرار	رفض الفرضية الرئيسة وقبول الفرضية البديلة توجد علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية		

المصدر: من اعداد الباحث وفقا لنتائج الحاسوب.

يتضح في ضوء النتائج في الجدول (26) وجود علاقة ارتباط طردية قوية وذات دلالة احصائية على مستوى المعنوية (5%) بين التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية اذ بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما (0.819) ، وان ما يدعم ذلك قيمة (t) المحسوبة لعلاقة الارتباط بين المتغيرين والبالغة (2.856) ، وهي اكبر من قيمة (t) الجدولية البالغة (2.01505) ، وهذا مما يدل على قبول فرضية البديلة ، وهذا يعني وجود علاقة ارتباط ذات دلالة احصائية بمستوى معنوية (5%) بين التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية ، وان النتيجة مقبولة بدرجة ثقة قدرها(95%*) .

المحور الثاني: اختبار التأثير بين متغيرات الدراسة

فرضية عدم الوجود (H0): لا يوجد تأثير ذات دلالة احصائية للتصنيع الذكي في المرونة الانتاجية.

لاختبار الفرضية المذكورة انفاً يجري اعتماد اسلوب (تحليل الانحدار الخطي البسيط)، يتضمن الجدول (27) لقياس تأثير التصنيع الذكي على تحقيق المرونة الانتاجية، والذي تم بناءه وفق الصيغة الاتية:

$$Y= 0.142+0.819*X$$

الجدول (27)

نتائج تحليل الانحدار البسيط لاختبار تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية

المتغير المستقل	مصدر التباين	مجموع المربعات	متوسط المربعات	القيم الثابتة A	معامل الانحدار β	قيم F		معامل التحديد (R_2)	مستوى المعنوية	مستوى الدلالة (P)
						المحسوبة	الجدولية			
التصنيع الذكي (X)	الانحدار	0.721	0.721	0.142	.8190	8.157	4.95	.6710	0.01	.0460
	البواقي	0.354	0.088							
	الكلي	1.075								

المصدر: من اعداد الباحث وفقاً لنتائج الحاسوب

يتضح من النتائج الواردة في الجدول اعلاه ثبوت معنوية معامل انحدار التصنيع الذكي والبالغة (β=0.819) بمستوى معنوية (5%) ، وان ما يدعم ذلك قيمة (F) المحسوبة لمعامل الانحدار البالغة (8.157) وهي اكبر من قيمة (F) الجدولية البالغة (4.95) ، وهذا يدل على رفض فرضية عدم الوجود (H0) بدلالة تحقيق تأثير ذو دلالة معنوية للتصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية .

نظراً لثبوت صلاحية أنموذج الانحدار جرى حساب معامل (R^2) لجميع بنود التصنيع الذكي ، اذ جاءت جميعها بتأثير مباشر على المرونة الانتاجية، كما مبين في جدول (27) وهذا يدل على ان النموذج يفسر (67.1%) من المتغيرات التي تطرأ على المرونة الانتاجية ويعود تأثيرها للتصنيع الذكي ، أما باقي النسبة والبالغة (32.9%) فتعود الى عوامل أخرى لم تدرج ضمن النموذج وتعود الى ابعاد أو عوامل أخرى خارج حدود نموذج ، وان ما يعزز معنوية التأثير والعلاقة هو مستوى الدلالة (P) الذي ظهر اقل (0.05) وبما يؤشر المعنوية العالية للقيم المحسوبة.

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات

تمهيد:

يهدف هذا الفصل إلى تقديم ملخص للمفاهيم الفكرية والعملية التي تم عرضها في الفصول السابقة، ليعكس النتائج النظرية والعملية التي توصل إليها الباحث والتي تتضمن مجموعة من الاستنتاجات وتقديم توجيهات عملية واقعية لعينة الدراسة والتي تشمل مصنع إنتاج الصودا والكلور التابع لشركة الفرات العامة للصناعات، يتم ذلك عن طريق مجموعة من التوصيات واستنباط آليات عمل عالمية تسهم في تطوير الصناعة المحلية ومحاكاة الصناعة العالمية، يقدم الباحث مواضيع بحثية للأكاديميين والباحثين في المستقبل عن طريق مجموعة من الاقتراحات التي تسهم في توجيه أفكارهم وتساعد في تطوير البيئة الصناعية في العراق.

وبناء على ما تقدم جاء هذا الفصل بعرض مبحثين وكالاتي:

المبحث الاول: الاستنتاجات

المبحث الثاني: التوصيات والمقترحات

المبحث الاول

الاستنتاجات

توطئة

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم مجموعة من النتائج النظرية والعملية التي تمثل الملخص النهائي للجهود المبذولة في إعداد هذا البحث، وتتضمن هذه النتائج ما يأتي:

اولا: الاستنتاجات

1. إن حرص الشركات على تأصيل التصنيع الذكي في برامجها سيضمن تحقيق التغيرات الجذرية في مرونتها الانتاجية، ويتطلب ذلك استيعابا حقيقياً لاستجابة البيئة وتشخيصها اولاً، وتبني اليات العمل ومشاركة الموارد والمعرفة والمعلومات بين مختلف مجالات التصنيع ثانيا.
2. إن المرونة اصبحت اليوم تشكل ضرورة استراتيجية للإنتاجية وليس خياراً من بين مجموعة من الخيارات الاستراتيجية التي تواجه الشركات إذ إنها ستجد من بين أهم اسباب اعاقة وعرقلة نشاطهم هو عدم امتلاك شركاتهم الادوات والمنهجيات الحديثة التي تسمح لها بتحسين أسرع، وتكيف أكثر مع متغيرات البيئة مقارنة مع شركات مماثلة لها.
3. تأكيد سمة البقاء والنمو للشركات بوصفها احدى التحديات التي تواجهها الشركات المتنافسة في البيئة الحالية المعقدة أو سريعة التغيير، وأن ذلك يستلزم فهماً حقيقياً لذلك التناغم والانسجام المطلوب بين استراتيجيات ومنهجيات التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية، وبما يضمن تحقيق الاستدامة في تميز الشركات عن غيرها.
4. إن العمل بفلسفة المرونة الانتاجية يستلزم اعتماد استراتيجية التصنيع الذكي، وهي استراتيجية لا يمكن العمل بها من دون إعادة بناء الذكاء التنظيمي للشركات وعلى وفق الذكاءات الخاصة بالتكنولوجيا الحديثة للوصول الى ذكاء عمليات المنتج المقدم للزبون، لذا فان هناك ربطا جدليا في تطبيق فلسفة التصنيع الذكي بأبعاده.

5. أظهرت النتائج الاحصائية بأن هناك فجوة في تطبيق متطلبات التصنيع الذكي في المصنع المبحوث. وذلك لان جميع معايير التصنيع الذكي قد حققت تطبيقا جزئيا بسبب نقص في تقنيات التصنيع الذكي وعدم وجود الخبرة اللازمة لدى الافراد العاملين.
6. نلحظ عن طريق نتائج قوائم الفحص الخاصة بتطبيق معايير التصنيع الذكي ان الذكاء التكنولوجي قد حقق اقل حجم فجوة نتيجة:

_ اهتمام المصنع المبحوث بالتكنولوجيا الحديثة.

_ جمع البيانات وتحليلها اللازمة لتدريب العاملين على التكنولوجيا الحديثة.

7. نلاحظ من خلال نتائج قوائم الفحص الخاصة بتطبيق معايير التصنيع الذكي أن ذكاء العمليات قد حقق اعلى حجم فجوة نتيجة لعدة اسباب منها:

_ قد يواجه المصنع صعوبات في تكامل انظمة انترنت الاشياء وتقنيات التحليل والتحكم الذكي مع بعضها البعض.

_ وجود عمليات معقدة وغير متناسقة مما يؤدي الى صعوبة فهمها بشكل صحيح

8. اظهرت النتائج الاحصائية وجود فجوة في تطبيق متطلبات المرونة الانتاجية في المصنع المبحوث نتيجة لعدة عوامل منها:

_ نقص في تطوير المهارات وتقديم التدريب الملائم للعاملين لتكون قادرة على التكيف والتحول بسرعة حسب المتطلبات المتغيرة في السوق.

_ قد يعتمد بعض الانظمة الانتاجية على تقنيات قديمة تحد من المرونة والتحسينات السريعة.

9. نلاحظ عن طريق نتائج قوائم الفحص الخاصة بالمرونة الانتاجية بأن أعلى فجوة كانت في مرونة المنتج الجديد نتيجة:

_ قد يكون هناك قيود تقنية وقدرات محدودة للمعدات والتكنولوجيا المتاحة في المصنع.

_ عدم تحديد استراتيجية واضحة للابتكار وتطوير المنتجات الجديدة.

10. نلاحظ عن طريق نتائج قوائم الفحص الخاصة بالمرونة الانتاجية بأن حجم الفجوة كان اقل في مرونة المكائن وذلك نتيجة:

_ تصميم المكائن بطريقة تضمن مرونة وسهولة التعديل والتكيف.

_توفير الصيانة الدورية والوقائية للمكائن وذلك للحفاظ على أدائها وجودة عملها.

11. إن وجود علاقة ارتباط معنوية بين التصنيع الذكي والمرونة الانتاجية دافع قوي لمصنع انتاج الصودا والكلور من أجل تحسين أداء عمله وتميزه.

12. يوجد تأثير ذو دلالة معنوية لتصنيع الذكي في تحقيق المرونة الإنتاجية في مصنع انتاج الصودا والكلور. دليل على حاجة المصنع الى تبني معايير هذا النظم بشكل حقيقي والبحث عما تبقى مما نسبته من التغيرات التي تؤثر في المرونة الانتاجية لديها.

المبحث الثاني

التوصيات والمقترحات

توطئة

بناءً على الاستنتاجات المذكورة في المبحث الأول، تم توضيح مجموعة من الأفكار التي يمكن تصيغها كتوصيات يمكن للمصنع المبحوث ومجتمع الدراسة الاستفادة منها. فضلاً عن ذلك، يمكن للمنظمات الأخرى في نفس قطاع الصناعة الاستفادة من هذه التوصيات لتحقيق التفوق والتميز وضمان استمراريتها في عالم الأعمال المتسم بالاضطراب والتغير.

توصيات

1. يفرض الواقع النظري والعملي ضرورة قيام الشركات عامة وشركة الفرات للصناعات الكيمياوية /مصنع انتاج الكلور والصودا ميدان الدراسة خاصة بعملية استقرار للبيئة وتحليلها بما يمكن أن يعزز خبرتهم في تطوير الرؤية الاستراتيجية وتعزيز مفاهيم التصنيع الذكي باتجاه متطلبات السوق والبيئة وضرورة تناسق فلسفتها وعملها مع تلك التغيرات الحاصلة في بيئاتها وهذا يستلزم تطوير برامجها التدريبية اتجاه ذلك.
2. أن واقع الحال يفرض على الشركات التي تعيش في بيئة معقدة أن تتبنى منهجية تعزز مقدرات الابداع نحو التصنيع الذكي ومن خلال تبني الذكاء التكنولوجي في الوصول الى كل ما يتطلب من ذكاءات في برامجها إذا ما رغبت في المنافسة الحقيقية والاستفادة من تلك المزايا التي تحققها هذه المنافسة والمحافظة على تلك المزايا التنافسية مستقبلا.
3. من الضروري تبني مصنع انتاج الصودا و الكلور ميدان الدراسة لمنهجية خاصة في مجال تعزيز اليات الذكاء التنظيمي في هيكلها واقسامها وثقافاتها تنسجم مع الاثار التي تحقق التغيرات الجذرية في مجال التصنيع الذكي، وذلك بالسعي الى تطبيق المرونة العالية كأداة مهمة للوصول الى الانتاجية العالية.

4. لتقليل حجم الفجوة في تطبيق متطلبات التصنيع الذكي، من الضروري على ادارة المصنع ان تتبنى سد النقص في تقنيات التصنيع الذكي، وتدريب العاملين وتأهيلهم لإدارة تقنيات التصنيع الحديثة.
5. أظهرت نتائج قوائم الفحص بأن الذكاء التكنولوجي قد حقق أقل حجم فجوة، لذلك على يجب على إدارة المصنع أن تعزز نقاط القوة وتعالج نقاط الضعف.
6. أظهرت نتائج قوائم الفحص ان ذكاء العمليات قد حقق أعلى حجم فجوة، لذلك على إدارة المصنع أن تعالج الاسباب التي ادت الى هذه الفجوة منها:

_تكامل أنظمة انترنت الاشياء وتقنيات التحليل والتحكم الذكي مع بعضها البعض

_تبسيط العمليات وجعلها متناسقة مما يودي الى سهولة فهمها بشكل أسرع

7. أظهرت النتائج الاحصائية وجود فجوة في تطبيق المرونة الانتاجية لذلك على المصنع معالجة بعض النقاط:

_ تطوير المهارات وتقديم التدريب الملائم للعاملين ليكونوا قادرين على التكيف والاستجابة للتحول حسب المتطلبات المتغيرة في السوق.

_ على المصنع توفير تقنيات حديثة لزيادة المرونة والتحسينات السريعة.

8. اظهرت نتائج قوائم الفحص الخاصة بالمرونة الانتاجية أن اعلى حجم فجوة حققته مرونة المنتج الجديد، يجب على المصنع تقييم العوامل وتحديد التحديات المحتملة التي قد تؤثر على انتاج منتجات جديدة، من المهم وضع استراتيجية واضحة للابتكار وتخصيص الموارد المالية والبشرية والتكنولوجية اللازمة لتحقيق ذلك.
9. أظهرت نتائج قوائم الفحص الخاصة بالمرونة الانتاجية ان حجم الفجوة كان اقل في مرونة المكائن.

المقترحات

تقدم الدراسة مجموعة من المقترحات التي يمكن أن تساعد الباحثين في المستقبل:

1. دراسة مقارنة بين التصنيع التقليدي وتقنيات التصنيع الذكي في المنظمات الصناعية او الخدمية.
2. دراسة تأثير التصنيع الذكي في تخفيض التكاليف وزيادة الجودة.
3. دراسة التحديات والعوائق التي يمكن ان تواجه المنظمات الصناعية التي تتبنى التصنيع الذكي.
4. الروبوتات التعاونية وتأثيرها في سلامة مكان العمل وكفاءته.
5. الأتمتة المتقدمة وأثرها في ديمومة الصناعات الذكية.

المراجع والمصادر

تمهيد

عندما يكتب الباحث البحث العلمي، يهدف إلى الاطلاع على مصادر موثوقة ومراجع لتزويده بأفكار يمكنه الاستفادة منها في اختيار مواضيع حديثة تخدم التقدم العلمي بالإضافة إلى ذلك، يسعى الباحث إلى إيجاد حلول جديدة وعلمية للمشكلات الواقعية، مما يساعده في إعداد البحث بشكل صحيح وفقًا للأسس العلمية القوية، ويزوده بالأساسيات الفكرية والمفاهيم ذات الصلة بموضوع البحث لتثري الجانب النظري منه. بالإضافة إلى ذلك، تقدم المراجع والمصادر الدلالات والمؤشرات الهامة والإجابات الجاهزة التي تساهم بشكل فعال في الوصول إلى نتائج منطقية وعلمية في الجانب العملي من البحث، وكلما زاد عدد المراجع والمصادر، زاد البحث العلمي غناه وقيمته. وبناءً على ما تقدم جاء هذا الجزء بعرض المراجع والمصادر التي أعتمدها الباحث في صياغة دراسته وعلى النحو الاتي:

1. **المراجع**
2. **المصادر العربية**
3. **المصادر الاجنبية**

اولا: المراجع

1. القران الكريم

ثانيا: المصادر العربية

أ. الكتب

1. الخطيب، سمير كامل، 2008، "ادارة الجودة الشاملة الايزو مدخل معاصر "، ط1، دار المرتضى للنشر والتوزيع، بغداد– العراق.

ب. الرسائل والاطاريح

2. البكري، فاطمة حسين كاظم. (2021)." التصنيع الهجين وتأثيره في تعزيز التميز التنظيمي الدور التفاعلي للإنتاج الذكي"، أطروحة دكتوراه، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة كربلاء، كربلاء.

3. القنبري، محمد قيس عادل. (2020). "أثر التقنيات الحديثة للثورة الصناعية الرابعة على المحاسبة والمراجعة"، اطروحة دكتوراه ،الاكاديمية الليبية، طرابلس، ليبيا.

4. العوادي ،امير غانم. (2016)، "المرونة الانتاجية ودورها في تحقيق فلسفة الانتاج النظيف وفق مدخل المسؤولية الاجتماعية للشركات "، دراسة تطبيقية لآراء عينة من العاملين في الشركة العامة للسمنت العراقية. أطروحة دكتوراه كلية الادارة والاقتصاد، جامعة كربلاء.

5.عبد الهادي ،نغم سمير(2023) ،"استعمال بعض تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في تخفيض التكاليف" ، رسالة ماجستير ،الجامعة العراقية .

6 .عبد طوفان ،مثال جواد ،(2023)،"تطبيق التصنيع السحابي باستخدام إعادة هندسة العمليات الانتاجية " رسالة ماجستير كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة كربلاء.

ج. البحوث والدوريات

1.حنا، ابتسام اسماعيل وجميل، قصي سالم ،(2023)،" مدى تأثير ابعاد المرونة التصنيعية في دعم الاداء التسويقي " مجلة الريادة للمال والاعمال ،المجلد الرابع (العدد 1) .

2. ابو طالب، حسن. (2021). "الذكاء الاصطناعي والدول النامية الفرص والتحديات المستقبلية". مجلة الاهرام للدراسات السياسية والاستراتيجية 8 العدد (105) الجزء الثالث 22-16.
3. فضلي، مريم. (2023). "الثورة الصناعية الرابعة وتطور تقنيات الذكاء الاصطناعي." مجلة الاهرام للدراسات السياسية والاستراتيجية 6، العدد (105) الجزء الثاني 5-16.
4. محمد، الحسن شعبان احمد. (2022). "البيانات الضخمة ماهيتها واهميتها وعناصره." المجلة العربية الدولية لأداره المعرفة، العدد الثاني.
5. الحضري، مريم محمد علي .(2018). " الروبوتات" المجلة العربية للعلوم الانسانية والاجتماعية ،(العدد20)المملكة العربية السعودية.
6. مشعل& محمد احمد سلامة.(2021) . "الذكاء الاصطناعي واثاره على حرية التعبير في مواقع التواصل الاجتماعي". مجلة البحوث القانونية والاقتصادية (المنصورة)، (3) 11.
7. محمود، مصطفى محمود شحاته.(2023) . "الاستفادة من الحوسبة المادية في دعم تصميم المنتجات الذكية"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية ، العدد (5) .
8. داود ،غسان قاسم و جواد ،كاظم احمد(2016)، "أثر مرونة التصنيع في تحقيق الميزة التنافسية". دراسة تطبيقية عينة مختارة من شركات وزارة الصناعة والمعادن، مجلة الادارة والاقتصاد ،العدد (106)
9. المودى، عبد الحفيظ ابو يوسف، (2019)." المدينة المرنة المفهوم وأهمية التطبيق"، المؤتمر الهندسي الثامن لنقابة المهن الهندسية، الزاوية.
10. رشوان، أحمد عبد العال (2022). "تأثير المرونة التصنيعية والابعاد التكنولوجية لاستراتيجية التصنيع على تحسين استجابة سلسلة التوريد". مجلة جامعة الاسكندرية للعلوم الادارية (العدد 3).

11. عبد السادة ،رؤى علي و علاوي ،جهان سلمان.(2018) ."مرونة الإنتاج وأثرها في تقليل التكاليف دراسة ميدانية في الشركة العامة للصناعات الجلدية".(117) 198-187.

12. أمجد، موسى طويقات، عامر.(2015) . "أثر الكفايات الإنتاجية والمرونة التصنيعية على الأداء التنظيمي".30 (6).

13. سلطان و أشرف فؤاد السيد،(2015) "تأثير أبعاد المرونة التصنيعية على الأداء التشغيلي للمنظمة". دراسة تطبيقية على قطاع الصناعات الغذائية الخاص المصري التجارة والتمويل 40 (4) 35-1.

14. جاسم، فارس جعباز شلاش و ماجد جودة. (2011). "أثر مكونات تكنولوجيا التصنيع الفعال في أداء العمليات" دراسة استطلاعية في معمل خياطة ألبسة النجف،(21)7 .

15. البلتاجى، يسري محمد محمود.(2023) ."تطور الادارة المعرفية في نظام معلومات المحاسبة الاداري واثره على ترشيد القرار في نظام التصنيع الذكي". المجلة العلمية للبحوث التجارية ، المجلد 51 ، العدد(4).

16. حسين ، سارة وائل واخرون،(2024) . "دور مفاهيم وآليات الثورة الصناعية الرابعة في تحقيق الذكاء والاستدامة بالفراغات المعمارية والحضرية" ، مجلة العلوم الهندسية ، كلية الهندسة ،جامعة أسيوط، مجلد 52 ،العدد(3).

17. محمود ،حسن عبد الكريم و أمير.(2023) . "الاتجاهات العالمية للتعليم العالي في ضوء الثورة الصناعية الرابعة". العلوم التربوية 31 (3)502-469

18. الجندي، هبة سمير.(2021) ."الثورة الصناعية الرابعة ومتطلبات تحقيقها في الجامعات المصرية" كلية التربية _جامعة عين الشمس ،مجلة كلية التربية في العلوم التربوية ، مجلد 45 ، العدد (3).

ثالثا: المصادر الاجنبية

A- Book

1. Finance, A. T. C. C. (2015). Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. *Finance, audit tax consulting corporate: Zurich, Swiss*, 1-12.
2. Ruparelia, N. B. (2023). *Cloud computing*. Mit Press.
3. Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. Currency
4. Xu, M. (Ed.). (2007). *Managing strategic intelligence: techniques and technologies: techniques and technologies*. IGI Global.

B- Thesis & Dissertation

5. Ngamsirijit, W. (2008). Manufacturing flexibility improvement: case studies and survey of Thai automotive industry (Doctoral dissertation, University of Nottingham).
6. Nieuwenhuize, G. (2016). Smart manufacturing for Dutch SMEs: Why and h ow. Rotterdam school of Management–Erasmus University.

C- Research and Periodicals

7. AbdulRahman, H. (2019). Industry 4.0 implementation strategy for Small
8. Ahmad, B. S., Sadq, Z. M., Othman, B., & Saeed, V. S. (2019). The impact of the quality of work life on organizational intelligence. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, *23*(2), 931-946.
9. Ahmed, S. A., Alwan, N. F., & Ali, A. M. (2018). Overview for Internet of Things: Basics, Components and Applications. *Journal of university of Anbar for Pure science*, *12*(3).
10. Aljwari, F. K. (2022). Challenges of Privacy in Cloud Computing. *Journal of Computer and Communications*, *10*(12), 51-61.
11. Almada ، The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES) Journal of Innovation Management 3, 4 (2015) 16-21
12. Al-Shammari, H. Q., i8ujiLawey, A. Q., El-Gorashi, T. E., & Elmirghani, J. M. (2019). Service embedding in IoT networks. *IEEE Access*, *8*, 2948-2962.
13. Antony, J., Sony, M., & McDermott, O. (2023). Conceptualizing Industry 4.0 readiness model dimensions: An exploratory sequential mixed-method study. *The TQM Journal*, *35*(2), 577-596.
14. Anttiroiko, A. V., Valkama, P., & Bailey, S. J. (2014). Smart cities in the new service economy: building platforms for smart services. *AI & society*, *29*, 323-334.
15. Antunes, J., Pinto, Reis& Henriques, C. (2018). Industry 4.0: A challenge of competition. *Millenium–Journal of Education, Techologies, and Helth*, *6*(2), 89-97.

16. Buurman, R. D. (1997). User-centred design of smart products. *Ergonomics*, *40*(10), 1159-1169.
17. Blanch-Torné, Sergi, Fernando Cores, and Ramiro Moreno Chiral. 2015. "Agent-Based PKI for Distributed Control System." World Congress on Industrial Control Systems Security. 28-35 doi: 10.1109/WCICSS.2015.7420319
18. Calì, M. (2021). Smart Manufacturing Technology. *Applied Sciences*, *11*(17), 8202.
19. Castellanos, O. F., & Torres, L. M. (2010, July). Technology intelligence: Methods and capabilities for generation of knowledge and decision making. In *PICMET 2010 Technology management for global economic growth* (pp. 1-9). IEEE.
20. Chang, S. C., Lin, N. P., & Sheu, C. (2002). Aligning manufacturing flexibility with environmental uncertainty: evidence from high-technology component manufacturers in Taiwan. *International Journal of Production Research*, *40*(18), 4765-4780.
21. Chaudhuri, A., Boer, H., & Taran, Y. (2018). Supply chain integration, risk management and manufacturing flexibility. *International Journal of Operations & Production Management*, *38*(3), 690-712.
22. Chen, H., Zhang, G., Zhu, D., & Lu, J. (2015). A patent time series processing component for technology intelligence by trend identification functionality. *Neural Computing and applications*, *26*, 345-353.
23. Chonsawat, N., & Sopadang, A. (2021). Smart SMEs 4.0 maturity model to evaluate the readiness of SMEs implementing industry 4.0. CMUJ. *Nat. Sci*, *20*(2), e2021027.
24. Chou, M. C., Chua, G. A., & Teo, C. P. (2010). On range and response: Dimensions of process flexibility. *European Journal of Operational Research*, *207*(2), 711-724.
25. Çınar, Z. M., Zeeshan, Q., & Korhan, O. (2021). A framework for industry 4.0 readiness and maturity of smart manufacturing enterprises: a case study. *Sustainability*, *13*(12), 6659.
26. Cousens, A., Szwejczewski, M., & Sweeney, M. (2009). A process for managing manufacturing flexibility. *International Journal of Operations & Production Management*, *29*(4), 357-385.
27. De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017). A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies. In *Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2017, Hamburg, Germany, September 3-7, 2017, Proceedings, Part I* (pp. 13-20). Springer International Publishing.
28. De Toni, A., & Tonchia, S. (1998). Manufacturing flexibility: a literature review. *International journal of production research*, *36*(6), 1587-1617.

29. Demchenko, Y. (2013). Big Security for Big Data: Addressing Security Challenges for.
30. Devise, O., & Pierreval, H. (2000). Indicators for measuring performances of morphology and material handling systems in flexible manufacturing systems. *International Journal of Production Economics*, *64*(1-3), 209-218.
31. Dey, S., Sharma, R. R. K., & Pandey, B. K. (2019). Relationship of manufacturing flexibility with organizational strategy. *Global Journal of Flexible Systems Management*, *20*, 237-256.
32. Dhamija, P., & Bag, S. (2020). Role of artificial intelligence in operations environment: a review and bibliometric analysis. *The TQM Journal*, *32*(4), 869-896.
33. Djamil, M., Permana, D., & Imaningsih, E. S. (2024). Analysis of the Implementation of Intelligence Strategies in Hospital Pharmacy Departments. *International Journal of Law, Policy, and Governance*, *3*(1), 1-17.
34. Dong, C., Luo, J., Hong, Q., Chen, Z., & Chen, Y. (2023). A dynamic distributed edge-cloud manufacturing with improved ADMM algorithms for mass personalization production. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, *35*(8), 101632.
35. D'Souza, D. E., & Williams, F. P. (2000). Toward a taxonomy of manufacturing flexibility dimensions. *Journal of operations management*, *18*(5), 577-593.
36. du Preez, W. B., & De Beer, D. J. (2015). Implementing the South African additive manufacturing technology roadmap-the role of an additive manufacturing centre of competence. *South African Journal of Industrial Engineering*, *26*(2), 85-92.
37. Egorov, I., Polzunova, N., & Polzunov, I. (2021). The Digital Twin is an Artifact of Modern Production Systems. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 93, p. 01017). EDP Sciences.
38. emulsion for templated fabrication of cytocompatible microcapsules. *ACS applied materials & interfaces*, *7*(25), 13925-13933.
39. Erasmus, J., Vanderfeesten, I., Traganos, K., Keulen, R., & Grefen, P. (2020). The HORSE project: the application of business process management for flexibility in smart manufacturing. *Applied Sciences*, *10*(12), 4145.
40. Fantazy, K. A. (2007). An empirical study of the relationships among strategy, flexibility, and performance in the supply chain context: a path analysis approach.
41. Fedushko, S., Ustyianovych, T., & Gregus, M. (2020). Real-time high-load infrastructure transaction status output prediction using operational intelligence and big data technologies. *Electronics*, *9*(4), 668.
42. Fernandes, R., Gouveia, J. B., & Pinho, C. (2012). Product mix strategy and manufacturing flexibility. *Journal of Manufacturing Systems*, *31*(3), 301-311.

43. Flores, M., Maklin, D., Golob, M., Al-Ashaab, A., & Tucci, C. (2018). Awareness towards industry 4.0: key enablers and applications for internet of things and big data. In *Collaborative Networks of Cognitive Systems: 19th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, PRO-VE 2018, Cardiff, UK, September 17-19, 2018, Proceedings 19* (pp. 377-386). Springer International Publishing.
44. Florin, L. E. O. N., & Atanasiu, G. M. (2008). Integrating artificial intelligence into organizational intelligence. *Management and Marketing*, *3*(2), 1-13.
45. Gajdzik, B. (2022). Frameworks of the maturity model for industry 4.0 with assessment of maturity levels on the example of the segment of steel enterprises in Poland. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *8*(2), 77.
46. Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of manufacturing technology management*, *29*(6), 910-936.
47. Gitelman, L. D., Kozhevnikov, M. V., & Chebotareva, G. S. (2021). Strategic intelligence of an organization amid uncertainty.
48. Goyal, M., & Netessine, S. (2011). Volume flexibility, product flexibility, or both: The role of demand correlation and product substitution. *Manufacturing & service operations management*, *13*(2), 180-193.
49. Gronau, N., Grum, M., & Bender, B. (2016, July). Determining the optimal level of autonomy in cyber-physical production systems. In *2016 IEEE 14th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)* (pp. 1293-1299). IEEE.
50. Gupta, Y. P., & Somers, T. M. (1992). The measurement of manufacturing flexibility. *European Journal of Operational Research*, *60*(2), 166-182.
51. Guráň, Matej, Aleš Janota, and Peter Holečko. 2019. "Automation of Scada System. Development." ACTA TECHNICA CORVINIENSIS - Bulletin of Engineering. 73-78
52. Othman, F., Bahrin, M. A., & Azli, N. (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. J Teknol, 78(6-13), 137-143.
53. Hamada, M., Temirkhanova, D., Serikbay, D., Salybekov, S., & Omarbek, S. (2021). Artificial Intelligence to Improve the Business Efficiency and Effectiveness for Enterprises in Kazakhstan. *SAR Journal–Science and Research*, 34-41.
54. Huang, T., Solvang, W. D., & Yu, H. (2016, June). An introduction of small-scale intelligent manufacturing system. In *2016 International Symposium on Small-scale Intelligent Manufacturing Systems (SIMS)* (pp. 31-39). IEEE.
55. Hulewicz, Arkadiusz, Zbigniew Krawiecki, and Krzysztof Dziarski. 2019. "Distributed Control System DCS Using a PLC Controller." ITM Web of Conferences 28:01041. doi: 10.1051/itmconf/20192001041

56. Iqbal, A. (2023). See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www. researchgate. net/publication/323614212 Ovarian Leiomyoma Associated with Serous Cystadenoma-A Case Report of an Uncommon Entity Ovarian Leiomyoma Associated with Serous Cystadenoma-A Case Report of an Uncommon Entity.
57. Ismael, I. K. (2023). The mediating role of process flexibility in the relationship between smart manufacturing and new product design processes. *Baghdad College of Economic Sciences University Journal (BCESUJ)*, *71*(1), 105-122.
58. Jack, E. P., & Raturi, A. (2002). Sources of volume flexibility and their impact on performance. *Journal of operations management*, *20*(5), 519-548.
59. Jain, V., & Raj, T. (2013). Ranking of flexibility in flexible manufacturing system by using a combined multiple attribute decision making method. *Global Journal of Flexible Systems Management*, *14*, 125-141.
60. Jung, Y. (2009). *An approach to organizational intelligence management (a framework for analyzing organizational intelligence within the construction process)* (Doctoral dissertation, Virginia Tech).
61. Jwo, J. S., Lin, C. S., & Lee, C. H. (2021). Smart technology–driven aspects for human-in-the-loop smart manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *114*, 1741-1752.
62. Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Ghadge, A., & Raut, R. (2020). A performance measurement system for industry 4.0 enabled smart manufacturing system in SMMEs-A review and empirical investigation. *International journal of production economics*, *229*, 107853.
63. Kazem, F. H., Abd Ali, M. F., & Zaalan, A. F. J. (2022). The role of Smart Production in Enhancing organizational excellence An analytical exploratory study of the opinions of a sample of leaders in the General Company for the Automotive Industry-Alexandria–. *Warith Scientific Journal*, *4*(11).
64. Khoobiyan, M., Pooya, A., Tavakkoli, A., & Rahimnia, F. (2017). Taxonomy of manufacturing flexibility at manufacturing companies using imperialist competitive algorithms, support vector machines and hierarchical cluster analysis. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, *7*(2), 1559-1566.
65. KILIC, A., CAKMAK, T., Hakan, E. R. E. N., & SAKARYA, F. (2016). Technology intelligence process in technopark firms: an empirical research in Turkey. *International Journal of Economics and Finance Studies*, *8*(1), 74-100.
66. Kumar, P., Singh, R. K., & Kumar, V. (2021). Managing supply chains for sustainable operations in the era of industry 4.0 and circular economy: Analysis of barriers. *Resources, Conservation and Recycling*, *164*, 105215.

67. Kuosa, T. (2014). *Towards strategic intelligence: foresight, intelligence, and policy-making*. Dynamic Futures.
68. Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, *56*(1-2), 508-517.
69. Li, Y., Yang, F., Zhang, X., Fu'E, R., & Chen, C. (2022). Intelligent Manufacturing Execution Design of Gear Industry Based on Internet of Things Technology.
70. Lim, K. (2016). Big data and strategic intelligence. *Intelligence and National Security*, *31*(4), 619-635.
71. Lloréns, F. J., Molina, L. M., & Verdú, A. J. (2005). Flexibility of manufacturing systems, strategic change and performance. *International Journal of Production Economics*, *98*(3), 273-289.
72. Lu, Y., Adrados, J. S., Chand, S. S., & Wang, L. (2021). Humans are not machines—anthropocentric human–machine symbiosis for ultra-flexible smart manufacturing. *Engineering*, *7*(6), 734-737.
73. Maass, W., & Varshney, U. (2008). Preface to the focus theme section:'Smart products'. *Electronic Markets*, *18*(3), 211-215.
74. Matos, F., Godina, R., Jacinto, C., Carvalho, H., Ribeiro, I., & Peças, P. (2019). Additive manufacturing: Exploring the social changes and impacts. *Sustainability*, *11*(14), 3757.
75. Mayer, S., Sotto, L. F. D. P., & Garcke, J. (2023). The elements of flexibility for task-performing systems. *IEEE Access*, *11*, 8029-8056.
76. Micheler, S., Goh, Y. M., & Lohse, N. (2019). Innovation landscape and challenges of smart technologies and systems–a European perspective. *Production & Manufacturing Research*, *7*(1), 503-528.
77. Miltenburg, P. R. (2003). *Effects of modular sourcing on manufacturing flexibility in the automotive industry. A study among German OEMs* (No. ERIM PhD Series; EPS-2003-030-ORG).
78. Miltenburg, P. R. (2003). *Effects of modular sourcing on manufacturing flexibility in the automotive industry. A study among German OEMs* (No. ERIM PhD Series; EPS-2003-030-ORG).
79. Mittal, S., Khan, M. A., Romero, D., & Wuest, T. (2018). A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Journal of manufacturing systems*, *49*, 194-214.
80. Moh'd All Hammoudah, H. A. (2023). Degree to which secondary school principals in the Mafraq district practice strategic intelligence from the point of view of teachers. *Tuijin Jishu/Journal of Propulsion Technology*, *44*(4), 4655-4676.

81. Mohamed, O. Y., Zahran, A. K. S., & Ryad, M. M. (2022). The Role of Industry 4.0 Technologies in Design Process Management. *International Design Journal*, *12*(2), 299-310.
82. Mohamed, Z. M., Youssef, M. A., & Huq, F. (2001). The impact of machine flexibility on the performance of flexible manufacturing systems. *International journal of operations & production management*, *21*(5/6), 707-742.
83. Molnár, B., Szabó, G., & Benczúr, A. (2013). Cloud Computing in Practice. *INFORMATIKA-A GÁBOR DÉNES FŐISKOLA KÖZLEMÉNYEI*, *15*(1), 29-33.
84. Moreno, A., & Terwiesch, C. (2015). Pricing and production flexibility: An empirical analysis of the US automotive industry. *Manufacturing & Service Operations Management*, *17*(4), 428-444.
85. Mufadhol, N. I., Hartoyo, B., & Kumbarasari, S. (2023). RANCANG BANGUN TROLI PENGANGKUT SPAREPART KAPAL LAUT BERKAPASITAS 1 TON. *JME (Jurnal Mekanika dan Energi)*, *3*(1), 1-7.
86. Namjoshi, J., & Rawat, M. (2022). Role of smart manufacturing in industry 4.0. *Materials Today: Proceedings*, *63*, 475-478.
87. Nugroho, L. E., & Santosa, P. I. (2018, September). IT Management Flexibility Concept for Higher Education. In *2018 5th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)* (pp. 305-309). IEEE.
88. Odeh, A. H. A., & Hikmat, A. M. B. (2021). Marketing Intelligence as a Prerequisite of Customer Satisfaction: An Empirical Evidence in The Five-Star Hotels in Jordan. *International Journal of Environmental Science*, *6*.
89. Oke, A., & Fernandes, F. A. P. (2020). Innovations in teaching and learning: Exploring the perceptions of the education sector on the 4th industrial revolution (4IR). *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *6*(2), 31.
90. Olsson, J. G., & Xu, Y. (2018). Industry 4.0 Adoption in the Manufacturing Process: Multiple case study of electronic manufacturers and machine manufacturers.
91. Othman, F., Bahrin, M. A., & Azli, N. (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *J Teknol*, *78*(6-13), 137-143.
92. Otowicz, M. H., Macedo, M., & Biz, A. A. (2022). Dimensions of smart tourism and its levels: An integrative literature review. *Journal of Smart Tourism*, *2*(1), 5-19.
93. Pal, H. R., Pal, A., & Tourani, P. (2004). Theories of intelligence. *Everyman's science*, *39*(3), 181-192.

94. Parker, R. P., & Wirth, A. (1999). Manufacturing flexibility: Measures and relationships. *European journal of operational research*, *118*(3), 429-449.
95. Paul, S., Riffat, M., Yasir, A., Mahim, M. N., Sharnali, B. Y., Naheen, I. T., ... & Kulkarni, A. (2021). Industry 4.0 applications for medical/healthcare services. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, *10*(3), 43.
96. Piccarozzi, M., Aquilani, B., & Gatti, C. (2018). Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. *Sustainability*, *10*(10), 3821.
97. Pinheiro, J., Lages, L. F., Silva, G. M., Dias, A. L., & Preto, M. T. (2022). Effects of absorptive capacity and innovation spillover on manufacturing flexibility. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *71*(5), 1786-1809.
98. Prater, E., Biehl, M., & Smith, M. A. (2001). International supply chain agility-Tradeoffs between flexibility and uncertainty. *International journal of operations & production management*, *21*(5/6), 823-839.
99. Rachmadtullah, R., Yustitia, V., Setiawan, B., Fanny, A. M., Pramulia, P., Susiloningsih, W., ... & Ardhian, T. (2020). The challenge of elementary school teachers to encounter superior generation in the 4.0 industrial revolution: Study literature. *International Journal of Scientific & Technology Research*, *9*(4), 1879-1882.
100. Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M., & Madsen, E. S. (2014). The smart factory: exploring adaptive and flexible manufacturing solutions. *Procedia engineering*, *69*, 1184-1190.
101. Raff, S., Wentzel, D., & Obwegeser, N. (2020). Smart products: conceptual review, synthesis, and research directions. *Journal of Product Innovation Management*, *37*(5), 379-404.
102. Raouf, R. A., & Iswadi, A. M. (2020). Role of Manufacturing Flexibility in Enhancing the Customer's Satisfaction-A Case Study on Al-Karwanji/Kirkuk. *TANMIYAT AL-RAFIDAIN*, *39*(128), 109-128.
103. Reinartz, S. J., & Schmid, T. (2016). Production flexibility, product markets, and capital structure decisions. *The Review of Financial Studies*, *29*(6), 1501-1548.
104. Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston consulting group*, *9*(1), 54-89.
105. Sajjad, A., Ahmad, W., Hussain, S., & Mehmood, R. M. (2021). Development of innovative operational flexibility measurement model for smart systems in industry 4.0 paradigm. *IEEE Access*, *10*, 6760-6774.

106. Sarfraz, M., Hussain, G., Nazir, M. S., Abdullah, M. I., & Rashid, M. A. (2023). The moderating role of industry clockspeed on the relation between supply chain integration practices and new product flexibility. *Heliyon*, *9*(3).

107. Sarmah, S. S. (2019). Concept of artificial intelligence, its impact and emerging trends. *Int Res J Eng Technol*, *6*(11), 2164-2168.

108. Sankhla, Pankaj. 2021. "STUDY ON EFFECTIVENESS OF CLOUD COMPUTING IN IMPROVING THE PERFORMANCE OF MANUFACTURING INDUSTRIES" Industrial Engineering Journal. XIV(05):25-29

109. Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, *52*, 161-166.

110. Scott, A. J. (1988). Flexible production systems and regional development. *International journal of urban and regional research*, *12*(2), 171-186.

111. Sethi, A. K., & Sethi, S. P. (1990). Flexibility in manufacturing: a survey. *International journal of flexible manufacturing systems*, *2*, 289-328.

112. Shaturaev, J. (2022). Economies and management as a result of the fourth industrial revolution: An education perspective. Indonesian Journal of Educational Research and Technology, 3(1), 51-58

113. Silverio-Fernández, M., Renukappa, S., & Suresh, S. (2018). What is a smart device?-a conceptualisation within the paradigm of the internet of things. *Visualization in Engineering*, *6*(1), 1-10.

114. Song, Y., Chan, Y. K., Ma, Q., Liu, Z., & Shum, H. C. (2015). All-aqueous electrosprayed

115. Stawiarska, E., Szwajca, D., Matusek, M., & Wolniak, R. (2021). Diagnosis of the maturity level of implementing Industry 4.0 solutions in selected functional areas of management of automotive companies in Poland. *Sustainability*, *13*(9), 4867.

116. Sun, C., Wang, Y., McMurtrey, M. D., Jerred, N. D., Liou, F., & Li, J. (2021). Additive manufacturing for energy: A review. *Applied Energy*, *282*, 116041.

117. Terkaj, W., Tolio, T., & Valente, A. (2009). Focused flexibility in production systems. *Changeable and reconfigurable manufacturing systems*, 47-66.

118. Thoben, K. D., Wiesner, S., & Wuest, T. (2017). "Industrie 4.0" and smart manufacturing-a review of research issues and application examples. *International journal of automation technology*, *11*(1), 4-16.

119. Tilstra, A. H., Backlund, P. B., Seepersad, C. C., & Wood, K. L. (2008, January). Industrial case studies in product flexibility for future evolution: an application and evaluation of design guidelines. In *International Design*

Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (Vol. 43284, pp. 217-230).

120. Tomiyama, T., Lutters, E., Stark, R., & Abramovici, M. (2019). Development capabilities for smart products. *CIRP Annals*, *68*(2), 727-750.
121. Trevino, M. (2019). Cyber Physical Systems. *Prism*, *8*(3), 2-13.
122. Tubis, A. A., & Werbińska-Wojciechowska, S. (2021). Risk management maturity model for logistic processes. *Sustainability*, *13*(2), 659.
123. Udofia, E. E., Olaore, G. O., & Adejare, B. O. (2023). Manufacturing flexibility and business environment uncertainty: Establishing supporting practices within manufacturing flexibility. *European Journal of Applied Business Management*, *9*(1), 140-162.
124. Unland, R. (1994). *Organizational intelligence and negotiation based DAI systems: Theoretical foundations and experimental results* (No. 35). Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik.
125. Unterhofer, M. (2018). Assessment model for industrial companies to define the maturity level of Industry 4.0 implementation. *Free University of Bozen-Bolzano: Bolzano, Italy*.
126. Valencia, A., Mugge, R., Schoormans, J., & Schifferstein, H. (2015). The design of smart product-service systems (PSSs): An exploration of design characteristics. *International Journal of Design*, *9*(1).
127. Waibel, M. W., Steenkamp, L. P., Moloko, N., & Oosthuizen, G. A. (2017). Investigating the effects of smart production systems on sustainability elements. *Procedia manufacturing*, *8*, 731-737.
128. Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International journal of distributed sensor networks*, *12*(1), 3159805.
129. Wang, Ke. 2020. "Migration Strategy of Cloud Collaborative Computing for Delay-Sensitive Industrial IoT Applications in the Context of Intelligent Manufacturing." Computer Communications, 10.1016/j.comcom.2019.12.014. Elsever 150(November 2019)-413-20. Doi: 10.1016/j.comcom.2019.12.014
130. Wang, S., Wang, X., & Zhang, J. (2021). A Review Of Flexible Processes And Operations. Production And Operations Management, 30(6), 1804-1824.
131. Watanabe, C., & Tanabe, K. (2003). Advancing technological innovation: Strategies for small and medium enterprises in an IT economy. *Asia-Pacific Tech Monitor*, *20*(4), 47-51.
132. Yaghoubi, N. M., Gholami, S., & Armesh, H. (2012). The relationship between strategic processes of knowledge management and organizational intelligence. *African Journal of Business Management*, *6*(7), 2626.

133. Yousuf, A., Lorestani, V. Z., Oláh, J., & Felföldi, J. (2021). Does uncertainty moderate the relationship between strategic flexibility and companies' performance? evidence from small and medium pharmaceutical companies in Iran. *Sustainability*, *13*(16), 9157.

134. Yusuf, Y. Y., Adeleye, E. O., & Sivayoganathan, K. (2003). Volume flexibility: the agile manufacturing conundrum. *Management Decision*, *41*(7), 613-624.

135. Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. *Journal of internet services and applications*, *1*, 7-18.

136. Zhang, Y., Guo, Z., Lv, J., & Liu, Y. (2018). A framework for smart production-logistics systems based on CPS and industrial IoT. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *14*(9), 4019-4032.

137. Zhou, Z., Wang, B., Dong, M., & Ota, K. (2019). Secure and efficient vehicle-to-grid energy trading in cyber physical systems: Integration of blockchain and edge computing. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, *50*(1), 43-57.

D- Internet

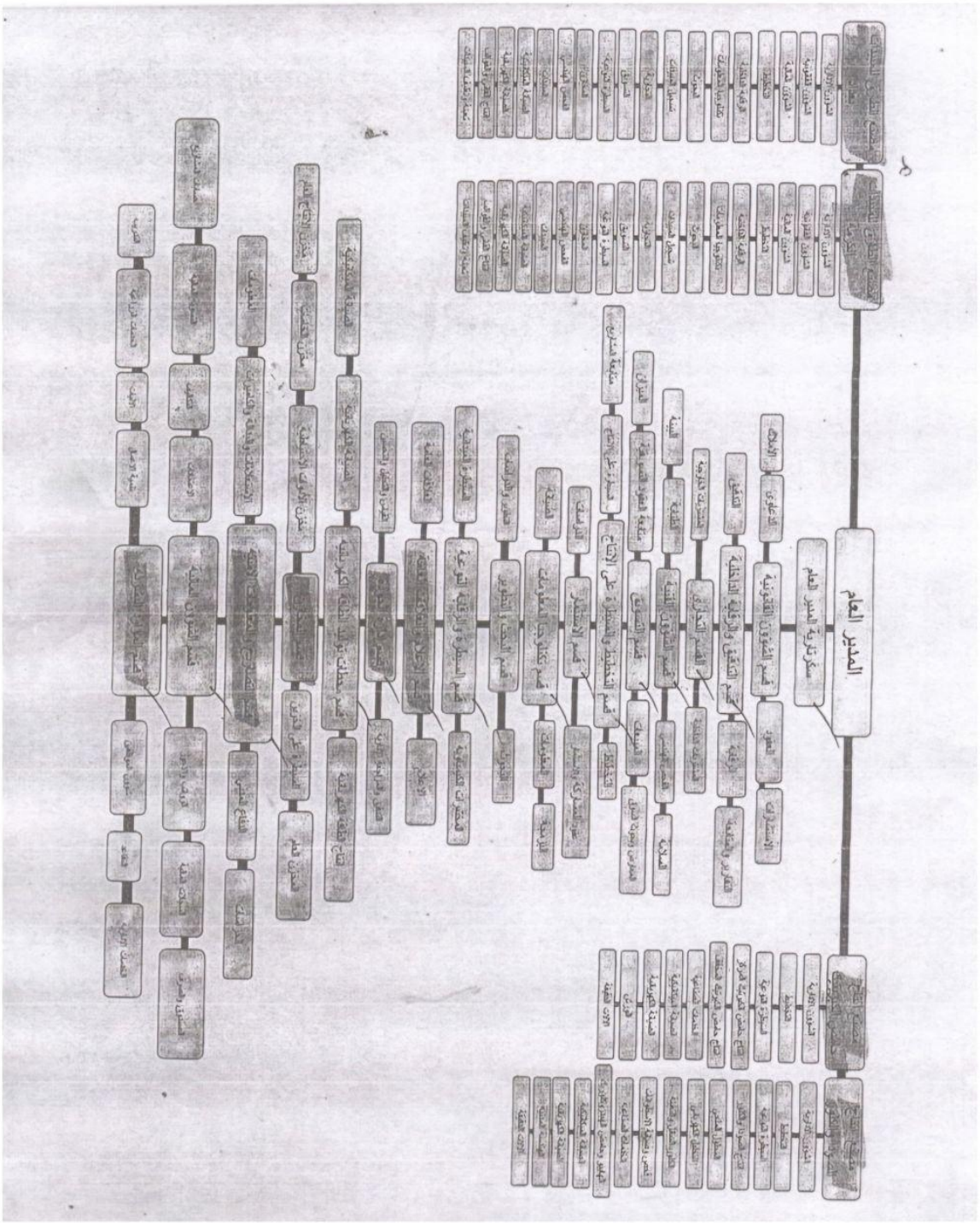
139 . https://www.3alammetaverse.com/2022/05/vr-ar.html

140 . https://www.geeksforgeeks.org/top-10-applications-of-robotics-in-2020

الملاحق

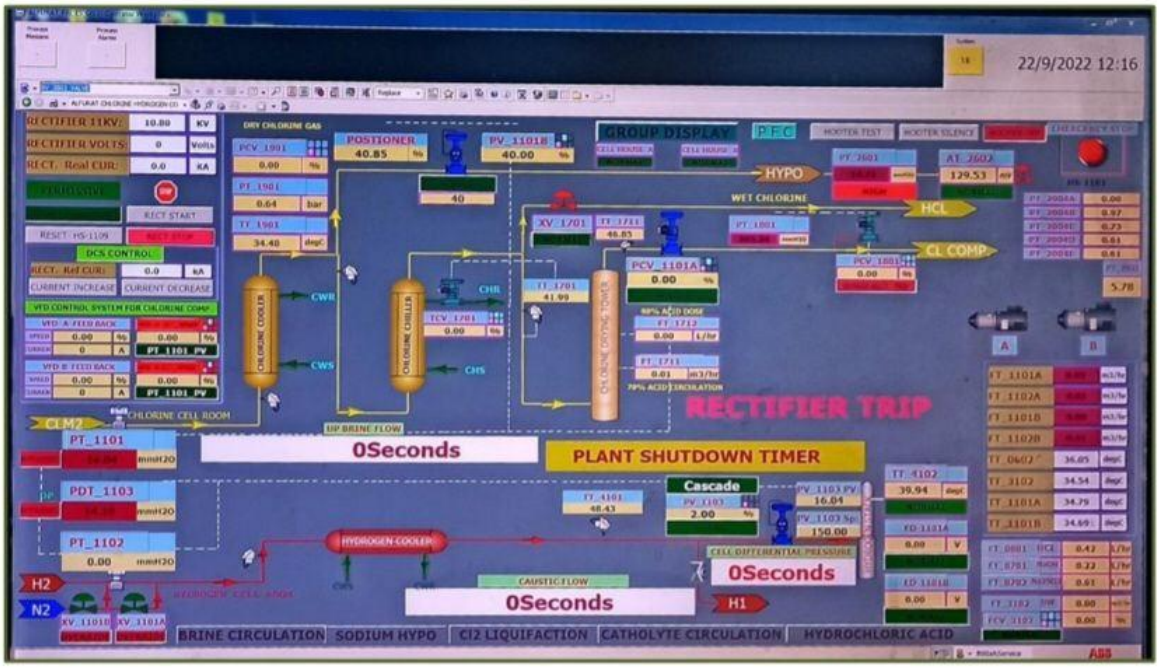
الملحق (1)

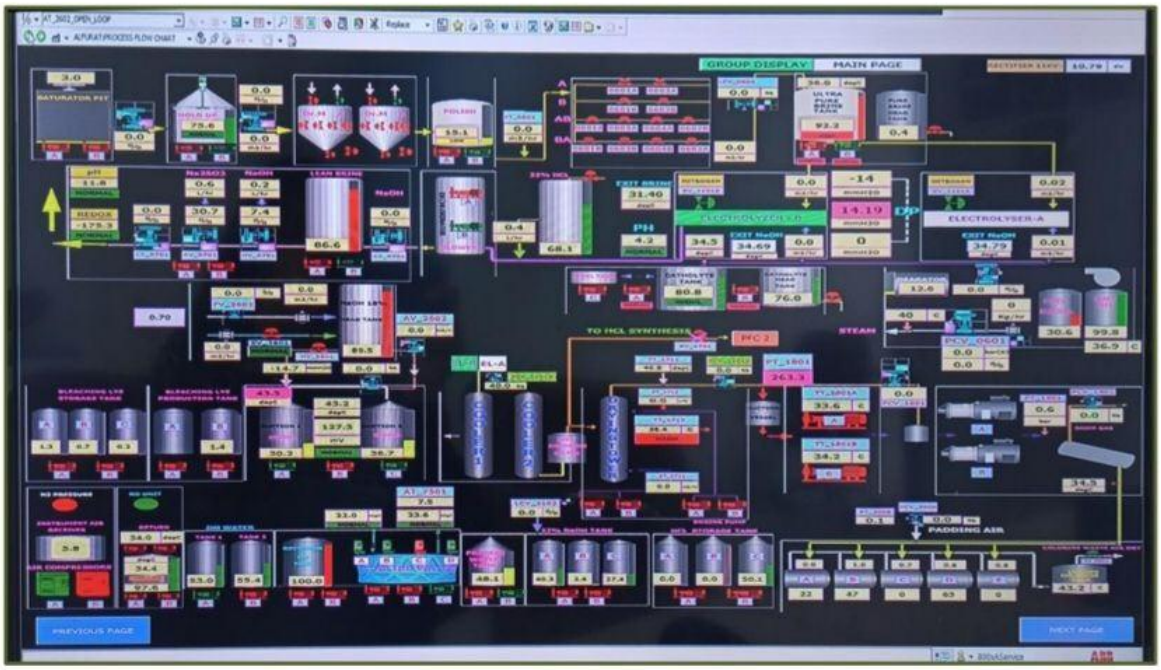
الهيكل التنظيمي لشركة الفرات العامة للصناعات



الملحق (2)

السيطرة المركزية لنظام التشغيل في مصنع انتاج الصودا والكلور



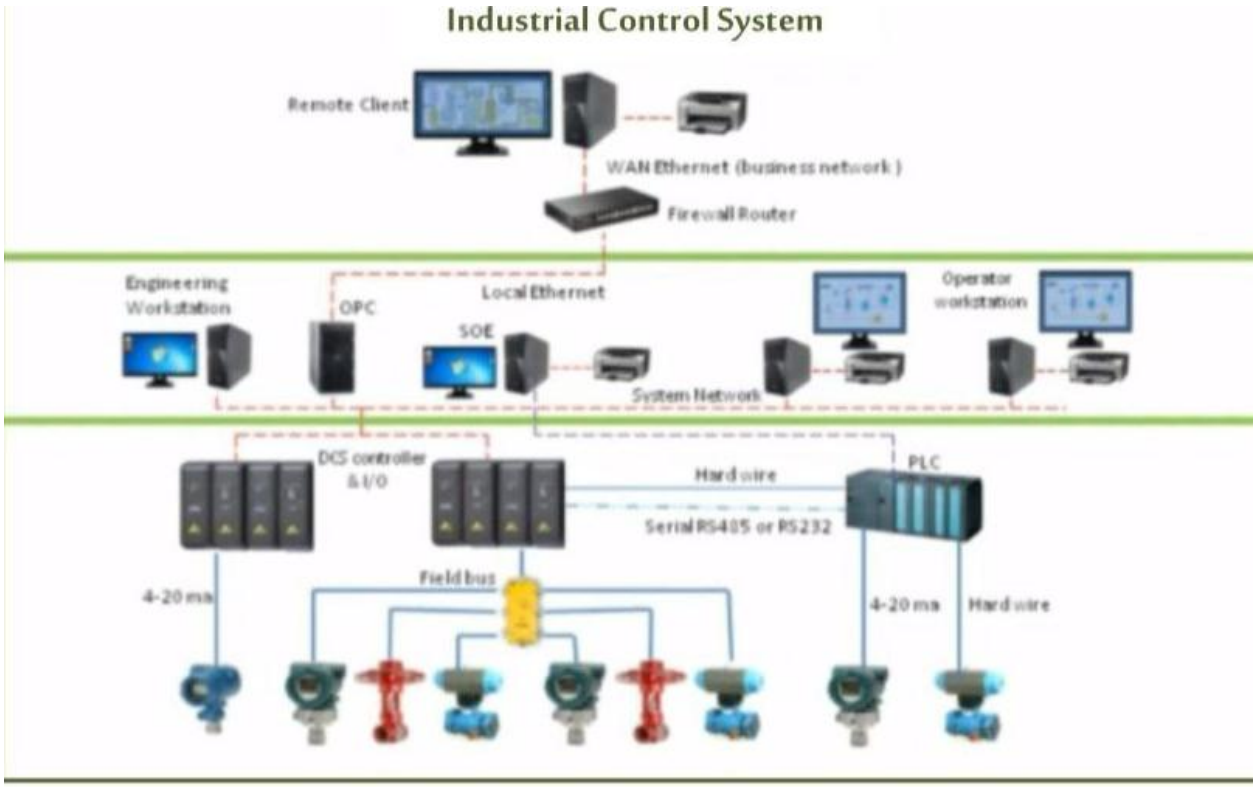


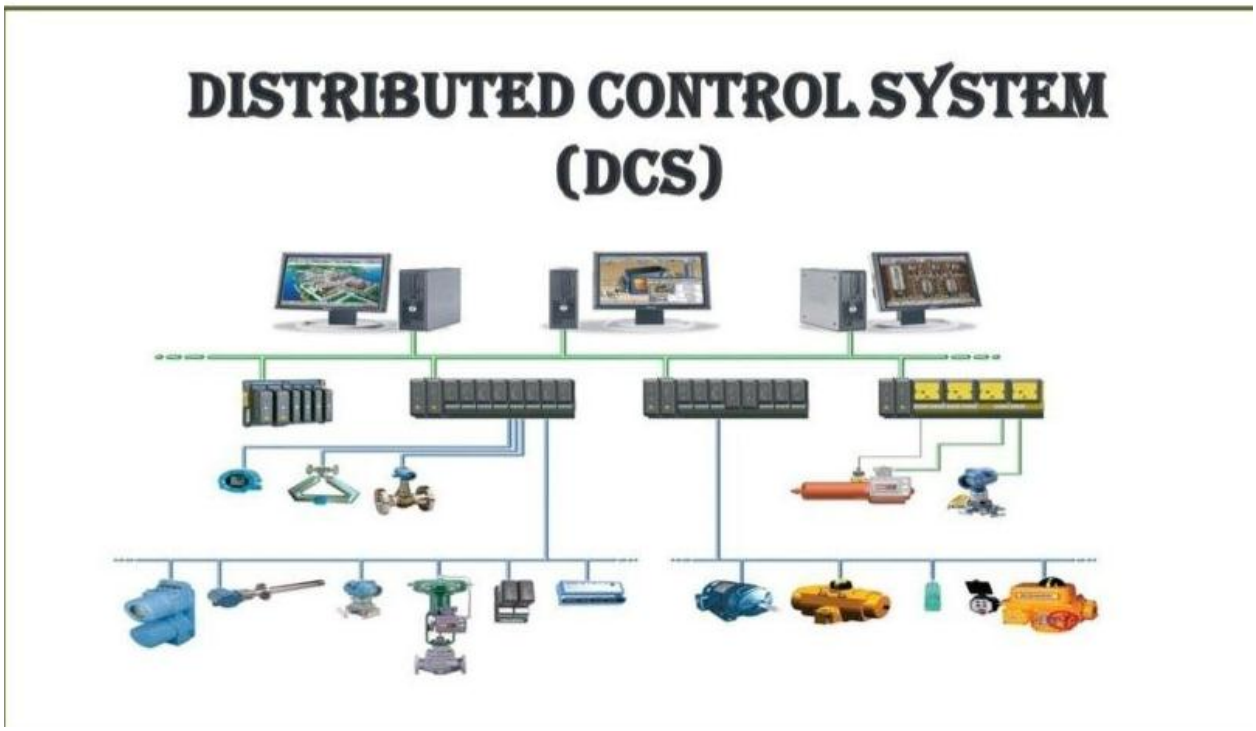
الملحق (3)

المخطط الانشائي لمصنع انتاج الصودا والكلور

الملحق (4)

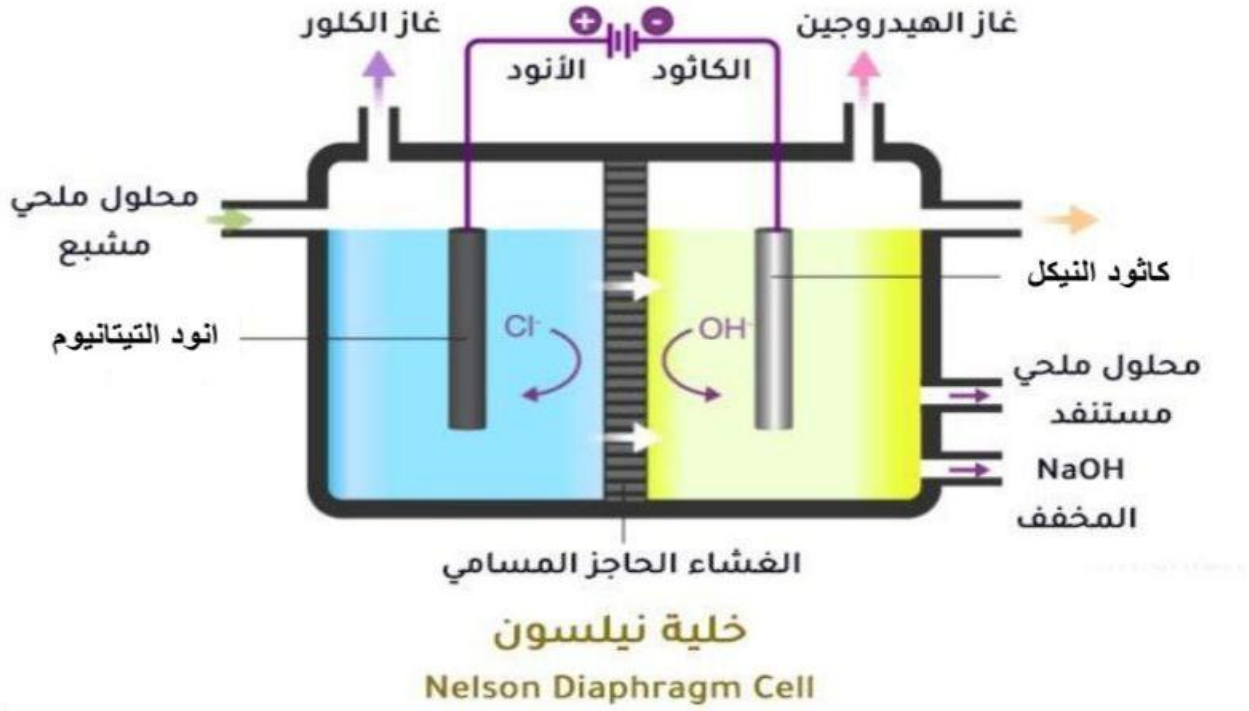
(DCS) نظام التحكم الموزع و (Ics) النظام التحكم الصناعي





الملحق (5)

عملية التحليل الكهربائي



الخلية الغشائية الكهربائية

الملحق (6)

قائمة الفحص

جامعة كربلاء

كلية الادارة والاقتصاد

قسم أدارة اعمال

الى الاستاذ / ة الفاضل..... المحترم /ة

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته..

في أطار تحضيرنا لبحث ماجستير تخصص ادارة أعمال تحت عنوان: "**تأثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الانتاجية" دراسة حالة شركة الفرات العامة للصناعات**، نرجو من حضراتكم مساعدتنا في اتمام هذا العمل بوضع ملاحظاتكم لنا وهذا لأخذها بعين الاعتبار، حيث تعد ملاحظاتكم خطوة هامة في أثراء الموضوع، شاكرين لكم بهذا حسن تعاونكم معنا.

المشرف:

م.د. أمير غانم وادي العوادي

الباحثة:

وفاء عبد الحسين خميس

1. التصنيع الذكي: يمثل تكامل التكنولوجيا المتقدمة، الذكاء التنظيمي، تطوير المنتجات، تحسين العمليات والتخطيط الاستراتيجي لأنشاء بيئة إنتاجية تستجيب بفعالية لمتطلبات السوق المتغيرة.

وتم اعتماد الابعاد الرئيسية الاتية لقياس متغير التصنيع الذكي.

	الفقرات	المطابقة		
ت	1_الذكاء التكنولوجي	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
1	الخطأ البشري للتحكم الالي في العمليات بدقة عالية مما يقلل من احتمال PLC تستخدم أدارة المصنع .			
2	يستخدم المصنع احدث برامج نظم التحكم والرصد لتحسين السلامة والانتاجية .			
3	يتبنى المصنع تركيب الاجهزة الذكية التي تتيح جمع البيانات في الوقت الحقيقي وتحليلها لتكتشف بذلك الاعطال وتتنبأ بالصيانة الوقائية .			
4	يستخدم المصنع بيانات الاجهزة الذكية للتنبؤ بالتوقيت الامثل لأجراء صيانة المعدات			
5	يوفر المصنع تأمين البنية التكنولوجية ضد التهديدات السيبرانية خصوصاً ان المصنع يعتبر من المنشأة الحساسة التي يجب حمايتها بشكل جيد.			
ت	2_الذكاء التنظيمي	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
6	يوفر المصنع نضم تتيح تدفق المعلومات بشكل سلس بين الادارات المختلفة داخل المصنع .			
7	تتبنى ادارة المصنع تشجيع ثقافة التعلم المستمر ليس فقط على مستوى الافراد ولكن ايضاً على مستوى الفرق والادارات .			

8	يوجد في المصنع قواعد بيانات لحفظ البيانات لحفظ الوثائق والبروتوكولات والمهارات والخبرات التي تميز المصنع عن منافسيه وتمكن الوصول اليها بفعالية .			
9	تعزيز التعاون بين الوحدات التنظيمية المختلفة لتحقيق اهداف المصنع بشكل موحد ومتناغم .			
10	تتبنى ادارة المصنع تشجيع تبني فكر الابتكار بين الموظفين بحيث يعاد تقييم العمليات والانظمة باستمرار من اجل تحسينها .			
11	يتبنى المصنع تطبيق منهجيات مثل (التصنيع المرن) لتبسيط العمليات وتحسين جودتها والقضاء على الهدر.			
ت	**3_ذكاء العمليات**	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
12	تنفيذ المصنع نضم قياس ومراقبة حالة التشغيل بشكل مستمر للاطمئنان على العمليات وتحديد الاختلالات .			
13	يستخدم المصنع الروبوتات وأنظمة التحكم الالي لأجراء عمليات دقيقة ومعقدة مما يقلل حوادث ويحسن الانتاجية .			
14	يوجد في المصنع اجهزة استشعار متقدمة لكشف التسريبات او القياسات غير الطبيعية في حالة الضغط او الحرارة وتفعيل الانذارات .			
15	تعمل ادارة المصنع على جمع البيانات من جميع جوانب التشغيل واستخدام الذكاء الاصطناعي للتعلم من هذه البيانات وتحسين عمليات المصنع وفقا لذلك .			
16	تعمل ادارة المصنع على ربط سلسلة التوريد بنظم المعلومات الداخلية للمصنع لتحسين تدفق المواد الخام ومراقبة المخزون وتحسين توقيت التسليم ،			
ت	**4_ ذكاء الاستراتيجي**	موجود	موجود جزئيا	غير موجود

17	تعمل ادارة المصنع على تحديد الاهداف طويلة المدى والتطلعات مثل التوسع في السوق او تحسين ابتكارات العمليات .			
18	تتبنى ادارة المصنع بناء استراتيجية تتيح التكيف مع التغيرات السريعة في الطلب على المنتج والتغيرات التنظيمية والتطورات التكنلوجية .			
19	تعمل ادارة المصنع على وضع سيناريوهات للمخاطر المحتملة مثل التقلبات في الاسعار وتعطل سلاسل التوريد او حوادث العمل .			
20	يتبنى المصنع دمج الممارسات البيئية في العمليات الصناعية لضمان التزام المصنع بالمعايير البيئية .			
21	تعمل ادارة المصنع على دراسة اداء المنافسين وتحليل الفرص والتهديدات في السوق وتطوير استراتيجيات لتحسين السوق والنمو			
ت	**5_ ذكاء المنتجات**	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
22	يستخدم المصنع انظمة ذكية قائمة على اجهزة الاستشعار وتمكين البيانات لضمان اعلى مستويات الجودة في الانتاج .			
23	تنفيذ المصنع نظم تتبع رقمية لرصد الانتاج والتوزيع مما يتيح تتبع المنتجات من المصنع الى الاستخدام النهائي .			
24	يتبنى المصنع ربط الأنظمة والمعدات في سلسلة الانتاج بشبكة معلوماتية تتيح تجميع وتحليل البيانات التحكم في الجودة والقضاء على العيوب .			
25	تعمل ادارة المصنع على تطوير علاقات تعاون مع الموردين والموزعين لتحسين الابتكار في المنتجات والعمليات .			
26	تعمل ادارة المصنع على تحسين العمليات لإنتاج كميات أكبر بتكلفة اقل لتوفير منتجات ذات اسعار تنافسية وجذب شريحة أكبر من الزبائن.			

2. المرونة الانتاجية: قدرة النظام الانتاجي في مصنع معين على الاستجابة بشكل فعال للتغيرات المتعلقة بالطلب والتكنولوجيا والسوق المتغير.

ت	1_ مرونة الحجم	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
27	يوجد في المصنع الآلات القادرة على انتاج مختلف الاحجام وفقا للطلب .			
28	يمتلك المصنع قابلية تعديل شراء الكميات حسب شروط الموردين			
29	يمتلك المصنع القدرة على فحص الانتاج والمخزون لمواكبة الطلب المتغير .			
30	يعمل نظام الانتاج في المصنع على التنبؤ بطلبات الزبائن بشكل دقيق.			
ت	**2_ مرونة الماكينة**	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
31	يمتلك المصنع نظام تنصيب المكائن وتهيئتها والانتقال بين العمليات بسرعة نسبية .			
32	يمتلك العاملين في المصنع المهارات اللازمة لبرمجة المكائن بكفاءة .			
33	يستخدم المصنع مكائن قادرة على العمل لساعات طويلة ومستمرة .			

34	يمتلك المصنع القدرة على اعداد جدولة الانتاج عند تعديل المكائن .			
ت	**3_مرونة المزيج**	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
35	يركز المصنع على تنويع المنتجات .			
36	يمتلك المصنع خطوط انتاج مرنة لدعم المنتجات الجديدة بتكاليف منخفضة .			
37	يمتلك المصنع السرعة في توفير منتجات مبتكرة بأسعار معقولة .			
38	يمتلك المصنع المرونة في الانتاج لملائمة تفضيلات الزبائن المتقلبة.			
ت	**4_مرونة العملية**	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
39	يمتلك المصنع القدرة على تغيير تسلسل الخطوات في عملية الانتاج حسب الحاجة .			
40	يستخدم المصنع مسارات مختلفة لتقديم نوع محدد من المنتجات .			
41	يمتلك المصنع أنظمة متطورة للكشف والفحص لضمان التزام المنتجات بأعلى معايير الجودة .			

42	توظيف العمليات بأشكال مختلفة للمحافظة على جودة المنتج وبكلفة معتدلة .			
ت	**5_مرونة المنتج الجديد**	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
43	يمتلك المصنع القدرة على تقديم عدد كبير من المنتجات الجديدة سنويا.			
44	يمكن للمصنع تطوير منتجات جديدة في وقت قصير .			
45	يقدم المصنع منتجات جديدة ويحافظ على أداء نظام الانتاج .			
46	يقدم المصنع منتجات جديدة وتصاميم تحافظ على متوسط تكلفة الوحدة المنتجة .			
ت	**6_مرونة مناولة المواد**	موجود	موجود جزئيا	غير موجود
47	يمتلك المصنع المرونة في التعامل مع مختلف الاحجام المادية .			
48	سهولة التحديث والتغيير في اساليب المناولة .			
49	يستخدم المصنع التكنولوجيا لتحسين الدقة والكفاءة في المناولة .			
50	يستخدم المصنع انظمة المعلومات لتحليل ومراقبة تدفق المواد			

الملحق (7)

كتاب تسهيل مهمة

Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Kerbala
College of Administration & Economics
Graduate
Studies

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة كربلاء / كلية الإدارة والاقتصاد
الدراسات العليا

العدد دع 6 : ٢١٤٠

التاريخ: ٣ / ٤٠ / 2024

الى / شركة الفرات العامة للصناعات الكيمياوية

م / تسهيل مهمة

اطيب تحية ...

يرجى تسهيل مهمة طالب الدراسات العليا / وفاء عبد الحسين خميس / ماجستير / قسم إدارة الاعمال وذلك لغرض ترويدها بالبيانات و المعلومات اللازمة لاكمال متطلبات بحثها الموسوم (تاثير التصنيع الذكي في تحقيق المرونة الإنتاجية)

شاكرين تعاونكم معنا ...مع التقدير

أ.د. علي احمد فارس
معاون العميد للشؤون العلمية والدراسات العليا
2024/ 3 / 20

صورة عنه إلى//
- مكتب السيد العميد المحترم ...مع التقدير.
- شعبة الدراسات العليا / الصادرة .
- الملفة الشخصية.

العراق – كربلاء المقدسة – جامعة كربلاء : المدينة الجامعية
RASHA
/http://business.uokerbala.edu.iq

الملحق (8)

أسماء السادة المحكمين

ت	الاسم	الاختصاص		مكان العمل
		العام	الدقيق	
1	أ .د. محمود فهد الدليمي	أدارة اعمال	أدارة الانتاج والعمليات	كلية الادارة والاقتصاد /جامعة كربلاء
2	أ. د. بشرى عبد الحمزة عباس	أدارة اعمال	أدارة الانتاج والعمليات	جامعة كلية الادارة والاقتصاد القادسية
3	أ.د. زهرة عبد محمد	أدارة اعمال	أدارة الانتاج والعمليات	كلية الادارة والاقتصاد / جامعة المستنصرية
4	أ.د عبد الناصر علك حافظ	أدارة اعمال	ادارة الانتاج والعمليات	وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
5	أ.د نغم علي جاسم الصائغ	ادارة اعمال	ادارة الانتاج والعمليات	كلية الادارة والاقتصاد /جامعة المستنصرية
6	أ .د عبد السلام النوري	ادارة اعمال	ادارة جودة	كلية الادارة والاقتصاد /جامعة الانبار
7	أ.م.د محمد تركي عبد العباس	ادارة اعمال	ادارة الانتاج والعمليات	كلية الادارة والاقتصاد / جامعة كربلاء
8	أ.م صفاء عبد علي	ادارة اعمال	ادارة الانتاج والعمليات	كلية الادارة والاقتصاد / جامعة كربلاء
9	أ.م.د. نداء صالح مهدي	ادارة اعمال	ادارة الانتاج والعمليات	كلية التقنية الادارية /الجامعة التقنية الوسطى
10	أ .م.د.خولة راضي عذاب	ادارة اعمال	ادارة الانتاج والعمليات	كلية الادارة والاقتصاد / جامعة القادسية

ملحق (9)

جدول المقابلات مع العاملين في مصنع أنتاج الصودا والكلور وشركة الفرات العامة للصناعات

الجهات التي تم اللقاء بها في مصنع انتاج الصودا والكلور	الاسم	تاريخ المقابلة	الغرض من المقابلة
مدير المصنع	باسل ناصح بشير	2024/3/25	نبذة تعريفية عن المصنع
مسؤول الانتاج	عماد هاشم كاظم	2024/3/24 2024/4/2 2024 /4/21 2024/4/24	شرح عمليات الانتاج وتقديم مخططات لمراحل الانتاج اسئلة واستفسارات
مسؤول التخطيط	شذى عزيز حبيب	2024/4/21 2024/4/23 اتصالات هاتفية	تقديم الخطة التشغيلية وشرح الية التخطيط والتقارير أسئلة واستفسارات
مسؤول السيطرة النوعية	مها سعد	2024/3/24	شرح عملية التحليل المختبري
مسؤول التحليل الكهربائي	محمد عنون عبد	2024/4/25 اتصالات هاتفية	شرح عملية التحليل الكهربائي
مسؤول الخدمات الصناعية	حوراء جواد كاظم	2024/4/15 2024/3/24	شرح عملية التبريد لخطوط الانتاج اسئلة واستفسارات
مسؤول الآلات الدقيقة	رياض عباس هاشم	2024/3/19	شرح الربط الالي بين ومعدات المصنع (ICS)
مسؤول (ICS)	محمد قاسم هاشم	2024/3/17 اتصالات هاتفية	والية (ICS) شرح اسئلة واستفسارات

مدير الشؤون الادارية	احمد راجح حمزة	2024/4/7	تقديم تقرير عن العاملين والعمل الاداري في المصنع
مسؤول عن الهايبو والحامض	علاء محمد ناصر	2024/4/28	شرح عمليات الانتاج بمعدات (ICS) الربط المصنع

Abstract:

This study aims to demonstrate the impact of smart manufacturing in achieving production flexibility, as there were two main problems in Al-Furat Al-Awsat Company in the soda and chlorine production plant, the study sample, and they are as follows: 1. Not achieving production flexibility in accordance with its basic requirements, as well as not adopting smart manufacturing techniques. In achieving production flexibility in the factory producing soda and chlorine 2. Not adopting smart manufacturing in the factory mentioned above. The researcher relied on two approaches: the case study approach to analyze the checklist for smart manufacturing and the checklist for production flexibility and diagnosing the gaps, and the descriptive analytical approach to determine the extent of the impact of smart manufacturing on... To achieve production flexibility in the investigated factory, the researcher used Excel 2016 and SPSS 26 and used some statistical methods such as weighted average and percentage.

For matching and application gap size to diagnose gaps in checklists. The most important conclusions reached by the researcher through the results of the checklists for applying smart manufacturing were that some standards have achieved partial implementation in adopting standards of production flexibility. Therefore, the researched factory must know the strengths and enhance them

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Karbala
College of Administration and Economics

The impact of smart manufacturing on achieving production flexibility

Case study in Al Furat General Company for Industries, Soda and Chlorine Production Plant

A thesis submitted to the Council of the College of Administration and Economics – University of Karbala as a requirement for .obtaining a Master's degree in Business Administration

Written by the student

Wafaa Abdul Hussein Khamis Al-Hasnawi

Supervised by Professor

Dr. Amir Ghanem Wadi Al-Awadi

2024 AD

1446 AH

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Karbala
College of Administration and
Economics

The impact of smart manufacturing on achieving production flexibility

Case study in Al Furat General Company for Industries, Soda and Chlorine Production Plant

A thesis submitted to the Council of the College of Administration and Economics – University of Karbala as a requirement for obtaining a .Master's degree in Business Administration

Written by the student

Wafaa Abdul Hussein Khamis Al-Hasnawi

Supervised by Professor

Dr. Amir Ghanem Wadi Al-Awadi

2024 AD 1446 AH