جامـعة دمـشـق

كليـة الهندسـة المعمــاريـة

قسـم عـلوم البناء والتنفيذ

دراسة الأسس الناظمة لإنشاء وتنفيذ المنشآت المعدنية في المدن الصناعية

(الحالة الدراسية : المنشآت الصناعية في مدينة عدرا الصناعية)

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المعمارية

إعـــداد

المهندسة لينا علي إبراهيم

إشراف

الأستاذ الدكتور المهندس غسان حلبوني

كلمة شكر

لنا الأمل .....لأن هدفنا الحياة.....

لنا العلم .....لان هدفنا النور.....

الشكر كل الشكر لكل من ساندني في إنجاز هذا العمل ....

فلك احترامي للأستاذ الدكتور غسان حلبوني الذي كان لي الأب المرشد

والمعلم الناصح.....

و كل الامتنان للأستاذ الدكتور غسان عبود الذي لم يبخل علي بوقته

رغم ضغط العمل.....

التقدير كل التقدير للأساتذة في قسم علوم البناء والتنفيذ.....

الإهداء

إلى وطني الحبيب الجريح.....

إلى عائلتي الغالية الحانية.....

إلى رفيق دربي وربان السفينة....

إلى فلذات كبدي وكل حياتي أمل...سارة...يوسف....

أضع بين أيديكم عملي المتواضع الذي لم يكن ليبصر النور لولاكم...

لينا....

- المقدمة :

الصناعة هي أحد فروع الاقتصاد الهامة، التي تتولى تحويل المواد الأولية الزراعية والخامات المعدنية إلى منتجات قابلة للتداول و تلبي الاحتياجات الضرورية للإنسان فضلاً عن تأثيرها في زيادة قيمة الدخل الوطني، فهي المحرك الفعلي للتنمية من خلال رفع المستوى الاقتصادي لتحقيق رخاء المجتمع وإحراز التقدم العلمي.[1]

من هنا جاء الاهتمام بالمنشآت الصناعية تاريخياً وبدأ معها التطور التصميمي والإنشائي نتيجة الحاجة لزيادة كمية الإنتاج ونوعيته، و ارتبط ذلك مع تطور العلوم الهندسية والخبرات المهنية، مما دفع بعض المعماريين لدراسة الاحتياجات التصميمية لهذه المعامل والجمل الإنشائية المستخدمة فيها، وتم ربطها مع وظيفة المنشأة ونوع الانتاج ، فتطورت تقنية تصميم الهياكل للمنشآت الصناعية.

في بداية القرن الواحد والعشرين ومع ازدياد المنشآت الصناعية بدأت تظهر فكرة تجميع هذه المنشآت في مكان واحد، فكانت المدن الصناعية، التي تشكل عنصراً هاماً من عناصر التنمية إذا ما تم تخطيطها وتحقيقها بصورة سليمة.

فهي وسيلة قوية لجلب الصناعات وتنفيذ السياسة الاقتصادية للدولة، كما يساعد تجميع الصناعات في مكان واحد على حل المشاكل الناجمة عنها على أساس علمي.

وبذلك يبرز الدور البالغ الأهمية في سورية للمدن الصناعية في تحقيق الدور الاستراتيجي للصناعية، في دفع عجلة التطور والنمو الاقتصادي، وخلق البيئة المناسبة لجذب وازدهار الاستثمارات الصناعية المحلية والعربية والأجنبية، واستيعاب التوسع الحاصل في الصناعات الحالية والمستقبلية، وتلبية المتطلبات المعمارية والإنشائية للعناصر الأساسية للأبنية الصناعية والقدرة على دمج عدد من النظم الإنشائية وتطوير أساليب التصميم وفق المواصفات القياسية العالمية.

- **المشكلة البحثية:**

مما سبق سيحاول هذا البحث الإجابة عن التساؤلات الآتية:

1- ما الأسس التصميمية والتنفيذية الناظمة لإنشاء المنشآت المعدنية الصناعية؟

2- ما المبادئ البيئية التي يجب مراعاتها في دراسة المنشآت المعدنية الصناعية؟

3- ما هي الجمل الإنشائية المعدنية الأمثل للمنشآت الصناعية المتوسطة والثقيلة؟

4- لماذا تعد الجمل المعدنية الأكثر استخداماً في تنفيذ المنشآت الصناعية؟

5- هل للمنشآت المعدنية دور في إعادة الإعمار في بلادنا؟

- **أهمية البحث:**

للمنشآت الصناعية دور رائد في تطور المجتمع ،لذلك كانت محط اهتمام الحكومات المتعاقبة.

إلا أن قلة الدراسات المحلية التي تطرقت لهذه المنشآت من المنظور المعماري المحلي، أوجب ضرورة دراسة هذه المنشآت لمعرفة معايير تصميمها ودراستها وطرق تنفيذها.

وبعد الاطلاع الميداني على المنشآت الصناعية في مدينة عدرا الصناعية تبين أن المنشآت المعدنية تشكل 40%من المنشآت القائمة فيها.

لذلك فإن إنجاز هذا البحث سيلبي حاجة واقعية وضرورية ،لإيجاد دراسة منهجية تحليلية للمنشآت الصناعية ذات الجمل الإنشائية المعدنية.

- **هدف البحث:**

يتحدد الهدف الأساسي لهذا البحث في إرساء منهجية الدراسة التنفيذية لفراغات المنشآت الصناعية من خلال:

- تسليط الضوء على المنهجية المتبعة في دراسة المنشآت المعدنية للصناعات المتوسطة والثقيلة.
- توفير قاعدة بيانات لأسس تصميم وإنشاء المباني الصناعية المعدنية.
- توثيق و دراسة بعض أنظمة البناء المستخدمة في المنشآت الصناعية ذات الجمل الإنشائية المعدنية في مدينة عدرا الصناعية .

- تقييم واقع بعض المنشآت الصناعية المعدنية في مدينة عدرا الصناعية ،و استعراض بعض المشاكل التي تواجهها.

- حدود البحث:

تحظى المنشآت المعدنية الصناعية في المدن الصناعية باهتمام كبير، وخاصة في هذه الفترة الزمنية .

لذلك سيتم دراسة بعض منشآت الصناعية المتوسطة والثقيلة ، ذات الجمل الإنشائية المعدنية في مدينة عدرا الصناعية التابعة لمحافظة ريف دمشق .

- منهجية البحث:

اعتمدنا في دراستنا على الأسلوب الوصفي التحليلي الاستقرائي لأنه يتلاءم وموضوع البحث من خلال استعراض المفاهيم والمعطيات، وتحليلها وربطها بأسبابها، والوصول للنتائج والاعتماد على المصادر الرسمية.

وسيتم إعداد البحث من خلال:

- الدراسة النظرية: وتقسم إلى قسمين:

  دراسة أسس و طرق تنفيذ المنشآت الصناعية.

  دراسة بعض التجارب العربية والدولية.

- الدراسة الميدانية : وتشمل توثيق بعض الجمل الإنشائية المستخدمة في مدينة عدرا الصناعية وتحليلها وصولاً للنتائج.

الفهرس

الفصل الأول : المدن الصناعية ومعايير تصميم المنشآت الصناعية:

1-1- التطور التاريخي للمنشآت الصناعية.

1-2- المدن الصناعية عربياً وعالمياً.

1-2-1- التجربة المصرية.

1-2-2- التجربة السعودية.

1-2-3- التجربة الأمريكية.

1-3- المعايير التصميمية المستخدمة في الأبنية الصناعية.

1-3-1- الحماية من الحريق.

1-3-2- فيزياء المبنى.

1-3-3- فواصل التمدد .

1-3-4- الأرضيات.

1-3-5- التهوية.

1-3-6- الإنارة.

1-3-7- المرافق الملحقة.

1-4- الاشتراطات البيئية للمدن والمباني الصناعية.

1-4-1- تعريفات.

1-4-2- شروط الأمن البيئي الصناعي.

1-4-3- برنامج مراقبة الأداء.

نتائج الفصل الأول.

الفصل الثاني: المعايير الإنشائية للمنشآت المعدنية الصناعية:

2-1- الأنظمة القياسية العالمية للمنشآت المعدنية الصناعية.

2-1-1- نظام المنشآت المعدنية الصناعية في ألمانيا.

2-1-2- نظام المنشآت المعدنية الصناعية في هولندا.

2-1-3- نظام المنشآت المعدنية الصناعية في المملكة المتحدة.

2-2- الدراسة الانشائية لتنفيذ المنشآت المعدنية الصناعية:

2-2-1- الأحمال المطبقة.

2-2-2- الجمل الإنشائية المستخدمة.

2-2-3- التحليل الإنشائي للمنشآت الصناعية.

2-2-4- المدادات(الجوائز الثانوية).

2-2-5- الوصلات.

2-2-6- طبقات التغطية.

2-2-7- عناصر التثبيت.

نتائج الفصل الثاني.

الفصل الثالث: دراسة الجمل الإنشائية المعدنية المستخدمة في مدينة عدرا الصناعية:

3-1- دراسة تحليلية لمدينة عدرا الصناعية:

3-1-1- الموقع.

3-1-2- الربط الإقليمي.

3-1-3- الخواص المناخية.

3-1-4- الواقع الخدمي.

3-2- دراسة تحليلية لبعض الجمل في المنشآت الصناعية:

3-2-1- معمل السيارات.

3-2-2- معمل الصناعات الكيميائية .

3-2-3- معمل المكيفات.

نتائج الفصل الثالث.

النتائج والتوصيات.

هيكلية البحث.[إعداد الباحثة]

الفصل الأول

المدن الصناعية ومعايير تصميم المنشآت الصناعية

المقدمة:

يهدف الفصل إلى بناء قاعدة المعلومات الأولية للمنشآت المعدنية الصناعية في المدن الصناعية من خلال أربع محاور:

يسلط المحور الأول الضوء على التطور التاريخي المنشآت الصناعية. ويركز المحور الثاني على التجارب العربية والعالمية لإنشاء المدن الصناعية .أما المحور الثالث يدرس القواعد التصميمية الأساسية للمنشآت الصناعية. بينما المحور الرابع يتطرق إلى الاشتراطات البيئة التي يجب أن تتوافر في المنشآت الصناعية تمهيداً للوصول إلى الإشكالية البحثية وخلاصة الفصل.

1-1- التطور التاريخي للمنشآت الصناعية:

شهدت الجمل الإنشائية للمباني الصناعية تطوراً مع مرور الزمن مترافقاً مع التقدم العلمي والصناعي [19]:

- فكانت المصانع في بادئ الأمر تنشأ من جمل إنشائية هيكلية وجدران خارجية حاملة من قرميد أو حجر. والأعمدة من الحديد الصلب لتحمل عوارض السقف الخشبية، لذلك كانت المجازات محدودة والمصانع ضيقة نسبياً.
- في القرن التاسع عشر حلت عوارض الحديد والفولاذ مكان العوارض الخشبية المستخدمة بالإنشاء لتفادي أخطار الحريق التي تفاقمت مع ازدياد حجم المعامل.
- وبعدالثورة الصناعية تم استخدام الهياكل الإنشائية المعدنية في الأبنية الصناعية مما جعل الفراغات أكثر اتساعاً فيما بقيت الجدران الخارجية للمبنى عنصراً أساسياً لتلقي الحمولات الشاقولية وتأمين الإنارة من خلال الفتحات الموجودة فيها .
- في عام 1854 بني أول مصنع من هياكل معدنية في الولايات المتحدة الأمريكية دون جدران حجرية خارجية حاملة وتطورت تلك الطريقة بسرعة مع ظهور تقنيات تصنيع وتشكيل الحديد الصلب(أفران سمينس مارتن) ، وابتدأ بذلك عهد الانتشار الأفقي للمصانع المسقوفة بجوائز معدنية شبكية بدلاً من المباني المتعددة الطوابق القائمة على الجدران والأعمدة الحاملة.
- في عام 1877 بدأ في ألمانيا استخدام الطاقة الكهربائية للإنارة وتسيير آلات المصانع فبدأت المصانع تصمم بفراغات داخلية واسعة وعميقة .
- استخدم المهندس السويسري عام 1908 البلاطات العادية فوق الأعمدة الفطرية فسمح بذلك بإقامة واجهات زجاجية بشكل كامل بهدف رفع درجة الإنارة الطبيعية اللازمة للمباني الصناعية المؤلفة من عدة طوابق.
- أواخر عام 1920 قام بعض المعماريين ومنهم الأميركي(ألبرت خان) بدراسة العلاقة بين إنشاء المعمل والمجازات المستخدمة من جهة ونوعية الآلات وكمية الإنتاج وحركة الأفراد داخلها من جهة أخرى.
- بعد الحرب العالمية الثانية بدأت تظهر في الولايات المتحدة مصانع ذات مجازات واسعة لتستوعب خطوط الإنتاج الكبيرة (لدعم تصنيع الآلات الحربية، وتأمين متطلبات إعادة الإعمار)وتطورت تقنية الإنشاء بالفولاذ الشبكي لتلبي تلك الاحتياجات .

- حتى عام 1950بقيت طرائق التصميم التقليدية في المبان الصناعية بمجازات صغيرة تقل عن10 م وارتفاعات محدودة في أوربا وإنكلترا(نتيجة ظروف الحرب) .
- لذلك بدأ المعماريون بتصميم مصانع من منشآت خليطة هياكل معدنية وخرسانية بمقاييس أكبر تناسب صالات العمل وتؤمن: [19]

1- استيعاب تطور أساليب الإنتاج بأقل قدر ممكن من التكاليف المالية.
2- بيئة مناسبة للعمل بأبنية صناعية صديقة للبيئة.
3- تكوينات معمارية فنية ومميزة تنسجم مع المحيط.

والجدول التالي يوضح تطور ظهور المباني الصناعية عالمياً وأسباب هذا الظهور .

الجدول(1-1) :تطور إنشاء المباني الصناعية عالمياً.[20]

نوع الإنشاء	الموقع	الفترة	سبب الظهور	التطورات
جدران حجرية خارجية وأعمدة معدنية وجوائز خشبية	إنكلترا، أوروبا	القرن18	اكتشاف الطاقة المائية	**الموقع :**قرب الأنهار. **المجازات**حتى 3م **التوسع :**شاقولي /2-3 / طوابق.
جدران حجرية خارجية وأعمدة معدنية وجوائز معدنية	إنكلترا، أوروبا	القرن19	اكتشاف الطاقة البخارية	**الموقع :**غير محدد و يتأثر بالعوامل البشرية و الاقتصادية. **المجازات :**توسعت بشكل ملحوظ. **التوسع :**أفقياً(انتشرت الآلات الناقلة للحركة و المواد).
هيكل فولاذي مؤلف من أعمدة وجوائز معدنية	أوروبا، الولايات المتحدة	1854	أفران: سيمنس -مارتن لتنقية المعادن	**الموقع :**غير محدد، وتصنع عناصر الإنشاء في مكان و تنقل لآخر. **المجازات :**أصبحت واسعة. **التوسع :**أفقياً بإضافة بعض الوصلات. **الإنارة :**طبيعية عبر الأسقف الخفيفة.
جدران حجرية خارجية و أعمدة معدنية و جوائز معدنية	أوروبا، الولايات المتحدة	1877	الطاقة الكهربائية	**الموقع :**يحدده عوامل الإنتاج.

هيكل خرساني ذو بلاطات فطرية	أوروبا، الولايات المتحدة	1908	بلاطات حرة الأطراف	**الموقع :**قرب التجمعات العمرانية. **المجازات :**أصبحت واسعة نسبياً. **التوسع :** شاقولي لتأمين الإنارة. **الإنارة :**عبر واجهات زجاجية أو أجهزة كهربائية.
هياكل مختلطة (خرسانة وفولاذية)	أوروبا، الولايات المتحدة	ما بين الحربين 1914-1949.	ازدياد الطلب على الإنتاج	**الموقع:** ضمن أو قرب التجمعات العمرانية و بعيدا أخطار القصف أو التدمير. **المجازات :**واسعة تلبي الحاجة. **التوسع :**شاقولي أو أفقي أو بإقامة مبنى آخر.
هياكل مختلطة (خرسانية و فولاذية)	أوروبا، الولايات المتحدة	بعد الحرب الثانية 1949-1973.	الرخاء الاقتصادي	**الموقع :**امتد إلى الأرياف و عاد إلى المدن **المجازات :**واسعة بسبب تطور مواد البناء وظهور صناعات تحتاج لمساحات كبيرة. **التوسع :**شاقولي أو أفقي أو بإقامة مبنى آخر.
هياكل مختلطة (خرسانية و فولاذية)	أوروبا، الولايات المتحدة	1973-تاريخه	أزمة الطاقة والأزمات الاقتصادية	**الموقع :**يتأثر بالقوانين البيئية وخطط التنمية الاقتصادية **المجازات :**واسعة جداً وتتصف بالمرونة من أجل التوسع والتعديل بخطوط الإنتاج عند الحاجة. **التوسع :**شاقولي أو أفقي فازدادت الضوابط العمرانية وبدأت فكرة مواقع أخرى للتوسع بعيدة عن التجمع السكاني.(بدء نشوء المدن الصناعية).

- في نهاية القرن العشرين بدأت تظهر فكرة تجميع هذه المباني في موقع واحد لتوفير عقارات أرخص بسبب الطلب المتزايد على الأراضي المعدة للبناء وتأمين البنى التحتية الازمة لها، وكذلك سهولة تأمين المواد الأولية والتبادل بين المصانع وتصريف الإنتاج فبدأت فكرة المدينة الصناعية تتبلور لتشكل حلاً بهدف تأمين المستلزمات الضرورية وتسهيل تطور القطاع الصناعي.

فالمدينة الصناعية هي تجمعات صناعية وعمرانية حضارية مقسمة إلى أجزاء ومطورة وفقاً لمخطط شامل وتستعمل لمجموعة من المشاريع الصناعية ويشمل هذا المخطط على مخططات مفصلة للشوارع والطرق ووسائل المواصلات وشبكات البنية التحتية وكذلك يمكن أن يشتمل على مبانٍ صناعية للبيع أو التأجير.[1]

ويعود تاريخ نشأة المدن الصناعية إلى عهد الإمبراطورية الرومانية حيث تمركزت التجمعات الصناعية على موانئ البحر الأبيض المتوسط بهدف زيادة النشاط التجاري والاقتصادي ومن ثم بدأ تطبيقها عمليا في أواخر القرن التاسع عشر.

فأول منطقة صناعية عمليا كانت قرب مانشستر بالمملكة المتحدة عام 1896م وتلتها منطقة قرب شيكاغو بالولايات المتحدة الامريكية عام 1899م أما المنطقة الثالثة كانت في محيط مدينة نابولي بإيطاليا في عام 1904م ولم تأخذ هذه الظاهرة في الانتشار إلا منذ منتصف القرن العشرين حيث أخذت كل الدول المتقدمة والنامية في إدخال المناطق الصناعية ضمن خططها التنموية وتطويرها لتصبح مدناً.[9]

ويعد الهدف من إنشاء المدن الصناعية العامل الرابط بين التجارب المختلفة والذي يمكن تلخيصه بما يلي: [1]

1-الكثافة العالية في مراكز المدن وصعوبة تنظيم الأحياء والتجمعات السكنية.

2-ضرورة إخراج الصناعات من المدن لتخفيف التلوث والتقليل من مشاكل المواصلات.

- أما في الجمهورية العربية السورية فقد تطورت الصناعات وانتقلت من ورش و معامل صغيرة إلى معامل أكبر ويعد **معمل صيانة القاطرات البخارية وعربات الركاب** الموضح في الصورة (1-1)والصورة (1-2) والموجود في منطقة القدم جنوبي دمشق من أول المعامل التي أنشئت في سورية في بداية القرن الماضي ولا تزال معظم أقسامه في الخدمة وتعمل بكفاءة عالية حتى الوقت الراهن.

الصورة(1-1): الجملة الإنشائية لمعمل القاطرات.[14] **الصورة(1-2):جائز الرافعة في هنغار الصيانة .[14]**

- ازداد عدد المنشآت الصناعية في سورية بين عامي1970 - 2005 إلى ثلاثة أضعاف عددها سابقا، وقد حازت حلب على العدد الأكبر من المنشآت تلتها محافظة ريف دمشق ودمشق أي أن الزيادة الوسطية السنوية بلغت:[17]

6 % تقريباً ما بين عام 1970 حتى عام 1980

5% تقريباً ما بين عام 1980 حتى عام2000

8% تقريباً ما بين عام 2000 حتى عام2005

كما هو موضح في الشكل (1-1)

الشكل (1-1): معدل ازدياد المنشآت الصناعية حتى عام 2005.[الباحثة]

و بلغت نسب توزيع المنشآت الصناعية حتى عام2011، كما في الشكل (1-2)

40 % في حلب ، 20 % في ريف دمشق ، 10 % في دمشق

ما يشكل 70% من إجمالي عدد المنشآت في المحافظات، مما دفع للتفكير جدياً بإنشاء مدن صناعية في هذه المحافظات.[17].

الشكل (1-2): توزع المنشآت الصناعية في سورية حتى عام 2011.[الباحثة]

فالمدينة الصناعية في عدرا واحدة من المدن الصناعية في الجمهورية العربية السورية و أولى هذه المدن التي أوجدت بناء على المرسوم التشريعي رقم 57 لعام 2004 القاضي بتأسيس المدن الصناعية في سورية بالقرب من المدن الرئيسية وطرق المواصلات الدولية والمدينة الصناعية في حسيا بالقرب من حمص والمدينة الصناعية الشيخ نجار بالقرب من حلب موضحاً في الشكل (1-3) فلقد تمكنت هذه المدينة رغم حداثة عمرها الزمني من استقطاب المئات من المنشآت الصناعية والتجارية والخدمية مستفيدين من الميزات والتسهيلات المقدمة.

الشكل(1-3):توزع المدن الصناعية في سورية[39]

1- 2- المدن الصناعية عربياً و عالمياً:

لعبت المدن الصناعية دورا في تطور الصناعات عربياً وعالمياً وتركز ضمنها عدد كبير من المنشآت المتوسطة والكبيرة وتنوعت الجمل الإنشائية المستخدمة ضمن هذه المنشآت فكانت عنصر جذب هام للمستثمرين العرب والأجانب ،سنستعرض بعض هذه التجارب:

1-2-1- التجربة المصرية:

مدينة 6 أكتوبر الصناعية: [6]

الموقع: تقع مدينة 6 أكتوبر الصناعية شمال غرب القاهرة على أرض مستوية تبعد38 كم تقريباً عنها بالقرب من الجيزة مما يوفر مستلزمات الإنتاج الضرورية، وتعتبر مدينة 6 أكتوبر مدينة صناعية ضخمة فقد روعي في تصميم هذه المدينة الصناعية التوسعات المستقبلية واحتياجات المستثمرين. يوجد فيها 1400مصنع قيد الإنتاج و420 مصنع قيد الإنشاء وتتمثل الأنشطة الصناعية فيها: صناعة السيارات، صناعات هندسية وإلكترونية، صناعات غذائية، صناعات ورقية، غزل ونسيج، مواد بناء، صناعات معدنية وميكانيكية، صناعات كيماوية وأدوية.

الهدف من إنشائها:[2]

1- إنشاء مناطق محددة للمنشآت الصناعية للاستفادة من الناتج الاقتصادي على مستوى الإقليم التخطيطي.
2- إعادة رسم خريطة مصر السكانية والعمرانية.
3- استثمار الموارد المتاحة في صحارى مصر و سواحلها.
4- زيادة الدخل القومي المصري وتوفير فرص عمل.
5- تهيئة المناخ الملائم لاجتذاب رؤوس الأموال في المناطق والمدن الجديدة.

الشكل (1-4): مخطط استعمالات الأراضي في مدينة6 أكتوبر[36].

1-2-2 - التجربة السعودية:[3]

مدينة الجبيل الصناعية:

الموقع: تقع مدينة الجبيل الصناعية على شاطئ الخليج العربي على بعد 100كم شمال مدينة الدمام، ويتميز موقعها بقربها من مصادر الطاقة ومواد الخام اللازمة، وقربها من الممرات البحرية الدولية مما وفر للشركات العاملة في المدينة ميزة الوصول المباشر إلى الأسواق العالمية، وتعد مدينة الجبيل الصناعية من أكبر المدن الصناعية في المملكة العربية السعودية ،يقدر عدد سكانها بأكثر من 300 ألف نسمة، تبلغ مساحتها 1016كم^{2}منها 5500 هكتار تم تخصيصها للصناعات القائمة، وتقسم المدينة إلى قسمين: مركز المدينة وسكن أهالي الجبيل، والقسم الصناعي المعروف باسم الهيئة الملكية والتي تضم المصانع الكبيرة وسكن موظفيها. تضم المدينة صناعات خفيفة كتشكيل الحديد والمعادن، وصناعات ثقيلة (البتروكيماوية، والأسمدة الكيماوية، مصانع الحديد) وتضم سبعة عشر صناعة أساسية منها تسع مجمعات ومصانع بتروكيماوية، ومصفاة لتكرير النفط ومصنع لمزج الزيوت وصناعة الشحوم وثلاثة مصانع لإنتاج الأسمدة ومصنع للحديد والصلب، ومصنع للغازات الصناعية ومصنع لتحبيب الكبريت وتصديره.

الهدف من إنشائها:

ترويج وتشجيع تطوير الصناعات الأساسية والتحويلية التي تعتمد على الثروات الطبيعية للمملكة و تحويلها إلى منتجات ذات قيمة مضافة للاستخدام المحلي وللتصدير الخارجي.

الشكل(1-5): مخطط استعمالات الأراضي لمدينة جبيل الصناعية[3]

1-2-3- التجربة الأمريكية:

مدينة مينابولس الصناعية:[42]

الموقع: هي أكبر مدينة في ولاية مينيسوتا الواقعة شمال الولايات المتحدة الأمريكية ،تقع على ضفتي نهر مسيسيبي تجاور مدينة سانت بول .

الهدف من إنشائها:

نشطت حركة بناء المدن الصناعية عقب الحرب العالمية الثانية ولكن معظم المدن الصناعية في الولايات الأمريكية هي نتاج طبيعي لنشاط القطاع الخاص فليس للسلطات المحلية أي دور في الإنشاء، فكان الهدف من إنشائها:

1- هو إنشاء مناطق صناعية محددة تحت إدارة واحدة وخاصة.
2- تهيئة البنى التحتية لهذه المنطقة لاجتذاب رؤوس الأموال.

الشكل (1-6): مخطط استعمالات الأراضي في مدينة مينابولس الصناعية [42].

1-3- المعايير التصميمية المستخدمة في المنشآت الصناعية:

تختلف دراسة المنشآت الصناعية حسب الإمكانات الاقتصادية و الأنظمة العمرانية و براعة المصمم و رغبات المستثمر و بما ينسجم مع خصوصيات الشكل أو الوظيفة.

ويتطلب اتخاذ أي قرار يتعلق بتصميم المباني الصناعية إجراء سلسلة من الدراسات التحليلية يمكن تصنيف هذه الدراسات وفق البنود التالية: [19]

1- **الاحتياجات الفنية:** نوع الصناعة وتصنيفها، نمط الإنتاج، فراغ الإنتاج، إمكانية التوسع.

2- **الاحتياجات التصميمية:** الموقع العام ومتطلباته الوظيفية، شكل المسقط، توزع المساحات الإنتاجية ،متطلبات الأمن الصناعي والحماية من الحريق، نوع الأرضيات، دراسة الواجهات.

3- **الخدمات التقنية:** العزل الصوتي والضوضاء، الإنارة ،التهوية.

4- **الاحتياجات الإنشائية:** الحمولات المطبقة ،نوع الجملة الإنشائية المستخدمة، المجاز، الارتفاع المطلوب ،طبقات التغطية، فواصل التمدد وعناصر التثبيت .

5- **دراسة إقتصادية:** استثمار الأموال في المباني الصناعية ، التكلفة والمؤثرات الإنشائية ،تكاليف التوسع، تكاليف الصيانة.

وبناءً عليه فإن المبنى الصناعي يصمم ليكون المغلف الذي يوفر الفراغات الوظيفية للنشاطات الداخلية بأشكال مميزة ويعتبر الفراغ الكبير هو السمة الرئيسية لمعظم المنشآت الصناعية.

ولذلك يعتبر تصميم المباني الصناعية عملية اقتصادية في المقام الأول تهدف إلى تحقيق فوائد آنية ومستقبلية ويفضل دراسة جدواها الاقتصادية قبل اتخاذ أي قرار معماري.

فمن الضروري تحديد حجم الغلاف الخارجي ووضع المخطط الذي يوفر فراغاً وظيفياً مناسباً آخذاً بالاعتبار الجوانب التالية قبل مرحلة التصميم التفصيلي للمبنى الصناعي:[33]

1- الموقع العام.
2- الفراغ المناسب.
3- أماكن الدخول.
4- البنية التحتية.
5- مرونة استخدام الفراغات.
6- سرعة التنفيذ.
7- التأثير البصري والجمالي.
8- مقياس العناصر التصميمية.
9- الخدمات المطلوبة.
10-مبادئ الاستدامة والأداء البيئي.
11- العزل الصوتي.
12- العزل المائي.
13- العزل الحراري وتنظيم حركة التيارات الهوائية.
14- الحماية من الحرائق.
15- عمر المنشأة وإمكانية إعادة استخدامها وتوسيعها.

وتعتمد أهمية هذه الاعتبارات على وظيفة المبنى، ومن الضروري لتطوير مفهوم التصميم إعادة النظر في هذه الاعتبارات بناءً على أهميتها كما هو موضح في الجدول (1-2) .

هذا الجدول يعطي مؤشرات فقط، لأن كل مشروع سيكون مختلفاً، لذا يمكن أن يكون مساعداً فقط مع العلم أن الصناعات يمكن تصنيفها حسب نوعها:[1]

الجدول (1-2): أهم عوامل تصميم المباني الصناعية.[21]

نوع الصناعة في الأبنية	الموقع العام	الفراغ المناسب	البنية التحتية	مرونة استخدام الفراغ	سرعة التنفيذ	البنية التحتية	التأثير البصري والجمالي	مقياس العناصر التصميمية	الخدمات المطلوبة	مبادئ الاستدامة والأداء البيئي	الحماية من الحريق	العزل الحراري	العزل الصوتي	العزل المائي
الصناعات الثقيلة	*	**	*	**	**	*	*	*	*	-	**	*	**	*
الصناعات المتوسطة	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	**	*	**	*
الصناعات الخفيفة	-	*	*	*	-	*	-	*	*	**	*	-	*	*

تفسير المصطلحات: غير هام: ــ / هام : * / هام جداً: **

- **الصناعات الخفيفة:** تقوم على أساس تلبية حاجات السكان من الحرف التي تعتمد على الإنتاج الزراعي أو الحيواني كصناعة السلال والحبل والمفارش والمشغولات الخشبية والسجاد وورش المفروشات.
- **الصناعات المتوسطة:** ومنها المنظفات وبعض الصناعات الغذائية والتحويلية، الزجاج، المفروشات.....وغيرها.
- **الصناعات الثقيلة:** منها صناعة الحديد والصلب، وتكرير البترول، والإسمنت، والأسمدة الكيماوية، صناعة السيارات.

1-3-1- الحماية من الحريق:

تتطلب الأبنية الصناعية تصميما خاصا لمواجهة أخطار الحرائق مما يعني الالتزام ببعض الإجراءات الصارمة ،ويستطيع المعماري أن يسهم في مواجهة أخطار الحرائق لإقلال الخسائر المادية من خلال دراسة:[11]

- موقع غرف القدرة ومستودعات الوقود (حجم ونوع وأبعاد) وتأمينها من العبث والعوامل المناخية.
- مواد الإكساء و الإنشاء المقاومة للاحتراق والقادرة على إصدار غازات تطفئ نفسها بنفسها.

- مخارج النجاة (عددها ومكان توضعها).

ويتم في مرحلة تصميم المنشآت الصناعية مراعاة الأمور التالية للسلامة من الحريق:[23]

1- تقسيم المنشأة إلى قطاعات تعمل بشكل مستقل لتفادي انتشار الحريق (سقف مع فتحاته، جدران مع الأبواب، أرضيات)
2- نوع النظام الإنشائي المقترح والمواد المستخدمة لحماية المنشأة من الاحتراق مراعيا نوع الإنتاج داخل المنشأة وتأخير انتقاله.
3- انتشار النار واللهب وانتقالها (بما في ذلك مقاومة الحريق و الاشتعال والمدة اللازمة للتحمل من 60 إلى 90 دقيقة) ومكان وحجم فتحات الواجهة، قرب الكتل البنائية من بعضها.
4- نظام إخراج الدخان والأبخرة الحارة.
5- وسائل الهروب والإخلاء (عدد مخارج الطوارئ، إشارات الخروج المميزة، عدد السلالم، الأبواب المناسبة، وجود نظام إنذار).
6- إجراءات مكافحة الحريق الفعالة بالموقع (مطافئ حريق يدوية، أجهزة الكشف عن الدخان، مرشات، خراطيم...الخ).
7- طريقة وصول فريق الإطفاء إلى المبنى بسهولة وتأمين سلامته.

والشكل (1-7) يوضح طريقة تركيب الألواح المقاومة للحريق على الهيكل الإنشائي المعدني بتوفير ثقوب طولية في وصلات القضبان الجانبية تسمح بالتمدد الحراري، ولا تعرض استقرار الجملة الإنشائية للخطر فهي تزود بحلقات ربط مصنوعة من مادة لا تنصهر إلا بدرجات الحرارة العالية.

الشكل(1-7):تفاصيل تركيب جدار مقاوم للحريق.[21]

1-3-2- فيزياء المبنى:

1-3-2-1- العزل الحراري:

إن الهدف الرئيسي من العزل الحراري في المبان الصناعية هو تأمين المناخ الداخلي الملائم لاستخدام المبنى بشكل مريح في المناطق المناخية المتعددة (باردة، حارة، رطبة) وترشيد استخدام الطاقة وتأمين مناخ مقبول للعمال وخاصة في المناطق الباردة وكذلك حماية المصنع من أضرار الرطوبة. وإن الحد من التبادل الحراري بين داخل المنشأة وخارجها من خلال العزل الفعّال أحد الوظائف الرئيسية لغلاف المبنى خلال فصل الشتاء، فالجسور الحرارية و عدم إحكام غلق نقاط الوصل لها تأثيرٌ رئيس على توازن طاقة المبنى، لذا لابد من الاهتمام بوضع العازل الحراري بدقة ودون أي فجوات، وإغلاق غلاف المبنى بشكل محكم عند الوصلات الطولية والعرضية.

أما في فصل الصيف فإن غلاف المبنى يلعب دوراً هاماً في الحد من آثار الكسب الحراري على الفراغ الداخلي. ويعتمد تخفيض الحرارة صيفاً على المساحة الإجمالية للمبنى وتوجيه الفتحات بالإضافة إلى فعالية إجراءات الحماية من أشعة الشمس (وضع الكواسر المناسبة على الفتحات).[33]

الصورة(1-3):طريقة تركيب طبقات السقف.[23]

1-3-2-2- مخاطر التكاثف:

ترتبط الحماية من الرطوبة والحرارة ببعضهما ارتباطاً وثيقاً وذلك لأن الضرر الناجم عن الرطوبة العالية غالباً ما يكون نتيجة لفقدان العازل الحراري أو تركيبه بشكل غير صحيح أو صغر سماكته. ومن جانب آخر فإن عدم وجود مانع رطوبة يؤدي إلى ظهور التكاثف في المبنى مما يؤثر بدوره على فعالية وكفاءة العزل الحراري.

ويتم السيطرة على خطر التكاثف في الأسقف والجدران المتعددة الطبقات من خلال تركيب حاجز مانع للبخار في الطبقات الداخلية منها ودراسة تحليلية للمواد المستخدمة وسماكتها واختيارها بشكل صحيح.[33]

1-3-2-3- العزل الصوتي:

وهو منع انتقال الصوت و الضجيج غير المرغوب به من غرفة إلى أخرى أو من طابق إلى آخر أو من خارج المبنى إلى داخله وبالعكس. [33]

ويتولد الضجيج في المباني الصناعية بسبب اهتزازات الآلات من جهة والأعمال الجارية بداخلها من جهة أخرى ويصعب تحديد قيمته إلا بعد تركيب وتشغيل أجهزة الإنتاج ،حيث تؤثر الاهتزازات الناتجة عن أجهزة الإنتاج على سلامة المنشأة. وهذا بدوره يؤثر على الدراسة التصميمية والإنشائية للمباني الصناعية لذلك يتم العمل على خفض قيمة الضجيج من خلال تزويد الجدران والأسقف بمواد إكساء داخلية تؤمن العزل الحراري، وتساعد على امتصاص الموجات الصوتية والقضاء على ظاهرة الصدى

فالحركة الدورانية المستمرة للآلة تولد هديراً خافتاً سببه حزمة النغمات الصافية المتولدة عن حركتها المنتظمة (مثل دوران آلة بسيطة أو مجموعة من القطع الدوارة كالمحركات) بشكل مستمر.

لذلك يجب عند استخدام المخمدات الماصة لاهتزاز الآلات توفر شرطين أساسيين داخل المباني الصناعية وهما: [21]

1-حماية المبنى من الاهتزاز المتولدة عن هذه المنصات المخمدة.

2-حماية الأجهزة الحساسة الأخرى من الاهتزازات المتنقلة عبر الهيكل الإنشائي.

ويتم ذلك عادة بفصل كامل لقاعدة هذه المنصة المخمدة. ويستخدم في هذا النوع من المصانع وسائل عزل إضافية تساعد على امتصاص الضجيج والاهتزاز المتوقع صدورها عن هذه الآلات. كما في الصورة (1-4).

الصورة(1-4): القواعد المفصولة للآلات داخل المصانع[38]

ولابد من تحديد شروط العزل المناسبة للحد من قيم الانبعاث الصوتي الناتج عن الآلات.[38]

وللوصول إلى مستوى عالٍ من العزل الصوتي يتم إكساء الجدران والأسقف بمادة ماصة للصوت بطريقتين:[7]

1-التخفيف من انتقال الصوت عبر الهواء.

2-التخفيف من انتقال الصوت بالاتصال (فواصل صوتية أفقية وشاقوليه).

1-3-3- فواصل التمدد:[22]

تتمدد المواد عند تعرضها للحرارة وتنكمش عندما تبرد، ويكون مقدار التمدد أو الانكماش حسب نوع المادة والتركيب الجزئي لها .[22]

تنشأ الإجهادات في العنصر عندما يتم تثبيته بحيث لا يمكنه الحركة بحرية أثناء التمدد أو التقلص . وتكون الإجهادات التي تسببها الحرارة إما إجهادات ضغط أو شد وهذا يعتمد فيما إذا كان العنصر المقيد يخضع للتمدد أو التقلص، وإذا لم تلحظ هذه الإجهادات الإضافية بالاعتبار أثناء تصميم العنصر قد يظهر خلل في هذا العنصر.

ويتم تنفيذ فواصل التمدد لاستيعاب الحركات الناتجة عن التغيرات في درجات الحرارة خلال حياة المبنى وذلك تبعا لموقعه الجغرافي.

و لحساب المسافة المطلوبة بين فواصل التمدد تم وضع تعليمات ثابتة للأبنية المعدنية لتحديد طريقة معالجتها لضمان تمدد وتقلص الهيكل بحرية .

أما القيمة الحدية للتباعد بين فواصل التمدد فإنها تعطى كما يلي:

- 120م للمنشآت المنفذة بالوصلات المرنة مثل البراغي العادية والبراشم.
- 96م للمنشآت المنفذة بالوصلات القاسية والصلبة مثل البراغي العالية المقاومة واللحام.
- 144م هو الطول المسموح للصالة عندما يقام في منتصف الصالة نقطة تثبيت وارتكاز للجوائز لأن التمدد الناتج عن التغيرات الحرارية غير مهم في هذه الحالة .

ولاستيعاب الإجهاد الناتج عن التمدد الحراري يمكن مضاعفة الجملة الإنشائية كما في الشكل (1-8) عند أماكن فواصل التمدد لتحقيق السلامة واستيعاب الإجهاد الحراري الطولي.[22].

الشكل(1-8): تفصيله فاصل التمدد في المنشاة معدنية صناعية[22]

1-3-4- الأرضيات:

تصمم الأرضيات في معظم المباني الصناعية بحيث تكون مستوية عموماً و تتحمل الإجهادات الناتجة عن الحمولات المركزة للمركبات والآلات والحاويات .وتتألف الأرضية في معظم الأحيان من الخرسانة المسلحة المنفصلة عن الإنشاء منعاً لانتقال الاهتزازات موضحة في الصورة (1-5).

وبشكل عام يكون سطح الأرضيات خشناً منعاً للانزلاق، ومصمماً لونياً بشكل يؤمن الأمان للإنسان مع تنفيذ فواصل التمدد اللازمة [13] .

الصورة(1-5):تنفيذ الأرضيات من الخرسانة مع وجود فواصل[الباحثة]

1-3-5- التهوية:

تعتمد التهوية الطبيعية على حركة الهواء من منطقة الضغط الهوائي المرتفع إلى منطقة الضغط المنخفض وهي تسهم في طرد غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث في المبنى فهي تعتمد على حجم وتوجيه المبنى، وتعد الفتحات السقفية هي الخيار الشائع للتهوية الطبيعية في المبان الصناعية، والتي يجب اختيار مكانها بعناية لتحقيق أكبر قدر ممكن لأدائها.

وقد انتشر الآن نظام التهوية المختلطة في المبان الصناعية كما في الصورة (1-6) والذي يعتمد على التهوية الطبيعية بالدرجة الأولى مع مراوح لتحسين فعالية الأداء خلال مختلف الأحوال الجوية.[19]

الصورة(1-6): استخدام نظام التهوية القسرية [الباحثة]

1-3-5-1- الانظمة القسرية للتهوية:

إن استخدام الأنظمة الميكانيكية للتهوية يمكن أن يخفض كمية الطاقة اللازمة لتدفئة الهواء النقي وجعله ضمن مستوى مريح ودرجة ملائمة إلى حد كبير.

وهذه المنظومة الحديثة تستفيد من حرارة الهواء الفاسد الخارج من المبنى لتسخين الهواء النقي البارد الداخل إلى المبنى، ويقوم بطرد الهواء الساخن إلى خارج المبنى بجانب الهواء النقي الوارد، مما يسمح بنقل الحرارة من الهواء الصادر إلى الهواء الوارد.

ولتحقيق الكفاءة المطلوبة لهذا النظام يجب الانتباه إلى:[19]

- رطوبة الهواء(15غ/كغ حد فاصل في المناطق الحارة الجافة).
- منع تسرب الهواء من(الفتحات، الملابن، الأرضيات).
- تأمين العزل الصوتي وطرد الهواء بشكل غير مباشر إلى القناة المركزية.
- سرعة حركة الهواء.

1-3-6- الإنارة :

وهي نوعان:[21]

- طبيعية: ضوء النهار.
- صناعية: الإنارة الكهربائية خاصة في حال استمرارية العمل (نظام الورديات)

فدرجة الإنارة في المنشآت الصناعية تعتمد على وظيفتها .ولفتحات الإنارة الطبيعية دور في تأمين إنارة المنشأة.

وتعتبر فتحات الإنارة الطبيعية في الأسقف الموجهة شمالاً هي الأكثر انتشاراً لثبات إنارتها بالإضافة إلى شريط الفتحات الزجاجية الجدارية كما في الشكل(1-9) الحالة (ب).

الشكل (1-9) : أمثلة على طرق توفير الإنارة الطبيعية في المباني الصناعية.[19]

أما الإنارة الكهربائية فتعتمد على تركيب أجهزة إنارة سقفيه مع الأخذ بالاعتبار:[21]

- تأمين درجة الشدة الضوئية اللازمة للصالات المغلقة لعمل آمن للعامل.
- تأمين الراحة البصرية للعمال و الفنيين و الأفراد من خلال إنارة غير مباشرة لتجنب الانبهار الضوئي وتشكيل الظلال.
- الكلفة الاقتصادية.

ويعد الدمج بين الإنارة الكهربائية و الإنارة الطبيعية هو الاختيار العملي الأمثل في الصالات المغلقة

ويلعب شكل السقف دوراً هاماً في تحديد طريقة الإنارة في المنشأة الصناعية .[19]

- **الأسقف الجملونية**: تسمح بنفوذ الضوء عبر فتحات ذات شكل مستو أو بشكل هرمي كما في الصورة (1-7) و تستخدم في هذه الفتحات مواد زجاجية شافة لإدخال الضوء و يمكن التحكم بالفتح والإغلاق وغالباً تترك ثابتة للحفاظ على درجات الحرارة.

الصورة(1-7):الفتحات السقفية في الأسقف الجملونية.[الباحثة]

- **الأسقف المنشارية :**تعتبر الوسيلة الأكثر استخداما لتأمين أكبر قدر من الإنارة الطبيعية غير المباشرة بأقل انبهار شمسي وتوجيه صحيح للشمال.

الصورة(1-8):فتحات الإنارة في السقف المنشاري.[الباحثة]

- **الأسقف المسطحة :**تصمم هذه الأسقف للحصول على حرية كاملة في وضع التمديدات الفنية تحتها لكنها تحد من وضع الفتحات الزجاجية بشكل مباشر عليها و يفضل استعمال الإنارة الشريطية الجدارية غير المباشرة والمعالجة.

1-3-7- المرافق الملحقة:

يجب أن تزود معظم المباني الصناعية بفراغات مكتبية للموظفين ولطاقم العمل .وهنالك خيارات متعددة لمواقع هذه الفراغات ، كما هو مبين في الشكل (1-10).

الشكل (1-10) : المواقع الممكنة للمكاتب الملحقة بالمبنى الصناعي.[33]

- في المباني الصناعية المؤلفة من طابق واحد يتم تخصيص مساحة منفصلة داخل المبنى، مفصولة بجدران داخلية عن صالات الإنتاج ،أو تقع خارج المبنى ومتصلة بصالات الإنتاج مباشرة
- في المباني الصناعية المؤلفة من طابقين يمكن أن تأخذ جزءاً من الطابق العلوي.

وهذا يؤدي إلى متطلبات خاصة بمفهوم التصميم تتعلق بتدعيم الهيكل الإنشائي وكفاءة فيزياء المبنى . فإذا كانت منطقة المكاتب تقع في الطابق العلوي من المبنى الصناعي يمكن تصميمها كبنية إنشائية منفصلة محاطة بالهيكل الإنشائي للمبنى، أو ربط هيكلها الإنشائي بالهيكل الإنشائي الرئيسي وهذا يتطلب دراسة خاصة لضمان استقرار الأجزاء المكونة للمبنى و هنالك اعتبارات تصميمية تؤخذ بالحسبان للمرافق الملحقة منها.[33]

1-3-7-1- الحماية من الحريق:

في المباني الصناعية الكبيرة يلعب مبنى القدرة ومستودع الوقود دوراً هاماً في التصميم، حيث يجب أن يقتصر حجم الحجرة على الحدود الدنيا للحد من انتشار الحريق.

وكذلك يجب أن تكون جدرانه مقاومة للحريق (تضمن مقاومتها للاشتعال من 60 إلى 90دقيقة) وخاصة في حال تم تخزين بضائع قابلة للاشتعال في المبنى.

وبما أن المكاتب يتواجد فيها عدد كبير من الأشخاص لذا يجب أن تكون تدابير السلامة من الحرائق أكثر شدة و صرامة .وفي حال كانت المكاتب تقع في الطابق العلوي من المبنى يجب أن تؤخذ بالاعتبار طرق النجاة، إضافة إلى تنفيذ منظومة فعالة لإطفاء الحرائق، و منع الانتشار من حجرة إلى أخرى، ويمكن الحد من انتقالها من خلال استخدام بلاطة متعددة الطبقات بين المكاتب والمساحات المشغولة صناعياً، واستخدام الأبواب المقاومة للاحتراق، وفواصل الحريق.[11]

1-3-7-2- العزل الحراري:

تأمين السلامة من الحرائق للمكاتب يجب أن يترافق مع تأمين العزل الحراري للمرافق، فالمباني الملحقة المستخدمة لتخزين البضائع غير الحساسة ليست بحاجة للعزل الحراري، أما المكاتب فتتطلب مستوى عالٍ من الراحة فيها، الأمر الذي يجعل تأمين العزل الحراري ضرورياً لها، لذا يجب أن تصمم القواطع بين الحجرات بحيث توفر العزل الحراري الكافي.[27]

1-3-7-3- العزل الصوتي:

تشكل عمليات الإنتاج مصدراً قوياً للضوضاء والضجيج في المباني الصناعية لذا يجب أن يكون هناك فصل تام بين وحدة الإنتاج ومناطق المكاتب، و يجب اتخاذ تدابير خاصة لتأمين العزل الصوتي لها.

1-4- الاشتراطات البيئية للمدن و المباني الصناعية:

لقد ارتبطت الصناعة دائماً بالبيئة عن طريق علاقة استغلالية لمواردها و خاماتها الطبيعية الأمر الذي أدى إلى الكثير من المشاكل البيئية و لهذا فإن علماء البيئة يحذرون من أنه ما لم يتغير السلوك الإنساني نحو البيئة فإنه ربما ينتج انهيار مفاجئ للنظم البيئية، وهذا جعل الكثير من الحكومات تأخذ مجموعة من الإجراءات للحد من خروج الانبعاثات الضارة إلى البيئة و كذلك التخلص من النفايات، و لكن هذه الإجراءات أثبتت أنها تتعامل مع أعراض الممارسات الصناعية (ظواهر المشكلة) ولا تحاول إزالة جذور و أسباب المشكلة و بالتالي أدركت العديد من الحكومات أهمية دراسة المشاكل البيئية التي

قد تسببها المصانع من مرحلة وضع المخططات للمباني الصناعية و اختيار نوعية الصناعات بدلاً من التعامل مع مخرجاتها وعواقبها الملوثة .[6]

فبدلاً من الالتزام بالتخلص من المخلفات السامة يمكن إيجاد طرق جديدة لإنتاج أنظف. فالنجاح الاقتصادي طويل المدى و التنمية المستدامة يعتمدان على الحفاظ على الموارد البيئية و عدم إهدارها والعمل على الحد من استهلاكها من خلال حسن إدارتهم لتلك الموارد.[6]

ولتحقيق ذلك في النظام الصناعي يجب إعادة النظر في تكنولوجيا العمليات التقليدية و إبدالها باتجاهات جديدة تحل محلها لتحافظ على البيئة فعلى الرغم من أن هذه الطرق تستلزم الكثير من التجارب و الاستثمارات إلا أن العديد من الشركات قد أدركت أنه استثمار مردود إذا ما قورن بتكاليف تطبيق المعايير البيئية الآمنة و التعامل مع المخلفات البيئية و تأثيراتها السلبية على الطبيعة و المجتمع.

وهناك الكثير من الإجراءات التي أثبتت أن تقليل استخدام الموارد و الحد من إنتاج النفايات من الممكن أن يوفر المال ويخفف العديد من المضار البيئية وذلك من خلال: [3]

- إنشاء محطات رصد التلوث البيئي الناتج عن المنشآت الصناعية في المدينة الصناعية أثناء مراحل الإنشاء والتشغيل والإنتاج والتسويق ورصد وقياس التلوث البيئي في الهواء والتربة والمياه والحد من التلوث البصري والصناعي فيها.
- تشجيع الشركات الصناعية على استخدام المواد القابلة لإعادة الاستخدام في مدخلاتها الصناعية و أن تكون منتجاتها قابلة لإعادة الاستخدام أو التدوير.
- إمداد إدارات المدن الصناعية والمنشآت الصناعية بالمعلومات البيئية و إسداء المشورة الفنية.
- وضع حوافز تشجيعية للشركات التي تتحمل مسئوليتها البيئية و فرض رسوم وضرائب إضافية على الشركات المخالفة كما هو مأخوذ به في باقي الدول المتقدمة.
- الحد من انبعاث الملوثات من مصادرها بقدر الإمكان (وذلك يمكن أن يكون عن طريق : استرجاع المواد الخام المهدورة و معالجة المخلفات قبل صرفها و إعادة تصنيع العوادم واستخدام تقنيات متطورة في طرق الإنتاج .....).
- الحفاظ على الموارد الطبيعية (وذلك يشمل :تقليل الفاقد الصناعي و إعادة استخدام المياه وتوفير ظروف تشغيل ملائمة....).
- تطوير المنتجات بحيث تحقق أدنى تأثير سلبى ممكن على البيئة باستخدام مواد أولية آمنة بيئياً، وتطوير طرق التصنيع .

فتنوع الصناعات يؤثر على البيئة لذلك باتت الحكومات تهتم بها وبات على المهندس المعماري أن يرتقي بتفكيره البيئي مع أعماله التصميمية من خلال دراسة:[12]

- طبيعة المشروع و الحاجة إليه (وفقاً للمعايير الصناعية أولاً).
- ربط مخطط المنشأة الصناعية مع النظام التخطيطي للمنطقة.

1-4-1- تعريفات:[18]

- **ملوثات الهواء (Air contaminants) :** الجسيمات أو المواد غير المرغوب فيها المحمولة بالهواء والتي تقلل من ملاءمة وجودة الهواء .
- **التهوية(Air, ventilation) :**هي مجموع الهواء الخارجي والهواء المعاد تدويره الذي يزود به المبنى بعد تنقيته أو معالجته للحفاظ على مستوى مقبول من جودة الهواء الداخلي.
- **الهواء العادم (Exhaust air) :**الهواء المزال من حيز المبنى والذي يتم تصريفه إلى الخارج من خلال نظام تهوية ميكانيكية أو طبيعية.
- **الهواء النقي (Fresh air) :**الهواء الخارجي الذي يزود به حيز في المبنى عن طريق نظام تهوية ميكانيكية أو طبيعية لاستبدال الهواء المستنفذ داخل المباني.
- **الأبخرة الخطرة أو المواد الكيماوية الخطرة (Hazardous fumes or chemicals) :** الأبخرة أو الغازات أو المواد الكيماوية التي يمكن أن تؤثر سلباً على صحة الإنسان عند استنشاقه لها أو عند ملامستها جلد الإنسان، وتتضمن أيضاً الأبخرة أو الغازات أو المواد الكيماوية التي يمكن أن تتسبب حالة خطرة مثل المواد المتفجرة أو المواد القابلة للاشتعال.
- **النفايات الخطرة (Hazardous waste) :** أي نفايات يمكن أن تتسبب في إحداث أضرار كبيرة للبشر والممتلكات أو البيئة بسبب خصائصها الخطرة المتأصلة بها .وتكون النفايات الخطرة بالأشكال (الصلبة و السائلة و الغازية و الرسوبية أو أي مزيج بينها).
- **إعادة تدوير (Recycling) :** معالجة المواد المستعملة واستخدامها في منتجات جديدة لتجنب هدر مواد يمكن الاستفادة منها و تقليل استهلاك مواد خام جديدة والحد من استخدام الطاقة وتقليل تلوث الهواء والماء وذلك عن طريق الحد من التخلص من النفايات بالطرق التقليدية.

1-4-2- شروط الأمن البيئي الصناعي:

هناك عدة مظاهر بيئية يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند دراسة المصانع وهي:

الضوضاء - الدخان - الروائح الكريهة - لغبار - التراب - الغازات السامة - الحرارة والتوهج- الحرائق - الفضلات الصناعية - النقل والمرور - مظاهر الجمال - الأثر السيكولوجي....الخ مما يتطلب فرض قيود على هذه المنشآت لتحقيق ما يلي:[3]

- تقليل الضرر الناجم عن التلوث (دخان - غبار - روائح كريهة - ضوضاء....).
- المحافظة على المرافق بمنع إلقاء الفضلات المؤذية إلى المجاري قبل معالجتها والتحكم في استغلال المياه بأعلى كفاءة.

لذلك يجب أن تطبق داخل المدن الصناعية المعايير البيئية التالية:

- **تلوث الهواء :**يجب أن يتوافق مع الحدود الدنيا المسموح بها وفقاً لنظام البيئة العالمي.
- **المواد ذات الرائحة الكريهة :**لا يجوز في المدينة الصناعية القيام باستعمال ما يسبب انبعاثات مواد ذات رائحة كريهة بأي حد أو كميات تسبب مضايقة أو خطراً داخل حدود الحيازة الخاصة لمثل هذا الاستعمال، ولا يجوز أن تخرج أية روائح كريهة عند أية نقطة على حدود الموقع.
- **المواد السامة والضارة بالصحة :**لا يجوز استعمال أو القيام بأي عمل بالمدينة الصناعية ينتج عنه مواد سامة أو ضارة بتركيز يزيد على10% من التركيز الذي يعتبر أقصى حد للعاملين في المصانع حسب المعايير المسموح بها ،ولا يجوز أن تتعدى المواد السامة أو المضرة حدود الموقع الذي تنشأ فيه ،كما يجب عمل وسائل الوقاية اللازمة.
- **الدخان والأتربة والبخار والمواد الملوثة للهواء :**لا يسمح للمنشآت الصناعية بتلويث الهواء والتسبب بمضايقات و إزعاج يتجاوز حدود الملكية التي يتم بها البناء ضمن حدود المعايير العالمية ،وكذلك يحظر نفث الدخان المضر بالصحة العامة.
- **المواد المشعة :**يجب أن يتم اتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من المواد المشعة المنبعثة في الهواء أو التي يتم صرفها في الماء أو الناتجة عن المخلفات الصناعية .
- **تلوث المياه :**يمنع تلويث المياه بنواتج المخلفات الصناعية ويجب ألا يتم إجراء عمليات صرف المياه الصناعية في المجاري المخصصة داخل المدينة الصناعية.

- **النفايات (المخلفات الصلبة) :** يجب أن تعالج المخلفات الصناعية الصلبة حسب النظم المعمول بها في المدن الصناعية.[3]

1-4-3- برنامج مراقبة الأداء:

هو مفتاح توقع المشكلات البيئية المحتملة عن طريق مراجعة تصميم المنشآت التي يراد وضعها في المنطقة.

فبعد بناء المنشأة الصناعية يجب أن تجري اختبارات للأداء لتحديد ما إذا كانت انبعاثات الهواء الفعلية وتركيز فيض الملوثات ضمن مقاييس التصميم والعمل هندسياً و إنشائياً لخفض النفايات للحدود المقبولة .

ثم يوضع برنامج منتظم لمراقبة انبعاث الهواء لضمان استمرار عمل المنشآت الصناعية ضمن الشروط البيئية.

أما عوامل التلوث الأخرى فتراقب لمنع تسربها حيث تنظف وتنقى مياه المصانع والمجاري الصحية في وحدات معالجة خاصة وتستخدم المياه الناتجة للري .وتردم النفايات الصلبة في مرادم صحية . إضافة إلى برنامج مراقبة الصخب البيئي ويجب أن يتواجد معمل لمعالجة النفايات الخطيرة المتولدة عن الصناعة مما يجعل المنشآت الصناعية مركزاً للإنتاج الصناعي ونموذجاً للتخطيط البيئي.[12]

وقد أصبحت القدرة على إثبات وجود نهج الاستدامة شرطاً أساسياً للحصول على رخصة تخطيط البناء، كما أصبح مفهوم الاستدامة أمراً مهماً بسبب الحاجة لتحقيق التوازن ما بين الجدوى الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. فالمباني الصناعية المعدنية تراعي المعايير التالية:[16]

1- المعايير البيئية.
2- المعايير الاقتصادية.
3- المعايير الاجتماعية.

1- المعايير البيئية:

المعادن هي واحدة من أكثر المواد التي يمكن إعادة تدويرها واستردادها وخاصة الفولاذ. حيث يمكن لـ 95% منه إعادة إنتاجه دون فقدان القوة أو الجودة، كما يمكن لـ 10% منه إعادة استخدامه من جديد. فمن المفيد قبل هدم أي مبنى صناعي دراسة إمكانية تمديد حياته، حيث تعطي الفراغات الكبيرة

بين الأعمدة المرونة لتغيير استخدام المبنى ،فالتقدم في تصنيع المواد الصناعية يعني استخدام كميات أقل من المياه والطاقة في الإنتاج، وتحقيق انخفاض في الضوضاء والانبعاثات الغازية الضارة .

2- المعايير الاقتصادية:

يجمع البناء المعدني مختلف عناصر الإنشاء في تصميم متكامل، حيث يتم تصنيع هذه المواد، وتشييدها باستخدام عمليات وطرق إنتاج ذات كفاءة عالية. فالهيكل الفولاذي مثلا يوفر استثماراً منخفض التكاليف، فتكاليف تشغيليه مثلى. كما يحقق مرونة للمبنى، و يتم ذلك بجودة عالية: وظيفياً، وجمالياً وبسرعة في الإنشاء .

3- المعايير الاجتماعية:

المباني المعدنية توفر حلاً آمناً ومتيناً بتأمين ظروف عمل أمنة، ومراقبة ومحمية من العوامل الجوية. فالفولاذ لا يبعث أي مواد ضارة في البيئة.

1-5- الخلاصة:

يراعى عن اختيار موقع المدن الصناعية التطور الصناعي الدائم وإمكانية استيعابه وتأمين الحماية البيئية الضرورية اللازمة بوضع القوانين والاشتراطات الضرورية للحد من انبعاثات الهواء الصناعي والنفايات داخل المدن الصناعية، و الاهتمام بعملية تدوير مخلفات المنشآت الصناعية (غازية ،صلبة، سائلة) لتحقيق فضاء صناعي آمن، وعند تصميم المنشآت الصناعية يجب الأخذ بالاعتبار الاشتراطات التصميمية التالية(الإنارة ،تحديد الألوان ،التكييف والتدفئة ،وسائل النقل ،الإمداد والتفريغ ،الحماية من الحريق).

الفصل الثاني

معايير إنشاء المنشآت المعدنية الصناعية:

المقدمة:

في هذا الفصل سيتم استعراض بعض النظم العالمية المعمول بها في دراسة المنشآت المعدنية الصناعية وكذلك أهم القواعد النظرية التي تحدد أسس دراسة وتنفيذ المنشآت المعدنية الصناعية للوصول لقاعدة معلومات تسد الثغرة المعرفية وقد تعامل هذا الفصل مع محورين اساسيين:

ففي المحور الأول سيتم استعراض الاشتراطات الأساسية لإنشاء المنشآت المعدنية الصناعية في بعض دول العالم.

أما المحور الثاني يشمل تحديد القواعد الأساسية لدراسة وتنفيذ المنشآت المعدنية الصناعية للوصول لتحديد الجمل الإنشائية الأفضل لهذه المنشآت ومعرفة أوجه التشابه والاختلاف بين هذه الجمل .

2-1- الأنظمة القياسية العالمية للمنشآت المعدنية الصناعية:

سيتم دراسة نظم إنشاء المنشآت المعدنية الصناعية في بعض دول العالم:

- المنشآت المعدنية الصناعية في ألمانيا.
- المنشآت المعدنية الصناعية في هولندا.
- المنشآت المعدنية الصناعية في المملكة المتحدة.

2-1-1- نظام المنشآت المعدنية الصناعية في ألمانيا:

بحسب معيار التصميم الألماني DIN 18800 والمماثل للمعيار الأوربي EN1993-1-1(الكود الأوربي3: تصميم الهياكل الفولاذية. الجزء 1-1: القواعد والأنظمة العامة للمباني)تم تحديد المعايير التالية للمنشآت المعدنية الصناعية فيها :

- **نظام الإنشاء:**

تشاد المباني الصناعية في ألمانيا -اعتمادا على الكود الناظم -عادة من جملة الإطار مع قواعد أعمدة مثبتة ويعد المجاز ما بين 15 م إلى 20 م هو الأكثر شيوعاً فيها مع ارتفاع للإفريز قد يصل إلى 4,5م في الحالات العادية ويمكن أن يزيد عن 8 م أو أكثر في حال وجود جائز حامل للرافعة.

ويمكن استخدام جملة الجوائز الشبكية كحل للمجازات التي تزيد عن 30 م.

يتم عادة تصنيع أعمدة الإطار من مقاطع IPE أو HE و تصمم مقاطع الأعمدة و الجوائز معاً وتدعم بأكتاف في المناطق المعرّضة لإجهادات عالية، ويستخدم فيها وصلات البراغي لربط الأعمدة بالجوائز و تثبيت القسم العلوي من الجائز بالموقع.[31]

- **الأسقف:**

تعد ألواح السقف المعدنية مفردة الطبقة والمعزولة الأكثر استخداماً في إكساء الأسقف في المنشآت المعدنية الصناعية في ألمانيا بميل لا يقل عن 2 ° لضمان تصريف المياه بشكل جيد. وتتميز هذه الألواح بسهولة صيانتها ومقاومتها العالية للحريق وكذلك تأمينها العزل الصوتي الجيد . ويتم تثبيتها كما هو موضح في الشكل (2-1).

وتنفذ بتثبّيت الطبقة الخارجية العازلة للماء على الطبقة الداخلية المعرضة للحمولات وفق نظام خاص لا تحتاج فيه الطبقة الخارجية إلى اختراق.

الشكل (2-1): طريقة التسقيف في المباني الصناعية في ألمانيا. [31]

- **الجدران الخارجية:**

يستخدم في إنشاء جدران المباني المعدنية الصناعية في ألمانيا نظم متعددة تبعاً لوظيفة المبنى ومتطلباته الفيزيائية ومنها صفائح رقيقة كما في الصورة (2-1).

الصورة (2-1): واجهة من صفائح رقيقة.[21]

وتكتسب صفائح (sandwich panels) ألواح الصاج المغلفن المحشوة بالعازل الموضحة في الصورة (2-2)أهمية كبيرة في الاستخدام لقدرتها على تأخير انتشار الحرائق للفترة المحددة حسب الكود ، حيث يتم تركب هذه الألواح بسرعة وسهولة، وهي مقاومة للعوامل الجوية وتوفر مستويات عالية من العزل الحراري.[31]

الصورة (2-2): الألواح المركبة.[23]

- **الحماية من الحريق:**

في عام 2000 وضع الدليل التوجيهي المتعلق بحماية المباني المعدنية الصناعية من الحريق حيز التنفيذ في ألمانيا .وفقاً لـ DIN 18230 الناظم لاستخدام أنظمة الوقاية من الحريق في المباني الصناعية من ناحية مدة مقاومة الهيكل الإنشائي للحريق، وحجم غرف المراجل، وتوضع أدراج النجاة.

واستناداً إلى DIN 18230-1 تم تحديد مدة من (30-60) دقيقة للحماية من انتشار الحريق بين الفراغات.

والجدول (2-1) يحدد مساحات المنشآت الصناعية وفق الكود الألماني استناداً لنظام الحماية من الحرائق المعمول به:

الجدول (2-1): المساحات المسموح بها في المباني الصناعية.[31]

إجراءات مكافحة الحريق	المساحة المسوح بها بدون إجراءات الوقاية	المساحة المسوح بها مع استخدام إجراءات الوقاية
نظام الكشف عن الحريق الآلي	2700م^2 *	4500 م^2
نظام الكشف عن الحريق الآلي ومحطة إطفاء	3200 – 4500 م^2 *	6000 م^2
نظام إطفاء الحريق الآلي	10000 م^2	10000 م^2
* عرض البناء ≤ 40 م		

2-1-2- نظام المنشآت المعدنية الصناعية في هولندا:

تشغل المنشآت حوالي 70000 هكتار من الأراضي في الوقت الحاضر كمنطقة للتنمية الصناعية، وهو ما يقارب من 2% من المساحة الإجمالية لهولندا. وفي عام 2007 أجرى المعماري باول ستال دراسة حول المباني الصناعية في هولندا، حيث تبين أن المنشآت المعدنية تشغل ما يقارب 90% من المباني الصناعية.

فالمنشآت المعدنية هي الأكثر استخداماً في الأنظمة الإنشائية للمباني الصناعية في هولندا لسرعة البناء فيها وكلفتها الاقتصادية المنخفضة ومرونة فراغاتها، ولقد حدد الدليل التطبيقي NPR 6713 والذي تم نشره كتعديل لـ NEN6702 المبادئ التقنية لدراسة وتنفيذ للهياكل الإنشائية للمباني الصناعية في هولندا وفق ما يلي:[21]

- **نظام الإنشاء:**

إن الغالبية العظمى من المباني الصناعية في هولندا هي من طابق واحد (هنغارات) لذلك تم استخدام جملة الإطار مع قواعد أعمدة ثابتة كما في الصورة (2-3) وبمجاز قد يصل إلى 25 م وارتفاع يزيد عن 6 م. وتم تزويدها بوصلات متمفصلة وشدادات لمقاومة الرياح.

الصورة (2-3): صالة صناعية لاحد المعامل في هولندا.[21]

ومعظم هذه المنشآت الصناعية في هولندا تنشأ من جملة إطارات ذات مقاطع مدرفلة على الساخن وتكون الأعمدة من نوع HEA 180 وجوائز السقف من نوع IPE 500 بتباعد من 4 إلى6 م، أما العناصر المشكلة على البارد في السقف (المدادات، الجوائز الثانوية).

- **الأسقف:**

على خلاف الدول الأوربية الأخرى فإن غالبية المنشآت المعدنية الصناعية في هولندا هي ذات أسقف مستوية لقلة الثلوج فيها.

فما يقارب 80% من أسقف المباني الصناعية تنفذ من صفائح مدرفلة مشكلة باللف ومثبتة مباشرة على الجوائز الثانوية والصورة (2-4) توضح أنواع مختلفة من ألواح التغطية المستعملة في المنشآت المعدنية الصناعية في هولندا، وترفق بدراسة تحليلية دقيقة لطريقة تصريف المياه في هذه المنشآت.

الصورة (2-4): الصفائح المضلعة المستخدمة في هولندا.[21]

- **الجدران الخارجية:**

حدد الكود الهولندي شروط إكساء جدران المباني المعدنية الصناعية بحسب وظيفة المبنى والغاية التصميمية من مواد الإكساء باستخدام:

- صفائح مدرفلة مضلعة بعمق 90 مم مثبتة على السطح الخارجي.
- أو صفائح (الساندويش بانل) ألواح الفولاذ المغلفن المحشوة بالعازل.

- **الحماية من الحريق:**

يعود السبب الرئيسي للاعتماد على المباني الصناعية المعدنية لمقاومتها للحريق. ولقد حدد الكود الهولندي مدة 30- 60 دقيقة كمدة مطلوبة لتأمين المنشاة وللوقاية من انتشار الحريق بين المساحات والمباني المجاورة.

2-1-3- نظام المنشآت المعدنية الصناعية في المملكة المتحدة:[27]

تشكل المباني المعدنية الصناعية الكبيرة والمؤلفة من طابق واحد (الهنغار) جزءاً كبيراً من قطاع البناء المعدني الصناعي في المملكة المتحدة حيث تبلغ التكلفة السنوية للمبان الصناعية ما يقارب 1,4بليون يورو للهيكل و2,1 بليون يورو لأنظمة التغليف.

ولقد تطور التصميم المعماري للمباني المعدنية الصناعية في المملكة المتحدة تطوراً كبيراً على مدى السنوات الماضية وكان أبرزها مصنع سويندون وشلمبرجير في كامبردج (Swindon and the factory Schlumberger) كما في الصورة (2-5). ومصنع رينو (Renault Centre Distribution)الموضح في الصورة (2-6)

الصورة (2-5): مصنع سويندون وشلمبرجير.[23]

الصورة (2-6):مصنع رينو.[21]

وكذلك استخدام الجمل الإنشائية بالجوائز المثقبة أو المقاطع المنحنية كما يظهر في الصورة (2-7) .

الصورة (2-7): مقاطع الفولاذ المنحنية المستخدمة في مبنى صناعي في المملكة المتحدة.[27]

- **نظام الإنشاء:**

تشكل جملة الإطار المعدني أكثر نظم الإنشاء للمباني الصناعية في المملكة المتحدة لسهولة تنفيذها و صيانتها واستنادا للمعيار البريطاني BS 5950 الذي يسمح

بتصميم الإطار وفق إحدى المنهجين :التصميم المرن أو التصميم اللدن بمجاز قد يصل 60 م وسقف مائل بزاوية 4˚وفتحة الإطار تصل لـ 10 م.

والصورة(2-8) لمنشأة معدنية صناعية في المملكة المتحدة استخدام فيها جملة إطارات .

الصورة(2-8) :صالة انتاج في المملكة المتحدة.[35]

- **الأسقف:**

تتألف طبقة تغطية السقف من صفائح فولاذية مطلية بطبقة من التوتياء(غلفنه) تليها طبقة دهان أساس (برايمر) لحمايتها من الصدأ ومن ثم طبقة دهان للوجه الخارجي لتعطي اللون المناسب. ويجب أن يكون وزن طبقات الغلفنة على وجهي الصفيحة حسب المواصفات البريطانية كما هو مبين في الجدول (2-2).

الجدول (2-2):يوضح وزن طبقة الغلفنة على طبقات السقف بحسب المواصفات البريطانية.[27]

وزن طبقة الغلفنة على الوجهين		قياس الصفائح سم
Max (g/m^2)	Min (g/m^2)	
455	381	125
548	458	150
608	550	180
762	610	200

لذلك كلما كانت طبقة الغلفنة أسمك كلما دامت أطول. ويتم إعطاء صفائح التغطية صلابة كافية وذلك بتموجيها أو بتضليعها على البارد والصورة(2-9) أشكال مختلفة لطبقات التغطية المستخدمة في المنشآت المعدنية الصناعية في المملكة المتحدة كي تكون قادرة على تحمل الأحمال الحية التي يمكن أن تطبق عليها خلال عمليات التركيب والصيانة وخلال استثمار المنشأة .وتحدد الشركات المصنعة درجة التحمل. مع مراعاة زاوية ميل التغطية°4.

الصورة(2-9):أشكال صفائح التغطية.[7]

- **الجدران الخارجية:**

تتألف الجدران حسب الكود البريطاني من طبقتين : طبقة صاج خارجية مموجة أو مضلعة بسماكة لا تقل عن 0,7mm وطبقة صاج داخلية سماكتها لا تقل عن 0,4mm مع بعض التضليع.

توضع بين طبقتي الصاج طبقة من الصوف الزجاجي لتؤمن عازليه وتكون سماكة طبقة العزل عادة 80 mm، والصورة (2-10) تظهر الواجهة الداخلية لأحد المباني الصناعية في المملكة المتحدة.[7]

الصورة(2-10): ألواح الجدران في مبنى صناعي في المملكة المتحدة.[35]

- **الحماية من الحريق:**

حدد النظام البريطاني اشتراطات أساسية للحماية من الحريق فيجب أن تنشأ كافة عناصر المنشأة الصناعية من مادة غير قابلة للاحتراق وذات مقاومة للحريق تتناسب وطبيعة المنشأة كما هو موضح في الجدول (2-3) وكذلك تأمين فصل بين فعليات المنشأة الصناعية لمنع انتقال الحريق من كتلة لأخرى.

الجدول(2-3):درجة الحماية المطلوبة حسب النظام البريطاني.[21]

درجة مقاومة الحريق المطلوبة لهيكل البناء	
عناصر الهيكل الإنشائي	**مباني صناعية ومستودعات**
الأعمدة والجسور وبلاطات الأسقف.	4 ساعات
الجدران الخارجية والفاصلة عن الجوار أو عن الأقسام الخطرة من البناء	4 ساعات

الجدران الداخلية أو القواطع الداخلية.	4 ساعات
الجدران الفاصلة لطريق الخروج (بما فيها بيت الدرج) وبئر المصعد والمنور ومجاري الخدمات الأفقية والعمودية وغيرها.	ساعتين

2-2- الدراسة الإنشائية لتنفيذ المنشآت المعدنية الصناعية:

تصمم المباني الصناعية عموماً لتكون المغلف الذي يوفر الفراغات الوظيفية للنشاطات الصناعية الداخلية ويعتبر تصميم المباني الصناعية عملاً وظيفياً تنعكس احتياجاته على شكل المبنى ونوع الإنشاء من خلال:[33]

- الشبكة التصميمية والإنشائية المستخدمة .
- شكل الأسقف (التهوية ,الإنارة).
- حجم الحمولات (الفيزيائية و الحركية لعناصر المبنى والآلات والمنتج).
- خط الإنتاج (طرق تثبيته).
- طريقة التوسع.

2-2-1- الأحمال المطبقة:[7]

إن الأحمال المطبقة على المنشأة الصناعية تلعب دوراً هاماً في تصميم البناء الصناعي الجدول (2-4) يوضح نوع الأحمال التي تطبق على المنشأة.

الجدول (2-4) : الأحمال والعناصر الإنشائية المطبقة عليها في مبنى صناعي.[30]

الأحمال المطبقة	العناصر الإنشائية المطبقة عليها
الوزن الذاتي للمنشأة المعدنية	الإكساء الخارجي للمبنى ، المدادات ، الهيكل الإنشائي، الأساسات، الأسقف.
الثلوج	الإكساء الخارجي للمبنى ، المدادات ، الهيكل الإنشائي، الأساسات.
الرياح	الإكساء الخارجي للمبنى ، المدادات، الوصلات ، الهيكل الإنشائي ، الأساسات.
أحمال الرافعة	قضبان الرافعة ، الهيكل الإنشائي.
أحمال ديناميكية (حركية)	تعتمد على وظيفة البناء (آلات- رافعات).
التأثيرات الثانوية (إجهادات التشوه)	الروابط الأفقية والقطرية في الجدران ، الأعمدة.

الشكل (2-2): مخطط الأحمال المطبقة على مبنى صناعي.[30]

2-2-1-1- الأحمال الشاقولية:

1- الوزن الذاتي:

يجب التحقق من أوزان المواد المستخدمة من بيانات الشركة المصنعة للمنشأة ويمكن أن تؤخذ البيانات الواردة في الجدول (2-5) على أنها أرقام نموذجية لمواد السقف المستخدمة في مرحلة ما قبل تصميم المبنى.

الجدول (2-5) : الأوزان النموذجية لمواد السقف. [30]

المادة	الوزن (كيلو نيوتن /متر مربع)
صفائح السقف من الفولاذ (مفردة الطبقة)	0.20-0.07
صفائح السقف من الألمنيوم (مفردة الطبقة)	0.04
عزل (ألواح سماكة 25 مم) تقريباً.	0.07
عزل (ألياف زجاجية سماكة 100 مم) تقريباً.	0.01
صفائح مبطنة(سماكة 0.4مم–0.7مم) تقريباً	0.07 -0.04
ألواح متعددة الطبقات (سماكة مم40 – 100مم)	0.15 -0.10
مدادات (موزعة على كامل السقف)	0.03
فولاذ تزييني	0.20

2- أحمال المرافق والخدمات:

تختلف أحمال المرافق والخدمات تبعاً لوظيفة المبنى، وتكون بعض العناصر كـ الممرات المعلقة وجوائز الرافعة ووحدات معالجة الهواء والتدفئة والتكييف ذات أوزان كبيرة.

وتتراوح الأحمال المطبقة على كامل مساحة السقف تقريباً بين (0.1-0.25) كيلو نيوتن/ م^2 تقريباً حيث يمكن اعتماد هذه القيمة لمرحلة ما قبل التصميم.[10]

3- الأحمال المطبقة على السقف:

تم تحديد قيم مختلفة من الأحمال المطبقة على الأسقف: [7]

1- حمولة موزعة بانتظام على كامل مساحة السقف ناتجة عن الثلوج ، وتحدد قيمة هذه الحمولة تبعاً لموقع المبنى وارتفاعه فوق مستوى سطح البحر، وهي تؤخذ بالاعتبار أيضاً عن دراسة السطوح المائلة .

2- أحمال غير موزعة بانتظام الناتجة عن انجراف الثلوج عبر السقف المائل بفعل هبوب الرياح وترسيب المزيد من الثلوج على الجانب المواجه للرياح. وهذا الاعتبار فقط للأسقف المائلة بزاوية أكبر من 15°.

2-2-1-2- الأحمال الأفقية:

1- أحمال الرياح:

تؤثر قوى الرياح على المنشآت المعدنية الصناعية ولكنها نادراً ما تحدد حجم وأبعاد العناصر الإنشائية في المبان ذات الارتفاع المنخفض(نسبة الارتفاع إلى المجاز أقل من ¼) لذا فإن تأثيرها في هذه الحالة يهمل عند التصميم الأولي ، أما إذا كانت نسبة الارتفاع إلى المجاز كبيرة فإن الضغط الديناميكي الناتج عنها مرتفعاً. ففي هذه الحالة إن تأثيرها يكون حرجاً وخاصة إذا اجتمعت مع أحمال الثلوج.

وهي تؤثر أيضاً على طبقات الإكساء خاصة عند زوايا المبنى ونقاط الاتصال ، لذا من الضروري تقليل التباعد بين المدادات في هذه المناطق وتأمين روابط قطرية للمنشأة لتفادي الأثار السلبية الناتجة عن الرياح.

2- إجهاد التشوهات:

هي القوى الأفقية الناشئة عن التشوهات الإنشائية فيجب أن تؤخذ بالاعتبار أثناء دراسة المنشأة المعدنية الصناعية، فلابد عند دراسة الجملة الإنشائية الحاملة الانتباه لتأثير التشوهات التي تظهر كـالالتواء تحت ضغط الحمولة، أو تقوس في بعض العناصر الإنشائية أثناء عملية التشييد.

3- الأحمال الأفقية الأخرى:

هي الأحمال الإضافية التي تتعرض لها المنشأة المعدنية الصناعية مثل القوة الناجمة عن عمل الرافعات، وقوى الزلازل، وتختلف قيمتها وأهميتها تبعاً لوظيفة المنشأة الصناعية.

2-2-2- الجمل الإنشائية المستخدمة: [30]

تصنف الجمل المستخدمة في المنشآت المعدنية الصناعية إلى:

1-جملة الأعمدة والجوائز.

2-جملة الإطار الصلب (إطار الباب).

3-جمل إنشائية فراغية.

4-جمل إنشائية معلقة.

2-2-2-1- جملة الأعمدة والجوائز:

تتألف أبسط أنواع الجمل الإنشائية المستخدمة في المنشآت المعدنية الصناعية من جائز أفقي وعمودين كما في الشكل (2-3)

الشكل (2-3): جملة بسيطة: جائز وعمودين. [7]

ويمكن تعديل العلاقة بينهما بطرق عديدة باستعمال أنواع مختلفة من الوصلات بين الجائز والأعمدة وبين قواعد الأعمدة، والشكل (2-4) يظهر تنوع الهياكل الإنشائية المعدنية التي تتألف من أعمدة وجوائز.

الشكل (2-4):أمثلة عن جملة العمود والجائز.[23]

ففي الحالة (أ) مثال عن جملة أعمدة وجوائز بدون مدادات أفقية.

ويظهر في الحالة (ب) مثال عن جملة أعمدة وجوائز مع مدادات أفقية تساعد على تثبيت طبقات السقف وتقلل من المجازات بين الجوائز.

ويظهر في الحالة (ج) و (د) استخدام الجوائز الشبكية والجوائز الكابلية المعلقة في جملة الأعمدة والجوائز لتعطي مجازاً أكبر وشكلا جمالاً مميزاً.

فيمكن استخدام الجوائز الشبكية بتصميم الهيكل الإنشائي للمنشآت المعدنية الصناعية و الشكل (2-5) يظهرأشكالا مختلفة لهذه الجوائز.

الشكل (2-5): الأشكال المختلفة للجوائز الشبكية المستخدمة في المنشآت الصناعية. [21]

وتعد الجوائز الشبكية ذات عناصر التدعيم N أو W الأكثر استخداماً ، لأنها تمتاز بالصلابة والمقاومة العالية للحمولات المطبقة فتؤمن الاستقرار للمنشآت المعدنية الصناعية، ولذلك يمكن استخدامها في تغطية المجازات الواسعة، و يتم ربط الجوائز الشبكية مع الأعمدة باستخدام وصلات مقاومة للعزوم مثبتة بالبراغي أو ملحومة، ويراعى أثناء تصميم عناصر الجائز الشبكي القوى الداخلية والأحمال الجانبية المطبقة عليها لتأمين الاستقرار في المنشأة.

والصورة (2-11) توضح إمكانية استخدام الأعمدة الشبكية بالإضافة للجوائز الشبكية في المنشآت المعدنية الصناعية.

الصورة(2-11): الأعمدة والجوائز الشبكية في المنشآت الصناعية.[35]

2-2-2-2- الهياكل الإطارية:

تعد جملة الإطار الباب (Portal frames) مع مفاصل عند قواعد العمود من أكثر الجمل شيوعاً في المنشآت المعدنية الصناعية لتحقيقها الاستقرار بشكل كبير داخل المنشأة. ويبين الشكل (2-6) أمثلة عن الإطارات المعدنية المستخدمة.

الشكل(2-6):أمثلة عن جملة الإطار الصلب[34]

يظهر في الحالة (أ) إطار بقواعد موثوقة للأعمدة.

بينما يظهر في الحالة (ب) إطار فيه قواعد الأعمدة متمفصلة مع الأساس.

أما في الأمثلة (ج) و (د) فإن الإطار المعدني يقع جزئياً خارج البناء.

وتستخدم الهياكل الإطارية على نطاق واسع في معظم المنشآت الصناعية لأنها تجمع بين الكفاءة الإنشائية والمتطلبات الوظيفية، ويمكن تصميم أشكال مختلفة للهياكل الإطارية كما هو مبين في الشكل (2-7).

الشكل(2-7):الأشكال المختلفة لهياكل الإطارات.[34]

ويتم ربط الإطارات المعدنية الرئيسية مع بعضها بمدادات الفولاذية مشكلة على البارد لتوفر الاستقرار والثبات للجملة الإنشائية كما في الصورتين (2-12) و(2-13).

الصورة(2-12) : المدادات (الجوائز الثانوية) لربط الإطارات ذات فتحة واحدة.[35]

الصورة (2-13):استخدام المدادات لربط الإطارات ذات فتحتين .[23]

ويمكن أن تحقق الإطارات المعدنية بعداً جمالياً إضافياً إذا استخدمت العناصر المنحنية القوسية أو الجوائز المثقبة الأقل وزناً كما في الصورة (2-14).

الصورة(2-14):استخدام الإطارات القوسية في المباني الصناعية.[21]

ونتيجه تطور الأنظمة الإنشائية أصبح بالإمكان إنشاء الهياكل الإطارية بوصلات مقاومة للعزوم واستخدام المفاصل والشدادات على النحو المبين في الصورة (2-15).

الصور(2-15) :استخدام وصلات مقاومة للعزوم في مبنى صناعي.[21]

2-2-2-3- الجمل الإنشائية الفراغية:

إن الهياكل الإنشائية الفراغية جمل إنشائية غير خطية أي يتم فيها نقل الحمولة في أكثر من اتجاه، وهي تمتاز بأنها جمل مرنة قابلة للتوسع.

وفي الشكل (2-8) توضح بعض الجمل الإنشائية الفراغية المستخدمة في المنشآت المعدنية الصناعية.[34]

الشكل(2-8) :أمثلة عن الجمل الإنشائية الفراغية.[34]

2-2-2-4- الجمل الإنشائية المعلقة:

تستخدم الجمل الإنشائية المعلقة للحصول على منشآت صناعية ذات مجازات واسعة بالإضافة إلى الجمالية البصرية والجودة المعمارية حيث يسمح توزيع العناصر الخاضعة للشد أو للضغط بتصميم هياكل إنشائية خفيفة الوزن ذات مجازات واسعة و لكن المفاصل المستخدمة معقدة تستهلك وقتاً أثناء البناء والتركيب، لذا فإن التطبيقات الممكنة لهذا النوع من الجمل الإنشائية في المنشآت المعدنية الصناعية توفر حلاً معمارياً جمالياً بالإضافة للحل الوظيفي .وتنفذ المنشآت المعلقة عادة باستخدام أعمدة تقع خارج المبنى كما هو موضح

في الصورة(2-16)

الصورة (2-16): الإنشاء المعلق المستخدم في مصنع رينو، المملكة المتحدة عام 1980 المصمم شركة ريتشارد روجرز. [35]

لذلك يمكننا تحديد ميزات وعيوب الجمل الإنشائية المذكوة سابقاً في الجدول (2-6)

الجدول (2-6) ميزات وعيوب الجمل الإنشائية[الباحثة]

	جملة عمود وجائز	الإطار	الهيكل الشبكي	الجمل الإنشائية المعلقة
المزايا	تصميم بسيط	مجاز طويل.	يمتد لمجازات طويلة جداً.	يمتد مجازات واسعة
	-	مصمم ليكون مستقراً.	يمكن تطبيق الأحمال الثقيلة.	تتحمل أوزان كبيرة
	-	حجوم العناصر والأكتاف أكثر كفاءة	التشوهات بسيطة	تشوهات بسيطة وشكل معماري مميز
	يتميز بالمرونة وامكانية التوسع المستقبلي	يتميز بالمرونة	يتميز بالمرونة	مرن
العيوب	مجاز قصير نسبياً	يتطلب برمجيات لتحقيق كفاءة التصميم.	أكثر تكلفة في التصنيع.	تكلفة عالية ويحتاج لخبرات كبيرة في التصميم والتنفيذ

	التدعيم ضروري لاستقرار المبنى.	تخفيف التحميل الرأسي نسبياً ، وحمولة الرافعات البسيطة لتجنب الانحرافات المفرطة.	التدعيم ضروري لاستقرار المبنى.	التدعيم ضروري
	غير اقتصادي عند توسيع المبنى.	تكاليف الأقل عند التوسع	تكاليف كبيرة عند التوسع	امكانية التوسع صعبة وكبيرة التكاليف

2-2-3- التحليل الإنشائي للمنشآت المعدنية الصناعية:

يتحقق استقرار المنشآت المعدنية الصناعية عندما يستطيع الهيكل الإنشائي استقبال وتحمل جميع الحمولات المتوقعة من كافة الاتجاهات ومقاومتها ونقلها إلى الأساسات، وتكون الحمولات المفروضة كما في الشكل (2-9)على أنواع :[8]

1- الحمولات الذاتية للهيكل والسقف والجدران(g).
2- الحمولات المتحركة p والثلج s.
3- الرياح (w).
4- حمولات الرافعة المتحركة (RB,RS,Rm,RP,Rg,.....).
5- الحمولات التكنولوجية، الحمولات الناجمة عن فروقات درجات الحرارة، هبوط المساند مع الهزات الأرضية واصطدام المركبات، هذه الحمولات تؤثر على العناصر بشكل منفرد إلا أن تراكبها يؤخذ وفق حالات التحميل.

الشكل (2-9) : أنواع الحمولات المفروضة على المنشأة المعدنية الصناعية.[8]

أثناء دراسة الجمل الإنشائية في المنشآت المعدنية الصناعية يفضل تجزيء الدراسة إلى شرائح مستوية لتسهيل عمل الدارس فمثلا يتم:[8]

- دراسة الهيكل العرضي المتعامد لامتداد المنشأة والذي يتلقى القوى الشاقولية والقوى الأفقية في الاتجاه العرضي ويكون إما على شكل إطار أو جائز محمول على عمودين.
- دراسة عناصر استقرار المنشأة، وهي جوائز داعمة مع عناصر الربط لاستقبال القوى الأفقية في الاتجاه الطولي للمنشأة.

وهناك عدة أنواع للهياكل الإنشائية - كما ذكر سابقا – للمنشآت المعدنية الصناعية و الشكل (2-10) يوضح مخطط العزوم وطرق انتقال القوى الناتجة عن أحمال الجاذبية لكل نوع من أنواع هذه الهياكل.

الشكل(2-10):مخططات العزوم للجمل الإنشائية.[28]

2-2-3-1- جملة العمود والجائز:

في جملة العمود والجائز تتعرض الأعمدة لقوى ضغط، وهي تتطلب نظام تدعيم مستقل، وتكون الجوائز فيها إما خطية مصمتة على شكل I أو تكون جوائز شبكية، فالحمولات التي يتعرض لها الجائز الشبكي هي نفسها للجوائز الخطية (حمولات الوزن الذاتي ،والتغطية ،والرياح ،والثلج).

وتعد جملة الجائز الشبكي والعمودين مفيدة واقتصادية عندما يكون المجاز كبيراً كما في الصورة (2-17) التي تظهر صالة تصنيع طائرات اير باص في فرنسا هذه الصالة بارتفاع 45 م وبمجاز117م وبسقوط للجائز 8 م مكونة من مقاطع على شكلN.[8]

الصورة(2-17):هنغار تصنيع طائرات اير باص في فرنسا خلال مرحلة البناء.[24]

فالجائز الشبكي عادة يتألف من زوايا مدرفلة على الحامي، و الوتران العلوي والسفلي يتألفان من زوايا أو مقاطع T فلا يحتاج إلى صفائح وصل. أما إذا كانت الأحمال المطبقة على الجائز الشبكي كبيرة فيمكن أن تكون عناصر الجائز الشبكي مقاطع مجراية أو I مدرفلة على الحامي حسب الحاجة.

و يقدر الوزن الذاتي للجائز الشبكي عند تصميمه gb=0,1 حتى $0,22\ kn/m^2$.[10]

أما الجوائز الخطية فهي:[10]

جائز بسيط بمسندين، أو جائز مستمر.

- **الجائز البسيط:**[10]

يعتبر من أبسط الجوائز المستخدمة في هذه الجملة وهو يتميز بسهولة دراسته وتنفيذه فمقطعه يحسب بعد أخذ قيمة العزم للحمولة الموزعة بانتظام

$$Mx=gL^2/8$$

إلا أنه غير اقتصادي فاستهلاك المعدن في تصميم مقاطعه يعتبر عالياً نسبياً .

- **الجائز المستمر:**[10]

هو جائز مستند على ثلاث مساند أو أكثر ويمكن أن تصمم المقاطع في كل الفتحات متماثلة أو أن تكون المقاطع متغيرة فعزم المسند الأول هو القيمة الحاكمة في تصميمه وتحسب قيمته $ME=ql^2/11$ للفتحة الطرفية و $ME=ql^2/16$ للفتحات الداخلية.

كما هو موضح في الشكل (2-11).

ويمكن استخدم أنواع من المقاطع المدرفلة على امتداد الفتحات كما في الجائز البسيط (I,IPE,IPN).

الشكل(2-11):مخطط العزوم للجائز المستمر.[8]

ويمكن أن تدعم المساند بعوارض مائلة ذات مقاطع] كما هو موضح في الشكل (2-12) عندما تكون العزوم وردود أفعالها كبيرة (لا تتحمل المقاطع الجهود الناتجة عنها) و يعتبر هذا الحل اقتصادياً. وتنفذ هذه العوارض المائلة عند المساند ذات الوصلات المتمفصلة فتساهم في توزيع الجهود عند المسند في الجوائز الخطية والشبكية .

الشكل(2-12) :يوضح طريقة تدعيم المساند.[8]

أما الأعمدة فهي بمقاطع مختلفة كما في الشكل (2-13):[8]

- عمود بمقطع مصمت.

- عمود بمقطع مصمت مع وجود ظفر حامل لرافعة متحركة خفيفة حتى (80kn).
- عمود شبكي حامل لسقف الصالة و للرافعة المتحركة الثقيلة حتى (kn125).
- عمود موصول بدعامة جانبية موثوق وقد يكون متمفصل الأساس حاملا للسقف و للرافعة المتحركة .

الشكل (2-13) : الجملة الحاملة تستند على أعمدة موثوقة الأساسات. [8]

كما تزود المنشآت المعدنية الصناعية عادة بدعائم وروابط في الاتجاه الطولي وذلك لمقاومة القوى الأفقية ويبين الشكل (2-14) المرفق بعض أنواع هذه الدعائم ونذكر منها:[8]

- روابط سقفية لمقاومة الرياح و تنفذ بين الجائزين الواقعين عند بداية المنشأة وعند نهايتها لاستقبال القوة الأفقية الناتجة عن قوى الرياح التي تطبق على الجدران الخارجية في بداية ونهاية المنشأة و لتحقيق الاستقرار في عناصر الجوائز الرئيسة في المنشأة.
- روابط أفقية تطبق في الجدران الخارجية الجانبية بين كلا الجائزين الواقعين عند بداية الصالة ونهايتها تساعد في مقاومة قوى الرياح ونقلها إلى الأساس.
- روابط مساعدة في التنفيذ وتوضع بين كل 5 فتحات وهي ضرورية أثناء الإنشاء لتأمين جودة التنفيذ في المنشأة و تنفذ عادة بشكل قطري متصالب.

الشكل (2-14) : أنواع دعائم الجملة الحاملة . [7]

وفي حال وجود جائز الرافعة يتم تزويد المنشأة بصدمات جانبية على شكل قضيبين مائلين توضع في الجناح العلوي لجائز الرافعة لنقل قوة الاهتزاز ∑Rb إلى الروابط الأفقية موضحاً في الشكل (2-15).

الشكل (2-15): الدعائم الإضافية الجانبية لجسر الرافعة.[8]

وكذلك للروابط الأفقية دور في مقاومة الإجهادات الناتجة عن التمدد الحراري على امتداد الاتجاه الطولي للمنشآت أما عندما يكون طول الصالة قد زاد عن حد معين فإنها تزود بفواصل تمدد طولية تجزئها بحيث يتحمل كل جزء منها تمدداتها الطولانية بمفرده .

وتثبت الأعمدة مع الأساسات بوصلات متمفصلة أو موثوقة .

- فالقواعد المتمفصلة تتطلب تدعيماً في الاتجاهين لتأمين الاستقرار تجاه الأحمال الأفقية، ولهذا السبب تستخدم هذه القواعد في الصالات المغلقة (حيث لا توجد فتحات كبيرة).

- أما الأعمدة ذات النهايات الموثوقة مع قواعدها فهي تتطلب وجود أساسات كبيرة وذلك نتيجة لزيادة القوى التي يتعرض لها المقطع العرضي للعمود.

2-2-3-2جملة الهياكل الإطارية:

تصمم الإطارات بثلاثة أشكال:[7]

a) إطارات ذات مفصلين .b) إطارات ذات ثلاثة مفاصل. c) إطارات موثوقة الأساسات.

الشكل (2-16): أنواع الإطارات ذات المقاطع المصمتة.[7]

a) الإطارات بمفصلين من أكثر الجمل استخداماً فاحتياجه للفولاذ اللازم في تصميمه متوسط، وتكاليف تنفيذ الأساسات متوسطة.

b) الإطارات بثلاثة مفاصل وهو جملة مقررة ،تكاليفها عالية لاستهلاكها الكبير للفولاذ اللازم في تصميمها ، وتنفذ بأساسات متوسطة ،فمقاومتها الأفقية مشابهة للإطار بمفصلين ولتنفيذ المفصل الوسطي تحتاج لتكاليف إضافية فالمقاطع المجاورة للمفصل عند القمة يجب تثبيتها لمنعها من التحنيب.

c) الإطار الموثوق وهو جملة غير مقررة ، فالفولاذ اللازم في تصميمه قليل، وتنفذ لها أساسات كبيرة ذات كلفة عالية، أما مقاومتها الأفقية فهي جيدة.

ولتحقيق الاستقرار الطولي في المنشأة الصناعية تنفذ الروابط الأفقية على محور عمود الإطار لمقاومة إجهادات الفتل. كما هو موضح في الشكل(2-17)

الشكل (2-17):يظهر مخطط مقاومة الإطارات للقوى الأفقية.[8]

وتعد هياكل الإطارات المتناظرة ذات المجاز الواحد من أكثر الهياكل شيوعاً في المنشآت المعدنية الصناعية كما هو مبين في الشكل (2-18).

وفق المعايير التالية الأساسية في مرحلة الدراسة التصميم :[28]

- طول المجاز من 25 إلى 35 م.
- ارتفاع الإفريز من 5 إلى 6 م.
- درجة ميل السقف 6 ْ.
- التباعد بين الإطارات من 5 إلى 8 م (يرتبط التباعد بمدى طول مجاز الإطار).
- وجود دعامات عند نقطة تقاطع العمود مع الجائز وفي حال لزم الأمر عند قمة الإطار.

الشكل (2-18) : إطار متناظر مفرد المجاز[29]

ويمكن استخدام الجدول (2-7) كوسيلة مساعدة في مرحلة التصميم الأولي للإطارات ذات الفتحة الواحدة.

الجدول (2-7): الأبعاد اللازمة لمرحلة ما قبل التصميم في جملة الإطار.[28]

أحمال الثلوج [kN/m²]	المجاز [m]	ارتفاع الإفريز [m]	زاوية ميل السقف [°]	التباعد بين الإطارات [m]	المقاطع العرضية لكل من العمود	الجائز
	30.0	6.0	6.0	5.0	IPE 600	IPE 550
	25.0	6.0	6.0	5.0	IPE 500	IPE 500
0.75	20.0	6.0	6.0	5.0	IPE 450	IPE 450
	15.0	5.0	6.0	5.0	IPE 360	IPE 360
	12.0	4.0	6.0	5.0	IPE 300	IPE 300
	30.0	6.0	6.0	5.0	HEA 500	HEA 500
	25.0	6.0	6.0	5.0	IPE 600	IPE 550
1.20	20.0	6.0	6.0	5.0	IPE 500	IPE 500
	15.0	5.0	6.0	5.0	IPE 450	IPE 450
	12.0	4.0	6.0	5.0	IPE 360	IPE 360
	30.0	6.0	6.0	5.0	HEA 650	HEA 650
	25.0	6.0	6.0	5.0	HEA 550	HEA 550
2.00	20.0	6.0	6.0	5.0	IPE 600	HEA 600
	15.0	5.0	6.0	5.0	IPE 500	IPE 500
	12.0	4.0	6.0	5.0	IPE 400	IPE 400

وغالباً تشاد المباني الإدارية بالجملة الإنشائية مرتبطة بالإطارات الرئيسة باستخدام طابق وسطي ممتد جزئياً أو كلياً على كامل عرض المنشأة كما في الصورة (2-18)، ويصمم هذا الطابق بحيث يحقق ثباتاً واستقراراً للإطار الرئيسي الحامل ويتطلب الطابق الوسطي الداخلي في أغلب الأحيان حماية إضافية من الحريق.

الصورة (2-18) : إطار مع طابق وسطي داخلي.[35]

تحتوي عادة المنشآت الصناعية على خطوط إنتاج تتطلب رفع وتحريك الأحمال الثقيلة أثناء العمليات التصنيعية وتعد الروافع الجسرية الوسيلة الأفضل للقيام بذلك مغطية الجزء الأكبر من مساحة البناء ،تستند هذه الروافع على أربعة دواليب تتحرك على سكة محمولة على جائز يدعى الجائز الحامل للرافعة وتلعب الرافعات دوراً هاماً في التأثير على أبعاد وتصميم هيكل الإطار، لأنها تخلق أحمال رأسية إضافية وكذلك قوى أفقية كبيرة، والتي تؤثر على أبعاد مقطع العمود بشكل خاص.

وعندما تكون حمولة الرافعة منخفضة نسبياً (أي تصل إلى حوالي 20 طن) يمكن تثبيت أكتاف جانبية إلى الأعمدة لدعم الرافعة كما هو مبين في الشكل (2-19).

أما بالنسبة للرافعات ذات الأوزان الثقيلة فمن الضروري دعم قضبان الرافعة بأعمدة إضافية تربط مع أعمدة الإطار بقضيب شد لتأمين الاستقرار للجملة.

وكذلك من الضروري استخدام عناصر ربط بين الأكتاف على كامل عرض المبنى، أو استخدام أعمدة ذات أساسات موثوقة لتخفيض الانحناء النسبي للإفريز تحت ضغط الحمولة.

الشكل (2-19) : إطار ذو رافعة مع مثبتات جانبية إلى الأعمدة.[7]

ويمكن استخدام الإطارات المقوسة في المنشآت المعدنية الصناعية كما في الشكل (2-20) عن طريق الثني على البارد للحصول على جوائز منحنية بنصف قطر معين. وقد يكون هناك حاجة إلى وصلات للجوائز في حال كانت المجازات أكبر من 16 م نتيجة صعوبة نقل الجوائز الكبيرة، وفي حال كان السقف المطلوب منحنياً و الإطار غير منحني يمكن تصنيع الجوائز في هذه الحالة على شكل قطع مستقيمة متتالية.

الشكل (2-20):إطار قوسي.[10]

وكذلك تستخدم الجوائز المثقبة في أغلب الأحيان في جملة الإطارات ذات الجوائز المقوسة كما في الشكل (2-21)، لتأمين سهولة النقل فينفذ الجائز بقطع ويوصل في الموقع للحفاظ على التصميم المعماري للمنشأة المعدنية الصناعية.

الشكل (2-21):إطار قوسي مثقب.[10]

أما أعمدة الإطار المثبتة تتطلب أساسات كبيرة ، تساعد على زيادة وزن الإطار لتزيد من مقاومته اتجاه القوى الأفقية و الشاقولية لهذا يفضل استخدام الأعمدة ذات الأساس المتمفصل فهي تحتاج إلى أساسات أصغر بالمقارنة مع أساسات الأعمدة الموثوقة.

إذاً الإطارات تؤمن مجازات واسعة بدون أي عوائق، كما تحقق الاستقرار للمبنى ،ووجود وصلات التقوية عند كتف الإطار يحقق الثبات والاستقرار المطلوب.

ولتأمين استقرار السطح الخارجي يتم في معظم الحالات من خلال تزويده بعناصر إضافية مثل الدعامات والمدادات كما في الشكل (2-22).

الشكل (2-22) : أمثلة على التدعيم الخارجي لجملة الإطارات. [7]

و الصورة (2-19) توضح جملة إطار معدني مع العناصر الثانوية، وتستخدم المدادات والقضبان الجانبية لتدعيم إكساء السقف والجدار، بالإضافة إلى تحقيق الاستقرار للمنشأة المعدنية الصناعية.

الشكل(2-23):مقطع في منشأة صناعية بإنشاء إطارات[35]

وإن أنظمة التدعيم المبينة في الشكل (2-23) تتحقق من خلال استخدام عناصر الربط على مستوى السقف والجدار .

فإن استخدام التدعيم عند كل من قمة وإفريز الإطار يخفض من العمق المطلوب للجوائز كما يحقق كفاءة عزم الوصلات عند هذه النقاط. ويتم في أغلب الأحيان قص دعامات الإفريز بنفس حجم مقطع الجوائز.

الشكل (2-24) :العناصر الإنشائية الثانوية ضمن جملة الإطار.[23]

2-2-4- المدادات (الجوائز الثانوية):

تقوم المدادات بنقل القوى والأحمال الأفقية المطبقة على طبقات السقف إلى عناصر الهيكل الأساسي ، وبالإضافة إلى ذلك يمكن أن تكون جزءاً من نظام التدعيم كما تزيد من مقاومة الجوائز للقوى الافقية التي تتعرض لها المنشأة المعدنية الصناعية.

وتكون المدادات أكثر اقتصاداً عندما يصل التباعد بين الجوائز الرئيسية إلى 7م فتوضع الصفائح المدرفلة بين الجوائز دون استخدام المدادات. وكلما كبر التباعد بين عناصر الهيكل المعدني الحامل يقلّ عدد العناصر الإنشائية الرئيسية والأساسات وهذا يتطلب استخدام مدادات أثقل وزناً.

تستخدم في المنشآت المعدنية الصناعية مدادات بمقاطع على شكل I مدرفلة على الساخن و مقاطع مشكلة على البارد مثل Z, C , U عندما يكون التباعد يتراوح من 1,5م إلى 2,5 م أو أشكال حسب الطلب كما هو مبين في الشكل (2-24) والصورة(2-20).[20]

الشكل (2-25): المقاطع النموذجية لمدادات مشكّلة على البارد.[25]

الصورة(2-19): نموذج لمدادات من النوع zوc في مبنى صناعي.[4]

ويجب أن يخفض التباعد بين المدادات في المناطق المعرضة لأحمال الرياح القوية والثلوج لتأمين استقرار الجوائز وخاصة بالقرب من الإفريز والمناطق المائلة. وغالباً ما توفر الشركات المصنعة الحلول المعتمدة لتوصيل المدادات مع مقاطع الجوائز باستخدام ألواح معدنية جاهزة ، كما هو مبين في الشكل (2-25).

الشكل (2-26): طرق تثبيت المدادة على الجائز.[25]

5-2-2الوصلات :

هناك ثلاث وصلات رئيسية في الجمل الإنشائية الحاملة هي تلك التي عند القمة والإفريز (نقطة اتصال العمود بالجائز) وعند قاعدة العمود.

بالنسبة للإفريز غالباً ما تستخدم الوصلات المثبتة بالبراغي كما يظهر في الشكل (2-26)، ويمكن إنشاء دعامات كتفية للإفريز عن طريق لحام القطع المعدنية مع الجائز الرئيسي لزيادة عمقه وجعل تصميم الوصلة أكثر كفاءة. وغالباً ما تكون هذه القطع المعدنية من نفس مقطع الجائز المعدني.[29]

الشكل (2-27): الوصلات الإفريز في الإطار. [29]

في بعض الحالات يشاد العمود وجزء من كتف الجائز كبنية واحدة، حيث يثبت الجزء العميق من الجائز بالبراغي على العمود باستخدام صفيحة تثبيت طرفية.

ولتخفيض تكاليف التصنيع تصمم وصلات الإفريز بدون استخدام التدعيم، ولكن يجب أن يؤخذ هذا جيداً بعين الاعتبار لأنه في بعض الحالات يؤثر تقليل صلابة المفاصل على السلوك الإنشائي للهيكل ككل وخاصة التأثير على القوى الداخلية و الانحناء تحت ضغط الحمولة .[25]

أما وصلات قمة الإطار تصمم بنفس الطريقة كما في الشكل (2-27)، وإذا لم يتجاوز مجاز الإطار شروط النقل (أي بحدود 16 م) يمكن تجنب وصل ذروة الإطار في الموقع وبالتالي توفير التكاليف.

الشكل (2-28): الوصلة النموذجية لقمة الإطار. [25]

الصورة(2-20):وصلة قمة الإطار.[الباحثة]

وغالباً ما تكون قاعدة العمود بسيطة وقدرتها على التحمل كبيرة لتسهيل الربط بين الخرسانة والفولاذ ويعرض الشكل (2-28) و الصورة(2-22) بعض التفاصيل النموذجية لربط العمود مع القاعدة الخرسانية.

ويفضل استخدام القواعد ذات الوصلات المفصلية في أغلب الأحيان للتقليل من حجم الأساسات مع الحفاظ على استقرار الهيكل الإنشائي، أما في حال وجود قوى أفقية كبيرة فلابد من استخدام قواعد ذات وصلات موثوقة.

الشكل (2-29): طريقة تثبيت الأعمدة على قواعد الأساسات. [29]

الصورة(2-21):علاقة عمود معدني مع أساس بيتوني.[الباحثة]

2-2-6- طبقات التغطية:

يتعلق اختيار عناصر التغطية للسقف والجدران الخارجية بالوظائف الموكلة إليها من حماية من تأثيرات الطقس مثل الأمطار والثلوج والرياح وأشعة الشمس وكذلك يجب أن تلبي المتطلبات الفيزيائية للبناء وبشكل رئيس تأمين العزل من الحرارة والبرودة والرطوبة التي يتعرض لها المنشأ بالإضافة إلى قابليتها للتجهيز والنقل والتركيب السريع.

لقد قدمت الأسواق العالمية أنواع متعددة من عناصر التغطية بعضها ذات ميزات جيدة وما تزال الأبحاث جارية بهدف التطوير للحصول على عناصر تغطية جديدة للسقف والجدران تكون أكثر قدرة على العزل الحراري للتخفيف من استهلاك الطاقة.

ويمكن تصنيف صفائح التغطية إلى:[7]

- **الصفائح المشكلة من الألمنيوم:**[7]

تشكل هذه الصفائح من الألمنيوم بشكل منحن أو بشكل شبه منحرف الشكل(2-29)

الشكل(2-30):أشكال صفائح التغطية المشكلة من الألمنيوم.[7]

- الطول حتى 16م.
- الوزن الذاتي0.05kn/m
- تركب على الجوائز الثانوية من نوع I,IE,IPE
- السماكات 0,8mm,1mm,1,2mm
- التباعدات بين الجوائز 1,5م إلى 3م

- تثبت بواسطة براغي توضع في قمم الموجات بتباعد <300mm
- الوصلات الطولية للصفائح تنفذ بواسطة براغي وتراكب>350mm
- أما الوصلات العرضية فان التراكب فيها يكون <200mm
- بالنسبة للحماية من الصدأ فيجب أن توجد دائمة طبقة غلفنة و يعد الألمنيوم شره كيميائيا لذلك فانه من الضروري عزله بواسطة شرائح خاصة عن العناصر والمقاطع المعدنية التي يرتكز عليها.

- **الصفائح المشكلة من مقاطع الفولاذ:**[7]

تطلى الصفائح الفولاذية عادة بالتوتياء ويتراوح سماكتها بين0.7إلى1,2mmحيث تشكل على البارد بشكل شبه منحرف كما في الشكل(2-30)

الشكل(2-31):أشكال صفائح التغطية المشكلة من الفولاذ. [7]

- الطول حتى 18m.
- تركب على الجوائز الثانوية من نوع],E,IPE,IE,I.
- السماكات 0,8mm,1.25mm.
- التباعدات بين الجوائز 3م.
- تثبت بواسطة براغي توضع في كل قمتين .
- الوصلات الطولية للصفائح تنفذ بواسطة براغي وتراكب>350mm.
- أما الوصلات العرضية فان التراكب فيها يكون <400mm.

2-2-6-1- نظم تغطية السقف:

هناك العديد من أنواع الأنظمة التي يمكن استخدامها لتغطية الأسقف في المبان المعدنية الصناعية ومنها:

1- نظام التغطية بطبقة واحدة:

تستخدم صفائح التغطية مفردة الطبقة بشكل واسع في المباني المعدنية الصناعية التي لا تحتاج إلى العزل الحراري. وتستخدم بشكل عام للأسقف المائلة بدرجة لا تقل عن 4 ° شريطة وجود مانعات تسرب، تثبت هذه الصفائح مباشرة على الجوائز الثانوية كما في الشكل (2-31) والصورة (2-24) وفي بعض الحالات يمكن تثبيت العازل مباشرة تحت الصفائح.

وتتألف صفائح التغطية عموماً من الفولاذ المغلفن من نوع S280G، S320 ، S275G وتكون ذات سماكات مختلفة تتراوح عادة بين (0.5 و 1.5 مم) كما في الشكل (2-31) بما في ذلك طبقة الغلفنة. ولا يوجد أبعاد قياسية للصفائح نظراً لوجود مجموعة واسعة من الأشكال المنتجة.[7]

الشكل (2-32): صفائح مضلعة مفردة الطبقة.[15].

الصورة(2-22): طريقة تركيب صفائح التغطية .[15]

2 - نظام التغطية بالألواح المتعددة الطبقات:

تتألف أنظمة السقف ثنائية الطبقة من صفائح الفولاذ المبطنة التي تثبت على المدادات، ويليها نظام مباعد يتكون إما :من حلقة مطاطية مع مباعد على شكل Z كما في الشكل (2-32) .

الشكل (2-33): صفائح مزدوجة الطبقة مع مباعد على شكل Z.[31]

أو من سكة حديدية مع مباعد على شكل دعامة كتفية كما في الشكل (2-33) لتحديد المسافة بين طبقتي التغطية وجمعهما معاً ويليه العازل ثم الصفيحة الخارجية.

الشكل (2-34): صفائح مزدوجة الطبقة مع مباعد على شكل دعامة كتفية وسكة حديدية.[30]

ونظراً لكون الربط بين طبقة التغطية الخارجية والداخلية لا يكون صلباً بما يكفي لذلك يجب أن يتم اختيار صفائح الفولاذ المبطنة والمثبتات بحيث تؤمن مستوى جيد من الثبات مع المدادات.

وتحقق زيادة سماكة العازل قدراً أكبر من العزل، كما أن تأمين إمكانية الحركة نحو السكة الحديدية و الدعامة الكتفية تؤمن الاستقرار. وقد يتم استخدام الصاج المبطن لتشكيل سطح محكم السد تجاه الظروف الجوية إضافة إلى إحكام إغلاق الوصلات، و يتم تجهيز سطح الصاج المبطن بغشاء مانع نفاذ للماء.[18]

فبذلك تؤمن:

- العزل الحراري.
- توفر طبقة محكمة لمنع دخول الهواء.
- امتصاص الصوت والحد من الصدى.

فيتم تصنيع صفائح التغطية على شكل شبه منحرف بارتفاع 18مم الى 20مم وسماكة الصفيحة عادة 0.4 مم او 0.7 مم كما في الشكل(2-34) .[18]

الشكل (2-35):شكل صفائح التغطية[15]

فالوظيفة الأساسية لطبقة العزل هي أن تأمين حاجز ضد انتشار الحرارة بين داخل البناء و البيئة الخارجية. ولقد ازدادت سماكة طبقة العزل في السقف والجدران بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة لتصبح 300مم عام 2012 بدل 80مم عام 1980.[10]

ويعد الصوف الزجاجي أكثر أنواع العزل المستخدم لخفة وزنه، وانخفاض العامل الحراري فيه، و سهولة استخدامه و انخفاض تكاليفه.

أما الطبقة الخارجية من نظام الاكساء بالألواح المزدوجة فوظيفتها الاساسية هي حماية المبنى من المناخ الخارجي فهي تلعب دورا هاما في نقل الأحمال المطبقة خارجيا (من رياح، ثلوج، حركة الأقدام) وصولا الى مكونات الاكساء الاخرى، الفولاذية الثانوية وإطار الحاملة الأولية وعادة ما تصنع إما من الصلب أو الألمنيوم .

3- نظام التغطية بالصفائح ذات اللفات الطولية:

يتميز هذا النظام بأن تثبيت الصفائح يكون سريعاً ويمكن أن تثبت بأطوال تصل إلى 30م ، كما لا توجد اختراقات مباشرة خلال صفائح التغطية والتي يمكن أن تؤدي إلى تسرب المياه. فأدوات

التثبيت تكون على شكل مشابك لتعليق صفائح التغطية من الأسفل بينما تسمح لها بالتحرك بالاتجاه الطولي كما في الشكل (2-35).

غير أن ثبات المدادات يكون أقل مما هو عليه في نظام التثبيت التقليدي، ومع ذلك فإن تثبيت الصاج المبطن بشكل صحيح سيؤمن ثباتاً كافياً للمدادات.

الشكل (2-36): ألواح ذات لفات طولية مع صفائح الصاج المبطن.[25]

4- نظام التغطية بالألواح المركبة (ألواح الصاج المغلفن المحشوة بالعازل):

تشكل الألواح المركبة من خلال حقن طبقة من المادة العازلة الرغوية (foam) بين طبقتي صاج التغطية الخارجية والداخلية في المعمل تحت ضغط محدد لتملأ كامل الفراغ بين طبقتي الصاج والمادة العازلة المحقونة بينهما وتستخدم في الأماكن التي تتصف بالتغير الكبير في درجات الحرارة على مدار اليوم، وتمتاز هذه الألواح بقدرتها على الامتداد لمسافات واسعة. كما في الشكل(2-36)

الشكل (2-37):ألواح الصاج المغلفن المحشوة بالعازل .[25]

يبلغ عرض الألواح المركبة المستخدمة لتغطية الأسقف المعدنية الصناعية 100سم، وتتراوح سماكتها بين 70مم و110 مم فعلى الرغم من سماكة هذه العناصر نسبياً إلا أن الأوزان الذاتية لها تعتبر منخفضة وبالتالي من السهل تجميع عناصرها.

تتكون المادة الأساسية للطبقة الخارجية من صفائح الفولاذ المغلفن المطلي بسماكة من 0,4 مم إلى 1مم. أما الطبقة الداخلية للألواح المركبة تكون في أغلب الأحيان مسطحة مع بعض التضليع. ويبين الشكل (2-37) بعض أشكال الصفائح الخارجية للألواح المركبة.

الشكل (2-38): أشكال الصفائح الخارجية المستخدمة في الألواح المركبة.[15]

أما بالنسبة لطبقة العازل الرغوي فيمكن استخدام أحد الأنواع التالية:[8]

- طبقة من البولي يوريثان الرغوي الصلبة PUR.
- مواد عازلة من الألياف المعدنية.
- بولسترين (ويستخدم فقط في بعض الحالات الاستثنائية بسبب انخفاض فعاليته في العزل).

ومن العوامل الرئيسية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تصميم الألواح هو اختلاف درجة حرارة العنصر، نتيجة فصل الطبقة الداخلية عن الخارجية تتمدد الألواح الخارجية بسبب الإشعاع الشمسي فقط .

فإذا كانت الألواح بأبعاد صغيرة فهذا يؤدي إلى تقوس الألواح ولكن لا يؤدي إلى قوى داخلية إضافية إلا أنه يؤثر على مظهر المبنى. أما في حال كانت الألواح مستمرة فإن مقاومة الثني تؤدي إلى ظهور عزوم انعطاف وقوى ضاغطة تؤثر على الطبقات مما يؤدي إلى تقوس الألواح.

وإن الألواح الأكثر قتامة تتعرض لقوى ضغط أعلى لذا يجب مراقبة درجة الحرارة في فصل الصيف ودرجة الحرارة في فصل الشتاء عند تصميم الألواح المستمرة .

وللألواح المركبة (ألواح الصاج المغلفن المحشوة بالعازل) العديد من الفوائد منها:

- يوفر تصنيع الألواح وقتاً أقصر لإنشاء المبنى كما يحقق كفاءة من حيث الكلفة.
- تكون فيزياء المبنى جيدة الأداء.
- يمكن تثبيت الألواح في جميع الأحوال الجوية تقريباً.
- قابلة للامتداد لمجازات طويلة مما يقلل من عناصر التدعيم الثانوي.

6- أنظمة التسقيف الخاصة:

تتعرض أسقف المنشآت المعدنية الصناعية التي تمتد على مجازات واسعة لتأثير الإشعاع الشمسي، ويمكن الاستفادة من هذا التعرض من خلال دمج غشاء من الخلايا الضوئية ضمن السقف لالتقاط الطاقة الشمسية، ويتواجد في السوق منتجات عملية واقتصادية حول هذا الموضوع.

وقد طورت نظم تغطية السقف وزودت بنظام متكامل من الأقنية المائية من أجل جمع واستخدام الحرارة كمجمع حراري شمسي للاستفادة منه في توليد الكهرباء وتسخين الماء فهي تساعد على توفير الطاقة من 15%حتى 20% . كما في الصورة(2-24)

الصورة(2-23): ألواح الخلايا الشمسية مع أقنية الماء.[16]

2-2-6-2- نظم تغطية الجدران:

يوجد أنظمة عديدة لتصميم الجدران الخارجية للمنشآت المعدنية الصناعية، وتستخدم في معظم الأحيان أنواع الإكساء المصنوعة من صفائح الفولاذ لأنها توفر معايير عالية الجودة وتستغرق وقتاً أقصر في البناء كما أنها تعد أكثر كفاءة من حيث التكلفة.

وبشكل عام فإن ألواح الصلب المستخدمة لإكساء الجدار تتبع نفس أنواع إكساء السقف وأهم الأنواع الرئيسية هي:

- الألواح الموجهة عمودياً والمثبتة على القضبان الجانبية الثانوية كما في الصورة (2-25)

الصورة(2-24):صفائح إكساء الجدران.[الباحثة]

- الألواح أو صفائح الصاج المبطن الممتدة أفقياً بين الأعمدة الرئيسية كما في الصورة (2-27)

الصورة(2-25): إكساء مبنى بالصفائح الممتدة بشكل أفقي.[23]

- الألواح المركبة (ألواح الصاج المبطن المحشوة بالعازل) الممتدة أفقياً بين الأعمدة مما يلغي وجود القضبان الجانبية. كما في الصورة (2-27)

الصورة(2-26): إكساء مبنى بالألواح المركبة الموجهة أفقياً.[21]

تتألف هذه الألواح من طبقتين مزدوجتين من الصفائح المستمرة بينهما أنواع مختلفة من العازل الحراري، وتعتبر الألواح المركبة الحل الأكثر شيوعاً لإكساء جدار المنشآت المعدنية الصناعية.

- عرض الألواح المستخدمة من 600 مم إلى 1200 مم.
- أما سماكتها فتتراوح ما بين 40 مم إلى 120 مم وفي بعض الحالات تصل إلى 200 مم ولتحقيق مظهر جيد للمنشأة المعدنية الصناعية يجب مراعاة الجوانب التالية:
  - ملمس السطح.
  - اللون.
  - تفاصيل الوصلات.
  - نوع التثبيت.

لذلك يفضل في نظام بناء الجدران للمنشآت المعدنية الصناعية أن تكون المثبتات مخفية وغير مرئية وأن تكون المناطق الانتقالية عند زوايا المبنى نظيفة. ويبين الشكل (2-38) تفاصيل المثبتات المخفية أو العناصر مع مشابك إضافية.

فاستخدام المشابك الإضافية يجنب حدوث الخدوش الطفيفة في مناطق المثبتات والناجمة عن التجميع غير الصحيح أو تأثير الحرارة.

الشكل (2-39): طرق تثبيت الجدار المصنوع من الألواح المركبة (الساندويتش بانل).[29]

وقد تم تطوير عناصر ذات أشكال خاصة لمناطق الاتصال بين الجدار والسقف وذلك لاستكمال مظهر الواجهات. ولتحقيق واجهات ذات جودة عالية تقدم الشركات المصنعة عناصر زاوية أو مدورة للسقف، ويجب أن تكون هذه العناصر الخاصة من نفس لون ونوعية العناصر المجاورة لها

وهناك العديد من الأنظمة الإكساء الخارجية التي يمكن أن تستخدم في المنشآت المعدنية الصناعية، كالزجاج مثلاً كما هو مبين في المثال الموضح في الصورة (2-28) حيث تستخدم المقاطع المدرفلة على الساخن للهيكل الإنشائي بالإضافة إلى نظام الواجهة الموحد.

الصورة(2-27): مبنى صناعي مزجج الواجهة.[16]

كما يمكن دمج ألواح الخلايا الضوئية ضمن الواجهات للحصول على ميزة إضافية. وعلى الرغم من أن زاوية التشميس ليست الأمثل فإن استخدام طلاء متعدد الطبقات يقلل من اعتماد الخلايا الشمسية على زاوية سقوط أشعة الشمس وتبين الصورة (2-29) مثالاً عن هذه التقنية.

الصورة(2-28): دمج الألواح الشمسية ضمن الواجهة[35]

2-2-7- عناصر التثبيت:

يبذل عادة جهد كبير في اختيار الجمل الأنسب وفي تصميم عناصرها بحيث تحقق الأمان والاقتصاد دون التحليل الدقيق لوصلات هذه العناصر وهذاما يثبته أن أغلب حالات انهيار المنشآت المعدنية نتيجة خلل في وصلاتها لذلك يجب تركيز الانتباه على وصل العناصر الإنشائية في المنشآت المعدنية الصناعية.

يستخدم بشكل عام نوعان من الروابط:[7]

إما البراغي أو اللحام.

1- البراغي:[7]

تعد وصلات البراغي أهم أنواع الوصلات في المنشآت المعدنية وتتم تقنيات التثبيت بالربط ما بين الصفائح وهيكل التدعيم ،فتستخدم البراغي لربط صفائح الصلب

وتعد البراغي السوداء ذات الماركة 4.6 والبراغي عالية المقاومة ذات الماركة 8.8 من أشهر أنواع البراغي المستعملة في وصلات المنشآت الفولاذية كما في الصورة (2-30)

الصورة(2-29):نماذج البراغي.[15]

حيث تثبت الصفائح المدرفلة (المضلعة) بمثبتين على الأقل إلى هيكل التدعيم.

أما في حال استخدام الصفائح باعتبارها طبقة معرضة لإجهاد الشد فإن عدد المثبتات يجب أن تكون مصممة بحيث تقاوم تدفق قوى القص المطبقة عليها.

أما عند تثبيت عناصر ألواح الصاج المغلفن المحشوة بالعازل فيجب على المصمم أن يأخذ بالاعتبار تأثير أسلوب التثبيت على متانة اللوح. ويبين الشكل (2-39) أنواعاً مختلفة من عناصر التثبيت تبعاً لهيكل الإنشائي.

الشكل (2-40): المجال المستخدم لعناصر التثبيت في مختلف أنواع الكسوة.[21]

2-اللحام:

هو الذي يجمع جزئين في نفس سماكة المعدن الأصلي بإنشاء قوس كهربائي بين العناصر المراد لحامها من جهة (معدن الإنشاء) وبين قضيب من معدن خارجي من جهة أخرى (قطب اللحام) كما في الصورة(2-31)

الصورة(2-30):عناصر ملحومة في منشأة معدنية.[15]

وإن تنفيذ الوصلات بواسطة اللحام في المشاريع له تأثيرات سلبية كبيرة بسبب الظروف الصعبة في تنفيذ خيوط اللحام ،وارتفاع كلفة الحماية من الصدأ ضد الجوية ومراقبة جودة تنفيذ خيوط اللحام.

2-3- الخلاصة:

حددت النظم العالمية اشتراطات لإنشاء المنشآت الصناعية متناسبة مع المحيط البيئي الخارجي وضرورة تأمين احتياجات العمال في داخلها، ولقد تنوعت الجمل الإنشائية المستخدمة في المنشآت المعدنية الصناعية فمنها جملة بسيطة(عمود وجائز)،هياكل إطارية، الهياكل الشبكية، وكذلك تعددت طرق التغليف فيها لتأمن مكان عمل مريح حراريا ومناخيا ،مع الاهتمام بالوصلات الإنشائية لتكون المنشآت الصناعية بيئة أمنة مناسبة.

الفصل الثالث

دراسة الجمل الإنشائية المعدنية المستخدمة في مدينة عدرا الصناعية:

المقدمة:

في المحور الأول من هذا الفصل سيتم دراسة تحليلية ميدانية لمدينة عدرا الصناعية ،ودراسة إنشائية لبعض المنشآت الصناعية المنتقاة في المحور الثاني والتي تنوعت وظائفها وتنوعت الجمل الإنشائية المستخدمة فيها، وكذلك الإضاءة على المشاكل التي تعاني منها.

1-3 دراسة تحليلية لمدينة عدرا الصناعية:[40]

3-1-1- الموقع:

تقع مدينة عدرا الصناعية في محافظة ريف دمشق شمال شرق محافظة دمشق و تبعد عنها مسافة /35/ كم .تمتد شمال وجنوب طريق دمشق - بغداد، بين بلدة عدرا و مدينة الضمير. كما في الشكل (3-1).

الشكل(3-1):خريطة الربط الإقليمي لمدينة عدرا وعلاقتها بدمشق.[39]

3-1-2- الربط الإقليمي:

ترتبط مدينة عدرا الصناعية بشبكة طرق إقليمية ومحلية وخطوط دولية كما هو موضح في الشكل (3-2) من محاور الدخول الثلاث:

- المدخل الشرقي من جهة مدينة الضمير (طريق بغداد الدولي)
- المدخل الغربي من جهة المحلق الشمالي وعقدة جسر بغداد/8/كم.
- المدخل الجنوبي من جهة مطار دمشق الدولي/20/كم.

وهي مخدمه بشبكة سكك حديدية تؤمن الربط بين الموانئ السورية ودول الجوار مع المدينة الصناعية لنقل الركاب وشحن البضائع .

الشكل (3-2) مخطط تنظيمي لمدينة عدرا الصناعية[41]

3-1-3الخواص المناخية:

- يسود مدينة عدرا الصناعية مناخ شبه قاري المميز بالشتاء البارد و الصيف الحار والجاف نسبياً.
- الرياح السائدة رياح غربية وجنوبية غربية تصل سرعتها الى 25-30 م/ثا.
- يبلغ معدل درجة الحرارة العظمى (42.5) درجة مئوية في شهر أب أَما معدل درجة الحرارة الدنيا فيبلغ (9-) درجة مئوية في شهر كانون الأول.
- يبلغ معدل الهطول المطري 198.2مم سنويا و41 مم في شهر كانون الأول.
- أما متوسط الرطوبة النسبية السنوية 61.5%حيث تنخفض في شهر حزيران لتصل إلى 44.7 %بينما ترتفع في شهرين كانون الأول والثاني لتصل الى 77%.
- ويزداد التبخر صيفاً ليصل إلى 6.4 مم في شهر آب وينخفض إلى 1.2مم في شهر كانون الأول والثاني.

- تعاني مدينة عدرا الصناعية من أيام صقيع تصل لـ92 يوماً و15يوم ضباب و5 أيام عواصف رملية.
- تم تزويد مدينة عدرا الصناعية بقنوات لدرء السيول الفيضية نتيجة وقوعها على السفح الجنوبي الشرقي لسلسة جبل أبو العطا .

3-1-4- الواقع الخدمي:

- تقدم مدينة عدرا الصناعية مناخاً مناسباً للاستثمار بتهيئتها للمواقع المخصصة للإنشاء بشبكات البنى التحتية (مياه-هاتف-كهرباء-طرق-صرف صحي.....)
- يتم في مدينة عدرا الصناعية معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي بمحطات معالجة خاصة.
- تراقب وتتابع الانبعاثات الغازية بشكل دائم لتكون ضمن المواصفات السورية المعتمدة.
- يتم تزويد المدينة الصناعية بالمياه من الآبار الموجودة شمال المدينة الصناعية ومن آبار الغوطة ومن محطات المعالجة الثلاثة .
- تشكل المساحات الخضراء 25% من مساحة المدينة الصناعية.

تبلغ المساحة الإجمالية لمدينة عدرا الصناعية 7000 هكتار وتحوي على:

1- **قسم مخصص للفعاليات الصناعية**: بمساحة 3500 هكتار حيث تضم /12000/ موقع للمنشآت الصناعية من مختلف أنواع الصناعات (هندسية – نسيجية – كيماوية – غذائية – مواد البناء .....)

-تقسم المقاسم الصناعية في مدينة عدرا الصناعية الى فئات :

- الفئة الأولى: وتشمل المساحات 150 م^2-300م^2-450م^2-600م^2.
- الفئة الثانية: وتشمل المساحات 1200م^2-2400م^2-3600م^2-4800م^2.
- الفئة الثالثة: وتشمل المساحات 9600م^2 وما فوق.

أما الصناعات الموجودة في المدينة الصناعية فتصنف إلى صناعات كيميائية، صناعات غذائية، صناعات نسيجية، صناعات مواد البناء، منطقة الصناعات الكبيرة(الثقيلة)، منطقة الورش الحرفية، منطقة سكب المعادن. كما هو مبين في الشكل(3-3):

الشكل(3-3):توزع الصناعات في مدينة عدرا[40]

وضابطة البناء المعمول بها في مدينة عدرا الصناعية حددت الوجائب كما في الجدول(3-1):

الجدول(3-1)أبعاد الوجائب فب المنشآت الصناعية في مدينة عدرا الصناعية[40]

الفئة	وجيبة أمامية	وجيبة خلفية	وجيبة جانبية
الأولى	3 م حد أدنى	3 م حد أدنى	3 م حد أدنى(إن وجدت)
الثانية	5 م حد أدنى	5 م حد أدنى	5 م حد أدنى
الثالثة	10م حد أدنى	10م حد أدنى	10م حد أدنى

وبالنسبة للارتفاع المسموح به البناء وفق ضابطة البناء المعمول بها في مدينة عدرا الصناعية:

- الفئة الأولى: 9 م.
- الفئة الثانية: حسب متطلبات الصناعة.
- الفئة الثالثة: حسب متطلبات الصناعة.

مع اعتبار منسوب الصفر هو منسوب الرصيف أو المصرف.

- نسبة البناء50% من مساحة المقسم لكل طابق كحد أعلى (مقاسم صناعات صغيرة ومتوسطة).

60% من مساحة المقسم لمقاسم الصناعات الكبيرة.

35% من مساحة المقسم كحد أدنى (بشكل أفقي أو شاقولي).

- البروز في الكتلة فهو 20% من الوجيبة الفعلية على ألا تزيد عن مترين ولا يسمح بالبروز ضمن الوجائب الإجبارية.
- التصاوين للسور تكون 1.5م بمحاذاة الشارع بلوك مكسي بالحجر و 1.5م حديد مشغول، أما مع الجوار فهي على ارتفاع 3 م بلوك مطلي بالطينة البيضاء.

أهم المشاريع المحلية قيد الإنتاج حتى نهاية عام 2012 :

الجدول(3-2):أسماء أهم الشركات التي كانت قيد الإنتاج حتى نهاية 2012.[40]

مسلسل	اسم الشركة	نوع الصناعة	حجم الاستثمار (مليون ليرة سورية)
1	شركة أورفه لي اخوان	مواد بناء	650
2	شركة زنوبيا	مواد بناء	500
3	ناتورال	هندسية ثالثة	294
4	المجذوب للحديد	صناعات كبيرة	100
5	يودين للصناعات الكيماوية	كيميائية	20
6	حسان الدبس وشركاه	هندسية	13

أهم المشاريع المحلية قيد الإنشاء حتى نهاية عام 2012:

الجدول(3-3):أسماء أهم الشركات التي كانت قيد الإنشاء حتى نهاية 2012.[41]

مسلسل	اسم الشركة	نوع الصناعة	حجم الاستثمار (مليون ليرة سورية)
1	محمد خير غندور	كيميائية	300
2	كنامة للتجارة و التعهدات	كيميائية ثالثة	230
3	الشركة المتحدة للنشر والإعلان	كيميائية	170
4	شركة فاتكس المساهمة المغفلة	كيميائية	150
5	شركة حسان الدبس وجمال قنبرية	هندسية	86
6	نضال وعبد السلام العك	هندسية	30

أهم المشاريع الأجنبية والعربية والمشتركة حتى نهاية عام 2012:

الجدول(3-4):أسماء أهم الشركات الأجنبية والعربية والمشتركة حتى نهاية 2012[41]

مسلسل	اسم الشركة	نوع الصناعة	حجم الاستثمار (مليون ليرة سورية)
1	شركة سيامكو	صناعات كبيرة	890
2	شركة إنشاء	مواد بناء	300
3	شركة ايرليكيد سوريا المحدودة المسؤولية	كيميائية	500
4	مواد الاعمار القابضة	مواد بناء	500
5	السويدي إلكتريك	هندسية(3)	300
6	الشركة المتحدة للمحولات	هندسية(3)	209
7	معمل أندومي	غذائية	117
8	محمد رضا عسكريان	صناعات كبيرة	97
9	شركة كرامة وحديد للتجارة والاستثمار المحدودة المسؤولية	غذائية	40
10	إبراهيم بن محمد النجيدي	صناعات كبيرة	25

2-القسم التجاري والإداري و السكني و السياحي و الخدمي:

بـمساحة /3500 /هكتاركما هو موضح بالشكل (3-4):

- 120 هكتاراً المركز الإداري + المركز التجاري بنسبة 2 % .
- 1400هكتاراً مناطق خضراء ضمن المدينة بنسبة 20 % .
- 650 هكتاراً شوارع رئيسية ومحطات خدمة بنسبة 9% .
- 1330 هكتاراً مناطق للسكن بنسبة 19% يحتوي على الفعاليات التالية:

الشكل (3-4):توزع المناطق في مدينة عدرا الصناعية[الباحثة]

1-منطقة تجارية تضم (مصارف - فنادق ومطاعم – ملاعب– أسواق تجارية – مبان تجارية - مراكز تجارية - جمارك - معارض سيارات - محطات وقود....).

2-منطقة وحدات سكنية مخصصة للفعاليات السكنية عددها 60000 وحدة تتسع لـ300 ألف نسمة و تحوي (سكن فيلات-سكن أول – سكن عمالي - مدينة رياضية في القسم السكني- مراكز دينية– مراكز خدمية)

3-منطقة مستودعات.

تبلغ مساحة منطقة المستودعات حوالي / 572 / هكتاراً موزعة على ما يلي :

- المنطقة المخصصة للمستودعات

- منطقة الفعاليات الخدمية و الاستثمارية

- الطرق و المناطق الخضراء .

- بحيث تقسم منطقة المستودعات من حيث مساحة المقاسم إلى :

- مقاسم كبيرة المساحة تبلغ مساحتها / 50 / هكتاراً .
- مقاسم متوسطة المساحة تبلغ مساحتها / 21.5/ هكتاراً .
- مقاسم صغيرة المساحة تبلغ مساحتها / 12.5/ هكتاراً .

- تبلغ مساحة المنطقة المخصصة للفعاليات الاستثمارية و الخدمية حوالي / 1.6/ هكتاراً .

- تبلغ مساحة الحدائق حوالي / 1 / هكتار .

4-هذا بالإضافة الى موقع لجامعة تقنية تكنولوجية – معاهد تدريب مهني - مراكز ثقافية - مجمعات سينمائية .....

5-منطقة مباني إدارية (مراكز شرطة - مركز هاتف – مركز كهرباء- بريد- فوج للإطفاء- الدفاع المدني . . . .)

6-منطقة معارض (مؤقتة ودائمة).

فمدينة عدرا الصناعية تخلق مناخاً مناسباً للاستثمار عبر تأمينها المكان المناسب المزود بالبنية التحتية الضرورية لإقامة المنشآت الصناعية ،ويتم تنفيذ هذه الخدمات على /6/ مراحل بناءً على الطلب على المقاسم:

المرحلة الأولى:

لقد تم الانتهاء من تنفيذ كامل خدمات البنية التحتية للمرحلة الأولى في المدينة الصناعية وذلك في نهاية عام 2004 بمساحة 491 هكتاراً مجهزة بالخدمات.

- عدد المقاسم 1123 مقسماً.

- المسطحات الخضراء والطرق و الشوارع الرئيسية والفرعية بطول 45 كم مساحتها 276 هكتاراً.

المرحلة الثانيـة :

لقد تم الانتهاء من تنفيذ كامل خدمات البنية التحتية للمرحلة الثانية في المدينة الصناعية و ذلك في نهاية عام 2007 بمساحة 1070 هكتاراً -عدد المقاسم/ 2463/ مقسماً- المسطحات الخضراء الطرق و الشوارع الرئيسية والفرعية 562 هكتاراً .

المرحلة الثالثة:

تم البدء بتنفيذ خدمات البنية التحتية للمرحلة الثالثة في بداية العام 2008 م بمساحة / 1080 /هكتاراً - عدد المقاسم /1447/مقسماً - المسطحات الخضراء الطرق و الشوارع الرئيسية والفرعية/ 538 /هكتار.

المرحلة الرابعة:

بسبب التزايد الكبير لعدد المكتتبين الصناعيين والمستثمرين والإقبال الكبير على المدينة الصناعية تم البدء بتنفيذ خدمات البنية التحتية للمرحلة الرابعة في بداية عام 2010 بمساحة 910 هكتار- المسطحات الخضراء الطرق و الشوارع الرئيسية والفرعية 488هكتار .

- واقع الاستثمار في مدينة عدرا الصناعية لغاية 1-10-2012:[12]
- عدد المقاسم المسلمة / 3396 /مقسماً .
- مساحة المقاسم المسلمة / 1 مليون/ م^2 .
- عدد رخص البناء / 3063 / رخصة.
- عدد المعامل قيد البناء (المباشر بها) / 1338 / معمل .
- عدد العمال / 48722 /عاملاً.
- حجم الاستثمارات / 248/مليار ليرة سورية .

<u>واقع التنفيذ لغاية 2013: [12]</u>

-بلغ طول شبكات الكهرباء المنفذة 1150/ كم

وطول شبكات المياه / 852/كم

وشبكات الصرف الصحي / 575 /كم

وطول شبكات الطرق الفرعية والرئيسية / 470 /كم

وشبكات الري / 482/ كم

أما شبكات الهاتف فبلغ طولها الى / 2010/ كم

الشكل (3-5):مخطط يوضح تزايد عدد المنشآت الصناعية حتى عام 2012 .[الباحثة]

3-1-5- ميزات مدينة عدرا الصناعية:

وتعد مدينة عدرا الصناعية منطقة خصبة للاستثمار بكافة أنواعه لأسباب كثيرة منها: [17]

- قربها من مدينة دمشق يتيح إمكانية التسويق للمنتجات المصنعة.
- قربها من مصادر الطاقة.
- الحصول على تراخيص لإقامة المشاريع الصناعية و القرار الصناعي خلال ساعات.
- تقوم المدينة بتأمين مقاسم مؤمنة بكامل خدمات البنى التحتية لإقامة المعامل و المنشآت الأمر الذي يؤدي إلى توفير الوقت و الجهد اللازمين لتأمين هذه الخدمات.
- تقوم المدينة ببيع الأراضي للمستثمرين بالتقسيط و لمدة خمس أو عشر سنوات و ذلك بسعر التكلفة.
- اعتماد مبدأ النافذة الواحدة لتسهيل الإجراءات الإدارية لتأمين طلبات المستثمرين من المياه و الكهرباء و الهاتف و الرسوم المالية والتأمينات...حيث يقوم المستثمر بمراجعة جهة واحدة و هي إدارة المدينة.
- قلة تكاليف مساهمات الكهرباء اذ تعادل **30%** من تكاليفها خارج المدينة الصناعية.

- ضآلة تكاليف دراسة المخططات التنفيذية لرخص البناء اذ تعادل **50%** من التكاليف خارج المدينة الصناعية.
- إن نظام ضابطة البناء المعتمد في المدينة يؤدي إلى استثمار الأراضي بشكل كبير قياساً بخارجها.
- حماية البيئة وتخفيف التلوث البيئي داخل مدينة دمشق و تخفيف الضرر على غوطة دمشق عبر نقل الصناعات الملوثة واستيعاب الصناعات الجديدة و منع الانتشار العشوائي للصناعات.

أما مجالات الاستثمار فكثيرة جدا وتشمل:

- الاستثمار في مجال المقاسم المعدة للصناعة بكافة أنواعها (هندسية- نسيجية- كيمائية- غذائية- مواد بناء....) و بكافة الفئات و المساحات.
- الاستثمار في مجال محطات معالجة مياه الصرف الصحي و الصرف الصناعي .
- الاستثمار في مجال محطات معالجة إدارة النفايات الصلبة(محطات المعالجة-آليات جمع النفايات).
- الاستثمار في المناطق الإدارية و التجارية و المركزية و مركز الخدمة المحلية (فنادق- بنوك- مطاعم- مولا ت تجارية- منطقة معارض- منطقة مستودعات -مركز تدريب مهني و فني- مشافي).
- الاستثمار في المجال السكني و السياحي.
- الاستثمار في مجال النقل.

2-3- دراسة المنشآت المعدنية الصناعية في مدينة عدرا الصناعية:

تعتبر **الدراسات التنفيذية والتصميمية و التحليلية** لأي مشروع ، هي الضمان الرئيسي والمأمون للوصول إلى عمل هندسي متكامل وناجح .

مع تأمين الاحتياجات التقنية وحركة المواد والعمالة والخدمات الضرورية لهم وتوفير متطلبات السلامة والحماية من الحرائق، والعلم أن الجانب الاقتصادي يلعب دوراً هاماً في دراسة هذه المنشآت.

وبعد دراسة مخطط توزع أماكن الصناعات في مدينة عدرا الصناعية يتضح وجود الصناعات التالية داخلها:

صناعات كيميائية، صناعات غذائية، صناعات نسيجية، صناعات مواد البناء، منطقة الصناعات الكبيرة(الثقيلة)، منطقة سكب المعادن، هي الصناعات التي اعتمدت في دراسة منشآتها على الجمل المعدنية وتنوعت هذه الجمل تبعاً للوظيفة وخط الانتاج الموجود فيها

فبعد الجولة الميدانية ومراجعة إدارة المدينة الصناعية تبين أن: كما في الشكل(3-6)

40% من المنشآت الصناعية النسيجية استخدمت جمل إنشائية معدنية.(إطارات معدنية)

20% من المنشآت الصناعية الغذائية استخدمت جمل إنشائية معدنية.(إطارات معدنية)

60% من المنشآت الصناعية الكيماوية ومواد البناء استخدمت جمل إنشائية معدنية.(تنوعت الجمل بين إطارات معدنية وهياكل فراغية)مرتبطة بحجم الانتاج ونوعه.

100% من المنشآت الصناعية الهندسية وسكب المعادن استخدمت جمل إنشائية معدنية.(هياكل فراغية) لتحقيق فراغ كبير لتوضع خطوط الانتاج.

الشكل (3-6)توزع الإنشاء المعدني في قطاعات الصناعية[الباحثة]

وأثناء الجولة الميدانية في مدينة عدرا الصناعية تم التوثيق لبعض المنشآت الصناعية أثناء عملية الانشاء فالصورة(3-1) تظهرصالة الانتاج لمعمل الأندمي (صناعة غذائية) فهي توضح استخدام جملة إطارات بثلاث فتحات ولقد تم رفع المجاز الوسطي بهدف تأمين الإضاءة الطبيعية لصالة الانتاج. كما في الصورة (3-2)

صورة(3-1)صالة الإنتاج لمعمل الأندمي[الباحثة] **صورة(3-2)الهيكل الإنشائي لمعمل الأندمي[الباحثة]**

واستخدمت ألواح معدنية ثنائية الطبقة في إكساء الأسقف والجدران مع تأمين طبقة عازل حراري كما هو موضح في الصورة(3-3)

صورة(3-3)تنفيذ العزل الحراري لصالة الإنتاج لمعمل الأندمي[الباحثة]

أما في الصورة (3-4) فهي لشركة تصنيع الزجاج فيرست كلاس الايرانية حيث تم إشادتها من جملة فراغية (عمود معدني وجائز شبكي فراغي) تم تكرار هذا الجائز كل6 م وتم ربطهم بمدادات أفقية لتأمين الثبات والاستقرار للمنشأة وروعي عند إكساء الأسقف تأمين فتحات إنارة طبيعية لها

ويمكن تصنيف هذه المنشأة بأنها من المنشآت المختلطة فلقد تم تغليف الأعمدة المعدنية بخرسانة ليسهل بناء جدران البلوك كما هو موضح في الصورة(3-4).

صورة(3-4) صالة تصنيع الزجاج فيرست كلاس الإيرانية[الباحثة]

صورة(3-5) الهيكل الإنشائي في معمل الزجاج فيرست كلاس الإيرانية[الباحثة]

أما الصورة (3-6) فهي لمنشأة صهر الحديد الصلب (شركة حمشو)تنوعت الجمل الإنشائية المستخدمة فيها حيث تم استخدام جملة معدنية فراغية شبكية لصالة الصهر وجملة إطارات معدنية في صالات التشكيل

صورة(3-6)صالات الإنتاج لشركة حمشولصهر الحديد الصلب[الباحثة]

أما المنشآت التي تم دراستها تصميميا وانشائياً فهي:

1- مصنع السيارات(سيامكو).
2- مصنع مواد كيمائية (لصناعة موانع التآكل والتكلس وصناعة المرشحات).
3- مصنع للمعدات الكهربائية والتكييف(شركة المالح).

سيتم دراسة هذه المنشآت ومعرفة الايجابيات والسلبيات فيها فجميع النماذج التي ستتم دراستها تشترك في تحقيق المتطلبات العامة لتصميم المبنى الصناعي من حيث:

1- تصميم المكان المناسب لنوع الإنتاج.

2- استخدام جمل إنشائية مدروسة ضمن شبكة أبعاد محددة.

3- طريقة الإنارة (الطبيعية و الصناعية).

4- طريقة إكساء الأسطح الخارجية للمبنى.

و قد صممت عناصر الإنشاء و درست التفاصيل الخاصة بها لتتحمل أكثر مما هو مطلوب منها باعتبار أن الأشخاص يتصرفون داخل المباني الصناعية بشكل مختلف عن بعضهم، من حيث استخدامهم للأجهزة و الوسائط المتوفرة في مكان العمل.

3-2-1- تحليل الوضع الراهن للمنشآت الصناعية في مدينة عدرا الصناعية:

تعج المنشآت الصناعية بالحركة لذا تتطلب تصميما وظيفيا يتقبل تحولات الأعمال الجارية فيها و إعداد مخطط لسير العمليات الإنتاجية يساعد في رسم الإطار العام لمخطط تصميم المنشأة مع الانتباه للمساحات و الارتفاعات التي تتناسب مع (الآلات، الأفراد، المواد).
ستتم دراسة هذه الأمثلة وفق المخطط التالي الذي يعتبر أسال في دراسة المنشآت المعدنية الصناعية اعتمادا على ما ذكر سابقا:

الشكل(3-7) مخطط الدراسة التحليلية للمنشآت الصناعية[الباحثة].

أولا: دراسة تحليلية لمعمل السيارات(سيامكو):

الصورة(3-7)صالة التجميع في معمل السيارات[الباحثة]

الدراسة الفنية:

- **نوع الصناعة وتصنيفها**: تجميع السيارات (صناعة متوسطة).
- **صاحبه:** شركة ايران خودرو والشركة السورية الهندسية .
- **المساحة الكلية للمصنع** : 18هكتار ، ومساحة صالات الإنتاج : 38ألف متر مربع
- **الموقع** :يشتمل ساحة تصل مساحتها52 ألف متر مربع، والموقع مسيج بالكامل.
- **نمط الإنتاج**: عملية التصنيع والإنتاج في هذه المنشأة معقدة فهي مقسمة إلى عدة مراحل (التفريغ التجميع ،الطلاء، الانهاء). حيث يتم تنظيم عملية الانتاج بالاعتماد على آلات ذات تقنيات متطورة مرفقة بأجهزة تحكم ومراقبة ، فتنقل المواد المصنعة بواسطة خطوط انتاج مثبتة على الجملة الانشائية للمنشأة .
- **فراغ الإنتاج**: درس بشكل يتم فيه استيعاب حركة الآلات والعمال دون حدوث تعارض بالحركة، فقسمت المنشأة لعدة وحدات إنتاجية لخلق بيئة مناسبة للعمل .
- **إمكانية التوسع المستقبلي**: تعد هذه المنشأة مرنة حيث يمكن توسيعها بشكل لا يعيق حركة الانتاج فيها(موقع العام ،الجملة الإنشائية).

الصورة(3-8) الجملة الانشائية المستخدمة في صالة التجميع في معمل السيارات[الباحثة]

الصورة(3-9)جائز الرافعة في صالة التجميع في معمل السيارات[الباحثة]

الصورة(3-10)تحميل خط الانتاج على الجملة الانشائية في صالة التجميع في معمل السيارات[الباحثة]

الصورة(3-11)السقف المنشاري لصالة التجميع في معمل السيارات[الباحثة]

الدراسة التصميمية:

- **الموقع العام**: روعي في دراسة الموقع العام شكل الكتلة المنسجم مع البلوك الصناعي المحدد لها ودرست مسارات الحركة للسيارات والمشاة بعد ربطها بنقاط الدخول والخروج للكتلة وربطها مع الطرق المحيطة في المخطط الطرقي للمدينة الصناعية. كما هو موضح في الشكل (3-8)

الشكل (3-8):الموقع العام لمعمل السيارات.[الباحثة]

- **شكل المسقط:** معمل السيارات (سيامكو) مستطيل الشكل منسجما مع حركة الانتاج فيه ومحددات الموقع العام .
- **توزع المساحات الانتاجية:** تعددت صالات الانتاج في هذه المنشأة تبعا لوظيفتها الإنتاجية فقسمت إلى:

أولا: صالة تجميع الهيكل بأبعاد 132*72م

ثانياً: صالة الطلاء بأبعاد72*108م

ثالثاً: صالة الانهاء بأبعاد72*132م

رابعاً: صالة التفريغ بأبعاد132*35م

خامساً :مبنى خدمة بأبعاد 92*20م

- **دراسة الأمن الصناعي والحماية من الحريق:**

تم دراسة شبكة إنذار عن الحريق وكذلك شبكة إطفاء تلقائية وأخرى يدوية كما هو ظاهر في الصورة(3-12)، وإن فصل الفراغات الإنتاجية يلعب دورا في الحد من انتشار وانتقال الحريق من وحدة انتاجية لأخرى، وكذلك نفذت النوافذ والأبواب لتتحمل الحرارة لمدة قد تصل (60 دقيقة)

الصورة(3-12):شبكة إطفاء الحريق.[الباحثة]

- **الأرضيات:** من الخرسانة المسلحة المعالجة لمقاومة المواد الكبريتية الموجودة في التربة مع وجود فواصل للأرضيات لمنع حدوث تشققات ناتجة من تمدد هذه الخرسانة كما في الصورة(1-5) ص 18من هذا البحث، كما لوحظ وجود فرق بالمنسوب بين الأرض الخارجية وأرض المنشأة الصناعية منعاً لدخول المياه للصالات.

- **الواجهات:** تم دراستها من خلال نسب محددة تعطي انطباعا بصريا ينسج مع المحيط المعماري في المدينة الصناعية بنيت الجدران من البلوك على ارتفاع ثلاث متر ومن ثم تم تثبيت ألواح sandwich panels بسماكة 5سم زقاء اللون فوقها، ووضعت النوافذ بشكل شريطي متماشيا مع الكتلة المعمارية موضحة في الصورة(3-13)

الصورة(3-13)صالات الإنتاج لمعمل السيارات[الباحثة]

- **الخدمات التقنية:**

- اعتمد في هذه المنشأة على الإنارة الطبيعية والصناعية لتحقيق سوية إضاءة جيدة.
- يوجد فيها وحدات لسحب الهواء قسريا .

الدراسة الإنشائية:

- **الحمولات المطبقة:** هي حمولات ذاتية للمنشأة بالإضافة لحمولة طبقات الإكساء وحملات الناتجة عن الرياح وحمولات الروافع وحمولات ديناميكية ناتجة عن حركة خط سير الانتاج
- **نوع الجمل الإنشائية المستخدمة:**

- صالات (تجميع الهيكل، والطلاء، والانهاء) ذات تغطية مستمرة وواحدة فهي ذات جوائز رئيسية شبكية خطية بارتفاع 260سم تتقاطع مع جوائز ثانوية بشكل شبه منحرف لتأمين سقف منشاري ذو فتحات موجهة نحو الشمال.
- صالة التفريغ فهي ذات إنشاء معدني مؤلف من إطار بفتحتين كل فتحة17م
- مبنى الخدمة الملحق بصالات الإنتاج فهو بأبعاد 20*92م مؤلف من جزئين جزء معدني بأبعاد 45 *20 م، ذو اطار جملوني بفتحة 20م ، وجزء بيتوني بابعاد47*20 م

- **المجازات:**
  - صالات تجميع الهيكل 24م.
  - صالة التفريغ 17م.
  - مبنى الخدمة 20م.
- **الارتفاع:** صالات تجميع الهيكل 12,45م لقمة السقف المنشاري.
  - صالة التفريغ 8,55م.
  - مبنى الخدمة 9,35م.
- **طبقات التغطية:** كما ستوضح في المخططات فهي ألواح معدنية مموجة معزولة ثبتت على المددات (الجوائز الثانوية)ثم على الهيكل الإنشائي.
- **فواصل التمدد وعناصر التثبيت:** وضع فاصل التمدد في صالة التجميع وتم ذلك بمضاعفة الجملة الانشائية في المحور (6-7) في صالات التجميع والتفريغ والمحاور(n،j)في صالة الخدمة، استخدمت البراغي في تثبيت الجمل الإنشائية .

وستتم دراسة تحليلية لمخططات هذه المنشأة .

أولاً- صالة تجميع السيارات: هي الصالة الأكبر بأبعادها 132*72م تتألف هذه الصالة من ثلاثة عشر جائز شبكي معدني بارتفاع 3م تم تكرارها كل 12م وثبت بها أربعة جوائز ثانوية شبكية خطية بمسافة فاصلة 24 م ذات شكل شبه منحرف بنطاق علوي مائل يبدأ بارتفاع 280سم ليصل الى 100 سم ونطاق سفلي مستوي .

الشكل (3-9) المسقط الأفقي لصالة التجميع المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمصنع السيارات سيامكو

-صالة تجميع الهيكل -

معمل السيارات يتميز بواجهات مدروسة بصريا حيث تم اكساءها برشة تيرولية حتى ارتفاع 3 متر ثم بصفائح معدنية معزولة زرقاء اللون لتضفي جمالا خارجيا للمنشأة وتم تزويدها بفتحات زجاجية شريطية لتأمين الإنارة الطبيعية اللازمة لها.

الشكل (3-10)الواجهة الشرقية . المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

الشكل (3-11)الواجهة الجنوبية. المصدر :إدارة المدينة [اعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمصنع السيارات سيامكو

-حالة تجميع الهيكل -

في المقاطع المرفقة تظهر الجوائز الشبكية بالاتجاهين والمدادات العلوية التي تم تثبيت ألواح التغطية عليها وكذلك يظهر السقف المنشاري الذي استفاد منه في تحقيق الانارة الطبيعية للمنشأة.

الشكل (3-12)مقاطع في الصالة. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

الشكل (3-13)مقطع طولي. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمصنع السيارات سيامكو

- صالة تجميع الهيكل -

توضح هذه اللوحة تفاصيل جدار صالة تجميع الهيكل فقد تم بناء جدار من البلوك حتى ارتفاع 3 متر وبعد ذلك تم وضع صفيحة معدنية بسماكة 2 مم لتثبت النافذة عليها ثم وضعت ألواح sandwich panels بارتفاع 3.5متر

الشكل (3-14)مقطع تفصيلي في جدار الصالة. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

صالة التفريغ في معمل السيارات:

الشكل (3-15)مسقط صالة التفريغ. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمصنع السيارات سيامكو

-صالة التفريغ -

في هذه الصالة تم استخدام جملة اطارات معدنية جملونية بفتحتين بمجاز 17 متر لكل فتحة ذات مقطع I ارتفاع الاطار 8.55 م حتى القمة ويميل ليصل حتى ارتفاع 7 متر

الشكل (3-16)مقطع في صالة التفريغ. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

الشكل (3-17)مقطع طولي في صالة التفريغ. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمصنع السيارات سيامكو –صالة التفريغ –

يوضح المقطع أنه تم تزويد أرضية الصالة بقواعد خرسانية لتأمين ثباتها بسبب طبيعة الأرض الرملية ضعيفة المقاومة

الشكل (3-18)مقطع في صالة التفريغ. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمصنع السيارات سيامكو

–صالة التفريغ –

الواجهات في هذه الصالة تم دراستها بشكل منسجم مع بقية أجزاء المبنى حيث نجد الفتحات الشريطية و استخدام الألواح المعزولة ليعطي المبنى روح تصميمية واحدة.

الواجهة الجنوبية

الواجهة الشمالية

الشكل (3-19)واجهات صالة التفريغ. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

مبنى الخدمة :

الشكل (3-20)مسقط صالة التخديم . المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمصنع السيارات سيامكو

-مبنى الخدمة -

في الجزء المعدني من المبنى تم اعتماد الاسلوب نفسه في دراسة واجهات المنشأة(جدار بلوك ثم ألواح sandwichpanels) مع لحظ وجود:

- روابط قطرية لتأمين استقرار المنشأة
- مراوح تهوية مثبتة على النوافذ

الشكل (3-21)الواجهة الغربية صالة التخديم . المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمصنع السيارات سيامكو

-مبنى الخدمة -

أما الجزء البيتوني من المبنى نلحظ واجهة برشة تيرولية فيها نوافذ بأبعاد 2*3.2 متر لتامين الاضاءة اللازمة لفراغ الداخلي وكذلك يوجد مراوح بأبعاد 0.6*0.6 متر مثبتة على الجدار لتحقيق التهوية المطلوبة

الشكل (3-22)الواجهة الشرقية لصالة التخديم . المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

الشكل (3-23)مقطع في الجزء المعدني من صالة التخديم . المصدر :إدارة المدينة [اعداد الباحثة]

الشكل (3-24)مقطع في الجزء البيتوني من صالة التخديم . المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمصنع السيارات سيامكو

- مبنى الخدمة-

استخدم اطار معدني بفتحة واحدة يميل بزاوية 6 درجات عن الافق تكرر كل 6 أمتار مع مراعاة وجود وصلات التدعيم عند الأكتاف والقمة وقد تم وضع مدادات أفقية ليتم تثبيت ألواح الاكساء عليها

الشكل (3-25)مقطع تفصيلي لاطار صالة التخديم. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

الشكل (3-26)مقطع طولي في صالة التخديم . المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

الشكل (3-27)مسقط سقف صالة التخديم . المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

الشكل (3-28)موقع عام صالة التخديم . المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

يعد معمل السيارات من المنشآت الكبيرة والضخمة والتي يفخر بوجودها في بلادنا فبعد الدراسة التحليلية لهذه المنشأة تبين ما يلي:

- درس المعمل بحيث تم فصل القسم الإداري بشكل كامل عن صالات الإنتاج.
- تمت مراعاة الاحتياجات التصميمية في تقسيم مناطق العمل فيها.
- لوحظ الاهتمام بتأمين احتياجات الموقع العام بشكل كبير ولقد درس وربط بدراسة الموقع العام للمدينة الصناعية.
- تم دراسة المنشأة إنشائيا حيث استخدم ثلاث جمل إنشائية في الصالات المتعددة ربطاً بوظيفة كل صالة.
- تم تزويد الدراسة الإنشائية بتفاصيل إنشائية كثيرة ،وتمت الحسابات بدقة متناهية لتساعد في تنفيذ المنشأة بشكل دقيق.
- لأن خط سير الإنتاج تم تثبيته على الجملة الإنشائية لذلك تم ربط دراسة المخططات الإنشائية به.

ولكن ظهرت بعض المشاكل منها:

- على الرغم من صغر عمر المنشأة إلا أنه بدأ يظهر الصدأ على الجملة الإنشائية الناتج عن سوء في تركيب طبقة العزل وعدم تأمين تراكب جيد بين الطبقات مما سمح بتسرب مياه الأمطار إليها .

الصورة(3-14):الصدأ على الجملة الإنشائية.[الباحثة]

- تم تزويد المنشأة بإنارة صناعية وتهوية قسرية لعدم كفاية فتحات التهوية في تحقيق الإنارة والتهوية اللازمين.

الصورة(3-15):أجهزة سحب الهواء.[الباحثة]

الصورة(3-16):أجهزة الإنارة وسحب الهواء.[الباحثة]

- ظهرت بعض مشكلات نتيجة عدم توافر الأيدي العاملة الخبيرة أثناء التنفيذ.

الصورة(3-17):الرطوبة المتشكلة الناتجة عن سوء التنفيذ . [الباحثة]

الصورة(3-18):سوء تركيب الأجهزة الميكانيكية.[الباحثة]

- مستوى الضوضاء عالية داخل المعمل .

ثانيا:الدراسة التحليلية لمصنع مواد كيمائية (لصناعة موانع التآكل والتكلس وصناعة المرشحات): المبنى قيد الإنشاء

الدراسة الفنية:

- **نوع الصناعة وتصنيفها** :صناعة موانع التآكل والتكلس وصناعة المرشحات (صناعة متوسطة).
- **صاحبه:** السيد محمد معتز الدبوسي وشركاؤه .
- **المساحة الكلية للمنشأة**: 37,40*64م ،ومساحة صالات الإنتاج44,8*37,4 م.
- **الموقع** :

نظراً لطبيعة مثل هذه المنشآت فقد تم تحديد مكان مخصص وقسم إلى قطاعات متعددة (الأول، الثاني) والمنشأة المدروسة تقع في القطاع الأول.

الشكل(3-29):موقع العام لمعمل الدبوسي الكيميائي المصدر(إدارة المدينة الصناعية)[إعداد الباحثة]

الصورة (3-19): الجملة الإنشائية في صالة الانتاج في معمل الدبوسي الكيماوي[الباحثة].

الصورة (3-20): الإطارات المعدنية والمدادات وصفائح التغطية في صالة الانتاج في معمل الدبوسي الكيماوي[الباحثة].

الصورة (3-21): طريقة تثبيت الإطارات مع الأساسات في معمل الدبوسي الكيماوي[الباحثة].

- **نمط الإنتاج**: تدرس عملية التصنيع والإنتاج في هذه المنشأة بشكل متتالي و تنظيم عملية الانتاج بالاعتماد على آلات تنقل المواد المصنعة بواسطة خطوط انتاج مثبتة على جائز الرافعة الجسرية التي تستند على هيكل المنشأة.
- **فراغ الإنتاج**: درس بشكل يتم فيه استيعاب حركة الآلات والعمال دون حدوث تعارض بالحركة، فقسمت المنشأة لعدة وحدات إنتاجية لخلق بيئة مناسبة للعمل .
- **إمكانية التوسع المستقبلي**: تعد هذه المنشأة مرنة حيث يمكن توسيعها بشكل لا يعيق حركة الانتاج فيها(موقع العام ،الجملة الإنشائية).

الدراسة التصميمية:

- **الموقع العام**: لم تقدم دراسة تفصيلية للموقع العام ولم تنفذ .المنشأة قيد الإنشاء وتوقف العمل فيها الآن.
- **شكل المسقط:** هذه المنشأة ذات شكل مستطيل ينسجم مع حركة الانتاج فيه.
- **توزع المساحات الانتاجية:** صالة الانتاج يتم فيها معالجات الكيمائية ،وفراغات محيطية لتخزين مواد الخام والمواد المنتجة.
- **دراسة الأمن الصناعي والحماية من الحريق:**

تم لحظ دراسة الحماية من الحريق ضمن إضبارة المشروع المقدمة.

- **الأرضيات:** في الدراسة المقدمة درست أرضية من الخرسانة المسلحة مزودة بفواصل للأرضيات .
- **الواجهات:** تم دراستها من خلال نسب محددة تعطي انطباعا بصريا ينسج مع المحيط المعماري في المدينة الصناعية بنيت الجدران من ألواح sandwich panels بسماكة 5سم زقاء اللون وثبتت على الجملة الإنشائية الحاملة، أما النوافذ فلقد درست بشكل شريطي متماشيا مع الكتلة المعمارية كما في الصورة(3-13)

الصورة (3-22):ألواح الإكساء الخارجية في معمل الدبوسي الكيماوي[الباحثة].

- **الخدمات التقنية:**

اعتمد في هذه المنشأة على الإنارة الطبيعية والصناعية لتحقيق سوية إضاءة جيدة.

الدراسة الإنشائية:

- **الحمولات المطبقة:** هي حمولات ذاتية للمنشأة بالإضافة لحمولة طبقات الإكساء وحملات الناتجة عن الرياح وحمولات الروافع وحمولات ديناميكية ناتجة عن حركة خط سير الانتاج.
- **نوع الجمل الإنشائية المستخدمة:** إطار معدني مع دعامة .
- **المجاز:** 37,40م
- **الارتفاع:** 7م حتى الإفريز.

  9م حتى الذروة.

  5,27م حتى جسر الرافعة.

- **طبقات التغطية:** كما ستوضح في المخططات فهي ألواح معدنية مموجة معزولة ثبتت على المددات ثم على الهيكل الإنشائي.
- **فواصل التمدد وعناصر التثبيت:** لم يلحظ في الدراسة وجود فواصل تمدد .واعتمد في تثبيت العناصر على البراغي كما هو في الصورة(3-23)

الصورة(3-23):البراغي المستخدمة في المعمل الكيماوي.[الباحثة]

وستتم دراسة تحليلية لمخططات هذه المنشأة:

- **الدراسة الإنشائية للمصنع:**

دراسة تحليلية لمعمل
الكيمياء
القطاع الأول
يظهر في المسقط القسم
الإداري وصالات الإنتاج
يقعان ضمن فراغ مشترك مع
تقسيم فراغات الانتاج الى
قطاعات تتناسب والحاجة
اليها.
N
3740
1870
1870
6400
6400
640
A
B
C
الدهان
مواد خام
خلاطة رئيسية
خلاطات ثانوية
المعالجة الكيميائية
تبريد بالماء
مدير شاريه
مدير سيناك
مدير مختبر
قسم تقني
قسم تقني
مدير قسم
مكتب
مكتب
مكتب

دراسة تحليلية لمعمل الكيمياء القطاع الأول

القسم الاداري أبعاده 18.80*19.20 متر يرتفع عن أرضية الصالة 380 سم وهو عبارة عن بلاطه هوردي محمولة على أعمدة بيتونية أما السقف فهو ذو انشاء معدني شبكي خطي.

الشكل (3-31)مسقط الطابق الأول لمعمل الكيمياء. المصدر :إدارة المدينة [اعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمعمل الكيمياء القطاع الأول

استخدم في صالات الانتاج جملة اطارات معدنية بفتحتين كل فتحة بمجاز 18.70 متر ليكون المجاز الكلي 37.40 متر وتم تزويدها بجائز رافعة ساعد على زيادة المجاز وحمل خط الانتاج كما في المقطع A-A اما المقطع B-B في القسم الاداري تم استخدام جملة جائز شبكي وعمود معدني

الشكل (3-32)مقطعين متعامدين لمعمل الكيمياء. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمعمل الكيمياء القطاع الأول

تظهر في الواجهات الفتحات الشريطية التي تؤمن الانارة الطبيعية

وتم اكساء الواجهات بالواح معدنية ثبتت على الجملة الانشائية.

الشكل (3-33) واجهات معمل الكيمياء. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

الشكل (3-34)واجهات معمل الكيمياء. المصدر :إدارة المدينة [اعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمعمل الكيمياء القطاع الأول

يتضح في مسقط التغطية وجود جملتين انشائيتين الأولى جملة اطارات معدنية غطت صالة الانتاج تكرر كل 6.4 متر الثانية جملة جائز شبكي بميل 4% ووضعت مدادات مجاري مشغولة على البارد لتثبيت طبقة التغطية بالاضافة لتأكيسات مقاومة الحركة الأفقية

الشكل (3-35)مسقط تغطية معمل الكيمياء. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

بعد دراسة هذه المنشأة تبين:

- تم دراسة منشـأة الدبوسي بحيث يكون القسم الإداري والصالات ضمن فراغ تصميمي مشترك.
- للمنشأة جملتين إنشائيتين :1-جملة إطار معدني بفتحتين عند فراغ صالات الإنتاج.

  2-جملة عمود وجائز شبكي عند الفراغ الإداري.

- زود الفراغ بفتحات سقفية للإنارة الطبيعية وكذلك فتحات جانبية لتساعد في عملية التهوية الطبيعية.

الصورة(3-24):فتحات الإنارة السقفية والجانبية في منشأة الدبوسي الكيماوية.[الباحثة]

- زودت الدراسة بتفاصل إنشائية للوصلات وعناصرالتركيب لتحقيق تنفيذ جيد.

الصورة(3-25):تفاصيل تركيب الجوائز والروابط.[إدارة المدينة]

إلا أنه هنالك بعض الملاحظات التي يجب ذكرها:

- وضعت ألواح الإكساء للواجهات الخارجية بدون وجود طبقة عازلة مما سيكون له نتائج سلبية لاحقاً

الصورة (3-26):طبقة الإكساء الخارجي لصالة الانتاج في معمل الدبوسي الكيماوي[الباحثة].

- افتقرت الدراسة الإنشائية لهذه المنشأة لدراسة جيدة للموقع العام .
- لم يلحظ في دراسة هذه المنشأة أو أثناء التنفيذ تأمين حماية للجملة الإنشائية من تأثير المواد الكيمائية.

ثالثاً: الدراسة التحليلية لمصنع المعدات الكهربائية والتكييف (شركة المالح):

الدراسة الفنية:

- **نوع الصناعة وتصنيفها** : صناعة معدات كهربائية ومكيفات (صناعة متوسطة).
- **صاحبه:**. شركة المالح للتكييف
- **المساحة الكلية للمنشأة**: 9256م^2،ومساحة صالات الإنتاج89,97*46م.
- **الموقع** : روعي في دراسة الموقع العام شكل الكتلة المنسجم مع البلوك الصناعي المحدد لها ودرس مسار حركة السيارات والمشاة بعد ربطها بنقاط الدخول والخروج للكتلة وربطها مع الطرق المحيطة في المخطط الطرقي للمدينة الصناعية، وتم دراسة وجود سياج أخضر تماشيا مع الاشتراطات الفنية الأساسية لرخص البناء في المدينة الصناعية. كما هو موضح في الشكل (3-36)

الشكل(3-36):موقع عام لمعمل التجهيزات الكهربائية .المصدر(إدارة المدينة الصناعية)[الباحثة]

- **نمط الإنتاج**: تم لحظ أربع خطوط إنتاج في هذه المنشأة بشكل متتالي و تنظيم عملية الانتاج بالاعتماد على خطوط انتاج مثبتة على جائز الرافعة الجسرية التي تستند على هيكل المنشأة.
- **فراغ الإنتاج**: درس بشكل يتم فيه استيعاب حركة الآلات والعمال دون حدوث تعارض بالحركة، فقسمت المنشأة لعدة وحدات إنتاجية لخلق بيئة مناسبة للعمل .
- **إمكانية التوسع المستقبلي**: تعد هذه المنشأة مرنة حيث يمكن توسيعها بشكل لا يعيق حركة الانتاج فيها(موقع العام ،الجملة الإنشائية).

الدراسة التصميمية:

- **شكل المسقط:** هذه المنشأة ذات شكل مستطيل ينسجم مع حركة الانتاج فيه.
- **توزع المساحات الانتاجية:** صالة الانتاج مركزية ومستودعات محيطية يتم فيها تخزين مواد الخام والمواد المنتجة.
- **دراسة الأمن الصناعي والحماية من الحريق:**

تم لحظ دراسة الحماية من الحريق ضمن إضبارة المشروع المقدمة

- **الأرضيات:** في الدراسة المقدمة درست أرضية من الخرسانة المسلحة بعد أن تم رفعها لمستوى 100سم عن الأرض المحيطة.
- **الواجهات:** عكست الواجهة المجازات الداخلية ضمن هذه المنشأة **حيث تم دراستها باستخدام ألواح معدنية معزولة وفتحات محددة ضمن المجاز.**
- **الخدمات التقنية:**

من خلال دراسة مخططات المقدمة لهذه المنشأة وجد أنه تم استخدام الإنارة الطبيعية والصناعية لتحقيق سوية إضاءة المطلوبة .

الدراسة الإنشائية:

- **الحمولات المطبقة:** هي حمولات الهيكل الإنشائي للمنشأة بالإضافة لحمولة طبقات الإكساء والحمولات الناتجة عن الرياح وحمولات الروافع وحمولات ديناميكية ناتجة عن حركة خط سير الانتاج.
- **نوع الجمل الإنشائية المستخدمة:**

- تتألف من 4 أعمدة تحصر اربع مجازات بعد كل مجاز15 متر تقريبا تحمل فوقها ثلاث جوائز شبكية خطية بشكل مائل مشكلة فتحات انارة متجهة نحو الجنوب وتثبت على هذه الجوائز المدادات التي تحمل طبقة التغطية.

- **المجاز:** 15م
- **الارتفاع:** 8,5م حتى الإفريز.
  - 10.80م حتى الذروة.
  - 7م حتى جسر الرافعة.

طبقات التغطية: كما هو موضح في المخططات توضعت ألواح معدنية مموجة معزولة ثبتت على المددات ثم على الهيكل الإنشائي.

- **فواصل التمدد وعناصر التثبيت:** لم يلحظ في الدراسة وجود فواصل تمدد .

الدراسة الإنشائية للمصنع:

دراسة تحليلية لمعمل معدات كهربائية وتكييف

يظهر في المسقط قسم اداري مستودعات تخزين المواد الأولية واخرى لمواد الانتاج وصالة الانتاج وفيها خط سير عملية الانتاج

الشكل (3-37)مسقط معمل معدات كهربائية و تكييف. المصدر :إدارة المدينة [اعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمعمل معدات كهربائية وتكييف

تم رفع منسوب القسم الاداري 450 سم عن ارضية صالات الانتاج باستخدام بلاطة هوردي محمولة على اعمدة

الشكل (3-38)مسقط القسم الاداري معمل معدات كهربائية و تكييف. المصدر :إدارة المدينة [اعداد الباحثة]

دراسة تحليلية لمعمل معدات كهربائية وتكييف

تم استخدام جملة عمود وجائز شبكي خطي بمجاز 15 متر تكرر كل 6 متر وتوضعت الجوائز بشكل منشاري لتأمين لتأمين الانارة الطبيعية المطلوبة ودرست الاعمدة ليتوضع عليها جائز الرافعة

الشكل (3-39)مقطع A-A في معمل معدات كهربائية و تكييف. المصدر :إدارة المدينة [اعداد الباحثة]

الشكل (3-40)تفاصيل التركيب لمعمل معدات كهربائية و تكييف. المصدر :إدارة المدينة [اعداد الباحثة]

الشكل (3-41)واجهات معمل معدات كهربائية و تكييف. المصدر :إدارة المدينة [إعداد الباحثة]

بعد دراسة هذه المنشأة تبين:

- تم دراسة منشـأة المالح للكهرباء والتكييف بحيث يكون القسم الإداري والصالات ضمن فراغ تصميمي مشترك.
- استخدمت جملة مختلطة عمود خرساني وجائز معدني .
- درس الموقع العام بشكل جيد .

إلا أنه هنالك بعض النقاط التي يجب ذكرها:

- لا توجد تفاصيل إنشائية في الدراسة المقدمة.
- واجهات المنشأة تعطي انطباعا تصميميا لا ينسجم مع كونه منشأة صناعية.
- تم الفتح باتجاه الجنوبية.

3-3-الخلاصة:

مما ذكر سابقا يمكننا استخلاص:

تنوعت الجمل الإنشائية المستخدمة في المنشآت الصناعية في مدينة عدرا الصناعية وروعي في دراستها المتطلبات الوظيفية للمنشأة وكذلك المتطلبات التصميمية والفنية الضرورية لكل منشأة.

الجدول(3-5):مقارنة بيت المنشآت المدروسة[الباحثة]

المصنع	مصنع السيارات(سيامكو).			مصنع مواد كيمائية (لصناعة موانع التآكل والتكلس وصناعة المرشحات	مصنع المعدات الكهربائية والتكييف(شركة المالح).
	صالة التجميع	صالة التفريغ	مبنى الخدمة		
أبعاد صالة الإنتاج	72*372م	35*132م	20*92م	37,40*44,80م	46*89م
الجملة الإنشائية المستخدمة	جوائز شبكية معدنية متوالية كل 12م يصل بينها عوارض أفقية	إطارات معدنية بفتحتين بمجاز 17م كررت كل 12م	إطار معدني بفتحة واحدة بمجاز 20م مكرر كل 6م	إطار معدني مزود بدعامة كل فتحة بمجاز 18,70م كرر كل 6,40م	عمود وجائز شبكي خطي بمجاز 15م كرر كل 6 م

ألواح معدنية معزولة	ألواح معدنية معزولة	القسم الإداري مع صالات الإنتاج
ألواح معدنية معزولة	ألواح معدنية معزولة	القسم الإداري مع صالات الإنتاج
ألواح معدنية معزولة	ألواح معدنية معزولة	القسم الإداري فصل عن صالات الإنتاج
طبقات الإكساء		**الدراسة التصميمية**

نتائج الدراسة:

تناولت الأطروحة دراسة مفصلة للمنشآت المعدنية الصناعية ودرست بعض نماذج من المنشآت الصناعية في مدينة عدرا الصناعية وتمت صياغة نتائج البحث في عدة نقاط هي:

١- وجود المنشآت الصناعية داخل منطقة محددة يلعب دورا هاما في زيادة النشاط الاقتصادي، وتحقيق التكامل الصناعي ضمن حلقة الإنتاج مع الأخذ بعين الاعتبار:

- الاختيار الأمثل لموقع المدينة الصناعية وتحديد الصناعات الموجودة فيها للتركيز على الصناعات ذات العائد الاقتصادي المرتفع المتلائم مع الواقع الخدمي المقدم ضمن هذه المنظومة الاقتصادية المغلقة الجاذبة للأيدي العاملة .
- إمكانية إجراء تقييم ورصد للأثر البيئي المترتب عن المخلفات الصناعية المتركزة في رقعة جغرافية واحدة.

2- ينفرد النظام المعدني بميزات متعددة منها:

- السرعة في الإنشاء والتنفيذ في كافة الأوقات .
- دقة التصنيع فالمنشآت المعدنية تتطلب دراسات كثيرة وقياسات دقيقة بسبب إمكانية التحكم في جودة إنتاج العناصر الإنشائية في الورش.
- حرية اختيار شكل المنشأة لإمكانية تشكيل المقاطع الإنشائية بأشكال مختلفة وحسب الطلب.
- مرونة معمارية عالية تسهل إدخال إضافات إنشائية للمنشأة و استيعاب التعديلات لتطوير الإنتاج دون الحاجة لإغلاق أو إيقاف الإنتاج.
- .الاستفادة من المقاطع الإنشائية المستخدمة وإعادة تدويرها
- يقل وزن المنشأة حتى ٤٠% تقريبا باستخدام الجمل المعدنية كعناصر إنشائية رئيسية في المباني.

3-عند تصميم أي منشأة صناعية هنالك معايير أساسية لابد من مراعاتها لتحقيق الحل الأمثل :

- الكلفة الاقتصادية .
- وزن المنشأة.
- البرنامج الزمني للإنشاء والبناء.

- سهولة التنفيذ .
- تلبية الحاجات الوظيفية ربطاً مع نوع الإنتاج.

فكانت المنشآت الصناعية المعدنية في مقدمة هذه المباني لأنها تحقق الهدف المرجو من المبنى لذلك يجب دراسة هذه المنشآت دراسة تحليلية تصميمية للحصول على منشآت يتوافر فيها الأمان بتكاليف منطقية مع مراعاة تأمين العامل الجمالي وإمكانية التوسع المستقبلي .

4- بعد الدراسة الميدانية المحدودة للمنشآت الصناعية في مدينة عدرا الصناعية تبين أن أغلب المنشآت المعدنية تعتمد في دراستها الإنشائية على جملة الإطارات المعدنية أو عمود وجائز والتي تتناسب مع المنشآت ذات الصناعات المتوسطة للمميزات الأساسية:

- المجازات الكبيرة التي تحققها بدون وجود عوائق داخلية.
- السرعة في الإنجاز.
- سرعة استرداد رأس المال :تبعا لسرعة الإنجاز وارتفاع عائد الاستثمار.
- قدرتها العالية على تحمل الإجهادات المطبقة عليها (وزن طبقات الإكساء، قوى رياح، الاحمال الديناميكية،...).
- سهولة التوسع المستقبلي.
- المرونة في تلبية متطلبات المستثمر وتطبيق الحلول الوظيفية فيها.

كما هو موضح في الجدول التالي:

الجمل الإنشائية والمباني الصناعية التي تستخدم فيها.[١٤]

الجملة الإنشائية المعدنية	مجازها	سقوط المجاز	نوع وظيفة مبناها	ميزات
عمود وجائز	حتى 10م	L/25-L/40	منشآت صناعية متوسطة(صناعات تحويلية ،نسيجية ..)	الجائز يتحمل القوى المطبقة عليه ،ويمكن تركيب جائز رافعة
الإطار	حتى ٣٥م	L/25-L/40	منشآت صناعية متوسطة(صناعات غذائية وتحويلية، كيميائية...)	عناصر الإطار ذات مقطع متغير طبقاً للحاجة و قيمة عزوم الانعطاف والجهد، وفي الفراغ يمكن تركيب جائز رافعة

شبكي فراغي	**قد يصل لـ 90م**	**إذا كان Lأقل ٩٠ م L/12-L/10**	**منشآت صناعية ثقيلة(سيارات-صهر الحديد)**	**ارتفاع الجائز قليل لوجود عناصر تتحمل الإجهادات المطبقة ،فيها يحمل خط الانتاج على الجملة الانشائية**

5- تعد المواد الأولية اللازمة لإنشاء المباني المعدنية الصناعية قليلة في الأسواق المحلية، لذا يتم الاستيراد من الأسواق الخارجية، وبالقطع الأجنبي النادر، الأمر الذي يفقد هذه المنشآت الكثير من الاقتصادية لذلك يجب العمل على تأمينها لميزاتها العديدة وتأمين معامل للحديد والصلب التي تؤمن المقاطع المعدنية اللازمة لإنشاء المباني ذات الإنشاء المعدني.

لقد وفرت الدراسة مجموعة استنتاجات التي يمكن من خلالها تحديد منهجية واضحة ومفصلة لتطبيق المفاهيم الأساسية في دراسة المنشآت الصناعية المعدنية مقدمة بذلك إضافة معرفية هامة وجديدة يمكن اعتمادها عند إعداد الدراسات المستقبلية مما يعزز من إمكانية التوصل لمنشآت صناعية ذات أفضل أداء ممكن.

المقترحات والتوصيات:

في نهاية هذه الدراسة نجد بأن هنالك عدة نقاط لابد من الأخذ بها عند دراسة المنشآت الصناعية :

1-**الاهتمام بإنشاء المباني الصناعية داخل المدن الصناعية** وتحديد موقع الإنشاء وطبيعة الأرض لوضع البرنامج التنفيذي المناسب لها.

2-إعداد خطة طوارئ متجددة لطرق حماية المنشآت الصناعية داخل المدن الصناعية من أي تخريب أو أعمال نهب قد يصيبها.

3-يجب **تجهيز إدارة المدينة الصناعية بالإجراءات الضرورية** اللازم اتخاذها **لمواجهة الكوارث** والأوبئة **التي قد تنجم من تسرب غازات أو إشعاع من نواتج المخلفات الصناعية.**

4-**تفعيل تطبيق مفاهيم الانشاء المعدني** مهما اختلفت أنواعها **في صناعة المباني الصناعية لتكون الخطوة الأساسية للانطلاق في تطوير هذا الإنشاء** .

5-**ضرورة معرفة نوع الإنتاج** والمكونات الأساسية **للعمليات الصناعية** عند دراسة المنشآت الصناعية **ووضع البرنامج الوظيفي الخاص بها قبل المباشرة بالدراسات التصميمية** للوصول إلى توصيف تفصيلي إنشائي لها.

6-تدريب كوادر محلية للعمل في تنفيذ المنشآت المعدنية بدقة وتقنية عالية.

7-**تطبيق المعايير البيئية اللازمة** في الأعمال الصناعية **لخفض الانبعاثات الكربونية** وترشيد الطاقة.

8-**التعامل مع الأمن والسلامة الصناعية في المنشآت المعدنية بحزم وجدية** واعتمادها كشرط اساسي أثناء الدراسة التصميمية للمنشأة.

9-**تقييد الشركات المنفذة للمنشآت المعدنية الصناعية بالأبعاد الاقتصادية** الموضوعة لكل نوع من أنواع هذه الجمل، وعدم السماح بتجاوزها.

10-**إجراء الصيانة الدورية للمنشآت الصناعية المعدنية** لإطالة عمر المنشأة .

11-المهندس المعمار جزء من البيئة المحيطة به وعليه أن يتفاعل بشكل إيجابي مع ما يقدمه العلم من تطور تقني وتكنولوجي وتقديمه لمجتمعه بما يلائم احتياجاته ومتطلباته بصورة واعية.

12-العمل على إيجاد نظام معماري متطور في تصميم المنشآت الصناعية.

13-**الاستمرار بتحديث قاعدة البيانات الإنتاجية** لدورها في تحديث وتطوير المنشآت الصناعية.

١٤-**ضرورة توجيه البحث العلمي** إلى عمل دراسات لاختيار وتوظيف التقنيات المستحدثة في دراسة المنشآت المعدنية والصناعية بالخصوص.

١٥-إتباع الطرق العلمية السليمة **في اختيار الجمل الإنشائية في المنشآت الصناعية** .

وفي الختام:

لابد من التأكيد على أن الفهم الصحيح لإمكانيات الجمل المعدنية كجمل إنشائية وبالخصوص في المشاريع الصناعية يؤدي هذا إلى التعمق والعمل على التوجه للإنشاء الهيكلي المعدني للمميزات المذكورة وخاصة في مرحلة إعادة الاعمار التي نحن مقبلين عليها فسرعة إنشائها وسرعة مردودها يحققان توازن في حل المشكلة الأساسية المتمثلة في ضرورة انجاز المشاريع بالسرعة القصوى.

المراجع العربية:

١- الخطيب ميسون، **معايير اختيار توضع المدن الصناعية في سوريا والعوامل المؤثرة بها (عدرا – الشيخ نجار – حسياء)**، رسالة ماجستير، جامعة دمشق، (٢٠١١).
٢- عبد الله يوسف محمد محمود، **أثر الامتداد الصناعي في المدن الجديدة على توطن السكان دراسة تطبيقية على مدينتي العاشر من رمضان والسادات**، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، (٢٠٠٨).
٣- مصلي محمد سعيد، **دليل التخطيط والتصميم لتطوير المدن الصناعية**، مكتبة الملك فهد الوطنية بالتعاون مع الهيئة السعودية للمدن الصناعية ومناطق التقنية الرياض،(٢٠٠٥).
٤- مصلي محمد سعيد، **دليل معايير واشتراطات بناء المصانع ومنشآت الخدمات المساندة** ، مكتبة الملك فهد الوطنية بالتعاون مع الهيئة السعودية للمدن الصناعية ومناطق التقنية الرياض، (٢٠٠٥).
٥- **تقنية مدنية/ إنشاءات معدنية** ،المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، الرياض، (٢٠٠٨).
٦- عفت هالة محمد عادل ،**الاعتبارات البيئية في التخطيط العمراني للمدن الصناعية والتشريعات المنظمة لها**، معهد الدراسات والبحوث البيئية ،رسالة ماجستير، جامعة عين شمس،(٢٠٠١).
٧- السمارة محمد أحمد، **تصميم المنشآت الفولاذية**، حقوق الطباعة محفوظة للمؤلف، دمشق، (٢٠٠٣).
٨- عنبي عمار، **تصميم المنشآت المعدنية**، حقوق الطباعة محفوظة للمؤلف،حلب، (٢٠٠٨).
٩- صيب خبابة، **دور المناطق الصناعية في تحقيق التنمية المستدامة في المناطق الاورو مغربية**، رسالة ماجستير، الجزائر، (٢٠١٢).
١٠- صائم الدهر محمد غياث ،**الإنشاءات المعدنية**، حقوق الطباعة محفوظة للمؤلف، دمشق، (١٩٨٢).
١١-**متطلبات الوقاية من الحريق في المباني**، مجلس التعاون لدول الخليج ،الأمانة العامة، الرياض (٢٠٠٣).

المؤتمرات والندوات والدوريات :

١٢-**تخطيط المناطق الصناعية من منظور بيئي** ،مركز الدراسات التخطيطية و المعمارية، مجلة البحث الهندسي، مصر، (٢٠٠٨).
١٣- **technical manual ,** الزامل للحديد ، الرياض،(١٩٩٩).
١٤- عبود غسان، **محاضرات نظريات الإنشاء**،(٢٠١٤).
١٥- فتة جميل، **محاضرات الإكساء**،(٢٠١٢).
١٦- **Development of " Metal Building" superior in environmental** JFE Giho No.24 (2009)

المؤسسات والشركات وهيئات البحث :

١٧-وزارة الإدارة المحلية - (إحصائية).
١٨-حكومة دبي ، شروط ومواصفات المباني الخضراء.

المراجع الأجنبية :

19- Jolyon Drury, **Factories :planning deign and modernization**, Architectural press, 2010.
20- Alexander Newman ,**Metal building systems**, Second edition, United States of America,2004.
21- The Steel Construction Institute (SCI) ,**Industrial Buildings**, European Commission, 2008.
22- James M. Fisher ,**Industrial Buildings (Roofs to Column Anchorage),** Second edition, United States of America, 2003**.**
23- John Gardner, **Economical Structural Steelwork**, Fifth edition, Australia,2009.
24- Thomas J. Hörmann, **Portal 05 Information For Architects**, Europe, 2005.
25- The steel construction institute, **joints in steel construction moment connections,** London,1997.
26- American institute of steel construction**, Designing with structural steel,** Second edition, USA,2002.
27- Taggart ,R**, Steel Workerection "Guidance for designers"** British steel spcs,1991.
28- Buick Davison &Graham w. Owens **,Steel Designers Manual ,** 6th edition ,UK,2003.
29- American institute of steel construction **,Modern Steel Construction,** US A**,**2010.
30- The Steel Construction Institute (SCI)**, Design For Construction ,** UK,1997**.**
31- European Committee for Standardisation, **Euro code 3 : Design of steel structures, Part 1.8 : Design of joints,** Vienna**,**2002.
32- Francis D.K. ching **,Building Construction Illustrated,** Fourth edition, Canada,2008.
33- The steel construction institute**, Steel Design Manufacture guide lines,**UK,1995.
34- Gunther Rickenstorf, **Tragwerke Fur Hochbauten ,** German **,** 1982.

مواقع الانترنت:

35- www.steel-sci.com.
36- www.urban.com.gov.eq.
37- www.cpas-egupt.com.
38- www.nason-uk/vibration-control-products.asp.
39- www.a-ic.org/image.
40- www.daleelsyria.com.
41- www.Syria industrial city.com.
42- www.wikipidea.com/industrycities.

الفصل	رقم الصورة	الشـــــــــرح	رقم الصفحة
الفصل الأول	(1-1)	الجملة الإنشائية لمعمل القاطرات	5
	(2-1)	جائز الرافعة في هنغار الصيانة	5
	(3-1)	طريقة تركيب طبقات السقف	15
	(4-1)	القواعد المفصولة للآلات داخل المصانع	17
	(5-1)	تنفيذ الأرضيات من الخرسانة مع وجود فواصل	19
	(6-1)	استخدام نظام التهوية القسرية	20
	(7-1)	الفتحات السقفية في الأسقف الجملونية	22
	(8-1)	فتحات الإنارة في السقف المنشاري	22
الفصل الثاني	(1-2)	واجهة من صفائح رقيقة	32
	(2-2)	الألواح المركبة	33
	(3-2)	صالة صناعية لأحد المعامل في هولندا	34
	(4-2)	الصفائح المضلعة المستخدمة في هولندا	35
	(5-2)	مصنع سويندون وشلمبرجير	36
	(6-2)	مصنع رينو	36
	(7-2)	مقاطع الفولاذ المنحنية المستخدمة في مبنى صناعي في المملكة المتحدة	37
	(8-2)	صالة إنتاج في المملكة المتحدة	37
	(9-2)	أشكال صفائح التغطية	38
	(10-2)	ألواح الجدران في مبنى صناعي في المملكة المتحدة	39
	(11-2)	الأعمدة والجوائز الشبكية في المنشآت الصناعية	45
	(12-2)	المدادات (الجوائز الثانوية) لربط الإطارات ذات فتحة واحدة	46
	(13-2)	استخدام المدادات لربط الإطارات ذات فتحتين	47
	(14-2)	استخدام الإطارات القوسية في المباني الصناعية	47
	(15-2)	استخدام وصلات مقاومة للعزوم في مبنى صناعي	47
	(16-2)	الإنشاء المعلق المستخدم في مصنع رينو، المملكة المتحدة عام 1980 المصمم شركة ريتشارد روجرز	49
	(17-2)	هنغار تصنيع طائرات اير باص في فرنسا خلال مرحلة البناء	52
	(18-2)	إطار مع طابق وسطي داخلي	58
	(19-2)	نموذج لمدادات من النوع zوcفي مبنى صناعي	64
	(20-2)	وصلة قمة الإطار	66
	(21-2)	علاقة عمود معدني مع أساس بيتوني	67
	(22-2)	طريقة تركيب صفائح التغطية	70
	(23-2)	ألواح الخلايا الشمسية مع أقنية الماء	75
	(24-2)	صفائح إكساء الجدران	76
	(25-2)	إكساء مبنى بالصفائح الممتدة بشكل أفقي	76
	(26-2)	إكساء مبنى بالألواح المركبة الموجهة أفقياً	77
	(27-2)	مبنى صناعي مزجج الواجهة	78
	(28-2)	دمج الألواح الشمسية ضمن الواجهة	79
	(29-2)	نماذج البراغي	80
	(30-2)	عناصر ملحومة في منشأة معدنية	81
	(1-3)	صالة الإنتاج لمعمل الأندمي	95
	(2-3)	الهيكل الإنشائي لمعمل الأندمي	95
	(3-3)	تنفيذ العزل الحراري لصالة الإنتاج في معمل الأندمي	95
	(4-3)	صالة تصنيع الزجاج فيرست كلاس الإيرانية	96
	(5-3)	الهيكل الإنشائي في معمل الزجاج فيرست كلاس الإيرانية	96

الفصل الثالث	(3-6)	صالات الإنتاج لشركة حمشولصهر الحديد الصلب	96
	(3-7)	صالة التجميع في معمل السيارات	99
	(3-8)	الجملة الانشائية المستخدمة في صالة التجميع في معمل السيارات	100
	(3-9)	جائز الرافعة في صالة التجميع في معمل السيارات	100
	(3-10)	تحميل خط الانتاج على الجملة الانشائية في صالة التجميع في معمل السيارات	100
	(3-11)	السقف المنشاري لصالة التجميع في معمل السيارات	101
	(3-12)	شبكة إطفاء الحريق	102
	(3-13)	صالات الانتاج لمعمل السيارات	103
	(3-14)	الصدأ على الجملة الإنشائية	125
	(3-15)	أجهزة سحب الهواء	126
	(3-16)	أجهزة الإنارة وسحب الهواء	126
	(3-17)	الرطوبة المتشكلة الناتجة عن سوء التنفيذ	126
	(3-18)	سوء تركيب الأجهزة الميكانيكية	126
	(3-19)	الجملة الإنشائية في صالة الانتاج في معمل الدبوسي الكيماوي	128
	(3-20)	الإطارات المعدنية والمدادات وصفائح التغطية في صالة الانتاج في معمل الدبوسي الكيماوي	128
	(3-21)	طريقة تثبيت الإطارات مع الأساسات في معمل الدبوسي الكيماوي	129
	(3-22)	ألواح الإكساء الخارجية في معمل الدبوسي الكيماوي	130
	(3-23)	البراغي المستخدمة في معمل الكيماوي	131
	(3-24)	فتحات الإنارة السقفية والجانبية في منشأة الدبوسي الكيماوية	138
	(3-25)	تفاصيل تركيب الجوائز والروابط	139
	(3-26)	طبقة الإكساء الخارجي لصالة الانتاج في معمل الدبوسي الكيماوي	139

فهرس الجداول

الفصل	رقم الجدول	الشـــــــــرح	رقم الصفحة
الفصل الأول	(1-1)	تطور إنشاء المباني الصناعية عالمياً	3
	(2-1)	أهم عوامل تصميم المباني الصناعية	13
الفصل الثاني	(1-2)	المساحات المسموح بها في المباني الصناعية	33
	(2-2)	يوضح وزن طبقة الغلفنة على طبقات السقف بحسب المواصفات البريطانية	38
	(3-2)	درجة الحماية المطلوبة حسب النظام البريطاني	39
	(4-2)	الأحمال والعناصر الإنشائية المطبقة عليها في مبنى صناعي	40
	(5-2)	الأوزان النموذجية لمواد السقف	41
	(6-2)	ميزات وعيوب الجمل الإنشائية	49
	(7-2)	الأبعاد اللازمة لمرحلة ما قبل التصميم في جملة الإطار	57
الفصل الثالث	(1-3)	أبعاد الوجائب في المنشآت الصناعية في مدينة عدرا الصناعية	86
	(2-3)	أسماء أهم الشركات التي كانت قيد الإنتاج حتى نهاية 2012	87
	(3-3)	أسماء أهم الشركات التي كانت قيد الإنشاء حتى نهاية 2012	88
	(4-3)	أسماء أهم الشركات الأجنبية والعربية والمشتركة حتى نهاية 2012	88
	(5-3)	مقارنة بين المنشآت المدروسة	148

فهرس الأشكال

الفصل	رقم الشكل	الشـــــــــرح	رقم الصفحة
الفصل الأول	(1-1)	معدل ازدياد المنشآت الصناعية حتى عام 2005	6
	(2-1)	توزع المنشآت الصناعية في سورية حتى عام 2011	7
	(3-1)	توزع المدن الصناعية في سورية	7
	(4-1)	مخطط استعمالات الأراضي في مدينة6 أكتوبر	9
	(5-1)	مخطط استعمالات الأراضي لمدينة جبيل الصناعية	10
	(6-1)	مخطط استعمالات الأراضي في مدينة مينابولس الصناعية	11
	(7-1)	تفاصيل تركيب جدار مقاوم للحريق	14
	(8-1)	تفصيله فاصل التمدد في المنشاة معدنية صناعية	18
	(9-1)	أمثلة على طرق توفير الإنارة الطبيعية في المباني الصناعية	21
	(10-1)	المواقع الممكنة للمكاتب الملحقة بالمبنى الصناعي	23
الفصل الثاني	(1-2)	طريقة التسقيف في المباني الصناعية في ألمانيا	32
	(2-2)	مخطط الأحمال المطبقة على مبنى صناعي	41
	(3-2)	جملة بسيطة:جائز وعمودين	43
	(4-2)	أمثلة عن جملة العمود والجائز	43
	(5-2)	الأشكال المختلفة للجوائز الشبكية المستخدمة في المنشآت الصناعية	44
	(6-2)	أمثلة عن جملة الإطار الصلب	45
	(7-2)	الأشكال المختلفة لهياكل الإطارات	46
	(8-2)	أمثلة عن الجمل الإنشائية الفراغية	48
	(9-2)	أنواع الحمولات المفروضة على المنشأة المعدنية الصناعية	50
	(10-2)	مخططات العزوم للجمل الإنشائية	51
	(11-2)	مخطط العزوم للجائز المستمر	53
	(12-2)	يوضح طريقة تدعيم المساند	53
	(13-2)	الجملة الحاملة تستند على أعمدة موثوقة الأساسات	54
	(14-2)	أنواع دعائم الجملة الحاملة	54
	(15-2)	الدعائم الإضافية الجانبية لجسر الرافعة	55
	(16-2)	أنواع الإطارات ذات المقاطع المصمتة.	56
	(17-2)	يظهر مخطط مقاومة الإطارات للقوى الأفقية	56
	(18-2)	إطار متناظر مفرد المجاز	57
	(19-2)	إطار ذو رافعة مع مثبتات جانبية إلى الأعمدة	59
	(20-2)	إطار قوسي	59
	(21-2)	إطار قوسي مثقب	60
	(22-2)	أمثلة على التدعيم الخارجي لجملة الإطارات	60
	(23-2)	مقطع في منشأة صناعية بإنشاء إطارات	61
	(24-2)	العناصر الإنشائية الثانوية ضمن جملة الإطار	62
	(25-2)	المقاطع النموذجية لمدادات مشكّلة على البارد	63
	(26-2)	طرق تثبيت المدادة على الجائز	64
	(27-2)	الوصلات الإفريز في الإطار	65
	(28-2)	الوصلة النموذجية لقمة الإطار	66
	(29-2)	طريقة تثبيت الأعمدة على قواعد الأساسات	67
	(30-2)	أشكال صفائح التغطية المشكلة من الألمنيوم	68
	(31-2)	أشكال صفائح التغطية المشكلة من الفولاذ	69
	(32-2)	صفائح مضلعة مفردة الطبقة	70

	(2-33)	صفائح مزدوجة الطبقة مع مباعد على شكل Z	71
	(2-34)	صفائح مزدوجة الطبقة مع مباعد على شكل دعامة كتفية وسكة حديدية	71
	(2-35)	شكل صفائح التغطية	72
	(2-36)	ألواح ذات لفات طولية مع صفائح الصاج المبطن	73
	(2-37)	ألواح الصاج المغلفن المحشوة بالعازل	73
	(2-38)	أشكال الصفائح الخارجية المستخدمة في الألواح المركبة	74
	(2-39)	طرق تثبيت الجدار المصنوع من الألواح المركبة (الساندويتش بانل).	78
	(2-40)	المجال المستخدم لعناصر التثبيت في مختلف أنواع الكسوة	80
الفصل الثالث	(3-1)	خريطة الربط الإقليمي لمدينة عدرا وعلاقتها بدمشق	83
	(3-2)	مخطط تنظيمي لمدينة عدرا الصناعية	84
	(3-3)	توزع الصناعات في مدينة عدرا	86
	(3-4)	توزع المناطق في مدينة عدرا الصناعية	89
	(3-5)	مخطط يوضح تزايد عدد المنشآت الصناعية حتى عام 2012 .	92
	(3-6)	توزع الإنشاء المعدني في قطاعات الصناعية	94
	(3-7)	مخطط الدراسة التحليلية للمنشآت الصناعية	98
	(3-8)	الموقع العام لمعمل السيارات	101
	(3-9)	المسقط الأفقي لصالة التجميع	105
	(3-10)	الواجهة الشرقية	106
	(3-11)	الواجهة الجنوبية	107
	(3-12)	مقاطع في الصالة	108
	(3-13)	مقطع طولي في الصالة	109
	(3-14)	مقطع تفصيلي في جدار الصالة	110
	(3-15)	مسقط صالة التفريغ	111
	(3-16)	مقطع في صالة التفريغ	112
	(3-17)	مقطع طولي في صالة التفريغ	113
	(3-18)	مقطع في صالة التفريغ	114
	(3-19)	واجهات صالة التفريغ	115
	(3-20)	مسقط صالة التخديم	116
	(3-21)	الواجهة الغربية في صالة التخديم	117
	(3-22)	الواجهة الشرقية في صالة التخديم	118
	(3-23)	مقطع في الجزء المعدني من صالة التخديم	119
	(3-24)	مقطع في الجزء البيتوني من صالة التخديم	120
	(3-25)	مقطع تفصيلي لإطار صالة التخديم	121
	(3-26)	مقطع طولي في صالة التخديم	122
	(3-27)	مسقط سقف صالة التخديم	123
	(3-28)	موقع عام صالة التخديم	124
	(3-29)	موقع العام لمعمل الدبوسي الكيميائي	127
	(3-30)	مسقط الطابق الأرضي لمعمل الكيميائي	132
	(3-31)	مسقط الطابق الأول لمعمل الكيميائي	133
	(3-32)	مقطعين متعامدين لمعمل الكيميائي	134
	(3-33)	واجهات معمل الكيمياء	135
	(3-34)	واجهات معمل الكيمياء	136
	(3-35)	مسقط تغطية معمل الكيمياء	137
	(3-36)	موقع عام لمعمل التجهيزات الكهربائية	140

	(3-37)	مسقط معمل معدات كهربائية وتكييف	142
	(3-38)	مسقط الطابق الإداري لمعمل معدات الكهربائية والتكييف	143
	(3-39)	مقطع A-A في معمل معدات الكهربائية والتكييف	144
	(3-40)	تفاصيل التركيب لمعمل معدات الكهربائية والتكييف	145
	(3-41)	واجهات معمل معدات الكهربائية والتكييف	146

	الفهرس	رقم الصفحة
الفصل الأول	**المدن الصناعية ومعايير تصميم المنشآت الصناعية**	29-1
	المقدمة	1
	1-1 التطور التاريخي للمنشآت الصناعية	2
	2-1 المدن الصناعية عربياً وعالمياً	8
	1-2-1 التجربة المصرية(مدينة 6 أكتوبر الصناعية)	8
	2-2-1 التجربة السعودية(مدينة الجبيل الصناعية)	9
	3-2-1 التجربة الأمريكية(مدينة مينابولس الصناعية)	10
	3-1 المعايير التصميمية المستخدمة في المنشآت الصناعية	11
	1-3-1 الحماية من الحريق	13
	2-3-1 فيزياء المبنى	15
	1-2-3-1 العزل الحراري	15
	2-2-3-1 مخاطر التكاثف	15
	3-2-3-1 العزل الصوتي	16
	3-3-1 فواصل التمدد	17
	4-3-1 الأرضيات	18
	5-3-1 التهوية	19
	1-5-3-1 الأنظمة القسرية للتهوية	20
	6-3-1 الإنارة	20
	7-3-1 المرافق الملحقة	23
	1-7-3-1 الحماية من الحريق	24
	2-7-3-1 العزل الحراري	24
	3-7-3-1 العزل الصوتي	24
	4-1 الاشتراطات البيئية للمدن والمباني الصناعية	24
	1-4-1 تعريفات	26
	2-4-1 شروط الأمن البيئي الصناعي	27
	3-4-1 برنامج مراقبة الأداء	28
	5-1 الخلاصة	29
الفصل الثاني	**معايير إنشاء المنشآت المعدنية الصناعية**	81-30
	المقدمة	30
	1-2 الأنظمة القياسية العالمية للمنشآت المعدنية الصناعية	31
	1-1-2 نظام المنشآت المعدنية الصناعية في ألمانيا	31
	2-1-2 نظام المنشآت المعدنية الصناعية في هولندا	34
	3-1-2 نظام المنشآت المعدنية الصناعية في المملكة المتحدة	36
	2-2 الدراسة الإنشائية لتنفيذ المنشآت المعدنية الصناعية	40
	1-2-2 الأحمال المطبقة	40
	1-1-2-2 الأحمال الشاقولية	41
	2-1-2-2 الأحمال الأفقية	42
	2-2-2 الجمل الإنشائية المستخدمة	43
	1-2-2-2 جملة الأعمدة والجوائز	43
	2-2-2-2 الهياكل الإطارية	45
	3-2-2-2 الجمل الإنشائية الفراغية	48
	4-2-2-2 الجمل الإنشائية المعلقة	48
	3-2-2 التحليل الإنشائي للمنشآت المعدنية الصناعية	50
	1-3-2-2 جملة العمود والجائز	51
	2-3-2-2 جملة الهياكل الإطارية	55

	4-2-2 المدادات (الجوائز الثانوية)	63
	5-2-2 الوصلات	65
	6-2-2 طبقات التغطية	68
	1-6-2-2 نظم تغطية السقف	69
	2-6-2-2 نظم تغطية الجدران	76
	7-2-2 عناصر التثبيت	79
	3-2 الخلاصة	81
الفصل الثالث	**دراسة الجمل الإنشائية المعدنية المستخدمة في مدينة عدرا الصناعية**	149-82
	المقدمة	82
	1-3 دراسة تحليلية لمدينة عدرا الصناعية	83
	1-1-3 الموقع	83
	2-1-3 الربط الإقليمي	83
	3-1-3 الخواص المناخية	84
	4-1-3 الواقع الخدمي	85
	5-1-3 ميزات مدينة عدرا الصناعية	92
	2-3 دراسة المنشآت المعدنية الصناعية في مدينة عدرا الصناعية	93
	1-2-3 تحليل الوضع الراهن للمنشآت الصناعية في مدينة عدرا الصناعية	97
	دراسة تحليلية لمعمل السيارات (سيامكو)	99
	دراسة التحليلية لمصنع مواد كيمائية	127
	دراسة تحليلية لمصنع المعدات الكهربائية والتكييف	140
	3-3 الخلاصة	147
	نتائج الدراسة	150
	المقترحات والتوصيات	153
	المراجع	155
	فهرس الصور	158
	فهرس الجداول	160
	فهرس الأشكال	161

Damascus University

Faculty of Architecture

Department of Constructions and Executions Since

Study Of Norm For The Construction And Execution Of Steel-Structure In Industrial Cities

(Case Study :steel structure in the industrial city of Adraa)

This Study Was Prepared To Obtain A Master Degree In Master in Architecture

Prepared by Architect

Arch.Lina Ali Ebrahim

Supervised by

Prof .Ghassan Halbone

2012

Introduction:

Industry is one of the main branches of economy, which holds the processing of agricultural raw materials, and mineral ores to products negotiable and essential human needs.

As well as their impact in increasing the value of national income, they are the actual engine of development by raising the economic level, to achieve the prosperity of society and achieving scientific progress. Hence the interest in industrial facilities historically, where began the design and construction development as a result of the need to increase the amount of production and quality, and has been associated with the development of engineering sciences and professional experiences, prompting architects to study the design requirements for these plants and construction phrases used, and has been linked with the function of the property and the type of production, have developed structures for industrial plants design technology.

At the beginning of the twenty-first century and with the increase in industrial plants, began to appear the idea of assembling these facilities in one place were industrial cities, which is an important component of development. And if they have been planned and realized properly, they are a powerful way to bring the industries and the political and economic implementation of the state, It also helps assembly industries in one place to solve problems arising from them on a scientific basis. And thus it highlights the critical role of industrial cities in Syria in achieving the strategic role of industry in advancing development and economic growth, and create the appropriate environment to attract and prosperity of local industrial investment, Arab and foreign, and absorb winning in the current industries and future expansion, and meet architectural and construction requirements of the basic industrial building elements and the ability to integrate a number of structural systems and the

development of design methods in accordance with international standards.

- **research problem:**
  from the foregoing the research will try to answer the following questions:
  1. What are the basis of design and execution governing the establishment of industrial steel structures?
  2. What are the environmental principles that must be observed in the study of industrial steel structures?
  3. What are the optimal steel structural systems for the light and heavy industries?
  4. Why is the steel structural systems are most commonly used in Industrial buildings?
  5. Does the steel structures have a role of in the reconstruction process of Syria?

- **importance of research**:
  industrial structures play a leading role in the development of society, so it was the most important priority of successive governments, but few local studies addressed by the local architectural perspective enjoined the need to study these facilities to learn and study designing criteria and methods of execution. And after the field observation on industrial plants in the industrial city of Adraa it shows that steel structures account for 40% of existing facilities there.
  Therefore, the completion of this research will meet the realistic and necessary need to find an analytical methodological study of steel structures in industrial facilities.
- **Search goal:**
  The basic objective of this research is to establish the executive study strategies for spaces of industrial facilities through:
  1. shed light on the methodology used in the study of steel structures in medium and heavy industries.
  2. Provide a database for the basis of the design and execution of steel industrial buildings.
  3. documentation and study of some Steel structural systems used in industrial facilities in Adraa Industrial City.
  4. Evaluation of the reality of some steel industrial plants in the industrial city of Adraa and review some of the problems they face.

- **Search limits:**

Industrial plants in the industrial cities show a great interest, especially in this period of time thus the research will study some of the medium and heavy industrial facilities with steel structures in the industrial city of Adraa in Rif-Dimashq province.

- **Research Methodology**:

In our study we relied on the analytical descriptive inductive strategic style because it fits and the subject of research, trough the reviewing of concepts and data and analyzing and linking them to their causes to reach the results and recommendations, depending on official sources interested in these projects.

Search and will be prepared by:

- theoretical study, divided into two parts:
1.study the foundations and methods of implementation of industrial plants.

2. A study of some Arab and international experiences

- field study:

documenting of some structural systems used in the industrial city of Adraa and analyzing it to reach the results.

Index

Chapter1: industrial cities and industrial facilities design criteria:

1-1 The historical development of industrial plants

1-2 Arab and international industrial cities
1-2-1 The Egyptian Experience
1-2-2 Saudi Experience
1-2-3 American experience

1-3 Design criteria used in industrial buildings
1-3-1 Fire protection
1-3-2 Building Physics
1-3-3 Expansion Joints
1-3-4 Floors
1-3-5 Ventilation
1-3-6 Lighting
1-3-7Ancillary facilities

1-4 Environment principles for industrial buildings and cities
1-4-1 Definitions
1-4-2 requirements of industrial Environmental security
1-4-3 Performance Monitor program
Results

Chapter 2: study criteria for the establishment of industrial steel structures

2-1 global Standard systems for industrial steel facilities
2-1-1 Industrial steel structures in German System.
2-1-2 Industrial steel structures in the Netherland system.
2-1-3 Industrial steel structures in the United Kingdom system.

2-2 structural study of the execution of industrial steel structures
2-2-1 Applied loads
2-2-2 structural systems used.
2-2-3 Structural analysis for industrial plants
2-2-4 secondary joists

2-2-5 Links
2-2-6 cladding layer

2-2-7 fixation members

Results

Chapter3: steel structural systems used in the industrial city of Adra

3-1 Analytical study of the industrial city of Adraa:

3-1-1Site
3-1-2 Regional Connectivity
3-1-3 Climatic characteristics
3-1-4 service reality

3-2 An analytical study of a few structural systems in industrial plants

3-2-1 Automobile plant.
3-2-2 Chemical industries, laboratory.
3-2-3 Air conditioning plant.

Results

Results and recommendations