أولا: التهوية :-

- ضرورات التهوية :

- يجب أن يكون هواء الأمكنة المأهولة صحياً و مستحباً أي أن يكون نقياً خالياً من الجراثيم و الغازات المضرة و ذرات الغبار وكذلك يجب أن يكون غير ممزوج بالدخان المزعج أو بالروائح غير المستحبة .
- و للحصول على هذه الشروط يجب تجديد هواء الغرفة بشكل مستمر و ذلك إما بتزويدها باستمرار بهواء خارجي نظيف كي يعاكس و يقلل من تأثير تلوث الهواء الداخلي أو تصفية قسم من الهواء الداخلي و تنقيته مما فيه من ملوثات و ذلك بواسطة مصافي هوائية خاصة ثم مزجه بهواء خارجي نقي و إدخالهما إلى الغرفة .

http://www.arab-eng.org/vb/t136428.html

- و من وظائف أجهزة تكييف الهواء معالجة هذه القضية عن طريق تزويد الغرفة بشكل مستمر بهواء نقي يحافظ على جو داخلي صحي و مقبول و يمنع انتشار الروائح غير المستحبة و يقلل من تأثير الدخان المنبعث من التدخين حيث تعتبر مشكلة التدخين أصعب معالجة من غيرها .
- ليس هناك قواعد محددة و قاطعة لمستوى التهوية اللازمة ، إذ تختلف باختلاف الأمكنة و استعمالاتها ، ففي الأمكنة التي لا يكون فيها التدخين شائعاً فإن مقدار الهواء الخارجي اللازم للشخص الواحد بالساعة و يتراوح بين $10\ m^3/h$ و $50\ m^3/h$.

http://www.arab-eng.org/vb/t136428.html

- أما في الأمكنة التي يكثر فيها التدخين فيجب أن لا يقل مقدار الهواء الخارجي للشخص الواحد بالساعة عن 25 m^3/h و قد يكون من الضروري في بعض الأحيان أن يرتفع هذا المقدار إلى 80 m^3/h .
- إن تمرير الهواء الداخلي المسحوب من الغرفة على أجهزة التكييف كغاسلات الهواء و أجهزة الترطيب أو التنشيف المستعملة في تكييف الهواء يساعد على امتصاص نسبة كبيرة من الشوائب الممزوجة مع الهواء كالدخان و ذرات الغبار و الروائح و غيرها مما يؤدي إلى خفض حجم الهواء الخارجي اللازم للتهوية إلى الحدود الدنيا .

http://www.arab-eng.org/vb/t136428.html

هناك ثلاث طرق لتقدير الاحتياجات من هواء التهوية :

- **طريقة عدد مرات تغير الهواء :** غير اقتصادية في الأماكن ذات السقف المرتفع .
- **طريقة m^3/h للشخص :** تفضل عندما تكون كثافة الأشخاص مرتفعة كما هو الحال في قاعات الرقص و الولائم حيث الكثافة من رتبة متر مربع لكل شخص.
- **طريقة m^3/h لكل متر مربع :** تصلح في الدوائر و المكاتب حيث كثافة الأشخاص محددة بشكل صحيح و تتراوح عادة بين 6 إلى 12 متر مربع لكل شخص .

http://www.arab-eng.org/vb/t121898.html

- في بعض الحالات قد نضطر لمقارنة الطرق الثلاثة و اختيار القيمة الأكبر كما في حالة تهوية التواليتات التي ليس لها نوافذ خارجية ففي هذه الحالة يفضل تأمين تهوية آلية بمعدل 15 مرة تغير هواء في الساعة أو 300 m^3/h لكل مرحاض أو 60 m^3/h لكل متر مربع فأيهما أكبر . ويمكن كقاعدة عامة تطبق في الحالات الاعتيادية مزج كمية من الهواء الخارجي حدها الأدنى 17 m^3/h مع 34 m^3/h من الهواء المعاد لكل شخص .

- **يمكن تأمين تهوية مكان ما بنوعين من التهوية :**

- التهوية الطبيعية .

- التهوية الميكانيكية (باستخدام مراوح) .

http://www.arab-eng.org/vb/t121898.html

- **ففي النوع الأول :** يتعلق جريان الهواء وبالتالي تجدده بفرق درجات الحرارة وتأثير الريح لذا فان حركة الهواء تكون نتيجة لذلك صغيرة . وتتم التهوية الطبيعية بصورة عامة بسبب عدم كتامة النوافذ والأبواب .
- **أما النوع الثاني :** فان حركة الهواء قسرية وتتم بواسطة مروحة حيث يساق مقدار معين من الهواء داخل الغرفة أو الصالة المراد تهويتها عن طريق فوهات إرسال خاصة ويمكن أن تكون تجهيزات التهوية جزء من تجهيزات تكييف الهواء .
- لقد وضعت قاعدة عامة لمعرفة ما إذا كانت كمية الهواء المتسربة تكفي أولا لأغراض التهوية .

http://www.arab-eng.org/vb/t121898.html

- ومن مقتضيات هذه القاعدة أن يكتفى بهذا التسرب في تهوية المساكن والمكاتب إذا لم يوجد بها كمية كبيرة من التدخين أو الأطعمة أو الروائح غير المقبولة أي أن التهوية تكون كافية وذلك عند توفر الشروط التالية :

- أن تخص الفرد من مساحة ارض الغرفة كحد أدنى 5 م2

- أن يخص الفرد من حجم الغرفة كحد أدنى 15م3

- أن تكون نسبة النوافذ والفتحات بالجدران 5 بالمائة على الأقل من مساحة ارض الغرفة .

- فإذا تحققت هذه الشروط كانت التهوية الطبيعية كافية وإلا يتوجب استخدام التهوية الصناعية عند تجاوز أحد تلك الشروط .

http://www.arab-eng.org/vb/t121898.html

- ***ملاحظة :*** في الأماكن العامة حيث يكون مكوث الشخص اقل من ثلاث ساعات يمكن الاكتفاء بنصف الرقم الأول أي أن يخص الفرد من مساحة المكان (2,5) م2 كحد أدنى فقط .
- اى أن الشروط المحددة سابقا توفر علينا إجراء الحسابات لأنها تعطي نتائج فورية وصحيحة كما في المثال التالي :
- ***مثال :*** غرفة في مسكن طولها 5 م وعرضها 3,5 م وارتفاعها 3 م يتعرض فيها جداران للرياح (سرعة الرياح 20كم/ساعة) وبأحد الجدارين نافذتان أبعاد كل منهما (1,5 x 1) م وبالجدار الآخر باب ونافذة . احسب كمية الهواء وهل تكفي للتهوية الطبيعية في حالتين :

أ- عند استخدام الغرفة لنوم ثلاثة أشخاص .

ب- عند استخدام الغرفة لاجتماع (10) أشخاص .

http://www.arab-eng.org/vb/t121898.html

ـ الحل :

أـ لما كانت الغرفة معرضة للرياح من جدارين فيكون عدد مرات تبدل هوائها نتيجة التسرب هو 1.5 مرة في الساعة كحد أقصى (من الجداول)

- الحجم المتجدد كل ساعة = 1.5 x (5 x 3.5x 3) = 79 م3/ساعة

يحتاج (3) أشخاص (من الجداول) إلى:-

- 3 x25 =75 م3/ساعة
- حيث : 3 ـ عدد الأشخاص

  25 ـ كمية الهواء اللازمة للشخص الواحد

- وتكون التهوية الطبيعية كافية . وكان يمكن استنتاج هذه النتيجة فورا بتطبيق معايير التهوية الطبيعية إذ أن الشروط الثلاثة محققة و التهوية الطبيعية كافية .

ب - في هذه الحالة يكون الهواء اللازم للتهوية هو:

- 10 x 50 = 500 م3/ساعة
- حيث : 10 - عدد الأشخاص

  50 - كمية الهواء اللازمة للشخص الواحد
- وبديهي أن التهوية الطبيعية غير كافية ولا بد من التهوية الآلية ونختار لذلك مروحة تدفقها 500 م3/ساعة .
- **ملاحظة :** غزارة المروحة يجب أن تؤمن كل الهواء اللازم لأنه عندما تعمل المروحة على دفع الهواء داخل الغرفة فسوف يرتفع ضغط الغرفة وسينعدم نتيجة ذلك التسرب من الشقوق والنوافذ .

- التهوية الآلية (الميكانيكية) .

- يجب كقاعدة عامة أن تتراوح سرعة الهواء ضمن الأمكنة بين 5 – 10م/دقيقة علما بأن سرعة الهواء إذا زادت عن 14م/دقيقة كونت تيارات هوائية واعتبرت بالنسبة لمعظم الأشخاص مزعجة . وعندما نضطر في بعض الحالات الخاصة (عندما يهمنا تصغير أبعاد المجاري) إلى استخدام سرعات عالية يجب أن نستخدم فوهات إرسال من النوع الكاتم للضجيج (attenuator diffuser) ويجب أن لا تتعدى سرعة الهواء الخارج من تلك الفوهات والداخل للغرف السرعة المحددة أعلاه .

ـ تجهيزات التهوية .

- باستخدام مراوح نستطيع إرسال كمية الهواء اللازمة لكل صالة وان نتحكم في توزع الضغوط داخل المبنى بحيث نمنع سريان الهواء من بعض الأماكن إلى أماكن أخرى مثلا نجعل الضغط داخل المطبخ اقل من ضغط غرفة الجلوس فيستحيل انتقال الدخان والروائح من المطبخ (منطقة الضغط المنخفض) إلى غرفة الجلوس ، بل يحدث العكس بالإضافة إلى أننا نستطيع التحكم في صفات الهواء المرسل بتحضيره في مركز التهوية وإجراء عمليات التصفية والمعالجة اللازمة له ولما كانت فروق الضغط التي يمكن الحصول عليها بواسطة هذه التجهيزات الميكانيكية كبيرة بقدر كاف فان اختيار مسير شبكة توزيع هواء التهوية وتعيين المقاطع اللازمة لها يمكن التصرف فيه بما يناسب الناحية الإنشائية للمبنى وتحتوي تجهيزات التهوية المركزية على :-

- مصافي لتنقية وتصفية الهواء .
- ملفات تسخين أو تبريد أو ترطيب .
- مروحة لتحريك الهواء وللتغلب على المقاومات في شبكة التوزيع .
- شبكة مجاري لسوق الهواء وتوزيعه .

- تحتوي التجهيزات الكبيرة على مروحة مستقلة لسحب الهواء الداخلي ومروحة أخرى لدفع الهواء المعالج وحسبما يكون حجم الهواء المرسل أو حجم الهواء المسحوب اكبر فان الضغط داخل الصالة يكون اكبر من الضغط الخارجي أو اقل منه وفي هذه الحالة تتقاسم المروحتان ضائعات الضغط في الشبكة وبالتالي يمكن اختيار مراوح عدد دوراتها غير مرتفع مما يؤدي إلى خفض الصوت والضجيج في التجهيزات وقد نلجأ في بعض الحالات إلى تركيب مروحة دفع تقوم في الوقت ذاته بسحب الهواء من بعض الصالات والغرف وتقوم مروحة ثانية بسحب الهواء الفاسد من بعض الغرف .
- في معظم الحالات يفضل دوما المحافظة على ضغط داخلي اكبر بقليل من الضغط الجوي الخارجي وذلك للحيلولة دون تسرب الهواء الخارجي إلى الداخل ومنع ظهور تيارات هواء نتيجة هذا التسرب .

- توزيع الهواء .

- الغرض من توزيع الهواء في أنظمة التدفئة بالهواء الساخن أو التهوية أو التكييف هو إيجاد الشروط المناسبة من حيث درجة الحرارة ومقدار الرطوبة وحركة الهواء في الحيز المسكون من الغرف المكيفة ويعتبر هذا الحيز المحصور بين ارض الغرفة وارتفاع مترين عن مستوى أرضها ، ولكي يتم تأمين شروط الارتياح ضمن هذا الحيز ، فلقد تم إيجاد مؤشر مناسب سمي بدرجة الحرارة الفعالة التي مر ذكرها في فصل الارتياح ، ويشمل هذا المؤشر بعين الاعتبار درجة عدم تأمين المستوى اللازم لأحد هذه العوامل يؤدي إلى شعور الإنسان بعدم الارتياح وكذلك يمكن أن يحدث نفس التأثير غير المرغوب عندما لا تكون الشروط مؤمنة بشكل متجانس ضمن مختلف أرجاء الغرفة ، وعندما يكون هناك تغيرات كبيرة بالشروط في نفس المنطقة من الغرفة . ويمكن أن يحدث هذا الإزعاج عند وجود اختلاف بدرجة حرارة هواء الغرفة (أفقيا ، راسيا ، بالاتجاهين معا) وكذلك عند وجود حركة سريعة للهواء في المناطق المسكونة .

- تحتاج شركات توزيع الهواء إلى مجاري إرسال (SUPPLY DUCT) تنقل الهواء المعالج إلى الأمكنة المطلوب تكييفها والى فتحات إرسال (SUPPLY OUTLETS) توزع الهواء بشكل مقبول ضمن هذه الأمكنة وتمزجه بهواء الغرفة والى فتحات عودة (RETURN INLETS) العادة الهواء لأجهزة المعالجة أو إلى فتحات تصريف لتصريف قسم من هواء الغرفة إلى الخارج مع مجاري للهواء تصل هذه الفتحات ، إما بجهاز المعالجة وتسمى مجاري العودة أو تصرف الهواء إلى خارج المبنى .

ـ تصميم مجاري الهواء .

- إن وظيفة مجاري الهواء هي نقل الهواء من مكان معالجته إلى مكان استخدامه وكذلك إعادته إلى مكان المعالجة بشكل فني واقتصادي . وتعتبر مجاري الهواء مهمة من الناحية الاقتصادية إذ تؤلف كلفتها نسبة لا تقل عن ربع كلفة المشروع الإجمالية .
- الغاية من تصميم شبكة المجاري التي تنقل الهواء هو تأمين شبكة يمكنها ضمن حدود السرعات وشدة الضجيج المقبولين وضمن الحيز المخصص للمجاري نقل كمية من الهواء المطلوبة لكل مكان مع المحافظة على التوازن بين كلفة التأسيس وكلفة التشغيل .
- عندما يتم حساب حمولة التدفئة أو التبريد أو التهوية يمكن عندئذ تحديد مقدار تدفق الهواء اللازم .

ـ تغيرات الضغط .

- إن مرور الهواء ضمن شبكة المجاري يحدث مقاومة يجب التغلب عليها بواسطة العمل الميكانيكي الذي تقدمه المروحة التي تحرك الهواء ضمن هذه المجاري . وان تحديد كمية الهواء المرسلة إلى كل غرفة يتعلق بالقانون الذي ينص على أن مقدار هبوط الضغط الكلي اعتبارا من مخرج المروحة حتى نهايات الفروع يجب أن يكون متساوي في كل فرع من فروع مجاري الهواء . وان فروقات الضغط في أعمال تكييف الهواء أو التهوية هو صغير بشكل يمكن معه تطبيق معادلات جريان الموائع غير المنضغطة كم يمكن للتسهيل اعتبار أن للهواء كثافة ثابتة معادلة ل (1.2 كجم/م3) .
- أن الضغط الكلي (P) عند أي مقطع من شبكة مجاري الهواء يساوي لحاصل جمع الضغط الستاتيكي (Ps) والضغط الديناميكي (Pv) عند هذا المقطع أي : $P = Ps + Pv$
- وبما أن الضغط ضمن مجاري الهواء هو عادة صغير لذلك يقاس ب (ملم عمود ماء) .

ـ الضغط الديناميكي Pv (Velocity Pressure)

- يمكن حساب الضغط الديناميكي وهو الضغط الناتج عن سرعة جريان المائع من المعادلة الأساسية التالية :-

$$V = \sqrt{2gh}$$

- حيث : v – سرعة جريان المائع m/s
  g - التسارع الأرضي (يساوي 9.81 م/ث2)
  H – ضغط المائع mH2O
- ومن اجل الهواء النظامي حيث كثافته 1.2

$$V = 4{,}04 \sqrt{Pv}$$

- حيث : pv – الضغط الديناميكي مقدرا ب (ملم عمود ماء)
  V – سرعة جريان الهواء
- ويمكن حساب سرعة جريان الهواء من المعادلة التالية :

$$V = Q / A$$

- حيث : Q _ حجم الهواء المار في وحدة الزمن
  A – مساحة مقطع المجرى (م2)

- يمكن في مجاري الهواء المثالية حيث لا يوجد احتكاك اعتبار أن مجموع الضغطين الستاتيكي والديناميكي ثابت ومتساوي في كل مقاطع المجرى . وعند تغير السرعة فان الضغط الديناميكي الناتج عنها يتغير تبعا لذلك الضغط الاستاتيكي بحيث يظل مجموع الضغطين ثابتا .
- أما في المجاري الحقيقية فيوجد على طول المجرى ضياع بالضغط بحيث أن الضغط الكلي للهواء يتناقص باستمرار باتجاه جريان الهواء بالرغم من أن الضغطين الاستاتيكي والديناميكي قد يزداد أحدهما وينقص الآخر ، وينتج هذا الضياع عن احتكاك المائع بجوانب المجرى ويسمى بالضياعات الاحتكاكية ، أو ينتج عن تغير مفاجئ بمقدار أو سرعة الهواء أو اتجاهه أو عن عوائق ضمن المجرى تحدث دوامات مبردة للقدرة وتسمى هذه الضياعات بالضياعات الديناميكية .

ـ السرعات التصميمية .

- لا يمكن إعطاء قاعدة محددة لانتقاء السرعات التصميمية لجريان الهواء ضمن المجاري إلا أن جدول السرعات التصميمية لجريان الهواء ضمن المجاري يعطي نتائج مقبولة عند تصميم شبكات الهواء ذات السرعات الاعتيادية .
- وبما أن المروحة تزداد تقريبا كمربع سرعة جريان الهواء ، وكذلك يزداد تولد الضجيج بازدياد السرعة ، لذلك يجب المحافظة على سرعات منخفضة من اجل التشغيل الهادئ والاقتصادي . ولكن من ناحية أخرى فان حجم المجرى يزداد بتخفيض السرعة ويؤدي ذلك إلى ارتفاع في كلفة تأسيس المشروع .

- طرق تصميم مقاطع المجرى .

أ – طريقة السرعة المتناقصة Velocity Reduction Method

- يمكن حساب مقطع مجرى الهواء بمعرفة كمية الهواء المارة فيه ، وبانتقاء سرعة عظمى مناسبة للهواء في بداية المجرى من طرف المروحة ثم تخفيض هذه السرعة تدريجيا في كل قسم من أقسام المجرى التالية . إن هذه الطريقة بسيطة وسهلة ولكن غير دقيقة إذ ليس هناك قاعدة ثابتة لمقدار تخفيض السرعة ويترك هذا الأمر عادة لخبرة المهندس المصمم ، كما يجب الاستعانة بمخمدات (Dampers) في كل فرع من فروع المجرى وفي كل مخرج من مخارجه لضبط كمية الهواء المارة فيه بالمقدار المطلوب . وتستخدم هذه الطريقة فقط للشبكات الصغيرة (Small Duct Systems)

ب – طريقة الاحتكاك المتساوي Equal Friction Method

- مبدأ هذه الطريقة هو جعل مقدار ضياع الضغط في وحدة الطول متساوي في جميع أجزاء وتفرعات المجرى . وفي هذه الطريقة نحتاج إلى إجراء توازن بسيط في الشبكة ذات التفرعات المتناظرة التي لها نفس الطول تقريبا حيث يكون لها أيضا هبوط ضغط متساوي تقريبا . أما في الشبكة التي تحتوي على تفرعات طويلة وأخرى قصيرة ، فان التفرعات القصيرة تحتاج إلى تخميد كي تتوازن مع التفرعات الطويلة . وقد يحدث في بعض الأحيان هذا التخميد ضجة يجب الانتباه إلى معالجتها . إن هذه الطريقة أفضل من الأولى إلا أنها تحتاج أيضا إلى تخميد لضبط مقدار جريان الهواء .
- ويمكن استخدام هذه الطريقة في الشبكات العادية البسيطة حيث تعطي نتائج معقولة ويمكن باستعمال المخمدات ضبط تدفق الهواء في جميع أجزائها . وتستخدم هذه الطريقة خاصة في حساب مجاري العودة وطرد الهواء .

- والمتبع في هذه الطريقة هو انتقاء سرعة مناسبة في المجرى الرئيسي بالقرب من المروحة بحيث يكون مستوى الضجيج الناتج عنها مقبولا حسب المكان الموجودة فيه الشبكة ، وبما أن مقدار تدفق الهواء معروف فيمكن بالاستعانة بمخططات خاصة لمعرفة هبوط الضغط النوعي الناتج عن ذلك .
- وبتثبيت قيمة هذا الاحتكاك في باقي أقسام الشبكة ، يمكن تحديد مقاطع المجرى في كل جزء من أجزاء الشبكة ونلاحظ أن سرعة التدفق تتناقص في هذه الطريقة من تلقاء نفسها كلما تناقص مقدار التدفق في الشبكة ، وبحيث تكون السرعات في الحدود المقبولة دوما .
- بعد الانتهاء من تحديد مقاطع مختلف أجزاء شبكة المجاري يجب حساب هبوط الضغط الكلي في الممر ذي المقاومة الكبرى الذي هو في معظم الأحيان الممر الأطول . ويشمل هبوط الضغط هذا الضياعات الناتجة عن الطول المكافئ مضروبا بمقدار الاحتكاك النوعي ، ويساوي الطول المكافئ لمجموع الأطوال المستقيمة والأطوال المكافئة لجميع الاكواع وغيرها من المقاومات المحلية الموجودة ضمن هذا الممر .

ج – طريقة استرجاع الضغط الاستاتيكي Static Regain Method

- يتم في هذه الطريقة تخفيض السرعات في تفرعات شبكة المجاري بحيث يساوي تغير الضغط الديناميكي إلى مقدار انخفاض الضغط الكلي ، أي أن الضغط الاستاتيكي في مختلف أجزاء الشبكة يكون متساويا . تعطي هذه الطريقة توازنا في مختلف فروع الشبكة إلا أنها تحتاج إلى حسابات طويلة وشاقة . كما أنها تؤدي إلى تصميم مجرى ذي مقاطع اكبر مما يجب في نهايات التفرعات الطويلة .
- ملحوظة : الطريقة في تصميم الأنظمة الكبيرة والمرتفعة الضغط فقط .

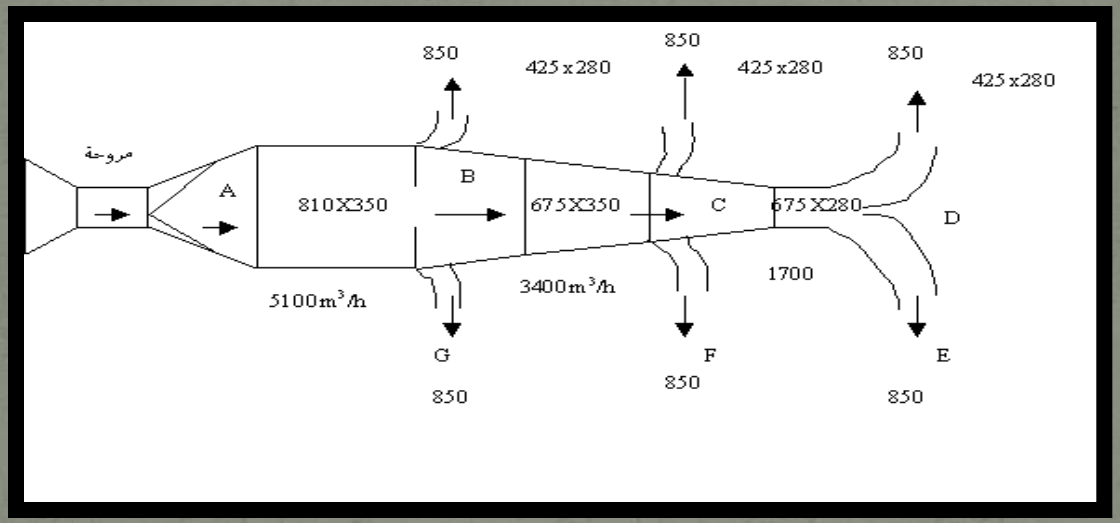
- ملاحظات :

1- إن المجاري المستديرة المقطع هي عادة أكثر اقتصادية . وفي المجاري المستطيلة المقطع يفضل المحافظة (لأسباب إنشائية) على ارتفاع ثابت للشبكة بكاملها . ويتم تغيير المقطع بتغيير عرض المجرى فقط . وأثناء اختيار أبعاد المقطع ينبغي أخذ أبعاد ألواح الصفيح المتوفرة في الأسواق بعين الاعتبار منعا للهدر في المواد .

2- يراعى عند تصميم المجرى تقليل الاكواع والتفرعات وأيضا سهولة التنفيذ .

ـ أمثلـــة.

- **مثال (1) :** تطبيق على حساب مجاري الهواء والمروحة المناسبة :



أولا : حساب مجاري الهواء .

- الشبكة المبينة تزود 6 فتحات إرسال ، 6 غرف بمعدل 850 م3/ساعة لكل فتحة والتدفق الإجمالي 6 x 850 = 5100 م3/ساعة

1- تطبيق طريقة متوسط السرعة لتحديد أبعاد المجاري .

- القسم A-B : نقبل بسرعة 5 م/ثانية ، فتكون مساحة المقطع (مقطع مستطيل) :

A = Q / V = 5100 / (5 X 3600) = 0,283 m2

- القسم B-C: نقبل بسرعة 4 م/ثانية ، والتدفق هنا يساوي :

5100 – (2 X 850) = 5100 – 1700 = 3400 m3/h

- مساحة المقطع تساوي :

A = 3400 / (4 X 3600) = 0,236 m2

- القسم C-D: نفرض أن السرعة تساوي2.5 م/ثانية والتدفق هنا يساوي :

5100 – (1700 +1700) = 1700 m3/h

- مساحة المقطع تساوي :

A = 1700 / (2, 5 X 3600) = 0,19 m2

- القسم D – E: نفرض فيه سرعة 2م/ثانية والتدفق يساوي 850 م3/ساعة .
- مساحة المقطع تساوي :

A = 850 / (2 X 3600) = 0,118 m2

- اختيار الأبعاد يتعلق بحجم السقف المستعار وباعتبارات اقتصادية (استهلاك اقل ما يمكن من الصاج) .

- مثلا في مثالنا :-
- القسم A-B مساحة المقطع = 0.283 م2 = 350 X 810 ملم
- القسم B-C مساحة المقطع = 0.236 م2 = 350 X 675 ملم
- القسم C-D مساحة المقطع = 0.189م2 = 280 X 675 ملم
- القسم D-E مساحة المقطع = 0.119 م2 = 280X 425 ملم

2- طريقة الاحتكاك المتساوي :-

- القسم A- B: نفرض سرعة 5 م/ثانية فيكون المقطع اللازم لهذا القسم هو:-

$$A = 5100 / (5 \times 3600) = 0{,}283 \text{ m2}$$

- القطر يساوي 600 ملم
- من مخطط ضياعات الاحتكاك في مجاري الهواء الدائرية نجد أن ضياع الاحتكاك لكل متر من الأنبوب هو:

$$DP = 0{,}045 \text{ mm } H_2O$$

- نتبنى هذه القيمة لكل الشبكة :

- القسم B- C: التدفق = 3400 م3/ساعة

ضياع الضغط = 0.045

القطر = 500 ملم (من المخطط في الملحق 4 د)

- القسم C –D: التدفق = 1700 م3/ساعة

ضياع الضغط = 0.045

القطر = 400 ملم

- القسم D- E: التدفق = 850 م3/ساعة

ضياع الضغط = 0.045

القطر = 300 ملم

- **بالرجوع إلى جدول تحويل المقطع الدائري لمجرى الهواء إلى مقطع مستطيل نجد الأبعاد التالية للمجرى :-**

القسم A-B: قطر الدائرة 600 ملم يقابله مقطع مستطيل 600 X 560 ملم

القسم B-C: قطر الدائرة 500 ملم يقابله مقطع مستطيل 380 X 560 ملم

القسم C-D: قطر الدائرة 400 ملم يقابله مقطع مستطيل 260 X 560 ملم

القسم D-E: قطر الدائرة 300 ملم يقابله مقطع مستطيل X150 560 ملم

- وقد روعي في تحديد أبعاد المستطيل أن يبقى أحد الأبعاد ثابت (لسهولة التنفيذ)

ـ فوهات الهواء : GRILLS .

- يتم توزيع الهواء على المكان المطلوب تكييفه أو تهويته بواسطة فتحات خاصة تدعى فوهات إرسال الهواء . ويتطلب اختيار شكل هذه الفوهات (الفتحات) ومكانها عناية خاصة ومراعاة النواحي المعمارية والصحية وشروط التهوية . ويوجد نوعان رئيسيان من فوهات الإرسال . الفوهات المركبة على الجدران والفوهات المركبة في السقف .
- كما يتم سحب الهواء من المكان بواسطة فتحات سحب يمكن أن تركب على الجدران في السقف .

- أولا : فوهات إرسال الهواء .

1- فوهات الإرسال المركبة على الجدران (WALL GRILLS) : تكون هذه الفوهات بشكل مستطيل مزودة بمجموعتي شفرات متعامدة يمكن بواسطتها توجيه الهواء إلى الأعلى أو الأسفل أو إلى اليمين أو اليسار.

2- فوهات الإرسال المركبة في السقف (CEILING GRILLS) : ترسل هذه الفوهات الهواء بشكل شاقولي.

3- سرعة خروج الهواء من الفوهات :

هناك سرعات معينة لا يجوز تجاوزها عند تحديد مقياس الفوهة حتى لا يحدث ضجيجا وأصواتا مزعجة . هناك جداول تبين القيم المسموح بها والمقبولة لإبقاء مستوى الضجيج في المستوى المسموح به في مختلف أنواع الأبنية . ويتم اختيار الفوهات المناسبة من النشرات الفنية للشركات الصانعة .

ـ ثانيا : فوهات سحب الهواء .

- من الصعب إدخال الهواء إلى غرفة بدون سحب الهواء منها . وعلى عكس فوهات الإرسال فان فوهات السحب ذات تأثير محدود على حركة الهواء في الغرفة .
- فإذا كانت سرعة الهواء عند الفوهة 2.5 م/ثانية فإنها تتضاءل إلى 1 م/ثانية عند مسافة 15سم من فوهة السحب وتتضاءل إلى 0.5 م/ثانية عند مسافة 30سم وتتلاشى حركة الهواء بعد تلك المسافة .
- ونستنتج من ذلك أن تغير موقع فوهة السحب لن يؤثر كثيرا على حركة الهواء في الغرفة، لذلك يراعى في شبكة سحب الهواء استقامتها وبساطتها . ويجب أن لا يزيد الضياع العام للضغط فيها عن ربع ضياع الضغط الإجمالي لشبكة الإرسال والسحب (ضغط المروحة)
- كذلك فان عدد فوهات السحب اقل دوما من عدد فوهات الإرسال . مثلا لصالة تحوي (10) فوهات إرسال قد يكتفى بفوهة سحب واحدة ولا تزيد في أي حال عن 4 فوهات .

- وينصح أن تركب في الممر (HALL WAY) الذي ينفتح عليه اكبر عدد من الغرف . وينصح بترك مسافة لا تقل عن 1سم أسفل الأبواب للمساعدة على سحب هواء الغرف المغلقة مثل غرف النوم والعنابر قليلة الفتح والإغلاق . وتبلغ سرعة الهواء أسفل الأبواب 2-3 م/ثانية مما يعني تدفقا 100-150م3/ساعة لكل باب .

- وهو يمثل نسبة هامة من هواء الإرسال الذي يبلغ من اجل غرف نوم عادية 100 – 300 م3/ساعة ويمكن باختيار مناسب لفتحات السحب التحكم بالضغط وحركة الهواء داخل الغرف وعموما فإننا لا نضع فوهات سحب في المطابخ أو الحمامات أو الأمكنة التي تطلق روائح أو أبخرة .

- سرعة دخول الهواء في الفوهات :

- أن تأثير فوهات السحب على حركة الهواء قليلة ويمكن الاكتفاء بسرعة مقدارها 2.5م/ثانية للمساكن وما شابهها ، وبسرعة 4 م/ثانية للورش والمصانع وما شابهها .
- تبلغ نسبة السطح الحر لفوهات السحب من 70-80 بالمائة من السطح الإجمالي وتبلغ مقاومتها الايروديناميكية 0.25 : 0.5 ملم عمود ماء وتعطى عادة في النشرات الفنية للشركات الصانعة .
- ويجب تأمين سحب معين عند فوهة السحب قادر على امتصاص الهواء من مسافة كافية ويمكن الاكتفاء بسحب مقداره 1ملم عمود ماء في المساكن وسحب مقداره 2.5 ملم عمود ماء في الورش والمصانع ويضاف هذا السحب إلى ضغط المروحة كقيمة موجبة مثله مثل السرعة المتبقية في حالة فوهات الإرسال .

ـ ضغط المروحة (FAN PRESSURE) .

- يجب على المروحة أن تتغلب على ضياعات الضغط في مجاري العودة ومجاري الإرسال وبالتحديد من فتحة السحب وحتى ابعد فتحة إرسال . وفي حال كون مجرى الهواء الخارجي أطول وأسوأ من مجاري العودة معتبر الطريق الأسوأ وهو في تلك الحالة يبدأ من فتحة سحب الهواء الطازج وينتهي بأبعد فتحة إرسال .
- ونحتاج في حساب ضغط المروحة لمعرفة ضياعات الضغط (مقاومة) لكل عناصر جهاز تكييف الهواء وفي العادة يذكر مقدار المقاومة لكل عنصر من عناصر الجهاز على لوحة بيانات الصنع أو يؤخذ من النشرات الفنية ، وفي حال عدم توفر تلك النشرات يمكن تقدير المقاومة الهيدروليكية .

توزيع الهواء .

- إن توزيع الهواء بشكل صحيح و بمقدار يتلاءم مع احتياجات الغرف المكيفة يعتبر من الأمور الأساسية لتأمين شروط الارتياح اللازمة في هذه الأمكنة .
- و لكي يتم تأمين شروط الارتياح ضمن هذا الحيز فلقد تم إيجاد مؤشر مناسب سمي بدرجة الحرارة الفعالة التي مر ذكرها في فصل الارتياح ، و يشمل هذا المؤشر بعين الاعتبار درجة حرارة الهواء و حركته و الرطوبة النسبية و تأثير كل ذلك فيزيولوجياً على جسم الإنسان .
- و إن عدم تأمين المستوى اللازم لأحد هذه العوامل يؤدي إلى شعور الإنسان بعدم الارتياح تحتاج شبكات توزيع الهواء إلى مجاري الإرسال تنقل الهواء المعالج إلى الأمكنة المطلوب تكييفها و إلى فتحات الإرسال توزع الهواء بشكل مقبول ضمن هذه الأمكنة و تمزجه بهواء الغرفة و إلى فتحات عودة لإعادة الهواء لأجهزة المعالجة أو إلى فتحات تصريف لتصريف قسم من هواء الغرفة إلى الخارج مع مجاري للهواء تصل هذه الفتحات ، و إما بجهاز المعالجة و تسمى مجاري العودة أو تصريف الهواء إلى خارج المبنى .

- تصميم مجاري الهواء :

- إن وظيفة مجاري الهواء هي نقل الهواء من مكان معالجته إلى مكان استخدامه و كذلك إعادته إلى مكان المعالجة بشكل فني و اقتصادي . و تعتبر شبكة مجاري الهواء مهمة من الناحية الاقتصادية إذ تؤلف كلفتها نسبة لا تقل عن ربع كلفة المشروع الإجمالية .
- الغاية من تصميم شبكة المجاري التي تنقل الهواء من تأمين شبكة يمكنها ضمن حدود السرعات و شده الضجيج المقبولتين و ضمن الحيز المخصص للمجاري نقل كمية الهواء المطلوبة لكل مكان مع المحافظة على التوازن بين كلفة التأسيس و كلفة التشغيل .

- المواد المستعملة في التصنيع :

- يمكن استعمال : الصاج (صفائح الحديد) ، صفائح مضغوطة من مواد خفيفة ، البيتون ، الآترنيت ، و لدى اختيار أحد الأنواع المذكورة يؤخذ بعين الاعتبار بالإضافة إلى ثمن المواد كلفة الصنع و النقل و التركيب و سهولته و تحقيق الشروط المطلوبة .
- مجاري الهواء الشاقولية تصنع من مواد البناء العادية على أن يغطى سطحها الداخلي بطبقة من الزريقة الناعمة و أكثر المواد استعمالاً هو الصاج المزيبق من أجل المقاطع الصغيرة و المتوسطة و مقاومتها ضد التآكل و النار هي جيدة و سطوحها ناعمة سهلة التنظيف و يمكن إعطائها الشكل اللازم بسهولة .
- و يجب مراعاة الأماكن التي سوف يمر منها المجرى فنتجنب الأماكن الرطبة و الأماكن صعبة الوصول و غالباً ما يمرر المجرى في سقف مستعار (أو داخل جدار مستعار) .
- و يجب تأمين فتحات (محكمة الإغلاق) تنظيف إذ أنه من غير المعقول أن تبقى شبكة توزيع الهواء التي ستستعمل عشرات السنين بدون إمكانية تنظيفها من الغبار المتراكم كذلك ليس صحيحاً أن حركة الهواء تمنع تراكم الغبار فالرطوبة المرافقة للغبار تجعله يلتصق بالزوايا و الأطراف .

ـ تغيرات الضغط :

- إن مرور الهواء ضمن شبكة المجاري يحدث مقاومة يجب التغلب عليها بواسطة العمل الميكانيكي الذي تقدمه المروحة التي تحرك الهواء ضمن هذه المجاري .وإن تحديد كمية الهواء المرسلة إلى كل غرفة يتعلق بالقانون الذي ينص على أن مقدار هبوط الضغط الكلي اعتبار من مخرج المروحة حتى نهايات الفروع يجب أن يكون متساوي في كل فرع من فروع مجاري الهواء .
- إن الضغط الكلي P عند أي مقطع من شبكة مجاري الهواء يساوي لحاصل جمع الضغط الستاتيكي Ps و الضغط الديناميكي Pv عند هذا المقطع ، أي :

$P = ps + pv$

و بما أن الضغط ضمن مجاري الهواء هو عادة صغير لذلك يقاس mm H_2O .

- **الضغط الديناميكي Pv :**
- يمكن حساب الضغط الديناميكي و هو الضغط الناتج عن سرعة جريان المائع من المعادلة الأساسية التالية :

$$V = \sqrt{2 \times g \times h}$$

- حيث V : سرعة جريان المائع m/s . g : التسارع الأرضي $9.81\ m/s^2$
h : ضغط المائع $m\ H_2O$.

$$V = 140 \times \sqrt{\frac{P_v}{\rho}}$$

- كما يمكن كتابة المعادلة بشكل آخر :
- حيث Pv : الضغط الديناميكي مقداراً بـ H_2O mm . ?? : كثافة المائع Kg/m^3 .
- و من أجل الهواء النظامي حيث كثافته 1.2:

$$P_V = \left(\frac{V}{4.04} \right)^2$$

- حيث V : سرعة جريان الهواء .
- و يمكن حساب سرعة جريان الهواء من المعادلة التالية :

$$V = \frac{Q}{A} \qquad m/s$$

- حيث Q : حجم الهواء المار في واحدة الزمن m^3/s .
- A : مساحة مقطع المجرى m^2 .

- يمكن في مجاري الهواء المثالية حيث لا يوجد احتكاك اعتبار أن مجموع الضغطين الاستاتيكي و الديناميكي ثابت و متساوي في كل مقاطع المجرى ، و عند تغير السرعة فإن الضغط الديناميكي الناتج عنها يتغير تبعاً لذلك الضغط الاستاتيكي بحيث يظل مجموع الضغطين ثابتاً .
- أما في المجاري الحقيقية فيوجد على طول المجرى ضياع بالضغط بحيث أن الضغط الكلي للهواء يتناقص باستمرار باتجاه جريان الهواء بالرغم من أن الضغطين الاستاتيكي و الديناميكي قد يزداد أحدهما و ينقص الآخر . و ينتج هذا الضياع عن احتكاك المائع بجوانب المجرى و تسمى بالضياعات الاحتكاكية أو ينتج عن تغير مفاجئ بمقدار سرعة الهواء أو اتجاهه أو عن عوائق ضمن المجرى تحدث دوامات مبددة للقدرة و تسمى هذه الضياعات بالضياعات الديناميكية .

- هناك فرقاً أساسياً بين الضغطين الاستاتيكي و الكلي ، حيث يستعمل الأول كقاعدة للحساب بينما يحدد الثاني القدرة الميكانيكية الحقيقية التي يجب إعطاؤها للهواء عند دخوله . و إن الضغط الكلي يتناقص أو يزداد الضغط الاستاتيكي باتجاه الجريان وقد يصبح أيضاً سالباً (أي أقل من الضغط الجوي)
- ينتج معظم ضياع الضغط في المجاري المستقيمة عن احتكاك المائع بجدران المجرى أي ما يسمى بالضياعات الاحتكاكية التي تتناسب مع مربع سرعة المائع و هناك معادلات رياضية تجريبية يمكن بواسطتها حساب مقدار هذه الضياعات ، و قد تم تحويل هذه المعادلات إلى مخططات يمكن بواسطتها معرفة ضياع الضغط الناتج عن تدفق مقدار معين من الهواء ضمن مجرى ذي قطر معين و كذلك معرفة سرعة جريان الهواء المتعلق بهذا التدفق .
- تصمم عادةً مجاري الهواء على أساس المجرى الدائري ، أما إذا كان المطلوب أن يكون المجرى مستطيلاً فيتم تحويل المقطع الدائري المستخرج من المخطط إلى مقطع مستطيل مكافئ يعطي نفس التدفق و له نفس هبوط الضغط .

ـ ضياعات الضغط الديناميكية :

- كلما كان هناك جريان مضطرب ناتج عن تغيرات مفاجئة في اتجاه سرعة جريان الهواء أو مقدارها أو عن عوائق موضوعة ضمن المجرى ، فإن الضغط الكلي يحدث فيه ضياع أكبر مما يحدث لو كان الجريان منتظماً ضمن مجرى مستقيم له نفس الطول .
- و يسمى مقدار الضياع الزائد عن الضياع الناتج عن الجريان المنتظم بالضياع الديناميكي . بالرغم من أن الضياعات الديناميكية يمكن اعتبارها ناتجة عن تغيرات المساحة التي يشغلها الهواء أثناء جريانه فأنه يمكن تقسيم هذه الضياعات إلى قسمين :
- الضياعات الديناميكية الناتجة عن تغيرات في اتجاه جريان الهواء .
- الضياعات الديناميكية الناتجة عن تغيرات في مساحة مقاطع المجرى .

يمكن حساب كل من الضياع الخطي و الضياع المحلي أي الضياع الإجمالي لمجرى الهواء (ضغط المروحة) و يساوي :

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6$$

- P1 : ضياع الضغط عند مدخل المجرى (فتحة سحب الهواء) .

$$P_1 = K \times P_V = K \times \left(\frac{V}{4.04} \right)^2$$

- K : عامل يؤخذ تبعاً لشكل المدخل .
- P2 : ضياع الضغط الخطي في المجرى :

$$P_2 = K \times P_V \qquad ; \qquad K = f \times \frac{L}{D}$$

ـ السرعات التصميمية :

لا يمكن إعطاء قاعدة محددة لانتقاء السرعات التصميمية لجريان الهواء ضمن المجاري . و بما أن المروحة تزداد السعة تقريباً كمربع سرعة جريان الهواء ، و كذلك يزداد تولد الضجيج بازدياد السرعة ، لذلك يجب المحافظة على سرعات منخفضة من أجل التشغيل الهادئ و الاقتصادي . و لكن من ناحية أخرى فإن حجم المجرى يزداد بتخفيض السرعة و يؤدي ذلك إلى ارتفاع في كلفة تأسيس المشروع .

- طرق تصميم مقاطع المجاري :

- عند تصميم مقاطع أي مجرى للهواء يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار الملاحظات التالية :

1- يحتاج نقل الهواء من مكان إلى آخر إلى قدرة ، و تتناسب هذه القدرة مع هبوط الضغط الكلي للهواء و هي تقل عن $35\ mm\ H_2O$ في معظم الحالات .

2- إن الضغط الكلي للهواء عند أي نقطة ضمن المجرى يتناسب مع القدرة الميكانيكية الكلية للهواء عند هذه النقطة و يساوي إلى مجموع الضغطين الاستاتيكي و الديناميكي .

3- ضمن أي مجرى هواء يتناقص الضغط الكلي بشكل مستمر باتجاه جريان الهواء .

4- في أية شبكة مجاري هواء مؤلفة من عدة تفرعات ، يكون هبوط الضغط الكلي بين المروحة و نهاية كل فرع متساوي بالنسبة لجميع التفرعات .

5- يمكن للضغطين الاستاتيكي و الديناميكي أن يتحول أي واحد منهما إلى آخر و يمكن لكل منهما أن يزداد أو ينقص أو يبقى ثابتاً باتجاه جريان الهواء . فمثلاً في مجرى مستقيم ذي مقطع ثابت يتناقص الضغط الاستاتيكي باتجاه جريان الهواء بينما يبقى الضغط الديناميكي ثابتاً و يتناقص الضغط الكلي الذي هو مجموع الضغطين السابقين .

6- يفضل استخدام مجاري الهواء ذات المقطع الدائري ، إلا أنه في الحالات التي لا تسمح فيها الأمكنة المخصصة للمجاري بذلك فيمكن استخدام المجاري ذات المقطع البيضوي أو المستطيل .

7- المجرى ذو المقطع المستطيل أكثر اقتصادية في استخدام المكان ضمن البناء (تحتاج لمكان أصغر) .

ـ طريقة السرعة المتناقصة :

- يمكن حساب مقطع مجرى الهواء بمعرفة كمية الهواء المارة فيه ، و بانتقاء سرعة عظمى مناسبة للهواء في بداية المجرى من طرف المروحة ثم تخفيض هذه السرعة تدريجياً في كل قسم من أقسام المجرى التالية .
- إن هذه الطريقة سهلة و بسيطة و لكنها غير دقيقة إذ ليس هناك قاعدة ثابتة لمقدار تخفيض مقدار السرعة و يترك هذا الأمر عادة لخبرة للمهندس المصمم ، كما يجب الاستعانة بخمادات في كل فرع من فروع المجرى و في كل مخرج من مخارجه لضبط كمية الهواء المارة بالمقدار المطلوب . و تستخدم هذه الطريقة فقط في الشبكات الصغيرة .

- طريقة الاحتكاك المتساوي :

- مبدأ هذه الطريقة هو جعل مقدار ضياع الضغط في واحدة الطول متساوي في جميع أجزاء و تفرعات المجرى. و في هذه الطريقة نحتاج إلى إجراء توازن بسيط في الشبكة ذات التفرعات المتناظرة التي لها نفس الطول تقريباً حيث يكون لها أيضاً هبوط ضغط متساوي تقريباً .
- أما في الشبكة التي تحتوي على تفرعات طويلة و أخرى قصيرة ، فإن التفرعات القصيرة تحتاج إلى تخميد كي تتوازن مع التفرعات الطويلة .
- ولقد يحدث في بعض الأحيان هذا التخميد ضجة يجب الانتباه إلى معالجتها . إن هذه الطريقة أفضل من الأولى إلا أنها تحتاج أيضاً إلى تخميد لضبط مقدار جريان الهواء .
- و يمكن استخدام هذه الطريقة الشبكات العادية البسيطة حيث تعطي نتائج مقبولة و يمكن باستعمال المخمدات ضبط تدفق الهواء في جميع أجزائها .

- و تفضل هذه الطريقة خاصة في حساب مجاري العودة و طرد الهواء . و المتبع في هذه الطريقة انتقاء سرعة مناسبة في المجرى الرئيسي بالقرب من المروحة بحيث يكون مستوى الضجيج الناتج عنها مقبولاً حسب المكان الموجودة فيه الشبكة .
- يمكن تحديد مقاطع المجرى في كل جزء من أجزاء الشبكة و نلاحظ أن سرعة التدفق تتناقص في هذه الطريقة من تلقاء نفسها كلما تناقص التدفق في الشبكة ، و بحيث تكون السرعات في الحدود المقبولة دوماً .
- بعد الانتهاء من تحديد مقاطع مختلف أجزاء شبكة المجاري ن يجب حساب هبوط الضغط الكلي في الممر ذي المقاومة الكبرى الذي هو في معظم الأحيان الممر الأطول .
- و يشمل هبوط الضغط هذا الضياعات الناتجة عن الطول المكافئ مضروباً بمقدار الاحتكاك النوعي ، و يساوي الطول المكافئ لمجموع الأطوال المستقيمة و الأطوال المكافئة لجميع الأكواع و غيرها من المقاومات المحلية الموجودة ضمن هذا الممر .

- طريقة استرجاع الضغط الاستاتيكي :

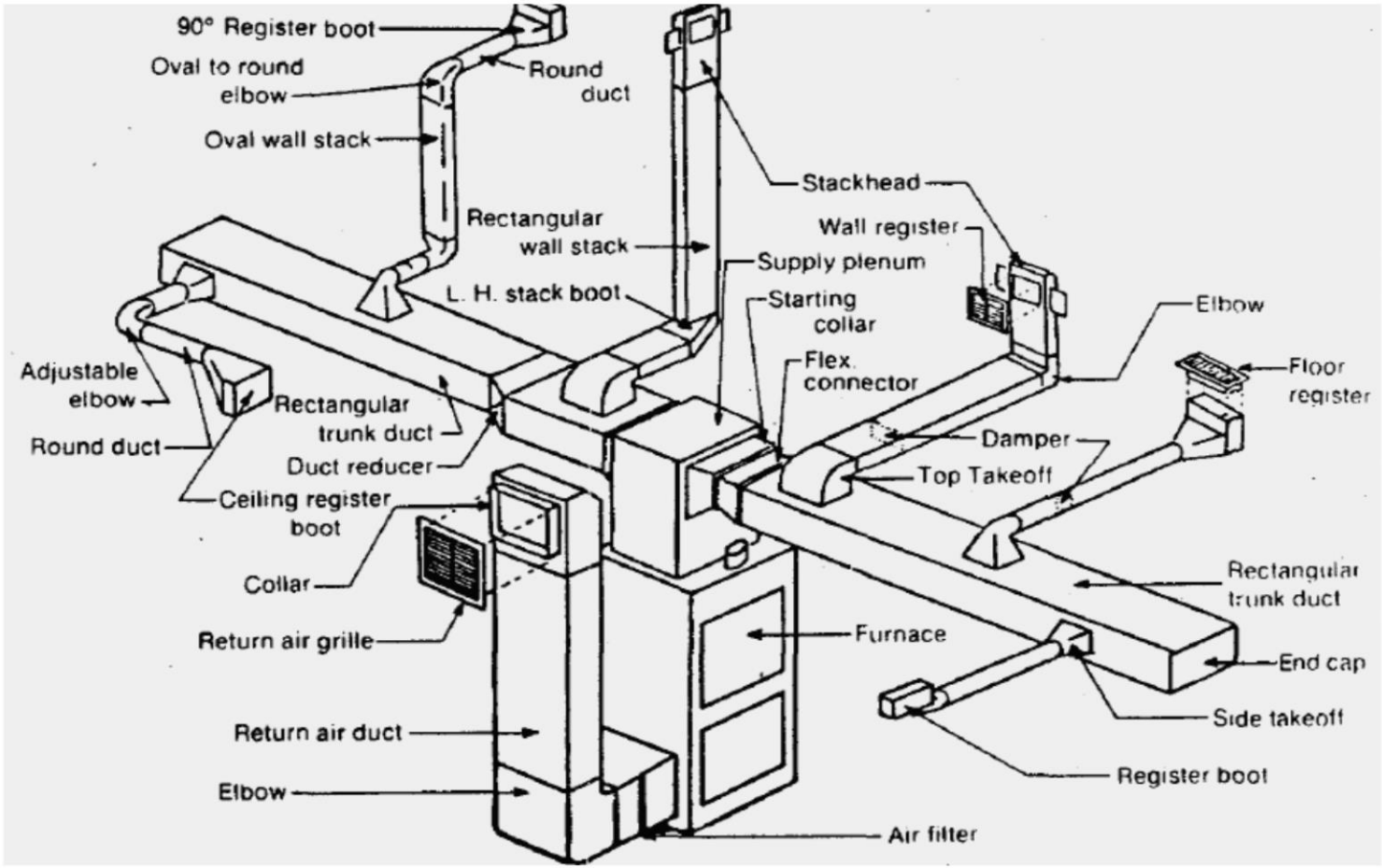
- يتم في هذه الطريقة تخفيض السرعات في تفرعات شبكة المجاري بحيث يساوي تغير الضغط الديناميكي إلى مقدار انخفاض الضغط الكلي ، أي أن الضغط الستاتيكي في مختلف أجزاء الشبكة يكون متساوياً و تعطي هذه الطريقة توازناً في مختلف فروع الشبكة إلا أنها تحتاج إلى حسابات طويلة وشاقة ، كما أنها تؤدي إلى تصميم مجرى ذي مقاطع أكبر مما يجب في نهايات التفرعات الطويلة . تستخدم هذه الطريقة في تصميم الأنظمة الكبيرة و المرتفعة الضغط فقط .
- **ملاحظة :**
- إن المجاري المستديرة المقطع هي عادة أكثر اقتصادية . و في المجاري المستطيلة المقطع يفضل المحافظة على ارتفاع ثابت للشبكة بكاملها و يتم تغيير المقطع بتغيير عرض المجرى فقط و أثناء اختيار أبعاد المقطع ينبغي أخذ أبعاد ألواح الصفيح المتوفرة في الأسواق بعين الاعتبار منعاً الهدر في المواد .
- يراعى عند تصميم المجرى تقليل الأكواع و التفريعات و أيضاً سهولة التنفيذ

جدول حساب احتياجات التهوية.

APPLICATION	SMOKING	CFM PER PERSON		
		RECOMMENDED	MINIMUM	
شقة عادية ، مختبر	Y	20	15	
شقة ديلوكس	Y	30	25	
بنوك ، قاعات التزيين	Y	10	7.5	
صالونات الحلاقة ، المقاهي ، غرف الطعام في المطاعم	Y	15	11	
غرف السمسرة ، قاعة اجتماعات	Y	50	30	
(مدارس وكليات) غرف صفية	N	40	30	
بار كوكتيل ، غرف الفنادق	Y	30	25	
صالة رقص	---	65	10	
متاجر كبيرة ، مسارح	N	7.5	5	
غرف المخرجين	Y	50	30	
مستودع ادوية	Y	10	7.5	
مصانع ، قاعات العزاء ، بقالات التجزئة	N	10	7.5	
(مستشفى) غرفة العمليات	N	50	50	
مستشفى) غرفة خصوصية	N	30	25	
(مستشفى) الاجنحة	N	20	15	
مكتب عام ، مسرح	Y	15	10	
مكتب خاص	Y	30	25	
مكتب خاص	N	25	15	
كافتيريا	Y	12	10	

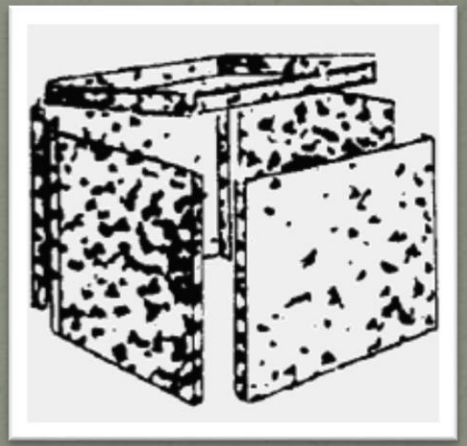
*** LOCAL CODES MAY GOVERN FOR : FACTORIES , GARAGES, OPERATION ROOMS(HOSP.), SCHOOL ROOMS,THEATERS, TOILETS.

Ventilation : مثال لشرح نظام توزيع الهواء System



Major Ductwork Components :

- **Plenum :**
- Is a collector **box , to which the major** trunk ducts re connected.
- It is attached directly to the equipment
- It is used on the supply side of most systems
- custom fabricated to fit the opening size of the equipment
- insulated or not, **as needed**
- When air conditioning is added, the evaporator coil usually is housed in the plenum

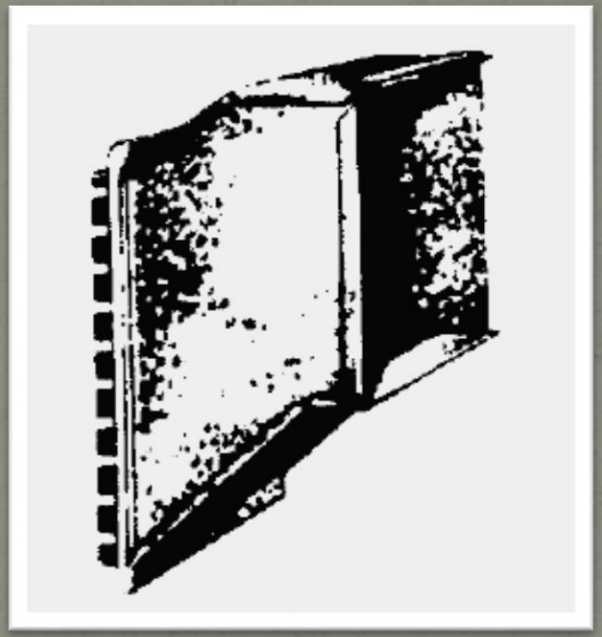


Trunk Ducts and Fittings :

- are the main supply (or return) ducts
- connect directly to the plenum
- from which branch ducts extend to individual outlets
- Trunk ducts and fittings are normally rectangular to provide for:
- ease of fabrication , handling and installation
- concealment within structural spaces
- less cumbersome neater looking installation

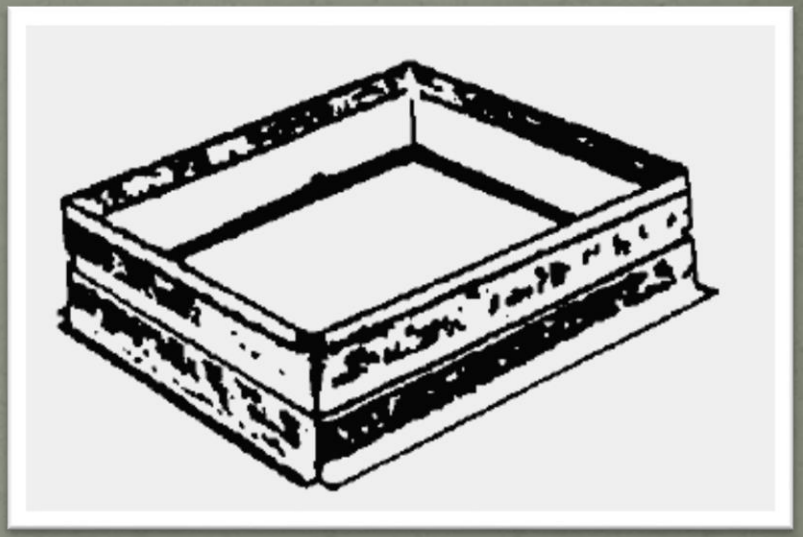
starting collar :

- is attached to a rectangular hole cut into the side of the plenum
- provides a transitional reduction in the size of trunk duct
- sometimes omitted to reduce cost, with the trunk duct connecting directly into the plenum.



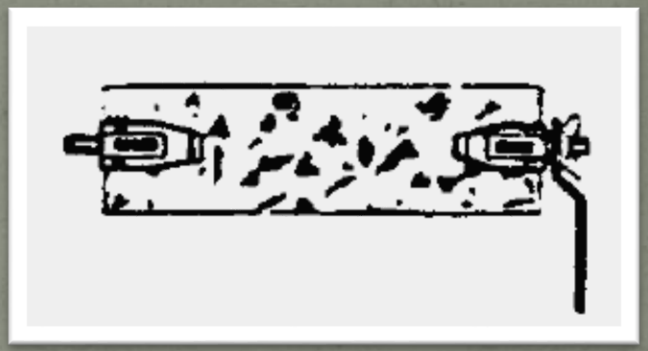
Flexible Connector :

- consists of a canvas material bonded to a metal fitting at each end
- May be used to isolate the duct system from mechanical vibration and equipment noise
- It can also provide some tolerance when the two ends are not in exact alignment.



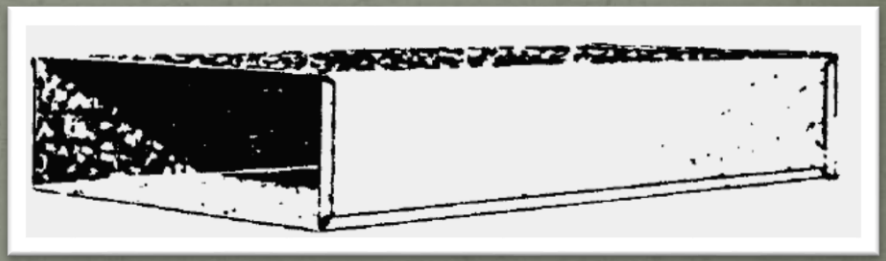
Damper :

- Optional item, maybe installed in each trunk duct connected to the plenum to permit balancing of major house zones.
- Trunk dampers are used to
- Allow for corrective balancing when trunk ducts are not ideally sized
- Provide means of adjusting air volumes when changing between heating and cooling seasons, especially in multilevel homes.

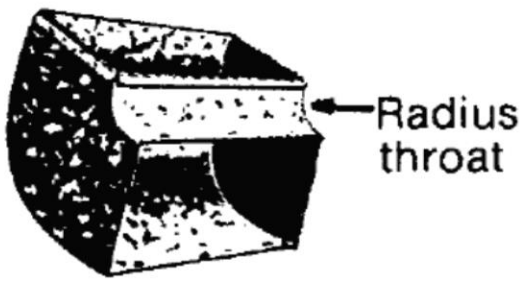


Trunk Duct :

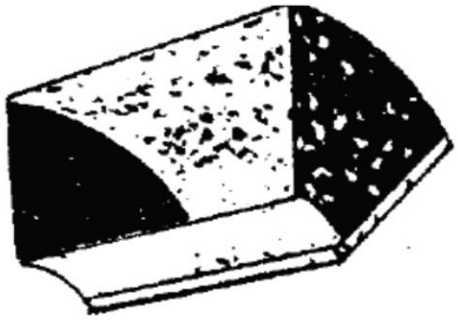
- Often fabricated in two L-shaped halves to simplify handling with final assembly being made in the field
- has a wider range of sizes
- has a cross break which,
- adds rigidity
- Eliminates “oil canning” noises



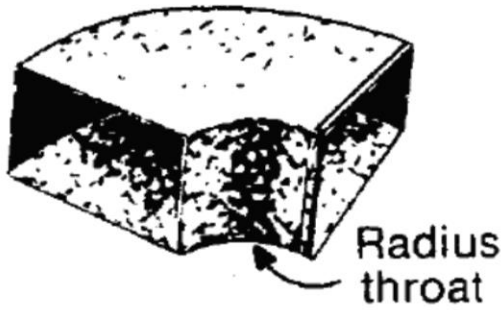
Elbows & Angles:



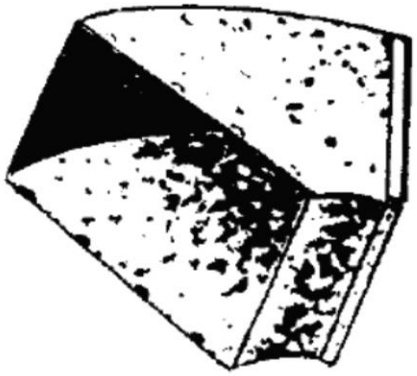
90° Duct Elbow—Vert.
(Short Way)



45° Duct Angle—Vert.



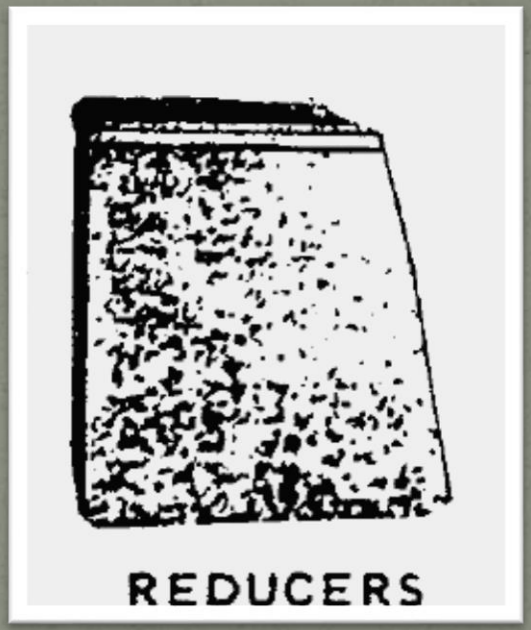
90° Duct Elbow—Horiz.
(Long Way)



45° Duct Angle—Horiz.
(Long Way)

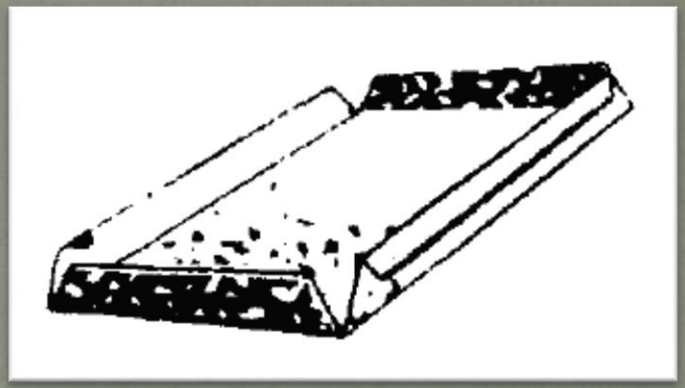
Reducers :

Allow for a smooth transition from one trunk duct size to a smaller size.



End Cap :

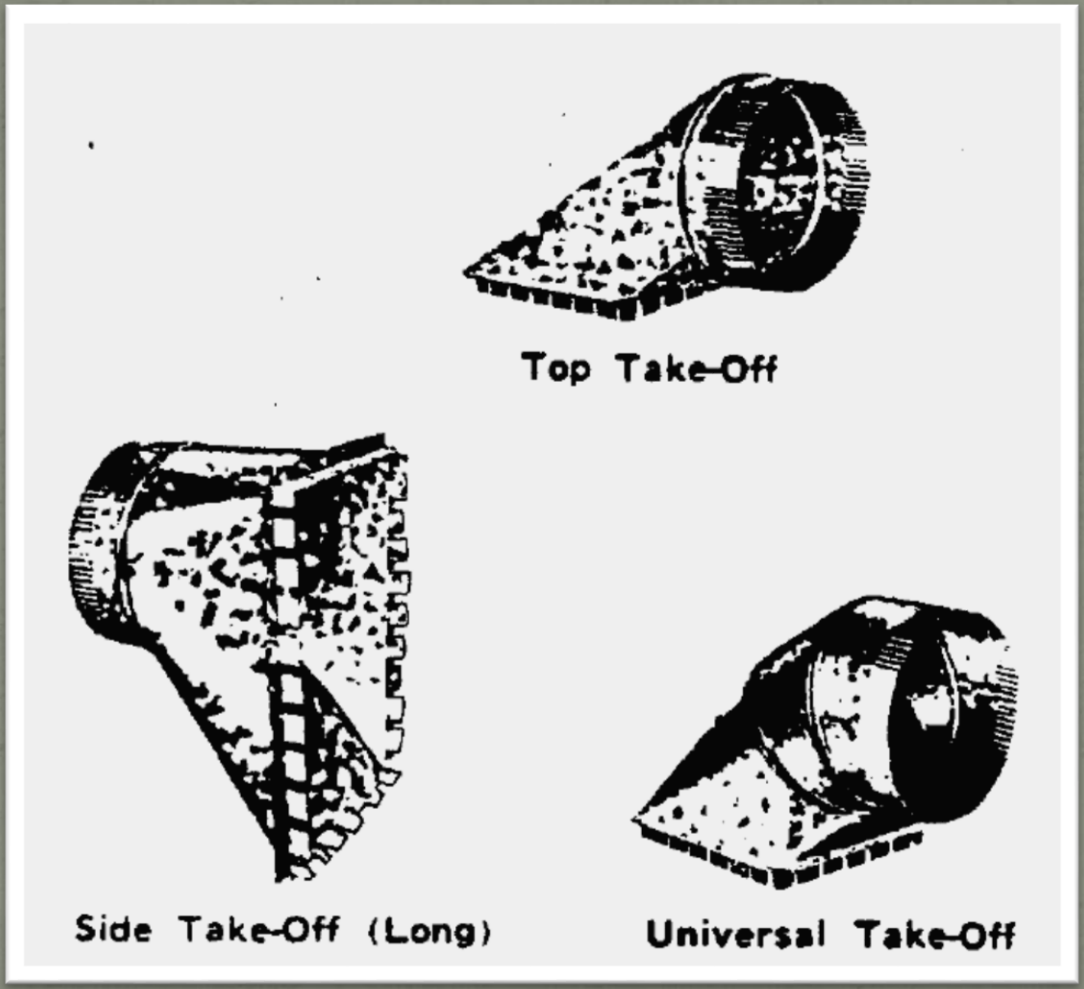
End caps are used at termination **of duct runs.**



Round Branch Ducts and Fittings :

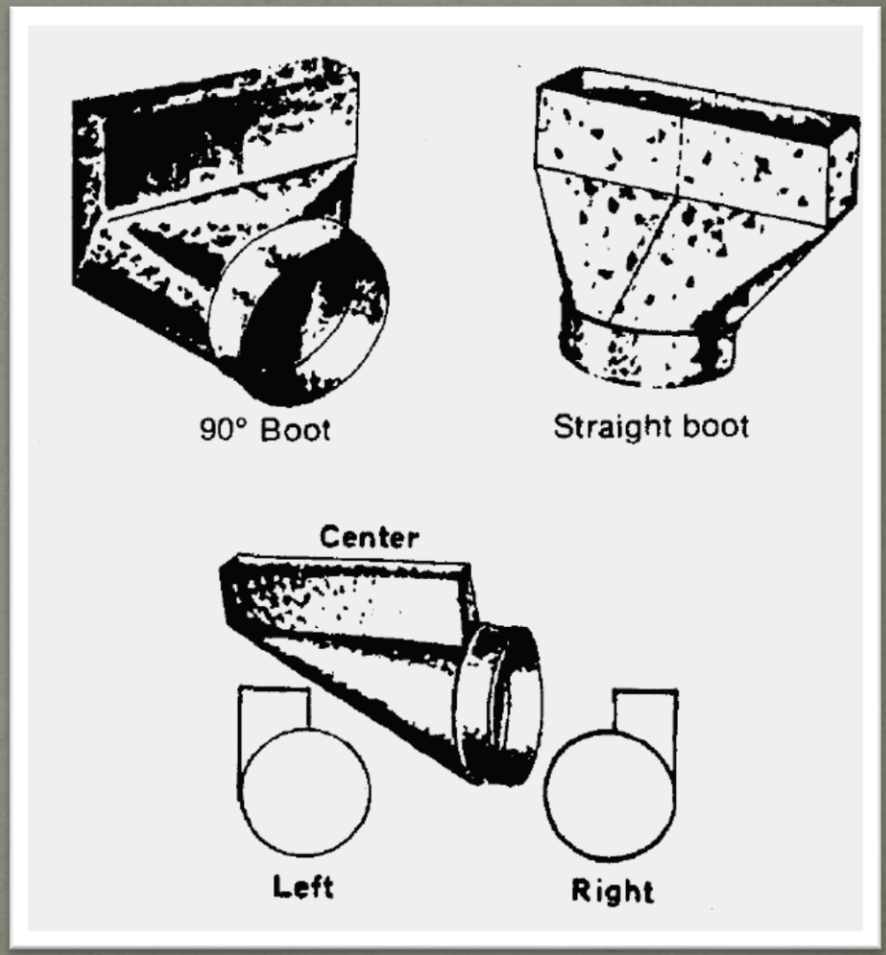
- Branch ducts are the smaller
- individual ducts that run from the main trunk duct to individual outlets
- The use round branch ducts are popular because of several advantages
- Less costly than rectangular duct
- Good air flow characteristics
- Fewer types **of fittings required**
- More readily available

Takeoffs :



Register Boots :

- provide a transition from round duct to a rectangular opening for a floor or ceiling register.
- Some boots incorporate an integral balancing damper.
- However. where accessible. a balancing damper, located in the branch duct close to the trunk, provides more positive and quieter air volume control .

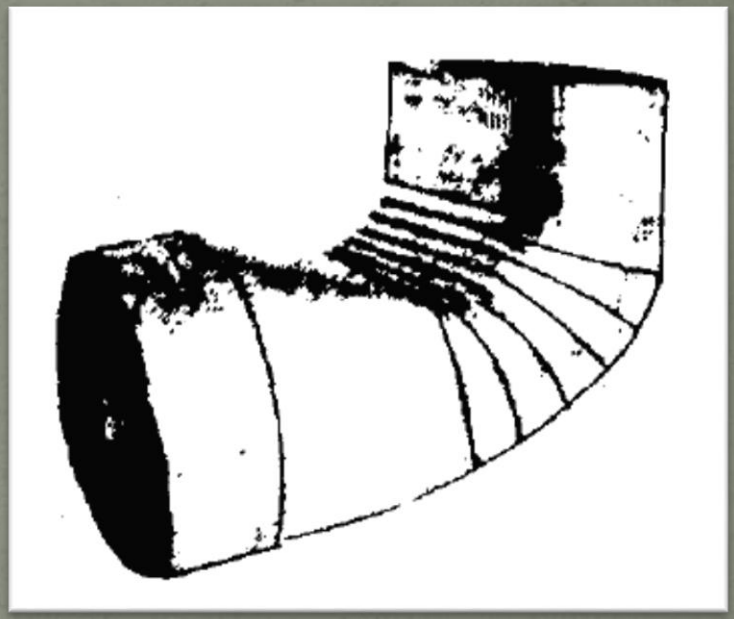


Oval Duct and Fittings :

- **Advantages :**
  - Adaptability-coordinates well with round duct systems
  - Low cost-oval duct is approximately one-half the cost of the rectangular equivalent
  - Simplicity-a few universal round and oval fittings replace a multitude of special rectangular fittings
  - Performance-systems perform comparably with rectangular wall stack **and fittings.**
- Longitudinal seams are snapped together in the field similar to round duct.

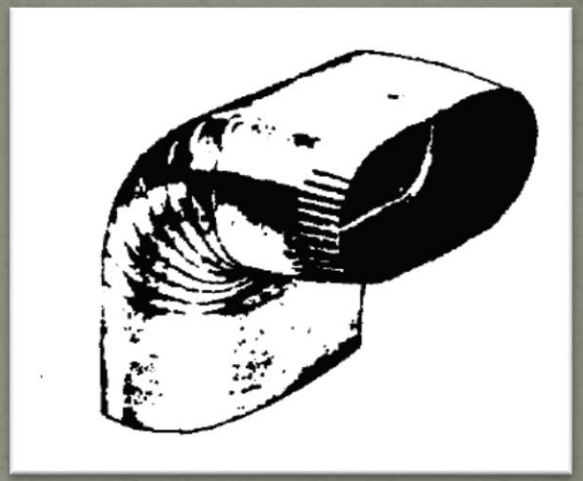
Oval to Round Boots :

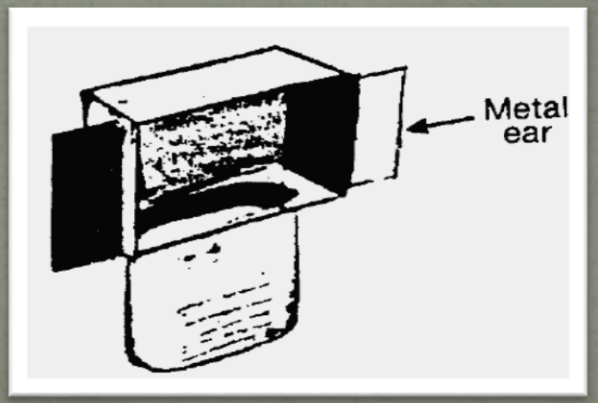
- used to change direction and to
- make a transition from round to oval shape.



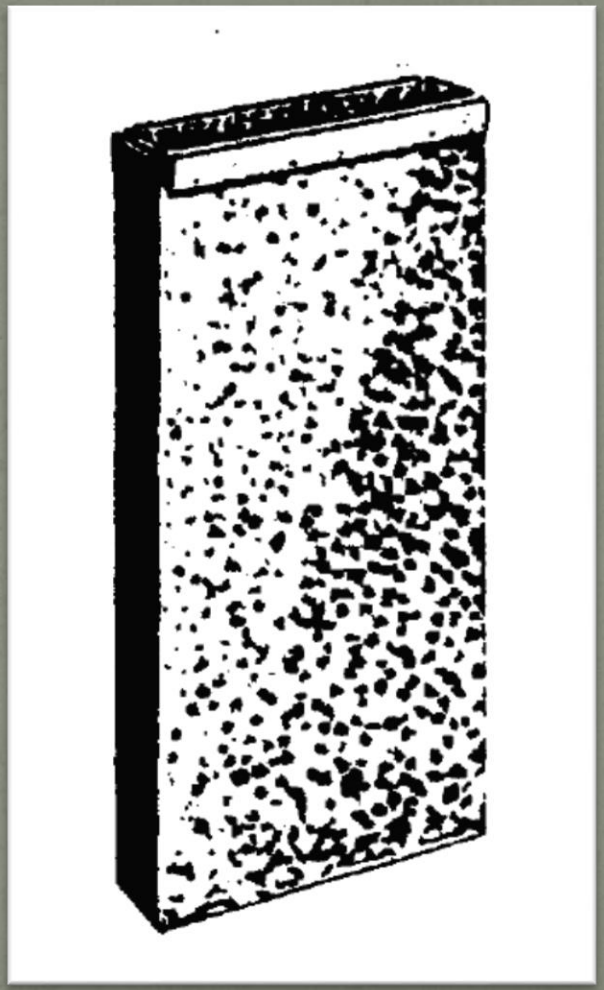
Oval Elbows & Stackheads :

used occasionally to change direction of **oval pipe,** Oval stack heads terminate an oval wall stack where an outlet occurs in the wall





wall stacks :

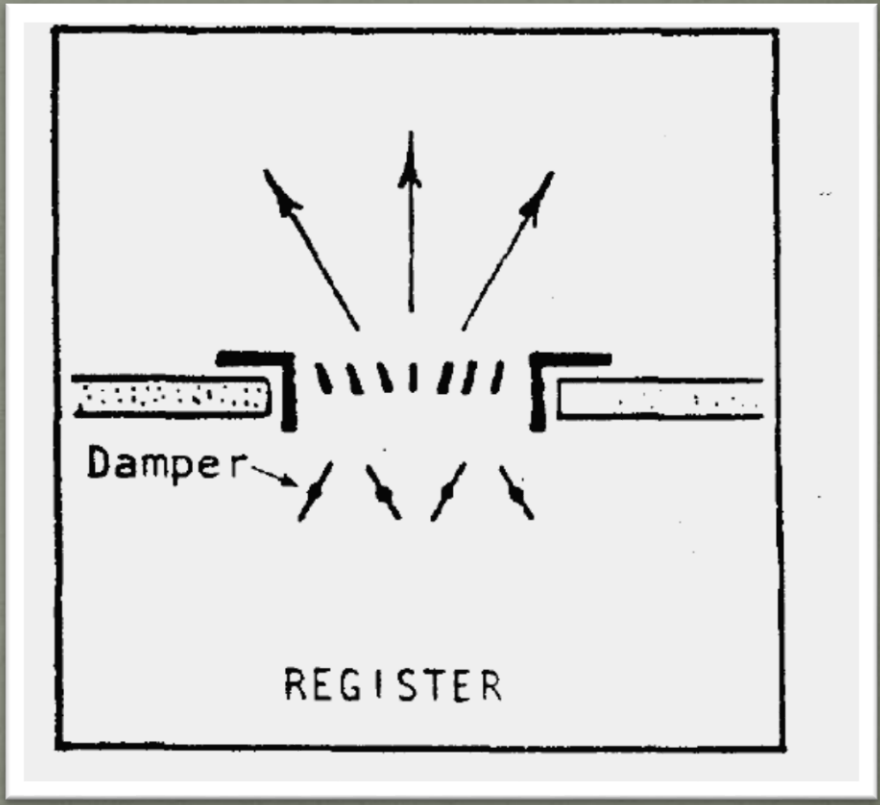


Outlets and Returns :

- Grilles, registers and diffusers are used at supply outlets or return inlets.
- Grilles generally are used to cover return inlets
- Registers or diffusers are usually used at supply outlets to control air delivery

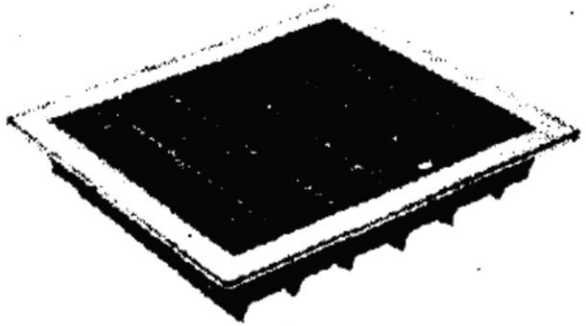
Registers:

- A register is a grille with an operable damper or control valve attached.
- The air delivery pattern from a register can range from perpendicular to fan-shaped.
- Two types of dampers are commonly used on registers:
- single-blade dampers and
- opposed blade dampers
- Available in three main variations for floor. baseboard or wall applications.



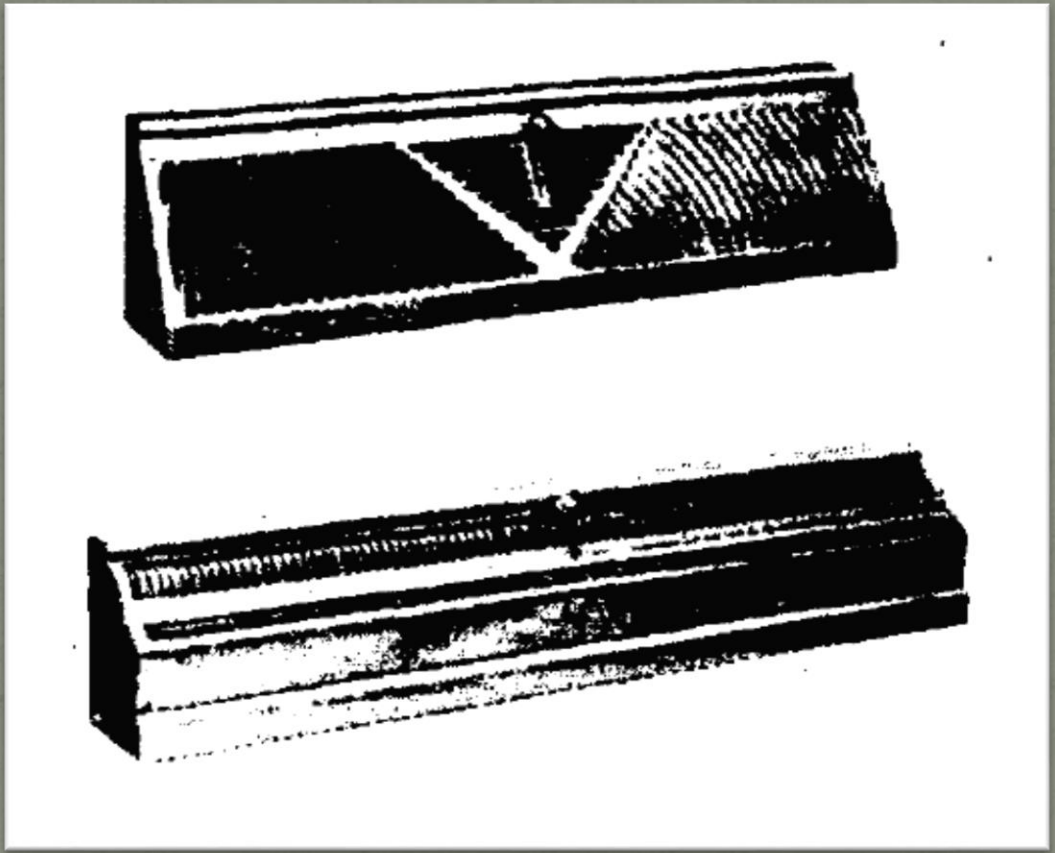
Floor Registers :

Typical floor register adaptable to most forced air systems

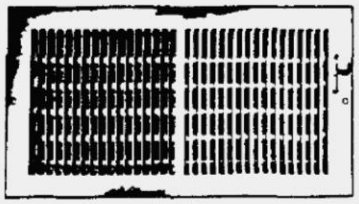


Large heavy duty floor register used with gravity systems

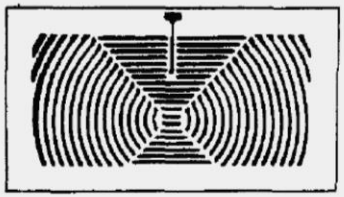
Baseboard Registers :



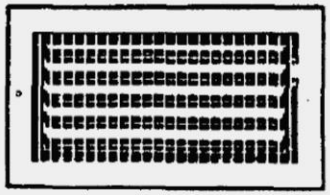
Wall Registers :



Standard residential wall register
with fan shaped air delivery



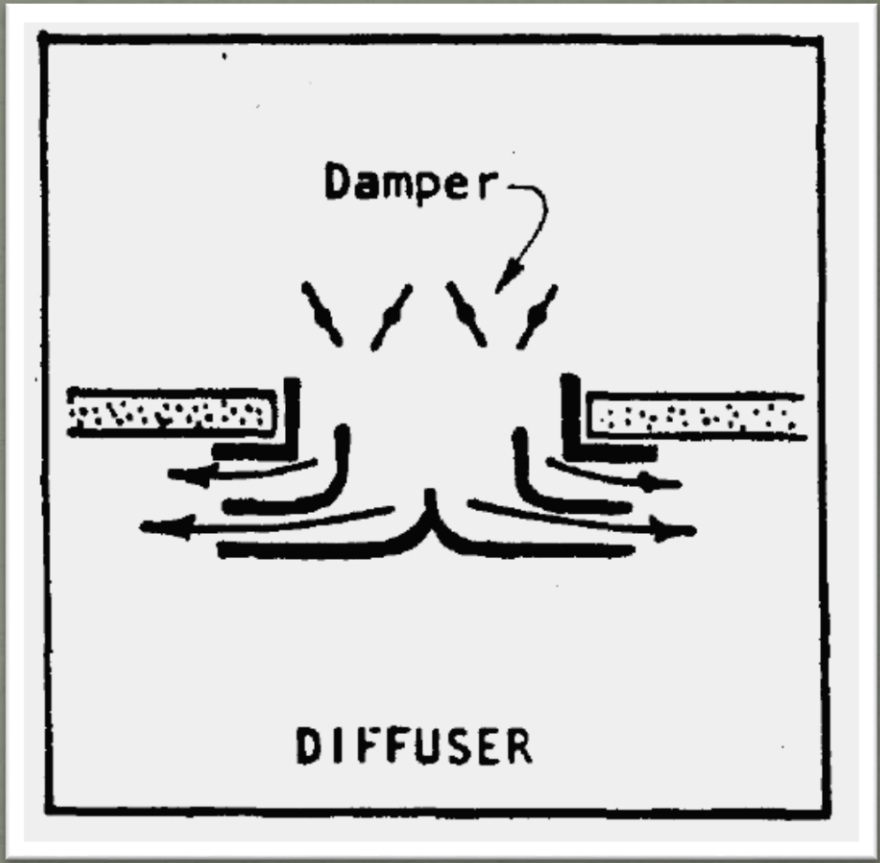
Multidirectional register
usable as a ceiling diffuser



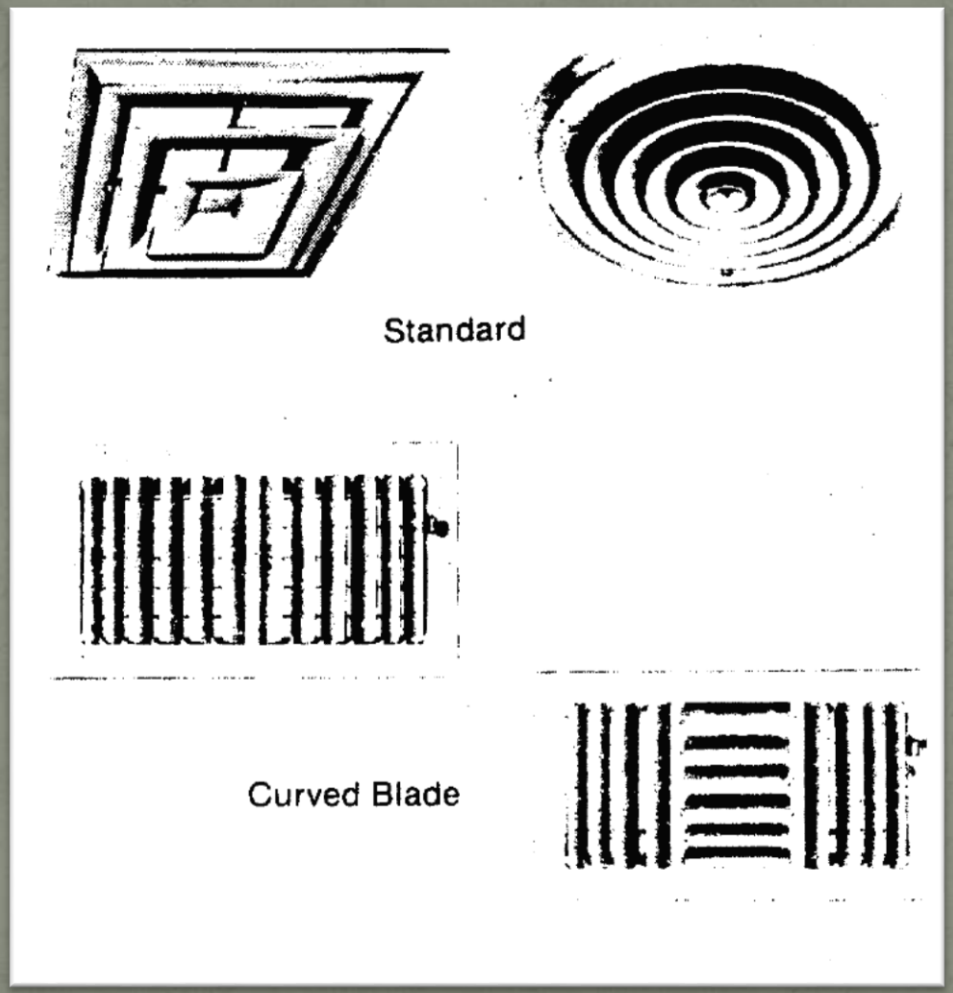
More costly light commercial register with movable louvers which can be individually adjusted

Diffusers :

- They are special type of register which delivers air parallel to adjacent surfaces.
- commonly used in ceiling applications
- Ceiling diffusers provide superior air distribution patterns for cooling

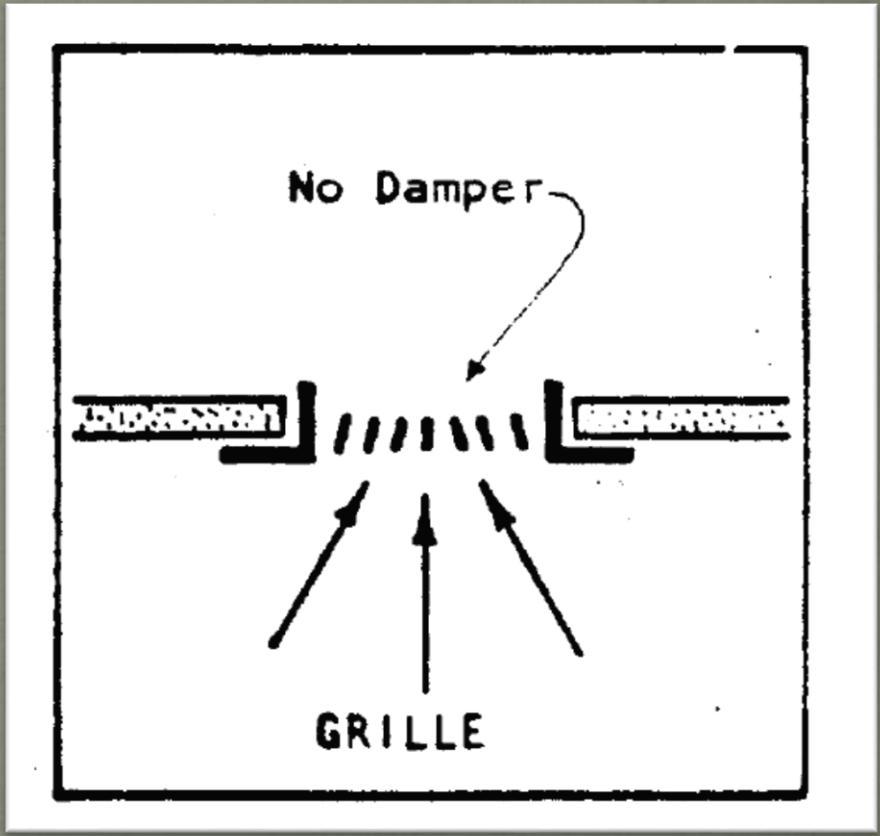


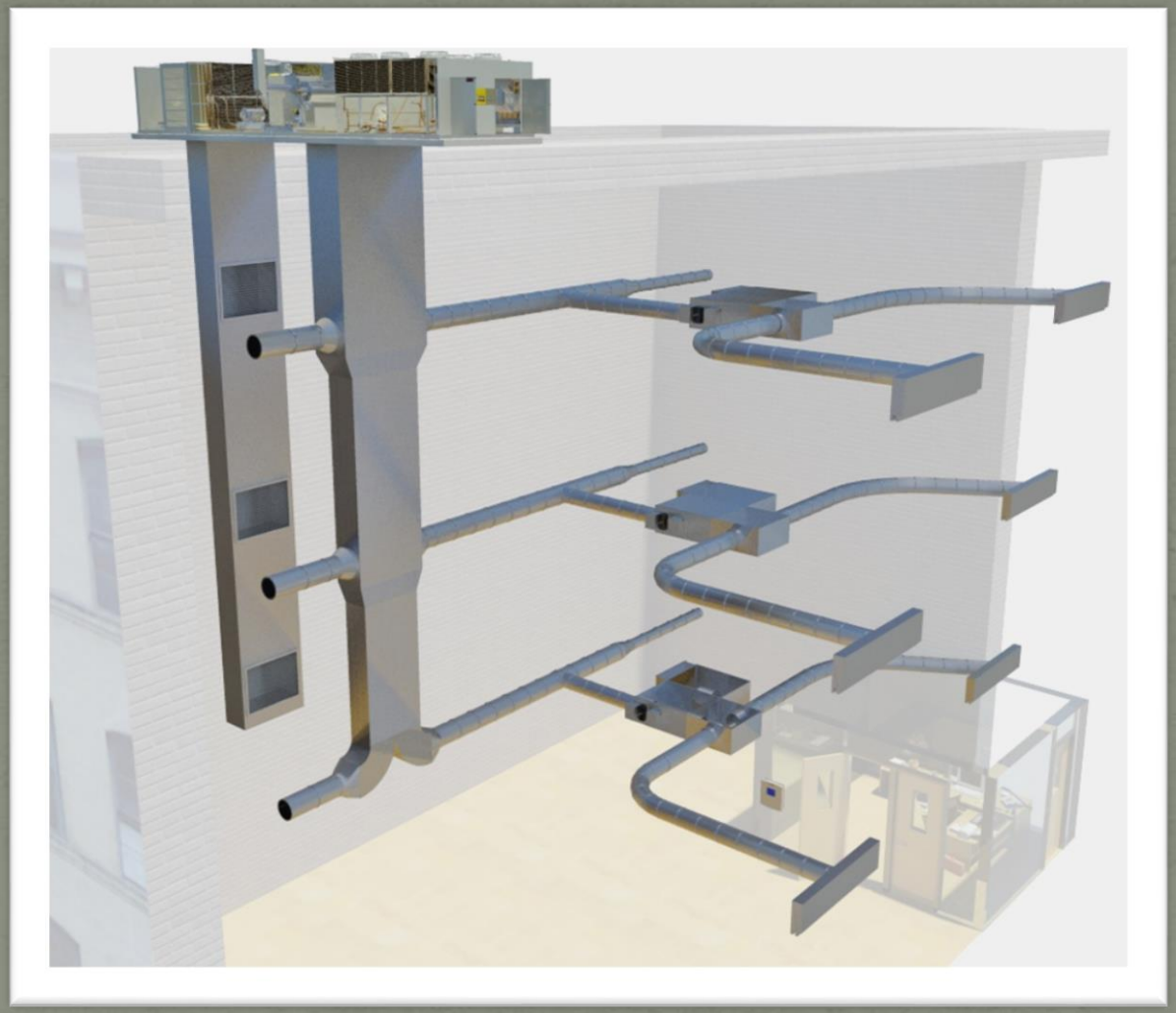
Standard Ceiling Diffusers:



Grille :

- A grille is a covering with fixed louvers and no damper mechanism for any outlet or intake.
- Grilles are normally used at return air intakes
- THEY provide no means of regulating air flow.





ـ ثانيا : الإضاءة :

تعتبر الاضاءة أحدي الوسائل التي تساهم في تهيئة الأطار الصحى للانسان . فبالاضاءة الصحيحة ، التى تفى بمتطلباته المختلفة تتحسن حالته الصحية والنفسية ، فيرتفع مستوى انتاجه.

والاضاءة ايضا أحدى وسائل التشكيل الفنى ، نستخدمها لاثراء الخيرات الداخلية والخارجية ، بالاضافة الى كل من وسائل التشكيل الاخرى من لون ومادة ... الخ . كما لاننسى دور الاضاءة فى فن الاعلان والدعاية ، فالتاثير الحسن للاضاءة الناجحة للفترينات مثلا بالمحال التجارية تساهم بالطبع فى زيادة معدل البيع .

- و الأضاءة إما أن تكون إضاءة طبيعية مصدرها الشمس أو صناعية ونحصل عليها إما من إحتراق قطعة خشب أو إشعال شمعة او مصباح الجاز مثلا ، فتنتج منها جميعا الطاقة الضوئية بالاضافة الى الطاقة الحرارية ، اونستعين بالطاقة الكهربائية التى هى أفضل صور الطاقة للحصول على الطاقة الضوئية .
فهذه الطاقة الكهربائية يمكن إختزانها اونقلها بسهولة من مكان ،نتاجها الى مكان إستهلاكها ، كما تتمز برخص تكاليفها نسبيا .
وقد شكل إختراع اللمبة الكهربائية تطورا كبيرا ، فمنذ ذلك الحين بدات الابحاث فى علم الاضاءة تتقدم بإيقاع اكثر فاكثر سرعة لتحقيق الصورة المثلى لراحة الانسان ، والتى نود للمهندس المعمارى أن يساهم بدوره لتحقيقها .
- فنرى أساليب الاضاءة قد تطورت سريعا فى مساكننا ومحل أعمالنا...

الضـــوء .

إن الادراك هو العملية التى تجرى فى أعيننا عندما نحاول أن نحدد صورة معينة لأشياء تختلف فى الوانها وتركيبها بواسطة الضوء المنعكس الينا من هذه الاشياء وما يحيطها وإن تحديد مسطحات وحجوم هذه الاشياء يمثلها الاساس الفزيائى لتشكيلها والعقل يجاهد قدر إستطاعته ويتفاعل مع هذه الاسس ليكون لنفسه صورة واقعية ليحدد التشكيلات إن عقولنا تنظم وتوحد التاثيرات الضوئية حتى تستكمل منها صورة محددة كغرفة محيطة بنا مثلا _إن الضوء هوالذى يجعل كل شئ يرى وهذا الذى يسبب إحساسنا بالماده وبشكلها مما يوصله من أشعة منعكسة الى عيوننا .

- والاشعة الضوئية ليس لها نظام ذاتى خاص بل نحن اللذين وننظم هذه الاشعة فى أذهاننا لنكون لنفسنا صورة واقعية من العالم الطبيعى المحيط بنا هذا الاحساس بمعرفة الاشياء ورؤية مسطحاتها وإدراك حجومها ليست من الافعال الطبيعية البسيطة والبديهية كما يخيل الينا انها عملية تدريبية شاقة إستلزمت جهدا ومجهودا غير قليل من الانسان فى مراحل طفولته قبل سن الادراك للتعرف على الاشكال وتفهم معانيها إنتقديرنا للاشكال المحيطة بنا يختلف بإختلاف الوسائل والطرق التى الى إكتساب المعرفة فاللون يختلف الاحساس به من شخص الى آخر وبعض الناس يرى اللون السيانى (مجموع الاخضر والازرق) مائلا الى الاخضرار والبعض اللآخر يرى نفس اللون مائلا الى الازرقاق .

- لأن إدراك الاشياء يعنى تميزها اى إختيارها والانسان تلفت انتبهه اشياء عن أشياء فاللون النقى القوى يلفت النظر عأكثر من اللون القاتم أو الباهت الفزيقى وهى خاصية يعرفها مصممو الاعلانات وفى العمارة نجد أن الاماكن شديدة الاضاءة تسترعى الانتباه أكثر من المظلمة كما يحدث فى المسارح إذن فالعامل الاول لادراك الاشياء هو درجة سطوعها .
- يأتى بعدها عامل الحركة فالشئ المتحرك يلفت النظر أكثر من الثابت وهى الخاصية التى استعملت كثيرا فى العرض والاعلان المضئ المتحرك دليل على ذلك والمياه الجارية فى الحدائق والمتحركة فى النافورات تشكل عنصرا بارزا فى العمارة الثانية وحركة الشمس وتغير الظلال على المبانى له إيحاء مميز خاص .

- توزيع الانوار .

تنعكس الاناره من على سطح المبنى بينما تكون المساحات واقعة فى الظل إن تعذر وصول النور اليها يعطى كل من النور والظل احساسا بعمق اى منشأه يضع المصممون الناجحون مخططا تتوزع منه خطوط النور والظل بعناية فائقة مما يحقق توافقا بين المساحتين هاتين لهذا ينبغى على المصمم فصل السطوح القادرة على عكس النور عن ذلك الماصة للضوء وتتميز السطوح الكاسرة للضوء عن تلك المنفذة كما ينبغى أن يتذكر المصمم أن التعرض المتواصل للنور يقلل من امكانية رؤية الاشياء بوضوح تام . وهذا ما نلاحظه فى الحقيقة عند ادامة النظر على بقعة داكنة أو ساطعة الانارة ونحتاج الى فترة من الوقت لتعيد للعين قدرتها على التكيف ، والبدأ من جديد ، لرؤية الاشياء كما هى .

أنواع الاضاءة .

- **تنقسم الاضاءة الى :**

1- إضاءة طبيعية :

تصدرها الشمس وتتوقف خواصها على حالة الطقس فإذا كانت السماء صافية دون سحب أضيئت الوجهات بشدة كما قويت الظلال الناتجة عن البروزات وتأكدت الدخلات تتاخذ الوجهات مسارها السيولى الدائم الحركه تبعا لحركة قرص الشمس فى مساره أما اذا تلبدت السماء بالغيوم فتضعف كل نباتات الظل والنور مما يفقد التجسيم قوته ولا يبقى فى التأثير الا الخطوط الرئيسية للوجهات وكل ما يهمنا فى هذا الموضوع هو مايجب أن يقوم به المهندس المعمارى من استخدام جيد وسليم للاضاءة الطبيعية بحيث يخدم تصميماته المعمارية .

فعلى المهندس المعمارى :

- دراسة حركة الشمس بعناية على الوجهات واختلاف زوايا سقوطها باختلاف توجيه المبنى بالنسبه للوجهات الاصلية وعمل المعالجة الملائمة للوجهات تبعا لكمية الضوء المرغوب فيها بالداخل .
- ويتضح ذلك من التطبيقات التالية :
- الوجهات البحرية نظرا لعدم وصول أشعة الشمس لها فى بلادنا فيمكن أن تكثر فيها المسطحات الزجاجية لدخول الضوء الطبيعى للحيزات الداخلية .
- الوجهات الشرقية والغربية يلزمها كاسرات لاشعة الشمس رأسية الوضع ومنحرفة زاوية مدروسة إذا ما أريد حجب أشعة الشمس عن الدخول بالحيزات الداخلية .
- الوجهات القبلية يلزمها كاسرات لأشعة الشمس افقية الوضع كذلك لان حرية المهندس المعمارى فى توزيع الضوء الطبيعى بالداخل تمتد لتشمل تلوين هذا الضوء من خلال الزجاج المعشق بالنوافذ فى هذة الحالة لايظهر الضوء كعنصر إظهارا حيوية الأشكال ولكن كعامل ابداع هو داخلى خاصة يتسم بالحيوية .

2- إضاءة صناعية :

- _ ربما يكون مصدرها وحدة اضاءة عادية أو وحدة فلوروسنت ولقد سمح إستخدام الإضاءة الصناعية بتحديد وقت لأماكن الضوء والظل وحساب شدتها وتحديد خاصيتها بكل دقة.

منبعها الثانوى : بخلاف لمبات الكهرباء التى تضئ مختلف الحيزات فتزيد شدة استضاءة الاسطح المحيطة من حوائط وأسقف وأرضيات ..... الخ هذه الاسطح تؤثر بدورها فى زمن شدة استضاءة الاسطح إذ أنها تعكس جزءا من الفيض الاضائى الواقع عليها وتعتبر هذه الاسطح فى هذه الحالة منابع ثانوية للضوء .

- تقوى شدة الاستضاءة على سطح العمل اذا كانت المنابع الثانوية المحيطة فاتحة اللون اى عندما يكون لهذه الاسطح معامل إنعكاس مرتفع وهكذا باعادة طلاء حجرة غامقة اللون أصلا بطلاء فاتح اللون فاننا نلاحظ ارتفاع شدة الاستضاءة على سطح العمل .

ـ المشاكل الواجب على المهندس المعمارى حلها :

- وهي تختلف عن تلك التى تفرضها الاضاءة الطبيعية ويتضمن هذا النوع من الاضاءة تنوعا كبيرا لتطبيقاته الممكنة منها ما يرتبط بتجسيم الاشكال من الخارج وكذلك إظهار حيوية الحيزات الداخلية بالاضاءة الصناعية .

ـ بالنسبة للإضاءة الصناعية الخارجية :

- الاضاءة الخارجية ليلا بالكهرباء بخلاف إضاءتها بالشوارع والميادين تستعمل ايضا للدعايه والاعلان لجذب إنتباه المارة أو يقصد منها تأثير شكلى لابراز التشكيل المعمارى للمبانى وخطوطها الرئيسية حتى يستمر المبنى فى المساهمة فى الهدف التشكيلى المخصص لها نهارا وليلا .

- **تستعمل الاضاءة الخارجية الصناعية** فى إضاءة المبانى الحكومية والعامة **وربما ما حولها لاظهار عظمة المدي**نة وقيمتها الجمالية أو التاريخية .
- بالنسبة **للاضاءة الصناعية بالحيزات** الداخلية **إستطاع الانسان أن يحسنها و ينوع من** تأثيراتها حتى تقاربت مع الاضاءة **الطبيعية فى خواصها** فقد أعطت الكهرباء الحلول الكافية سواء بوحدة إضاءة واحدة أو بوحدات موزعة بطريقة **تحقق للحيز الداخلى تكاملا فى إضاءته يستطيع بها الانسان ممارسة** نشاطه بسهولة .

ـ أساليب واجهزة الاضاءة .

- تتطلب الاضاءة الجيدة للحيزات إتباع أساليب معينة لاستعمال لمبات الكهرباء السابقة الذكر ، كما اننا قد ندمج هذه اللمبات باختلاف انواعها واشكالها فى أجهزة إضاءة بهدف تحسين ظروف الاضاءة وذلك برفع مستوى شدة الاستضاءة على سطح العمل ، أوتقليل ضياء اللمبة أو تحسين المظهر العام لتشارك بدورها التشكيلى مع مراعاة الناحيتين السيكولوجية و الفسيولوجية للانسان
يمكننا أن نميز خمسة أساليب يحدد كل منها تبعا لطريقة توجيه الضوء على المستوى الذى يتم فوقه عمل ما . ويكون هذا المستوى فى أغلب الحالات أفقيا ويقع على إرتفاع 80 سم فوق مستوى ارضية الحجرة (ارتفاع منضدة او مكتب) إلا انه قد توجد حالات خاصة ، مثل حالة ورش المسابك حيث سطح الارض هو المستوى الذى يتم عليه العمل ، كذلك حالة مخازن الكتب بالمكتبات العامة حيث نجد مستوى العمل هو ذلك المستوى الذى نقرأ عليه عناوين الكتب وهو مستوى راسى يبعد حوالى 30 سم عن مستوى الحائط .
- وإننا فى سردنا التالى لأساليب الاضاءة المختلفة سنكتفى بحالة المستوى الذى يتم فوقه العمل افقى الوضع .

1- الاضاءة المباشرة :

- كما فى حالة إستعمال لمبة توهج مركب فوقها عاكس معدني حيث نجد كل الفيض الضوئى للمبة موجه الى أسفل ويقع فوق سطح منضدة العمل كما يوضحه ايضا منحنى القطبى له وعموما يغشى فى هذه الاضاءة المباشرة من الظلال الشديدة فوق سطح العمل بالنسبة للاعمال العادية ولو ان هذا الاسلوب من الاضاءة ربما يناسب إضاءة الورش والمخازن حيث يكون السقف مرتفع وغامق اللون كما ينسب التركيز لأتمام أعمال دقيقة مثل اعمال الحفر أو تصفيف الحروف بالمطابع حيث يساعد الظل على إظهار الحروف وبالتالى تلافى الخطأ .

2- الاضاءة الشبه مباشرة :

- كما فى حالة إستعمال لمبة توهج مركب فوقها غطاء نصف شفاف فى حيث نجد الجزئ الاكبر من الفيض الضوئى للمبة يتجه الى أسفل فى فى حين نجد من 15 % الى40 % من الفيض الضوئى للمبة ينفذ من خلال الغطاء العلوى النصف شفاف وينبعث الى أعلى كما يوضحه منحنيه القطبى و فى هذه الحالة تكون الظلال أقل شدة عما فى الحالة السابقة ويصلح هذا الاسلوب من الاضاءة للحيزات الداخلية بوجه عام حيث نجد تباينات الضياء بين الاسطح المضاءه والاسطح الواقعة فى مناطق الظل لا تتعدى النسب المسموح بها والتى ستعطى فيما بعد وذلك إذا ما كانت الحوائط والاسقف باللون الفاتح .

3- الاضاءة المزدوجة أو المختلطة :

- كما فى حالة إستعمال لمبة توهج مركب عليها جلوب من الزجاج المصنفر حيث نجد أن من 40 % إلى 60 % من الفيض الضوئى موجه إلى أسفل فى حين تجد الباقى منه موجه لاعلى ، تتطلب هذه الحالة مثل سابقتها – أن تكون الحوائط والاسقف فاتحة اللون .

4- الإضاءة شبه غير مباشرة :

- كما فى حالة استعمال لمبة توهج مركب اسفلها غطاء نصف شفاف حيث نجد الجزء الاكبر من الفيض الضوئى يتجه الى أعلى فى حين نجد الجزء الباقى من 15 % إلى 40 % من الفيض الضوئى يتجه إلى أسفل من خلال الغطاء نصف الشفاف للمبه هذا الاسلوب من الاضاءة ليس اقتصاديا فى حالة الحجرات ذات الارتفاع الكبير ، إذ يضيع تأثير إنعكاس الضوء على الاسقف ليصل إلى سطح العمل . كما يستلزم هذا الاسلوب من الإضاءة أن يكون سقف وحوائط الحجرة فاتحة اللون حتى ينعكس الضوء عليها . وأننا نجد فى هذا الاسلوب عامة أن الظلال قد تضعف كما تقل تباينات قيم الضياء بين الاسطح المضاءة ، مما يريح العين .

5- الإضاءه الغير مباشرة :

- كما فى حالة استعمال لمضة توهج مركب أسفلها عاكس معدنى ، حيث يوجه الفيض الضوئى للمبه بالكامل إلى أعلى في هذه الحالة ينعكس الضوء على الاسقف والجزء العلوى من الحوائط ويستطير ، فتضعف الظلال إلى حدها الادنى . يناسب هذا الاسلوب من الإضاءة مكاتب العمل والفصول الدراسية وصالات القراءة بالمكتبات العامة ، ولو أنه قد يخشى من إعطاء شعورا بالتسطيح وعدم التجسيم مما يسبب الملل لذلك فلا يفضل أستعمال هذا الاسلوب وحده في المتاحف وخاصة متاحف الفن التشكيلى المجسم ، وكذا صالات الطعام ومحلات بيع المجوهرات والكريستال ، مما يجعلنا نوصى باستعمال بعض أجهزة إضاءة مباشرة مركزة لإعطاء الحيوية للحيزات خاصة في المساكن وبعض الصالات العامة .

ـ أجهزة إضاءة :

- يقصد بجهاز الإضاءة كل ما يضاف على اللمبه الكهربائية لتركب معه سواء كان عاكسا بسيطا أو أباجور أو جلوب أو نجفه تعلق بالسقف .. لنحقق به إضاءة ملائمة وذلك بأحدى أساليب الإضاءة السابقة الذكر .
- كذلك لا ننسى توافق حسن المظهر والرونق الجذاب لجهازالاضاءة فيه تنبثق الحيوية ليلا كما يساهم جهاز الإضاءة بقسط كبير فى تشكيل الحيزات أثناء عدم إضاءة ليلا كما يشترط فى جهازالإضاءة المتانة وسهولة التركيب والفك وإلا ينتج عنه سخونة عالية للمبة أو للماسك كما يشترط فى الجهاز سهولة النظافة والصيانة إذ أن الأتربة التى تتراكم فوق أجزائه تعمل على أمتصاص الضوء بنسبة قد تصل إلى 40 % أو 50 % من الفيض الضوئى المنبعث من مجموع لمبات الجهاز ، مما يحتم وضع أجهزة الإضاءة بحيث يمكن الوصول اليها بإمكان تنظيفها من آن لأخر .

وتصنع أجهزة الاضاءة من مواد مختلفة يمكن تصنيفها إجمالا إلى ثلاث مجموعات :

أ- مواد معتمة (غير شفافة) :

- مثل الرقائق المعدنية عامتا وهى التى لا تستطيع أشعة الضوء أن تمر خلالها .

ب – مواد شفافة :

- كالزجاج العادى وهى التى تسمح للضوء أن يمر خلالها فيمكننا أن نميز بوضوح تام الأشياء الموضوعة خلفها .

ج – مواد نصف شفافة :

- مثل زجاج الأوبالين والزجاج المصنفر ، وهى التى تسمح بتمرير جزءا فقط من الضوء خلالها ، فلا نستطيع أن نميز بوضوح صور الأشياء الموضوعة خلفها .

ـ التأثيرات السيكولوجية والفسيولوجية للضوء .

- بجانب التأثير المكمل يتم الاختيار بين مختلف أنواع اللمبات ، وكذا أجهزة وأساليب ألاضاءه وفقا لحاجة الانسان سيكولوجيا و فسيولوجيا للضوء .
- فكل عمل يقوم به الانسان يلزمه كمية من الضوء تختلف كما وكيفا من عمل لآخر فبالنسبة للكم الضوئى فنعنى به مقدار الفيض الضوئى الكلى الواجب إستعماله للحصول على شدة الاستضاءة الواجب توافرها لكل عمل من الاعمال والتى ذكرنا قيمها من قبل ونعنى بالكيف كل مايتميز به الضوء من خواص وأهمها لونه فكأن العين تتعرض فى النهاية لقيم ضياء ولن للضوء وللتباينات المختلفة بين كل هذا واننا بالدراسة المنطقية المضبوطة لها جميعا نستطيع أن نصل الى راحة العين والنفس .
- ولنبدأ الان بدراسة التأثيرات السيكولوجية ثم نتناول بعدها التأثيرات الفسيولوجية للضوء على عين الانسان .

أولا: التأثيرات السيكولوجية :

- يرجع الاثر السيكولوجى بالضوء على الانسان الى كل من قوته ولونه فكما قلنا يجب أن يكون للضوء بقوة إضاءة كافية حتى نحصل على شدة الاستضاءة الواجبة على سطح العمل . وكلنا نحس الأثر الضار إذا ما قلت شدة الاستضاءة على سطح العمل وبالتالى عدم تمكين العين الرؤية الحسنة مما يوحى لنا سيكولوجيا بالضيق وما يسببه ذلك من كثرة الخطأ وبالتالى ارتباك العمل .
- وبالنسبة للون الضوء فإذا وقع هذا الضوء الملون على الاسطح المختلفة فإنه بالطبع يغير من الوانها وبالتالى تتغير ردود الفعل لدى الإنسان وربما تكون الهزة السيكولوجية لدينا عنيفة لرؤية الاشياء مضاءة بطريقة غير مألوفة .

- وعليه فعند اختيار لمبة الاضاءة علينا أن نضع فى الحسبان لون الضوء الخارج منها والنتيجة النهائية لالوان الاشياء والاسطح المحيطة فبعض أنواع اللمبات مثل لمبات التوهج التى تنتج ضوءا يميل للاصفرار وكذا بعض من لمبات الفلورسنت تنتج ضوءا مائلا للاحمرار مما يوحى بالدف والسخونة , كما توجد لمبات فلورسنت تنتج ضوءا يميل الى الزرقة مما يوحى بالبرودة .
- وهكذا بالاستعمال الصحيح لانواع اللمبات المختلفة يمكننا أمن نحصل على الاتزان السيكولوجى فمثلا إذا لجئنا الى استعمال لمبات التوهج للحصول على الاحساس بالدف خاصة بالنسبة للحجرات الموجهه لناحية الشمال وكذا الحمامات فى مساكننا فأننا نوصى باستعمال لمبات الفلورسنت ذات الضوء الابيض الضارب بالزرقة للحجرات الموجهة ناحية الجنوب وذلك كله للإيحاء باعتدال الطقس فى كلا الحالتين .
- ومن الناحية العاطفية فإن للالوان تأثيرات سيكولوجية وقلنا أن الفاتحة منها أكثر ديناميكية كما أن الساخنة محركة فى حين أن الباردة مهدئة مريحة .
- كذلك الاثر المتسبب عن خداع البصر فالالوان الباردة تعطى اتساعا للحيز إذا تحسها العين أبعد من حقيقة مكانها فى حين أن الالوان الساخنة تحسها العين أقرب لها من حقيقة مكانها . وأما الالوان الصفراء فتحسها العين وكأنها على بعدها الحقيقى بالنسبة لها .

ـ ثانيا : التأثيرات الفسيولوجية :

- تتلخص التأثيرات الفسيولوجية للضوء على الإنسان فى النقاط الأتية :

1- حدة الابصار : وهى إمكانية العين تمييز التفاصيل . وتقاس حدة الابصار عند الإنسان بطريقة الدائرة المفتوحة فيطلب من الشخص الذى تجرى عليه التجربة الجالس على بعد ستة أمتار عن لوحة الدوائر المتدرجة المقاسات (قطرا وسمكا) أن يحدد اتجاه فتحة الدائرة من بين الاربع احتمالات الممكنة لها .

- وتتوقف حدة الابصار على كلا من :

أـ شدة الاستضاءة :

- إننا نحصل على الحد الاقصى لحدة الابصار بشدة استضاءة تتراوح بين 5000 حتى 20000 لوكس . كما نجد أن أى زيادة فى شدة الاستضاءة تقلل من حدة الابصار لدى الإنسان .

- وتتوقف شدة الاستضاءة – كما بينا – على نوع العمل المطلوب إنجازه , فإذا ما أحتاج الجراح لشدة الاستضاءه تتراوح من 10000 حتى 20000 لوكس لاداء واجبه بالحد الاقصى من الدقة فإن العامل الذى يقوم بأعمال عاديه (حمال مثلا) يكفيه من 50 إلى 70 لوكس للقيام بعمله وهكذا تتدرج شدة الاستضاءة اللازمة لاعمالنا المعتادة من 50 إلى 1000 لوكس تبعا لدرجة الدقة التى يتطلبها العمل .

ب- التباين :

- كما تتوقف حدة الابصار على شدة التباين بين الشئ المرئ والسطح الموجود خلفه سواء فى اللون أو فى الضياء .

ج – التكوين الطيفى للضوء :

- حيث تقوى حدة الابصار باستعمال الاضوء الاحادى اللون فى الاضاءة مثل ضوء لمبات بخار الصوديوم .

2- سرعة الإدراك : يلزم للعين فترة من الوقت لتستوعب بالكامل الشئ الموضوع أمامها فتتجاوب لرؤية , وتتوقف هذه الفترة الزمنية على حالة العين (سليمة أو متعبة) التى كانت عليها قبل الرؤية إذا كانت العين تشاهد لوحة كبيرة بيضاء متجانسة الضياء وبعد فترة من الوقت إذا وضعت فجاءة بقعة سوداء فوقها فإن العين تدركها بعد زمن يقصر مدته كلما زادت شدة الاستضاءة .

و تميز هذه الفترة الزمنية سرعة إدراك الشخص للصورة البصرية أمامه .

ومنه نجد أن أى زيادة فى شدة الاستضاءة عند (النقطة س) للاعمال العاجديه لا تعطى أى فائده . كما نجد أن شدة الاستضاءه لسرعة إدراك 80 % للعمل الدقيق (النقطة ص) تكون أعلى من شدة الاستضاءة لعمل لا يلزمه الدقة (النقطة ك) .

3- سرعة الموافقة : إذا ما تعرضت العين لتغيرات كبيرة مفاجئة فى مستوى شدة الاستضاءة (حالة الانتقال السريعة من مكان مضئ الى مكان مظلم أو بالعكس) مثل دخول صالة السينما بعد بدء العرض فيحدث نتيجة لهذا التغيير المفاجئ عدم رؤية مؤقتة لفترة زمنية قد تصل الى بضع ثوان . ويعرف الزمن اللازم حتى تتوافق حدقة اللعين للظروف الجديدة للاضاءة بسرعة الموافقة للعين وهو الزمن اللازم لفتح أو غلق حدقة (انسان) العين . وإن المضايقة المتسببة عن زمن موافقة طويل نسبيا ربما يكون خطأ فى بعض الاحيان خاصة مع وجود درج السلالم فى مناطق الإنتقال من مكان لآخر .

4- تكييف العين : عند النظر الى شئ ما عن بعد ، تكون العضلات الحلقية للعين مرتخية ويكون لعدسة العين أقل تحدب للشئ . وتتكون صورة هذا الشئ البعيد عن شبكة العين ، ومن هنا يرى بوضوح وعندما نقترب منه ، تعمل العضلات الحلقية للعين على زيادة تحدب العدسة ، وبذلك يرى الشئ القريب أيضا بوضوح . وهكذا يفسر تكييف العين على أنه قدرة العين على زيادة أو نقصان تحدب عدستها ، وبذلك تتكون صورة الأشياء باستمرار على شبكية العين فترى بوضوح .

5- انبهار البصر : تعنى الاضاءة الجيدة بخلاف التوزيع السليم للضوء – تحقيق احساس مريح للعين حتى لا تشعر بالتعب نتيجة التباينات المتفاوتة فى قيم ضياء الاسطح التى أمامها ، إذ يحدث إنهيار للبصر إذا كانت أحدى نقاط حقل الرؤية أكثر ضياء عما حولها ، مثال ذلك تعرض عيون سائق السيارة ليلا لضوء كشاف السيارة الأتية فى الاتجاه المقابل له ، مما يسبب له عمى وقتى يستمر لفترة زمنية حتى يزول تأثير ضوء الكشاف وتعود لحالتها الطبيعية .

- كذلك أحدثت اللمبة الموجودة أمام العين إنبهار للبصر ولم تستطيع العين الرؤية الحسنة ولكن بتخبئة اللمبة عن حقل الرؤية استطاعت العين القراءة بوضوح .

علاقات التباين بين قيم ضياء الاسطح الواجب الانتعداها حتى لا نجهد العين :

- ففى منطقة تركيز البصر لاتتعدى نسبة التباين عن 1 : 3
- فى المنطقة المتوسطة لاتتعدى نسبة التباين عن 1 : 10
- وفى منطقة حدود مجال الرؤية عن 1 : 40 مثلا لكيفية ضبط قيم الضياء بين مختلف الاسطح فى حدود النسب المعطاة كخطوة تمهيدية ضرورية قبل القيام بالحسابات الخاصة بمشروع الاضاءة لتحديد عدد وقوة اللمبات المختارة .
- يمثل الشكل المنظورى للتصميم الداخلى لركن بحجرة مكتب حيث تبين الارقام عليه قيم ضياء الأجزاء المكتوبة عليها . وقد حسبت جميعها بإستعمال كل من معادلتى الضياء رقم 4 و5 المشار اليهما سابقا .

- فإذا ما أتجه النظر صوب النقطة بوسط الواجهة الامامية للمكتب فتستقبل العين قيمة ضياء سطح المكتب وهى 5 شمعة / متر2 وكذا قيم ضياء الاسطح الأخرى من الشكل الوقعة فى المجال البصرى .
- وأنه من بين هذه القيم نجد الضياء 500 شمعة / م2 بالنسبة لجهاز الاضاءة المعلق للسقف أعلى المكتب أن النسبة (500/5 = 100)قد زادت كثيرا عن علاقات التباين المسموح بها بمنطقة تركيز البصر مما سيؤدى حتمنا إلى حدوث مضايقات للعين . وحتى نحصل على نسبة معقولة للتباين بين مناطق الضياء المختلفة ، فيمكننا مثلا استعمال أثاث فاتح اللون للمكتب لتكن قيمة ضياءه 50 شمعة/ م2 بدلا من قيمة ضياء لون المكتب السابق فتصبح نسبة تباين الضياء بين المكتب وجهاز الاضاءة 500/50 = 10 هذه النسبة يمكن قبولها طالما تدخل ضمن حدود المسموح به بالمنطقة المتوسطة لمجالات الرؤية .

- كما يمكننا عمل حل أخر وهو أن نستعمل جهاز إضاءة قيمة ضياءه أقل من قيمة ضياء الجهاز الأول لتكن 200 شمعه / م2 مع إختيار قيمة ضياء للمكتب 20 شمعه / م2 مثلا وبذلك نحصل على نسبة تباين ضيائى هذا المكتب وجهاز الاضاءه الثانى 200 /20 =10 كما رقمت فى نفس الشكل قيم ضياء الاسطح المخلفه فمثلا نجد القيمة 40 شمعة /م2 للستارة فوق الشباك 4 شمعه / م2 للشباك بدون ستارة ومنه نجد أن الستارة بخلاف الإضافة التشكيلية التى حققتها قد أفادت كالاتى :
  - قللت من حدة التباين ليلا بين ضياء الشباك وضياء الحوائط المجاورة .
  - حققت استطارة الضوء فوقها مما زاد مستوى شدة الاستضاءة داخل الحجرة .

- ***حساسية العين للالوان*** : طالما لا يتساوى تأثير الالوان المختلفة على العين فأنها ليست حساسية بالتساوى لكل الالوان بالمنحنى المستم إن الحد الاقصى لهذه الحساسية بالالوان يكون للون الاصفر المائل للإخضرار الذى طول موجته 5550 انجسترام كما نجد فى الشكل نفسه بالمنحنى المنقوط أنه إذا قلت شدة الاستضاءة فيعطى الحد الاقصى للحساسية باللون الاخضر المائل خفيفا للزرقة الذى طول موجته 5050 انجسترام . كما يجدر بالذكر أن الألوان الحمراء والصفراء تميل الى الرمادية إذا ما قلت شدة الاستضاءة مما يغير من تعبيرات الأعمال الفنية .
- وأما عدم حساسية بعض الأشخاص لالوان معينة فيرجع الى أن عيون هؤلاء الاشخاص ينقصها مجموعة أو مجموعتان من مجموعات الالياف العصبية الثلاث التى تنقل الاحساس اللونى داخل العين .

ـ شروط الاضاءة الجيدة :

- وهكذا بعد أن تعرفنا على التأثيرات السيكولوجية والفسيولوجية للضوء لدى الانسان يمكننا الحصول على إضاءة جيدة بمراعاة تحقيق الأتى :

1ـ شدة استضاءة كافية :

- تسمح بالرؤية بوضوح وسهولة دون تعب أو إجهاد للعين . وربما يكون استعمالنا لقيم ضياء الاسطح أكثر دقة عن استعمالنا قيم شدة الاستضاءة عليها طالما أن الضياء هوالذى تحسه العين إلا أننا احتفظنا باستعمال جداول شدة الاستضاءة المعطاة رقم (1) للاسباب الاتية :

أ- من السهل نسبيا قياس وحساب شدة الاستضاءة .

ب- شيد مهندسو الاضاءة جداول شدة الاستضاءة هذه واضعين فى إعتبارهم تغيير طبيعة ولون المواد التى يتم عادة العمل بها . فنجد أن بعض القيم المذكورة بالجدول تتراوح بين حد أقصى وحد أدنى .

ج- توجد علاقة رياضية بين كلا قيمتى شدة الاستضاءة والضياء فيمكن بسهولة تحويل أحدى القيمتين إلى الأخرى .

2- حذف الظلال الشديدة الناتجة عن منابع ضوئية مركزة الاشعة :

لتجنب هذه الظلال الضارة يلزم اختيار الاماكن المناسبة للمنابع الضوئية ويفضل ان تكون هذه المنابع ذات أسطح كبيرة لإنبعاث الضوء كما يجبذ أن تكون الحوائط والاسقف فاتحة اللون وغير لامعة حتى يستطير الضوء عليها جيدا . وإذا ما كانت الاضاءة الشبه مباشرة تقلل من الظلال فإن الاضاءة الغير مباشرة قد تحذفها كلية . وعليه فيجب دراسة الاضاءة الواجب استعماله حيث أن بعض الأعمال مثل أعمال الحفر والنحت وتصفيف الحروف بالمطابع قد تتطلب وجود الظلال كما بينا سابقا .

3- تجنب التباينات الشديدة للظل والضوء :

تنتج هذه التباينات فى الحجرات التى يدهن سقفها فى الظل فى حين تكون قرص مناضد العمل والارضية مثلا جيدة الاضاءة . وعليه فيجب عند تصميم مشروعات الاضاءة لتحديد قوة اضاءة واماكن اللمبات مراعاة توفير الانتقال المتدرج بين الظل والنور ومراعاة توزيع قيم الضياء بما يحقق دائما راحة العين .

4- تجنب إنبهار البصر :

الذى ينتج عن الضياء الشديد للمنابع الضوئية إذا ما استعملت بمفردها دون إدماجها فى أجهزة . فيجب وضع المنابع الضوئية على ارتفاع كافى لا يقل عن 2.5 م عن منسوب الارضية حتى لا تقع هذه المنابع فى مجال الابصار المباشر مما يسبب الزغللة وإنبهار العين . كما يحبذ وضع اللمبات داخل اجهزة عاكسة لتخفيها عن الرؤية المباشرة . كما يمكن أن يقل ضياء اللمبات بوضعها داخل اجهزة استطارة للضوء .

5- تجنب الانعكاسات الشديدة :

التى تنتج على الاسطح اللامعة بوجه خاص مما يسبب تعب العين نتيجة الزغللة ولو انه قد يستحب فى بعض الحالات وجود إنعكاسات كما بالنسبة لمحلات بيع المجوهرات أو الكريستال لما يزيد من تلألأ المعروضات و بذلك يزداد معدل البيع .

6- توزيع عادل للضوء :

مع اختيار الاضاءة الاكثر ملائمة لابعاد الحيز والغرض من استعماله ، فإذا ما اخذت قيم شدة الاستضاءة على مستوى العمل كاساس لحسابات الاضاءة إلا أنه يجب عدم إغفال دراسة الاضاءة اللازمة للمستويات الأخرى داخل الحيز .

7- إمكان الوصول الى أجهزة الاضاءة :

وذلك لتنظيفها أو تغيير التألف منها إذ تسبب الاتربة والابخرة التى تتراكم على اللمبات واجهزة الاضاءة إمتصاص الفيض الضوئى قد يصل إلى أكثر من 50 %منه . وعليه فلا غنى من تسهيل الوصول الى اللمبات والاجهزة لتنظيفها من آن الى أخر .

ـ الاضاءة ومتطلباتها واستخداماتها المختلفة .

- تقوم الحياة على محوريين أساسيين يضاد ويكمل كلا منهما الآخر مهما النور والظلام الذان يتحكمان تماما فى مجريات الامور على ظهر الارض . وللتدليل على ذلك نرجع الذاكرة للعصور التاريخية الاولى لوجود الإنسان على سطح الارض وحتى اكتشاف مصادر الاضاءة سواء كانت بدائية المشاعل النارية أو حديثة كالمصابيح الكهربية مرورا بمواقد الغاز والزيوت والشموع ... نلاحظ أن اليوم كان مقسم الى جزئين لا دخل للإنسان فى تحديد بداية ونهاية أى منهما إلا وهو الضوء – النهار – والظلام – الليل – والجزء الاول يعنى العمل والنشاط والحركة والثانى يعنى النوم والسكون والاسترخاء .

- قد كان هذا مقبولا فى العصور الاولى أما الان وبعد طفرة التكنولوجيا الاخيرة وتمديد شبكات الخدمات والبنى التحتية فلم يعد مقبولا على الاطلاق ان ينتهى اليوم مع غروب الشمس بل اصبحت كل الانشطة التى تجرى بالنهار تتم تقريبا كلها فى فترة الليل وبعد حلول الظلام ذلك باستخدم الاضاءة الصناعية حتى أن المصباح الكهربى صنف فى بعض الاحياء كاعظم اختراع فى تاريخ البشرية .
- والملاحظ ان عنصر الاضاءة وخصوصا فى اوساط الغير معماريين يعتبره البعض احد أساليب الديكور أو وسيلة من وسائل الزينة فقط متجاهلين أهمية هذا العنصر الحيوى للغاية فى التأثير على مستعملى الفراغ – سواء أكانت الاضاءة طبيعية أو صناعية – بالسلبى أو الايجاب فقد اثبتت الدراسات أن لون الاضاءة ودرجتها وشدتها ونوعها سواء مباشرة أو غير مباشرة لها تأثيرات مباشرة على المستعملين عضويا وفسيولوجيا وذلك دون ان يشعر المستعمل لماذا يتغير ادائه أو نفسيته من فراغ لآخر أو حتى فى نفس الفراغ على مدار اليوم .

- وحتى لا تترك المسألة بلا ضوابط تحكمها إجريت الدراسات لتحديد انسب احتياجات الاضاءة للفراغات المختلفة وقد صممت جداول عالمية تشبه الكود المستخدم عند الإنشائيين الا انه للاسف لا يتم مراعاته الا فى مبانى دون غيرها وذلك لتمتعها بمميزات معينة او لكونها تخضع لتلك المعايير عند تقييمها من الجهات المشرفة .
- ومن الطبيعى ان احتياجات صالة العاب مغطاة تختلف عن المتاحف وعن المكاتب والمنازل لذا عند تصميم الاضاءة لفراغ ما نبدأ اولا بتحديد نوع الفراغ ومعرفة احتياجاته ضوئيا والتى تختلف باختلاف نوع النشاط الذى يمارس فيه ، وسنتناول بعض الفراغات التى لها طبيعة استعمال عامة :

ـ المداخل :

- تعتبر اضاءة المداخل للمبانى هامه جدا مهما كانت ابعادها وتنبع تلك الاهمية ان هذا المكان علاوة على الجانب الامنى هو الذى يتم فيه تركيب صناديق ولوحات الاستعمالات (سواء الاعلانات الصغيرة أو مذكرات لساكنى المبنى ...) لذلك من المفترض ان تهيأ لها امكانية رؤية وابصار جيدة لقراءة الاسماء وارقام الشقق على صناديق الرسائل مثلا .
- وإذا كان المدخل يتمتع بضوء طبيعى مناسب يمكن الاكتفاء بتركيب ساعة توقيت ذات لمبات متوهجة (التنجستين) عادية أما فى عكس ذلك فانه يفضل وجود اضاءة دائمة يستخدم فيها لمبات فلورسنت تقليدية أو لمبات فلورسنت موضوعة فى فتحات اضاءة جانبية موزعة بطريقة منتظمة تبعا لاهمية المبنى ومساحة بهو المدخل مع امكانية إضافة إضاءة نقطية هالوجينية ضعيفة التوتر هى الاضاءة المحيطة لتسمح بقراءة واضحة لصناديق الرسائل .

- ولها أيضا جانب زخرفى مع نباتات الزينة والواجهات وبطبيعة الحال كل ذلك يتوقف على التصميم الداخلى سواء الابعاد او الارتفاع للبناء وعموما ان المبانى الجديده مهما تكن مميزاتها الابعديه او الجماليه للمدخل فإن الجوانب الفاتحة (جدران - اسقف – ارضيات) تؤدى الى وفر عالى جدا من الناحية الضوئية لانها تعطى معاملات إنعكاس مرتفعة .
- تختلف معدلات الاضاءة المتوسطة الواجب المحافظة عليها وذلك بحسب ابعاد بهو المدخل ولكن الاضاءة التى تتراوح بين 100 – 250 لوكس تمثل الحد الادنى مع مراعاة مضاعفة الضياء إن إمكن امام منافذ المصاعد والسلالم لتسهيل العبور أكثر .

- السلالم والطرقات :

- يعتبر الحل الأنسب فى حالات اضاءة السلالم ان تركب وحدات الأضاءة على الجدار بعلو يقارب 1.5 متر فوق الدرجات وكى لا تكون عرضة للتلف يجب تركيبها بطريقة يصعب فكها الا بواسطة اداة خاصة كما يجب على اجزائها الشفافة ان تكون مقاومة للصدمات كذلك يجب عمل حساب ترتيب مصباح جدار واحد على الأقل عند متوسط المسافة بين كل دورين وعند النقاط الأكثر بعدا عن المصابيح يجب الا تقل الأضاءة عن 100 - 50 لوكس .
- اما بالنسبة للطرقات يجب دراسة الاضاءة على نحو يجعل الوصول الى جميع الوحدات سهلا وان تبلغ الأضاءة الواجب الأبقاء عليها 100لوكس تقريبا وعندما تكون هناك اروقة يجب ان تعمل حساب وجود وحدة اضاءة كل 5-6 متر .

- وعلى السلالم وفى الأروقة يفضل استعمال وحدات اضاءة ذات شبك او حوض حماية شرط تفادى ابهار المستعملين الذى قد يؤثر على القدرة على التعرف على الزائـــــــــــــــــــــــــرين .
وفى حالة استخدام ساعة توقيت يوصى بتركيب اضاءة دائمة امام مخرج المصعد توفر شعورا بالأمان لدى مستعمله وتسمح بايجاد زر تشغيل ساعة التوقيت بسهولة اكبر .
- وبعد المحافظة على معدلات الأضاءة وتأمينها ... تبقى اهم نقطة تمس التصميم والأضاءة على حد سواء وهى كيفية ارشاد المستعمل وخصوصا اذا كان غريبا عن المبنى الى المسارات وبطاريات الحركة وعناصر الأتصال الأفقى بواسطة الأضاءة حيث يجد زيادة كمية الأضاءة عند تفرعات الطرقات والسلالم والمصاعد بصورة تمكن المستعمل من ادراك حدوث تغيير فى الوظيفة حيث تثبت فى الفراغات المتشابهة والاستعمالات المتماثلة وتتغير عند حدوث اختلاف وتزداد او تخفت تبعا للاستعمالات كل لما يناسبه .

ـ المكاتب الادارية :

- ولها اهمية خاصة لعدة اعتبارات اهمها ان العمل المكتبى فى حد ذاته بما يحويه من تسجيل للبيانات وادخال معلومات ... يتطلب اضاءة محددة على سطح المكتب بحد ادنى (300 -350) لوكس وتزيد تبعا لدقة العمل وذلك لتجنب حدوث اخطاء ناتجة عن ضعف الأضاءة او حدوث اجهاد لعين المستعمل يؤثر على المدى البعيد على كفاءة الأبصار.
- ومما تجدر الأشارة اليه انه فى حالة المكاتب الادارية وعيادات الأطباء يجب الاعتناء بألوان الجدران والأسقف ذلك للوصول الى اعلى اداء ضوئى حيث تسهم الأضاءة المنعكسة عن الجدران والأسقف بدرجة كبيرة فى محصلة الاضاءة الكلية الناتجة عن مصدر ضوئى .
- ***ملحوظة اخرى*** يجدر الاشارة اليها وهى محاولة البعد عن الاضاءات النقطية المباشرة واستخدام الاضاءة النصف مباشرة او الغير مباشرة وذلك للتخلص من الابهار والجانب الحرارى وتحقيق أعلى إستفادة ممكنة من الاسقف والجدران .

- الملاعب :

- لها مواصفات خاصة طبقا لنوع اللعبة ومساحة الملعب وبعد مصدر الضوء عن الملعب حيث تخضع المعايير ومقاييس محددة عند سطح الملعب وذلك تبعا للمعايير والمقاييس الدولية الموضوعة والتى تتراوح بين – 300) (700لوكس وقد تصل الى 2000 فى حالة حلبات الملاكمة ولكن توجد مجموعة من الشروط الواجب توافرها عند توزيع مصادر الاضاءة أهمها أن تتكامل فيما بينها بما لا يسمح بظهور الظلال كما يجب مراعاة ثبات شدة الاضاءة على كامل مساحة الملعب . وفى حالة الاسقف المنخفضة يتوجب إستخدام مصادر إضاءة مزودة بمصادر حماية كالشبك الحديدى وخلافه لتجنب حدوث أى صدمات متوقعة .

ـ أماكن انتظار السيارات و الجراجات :

- على الاضاءة العادية أن تسهل سير وارشاد السيارات والمشاة وتؤمن مناطق المرور المشتركة للسيارات والمشاة وان تخفف من تعرض سلامة المشاة للخطر ضمن محيط غير ملائم وأن تحد من أخطار السرقة والتخريب لذلك يجب التمييز ما بين المناطق المفترض إضاءتها على النحو التالى :

1- مناطق دخول السيارات .

2- وقوف السيارات وجوارها .

3- انحدار مداخل ومخارج الجراجات .

4- دخول المشاة بالقرب من أمكنة الوقوف .

5- منافذ المشاة باتجاه المصاعد والسلالم .

- وبالطبع يوجد عدد لانهائى من الانشطة والفراغات التى يصعب حصرها كالمتاحف والمسارح والمعارض... التى تتنوع فيها الاضاءة تبعا للمساحة و الارتفاع و الالوان ونوع المعروض ...التى تتنوع فيها الأضاءة تبعا للمساحة والأرتفاع والألوان ونوع المعروض... الا ان هناك اعتبارات تعتبر ثابتة تقريبا عند التعامل مع الأضاءة فى اى فراغ سواء كانت لغرفة صغيرة او مصنع كبير اهمها :

1- حساب الحمل الحرارى الناشئ عن مصادر الأضاءة حيث تعتبر المصابيح من اهم العناصر التى تتولد عنها حرارة .

2- معامل النظافة لكل فراغ مما يؤدى الى وفر أو اهدار فى الطاقة فى حالة اغفاله .

3- ضرورة الأعتماد على مصادر ضوئية معتمدة المنشأوالتصنيع ومعرفة قياساتها ومؤشر الحماية عليها والنحنى البيانى لتوزيع الشدة الضوئية مع رسم بيانى لأنتشار الضوء فى المسطحات المتوازية والعمودية وذلك لتجنب حدوث اختلافات بين المصدر – المصباح – وحقيقة أدائه الفعلى .

- بقيت نقطة أخيرة تجدر الأشارة اليها والتأكيد عليها وهى ضرورة الرجوع الى الجداول لأضاءة الفراغات والتى تختلف تبعا للقياسات المعتمدة لكل هيئة أو منظمة وعدم الأعتماد على الخبرة والأجتهادات الشخصية فقط وذلك للوصول لأعلى معدلات أداء بأقل طاقة ممكنة .

الاضاءة فى المسكن :

- تشكل الاضاءة فى المسكن تطبيقات عديدة . فبخلاف ضرورة الحصول على شدة إستضاءة كافية لممارسة أوجه النشاط المختلفة داخله فإن الرغبة فى الزخرف بالاستعانة بالاضاءة لها هنا مجالها الفسيح فيجب التفكير كثيرا فى نوعية المنابع الضوئية وتحديد أماكنها المضبوطة حتى نتجنب أى فساد أو نقص فى الذوق العام ، كل ذلك مع عدم إغفال الناحية الأقتصادية
- وقبل أن نتناول الإضاءة بكل حجرة من المسكن على حدة ، نوضح ما لطراز الأثاث من تأثير فى اختيار نوع اللمبات الداخلة فى تصميم أجهزة الأضاءة . فبعض الأثاث غامقة اللون ، مما يعطى سيكولوجيا تأثير ثقل . فحتى تخفف من وطأة هذا الأيحاء فأنه يمكننا مع استعمال لمبات التوهج ان نمزج معها إضاءة بلمبات الفلورسنت مخبأة خلف كورنيش أو طريدة ستارة الشباك .فهذا الضوء البارد المنبعث منها يعطى احساسا أكثر خفة وسعة من حيز من تعميم الأضاءة بلمبات التوهج وحدها ولو اننا نجد بعض الحجرات المؤثثة بأثاث من طراز كلاسيكى يلائمها فقط الأضاءة بلمبات التوهج حيث ضوئها الساخن يذكرنا بلهب الشموع التى كانت مستعملة للأضاءة فى تلك الأزمان .

- واما الأن حيث اساسنا الحديث بسيط فى خطوطه فبحسب الوانه ومواده المستعملة تأتى الأضاءة لتتوافق معه وعامة يفضل ان تتنوع الأضاءة فى المسكن . وبخلاف استيفاء الذوق الشخصى يجب ان يهيء كل حيز بالأضاءة الكافية لتلائم النشاط الذى يتم بداخله . فيحسن استعمال لمبات التوهج بضوئها الدافئ اذا ما اريد التأثير فى الحجرات الموجهة ناحية الشمال وبالعكس تستعمل لمبات الفلورسنت بضوئها الأبيض الذى يوحى بالبرودة بالحجرات الموجهة ناحية الجنوب وبذلك نتغلب على الملل الذى ينتج عن توحيد الأضاءة داخل مساكننا .

ويمكننا اضافة الأتي :

- حجرة المعيشة : يلزمها شدة استضاءة تتراوح من 200 الى 400 لوكس حيث يتنوع فيها النشاط من جلوس وسماع موسيقى او مناقشة الى اعمال دقيقة مثل القراءة وأشغال الأبرة للسيدات .
- حجرة النوم : يلزمها شدة استضاءة تتراوح من 60 الى 80 لوكس للأضاءة العامة بخلاف اضاءات محلية خاصة .
- المطبخ : يلزمه شدة استضاءة تتراوح من 20 الى50 لوكس للأضاءة العامة بخلاف اضاءة محلية تتراوح من 50 الى 100 لوكس فوق كل من منضدة التحضير والبوتجاز والحوض .
- الحمام : يلزمه شدة استضاءة تتراوح من 50 الى 100 لوكس للأضاءة العامة كما توجد اضاءة خاصة على جانبى المرآة .
- الطرقات : يلزمها شدة استضاءة تتراوح من 20 الى 40 لوكس لأضاءة عامة .

- وتكون اضاءة مختلف وحدات المسكن بأضاءة عامة غير مباشرة أو غير مباشرة مما يعطى ضوءا هادئ وغير متجانس ثم نستعين بمنابع الأضاءة المباشرة لتوفير ضوء محلى كاف فى الأماكن حيث يقوم الأنسان بمجهود بصرى دقيق .
- فمثلا توضع لمبة المكتب دائما امام على يسار الجالس وذلك لتجنب الظل الناتج من اليد واما بالنسبة لركن اشغال الأبرة والحياكة وكذا القراءة فإن افضل مكان لمنبع الضوء المباشر يكون خلف المقعد .ولمشاهدة التلفيزيون يجب تلافى التباين الشديد بين ضياء الحوائط الغير مضاءة وبين الشاشة المضاءة ولذلك يفضل ان تضاء الحجرة بأضاءة خاصة غير مباشرة .

الأضاءة فى الفصول الدراسية :

حيث يمكن استعمال اجهزة الاضاءة المستطيرة للضوء فى حالة الأضاءة المباشرة على ان تعلق الأجهزة خارج مخروط الرؤية بأستعمال لمبات التوهج وبأستعمال الفلورسنت .كما يمكن استعمال الأضاءة الغير مباشرة لتعطى اضاءة متجانسة على ان تكون الحوائط والإسقف فاتحة اللون وغير لامعة . كما يجب تجنب الأنعكاسات على القمطرات والأسطح الأخرى حتى لاتحدث تباينات شديدة بين قيم الضياء قطاع طولى فى مدرج دراسى حيث نجد اجهزة الأضاءة مثبتة مباشرة فى السقف خارج مخروط الرؤيا .

- نجد ان القيمة الواجبة لشدة الأستضاءة للأضاءة العامة بالفصل الدراسى تتراوح بين 200الى 250 لوكس.
- واما بالنسبة لأضاءة السبورة فيجب الا تقل شدة استضاءتها عن 250 لوكس . نحصل على هذه القيمة بالأستعانة: اما بلمبات التوهج المثبتة داخل عواكس باذرع موجه فوق السبورة او بلمبات الفلورسنت داخل عواكس مثبتة بالسقف وطالما ان نسبة التباين بين ضياء السبورة والحوائط حولها يجب الا تتعدى 3:1 كما بينا سابقا عند التكلم عند التأثيرات الفيسيولوجية للضوء لذلك يفضل دهان السبورة باللون الأخضر الذى نعامل انعكاسه فى حدود 20% طالما ان الحوائط فاتحة اللون ومعامل انعكاس لونها فى حدود 65% وذلك بدلا من دهان السبورة بالطلاء الأسود الذى معامل انعكاسة 4% فقط مما يزيد نسبة التباين بين ضياء السبورة والحوائط عن النسبة المسموح بها فتجهد العين .

صالات الرسم :

- حيث يتطلي العمل بداخلها شدة استضاءة تتراوح بين 350 الى 50 لوكس ويجب تجنب الظلال الساقطة على ورقة الرسم وبالذات الناتجة عن احرف المسطرة او المثلثات ولذا يجب ان يصل الضوء على لوحة الرسم من امام ويسار الجالس فتسقط ظلال احرف هذه الأدوات بعيدا عن مسار القلم .
- وعامة يمكن فى صالات الرسم اتباع اسلوب الأضاءة الغير مباشرة بالنسبة للأضاءة لعمومية على ان تجهز منضدة الرسم بجهاز اضاءة عاكس ذات لمبات توهج لزيادة شدة الأستضاءة فوق قرصة المنضدة الى الحد المطلوب كما يفضل تعميم الأضاءة الغير مباشرة بكامل صالة الرسم وذلك اما بأستعمال لمبات التوهج على ان يكون السقف ابيض حتى نحصل على استطارة جيدة للضوء . واما باستعمال لمبات الفلورسنتمع وضع شرائح من الزجاج المصنفر امامها ويكون اسلوب الأضاءة فى هذه الحالة شبه مباشرة واما بالنسبة لوضع اجهزة الأضاءة بالنسبة لمناضد الرسم بصالة الرسم حيث تثبت اجهزة الأضاءة عمودية على حائط الواجهه وموازية لمناضد الرسم ففيه ثبتت اجهزة الأضاءة موازية لحائط الواجهه وعمودية على اتجاه مناضد الرسم وكلا الوضعين يمكن اتباعهما .

الأضاءة بصالات مكاتب الأدارة :

- يتطلب العمل بهذه الصالات شدة استضاءة تتراوح بين 250 الى 350 لوكس على ان تكون الأضاءة متجانسة على سطح العمل كما يجب تجنب الظلال وحدوث الأنعكاسات . كما تفضل الاضاءة العامة الغير مباشرة داخل هذه الصالات سواء باستعمال لمبات التوهج او لمبات الفلورسنت على ان تكون الأسقف بيضاء او فاتحةاللون كما وانه بأستعمال لمبات الفلورسنت فنظرا لأن ضيائها مقبول فأن جزءا من فيضها الضوئى يمكن ان يوجه مباشرة ناحية سطح العمل وذلك باستعمال اجهزة الأضاءة ذات شبكات توزيع الضوء .
- وتكون الأضاءة متجانسة التوزيع اذا ما خبئت لمبات الفلورسنت خلف شرائح الزجاج المصنفر ولأعطاء الضوء الصادر عن اللمبات نفس اتجاه الضوء الطبيعى الداخل من السبابيك فأننا نضاعف لمبات الفلورسنت بطول الحوائط الخارجية فوق الشبابيك كما توجه المكاتب لتستقبل ضوء النهار من امام ويسار الجالس

الأضاءة بصالات الطعام والكافتيريات :

- حيث تلعب الأضاءة دورا تشكيلي هاما بشرط ان تكون هذه الأضاءة بيضاء حتى تظهر المأكولات بألوانها الطبيعية تتراوح شدة الأستضاءة اللازمة من 75 : 150 لوكس بالنسبة للأضاءة العامة التى يمكن الحصول عليها بثريات معلقة بالسقف تعطى مزيجا من الأضاءة المباشرة بشدة استضاءة من 50 :100لوكس بالأضافة الى 25 : 50 لوكس اضاءة غير مباشرة كما يمكن اظهار خصوصية المطعم بأستعمال الأبليكات المثبتة على الحوائط والأبجورات الموضوعة على الموائد والشمعدانات ذات الأرجل وجميعها تكمل مع التصميم الداخلى الجو المرغوب كما يفضل ان تقسم اللمبات الى مجموعات بحيث يمكن استعمال جزءا فقط من الأضاءة فى حالة الخدمة العادية كما يمكن زيادة الأضاءة فى المناسبات والحفلات .

الأضاءة بالمحال التجارية :

- بخلاف تاثيرها التشكيلى الهام تلعب الأضاءة دورا أكثر أهمية فى تنشيط معدلات البيع فهى تساهم فى اعطاء التأثير والأنطباع الأول الذى يحث الرواد على الرغبة فى الشراء .

وطالما انه من الصعب التحكم فى الضوء الطبيعى الداخل بالمحال التجارية حيث تختلف شدته ولونه بأختلاف زوايا سقوط اشعة الشمس على مختلف واجهات المبنى كما انه من الصعب الحصول على الضوء الطبيعى فى الأعماق الكبيرة داخل المحال التجارية فأننا نلجأ دائما الى الأضاءة الصناعية حتى خلال أوقات النهار .

- وقد يفضل بعض المعماريين بين الغلق التام لواجهات المحال التجارية ذلك لأمكان التحكم فى الضوء الصناعى بما يضمن الحصول على الأضاءة المضبوطة بالنسبة لنوعية البضائع وتأثيرها على الرواد على ان تتم التهوية ايضا صناعيا .فهؤلاء المعماريون يرون ان الشبابيك الكبيرة بالوجهات دائما ما تاتى بتأثير غير مرغوب حيث يدخل الضوء منها ليغمر اعين المشترين فيضايقهم وهم متوجهون امام مناضد البيع الموازية للحوائط الخاجية وبالعكس يحبذ فريقا اخر من المعماريين امكان الأستفادة من الضوء الطبيعى بداخل المحالب التجارية مع اضافة اضاءة صناعية مكملة وحذف اسباب انبهار البصر الناتج من الضوء الشديد الأتى من الشبابيك المتسعة وذلك بعمل كاسرات الضوء على الواجهات مما يخفف من وطأة قوة الضوء المركزة على الشبابيك الزجاجية كما يجب فى هذه الحالة الحصول لعى الأنتقال المتدرج من الضوء الطبيعى الى الضوء الصناعى او بالعكس دون تعرض العين لحدوث انبهار نتيجة التباينات الشديدة المفاجأة .

وعامة يجب اتباع الأتى لأضاءة المحال التجارية :

- مراعاة المرونة ماأمكن فى الاضاءة حيث تتنوع مصادرها لتناسب التنوع والتغير الدائم للتقسيمات الداخلية بالمحال نظرا لتغير نوعية أو حجم البضائع أو حذف أو إضافة أقسام جديدة لها أو إعادة توزيع أقسام البيع من فصل الى آخر.
- مراعاة التنوع فى أجهزة أساليب الاضاءة وخاصة بالنسبة للمحال الكبيرة فبخلاف الملل نتيجة توحيد التأثير فإن شدة الاستضاءة الناتجة عنها لاتلائم جميع انواع البضائع على إختلاف أنواعها . كذلك تختلف إضاءة أماكن الحركة عن إضاءة أقسام البيع كل ذلك مما يزيد الحيوية داخل المحال التجارية .
- مراعاة عدم المبالغة فى أعمال التصميم الداخلى (الديكور) وتشويش الاسقف مثلا باجهزة إضاءة ومعالجات زخرفية مبالغ فى مظهرها فتجذب النظر اليها وتصرف الرواد عن أستيعاب نوعية البضائع مما يقلل عندهم الرغبة فى الشراء .

طرق تحسين توجيه السائقين اثناء حركة المرور الليلية :

- ـ الاضاءة الكهربية للطرق .
- 2- انشاء رصف من مواد انشائية ملونة .
- 3- تخطيط الخط المحوري للطريق .
- 4- تجهيز الطريق بشرائط كتفية ناصعة الالوان .
- 5- وضع علامات الطرق ذات السطح العاكس او المضاءة .
- 6- اقامة الشواخص الدليلية على الطريق .
- 7- اقامة الحواجز المانعة على الحارة الوسطية لوقاية سائقي السيارات من الاعماء بتاثير
- اضاءة المصابيح الامامية للسيارات المعاكسة .

ـ الاماكن التي يقام فيها الاضاءة الصناعية :

- ممرات المشاه ـ تقاطعات الطرق بكافة انواعها ـ الجسور الضيقة ـ تقاطعات الطرق مع خطوط السكة الحديد التي في مستوى واحد ـ اماكن تجمع الناس في المناطق السكنية ـ بالقرب من المؤسسات والشركات الكبيرة العامة ـ دور السينما والمسارح ـ المدارس ـ الملاعب الكبيرة ـ ارصفة ومواقف محطات الباصات ـ ارصفة ومحطات السكك الحديدية للقطارات ـ جميع مفارق وتقاطعات الطرق المعقدة التصميم ـ محطات الوقود .

- اهم انواع وحدات الاضاءة المستخدمة في اضاءة الطرق :

- ***اولا : مصابيح الصوديوم :***
- هي اكثر استخداما في الانارة وتمتاز بكفاءة عالية وطيفها الاصفر احادي اللون وبالرغم من ان اللون الاصفر يغير معالم الاشياء المرئية الا انه يزيد من المقدرة على التمييز الامر الذي يجعله مفضلا في الطرق السريعة ومفارق الطرق الرئيسية وفي المناطق التي يكثر فيها الضباب.ومصابيح الصوديوم تصلح لاضاءة الاسطح الخارجية للباني في المناطق التاريخية ذات القيم الجمالية المعمارية وتستخدم ايضا في ممرات المشاه .

- **ثانيا : مصابيح الزئبق :**
- وهي غاية في الجاذبية والجمال وان كانت عالية التكاليف وتتميز بضوئها الذهبي وكفائتها العالية .
- **ثالثا: مصابيح التانجسرام والفلورسنت :**
- وتعطي اضاءة جيدة الا انها مقيدة الاستخدام من النواحي العملية بسبب تكاليف التشغيل المرتفعة . ويتميز هذا النوع بارتفاع فيضها الضوئي وانخفاض توهجه وطول متوسط عمرها . هذه المصابيح مغطاة من الداخل بطبقة فلورية لتحويل الاشعة فوق البنفسجية الغير مرئية الى اشعة منظورة . وعادة يقتصر استخدامها في مناطق محددة حتى يمكن التقليل من النفقات . ويفضل ان تستخدم في المناطق التي يمكن ان تدر ارباح حتى نعوض تكاليف التشغيل فيمكن ان تستخدم في الاعلانات والاكشاك الخاصة بالاتصالات السلكية واللاسلكية وبعض اماكن الاكل والجلوس .

طريقة ترتيب اعمدة الانارة في الشوارع :

- وجهة واحدة – متعرج خلافي الترتيب – متقابل – معلق من الوسط .يراعى في اختيار عناصر الاضاءة ما يلي:
- 1- ان تتناسب قوة الاضاءة مع الغرض الذي يهدف المصمم لابرازه.مع مراعاة ان تكون شدة الاضاءة غير مبهرة للعين ابدا .
- 2- الالوان والازهار تحت الاضواء الصناعية تبدو اكثر ازدهارا.لذا وجب توجيه الاضواء على النباتات والازهار ذات المناظر الجذابة التي يرى المصمم ان اضائتها تضيف اليها قيمة جمالية ونفع اكبر.
- 3- عند وضع اعمدة الانارة او اشارات المرور الضوئية على الارصفة يجب ان تبعد عن حافة الرصيف حوالي 0.75متر لان وضعها في وسط الرصيف يعمل على عرقلة المشاه.وايضا المسافة بين الاعمدة تعتمد على عرض الشارع وارتفاع الاعمدة (15متر (وتتراوح المسافة بينها(30-40) متر .

- 4- يراعى ان تكون المسافات بين اعمدة الانارة مناسبة وي تتوقف على ارتفاع العمود ولها علاقة بمسافة الانارة الافقية ونوع الحامل وعدد اللمبات .
- 5- يفضل ان يتم ترقيم اعمدة الانارة لكي يسهل صيانتها .
- 6- قبل نصب وتركيب اعمدة الانارة لابد من التاكد من انها مجلفنة وسليمة وخالية من العيوب التصميمية .

Ak-Chin Library

EDUCATION CENTER
LIBRARY

George Gardner Community Auditorium