

تأثير الزعانف على خلط الهواء في منظومة التكييف

عبدالمعتمد شعبان¹، احمد العجيلي احمد²، هشام القوي³

1'2'3 كلية التقنية الهندسية-جنزور/قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية

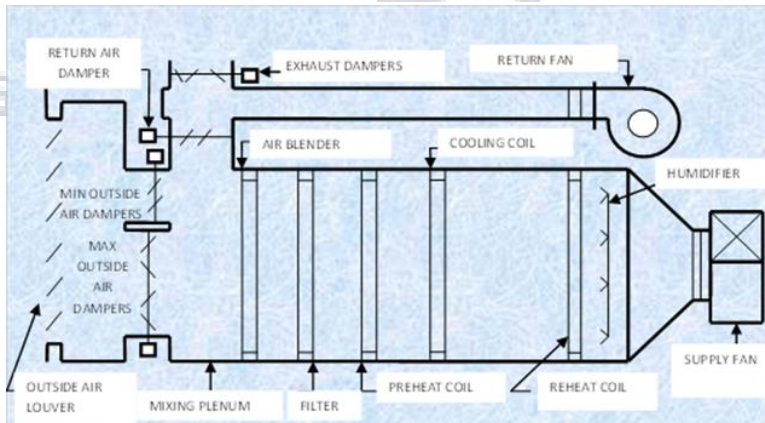
المخلص

من اهم المكونات في أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) هي وحدة استلام الهواء (AHU)، حيث يتم توفير الهواء من خلال مروحة إمداد إلى وحدة استلام الهواء (AHU)، بحيث تستقبل هذه الوحدة الهواء من الخارج (OA) من خارج المبنى والهواء العائد (RA) من المساحة الداخلية ثم يتم خلط الهواء الخارجي والهواء العائد في وحدة الخلط، ثم يتم تنقيته وتسخينه أو تبريده، وبعد ذلك يتم تسليمه إلى المساحة المراد تكييفها عبر القنوات. يحدث تقسيم طبقي للهواء العائد وتيارات الهواء الخارجية عندما يكون للتيارين اختلاط ضعيف، تنتج هذه المشكلة جزئياً عن انخفاض القوة الدافعة والاضطراب اللذين يعرزان الخلط بشكل كبير مع انخفاض السرعات في صندوق الخلط. لسوء الحظ عندما يصبح الهواء الداخل مقسماً إلى طبقات أو ينفصل إلى طبقات ذات درجات حرارة مختلفة ستحدث العديد من المشكلات في أنظمة HVAC. الغرض من هذه الورقة هي البحث في تأثير إضافة زعانف لجزء الخلط التي تعاني من مشكلة عدم الخلط الجيد للهواء الراجع مع الهواء الخارجي، والعوامل التي تم التركيز عليها هو تأثير تغيير زاوية وحجم الزعنفة على معاملات الخلط، واستخدم لهذا الغرض برنامج الحاسب الالي (Fluent) لمحاكاة المشكلة. النتيجة المتحصلة عليها، ان إضافة الزعانف الى حجرة الخلط يحسن من عملية الخلط عند اطوال وزوايا مختلفة للزعانف كذلك يزيد من انخفاض الضغط للنظام، وبناء على كمية الخلط المطلوبة حجم حجرة الخلط المتاحة الحالة ذات افضل خلط مع اقل انخفاض في الضغط يتم اختيارها.

الكلمات الدالة: الزعانف- وحدة استلام الهواء- معاملات الخلط- الهواء الراجع- الهواء الخارجي

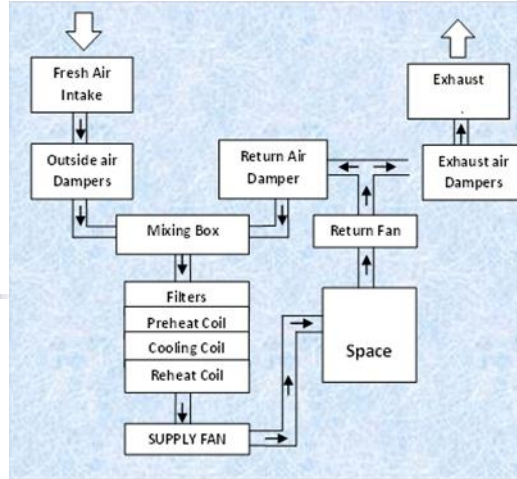
1. المقدمة

تقوم أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) بالحفاظ على بيئة داخلية مريحة وجودة هواء جيدة في ظل جميع الظروف المتوقعة مع تكلفة تشغيل منخفضة وموثوقية عالية. في نظام HVAC النموذجي كما هو موضح في الشكل (1)، يتم توفير الهواء من خلال مروحة إمداد إلى وحدة استلام الهواء (AHU) والتي تتكون من حجرة الخلط، مصفي، ملف إعادة تسخين وملف التسخين المسبق ومرطب.



شكل (1) يوضح الرسم التخطيطي HVAC النموذجي

تستقبل هذه الوحدة الهواء الخارج (OA) من خارج المبنى والهواء العائد (RA) من داخل المبنى، ثم يتم خلط الهواء الخارجي والهواء العائد في وحدة الخلط، بعد ذلك يتم تنقيته وتسخينه أو تبريده، ثم يتم تسليمه إلى المكان المراد تكييفها عبر القنوات التي تقوم بتفريغ الهواء في هذه المساحات، عادة من خلال ناشرات الهواء الموجودة في السقف المتدلي ويوضح الشكل (2) مخطط تدفق هذه العملية.



شكل (2) يوضح مخطط تدفق الهواء في نظام HVAC النموذجي.

يحتوي نظام HVAC الموضح بإيجاز على العديد من المشكلات التي قد تزيد من تكاليف التشغيل، ولكن قبل مناقشة هذه المشكلات من الضروري أولاً فهم كل من تفاصيل التصميم والوظيفة المقصودة لهذه الأنظمة.

يتكون نظام HVAC الأساسي، كما هو موضح في الشكل (1) من:

1. مدخل الهواء الخارجي: مدخل الهواء الخارجي هو جزء من النظام الذي يجلب الهواء الخارجي من خارج المبنى إلى AHU. يمكن أن يكون مدخل الهواء الخارجي أكثر اتساعاً بما في ذلك فتحات التهوية التي توجد عادةً في أنظمة HVAC في النقطة التي يدخل فيها الهواء ويخرج منها وتتمثل الوظائف الأساسية لفتحات التهوية في تقليل دخول الماء والعمل كمرحلة أولى من التنقية.
2. حجرة الخلط (**Mixing Plenum**): هي جزء من (AHU)، حيث يتم فيها خلط الهواء الخارجي والهواء الداخلي أو الراجع وغالباً ما يطلق عليها صندوق الخلط، ثم يتم تمرير الهواء المختلط إلى ملف التسخين المسبق أو ملف التسخين.
3. مصفي الهواء (**Filter**): يستخدم مصفي الهواء لإزالة الشوائب من تيار الهواء، حيث يحتوي الهواء الخارجي والهواء العائد على غبار يجب إزالته قبل أن يمر الهواء عبر الملفات.
4. ملف التسخين المسبق (**Preheat Coil**): ملف التسخين المسبق هو العنصر الأول الذي يلي حجرة الخلط، وهذه الوحدة تحمي باقي النظام من التجمد.
5. ملف التبريد والتسخين (**Cooling and Heating Coil**): من أجل توفير تكييف حراري في المبنى، فإن معدات HVAC إما تضيف الحرارة إلى تيار الهواء أو تزيله، ويمكن تحقيق ذلك إما بملف واحد يتم تغييره بين التبريد والتدفئة حسب متطلبات المبنى، أو ملفات متعددة مخصصة للتدفئة أو التبريد.
6. مراوح الهواء (**Supply And Return Air Fans**): تعتبر مروحة الهواء قلب النظام لأنها واحدة من أهم مستخدمي الطاقة في المبنى، فبعد مرور تيار الهواء عبر قسم الملف حيث يتم إضافة الحرارة أو استخلاصها، يتحرك الهواء بعد ذلك عبر غرفة مروحة الإمداد ونظام التوزيع. توفر مروحة تزويد الهواء القوة الدافعة لتحريك الهواء عبر نظام التوزيع.

كما ذكرنا من قبل، فإن نظام HVAC لديه العديد من المشاكل، أحدها عدم وجود خلط كافي في حجرة الخلط وتُعرف هذه المشكلة باسم طبقات الهواء وستتم مناقشتها في الفقرة التالية.^[2]

2. طبقات الهواء

يحدث التقسيم الطبقي للهواء العائد وتيارات الهواء الخارجية عندما يكون للتيارين اختلاط ضعيف. تنتج هذه المشكلة جزئياً عن انخفاض القوة الدافعة والاضطراب اللذين يعززان الخلط بشكل كبير مع انخفاض السرعات في صندوق الخلط، لسوء الحظ عندما يصبح الهواء الداخل مقسماً إلى طبقات أو ينفصل إلى طبقات ذات درجات حرارة مختلفة، ستحدث العديد من المشكلات في أنظمة HVAC من أهمها:

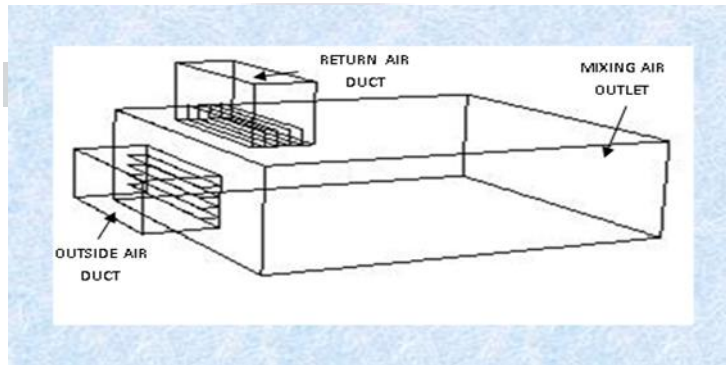
1. تجمد الملفات: يحدث التقسيم الطبقي من عدم كفاية خلط الهواء العائد والهواء الخارجي، وإذا كانت درجة حرارة الهواء الخارجي أقل من درجة التجمد ويظل الهواء الخارجي والهواء العائد منفصلين لمسافة طويلة من خلال معدات AHU، فسوف يتراكم الجليد الموضعي في ملف التدفئة والتبريد والذي يعرف باسم تجميد الملف. تقلل هذه المشكلة من قدرة التسخين أو التبريد الفعالة للملف وفي كثير من الحالات تسبب تمزق الأبواب.

2. **Nuisance Freeze-Stat Trips**: هو عبارة عن جهاز استشعار درجة الحرارة لنظام HVAC الذي يراقب المبادل الحراري لمنع ملفاته من التجمد. نطاق التشغيل للعديد من Freezing-Stats عادة ما بين 35°F و 38°F ، وإذا تعرض أي جزء من الجهاز إلى درجة حرارة أقل من نقطة الضبط، فإن Freeze-Stat ستنتقل وتغلق AHU. تتمثل الاستجابة النموذجية لمشاكل Freeze-Stat في إغلاق مصدر الهواء الخارجي للتخلص من الهواء البارد في حجرة الخلط. لسوء الحظ، لا يسمح هذا الحل بدخول الكمية المناسبة من هواء التهوية إلى المبنى، مما يضر بجودة الهواء الداخلي.^[4]

3. خطأ في جهاز الاستشعار: نظراً لأن الهواء العائد والهواء الخارج منفصلان، قد لا يكتشف جهاز استشعار واحد متوسط درجة الحرارة الحقيقية للهواء المختلط، والمعلومات غير الدقيقة الواردة من المستشعر تجعل النظام يغير موقع الريش، وهو قد لا يكون ضرورياً للحفاظ على درجة حرارة هواء الإمداد المطلوبة.^[3]

3. مشكلة التدفق ونطاق العوامل المرتبطة بالخلط

تظهر غرفة الخلط قيد الدراسة في الشكل (3) الموضح ادناه، حيث يدخل تياران من الهواء يمثلان التدفقات الخارجية و الراجع إلى غرفة الخلط عمودياً على بعضهما البعض بسرعات ودرجات حرارة موحدة (VOA, TOA) و (VRA, TRA) على التوالي. تم تجهيز مداخل الهواء الخارجية والراجعة بمجموعة من الريش التدفق التي تتكون من أربع ريش. يمكن ضبط زاوية كل مجموعة من الريش في نطاق يتراوح بين 0° (ريش مغلقة بالكامل) و 90° (ريش مفتوحة بالكامل).



شكل (3) يوضح غرفة الخلط - عرض ثلاثي الأبعاد

يتم دمج حاجزين بالقرب من مداخل التدفق الخارجي والراجع تسمى هذه الحواجز زعنفة الهواء الخارجي (OAB) وزعنفة الهواء الراجع (RAB) كما هو موضح في الشكل (4). الزاوية بين المحور x والزعنفة الخارجية المسماة بزاوية الزعنفة الخارجية (θ_{OAB})

والزاوية بين المحور Y وزعنفه الرجوع المسماة بزاوية زعنفه الرجوع (θ_{RAB}). تتأثر تيارات الهواء وتطورات التدفق اللاحقة والاختلاط في اتجاه المجرى في غرفة الخلط بمساحة معاملات كبيرة. يمكن تقسيم هذه المساحة إلى فئتين: معاملات التدفق والمعاملات الهندسية.

3-1- معاملات التدفق: يتم تحديدها بناءً على خاصية التدفق الذي سيمر عبر غرفة الخلط وهذه المعاملات هي.

1- سرعة الهواء الراجع، V_{RA}

2- سرعة الهواء الخارجي، V_{OA}

3- ضغط الهواء الراجع، P_{RA}

4- ضغط الهواء الخارجي، P_{OA}

5- درجة حرارة الهواء الراجع، T_{RA}

6- درجة حرارة الهواء الخارجي، T_{OA}

3-2- معاملات هندسية: يتم تحديدها بناءً على تكوين غرفة الخلط وهذه المعاملات هي

1- منطقة مجرى الهواء العائد، A_{RA}

2- منطقة مجرى الهواء الخارجي، A_{OA}

3- منطقة مجرى الهواء المخلوط، A_{MA}

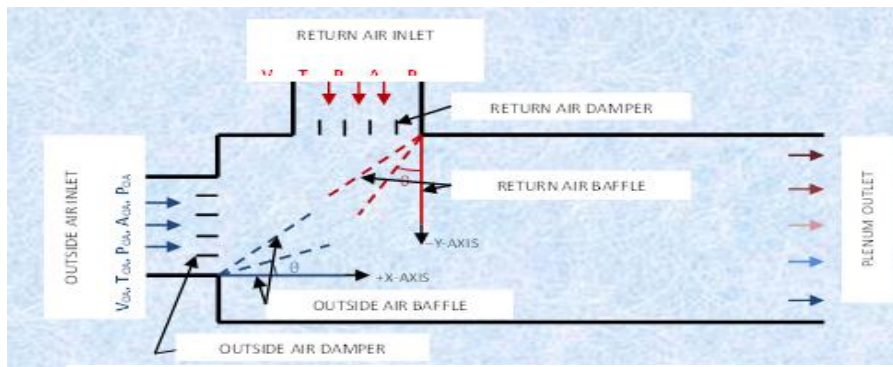
4- طول غرفة الخلط، L

5- زاوية زعنفه مدخل الهواء الخارجي θ_{OA}

6- زاوية زعنفه مدخل الهواء الراجع θ_{RA}

7- طول الزعنفه h

مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



شكل (4) يوضح المنظر الجانبي لحجرة الخلط ويظهر موقع الزعانف

نظرًا لمجموعة واسعة من المعاملات التي قد تؤثر على أداء الخلط، تم النظر في نطاق معاملات محدود من المعاملات المذكورة أعلاه، حيث تمت دراسة تغيير طول وزاوية الزعنفة في هذا الورقة وتبقى المعاملات الأخرى ثابتة. يوضح الجدول (1) قيم المعاملات حيث أشارت الحالة 1 إلى الحالة المرجعية (لا توجد زعانف). تقدم الحالات من 2 إلى 13 اختلافًا في أحجام RAB و $\theta_{RAB} = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$. تقدم الحالات من 14 إلى 25 اختلافًا في أحجام OAB و $\theta_{OAB} = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ و $h/H = 0.15, 0.35$.

الجدول (1) قيم المعاملات قيد الدراسة.

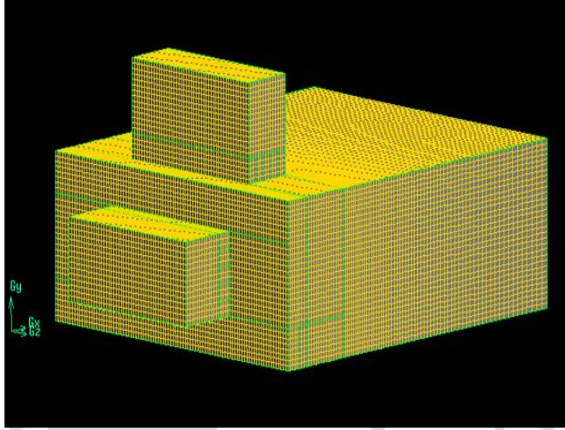
TEST CONDITIONS												
Case No.	RA						OA					
	Velocity (fpm)	Temp (°F)	Flow Rate (CFM)	RA %	Baffle		Velocity (fpm)	Temp (°F)	Flow Rate (CFM)	RA %	Baffle	
					h/H	θ (°)					L/H	θ (°)
1	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	-	-
2	1500	110	12,110	50	0.15	0	1500	70	12,110	50	-	-
3	1500	110	12,110	50	0.35	0	1500	70	12,110	50	-	-
4	1500	110	12,110	50	0.55	0	1500	70	12,110	50	-	-
5	1500	110	12,110	50	0.15	15	1500	70	12,110	50	-	-
6	1500	110	12,110	50	0.35	15	1500	70	12,110	50	-	-
7	1500	110	12,110	50	0.55	15	1500	70	12,110	50	-	-
8	1500	110	12,110	50	0.15	30	1500	70	12,110	50	-	-
9	1500	110	12,110	50	0.35	30	1500	70	12,110	50	-	-
10	1500	110	12,110	50	0.55	30	1500	70	12,110	50	-	-
11	1500	110	12,110	50	0.15	45	1500	70	12,110	50	-	-

12	1500	110	12,110	50	0.3 5	45	1500	70	12,110	50	-	-
13	1500	110	12,110	50	0.5 5	45	1500	70	12,110	50	-	-
14	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.1 5	0
15	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.3 5	0
16	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.5 5	0
17	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.1 5	15
18	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.3 5	15
19	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.5 5	15
20	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.1 5	30
21	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.3 5	30
22	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.5 5	30
23	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.1 5	45
24	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.3 5	45
25	1500	110	12,110	50	-	-	1500	70	12,110	50	0.5 5	45

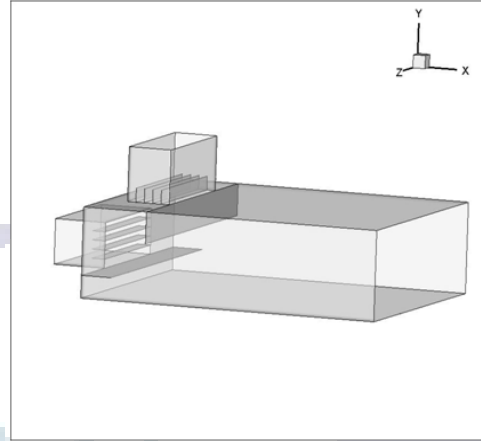
4. برنامج الحاسب الالى لحسابات ميكانيكا الموائع

استخدم في هذه الورقة البحثية برنامج الحاسب الالى (Fluent) والذي يستخدم لمحاكاة مشاكل سريان الموائع. يمتاز هذا البرنامج بمقدرته على حل العديد من المشاكل المتعلقة بسريان الموائع ذات الخواص المختلفة مثل السريان المضغوط وغير المضغوط، اللزج وغير اللزج والسريان الطبقي والمضطرب. ولحل المشاكل المتعلقة بسريان الموائع بواسطة هذا البرنامج يجب اتباع الخطوات الآتية:

1. رسم مجسم للشكل المراد دراسته بواسطة برنامج الرسم (GAMBIT) شكل (5).
2. عمل شبكة (Mesh) للمجسم بواسطة برنامج (GAMBIT) شكل (6).
3. تحديد نوع الحدود للمجسم.
4. نقل المشكلة الى برنامج (Fluent).
5. حل المشكلة.
6. تحليل النتائج.



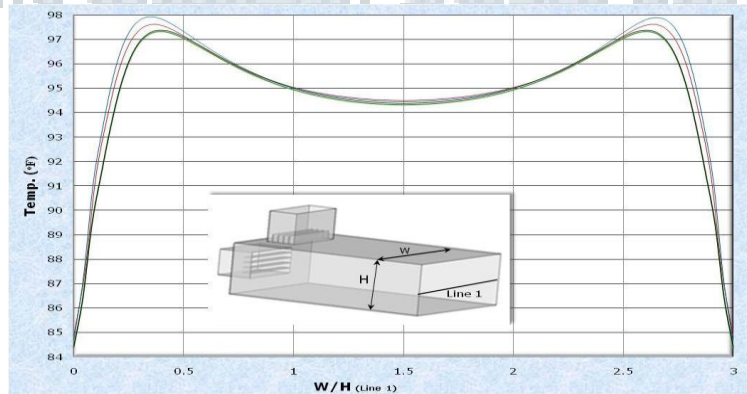
شكل (6) عمل شبكة (Mesh) للمجسم



شكل (5) غرفة الخلط مع الزعنفتين

5. عمل شبكة (Mesh) للمجسم بواسطة برنامج (GAMBIT)

تعتمد المحاكاة العددية لمشاكل سريان الموائع على الشبكة (Mesh)، فزيادة عدد تقسيمات الشبكة نتحصل على دقة اكثر في النتائج، ولكن زيادة عدد التقسيمات يزيد من الزمن اللازم للمحاكاة، ولعلاج هذه المشكلة بحيث نتحصل على أفضل نتائج بعدد تقسيمات أقل تم تغيير عدد التقسيمات بالتدرج لحين عدم تغير المحاكاة بتغيير التقسيمات. ونظرا لكثرة الحالات تم اختيار أصعب حالة للاختبار، وقد تم اخذ توزيع درجة الحرارة على طول الخط (1) كما هو مبين بالشكل (7) وتم تحديد عدد التقسيمات المناسب عندما اصبح توزيع درجة الحرارة على طول الخط (1) ثابت لم يتغير بتغير عدد التقسيمات.



شكل (7) توزيع درجة الحرارة على طول الخط 1

6. فعالية الخلط (Mixing Effectiveness)

فعالية الخلط هي طريقة تستخدم لمعرفة مدى كمية الخلط بين الهواء الراجع والخارجي، ويمكن تحديد هذا الخلط بتحديد معدل فعالية الخلط وفعالية الخلط الاحصائية.^[6]

1. معدل فعالية الخلط (Thermal Range Mixing Effectiveness (E_{RT}))
لحساب E_{RT} نستخدم العلاقة الآتية والتي تبين معدل كمية الخلط بين درجة حرارة الهواء الراجع (110°F) والهواء الخارجي (70°F)

$$E_{RT} = \left[1 - \frac{\Delta T_{DS}}{\Delta T_{US}} \right] \times 100\% \quad (1)$$

حيث $\Delta T_{US} = T_{RA} - T_{OA}$ $\Delta T_{DS} = T_{max} - T_{min}$

2. فعالية الخلط الاحصائية E_{ST}

يتم حساب فعالية الخلط الاحصائية باستخدام العلاقة الآتية:

$$E_{ST} = \left[1 - \frac{\sigma_{DS}}{\sigma_{US}} \right] \times 100\% \quad (2)$$

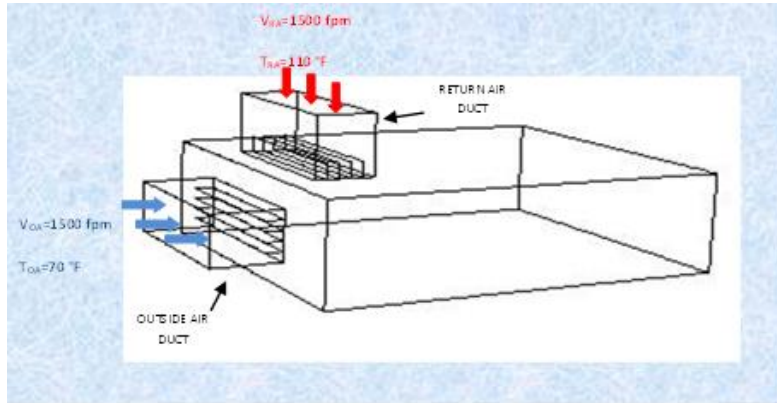
حيث σ_{US} σ_{DS} الانحراف المعياري لدرجات الحرارة اعلى التدفق واسفل التدفق على التوالي، ويتم حساب الانحراف المعياري باستخدام العلاقة الآتية:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (T_i - T_m)^2} \quad (3)$$

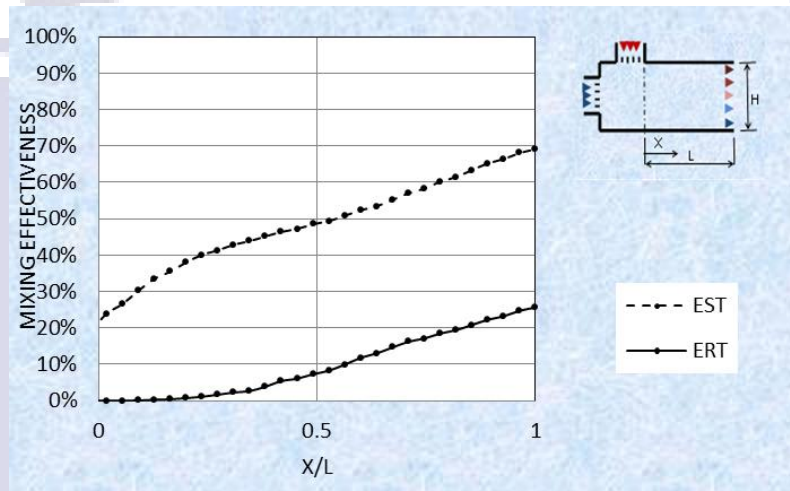
حيث n عدد القياسات، T_i قيمة درجة الحرارة المقاسة و T_m متوسط درجة الحرارة المقاسة.

7. حساب التدفق وتوزيع درجة الحرارة في حجرة الخلط الاساسية

الشكل الهندسي لحجرة الخلط المبينة في الشكل (8) والغير مشتمله على زعانف يعتبر حالة مرجعية، وظروف التشغيل لحجرة الخلط كالاتي: الريش مفتوحة تماما، سرعة ودرجة حرارة دخول الهواء الراجع، $T_{RA} = 110^\circ\text{F}$ ، $V_{RA} = 1500 \text{ fpm}$ سرعة ودرجة حرارة الهواء الخارجي $T_{OA} = 70^\circ\text{F}$ ، $V_{OA} = 1500 \text{ fpm}$ تم حساب توزيع درجة الحرارة على طول حجرة الخلط كما هو موضح في الشكل (9) وكما هو مبين في الشكل فقد تم حساب E_{RT} ، E_{ST} في 28 نقطة على طول الحجرة. وكذلك تم رسم كلا من E_{RT} ، E_{ST} مقابل (X/L) وكما هو متوقع معدل الخلط والاحصائي للهوائين الراجع والخارجي يزداد على طول حجرة الخلط.

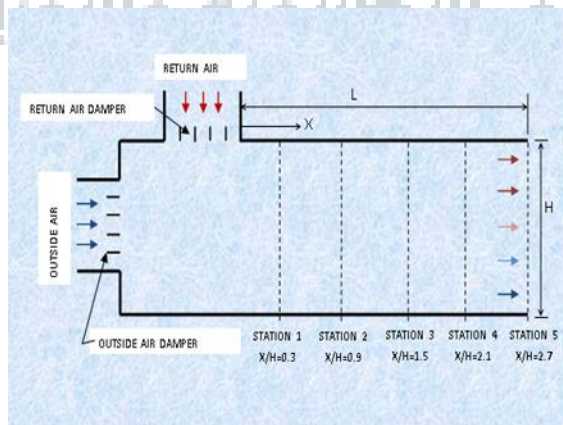


شكل(8) غرفة الخلط للحالة المرجعية

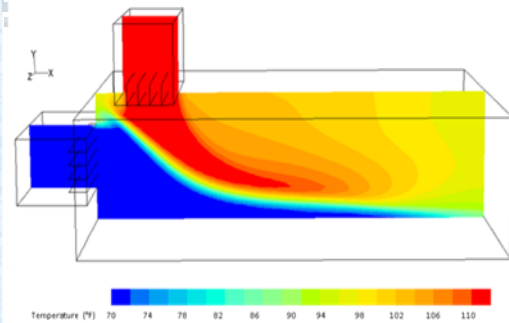


شكل (9) للحالة المرجعية ERT, EST

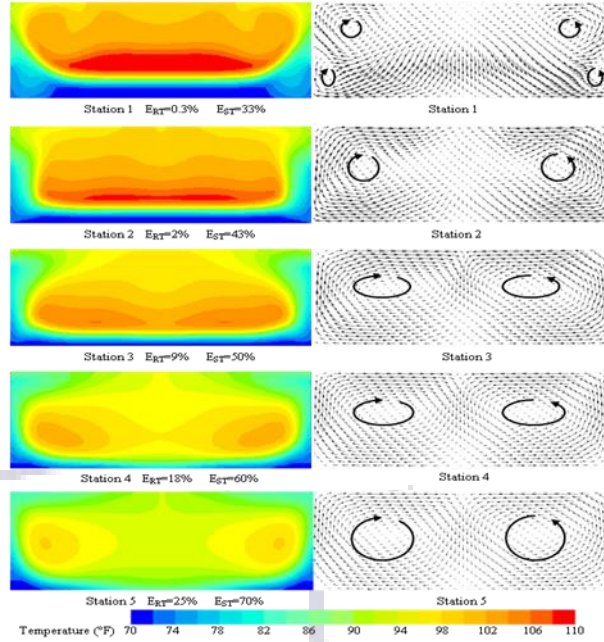
لتصور توزيع درجة الحرارة ومجال سرعة الخليط تم رسمهم في خمس مواقع محددة كما هو مبين في الشكل (10). الاشكال (11) و(12) تبين الرسومات بوضوح توزيع درجات الحرارة وحركة الخليط على طول حجرة الخلط.



شكل (11) منظر جانبي يبين المواقع الخمسة المحددة



شكل(10) توزيع درجة الحرارة للحالة المرجعية



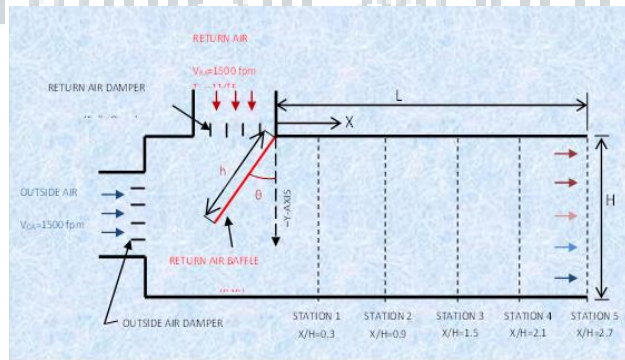
شكل (12) توزيع درجة الحرارة و متجه السرعة للحالة المرجعية في المواقع الخمسة

8. تأثير الزعانف على حركة الخليط

للبحث في تحسين الخلط بين الهواء الراجع والهواء الخارجي، زعنفتان تم اضافتهما الى حجرة الخلط، زعنفه الهواء الخارجي (OAB) وزعنفه الهواء الراجع (RAB). سيتم في الجزء التالي دراسة تأثير كل زعنفه على حده.

8-1- تأثير زعنفه الهواء الراجع (RAB) على الخليط

يبين الشكل (13) موضع زعنفه الهواء الراجع في حجرة الخلط، ولدراسة تأثير هذه الزعنفه على نسبة الخلط تم تثبيت جميع خواص الخليط مثل الحالة المرجعية. في هذه الورقة البحثية تم دراسة تأثير تغيير طول الزعنفه (h) مقسوما على ارتفاع حجرة الخلط (H) لثلاث قيم هي 0.15 ، 0.35 ، 0.55 ولكل قيمة تم تغيير قيمة زاوية الزعنفه بين محور Y والزعنفه (θ_{RAB}) لاربعة قيم هي 0° ، 15° ، 30° ، 45° .

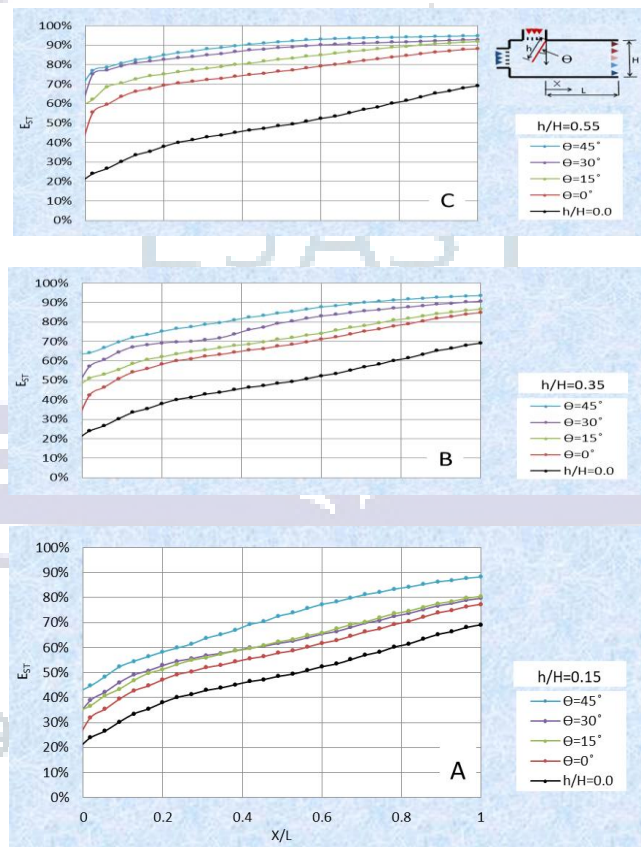


شكل (13) منظر جانبي يبين موقع زعنفه الهواء الراجع

الشكل (14) يبين تأثير اضافة زعنفه الهواء الراجع على فعالية معدل الخلط. هذا الشكل يتكون من ثلاثة مخططات بيانية **A, B, C** وكل مخطط بياني يبين تأثير تغيير زاوية الزعنفه مع تثبيت طول الزعنفه، ولعملية المقارنة تم رسم منحنى الحالة ($0.0 = h/H$). وبالمقارنة يتضح حدوث تحسن بإضافة الزعنفه وان الخلط يتحسن بزيادة زاوية الزعنفه وطول الزعنفه.

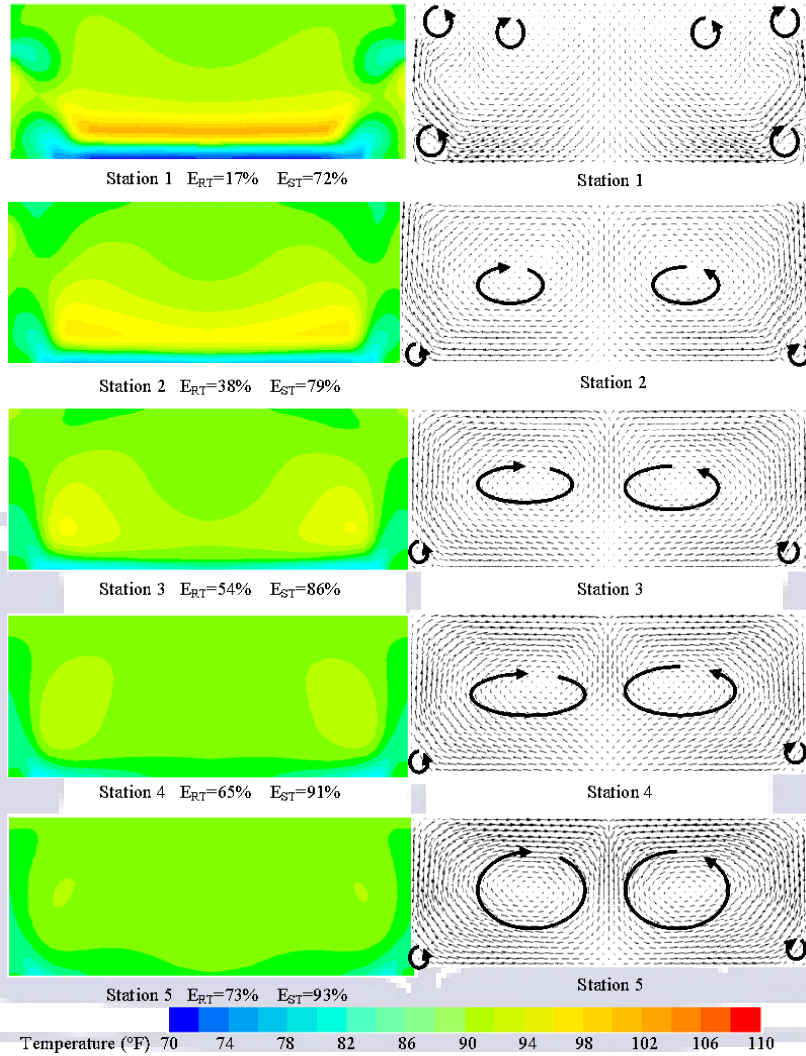
المنحنى (**A**) في الشكل (14)، يبين تأثير تغيير الزاوية θ_{RAB} من 0° الى 45° مع تثبيت طول الزعنفه عند $h/H=0.15$ ويبين هذا المنحنى انه بالمقارنة مع الحالة المرجعية ان قيمة E_{ST} تزداد بمقدار 10% عندما كانت $\theta_{RAB}=15^\circ$ و 12% عندما كانت $\theta_{RAB}=30^\circ$ وتقريبا 20% عند $\theta_{RAB}=45^\circ$ عند نهاية حجرة الخلط عند $1=X/L$. المنحنى (**B**)، عندما كانت طول **RAB** $(h/H=0.35)$ كانت قيمة E_{ST} حوالي 15% عند $\theta_{RAB}=0^\circ$ و 17% عند $\theta_{RAB}=15^\circ$ و 22% عند $\theta_{RAB}=30^\circ$ و 25% عند $\theta_{RAB}=45^\circ$ عند نهاية حجرة الخلط عند $1=X/L$. المنحنى (**C**)، عندما كانت طول $(h/H=RAB=0.55)$ كانت قيمة E_{ST} لقيم $\theta_{RAB}=0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ عند نهاية حجرة الخلط عند $1=X/L$ تساوي 30%، 37%، 44%، 47% على التوالي.

من خلال الشكل (14) يتبين ان E_{ST} تزداد بزيادة طول وزاوية زعنفه الهواء الراجع.



شكل (14) يبين تأثير اضافة زعنفه الهواء الراجع على فعالية معدل الخلط

توزيع درجة الحرارة المقطعي و متجهات السرعة والرسم المقطعي للسرعة لزعنفه الهواء الراجع والتي لها طول $h/H=0.35$ وزاوية $\theta_{RAB}=45^\circ$ مبينه بالشكل (15). من الملاحظ ان زعنفه الهواء الراجع أجبرت الهواء لدوران والتمدد خلف الزعنفه وبذلك تكونت المزيد من الدوامات في اعلى حجرة الخلط مع العلم ان زيادة الدوامات تزيد من اضطراب الهواء وبذلك يتحسن الخلط.



شكل (15) توزيع درجة الحرارة و متجه السرعة للحالة $h/H=0.35$ ، $\theta_{RAB}=45^\circ$

8-2- تأثير زعنفه الهواء الخارجي (OAB) على الخليط

بنفس الطريقة السابقة تم اضافة زعنفه الهواء الخارجي الى حجرة الخلط، وتبين انه عندما تكون $\theta_{OAB}=0^\circ$ لا يوجد اي تحسن في عملية الخلط وذلك بعدم وجود اي تغيير ملحوظ في قيمة ERT ، EST على طول حجرة الخلط (X/L) لجميع اطوال الزعنفه.

كذلك لقيمة $\theta_{OAB}=15^\circ$ وطول الزعنفه $h/H=0.15$ لا يوجد تحسن في عملية الخلط بينما لنفس الزاوية مع زيادة في طول الزعنفه من 0.15 الى 0.35 و 0.55 يحدث تحسن بسيط في معاملات الخلط (ERT ، EST). من جهة اخرى تحسن ملحوظ يحدث مع تغير زاوية الزعنفه الى $\theta_{OAB}=30^\circ$ ، 45° لجميع اطوال الزعنفه. عند $h/H=0.15$ و $\theta_{OAB}=30^\circ$ قيمة ERT تزداد بنسبة 30% و قيمة EST تزداد بنسبة 13% عند نهاية حجرة الخلط ($X/L=1$).

ومع زيادة طول الزعنفه 0.35 ، 0.55 مع زاوية الزعنفه 45° ، $\theta_{OAB}=30^\circ$ تحسن اضافي يحدث في معاملات الخلط.

9. تأثير الزعانف على انخفاض الضغط

يعتبر انخفاض الضغط من اهم العوامل التي يجب اخذها بعين الاعتبار عند عملية التصميم، وإضافة الزعانف الى حجرة الخلط يزيد من انخفاض الضغط في النظام .

يتم حساب الانخفاض بحساب متوسط الضغط الكلي (الضغط الاستاتيكي والضغط الديناميكي) بين المدخل والمخرج لحجرة الخلط باستخدام العلاقة الاتية:^[6]

$$\Delta P = P_{t_{US}} - P_{t_{DS}} \quad (4)$$

حيث $P_{t_{US}}$ و $P_{t_{DS}}$ معدل متوسط الضغط عند بداية ونهاية حجرة الخلط على التوالي .

$$\text{Total Pressure} = P_{Static} + \frac{1}{2}\rho V^2 \quad (5)$$

10. الخلاصة

الغرض من هذه الورقة البحثية هو البحث في تأثير أضافة زعانف لحجرة الخلط التي تعاني من مشكلة عدم الخلط الجيد للهواء الراجع مع الهواء الخارجي، والعوامل التي تم التركيز عليها في هذه الورقة هو تأثير تغيير زاوية وحجم الزعنفة على معاملات الخلط. في البنود الاتية نوضح خلاصة هذه الورقة.

1. للحالة المرجعية (لا يوجد زعانف) عند دخول الهواء الراجع الى حجرة الخلط عموديا على الهواء الخارجي. معدل فعالية الخلط وفعالية الخلط الاحصائية (معدلات الخلط) المستخدمة لحساب كمية الخلط تزداد بازدياد المسافة لحجرة الخلط. توزيع درجة الحرارة في مواقع على طول حجرة الخلط تبين مناطق ذات درجة حرارة عالية واخرى باردة وهذه المناطق تقل مع زيادة المسافة ولكن لمحدودية مسافة المنطقة الباردة ممكن ان تسبب مشاكل خصوصا في فصل الشتاء.
2. عند أضافة زعنفة الهواء الراجع الى حجرة الخلط تحسن في معدلات الخلط يحدث مع الزيادة في حجم وزاوية الزعنفة.
3. عند أضافة زعنفة الهواء الخارجي لا يوجد تحسن في عملية الخلط عندما كانت زاوية الزعنفة صفر مع جميع احجام الزعنفة، ومن جهة اخرى تحسن ملحوظ يحدث في عملية الخلط مع الزيادة في زاوية الزعنفة لجميع احجام الزعنفة.
4. أضافة الزعانف الى حجرة الخلط يزيد من انخفاض الضغط للنظام وبناء على كمية الخلط المطلوبة ومسافة حجرة الخلط المتاحة الحالة ذات اقل انخفاض في الضغط يتم اختيارها.

.11 المراجع

- [1] H. W. Alyea, "Why Steam Coil Freeze," Heating Piping and Air Conditioning, J. , pp. 127-129 May 1958, USA.
- [2] K. D. Robinson, "How Much Air Mixing is Enough," Heating Piping and Air Conditioning, J. , pp 70-71, November 1995, USA.
- [3] K. D. Robinson, "Static Air Mixer Fundamentals," Heating Piping and Air Conditioning, pp 85-9-, August 1995, USA.
- [4] T. A. Delaney, T. M. Maiocco, and A. G. Vogel, "Avoiding coil freeze up," Heating Piping and Air Conditioning, J. , pp, 83-85, December1984, USA.
- [5] J. Y. Kao, "Sensor Errors," ASHRAE Journal, pp 100-104, January 1985, USA.
- [6] Blender Products Inc, "Mixing Effectiveness Design Guide," Blender Products, Inc, 2000, USA.

مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية