

طريقة مبتكرة لتوصيف العمارة الإسلامية حزم المستقيمات المتطابقة الواصفة للوحدة والتكرار في ملاقف التهوية في العمارة الحلبية

أحمد كمال محمد جطل
akamaljatal@gmail.com

قسم العلوم الأساسية - كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية - جامعة حلب - حلب - سوريا

تاريخ القبول: 2022/4/16

تاريخ الاستلام: 2022/2/5

الخلاصة:

تم إجراء دراسة تحليلية للوحدات التكرارية في ملاقف التهوية في العمارة الإسلامية ولإسما العمارة الحلبية، وذلك بإجراء قياسات على ملاقف التهوية الحلبية، ووجدت أربع علاقات سُميت المعادلات الأساسية لتصميم الملقف الحلبية كما وُجدت أربع وحدات أساسية وتكراراتها، غُيِّر عنها بحزمة مستقيمات متطابقة مثلت معادلات مستقيمات تمرُّ من مبدأ الإحداثيات. رُبطت حزم المستقيمات المتطابقة الأربعة بين حجم الغرفة وحجم الملقف وعرضه وعمقه وارتفاعه عن سطح المبنى، وتم حساب الأخطاء، فكانت الأخطاء المرتكبة في القياسات ضمن أخطاء القياس البشرية المسموح بها. برهنت العلاقات في مجملها على الفكر التوحيدي المستقيم، كما برهنت على فكرة الوحدة والتكرار في العمارة الإسلامية بطريقة مبتكرة، فوَحَّدت تلك الوحدات الأربعة الأساسية وتكراراتها المتضمنة في المعادلات الرياضية بين حجم الغرف ومعاملات التصميم المتناظرة في الملاقف المدروسة، وصار لها أربع حزم مستقيمات مناسبة لوصفها، ووجد أن الوحدات وتكراراتها في تلك العلاقات المستنتجة تمثل نموذجاً رياضياً بسيطاً وسهلاً لتصميم الملاقف المناسبة للغرف المراد تهويتها ضمن أخطاء نسبية مقبولة، وهذا يسهل مهمة المصمم والمعمار الذي سيقوم بالتصميم والتنفيذ، فيكفيه أن يعرف حجم الغرفة حتى ينفذ الملقف المطلوب من خلال علاقات رياضية تمثل طريقة جديدة وسهلة وفعالة في حفظ تراثنا المعماري واستقراء الحلول المستقبلية منه للأجيال القادمة.

الكلمات الدالة:

البيت العربي، التبريد السلبي، ملقف التهوية، العمارة الإسلامية، الملقف العربي، البيت الحلبية.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
<https://rengj.mosuljournals.com>

1. المقدمة:

الحسن البصري قوله: "كنت أدخل بيوت رسول الله ع وأنا غلام مراهق وأنال السقف بيدي [6]، ثم لما زاد الخليفة الراشد عمر بن الخطاب في مسجد المدينة المنورة كرر البناء كما بني في عهد النبي ع فضاعفه، إذ كان طول المسجد في عهد النبي 70 ذراعاً وعرضه 60 ذراعاً، فصار طوله في عهد عمر بن الخطاب 140 ذراعاً وعرضه 120 ذراعاً [7]، فصارت قاعدتا الوحدة والتكرار سنتين يتبعهما المعماري الإسلامي في أغلب تصاميمه.

ولعل الموروث الفكري العربي الذي يعج بظاهرتي الوحدة والتكرار بما فيهما من جماليات انعكس في أعمال هؤلاء الباحثين فراحوا يبحثون في جماليات الزخرفة العربية ويستمتعون بهذا التوحيد والتكرار في تلك الزخارف، وكأنهم يعتقدون أنه إذا كان التكرار في الشعر والنثر يهدف إلى إمتاع الذائقة السمعية للمتلقى فإن التكرار في العمارة يسعى إلى إمتاع الذائقة البصرية في أغلب الأحيان، وهذا التكرار في الزخارف الموجودة في العمارة العربية الإسلامية لا يخرج عن قصد إدخال البهجة والسعادة في نفوس الناس، فقد اعتمد المعماري المسلم على تحريك مخيلة المتلقي وفق نزوع جمالي يمنحه فرصة أكبر في تأمل العمل الفني المعماري [8]، درس التكرار في زخرفات الأبواب في العمارة الإسلامية وقاموا بتحليل دلالات الشكل والجمال في هذه الأبواب فوجد أن هناك تكراراً في الوحدات الزخرفية بانتظام في الأبواب بنفس المساحة أو مضاعفتها، وأن البنية الشكلية للباب ناتجة عن تولد منتظم لمضاعفات الدائرة الأساسية في الزخرفة وهو ما أوجد توافقاً في نسب الشكل الزخرفي عند تطويره، وأن البنية الجمالية والزخرفية ناتجة عن تركيب الأشكال الهندسية في تفاعل وانسجام [9]. ودرست الزخرفات الموجودة في أحد المقامات الدينية في جدران وأسقف هذا المبنى ووجد أن الوحدة الزخرفية جزء محدد له كيانه المستقل يشكل بتكراره وتفاعله مع الأجزاء الأخرى تصميماً زخرفياً جمالياً [8].

ونعتقد أن الفنان والمعماري العربي استعار من الشعر العربي أبعاد تفعيلاته وتكرار هذه التفعيلات في بنية البيت الشعري وجعل منها أشبه ما تكون بتلك الوحدة المكررة في ذهن المعماري فتصميم البناء ينتج من الترتيب المنظم لوحدة مكررة، ويشير بعضهم أن استخدام الأشكال الهندسية الأساسية في العمارة الإسلامية يتم بنظام من العلاقات بين الجزء والكل باعتماد مبادئ التكرار والتناظر والتوازن والتدرج. لقد وافق الفنان المسلم في التراكيب الزخرفية بين الروحي والكوني والعالم المحسوس والمطلق، وقد غالى وأطنب في التنوع والتعدد لنقل المتأمل من مرحلة الإغراق في الحس إلى مرحلة السمو في التأمل [8]. وهو بذلك ينحو منحى القصيدة البارعة في تكوينها ومفرداتها، وهذا ما يظهره تحليل الخصائص الشكلية للمبنى إذ يتم التركيز على عناصره الأساسية والعلاقة فيما بينها، وتشمل العلاقات التي يتم تحليلها في المباني علاقة الجزء مع الكل، وعلاقة العناصر المتكررة مع المنفردة، وعلاقة التناظر والتوازن للعناصر، وعلاقة التدرج. ويرى باحثون أن التكرار في العمارة الإسلامية لم يكن في شكل الواجهات والزخارف بل تعداه إلى التكرار في تصميم العناصر الإنشائية خطياً أو شعاعياً اعتماداً على الشكل الكلي، وقد يكون هذا التكرار مخفياً أو غامضاً بحيث أن العين تتحرك من تكرار إلى تكرار آخر [10]، درس التكرار في تصميم الخانات الإسلامية، وتوصل إلى أن الشكل النهائي لمخططات الخانات في العمارة الإسلامية هو عبارة عن عنصر منفرد واحد متمثل بالفناء ومحاط بالعناصر المتكررة [11]، وهنا تبدو فكرتا الوحدة والتكرار في بناء الخانات فكرتين جوهريتين، إذ يكفينا معرفة تصميم أحد الخانات حتى نستقري تصميم الخانات الأخرى، إن تلك الخانات على تنوعها واختلاف موقعها الجغرافي واختلاف الفترة التاريخية التي بنيت بها تميزت بالوحدة كصفة مميزة

تُعرف فلسفة العمارة عند الأمم والحضارات على أنها تداخل بين أفكار المجتمع ومعتقداته، فهي مزيج بين الجمال والفن والأسس الفلسفية والأدبية لتلك الأمم ممزوجة بكم معرفي من العلوم الأخرى كعلم تكنولوجيا مواد البناء وعلوم الطبيعة والفيزياء والرياضيات وغيرها من الحقول المعرفية، والعمارة مرآة تعكس المعتقدات والأدب والتاريخ والسياسة والاجتماع عند الأمم والحضارات. فهي ببساطة تعبير عن أفكار المجتمع، وهي تأمل لأحكام ومعتقدات فكرية يتم البناء على أساسها. و على المعماري الناجح أن يكتسب الكثير من المعارف.

أ- الوحدة والتكرار في الموروث الثقافي العربي:
إن أهم القواعد الفكرية التي قام عليها الفكر الإسلامي هي التوحيد لقوله تعالى في القرآن الكريم (قل هو الله أحد، الله الصمد)، وكان الفكر التوحيدي هو الوعاء الحافظ لشعوب العالم الإسلامي جميعها، أما التكرار فقد كان قاعدة أخرى استند إليها سلوك المسلم، فهو يكرر صلاته في اليوم خمس مرات على الأقل، ويكرر الزكاة في عامه مرة، ويتوق لتكرار حجة كل سنة، كما أن القرآن دعا المسلمين للتفكير في تكرار الليل والنهار، والظواهر الكونية الأخرى، وكان التكرار والتوحيد قد دخل الموروث الفكري والأدبي عند العرب منذ القدم، فعرف العرب منذ الجاهلية التكرار في أشعارهم فكانوا يكررون التفعيلات العروضية بشكل متشابه ضمن وحدة البيت الشعري الواحد، فينسجون قصائدهم بإبداع عفوي لتنظيم القصيدة ضمن بحر من بحور الشعر، ولكل بحر تفعيلاته التي تتكرر لتنسج جسد القصيدة ذات البحر الواحد المتجانس، واعتبر قدماء المفكرين العرب أن التكرار في الأدب من أساليب التأثير في نفوس السامعين وليس عيباً.

[1]، فهو يلاحم ويوحد بين مفردات النص، ويربط أجزاءها، فيكسب النص زهواً وحركة بديعة مصحوبة بالجمال، إذ يستحضر الطاقات الدفينة في ذات الخطيب والشاعر، وينقلها أساسيس ومشاعر تستنفر الانفعالات في ذهن المتلقي، وهنا يقوم التكرار بوظيفتين: إيقاعية جمالية، وبنوية توحيدية، وهنا يبدو واضحاً تلازم التكرار مع التوحيد في الثقافة العربية، والتكرار عند أفلاطون هو من أركان الجمال، وهو الوحدة التي تتفرع منها باقي الأركان الأخرى كالانسجام والتناسب والتوازن والتدرج [2].

ب- الوحدة والتكرار في العمارة الإسلامية:
حرص المعماري الإسلامي على حضور القيم الثقافية والحضارية من موروثه الفكري العريق في صلب أعماله ولا تتفق مع الباحثين الذين يرون أن المناهج الفلسفية العربية والإسلامية التي تزخر بالمفاهيم الأخلاقية لم يستطع المعماري العربي المسلم أن يؤمن آلية لتطبيق تلك المفاهيم القيمة في النتاج المعماري [3]. ويدعمنا في رأينا هذا قول بعض الباحثين أن ما ميز العمارة الإسلامية هو الوحدة والتنوع والتكرار، فالشكل الواحد يمكن أن يخدم أكثر من وظيفة، فكانت خصوصية المعماري المسلم تكمن في مقدرته على تشكيل آلية أو طريقة معينة لتكوين وتصميم مخططات مدروسة ذات وظائف متعددة، وكان يستند في ذلك على الوحدة والتكرار، فيرسم النموذج في موقع ليتم تكراره في موقع آخر [4].

فقد كان النبي ع أول معماري في الإسلام سن قاعدتي الوحدة والتكرار في العمارة الإسلامية حين بنى بيوت زوجاته على هيئة وحدة أساسية مكررة، فكانت حجرات بيوت زوجات النبي ع متواضعة ومتقاربة من حيث المساحة والارتفاع، وكل حجرة مربعة الشكل طول ضلعها 8-9 أذرع، ويمكن ملامسة سقفها من الداخل، وتتكون من صالة داخلية طول ضلعها ما بين 6-7 أذرع، وصالة مدخل بسيطة وصغيرة قبل الحجرة اتساعها باتساع الحجرة [5]، ويروي السهمودي عن

الحراري نموذجاً فعالاً للتكيف البيئي في بيئة المدينة المنورة .
[21]

في هذا البحث نستقريء القياسات التي أجريناها لعدد كبير من ملاقف التهوية في حلب، وسنبحث عن ظواهر الوحدة والتكرار والاستقامة في معاملات ملاقف التهوية في مدينة حلب نموذجاً للدراسة بهدف البحث في ترميم تلك المباني المدمرة ، وهي تُشابه بشكل عام ملاقف التهوية في كل البلدان الإسلامية من حيث الآلية الفيزيائية ، لقد استطعنا من خلال الغوص في مفهوم الوحدة والتكرار في العمارة الإسلامية أن نستنبط من خلال استقراء النتائج المقاسة على عدد لا بأس به من الملاقف في مدينة حلب برهان فكري الوحدة والتكرار وصياغتها بشكل قوانين رياضية صارمة ضمن خطأ نسبي مسموح به، ثم ترجمة هذه القوانين إلى حزم مستقيمت متطابقة قوامها معادلات مستقيمت تمر من مبدأ الإحداثيات، وهذا أدى بنا إلى إيجاد نموذج رياضي كاف لتصميم هذه الملاقف وهنا تكمن الجدة في بحثنا.

1. منهجية البحث وهدفه:

تمّ اعتمادنا في هذا البحث المنهج التجريبي في الحصول على النتائج، واستقرت هذه النتائج للحصول على العلاقات التي تظهر الوحدة والتكرار في بارامترات الملاقف المدروسة في علاقات بسيطة تمثل نموذجاً رياضياً سهلاً لتصميم الملقف وتنفيذه بسهولة، وحولت هذه العلاقات إلى معادلات مستقيمت تمر من مبدأ الإحداثيات وفق فرضية المستقيمت، وهي طريقة مبتكرة، وضمن هذه الجزئية تكون الإضافة المبتكرة.

2. النتائج والمناقشة:

ملقف التهوية في مدينة حلب يشابه من حيث آلية العمل كل الملاقف الأخرى في البلدان الإسلامية بما فيها أبراج التهوية، لأن المبدأ العلمي في عملها متشابه بشكل عام، وعلى هذا يمكن الاستفادة من هذا البحث وتعميمه على مختلف البلدان الإسلامية مع الأخذ بعين الاعتبار المصطلحات الخاصة بكل بلد، وبغض النظر عن ذلك تبقى القواعد العلمية العامة مشتركة. يتميز ملقف التهوية بأن حجمه وارتفاعه عن سطح المبنى يقلان عن حجم وارتفاع برج التهوية، ويكون ملقف الهواء ضمن التصميم الأساسي لجدران المبنى، ويمكنه القيام بدورين: أولهما دور سحب الهواء من المحيط الخارجي للمبنى ودفعه إلى داخل غرف المبنى، وثانيهما دور طارد للهواء الساخن من المحيط الداخلي للمبنى إلى الخارج.

3. حزمة المستقيمت المتطابقة المعبرة عن الوحدة والتكرار في تصميم الملقف الحلبي: (استنباط معادلات الوحدة والتكرار في بارامترات الملاقف):

درسنا 16 ملقفًا وهو العدد المتوفر الذي استطعنا إجراء القياسات عليه في الظروف المتاحة نظراً لدمار أغلبها، وقد استعملنا في القياسات الطريقة المترية التقليدية ، وثبت لدينا نتيجة القياس ، أنه يمكن تقسيم النتائج التي حصلنا عليها إلى مجموعتين ، تتسم عناصر كل مجموعة بالتشابه فيما بينها ، ويحتوي الجدول (1) متوسط حجم الغرف المدروسة، كما يحتوي أبعاد بارامترات الملقف في مجموعة الغرف الأولى، وكذلك حجم وأبعاد معاملات مجموعة الغرف الثانية المدروسة.

العمارة الإسلامية، وبذلك يظهر إبداع المعمار الإسلامي في تحديد الهوية الفكرية الحضارية لبنائه[11].

ووجد في دراسة أخرى عن الأسوار الخارجية للمدن الإسلامية أن فيها وحدة في التكوين ضمن التنظيم الفضائي للأسوار، كما وُجد أن مبدأ التكرار في زخرفات أبواب الأسوار عامل حاسم، وقد استنتج الباحثون أن التصميم للأسوار ولاسيما أبوابها يتميز بالتوافق والانسجام والتكرار للوحدات الزخرفية[12].

ويوجد أبحاث درست الوحدة والتكرار في العمارة الإسلامية، إلا أنها لم تبحث عن إمكانية خضوع تلك القوانين لمعادلات مستقيم يمر من مبدأ الإحداثيات، فكان في أغلبه يبحث في القضايا الجمالية للعمارة الإسلامية ولم تستطع تلك الأبحاث اعتقال الخيال وإسقاطه كواقع علمي محدد بقوانين صارمة وواضحة.

وقبل الدخول في الحديث عن ملاقف التهوية وظاهرتي الوحدة والتكرار والاستقامة فيها لابد من استعراض سريع لبعض الأبحاث التي عملها الباحثون عن هذه الأداة العبقريّة، وبشكل عام يمكننا القول إن ملاقف التهوية من أهم عناصر التبريد السلبي في العمارة الإسلامية، وقد صنفها الباحثون ضمن العمارة البيئية، واعتبروها أحد عناصر المعالجة المناخية في العمارة الإسلامية للمناطق ذات المناخ الحار[13]، واعتبرها آخرون من الحلول الجيدة للتهوية في العمارة التقليدية[14]، كما قدّم باحثون آخرون نظرة عامة في تصميم ملاقف التهوية وأبراجها[15]، في حين تحدث آخرون عن ملاقف التهوية في العمارة الخليجية (البحريني)، وذكروا أجزاءها، وقسموها إلى صنفين: ملقف مصمم ضمن الجدار، وآخر برج لاقف للهواء الذي يتميز بارتفاعه الكبير فوق المباني[16]، وقد حاول بعض الباحثين الاستفادة من مفهوم الملقف في محاكاة للتهوية الطبيعية بأسلوب معاصر[17]، وصمم باحثون عراقيون ملقفًا ودرسوا فيه أثر الترطيب في تحسين البيئة الحرارية للمبنى في العمارة الحديثة وحصلوا على نتائج مشجعة[18]، كما درس آخرون نماذج جديدة من تصاميم ملاقف التهوية في المملكة العربية السعودية وقدموا نماذج مبتكرة لملاقف التهوية[19]، كما قدّم آخرون بحثاً مشتركاً بين جامعة شيفيلد والجامعة التكنولوجية في ماليزيا بحثاً فيه مقارنة بين نماذج مختلفة من أبراج التهوية كأنظمة تبريد سلبي في مختلف بلدان العالم الإسلامي[20]، وهي دراسات تنطرق إلى قضايا مهمة تتعلق بأبراج التهوية وملاقفها. بالرغم من كثرة الأبحاث في هذا المجال إلا أنها لم تنطرق إلى توصيف ملاقف التهوية بشكل واضح، كما أنها لم تدرس ظاهرتي الوحدة والتكرار فيها، ولم تبحث في إيجاد طريقة لتصميم وبناء هذه الملاقف ولا التوصل إلى العلاقات التي تربط بارامترات ملاقف التهوية بعضها ببعض وإيجاد القواعد العلمية التي يتم تصميم الملقف استناداً إليها، ونعتقد أن العمارة الإسلامية تحتاج إلى إمطة اللّام عن القوانين العلمية التي قامت عليها وأن هذه القوانين العلمية يجب أن تخضع لعلاقات وتنظيمات واضحة، تُدرس مؤخرًا التصميم الحراري لجدران المسجد النبوي الذي بناه النبي صلى الله عليه وسلم ، وتبدو فيه فلسفة الوحدة والتوحيد والتكرار ظاهرة جلية تستند إلى علاقات رياضية توحد بين معاملات التصميم الحراري للمسجد النبوي بطريقتين إذ وحدت الطريقة الأولى بين مساحة المسجد وحجم جدرانه والتغيرات في حجم الجدران وكمية الحرارة المخزنة في كل جدار ، كما وحدت الطريقة الثانية بين معاملات التصميم الحراري ، ككمية الحرارة المخزنة في الجدران ومعامل التمدد الحراري للجدران ، والانتقال الحراري ضمن الجدران ، وغيرهم من المعاملات الأخرى ، فمثل التصميم

حجم الملقف Vc (m ³)	حجم الغرفة التي يوجد فيها الملقف (m ³) VR	ارتفاع الملقف عن السطح Y(m)	عمق الملقف D(m)	عرض الملقف W(m)	
0.38	100	1.5	0.45	0.56	مجموعة الغرف الأولى
0.42	120	1.55	0.50	0.58	مجموعة الغرف الثانية
0.40	110	1.525	0.475	0.57	الوسطي

الجدول (1) مواصفات الغرف ومعاملات الملاقف المدروسة.

يمكننا من الجدول (1) اشتقاق الجدول (2) الذي يوضح لنا بعض القيم لأبعاد الملقف منسوبة إلى حجم الغرفة المراد تهويتها.

وعمقه بشكل مناسب، هذا يؤدي إلى ضعف تيارات الهواء الواردة ضمن الملقف وحتى تتم زيادة سرعة جريان الهواء تتم زيادة ارتفاع الملقف عن سطح البناء لتأمين جريان هواء مناسب مع التصميم الجديد، ولاستنتاج العلاقة التي تربط بين حجم الملقف وحجم الغرفة نستخدم العمود الأول من الجدول (2) فنجد منه أن نسبة حجم الملقف إلى حجم الغرفة في الحالة الأولى يساوي النسبة بين حجم الملقف إلى حجم الغرفة في الحالة الثانية بخطأ مطلق ضئيل قدره ± 0.0003 ، وبخطأ نسبي قدره 0.08، وهو خطأ مقبول يقع ضمن أخطاء القياس البشرية. مما يعني أن الدقة جيدة، ولجعل هذا الخطأ في أقل قيمة له نقوم بحساب الوسطي للنسبتين الذي هو 0.00365، فينخفض الخطأ النسبي إلى 0.039 وهو خطأ مقبول جداً ويقع ضمن أخطاء القياس البشرية، وبالتالي من العمود الأول يمكن اشتقاق الوحدة الأساسية الأولى وتكرارها وفق العلاقة (1) التي تربط بين حجم الملقف وحجم الغرفة التي يبردها وهي:

$$(V_{C1}/V_{R1}) = (V_{C2}/V_{R2}) = (V_C/V_R) = 0.00365 \quad (1)$$

وهي العلاقة الأولى في تصميم ملاقف التهوية. حيث v_{C1} و v_{C2} تمثل حجم الملقف في حالة مجموعة الغرف الأولى وحالة مجموعة الغرف الثانية وحجم الملقف بشكل عام لأي غرف **مشابهة**، أما v_{R1} و v_{R2} و v_R ، فتتمثل حجم الغرفة في مجموعة الغرف الأولى وحجم الغرفة في مجموعة الغرف الثانية وحجم الغرفة بشكل عام والتي لها مواصفات **مشابهة**. إن الطرف الأول من المعادلة السابقة يمثل الوحدة الأساسية الأولى التي تعبر عن نسبة حجم الملقف إلى حجم الغرفة ثم تتكرر تلك الوحدة الأساسية من أجل الغرف الأخرى، وهذا التكرار لا يتوقف عند حد وإنما يحدده حجم الغرفة الذي يحتاج إلى التبريد ويستلزم حجماً مناسباً للملقف بغية الحصول على أداء مميز، وكيفينا معرفة حجم الغرفة حتى نتنبأ بالحجم المناسب للملقف قبيل القيام ببنائه.

4.1. حزمة المستقيمات المتطابقة الأربع المعبرة عن الوحدات الأساسية وتكرارها في المعادلات الأساسية لتصميم الملقف:

تمثل الوحدات الأساسية التي نقصدها الطرف الأول من المعادلات الأساسية القادمة لتصميم الملقف، أما التكرار فتمثله الأطراف الثانية والثالثة ومايليه من هذه المعادلات، وهذا التكرار غير محدود وإنما يخضع لشروط تصميم النموذج المناسب للملقف.

إن الهدف الأساس من بناء ملاقف التهوية هو تلطيف أجواء الغرف التي يبنى فيها، لذلك سوف **نبحث** عن مفهوم الوحدة والتكرار الذي كان من قواعد العمارة الإسلامية عن طريق استقراء النتائج لاستنتاج المعادلات والقوانين التي تربط بارامترات ملقف التهوية مع حجم الغرفة التي يراد تهويتها، ومن ثم تحويلها إلى معادلات مستقيم يمر من مبدأ الإحداثيات، وبالتالي التعرف على الوحدات الأساسية وتكراراتها التي يعبر عنها بالمعادلات اللازمة لإنجاز التصميم المطلوب.

أمعادلات المستقيمات التي تربط تغيرات حجم الملقف بتغيرات حجم الغرفة (حزمة المستقيمات المتطابقة الأولى):

يلاحظ من دراسة الجدول (2) أن المعاملات التي تمثل أبعاد الملقف تتناسب مع حجم الغرفة المراد تهويتها وبدقة كبيرة، هذا يعني أن تصميم الملقف يستند إلى قوانين علمية دقيقة وليس تقليداً أجوف، فمن العمود الأول للجدول (2) يمكننا أن نقول إن حجم الملقف يتناسب مع حجم الغرفة، و استلزمت الزيادة في حجم الغرفة الزيادة في حجم الملقف حتى يتم استرجار كمية هواء مناسبة للغرفة الأكبر حجماً وبالتالي فإن كمية الهواء المستجزة في كلتا الحالتين متناسبة وكافية للتهوية، استلزمت زيادة حجم الملقف زيادة في عرضه

نسبة عمق الملقف إلى حجم الغرفة	نسبة عرض الملقف إلى حجم الغرفة	نسبة ارتفاع الملقف عن سطح البناء إلى حجم الغرفة	نسبة حجم الملقف إلى حجم الغرفة	
$(D_1/V_{R1}) = 0.0045$	$(W_1/V_{R1}) = 0.0055$	$(Y_1/V_{R1}) = 0.015$	$(V_{C1}/V_{R1}) = 0.0038$	حالة مجموعة الغرف الأولى
$(D_2/V_{R2}) = 0.0042$	$(W_2/V_{R2}) = 0.0050$	$(Y_2/V_{R2}) = 0.013$	$(V_{C2}/V_{R2}) = 0.0035$	حالة مجموعة الغرف الثانية
0.00435	0.00525	0.014	0.00365	وسطي الحالتين

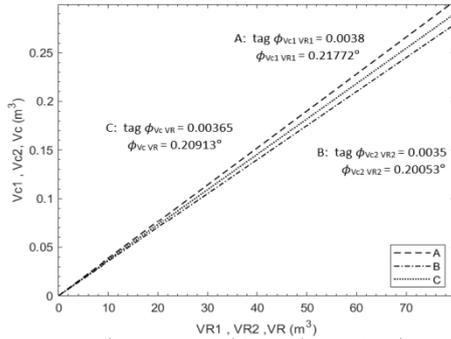
الجدول (2) بارامترات وأبعاد الملاقف منسوبة إلى حجم الغرفة المراد تهويتها.

$$v_{C1}/v_{R1} = 0.0038 \quad (2)$$

وتكون معادلة المستقيم الواصفة لتغيرات حجم الملقف لحجم الغرفة الأولى هي:

سيدرس البحث تحويل العلاقات الموصوفة بطريقة النسبة والتناسب إلى علاقات تعطي بطريقة المستقيمات، من أجل ذلك يمكننا من العلاقة السابقة اشتقاق معادلات كل منها يمثل معادلة مستقيم يصف الحالة التي يمثلها أحد حدود العلاقة (1)، من الحد الأول نجد:

0.041096، ومن أجل زوايا ميل المستقيمت يكون: 0.041123، نلاحظ أن الأخطاء النسبية الحاصلة في حساب ميول وزوايا ميول المستقيمت الواصفة لتغيرات حجم الغرف وحجم ملاقفها تقع ضمن الأخطاء النسبية الضئيلة، وهذا يعني أن معادلات المستقيمت الواصفة التي تربط بين حجم الغرفة وحجم ملقفها هي معادلات نبيلة وشريفة، لأنها تمثل معادلات مستقيم يمر من مبدأ الإحداثيات من جهة، ومن جهة ثانية فقد أظهرت أن الخطأ النسبي المرتكب في حسابها لا يتجاوز 0.05 وهو خطأ نسبي مقبول يقع ضمن أخطاء القياس التي يقع فيها الإنسان خلال إجراء تلك القياسات. يمثل الشكل (1) المستقيمت الواصفة لتغيرات حجم الغرف بالنسبة لحجم ملاقفها من أجل الحالات الثلاث: مجموعة الغرف الصغيرة وملاقفها، مجموعة الغرف الكبيرة نسبياً وملاقفها، ومجموعة الغرف المتوسطة وملاقفها.



الشكل (1) المستقيمت الواصفة لتغيرات حجم الغرف بالنسبة لحجم ملاقفها، من أجل الحالات الثلاث: مجموعة الغرف الصغيرة وملاقفها، مجموعة الغرف الكبيرة نسبياً وملاقفها، ومجموعة الغرف المتوسطة وملاقفها.

نلاحظ من الشكل (1) أن المستقيمت الواصفة لتغيرات حجم الغرف في الحالات الثلاث متطابقة تماماً لتساوي ميولها، ويظهر ذلك من العلاقة (12) من جهة، وتساوي زوايا ميولها من جهة ثانية وهذا ما توصلنا إليه في العلاقة (13)، هذا يبرر لنا اعتماد إصلاح حزمة المستقيمت المتطابقة الأولى التي تصف العلاقة بين حجم الملقف وحجم الغرفة التي يقوم بتلطيفها.

2.4 معادلات المستقيمت التي تربط تغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء وحجم الغرفة (حزمة المستقيمت المتطابقة الثانية):

أما المعادلة الثانية (14) التي تمثل الوحدة الأساسية الثانية في الغرفة الأولى وتكرارها في بقية الغرف فيمكن اشتقاقها من العمود الثاني للجدول الثاني والذي يحتوي نسبة ارتفاع الملقف عن سطح البناء إلى حجم الغرفة في الحالة الأولى وفي الحالة الثانية، ونجد من الجدول أن النسبتين متساويتان بخطأ مطلق قدره ± 0.002 ، والخطأ النسبي في القياس مرتفع بعض الشيء إذ يبلغ 0.1، ولتقليل هذا الخطأ وتحسين هذه الدقة نأخذ متوسط هذه القيم والبالغ 0.014، فينخفض الخطأ النسبي إلى 0.077 وهو خطأ مقبول نسبياً، ويقع ضمن أخطاء القياس والبناء البشرية والدقة جيدة، يمكننا من العمود الثاني للجدول الثاني اشتقاق العلاقة الثانية لتصميم ملقف التهوية الحلبي والتي هي:

$$(Y_1 / V_{R1}) = (Y_2 / V_{R2}) = (Y / V_R) = 0.014 \quad (14)$$

حيث Y_1 و Y_2 و Y تمثل ارتفاع الملقف عن سطح البناء في حالات الغرف الأولى والثانية وبشكل عام على التوالي، أما V_{R1} و V_{R2} و V_R فتتمثل حجم الغرفة في مجموعة الغرف الأولى وحجم الغرفة في مجموعة الغرف الثانية، وحجم

$$v_{c1} = 0.0038 v_{R1} \quad (3)$$

وهي معادلة مستقيم يمر من مبدأ الإحداثيات، وميله يعطى بالعلاقة:

$$\tan \phi_{vc1vR1} = 0.0038 \quad (4)$$

وزاوية ميل هذا المستقيم تعطى بالعلاقة:

$$\phi_{vc1vR1} = 0.21772^\circ \quad (5)$$

ويمكن استنباط معادلة المستقيم الواصف لتغيرات الحد الثاني من العلاقة (1) التي تربط بين حجم الملقف في مجموعة الغرف الثانية وحجم تلك الغرف وهي:

$$v_{c2} = 0.0035 v_{R2} \quad (6)$$

وهي معادلة مستقيم يمر من مبدأ الإحداثيات، وميل هذا المستقيم مبين بالعلاقة:

$$\tan \phi_{vc2vR2} = 0.0035 \quad (7)$$

أما زاوية الميل للمستقيم السابق فتعطى بالعلاقة:

$$\phi_{vc2vR2} = 0.20053^\circ \quad (8)$$

أما معادلة المستقيم الواصفة لتغيرات حجم الملقف بالنسبة لحجم الغرفة للغرف المتوسطة التي تمثل القيمة المتوسطة لأحجام الغرف وأحجام ملاقفها فهي:

$$v_c = 0.00365 v_R \quad (9)$$

وميل هذا المستقيم هو:

$$\tan \phi_{vcvR} = 0.00365 \quad (10)$$

أما زاوية ميل المستقيم فهي:

$$\phi_{vcvR} = 0.20913^\circ \quad (11)$$

يمكننا مما سبق استنتاج العلاقتين اللتين تصفان العلاقة بين ميول وزوايا ميول المستقيمت السابقة وتكون بالشكل:

$$\tan \phi_{vc1vR1} = \tan \phi_{vc2vR2} = \tan \phi_{vcvR} \quad (12)$$

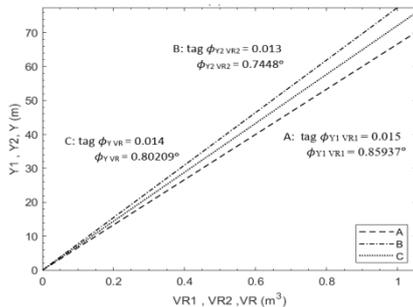
$$\phi_{vc1vR1} = \phi_{vc2vR2} = \phi_{vcvR} \quad (13)$$

بغية تدقيق حساباتنا نحسب الخطأ النسبي لميل المستقيم الأول المعبر عن العلاقة التي تربط بين حجم المجموعة الأولى للغرف وحجم ملقفها، وبين ميل المستقيم الذي يربط بين متوسط حجم الغرف ومتوسط حجم ملقفها، فيكون الخطأ النسبي في الحساب هو: 0.041096، أما الخطأ النسبي بين زاوية ميل المستقيم الواصف لتغيرات حجم مجموعة الغرف الأولى وملاقفها، وبين زاوية ميل المستقيم الواصف لتغيرات متوسط حجم الغرف ومتوسط حجم ملقفها فهو: 0.041075. أما الخطأ النسبي المرتكب من أجل معطيات المستقيم الواصف لتغيرات العلاقة بين حجم مجموعة الغرف الثانية وحجم ملاقفها وبين الحجم الوسطي للغرف والحجم الوسطي لملاقفها، فمن أجل ميل المستقيمت يكون الخطأ النسبي هو:

حيث تمثل العلاقة (22) تساوي ميول المستقيمات الواصفة لتغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء وحجم الغرف، كما تمثل العلاقة (23) تساوي زوايا ميول هذه المستقيمات. لتبيان دقة حساباتنا وتساوي ميول المستقيمات وزوايا المستقيمات الواصفة لتغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء مع تغيرات حجم الغرف التي تعمل فيها هذه الملاقف، نجري حساباً للخطأ النسبي لميل المستقيم الأول المعبر عن العلاقة التي تربط بين ارتفاع الملقف عن سطح البناء من أجل مجموعة الغرف الأولى، وبين العناصر نفسها في حالة الغرفة، فيكون الخطأ النسبي في حساب ميل المستقيم هو: 0.07143، أما الخطأ النسبي بين زاوية ميل المستقيم الواصف لتغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء بالنسبة لحجم مجموعة الغرف الصغيرة، وبين زاوية المستقيم الواصف لتغير العناصر نفسها في الغرفة المتوسطة فهو: 0.071862.

أما الخطأ النسبي المرتكب من أجل معطيات المستقيمين الواصفين لتغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء وحجم مجموعة الغرف الكبيرة وبين ما يناظرها من عناصر الغرفة المتوسطة من أجل ميل المستقيمات فيكون هو: 0.71429، ومن أجل زوايا ميل المستقيمات يكون: 0.071426، نلاحظ أن الأخطاء النسبية الحاصلة في حساب ميول وزوايا ميول المستقيمات الواصفة لتغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء وحجم الغرف، هي أخطاء مقبولة وإن لم تكن أصغر من 0.05 إلا أنها أكبر منها بقليل ويمكن أن نعزو الزيادة فيها إلى أخطاء البناء البشرية الحاصلة نتيجة بعض الأخطاء في تنفيذ البناء الذي يقوم به عادة أناس لا يمتلكون ثقافة عالية، وهم في الغالب مقلدون لمن سبقهم، وقد يكون نتيجة العبث فيها أو ترميمها عبر عشرات السنين، وإلى أخطاء القياس البشرية أيضاً، وبالرغم من ارتفاع الأخطاء نسبياً إلا أنها مازال مقبولة، وتمكنا من القول إن المعادلات الواصفة لتغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء مع حجم الغرف تنتمي إلى مجموعة المعادلات النبيلة، وإننا استطعنا توصيفها بجملة مستقيمات متطابقة، إذ إن ميول هذه المستقيمات متساوية، وزوايا ميولها متساوية أيضاً، ويمكننا تسميتها حزمة المستقيمات المتطابقة الثانية التي تصف العلاقة بين ارتفاع الملقف عن سطح البناء وبين حجم الغرفة التي يقوم الملقف بتلطيف أجوائها.

يمثل الشكل (2) المستقيمات الواصفة لتغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء مع تغيرات حجم الغرفة من أجل الحالات الثلاث: مجموعة الغرف الصغيرة وملاقفها، مجموعة الغرف الكبيرة وملاقفها، ومجموعة الغرف المتوسطة وملاقفها.



الشكل (2) المستقيمات الواصفة لتغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء مع تغيرات حجم الغرفة، من أجل الحالات الثلاث: مجموعة الغرف الصغيرة وملاقفها، مجموعة الغرف الكبيرة وملاقفها، ومجموعة الغرف المتوسطة وملاقفها.

نلاحظ من الشكل (2) أن المستقيمات الواصفة لتغيرات ارتفاع الملقف مع تغيرات حجم الغرف في الحالات الثلاث متطابقة تماماً، لتساوي ميولها، ويظهر ذلك من العلاقة (22) من جهة وتساوي زوايا ميولها من جهة ثانية، وهذا ما توضحه العلاقة

الغرفة بشكل عام والتي لها مواصفات مشابهة على التوالي. تجعل العلاقة السابقة الوحدة الأساسية الثانية للتصميم تحتوي نسبة ارتفاع الملقف عن سطح البناء إلى حجم الغرفة، ثم تكرر تلك الوحدة بالنسبة نفسها في بقية الغرف دون حدود حسب ما يقتضيه حجم الغرفة، وهي تعبر عن المعادلة الثانية وهي مهمة في إنجاز تصميم الملقف.

وتكرار هذه الوحدة الأساسية الثانية يعني أن الزيادة في حجم الغرفة يقتضي الزيادة في ارتفاع الملقف عن سطح البناء لتأمين واستقرار كمية هواء مناسبة للغرفة الأكبر حجماً. من المعادلة (14) يمكن اشتقاق مجموعة العلاقات التي تربط حجم الغرف مع ارتفاع الملقف عن سطح البناء وفق طريقة المستقيمات، من الحد الأول من العلاقة (14) نجد أن علاقة المستقيم الواصفة لتغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء مع حجم الغرف من أجل مجموعة الغرف الصغيرة الحجم أو ما سميناه غرف المجموعة الأولى هي:

$$Y_1 = 0.015 V_{R1} \quad (15)$$

وهي معادلة مستقيم يمر من مبدأ إحداثيات الجملة الديكارتية، ميل هذا المستقيم يعطى بالعلاقة:

$$\tan \phi_{Y1VR1} = 0.015 \quad (16)$$

وزاوية ميل هذا المستقيم هي:

$$\phi_{Y1VR1} = 0.85937^\circ \quad (17)$$

أما علاقة المستقيم الواصفة لتغيرات ارتفاع الملقف عن سطح البناء مع حجم الغرف من أجل مجموعة الغرف الكبيرة الحجم أو ما سميناه غرف المجموعة الثانية فهي:

$$Y_2 = 0.013 V_{R2} \quad (18)$$

وزاوية ميل هذا المستقيم هي:

$$\phi_{Y2VR2} = 0.7448^\circ \quad (19)$$

ومن الحد الثاني للعلاقة (14) يمكن إيجاد معادلة المستقيم الواصف للعلاقة التغيرات بين ارتفاع الملقف عن سطح البناء وبين حجم الغرف بشكل عام، وهي بالشكل:

$$Y = 0.014 V_R \quad (20)$$

وميل هذا المستقيم هو:

$$\tan \phi_{YVR} = 0.014 \quad (21)$$

وزاوية ميله هي:

$$\phi_{YVR} = 0.80209^\circ \quad (21)$$

مما سبق يمكن إيجاد العلاقتين الواصفين لتطابق المستقيمات المعبرة عن العلاقة بين ارتفاع الملقف عن سطح البناء وبين حجم الغرفة وهي:

$$\tan \phi_{Y1VR1} = \tan \phi_{Y2VR2} = \tan \phi_{YVR} \quad (22)$$

$$\phi_{Y1VR1} = \phi_{Y2VR2} = \phi_{YVR} \quad (23)$$

(23)، هذا يبرر لنا اعتماد إصلاح حزمة المستقيمات المتطابقة الثانية التي تصف العلاقة بين ارتفاع الملقف عن سطح البناء وحجم الغرفة التي يقوم بتلطيف أجوائها الداخلية.

ج-معادلات المستقيمات التي تربط بين عرض الملقف وحجم الغرفة (حزمة المستقيمات المتطابقة الثالثة):

بالطريقة نفسها يمكن اشتقاق المعادلة الثالثة (24) التي تحتوي الوحدة الأساسية الثالثة في الغرفة الأولى وتكرارها في بقية الغرف وهي تربط بين عرض الملقف وحجم الغرفة، ويمكننا القول إن نسبة عرض الملقف إلى حجم الغرفة في حالتها مجموعة الغرفتين متساوية تقريباً وبخطاً مطلق قدره $0.0005 \pm$ ، والخطأ النسبي قدره 0.09 وهو خطأ كبير نسبياً نتيجة الأخطاء البشرية في البناء ضمن أخطاء القياس والبناء البشرية، إلا أننا أخذنا القيمة المتوسطة توكياً لزيادة الدقة، حيث ينخفض الخطأ النسبي إلى 0.045 ويمكننا اعتبار هذه العلاقة صحيحة ضمن أخطاء القياسات المسموحة وتصبح المعادلة بالشكل :

$$(w_1 / V_{R1}) = (w_2 / V_{R2}) = (w / V_R) = 0.00525 \quad (24)$$

حيث w_1 و w_2 و w تمثل عمق الملقف في حالة مجموعة الغرف الأولى، وحالة مجموعة الغرف الثانية، وحالة الغرف بشكل عام التي لها المواصفات عينها، على الترتيب، أما V_{R1} و V_{R2} و V_R ، فتمثل حجم الغرفة في مجموعة الغرف الأولى وحجم الغرفة في مجموعة الغرف الثانية، وحجم الغرفة بشكل عام التي لها مواصفات مشابهة على الترتيب. هذه العلاقة تمثل الوحدة الأساسية الثالثة للغرفة الأولى وتكرارها في الغرف الأخرى وهي المعادلات اللازمة لتصميم الملقف، وهذه الوحدات المتكررة تعني أن الزيادة في حجم الغرفة تقتضي الزيادة في كمية الهواء الواردة إليها وبالتالي على المصمم أن يعتمد إلى الوحدة المناسبة التي يكون فيها زيادة مناسبة في عرض الملقف بما يتناسب مع الغرفة الجديدة. وهذه الوحدة كسابقاتها تحددتها الحاجة وليست عشوائية بلا ضابط يخضع لقانون دقيق.

من العلاقة (24) يمكننا إيجاد مجموعة العلاقات التي تربط بين عمق الملقف وحجم الغرف التي يعمل على تبريدها وفق طريقة المستقيمات، من الحد الأول من العلاقة (24) نجد علاقة المستقيم الواسفة لتغيرات عمق الملقف مع حجم غرف المجموعة الأولى من أجل مجموعة الغرف الصغيرة الحجم أو ما سميناه غرف المجموعة الأولى وهي:

$$w_1 = 0.0055 V_{R1} \quad (25)$$

وميل هذا المستقيم هو:

$$\tan \phi_{w_1 V_{R1}} = 0.0055 \quad (26)$$

وزاوية ميل هذا المستقيم هي:

$$\phi_{w_1 V_{R1}} = 0.31512^\circ \quad (27)$$

أما معادلة المستقيم الواسفة لتغيرات عرض الملقف مع تغيرات حجم الغرفة من أجل مجموعة الغرف الثانية (الغرف الكبيرة) فهي:

$$\tan \phi_{w_2 V_{R2}} = 0.0050 \quad (28)$$

وزاوية ميل المستقيم هي:

$$\tan \phi_{w_2 V_{R2}} = 0.28648^\circ \quad (29)$$

$$\tan \phi_{w V_R} = 0.00525 \quad (30)$$

وزاوية ميل المستقيم هي:

$$\phi_{w V_R} = 0.3008^\circ \quad (31)$$

نحسب الأخطاء النسبية في ميول المستقيمات وفي زوايا ميولها أيضاً لنبين دقة عملنا وحساباته، من أجل ذلك نجري حساباً للخطأ النسبي لميل المستقيم الأول المعبر عن العلاقة التي تربط بين عرض الملقف وحجم الغرف من أجل مجموعة الغرف الأولى، وبين العناصر نفسها في حالة الغرفة المتوسطة، فيكون الخطأ النسبي في حساب ميل المستقيمين هو 0.047619، أما الخطأ النسبي بين زاوية ميل المستقيم الواسف لتغيرات عرض الملقف بالنسبة لحجم مجموعة الغرف الصغيرة، وبين زاوية المستقيم الواسف لتغير العناصر نفسها في الغرفة المتوسطة فهو: 0.047706 . أما الخطأ النسبي المرتكب من أجل معطيات المستقيم الواسف لتغيرات عرض الملقف وحجم مجموعة الغرف الكبيرة وبين عرض الملقف وحجم الغرفة المتوسطة، فمن أجل ميل المستقيمات يكون الخطأ النسبي هو: 0.47619، ومن أجل زوايا ميل المستقيمات يكون: 0.047606، نلاحظ أن الأخطاء النسبية الحاصلة في حساب ميول وزوايا ميول المستقيمات الواسفة لتغيرات عرض الملقف مع تغيرات حجم الغرف، هي أخطاء ضحلة جداً وتقع ضمن أخطاء القياس البشرية. مما سبق يمكن إيجاد العلاقتين الواسفتين لتطابق المستقيمات المعبرة عن العلاقة بين عرض الملقف وبين حجم الغرفة وهما:

$$\tan \phi_{w_1 V_{R1}} = \tan \phi_{w_2 V_{R2}} = \tan \phi_{w V_R} \quad (32)$$

$$\phi_{w_1 V_{R1}} = \phi_{w_2 V_{R2}} = \phi_{w V_R} \quad (33)$$

حيث تمثل العلاقة (32) تساوي ميول المستقيمات الواسفة لتغيرات عمق الملقف وحجم الغرف، كما تمثل العلاقة (33) تساوي زوايا ميول هذه المستقيمات.

ويمكننا القول إن المعادلات الواسفة لتغيرات عرض الملقف مع حجم الغرف تنتمي إلى مجموعة المعادلات النبيلة، وإننا استطعنا توصيفها بجملة مستقيمات متطابقة، إذ إن ميول هذه المستقيمات متساوية، وزوايا ميولها متساوية أيضاً، وهي مستقيمات تمر بمبدأ الإحداثيات الديكارتية، نسميها حزمة المستقيمات المتطابقة الثالثة التي تصف العلاقة بين عرض الملقف وحجم الغرفة التي يقوم الملقف بتلطيف أجوائها. يمثل الشكل (3) المستقيمات الواسفة لتغيرات عرض الملقف مع تغيرات حجم الغرفة من أجل الحالات الثلاث: مجموعة الغرف الصغيرة وملاقفها، مجموعة الغرف الكبيرة وملاقفها، ومجموعة الغرف المتوسطة وملاقفها.

$$\tan\phi_{D1vR1} = 0.0045 \quad (36)$$

وزاوية ميل المستقيم هي:

$$\phi_{D1vR1} = 0.25783^\circ \quad (37)$$

ومن الحد الثاني للعلاقة (34) نجد معادلة المستقيم الواصف للعلاقة بين عمق الملقف وحجم الغرف الكبيرة في المجموعة الثانية وهي:

$$D_2 = 0.0042 V_{R2} \quad (38)$$

وميل هذا المستقيم يعطى بالعلاقة:

$$\tan\phi_{D2vR2} = 0.0042 \quad (39)$$

وزاوية ميله هي:

$$\phi_{D2vR2} = 0.24064^\circ \quad (39)$$

أما الحد الثالث فيؤكد لنا معادلة المستقيم الواصف للعلاقة بين عمق الملقف وحجم الغرفة المتوسطة بين الغرفتين الأولى والثانية وهي:

$$D = 0.00435 V_R \quad (40)$$

وميل هذا المستقيم يعطى بالعلاقة:

$$\tan\phi_{DvR} = 0.00435 \quad (41)$$

أما زاوية ميله فهي:

$$\phi_{DvR} = 0.24924^\circ \quad (42)$$

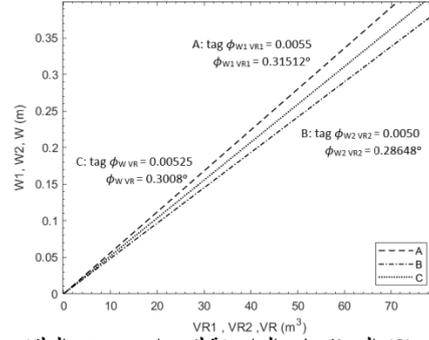
نحسب الأخطاء النسبية بين ميول المستقيمات وزوايا ميولها أيضاً لنبين دقة عملنا وحساباته، من أجل ذلك نجري حساباً للخطأ النسبي لميل المستقيم الأول المعبر عن العلاقة التي تربط بين عمق الملقف وحجم الغرف من أجل مجموعة الغرف الأولى، وبين العناصر نفسها في حالة الغرفة المتوسطة، فيكون الخطأ النسبي في حساب ميل المستقيمين هو: 0.034483، أما الخطأ النسبي بين زاوية ميل المستقيم الواصف لتغيرات عرض الملقف بالنسبة لحجم مجموعة الغرف الصغيرة، وبين زاوية المستقيم الواصف لتغير العناصر نفسها في الغرفة المتوسطة فهو: 0.034465.

أما الخطأ النسبي المرتكب من أجل معطيات المستقيم الواصف لتغيرات عمق الملقف وحجم مجموعة الغرف الكبيرة وبين عمق الملقف وحجم الغرفة المتوسطة، فمن أجل ميل المستقيمات يكون الخطأ النسبي هو: 0.034483، ومن أجل زوايا ميل المستقيمات يكون: 0.034505، نلاحظ أن الأخطاء النسبية الحاصلة في حساب ميول وزوايا ميول المستقيمات الواصفة لتغيرات عمق الملقف مع تغيرات حجم الغرف، هي أخطاء ضئيلة جداً وتقع ضمن أخطاء القياس البشرية.

مما سبق يمكن إيجاد العلاقتين الواصفتين لتطابق المستقيمات المعبرة عن العلاقة بين عمق الملقف وبين حجم الغرفة وهي:

$$\tan\phi_{D1vR1} = \tan\phi_{D2vR2} = \tan\phi_{DvR} \quad (43)$$

$$\phi_{D1vR1} = \phi_{D2vR2} = \phi_{DvR} \quad (44)$$



الشكل (3) المستقيمات الواصفة لتغيرات عرض الملقف مع تغيرات حجم الغرفة من أجل الحالات الثلاث: مجموعة الغرف الصغيرة وملقفها، مجموعة الغرف الكبيرة وملقفها، ومجموعة الغرف المتوسطة وملقفها.

من الشكل (3) أن المستقيمات الواصفة لتغيرات عرض الملقف مع تغيرات حجم الغرف في الحالات الثلاث متطابقة تماماً لتساوي ميلها ويظهر ذلك من العلاقة (32) من جهة وتساوي زوايا ميولها من جهة ثانية وهذا ما توضحه العلاقة (33)، وهذه المستقيمات تمثل حزمة المستقيمات المتطابقة الثالثة التي تصف العلاقة بين حجم الغرفة وعمق الملقف العامل فيها.

د-معادلات المستقيمات التي تربط بين عمق الملقف وحجم الغرفة (حزمة المستقيمات المتطابقة الرابعة):

أما حزمة المستقيمات المتطابقة الرابعة، فيمكن استنباطها من العمود الرابع من الجدول (2) وهي تمثل في طرفها الأول الوحدة الأساسية الرابعة في الغرفة الأولى وتكرارها في الغرفة الأخرى وهي تربط بين عمق الملقف وحجم الغرفة المراد تبريدها، ونلاحظ أن القيمتين اللتين تعبران عن نسبة عمق الملقف إلى حجم الغرفة متساويتان في الحالتين بخطأ مطلق قدره ± 0.0003 ، وبخطأ نسبي قدره 0.042 وهو خطأ ضئيل يدل على دقة جيدة، إلا أننا أخذنا القيمة المتوسطة توخياً لزيادة الدقة وتخفيض الخطأ النسبي الذي تصبح قيمته 0.033 وهو خطأ نسبي مهمل يدخل بسهولة ضمن أخطاء القياسات البشرية، وتصبح العلاقة بالشكل:

$$(D_1 / V_{R1}) = (D_2 / V_{R2}) = (D / V_R) = 0.00435 \quad (34)$$

حيث D_1 و D_2 و D وتمثل عمق الملقف في حالة مجموعة الغرف الأولى ومجموعة الغرف الثانية، وعمق الملقف في أي غرفة لها المواصفات نفسها، أما V_{R1} و V_{R2} و V_R ، فتمثل حجم الغرفة في مجموعة الغرف الأولى وحجم الغرفة في مجموعة الغرف الثانية، وحجم الغرفة بشكل عام التي لها مواصفات مشابهة على الترتيب. تولد العلاقة السابقة الوحدة الأساسية الرابعة للغرفة الأولى وتكرارها في الغرف الأخرى وهي تربط بين عمق الملقف وحجم الغرفة ويكون التكرار فيها بحسب الحاجة العلمية الدقيقة لتبريد الغرفة.

يمكننا من العلاقة (34) إيجاد معادلات المستقيمات الواصفة لتغيرات عمق الملقف مع تغيرات حجم الغرفة، ومن الحد الأول من هذه العلاقة نجد معادلة المستقيم المعبرة عن العلاقة بين عمق الملقف وحجم مجموعة الغرف الأولى، وهي:

$$D_1 = 0.0045 V_{R1} \quad (35)$$

وميل هذا المستقيم يعطى بالعلاقة:

المتناظرة تؤدي إلى تسهيل مهمة بناء الملاقف واختيار التصميم المناسب الذي يؤمن الراحة للقاطنين في تلك البيوت، ولم تعد عملية البناء عشوائية بل صارت قضية علمية مدروسة تستند إلى قواعد وقوانين سهلة وفعالة. وهكذا يكون جوهر الوحدة والتكرار في المعادلات الأساسية لتصميم الملاقف نظاماً رياضياً هندسياً يعطي معنى روحياً، فصارت هذه التصاميم تصاميم في غاية الرفعة الجمالية، وأثبتت أن المستقيمات سر الجمال، ومنطق الفائدة.

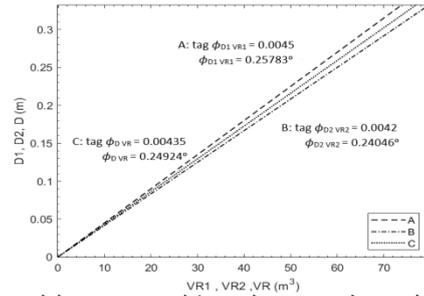
إن ماسبق يوضح لنا أن فرضية المستقيمات فرضية جديرة، ونقترح تطبيقها في توصيف عناصر أخرى، وهي تمثل طريقة بديلة عن فرضية التناسبات التي اعتمدت من قبل، فكل تناسب يؤول إلى معادلة مستقيم يمر من مبدأ الإحداثيات، ووفق الطريقة المقترحة يمكن وصف جمال التناسب في تلك النسب بتطابق المستقيمات المعبرة عن تلك النسب بشكل بصري وليس تخيلي.

المصادر:

- [1] R. Fakhoury, "Phonetic Repetition in Imran Bin Hattan's External Poetry", Aleppo University Research Journal, Human Sciences Series, 2020.
- [2] P. M. C. Al-Khafaji, "The Mechanism of Repetition and its Impact on Perception of Architectural Form", The Iraqi Journal of Architecture, Issue 4, 2015.
- [3] A. C. M. Al-Akkam, and Al-Amouri, P. A. Suleiman, "The Role of Ethical Action on the Typical Architecture Environment", Damascus University Journal of Engineering Sciences, Volume Twenty-six, Issue One, 2010.
- [4] A. P. H. Al-Tahafi, Formal Characteristics of Khanate Plans in Islamic Architecture, Damascus University Journal of Engineering, Volume Twenty-Eighth, Issue One, 2012.
- [5] M. Lami, "Medina, its urban development and architectural heritage", Dar Al-Nahda Al-Arabiya, Beirut, 1930.
- [6] S. A. Al-Mahari, "Preserving Historic Buildings", ICCROM Sharjah Foundation, 2017.
- [7] P. B. A. Samhoudi, and . Wafaa, Volume 1, Al-Adab and Al-Moayad Press, Egypt, 1326 AH.
- [8] A. P. Ajam, "The Aesthetic Values of the Decorative Units in the Shrine of the Prophet Dhul-Kifl", Journal of Babylon Center for Human Studies, Volume 3, Issue 3, 2015.
- [9] M. A. Karabli, Analytical Reading of the Signs of Form and Beauty in Islamic

حيث تمثل العلاقة (43) تساوي ميول المستقيمات الواسفة لتغيرات عمق الملقف وحجم الغرفة، كما تمثل العلاقة (44) تساوي زوايا ميول هذه المستقيمات. ويمكننا القول إن المعادلات الواسفة لتغيرات عمق الملقف مع حجم الغرفة تنتمي إلى مجموعة المعادلات النبيلة، وإننا استطنا توصيفها بجملة مستقيمات متطابقة تمر من مبدأ الإحداثيات الديكارتية، كما إن ميول هذه المستقيمات وزوايا ميولها متساوية، نسميها حزمة المستقيمات المتطابقة الرابعة التي تصف العلاقة بين عمق الملقف وحجم الغرفة التي يقوم الملقف بتلطيف أجوائها.

يمثل الشكل (4) المستقيمات الواسفة لتغيرات عمق الملقف مع تغيرات حجم الغرفة، من أجل الحالات الثلاث: مجموعة الغرف الصغيرة وملاقفها، مجموعة الغرف الكبيرة وملاقفها، ومجموعة الغرف المتوسطة وملاقفها.



الشكل (4) المستقيمات الواسفة لتغيرات عمق الملقف مع تغيرات حجم الغرفة، من أجل الحالات الثلاث: مجموعة الغرف الصغيرة وملاقفها، مجموعة الغرف الكبيرة وملاقفها، ومجموعة الغرف المتوسطة وملاقفها.

نلاحظ من الشكل (4) أن المستقيمات الواسفة لتغيرات عمق الملقف مع تغيرات حجم الغرفة في الحالات الثلاث متطابقة تماماً، لتساوي ميولها، ويظهر ذلك من العلاقة (43) من جهة وتساوي زوايا ميولها من جهة ثانية، وهذا ما توصلنا إليه في العلاقة (44)، وهذه المستقيمات تمثل حزمة المستقيمات المتطابقة الرابعة التي تصف العلاقة بين حجم الغرفة وعمق الملقف العامل فيها.

الخاتمة:

تحديد العلاقات الأربع السابقة (12,22,32,43) والعلاقات (13,23,33,44) ميول وزوايا ميول المستقيمات الواسفة للوحدات الأساسية وتكرارها، وهي تعبر عن القواعد الأساسية لتصميم الملقف والتي تربط بين الغرفة المراد تهويتها وبين مواصفات الملقف المناسب لتلك المهمة، وهي تدل دلالة واضحة على توحيد الميول وزوايا ميول العناصر أو البارامترات المتناظرة في تصميم الملاقف، فكانت أربع حزم من المستقيمات المتطابقة، كل حزمة تختص بعنصر وتصف تغيراته مع تغيرات حجم الغرفة المناسب، فعبرت تلك الحزم عن العلاقات بين الوحدات التي تربط بين حجم الغرفة وهذه العناصر، كل على حدة، فالزيادة في حجم الغرفة استلزمت الزيادة في البارامترات الداخلية لتصميم الملقف وهذه الزيادة تميزت بالزيادة المناسبة في البارامترات المتناظرة في البنية الداخلية للملقف، فالوحدات الأساسية المعبرة عن تصميم الملقف كانت متناسقة ومنظمة، فزيادة نسبة حجم الملقف بالنسبة إلى حجم الغرفة كانت متساوية في الحالتين، وكذلك كانت نسبة الزيادة في عرض الملقف منسوبة إلى حجم الغرفة في الحالتين متساوية، ويمكننا قول الكلام نفسه عن الزيادة في نسبة عمق الملقف وارتفاعه عن سطح المبنى، وهذا يعني أن توحيد البارامترات المتناظرة في تصميم الملقف قد ولد وحدات أساسية منتظمة شديدة الإحكام. إن هذه الوحدات الأساسية المنتظمة التي تربط بين حجم الغرفة وبين بارامترات الملقف

- [16] S. A. Al-Mahari, "Preserving Historic Buildings", ICCROM Sharjah Foundation, 2017.
- [17] A. B. Ibrahim, and his colleagues, "Simulation of Building Performance Using Natural Ventilation in a Contemporary Style", The First Conference on Simulating Building Performance in Egypt, Cairo, 2013.
- [18] M. H. Al-Jawadi, Darwish, A. Farhan, "The Effect of Humidification Treatment for Air Stands on Improving the Indoor Thermal Environment of Buildings", The Iraqi Journal of Architecture, Baghdad, Iraq, Issue 1 March, 2016 .
- [19] A.K. Mohamamad an Overview of passive Cooling Techniques, civil Engineering, voll.55, no.1,2012.
- [20] A. Alzaed, A. Balabel, anew modern Design of four-sided Wind catcher for natural Ventilation in residential building in Saudi Arabia, international journal of applied environmental sciences, volume 12, no-1. (2017), pp.27-36.
- [21] A. K. Jattal, "Thermal Design of the Walls of the Mosque Built by the Prophet in Medina", Journal of Engineering and Architecture, Umm Al-Qura University, Makkah Al-Mukarramah, Volume 9, Issue 3, 1441 AH / 2019
- Doors, Journal of Human and Social Sciences Studies, Volume 42, Supplement 1, 2015.
- [10] SH. A. Shirzad, "Principles in Art and Architecture", National Library, Baghdad, 1985.
- [11] M. Kiran, "The Influence of the Andalusian Character on the Decoration of Handmade Metal Works in Morocco", The National Exhibition of Minerals, Morocco, 2019.
- [12] Y. Waziri, "Islamic Architecture and Environment, Knowledge World Series", Kuwait, 2004.
- [13] S. C. Jamil, "Urban and Architectural Treatments for Environmental and Climate Data", Journal of Engineering Sciences, Suez University, Volume 35, No. 6, Egypt, 2007.
- [14] F. Jomehzadeh and other, "Review on Wind Catcher for Passive Cooling and Natural Ventilation in Buildings, Renewable and Sustainable Energy Reviews", Volume70, April 2017, pages 736-756.
- [15] R. H. Clark. and M. Pause, "Precedents in architecture. Analytic Diagrams Formative Ideas and Parties", John Wiley & Sons, America, 2005.

An Innovative Way to Describe Islamic Architecture Identical Line Bundles Describing Unity and Repetition in Ventilation Malqafsof Aleppo Architecture

Ahmed Kamal Mohamed Jatal
akamaljatal@gmail.com

Department of Basic Sciences, College of Electrical and Electronic Engineering, Aleppo University,
Aleppo, Syria

ABSTRACT

In this paper, we tried to interrogate measurements and numbers and extrapolated them, through an analytical study, and four relationships that are found that are called the basic equations for the design of the Malqaf, containing four basic units and their repetition, each of which was expressed by a bundle of identical straight lines that represent the equations of a straight line passing through the principle of coordinates. These four identical line bundles relate the size of the room, the size of the Malqaf, its width, depth and height from the roof of the building, and the errors were calculated, so these errors were among the permissible human measurement errors. These relations were a mathematical proof of the straight monotheistic thought on which the Islamic religion is based and on the idea of unity and repetition in Islamic architecture in an innovative mathematical way.

Keywords:

Arab house, passive cooling, ventilation Malqafs, Islamic architecture, Arab Malqaf, Aleppo House.