العوامل المناخية المؤثرة على تصميم المنشآت الهندسية
في ظروف القطر العربي السوري

الدكتور المهندس عبد الحميد كيخيا ١

ملخص البحث

تعتبر دراسة العوامل المناخية عند تصميم المنشآت الهندسية من الأمور الضرورية جداً والأساسية لما لها من انعكاس إيجابي على ديمومة واقتصادية المنشآت بشكل عام وعلى أريحية الاستثمار بشكل خاص .

إن المعرفة الدقيقة للبيانات المناخية في موقع المشروع المزمع إنشاءه تلعب دوراً أساسياً في التصاميم الهندسية (اختيار الجملة الإنشائية ، نوعية مواد البناء ، تصميم الواجهات ..الخ) . إن الأخذ بعين الاعتبار الظروف المناخية في التصميمات الهندسية للمشاريع في القطر العربي السوري محدود جداً وقد يكون معدوماً ، وهذا برأيي يعود إلى ضحالة البيانات المناخية المتوفرة في كل موقع وإلى عدم التقدير الصحيح لتأثير هذه العوامل على لمنشآت الهندسية .

يتضمن هذا البحث شرح مفصل عن خصوصية الظروف المناخية السورية وتأثيرها على المنشآت الهندسية ، بالإضافة إلى أنه يستعرض كيفية تقديم البيانات المناخية وطريقة حسابها في مختلف مدن القطر مع تبيان كيفية استخدامها في التصاميم الهندسية ، كما يوضح كيفية وضع خارطة مناخية شاملة تضم جميع العوامل المناخية لموقع ما بشكل خطوط بيانية وكيفية الاستفادة منها عند دراسة المشاريع الهندسية المحلية .

١–قسم الهندسة الإنشائية –كلية الهندسة المدنية –جامعة دمشق .

The Weather Effect On The Design Of Structures In Syria

Abdul Hamid Kikhia 1

Abstract

Studying the weather when designing structures is essential and very important . Because it has a positive effect on the life time and the economy of the projects in general and on its use in particular.

The weather data in the site of the project has a distinguished role in the structural design (the choice of the structural element , the kind of the building materials , and the architectural design , ….etc.) Taking into account the weather effect in the structural design in Syria is very limited or non . And in my opinion , because of the unreliable weather data in every site and to the misjudgment to the effects of the weather on structures .

This research include a detailed description to the weather effects on structures in Syria , and how to sued it in the structural design. And describe a method to draw a weather map that include all the weather factors to a site , and how to use it when designing engineering projects .

1 Dep.of Structural Engineering.Civil Eng.Faculty.Dm.University.

١ – المقدمة :

تعتبر دراسة العوامل المناخية عند تصميم المنشآت الهندسية من المسائل الضرورية جداً والأساسية لما لها من انعكاس إيجابي على ديمومة واقتصادية المنشآت بشكل عام وعلى أريحية الاستثمار بشكل خاص .
إن المعرفة الدقيقة للبيانات المناخية في موقع المشروع المزمع تصميمه تلعب دوراً أساسياً في تخطيط البناء معمارياً وفي التصميم الهندسي ككل (اختيار مواد الإكساء الخارجي ، اختيار الجمل الإنشائية ، اختيار مواد البناء ، تصميم الواجهات ...الخ). كما أنها تلعب دوراً أساسياً في الحسابات والتصاميم الهندسية . من خلال الممارسة العملية تبين أنه حتى الآن وفي أكثر بلدان العالم لم تؤخذ بعين الاعتبار لدى دراسة المشاريع الهندسية الظروف المناخية المحلية بصورة كاملة.

إن الأخذ بعين الاعتبار الظروف المناخية في التصميمات الهندسية للمشاريع في القطر العربي السوري محدود جداً وقد يكون معدوماً ، وهذا برأيي يعود إلى ضحالة البيانات المناخية المتوفرة في كل موقع وإلى عدم التقدير الصحيح لتأثير هذه العوامل على المنشآت الهندسية .

إن مديرية الأرصاد الجوية تقوم بجمع البيانات في مواقع محددة على امتداد القطر .هذه المواقع تكون عادةً في مراكز المحافظات . إلا أن هذه البيانات لا يمكن الاستفادة منها بشكل مباشر إذ لا بد من معالجتها وتحليلها لكي يستطيع المهندس المصمم الاعتماد عليها عند دراسة المشاريع الهندسية.

مهمة هذا البحث تكمن في توضيح كيفية تقديم البيانات المناخية واستخدامها في التصاميم الهندسية كما توضح كيفية وضع خارطة مناخية شاملة تضم جميع العوامل المناخية لموقع ما بشكل خطوط بيانية وكيفية الاستفادة منها عند دراسة المشاريع الهندسية المحلية .

يتضمن البحث العناوين الرئيسية التالية :

١–المقدمة.

٢– خصوصية الظروف المناخية السورية .

٣ – العوامل المناخية المؤثرة على تصميم المنشآت الهندسية في الظروف السورية :

- الإشعاع الشمسي .
- درجة الحرارة .
- _ الرطوبة .
- الرياح .

٤– حساب التأثيرات الحرارية على المنشآت الهندسية في بغض مدن القطر .

٥– المخطط الموحد لجميع العوامل المناخية .

٦– الخاتمة .

٧– المراجع .

٢– خصوصية الظروف المناخية السورية :

إن المناطق الحارة تقع على جانبي خط الاستواء، إلا أن كثيراً من العلماء يصنفون ضمن المناطق الحارة تلك المناطق التي تكون فيها متوسط درجة الحرارة السنوية تساوي أو تزيد عن 20°م [١١] . وبالتالي يمكن أن نصنف ضمن المناطق الحارة تلك المناطق التي تقع بعيدة عن خط الاستواء مثل المناطق الجنوبية من الاتحاد السوفيتي وبعض مناطق الشرق الأقصى والأوسط وجنوب أمريكا وكذلك سوريا التي تقع بين خطي العرض ٣٢,١٩ و ٣٧,٢٠ .

إن ظروف عمل المنشآت الهندسية ومواد البناء في المناطق ذات المناخ الحار تختلف تماماً عن عملها في المناطق ذات المناخ المعتدل والبارد ، وهذا ما يفسر الانتشار الواسع في المناطق الحارة لمواد البناء ذات العازلية الحرارية العالية كالبيتون والحجارة والطين أو المواد الناتجة عنها.

عند دراسة تأثير المناخ الحار على المنشآت الهندسية يمكن تصنيف المناخ إلى:

*** مناخ حار جاف ويتمتع بالمواصفات التالية:**

١- فصل الصيف يستمر أكثر من ١٠٠ يوم في العام .

٢- درجة حرارة الهواء تزيد عن 40°م .

٣- متوسط درجة الحرارة اليومية في أكثر الأشهر حرارة لا تقل عن 20°م

٤- متوسط رطوبة الهواء ٥٠ % أو أقل .

**** مناخ حار رطب ويتصف بمايلي :**

١- درجة الحرارة الأعظمية خلال النهار $52^{\circ}-35^{\circ}$ م .

٢- متوسط نسبة الرطوبة لا تقل عن ٦٠ % .

بتطبيق هذا التصنيف على أراضي سوريا يمكننا أن نعتبر أن مدينتي حلب ودمشق ذات مناخ حار وجاف والمناطق الغربية من القطر ذات مناخ حار رطب . لتصنيف المناطق المناخية يمكن أيضاً استخدام علاقة أمبرجيه التالية [٣] :

$$Q=\frac{200P}{t_1-t_2} \qquad (٢-١)$$

حيث :

Q - عامل أمبرجيه .

p - متوسط كمية الهطول المطري ب mm .

t_1 - متوسط درجة الحرارة الشهرية العظمى بالدرجات .

t_2 - متوسط درجة حرارة الهواء الشهرية الدنيا بالدرجات .

باستخدام علاقة أمبرجيه التي تأخذ بعين الاعتبار درجة حرارة الهواء ورطوبته يمكن تقسيم أراضي الجمهورية العربية السورية إلى خمس مناطق (رطبة ،نصف رطبة .جافة نصف جافة،جافة جد) كما هو مبين على الشكل رقم (١) . كما نلاحظ من الشكل أن مناطق سوريا ذات الكثافة السكانية العالية (حلب ، دمشق) تعتبر حارة وجافة أو حارة ورطبة (الساحل) .

إن المعلومات المناخية لمنطقة المشروع يجب أن نحصل عليها قبل البدء بالدراسة والتصميم ، وهذه المعلومات يجب أن تكون شاملة، فلا يكفي مثلاً أن نعلم أن متوسط درجة الحرارة 25°م ، إذ يمكن أن يكون

هذا المتوسط لدرجات الحرارة ٢٤ و ٢٦ أو ١٥ و ٣٥ . لذلك يجب أن تكون البيانات المناخية موضوعة بشكل مفصل ودقيق وشامل ومأخوذة على فترات زمنية طويلة في موقع المشروع المراد إنشاءه .

٣-العوامل المناخية المؤثرة على تصميم المنشآت الهندسية في ظروف السورية :

لندرس العوامل المناخية الأساسية المؤثرة على المنشآت الهندسية وذلك من خلال تحليل نتائج بيانات الأرصاد الجوية السورية، والمجموعات الإحصائية الصادرة من المكتب المركزي للإحصاء في بعض المدن الرئيسية لفترة تتراوح بين ٢٠-٥٠ سنة (١٩٤٥-١٩٨٠ -٢٠٠٤) [3-٨-١٤].

a- الإشعاع الشمسي :

إن الإشعاع الشمسي يعتبر من أهم العوامل التي تؤثر على المناخ إذ يعتبر المصدر الأساسي للطاقة لجميع العمليات التي تتم في الوسط المحيط .

إن الإشعاع الشمسي لا يؤثر بشكل مباشر على حرارة الهواء ، إلا أن تأثيره يتم من خلال تسخين وتبريد الأرض التي تقع تحت التأثير المباشر لأشعة الشمس .

إن التأثير السلبي للإشعاع الشمسي على المنشآت الهندسية ومواد البناء يتم بشكلين :

أولاً : يلعب دوراً أساسياً في النظام الحراري للبناء .

ثانياً : يخرب البنية الطبيعية لمواد البناء . كما إن ارتفاع درجة حرارة الهواء تؤدي إلى ظهور إجهادات داخلية حرارية في عناصر المنشأ التي قد يرافقها تشوهات وظهور بعض العيوب في العناصر الأساسية للبناء .

إن استمرارية السطوح من الصفات الأساسية للإشعاع الشمسي .يبين الجدول رقم (١) متوسط عدد ساعات السطوح الشمسي الشهرية في المدن الرئيسية للقطر .

الجدول رقم (١) المتوسط الشهري لاستمرار السطوع الشمسي لبعض مدن القطر مقدرة بالساعات .

فترة الرصد	أشهر السنة												المدينة
	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	
١٩٥٨-٠٤	١٧١	٢٢٥	٢٧٦	٣٢٤	٣٦٠	٣٨١	٣٧٥	٣٢٧	٢٧٠	٢٤٣	٢٠١	١٦٥	دمشق
١٩٥٨-٠٤	١٢٩	٢٠١	٢٥٥	٣١٨	٣٦٠	٣٨١	٣٧٢	٣٢١	٢٣٧	٢٠١	١٥٩	١٢٣	حلب
١٩٦٩-٠٤	١٤٤	٢٠١	٢٢٧	٢٨٥	٣٠٩	٣٠٩	٣٢١	٢٩٧	٢١٩	١٩٢	١٧٤	١٤١	اللاذقية
١٩٥٨-٠٤	١٤٤	٢٠١	٢٥٢	٣١٨	٣٤٥	٣٥١	٣٤٢	٢٨٢	٢٢٥	١٩٨	١٦٨	١٤٤	القامشلي
١٩٥٨-٠٤	١٦٨	٢١٩	٢٦١	٣١٥	٣٥٤	٣٧٥	٣٦٦	٣١٢	٢٥٥	٢٣١	٢٠٧	١٥٩	تدمر

شدة الإشعاع الشمسي تتعلق بالموقع الجغرافي (خطوط العرض)، ارتفاع الشمس عن سطح الأرض وصفاء الجو . إن الإشعاع الشمسي الأعظمي خلال يوم كامل يكون عادة بين خطي العرض ٣٠ و ٤٠ والذي تقع ضمنه أراضي سورية وذلك خلا ل الشهر السادس [٥] الشكل (٢) .حيث يكون متوسط كمية الإشعاع الشمسي التي تصل إلى الأرض هي بحدود /١,٩/ كالوري سم^{٢} . دقيقة [١٣] .

إن قيمة الإشعاع الشمسي على وحدة السطح المتوضعة بشكل ما تحسب وفق العلاقة التالية :

$$Q = q.\cos\Theta.K \qquad (٣-١)$$

حيث :

q – قيمة الإشعاع الشمسي ويقدر ب كالوري /م^{٢}/ دقيقة .

K – عامل نفوذ الإشعاع الشمسي خلال السطح .

Θ –الزاوية بين اتجاه الشعاع الشمسي والعمود على السطح .

إن القيمة الأعظمية للإشعاع الشمسي على سطح متعامد مع الإشعاع تبلغ بحدود ٨٠ كيلو جول /م^{٢}/ دقيقة [١٢] .

b– درجة الحرارة :

إن جميع التحولات والتغيرات التي تتم على المواد الحية والجمادات تتعلق بشكل مباشر أو غير مباشر بالنظام الحراري للوسط الخارجي ، إضافة إلى ذلك فإن درجة حرارة الهواء تلعب دوراً أساسياً في تحديد المناخ .

إن أهم ميزة تعبر عن خصوصية مناخ أية منطقة تعتبر المتوسط الشهري لدرجات الحرارة Tcp إضافة لذلك فإن القيم الأعظمية T_{max} والدنيا T_{min} تعتبر أساسية عند تصميم المشاريع الهندسية . الجداول رقم ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ تبين هذه القيم لبعض مدن القطر .

جدول رقم (٢) المتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء

فترة الرصد	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	المدينة
٢٠٠٤–١٩٥١	٨,٣	١٣,٨	٢٠,٠	٢٤,١	٢٦,٩	٢٦,٨	٢٥,١	٢١,٠	١٦,٢	١١,٨	٨,٦	٧,١	دمشق
٢٠٠٤–١٩٥١	٧,٣	١٢,٣	١٩,٥	٢٤,٩	٢٨,١	٢٨,١	٢٥,٧	٢٠,٩	١٥,٥	١٠,٧	٧,٤	٥,٦	حلب
٢٠٠٤–١٩٥٢	٧,٩	١٣,٠	١٩,١	٢٣,٥	٢٥,٧	٢٥,١	٢٥,٨	١٩,٦	١٥,١	١١,٠	٨,١	٦,٧	حمص
٢٠٠٤–١٩٦٦	١٣,٢	١٧,٨	٢٢,٦	٢٥,٦	٢٦,٩	٢٦,٤	٢٤,٠	٢٠,٩	١٧,٩	١٥,١	١٢,٦	١١,٦	اللاذقية

جدول رقم (٣) المتوسط الشهري لدرجة الحرارة الأعظمية

فترة الرصد	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	المدينة
٢٠٠٤–١٩٥١	١٣,٧	١٩,٨	٢٧,١	٣٢,٤	٣٥,٧	٣٥,٥	٣٣,٢	٢٨,٥	٢٢,٨	١٧,٨	١٤,١	١٢,١	دمشق
٢٠٠٤–١٩٥١	١٢,١	١٨,٥	٢٧,١	٣٣,١	٣٦,٢	٣٦,١	٣٣,٤	٢٨,٥	٢٢,٥	١٧,١	١٢,٥	١٠,٣	حلب
٢٠٠٤–١٩٥٢	١٢,٩	١٩,٨	٢٧,٠	٣١,٤	٣٣,٢	٣٢,١	٣١,٠	٢٧,٠	٢١,٧	١٦,٧	١٣,٥	١١,٥	حمص

٢٠٠٤–١٩٦٦	١٧,٢	٢٢,٤	٢٦,٨	٢٨,٩	٢٩,٨	٢٩,٢	٢٦,٩	٢٤,٣	٢١,٤	١٨,٧	١٦,٥	١٥,٣	اللاذقية

جدول رقم (٤) المتوسط الشهري لدرجة الحرارة الدنيا

فترة الرصد	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	المدينة
٢٠٠٤–١٩٥١	٣,٦	٧,٦	١٢,٢	١٥,٣	١٧,٣	١٧,٢	١٥,٩	١٢,٤	٨,٨	٥,٤	٣,٣	٢,٤	دمشق
٢٠٠٤–١٩٤٦	٣,٢	٥,٩	١١,٧	١٦,٦	٢٠,٣	٢٠,٣	١٧,٥	١٣,٠	٨,٥	٤,٩	٢,٥	١,٣	حلب
٢٠٠٤–١٩٥٢	٣,٩	٧,٢	١١,٧	١٦,٧	١٩,٦	١٩,١	١٦,٥	١٢,٦	٩,١	٥,٥	٣,٥	٢,٨	حمص
٢٠٠٤–١٩٦٦	١٠,١	١٤,١	١٨,٦	٢٢,٠	٢٤,٢	٢٣,٧	٢٠,٨	١٧,٣	١٤,٢	١١,٥	٩,١	٨,٥	اللاذقية

جدول رقم (٥) درجة الحرارة الأعظمية والأصغرية

فترة الرصد	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	المدينة
٢٠٠٤–	٢٦,١	٢٩,٧	٣٨,٦	٤٢,٠	٤٤,٠	٤٣,٦	٤٠,٩	٣٨,٤	٣٥,٥	٣١,٣	٢٥,٥	٢٢,٧	دمشق
١٩٥١	–٦,٤	–٤,٤	٣,٨	٨,٧	١٠,٨	١٠,٨	٩,٢	٣,٧	–٣,٣	–٣,٧	–٥,٣	–٨,٨	
٢٠٠٤–	٢١,٣	٢٩,٧	٣٩,٠	٤١,٠	٤٤,٣	٤٣,٤	٤١,٠	٣٩,٦	٣٥,٧	٢٨,١	٢٣,٠	١٨,٠	حلب
١٩٥١	–١٠,٨	–٨,٠	–٢,٠	٦,٠	١٢,١	١٢,٠	١٠,٠	٥,٠	–٤,٠	–٥,٥	–٧,٧	–١١,٣	
٢٠٠٤–	٢٥,٠	٣٠,٥	٣٧,٠	٤٠,٠	٤٢,٠	٤٠,٢	٤٠,٥	٣٩,٠	٣٤,٥	٢٨,٠	٢٦,٠	٢٠,٠	حمص
١٩٥٢	–٩,٠	–٥,٥	٢,٥	٦,٠	١١,٠	١١,٠	٨,٥	٣,٠	–١,٠	–٥,٠	–٧,٠	–١٠,٠	
٢٠٠٤–	٢٣,٥	٣٣,٠	٣٦,٨	٣٤,١	٣٢,٧	٣٤,٢	٣٦,٧	٣٦,٧	٣٥,٠	٢٩,٧	٢٤,٥	٢٣,٥	اللاذقية
١٩٦٦	٢,٠	٤,٨	١٠,٨	١٧,٣	١٨,٧	١٩,٦	١٨,٣	١٥,٢	٨,٢	١,٢	٠,٥	٠,٥	

من هذه الجداول يمكن استخلاص ما يلي :

١– القيمة الدنيا لمتوسط درجات الحرارة 5.6°م وتكون في كانون الثاني في مدينة حلب والقيمة الأعظمية 28.9°م وتكون في تموز أيضاً في حلب . الشكل (٣) يبين التغييرات السنوية لمتوسط درجات الحرارة لبعض مدن القطر.

٢– التغيير السنوي لمتوسط درجات الحرارة (الفرق بين متوسط درجة الحرارة الشهرية الأعظمية لأحر شهر والدنيا لأبرد شهر) تبلغ بحدود ٢٦,٢–١,٣= ٣٤,٩ درجة مئوية .

٣– القيمة الدنيا المطلقة لدرجة الحرارة /– 11.3°م / والقيمة الأعظمية المطلقة /+ 44.3°م/.

حسب درجة حرارة الوسط الخارجي يتم اختيار العناصر الإنشائية الخارجية للبناء وكذلك يتم تحديد مقاومتها وعازليتها الحرارية.

إن تغييرات درجة الحرارة اليومية (بين النهار والليل) تؤثر بشكل أساسي على مواد البناء والجمل الإنشائية إذ أنها تؤدي إلى ظهور إجهادات داخلية حرارية ، قد تولد بعض العيوب والتشوهات في هذه المواد .هذه التغييرات في بعض مدن القطر مبينة على الشكل رقم (٤) .

c- الرياح :

إن أهم مواصفات الرياح التي تؤثر على تصميم المنشآت الهندسية هي السرعة ،الاتجاه ، والتكرار التي تحدد قيم ضغط الرياح على وحدة المساحة من سطح المنشأ .

إن سرعة واتجاه الرياح تحد من حركة كتلة الهواء على السطح القريب من الأرض، والتي تتعلق بعوامل عديدة منها ، الفرق في ضغط الهواء بين منطقة وأخرى . أوقات السنة ، أوقات اليوم ، جغرافية المنطقة ....الخ .

من خلال الخبرة العملية و القياسات التجريبية تبين أنه في المدن الكبيرة تكون سرعة الرياح في الشوارع الداخلية بحدود ١/٣ من سرعة الرياح في المناطق المستوية خارج المدينة [٥] .

في المناطق الرطبة تساعد الرياح على زيادة عمر البناء إذ أنها تسرع في تجفيف مواد البناء التي يمكن أن تتأثر بالرطوبة العالية.

من خلال نتائج الأرصاد الجوية تبين أنه على المساحة العظمى من سوريا تسود رياح غربية أو شمالية غربية [٣] ، وأن المتوسط الشهري لسرعة الرياح تبلغ بحدود / ٧,٩ – ٢,١ م / ثا .أنظر الجدول رقم (٦).

سرعة الرياح العظمى تحدد بالعلاقة مع القيمة العظمى للمتوسط السنوي لسرعة الرياح على ارتفاع ٩-١٥ من سطح الأرض وذلك لنتائج الأرصاد الجوية خلال فترة ٥٠ سنة [٤] .الجدول رقم (٧) يبين القيم الأعظمية لسرعة الرياح في بعض مدن القطر.

عند حساب حمولات الرياح على مختلف المنشآت الهندسية تستخدم قيم سرعات هبات الرياح و التي تعرف بأنها ريح تستمر لمدة أكثر من عشرين ثانية وسرعتها أكثر من ٨,٥ م/ثا . باستخدام السرعة الحسابية للرياح يمكن أن يحدد ضغط الرياح على المنشأة وذلك وفق العلاقات المتوفرة في مختلف المراجع الهندسية التي تعتني بهذا الموضوع .

إن سرعة واتجاه الرياح تحدد النظام الحراري و الرطوبة في المنطقة المدروسة بالإضافة إلى ذلك فإن اتجاه الرياح السائد تحدد نظام توجيه البناء.

يمكن التعبير تخطيطياً عن اتجاه الرياح وهذا ما يسمى بوردة الرياح الشكل رقم (٥)، على وردة الرياح يمكن أيضاً تمثيل شعاع شدة الرياح وبالتالي فإن وردة الرياح في منطقة محددة تعطينا فكرة واضحة عن الرياح السائدة وسرعتها.

جدول رقم (6) المتوسط الشهري لسرعة الرياح م/ثا وفق الاتجاهات

فترة الرصد	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	المدينة
	B	B	B	3C3	3B3	3C3	C3	3C3	3C3	٣	٣	٣	
٢٠٠٤-١٩٥١	٢,٢	٢,١	٢,٥	٣,٠	٤,٢	٤,١	٤,١	٤,١	٤,٣	٤,٠	٣,٣	٢,٧	دمشق
	B	B	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	B	B	
٢٠٠٤-١٩٥١	٣,١	٢,٤	٢,٩	٤,٤	٨	٦,٨	٥,٨	٤,٤	٤,٢	٣,٩	٣,٦	٣,٥	حلب

	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	C	
حمص	٣,٨	٥,٩	٥,٧	٥,٤	٥,٠	٦,١	٧,٩	٨,٩	٤,٧	٣,٢	٣,٤	٣,٣	٢٠٠٤-١٩٥٢
	CB	CB	١-٠	١-٠	١-٠	١-٠	١-٠	١-٠	١-٠	BCB	CB	CB	
الاذقية	٥,٨	٥,٤	٤,٤	٤,٤	٣,٣	٣,٨	٣,٩	٣,٦	٣,٢	٣,١	٤,٣	٥,٥	٢٠٠٤-١٩٦٦

٣- غرب ، B- شرق ، C- شمال ، ١-٠ جنوب

جدول رقم (٧) سرعة الرياح الأعظمية م /ثا

فترة الرصد	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	المدينة
١٩٥١-٢٠٠٤	٢٧	٢٧	٢٠	٢٠	٢١	٢١	٢٤	٢٤	٢٣	٢٣	٢٣	٢٨	دمشق
١٩٥١-٢٠٠٤	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٣	٢٠	٢٠	٢١	٢٠	٢٠	حلب
١٩٥٢-٢٠٠٤	٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	حمص
١٩٦٦-٢٠٠٤	٢٣	٢٠	٢٠	١٣	١٣	١٣	١٣	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٧	اللاذقية

d- رطوبة الهواء :

تعتبر الرطوبة من أهم العوامل التي تؤثر على تغيير المواصفات الفيزيائية و الكيمائية لمواد البناء إذ إنها تلعب دوراً أساسياً في اختيار مواد العناصر الإنشائية الخارجية وتحديد عمر المنشأة ككل.

إن كمية الرطوبة الموجودة في الهواء تتعلق بعوامل عديدة منها، القرب من البحر والمحيطات، درجة الحرارة، أوقات السنة واليوم، كمية الهطول المطري...الخ.

إن رطوبة الهواء في فصل الصيف والشتاء مختلفة على أراضي سورية كما مبين في الجدول رقم (٨). من هذا الجدول نلاحظ بأن القيمة الأعظمية للمتوسط الشهري لدرجة رطوبة الهواء تبلغ بحدود ٨٣ % والأصغرية ٣٤ % .

مقدار الفرو قات السنوية لنسبة رطوبة الهواء في مختلف مناطق القطر مبينة على الشكل (٦).

من هذا الشكل نرى بأن القيمة الأعظمية لهذه الفرو قات تبلغ بحدود ١٧ % .

جدول رقم (٨) المتوسط الشهري لنسبة رطوبة الهواء % في بعض مدن القطر

فترة الرصد	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	المدينة
١٩٥١-٢٠٠٤	٧١	٥٨	٤٥	٤١	٣٨	٣٦	٣٤	٣٨	٤٦	٥٥	٦٥	٧١	دمشق
١٩٥١-٢٠٠٤	٨١	٥٦	٥٣	٤٩	٤٧	٤٥	٤٤	٥١	٦٧	٦٩	٧٦	٨٢	حلب

١٩٥٢-٢٠٠٤	٨١	٦٩	٦١	٦١	٦١	٦٠	٥٥	٥٩	٦٧	٧٢	٧٥	٨٣	حمص
١٩٦٦-٢٠٠٤	٦٥	٥٧	٦٢	٦٨	٧٣	٧٤	٧٤	٧٢	٦٨	٦٥	٦٢	٨٣	اللاذقية

٤- حساب التأثيرات الحرارية على الأبنية في بعض مدن القطر :

عند تحديد التأثيرات الحرارية على الأبنية يجب أن تأخذ بعين الاعتبار بالإضافة إلى تغييرات درجة حرارة الجو تأثير الإشعاع الشمسي على ارتفاع درجة حرارة مواد لإنشاء وكذلك تأثير نسبة رطوبة الهواء وتقلص مواد البناء، وبالتالي فإن درجة الحرارة الحسابية المكافئة تحسب وفق العلاقة التالية :

$$t = t_m + t_Q + t_H + t_c \qquad (٤-١)$$

حيث :

t_m - درجة حرارة الهواء .

t_Q - درجة الحرارة المكافئة للإشعاع الشمسي وتساوي :

$$t_Q = \frac{p.Q}{a_{ext}} \qquad (٤-٢)$$

Q - شدة الإشعاع الشمسي على السطح وتقدر ب كيلو كالوري /م٢/ساعة .

P - عامل امتصاص السطح للإشعاع الشمسي ويتعلق بلون ومادة السطح .

a_{ext} - عامل نفوذية مادة الإنشاء .

t_H - درجة الحرارة المكافئة لنسبة رطوبة الهواء وتساوي :

$$t_H = \frac{\zeta_H}{a} \qquad (٤-٣)$$

t_c - درجة الحرارة المكافئة لتقلص مادة الإنشاء وتساوي :

$$t_c = \frac{\zeta_c}{a} \qquad (٤-٤)$$

ζ_H, ζ_c - القيم الحسابية للتشوه النسبي للعنصر الناتج عن تغيير نسبة الرطوبة أو تقلص المادة .

a - عامل التمدد الطولي الحراري لمادة عناصر الإنشاء .

إن الحد الأول والثالث والرابع من العلاقة (٤-١) هو ثابت لجميع جدران وعناصر وسطح البناء أما الحد الثاني فيختلف من جدار إلى آخر حسب توضع الجدار بالنسبة لأشعة الشمس .

عملياً فإن حساب المنشآت الهندسية على التأثيرات الحرارية يجب أن يتم بالشكل التالي :

١- يجب أن نحسب تغيرات درجة حرارة العنصر بالنسبة لأعلى درجة $\Delta t_{\max}$ ولأخفض درجة $\Delta t_{\min}$ قد يخضع لها المنشأ .

٢- تغيير درجة الحرارة في مقطع العنصر نفسه أي الفرق بين الوجه الداخلي والخارجي للعنصر ويتم تحديد هذا التغيير حسب نوعية المادة ودرجة الحرارة الداخلية والخارجية للبناء.

إن القيم $\Delta t_{\max}$ و $\Delta t_{\min}$ في فترة استثمار البناء تحدد كالتالي :

$$\Delta t_{\max} = t^T + t_1 - t_o^x \qquad (٤-٥)$$

$$\Delta t_{\min} = t^x - t_o^T \qquad (٤-٦)$$

حيث :

$$t^T = t_H^T + 3 \quad ، \quad t^X = t_H^X - 6c^\circ \qquad (٤-٧)$$

$$t_H^T = t_{day}^{\max} + A_{day}\zeta + 15p + A_H \qquad (٤-٨)$$

$$t_H^T = t_{day}^{\min} + 0.5A_{day} - A_H \qquad (٤-٩)$$

$$t_o^T = 0.8t_{VIII} + 0.2t_I \qquad (٤-١٠)$$

$$t_o^X = 0.2t_{VIII} + 0.8t_I \qquad (٤-١١)$$

$T_1 = 10$ للبيتون المسلح

t_H^X, t_H^T – متوسط القيم الأعظمية والأصغرية لدرجة الحرارة المكافئة .

$t_{day}^{\max}, t_{day}^{\min}$ – القيم المتوسطة الأعظمية والأصغرية لدرجات الحرارة لأحر يوم ولأبرد يوم في السنة .

A_{day} – التغييرات الحسابية اليومية لدرجة حرارة الهواء الخارجي .

$$A_{day} = A_{day}^C + 3^\circ \qquad (٤-١٢)$$

A_{day}^m – متوسط التغييرات اليومية لدرجة حرارة الهواء الخارجي .

ζ – عامل تحويل تغير درجة حرارة الهواء بالنسبة لتغيير درجة حرارة منتصف العنصر t_c وتغير درجة حرارة المقطع بالسماكة ويحدد العامل ζ وفق الجدول (٩) وذلك للمنشآت البيتونية أو الحجرية .

جدول رقم (٩) – قيم العامل ζ

سماكة العنصر	حتى ٥ سم	٥–١٥	١٦–٢٥	٢٦–٤٠	٤١–٦٠
العامل ζ	٠,٧	٠,٦	٠,٤	٠,٣	٠,٢

P – عامل امتصاص السطح للإشعاع الشمسي ويؤخذ من الجدول (١٠) :

جدول رقم (١٠) – قيم العامل P

نوع مادة السطح	اللون	العامل P
بيتون بدون تغطية	أبيض	٠,٣
	رمادي	٠,٦
بيتون مع تكسية أو طينة مع دهان	أبيض	٠,٣
	رمادي	٠,٦
	أحمر	٠,٧
	أسود	٠,٨

A_H – درجة الحرارة المكافئة لرطوبة الهواء وتؤخذ من الجدول (١١) .

جدول رقم (١١) –قيم العامل A_H

نوع المادة	الكثافة Kg/m^3	العامل	
		بجانب البحر أو البحيرات أو المناطق الرطبة	المناطق الجافة
بيتون ثقيل اسمنتي	٢٠٠٠–٢٤٠٠	٤	٥–
بيتون سيليكاني	١٦٠٠–٢٠٠٠	٤	٧–
بيتون خفيف أو مفرغ	٣٠٠–١٠٠٠	٨	١٠–

t_o^X, t_o^T – درجة الحرارة الأولية في أبرد وأحر أيام السنة .

t_{VIII}, t_I – المتوسط الشهري لدرجات الحرارة لأحر شهر (تموز) ولأبرد شهر (كانون الثاني) .

بتطبيق العلاقات السابقة لظروف مدنية دمشق وباعتبار الظروف المناخية التالية :

$$t_{day}^{\max} = 37.5 \qquad A_{day} = 20 + 3 = 23c^\circ$$

(سماكة العنصر ٢٥–١٦ سم) تكون $\zeta = 0.4$

(بيتون مسلح ذو لون رمادي) $P = 0.6$

$$A_H = -5$$

نجد أن:

$$t_H^T = t_{day}^{\max} + A_{day}\zeta + 15P + A_H$$

$$t_H^T = 37.5 + 23 \times 0.4 + 15 \times 0.6 - 5 = 50.7c^\circ$$

$$t^t = t_H^T + 3 = 50.7 + 3 = 53.7c^\circ$$

$$t_H^X = t_{day}^{\min} + 0.5A_{day} - A_H$$

$$t_{day}^{\min} = 2.4c^\circ$$

$$t_H^X = 2.4 - 0.5 \times 23 + 5 = 4.1c^\circ$$

$$t^X = 4.1 - 6 = 10.1c^\circ$$

$$t_o^T = 0.8t_{VII} + 0.2t_I = 0.8 \times 26.8 + 0.2 \times 7.1 = 22.86c^\circ$$

$$t_o^T = 0.2t_{VII} + 0.8t_I = 0.2 \times 26.8 + 0.8 \times 7.1 = 11.02c^\circ$$

وبالتالي فإن:

$$\Delta t^T = t^T + t_P - t_o^X = 53.7 + 10 - 11.02 = 52.6c^\circ$$

$$\Delta t^X = t^X - t_o^T = 10.1 - 22.86 = 32c^\circ$$

وبنفس الطريقة يمكن أن نحسب لبقية المحافظات في القطر. الجدول رقم (١٢) يبين تغيرات درجة الحرارة لبعض مدن القطر وذلك لمادة البيتون :

جدول رقم (١٢) – تغيرات درجات الحرارة الحسابية لبعض مدن سوريا لمادة البيتون

اسم المدينة	$t_{day}^{\max}$	$t_{day}^{\min}$	t_I^m	t_{VII}^m	A_H	A_{day}^m	Δt^T	Δt^X

دمشق	٣٥,٧	٢,٤	٧,١	٢٦,٩	-٥	٢٠	٥٢,٦	-٣٢
حلب	٣٦,٢	١,٣	٥,٦	٢٨,١	-٥	٢١	٥٣,٧	-٣٥,٢
حمص	٣٣,٢	٢,٨	٦,٧	٢٥,١	٤	١٤	٥٧,٦	-٣٩,٦
اللاذقية	٢٩,٨	٨,٥	١١,٨	٢٦,٤	٤	١٧	٤٩	-٣٤

٥- المخطط الموحد لجميع العوامل المناخية :

تؤثر على المنشآت الهندسية جميع العوامل المناخية مجتمعة ، لذلك فإنه عند تصميم المنشآت يجب أن ندرس تأثير هذه العوامل مجتمعة في الزمان و المكان ، إذ أن هذه العوامل لها تأثير متبادل على بعضها البعض فقد يزداد أو ينقص تأثيرها المشترك على المنشآت .

إن قيم هذه العوامل مجتمعة يمكن التعبير عنها من خلال المخطط الموحد لجميع العوامل المناخية ، الشكل رقم (٧) يبين هذا المخطط لمدينة دمشق وذلك حسب القيم المأخوذة من دليل المناخ السوري [٨] هذا المخطط يبين التغيرات السنوية حسب الأشهر لأهم العوامل المناخية المؤثرة على مواد البناء و المنشآت الهندسية .

إن وجود مثل هذه المخططات الشاملة لمواقع مختلفة من القطر وخصوصاً في المدن يعطينا المعلومات المناخية الأساسية و اللازمة لتصميم المشاريع الهندسية .

٦-الخاتمة :

تعتبر الظروف المناخية من أهم العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تصميم وتنفيذ المشاريع التنموية بشكل عام ،إذ إنها تلعب دوراً أساسياً في : زيادة عمر المنشآت ، أريحية الاستثمار ،تحقيق الجودة الفنية ، واختيار الحلول الاقتصادية الملائمة للوسط المحيط . من هذا المنطلق فإنه لابد من وضع خارطة مناخية لكل مدينة أو منطقة تضم جميع العوامل المناخية المذكورة أعلاه تكون الأساس الذي يعتمد عليه في تصميم وتنفيذ المشاريع التنموية في القطر . إن الطريقة والبيانات الواردة في هذا البحث يمكن أن تكون الدليل لإنجاز مثل هذه الخرائط المناخية لمختلف مناطق ومدن القطر العربي السوري .

٧-المراجع المستخدمة :

١- بورمن .أ.أ الرياح المحلية . لينينغراد ١٩٦٨ . باللغة الروسية .

٢- مناخ مدينة كييف . لينينغراد ١٩٨٠. باللغة الروسية .

٣- الأطلس المناخي لسورية – دمشق ١٩٧٧ .

٤- كروكلوف . أ . ي . المناخ والجدران الخارجية. موسكو ١٩٩٠.باللغة الروسية.

٥- ليبسمانير ...البناء في البلدان الحارة – موسكو ١٩٩٤. باللغة الروسية مترجم عن الانكليزية

٦- القياسات التجريبية للنظام الحراري والرطوبة في الأبنية في المناطق الحارة . موسكو ١٩٨٨ باللغة الروسية .

٧- بيتروف . ي . م . مناخ سمرقند ، لينينغراد .١٩٨٢ باللغة الروسية .

٨- نتائج رصد العوامل المناخية في سوريا خلال ٣٠ سنة ، دمشق ١٩٨١ .

٩- قواعد أساسية لحساب المنشآت الهندسية على التأثيرات الحرارية . موسكو ١٩٨٣ باللغة الروسية .

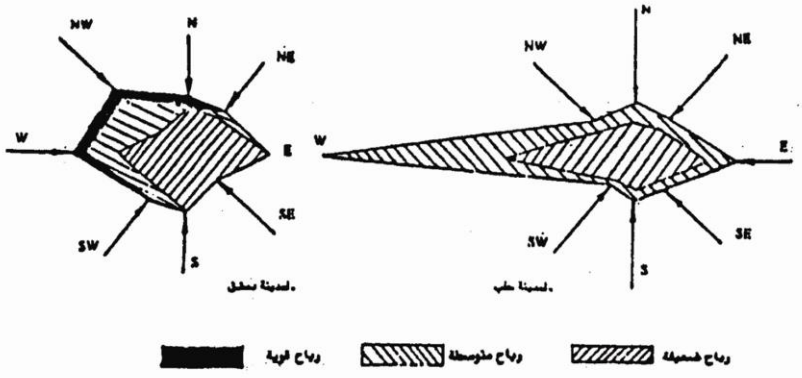
١٠- سيمتس . أ . تأثير الرياح على الأبنية – موسكو ١٩٨٤ باللغة الروسية مترجم عن الانكليزية .

١١- فيرسانوف . ق. م عمارة الأبنية المدنية في البلدان الحارة ، موسكو ١٩٨٢ .

١٢- شتول . آ . م إنشاء الأبنية و المنشآت الهندسية في بلدان المناطق الحارة ، موسكو ٢٠٠٢ – باللغة الروسية .

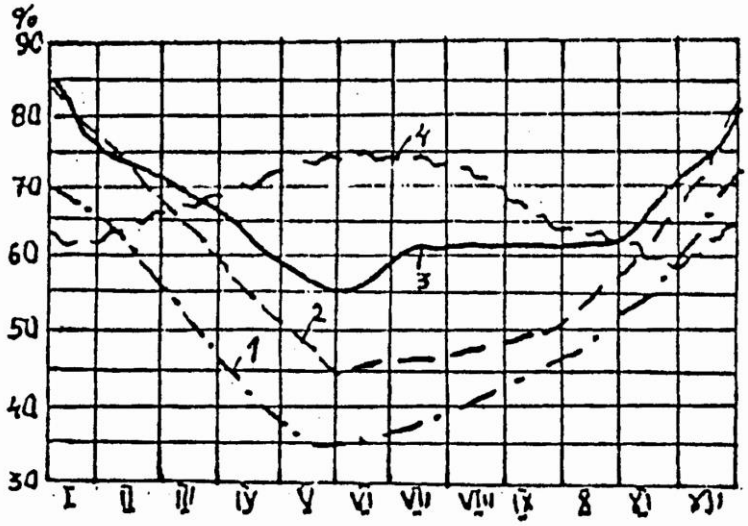
١٣- دايفس . أ . تصميم المنشآت الهندسية مع الأخذ بعين الاعتبار مصادر الطاقة الطبيعية – موسكو ١٩٨٩-

باللغة الروسية – مترجم عن الانكليزية .
١٤- المجموعات الإحصائية السنوية الصادرة عن المكتب المركزي للإحصاء.لعام ٢٠٠٤ وما قبلها .



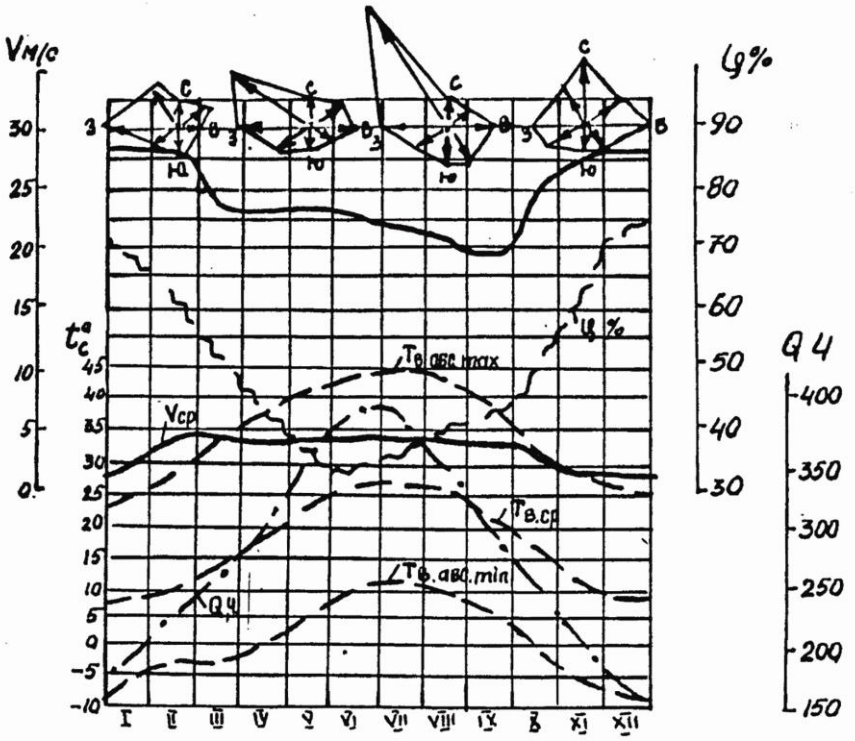
الشكل (٥) وردة الرياح مع سرعتها – لمدينة دمشق – لمدينة حلب

١- م/ثا رياح ضعيفة ٢- م/ثا رياح متوسطة ٣- م/ثا رياح قوية



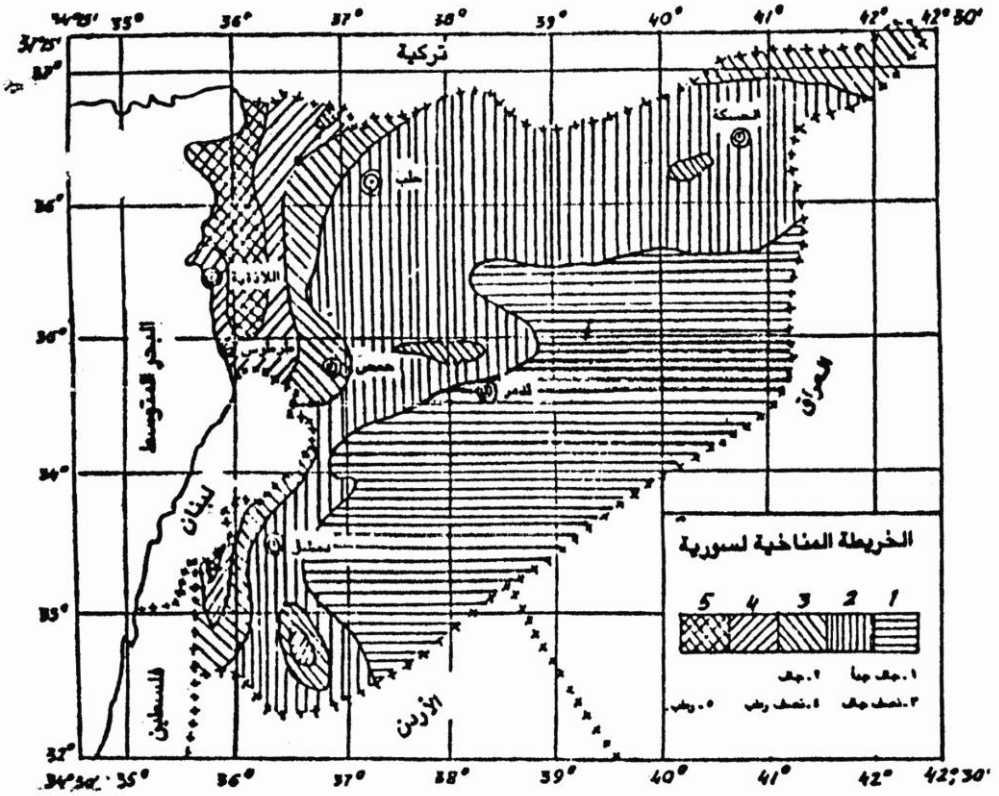
الشكل (٦) تغيير رطوبة الهواء السنوية لبعض مدن القطر

١- دمشق ، ٢- حلب ، ٣- حمص ، ٤- اللاذقية .



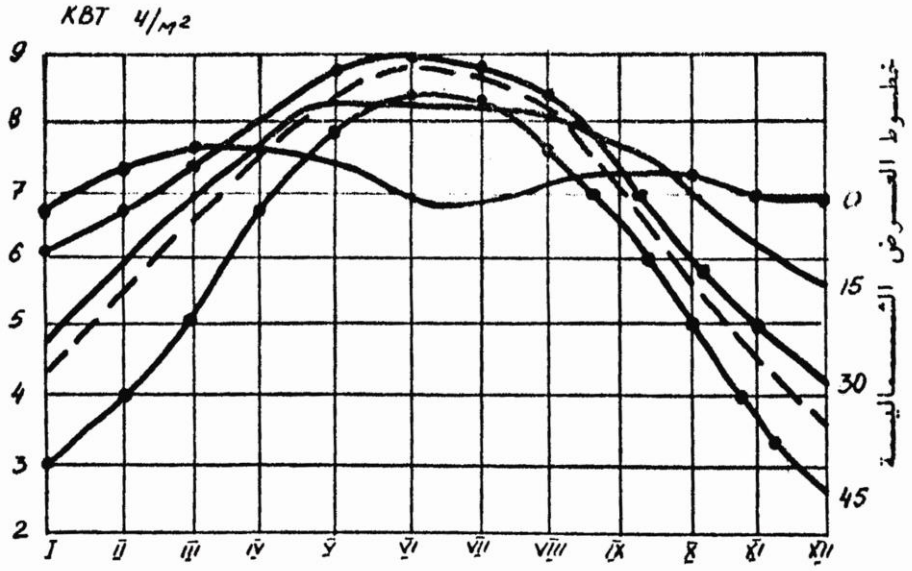
الشكل رقم (٧) المخطط الموحد لجميع العوامل المناخية لمدينة دمشق

- سرعة الهواء م/ثا
- درجة حرارة الهواء
- نسبة الرطوبة
- استمارية السطوع الشمسي بالساعات

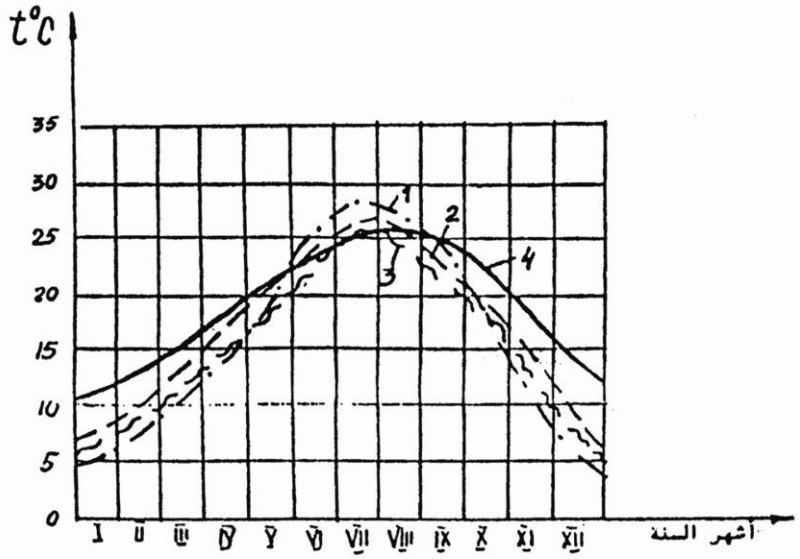


١- جاف جداً ٢- جاف ٣- نصف جاف ٤- نصف رطب ٥- رطب

الشكل رقم (١) الخريطة المناخية لسورية

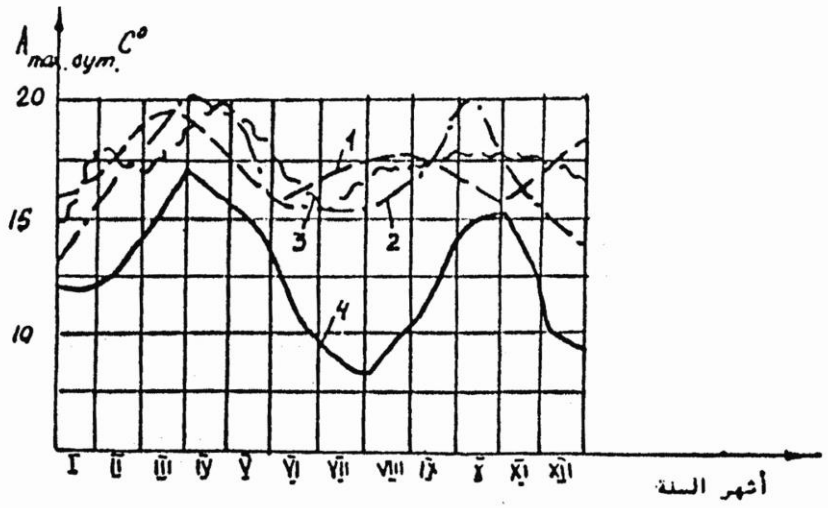


الشكل رقم (٢) شدة الاشعاع الشمسي خلال السنة على سطح الكرة الارضية عند مستوى البحر لمدينة دمشق



الشكل رقم (٣) التغيرات السنوية للمتوسط الشهري لدرجات الحرارة في بعض مدن القطر

١- دمشق ، ٢- حلب ، ٣-حمص ، ٤- اللاذقية



الشكل (٤) التغيرات وفق الاشهر للتغير الأعظمي لدرجة حرارة الهواء اليومية في بعض مدن القطر

١ - دمشق ، ٢ - حلب ، ٣ - حمص ، ٤ - اللاذقية