جمهورية مصر العربية
وزاره الإسكان والمرافق
مركز بحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمراني

الكود المصرى
لحساب الأحمال والقوى فى الأعمال الانشائيه
وأعمال المبانى

قرار وزاري رقم ٤٥ لسنه ١٩٩٣

اللجنه الدائمه لاعداد
أسس حساب الأحمال والقوى في الأعمال الانشائيه وأعمال المبانى

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

لما كان حساب الأحمال والقوي هو المحور الرئيسى لعامل الأمان وكذلك المؤثر الأول في إقتصاديات الأعمال الإنشائيه والمباني، وأيضا بهدف توحيد وتحديث حساب الأحمال والقوى فى مختلف أكواد كافه الأعمال الإنشائيه والمبانى.

لذا فقد صدر القرار الوزارى رقم ٢٢٤ لسنه ١٩٩١ بتاريخ ١٩٩١/٦/١٠ بتشكيل اللجنة الدائمه لإعداد الكود المصرى "حساب الأحمال والقوى فى الأعمال الإنشائيه وأعمال المبانى" وذلك تنفيذا للقانون رقم ٦ لسنه ١٩٦٤ بشأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائيه وأعمال البناء.

وقد قامت اللجنه بإعداد مشروع الكود المطلوب وتم طبعه وتوزيعه على المعنيين فى مجال تصميم وتنفيذالأعمال الإنشائيه والمبانى فى الجامعات ومراكز البحوث والمكاتب الإستشاريه والشركات الكبرى للمقاولات وذلك لإبداء الرأى فيه ثم عقدت ندوه عامه لمناقشه مختلف الآراء وبناء على تلك المناقشات تم إعداد هذا الكود في صورته النهائيه. هذا وقد تم بعون الله إصدار هذا الكود بالقرار الوزارى رقم ٤٥ لسنه ١٩٩٣ .

ويتولى مركز بحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمرانى العمل على نشر هذا الكود والتعريف به والتدريب عليه بما يحقق الأهداف المحدده له.

والله ولى التوفيق،،

وزير الإسكان والمرافق

مهندس/ محمد صلاح الدين حسب الله

١٩٩٢/١٢/٢٨

أعضاء اللجنه الدائمه لإعداد الكود المصرى
لأسس حساب الأحمال والقوى فى الأعمال الإنشائيه وأعمال المبانى

١- أستاذ دكتور مهندس/ عادل حلمى سالم	كليه الهندسه - جامعه عين شمس
٢-أستاذ دكتور مهندس/ عبد الفتاح أبو العيد	كليه الهندسه - جامعه القاهره
٣-أستاذ دكتور مهندس/ صبرى سمعان ميخائيل	كليه الهندسه - جامعه القاهره
٤-أستاذ دكتور مهندس/ حسن محمود إمام	كليه الهندسه - جامعه القاهره
٥-أستاذ دكتور مهندس/ شاكر أحمد البحيرى	كليه الهندسه - جامعه عين شمس
٦-أستاذ دكتور مهندس/ محمود جلال حشيش	كليه الهندسه - جامعه عين شمس
٧-أستاذ دكتور مهندس/ فيروز فهيم الديب	الهيئه العامه لبحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمرانى

الأمانه الفنيه

مهندس / أيمن على راشد - مهندس / شريف عبد العزيز يحى - مهندسه / غاده نبيل عويس

إعداد الكود

مهندسه / غاده نبيل عويس - مهندس / أشرف عيسى أحمد - علاء السيد على

اللجان المعاونه

أستاذ دكتور مهندس / كمال حسان محمد	كليه الهندسه – جامعه عين شمس
أستاذ دكتور مهندس / على عبد الرحمن	كليه الهندسه – جامعه القاهره
دكتور مهندس / عمرو وجيه صادق	كليه الهندسه – جامعه القاهره
دكتور مهندس / أحمد عاطف راشد	كليه الهندسه – جامعه القاهره
دكتور مهندس / أحمد كمال عبد الخالق	كليه الهندسه – جامعه القاهره
دكتور مهندس / محمد نبيل عبد السلام	الهيئه العامه لبحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمرانى
لواء مهندس / أحمد قدرى الجوهرى	الهيئه الهندسيه للقوات المسلحه
مهندس / سمير لبيب يونان	هيئه الطرق والكبارى / وزاره المواصلات

المحتويات

الباب الأول : المجال

١-١ مجال الكود ١٠
١-٢ أهداف الكود ١٠
١-٣ وحدات القياس ١٠
١-٤ أسس حساب الأحمال ١١

الباب الثانى : التعريفات والمصطلحات

٢-١ الأحمال الدائمة ١٢
٢-٢ الأحمال الحية ١٢
٢-٢-١ الأحمال الحية ١٢
٢-٢-٢ أحمال الرياح ١٢
٢-٢-٣ أحمال الزلازل ١٢
٢-٢-٤ أحمال الحرارة ١٢
٢-٢-٥ أحمال غير مباشرة ١٣

الباب الثالث : الأحمال الدائمة

٣-١ الأوزان الفعلية ١٤
٣-٢ حساب أحمال العناصر الفاصلة والقواطيع المحددة على الرسومات ١٤
٣-٣ حساب أحمال العناصر الفاصلة والقواطيع غير محددة الموقع ... ١٥

الباب الرابع : الأحمال الحية

٤-١ عام ٢٦
٤-٢ تخفيض الأحمال الإضافية فى الأبنيه السكنية متعددة الطوابق ٢٩
٤-٣ القوى الأفقية المؤثرة على حواجز الشرفات والدراوى ٣٠
٤-٤ أحمال الحرارة ٣٠
٤-٥ حمل إنكماش الخرسانة ٣١

٤-٦ الأحمال الديناميكية على المبانى ٣٢

الباب الخامس : الأحمال على كبارى الطرق

٥-١ عام ٣٣
٥-٢ الأحمال الحية على كبارى الطرق ٣٣
٥-٣ رفع الكوبرى لتغيير الركائز ٣٦
٥-٤ قوى الطرد المركزية فى كبارى الطرق ٣٦
٥-٥ تأثير تغير درجات الحرارة ٣٧
٥-٦ قوى الفرامل ٣٧
٥-٧ ضغط الرياح ٣٨
٥-٨ مقاومة الركائز للإحتكاك ٣٩

الباب السادس : الأحمال الحية على كبارى السكك الحديدية

٦-١ عام ٤٠
٦-٢ الأحمال الحية ٤٠
٦-٣ أحمال إضافية خاصة ٤٥
٦-٤ التأثير الديناميكى على كبارى السكك الحديدية ٤٥
٦-٥ قوة الطرد المركزية فى كبارى السكك الحديدية ٤٦
٦-٦ تأثير تغير درجات الحرارة ٤٦
٦-٧ قوى الفرامل ٤٧
٦-٨ تأثير الصدمات العرضية ٤٧
٦-٩ أحمال الرياح ٤٨
٦-١٠ مقاومة الركائز للإحتكاك ٤٨
٦-١١ إنكماش الخرسانة ٤٨
٦-١٢ الهبوط المتفاوت ٤٩
٦-١٣ الإستقرار والتثبيت ٤٩
٦-١٤ قوى التركيب ٤٩
٦-١٥ تأثير الكلال ٤٩

الباب السابع : أحمال الرياح على المبانى والمنشآت

٧-١ المجال ٥٠
٧-٢ التعريفات ٥١
٧-٣ الرموز ٥٢
٧-٤ أسلوب حساب أحمال الرياح ٥٣
٧-٥ ضغط الرياح الأساسى ٥٤
٧-٦ معامل التعرض ٥٥

الباب الثامن : أحمال الزلازل

٨-١ المجال والأسس العامه ٦٦
٨-٢ طريقه الحمل الإستاتيكى المكافئ ٦٧
٨-٣ طريقه طيف التجاوب ٧١
٨-٤ طريقه التجاوب الديناميكى ٧٢
الرموز والمصطلحات ٧٣

الباب الأول
المجال

١ – ١ – مجال الكود

يحتوى هذا الكود على الأحمال الدائمة (الميتة) والأحمال الحية وأحمال (قوى) الرياح والزلازل والحرارة التى يجب أخذها فى الإعتبار فى التصميم الإنشائى للأبنية والمنشآت الأخرى، وذلك فى الحالات الآتية:

أ- الأبنية والمنشآت الجديدة.
ب- التوسعات والتعديلات على الأبنية والمنشآت القائمة.
ج- المنشآت القائمة عند تغير إستخدامها وظروف تشغيلها.

١ – ٢ – أهداف الكود

يهدف الكود إلى تعيين الحد الأدنى للأحمال المطلوب إعتبارها عند التصميم الإنشائى وذلك لجعل المنشأ آمناً ويفى بمتطلبات التشغيل.

١ – ٣ – وحدات القياس

تعتبر وحدة قياس الأحمال الكيلوجرام (kg) مساوية لما يلى:

$$1\ kg = 9.80665\ N \quad \cdots\cdots(١)$$

حيث تمثل N وحدة القوى القياسية الدولية : النيوتن

وتشمل الجداول بهذا الكود قيم الأحمال بالوحدتين بحيث تمثل المقادير بين الأقواس قيمة الحمل بالكيلونيوتن.

وفى إطار العمل بهذا الكود فقد تم حساب الأحمال والقوى للسهولة طبقاً لما يلى:

$$1\ kg = 10\ N \quad \cdots\cdots(٢)$$

$$1t = 1000\ kg = 10\ kN \quad \cdots\cdots(٣)$$

حيث تمثل t وحدة الطن المترى وتمثل KN وحدة الكيلونيوتن.

١ - ٤ - أسس حساب الأحمال

تعتبر قيم الأحمال والقوى المذكورة فى هذا الكود هى الحدود الدنيا المسموح أخذها فى الإعتبار عند تصميم المنشأ. ولايجوز تقليل تلك الأحمال إلا بعد إجراء تجارب فعلية تجرى وتعتمد بواسطة أحد المختبرات المعتمدة وبحيث يتم إجراء تلك التجارب والإختبارات مطابقاً للواقع تحت ظروف التشغيل القصوى للمنشأ المطلوب.

وينطبق ذلك أيضاً على كافة القيم والمقادير التى تذكر حدودها الدنيا والقصوى فى هذا الكود، حيث تعتبر الحدود القصوى إسترشادية للمصمم.

الباب الثانى
التعريفات والمصطلحات

٢ – ١ – الأحمال الدائمة (الميتة)

وهى مجموع الأحمال الثابتة والمستديمة سواء منها الأثقال الذاتية للعنصر، أوالأثقال الثابتة المحمولة بواسطة ذلك العنصر الحامل. ويدخل ضمن هذا التعريف وزن الأتربة وقوة دفعها الجانبية وكذلك الأرضيات والحوائط الحاملة والتركيبات.

٢ – ٢ – الأحمال الحية

٢ – ٢ – ١ – الأحمال الحية

هى الأحمال المتغيرة والمتحركة التى يتعرض لها أى جزء من المنشأ بما فى ذلك الأحمال الموزعة والمركزة وأحمال الصدم والإهتزازات والقصورالذاتى وهى تشمل:

أ – أوزان الأشخاص مستعملى المنشأ.

ب – أحمال الماكينات وإهتزازاتها.

جـ – أحمال الأثاث والأجهزة والآلات غير المثبتة ومواد التخزين.

٢ – ٢ – ٢ – أحمال الرياح

وهى الأحمال الناتجة عن تعرض المبنى أو المنشأ للقوى الناتجة عن هبوب الرياح والتى يمكن أن تكون على شكل ضغط أو سحب.

٢ – ٢ – ٣ – أحمال الزلازل

وهى تلك الأحمال التى يتعرض لها المبنى أوالمنشأ عند حدوث هزات الزلازل والتى يتعين تصميم المبانى والمنشآت لمقاومتها أومقاومة تلك الأحمال الساكنة التى تعتبر مكافئة لها من حيث متطلبات التصميم.

٢ – ٢ – ٤ – أحمال الحرارة

هى تلك الأحمال التى قد يتعرض إليها المبنى أوالمنشأ عن تمدد أوإنكماش بعض أو كل مكوناته نتيجة لتغيرات درجات الحرارة المحيطة به.

٢-٢-٥- أحمال غير مباشرة

هى تلك الأحمال التى قد تنتج عن تحور المنشأ وتسبب قوى أو أحمال غير مباشرة على المنشأمثل الزحف والإنكماش فى الخرسانة المسلحة.

الباب الثالث

الأحمال الدائمة (الميتة)

٣ – ١ – الأوزان الفعلية

يحسب الحد الأدنى للأحمال والقوى لتصميم المبانى والمنشآت طبقاً للجدول (٣–١) ويسمح باستخدام قيم أقل من القيم المنصوص عليها بالجدول فى هذا الكود وذلك بما يكافئ الأوزان الفعلية للمواد بشرط قياس تلك الأوزان الفعلية بمعرفة جهة رسمية مختصة.

أما إذا زادت قيم الأوزان الفعلية عن القيم المنصوص عليها فى هذا الكود، وذلك طبقاً للمهندس المصمم المسئول، فإنه يجب أن تحسب تلك الأوزان الفعلية بالقيم المنصوص عليها من المصمم المسئول.

٣ – ٢ – حساب أحمال العناصر الفاصلة والقواطيع المحددة على الرسومات

أ– إذا كان موقع القواطيع والعناصر الفاصلة محددة على الرسومات فإنه تحسب الأحمال الناتجة عنها بوضعها أحمالا مركزة على خط طولى، وذلك عند تصميم البلاطات والكمرات وغيرها من عناصر الهيكل بالكيلونيوتن/المتر الطولى وحسب الأوزان المنصوص عليها فى هذا الكود.

ب– تصميم البلاطات لمقاومة أحمال مكافئة منتظمة (كن/م٢) وتحسب كالآتى:

ب/١ – التصميم فى حالة تعامد القاطوع مع البحر الرئيسى للبلاطة

ب/١/١ – إذا كانت البلاطة حرة الدوران عند الإرتكاز يحسب الحمل المكافئ حسب المعادلة التالية:

$$We\ (max) = 2\ Wp\ /\ L \cdots\cdots (١)$$

حيث

We = الحمل المكافئ (كن/م٢)

Wp = حمل القاطوع (كن/م)

L = بحر البلاطة الفعال (متر)

ب/١/٢- إذا كانت البلاطة مستمرة يحسب الحمل المكافئ حسب المعادلة التالية:

$$We\ (\ min\ ) = 1.5\ W_p\ /\ L \cdots\cdots (٢)$$

ب/٢- فى حالة توازى إتجاه القاطوع مع بحر البلاطة يحسب الحمل المكافئ حسب المعادلة التالية:

$$We = W_p\ /\ e \cdots\cdots (٢)$$

حيث

$$e = (h_p/1000) + 0.3\ L + h$$

$$e\ (\ min\ ) = 1.0\ meters$$

حيث

h_p = سمك القاطوع (مللم)

L = بحر البلاطة (متر)

h = بعد القاطوع عن الطرف الحر على ألا تزيد المسافة عن $(0.3\ L)$

٣-٣ - حساب أحمال العناصر الفاصلة والقواطيع غير محددة الموقع

إذا لم يتم تحديد مواقع القواطيع على الرسومات تصمم البلاطات والكمرات وغيرها من عناصر الهيكل الحامل لمقاومة أحمال مكافئة منتظمة التوزيع (كن/م٢) وتحسب على إنها وزن القواطيع فى المتر الطولى مضروباً فى معامل يساوى (0.33) على ألايقل الحمل المكافئ عن ١٠٠كجم/م٢ (١ كن/م٢).ويجب أن يحدد على الرسومات نوع القواطيع المستخدمة وقطاعاتها بشكل واضح وكذلك الحمل المكافئ المستخدم فى التصميم.

إذا زاد الحمل الحى المستخدم فى التصميم عن ٥٠٠كجم/م٢ (٥ كن/م٢) فإنه يجوز للمصمم أن يهمل وزن القواطيع الخفيفة بشرط ألا يتعدى وزنها ١٠٠كجم/م٢ (١ كن/م٢) وألا تكون حاملة.

جـدول (٣-١)
الأوزان الفعلية للمواد المختلفة

المادة	الوزن كجم/م٣ (ك٠نيوتن/م٣)	زاوية الإحتكاك
أولاً : مواد البناء		
الخرسانة :		
خرسانة مسلحة بركام سليسى	٢٥٠٠ (٢٥)	–
خرسانة عادية :		
خرسانة بركام سليسى	٢٢٠٠ (٢٢)	–
خرسانة خفيفة	١٠٠٠ – ٢٠٠٠ (١٠ – ٢٠)	–
خرسانة مهواه	٦٠٠ – ٩٠٠ (٦ – ٩)	–
خرسانة ثقيلة	٢٥٠٠ فأكثر (٢٥ فأكثر)	–
خرسانة بركام البازلت	٢٢٠٠ – ٢٥٠٠ (٢٢ – ٢٥)	–
خرسانة بركام الفرن العالى	١٦٠٠ – ١٩٠٠ (١٦ – ١٩)	–
خرسانة بركام الطين المدد	٧٠٠ – ١٧٠٠ (٧ – ١٧)	–
خرسانة عازلة ذات فراغات	٣٠٠ – ٦٠٠ (٣ – ٦)	–
الأسمنت :		
أسمنت (سائب)	١١٠٠ – ١٢٠٠ (١١ – ١٢)	٢٠
كلنكر الأسمنت	١٥٠٠ – ١٨٠٠ (١٥ – ١٨)	٢٠
الركام :		
زلط	١٧٠٠ (١٧)	–
رمل	١٥٠٠ (١٥)	–
خبث الأفران العالية :		
مبرد بالهواء	١٧٠٠ (١٧)	٤٠
محبب	١٢٠٠ (١٢)	٢٥
ركام الليكا (الطين المدد)	٣٠٠ – ٩٠٠ (٣ – ٩)	٢٥
الحجر الخفاف	٣٥٠ – ٦٥٠ (٣,٥٠ – ٦,٥٠)	–
الفيرموكوليت المنفوش	٦٠ – ٢٠٠ (٠,٦ – ٢)	–
الرماد المتطاير	٦٠٠ – ١١٠٠ (٦ – ١١)	٢٥
الماء	١٠٠٠ (١٠)	صفر

المادة	الوزن كجم/م٣ (ك٠نيوتن/م٣)	زاوية الإحتكاك
تابع مواد البناء		
إضافات الخرسانة :		
(سائلة) أو مسحوق	١٠٠٠-١٢٠٠ (١٠-١٢)	-
أحجار البناء :		
أ٠ صخورنارية :		
جرانيت	٢٨٠٠ (٢٨)	-
بازلت (ديوريت -جابرو)	٢٠٠٠ (٢٠)	-
بازلت (بركانى)	٢٤٠٠ (٢٤)	-
الشيست	٢٦٠٠ (٢٦)	-
ب٠ صخور رسوبية :		
الحجر الجيرى	٢٧٠٠ (٢٧)	-
الرخام	٢٨٠٠ (٢٨)	-
الحجر الرملى-	٢٧٠٠ (٢٧)	-
ج٠ صخورمتحولة :		
الأردواذ	٢٨٠٠ (٢٨)	-
الجنيس	٣٠٠٠ (٣٠)	-
السربنتين	٢٧٠٠ (٢٧)	-
الرخام	٢٧٠٠ (٢٧)	-
طوب البناء :		
طوب أحمر طفلى مصمت	١٦٠٠-١٨٠٠ (١٦-١٨)	-
طوب طفلى مثقب	١٤٠٠-١٦٠٠ (١٤-١٦)	-
طوب أسمنتى مصمت	٢٠٠٠ (٢٠)	-
طوب أسمنتى مفرغ	١٤٠٠-١٨٠٠ (١٤-١٨)	-
طوب جيرى رملى :		
مصمت	١٨٥٠ (١٨،٥٠)	-
مفرغ	١٤٠٠ (١٤)	-
خفيف الوزن	٧٠٠-٨٠٠ (٧-٨)	-
طوب حرارى لأغراض مختلفة :		
طين حرارى	١٨٥٠ (١٨،٥٠)	-

- تحدد بمعرفة المصمم

المادة	الوزن كجم/م٣ (ك٠ نيوتن/م٣)	زاوية الإحتكاك
تابع موادالبناء		
سليكا	١٨٠٠ (١٨)	–
منجنيزيت	٢٨٠٠ (٢٨)	–
كروم – منجنيزيت	٣٠٠٠ (٣٠)	–
كورندم	٢٦٠٠ (٢٦)	–
طوب مقاوم للأحماض	١٩٠٠ (١٩)	–
طوب زجاجى	٨٧٠ (٨,٧٠)	–
بلوكات البناء :		
بلوكات خرسانية	١٤٠٠–١٩٠٠ (١٤–١٩)	–
بلوكات خرسانية مفرغة	١١٥٠ (١١,٥٠)	–
بلوكات خرسانية بركام الليكا	٦٠٠–٩٠٠ (٦–٩)	–
بلوكات جبسية	٩٥٠ (٩,٥٠)	–
الجير :		
مسحوق الحجر الجيرى	١٢٠٠ (١٢)	–
كتل الجير المكلسة	٨٥٠–١٣٠٠ (٨,٥٠–١٢)	–
كتل الجير المطحونة	٦٠٠–١٣٠٠ (٦–١٣)	٤٥
الجير المكلس المطفى	١١٠٠ (١١)	٢٥
الجبس	٨٠٠–١٠٠٠ (٨–١٠)	٢٥
المونة :		
مونة الأسمنت	٢١٠٠ (٢١)	–
مونةالجير	١٨٠٠ (١٨)	–
مونة الأسمنت والجير	٧٥٠–١٨٠٠ (٧,٥٠–١٨)	–
مونة الجبس	١٤٠٠–١٨٠٠ (١٤–١٨)	–
مونة البيتومين بالرمل	١٧٠٠ (١٧)	–
الخشب ومنتجاته : (مجفف بالهواء– رطوبة ١٥٪)		–

المادة	الوزن كجم/م٣ (ك٠نيوتن/م٣)	زاوية الإحتكاك
تابع مواد البناء		
أ٠ خشب صلب :		
زان	٦٨٠ (٦,٨٠)	–
قرو	٦٩٠ (٦,٩٠)	–
ب٠ خشب طرى :		
بيتش باين	٥٧٠ (٥,٧٠)	–
خشب أبيض	٤٠٠ (٤)	–
ج٠ ألواح من ألياف خشبية :		
صلدة	٩٠٠–١١٠٠ (٩–١١)	–
متوسطة الصلادة	٦٠٠–٩٠٠ (٦–٩)	–
عازل ذو فراغات	٢٥٠–٤٠٠ (٢,٥٠–٤)	–
خشب أبلكاش مضغوط	٧٥٠–٨٥٠ (٧,٥٠–٨,٥٠)	–
ألواح ذات قلب خشبى	٤٥٠–٦٥٠ (٤,٥٠–٦,٥٠)	–
مواد بناء أخرى :		
أسبستوس	٨٠٠ (٨)	–
ألواح أسبستوس أسمنتى متموجة	١٦٠٠ (١٦)	–
ماسورة أسبستوس أسمنتى	١٨٠٠ (١٨)	–
سيلتون	١٢٠ (١,٢٠)	–
تربة جافة	١٧٠٠ (١٧)	–
تربة مبتلة	٢٠٠٠ (٢٠)	–
أرضية مطاط	١٨٠٠ (١٨)	–
بيتومين	١٠٠٠–١٤٠٠ (١٠–١٤)	–
قار	١١٠٠–١٤٠٠ (١١–١٤)	–

– تحدد بمعرفة المصمم

المادة	الوزن كجم/م٣ (ك٠نيوتن/م٣)	زاوية الإحتكاك
تابع مواد البناء		
بلاط أسمنتى	٢٤٠٠ (٢٤)	–
بلاط موزايكو	٢٢٠٠ (٢٢)	–
راتنج الإيبوكس :		
بدون مواد مالئة	١١٥٠ (١١,٥٠)	–
بمواد فلزية	٢٠٠٠ (٢٠)	–
مع الفيبر جلاس	١٨٠٠ (١٨)	–
بلاط بلاستيك	١١٠٠ (١١)	–
راتنج بوليستر :	١٢٥٠ (١٢,٥)	–
بوليثيرين	٩٣٠ (٩,٣)	–
ألواح ب.ف.س. الصلدة	١٤٠٠ (١٤)	–
ألواح ب.ف.س. للأرضيات	١٦٠٠ (١٦)	–
بلاط ب.ف.س. للأرضيات	١٧٠٠ (١٧)	–
فيبر جلاس	١٦٠–١٨٠ (١,٦–١,٨)	–
صوف زجاجى	١٠٠–١١٠ (١–١,١)	–
صوف خشبى	٢٠٠–٢٠٠ (٢–٢)	صفر
فلين	٦٠ (٠,٦)	صفر
مصيص	١١٠٠–١٥٠٠ (١١–١٥)	–
ألواح زجاج	٢٥٠٠ (٢٥)	–
زجاج بالسلك	٢٦٠٠ (٢٦)	–
زجاج أكريليك	١٢٠٠ (١٢)	–
بالات الكتان	٦٠٠ (٦)	–
أكوام الجلد	٩٠٠–١٠٠٠ (٩–١٠)	–
الورق :		
فى رزم	١٢٠٠ (١٢)	صفر
فى لفات	١١٠٠ (١١)	–

المادة	الوزن كجم/م٣ (ك٠نيوتن/م٣)	زاوية الإحتكاك
تابع مواد البناء		
المطاط :		
ملفوفة لمواد الأرضيات	١٢٠٠ (١٢)	–
خام فى بالات	١١٠٠ (١١)	–
الصوف :		
فى بالات	٧٠٠ (٧)	–
مضغوط فى بالات	١٣٠٠ (١٣)	–
ثانياً :المواد المعدنية :		
صلب	٧٨٥٠ (٧٨,٥)	–
حديد مطاوع	٧٨٥٠ (٧٨,٥)	–
حديد زهر	٧٢٥٠ (٧٢,٥)	–
حديد خام	٣٠٠٠ (٣٠)	–
ألومنيوم	٢٧٠٠ (٢٧)	–
سلك ألومنيوم	٢٨٠٠ (٢٨)	–
رصاص :	١١٤٠٠–١٢٠٠٠ (١١٤–١٢٠)	–
رصاص أبيض (مسحوق)	٩٠٠٠ (٩٠)	صفر
رصاص أحمر (مسحوق)	٨٠٠٠ (٨٠)	صفر
نحاس :	٨٧٠٠–٨٩٠٠ (٨٧–٨٩)	–
نحاس أصفر	٨٣٠٠–٨٥٠٠ (٨٣–٨٥)	–
برونز	٨٤٠٠–٨٥٠٠ (٨٤–٨٥)	–
نيكل	٨٩٠٠ (٨٩)	–
زنك مصبوب	٦٩٠٠ (٦٩)	–
زنك مدلفن	٧٢٠٠ (٧٢)	–
صفيح مدلفن	٧٢٠٠–٧٤٠٠ (٧٢–٧٤)	–
مغنسيوم	١٨٥٠ (١٨,٥)	–
أنتيمون	٦٦٢٠ (٦٦,٢)	–
باريوم	٣٥٠٠ (٣٥)	–
كادميوم	٨٦٥٠ (٨٦,٥)	–

المادة	الوزن كجم/م٣ (ك٠ نيوتن/م٣)	زاوية الإحتكاك
تابع المواد المعدنية :		
كوبالت	٨٧٠٠ (٨٧)	–
ذهب	١٩٣٠٠ (١٩٣)	–
فضة	١٠٥٠٠ (١٠٥)	–
منجنيز	٧٢٠٠ (٧٢)	–
مولبدينم	١٠٢٠٠ (١٠٢)	–
بلاتين	٢١٣٠٠ (٢١٣)	–
تيتانيوم	٤٥٠٠ (٤٥)	–
تنجستين	١٩٠٠٠ (١٩٠)	–
يورانيوم	١٨٧٠٠ (١٨٧)	–
فاناديوم	٥٦٠٠ (٥٦)	–
زركونيم	٦٥٢٠ (٦٥،٢)	–
ثالثاً :الوقود :		
١ – الفحم الفلزى :	٩٠٠ – ١٢٠٠ (٩ – ١٢)	–
فحم الكوك	٤٥٠ – ٦٥٠ (٤،٥ – ٦،٥)	٣٥
فحم نباتى	٢٥٠ (٢،٥)	–
تراب الفحم	٧٠٠ (٧)	–
٢ –الزيوت :		
زيت الديزل	٨٠٠ – ١٠٠٠ (٨ – ١٠)	صفر
زيت خام	٩٨٠ (٩،٨)	صفر
جازولين	٧٥٠ – ٨٠٠ (٧،٥ – ٨)	صفر
بترول	٨٠٠ (٨)	صفر
غازات سائلة :		
بروبين	٥٠٠ (٥)	صفر
بيوتين	٥٨٠ (٥،٨)	صفر
٣ – الخشب :		
خشب صلد قطع	٤٠٠ – ٦٠٠ (٤ – ٦)	–

– تحدد بمعرفة المصمم

المادة	الوزن كجم/م٣ (ك٠نيوتن/م٣)	زاوية الإحتكاك
تابع الوقود :		
خشب صلد كتل	٥٠٠ (٥)	–
خشب قطع	٢٥٠ (٢,٥)	٤٥
خشب كتل	٢٠٠ (٢)	–
خشب الحريق	٤٠٠ (٤)	–
رابعاً :السوائل :		
جليسرين	١٢٥٠ (١٢,٥)	صفر
طلاء الزيت معلبة أوصناديق	١١٠٠ (١١)	صفر
اللبن :		
فى خزانات	٩٥٠–١٠٠٠ (٩,٥–١٠)	صفر
فى علب	٨٥٠ (٨,٥)	–
فى زجاجات	٧٠٠ (٧)	–
العسل :		
فى خزانات	١٢٠٠ (١٢)	صفر
فى علب	١٠٠٠ (١٠)	–
فى زجاجات	٦٠٠ (٦)	–
حامض النتريك (٩١ ٪ بالوزن)	١٥٠٠ (١٥)	صفر
حامض الهيدروكلوريك (٤٠ ٪ بالوزن)	١٢٠٠ (١٢)	صفر
حامض الكبريتيك (٣٠ ٪ بالوزن)	١٤٠٠ (١٤)	صفر
خامساً :مواد غذائية ومنتجات زراعية :		
الزبدة :		
فى براميل	٥٥٠ (٥,٥)	–
فى علب أوصناديق	٥٠٠–٨٠٠ (٥–٨)	–

المادة	الوزن كجم/م٣ (ك٠نيوتن/م٣)	زاوية الإحتكاك
تابع مواد غذائيةومنتجاتها :		
سكر محبب :		
فى غلاف ورق	٦٠٠(٦)	–
فى عبوات كبيرة	٨٠٠(٨)	–
سكر كتل فى غلاف ورق	٦٠٠(٦)	–
فى صناديق	٧٠٠(٧)	–
شاى باكوات	٤٠٠(٤)	–
كحول	٨٠٠(٨)	صفر
بيرة فى خزانات	١٠٠٠(١٠)	صفر
بيرة فى براميل	٩٠٠(٩)	–
كاكاو فى عبوات	٥٥٠(٥,٥)	–
بيض فى أوراق حاملة	٥٥٠(٥,٥)	–
دهون فى صناديق	٨٠٠(٨)	–
سمك فى براميل	٦٠٠(٦)	–
سمك معبأ	٨٠٠(٨)	–
فاكهة فى صناديق	٢٥٠–٤٠٠(٣,٥–٤)	٣٥
فاكهة مخزنة قطع	٥٠٠–٧٠٠(٥–٧)	–
تبن محزم بالات	١٥٠–٢٠٠(١,٥–٢)	–
ذرة	٤٥٠(٤,٥)	٣٠
زبدة صناعى براميل	٥٥٠(٥,٥)	–
زبدة صناعى فى صناديق	٧٠٠(٧)	–
لحوم مجمدة	٤٠٠–٧٠٠(٤–٧)	–
بصل فى عبوات	٥٥٠(٥,٥)	–
مخللات فى عبوات	٧٠٠(٧)	–
مشروبات فى زجاجات داخل صناديق	٨٠٠(٨)	–

المادة	الوزن كجم/م٣ (ك٠نيوتن/م٣)	زاوية الإحتكاك
تابع مواد غذائية ومنتجاتها :		
أرز شعير (غير مقشر)	٥٠٠ (٥)	–
أرز فى عبوات	٥٦٠ (٥,٦)	–
ملح فى أكوام	١٠٠٠ (١٠)	–
ملح فى عبوات	١١٢٠ (١١,٢)	–
نشا فى عبوات	٨٠٠ (٨)	–
قش محزم فى بالات	١٧٠ (١,٧)	–
تبغ فى بالات	٣٠٠–٥٠٠ (٣–٥)	–
قمح	٨٠٠–٩٠٠ (٨–٩)	–
نبيذ فى خزانات	١٠٠٠ (١٠)	صفر
نبيذ فى براميل	٨٥٠ (٨,٥٠)	–
بن فى عبوات	٧٠٠ (٧)	–
دقيق فى عبوات	٥٠٠ (٥)	–
صابون بودرة فى عبوات	٦١٠ (٦,١)	–
سادساً : مواد أخرى :		
كتب وسجلات فى أكوام	١٠٠٠–١١٠٠ (١٠–١١)	–
ثلج على هيئة بلوكات	٨٥٠–٩٠٠ (٨,٥–٩)	–
نسيج–أثواب	١١٠٠ (١١)	–
سليولوز بالات	٨٠٠ (٨)	–
بالات الأقمشة	٤٠٠ (٤)	–
بالات القطن	٧٠٠–١٢٠٠ (٧–١٢)	–
بالات اللباد	٥٠٠ (٥)	–
بالات القنب	٤٠٠ (٤)	–
بالات الجوت	٧٠٠ (٧)	–

– تحدد بمعرفة المصمم

الباب الرابع
الأحمال الحية

٤-١ عـــام

تعتبر الأحمال الواردة فى هذا الجزء الحدود الدنيا للأحمال التى يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند التصميم، و يحدد المهندس المصمم القيم الفعلية التى قد تتجاوز تلك المقادير حسب المتطلبات الفنية للمنشأ.

وتعرف أنواع الأحمال كالآتى:

١- الأثقال الإستاتيكية التى يمكن نقلها من مكان إلى آخر كأثاث المنازل والأجهزة والآلات الإستاتيكية غير المثبتة والمواد المخزنة.

٢- أوزان الأشخاص مستعملى المنشأ شرط أن يؤخذ بعين الإعتبار فى تقدير هذه الأثقال العامل الديناميكى فى حالة وجوده كما يحدث فى صالات الإجتماعات مثلا.

٣- أحمال قد يتعرض لها المنشأ أثناء مراحل التنفيذ مثل أوزان الشدات والأوناش والمعدات المستخدمة.

جـــدول (٤-١)

	كجم/م٢	كن/م٢
أ- أسطح نهائية:		
١- أفقية لايصل إليها(غير مستخدمة)	١٠٠	(١)
٢- مائلة (زاوية الميل أكبر من ٢٠°) لايمكن الوصول إليها (غير مستخدمة)	٥٠	(٠,٥)
٣- أسطح غير مستخدمة من الصاج أوالزجاج أوالبلاستيك أوالقراميد	٢٠-٦٠	(٠,٢-٠,٦)
٤- أفقية يمكن الوصول إليها(مستخدمة)	مثل الحمل الحى الغالب فى الدور المتكرر	
ب- المبانى السكنية		
١- غرف سكنية	٢٠٠	(٢)
٢- صالات	٣٠٠	(٣)
٣- بلكونات	٣٠٠	(٣)

	كجم/م٢	كن/م٢
جـ - المبانى الإدارية		
١- غرف مكاتب	٢٥٠	(٢،٥)
٢- غرف حفظ الملفات فى المكاتب	٢٠٠/م إرتفاع	(٢/م إرتفاع)
٣- أرشيف	٥٠٠-١٠٠٠	(٥-١٠)
٤- ملالم	٤٠٠	(٤)
٥- بلكونات	٤٠٠	(٤)
د - المستشفيات		
١- غرف علاج المرضى	٢٥٠	(٢،٥)
٢- عنابر علاج المرضى	٢٥٠	(٢،٥)
٣- غرف الجراحة	٤٠٠ فأكثر	(٤ فأكثر)
٤- غرف الأشعة	٤٠٠ فأكثر	(٤ فأكثر)
٥- ملالم وطرقات	٤٠٠	(٤)
٦- بلكونات	٤٠٠	(٤)
هـ - المدارس والجامعات		
١- فصول	٢٠٠	(٢)
٢- معامل	٤٠٠ فأكثر	(٤فأكثر)
٣- صالات رياضية	٥٠٠	(٥)
٤- غرف حفظ الكتب ذات أرفف وممرات	١٠٠٠	(١٠)
٥- غرف تخزين الكتب	٤٠٠/م إرتفاع	(٤/م إرتفاع)
٦- غرف الإطلاع	٤٠٠	(٤)
٧- ملالم وطرقات	٤٠٠	(٤)
و - القاعات والصالات ودور العبادة		
١- ذات مقاعد ثابتة	٤٠٠	(٤)
٢- ذات مقاعد غير ثابتة	٥٠٠	(٥)
ز - المحلات	٥٠٠	(٥)

	كجم/م٢	كن/م٢
- محلات البيع بالجملة والمخازن (حسب نوع المواد المخزنة والآلات)	١٠٠٠ فأكثر	(١٠ فأكثر)
ح- الفنادق		
١- غرف النزلاء	٢٠٠	(٢)
٢- غرف الخدمة العامة	٤٠٠	(٤)
٣- غرف الطعام والمطاعم	٤٠٠	(٤)
٤- السلالم والطرقات	٤٠٠	(٤)
ط- المكتبات		
١- غرف حفظ الكتب ذات أرفف وممرات	١٠٠٠	(١٠)
٢- غرف تخزين الكتب	٤٠٠/م ارتفاع	(٤/م ارتفاع)
٣- غرف الإطلاع	٤٠٠	(٤)
ى- المسارح والسينما		
١- غرف خلع الملابس	٣٠٠	(٣)
٢- الشرفات	٥٠٠	(٥)
٣- القاعات الرئيسية والبلكونات ذات المقاعد الثابتة	٤٠٠	(٤)
٤- القاعات الرئيسية والبلكونات ذات المقاعد غير الثابتة	٥٠٠	(٥)
٥- سلالم وطرقات	٥٠٠	(٥)
ك- الورش يجب حساب الأحمال طبقاً للاستخدام الفعلى والوزن الفعلى للماكينات مع إعتبار الإهتزاز الديناميكى إضافة إلى ٢٠٠ كجم/م٢ (٢ كن/م٢) على باقى المسطح بحيث لايقل متوسط الحمل عن ٦٠٠ كجم/م٢ (٦ كن/م٢)		

	كجم/م٢	كن/م٢
ل- ورش المسبوكات يجب حساب الأحمال طبقاً للإستخدام والوزن الفعلى للماكينات مع إعتبار الإهتزاز الديناميكى وتضاف ٢٠٠ كجم/م٢ (٢ كن/م٢) على باقى المسطح بحيث لايقل متوسط الحمل عن ٢٠٠٠ كجم/م٢ (٢٠ كن/م٢)		
م- أرصفة الشحن	١٥٠٠	(١٥)
ن- الجراجات		
١- جراجات لعربات الركوب (لايزيد الإرتفاع الصافى عند المداخل عن ٢،٤ مترا)	٢٠٠	(٢)
٢- جراجات لعربات الركوب والعربات السياحية والأوتوبيسات	٤٠٠	(٤)
٣- ممرات الجراجات	٥٠٠	(٥)

٤-٢ تخفيض الأحمال الإضافية (الحية) فى الأبنية السكنية متعددة الطوابق

فى الأبنية المعدة للسكن ذات الطوابق وفى حالة تحميلها بأحمال حية متساوية على ألا يكون هناك شروط بفرض الأحمال الإضافية القصوى على جميع الطوابق فى نفس الوقت، يراعى فى حساب الأحمال على نقط الإرتكاز كالجدران والأعمدة والأساسات الجدول التالى حيث تمثل (p) قيمة الحمل الإضافى (الحى) على السقف.

جـــــدول (٤-٢)

موقع السقف	قيمة الحمل الإضافى
السقف الأعلى أوالسطح	p
السقف الأول تحت السطح	p
السقف الثانى تحت السطح	0.9 p
السقف الثالث تحت السطح	0.8 p
السقف الرابع تحت السطح	0.7 p
السقف الخامس تحت السطح	0.6 p
السقف السادس تحت السطح وما تحته	0.5 p

لايسمح بالتخفيض فى الحمل الإضافى (الحى) فى الأماكن العامة والمبانى الصناعية والمبانى الأقل من خمسة أدوار.

٤-٣ القوى الأفقية المؤثرة على حواجز الشرفات والدراوى

يجب أن تتحمل حواجز الشرفات (الدرابزين) فى أعاليها قوى أفقية عرضية لا تقل عن ٨٠ كجم/م (٠.٨ كن/م) فى حالة المبانى الخاصة ،ولاتقل عن ١٥٠ كجم/م (١.٥كن/م) فى حالة المبانى العامة كالمسارح والسينما ...إلخ.

٤-٤ أحمال الحرارة

١- يؤخذ التغير فى درجات الحرارة +٢٠°م للمنشآت المعدنية و +٢٠°م المنشآت الخرسانية.

٢- فى المنشآت كبيرة السمك المعرضة لحرارة مختلفة على الوجهين يؤخذ تأثير الإختلاف فى التمدد ومن ثم تحلل المنشآت تحليلا إنشائيا.

٣- المنشآت ذات الطابع الخاص مثل الأفران والثلاجات....إلخ، يتم حساب تأثير الحرارة طبقاً لظروف تشغيل المبنى الحقيقية.

٤- يحسب الإنفعال الناتج من العلاقة الآتية $\zeta_{ct} = \alpha_t \cdot \Delta t$

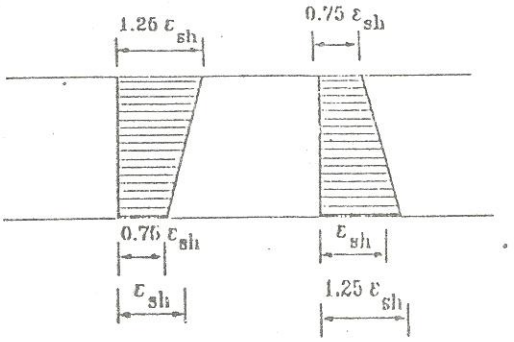
حيث Δt هى الفرق فى درجات الحرارة وα_t هى معامل التمدد الحرارى للمنشأ وتؤخذ حسب الجدول التالى:

خرسانة ذات ركام سليسى	من ١,٢ إلى ١,٢ × ١٠$^{-٥}$
خرسانة ذات ركام الأحجار الرملية	من ٠,٩ إلى ١,٢ × ١٠$^{-٥}$
خرسانة ذات ركام الجرانيت	من ٠,٧ إلى ٠,٩٥ × ١٠$^{-٥}$
خرسانة ذات ركام البازلت	من ٠,٨ إلى ٠,٩٥ × ١٠$^{-٥}$
خرسانة ذات ركام الأحجار الجيرية	من ٠,٦ إلى ٠,٩ × ١٠$^{-٥}$
خرسانة ذات ركام خفيف	من ٠,٥ إلى ١,١ × ١٠$^{-٥}$
طـــــوب	٠,٦ × ١٠$^{-٥}$
صلـــــب	١,٠ × ١٠$^{-٥}$

٤-٥ حمل إنكماش الخرسانة

١- فى حالة عدم وجود بيانات تجريبية يؤخذ تأثير الإنكماش فى الإعتبار مكافئاً لتأثير الإجهاد الناتج عن إنفعال مقداره ٢٠ × ١٠$^{-٥}$ أما المناطق الصحراوية الجافة أو حيث لا تتوفر المعالجة المناسبة للظروف المحيطة فيزداد مقدار الإنفعال سالف الذكر إلى ٤٠ × ١٠$^{-٥}$

٢- فى حالة البلاطات والكمرات حيث الإنكماش غير منتظم خلال المقطع المستعرض تكون القيمة القصوى المسموح بها لتأثير الإنكماش مكافئة لتأثير الإجهاد الناتج عن ١,٢٥ مرة الإنفعال سالف الذكر وتكون القيمة الصغرى المسموح بها مكافئة لتأثير الإجهاد الناتج عن ٠,٧٥ من الإنفعال المذكور. ويكون توزيع الإنفعال المكافىء للإنكماش غير المنتظم على المقطع المستعرض للكمرة أو للبلاطة خطياً كما هو موضح بالشكل (٤-١).



شـــــكل (٤-١)

إنفعـــــال الإنكـماش

ε_{sh} = قيمة الإنفعال المكافىء للإنكماش المنتظم المسموح به

٤-٦ الأحمال الديناميكة على المبانى

- عند حساب المبانى لايؤخذ فى الإعتبار التأثير الديناميكى للأحمال الإضافية (الحية) إلا إذا نص على ذلك. فى حالة الأحمال الإضافية (الحية) الناتجة عن الماكينات أوالأوناش أو أى جهاز له تأثير ديناميكى يؤخذ تأثير هذا الحمل فى الإعتبار بأن يزيد الحمل الإضافى (الحى) المحسوب بنسبة منوية محددة.
- تؤخذ هذه النسب المنوية لتغطية الأحمال الديناميكية ما لم يذكر خلاف ذلك فى المواصفات الخاصة بالماكينة كالآتى:

- توربينات، مصاعد	١٠٠٪
- أوناش متحركة:	
كهربائية	٢٥٪
يدوية	١٠٪
- ماكينات ثابتة تحدث إهتزازات	٥٠٪

الباب الخامس
الأحمال على كبارى الطرق

٥ – ١ – عـــام

يشمل هذا الباب الأحمال على كبارى الطرق والأنفاق والبرابخ ... إلخ. وتقسم الأحمال على هذه المنشآت إلى أحمال رئيسية وأحمال ثانوية وأحمال خاصة ويجب أن تؤخذ تلك الأحمال فى الإعتبار طبقاً لأسوأ حالات التحميل والتصميم.

٥ – ١ – ١ – الأحمال الرئيسية

تشمل الأحمال الميتة، الأحمال الحية شاملة التأثير الديناميكى المصاحب لها، رفع الكوبرى لإستبدال الركائز، سبق الإجهاد، قوى الطرد المركزية.

٥ – ١ – ٢ – الأحمال الثانوية

تشمل التغير فى درجات الحرارة، ضغط الرياح، قوى الفرامل، مقاومة الركائز والفواصل للحركة والتشكل، القوى على الدرابزينات، هبوط محتمل حدوثه للأساسات، إنكماش الخرسانة.

٥ – ١ – ٣ – الأحمال الخاصة

تشمل الأحمال الناتجة عن التنفيذ واصطدام المركبات بعناصر المنشآت.

٥ – ٢ – الأحمال الحية على كبارى الطرق

٥–٢–١– تؤخذ الأحمال الحية الآتية على مساحة سطح الكوبرى المخصصة للمرور:

٥–٢–١–١– حمل على حارة مرور رئيسية شكل (٥–١) بعرض ٣,٠ متر يتكون من مركبة ثقيلة زنة ٦٠طن (٦٠٠ كن) إضافة إلى حمل منتظم مقداره ٥٠٠ كجم/م٢ (٥كن/م٢) فى باقى مساحة الحارة أمام وخلف المركبة الثقيلة. ويجب أن يتم اختيار مكان الحارة طبقاً لأسوأ احتمالات التصميم.

٥–٢–١–٢– حمل على حارة مجاورة بعرض ٣,٠٠ متر يتكون من مركبة ثقيلة زنة ٢٠ طن (٢٠٠ كن) مجاورة لمركبة الحارة الرئيسية إضافة إلى حمل منتظم مقداره ٢٠٠ كجم /م٢ (٢ كن/م٢) فى باقى الحارة أمام وخلف المركبة.

٥–٢–١–٣– حمل منتظم مقداره ٢٠٠ كجم/م٢ (٢كن/م٢) فى باقى مساحة سطح الكوبرى المخصص للمرور.

٥-٢-١-٤- يضاف التأثير الديناميكى إلى حمل الحارة الرئيسية فقط ولايضاف إلى حمل الحارة المجاورة وباقى سطح الكوبرى.

٥-٢-١-٥- يتم اختيار مكان الحارة الرئيسية والمركبتين الثقيلتين والمساحات المغطاة بحمل منتظم طبقاً لاسوا حالات التصميم

٥-٢-٢- تؤخذ الأحمال الآتية على باقى مساحة سطح الكوبرى أى على أرصفة المشاه والجزر الوسطى وذلك طبقاً لإحدى الحالات الثلاث الآتية وطبقاً لأسوأ حالات التصميم وبدون إضافة التأثير الديناميكى:

أ- حمل منتظم مقداره ٢٠٠ كجم/م٢ (٢كن/م٢) إضافة إلى الأحمال المذكورة فى البند (٥-٢-١)

ب- حمل منتظم مقداره ٥٠٠ كجم /م٢ (٥ كن/م٢) بدون الأحمال المذكورة فى البند (٥-٢-١)

ج- حمل عجلة واحدة مقداره ٥ طن (٥٠ كن) موزع على مساحة ٢٠سم × ٤٠سم وبدون الأحمال المذكورة فى البند (٥-٢-١)

وتختص الحالتان السابقتان (ب)،(ج) بتصميم العناصر الإنشائية لأرصفة المشاه فقط.

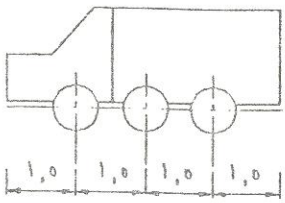
٥-٢-٣ - التأثير الديناميكى على كبارى الطرق

يؤخذ التأثير الديناميكى ويضاف إلى أحمال حارة المرور الرئيسية عند تصميم العناصر الإنشائية للكوبرى بما فى ذلك الركائز والأعمدة، ويهمل التأثير الديناميكى فى تصميم الأساسات، ولحساب التأثير الديناميكى تضرب الأحمال المذكورة فى البند (٥-٢-١-١) فى معامل التأثير الديناميكى I طبقاً للمعادلة التالية:

$$I = 0.4 - 0.008\ L_I$$

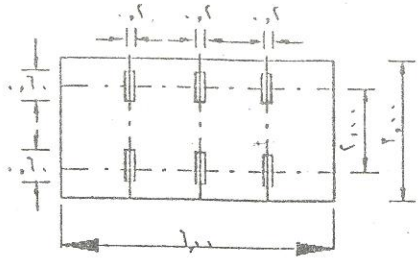
على الا يقل مقدار I عن الصفر.

المركبة ٦٠ طن

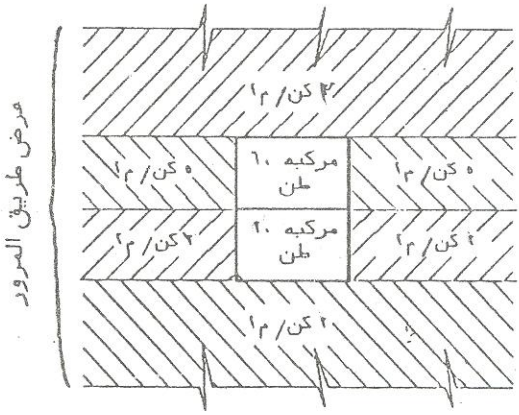


الحمل الكلى (٦٠٠ كن) ٦٠ طن
حمل العجلة (١٠٠ كن) ١٠ طن
الحمل المكافىء (٢٣,٢ كن/م٢) ٢,٣٢ طن/م٢

المركبة ٣٠ طن



الحمل الكلى (٣٠٠ كن) ٣٠ طن
حمل العجلة (٥٠ كن) ٥ طن
الحمل المكافىء (١٦,٧ كن/م٢) ١,٦٧ طن/م٢



شكل (٥ - ١) توزيع الأحمال على مساحة الطريق المخصص للمرور

وفى حالة وجود ردم أعلى سطح الكوبرى (كالأنفاق والبرابخ ...) يحسب معامل التأثير الديناميكى I طبقاً للمعادلة التالية:

$$I = 0.4 - 0.008\ L_I - 0.1h_f$$

حيث h_f = ارتفاع الردم بالمتر أعلى سطح المنشأ ويجب ألا يقل عن ٥٠ سم.
ويؤخذ L_I بالمتر طبقاً للحالات الآتية:

١-بالنسبة للكبارى الخرسانية:

أ- فى حالة التحميل المباشر على العنصر الإنشائى يؤخذ L_I مساوياً لطول البحر أوطول الكابولى.

ب- فى حالة التحميل غير المباشر يؤخذ L_I مساوياً لطول البحر أوطول الكابولى للعنصر الناقل للحمل أوالعنصر المحمل بشكل غير مباشر أيهما أكبر.

ج- فى حالة البلاطات المحملة فى الإتجاهين يؤخذ L_I مساوياً لمقدار طول البحر الأصغر.

٢- بالنسبة للكبارى المعدنية

يؤخذ الطول المحمل L_I من الحارة الرئيسية الذى يعطى التأثير الأقصى على العنصر المطلوب تصميمه.

٥-٢-٤- فى حالة رفع الكوبرى لتغيير الركائز يؤخذ ٥٠٪ فقط من الحمل الحى طبقاً للبند (٥-٢-١)

٥-٢-٥- يؤخذ الحمل الحى على كبارى المشاة بمقدار ٥٠٠ كجم/م٢ (٥ كن/م٢) مؤثراً على سطح الكوبرى وطبقاً لأسوأ حالات التصميم وبدون تأثير ديناميكى.

٥-٣- رفع الكوبرى لتغيير الركائز

يؤخذ تأثير رفع الكوبرى بمقدار ١سم على كل خط من خطوط الإرتكاز على حده ما لم يستلزم نوع الركائز المستخدم قيمة أكبر للرفع. ويراعى ما جاء بالبند (٥-٢) من أحمال أخرى.

٥-٤- قوى الطرد المركزية فى كبارى الطرق

تحسب قوى طرد مركزية أفقية عند سطح الطريق على الكبارى المنحنية وتؤثر كل ٥٠ متراً على محور الكوبرى، على الا يقل مقدارها عن:

$$c = 3000 / (R+150)$$

حيث c هى قوة الطرد المركزية بالطن،

R هى نصف قطر الإنحناء بالمتر.

٥-٥ - تأثير تغير درجات الحرارة

٥-٥-١- بإفتراض درجة حرارة متوسطة للمنشأ مقدارها ٢٠ م° فإنه يراعى إفتراض تغير فى درجات الحرارة مقداره ± ٢٠ م° فى المنشآت المعدنية والمركبة. وبالنسبة للمنشآت الخرسانية يؤخذ تأثير التغير فى درجات الحرارة بمقدار ± ٢٠ م°.

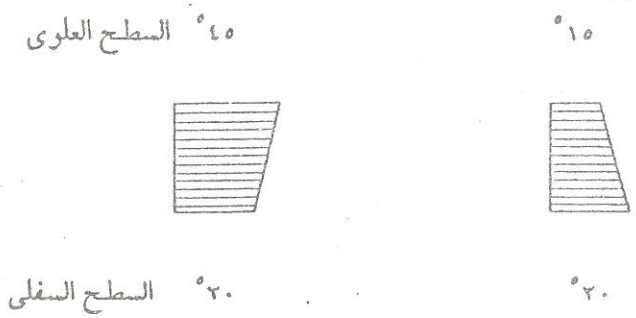
٥-٥-٢- يؤخذ تأثير تغير درجة حرارة السطح العلوى عن السفلى أوالعكس فى المنشآت المعدنية أوالمركبة وذلك بمقدار ± ١٥ م°، وبالنسبة للمنشآت الخرسانية بمقدار ± ٥ م° . (شكل ٥-٢ ، شكل ٥-٣)

٥-٥-٣- فى بعض الحالات الخاصة تؤخذ فروق بين درجات حرارة الأجزاء المختلفة للمنشأ، مثل الفروق بين العقد والشداد، والفروق بين شدادات التلجيم والكمرات الطولية، الفرق بين العنصرالعلوى والعنصرالسفلى فى الجمالونات. ويؤخذ مقدار تلك الفروق كما يلى:

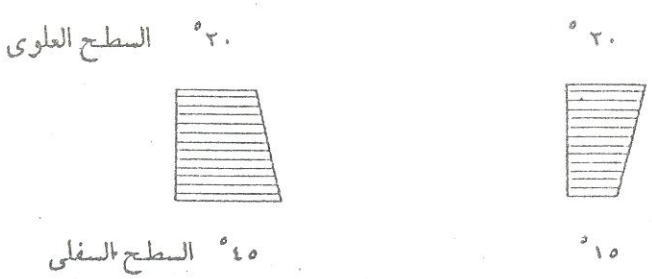
* ± ١٠ م° للمنشآت المعدنية والمركبة.
* ± ٥ م° للمنشآت الخرسانيه

٥-٦ - قوى الفرامل

تؤخذ قوى الفرامل مساوية لمقدار ٢٥٪ من حمل حارة المرور الرئيسية وبدون تأثير ديناميكى وبحيث لا تزيد قوة الفرامل الأفقية الإجمالية عن ٩٠طن (٩٠٠ كن)، وعند أخذ حالة تغيير الركائز فى الاعتبار فإنه يسمح بتخفيض قوى الفرامل بمقدار ٥٠٪، وعند تصميم فواصل التمدد عند سطح الكوبرى تؤخذ قوى الفرامل مساوية لمقدار ٦٠٪ من ذلك الجزء من حمل العجلة الواقع على الفاصل وبحيث لايزيد مقدار تلك القوة الأفقية عن ٤ طن أسفل كل عجلة ويؤخذ هذا الحمل كحمل رئيسى فى تصميم فاصل التمدد.



شكل (٥-٢) تغير درجة حرارة السطح العلوى
للمنشآت المعدنية والمركبة



شكل (٥-٣) تغير درجة حرارة السطح السفلى
للمنشآت المعدنية والمركبة

٧- ضغط الرياح

٧-١- يؤخذ ضغط الرياح كقوى أفقية إجمالية (شاملة الضغط والسحب) حسب الجدول (٥-١).

جدول (٥-١) الرياح على كبارى الطرق كجم / م٢ (كن /م٢)

الارتفاع فوق سطح الارض أو المياة أسفل الكوبرى متر	بدون حمل حى	مع وجود حمل حى
صفر - ٢٠	٢٠٠ (٢,٠٠)	١٠٠ (١,٠٠)
اكبر من ٢٠ - ٥٠	٢٢٥ (٢,٢٥)	١٢٥ (١,٢٥)
اكبر من ٥٠ - ١٠٠	٢٥٠ (٢,٥٠)	١٥٠ (١,٥٠)

٥-٧-٢- السطح المعرض للرياح فى الحالة بدون حمل حى هو مساحة المسقط الرأسى الطولى للكوبرى. وفى حالة وجود الحمل الحى يؤخذ فى الاعتبار مساحة شريط مستمر يمثل المسقط الرأسى الطولى للحمل الحى.

٥-٧-٣- ارتفاع الشريط المكافئ للمسقط الرأسى الطولى للحمل الحى فوق منسوب السطح العلوى لأرضية الكوبرى هو:

أ- ٢ متر لكبارى الطرق.

ب- ١,٨ متر لكبارى المشاة والدراجات.

٥-٧-٤- ضغط الرياح فى أثناء التنفيذ يمكن تخفيضه الى ٧٠٪ من القيم الواردة بالجدول (٥-١).

٥-٧-٥- فى أثناء التنفيذ فى مرحلة ما قبل تنفيذ البلاطة العلوية للكوبرى تؤخذ المساحة المعرضة للرياح معادلة لمساحة كمرتين طوليتين.

٥-٧-٦- الكوبرى المكون من أجزاء علوية منفصلة يؤخذ ضغط الرياح بالكامل على جزء على حدة.

٥-٨- مقاومة الركائز للاحتكاك

تحسب القوة نتيجة للاحتكاك على كراسى التمدد طبقاً للبند (٦-١٠).

الباب السادس
الأحمال الحية على كبارى السكك الحديدية

٦ - ١ عـــــام

تنقسم الأحمال على كبارى السكك الحديدية إلى أحمال رئيسية وأحمال ثانوية وأحمال خاصة ويجب أن تؤخذ تلك الأحمال فى الإعتبار طبقاً لأسوأ حالات التحميل والتصميم.

٦ - ١ - ١ - الأحمال الرئيسية

وتشمل الأحمال الميتة، الأحمال الحية شاملة التأثير الديناميكى المصاحب لها، قوى الطرد المركزية، التأثيرات الديناميكية للكبارى المتحركة.

٦ - ١ - ٢ - الأحمال الثانوية

وتشمل ضغط الرياح، قوى الفرامل، الصدمات العرضية، التغير فى درجات الحرارة، مقاومة الركائز للإحتكاك والفواصل للحركة والتشكل، هبوط محتمل حدوثه للأساسات.

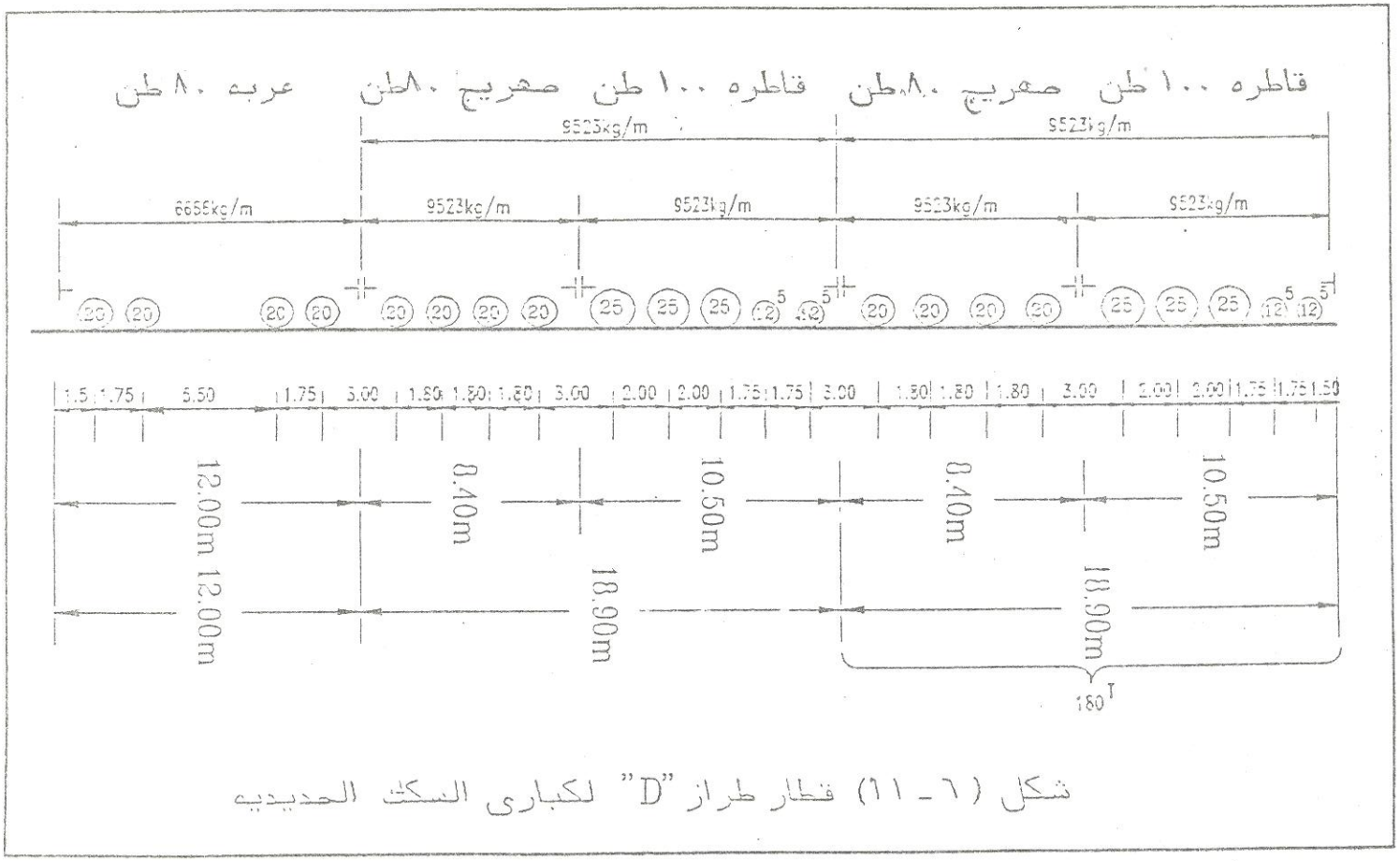
٦ - ٢ - الأحمال الحية

لحساب الأحمال الحية على كبارى السكك الحديدية والمنشآت التحتية Substructures الخاصة بها، يؤخذ الحمل المتحرك (غير متضمن الصدم) من أحد الأنواع الثلاثة من القطارات طراز D. أو H. أو L الموضحة بالأشكال (٦-١أ، ٦-١ب، ٦-١ج) أو أى أحمال أخرى يوصى بها. كما يوضح شكل (٦-٢) الخلوص Clearance لحالات كبارى السكك الحديدية ذات الخط المفرد والخط المزدوج فى حالة المقاس العادى (١،٤٣٥ متراً).

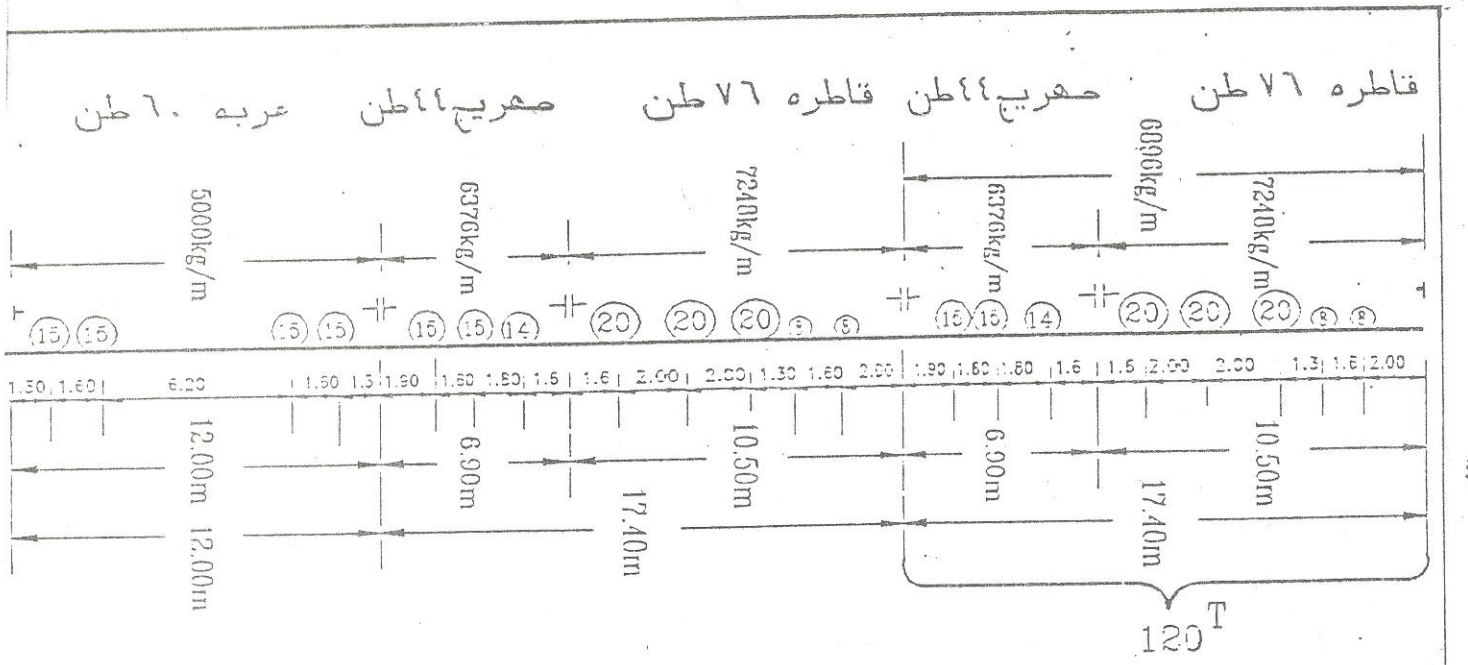
ويفترض وجود قاطرتين وعربتى وقود تجر من جانب واحد فقط بعدد غير محدد من العربات المحملة (وزن العربة فارغة غير محملة ١٦طن) ويتم أخذ عدة محاولات لأوضاع مختلفة للتحميل للحصول على الوضع الذى ينتج عنه الإجهاد الأقصى.

وبالنسبة للكبارى على المنحنيات، تؤخذ الإحتياطات اللازمة لكى تراعى الزيادة فى الحمل الحى المحمول بواسطة كل من الكمرة الرئيسية Main Girder، و الكمرة العرضية Cross_Girder، و المداد الطولى Stringer وذلك نتيجة اللامركزية للحمل الناتجة عن ميل السكة.

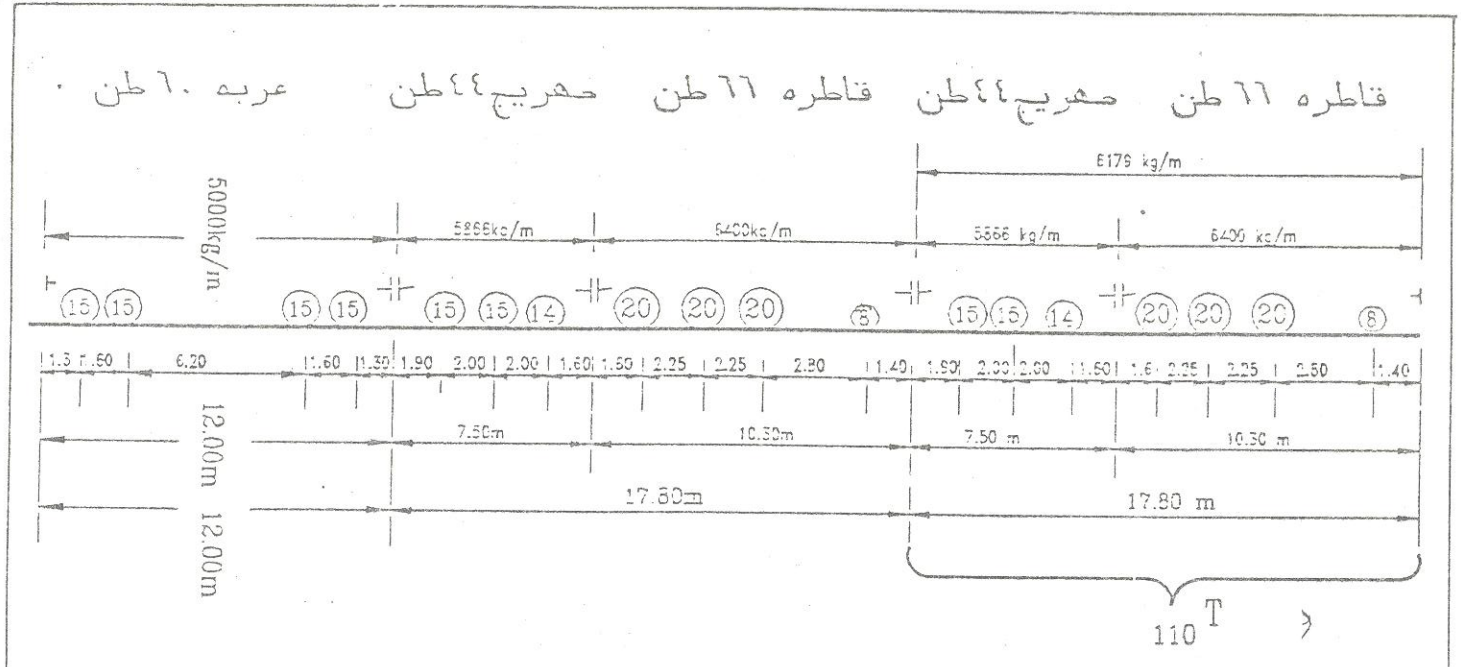
وفى حالة تحميل سكتين فى نفس الوقت (خط مزدوج) يؤخذ ٩٠٪ فقط من الأحمال الخاصة بسكة واحدة لكل سكة من الإثنتين، وفى حالة تحميل ثلاث سكك فى نفس الوقت يؤخذ ٨٠٪ فقط لكل سكة، ويؤخذ ٧٥٪ فقط من الحمل للسكة الواحدة فى حالة أربع سكك أو أكثر.



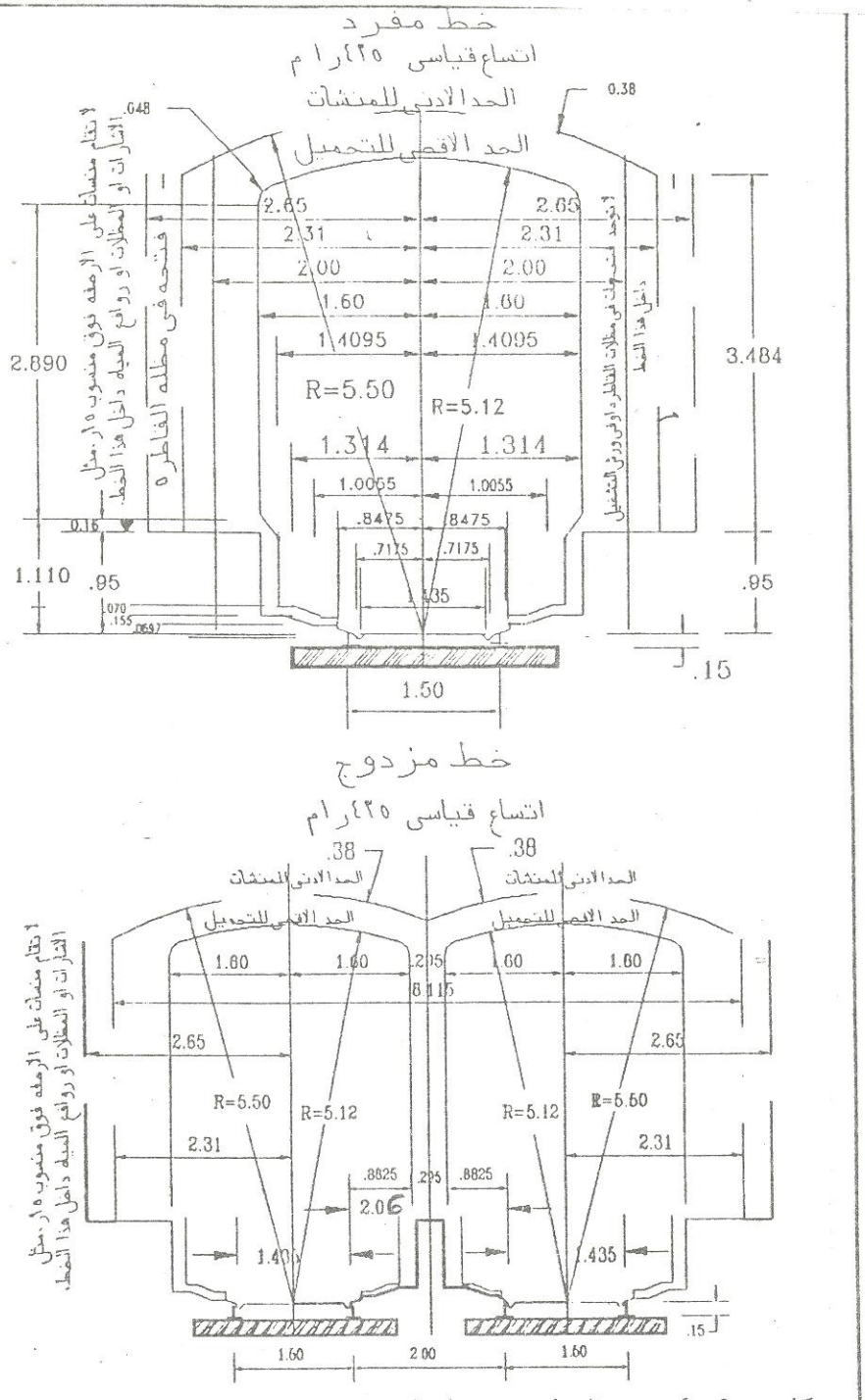
شكل (٦ - ١١) قطار طراز "D" لكبارى السكك الحديديه



شكل (١- اب) قطار طراز " H " لكبارى السكك الحديديه



شكل (٦ ـ اجـ) قطار طراز "L" لكبارى السكك الحديديه



شكل (٦-٢) الخلوص - كبارى السكك الحديديه (نفقيه)

٦ – ٣ – أحمال إضافيه خاصة

٦–٣–١– يجب أن تقاوم الدرابزينات قوة أفقية عرضية مقدارها ١٥٠ كيلو جرام فى المتر الطولى.

٦–٣–٢– يؤخذ فى الإعتبار جميع القوى الخارجية مثل ضغط الأتربة، ضغط المياه، الطفو،.....إلخ والتى يمكن أن تؤثر على أجزاء مختلفة من المنشأ وتسبب زيادة فى الإجهادات.
بالنسبة للأكتاف Abutments فى كبارى السكك الحديدية، يؤخذ ضغط الأتربة نتيجة أحمال حية Surcharge مقدارها ٥ طن/م٢.

٦ – ٤ – التأثير الديناميكى على كبارى السكك الحديدية

٦–٤–١ - بالنسبة لكبارى السكك الحديدية يؤخذ التأثير الديناميكى للحمل الحى على جميع عناصر المنشأ.

٦–٤–٢– يحسب معامل التأثير الديناميكى (I) طبقاً للمعادلة التالية:

$$I = 24 / (24+L)$$

بحيث تكون أقصى زيادة فى الأحمال بمقدار ٧٥٪ وأدنى قيمة مطلقة ٢٥٪.

حيث (L) هو الطول المحمل بالمتر فى إتجاه الحركة ويؤخذ طبقاً للحالات الآتية:

أ– بالنسبة للكمرة الرئيسية يؤخذ الطول المحمل لسكة واحدة أو مجموع الأطوال المحملة فى سكتين وبالنسبة للكبارى ذات عدد كبير من السكك فإن التأثير الدنياميكى يتم إعتباره بالنسبة للسكتين الحرجتين فقط.

ب– بالنسبة للمداد الطولى (Stringer) المرتكز على كمرتين يؤخذ (L) مساوياً للبحر الفعال للمداد الطولى.

ج– فى حالة الكمرة العرضية (Cross Girder) يؤخذ (L) مساوياً لمجموع البحور الفعالة للمدادات الطولية فى التقسيمات المجاورة (Panels).

فى حالة الكبارى ذات الأرضيات الخشبية المفتوحة حيث تكون القضبان ملحومة أو بدون وصلات فى السكة فإن المعامل (I) يتم تخفيضه بمقدار ١٠٪.

٦–٤–٣– بالنسبة لتصميم البلاطات الخرسانية المسلحة فإن التأثير الدنياميكى يتم أخذه فى الإعتبار طبقاً للمواصفات الخاصة بالمنشآت الخرسانية المسلحة بدون التقيد بوجود أو غياب التفاعل المركب بين الخرسانة والصلب.

٦–٤–٤– فى حالة وجود وصلات القص الضرورية بين الكمرة الرئيسية الصلب والبلاطة الخرسانية

يتم التعامل بين الصلب والخرسانة كقطاع مركب ويؤخذ المعامل (I) المعطى للحالات السابقة بفرضه عند تصميم أجزاء الصلب.

٦-٤-٥- فى حالة كبارى الصلب ذات الأرضية المرتكزة على طبقة من الصابوره (ballasted) بسمك أدنى ٢٠٠مم وسمك أقصى ٥٠٠مم أسفل الفلنكات يتم تخفيض المعامل (I) بمقدار ٢٠٪ ،وإذا زاد سمك الصابوره عن ٥٠٠ مم يتم تخفيض المعامل (I) بمقدار ١٠٪ عن كل ٢٠٠ مم زيادة فى السمك بشرط ألا يزيد التخفيض عن ٥٠٪ للمعامل (I) .

٦-٤-٦- يهمل التأثير الدينامیکی فى حسابات التغير المرن فى التشكل.

٦-٥- قوة الطرد المركزية فى كبارى السكك الحديدية

٦-٥-١- عندما تكون السكة على كبارى السكك الحديدية منحنية يؤخذ تأثير قوة الطرد المركزية للأحمال المتحركة وذلك فى تصميم جميع الأعضاء وتؤثر قوة الطرد المركزية (C) لكل سكة فى الإتجاه القطرى بإرتفاع ٢ متراً أعلى منسوب السكة ويتم حسابها من المعادلة الآتية:

$$C = (W V^2) / 127 R$$

حيث

C هى قوة الطرد المركزية بالطن

W أقصى حمل محورى بالطن

V أقصى سرعة (كم/ساعة) للقطار على المنحنى المأخوذ فى الإعتبار

R نصف قطر الإنحناء بالمتر

٦-٥-٢- قوة الطرد المركزية بالإضافة إلى التأثير الديناميكى للأحمال الحية بند (٦-٤) يؤخذان فى الإعتبار فى الحالات الآتية:

أ- القطارات ذات الحركة السريعة ولها قوة طرد مركزية وتأثير دنيامیکی كامل.

ب- القطارات ذات الحركة البطيئة بدون قوة طرد مركزية ولكن بنصف التأثير الدنيامنيكى.

٦-٦- تأثير تغير درجات الحرارة

٦-٦-١- بإفتراض درجة حرارة متوسطة للمنشأ مقدارها ٢٠ م° فإنه يراعى إفتراض تغير فى درجات الحرارة مقداره ± ٣٠ م° فى المنشآت المعدنية والمركبة.وبالنسبة للمنشآت الخرسانية يؤخذ تأثير التغير فى درجات الحرارة بمقدار ± ٢٠ م°.

٦-٦-٢- يؤخذ تأثير تغير درجة حرارة السطح العلوى أوالسفلى فى المنشآت المعدنية أوالمركبة وذلك بمقدار + ١٥ م°، وبالنسبة للمنشآت الخرسانية بمقدار + ٥ م° .

٦-٦-٣- فى بعض الحالات الخاصة تؤخذ فروق بين درجات حرارة الأجزاء المختلفة للمنشأ، مثل الفروق بين العقد والشداد، والفروق بين شدادات التلجيم والكمرات الطولية، العنصرالعلوى والعنصرالسفلى فى الجمالونات. ويؤخذ مقدار تلك الفروق كما يلى:

* + ١٠ م° للمنشآت المعدنية والمركبة.
* + ٥ م° للمنشآت الخرسانية.

٦-٧- قوى الفرامل

تؤخذ قوى الفرامل فى السكك الحديدية مساوية لمقدار ١/٧ إجمالى الأحمال الحية الواقعة على سكة واحدة من الكوبرى وذلك بدون تأثير ديناميكى. وفى حالة وجود سكتين فإنه يسمح بتخفيض قوى الفرامل الناتجة على السكة الثانية بمقدار ٥٠٪، وفى حالة وجود أكثر من سكتين تؤخذ قوى الفرامل على سكتين فقط من الكوبرى بحيث تعطى أقصى تأثير ويراعى أن يؤخذ تأثير قوى الفرامل على تلك الأكتاف والبغال التى ترتكز عليها ركائز مفصلية غير متحركة.

٦-٨- تأثير الصدمات العرضية

٦-٨-١ يؤخذ تأثير قوى الصدمات العرضية فى كبارى السكك الحديدية على كافة عناصر المنشأ المعرضة لنقل تلك الصدمات إلى الأساسات. ويؤخذ مقدار تلك القوة مساوياً لحمل إستاتيكى مركز واحد مقداره (٦٠كن) ٦طن فى الإتجاه الأفقى متعامدة على إتجاه السكة وعلى منسوب القضيب ومؤثرة فى ذلك الموضع من البحر الذى يؤدى إلى أسوأ حالات التحميل بالنسبة لكل عنصر، وبالنسبة للعناصرالتى تحمل أكثر من سكة واحدة فإن قوة عرضية واحدة مقدارها (٦٠كن) ٦طن تعتبر كافية، ولايضاف التأثير الديناميكى للإجهادات الناتجة عن هذه القوة.

وبالنسبة للكبارى المقامة على خط منحنى فتؤخذ الإجهادات الناتجة من قوى الصدمات العرضية أوالقوى الطاردة المركزية أيهما أكبر.

٦-٨-٢ فى حالة وجود أوناش فإن تأثير ميل أحبال الرفع بالإضافة إلى تأثير الصدمة الجانبية يؤخذ فى الإعتبار لكل عجلة (ترس) كما لو كانت قوة أفقية مستعرضة مساوية ١/١٠ أقصى رد فعل للعجلة.

٦ – ٩ – أحمال الرياح

تؤخذ أحمال الرياح على كبارى السكك الحديدية كما هو مذكور بالبند(٥–٧) بالباب الخامس والخاص بأحمال الرياح على كبارى الطرق. وتؤخذ الرياح مؤثرة على مستوى رأسى مستمر وغير محجوب بإرتفاع قدرة ٢،٥٠ متراً فوق منسوب القضيب.

٦ – ١٠ – مقاومة الركائز للإحتكاك

بالنسبة لتمدد وإنكماش المنشأ نتيجة لإختلاف درجة الحرارة أو نتيجة مسببات أخرى فإن القوى نتيجة الإحتكاك على كراسى التمدد (expansion_bearings) تحت تأثير الحمل الميت فقط سوف تؤخذ فى الإعتبار ومعاملات الإحتكاك التالية يمكن إستخدامها:

أ– كراسى بدلافين Roller bearings

فى حالة دلفين واحد أو إثنين	٠،٠٣
فى حالة ثلاث دلفينات أو أكثر	٠،٠٥

ب– الكراسى المنزلقة Sliding bearings

فى حالة الصلب على كراسى من سبائك النحاس الصلدة	٠،١٥
فى حالة الصلب على كراسى من الحديد الزهر أو الصلب	٠،٢٥
فى حالة الصلب على كراسى من بوليتترا فلوروثيلين(PTFE) ذات ضغط تلامس متوسط:	
١ كجم / مم٢	٠،٠٦
٢ كجم / مم٢	٠،٠٤
٣ كجم / مم٢	٠،٠٣

٦ – ١١ – إنكماش الخرسانة

إنكماش الخرسانة العادية والمسلحة يؤخذ تأثيره كمثل تأثير إنخفاض درجة الحرارة بمقدار ٢٠° بشرط أن الخرسانة يتم معالجتها بدرجة كافية.

يمكن إفتراض قيم مخفضة وذلك فى حالة إستخدام وسائل مقترحة ومقبولة تقلل من تأثير الإنكماش.

٦ – ١٢ – الهبوط المتفاوت

عندما يؤثر الهبوط المتفاوت على المنشأ ككل أو على جزء منه فإن تأثيره سوف يؤخذ فى الإعتبار على أساس دراسات وأبحاث التربة.

٦ – ١٣ – الإستقرار والتثبيت

يجرى التثبيت لأى منشأ بمدى لايقل عن ٥٠٪ زيادة فى حالة تأثير الإنقلاب من القوة الطولية والقوة الأفقية المستعرضة.

فى حالة الكبارى فإن الشروط الآتية سوف تؤخذ فى الإعتبار:

أ- عندما يكون المنشأ فى حالة تحميل كامل.

ب- عندما يكون ضغط الرياح بقوة كاملة مقدارها ٢٠٠ كجم/م٢ مؤثراً على المنشأ غير المحمل.

ج- عندما يكون المنشأ محمل بخط سكة حديد وضغط الرياح ١٠٠ كجم/م٢ مؤثراً على المنشأ فإن السكة (وإذا كان هناك أكثر من سكة تؤخذ السكة غير المواجهة للرياح فقط) يفترض تحميلها بمركبات فارغة ذات وزن ١،٢٥ طن/متر مأخوذة بدون أى تأثير ديناميكى.

د- يجب ان تؤخذ الإحتياطات اللازمة لإعتبار الظروف التى قد تعطى أقصى إجهادات على المنشأ.

٦ – ١٤ – قوى التركيب

يجب أن يؤخذ فى الأعتبار وزن كل المواد الدائمة والمؤقتة معاً بالإضافة إلى القوى الأخرى التى يمكن أن تتولد فى أى جزء من المنشأ أثناء التركيب. كذلك يجب أن يؤخذ فى الأعتبار أكبر قوة ممكنة تؤثر فى الأعضاء أثناء التركيب عند تصميم هذه الأعضاء ويؤخذ إجهاد التشغيل فى هذه الحالة (٧٥٪ من اجهاد الخضوع)

٦ – ١٥ – تأثير الكلال

جميع عناصر الكبارى المعرضة لأحمال السكك الحديدية يتم إختبارها تحت تأثير الكلال الناتج عن الدورات المتكررة للأحمال الحية وذلك بأخذ إحتياطات مناسبة فى التصميم وفى تنفيذ المنشأ لتقليل هذا التأثير إلى أقصى درجة ممكنة.

الباب السابع
أحمال الرياح على المبانى والمنشآت

٧-١ - المجال

٧-١-١- يختص هذا الجزء من الكود بتحديد أحمال الرياح التى يجب أخذها فى الإعتبار عند تصميم المبانى والمنشآت كوحدة متكاملة أو عناصرها وأجزائها منفردة.

٧-١-٢- يجب تصميم المبانى والمنشآت بحيث تقاوم أحمال الرياح المؤثرة عليها.

٧-١-٣- عند تصميم أى مبنى يتم حساب تأثير الرياح على العناصر الآتية:

١- الهيكل الإنشائى كوحدة متكاملة بما فيه القواعد والأساسات.
٢- الأعضاء الإنشائية مثل الأسقف والحوائط وخلافه.
٣- التكسيات والشابيك وخلافه.

٧-١-٤- عند حساب تأثير الرياح على الحوائط والقواطيع وجميع أجزاء المبنى المعرضة لضغط أو سحب الرياح على وجهيها فإن حمل الرياح التصميمى على هذه الأجزاء يكون المجموع الجبرى للضغط أو السحب على الوجه الأول والضغط أو السحب على الوجه الثانى.

٧-١-٥- عند حساب أحمال الرياح على المنشآت والمبانى العادية يتم حساب أحمال الرياح طبقاً للإسلوب الوارد بالبند (٧-٤) أما بالنسبة للمبانى والمنشآت ذات الطابع الخاص مثل:

١- المبانى والمنشآت التى يزيد إرتفاعها عن ٦٠ متراً.
٢- المبانى والمنشآت التى يزيد إرتفاعها عن أربعة أضعاف أقل بعد عرضى لها.
٣- المبانى والمنشآت ذات الأشكال غير المألوفة.
٤- المبانى والمنشآت المزمع إقامتها فى مناطق غير عادية مثل أسطح وقمم الجبال.
٥- المبانى والمنشآت ذات القابلية للإهتزاز غير العادى تحت تأثير الرياح مثل الأسقف المعلقة.

فإنه يوصى بإتباع الآتى:

١- الحصول على قيم أقصى متوسط ساعى سنوى لسرعة الرياح من أقرب محطة أرصاد جوية لموقع المبنى وذلك لكافة سنوات الرصد المتاحة مع تحديد إرتفاع مكان قياس سرعة الرياح من سطح الأرض وطبيعة الموقع المحيط بمحطة الرصد.

٢- يتم حساب ضغط الرياح الأساسى بإستخدام المعلومات المتوفرة فى الفقرة السابقة وتحليلها بإستخدام الأسلوب الإحصائى للقيم القصوى للحصول على سرعة الرياح التصميمية وضغط الرياح الأساسى.

٣- الإسترشاد بنتائج الإختبارات المعملية التى سبق عملها على منشآت مماثلة أو التى يتم عملها على نموذج للمبنى نفسه فى مختبر رياح تحت ظروف تماثل بقدر الإمكان الظروف الطبيعية لتحديد معاملات توزيع ضغط الرياح على الأسطح الخارجية والداخلية للمبنى.

٤- إستخدام الأسلوب الديناميكى فى التحليل الإنشائى لتحديد تأثير الرياح على القوى والعزوم الداخلية والتغير فى الشكل.

٥- فى جميع الأحوال يجب ألا يقل تأثير الرياح على هذه المبانى عن ذلك الناتج من إستخدام أحمال الرياح التصميمية المنصوص عليها فى هذا الكود.

٧-٢- التعريفات

١- أحمال الرياح.
هى القوى التى تؤثر بها الرياح فى إتجاه مُتعامد على أسطح المبانى والمنشآت، وتكون موجبة إذا كانت فى إتجاه السطح، وسالبة للخارج بعيداً عن السطح (سحب).

٢- ضغط أو سحب الرياح
هى أحمال الرياح على وحدة المساحة وتقاس بوحدات كجم/م٢ (كن/م٢).

٣- القوة الكلية للرياح
هى القوة الكلية للرياح على المبنى وتقاس بالكيلوجرام (بالكيلونيوتن).

٤- معامل توزيع ضغط الرياح الخارجى
هو المعامل الذى يحدد توزيع ضغط الرياح الخارجى على المسقط الأفقى للمبنى.

٥- معامل توزيع ضغط الرياح الداخلى
هو المعامل الذى يحدد توزيع ضغط الرياح الداخلى على المسقط الأفقى للمبنى.

٦- معامل التعرض
هو المعامل الذى يحدد توزيع ضغط الرياح مع الإرتفاع عن سطح الأرض.

٧-٢- الرموز

A	مساحة واجهة المبنى المقابلة لإتجاه الرياح (م ٢).
b	عرض المبنى فى المسقط الأفقى عمودياً على إتجاه الرياح بالمتر (شكل ٧-١).
c e	معامل توزيع ضغط أو سحب الرياح على الأسطح الخارجية للمبنى.
c i	معامل توزيع ضغط أو سحب الرياح على الأسطح الداخلية للمبنى.
C f	معامل القوة الكلية للرياح على المبنى ككل.
d	عمق المبنى فى المسقط الأفقى فى إتجاه الرياح بالمتر (شكل ٧-٢)
F	القوة الكلية للرياح على المبنى بالكيلوجرام.
h	إرتفاع المبنى عن سطح الأرض بالمتر.
k	معامل التعرض، يتغير مع الإرتفاع ويحدد التوزيع الرأسى لأحمال الرياح.
p e	ضغط الرياح الخارجى المؤثر إستاتيكياً على وحدة المساحة للأسطح الخارجية للمبنى (كجم/م٢).
p i	ضغط الرياح الداخلى المؤثر إستاتيكياً على وحدة المساحة للأسطح الداخلية للمبنى (كجم/م٢).
q	ضغط الرياح الأساسى والذى يتم تحديده على أساس التحليل الإحصائى للقيم القصوى للمتوسط الساعى لسرعة الرياح بالموقع (كجم/م٢) آخذا فى الإعتبار التأثير الديناميكى للرياح.
z	الإرتفاع عن سطح الأرض بالمتر.

٧ – ٤ – إسلوب حساب أحمال الرياح

٧ – ٤ – ١ – يتم حساب الضغط أو السحب الخارجى الناتج عن تأثير الرياح على أسطح المبنى كوحدة واحدة أو أجزائه من المعادلة التالية :

$$p_e = c_e \, k \, q \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١)$$

حيث

p_e = ضغط الرياح التصميمى الخارجى المؤثر إستاتيكاً على وحدة المساحة للأسطح الخارجية للمبنى.

يكون إتجاه p_e متعامداً على السطح وتؤثر فى إتجاه السطح إذا كانت p_e ضغط وللخارج بعيداً عن السطح إذا كانت p_e سحب.

q = ضغط الرياح الأساسى ويعتمد على الموقع الجغرافى للمبنى وتؤخذ قيمته طبقاً لما هو وارد فى البند (٧–٥) من هذا الجزء.

k = معامل تعرض يتغير مع الإرتفاع عن سطح الأرض وتؤخذ قيمته طبقاً لما هو وارد فى البند (٧–٦) من هذا الكود. المعامل k يحدد التوزيع الرأسى لأحمال الرياح ويحسب عند المكان الذى يتم حساب ضغط الرياح عليه.

c_e = معامل توزيع ضغط أو سحب الرياح الخارجى على أسطح المبنى يعتمد على الشكل الهندسى للمبنى وتؤخذ قيمته طبقاً لما هو وارد فى البند (٧–٧) من هذا الكود.

٧ – ٤ – ٢ – يتم حساب الضغط أو السحب الداخلى للرياح على الأسطح الداخلية للمبنى من المعادلة التالية :

$$p_i = c_i k \, q \quad \ldots\ldots\ldots (٢)$$

حيث

p_i = ضغط الرياح الداخلى على وحدة الأسطح للمبنى وفى إتجاه متعامد على الأسطح ويؤثر للخارج فى إتجاه السطح إذا كانت p_i ضغط وللداخل إذا كانت p_i سحب (شكل ٧–١).

k = معامل التعرض وقيمته ثابتة بكامل إرتفاع المبنى وتحسب قيمته طبقاً لما هو وارد فى البند (٧–٦) من هذا الكود.

c_i = معامل التوزيع الداخلى على الأسطح الداخلية للمبنى ويعتمد على أماكن تواجد الفتحات بواجهات المبنى.

q = ضغط الرياح الأساسى ويعتمد على الموقع الجغرافى للمبنى وتؤخذ قيمته طبقاً لما هو وارد فى البند (٧–٥) من هذا الكود وهى نفس قيم q المستخدمة فى المعادلة رقم (١)

٧-٤-٢- فى بعض المبانى والمنشآت التى لا تتطلب حساب توزيع ضغط الرياح على أسطحها وبالذات تلك التى تكون نسبة إرتفاعها أو طولها إلى باقى أبعادها عالية جداً فإنه يفضل حساب القوة الكلية للرياح على المنشأ ككل بدلا من حساب توزيعه على وحدة المساحة، لهذا النوع من المنشآت فإنه يمكن حساب القوة الكلية للرياح من المعادلة التالية:

$$F = C_f \, k \, q \, A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٣)$$

حيث

F هى القوه الكلية للرياح على المبنى.

k معامل التعرض.

q ضغط الرياح الأساسى.

C_f معامل قوة الرياح الكلية.

A مساحة المنشأ المواجهة للرياح.

٧-٥ ضغط الرياح الأساسى q

٧-٥-١ تم تحديد ضغط الرياح الأساسى فى هذا الكودq على أساس قيم المتوسط الساعى لسرعة الرياح التصميمة فى الأماكن التى يتوفر فيها سجل كامل للأرصاد الجوية.

٧-٥-٢ تؤخذ قيم q من جدول (٧-١) وذلك تبعاً لموقع المبنى.

جدول (٧-١) ضغط الرياح الأساسى q

الموقع	ضغط الرياح الأساسى q (كجم/م٢ كن/م٢)	
مرسى مطروح	٩٠	٠٩
الأسكندرية /السلوم/أبو صوير /الغردقة	٨٠	٠٨
القاهرة /أسيوط/بلبيس وباقى المناطق الساحلية	٧٠	٠٧
سيوه/الداخلة	٦٠	٠٦
الفيوم/المنيا/الأقصر/أسوان/مديرية التحرير		
طنطا/المنصورة/دمنهور	٥٠	٠٥

للمناطق الغير واردة بالجدول تؤخذ قيمة ضغط الرياح الأساسى لأقرب موقع موجود بالجدول.

٧-٦ معامل التعرض k

٧-٦-١ معامل التعرض هو المعامل الذى يحدد التغير فى ضغط الرياح مع الإرتفاع وهو معامل يتزايد تدريجياً مع زيادة الإرتفاع عن سطح الأرض.

٧-٦-٢ يتم حساب معامل التعرض k من الجدول (٧-٢)

٧-٦-٣ عند حساب ضغط الرياح الخارجى يكون الإرتفاع z الذى يتم حساب المعامل k على أساسه هو إرتفاع المكان المراد حساب ضغط الرياح الخارجى عنده من سطح الأرض.

٧-٦-٤ عند حساب ضغط الرياح الداخلى عند أى مكان داخل المبنى يكون الإرتفاع z الذى يتم حساب المعامل k على أساسه هو نصف إرتفاع المبنى.

٧-٦-٥ عند حساب القوة الكلية للرياح F يكون الإرتفاع z الذى يتم حساب المعامل k على أساسه هو بعد منتصف إرتفاع المبنى عن سطح الأرض.

جـدول (٧-٢) قيمة المعامل k

الإرتفاع z بالمتر	معامل التعرض k
٠ — ١٠م	١,-
١٠م — ٢٠م	١,١
٢٠م — ٣٠م	١,٣
٣٠م — ٥٠م	١,٥
٥٠م — ٨٠م	١,٧
٨٠م — ١٢٠م	١,٩
١٢٠م — ١٦٠م	٢,١
أكثر من ١٦٠م	٢,٣

٧-٧ — معاملات توزيع ضغط الرياح

٧-٧-١ معامل توزيع ضغط الرياح الخارجى c_e هو المعامل الذى يحدد توزيع ضغط أو سحب الرياح على الأسطح الخارجية للمبنى وهو معامل يدخل فى حساب ضغط الرياح على وحدة المساحة طبقاً للمعادلة رقم (١)

٧-٧-٢ يلزم تحديد معامل توزيع ضغط الرياح الخارجى عند حساب تأثير الرياح على الهيكل الإنشائى للمبنى كوحدة واحدة أو أجزائه وكذلك عند حساب تأثير الرياح على الشبابيك والواجهات وخلافه.

٧-٧-٣ قيم معامل توزيع ضغط الرياح تعتمد على الشكل الهندسى للمبنى وأبعاده.

٧-٧-٤ فى هذا الكود سيفترض أن توزيع قيم c_e حول المقطع الأفقى ثابت بكامل إرتفاع المبنى.

٧-٧-٥ معامل توزيع ضغط الرياح الداخلى c_i هو المعامل الذى يحدد توزيع ضغط الرياح على الأسطح الداخلية للمبنى وهو معامل يلزم تحديده لحساب تأثير الرياح على وحدات الحوائط الداخلية والخارجية والتكسيات والشبابيك ولكن لا يدخل فى حساب تأثير الرياح على المبنى كوحدة متكاملة (شكل ٧-١).

٧-٧-٦ للمبانى المستطيلة تؤخذ قيم c_e من (شكل ٧-٢أ) وتؤخذ قيم c_i من جدول (٧-٢)

٧-٧-٧ للمبانى ذات الواجهات المستطيلة والأسقف المائلة تؤخذ قيم c_e للأسقف من (أشكال: ٧-٢، ٧-٤-٥) أما قيم c_i داخل المبنى فتؤخذ من جدول (٧-٢)

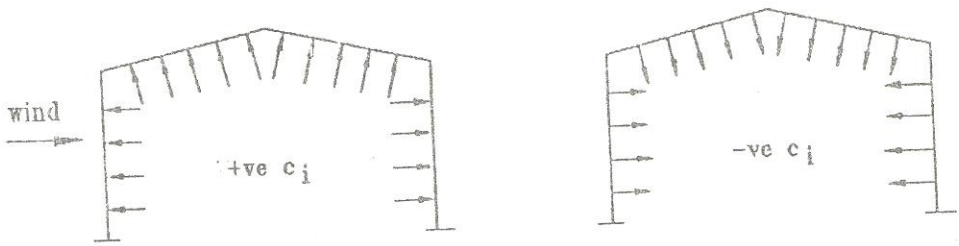
٧-٧-٨ للمبانى من الدور الواحد ذات الأسطح على شكل سن المنشار تؤخذ قيم c_e من (شكل: ٧-٦) وتؤخذ قيم c_i من جدول (٧-٤)

٧-٧-٩ للأسوار والحوائط وماشابهها يحسب ضغط الرياح الكلى من المعادلة رقم (٢) وتؤخذ قيمة معامل قوه الرياح الكلية C_f من (شكل ٧-٧)

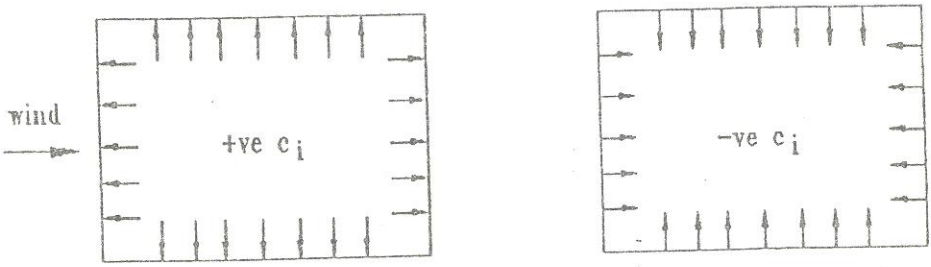
٧-٧-١٠ للمبانى والمنشآت التى يكفى فيها حساب القوة الكلية للرياح على المبنى تؤخذ قيمة C_f (الواردة فى المعادلة رقم ٢) من جدول (٧-٥)

c_i فى حالة السحب

c_i فى حالة الضغط

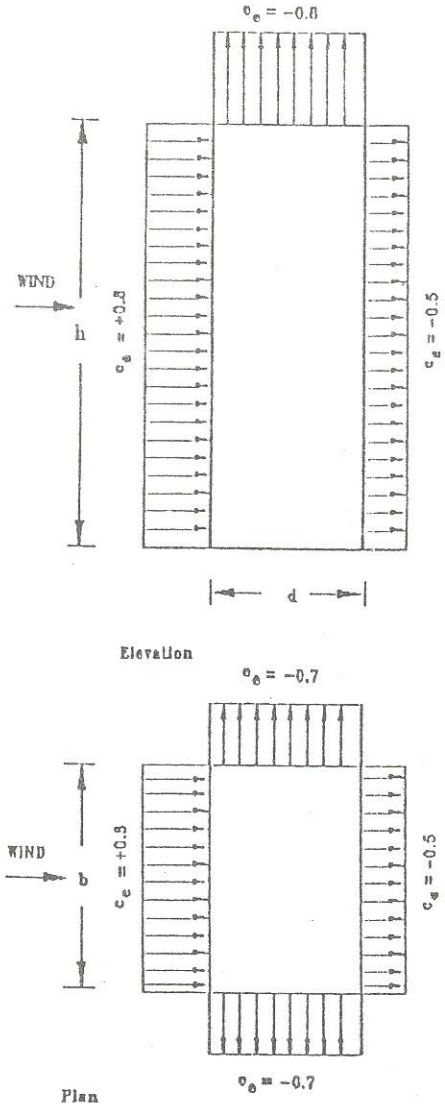


قطـــــاع رأســـى



قطـــــاع أفقـــى

شكل (٧-١) أشكال توضح توزيع ضغط الرياح الداخلى c_i فى حالة السحب والضغط.

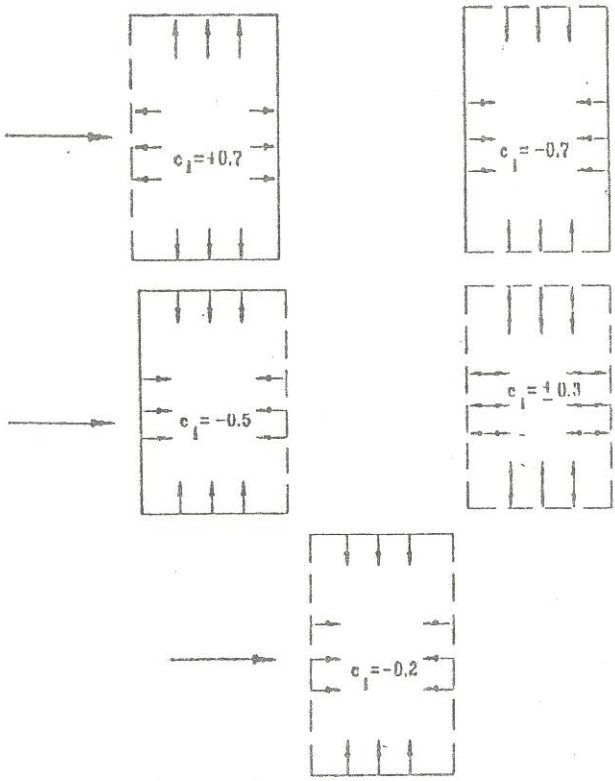


توزيع معامل ضغط الرياح
الخارجى c_e

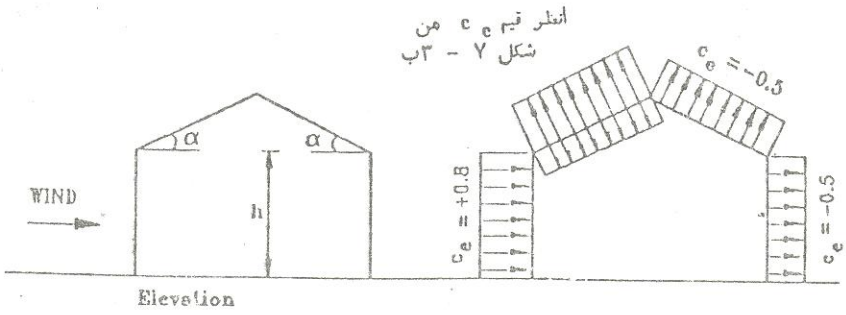
شكل (٧ – ١٢) توزيع معامل ضغط الرياح الخارجى للمبانى ذات الوجهات المستطيلة

جدول (٧ – ٢) : معامل ضغط الرياح الداخلى للمبانى ذات الواجهات المستطيلة

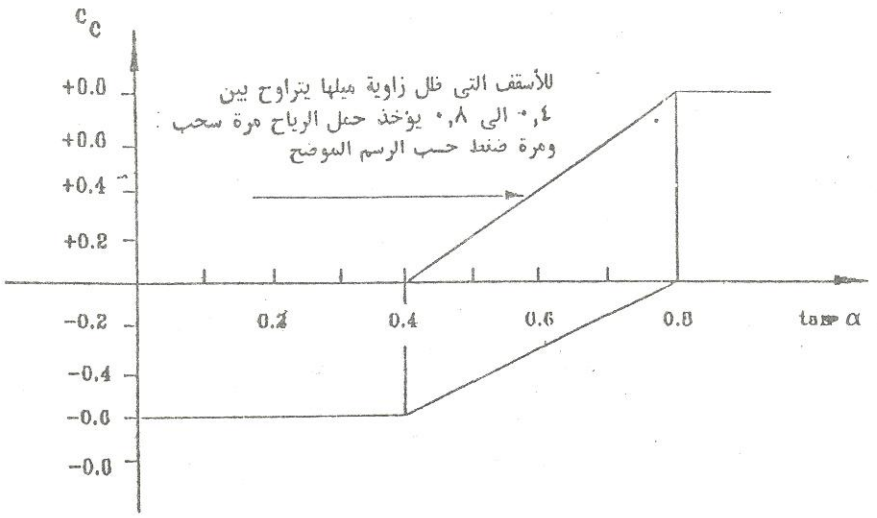
أماكن تواجد الفتحات	c_i
١ – أغلب الفتحات فى الواجهة المقابلة لاتجاه الرياح	+0.7
٢ – أغلب الفتحات فى الواجهة الخلفية	– 0.5
٣ – أغلب الفتحات فى الواجهتين الموازيتين لاتجاه الرياح	– 0.7
٤ – الفتحات موزعة على الأربعة واجهات	±0.3
٥ – أغلب الفتحات فى الواجهة المقابلة لاتجاه الريح والواجهة الخلفية	– 0,2



شكل (٧ – ٢ب) توزيع معامل ضغط الرياح الداخلى للمبانى ذات الواجهات المستطيلة

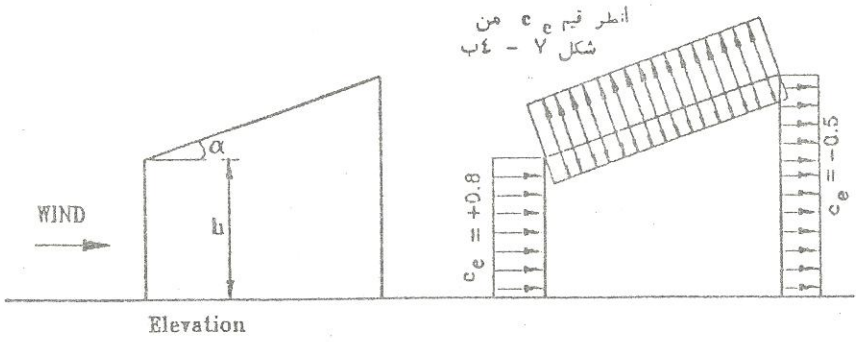


شكل (٧ - ١٢) توزيع معامل ضغط الرياح الخارجي c_e على السطح والحوائط

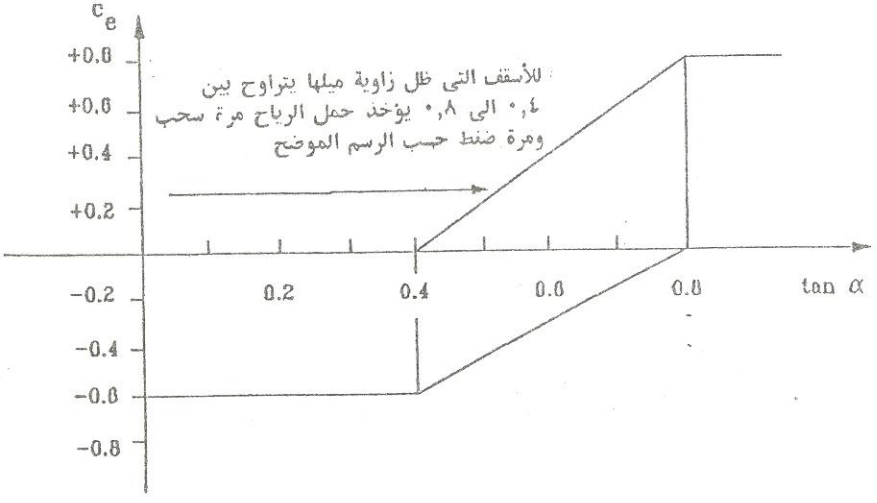


شكل (٧ - ٣ب) قيم معامل ضغط الرياح الخارجي c_e على السطح المواجه للرياح

شكل (٧ - ٣) توزيع معامل ضغط الرياح الخارجي على المباني ذات الأسقف المائلة من الجهتين

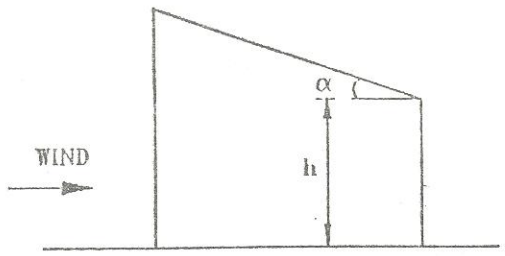


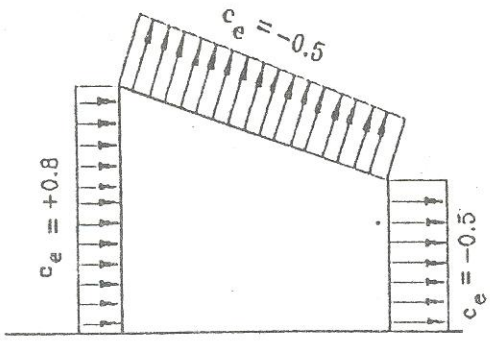
شكل (٧ - ١٤) توزيع معامل ضغط الرياح الخارجى c_e على السطح والحوائط



شكل (٧ - ٤ب) قيم معامل ضغط الرياح الخارجى c_e على السطح المواجه للرياح

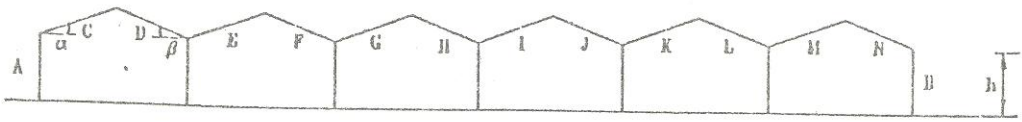
شكل (٧ - ٤) توزيع معامل ضغط الرياح الخارجى على المبانى ذات الأسقف المائلة لأعلى





توزيع معامل ضغط الرياح الخارجى c_e على السطح والحوائط

شكل (٧-٥) توزيع معامل ضغط الرياح الخارجى على المبانى ذات الأسقف المائلة لأسفل



- معامل ضغط الرياح الخارجى c_e على الواجهه المقابلة لإتجاة الرياح A $c_e = +0.8$
- معامل ضغط الرياح الخارجى c_e على الواجهه الخلفية B $c_e = -0.5$
- معامل ضغط الرياح الخارجى c_e على جزء السقف C توخذ من الشكل (٧-٢ب)
- معامل الضغط الرياح الخارجى c_e على جزء من السقف D $c_e = -0.5$
- معامل ضغط الرياح الخارجى c_e على باقى إجزاء السقف (E,F,G,H,...N) $c_e = -0.5$

شكل (٧-٦) توزيع ضغط الرياح الخارجى على المبانى ذات الأسقف على شكل من لمنشار

جدول (٧ – ٤) : معامل ضغط الرياح الداخلى للمنشآت ذات الأسقف على شكل سن منشار

أماكن تواجد الفتحات	c_i
١ – أغلب الفتحات فى الواجهة المقابلة لإتجاه الرياح	+0.8
٢ – أغلب الفتحات فى الواجهة الخلفية	−0.3
٣ – أغلب الفتحات فى الواجهتين الموازيتين لإتجاه الرياح	−0.3
٤ – الفتحات موزعة بإنتظام على الأربعة واجهات	±0.3

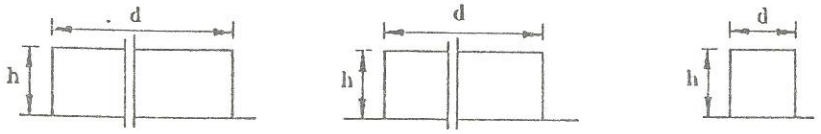
جدول (٧ – ٥) قيمة معامل قوة الرياح الكلية الواردة فى معادلة رقم ٣ (C_f)

المسقط الأفقى	h/d		
	١	٧ .	٢٥
مربع الشكل (الرياح عمودى على الضلع)	١،٢	١،٣	١،٣
مربع الشكل (الرياح فى إتجاه الوتر)	١	١،١	١،٥
سداسى أو ثمانى الشكل	١	١،٢	١،٤
دائرى الشكل سطح أملس بدون نتوءات ($d'/d = 0.0$)	٠،٥	٠،٦	٠،٧
سطح به نتوءات بنسبة ($d'/d = 0.02$)	٠،٧	٠،٨	٠،٩
سطح به نتوءات ($d'/d = 0.08$)	٠،٨	١،٠	١،٢

حيث d = عمق النتوء

d = القطر أو البعد الأصغر للقطاع فى المسقط الأفقى

h = الإرتفاع

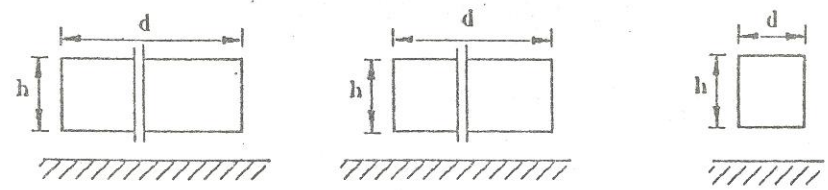


d/h>10
C_f =+1.2

d/h=10
C_f =+1.2

d/h=1
C_f =+1.1

شكل (٧-أ٧) معامل ضغط الرياح الخارجى على الأسوار ولوح الإعلانات المرتكزة على الأرض



d/h>10
C_f =2.0

d/h=10
C_f =1.3

d/h=1
C_f =1.15

شكل (٧-٧ب) معامل توزيع الرياح الخارجى على الأسوار ولوح الإعلانات المرتفعة عن الأرض

شكل (٧-٧) معامل ضغط الرياح الخارجى على الأسوار ولوح الإعلانات

الباب الثامن

أحمال الزلازل

٨ – ١ – المجال والأسس العامة

٨–١–١– يختص هذا الجزء بالضوابط الدنيا لأخذ تأثير الزلازل عند تصميم المنشآت العادية ولايختص بالمنشآت ذات الطابع الخاص.

٨–١–٢– وضعت الضوابط المذكورة فيما يلى بحيث تتجاوب المنشآت مع الزلازل طبقاً لشدة الزلزال وللنظام الإنشائى للمنشأ وبحيث تكون المنشآت قادرة على التجاوب مع هزات متوسطة الشدة بدون تصدع إنشائى وقادرة على التجاوب مع هزات ذات شدة عالية نسبياً بدون إنهيار كامل.

٨–١–٣– تسبب الزلازل قوة يمكن تحليلها إلى ثلاث مركبات إثنتان منها أفقيتان والثالثة رأسية.

٨–١–٤– يفترض عند إجراء التحليل الإنشائى للمنشآت أن القوى الزلزالية الأفقية تؤثر فى إتجاه المحاور الرئيسية للمنشأ وفى كل إتجاه على حده وليس فى الإتجاهين معاً.

٨–١–٥– يراعى عند التصميم عدم أخذ أحمال الزلازل وأحمال الرياح معاً ويتم تصميم المنشآت وعناصرها المختلفة على الأكبر تأثيراً منها.

٨–١–٦– تقدر أحمال الزلازل على المنشآت بإستخدام إحدى الطرق المذكورة فيما يلى وذلك طبقاً للمعايير المحددة لإستخدام كل منها.

١– تستخدم طريقة (الحمل الإستاتيكى المكافئ) المذكورة فى بند (٨–٢) للمنشآت ذات الشكل والنظام الإنشائى المنتظمين والتى لا يزيد إرتفاعها على ١٠٠ متراً ولاتزيد نسبة الإرتفاع إلى البعد الأفقى فى إتجاه قوة الزلزال لها على ٥

٢– تستخدم طريقة (طيف التجاوب) المذكورة فى بند (٨–٣) للمنشآت ذات الشكل والنظام الإنشائى المنتظمين والتى يتراوح إرتفاعها بين ١٠٠ متراً و١٥٠ متراً أو تزيد نسبة الإرتفاع إلى البعد الأفقى فى إتجاه قوه الزلزال لها على ٥

٣– تستخدم طريقة (التجاوب الديناميكى) المذكورة فى بند (٨–٤) للمنشآت ذات الشكل أو النظام الإنشائى غير المنتظم أو المنشآت التى يزيد إرتفاعها على ١٥٠ متراً.

٨–١–٧– يعرف النظام الإنشائى المنتظم بأنه النظام الذى تمتد عناصره الإنشائية الرأسية بإستمرارية

حتى أساسات المنشأ ولا يحدث بها تغيرات فجائية فى الكزازة.

٨-١-٨- تقسم جمهورية مصر العربية من حيث النشاط الزلزالى إلى ثلاث مناطق:

١- المنطقة الأولى وتشمل جميع أجزاء الجمهورية عدا الأجزاء التى تشملها المنطقة الثانية والثالثة وتعتبر المنطقة الأولى معرضة لزلازل ذات شدة ضعيفة.

٢- المنطقة الثانية وتشمل أجزاء من شبه جزيرة سيناء والدلتا ووادى النيل والصحراء الشرقية والغربية. وتعتبر المنطقة الثانية معرضة لزلازل ذات شدة ضعيفة إلى متوسطة.

٣- المنطقة الثالثة وتشمل أجزاء من المحافظات المطلة على ساحل البحر الأحمر والبحر المتوسط وأجزاء من محافظات أسوان والفيوم والإسماعلية والصحراء الغربية وتعتبر المنطقة الثالثة معرضة لزلازل ذات شدة متوسطة.

وتوضح الخريطة المعطاء فى شكل (٨-١) الحدود التقريبية لهذه المناطق.

٨-١-٩- تستثنى من التصميم لتحمل قوى الزلازل المنشآت التى لايزيد إرتفاعها عن منسوب التأسيس على ١٨متراً فى المنطقة الزلزالية الأولى وعلى ١٥متراً فى المنطقة الزلزالية الثانية وعلى ١٢متراً فى المنطقة الزلزالية الثالثة وذلك إذا ما تحقق فى تلك المنشآت الإشتراطات التالية:

أ- المنشأ ذو طابع سكنى

ب- المنشأ ذو هيكل خرسانى من كمرات وأعمدة (إطارات) ومصمم طبقاً للكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة.

جـ- إطارات المنشأ لها جساءة مناسبة فى الإتجاهين الرئيسيين للمنشأ.

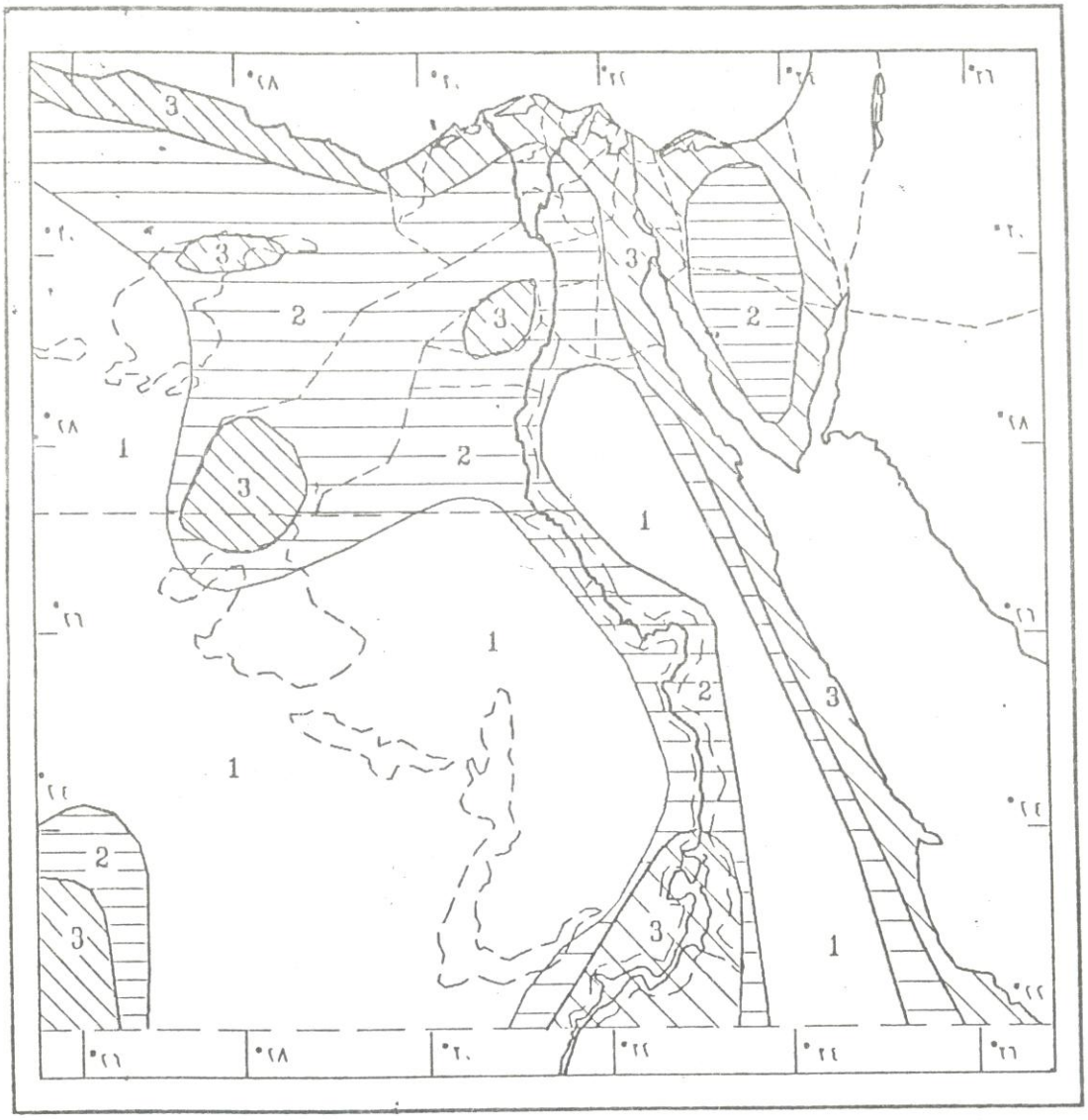
د- الكمرات الخارجية وكمرات فراغ السلم بسمك لايقل عن ٢٥سم.

هـ- نسبة إرتفاع المبنى إلى أدنى بعد أفقى لاتزيد عن ٢,٥

٨-١-١٠-لايسرى الإستثناء من التصميم لتحمل قوى الزلازل طبقاً للبند (٨-١-٩) على المبانى التى تتكون فيها العناصر الإنشائية المقاومة للزلازل من وحدات سابقة الصب.

٨-٢- طريقة (الحمل الإستاتيكى المكافئ)

تستخدم الأحمال التصميمية للزلازل والمعطاه فى هذا البند لحساب قوى القص العرضية وقوى العزوم على المنشآت التى لايزيد إرتفاعها على ١٠٠ متراً ولاتزيد نسبة الإرتفاع إلى البعد الأفقى فى إتجاه قوة الزلزال لها على ٥، بشرط أن يكون النظام الإنشائى المقاوم لتلك الأحمال منتظماً فى المسقط الأفقى وبكامل إرتفاع المنشأ.



شكل (٨-١) الحدود التقريبية لمناطق النشاط الزلزالى

كما يمكن إستخدام الطرق المبينة فى البندين (٨-٢ ، ٨-٤) بدلا من طريقة (الحمل الإستاتيكى المكافئ) بشرط ألاتقل القوى العرضية المحسوبة طبقاً لهذه الطرق عن ٨٠٪ من القوى المحسوبة طبقاً لطريقة (الحمل الإستاتيكى المكافئ).

٨-٢-١ - القوى العرضية التصميمية

تصمم المنشآت التى يسرى عليها هذا البند لتقاوم قوة زلزالية عرضية كلية (V) تؤثر عند منسوب ظهر الأساسات وفى إتجاه المحورين الرئيسيين للمنشأ كل على حده، وتحسب هذه القوة من المعادلة التالية:

$$V = Z.I.K.C.S.W \qquad .....(١)$$

- حيث

- (Z) هو معامل الشدة الزلزالية

ويؤخذ المعامل (Z) مساوياً ٠,١ للمنطقة الأولى و ٠,٢ للمنطقة الثانية و٠,٣ للمنطقة الثالثة.

- (I) هو معامل أهمية المنشأ ويؤخذ كالتالى:

I = ١,٢٥ للمنشآت المستخدمة لأغراض الطوارىء بعد حدوث الزلازل مثل المستشفيات ومحطات الإطفاء وأقسام الشرطة ومراكز الطوارىء والإتصالات ..... إلخ.

I = ١,٠٠ غير ذلك من المبانى العامة والإدارية والسكنية.

- (K) هو معامل النظام الإنشائى للمنشأ. ويعتمد على نوعية نظام مقاومة الأحمال الأفقية ودرجة ممطوليته، وتؤخذ قيمته من جدول (٨-١).

- (C) هو معامل المنشأ ويحدد من المعادلة التالية:

$$C = 1 / 15 \sqrt{T} \qquad .....(٢)$$

ولاتزيد قيمة (C) عن ٠,١٢.

جدول (٨-١) معامل النظام الإنشائى للمنشأ (K)

النظام الإنشائى	K
النظام الصندوقى وفيه تقاوم القوة العرضية الكلية بواسطة حوائط قص أو إطارات ملجمة .	١،٣٣
النظام الإطارى المقاوم للعزوم المصمم لتحمل القوة العرضية الكلية أ- إطارات ممطولية ب- إطازات غير ممطولية	 ٠،٦٧ ٠،٨٠
النظام المزدوج المكون من إطارات مقاومة العزوم مع حوائط قص (أو إطارات ملجمة) ويتم تصميم النظام طبقاً لمايلى: ١- الإطارات وحوائط القص (أوالإطارات الملجمة) تقاوم مشاركة بينها القوة العرضية الكلية وذلك طبقاً لجساءتها النسبية . ٢- حوائط القص (أو الإطارات الملجمة) تقاوم بمفردها القوة العرضية الكلية . ٣- الإطارات المقاومة للعزوم تقاوم بمفردها ٢٥٪ من القوه العرضية الكلية .	١،٠٠

- حيث **(T)** هو الفترة الطبيعية الأساسية (Fundamental Natural Period) للمبنى بالثانية ويمكن تعيينها بإجراء إختبارات على منشآت مماثلة أو حسابها بأى من طرق التحليل الجذرية وكبديل بديل يمكن تعيين **(T)** للمنشآت متعددة الأدوار كمايلى:

أ- للمنشآت ذات الإطارات المقاومة للعزوم المصممة لتحمل القوة العرضية الكلية .

$$T = 0.1\,N \qquad (٣)$$

حيث **(N)** هو عدد أدوار المنشأ شاملة أدوار البدروم.

ب - للمنشآت متعددة الأدوار ذات النظم الأخرى :

$$T = 0.09\,H / \sqrt{B} \qquad (٤)$$

حيث **(H)** هو الإرتفاع الكلى للمبنى فوق منسوب الأساسات بالمتر و **(B)** هو البعد الأفقى للمبنى بالمتر فى إتجاه قوة الزلزال.

- **(S)** هو معامل التربة، ويعتمد على نوع التربة أسفل منسوب التأسيس للأساسات الضحلة أو أسفل قاع هامات الخوازيق ، وتؤخذ قيم هذا المعامل من جدول (٨-٢).

جدول (٨-٢) معامل التربة (S)

نوع وعمق التربة	S
صخر، تربة كثيفة أوشديدة التماسك ذات عمق يزيد عن ١٥ متراً، أو تربة متوسطة الكثافة أو متماسكة ذات عمق أقل من ١٥ متراً تعلو طبقة ذات خواص أفضل.	١,٠٠
تربة متوسطة الكثافة أو متماسكة ذات عمق أكبر من ١٥ متراً - تربة سائبة أوضعيفة التماسك ذات عمق أقل من ١٥ متراً تعلو طبقة ذات خواص أفضل.	١,١٥
تربة سائبة أوضعيفة التماسك ذات عمق أكبرمن ١٥متراً	١,٢٠

- حيث (W) هو الوزن التصميمى للمنشأ ويؤخذ مساوياً للحمل الدائم للمنشآت ذات أحمال حية تصميمية حتى ٥٠٠ كجم/م٢ أويؤخذ مساوياً للحمل الدائم مضافاإليه نصف الحمل الحى عندما يكون الأخير مكافئاً لأحمال تخزين أكبر من ٥٠٠ كجم/م٢.

٨-٢-٢ - توزيع القوة العرضية

توزع القوة العرضية الكلية (V) المحسوبة طبقاً لبند (٨-٢-١) إلى قوى إستاتيكية عرضية تؤثر عند منسوب بلاطة كل دور من أدوار المنشأ شاملة بلاطة السطح. وتحسب تلك القوى العرضية طبقاً للمعادلة التالية:

$$F_j = W_j \cdot H_j \cdot (V - F_t) / \sum_{i=1,N} (W_i \cdot H_i) \qquad (٥)$$

حيث

W_j الوزن التصميمى للدور رقم (j)

H_j إرتفاع بلاطة الدور رقم (j) مقاساً من منسوب الأساسات.

F_t قوة إضافية تؤثر عند منسوب بلاطة السطح وتحسب من المعادلة التالية:

$$F_t = 0.07\ T \cdot V \qquad (٦)$$

ولاتزيد (F_t) عن ٢٥٪ من (V) وتؤخذ صفراً عندما تكون (T) أقل من أوتساوى ٠,٧ من الثانية.

٨-٣ - طريقة (طيف التجاوب)

تستخدم هذه الطريقة لحساب قوى الزلازل التصميمية وطريقة توزيعها وذلك للمنشآت ذات

الشكل والنظام الإنشائى المنتظمين والتى يتراوح إرتفاعها بين ١٠٠متراً و ١٥٠متراً أوتزيد نسبة الإرتفاع إلى البعد الأفقى فى إتجاه قوة الزلزال لها على ٥.

ويؤخذ تأثير الزلزال على المنشآت التى يسرى عليها هذا البند كقوى إستاتيكية عرضية تؤثر عند منسوب بلاطة كل دور من أدوار المنشأ شاملة بلاطة السطح وتحدد قيمها بإستخدام الخواص الديناميكية للمنشأ كالفترة الطبيعية والمود الطبيعى (Natural mode) والتى يتم تعيينها بطريقة التحليل المودى (modal analysis).ويجب ألاتقل القوى العرضية المحسوبة طبقاً لهذا البند عن ٨٠٪ من قيمة القوى العرضية المحسوبة طبقة للبند (٨-٢)

٨-٤- طريقة (التجاوب الديناميكى)

تستخدم هذه الطريقة لحساب القوى الداخلية التى تنتج فى العناصر الإنشائية للمنشآت من تأثير الزلازل ويجب إستخدامها فى الحالات الآتية:

٨-٤-١- منشآت ذات إرتفاع أكبر من ١٥٠ متراً.

٨-٤-٢- منشآت ذات نظام إنشائى مقاوم للزلازل غير منتظم وفيها لاتمتد العناصر الإنشائية الرأسية بإستمرارية حتى الأساسات أويحدث تغيراً كبيراً فجائياً فى كزازة هذه العناصر من دور إلى الذى يليه.

٨-٤-٣- منشآت غير منتظمة الشكل وغير متماثلة.

٨-٤-٤- منشآت ذات ردود بحيث يكون التغير فى مساحة دور عن الذى يليه أكبر من ٢٥٪

٨-٤-٥- منشآت ذات لامركزية تصميمية تحسب طبقاً للبند (٨-٥) تزيد على ٢٥٪ من أكبر بعد للمنشأ فى المسقط الأفقى عمودى على إتجاه القوى العرضية.

٨-٤-٦- منشآت ذات خواص إنشائية غير عادية أخرى.

ويتم فى هذه الطريقة حساب القوى الداخلية فى العناصر المختلفة للمنشأ بتحديد التجاوب الديناميكى له مع الحركة الأرضية الناتجة عن الزلزال وذلك بتكامل معادلات حركة المنشأ بالنسبة للزمن.ويجب أن يشمل التحليل الديناميكى الخواص الديناميكية لكل من المنشأ شاملا أساساته والتربة الحاملة له.

٨-٥- عزم اللى

يجب أن تكون الأعضاء المقاومة للقص فى المنشآت قادرة على مقاومة قوى قص إضافية

ناتجة عن عزوم لى على المبنى ناتجة عن لامركزية تصميمية للقوى العرضية فى كل من الإتجاهين الرئيسيين للمبنى ،تحدد إما من اللامركزية الفعلية بين مركزى الكتلة والجساءة مضافاًإليها +٥٪ من أكبر بعد للمنشأ فى المسقط الأفقى عمودى على إتجاه القوى العرضية، أومرة ونصف اللامركزية الفعلية أيهما اكبر.

٨-٦- الإزاحة العرضية والفواصل

٨-٦-١- يجب ألاتزيد الإزاحة العرضية النسبية بين دورين متتاليين والناتجة عن قوى الزلازل التصميمية على ٠,٠٠٥ (خمسة فى الألف) من الفرق فى المنسوب بين هذين الدورين.

٨-٦-٢- يجب ألا يَقل الفراغ بين مبنيين متجاورين أو عرض الفاصل بين جزئين من مبنى واحد عن ٢سم أو عن مقدار الإزاحة الأفقية الناتجة عن قوى الزلازل التصميمية أيهما أكبر.

ملحق رقم ١
الرموز والمصطلحات

الباب الأول :-

وحدة قياس الوزن المترية - كيلو جرام	Kg
وحدة القوى القياسية الدولية - النيوتن	N
وحدة الطن المتريه	t

الباب الثالث :-

الحمل المكافئ للقواطيع - كن / م٢	W_e
حمل القاطوع - كن / م	W_p
بحر العنصر بالمتر	L
سمك القاطوع بالمليمتر	h_p
بعد القاطوع عن الطرف الحر للبلاطة الحاملة	h

الباب الرابع :-

الحمل الحى على الأسقف	p
الأنفعال الناتج عن تغير درجة الحرارة.	ζ
معامل التمدد الحرارى للمنشأ.	α
فرق التغير فى درجة حرارة المنشأ.	Δ

الباب الخامس :-

معامل التأثير الديناميكى	I
الطول الفعال لحساب التأثير الديناميكى بالمتر	L_I
إرتفاع الردم أعلى سطح المنشأ بالمتر	h_f
قوة الطرد المركزية - بالطن.	C
نصف قطر إنحناء المنشأ - بالمتر	R

الباب السادس :-

I	معامل التأثير الديناميكى
C	قوة الطرد المركزية - بالطن.
R	نصف قطر إنحناء المنشأ - بالمتر
V	أقصى سرعة لقطار - كم / ساعة
W	أقصى حمل محورى للقطار - بالطن

الباب السابع :-

A	مساحة واجهة المبنى المقابلة لإتجاه الرياح (م ٢).
b	عرض المبنى فى المسقط الأفقى عمودياً على إتجاه الرياح بالمتر.
c_e	معامل توزيع ضغط أو سحب الرياح على الأسطح الخارجية للمبنى.
c_i	معامل توزيع ضغط أو سحب الرياح على الأسطح الداخلية للمبنى.
C_f	معامل القوة الكلية للرياح على المبنى ككل.
d	عمق المبنى فى المسقط الأفقى فى إتجاه الرياح بالمتر (شكل ٧-٢)
F	القوة الكلية للرياح على المبنى بالكيلو جرام.
h	إرتفاع المبنى عن سطح الأرض بالمتر.
k	معامل التعرض، يتغير مع الإرتفاع ويحدد التوزيع الرأسى لأحمال الرياح.
p_e	ضغط الرياح الخارجى المؤثر إستاتيكياً على وحدة المساحة للأسطح الخارجية للمبنى (كجم/م٢).
p_i	ضغط الرياح الداخلى المؤثر إستاتيكياً على وحدة المساحة للأسطح الداخلية للمبنى (كجم/م٢).
q	ضغط الرياح الأساسى والذى يتم تحديده على أساس التحليل الإحصائى للقيم القصوى للمتوسط الساعى لسرعة الرياح بالموقع (كجم/م٢) آخذا فى الإعتبار التأثير الديناميكى للرياح.
Z	الإرتفاع عن سطح الأرض بالمتر.

الباب الثامن :-

القوة الزلزالية العرضية	V
معامل أهمية المنشأ الزلزالى	I
معامل النظام الإنشائى الزلزالى للمبنى	K
معامل المنشأ الزلزالى.	C
معامل التربة الزلزالى	S
الوزن التصميمى للمنشأ	W
معامل الشدة الزلزالية	Z
الفترة الطبيعية الأساسية	T
عدد أدوار المنشأ	N
طول المنشأ أفقياً فى أتجاة الزلزال.	B
ارتفاع بلاطة الدور من منسوب الأساسات	H_i
قوة الزلزال العرضية عند الدور	F_j
قوة الزلزال الإضافية عند منسوب السطح	F_t