التقدير الافتراضى لدرجة الحرارة داخل البرج بعد الاشتعال

د.م ماهر جميل أحمد حجازى
ميكانيكا كلية الهندسة ـ جامعة بنها

obeikandl.com

obeikandl.com

فى حالة احتراق الوقود الأحفورى أو الوقود السائل أو الغازى فى الهواء، تعتمد درجة حرارة الحريق على أربعة عناصر كما يلى:

- **القيمة الحرارية للوقود**
- **نسبة الهواء للوقود**
- **السعة الحرارية النوعية لكلٍّ من الوقود والهواء**
- **درجة الحرارة الابتدائية للوقود والهواء**

وتعتبر الطاقة الحرارية النوعية للوقود هى كمية الطاقة الحرارية الناتجة عند حرق كمية معينة من الوقود (وهذه الكمية المعينة تقاس باللتر أو الجالون كحجم أو بالكيلوجرام ككتلة). وتسمى كمية حرارة الاشتعال أو الاحتراق. وتوجد قيمتان لكمية الحرارة النوعية فى الوقود يطلق عليهما القيمة الحرارية العالية والقيمة الحرارية المنخفضة. وهى ببساطة حساب حرارة نواتج الاحتراق رطبة أو جافة. الفرق فى هاتين القيمتين قد يصل إلى حوالى ١٠-١٥٪.

تحسب كمية الحرارة الناتجة من احتراق الوقود بأنها حاصل ضرب:

القيمة الحرارية للوقود × نسبة الهواء للوقود (بفرض أن نسبة الهواء للوقود مثالية وتساوى واحد) × كمية الوقود.

وفى أحداث ٩/١١، قمنا بحساب ارتفاع درجة الحرارة فى البرجين على أساس الافتراضات الآتية:

١- أقلعت كل طائرة وهى تحمل ١١٠٠٠ جالون من الوقود، طبقًا لبيانات تقرير لجنة ٩/١١.

٢- الوقود فى كل طائرة يكفى للرحلة، بالإضافة إلى ٣٠٪ تحسبًا لأى طوارئ.

٣- مدة رحلة كل طائرة حوالى ست ساعات إلى ميناء الوصول، ولكن مدة الطيران الفعلية حتى الارتطام بالبرج كانت ٤٧ دقيقة.

٤- كمية الوقود المستهلك فى كل رحلة =

$$\frac{\text{٤٦ دقيقة}/\text{٦٠}}{\text{٦ ساعات}} \times \frac{\text{١٠٠}}{\text{١٣٠}} \times \text{١١٠٠٠ جالون} = \text{١١٠٤ جالون}$$

٥- كمية الوقود فى خزانات كل طائرة عند الارتطام =

١١٠٠٠ - ١١٠٤ = ٩٨٩٦ جالون

٦- انسكب فى الجو ١٠٪ من الوقود من كل طائرة عند الاصطدام =

٩٨٩٦ × ١٠٪ = ٩٨٩,٦ جالون

٧- كمية الوقود المحترقة فى كل برج = ٩٨٩٦ - ٩٨٩,٦ = ٨٩٠٦,٤ جالون.

٨- كمية الحرارة الناتجة من الاحتراق فى كل برج =

٨٩٠٦,٤ × ٣,٨ ×(٨٠٠ / ١٠٠٠) × ٤٧ × ١٠^٦ = ١,٢٧٢٥ × ١٠^١٢ جول لكل كجم

أ- ٣,٨: لتحويل الجالون إلى ليتر

ب- ٨٠٠: (لتحويل الليتر إلى كجم)

ج- ١٠٠٠ لتحويل الليتر الى متر مكعب

جـ- ٤٧ × ١٠^٦: معامل الحرارة النوعية العالية لوقود الطائرات (JP4) جول/ كجم.

٩- انحصرت كمية الحرارة الناتجة من الاحتراق فى كل طائرة فى الطوابق التى اخترقتها الطائرة:

وهى الطوابق ٩٣ - ٩٩ أى ٧ طوابق فى البرج الشمالى (طبقًا لتقرير لجنة ٩/١١)

والطوابق ٧٧ - ٨٥ أى ٩ طوابق فى البرج الجنوبى (طبقًا لتقرير لجنة ٩/١١)

فإذا كان وزن الصلب فى كل برج ٢٠٠,٠٠٠ الف طن، فيعنى هذا أن الحرارة المتولدة أثرت على كتلة الصلب الآتية:

البرج الشمالى: $\frac{٧}{١١٠} \times ٢٠٠,٠٠٠ \times ١٠^{٣}$

$= ١٢٧٢٧ \times ١٠^{٣}$ كجم

$= ١٢,٧٢ \times ١٠^{٦}$ كجم

البرج الجنوبى: $\frac{٩}{١١٠} \times ٢٠٠,٠٠٠ = ١٦٣٦٣ \times ١٠^{٣}$ كجم

$= ١٦,٣٦ \times ١٠^{٦}$ كجم

١٠- متوسط الارتفاع فى درجة الحرارة =

$$\frac{\text{كمية الحرارة الناتجة من الاحتراق}}{\text{معامل الحرارة النوعية للصلب} \times \text{كتلة الصلب}}$$

أ- البرج الشمالى: $\frac{١٢ \times ١٠ \times ١,٢٧٢٥}{٤٥٠ \times ١٢٧٢٧ \times ١٠^{٣}} = ٢٢٢$ درجة مئوية

ب- البرج الجنوبى: $\frac{١٢ \times ١٠ \times ١,٢٧٢٥}{٤٥٠ \times ١٦٣٦٣ \times ١٠^{٣}} = ١٧٣$ درجة مئوية

وإذا افترضنا أن كمية الحرارة انحصرت فى نصف أعمدة الطوابق التى اصطدمت بها كل طائرة، لصار الارتفاع فى درجة حرارة كل برج ضعف الرقم المذكور، وإذا افترضنا أن كمية الحرارة انحصرت فى ثلث الأعمدة فقط، لصار الارتفاع ثلاثة أمثال.

والجدير بالذكر، أن أجهزة إطفاء الحريق الذاتية بدأت العمل بعد اصطدام الطائرتين، كما أفاد موقع NIST، وكما أفادت شهادات الناجين من البرجين، ورجال الإطفاء.

وجدير بالذكر أيضًا، أنه طبقًا لتقرير لجنة ٩/١١، هبطت كرة نارية كبيرة لأسفل فى كل برج بعد الاصطدام.