العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة الكهربائية في أفران المايكروويف

عدنان محمود علي[1]

DOI: https://doi.org/10.54172/mjsc.v9i1.497

الملخص

يتضمن البحث معرفة تأثير المواد التي تدخل في تركيب بعض المواد الغذائية على سرعة التسخين وبالتالي استهلاك الطاقة الكهربائية عبر طبخها في أفران المايكروويف . التجربة أجريت على لحمة البقر لذلك تمت دراسة تأثير المواد التي تدخل في تركيبها مثل : الدهون والرطوبة وملح الطعام .

يحوي البحث أيضا دراسة أجريت على المواد المثلجة والمحفوظة لمدة زمنية معينة والمواد غير المثلجة الطازجة ومن نفس النوع (كبدة الدجاج) حيث طبخت في فرن مايكروويف والغاية من ذلك معرفة تأثير مدة الحفظ على استهلاك الطاقة وسرعة التسخين .

أيضا تم استخدام وعاء زجاجي وآخر معدني لإعداد نفس الكمية من كبدة الدجاج والغاية من ذلك معرفة عند أي نوع من الأوعية تصرف طاقة كهربائية أكثر .

المقدمة

من المعروف أن هناك اتجاهاً معاصراً لاستخدام الكهرباء في الحياة المنزلية . حيث استخدمت عدة أنواع من الأفران لطهي الأطعمة كالأفران الكهربائية وأفران الميكروويف .

إن استعمال الأفران الكهربائية العادية يمكن أن يتلف الفيتامينات ويحتاج إلى جهد ومدة زمنية أطول للطهي .

أما استعمال أفران المايكروويف فيختصر المدة الزمنية والجهد اللازم ويوفر في الطاقة الكهربائية ويحافظ على أغلب الفيتامينات (نيكروتمان ، س. ب. 1998) . إن الأمواج المايكروية تتمتع بإمكانية التسرب في المواد شبه الناقلة كالمواد الغذائية بينما تقوم المواد المعدنية بعكسها (نيكروتمان ، بيسانوف ، ل. أ. 1986) .

إن قدرة المواد الغذائية على تحويل طاقة الموجة الضوئية إلى حرارة تتعلق بالدرجة الأولى

[1] مدرس في قسم هندسة الطاقة الكهربائية ، كلية الهندسة الكهربائية ، جامعة تشرين ، اللاذقية ، سورية .

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

بخواص الموجة (التردد – شدة الحقل الكهربائي E) وبالصفات الكهربائية للمادة الغذائية كالنفاذية الكهربائية ε وبعامل الضياعات tg وبعامل امتصاص الطاقة (سلوخوتسكافا ، ي. أ. 1981) .

من ناحية أخرى فإن للعوامل السابقة علاقة وثيقة بالصفات الكيميائية وبرطوبة ودرجة حرارة المادة الغذائية .

إن المواد المثلجة تمتص طاقة ذات ترددات عالية أقل من المواد غير المثلجة لأن درجات الحرارة المنخفضة (تحت الصفر) تقلل الناقلية الكهربائية للمواد الغذائية (نيمكوف ، ف. س. 1988) .

أما المواد التي لا تحوي جزيئات وشحن موجبة وسالبة في تركيبها فلا نستطيع استخدام أمواج المايكروويف لتسخينها كالزجاج والخزف (الخطيب ، 1995 ، J.D. Kraus ، 1999) .

إن المواد الغير قابلة للاستقطاب لا يمكن تسخينها بأمواج المايكروويف (Jack, Vandelinde, 1993) .

إن هدف البحث يتمثل في معرفة تأثير نسبة الدهون والرطوبة وملح الطعام الموجودة في لحمة البقر ونوعية الأوعية الزجاجية والمعدنية والمواد المثلجة وغير المثلجة على سرعة التسخين وبالتالي استهلاك الطاقة الكهربائية في أفران المايكروويف .

تحليل نتائج الدراسة

إن سرعة انتشار أمواج المايكروويف تتعلق بطبيعة المادة التي تخترقها (2) وتعطى بالعلاقة :

$$V = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon'}} \qquad (1)$$

C = سرعة الضوء

ε' = النفاذية الكهربائية للمادة

أهم ما تتميز به الموجة هو طولها الذي يتعلق بالتردد حسب العلاقة :

$$\lambda = \frac{C}{f} \qquad (2)$$

معظم المواد الغذائية تحوي شوارد حرة تساعد إلى حد كبير في عملية التسخين .

أما كمية الطاقة التي تتحول إلى حرارة وتعطي للمادة الغذائية الموجودة داخل الفرن في وحدة الزمن فهي (5) :

$$Q = 0.556\,\varepsilon'\, tg\delta . f . \mathrm{E}^2 10^{-12} \quad \left[\frac{w}{Cm^3}\right] \qquad (3)$$

عامل امتصاص الطاقة الذي تتصف به المواد الغذائية :

$$\varepsilon'' = \varepsilon' tg\delta \qquad (4)$$

جزء من كمية الحرارة يصرف على تسخين الغذاء Q_1 والجزء الآخر يصرف على التبخر Q_2 .

$$Q = Q_1 + Q_2 \qquad (5)$$

الاستطاعة المصروفة على التسخين :

$$Q_1 = 4.18 \frac{\gamma c 1}{\eta} \frac{\Delta t^\circ}{\Delta \tau} \qquad \left[\frac{w}{Cm^3}\right] \qquad (6)$$

γ = الوزن النوعي للمادة الغذائية $\frac{G}{Cm^3}$

C_1 = السعة الحرارية النوعية للمادة الغذائية

η = المردود الحراري للفرن

$\Delta t°$ = مقدار زيادة درجة الحرارة خلال فترة التسخين

$\Delta\tau$ = مدة التسخين

سرعة التسخين هي النسبة $V_1 = \frac{\Delta t°}{\Delta\tau}$

الاستطاعة الضائعة في عملية التبخير :

$$Q_2 = 4.18\frac{N}{\eta}\frac{\Delta w}{\Delta\tau} \qquad \left[\frac{w}{Cm^3}\right] \quad (7)$$

N = كمية الطاقة اللازمة للتبخر

Δw = مقدار نقصان الرطوبة في واحدة الزمن

سرعة التبخر هي النسبة $V_2 = \frac{\Delta w}{\Delta\tau}$

بالتعويض في العلاقات (3 ، 4 ، 5) نجد أن :

$$\in'' = 7.6.10^{12}\,\frac{(\gamma C_1 V_1 + NV_2)}{\eta f \mathrm{E}^2} \qquad (8)$$

ومنها نجد التردد f :

$$f = \frac{7.6.10^{12}(\gamma C_1 V_1 + NV_2)}{\eta \mathrm{E}^2 \varepsilon''} \qquad (9)$$

الأمواج المغناطيسية قادرة على اختراق المادة الغذائية والتسرب إلى أعماق تتفاوت حسب طبيعة المادة وترتبط بما تحويه من رطوبة ودهون وأملاح [6.5] :

$$L = \frac{C}{\omega\sqrt{\varepsilon'}\,\sin\frac{\delta}{2}} \qquad (10)$$

L = عمق تسرب الأمواج في المادة

ω = التردد الزاوي

في أغلب المواد الغذائية يكون $tg\delta << 1$ لذلك فإن $\sin\frac{\delta}{2} \approx \frac{1}{2}tg\delta$ وبالتعويض في (10) نجد :

$$L = \frac{2C}{\omega\sqrt{\varepsilon'}tg\delta} = \frac{9.55.10^3}{f\sqrt{\varepsilon'}tg\delta} \qquad (11)$$

f = التردد $\mathrm{MH_z}$

إن طول الموجة المستخدمة هو 12.2 Cm والتردد $f = 2400\ \mathrm{MH_z}$.

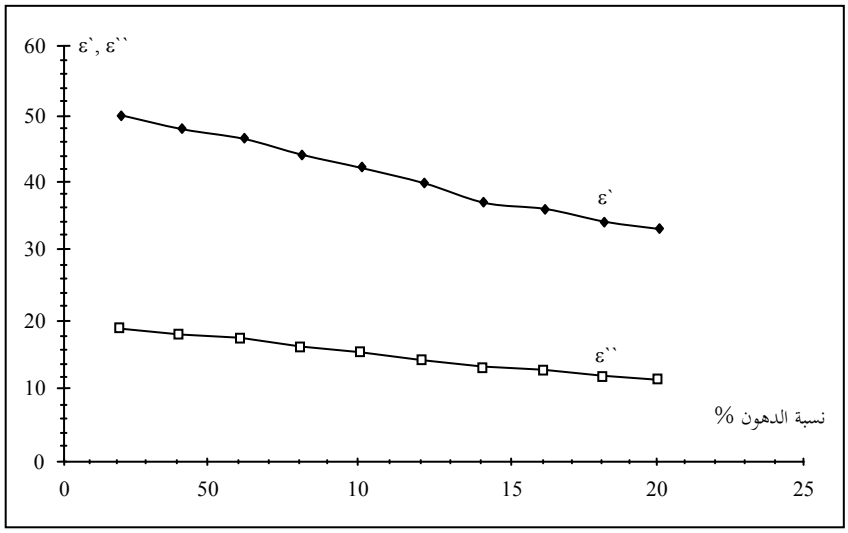
واستطاعة الفرن $P = 0.5$ [1] .

المناقشة

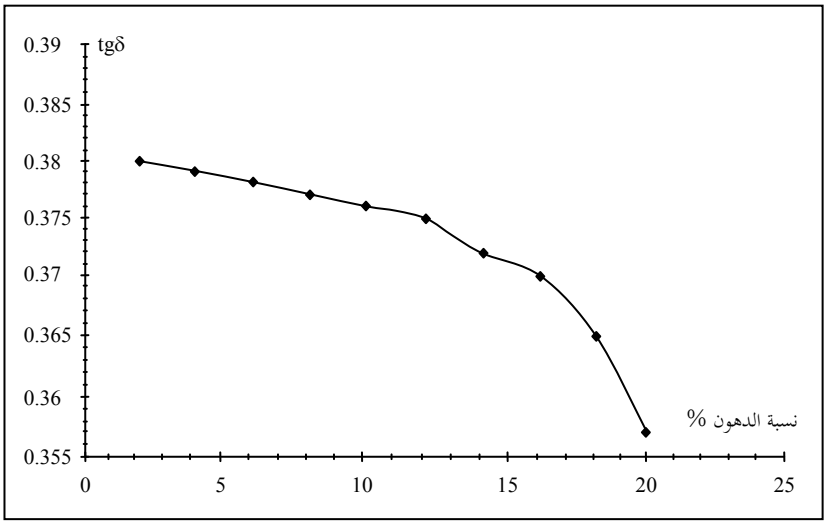
اعتماداً على العلاقات السابقة والعمل التجريبي حصلت على بعض النتائج والمنحنيات البيانية . على الشكل (1) تظهر المنحنيات التي تصف العلاقة بين نسبة الدهون في لحمة البقر والعوامل $tg\delta, \varepsilon'', \varepsilon'$.

عند زيادة نسبة الدهون نلاحظ أن العوامل الثلاثة تنخفض قيمها وبالتالي فإن كمية الحرارة التي تعطى للمادة الغذائية تنخفض حسب العلاقة (3) . أي أن المدة الزمنية اللازمة للطهي والطاقة الكهربائية المصروفة تزداد مع ازدياد نسبة الدهون .

على الشكل (2) تظهر المنحنيات التي تصف العلاقة بين ملح الطعام NaCl والعوامل الثلاثة $tg\delta, \varepsilon'', \varepsilon'$ من الواضح أنه مع ازدياد نسبة ملح الطعام في لحمة البقر فإن العامل ينخفض قليلاً أما العوامل $tg\delta, \varepsilon''$ فتزداد بشكل كبير ،

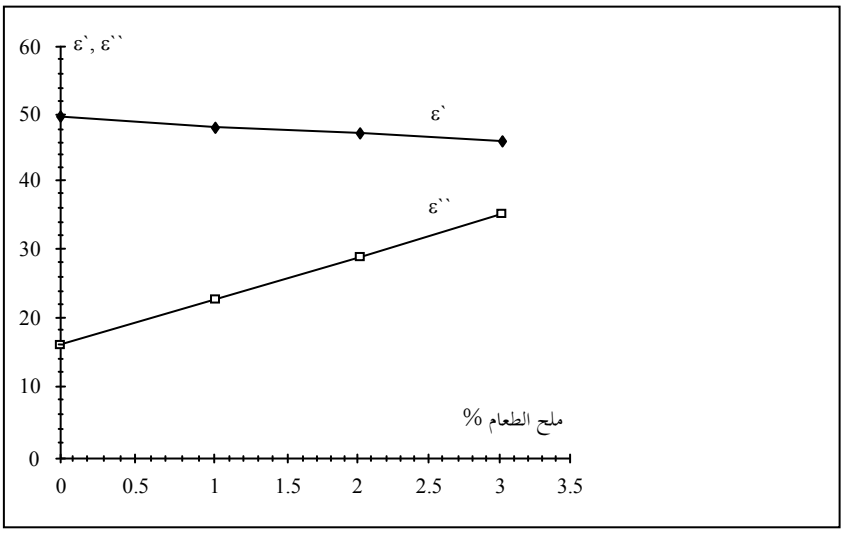


(a)

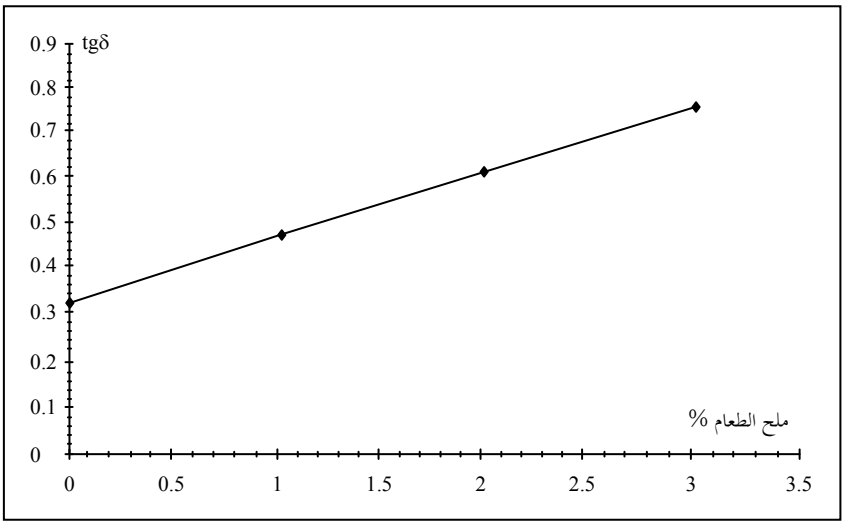


(b)

شكل 1– a ، b علاقة (tgδ, ε``,ε`) بالدهون في لحمة البقر



(a)



(b)

شكل 2– a ، b علاقة (tgδ, ε``, ε`) بنسبة ملح الطعام NaCl في لحمة البقر

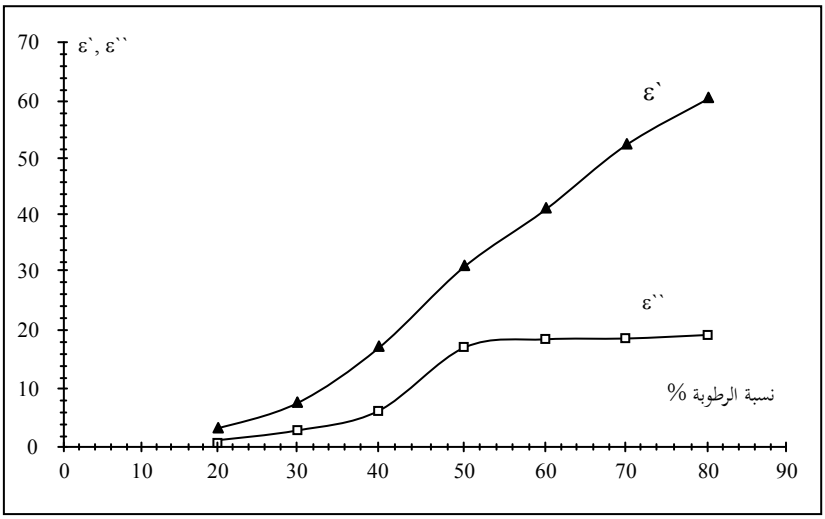
من هنا نجد أن كمية الحرارة التي تعطى للمادة الغذائية ترتفع قيمتها مع ازدياد نسبة ملح الطعام ، أي أن المدة اللازمة للطهي والطاقة الكهربائية المصروفة تقل مع زيادة نسبة ملح الطعام .

على الشكل (3) نجد المنحنيات التي تصف العلاقة بين نسبة الرطوبة والعوامل $tg\delta, \varepsilon'', \varepsilon'$ نجد أن العامل $tg\delta$ يأخذ أكبر قيمة عندما تكون نسبة الرطوبة 48/52% من وزن اللحمة بعدها ينخفض مع ازدياد الرطوبة والعامل ε'' يزداد حتى تصبح نسبة الرطوبة 60% من وزن اللحمة بعدها يبقى ثابتا .

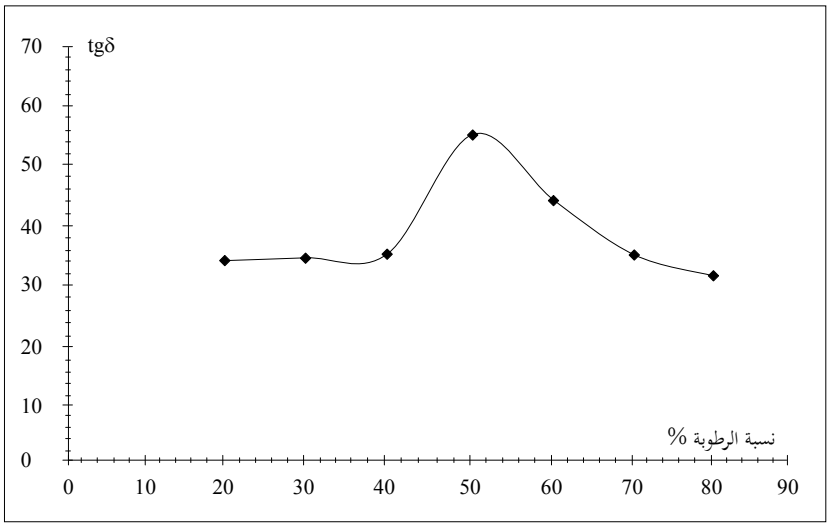
من هنا نجد أن كمية الحرارة التي تعطى للمادة الغذائية تزداد مع زيادة نسبة الرطوبة حتى 60% بعدها تبقى ثابتة . أي أن مدة الطهي والطاقة الكهربائية المصروفة تقل عندما تتغير نسبة الرطوبة ضمن المجال (0-60) . بعد ذلك عند زيادة نسبة الرطوبة فإن الطاقة الكهربائية المصروفة تبقى ثابتة عند إجراء التجربة على نفس الكمية من كبدة الدجاج المثلجة وغير المثلجة تبين أن الطاقة الكهربائية المصروفة لطهي المادة المثلجة تزداد بمقدار 15% عن الطاقة الكهربائية اللازمة لطهي المادة غير المثلجة . بالتجربة تبين أنه عند استخدام وعاء زجاجي وآخر معدني لطبخ نفس الكمية من كبدة الدجاج فإن الطاقة الكهربائية المصروفة عند استخدام الوعاء المعدني أكبر بمقدار 30% .

ونلخص فيما يلي النتائج التي تم الحصول عليها في النقاط التالية :

1- الطاقة الكهربائية المصروفة لطبخ لحمة البقر في أفران المايكروويف تزداد مع زيادة نسبة الدهون .
2- كمية الطاقة الكهربائية المصروفة للطهي تنخفض مع زيادة نسبة ملح الطعام .
3- مع زيادة نسبة الرطوبة حتى 60% في لحمة البقر فإن الطاقة الكهربائية المصروفة على الطهي تنخفض ضمن هذا المجال وتبقى ثابتة مع زيادة نسبة الرطوبة فوق 60% .
4- لطهي المواد المثلجة نحتاج لصرف طاقة كهربائية أكثر من المواد غير المثلجة .
5- استخدام الأوعية المعدنية للطهي في أفران المايكروويف بحاجة لصرف طاقة كهربائية أكثر مما لو استخدمنا أوعية زجاجية .



(a)



(b)

شكل 3 – a ، b علاقة العوامل (tgδ, ε`, ε``) بالرطوبة في لحمة البقر

Effect of the Elementary Stuff and Type of Utensils Used on Rate of Power Consumption in Microwave Ovens

Adnan Mohmoud Ali

Abstract

This research work discusses the effect of the elementary stuff composing the food, on the quantity of electrical power needed to cooking in microwave ovens, like fats, the water content and elementary salt. Studying the effect of frozen elementary stuff, type of utensils used, and metallic or glass ones, on quantity of electrical power consumed.

المراجع

نيكروتمان ، س. ب. 1988 ، التسخين السطحي عالي التردد في بيتكم ، موسكو ، (باللغة الروسية) .

بيسانوف ، ل. أ. 1986 ، نظرية الحقول المغناطيسية ، موسكو (باللغة الروسية) .

سلوخوتسكافا ، ي. أ. 1981 ، تجهيزات التسخين التحريضي ، بطرس بورغ ، (باللغة الروسية) .

نيمكوف ، ف. س. 1988 ، التسخين التحريضي ، بطرس بورغ ، (باللغة الروسية) .

الخطيب ، محسن ، 1995 ، نظرية الحقول الكهرومغناطيسية ، جامعة تشرين .

John, D. Kraus 1999. Electromagnetic, New York.

Jack, Vandelinde 1993. Classical Electromagnetic Theory, New York.

* Lecturer at Electrical Engineering Department-Faculty of Mechanical & Electrical Engineering Tishreen University-Lattakia-Syria.