دراسة بعض صفات العازل الكهربائي لخشب أشجار الزيتون

Study Some Dielectric Properties for Wood of the Tree of Olive

برهان رشيد نوري الشافعي / كلية العلوم / جامعة كربلاء

الخلاصة

تضمن هذا البحث دراسة مجموعة من خواص العازل الكهربائي وتأثير كل من درجة الحرارة والتردد عند تسليط مجال كهربائي متناوب لخشب أشجار الزيتون. الخواص التي درست هي ثابت العازل الكهربائي والفقد في العازل والتوصيلية الكهربائية المتناوبة.كانت درجات الحرارة التي اعتمدت هي c°(25، 45، 65) بينما كانت الترددات KHz(15،45، 75). خواص العازل الكهربائي تعتمد على عدد كبير من العوامل ومن أهم هذه العوامل هما التردد ودرجة الحرارة لذا تم دراسة هذين العاملين وذلك بتثبيت أحدهما وملاحظة تأثير تغيير العامل الثاني في حالة خاصية ثابت العازل الكهربائي بينما في خاصية الفقد في العازل والتوصيلية الكهربائية تم دراسة تأثير التردد على كل منهما عند ثلاثة درجات حرارية مختلفة.أظهرت نتائج البحث ان ثابت العازل الكهربائي يتناسب طردياً مع كل من التردد ودرجة الحرارة بينما الفقد في العازل تأثر فقط بالتردد وعلاقته طردية أيضاً ولا يظهر أي تأثير لدرجة الحرارة عليه. والتوصيلية الكهربائية المتناوبة لها نفس سلوك الفقد في العازل في علاقتها مع كل من التردد ودرجة الحرارة.

Abstract

This search which is for wood of the tree of olive include study effect of temperature and frequency at supplied alternative electrical field on dielectric properties. The properties which were study: Dielectric Constant, Loss Factor and Alternative Electrical Conductivity.Degree of the temperature which were used (25,45,65)c° while frequency (15,45,75) KHz. Dielectric characteristic dependent on a many factors and the most important of these factors are frequency and temperature, therefore, these factors are studied remaining one of them as a constant to assess the effect of changing the second on as dielectric constant property, while in loss factor and alterative electrical conductivity properties studied the effect of frequency on every one at three different degrees of temperature. Results showed that, dielectric constant have appositive correlation with frequency and temperature while for the loss factor it showed that only the frequency is effect on it and there is no effect by the temperature, Alternative electrical conductivity behavior like the loss factor in relation with frequency and temperature.

المقدمة

تدخل المواد العازلة في كثير من المنظومات الكهربائية حيث تستخدم في جميع المجالات سواء كانت على مستوى الإلكترونات الدقيقة أو في مجالات الضغط العالي. وقد أجريت البحوث الكثيرة للحصول على المواد العازلة التي تمتاز بخاصية عزل تتلائم ومتطلبات التطور الإلكتروني الهائل الذي يحدث في المجالات الإلكترونية والاتصالات حيث يتطلب استخدام المواد العازلة في الترددات العالية وعند درجات حرارة مختلفة وبحجوم متناهية في الصغر. ومن جهة أخرى يقصد باستخدام المواد العازلة في تطبيقات الضغط الفائق في توليد ونقل وتحويل الطاقة الكهربائية في محطات التوليد المختلفة وكأغلفة عازلة لخطوط نقل الكهرباء والأسلاك الكهربائية داخل وخارج جميع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وكمكونات أساسية في المكثفات والمحولات حيث تتطلب الحاجة الى متانة عالية في العازل وضمان عدم تردي العازل بمرور الزمن ضمن ظروف جوية متباينة.لعل من ابرز المواد العازلة المألوفة للجميع هي المواد الهيدروكربونية ومنها الزيوت التي تستخدم في صناعة المحولات والمتسعات وكذلك المواد البلاستيكية المستخدمة لهذا الغرض مثل البوليستر والبولبروبلين والبوليفينايل كلورايد (PVC) المستخدمة في عزل الأسلاك وكذلك المواد الزجاجية والورق الذي هو أحد منتجات الأخشاب [1,2].

إذ ان الخشب هو أحد أصناف المواد الموجودة في الطبيعة وبكميات كبيرة جداً والمصدر الرئيس له هو غابات الأشجار المنشرة في جميع أنحاء العالم وبسبب انتشارها في مختلف مناطق العالم تعد الأخشاب من اكثر المواد الخام أهمية[3]. وأهمية الخشب تكمن في كونها ناتجة عن طبيعة تكوينه وصفاته وتركيبه الكيميائي وهو مختلف من حيث ترتيب الألياف واللون ويمتلك قوة عالية مقارنة بوزنه ويعد سهلاً للعمل وعازلاً للحرارة والكهرباء وذو مقاومة ملحوظة للكيمياويات وفضلاً عن ذلك فهو يحوي مادة السيليلوز ($C_6H_{10}O_5$) وهي المادة الأساسية لانتاج الكثير من المركبات الكيميائية[4].

ويعد علم الأخشاب من الحقول الحديثة التي بدأت العناية بها على أسس علمية في بداية القرن العشرين ولقد جرى تطوير هذا الحقل بشكل سريع خلال البحوث التي تجريها الجامعات والمؤسسات العلمية المتخصصة في مختلف أنحاء العالم والتي كانت حصيلتها وفرة المعلومات ذات الأهمية البالغة مؤكدة ان الخشب من اكثر المواد تعقيداً[5].ما يقرب من أربعة آلاف وجه من الأوجه المختلفة لاستخدام الأخشاب في وقتنا الحاضر يمكن ان تحصى وتتقدم صناعة البناء وغيرها من الصناعات في مجال استهلاك الأخشاب وتليها بفارق كبير صناعة التعدين (المناجم) فالمواصلات وصناعة الأثاث ثم صناعة الورق والعوازل والصناعات الكيمياوية.

ويمتاز الخشب بكونه من المواد ذات القابلية الكبيرة في العازل الكهربائي بحالته الجافة نسبياً وتزيد قابلية الخشب للعزل الكهربائي بزيادة كثافته وزيادة جفافه فالخشب الرطب يوصل الكهرباء الى حد ما وبزيادة الرطوبة الداخلية في الخشب يزيد معامل التوصيل الكهربائي[6].وبما ان الخشب يتكون من مجموعة مختلفة من المواد والمحتوى الرئيسي فيها السليلوز إضافة الى الهيميسيليلوز واللكنين والسليكا الرماد والمستخلصات الخشبية ومركبات معدنية مختلفة أخرى فان هذه المواد والمكونات عندما تكون بحالتها المنفردة أو موجودة مع غيرها بصيغة مركبات تبدي تصرفات مختلفة بعضها عن البعض بالنسبة لصفاتها الكهربائية وحسب الظروف والمؤثرات المحيطة بها والمؤثرة عليها ومن اكثر الصفات الكهربائية المهمة التي تتأثر بهذه المتغيرات هي ثابت العازل الكهربائي والتوصيلية الكهربائية والفقد في العازل[7].

ان لثابت العازل الكهربائي للخشب أهمية نظرية وعملية، نظرياً تعطي فهماً جيداً للتركيب الجزيئي للخشب وتفاعلات الماء مع الخشب وتأثير وجود المواد والمركبات الكيميائية المختلفة وبالتالي إمكانية فهم آلية عملية انتقال حاملات الشحنة الكهربائية.عند تسليط مجال كهربائي متناوب على الخشب، حاملات التيار للخشب يسيطر عليها بوساطة خصائص محددة أو معينة مثل المحتوى الرطوبي، الكثافة، اتجاه الألياف، الحرارة وأيضاً بوساطة المواد المكونة له التي سبق ذكرها مثل السيليلوز والهيميسيليلوز واللكنين ...الخ [8].

ان صفات ثابت العازل الكهربائي للمواد غير الموصلة توصف تفاعل تلك المواد مع المجالات الكهربائية المسلطة عليها. التفاعلين الاثنين الأكثر أهمية هما امتصاص وخزن طاقة الجهد الكهربائي بتأثير الاستقطاب الذي يحدث داخل المادة العازلة والتشتت أو فقد جزء من تلك الطاقة عند تسليط المجال.

قابلية المواد لامتصاص وخزن الطاقة توصف كمياً بوساطة ثابت العازل الكهربائي إضافة الى استخدام مصطلحات أخرى مثل التقبلية Susceptability والاستقطابية polarizability اللذان يستعملان لوصف نفس الكمية[9].

امتصاص الطاقة بوساطة العازل الكهربائي يمكن قياسها بسهولة كبيرة وذلك بدلالة المتسعة ولهذا يُعَّرف ثابت العازل الكهربائي للمادة بأنه النسبة بين سعة المتسعة التي تحتوي على مادة عازلة كوسط عازل بين لوحيها الى سعتها عندما تكون المادة العازلة بين لوحيها الفراغ أو الهواء.

قيمة ثابت العازل الكهربائي للخشب الجاف تتراوح بين (2- 8) عند درجة حرارة الغرفة[7]. بينما تتراوح مقدار المقاومة للخشب المجفف في الفرن ضمن المقدار $\Omega.cm$ (10^{14}-10^{17}) وعند تشبع الخشب بالماء تنحصر قيمة المقاومة له بالمدى (10^{3}-10^{4}) $\Omega.cm$ [10,11].

ان نسبة فقدان الطاقة في العازل الكهربائي يعبر عنه بصورة شائعة بعدة مصطلحات منها عامل التشتت Dissipation وعامل الفقد Loss Factor وعامل القدرة Power factor وكذلك مماس الفقد Loss Tangent وهي جميعاً تعطي نفس المعنى لعملية فقدان الطاقة[9].

خواص العازل لأية مادة عازلة يمكن تحديدها بنقطتين رئيسيتين الأولى ترتبط بنوعية الشحنة المقيدة في المادة ويصف كيفية تأثرها وحدود حركتها عند تسليط مجال كهربائي خارجي مستمر أو متناوب ويشار الى العامل الذي يتناول هذه الخواص بالسماحية Permitivity.

بينما النقطة الثانية تصف مدى تحمل العازل لجهد كهربائي مسلط عليه إذ لكل عازل قابلية محددة بتحمل الجهد الكهربائي وعند تجاوز هذا الحد ينهار العازل ويصبح موصلاً ويشار الى الجهد الذي يحدث عنه الانهيار بمتانة العازلDielectric strength أو متانة الانهيارBreakdown strength [1].

تشكل المتسعات أهم العناصر الكهربائية التي تستخدم بوفرة في الدوائر الكهربائية والاختلاف في أنواعها يتبع اختلاف نوع العازل المستخدم بين صفيحتيها وكذلك تبعاً لشكلها الهندسي وابسط أنواع هذه المتسعات جميعاً هي ذات الصفيحتين المتوازيتين والتي يعبَّر عن سعتها بالمعادلة:

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} \quad \text{.....(1)}$$

حيث تمثل (ε) ثابت العازل الكهربائي Dielectric Constant للوسط العازل،(A): مساحة كل صحيفة،(d): المسافة الفاصلة بين الصحيفتين.

من المعادلة (1) يتضح انه عندما يكون مقدار كل من (A) و (d) ثابتان فان العامل المؤثر الوحيد على سعة المتسعة في هذه الحالة (ε) والتي تمثل خاصية المادة العازلة المستخدمة في المتسعة.

أما القدرة المفقودة في المادة العازلة فهي تمثل التوصيلية الكهربائية المتناوبة وحسب المعادلة:

$$\sigma = \omega \varepsilon_{\circ} \varepsilon'' \quad \text{.....(2)}$$

حيث ان:

ω : تمثل التردد الزاوي $(2\pi f)$، f: التردد ، $\varepsilon_{\circ}$: ثابت العازل للفراغ ، ε'' : عامل الفقد في العازل.

وهذه المعادلة تمثل مقياس القدرة المفقودة نتيجة تسليط مجال كهربائي متناوب عبر المادة العازلة، أي تمثل مقياس للحرارة المتولدة نتيجة لدوران ثنائيات الأقطاب في مواضعها أو بسبب الاصطدامات مع الجزيئات الأخرى وبذلك فان التوصيلية المتناوبة تعتمد على تردد المجال المسلط[6].

يرتبط ثابت العازل الكهربائي بالتردد ارتباطاً وثيقاً ويعتمد على تغير مدى الترددات وقد بين ذلك كل من Tsutsumi&Watanabe عام 1965 فيما ذكر كل من Hamil1965 وNanassy1970 و James1978 التغيرات التي تحصل على ثابت العازل الكهربائي للخشب في الدراسات التي استخدموا فيها أنواع مختلفة من أخشاب المنطقة الاستوائية والمدارية. وتناول Triga1969 اختلاف مدى الترددات عند دراسة تأثير درجة الحرارة على ثابت العازل حيث اخذ مدى الترددات المايكروية في دراسته[12].وهذه الدراسة تعتبر من أهم التطبيقات العملية لصفات ثابت العازل الكهربائي للخشب إذ استخدمت هذه الطريقة لدراسة المظاهر العامة للخشب مثل العيوب الداخلية كالفجوات voids والشقوق cracks[3]، وكذلك بين Martin1987 وجماعته إمكانية تشخيص مناطق العقد ومعرفة نوعية اتجاه نمو الألياف بصورة غير هدامة عن طريق قياس صفات ثابت العازل الكهربائي.

بالإمكان ان تتحول مادة الخشب من مادة عازلة بدرجة عالية من الجودة الى موصلة جيداً للكهربائية أي يمكن ان تتصرف عكس خصائصها العزلية عند زيادة رطوبتها وعندما تصبح درجة رطوبة الخشب أعلى ما يمكن في نقطة تشبع الألياف Fiber Saturation point تصبح عندها قيمة ثابت العازل بحدود(80) وهي تقريباً نفس قيمة الثابت للماء (ε=81) وحسب حالة ودرجة نقاوة الماء. هذا الفرق الشاسع بين قيمتي ثابت العازل الكهربائي للخشب في حالة الجفاف وفي حالة تشبع الألياف ينبه الى ضرورة الأخذ بعين الاعتبار الحذر في استخدام الخشب أو مشتقاته في أماكن أو أجزاء تكون مكشوفة أو تحت تأثير الظروف الجوية وخاصة منها الأمطار والرطوبة أي يجب ان تكون الاستخدامات داخلية أو في منأى عن تأثير الماء بكل حالاته.

طريقة العمل:

أبعاد العينة من خشب أشجار الزيتون كانت بقطر تراوح مقداره بين $_{cm}$(5.2-5) وسمكه كان (10_{mm}) قبل إتمام عملية جعل العينة بهذه القياسات بطبيعة الحال كانت هي بحالتها الخام بعد قطعها من الشجرة واخذ الاتجاه العمودي بالنسبة لنمو الألياف ونمو الساق ولكون الماء يدخل في تركيب المواد المكونة للنبات الحي ويشكل الجزء الأكبر منه حيث تبلغ نسبته 70% والباقي مواد عضوية ومعادن لذا لزمت عملية تهيأة العينة القياسية إجراء معالجة لتقليل نسبة المحتوى الرطوبي الى اقل نسبة ممكنة وذلك عن طريق تجفيفها بوساطة الفرن الكهربائي ولمرتين متتاليتين. علماً انه لا يمكن الحصول على خشب خالي من الماء نهائياً مهما استمرت فترة التجفيف وذلك بسبب طبيعة تركيب مادة السليلوز[$C_6H_{10}O_5$] حيث يبقى الماء مهما استمر التجفيف[13].

عملية التجفيف أجريت على مرحلتين: الأولى كانت العينة في حالتها الخام (قبل تهيئتها بالأبعاد المطلوبة) تحت درجة حرارة مقدارها $^{\circ}$c ($\pm$102) ولفترة 24 ساعة مستمرة بوساطة فرن كهربائي من نوع (MLW) ألماني المنشأ حيث كان مدى درجات الحرارة فيه يتراوح $^{\circ}$c(220-25) وبعد انتهاء هذه العملية تركت القطعة الخام داخل الفرن دون ان يفتح ودون تشغيل الفرن لمدة يوم كامل تلا ذلك إعادة عملية التجفيف وبنفس الظروف السابقة أيضاً.

استخدمت ماكنة المخرطة الخشبية لجعل العينة بالقطر والسمك المطلوبين وكذلك تم تصفية الوجهين للعينة باستعمال مبرد خشبي ناعم لجعل سطح العينة اكثر ملائمة للانطباق على صفيحتي المتسعة لزيادة دقة القياس. وضعت العينة بعد إتمام تهيئتها مباشرة داخل حافظة بلاستيكية مغلقة للحفاظ على حالة جفافها وبقائها بعيدة عن أي مؤثرات خارجية وخاصة تأثير الرطوبة.

للتقليل من نسبة الخطأ والحصول على أعلى دقة في القياس تم إبقاء العينة بين لوحي المتسعة في الجهاز لمدة ثابتة مقدارها عشر دقائق قبل إجراء كل عملية قياس عند تغيير التردد أو درجة الحرارة وذلك للحصول على أعلى مقدار من الاستقرار والاتزان الحراري للعينة مع محيط خلية القياس. الجهاز المستخدم لإجراء هذه القياسات هو من نوع [- 30_{HZ} (WTW)NF-Dekameter(100_{KHZ}] صنع ألمانيا ويتكون من قنطرة ذات متسعات من نوع shering ومولد الترددات ومرسمة تذبذبات والمتعسة ذات اللوحين المتوازيين الموجود على جانبه الأيمن اكبر بعد بين لوحيها (1cm) واكبر قطر فيها لا يتجاوز (5.5cm).كذلك يحتوي هذا الجهاز على حمام مائي الغرض منه التحكم في مدى درجات الحرارة.

لقد أجريت الدراسة في هذا البحث على ثلاث صفات للعازل الكهربائي وهي لكل من ثابت العازل الكهربائي والفقد في العازل والتوصيلية الكهربائية وتم في كل خاصية من هذه الثلاث دراسة تأثير التردد ودرجة الحرارة على كل واحد منهم وبصورة مستقلة وذلك عن طريق زيادة التردد مع ثبات في درجة الحرارة وكررت هذه العملية عند ثلاث درجات حرارية كانت على التوالي $^{\circ}$c (65,45,25).

وقد تميزت خاصية ثابت العازل الكهربائي بدراسة علاقة إضافية بها فقط كانت هي دراسة تأثير درجة الحرارة على قيم ثابت العازل الكهربائي مع ثبات التردد و أجريت هذه العملية عند ثلاث ترددات $_{kHz}$(15،45، 75) .

النتائج والمناقشة

يبين الشكل (1) ان الزيادة في التردد تواكبها زيادة قيمة ثابت العازل الكهربائي وللدرجات الحرارية الثلاثة حيث كانت قيمه قد بدأت من (2.26) عند التردد (5_{KHz}) ووصلت لغاية (2.88) بتردد (80_{KHZ}) في درجة حرارة ($25^{\circ}c$) وقد بلغ مقدار الفرق بين أعلى قيمة وأوطئها لثابت العازل هو (0.62).

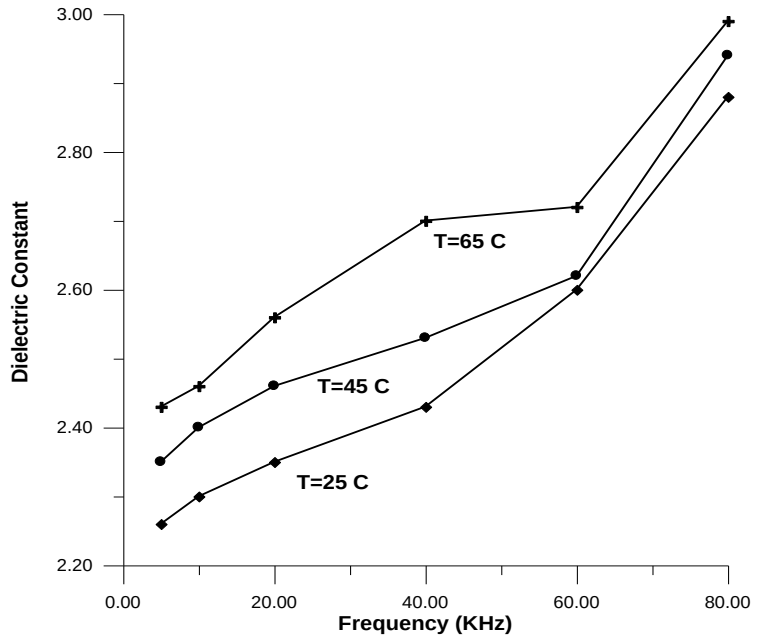
بينما في درجة حرارة ($45^{\circ}c$) بلغ الفرق بين القيمتين العليا والدنيا (0.59) حيث ظهرت عند تردد (5_{KHZ}) بمقدار (2.35) وأصبحت (2.94) عند التردد (80_{KHz}).

وفي درجة ($65^{\circ}c$) بلغ مقدار ثابت العازل (2.43) بتردد (5_{KHZ}) فيما كانت (2.99) بتردد(80_{KHZ}) ومقدار الفرق بينهما كان (0.56).

عند ملاحظة الفرق في قيم ثابت العازل بين اقل وأعلى تردد للدرجات الحرارية الثلاثة نجده متقارب جداً (0.56,0.59,0.62) وحسب توالي درجات الثلاث. وهذه الحالة تبين التأثير المباشر لزيادة التردد على قيم ثابت العازل وبصورة جلية ومتميزة عن تأثير درجة الحرارة هنا حيث الحرارة لها تأثير أيضاً على قيم ثابت العازل وتناسبها طردياً معه لكن هذه الحالة تبين التأثير المتجانس لكل من التردد ودرجة الحرارة عندما يكون التردد دالة لثابت العازل عند قيم مختلفة وثابتة لدرجة الحرارة.

ان السبب في ظهور مثل هذا التصرف يعود الى التأثير الذي بدأ في تغيير حركة الثنائيات القطبية مباشرة عند تسليط المجال الكهربائي المتناوب والمتمثل في انتظام اتجاه حركة الثنائيات القطبية مع اتجاه المجال المسلط.

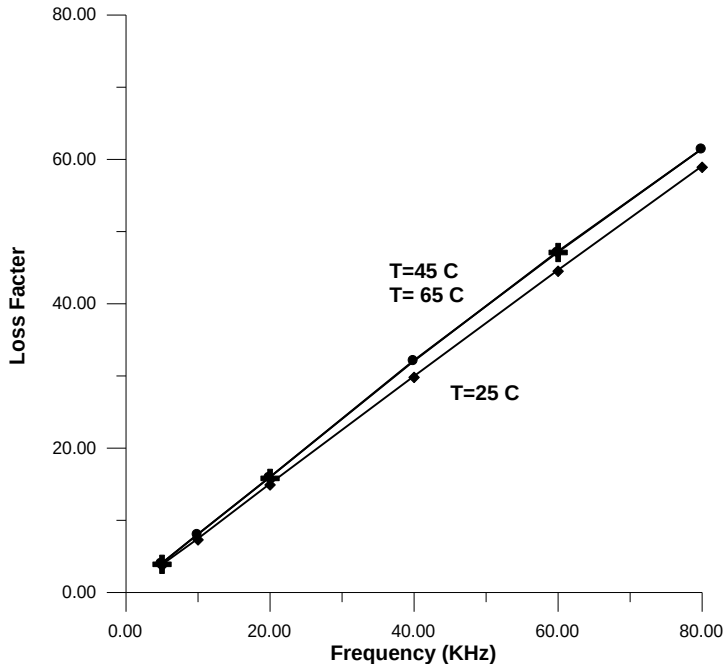
وقد وجد [2002الشافعي] [6] اعتماد ثابت العازل الكهربائي على التردد وان قيمته تتأثر بتغير درجة الحرارة.



الشكل (1) العلاقة بين التردد و ثابت العازل الكهربائي عند درجات حرارية مختلفة

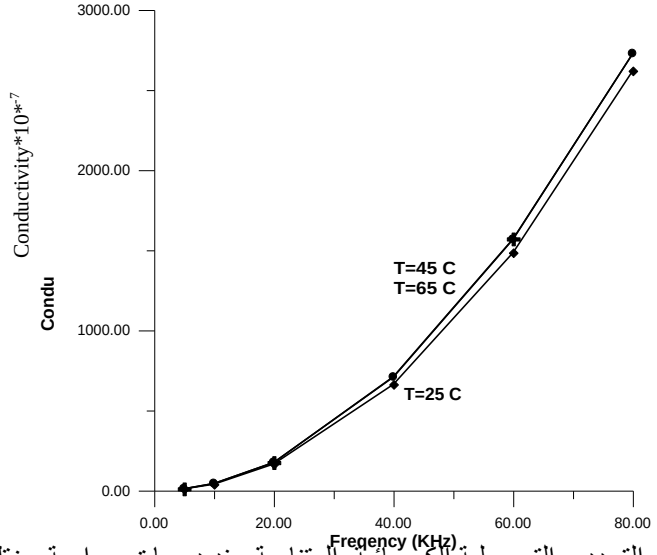
يبين الشكل (2) العلاقة بين الفقد في العازل والتردد وعند نفس الدرجات الحرارية الثلاث إذ يظهر ان قيم الفقد في العازل تزداد مع زياد ة التردد وهي تؤكد التناسب الطردي فيما بينها ولم يكن هنالك أي تأثير يذكر لدرجة الحرارة على الفقد في العازل حيث يظهر التقارب في قيمه وخاصة بين درجتي($65^{\circ}c$ و$45^{\circ}c$) وتكاد تكون نفسها بينما الفارق كان قليلاً جداً عند درجة ($25^{\circ}c$) والسبب في هذا الاختلاف القليل يعزى سببه الى ان هذه الدرجة هي درجة حرارة معتدلة وقريبة من درجة حرارة الغرفة وهي ضمن المعدل العام لدرجة الحرارة المعتدلة بينما درجتي الحرارة ($45^{\circ}c$ و $65^{\circ}c$) هي درجات حرارية عالية نسبياً في الظروف الطبيعية أي يكون لها تأثير ملموس في تنشيط حركة انتقال الثنائيات القطبية وهذه الحركة تكون هنا اكبر مما هي عليه في درجة ($25^{\circ}c$) أي ان هذه الدرجة لا تمنح الطاقة اللازمة لانتقال الثنائيات القطبية مع الأخذ بنظر الاعتبار ان قيم الفقد في العازل ظهرت واطئة وهذا يدل على ان خاصية العازل عالية وقد وجد Yamada&Norimoto1970 [12] ان قيم الفقد في العازل تكون واطئة في مدى الترددات ($30\text{-}10^{6}$)HZ لاخشاب(Kusonoki).

بينما ذكر[12] Khalid وجماعته 1996 في دراسة لزيت النخيل oil palm ان الفقد في العازل غالباً ما يزداد خطياً مع درجة الحرارة فيما وجد2001 Kabir وجماعته[12] قيمة واطئة للفقد في العازل عند استخدام التردد (10^{2})HZ وهذا المقدار قليل جداً مقارنة مع الترددات المعتمدة في هذا البحث.



الشكل (2) العلاقة بين التردد والفقد في العازل عند درجات حرارية مختلفة

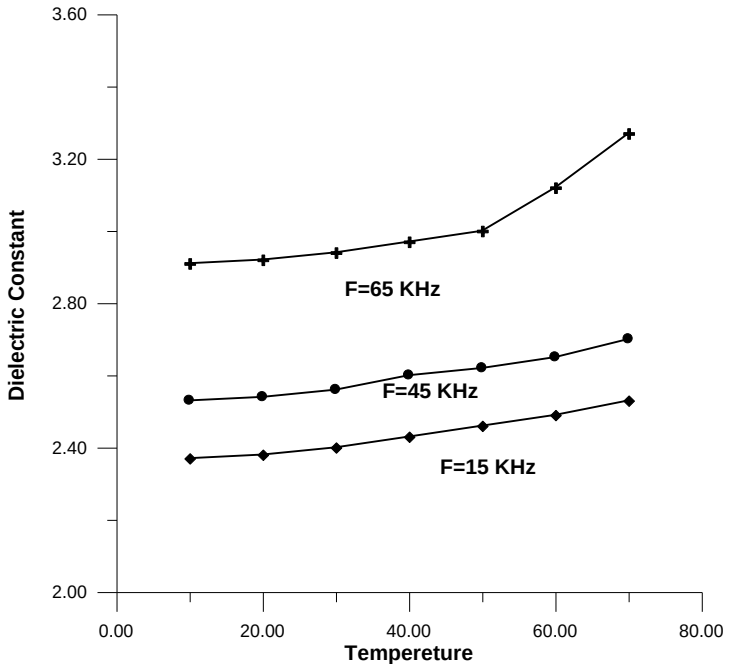
الشكل (3) لا يظهر للعيان وجود تأثير لدرجة الحرارة على التوصيلية الكهربائية المتناوبة كونها هي أصلاً مقياس للحرارة المتولدة نتيجة الحركة المستمرة لثنائيات الأقطاب في مواضعها بتأثير المجال المسلط ويؤكد ذلك تقريباً تساوي قيم التوصيلية الكهربائية المتناوبة للدرجات الحرارية الثلاث عدا بعض الأجزاء البسيطة لمقادير هذه القيم والتي ليس لها أي تأثير يذكر إذا ما أخذنا بنظر الاعتبار إنها تضرب في المقدار (10^{-7}).ولهذا يقتصر تأثير التردد فقط على قيمة التوصيلية الكهربائية المتناوبة ويكون التناسب فيما بينها تناسباً طردياً وهذا السلوك مشابه لسلوك الفقد في العازل، وقد بين هذه النتيجة[8] (الشافعي2007).



شكل (3) العلاقة بين التردد و التوصيلية الكهربائية المتناوبة عند درجات حرارية مختلفة

الشكل (4) يوضح تأثير التغير في درجة الحرارة عند ثبوت التردد حيث استعملت الترددات الثلاث$_{KHz}$ (15،45، 75) على التوالي. يتضح من الشكل ان هناك زيادة في قيمة ثابت العازل بزيادة درجة الحرارة وهي توصف الحالة العامة أو الكلية للعلاقة بينهما والتي تحتوي أو تشمل في ثناياها العلاقة الضمنية بين التردد وثابت العازل حيث نجدها هنا تتفق مع ما حصلنا عليه في مناقشة الشكل(3) وهذا يقودنا الى الاستنتاج بأنه ثابت العازل يزداد مع الحرارة وبتفاعل قوي جداً مع التردد وكلما زادت قيم الترددات المأخوذة عندها درجات الحرارة كدالة لثابت العازل وجدنا زيادة مقدار ثابت العازل عما هو عليه في الترددات الأقل. وقد وجد Watanabe&Tsutsumi1965 [9,12] ان ثابت العازل للخشب يزداد مع الحرارة وبتفاعل قوي جداً مع التردد.

ان تفسير العلاقة الطردية بين ثابت العازل الكهربائي ودرجة الحرارة يعود سببه ان الحرارة تعمل على منح الجزيئات طاقة تؤدي الى تحرير وتحفيز أعداد اكبر من الشحنات المقيدة والبعيدة عن تأثير المجال المسلط ليؤدي ذلك الى تكوين ثنائيات قطب تعمل على ديمومة الحركة المستمرة للشحنات داخل المادة العازلة وبالتالي زيادة مقدار ثابت العازل لها.



الشكل (4) العلاقة بين درجة الحرارة وثابت العازل الكهربائي عند ترددات مختلفة

الاستنتاجات:

لقد بينت الدراسة الحالية النتائج الآتية:

1- زيادة قيم ثابت العازل بزيادة التردد ودرجة الحرارة.

2- اعتماد الفقد في العازل على التردد فقط حيث كانت العلاقة طردية فيما لم يظهر أي تأثير لزيادة درجة الحرارة عليه.

3- سلوك التوصيلية الكهربائية المتناوبة كان مطابق عما هو عليه في الفقد في العازل بعلاقتها مع كل من التردد ودرجة الحرارة.

4- ظهرت حالات تقارب ملفتة للانتباه بمقادير القيم لكل من ثابت العازل الكهربائي والفقد في العازل والتوصيلية الكهربائية المتناوبة وتكاد تكون متساوية عند درجتي حرارة $\boldsymbol{c}^{o}$(45،65) وهذا يدل على ان تأثير درجة الحرارة ضمن هذا المعدل يكاد يكون فعال ومتساو فيما كانت عند درجة ($\boldsymbol{c}^{o}$25) اقل أي إنها درجة حرارة ذات تأثير محدود ومقيد على الخواص التي تمت دراستها.

5- ان أعلى قيمة لثابت العازل كانت (2.99) عند التردد (80_{KHz}) وبدرجة حرارة ($\boldsymbol{c}^{o}$65). فيما كانت أعلى قيمة للفقد في العازل هي (61.3) عند التردد (80_{KHZ}) وبدرجتي حرارة $\boldsymbol{c}^{o}$(45,65) أما التوصيلية الكهربائية المتناوبة فكانت ($2727*10^{-7}$) وأيضاً في التردد (80_{KHZ}) وعند درجتي الحرارة $\boldsymbol{c}^{o}$(45,65). وهذه القيم هي ضمن المعدل الاعتيادي مقارنة مع ما هي عليه للأخشاب المجففة صناعياً.

الجداول:

لقد تمت مناقشة الأشكال البيانية بالاعتماد على جداول القيم التالية التي حصل عليها إذ يشير تسلسل رقم الجدول الى تسلسل رقم الشكل البياني وكما يلي:

جدول(1)التردد وثابت العازل الكهربائي عند ثلاث درجات حرارية مختلفة.

F_{KHZ}	$\varepsilon_{25C^{o}}$	$\varepsilon_{45C^{o}}$	$\varepsilon_{65C^{o}}$
5	2.26	2.35	2.43
10	2.3	2.4	2.46
20	2.35	2.46	2.56
40	2.43	2.53	2.7
60	2.6	2.62	2.72
80	2.88	2.94	2.99

جدول (2) التردد والفقد في العازل عند درجات حرارية مختلفة.

F_{KHZ}	$\varepsilon''_{25C^\circ}$	$\varepsilon''_{45C^\circ}$	$\varepsilon''_{65C^\circ}$
5	3.7	3.9	3.9
10	7.25	7.9	7.9
20	14.9	15.8	15.8
40	29.8	32	31.9
60	44.5	47	47.1
80	58.9	61.3	61.3

ε_{75KHZ}	ε_{45KHZ}	ε_{15KHZ}	$T^\circ c$
2.91	2.53	2.37	10
2.92	2.54	2.38	20
2.94	2.56	2.4	30
2.97	2.6	2.43	40
3.0	2.62	2.46	50
3.12	2.65	2.49	60
3.27	2.7	2.53	70

جدول (3) التردد والتوصيلية الكهربائية المتناوبة عند درجات حرارية مختلفة

F_{KHZ}	$\sigma_{25C^\circ}*10^{-7}$	$\sigma_{45C^\circ}*10^{-7}$	$\sigma_{65C^\circ}*10^{-7}$
5	10.3	10.8	10.8
10	39.5	43.8	43.8
20	165.8	175.4	175
40	663	708	711
60	1485	1568	1571
80	2620	2727	2727

جدول (4) درجة الحرارة وثابت العازل الكهربائي عند ثلاث ترددات مختلفة.

المصادر

1- د.وكاع فرمان الجبوري و د.فهر غالب حياتي- الخواص الكهربائية والمغناطيسية للمواد- جامعة الموصل-1985.
2- محمد بن علي احمد آل عيسى- الكهربية المغناطيسية- عمادة شؤون المكتبات- جامعة الملك سعود- الطبعة الثانية-1996.
3- إقبال عبد الحميد عبد الرحمن- دراسة بعض الخواص الفيزياوية للخشب ومكوناته- رسالة ماجستير- كلية العلوم- جامعة المستنصرية-2001.
4- رافع رشدي محمد- تحضير كاربون منشط من قشور نوى المشمش- مجلة الهندسة والتكنولوجيا العدد13 سنة 1994.
5- جورس تسومس- الخشب كمادة أولية- ترجمة وليد عبودي قصير- باسم عباس شهباز، باسم عباس عبد علي- جامعة الموصل.
6- برهان رشيد نوري الشافعي- دراسة التغير في ثابت العازل الكهربائي والتوصيلية الكهربائية لبعض أنواع الخشب المحلي- رسالة ماجستير- كلية التربية ابن الهيثم- جامعة بغداد- 2002.
7-Wood Hand book, Wood as Engineering Material,Forest Products Laboratory , USDA Forest service:Madison, Wisconsin-March1999.
8- برهان رشيد نوري الشافعي- دراسة تأثير درجة الحرارة والتردد على بعض خواص العازل الكهربائي لخشب أشجار نخيل الزهدي- مجلة جامعة كربلاء- مجلد (5) العدد(1) – 2007.
9-William L.James Physicist-Forest Products Laboratory, Forest service U.S.Departement of Agriculture –Dielectric Properties of Wood and Hardboard:Variation with Temperature,Frequency,Moisture Content and Grain Orientation-1975.
10- عثمان عدلي بدران- السيد عزت قنديل- أساسيات علوم الأشجار وتكنولوجيا الأشجار- جامعة الإسكندرية-1971.
11-Wood Durabilitu,phsical properties of wood-http://www.ucfpl.ucop. edu/physporp.htm(2000).
12-Kabir,Mohammed Firoz, Daud, Wan M;Khalid ,Kaida B;Sidek Haji Fiber A.A(2001) wood&science.33(2):233-238.
13-Franz F.P.Kollmared Wilfred.A.Cote,jr-Principles of Wood and Technology-springer-Verlay Berlin Heidelberg, New York-1968.