مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد العشرون - المجلد الخامس - علوم الفيزياء - كانون الأول 2022 م
doi.org/10.52866/esj.2021.05.20.03

# دراسة تأثير شعر الرجال والنساء على الخصائص الميكانيكية والحرارية لمتراكب بوليمري

زينب صباح عبد الرضا
وزارة التربية / مديرية تربية بغداد - الرصافة الاولى
zaynabsabah2@gmail.com

**الخلاصة :**

تم في هذا البحث دراسة تأثير التدعيم بشعر الرجال والنساء (كلا على حدة) على عينات متراكب بوليمري(بولي استر) كألياف تدعيم طبيعية لتحسين الخصائص الميكانيكية والحرارية للبولي أستر (polyester) كمادة أساس ، حيث تم استعمال الالياف ( شعرالرجال والنساء ) بطول 10mm وبخمس معدلات تدعيم 0,2,3,4,5,6% . تشيرالى االتدعيم بالياف شعر الرجال من قيم الصلادة من 69.92 إلى حوالي 80.57 ، وقيمة مقاومة الصدمة من $KJ/m^2$ 4.2 , $14.2KJ/m^2$ ومقدار مقاومة الانحناء من 10.98MPa إلى 42.58MPa ، أما التوصيلية الحرارية فقد كان التأثير الأكبر فيها لألياف شعر النساء حيث ازدادت من 0.31W/$m$ ℃ إلى 0.64W/$m$ ℃ , وان الفحوصات اثبتت ان الياف شعر الرجال كانت افضل من شعر النساء في تحسين الخصائص الميكانيكية في حين الياف شعر النساءقد كانت كفاءته ذات اكبر في زيادة التوصيلية الحرارية.

**كلمات مفتاحية:** متراكبات طبيعية ، الخصائص الميكانيكية ، ألياف شعر الرجال والنساء ، بولي أستر.

# Study the Effect of Men's and Women's Hair on the Mechanical and Thermal Properties of a Polymeric Composite

Zainab S. Abdul-Ridha
Ministry Of Education Directorate General Of Education/
First Risafa Baghdad Governorate
zaynabsabah2@gmail.com

**Abstract :**

. In this research, the effect of reinforcing men's and women's hair (both separately) polymeric composite samples (polyester) as a natural reinforcing fiber to improve the mechanical and thermal yield of a polyester ester) as a base material was studied, where the fibers (men's hair) with a length of 10 mm and five low rates of reinforcement were used. 0,2,3,4,5,6%. Refer to the reinforcement with men's hair fibers of strength values from 69.92 to about 80.57, the value of shock resistance from 4.2, $KJ/m^2$ 14.2 $KJ/m^2$ and the amount of bending resistance from 10.98 MPa to 42.58 MPa, as for the thermal units, the greatest effect was on the fibers The hair in them is developed from 0.31 W / $m$. ℃ and 0.64 W / $m$. ℃ And the tests proved that men's hair fibers were better than women's hair in improving mechanical properties, while women's hair fibers were more efficient in increasing thermal conductivity.

## المقدمة Introduction

تمتاز المعادن وكل السبائك بأنها قوية ومتينة إلا أنها ليست خفيفة الوزن، بينما تعد البوليمرات بأنها مواد خفيفة الوزن إلا أنها تفتقر إلى القوة والمتانة لذلك كان ابتكار المواد البوليمرية المتراكبة بمثابة الخطوات الأولى من اجل البلوغ إلى الخواص المثالية المرغوب فيها في أغلب الصناعات [1].

في السنوات الأخيرة ، أدت الزيادة في التلوث البيئي واستنفاد الموارد البترولية إلى تحويل التركيز نحو إستعمال المواد الطبيعية كمادة تدعيم في المتراكبات ذات الأساس البوليمري. فالالياف الطبيعية تمتاز بمزايا وخصائص عديده منها التكلفة المنخفضة وتوافرها بكثرة في الطبيعة والكثافة المنخفضة ونسبة التآكل المنخفضة والمتانة العالية و القوة الجيدة وقابلية التحلل البيولوجي والعزل الحراري وقابلية إعادة التدوير العالية [2].

يمكن تصنيف الألياف الطبيعية بشكل اساسي إلى نوعين اعتمادًا على أصلها أو مصدرها: الألياف المستخرجة من النباتات والألياف المستخرجة من الحيوانات. حيث تعتمد جميع الألياف النباتية على السليلوز، في حين أن البروتين هو المكون الرئيسي للألياف الحيوانية [3].

اكتسبت الألياف الطبيعية اهتمام الباحثين بسبب الطلب العالمي المتزايد على إعادة التدوير والتوجهات البيئية للعثور على بدائل صديقة للبيئة للمواد الاصطناعية والحصول على الاستعمال الأمثل للموارد الطبيعية لتصنيع مواد جديدة. الألياف التي يتم استعمالها كمواد تدعيم للمواد المتراكبة إكتسبت اهتمامًا خاصًا بسبب خصائصها مثل خفة الوزن وقلة التكلفة وخصائص ميكانيكية ممتازة مثل الانحناء وقوة الشد، والأهم من ذلك أنها لا تشكل مخاطر صحية وبيئية في نهاية عمر الاستعمال، يمكن أن يتم تدعيم المتراكبات بالألياف الطبيعية ، على سبيل المثال: الشعر والصوف والجوت والكتان وما إلى ذلك [4].

توفر الألياف الحيوانية المتجددة فرصة كبيرة وممتازة لتطوير المواد المتراكبة الحيوية المستدامة في الوقت الحاضر، زاد اهتمام الباحثين بهذه المتراكبات المدعمة بالألياف الحيوانية نظرًا لسهولة توفرها وخفة وزنها وتكلفتها المنخفضة وطبيعتها الصديقة للبيئة. ولكن تساهم طرائق التخلص (المتاحة حاليًا) من النفايات مثل دفن هذه النفايات وحرقها في زيادة تلوث البيئة بسبب المواد الناتجة من دفن او حرق هذه النفايات [5].

يُعد شعر الإنسان من النفايات البيولوجية وذات قابلية تحلل واطئة، حيث تتراكم بكميات كبيرة في مجاري النفايات في المدن والبلدان. بسبب التحلل البطيء ، شعر الانسان يبقى لمدة طويلة يشغل مساحات كبيرة في مجاري النفايات. كما ينتج عن حرق فضلات الشعر العديد من الغازات السامة مثل الأمونيا وثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين وما إلى ذلك [6].

إنّ أفضل طريقة لمعالجة هذه المشاكل هي استعمال الشعر الزائد كمواد أو موارد طبيعية في تطبيقات مختلفة. فبروتين الكيراتين، وهو المكون الرئيسي لألياف الشعر،يكون قوي للغاية ومستقر وغير قابل للذوبان في الماء والمذيبات العضوية. ولكن لحدالان عدد من البحوث التي تطرقت لاستعمال شعر الإنسان الخام كمادة تدعيم في المتراكبات ذات الاساس البوليمري قليل جدا [7].

لكي تعتبر الماده مادة خضراء، يجب أن تستوفي عده متطلبات منها : أن تكون قابلة للتحلل الحيوي ومتجددة وقابلة للمعالجة باستعمال إحدى الطرائق الصديقة للبيئة وموفرة للطاقة. ومع ذلك ، فإن أحد

أكبر التحديات التي يواجهها علماء المواد هو إنتاج مادة خضراء قابلة للتطبيق تجاريًا [8].

تعتمد الاستعمالات العامة والهندسية للبوليمرات إلى حد كبير، على خصائصها الميكانيكية وخاصة قوتها العالية وقابليتها للتشوه بتأثير القوى المختلفة، وتعزى هذه الازدواجية في خصائص البوليمر إلى طبيعة تركيبه والروابط الثانوية بين الجزيئات، والتي تؤثر بصورة أو بأخرى على خصائصه.

وتعد المتراكبات البوليمرية من المواد ذات الاستعمال الحديث في الكثيرمن التطبيقات العملية والتقنية ولاسيما المواد المتراكبة البوليمرية المقواة بالالياف [9] .

تعطي كلمة «مخلفات»صوره مباشرة إلى الذهن بأنه أي شيء غير مرغوب فيه وغير مفيد ويجب التخلص منه على الفور دون مراعاة لآثار عمليات التخلص منها على البيئة.في حين يمكن إعادة تدوير بعض من هذه المخلفات او النفايات إلى منتجات جديدة صديقة للبيئة بدرجة أكبر ومضيفة فائدة إلى التنمية الاقتصادية لأي مجتمع [10,11].

ليف الشعر له تركيب أسطواني منظم للغاية، يتكون من خلايا خاملة، معظمها متقرن وموزع بتصميم دقيق للغاية. يشكل الشعر بنية صلبة للغاية في المستوى الجزيئي، وهو قادر على توفير المرونة والمقاومة الميكانيكية العالية للمتراكبات البوليمرية فهو يعتبر مادة ميتة ولا يكون حيًا إلا عندما يكون في فروة الرأس [7].

## تحضير العينات Samples Preparation

تم الحصول على شعر الرجال من صالون حلاقة رجالية وشعر النساء من صالون حلاقة نسائية، بعدها تمت عملية غسل الشعر كل نوع على حدة بالماء النقي (المقطر) لإزالة الاوساخ والاتربة منها، ثم غسلها بواسطة الكحول المثيلي لتأكيد ازالة الاوساخ والدهون ومن ثم إعادة غسلها بالماء المقطر، بعدها تمت عملية التجفيف لمدة 24hour بعد تغطيتها بقطع قماش نظيفة لمنع الغبار من الوصول اليها اثناء عملية التجفيف. ومن ثم تقطيع الشعر الى قطع بطول تقريبي 10mm لكل قطعة وحفظها في علب نظيفة تمهيدا لعملية الصب.

تم تحضير أنواع العينات على النحو التالي: عينات إختبار مقاومة الشد Tensile Specimens وعينات اختبار الصدمة Charpy Impact متوافقة مع مواصفات ISO-179 وعينات اختبار الصلادة المطابقة لمعيار ASTM-D2240 وعينات التوصيل الحراري التي تم قياس التوصيلية الحرارية فيها بطريقة ـ قرص لي Lees Disk.

تم غسل القوالب (المصنوعة من مادة التفلون) وتجفيفها ثم تشحيمها في جميع خطوات الصب لمنع المصبوبات من الالتصاق بالقالب.اما خصائص المادة الاساس البوليمرية ، والتي تنتج في الراتنجات الصناعية السعودية المحدودة حيث يكون البولي استر اصفر اللون ذو رائحة نفاذة كثافته $1.3g/cm^3$ والمصلد من الشركة نفسها ونسبة ٪2.

تمت عملية صب العينات بطريقه الكسور الوزنية اعتمادا على النسب الموضحة وكما ياتي:

1- نسبة الصب الأولى 0٪ fiber و 100٪ polyester resin.

2- نسبة الصب الثانية 2٪ fiber و 98٪. polyester resin

3- نسبة الصب الثالثة 3٪ و fiber 97٪ polyester resin.

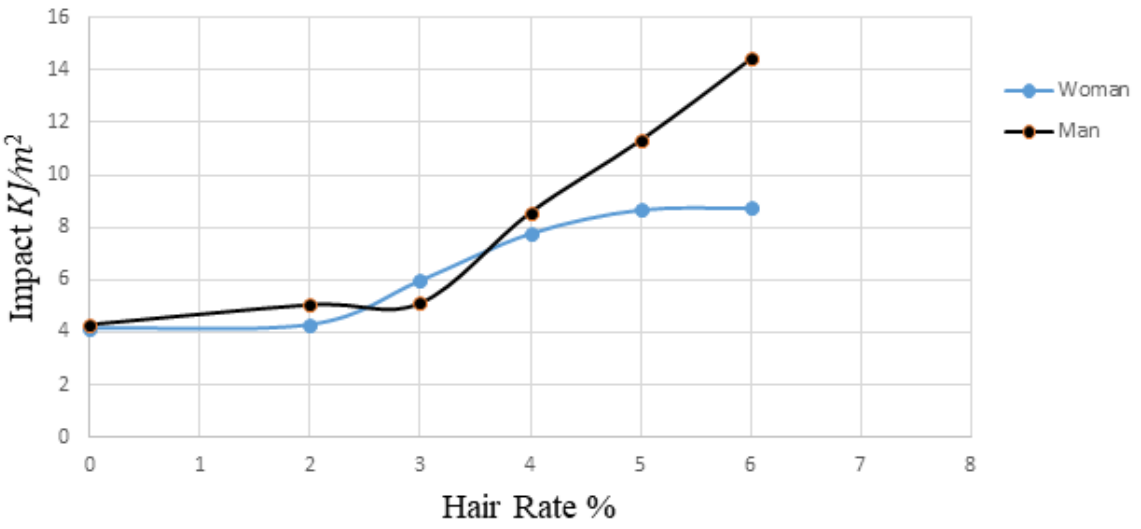
4- نسبة الصب الرابعة 4٪ fiber و 96٪ polyester resin.

5- نسبة الصب الخامسة 5٪ fiber و 95٪. polyester resin.

6- نسبة الصب السادسة 6٪ fiber و 94٪ polyester resin.

## النتائج والمناقشة
## Result and Discussion

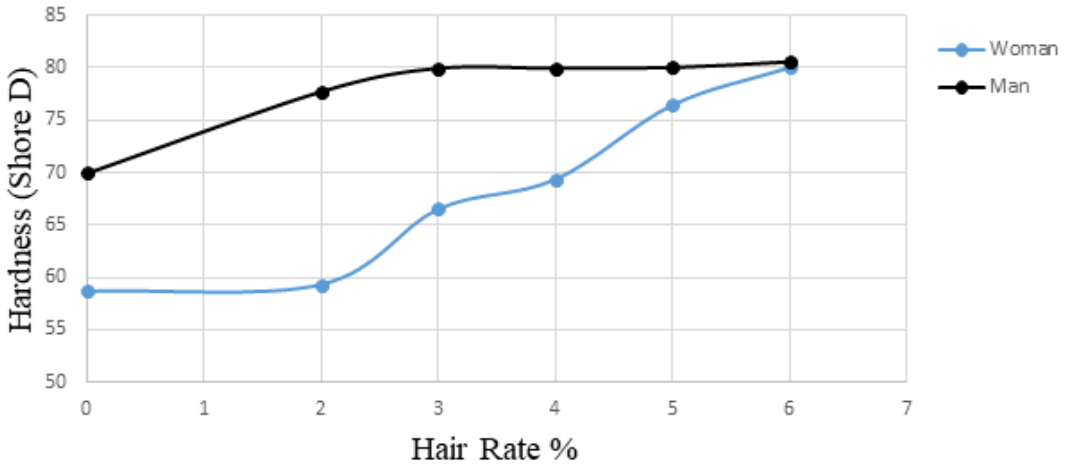
يوضح الشكل (1) منحني مقاومة الصدمة للعينات المحضرة المقابلةلنسب الشعر حيث أنّ مقاومة الصدمة ازدادت بصورة ملحوظة عن قيمها للعينات البوليمرة غير المدعمة بالالياف، وبنسب متفاوتة اعتمادا على نوع ونسبة الليف (الشعر) المستعمل ، إذ إن الفشل الناتج من اختبار الصدمة في حالة العينات غير المدعمة بالالياف يحدث من خلال نمو الشقوق والتصدعات نتيجة لتأثير الاجهادات الخارجية المؤثرة بصورة سريعة ومفاجئة (خلال زمن قصير جدا)، أمّا في حالة تدعيم وتقوية العينات بالالياف فأن الياف الشعرهذه سوف تتلقّى وتتحمّل معظم الاجهاد الخارجي المسلط على العينة وتقوم بتشتيته على مساحة أكبر وفي الابعاد الثلاثة جميعها وبدون استثناء. ومن ملاحظة النتائج الموضحة في الشكل المذكور نلاحظ أن أفضل نتيجة كانت للعينة المدعمة بشعر الرجال عند نسبة تدعيم 6٪ حيث كانت قيمة مقاومة الصدمة تساوي $14.42 KJ/m^2$ بينما كانت اعلى قيمة للعينات المدعمة بشعر النساء ولنفس نسبة التدعيم تساوي $8.73 KJ/m^2$ .




الشكل (١) منحني قيم مقاومة الصدمة للعينات المحضرة المقابلة لنسب الشعر.

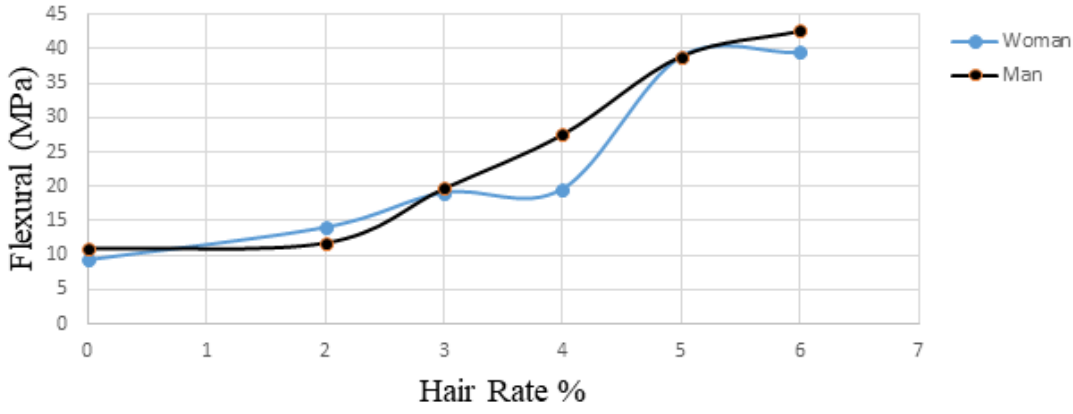
يوضح الشكل (2) منحني الصلادة للعينات المحضرة المقابلة لنسب الشعر، لقيم ونتائج اختبار الصلادة (Shore D) لمادة البوليمر الاساس قبل وبعد التقوية بالالياف (شعر الرجال والنساء) وقد تم اعتماد النسب لخمس قيم من نسب التدعيم المذكورة في أعلاه. يوضح الشكل بأن قيم الصلادة لمادة البولي أستر غير المشبع قد ازدادت بإضافة ألياف الشعر ولكلا النوعين ولكن بنسب متفاوتة استمرت قيم الصلادة بالزيادة مع زيادة نسب التدعيم، حيث يمكن اعتبارها مقياساً للتشوه المرن الذي يمكن أن تعانيه العينات المحضرة تحت تأثير الاجهادات الخارجية وبذلك فان التدعيم بالالياف قد رفع من كفاءة صلادة العينات المحضرة نتيجة لزيادة الربط بين جزيئات مادة البولي استرو بالتالي ادت الى زيادة مقاومتها للتشوه المرن. ومن خلال

النتائج المبينة في الشكل (2) نجد ان أعلى قيمة للصلادة كانت للعينة المدعمة بشعر الرجال عند نسبة تدعيم 6٪ حيث كانت قيمة الصلادة تساوي 80.575 بينما بينما كانت اعلى قيمة للعينات المدعمة بشعر النساء ولنفس نسبة التدعيم تساوي 80.025.



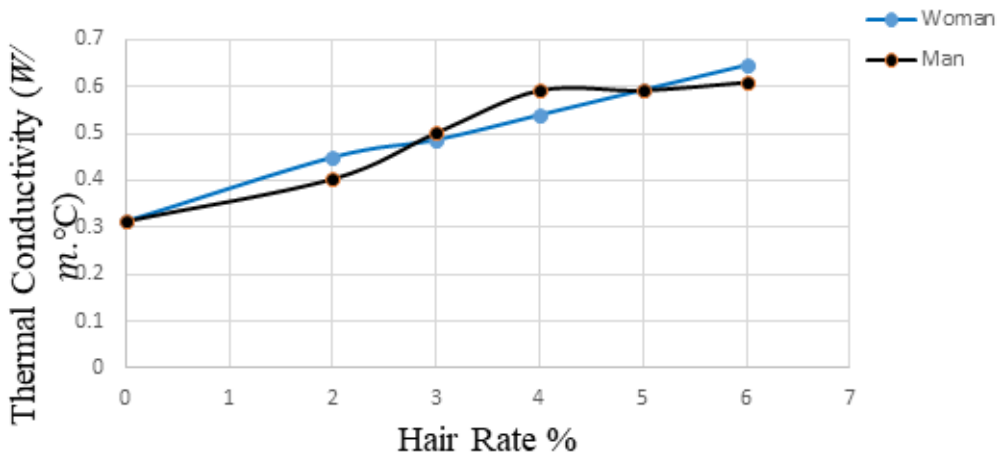

الشكل (2) منحني قيم الصلادة للعينات المحضرة المقابلة لنسب الشعر.

يوضح الشكل (3) منحني قيم مقاومة الانحناء للعينات المحضرة المقابلة لنسب الشعر، لقد تم اجراء اختبار الانحناء للبولي أستر غير المشبع قبل وبعد التدعيم بالالياف (شعر الرجال والنساء) وقد تم اعتماد االنسب حيث نلاحظ ان العينات المدعمة بالالياف قد زادت من مقاومة الانحناء وذلك بسبب ربط جزيئات البوليمر بعضها مع بعض وزيادة المرونة للعينات. من خلال النتائج المبينة في الشكل (3) نجد ان أعلى قيمة لمقاومة الانحناء كانت للعينة المدعمة بشعر الرجال عند نسبة تدعيم 6٪ حيث كانت قيمة الصلادة تساوي 42.58 MPa بينما بينما كانت اعلى قيمة للعينات المدعمة بشعر النساء ولنفس نسبة التدعيم تساوي 39.45MPa.




الشكل (3) منحني قيم مقاومة الانحناء للعينات المحضرة المقابلة لنسب الشعر.

ويوضح الشكل (4) نتائج حساب التوصيلية الحرارية للعينات المحضرة باستعمال طريقة قرص لي. تأثير التدعيم بالياف شعر الرجال والنساءعلى قيم التوصيلية الحرارية، إنّ التوصيلية الحرارية للمادة البوليمرية الاساس قد ازدادت بعد التدعيم او التقوية بالالياف حيث تزداد بزيادة نسب او معدلات التدعيم. فعلى الرغم من أنّ ألياف الشعر تُعدُ من المواد العازلة وغير الموصلة للحرارة إلا أنها تحتوي بعض المعادن أي ان مواد التدعيم تمتلك توصيلية حرارية اعلى من التوصيلة الحرارية لمادة الأساس (البوليمر) والتي تزيد من قيم التوصيلية الحرارية لعينات المتراكبات المحضرة حيث وصلت اعلى قيمة للتوصيلية الحرارية للعينات المدعمة بشعر النساء الى 0.64573W/$m$ °C عند نسبة تدعيم 6٪ بينما كانت قيمتها في العينات المدعمة بشعر الرجال 6٪




الشكل (4) منحني قيم التوصيلية الحرارية للعينات المحضرة المقابلة لنسب الشعر.

## الاستنتاجات

إنّ استعمال ألياف الشعر للرجال والنساء كمواد للمركبات البوليمرية (البوليستر) له فوائد عديدة في الفائدة الأولى هي تحسين الخصائص الميكانيكية للمتراكب البوليمري باستعمال الألياف الطبيعية (Natural Fibers)، حيث أن نتائج اختبارات مقاومة الصدمة والصلادة والانحناء والتوصيلية الحرارية للعينات أثبتت تحسن الخصائص الميكانيكية للعينات المحضرة من المتراكب البوليمري. أثبتت ألياف شعر الرجال ذات كفاءة اكبر في تحسين الخصائص الميكانيكية أما شعر النساء فقد أثبت كفاءة اكبر من شعر الرجال في تحسين التوصيلية الحرارية والفائده الثانية هو الحد من التلوث البيئي عن طريق تقليل استعمال الألياف بدل المواد الكيميائية. مما يجعل التدعيم بهذه الالياف مفيد في التطبيقات العملية.

## المصادر References

[1] K. Eshwara Prasad, P. Divakara Rao, and C. Udaya Kiran, "Experimental studies on behavior of keratin based human hair fiber - A new reinforcing material for composites," International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, No. 4.5 Special Issue 5. pp. 459–463,( 2018)

[2] Ali O. Radam, Adil I. Khadim, and Zainab S. Abdul-Ridha. , "Studying of Mechanical and Physical Properties of Polyester Composite Reinforced by Cows and Buffalo Horns," NeuroQuantology,. 20, No. 1, pp. 17–27, (2022).

[3] D. R. C. P. Ajai Aravind Nair, S. Prakash, "Synthesis and Characterization of Hybrid Polymer Composites," International Journal Of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS). 4, No. 3, pp. 126–131,( 2017).

[4] E. G. Laura, and Fernández-Peña , "Review Physicochemical Aspects of the Performance of Hair-Conditioning Formulations,". 7, No. 26, pp. 1–21, (2020).

[5] H. R. Kttafah and A. I. Khadim, "The effect of dates palm trunk particles as improvement reinforcement material of polymeric composites and sustainable environmental material," AIP Conference Proceedings, No. 2123,( 2019)

[6] R. M. S. and A. S. J. Al-Zubaydi, "Study of the insulation and mechanical properties of hair-reinforced epoxy," Progress in Rubber Plastics and Recycling Technology,. 37, No. 4, pp. 247–263,( 2021).

[7] M. V. R. Velasco, T. C. de S. Dias, A. Z. de Freitas, C. A. S. de O. Júnior2, Nilson Dias VieiraPInto, A. R. Kaneko, Telma MaryBaby, and , "Hair fiber characteristics and methods to evaluate hair physical and mechanical properties," Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences,. 45, No. 1, pp. 153–162, (2009).

[8] B. P. Nanda and A. Satapathy, "Processing and thermal characteristics of human hair fiber-reinforced polymer composites," Polymers and Polymer Composites, vol. 28, No. 4. pp. 252–264, (2020),

[9] K. E. P. P. Divakara Rao, C. Udaya Kiran1, "Effect of Fiber Loading and Void Content on Tensile Properties of Keratin Based Randomly Oriented Human Hair Fiber Composites," International Journal of Composite Materials, vol. 7, No. 5, pp. 136–43, 2017.

[10] Prashant Srivastava and Shishir Sinha, "Effect of surface treatment on hair fiber as reinforcement of HDPE composites: Mechanical properties and water absorption kinetics," Korean J. Chem. Eng., 35(3), 1-10 (2018)

[11] Adil I. Khadim, Dhefaf H.Badrrib, and Zainab S. Abdul-Ridha, "The Effect Of Phoenix Dactylifera L. Pinnae Reinforcement On The Mechanical And Thermal Properties Of Polymer Composite," journal of the college of basic education. 104, No. 25, pp. 339–349, (2019).

[12] A. J. Mrinal Kanti Manik, Radheshyam H. Gajghat, "Mechanical Properties of Epoxy Resin Matrix Composites Reinforced with Jute Fiber, Coconut Coir and Human Hair," International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Vol. 9No. 1, pp. 1270–1275,( 2019.)