

ISSN 2519 - 9846

المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal

ISTJ 

المجلة الدولية للعلوم والتقنية
مجلة علمية محكمة تصدر عن
مركز العلوم والتقنية للبحوث والدراسات



العدد 16 يناير 2019
www.stc-rs.com.ly

هيئة التحرير

رئيس هيئة التحرير

د. أحمد الصغير جاب الله

أستاذ مشارك

في مجال الهندسة الميكانيكية وعلوم المواد
من جامعة بودابست التقنية - دولة المجر



أ. عبد الحميد الطاهر زنبيل

استاذ مساعد - تخطيط موارد بشرية .

المعهد التخطيط للدراسات العليا



أ.م. محمد المنير حدود

محاضر في مجال هندسة علوم

المواد جامعة بلغراد - صربيا



أ.م. محمد علي القانقا

محاضر في مجال الهندسة الالكترونية وتقنية
المعلومات من جامعة شفيلد هالم - بريطانيا -

2008



كلمة العدد

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على رسول الله محمد خاتم الانبياء والمرسلين... وبعد،
انه لمن دواعي سرورنا ان تكون المجلة الدولية للعلوم والتقنية رافدا من روافد النشر العلمي واحدى المجالات الكبرى التي تعمل على دعم وتنشيط البحث العلمي في مختلف المجالات وشتى التخصصات، حيث توفر للباحثين فرصة عظيمة لتقييم بحوثهم عن طريق التحكيم العلمي الذي تخضع له البحوث العلمية كشرط أساسي لإجازة نشرها، والتي من خلالها يمكن للباحثين من عرض نتائج بحوثهم أملاً في الوصول إلى من يتبنى هذه البحوث وتلك النتائج لتوظيفها في خدمة المجتمعات، فالدول المتقدمة هي التي تبني نهضتها على العلم والمعرفة.

و من منطلق أن المعرفة تكون أكثر فاعلية عندما يكون الوصول إليها سهلاً، دأبنا في هذه المجلة على نشر الابحاث العلمية المحكمة من خلال الموقع الالكتروني للمجلة (www.stc-rs.com.ly/istj)

يمكن للباحثين والمهتمين تحميلها بكل سهولة ويسر ومجاناً.. بالإضافة الى نشرها و توزيعها من خلال مجلة ورقية مطبوعة.

وبمناسبة صدور العدد السادس عشر من المجلة ننتهز الفرصة وندعو كل الزملاء الباحثين المتخصصين في مجال العلوم الهندسية والتطبيقية لنشر بحوثهم وإنتاجهم العلمي بالمجلة الدولية للعلوم والتقنية.

و أخيراً.. يسر هيئة التحرير بالمجلة أن تتمن عالياً جهود جميع الباحث و الأساتذة المهتمين الذين اختاروا صفحات هذه المجلة لنشر أبحاثهم و أوراقهم العلمية، كما أنها تتقدم بجزيل الشكر و العرفان لكل من ساهم في تحرير و مراجعة البحوث المقدمة للمجلة وتقديم هذا الصرح العلمي للوجود

سائلين الله تعالى التوفيق و السداد

هيئة التحرير

جدول المحتويات

كلمة العدد.....	3
التوظيف الأمثل لتقنية المعلومات في التعليم العالي في ليبيا تحديات وحلول.....	6
الكشف العضوي لبعض المركبات الكيميائية لمستخلصات الملفوف الاخضر والبنفسجي.....	37
تأثير المعالجة الحرارية على بعض الخواص الميكانيكية لمسبوكات الالومنيوم المنتجة بواسطة السباكة بالغللاف الخارجي.....	52
تأثير عنصر النحاس في انتاج حامض الستريك.....	65
واقع التعليم التقني والفجوة بينه وبين التعليم الأكاديمي.....	82
دراسة للأنظمة الثنائية في فيزياء المواد المعنية بتسلسل تشكيل المرحلة الأولى في الأغشية الرقيقة باستخدام النموذج الفعال لحرارة التكوين EHF.....	103
تكسية الصلب منخفض الكربون باستخدام اسلاك اللحام المغلفة للصلب السبائكي E309L بتقنية اللحام بالقوس الكهربائي (SMAW).....	121
التكوين المعماري وإنـتاج المعنى الدلالي الرمزي.....	133
حالة دراسية : نماذج معمارية في عهد الاستعمار الايطالي – طرابلس.....	133
دراسة تأثير نسبة الإضافات الأمانة لمواسير البلاستيك المصنوعة من مادة عديد كلوريد الفينيل الصلب (PVC).....	153

Chairman of the Editorial Board.....	186
Image Processing Using Threshold Methods	188
Analysis of an Orifice Surge Tank for Controlling Water Hammer Problem at Hydropower Plants.....	212
Investigation of the Effect of Nozzle diameter on AZ31 Powder Production by Gas Atomization Method.....	227
SURFACE AND ADHESION PROPERTIES OF METHACRYLIC/URETHANE GRAFT COPOLYMERS.....	247
Development of Centralized PID Control by decoupling of a Boiler Turbine unit	263
Effect of Deep Cryogenic Treatment on Wear Resistance and Hardness of Die Tool Steels	283
Gas Turbine NOx Emissions and Control: Review.....	295
TQM and TPM Using The Application of Computer Simulation for Evaluating Cement Production in Libya.....	315
Investigation of Gas Pressure Effect on Powder Characterization of Al-12Si Alloy Produced by Gas Atomization Method.....	325

التوظيف الأمثل لتقنية المعلومات في التعليم العالي في ليبيا تحديات وحلول

The optimal employment of information technology in higher Education in Libya Challenges and solutions

¹انتصار منصور الأحول^a ²ناهد فتحي فرح^b ³زهرة عبدالله الأشعل^c ⁴نزيبه علي صكح^d

^{1,4} كلية التربية باب بن غشير جامعة طرابلس ^{2,3} كلية تقنية المعلومات جامعة طرابلس

^aent20022003@yahoo.com ^bN.Farah@uot.edu.ly ^cZ.Elashaal@uot.edu.ly ^dnaziha29sakkah@gmail.com

الخلاصة:

الهدف من هذه الدراسة معرفة أهم التقنيات الحديثة المستخدمة في العملية التعليمية والتي لها الأثر الكبير في تطوير العملية التعليمية ومدى استخدامها، والاطلاع على أهم المقومات والدوافع التي تؤيد فكرة توظيف تقنيات المعلومات في التعليم والتعلم الإلكتروني، وأيضاً التعرف على أكبر التحديات التي تعرقل التوظيف الأمثل لتقنيات المعلومات، ومعرفة الأسباب وراء ذلك والبحث عن الحلول لها. نظم إدارة التعلم كنظام البلاك بورد Black Board على سبيل المثال من شأنه حل جُل مشاكل الجامعة الإدارية والتعليمية والعلمية، خصوصاً مع الزيادة الملحوظة في أعداد الطلبة الراغبين في الانخراط في التعليم الجامعي. حيث تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي المتمثل في الاستبانة كأداة للدراسة، باعتبارها أداة لجمع البيانات، حيث تضمنت (60) فقرة، والتي طبقت على (70) من أعضاء هيئة تدريس وطلبة لكليتي التربية قصر بن غشير وتقنية المعلومات بجامعة طرابلس الليبية، كعينة للدراسة، والتي تم اختيارها عشوائياً. وتم تحليل البيانات باستخدام التكرارات والنسب المئوية، وأظهرت النتائج النهائية للدراسة أن توظيف تقنية المعلومات في أغراض التدريس في التعليم العالي في ليبيا مازال في مرحلته الأولى، ولازال

يواجه جملة من التحديات تتمثل في ضعف البنية التحتية، وما ينتج عنها من ضعف خدمات الجامعة وخدمات الإنترنت، وعدم توفر معامل الحاسوب في بعض الكليات، بالإضافة لقلّة الخبرات والكوادر المؤهلة تقنياً، وغياب دور مراكز الدعم الفني، بالإضافة الى قلة الثقافة وعدم الدراية بنظم إدارة التعليم الحديثة كنظام البلاك بورد... الخ. إن عملية التوظيف الأمثل لتقنية المعلومات في العملية التعليمية بالجامعات يجب أن تسبقها خطوات جادة من أعضاء هيئة التدريس والجهات التنفيذية للجامعات، لاتخاذ قرارات تدعم هذا التوظيف بطريقة حديثة تواكب متطلبات العصر.

Abstract:

The purpose of this study is to identify the most important modern techniques used in the educational process which have a great impact on the development of the educational process and the extent of its use, and to learn about the most important elements and motives that support the idea of employing information technology in education and e-learning and also identify the biggest challenges that hamper the optimal employment of information technology, Find out the reasons behind it and look for solutions. Learning management systems such as the BlackBoard system, for example, will solve most of the University's administrative, educational and scientific problems, especially with the significant increase in the number of students wishing to enroll in university education. (60) Paragraphs, which were applied to (70) faculty members and students of the faculties of education Qasr Ben Ghashir and the Information Technology University of Tripoli Libya, as a sample of the study, which Randomly selected. The results of the study showed that the employment of information technology for the purposes of teaching in higher education in Libya is still in its early

stages, and still faces a number of challenges such as weak infrastructure and the resulting weakness of university services and Internet services. The lack of computer labs in some colleges, in addition to the lack of expertise and qualified technical staff, the absence of the role of technical support centers, in addition to the lack of culture and lack of familiarity with modern education management systems such as Blackboard system, The process of optimal employment of information technology in the educational process in universities must be preceded by serious steps of faculty members and executive system of universities, to take decisions that support this employment in a modern way to meet the requirements of the times.

الكلمات المفتاحية Keywords: تكنولوجيا المعلومات information technology، التعليم الإلكتروني E-learning، البلاك بورد Black Board.

المقدمة Introduction: الجامعة هي معقل الفكر الإنساني في أرقى صورته، وبيت الخبرة لمختلف صنوف العلوم والأدب، فيها تطبق النظريات وتجري البحوث والدراسات وصولاً لأرقى صور المعرفة. إن التحدي الأكبر للمجتمعات هو حتمية ربط ثلاثي العلم والتكنولوجيا والتنمية، لتصبح قادرة على التكيف مع تكنولوجيا العصر بعيداً عن خطر التخلف والتهميش. ومن هذا المنطلق أصبح لزاماً مواجهة التحديات التي تحول دون استخدام تكنولوجيا المعلومات في جميع مجالات الحياة عامة، وفي التعليم خاصة.

مشكلة الدراسة Problem of the study: انطلقاً من مبدأ التعليم الذاتي ومبدأ التعليم مدى الحياة، وفي ظل ثورة المعلومات التي جعلت العالم كقرية صغيرة، وتكيفاً مع الوثيرة السريعة لتطور واقتناء تقنية المعلومات في جميع نواحي الحياة عامةً، وفي العملية التعليمية خاصةً. من هنا جاءت فكرة هذه الدراسة للوقوف على الوضع الحالي لمؤسسات

التعليم العالي في ليبيا واختيار السبل المثلى للتوظيف الأمثل لتقنية المعلومات في العملية التعليمية والمؤسسة التعليمية على حد سواء، وتوضيح أهمية هذه العملية والتي يعتبر فيها نظام البلاك بورد هو أحد أفضل أساليب تحقيق التعليم الإلكتروني، فدمج تقنية المعلومات بالعملية التعليمية يتأتى بالتعريف بها، وإبراز المنافع المتأتية من استخدامها، مع التعرض بنوع من التفصيل لبعض التحديات والعقبات التي قد تواجه عملية توظيفها، وكذلك إبراز مظاهر التأخر عن مواكبة تقنية المعلومات والتي تسهم وبدور كبير في جودة التعليم، ورفع كفاءة أعضاء هيئة التدريس، وأداء الطلبة، بالإضافة إلى ترتيب الشئون العلمية والإدارية للمؤسسات التعليمية، كما أنها ستؤدي إلى تقليص الفجوة بين مؤسسات التعليم العالي في ليبيا ونظيراتها في الدول العربية.

أهمية الدراسة **The importance of studying**:

تهدف هذه الورقة لدراسة مدى مواكبة واهتمام أعضاء هيئة التدريس والطلبة بالتقنيات الحديثة المستخدمة في التعليم، والتي حسب تجارب سابقة لدول أخرى لعبت دوراً كبيراً في الرفع من مستوى مخرجات التعليم حيث حسنت أداء الطلبة العلمي والأكاديمي، ورفعت من كفاءة أعضاء هيئة التدريس. وأيضاً الاطلاع على مدى قابلية التكيف مع هذه التقنية والدوافع وراء استخدامها، وتحديد الصعوبات التي تواجهها في جامعة طرابلس، وتشمل الدراسة جانبين هما:

الجانب النظري: قد تفتح هذه الدراسة آفاق لدراسات أخرى، تتناول جوانب أخرى من هذا الموضوع.

الجانب العملي: قد تساهم نتائج هذه الدراسة في تحديد الاستراتيجيات والخطط اللازمة للتوظيف الأمثل للتكنولوجيا ودمجها في التعليم، وتفعيل التعليم الإلكتروني وفق أسس علمية معتمدة على بيانات واقعية. وأيضاً قد يعمل هذا البحث في تسليط الضوء على

التحديات والمعوقات التي تعرقل التوظيف الأمثل لتقنية المعلومات ومحاولة تلافيتها وإيجاد الحلول لها.

أهداف الدراسة Research Aims: تتلخص أهداف الدراسة في التعرض لمفهوم ومكونات التعليم الإلكتروني ومعرفة إيجابياته وسلبياته، تم التعرف على نظام البلاك بورد Black Board ومدى معرفة أعضاء هيئة التدريس والطلبة بجامعة طرابلس بهذا النظام، والتعرف على مدى استجابة أفراد عينة الدراسة من أعضاء هيئة التدريس والطلبة. تتناول هذه الدراسة الإجابة على الأسئلة التالية:-

1. ماهي أكثر التقنيات أهمية، والتي يجب استخدامها في العملية التعليمية بالجامعات الليبية؟
2. ما هو التعليم الإلكتروني؟ ماهو البلاك بورد Black Board هل لدى أعضاء هيئة التدريس والطلبة دراية به؟
3. ما مدى قابلية أعضاء هيئة التدريس والطلبة للتكيف مع هذا النوع من الانظمة؟
4. ما أهم المقومات والدوافع التي تؤيد فكرة توظيف مثل هذه التقنيات في جامعة طرابلس؟
5. ماهي أكبر التحديات التي قد تواجه توظيف مثل هذه التقنيات في جامعة طرابلس؟

حدود الدراسة The limits of study: تتلخص في التالي:

1. الحدود المكانية: وتتمثل في كليتي التربية وتقنية المعلومات في جامعة طرابلس.
2. الحدود الزمانية: تم هذا البحث خلال الفصل الدراسي الربيع 2018.

3. الحدود الموضوعية: تتضمن دراسة واقع التوظيف الأمثل لتقنية المعلومات في العملية التعليمية ومدى خبرة أعضاء هيئة التدريس والطلبة بأنظمة التعليم الإلكتروني بلاك بورد.

4. الحدود البشرية: تضم نخبة من أعضاء هيئة التدريس وطلبة في مختلف التخصصات في كليتي التربية وتقنية المعلومات جامعة طرابلس.

الإطار النظري لأبعاد التوظيف الأمثل لتقنية المعلومات.

من خلال التعايش مع الحياة المدنية، ومواكبة ثورة المعلومات والاتصالات والتقنية، والتي تسلت إلى الحياة اليومية بشكل تلقائي، وأحياناً بشكل إجباري نتيجة للحاجة الملحة لأهميتها في الحياة اليومية. والتي حملت في ثناياها الامتيازات، والتسهيلات، كما وفرت الكثير من الجهد والوقت وأحياناً التكلفة، أصبح لزاماً علينا الاندماج معها؛ حيث تلاشت معوقات العمر والجنس والمؤهل والخبرة، فعلى سبيل المثال اقتناء النقال والأجهزة الذكية أصبح من ملامح الحياة المدنية لكل فرد في المجتمع. فهي تسهل عملية التواصل والاتصال بالآخرين بغض النظر عن حدود الزمان والمكان. وما التعليم إلا جانب من جوانب الحياة الذي تغلغت فيه التقنية، وأصبحت جزء لا يتجزأ من العملية التعليمية. وبالنظر لحجم التطور الهائل الذي أحدثته التقنية في العلوم والمعارف، يستلزم البحث عن صياغة جديدة لعمليات التعليم والتعلم حتى تساهم في مواكبة المؤسسات التعليمية للتطوير التكنولوجي بشكل متوازي.

ونظم إدارة التعلم تعتبر من ابرز مكونات التعليم الإلكتروني فهي منظومة شاملة مسؤولة على إدارة العملية التعليمية إلكترونياً بواسطة الإنترنت، يتم من خلالها القبول والتسجيل، وتنزيل المواد، وإدارة المقررات، والواجبات، وإدارة الاختبارات، واستخراج الشهادات النهائية،

وإمكانية الوصول إلى المكتبة الإلكترونية، بالإضافة إلى وجود قاعدة بيانات تضم الأبحاث والأوراق البحثية العلمية والعالمية.

ويعتبر نظام البلاك بورد أحد أنظمة إدارة التعلم التجارية ويتميز بقوة الأداء باعتباره قدم فرصاً تعليمية متنوعة متخطياً جميع القيود التي تواجه جميع عناصر المؤسسات التعليمية، كما ساهم في نشر التعليم بكفاءة عبر الإنترنت في كثير من المؤسسات التعليمية (عوض وشحات، 2008).

التعليم الإلكتروني ومميزاته: وما التعليم الإلكتروني إلا أحد الصيغ التي حظيت باهتمام كبير من قبل النظم التعليمية؛ بسبب الحاجة الملحة إلى نواتج هذا التعلم لرفد سوق العمل بالقوى العاملة المؤهلة تربوياً. فالتعليم الإلكتروني يمثل ثروة أُدخلت إلى الحياة وأحدثت تحولات على مختلف الأصعدة (الشريف، 2004). فنتيجة لتسارع وثيرة التطور، ارتأت المؤسسات التعليمية من إطلاق برامجها التعليمية عبر الإنترنت، والتعليم الإلكتروني هو إشارة إلى أن العملية التعليمية تتم عن طريق وسائط إلكترونية بمعزل عن ظرفي الزمان والمكان (عثمان، عوض، 2008).

وعرفت (هيلارى، 1988) "التعليم عن بعد بأنه عملية تربوية يتحرك فيها الشخص عبر المسافات أو الأزمنة للاتصال بالمتعلم وتقديم كم مناسب من التعلم له". في حين عرفه (جامل وأخرون، 2006، 19) على أنه "طريقة للتعليم باستخدام آليات الاتصال الحديثة كالحاسب، والشبكة، والوسائط المتعددة وبوابات الإنترنت من أجل إيصال المعلومات للمتعلمين بأسرع وقت، وأقل كلفة، وبصورة تمكن من إدارة العملية التعليمية وضبطها وقياس وتقويم أداء المتعلمين في مؤسسات التعليم العالي".

يتميز التعليم الإلكتروني بالمرونة في تعديل وتطوير وتحديث المحتوى التدريسي، والإتاحة فهو متاح للإثراء بالإضافة من قبل المشاركين في العملية التعليمية، متخطياً حدود الزمان

والمكان، وقابليته على تبادل ونقل الأفكار وتصنيفها، علاوة على ذلك ينمي استراتيجيات الاستنتاج والاستقراء والاستدلال لدى المتعلم أثناء تفاعله في الأنشطة التعليمية، ويسعى إلى اكتساب المعلمين والطلبة مهارات توظيف تقنية المعلومات وتعزيز عملية التواصل بين مكونات العملية التعليمية (الجروان، والحرمان، 2000).

نظريات التعليم الإلكتروني Theory of E-learning: من أشهر النظريات التي طبقت معها تكنولوجيا التعليم النظرية السلوكية (Behaviorism) لكلاً من: واتسون وأخرون التي ركزت على أن التعلم يحصل بملاحظة التغيرات في سلوك المتعلم عن طريق الاستجابة للمؤثرات من خلال المعززات والمحفزات في بيئة مقصودة لحدوث التعلم، والاستجابات تأتي بعد الحصول على التغذية الراجعة على شكل معززات وتكرارها، فالتعلم فيها مرتبط بالتغير في سلوك المتعلم. أما النظرية المعرفية (Cognitivism) جاءت لتؤكد على اكتساب معرفة هادفة بمساعدة المتعلمين على استخدام العمليات العقلية في تنظيم وربط المعلومات الجديدة، أما البنائية (Constructivism) لبياجيه وبايرت أكدت على أن المتعلم هو العنصر الفعال، فالمتعلمون هم من يبنون معارفهم بأنفسهم من خلال تجاربهم وخبراتهم، فالتعلم فيها قائم على فهم المعلومات التي يتلقاها المتعلم. لقد طبقت تكنولوجيا التعليم وأدواتها في تعزيز التعلم بالمدارس الثلاثة: السلوكية والمعرفية والبنائية، فنظريات التعلم تعكس الأساليب التي تبنى عليها طريقة استخدام تكنولوجيا التعليم. اتبعت تكنولوجيا التعليم في البداية أساليب تخضع للنظرية السلوكية فاستخدمت الحواسيب التقليدية كالبامج التدريبية والتعليمية والتي توفر التغذية الراجعة للمستخدم. أما النظرية المعرفية طبقت في تطوير الحواسيب والبرمجيات في بنية صارمة للمدخلات والمخرجات. أما النظرية البنائية استُخدمت فيها الوسائط المتعددة، فساعدت المعلم والمتعلم في خلق دروس إبداعية بالصور والفيديو والخرائط وغيرها من وسائل التعليم التكنولوجي، فالنظرية

البنائية في السابق كانت الأفضل لزيادة فرص إنشاء بيئة تعلم قائمة على الكمبيوتر. فالنظرية الترابطية (Connectivism) التي قدمها (جورج، ستيفن، 2005) من النظريات الحديثة التي تفيد أن الترابطية تقوم على شبكة المعلومات التي تتألف من اثنين أو أكثر من العقد، فهي مجتمعات تتكون من أفراد يرغبون في مبادلة الأفكار حول موضوع مشترك للتعلم. فالمتعلمون يشاركون في خلق المعرفة عن طريق المساهمات في Wikies والمدونات Blogs ومواقع التواصل الاجتماعية Social Media Sites وغيرها. فالمعلومات في تغير دائم، حيث تتدفق المعرفة باستمرار وتتجدد، والمتعلم فهمه يتغير باستمرار بتغير المعرفة المستمر، فمفهوم الترابطية تعتمد على توافر الشبكات والعقد التي يستطيع المتعلم التفاعل معها. حيث صور ستيفن النظرية الترابطية على أنها المعرفة الموزعة عبر شبكة من الاتصالات والتي تظهر من خلالها قدرة المتعلم على بناء واجتياز تلك الشبكات، فالنظرية الترابطية تصلح أن تكون أفضل نظرية تعلم تطبق في البيئة الإلكترونية لأنها أولاً: تتميز في تعزيز كيف يتعلم المتعلم بالمعرفة والإدراك المكتسب من خلال إضافات الشبكات الشخصية، التي بها يستطيع المتعلم اكتساب وجهات نظر من آراء متفاوتة ليتعلم كيفية اتخاذ القرارات الحاسمة. ثانياً: الكمية الهائلة من البيانات المتوفرة لا يمكن للمتعلم تجربة كل الأشياء لأخذ الخبرة منها، فمن خلال تطبيق النظرية الترابطية يمكن للمتعلم التعلم من خلال مشاركة المتعلمين والتعاون معهم في بيئة التعلم الإلكتروني. ثالثاً: تفسير التعلم عن طريق نظريات التعلم التقليدية وتطبيقها في عصر التكنولوجيا الرقمية محدود للغاية. ولقد أوصى نخبة من الباحثين أن تحل النظرية الترابطية الجديدة محل النظرية السلوكية المعرفية والبنائية في عصر التطور الرقمي (أبو خطوة، 2010).

مكونات التعليم الإلكتروني: يتكون نظام التعليم الإلكتروني من أربعة عناصر رئيسة هي :

المحتوى العلمي للمادة: وهو المادة العلمية التي يتم عرضها عبر وسيط إلكتروني. فالمحتوى الإلكتروني هو مجموعة من الدروس العلمية المصممة والمرتببة والمنظمة بشكل يتماشى مع بيئة الحاسوب والإنترنت وخصائص المتلقي وأهداف التعلم. ويتسم المحتوى العلمي بالنظام الإلكتروني بدمج الوسائل المتعددة التي تخاطب الحواس عند المتعلم، كالمحاكاة (Simulation) ، والعروض المباشرة والعروض الإلكترونية للدروس مدعومة بالأنشطة التي تنتقل بالمنهج من أسلوب العرض التقليدي التقليدي إلى أسلوب أكثر تفاعلاً وواقعية. التطوير والمتابعة: ويهتم بقياس وتقييم أداء عمليات التعليم الإلكتروني ونتائجه. وتستخدم نتائج القياس لتحديد مكونات النظام التي تحتاج تطويراً لعدم تحقيقها الأداء ويتم تحليل هذه المكونات واقتراح مهام لتحسينها. الخدمات التعليمية: وتشمل الخدمات المساندة للخدمة التعليمية مثل الأنشطة الإضافية والبحث عن مصادر جديدة للمحتوى العلمي وروابط لمصادر إضافية. نظام إدارة التعلم: (LMS) (Learning Management System): وهو نظام متكامل لإدارة العملية التعليمية كلياً أو جزئياً عبر الإنترنت، ويشمل إدارة المقررات، أدوات الاتصال المتزامن وغير المتزامن، إدارة الاختبارات، إدارة الواجبات، التسجيل في المقررات، ومتابعة تعلم الطالب. وهناك العديد من النظم بعضها مجاني أو مفتوحة المصدر مثل (A-Tutor، Moodle) وبعضها تجاري (e-College، Black Board، e-university). ومفهوم نظام إدارة التعلم (LMS) هو اختصار لعبارة (learning Management System). حيث تم تعريفها من قبل (عثمان، عوض، 2008) واسماعيل (2009) بأنها:

أنظمة صممت للمساعدة في إدارة ومتابعة وتقديم الأنشطة التعليمية والتعلم المستمر، فهو من الحلول الاستراتيجية للتخطيط والتعلم وإدارة التعلم بجميع أنواعه في المؤسسة التعليمية ويشمل الاتصال المباشر والمقررات الموجهة من قبل هيئة التدريس والفصول الدراسية، حيث ساهمت نظم إدارة التعلم في جعل الأنشطة التعليمية المنفصلة تعمل وفق نظام مترابط يساهم في رفع مستوى التعليم، ومن جهة أخرى فإن نظام إدارة التعلم (LMS) تهتم كثيراً على المحتوى التعليمي من حيث تداول مكوناته وإعادة استخدامه حسب معايير سكورم.

في حين عرفها (خليفة، 2009) بأنها: الأنظمة التي تعمل مساندة ومعززة للعملية التعليمية بحيث يكلف الأستاذ بوضع المادة العلمية اختبارات وواجبات ومصادر في موقع النظام الذي يتضمن غرفاً للنقاش وحافطة لأعمال الطلبة، بالإضافة إلى خدمات إلكترونية أخرى داعمة للمادة الدراسية، أي أنها برامج تساعد في تخزين وإدارة محتوى المقررات الدراسية إلكترونياً، بالإضافة إلى أنها تسهل في إدارة التعلم، وبالتالي يمكن اعتبارها مجموعة من الأدوات والمعلومات (المحتوى التعليمي وبيانات الطلبة) التي توظف لخدمة سياق منهج دراسي محدد.

أهم الخدمات التي تقدمها نظم إدارة التعلم: أنظمة إدارة التعلم تقدم عدة أدوات منها:

السبورة الذكية E-Board، الواجبات والمهام Tasks and assignment، المراجع References، التقييم والاختبارات Assessments، المذكرات Notes، المحتوى التعليمي Content... الخ.

البلاك بورد (Black Board): هو نظام تجاري من شركة بلاك بورد لإدارة التعلم يقدم الخدمات التعليمية المباشرة بواشنطن ويتميز بالقوة حيث قدم فرص تعليمية متنوعة

متخطي كل العوائق والحواجز التي تواجهه، حيث ساعد المؤسسات التعليمية في نشر التعليم عبر الإنترنت، ويمتاز بالمرونة وقابليته التوسع والتطوير (الشحات، عوض، 2008). صُمم لمساعدة المعلمين على توفير بيئة تعليمية إلكترونية، يستخدم على مستوى الفرد بشكل شخصي، ويقدم خدمة لعدد كبير من الطلبة. متوفر بلغات عدة منها اللغة العربية، يدعم عملية التفاعل في المحاضرات المقدمة عبر الإنترنت للأساتذة والطلاب، وتوفير المقررات الدراسية وأداء النشاطات والواجبات المكملة للتدريس الصفي، حيث يقدم قوالب جاهزة أكثر من مائة نوع مع توفير الدعم لملفات word، PDF للنشر الإلكتروني وهو فعال لحفظ واسترجاع درجات الطلبة، كما يقدم نماذج اختبارات.

الجزء الثالث: دراسات سابقة

استهدفت دراسة (رزان العمرو، 2012) واقع استخدام أعضاء هيئة التدريس والطلّابات بقسم تقنيات المعلومات لنظام البلاك بورد، حيث استخدمت المنهج الوصفي باعتباره المناسب لأهداف البحث، وخلصت الدراسة إلى أن البريد الإلكتروني والمنتديات هي الأكثر استخداماً لطلّبة، أما الأساتذة فكانت لأداء الواجبات هي الأكثر تفعيلاً، كما اتفقوا بدرجة كبيرة أن نظام البلاك بورد مفيد في التواصل بمرونة وفاعلية. أما عيوب النظام فكانت عدم المتابعة من قبل الأساتذة لموقع المقرر. واقترحت الباحثة استخدام نظام البلاك بورد لإدارة التعلم ضمن معايير تقييم الأساتذة في جامعة الملك سعود وأوصت بمواصلة الدراسة لواقع استخدام البلاك بورد في الجامعات الأخرى مع زيادة في حدود الدراسة وحجم العينة. أما دراسة (مراد، 2014) عمدت إلى التعرف على مدى استخدام وتوظيف التطبيقات والبرمجيات الأساسية لتقنية المعلومات في المواد التدريسية، والوقوف على أكثر المعوقات التي تعترض توظيفها. حيث استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي، أما نتائج الدراسة بينت أن أغلب أفراد العينة يستخدمون التطبيقات والبرمجيات المختلفة لتقنية

المعلومات بصورة كافية، إلا أن توظيفهم لها في أغراض التدريس كان متدنياً، وظهرت أكثر المعوقات هي عدم توفر البنية التحتية والتجهيزات الأساسية والافتقار للتدريب في كيفية توظيف تكنولوجيا المعلومات في التعليم. حيث أوصى الباحث بتوفير مستلزمات البيئة التعليمية لتنفيذ استراتيجيات التعليم الإلكتروني، وتدريب المعلمين والطلبة على استخدام الحاسوب والدعوة إلى دمج تكنولوجيا المعلومات كأداة أساسية في كل مراحل التعليم.

في حين كان هدف دراسة (الشهري، 2005) هو معرفة درجة استخدام الأساتذة لتقنيات المعلومات والاتصال في العملية التعليمية، ومعرفة دور التدريب المفعّل في هذا المجال، والاطلاع على نوع الصعوبات التي تعيق توظيفها في التعليم. استخدمت الاستبانة كمنهج وصفي تحليلي وزعت على 176 عضو هيئة تدريس، وخلصت أن المعدل العام لاستخدام تقنيات المعلومات والاتصال لأعضاء هيئة التدريس يعتبر منخفضاً نسبياً في العملية التعليمية. أما بالدورات التدريبية في هذا المجال فكان المعدل (30.1%) . كما بينت الصعوبات التي تقف أمام استخدام التقنية في العملية التعليمية.

كما سعت دراسة (العريش، 2007) إلى معرفة واقع استخدام تقنية المعلومات في مؤسسات التعليم العالي الخاص والعام، وتحديد العوامل التي تؤثر في استخدام أعضاء هيئة التدريس لتقنيات المعلومات في مؤسسات التعليم العالي الخاص والعام، وأيضاً معرفة المتطلبات الأساسية لتوظيف تقنية المعلومات والتعرض لأكثر المعوقات التي تحول دون استخدام تقنيات المعلومات، ودراسة سبل تذليلها حتى يتسنى استخدام هذه التقنيات في التعليم الإلكتروني في مؤسسات التعليم العالي.

تضمنت دراسة (حافظ، 2014) معرفة واقع استخدام الإنترنت في تدريس مادتي المكتبات والمعلومات في الجامعات السعودية، حيث استخدمت الاستبانة لجمع البيانات، وظهرت

الدراسة جملة من النتائج دلت على وجود تفاوت في استخدام الإنترنت من قبل الأساتذة من قسم لآخر، وظهرت أن استخدام الإنترنت غير في أسلوب التدريس بدرجة كبيرة. وإن أكثر المعوقات لاستخدام الإنترنت هو عدم كفاءة التجهيزات التي تحد من الاستخدام الفعال للإنترنت في العملية التعليمية.

الجزء الرابع: الدراسة الميدانية.

منهج الدراسة Study Methodology: في هذه الدراسة تم تناول المنهج الوصفي التحليلي، حيث استخدمت الاستبانة questionnaire، التي تم تصميمها من قبل الباحثين للتعرف على آراء أعضاء هيئة التدريس بجامعة طرابلس، ومدى استخدامهم لتقنية المعلومات وتوظيفها في أغراض التدريس والبحث، وآراء الطلبة ومدى استخدامهم لها في التعلم وأداء المهام والواجبات، ومحاولة معرفة أهم العوائق التي تحول دون استخدامها. **مجتمع الدراسة Study Society:** تم اختيار فئة مجتمع الدراسة من أعضاء هيئة تدريس وطلبة بجامعة طرابلس، للفصل الدراسي الربيع 2018، والبالغ عددهم (70) ما بين أعضاء هيئة تدريس، وطلبة من كلية التربية قصر بن غشير وكلية تقنية المعلومات. **عينة الدراسة The Study Sample:** تضمنت عينة الدراسة (30) عضو هيئة تدريس و(40) طالب من كليتي التربية وتقنية المعلومات في جامعة طرابلس. حيث تم اختيار أفراد عينة الدراسة بالطريقة العشوائية البسيطة، وتم توزيع الاستبانة عليهم مع أخذ مختلف التخصصات في الكليتين بعين الاعتبار.

أداة البحث Research Tool: من خلال الاطلاع على بحوث ودراسات سابقة في مجال تقنية المعلومات والتعليم الإلكتروني، ومتطلبات توظيفها في عملية التعليم والتعلم، والتعرف على أهم العوامل التي تعيق توظيفها في العملية التعليمية كدراسة: (الشهري، 2005، 7) (العريشي، 2007، 5)، (حافظ، 2014، 5)، (و(مراد، 2014، 123)

قياساً بهذه الدراسات تم اختيار أداة الدراسة الاستبانة، حيث تتكون من (60) فقرة، قسمين أساسيين هما:

القسم الأول: المعلومات الديموغرافية مثل (الجنس، المؤهل العلمي).

القسم الثاني: ويشمل ثلاث محاور رئيسية وهي: -

- تقنيات المعلومات المستخدمة في التعليم.
- الدوافع التي تؤيد فكرة توظيف تقنيات المعلومات في التعليم العالي.
- أبرز الصعوبات والتحديات التي قد تواجه أعضاء هيئة التدريس والطلبة في توظيف تقنية المعلومات في العملية التعليمية.

صدق الأداة وثباتها Truth of the tool and its stability:

للتأكد من صدق الأداة وثباتها، تم عرض الاستبانة بعد تصميمها على مجموعة من المحكمين بلغ عددهم (4) من أساتذة كلية التربية وكلية تقنية المعلومات، وذلك لغرض التعرف على آراءهم، ومدى توافق وملائمة الاستبانة للدراسة الحالية. تم الأخذ بآراء المحكمين وتوجيهاتهم، وتم تعديل الاستبانة ووضعها في صورتها النهائية. أما فيما يتعلق بثبات أداة الدراسة، فقد تم حساب ثبات الأداة لكل بُعداً من أبعاد الاستبانة وللاستبانة ككل، وذلك باستخدام معامل ثبات كرونباخ ألفا (Alpha Cronbachs) والجدول التالي يبين نتائج معاملات ثبات ألفا لأبعاد الاستبانة والاستبانة ككل.

جدول رقم (1) يوضح معاملات ثبات كرونباخ ألفا لأبعاد الاستبانة والاستبانة ككل

الرقم	(المحور)	معامل الثبات
1	مدى استخدام تقنية المعلومات في التدريس.	0.839

0.767	نسبة تكيف الأساتذة والطلبة مع التعليم الإلكتروني ونظام البلاك بورد.	2
0.948	دوافع تأييد فكرة توظيف تقنية المعلومات في التعليم العالي والتعليم عن بعد.	3
0.930	الصعوبات التي تواجه أعضاء هيئة التدريس والطلبة في توظيف تقنية المعلومات في العملية التعليمية.	4
0.901	الاستبيان بالكامل.	5

المعالجات الإحصائية: تم استخدام الإحصائيات الوصفية (النسبة المئوية، التكرارات) لمتغيرات الدراسة حسبما دعت له متطلبات الأسئلة.

نتائج الدراسة ومناقشتها **The Result of Study and Discussion**: تضمنت

الجزء الأول: المعلومات الديموغرافية العامة لمفردات العينة حسب عدة متغيرات وهي:

- متغير الجنس: يوضح الجدول (2) متغير الجنس حيث كانت نسبة الذكور 18.8% من مفردات العينة، بينما نسبة الإناث 81.3%، وهذا يشير إلى أن نسبة الإناث المساهمة في العينة تفوق نسبة الذكور.

جدول (2) توزيع مفردات العينة حسب الجنس

نوع الجنس	التكرار	النسبة المئوية
ذكر	22	31.4%
أنثى	48	68.6%
الإجمالي	70	100.0%

- **متغير العمر:** يتضح من خلال الجدول (3) أن الفئة العمرية (أقل من 30) تمثل أكبر نسبة حيث وصلت (44.3%) من إجمالي أفراد العينة وهذا يشير إلى نسبة الطلبة في هذه العينة أكثر من عدد أعضاء هيئة التدريس، أما الفئة العمرية (30-39) بلغت (24.3%)، أما الفئة العمرية (40-49) فكانت النسبة (21.4%)، في حين أن أقل نسبة الفئة العمرية من 50 فأكثر والتي مثلت (10%) من إجمالي أفراد العينة .

جدول (3) توزيع مفردات العينة حسب العمر

الفئة العمرية	التكرار	النسبة المئوية
أقل من 30 سنة	31	44.3%
من 30 إلى 39 سنة	17	24.3%
من 40 إلى 49 سنة	15	21.4%
فأكثر 50	7	10.0%
الإجمالي	70	100.0%

- **متغير المؤهل:** يتضح من خلال الجدول (4) إن أعلى نسبة تمثل البكالوريوس بنسبة (55.7%) وهي تضم الطلبة والمعيدون في حين نسبة مؤهل الماجستير والدكتوراه (31.4% و 11.4%).

جدول (4) توزيع مفردات العينة حسب المؤهل العلمي

المؤهل العلمي	التكرار	النسبة المئوية
بكالوريوس	39	55.7%
ليسانس	1	1.4%
ماجستير	22	31.4%
دكتوراه	8	11.4%

الجزء الثاني: التقنيات المستخدمة في العملية التعليمية وتتكون من فئتين
الجدول (5) يبين أن أكثر التقنيات التي تمت الموافقة عليها بشدة هما السبورة الذكية
والتعليم بالحاسوب بنسبة (65.7%) ووافق بشدة ونسبة (27.1%) وأوافق، حيث جاءت
في دراسة (العريشي, 2007, 25) بواسطة الحاسوب في المرتبة الرابعة. ويرجع السبب
لما توفره السبورة الذكية من امكانيات الوصول لجميع الايقونات، وقوائم الاختصار،
والأوامر لمختلف البرامج عن طريق اللمس المباشر للسبورة، وتوظيف هذه التقنية يغني
عن وجود جهاز العرض، والتعليم بواسطة الحاسوب الذي أحدث تغيير كبير في العملية
التعليم، في أداء الواجبات، والمهام وإعداد التقارير، بالإضافة إلى استخدام البرامج
والتطبيقات بمختلف أنواعها. يأتي بعد ذلك استخدام جهاز العرض بنسبة (61.4%)
بأوافق بشدة، ووافق (34.3%). أما استخدام الإنترنت والتي كانت بنسبة (28.6%)
بأوافق بشدة، وبنسبة (42.9%) بأوافق، أي بنسبة (71.5%) يستخدمون الإنترنت، في
حين جاءت في دراسة (العريشي, 2007, 25) في المرتبة الاولى.

جدول (5) توزيع مفردات العينة حسب التقنيات المستخدمة في العملية التعليمية

الترتيب	م	العبارة	أوافق بشدة		أوافق		لا أوافق	
			النسبة	التكرار	النسبة	التكرار	النسبة	التكرار
1	1	السبورة الذكية	65.7%	46	27.1%	19	1.4%	1
2	7	التعليم بواسطة الحاسوب	65.7%	46	27.1%	19	1.4%	1

3	5	جهاز العرض	43	61.4%	24	34.3%	1	1.4%
4	3	البريد الإلكتروني	28	40.0%	27	38.6%	3	4.3%
5	6	مجموعة الحوار	27	38.6%	22	31.4%	8	11.4%
6	8	البلاك بورد	24	34.3%	24	34.3%	25	35.7%
7	2	الاقراص المدمجة والاقراص القابلة للإزالة	23	32.9%	24	34.3%	12	17.1%
8	4	الانترنت	20	28.6%	30	42.9%	6	8.6%

الجدول (6) يوضح مدى دراية وتكيف أفراد العينة مع التقنيات مختلفة حيث جاءت النتائج بنسبة استخدام كبيرة للإنترنت (97.1%)، وإنه هناك اجماع على الحاجة لتوظيف مثل هذه الأنظمة بنسبة (88.6%)، حيث وصلت نسبة الدراية بالتعليم الإلكتروني (65.7%) وهي نسبة جيدة وهو مؤشر إلى أن هناك دراية بالتعليم الإلكتروني، أما بنظام البلاك بورد فكانت قليلة جدا (20.0%) ويعود هذا لعدم التوعية بأهمية هذه الأنظمة ولغياب العمل المشترك بين الجامعات الدولية وخاصة الجامعات التي طرحت هذه الأنظمة في مؤسساتها.

جدول (6) توزيع مفردات العينة حسب التكيف التقنيات المستخدمة في العملية التعليمية

الرتبة	م	العبارة	نعم	لا
--------	---	---------	-----	----

النسبة	التكرار	النسبة	التكرار			
%2.9	2	%97.1	68	هل سبق لك أن استخدمت الإنترنت؟	6	1
%11.4	8	%88.6	62	هل الجامعات بحاجة ماسة لتوظيف مثل نظام البلاك بورد.	3	2
%32.9	23	%65.7	46	هل لديك دراية بالتعليم الإلكتروني؟	1	3
%78.6	55	%20.0	14	هل لديك دراية بنظام البلاك بورد؟	2	4

الجزء الثالث: الدوافع التي تؤيد فكرة توظيف تقنيات المعلومات في التعليم العالي في مجال التعليم والتعليم عن بعد.

الجدول (7) يظهر أن أكثر الدوافع التي تؤيد فكرة توظيف تقنية المعلومات في التعليم والتعليم عن بعد جاءت بنسبة (70%) اوافق بشدة لفقرة التقنية تعمل على تطوير مهارات وقدرات الطلاب في التعامل مع الكمبيوتر والإنترنت، ويظهر هذا جلياً في العملية التعليمية حيث أصبح لزاماً استخدام الكمبيوتر والإنترنت، وهذا ترتب عليه تحسين ملحوظ لمهارات الطلبة التعليمية. وبنسبة (20%) بأوافق، وبنسبة (5.7%) لا أوافق. ثم فقرة تسهل في عملية الاتصال بين الأساتذة والطلبة بنسبة (57.1%) اوافق بشدة، حيث أن عملية الاتصال بالأساتذة لا تقتصر على وجوده في المحاضرة، لكن التقنية فتحت نوع آخر من الاتصال وبعده طرق مثل البريد الإلكتروني وصفحات الويب وصفحات التواصل الاجتماعي. وبنسبة 34.3% بأوفق، وبنسبة 4.3% بلا أوافق. في حين جاءت فقرة مواكبة الجامعات اخر التطورات في طرق ووسائل التعليم بنسبة (54.3%) بأوفق بشدة، فتقنية المعلومات ساهمت بشكل كبير في تطوير طرق ووسائل التعليم بوجود الكمبيوتر وشرائح العرض بالصور والفيديو، واجراء البحوث وأداء الواجبات... الخ، بنسبة (30%)

بأوفق، وبنسبة (5.7%) بلا أوافق. وهكذا توالى باقي الدوافع بدرجة أقل حيث جاءت فقرة المردود المتحقق من نشر التعليم في المناطق النائية، الرفع من جودة الخدمات المقدمة لأعضاء هيئة التدريس. بنسبة (40%) بدرجة أوافق بشدة. وبنسبة أوافق (28.7%) و(42.9%) على التوالي. أما فقرة القيام بإجراء بحوث حول توظيف تقنية المعلومات والتي كانت بنسبة (35.7%) بأوافق بشدة وهى الأقل، في حين (45.7%) أوافق و(7.1%) لا أوافق وقد يرجع السبب لانخفاض هذا الدافع لعدم الاهتمام بجانب البحث العلمي، وعدم التوعية والتحفيز لهذا الجانب.

جدول (7) توزيع مفردات العينة حسب الدوافع التي تؤيد فكرة استخدام تقنية المعلومات في التعليم العالي

رقم	العبارة	أوافق بشدة		أوافق		لا ادري	
		النسبة	التكرار	النسبة	التكرار	النسبة	التكرار
7	تعمل على تطوير مهارات الطلاب في التعامل مع الكمبيوتر والإنترنت.	70%	49	20%	14	4	5.7%
4	تسهيل الاتصال بين الأساتذة والطلاب.	57.1%	40	34.3%	24	3	4.3%
18	مواكبة اخر التطورات في طرق ووسائل التعليم.	54.3%	38	30%	21	4	5.7%
15	تعزيز الخدمات المساندة للطلاب بمرونة وسهولة.	51.4%	36	38.6%	27	3	4.3%
16	تعزيز جهود البحث العلمي في الجامعات والكليات.	50%	35	40%	28	2	2.9%

3	6	3	30	34	34	اتاحة فرصة مواصلة التعليم للمنقطعين.
8	7	8	25	34	34	تشجع الطلاب على تبادل المعرفة.
6	8	6	27	34	34	تمكن الجامعات والكليات من التواصل مع الجامعات بالخارج بطريقة أفضل.
4	9	4	25	34	34	الرفع من جودة الخدمات المقدمة للطلبة.
1	10	1	28	34	34	تبادل المعرفة والخبرات الدراسية بين مؤسسات التعليم العالي.
6	11	6	26	30	30	اتاحة الفرص للطلاب لمواصلة التعليم العالي بغض النظر عن معدل الثانوية.
1	12	1	35	30	30	تسهل على الطلاب الاتصال بالجامعة
2	13	2	35	30	30	تسهيل عملية التواصل بين الطلاب.

14	9	تساعد على إعداد الكوادر البشرية المؤهلة لتبلي احتياجات سوق العمل.	29	41.4%	18	25.7%	19	27.1%
15	11	دعم السوق بخريجين بمختلف التخصصات بمؤهلات الكتروني.	29	41.4%	28	40%	6	8.6%
16	20	تزيد من رضا الطلاب عن مستوى الخدمات المقدمة لهم.	29	41.4%	28	40%	6	8.6%
17	10	تدفع المؤسسات التعليمية قوة تنافسية في السوق.	28	40%	17	24.3%	17	24.3%
18	12	المردود المحقق من نشر التعليم في المناطق النائية قد يغطي تكاليف استخدام تقنيات المعلومات.	28	40%	20	28.7%	14	20%
19	13	الرفع من جودة الخدمات المقدمة لأعضاء هيئة التدريس.	28	40%	30	42.9%	6	8.6%

الجزء الرابع: الصعوبات المعوقات التي تواجه استخدام تقنيات المعلومات في الكليات الليبية.

الجدول (8) يبين أن أكثر الصعوبات التي قد تواجه استخدام تقنية المعلومات في الجامعات الليبية، هو عدم إتقان اللغة الإنجليزية بين الطلاب بنسبة (47.1%) بدرجة أوافق بشدة، والسبب يعود لضعف مناهج اللغة الإنجليزية وعدم التحاق الطلبة بدورات تدريبية لتطوير لغتهم الإنجليزية، التي تمنحهم القدرة على التعامل مع مختلف البرمجيات، حيث جاءت فقرة ضعف اللغة الانجليزية في دراسة (مراد، 2014، 129) ذلك عدم توفر شبكة اتصالات جيدة على مستوى كل كليات الجامعة بنسبة (45.7%) بأوافق بشدة و(28.6%) بأوافق، أيضا ضعف البنى التحتية التقنية الملائمة لاستخدام تقنيات المعلومات داخل الجامعة وضعف خدمات الإنترنت جاءت بنسبة (44.3%) أوافق بشدة (34.3% و 35.7%) على التوالي بدرجة أوافق، تتفق مع دراسة (مراد، 2014، 129) التي جاءت ضعف البنية التحتية في الدرجة الثالثة من المعوقات، فضعف البنية التحتية يترتب عليه مشاكل في توفير خدمات الاتصال والإنترنت. أما عدم توفر أجهزة الكمبيوتر لأعضاء هيئة التدريس في مكاتبهم والافتقار للكوادر التقنية والمدرية وعدم توفر الدعم الفني المؤهل لتقديم المساعدة ، كلها جاءت بنسبة (28.6%) بدرجة أوافق بشدة، ويرجع سبب ذلك لغياب التدريب وعدم وجود قسم أو مركز تقنية المعلومات من شأنه القيام بالتدريب والتوعية وتقديم الدعم الفني داخل الكليات. وهكذا توالى المعوقات بنسب متفاوتة وبنسبة أقل، حيث اظهرت النتائج أن تكاليف تصميم وإنتاج المقررات الدراسية وتكلفة تصميم وإنتاج البرامج التعليمية المعتمدة على تقنيات المعلومات جاءت بنفس الدرجة (22.9%) بدرجة أوافق بشدة، وبنسبة (25% و 33.3%) على التوالي بدرجة أوافق، وبنسبة (20% و 25.7%) بدرجة لا أوافق. اما عدم توفر أجهزة الكمبيوتر لدى الكثير من أعضاء هيئة التدريس في منازلهم فكانت هي الأقل بنسبة (17.1%) بدرجة أوافق بشدة.

جدول (8) توزيع مفردات العينة حسب الصعوبات التي تواجه عملية استخدام تقنيات المعلومات.

الرتبة	رقم	العبارة	أول مرة		أول مرة		لا أدرى	
			النسبة	التكرار	النسبة	التكرار	النسبة	التكرار
1	18	عدم/ ضعف إتقان اللغة الإنجليزية بين الطلاب.	47.1 %	33	28.6 %	20	10 %	7
2	12	عدم توفر شبكة اتصالات جيدة على مستوى الكلية /الجامعة.	45.7 %	32	24.3 %	20	4.3 %	3
3	10	ضعف البنى التحتية الملائمة لاستخدام تقنيات المعلومات بالكلية.	44.3 %	31	34.3 %	25	1.4 %	1
4	11	ضعف الإنترنت يقلل من تطوع تقنيات المعلومات في التعليم.	44.3 %	31	35.7 %	17	7.1 %	5
5	2	الافتقار للعمل المشترك بين الجامعات الليبية في تقنيات المعلومات.	40 %	28	37.1 %	26	1.4 %	1
6	4	الافتقار لإتقان مهارات التعامل مع تقنيات المعلومات في الجامعة.	37 %	26	42.9 %	29	2.9 %	2

20.0%	14	5.7%	4	37.1%	26	32.9%	23	عدم مرونة الجهاز التنظيمي يعرقل توظيف تقنيات المعلومات .	1	7
14.3%	10	14.3%	10	37.1%	30	31.4%	22	عدم ابراز منافع تقييم تقنيات المعلومات في التعليم يصعب استخدامها	3	8
5.7%	4	27.1%	19	15.7%	34	28.6%	20	عدم توفر أجهزة الكمبيوتر لدى الكثير من أعضاء هيئة التدريس في مكاتبهم.	8	9
18.6%	13	7.1%	5	35.7%	21	28.6%	20	الافتقار للكوادر التقنية والمدرية في هذا المجال.	16	10
12.9%	9	14.3%	10	30%	21	28.6%	20	عدم توفر موظفي الدعم الفني لتقديم المساعدة اللازمة للأساتذة والطلبة.	17	11
14.3%	10	17.1%	12	28.6%	14	27.1%	19	قلة الموارد المالية لإنشاء البنى التحتية لتفعيل تقنيات المعلومات في التعليم.	13	12
2.9%	2	7.1%	5	30%	21	27.1%	19	عدم توفر أجهزة الكمبيوتر لدى الكثير من الطلاب في المنازل.	19	13
2.9%	2	1.4%	1	48.6%	24	25.7%	18	عزوف الاساتذة عن التدريب اللازم لاستخدام تقنيات المعلومات في التعليم.	9	14
15.7%	11	8.6%	6	48.6%	19	24.3%	17	ضعف الخلفية التقنية لبعض أعضاء هيئة التدريس.	6	15

16	14	غلاء تكاليف تصميم وإنتاج المقررات الدراسية بواسطة تقنيات المعلومات.	16	22.9%	8	20%	17	24.3%	17	24.3%
17	15	تكلفة تصميم وإنتاج البرامج التعليمية المعتمدة على تقنيات المعلومات	16	22.9%	25	25.7%	14	20%	15	21.4%
18	5	غموض بعض المصطلحات المتعلقة باستخدام تقنيات المعلومات في التعليم.	13	18.6%	34	41.4%	16	22.9%	1	14%

من الجدول (9) يتضح من خلال النتائج أن نسبة توفر معامل الحاسوب تمثل (42.9%) بنعم وهي نسبة قليلة لا تلي الغرض و (5.7%) لا، وفترة تستعين الجامعة/الكلية بالخبرات المحلية لاستخدام تقنيات المعلومات في تطوير وتحسين خدماتها بنسبة (32.9%) بنعم أما توفر الانترنت فكانت بنسبة (25.7%) نعم، في حين جاءت اقل نسبة للاستعانة بالخبرات العالمية لاستخدام تقنيات المعلومات في تطوير وتحسين خدماتها، وامكانية توفير شبكة محلية لتغطية جميع الاقسام على التوالي (14.3%)، (10.0%).

جدول (9) توزيع المفردات حسب الصعوبات التي قد تواجه عملية استخدام تقنيات المعلومات في الجامعة

٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

النسبة	التكرار	النسبة	التكرار	النسبة	التكرار			
48.6 %	34	%5.7	4	%42.9	30	هل يتوفر لدى الجامعة/ الكلية المعامل الخاصة بالحاسب الآلي؟	3	1
40.0 %	28	%24.3	17	%32.9	23	هل تستعين الجامعة/ الكلية بالخبرات المحلية لاستخدام تقنيات المعلومات في تحسين خدماتها؟	2	2
32.9 %	23	%38.6	27	%25.7	18	هل يتوفر لدى الجامعة/ الكلية خدمة الاتصال بالإنترنت؟	4	3
41.4 %	29	%37.1	26	%14.3	10	هل تستعين الجامعة/ الكلية بالخبرات العالمية لاستخدام تقنيات المعلومات في تطوير وتحسين خدماتها؟	1	4
.31 %4	22	%50.0	35	%10.0	7	هل يتوفر لدى الجامعة/ الكلية شبكة حاسب آلي، تغطي جميع الأقسام؟	5	5

الخلاصة Conclusion:

خلصت هذه الدراسة إلى أن توظيف تقنية المعلومات في العملية التعليمية في التعليم العالي في ليبيا لازال في مراحله الأولى على الرغم من أن هناك مقومات ودوافع لتوظيف هذه التقنية بمختلف صورها في التعليم، والتعليم عن بعد. إلا أنها تواجه جملة من التحديات ولعل أكبرها هو ضعف البنى التحتية وما يترتب عليها من ضعف خدمات الجامعة والإنترنت والاتصال والذي يؤثر على عملية التواصل بين الطلبة وأعضاء هيئة

التدريس، وضعف خدمات الإنترنت الذي نرى آثاره في عرقلة المهام الادارية والعلمية بالجامعة يجعل من الصعب تطويع تقنيات المعلومات في التعليم العالي، مع عدم امتلاك الخبرة الكافية وقلة الكوادر التقنية المؤهلة في هذا المجال، وندرة موظفي الدعم الفني المؤهلين لتقديم المساعدة اللازمة للطلبة وأعضاء هيئة التدريس. كما أن عدم الاستعانة بالخبرات المحلية والدولية وغياب وعدم تفعيل هذا النوع من الاعمال يشكل عائقاً لتوظيف التقنية بالشكل الصحيح. بالإضافة إلى قلة الثقافة بأنظمة ادارة التعلم كنظام البلاك بورد ومميزاته والخدمات التي يقدمها يمثل عائق، وبالتالي فعلمية الاستفادة القصوى من تقنية المعلومات تسبقها خطوات جادة وحازمة من أعضاء هيئة التدريس والجهات التنفيذية في الجامعة من اتخاذ قرارات نحو توفير بنية تحتية حديثة بكوادر تقنية ذات خبرة مؤهلة لتقديم الدعم والمشورة، بالإضافة لضرورة تفعيل جانب التدريب الذي من شأنه رفع المهارات التقنية. هذه الخطوات تؤهل عملية التوظيف الأمثل لتقنيات المعلومات بأحدث صورها في العملية التعليمية بطريقة تتماشى ومتطلبات العصر.

التوصيات Recommendation:

1. إجراء المزيد من هذه الدراسات للوقوف على أكبر الصعوبات وإيجاد الحلول لها لتوفير معلومات واقعية لمتخذي القرار.
2. وضع الخطط والاستراتيجيات لإنشاء بنية تحتية متطورة تتماشى، ومتطلبات العصر المتسارعة.
3. التوعية لأهمية التقنية والنظر إلى مردودها وثمارها، التي تفوق تكلفة الاقتناء بكثير.
4. الاستعانة بالخبرات المحلية والعالمية المتخصصة، وتفعيل هذا الدوراً جيداً لتطوير مهارات تقنيات التعليم الحديثة من خلال إجراء دورات تدريبية لمواكبة التطور في هذا المجال.

5. تجهيز كل الكليات بمعامل حاسوب متكاملة، وربطها بشبكة الإنترنت، مع السعي لتوفير فريق الدعم الفني والصيانة، وذلك باستقطاب الكوادر الفنية من ذوي الخبرة العالية في هذا المجال.
6. تفعيل مراكز التدريب المتنوعة التي تساهم في تطوير الطلبة في اللغة الإنجليزية والتقنية.
7. تبني وتفعيل التعليم الإلكتروني في الجامعات الليبية، وجامعة طرابلس على وجه الخصوص.
8. دعوة أعضاء هيئة التدريس لدراسة نظم إدارة التعلم كنظام البلاك بورد (Black Board) وسبل تفعيله، والذي من شأنه حل أغلب مشاكل الطلبة الإدارية والتعليمية والعلمية.

المراجع العربية Arabic references

- [1]. إسماعيل، الغريب، (2009)، التعليم الإلكتروني من التطبيق إلى الاحتراف و الجودة، القاهرة: عالم الكتب.
- [2]. الجرف، ريما، (2008، أكتوبر)، التعليم الإلكتروني والتعليم عن بعد في الجامعات العربية، المغرب: فاس.
- [3]. السيد عبد المولى أبو خطوة (2010)، مبادئ تصميم المقررات الإلكترونية المشتقة من نظريات التعلم وتطبيقاتها التعليمية، مصر: الاسكندرية).
- [4]. الشريف، عبدالله (2004)، مدى استخدام طلبة الدراسات العليا للإنترنت في جامعة الملك عبد العزيز و الصعوبات التي يواجهونها، جامعة اليرموك: إربد.
- [5]. جامل، عبد الرحمن و ويح، محمد، (2006). التعليم الإلكتروني كآلية لتحقيق مجتمع المعرفة، البحرين: المنامة.

- [6]. جروان، أحمد الحممران، محمد (2009)، تحديات استخدام التعلم الإلكتروني التي تواجه الطلبة في كلية الحصن الجامعية من وجهة نظر الطلبة أنفسهم، السعودية: الرياض.
- [7]. رزان بنت منصور العمرو (2012)، واقع استخدام طالبات وأعضاء هيئة التدريس بقسم تقنيات التعليم لنظام إدارة التعلم البلاك بورد (Black Board)، رسالة ماجستير، جامعة الملك سعود.
- [8]. سناء بنت صالح عسكول (2005)، دور تقنيات المعلومات في تطوير التعليم في مؤسسات التعليم العالي بقطاعيه الخاص والعام، السعودية: جدة.
- [9]. عبدالرشيد بن عبدالعزيز حافظ (2014)، استخدام الإنترنت في تدريس مقررات المكتبات والمعلومات بالجامعات السعودية، جامعة الملك عبدالعزيز: جدة.
- [10]. عثمان، الشحات و عوض، أماني(2008)،تكنولوجيا التعليم الإلكتروني. دمياط: مكتبة نانسي
- [11]. عودة سليمان عودة مراد (2014)، واقع استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصال وعوائق استخدامها في التدريس لدى معلمي ومعلمات مدارس تربية لواء الشوبك: الأردن.
- [12]. مسعود بن علي الشهري (2013)، دراسة استخدام أعضاء هيئة التدريس في جامعة الملك سعود لتقنيات المعلومات والاتصالات في العملية التعليمية، السعودية: رياض.

الكشف العضوي لبعض المركبات الكيميائية لمستخلصات الملفوف
الاخضر والبنفسجي
Organic Detection of Some Chemical Compounds for Green
and violet Cabbage Extracts

د. ربيعة عمر اشكورفو . ا. عتيقة سعيد الجنقاوي . ا. نادية عبدالسلام الاسود

قسم الكيمياء كلية العلوم جامعة المرقب

grsmt.2017@gmail.com

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على بعض المركبات الكيميائية للملفوف الاخضر والبنفسجي في المستخلصات المائية والكحولية حيث يعد الملفوف من الخضروات الورقية من عائلة (Brassicaceae) وهي مصدر جيد للعديد من المركبات الكيميائية المحتملة ولقد اثبتت هذه الدراسة احتواء المستخلصات على العديد من المركبات الكيميائية النباتية مثل التانينات، الفلوتانين، تيريبينويدس، الفلافونويد، جليكوسيدات والمنشطات التي تكون فعالة ضد العديد من الامراض وخاصة السرطان وهذه المركبات موجودة طبيعيا في الخضروات ولها خصائص دوائية.

تعد المستخلصات النباتية من الطرق التي استخدمت منذ القدم في الطب البديل وما زالت حتى الآونة الأخيرة تتطور بتقديم العلم والتقنية الحديثة حيث وجد أن بعض المواد المستخلصة من النباتات ذات فعالية لأنها تحتوي على زيوت طيارة وعطرية، قلويدات، الفلافونيدات، التربينات والأحماض العضوية بالإضافة إلى أن تلك المواد تستخدم في تركيب العديد من العقاقير الصيدلانية والعلاجية لذا تم الكشف العضوي عن هذه المركبات في الملفوف الأخضر والبنفسجي.

Abstract

The study aims to identify some chemical components of green cabbage and violet in water and alcohol extracts. Cabbage is a leafy vegetable from the Brassicaceae family and is a good source of many potential chemicals. This study proved that the extracts contained many phytochemicals such as tannins, Flutonin, terpenoids, flavonoids, glycosides and steroids that are effective against many diseases, especially cancer. These compounds are naturally present in vegetables and have medicinal properties.

Plant extracts are methods that have been used since ancient times in alternative medicine and continue until recently to develop with the advancement of modern science and technology. It has been found that some plant extracts are effective because they contain volatile and aromatic oils, alkaloids, flavonoids, turbines and organic acids. The materials are used in the synthesis of many pharmaceutical and therapeutic drugs so the organic detection of these compounds has been found in green cabbage and violet.

المقدمة

تعد الخضراوات الصليبية واحدة من المحاصيل الغذائية السائدة في جميع أنحاء العالم والخضراوات الصليبية هي "خضراوات من عائلة Brassicaceae (وتسمى أيضا صليب) وهي مصدر جيد للكثير من المواد الكيميائية النباتية المحتملة، بما في ذلك حمض الفوليك، الفينول، الكاروتينات وتعد مصدر جيد للصحة.

الخضراوات الصليبية التي تستهلك عموما هي البروكلي، براعم بروكسل، اللفت، الخردل، الكرنب، الملفوف. [1] وتنتشر بشكل كبير نظرا لقيمتها الغذائية فهي مصدر مهم وغني

لفيتامين C، والالياف القابلة للذوبان وكذلك تحتوي على العديد من العناصر الغذائية والمواد الكيميائية النباتية. [2]

تعد عائلة Cruciferae واحدة من أكبر العائلات في المملكة النباتية الغنية بالنباتات الطبية. ويشمل 338 جنسا و3350 نوعًا موزعة في جميع أنحاء العالم. [3] وتشير دراسات مختلفة إلى أن استهلاك عدد كبير من الخضراوات الصليبية (مثل البروكلي والملفوف واللفت) ترتبط بانخفاض معدل الإصابة بالسرطان. [4]

الملفوف غني بالعديد من المواد الغذائية وغير الغذائية المركبات النشطة بيولوجيا، والتي هي معترف بها جيدا لخصائصها المضادة للأكسدة والفوائد الصحية المحتملة. [5,6] وتشمل هذه البوليفينول مثل flavonoids، ومشتقات Hydroxybenzoic acid . المشتقات الحمضية والكاروتينات والفيتامينات مثل حمض الاسكوربيك و α -tocopherol. [7] لها خصائص مضادة للأكسدة تلعب دور إيجابي في التخفيف من الإجهاد التأكسدي والوقاية من الجذور الحرة. [8]

أن أوراق الملفوف الأخضر تحتوي أكثر من 20 نوع من المركبات الفينولية، بما في ذلك Glucosides. [9]

الملفوف البنفسجي هو نبات عشبي ينتشر على نطاق واسع في منطقة البحر الابيض المتوسط. [10] ثنائي الفلقة المزهرة. أوراقه حمراء أو أرجوانية اللون وعادة ما تستهلك كسلطة مثل سلطة الكرنب. [11]

ويحتوي الملفوف الأحمر على بعض من مضادات الاكسدة النشطة. [12,13] كما ذكرت الدراسات أن مضادات الأكسدة المائية في الخضراوات من عائلة Brassica هي المسؤولة عن أكثر من 89 % من مضادات للأكسدة. الى جانب ذلك، بعض مركبات

anthocyanins، polyphenolic لديها عدة آثار مفيدة لمضادات الأكسدة والقدرة المضادة للالتهاب؛ كما أنها قد تزيد من الدم. [14]

المواد الكيميائية

كحول ايثلي 75%-كحول ميثلي 95% -ماء مقطر من محطة التحلية البخارية الخمس

جمع وتحضير العينات.

تم شراء عينات الدراسة من الملفوف (*Brassica Oleraceae*) من الاسواق المحلية لمدينة الخمس وتم اعداد العينات على مرحلتين (مرحلة العصير، ومرحلة التجفيف والطحن) لإعداد المستخلصات.

المرحلة الاولى (اعداد العصير).

اعداد العصير الطبيعي من الملفوف الأخضر والبنفسجي.

أخذ 100 جرام من الملفوف الاخضر والبنفسجي بعد غسلها بماء الحنفية أكثر من مرة ومن ثم بالماء المقطر وجففت بالمناديل الورقية وقطعت، واضيف لها 200 مللي ماء مقطر خالي من الايونات وخلطت بواسطة الخلاط الكهربائي ورشحت، وتم فصل عصير الملفوف بواسطة جهاز الطرد المركزي.

واستخدمت هذه الكمية لتنفيذ الاختبارات الكيميائية باستخدام الطرائق العالمية المستمدة من [15] وقد أجريت الاختبارات العضوية في معمل اللاعضوية بقسم الكيمياء.

المرحلة الثانية (التجفيف والطحن).

أخذ 100 جرام من الملفوف الاخضر والبنفسجي ثم غسلت الأوراق جيدا بماء الحنفية أولاً وذلك لإزالة الغبار من عليها ومن ثم غسلت بالماء المقطر بعد ذلك جففت عينة النبات بالمناديل ومن ثم لإكمال التجفيف وضعت العينة في فرن التجفيف الكهربائي على درجة 50 C^0 إلى ان تم التجفيف وثبات الوزن تماما. سجل الوزن وبعد ذلك طحنت عينات

النبات باستخدام مطحنة كهربائية للحصول على مسحوق ناعم من النبات بعد ذلك غربلت ثم وضعت العينات ودونت عليها بطاقة تحمل أسمائها وحفظت في مكان بارد وجاف إلى حين الاستخدام. [15]

تحضير المستخلص الكحولي (ايثانول - ميثانول) .

وزن 3 جرام من عينة مسحوق الملفوف الأخضر والبنفسجي وحضرت 100 مل من المذيب منها (70 ميثانول و30 ماء مقطر) وأخذ منها 60 مل وأضيف على كل عينة من عينات الملفوف الأخضر والبنفسجي ووضعت العينات على الهزاز لمدة 72 ساعة.

تحضير المستخلص المائي.

أخذ 3 جرام من عينة مسحوق الملفوف الأخضر والبنفسجي وأضيف 100 مل ماء مقطر (المذيب) لكل عينة. ووضعت العينات على الهزاز لمدة 72 ساعة.

المسح الكيميائي.

بعد ان تم تحضير المستخلصات النباتية وتجهيزها يتم اجراء مجموعة من الاختبارات الكيميائية النوعية الفعالة لمعرفة ما هي المواد الفعالة التي تحتويها تلك المستخلصات النباتية لعينات النباتات المدروسة.

التحليل النوعي للمستخلصات. الاختبارات المستخدمة في المسح الكيمو نباتي:

التحليل الكيميائي النباتي حيث استخدمت جميع المستخلصات النباتية لإجراء اختبارات كيميائية لمعرفة وجود المواد الكيميائية النباتية التالية مثل الفينول مركبات، قلويدات، الصابونين، جليكوسيدات، فيتوسترولس، التانين، الفلافونويد، السترويدات، التربينات باستخدام الطرق المذكورة. [15]

الكشف عن القلويدات: يذاب المستخلص في حامض الهيدروكلوريك المخفف ثم يرشح ويستخدم الراشح في الاختبارات التالية.

- اختبار ما ير (HgCl₂+KI): يضاف الكاشف الى الرشيع فاذا تكون راسب اصفر اللون دل على وجود قلويدات.
- اختبار دراجندورف (KI+BiNO₃): تكون راسب احمر يدل على وجود قلويدات.
- اختبار هاجر (محلول مشبع من حمض البكريك): وجود قلويدات يؤكد راسب اصفر اللون.

الكشف عن الكربوهيدرات: يذاب المستخلص في 5 مل من الماء المقطر ويرشح ثم تستخدم الراشح لاختبار وجود الكربوهيدرات.

1- اختبار موليش: يجرى الاختبار بإضافة قطرتين من محلول الفا نفثول الكحولي الى الراشح في انبوب اختبار. تكون حلقة بنفسجية اللون عند التقاء السائلين يدل على وجود الكربوهيدرات.

2- اختبار بنديكت: يضاف كاشف بنديكت الى الراشح ويسخن برفق تكون راسب احمر برتقالي يشير الى وجود السكريات المختزلة.

الكشف عن الجليكوسيدات: يذاب المستخلص في حمض الهيدروكلوريك المخفف ثم يستعمل لاختبار الجليكوسيدات.

اختبار كيلر-كيلاني: يخلط المستخلص مع خليط 2مل من حمض الخليك الثلجي وقطرات من محلول 2% من كلوريد الحديدك. بعد ذلك يضاف المخلوط السابق الى 2مل من حمض الكبريتيك المركز. ظهور حلقة بنية عند التقاء السائلين يدل على وجود الجليكوسيدات القلبية.

الكشف عن الصابونين.

اختبار الرغوة: يخفف المستخلص بإضافة 20مل من الماء المقطر ثم يرش في مخبر مدرج لمدة 15 دقيقة. تشكل طبقة طولها 1 سم طبقة من الرغوة يدل على وجود الصابونين.

الكشف عن فايستيروسولات.

اختبار سالكوفسكي: يعالج المستخلص مع الكلوروفورم ثم يرشح ثم يعامل الرشيق ببضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز ثم يترك حتى يستقر. ظهور لون اصفر ذهبي يدل على وجود التربينات الثلاثية.

الكشف عن الفينولات.

اختبار كلوريد الحديدك: يعالج الرشيق مع 3-4 قطرات من محلول كلوريد الحديدك تكون لون اسود مزرق يدل على وجود الفينولات.

الكشف عن مركبات الفلافونويدات.

1-الاختبار القاعدي: يعالج الرشيق مع بضع قطرات من محلول 2% هيدروكسيد الصوديوم. تشكل اللون الاصفر الكثيف والذي يصبح عديم اللون على اضافة حمض مخفف يدل على وجود مركبات الفلافونويدات.

2-اختبار خلات الرصاص: بضع قطرات كم محلول خلات الرصاص تضاف الى الرشيق فاذا تكون راسب اصفر دل على وجود الفلافونويدات.

الكشف عن البروتينات والاحماض الامينية.

يذاب المستخلص اولاً في 10 مل من الماء المقطر ثم يرشح ثم يستخدم للكشف عن البروتينات والاحماض الامينية.

1- اختبار ميلون: تتم اضافة قطرات من كاشف ميلون الى 2 مل من الراشح تكون راسب ابيض يدل على وجود البروتينات.

2- اختبار الزانثوبروتين: يعالج الرشيع ببضع قطرات من حمض النيتريك المركز . تشكل اللون الاصفر يدل على وجود البروتينات.

3- اختبار النينهيدرين: يعامل رشيع بمحلول النينهيدرين (0.25%) ثم يغلي لمدة دقائق معدودة ظهور اللون الازرق او البنفسجي يدل على وجود الاحماض الامينية.

الكشف العام عن التربينات.

يذاب المستخلص اولا في الكلوروفورم ثم يبخر حتى الجفاف ثم يضاف 2مل من حمض الكبريتيك المركز ثم يسخن الخليط لمدة دقيقتين فان ظهور اللون الفضي دل على وجود التربينويدات.

الكشف عن التربينات الثنائية.

اختبار خلات النحاس: يذاب الراشح في الماء ثم يعامل مع 3-4 قطرات من محلول خلات النحاس، ظهور لون الزمرد الأخضر يدل على وجود التربينات الثنائية.

الكشف عن الكوينونات: 1مل من حمض الكبريتيك تضاف الى 1 مل من المستخلص النباتي فاذا تكون لون احمر دل على وجود الكوينونات.

الكشف عن الانثراكوينونات. بضع قطرات من محلول 2% من حمض الهيدروكلوريك تضاف الى 0.5 مل من المستخلص ظهور اللون الاحمر يدل على وجود الانثراكوينونات.

النتائج والمناقشة

جدول رقم (1) يبين نتائج التحليل العضوي للمستخلص (المائي - الإيثانول - الميثانول) والعصير الطبيعي للملفوف البنفسجي والاخضر.

مستخلص الميثانول البنفسجي الأخضر	مستخلص الإيثانول البنفسجي الأخضر	عصير الطبيعي البنفسجي الأخضر	مستخلص مائي البنفسجي الأخضر	دليل الكاشف	الكاشف المستخدم	
-	-	-	-	يتكون راسب أصفر اللون	ماير	القلويدات
+	++	-	++	يتكون راسب أحمر	دارجنوروف	
++	-	-	++	يتكون راسب أصفر	هاجر	
+	+	-	++	يتكون حلقة بنفسجية عند التقاء السائلين	مولش	الكريويدات
++	+++	-	++	يسخن برفق يتكون راسب أحمر برتقالي	بنديكيت	
++	-	++	+	ظهور حلقة بنية عند التقاء السائلين	كلير - كيلاتي	
+++	++	++	+	تشكل طبقة من الرغوة طولها 1سم	الرغوة	الصابونين

تابع الجدول رقم (1)

-	+++	-	+++	-	+++	-	++	تكون لون أسود رمادي	-	الفينولات
-	-	-	-	-	-	-	-		القاعدي	
+++	-	++	-	++	-	+++	-	يتكون راسب أصفر	خلات الرصاص	الفلافونويدات
+	-	-	-	-	-	-	-	ظهور لون اصفر ذهبي يدل على وجود تربيينات ثلاثية	سالكوفسكي	فايتوستيرولات
-	-	-	+++	-	+++	-	++	ظهور لون بنفسجي يدل على وجود أمحاض أمينية	نينهيدرين	
+++	++	++	+++	+	+	+++	+	تكون راسب أبيض يدل على وجود بروتينات	ميلون	الكشف عن البروتينات والأحماض الأمينية
-	-	-	-	+	-	+++	-	تشكل لثون أصفر يدل على وجود البروتينات	زانتوبروتين	
+	-	-	-	-	-	-	-	ظهور لون الفضي دل على وجود تربيينات	-	التربيينات
+++	-	-	-	-	-	-	++	ظهور لون زمرد الأخضر يدل على وجود تربيينات ثنائية	خلات النحاس	التربيينات الثنائية
-	+++	-	+++	-	+++	-	++	تكون لون أحمر دل على وجود الكوينونات	-	الكوينونات
-	+++	-	+++	-	-	-	++	ظهور لون أحمر دل على وجود الانثراكوينونات	-	الانثراكوينونات

(+) يشير إلى وجود المركبات الكيميائية النباتية بنسبة بسيطة. (++) يدل على وجود المركبات الكيميائية النباتية بكمية لا بأس بها. (+ + +) يدل على وجود المركبات الكيميائية النباتية بنسبة عالية جداً. (-) يشير إلى عدم تواجد المركبات الكيميائية.

لقد تم في هذه الدراسة الكشف العضوي لبعض المركبات الكيميائية المتوقع وجودها في الملفوف الأخضر والبنفسجي والمقارنة بينها. وهذه الاختبارات كانت في المستخلص (المائي - الأيثانول - الميثانول) بالنقع، والعصير الطبيعي المحضر حديثاً للملفوف الأخضر والبنفسجي مع الماء المقطر.

حيث لوحظ من جدول رقم (1) وجود القلويدات والكربوهيدرات والفلافونويدات في العصير الطبيعي للملفوف الأخضر بشكل واضح عن الملفوف البنفسجي وباقي المستخلصات. والجلايكوسيدات ظهرت واضحة في المستخلص المائي والعصير الطبيعي للملفوف الأخضر والبنفسجي، والصابونينات كانت موجودة لجميع المستخلصات والعصير الطبيعي.

كما اثبتت دراسة سابقة تناولت الكشف العضوي للملفوف عن وجود المركبات الكيميائية النباتية المختلفة. مثل التانينات والفلافونويد والسكريات والقلويات والفينول وأنتوسيانينين.

Glucosinolate، هي المركبات المميزة لعائلة الصليبي. [16]

تتواجد الكربوهيدرات في الخضروات الورقية بكميات ضئيلة وهذه الخضروات مفيدة جداً للكبد والأمعاء وبإمكان بعض هذه الخضروات مثل الملفوف أن تحدث تأثيراً إيجابياً في مستويات الجلوكوز والانسولين بالدم. [17]

أما الفينولات والفاتيسيترولات والكونيونات والانتراكوينونات كانت نتيجتها واضحة في كل المستخلصات والعصير الطبيعي للملفوف البنفسجي. وهذه النتيجة كانت متوافقة مع

دراسات سابقة أجريت على الملفوف البنفسجي كما كشفت هذه الدراسة أن لمسحوق الملفوف البنفسجي والعصير القدرة على علاج العديد من الأمراض. [18] ان للملفوف نشاط مضاد للجراثيم والفطريات والسرطان. [20,19] هذه الأنشطة قد يعزى إلى مختلف المواد الكيميائية النباتية الموجودة في الملفوف مثل التانينات، الفلافونويدات، قلويدات، الأنثوسيانينات والفينولات. كما أن التانينات مضادات الميكروبات تعمل كمضاد للأكسدة.

كما احتوي مستخلص الملفوف على الجلوكوسينولات، والتي لديها نشاط مضاد للسرطان والبكتيريا. [21].

الخلاصة

من العصور القديمة، استخدمت النباتات لعلاج مجموعة متنوعة من الأمراض. وكشفت الدراسة الحالية الآثار الإيجابية للملفوف حيث تم العثور على المواد الكيميائية النباتية التي هي مفيدة للصحة وهي القلويدات، جليكوسيدات، المنشطات. وكانت الفلافونويدات، والصابونيات، والتانينات، والترينينات والفيستوستيروولات التي تزيد من الإمكانيات الطبية للملفوف وبالتالي يمكن استخدامها لعلاج مختلف الأمراض.

ونستنتج من الكشف العضوي للملفوف الأخضر والبنفسجي (عصير طبيعي - مستخلصات بالنقع) انه تتواجد المركبات الكيميائية الفعالة بشكل واضح في العصير الطبيعي مقارنة بالمستخلصات الأخرى. وقد يعزى السبب في ظهور هذه المركبات بشكل واضح في العصير الطبيعي انه أثناء عملية التجفيف والطحن لتحضير المستخلصات قد فقد جزء من هذه المركبات الفعالة لذا ينصح بتناول الملفوف بشكل طبيعي بدلا من طهيهِ.

References المصادر

- [1].Jane V Higdon, Barbara Delage, David E, Williams, Roderick H, Dashwood.(2007), Cruciferous Vegetables and human cancer risk Epidemiologic evidence and Mechanistic basis. Pharmacol Res, 55(3):224-236.
- [2].Arts IC, Hollma PC. (2005), Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. American Journal of Clinical Nutrition, 81(1):S317-S325.
- [3].Shalabia Shahat Emam and 1 2Heba Ibrahim Abd El-Moaty(2009), Glucosinolates, Phenolic acids and Anthraquinones of *Isatis microcarpa* Boiss and *Pseuderucaria clavate* (Boiss&Reut.) family: Cruciferae, Journal of Applied Sciences Research, 5(12): 2315-2322, 2009 © INSInet Publication.
- [4].Theresa A. Shapiro, 2 Jed W. Fahey, Kristina L. Wade, Katherine K. Stephenson, and Paul Talalay (2001), Chemoprotective Glucosinolates and Isothiocyanates of Broccoli Sprouts: Metabolism and Excretion in Humans. Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention, Vol. 10, 501–508.
- [5].Jaiswal, A.K., Abu-Ghannam, N., Gupta, S., (2012) a. A comparative study on the polyphenolic content, antibacterial activity and antioxidant capacity of different solvent extracts of *Brassica oleracia* vegetables. Int. J. Food Sci. Technol. 47, 223–231.
- [6].Jaiswal, A.K., Rajauria, G., Abu-Ghannam, N., Gupta, S., (2012) b. Effect of different solvents on polyphenolic content, antioxidant capacity and antibacterial activity of Irish York cabbage. J. Food Biochem. 36, 344–358.

- [7].Jaiswal, A.K., Rajauria, G., Abu-Ghannam, N., Gupta, S., (2011), Phenolic composition, antioxidant capacity and antibacterial activity of selected Irish Brassica vegetables. *Nat. Prod. Commun.* 6, 1299–1304.
- [8].Podsedek, A., Sosnowska, D., Redzynia, M., Anders, B., (2006), Antioxidant capacity and content of *Brassica oleracea* dietary antioxidants. *Int. J. Food Sci. Technol.* 41, 49–58.
- [9].Nielsen, J.K., Nørbæk, R., Olsen, C.E., (1998), Kaempferol tetraglucosides from cabbage leaves. *Phytochem.* 49, 2171.
- [10]. Lynn A, Collins A, Fuller Z, Hillman K, Rateliffe B.(2006) , Cruciferous vegetables and colorectal cancer, *Proc Nutr Soc.* 65:135-144.
- [11]. Maha A. El-Motaleb el-Mowafy. (2012), Treatment Effect of Red Cabbage and Cysteine against Paracetamol Induced Hepatotoxicity in Experimental Rats, *Journal of Applied Sciences Reseach.* 8 (12):5852-5859.
- [12]. Sikora, E., E. Cieslik, T. Leszczynska, A. Filipiak - Florkiewicz and P.M. Pisulewski, (2008), “The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing,” *Food Chemistry*, **107**, 55-59.
- [13]. Podsedek, A., (2007), “Natural antioxidants and antioxidant capacity Of Brassica vegetables. A review,” *LWT Food Science and Technology*, **40**.
- [14]. Estévez, M. and R. Cava, (2006), “Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: contradictory effects in different types Of frankfurters,” *Meat Science*, **72**, 348-355.
- [15]. Handa SS. (1995), Quality control and standardization of herbal material and traditional remedies. *East pharma*, 38:23-25.

- [16]. Steven F. Vaughn, Mark A. Berhow, (2004), Glucosinolate hydrolysis products from various plant sources: pH effects, isolation, and purification *New Crops and Processing Technology Research, National Center for Agricultural Utilization Research, Industrial crops and products journal*, Received 22 December 2003; accepted 25 March 2004.
- [17]. Neelufar S, Alekhya T, Sudhakar K. (2012) Pharmacognostical And phytochemical evaluation of Brassica Oleracealinn var Capitataf Rubra, Journal of pharmaceutical biology. 2(2):43-46.
- [18]. Ekta S C, Anamika T, Akriti S.(2016), Phytochemical screening of red cabbage (*Brassicaoleracea*) powder and juice - A comparative study . Journal of Medicinal Plants Studies, 4(5): 196-199.
- [19]. Renuka Devi and E. Berla Thangam (2010), Extraction and Separation of Glucosinolates from Brassica *Oleraceae* var *Rubra*, Department of Biotechnology, School of Bioengineering, SRM University, Kattankulathur-603203 *Advances in Biological Research* 4 (6): 309-313, ISSN 1992-0067.
- [20]. Natalia Bellostas, Jens C. Sørensen, Hilmer Sørensen (2004), Qualitative and quantitative evaluation of glucosinolates in cruciferous plants during their life cycles, *Agroindustria* Vol. 3 Num. 3.
- [21]. Malcolm c. Elliott² and Bruce b. Stowe Indole (1970), Compounds Related to Auxins and Goitrogens of Woad (*Isatis tinctoria* L.)¹ Received for publication June 29.

تأثير المعالجة الحرارية على بعض الخواص الميكانيكية لمسبوكات الالومنيوم المنتجة بواسطة السباكة بالغلّاف الخارجي

الصيديق مسعود الدباشي^a، ناصر محمد الخمري^b، صلاح أحمد الفراح^c
كلية الهندسة - جامعة صبراتة - ليبيا^a، كلية التقنية الهندسية - جنزور - ليبيا^b، جهاز
البحوث التطبيقية والتطوير - طرابلس - ليبيا^c

siddig.dabbashi@yahoo.com, naserkhemri@yahoo.com

ملخص

تعتبر السباكة بالغلّاف الخارجي من أفضل التقنيات الحديثة في العالم وهي تدخل في كثير من مكونات الصناعات، وتعتبر صناعة قطع غيار السيارات والطائرات وريش التوربينات من أهم الصناعات الدقيقة. في هذا البحث تم التركيز على دراسة مسبوكة الالومنيوم (A356) التي تتميز بخواص ميكانيكية جيدة بالإضافة إلى خاصية السيولة التي تساعد على ملئ جميع أجزاء القالب أثناء عملية الصب. ومن خلال التجارب والاختبارات التي تم إجراؤها على هذه المسبوكات تبين ان عمليات المعالجة الحرارية تحسن من الخواص الميكانيكية وخصوصا خاصية الشد وخاصية الصلادة، حيث ارتفعت مقاومة الشد والصلادة الى حوالي الضعف فيما لم يحدث أي تغير ملحوظ في نسبة الاستطالة.

الكلمات الدالة : السباكة بالغلّاف الخارجي، المعالجة الحرارية، سبيكة الالومنيوم (A356)

Abstract

Investment casting is one of the best modern technology in the world, it is involved in many components of industries, the manufacturing of spare parts of cars, aircraft and turbine blades are the most important industries which using investment casting for production. This study focused on the aluminum alloy (356A) which

has good mechanical properties in addition to the liquidity characteristic that helps fill all parts of the mold during the casting process. The experiments and tests conducted on these castings show that heat treatment processes improve the mechanical properties, especially tensile tests and hardness, where tensile strength and hardness have doubled, while as there is no obvious change in elongation.

1. المقدمة

تعتبر السباكة من أقدم الحرف التي مارسها الانسان منذ حوالي 4000 سنة قبل الميلاد، وتطورت مع تطور البشرية وباتت تشكل ضلعا رئيسيا في عمليات الانتاج الصناعي عالميا. ومن المعلوم ان الالومنيوم هو ثاني أهم المعادن الصناعية في العالم ويأتي في المركز الثاني بعد المعادن الحديدية^[1].

يعتبر الالومنيوم من اكثر المواد الهندسية شيوعا لما يتميز به من ميزات وخواص جيدة، ومن خواصه التوصيلية الجيدة للحرارة والكهرباء، ومن أهم مميزات الالومنيوم خفة الوزن مما ساعد في استخدامه في صناعة الطائرات وفي الأجزاء التي تحتاج الى مقاومة تشكيل عالية. الالومنيوم لا يستخدم في صورته النقية بل تضاف إليه معادن أخرى لكي تحسن من خواصه ولهذا تنتشر سبائكه بكثرة وتختلف في تركيبها الكيميائي وطرق تصنيعها حسب الخواص المطلوبة، فهناك السبائك المشكلة بالضغط (حدادة، درفلة، بثق، الخ) وهناك السبائك التي تنتج بطرق السباكة المختلفة وهي أكثر طرق الانتاج شيوعا مثل السباكة الرملية (Sand Casting)، السباكة بالقوالب الدائمة (Permanent Mold Casting)، والسباكة بالغلاف الخارجي (Investment Casting)، حيث تعتبر الأخيرة من أحدث طرق السباكة المستخدمة. هناك بعض السبائك يمكن معالجتها حراريا وتحسين خواصها مثل الصلادة والصلابة ومقاومة الشد وغيرها من الخواص الأخرى والبعض الآخر لا يمكن معالجته ولكن يمكن تحسين خواصها بطرق أخرى^[2,3,4].

الهدف من الدراسة

اختبار إمكانية تحسين الخواص الميكانيكية لمسبوكة من الألومنيوم (A356) عند طريق إجراء معالجة حرارية لبعض العينات ومقارنتها بعينات أخرى غير معالجة حرارياً.

2. دراسة الحالة

تتميز هذه المسبوكة بخواص ميكانيكية جيدة تجعلها من أفضل سبائك الألومنيوم. وهذه الخواص تساعد على تحمل جميع ظروف التشغيل. كما يعتبر عنصر السليكون من العناصر الرئيسية في المسبوكة حيث تحتوي على نسبة 7% من هذا العنصر ويعمل على زيادة مقاومة الشد ويزيد من مقاومة الصدأ والتآكل ويعطي للمسبوكة موصلية جيدة للحرارة والكهرباء بالإضافة إلى صلابة عالية ويزيد من مقاومة التأكسد. تبين الجداول (1) و (2) التركيب الكيميائي والخواص الميكانيكية للمسبوكة^[5]، كما يوضح الجدول (3) عمليات المعالجة الحرارية النموذجية لمسبوكات الألومنيوم^[6].

الجدول 1: التركيب الكيميائي للمسبوكة

Element	Cu	Si	Mg	Ti	Fe	Mn	Zn	Ph	Sn	Ni
Content (%)	0.2	6.5-7.5	0.2-0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1

الجدول 2: الخواص الميكانيكية للمسبوكة

Tensile Strength (MPa)	262-331
Yield Strength (MPa)	193-331
Elongation Range (%)	3-10
Castability Rating	100
Hardness Range (HB)	90
Fluidity	1
Shrinkage	1
Electrical conductivity 20°C (% IACSA)	39
Thermal conductivity coefficient 25°C (w/m.k) (K)	151
Density (g/cm ³)	2.68

الجدول 3: عمليات المعالجة الحرارية النموذجية لمسبوكات الألومنيوم

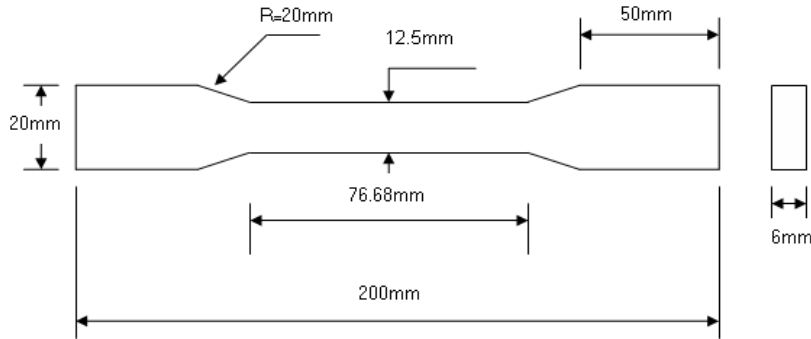
→	→	→	→	Solution Heat Treatment	Aging Heat Treatment
---	---	---	---	-------------------------	----------------------

			Temperature		Time	Temperature		E (h)
			C	F		C	F	
328	T6	S	515	960	12	155	310	2-5
332	T5	P	.....	.....	....	205	400	7-9
333	T5	P	.....	.....	....	205	400	7-9
	T6	P	505	940	6-12	155	310	2-5
	T7	P	505	940	6-12	260	500	4-6
336	T551	P	.....	.....	....	205	400	7-9
	T65	P	515	960	8	205	400	7-9
354	.....	(K)	525-535	980-995	10-12	(h)	(h)	(l)
355	T51	S or P	.....	.....	....	225	440	7-9
	T6	S	525	980	12	155	310	3-5
		P	525	980	4-12	155	310	2-5
	T62	P	525	980	4-12	170	340	1-18
	T7	S	525	980	12	225	440	3-5
		P	525	980	4-12	225	440	3-9
	T71	S	525	980	12	245	475	4-6
		P	525	980	4-12	245	475	3-6
C355	T6	S	525	980	12	155	310	3-5
	T61	P	525	980	6-12	Room temperature		8 (mini mum)
						155	310	10-12
356	T51	S or P	.....	.....	....	225	440	7-9
	T6	S	540	1000	12	155	310	3-5
		P	540	1000	4-12	155	310	2-5
	T71	S	540	1000	12	205	400	3-5
		P	540	1000	4-12	225	440	2-9
	T7	S	540	1000	10-12	245	475	3
		P	540	1000	4-12	245	475	3-6
A356	T6	S	540	1000	12	155	310	
	T61	P	540	1000	6-12	Room Temp		8 (min)
357	T6	P	540	1000	8	175	350	6
	T61	S	540	1000	10-12	155	310	10-12
A357	.....	(K)	540	1000	8-12	(h)	(h)	(h)
359	.....	(K)	540	1000	10-14	(h)	(h)	(h)

P= Permanent casting, S= Sand casting, T= Type of heat treatment

3. التجارب العملية

المنتج عبارة عن عينة شد حسب المواصفات القياسية للجمعية الامريكية للمواد (ASTM)^[7] كما موضح بالشكل (1).



الشكل 1: أبعاد عينة الشد

أولاً : إنتاج المسبوكة

تمر عملية إنتاج مسبوكة الالومنيوم (A356) بالمراحل التالية :

-إنتاج النموذج الشمعي Production of Wax Pattern

يتم ذلك في قالب مع مراعاة سماحيات الانكماش لكلا من الشمع والالومنيوم، بحيث يحقن الشمع من فتحة التغذية عند درجة حرارة (57-59) درجة مئوية كما بالشكل (2) ومن ثم يوضع القالب في حوض ماء ليبرد، ويتم إخراج العينة من القالب بعناية حتى لا يحدث تشوه او تغير في ابعاد العينة.



الشكل 2: القالب بعد عملية حقن الشمع

- التجميع في شجرة الشمع Cluster Assembly
بعد تنظيف المنتج وإزالة الزوائد يتم لحام قنوات التغذية بحيث تكون ذات سمك وطول
مناسبين لعملية الصب والقطع، مع ملاحظة وضع هذه القنوات في الأماكن الأكثر سمكا
لضمان وصول المصهور لأدق الأماكن وكذلك لاستغلالها كمصاعد (Riser) والشكل
(3) يبين بعض أنواع الشجرات التي تم تجميعها.



الشكل 3: شجرات شمع أفقية وعمودية

التغليف بالسيراميك Manufacture of Ceramic Shell Molds -

تعتبر مرحلة التغليف بالسيراميك من أكثر المراحل حساسية في عمليات السباكة بالشمع المفقود حيث يتم تحديد سمك قشرة السيراميك بناءً على حجم ووزن المسبوك، وكذلك بناءً على كثافة السبيكة. كما أنه يجب الأخذ في الاعتبار عدة خواص لنوع السيراميك المستخدم مثل الصلابة قبل وبعد التجفيف، خفة الوزن، المسامية، قابلية الانهيار بعد تجمد المسبوك والحصول على أسطح ناعمة^[8].

تم التغليف بالسيراميك بعدد 7 طبقات حيث تكون الطبقة الأولى من ملاط ناعم (سيراميك سائل) وذلك للحصول على سطح ناعم للمسبوك، وتكون الطبقات التالية أكثر خشونة بالتدرج لتقوية غلاف السيراميك وأخر طبقة ملاط فقط لمنع تفتت الرمل، مع ملاحظة تجفيف القوالب (الشجرات) بين مراحل التغليف المختلفة حيث تكون درجة الحرارة (20°C) ونسبة الرطوبة (45%) تقريباً، ويوضح الشكل (4) شجرة بعد تغليفها بكل الطبقات.



شكل 4 : شجرة الشمع بعد تغليفها بكل الطبقات

إزالة نموذج الشمع Dewaxing -

تمت عملية إزالة الشمع في فرن الأوتوكلاف عند درجة حرارة (120°C) وضغط (7bar)، حيث يوضع القالب في وضع مقلوب داخل الفرن ليسمح للشمع بالخروج، والشكل (5) يبين شكل القالب بعد إزالة الشمع.



شكل 5: القالب بعد إزالة الشمع

- الصهر والصب Melting and Pouring

تم تسخين القوالب الي درجة حرارة (600°C) تقريبا في فرن التسخين وذلك لزيادة صلابتها والتخلص من (حرق) بقايا الشمع وتكون درجة حرارتها قريبة من درجة حرارة المصهور حتى لا تتكسر القوالب وتمنع تجمد المصهور بسرعة.

وتمت عملية الصهر عند درجة حرارة (634°C) وللتخلص من الفقاعات الهوائية أجريت عملية حقن غاز الأرجون لمدة دقيقتين، وبعد ذلك صب المصهور في قوالب السيراميك وتركها لتبرد في الهواء، وباستخدام آلة الاهتزاز تم تكسير قوالب السيراميك وقطع المسبوكات من الشجرة وتنظيفها وإزالة قنوات التغذية، ويبين الشكل (6) الشجرة بعد عملية الصب وتكسير قالب السيراميك، بينما الشكل (7) يبين المنتج النهائي.



شكل 4: الشجرة بعد عملية الصب وتكسير قالب السيراميك



شكل 5: الشكل النهائي للمنتج

ثانياً: المعالجة الحرارية Heat Treatment

عند تجمد المسبوكة يكون معدل التبريد متفاوت بين أجزاءها وبالتالي يكون حجم الحبيبات متفاوتاً، لذلك تم إجراء عملية إعادة التجانس (Homogeneous) للحصول على بلورات متقاربة في الحجم لجميع أجزاء المسبوكة، وتمت عملية المعالجة في فرن كهربائي.

بعد ذلك تم إجراء عمليات المعالجة الحرارية الرئيسية للحصول على الحالة (T6) الموضحة بالجدول (1)، والتي تتمثل في عمليتي المعالجة المحلولية والتعتيق.

– المعالجة المحلولية Solution Heat Treatment

وضع المسبوكة داخل الفرن في درجة حرارة (540 °C) لمدة (12) ساعة وذلك لإتمام عملية ذوبان المحلول الجامد أي ذوبان طور (θ) في (α) للحصول على محلول جامد بدون ترسب (θ) على الحدود البلورية، تم إجراء عملية التبريد السريع في الماء (التسقية Quenching).

– التعتيق Aging

وضع المسبوكة داخل الفرن في درجة حرارة (155 °C) لمدة (3-5) ساعات، تم التبريد داخل الفرن ببطء حتى الوصول إلى درجة حرارة الغرفة.

ثالثا: الاختبارات Tests

لدراسة مدى تأثير عمليات المعالجة الحرارية على المسبوكات المنتجة تم إجراء الاختبارات التالية :

1- اختبار الشد Tensile Test

تم إجراء هذه الاختبار لعدد (3) عينات قبل المعالجة الحرارية وعدد (3) عينات بعد المعالجة الحرارية، تم أخذ المتوسط الحسابي للنتائج، ويبين الشكل (8) عينة غير معالجة حراريا بعد إجراء اختبار الشد.



شكل 8: عينة غير معالجة حراريا بعد إجراء اختبار الشد



شكل 9: عينة معالجة حراريا بعد إجراء اختبار الشد

2- اختبار الصلادة Hardness Test

تم إجراء اختبار روكويل لتحديد الصلادة لعينات قبل المعالجة وبعد المعالجة الحرارية .

4. النتائج

يبين الجدول (4) نتائج اختبارات الشد.

جدول 4: نتائج اختبارات الشد

Sample	Before H.T.	After H.T.
F_{max} (KN)	9.85	19.61
σ_{UTS} (MPa)	130.47	261.4
L1	62	62
E (%)	3.33%	3.33%

من هذه النتائج يلاحظ ارتفاع مقاومة الشد القصوى من (130.47 MPa) قبل المعالجة الحرارية إلى (261.4 MPa) بعد المعالجة، هذا يوضح مدى التحسن في مقاومة الشد القصوى نتيجة إجراء المعالجة الحرارية، وأن نسبة الاستطالة لم تشهد تغير ملحوظا.

ويبين الجدول (5) نتائج اختبار الصلادة

جدول 5: نتائج اختبار الصلادة

Sample	Before H. T.	After H. T.
Hardness (HB)	60	110

من هذه النتائج يتضح ارتفاع الصلادة من (60 HB) قبل المعالجة إلى (110 HB) بعد المعالجة، وهذا يوضح مدى التحسن في الصلادة بعد إجراء المعالجة الحرارية.

5. الاستنتاجات

من خلال هذه الدراسة نستنتج ان :

(1) السباكة بالغلاف الخارجي (Investment Casting) تعتبر من أحدث طرق سباكة الألومنيوم وأفضلها لميزاتها العديدة.

(2) يمكن التحكم في الخواص الميكانيكية لمسبوكات الألومنيوم القابلة للمعالجة الحرارية، حيث توجد عدة عمليات معالجة أهمها : المعالجة المحلولية، التعتيق، التخمر .
(3) من الممكن تحسين مقاومة الشد القصوى (الصلابة) لسبيكة (A356) المنتجة بالسباكة عن طريق معالجتها محلوليا وتعتيقها حيث كانت نسبة الزيادة 100% تقريبا، وكذلك زيادة صلابتها بنسبة 83% تقريبا.
(4) عدم تغير نسبة الاستطالة نتيجة عمليات المعالجة الحرارية للسبيكة (A356) المنتجة بالسباكة، حيث كانت نسبة الاستطالة منخفضة لأن هذه السبيكة لديها قابلية تشكيل منخفضة.

6. التوصيات

يمكن في الختام إيجاز جملة من التوصيات كما يلي:

- (1) بإجراء الكشف المجهرى لعينات قبل وبعد المعالجة الحرارية لدراسة تأثير المعالجة على التركيب البلوري لسبائك الالومنيوم.
- (2) بإجراء اختبارات ميكانيكية أخرى مثل اختبار الصدم لدراسة مدى تأثير المعالجة الحرارية على بعض الخواص الأخرى.
- (3) دراسة تأثير عمليات المعالجة الحرارية الأخرى مثل التخمر وإزالة الاجهادات على مسبوكات الالومنيوم.

7. المراجع

- [1]. م. طارق خليل ابراهيم، د. ناصر محمد الخمري، م. محمد رجب بودر، م. حسين علي وحيدة، تأثير إضافة الجرافيت على خواص رمل السباكة وعلى صلادة مسبوكة من الالومنيوم، المجلة الدولية للعلوم والتقنية - ليبيا، أبريل 2017، العدد 10.
- [2]. د. محمد حمدي، د. فاروق شحاته، تكنولوجيا المواد والميتالورجيا الهندسية، 1989، جامعة الزقازيق، مصر.

- [3].د. عبد المجيد ناجي عطية، د. محمد محمود جادو، مقدمة في تكنولوجيا الإنتاج، 2002، جامعة المنوفية، مصر.
- [4].م. محمود سامي بيبرس، م. سامي عبد الله مرسى، م. صلاح الدين محمد سلامة، م. محمد سعد الدين عمارة " علم المواد " 1989
- [5].د. احمد شفيق الخطيب، معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية، 2000، مكتبة لبنان، لبنان

- [6].Fundamentals of Manufacturing Engineering Certification Institute of (SME) Society of Manufacturing Engineering, 1993, Dearborn, Michigan
- [7].Investment Casting Handbook, 1997, H..T., Bid Well, Dallas, Texas, Newness.
- [8].Investment Casting, Reference Module in Materials Science and Materials Engineering, Oxford, Elsevier, 2016, pp 1-18.

تأثير عنصر النحاس في انتاج حامض الستريك

د. عطيه سالم المشيطي

المعهد العالي لتقنيات الهندسية قسم الهندسة الكيميائية زليتن

e-mail masheti2001@yahoo.com

ateya.masheti@yahoo.com

ABSTRACT

Citric acid is very important in our lives. It is added to food as a type of preservative to prevent odors and contamination of fruits, so it is used in laboratories as anti-oxidation.

Due to this importance and the increasing use of the growing population, the matter needed to think about the production of this acid industrially and required studies and researches to achieve the optimal method of economic, composition and quality as well as the quantity produced from this acid, all these are linked with the factor of time.

In this research, this industry was studied in a type of (Stirred Tank Reactor), in addition to the study of the materials used, their ratios and the time taken to produce the highest value of citric acid and at constant temperature.

الخلاصة

إن لحمض الستريك أهمية كبيرة جدا في حياتنا. فهو يضاف للأغذية كنوع من المواد الحافظة ليمنع حدوث الروائح ويمنع تلون الفواكه كذلك يستعمل في المعامل والمختبرات أي في الكيمياء كمضاد للأكسدة.

ونظرا إلى هذه الأهمية وإلى كثرة استعماله المتزايد جراء التزايد السكاني واحتاج الوضع إلى التفكير في إنتاج هذا الحمض صناعياً وتطلب الأمر عمليات دراسة وأبحاث للوصول إلى الطريقة الأمثل من الناحية الاقتصادية ومن الناحية التركيبية النسبية والجودة

وكذلك الناحية الكمية أي الكمية المنتجة من هذا الحمض كل هذه مرتبطة مع العامل الزمني.

ففي هذا البحث تمت دراسة هذه الصناعة في نوع من المفاعلات وهو مفاعل الخلط الميكانيكي (STR) الى جانب دراسة المواد المستعملة ونسبها والزمن المستغرق لإنتاج أعلى قيمة من حمض الستريك وفي ظروف درجة الحرارة الثابتة.

1- المقدمة:

1.1- حمض الستريك

حمض الستريك أو حمض الليمون أو ملح الليمون هو حمض عضوي ضعيف يوجد في الموالح وهو حمض ثلاثي الكربوكسيل وهو مادة حافظة طبيعية ويستخدم لإضافة مذاق حمضي للأطعمة والمشروبات. في الكيمياء الحيوية هو وسيط مهم في دورة حمض الستريك وبالتالي فهو يتكون في كل التمثيل الغذائي لكل شيء حي تقريبا ويستخدم أيضا كعامل منظم للبيئة ويعمل كمضاد للأكسدة.

من خواص حمض الستريك أن بلوراته لا لون لها ولا رائحة وحمضية المذاق وتذوب في الماء والكحول الجدول رقم (1).

نجد لحمض الستريك عدة مصادر حيث انه يوجد طبيعيا وبتركيز عال في عصير الليمون كما يوجد في عصائر الحمضيات الأخرى والفواكه الناضجة كما يمكن تحضيره تجاريا بتخمير المولاس بعض سلالات نوع معين من الفطريات.

لحمض الستريك عدة فوائد فهو يضاف للأغذية لإعطاء الغذاء الطعم الحمضي ويعزز فعالية مضادات الأكسدة ويمنع تلون الفاكهة ويمنع حدوث الروائح الغير مرغوب فيها وكذلك فهو يحافظ على فيتامين C.

وللحامض عدة تأثيرات على الإنسان حيث يؤثر إذا أخذ بكميات كبيرة جداً وبصورة مركزة على الأسنان حيث يتسبب في تأكلها وكذلك يسبب التهيج الموضعي.

جدول (1) يوضح أهم خواص حمض الستريك

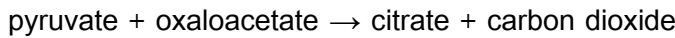
حمض الستريك	
عام	
hydroxypropane- 1,2,3-2 -tricarboxylic acid	الاسم النظامي
سترات الهيدروجين	أسماء أخرى
$C_6H_8O_7$	الصيغة
g/mol 192.027	الكتلة المولية
crystalline white solid	المظهر
الخواص	
g/cm ³ 1.665	الكثافة
(g/100 ml (20°C 133	الذوبانية في الماء
(K 426 ,F° 307.4) C° 153	نقطة الإنصهار
(decomposes at 175 °C (448 K	نقطة الغليان

2- دورة حمض الستريك

إن التعقيد الكبير الذي تحويه هذه الدورة يستدعي ظهور سؤال مهم وهو كيف ظهرت فكرة دورة حمض الستريك حيث أنها دورة معقدة مثل دورة أكسدة مجاميع الاستيل ذات ذرتي الكربون إلى (CO₂) خلال حامض الستريك ذي الست ذرات كربون قد تبدو معقدة بدون مبرر وهي ليست متفككة مع مبدأ أقصى اقتصاد ممكن في المنطق الكيميائي الحيوي للخلايا الحية.

لقد تم افتراض دورة كريس أول الأمر على أساس أنها مسلك لأكسدة البيروفات في الأنسجة الحيوانية في عام (1937 ف) من قبل العالم هانز كريس (Hanz Krebs) وقد جاءت فكرة الدورة إلى كريس خلال دراسة تأثير الايونات السالبة للحوامض العضوية المختلفة على معدل استهلاك الأوكسجين من قبل محاليل عاققة من عضلات صدر الطير المشرومة المؤكسدة للبيروفات. تستخدم عضلة الطيور في الطيران وتكون ذات تنفس عال جدا ولذلك فهي أكثر من غيرها مناسبة لدراسة الفعالية التأكسدية. ولقد وجد الباحثون الأوائل وخاصة (Alben Szent. Gyorgya) في هنغاريا ، أن أحماض عضوية ثنائية الكربوكسيل موجودة في الأنسجة الحيوانية ، مثل السكسينيت وحامض الفيوماريك وحامض الماليك والاكسالواستيك معروف عنها أنها تحفز استهلاك الأوكسجين من قبل العضلات وقد أكد العالم كريس هذه الملاحظات ووجد أيضا أنها تحفز أكسدة البيروفات. كما أكد على أن أكسدة البيروفات من قبل العضلة تحفز بواسطة الأحماض ذات ستة ذرات كربون ثلاثية الكربوكسيل وهي حمض الستريك والاكونتيك التجاري ونظير حمض الستريك ومركب ذي خمس ذرات كربون هو الالفاكيتو كلوتاريك. [1]

ولقد لاحظ كريس واستنتج أن الأحماض الفعالة (النشطة) ثنائية وثلاثية الكربوكسيل التي تم ذكرها يمكن أن تترتب في تسلسل كيميائي منطقي حيث انه في كل خطوة يحدث تحويل كيميائي بسيط يحفزه إنزيم خاص وبما أن حضانة البيروفات والاكسالواستيت مع نسيج العضلة المطحون ينتج عنه تجمع السترات في الوسط. هذا ولقد انتهى العالم هانز كريس إلى أن هذا التسلسل يعمل بطريقة دائرية وليست على هيئة خط مستقيم وبطريقة يكون فيها بدايته ونهايته متصلتين ببعضها البعض وقد افترض أن هناك حلقة مفقودة تغلق الدائرة وقد افترضها حسب المعادلة التالية:



من هذه التجارب البسيطة والتفسير المنطقي للأسباب التي استنتجها كريس فقد افترض كريس دورة حمض الستريك على أنها المسلك الرئيسي لأكسدة الكربوهيدرات في العضلات. وفي السنوات التي تلت اكتشافه فقد وجد أن دورة حامض الستريك تعمل ليس بالعضلات

فحسب بل في جميع أنسجة الحيوانات والنباتات الراقية وفي الكثير من الأحياء المجهرية الهوائية .

1.2- أهمية دورة حمض الستريك

إن حامض الستريك عبارة عن جزئ صغير وبسيط وهو جزئ مقاوم بشدة للأكسدة الكيميائية لذرة الكربون المثلية التي يحتويها ونحتاج إلى ظروف قاسية وغير متوافقة مع بيئة الخلية لغرض أكسدة الخلات مباشرة إلى جزئين من (CO_2) وقد تعلمت الخلايا الحية خلال التطور أن تسلك الطرق الأسهل لأكسدة حامض الخليك إحدى هذه الطرق ذات طاقة حرة واطئة للتنشيط وقد تعلمت الخلايا أن توجد بين حامض الخليك وجزئ آخر هو الاوكساسوستيت لنتج الستريت التي تكون أكثر مسؤولية عن سحب الهيدروجين وسحب الكربوكسيل من الخلات نفسها ومع أن بعض التفاعلات الحيوية تبدو أكثر تعقيدا من اللازم فان الدراسة الدقيقة لمثل هذه الحالات على ضوء هذه المفاهيم الأساسية لآليات التفاعل العضوي تظهر أنها تمثل أسهل الطرق كيميائيا لتشجيع التحولات المذكورة [1].

2.2- عمليات الأكسدة للجلكوز:

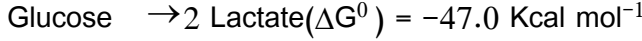
وهي عبارة عن أكسدة هوائية ولا هوائية

- **الأكسدة الهوائية للجلكوز** وفي هذه العملية يتم أكسدة الجلكوز إلى $C O_2$ و H_2O وتسمى هذه العملية أيضا بالتنفس وهي مهمة للكائنات الحية لأنه عن طريق الأكسدة الهوائية يمكن لها أن تحصل على الطاقة.

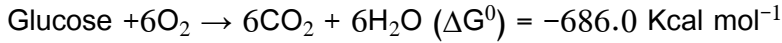
- **الأكسدة اللاهوائية للجلكوز** أن مسار هدم الجلكوز اللاهوائي ينجح في إطلاق بعض الطاقة إلا أن كميتها ضئيلة مقارنة بالأكسدة الكاملة للجلكوز. [2]

وتكون قيمة التغير في الطاقة الحرة لأكسدة الجلكوز لا هوائيا وهوائيا على النحو التالي :

* لا هوائيا Anaerobic



*هوائية Aerobic



لذلك يظل ((جزئ)) لاكتات (الناتج النهائي لمسار glycolysis) يحتوي على حوالي 93 % من محتوى الطاقة الحرة في جزئ الجلوكوز.

وتحتاج الأكسدة الهوائية للجلوكوز إلى مشاركة ثلاث عمليات وهي:

((دورة حمض الستريك - انتقال الإلكترونات - الأكسدة الفوسفورية))

وجميعها تقع داخل الميتوكوندريا في حين يحدث مسار ال glycolysis في السيتوبلازم.

3- المفاعلات الكيميائية

هي الإناء أو الحيز الذي يحدث فيه تحويل المواد المتفاعلة إلى نواتج أي يحدث فيه التفاعل والمفاعلات في أبسط أنواعها نجدها في حياتنا اليومية كالقدر الذي يتم فيه طهي الطعام فهو عبارة عن مفاعل بسيط وكذلك إبريق الشاي.

كذلك نجد المفاعلات في صور أكثر تعقيدا كما في المعامل والمختبرات الطبية كالمخابر والدوارق التي تتم فيها العمليات الكيميائية المختلفة هي عبارة عن مفاعلات ويزداد التعقيد عند النظر إلى المفاعلات الضخمة النووية مثلا والطبية التي يتم إنتاج الأدوية فيها وكذلك المفاعلات الحيوية. وتعتبر المفاعلات الحيوية هي القلب للتقنية الكيميائية الحيوية.

3-1 تصنيف المفاعلات الكيميائية

إن المفاعلات الكيميائية سهلة التصنيف من حيث شكلها وتراكيبها وأنها غير معقدة من حيث طريقة تشغيلها فعند التفاعل الكيميائي للطور السائل مثلاً فلا نحتاج إلا لبعض القوارير والأحواض في المعمل وغيرها من الأشياء البسيطة. ففي هذا البحث سوف ندرس عملية إنتاج حمض الستريك بمفاعل الخلط الميكانيكي (STR).

3.1.1- مفاعل الخلط الميكانيكي (STR)

وهو عبارة عن خزان به جهاز للخلط وهو غالبا ما يكون بين الطورين السائل والغازي (Liquid-Gas). تستعمل المفاعلات ذات الخلط الميكانيكي STR في بعض الصناعات الطبية والغذائية ولكن مثل هذه التركيب تنتزع بقدر ما استهلاك طاقة عالية جداً. الشكل رقم (1) يوضح هذا النوع من المفاعلات [3].

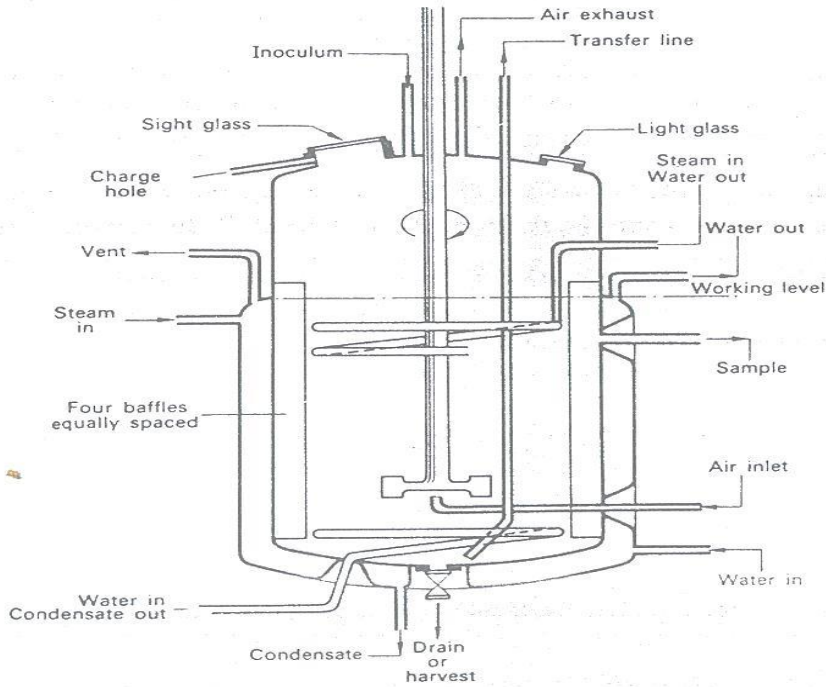


FIG. 5.5. The deep tank fermenter

الشكل (1) مفاعل الخلط الميكانيكي STR [5]

2.1.3- تصنيف المفاعلات حسب كيفية حدوث التفاعلات

1- المفاعلات المغلقة (Batch Reactors)

ويطلق عليها أحيانا بذات الدفعات ويعتبر هذا النوع من المفاعلات غالية الثمن جدا وتستعمل في الحصول على كميات قليلة ويعتبر هذا النوع من المفاعلات سهلة التحكم.

2- المفاعلات ذات السريان المستمر (Continues Reactors)

وهي مفاعلات تتميز بمواصفات عكس الأولى

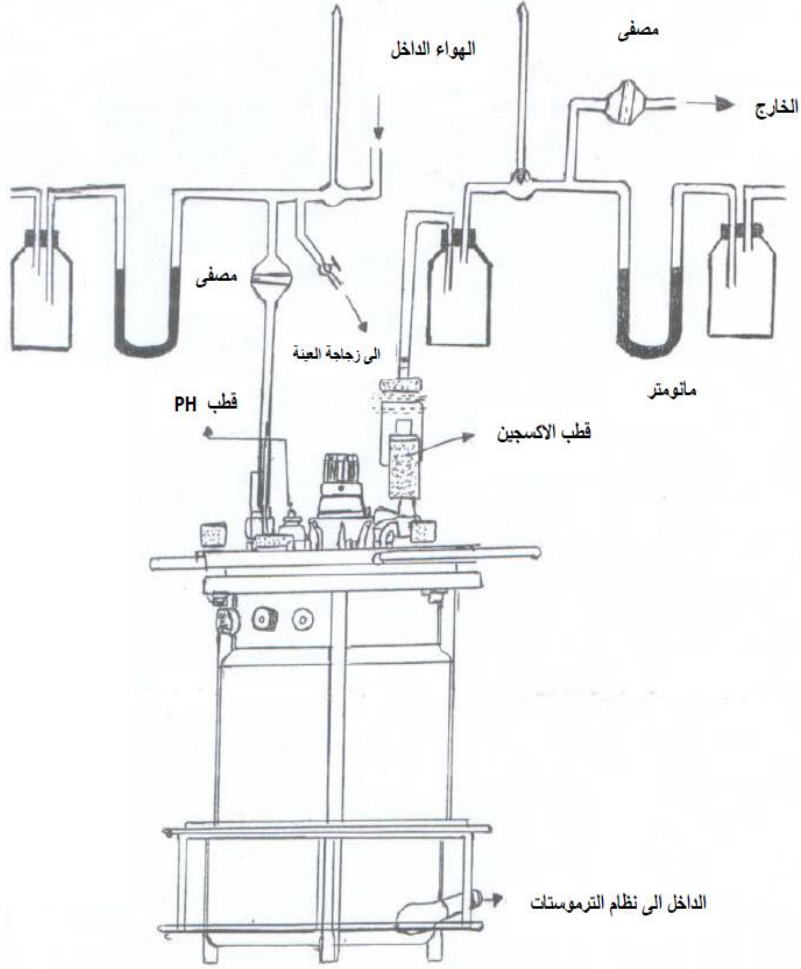
فالمفاعلات ذات الخلط الهوائي وذات السريان الأنبوبي (ALR,BCR,PFR)

فهي تختلف من شكل إلى آخر من حيث التصميم وهذا يمكن أن يميزها كونها أجهزة ذات تصميم بسيط نسبيا من حيث استهلاك طاقة منخفضة وملكية نقل جيدة [4,5].

4 - التجارب العملية:

جهاز المفاعل الخلط الميكانيكي STR المبين بالشكل رقم (2) بالاتي:

- وحدة تجهيز للسيطرة (التحكم) وقياس الحامضية pH و نسبة الأوكسجين O_2 % و سرعة الخلط (r/min) دورة بالدقيقة وكذلك درجة حرارة المفاعل.
- كما تم ربط الأجهزة الموصلة بالمفاعل بجهاز حاسوب وطابعة لطبع القيم المقاسة.
- روتامتر لقياس نسبة التدفق للهواء عند فتحة الدخول في المفاعل.
- وحدة قياس الضغط وحرارة الهواء الداخل والخارج بالمفاعل.
- قطب pH, قطب الأوكسجين O_2 , محرك الخلاط وأنبوب أخذ العينات.
- الحجم المستعمل في هذا المفاعل هي 2L , 4L.
- تربط جميع الأجهزة بعد أن يتم التعقيم الكامل لجميع أجزاء المفاعل أي قبل البدء في التجربة. كما يتم تعقيم الحجم المستعمل في كل التجارب. [6,7]



الشكل (2) يبين الأجزاء المكون منها مفاعل الخط الميكانيكي STR المستخدم بالتجربة [5]

1.4- خطوات التجارب

- 1- يتم تعقيم جميع أجزاء المفاعل ويتم تعقيمه عن طريق جهاز التعقيم الأوتوكلاف (Outoklav) وفي درجة حرارة ($120C^0$) ولمدة 40 دقيقة كما يعقم المحلول والحجم المستعمل في كل تجربة .
- 2- يتم توصيل المفاعل بجميع الأجهزة المطلوبة ويضاف إليه الحجم المطلوب وتثبت كل من درجة الحرارة عند $32 C^0$ و pH ما بين (2.6-2.8)
- 3- يتم فتح صمام تدفق الهواء إلى المفاعل والذي يجب أن يكون ما بين قيمة vvm (3-0.55) كما يجب أن لا تقل نسبة الأوكسجين بالمفاعل أقل من 10% .
- 4- معدل الخلط للمفاعل في المدى ما بين (250-450) وفي بعض مراحل التخمر 700rpm
- 5- توضع نسبة معينة من المواد الداخلة حسب الجدول (2, 3)
- 6- يوضع حجم من الكائنات الحية بالمفاعل وهي نوع من أنواع الفطريات والتي تسمى الإسبيرجيلوس نيجر (The Aspergillus niger)
- 7- نأخذ العينة في كل زمن معين ثم نقوم بمعالجتها

معالجة العينة:

نأخذ العينة و توضع في جهاز فصل (Centrifug) بسرعة ($18000 r/m$) لمدة 10 دقائق. بعد ذلك تنقل المادة السائلة إلى جهاز التحليل. والباقي يجفف تحت درجة حرارة C^0 (80-90) وذلك للحصول على وزن ثابت من الكتلة الحيوية. وعن طريق جهاز Chromatographic يتم تحليل المادة السائلة المفصولة، ويمنحنا القيم المقاسة بهذا الجهاز من الأحماض والتي من بينها حمض الستريك. وكذلك يتم تحليل السكر (السكروز - الجلوكوز - الفركتوز) .

جدول (2) تركيب محلول التخمر A

المركب	التركيز (g/L)
Sucrose	150
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2.8
KH_2PO_4	0.33
CaCl_2	0.33
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.33
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	0.019
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.1
ZnSO_4	0.33

جدول (3) تركيب محلول التخمر B

المركب	التركيز (g/L)
Sucrose	150
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2.8
KH_2PO_4	0.33
CaCl_2	0.33
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.33
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.075
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.05

2.4- نتائج التجارب المعملية:

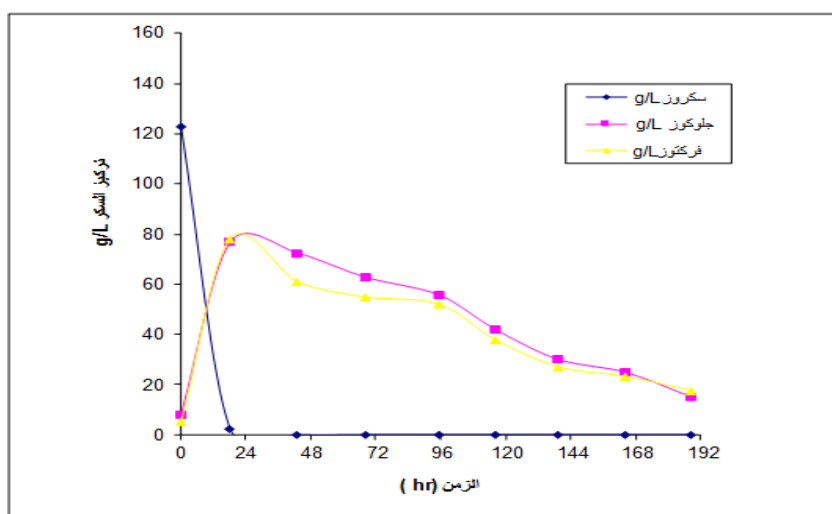
1.2.4- تجربة 1- الحجم 2 لتر وباستعمال تركيب محلول التخمر A (جدول 4)

جدول (4) تركيز السكر وحامض الستريك

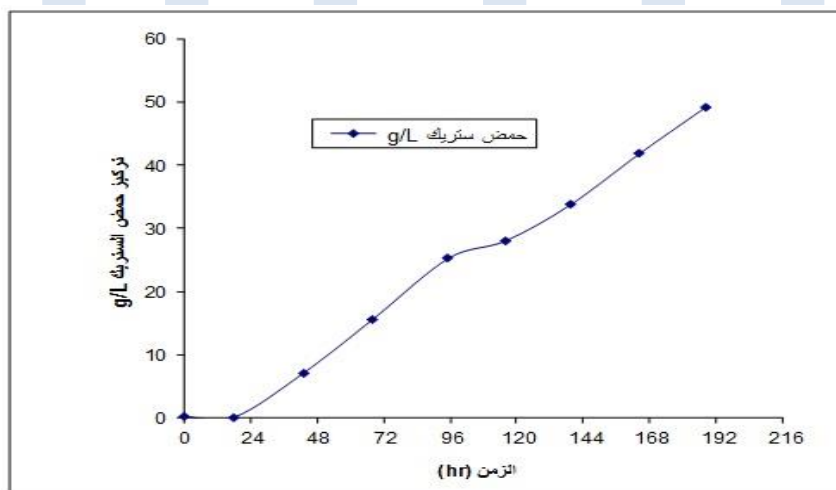
العينة	الزمن (hr)	سكروز g/L	جلوكوز g/L	g/L فركتوز	g/L حمض ستريك
1/0	0	122.56	8.1	4.92	0.11
1/1	18.19	2.18	76.75	77.9	0.03
1/2	43	0	72.39	60.93	7
1/3	68	0	62.83	54.84	15.55
1/4	95.22	0	55.77	51.94	25.22
1/5	116.04	0	42.03	37.75	28.06
1/6	139.22	0	30.15	26.96	33.73
1/7	164.2	0	24.98	23.11	41.89
1/8	187	0	15	18	50

ويوضح الشكل (3) العلاقة بين الزمن نسبة تركيز انواع السكر الثلاثة

اما الشكل رقم (4) فهو يوضح العلاقة بين تركيز حمض الستريك مع الزمن



الشكل (3) تركيز السكر مع الزمن

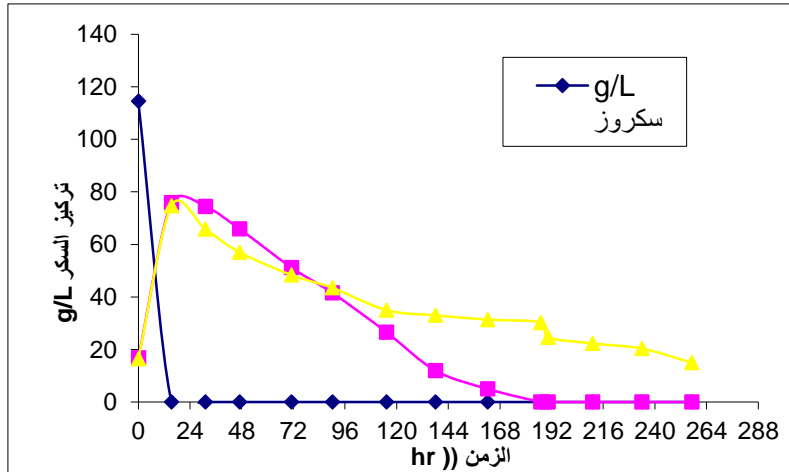


الشكل (4) تركيز حامض الستريك مع الزمن أثناء التجربة

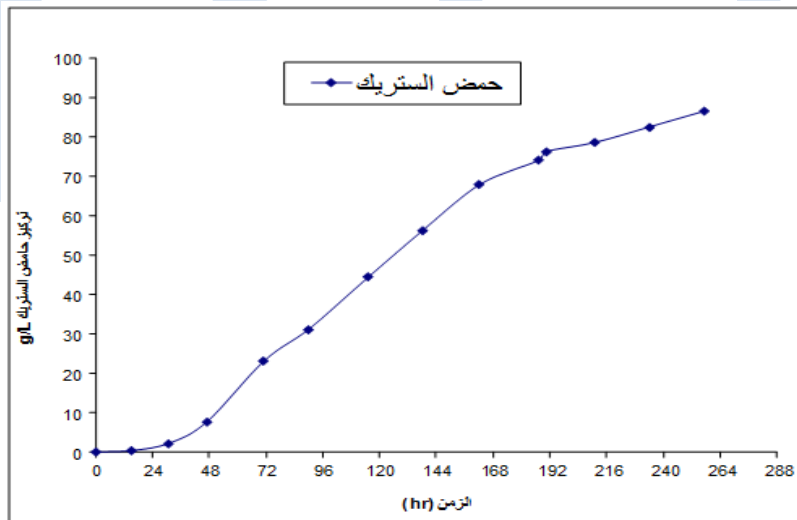
2.2.4- تجربة 2- الحجم 4 لتر وباستعمال تركيب محلول التخمر B (جدول 5)
ويوضح الشكل (5) العلاقة بين الزمن نسبة تركيز انواع السكر الثلاثة في التجربة 2
اما الشكل رقم (6) فهو يوضح العلاقة بين تركيز حمض الستريك مع الزمن في التجربة 2

جدول (5) تركيز السكر وحمض الستريك

العينة	الزمن(hr)	g/L سكر	g/L جلوكوز	g/L فركتوز	حمض ستريك g/L
2/0	0	114.51	16.85	16.42	0
2/1	15.4	0	75.96	74.73	0.36
2/2	31.15	0	74.44	65.79	2.26
2/3	47	0	65.9	57.01	7.74
2/4	71.15	0	51.19	48.33	23.2
2/5	90.15	0	41.55	43.46	31.34
2/6	115.3	0	26.58	34.99	44.57
2/7	138	0	12	33	56.3
2/8	162.3	0	4.97	31.37	68.07
2/9	187	0	0	30.28	74.15
2/10	190.35	0	0	24.65	76.35
2/11	211.05	0	0	22.3	78.76
2/12	234	0	0	20.34	82.7
2/13	257	0	0	15	87



الشكل (5) تركيز السكر مع الزمن



الشكل (6) تركيز حامض الستريك مع الزمن أثناء التجربة

جدول (6) يبين معلومات جميع التجارب ونتائجها

رقم التجربة	1	2
نوع المفاعل	STR	STR
حجم السائل (L)	2	4
تركيز التلقيح v/v%	2.1	2
زمن لتخمير (hr)	187	257
سرعة تدفق الهواء (vvm at 20C ⁰ , 101,3Kpa)	1-1.5	0.55-1.63
سرعة الخلط RPM	400-700	400-600
Ph النهائية	2,6	2,7
كبر كتلة عضوية جافة g/L	13.7	16.5
السكروز النهائي g/L	0	0
الجلوكوز النهائي g/L	15	0
الفركتوز النهائي g/L	18	15
حمض الستريك النهائي g/L	50	87

3.4 - النتائج والمناقشة

نلاحظ من التجارب السابقة

- 1- تركيز السكر يتناقص مع الزمن وذلك لاستهلاك السكر (السكروز , الجلوكوز , الفركتوز)
- 2- أن تركيز الحمض يتزايد مع مرور الزمن وان اعلي قيمة للحمض متحصل عليها هي 87 جرام بالتر وفي زمن 257 ساعة
- 3- منحنى الجلوكوز والفركتوز يكونا قريبان من بعضيهما البعض من حيث الشكل خلاف ما يحدث في منحنى السكروز ويرجع ذلك إلى أن تركيز الجلوكوز والفركتوز يحدث فيه تعويض للفاقد من السكر الذي قبله ولا يحدث هذا التعويض في حالة السكروز.
- 4- نلاحظ أن بمرور زمن التخمر تكون هناك زياده إيجابية بالنسبة لكمية حمض الستريك.

5- كمية الحمض الناتجة في التجربة (2) أكبر منها في التجربة (1) ((1 < 2))

4.4- الخلاصة

من خلال النتائج تبين لنا ان عنصر النحاس والذي يضاف على شكل المركب $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ له تأثيره السلبي على كمية الحمض الناتجة حيث تمت اضافته في التجربة (1) كما هو موضح.

إن فوائد مفاعل الخلط الميكانيكي فوائد يعزى سببها إلى انتظام درجة الحرارة والضغط والتراكيب داخل المفاعل نتيجة المزج المستمر حيث يمكن تشغيل هذا النوع من المفاعلات عند ظروف درجة الحرارة الثابتة حتى عندما تكون درجة حرارة التفاعل عالية فهو أمر غير ممكن في المفاعلات الأنبوبية الطويلة.

إن إمكانية التشغيل بظروف درجة الحرارة الثابتة تعتبر صفة مميزة مفيدة لمفاعل الخلط الميكانيكي إضافة إلى ذلك فإن الحجم الكبيرة لمفاعل الخلط الميكانيكي ستوفر لمزيج التفاعل زمن مكوث طويل.

إن هاتين الخاصيتين ستمكنا من تشغيل المفاعل لدرجات الحرارة المثلى لفترات زمنية طويلة وعند التفاعلات المضاعفة

الاختصارات

مفاعل الخلط الهوائي	ALR
مفاعل فقاعي	BCR
مفاعل الخلط الميكانيكي	STR
مفاعل التدفق الأنبوبي	PFR

المراجع

[1]. لينينجر . أساسيات الكيمياء الحيوية. الجزء الأول. النسخة المترجمة من قبل الدكتور عدنان تلفان أحمد المهداوي. بنغازي. دار الكتب. 1993 ف. ص 288.

[2]. لينينجر . أساسيات الكيمياء الحيوية. الجزء الثاني. النسخة المترجمة من قبل الدكتور عدنان تلفان أحمد المهداوي. بنغازي . دار الكتب. 1993 ف. ص 301

- [1].Lever Spiel: Chemical reaction Engineering, p. (373-375)
- [2].Christel, L.: Bioreactory (bioreactors), STU Slovakia, 1992.
- [3].Onken , U , and Weiland , p. : in advances in Biotechnological processes " 1 , Alan R Liss Inc , (new york) , (1983) p.67-95.
- [4].Christi , M. Y , and Moo – Young , M: Biotechnology (1987)
- [5].Deckwer,W,D:Biotechnology , vol 2 , chapter 20 , (1989) , pp 445.
- [6].Christi , M.Y : Airlift Bioreactor, Elserier Science Publ . (1989).
- [7].Masheti.A Mixing (homogenization) times in Pneumatically bioreactors, STJ, 2015.

واقع التعليم التقني والفجوة بينه وبين التعليم الأكاديمي

أ. محمود علي العامري

محاضر بالمعهد العالي للتقنيات الهندسية سبها
0925132134 - Mahmud261320@Gmail.com

المخلص

استفاقت بعض المؤسسات بالدولة الليبية لمحاولة مواكبة عصر التطور بالاستفادة من مهارات طلاب الجامعات فقط مع تهميشهم التام لطلاب المعاهد التقنية العليا وذلك بسبب النظرة السلبية للتعليم التقني والذي كان سببه عدد من العوامل والتي سيتم ذكرها بهذه الورقة البحثية، فمنذ حوالي 22 عاماً بالرغم من انتشار المعاهد العليا والكليات التقنية التابعة للتعليم التقني ولكن يبقى تفوق طلاب الجامعات الأكاديمية والاهتمام بهم وإقامة المسابقات الخاصة بهم وإيفادهم للدراسة بالخارج هو سبب تقدمهم على طلاب المعاهد التقنية العليا وعزوف أولياء أمور الطلاب خريجي الثانويات العامة لتسجيل أبنائهم للدراسة بهذه المعاهد الأمر الذي أثر سلباً على هذه المعاهد وأنعكس إيجاباً على تقدم الطلاب بالتعليم الأكاديمي، لذا سأوضح بهذه الورقة الأسباب التي أدت إلى تفوق طلاب الجامعات الأكاديمية على طلاب المعاهد التقنية العليا، والأسباب التي أدت تدني مستوى المعاهد العليا بالدولة الليبية وأهمها الصرعات الإدارية بهذه المعاهد وما هي الإجراءات الواجب اتخاذها المتمثلة في التوصيات لمحاولة انقاذ هذه المعاهد من الانهيار لو بقيت على ما هو عليه.

Abstract

Some institutions in the Libya government has waken for follow development epoch by benefiting from skills of university students only, with marginalization of higher technical institutes students because the negative view for technical education that was caused by numbers of happened which will explain in this paper .

Since 22 years ago despite spread of higher institutes and technical colleges of technical education but superiority still of academic students universities and care them establishment their

competitions send them study to other countries was the reason for their advancement on students of higher technical institutes. That led refusal parents register their sons study at these institutes. That affected negatively on these institutes and reflected positively on progress students in academic universities. So I will explain in the paper reasons made students in the academic universities better than from students in the higher technical institutes. and reasons that led institutes impairment in Libya government and the most important struggle that has been happening in institutes management and what procedures should take and represent as recommendations to try save these institutes from drop down or collapse ? If still, remain on what they are.

المقدمة

حققت الدول العربية والآسيوية إنجازاً متقدماً على المستوى التعليمي والاقتصادي وذلك بالاستفادة من قدرات ومهارات الطلاب الخريجين من الجامعات والمعاهد التطبيقية وذلك من خلال إشراكهم في مؤتمرات محلية ودولية وإقحامهم في مشاريع وأبحاث تعود على الدولة بالنفع لخدمة كل مرافقها بدعم من القطاعات الخاصة والحكومية بدون استثناء الأمر الذي جعل من هذه الدول مصدر إزعاج للعدو الإسرائيلي حيث يقوم الموساد الإسرائيلي بالتخلص من هذه الكوادر واغتيالها كالمهندس التونسي محمد الزواري الذي اغتيل يوم 15 ديسمبر سنة 2016 بمدينة صفاقس التونسية بسبب إشرافه على مشروع تطوير طائرات بدون طيار التي أطلق عليها اسم أبابيل1 ومشروع الغواصة المسيّرة عن بعد الذي يعمل عليه في مشروع بحثة لرسالة الدكتوراه وكذلك اغتيال الأكاديمي الفلسطيني فادي البطش يوم 21 أبريل سنة 2018، بإطلاق 14 رصاصة عليه أثناء توجهه إلى إحدى المساجد القريبة من منزله بالعاصمة الماليزية كوالالمبور لأداء صلاة الفجر حيث تحصل الأكاديمي فادي البطش على درجة الدكتوراه من جامعة الملاية بكوالمبور , ولديه براءة اختراع في زيادة كفاءة شبكات الطاقة الكهربائية، كما اخترع جهاز تحسين نقل الطاقة الكهربائية.

ولكن في الدولة الليبية ومنذ حوالي 22 عاماً لم يحدث أي تطور بأغلب القطاعات الحكومية العامة بسبب تعاقد الدولة مع شركات خارجية لخدمة مرافق الدولة ولم تلتفت الدولة لمحاولة إشراك قطاع التعليم والاهتمام بشكل عام وبالأخص التعليم العالي التقني الذي يضم معظم التخصصات التطبيقية الخدمية لترسم خطة متوسطة الأمد للاستفادة من الطلاب الخريجين من المعاهد التقنية العليا والذين حرموا لفترة ما يقارب العقدين أي من سنة 1990 وحتى سنة 2008 من إيفادهم للدراسة بالخارج الأمر الذي أحدث فجوة وتسببت بتدني مخرجات التعليم التقني على مستوى الدولة الليبية بالوقت الحالي.

مشكلة البحث

تناقش هذه الورقة البحثية واقع التعليم التقني للمعاهد العليا وما هي المشاكل التي أدت إلى تدني مستوى الطلاب بالمعاهد العليا والكليات التقنية ولماذا قامت وزارة التعليم العالي قبل فصل إدارة المعاهد عنها بتهميش المعاهد العليا حتى برز طلاب التعليم الأكاديمي للجامعات على طلاب المعاهد وما هي الأسباب التي أدت لزيادة انخفاض مستوى التعليم التقني بسبب مركزية إدارة التعليم التقني التي تقف عاجزة عن حلحلة المشاكل التي تحدث بالمعاهد العليا والتقنية التابعة لها المنتشرة على نطاق جغرافي متباعد في الدولة الليبية وكيف ساهمت المشاكل والصراعات القبلية بالمدن والمناطق الواقعة بها بعض المعاهد في تدني التعليم التقني.

أهداف البحث

1. تسليط الضوء على مفهوم التقني وتعريفه وتعريف المعاهد التابعة للتعليم العالي التقني بالدولة الليبية والمهارات المكتسبة لخريجي هذه المعاهد.
2. واقع التعليم التقني للمعاهد العليا بالدولة الليبية والمشاكل والمعوقات التي يمر بها.
3. المركزية الإدارية لإدارة المعاهد التقنية العليا والمشاكل التي تعجز عن حللتها والأضرار المترتبة على هذه المركزية.

4. اللوائح والمواد التي تم تجاوزها بمعاهد التعليم التقني والتي أدت إلى مخرجات ضعيفة أثرت سلباً على الطلاب الخريجين من المعاهد التقنية العليا.
 5. الفجوة التعليمية لأعضاء هيئة التدريس بالمعاهد العليا.
 6. الأسباب التي أدت إلى استقرار التعليم الأكاديمي تفوق طلاب الجامعات على طلاب المعاهد التقنية العليا.
 7. الأسباب التي أدت إلى تدني مستوى التعليم بالمعاهد العليا
1. مفهوم التعليم التقني

1.1 تعريف التعليم التقني

التعليم التقني هو التعليم الذي يعتمد على التدريب التطبيقي الحرفي أو المهني بالمعاهد العليا بالإضافة للمواد النظرية التي يدرسها الطالب لتدعم ساعات المقررات الدراسية حتى يستوفي الطالب كامل الساعات الدراسية المقررة بالتخصص الدراسي، أي أن التعليم التقني يعتمد على التدريب العملي بمجال التخصصات التقنية بمدة لا تتجاوز الثلاثة سنوات لدى يتجه إليه الطلاب خريجو المعاهد المتوسطة لأن الدراسة بهذه المعاهد تعتمد على العمل التطبيقي بالمعامل أو الورش المتوفرة بهذه المعاهد التقنية العليا.

2.1 المعاهد التقنية والفنية بالدولة الليبية

حتى عام 2015 وصل عدد المعاهد بالدولة الليبية إلى 100 معهد منذ سنة 1976 موزعة على مدن ومناطق ليبيا مقسمة كالتالي 27.5 % معاهد صناعية، 16.7 % معاهد فنية، 10.8 % معاهد تجاري، يتم تدريس فيها التخصصات المهنية وذلك في مجال الأعمال المالية والإدارية والإلكترونية واللحام والتبريد والتكييف والفندقة والسياحة، فالمعاهد المصنفة في ليبيا ضمن المعاهد العليا للمهن الشاملة موزعة بالمدن (مصراتة والزواية وبنني وليد وقصر بن غشير، وسبها ومسلاتة والخمس والعزيزية وبنغازي وسرت والواحات والزهران ونالوت وصبراتة وسوكنة).

تخرج من هذه المعاهد العديد من الطلاب الذين انخرطوا بكافة القطاعات المؤسسات بالدولة كما تميز هؤلاء الخريجون بالمهارات العالية نظراً للتعليم الجيد الذي

تلقوه أثناء فترة دراستهم بالمعاهد العليا سابقاً قبل سنة 2011 م، أما المهارات التي يتميز بها خريجي المعاهد العليا والتي اكتسبوها أثناء فترة دراستهم تتفوق بشكل عام عن مهارات خريجي الجامعات الأكاديمية فعلى سبيل المثال طُرح موضوع المفاضلة بين خريجي كلية الطب وخريجي معهد التمريض على قناة MBC بالمملكة السعودية حيث تطرقت القناة بإحدى البرامج بأن الممرضات لهن مهارات فائقة وخبرة كبيرة بالتعامل مع المرضى كحقن الإبر وقياس ضغط الدم ودرجة حرارة الجسم وتشخيص الأمراض وذلك بسبب الدروس التطبيقية التي تلقينها أثناء فترة الدراسة بينما خريجي كليات الطب حديثي التخرج ليست لهم أي أدنا فكرة للتعامل مع المرضى بل أدى الأمر لإحدى الطبيبات المتخرجات من كلية الطب إلى حقن 3 أطفال بدم ليس من نوع فصيلة دمهم مما أدى إلى وفاتهم الأمر الذي جعل المملكة السعودية تُعيد النظر بدعم معاهد التمريض وكذلك بطرح مواد تدريبية لكل الجامعات الطبية لتأهيل الطلاب الدارسين فيها قبل تخرجهم وذلك لتقليل نسبة الأخطاء التي يرتكبها الخريجون ممن يزاولون مهنة الطب بالمستشفيات العامة والعيادات الخاصة بالمملكة السعودية.

2. واقع التعليم التقني بالدولة الليبية

لا يجذب أغلب الطلاب الحاصلين على شهادة التعليم الثانوي وأولياء أمورهم بتسجيل أبنائهم للدراسة بمعاهد التعليم التقني العليا كما لا يتجه لهذا التعليم إلا ذوي المستويات المتوسطة من محصلة التعليم الثانوي باستثناء طلاب المعاهد المتوسطة حيث أن الكثير من الطلاب يقدمون على التسجيل في الجامعات الأكاديمية ككليات الطب والعلوم والهندسة وغيرها من الكليات الأكاديمية ولم يقف الأمر عند هذا الحد فقط فعند تخرج الطلاب من منابر المعاهد العليا المحسوبة على التعليم العالي التقني يواجه الخريجون مشكلتين أساسيتين أولهما صعوبة مواصلة التعليم الأكاديمي للحصول على شهادة الماجستير حيث يُرفض أغلب خريجي المعاهد التقنية العليا من التسجيل في الجامعات الليبية وذلك بحجة تدني مستوياتهم التعليمية وبأنهم غير مؤهلين أكاديمياً لدراسة الماجستير كما إن عدد ساعات المقررات الدراسية التي درسوها بالمعاهد العليا لا تستوفي

الساعات التي درسها الطالب الأكاديمي بالجامعة فينتجه عندها الطالب للدراسة على حسابه الخاص خارج ليبيا يكون أن بعض الجامعات بالدول الآسيوية ليست لديها مشكلة يقبل الطلاب الحاصلين على مؤهلات من المعاهد التقنية العليا، وفي حالة تجاوز الطالب صعوبات التسجيل وقبل بإحدى الجامعات الحكومية الليبية لدراسة الماجستير وأنهى الطالب دراسة لماجستير أو تحصل على مؤهله خارج الدولة الليبية كلاهما سيواجه مشكلة التوظيف كعضو هيئة تدريس بالجامعات الأكاديمية وذلك بسبب اللوائح الإدارية للتوظيف بهذه الجامعات حيث أن كل من يريد أن يتوظف بالجامعات الأكاديمية من الحاصلين على شهادة الماجستير يجب أن يكون خريج جامعة أكاديمية وليس معهداً تقنيا وهذا يعتبر من الثوابت للوائح وقوانين الجامعات التي لا يتم تجاوزها إلا في الضروريات القصوى أي يعتبر التمسك والانضباط بمواد اللوائح للجامعات معيار ثابت حافظ على جودة مخرجاتها في أغلب الجامعات بالدولة الليبية .

هذه هي النظرة السلبية للتعليم التقني بالمعاهد، ليس هذا وحسب فقبل استحداث الهيئة الوطنية للتعليم التقني والفني وعندما كانت المعاهد العليا تتبع وزارة التعليم العالي والبحث العلمي كانت تقتصر المنح الدراسية بالخارج على الطلاب المعيدون بالجامعات فقط بينما كان المعيدون في المعاهد العليا يقتصر عملهم الإشراف على المعامل والورش في المعاهد العليا بعد تخرجهم وحرمانهم من فرصة إيفادهم لمواصلة دراستهم العليا بالخارج والممنوحة من الدولة الليبية، بل كان يقتصر بعثهم لأخذ دورات تدريبية بإيطاليا ومالطا وغيرها من الدول القريبة من الدولة الليبية لمدة لا تتجاوز السنة وعند إتمامهم لهذه الدورات يرجع المتدربون لمزاولة مهنتهم كمشرفي معامل وورش بالمعاهد العليا.

3. الإدارة المركزية للمعاهد العليا والمشاكل التي تعجز عن حلقتها

يوجد بالدولة الليبية تسعة عشر جامعة موزعة على مدن ومناطق الدولة الليبية حيث أن بعض الجامعات لها كليات تابعة لها بمدن أخرى ككلية الهندسة ببرك الشاطئ التابعة لجامعة سبها والتي تقوم بتدريس عدة تخصصات هندسية وتقنية، لكن كل الجامعات بالدولة الليبية والكليات التابعة لها تتطوي تحت إدارة التعليم العالي وكل جامعة لها عميد

واحد وميزانية خاصة بها ولكن ينضمها قوانين ولوائح موحدة على مستوى ادارة التعليم العالي وذلك بخلاف المعاهد التقنية العليا التي تنتشر على نطاق جغرافي بكل مدن ومناطق الدولة الليبية حيث وصل عددها إلى ما يقارب 105 معهد عالي و5 كليات تقنية تتبع وزارة التعليم التقني العالي وكل هذه المعاهد تتبع مباشرة إدارة واحدة وهي إدارة المعاهد التقنية العليا والتي لا يوجد لها ضوابط وقوانين موحدة تضبطها بل يعمل كل معهد من المعاهد وفقاً لقوانين داخلية غير موحدة مع باقي المعاهد أي لا يوجد مناهج ثابتة ولا تخصصات موحدة وتعاني هذه المعاهد الكثير من المشاكل الصرعات والتي تقف إدارة المعاهد عاجزة عن حلحلة هذه المشاكل كما أسلفنا الذكر، ومن هذه المشاكل نذكر منها التالي ...

1.3 الصراعات الإدارية للوصول لمنصب إدارة المعهد

غالبا ما تحدث الصراعات بإدارات المعاهد العليا للوصول لمنصب إدارة المعهد بسبب عدم وجود إدارة مركزية تقوم بتعيين واختيار مديراً للمعهد وفقاً لضوابط معينة مع مراعاة عامل الخبرة لاختيار مدير المعهد حيث يتم استخدام الطلاب كوسيلة ضغط في هذه الصراعات لإجبار المدير للتخلي عن منصبه وذلك بلجوء أعضاء هيئة التدريس للاعتصام وإيقاف الدراسة بالمعهد بتغييبهم عن المحاضرات وإغلاق قاعات المحاضرات وإقناع الطلاب بعدم وجود دراسة بالمعهد وضرورة تغيير المدير الذي لا يوفر لهم متطلباتهم الدراسية، فعندها يتم إيقاف الدراسة لفصل دراسي أو فصول دراسية متواصلة كما حدث بالمعهد العالي للطيران بأسبوعية سنة 2013 والمعهد العالي للتقنيات الهندسية بمدينة سبها بداية الفصل الدراسي خريف 2016-2017 والذي أدى لتأخير بداية الفصل الدراسي.

كما أداء عدم وجود إدارة مركزية للمعاهد العليا موزعة على أقاليم فزان وبرقة وطرابلس جعل تعيينات مدراء المعاهد تفرض بشكل أساسي من داخل أفراد بالمعهد قد يكونون أعضاء هيئة التدريس أو من موظفون بالإدارة فيختارون هؤلاء الأعضاء شخص ليس لديه خبرة أو حتى مؤهل دراسي عالي لكن تربطهم بهذا الشخص مصالح مشتركة أو

صلات قرابة أو من يتم اختياره يكون على أساس قبلي يكون أن هذا الشخص ينتمي للقبيلة الأكبر المسيطرة على المنطقة الواقع بها المعهد كما حدث في إحدى مناطق الجنوب الليبي حيث قام إحدى المدراء بالمعاهد العليا بوريث إدارة المعهد لإحدى أبنائه قبل تقعه، وبهذا الشكل لا يتم اختياره مدير المعهد بناء على كفاءته أو خبرته حتى لو كان من ذوي المؤهلات الجامعية، وفي كلا الحالتين إذا تم اختيار المدير من داخل إدارة المعهد يهتم هذا المدير بتحسين صورته باهتمامه بالمظهر الداخلي للمعهد دون الالتفات للمشاكل الذي يعاني منها الطلاب كما سيوجه كل اهتمامه للأمر المالية بعقد الصفقات مع الشركات الخارجية لصيانة القاعات وشراء الأثاث بعيدا عن مشاكل الطلاب وبهذه المشكلة لا تتدخل إدارة المعاهد العليا ولا الهيئة الوطنية للتعليم الفني والتقني بأي شكل من الإشكال بتعيين مدير المعهد في حال بل تساعد بشكل داعم بحل الخلافات التي تحدث بسبب هذه المشكل بإرسال مندوبين للاطلاع على المشكلة ومحاولة تقييمها.

4. اللوائح والمواد التي تم تجاوزها بمعاهد التعليم التقني والتي أدت إلى مخرجات ضعيفة أثرت سلباً على تحصيل الطلاب الخريجين من المعاهد التقنية العليا.

1.4 عدم تطبيق الفقرة الثالثة من المادة 5 للفصل الثاني للوائح التعاقد مع أعضاء هيئة التدريس

تنص الفقرة 3 للمادة 5 للفصل الثاني من لوائح التعاقد مع أعضاء هيئة التدريس على أن يكون تقدير المتقدم للحصول على وظيفة أستاذ مساعد بالجامعات أو المعاهد العليا للمؤهل الجامعي أو شهادة الدبلوم العالي أن يكون تقديره جيد فما فوق أي بنسبة 65% كأقل نسبة تقدير، لكن في بعض المعاهد العليا تم التجاهل تطبيق هذه الفقرة للمادة 5 وذلك إما نظراً للنقص الحادة لأعضاء هيئة التدريس أو فتح أقسام جديدة ليس بها أعضاء هيئة تدريس مسبقاً فيتم تجاوز هذه المادة أو يتم تعيين أعضاء هيئة التدريس في بعض المعاهد بناء على العلاقة الاجتماعية للشخص المتقدم بمدير المعهد أو إحدى رؤساء الأقسام العلمية مع التجاهل التام للوائح ومواد التي تخص قبول أعضاء هيئة التدريس مما يؤدي لقبول أعضاء هيئة تدريس ضعيفون علمياً وتطبيقياً، فكيف لعضو هيئة تدريس

كان ضعيفا في دراسته بالمرحلة الجامعية أن يُقبل بالجامعات أو المعاهد العليا ليكون إحدى كوادرات التعليم العالي التقني، وبهذا السبب نجد بعض أعضاء هيئة التدريس ليست لديهم المعلومة لإعطائها للطلبة وخصوصا في المواد العملية التطبيقية التي تكون كل ساعاتها الدراسية عبارة عن تطبيق بالمعمل، كما إن بعض المحاضرين يحولون المواد العملية التطبيقية إلى مواد نظرية يقومون بتدريسها من مناهج أما منسوخة من مواقع التواصل الاجتماعي أو مطبوعة مسبقاً من مناهج سابقة من إحدى أعضاء هيئة التدريس.

2.4 عدم تطبيق المادة 7 للفصل الثاني للوائح التعاقد مع أعضاء هيئة التدريس

تنص المادة 7 من الفصل الثاني للوائح التعاقد مع أعضاء هيئة تدريس بالجامعات والمعاهد العليا على خضوع عضو هيئة التدريس عند التعاقد لفترة اختبار تحدد مدتها في نصوص مواد عقد العمل المبرم بالخصوص ولا تنسب له صفة عضو هيئة التدريس إلا بناء على تقرير من قسم الشؤون العلمية يثبت فيه نجاحه بمهتمته، ولكن في بعض المعاهد العليا يتم قبول والتعاقد مع أعضاء هيئة التدريس بدون أي تجربة تذكر أي قبل مرور فصل دراسي واحد أو فصلان دراسيان على بدء تعاونه بالمعهد وبدون لجنة تقييم ليصبح هذا المتقدم عضو هيئة تدريس قاراً بالمعهد، هذا الأمر يرجع لضعف إدارة المعهد وعدم مراعاة مصلحة الطالب حيث أن بعض المعاهد وأغلب الجامعات لا تقوم بقبول أي عضو هيئة تدريس لديها إلا بعد مرور فصلين دراسيين أو فصلا

ص دراسياً واحداً على الأقل كما لا تقوم بإرسال ملفات المتقدمين وقبولهم إلا بعد تشكيل لجنة تقوم بتقييم أداء المتقدمين للتعيين بالمعهد المتقدم إليه كما أن كل الحاصلين على تقدير المقبول من خريجين الجامعات يتجهون مباشرة للتدريس بالمعاهد العليا والحصول على تعيينات فيها، وبهذا يتم تعيين هؤلاء الأشخاص كرؤساء أقسام علمية دون أي خبرة تذكر ينعكس ذلك على تصرفاته الغير مسئولة في توزيع المواد على المتعاونين بدون دراية بتخصصات المتعاونين وعدم معرفة كفاءتهم وخبرتهم بتدريس المواد الموكلة لهم وعندها تكون الكارثة على الطلاب بعدم تلقي تعليم جيد ومعلومات مفيدة وذلك بإعطائهم دروس عملية بسيطة لا ترقى لمستوى الطلاب بالمرحلة الجامعية، والأمر الكارثي في هذه

التصرفات عدم مراعاة كفاءة المحاضرين بالمواد التي يتم توزيعها حيث يتم توزيع المواد على الأساتذة القارين والمتعاونين بحساب الساعات الأكثر لحساب القيمة المالية المترتبة على أكثر عدد مواد دون النظر لمفردات هذه المواد التي سيقومون بتدريسها.

5. الفجوة التعليمية لأعضاء هيئة التدريس بالمعاهد

يقصد بالفجوة التعليمية لأعضاء هيئة التدريس بالمعاهد العليا هي فترة انقطاع الإفادات والمنح الدراسية للطلاب المعيّدين بالمعاهد من سنة 1990 وحتى سنة 2008 حيث كانت المنح الدراسية مقتصرة على المعيدون بالجامعات ونتج عن هذه الفترة عدم وجود خريجون من حملة شهادة الماجستير يتم تعيينهم بالمعاهد العليا وقامت الدولة الليبية حينها باستجلاب محاضرين والتعاقد مع دولهم من الجنسيات العربية كالعراق والأردن ومصر ولو رجعنا للفترة التي درسنا فيها مرحلة التعليم الثانوي من سنة 1993 وحتى سنة 2005 نجد أن جل الأساتذة الذين قاموا بتدريس الطلاب في المرحلة الثانوية أغلبهم من الجنسيات العربية حتى وصل الأمر للجامعات والمعاهد العليا التي تعاقدت مع أعضاء هيئة التدريس أجنبى بتلك الفترة واستخدام المعيدى لتغطية المواد الدراسية التي تبقى شاغرة لعدم وجود أعضاء هيئة تدريس متعاونين لتدريس المواد الشاغرة، في تلك الفترة وبسبب عزوف إدارة التعليم العالي عن إيفاد طلاب المعاهد العليا أتجه أغلب المعيدون بالمعاهد العليا لمؤسسة القذافي التي كان لها دور بإيفاد الطلاب للدراسة بالخارج لكن تحت شروط تكاد مستحيلة أولها الانتماء للمدرج الأخضر أو حركة اللجان الثورية ومع هذا ظلت هذه الفجوة كبيرة حتى أصبح خريجي المعاهد العليا يدرسون على حسابهم الخاص بعد تهميش وحرمان من قرارات الإيفاد من إدارة التعليم العالي التي رأت بأن الخريجين من هذه المعاهد لا يصلحون إلا العمل بالورش والمعامل وذلك بسبب الفارق في الساعات التدريسية بينهم وبين طلاب الجامعات، لكن أدت استقلالية التعليم التقني وفصله عن التعليم العالي الأكاديمي لإصدار قرارات إيفاد خاصة بالطلاب الأوائل والمعيد وأعضاء هيئة التدريس القارين لدراسة الماجستير والدكتوراه بالخارج حيث وصل عدد

الموفدون بإحدى القرارات ما يقارب 1300 طالب خريج ومعيد الأمر الذي سمح للخريجين بمواصلة دراستهم العليا.

6. الأسباب التي أدت إلى استقرار التعليم الأكاديمي تفوق طلاب الجامعات على طلاب المعاهد التقنية العليا.

1.6 تطبيق اللوائح والقوانين الموضوع من قبل التعليم العالي بالجامعات الليبية

حافظت الجامعات على جودة مخرجاتها وذلك بعدم قبول معيدين وأعضاء هيئة تدريس بتقدير الأقل من الجيد قبل وبعد سنة 2011 أي أنها لم تتجاوز القوانين واللوائح المعمول بها بالجامعات إلا في نطاق محدود جداً كما أن إدارة التعليم العالي لم تقف أبداً عن إيفاد الطلاب المتفوقين من الجامعات والذين يرجعون بمحصلة تعليمية ممتازة يتم نقلها للطلاب الجامعات الدارسين بعد إتمام دراستهم ورجوعه للجامعات كأعضاء هيئة تدريس أي أن الفجوة التعليمية التي حدثت بالمعاهد العليا لم تحدث بالجامعات.

2.6 فارق الساعات الدراسية بالمقررات الدراسية بين الجامعات والمعاهد العليا

يدرس طلبة المعاهد العليا بمعدل 5 فصول دراسية وغالباً ما يكون الفصل السادس بحث تخرج أو بحث تخرج مع مادتين، وبحسب اللوائح المعمول بها بإدارة المعاهد العليا فإن المقررات الدراسية لطلبة المعاهد العليا تتراوح ما بين 136 إلى 142 ساعة دراسية لكل الفصول الدراسية لتكون عدد سنوات الدراسة للطلاب هي 3 سنوات دراسية بينما في الجامعات التابعة لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي يدرس الطالب 155 إلى 170 ساعة دراسية موزعة على 8 فصول دراسية بالنظام المفتوح في الكليات التقنية لتكون مدة الدراسة 4 سنوات دراسية أما في الكليات الهندسية التقنية يدرس الطالب ما بين 166 إلى 180 ساعة دراسية موزعة على 10 فصول دراسية لتكون مدة الدراسة بهذه الكليات 5 سنوات دراسية بنظام مفتوح، وهذا الفارق ما بين عدد الساعات للمقررات الدراسية بين طلاب المعاهد وطلاب الكليات الأكاديمية يجعل من طلاب الكليات التابعة للتعليم العالي طلاب متمرسين بمجال تخصصاتهم ولهم القدرة على البحث عن موارد المعلومات التي

تساعدهم باكتساب معلومات إضافية مع المحاضرات التي يتلقونها أثناء وجودهم بالقاعات الدراسية وهذا ما يجعل طلاب الكليات حريصين على دراستهم وذلك بالتوجه إلى شبكة التواصل الاجتماعي للبحث عن الطول ولأجوبة وورقات البحث التي تجعل منهم طلاب مهتمين بمتابعة الأخبار التي تنشر على مواقع وصفحات التواصل الاجتماعي التي تقوم بنشر أخبار التطورات والمسابقات العلمية وهذا مالا يوجد عند طلبة المعاهد، أما من الناحية العملية فإن طلبة المعاهد العليا يدرسون أكثر من 60% من المقررات الدراسية كمواد تطبيقية بالمعامل الأمر الذي يجعل طالب المعهد يعتمد بشكل أساسي على ما يتلقاه من المواد العملية دون اللجوء إلى طرق أخرى لتحصيل المعلومة وذلك ما جعل طلاب المعاهد لا يعتمدون على مواقع التواصل الاجتماعي للحصول على المعلومات والبحث عنها كطلاب الجامعات كما إن طلاب المعاهد ضعيفون أكاديمياً لا يستطيعون الاعتماد على ما تلقوه أثناء فترة دراستهم بإعداد بحوثهم التي لا تهيئهم للدخول في منافسات مع طلبة الكليات التابعة لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي في مسابقات محلية والتي من النادر أن نجد طلاب المعاهد يشاركون فيها، كما تم الذكر سابقاً فإن فارق الساعات بين طلبة المعاهد والكليات تسبب مشاكل مستقبلية للطلاب في حالة رغبته بمواصلة دراسة الماجستير الأمر الذي يترتب عليه رفضهم عند التقديم للتسجيل بالجامعات الليبية وبعض الجامعات بالخارج بسبب عدم استيفاء عدد الساعات الدراسية المطلوبة وإن تم قبولهم يتم إضافة لهم مواد استدرائية لاستيفاء عدد الساعات الدراسية قبل بدئهم بدراسة الماجستير.

3.6 المسابقات الدولية بليبيا

نُظمت في ليبيا اثنان من أشهر المسابقات لطلاب المعاهد العليا والجامعات الأكاديمية وهي مسابقة الريادة لطلاب الجامعات والمعاهد العليا على حد سواء والتي تشرف عليها وزارة التعليم العالي والبحث العلمي وجائزة ليبيا للإبداع والابتكار والتي تمولها وتدعمها شركتي المدار الجديد وشركة ليبيا للهاتف المحمول والهدف من هذه المسابقات اختيار أفضل 3 بحوث تخرج لخريجوا الجامعات والمعاهد العليا، ولكن لم تكن هنالك أي

مشاركة لطلاب المعاهد العليا في هذه المسابقات فعلى سبيل المثال جائزة ليبيا للإبداع والابتكار والتي نُظمت بمدينة طرابلس سنة 2013-2014 وبسبب بعض الظروف الأمنية التي منعت إقامة المسابقة وحالت دون حضور المشاركين بها بسبب هذه الظروف فقد تم تقييم البحوث المقدمة من المشاركين و تم الإعلان عن نتائج هذه المسابقة بشهر نوفمبر سنة 2016 حيث كان جل الطلاب المشاركون والفائزون من الجامعات الأكاديمية والتقنية ولم يكن هنالك أي مشاركة من طلاب المعاهد العليا وهذا يعتبر سبباً من أسباب تحفيز طلاب الجامعات للتنافس وزيادة البحث وتقديمهم على طلاب المعاهد العليا، والجدول التالية أدناه تبين الفائزون من الكليات والتي لم يكن أي مشارك من طلبة المعاهد بهذه المسابقة...

جدول 1 الترتيب الثلاثة لجائزة ليبيا للإبداع بمجال الهندسة الميكانيكية والهندسية

الترتيب	عدد المشاركون	اسم الجامعة
الأول	3	كلية الهندسة التقنية - هون
الثاني	3	كلية الهندسة - جامعة مصراتة
الثالث	2	كلية الهندسة - جامعة طرابلس
الثالث مكرر	4	كلية الهندسة - جامعة مصراتة
الثالث مكرر	6	كلية الهندسة طبرق - جامعة عمر المختار

جدول 2 الترتيب الثلاثة لجائزة ليبيا للإبداع بمجال الهندسة المدنية

الترتيب	عدد المشاركون	اسم الجامعة
---------	---------------	-------------

كلية الهندسة -جامعة طرابلس	4	الأول
كلية الهندسة -جامعة طرابلس	2	الثاني
كلية الهندسة الخمس -جامعة المرقب	3	الثالث
كلية الهندسة -جامعة طرابلس	4	الثالث مكرر

جدول 3 الترتيب الثلاثة لجائزة ليبيا للإبداع بمجال تقنية المعلومات

اسم الجامعة	عدد المشاركون	الترتيب
كلية تقنية المعلومات -جامعة بنغازي	3	الأول
كلية الهندسة -جامعة الزاوية	2	الثاني
كلية الهندسة البيضاء -جامعة عمر المختار	3	الثالث

جدول 4 الترتيب الثلاثة لجائزة ليبيا للإبداع بمجال الهندسة الكهربائية

اسم الجامعة	عدد المشاركون	الترتيب
كلية الهندسة -جامعة مصراتة	4	الأول
كلية الهندسة -جامعة طرابلس	3	الثاني
كلية الهندسة -جامعة طرابلس	2	الثالث
كلية التقنية الصناعية -مصراتة	3	الثالث مكرر

جدول 5 الترتيب الثلاثة لجائزة ليبيا للإبداع بمجال هندسة النفط

اسم الجامعة	عدد المشاركون	الترتيب
كلية الهندسة -جامعة الزاوية	3	الأول

كلية الهندسة -جامعة طرابلس	3	الثاني
كلية الهندسة -جامعة طرابلس	4	الثاني مكرر
كلية الهندسة -جامعة طرابلس	4	الثالث

ومع وجود 105 معهد عالي تقني و5 كليات تقنية تابعة للتعليم التقني لا نجد مشارك واحد بقوائم الفائزين من هذه المعاهد، فما هي الأسباب الذي أدت لهذا؟ وهل صدق وزير التعليم العالي والبحث العلمي سنة 2005 الذي قال بأن طلاب المعاهد العليا غير مؤهلون لإيفادهم لدراسة الماجستير بالخارج وأنى مستوى إيفادهم هو إرسالهم لإخذ دورات تدريبية ثم إرجاعهم للورش المعامل التي كانوا فيها ...

7. الأسباب التي أدت إلى تدني مستوى التعليم بالمعاهد العليا

1.7 تعتبر النقطة 1.4 التي سردت الصراعات الإدارية التي تحدثت في بعض المعاهد للوصول إلى منصب إدارة المعهد تعتبر من النقاط الرئيسية التي تؤثر سلبا على تحصيل الطلاب بالمعاهد العليا إذ يؤدي وصول مدراء غير مؤهلين ومفتقدي الخبرة يؤدي ذلك إلى قيام الإدارة الجديدة بتصفية الحسابات مع بعض المعارضين له والذين وقفوا ضدها قبل وصولهم للإدارة فبتالي يتم بعدها من إقصاء بعض الكوادر من أعضاء هيئة التدريس أو تقديم طلبات انتقال من المعهد إلى أي جهة أخرى تفاديا للمشاكل أو ما يترتب عليه بقائهم بالمعهد من مشاكل أو تهميشهم أو محاسبتهم الأمر الذي يصل في بعض الأحيان إلى إيقاف رواتبهم وعزوفهم من ممارسة مهامهم كأعضاء هيئة تدريس وتوجههم إلى قاعات المحاضرة.

2.7 الصراعات القبلية التي تحدث ببعض المدن أو المناطق الواقعة بالمعاهد

تؤدي الصراعات القبلية المسلحة التي تحدث بالمدن والمناطق الواقعة بها المعاهد العليا والتي سبق حدوثه على سبيل المثال بمدينة سبها والتي يوجد بها المعهد العالي للمهن الشاملة والمعهد العالي للتقنيات الهندسية تؤدي إلى إيقاف الدراسة بالمعاهد وإقفالها وبسبب هذه الصراعات تم إيقاف الدراسة بمدينة سبها لمدة فصل دراسي واحد وتكررت هذه النزاعات بهذه المدينة أدت إلى تأخير البدء بالدراسة بهذه المعاهد ولكن ما أثر فعلا على المعهد العالي للمهن الشاملة سبها والذي أدى إلى إيقافه عن العمل تماماً من مدة 4 سنوات هو تمركز إحدى الكتائب المسلحة بمقر المعهد ورفضها الخروج منه وعدم الانصياع للمطالبات المتكررة لنداءات الاستغاثة من الطلاب الذين ضاعت عليهم الفصول الدراسية ولم تلتفت إدارة المعاهد بأي شكل من الأشكال لحل هذه المشكلة التي جعلت منها إدارة ضعيفة أمام هذه المشاكل مما أضطر بعض الطلاب لانتقال لإكمال دراستهم بباقي المعاهد أو تقديم طلب استضافة لدراسة بقية المواد الدراسية المتبقية له لاستكمال المقررات الدراسية للفصول المتبقية وهذا السبب يعتبر من أسباب تدني مخرجات التعليم العالي التقني.

3.7 ضعف التمويل وعدم مواكبة التطور العلمي للمناهج التعليمية للمعاهد العليا
يتطور التعليم التقني في الدول العربية والغربية كل يوم باستحداث مناهج تواكب التطور العلمي الذي يقوم به الباحثون بما يتماشى مع سوق العمل واحتياجات الدولة ولكن في الجامعات والمعاهد الليبية بشكل عام نجد أن المناهج التعليمية والمفردات الدراسية التي يدرسها الطلاب لا تواكب التطور وذلك لعدم وجود إدارة موحدة مخصصة للجامعات والمعاهد العليا كما إن ضعف التمويل وعدم توفير معامل مجهزة ومتكاملة خاصة للطلاب بعد سنة 2011 وخصوصاً لطلبة الفصول المتقدمة لا تؤدي إلى استفادة الطلاب من بعضهم البعض كاستفادة طلبة الفصل الخامس من طلبة البحوث ورؤية مدى تعاونهم مع بعضهم فيتوجه الطالب لإنجاز بحث تخرجه خارج المعاهد وذلك بدفع أموال طائلة لمراكز خاصة تقوم بإنجاز بحوث الطلاب مقابل مبالغ مالية فبالنتالي تكون المحصلة عدم فهم طلاب البحوث التي قدموها

وتخرجوا بها والمشكلة الكبرى هو دراية مشرف البحث على ما قام به الطلاب حيث يكون المشرف عبارة عن واجهة يستخدم الطلاب للحصول على ساعات إضافية تزيد من رصيده المالي فينتج عن هذا إنشاء بحوث بسيطة لا تصلح للدخول بمنافسات ومسابقات دولية، كما أن انتشار المعاهد بشكل جغرافي بالمنطقة الواحدة أدى إلى نقص كبير بأعضاء هيئة التدريس حيث لا يجذب أعضاء هيئة التدريس التعاون بمعاهد أخرى كما كان قبل سنة 2011 م بسبب الظروف الأمنية وقلة السيولة وارتفاع أسعار المحروقات بالمنطقة الجنوبية للدولة الليبية.

النتائج

كل النقاط السالفة الذكر والتي أدت إلى إضعاف التعليم بالمعاهد العليا أعطت صورة سلبية لدى أولياء أمور الطلاب وكذلك الجهات الحكومية وأيضا إدارة الجامعات التي ترفض قبول أي خريج معهد عالي أو طالب أنهى دراسته العليا لدرجة الماجستير حيث ترفض إدارة الجامعات بتعيين أو التعاقد مع هؤلاء الخريجين الحاصلين على مؤهلات تعليمية من معاهد عليا والسبب الرئيسي يرجع في ذلك إلى إدارة التعليم العالي قبل فصل إدارة المعاهد العليا عنها واستقلالها تحت إدارة التعليم الفني والتقني حيث مارست إدارة التعليم العالي تهميشا واضحا على المعاهد العليا والطلاب الدارسين بها بالعقدين السابقين من سنة 1990 وحتى سنة 2008 مما أحدث فجوة تعليمية بالمعاهد العليا، وبعد سنة 2011 أي بعد أحداث ثورة 17 فبراير ظهر ضعف إدارة التعليم الفني والتقني وبدأت الصرعات ببعض المعاهد وكذلك الاعتصامات من قبل الطلاب لتغيير المدراء، كما أن حافز التشجيع لطلاب المعاهد لم يكون موجود من الجهات التي تقوم بتنظيم مسابقات للطلاب الخريجين حيث يتم توجيه دعوات المشاركة فقط لطلاب الجامعات الأكاديمية والكليات التقنية التابعة لهذه الجامعات، ولو استمر حال المعاهد على ما هو عليه ومسارة وضع الحلول الجذرية لحل المشاكل والمعوقات التي تمضي قدماً بالاتجاه المعاكس بالتعليم التقني نزولا إلى الأسفل فسوف تكون مخرجات التعليم بهذه المعاهد مخيفاً ومرعباً خصوصا بالمنطقة الجنوبية للدولة الليبية التي تعاني من نقصاً حاداً في الكوادر الوظيفية

أي أن المعهد العالي للتقنيات الهندسية لا يوجد به محاضر حاصل على مؤهل الدكتوراه وبهذا السبب أصبحت الصرعات على رئاسة المعهد مطلوق على الغالب للحاصلين على مؤهل الماجستير لأنه لا يوجد من هو أعلى منهم بالدرجة العلمية يشغل هذا المنصب وينهي هذا الصراع، ولحلحلة هذه المشكلة يتم نذب أشخاص من جهات أخرى أو يتم تشكيل لجان تسييريه لإدارة المعهد لفترة معينة أي إنشاء حلول مؤقتة لا تنهي هذه المشاكل.

لا نعلم متى سيصل مستوى التعليم العالي بصفة عامة بالدولة الليبية إلى مستوى التعليم بالدول العربية التي دخلت جامعاتها للتراتب العشرة الأولى كدولة قطر التي تركز تصنيف جامعاتها العالمي من الـ 10 الأوائل كما تصدرت إحدى الفرق الجامعات بالجمهورية التونسية بالمسابقة كأس التخيل النسخة العربية الإقليمية التي أقيمت بالفترة من 27-29 مايو لسنة 2016 التي نظمتها شركة مايكروسوفت والتي استضافتها الجمهورية العربية المصرية بمشاركة 13 دولة عربية كانت نتيجة المسابقة للفائزين لفريق Pasilisk من تونس بالمركز الأول في فئة الإيداع بينما فاز فريق Nights watch من تونس بالمركز الأول في فئة المواطنة العالمية في حين فاز فريق Vanguards من البحرين بالمركز الأول في فئة الألعاب.

التوصيات

1. إنهاء المركزية على المعاهد العليا التابعة مباشرة لإدارة المعاهد العليا بالعاصمة طرابلس وإنشاء إدارات فرعية بكل من (برقة - فزان - طرابلس) تكون مرجعيتها لإدارة التعليم الفني والتقني بالعاصمة طرابلس حتى تتمكن هذه الإدارات الثلاث من حل المشاكل التي تحدث بالمعاهد الواقعة بنطاقها الجغرافي لأنها ستكون الأقرب والأعرف بما يدور بهذه المعاهد كما تقوم بتنظيم عمل المعاهد وفرض تطبيق اللوائح والقوانين وتمنع التلاعب بالمناهج التعليمية وتمنع التقلبات والاعتصامات بالمعاهد التابعة لها وتشرف على اختيار وتنصيب مدراء للمعاهد حسب معايير محدد كالدرجة العلمية لمديرة المعهد مع أخذ معايير الخبرة والأقدمية.

2. إنشاء نظام برمجي (منظومة مركزية) يتم تنصيبها بالمراكز الثلاثة المستحدثة يتم إدخال بها بيانات كل أعضاء هيئة التدريس لجميع المعاهد الموجودة بالنطاق الجغرافي لكل مركز حيث يقوم المركز بالوظائف الإدارية التي تقوم بها المعاهد العليا كحساب العلاوات والترقيات لأعضاء هيئة التدريس بعد تبين تجاهل إدارات بعض المعاهد بالقيام بذلك كما تقوم بإنهاء الخلافات المالية على رواتب أعضاء هيئة التدريس بعد تبين قيام إدارات بعض المعاهد بالتلاعب وخصم قيمة الإضافة المحسوبة أصلاً كاملة لكل عضو هيئة تدريس من وزارة المالية وبذلك تكون مسؤولية الإجراءات الإدارية والوظيفية والمالية للموظفين والمعيرين وأعضاء هيئة التدريس هي مسؤولية مركزية ثابتة يتم إعدادها بشكل منظم ومستمر .
3. اشتمت إدارة المعاهد التقنية العليا عدة مرات على صفحتها بالفيس بوك كما قامت بإرسال رسائل إلى كل مدرء المعاهد العليا بالدولة الليبية تشتكي فيها من توافد الموظفين وأعضاء هيئة التدريس التابعين لتلك المعاهد إلى إدارة المعاهد العليا الواقعية بمنطقة أبوسليم وذلك لغرض الحصول على خدمات خاصة أو حل مشاكلهم بالإدارة العليا للمعاهد متجاهلين بذلك إدارة المعهد العاملين به وهذا ما يؤكد النقطة السابقة بعدم وجود إدارة فرعية يرجع إليها هؤلاء الموظفين لحل مشاكلهم، وبذلك أكد على ضرورة إنشاء إدارات فرعية خاصة بكل منطقة تكون مسؤولة عن المعاهد الواقعة بنطاقها الجغرافي.
4. إعادة تأهيل أعضاء هيئة التدريس وبعثهم لحضور دورات تطبيقية في كلاً من تركيا ومصر والأردن، كما يجب على إدارة المعاهد إقناع المحاضرين بها بأن التعليم التطبيقي والعمل لا يتم باستعراض عضو هيئة التدريس نفسه أما الطلاب بالملابس والعمود .
5. إعادة تفعيل الفقرة 3 من المادة 5 والتي تمنع قبول والتعاقد مع أعضاء هيئة تدريس ومعيدين متحصلين على تقدير أقل من الجيد بالمرحلة الجامعية لطلبة المعاهد والجامعات.

6. إنشاء مراكز دعم التقني تتبع إدارة المعاهد العليا بكل إقليم يقوم بدعم مؤسسات الدولة وتلبية حاجياتها من سوق العمل حيث يتجه هؤلاء الخريجين لهذه المراكز لزيادة مهاراتهم التطبيقية وهذه المراكز هي عبارة عن ورش فنية ومعمل حاسوب يتم تدريب فيها الخريجين من المعاهد العليا حيث يتم تعليمهم فيها كيف يكونوا عاملين حرفيين ذو مهارات عالية بحيث لا يتم تعيين أي طالب كمعيد بأي معهد إلا بعد التحاقه بهذه المراكز.
7. تطوير المناهج وتوحيدها، توحيد التخصصات بالمعاهد العليا للمعاهد التي تقوم بتدريس نفس الأقسام، توفير المعامل والورش لجميع العاهد وتأهيل المعيدين وأعضاء هيئة التدريس للعمل بها.
8. تحفيز المحاضرين بالمعاهد العليا الواقعة في مناطق النائية بمبالغ مالية أكبر لتغطية العجز الناتج عن تجنب أعضاء هيئة التدريس المتعاونين السفر لتلك المناطق بسبب الظروف المعيشية الناتج عن ارتفاع أسعار الوقود.

المراجع

1. د. أحمد علي محمد أبو مريم (2009)، مخرجات التعليم العالي وسوق العمل الليبي، كلية الآداب والتربية جامعة سرت.
2. تقرير المركز الوطني لضمان الجودة واعتماد المؤسسات التعليمية والتدريبية (2012).
3. أ. حسين علي آدم بوغزالة (2012)، التعليم الإلكتروني ودوره في تطوير التعليم العالي في ليبيا.
4. د. رمضان علي محمد أبو راوي (2014)، دور التعليم التقني في التنمية الشاملة في ليبيا، المعهد العالي للمهن الشاملة مصراتة.
5. زيارات ميدانية ومقابلات شخصية مع طلبة المعاهد والجامعات وأعضاء هيئة تدريس بالجنوب الليبي (2014).

6. د. عيسى سعيد الجدي، د. مصطفى محمد عكاشة (2004)، برامج التعليم التقني والمهني في ليبيا وسبل تطويرها، المعهد العالي للهندسة هون.
7. عملية تورينو ليبيا (2014).

دراسة لأنظمة الثنائية في فيزياء المواد المعنية بتسلسل تشكيل المرحلة الأولى في الأغشية الرقيقة باستخدام النموذج الفعال لحرارة التكوين

EHF

A Study of Binary Systems in Material Physics Concerned A Sequence of the First Phase Formation in Thin Films Using the

EHF

د.حميدة على عمر ابوراس

جامعة المرقب/ كلية العلوم - قسم الفيزياء

habrass@ymail.com

المخلص

EHF هو النموذج الفعال لحرارة التكوين (effective heat of formation model) حيث هذا النموذج يمكنه التنبؤ بتشكيل أطوار المركبات. يحدد نموذج EHF الحرارة الفعالة للتكوين ΔH ، والتي تعتمد على طريقة إختيار التركيز الفعال لأنواع المتفاعلة في واجهة النمو ليكون الحد الأدنى للسائل، النموذج يتنبأ بشكل صحيح بالمرحلة الأولى خلال

تشكيل سيليسيدات المعادن silicides metal وغيرها من الأنظمة الثنائية للمعادن. القدرة على التنبؤ بتسلسل تشكيل المرحلة يتضح بشكل واضح في أنظمة السيليسيدات. كما يستخدم نموذج EHF لتفسير آثار الشوائب والحواجز على تشكيل المرحلة. ويظهر أيضاً كيف يمكن تطبيق نموذج EHF على الليزر والحزمة الأيونية المستحثة، ومن ميزات نموذج EHF هو اختيار الحد الأدنى من التركيب للسائل كمقياس للخلط الذري في الواجهة. ويكشف عن تحليل دقيق والمقارنة بين الاختلافات الأساسية بينهما ويرجع ذلك أساساً إلى حقيقة أن نموذج EHF يستفيد من إرتفاع درجات الحرارة. اذاً النموذج الفعال لحرارة التكوين EHF تم استخدامه بنجاح للتنبؤ بتكوين المرحلة الأولى في الأنظمة الثنائية.

Abstract

EHF is an effective heat of formation model. This model can predict the formation of the phases of the compounds. The EHF model determines the effective heat of ΔH , formation, which depends on the method of selecting the effective concentration of the reacting species in the growth front to be the minimum liquid. The model correctly predicts the first phase during the formation of silicides metal and other binary metal systems. The ability to predict phase sequence formation is clearly demonstrated in silicides systems. The EHF model is also used to explain the effects of impurities and barriers on phase formation. It also shows how the EHF model can be applied to the laser and the induced ionic beam. The EHF model's advantages are to select the minimum liquid composition as a measure of atomic mixing at the interface. It reveals an accurate analysis and comparison of the fundamental differences between them mainly due to the fact that the EHF model benefits from higher temperatures. Then, the effective heat of formation (EHF) model was used successfully for predicting the first phase formation in binary systems

المقدمة

لقد كان تشكيل الطور (المرحلة الأولى) أثناء التفاعل في النظام الثنائي موضوعاً للعديد من الدراسات واقترحت هذه الدراسات قواعد مختلفة للتنبؤ بتكوين المرحلة الأولى [1-5]، حيث إستخدم بريتيوريوس [6-8] منهجاً أساسياً أكثر بكثير من التنبؤ بتكون المرحلة الأولى من خلال اعطاء نموذج الحرارة الفعال EHF. يوضح النموذج كيف يمكن استخدام درجات الحرارة للتكوين عندما يتم التعبير عنها كدرجة فعالة للتكوين ΔH ، بالإقتزان مع تركيبة أقل قدر ممكن من الإنصهار (الحد الأدنى للسائل) في النظام الثنائي للتنبؤ بتكوين كل من المرحلة الأولى والمراحل اللاحقة. هذا النموذج بين الديناميكيات الحرارية والتوافر أو التركيز الفعال للعناصر في الواجهة، يتم توفير القوة الدافعة لعملية تشكيل الطور (المرحلة الأولى) من خلال التغيير في طاقة جيبس الحرة (free Gibbs energy) (ΔG) كما في المعادلة 1 حيث ΔH هو التغيير في المحتوى الحراري أثناء التفاعل عند درجة الحرارة و ΔS هو التغيير في الإنتروبيا وبما أن تفاعلات الأغشية الرقيقة تحدث في الحالة الصلبة، يمكن تقريب الطاقة الحرة لجيبس عن طريق المحتوى الحراري القياسي للتفاعل وحده، حيث يمكن اعتبار التغير في الإنتروبيا قريباً من الصفر لمعظم الأنظمة.

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \dots \dots \dots (1)$$

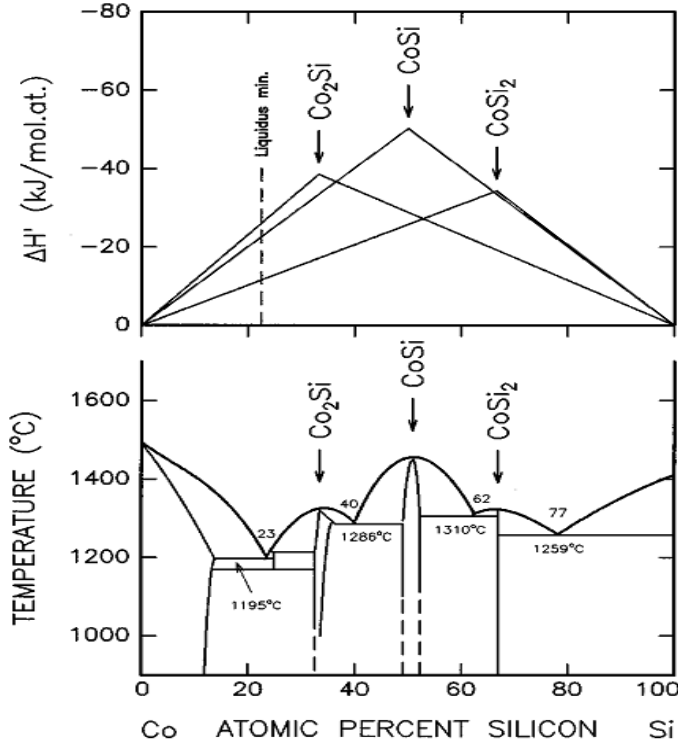
وهكذا ($\Delta G^\circ \approx \Delta H^\circ_{298}$) وفقاً لقاعدة نيومان كوب [9]، حيث يمكن استخدام القيم المعيارية $T \approx 298K$ من المحتوى الحراري والإنتروبيا في المواد الصلبة للحسابات الديناميكية الحرارية في أي درجة حرارة ويتم تعريف الحرارة الفعالة للتكوين [8] على النحو التالي:

$$\Delta H^i = \Delta H^\circ \left(\frac{\text{effective concentration of limiting element}}{\text{compound cocentration of limiting element}} \right) \dots (2)$$

حيث يعبر عن ΔH و ΔH° بالوحدات $KJ^{-1} (ta.mol)$. وفقاً لنموذج EHF، حيث يتم التحكم في تكوين الحالة الصلبة (المرحلة الأولى والمراحل اللاحقة) عن طريق اختيار

التركيز الفعال لأنواع المتفاعلة في واجهة النمو، مثال على ذلك واجهة النمو عند تفاعل السيلكون والكوبالت والتكوين المرتقب لـ CoSi. إذا كان التركيز الفعال في الواجهة 20% بالنسبة لـ Si. عليه يكون التركيز في CoSi هو 50% وقيمة المحتوى الحراري القياسية ΔH° تكون مساوية للقيمة $^{-1} \text{KJ (at.mol)}^{-1} 50$ لتشكيل CoSi وهذا يعطي الحرارة الفعالة من قيمة التشكيل:

$$\Delta H = -50.0 \left(\frac{0.2}{0.5} \right) = -20.0 \text{ kJ (mol. at)}^{-1} \dots\dots (3)$$



الشكل 1: مخطط EHF لنظام Co-Si الثنائي

تشكيل سليسيديات الكوبالت Co-silicides في نظام Co-Si الثنائي

يسرد الجدول 1 بعض الدراسات التي استخدمت للبحث في امكانية تعزيز تشكيل سليسيديات الكوبالت Cobalt Silicides وذلك بترسيب الكوبالت على غشاء رقيق من السيلكون. عادة عندما يتم ترسيب الغشاء الرقيق من الكوبالت على السيلكون يكون تسلسل تشكيل الطور هو Co_2Si كمرحلة اولى للتشكيل، تم CoSi وأخيراً CoSi_2 [10-13] وفي كثير من الأحيان يتم تشكيل المرحلة الأخيرة فقط في درجات حرارة عالية نسبياً، اى عندما يتم تجاوز درجات حرارة معينة للتكوين [14-20]، ومن ناحية أخرى يمكن ذلك من خلال ترسيب الكوبالت على السيلكون حيث يتم تجاوز المرحلة الأولى مما يؤدي الى التشكيل المباشر لـ CoSi و CoSi_2 على ركائز $\text{Si}(100)$ و $\text{Si}(111)$ [21-24].

الجدول 1: استعراض لبعض الدراسات المعنية بتشكيل سليسيديات الكوبالت silicides -

Co-Si في نظام

Cobalt Silicides					
System	Ambient	Si-Type	Reference	Silicide Formation	Temperature
Si/Co	vacuum	100	11, 10	CoSi	350 °C
				CoSi	375 °C
				CoSi ₂	550 °C
Si/Co	vacuum	111,100	12	CoSi	350 °C
				Co ₂ Si	425 °C
				CoSi ₂	550 °C

Si/Co	vacuum	100	13	CoSi	420 °C
				Co ₂ Si	500 °C
				CoSi ₂	700 °C
Si/Co	vacuum	111,100	14	CoSi ₂	400–650 °C
Si/Co	vacuum	100	15	CoSi ₂	800 °C
Si/Co	N ₂	111	16	CoSi ₂	450 °C
Si/Co	vacuum	001	17	CoSi ₂	500 °C
Si/Co	vacuum	100	18	CoSi ₂	430 °C
Si/Co	vacuum	111	19	CoSi ₂	400 °C
Si/Co	N ₂	001	20	CoSi ₂	600 °C
Si/Co	vacuum	100	21	CoSi, CoSi ₂	450 °C
Si/Co	vacuum	111	22	CoSi	450 °C
				CoSi ₂	600 °C
Si/Co	vacuum	100	23	CoSi	450 °C
				CoSi ₂	600 °C

Si/Co	vacuum	100	24	CoSi	500 °C
				CoSi ₂	600–700 °C

تشكيل سليسيدات الكوبالت **Co-silicides** من خلال حاجز الانتشار

ناقشنا في الجزء السابق أنظمة Co-Si التي تمت دراستها بدون طبقة حاجز، بينما يركز هذا الجزء على أنظمة Co-Si التي تمت دراستها في وجود طبقات حاجز مختلفة بين الكوبالت والسيلكون ويسرد الجدول 2 طبقات الحاجز المختلفة التي استخدمت للبحث في امكانية تعزيز تشكيل سليسيدات الكوبالت (Silicides Cobalt). ويتضح من الجدول 2 أنه بالنسبة لتشكيل سليسيدات الكوبالت (Silicides Cobalt) معظم الأبحاث [25-28] فقد تم إجراؤها باستخدام التيتانيوم كطبقة حاجز بين السيلكون والكوبالت Si/o/TiC وتؤكد معظم النتائج الى تشكيل CoSi₂ حيث أن Co ينتشر خلال الحاجز للتفاعل مع ركيزة iS ولقد أثبتت طبقات التيتانيوم أنها الأفضل لتكوين أو تشكيل CoSi₂ عن طريق وضع طبقة رقيقة من Ti بين الكوبالت والسيلكون حيث يتم تجاوز المرحلة الأولى ويؤدي الى التشكيل المباشر للمرحلتين التاليتين وهما CoSi و CoSi₂ على ركيزة السيلكون [29-32]. وكما موضح في الجدول 2 أيضاً يمكن استخدام الطبقات البينية من الهافنيوم (Hf) والنيوبيوم (bN) و الجرمانيوم (eG) والموليبدنيوم (oM) والتنجستين (W) بنجاح على ركيزة Si(100) كحاجز انتشار لتشكيل CoSi و CoSi₂ [30-35]، حيث أن درجة الحرارة ليس لها تأثير على الديناميكا الحرارية للتفاعل مع الحالة الصلبة. حيث يتم اجبار التفاعل عند درجة حرارة أعلى باستخدام الطبقات البينية ولكن هذا لا يعطي سبباً حرارياً لتجاوز المرحلة Co₂Si اما المعادن الأخرى حظيت بأكثر قدر من الإهتمام من قبل الباحثين باستخدامها كحواجز لتشكيل CoSi₂ لوحده او كلاً من CoSi و CoSi₂ وهذه المعادن هي الكروم (Cr) والتنتاليوم (Ta). ومما له أهمية خاصة هو إضافة سبيكة الى معدن معين وإسخدامها كحاجز بحيث يتم تقديم رد فعل السيلكا درجات اضافية من الحرية اختيار العنصر وتركيزه) التي يمكن استخدامها لتكيف خصائص المواد، ولقد درس الكثير

من الباحثين تأثير عناصر صناعة السبائك على تكوين وخصائص CoSi_2 [42-48] وركز آخرون على استخدام طبقات الحاجز للتأثير على تسلسل تشكيل الطور حيث باستخدام طبقة الحاجز Ti تم تشكيل CoSi_2 عند درجات حرارة من $(550-900^\circ\text{C})$ [49]، وعند استخدام طبقة الحاجز من Ta لوحظ تشكل CoSi_2 عند 560°C وتشكل CoSi عند 850°C [50]، وكانت هناك بعض الجهود لتشكيل CoSi_2 البلورية في درجات حرارة 600°C واستخدام طبقة من الحديد (Fe) كحاجز بين الكوبالت والسيلكون [51]، بالإضافة إلى ذلك تم استخدام (Zr) كحاجز بين الكوبالت والسيلكون مما أدى إلى تشكل CoSi_2 في درجة حرارة أعلى من 600°C [52-54].

الجدول 2: استعراض لبعض الدراسات حول تكوين سليبيدات الكوبالت **Co-silicides** خلال طبقات حاجز الانتشار

Cobalt Silicides					
System	Ambient	Si-Type	Reference	Silicide Formations	Temperatures
Si/Ti/Co	N_2	001	25	CoSi_2	850°C
Si/Ti/Co	N_2	100	26	CoSi_2	550°C

Si/Ti/Co	vacuum	100	27	CoSi ₂	600 °C
Si/Ti/Co	N ₂	100	28	CoSi ₂	750 – 900 °C
Si/Ti/Co	N ₂	100	29	CoSi	600 °C
				CoSi ₂	700 – 750 °C
Si/Ti/Co	vacuum	100	30	CoSi	500 °C
				CoSi ₂	600 – 700 °C
Si/Ti/Co	vacuum	100	31	CoSi	420 °C
				CoSi ₂	500 °C
Si/Ti/Co	vacuum	100	32	CoSi	500 °C
				CoSi ₂	600 – 700 °C
Si/Hf/Co	vacuum	100	33	CoSi	500 °C

				CoSi ₂	800 °C
Si/Hf/Co	vacuum	100	34	CoSi	420 °C
				CoSi ₂	600 °C
Si/Hf/Co	vacuum	(100)	35	CoSi	500 °C
				CoSi ₂	800 °C
Si/Nb/Co	vacuum	100	32 30	CoSi	600 °C
				CoSi ₂	800 °C
Si/Ge/Co	N ₂	100	33	CoSi	400 °C
				CoSi ₂	750 °C
Si/Mo/Co	N ₂	100	34	CoSi	600 °C
				CoSi ₂	800 °C
Si/W/Co	vacuum	100	35	CoSi	450 °C
				CoSi ₂	750 °C

Si/Cr/Co	N ₂	100	34	CoSi + CoSi ₂	560 °C
Si/Ta/Co	vacuum	100	37 36	CoSi + CoSi ₂	700 °C
	vacuum	111	37 36	CoSi + CoSi ₂	700 °C
	N ₂	100	38	CoSi ₂	600 °C
Si/Zr/Co	vacuum	111, 100	40 39	CoSi ₂	600 °C
Si/Zr/Co	NH ₃	100	39	CoSi ₂	600 °C
Si/W/Co	vacuum	001	41	CoSi ₂	600 °C

الخلاصة

تمكن النموذج الفعال لحرارة التكوين من حساب درجات الحرارة الفعالة ΔH كدالة في التركيز باستخدام تركيبة الحد الأدنى للسائل في النظام الثنائي كمقياس لنسبة التركيزات الفعالة من المواد المتفاعلة في واجهة النمو، حيث يمكن التنبؤ بتشكيل المرحلة الأولى إلا أن نموذج EHF يحد فقط من تشكيل وجه المركب الغير مرغوب فيه، ΔH عند تركيز فعال معين سوف يؤدي الى اكبر تغيير في الطاقة الحرة حيث مثل هذه المرحلة قد يكون لهل حاجز يمنع تشكيله في واجهة النمو ومن العوامل التي قد تؤثر على تشكيل المرحلة تشمل عدد الذرات لكل خلية، هيكل الكريستال، درجة الحرارة، التظابق و الإتجاه من الترابط [8] التوقعات لنموذج EHF تم مقارنتها مع قياسات تجريبية خصصت لتشكيل المرحلة الأولى تم العثور على ثلاثة وعشرون metal-silicon في النظام الثنائي كان هنالك اتفاق بين النتائج المتوقعة لنموذج EHF والتجريبية. السهولة التي يتميز بها استخدام نموذج EHF جعلته جاهزاً لحساب درجات حرارة التكوين باستخدام نماذج أخرى [46-47]. وهذا الى حد كبير زاد من إمكانية تطبيقه في فهم تكوين المراحل في الأنظمة الثنائية.

References

- [1]. R.M. Walser and R.W. Ben & Appl. Phys. Lett., 28 (1976).
- [2]. M. Ronay, Appl. Phys. Lett., 42 (1983) 577.
- [3]. F.M. d'Heurle, J. Mater. Res., 3 (1986) 167.
- [4]. R.W. Ben &, J. Appl. Phys., 61 (1987) 1826.
- [5]. U. Gossele, J. Appl. Phys., 66 (1989) 2619 .
- [6]. R. Pretorius, MRS Proc, 25, (1984) 15.
- [7]. R. Pretorius and J. W, Mayer, J. Appl. Phys, 81, (1997) 2448.

- [8]. R. Pretorius, T.K. Marais and C.C. Theron, A Review, Mat, Sci.and Eng R10, 1 (1993).
- [9]. O. Kubaschewski and C. B. Alcock, "Metallurgical Thermochemistry", Pergamon Press, Oxford, 1979.
- [10]. S. S. Lau, J. W. Mayer and K. N. Tu, "Interaction in Co/Si thin-film system kinetics", Journal of Applied Physics, (1978) 49.
- [11]. .G. Ottaviani, K. N. Tu, P. Psaras and C. Nobili, "In situ resistivity measurement of cobalt silicide formation", Journal of Applied Physics 62(1), (1987) 2290-2294.
- [12]. M. A. Nicolet, S. S. Lau, N. G. Einspruch and G. B. Larrabee, "VLSI electronics: microstructure science", Academic, New York, 6, (1983) 329.
- [13]. J. Y. Shim, S. W. Park and H. K. Baik, "Silicide formation in cobalt/amorphous silicon, amorphous CoSi and bias-induced CoSi films", Thin Solid Films, 292(1),(1997) 31-39.
- [14]. D. H. Zhu, Y. G. Chen, and B. X. Liu, "Formation of a CoSi₂ layer by Co ion implantation using a metal vapor vacuum arc ion source", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 101(4), (1995) 394-399.
- [15]. C. T. Joensson, I. A. Maximov, H. J. Whitlow, V. Shutthanandan, L. Saraf, D. E. McCready and S. Thevuthasan, "Synthesis and characterization of cobalt silicide films on silicon", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 249 (1), (2006) 532-53.
- [16]. H. C. Cheng and M. H. Juang, "Growth of single-crystalline CoSi₂ on (111) Si at low annealing temperatures by a nonultrahigh vacuum method", Journal of crystal growth, 115(1), (1991) 572-578.
- [17]. L. J. Schowalter, J. R. Jimenez, L. M. Hsiung, K. Rajan, S.

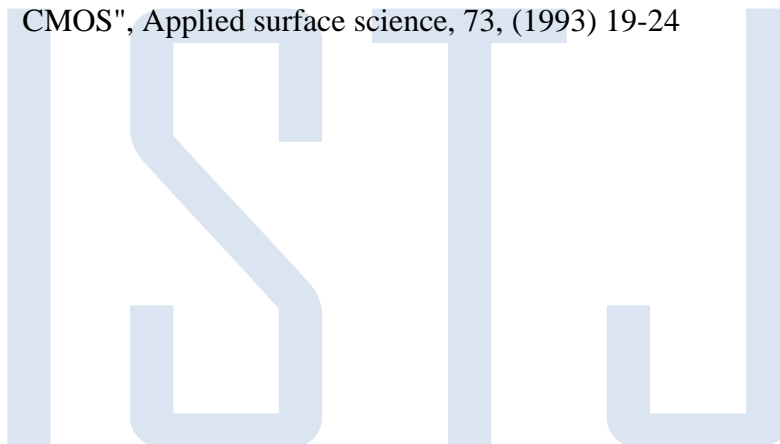
- [18]. Hashimoto, R. D. Thompson and S. S. Iyer, "Control of misoriented grains and pinholes in CoSi₂ grown on Si (001)", Journal of crystal growth, 111(1), (1991) 948-956 .
- [19]. L. Haderbache, P. Wetzel, C. Pirri, j. C. Peruchetti, D. Bolmont and G. Gewinner, "Epitaxial growth of CoSi₂ on Si (100)", Thin Solid Films, 184(1), (1990) 317-323.
- [20]. L. Haderbache, P. Wetzel, C. Pirri, J. C. Peruchetti, D. Bolmont and g. Gewinner, "Quantum well states in a metal-semiconductor system: CoSi₂/Si (111)", Thin Solid Films, 184(1), (1990) 365-371.
- [21]. M. H. Juang and H. C. Cheng, "Film thickness effect on the epitaxial growth of CoSi₂ on Si (111)", Thin solid films, 215(1), (1992) 71-75.
- [22]. F. M. D'Heurle and C. S. Petersson, "Formation of thin films of CoSi₂: Nucleation and diffusion mechanisms", Thin Solid Films, 128(3), (1985) 283-297.
- [23]. W. T. Lin, K. C. Wu and F. M. Pan, "A new epitaxial orientation of CoSi₂ on (111)Si", Thin Solid Films, 215, (1992) 184-187.
- [24]. C. Krontiras, J. Salmi, L. Grönberg, I. Suni, J. Heleskivi and A. Rissanen. Measurements on the electrical transport properties in CoSi₂ and NiSi₂ formed by thin film reactions. Thin Solid Films, 125(1), (1985) 93-99.
- [25]. M. Novaković, M. Popović, K. Zhang, K. P. Lieb and N. Bibić, "Silicide phases formation in Co/c-Si and Co/a-Si systems during thermal annealing", Applied Surface Science, 295, (2014) 158-163.
- A. Alberti, F. La Via and F. Rimini, "Reaction and thermal stability of cobalt disilicide on polysilicon resulting from a Si/Ti/Co multilayer system", Journal of Vacuum Science & Technology B, 17(4), (1999) 1448-1455.

- [26]. M. L. A. Dass, D. B. Fraser and C. S. Wei, "Growth of epitaxial CoSi₂ on (100)Si", Applied physics letters, 58(12), (1991) 1308-1310.
- [27]. Y. Kwon, C. Lee, H. K. Kang and D. L. Bae. Silicidation of Co/Ti, Co/Nb, and Co Hf bilayers on the Si (100) substrate. Journal of the Korean physics, 34, (1999) S499-S503.
- [28]. Y. Kwon and C. Lee, "Silicidation behaviors of Co/Ti and Co/Hf bilayers on doped polycrystalline Si substrate", Materials Science and Engineering: B, 65(3), (1999)187-193.
- [29]. Y. Kwon and C. Lee, "Formation of epitaxial cobalt silicide films on (100)Si using Co/Ti, Co/Nb, and Co/Hf bilayers", Materials chemistry and physics, 63(3), (2000) 202-207.
- [30]. C. Detavernier, R. L. Van Meirhaeghe, F. Cardon and K. Maex, "CoSi₂ nucleation in the presence of Ge", Thin Solid Films, 384(2), (2001) 243-250.
- [31]. C. Detavernier, R. L. Van Meirhaeghe, F. Cardon, K. Maex, H. Bender, B. Brijs and W. Vandervorst, "Formation of epitaxial CoSi₂ by a Cr or Mo interlayer: Comparison with a Ti interlayer", Journal of Applied Physics, 89(4), (2001) 2146-2150.
- [32]. F. M. Yang and M. C. Chen, "Formation of cobalt silicide under a passivating film of molybdenum or tungsten", Journal of Vacuum Science & Technology B, 9(3), (1991) 1497-1502.
- [33]. G. Briskin, J. Pelleg and M. Talianker, "Phase formation between co-deposited Co-Ta thin film and single-crystal silicon substrates", Thin Solid Films, 288(1), (1996) 132-138.
- [34]. J. Pelleg, "Formation of Co and Ta silicides on Si(111) and Si(100) substrates from co-deposited Co and Ta thin films", Thin solid films, 325(1), (1998) 60-71.
- [35]. J. S. Byun, D. H. Kim, W. S. Kim and H. J. Kim, "Epitaxial growth of CoSi₂ layer on (100)Si and facet formation at the

- CoSi₂/Si interface", Journal of applied physics, 78(3), (1995) 1725-1730.
- [36]. J. P. W. B. Duchateau, A. E. T. Kuiper, M. F. C. Willemsen, A. Torrisi and van G. J. der Kolk, "The reaction of amorphous Co–Zr layers with Si(100) and SiO₂ substrates by annealing in vacuum and NH₃, Journal of Vacuum Science & Technology B, 9(3), (1991) 1503-1510.
- [37]. D. Kim and H. Jeon, "The growth of CoSi₂ using a Co/Zr bilayer on different Si substrates", Thin Solid Films, 346(1), (1999) 244-250.
- [38]. A. H. Reader, J. P. W. B. Duchateau, J. E. Crombeen, E. P. Naburgh and M. A. J. Somers, "The formation of epitaxial CoSi₂ thin films on (001) Si from amorphous Co-W alloys", Applied surface science., 53, (1991) 92-102.
- [39]. C. Detavernier, R. L. Van Meirhaeghe, F. Cardon and K. Maex, "CoSi₂ nucleation in the presence of Ge", Thin Solid Films, 384(2), (2001) 243-250.
- [40]. C. Detavernier, R. L. Van Meirhaeghe, F. Cardon, K. Maex, H. Bender, B. Brijs and W. Vandervorst, "Formation of epitaxial CoSi₂ by a Cr or Mo interlayer: Comparison with a Ti interlayer", Journal of Applied Physics, 89(4), (2001) 2146-2150.
- [41]. C. Lavoie, C. Cabral Jr, F. M. d'Heurle, J. L. Jordan-Sweet and J. M. E. Harper, "Effects of alloying elements on cobalt silicide formation", Journal of electronic materials, 31(6), (2002) 597-609.
- [42]. C. Detavernier, R. L. Van Meirhaeghe, F. Cardon and K. Maex, "Influence of mixing entropy on the nucleation of CoSi₂", Physical Review, B 62(18), (2000) 12045.
- [43]. C. Detavernier, R. L. Van Meirhaeghe, F. Cardon, K. Maex, W. Vandervorst and B. Brijs, "Influence of Ti on CoSi₂ nucleation", Applied Physics Letters, 77(20), (2000) 3170-3172.

- [44]. B. I. Boyanov, P. T. Goeller, D. E. Sayers and R. J. Nemanich, "Film thickness effects in the Co–Si_{1-x} Ge solid phase reaction", Journal of applied physics, 84(8), (1998) 4285-4291 .
- [45]. .D. B. Aldrich, F. M. d'Heurle, D. E. Sayers and R. J. Nemanich, "Interface stability of Ti(SiGe)₂ and SiGe alloys: Tie lines in the ternary equilibrium diagram", Physical Review B, 53(24), (1996) 16279.
- [46]. P. Liu, B. Z. Li, Z. Sun, Z. G. Gu, W. N. Huang, Z. Y. Zhou and G.A. Rozgonyi, "Epitaxial growth of CoSi₂ on both (111) and (100) Si substrates by multistep annealing of a ternary Co/Ti/Si system", Journal of applied physics, 74(3), (1993) 1700-1706 .
- [47]. C. Detavernier, C. Lavoie and R. L. Van Meirhaeghe, "CoSi₂ formation in the presence of Ti, Ta or W", Thin Solid Films, 468(1), (2004) 174-182.
- [48]. C. Detavernier, R. L. Van Meirhaeghe, F. Cardon and K. Maex, "Influence of mixing entropy on the nucleation of CoSi₂", Physical Review B, 62(18), (2000) 12045.
- [49]. J. P. W. B. Duchateau, a. E. T. Kuiper, M. F. C. Willemsen, A. Torrisi and G. J. van der Kolk, "The reaction of amorphous Co–Zr layers with Si (100) and SiO₂ substrates by annealing in vacuum and NH₃", Journal of Vacuum Science & Technology B, 9(3), (1991) 1503-1510.
- [50]. D. Kim and H. Jeon, "The growth of CoSi₂ using a Co/Zr bilayer on different Si substrates", Thin Solid Films, 346(1), (1999) 244-250.
- [51]. A. Iljinas, D. Milčius and J. Dudonis, "Deposition of amorphous Fe–Zr alloys by magnetron co-sputtering", Vacuum, 81(10), (2007) 1213-1215.

- [52]. A.Vantomme, S. Degroote, J. Dekoster and G. Langouche, "Epitaxy of CoSi₂ Si(100): from Co/Ti/Si (100) to reactive deposition epitaxy", Applied surface science, 91(1), (1995) 24-29.
- [53]. P. Liu, B. Li, Z. Zhou, C. Lin and S. Zou, "Growth of epitaxial CoSi₂ film on Si(100) substrate induced by an interfacial Ti layer", Materials Letters, (17), (1993) 383-387.
- [54]. A.Lauwers, R. J. Schreutelkamp, B. Brijs, H. Bender and K. Maex, "Technological aspects of epitaxial CoSi₂ layers for CMOS", Applied surface science, 73, (1993) 19-24



تكسية الصلب منخفض الكربون باستخدام اسلاك اللحام المغلفة للصلب
السبائكي E309L بتقنية اللحام بالقوس الكهربائي (SMAW)

Cladding Low Carbon Steel by E309L Using Shielded Arc
Welding Technic (SMAW)

حسن غيث لامة - طارق خليل ابراهيم

كلية التقنية الهندسية - جنزور

Email: lama823@hotmail.com

Abstract

This study has been done on one of the most important types of industrial metals, which is plain-carbon steel (low carbon steel). This type of steel with his family characterized by very using wide range industry, because of its good technical properties and it's relatively low cost.

One of disadvantages for this type of steel it's relatively low hardness, which does not respond to the heat treatment by hardening process. Hence, we adopt cladding process by using high alloy stainless steel electrode E309L. Four symmetrical samples in shape have been worked with changing some control factors and welding parameters, we obtained very high hardness for four samples in study case. We can say with no hesitation that, cladding process in all samples gained a complete successful with excellent surface hardness and stainless steel properties.

Abstract الملخص

تمت هذه الدراسة على واحد من أهم انواع المعادن الصناعية و هو الصلب الكربوني العادي (منخفض الكربون)، و يتميز هذا الصلب مع عائلته المنخفضة الكربون بكونها من اكثر المعادن الصناعية استخداماً لصفاته الفنية، و كذلك كلفته المنخفضة نسبياً. من نقاط الضعف لهذا الصلب هو صلابته المنخفضة و التي لا تستجيب لرفعها بالمعالجة الحرارية بالتصليد، لذلك تم تطبيق عملية الترسية باسلاك الصلب السبائكية المقاوم للصداء نوع E309L مرتفع الصلادة، باستخدام تقنية اللحام بالقوس الكهربائي (SMAW)، و تم تنفيذ عدد اربعة عينات متناظرة القياس مع تغيير في بعض عوامل التحكم و معطيات اللحام (Welding Parameters)، و تم الحصول على صلادة عالية جداً في العينات الاربعة. يمكن القول عن نجاح تنفيذ عملية الاكساء للعينات الاربعة و الحصول على أسطح ذات صلادة ممتازة مع خواص مقومة للصداء.

المقدمة Introduction

عملية الترسية (Cladding) هي تغليف سطح المعدن بمادة اعلى منها في الخواص الميكانيكية و مقاومتها للتآكل (Corrosion) و الاحتكاك (Friction) و البلي (Abrasion) {1,2}.

في هذا البحث تم إكساء الصلب منخفض الكربون (يحتوي على نسبة الكربون اقل من 0.3%) و هو الصلب الكربوني نوع (AISI 1008) و ذو صلادة منخفضة نسبياً (HRC = 60) و غير مقاوم للصداء، و صلابته لا يمكن رفعها بالمعالجة الحرارية بالتصليد (10)، و تم الاكساء بتقنية لحام القوس الكهربائي (SMAW) الواسعة الاستخدام و باسلاك اللحام المغلفة (Covered Electrodes) من الصلب السبائكي المقاوم للصداء E309L، و الذي له مميزات صلادة عالية جداً مع مقاومته للتآكل و البلي.

الصلب منخفض الكربون Low Carbon steel

هو احد انواع الصلب الكربوني العادي والذي يتميز بوجود نسبة منخفضة من الكربون مع الحديد مع وجود عناصر اخرى بنسب منخفضة جداً و بما اتفق عليه من علماء المعادن على اعتبارها شوائب {3}.

ويعتبر الصلب منخفض الكربون عندما لا تتجاوز فيه نسبة الكربون 0.3 %، و يستخدم بشكل واسع في التطبيقات الصناعية، و يتميز بقابلية لحام (Weldability) جيدة جداً بسبب انخفاض نسبة الكربون، و له أيضاً متانة (Toughness) و مطية جيدة (Ductility)، و قابلية تشغيل عالية (Machinability)، و لكن صلادته منخفضة نسبياً و هو صلب غير قابل للتصليد بالمعالجة الحرارية، و ايضاً مقاومته للتآكل منخفضة جداً و هي من ابرز عيوب هذا النوع من الصلب {4}.

تقنية اللحام بالقوس الكهربائي باستخدام الاسلاك المغلفة Shielded Metal Arc Welding

تقنية اللحام بالقوس الكهربائي باستخدام اسلاك اللحام المغلفة (SMAW) وفق المواصفات القياسية للجمعية الامريكية للحام (AWS) تعتبر إحدى أوسع طرق اللحام شيوعاً و انتشاراً في حقل الصناعة عالمياً لما لها من قابلية فنية و تطبيقية مع عدم وجود تكاليف عالية نسبياً {5,6}.

الاجراء التطبيقي Experimental Procedure

لغرض تنفيذ البحث بشكل يستوفى كافة الشروط العلمية الرصينة، تم تجهيز اربعة عينات من الصلب الكربوني نوع (AISI 1008)، و بمواصفات متطابقة من ناحية الابعاد و الانجاز السطحي، و كذلك تجهيز اسلاك اللحام المغلفة من نوع E309L، و يوضح الجدول (1) التركيب الكيميائي (Chemical Compassion) للمعدن الاساس (Base Metal) الصلب الكربوني وفقاً لتصنيف المعهد الامريكي للحديد و الصلب (AISI)، و لمادة التكسية (اسلاك اللحام المغلفة) نوع E309L وفقاً لتصنيف الجمعية الامريكية للحام (AWS).

الجدول (1) يوضح التركيب الكيميائي للصلب منخفض الكربون AISI-1008 و اسلاك اللحام (AWS) E309L

Fe	N	P	S	Ni	Cr	Si	Mn	C	المعدن
Balance	—	0.04	0.05	—	—	—	0.25 - 0.4	0.15	الصلب الكربوني AISI -1008
Balance	0.05	0.03	0.021	12.3	23.5	0.52	1.7	0.08	اسلاك اللحام E309L

تم استخدام عملية الترسية باستخدام اسلاك لحام الصلب المقاوم للصدأ E309L، و باستخدام تقنية اللحام بالقوس الكهربائي (SMAW) للعينات بشدة تيار مختلفة، و مع مراعاة استخدام متغيرات اللحام، و طرق التبريد لكل العينات.
الجدول (2) يوضح متغيرات اللحام المستخدمة في عملية الترسية.

سرعة اللحام	التسخين المسبق	التيار (A)	العيونة
3.40 cm/sec	نعم	110	1 طبقة واحدة
2.88 cm/sec	لا	110	2 الطبقة الاولى الطبقة الثانية
		85	
2.99 cm/sec	لا	110	3 الطبقة الاولى الطبقة الثانية
		85	
3.47 cm/sec	لا	110	4 الطبقة الاولى الطبقة الثانية
		85	


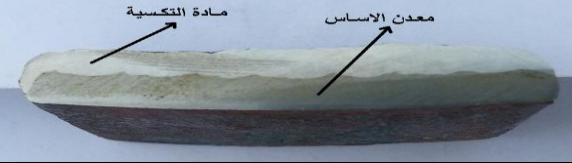
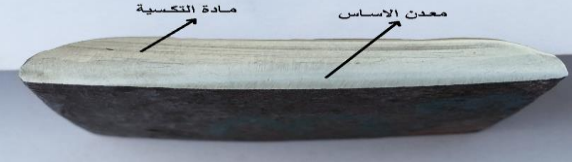

تمت عملية اللحام لجميع العينات كما يلي:
عند استكمال الخط الاول من اللحام يبدأ الخط الذي يليه من نفس الجهة التي بدأ بها الخط المنتهي، و هكذا بنفس الطريقة يستمر اللحام حتى يتم إكساء سطح العينة بالكامل، و هذا الامر يؤدي الى التحكم بالتوزيع الحراري {7}.

الجدول (3) أدناه يوضح طبقة الترسية للعينات العينية توضح تغلغل (Penetrating) طبقة الترسية في المعدن الاساس (الصلب منخفض الكربون) بنسب متفاوتة لكل عينة وفقاً لنسبة التخفيف (Dilution) في المعدن الاساس وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{Dilution} = \frac{A}{A+B} \times 100 \quad (1) \{8\}$$

A = سُمك المعدن الأساس، B = سُمك طبقة الترسية.

الجدول (3) يوضح العينات الأربعة، المعدن الاساس و طبقة الترسية، بقوة تكبير (4X) مع نسبة التخفيف وفقاً للمعادلة (1):

نسبة التخفيف	العينات	رقم العينة
نسبة التخفيف للمعدن الاساس 20% تقريباً		1
نسبة التخفيف للمعدن الاساس 25% تقريباً		2
نسبة التخفيف للمعدن الاساس 30% تقريباً		3
نسبة التخفيف للمعدن الاساس 25% تقريباً		4

*ملاحظة: الصلب الكربوني المعالج (المعدن الاساس) فقد بريقه و يبدو غامقاً في الصور نتيجة عملية التسخين التي تعرض لها اثناء عملية التكبسية.

Results النتائج

بعد تنفيذ عمليات اللحام باستخدام بتقنية القوس الكهربائي (SMAW) بسلك اللحام من نوع E309L بأكساء اربع عينات متناظرة من صلب منخفض الكربون (AISI 1008)، تم التأكد بالفحص البصري عن عدم وجود أي عيوب في تنفيذ عمليات اللحام، و تم بعدها تجهيز اربع قطع صغيرة من العينات الاربع لغرض تنفيذ فحوصات الصلادة (Hardness Test) و التصوير المجهرى، لإمكانية دراسة البنية البلورية (Microstructure) و الأطوار المتكونة بعد عملية الاكساء.

الفحص المجهرى Microstructure

1- تجهيز العينات للفحص المجهرى

تم عمل العينات داخل قوالب من مادة بلاستيك (PVC) بقطر 40 mm، لإجراء الاختبارات المجهرية و الصلادة، كما في الشكل (1) يوضح العينة داخل القالب.



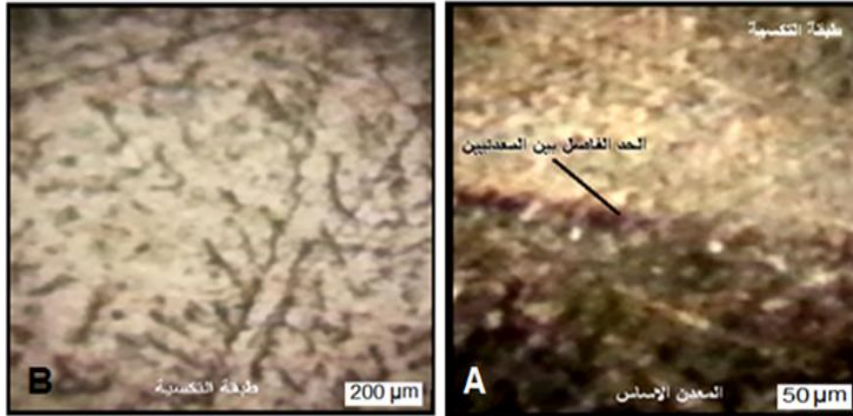
الشكل (1) يوضح العينة داخل القالب.

ثم تم صنفرة العينات بجهاز صنفرة العينات باستخدام أوراق صنفرة مختلفة في حجم الحبيبات و ذلك باستخدام أوراق صنفرة (حجم حبيبي) من 120 خشن الى 3000 ناعم جداً، بعد ان تتم عملية الصنفرة لأسطح العينة تليها عملية التنعيم النهائية (Polishing)

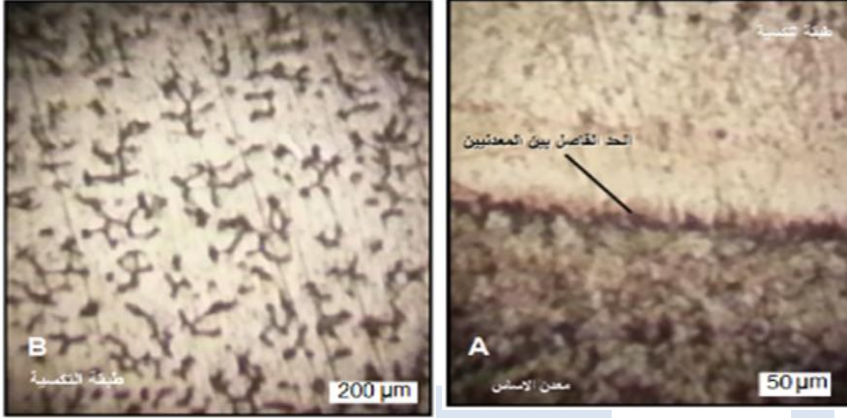
باستخدام قطعة قماش خاصة ناعمة جداً يضاف عليها مسحوق دقيق الحبيبات من اكسيد الالومنيوم للحصول على سطح نهائي ناعم و لامع. بعد الانتهاء من عملية تنعيم و صقل العينات يتم تجفيفها بالهواء الساخن، ثم يتم وضع سائل الإظهار (Etching) حامض النيتريك 2% لإظهار التركيب المجهرى، و تركه لمدة 10 دقائق، ثم يتم غسل سطح العينات بالماء و تجفيفها مباشرةً بالهواء الساخن.

2- التصوير المجهرى

و توضح الأشكال التالية ادناه الصور المجهرية للعينات الأربعة، مع توصيف البنية المجهرية لكل عينة.



الشكل (2). العينة الأولى، (A). يوضح المعدن الأساس و طبقة الترسبات و الحد الفاصل بينهما. (B). يوضح تكون طور الاستنابت ذو لون ابيض مع تداخل تشعبي لطور دلتا الفرايت ذو اللون الاسود.



الشكل (3). العينة الثانية، (A). يوضح المعدن الاساس و طبقة التغطية و الحد الفاصل بينهما. (B). يوضح تكون طور الاستنايت باللون الابيض و دلتا الفرايت تشعبي باللون الاسود بنسبة منخفضة.

*ملاحظة: تمت عملية التجهيز للعينات و التصوير المجهرى بكلية التقنية الهندسية جنزور.

3- قياس الصلادة Hardness Test

تم قياس الصلادة السطحية للعينات الاربعة باستخدام جهاز قياس الصلادة روكويل (Hardness Rockwell - HRC)، و يوضح الجدول (4) قيم الصلادة للعينات الاربعة موضوع البحث.

الجدول (4) يوضح قيم الصلادة لطبقة التغطية للعينات.

رقم العينة	قيم الصلادة (HRC)
1	80
2	83
3	82
4	82

المناقشة Discussion

من النتائج التي تم الحصول عليها و الموضحة بالأشكال (1، 2، 3، 4) و المتعلقة بالبنية البلورية نجد ما يلي:

1. العينة 1: تكون طور الاستنايت متشعب (Dendritic Austenite) مع تداخل تشعبي لطور دلتا الفريت (δ -Ferrite) {9،10}، كما في الشكل (2).

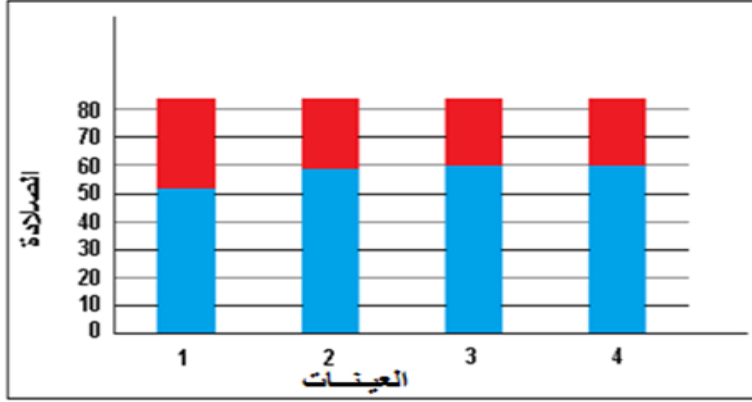
2. العينة 2: تكون طور الاستنايت (Austenite) مع دلتا الفريت (δ -Ferrite) في الطبقة الاولى و التي تعتبر تسخين مسبق (Preheating) للطبقة الثانية، في الطبقة الثانية نلاحظ زيادة في طور الاستنايت و نقص في طور دلتا الفريت، و ذلك بسبب حرارة اللحام و التبريد البطيء في الرمل {11}، كما في الشكل (3).

3. العينة 3: تكون طور الاستنايت مع تداخل تشعبي لطور دلتا الفريت بنسبة متوسطة، كما في الشكل (4).

4- العينة 4: في الطبقة الاولى ترسيب لكربيد الكروم (Chromium Carbide) بالقرب من الحد الفاصل بين المعدنين (Boarder Line) {12}، أما في الطبقة الثانية فتكون طور المارتنسايت (Martensite) مع الاستنايت و الفريت، وتكون طور المارتنسايت بسبب التبريد السريع بعد الانتهاء من الطبقة الثانية بالزيت {12}، كما في الشكل (5).

في جميع التركيبات البلورية المتكونة للعينات الاربعة مع اختلاف بينها من حيث الاطوار و لكنها جميعها تتميز بحصول حالة تجانس (Homogenous) كامل بين المعدنين (المعدن الاساس و معدن الاكساء)، و يمكن الاستدلال على ذلك بعدم حصول اي تصدعات مجهرية (Micro Cracks).

أما في نتائج فحص الصلادة و التي تم الحصول عليها و المثبتة في الجدول (4) يمكن تمثيلها بالمخطط البياني الموضح بالشكل (6).



الشكل (6). يوضح قيم الصلادة السطحية لطبقة الترسبة للعينات الأربعة، المعدن الأساس باللون الأزرق ومادة الترسبة باللون الأحمر.

في الشكل (6) نجد ان قيم الصلادة في جميع العينات مرتفعة جداً و متقاربة بشكل كبير و هذه النتائج للصلادة المرتفعة تتوافق مع ارتفاع في مقاومة الصدأ و مقاومة البلي و التآكل و المميّزة للصلب السبائكي المقاوم للصدأ، و الذي صنعت منه اسلاك اللحام E309L، و هنا نجد ان المعدن الأساس و هو صلب منخفض الكربون تحصل على مميزات سطحية ممتازة و هي مقاومة التآكل و البلي، و تمت بعملية اكسائه بتقنية لحام القوس الكهربائي باستخدام الاسلاك المغلفة (SMAW).

الاستنتاجات Conclusions

من مجمل البحث المنجز، يمكن اجمال الحصول على مجموعة من الاستنتاجات كما يلي:

1- نجاح عملية الاكسء باللحام لجميع العينات التي تم تنفيذها بالحصول على طبقة ترسبة متجانسة مع المعدن الأساس.

2- الحصول على طور من الاستناتيت مع دلتا الفرايت للعينات (1،2،3)، و أيضا اطوار من الاستناتيت مع الفرايت و المارتنسايت للعينة (4).

- 3- صلادة مرتفعة للغاية للعينات الاربعة مع عدم وجود تفاوت كبير بين العينات الاربعة و الصلادة تتوافق مع مقاومة جيدة للاحتكاك و التآكل و الحك (البلي)، و هذا تحسين كبير في الخواص السطحية للمعدن الاساس.
- 4- ترسيب لكربيدات الكروم في الطبقة الاولى للعيينة (4).
- 5- سُمك طبقة الترسية للعينات هو (3.4 mm).

التوصيات Recommendations

يمكن اجمال مجموعة من التوصيات للبحث المنجز و هي كما يلي:

- 1- استخدام التبريد المعتدل او البطيء للعينات عندا اكسائها باللحام.
- 2- يفضل عدم استخدام التبريد السريع وذلك لتفادي تكون كربيد الكروم.
- 3- يجب ازالة الخبث جيداً عند لحام اكثر من طبقة.
- 4- الاكتفاء بطبقة واحدة من اللحام.
- 5- يفضل عدم استخدام شدة تيار لحام عالية عند عملية الاكساء.
- 6- دراسة استخدام تقنيات لحام أخرى في تنفيذ عملية الاكساء.

المراجع References

- [1]. أحمد الصباغ - هندسة اللحام. دار الشروق - القاهرة - الطبعة الاولى أكتوبر 1987.
- [2]. نهاد حامد - صناعة و تصميم الآلات الحديثة باللحامات. مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - 1986.
- [3]. يولاخيتن - علم المعادن و المعاملة الحرارية للمعادن. دار مير للطباعة و النشر - موسكو - الاتحاد السوفيتي الطبعة الثانية 1980.
- [4]. أ هيكينس - الميتالورجيا الهندسية (الميتالورجيا الفيزيائية التطبيقية). ترجمة جورج يعقوب الياس - رضا محمد سويلم - وزارة التعليم العالي و البحث العلمي - العراق - 1983.

- [5]. AWS - Welding Handbook, Welding Processes. Part 1 - Volume 2. 2011.
- [6]. ASM HANDBOOK, Welding, Brazing and Soldering, Volume 6. 2004.
- [7]. Dvrmat - Hardfacing Materials, 2004.
- [8]. Hardfacing, BOC AV: IPRM 2007 .
- [9]. AMS Handbook, Metallography and Microstructure, Volume 9. 2004.
- [10]. Kenneth Easterling, Introduction to the Physical Metallurgy of Welding. Second Edition 1992. Butterworth-Heinemann Ltd.
- [11]. Johne. Lippold – Damianj .Kotecki. Welding Metallurgy and Weldability of stainless steel.
- [12]. Sindo Kou, Welding Metallurgy. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. 2003 .

التكوين المعماري وإنتاج المعنى الدلالي الرمزي

حالة دراسية : نماذج معمارية في عهد الاستعمار الإيطالي - طرابلس

أ. لنا محمد نصر الدين العاقل

المعهد العالي للعلوم والتقنية_ طرابلس

Lanaelagel@gmail.com

الملخص

المعمار الإيطالي زاحم بالدلالات الرمزية السياسية التي لم تخفي فجأة بعد إنتهاء الاستعمار عقب الحرب العالمية الثانية، لربما أنخفض تدريجياً، ولكن ظلت التأثيرات المعمارية والتخطيطية مستمرة ضمن الحياة اليومية للمستعمرة، برموز معاصرة مرتبطة بالمخلفات الأثرية التي تعج بها الأراضي الليبية، لقد تعامل الممارسين الإيطاليين في تلك الحقبة مع ما وجدوه من آثار متبقية كرموز ودلالات تاريخية، تتمتع بأهمية تتم عن الفخر والأصالة، أنه أمتياز يستند إلى اتجاه الإيطاليين الرمزي المحسوس بشكل كبير في عملية ممارسة الاستعمار كأحقية تاريخية مخططة ومدروسة للدلالة على فكر يؤمن بضرورة تأكيد المعاني الكلاسيكية من خلال الاستمرار في استخدامها، وإتخاذها مصدر للمفردات المعمارية، تركب مع بعضها بطرائق جديدة للوصول لأشكال متسقة وممتعة بصرية.

أن هدف هذه الورقة البحثية هو تسليط الضوء على الدلالات الرمزية الكامنة خلف معمار مدينة طرابلس في العهد الإيطالي، ومدى تأثير الرمز والدلالة في التصاميم المعمارية المشيدة وقتها ولتحقيق هذا الهدف أتبع الباحث المنهج الوصفي والمنهج التحليلي بأساليب اعتمدت العديد من المصادر والمراجع والأشكال.

توصلت الدراسة إلى نتائج محددة للاستفادة من استخدام الرموز في العملية التصميمية من خلال ضرورة التزام المصمم بتلبية الحاجات و المؤثرات في السياق المعماري عند وضع التصميم, ووجود فلسفة خاصة وراء تصميم العناصر المعمارية عند وضع التصميم, وقد ضمن الباحث هذه الدراسة العديد من الأشكال التوضيحية كالصور وواجهات المباني والمساقط الأفقية وغيرها و التي تسهم في توضيح محتواها وتحقيق

الكلمات الدالة : الدلالة, الرمز, المعمار, العناصر المعمارية, التشكيل المعماري.

Abstract

The Italian architecture that is full of political symbolic significance did not disappear suddenly after the end of the colonialism right after WWII, it may of gradually faded but architectural and the planning effects continued within the colonial lifestyle. Within modern symbols connected with the ruins of the artifacts that is teeming in the Libyan territories. The Italian colonials dealt in that era with the remaining artifact findings as historic symbols. It's characterized with the importance that is reflected with pride and authenticity it's privilege that is based on the Italian symbolic direction that is largely noticed, It's a privilege that rests in towards the symbolic Italians that is touched in a huge way in the colonization operation as a studied and planned historic right to signify a thought that believes in the necessity on the confirmation of the classical meaning through the continuation in using and adopting it as a source for architectural vocabulary that fit together in new ways to reach shapes that are symmetrical and easy to look at.

The research aims to study the evolution of the significance symbolic, and its manifestations on the ground in the Architectural designs ,and to achieve this goal among others, the researcher

followed the descriptive and analytical approach which adopted by many sources, References, maps and photos.

The study reached some conclusions and recommendations that would improve the philosophy behind the design of architectural elements in the architectural structure, which is linked to a symbolic network of connections that forms a link between the designer and the receiver. The researcher has included many illustrations that contribute to clarifying their content and achieving their.

Keywords: Symbol, Significance, Architectural elements, Architectural Formation.

1. المقدمة

المعمار لغة رمزية دلالية يمكن قراءتها وفهم معانيها الرابضة خلف تكويناتها وهي معاني معينة تتجلى بتوظيف المصمم للمفردات خلال سياق معين، وبترتيب محدد يصل بالتكوين إلى شكل مقروء من قبل المتلقي، هذا التنسيق يؤثر على المصممين في تصنيع أشكالهم المعمارية وتشكيلها، كما يؤثر على التكوين في تركيب عناصره وتتميقها، لقد استخدمت العديد من الأليات والنظريات في فهم الشكل المعماري وتحليله ومنها آلية التعامل مع الشكل المعماري على أنه نص، يمثل لغة خاصة لمعان معينه هي التي تصيغ تكوينه، فتلقى العمارة تخدم مسألة الدلالات الرمزية بتوجهات معينة.

أن تنظيم العناصر المعمارية ضمن لغة رمزية للتعبير عن الفكر الدافع وراءها هو أحد أهم ملامح المعمار المسيس والذي طبق في المستعمرة اللببية فقد حازت درجة عالية بين المستعمرات الايطالية على مستوى الآثار المكتشفة والتي أعتبرت قيمة رمزية تاريخية، فعلماء الهندسة المعمارية وعلم العمران الاستعماري أقاموا دلالاتهم الرمزية على موضوع حيازة المستعمرات لصالحهم، وقضية الهندسة المعمارية فيها.

تهدف هذه الدراسة إلى رصد الرمزية خلف المعمار المقام في المستعمرة اللببية ودورها في اضعاء عمق سياسي على الشكل الفيزيائي والوظيفي للمعمار وسيتم مناقشته من خلال محورين اساسيين:

- المحور الأول: عرض للمفاهيم المرتبطة بالدلالات و الرموز ومعانيها وعلاقتها بالعمارة وتأثيرها الرمزي المباشر على التصميم وتطبيقاتها في التكوين وإنتاج المعنى .
- المحور الثاني: دراسة تحليلية للبنية الدلالية الرمزية للمعمار عبر نماذج معمارية تم بناؤها في حقبة العهد الايطالي في مدينة طرابلس حسب المنهج التحليلي والاستدلالي.

المعمار بشقيه الذهني والمادي, لغة حسية ممتعة تركز على التعبير الشكلي البصري عبر قدرة البصر للمتلقي, وبالإضافة إلى أداء وظيفة الاتصال "Communication" المبنى فهو يحمل دلالة رمزية من خلال نظام اتصالي معين لأجل تحقيق تواصل محدد إلى مصطلح " Pier Papen " مع مجموعة المستعملين ضمن سياق معين, و يشير بيير بابان الدلالة الرمزية كمعرفة وقدرة متجاوزة للبصري السمعي حيث السيادة لتخيل الاشكال والتعبير بقوله " أنها بوابة دخول للعالم الرمزي البصري بمشاهدة التعبير البصرية على أنواعها"(ميفراني, 2010).

وهو ما ينطبق على المشهد المعماري للحقبة الايطالية في ليبيا، الذي يمثل الذاكرة الحية التي نعيشها في المنطقة على شكل معاني مكثفة تحيل الكتلة البصرية إلى بعد آخر في الزمن يخص واقع المعماري ومفهومه ومعتقداته, كونه منتجا لها ومحولا للمعاني والافكار لدلالات رمزية ضمن قالب المعمار الفيزيائي كما يوضحها ثاني قدور في كتابه الموسوم بسميائية الصورة: إن كل رسالة بصرية مهما كانت طبيعتها تنتج مدلولات إيحائية (مدلولات رمزية) وهي مدلولات تاريخية وثقافية وسياسية واجتماعية فهي تفترض مسبقا مرسلا إليه فرديا كان ام جماعيا " (ثاني, 2008).

لقد أظهرت إيطاليا اهتماما كبيرا بالهندسة المعمارية الاستعمارية، إلى جانب دراسة عميقة للإختلافات الثقافية, لعكس الفكر السياسي عبر الصورة الذهنية المتكونة للرسالة البصرية المتلقية عن طريق لغة التكوين المعماري لتعبر عن الايدولوجية بصيغة مشفرة.

وأستناداً لفيتغنشتاين " فلا وجود للفكر بمعزل عن اللغة بل ينتج كلا منهما من الآخر ولا تقتصر اللغة على مستعمل واحد بل تشمل فئة من المستعملين". (أرمينكو, 1985).

سنقوم بتحليل العناصر المكونة للمعمار الإستعماري للوصول إلى الفكر الكامن خلفه ولقراءة التكوين الدلالي الموجه عبر تركيبية إنتاج المعنى الرمزي, ونحن نقصد هنا بالتركيبية العلاقة المتشابكة بين المكونات المادية الدلالية والرمزية للعمارة, فلكل حالة وضع خاص بها, فالتركيبية هنا تربط بين الكل المادي والفكري و تجمع أجزاءه لتكون الدلالة.

2. مفهوم الدلالة والرمز

علم الدلالة (Semine) بمعنى دل وعنى والتي تشتق بدورها من كلمة (Sema) مشتقة من الكلمة اليونانية بمعنى دال, " إن الصورة – كالكلمات وككل الأشياء الأخرى – لا يمكن أن تتفقت من كونها متورطة في لعبة المعنى " ميتز " Metz Christian ", (ثاني, 2007م).

والكون الحافل بالإشارات هو نظام ذو دلالة رمزية, والقران الكريم منذ نزوله كان يبحث على التأمل في الرموز على إنها معان ومضامين لإكتشاف بنيتها الدلالية, الدالة على وجوده وقدرته في قوله تعالى : ((وَفِي خَلْقِكُمْ وَمَا يَبُتُّ مِنْ دَابَّةٍ آيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُوقِنُونَ)) (القران الكريم, سورة الجاثية).

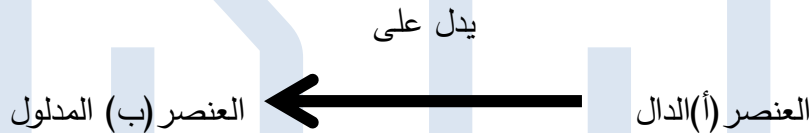
وقوله تعالى ((وَعَلَامَاتٍ وَبِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ)) , (القران الكريم, سورة النحل), فأى تغيير رمزي دلالي هو بالنتيجة له تغيير معنوي دال عليه, أي أن أى تغيير دلالي هو تغيير معنوي (عياشي, 1986م).

أهم الباحثون بعلم الدلالة, بكونه لا يعدو أن يكون في معناه مخزونا علميا أو ثقافيا, يظهر في شكل نظام من المعاني, وتدلل على فهم المعنى من قبل المتلقي بأرجاعها إلى

موروثه الثقافي والفكري، و مفهومها إصطلاحاً وفي أبسط تعريفاته هو شبكة من العلامات النظامية المتسلسلة وفق قواعد متفق عليها في بيئة معينة" (ثاني، 2008م).

أنه علم المعاني التي يستخدمها الذهن للوصول إلى فهم الأشياء أو في توصيل معارف الآخرين". (بن مالك، 1995م)، إن علم الدلالة لعبة تفكيك وتركيب، وتحديد للبنيات العميقة وراء البنيات السطحية، وهودراسة شكلية للمضمون، تمر عبر الشكل من أجل تحقيق معرفة دقيقة بالمعنى. (حمداوي، 1997).

ورد تعريف كلمة الدلالة في المعجم الفلسفي لجميل صليبا: " هي أن يلزم من العلم بالشيء علم بشيء آخر والشيء الأول هو الدال والثاني هو المدلول، فإن كان الدال لفظاً كانت الدلالة لفظية، وإن كان غير ذلك كانت الدلالة غير لفظية، وكل واحدة منهما تنقسم إلى عقلية وطبيعية ووضعية." (صليبا، 1971) الشكل (1)



الشكل رقم(1):العلاقة بين العنصرين (أ) و (ب) علاقة ألزامية بين دال ومدلول

وعرفها برنار توسان بكونها " لا تهتم إلا بالمدلولات ومختلف أشكال التواصل وتتكون الدلالة في الوقت الذي ننسى العلاقة بين شكل التعبير ودلالة التعبير." (توسان، 1994)، عرف بيرس الدلالة على إنها " تمثيل لشيء ما بحيث يكون قادراً على توصيل بعض جوانبه أو طاقاته إلى شخص ما"، و على قدر وضوح الدلالة وصواب المعنى يكون إظهارها وكان الجاحظ أول من أصطنع مصطلح الإشارة " و رأى ان الإشارة والدلالة قد تكون باليد وبالراس والعين والحاجب والمنكب والثوب والسيف" (ثاني، 2006)، وبالتالي

فالدلالة رسالة بصرية وشكل تعبيرى.

وبين الدلالة و ما تدل عليه علاقة توافقية, فهي تشير إلى موضوع له معنى, "ولا يوجد للمعنى دلالة إلا اذا تمفصل في شكلين مستقلين هما مستوى التعبير ومستوى المضمون, وهما بدورهما ينشطران كل بمفرده إلى شكل وجوه" (التركي, 2006), وتشارك الدلالة والرمز في دورها في توصيل المعلومة و المعنى وارجاعه إلى العناصر الذي أنتجته والذي استحضرت في عقل المتلقي علامة ترمز إلى شيء آخر.

فالدلالات الرمزية تحتوي على العديد من المعاني التي تمثل أغراضا كرموز تصميمية تضمن فهم المتلقي, فالمتلقي للتكوين يحلل الدلالات الرمزية للمعمار من خلال المرور بمفردات وعناصر تكوينية ترتبط بالمكان (ولها عمق تاريخي) و يترجمها إلى معلومات تخزن بالعقل وهي النقطة المستهدفة من قبل التوجه السياسي الذي يترجم هذه المعلومات بواسطة المعماري.

اذا فالمعنى الدلالي الذي يضيفي على الظاهرة المعمارية هويتها وتضفي هي عليه خصوصيتها بشكل متبادل يؤدي إلى أدراك المتلقي للتركيبية السطحية المادية المباشرة, أما إدراك البنية العميقة للدلالة الرمزية فيصعب فهمها, ويتطلب استخدام الحواس والحدس, فالمتلقي يعيش داخل بنية المدينة المخططة سلفا وفقا لافكار المصمم وتوجهاته وتؤثر في سلوكيات المتلقي وتشكيل رؤيته دون وعي منه.

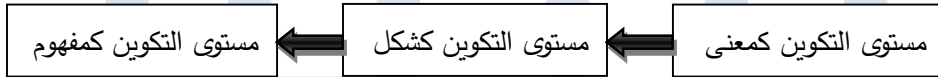
- الدلالة و الرمز و تطبيقاتها في العمارة

قام العالم السويسري فرديناند دي سوسير "Ferdinand de Saussure" بوضع صفات عامة للدلالات, وانطلاقا منها سنحدد الارضية المشتركة بين الدلالة والرمز معماريا من حيث :

3-1- مستويات إنتاج المعنى : الدلالة يصبح لها معنى عن طريق العلاقات في السياق الموضوعي فلا ندرك الدلالة الا من خلال النظام الذي تندرج فيه فللتكوين معنى من خلال ثلاث مستويات , (فردنيان, 1985م) :

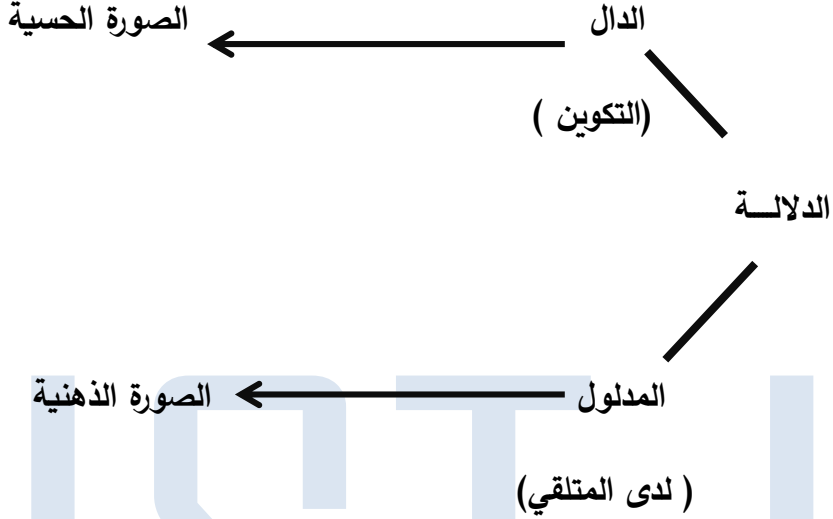
- الاول: المستوى المبدئي وعناصره لا تحمل أي دلالة.
- الثاني: المستوى التعريفي وعناصره تحمل ولاتشكل معنى.
- الثالث: المستوى التركيب وعناصره تحمل دلالة ومعنى رمزي

فالدلالة تنتقل من مستوى التكوين كمعنى إلى مستوى التكوين كشكل, ومنها التكوين كمفهوم, لتحقيق المعنى لدى المتلقي " فتحقيق المعنى يتم من خلال تلاقي النص بالقارئ أي أن المعنى في النص لا يصوغ ذاته ويجب ان يحضر في المادة النصية لكي ينتج المعنى " , (سلدن, 1996م). وتكون في ذهن المصمم معنى يراد توصيله كتكوين يفهم كرسالة ذات خلفية معلوماتية من قبل المتلقي, وهو المستوى الثالث من التركيب الذي يحمل دلالة ذات معنى رمزي, الشكل (2).



الشكل رقم (2) :- مستويات إنتاج المعنى (الدلالة).

3-2- بنية التركيب الدلالي :كون جسم الدلالة والاشارة والرمز واحد فهو يتحدد من جزئين لا يمكن الفصل بينهم, الاول هو الدال (Signtier) (الصورة البصرية الحسية), والمدلول (Signtied) (الصورة الذهنية) الذي يحدثها النظر ويتحدان عند الانسان بالفكر فعند ربط الدال والمدلول بشفرة دالة ونظام مرجعي رمزي ضمن سياق محدد يتصل بالجانب التأويلي الاستدلالي المختص بالدراسة المرادة يصبح للدلالة معنى مباشر واضح و صريح نحو الموضوع المراد إيصاله للمتلقي, (التركي, 2006), (الشكل (3).



الشكل رقم(3): ثنائية الدلالة المبنية من الدال والمدلول وأتحادهم لتكوين جسم الدلالة.

3-3- طبيعة الدلالة: الدلالة لها طبيعة اعتباطية بأنعدام الصلة الطبيعية بين الدال والمدلول، ولكن ميزة الرمز أنه يقيدنا " لا يكون اعتباطيا فرمز العدالة / الميزان لا يمكن أستبداله أعتباطا بأي رمز أخر كالعربة مثلا"، فعند أرتباط الدلالة بالرمز تتوارد المعاني على عدة أشكال ذهنية واضحة تأتي من إستنتاجات ترتبط بالخلفية العقلية للمتلقي، (فردنيان، 1985م)، الشكل (4).

المعنى الدلالي لرمز الميزان
← العدالة



الشكل رقم (4) : ارتباط الدلالة بالرمز كمعنى واضح لا يمكن استبداله برمز آخر.

"ومن أهم صفات الأشكال المعمارية هو كيفية عملها كرموز أو إشارات لوظائف أو دلالات ثقافية أو سياسية أو أي معاني أخرى يستدل عليها الإنسان المتعامل مع تلك الأشكال. وتساعد تلك الرموز الإنسان على فهم المكان والتعامل معه بالشكل المناسب ثقافيا واجتماعيا تبعاً لما تمليه عليه ثقافته وتعليمه. فالرموز المتوفرة داخل أحد المباني توجه الإنسان للتعامل معه كمبنى ديني أو مستشفى أو متحف تبعاً لمعاني الإشارات الموجودة داخله. وهذه القراءة قد تكون صحيحة وكافية بالنسبة للإنسان المتعامل مع المبنى ولكن هناك قراءات أخرى أعمق تحمل نفس الأهمية للمجتمع والثقافة المجتمعية ككل.

http://www.cpas-egypt.com/pdf/Yaser_Mahgoub/R/4.pdf

4- البنية الدلالية الرمزية للمعمار

فالمعمار ثري بالمعاني المختبئة في "الأشكال" على شكل رموز تعطي دلالة فقد قضية الايحاءات في Grabar Oleg طرح الكاتب أولج غريار (Symbols and Signs in Islamic Architecture) 1983م مقاله المنشور عام (symbol) موضوع الرمزية المتعلقة بالأشكال ودلالاتها ويطرح تعريفا للرمز فالرمز يعرف "الشيء" ويوحي ضمناً به .

(<http://ar.wikipedia.org>)

" هناك ميل طبيعي في عقولنا لتبسيط الأشياء التي نراها وتقريبها لعناصر نعرفها من قبل وهذه العناصر معروفة مسبقاً، أي مجموعة ثابتة من المعاني داخل عقولنا مرتبطة بأشكال ومجموعة العناصر المختزنة في العقل (Schemata) تساعد في تجريد الأشكال

وتقريبها لأقرب صورة يعرفها العقل وبالتالي فإننا ندرك الأشياء منذ الوهلة الأولى بدون تفاصيل" (عوف, 2002).

لقد أعتبر برودبينت G.Broadbent الدلالات بمثابة نظام مرجعي (شفرة) له معايير تدل على ما يرمز عليه, وفي المجال السياسي توجه أفكار معينة نحو هدف في عملية تصميم الكتلة من خلال قاعدة مرجعية, ويشير الفيلسوف الأمريكي تشارلز بيرس Peirce (1839 – 1914) " ليس باستطاعتي ان أدرس اي شيء في هذا الكون إلا على انه نظام سيمائي رمزي. " (بن مالك, 1995م).

أن عملية التصميم في السياق الاستعماري هي فكرة داخل ذهن المصمم الموجه سياسيا لإيجاد رسالة بصرية ذو معاني دلالية.

فالرسائل الذي يشتمل عليها المعمار الاستعماري والذي يتقاسمها مع المتلقي لضمان أحسن استقبال تكمن قدرته في امتلاكه قدرة التفاعل, فمثلا تقيم لغة التكوين الدلالي إرتباطا بين الارث الحضاري وبين حاضر المستعمرة من خلال نظام اتصالي معين يستخدم فيه لغة كلاسيكية مرجعية تستند لنظريات معتمدة مسبقا لفك ترميز النزعة الرومانية الغالبة في تصميم المباني المعاصرة للحكم الفاشي, من خلال المتلقي القارئ للنص الاستعماري بخلفية معرفية من خلال معاشته لواقع الاستعمار السياسي و التاريخي والاجتماعي.

1- نماذج معمارية - حقبة العهد الايطالي/ليبيا

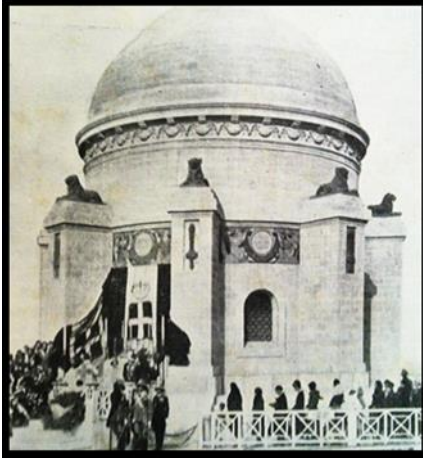
1-1-4- نصب النصر 1923م - 1925م

ولتجسد الافكارعلى هيئة معمار يصبح مقررؤ يجب أن تتخرط ضمن سياق معين
يمنهج اللغة المنبثقة من العملية التصميمية للتكوين, ليتم إدراكها في السياق المعماري,
التي أراد المعماري بأتباع منهجية معينة تضمينه من خلال الكتلة, فنصب النصر
1923م -1925م هو نصب تأبيني للجنود الذين ماتوا في الغزو العسكري لمدينة طرابلس
والذي كان نتاج نظرة المصمم آرماندو براسيني " Armando Brasini " للهندسة
الإستعمارية, الشكل(5).



الشكل رقم(5): النصب المصمم من قبل ارماندو براسيني الواجهة البحرية 1925م.

أنه يعرض هوية رومانية بشكل محدد في السياق الإستعماري وبناءا على طلب وزارة المستعمرات, ويقع على شاطئ البحر الغربي المواجه للمدينة القديمة على أعلى منسوب, يرتبط التصميم معماريا بالضريح الثيودوري في رافينا سنة 526م, وكان هذا الاسلوب المميز لإظهار الهيمنة والهيبة للضريح دلالة على إقامة صلاة دائمة على أرواح الجنود الغزاة, فأسلوب المعمار يرتبط بالعقيدة في وقت كانت فيه الكنيسة هي المسيطر الوحيد لقد أعاد المصمم إحياء الثقافة المسيحية المبكرة في روما, من خلال السياق الاستعماري للتصميم المقترح, ولكنه غير في النماذج حتى تناسب احتياجات المرحلة, فقد زخر هذا التصميم بالايقونات الاستعمارية و يعتبر رمزيا نقطة الإتصال بين الممتلكات الاستعمارية قديما وحديثا, الشكل (6).



الضريح الثيودوري - سنة 526م



النصب التابيني - سنة 1925م طرابلس

ليبيا

الشكل رقم (6): وجه الشبه بين نصب النصر والضريح

4-1-2- مصرف الادخار (البنك المركزي الان) 1933م

هذه إحدى أعمال المصمم الاستعماري اليساندرو ليمونجلي "Alessandro Limongelli" الذي أخذ الاثار الرومانية لغة مرجعية محددة بمعايير استخدمها في تصميم مصرف الادخار 1933م، واحتوت على عدة عناصر ضمن الكتلة التي أصبحت تكوين بصري يحتوي على أفكار سياسية خاصة بتوجهات الفاشية نحو أحياء الماضي حيث نسق عناصر الإنشاءات الأصلية للبيئة المحلية، بشكل يرتبط بمفردات المعمار الروماني و قام بالتعبير عنها ماديا و معنويا وجعلها تخضع لأفكار ومبادئ وزمن معين فبساطة العناصر و الحجم المكعب الملساء الخالية من التزيين وصلتها بالهندسة المعمارية الشرقية من قباب وأقواس، جعلت المشروع بمثابة نظام ملئ بالدلالات. والإختلاف بين الواجهتين الرئيسيتين للمبنى تظهر الممارسة الفكرية الفلسفية على ارض الواقع فهي خليط من المعمار المحلي الواضح في العناصر البسيطة للواجهات. لقد سعى المعمارى إلى ربط العناصر بلغة رمزية دلالية وإقامة معمار انتمائى بدمج مفردات كلاسيكية رومانية بشكل متناسق كالارتفاعات والنسب بالعناصر الشرقية المحلية مثل الاقواس والقباب الصغيرة. ويعتبر المبنى من إحدى أجمل الإنشاءات الإستعمارية الإيطالية لفترة الفاشية، والتي تعبر عن لغة معمارية كلاسيكية. الشكل (7).



الشكل رقم (7): مصرف التوفير (مصرف ليبيا المركزي) العائد الي سنة 1933م

4-1-3- فندق الودان 1935م

أحدى الاساليب المعمارية للمستعمرات الايطالية استندت على قراءة للهندسة المعمارية المحلية نظرا للحجم الكبير من الأعمال التي بنيت ووجدت في الاثار الرومانية, ونرى هذا التطبيق يظهر في فندق الودان 1935م, يقع هذا المبنى على الواجهة البحرية الشرقية وصمم من قبل المعماري الايطالي فلوريستانو دي فاوستو " Florestano Di Fausto " (مع المهندس الايطالي ستيفانو غاتي), نلاحظ ان الكتلة الموجهة من قبل المصمم لانتاج معانيها تتضمن معطيات يوفرها النظام الرمزي قبل وخلال وبعد مرحلة التصميم, كتكوين لمحددات يعتمد عليها التجسيد الشكلي لدمج الاساليب المعمارية والرموز التشكيلية الذي تم الاتفاق عليها, وأعمدت رؤيته المعمارية على الاستخدام المباشر نسبياً للأشكال والعناصر المحلية فقد أستطاع المصمم أن يبرر كل أشكاله بإتجاه غاية معينة, تجاوزت فيها خبراته الاتجاه الواحد في التصميم فهو يستمد أساليبه من خبراته المتراكمة في معمار المستعمرات, والتي عكست مرجعيته كمصمم سياسي في أستيعاب المفردات الدلالية التي تعود إلى الفترة الرومانية لإيجاد الالهام والتعبير الرمزي نتيجة الضرورات السياسية الجديدة, الشكل (8).



الشكل رقم (8): الواجهة البحرية لفندق الودان في طرابلس (1935)

هذا المبنى السياحي المجاور للمدينة المحلية مجمع سياحي كبير مع برج عمودي يطل على الميناء وأرتفاعات عالية للمداخل المقوسة مع حوائط واسعة وملساء للواجهات وإلغاء لأنماط الزخرفية كوسيلة لمجاراة الحداثة له دلالة رمزية على النظرة الاستعمارية الايطالية للهندسة المعمارية الحديثة الذي تسعى لترسيخ مكانة ليبيا بين مستعمرات ايطاليا و قد كان دي فاوستو قادرا على دراسة تاريخها ودمجه والتلاعب به لخدمة أهواء السياسيين.

4-1-4- معرض طرابلس الدولي 1928-1929م

لعل واجهة معرض طرابلس الدولي في مدينة طرابلس 1928-1929م، الذي هو مدخل مبنى المعارض، يمثل نموذجا صريحا للدلالات الرمزية الواضحة، والذي يعتمد فيها المصمم على تقنيات الادراك البصري لتوصيل مفهوم التصميم للمتلقي ويتمثل المعمار الروماني في هذه الكتلة بتجلي واضح عبر عنها المصمم وظيفيا ومعنويا بإشباع حب الظهور والعرض، و ميل إلى الفخامة والأبهة، ولا يمكن فصل أستقاء العناصر المحلية الذي برر بها المصمم تكوينه عن العمارة الرومانية الذي تتميز بالضخامة، ووحدة التصميم، وبالتكيز على الاقواس والمقياس المرتفع، وكلها دلالات رمزية يبتها المرسل للمتلقي الايطالي ليعزز شعورهم بالانتصار في غزوتهم على ليبيا

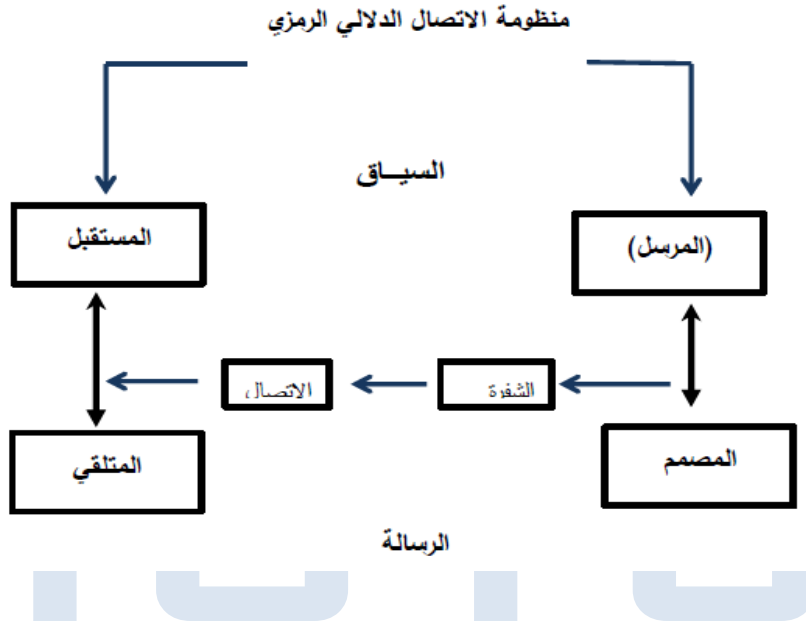
هذا التكوين بما يضمنه من علامات بصرية تشكيلية، صممت لتعطي عدة دلالات رمزية تهم المتلقي الايطالي الذي لديه خلفية ثقافية مرتبطة بالتكوين المعماري ذو صبغة تاريخية واضحة، لما يحتويه من دلالة ومن أهمها أن المضمون الدلالي يظهر في التقليد الحرفي للعناصر الرومانية القديمة كنتاج تركيب يجمع بين ما ينتمي إلى البعد الفاشي أولا، و البعد التركيبي المسجد في أشكال من تصميم المعماري اليساندرو ليمونجلي، ومن خلال مجمل الدلالات التي يطرحها تصميم المدخل ومن خلال ابعاده الرمزية والشكلية نستنتج انه ليس ناتجا عن فحوى الكتلة في حد ذاتها، ولا عن معاني عناصرها وعلاقاتها المادية المجردة ولكنها أبعاد لفكر ومذهب يختفي من وراءها، يتخذ فيها المعمار رسالة

مرتبطة بأبعاد تتعدى الوظيفة المادية وتتعلق بثقافة شعب وحضارة عاد ليستوطن
مستعمرات أجداده. الشكل(9).



الشكل رقم (9) : واجهة مدخل معرض طرابلس الدولي في مدينة طرابلس 1928-
1929م.

عند وضع التصميم من قبل المعماري فهو يستخدم المفردات والعناصر المندرجة
تحت نظام مرجعي رمزي في سياق دلالي للموضوع المصمم, بحيث يكون لها تأثيرا
بصريا على المتلقي تجبره ان يتفاعل معها ويتذوقها, وعليه فان عملية التشكيل ذاتها لا
تكون من اجل التركيب لاجزاء او مفردات المبنى بل لخلق عملية اتصال معينة بين
المرسل والمتلقي عبر المفردات المعمارية بحيث تزيد تأثير الرسالة البصرية الرمزية في
أنطباعية المتلقي, الشكل (10).



الشكل رقم (10): تحليل منظومة المعمار المشحونة بالدلالات الرمزية.

أن الوظيفة المستهدفة من هذا التركيب البنوي للعناصر تتمثل في الدلالات الرمزية التي تجعل منظومة الاتصال تتمحور حول الرسالة نفسها، فتمثل عنصراً قائماً بذاته، أي تمثل العلاقة القائمة بين الرسالة وذاتها، فهي " الوظيفة الجمالية بإمتهاد إذ إن المرجع في الفنون، هو الرسالة التي تكف عن أن تكون أداة الاتصال لتصير هدفه ". (غريو، 1984م).

5-الاستنتاجات

- 1- الدلالات المعمارية هي رسائل بصرية تأثيرها الرمزي مباشر على التصميم، ولها معنى معين يختفي خلف الشكل الدلالي الرمزي المرسل، لدى المتلقي ضمن منظومة اتصالية رمزية معينة.
 - 2- إن تفاعل العناصر المكونة للرسالة الرمزية وما يتركه استخدام مثل هذه التقنية على التكوين المنتج من أثر على بصر المتلقي هو من أهداف المعمار الدلالي الرمزي.
 - 3- إن استخدام الاساليب المعمارية المحددة في إنتاج المعمار الاباطالي أنتج نوع من الحوار بين المفردات والعناصر مما أعطى عمقا وجمالية للساحة و للمباني.
 - 4- أن مجمل الدلالات الرمزية التي يطرحها العمل المعماري ومن خلال بعده الرمزي والشكلي نستنتج انه ليس ناتجا عن مضمون الكتلة في حد ذاتها، أنها أبعاد أنسانية لعالم اجتماعي، و مرتبطة بأبعاد رمزية تتعدى الوظيفة المادية،
 - 5- يعد الفكر المعماري واحدا من الأسس التي تساعد على إضفاء التماسك والترابط بين الوحدات التصميمية من خلال أدراك القيمة المرجعية للعناصر المصممة.
- 6-المراجع
- [1]. ارمينكو، فرانسواز ، 1985م، (المقاربة التداولية)، تر. د. سعيد علوش، مركز الإنماء القومي، بيروت. ص23
 - [2]. القران الكريم، سورة الجاثية، الاية 4.
 - [3]. القران الكريم، سورة النحل، الاية 16 .
 - [4]. بن مالك، رشيد، 2002م، (السيمائية اصولها وقواعدها)، منشورات الاختلاف، الجزائر. ص2
 - [5]. حمداوي، جميل، 1997م، (السيميوطيقا والعنونة)، مجلة عالم الفكر، العدد3، الكويت. ص97.

- [6]. التركي، جمال، 2006م، (العمى والانكشاف في سيموطيقا المعنى)، مجلة شؤون ثقافية، السنة الأولى، العدد 3، أمانة اللجنة الشعبية العامة للثقافة والاعلام، ليبيا، ص 28.
- [7]. نفس المصدر السابق، نفس الصفحة.
- [8]. نفس المصدر السابق، نفس الصفحة.
- [9]. توسان، برنار، 2000م، (ماهي السيمولوجيا؟)، ط 1، تر. محمد نظيف، دار أفريقيا الشرق، الدار البيضاء، ص 9 - 20.
- [10]. ثاني، قدورة، 2007 م، (سيمائية الصورة مغامرة سيميائية في اشهر الارسلات البصرية في العالم) مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، عمان. ص 31.
- [11]. نفس المصدر السابق ص 31.
- [12]. نفس المصدر السابق ص 25.
- [13]. نفس المصدر السابق ص 47.
- [14]. نفس المصدر السابق ص 51.
- [15]. صليبيا، جميل، 1971 م، (المعجم الفلسفي)، ط 1، دار الكتاب اللبناني، بيروت، ص 563.
- [16]. عوف، احمد محمد صلاح الدين، 2002 م، (مقدمة في التصميم العمراني)، جامعة القاهرة، مصر، ص 37.
- [17]. غيرو، بيار، 1986م، (علم الدلالة)، تر. منذر عياشي، دار طلاس، دمشق، ص 16.
- [18]. غيرو، بيار، 1984 م، (السيمياء)، تر. أنطوان أبي زيد، منشورات عويدات، بيروت ص 12.
- [19]. 19- فرديان، دي سوسير، 1985 م، (دروس في الألسنية العامة)، تر. صالح القرماذي ومحمد الشاويش، الدار العربية للكتاب، تونس، ص 34.

- [20]. ميفراني, عبدالحق, 2010م, (عنف الصورة وسطوتها), مجلة العربي, العدد 617, الكويت, ص108.
- [21]. http://www.cpas-egypt.com/pdf/Yaser_Mahgoub/R/4.pdf

دراسة تأثير نسبة الإضافات الآمنة لمواسير البلاستيك المصنوعة من مادة عديد كلوريد الفينيل الصلب (PVC)

موسى خليفة محمد شاقان أكرم امحمد عمر القريد

وزارة التعليم مكتب المتابعة و تقييم الأداء المعهد العالي لتقنيات علوم البحار - صبراتة

Mousa.shagan@gmail.com

الملخص

البلاستيك المستعمل يعاد تدويره بكثرة في السنوات الاخيرة مع حبيبات البلاستيك الخام (P.V.C) البولي فينيل كلورايد و ذلك لتقليل تكاليف انتاج المنتجات البلاستيكية و كذلك لتقليل الضرر الناتج من التلوث الذي تسببه بقايا المواد البلاستيكية في الطبيعة و كل ذلك يصاحبه توفير مواطن شغل مختلفة لكثير من العاطلين عن العمل و يتم خلط البلاستيك مع حبيبات البلاستيك الخام (P.V.C) بنسب معينة و يتم اجراء الاختبارات الميكانيكية عليه حتى يتم الحصول على افضل نسبة خلط يتم من خلالها الاستعمال الامن للمنتجات البلاستيكية

Abstract

Used plastics have been recycled in recent years with polyvinyl chloride (PVC) plastic granules to reduce the cost of producing plastic products as well as to reduce the damage caused by pollution caused by the remnants of plastics in nature. This is accompanied by the provision of different jobs for many unemployed The plastic is mixed with raw plastic granules (PVC) in certain proportions and mechanical tests are carried out to obtain the best mixing ratio through which the safe use of plastic products

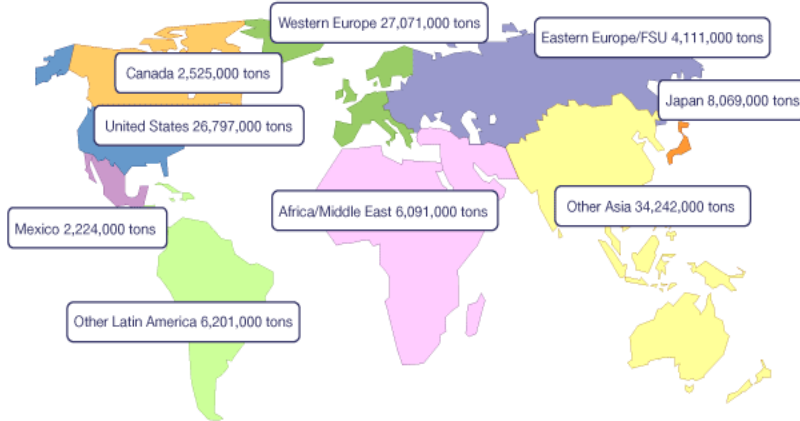
المقدمة

يتركب البلاستيك من الإيثيلين وهو غاز عضوي يتكون الجزيء الواحد منه من ذرتين من الكربون وأربع ذرات من الهيدروجين، ويرمز له بالصيغة C_2H_4 ، وهو أحد مشتقات النفط لاحتوائه على الكربون الذي يشكل العنصر الفعال في صناعة البولييمر، ويضاف إليه مواد تكسبه خواص معينة كالليونة والمرونة والشفافية.

البلاستيك مصطلح يطلق على عدد من المركبات و البوليمرات طويلة السلسلة الجزئية و التي تتمتع بخواص متعددة و متباينة قلما توجد في المواد الأخرى معاً. و تفيد في جميع أوجه الحياة , لكن يمكن القول بأن كل البلاستيك بوليمرات بينما ليس كل بوليمر بلاستيك. ازداد الطلب على البلاستيك في الأسواق العالمية بديلاً للمطاط الطبيعي و الخشب و الزجاج و المعادن الأخرى وذلك بسبب خواص البلاستيك المتنوعة و النادرة

فبعد الحرب العالمية الثانية شهد إمداد المطاط الطبيعي نقصاً حاداً في الدول الصناعية مما شجع التحول للبوليمرات الصناعية وزيادة إنتاجها حيث عرفت بقية البوليمرات الحالية مثل : PET , HDPE. و ذلك بسبب خواص البلاستيك المتنوعة و النادرة مثل خفة الوزن و مقاومة التآكل و العمر المديد و الجودة المتنوعة و الصلادة التي توفر الحماية و المرونة التي تسهل الاستخدام و قابلية التشكيل لمختلف الأحجام و الأشكال و الشفافية و العتمة معاً و الأمن من مخاطر التشغيل و الثمن الزهيد و قابلية إعادة الاستخدام .

هذه الخواص و غيرها جعلت استهلاك البلاستيك في العالم يزداد يوماً بعد يوم حتى وصل في عام 2000 م إلى 11733100 طن موزعة جغرافياً حسب الشكل (1)
World Thermoplastic Consumption, 2000
(includes HDPE, LDPE, LLDPE, PP, PS and PVC)



الشكل (1) التوزيع الجغرافي للاستهلاك العالمي من البلاستيك [2]

كما يشارك البلاستيك في صناعة الثورة الإلكترونية و العولمة حيث لا يخلو قط غلاف جهاز أو آلة إلكترونية من البلاستيك و يتم تدوير البلاستيك ذو الجودة الأقل لاستخدامات تتناسب مع خواصه الجديدة و التي تنتج من خلط عدد من الأنواع المختلفة من البلاستيك, عادةً يستخدم البلاستيك المعاد لأغراض يكون فيها بديلاً لخامات أخرى مثل الخشب والحديد المسلح .

مجالات استعمال البلاستيك [1]:-

تستخدم مركبات البلاستيك حسب خواصها لأغراض كثيرة ومتنوعة وفق مواصفات الاحتياجات المختلفة و لكن يمكن تقسيم استخدامات البلاستيك إلى خمسة حقول رئيسية و هي:

التغليف - عالم الفضاء - البناء و الإنشاءات - النقل - الإلكترونيات

تصنيفات البلاستيك [1]:-

يتم تصنيف البلاستيك بعدة طرق ووفق عدة معايير وهي :-
التصنيف المبني على التركيبة الكيميائية
المركبات التي تعرف بالبلاستيك كثيرة و متنوعة و لكن يمكن معرفة بعض تفاصيل هذه
المركبات من خلال الصور الموضحة بالشكل (2).



الشكل (2) أنواع الحبيبات البلاستيكية

التصنيف الحراري:-
من حيث تأثر خامة البلاستيك بالحرارة و استجابتها للذوبان من عدمه يتم تصنيف
البلاستيك كما يلي:-
بلاستيك يذوب بالحرارة (قابل للتشكيل)
بلاستيك لا يذوب بالحرارة (يتصلب وغير قابل للتشكيل)

طرق إعادة الاستخدام البلاستيك [1]:-

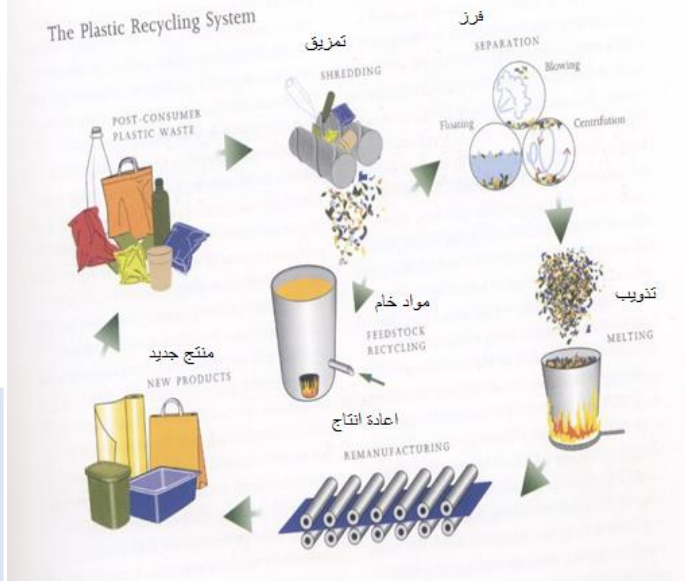
هناك انواع وطرق متعددة لإعادة استخدام البلاستيك من أهمها:-
الطريقة الأولية لإعادة الاستخدام :-

في هذه الطريقة يتم إعادة البلاستيك الذي يكون بنفس خواص و جودة الخامة الأساسية ويتم إعادة تشغيله لنفس الغرض الأساسي. هذا بالتأكيد يتطلب أن تكون نفايات البلاستيك المراد إعادة استخدامه أنقى ما يمكن وخالية تماماً من الشوائب المكتسبة، لذلك فإن هذه الطريقة تتطلب جهد أكثر وتكلفة أكبر مما جعل استخدامها لإعادة أندر.

الطريقة الثانوية لإعادة الاستخدام :-

في هذه الطريقة يتم إعادة البلاستيك ذو الجودة الأقل من الأصل لاستخدامات تتناسب مع خواصه الجديدة و التي تنتج من خلط عدد من الأنواع المتوافقة من البلاستيك. عادةً يستخدم البلاستيك المعاد لأغراض يكون فيها بديلاً لخامات أخرى مثل الخشب و الحديد المسلح.

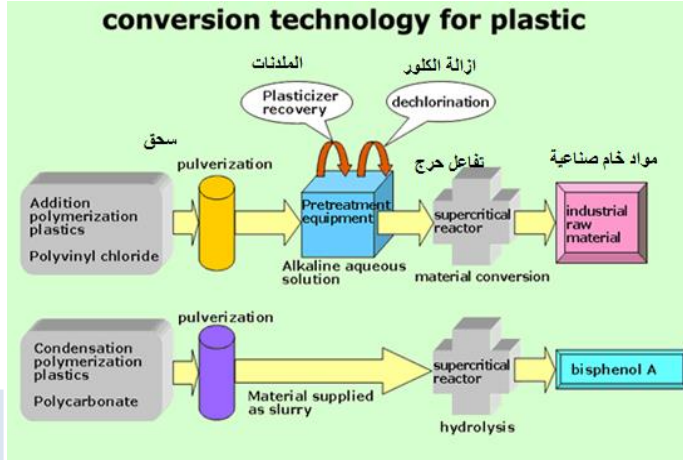
الجدير ذكره هنا أن هذه الطريقة هي التي تتم عبرها المحاولات المختلفة لإعادة الاستخدام في المستويات البسيطة . حيث يتم تجميع نوع أو أكثر ثم يتم إعادته لأغراض جديدة. يمكن أخذ صناعة الأباريق و الصحون و الماسكات و الأمشاط والشكل (3) يوضح بعض النماذج لهذه الطريقة.



الشكل (3) المنتجات المصنعة بالطريقة الثانوية لإعادة التدوير [1]

الطريقة الثالثة لإعادة الاستخدام

في هذه الطريقة يتم إعادة البلاستيك إلى مكوناته الكيميائية كما هو مبين بالشكل (4). هذه الطريقة تحتاج قطعاً إلى بنيات و قدرات علمية و صناعية مناسبة للوفاء بالأغراض المذكورة مثل المعرفة بالمكونات المراد إعادتها علاوةً على الإلمام بالطرق الكيميائية و الفيزيائية المعقدة التي تساعد في فصل هذه المكونات عن بعضها البعض، هذه الطريقة أصبحت تستخدم بازدياد يوماً بعد يوم بعد أن أصبحت مركبات البلاستيك كتاباً مفتوحاً و بعد ما أصبحت الكيمياء الصناعية وسيلة مجربة و دقيقة و مفيدة.



الشكل (4) اعادة البلاستيك لمكوناته الكيميائية [1]

الطريقة الرابعة لإعادة الاستخدام

في هذه الطريقة يتم إعادة البلاستيك بحرقه للاستفادة من الطاقة الحرارية المخزونة فيه. هذه الطريقة هي الأكثر شيوعاً و استخدامها لإعادة البلاستيك لسببين هما: المحتوى الحراري للبلاستيك كبير و الاستفادة منه ضرورية أحياناً. الحرق لا يتطلب وسائل معقدة لإعادة البلاستيك مثل الطرق الثلاثة الأخرى . الحرق كطريقة إعادة للبلاستيك يتم في محارق خاصة لهذا الغرض و بمستويين هما: *حرق لإعادة المكونات الأساسية للبلاستيك و الذي يمكن من إعادة 80 – 90 % من المكونات في شكل مركبات أولية (غازات) بينما النسبة المتبقية نفايات يتم دفنها, أو حرقها للاستفادة من الطاقة الحرارية العالية للبلاستيك لصنع البخار مثلاً . *حرق للتخلص من البلاستيك كنفايات تلوث البيئة. في كلا الحالتين الحرق ينتج ملوثات للهواء و البيئة قد تكون ضارة للبشرية و تتسبب في أضرار بيئية وخيمة ويعزى حرق طبقة الاوزون إلى أسباب مشابهة . هذا الامر أستدعى من الباحثين تطوير طرق ووسائل مستحدثة للحرق تقيلاً للمضار البيئية.

طرق فحص واختبار مواسير البلاستيك المصنوعة من مادة عديد كلوريد الفينيل الصلب (PVC)

مواسير البلاستيك المصنوعة من مادة عديد كلوريد الفينيل الصلب (PVC) تصنع بالمقاسات والأقطار المختلفة، ولها عدة طرق للفحص والاختبار.

الأنواع ومجالات الاستعمال [4]

* أنابيب الضغط وتستخدم في :-

1- شبكات مياه الشرب.

2- شبكات الري الزراعي.

3- نقل السوائل والغازات.

* أنابيب الانسياب الطليق وتستخدم في :-

1- شبكات المجاري.

2- تصريف مياه الأمطار.

3- التمديدات الصحية للمنازل.

* أنابيب الحماية وتستخدم في حماية الكابلات الأرضية (هواتف وكهرباء)

الشروط القياسية [4]

1 المظهر والأطوال

يكون كل من السطحين الداخلي والخارجي للأنبوب أملسين وناعمين ونظيفين وخاليين من وجود أخاديد أو أية عيوب أخرى تقلل من أدائها، وتكون النهايات مقطوعة قطعاً منتظماً وبطريقة عمودية على محور الأنبوب، كما تكون الأنابيب مستقيمة وتنتج وتسلم عادة بأطوال 6 متر أو 9 متر أو حسب الطلب.

2 التفاوتات المسموح بها في القطر الخارجي وسمك الجدار [4]

3 الالوان التوضيحية

- * اللون الرمادي الغامق لتمييز أنابيب الري الزراعي.
- * اللون العاجي (أبيض مصفر) لتمييز أنابيب مياه الشرب.
- * اللون البرتقالي لتمييز أنابيب الصرف الصحي.
- * اللون الأسود لتمييز أنابيب حماية الكوابل الأرضية.

4 البيانات التوضيحية

- * اسم المصنع أو علامته التجارية.
- * القطر الاعتباري وفتة الضغط والطول بوحدات النظام الدولي للقياس.
- * تاريخ الإنتاج.
- * نوع المادة الخام.
- * بلد الصنع.

5 الخصائص الفنية [4]

تكون الخصائص الفنية لمواد تصنيع الأنابيب كما هي موضحة بالجدول (2) حسب المواصفة المعتمدة من قبل المركز الوطني للمواصفات وهي المواصفة القياسية الليبية رقم (317) لأنابيب عديد الاثليلين المصنعة من مادة عديد الاثليلين الأسود منخفض الكثافة وطرق فحصها واختبارها .

الجدول (2) الخصائص الفنية لمادة تصنيع الأنابيب

الخاصية	طريقة الاختبار	القيمة القياسية
الكثافة الظاهرية	م ق ل رقم 193 لسنة 1980	(0.560 ± 0.030) جم/سم ²
الكثافة النوعية	م ق ل رقم 330 لسنة 1990	(1.35-1.45) جم/سم ²
التحليل المنخلي: 63 ميكرومتر 200 ميكرومتر 315 ميكرومتر	م ق ل رقم 194 لسنة 1980	الحد الأدنى 90% الحد الأقصى 30% الحد الأقصى 1%

الحد الأقصى 5 (جزء في المليون)	ISO 13741-2/1998	كلوريد الفينيل المتبقي
الحد الأقصى 0.3%	م ق ل رقم 196 لسنة 1980	المواد المتطايرة
0.0595 مم/متر م	ASTM D 696/1991	معامل التمدد الطولي
الحد الأقصى 350 جزء /كجم	طريقة العد	الشوائب (البقع السوداء)

اختبارات جودة الانابيب [4]

قام الباحثان بهذه الاختبارات بمصنع الانابيب البلاستيكية بمنطقة جنزور بالتعاون مع المهندسين المشرفين على عمليات التصنيع بالمصنع .

1 اختبار مقاومة الصدمة عند 20 م [4]

عند اختبار العينات ، تعتبر الأنابيب ناجحة الاختبار عندما تجتاز الضربات 14 الأولى أو أقل من 5 اختبارات غير ناجحة في 42 ضربة بدون حدوث تشقق أو تصدع ويبين الشكل (5) صورة عينة الاختبار .



الشكل (5) صورة عينة الاختبار [4]

الجهاز المستعمل



الشكل (6) الجهاز المستخدم في الاختبار

يوضح الشكل (6) الجهاز المستخدم في الاختبار وهو عبارة عن جهاز إسقاط الوزن ويتكون من الأجزاء التالية:-

هيكل من الفولاذ - يثبت جيدا بشكل رأسي (عمودي).

قضبان دليل فولاذية - توضع داخل الهيكل الفولاذي ويمكن تحريكها للمحافظة عليها في وضع رأسي (عمودي).

ثقل ضارب - يمكن إسقاطه بسهولة وحرية خلال قضبان الدليل الفولاذية, يكون شكله على هيئة نصف كرة قطرها 25 مم نظيفا وخاليا من العيوب, يجب أن يكون مجموع وزن الثقل الضارب والأوزان المضافة في الحدود حسب القطر الاعتياري للأنبوب قيد الاختبار. في كل الأحوال يجب ألا يزيد مجموع الأوزان على 10% بالنسبة للأوزان الاعتيارية التي

أقل من أو تساوي 1.750 كجم وعلى 5% بالنسبة للأوزان الاعتبارية التي أكبر من أو تساوي 2.250 كجم.

قاعدة تثبيت العينة :- على شكل الحرف V بزاوية 120° طولها 230 مم توضع تحت قضبان الدليل بحيث لا ينحرف وسطها عن محور رأس الثقل الضارب أكثر من 2.5 مم.

آلية لتثبيت وتحرير الأوزان :- يمكن عن طريقه إسقاط الثقل الضارب من الارتفاع المطلوب مباشرة على السطح العلوي للعينة.

آلية لتحديد مقدار الارتفاع :- عن طريق الحركة الرأسية لقاعدة تثبيت العينة أو جهاز تثبيت وتحرير الأوزان أو الهيكل الفولاذي، وذلك لملائمة القياسات حسب أقطار الأنابيب تحت الاختبار.

تجهيز العينات

تكون أطراف العينات نظيفة ومستقيمة وعمودية على محور الأنبوب وهي عبارة عن جزء من الأنبوب تحت الاختبار طولها ضعفي القطر الاعتباري أو 150 مم أيهما أكبر بشرط ألا يزيد طول العينة على 300 مم، يؤخذ العدد الكافي من العينات عشوائياً بحيث تؤخذ على الأقل عينة واحدة من كل وردية تشغيل، توضع في حوض مائي عند (1 ± 20) م لمدة 30 دقيقة على الأقل، ثم تختبر خلال 5 دقائق من وقت إخراجها من الحوض المائي.

خطوات الاختبار

يعدل ارتفاع الثقل الضارب إلى (10 ± 2000) مم محسوباً من رأس الثقل الضارب إلى سطح العينة الطوي.

يعدل وزن الثقل الضارب حسب القطر الاعتباري للأنبوب.

توضع العينة المراد اختبارها على قاعدة تثبيت العينات.

يسقط الثقل الضارب من الارتفاع المطلوب على العينة.

تعرض العينات ذات القطر الاعتباري $3/8 - 2/1$ 1 بوصة لضربة واحدة فقط. أما بالنسبة للأنابيب ذات القطر الاعتباري 2 بوصة أو أكبر تتبع الخطوات التالية:-
يرسم خط عشوائي على طول محيط العينة.
ترسم خطوط أخرى موازية للخط الأول ومتساوية المسافة فيما بينها.
توضع علامات على طول الخطوط في اتجاه محور العينة وعلامات مماثلة أخرى على السطح الآخر من العينة.
توضع العينة على القاعدة بحيث تكون إحدى العلامتين إلى أعلى.
يسقط عليها الثقل الضارب وفي موضع العلامة.
إذا لم يحدث تشقق تدار العينة على محورها حتى تظهر العلامة الثانية المماثلة في الوضع العلوي ثم يسقط عليها الثقل الضارب.
تكرر هذه العملية حتى يتم اختبار جميع العلامات الموضوعة على الخطوط أو حتى يحدث تشقق.
تكرر هذه الخطوات بالنسبة للعينات الأخرى.

تسجيل النتائج

تعتبر العينات ناجحة الاختبار عندما تجتاز الضربات 14 الأولى بدون حدوث تشقق.
عند حدوث تشقق في 5 عينات أو أكثر تعتبر غير ناجحة الاختيار.
عند حدوث من 1 إلى 4 تشققات ويحتاج الأمر لزيادة عدد الضربات إلى 42 ضربة
تعتبر العينات غير ناجحة الاختبار إذا حدثت تشققات في 5 عينات كما بالشكل رقم (7).



الشكل رقم (7) نتائج عينات الاختبار

2 اختبار مقاومة الضغط الداخلي على المدى القصير [4]

عند اختبار العينات لمدة ساعة على الأقل وعند درجة حرارة (20 ± 1) م، يجب أن تتحمل العينات الإجهاد الأدنى وذلك دون أن يظهر عليها أي أثر للتسرب أو التدمير.

الأجهزة المستعملة

تكون الأجهزة والمعدات اللازمة لإجراء التجربة كالتالي:-

وصلات طرفية - تصمم بحيث يمكن تركيبها عند طرفي العينة، بإحداها فتحات لتعبئة العينة بالماء ولإدخال الهواء المضغوط وتكون محكمة الإغلاق بحيث لا تسمح بتسرب الماء والهواء، ويمكن ربطها ببعضها بقضبان حديدية حول العينة من الخارج.

حوض به ماء - تحفظ درجة حرارته عند (20 ± 1) م وتضبط بواسطة منظم حرارة (ترموستات) أو مقياس حرارة (ترموتر) طوال مدة التجربة ويجب أن يكون الماء نقياً وخالياً من الشوائب التي قد تؤثر على النتائج.

جهاز ضغط هيدرووليكي - يسمح بتطبيق ضغط هيدرووليكي داخل العينة باستخدام اسطوانة الهواء المضغوط ويضبطه عند $\pm 2\%$ من قيمة الضغط المستخدم في التجربة باستخدام مقياس ضغط مناسب.

جهاز توقيت - يسمح بتسجيل مدة تطبيق الضغط حتى لحظة هبوطه أو حدوث تسرب.

جهاز لقياس السمك والقطر الخارجي للعينات.

تحضير العينات

تؤخذ العينات من دفعات الإنتاج عشوائياً.

تكون العينات الثلاث تحت الاختبار. عبارة عن قطع من أنبوب طوله الحر (المسافة بين الوصلات الطرفية) ثلاثة أضعاف القطر الخارجي بالنسبة للأنايب ذات أقطار خارجية أقل من أو تساوي 315 مم بشرط ألا يقل عن 250 مم. أما بالنسبة للأنايب ذات أقطار خارجية أكبر من 315 مم يكون طول العينة الحر أكبر من أو يساوي 1000 مم.

تجرى عملية اختبار العينات بعد مرور 15 ساعة على الأقل من إنتاج الأنايب.

خطوات الاختبار

يتم معايرة كل من أجهزة ومعدات قياس الضغط ودرجة الحرارة والتوقيت. يقاس سمك الجدار الأدنى ومتوسط القطر الخارجي (حسب المواصفة المعتمدة من قبل المركز الوطني للمواصفات) للعينة تحت الاختبار. تعبأ العينات بالماء ثم تغمر في الحوض المائي عن درجة حرارة 20 ± 1 م وتعالج حسب فترات المعالجة.

تثبت العينة بجهاز الضغط الهيدروليكي ويترد الهواء الذي بداخل العينة وتعرض للضغط (المحسوب عن طريق المعادلة السابقة) خلال مدة لا تزيد على دقيقة واحدة على أن يظل ثابتاً بحيث لا يتجاوز 2%. تحفظ العينة في الحوض المائي عن درجة حرارة (20 ± 1) م.

يوقف الاختبار عند نهاية المدة المحددة أو عند حدوث تسرب بالعينة.

تجتاز العينة الاختبار إذا لم يحدث بها تسرب أثناء ساعة واحدة.

3 اختبار مقاومة الضغط الداخلي على المدى الطويل عند 20 ± 1 م [4]

عند اختبار العينات عند درجة حرارة (20 ± 1) م، يجب ألا يقل الإجهاد على محيط الأنبوب عن القيم المسموح بها حسب المواصفة المعتمدة من قبل المركز الوطني

للمواصفات وهي المواصفة القياسية الليبية رقم (317) لأنابيب عديد الاثيلين المصنعة من مادة عديد الاثيلين الأسود منخفض الكثافة وطرق فحصها واختبارها .

الأجهزة المستعملة

تتكون الأجهزة والمعدات اللازمة لإجراء التجربة من الآتي:-

وصلات طرفية - تصمم بحيث يمكن تركيبها عند طرفي العينة، بإحداها فتحات لتعبئة العينة بالماء ولإدخال الهواء المضغوط محكمة الإغلاق، بحيث لا تسمح بتسرب الماء والهواء . ويمكن ربطها ببعضها بقضبان حديدية حول العينة من الخارج.

حوض به ماء - تحفظ درجة حرارته عند (20 ± 1) م وتضبط بواسطة منظم حرارة أو مقياس حرارة طوال مدة التجربة. يجب أن يكون الماء نقيا وخاليا من الشوائب التي قد تؤثر على النتائج.

جهاز ضغط هيدروليكي - يسمح بتطبيق ضغط هيدروليكي داخل العينة باستخدام اسطوانة الهواء المضغوط ويضبطه عند $\pm 20\%$ من قيمة الضغط المستخدم في التجربة باستخدام مقياس ضغط مناسب.

جهاز توقيت - يسمح بتسجيل مدة تطبيق الضغط حتى لحظة هبوطه أو حدوث تسرب. جهاز لقياس السمك والقطر الخارجي للعينات.

تحضير العينات

تؤخذ العينات من دفعات الإنتاج عشوائياً.

يكون عدد العينات اللازمة لإجراء الاختبارات اثنان (2) عبارة عن قطعة من أنبوب طوله الحر (المسافة بين الوصلات الطرفية) ثلاثة أضعاف القطر الخارجي بالنسبة لأنابيب ذات أقطار خارجية أقل من أو تساوي 315 مم بشرط ألا يقل عن 250 مم. أما بالنسبة لأنابيب ذات أقطار خارجية أكبر من 315 مم يكون طول العينة الحر أكبر من أو يساوي 1000 مم.

خطوات التجربة

يتم معايرة كل من أجهزة ومعدات قياس الضغط ودرجة الحرارة والتوقيت. يقاس سمك الجدر الأدنى ومتوسط القطر الخارجي (حسب المواصفة المعتمدة من قبل المركز الوطني للمواصفات) للعينة تحت الاختبار. تعبأ العينات بالماء ثم تغمر في الحوض المائي عند درجة حرارة 20 م وتعالج حسب فترات المعالجة المسموح بها. تثبت العينة بجهاز الضغط الهيدروليكي ويطرد الهواء الذي بداخل العينة وتعرض للضغط (المحسوب عن طريق المعادلة السابقة) في مدة لا تزيد على دقيقة واحدة على أن يظل بعدها الضغط ثابتا بحيث لا يتجاوز 2%. تحفظ العينة في الحوض المائي عند درجة حرارة (20 ± 1) م. تختار الاجهادات لكل عينة بشرط أن تنفجر الأولى في مدة تتراوح بين الساعة و10 ساعات وتنفجر الثانية في مدة بين 100 - 1000 ساعة. تسجل النتائج حسب قطر وفئة ضغط الأنابيب على خط بياني لوغاريتمي (لوغاريتم الإجهاد مقابل لوغاريتم الزمن). يتم تحليل هذه النتائج لإيجاد معادلة خط العلاقة (طريقة المربعات الدنيا) ومن الرسم يمكن الحصول على مستوى الاجهادات لمدة ساعة ولمدة 50 سنة.

4 اختبار التمدد الطولي تحت التأثير الحراري [4]

عند اختبار الأنابيب عند درجة حرارة (150 ± 2) م وحسب مدة الغمر المسموح بها، يجب ألا يزيد تمددها الطولي عن 5% ولا يظهر عليها أية عيوب كالشروخ أو الانتفاخات أو الفجوات.

الأدوات والأجهزة المستخدمة في التجربة

وعاء حراري: تحفظ درجة حرارته عند (150 ± 2) م وتضبط بواسطة منظم حرارة أو مقياس حرارة طوال مدة التجربة.

وسط لنقل الحرارة: يكون من جليكول عديد الإيثيلين أو زيت معدني خال من الهيدروكربونات العطرية.

تحضير العينة

تكون العينة عبارة عن أنبوب طوله 300 مم وتؤخذ عينة واحدة من كل وردية إنتاج. توضع على محيط العينة علامتان بحيث تكون المسافة بينهما 100م والمسافة بين إحدى هذه العلامات وأحد طرفي العينة 15 مم.

خطوات التجربة

تثبت العينة من الطرف الأبعد عن موضع العلامتين. تغمر العينة في الوعاء الحراري بحيث تغمر العلامتان كلياً في الوسط الحراري وبشرط ألا تلامس العينة جوانب وقاع الوعاء. تحدد مدة غمر العينة كما هو معمول به. بعد انتهاء عملية الغمر تخرج العينة من الوعاء وتلقى على جانبها وتترك لتبرد إلى درجة حرارة الغرفة.

تقاس المسافة بين العلامتين وتحسب نسبة التغير في المسافة بينهما.

تسجيل النتائج

يجب ألا يزيد التغير في المسافة بين العلامتين عن 5%. بعد إجراء التجربة يجب أن تكون العينة خالية من التشققات والتجاويف.

5 اختبار مقاومة الأنابيب لمحلول الأسيون [4]

عند اختبار العينات لمدة ساعتين في محلول الأسيون، يجب ألا يظهر على سطح الجزء المغمور من الأنبوب في المحلول أي تقشر أو تقنت.

المواد والأدوات المستخدمة في الاختبار

وعاء مناسب يوضع به محلول الأسيون.

جهاز توقيت لتعيين مدة غمر العينة.

أداة لقياس المسافة.

تجهيز العينة

تكون العينة عبارة عن قطعة من أنبوب ذات طول مناسب.
تؤخذ عينة واحدة من كل دفعة إنتاج.

خطوات الاختبار

توضع في الوعاء كمية مناسبة من محلول الأسيتون تكفي لإجراء التجربة.
تغمر العينة في المحلول إلى عمق 25 مم على الأقل لمدة ساعتين.
بعد انتهاء مدة الاختبار تؤخذ العينة تم تفحص.

تسجيل النتائج

يجب أن تكون العينات خالية من التفكك والتحلل وإذا حدث انتفاخ أو تسطح يعتبر الإنتاج مرفوضاً.

6 اختبار مقاومة الأنابيب لحمض الكبريتيك [4]

عند اختبار العينات لمدة 14 يوماً في محلول حامض الكبريتيك بتركيز 93% وعند درجة حرارة 60 م، يجب ألا يختلف الوزن بعد إجراء التجارب عن القيم التالية:-
يجب ألا يزيد الوزن عن 0.316 جم.
يجب ألا يتجاوز النقص في الوزن عن 0.013 جم.

المواد والأدوات المستخدمة في التجربة

وعاء مناسب يوضع به حامض الكبريتيك تركيزه $(93 \pm 2)\%$
منظم حرارة أو مقياس حرارة لقياس درجة حرارة الحامض.
جهاز توقيت لقياس مدة غمر العينة في الحامض.
ميزان لوزن العينة قبل وبعد الاختبار.
أداة لقياس المسافات.
جهاز لقياس تركيز الحامض أثناء مدة الاختبار.

تجهيز العينة

تكون العينة عبارة عن 3 قطع من أنبوب.
تكون المساحة السطحية لكل منها (300 ± 4500) مم².

خطوات الاختبار

تنظف العينات وتمسح بقطعة قماش حتى تجف.
توزن العينة تم تعمر كليا في الحامض لمدة 14 يوما وعند درجة حرارة (60 ± 2) م.
يراعى طيلة التجربة ألا يزداد تركيز الحامض نتيجة التبخر.
بعد انتهاء الاختبار ترفع العينة من الوعاء وتغسل بماء جاري لمدة 5 دقائق ثم تنظف بقطعة قماش نظيفة وتوزن فوراً.

تسجيل النتائج

* تعتبر العينات ناجحة الاختبار إذا كانت الزيادة والنقصان في الوزن كما هو موضح-
يجب ألا يزيد الوزن عن 0.316 جم.
* يجب ألا يتجاوز النقص في الوزن عن 0.013 جم.

7 تأثير مادة الأنابيب على خواص الماء [4]

يجب ألا يكون للمادة المصنعة منها الأنابيب أي تأثير ضار على خواص الماء الجاري بها. عند اختبار العينات يجب أن تكون كمية المواد السامة في الحدود التالية (الموصوفة القياسية الليبية).

الجدول (3) كمية المواد السامة كما هي بالموصوفة القياسية الليبية [4]

المادة	الحد الأقصى (ملجم / لتر)
الرصاص	0.05

0.005	الكاديوم
0.05	السيانيد
1.00	الباريوم
5	الخاصين

المواد والأدوات المستخدمة في التجربة

ماء مقطر .

غاز ثاني أكسيد الكربون .

سدادات من مادة عديد الإيثيلين .

جهاز توقيت .

جهاز لقياس معدل تدفق الماء .

جهاز لقياس الأس الهيدروجيني .

صمام قفل زجاجي .

تجهيز العينات

تكون العينات عبارة عن 3 قطع من أنبوب .

يكون طول العينة حوالي 500مم وبشرط أن يكون حجمها الداخلي على الأقل يساوي

حجم الماء اللازم لإجراء التحليل .

خطوات الاختبار

يقفل أحد طرفي العينة بسدادة عديد الايثيلين وتوضع رأسيا بحيث يكون طرفها المفتوح إلى الأعلى .

تملأ العينة بماء الصنبور (الأس الهيدروجيني 7-8) ثم يفتح الصمام الزجاجي بحيث

يكون معدل تدفق الماء 3 لتر / دقيقة مع بقاء العينة مملوءة بالماء لمدة 6 ساعات .

يقفل الصمام الزجاجي وتبعد السدادة ثم تنظف العينة من الداخل بماء مقطر .

يحضر محلول مائي يحتوى على 150 مجم/لتر ثاني أكسيد الكربون وذلك بتشبيح الماء المقطر بغاز ثاني أكسيد الكربون وتعديل المحلول إلى أس هيدروجيني 4.5 ± 0.1 . يقفل أحد طرفي العينة التي تم تنظيفها بالماء المقطر بسدادة من مادة عديد الاثيلين ثم تعبأ بالمحلول المائي.

يقفل الطرف الآخر للعينة بسدادة من مادة عديد الاثيلين لمنع أي تلوث. تترك العينة لمدة 48 ساعة عند درجة حرارة الغرفة.

يفرغ المحلول من العينة في وعاء مناسب ثم تقدر كمية المواد السامة في المستخلص الأول بطريقة تحليلية مناسبة (طريقة التقدير البولوجرافي أو القياس الطيفي للامتصاص الذري أو طريقة القياس اللوني أو أية طريقة أخرى مناسبة) ويعبر عن الكمية بالمليجرام / لتر.

تعبأ العينة من جديد بماء الصنبور وتحفظ لمدة 48 ساعة عند درجة حرارة الغرفة ثم تفرغ وتنظف بماء مقطر.

تعبأ العينة مرة أخرى بالمحلول وتحفظ لمدة 48 ساعة عند درجة حرارة الغرفة ثم يفرغ المحلول في وعاء مناسب لتقدير كمية المواد السامة في المستخلص الثالث بطريقة تحليلية مناسبة (طريقة التقدير البولوجرافي أو القياس الطيفي للامتصاص الذري أو طريقة القياس اللوني أو أية طريقة أخرى مناسبة) ويعبر عن الكمية بالمليجرام / لتر.

تكرر الخطوات السابقة مرة أخرى مع العينتين الأخرين.

تسبب النتيجة بالنسبة للمستخلص الأول والثالث بأخذ المتوسط الحسابي لكل مجموعة من العينات الثلاثة.

تسجيل النتائج

* نعتبر العينات ناجحة الاختبار، إذا كانت كمية المعادن والمواد السامة الأخرى لا تتجاوز الحدود المبينة- يجب ألا يزيد الوزن عن 0.316 جم.

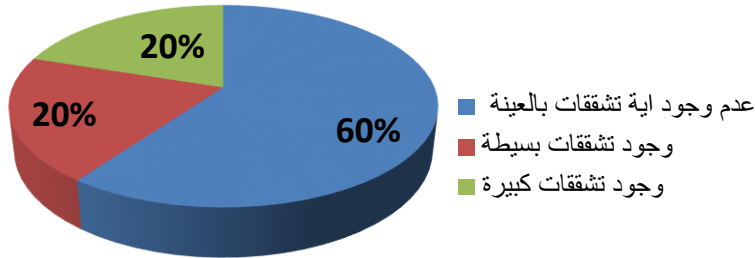
* يجب ألا يتجاوز النقص في الوزن عن 0.013 جم.

النتائج المعملية

1 نتائج تجارب الانابيب البلاستيكية الصلبة المصنعة من مادة عديد كلوريد الفينيل.
تجربة مقاومة الصدمة عند 20م
ارتفاع النقل الضارب (الكرة الضاربة) = 2000ملم
القطر الاعتباري = 1.5 بوصة
القطر الخارجي = 50 ملم
وزن الثقل الضارب = 1.5 كجم
عدد الضربات = 1 ضربة

الجدول (4) نتائج تجربة مقاومة الصدمة عند 20م

رقم العينة	نسبة الخام	نسبة المستعمل	النتيجة
A1	90%	10%	عدم وجود اية تشققات بالعينة
A2	85%	15%	عدم وجود اية تشققات بالعينة
A3	80%	20%	عدم وجود اية تشققات بالعينة
A4	75%	25%	وجود تشققات بسيطة
A5	70%	30%	وجود تشققات اكثر من العينة A4



الشكل (8) نتائج تجربة مقاومة الصدمة عند 20م

تجربة مقاومة الصدمة عند 20م

ارتفاع النقل الضارب (الكرة الضاربة) = 2000ملم

القطر الاعتبائي = 6 بوصة

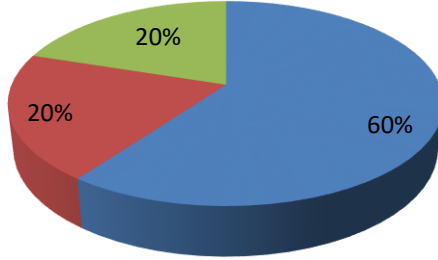
القطر الخارجي = 160 ملم

وزن النقل الضارب = 3.750 كجم

عدد الضربات = 14-42 ضربة

الجدول (5) نتائج تجربة مقاومة الصدمة عند 20م

رقم العينة	نسبة الخام	نسبة المستعمل	النتيجة
A1	90%	10%	عدم وجود اية تشققات بالعينة حتى 14 ضربة
A2	85%	15%	عدم وجود اية تشققات حتى 14 ضربة
A3	80%	20%	عدم وجود اية تشققات بالعينة حتى 14 ضربة
A4	75%	25%	وجود تشققات بأغلب العينات
A5		70%	وجود تشققات بكل العينات



- عدم وجود أية تشققات بالعينة حتى 14 ضربة
- وجود تشققات بأغلب العينات حتى 42 ضربة
- وجود تشققات بكل العينات حتى 42 ضربة

الشكل (9) نتائج تجربة مقاومة الصدمة عند 20م

تجربة مقاومة الضغط على المدى القصير

القطر الاعتباري = 7 بوصة

القطر الخارجي = 200 ملم

طول العينة = 600 ملم

اجراء الاختبار بعد مرور يوم على انتاج العينات

الضغط الداخلي = 6 كجم / سم²

درجة حرارة التجربة = 20م

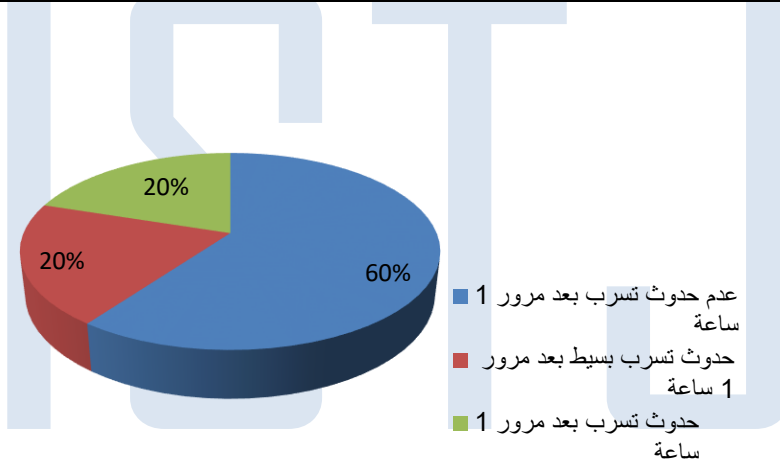
مدة الضغط داخل العينة = 1 دقيقة

مدة الاختبار = 1 ساعة

الاجهاد المسلط على العينة = 400 كجم / سم²

الجدول (6) نتائج تجربة مقاومة الضغط على المدى القصير

رقم العينة	نسبة الخام	نسبة المستعمل	النتيجة
A1	90%	10%	عدم حدوث تسرب بعد مرور 1 ساعة
A2	85%	15%	عدم حدوث تسرب بعد مرور 1 ساعة
A3	80%	20%	عدم حدوث تسرب بعد مرور 1 ساعة
A4	75%	25%	حدوث تسرب بسيط بعد مرور 1 ساعة
A5	70%	30%	حدوث تسرب بعد مرور 1 ساعة



الشكل (10) نتائج تجربة مقاومة الضغط على المدى القصير

تجربة مقاومة الضغط على المدى القصير

القطر الاعتباري = 8 بوصة

القطر الخارجي = 300 ملم

طول العينة = 1000 ملم

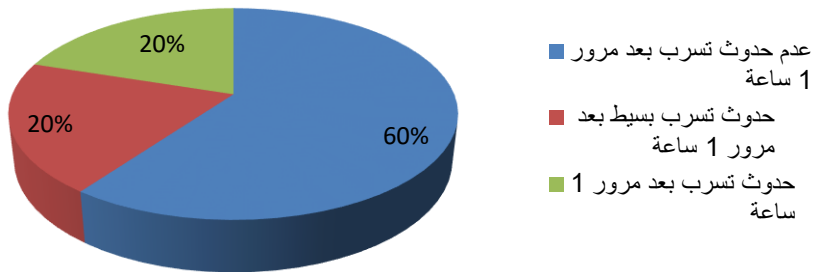
اجراء الاختبار بعد مرور يوم على انتاج العينات

الضغط الداخلي = 15 كجم / سم²

درجة حرارة التجربة = 20م
مدة الضغط داخل العينة = 1 دقيقة
مدة الاختبار = 1 ساعة
الاجهاد المسلط على العينة = 430 كجم/سم²

الجدول (7) نتائج تجربة مقاومة الضغط على المدى القصير

رقم العينة	نسبة الخام	نسبة المستعمل	النتيجة
A1	90%	10%	عدم حدوث تسرب بعد مرور 1 ساعة
A2	85%	15%	عدم حدوث تسرب بعد مرور 1 ساعة
A3	80%	20%	عدم حدوث تسرب بعد مرور 1 ساعة
A4	75%	25%	حدوث تسرب بسيط بعد مرور 1 ساعة
A5	70%	30%	حدوث تسرب بعد مرور 1 ساعة



الشكل (11) نتائج تجربة مقاومة الضغط على المدى القصير

تجربة التمدد الطولي تحت تأثير الحرارة (الارتداد الحراري)

درجة حرارة جهاز الاختبار = 150م

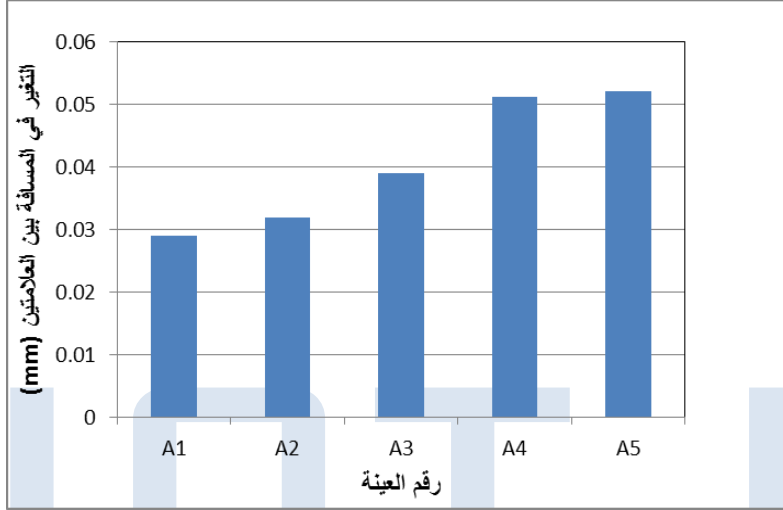
طول العينة = 300 ملم

سمك الانبوب = 6 ملم

مدة الغمر = 15 دقيقة

الجدول (8) نتائج تجربة التمدد الطولي تحت تأثير الحرارة

رقم العينة	نسبة الخام	نسبة المستعمل	النتيجة
A1	90%	10%	التغير في المسافة بين العلامتين = 2.90%
A2	85%	15%	التغير في المسافة بين العلامتين = 3.20%
A3	80%	20%	التغير في المسافة بين العلامتين = 3.90%
A4	75%	25%	التغير في المسافة بين العلامتين = 5.13%
A5	70%	30%	التغير في المسافة بين العلامتين = 5.22%



الشكل (12) نتائج تجربة التمدد الطولي تحت تأثير الحرارة

تجربة التمدد الطولي تحت تأثير الحرارة (الارتداد الحراري)

درجة حرارة جهاز الاختبار = 150م

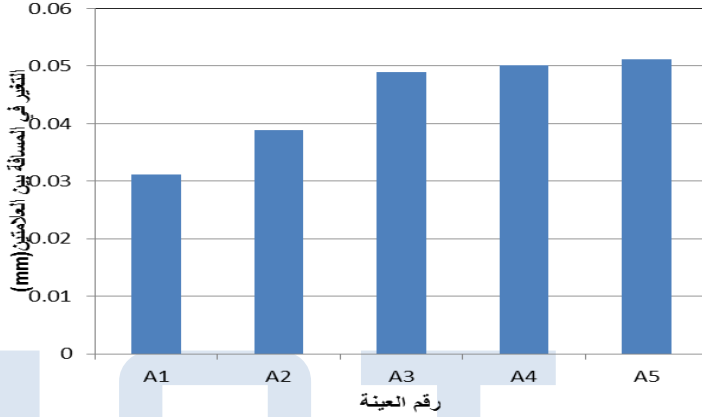
طول العينة = 300 ملم

سمك الانبوب = 9 ملم

مدة الغمر = 30 دقيقة

الجدول (9) نتائج تجربة التمدد الطولي تحت تأثير الحرارة

رقم العينة	نسبة الخام	نسبة المستعمل	النتيجة
A1	90%	10%	التغير في المسافة بين العلامتين = 3.11%
A2	85%	15%	التغير في المسافة بين العلامتين = 3.88%
A3	80%	20%	التغير في المسافة بين العلامتين = 4.89%
A4	75%	25%	التغير في المسافة بين العلامتين = 5.01%
A5	70%	30%	التغير في المسافة بين العلامتين = 5.11%



الشكل (13) نتائج تجربة التمدد الطولي تحت تأثير الحرارة

الخلاصة

من خلال الدراسة ونتائج التجارب اتضح ان الاضافات من 5%، 10%، 15%، حتى 20% من البلاستيك المستعمل للمواد الخام اظهرت نتائج ايجابية ونجحت اختبارات العينات في انايبب البلاستيك المصنوعة من مادة عديد كلوريد الفينيل ، بينما فشلت الاختبارات التي كانت الاضافات فيها 25%، 30% في انايبب البلاستيك المصنوعة من مادة عديد كلوريد الفينيل، وهذا يعني ان نسبة الخلط بين المواد الخام والمواد المستعملة يجب ان لا تتجاوز نسبة 1:5 على أقصى تقدير .

المراجع

- [1]. Todd Johnson (9-4-2017), "Recycling Plastics".
www.thoughtco.com, Retrieved 1-11-2017. Edited.
- [2]. "Recycling And Resource Recovery",
/www.britannica.com, Retrieved -2012.

- [3]. "Why Is Plastics Recycling Important For The Economy?",
www.recoup.org, Retrieved -2014. Edited.
- [4]. المواصفة القياسية الليبية رقم (317) أنابيب عديد الايثيلين المصنعة من مادة عديد الايثيلين الأسود منخفض الكثافة وطرق الفحص والاختبار
- [5]. المواصفة القياسية الليبية رقم 316 - 1989 م انابيب عديد الايثيلين المصنعة من مادة عديد الايثيلين الاسود على الكثافة والفحص والاختبار

ISTJ

البحوث باللغة الانجليزية

English Paper

ISTJ

ISSN 2519 - 9846

المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal

ISTJ 

International Science and Technology Journal

Peer Reviewed and Open Access Journal published by

Science and Technology Center for Research and Studies



Volume 16 January 2019

www.stc-rs.com.ly

المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ 

The International Science and Technology Journal (ISTJ) publishes research from all fields of academic, technical and applied sciences. The final editing and formatting of all accepted papers is done by the editorial board to ensure the consistency of the format and the quality of the product. (please download the final editing and formatting from the website or facebook page).

Chairman of the Editorial Board

Dr. Ahmed S M Agena

Associate Professor
In the field of mechanical engineering
and materials science
Ph D from
Budapest University of Technology and
Economics - Hungary



Abd elhmed Taher Zenbel

Assistant Professor in the field of
human resources planning.
MSc from Planning Institute of Higher
Studies Tripoli - Libya



Mohamed. M. A. Hadud

Lecturer in the field of Materials
Science Engineering
MSc from University of Belgrade -
Serbia



Mohamed Ali Alganga

Lecturer in the field of
Electronic Engineering and Information
Technology
MSc from the Sheffield Hallam
University -England 2008-



Image Processing Using Threshold Methods

Rabee Hamza Gareeb

Deheba Abgasesm Alwaer

Rabee7878@gmail.com

Dehebaalwaer2017@gmail.com

المخلص

في المصانع الكبرى التي يكون إنتاجها بمليون قطعة او اكثر في اليوم تكون لديها معايير ومقاسات محددة تتطبق علي كل قطعة منتجة استنادا إلي قطعة أصلية تكون كل القطع مطابقة لها , لذا تم اختيار أنواع من العتبة (threshold) لتوضيح مدي تنظيم uniformity و وضوح (shape) صور القطع المنتجة وهذا يكون بأخذ الإطار لنقاط الصورة الأصلية (contour) حتى يكون كمرجع للصور المنتجة الأخرى. واخذ احتمالات إذا كانت الصورة مطبق عليها أنواع ضغط zonal compression and amplitude compression و أخذ نسبة الخطأ مقابل نسب مئوية للضغط , ونتائج هذه الافتراضية يكون واضح في الصور الناتجة من تطبيق عليها أنواع threshold حيث كلما كانت قيمة الوضوح shape و التنظيم uniformity مقتربة من قيمة الواحد one كلما كانت الصورة قياسية ويمكن أخذها كمقياس للصور الأخرى . ويتم اخذ المعايير باستخدام الإطار لكل صورة إذا كانت الـ pixels لإطار الصورة المنتجة قريبة من إطار الصورة الأصلية فتكون هذه القطعة سليمة وقابلة لتسويق . هذا يتم من خلال برنامج بلغة المثلثات, حيث تم استخدام خمس صور من نفس النوع "Bmp" و تحصلنا علي العتبة لكل صور و الإطار لكل صورة وطبقنا أنواع من مجال التحويلات الطيفي transforms حوالي أربع أنواع هم:

Dct2, Fft2, Radon, and Fanbeam

كما تم استخدام نوعين من أنواع الضغط هما zonal , amplitude و أخذ النسبة الخطأ ووضع القيم المتحصل عليها لكل صورة في جدول و تمثيل هذه القيم بمخطط بياني لكل صورة مع نسب الضغط التي تتراوح من 10 - 50% .

ABSTRACT

Big factories of one million products or more a day have determined standards and measurements apply to every product. That is on basis of one original piece identical to it. Thus, the threshold was chosen to clarify the uniformity and the shape of the images throughout the contour to be raw format for the last produced image. The probability of that if the image has been through compression, which are zonal and amplitude compression, should be considered by taking the MSE according to the compression percentage. The results of the assumption would be clear in the image due to the threshold applied. Every time the value of shape and the uniformity closed to one, the image can be considered as standard. The standard are taken by considering the contour of every image if the pixels of the frame of the produced image close to the frame of the original image, which makes it possible to be taken as standard for the other images. This can be done through the MATLAB. We have used five images of similar type “Bmp” and obtained the threshold of every image and their contour. In addition, we have applied different types of transform, approximately five of them, and they are Dct2, Fft2, Random, and Fanbeam. We also have two types of compression, namely, zonal and amplitude, in addition to taking MES then we have put the obtained values in tables and also representing the values in graphs with the compression ratio of about 10%-50%.

INTRODUCTION

During the last two decades, there has been a growing research activities related to the techniques for image binarization

and contour analysis and recognition. Image binarization (thresholding) plays an important role in many applications of image processing. The application of thresholding as a tool in image segmentation has been extensively studied and a variety of techniques have been proposed for automatic threshold selection [3,4,9,16,17,18,19,20] . Most of the proposed thresholding methods select thresholds which depend solely on the one-dimensional gray level histogram of the image. Thresholding can be regarded as pixel classification based on a single feature value, namely the pixel gray level [1,2,8].

The use of threshold operation on image data is the most widely used preprocessing method. A large number of industrial applications have used this method to segment objects from background. The resulting binary image can then be processed further to determine object boundary shapes, area and other feature of interest. Thresholding can sometimes be used to extract the edges of objects rather than objects themselves. Simple gray level thresholding is effective in extracting objects when the objects have a characteristic range or set gray levels. More generally thresholding techniques can be used to extract objects which have characteristic patterns of gray levels or characteristic textures.

The wide variety of binarization methods presented so far indicates that many different approaches to threshold selection are possible [5]. Some work has been done on the problem of evaluating the presented methods of binarization.

Contours and line drawings have been an important area in image data processing. In many applications, e.g., weather maps and geometric shapes, it is necessary to store and transmit large amounts of contours and line drawings and process the information by digital computers.

The general contour extraction problem from two-dimensional images may be accomplished in two operations: Edge detection and contour tracing. The aim of edge detection is to identify and enhance edges (pixels) belonging to boundaries of object of interest in the original image. The contour tracing algorithm traces the contour and extracts the contour information which is passed to subsequent processing.

Contour description and compression are some of the processing operations performed on contours and has been considered by several authors e.g. Dziech and Pardyka [11], Dunkam and Cheng-Cang[12], and others.

Survey of Image Binarization Methods

Recently, the application of image binarization methods to digital signal processing has received an increasing attention of many researches. This is due to the rapid advances in digital device technology. Fast algorithms based on matrix factoring, matrix partitioning and other techniques have resulted in a reduced computational and memory requirements and further widened the applicability of the image binarization methods.

As far as the contour compression problem is concerned, there has been less attention to the application of transform methods for the recognition of image contours.

Digital implementation of the image contours became feasible with the development by many researches. Contour descriptors have been found useful in the recognition of industrial parts and character recognition. A few workers have been interested in the direct analysis of the binarization of the image. For example some researches, detected the presence of roughly parallel straight lines by finding prominent peaks in the magnitude of the transform.

In this paper a techniques for image binarization will be introduced. Besides having efficient fast algorithms, A comparison of different

binarization methods has been introduced using uniformity and shape measure by equation [1,2,3,4,5].

The uniformity measure $u(t)$ used in the evaluation for a given threshold t is given by[5] :

$$u(t) = 1 - \frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{c} \quad (1)$$

Where :

$$\sigma_1^2 = \sum_{(x,y) \in R_i} [f(x,y) - u_i]^2 \quad (2)$$

R_i – segmented region i .

$f(x,y)$ – the gray level of the pixel (x,y)

$$u_i = \frac{\sum_{(x,y) \in R_i} f(x,y)}{A_i} \quad (3)$$

A_i – number of pixels in R_i , $i=1,2$

c - a normalization factor.

The shape measure S , used for the measurement of the shape of the object in the test images is calculated by the following formula[5] :

$$S = \frac{\sum_{(x,y)} \text{sgn}[f(x,y) - \overline{f_{N(x,y)}}] \Delta(x,y) \text{Sgn}[f(x,y) - t]}{c} \quad (4)$$

Where :

$\overline{f_{N(x,y)}}$ - the average gray value in the neighborhood $N(x,y)$.

t – the threshold value of the image.

c- a normalization factor.

$$\text{Sgn}(x) = \begin{cases} 1 \dots \dots \text{if } \dots x \geq 0 \\ -1 \dots \dots \text{if } \dots x < 0 \end{cases}$$

The generalized gradient value of the pixel (x,y) , and given by :-
 $\Delta(x, y)$

$$\Delta(x, y) = \left[\sum_{k=1}^4 D_k^2 + \sqrt{2}D_1(D_3 + D_4) - \sqrt{2}D_2(D_3 - D_4) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Where :

$$D_1 = f(x+1, y+1) - f(x-1, y)$$

$$D_2 = f(x, y-1) - f(x, y+1)$$

$$D_3 = f(x+1, y+1) - f(x-1, y-1)$$

$$D_4 = f(x+1, y-1) - f(x-1, y+1)$$

Objectives

The primary objectives of this the paper are the image binarization and contour extraction , analysis and compression using existing and modified thresholding methods . In addition , the purpose of this work is to develop different transform methods for the compression of image contours .

To fulfil these objectives the following main tasks are considered:

- 1- Evaluation of different thresholding selection techniques using shape and uniformity measures .

- 2- Application of different transform methods for contour compression performed on contours extracted from their original images have been applied to determine their data compression capabilities.
- 3- Two methods of contour compression have been proposed , the evaluation of these methods has been given using Mean-Square Error between original and reconstruction contour.

Applications

1- Image Compression

Is the application of data compression on digital images, In effect, the objective is to reduce redundancy of the image data in order to be able to store or transmit data in an efficient form. Image compression can be [lossy](#) or [lossless](#). Lossless compression is sometimes preferred for artificial images such as technical drawings, icons or comics. This is because lossy compression methods, especially when used at low [bit rates](#), introduce [compression artifacts](#). Lossless compression methods may also be preferred for high value content, such as medical imagery or image scans made for archival purposes. Lossy methods are especially suitable for natural images such as photos in applications where minor (sometimes imperceptible) loss of fidelity is acceptable to achieve a substantial reduction in bit rate. The lossy compression that produces imperceptible differences can be called [visually lossless](#).

Methods for lossy compression:

In this the paper , we used two types from compression amplitude compression and zonal compression , where was compression

between spectrum contour image and spectrum transform image , and rate compression from 10% to 50% .

Amplitude compression : This way based on taking the pixels that have less value in pixels original image and equal zero according to compression proportion and according to the following formula:

$$\text{Comp}_N = (\text{compression rate} * (m * n)) / 100. \quad (6)$$

$$N = 1, 2, 3, 4, 5.$$

$m * n$ = size image.

Zonal compression : This way based on read matrix image from end , or rather , according compression rate we taking another pixels in matrix and equal zero.

2- Mean Square Error (MSE)

The MSE is the cumulative squared error between the compressed and the original image[21].

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{Y=1}^M \sum_{X=1}^N [I(X, Y) - I'(X, Y)]^2 \quad (7)$$

where

$I(x, y)$ is the original image, $I'(x, y)$ is the approximated version (which is actually the decompressed image) and M, N are the dimensions of the images. A lower value for MSE means lesser error.

3 -Image Transformation

Besides representing images in the spatial domain (i.e. the Cartesian coordinates), images can also be represented in many other domains.

The one that is used most often in image processing is the frequency domain. In order for an image to be represented in the frequency domain, one or more transformation must be performed. Readers have probably seen the 1-Dimensional Fourier transform in a signals and systems course. The 2-Dimensional Fourier transform can be applied to images to obtain their frequency representations. The 2-D Fourier transform is actually an extension to the 1-D case. The transform is given mathematically by:

$$H(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(x, y) e^{-j2\pi(ux+vy)} dx dy \quad (8)$$

and the inverse 2-D Fourier transform is given by

$$h(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} H(u, v) e^{j2\pi(ux+vy)} du dv \quad (9)$$

$$\tilde{g}(\rho, \theta) = \int_{-\infty}^{\infty} g(\rho \cos \theta - s \sin \theta, \rho \sin \theta + s \cos \theta) ds \quad (10)$$

Results and discussion

We have some images type gray level ('bmp') with different sizes for the application of the paper fig(1), where we calculated the shape and uniformity in table [1,2,3,4], and fig [2,3,4,5] for each type of types threshold and took recognition for all images by dividing the heights value for image of shape the best discrimination image.

We found that shape by used first method of calculate normalization created best value by Co-occurrence matrix in image (1) compared with the rest of images, and by Pun entropic , image (5) was the best , and by using Quad tree method image (5) was also the best.

Second method best from first method of normalize where image (1) given the best result in table [3,4] and fig[4,5].

General , best method of use normalize she second method therefore been used to obtain the best shape .

For calculate the best uniformity were selected testing two method of normalize, we found that second method was the best way.

The mean square error (MSE) for each type of the three of threshold between original image and contour image were calculated, with using types from transformation which are Dct2, Fft2, fanbeam, and radon transform, Then the spectrum of contour image and for all types transformation were calculated, as shown in table[5]and fig[6].it has been noticed that by using MSE Co-occurrence matrix ,there we smaller value of MSE in Dct2, while Fft2,Fanbeam,Radon transformation the values were relatively large. Table [6] ,fig[7]show the MSE by using pun entropic threshold and MSE by using Dct2 transformation. The values show that the value of the former is larger than the latter method. while the values of fanbeam and radon were smaller than Fft2. As regards Table [7],fig[8] show by using Quadtree method , Dct2 transform was smaller in values Fft2,fanbeam,radon transform.



Image (1)



Image (2)



Image (3)

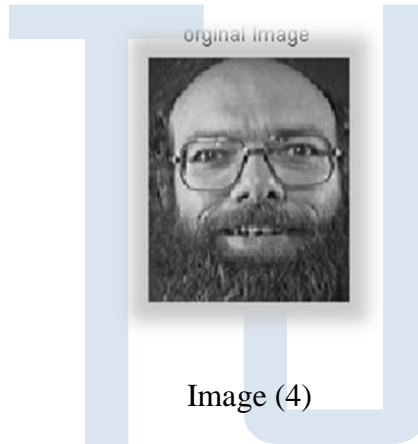


Image (4)



Image (5)

Figure (1) Testing images

► **First method of calculate normalization, it was found that the number of pixels small and large from threshold.**

Table (1) shape measure between original image and threshold mage

Method	Image 1	Image 2	Image 3	Image 4	Image 5
Co-occurrence matrix method	2.9015e+003 [1] 1	8.1274 [5] 0.0028	33.9526 [2] 0.0117	9.9816[4] 0.00344	20.7788[3] 0.00716
Pun entropic method	10.0527 [5] 0.0195	12.9271 [3] 0.025	10.9351[4] 0.0212	41.2993[2] 0.080	515.3820[1] 1
Quad tree method	1.0755 [2] 0.590	0.0783[5] 0.043	0.6498[4] 0.357	0.6775[3] 0.371	1.8222[1] 1

This table shown the values of the shape by using the three threshold methods and it has been noticed image (5) was the best images by using pun entropic and quadtree threshold ,where value shape a round 1, while image (1) was the best by using co-occurrence matrix threshold. as shown in figure (2).

Table (2) uniformity measure between original image and threshold image

Method	Image 1	Image 2	Image 3	Image 4	Image 5
Co-occurrence matrix	1.4654e+029[3] 9.476e-11	1.3592e+030[2] 8.79e-10	1.5464e+039[1] 1	2.0820e+021[5] 1.346e-18	6.1849e+024 4.002e-15[4]
Pun entropic	0.1258[5] 1.903e-03	0.4067[3] 6.154e-03	0.2570[4] 3.889e-03	1.7022[2] 0.0257	66.0852[1] 1
Quad tree	12.2919[2] 0.392	0.5997[5] 0.019	4.1739[4] 0.1332	5.5871[3] 0.1784	31.3154[1] 1

By Using co-occurrence threshold image (3) was the best image with value of uniformity measure 1, as shown in figure (3). And by

using pun entropic and quadtree threshold image (5) was the best image with a value of one .

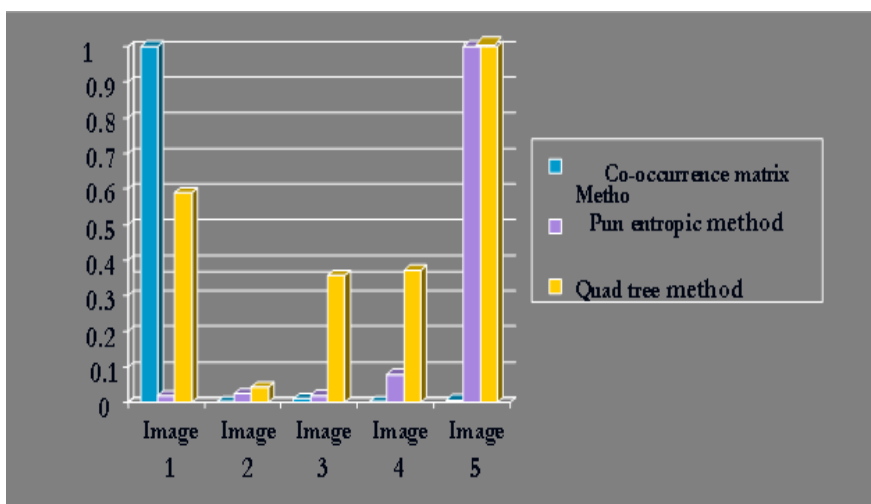


Fig (2) shape using First method of calculate normalization

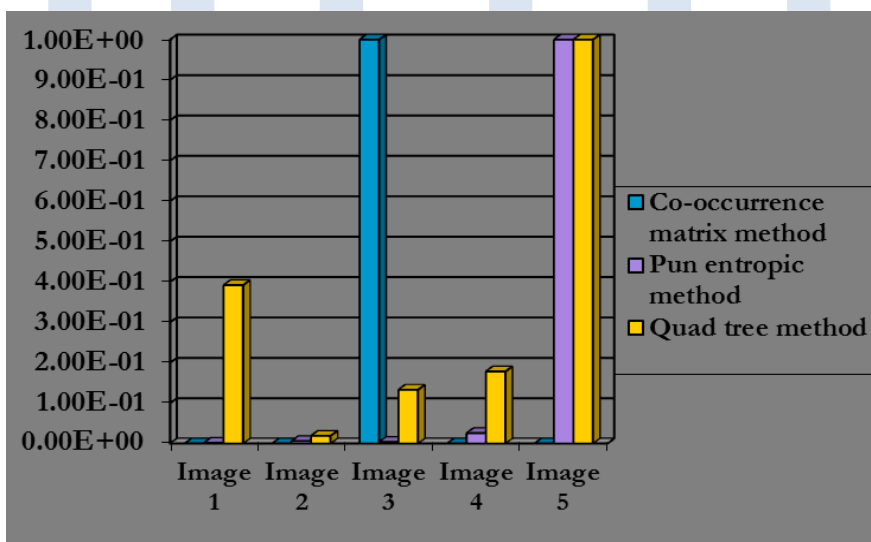


Fig (3) uniformity measure between original image and threshold image

► **Second method found small and large direct from value threshold**

Table (3) shape measure between original image and threshold image

Method	Image 1	Image 2	Image 3	Image 4	Image 5
Co-occurrence matrix method	2.4934e+003 [1] 1	2.1642e+00 3 [2] 0.868	620.5135 [3] 0.248	377.8748 [4] 0.1515	278.0320 [5] 0.111
Pun entropic method	6.0151e+005 [1] 1	4.2639e+00 5 [2] 0.7088	3.8239e+00 5 [3] 0.6357	1.6876e+00 5 [4] 0.280	8.3729e+00 4 [5] 0.139
Quadtree method	5.4414e+003 [1] 1	2.1866e+00 3 [2] 0.4018	1.6316e+00 3 [3] 0.299	1.0263e+00 3 [4] 0.188	619.5426 [5] 0.114

The best image in the three threshold methods was image (1), in which the value of the shape was around one

Table (4) uniformity measure between original image and threshold image.

Method	Image 1	Image 2	Image 3	Image 4	Image 5
Co-occurrence matrix method	1.2593e+02 9[3] 4.455e-12	3.6193e+03 2[2] 1.28e-08	2.8262e+04 0[1] 1	7.8819e+02 2[5] 2.7888e-18	8.2757e+02 5[4] 2.93e-15
Pun Entropic method	5.2305e+00 4[1] 1	4.6399e+00 4[2] 0.887	2.5980e+00 4[3] 0.496	1.1041e+00 4[4] 0.211	1.0898e+00 4[5] 0.208
Quadtree method	6.7250e+00 4[1] 1	4.4690e+00 4[2] 0.664	1.2989e+00 4[3] 0.193	9.9777e+00 3[5] 0.148	1.0986e+00 4[4] 0.163

By Using co-occurrence matrix image (3) was the best image giving a value of one of uniformity measure , while image (1)was the best image giving one by using pun entropic and quadtree threshold.

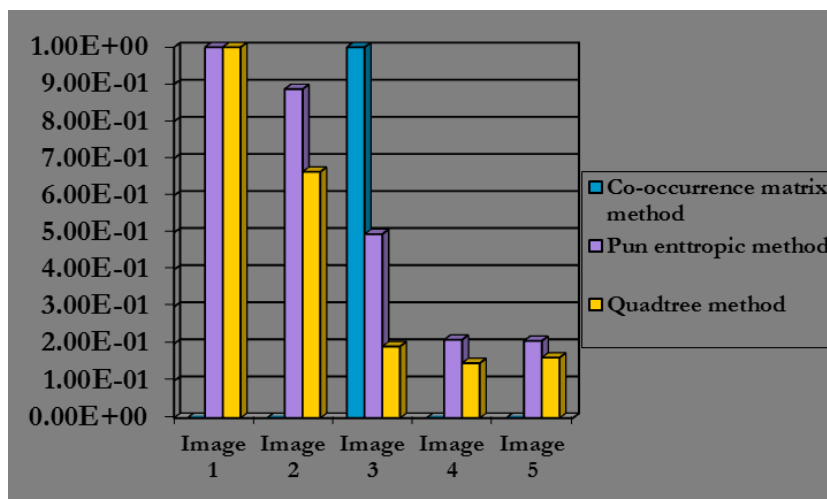


Fig (4) shape using second method of calculate normalization

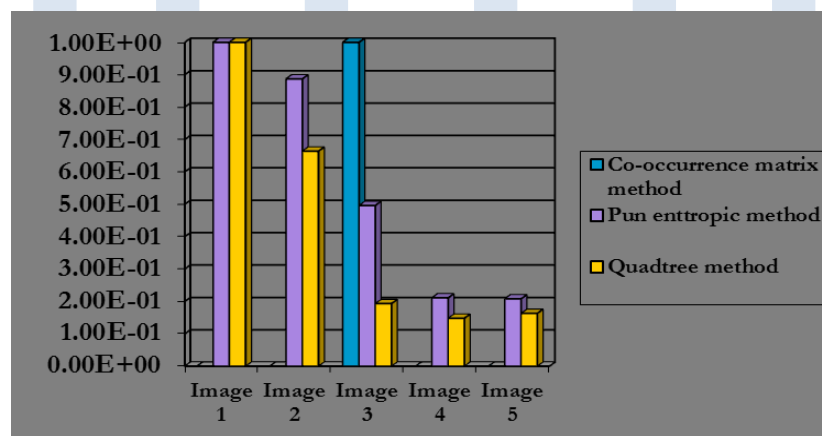
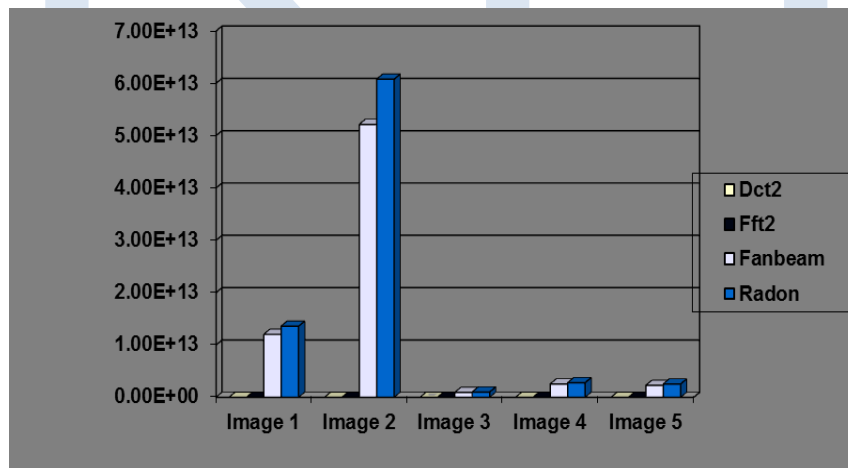


Fig (5) uniformity using second method of calculate normalization

Table (5) mean square error using Co-occurrence matrix method between original image and extracted contour.

No . image	Image 1	Image 2	Image 3	Image 4	Image 5
Dct2	4.5635e+008	8.8007e+008	3.6381e+007	2.9053e+008	2.4416e+008
Fft2	2.5903e+013 - 2.1897e+010i	4.8509e+013 - 4.0085e+011i	2.3617e+011 - 3.0904e+009i	2.7614e+012 +6.9268e+009i	2.3007e+012 - 2.3701e+010i
Fan beam	1.2022e+013	5.2146e+013	9.2242e+011	2.5553e+012	2.2767e+012
Radon	1.3592e+013	6.0780e+013	1.0033e+012	2.7941e+012	2.5469e+012

MSE by using DCT2 transformation was small compared with FFT2 and Fanbeam , Radon ,image (3)was the best giving smaller MSE than(4,5,1)images while image (2)gave large MSE



Fig(6) mean square error using Co-occurrence matrix method between original image and extracted contour

Table (6) mean sequer error using Pun entropic method between original image and extracted contour

Transform	Image 1	Image 2	Image 3	Image 4	Image 5
Dct2	0.4398	0.0501	0.6928	0.4470	0.5491
Fft2	3.9583e+009 +5.6306e+003i	4.1491e+009 -5.0757e+003i	8.9511e+007 +1.7345e+002i	8.9649e+007 +2.7054e+002i	9.7320e+007 +1.8898e+002i
Fanbeam	2.2766e+004	1.3298e+004	3.3483e+003	2.3861e+003	3.3473e+003
Radon	2.4461e+004	1.3783e+004	3.5890e+003	2.5953e+003	3.5524e+003

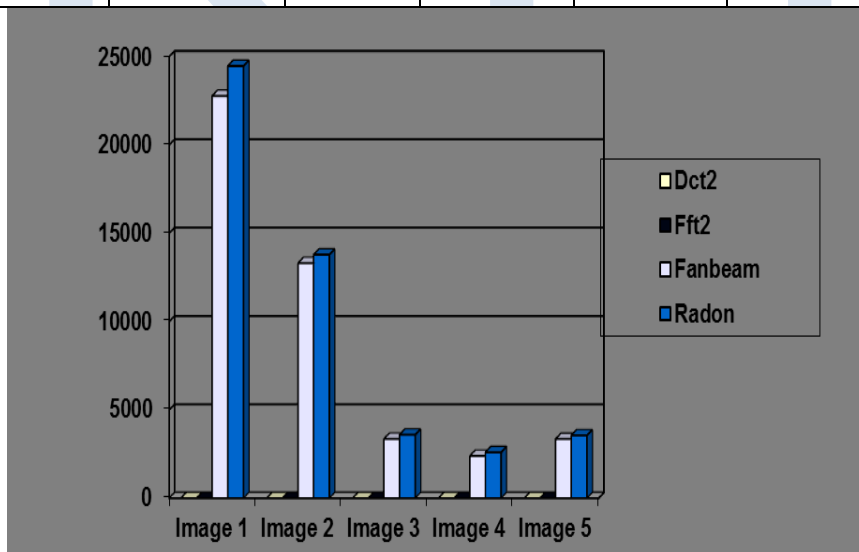
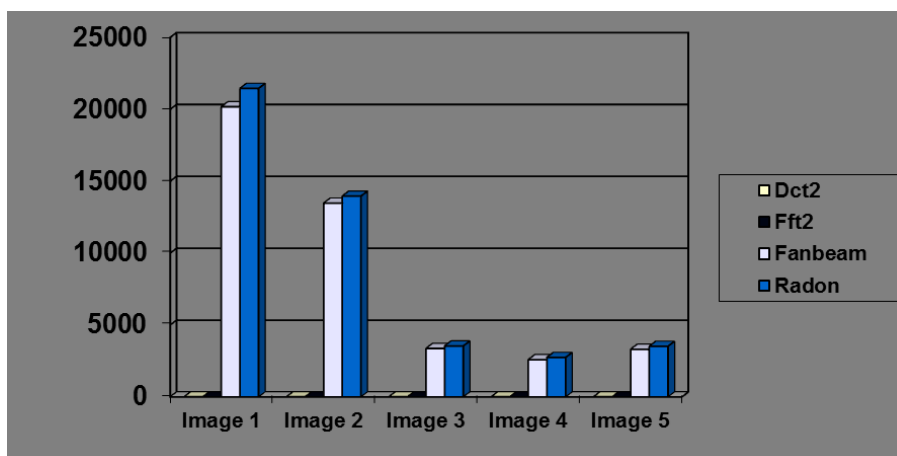


Fig (7) mean square error using Pun entropic method between original image and extracted contour

Table (7) mean square error using Quadtree method between original image and extracted contour

Method	Image 1	Image 2	Image 3	Image 4	Image 5
Dct2	0.4128	0.3321	0.7131	0.4626	0.5449
Ft2	2.4093e+004 +2.6014e+001i	1.9412e+004 -8.7984e+001i	6.8366e+003 - 2.2053e+001i	4.3570e+003 +4.5885e+000i	5.3105e+003 - 6.8946e+000i
Fanbeam	2.0176e+004	1.3472e+004	3.3668e+003	2.5903e+003	3.3121e+003
Radon	2.1454e+004	1.3963e+004	3.5416e+003	2.7463e+003	3.5210e+003

Image (3, 4, 5) giving smaller MSE using of four types transform while image (1,2) given larger MSE values.



Fig(8) mean sequer error using Quadtree method between original image and extracted contour

By using types of compression Amplitude and zonal compression while calculating MSE between spectrum contour image and spectrum. compressed image by ratios ranging from 10-50% from spectrum contour image.

This the table shows MSE values using Dct2 of five images and of two types compression zonal and amplitude , where was results obtained using amplitude smaller than using zonal compression ,and increases MSE values with rise compression ratio

Table (8) mean sequer error between original and reconstructed contours using Co-occurrence matrix method for (Dct2).

Image No	Compression ratios									
	10%		20%		30%		40%		50%	
	amplitude	zonal	amplitude	zonal	amplitude	zonal	amplitude	zonal	amplitude	zonal
Image 1	235.6467	18.8492	268.2783	47.6972	318.7012	76.5648	389.8477	116.9370	426.2654	162.9097
Image 2	391.6499	43.1233	561.9192	70.5982	690.7430	105.6643	779.1495	174.5925	818.5663	277.6839
Image 3	0	0.4349	0	1.0125	0	10.0398	0	36.4923	0	91.4297
Image 4	157.4464	17.9759	250.4108	47.1167	317.5158	83.8311	368.4979	152.1090	380.8446	253.2611
Image 5	90.1123	8.8302	182.1924	24.9592	248.5139	50.3697	298.9434	96.6197	320.8231	167.5944

Table (9) mean sequer error between original and reconstructed contours using Co-occ matrix method for (radon).

Image . No	Compression ratios									
	10%		20%		30%		40%		50%	
	amplitude	zonal	amplitude	zonal	amplitude	zonal	amplitude	zonal	amplitude	zonal
Image 1	1.6122e+010	3.3945e+009	2.0389e+010	1.3652e+010	2.3231e+010	3.0731e+010	2.7408e+010	3.9054e+010	3.1665e+010	5.0855e+010
Image 2	6.6104e+008	3.4188e+009	6.6632e+008	1.4998e+010	1.1165e+009	3.1650e+010	5.7990e+009	6.9608e+010	2.4233e+010	7.4201e+010
Image 3	5.2212e+008	1.1559e+006	9.7427e+008	2.5198e+006	1.2452e+009	3.6139e+009	3.0741e+009	7.0954e+009	7.1748e+009	1.1302e+010
Image 4	1.8557e+009	8.2033e+005	3.1823e+009	1.4557e+009	4.7262e+009	4.8757e+009	7.0423e+009	8.3780e+009	8.6185e+009	1.1440e+010
Image 5	800+e265079	500+e19873	600+e32971	800+e26607	600+e65781	600+e26172	600+e97672	600+e05724	600+e98273	600+e78655

In radon transform the results obtained relative of results obtained of fanbeam transform where MSE values is large.

Conclusion

According to the obtained results, we have found that using quadtree threshold method in image processing is the best method to give accurate results. As regards the transform types, we have found that DCT2 is the best. Finally, it has been found that the results of amplitude compression are better than the zonal compression.

Recommendations

- 1- Recommendations include the development of research in the study of space science.
- 2- Developing factory production speed for millions pieces with the same international measurements and standards.

REFERENCES

- [1].P.young (Electronic Communication Technigues) prentice hall,1990.
- [2].W.Tomasi (Advanced Electronic Communication system prentice hall ,1992.
- [3].ostun"athreshold selection method from gray-level histogram "IEEE tran on system and eyb.vol.smc19 no 8 ,pp8 -5 ,jan 2006.
- [4].]weszka j.and Rosenfeld A "histogram concavity analysis as an Aid in threshold selection" IEEE trans.on systems' mein and cybernetics.vol smc-13 no 3 , pp231-235 march 2003.
- [5].weszka J.and Rosenfield A.Threshold Evaluation techniquis IEEE tran man.cyb vol smc8-pp.622-629 August 98.
- [6].[6] Black H.S,(Modulation theory) van nostrand new york ,2001.

- [7]. Carson , B.A,(Communication system :An introduction to signal and noise in electrical communication (MC graw –hall, newyork 5th addition 2005.
- [8].john G.P,(digital communication)john MC graw –hall, inc 2001.
- [9].funt " Entropic Thresholding A new approach " computer vision graphics Image process vol 16 pp210-239 , 1997.
- [10]. glover ian and grant peter (digital, modulation techniques)U.K iniversities ,2000.
- [11]. Dziech A.and ParDYka I. "Shape Approximation using Fast Piecewise linear Transforms" AMSE Review, Vol .8,No.1,pp.19-30,1988.
- [12]. Chen-Cang Lu. And Dunkam J.G."Highly Efficient Coding Schemes for Contour lines based on Chain code Representation " IEEE Trans.Commun.,Vol .COM-30,No.10,pp.1511-1514, October 1991.
- [13]. Antonini M.,Barlaud M.,Mathieu P.,and Daubechies I."Imaging Coding using Vector Quantization in the Wavelet Transform Domain "In Proc.1990 IEEE Int.Conf.Acoust .Speech , Signal Processing ,Albuquerque , NM,pp2297-2300,Apri1 3-6 1990.
- [14]. Devore R.A., Jaweryh B. and Lucier B." Image Compression through wavelet Transform coding "IEEE Trans.on information Theory Vol .38,No.2,pp.719-746,March 1992.
- [15]. Nabout A.su B.and NourEldin H.A. "A Novel Closed Contour Extraction Principle and Algorithm " proc .of Int. IEEE/ISCAS Conf.on Circuits &Systems , Vol .1, pp.445-448, Seattle USA , April 1995.

- [16]. Wu.A.Y and others Threshold selection using Quad tree method IEEE Tran . paterren analysis vol PAM -14, pp 90-94 july 2004
- [17]. Fernando S.and Monoro D."Variable Thresholding Applied to Anggiography " proc. 6th Int.Conf .on Pattern Recognition ,Munich, Germany , pp.140-143,1982.
- [18]. kapur J.and others "A new method for Gray – level pcture thresholding using the Entropy of the histogram "Comp . vision Graphics Image process vol 29 pp273-285, 2005.
- [19]. Rosenfeld A. and Smith R."Thresholding using Relaxation "IEEE Trans . Pattern Anal.Mach .Intell.PAMI-3,pp.598-606,1981.
- [20]. Johan G."Athreshold method using information measures " proceeding 12th int .conf, paterren recognition pp 610-621,2002.
- [21]. [www. An](http://www.An) Introduction to Image Compression .htm
- [22]. www.Radon Transform.htm
- [23]. www.Fan-Beam Projection Data transforms (Image Processing Toolbox).htm

Analysis of an Orifice Surge Tank for Controlling Water Hammer Problem at Hydropower Plants

A. M. RAMADAN ^{1,*}, K.M. ALGRAD ², G. A. SASI ³

Faculty of Engineering, Garaboulli, El-mergib University, Libya.

* Corresponding Author: amramadan@elmergib.edu.ly

المخلص

لعمود من الزمان ، جذبت مشكلة المطرقة المائية في محطات الطاقة الكهرومائية، العديد من الباحثين والمهندسين وذلك لصعوبتها وأهميتها. في هذه الدراسة ، تم إجراء دراسة نظرية على خزان التمرج ذو الفتحة. تم اشتقاق النموذج الرياضي استنادًا إلى مبادئ الاستمرارية والزخم. تم حل نظام المعادلات التفاضلية العادية عدديًا باستخدام طريقة رانج-كوتا (RK-4) بالاستعانة ببرنامج الحاسب الآلي الماتلاب. أظهرت النتائج أن زيادة مساحة المقطع العرضي لخزان التمرج ومعامل الاحتكاك للأنبوب الرئيسي أدى إلى تناقص في مستويات الأندفاع الأولي للماء في الخزان وفي معدلات التصريف أيضًا. كما تم ملاحظة نفس التأثير بالنسبة إلى معامل الاحتكاك للفتحة. علاوة على ذلك ، فإن تأثير التخميد لمعامل الاحتكاك للفتحة على مستويات الأندفاع الأولي للمياه ومعدلات التصريف يكون أكثر وضوحاً عند مقارنته بتأثير معامل الاحتكاك لجدار الأنبوب الرئيسي. وأخيرًا ، بالنسبة لخزانات التمرج ذات الفتحة، فإن الوقت اللازم لتخميد الموجة يكون صغيراً بشكل ملحوظ.

Abstract

For decades, water hammer problem in hydropower plants attracts many researchers and engineers for its complexity and importance. In this study, a theoretical investigation of an orifice surge tank is

conducted. A mathematical model is derived based on continuity and momentum principles. The system of ordinary differential equations is solved numerically using Runge-Kutta, RK-4, method and compiled by MATLAB. Results reveal that increasing the cross-section area of the surge tank and friction coefficient of the main pipe will lead to a corresponding decrease in water first upsurge levels at the tank and discharge rates as well. The same effect is noticed when orifice friction coefficient is considered. Moreover, the damping effect of orifice friction coefficient on water upsurge levels and discharge rates is more remarkable when compared to friction coefficient of the main pipe wall. Finally, for orifice surge tanks, wave damping time is remarkably small.

Keywords: Orifice surge tank, Water hammer, Fluid transients, First upsurge.

1. Introduction

Hydropower uses hydraulic turbines to convert energy in flowing water into electricity. Such a source is one way of electrical generation from renewable potential sources. Usually, a hydropower plant is made up of the reservoir, water tunnel, surge tank, penstock, hydraulic turbine, speed governor, generator and grid [1]. Various turbine operations such as load acceptance, load rejection, and combination conditions produce transients in hydropower station, which are directly related to the safety of whole hydropower station and local power grid, even resulting in substantial damage and human loss in some cases [2].

A surge tank is an open chamber; open standpipe or a tank connected to the conduits of a hydroelectric power plant or to the pipeline of a piping system, Figure (1). The main functions of a surge tank are:

- Reduces the amplitude of pressure fluctuations by reflecting the incoming pressure waves.
- Improves the regulating characteristics of a hydraulic turbine because; it reduces the water starting time of a hydropower scheme.
- Stores or provides water. The water in the pipeline is, therefore, accelerated or decelerated slowly, and the amplitude of the pressure waves in the system is reduced [3].

The surge tanks can be divided into two main categories - the open and the closed surge tank. The open surge tank is connected to the atmosphere and therefore usually placed quite close to the surface. The simple surge tank, the two chamber surge tank and the differential surge tank are examples of the open surge tank. The closed surge tank, which is a complete different solution that consist of a underground cavern filled with air, creating an air cushion inside the cavern that works as a damping device [4].

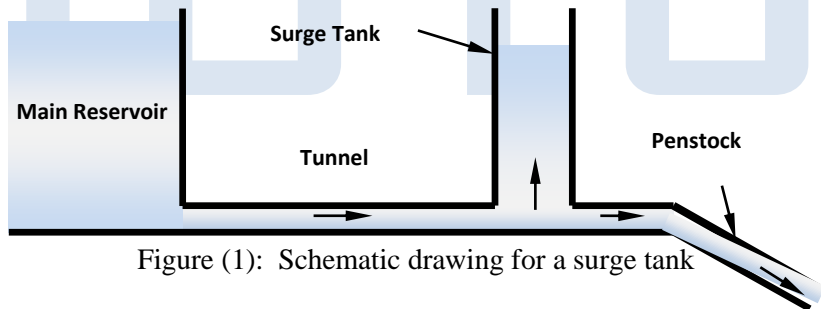


Figure (1): Schematic drawing for a surge tank

When the entrance to the surge tank is restricted by means of an orifice, it is called an orifice surge tank.

Several studies and researches have been conducted on the hydraulic transients in hydropower plants. This issue attracts many researchers and Engineers due to its complexity and importance in practice. In a previous study [3], authors studied the design

considerations for surge tanks to control the problem of water hammer in hydropower stations. The study focused on the theoretical investigation of a simple surge tank. The effect of different parameters such as friction losses coefficient and surge tank cross-sectional area on the water surface oscillations of the tank and the total discharge were analyzed and investigated. System of non-linear ordinary differential equations were numerically solved and manipulated. Results show that increasing cross-sectional area and friction losses coefficient results in decreasing surge tank level and discharge rates. In addition, the height of the pressure waves and fluctuations that induced by the water hammer was reduced and steadier. Azhdary M [5], formulated the governing differential equations for determining the maximum and minimum surge heights and the fluctuations occurring in the surge tank. He made some adjustments in the friction term. The friction is usually nonlinear. He determined the general solution for these equations by using non-dimensional analyses. Verhoeven et al [6], conducted a comparative study on some of the commercial types of air chambers used to dampen the wave in compressed pipelines, including the classical air chamber, the classic type of rubber balloon, the classical type with two connections and finally the modern type of isolated air chambers. Basic principles have been applied to investigate their operation under different working conditions and locations. Experiments were carried out for each type. They concluded that classical air chambers were the best in wave damping and control when compared to the isolated type. Pinar B. [7], conducted a theoretical study to determine the dimensions of surge tanks in hydroelectric stations under different design and operating conditions. In this study, three types of surge tanks were considered namely, simple tank, orifice tank and differential tank. The governing differential equations for water hammer problem and

their solution were derived and manipulated. In addition to sizing of surge tanks by deriving empirical relationships based on nonlinear analyzes and conducting an economic study on them. Arbanovicz et al [8] conducted a study on the problem of water hammer in flexible polymer tubes by introducing and analyzing a new mathematical model, where a new term was added to the equation of continuity to describe the deformation in polymer tubes. Mechanical behavior was described using the Kelvin-Voigt model. Theoretical results were compared with experimental ones in literature. A comparison between the simple surge tank and the orifice tank was done in damping the wave height and reducing the damping time. This was conducted by calculating the different design variables such as wave height, discharge rate, friction coefficient of the pipes and friction coefficient of as a function of time. They discussed the results and wrote down conclusions and recommendations.

In this paper, controlling water hammer problem at hydropower plants is theoretically analyzed and investigated. Design principles of an orifice surge tank are implemented. The effects of different design parameters under different working conditions are also considered. These parameters include; the friction coefficient for the pipeline, friction coefficient for the orifice, surge tank height and surge tank cross-sectional area.

2. Mathematical Modeling

In this study, the mathematical model mentioned in references [7] and [9] is adopted. The governing differential equations were derived by applying the principles of continuity and the momentum to a small differential element of the liquid with a specific control volume. In order to simplify the modeling and solving of the governing differential equations,, some assumptions are made as follows:

- i- The walls of the main pipe (tunnel) are inflexible, and the liquid (water) is not compressible.
- ii- The inertia of (water) in the surge tank is very small when compared to the inertia of the water within the main channel, and therefore it can be neglected.
- iii- Loss of pressure can be calculated using the steady state equations of the corresponding flow velocities.

2.1 Orifice Surge Tank

In the orifice tank, there is an orifice obstructs the flow of water into and out of the surge tank, located between the main channel of the water and the surge tank, as shown in Figure (2). The governing differential equations written below are derived based on continuity and momentum principles.

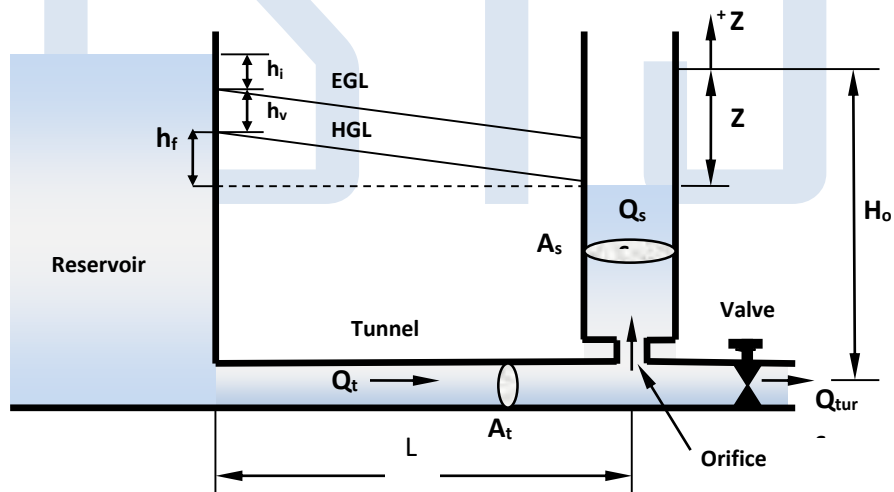


Figure (2): Analysis of an orifice surge tank.

$$\frac{dQ_t}{dt} = \frac{gA_t}{L} (-Z - CQ_t|Q_t| - C_{orf}Q_s|Q_s|) \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{dZ}{dt} = \frac{1}{A_s} (Q_t - Q_{tur}) \dots\dots\dots (2)$$

Where: Q_s , Q_t , Q_{tur} = water discharge rate in the surge tank, water discharge rate in the tunnel, water discharge rate of the turbine in (m^3/s); A_t , A_s = cross-section area of the tunnel, cross-section area of the surge tank (m^2); C = friction coefficient of the tunnel wall; Z = Water level in the surge tank (m); g = gravity (m/s^2); L = length of the main channel (m); t = time (sec). ;
 h_i , h_v , h_f , H_o = pressure head at the entrance, pressure head resulting from the velocity at entrance, pressure loss due to friction and static pressure head (m), respectively;
 C_{orf} = friction coefficient of the orifice.

2.2 Solution Procedure

The solution procedure is mainly depends on solving the system of ordinary differential equations numerically, in accordance with the initial conditions and the operational data shown below. This is done by using Runge Kutta, (RK-4) method and MATLAB software. Initial conditions and operational data of a virtual hydroelectric plant are;

$$(Z(0) = 0 \text{ (m)}, Q_t(0) = 300 \text{ (m}^3/\text{s)}, A_s(0) = 100 \text{ (m}^2), C(0) = 0, Q_{tur} = 0 \text{ (m}^3/\text{s)}, L = 500 \text{ (m)}, A_t = 80 \text{ (m}^2), C_{orf} = 0.1, \Delta t = 0.5 \text{ sec})$$

3. Results and Discussion

3.1 The effect of varying cross-sectional area of the surge tank on the surge tank level

Figure (3) shows the effect of varying the cross-sectional area of the surge tank on the surge tank level. It is clear that, as the cross-sectional area of the surge tank increases, the surge tank level decreases.

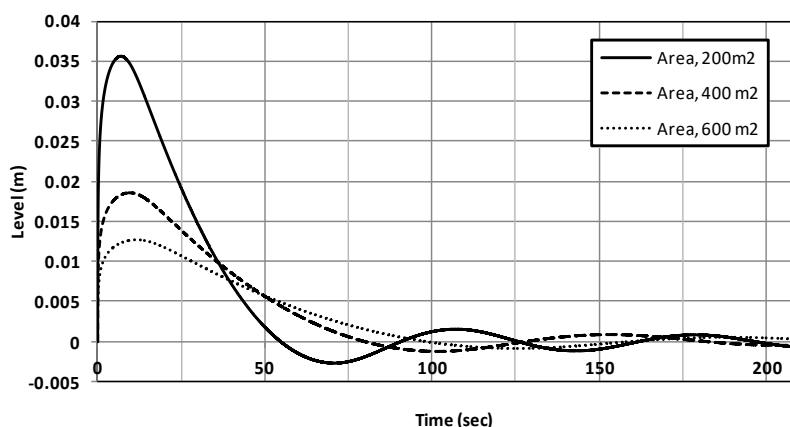


Figure (3): The variation of surge tank level with time at ($A_s=200,400$ & 600 m²)

This is attributed to the fact that in order to keep the same surge tank water volume, increasing the cross sectional area implies decreasing the tank level. In the figure below, the first upsurge level in the tank decreases from about 0.036 m at 200 m² to 0.0125 m at 600 m². It should be noted that the first upsurge level in the orifice surge tank is very small due to the significant effect of the orifice where the pressure head is reduced due to the effect of friction coefficient at the orifice of the tank. Moreover, the time required for surge damping is also small. It is about 200 seconds.

3.2 The effect of varying friction losses coefficient on the surge tank level

The effect of varying friction losses coefficient on the surge tank level is illustrated in Figure (4). It is clear that, as friction losses coefficient increases, the surge tank level decreases. This is attributed to the fact that increasing the friction losses coefficient will resist the flow motion and reduces its travelling speed as a result of high shear stresses which induced between the pipe wall and the fluid.

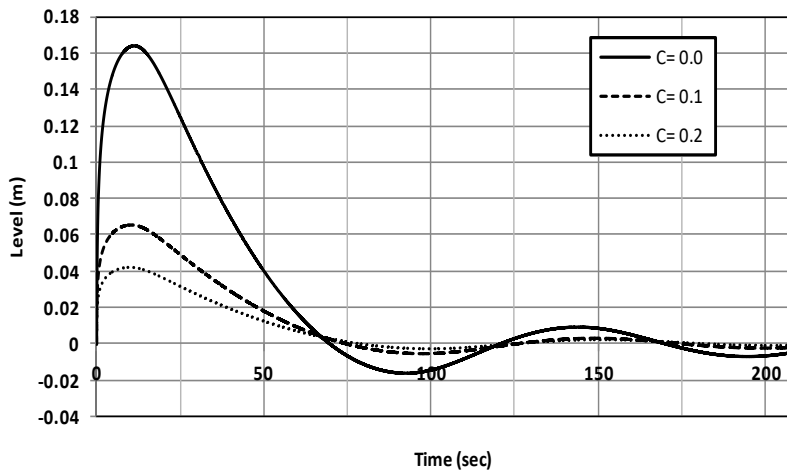


Figure (4): The variation of surge tank level with time at
($C = 0.0, 0.1$ & 0.2)

The water level of the tank decreases from about 0.17 m when the coefficient of friction ($C = 0$) to about 0.041 ($C = 0.2$). As a result, increasing the coefficient of friction of the main channel will positively affect in reducing water level fluctuations and water hammer problem in general. A gain, the time required for surge damping is very small, about 200 seconds.

3.4 The effect of varying friction losses coefficient on the discharge rate

In Figure (5), the effect of varying friction losses coefficient on the discharge rate is shown. Increasing the friction losses coefficient, results in decreasing in the oscillations of the discharge rates which result from transient effect.

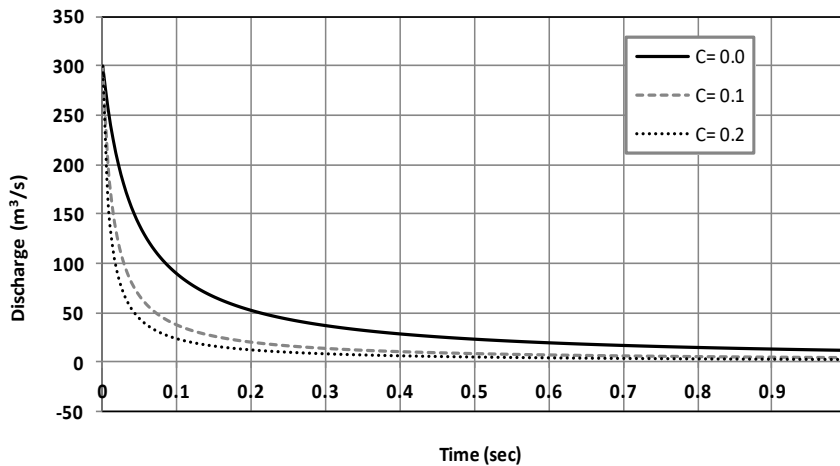


Figure (5): The variation of discharge rate with time at (C= 0.0, 0.1 & 0.2).

This may be attributed to the same reasons mentioned above, increasing the friction losses coefficient results in a high shear stresses which induced between the fluid and the pipeline wall. The discharge rates decreases from about 300 m³/s when C=0.0 (no friction case) to about zero when C=0.2. In addition, very short time is taken to diminish discharge rates, only about one second.

3.5 The effect of varying cross-sectional area of the surge tank, friction losses coefficient and friction coefficient of the orifice on the first upsurge

Figure (6-a) shows the effect of varying cross sectional area of the orifice surge tank on the first upsurge level of the tank. As expected, by increasing the cross sectional area of the tank, the first upsurge level of water in the tank is reduced. The first upsurge level changes from about 0.13 m at cross sectional area of 50 m² to about 0.008 m at 1200 m². It can be also observed that the rate of change in the first upsurge level after the value of 0.01 m at cross sectional area of 750 m² is very slow when compared to the counterpart before this value, so it is not feasible to increase the area of the tank section more than this value. In the same way, Figure (6-b) shows the effect of increasing orifice friction coefficient of the surge tank on the first upsurge level of the tank. As orifice friction coefficient increases, the first upsurge level of water in the tank decreases significantly. In general, the first upsurge level changes from 0.09 m at $C_{orf} = 0.1$ to about 0.022 m at $C_{orf} = 0.5$. It can be also observed that increasing the orifice friction coefficient beyond the value 0.35, is not feasible, as the change in the first upsurge level of water in the tank will not be significant. Figure (6-c) shows the effect of increasing friction coefficient of main channel wall on the first upsurge level of water in the tank. As the friction coefficient increases, the first upsurge level of water in the tank inversely decreases. In general, the first upsurge level changes from 0.16 m at $C = 0$ (no friction wall, smooth pipe case) to about 0.02 m at $C = 0.5$. It can be noticed that increasing the friction coefficient beyond the value ($C = 0.3$), will not be feasible, as the change in the first upsurge of water in the tank will not be important anymore.

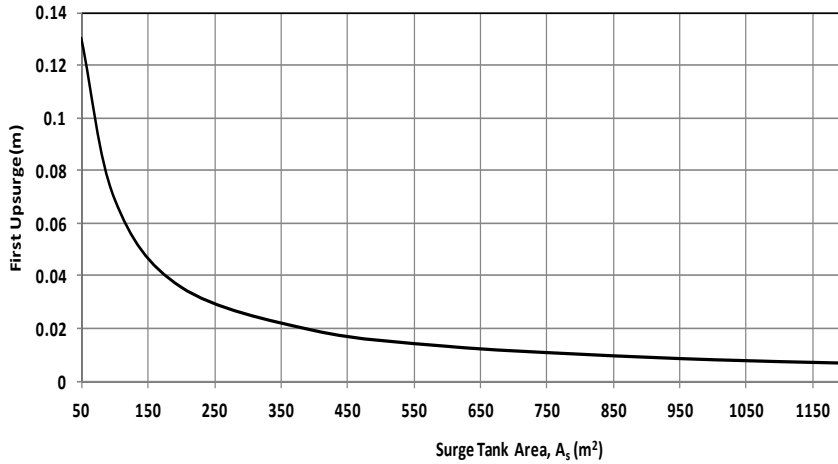


Figure (6-a): The variation of the first upsurge level with surge tank cross sectional area.

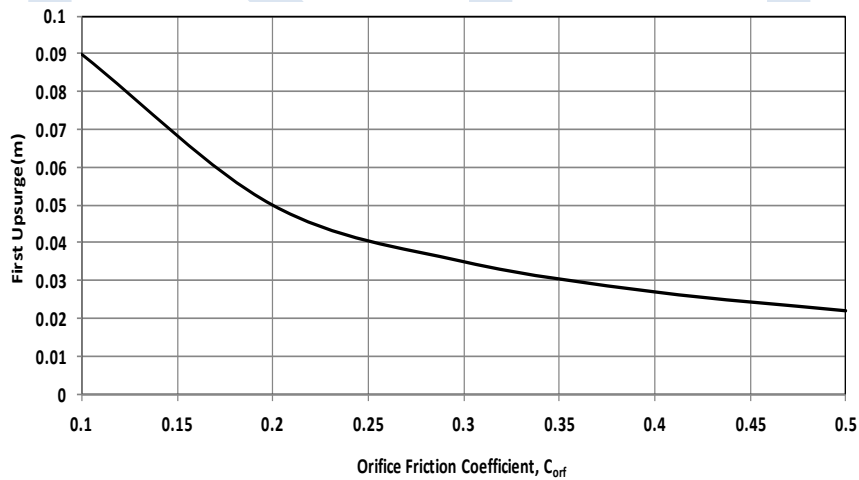


Figure (6-b): The variation of the first upsurge level with orifice friction coefficient.

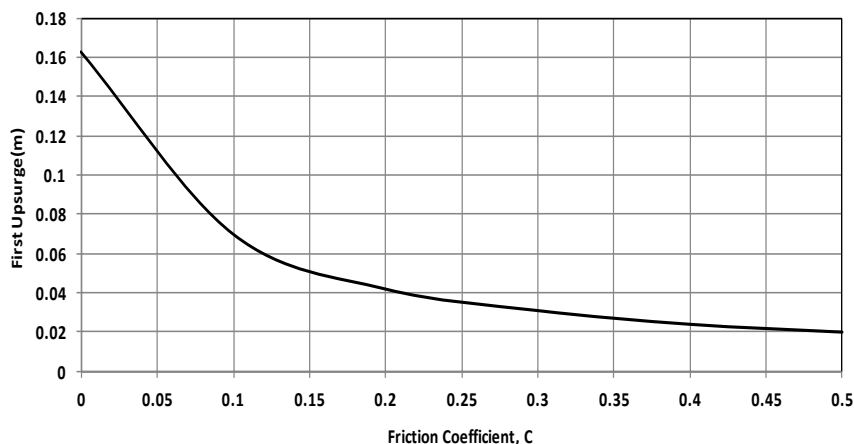


Figure (6-c): The variation of the first upsurge level with friction

It is worth noting that the effect of orifice friction coefficient, C_{orf} , on the first upsurge level of water in the tank is more rapid and active when compared to the main pipe wall friction coefficient, C .

Conclusions

A theoretical study for an orifice surge tank that designed to suppress water fluctuations and transients in a hydropower plant is conducted. In this study, a system of ordinary differential equations is simultaneously solved and manipulated numerically. Runge Kutta (RK-4) method is implemented. A computer program in MATLAB is written and compiled. The effect of different design parameters and operating conditions on water level and first upsurge at the orifice surge tank is investigated. The main findings of this study can be summarized as follows:

In general, it was observed that with the increase in the cross sectional area of the orifice surge tank, the water level and first upsurge of water in the tank are decreased, the increase in the area

led to a corresponding decrease in water level and discharge rates fluctuations. Moreover, the same effect is noticed when increasing both friction coefficient of the main pipe wall and orifice friction coefficient of the tank. The greater the coefficient of friction is, the lower the water level of the tank becomes. In the same manner, the orifice friction coefficient of the tank does so. When compared to the effect of friction coefficient of the main pipe wall, the orifice friction coefficient has more quick and fast influence on the reduction of water first upsurge levels and discharge rates at the tank. Careful concern should be taken into consideration when designing such surge tanks. In addition, time required to damp the surge wave is remarkably small, this makes orifice surge tanks more reliable and suitable for water hammer control applications. The final decision for using such tanks also depends on other factors such as cost, topography, location, operational conditions, type of equipment and machinery used, load requirements on turbines, labor ... etc.

References

- [1] Chang Xu and Dianwei Qian, (2015), “Governor Design for a Hydropower Plant with an Upstream Surge Tank by GA-Based Fuzzy Reduced-Order Sliding Mode”, *Energies*, Vol.8, pp 13442–13457, doi:10.3390/en81212376.
- [2] Xiaodong Yu et al, (2014), “Hydraulic Transients in the Long Diversion- Type Hydropower Station with a Complex Differential Surge Tank “, *The Scientific World Journal*, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/241868>, Hindawi Publishing Corporation.
- [3] Ramadan A.M and Mustafa .H, (2013),” **Surge Tank Design Considerations for Controlling Water Hammer Effects at**

- Hydro-electric Power Plants**", University Bulletin – Issue No.15 – Vol . 3, pp 147-160.
- [4] Simon U. Sandvag, (2016),” Surge Tank Atlas for Hydropower Plants”, M.Sc. Thesis in Hydraulic Engineering, NTNU.
- [5] Azhdary M., (2004),“ Analysis and Design of a Simple Surge Tank”, IJE Transactions A:Basics, Vol. 17, No.4, pp 339-345.
- [6] Verhoeven R., Van Poucke L. and Huygens M., (1998),” Water Hammer Protection with Air Vessels, a Comparative Study”, Transactions on Engineering Sciences, Vol. 18, pp 1743-3533.
- [7] Pinar B., (2013),” Numerical Investigation of Effective Surge tank Dimensions in Hydro-power Plants under various Hydraulic Conditions”, Msc Thesis, METU.
- [8] Urbanowicz K., Firkowski M. and Zarzycki Z, (2016),” Modeling Water Hammer in Viscoelastic Pipelines: Short Brief”, Journal of Physics: Conference Series 760, pp 1-11.
- [9] Chaudhry M.H, (1987),” Applied Hydraulic Transients”, Van Nostrand Reinhold, NewYork, 2nd edition.

Investigation of the Effect of Nozzle diameter on AZ31 Powder Production by Gas Atomization Method

Kamal Mohamed Akra¹, Mustafa Boz²

Karabuk University, Faculty of Technology, Department of
Manufacturing Engineering, Karabuk, Turkey

kamalakra55@gmail.com mboz@karabuk.edu.tr,

المخلص

في هذه الدراسة، تم دراسة تأثير قطر الفوهة بشكل تجريبي على شكل وحجم مسحوق سبيكة ماغنيسيوم AZ31 المنتجة بواسطة طريقة الانحلال الغازية. للقيام بذلك، يتم إجراء الاختبارات عند درجة حرارة ثابتة تبلغ 790 درجة مئوية، مع ضغط غاز 35 بارًا وبتطبيق قطر الفوهة بأربع قيم مختلفة 2،3،4،5 ملم. يتم تقطيت المصهور باستخدام غاز الأرجون، في حين يتم استخدام المسح المجهر الإلكتروني (SEM) لتحديد شكل مسحوق AZ31 المنتج، يتم تطبيق تحليلات XRD و XRF لتحديد المراحل المتولدة في الهياكل الداخلية للمساحيق المنتجة وكذلك النسب المئوية لكل مرحلة. أيضا، يتم استخدام جهاز قياس بمساعدة الليزر لتحليل حجم المسحوق. المظهر العام لمساحيق السبيكة AZ31 المنتجة على شكل رباط، قضيب، قطرة، تقشر وكروية، ومعظم المساحيق حصلت على تقشر وأشكال كروية اعتمادا على الزيادة في ضغط الغاز. يتم تحديد أن أفضل مسحوق يتم الحصول عليه عند درجة حرارة 790 درجة مئوية وضغط غاز 35 بار بقطر 2 مم، وأن المسحوق يظهر على شكل قطرات وأشكال كروية.

Abstract

In this study, the effect of nozzle diameter is investigated experimentally on the shape and size of the AZ31 alloy powder produced via the gas atomization method. To do this, tests are carried out at a constant temperature of 790 °C, with a gas pressure of 35 bar and by applying nozzle diameter at four different values: 2,3,4,5 mm. The atomization of the melt is done with argon gas, while scanning electron microscopy (SEM) is used to determine the shape of the AZ31 powder produced, XRD and XRF analyses are applied to determine the phases generated in the internal structures of the powders produced as well as the percentages of each phase. Also, a laser-assisted measurement device is used for powder size analysis. The general appearance of the AZ31 alloy powders produced is in the form of ligament, rod, droplet, flake and spherical, and most of the powders got into flake and spherical forms depending on the increase in gas pressure. It is determined that the finest powder is obtained at a temperature of 790 °C and a gas pressure of 35 bar at a diameter of 2 mm, and that the overall powder get in form of both droplet and spherical.

Key words: Gas atomization, AZ31 alloy powder, nozzle diameter.

1. Introduction

Magnesium is known as the lightest engineering metal having a density of 1.74 g/cm³, that is 35% less than aluminum and 75% less compared to primary metals used today [1,2]. In comparison, magnesium has a remarkable hardness and brings many benefits such as better specific strength and increased absorption capacity [1,3]. The AZ31 series alloys are one of the most common magnesium alloys thanks to their lower cost, better resistance to corrosion as well as mechanical strength obtained

through adding aluminum, zinc and manganese [4,5]. In this family of alloys, the AZ31 alloy has additional structural strength since it precipitates from the magnesium matrix and forms dual precipitates with aluminum and manganese [6,7]. Furthermore, as it adds to the strength of these materials with fine microstructures, producing them with low formability such as that of magnesium's and their alloys with powder metallurgy today has turned into a necessity in the industry. For this reason, powder metallurgy has been proved to be an option in manufacturing methods like casting, hot and cold pressing, and machining. Whereas coarse-structured microstructures can be formed via casting, powder metallurgy is regarded as a useful method so as to come up with finer microstructures [8,9]. Making composites with the help of the powder metallurgy method, characteristics like increased surface wear resistance, surface friction and surface tensions can be achieved at high temperature [10,11]. Powder production technique using this method can be carried out in four different ways: mechanical, chemical, electrolysis, and atomization. Among the other methods, gas atomization is the most common for the purpose of obtaining fine and spherical powders. The primary reason for demand behind spherical powder material is that powder-powder contact in pressing and sintering stages has to be both homogeneous and multi-directional [12,13]. In this respect, atomization can be described as the degradation and solidification of molten metal into tiny droplets using either water, air and gas pressures or mechanical pressure. In return, the atomization process has 4 different forms: water atomization, gas atomization, centrifugal atomization, and vacuum atomization. Producing over 60% of the metal and nonmetallic powders with gas atomization makes has made this specific method an advantageous one over the other forms. Gases including air, nitrogen, argon and helium can be applied as

pressurized fluid so as to decompose the liquid metal bundle in gas atomization [14]. In other words, one can produce any form of metal and alloy powder which can be melted using the gas atomization method. In doing so, there are major factors at play, mainly the type of gas, its pressure, nozzle diameter and melting temperature. As the gas pressure is added, the temperature and viscosity of the molten material tend to drop, thereby allowing the formation of smaller powders [15].

2. Experimental Work

Experimental studies were carried out at the Gas Atomization Unit at Karabük University Faculty Manufacturing Engineering Department of Technology Faculty. The Gas Atomization Unit shown in Figure 1 consists of seven basic parts:

1. Melting furnace,
2. Atomization tower
3. Nozzle and nozzle holder
4. Powder collection unit
5. Gas sytem
6. Cyclones
7. Control panel

The melting furnace is designed and manufactured to operate continuously at approximately 1200 ° C. During the melting, gas inlet and outlet units are placed on the side of the melting furnace in order to form a protective gas in order to prevent the formation of oxide as soon as and after atomization

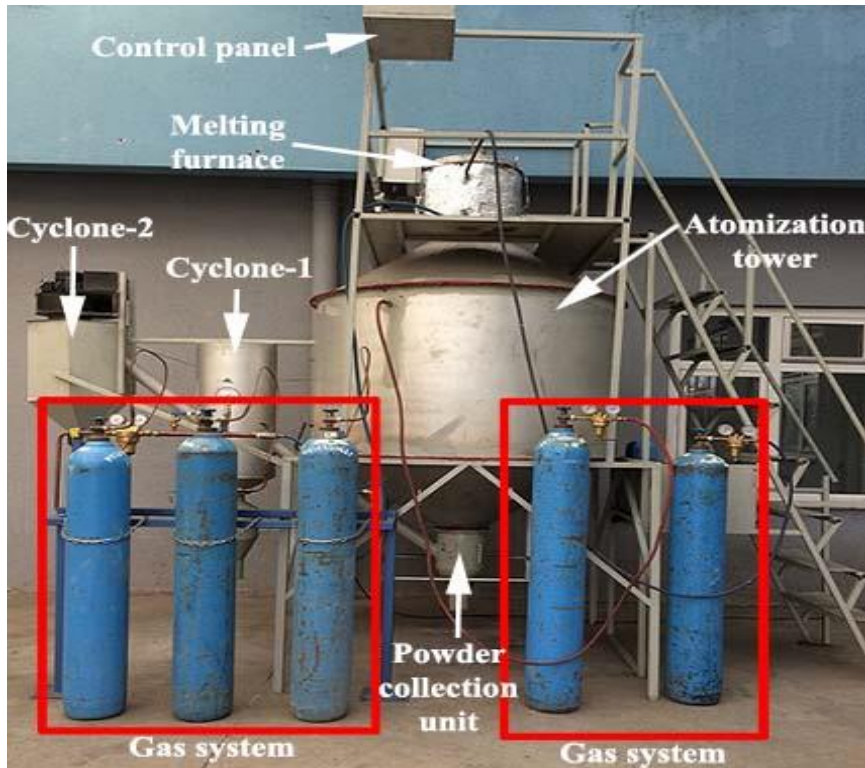


Figure 1. Gas atomization unit

In order to control the flow of the melted metal in the ladle Figure 2b, the worm screw system and the graphite stopper were used. The melting furnace is shown in Figure 2a.

Magnesium alloy AZ31 has a melting temperature of 620°C . The leakage temperature of the materials ranges between 150 and 200°C of melting temperature. For this reason, a minimum of 790°C , a maximum of 850°C and an average temperature of 820°C .

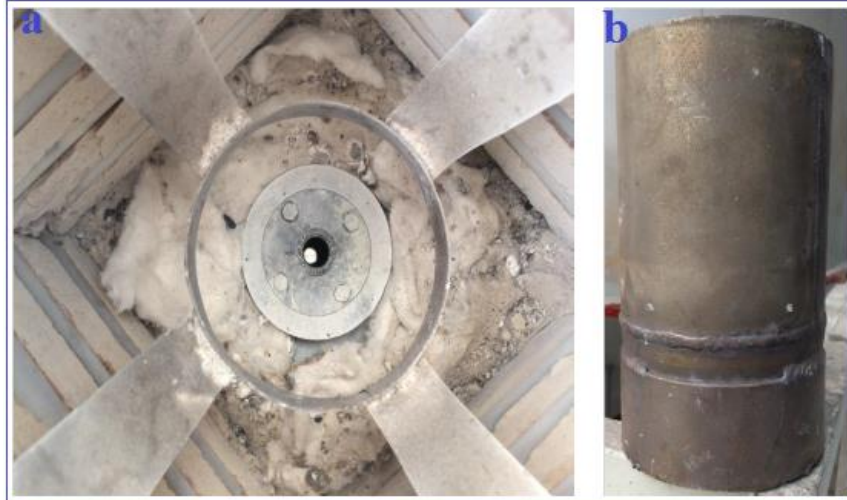


Figure 2. (a) Image of the interior of the melting furnace (b) Melting pot

The liquid metal was heated for one hour after reaching the required temperature, and the graphite plug with the helical screw system was manually turned up and the metal flow was ensured. During the metal melting process, argon gas was released at low pressure (about 2 bar) in the furnace to protect the dissolved metal against the onset of oxidation and combustion reaction.

The atomization tower of the Gas Atomization Unit is shown in Figure 3. The produced powders are collected in the powder collector located at the bottom of the atomization tower.



Figure 3. Atomization tower.

In order to atomize the liquid metal, a closely coupled supersonic nozzle holder with a circular hole is used in Figure 4a. Nozzle holder and nozzles are made of stainless steel.

The nozzle (Figures.4, a and b) is located on the nozzle holder in the furnace. Four different nozzles with diameters 2, 3, 4 and 5 mm were used. In closely matched systems, the heating of the nozzle is extremely important.



Figure 4. (a) Nozzle holder and Nozzle (b) Front view (c) Top view

If the nozzle is not heated sufficiently, the temperature of the melt metal at the nozzle end will decrease and the liquid metal flow will decrease. Uslan and Küçükarslan [20], in their study on the experimental investigation of gas atomized tin powder production parameters, the effect of back pressure at high pressures caused by molten metal. Therefore, the nozzle holder and nozzle used in this study were placed in the interior of the melting furnace to prevent the solidification of liquid metal in the nozzle. The test was carried out at nozzle diameter of 2,3,4 and 5 millimeters.

The produced powders are collected in the lower part of the atomization tower and in the lower part of the two cyclones connected in parallel to the powder collection unit Figure 5.



Figure 5. Powder collection unit.

The powder collector and cyclone are made of stainless steel. The powder collector is cylindrical, 400 mm high and 300 mm in diameter. Cyclone separator; it is made of a cylindrical diameter of 800 mm diameter and a diameter of 400 mm. After each experiment, the inside of the atomizing device and the cyclone were cleaned. The resulting powder was stored in desiccators to prevent oxidation. In the experiment, an argon pressure tube having an operating pressure of 200 bar was used as the atomizing gas. Three argon tubes are connected to the gas ramp to prevent gas pressure fluctuations and fluctuations when the gas pressure in the tube drops during the atomization process Figure 6. After the atomization process begins, the pressure reading in the gauge is considered to be the gas pressure. Figure 7 shows the pressure gauge used during the atomization process. Argon gas is used as the atomizing gas. The test was carried out at pressures of 35 bar.



Figure 6. Argon gas system.

Two cyclones connected in parallel with each other were used to evacuate the gas used in the atomization tower and to maintain fine

powder. The image of the cyclone is shown in Figure 8. In addition, a powder removal fan is used to remove fine powder. The power of the powder removal fan is 2,500 rpm. The powder we originally produced and what we call the roughest powders fall into the powder collector. Second, the average size of powder in the middle of the powder falls to the center. Finally, the finest powders fall through the powder fan to the last cyclone.



Figure 7. Manometer



Figure 8. Cyclones.

3. Atomization work

Gas-atomized AZ31 powder was produced using a closely matched circular perforated supersonic nozzle system during operation in a gas atomization device. During the atomization work, the liquid was superheated at AZ31 melting temperature (620 °C). The operations performed during the atomization work are listed below.

1. First, install the nozzle holder for the test at the bottom of the furnace.
2. Place the nozzle used in the experiment in the nozzle holder to provide flow between the pot and the nozzle holder.
3. Place the stainless steel pot on the nozzle in the oven.
4. The oven top cover is closed. A graphite plug having a stainless steel annular thread system that controls the flow of molten metal when the lid is closed is mounted in a manner to provide a seal for the center of the pot in the furnace.
5. During the metal melting process, argon gas is introduced into the furnace at a low pressure (about 2 bar) to protect the molten metal from the onset of oxidation and combustion reactions.
6. But about 50 g of AZ31 material in the ingot for each test, the AZ31 material was heated to 790, for one hour. The temperature of the melted material was measured by means of two thermocouples which were immersed into the stainless pot and were located outside the pot.
7. Argon gas was given at low pressures within the atomization tower 15 minutes before the atomization process to prevent the produced powders from reacting with air.
8. The atomization gas pressure was adjusted to the desired pressure with manometer and gas was sent to the nozzle.

9. It is ensured that the molten AZ31 alloy is flowing and atomized by argon gas by turning up the graphite plug with worm screw system. After the metal flow was completed, the gas flow was stopped and the atomization process was completed.

10. Powder collected in powder collector and cyclones are collected in desiccators. The powder collector, cyclones and atomization tower were cleaned for the next test. The installation of the unit was repeated and the above listed procedures were repeated for a new test. The basic principle of gas atomization and powder production is given in Figure 9.

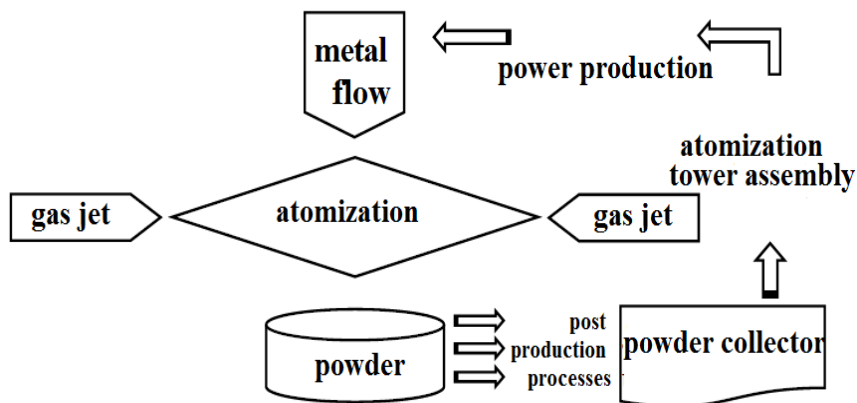


Figure 9. Gas atomization flow chart.

The atomization parameters of the AZ91 powders produced by the gas atomization method are given in Table 1.

Table 1. Powder production parameters

No	Melting metal temperature C°	Gas pressure bar	Nozzle diameter mm
S1			2
S2	790	35	3
S3			4
S4			5

3. Results and Discussion

The experiments were carried out at a constant temperature of 790 C°, 35bar and 4 different nozzle diameter (2,3,4,5 bar). Argon gas is used as the atomizing gas, and powder size analyses is performed with the Mastersizer 3000 model device. The working principle of the device is to throw red and blue laser lights on the sample. Then, the reflected and broken laser beams are examined using light detectors. The angle and intensity of the scattered light determines the particle size distribution of the sample. The dimensional values of the AZ31 alloy powders produced appear in Table 2 as Dv (10), Dv (50) and Dv (90). In addition, the influence of the gas pressure on the powder size is clearly seen in Figure 10. Nozzle is known to have an important influence on the powder size and shape in powder production using the atomization method. As shown in Table 2, the smallest nozzle diameter value in this study is 2mm.

Table 2. Particle size of AZ31 powders

Temperature (C°)	Gas Pressure (bar)	Nozzle Diameter (mm)	Dv (10) μm	Dv (50) μm	Dv (90) μm	Specific Surface Area (m ² /kg)
790	35	2	18.1	46	99.2	186.7
		3	28.1	66.1	146	117.8
		4	35.4	92.2	235	90.38
		5	41.3	119	296	68.1

When Table 2 and Figure 10 are examined, it can be seen that the powders produced are in the range of 18.1 to 203 μm , and that the smallest average powder size is obtained at 2mm diameter of nozzle which is 46 μm . A 10% portion of the powder produced under 2mm nozzle diameter is below 18.1 μm , while the remaining 90% consists of powder below 99.2 μm . At least 10% of the powders produced were found to be composed of powders sizes smaller than 10 μm , but these powders sizes were not measurable because they were plunged into the atomization towers and cyclones, or even to the containers in which the powders were stored. When the Specific Surface Area known as the area per kg in the literature is examined, it is seen that the area expands as the nozzle diameter decrease. It is known that the powders produced increase the press ability and sinter ability properties. As a result of experiments in the production of the AZ31 powder by gas atomization method, the effect of nozzle diameter is clearly seen. The SEM images given in Figure 10 reveal that the grain size of the powders produced in the vessel is increase.

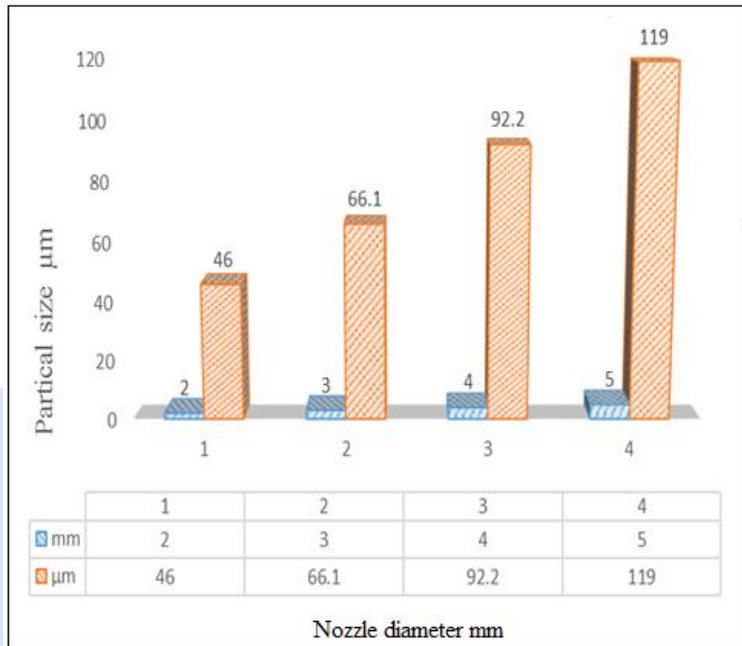


Figure 10. Dimensions of AZ31 powders produced at different nozzle diameter.

When examining Figure 10, it can be seen that due to the increase in nozzle diameter, the average powder size increases. The average powder size (Dv50) of the powder produced at 5mm diameter was 80.2µm, and the average powder size (Dv50) was reduced to 46 µm when the nozzle diameter was decreased to 2mm. In this study, an SEM image (100X) of powders produced from different nozzle diameter is given in Figure 11.

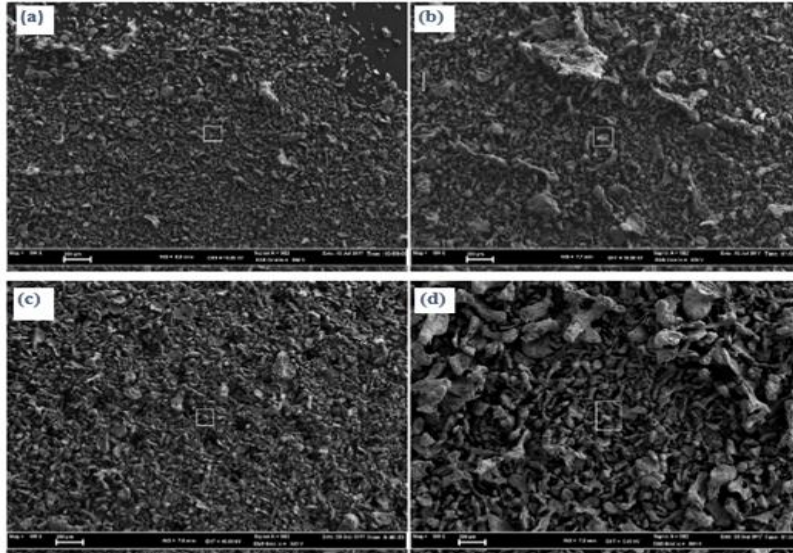


Figure 11. SEM images of powders (100X) at different nozzle diameter
(a) 2mm (b) 3mm (c) 4mm (d) 5mm.

As can be seen in Figure 11, the powder size increase with the increase of nozzle diameter. The reason for the increase in powder size due to the nozzle diameter can be explained as an increase in the average powder size value in powder production because of the lower energy transfer to the molten metal at higher nozzle diameter. It is understood from Figure 12 that the powders prepared are generally spherical, droplet, ligament, complex and flank

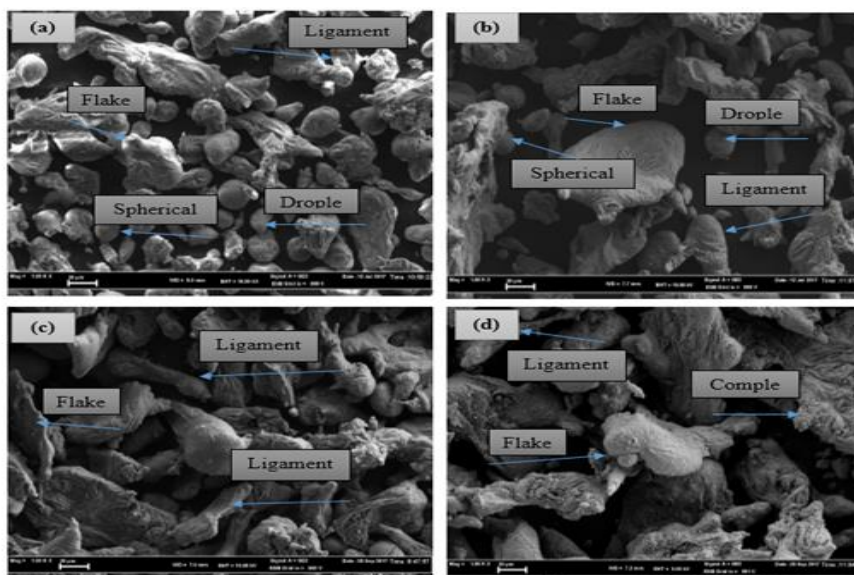


Figure 12. SEM images of the powders produced (1000X) at different nozzle diameter (a) 2mm (b) 3mm (c) 4mm (d) 5mm

As can be seen from the SEM images shown in fig. 12, the powder shaped spheres and droplets become ligaments and flanks, due to the increased nozzle diameter. In particular, the powder produced with 2mm of diameter and giving the SEM image in Figure 12a and b is significantly reduced, droplet and spherical. Examining Figures 12a and b, it can be seen that the powder has spherical and droplet shapes.

Table 3. Chemical (XRF) analysis results of the produced AZ31 alloy powder

Elements	Mg	Al	Zn	Mn	Si
Content (%)	94,71	2,75	1,62	0,61	0,22

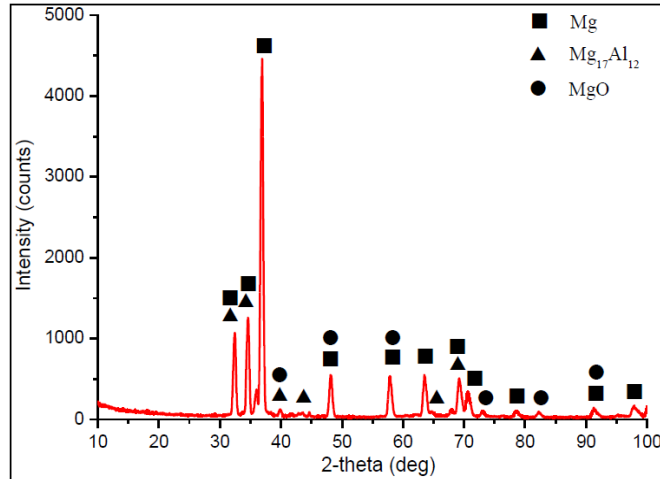


Figure 13. XRD pattern of AZ31

In the XRD pattern of the AZ31 alloy, Mg which is the α phase and the β phase were determined Figure 13. The AZ31 alloy, whose chemical analysis is presented in Table 3, contained 94,71 wt % Mg, 2,75 wt % Al, 1,62 wt % Zn, 0,61 wt % Mn, and 0,22 wt % Si. It is seen in the XRD results given in Figure 13, that Mg and Al combine to form $Al_{12}Mg_{17}$ precipitate during the solidification.

3. Conclusion

The following results were obtained in this study conducted on the characterization of AZ31 powder produced using the gas atomization method with different parameters:

- ✓ Powders in different shapes and sizes were obtained with this method. The smallest powder size occurs at 790°C, with a 2mm nozzle diameter and at 35 bar pressure.
- ✓ The powder size decreased as nozzle diameter decreased.

- ✓ With decreasing nozzle diameter, the powder shape changed from ligament, flake, and complex to droplet and spherical.
- 4. According to the XRD and XRF results, the produced AZ31 alloy powder was composed of α and β ($Al_{12} - Mg_{17}$) phases in the structure.

References

- [1].Mordike B.L., Ebert T., Magnesium Properties—Applications—Potential, Mat. Sci. Eng. A, 302, p: 37-45, 2001.
- [2].Fredrich H., S. Schumann, Research for a New Age of Magnesium in the Automotive Industry, J. Mat. Proc. Tech., 117, p: 276-28, 2001.
- [3].Furuya H., Kogiso N., Matunaga S., Senda K., Applications of Magnesium Alloys for Aerospace Structure Systems, Materials Science Forum, p: 341-348, 350-351, 2001.
- [4].Froes F.H., Eliezer, D., Aghion, E., The Science, Technology, and Applications of Magnesium. J. Mat. Proc. Tech., 50 (9), p: 30-34, 1998.
- [5].Chaffin G.N., J.E. Jacoby, Guidelines for Aluminum Sow Casting and Charging, The Aluminum Association, Washington, D.C.,1998.
- [6].Gray J.E., Luan B., Protective Coatings on Magnesium and its Alloys—A Critical Review, J. Alloys Compd., 336, p: 88-113, 2002.
- [7].Kaya R.A., Çavuşoğlu H., Tanik C., Kaya A. A., Duygulu Ö, Mutlu Z., Zengin E., Aydin Y., The Effects of Magnesium Particles on Posterolateral Spinal Fusion: An Experimental in Vivo Study in a Sheep Model, J. Neurosurg-Spine, 6, p: 141-149, 2007.

- [8]. Duygulu O., Kaya R.A., Oktay G. and Kaya A.A., Investigation on the Potential of Magnesium Alloy AZ31 as a Bone Implant, *Materials Science Forum*, 546-549, p: 421-424, 2007.
- [9]. Duygulu O., Kaya R.A., Oktay G., Berk C., and Kaya A.A., Can Magnesium Alloys be Used as Implants?- SEM Examinations from an in Vivo Study, 16th International Microscopy Conference, Sopporo, Japan, September 2006.
- [10]. Kaya A.A., Future of Magnesium: Applications in Transportation and Bone Surgery, 10th Int. Symposium on Advanced Materials (ISAM-2007), Islamabad, Pakistan, September 3-7, 2007.
- [11]. Kaya A.A., Kaya R.A., Witte F., and Duygulu Ö., Useful Corrosion- Potential of Magnesium Alloys as Implants, International Corrosion Engineering Conference, Seoul, Korea, May 20-24, 2007.
- [12]. Yildirim, Musa, and Dursun Özyürek. "The effects of Mg amount on the microstructure and mechanical properties of Al-Si-Mg alloys." *Materials & Design* 51 (2013): 767-774.
- [13]. G. Neite, K. Kubota, K. Higashi, F. Hehmann, Chapter 4- Magnesium-Based alloys, in: R.W. Cahn, P. Haasen, E.J. Kramer (Eds.), *Structure and Properties of Nonferrous Alloys*, vol. 8, 1996, pp. 113e212.
- [14]. Karagöz, Ş., Yamanoğlu, R., ve Atapek, Ş.H., "Metalik toz işleme teknolojisi ve prosesleme kademeleri açısından parametrik ilişkiler", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt:XXII, Sayı:3, 77-87 (2009).
- [15]. Oğuz, Ş; Öztürk, Z; Uzun, E; Kurt, A; Boz, M. Gaz atomizasyonu yöntemi ile kalay tozu üretiminde gaz basıncinin toz boyutu ve şekline etkisi. 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 2011, 565-568. rrr

- [16]. Uslan, İ. ve Küçükarslan S., “Kalay tozu üretimine gaz atomizasyonu parametrelerinin etkisinin incelenmesi”, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.**, Cilt 25, No (1): 1-8 (2010).

ISTJ

**SURFACE AND ADHESION PROPERTIES OF
METHACRYLIC/URETHANE GRAFT
COPOLYMERS**

Abdulfatah. M. Emhamed

Om Alrrabae Faculty of Sciences and Technology
Surman – Libya . email:- fatah.meh1960@gmail.com

Abstract:

Adhesion increased as the content of urethane macromonomers (Ums) increased in graft copolymer. The graft copolymer prepared using a high UM2 feed for both PMMA and PnBMA showed improved in adhesion compared to the pure methacrylate polymers. The adhesion was better whether for leather and for vinyl. Surface and adhesive properties were improved as the amount of UM2 content increased in the graft copolymer. Smaller contact angles result giving a surface with a higher surface energy and increase in T-peel strength was observed as the amount of UM2 content increased in the graft copolymer.

Key words: polyurethane – graftcopolymer- acrylic polymer – surface properties- adhesion

Introduction

Adhesion is the intermolecular action at the interface of two surfaces.¹ It's a multi-disciplinary topic which includes surface chemistry, physics, rheology, polymer chemistry, stress analysis polymer physics and fracture analysis. Describing the mechanism of adhesion in simple terms is difficult due the complexity and evolving understanding of the subject. A range of adhesion mechanisms are based variously on diffusion, mechanical, molecular and chemical and thermodynamic adhesion phenomena.²⁻⁵

Applications for polyacrylate homopolymers and polyurethanes have shown remarkable growth over the last years. Many industrial

applications require good adhesion properties and it is known that in general purpose adhesives, the favourites are: the monomeric acrylates, such as super glue, which cure from monomer to polymer, the acrylics in solvent,⁶ polyurethane in solvent^{7,8} or a moisture curing grade of polyurethane; two part epoxy resins^{9, 10} and finally emulsion based polyvinyl acetates,¹¹ commonly known as wood glue.¹²

The major market however, is solvent based and is dominated by acrylic using a low temperature solvent such as a MEK solvent mixture. PUs requires a higher boiling solvent, which can be as exotic as n-Methyl-2-pyrrolidone (NMP) where the solvent is mostly evaporated, the urethane heated and the two surfaces joined. This is a difficult high-tech glue to use, not generally accepted for household use.

In this study a graft, copolymer has the properties of both an acrylic and a urethane and then to increase the solubility of the urethane in a common solvent by it being pulled into solution by the acrylic part of the molecule. As the solvent evaporates two phases form and either phase can be continuous, but it is preferentially for price to have a continuous acrylic phase with nano inclusions of polyurethane, which means that either the acrylic or the urethane phase can associate with the surface to be glued. This we have proved previously in rolled steel research by mixing three urethanes with different functionality and finding enrichment of the correct one at the adhesive surface phase and enrichment of the correct one at the air surface phase and modulus improvement of the entire adhesive film by enrichment of the high modulus component in between these.¹³ This has also been proven in early polycarbonate bullet proof transparent sheets, where the soft silicone rubber required needed to be soft, but bond securely to the polycarbonate.¹⁴ Here block polymers of polycarbonate with

silicone were used with excellent bullet stopping effects, no easy delamination.

Theoretical and background

For any material, the molecules in the bulk have no net force acting on them, while the ones at the surface encounter a net force inward. For solids, this force is called as “surface free energy” (SFE) or surface tension and defined as the amount of energy required to change the surface area of a material by one meter square. Knowing the SFE value of a material, one can predict whether the material is wettable or not by a certain liquid. Solids, which have the similar or higher SFE than that of a liquid's SFE are wettable by that liquid.¹⁵ Contact angle (θ) of a liquid drop is the angle formed by the surface and the tangent of the drop at the point it touches to the surface. Contact angle indicates the strength of non covalent forces between the liquid and the first monolayer of the material. The liquid drop spreads on the solid and wets the surface, in case of strong interactions between phases.¹⁶ Zero contact angles mean a strong interaction between the phases and complete wetting by the liquids. SFE can be obtained by using different approaches.¹⁷ All these methods are based on contact angle measurements, but they may have discrepancies in the results.^{15,17} In this study the harmonic mean approaches was used to measure the surface tension of UM and its graft copolymers.

In the harmonic mean approaches The surface tension of polymer can be divided into a non-polar dispersion component, γ^d and the polar component, γ^p that is $\gamma = \gamma^d + \gamma^p$

The harmonic mean is Eq (1)

$$(1 + \cos \theta_i) \gamma_i = 4 \left[\frac{\gamma_i^d \gamma_s^d}{\gamma_i^d + \gamma_s^d} + \frac{\gamma_i^p \gamma_s^p}{\gamma_i^p + \gamma_s^p} \right] \quad (1)$$

If the subscript 1 expresses water, the surface tension, dispersion component, and polar components of water are: $\gamma_1 = 72.8$, $\gamma_1^d = 22.1$, $\gamma_1^p = 50.7$. If the subscript 2 expresses glycerol, the surface tension, dispersion component, and polar component of glycerol are: $\gamma_2 = 64$, $\gamma_2^d = 34$, $\gamma_2^p = 30$.

According to the above mentioned parameters and the contact angle θ_i of water on the surface of polymer and glycerol on the surface of polymer as well as the harmonic mean Eq. (1), two simultaneous equations can be obtained, one from the polymer and water, the other from the polymer and glycerol. The dispersion component γ_s^d and polar component γ_s^p of each polymer can be gained by solving the two simultaneous equations.

Contact angle (θ_i) for a sessile drop, is defined by the tangent at the air /liquid/ solid line of contact and line of contact and line through the base of liquid drop where it contacts the solid.¹⁸ Each contact angle was calculated by the following equation:

$$\text{Contact angle } (\theta) = 2 \times \tan^{-1}(h/r) \quad (2)$$

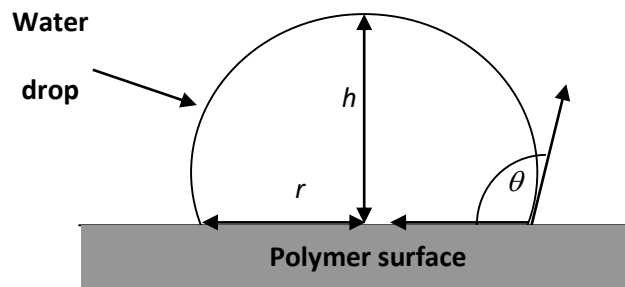


Figure 1: Image of a water drop showing the height and radius used in determination of the contact angle θ .

Experimental Materials

Any consideration of adhesion mechanisms requires information about the physical and chemical properties of the adhering surfaces and the delamination surfaces in cases where adhesion has failed in use or as a result of mechanical testing. Urethane macromonomers (UM1 and UM2) and all their graft copolymers (PMMA-g-UM and PnBMA-g-UM2) were described previously. Glycerol ($\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$) was product of Merck. Deionized water (DDI, from a Millipore milli-Q purification system) and silicon oil (SA Silicones)

Optical contact measurement

Sample films were prepared by melt pressing at temperatures between 40 and 200 °C. A 1 μl drop of water or glycerol was placed onto the sample film and the magnified image was captured using a Nikon SMZ-2T (Japan), model VCC 250C digital video camera. Figure1 shows a cartoon of a captured image. Included on the image are the parameters used to determine the static contact angle

according to the relationship in Equation 1 below. PVR- plus software was used for imaging along with an Able Image analyzer (μ -labs) version V3.6, which enabled determination of the lengths associated with contact angle calculation. For the statistical approach, at least five (mostly 8) values were measured for each liquid. Drops which had unsymmetrical forms (difference between the angles at both sides being higher than 5°) were excluded. The temperature of the environment was fixed at 20°C . The contact angle results are given in Table [1](#).

Surface energy measurement

The surface energy of urethane macromonomers and methacrylic /urethane graft copolymer was determined via measurements of contact angles of a set of testing liquids (i.e. re-distilled water, glycerol). The drop of the testing liquid ($V = 1 \mu\text{l}$) was placed on the polymer surface, and a contact angle of the testing liquid was measured. The surface energies of the polymer were evaluated by harmonic mean equation. In the calculations two simultaneous equations can be obtained, one from the polymer and water, the other from the polymer and glycerol and Windows Excel program were used.

Adhesive preparation

The samples were prepared by dissolving PMMA, PnBMA, and their graft copolymers which have high percentages of UM2 content (UM1 copolymer only dissolved in a strong solvent like NMP i.e. MEK was/is not a good solvent for this adhesive) into a solvent comprising 50 wt % THF 25 wt % acetone and 25 wt % ethanol and the solid content of the sample was 35 wt %.

Peel test

The substrates used for peel tests i.e. commercial leather or vinyl were cut and the dimensions of the substrates were 8 cm × 2 cm for the T- peel test. However, the adhesive coating area was 6 cm long. The sample of copolymer/solvent glue was then placed on the commercial leather or vinyl to form the testing sample which was conditioned at room temperature using a pressure of a 5 Kg weight on the test piece.

A T-peel test was carried out using a Universal Testing Machine (UTM) (LLOYD Instruments-Model LRX 5) at a rate of 50 mm/min at room temperature, the Scotch tape of width 2.5 cm was stuck over a length of 4.0 cm on the sample polymer film. Care was taken to see that there were no air gaps or wrinkles and was kept under a pressure of 1.0 kg for 10 min. The T-peel test was carried out after fixing one end of the sample in one jaw and the Scotch tape end with other piece of sample adhered to it in the other jaw. T-peel strengths are reported as force of peel per millimeter of sample width. For more accuracy the T-peel test was repeated 5 times for each sample and the average T-peel strength was recorded. Table 6.3 shows calculation of peel strength of commercial vinyl and leather for the two synthesized graft copolymers containing different amounts of UM2.

Results and discussion

Optical contact angle analysis (OCA) is a surface sensitive technique which allows the surface energy of the investigated sample to be measured. The contact angle results are given in Table 1. In general, a polar and non-polar liquid are dispensed onto the sample surface with the angle that the liquid makes with the surface (as measured through the liquid) being recorded. Smaller contact angles indicate a more wetting surface with a higher surface energy and therefore a greater work of adhesion.¹⁹ As surface energy and

wettability are related to adhesion, OCA provides an indirect measure of adhesion, allowing for the comparison between the work of adhesion and direct adhesion methods. The contact angle results are given in Table [1](#)

Figure 2 (a to d) shows the contact angles of re-distilled water deposited on the surface of graft copolymer surface films vs UMs content. The contact angles of water in Figure 2 (a) to (d) decreased by increasing the amount of UM which was incorporated into the PMMA or PnBMA backbones. The contact angles of PMMA-g-UM1 copolymers decrease from 96.19° for only PMMA, to 72.91° for 40.4 wt % of UM1 in the graft copolymer and the contact angle of PnBMA-g-UM1 copolymers decrease from 95.13° for only PnBMA, to 75.02° for 42.55 wt % of UM1 in the graft copolymer. On other hand the contact angles of PMMA-g-UM2 copolymers decrease from 96.19° for only PMMA, to 79.46° for 36.50 wt % of UM2 in the graft copolymer and the contact angle of PnBMA-g-UM1 copolymers decrease from 95.1° for only PnBMA, to 78.84° for 38.00 wt % of UM2 in the graft copolymer. Since the surface energy of PMMA and PnBMA lower than the surface energy of UM1 and UM2; the PMMA or PnBMA segments migrate away from the top of the surface to leave a hydrophilic-enriched layer that can interact with the water. Micro-phase separation in graft copolymers occurs even at relatively low UMs content due to dissimilarity between the chemical structures of the PMMA or PnBMA,

Table 1: Contact angle values of synthesized polymer

Sample code	UM% (wt %)*	Contact angle (θ_1) H ₂ O
UM1	100	74.2
PMMA	0	96.2
G10M1 (PMMA-g-UM1, 10 wt % UM1 feed ratio)	4.3	91.2
G25M1	19.2	83.5
G55M1	40.4	72.9
PnBMA	0.0	95.1
G10B1 (PnBMA-g-UM1, 10 wt % UM1 feed ratio)	4.2	89.1
G25B1	18.8	81.3
G55B1	42.6	75.0
UM2	100	75.1
PMMA	0	96.2
G10M2 (PMMA-g-UM2, 10 wt % UM2 feed ratio)	3.1	90.1
G25M2	20.4	85.2
G55M2	36.5	79.5
PnBMA	0	95.1
G10B2 (PnBMA-g-UM1, 10 wt % UM2 feed ratio)	6.2	90.1
G25B2	17.0	87.6
G55B2	38.0	78.8

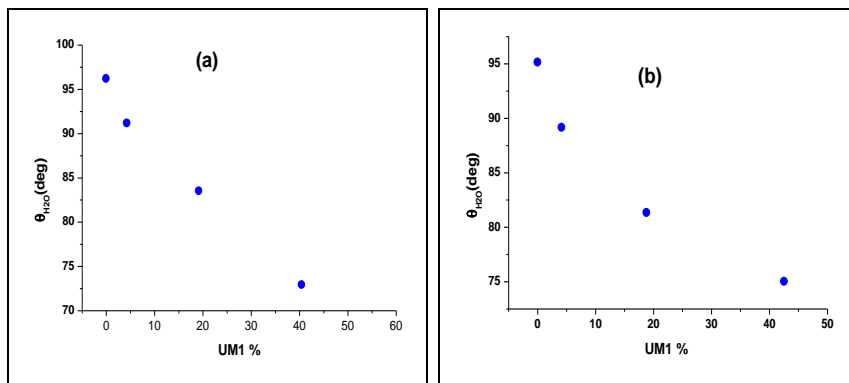


Figure 2: Contact angles of water vs the content of urethane macromonomer in graft copolymerization (a) Contact angles of water vs. UM1/MMA content (b) Contact angles of water vs. UM1/n-BMA content

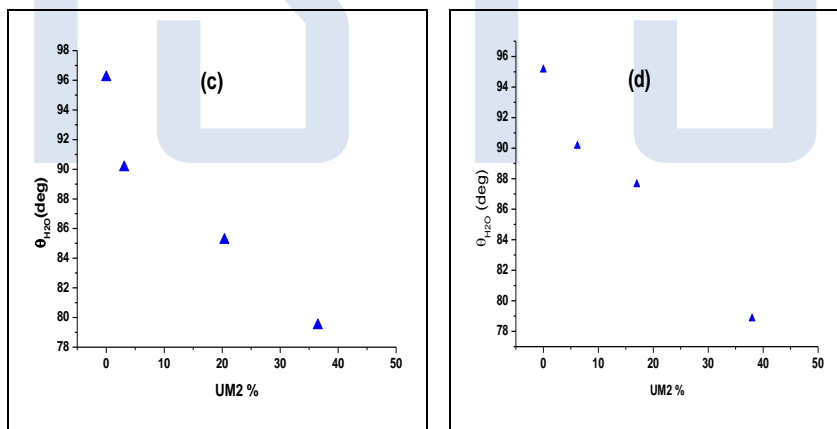


Figure 3: Contact angles of water vs the content of urethane macromonomer in graft copolymerization (c) Contact angles of water vs. UM2/MMA feed ratio (d) Contact angles of water vs. UM2/n-

BMA content.

The dependencies of the surface energy and its polar component on the graft copolymers were determined by the harmonic mean method vs. the content of the UMs incorporated in the graft copolymer are shown in Table 2. This table lists the surface tensions of each polymer measured by contact angle method, where the subscript 1 expresses water, the subscript 2 expresses glycerol.

Table 2: Contact angles and surface tensions for synthesized polymer

Sample code	θ_1	θ_2	γ_s^d	γ_s^p	γ_s (mN.m ⁻¹)
UM1	74.2	62.2	26.1	9.8	35.9
PMMA	96.19	84.5	20.7	2.4	23.1
PnBMA	95.13	83.2	21.6	2.5	24.1
G55M1	72.91	73.4	4.9	26.5	31.4
G55B1	75.02	74.5	5.8	23.4	29.2
Sample code	θ_1	θ_2	γ_s^d	γ_s^p	γ_s (mN.m ⁻¹)
UM2	75.13	67.2	21.7	11.2	32.9
G55M2	79.46	75.9	9.1	25.5	25.5
G55B2	78.84	78.7	4.8	21.6	26.4

Table 2 shows that, the surface energy of all synthesized graft copolymer increase significantly with the concentration of UMs. The surface energy of PMMA-g-UM1 copolymers increases from 23.14 mN.m⁻¹ for only PMMA, to 31.42 mN.m⁻¹ for 40.44 wt % of UM1 in the graft copolymer and the surface energy of PnBMA-g-UM1 copolymers increases from 24.07 mN.m⁻¹ for only PnBMA, to 29.23 for 42.55 wt % of UM1 in the graft copolymer. On other hand the surface energy of PMMA-g-UM2 copolymers increase

from 23.14 mN.m⁻¹ for only PMMA, to 25.52 mN.m⁻¹ for 36.50 wt % of UM2 in the graft copolymer and the surface energy of PnBMA-g-UM1 copolymers increase from 24.07 mN.m⁻¹ for only PnBMA, to 26.43 mN.m⁻¹ for 38.0 wt % of UM2 in the graft copolymer. This indicates that the phase separated phases need much longer relaxation times for the urethane component to play a decisive role by rising to the surface.

In addition, the increase in the polar and decrease in the dispersive forces of surface energy in much the same order, is much more remarkable. It says that the surfaces become more hydrophilic with increasing polar share as expected, i.e. the contact angle of water drops falls due to the better wetting (as the UM content into graft copolymer increases). High energy values are favorable for wetting a surface. Polar interactions due to dipoles also have much higher bonding energies than dispersion forces; so that one can also expect high polar energy contributions to lead to a good adhesion. In other words smaller contact angles indicate a more wetting surface with a higher surface energy and therefore a greater work of adhesion.

Figure 3 shows the dependence of the T-peel strength of the adhesive joint of the methacrylate/urethane graft copolymer vs. content of UM2 using commercial vinyl or leather as substance in the T-peel test. It is seen that the peel strength of the adhesive joint of the methacrylate/urethane graft copolymer increases with growth in UM2 content in the whole concentration range. The facts that peel strength of the adhesive joints increases with increase in UM2 content reflect the modulus increase of the adhesion. Figure 3. (a) shows the dependence of the peel strength of adhesive joint PMMA/UM2 graft copolymer vs. content of UM2 using commercial vinyl or leather as substance in the T-peel test. A maximum value is observed for the PMMA/UM2 graft copolymer at 36.5 wt % of UM2 in both leather and vinyl. Comparing PMMA

with PMMA-g-UM2 copolymer containing 36.5% of UM2 shows that the peel strength of the adhesive joint to commercial vinyl or leather increased 1.4 and 1.9 times respectively. The increase of peel strength to the maximum value is attributed to the modulus increase as well as the increasing wettability of the adhesive which enhances the peel adhesion property of the adhesive. The final increase in the UM2 content decreases the compatibility of copolymer parts of PMMA and UM2 as reflected by the higher peel strength. Similar observation is also obtained for PnBMA/UM2 graft copolymer. Figure 3 (b) shows the dependence of the peel strength of the adhesive joint of the PnBMA/UM2 graft copolymer vs. content of UM2 using commercial vinyl or leather as substance in T-peel test. Comparing PnBMA homopolymer with PnBMA-g-UM2 copolymer containing Figure.0% of UM2 shows that the peel strength of adhesive joint to commercial vinyl or leather increased 1.2 and 1.2 times respectively. This increase in the peel strength is due to increasing wettability of the adhesive which enhances the peel adhesion property of the adhesive. All the peel strength results for all the synthesized PnB-methacrylate/UM2 graft copolymers and which contain different amounts of UM2 are shown in Table 3. The main increase is probably because of the modulus (stiffness) increase as the UM2 content increases.

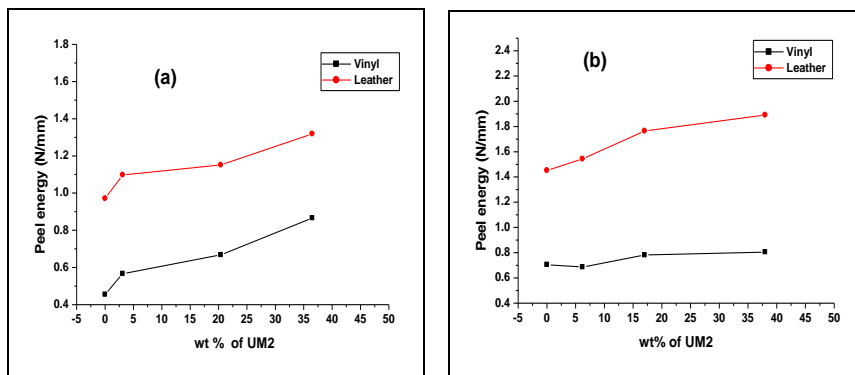


Figure 3: Peel strength of (a) PMMA-g-UM2 (b) PnBMA-g-UM2 versus UM2 content.

Table 3: Peel energy of commercial vinyl and leather for synthesized graft copolymer containing different amount from UM2.

	Sample code	UM2 incorporated into copolymers as	Force (N)	width	Peel energy (N/MM)	Force (N) (Leather)	width (MM)	Peel energy (N/MM)
PMMA-g-UM2	PMMA	-	4.545	20.2	0.455	10.39	21.4	0.971
	G10M	3.1	5.87	20.7	0.567	11.09	20.2	1.098
	G25M	20.4	7.23	21.0	0.668	11.98	20.8	1.151
	G55M	36.5	9.576	22.1	0.866	13.33	20.1	1.319
PnBMA-g-UM2	PnBMA	-	6.95	19.7	0.705	14.34	19.7	1.452
	G10B	6.2	7.32	21.3	0.687	15.82	20.5	1.543
	G25B	17.0	7.85	20.1	0.781	16.91	20.2	1.764
	G55B	38.0	9.13	22.8	0.805	19.58	20.7	1.891

Conclusions

The surface, modulus (stiffness) and the adhesive properties improved as the amount of the UM incorporated in the methacrylate/urethane graft copolymer increased.

- (a) Values of the contact angles of the water decreased by increasing the urethane macromonomer content in the methacrylate/urethane graft copolymer i.e. wets easier, more hydrophilic and stiffer.
- (b) Surface tension increased by increasing the urethane macromonomer content in methacrylate/urethane graft copolymer.
- (c) A maximum value of peel strength is also observed with the maximum UM2 content in the methacrylate/urethane graft copolymer.

References

- [1]. Poisson, C.; Hervais, V.; Lacrampe, M.; Krawczak, P. *J. Appl. Polym. Sci.* **2006**, 101, 118.
- [2]. Beholz, B.; Aronson, C.; Zand, A. *Polymer* **2005**, 46, 4604.
- [3]. Qin, R.; Schreiber, H. *Colloids Surf* **1999**, 156, 85.
- [4]. Lippert, T.; Dickinson, J. *Chem. Rev.* **2003**, 103, 453.
- [5]. Sathyanarayana, M.; Yaseen, M. *Progr. Org. Coat.* **1995**, 26, 275.
- [6]. Dunky, M.; Pizzi, A. *Appl. Surf. Chem.* **2002**, 23, 1039.
- [7]. Somani, K.; Kansara, S.; Patel, N.; Rakshit, A. *Int. J. Adhes. Adhes.* **2003**, 23, 269.
- [8]. Desai, S.; Patel, J.; Sinha, V. *Int. J. Adhes. Adhes.* **1990**, 10, 225.
- [9]. Raftery, G.; Harte, A.; Rodd, P. *Int. J. Adhes. Adhes.* **2009**, 29, 580.
- [10]. Davis, G. *Int. J. Adhes. Adhes.* **1990**, 10, 263.
- [11]. Haaga, A.; Geeseya, G.; Mittleman, M. *Int. J. Adhes. Adhes.* **2006**, 26, 177.
- [12]. Frihart, C. R., *Hand book of Wood Chemistry and Wood Composites*, CRC: USA, 2005; p 216.

- [13]. Mequanint, K. MSc thesis, University of Stellenbosch, South Africa, December. 1997.
- [14]. Biron, M., *Thermoplastics and Thermoplastic Composites*. Elsevier Science Publishing Company 2007; p 217..
- [15]. Cantin, S.; Bouteau, M.; Benhabib, F.; Perrot, F. *Colloids Surf* **2006**, 276, 107.
- [16]. Kaczmarek, H.; Kowalonek, J.; Szalla, A.; Sionkowska, A. *Surf. Sci.* **2002**, 507, 883.
- [17]. Ozcan, C.; Hasirci, N. *J. Appl. Polym. Sci.* **2007**, 108, 438.
- [18]. Bascom, W. D. *Adv. Polym. Sci* **1988**, 85, 89.
- [19]. Maier, G., Operating manual OCA, Germany: Dataphysics Instruments 2002.

Development of Centralized PID Control by decoupling of a Boiler Turbine unit

Mahmood M Olwane¹, Ahmed F.Mahmoud Zrigan²,

Department of Electronics Engineering-Higher Institute of Engineering
professions-Tripoli¹

Department of Electrical and Electronic Technology-Higher Institute of
Science and Technology-Tripoli²

amwajal@hotmail.com¹ , AhmedZrigan@yahoo.com²

Abstract

T

his paper presents approach to design PID controllers for multi-input and multi-output (MIMO) systems. The suggest control strategy, which is central control, mix between of PID controllers. The proportional gains in the P controllers as tuning parameters of (SISO) with a view to modify the behaviour of the process nearly independently. The idea design procedure consists a decoupler including integral action is an identified, the decoupler is PID controllers, the proportional gains are tuned in order to achieve the best-specified performance. The proposed technique is applied to representativeness processes.

Keywords: Boiler turbine unit, MIMO PID controller, IAE, ISE, ITAE, ITSE Methods, control by decoupling, antiwind-up techniques.

الملخص

تقدم هذه الورقة مقارنة لتصميم أجهزة التحكم PID للأنظمة متعددة المدخلات والمخرجات المتعددة. إستراتيجية التحكم المقترحة ، والتي هي التحكم المركزي ، تخطط بين وحدات تحكم PID. المكاسب المتناسبة في وحدات التحكم P كمتغيرات ضبط لإشارة الدخل وإشارة الخرج- بهدف تعديل سلوك العملية بشكل مستقل تقريباً. فكرة التصميم إجراء يتكون من جهاز decoupler بما في ذلك إجراء متكامل يتم تحديده ، و decoupler هو

وحدات تحكم PID ، يتم ضبط المكاسب التناسبية من أجل تحقيق الأداء المحدد بشكل أفضل. يتم تطبيق التقنية المقترحة على عمليات التمثيل .

I. INTRODUCTION

The main part in thermal energy station is boiler, which leads essential role in steam generation. A boiler -Turbine ensures system high-pressure steam to rotate turbine in generation electric power. The benefit of the boiler–turbine system control is to management the load demand of electric power while saving the pressure and water level in the drum within the limits tolerance. This boiler–turbine system is usually modeling with a multi-input– multi-output (MIMO) nonlinear system [1]. With a view to achieve a improvement performance .The control of the unit must be performed out by the design of multivariable control system .

Actually, to control at the same time many actions with strong couplings, excuse the use multivariable control .There are many interested research in the area of control in boilers and turbine unit and the use of many ways in the area of boilers , at the same time, there are many well-known and complex models, inspired by the models manufactured specifically for tests. Can be used control system for any model form must be taken into account the coupling between singular boilers subsystems.

Generally, most industrial processes are multivariable systems. Two-input two-output (TITO) system is one of the most prevalent categories of multivariable systems, because there are real processes of this nature or because complex process has been decomposed in 2×2 blocks[1, 2, 3, 4] with non negligible interactions between its inputs and outputs.

When the interactions in different channels of the process are modest, a diagonal controller (decentralized control) is often adequate. Nevertheless, when interactions are significant, a full matrix controller (centralized control) is advisable. The Figs. 1 and 2 show two different approaches of centralized control for MIMO processes. The first of them uses a pure centralized strategy, with nine $k_{ij}(s)$. The second, in Fig. 2, uses a decoupling network with nine $d_{ij}(s)$. In distributed control systems it is possible to build it from library components, but it is necessary to coordinate manual to automatic mode changes (or automatic to manual) in every pair of PID blocks.

Lieslehto, in [6], presented an $n \times n$ centralized control and its particularization to PID controllers based on Internal Model Control (IMC) SISO design. A more experimental work [7] approaches the multivariable PID controller tuning as an optimization problem, where it is necessary to define the desired closed loop transfer function matrix. Both works present several limitations. There is another important reason to research ways of dealing with interaction at the loop level [1]. Model predictive control (MPC) is becoming the standard technique to solve multivariable control problems in the process industry. However practically all MPC systems are operating in a supervisory mode with sampling times that are longer than in the PID controllers at the lower level. And there are some difficulties in dealing with the interaction at the MPC level because the bandwidths of the MPC loops are limited. Therefore, the centralized control using PID controllers, the advantage of using PID controllers is their ease of implementation and tuning, while the advantage of other controllers is their performance improvement. There is always a trade-off between ease to use and cost to implement and tune. The block diagram in Fig. 1

has received considerable attentions in both control theory and industrial practice for several decades using a decentralized PI or PID [2].

This paper consider the application of multivariable PID controller to boiler- turbine unit in [8] wich is a full matrix (centralized control) designed by the metdolg of "decoupling controlle [10] .

The centralized control depicated in fig 1,fig 2 has been shown instead of decentralized control (diagonal control) because of significant interaction of boiler -turbine behaviour.a conditioning of anti wind up stratege has been incorprorated in the contoller implementation in order to get better response.

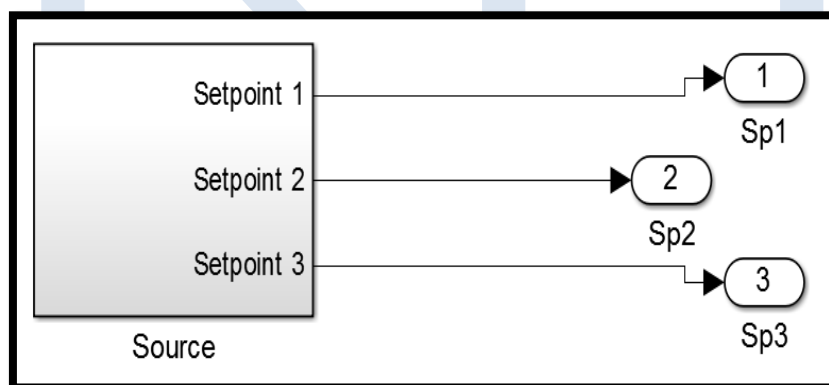


Figure (1-a):- 3x3 Source a unity feedback control structure

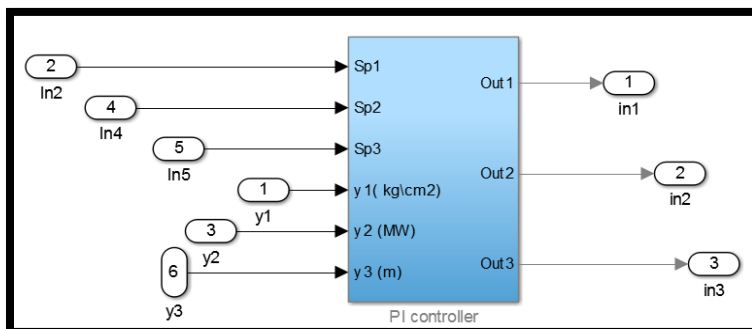


Figure (1-b):- 3x3 PI controller to a unity feedback control structure

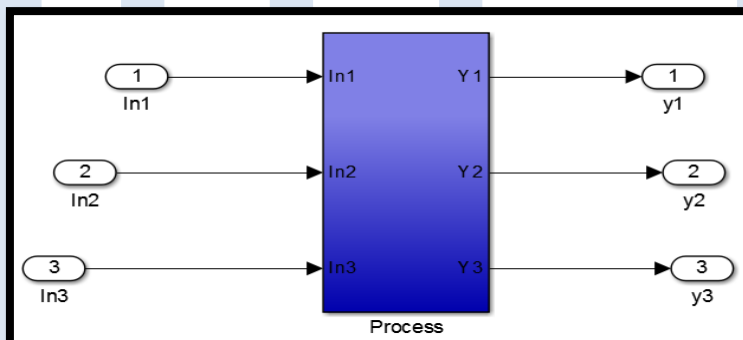


Figure (1-c):- 3x3 Process to a unity feedback control structure

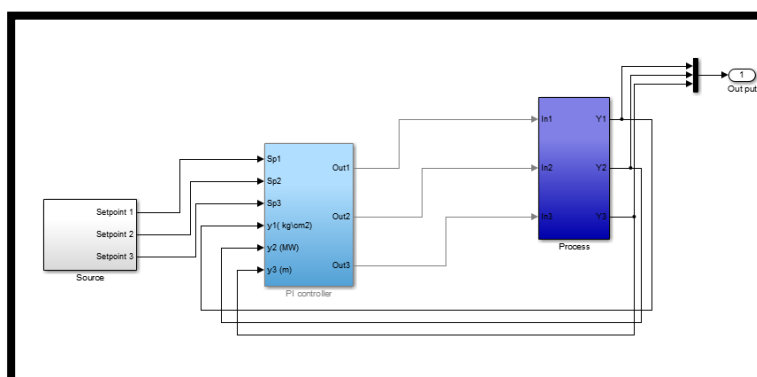


Figure (1-d):- 3x3 unity feedback control structure

II. BOILER–TURBINE SYSTEM MODEL

A. Nonlinear Boiler–Turbine System Model

In this paper the model assumed was developed by Bell and Aström [7] which is real plant of boiler–turbine system. The model represents a 160 MW oil-fired drum-type boiler-turbine generator for overall wide-range simulations and is described by a third-order MIMO nonlinear state equation as follows [7]:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -0.0018u_2x_1^{9/8} + 0.9u_1 - 0.15u_3 & (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{x}_2 = (0.073u_2 - 0.016)x_1^{9/8} - 0.1x_2 & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{x}_3 = \frac{141u_2 - (1.1u_2 - 0.19)x_1}{85} & (3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_1 = x_1 & (4) \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_2 = x_2 & (5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_3 = 0.05(0.1307x_3 + 100a_{cs} + \frac{q_e}{9} - 67.975) & (6) \end{cases}$$

Where the three inputs u_1 , u_2 , and u_3 are the valve positions for fuel flow, steam control, and feed- water flow, respectively. The y_3 , drum water-level L , is calculated using two algebraic calculations α_{cs} and q_e that are the steam quality (mass ratio) and the evaporation rate (kilograms per second), respectively. and they are given by

$$\alpha_{cs} = \frac{(1+0.001538x_3)(0.8x_1-25.6)}{x_3(1.0394-0.0012304x_1)} \quad (7)$$

$$q_e = (0.854u_2 - 0.147)x_1 + 45.59u_1 - 2.51u_3 - 2.096 \quad (8)$$

The three inputs u_1 , u_2 , and u_3 are normalized positions of valve actuators that control the mass flow rates of fuel, steam to the turbine, and feed water to the drum, respectively. Positions of valve actuators are constrained to $[0, 1]$, and their rates of change per second are limited to the following constraints

$$0 \leq u_i \leq 1 \quad i = 1,2,3 \quad ; \quad |\dot{u}_1| \leq 0.007 \quad ; \quad -2 \leq \dot{u}_2 \leq 0.02 \quad ; \quad |\dot{u}_3| \leq 0.05$$

The linear control design for the unit in the paper takes the linearized model at the operating point

$$x^0 = \begin{pmatrix} 108 \\ 66.65 \\ 428 \end{pmatrix}, u^0 = \begin{pmatrix} 0.34 \\ 0.69 \\ 0.436 \end{pmatrix}, y^0 = \begin{pmatrix} 108 \\ 66.65 \\ 0 \end{pmatrix}$$

The result of the linearization is as follows

$$\dot{\bar{x}} = A\bar{x}(t) + B\bar{u}(t) \quad (9)$$

$$\bar{y} = C\bar{x}(t) + D\bar{u}(t) \quad (10)$$

A =

$$\begin{bmatrix} -0.0025 & 0 & 0 \\ 0.0694 & -0.1 & 0 \\ -0.0067 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

B =

$$\begin{bmatrix} 0.9 & -0.349 & -0.15 \\ 0 & 14.155 & 0 \\ 0 & -1.398 & 1.659 \end{bmatrix} \quad (12)$$

C =

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0.0063 & 0 & 0.0047 \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0.253 & 0.512 & -0.014 \end{bmatrix} \quad (14)$$

Then, a simple algebraic operation with Laplace transform gives transfer functions as follows:

$$Y(s) = [C(sI - A)^{-1}B + D]U(s) \quad (15)$$

$$Y(s) = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & G_{13} \\ G_{21} & G_{22} & G_{23} \\ G_{31} & G_{32} & G_{33} \end{bmatrix} U(s)$$

Then the linearized model is given by following transfer function matrix $G(s)$

$$G_{11} = \frac{0.9}{(s + 2.509e - 3)} \quad (16)$$

$$G_{21} = \frac{0.062482}{(s + 0.1)(s + 2.509e - 3)} \quad (17)$$

$$G_{31} = \frac{0.2533(s + 0.2874)(s - 3.864e - 3)}{s(s + 2.509e - 3)} \quad (18)$$

$$G_{12} = \frac{-0.34904}{(s + 2.509e - 3)} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} G_{22} &= \frac{14.1555(s + 7.969e - 4)}{(s + 0.1)(s + 2.509e - 3)} \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} G_{32} &= \frac{0.51192(s - 15.13e - 3)(s + 7.004e - 4)}{(s + 2.509e - 3)} \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} G_{13} &= \frac{-0.15}{(s + 2.509e - 3)} \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} G_{23} &= \frac{-0.010414}{(s + 0.1)(s + 2.509e - 3)} \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} G_{33} &= \frac{-0.014(s - 0.4868)(s + 3.539e - 3)}{s(s + 2.509e - 3)} \end{aligned} \quad (24)$$

B. Step-Response Model With Linearization

The most cases of designing boiler-turbine control systems assumed that the exact mathematical model is given, therefore, the linearization of the nonlinear mathematical model is used to design the linear controller [10]–[13]. With this assumption, the step-response model can be developed with the familiar linearization technique. In this paper, instead of the physical experiment a virtual experiment was performed to develop the step-response model by applying step inputs to the plant described by the linear model One of the important issues in the process test is the amplitude of the step. In general, large step input drives the process output to

nonlinear region, while the response of small step input is concealed in noise and disturbance signal.

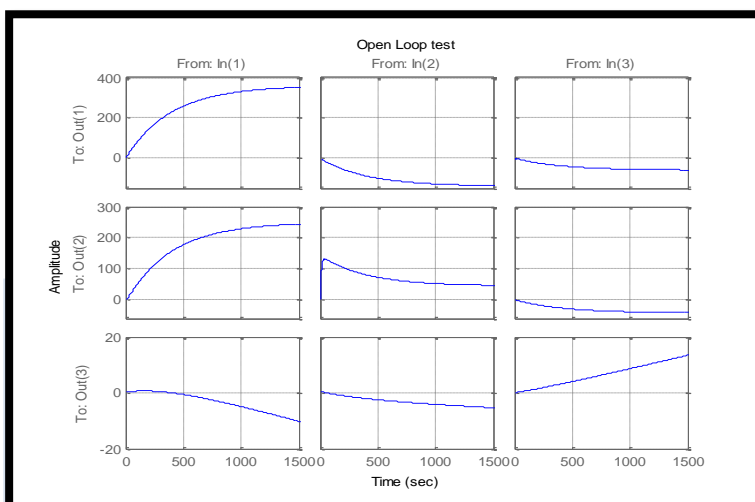


Figure (3): Open loop test for the system

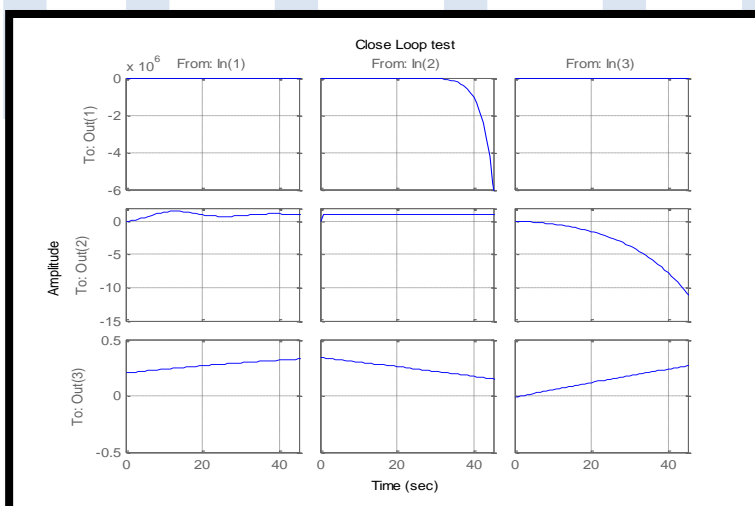


Figure (4): Close loop test for the system

III. PID Decoupling Control

In fig 3,4 applied the step unit on the linear model(open ,closed loop) to find out the effect of step input size are applied PID decoupling control consider the conventional unity output feedback 3x3 [14] control system in fig 1,2 where 3x3 processes given by

$$G(s) = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & G_{13} \\ G_{21} & G_{22} & G_{23} \\ G_{31} & G_{32} & G_{33} \end{bmatrix}$$

where the process is controlled by control law depending on the error signal, such as it shown in fig1,2 This is ;

$$\begin{bmatrix} u_1(s) \\ u_2(s) \\ u_3(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11}(s) & k_{12}(s) & k_{13}(s) \\ k_{21}(s) & k_{22}(s) & k_{23}(s) \\ k_{31}(s) & k_{32}(s) & k_{33}(s) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1(s) - y_1(s) \\ r_2(s) - y_2(s) \\ r_3(s) - y_3(s) \end{bmatrix}$$

where $k(s)$ is the 3x3 full-cross coupled multivariable transfer matrix of the controller The paradigm of " decoupling control" [15-17] propose to find a $K(s)$ such that the closed loop transfer matrix

$G(s) * K(s) * [I + G(s) * K(s)]^{-1}$ is decoupled over some desired bandwidth. This goal is ensured if the open loop transfer matrix $L(s) = G(s) * K(s)$ is diagonal. For this reason, the techniques used in decoupling over some desired bandwidth. It is a method based on successive SISO tuning that does not suppose any additional constraint to obtained controllers (except for their decentralized structure) neither to the transfer functions matrix. This matrix can include the transfer functions of only the process or also including the decoupling net. The method allows a decoupling matrix to be included between the plant and the controllers.

In literature there are different decoupling methods: Lineal decoupling (Desphande, 1989) is most extended method. In this, the decoupling matrix try to eliminate interactions from all loops, obtaining following elements for a 3x3 system.

$$d_{11} = 1, d_{12}(s) = -\frac{g_{12}(s)}{g_{11}(s)}; d_{13}(s) = -\frac{g_{13}(s)}{g_{11}(s)};$$

$$d_{21}(s) = -\frac{g_{21}(s)}{g_{22}(s)}, d_{22} = 1; d_{23}(s) = -\frac{g_{23}(s)}{g_{22}(s)}, d_{31}(s) = -\frac{g_{31}(s)}{g_{33}(s)}$$

$$d_{33} = 1, d_{32}(s) = -\frac{g_{32}(s)}{g_{33}(s)}$$

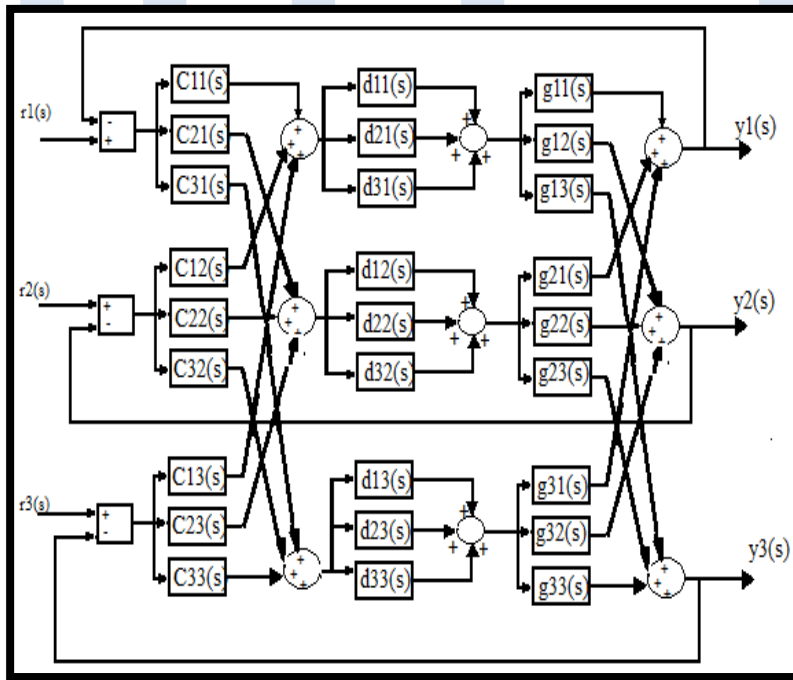


Figure (2):-3x3 centralized control combining a decoupler

IV . Anti-windup strategy

In order to avoiding the windup in the PI controllers, the simple anti-windup scheme in Fig. 5 is implemented This scheme, which is used for monovariable PID controllers, is based on back-calculation (Åström and Hägglund, 2006). It uses an input constraint model inside the controller, where input saturations and slew-rate limits are considered. When the saturated input is different from the PI output, the controller works in tracking mode following the saturated signal

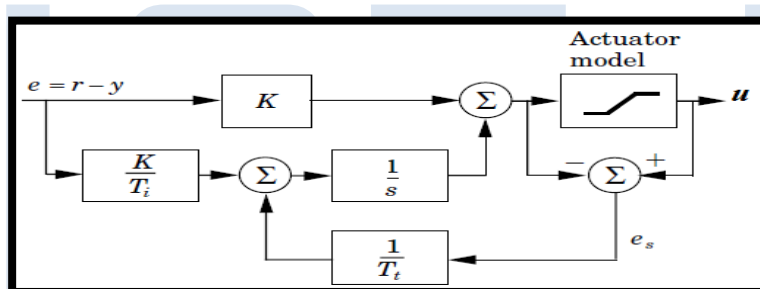


Figure (5): Anti-windup technique for a PI controller.

V. SIMULATION RESULTS

The control system and the process model were simulated with MATLAB in a personal computer environment . analyze The SISO PID Boiler Control System of Fig1,2 is prepared to test any controller for step change in the steam pressure set point and for time variant load level conditions. The procedure to follow is similar to the multivariable case and two types of experiments have been considered. For the single-loop boiler control problem, four individual indexes have been proposed in order to compare the controllers. The MATLAB program Boiler_SISO Control_Evaluation. and the function Boiler SISO. are provided

to help this testing. In order to understand the performances of the multivariable PI controller the behavior of the boiler- turbine unit system was shown. Figure 5,6 7, and 8 show that the response tried to become stable on an acceptable time with the use of the decoupled PI control. The decoupling of inputs in order to avoid the influence of great interaction ,hard constraints ,and rate limits imposed on the actuator. The indexes are the Integrated Absolute.

Error (IAE) ,(ITAE),(ITSE), taking into account that the steam pressure and the water level have their respective setpoints . parameters shows the ability of this control strategy to compensate errors.

The experimental results and the PI simulation prove the efficiency of the proposed control algorithm. The developed strategy is robust and easy to implement and adapted to the developed system model.

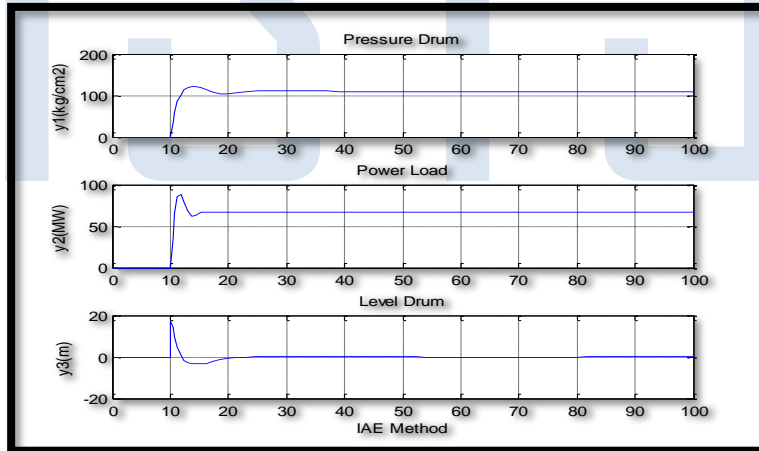


Figure (6): Responses of system from nominal operating point to a 'near' operating point.

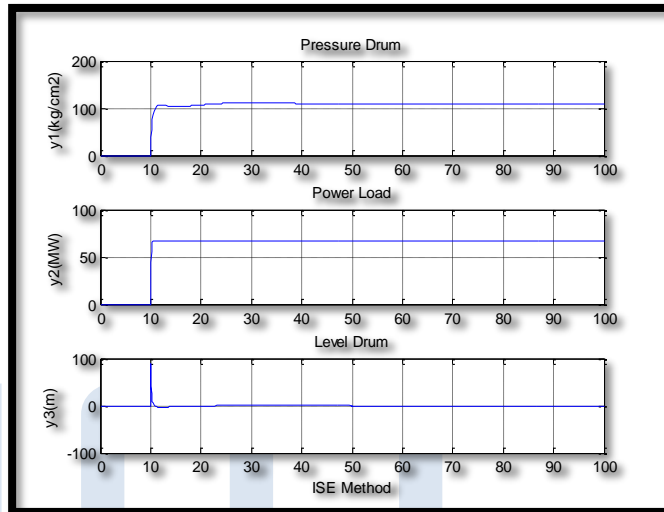


Figure (7): Responses of system from nominal operating point to a 'near' operating point.

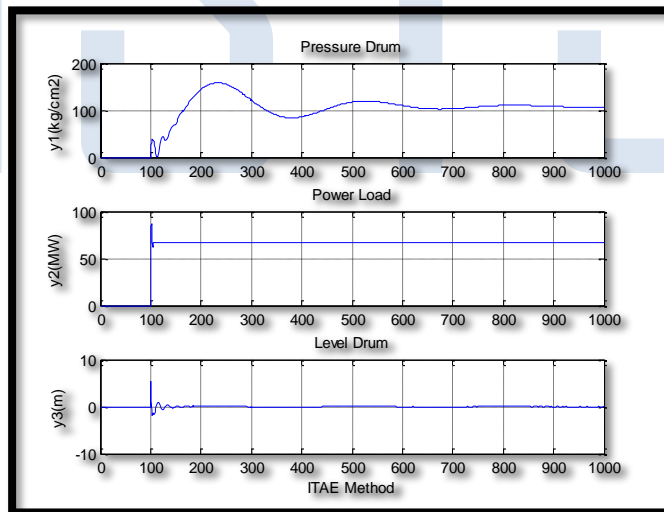


Figure (8): Responses of system from nominal operating point to a 'near' operating point.

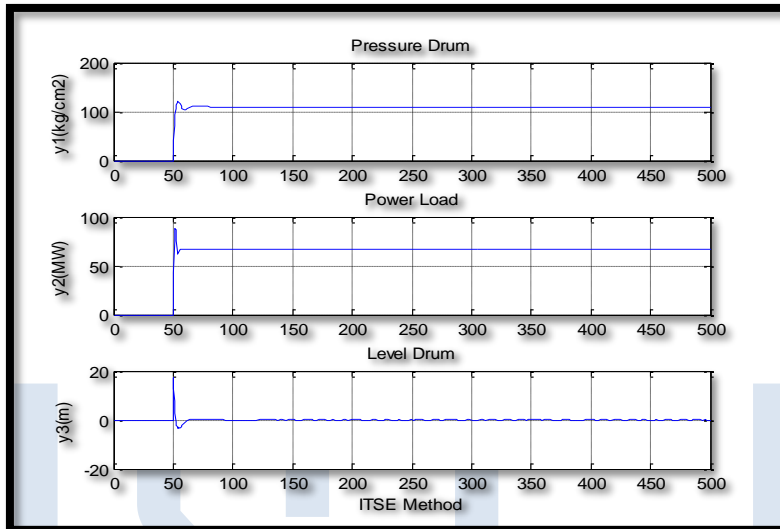


Figure (9): Responses of system from nominal operating point to a 'near' operating point.

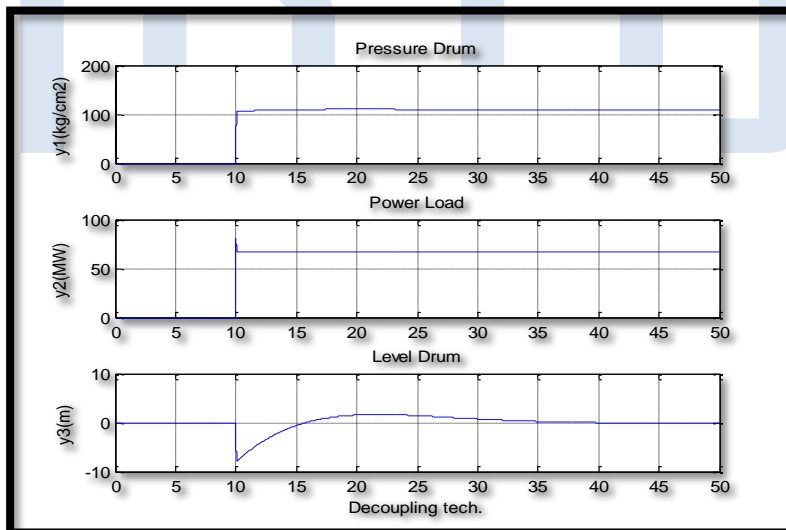


Figure (10): Responses of system: with Decoupling.

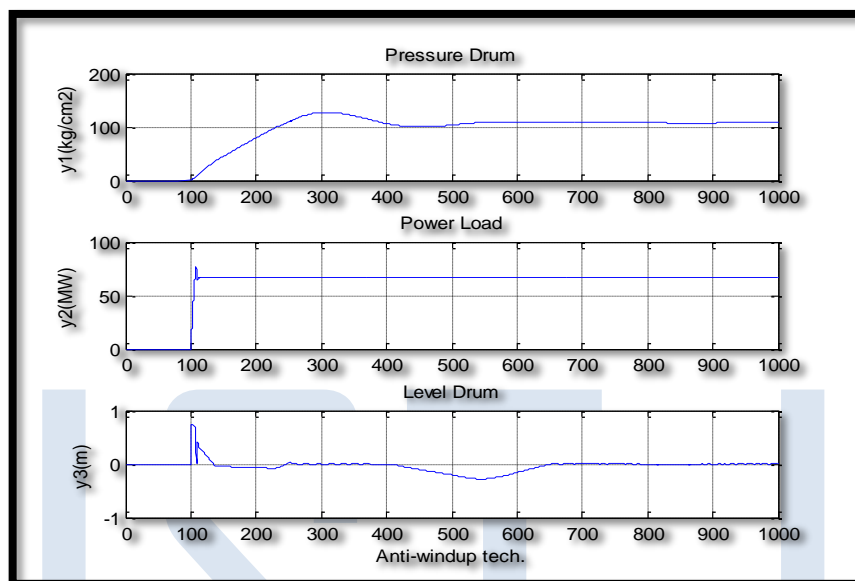


Figure (11): Response of system: with Anti windup.

VI .Conclusions

A new methodology for designing 3x3 PID controllers has been presented. First, a decoupler with integral action is designed. Next, the decoupler is approximated by a PID network. In this way, the resulting full matrix controller can be easily implemented in commercial control systems. It is a method based on successive SISO tuning that does not suppose any additional constraint to obtained controllers (except for their decentralized structure) neither to the transfer functions matrix. This matrix can include the transfer functions of only the process or also including the decoupling net. The methodology obtaining good results. The most relevant aspect of the new methodology has been shown in simulation.

REFERENCES

- [1] Aström, K. J.; Johansson, K. H.; Wang, Q. (2002): Design of decoupled PI controllers for two-by-two systems. IEE Proceedings control theory and applications 2002, vol 149; part 1, pp. 74-81.
- [2] Vázquez, F.; Morilla, F.; Dormido, S. (1999): An iterative method for tuning decentralized PID controllers. Proceeding of the 14th IFAC World Congress, pp. 491-496.
- [3] Vázquez, F. (2001): Diseño de controladores PID para sistemas MIMO con control descentralizado. Tesis doctoral. UNED, 2001.
- [4] Vázquez, F.; Morilla, F. (2002): Tuning decentralized PID controllers for MIMO systems with decoupling. Proceeding of the 15th IFAC World Congress, pp. 2172- 2178.
- [5] Lieslehto, J. (1996): MIMO controller design using SISO controller design methods. Proceeding of the 13th IFAC World Congress, pp. 169-173.
- [6] Wang, Q. G.; Hang C. C.; Zou, B. (1996): A frequency response approach to autotuning of multivariable PID controllers, Proceeding of the 13th IFAC World Congress, pp. 295-300.
- [7] R.D.Bell and K. J. Astrom, "Dynamic models for boiler-turbine-alternator units: Data logs and parameter estimation for a 160 MW unit," Lund Inst. Technol., Lund, Sweden, Rep. TFRT-3192, 1987.
- [8] Wang, Q. G. (2003): Decoupling Control. Lecture Notes in Control and Information Sciences; 285. Springer- Verlag. Garrido, J., Vázquez, F., and Morilla, F. (2010). Centralized inverted decoupling for TITO processes. Proceedings of IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation.

- [9] Garrido, J., Morilla, F., and Vázquez, F. (2009). Centralized PID control by decoupling of a boiler-turbine unit. Proceedings of the 10th European Control Conference, 4007-4012.
- [10] R. Cori and C. Maffezzoni, "Practical optimal control of a drum boiler power plant," *Automatica*, vol. 20, pp. 163–173, 1984.
- [11] G. Pellegrinetti and J. Bentsman, " H_∞ Controller design for boilers," *Int. J. Robust Nonlinear Control*, vol. 4, pp. 645–671, 1994.
- [12] A. Ben-Abdenmour and K. Y. Lee, "A decentralized controller design for a power plant using robust local controllers and functional mapping," *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 11, no. 2, pp. 394–400, Jun. 1996.
- [13] W. Tan, H. J. Marquez, and T. Chen, "Multivariable robust controller design for a boiler system," *IEEE Trans. Contr. Syst. Technol.*, vol. 10, no. 5, pp. 735–742, Sep. 2002.
- [14] [9] Garrido, J., Morilla, F., and Vázquez, F. (2009).
- [15] Wang, Q. G.; decoupling controllers .lecture notes in control and information sciences;285 spreinger-verlag,2003
- [16] TLin, w.Zhang, and, F. Gao," Analytical decoupling control ,strategy using a unity feedback control structure for MIMO processes with tune delay "journal of processcontrol,vol,17pp173-186 ,2007.
- [17] Morilla, F., Vázquez, F., and Garrido, J. (2008). Centralized PID control by decoupling for TITO processes. Proceedings of 13th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, 1318-1325.

Effect of Deep Cryogenic Treatment on Wear Resistance and Hardness of Die Tool Steels (AISI D2 & AISI P20)

Adel. M. Burakhis² – Mohamed. M. Salem¹ – Ibrahim. K. Husain¹

a_burkhis@yahoo.com mmohelby@gmail.com ibrahimzg@yahoo.com

1 The Advanced Center of Technology, Tripoli – Libya

2 The Nuclear Research Centre, Tripoli – Libya

الملخص

الهدف من البحث هو دراسة تأثير المعالجة الحرارية عند درجات حرارة زمهريرية (-196) لفترات تصل إلى 20 ساعة على سلوك البلى والصلادة لنوعين من الصلب الكربوني. إن فترات المعالجة الحرارية تمت بين مرحلة التصليد والتطبيع المزدوج. حيث أظهرت النتائج أن معدل البلى للصلب الكربوني منخفض الكربون أعلى من معدل البلى للنوع الآخر والذي يدل على أن مقاومة البلى للنوع المنخفض الكربون هي الأعلى. في حين كان تأثير المعالجات الحرارية على خاصية الصلادة واضحا بالنسبة للصلب الكربوني مرتفع الكربون.

المقارنة بين النتائج المتحصل عليها تم دعمها بالاختبارات المجهرية والرسومات البيانية التي توضح التحسن الملحوظ في قيمة الصلادة ومقاومة البلى بعد المعالجة الحرارية الزمهريرية بالنسبة للصلب الكربوني مرتفع الكربون خصوصا عندما تمت المعالجة الزمهريرية مباشرة بعد التصليد وقبل التطبيع، حيث وجد إن نسبة تحول الأوستنيت المتبقي إلى مرتسيت عالية مقارنة بطرق المعالجة الأخرى.

Abstract

The aim of this study is to investigate the effect of deep cryogenic treatment (DCT) at -196°C, 20 hrs. On wear behavior and hardness of AISI D2 and AISI P20. The heat treatment cycles were investigated by carrying out DCT between hardening and double

tempering. The results obtained from the preliminary analysis showed that the wear rate for AISI P20 tool steel is higher than that of the wear rate of AISI D2 which led to better improvement in term of wear resistance of AISI D2 tool steel. The influence of DCT on hardness of tool steels were also investigated and the increase of hardness of AISI D2 was more obvious compared to AISI P20. A comparison of the two results reveals an improvement of hardness and wear resistance in deep cryogenic treatment DCT process of AISI D2 compared to AISI P20 for certain soaking time which was observed by micro-structural examination. In addition, it was more pronounced when it's carried out immediately after hardening and before tempering where the transformation of retained austenite was high lighten by means of enhanced destabilization of martensite.

Keywords: Deep cryogenic treatment (DCT), Conventional heat treatment (CHT), Retained austenite, Wear resistance, Microstructure, Tool life, (AISI D2 : high carbon , AISI P20 : low carbon) .

I. INTRODUCTION

Tool steel is a versatile material that can be referred to a variety of carbon and alloy steels that are particularly well-suited to be made into tools. Their suitability comes from their distinctive hardness, resistance to abrasion. Tool steels are broadly divided into six categories like cold work, shock resisting, hot work, high speed, water hardening, plastic mold and special-purpose tool steels. Cold work tool steels(high carbon high chromium) that exist among them and it is the most important category, as they are used for many types of tools, dies and other applications where high wear resistance and low cost are needed.[1]

In recent years, there has been an increasing amount of literature on the effects of cold treatment on the steels, particularly on the tool steels. Cold treatment is generally classified into two types either so called "sub-zero treatment" at temperatures down to about -80°C or "deep cryogenic treatment" at liquid nitrogen temperature-196°C.

More recent evidence shows that the wear resistance is further enhanced by virtue of cryogenic treatment at liquid nitrogen temperature [2, 3].

Several researchers believed that there are two mechanisms to improve the mechanical properties of the work that has been treated cryogenically. Firstly, the mechanism is attributed to the transformation of retained austenite to martensite. Secondly, to initiate the nucleation sites for precipitating a large number of fine carbides in the matrix of martensite. [4, 5]. Cryogenic treatment commonly referred to as cryotreatment, is an add-on process to the conventional heat treatment of tool/die steel. It consists of controlled cooling of conventionally hardened steel specimens to some selected cryogenic temperature -50°C to -196°C and holding there for sufficiently long duration 20hrs to 75 hrs before being heated back to the ambient temperature at a predetermined rate for subsequent tempering treatment. It is different from the age-old cold treatment, which is carried out in between -60°C and -80°C and without any significant duration of soaking at the lowest temperature of treatment [6, 7, and 8].

Due to the cryogenic treatment, the problems occurred in conventional heat treatment is reduced by controlled transformation of the retained austenite into martensite, which is essential to many types of component. Deep Cryogenic treatment in tool steels causes the precipitation of finely dispersed carbides in martensite and also converts soft unstable austenite to martensite. In some research paper they find a high density of dislocations after deep cryogenic of AISI H13 hot work tool steel. The same effect was observed by other authors, which found a finer and more homogeneous carbide precipitation in different tool steels after DCT [9]. Cryogenic treatment improves wear resistance, hardness, toughness, resistance to fatigue cracking, microstructure of metal (retained austenite to martensite), dimensional stability, and decrease in residual stresses.

II. EXPERIMENTAL WORK

A. Materials

The experiments were conducted using a representative samples of AISI D2 and P20 tool steel for studying the effect of deep cryogenic treatment on wear behavior and hardness, where the chemical composition of the selected specimens are listed in table (1). The selected specimens material were cut from bar 45mm diameter with 10mm thickness and stationary block dimension of 55mm x 30mm x 10mm were machined according to the testing standards (ASTM G77) wear test block on ring.

Table 1. Chemical composition of the AISI D2 steel (Weight %)

Element	AISI D2	AISI P20
C	1.54	0.41
Mn	0.38	1.5
Cr	12.4	0.2
Mo	0.69	0.3
Si	0.39	0.3
P	-	0.03
S	-	0.03
V	0.8	-

B. Heat Treatment Process

The material selected for this work was subjected to various heat treatment as per ASTM 681-A with respect to a soaking time for deep cryogenic treatment at 20 hrs; a summary of heat treatment cycle studies is shown in table (2).

Table (2) Heat treatment cycle for AISI D2&P20 tool steel

AISI	Heat treatment cycle
P20	Hardening (850°C for 1/2hr) → Quenched in oil (60°C for 1hr) - Deep cryogenic (-195°C) for (20hrs) → double tempering (200°C for 1hr).
D2	Pre heating (650°C for 1/2hr) → Austenized (1040°C for 1/2hr) → Quenched in oil (60°C for 1hr) → Deep cryogenic(-195°C) for (20hrs) → double tempering (200°C for 1hr).

In the first stage of the process, all the specimens were hardened at the austenitization temperature in separate way for half an hour then quenched in oil as per ASTM 681-A, then after cooled to a room temperature, the specimens were placed in a heating furnace at 60°C for 15 minutes. The purpose of hardening was to increase the hardness and toughness of tool steel. The cryogenic treatment is carried out with deep freezing using locally made cry- processor system as shown in Figure (1), the temperature were Monitored and regulated using Fluke (53 II) digital thermometer with data logging (-200°C to +1372°C). The cryogenic process was done by uniform cooling of the samples to -195°C and holding at this temperature for a soaking time of 20 hrs followed by a uniform heating to room temperature.

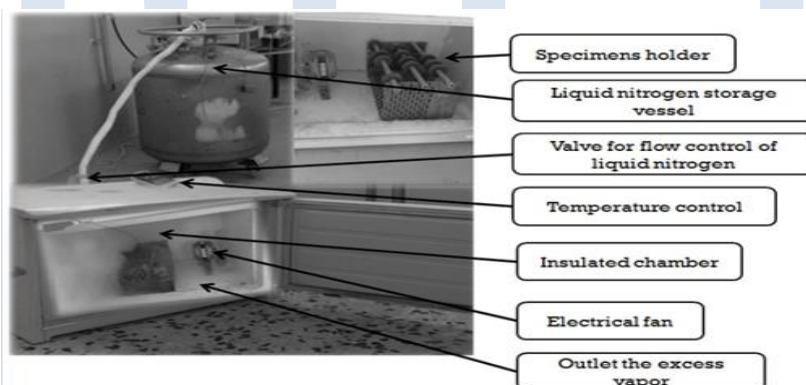


Figure. 1 The Experimental set up for Deep Cryogenic.

III. Mechanical Testing

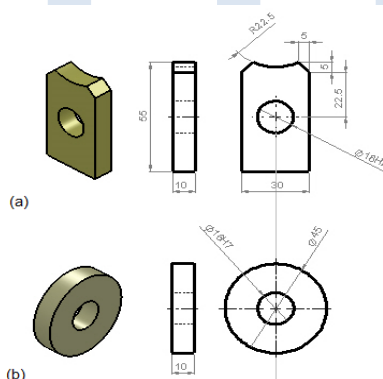
A. Hardness Measurement

The hardness tests were carried out according to ASTM standard E18-15, an average of five measurements conducted using Rockwell hardness tests with selected force of 150 kg-f, and the hardness of the as received and processed specimens were measured using hardness test machine (Officine Galileo) at the Advanced Center of Technology.

B. Wear Test

For this study, the block on ring wear test system ASTM G77 was selected and used to explore the effect of deep cryogenic treatment on wear behavior of AISI D2 &P20 tool steel. The wear testing machine (Make Amsler type A-135) was used. This system consists of a block as stationary specimen and the ring as rotational specimen, the block has a shape of a plate with a concave recess which radius conforms to that of the ring. Wear test measurements were performed using a standard test method for ranking the resistance of materials to sliding wear using Block-on ring wear test with lubricant oil (15w40) at room temperature in according to ASTM G77 (Approval 2010). The dimensions of block are 10mmx30mmx55mm where the diameter of the ring was 45mm as in Figure (2). Both Block and ring were treated with the same heat treatment. For this test the following parameters were selected;

1. Test load = 1000N
- 2.
3. The Sliding distance 1018 meters at 20 minutes
4. The rotation speed $N = 360$ RPM
5. Total sliding distance = 5090 meter.
6. The interval duration time = 20 min



Dimensions in mm

Figure.2 Wear test work pieces : (a) Block specimen, (b) ring specimen [10].

IV. RESULTS and DISCUSSION

A. Hardness study

The hardness tests of tool steel specimens which subjected to deep cryogenic treatment DCT was carried out as per ASTM standard, where the hardness of both hardened Tool steels (AISI P20, AISI D2) as received registered reading (52.1, 57.2) respectively. The experimental Rockwell hardness number data measured both materials after DCT were plotted as shown in Figure (3).

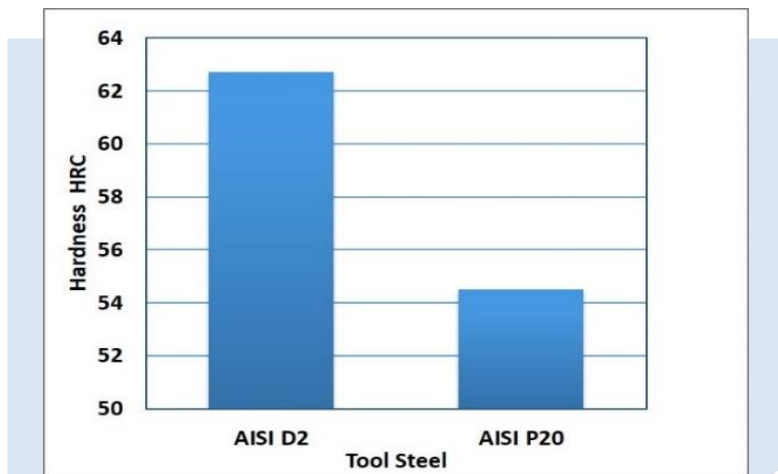


Figure.3 Hardness test of tool steels after DCT.

From figure (3), it can be clearly seen that high hardness obtained for AISI D2 tool steel compared with P20 tool steel, it seems possible that these results are due to the transformation of retained austenite to martensite, which means an improvement by few percent of hardness as a result of DCT process. In fact, the retained austenite is a major factor for the cryogenic treatment in tool steel. Therefore, some retained austenite is still present even after DCT, which transformed during the tempering process, and the chromium and molybdenum carbides precipitate from retained austenite, decreasing its content of carbon and alloying elements

favoring transformation into martensite which can result in increase in hardness. This arises from the transformation of retained austenite on DCT and from the enhancement of carbide precipitation in martensite.

B. Wear Study

To study the effect of DCT on wear behavior the discontinuous course of the test been applied in order to evaluate wear resistance by mass loss measuring method. According to ASTM G77 (reapproved 2010) the wear rate is supposed to be determine after the interval sliding distance in (g/m). The effect of DCT at 20 hrs of AISI D2 showed less weight loss compared to AISI P20 tool specimen as shown in figure (4).

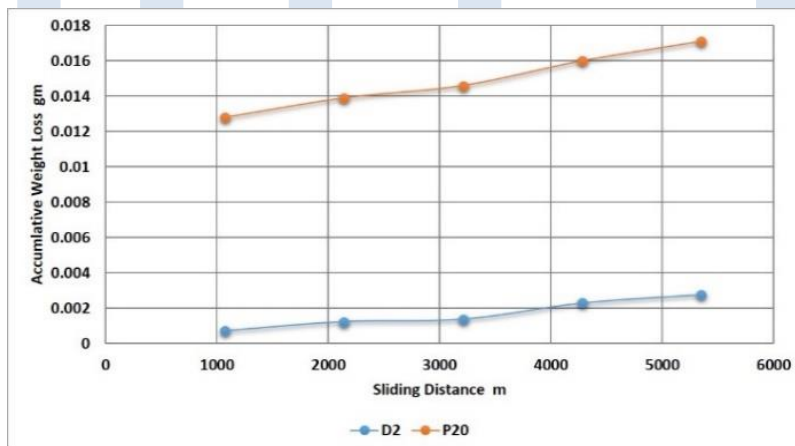


Figure 4. Accumulative weight loss vs. sliding distance

The results show highest wear rate reduction of D2 tool steel as plotted in figure (5) which is indicate of high wear resistance obtained for AISI D2 compared to P20 tool steel. This improvement of wear resistance refer to better microstructure characteristics of the cryogenically treated martensite which promoted by double tempering and evolution offine carbide precipitation in the matrix.

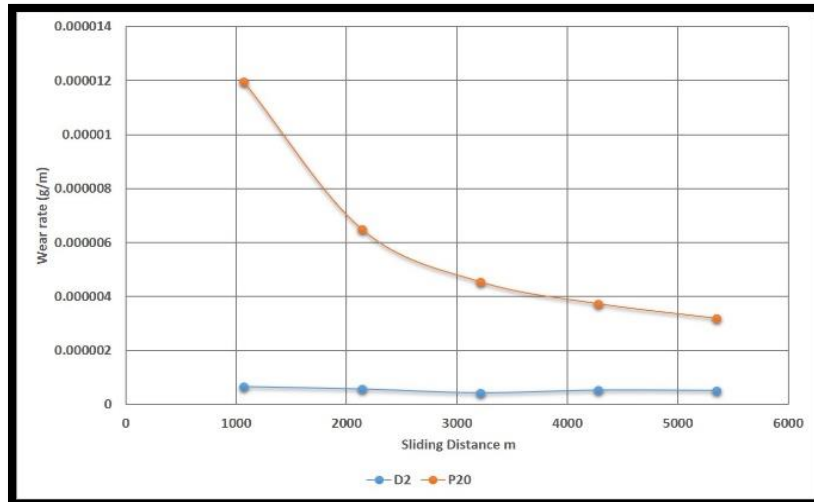


Figure. 5 The Accumulative wear rate vs. sliding distance

C. Micro structural Study

The microstructure of deep cryogenic treatment tool steel specimens was analyzed using SEM (LEO-1430 VP). In general cryogenic treatment make refinement and homogeneity of the microstructure. I can be clearly seen that the DCT process had an influence on martensite; which lead to crystallographic and microstructure modifications and resulted in precipitation of finer well distribution of carbides in the tempered microstructure with subsequent improvement in wear resistance.

From figure (6) the SEM micrograph for D2 tool steel that was treated at -196°C & 20 hrs. The microstructure reveals tempered martensite matrix with small carbides (the carbides those precipitate during tempering process), and some retained austenite dispersed in the uniform martensite structure. The fine carbides which dispersed in tempered martensite are responsible for the high wear.

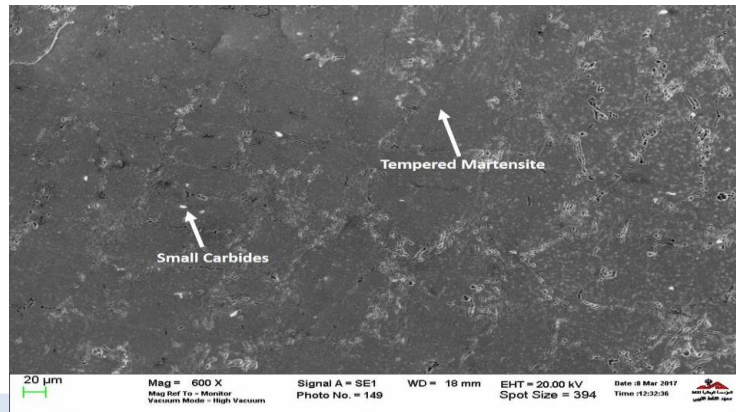


Figure.6 The SEM Micrograph of D2 Tool Steel after Subjected to Deep Cryogenic Treatment (20hrs.)

The evolved microstructure of DCT for AISI P20 tool steel shown in figure (7); it can be seen that the microstructure of tempered martensite consist of small preexisting austenite and few coarse un dissolved carbide that were randomly distributed in the microstructure throughout the lath boundaries of martensite.

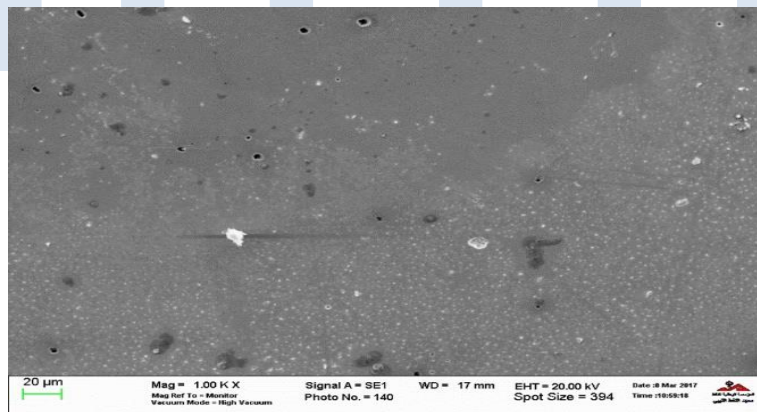


Figure. 7 The SEM Micrograph of P20 Tool Steel after Subjected to Deep Cryogenic Treatment (20hrs.)

V. CONCLUSION

The comparative studies conducted on AISI D2 & AISI P20 to investigate the effect of deep cryogenic treatment on mechanical properties, and the following conclusions can be drawn from the present study:

1. The findings of this study suggest that the effect of DCT was more favorable for AISI D2 compared with AISI P20 in terms of the improvement in hardness and Wear Resistance
2. The results of high hardness obtained for the AISI D2 indicates that more transformation of retained austenite to the more stable martensite phase compared to AISI P20.
3. The effect of DCT posted by double tempering showed an improvement in wear resistance for AISI D2 and was more pronounced compared with AISI P20 tool steel as a result of the subsequent transformed high amount of retained austenite into martensite.
4. The DCT of AISI D2 leads to more uniform distribution and homogenized of the microstructure with refinement of the secondary carbides as compared with AISI P20 tool steel.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank and appreciate the help and assistance from the Machining workshop and Research Laboratories in the Advance center of Technology (Tripoli–Libya), we gratefully acknowledge the efforts of Fathi Owhaida and Ibrahim Alsharif in Central Research Laboratories, also we gratefully acknowledge the help provided by Ramadan Zureiq, Aisha Khalfallah, Ibrahim Jabr, Khaled Saeed, Najat Abdulkhalek, Kamal Dofan. Also would like to thank all staff members at the Advance center of Technology (Tripoli–Libya) for helping in many ways to establish a strong research Foundation.

References

- [1].L. Bourithis, G.D. Papadimitriou, J. Sideris, Comparison of wear properties of tool steels AISI D2 and O1 with the same hardness, Tribology International ,39 , 2006, pp 479-489.
- [2].FanjuMeng, KohsukeTagashira, Ryo Azumu and Hideaki Sohma, Role of eta-carbide precipitations in the wear resistance improvements of Fe-12Cr-Mo-V-1.4C tool steel by cryogenic treatment, ISIJ V34(1994) P.P.205-210
- [3].K H W Seah, M Rahman and KH Young, Performance evaluation of cryogenically treated tungsten carbide cutting tool inserts, Journal of Engineering Manufacture V217(2003) P.P.29-42
- [4].FanjuMeng, KohsukeTagashira, Ryo Azumu and Hideaki Sohma, Role of eta-carbide precipitations in the wear resistance improvements of Fe-12Cr-Mo-V-1.4C tool steel by cryogenic treatment , ISIJ international, 34, 1994, 205-210.
- [5].Chai Hung Sun, The effect of microstructure and the mechanical properties of AISI D2 tool steel by deep cryogenic treatment, Tatung University, Thesis for MS, July 2006.
- [6].D. Das, A.K. Dutta, K.K. Ray, Correlation of microstructure with wear behavior of deep cryogenically treated AISI D2 steel, Wear, 267, 2009, 1371-1380.
- [7].D. Das, A.K. Dutta, K.K. Ray, Optimization of the duration of cryogenic processing to maximize wear resistance of AISI D2 steel, Cryogenics, 49, 2009, 176-184.
- [8].D. Das, A.K. Dutta, K.K. Ray, On the enhancement of wear resistance of tool steels by cryogenic treatment, Philosophical Magazine Letters , 88 (11),2008, 801-811.
- [9].G. ISCHIA, Degree Thesis, University of Trento (Italy) 2000.
- [10]. G. R Fenske, O. O. Ajayi, C. Lorenzo-Martin, and Ashley Mansor., "Reliability of Powertrain Components Exposed To Extreme Tribological Environments". Proceedings of the 2010 NDIA Ground Vehicle Systems

Engineering and Technology Symposium. Aug, 17 – 19
Deaborn Michigan.

ISTJ

Gas Turbine NOx Emissions and Control: Review

Mohamed A Altaher

Chemical Engineering Department
Faculty of Energy Engineering and Mining
Sebha University

Corresponding Author: altaher_moh@hotmail.com

Abstract

Combustion processes in power generation and industrial heating plants, automobiles and aircraft engines and in domestic heating are the largest contributors to atmospheric pollution. Industrial gas turbine emissions are very low for CO and UHC but significant in NO_x emissions at high powers. This review aimed to discuss the NO_x emissions formed in industrial gas turbine through the oxidation of fuel bound and nitrogen contained in the combustion air. Thus, Nitrogen oxide control methods have been compared, it is divided into two categories: in-combustor NO_x formation control and post-combustion emission reduction.

Keywords: Gas turbine, Combustion, Emissions, NO_x.

المخلص

تعتبر عمليات الاحتراق في محطات توليد الطاقة ومحطات التسخين الصناعية والسيارات ومحركات الطائرات والتدفئة الداخلية من أكبر المساهمين في تلوث الغلاف الجوي. إن انبعاثات الغازات من التوربينات الصناعية تعتبر منخفضة جدا بالنسبة لغاز اول اكسيد الكربون (CO) والهيدروكربونات الغير محترقة (UHC) ولكنها عالية في انبعاثات أكاسيد النيتروجين في حالات القدرة العالية. تمت مقارنة طرق التحكم في أكسيد النيتروجين ، وتم تقسيمها إلى فئتين: التحكم في تشكيل NO_x في الاحتراق وخفض انبعاثات ما بعد الاحتراق.

1. Introduction

The gas turbine engine is an example of an internal combustion engine that converts energy stored in the fuel into useable mechanical energy in a rotational power form. Gas turbines are used for electrical power generation, pipeline pumping, ship propulsion and aircraft propulsion. Their major advantages compared with other engine types such as the spark engines are a very high power to weight ratio, which can be about twenty times as powerful as the same size piston engine in terms of floor area required per MW of power. Nowadays, the aerospace and power generation industries rely on gas turbines to power a large variety of machines. These engines initially undergo serious development with shaft power in mind, however attention soon turned to their use for aircraft propulsions[1, 2].

Gas Turbine components and combustion 2.

Gas turbine engines operate on the Brayton cycle (Fig.1) which is also known as an open cycle and the three main components that all gas turbines share are a compressor, combustion chamber and turbine connected together as shown in Fig.2[1, 2]. An industrial gas turbine will have a power turbine downstream of the first turbine and this may rotate at the same speed as the main shaft (single shaft power) or at a more optimum speed for the power turbine (dual shaft machine). In an aero engine the power turbine is replaced with a shaft drive to a fan at the engine inlet, which creates most of the thrust. This normally rotates at a different speed to the main gas turbine and all aero gas turbines are at least two shaft machines. For RR aero gas turbines the main turbine has two shafts with the front end of the compressor and rear stages of the turbine being driven at different speeds. This gives a thermal efficiency advantage at the

expense of added complexity. All other aero manufacturers use two shaft machines.

The overall principle is that the air enters through the intake and is compressed before being mixed with the working fluid to provide heat. The working fluid is normally by burning a liquid or gaseous fuel. The burnt gases then expand through the turbine, causing it to rotate and drive the compressor. The exhaust gases are used as the power output source of the engine. In electrical power generation, and other shaft power engines (such as helicopter engines), the flow is used to drive a shaft to turn components such as generators and rotors. For aircraft propulsion, in addition to the fan power, the exhaust gases are expelled from a rear a nozzle to provide a thrust on the aircraft. However, in modern aero engines the fan power dominates and pure jet thrust is a low proportion of the total engine thrust. Aero derivative gas turbines take the power drive that is used for fan power to drive a power turbine[1-3].

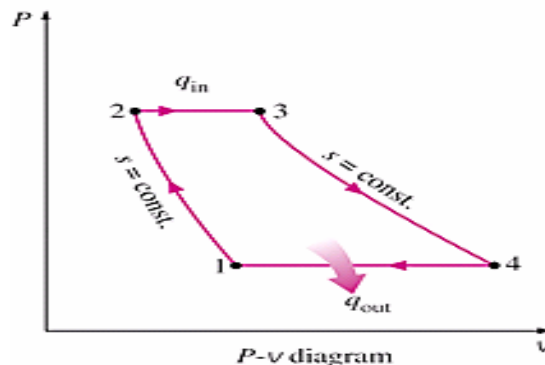


Figure: The pressure-volume, PV diagram [3].

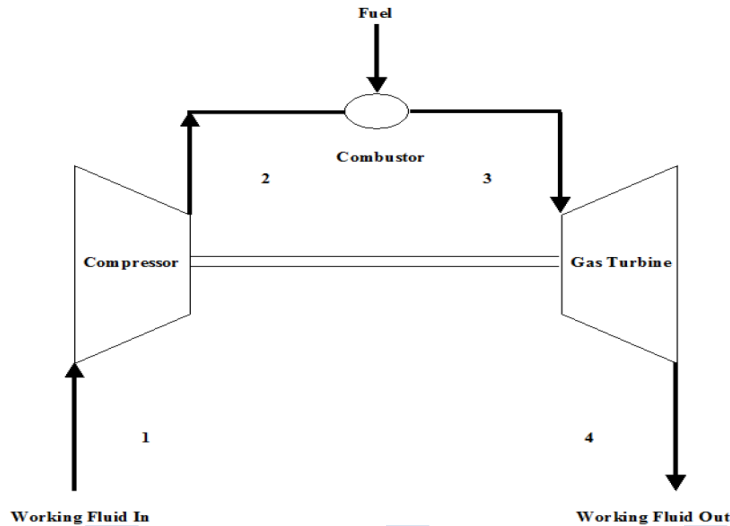


Figure 1: Simple gas turbine cycle[3].

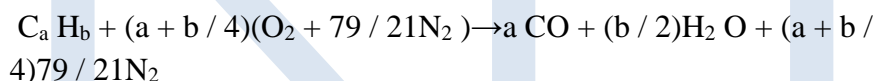
3. Thermal Efficiency

Nowadays, most electrical power plants use combined cycle gas turbines (CCGT) to achieve greater efficiency than what can be achieved with the simple cycle. A combined cycle generates steam from the waste heat in the exhaust of an industrial gas turbine, which in turn drives a steam turbine to generate additional electricity. The Brayton cycle is characterized by two significant parameters: the pressure ratio and the combustion firing temperature (or turbine inlet/ entry temperature). The pressure ratio is defined as the compressor discharge pressure (P_2) / compressor inlet pressure (P_1). In an ideal cycle, turbine entry temperature (T_3) is the highest temperature reached. The ideal thermal efficiency (η_t) is defined as the energy produced by the engine/energy contained in the fuel as shown in equation below. However, the thermal efficiency of an open cycle is low (30-35%) in comparison to a combined cycle (60%) [1-3].

$H_t = (\text{Turbine work done} - \text{Compressor work done}) / \text{Heat input from the fuel}$

4. Gas Turbine Emissions

There are two distinct categories of gas turbine emissions. The major exhaust gases are carbon dioxide (CO_2), water vapour (H_2O), Nitrogen (N_2) and Oxygen (O_2) and their concentration are present at percentage levels assuming complete combustion. Of these gases only CO_2 is a pollutant as a greenhouse gas[4]. The compositions of these major species can be calculated if the fuel composition and operating conditions are known. The equation for a stoichiometric combustion can be written as:



The second category are minor species that are environmentally harmful and harmful to human health: this includes carbon monoxide (CO), unburned hydrocarbons (UHC), particulate matter (PM), smoke (carbon), oxides of sulphur (SO_x) and oxides of nitrogen (NO_x) and are present in parts per million (ppm) concentrations. These cannot be calculated and require careful measurement. Incomplete combustion results in small amounts of carbon monoxide (CO) and unburned hydrocarbons (UHC) being present in the exhaust. These are together with oxides of nitrogen (NO_x), considered as pollutants. Any sulphur in the fuel will result in oxides of sulphur (SO_x), but this is not common for natural gas. Due to a large quantity of excess air, a considerable amount of oxygen will also appear in the exhaust. Although the other components (NO_x , CO and UHC) represent a very small proportion

of the exhaust, large flow of exhaust gases produces significant quantities of pollutants in a year [5]. Gas turbines without any NO_x abatement technology usually have emissions in the range between 180 and 400 ppm, depending on type and load. On the other hand, CO emissions are very low; often below 10 ppm.

Relative NO_x emissions for diffusion combustors increase with an increasing load, due to a rise in combustion temperature [6].

5. NO_x Emissions Health Impacts

NO_x is the primary pollutant of concern from gas turbines and is most significant at high power conditions. NO_x has in addition to the ozone formation problem, has an adverse effects on human health [24] through the NO₂ proportion of the NO_x in the gas turbine exhaust. NO₂ reduces the lung function in humans and increases the pumping rate of the heart due to the reduced oxygen flow. In addition NO_x interacts with moisture and ammonia in the air to form small particles of nitric acid which cause certain respiratory diseases such as emphysema and bronchitis and can trigger heart disease. The formation of nitric acid also leads to acid rain which harms plant growth in sensitive soils, such as in Scandinavian forests [7].

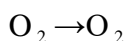
NO_x also interacts with common organic compounds including ozone to form toxic chemicals such as nitroarenes, nitrosamines and nitric radicals which can cause biological mutations. Many studies have shown that NO_x can deplete the stratospheric ozone layer and increase the penetration of solar ultraviolet radiation which increases the risk of skin cancer [2,8,9].

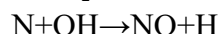
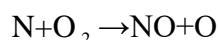
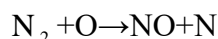
6. NO_x Formation Mechanisms

NO_x emissions, with the term NO_x expressing the combination of NO and NO₂. Nitric oxide (NO) is mostly formed in a combustion process, with factors favourable to NO_x formation being those of high temperature, long residence time and high pressure. However, NO₂ is formed by oxidation of NO by HO₂ in the reaction zone in very fuel-lean conditions at low temperature, where a large amount of excess air is also present. About 90 % of NO_x exiting the exhaust stack is usually in the form of nitrogen monoxide at full load, whereas 10 % is NO₂. At lower loads the ratio is reduced, which means more NO₂ is produced. Nitric oxide can be produced by four different mechanisms: thermal, nitrous oxide, prompt, and fuel nitrogen[2, 8].

6.1 Thermal NO

At elevated temperatures, thermal NO is produced by the reaction between nitrogen and oxygen in the air, and the significant rate can be produced at temperatures above approximately 1850 K [2, 8]. However, the reaction is slow below this temperature, hence the key of achieving ultra-low NO_x. It is the most significant contributor to overall NO_x formation in conventional combustion systems. Thus, thermal NO is mainly a function of the flame temperature which is heavily dependent on the overall combustor equivalence ratio. The combustor inlet temperature increases the flame temperature[8] an increase to the inlet temperature of 100 K can lead to increasing the flame temperature by about 50 K. The three principle reactions controlling the production of thermal NO_x were first recognised by Zeldovich [2]. The reaction rate is very slow at temperatures below 1850 K.

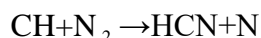




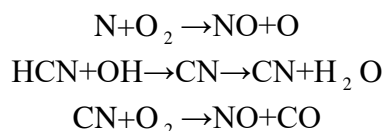
The first two reactions were first determined by Zeldovich and the third reaction was added [12] to account for thermal NO_x formation in rich mixtures where atomic oxygen levels are low. Most modern gas turbines operate leaner with firing temperatures below 1800 K and so NO_x should not be formed because NO_x requires a higher temperature. It was found that the contribution of the total NO_x emissions produced by a lean premixed combustor burning methane fuel is 60% thermal NO at around 1900 K and around a 0.8 equivalence ratio, whereas it was 5% at 1500 K and $\phi=0.6$ using the same fuel [2, 12].

6.2 Prompt NO

The prompt NO_x is termed by Fenimore [13] and is produced very early in the flame region by fast reactions in hydrocarbon flames, and increased markedly as the combustion chamber becomes richer [14]. It was found that prompt NO represents around 30% of the total NO_x emitted from gas turbines under normal operation conditions [14]. It is not residence time-dependent as in thermal NO_x. Prompt NO_x is more prevalent in rich flames, with its mechanism involving a complex series of reactions, and the most valid route accepted [15]. There are three routes of prompt NO_x formation shown by different researchers. The first kinetic formation of prompt NO_x is given by Fenimore [13] which involved reaction between hydrocarbon and N₂:



(N) Formed NO_x by thermal mechanism and HCN oxidises under lean condition to form NO as shown in the equations[43].



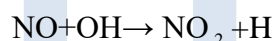
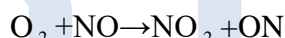
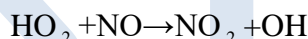
The reaction of N₂ and O is another route to form prompt NO as shown by Nicole et al [16], whereas Bozzelli et al [17] shown that the reaction of N₂ and H is also significant way to form Prompt NO. At 1500 K and $\phi=0.6$ in lean premixed methane with air, 65% prompt NO of the total NO_x has been found compared with 30% prompt NO at 1900 K and $\phi=0.8$ using the same fuel [2, 12]. However, in industrial gas turbines, thermal and prompt sources dominate the NO_x formation.

6.3 Fuel-Bound NO_x

Fuel-bound NO_x (FBN) can be produced by oxidation of nitrogen in the fuel and can represent a considerable proportion of the total fuel depending on the degree of nitrogen conversion. Most of the fuels used in gas turbine combustion contain no fuel-bound nitrogen and hence FBN can normally be ignored. Fuel oil or Diesel can contain up to 400ppm of FBN but is more typically 100ppm. Approximately 5ppm NO_x at 15% Oxygen results from 100ppm FBN for lean well mixed combustion. In lean combustion all the FBN is converted to NO_x. To reduce this conversion rich/lean combustion is required with the rich zone well mixed and at an equivalence ratio of ~ 1.6 , where conversion of FBN into gaseous N₂ is the preferred reaction and NO production is low [2,4].

6.4 Nitrogen Dioxide (NO₂)

Normally, NO_x emissions are dominated by NO at base load, with a fractional contribution of NO₂ at part load. However, nitrogen dioxide is formed in the combustors by the oxidation of NO in low-temperature regions of the flame where a large amount of air is present as diluents [2, 12, 18]. NO₂ is a visible brown toxic gas with a level around 15 ppm. It is more stable than NO and is the essential intermediate for zone formation; this process will occur faster if NO₂ is emitted directly, rather than occur after NO. NO₂ is harmful to humans and causes reduced lung functions, asthma attacks and heart problems. Although nitrogen dioxide concentration is small compared to NO concentration, it is considered the major source of atmospheric pollutants. The mechanism of nitrogen dioxide begins with the reaction of NO with HO₂, OH, and O₂ [2, 12, 18].



7. Important Factors Affecting NO_x Emissions

NO_x emissions from industrial gas turbines are limited to less than 25 ppm in most countries. Thermal is the most important mechanisms of NO_x formation in gas turbines and prompt NO_x is only important for lean mixtures where thermal NO_x has been eliminated. Thermal NO_x can be reduced if the primary zone is lean and well mixed with temperatures below 1900 K. An effective way to achieve low NO_x is by either decreasing the reaction temperature as the equivalence ratio decreases. **However**, operating away from stoichiometric could reduce NO_x and increase both CO and UHC formation. Introducing diluents into the combustion zone. CO is

initially formed in large quantities in a flame and converts to CO₂. As blowout is approached, CO emissions climb rapidly because the flame temperature is not high enough to convert it to CO₂. At low loads, CO concentration is high due to airflow through adjacent unlit domes, which is caused by unburned air quenching the combustor. Low No_x and CO emissions occur in a narrow band of flame temperature, Optimum temperature range is usually between 1400 and 1600 °C(16) Residence time affects NO_x formation slightly. NO_x decreases in a linear fashion as residence time is reduced; an increase in residence time, however, has a favorable effect on reducing both CO and UHC emissions. This implies a larger combustor cross-sectional area or volume [1]. There are also several other factors that have an impact on NO_x formation. These include the air and fuel compositions and temperatures, the fuel- air ratio, burner and heater designs, furnace and flue gas temperatures, and operational parameters of the combustion system.

8. Methods for Reducing NO_x Emission

During combustion, NO_x formed from two sources. NO_x emissions formed through the oxidation of fuel bound nitrogen are called fuel NO_x. NO_x emissions formed through the oxidation of a portion of the nitrogen contained in the combustion air are called thermal NO_x and are a function of combustion temperature. NO_x production in a gas turbine combustor occurs predominantly within the flame zone, where localized high temperatures sustain the NO_x- forming reactions. The overall average gas temperature required to drive the turbine is well below the flame temperature, but the flame region is required to achieve stable combustion[1,2].

Nitrogen oxide control methods may be divided into two categories: in-combustor NO_x formation control and post-combustion emission reduction. An in-combustor NO_x formation

control process reduces the quantity of NO_x formed in the combustion process. A post-combustion technology reduces the NO_x emissions in the flue gas stream after the NO_x has been formed in the combustion process. Both of these methods may be used alone or in combination to achieve the various degrees of NO_x emissions required. There several techniques are being used to control NO_x emissions and the selection of the proper technology depends on some criteria include: capital costs, installed capital costs, operational and maintenance costs, costs of unavailability and emission costs. The six different types of emission controls reviewed as noted below.

8.1 In combustor type

A) *Catalytic combustion*

Catalytic combustion is a flameless combustion process that utilises a catalyst to initiate chemical reactions in a premixed fuel-air mixture. The temperature in the combustion chamber is lower than in a conventional combustor, which makes it possible to avoid formation of NO_x emissions. A preburner is however required for start-up and part load operation, and in this way undesired NO_x emissions are generated. Fuel is injected upstream of the reactor to vaporise and mix with the inlet air. The mixture then flows into a catalyst bed, which may consist of several stages, each made of a different kind of catalyst. A portion of the fuel is combusted in the catalyst itself. Fuel and oxygen react on the catalyst surface and release the heat of combustion regardless of the fuel-air ratio in the gas mixture. Remaining fuel is combusted downstream in a homogeneous reaction, also at a temperature low enough to prevent formation of significant amounts of NO_x. In this zone, gas temperature is raised to the required turbine inlet temperature, and CO and UHC emissions are reduced to acceptable levels. The harsh

environment in a gas turbine combustor and its wide range of operating conditions pose challenges to implement catalytic combustion [2]. At the moment, the technology is at a conceptual stage with Xonon Cool Combustion as the only system that has demonstrated ultralow NO_x emissions. Kawasaki has one commercial machine with power output of 1.5 MW operating with a catalytic combustor [19].

B) WET Low emissions

NO_x emissions from Combustion can be controlled by either water or steam injection. This type of control injects water or steam into the primary combustion zone with the fuel to reduce NO_x formation by reducing the peak flame temperature. The degree of reduction in NO_x formation is proportional to the amount of water injected into the combustion turbine. Large amounts of water are required, and in order to prevent corrosive deposits in the turbine, water must be vaporization. It is found that increasing water-fuel ratio increases both CO and UHC emissions, while continuously decreasing NO_x. Water is vaporize using high-pressure air taken off the eighth stage air bleed. The high-pressure compressor inlet temperature is lowered, which in turns lowers discharge temperature. Pressure ratio is increased and additional air can be directed through the compressor to increase the gas turbine output.

For reduction of NO_x emissions, water is usually injected into the combustor instead of the compressor inlet. One LM6000 or two LM2500 water injected gas turbines would require approximately 3.9 tons of water per hour given a NO_x emission level of 42 ppm and to achieve 25 ppm, even more water must be injected[20].

Another form of water injection is to inject it as vapor. A reason for doing so is that steam already includes latent heat of vaporization needed to evaporate the water. It is often easier to blend steam into the combustion products, because liquid water must be injected

through nozzles to disperse it uniformly with the combustion gases. Maximum amount of steam that can be injected is usually between 8 and 10 % of the airflow into the compressor [21].

Since steam is injected downstream from the compressor, it does not increase work required to drive the compressor. Impacts of steam injection include increased pressure ratio and lower exhaust temperature.

C) Dry Low emissions

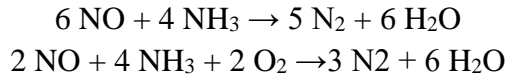
In this type of technique, the combustors are designed to be leaner to eliminate local regions of high temperature within the flame. However, the majority of stationary gas turbines operate with a large amount of excess air, with some being derived to the dilution zone to lower flame temperature beside combustion and cooling [1, 2]. In this approach, air injected as diluents, instead of water or steam, and low pollutant emissions are achieved, particularly NO_x [20]. The use of dry low-Nox (DLN) burners as a way to reduce flame temperature is one common NO_x control method. These combustor designs are called DLN burners because, when firing fuel, injecting water into the combustion chamber is not necessary to achieve low NO_x emissions. Most industry gas turbine manufacturers today have developed this type of lean premix combustion system as the state of the art for NO_x controls in combustion turbines. This method is exclusively utilized when firing natural gas.

8.2 Post combustion type

A) Selective Catalytic Reduction SCR

Selective catalytic reduction (SCR) is a post-combustion method used for achieving low NO_x. In this process, vaporized ammonia combines with NO_x in the presence of a catalyst within specific temperature window to form nitrogen and water. The vaporized

ammonia is injected into the combustion turbine exhaust gases prior to passage through the catalyst bed. NO_x and NH₃ react on the catalyst surface to form N₂ and H₂O. The important reactions are [2]:



The typical pressure drop in an SCR system lies between 70 and 100 mm H₂O and representative temperature window is approximately in the range between 230 and 450 °C with 85-90% reduction in NO_x emissions [1, 22].

There are some potential problems and challenges with SCR techniques include:

- 1) Dirty exhaust streams may result in a plugged or fouled catalyst especially when firing liquid fuels.
- 2) Transport and storage of ammonia is another concerns regarding to Safety issue both before and after use.
- 3) Finding the proper location to inject the chemicals, injecting the right amount, and getting proper mixing of chemicals and the flue gas products.
- 4) There will always be a trade-off between NO_x reduction rate and ammonia slip production.
- 5) SCR systems are not very tolerant of constantly changing conditions, as a stable window of operation is required for optimum efficiency.

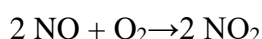
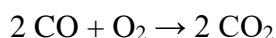
B) Selective NON catalytic reduction SNcR

SNCR is in principle similar to SCR, but no catalyst is involved in the process. It reduces NO_x into nitrogen and water vapor by reacting the flue gas with a reagent. The SNCR system is dependent upon the reagent injector location and temperature to achieve proper

reagent/flue gas mixing for maximum NO_x reduction. Usually, the agent is ammonia, cyanuric acid or urea. SNCR systems require a fairly narrow temperature range for reagent injection in order to achieve a specific NO_x reduction efficiency. The optimum temperature range for injection of ammonia or urea is from 870 to 1200 °C with reductions of NO_x (40-60%)[22, 24]. The NO_x reduction efficiency of an SNCR system decreases rapidly at temperatures outside the optimum temperature window. Operation below this temperature window results in excessive ammonia emissions and operation above the temperature window results in increased NO_x emissions. Although use of SNCR decreases NO_x, it may increase other undesirable emissions such as CO, N₂O and NH₃ and it is a proven technology for onshore applications

C) SCONO_x

SCONO_x is another method of post-combustion control. It is a technology used for reducing NO_x and CO from exhaust streams without the need for ammonia. It uses a single catalyst of potassium carbonate for control, simultaneously oxidizing CO and NO. NO₂ is absorbed on the catalyst surface while CO₂ exits up the stack. The chemical reactions that occur are as follows [24]:



Potassium nitrites and nitrates are present on the catalyst surface, so the catalyst must be regenerated to maintain maximum NO_x absorption. The SCONO_x reactor is a series of horizontal shelves in a gas tight casing that wraps around the top, bottom, and sides of the unit. Each shelf holds multiple layers of catalyst, and exhaust gases flow through the catalyst from front to back. A typical system has go ten or fifteen sections of catalyst, where four in a group of five is absorbing while the last one is regenerated.

The system optimum temperature is in the range between 230 and 370 °C, which makes it suitable for cogeneration plants and not for simple cycle gas turbines. Catalyst blocks are often placed between the high pressure and the low-pressure heat recovery steam generators due to temperature requirement [24].

SCONox gives the lowest emissions of NOx and CO for the three post-combustion technologies presented. An LM2500 gas turbine with steam injection has demonstrated emissions as low as 2 ppm NOx without any use of ammonia [25, 26]. Its main drawback is costs, and like the other post combustion technologies.

9. Conclusions

There are concerns regarding energy, environmental, and economic impacts of the potential NOx emission control. There are several technologies for reducing NOx emissions from gas turbines as discussed earlier, and they all differ in maturity, emission reduction level and operational impacts. Wet low emission control has been used as NOx abatement technology for several years and is suitable for onshore installations without space and weight restrictions, however injection of water or steam increases CO emissions significantly.

Catalytic combustion has achieved ultra-low emissions of both NOx and CO on high loads, but this technology is not commercially available for the selected gas turbines. It will probably take some years to develop a catalyst that can operate at the desired temperature range and has long enough lifetime. Offshore, dry low emission control (DLE) is the only technology considered qualified. This technique has been applied in order to reduce NOx emissions up to 25ppm. After a troublesome start-up period, these gas turbines now have reliability and availability levels equal to conventional gas

turbines. At base load, thermal efficiency is somewhat lower, and the difference increases as load is reduced.

References

- [1]. Saravanamuttoo, H., G. Rogers, and H. Cohen. Gas Turbine Theory. 5th edition. Pearson Education Limited, 2001.
- [2]. Lefebvre, A. H. Gas Turbine combustion, 2nd edition. United states of America: Edwards brothers, 1998.
- [3]. Ltd, R.-R. The Jet Engine/Rolls-Royce, 6th London Rolls-Royce 2005.
- [4]. Beyersdorf, A. and B. Anderson. An Overview of the NASA Alternative Aviation Fuel Experiment (AAFEX). TAC-2 Proceedings, June 22nd to 25th, 2009, Aachen and Maastricht, 2009.
- [5]. Goodger, E. and R. Vere. Aviation Fuels Technology Sheridan House Inc 1985.
- [6]. Andrews, G. E., "Ultra-low nitrogen oxides (NO_x) emissions combustion in gas turbine systems," in Modern Gas Turbine Systems: High Efficiency, Low Emission, Fuel Flexible Power Generation, P. Jansohn and S. Institute, P, Eds. Switzerland: Woodhead Publishing 2013.
- [7]. Andrews, G. E., "Short course, Ultra Low NO_x Gas Turbine Combustion," Leeds: Energy and Resources Research Institute, Leeds University,, 2009.
- [8]. Pavri, R. and G. Moore, D, "Gas Turbine Emissions and Control," Atlanta, GA: GE power Systems, GER-4211-03/01, 2003.
- [9]. Kowkabi, M., "Swirl Combustors for Low Emission Gas Turbines," Department of fuel and energy. ph.D Leeds: leeds university, 1987, p. 214.

- [10]. Kim, M. N., "Design of Low NO_x Gas Turbine Combustion Chamber," Department of Fuel and Energy Leeds: Leeds University, 1995, p. 181.
- [11]. Andrews, G. E., "Short course, Ultra Low NO_x Gas Turbine Combustion," Leeds: Energy and Resources Research Institute, Leeds University,, 2009.
- [12]. Lavoie, G. A., J. B. Heywood, and J. C. Keck. Experimental and Theoretical Study of Nitric Oxide Formation in Internal Combustion Engines. Combustion Science and Technology, 1970, 1, pp. 313-326.
- [13]. Fenimore, C. P. Formation of Nitric Oxide in Premixed Hydrocarbon Flames. Thirteenth Symposium (Int.) on Combustion, 1971 pp. 373-380.
- [14]. Kim, M. N., "Design of Low NO_x Gas Turbine Combustion Chamber," Department of Fuel and Energy Leeds: Leeds University, 1995, p. 181.
- [15]. Andrews, G. E., "ultra-low NO_x gas turbine combustion," Leeds: Leeds university, Energy and Resources Research Institute, 2009.
- [16]. Nicol, D. G., P. C. Malte, J. Lai, N. N. Marinov, and D. T. Pratt, "NO_x Sensitivities for Gas Turbine Engines Operated on Lean Premixed Combustion and Conventional Diffusion Flames," ASME GT-115-1992, 1992.
- [17]. Bozzelli, J. W. and M. Antony. NNH: Possible new route for NO_x Formation in Flames. Chem Kinetics, 1995, 27, pp. 1097-1109.
- [18]. Kyne, A. G., A. Williams, C. W. Wilson, and M. Pourkashanian. Modelling NO-NO₂ Conversion in Counter-Flow Diffusion Flames. Proceedings of ASME Turbo Expo 2003, GT2003-38017.

- [19]. Data sheet found on <http://www.kawasakigasturbines.com>. Accessed April 4, 2017.
- [20]. Marvin m. Schorr, J.C., *gas turbine NOX Emissions Approaching Zero-Is it worth the price?*, g.e.p. system, Editor. 1999, GE Power Generation: schenectady, new york. p. 9.
- [21]. Olav Bolland (2004): Thermal Power Generation. Compendium in TEP9: Thermal Power Generation. Department of Energy and Process Engineering, NTNU.
- [22]. Charles E. Baukal jr. (2000): The John Zink combustion handbook. 1st edition. CRC Press.
- [23]. David L. Wojichowski (2006): SNCR System – Design, Installation, and Operating Experience. Paper found at <http://www.de-nox.com>. Accessed April 30, 2017.
- [24]. Larry Czarnecki, Jim Fuhr, Rick Oegema, Robert Hilton (2000): SCONOX – Ammonia Free NOx Removal Technology for gas turbines. ASME paper IJPGC2000-15032.
- [25]. California Environmental Protection Agency (1998): Evaluation of the Goal Line Environmental Technologies LLC SCONOX System. Environmental Technology Certification Program.

TQM and TPM Using The Application of Computer Simulation for Evaluating Cement Production in Libya

A.sosi and M. Graisa

Email: adelsosi@yahoo.com, Mustafagraisa@gmail.com

Faculty of Civil Aviation -Miusrata

Abstract

As industry becomes increasingly capital intensive, and the relative cost of assets increases, so does the importance of utilising and maintaining these assets. This tendency is particularly true for industries with continuous process. Here, both the economic, safety, and the environmental consequences of equipment failure can be enormous. The increasing complexity of the equipment also has a profound influence on its productivity, maintenance and process improvement. This Paper investigates the use of computer simulation for evaluating the performance of Cement Production in *Libda* cement factory in Libya and to investigate design modification to enhance its productivity. The results indicate that simulation could provide a useful tool for critical evaluation of factories and to plan design and modification activities.

Key words: Total quality maintenance (TQM), Total predictive maintenance (TPM), The National Cement Company (NCC), Margeb cement factory (MCF) and Libdah cement factory (LCF), key performance indicators (KPIs).

الملخص

الصناعة العالمية كل يوم في زيادة تطوير مكثفة والتكلفة في ازدياد ؛ لذلك يجب الاهتمام بتخفيف التكلفة بصيانة الاجهزة والمعدات ؛ والطريقة الصحيحة العملية لتخفيف التكلفة وزيادة الانتاج هي المحافظة على الصيانة من اجل استمرار الدورة الصناعية . وللمحافظة على البيئة يجب ان نحافظ على صيانة الاجهزة والمعدات، لكي تتحسن الانتاجية . ان هذه الورقة تتحقق باستخدام برنامج محاكاة الحاسوب وهذا البرنامج يعنى بجميع خطوات الانتاج ، طبقت هذه الدراسة على صناعة الاسمنت بمصنع لبدة للاسمنت ، استخدام البرنامج يساعد في تعديل التصميم للمصنع وتحسينه والتحقق من الانتاجية .

1. Introduction

TQM focuses on the quality of the product, while TPM focuses on the equipment used to produce the products. By preventing equipment break-down, improving the quality of the equipment and by standardizing the equipment (results in less variance, so better quality), the quality of the products increases. TQM and TPM can both result in an increase of quality. However, the way of going there is different. TPM can be seen as a way to help achieving the goal of TQM.

Many organisations in the UK, Middle East and North Africa have realised that there is significant savings to be made by managing maintenance and design modifications in an effective way. Part of the advantages are increased productivity and production uptime, lower maintenance costs, decreased safety and environmental risks.

The National Cement Company (NCC) is one of the largest companies in Libya and one of the largest producers in North Africa. NCC is located in the North-west region of Libya. It has a cement production target of 3,330,000 tonnes per annum. NCC also has additional manufacturing facilities to produce gypsum, lime, factory bags, factory block, marble, bums concrete plant and Cement mixes. The company comprises four Cement factories: Alkhumes (Margeb), Souq Alkames, Alkhumes (Libda) and Zeleten. The cement produced from the four factories is for internal consumption due to the fact that the total production is required for the infrastructure of Libya. NCC produces cement according to specific Libyan specifications, which are similar to those of British Portland cement. It uses a dry process method in all factories. This cement is used for many construction purposes, particularly for building houses, bridges, roads, and ports.

The focus of this paper is on *Libda* factory which is designed for 1,000,000 Tonnes per annum (Figure 1: Outline of the main stages of cement production.). However, the production of the factory in previous years fall below 700k Tons [1]. This is due to maintenance issues in relation to some parts of the factory and the number of working hours. In this study, the authors attempt to understand the

complete behaviour and performance of the production system using Simprocess simulation software in an attempt to optimise the performance and evaluate resources.

Despite the company's effort to introduce Total Productive Maintenance and TQM other relevant strategies, there are still many unknown general issues and parameters that should be addressed, this includes the following:

- The lack of a suitable model or framework to address the particular situation in each factory.
- The current technical and cultural problems within the factories and the actual availability of their machines.
- Lack of knowledge and information regarding skills and the training requirements of their employees.
- Evaluation of the effect of the factories on the environment.
- The lack of a methodology for the decision making regarding technical, maintenance and production issues.
- The selection of key performance indicators (KPIs) that could be used for developing and evaluating suitable maintenance strategies.
- Lack of information on the effect of each process on the overall productivity of the factory.

This research work is part of the company's effort to address some of the above problems to improve productivity and maintenance activities.

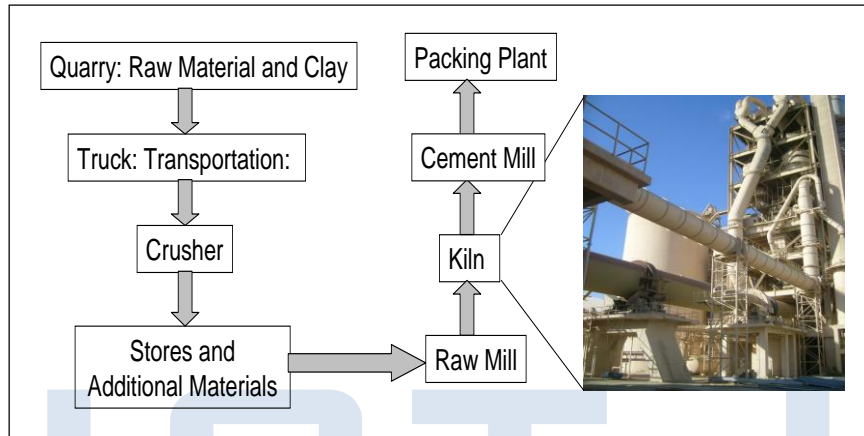


Figure 1: Outline of the main stages of cement production.

2. Production of Cement in Libya

Figure 2 presents the main steps of cement production. The first step in the Portland cement manufacturing process is obtaining raw materials. Generally, raw materials consisting of combinations of limestone, shells or chalk, and shale, clay, sand, or iron ore are mined from a quarry near the plant. At the quarry, the raw materials are reduced by primary and secondary crushers. Stones are first reduced to about 125-mm in size, then to 19 mm. The materials are dried and finely ground in a "Raw Mill" to form an intermediate product, called "raw mill". The grinding provides an increased surface area to enhance the heat exchange in the downstream heating process. The "raw-mill" is then stored in a homogenising silo in which the chemical variation is reduced. This homogenising process is important to stabilise the downstream sintering process as well as to provide a uniform quality product. The "raw-mill" is then transferred to the Preheating Tower. As presented in Figure 1, the kiln resembles a large horizontal pipe with a diameter of 3 to 4 meters and a length of 90 meters or more. One end is raised slightly. The material is placed in the higher end and as the kiln rotates the materials move slowly toward the lower end. Flame jets are positioned at the lower end and all the materials in the kiln are

heated to high temperatures. The material following the Kiln is named 'clinker'. The clinker burning process is a high temperature process. Clinker is then cooled and combined with gypsum and ground into a fine grey powder. The clinker is ground so fine that nearly all of it passes through a (75 micron) sieve. Quantity with controlled amount of gypsum is fed into a finish mill. Typically, a finish mill is a horizontal steel tube filled with steel balls. As the tube rotates, the steel balls are lifted, tumble and crush the clinker into a super-fine powder. The particle size is controlled by a high efficiency air separator. At the packing stage where the cement under goes its last steps at the plant, there are two processes one of the first bagging, and another for bulk despatch direct to the Lorries [3].

3. Productivity and the Need for Simulation

Due to the natural change in material type, the statistical nature of the time needed for each process and probability of breakdown, it is became important to use a suitable tool to model the factory in order to understand the criticality of each stage and the most suitable tool to improve it and address any major problems including identifying bottle-necks within the production system. It has been found difficult to study the complete cement production using mathematical model due to the probabilistic nature of the problem. In order to understand the current cement factory condition in Libya, Simprocess software [2] has been implemented for process mapping and to simulate workflow in every stage of the factory including the transportation process. Simulation is important with increasing of randomness and interdependencies between different activities within the factory. Using simulation will allow the authors to estimate the output of the complete factory, study the any breakdown on the rest of the system and to evaluate the cost of production and utilisation of resources. Figure 2 presents an example of the implemented methodology to simulate part of the system using Simprocess. The Kiln processes and storage has been used as an example to present the innovation in this work. To speed

the simulation processes the entity used through the system is 'Truck' capacity which is equivalent to 40 Tons. The entities will be transformed through the systems from Lime-Stones to Raw-Material, to Clinker and finally to Cement. When the entities (Truck) go through each activity, a delay process will be activated which is statistically modelled for each process based on the real data and information within the factory. Every activity is assigned to one or more resource to calculate the cost and the utilisation of those resources. In this case, an accurate calculation is performed to calculate the cost of the complete process. The software enable a code writing facility to develop complex analysis and in this work the authors have developed a special code to direct each entity using 'Branch' activity to continue through the production system or to exit when the process is full/overloaded. In this case, the system will allow very accurate measurement of the activities in order to be able to estimate the capability of each system and to balance the lines as needed. Figure 2 presents the Kiln and the Clinker storage system simulation. As shown in Figure 3, it takes more than 15 hours for the Kiln to reach steady state value when all processes have stopped. Figure 3 presents the average quantity and the observed quantities within the system and the blue lines is the actual flow of klin. Figure 4 presents the excessive quantities that are rejected from the system which proves that the Kiln is actually a bottle neck within the factory even with 100% availability. Figure 4 indicated that there are 70 trucks (2800 Tons) beyond the capacity of the Kiln in 5 hours period.

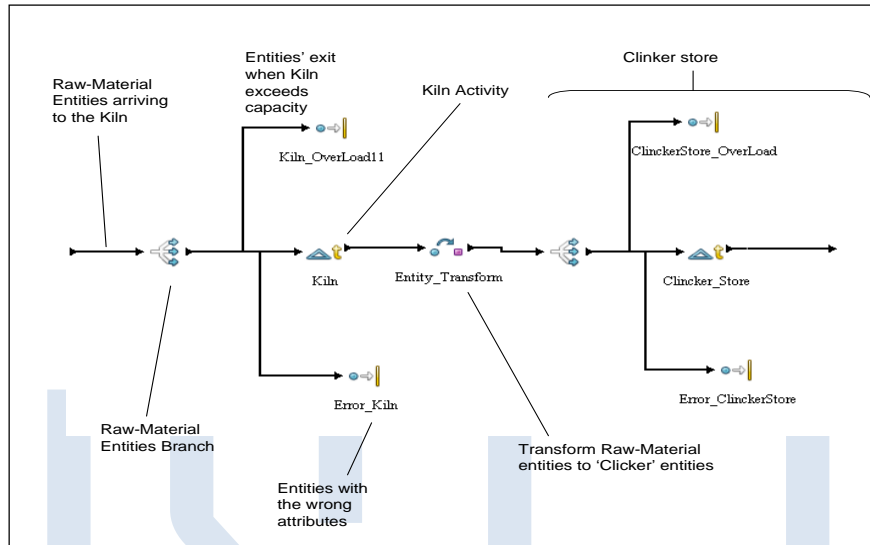


Figure 2: Simulation of the Kiln and the Clinker store activities.

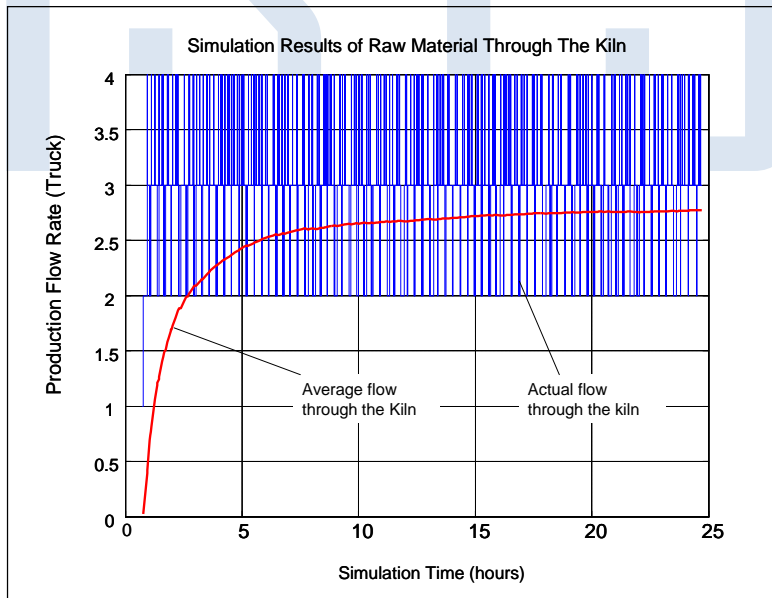


Figure 3: Simulation results of the Kiln

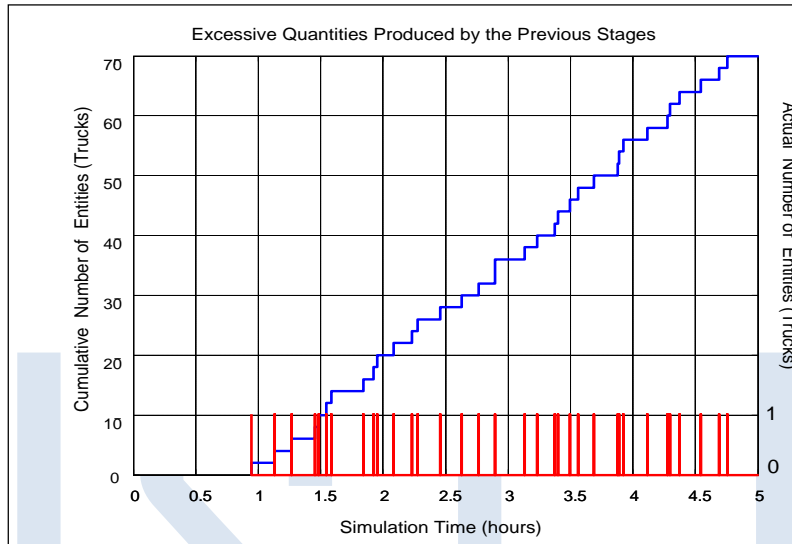


Figure 4: Excessive Production prior to the Kiln Stage which proves that the Kiln is a bottle-neck in the process.

4. Conclusion

This paper has presented some of the problems facing the cement production in Libya. In order to fully understand the complete system within Libda's factory, a simulation software has been implemented. The results indicate that the Kiln is a bottle-neck within the factory which limits the productivity. A decision has to be made regarding the investment in a new parallel Kiln in order to improve productivity. The feasibility of the investment will be discussed in future publications. The results in this paper indicate that simulation could be implemented in complex system to evaluate the production environment in detail.

5.Aknwolgment The author would like to grateful to The National Cement Company (NCC), Alkhumes (Margeb) cement factory management (MCF) and alkhums (Libdah) cement factory management (LCF) for their helpful and data providing.

6. References:

- [1] M. Graisa and A. Al-Habaibeh, "Total Productive Maintenance (TPM)- Case Studies from Human Factor and Technology Perspectives", ASME Middle East Mechanical Expo, Bahrain, 4-9 November 2007.
- [2] Simprocess software website, <http://www.simprocess.com/>, accessed 30 april 2018.
- [3] Resource o The National Cement Company (NCC).

ISTJ

Investigation of Gas Pressure Effect on Powder Characterization of Al-12Si Alloy Produced by Gas Atomization Method

Kamal Mohamed Em Akra⁺, Tayfun Çetin⁺, Atakan Oğuz Ocak⁺,
Mehmet Akkaş⁺, Mustafa Boz⁺

⁺Karabuk University, Faculty of Technology, Department of
Manufacturing Engineering, Karabuk, Turkey

+kamalakra55@gmail.com +tayfuncetin@outlook.com
+aoocak@karabuk.edu.tr +mehmetakkas@kastamonu.edu.tr
+mboz@karabuk.edu.tr

المخلص

في هذه الدراسة ، تم دراسة تأثير ضغوط الغاز المختلفة على شكل وحجم مسحوق سبيكة Al-12Si الناتج عن طريقة الانحلال بالغاز بطريقة تجريبية. وأجريت التجارب في وحدة ترسيب الغاز ، التي أعيد تصميمها في كلية هندسة التكنولوجيا في جامعة كارابوك. أجريت التجارب على درجة حرارة ثابتة 770 درجة مئوية ، بقطر فوهة 2 مم وبتطبيق 6 ضغوط غاز مختلفة (5-10-15-20-30-35 بار). تم استخدام غاز الأرجون لتفتيت المصهور. من أجل تحديد حجم وشكل مساحيق Al-12Si المنتجة ، تم إجراء مسح لصور المجهر الإلكتروني (SEM) وتحليل حجم المسحوق بواسطة طريقة تحليل الشاشة. نتيجة للتحليل ، تم تحديد أن زيادة ضغط الغاز تسبب في انخفاض حجم المسحوق وتغيير شكل المسحوق من الرباط وبنية التفتيط إلى الكروي. وقد لوحظ أن المساحيق الأقل وزنًا التي يتم إنتاجها هي في ضغط الغاز البالغ 35 بارًا وعادة ما تكون المساحيق معقدة.

Abstract

In this study, the effects of different gas pressures on the shape and size of Al-12Si alloy powder produced by gas atomization method are investigated experimentally. Experiments were carried out at the Gas Atomization Unit, which was redesigned at Karabuk University Faculty of Technology Department of Manufacturing Engineering. Experiments were carried out at a stable temperature of 770 °C, at a nozzle diameter of 2 mm and by applying 6 different gas pressures (5-10-15-20-30-35 bar). Argon gas was used to atomize the melt. In order to determine the size and shape of Al₁₂Si powders produced, scanning electron microscope (SEM) images and powder size analysis were performed by [screen analysis](#) method. As a result of the analysis, it was determined that the increase of the gas pressure caused the powder size to decrease and the powder shape to change from the ligament and the dripping structure to the spheroidal. It has been observed that the thinnest powders produced are in the gas pressure of 35 bar and the usually of the powders is complex.

Keywords: Gas atomization, Al-12Si alloy powder, nozzle, gas pressure

1.Introduction

Powder metallurgy was developed as an alternative method for manufacturing methods like casting, forging, forming and machining. Powder production made by powder metallurgy is done by four different methods. These methods are; mechanical methods, chemical methods, electrolysis method and atomization method. Among those methods, gas atomization method is the most frequent used process to obtain thin and spherical powders. Atomization is defined as breaking apart of molten metal into miniscule fragments made by high-pressured gases or mechanical methods[1,2]. Atomization process is divided into four different methods those are

water atomization, gas atomization, centrifugal atomization and vacuum atomization. However, the fact that %60 percent of metallic and non-metallic powders are produced by this method, that makes gas atomization superior over other methods. At the gas atomization process, gases such as air, nitrogen, argon and helium can be used to break up the liquid metal flow [3,4]. Powder production of every material which can be molten is possible by gas atomisation process [5,6].

Parameters such as type of gas, gas pressure, nozzle diameter and melting point are useable for the metal powders produced by gas atomization method. Due to the increase of gas pressure values, temperature and viscosity of molten metal decreases which enables the powder to be produced in smaller sizes [7,8].

The most important properties that define the ease of use of Al-Si alloys in industrial applications are mechanical, corrosion and pourable properties. All of those properties are determined by chemical composition and microstructure of alloys [9].

In this study, Al-12Si alloy, which is used generally in the automotive and aerospace industries and which is particularly produced by means of casting, is produced by powder atomization method. As seen on Figure 1., the eutectic point in the aluminum-silicium phase diagram corresponds to 12.6% Si weight percentage. Production of Al-12Si alloy , which is below the eutectic point, is preferred in order to have high powder strenght and to form dendritic powders.

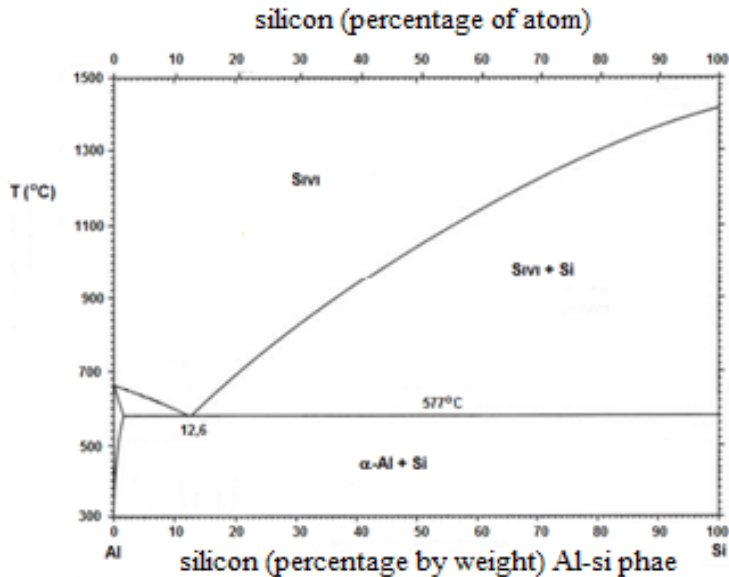


Figure 1. Al-Si phase diagram

2. Experimental studies

Experimental studies were carried out at the Gas Atomization Unit at Manufacturing Engineering Department of Karabük University Technology Faculty. The Gas Atomization Unit, shown in Figure 2, consists of five basic parts. These parts can be defined as; 1. Melting furnace, 2. Atomization tower, 3. Nozzle, 4. Powder collecting compartment, 5. Gas pressure ramp.



Figure 2. Karabük University Gas Atomization Unit

The melting furnace is manufactured to be able to heat up to approximately 1200 °C. Gas inlet and outlet units are installed on the sides of the furnace to prevent oxidation of the liquid metal and the powders produced. The melting process was carried out in graphite melting pot which locates inside the furnace. A graphite plug was used to control the flow of molten metal in the melting pot. For the powder production parameters, closely matched and circular rounded nozzles are used. The nozzle is placed on a nozzle holder inside the oven.

Atomization tower is made from stainless steel. The powders are collected in the powder collection area at the bottom of the atomization tower. There are two cyclones for the removal of the gas from the atomisation tower and the retention of fine powders.

During the atomization process, 3 tubes filled with argon gas were connected to the gas ramp to prevent the gas pressure changing and fluctuating. Melting process was carried out in the graphite melting pot placed in the furnace. The temperature of the molten Al-12Si alloy is measured by means of two thermocouples, which are immersed in the graphite melting pot and located outside the pot. Experiments were carried out at 770 ° C constant temperature, 2 mm nozzle diameter and 6 different gas pressures (5, 10, 15, 20, 30 and 35 Bar). Argon gas is used as atomizing gas.

Powder production parameters are given in Table I. In addition to the melting temperature and the diameter of the nozzle, the gas pressure is also known to have an important influence on the size and shape of powders at gas atomization technique. Production parameters were selected for this purpose.

Table1. Powder production Parameters

	Gas Pressure (Bar)	Melting Point (°C)	Nozzle Diameter (mm)
S1	7.5	8.	11.
14. S2	15.10	9.	12.
16. S3	17.15	10. 770	13. 2
18. S4	19.20		
20. S5	21.30		
22. S6	23.35		

Powder particle size distributions were made by sieve method which is the easiest and most widely used analysis method. The size analysis of the powders was done by vibratory sieve analyzer. The sieve analyzer is given in Figure 3. The device can measure powder sizes between 45-1000 µm. The size of Al-12Si alloy powders was

determined by using sieves in 8 hole sizes of 45 μm , 63 μm , 90 μm , 125 μm , 250 μm , 500 μm , 710 μm and 1000 μm , respectively.



Figure 3. Sieve Analyzer

SEM images of the produced Al-12Si alloy powders were obtained from the Carl Zeiss Ultra Plus Gemini Fesem brand device at the Karabük University Iron and Steel Institute Materials Research and Development Center (MARGEM) Laboratory. The particle size distribution of the powders was determined with the sieve analyzer located in Engineering Manufacturing Engineering Laboratory of Karabük University.

3.Experimental Results And Discussion

The weight percentages of Al-12Si powders produced by different gas pressures are given in Table 2. It has been determined that the proportion of small sized powders increases with the increase of the gas pressure given in this table. It has been found that no powder is

produced below 63 μm at the 5 bar gas pressure and 2 mm nozzle diameter given by the S1 code parameters and powders are generally produced between 125 and 710 μm sizes. It is seen that no powders are produced bigger than 500 μm diameter with S6 code with the parameters of 35 bar gas press and nozzle diameter of 2 mm, and the most intense powders occur within the powders less than 45 μm . When these results are evaluated, it can be reported that the powder size decreases by the increasing gas pressure.

Table 2. % weight proportion of AL-12I alloy powders

	-710 +500 μm	-500 +250 μm	-250 +125 μm	-125 +90 μm	-90 +63 μm	-63 +45 μm	-45 μm
S1	40,486	33,131	15,061	7,209	4,111	0	0
S2	10,264	36,435	33,837	11,019	5,506	1,778	1,157
S3	5,915	25,299	33,824	15,946	11,248	4,569	3,195
S4	2,516	15,277	34,17	20,01	16,494	5,984	5,546
S5	0	8,298	21,068	21,747	26,039	11,886	10,959
S6	0	5,592	15,176	16,275	21,592	19,008	22,355

Frequency densities of Al-12Si powders produced with different gas pressures related to powder size ranges are given in Figure 4. Frequency densities are; % Weight values divided by sieve interval value. The result is seen on Figure 4 that by increasing gas pressure, the percentages of powders up to 125 μm are increased and the proportion of coarse powders increases after 125 μm . Also; from the SEM images of the powders produced in Figure 5, it is clearly seen that the powder size has decreased due to the increase of the gas pressure.

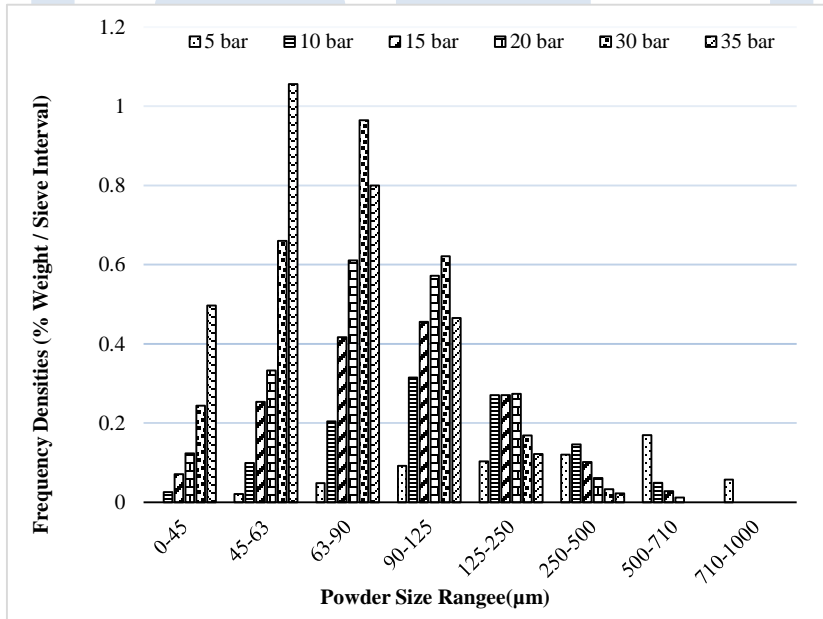


Figure 4. Frequency densities of Al-12Si powders that produced with different gas pressure values related to powder size ranges.

The Al-12Si alloy powders produced are generally ligamentous, droplet and spherical, as shown in Figure 5. It has been observed that even though the shapes of the powders are ligamentous and droplet under the low gas pressure, their shapes are becoming spherical under the higher gas pressures. Oğuz and Öztürk [3,4] published similar results in their studies on atomization. In addition, Klar et al. [10] studied the effects of gas pressure and surface tension on the shape of the powder, and found that the force acting on the globalization of a liquid droplet were surface stresses.

In powder production studies, it was observed that small particulate powders saturate on large particulate powders. Fischmeister and his colleagues found that the saturation occurred in the final stage when small particles of powder collided with large powder particles that had not yet completed the solidification process during atomization. [11th]. On the other hand, Clyne and colleagues have emphasized in a similar study that the difference between the solidification times of powders formed at large and small sizes and the acceleration of different droplets at different rates by the effect of atomization gas lead to the process of saturation [12]. In Aller and Losada's work, they found that the powder was formed by the partially coating by the droplet or completely coating of droplet by the powder [13].

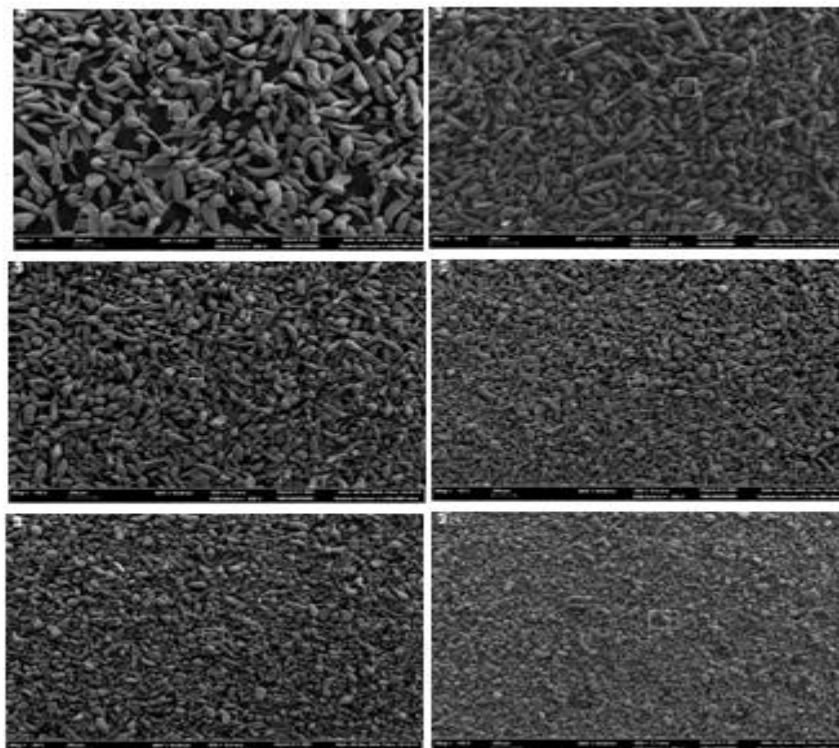


Figure 5. SEM images of $Al_{12}Si$ alloy powders . a 5 bars. b 10 bars. c 15 bars. d 20 bars. e 30 bars. f 35 bars

Figure 6 shows that $Al-12Si$ powders have dendritic and cellular-dendritic microstructure in images taken at 15000 magnifications from the surface of powders produced at different gas pressures by scanning electron microscopy (SEM). Looking at the surface images, the dendritic image changed from spherical dendritic to complex dendritic due to increased gas pressure. It is also seen that the increase with the gas pressure the structure becomes cellular dendritic. No information was found in the literature in this regard. However, it has been directly determined

that the increasing gas pressure changes the morphology of the powder surface noticeably and that the surface morphology influences the powder shape.

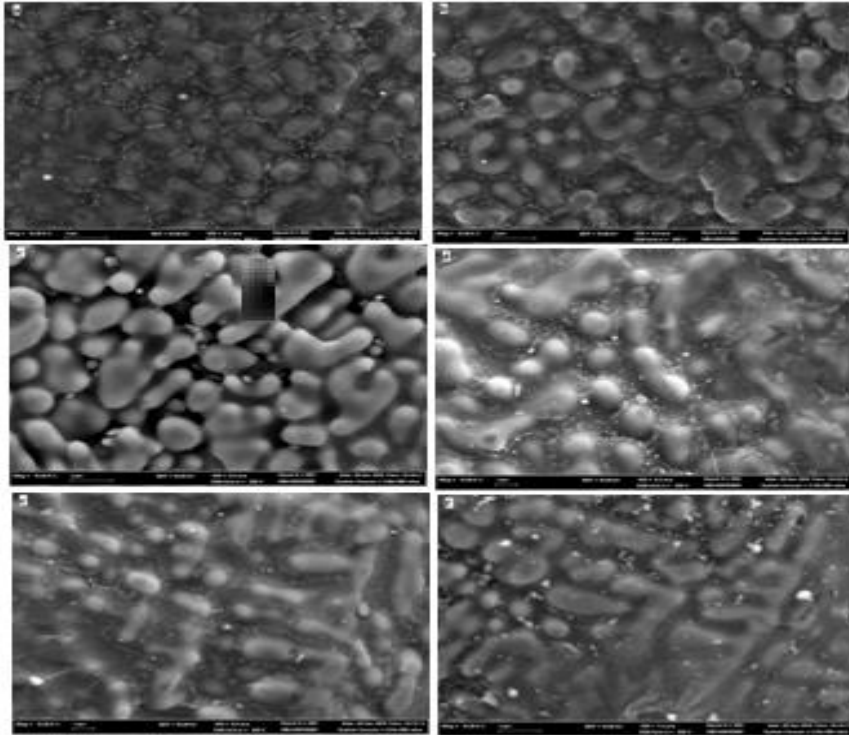


Figure 6. SEM images of $Al_{12}Si$ alloy powders (x15000 magnification). a 5 bars .b 10 bars .c 15 bars. d 20 bars. e 30 bars. f 35 bars

4. Conclusion

The following results were obtained for Al-12Si powder produced by the gas atomization method.

- ✓ The powder production by the gas atomization method was carried out in the Gas Atomization Unit, and powders with different shapes and sizes were obtained. The smallest powder size was obtained at a gas pressure of 35 bar.
- ✓ It has been determined that the size of the powder is reduced due to the increase of the gas pressure.
- ✓ As the gas pressure increased, the size of the powder decreased and the shape of the powder changed from the ligament and the droplet structure to the global one.

Reference

- [1].Rajan T P D, Jayakumar E, and Pai B C, Trans Indian Inst Met **65** (6) (2012) 531.
- [2].Wang, Y., Li, HT. & Fan, Z. Trans Indian Inst Met (2012) 65: 653.
- [3].Oğuz, Ş; Öztürk, Z; Uzun, E; Kurt, A; Boz, M. Gaz atomizasyonu yöntemi ile kalay tozu üretiminde gaz basıncının toz boyutu ve şekline etkisi. 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 2011, 565-568.
- [4].Öztürk, Z; Aslan H; Uzun E; Boz, M. Gaz Atomizasyon Yöntemi ile Al 2024 Tozu Üretimi ve Karakterizasyonu, 7. th International Powder Metallurgy Conference, 24-28 Haziran, 2014.
- [5].German, R.M., 1994, Powder metallurgy science,2nd edition, Metal Powder Industries Federation, USA.

- [6].Lawley, A., 1992, Atomization: The production of metal powders, Metal Powder Industries Federation, Princeton, New Jersey, USA
- [7].Aydın, M. ve Ünal, R., “Laval tipi yeni bir nozul tasarımı ile metal tozu üretimi ve üretim değişkenlerinin etkisinin incelenmesi”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, (1): 69-76 (2007).
- [8].Uslan, İ. ve Küçükarslan S., “Kalay tozu üretimine gaz atomizasyonu parametrelerinin etkisinin incelenmesi” Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 25, No (1): 1-8 (2010).
- [9].Zolotarevsky, V.S., Belov, N.A., Glazoff, M.V., 2007. Casting Aluminum Alloys, Elsevier, Amsterdam, Holland.
- [10]. Klar, E., and Fesko, J.W., 1984, Production of metal powders, Metals Handbook, 9th ed. Vol. 7, Powder Metallurgy, 25 – 51, Ohio.
- [11]. Fischmeister, H.F., Ozerskii, A.D., and Olsson, L., 1982, Solidification structure of gas atomized high speed steel powders, Powder Metallurgy, 25(1), 1 – 9.
- [12]. Clyne, T.W., Ricks, R.A., and Goodhew, P.J., 1984 – 85, The production of rapidly – solidified aluminium powder by ultrasonic gas atomization. Part I: Heat and fluid flow, Int.J. Rapid solidification, 1, 59 – 80.
- [13]. Aller, A.J., and Losada, A., 1985, Characteristics of atomized powders, Powder Metallurgy Int., 21(5), 15 –19.