جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا
كلية العلوم
قسم الفيزياء

الكشف اللا إتلافي باستخدام الحبيبات المغناطيسية

Nondestructive Testing by using Magnetic Particles

مشروع تخرج لنيل درجة بكالوريوس العلوم في الفيزياء

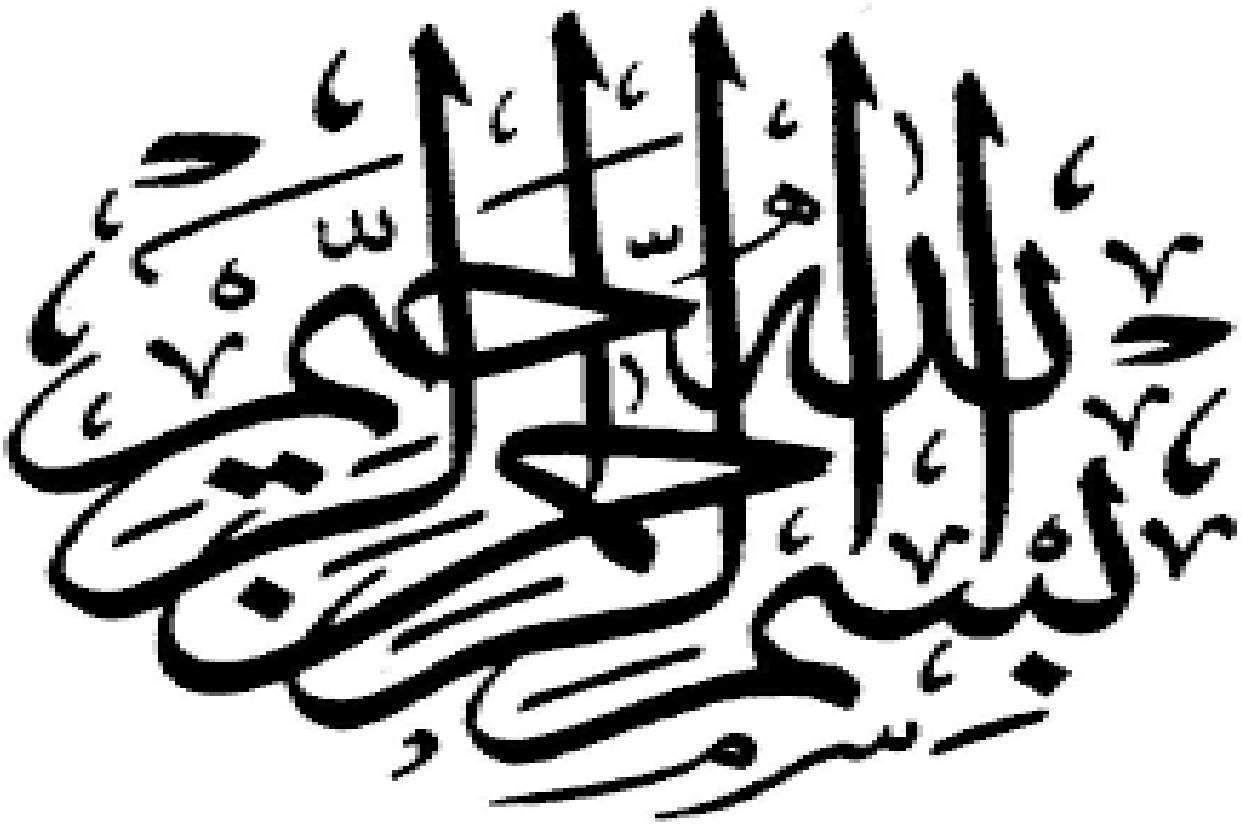
إعداد :

- أسماء الشيخ حسين السماني.
- فاطمة عثمان محمد سعد.
- مريم طارق عبدالقادر البخيت.

إشراف :

أ/ عفراء خميس كجو

سبتمبر 2017



الآيـــة

قـال تـعـالـي :

﴿ قُل لَّوۡ كَانَ ٱلۡبَحۡرُ مِدَادٗا لِّكَلِمَٰتِ رَبِّي لَنَفِدَ ٱلۡبَحۡرُ قَبۡلَ أَن تَنفَدَ كَلِمَٰتُ رَبِّي وَلَوۡ جِئۡنَا بِمِثۡلِهِۦ مَدَدٗا ﴾

الـكـهـف : 109

صدق الله الـعـظـيـم

الإهداء

إلى من جرع الكأس فارغاً ليسقيني قطرة حب

إلى من كلت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة

إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم

إلى والدي العزيز ،،،

إلى من تتسابق الكلمات لتخرج معبرة عن مكنون ذاتها

إلى من علمتني وعانت الصعاب لأصل إلى ما أنا فيه وعندما تكسوني الهموم اصبح في

بحر حنانها ليخف من آلامها **أمي**،،،

إلى أخواتي وأخواني،،،،،

الـشكـر و الـعـرفـان

الحمد لله حمدا كثيرا طيبا مباركا ،،،،،،،،

وبعد ،،،،،

نتقدم بجزيل الشكر إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة.

كن عالما فإن لم تستطع فكن متعلما فإن لم تستطع فأحب العلماء فأن لم تستطع فلا تبغضهم .

ونخص بالشكر والعرفان.

الأستاذة/ عفراء خميس كجو

مهندس محمد عبد الله

كنتم مصدر إلهامنا وفخرنا لكم فائق الاحترام

وجزي الله الجميع عنا كل خير

و أخيرا الشكر موصول إلى الصرح الشامخ قلعه العلم والمعرفة جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا .

المستخلص

في الأونة الأخيرة ومع التطور المتسارع للتكنولوجيا كثر إستعمال تقنية الإختبارات اللا إتلافية للكشف عن العيوب الكامنة في المنتجات والموارد والمنشآت والمجالات الأخرى وفي هذا البحث تم إستخدام طريقة الحبيبات المغناطيسية للكشف عن أي عيب موجود في قطعة من الحديد بعد إجراء الإختبار تبين وجود عدد من العيوب في العينة تمثلت في :

عيب في شكل خط اسود غامق(under cuts) - عيب في شكل خط في اللحام - نقاط مسامية تعرف ب (prosity).

Abstract

Recently, the use widely in many different scientific sectors of non-destructive tests to detect defects, in this research used magnetic particle method to detect a peace of iron and found that there are some cracks, undercuts and prosoties was used.

فهرست المحتويات

	العنوان	رقم الصفحة
1	الآية	أ
2	الإهداء	ب
3	االشكر والتقدير	ج
4	المستخلص	د
5	Abstract	ه
6	فهرس المحتويات	و
7	فهرس الأشكال	ح
	الفصل الأول **المقدمة**	
1-1	مقدمة	1
1-2	مشكله البحث	1
1-3	أهمية البحث	1
1-4	اهداف البحث	1
1-5	حدود البحث	2
1-6	فرضيات البحث	2
1-7	طريقة العمل	2
	الفصل الثاني **الإختبارات اللا إتلافية**	
2-1	مقدمة	3
2-2	تعريف الاختبارات اللاإتلافية	3
2-3	أهمية الكشوف اللا إتلافية	4
2-4	مجلات تطبيق الاختبارات اللااتلافية	4
2-5	فوائد تطبيق طرق الاختبارات الااتلافية	4
2-6	بعض الملاحظات عن الاختبارات الااتلافية	5
2-7	طرائق الاختبارات الااتلافية	6

2-7-1	طريقة الاختبار البصري	7
2-7-2	الاختبار بالسوائل النافذة	8
2-7-3	طريقة الاختبار بالتصوير الشعاعي	9
2-7-4	طريقة الاختبار بالأمواج فوق الصوتية	9
2-7-5	الاختبار بالتيارات الدوامية	10
2-7-6	اختبار الجزيئات الممغنطة	12
2-8	توليد المجال مغناطيسي	15
2-9	الجزيئات الممغنطة برادة الحديد	15
	الفصل الثالث **القياسات العملية**	
3-1	المقدمة	17
3-2	خطوات العمل	18
	الفصل الرابع **النتائج ، الخاتمة، التوصيات والمراجع**	
4-1	النتائج	20
4-2	الخاتمة	21
4-3	التوصيات	21
	المراجع	22

فـهـرس الأشكـال

الشكل	الصفحة
الشكل(2.1) يوضح الجهاز المستخدم في الفحص البصري	7
الشكل(2.2) يوضح خطواط عملية السوائل النفاذة	8
الشكل(2.3) يوضح الجهاز المستخدم للكشف بالموجات فوق الصوتية.	9
الشكل (3.1) يوضح تركز الحبيبات في المساحة التي يوجد بها عيب	16
الشكل (3.2) يوضح العينة التي تم الكشف عنها لا إتلافياً	17
الشكل (3.3) يوضح جهاز ال (yoke) المستخدم لمغنطة قطعة الحديد	17
الشكل (3.4) يوضح العينه بعد عملية المغنطة	18
الشكل(4.1.a) يوضح شكل ال under cut	19
الشكل(4.1.b) يوضح شكل ال crack	19
الشكل(4.1.c) يوضح شكل ال prosoity	20

الباب الاول

المقدمة

1-1 تقديم:

تعتبر تقنية الإختبارات اللاإتلافية من التقنيات الحديثة التي ظهرت الحاجة الماسة اليها عندما اصبحت العيوب الكامنة في بعض المصانع والمنشآت والطائرات تتسبب في حوادث تؤدى لخسائر فادحة في الارواح والممتلكات، وانتشرت هذه التقنية تدريجياً لتشمل بجانب المصانع والطائرات ، المنشآت النفطية والجسور والمباني والاغذية والحاويات ، فاصبحت أجهزة الكشف اللاإتلافي تستخدم لفحص الأمتعة والحاويات وتتبع الممنوعات والمخدرات وكشف تلوث الأغذية. وانتشر ايضاً إستخدام الكشف اللاإتلافي في مجال الأدلة الجنائية حيث يستخدم لكشف الجرائم وفي مجال التزييف .

1-2 مشكله البحث:

ادي التنامي الكبير وعمل الدول علي برامجها التنمويه المتعدده لتطبيق طرائق الاختبارات الاتلافيه للتاكدمن نوع المواد الداخله في الانتاج وجوده التصنيع وسلامه المنتج .

1-3 أهمية البحث:

اجراء الكشوف الاتلافيه في المصانع و المنشآت وغيرها بصوره دوريه للكشف عن العيوب ومعالجتها قد يؤدي الي تفادي تلفها بالكامل وبالتالي تجنب الكثير من الخسائر.

1-4 اهداف البحث:

1. التعرف علي طرق الاختبارات اللااتلافيه.
2. اختبار عينه ما بطريقة الحبيبات المغنطيسيه لمعرفه اذا ما كان بها عيوب ام لا.

1-5 حدود البحث:

الكشف عن عينه ما كشف لااتلافي بواسطه الحبيبات المغنطيسيه لتحديد وجود العيوب من عدم وجودها.

1-6 فرضيات البحث:

بافتراض انه لدينا عينه بها عيب،سيتم الكشف عنه بواسطه الحبيبات المغنطيسيه.

1-7محتوي البحث:

تناول الباب الاول مقدمة عن الكشف اللا اتلافي ، وفي الباب الثاني تم التعرف علي انواع الكشوف اللا اتلافية بجميع انواعها وتفصيلا الكشف اللا اتلافي بالحبيبات المغناطيسية،وفي الباب الثالث تم اجراء القياسيات العملية ،وفي الباب الرابع النتائج والخلاصة والتوصيات.

الباب الثاني

الإختبارات اللا إتلافية

2-1 مقدمة:

تزداد التحديات التي تواجه التنمية الاقتصادية والاجتماعية وبالتالي أصبحت الحاجة ملحة أكثر من ذي قبل لإيجاد نظام إدارة جودة للعمليات التشغيلية في المؤسسات أو المنشآت الراغبة في التنافس والدخول الى السوق العالمية في كافة المجالات.

تعد الاختبارات اللاإتلافية واحدة من تقنيات الجودة التي تعتمد على تطبيق طرق وتقنيات يمكنها الكشف عن العيوب الموجودة في كل جزء من أجزاء المنتج وتحدد طبيعة هذه العيوب وأسباب نشوئها خلال جميع مراحل العملية الإنتاجية وأثناء مرحلة الخدمة تمهيدًا لإيجاد الحلول المناسبة لإزالتها أو لتخفيض عددها دون إحداث أي تشويه أو تغير في شكل تلك الأجزاء لغرض زيادة الإنتاجية و زيادة فترة الاستخدام و ضمان السلامة. [1]

2-2 تعريف الاختبارات اللاإتلافية:

هي الاختبارات التي تجرى على العينة من أي حجم أو شكل أو مادة بغرض تحديد وجود الانقطاعات من عدمها أو لتقييم الخواص الأخرى للمادة.

في نفس الوقت يجب التنبيه إلى أن الاستخدام أو التطبيق غير الملائم للاختبارات اللاإتلافية يمكن أن يسبب نتائج كارثية، في حالة إجراء الاختبار بصورة خاطئة أو القيام بالتفسير الخاطئ للنتائج، لذا فإنه من الجوهري استخدام التقنية الملائمة من الاختبارات اللاإتلافية من طرف شخص مؤهل تأهيلا كافيًا لضمان عدم حدوث الأخطاء المؤدية إلى كوارث .

تعد الاختبارات اللاإتلافية فرعًا من علم المواد يشتمل على تطبيق طرائق وتقانات يمكنها الكشف عن العيوب الموجودة في كل جزء من أجزاء المنتج وتحدد طبيعة هذه العيوب وأسباب نشوئها خلال جميع مراحل العملية الإنتاجية وأثناء مرحلة الخدمة تمهيدًا لإيجاد الحلول المناسبة لإزالتها أو لتخفيض عددها دون إحداث أي تشويه أو تغير في شكل تلك الأجزاء

.

2-3 أهمية الكشوف اللا إتلافية:

1. اختبار المواد الخام قبل التصنيع.
2. تقييم المواد خلال مراحل التصنيع لمراقبة عملية التصنيع.
3. اختبار المنتج في شكله النهائي.
4. تقييم المنتجات والمنشآت بعد وضعها في الخدمة.

2-4 مجلات تطبيق الاختبارات اللااتلافية:

1. **في صناعة المعادن** : حيث يتم فحص المصبوبات المعدنية والمشغولات بالطرق ومنتجات الدرفلة والمنتجات المسحوبة كالصفائح والأنابيب وغير ذلك بهدف ضبط جودة المنتجات وبالتالي ضمان جودتها.

2. **في النقل** : كاختبار أجزاء الطائرات وأجزاء المركبات الفضائية قبل إطلاقها وبعد عودتها واختبار عجلات وخطوط السكك الحديدية الخاصة بالقطارات السريعة.

3.في بناء السفن وتشكيل المعادن :كاختبار الصفائح الفولاذية ولحاماتها واختبار المواد الداخلة في تصنيعها واختبار الأدوات المعدنية وأجزاء الآلات أثناء مراحل تصنيعها المختلفة.

2-5 فوائد تطبيق طرق الاختبارات الااتلافية :

1. تحقيق الاستخدام الأمثل للمواد وإنقاص الهدر الناتج عن التلف الصناعي مما يسمح بزيادة الإنتاج وتخفيض عمليات إعادة التصنيع وخفض كلفة وحدة المنتج .
2. يؤدي تطبيق طرائق الاختبارات الّ لاإتلافية بشكل دوري على الآلات ومعدات المنشآت الصناعية إلى كشف مواضع تركز الإجهادات الميكانيكية وأماكن التآكل والتصدع فيها قبل تحطمها مما يسمح بتحديد نوع الصيانة اللازمة لها وبالتالي إطالة زمن خدمتها وخفض كلفة تشغيلها .

3. يعتبر تطبيق طرائق الاختبارات الّ لاإتلافية الوسيلة الوحيدة الناجعة في إنقاص معدل وقوع الحوادث المؤلمة كحوادث تحطم الطائرات والمركبات الفضائية وحوادث التسرب الشعاعي في المفاعلات النووية وحوادث خروج القطارات السريعة من مساراتها .

4. تمكن هذه الاختبارات من التأكد من مطابقة المواد المصنعة لمعايير الأمان والجودة وذلك بتحري وجود أي نوع من الاختلافات في بنيتها الكيميائية أو في خواصها الفيزيائية أو في أبعادها الهندسية .

5. يؤدي تطبيق طرائق الاختبارات اللااتلافيه إلى زيادة الإنتاج عن طريق تجنب التوقف غير المبرمج للمنشأة كتوقف غير مبرمج لمحطة توليد طاقة كهربائية بسبب تسرب في أنابيب المبادلات الحرارية

6-2 بعض الملاحظات عن الاختبارات الااتلافية:

- هناك مفاهيم خاطئة محددة حول الاختبارات اللاإتلافية ، من تلك المفاهيم هو أنه باستخدام الاختبارات لاإتلافية نضمن عدم حدوث انهيار للقطعة المختبرة، وهذا أمر ليس حقيقيًا بالضرورة، فكل اختبار لاإتلافي له محدوديته، كما لا يمكن اعتبارالاختبارات ا لاإتلافي دوا ء عامًا وشاملا.
- ففي أغلب الحالات، يتطلب الكشف الدقيق استخدام طريقتين للاختبار على الأقل : واحدة للكشف على الحالة الداخلية للجسم وأخرى لمعرفة حالة سطح المادة ومن الضروري معرفة محدودية كل طريقة قبل استخدامها، فمثلا بعض الانقطاعات قد تتموضع بشكل غير ملائم للكشف بطريقة اختبار لا إتلافي معينة، كذلك تعتبر عتبة الكشف متغيرًا جوهريًا لكل طريقة، فينبغي التركيز عليها ومعرفتها.
- من المعروف أن هناك معايير وكودات توصف وُتعرف نوع وحجم الانقطاعات التي تعتبر مقبولة وتلك المرفوضة، ولكن إذا عجزت طريقة الاختبار عن كشف تلك الظروف، حينها تفقد تلك المعايير والكودات قيمتها وتصبح لا معنى لها.
- هناك مفهوم خاطئ آخر يتعلق بطبيعة وخواص القطعة المختبرة، فمن الضروري معرفة أكبر قدر من المعلومات وفهمها قبل اختيار تقنية الاختبار، من تلك المعلومات الأساسية الواجب معرفتها : العمليات التصنيعية التي مرت القطعة بها والوظيفة المصممة لها وكذلك المعايير والكودات المطبقة، هذه كلها يجب دراستها وفهمها قبل إجراء الاختبار الاإتلافي

.

- شرط آخر مهم أيضًا، هو ضرورة معرفة وفهم الانقطاعات المتوقعة بالقطعة المختبرة. أحيانًا تظهر افتراضات خاطئة تقول بأن القطعة التي تم اختبارها لا إتلافيًا، تحدث بها تغيرات سحرية وتصبح قطعة مضمونة وخالية من العيوب والانقطاعات .ينبغي التأكيد على أن المعايير والكودات تؤسس وتضع الشروط والمتطلبات الدنيا للعيوب والانقطاعات، وهي ليست مصدرًا لضمان عدم وجود الانقطاعات.
- هناك انقطاعات مقبولة وأخرى مرفوضة، توصفها وتعرفها هذه المعايير والكودات ، ومع ذلك لا يوجد ضمان بأن كل الانقطاعات المقبولة لن تسبب بعض أنواع المشاكل خلال وضع القطعة في الخدمة.

7-2 طرائق الاختبارات الااتلافية:

هناك العديد من طرائق الاختبارات الإتلافية تستند في مفهومها على مبادئ فيزيائية مختلفة للكشف عن بنية المادة وتواجد الانقطاعات الداخلية أو السطحية فيها والتي لايمكن الكشف عنها بالعين المجردة.

تمتاز كل طريقة من طرائق الاختبارات الااتلافية بمزايا خاصة بها ويعتمد في اختيارالطريقة الأكثر ملاءمة لاختبار منتج ما على خبرة القائم على الاختبار ومعرفته الجيدة بمزايا الطرائق المذكورة وبالعيوب التي يمكن أن تتواجد في المادة أو القطعة المراد اختبارها .

من طرائق الاختبارات اللاإتلافية ستة طرائق واسعة الانتشار والتطبيق هي:

- طريقة الفحص البصري
- طريقة السوائل النافذة
- طريقة الجسيمات الممغنطة
- طريقة التصوير الشعاعي
- طريقة الموجات فوق الصوتية
- طريقة التيارات الدوامية

وفيما يلي شرح مختصر لكل طريقة من طرائق الاختبارات اللاإتلافية الست المذكورة أعلاه .

2-7-1 طريقة الاختبار البصري Visual testing method :

تعد طريقة الاختبار البصري من أسهل طرائق الاختبارات الإتلافية تطبيقًا وتعتبر هذه الطريقة متممة لطرائق الاختبارات الإتلافية الأخرى ويتم تطبيقها قبل أي طريقةاختبار أخرى في الكشف عن العديد من العيوب في الملحومات والمصبوبات والمشغولات والمكونات المعالجة حراريًا، يتم الاختبار باستخدام العين المجردة أو باستخدام أدوات قياس بسيطة. كما هو موضح بالشكل أدناه:

الشكل(2.1) يوضح الجهاز المستخدم في الفحص البصري

ومن مزايا هذه الطريقة:

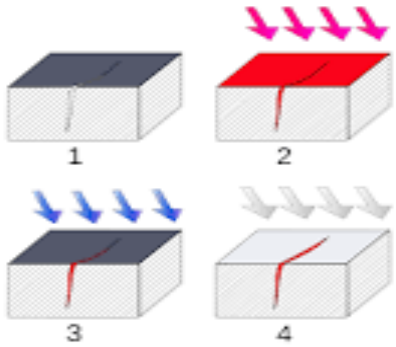
- تعتبر نسبيًا طريقة سريعة وبسيطة .
- تتطلب حدًا أدنى من التدريب.
- منخفضة التكلفة.
- تستخدم مع مختلف المواد.

ومن عيوب هذه الطريقة:

- السطح يجب أن يكون نظيفًا.
- تعرض المفتش للإعياء والإرهاق.
- الأدوات البصرية المساعدة مرتفعة الثمن نسبيًا.

2-7-2 الاختبار بالسوائل النافذة:

تستخدم طريقة الاختبار بالسوائل النافذة في الكشف عن التشققات والكسور المفتوحة على السطح التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة من رتبة الميكرومتر .تقوم هذه الطريقة على تنظيف سطح المادة المراد اختبارها بشكل جيد وذلك بإتباع طريقة التنظيف المناسبة تمهيدًا لوضع السائل ذي مقدرة النفاذ العالية على سطحها حيث يترك لفترة زمنية كافية تدعى بفترة النفاذ أو التغلغل يتم بعدها إزالة طبقة السائل من على ثم توضع طبقة رقيقة (Remover) سطح المادة وذلك باستخدام المادة المزيلة المناسبة الذي يخرج السائل المتغلغل في الشقوق إلى السطح مشيرًا (Developer) من المظهر بذلك إلى موضع وجود هذه الشقوق.



الشكل(2.2) يوضح خطواط عملية السوائل النفاذة .

ومن مزايا هذه الطريقة:

- يمكن تطبيق السوائل النافذة في فحص المواد المعدنية المغنطيسية وغير المغنطيسية وكافة المواد الصلبة غير المسامية.
- ثمن الأجهزة منخفض وأقل من الطرائق الأخرى .

ومن عيوب هذه الطريقة:

- لا يمكن تطبيق هذه الطريقة على المكونات والقطع ذات السطوح المسامية
- لا يمكن تطبيق هذه الطريقة على المكونات المطلية بالدهان أو الطبقات المعدنية الواقية.
- زمن الاختبار طويل.

3-7-2 طريقة الاختبار بالتصوير الشعاعي:

تقوم طريقة التصوير الشعاعي على تسليط حزم من أشعة سينية أو من أشعة غاما (Gamma ray)على المادة المراد اختبارها والمتواجدة بين منبع الأشعة وفلم التصوير يتحسس الفلم وفقًا لشدة الإشعاعات النافذة من الأجزاء المختلفة للمادة مما يؤدي إلى تشكل صورة كامنة عن بنيتها الداخلية ويمكن إظهار وتثبيت الصورة الكامنة للفلم بشكل مناسب.

ومن المزايا :

- تكشف عن العيوب السطحية والداخلية.
- لا تؤثر حالة السطح كالخشونة ووجود طبقات الدهان على نتيجة التصوير.

ومن العيوب:

- يتطلب تطبيقها احتياطيات أمان ووقاية من الإشعاع .
- تعتبر هذه الطريقة ذات كلفة مرتفعة حيث يتطلب تطبيقها استعمال العديد من المواد كالمصادر المشعة والأفلام والمواد الكيميائية .

4-7-2 طريقة الاختبار بالأمواج فوق الصوتية:

تقوم هذه الطريقة على تطبيق نبضات فوق صوتية ذات تردد واقع ما بين (0.1 الي 25) MHZ في المادة المراد اختبارها وذلك بواسطة مسبار مرسل ومستقبل ناقل للطاقة موضوع على تمام مباشر مع المادة المراد اختبارها ويتم الحصول على جميع المعلومات المتعلقة بالبنية الداخلية للمادة بواسطة دراسة شكل وموضع وطاقة الأمواج الصوتية المرتدة عن مختلف أجزائها.

الشكل(2.3) يوضح الجهاز المستخدم للكشف بالموجات فوق الصوتية .

- تطبق طريقة الاختبارات بالأمواج فوق الصوتية في مجالات كثيرة أهمها:

- إختبار سلامة المواد المعدنية وغير المعدنية ذات الثخانات الكبيرة
- قياس ثخانات المواد بدقة عالية استنادًا على سرعة الصوت في المادة
- تحديد مواضع التآكل وقياس مقداره في المواد المعرضة للتآكل
- تحديد بعض الخواص الميكانيكية للمواد
- إبار جودة اللحامات في السفن وفي خطوط النفط والغاز وفي المفاعلات النووية.

ومن مزايا هذه الطريقة:

- مقدرة كبيرة على الدخول في المواد.
- لا يوجد خطورة في تطبيقها.

ومن عيوب هذه الطريقة:

- تتطلب خبرة كبيرة في التطبيق.
- تتطلب مواد ربط.
- صعوبة في تحديد أبعاد العيب ونوعه.

5-7-2 الاختبار بالتيارات الدوامية:

تعد طريقة الاختبار بالتيارات الدوامية من الطرائق الناجعة في اختبار جميع المواد الناقلة للتيار،تقوم هذه الطريقة على وضع ملف مغذى بتيار متناوب بالقرب من سطح المادة الناقلة المراد اختبارها مما يؤدي إلى تولد تيارات دوامة فيها نتيجة لفعل التحريض الكهرمغنطيسي و ترتبط شدة التيارات الدوامة المتحرضة بمقدار شدة التيار الكهربائي المار في الملف المحرر وبقيمة تردد هذا التيار وبالناقلية الكهربائية للمادة المختبرة وبنفاذيتها المغنطيسية وبشكل سطحها والعيوب المتواجدة فيها .

- تعتبر طريقة الاختبار بالتيارات الدوامية واسعة الاستخدام وذلك لتنوع تطبيقاتها ونذكر على سبيل المثال :

- إختبار المواد والقطع المعدنية والتحري عن وجود العيوب السطحية وتحت السطحية فيها وذلك أثناء إنتاج هذه المواد والقطع أو أثناء استثمارها ونخص بالذكر المواد والقطع المخصصة للصناعات الفضائية والصناعات النووية .
- تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرائق ملاءمة في اختبار القطع المعدنية ذات الشكل الدائري عند الإنتاج

- إختبار جميع أنوع القضبان المعدنية بعد عملية الدرفلة على الساخن أو على البارد وبسرعة 100 متر في الدقيقة .
- إختبار المواد المتماثلة والكشف عن أي اختلاف في تركيبها الكيميائي أو في المعالجة الحرارية أو في ناقليتها الكهربائية وذلك بالاستناد إلى مبدأ تغير الناقلية الكهربائية للمادة المعدنية عند حدوث أي تغير في خواصها الفيزيائية أو في خواصها الكيميائية .
- قياس الثخانات وتحديد مواضع الاهتراء في الأنابيب والصفائح المعدنية المعرضة للتآكل وقياس مقدار هذا التآكل، ويعتمد مبدأ القياس على تحسس معدل تغير دخول التيارات الدوامية في القطعة المعدنية عند تغير ثخاناتها .
- إختبار أنابيب مولدات البخار وأنابيب المكثفات في محطات توليد الطاقة الكهربائية وذلك لتحديد الأنابيب المتآكلة ونسبة التآكل مما يسمح بتحديد زمن إخراجها من الخدمة للحفاظ على وثوقية عمل عالية . كالدهان والبلاستيك المتوضعة فوق ((Coatingو قياس ثخانات الطبقات غير الناقلة المواد الناقلة .
- قياس ثخانات الطبقات الناقلة كالذهب والنحاس المتوضعة فوق المواد الناقلة ذات الطبيعة المختلفة.
- الكشف عن وجود المواد العازلة كالثغرات الهوائية المتواجدة بين الطبقات المعدنية وقياس ثخاناتها .
- الكشف عن العيوب السطحية وعيوب ما تحت السطح في الوصلات اللحامية .

ومن مزايا هذه الطريقة:

- سرعة اختبار عالية.
- إمكانية فرز المعادن.
- حساسية عالية في الكشف عن العيوب الصغيرة.

ومن عيوب هذه الطريقة:

- تعتبر مقدرة دخول التيارات الدوامية في المادة محدودة وتتعلق بالتردد المطبق على مسبار الاختبار وناقلية المادة المختبرة ونفاذيتها المغنطيسية .
- ثمن التجهيزات مرتفع .[2]

6-7-2 اختبار الجزيئات الممغنطة :

تعريف المغناطيس :

حجر المغناطيس، أو حجر المغنطيس، هو قطعة ممغنطة من أكسيد الحديد الأسود (المغنتيت) المعدني. وهي تُعتبر مغناطيسًا بطبيعتها، حيث إنها تجذب قطع الحديد. والقدماء هم أول من اكتشفوا خاصية المغنطة في حجر المغناطيس. وكانت قطع من حجر المغناطيس، التي تم تعليقها بحيث يمكن أن تستدير، أولى البوصلات المغناطيسية، وتتضح أهميتها للملاحة المبكرة من خلال اسم الكلمة الإنجليزية *lodestone*، التي تعني في اللغة الإنجليزية الوسطى "حجر المسار" أو "حجر القيادة." ويعد حجر المغناطيس هو واحد من اثنين من المعادن فقط يتم العثور عليه ممغنطًا بشكل طبيعي؛ ويتمثل المعدن الآخر في البيروتيت، وهو معدن مغناطيسي ضعيف. والمعروف أن أكسيد الحديد الأسود يكون أسود اللون أو أسود بني مع لمعان معدني، ويتمتع بصلابة، وفقًا لمقياس موس لصلابة المعادن، تبلغ 5.5-6.5 وطبقة سوداء المغناطيس الذاتي هو قطعة من المادة قابلة للمغنطة وينتج بذاته مجالا مغناطيسيا. ومن امثلة تلك المغناطيسات الذاتية المغناطيسات التي نجمل بها أبواب الثلاجة في المنزل أو التي نثبت به أوراقا على لوحات حديدية في المدرسة. وتسمى المواد القابلة للمغنطة، وهي المواد التي تنجذب بشدة أيضا إلى مغناطيس ذاتي، تسمى مواد ذات مغناطيسية حديدية أو ذات فريمغناطيسية. من تلك المواد نجد الحديد والكوبلت والنيكل و الفولاذ وبعض السبائك المحتوية على عناصر أرضية نادرة. وبينما المواد ذات المغناطيسية الحديدية (والفريمغناطيسية) هي المواد التي تنجذب بشدة إلى مغناطيس ذاتي وتعتبر مواد مغناطيسية إلا أن المواد الأخرى تتأثر ضعيفا بمجال مغناطيسي بطريقة ما، وتتصف بنوع آخر من صفات المغناطيسية.

اختبار الجزيئات الممغنطة: (بالإنجليزية: Magnetic particle inspection) اختصار MPI أو MT وهذا الاختبار من الاختبارات اللا إتلافية والغرض منه الكشف على الانفصالات والشقوق السطحية(surface) وتحت السطح(near surface) بعمق حوالى 6مم كحد أقصى على اللحامات والأسطح المختلفة ولكن هذا الاختبار يصلح فقط للمواد القابلة للمغنطة (ferromagnetic materials)مثل الحديد. ولذلك يعتبر أدق من اختبار السائل المتغلغل ولكنه لا يصلح للتطبيق على المواد الغير قابلة للمغنطة بعكس اختبار السائل المتغلغل الذي يصلح لجميع المواد (ماعدا المواد ذات الأسطح المسامية) **ي**منغط الجز المراد اختباره ..وبعد ذلك يكسة الجزء ببرادة حديد مطحونة بشكل رفيع هذه الجسيمات أو البرادة الرقيقة

تنجذب الى تسرب تدفق المجال المغناطيسي وتتجمع عليه مباشرة اتشكل شكل العيب او الشق الموجود وهذه الاشارة يمكن ان تكشف بصريا او تحت ظروف اضاءة خاصة.

قد يكون The magnetic particle testing MT او الاختبار بواسطة الجسيمات المغناطيسية و هو احد الاساليب البارعة في الاختبارات غير الاتلافية NDT وغير مكلف ماديا وقد يتم تطبيقه للكشف عن العيوب التي تكون بالقرب من سطح المواد او تحت السطحية قليلا كما تم ذكره في ASME Section V ويتم تطبيقه علي ferromagnetic and electrically conductive materials.مثل الحديد او النيكل او الكوبالت وبعض السبائك الاخرى ذات الارتباط.

ان تقنية الحبيبات المغناطيسية Magnetic particle examination تستطيع ان تكشف العيوب السطحية مثل الشروخ الموجودة بالمعادن بطريقة هندسية معقدة جدا ،،، بوضع مجال مغناطيسي في الجزء ويمكن استخدام المجال المغناطيسي المباشر والغير مباشر ،،، وتحدث المغنطة المباشرة عندما يمر تيار كهربائي خلال القطاع فيتم تشكيل حقل مغناطيسي في هذه الماده ،،، وتحدث المغنطة الغير مباشرة عندما يتم تمرير اي تيار كهربائي خلال القطاع ،،، ولكن عندما يتم تطبيق الحقل المغناطيسي من مصدر خارجي ، تتعامد الخطوط المغناطيسية مع اتجاه التيار الكهربائي .

التيارات التي تستخدم في أجهزة الجسيمات الممغنظة:

التيار المباشر DC او التيار المتردد AC وكلاهما مناسب لاجهزة الجسيمات الممغنطة كما وان الفرق الرئيسي بين التيارين هي المجالات والحقول المغناطيسية التي يولدها DC والتي تخترق المقطع العرضي للجزء ، والحقول التي يتم انشاؤها بواسطة AC تقتصر علي المعدن القريب من سطح الجزء ، لذلك لا ينبغي استخدام AC عند الكشف عن العيوب تحت السطحية.

قواعد الإختبار بالجسيمات الممغنظة:

قبل بدء اختبار The magnetic particle testing MT علي سطوح المعادن لابد ان يتم اجراء تنظيفات حوالي ٢٥ مم لجميع الاوساخ مثل الغبار والشحوم والطلاء وغيرها من المواد الغريبة التي من الممكن ان تعوق وتحجب فتحات السطح والا سوف تعرقل من الفحص او تتداخل مع الفحص.،،،

وطريقة عمله هو عندما تكون المواد مثل الحديد او الصلب خاليه من العيوب فانه سيتم تمرير خطوط الفيض المغناطيسي دون انقطاع المجال المغناطيسي.

ولكن عندما يكون هناك شروخ او تصدعات او عيوب فسوف يحدث ما يسمى بتسريب الفيض او خطوط الحقل المغناطيسي وبالتالي سيحدث تجمع لمسحوق الحديد في هذه المنطقة وبالتالي يجعل شكل وحجم العيوب مرئية بسهولة .

يعد اختبار الحبيبات المغناطيسية سهل التدريب وسهل الفهم مقارنة باساليب NDT الاخرى هذا لانه اسلوب فحص واضح ومباشر وهو وسيلة جيدة للكشف عن عيوب اللحام السطحية بغض النظر عن حجم وطول اللحام

كما يمكن استخدام مساحيق بودرة الحديد الجافة او مساحيق الحبيبات الممغنطة الرطبة كما ان حساسية الكشف عن العيوب تكون قوية على السطح وتنقص بسرعة مع زيادة العمق تحت سطح القطاعات المعدنية وعلي كل حال ان انواع العيوب النموذجية التي يمكن الكشف عنها بواسطة الحبيبات المغناطيسية هي.cracks, seams, laps and Cold shuts

ويعتمد اختبار الجزيئات الممغنطة على فكرة تعريض السطح المراد الكشف عليه لمجال مغناطيسي (magnetic flux) فعند وجود أي شروخ أو انفصالات سطحية أو قريبة من السطح يتولد حول تلك الشقوق تسريب قي خطوط الفيض المغناطيسي مما يؤدى إلى عمل تلك الشقوق كمغناطيس له قطب سالب وأخر موجب. يتم قي أثناء ذلك التعريض رش جزيئات قابلة للمغنطة مثل برادة الحديد (magnetic particle) فتتجمع حول الشقوق التي تعمل كمغناطيس نتيجة لتسريب خطوط الفيض المغناطيسي قي شكل واضح وذلك يؤدى لاكتشاف الانفصال وموضعه.

يوجد احتمال لوجود شرخ قي ثلاث حالات شرخ طولى أو عرضي أو مائل بزاوية فعندما يكون المجال المغناطيسي عمودي على الشرخ يكون التسريب عالى جدا ويكون الظهور واضح عند تطبيق الاختبار ولكن إذا كان اتجاه المجال موازي للشرخ لا يكون هناك

تسريب ولا يظهر الشرخ أثناء الاختبار ولذلك يتم تطبيق الاختبار قي وضعين وضع تكون فيه خطوط الفيض رأسية ومرة أخرى تكون أفقية.

8- 2 توليد المجال مغناطيسي:

يعطى جهاز توليد المجال المغناطيسي إمكانية إصدار مجال مغناطيسي قي اتجاهين متعامدين (طولى وعرضي) وذلك لتلافى عدم ظهور الانفصال إذا كان اتجاه الانفصال موازي لخطوط الفيض المغناطيسي.

وله ثلاث أنواع :

- الماكينة الثابت (stationary):عبارة عن قطبين مثل الكماشة وتوضع العينة المراد الكشف عليها بينهم ويتم إمرار تيار كهربي يولد مجال مغناطيسي عرضي على العينة وللحصول على مجال طولى يتم وضع العينة داخل ملف ويتم إمرار تيار كهربي به لتوليد مجال طولى على العينة وبذلك تكون العينة عرضت لمجالين متعامدين.
- الماكينة المتحركة (mobile):ماكينة يخرج منها قضيبين من النحاس يولد كل قضيب مجال مغناطيسي عرضي وللحصول على مجال متعامد عليه يتم تحريك القضيبين قي اتجاه متعامد على الاتجاه الأول (يستخدم مع الألواح plates فقط).
- النقال(Yoke) :(portable) وهو الأكثر استخداما لسهولة حمله والتنقل به وله نوعان نوع يحتاج إلى مصدر كهربي(Ac Yoke) ونوع أخر لا يحتاج مصدر كهربي (hand magnetic DC Yoke) ويصنع مجالين مختلفين بتحريكه قي وضعين متعامدين.

9-2 الجزيئات الممغنطة برادة الحديد magnetic particles:

وتنقسم إلى نوعين رئيسيين:

- الجافة:عبارة عن برادة حديد وتكون لها ألوان مختلفة (أسود أحمر أصفر.....إلخ) والغرض من الألوان المختلفة مغايرة لون سطح الاختبار للوضوح والدقة أثناء تنفيذ الاختبار.

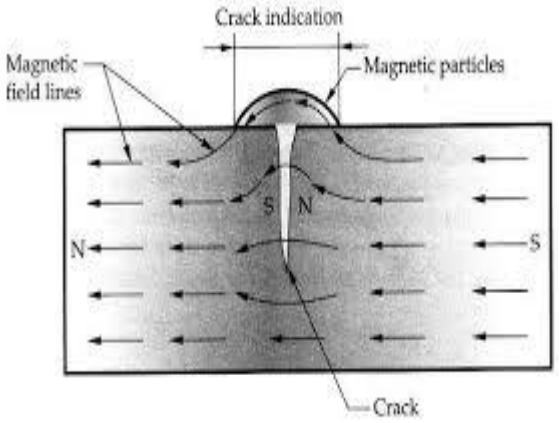
- رطبة wet :حيث تكون رش spray وهى من مزيج من برادة الحديد(black inc)السوداء وسائل دهان أبيض(white contrast paint) حيث يعمل خلفية بيضاء على السطح وتظهر برادة الحديد بالون الأسود وهو أكثر دقة من النوع الأول الجاف لدقة التباين. قي هذا النوع يوجد برادة حديد فلورسينت (فسفوري) للاستخدام قي البيئة الليلية أو ذات الإضاءة الخافتة ويحتاج ذلك إلى مصباح أشعة فوق البنفسجية (black light).

الباب الثالث

القياسات العملية

3–1 المقدمة :

عادة ما يتم الإختبار بالحبيبات المغناطيسية في المواد القابلة للمغنطه، حيث ان الفكره العامه لتحديد العيب للجسم المراد إختباره هو أن بعد إضافة برادة الحديد المزابة في المحاليل السائلة و تطبيق مجال مغناطيسى تتوزع الحبيبات فى اتجاة واحد فى اتجاة خطوط القوى وذلك عندما لاتوجد عيوب اما اذا كان هناك عيوب فان الحبيبات تتركز على هذه المساحة المعيبة وبالتالى يمكن تحديد العيب ، بمعني أن اي انقطاع في المجال المغناطيسي بعد مغنطة قطعة الاختبار تتراص برادة الحديد في المنطقة التي بها انقطاع في المجال المغناطيسي، حيث يتكون هناك معاوقة بين قطبي المغناطيس وعليه تتراص برادة الحديد وتظهر لنا شكل العيب. الشكل (3.1) يوضح تركز الحبيبات في المساحة التي يوجد بها عيب .



الشكل (3.1) يوضح تركز الحبيبات في المساحة التي يوجد بها عيب .

3-2 خطوات العمل :

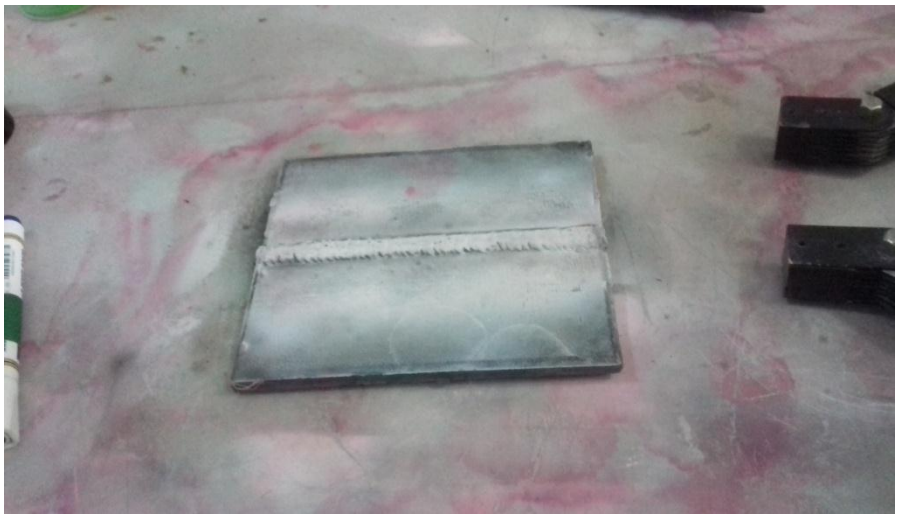
في هذا البحث تم الكشف عن قطعه من الحديد ابعادها (8x5) سم كشف لاإتلافي بواسطة الحبيبات المغنطيسيه وذلك لإكتشاف وتحديد العيوب الموجودة في العينة ، الشكل (3.2) يوضح العينة التي تم الكشف عنها لا إتلافياً .

الشكل (3.2) يوضح العينة التي تم الكشف عنها لا إتلافياً .

تمت عملية الكشف بعدة خطوات، أولاً تمت عملية النظافة الإبتدائية للمادة ثم قمنا بإنشاء مجال مغناطيسي للمادة وذلك بإستخدام جهاز (yoke) .الشكل (3.3) يوضح جهاز ال (yoke) المستخدم لمغنطة قطعة الحديد .

الشكل (3.3) يوضح جهاز ال (yoke) المستخدم لمغنطة قطعة الحديد .

بعدها تم رش براده الحديد المذابه في محلول كيميائي علي العينة مع تمرير جهاز(yoke) علي القطعة في شكل الحرف X، وذلك للتاكد من مغنطة جميع اجزاء القطعة .الشكل (3.4) يوضح العينة بعد عملية المغنطة



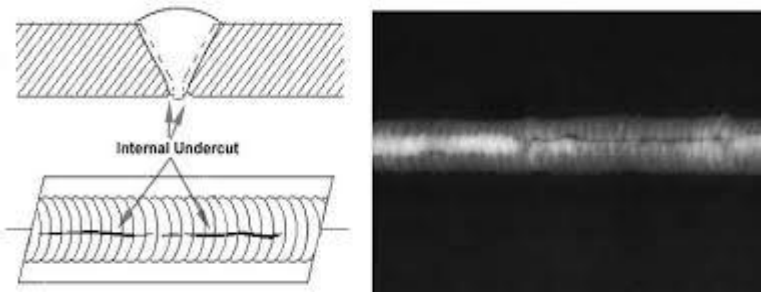
الشكل (3.4) يوضح العينه بعد عملية المغنطة

الباب الرابع

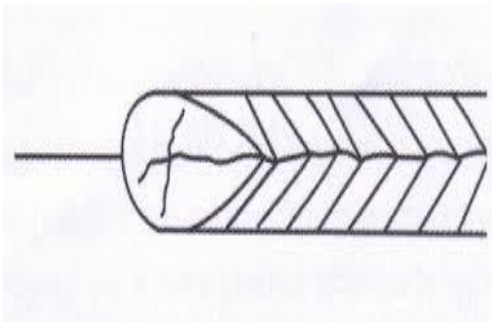
النتائج الخاتمة والتوصيات

4–1 النتائج:

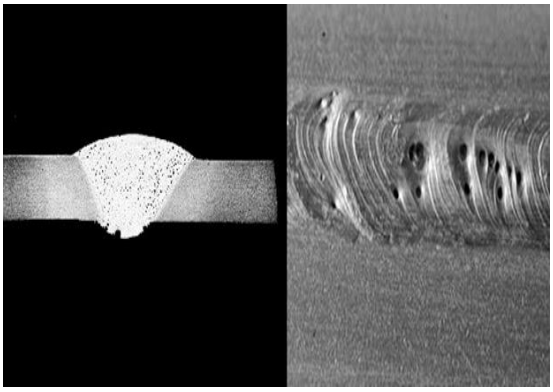
بعد الكشف عن العينة تم ملاحظة وجود عدد من العيوب منها عيب في شكل خط اسود غامق (under cut) هو احد العيوب الناتجة عن اللحام ، عيب في شكل خط في سطح اللحام وتعرف بالعيوب السطحية (small server crack) . نقاط مسامية تعرف ب (prosity) تظهر علي سطح القطعة في شكل نقاط سوداء .الاشكال ((4.1.b) (4.1.c) (4.1.a) توضح شكل العيوب التي وجدت في العينه .



الشكل(4.1.a) يوضح شكل ال under cut



الشكل(4.1.b) يوضح شكل ال crack



الشكل(4.1.c) يوضح شكل ال prosoits

يرجع السبب في وجود العيوب السطحية (عيب في شكل خط في سطح اللحام) نتيجة للتبريد المفاجئ ،او نتيجة للتسخين المفاجئ لدرجة حرارة عالية ، او نتيجة للشد. أما النقاط المسامية التي تظهر علي سطح القطعة في شكل نقاط سوداء وهي عبارة عن غازات تتشكل اثناء عملية اللحام تكبت داخل المادة وذلك بسبب التجمد المفاجئ للحام ويمكن ان تكون فقاعه واحده او اكثر من فقاعه .

4-2 الخاتمة :

اثبتت التجربة ان طريقة الحبيبات المغنطيسية فعالة في الكشف عن العيوب السطحية وقد تم التحقق من وجود العيوب التالية -:

بعد الكشف عن العينة تم ملاحظة وجود عدد من العيوب منها عيب في شكل خط اسود غامق يسمي (under cuts) ، عيب في شكل خط في سطح اللحام وتعرف بالعيوب السطحية (small server crack) . نقاط مسامية تعرف ب (prosity) تظهر علي سطح القطعة في شكل نقاط سوداء .

4-3 التوصيات :

علي الرغم من ان هذه الطريقة غير مكلفه ، الا انها غير فعالة في الكشف عن العيوب العميقة لذا نوصي باستخدام طريقة اكثر فعالية واقل تكلفة.

المراجع:

[1] أ.د/ حسن إبراهيم شعبان ، أ.د/ جمال محمد عاشور الدرويش – أسئله إمتحان التأهيل للإختبارات اللاإتلافية وعلم المواد – الهيئة العربية للطاقة الذرية – 2013م.

[2]أ.د/ حسن إبراهيم شعبان ، أ.د/ جمال محمد عاشور الدرويش البرنامج العملي والنظري في الكشف الااتلافي بالتيارات الدواميه – الهيئة العربية للطاقة الذرية – 2013م.