بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا- كلية العلوم

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء

بعنوان :

دراسة تأثير درجة الحرارة والمجال المغنطيسي على كفاءة عمل الألياف البصرية

Study theEffect ofthe Temperature and magnetic field on OpticalFiber efficiency

إعداد:

هاجر يحي علي حامد

إشراف:

د. سهاد سعد الوكيل

September 2020

الاهداء

إلي كل حبة عرق ترقرقت من جبينه لأجلي ..... أبي

الي كل من لها ومنها حياتي ..... أمي

الي كل من يحملون في عيونهم ذكريات طفولتي وشبابي ....اخواتي واخواني

الي من شاركني بشعاع محبة لأضع صغيرة من نور ...صديقاتي

الي شعاع النور الذي اضاء لنا الظلام ..معلمي

الي كل عزيز وغالي الي نفسي ...

اهدي ثمرة هذا العمل المتواضع ...

الشكر والعرفان

إلهي اذا انا لم اشكر جهدي وطاقتي ، ولم اصف من قلبي لك الود اجمعآ

فلا سلمت نفسي من السقم ساعة ، ولابصرت عيني من الشمس مطلعا

الشكر لله في البدء والختام ،ثم الحبيب المصطفى سيد الخلق والانام ، والشكر

لهذه الارض الملاذ وماحوت .....

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

والاستاذة د. سهاد سعد الوكيل التي غرست فينا العلم والمعرفة

المستخلص

في هذا البحث تم دراسة تأثير درجة الحرارة والمجال المغنطيسي على الليف البصري ،حيث تلعب الألياف البصرية دوراً مهماً في نقل المعلومات عبر شعاع الليزر او الضوء لذا يصبح من الضروري دراسة تأثير العوامل المختلفة على الليف البصري ومن هذه العوامل المهمة المجال المغنطيسي و درجة الحرارة حيث يتميز طقس السودان بارتفاع درجات الحرارة .

في الحالة الاولى سلطت الحراة على الليف البصري بواسطة مصباح ضوئي (لمبة تنجستون) حيث وضع منتصف الليف بكاس به ثلج فعند زيادة درجات الحرارة بمقدار ثابت $2c^{\circ}$ تتناقص شدة الاشارة لليف البصري بمعدل $1.33*10^{-4}\mu w/c^{\circ}$.

اما في الحالة الثانية حيث وضع منتصف الليف البصري بين ملفين تم توصيلهم بمصدر جهد لتوليد المجال المغناطيسي ، فعند تغيير فرق الجهد تزيد شدة المجال المغناطيسي وبالتالي تتناقص شدة الاشارة لليف البصري بمعدل $0.0091\mu w/mT$.

من هذا يتضح ان تاثير المجال الغنطيسي على الليف البصري اقوى من تاثير درجة الحرارة على الليف البصري ، مما يستدعي عمل عازل لليف البصري حتى تظل كفاءته ثابتة لا تتأثر بالعوامل الجوية والبيئية .

Abstract

In this study, the effect of temperature and the magnetic field on the efficiency of the optical fiber has been studied .The optical fiber plays an important role in the transfer of information via the laser beam or light, so it becomes necessary to study the effect of various factors on the optical fiber. Among these important factors is the magnetic field and temperature whereSudan's weather is characterized by high temperature.

In the first case, heat was applied to optical fiber by light (a Tungsten bulb), by placing the middle of the fiber with a beaker containingsnow. When the temperature was increased by a constant rate of 2c°, the signal intensity of the optical fiber decreased by $1.33*10^{-4}$ μw/c° .

In the second case, the middle of the optical fiber was placed between two coils connected to a voltage source to generate the magnetic field. When the voltage difference is changed, the intensity of the magnetic field increases, and thus the signal intensity of the optical fiber decrease byrate of 0.009μw/mT.

Thus the influence of the magnetic field on the optical fiber isstronger than the effect of temperature on the optical fiber. Therefore, addition of an insulator on the optical fiber is required to maintain constant efficiency and protectthe fiber from environmental factors.

الفهرس

الاية i

الاهداء ii

شكر وتقدير.....iii

مستخلص البحث.....vi

Abstract v

الفهرس iv

قائمة الاشكال والجداول.....1

الباب الاول : مقدمة البحث

1-1 المقدمة.....2

1-2 اهمية البحث 3

1-3 منهج البحث.....3

1-4 مشكلة البحث.....3

1-5 الغرض من البحث.....3

1-6 محتوى البحث.....3

الباب الثاني : اشعة الليزر

2-1 المقدمة.....4

2-2 خصائص شعاع الليزر.....5-6

2-3 مكونات ا لليزر.....6-7

2-4 تفاعل الضوء مع المادة 7-10

2-5 انواع الليزرات.....11-12

الباب الثالث : الالياف البصرية

3-1 مقدمة 13
3-2 مكونات الليف البصري 13
3-3 مبدأ الالياف البصرية 14
3-4 الدلائل المميزة لليف البصري.....15-14
3-5 انواع الالياف البصرية 19-16
3-6 مميزات الالياف البصرية 21-20
3-7 عيوب الالياف البصرية 21
3-8 تطبيقات الالياف البصرية 22-21
3-9 التأثيرات البيئية على الالياف البصرية 27-23

الباب الرابع : العملي

4-1 مقدمة 28
4-2 الهدف من التجربة 28
4-3 الاجهزة والادوات 28
4-4 طريقة العمل 30-29

الباب الخامس : النتائج والمناقشات

5-1 النتائج 34-31
5-2 المناقشة والتحليل 35
5-3 الخاتمة 35
5-4 التوصيات 36-35
5-5 المصادر والمراجع 38-37

قائمة الأشكال والجداول

1- قائمة الاشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
(1-2)	ترابط الفوتونات المكونة لشعاع الليزر	6
(2-2)	مكونات الليزر	7
(3-2)	عملية الامتصاص	9
(4-2)	عملية الإنبعاث التلقائي	9
(5-2)	عملية الإنبعاث المستحث	10
(6-2)	مراحل عملية الإنبعاث المستحث	10
(7-2)	عملية التعداد المعكوس	11
(1-3)	مكونات الليف البصري	14
(2-3)	زاوية القبول عند إدخال الضوء الي الليف البصري	15
(3-3)	ليف متعدد النمط وبمعامل إنكسار عتبي	17
(4-3)	ليف متعدد النمط وبمعامل إنكسار متدرج	18
(5-3)	ليف احادي النمط بمعامل انكسار عتبي	18
(6-3)	ليف بصري لبه من السليكا وكساءه من البلاستيك	19
(7-3)	ليف بصري بلاستيكي	19
(1-4)	جهاز لقياس شدة الإستضاءة	30
(2-4)	تجربة تأثير درجة الحرارة على الليف البصري	30
(3-4)	تجربة تاثير االمجال المغنطيسي على الليف البصري	31
(1-5)	العلاقة بين شدة الإستضاءة ودرجة الحرارة	34
(2-5)	العلاقة بين شدة الاستضاءة و المجال المغنطيسي	35

2- قائمة الجداول

الرقم	اسم الجدول	الصفحة
(1-3)	ابعاد انواع الالياف البصرية وفتحة النفوذ العددية لليف البصري	20
(1-5)	علاقة شدة الاستضاءة مع درجة الحرارة لليف البصري	32
(2-5)	علاقة شدة الاستضاءة مع اثر المجال المغنطيسي لليف البصري	33

الباب الاول

1-1 المقدمة :-

لقد أستخدم الضوء للإتصال منذ ان خلق الله الارض ومن عليها فبدونه لايمكن ان نرى من حولنا وقد استخدمت الاشارات والمرايا العاكسة والمصابيح لنقل المعلومات ولكن مقدار المعلومات المنقولة محدودة ويمكن للأخرين الاطلاع عليها علاوة على الثأثير السلبي للظروف البيئية . إن اول محاولة فعلية مدونة لاستخدام الاشارات كانت عام 1791 من قبل كلود شابي في فرنسا ، إذ استخدم مجموعة من الابراج تحتوي على عدة اذرع لنقل معلومات مسافة 200 كيلومتر يستغرق ارسال المعلومة الواحدة حوالي 15 دقيقة . في عام 1854م اجربجون تايندل تجربة بسيطة بين ان الضوء يمكن ثنيه اذا وجد الوسط الملائم وفي عام 1880م قام الكسندر جرهام بل بنقل الصوت عبر حزمة ضوئية . وقد اجريت محاولات عديدة لاستخدام الاتصالات البصرية ولكنها لم تلق النجاح لعدم توفر المنابع المناسبة علاوة على الاضطرابات الجوية كالمطر والثلج والغبار والضباب مما حد من امكانية استخدامها . ادى اكتشاف الليزر عام 1960م من قبل ثيودور ميمان الي تجدد الاهتمام بالاتصالات البصرية . وفي عام 1966م اقترح كل من تشارس كاو وجورج هوكام تصنيع الياف زجاجية قليلة الفقد ، وفي عام 1970م تم تصنيع الياف زجاجية مصنعة من مادة السليكا وبفقد 20 ديسيبل لكل كيلومتر بدلآ من 1000 ديسيبل لكل كيلومتر قبل ذلك الوقت[1] .

وفي غضون عشر سنوات ، تم تصنيع الياف بفقد يصل الي 20 ديسيبل لكل كيلومتر عند الطول الموجي 1550 نانومتر .

وهنالك دراسات سابقة عديدة فيما يخص الالياف البصرية ، ففي دراسة اجرتها سمية زقدو " جامعة قاصدي مرباح ورقلة " لدراسة اثر التحزيم على كابل الالياف البصرية الناقلة للاشعاع الشمسي المركز في المجال المرئي [2] .

وهنالك دراسة اجرتها سارة فضل تهدف الي دراسة اثر درجة الحرارة على ا نتقال شعاع ليزر الهليوم نيون وذلك في حالتين الاولى عندما يمر الليزر داخل الليف البصري والثانية عندما يمر الليزر خلال الغلاف الجوي[3] .

كما ان هنالك دراسة اجراها براديب كومار ، جاجانديب بوروهيت تهدف الي تاثير المجال المغناطيسي على اداء الالياف البصرية الجيروسكوب [4] .

1-2 اهمية البحث :-

انتقلت اتصالات الالياف البصرية من انظمة بسيطة لإيصال الضوء الي اماكن يصعب الوصول اليها الي انظمة تؤثر على حياتنا كالتي احدثتها الالكترونيات والحاسبات .

في عالمنا اليوم صار تدفق المعلومات القريبة والبعيدة بواسطة الانترنت وشبكات التلفزيون او الهاتف وغيرها امر حيوي ويزداد في التوسع والانتشار يومياً ، الالياف البصرية تلعب دوراً اساسياً في هذا التدفق وهي مستمرة في النمو والتطور والانتشار بسرعة هائلة لتغطي مجال الاتصالات ومجموعة متنوعة من المجالات العلمية موفرة بذلك العديد من فرص العمل ، وكلنا نعلم ان الالياف البصرية لها القدرة على نقل كميات هائلة من المعلومات ، وهي ايضاً لها فوائد كثيرة وتطبيقات عديدة [5].

1-3 منهج البحث :-

تم انتهاج المنهج التجريبي في هذا البحث .

1-4 مشكلة البحث :-

التغيرات المستمرة في حالة الطقس مع ارتفاع مستمر في درجات الحرارة اضافة الي تغير المجالات المغناطيسية واثر ذلك على منظومة الاتصالات الليفية .

1-5 الغرض من البحث :-

قياسالتغيرات الناتجة من تاثير درجة الحرارة والمجال المغناطيسي على الالياف البصرية .

1-6 محتوى البحث :-

يحتوي هذا البحث على اربعة ابواب ، الباب الاول هو مقدمة عامة عن البحث واهميته ومنهج البحث ومشكلته والغرض منه ومحتوى البحث ، والباب الثاني سوف نتحدث عن اشعة الليزر من حيث الخصائص والمكونات وتفاعل الضوء مع المادة وانواع الليزرات ، والباب الثالث نتحدث فيه عن الالياف البصرية من حيث التعريف و مكونات الالياف البصرية ومبدأها والدلائل المميزة لها وانواعها ومميزاتها وعيوبها وتطبيقاتها والتأثيرات البيئية ، والباب الرابع يحتوي على العملي ، مقدمة والهدف من التجربة والاجهزة والادوات المستخدمة وطريقة العمل ، الباب الخامس تدون فيه نتائج التجربة ومناقشة وتحليل هذه النتائج وخاتمة البحث والتوصيات والمصادر والمراجع .

الباب الثاني

اشعة الليزر

2-1 المقدمة :-

كلمة ليزر (laser)مصطلح مختصر للعبارة

light Amplification by Stimualted Emission of Radiation او بمعنى تضخيم الضوء بواسطة الاشعاع المحفز .

وهو عبارة عن حزم ضوئية متوازية باتجاه واحد وبطول موجي واحد لها طاقة عالية ضمن الحزمة الواحدة ويختلف من حزمة لاخرى تبعا لطولها الموجي، وله كثافة أكبر من كثافة الضوء العادي .

ويختلف الليزر عن الضوء العادي بعدد من الامور ، حيث الضوء العادي عبارة عن حزم ضوئية مبعثرة بجميع الاتجاهات وليس لها طول موجي محدد ، ويمكن ان نشبه الضوء العادي بمجموعة من الاشخاص الذين يتحدثون عشوائيا ، أما الليزر مجموعة من الاشخاص يقولون نفس الكلمة بوقت واحد .

أول جهاز ليزر اخترع بواسطة ثيودور مايمان عام 1960م معتمدا على نظرية أينشتاين عن الإشعاع المحفز التي وضعها عام 1917م بمبدئها الفيزيائي(تضخيم الفوتون الكهربائي حيث يستطيع إصدار فوتون مضخم).

حيث أخذ منبعا ضوئيا قويا جدا ملتفا بشكل حلزوني وسلطه حول قضيب من الياقوت الاحمر قطع طرفاه بشكل متوازيوطليا بالفضة ليكون الاول مرآة عاكسة جزئيا والثاني عاكسة كليافعندما يكتسب الالكترون طاقة يتحرك إلى مدار ذو طاقة أعلى وهذا ما حصل مع إلكترونات الياقوت نتيجة تعرضها لتلك الطاقة الكبيرة (الومضة الضوئية) ثم يعود الإكترون إلى مداره معيدا الطاقة التي اكتسبها على شكل فوتون(إشعاع).

وتنعكس الفوتونات بين المرآتين السابقتين وتزداد بسبب زيادة إطلاق الذرات للفوتونات حتى تتجاوز حدا معينا يسمى عتبة الاصدار عندها يخرج الضوء من جهة المراة العاكسة جزئيا على شكل حزم متوازية ذات طول موجي واحد[6] .

2-2 خصائص شعاع الليزر

2-2-1 احادي اللون Monochromatic

وتعني ان له عرض طيفي ضيق ينتج عنه تردد مفرد نقي ، وهذه الصفة الموجية كانتتتميز بها اشعة الراديو دون سواها [7] .

2-2-2 الاتجاهية Directionality

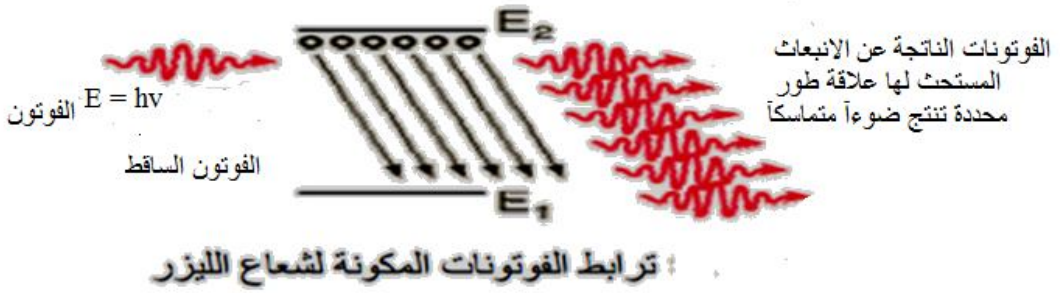
الضوء العادي نرى انه منفرج ويزداد الانفراج لذلك الضوء بالابتعاد عن مصدر ذلك الضوء حيث ان جميع المصادر التقليدية عبارة عن ضوء ينبعث في جميع الاتجاهات (مثل ضوء اللمبة) . "الاتجاهية " هي سمة من سمات ضوء الليزر التي تسبب له الانتقال في اتجاه واحد[7] .

2-2-3 الترابطCoherence

يوصف الترابط عادة بين الموجات ، بأنه قدرة الجبهات الموجية او جزء منها على التداخل والامتزاج مع بعضها عند تقابلها معآ ، وبالنسبة للفوتونات يكون الترابط عبارة عن قدرة اثنين من الفوتونات على التداخل والاختلاط معآ .

ان الترابط المكاني والزماني يعني ترابط المميزات الموجية (السعة ، الطور ، الاستقطاب ، التردد) في الفراغ بالنسبة للزمن ، فالترابط المكاني يتعلق باتجاهية الاشعاع الليزري وبالتباعد الزاوي للإشعاع الليزري ، فكلما كانت زاوية التباعد الزاوي للإشعاع صغيرة زادت مسافة الترابط ، حيث يبقى لموجات الليزر نفس الاتجاه والطور والاستقطاب .

اما الترابط الزماني فيعبر عن استقرار مميزات الامواج الليزري مع الزمن او عند مدى استقرار ترددها، ويتعلق الترابط الزماني بالتجانس اللوني الليزري ، ويزداد مع تناقص عرض الخط الطيفي ، فكلما كانت حيز التردد ضيقا ، ازداد الترابط الزماني للموجات الليزرية .



الشكل(2-1) ترابط الفوتونات المكونة لشعاع الليزر [7] .

2-2-4 الشدة الضوئية Light Intensity

يتميز شعاع الليزر بان حجم مقطعه العرضي صغير جدا حيث لا يتجاوز عدة ميكرومترات مربعة وبما ان جميع الطاقة الضوئية التي يطلقها الليزر تتمركز في هذا المقطع العرضي الصغير ستظهر بشكل اضاءة او شعاع شديد بحيث تعتبر شدة الشعاع الصادر عن الليزر اكبر من شدة الضوء الصادر عن الشمس او المصابيح [7].

2-3 مكونات الليزر:- Components of laser

يحتوي جهاز الليزر على العديد من المكونات الميكانيكية والالكترونية والكهربائية ولكن بشكل عام يمكن تقسيم هذه المكونات الي :

الشكل (2-2) مكونات الليزر [8]

2-3-1 الوسط الفعال Active medium

هو مادة طبيعية او صناعية ، عندما تثأر تصدر ضوء الليزر . يمكن لهذه المادة ان تكون غازية او اشباه الموصلات اوسائلة او صلبة ويحدد نوع الليزر حسب الوسط الفعال .

2-3-2 ألية الضخ Pumping mechanism

هي المصدر الذي يضخ الطاقة الأولية لتنشيط الوسط الفعال وتوليد ضوء الليزر ، ويكون عادة مصدراً ضوئياً أو كهربياً او حرارياً او كيميائياً ، وتؤثر طريقة توليد الطاقة بشكل

اساسي على نمط توليد الليزر والذي يتكون من نمطين اثنين، نمط طولي ونمط عرضي . نمط الانعكاس الطولي يتفاوت في التردد بينما يتفاوت النمط العرضي في التردد والشدة

الليزريـــة، فالتغذيـــة الكهربائيـــة المســـتمرة مـــثلاً ســـوف تحـــدث اصـــداراً مســـتمراً للضـــوء الليزري[8] .

2-3-3 الرنانة الضوئيةOptical resonator

تتكـون الرنانـة الضـوئية مـن مـرآتين متقـابلتين ومتـوازيتين موضـوعتين بكـل نهايـة مـن انبـوب الوسـط الفعـال ، تكـون المـرأة البعيـدة عاكسـة تمامـاً ، امـا المـرآة القريبـة مـن المركـز نافـذة جزئيـاً. يتكـون الليـزر مـن تذبـذب الحزمـة الضـوئية ذهابـاً وايابـاً داخـل الرنانـة ، وعنـد كثافـة طاقية محددة ينطلق شعاع الليزر [8].

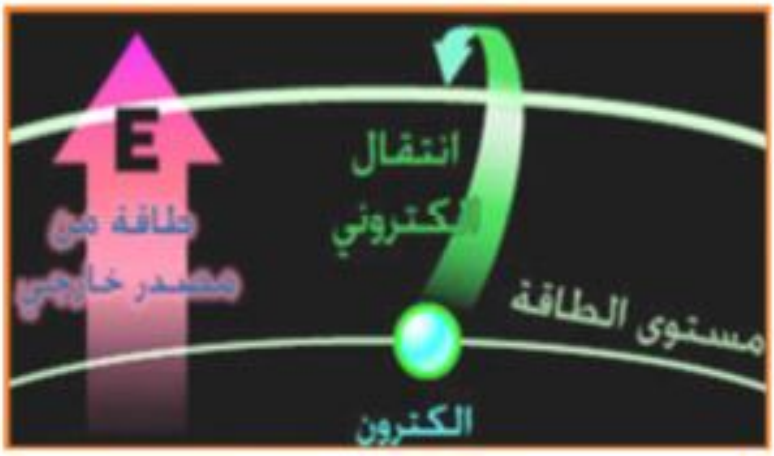
2-4 تفاعل الضوء مع المادةInteracts of light with matter

عنـد ولـوج الضـوء مـادة معينـة فـان جزيئـات الضـوء تتعـرض لعمليـات منهـا التشـتت وفـي هـذه الحالـة تكـون غالبيـة الـذرات فـي الظـروف الطبيعيـة (العاديـة) فـي مسـتوى الطاقـة الاقـل وعـدد قليـل منهـا يكـون فـي المسـتويات العليـا اوالـذرات التـي تكـون فـي حالـة تهـيج اي فـي مسـتويات الطاقـة العليـا تبعـث فوتونـات تلقائيـة للـتخلص مـن حالـة التهـيج اي الطاقـة الزائـدة وللنـزول الـي مسـتويات طاقـة اقـل وان هـذه العمليـة تكـون عشـوائية الحـدوث والفوتونـات المنبعثـة لا تكـون مرتبطـة مـع بعضـها الـبعض ، وايضـا تتعـرض لحـدوث الامتصـاص واعـادة الانبعـاث. الفقـرة التالية تناقش هذه العمليات وهي:

2-4-1 الامتصاصAbsorption

فيـه تقـوم ذرات المـادة بامتصـاص فوتونـات الاشـعاع المسـلط عليهـا وتعمـل طاقـة الاشـعاع الممـتص علـى رفـع الالكترونـات مـن مـدارات منخفضـة الطاقـة الـى مـدارات عاليـة الطاقـة وتصبح الذرات في حالة الإثارة.

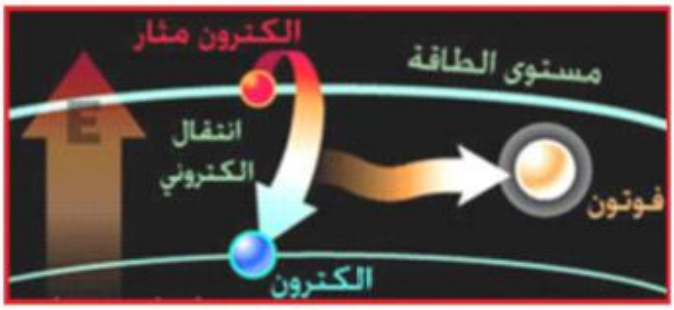
ولا يـتم امتصـاص الفوتونـات مـن قبـل المـادة الا اذا كانـت طاقتهـا تزيـد عـن فـرق الطاقـة بـين مـدارات الالكترونـات لـذرات تلـك المـادة . ولـذا تكـون المـواد شـفافة لجميـع الاشـعاعات التـي تقل ترددااتها عن قيم محددة تتحدد من التركيب الذري لتلك المواد كما هو الحال مع الزجاج . [7]



شكل (2-3) عملية الإمتصاص

2-4-2 الانبعاث التلقائيSpontaneous Emission

فيه تقوم الذرات المثارة باشعاع موجات كهرومغناطيسية نتيجة نزول الالكترونات من المدارات عالية الطاقة الى المدارات منخفضة الطاقة . ان الاشعاع التلقائي الصادر من المادة المثارة يسمى إشعاعآ غير مترابط وذلك لان الالكترونات تنزل من تلقاء نفسها وبطريقة عشوائية بين مدارات الذرة المختلفة ولذلك فان هذا الاشعاع يحتوي على عدد كبير جداً من الذرات. وتعتمد مصادر الضوء العادية على ظاهرة الانبعاث التلقائي في عملها[7].

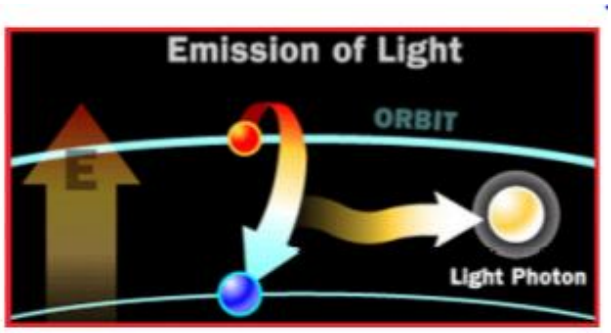


شكل (2- 4) عملية الإنبعاث التلقائي

2-4-3 الانبعاث المستحثStimulated Emission

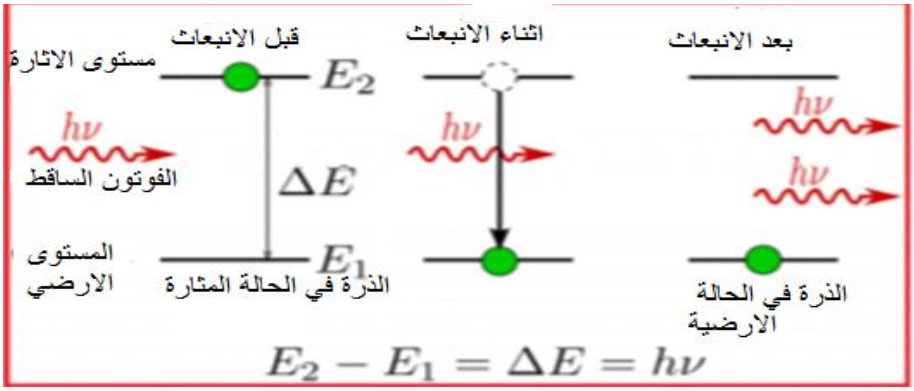
فيه تقوم الذرات المثارة باشعاع موجات كهرومغناطيسية نتيجة نزول الالكترونات من المدارات عالية الطاقة الى المدارات منخفضة الطاقة ولكن ليس بطريقة تلقائية وعشوائية كما في الانبعاث التلقائي بل نتيجة لحثها باشعاع له تردد محدد .

ان الاشعاع المستحث الصادر عن المادة المثارة يسمى اشعاع مترابط وذلك لان الموجات الكهرومغناطيسية الناتجة عن نزول الالكترونات لها تردد وطور يساويان تماماً تردد وطور الامواج التى قامت بحث الالكترونات على الاشعاع ولذلك فان هذا الاشعاع له تردد واحد من الناحية النظرية . ويمكن حساب تردد الاشعاع المنبعث من المادة من خلال تقسيم فرق الطاقة بين المدارين الذي انتقل بينهما الالكترون بثابت بلانك [7].



شكل (2 - 5) عملية الإنبعاث المستحث

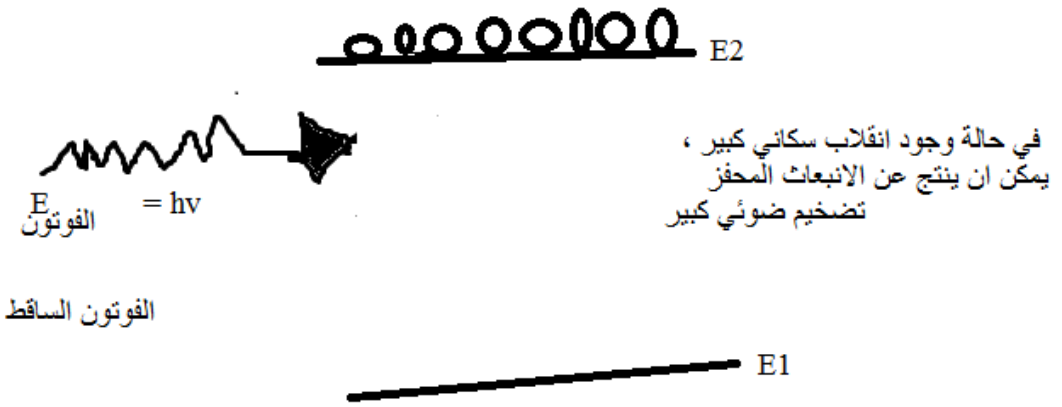
ويمكن إيجاز مراحل هذه الظاهرة بالشكل التالي :-



شكل (2 – 6) مراحل عملية الإنبعاث المستحث

2-4-4 التعداد المعكوس Population Inversion

يتطلب انبعاث اشعة الليزر العمل على زيادة عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا ، اي زيادة تعدادها عن الحالة الطبيعية فيها باستخدام طاقة خارجية مثلا وعندما يكون عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا اكثر من عدد الذرات في مستويات الطاقة الدنيا نستطيع القول بانه حصل انقلاب في التعداد او عكس التعداد وهو ما سميناه بالتعداد المعكوس وتحت هذه الشروط يكون احتمال حدوث الانبعاث المحتث كبير ويمكن الحصول على فوتونات مترابطة في الطور مع بعضها البعض كما هو موضح في الشكل (2- 7) [9].



شكل (2-7) عملية التعداد المعكوس

2-5 انواع الليزرات Types of lasers

تصنف الليزرات حسب نمط خروج الليزر الي المستمر او النبضي وحسب المنطقة من الطيف الكهرومغناطيسي او حسب طبيعة الضخ وحسب القدرة الخارجة منخفضة او عالية او مدى خطورةوحسب المادة الفعالة ..... الخ .

اما تصنيف الليزرات حسب المادة الفعالة المستخدمة فتنقسم الي اربعة انواع رئيسية:

2-5-1 ليزر الحالة الصلبة Solid state lasers

هو الليزر الذي ينتج بواسطة مادة او خليط من مواد صلبة مثل الياقوت او خليطمن الالمونيوم واليتريوم والقرنيت ويسمى اختصارآبليزرYAGويكون طوله الموجي في منطقة الاشعة تحت الحمراء [10].

2-5-2ليزرات الحالة الغازية Gas state lasers

وهي تعتمد على مادة غازية مثل الهليوم و النيون وغاز ثاني اكسيد الكربون وتكون اطوالها الموجية في مدى الاشعة المرئية و تحت الحمراء وتستخدم في قطع المواد الصلبة لطاقتها العالية .
من الملائم تقسيم الليزرات الغازية الي ليزرات غازية ذرية مثل (الهليوم–نيون (HeNe)) وليزرات ايونيةمثل (ليزر ايون الاركون(Ar)) وليزرات جزيئية مثل (ثاني اكسيد الكربونco_2( )) [11].

2-5-3 ليزرات الحالة السائلةLiquid state lasers

تتميز بسهولة تحضيره في المختبرات كما ان المواد المستخدمة فيها اقتصادية الي درجة كبيرة بالمقارنة مع اجهزة الليزر الاخرى بالاضافة الي امكانية تغيير السائل المستخدم بسهولة للحصول على اشعة ليزر ذات مواصفات جديدة دون تغيير جهاز الليزر ومن امثلته ليزر الاصباغ (Dye laser) وهو عبارة عن مواد عضوية معقدة مثل الرودامين مذابة في محلول كحولي وتنتج ليزر يمكن التحكم في الطول الموجي الصادر عنه [10].

2-5-4 ليزر اشباه الموصلات Semiconductors laser

يطلق عليه احياناآ بليزر الديود ويعتمد على المواد شبه الموصلة ويمتاز بحجم صغير ويستهلك طاقة قليلة ولذلك يستخدم في الاجهزة الدقيقة مثل اجهزة السي دي وطابعات الليزر . يتكون ليزر شبه الموصل من شريحة من مادتي شبه موصل على شكل متصل ثنائي p-n حيث تشكل منطقة الاتصال للوسط الفعال .

ويكمن اختلاف هذا النوع من الليزر عن الليزر الصلب في كيفية تمثيل مستويات الطاقة ، ويترتب على هذا التمثيل اختلاف في عملية الانبعاث الضوئي ، وكذلك ميكانيكا الضخ . ومستويات الطاقة في هذا النوع من الليزر تكون على شكل حزم عريضة ، كما ان هذه المستويات تحتوي على عدد كبير من مستويات الطاقة ، وفي العادة تكون هذه المستويات متقاربة بشكل كبير ، ولا يوجد اي نوع من الاقترانات الذرية بينها ، وانما صلة التواصل بينهما هو المادة البلورية ، ومن الامثلة على هذا النوع من الليزر ليزر زرنيخ الجاليوم .

الباب الثالث

الالياف البصرية

3-1 مقدمة :-

تعتبر الالياف الضوئية من احد اهم منظومات الاتصال وخاصة منظومة الشبكة العنكبوتية والهاتف الجوال .

الالياف الضوئية او البصرية هي الياف شفافة مرنة مصنوعة من الزجاج النقي (السليكا) او البلاستيك بقطر لا يتجاوز ربع الملميتر ،وتستخدم في الاتصالات الضوئية لما تتميز به من قدرة المعلومات والصورلمسافات طويلة جدآوباطوال موجية اعلى (معدل نقل بيانات) من كبلات الاسلاك التقليدية .وتستخدم الالياف عوضا عن الاسلاك المعدنية لان الإشارات تسافر فيها باقل قدر من خطر فقدانها ، كما ان الالياف محصنة ضد التداخلات الالكترومغناطيسية التي تعاني منها الاسلاك المعدنية بشكل كبير.

3-2 مكونات الليف البصري Optical fiber components

يتكون الليف البصري من ثلاثة أجزاء رئيسية وهي كالاتي:-

القلب (core):

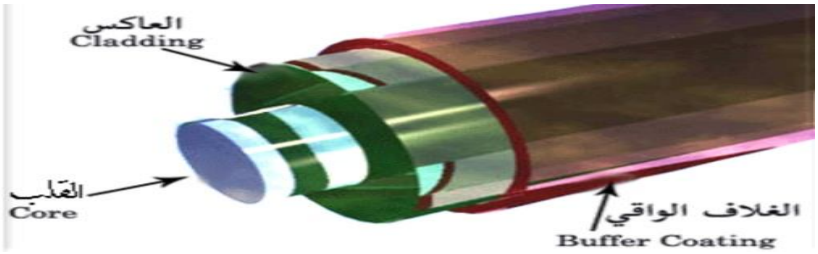
وهو عبارة عن قلب رفيع ينتقل فيه الضوء.

العاكس (cladding):

مادة تحيط اللب الزجاجي وتعمل علىعكس الضوء مرة أخرى الي داخل الليف البصري.

الغطاء الواقي (Buffer coating):

غلاف بلاستيكي يحمي الليفالبصري من الرطوبة و من الضرر والكسرالشكل (3-1) يوضح مكونات الليف البصري[11].



شكل (3-1) يوضح مكونات الليف البصري.

3-3- مبدأ الالياف البصريةPrinciple of optical fiber

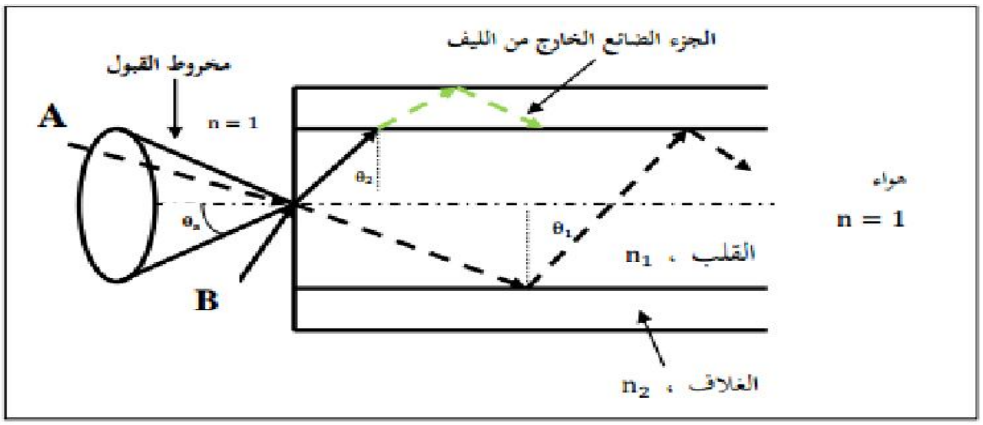
حيث ينتقل الضوء بواسطة الانعكاس المستمر عن الجدار المحاذي للقلب الزجاجي (cladding) انعكاسا داخليا كليا . ولان هذا الجدار لا يمتص اي من الضوء الساقط عليه فان الاشارة الضوئية يمكن ان تسافر مسافات طويلة .

3-4- الدلائل المميزة لليف البصري :

The distinctive signs of an optical fiber

3-4-1 زاوية القبول : Acceptance Angle

تعتبر زاوية القبول (θ_a) من القيم العددية التي يتوجب معرفتها عن الليف البصري ، وحتى يتضح المعنى المقصود بها نستعين بالرسم المبين في الشكل ادناه:-



شكل (3-2) زاوية القبول عند إدخال الضوء الي الليف البصري .

كما يتضح من الشكل فان الشعاع A يدخل الي الليف بزاوية اقل من الزاوية θ_a ويصل الي الحد الفاصل بين القلب والمحيط بزاوية θ_1والتي تكون اكبر من الزاوية الحرجة θ_c وبذلك يتابع مساره عبر الليف بشكل صحيح (يحقق الانعكاس الكلي الداخلي) ويكون الفقد في هذه الحالة اقل ما يمكن .

ويدخل الشعاع B الي الليف البصري بزاوية اكبر من زاوية القبول θ_a حيث يصل الي الحد الفاصل بين القلب والمحيط بزاوية اقل من θ_c وبذلك فان جزء منه ينكسر باتجاة المحيط ويخرج خارج الليف مما يتسبب في فقد جزء من الضوء المنتشر وبذلك لا يمكن له ان يحقق الانعكاس الكلي الداخلي .

من هنا يتضح معنى ومفهوم زاوية القبول بأنها الزاوية التي يجب على الشعاع الداخل ان يدخل بزاوية تساويها او أقل منها حتى يحقق الانعكاس الكلي الداخلي وبالتالي ينتشر عبر

الليف بشكل صحيح وبأقل ضياع للطاقة . وفي نفس الوقت فإن الشعاع الداخل لليف بزاوية اكبر من زاوية القبول فإن جزءآ منه ينكسر عبر محيط الليف وبالتالي سوف يضيع وما تبقى منه ينعكس داخل الليف وهنا نحصل على انعكاس جزئي . لذلك حتى يتم ارسال الضوء لأطول مسافة ممكنة يجب مراعاة إدخال الضوء لليف بزاوية لا تتجاوز قيمة θ_a ، وحسب قيمة θ_a فإنه يتشكل مايشبه المخروط عند مقدمة الليف والذي يسمى مخروط القبول[2].

2-4- 3 فتحة النفوذ العددية : Numerical Aperture

هناك قيمة عددية اكثر شمولآ من زاوية القبول θ_a ، والتي تعبر عن العلاقة ما بين إمكانية إدخال الضوء لليف بشكل صحيح ومعامل الانكسار لكل من قلب الليف n_1 وغلافه n_2 .

تسمى هذه القيمة بفتحة النفوذ العددية والتي يمكن إيجادها من خلال العلاقة البسيطة التالية

$$N_A = n_0 \sin\theta_a = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} \quad \text{..... (3-1)}$$

ترمز الي فتحة النفوذ العددية N_A

حيثn_o

ترمز الي معامل الانكسار للوسط الفاصل بين المصدر الضوئي ومقدمة الليف (عادة ما يكون هواءn_o =1) ومنه:

$$\theta_a = \sin^{-1}(NA) \quad \text{..... (3-2)}$$

علمآ بأن :

θ_a تأخذ قيم بين الصفر و 90 .

N_A تأخذ قيمآ بين الصفر والواحد[2].

3-4-3– انماط الانتشار في الليف البصري Fiber Modes

ينتشر الضوء عبر الليف البصري على شكل عدد محدود من الحزم الضوئية او الاشعاعات وبزوايا معينة ذات قيم محددة ، تسمى هذه الاشعاعات او الحزم المختلفة بأنماط الانتشار . حيث يرتبط كل شعاع بنمط انتشار معين ، لذلك يستخدم الرمز الدليلي بجانب اسم النمط لتميز عن بعضها البعض . وحتى نتمكن من الحصول على هذه الانماط المنتشرة في الالياف البصرية يجب استخدام النظرية الكهرومغناطيسية وتطبيق معادلات ماكسويل على حالة الليف البصري وإيجاد الحلول لها[2].

3-5 أنواع الالياف البصرية : Types of optical fibers

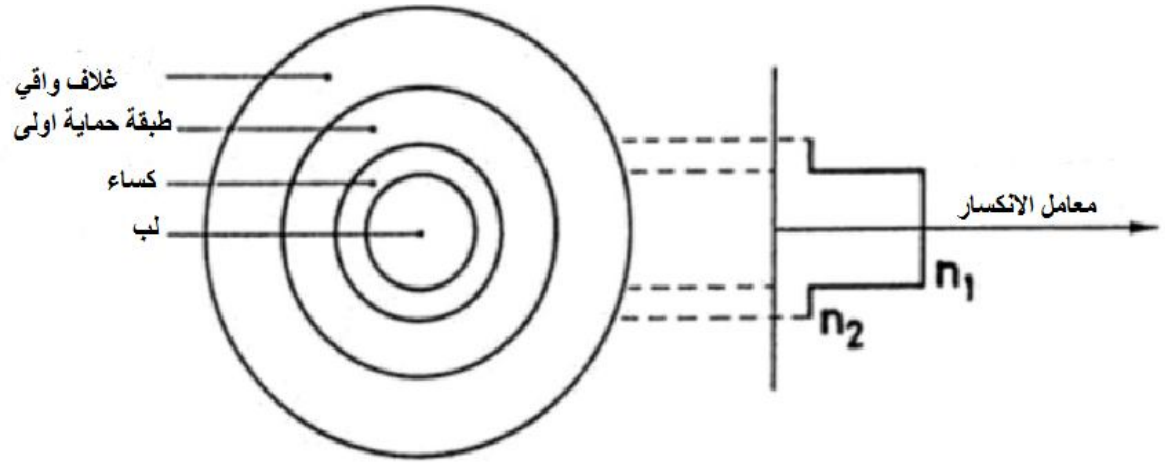
يتعين على مهندسي الاتصالات التعرف علي أنواع الالياف البصرية وخصائصها قبل التوصية باستخدامها في التطبيقات المختلفة ،

ومن أنواعها الاتي :-

3-5-1 الياف متعددة النمط وبمعامل انكسار عتبي :

Multimode Step Index Fibers

يصنع هذا النوع من الالياف البصرية من عناصر مختلفة من الزجاج ومركباته او من السلكة المطعمة . تتميز هذه الالياف بكبر قطر اللب وكبر فتحة النفوذ العددية والتي تمكن من دخول كمية كبيرة من الضوء لليف البصري ، خاصة عند استخدام الثنائيات الباعثة للضوء. وتعتمد خواص هذه الالياف على نوع الليف والمواد المصنع منها وطريقة التصنيع وتعتبر الالياف المصنعة من السليكا المطعمة افضل الالياف الضوئية[13].

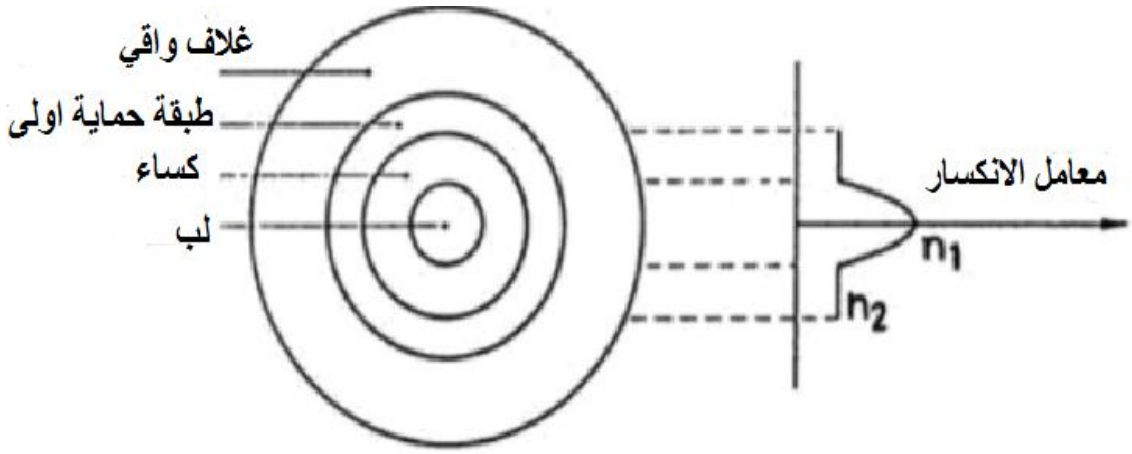


الشكل (3-3) ليف متعدد النمط وبمعامل انكسار عتبي [13].

3-5-2 الياف متعددة النمط وبمعامل انكسار متدرج

Multimode Graded Index Fibers

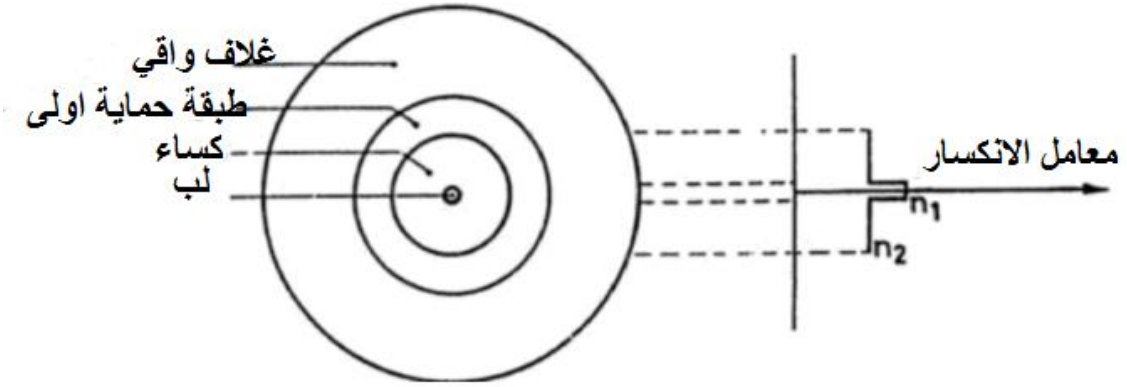
معامل انكسار هذه الالياف متدرج اذ تبلغ اعلى قيمة له في مركز الليف وتقل قيمة معامل الانكسار بصفة تدريجية كلما اتجهنا نحو الكساء حيث تكون قيمة معامل الانكسار ثابتة ويصنع هذا النوع من الالياف من عدد من العناصر الزجاجية او السليكا المطعمة . وقد تصنع هذه الالياف من مواد ذات نقاوة اعلى من تلك التي تصنع منها الالياف متعددة النمط وبمعامل انكسار عتبي حتى يقل فقد الليف البصري[13].



الشكل (3-4) ليف متعدد النمط وبمعامل انكسار متدرج [13].

3-5-3 الياف أحادية النمط Single Mode Fibers

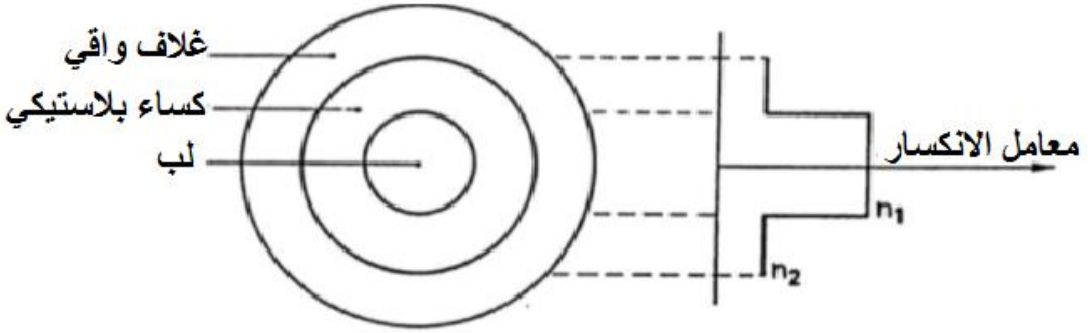
قد يكون معامل انكسار الليف متعدد النمط متدرج او عتبي ولكن معظم الالياف أحادية النمط الموجودة حاليا ذات معامل انكسار عتبي . تتميز الالياف أحادية النمط بنوعيتها الممتازة كما ان عرض النطاق فيها كبير وتستعمل للمسافات الطويلة وتصنع من مادة السليكا المطعمة لتقليل التوهين.ولو ان قطر اللب صغير جدا الا ان قطر الكساء يبلغ اضعاف قطر اللب وذلك للتقليل من نسبة الفقد من الموجات المضمحلة التي تمتد داخل الكساء ومع استخدام الغلاف الواقي يصبح القطر الإجمالي لليف احادي النمط مساوى الي قطر ليف متعدد النمط [13].



الشكل (3-5) ليف احادي النمط بمعامل انكسار عتبي [13].

3-5-4 الياف بكساء بلاستيكي Plastic Clad Fiber

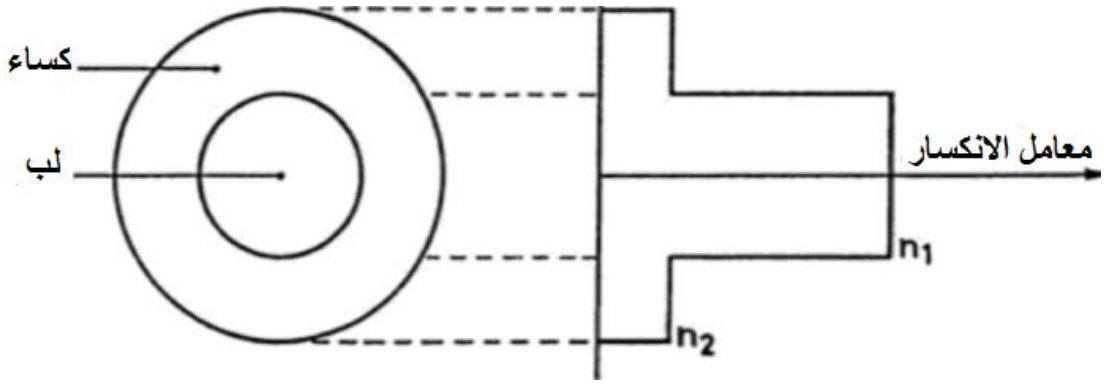
عـادة مـا تكـون هـذه الاليـاف متعـددة الـنمط و بمعامـل انكسـار متـدرج او عتبـي يصـنع اللـب مـن الزجـاج والكسـاء مـن المطـاط السـليكوني يقـل فقـدها الاشـعاعي عـن مثيلتهـا مـن السـليكا بالكامـل لذا فان إنجازها يتحسن في بعض المواقع كما ان سعرها اقل[13].



الشكل (3-6) ليف بصري لبه من السليكا وكساءه من البلاستيك [13].

3-5-5 الياف بلاستيكيةAll plastic Fibers

جميـع الاليـاف البلاسـتيكية متعـددة الـنمط وذات معامـل انكسـار عتبـي واقطارهـا كبيـرة ولايسـتخدم فيهـا غـلاف واقـي لكبـر حجمهـا . سـعرها رخـيص ويسـهل التعامـل معهـا وفتحـة النفوذ العددية كبيرة غير ان فقدها كبير ويحد هذا من استخدامها في الاتصالات[13].



الشكل (3-7) ليف بصري بلاستيكي[1]

الجدول التالي يوضح ابعاد انواع الالياف البصرية وفتحة النفوذ العددية

جدول (3-1) ابعاد انواع الالياف البصرية وفتحة النفوذ العددية

نوع الليف	قطر اللب µm	قطر الكساء µm	قطر الغلاف الواقي µm	فتحة النفوذ العددية
الياف متعددة النمط وبمعامل انكسار عتبي	50-400	125-500	250-1000	0.16-0.5
الياف متعددة النمط وبمعامل انكسار متدرج	30 -60	100 -150	250 -1000	0.2 -0.3
الياف احادية النمط	3 -10	50 -125	250 -1000	0.08 -0.15
الياف بكساء بلاستيكي				
***معامل انكسار عتبي**	100 – 500	300 – 800	500 – 1000	0.2 – 0.5
***معامل انكسار متدرج**	50 - 100	125 – 150	250 – 1000	0.2 – 0.3
الياف بلاستيكية	200 - 600	450 – 1000		0.5 – 0.6

3-6 مميزات الالياف البصرية Optical fiber specifications

للالياف البصرية مزايا كثيرة سنذكر منها:

- عرض نطاقها عال جدا وهذا يعني إمكانية نقل معلومات عالية جدا بواسطة ليفة بصرية واحدة وقد تكون هذه المعلومات صور تلفزيونية او مكالمات هاتفية اومعلومات للحواسيب او مزيج منها.
- قطرها صغير ووزنها خفيف ، حيث ان نصف قطرها اقل من نصف قطر الاسلاك النحاسية التقليدية فمثلا يمكن استبدال سلك نحاسي قطره7.62 سم باخر من الالياف البصرية قطره يتجاوز 0.635 سم وهذا يمثل اهمية خاصة عند مد الاسلاك تحت الارض . ومن حيث الوزن فيمكن استبدال اسلاك نحاسية وزنها 94.5كجم باخرى من الالياف البصرية تزن فقط 3.5 كجم .
- لايوجد تداخل بينها مهما قربت المسافة بينها ، نلاحظ أحيانا عند اجراءمحادثة هاتفية سماع أصوات محادثات هاتفية اخري وهو ما يطلق عليه باللغط وهذا النوع من التداخل لا يحدث عند استخدام الالياف البصرية مهما قربت المسافة بينها.
- لا تتاثربالحث او التداخل الكهرومغناطيسي ، تتمتع الالياف البصرية لكونها مصنعة من مواد عازلة بعدم تاثرها بالحث الكهرومغناطيسي الصادر من المصادر الكهرومغناطيسية الصناعية كالمحركات والمولدات والأجهزة الكهربائية المختلفة او الطبيعية كالبرق وتلك الخاصية تغنينا عن وضع مواد عازلة لحمايتها من الحث والتداخل[14].
- انخفاض في سعرتكلفة المكالمات حيث تصنع معظم الالياف البصرية في وقتنا الحاضر من مادة السليكا الموجودة بكثرة في الرمل والتي يقل سعرها كثيرا عن معدن النحاس الذي بدا ينفذ في أماكن كثيرة من العالم ، ونظرا للميزات التي ذكرناها في البنود 1و2 فان ثمن نقل المعلومات بانواعها المختلفة سيقل عن الأنظمة الأخرى[14].
- اكثر امانا وسلامة
- حياتها طويلة ، يتوقع ان يكون عمر الالياف البصرية في حدود 25 عام مقارنة بخمسة عشر عام للنظم الأخرى حيث ان المكونات الأساسية للالياف هي الزجاج والذي لا يصدا على عكس النظم الأخرى والتي تحوي على معادن تتعرض للصدأ [14].
- تتحمل درجات حرارة عالية ولا تتاثر بالمواد الكيميائية ، يمكن لزجاج ان يتعرض لدرجات حرارة متفاوتة من حيث الانخفاض والارتفاع كما يمكن استخدامه في أجواء تحتوي على مواد كيميائية مختلفة دون ان يتعرض للتلف[14].
- سهولة الصيانة كما يمكن الاعتماد عليها ، اثبتت التجارب التي أجريت حديثا إمكانية وضع المكررات على مسافة 100كيلومتر بين مكرر واخر وهذا يقلل من

عـدد المكـررات وبالتـالي مـن صـيانة الـنظم كمـا يزيـد مـن الاعتمـاد علـى النظـام لقلـة الأجهـزة المسـتخدمة بينمـا المسـافة بـين المكـررات فـي النظـام الهـاتفي المسـتخدم حاليـا تتراوح بين 4 الي 6 كيلو متر[14].

3-7 عيوب الالياف البصرية Optical fiber defects

- مـن اهـم عيوبهـا قابليتهـا للقطـع والكسـر خاصـة عنـد ثنيهـا او شـدها وذلـك بسـبب هشاشـة المـادة المصـنعة منهـا وهـي الزجـاج وكـذلك بسـبب صـغر قطرهـا الـذي لا يتجـاوز ربعـالمليمتر ولهـذا السـبب تحتـاج الكيـبلات الضـوئية الـي عـدة طبقـات مـن الحمايـة تحول دون كسرها عند الثني او قطعها عند الشد .
- زيـادة فقـدها عنـد ثنيهـا حـول المنعطفـات اثنـاء تمديـدها بسـبب تسـرب الضـوء خـارج قلـب الليـف فـي منطقـة الثنـي ولـذا يجـب ان لا يقـل نصـف قطـر الثنـي او الانحنـاء عـن حد معين حيث يزداد الفقد كلما زاد الانحناء.
- صـعوبة ربـط الاليـاف الضـوئية ببعضـها الـبعض وكـذلك ربطهـا مـع المصـادر والكواشـف الضـوئية حيـث تتطلـب عمليـة الـربط بـين الاليـاف ضـمان انتقـال الضـوء مـن قلـب الليـف المرسـل الـي قلـب الليـف المسـتقبل باقـل فقـد ممكـن وهـذا يتطلـب تطـابق القلبـان مـع بعضـها الـبعض .ان صـعوبة ربـط الاليـاف ناتجـة عـن صـغر قطـر القلـب هـذه الاليـاف الـذي لا يتجـاوز قطرهـا نصـف قطـر شـعرة الانسـان فـي الاليـاف متعـددة الأنماطوعشرها في الالياف وحيدة النمط[15].

3-8 تطبيقات الالياف البصرية Optical fiber applications

فضـلاً عـن الاسـتخدام الواسـع والاهتمـام المثيـر لأجهـزة الاليـاف البصـرية فـي مجـال الاتصـالات ، فقـد أثبتـت أهميتهـا أيضـاً فـي مجـالات أخـرى منهـا التطبيقـات الصـناعية ، وكـذلك وجـدت حـزم الاليـاف البصـرية الخاصـة بالتصـوير مكانتهـا فـي كثيـر مـن التقنيـات الحديثـة لنقـل الصورة . فيما يأتي امثلة موجزة عن استخدامات الالياف البصرية في بعض المجالات :

3-8-1 الالياف البصرية في التصوير Optical fiber in photography

بإمكـان حزمـة مـن الاليـاف البصـرية الخاصـة بنقـل الصـورة أن تعطـي صـورة ذات نوعيـة جيـدة وبـالالوان ،لـذا اصـبح اسـتخدامها مهمـا فـي مجـالات مختلفـة ومنهـا المنـاظير البصـرية ، الهاتف الحامل للصور ، الارسال الصوري التلفازي .....الخ [2] .

3-8-2 اجهزة الالياف البصرية للاتصالات

Optical fiber devices for communication

يعد استخدام أجهزة الالياف البصرية من أنسب الحلول لمتطلبات التطبيقات الصناعية ، حيث تمنح هذه الاجهزة للإتصالات سيطرة وتحكم يمكن الاعتماد عليها في مجال الصناعة .

من المعروف ان البيئة الصناعية مفعمة بالمجالات والنبضات الكهرومغناطيسية وتداخلاتها وهي ناتجة عن تشغيل المكائن المختلفة ، تشكل هذه الاجواء عقوبات لاجهزة الاتصالات عبر شبكة الكيبلات السلكية المعدنية في حين توفر كيبلات الالياف الضوئية حلا مناسباً . كذلك توفر هذه الاجهزة للاتصالات حلا افضل ، من حيث السلامة الصناعية من اجهزة الاتصالات التقليدية في البيئة الصناعية المعرضة للإنفجارات او ذات الاجواء المفعمة بالغازات والابخرة المؤكسدة ، مثلاً مصانع المواد الكيماوية او تصفية البترول [2].

3-8-3 الطب Medicine

تستعمل الالياف البصرية خاصة في الجراحة بحزمة الليزر الذي يسمح ب:

تكسير الحصاوي الموجودة في الكلى ، تقسيم ورم ، معالجة شبكة العين.ويستعمل في التصوير المنظاري ، للإضاءة داخل الجسم وإرسال الصور الي الطبيب [2].

3-8-4 نقل الضوء والاشعاع الشمسي

Light transmission and solar radiation

يستعمل الضوء في التطبيقات التقليدية (الانارة ،.....) والتطبيقات المتحددة (نقل حزمة ليزر) خصوصاً الليزر الصناعي لنتائجه الحسنة وقيمته العالية [2] .

3-8-5 الاستخدامات العسكرية Military uses

بدا اول استخدام عسكري للالياف البصرية في السفن والطائرات الحربية نظراً للميزات التي ذكرناها وبصفة خاصة قلة الوزن والحجم ثم تلي ذلك استخدامها في ميادين المعارك حيث قلة الوزن والحجم وسهولة النقل امور هامة في مثل هذا الوضع كما تم استخدامها في الخطوط الامامية في جبهات القتال .

3-9 التأثيرات البيئية Environmental Effects

فيهذا البحث سوف نتطرق الي اثنين من العوامل البيئية التي تؤثر على اداء الليف البصري وهي درجة الحرارة والمجال المغنطيسي .

3-9-1 درجة الحرارة Temperature

تعتبر الحرارة نوعآ من انواع الطاقة التي نتعامل معها بشكل يومي سواء كان ذلك بعلمنا او من دون ذلك ، ولكل انواع الطاقة توجد مقاييس مختلفة نستطيع من خلالها التعرف على كمية هذه الطاقة. واما كمية الحرارة فتقاس بدرجة الحرارة ، فتعبر **درجة الحرارة** عن مقدار سخونة او برودة الاجسام المختلفة ، اي عن كمية الطاقة الحرارية الموجودة في الاجسام المختلفة ، وعن حركة الجزيئات في هذه الاجسام نتيجة لذلك . توجد عدة وحدات مختلفة تعبر عن درجة الحرارة والتي تستخدم كل منها لغرض معين او في بلد مختلف واشهر هذه الوحدات هي : الدرجة المئوية (C) والفهرنهايت (F) والكلفن (K) [16].

طرق انتقال الحرارة Heat transfer methods

يحدث انتقال الحرارة عن طريق ثلاث اليات :

التوصيل : وهو نقل الحرارة بين الذرات والجزيئات في اتصال مباشر .

الحمل الحراري : وهو نقل الحرارة عن طريق حركة المادة المسخنة نفسها مثل التيارات في السائل .

الاشعاع : وهو نقل الحرارة عن طريق الموجات الكهرومغنطيسية [17].

تغيير درجة الحرارة :

مكونات الكابل البصري تحتوي علي مواد تتباين في خواصها ، والكابلات شأنها كشان الكابلات الاخرى المستخدمة في الاتصالات وإيصال الطاقة الكهربائية لابد وان تتحمل التغيرات التي تطرأ على محيطها واول هذه التاثيرات هو تغيير درجة الحرارة ، فمعامل تمدد البلاستيك المستخدم يختلف عن الاسلاك الفولاذية المستخدمة للتقوية وكلاهما يختلف عن الالياف البصرية حيث ان اختلاف معاملات التمدد سيؤدي الى اختلاف في الاستطالة عند تغير درجة الحرارة وهذا بالطبع قد يحدث شدآ او ضغوطآ موضعية على الليف البصري ، فمعامل تمدد البلاستيك مثلا يزيد 100 مرة عن معامل تمدد السليكا ، المادة الاساسية لليف البصري بينما يبلغ معامل تمدد اسلاك التقوية الفولاذية او المقوة عشر قيمة معامل تمدد المواد البلاستيكية او عشرة اضعاف معامل تمدد السليكا [12].

3-9-2 المجال المغنطيسي Magnetic field

المغنـاطيس يعـرف بانـه عبـارة عـن قطعـة حديـد لهـا قطبـين ، قطـب شـمالي وقطـب جنـوبي ، والمغنـاطيس يميـزه قـوة جـذب الحديـد لـه ، وقـد قـام العـرب باكتشـاف المغنـاطيس واسـتخرجوه مـن بـاطن الارض ، واصـبح يسـتخدم الان فـي العديـد مـن الاسـتخدامات . ويحـتفظ المغنـاطيس بخواصـه الجاذبـة بشـكل طويـل وكبيـر ، فالمغنـاطيس لا يفقـد قوتـه مـع مـرور الـزمن ، ومركبات المغناطيس هي الحديد الاسود والبيروتيت [18].

3-9-2-1 شدة المجال المغناطيسي(strength magnetic field)

هـي قـوة المجـال المغناطيسـي المـوزع فـي كـل نقطـة فـي المكـان فـي اتجـاه معـين منـتظم ويرمز لها بالرمز H. وهي ترتبط بخاصية المادة بالمعادلة :

$$B = \mu H \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3\text{-}3)$$

حيث B كثافة الفيض المغناطيسي.
و μ هي نفاذية المادة للمجال المغناطيسي .

ووحدة شدة المجال المغناطيسي هي امبير / متر . [19]

3-9-2-2 انواع المغناطيس Types of Magnetic

هنالك ثلاث انواع للمغناطيس وهي :

1- المغناطيس الدائم permanent magnet

وسـمي المغنـاطيس الـدائم بهـذا الاسـم لانـه لايفقـد خاصـية المغناطيسـية ، يسـتمد مغناطيسـيته مـن ذاتـه ولـيس مـن اي مصـدر اخـر ، ولـه خاصـية اساسـية وهـي قـوة الجذب الدائم [18] .

2- المغناطيس المؤقت Temporary magnet

هـو ذلـك المغنـاطيس الـذي يكتسـب صـفة الجـذب بصـفة مؤقتـة ، وترجـع الـي وجـوده داخـل مجـال مغناطيسـي ، فيحصـل علـى قـوة الجـذب مـن المغنـاطيس المحـيط بالمجـال المغناطيسي ، ويفقد قوة جذبه بمجرد ترك هذا المجال [18] .

3- المغناطيس الكهربائي Electromagnet

وهـو عبـارة عـن مغنـاطيس مصـنع ، يـتم تصـنيعه بتمريـر تيـار كهربـائي فـي سـلك معزول وموصل بالدائرة الكهربائية [18] .

3-9-2-3 استخدامات شائعة للمغناطيس

كثيراً ما نتعامل بالمغناطيس في حياتنا اليومية ، حيث انه يلعب دوراً مهماً في المجالات الهائلة للاجهزة بما فيها الالعاب البسيطة والحواسيب وبطاقات الائتمان واجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي ومعدات الاعمال . يتراوح حجم المغناطيس من اجزاء ضئيلة للغاية تكاد تكون مرئية الي وحوش صناعية تزن اطناناً ، على الرغم من ان بعضاً من اجزاء المغناطيس تكون مرئية بشكل واضح الا ان البعض الاخر تكون موضوعة ضمن الية العمل الداخلي للاجهزة المنزلية والطبية والمواد التجارية وغيرها حيث يقوم المغناطيس بعمله بشكل صامت وغير مرئي ، ومن هذه الاستخدامات ما يلي :

- يتم استخدام المغناطيس في انشاء المحركات الكهربائية والمولدات التي تحول الطاقة الكهربائية الي طاقة ميكانيكية وبالعكس .
- يتم استخدام المغناطيس في الاجراس الكهربائية .
- تعمل قطارات Maglev بدون عجلات لانها تطفو فوق السكة الحديدية بسبب التنافر المغناطيسي بين المغناطيس الكهربائي الموجود في السكة الحديدية والسطح السفلي للقطار، وذلك مكن قطارات Maglev من السفر بسرعة كبيرة تصل الي 480 كم /ساعة (300 ميل في الساعة) تم اطلاق هذه القطارات في اليابان في عام 1997 م وقطعت مسافة لاتصدق واستعمالات المغناطيس في هذه المجالات حققت انجازات عظيمة .
- يتم استخدام المغناطيس من قبل بائعي الحلوى والمشروبات الباردة لفصل الغطاء المعدني عن الموجود بداخل العلبة .
- يتم استخدام المغناطيس في الرافعات .
- يتم استخدام المغناطيس في الثلاجات ليبقى باب الثلاجة مغلقاً .
- يتم استخدام المغناطيس ايضاً لصنع بطاقات الائتمان اليومية واشكالالهوية الاخرى التي نستخدمها .
- واهم استخدامات المغناطيس البوصلة المغناطيسية التي تستخدم للعثور على الاتجاهات الجغرافية . [18]

3-9-2-4 المجال المغناطيسي Magnetic field

يعرف المجال المغناطيسي بانه وصف لتوزيع القوة المغناطيسية حول او بداخل مغناطيس او احد المصادر المولدة للمجال المغناطيسي ، بحيث يمكن التعبير عنه بشكل خطوط تتجه من القطب الشمالي الي القطب الجنوبي بالمغناطيس ، اي انها تتحرك من القطب الموجب الي القطب السالب ، كما يظهر المجال المغناطيسي على شكل خطوط مستمرة تفصل فيما بينها مسافات ثابتة ، وتعبر عن كمية التدفق للمجال اي مقدار قوة المجال المغناطيسي وكثافته ، بحيث كلما كانت المسافة بين

الخطـوط اقـل فـان ذلـك يعبـر عـن عـدد خطـوط اكبـر وكثافـة اكبـر ممـا يـدل علـى قـوة المجال المغناطيسي . [20]

3-9-2-5 خصائص المجال المغناطيسي :

يمتاز المجال المغناطيسي بعدد من الخصائص اهمها ما يلي :

- تـؤثر قـوة خطـوط المجـال المغناطيسـي داخـل المغنـاطيس مـن القطـب الجنـوبي الـي الشـمالي بينمـا تـؤثر خـارج المغنـاطيس مـن القطـب الشـمالي الـي الجنـوبي ، حيـث خطـوط المجـال بحـد ذاتهـا لا تتحـرك لكنهـا كميـات متجـه تمتلـك قـوة واتجاهآ .
- من المستحيل ان تتقاطع خطوط المجال المغناطيسي
- يمتـاز المجـال المغناطيسـي بتسـاوي القـوى فـي اي نقطـة فيـه ، حيـث ان جميـع خطوط المجال المغناطيسي تمتلك نفس القوة .
- تقل قوة المجال المغناطيسي بزيادة المسافة مابين القطبين .
- يمكـن رؤيـة المجـال المغناطيسـي بمـا فـي ذلـك خطـوط المجـال بسـهولة ، باسـتعمال بـرادة الحديـد المنثـورة علـى سـطح ورقـة تقـع داخـل المجـال المغناطيسي .
- لا يوجـد نقطـة بدايـة او نقطـة نهايـة لخطـوط المجـال المغناطيسـي بحيـث دائمـآ تشكل حلقة مغلقة ما بين داخل المغناطيس وخارجه [19] .

3-9-2-6 تاثير فاراداي Faraday effect

اثـر فـاراداي او دوران فـاراداي هـو ظـاهرة ضـوء مغناطيسـية حيـث يتفاعـل المجـال المغناطيسـي مـع الضـوء المسـتقطب خطيـآ ممـا يـؤدي الـي دوران محـاور الاسـتقطاب .فـي عـام 1845م اكتشـف فـاراداي هـذه الظـاهرة وكـان اول دليـل تجريبـي يـربط بـين الضـوء والمغناطيسـية فسـر فيمـا بعـد بالظـاهرة الكهرومغناطيسـية ، الاسـاس النظـري للإشـعاع الكهرومغناطيسـي (يتضـمن الضوء المرئي) اكمله جيمس ماكسويل في عام 1860و 1870م .

يحـدث هـذا الاثـر فـي المـواد العازلـة الشـفافة بمـا فـي ذلـك السـوائل تحـت تـاثير المجـال المغناطيسـي .يعمـل اثـر فـاراداي علـى انتشـار الاضـطراب يمينـآ ويسـارآ بسـرعات مختلفـة قلـيلآ ، ويسـمى بالانكسـار الـدائري للضـوء ، يمكـن ان يتحلـل الضـوء المسـتقطب خطيـآ الـي عنصـري الاسـتقطاب الـدائري بتغيـر نسبي في الطور[19] .

تطبيقات مبنية على اثر فاراداي :

- قياس طاقة دوران الارض
- استشعار المجال المغناطيسي
- اساس العوازل البصرية
- يستخدم ايضآ في تطبيقات الليزر وكذلك الاتصالات البصرية

الباب الرابع

العملي

4-1مقدمة:-

تلعب الالياف البصرية دوراً مهماً في نقل المعلومات عبر شعاع الليزر او الضوء . لذا يصبح من الضروري دراسة تأثير العوامل المختلفة على الليف البصري ومن هذه العوامل المهمة المجال المغناطيسي و درجة الحرارة ، حيث يتميز طقس السودان بارتفاع درجات الحرارة .

4-2 الهدف من التجربة :-

- دراسة تأثير درجة الحرارة على الالياف البصرية .

- دراسة تاثير المجال المغنطيسي على الالياف البصرية .

4-3 الاجهزة والادوات :-

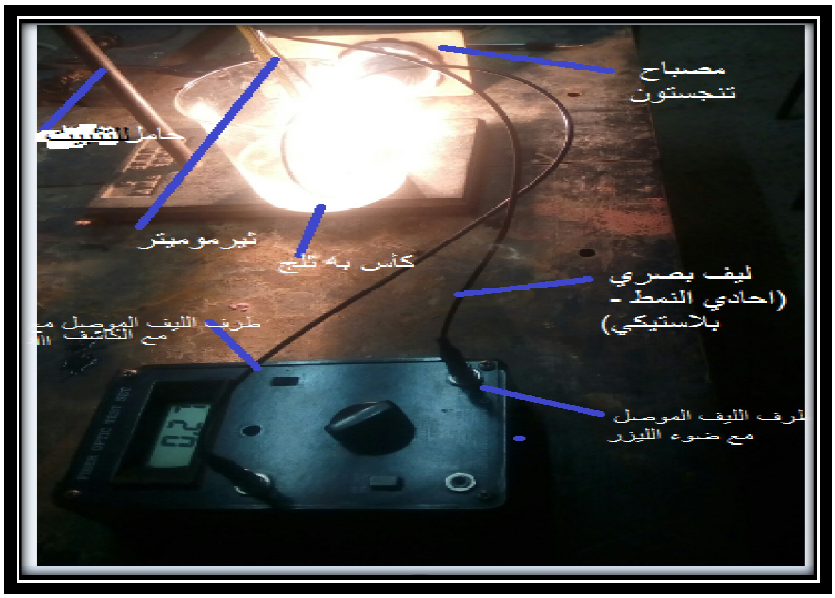
ليف بصري (ليف بلاستيكي – احادي النمط) – مصباح تنجستون –ثيرموميتر مئوي – كأس – ثلج – حوامل تثبيت –ملف لتوليد المجال المغناطيسي – مصدر جهد–جهاز تسلاميتر - جهاز FIBER OPTICAL TEST SET .

جهاز FIBER OPTICAL TEST SET (هي نظام قياس يحتوي على مصدر بصري ورقمي ، المصدر البصري هو الحالة الصلبة التي ينبعث منها الضوء (الصمام الثنائيLED Laser) الذي يعمل في المنطقة الحمراء المرئية للطيف الكهرومغنطيسي . اما مقياس الاشعاع الرقمي يحول الطاقة الضوئية الي اشارة كهربية تظهر عددياً على شاشة LCD الرقمية . يقوم مفتاح الانزلاق " WAVELANGTH" بضبط مقياس الاشعاع في اثنين من اطوال الموجات المعايرة ، 650 نانومتر (احمر مرئي) و850 نانومتر (بالقرب من الاشعة تحت الحمراء) يعمل الجهاز بالبطارية حيث يتطلب بطاريتين بقوة 9 فولت مما يتيح الاستخدام المحمول في الحقل والمعمل) وهذا الجهاز صنع في الصين .

شكل (4-1) جهاز لقياس شدة الإستضاءة

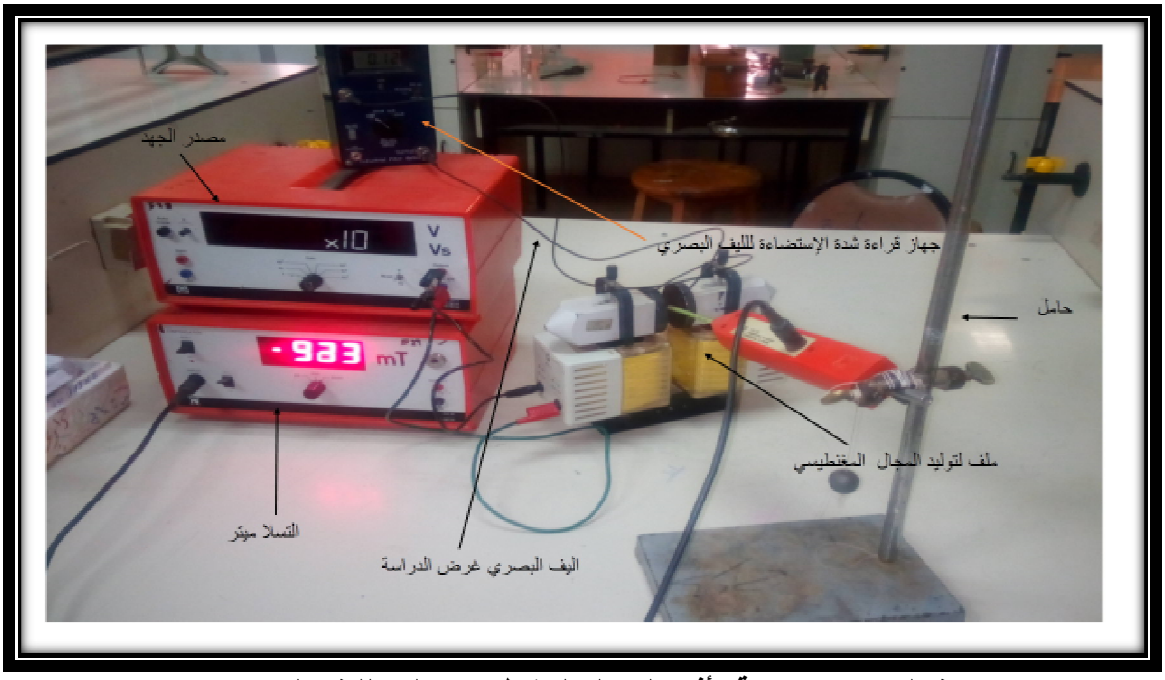
4-4 طريقة العمل:-

في تجربة تأثير درجة الحرارة على الليف البصري تم توصيل احد اطراف الليف البصري مع ضوء الليزر اما الطرف الاخر فتم توصيله مع الطرف الاخر للجهاز (الكاشف) لقراءة شدة الاستضاءة ، ووضع منتصف الليف بكأس به ثلج مع التسخين في نفس الوقت بواسطة ضوء المصباح ، ثم أخذت قراءات لشدة الاستضاءة مع التغير في درجة الحرارة وسجلت النتائج في الجدول (5-1) .



شكل (4-2) تجربة تأثير درجة الحرارة على الليف البصري

- امـا فـي تجربـة تـأثير المجـال المغناطيسـي علـى الليـف البصـري تـم توصـيل طرفـي الليـف البصـري الـذي يبلـغ طولـه متـر مـع جهـاز fiber optical test set وذلـك لقـراءة شـدة الاستضـاءة ، ووضـع منتصـف الليـف البصـري بـين الملفـين (لتوليـد المجـال المغناطيسـي) اللـذان تـم توصـيلهم علـى التـوازي مـع جهـاز مصـدر جهـد ، وعنـدما تـم تغييـر فـرق الجهـد ازدادت شـدة المجـال المغناطيسـي (قـرأ ت شـدة المجـال المغنطيسـي بجهـاز التيسـلاميتر) وتمت قرأة شدة الاشتضاة مع كل تغيير لشدة المجال ، ودونت النتائج في الجدول (5-2) .



شكل (4-3) تجربة تأثير المجال المغنطيسي على الليف البصري

الباب الخامس

النتائج والمناقشات

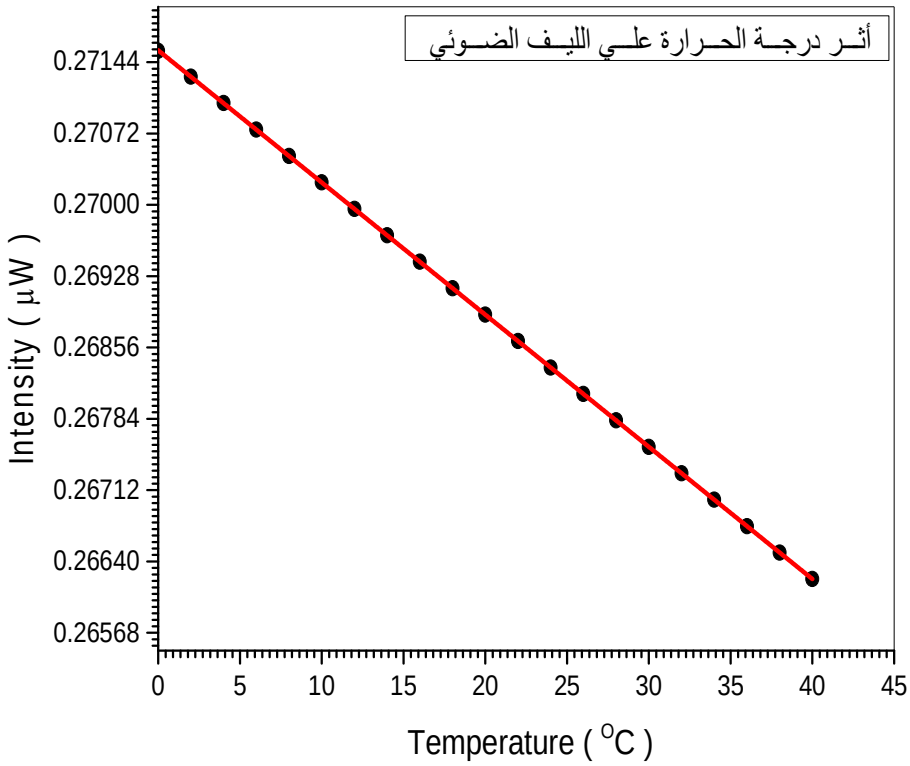
5-1النتائج :-

يوضح الجدول (5-1)علاقة شدة الاستضاءة (I) مع درجة الحرارة (T) لليف البصري .

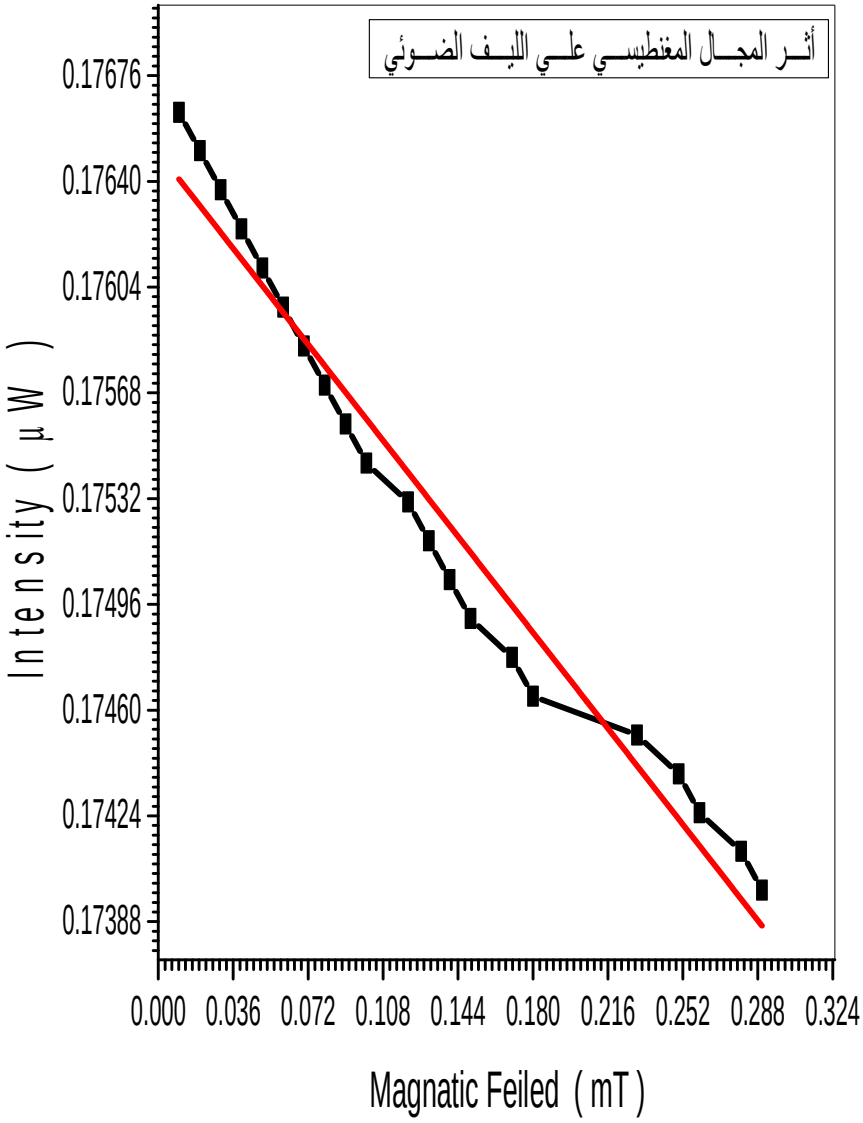
رقم التجربة	درجة الحرارة (T / C°)	شد ة الاستضاءة (I/µw)
1	0	**0.27156**
2	2	0.27129
3	4	0.27103
4	6	0.27076
5	8	0.27049
6	10	0.27023
7	12	0.26996
8	14	0.26969
9	16	0.26943
10	18	0.26916
11	20	0.26889
12	22	0.26862
13	24	0.26836
14	26	0.26809
15	28	0.26782
16	30	0.26756
17	32	0.26729
18	34	0.26702
19	36	0.26676
20	38	0.26649
21	40	**0.26622**

يوضــح الجــدول(5-2)علاقــة شــدة الاستضــاءة (I) مــع أثــر المجــال المغنطيســي (mT) لليف البصري .

رقم التجربة	المجال المغنطيسي (mT)	شد ة الاستضاءة (I/μw)
1	0.01	0.17663
2	0.02	0.1765
3	0.03	0.17637
4	0.04	0.17624
5	0.05	0.1761
6	0.06	0.17597
7	0.07	0.17584
8	0.08	0.17571
9	0.09	0.17557
10	0.1	0.17544
11	0.12	0.17531
12	0.13	0.17518
13	0.14	0.17504
14	0.15	0.17491
15	0.17	0.17478
16	0.18	0.17465
17	0.23	0.17451
18	0.25	0.17438
19	0.26	0.17425
20	0.28	0.17412
21	0.29	0.17399



الشكل(5-1) يوضح العلاقة بين شدة الاستضاءة (I/µw) ودرجة الحرارة (T/C°)



الشكل(5-2) يوضح العلاقة بين شدة الاستضاءة (I/µw) وشدة المجال المغنطيسي(mT)

5-2 المناقشة والتحليل :-

يوضح الشكل (5-1) ان اعلى قيمة لشدة الاستضاءة للشعاع الضوئي الخارج من الليف البصري هي 0.27156µw وذلك عند درجة الحرارة 0 °c وبعدها تقل شدة الاستضاءة بزيادة درجات الحرارة الي ان تصل الي 0.26622µw عند درجة الحرارة 40°c .

يلاحظ تناقص شدة الإستضاءة مع زيادة درجات الحرارة مما يدل على أن الإشارة المرسلة خلال الليف البصري تتأثر بدرجات الحرارة وبالتالي يمكن ان يتم فقد بعض المعلومات نتيجة للزيادة في درجة الحرارة . حيث تحصل عملية تناقص لشدة الاشارة للفايبر بتاثير درجة الحرارة بمعدل $1.33*10^{-4}$µw/°c.

ويوضح الشكل (5-2) ان اعلى قيمة لشدة الاستضاءة للشعاع الضوئي الخارج من الليف هو 0.17663µw وذلك عند شدة المجال المغنطيسي 0.01mT .بعدها تقل شدة الإستضاءة بزيادة شدة المجال المغنطيسي عند تغيير فرق الجهد الي ان تصل الي 0.17399µw عند شدة المجال المغنطيسيmT 0.29 .

يلاحظ ان شدة الاستضاءة لليف البصري تتناقص كلما زادت شدة المجال المغنطيسي .

شدة الاستضاءة للالياف البصرية تتناقص بتاثير شدة المجال المغنطيسي بمعدل

0.0091µw /mT . من هذا نستنتج ان تاثير المجال المغنطيسي لليف البصري اقوى من تاثير درجة الحرارة على الليف .

5-3 الخاتمة :-

توضح التجربة العملية ان تغيير درجة الحرارة وشدة المجال المغنطيسي يؤثر على اداء الليف البصري وكفاءته ، مما يستدعى عمل عازل لليف البصري حتى تظل كفاءته ثابتة ولا تتأثر بالعوامل الجوية والبيئية .

5-4 التوصيات :-

ضرورة الاهتمام بالالياف البصرية لتواكب الاتجاهات العلمية الحديثة ، وكذلك التركيز على الجانب العلمي والتطبيقي في مناحي الحياة اليومية وتوفير الادوات المستخدمة في دراسة تأثير درجة الحرارة والمجال المغنطيسي عليها ، كما يجب الاهتمام بتدريب الفنيين والمهرة في تصنيع هذه الالياف وإعادة التجربة بألياف متعددة الانماط (في هذه الدراسة لم يتم تجاوز درجات حرارة اعلى من 40°c حتى لا تؤدي الي تلف في الليف البصري) وكذلك احادي النمط لدرجات حرار اقل من الصفر المطلق . ودرجات حرارة تتجاوز 100 درجة مئوية بأستخدام ليف يتحمل درجات حرارة عالية .

عنـد اسـتخدام الالیـاف البصـرية فـي المجـال الطبـي ، مـثلاً لتشـخيص مـرض مـا ، او ورم (كحالـة المـرور فـي الـدم)، فمعامـل اللزوجـة Viscosity يـؤثر علـى درجـة الحـرارة ، فيمكن تغيير درجة الحرارة حسب النسيج الذي يمر خلاله الليف البصري .

المصادر والمراجع :-

https:// www.aljazeera.net/encyclopedia/concept sand terminology/[1]2017/4/21.

[2]سمية زقدو- دراسة اثر التحزيم على كابل الالياف البصرية الناقلة للاشعاع الشمسي المركز في المجال [المرئي – ماجستير – جامعة قاصدي مرباح ورقلة – الجزائر- منشورات 2012-2013 م.

[3]سارة فضل احمد محمد – دراسة اثر درجة الحرارة على انتقال شعاع ليزر الهليوم نيون –ماجستير –جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا – السودان – 2006م .

[4]براديب كومار و جاجانديب بوروهيت – تاثير المجال المغناطيسي على اداء الالياف البصرية الجيروسكوب – مقالة بحثية – مجلة بصريات – نشرت 16 اكتوبر 2012

[5] سارة سالم القماطي – الالياف البصرية واهمية السلامة عند استخدامها – ليبيا- نشرت في ابتكارات تقنية ،ابتكارات واكتشافات في 30/ نوفمبر 2016.

[6] رند تميم سلمان – استخدام الليزر في العمليات الجراحية – الجمهورية العربية السعودية- المركز الوطني للمتميزين – منشورات 2014-2015 م.

[7]www.physics-pdf.comد. سعود بن حميد اللحياني – الليزر وتطبيقاته – أستاذ مشارك – جامعة ام القرى –مكة المكرمة - ابريل 2009 .

Dr. waelAlmahdi – pdf created with pdf factory pretrial version[8] www.pdf factory.com – 2014 .

[9]د.فاروق بن عبدالله الوطبان- الليزر وتطبيقاته – المملكة العردبية السعودية – الرياض –دار المريخ للنشر1987م .

[10]فيحاء بابكر محمد عمر – تطبيقات للالياف البصرية في الطب – دبلوم عالي – منشورات جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا – السودان -2013 م.

[11]حسن رمضان الزهار – اساسيات الاتصالات الكهربية التماثلية والرقمية – دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع – مصر – 1/1/ 2000م .

[12]امنة مهدي – الالياف البصرية – رسالة ماجستير – منشورات جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا – السودان – 2004م .

[13] أ.د. محمد عبدالرحمن حيدر – اتصالات الالياف البصرية – مكتبة العبيكان للنشر – الرياض – 1995م .

[14] نايل بركات – التدخل الضوئي والالياف – منشورات الجامعات – مصر - 1992/7/3م.

[15] محمد الكوسا – فيزياء الليزر وتطبيقاته – منشورات جامعة دمشق – دمشق – 2005-2006م .

[16]https://mawdoo3.com

صهيب خزالة – بحث عن درجة الحرارة والطاقة الحرارية – نشرت 26 ديسمبر 2018 .

[17]https:// www.mosoah.com

يارا مجدي – بحث عن الحرارة وطرق انتقالها – نشرت 27 يوليو 2019 .

[1 8] https:// www.mlzamty.com /Me ram Mohamed

معلومات عن المغناطيس – نشرت 18 نوفمبر 2019.

[19]https://mawdoo3.com

صهيب خزالة – شرح المجال المغناطيسي – نشرت 6 نوفمبر 2018 .

[20] https://ar.m.wikipedia.org/JarBot

معلومات عن تاثير فاراداي وشدة المجال المغناطيسي – نشرت 24 ديسمبر 2019 .