جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الفيزياء

الالياف البصرية وتطبيقاته في الاتصالات

إعداد الطالب

هادي إبراهيم عبد الأمير

إشراف

أ.م. ايمان حمود عبدالله

٢٠٢٣م

١٤٤٤هـ

قال تعالى:

﴿ يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ﴾

[المجادلة: ١١]

الإهداء

إلى من وضع المولى - سبحانه وتعالى - الجنة تحت قدميها، ووقَّرها في كتابه العزيز...

(أمي الحبيبة).

الذي كان خير مثال لرب الأسرة،

والذي لم يتهاون يوم في توفير سبيل الخير والسعادة لي..

(أبي المُوقَّر).

إلى من أعتمد عليه في كل كبيرة وصغيرة..

(أخي المُحترم).

إلى أصدقائي ومعارفي الذين أجلُّهم وأحترمهم..

شكر وعرفان

يسرني تقديم هذا الشكر لوالدي ووالدتي اللذان سهرا على تربيتي وتعليمي منذ أن بدأت حياتي، وأشكر كل من درسني أو ساهم في تدريسي من دكاترة جامعة بابل وكل الأساتذة الذين يرجع لهم الفضل بعد الله عز وجل في تلقيني ، كما اقدم الشكر والتقدير للأساتذة المشرفين على هذا البحث المتواضع، الذي اسال الله تعالى أن يضيف قيمة إلى هذا العلم، وشكر موجه كذلك لإدارة جامعة بابل لحسن توفيرهم وتسهيلهم الخدمات للطلاب ومساعدتهم في كل الأمور التي من شانها أن تخول لهم فضاءً مريحا للدراسة وطلب العلم في أمان ونظام ، وأوجه الشكر للمجالس العلمية لحرصها على تطوير مجال الدراسات الإسلامية وتشجيعها طلاب هذه الشعبة على الدراسة ومواصلة طلب العلم في أفضل الأجواء واروعها.

الخلاصة Conclusion

مما لا شك فيه ان تقنية استخدام الألياف البصرية تعتبر أحد أهم المراحل التي شهدتها ثورة الاتصالات في هذا القرن. حيث تمكنت هذه التقنية وبما تتمتع به من ميزات من تلافي عيوب ومشاكل نظم الاتصالات السابقة . لكنه وبالرغم من الميزات المتعددة التي تتمتع بها انظمة الاتصالات الحديثة والتي اعتمدت في الأساس على استخدام التقنية الضوئية عبر الألياف البصرية، الا أن النظام السابق مازال يعمل حتي هذا اليوم ليس في الدول الفقيرة والنامية فحسب بل حتى في الدول المتطورة، وذلك لأن آلا النظامين مكملين لبعضهما البعض حيث انه من غير المجدي اقتصاديا استخدام الألياف البصرية من المقسم الرئيسي وحتى المستخدم أو استخدامه في شبكات ذات سعة محدودة وبسيطة. لقد أثبتت العديد من الدراسات المكتوبة وذلك التطبيقات العملية ان استخدام تقنية الألياف البصرية يوفر جودة عالية وخيار أمثل من الناحية الفنية والاقتصادية. يكفي ان نقول ان الالياف البصرية تمتلك مزايا عديدة قلة الفقد وخفة الوزن ولكن الميز الهامة هي سعة نطاقها العالية جدًاً والتي تصل الى آلاف البلايين من البتات لكل ثانية مما جعلها تحتل مكانًاً متميزًاً في مجال الاتصالات حيث استخدمت بدلا عن الاسلاك النحاسية في العديد من التطبيقات لربط بين المقاسم الهاتفية والخطوط بعيدة المدى وعبر البحار. إن الثورة الهائلة في مجال الاتصالات و المعلومات و التي تتمثل في الاستخدام غير المحدود للانترنيت فرض واقعًاً جديدًاً لا يمكن تحقيقه بدون شبكات اتصال ذات سعة نقل معلومات هائلة جدًاً و التي لا يمكن تطبيقها إلا باستخدام الألياف البصرية. رغم إن استخدام هذه التقنية الضوئية لنقل المعلومات عبر المسافات الطويلة استحوذ على معظم الاهتمام إلا أنها ايضا تستخدم لنقل المعلومات عبر المسافات القصيرة حيث تصل بين الكمبيوتر الرئيسي و الكمبيوترات الجانبية أو الطابعة. بعيدا عن مجال الاتصالات ظهرت هناك استخدامات أخرى عديدة و مهمة لهذه الألياف فمثلا نتيجة لمرونتها و دقتها دخلت في الكاميرات الرقمية المتعددة المستخدمة في التصوير الطبي مثل التصوير الشعبي و المناظير.

قائمة المحتويات

ت	الموضوع	ص
	اية قرانية	
	الاهداء	
	شكر وعرفان	
	الخلاصة	١
	الفصل الأول : الألياف البصرية	٣
	الأهداف	٤
1-1	المقدمة	٥
2-1	الألياف البصرية (optical fibers) نظره تاريخية	٦
3-1	الليف البصري ومراحل تطوره	٧
4-1	الألياف البصرية (optical fibers) وثورة الاتصالات	٨
5-1	كيفيه تصنيع الألياف البصرية	٩
	الفصل الثاني : مكونات الألياف البصرية ،استخداماتها ،مميزاتها ،وانواعها.	١١
1-2	مكونات الليف البصري	١٢
2-2	أنواع الألياف البصرية (types of optical fibers)	١٣
3-2	ميزات الألياف البصرية (advantages of optical fibers)	١٤
4-2	كيفية انتقال الضوء في الألياف البصرية	١٧
5-2	استخدام الألياف البصرية في الاتصالات	١٨
6-2	تطبيقات عملية على استخدام الألياف البصرية	١٩
7-2	النظام الليفي البصري	١٩
8-2	تركيبات الألياف البصرية	٢٠
	المراجع	٢١

الفصل الأول

الألياف البصرية

1-1 المقدمة the introduction

فرع من علم الفيزياء يرتكز على ظاهرة انتقال الضوء عبر ألياف شفافة من الزجاج أو البلاستيك. وتستطيع هذه الألياف البصرية، أن تحمل الضوء عبر مسافات تتراوح بين سنتيمترات قليلة وأكثر من ١٦٠كم. ومثل هذه الألياف يُمْكن أن تعمل بشكل فردي أو في شكل حزَم، وبعض الألياف الفردية يبلغ طول قطرها أقل من ٠،٠٠٤ملم.والألياف البصرية لها لُبٌ من الزجاج أو اللدائن، ولها درجة عالية من الشفافية ومحاطة بغطاء يسمى الغلاف.ويصل الضوء الصادر من جهاز الليزر، أو من مصباح كهربائي، أو من بعض المصادر الضوئية الأخرى إلى إحدى نهايتي الليف البصري. وعندما ينتقل عبر اللُب، يحبسه الغلاف في الداخل. ويقوم الغلاف بعملية ثني أو عكس - إلى الداخل - لأشعة الضوء المصطدمة بسطحها الداخلي.وعند النهاية الأخرى لليف يستَقْبل الضَوء كشافٌ مثل نبيطه حساسة للضوء أو العين البشرية.[1]

2-1 الألياف البصرية (optical fibers) نظره تاريخية

لقد استخدم الضوء للاتصال منذ أن خلق الله الأرض ومن عليها فبدونه لا يمكن أن نرى من حولنا وقد استخدمت الاشارات والمرايا العاكسة والمصابيح لنقل المعلومات ولكن مقدار المعلومات المنقولة محدودة ويمكن للأخرين الاطلاع عليها علاوة على التأثير السلبي للظروف البيئية. إن أول محاولة فعلية مدونه لاستخدام الاشارات عام ١٧٩١ من قبل كلود شابي في فرنسا، إذا استخدم مجموعة من الابراج تحتوي على عدة أذرع لنقل معلومات مسافة ٢٠٠ آليو متر يستغرق ارسال المعلومة الواحدة حوالي ١٥ دقيقة. في عام ١٨٥٤م أجرى جون تايندل تجربة بسيطة بين أن الضوء يمكن ثنية إذا وجد الوسط الملائم وفي عام ١٨٨٠م قام الكسندر جراهام بل بنقل الصوت عبر حزمة ضوئية وقد أجريت محاولات عديدة لاستخدام الاتصالات البصرية خلال هذا القرن ولكنها لم تلق النجاح لعدم توفر المنابع المناسبة علاوة على الاضطرابات الجوية لمطر والثلج والغبار والضباب مما حد من امكانية استخدامها. أدي اكتشاف الليزر عام ١٩٦٠من قبل ثيودور ميمان الى تجدد الاهتمام بالاتصالات البصرية وفي عام ١٩٦٦م اقترح آل من تشارس كاو وجورج هوام تصنيع الياف زجاجية قليلة الفقد وفي عام ١٩٧٠م تم تصنيع الياف بصرية مصنعة من مادة السليكا وبفقد ٢٠ديسيبل لكل آليو متر بدلا من ١٠٠٠ ديسيبل لكل آليو متر قبل ذلك الوقت. وفي غضون عشر سنوات، تم تصنيع الياف بفقد يصل الى ٢٠، ديسيبل لكل كيلومتر عند الطول الموجي ١٥٥٠ نانومتر.[1]

3-1 الليف البصري ومراحل تطوره

منذ أكثر من ٢٥ عاما بدأ استخدام وتطبيق الالياف البصرية خطوط اتصال مما مهد لحصـــول ثورة في عالم الاتصـــالات من حيث الكم الهائل للمعلومات والتي أصـــبح بالإمكان نقلها عبر هذه الخطوط لمســـافات طويلة وبنوعية عالية الجودة. لقد آنت فكرة استخدام الضـوء وسـيلة للاتصـال قديمة جدًا عندما (Photo phone) وذلك من أجل إرسال الصوت عبر الضوء. بعد ذلك بدأت محاولات إرسال الضوء عبر الفراغ المحيط بنا منذ اختراع وتصـــنيع الليزر في العام ١٩٥٨ والتي انت تتطلب عدم وجود عوائق ومدى رؤيا مستقيم. في العام ١٩٧٠ انت البدايات الفعلية لمحاولة إرسال الضوء عبر ألياف زجاجية ذات معدل توهين أقل من ٢٠ B/km وفى نطاق معامل التجارب، بعد ذلك توالت الأبحاث لتطوير إنتاج ألياف بصـــرية من الزجاج النقي وبمعدلات توهين أقل حيث تمكنت في أواسـط السـبعينيات من القرن الماضـي شركة .Corning Inc من تصنيع كيبلات بصرية وطرحها في الأسواق التجارية.

لقد جاء تطوير وتصـــنيع الألياف البصـــرية على مراحل، حيث انت في المرحلة الأولى تعمل على الطول الموجي ٨٥٠ nm والتي ســـميت النافذة الأولى (First Window)بمعدل توهين لغاية ٣ dB/Kmو الذي ان إنجاز عظيمًا في وقته. انتقلت الشـــركات المصـــنعة إلي النافذة التالية (Second Window) حيث تم تصـــنيع ألياف بصـــرية تعمل على الطول الموجي ١٣٠٠nm بمعدل توهين إلى حوالي .٠,٥ dB/Km في نهاية العام ١٩٧٧ قامت شركة (NTT) بالانتقال إلي النافذة الثالثة Third Window وذلك باســـتخدام الطول الموجي ١٥٥٠ nm حيث أمكن الحصـــول على ألياف زجاجية بمعدل توهين حوالي ٠,٢ Db/Km و الذي يعتبر نظريا أقل حد ممكن لقيمة الفقد في الليف زجاجية . في السنوات الحالية جميع الأطوال الموحية السـابقة الذكر تصـنع وتعمل في معظم دول العالم إن لم يكن جميعها. لقد بدأ التطبيق والاسـتخدام الفعلي لأنظمة الاتصـالات البصـرية في بداية الســبعينيات من القرن الماضـــي وذلك من قبل القوات المســلحة الأمريكية حيث تم تركيب كيبل بصري لنقل المكالمات الهاتفية تبعه مشروع القوات الجوية

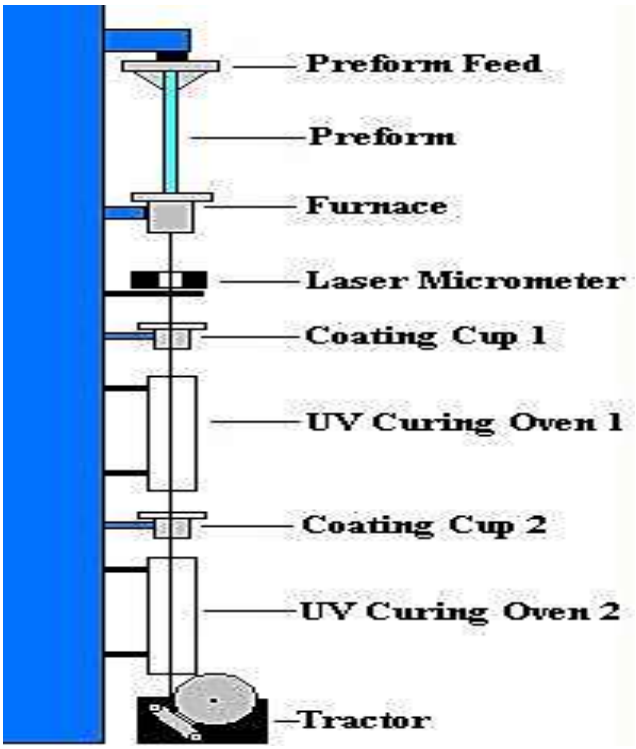
(Airborne Light Optical Fiber Technology) في العام ١٩٧٦ توالت بعد ذلك الاستخدامات التجارية حيث قامت شركتا AT&Tو GTE في العام ١٩٧٧ بإنشاء وتركيب أنظمة اتصالات بصرية في آل من شيكاغو وبوسطن.[2]

بعد ذلك قامت شـركة (Bell) في العام ١٩٨٠ بانتشـار و تركيب نظام اتصـال بصـري بطول ٦١١ ميل وذلك في شـمال الولايات المتحدة الأمريكية . لقد كان تصـنيع الالياف أحادية النمط في بداية الثمانينات من القرن الماضـي بمثابة نقلة نوعية في الاتصالات بعيدة المدى حيث كانت و ما زالت تعمل على الطول الموجي ١٣٠٠ nm أو ١٥٥٠ nm أصـبحت بدون منافس من حيث مسـافة و سـعة الارسـال لقد توالت الأبحاث و الابتكارات في مجال زيادة سـعة الارسـال للف البصـري و الوصـول إلى مسـافات إرسـال خيالية ، حيث تم تطوير تقنية تجميع القنوات باسـتخدام التقسـيم الطول موجي (WDM) كذلك طريقة ما يسـمى (Sol tons Transmission) حيث قامت شـركة (Bell Labs) في العام ١٩٩٠ بتجربة إرسـال ٢,٥ Gbit/s لمسـافة ٧٥٠٠ Km مسـتخدمة المكبرات الضـوئية من نوع (EDFA) بـدون الحـاجـة لمحـطـات الـتـقـويـة و إعـادة الـبـث (Regenerators) بعد ذلك و في العام ١٩٩٨ كانت هنالك تجربة إرسـال ١٠٠ قناة اتصـال عبر ليف بصـري واحد لمسـافة ٤٠٠ Km (كل قناة علي سـرعة ١٠ Gbit/s) حيث استخدمت تقنية WDM المضغوطة.[2]

4-1 الألياف البصرية (optical fibers) وثورة الاتصالات

انتقلت اتصـالات الألياف البصـرية (Optical Fibers) من أنظمة بسيطة لإصـال الضـوء الى أماكن يصـعب الوصـول اليها الى أنظمة تؤثر على حياتنا كالتي أحدثتها الإكترونيات والحاسـبات . تمتلك الألياف البصـرية مزايا عديدة تمكن الباحثون من تطعيم الألياف الزجاجية بمادة الاربيوم (Er) مما اعطى دفعة قوية لاسـتخدام أنظمة الألياف البصرية عند الطول الموجي ١٥٥٠نانومتر.[2]

5-1 كيفيه تصنيع الألياف البصرية



الشكل (1-5) : يوضح أحدى طرق صنع اليف الزجاجي [2].

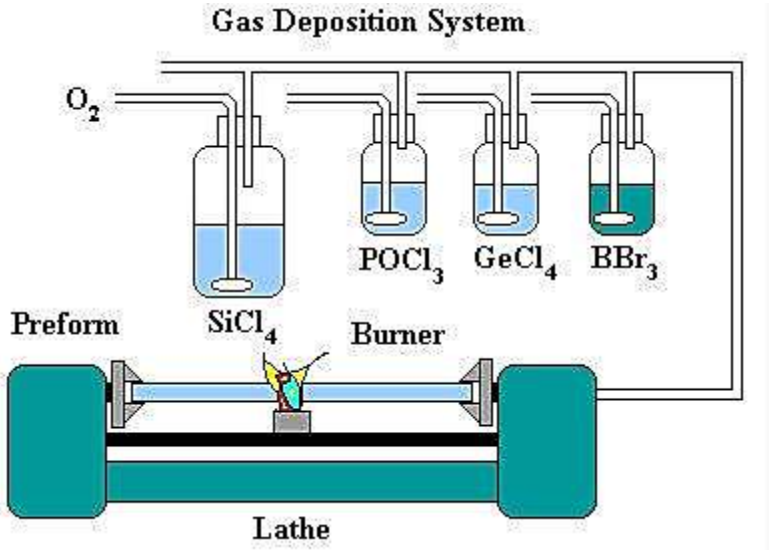
آما سـبق و ذكرنا تصـنع الألياف الضـوئية من زجاج على درجة عالية من النقاء حيث وصـفت إحدى الشـركات ذلك بان قالت لو كان هناك محيط من الألياف الضـوئية يصـل للعديد من الأميال و نظرت من على سـطحه للقاع يجب أن تراه بوضوح. وتتم صناعة الألياف الضوئية على النحو التالي:[2]

- عمل اسطوانة زجاجية غير مشكلة
- سحب الألياف الضوئية من هذه الاسطوانة الزجاجية
- اختبار الألياف الضوئية

الزجاج المستخدم في عمل الاسطوانة الغير مشكلة يصنع من خلال عملية تسمى (modified chemical vapour deposition) حيث يمرر الأكسجين على محلول من كلوريد السليكون و كلوريد الجرمانيوم كيماويات أخرى ثم تمرر الأبخرة

المتصاعدة داخل أنبوب من الكوارتز موضوع في مخرطة خاصة تفاعل السليكون و الجرمانيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد السليكون و أكسيد الجرمانيوم

ترسب أكسيد السليكون و أكسيد الجرمانيوم على جدار الأنبوب من الداخل و يندمجان معا لتكوين الزجاج الخام المطلوب حيث يمكن التحكم بدرجة نقاء و صفات الزجاج المتكون من خلال التحكم بالخليط .[2].



الشكل (1-5) : يوضح طريقة صنع اليف البصري .[2].

الآن يتم سحب الألياف من هذه اسطوانة الخام الغير مشكلة بوضعها في أداة السحب حيث ينزل الزجاج الخام في فرن كربوني درجة حرارته ١،٩٠٠-٢،٢٠٠ درجة سليزية فتبدأ المقدمة في الذوبان حتى ينزل الذائب بتأثير الجاذبية و بمجرد سقوطه يبرد مكونا الجديلة الضوئية. هذه الجديلة تعالج بتغليف متتابع أثناء سحبها بواسطة جرار مع قياس مستمر لنصف القطر باستخدام مايكرومتر ليزري. تسحب الألياف من القالب الخام بمعدل ٢٠ .m/s.

الفصل الثاني

مميزات الألياف البصرية

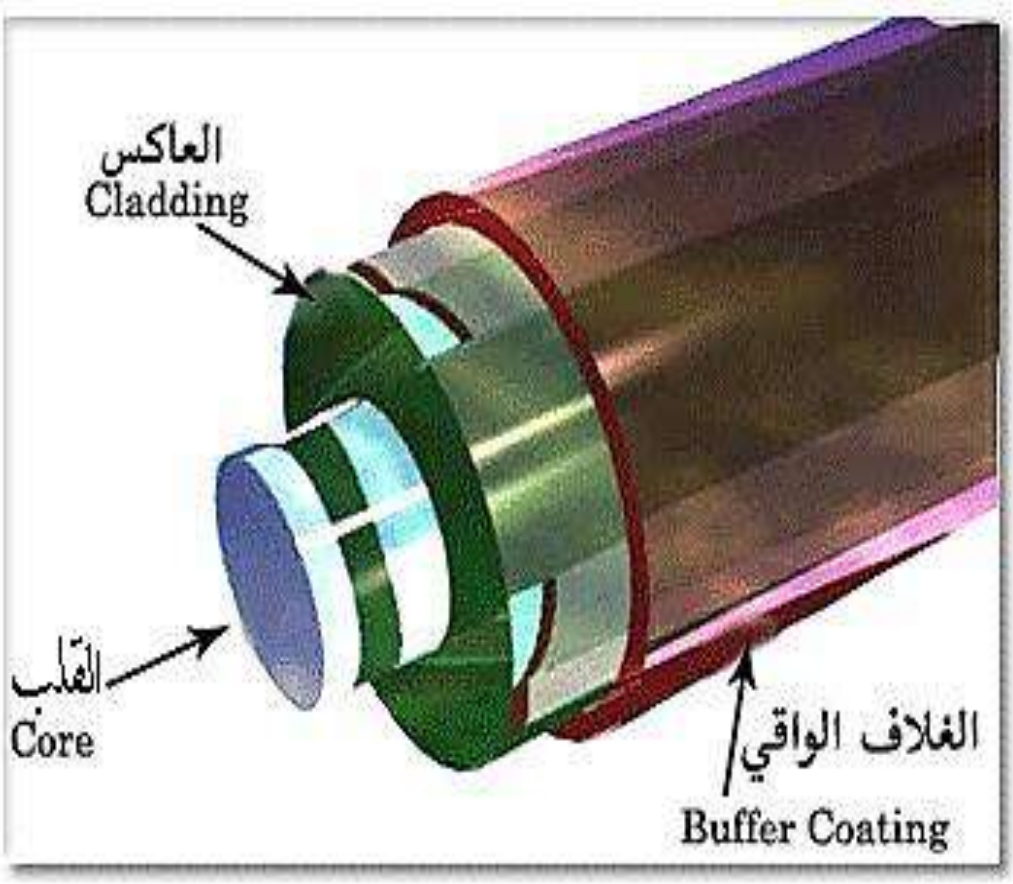
1-2 مكونات الليف البصري

يتكون الليف البصري من ثلاثة أجزاء رئيسية وهي آلاتي:-

1-1-2 القلب (Core) وهو عبارة عن زجاج رفيع ينتقل فيه الضوء.

2-1-2 العاكس (Cladding): مادة تحيط باللب الزجاجي وتعمل على عكس الضوء مرة أخرى إلى مركز الليف البصري.

3-1-2 الغطاء الواقي (Buffer Coating): غلاف بلاستيكي يحمي الليف البصري من الرطوبة أو ويحميه من الضرر و الكسر.



الشكل (2-1): مكونات الليف البصريذ [3]

2-2 أنواع الألياف البصرية (types of optical fibers)

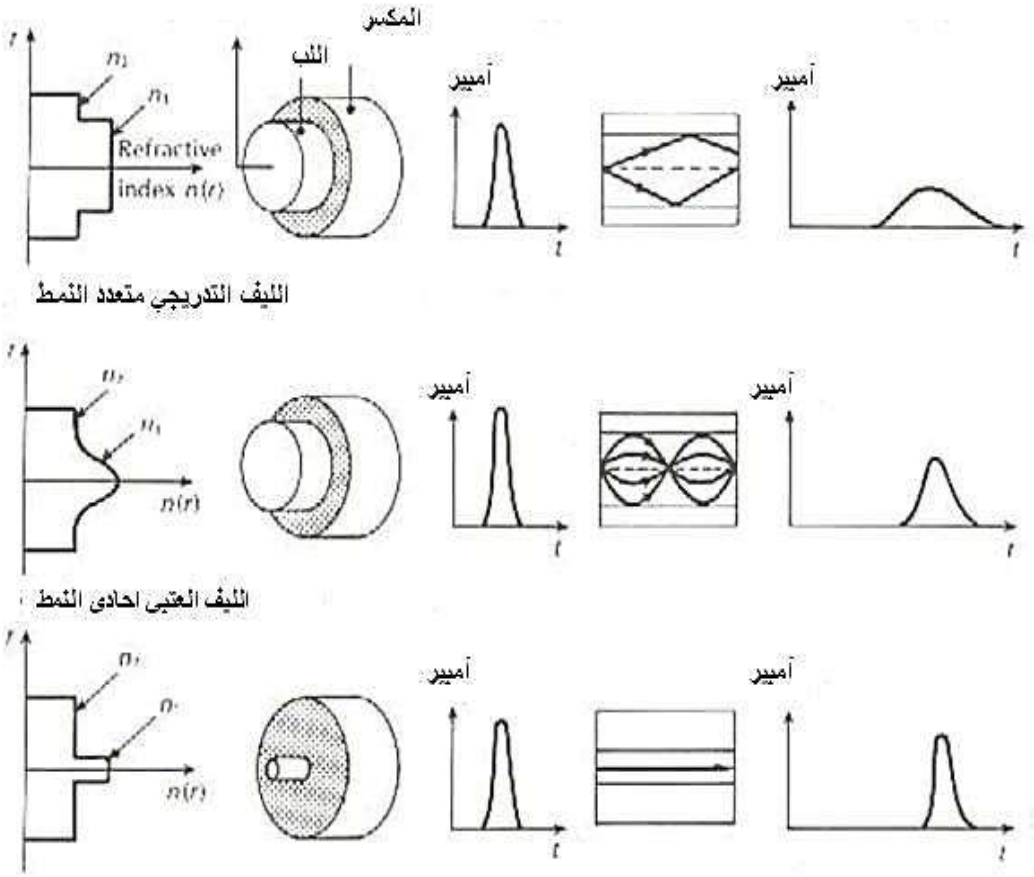
تصنف الألياف البصرية الى ثلاثة أنواع تبعًا لأنماطها وتركيبها

2-2-1 ألياف متعددة النمط وبمعامل انكسار متدرج

معامل انكسار هذه الألياف متدرج إذ تبلغ أعلى قيمة له في مركز الليف وتقل قيمة معامل الانكسار بصفة تدريجية آلما اتجهنا نحو الكساء حيث تكون قيمة معامل الانكسار ثابتة ويصنع هذا النوع من الألياف من عدد من العناصر الزجاجي أو السليكا المطعمة. .إن أداء الألياف متعددة النمط ومتدرجة معامل الانكسار يتفوق على أداء الألياف متعددة النمط ذات معامل الانكسار العتبي نظرًا لتدرج معامل الانكسار وقلة التوهين فيها غير أن قطر اللب في الألياف متعددة النمط ومتدرجة معامل الانكسار أقل من قطر اللب في الألياف متعددة النمط ذات معامل الانكسار العتبي وتستخدم للمسافات المتوسطة وعرض نطاق متوسط عالي .[4].

2-2-2 الياف أحادية النمط

قد يكون معامل انكسار الليف متعدد النمط متدرج أو عتبي ولكن معظم الألياف أحادية النمط الموجودة حالياً ذات معامل الموجودة حاليًاً ذات معامل انكسارعتبي . تتميز الألياف أحادية النمط بنوعيتها الممتازة آما أن عرض النطاق فيها كبير وتستعمل للمسافات الطويلة وتصنع من مادة السليكا المطعمة. ولو أن قطر اللب صغير جدًاً إلا أن قطر الكساء يبلغ أضعاف قطر اللب وذلك للتقليل من نسبة الفقد من الموجات المضمحلة (evanescent) التي تمتد داخل الكساء ومع الأشكال.[4]



الشكل (2-2): توضح اتساع النبض الناتج عن انتشار الضوء في آلا
من الليف احادي النمط ومتعدد النمطز.[5]

3-2 ميزات الألياف البصرية (advantages of optical fibers)

للألياف البصرية مزايا عديدة جعلتها تتفوق على النظم الأخرى المستخدمة في مجال الاتصالات ومن هذه المميزات أن عرض طاقها عالي جدًا، قطرها صغير و وزنها خفيف ، لا يوجد تداخل بينها مهما قربت المسافة بينهما، لا تتأثر بالحث أو التداخل الكهرومغناطيسي، انخفاض في سعر تكلفة المكالمات، أآثر أمانًا و سلامة، حياتها طويلة، تتحمل درجات حرارة عالية ولا تتأثر بالمواد.[5]

1-3-2 إن عرض النطاق المرتفع جدا يعني إمكانية نقل معلومات عالية جدا بواسطة ليفه بصرية واحدة. وقد تكون هذه المعلومات صور تلفزيونية أو مكالمات هاتفية أو معلومات للحواسيب أو مزيج منها. وقد تم تشغيل خطوط نقل معلومات بمعدل ١٠ جيجابيت لكل ثانية مثل (SEA-ME-WE3,FLAG) وألا بحاث مستمرة في أنحاء العالم للحصول على أنظمة تعمل بمعدل معلومات أعلى ولمسافة

أطول وقد أجريت تجارب لنقل ٦٤،٢ تيرابت لكل ثانية بنظام صية لمسافة ١٢٠كم مستخدمين الياف أحادية النمط . من الناحية النظرية فإن عرض نطاق ليفه بصرية واحدة في حدود ١٠ جيجاهرتز ، فلو فرضنا أن المسافة بين المكررات تبلغ ١٠٠آم وبإمكاننا أن نضع مجموعة منها ضمن كبل واحد. وهذا بالطبع يعني منبعا لا ينضب من وسائل نقل المعلومات ويتناسب عرض النطاق تناسب طرديًاً مع أعلى معدل لنقل المعلومات أو سعة نقل (Information Carrying Capacity) المعلومات.[5]

2-3-2 قطرها صغير ووزنها خفيف ، يبلغ سمك الليفة البصرية سمك الشعرة.

وعلى الرغم من أن هناك طبقات وأقية توضع فوقها إلانها لاتزال أقل حجما ووزنا من الاسلاك الهاتفية أو المحورية ومثاًلاً على ذلك أن ليف بصري بقطر يبلغ ١٢٥ مايكرومتر ضمن كبل يبلغ قطرة ٦ ملم يمكن له أن يحل محل كبل هاتفي قطرة ٨سم. ويحتوي على ٩٠٠ زوج من الخطوط السلكية النحاسية وهذا يعني أن الحجم قد أنخفض بنسبة تزيد عن ٠١ : ١ وكمثال آخر على صغر حجم الكابلات البصرية فإن كبلات محورية بطول ٠٣٢ متر وقطر ٤٦ سم وتزن ٧ طن آنت تستخدم في نظام رادار متقدم على ظهر أحد السفن تم استبدالها بكابلات بصرية تزن ١٨ كغم وقطرها ٥،٢سم. مما سبق يتضح لنا إمكانية إضافة كبلات بصرية في نفس مسارات الكبلات النحاسية والمحورية في شتى.[6]

3-3-3 نلاحظ أحيانا عند إجراء محادثة هاتفية سماع أصوات محادثات هاتفية أخرى وهو ما يطلق علية باللغط (CROSSTALK) وهذا النوع من التداخل لايحدث عند استخدام الألياف البصرية مهما قربت المسافة بينهما.[6]

4-3-2 تتمتع الألياف البصرية لكونها مصنعة من مواد عازلة (dielectrics) بعدم تأثرها بالحث الكهرومغناطيسي الصادر من مصادر الكهرومغناطيسية الصناعية كالمحركات والمولدات وأجهزة الكهربائية المختلفة أو الطبيعية كالبرق وتلك الخاصية تغنينا عن وضع مواد عازلة لحمايتها من الحث والتداخل.[6]

5-3-2 تصنع معظم الألياف البصرية في وقتنا الحاضر من مادة السليكا والموجودة بكثرة في الرمل والتي يقل سعرها كثيرًا عن معدن النحاس الذي بدأ بنفذ في أماكن كثيرة من العالم ونظرًا للميزات التي ذكرناها في البنود ٣,٢ فإن ثمن نقل المعلومات بأنواعها المختلفة سيقل عن الانظمة المختلفة الاخرى.[7]

6-3-2 نظرًا لأن الضوء هو الوسط الناقل للمعلومات في الألياف البصرية ولا يولد هذا الضوء أى مجال مغناطيسي خارج الكابل فإن من الصعوبة إمكانية التجسس ومعرفة المعلومات التي يحويها الكابل البصري آما أنه من الصعوبة معرفة وجود الكابل البصري بسبب المادة المصنع منها ولا يوجد جزء معدني إلافي بعض الحالات حيث تتم اضافة كابل فولاذي لتقوية الكابل البصري ، أوتسليح معدني لحماية الكابل من القوارض والأحمال الخارجية.أما الميزة.[7]

7-3-2 يتوقع أن يكون عمر الألياف البصرية في حدود ٢٥ عامًا مقارنة بخمس عشر عامًا للنظم الأخرى حيث أن المكونات الأساسية للألياف هي الزجاج والذي لا يصدأ على عكس النظم الأخرى والتي تحوي على معادن تتعرض للصدأ

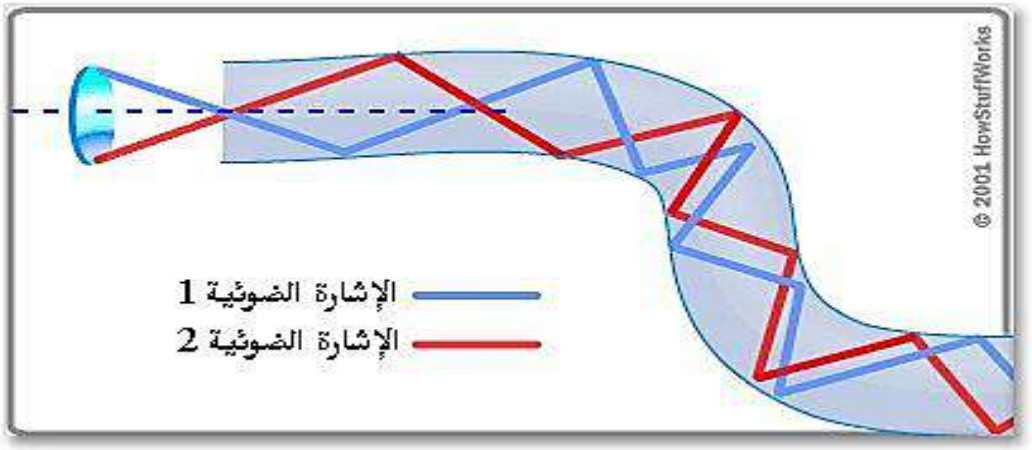
8-3-2 يمكن للزجاج أن يتعرض لدرجات حرارة متفاوتة من حيث الانخفاض والارتفاع آما يمكن استخدامه في أجواء تحتوي على مواد كيميائية مختلفة دون أن يتعرض للتلف.[7]

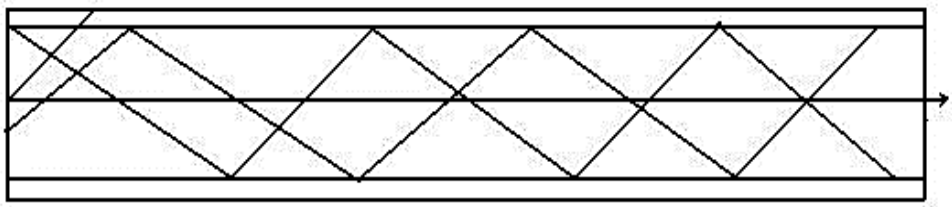
9-3-2 وضعت المكررات (Repeaters) على مسافة ١٠٠ كم بين مكرر وآخر وهذا يقلل من عدد المكررات وبالتالي من صيانة النظم آما يزيد من الاعتماد على النظام لقلة الأجهزة المستخدمة بينما المسافة بين المكررات في النظام الهاتفي المستخدم حالياً تتراوح بين ٤ الى ٦كم.[7]

4-2 كيفية انتقال الضوء في الألياف البصرية.

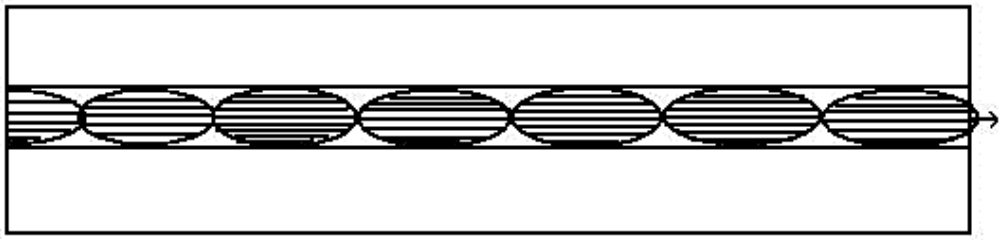
تنتقل الإشارات الضوئية في الكيبلات البصرية خلال الليف الزجاجي الرفيع (Core) وذلك عن طريق الانعكاسات المتتالية للضوء والتي يحدثها العاكس(Cladding) المحيط بالقلب الزجاجي والذي يعمل كمرآة عاكسة للضوء. ولأن العاكس لا يمتص الضوء الساقط عليه بل يقوم بعكسه إلى داخل.[8]

الأشكال **3-2** توضح انتقال الضوء في اليف البصري.[8]

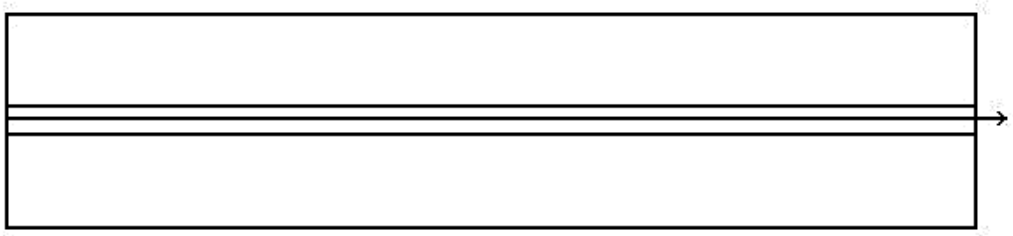




A النقل متعدد الحالة المتدرج



B النقل متعدد الحالة الفجائي



وحيد الحالة C

5-2 استخدام الألياف البصرية في الاتصالات.

تتكون وحدة الاتصالات بالألياف البصرية من اللآتي :- [9]

1-5-2 الألياف البصرية(Optical Fibers) تعمل هذه الألياف على توصيل ونقل المعلومات كإشارات ضوئية ولمسافات طويلة.

2-5-2 مجدد أو معزز الإشارات الضوئية(Optical Regenerator)

وهذا ضروري لتعزيز الإشارات وتقويتها حتى لا تضعف وتتلاشى خلال رحلتها الطويلة عبر الكيبلات البصرية . آما ذكر سابقًاً أن هناك بعضًاً من الإشارات الضوئية التي تفقد أو تضعف خاصة عندما تسير لمسافات طويلة كالذي يحدث في الكيبلات الممتدة تحت سطح البحر والتي تستخدم في أغراض الاتصالات بين السفن والغواصات، وبالتالي تعالج هذه الكيبلات البصرية بمعززات لهذه الإشارات تمتد على طول الكيبل وتعمل على تقوية الإشارات الضوئية .تتكون هذه المعززات من ألياف بصرية مغلفة بمادة خاصة، وعندما تسقط الإشارات الضوئية الضعيفة على جزيئات المادة فإنها تستثار لتعطي إشارات ضوئية قوية لها نفس خصائص الإشارات الضوئية الساقطة، أي أن الغلاف يعمل عمل الليزر(تضخيم الضوء الساقط) وهكذا تستمر عملية انتقال الضوء لمسافات طويلة دون أن تفقد.[9]

3-5-2 جهاز الإرسال - Transmitter

فيه تدار الأجهزة لتعطي سلسلة من الومضات الضوئية المتعاقبة التي تولد الشفرات أو الإشارات الضوئية المرسلة.[9]

4-5-2 جهاز الاستقبال - Receiver

تستخدم في هذه المستقبلات خلايا ضوئية(Photocell) أو الثنائيات الضوئية (Photodiode) التي تتعرف وتكشف الإشارات الضوئية المرسلة وتحل شفرتها إلى إشارات كهربية تدير الأجهزة المختلفة كالتلفزيون

،والكمبيوتر،والهاتف...وغيرها.[9]

6-2 تطبيقات عملية على استخدام الألياف البصرية.

رغم إن استخدام الألياف الضوئية لنقل المعلومات عبر المسافات الطويلة استحوذ على معظم الاهتمام إلا أنها تستخدم لنقل المعلومات عبر المسافات.[9]

7-2 النظام الليفي البصري (Optical Fibers System)

تمثل الألياف البصرية العنصر الأساسي في أنظمة الاتصالات الليفية البصرية وهي مكونة من مواد عازلة زجاجية أو بلاستيكية لها شكل اسطواني يسمى اللب محاطاً بطبقة أخرى تسمى الكساء. تستخدم الألياف البصرية كقنوات اتصال لنقل الضوء المحمل بالمعلومات من مكان إلى آخر. عند دخول الضوء بزاوية معينة تحدث انعكاسات داخل الليف عندما تتقابل مع الكساء ويتطلب ذلك أن يكون معامل انكسار اللب أكبر من معامل انكسار الكساء. بأخذ مقطع ليف بصري نرى انعكاس الضوء داخل الليف والذي يمكن تفسيره بنظرية الإشعاع وقانون سنل (Snell's Law) عند زاوية سقوط معينة تسمى الزاوية الحرجة ، نجد إن زاوية الإشعاع المنكسر تبلغ ٩٠ درجة بالنسبة للخط العمودي أو موازية للحد الفاصل بين اللب والكساء وعندما تزداد زاوية السقوط عن حد معين ينعكس الإشعاع داخل اللب وهو ما يسمى بالانعكاس الداخلي الكلي (Total Internal Reflection).[10]

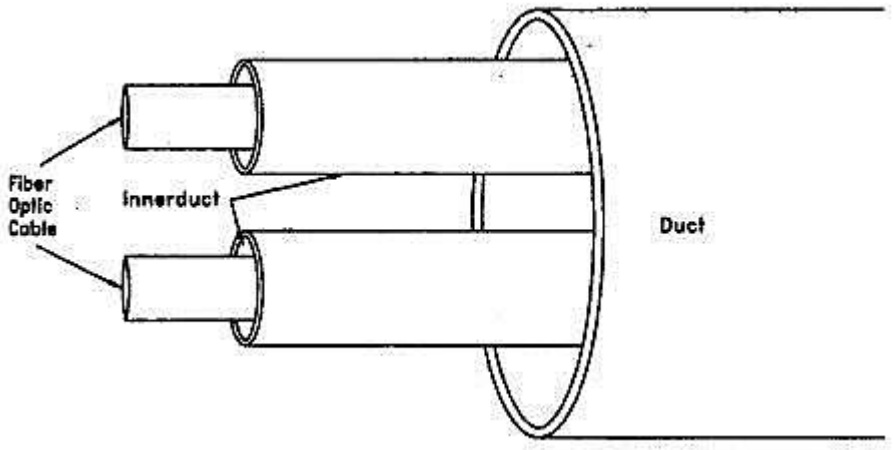
8-2 تركيبات الألياف البصرية

إن المقصود بتركيبات الألياف البصرية هو عملية تجهيز الكيبل ووضعه في مكانه المخصص بحيث يكون جاهزاً للاستخدام وإرسال المعلومات من خلاله و

هناك نوعان من التركيبات الخارجية (Outdoor) والداخلية (Indoor):

- التركيبات الخارجية للكيبل البصري Outdoor Fiber Optic Cable) (Installation
- تركيبات الكيبل المدفون (Buried Cable Installation) عند اختيار المجرى لوضع الكيبل داخله يجب مراعاة الشرط التالي : [10]

50 > (d2/D2)حيث ترمز d إلى قطر الكيبل و D إلى قطر المجرى.



الشكل (2-8) : يوضح المجرى الرئيسي والمجرى الداخلي.[10]

المراجع

1- Gambling, W. A., "The Rise and Rise of Optical Fibers", *IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics*, Vol. 6, No. 6, pp. 1084–1093, Nov./Dec. 2000.

2- Hecht, Jeff, *Understanding Fiber Optics*, 4th ed., Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, USA 2002 (ISBN 0-13-027828-

3- Mirabito, Michael M.A; and Morgenstern, Barbara L., *The New Communications Technologies: Applications, Policy, and Impact*, 5th. Edition. Focal Press, 2004. (ISBN 0-24-080586-0).

4- http://www.thefoa.org/

5- http://www.thefoa.org/tech/connID.htm

6- "Fibre optic technologies", Mercury Communications Ltd, August 1992.

7- "Photonics & the future of fibre", Mercury Communications Ltd, March 1993.

8- "Fiber Optic Tutorial" Educational site from Arc Electronics

9- http://www.jimhayes.com/lennielw/

10- http://www.gare.co.uk/technology_watch/fibre.htm