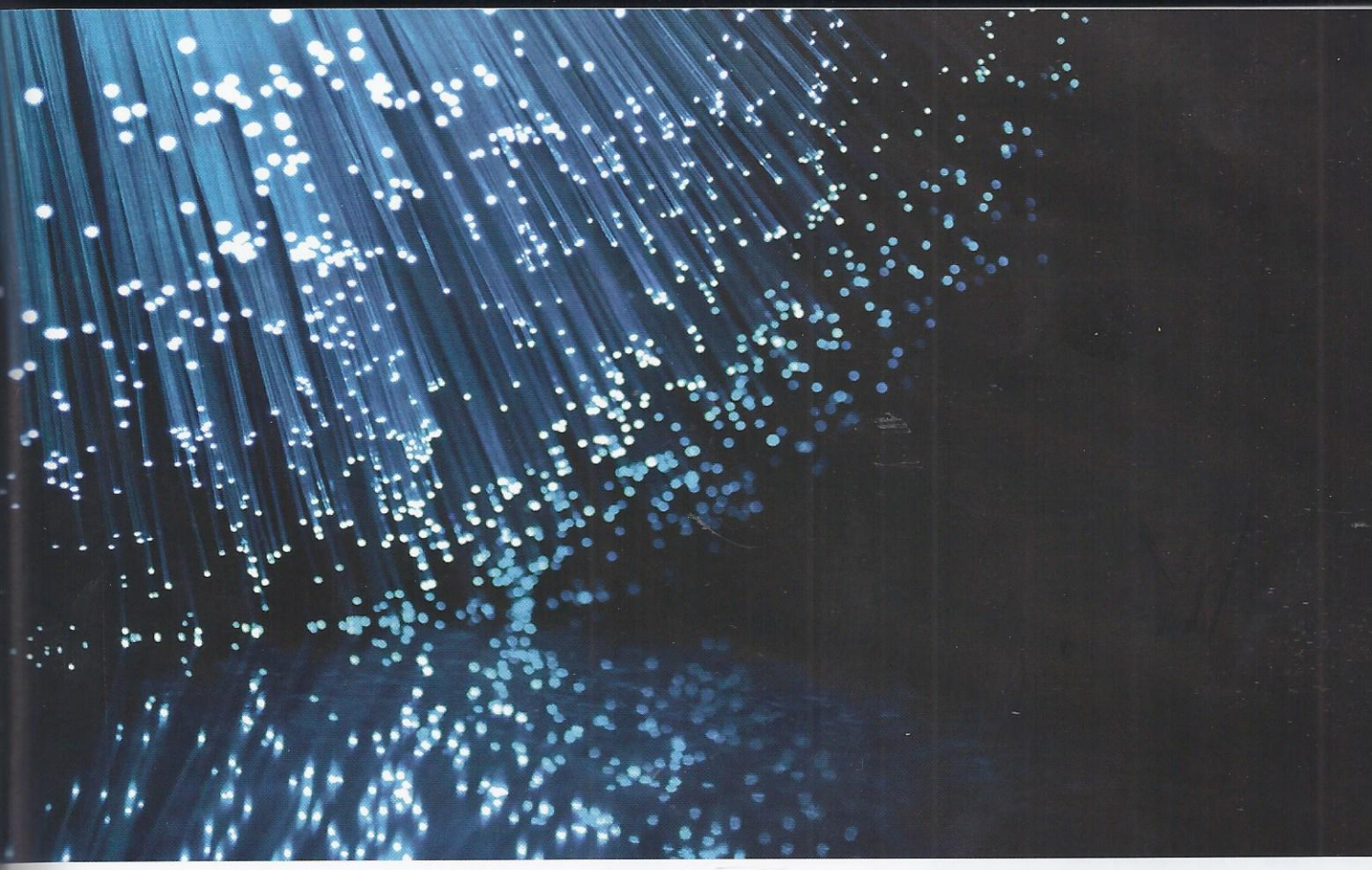


الألياف البصرية

فوائدها .. واستخداماتها

في الآونة الأخيرة قفزت تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات قفزات هائلة أدت إلى إفراز تطبيقات جديدة لمعالجة المعلومات وطرق استخدامها. فمن شبكات التجوال اللاسلكي بمختلف مراحلها إلى الشبكات الاجتماعية والتطبيقات السحابية ودمج خدمات الاتصال الصوتي بالتطبيقات الحاسوبية ...الخ.

أ.د. محمد بن عبدالرحمن الحيدر
مستشار أكاديمي أول . جامعة الفيصل

١. فوائد الألياف البصرية : Advantages of Optical Fibers

قبل أن نتطرق إلى فوائد الألياف البصرية لابد من الإشارة إلى أن هناك قيوداً اقتصادية وتقنية لابد من اعتبارها قبل اختيار نظام الليف البصري، ولابد من دراسة أنظمة الاتصالات السلكية واللاسلكية ومقارنة مزايا ومساوئ كل نظام من الأنظمة. ولم يأتي اختيار الألياف البصرية عبثاً بل هناك أسباباً كثيرة لهذا الاختيار، وسنتطرق في هذا البند إلى هذه الميزات، ولابد من الإشارة أنه كانت هناك مساوئ للألياف البصرية في بداية استخدامها كارتفاع تكلفة الموصل البصري، وكبر فقده، وصعوبة توصيل الألياف ببعضها وبالمنابع والكواشف الضوئية مقارنة بالأنظمة السلكية الأخرى. ولكن هذه المساوئ قد تم تداركها

ولا تقلل من أهمية الألياف البصرية للاتصالات للميزات الكثيرة التي سنذكرها وهي:

أ- عرض نطاقها عال جداً.

ب- قطرها صغير ووزنها خفيف.

ج- لا يوجد تداخل بينها مهما قربت المسافة بينها.

د- لا تتأثر بالحث أو التدخل الكهرومغناطيسي.

ه- انخفاض في سعر تكلفة المكالمات.

و- أكثر أماناً وسلامة.

ز- حياتها طويلة.

ح- تتحمل درجات حرارة عالية، ولا تتأثر بالمواد الكيميائية.

ط- سهولة الصيانة كما يمكن الاعتماد عليها.

وسنشرح الآن الفوائد الرئيسية للألياف البصرية:

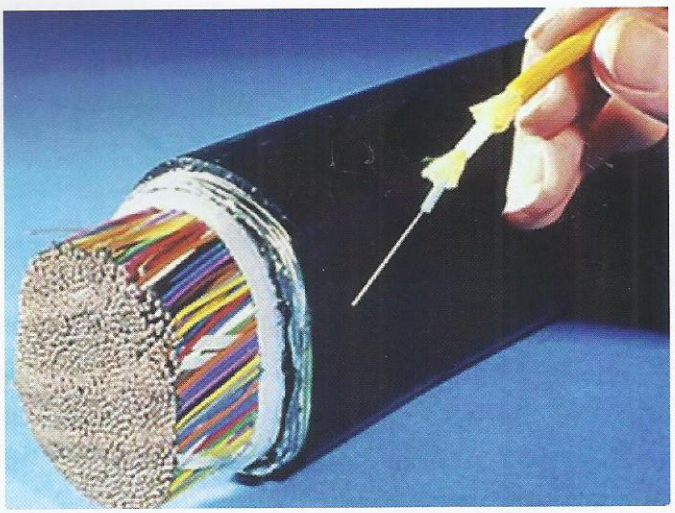
أ- إن السعة الاستيعابية الفائقة للألياف البصرية تعني إمكانية نقل معطيات عالية جداً بواسطة ليفة بصرية واحدة، وقد تكون هذه المعطيات صور تلفزيونية أو مكالمات هاتفية أو معطيات للحواسيب أو مزيج منها.

لقد استخدمت تقنيات عديدة لزيادة سعة الألياف البصرية، ولعل من أحدثها عملياً تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي المكثف Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM). وقد استكملت شركة الاتصالات السعودية(STC) تشغيل شبكة DWDM بسعة تصل إلى ٨Tb/s، وتربط الشبكة جميع مناطق المملكة العربية السعودية بطول ١٢٠٠٠km، وهذا يعني أن الشبكة تستطيع استيعاب ١٢٥ مليون مكالمة هاتفية آنية، أو أكثر من ١٨٠ ألف قناة تلفزيونية آنية، وخدمة ٤٠٠٠٠٠ مشترك بالإنترنت آنياً، بحيث يحصل كل مستخدم على سرعة (٢٠Mb/S) Mega bits per second ٢٠.

ب- قطرها صغير ووزنها خفيف، يبلغ سمك الليفة البصرية تقريباً سمك الشعره، وعلى الرغم من أن هناك طبقات واقية توضع فوقها إلا أنها لا تزال أقل حجماً ووزناً من الأسلاك الهاتفية أو المحورية، ومثالاً على ذلك أن ليف بصري بقطر يبلغ ١٢٥ m ضمن كابل يبلغ قطره ٦ ملم يمكن له أن يحل محل كابل هاتفي قطره ٨ سم ويحتوي على ٩٠٠ زوج من الخطوط السلكية النحاسية كماهو في الشكل (١)؛ وهذا يعني أن الحجم قد انخفض بنسبة تزيد عن ١٠:١ وكمثال آخر على صغر حجم الكابلات البصرية فإن كابلات محورية بطول ٢٣٠ متراً وقطر ٤٦ سم وتزن ٧ طن كانت تستخدم في نظام رادار متقدم على ظهر أحد السفن تم استبدالها بكابلات بصرية تزن ١٨ كغم وقطرها ٢,٥ سم.

مما سبق يتضح لنا إمكانية إضافة كابلات بصرية في نفس مسارات الكابلات النحاسية والمحورية في شتى مجالات الاتصالات السلكية.

ونظراً لهذه الميزة فقد تم استبدال الكابلات النحاسية في كثير من الطائرات والبواخر بألياف بصرية. وبسبب صغر الحجم وقلة الوزن فإن نقلها وتركيبها يتم بصورة أسهل وأسرع من الكابلات النحاسية، وهذا يعني تكلفة أقل.



الشكل(١) مقارنة بين ليف بصري وكابل نحاسي

ج- نلاحظ أحياناً عند إجراء محادثة هاتفية سماع أصوات محادثات هاتفية أخرى، وهو ما يطلق عليه باللغط، وهذا النوع من التداخل لا يحدث عند استخدام الألياف البصرية مهما قربت المسافة بينها.

د- تتمتع الألياف البصرية لكونها مصنعة من مواد عازلة dielectrics بعدم تأثرها بالحث الكهرومغناطيسي الصادر من المصادر الكهرومغناطيسية الصناعية كالمحركات والمولدات والأجهزة الكهربائية المختلفة، أو الطبيعية كالبرق، وتلك الخاصية تغنينا عن وضع مواد عازلة لحمايتها من الحث induction والتداخل interference.

هـ- تصنع معظم الألياف البصرية في وقتنا الحاضر من مادة السليكا الموجودة بكثرة في الرمل، والتي يقل سعرها كثيراً عن معدن النحاس الذي بدأ ينفذ في أماكن كثيرة من العالم. ونظراً للميزات التي ذكرناها في البنود ١ و٢ أعلاه فإن ثمن نقل المعلومات بأنواعها المختلفة سيقل عن الأنظمة المختلفة الأخرى.

و- نظراً لأن الشعاع أو الضوء هو الوسط الناقل للمعطيات في الألياف البصرية ولا يولّد هذا الشعاع أو الضوء أي مجال مغناطيسي خارج الكابل فإن من الصعوبة بمكان التجسس ومعرفة المعلومات التي يحويها الكابل البصري، كما أن من الصعوبة معرفة وجود الكابل البصري بسبب المادة المصنع منها، ولا يوجد جزء معدني إلا في بعض الحالات، حيث تتم إضافة كابل فولاذي لتقوية الكابل البصري، أو تسليح معدني لحماية الكابل من القوارض والأحمال الخارجية.
أما الميزة الأخرى فهي سلامة الألياف البصرية؛ لأن الشعاع أو الضوء هو الناقل، ولا يمكنه أن يحدث شرراً أو دائرة قصر لعدم وجود تيار كهربائي فيه، ولهذا السبب يمكن استخدام الألياف البصرية في المحلات الحاوية على غازات أو مواد قابلة للاحتراق ومستودعات المواد الخطرة، كما أن احتمال كهربة العاملين في الألياف البصرية غير واردة.

ز- يتوقع أن يكون عمر الألياف البصرية في حدود ٢٥ عاماً مقارنة بخمسة عشر عاماً للنظم الأخرى، حيث أن المكونات الأساسية للألياف هي الزجاج والذي لا يصدأ، على عكس النظم الأخرى والتي تحوي على معادن تتعرض للصدأ.
ح- يمكن للزجاج أن يتعرض لدرجات حرارة متفاوتة من حيث الانخفاض والارتفاع، كما يمكن استخدامه في أجواء تحتوي على مواد كيميائية مختلفة دون أن يتعرض للتلف.
ط- أثبتت التجارب التي أجريت حديثاً إمكانية وضع المكررات repeaters على مسافة ١٠٠ كم بين مكرر وآخر، وهذا يقلل من عدد المكررات وبالتالي من صيانة النظام، كما يزيد من الاعتماد على النظام لقلة الأجهزة المستخدمة، بينما المسافة بين المكررات في النظام الهاتفي المستخدم حالياً تتراوح بين ٤ إلى ٦ كم.

٢. استخدام الألياف البصرية Applications of Optical Fibers

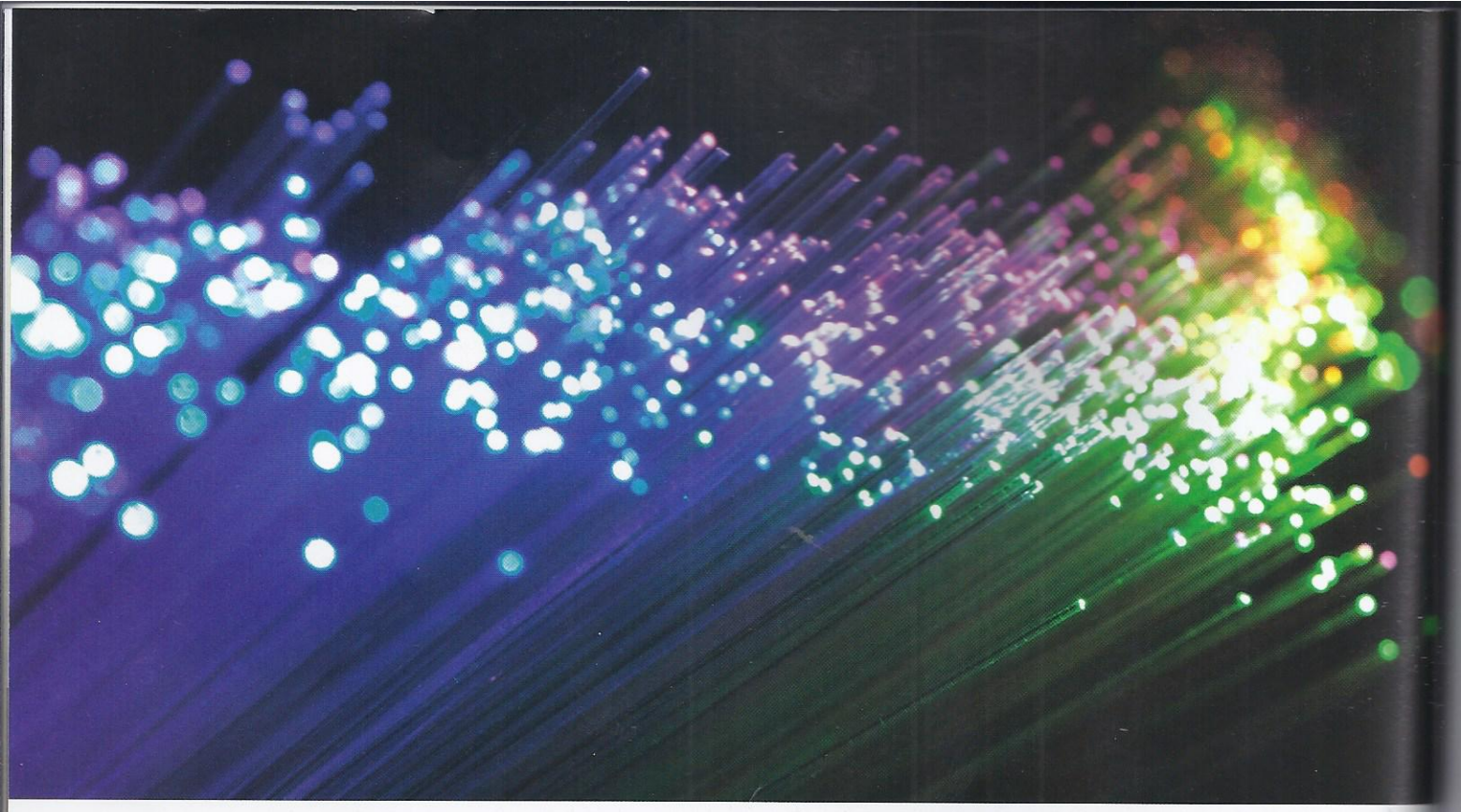
تعرضنا في القسم السابق إلى فوائد الألياف البصرية، ومما لاشك فيه أن كثيراً من الحقول في المجالات المدنية والعسكرية بدأت تستفيد من هذه الفوائد، ومن الصعب جداً التعرض لكل المجالات الممكن استخدام الألياف البصرية فيها، وسنقوم في هذا القسم بالتعرض لبعض الاستخدامات العامة، وأهم الاستخدامات للألياف البصرية هي:

أ- الاتصالات الهاتفية Telephone Communications

لعبت الأسلاك المجدولة والكابلات المحورية دوراً كبيراً في العقود الماضية في مجال الاتصالات الهاتفية وبصفة خاصة بين البدالات exchanges، وحيث أن أحد الصفات الهامة هي سعة الألياف البصرية، فقد بدأت كثير من الشركات في بناء خطوط هاتفية جديدة وإحلال بعض الخطوط القديمة سواء كانت أسلاكاً مجدولة أو كابلات محورية بألياف بصرية.

ب- الاتصالات التلفزيونية TV Communications

بدأ أول استخدام للألياف البصرية بربط الكاميرات التلفزيونية بسيارات النقل التلفزيوني وفي الدوائر المغلقة، ثم استخدمت في إيصال الخدمات التلفزيونية للمنازل. وقد استخدمت في البداية لنقل قناة واحدة فقط، وتستخدم الآن لنقل عشرات القنوات التلفزيونية والفيديو وقرص الفيديو الرقمي DVD، وذلك ضمن نظام الكابل التلفزيوني Cable Television CATV الموجود في بعض الدول.



ج- محطات القوى Power Stations

نظراً لعدم تأثر الألياف البصرية بالتداخل أو الحث الناتج عن المولدات الكهربائية أو خطوط الضغط العالي فقد تم تركيب الألياف البصرية في محطات القوى الكهربائية لنقل المكالمات الهاتفية ونقل المعلومات، كما تم تركيبها جنباً إلى جنب مع خطوط الضغط العالي لنقل المعطيات data transmission والسيطرة control.

د- الشبكات المحلية Local Area Networks

يطلق هذا الاسم على شبكات الاتصالات المستخدمة لتبادل المعطيات بين الحاسبات والمستخدمين، وهذه الشبكات تكون في نطاق جغرافي محدود كمكاتب الشركات أو الجامعات أو المستشفيات أو غيرها، ومجالاتها تراوح بين ١٠٠ متر إلى ١٠كم، وسعتها في حدود ١٠Gb/s وقد تزيد عن ذلك.

هـ- خدمات الإنترنت Internet Services

لم يعد استخدام الإنترنت ترفاً بل أصبح ضرورة لا يستغنى عنها في حياتنا أفراداً وجماعات، وتستخدم لنقل الرسائل والفيديو والأفلام بسرعات عالية. وقد استخدمت كثير من شركات الاتصال أليافاً مظلمة Dark Fibers تحسباً لزيادة الطلب على المعطيات، أو لتأجيرها لآخرين. ولعل ما قامت به شركة جوجل Google من إنشاء ليف بصري سمي ليف جوجل Google Fiber الذي يصل إلى المنازل والمنشآت بسرعة ١Gb/S، وهذا يعطي المستخدم الفرصة للحصول على إنترنت بنطاق عريض Broad Band Internet ، إضافة إلى قنوات تلفزيونية عالية الوضوح.

و- الاستخدامات العسكرية Military Application

بدأ أول الاستخدامات العسكرية للألياف البصرية في السفن والطائرات الحربية نظراً للميزات التي ذكرناها وبصفة خاصة قلة الوزن والحجم. ثم تلا ذلك استخدامها في ميادين المعارك حيث خفة الوزن وصغر الحجم وسهولة النقل، وهي أمور هامة في مثل هذه الأوضاع، كما تم استخدامها في الخطوط الأمامية في جبهات القتال.

ز- استخدامات أخرى Other Applications

ذكرنا بعض الاستخدامات الهامة للألياف البصرية، وحيث أن من الصعوبة التطرق لكل الاستخدامات الممكنة لابد من ذكر بعض منها:

١. الاستخدامات الطبية (المناظير الطبية بكافة أنواعها).
٢. قياس درجات الحرارة عن بعد.
٣. قياس المجالات المغناطيسية الخطرة.
٤. مصانع البتروكيماويات والمصافي.
٥. شبكات اتصال ذات سعات عالية تربط القارات مع بعضها.