خصائص كيابل الألياف الضوئية

الوحدة الأولى : خصائص كيابل الألياف الضوئية

الهدف العام للوحدة

معرفة مكونات و أنواع الكيابل الضوئية و مميزاتها مقارنة بالأنواع الأخرى من وسائط النقل في الشبكات.

الأهداف التفصيلية :

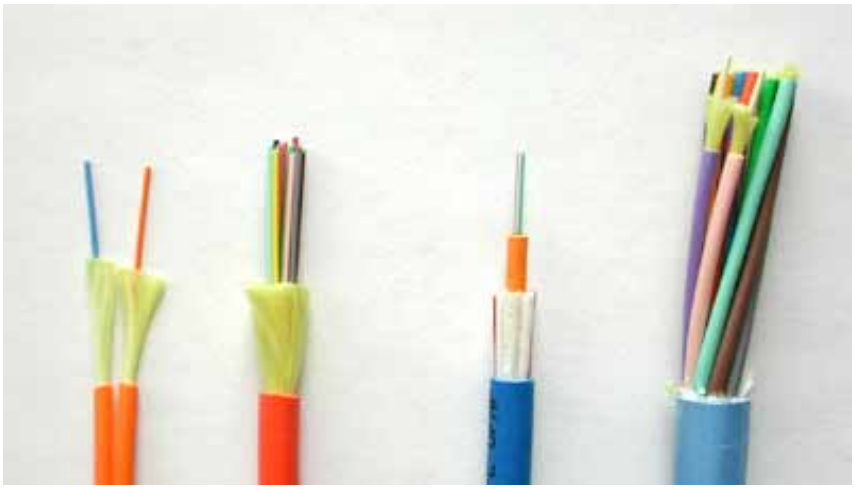
يتوقع منك بعد التدرب على مهارات هذه الوحدة أن تكون قادراً وبكفاءة على :

- معرفة المكونات الأساسية للألياف الضوئية.
- معرفة خصائص الكيابل الضوئية.
- معرفة الأنواع المختلفة من الكيابل الضوئية.
- معرفة مميزات أنظمة الألياف الضوئية.
- معرفة عيوب أنظمة الألياف الضوئية.

الوقت المتوقع لإتمام الوحدة : ١٣ ساعة تدريبية.

مقدمة

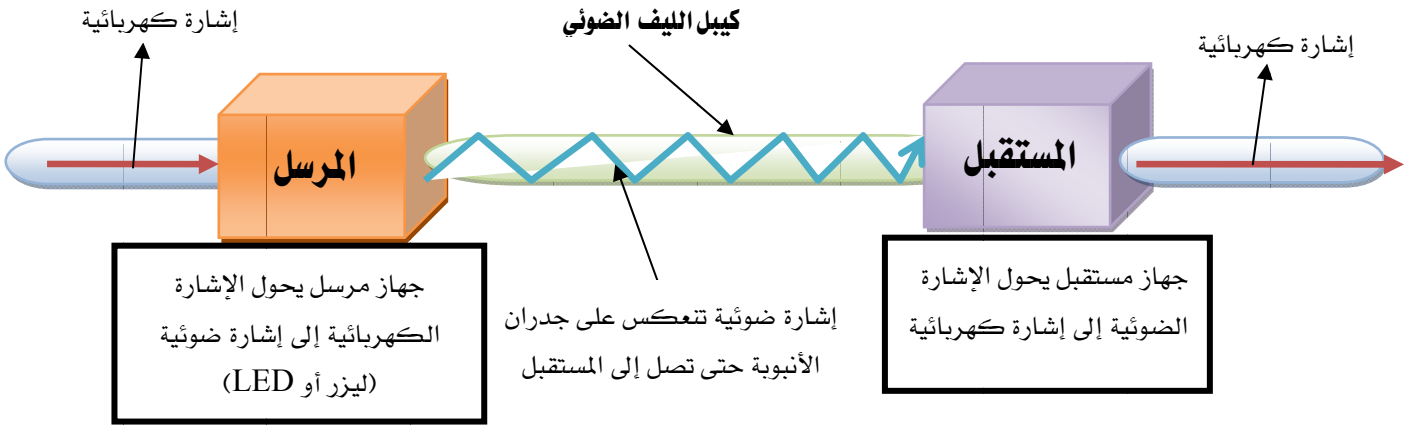
الألياف الضوئية هي الوسائط التي تستخدم الضوء لنقل المعلومات و البيانات من خلال الزجاج و في بعض الأحيان تستخدم نوع من أنواع البلاستيك على عكس الكابلات النحاسية التي تستخدم مادة النحاس لنقل الإشارات الكهربائية، و في الفترة الماضية أصبحت الألياف الضوئية أكثر انتشارا و خاصة في الحالات التي تحتاج إلى سرعات عالية و استمرار في نقل البيانات بدون توقف أو تقطع مثل المجال الطبي و داخل الطائرات و الغواصات و غيرها من المجالات الأخرى الكثيرة.



و الألياف الضوئية تستخدم تقنيات تختلف عن الكيابل النحاسية في إرسال و استقبال البيانات حيث يتم إرسال البيانات الرقمية (٠ و ١) في الألياف الضوئية على شكل نبضات ضوئية حيث "١" يمثل فتح لمصدر الضوء و "٠" يمثل غلق لمصدر الضوء، و مصدر الضوء في الألياف الضوئية إما أن يكون من الليزر أو من الثنائي الباعث للضوء LED.

و أي نظام يحتاج لنقل البيانات و المعلومات من خلال الألياف الضوئية يحتاج إلى ثلاث مكونات رئيسية:

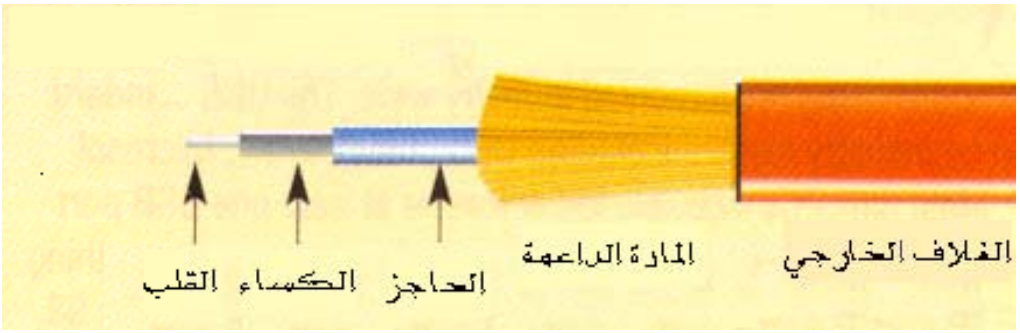
١. **المرسل Transmitter**: و هو يستخدم لتحويل النبضات الكهربائية إلى نبضات ضوئية حيث يضئ بسرعة عند مرور تيار كهربائي و يطفئ عند عدم مرور تيار كهربائي.
٢. **كيبل الليف الضوئي:** و هو الوسط الذي ينقل الضوء من المرسل إلى المستقبل.
٣. **المستقبل Receiver**: و هو الذي يستقبل النبضات الضوئية و يحولها إلى نبضات كهربائية.



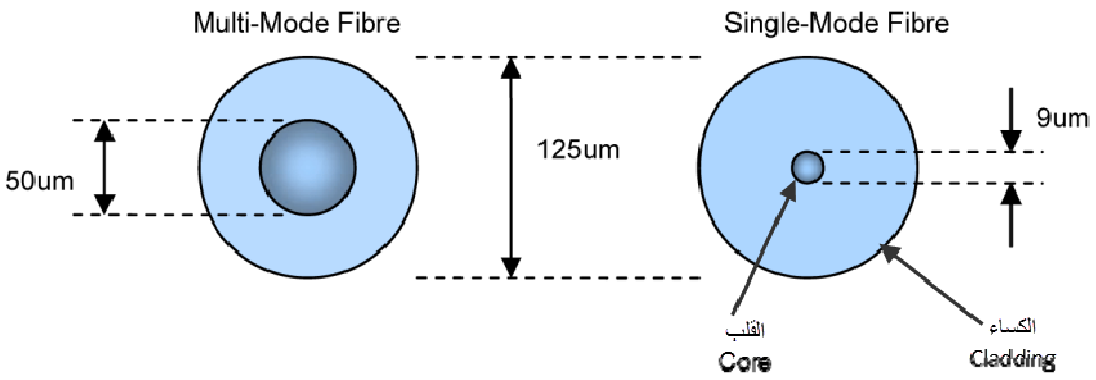
و في هذه الوحدة سوف نتحدث عن المكونات الأساسية لليف الضوئي، و كيفية اختيار الليف الضوئي ليناسب البيئة و العمل الذي سوف يستخدم فيها ، و مميزات و عيوب الليف الضوئي.

المكونات الأساسية لكيبل الليف الضوئي:

يتكون الليف الضوئي من خمس مكونات رئيسية و هي:



١. **القلب** (core): و هو مصنوع من الزجاج أو البلاستيك و هو الذي يمر فيه الضوء، و تختلف أنواع كيبل الليف الضوئي حسب قطر القلب حيث هناك أنواع تسمى أحادي النمط single mode يكون سمك القلب ضيق جدا من ٨ إلى ١٠ ميكرومتر و نوع آخر و هو النمط المتعدد و يكون سمك القلب أوسع ٥٠ أو ٦٢,٥ ميكرومتر.



٢. **الكساء**(cladding): و هو يحيط بالقلب و مصنوع أيضا من الزجاج أو البلاستيك و لكن له معامل انكسار آخر حتى يمنع تشتت و خروج الضوء الذي ينتقل في القلب.

٣. **الحاجز** (coating or buffering):هي مادة حامية تحيط بالكساء لحماية القلب و الكساء من التلف و الكسر و تمنع تآكل مادة الكساء.

٤. **المادة الداعمة** (strength material): و هي عبارة عن شعيرات أراميدية تحيط بالحاجز لتحميه عند الشد.

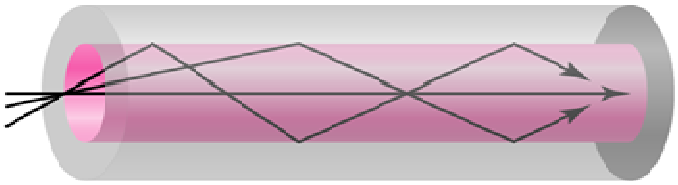
٥. **الغلاف الخارجي** (Jacket): لحماية الأجزاء الداخليه كلها لليف الضوئي.

تعتبر هذه المكونات الأساسية لكيبل الليف الضوئي، و لكن هناك مكونات أخرى إضافية حسب استخدام الليف الضوئي، مثلا ممكن إضافة غلاف من المعدن في الداخل لحماية الكيبل أثناء التمديدات الخارجية. و ممكن أن يحتوي الكيبل على أكثر من ليف ضوئي.

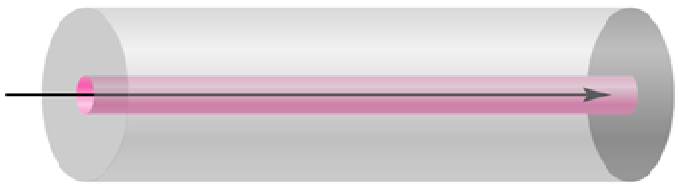
أحادي النمط و متعدد النمط :

يوجد نوعان من الألياف الضوئية: ليف أحادي النمط(SM) single mode وليف متعدد النمط multimode (MM) . أحادي النمط يستخدم مساراً ضوئياً واحداً لإرسال الإشارة بينما في متعدد النمط يوجد عدة مسارات ضوئية ممكنة لإرسال الإشارة .

هناك عدة فروق بين الليف أحادي النمط و الليف متعدد النمط في التركيب و الاستخدام. ويستخدم الليف أحادي النمط حينما نحتاج لسرعة أعلى ومسافة أكبر تصل إلى ٣٠٠٠متر، بينما الليف متعدد النمط يصل حتى مسافة ٢٠٠٠متر دون الحاجة لتكبير الإشارة.



متعدد النمط (أكثر من مسار للضوء)



أحادي النمط (مسار واحد للضوء)

وفي شركات الهاتف تستخدم أجهزة خاصة تمكن من الإرسال حتى ٦٥كم باستخدام الليف أحادي النمط يحتاج بعدها لمكرر إشارة، لذلك فإن أحادي النمط يستخدم بين المباني في الشبكات وفي حالة شبكات الهاتف فيستخدم بين المدن والدول،بينما يستخدم متعدد النمط في الشبكات المحلية LAN.

يوضح الجدول التالي مقارنة بين الليف أحادي النمط و الليف متعدد النمط .

	أحادي النمط	متعدد النمط
القلب	صغير ١٠مايكرو متر	أكبر ٥٠ مايكرو متر أو أكبر
المسافة	مسافة حتى ٣٠٠٠ م في شبكات الكمبيوتر	حتى٢٠٠٠ متر
مصدر الضوء	ثنائي الليزر LD	الثنائي الباعث للضوء LED
الشبكات	الشبكات الواسعة WAN وبين المباني	الشبكات المحلية LAN
الطول الموجي	١٥٥٠ و ١٣١٠نانو متر	٨٥٠ و ١٣٠٠ نانومتر
السعر	أعلى	أرخص

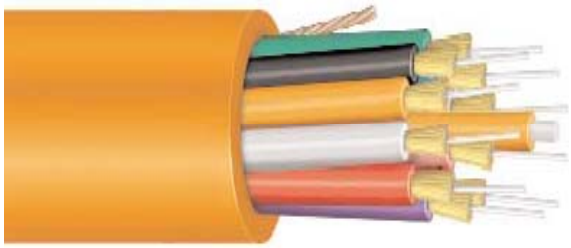
الغلاف Buffer:

يحيط بالأجزاء الأساسية لليف الضوئي (القلب و الكساء و الحاجز)، و هو يعطي حماية لتلك الأجزاء، و الألياف الضوئية تصنف تبعا لهذا الغلاف إلى نوعان أساسيان:

✓ **الغلاف ذو الأنبوبة الضيقة (tight-tube buffer):**

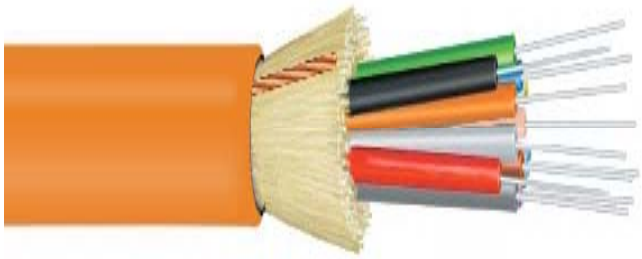
- و هو غلاف ضيق من النايلون قطره ٩٠٠ ميكرومتر أو ٢٥٠ ميكرومتريحيط مباشرة بالأجزاء الأساسية لليف الضوئي.
- وكل غلاف يحتوي على ليف ضوئي واحد(و لكن كيبل الليف الضوئي ممكن أن يحتوي على أكثر من غلاف ضيق، و كل غلاف ضيق يحتوي على ليف واحد).

- و الغلاف الضيق يجعل كيبل الليف الضوئي سهل التعامل معه و مرن مما يسهل تركيبه في الموصلات و لوحات التوصيل.
- غالبا ما يستخدم للتمديدات التي داخل المباني(indoor) من خلال الحوائط و الأسقف و داخل غرف الأجهزة و الاتصالات.
- و له نوعان أساسيان و هما كيبل الليف الضوئي الموزع (Distribution fiber optic cable) و كيبل الليف الضوئي المقسم (Breakout fiber optic cable).



كيبل الليف الضوئي المقسم

Breakout fiber optic cable



كيبل الليف الضوئي الموزع

Distribution fiber optic cable

✓ **الغلاف ذو الأنبوبة الواسعة**(Loose-tube buffer):

- و هو عبارة عن أنبوبة بلاستيكية جامدة قطرها الداخليأكبر بكثير من القطر الخارجي للألياف الضوئية، حيث كل أنبوبة أو غلاف يحتوي على ألياف ضوئية متعددة و كل ليف ضوئي داخل الأنبوبة له لون كودي لسهولة تحديده.
- و هو يعطي حماية أكثر لكيبل الليف الضوئي من التلف عند التمديدات في البيئة الخارجية الصعبة.
- الأنبوبة التي تحتوي على الألياف الضوئية تكون مليئة بمادة الجيل لحماية الكيبل من المياه.
- غالبا ما يستخدم في التمديدات خارج المباني (outdoor).
- و هو كيبل شديد و غير مرن و صعب توصيله بالموصلات و لوحات التوصيل، لذلك نحتاج لعملية اللحام مع كيبل ليف ضوئي آخر سهل التعامل معه داخل المباني.

- و له نوعان أساسيان و هما الكيبل الذي يحتوي على أكثر من أنبوبة واسعة(strand Loose-tube cable) و تكون المادة الداعمة في المنتصف، و النوع الآخر الذي يحتوي على أنبوبة واحده(Central Loose-tube cable) في منتصف الكيبل و حولها المادة الداعمة.

الكيبل ذو الغلاف الواسع الذي يحتوي على أكثر من أنبوبة (Strand loose-tube cable)

الكيبل ذو الغلاف الواسع الذي يحتوي انبوبة واحدة مركزية (Central-tube cable)

كيابلالألياف الضوئيةالأحادية و المزدوجة (Simplex and Duplex):

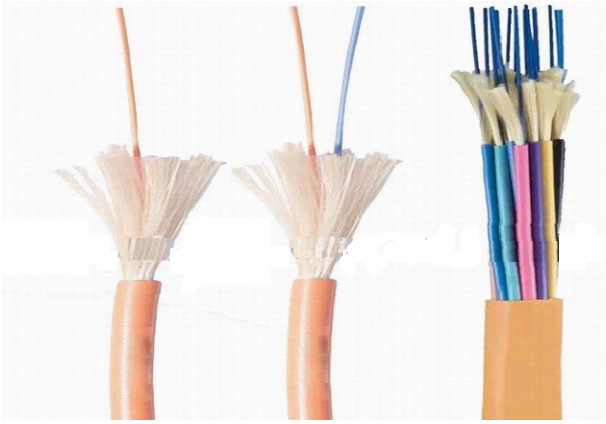
- كيبل الليف الضوئي الأحادي (Simplex fiber optic cable): هو الكيبل الذي يحتوي على ليف ضوئي واحد فقط و يستخدم في حالة إذا أردنا الإرسال في اتجاه واحد فقط، أي لا يرسل و لا يستقبل المعلومات في نفس الوقت.

- **كيبل الليف الضوئي المزدوج** (Duplex fiber optic cable): هو الكيبل الذي يحتوي على ليفان ضوئيان داخل غلاف خارجي واحد.

مواصفات كيابل الألياف الضوئية الخارجية و الداخلية :

- **الكيابل الخارجية**(Outdoor cable): التي تمدد خارج المباني يجب أن تكون مقاومة للحرارة الشديدة و أشعة الشمس و المياه، و عدم تلفها عند تعرضها للرياح القوية و التأثيرات الميكانيكية(مثل الكيابل التي تمدد تحت الماء و داخل الأرض).

- **الكيابل الداخلية** (Indoor cable): التي تمدد داخل المباني يجب أن تكون ذات مرونة عالية لتكون سهلة التعامل داخل المباني و يسهل تركيبها بالموصلات و لوحات التوصيل.



مميزات الألياف الضوئية

تتميز الألياف الضوئية عن غيرها من الوسائط بعدد من المميزات في عدد من النواحي و فيما يلي سنقارن أنظمة الألياف الضوئية مع أنظمة الكيابل النحاسية.

١. اعتبارات التكلفة :

التكلفة الابتدائية لها أكثر وليس هذا في تكلفة الألياف نفسها بل في المواصلات والأدوات وأجرة الفنيين الذين يركبون التوصيلات . ولتركيب شبكة جديدة ينصح باستخدام الألياف الضوئية بدل الكيابل النحاسية لأن التكلفة على المدى البعيد للألياف الضوئية أقل . أما إذا كانت التمديدات لتوسعة شبكة عمودها الفقري من الكيابل النحاسية فمن الأفضل استخدام الكيابل النحاسية .

٢. ضعف الإشارة و طول مسافة الإرسال :

من العوامل المهمة في المقارنة بين الوسائط المختلفة لنقل المعلومات طول المسافة التي لا نحتاج فيها لتكبير الإشارة . ومن مميزات الألياف الضوئية أن اضمحلال الإشارة (ضعف الإشارة مع المسافة) أقل من غيره في الأوساط الأخرى مما يعني مسافة إرسال أطول وبذلك نحتاج لأجهزة تكبير repeater أقل . و للمقارنة مع الأسلاك النحاسية المزدوجة غير المجدولة UTP ، فإن المعيار TIA/EIA-568B يحدد الأطوال التالية :

- الكيبل Cat-5e : ١٠٠متر
- الليف الضوئي متعدد النمط : ٢٠٠٠ متر
- الليف الضوئي أحادي النمط : ٣٠٠٠ متر

٣. عرض النطاق Bandwidth:

يعرف عرض النطاق على أنه كمية المعلومات التي يمكن نقلها خلال ثانية و يقاس بي بت/ ثانية bps . كلما زاد عرض النطاق فهذا يعني سعة النقل للكيبل أعلى .

لكي تدرك أهمية عرض النطاق إليك المثال الموضح بالجدول التالي :

المادة	مودم -56 kbps	خط بسرعة 1.5 Mbps	ليف بصري 1.7 Gbps
صفحة مكتوبة	٠،٣٤ ثانية	٠،٠١٣ ثانية	١،١٣ *١٠ ^-٤ ثانية
قاموس	٢،٣٨ ساعة	٥،٣ دقيقة	٠،٢٨ ثانية
موسوعة	٥،١٥ ساعة	١،١٦ ساعة	٠،١٦ ثانية
مكتبة محلية	١١٦ يوم	٤،٣٢ يوم	٥،٤٩ دقيقة
مكتبة الكونجرس	٨١،٥ سنة	٣ سنوات	٢٣،٥ ساعة

٤. الوزن والمقاس :

بالمقارنة مع الكيابل النحاسية فإن قطر الألياف الضوئية أقل بكثير، و كذلك بالنسبة للوزن.

و لتوضيح الفرق إليك هذا المثال :

- يستطيع كيبل ليف ضوئي بسماكة ١ سم بنقل نفس المعلومات التي ينقلها كيبل نحاسي بسماكة ٧,٥ سم .
- وزن واحد كيلومتر من كيبل الليف الضوئي السابق هو ٦٠ كيلوجرام بينما وزن واحد كيلومتر من الكيبل النحاسي ٧٢٥٠ كيلوجرام .

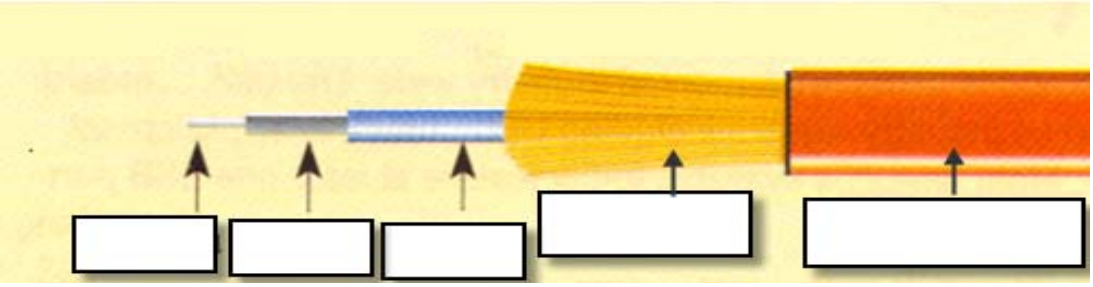
عيوب الألياف الضوئية

سنذكر هنا بعض العيوب في أنظمة الألياف الضوئية:

- التكلفة الإنشائية أكثر من الكيابل النحاسية .
- الأنظمة النحاسية أكثر تحملا لسوء الاستخدام .
- موصلات الألياف الضوئية حساسة أكثر من موصلات الكيابل النحاسية .
- تحتاج أنظمة الكيابل الضوئية تدريباً و مهارات أعلى من أنظمة الكيابل النحاسية .
- أدوات تركيب أنظمة الكيابل الضوئية غالية جداً .

تمارين

١. **من خلال الصورة أذكر مكونات الألياف الضوئية الأساسية و اكتبها في المربعات الفارغة.**



٢. **أجب بـ (√) للإجابة الصحيحة و (×) للإجابة الخاطئة :**

١. الألياف الضوئية تنقل المعلومات على شكل إشارة كهربائية . ( )
٢. وزن واحد كيلومتر من كيبل الليف الضوئي أخف من وزن واحد كيلومتر من الكيابل النحاسية و التي تنقل نفس المعلومات . ( )
٣. الألياف الضوئية تصنع من الألمنيوم . ( )
٤. الليف الضوئي متعدد النمط يغطي مسافة أعلى من الليف الضوئي أحادي النمط بدون مكرر.( )
٥. تتميز كيابل الألياف الضوئية الخارجية بأنها مرنة و سهلة في توصيلها بالموصلات و لوح التوصيل.( )
٦. في كيابل الألياف الضوئية ذو الإنبوبة الضيقة كل غلاف يحتوي علة ليف ضوئي واحد بينما الكيابل ذو الإنبوبة الواسعة كل غلاف يحتوي على أكثر من ليف ضوئي. ( )
٧. في الكيابل المزدوجة Duplex ممكن إرسال و استقبال البيانات في نفس الوقت. ( )

٣. **أذكر مميزات الألياف الضوئية.**

- .....
- .....
- .....
- .....

٤. **أذكر عيوب الألياف الضوئية.**

- .....
- .....
- .....

نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب نفسه وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

بعد الانتهاء من التدريب على خصائص كيابل الألياف الضوئية ، قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه : خطوات إصلاح الأعطال

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١.	معرفة المكونات الأساسية للألياف الضوئية.				
٢.	معرفة خصائص الكيابل الضوئية.				
٣.	معرفة الأنواع المختلفة من الكيابل الضوئية.				
٤.	معرفة مميزات أنظمة الألياف الضوئية.				
٥.	معرفة عيوب أنظمة الألياف الضوئية.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

نموذج تقييم المدرب لمستوى أداء المتدرب

يعبأ من قبل المدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

اسم المتدرب :	التاريخ : .....
رقم المتدرب :	المحاولة : ١ ٢ ٣ ٤ العلامة : ....

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط

الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

م	بنود التقييم	النقاط (حسب رقم المحاولات)			
		١	٢	٣	٤
١.	معرفة المكونات الأساسية للألياف الضوئية.				
٢.	معرفة خصائص الكيابل الضوئية.				
٣.	معرفة الأنواع المختلفة من الكيابل الضوئية.				
٤.	معرفة مميزات أنظمة الألياف الضوئية.				
٥.	معرفة عيوب أنظمة الألياف الضوئية.				
	المجموع				

ملحوظات:

.....

.....

.....

توقيع المدرب: .....