تعتبر مراقبة أنابيب البنى التحتية المستمرة واحدة من اكثر الخدمات حيوياً في المنشآت والمدن الذكية الحديثة. خلال العقد المنصرم تم تصميم وتحقيق وتنفيذ انواع مختلفة من منظومات مراقبة انابيب البنى التحتية المبنية باستخدام الالياف الضوئية مثل مراقبة انابيب نقل النفط والماء والغاز الطبيعي. علاوة على ذلك ادى ظهور مداخلات الضوء الهجينة المبنية باستخدام الالياف الضوئية الى تحسين قابلية أنظمة تحسس ومراقبة انابيب البنى التحتية بشكل واسع مع ظهور امكانية قياس اكثر من متغير في ان واحد.

هذه الاطروحة تقدم نموذج جديد لمداخل ضوئي خطي ليفي هجين مبني باستخدام ليف ضوئي متعدد الانماط محفور ومربوط بين ليفين ضوئيين عاكسين للضوء نوع براغ يماثلا عمل مرنان لتحسس الغازات الطبية المتسربة من انابيب البنى التحتية لمباني الرعاية الصحية.

قدم هذا البحث دراسة لأنواع مختلفة من الالياف الضوئية مثل ليف المحافظة على القطبية للضوء والّيف الخالي من القلب و ليف متعدد الأنماط لتعمل كطرف متحسس داخل انواع مختلفة من هياكل الالياف الضوئية المتعاقبة ولتؤدي عملي مداخل ضوئي خطي هجين بين نوعي ماخزندر وفابري بِروت. لذلك فان التصميم النهائي للمتحسس كان مبني على اساس هيكل من الالياف الضوئية المتعاقبة والذي بدوره يتكون من اربعة نماذج مختلفة بقياس سمك كساءِها وهي ١٢٥ و١١٢ و٨٩ و٦٩ مايكرومتر على التوالي ومرنان ثنائي ليف براغ ذو انعكاسية اكثر من ٩٠ % وطول موجي مركزي للانعكاس مقداره ١٥٤٦,٧ نانومتر مع اثنين من الالياف الخالية من القلب. تم بناء منظومة تزويد بالغازات الطبية تحاكي المنظومات الموجودة في المباني الطبية منفذة حسب المدونة البريطانية للغازات الطبية وضغوطها المتبعة في العراق. حيث تم استخدام قياسين مختلفين من انابيب الغازات الطبية، قياس ١٥×٠.٧ ملم و ١٢×٠.٦ ملم للتحقيق في تسريب الغاز مع اقصى مقدار للضغط الهواء الخارج من الضاغط يساوي ٤ بار. ثم تم قياس التسريب من الانابيب باستخدام المداخل الهجين المقترح بهذه الدراسة.

تم التحقيق في حالات مختلفة لتسريب الغازات مثلا؛ تدفق متغير وضغط ثابت، ضغط متغير وتدفق ثابت، وكلا الضغط والتدفق متغيرين. تم استخدام مصدرين لتزويد الغازات الطبية للمنظومة، الاول هو ضاغط هواء طبي عكسي الدوران بقوة ضغط ١٠ بار كحد اعلى و قناني هواء طبي مضغوط سعة ١٠ بار (رقم المواصفة DOT-3AA 2015). تمت دراسة وتحقيق حساسية المداخل الضوئي الهجين المفترض في هذه الاطروحة مع مصدرين مختلفين للاشارة الضوئية؛ الاول هو ليزر ضيق الحزمة خارج من ثنائي باعث لضوء ليزري له طول موجي ١٥٤٦.٧ نانومتر بطاقة قصوى مقدارها ١.٣ مليواط والثاني مصدر عرض الحزمة الضوئية ضمن نافذة الاتصلات الضوئية ذو حزمة تساوي ٣٨.٣٦ نانومتر حول الطول الموجي ١٥٥٠ نانومتر.

تتلخص اهم استنتاجات هذه الدراسة في ان حفر الليف الضوئي متعدد الأنماط والمحافظ على القطبية يساهم كثيرا في تحسيين حساسيتهما للمؤثرات الخارجية، ولكن الليف الضوئي متعدد الانماط اظهر خمس مرات استجابة افضل للقوى الميكانيكية والظروف البيئية المتغيرة التي تحيطه. حيث ان الليف الضوئي المحافظ على القطبية اظهر حساسية للحفر الكيميائي باستخدام حامض الهيدروفلورِيك تساوي ٠.٣٨٦ بيكومتر/مايكرومتر، بينما اظهر الليف متعدد الانماط حساسية حفر مقدارها ١.٩٩ بيكومتر/مايكرومتر. افضل حساسية لتسريب الغازات الطبية من الانابيب تم الحصول عليها باستخدام المداخل الضوئي الهجين المقترح بهذه الاطروحة عن طريق حساب ازاحة الطول الموجي تحت تاثير الغاز المتسرب وكانت يساوي ١٧ و٢٠ بيكومتر لكل بار للأنبوبين ١٥×٠.٧ ملم و١٢×٠.٦ ملم على التوالي. تم قياسها في حالة ثبوت التدفع وتغير ضغط الهواء المسرب وعندما كانت العينة المستخدمة تحتوي ليف ضوئي متعدد الانماط بطول ٤.٥ سم وسمك كساء محفور يساوي ٨٩ مايكرو متر. بالاضافة الى ذلك اظهرت عينة انبوب الغاز ذات السمك الاعلى حساسة افضل من انبوب الغاز الرفيع. وأيضا كانت حساسية المتحسس اعلى عندما كان مصدر الضوء المستخدم هو الثانئي الباعث لليزر ذو الحزمة الضيقة من مثيله المصدر الضوئي ذو الحزمة العرضة.