الفصل الأول

المقدمة

يعتبر علم الفيزياء من العلوم التطبيقية الهامة التي ساهمت بشكل واضح في تطور الحياة الإنسانية من خلال الاختراعات والمبتكرات التقنية التي تقدمها فروعه المتقدمة مثل (الميكانيكا، الفيزياء النووية، الضوء، البصريات، أشباه الموصلات، الكهرباء والمغناطيسية).

ويمثل الليزر الذي اكتشف عام 1960م على يد عالم الفيزياء تيودور ميمان (Maiman,1960) مجالاً من المجالات الهامة في جميع جوانب الحياة المختلفة والتي لها الصدارة في عصر التقنية المتقدمة الذي يعيش فيه العالم حالياً وتمتد آفاقه إلى المستقبل.

كما أنه من أفضل تقنيات فيزياء العصر الحديث للقرن العشرين حيث أدى ظهوره إلى إحداث طفرة علمية وتقنية، مما يقتضي من الدول النامية أن توليه اهتماماً متزايداً، وتخصص الميزانيات التي توفر البنية الأساسية لتقنية الليزر وتستقبل وتوّطن هذه التقنية، وتفتح الأبواب أمام تطبيقاته الحديثة والمستحدثة وذلك للأنواع العديدة من الليزرات التي تم اكتشافها حتى الآن.

ومن أهم الدراسات المعنية في استخدام الليزر وتطبيقاتها ماهو متعلق بتخزين المعلومات، وكذلك التصوير الهولوجرافي. ورغم التقدم الذي حدث في هذا المجال خلال العقود الماضية إلا أنه لاتزال هناك مواد عضوية وغير عضوية تحتاج للتطوير والبحث للحصول على مواد جديدة للاستخدام في هذه التقنية المتطورة. ومن ضمن التقنيات التي تستخدم في دراسة الخصائص الضوئية للمواد المستخدمة في هذه التطبيقات تقنية محززة الحيود التي عن طريقها يمكن الحصول على معلومات مهمة تتعلق بالخصائص الفيزيائية لهذه المواد المستخدمة في هذا العلم، وما يعنينا في دراستنا الحالية هو التخزين باستخدام الهولوجرام والمحززات الضوئية الذي يتطلب مواد ذات ثبات عالي وحساسية ضوئية كبيرة واستجابة ذات نطاق واسع للأطوال الموجية المرئية إلى جانب إمكانية الحصول على مثل هذه المواد في مكونات ذات سمك متعدد وأحجام متنوعة.

1-1 المسح الأدبي Literature of review

يتم التخزين الضوئي للمعلومات بعدة طرق، وما يعنينا في الدراسة الحالية هو التخزين باستخدام الهولوجرام والمحززات، الذي يتطلب مواد ذات ثبات عالي وحساسية ضوئية كبيرة واستجابة ذات نطاق واسع للأطوال الموجية المرئية، إلى جانب إمكانية الحصول على مثل هذه المواد وإنتاجها في مكونات ذات سمك متعدد وأحجام متنوعة.[1]

ظهرت عدة دراسات عن الحيود لحزمة ضوئية قارئة باستخدام هذا النوع من المحززات [2]. حيث تُعتبر الموجات الضوئية مناسبة لإنشاء محززة في المواد المختلفة، إلا أنه بسبب المصادر الضوئية التقليدية الضعيفة الترابط وذات الشدة المنخفضة لم يكن من المتاح إنشاء المحززة الضوئية، ولكن بعد اختراع الليزر عام 1960م مع التنوع الكبير في قدرة وشدة نبضاته وظهور الليزرات ذات النبضات المستمرة وترابط حزمة الليزر العالي أمكن الحصول على المحززات الضوئية وتحول التصوير المجسم من مجرد فضول علمي إلى تقنيات علمية مثبتة[3].

في عام 1966م استخدم تشياو وَ كيلي المحززة الضوئية الناتجة من الليزر لإثبات الحيود الذاتي، وهو أول من أثبت تفاعل الضوء داخل المادة[4]. وكان ويردمان أول من استخدم تقنية المحززة النافذة لدراسة العمليات الالكترونية في أشباه الموصلات[5].

وبعد ذلك اختلفت المواد المستخدمة للحصول على المحززات، حيث استخدم كلوس ومجموعته محلول بوليمري من الأكريليت وزيدت حساسيته للضوء باستخدام أزرق الميثيلين (MB) وكانت كفاءة الحيود لهذا المحلول تقارب45% [6]. ثم قام توم لينسون ومجموعته وَ مورن ومجموعته باستخدام مادة بولي ميثيل ميث أكريليت PMMA مع مادة P-benzoquinone كمحززة وبلغت كفاءة الحيود لها 70%.[7] [8]

في عام 1975م قام سوجاوارا ومجموعته باستخدام خليط من الأكريلاميد مع مادة ميثيلين أكريلاميد methylene-bis-acrylamide مع مواد أخرى مثل تراي ايثانول أو الأستيل أسيتون ووجد أن كفاءة الحيود لهذه المحززة بلغت 65% عند الجرعة 50 mJ/cm2.[9]

وقد أجرى تشانج و زملاؤه عام 1979م دراسة أظهر فيها أهمية مادة دايكرومات الجيلاتين(DCG) كمادة ملائمة لطباعة المحززات وعمل الهولوجرام، وقد استعرض الباحثون خصائصها من خلال دراسات سابقة ووجدوا أن كفاءة الحيود من الرتبة الأولى لها قد تصل إلى 100% وتم إثبات ذلك عملياً[10]. وبعد ذلك بسنوات وبالتحديد في عام 1984م استخدم تودوروف و زملاؤه مادة الميثيل

البرتقالي مع بولي فينيل الكحول وحصل على كفاءة حيود تقارب 35% عند شدة استضاءة كلية تقارب $700 mW/cm^2$. [11]

في عام 1987م درس كاليكستو إمكانية إنشاء محززة من مادة الأكريلاميد مع بولي فينيل الكحول مضافاً إليها صبغة أزرق الميثيلين، ووجد أن كفاءة الحيود لمثل هذه المحززة تساوي 10% عند جرعة مقدارها $9.4 mJ/cm^2$. [1]

وفي عام 1990م درس كاليكستو أيضاً محززات من النظام (DCS) دايكرومات السكر بتراكيز مختلفة لمادة الدايكرومات وكانت أعلى قيمة لكفاءة الحيود تساوي 0.0014%. [12]

وقد استخدم ن.رافن عام 1992م طريقة جديدة لحساب الحيود الذاتي في محززة رقيقة حيث أظهرت المحززة صفات المحززة الطورية و محززة السعة معاً و تم حساب معامل اللاخطية من الرتبة الثالثة وقياسات أخرى عديدة عن طريق الحيود الذاتي لمادة أكسيد الزنك ZnO ووجد أن كفاءة الحيود الذاتي كدالة في شدة حزمة الضخ للمحززة الطورية تزداد في الرتب العليا بزيادة شدة حزمة الضخ، أما محززة السعة فكفاءة الحيود لها كانت ضعيفة جداً.[13]

في عام 1993م درس روبرتسون ومجموعته أثر التسخين على كفاءة الحيود لمحززة دايكرومات الجيلاتين المجففة وغير المجففة، وجد أن كفاءة الحيود للشرائح المجففة تتناقص في البداية ثم تثبت حتى الساعة الثلاثين للتسخين، أما الشرائح غير المجففة فلا تُظهر تغيرات في كفاءة الحيود مع التسخين حتى الساعة الثامنة والأربعين ولكن باستمرار التسخين لدرجات حرارة عالية تتناقص كفاءة الحيود من قيمتها البالغة 85% حتى تبلغ الصفر عندما يختفي نموذج الحيود تماماً بسبب التسخين.[14]

وفي عام 1994م قام زهانج و مجموعته بعمل محززة عن طريق البلمرة الضوئية لأجزاء من خليط من وحدات البلور السائل مما أعطى محززة من مناطق متناوبة مبلمرة وغير مبلمرة ووجد أن كفاءة الحيود التي تم قياسها كانت تتغير بتغير دورة المحزوز وتراوحت بين القيمتين 21% و 0.2%. [15]

وفي عام 1997م قام كوب و زملاؤه باستخدام التأثيرات الضوئية اللاخطية لعمل محززة سُميت بالمحززة (χ^2 Grating)−(χ^2)وسجل هذه المحززة على زجاج مُرسب عليه مادة أكسيد الرصاص PbO ومادة أكسيد السيليكون SiO_2، وسجلت مثل هذه المحززة كفاءة حيود تبلغ 10^{-8}%. وأثبتت مثل هذه الدراسة إمكانية تسجيل المعلومات بمضاعفة التردد.[16]

وفي عام 1998م أنشأ آندي و مجموعته محززة حيود هي عبارة عن شرائح PDLC وهي مزيج من مادة البلور السائل وبوليمر من نوع NO A65 مضاف إليها مقادير ضئيلة من صبغة البنجال الوردي RB،

ودُرست كفاءة الحيود من الرتبة الأولى كدالة في الزمن عند قيم مختلفة لزاوية التقاطع للحزمتين الكاتبتين ووُجد قيمة عظمى لكفاءة الحيود في البداية ثم أخذت زمناً طويلا لتصل إلى الصفر ثم تزداد ثانية حتى تصل لقيمة مشبعة عالية.[17]

في عام 2002م بحث كاتاياما ومجموعته التركيب المنحث في أفلام البولي سيلين والبولي ميثيل فينيل سيلين المصقولة وميثيل ميث أكريليت وذلك بتعريضها لشعاع ليزر فيمتو ثانية بطول موجي في المنطقة تحت الحمراء القريبة حيث لاحظ ظهور تركيب على شكل شريط بطول من 200-400µm منحثة في البولي سيلين. وقد أظهرت طبقة البولي سيلين المصقولة والميثيل ميث أكريليت المصقولة حساسية للضوء بينما التي لم يتم صقلها لم تظهر حساسية للضوء، وهذه الحساسية لها تطبيقات مهمة في التركيب المحززي في الألياف الضوئية البلمورية.[18]

في عام 2003م استطاع زهانغ ومجموعته التسجيل على محززة حيود هولوجرافية باستخدام ليزر هيليوم نيون بطول موجي 632.8nm وذلك على أفلام بولي ميثيل ميثا أكريليت المدمجة بها صبغة أوزو. كما بين الباحثون أن خصائص تسجيل المحززة المجسمة تعتمد على اتجاه الإستقطابية لحزمتي شعاع الليزر المستخدم في التسجيل. كما قاموا بدراسة العلاقة بين الإشارات الضوئية المنحادة وكثافة القدرة لحزمتي الليزر المستخدمتين في التسجيل.[19]

قام تشن ومجموعته عام 2004م بدراسة الخصائص اللونية والتكرارية للمحززة في مادة فولقيد المدمجة في بولي ميثيل ميث أكريليت حيث لاحظوا عند استخدام ليزر هيليوم نيون أن الانعكاسية لاتتطبع بعد 450 دورة تكرارية من الكتابة والمسح على العينات.[20]

في عام 2004م قام هيروس ومجموعته بفحص واستقصاء محززة الحيود في التصوير المجسم (الهولوجرافي) لأفلام بوليمر رقيقة ذات تركيب نانوي بتقنية ترسيب فريدة باستخدام ليزر بيكو ثانية لأشعة فوق بنفسجية.[21]

في عام 2005م قام جونسالفيس ومجموعته بدراسة نظام من بولي[4–هيدروكسي ستيرين اول اكسيد الكربون–2–(4–ميثوكسي بوتيل)2–أدامانتي ميثاأكريلايت] كمادة يمكن توظيفها في الطباعة الحجرية بواسطة الأشعة الفوق بنفسجية، حيث أظهرت حساسية ومقاومة كيميائية واضحة للأشعة فوق البنفسجية بالمقارنة مع مادة (PMMA)، وتم الكشف عن خصائص نماذج هذه المقاومة بالتفصيل باستخدام مجهر المسح الإلكتروني SEM ومجهر القوة الذرية AFM.[22]

في عام 2005م قام كاناموري ومجموعته بتصنيع محززة مضادة الانعكاس بطول موجي ثانوي في قالب سيليكون بتقنية تكرار الطلاء spin-coating لمادة (PMMA) بسمك 9.35µm، ووجدوا أن معامل النفاذية في مدى الأطوال الموجية من 500-800nm عندما تم قياسه ومقارنته بالنتائج الحسابية أنه يزداد بتطابق جيد مع هذه الحسابات.[23]

وفي عام 2005م وجد 'وتشنوسكي' ومجموعته أنه من الممكن زيادة معامل الانكسار لبعض البوليمرات بطريقة محددة بواسطة أشعة فوق البنفسجية من ليزر إكسايمر.[24]

وايضا في عام 2005م قام شينتشنج ومجموعته بتسجيل بصري لمحززة التصوير المجسم (الهولوجرافي) بواسطة زوج من التداخل لأشعة ليزر الهيليوم نيون 632.8nm في فيلم (PMMA) تحوي مواد معينة، وقد وجدوا أن خصائص التصوير المجسم للمحززة المسجلة تعتمد على اتجاه الاستقطاب للأشعة المستخدمة في التسجيل، واستطاعوا تسجيل الصورة المجسمة العكسية في الوسط بواسطة أشعة فوق البنفسجية.[25]

وفي عام 2006م قام جيان مينج ومجموعته بمعالجة تصنيع النمط المفرد للألياف الضوئية البولمرية في وسط حساس للضوء حيث أظهرت خاصية امتصاص للأشعة فوق البنفسجية والتي يمكن أن تكون بديلا للحصول على محززة براج.[26]

وفي عام 2006م قام بوكوي و مجموعته بإثبات قابلية نسخ نماذج الطباعة الحجرية بالتأثير النانوي NIL بمقاسات مختلفة تتراوح من نانوميتر إلى ميليميتر في مادتي (PMMA) وَ (PMMA RIE) وقاموا بدراسة اعتماد مضاعفة القياسات على الأثر الحراري، والضغط والزمن وقد ظهر أيضاً أن هذه المضاعفة تعتمد على الوزن الجزيئي لهذه المواد، فقد أجريت الطباعة الحجرية على (PMMA) بمقاس 180nm ووزن جزيئي 12kg/mol في درجة حرارة 200° وضغط 20 بار لمدة 20 دقيقة، ثم تم نسخها بمقاس 1.3mm مربع بدون ظهور أي عيوب[27]. كما استطاع أيضاً بعد ذلك بتطوير 3 طرق لتشكيل البوليمايد باستخدام الطباعة الحجرية بالتأثير النانوي والتي تفتح المجال للعديد من التطبيقات، وقد وجدوا أن محززة البوليمايد بدورة 200nm و عرض خط 110nm تشكلت بالطرق الثلاث بنجاح، وتوصلوا إلى أن تقنية الطباعة الحجرية بالتأثير النانوي فعالة لتشكيل البوليمايد بإنتاجية عالية وتكاليف منخفضة.[28]

وفي عام 2006م قام جيان مينج ومجموعته بإثبات الحساسية تجاه الضوء لبوليمر ميثيل ميثا أكريليت PMMA والبوليمر المشترك منه المدمج مع trans-4-stilbenemethanol باستخدام الأشعة فوق البنفسجية، ووجدوا ارتفاع طفيف في معامل الربط الجزيئي K وقد تم إنشاء محززة طويلة الزمن في أفلام من هذه

المواد والمدمجة في ألياف ضوئية باستخدام تقنية حجب السعة، وهذه المحززة تم ملاحظتها بنمط الحيود الظاهر وكذلك بفحصها بالمجهر.[29]

أما في عام 2007م قام يهوا ومجموعته بتسجيل خصائص التصوير المجسم (الهولوجرافي) في أفلام رقيقة من صبغات azo dye 1-(2-Pyridylazo)-2-Naphthol في PMMA حيث تم دراستها باستخدام ليزر نبضي 532nm ووجدوا أن المحززة الانتقالية تتحول إلى محززة دائمة بزيادة طاقة النبضات ويمكن مسحها بمعالجة حرارية لهذه الأفلام.[30]

كما قام وينفيلد وزملاؤه عام 2007م بابتكار طريقة جديدة للبلمرة بواسطة ليزر تيتانوم الياقوت للحصول على تراكيب دقيقة ثلاثية الابعاد وتم استخدام المعالجة الموازية للتركيب الزمني لانتقال المحززة التي تم الحصول عليها في الهجين Zr/PMMA المحضرة بطريقة السول جل sol-gel للكشف عن أداء هذه المحززة.[31]

وقام كيونج ومجموعته عام 2007م بتطوير النموذج البصري الحراري لمحززة براج في ألياف البوليمر المضيء باستخدام نظرية التوصيل الحراري والطريقة المعدلة لنقل المصفوفة، وبواسطتها تم الكشف عن التأثيرات الحدودية والخصائص البصرية والحرارية لمحززة براج.[32]

وفي عام 2008م وجد فريسفج ومجموعته أن الألياف الضوئية لمحززة براج تتصرف كمنقي للضوء فهي تمتص جميع الأطوال الموجية ولكنها تعكس أطوال معينة وبذلك يمكن استخدامها كأداة للقياسات الديناميكية للإجهاد في العظم في الاستخدامات الطبية.[33]

وأيضاً في عام 2008م قام تسوتسومي وَ إكيجامي بدراسة الرتبة الثانية من المحززة اللاخطية المسماة بمحززة x^2 (x^2grating) لبوليمر الآزوبنزين azobenzene حيث تم التوصل إلى ضبط أسهل لهذه المادة. [34]

كما تم أيضاً في عام 2009م دراسة العلاقة بين تركيب البوليمر وتشكل المحززة الضوئية بواسطة هايروكي ومجموعته حيث تم دراسة بوليمرات الفينيل Vinyl والأكريليت Acrylate و ميثا أكريليت Methacrylate حيث تم ملاحظة ازدياد كفاءة الحيود.[35]

وفي عام 2009م قام فلوريس أرياس ومجموعته بالتوصل إلى طريقة مبتكرة في الليزر المستخدم للاستئصال الجراحي والحصول على محززات حيود منخفضة التكاليف والتوصل لخصائصها وكفاءتها لطول موجي أقل من 632.8nm، كذلك تم دراسة تأثير التداخل على زمن المحززة.[36]

2-1 الهدف من البحث Objectives

الهدف من البحث هو إجراء تجربة "محززة الحيود" بأسلوب التداخل لحزمتين من أشعة الليزر متماثلتين في السعة والطاقة بشكل يماثل أسلوب التداخل في مقياس مايكلسون المعروف على عينات أفلام مختارة باستخدام ليزرات من نوع الهليوم نيون أو أشباه الموصلات عند الأطوال الموجية 632.8nm وَ 532nm وتحليل هذه النتائج للحصول على بعض الخصائص الفيزيائية لهذه العينات مثل حساب كفاءة الأفلام في إنشاء محززة حيود وحساب قدرة أشعة الليزر المناسبة لهذه العينات، يتم في هذه الدراسة إضافة مواد جديدة (New materials) لتحضير الأنواع الجديدة من الأفلام حيث يتبع في التحضير طريقتان:

الطريقة الأولى:

طريقة البلمرة الحرارية العادية باستخدام الفرن

Conventional Thermal Polymerization Method (CTPM)

الطريقة الثانية:

طريقة البلمرة بالتشعيع بإشعاع جاما باستخدام جهاز كوبالت 60

Gamma Irradiation Polymerization Method (GIPM)

حيث يتم الحصول على مقاسات اسطوانية بقطر 12mm وأطوال مختلفة يتم تقطيعها بقاطع ماسي وصقلها على شكل أفلام ومن ثم مقارنة نتائج قياس العينات المحضرة واختيار أفضل هذه العينات لدراسة خصائصها الضوئية. وتتجلى أهمية وجدية الدراسة في هذا البحث فيما يلي:

1 – استخدام مواد جديدة في تحضير العينات.

2 – استخدام تقنية جديدة في تحضير العينات.

تتكون هذه الرسالة من أربعة فصول على النحو التالي:

الفصل الأول: المقدمة

يتضمن هذا الفصل المقدمة والمسح الأدبي للدراسات السابقة لهذا البحث والنتائج التي توصلت إليها بالإضافة إلى أهمية البحث والهدف منه.

الفصل الثاني: الأسس العلمية

يتضمن الليزر وأسس عمله بالإضافة إلى نبذة عن أنواع الليزرات المختلفة وبعض مميزاتها، كما يتطرق إلى ثلاثة أنواع من الليزر بشيء من التفصيل وهي ليزر الهيليوم نيون وليزر الصبغة وكذلك ليزر أشباه الموصلات، ويشتمل هذا الفصل أيضاً على تعريف للبوليمرات وإشعاع جاما وطرق تفاعله مع المادة، كما يتناول تعريف محززة الحيود الانتقالية واستشعار هذه المحززة وقياس كفاءتها وفي نهاية الفصل سنتطرق لتعريف مبسط عن التركيب النانوي وطرق الحصول على المركبات النانوية بالإضافة إلى أشكال المواد النانوية.

الفصل الثالث: المواد والأجهزة المستخدمة

يحتوي هذا الفصل على تعريف بالمواد الكيميائية والأجهزة المستخدمة في تحضير عينات صبغة البايروميثين، والطريقة المستخدمة لتحضير هذه العينات، ويشتمل أيضاً على مكونات تجربتي مقياس مايكلسون للتداخل و محززة الحيود.

الفصل الرابع: نتائج القياسات المعملية ومناقشتها

يتضمن هذا الفصل دراسة لأفلام صبغة البايروميثين المدمجة في –السيليكا مع البوليمر–وقياس كفاءتها للعمل كمحززة للحيود ومقارنة بين كفاءة التراكيز المختلفة لهذه العينات بالإضافة إلى الاستنتاجات والدراسات المستقبلية.

ثم يلي نهاية الفصل الرابع قائمة بالمراجع المستخدمة في البحث، ويأتي بعدها الملاحق التي تتكون من صور الأجهزة المستخدمة للتجربة، وملخص باللغة الانجليزية وأخيراً السيرة الذاتية للباحثة.