دراسة تأثير جسيمات الذهب النانوية على خصائص الكهروبصرية للبلورات السائلة البوليمرية السايلوكسونية

خالد العمار سكينة فخري

كلية التربية للعلوم الصرفة- جامعة بابل

dr-khalid1959@yahoo.com

الخلاصة

في هذه الدراسة تم البحث عن تاثير جسيمات الذهب النانوية على الخصائص الكهروبصرية للبلورات السائلة البوليمرية السايلوكسونية ذات السلسلة الجانبية. استخدمت خمسة نماذج مختلفة بالوزن الجزيئي ووجد ان الفولتية تزداد مع زيادة الوزن الجزيئي. وقيست أزمان الاستجابة البصرية زمن (الفتح τ^{on} والغلق τ^{off}) تحت تأثير المجال الكهربائي. وقد وجد ان اضافة جسيمات الذهب النانوية يقلل من درجات الانتقال الطوري ويؤدي هذا الى تقليل ازمان الاستجابة البصرية.

قيس التغير في فولتية العتبة عند خطوات ثابتة وتحت درجة الانتقال الطوري T_{NI} لسلسلة من البوليمرات ، ووجد ان الاوزان الجزيئية العالية للبوليمرات تمتلك فولتية عتبة كبيرة وان هذا له علاقة بثابت مرونة البوليمر. وقد وجد ان إضافة جسيمات الذهب النانوية يؤدي الى زيادة كثافة المجموعة الميزوجنية المرتبطة بسلسلة البوليمر وهذا يؤدي الى زيادة من مساهمة عزم ثنائي القطب في مجموعة سيانو الموازية لمحور الجزيئة الطولي للوحدة الميزوجنية وكذلك يساهم في زيادة متباينة الخواص العزلية ($\Delta\varepsilon$) .

الكلمات المفتاحية :جسيمات الذهب النانوية , بوليمر البولي سايلوكسن , الخصائص الكهرو- بصرية .

Abstract

We investigate the nonlinearity of a liquid crystal cell doped with gold nanoparticles by considering their selective absorption. Such nonlinearities are promising for optical processing applications and optical limiters. Systems displaying thermal nonlinearities are particularly attractive as the maximum nonlinearity may occur in the absence of an applied field and additionally this nonlinearity can be controlled by the reorientation of the liquid crystal. This study focuses on the electro-optic properties of polymers with a different molecular weights based on the polysiloxane backbone, It is found that there is a strong coupling between the mesogenic side chain groups and the polymer chain that the elasticity of the polymer chain plays a strong role even in the static electro – optic properties. The switching times (τ^{on}) and (τ^{off}) have been measured through the period between planer and homotropic alignment which happens under the electrical field effect. Additionally, it is found that adding gold nanoparticles moieties will decrease the phase transition temperatures and thus decreasing of switching times. The variation of the threshold voltage is measured at constant steps below nematic – isotropic transition temperature (TNI) for series of polymers. It is found that the high molecular weights of polymers have great threshold voltage of the electro-optic response and this is related to the intrinsic elastic constant of the liquid crystal polymers. The performance of the electro_optical cells has improved after add the gold would reduce the contribution of the dibole moment of the cyano _groub baralle to the molecular long axis of the mesogenic unit and thus reduce density of the mesognic unit attached to polymer chaine and lead to a Increases of dielectric anisotropic ($\Delta\varepsilon$) and thus enhanced backbone mobility for the system.

Keywords: *gold nanoparticles, polysiloxane , electro – optic properties*

1- المقدمة

أن النانومتر الواحد يساوي جزءآ من ألف مليون (مليار)جزء من المتر , ركز العلماء بشكل مكثف على على مواضيع مختلفة التي تعطي تصور عن المواد ذات الحجوم النانوية او مايعرف بشكل عام الجزيئات النانوية [Perez,2002]. ببساطة بسبب امتلاكها لخواص فيزيائية وكيميائية غير طبيعية عندما تقارن مع تلك التي تمتلك

ذرات فلز او فلزات كبيرة[Hernando,2005] . هذه الخواص بسبب الكميات المستخدمة وكبر المساحة السطحية يكون مسؤول عن التطبيقات في المجالات الضوئية والالكترونية والعوامل المساعدة كذلك في المجال البايولوجي (Esumi,2000). و من المتوقع ان الجزيئات النانوية في مدى القياس بين (10^{-1} m) (وسط بين الجزيئات الصغيرة والكبيرة) سوف تعرض تراكيب الكترونية تعكس حزمة من التراكيب بسبب قواعد ميكانيك الكم ((Umadevi,2014)) الخواص الفيزيائية تعتمد بكشل كبير على حجم الجزيئات والمسافة الداخلية بين الجزيئات وطبيعة الغلاف العضوي وكذلك شكل الجزيئات [Herrington,2010]. خواص الجزيئات النانوية الفلزية ولد اهتمام عظيم خلال العقود الماضية .و أن الفلزات مثل الفضة البلاتين الكادميوم والسيريوم والنحاس والخارصين والحديد والذهب وغيرها من بين مختلف الجزيئات لفلزية النانوية تمتلك امتصاص ضوئي عالي جدا في المنطقة المرئية وذلك يعتمد على المسافة الداخلية بين الجزيئات وحجم التجمع [Reznikov 2003] .الجزيئات النانوية الفلزية تحضر بطريقة فيزيائبية او كيميائية , الطريقة الفيزيائية تعتمد على التقسيمات الميكانيكية الثانوية للتجمعات الفلزية كذلك تبخر الفلز تحت التفريغ الهوائي بمقاومة التسخين او بالمعاملة بالليزر[Shi , 2007]. من جانب اخر الطريقة الكيميائية تتضمن اختزال املاح الفلزات في المحلول وهذا يعد طريقة ملائمة للسيطرة على حجم البلورات النانوية وكذلك تعديل التركيب الكيميائي للسطح [Shenhar 2005]اصبحت للبورات سائلة البوليمرية (LCPS) المواد النانوية طريقة شائعة لتحسين خصائص البصرية، المغناطيسية والكهربائية والفيزيائية [Aili,2006]، والذهب في شكل جسيمات متناهية الصغر كان معروفا من بداية الحضارة الإنسانية(Bayraktar,2007) ،وقد وجدت النانوية المعدنية تطبيقات مختلفة في الصناعة والطب والصيدلة وأنها يعد حقل جديد بأكمله في علوم النانووية (Li, &Mirkin.2005) ، الجسيمات النانوية الذهبية (AuNPs) لقد استطاعت الحصول على أكثر اهتمام من العلماءAuNPs (Freestone, 2007; Faraday,1857) هي الأكثر استقرارا (Suzuki, &Wang, 2006) ،تم استغلال النانوية المعدنية في جوانب عديدة مثل سلوك الجزيئات الفردية في :الخصائص المغناطيسية، الخصائص البصرية، وعلم الأحياء [; Ghosh, Safavi, 2008 2008]. وفي الحقيقة أن8 جزيئات الذهب الغروية لعبت دورا محوريا في تطوير وفهم الكيمياء الأساسية الغروية والفيزياء. قبل سنوات قليله تم استخدام المتراكبات النانويه البوليمريه عمليا لاجل تحسين خاصيه واحده او مجموعه خواص وبدرجات متفاوته من النجاح [Bancroft,1921] (والتعرف على الخواص المؤثره ليست على سطح المتراكب فقط بل وعلى الخصائص العامه للمتراكبات النانويه البوليمريه بما في ذلك من تفاعلات داخليه بين البوليمر وبين الماده النانويه المضافه وبالتالي يؤدي الى تحسين العديد من الخواص مثل تحسين الخواص السطحيه والحراريه والميكانيكيه وكذلك مقاومة التقشر الى اخره[Burda,2005; El-Sayed,2001] . والتعرف ايضا على طبيعة البوليمر (قطبي او لا قطبي) كل ذلك يعتمد بالدرجه الاساس على النسب المضافه للمواد النانويه اللاعضويه الى البوليمرات ..وان تحسين واحده من الخصائص لايعني تحسين جميع الخصائص الاخرى .لذا يتوجب علينا ان نمتاز بنظر علمي ثاقب لاجل تحسين اكثر عدد من الخصائص وبالتالي سوف تتوسع دائرة التطبيقات وفي شتى المجالات . [Mittal, 2010]

2- منظومة العمل Praction system

ان الاجزاء الاساسية التي تتكون منها منظومة العمل هي :

مصدر ليزر ويكون نوعه(He Ne Laser Gas), بطول موجي nm(632.8), وبطاقة مقدارها mW (0.95), وقد صنع هذا الجهاز من قبل الشركة الالمانية(PHYWE) .يعمل هذا الجهاز بفولتية مجّهزة آلياً بواسطة محولة مربوطة بمصدر الفولتيةالرئيس v(220),وقيمة هذه الفولتية هيV (12), وبتيار كهربائي مقداره mA (700).من الاسباب التي ادت الى استخدام اشعة الليزر في هذا العمل هو للحصول على حزمة ضوئية مستقطبة ,ولما تتمتع به اشعة الليزر من اتجاهية عالية .ويلي جهاز الليزر هو المستقطب(Polarizer), والغرض من استخدامه هو لتحديد اتجاه استقطاب ضوء الليزر قبل أن يوّجه على الخلية الكهروبصرية البوليمرية (النموذج) بعد المستقطب بالترتيب هو حجرة التسخين (هي احدى اجزاء المسيطر الحراري)و. توضع الخلية الكهروبصرية (النموذج),داخل حجرة التسخين وحيث ان هذه الحجرة تحتوي على ثقبين ,ثقب علوي وثقب سفلي ,الفائدة من الثقبين هو السماح لضوء اشعة الليزر المرور خلال هذين الثقبين بعد سقوطه على الخلية الكهروبصرية (النموذج).يسقط ضوء اشعة الليزر الخارج من الثقبين من حجرة التسخين على الجزء الذي يلي حجرة التسخين وهو المحلل (Analyzer), الذي يوضع بشكل عمودي مع المستقطب الشكل(1) يمثل منظومة العمل المستخدمة.بسبب وجود مجموعة المحلل والمستقطب يتم التعّرف أن حصل هناك تغيير في تنظيم الجزيئات في البوليمر (ينتج هذا التغيير في ترتيب الجزيئات بسبب تأثير المجال الكهربائي الخارجي المسلط) ووذلك من خلال قياس شدة الضوءالنافذة من خلال المحلل والمقاسة عن طريق خلية ضوئية(Photocell), مربوطة مع جهاز(Multimeter), المجهّز من شركة (EAGLE), الغاية حساب شدة أشعة الليزر الخارجة ,والتي اصبحت تعاني تغييراً من قبل النموذج (بسبب التدوير الذي يحصل في ضوء الليزر أثناء مروره خلال النموذج بتأثير توجيه الجزيئات البلورية السائلة, وسبب ذلك هو تأثرها بالمجال الكهربائي المتناوب الخارجي المسلط), أن مصدر هذا المجال الكهربائي هو مولد أشارات (Function Generator), المجهّز من قبل الشركة الالمانية(PHYWE), حيث يقوم بتوليد فولتية بشكل موجة جيبية ثم تضخم الفولتية الجيبية بواسطة المضخم(Amplifier), المجهّز من قبل الشركة الالمانية (LEYPOLD _ HERAEUS) .

بعد ذلك يحسب قيمة الفولتية المتناوبة بواسطة جهاز راسم الاشارة الذي يكون من نوع(HM205_2), المجهّز من قبل شركة(HAMEG).بعد ذلك توجّه هذه الفولتية على النموذج للاحداث التوجيه اللازم. لحفظ الخلية البوليمرية عند درجة حرارة ثابتة ولمدة زمنية مناسبة يستخدم جهاز المسيطر الحراري(Thermo – controller). لقد حضرت مجموعة البوليمرات البلورية السائلة المفردة(Homopolymers) ذات السلسة الجانبية والتي كانت من نوع بولي سايلوكسن (Polysiloxane), بواسطة عملية بلمرة الجذر الحر(Free Radical Polymerization), حضرت هذه المواد في جامعة ردنك(University of Reading), في قسم الكمياء من قبل الدكتور (أم .جي.وايت كومب) (Dr. M.J Whitcombe), كانت الظروف القياسية المستخدمة (من خلال AIBN في بنزوات الكلور chlorbenzene))في درجة حرارة $^{\circ}C$ (55). عدلت الظروف القياسية المستخدمة لأعطاء مجموعة من الأوزان الجزيئية ,حيت يكون ذلك عن طريق زيادة التركيز الأبتدائي . وكذلك بأضافة كميات متنوعة من مادة الدوديكان

اثويل (Dodecane thiol).أن كل من هذين التحويرين سوف يختزلان الوزن الجزيئي للبوليمر الذي أنتج. تم إضافة جسيمات الذهب النانوية للبلورة السائلة البوليمرية كمية صغيرة جدا (0.07 ٪ من الحجم). من أجل الحصول على المركبة على أساس نانوا جسيمات الذهب والبلورة السائلة LCp، وتم حل هذا الأخير في الإيثانول، وبعد ذلك اضافة تعليق المياه من الجسيمات النانوية ، ومن ثم أزيلت المذيبات في فراغ,واضيفت النسبة نفسها من الذهب على الاوزان الجزيئية الخمسة الشكل(2) يوضح تركيب بوليمر البوليسايلوكسن المستخدم . في هذا العمل استخدمت ثلاث أجهزة رئيسة ,والتي تعد الاكثر اهمية في هذا العمل لقياسات الكهربائية –البصرية , وهذه الاجهزة هي :

I. **Mk 1000** هي وحدة تحكم في درجة الحرارة سلسلة يوفر الدقة والدقة والاستقرار لقياس درجة الحرارة والتحكم. توفر التحكم في درجة الحرارة التي هي دقيقة C° 0.001 .هناك وضعان للتحكم ، عملية لوحة المفاتيح باستخدام اللوحة الأمامية للتحكم أو سيطرة البرمجيات عن طريق جهاز الكمبيوتر MK1000 يحتوي على الميزات التالية.

1. الدقة في اقرار درجة الحرارة.
2. برمجة بالكامل من دون جهاز كمبيوتر.
3. العضو قابل للتعديل (معدل التدفئة / التبريد) إلى نقطة درجة الحرارة المجموعة المستخدمة.

مدى درجات الحرارة يكون واسعآ.

II. ***HCS302*** يحتوي على الميزات التالية:

1_برمجة التحكم في درجة الحرارة الدقة من C° (200– 600).

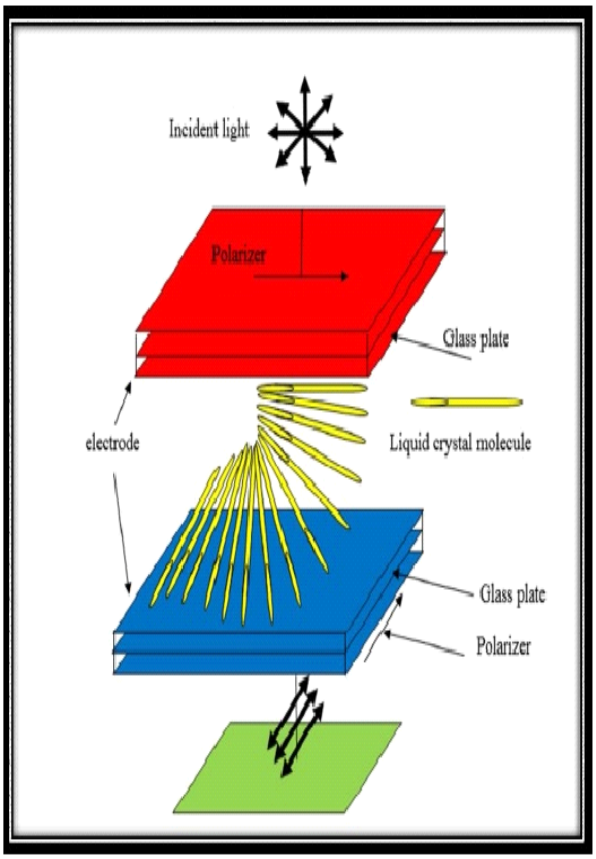
2_ التحكم بالتدفئة السريعة ومعدل التبريد.

3_ تغير ارتفاع حجرة العينة.

4_ سهولة تحميل جانب العينة مع شرائح المجهر القياسية.

III. ***ALCT*** أنظمة قياس الكريستال السائل التلقائي (ACT) هي أدوات تستند USB الذي يمكن توصيل لكل من سطح المكتب والكمبيوتر المحمول.

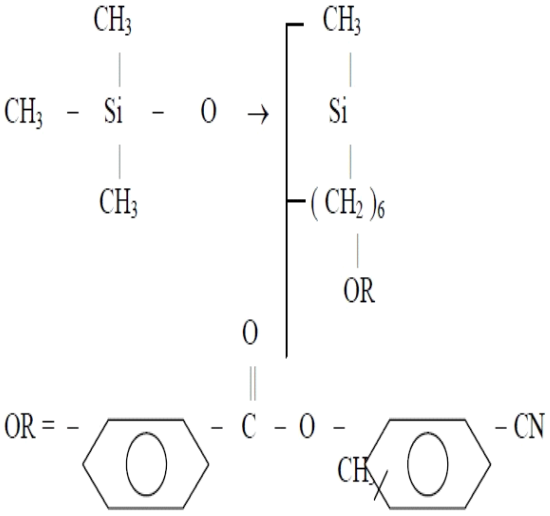
برنامج ALCT سهلة الاستخدام ويسمح لقياس المعلمات المادية لكل من البلورات السائلة عازلة الإيجابية والسلبية، والمعلمات المادية من الكريستال السائل مثل الثوابت العازلية ⊥ε و ε||، الثوابت المرنة تباعد وثني (K11 K33)، والجهد القابضة نسبة نظام القياس، ازمان الاستجابة البصرية, النفاذية البصرية مقابل الجهد – عتبة الجهد، والاستقطاب IP الحالي ,واللزوجة، وACT يمكن أيضا أن تكون متكاملة مع مراحل المجهر instec الساخنة والباردة وتحكم في درجة الحرارة، مما يتيح للمستخدم لتحليل للمستخدم لتحليل الاعتماد درجة حرارة المعلمات أعلاه.الشكل(3) يمثل صورة فوتغرافية للأجهزة المستخدمة في هذه الدراسة :



الشكل(1) يمثل منظومة العمل المستخدمة

Materials :

Chemical structures



الشكل(2) يوضح تركيب بوليمر البوليسايلوكسن المستخدم

الشكل(3) يمثل منظومة العمل المستخدمة

الجدول التالي يوضح الاوزان الجزيئية المستخدمة للبوليمر قبل اضافة جسيمات الذهب النانوية, حيث يوضح الجدول الوزن الجزيئي Mw لكل بوليمر , ودرجة البلمرة Dp , ودرجة انتقال الزجاج T_g مقاسة بالدرجة السيليزية , ودرجة الانتقال من الطور النيماتي الى موحد الخواص مقاسة بالدرجة السيليزية .

الجدول(1) يمثل الاوزان الجزيئية ودرجات حرارت الانتقال لبوليمر البولي سايلوكسن .

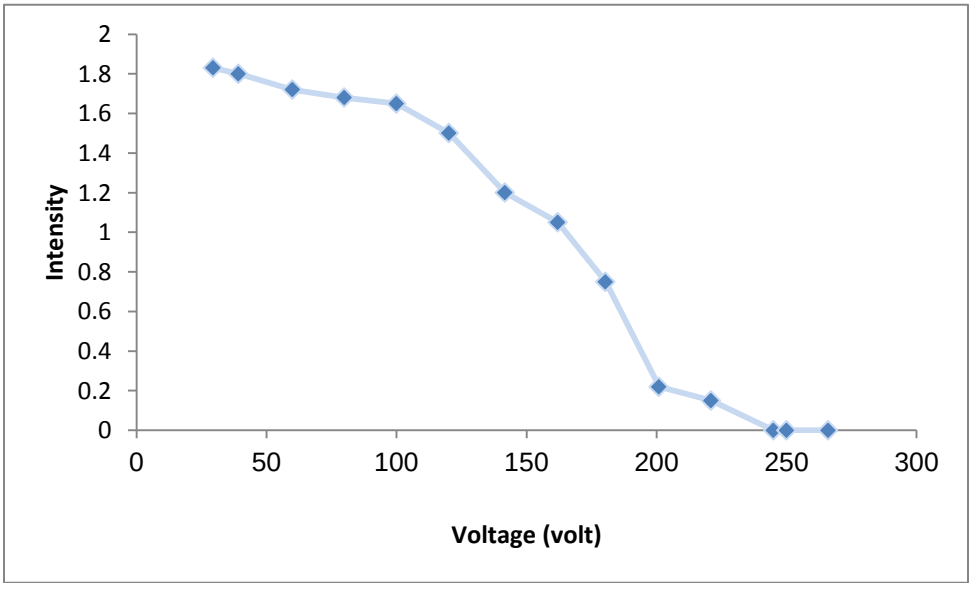
polymer	Mw	Dp	T_g c°	T_{NI} c°
1	$10^6 \times 1.7$	320	48	130
2	$10^5 \times 8.1$	102	40	125
3	$10^4 \times 7.2$	15	26	104
4	$10^3 \times 4.5$	7	16	77
5	$10^3 \times 3.1$	4	4	61

3-النتائج والتحليل :

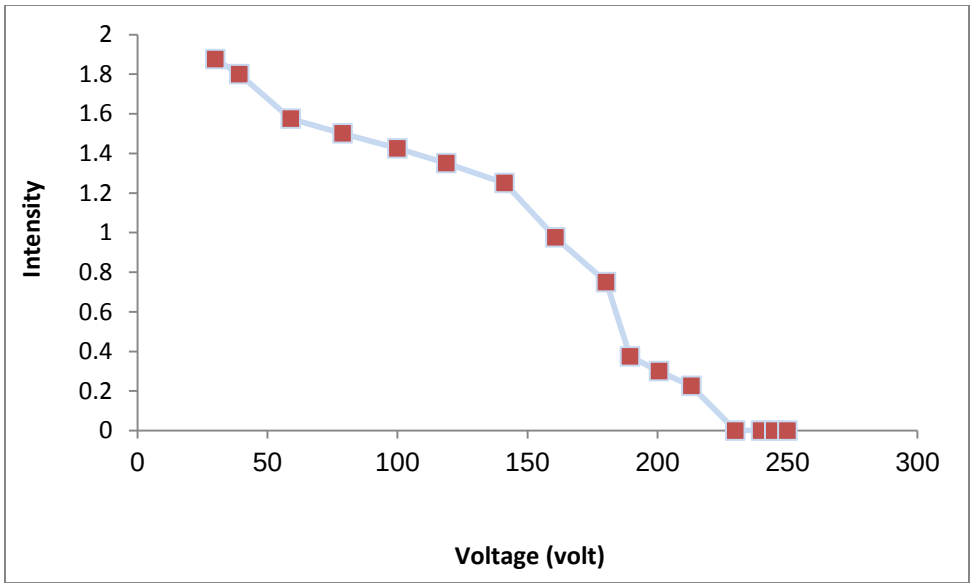
عند تطبيق فولتية تتراوح قيمتها مابين volt (240_147) وتردد ثابت قيمته HZ (500) , أستطعنا الحصول على الأشكال الاتية[3_7] ,على التوالي حيث تتمثل هذه الاشكال البيانية العلاقة مابين الفولتية المسلطة وشدة الضوء (ضوء الليزر) ,للبوليمرات الخمسة (ذات الاوزان الجزيئية المختلفة) .وعند ملاحظة الاشكال يمكن مشاهدة ان الشدة المارة هي دالة للفولتية المطبقة,وأيضا يمكن ملاحظة الاختلاف الذي يحدث في شدة الضوء في كل بوليمر ,وأيضا من خلال هذه الاشكال الخمسة تم حددت الفولتية اللازمة لأحداث التوجيه التام (اي الفولتية الازمة لأنحدار الضوء الى اقل قيمة أي مايقارب الصفر تقريبا),ومن الأشكال السابقة يمكن ملاحظة النقصان الذي سوف تعاني منه الفولتية عند نقصان الوزن الجزيئي ,ذلك لأن الوزن الجزيئي عند زيادته سوف يؤدي الى زيادة التشابك الحاصل بين جزيئات المادة وهذا يؤدي بدوره الى ان المادة في حالة الاوزان الجزيئية الكبيرة سوف تحتاج الى فولتية اعلى من تلك التي تحتاجها المواد ذات الاوزان الجزيئية الاقل للتغلب على قوة التشابك والحصول على توجيه تام وللتغلب على هذه القوة (قوة التشابك) يجب أن تتوفر فولتية أعلى, يلاحظ في الشكل (8_3) الذي يمثل العلاقة بين الازمان التي يزال فيها المجال الكهربائي τ^{off} ,وأزمان التشغيل τ^{on} للبوليمر (1), عند درجات حرارة مختلفة C° (127 _ 129).حيث يلاحظ أن ازمان الاستجابة تزداد كلما ازدادت الازمان التي يزال فيها المجال الكهربائي τ^{off} ولكن الاستجابة زمن الفتح τ^{on} تكون اعلى في درجة الحرارة الاقل والتي هي C° (127),وتكون بقيمة أقل (أي يكون زمن الاستجابة أسرع) عند درجة الحرارة الأعلى.

أن الاشكال (8 و 9) تبين التغيرات التي تحدث في زمن الفتح τ^{on} نتيجة التغير في الاوزان الجزيئية البوليمرية التي حصلنا عليها في درجة حرارة أقل من (T_{NI}) (درجة التحول من الطور النيماتك الى الطور الموحد الخواص) بدرجة سيليزية واحدة c° (1).

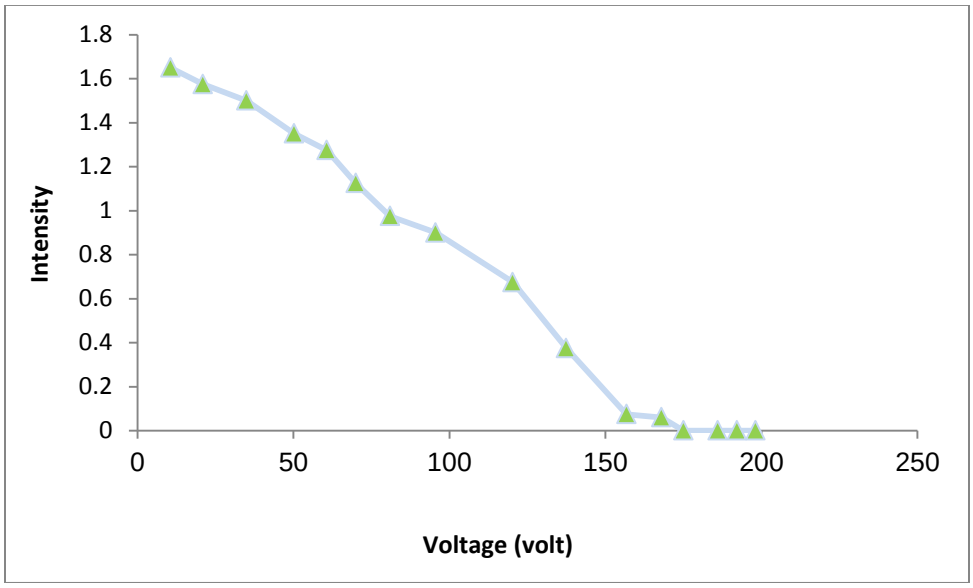
قيست زمن الاسترخاء τ^{off} (Relaxation Time) للمواد البلورية الخمسة التي استخدمت في هذه التجربة بأستخدام طريقة التجربة التكرارية والطريقة الضوئية لتي حسب فيها النقصان الاسي لشدة أشارة الضوء المار بعد أزالة المجال الكهربائي المسلط.أن الشكل (10) يوضح العلاقة بين قيم زمن الاسترخاء ودرجة الحرارة (زمن الاسترخاء دالة لدرجة الحرارة) بأستخدام الطريقة التكرارية. أما الشكل(11) يمثل قيم زمن الاسترخاء τ^{off}التي تم الحصول عليها بأستخدام الطريقة الضوئية وجعل قيم زمن الاسترخاء τ^{off} كدالة لدرجة الحرارة .وعند ملاحظة قيم زمن الاسترخاء التي حصلنا عليها في الطريقة ضوئية تكون اقصر من تلك التي تم قياسها بالطريقة التكرارية التي توضحت في الشكل(10) .الشكل التالي يوضح قيم زمن الاسترخاءτ^{off} التي تم الحصول عليها بالطريقة الضوئية. أن البوليمرات التي تمتاز بأوزان جزيئية عالية وخصوصآ البوليمر (1) والبوليمر (2)لايلاحظ لها أستجابة للمجال الكهربائي عند أجراء نفس هذه التجربة بدرجة حرارة أقل من T_{NI} بثلاث درجات مئوية (3).تمتاز المواد البلورية السائلة أن جزيئاتها تكون متباينة في الشكل ,وأن أمتلاك المواد البلورية السائلة صفة تباين الخواص وصفة أخرى هي صفة المائعية وسيؤدي ذلك الى احداث تغيرات في هذه المواد حيث تحدث هذه التغيرات في الصفات العيانية للمواد البلورية السائلة ,أن سبب هذه التغيرات تحدث عند تسليط مجال خارجي وهذا المجال قد يكون مجال (مغناطيسيآ,ميكانيكيآ ,بصريآ ,كهربائيآ,حراريآ). في هذا العمل كما توضح سابقا المجال المستخدم لاحداث تغييرا عيانية في النموذج هو مجال كهربائي متناوب (AC),أن التغيير الذي يحدثه هذا المجال هو الحصول على تصفيف جديد (اي التغير من الشكل الموازي للصفيحة الى الشكل العمودي على الصفيحة)ويتم ذلك من خلال فولتية التوجيه التام (فولتية التشغيل)(الفولتية التي تحدث انحدار في شدة الضوء الى الصفر تقريبا).



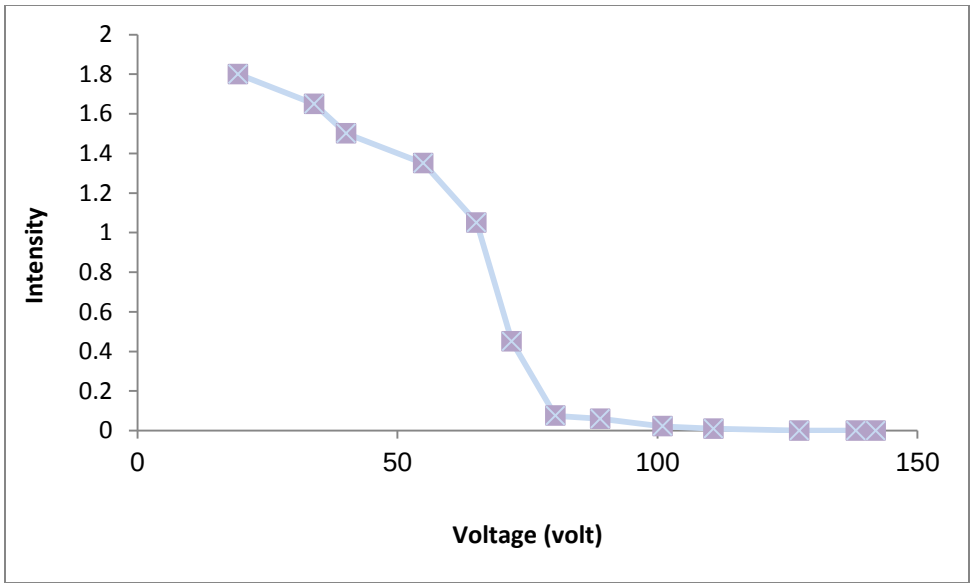
الشكل (3) يمثل شدة الضوء النافذ خلال المستقطبين كدالة للفولتية المسلطة (عند تردد 500 HZ), للخلية الكهروبصرية المحضّرة بأستخدام البوليمر رقم (1),ويبين الفولتية اللازمة لأحداث التوجيه التام.



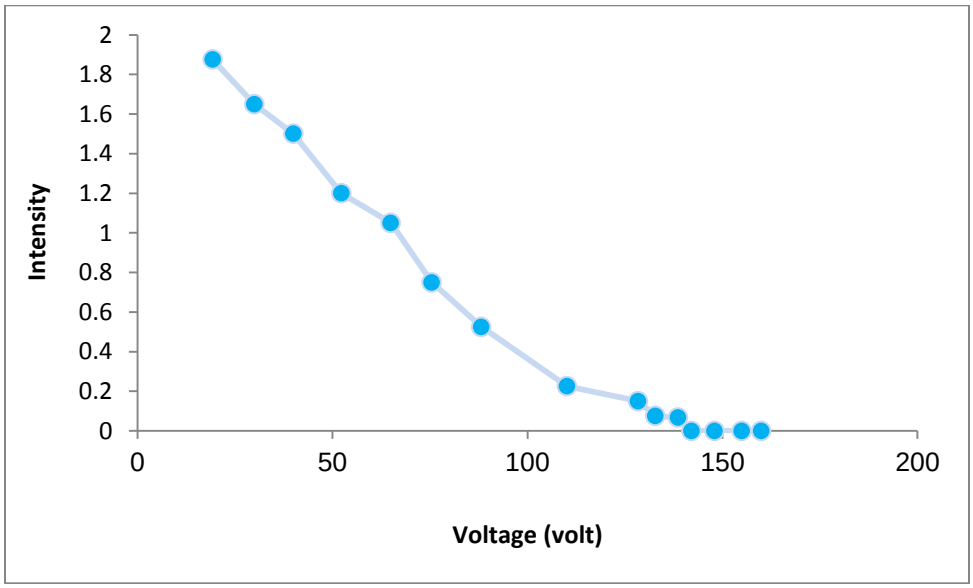
الشكل (4) يمثل شدة الضوء النافذ خلال المستقطبين كدالة للفولتية المسلطة (عند تردد 500 HZ), للخلية الكهروبصرية المحضّرة بأستخدام البوليمر رقم (2),ويبين الفولتية اللازمة لأحداث التوجيه التام.



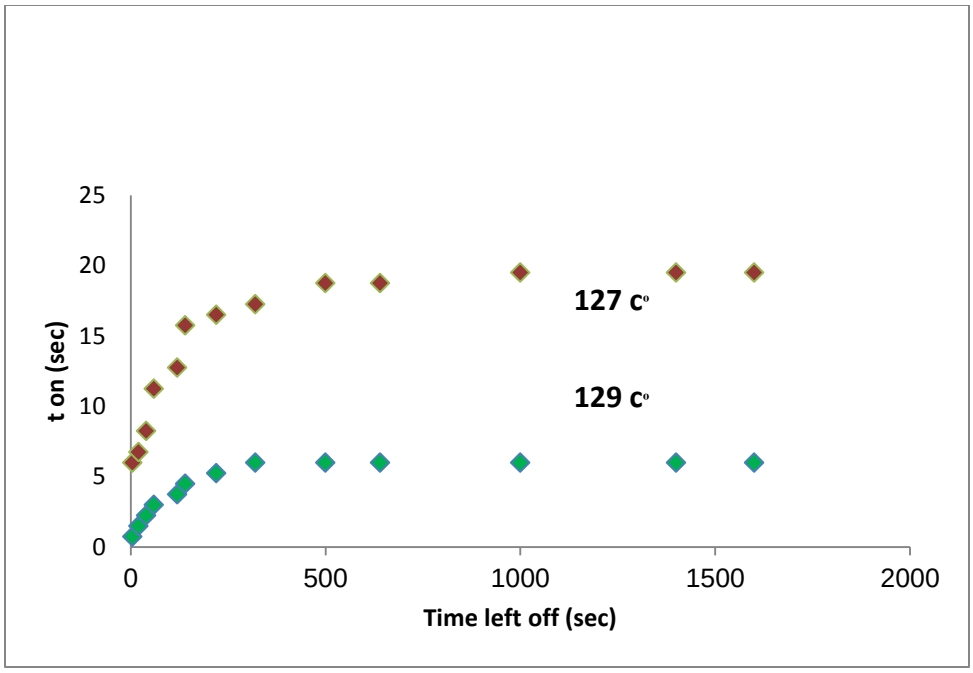
الشكل (5) يمثل شدة الضوء النافذ خلال المستقطبين كدالة للفولتية المسلطة (عند تردد 500 HZ), للخلية الكهروبصرية المحضّرة بأستخدام البوليمر رقم (3),ويبين الفولتية اللازمة لأحداث التوجيه التام.



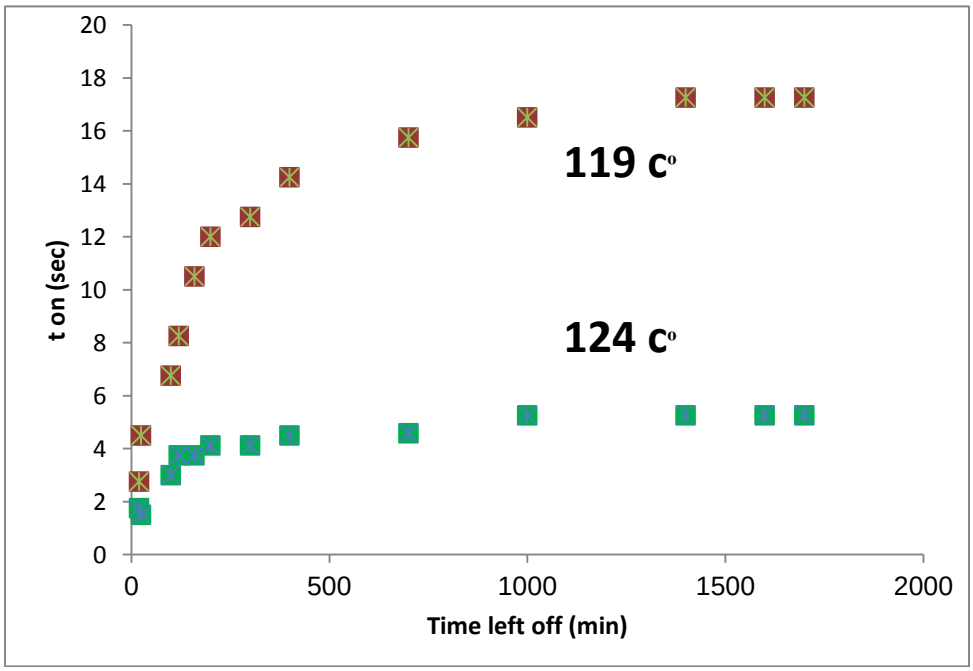
الشكل (6) يمثل شدة الضوء النافذ خلال المستقطبين كدالة للفولتية المسلطة (عند تردد 500 HZ), للخلية الكهروبصرية المحضّرة بأستخدام البوليمر رقم (4),ويبين الفولتية اللازمة لأحداث التوجيه التام.



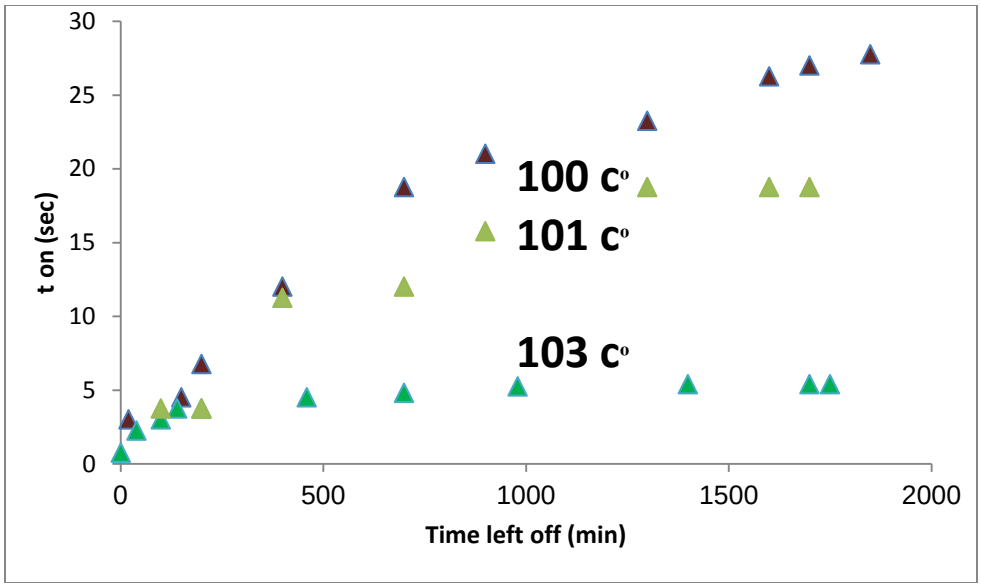
الشكل (7) يمثل شدة الضوء النافذ خلال المستقطبين كدالة للفولتية المسلطة (عند تردد 500 HZ), للخلية الكهروبصرية المحضّرة بأستخدام البوليمر رقم (5),ويبين الفولتية اللازمة لأحداث التوجيه التام



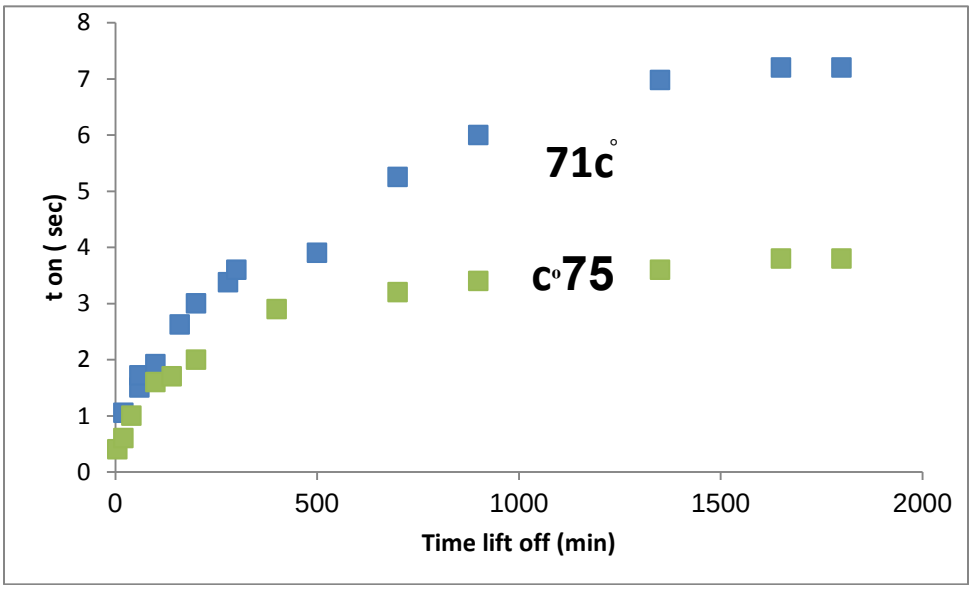
الشكل(8) يمثل يمثل العلاقة بين زمن الغلق ,وأزمان التشغيل τ^{on} للبوليمر (1), عند درجات حرارة مختلفة .



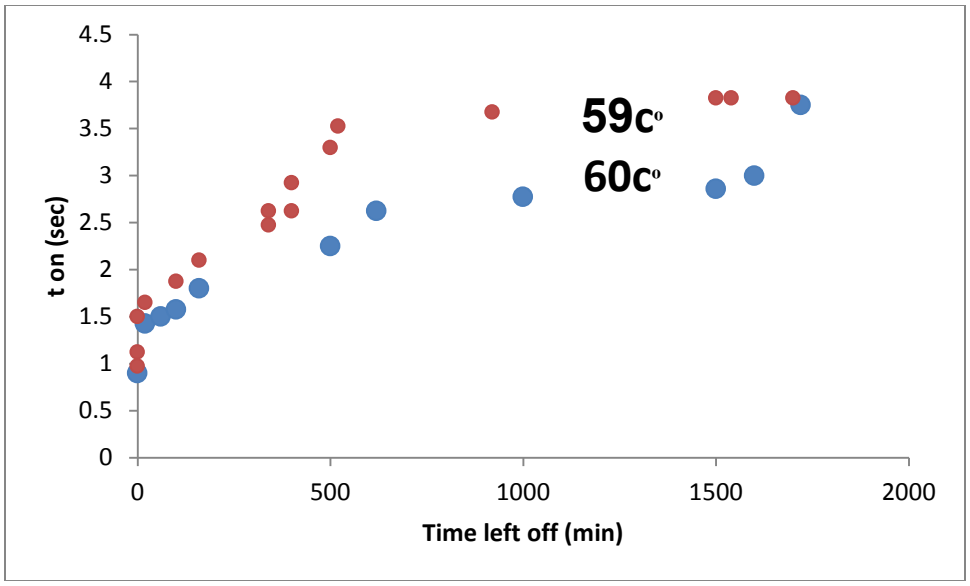
الشكل (9) يمثل العلاقة زمن الغلق,وأزمان التشغيل τ^{on} للبوليمر (2), عند درجات حرارة مختلفة .



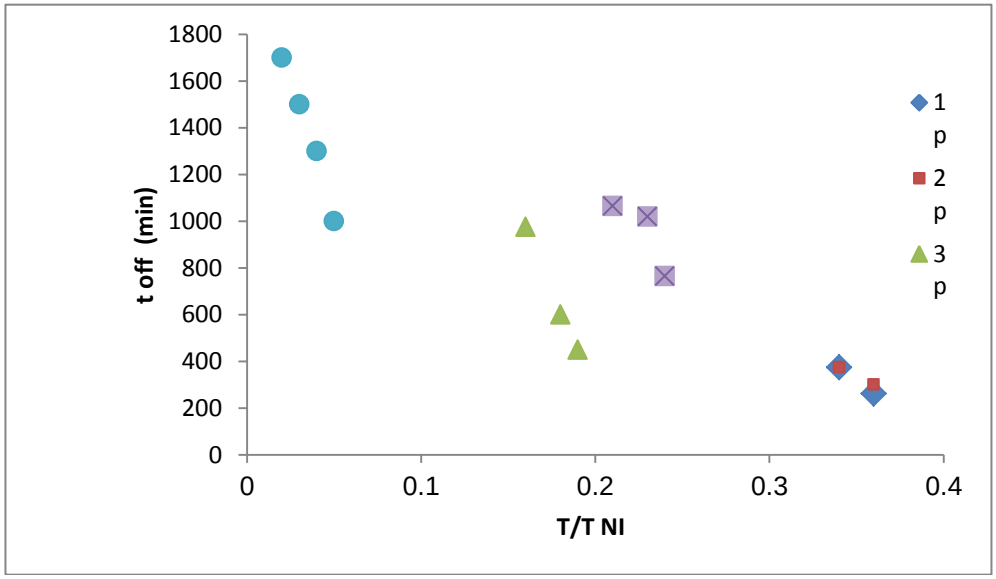
الشكل (10) يمثل العلاقة بين زمن الغلق,وأزمان التشغيل τ^{on} للبوليمر (3), عند درجات حرارة مختلفة .



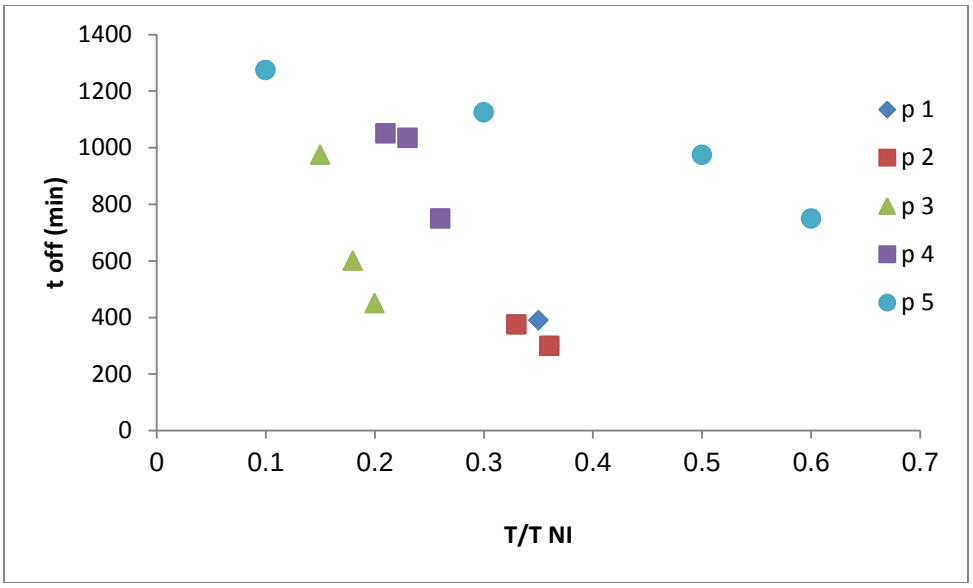
الشكل (11) يمثل العلاقة بين زمن الغلق,وأزمان التشغيل τ^{on} للبوليمر (4), عند درجات حرارة مختلفة .



الشكل (12) يمثل العلاقة بين زمن الغلق,وأزمان التشغيل τ^{on} للبوليمر (5), عند درجات حرارة مختلفة .



الشكل (12) يمثل ازمان الغلق τ^{off} الناتجة بأستخدام الطريقة التكرارية كدالة لدرجة الحرارة .



الشكل (11) يوضح قيم زمن الاسترخاء τ^{off} كدالة لدرجة الحرارة بأستخدام الطريقة الضوئية.

4- المناقشة

أن هذه البوليمرات ذات العمود الفقري الذي يكون من نوع بولي سايلوكسن (Polysiloxane), تتميز بأنها يتغير فيها الوزن الجزيئي بأنتظام.واضافة مادة نانوية وهي الذهب(Gold), حيث أن ذرات الذهب سوف تزيد من لزوجة البوليمر ,وكذلك تعمل هذه الذرات المضافة زيادة التوصيلية للبوليمر عند تسليط مجال كهربائي . يكون تأثير الوزن الجزيئي على مرونة الأنحناء غير ذات أهمية لاسيما في هذه الدراسة .في هذه الدراسة التي وصفت الخصائص الكهرو–بصرية ,وأستخدمت النتائج في دراسة تأثير نظريات التوصيل الساكنة ,وقد وصفت الخصائص البصرية بالتفصيل ودراسة الكهربائية الديناميكية, وقد لوحظ أن البلورات الاحادية (Homopolymers),قدأعطت طور سمكتك, لأكبر جزء من الطور البلوري السائل .أما الطور النيماتي فقد تم وجد في مدى ضيق من درجات الحرارة , حيث أن هذه درجات الحرارة تكون قريبة من نقطة الوضوح للبوليمر .عندما يقلل الوزن الجزيئي سوف يلاحظ في البوليمر(4,5) لم يعد من الممكن الكشف على الطور النيماتي حيث توضح ذلك بواسطة(DSC) (الماسح), ولاتوجد هناك مراحل يمكن ملاحظتها بواسطة المجهر الضوئي المستقطب . يلاحظ أن كلما قلّ الوزن الجزيئي للبوليمر المستخدم في هذا العمل فأن هذا يؤدي أيضا الى أن درجات حرارة الأنتقال الطورية للبوليمرات (T_g) , (T_{NI}) هي الأخرى أيضا تقل. و يمكن ملاحظة النقصان الذي سوف تعاني منه الفولتية عند نقصان الوزن الجزيئي ,ذلك بسبب عند زيادة الوزن الجزيئي سوف يؤدي الى زيادة التشابك الحاصل بين جزيئات المادة وهذا يؤدي بدوره الى ان المادة في حالة الاوزان الجزيئية الكبيرة سوف تحتاج الى فولتية اعلى من تلك التي تحتاجها المادة ذات الاوزان الجزيئية الاقل للتغلب على قوة التشابك والحصول على توجيه تام وللتغلب على هذه القوة (قوة التشابك) يجب أن تتوفر فولتية أعلى,و يلاحظ أن أزمان الاستجابة^{on} (زمن الفتح)يعتمد أعتماداً قوياً على عامل درجة الحرارة ,ففي درجات الحرارة المنخفضة جداً البوليمرات البلورية السائلة ذات السلسة الجانبية تشكل حالة مستقرة وهي الحالة الزجاجية , أن البوليمرات التي تمتاز بأوزان جزيئية عالية لاسيما البوليمر (1) والبوليمر (2) لايلاحظ لها أستجابة

للمجال الكهربائي عند أجراء هذه التجربة نفسها بدرجة حرارة أقل من(T_{NI}) بثلاث درجات مئوية (3 C°). ان زمن الفتح الذي يناسبت مع اللزوجة سوف تختلف مع الوزن الجزيئي ايضا .

5- الاستنتاجات

1. التركيب الكميائي للمجموعة الميزوجينية والعمود الفقري ويضاف اليها الوزن الجزيئي تكون ذات تأثير كبير على سلوك البوليمر وعلى مراحل الانتقال .
2. التركيب الكميائي للمجموعة الميزوجينية والعمود الفقري ويضاف اليها الوزن الجزيئي تكون ذات تأثير كبير على سلوك البوليمر وعلى مراحل الانتقال وجد عند أضافة جسيمات الذهب النانوية تؤدي الى خفض درجة النتقال الطوري وهذا بدوره يؤدي الى تقليل أزمان التشغيل(τ^{on}, τ^{off}).
3. النهاية المعوضة بالسيانو أختيرت بسبب الاهتمام في الخصائص الكهربائية التي من شأنها أن تمنح للبوليمرات ,ومن الممكن جعلها مناسبة لتطبيقات خاصة ,وعلى أي حال أضافة جسيمات الذهب النانوية ممكن أن تزيد من كثافة الوحدات الميزوجينية التي ترتبط بسلسلة البوليمر وتؤدي الى زيادة أسهام عزم ثنائي القطب الكهربائي الموازي لمجموعة السيانو لجزيئات على طول محور المجموعة الميزوجينية وهذا بدوره يزيد من الخواص العزلية ($\Delta\varepsilon$) .

References

Aili D, Enander K, Rydberg J, Lundstrom I, Baltzer L, Liedberg B. Aggregation-induced folding of a de novo designed polypeptide immobilized on gold nanoparticles. J Am Chem Soc 2006;128(7): 2194–5.

Bancroft, W.D. Applied Colloid Chemistry, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1921

Bayraktar H, You CC, Rotello VM, Knapp MJ. Facial control of nanoparticle binding to cytochrome C. J Am Chem Soc 2007;129(10):2732–3.

El-Sayed, M.A. Accounts of Chemical Research 34(2001) 257–264.C. Burda, X.B. Chen, R. Narayanan, M.A. El-Sayed, Chemical Reviews 105(2005) 1025–1102.

Esumi K, Hosoya T, Suzuki A, Torigoe K. J Colloids Interface Sci 2000;226(2):346–52.

Faraday, M. The Bakerian Lecture: experimental relations of gold (and other metals) to light, Philos. Trans. R. Soc. Lond. 147(1857) 145–181.

Freestone, I. ; N. Meeks, M. Sax, C. Higgitt, The Lycurgus Cup- a Roman Nanotechnology, Gold Bull. 40(2007) 270–277.

Ghosh, P.; G. Han, M. De, C.K. Kim, V.M. Rotello, Gold nanoparticles in delivery applications, Adv. Drug Deliv. Rev. 60(2008) 1307.

Hernando A, Crespo P, Garcيa MA. Metallic magnetic nanoparticles. Sci World J 2005;5:972–1001.

Herrington, M. R. ; O. Buchnev, M. Kaczmarek, and I. Nandhakumar, Mol. Cryst. and Liq. Cryst. **527**, 72 (2010).

Li Z, Mirkin CA. G-quartet-induced nanoparticle assembly. J Am Chem Soc 2005;127(33):11568–9.

Mittal, V. "Optimization of Polymer, Nanocomposites Properties", (Wiley-VCH), ISBN: 4-32521-527-3-978, pp. 440, (2010).

Perez JM, Josephson L, O'Loughlin T, Hogemann D, Weissleder R. Magnetic relaxation switches capable of sensing molecular interactions. Nat Biotechnol 2002;20(8):816–20.

Reznikov, Y.; O. Buchnev, O. Tereshchenko, V. Reshetnyak, A. Glushchenko, and J. West, Appl. Phys. Lett. **82**, 1917 (2003).

Safavi, A. ; G. Absalan, F. Bamdad, Effect of gold nanoparticle as a novel nanocatalyst on luminol–hydrazine chemiluminescence system and its analytical application, Anal. Chim. Acta 610 (2008) 243.

Shenhar R, Norsten TB, Rotello VM. Polymer-mediated nanoparticle assembly: structural control and applications. Adv Mater2005;17(6):657–69**.**

Shi, X., S. Wang, S. Meshinchi, ME. Van Antwerp, X. Bi, I. Lee, 2007. . Dendrimer-entrapped gold nanoparticles as a platform for cancer-cell targeting and imaging. Small, 3(7): 1245–52.

Suzuki, M.; Y. Niidome, S. Yamada, Heat-induced morphological control of gold nanoparticle films for surface-enhanced Raman scattering (SERS) measurements,

Umadevi, T.H.S.; G. Venkatchalam, *Handbook of Liquid Crystals*, 2nd ed. 5 (Wiley, New York, 2014).

Wang, C.-T. Photocatalytic activity of nanoparticle gold/iron oxide aerogels for azo dye degradation, J. Non-Cryst. Solids 353(2007) 1126–1133.Colloid Surf. A 284–285 (2006) 388–394.