دراسة الخواص الكهربائية والطاقة المغناطيسية لمادة بلورية سائلة ومعقداتها مع بعض العناصر الانتقالية

عبد العزيز عبيد موسى **محمد عبد الأمير كريم** **رواء مزهر عبيد**

كلية العلوم – جامعة بابل

الخلاصة

تم اختيار المادة البلورية السائلة(MBBA)(P-Methoxybenzylidene-P-Butylaniline) وهي أحد مركبات قواعد شيف، كما تم تحضير أربعة أنواع من مركبات قواعد شيف ومعقداتها الفلزية مع ايونات النحاس والنيكل والكوبلت الثنائية التكافؤ والكروم الثلاثي التكافؤ. تم قياس الخواص الكهربائية للمركبات جميعاً من خلال كل من التيار المستمر (DC)والمتناوب (AC). حضرت عينات الدراسة على شكل أقراص مضغوطة بقطر (10)ملم وسمك (2 ± 0.5)ملم للقياسات الكهربائية (DC و AC).أما الفحوصات المغناطيسية فقد تضمنت قياسات أشكال حلقات الهسترة المغناطيسية– ولأول مرة– للمادة البلورية السائلة (MBBA)ومعقداتها الأربعة في منظومة تم تصنيع بعض أجزائها محلياً ، وقد أكدت نتائج الفحوصات المغناطيسية إن أفضل الخواص المغناطيسية يمكن الحصول عليها بعد تعقيد المادة البلورية السائلة (MBBA) مع أيون النيكل الثنائي التكافؤ، ورتب اتساع حلقات الهسترة لها كما يلي:

$(MBBA\text{-}Ni^{+2})>(MBBA\text{-}Cr^{+3})>(MBBA\text{-}Co^{+2})>(MBBA\text{-}Cu^{+2})>(MBBA)$

المقدمة

لقد كان الاعتقاد السائد سابقاً إن تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة يتم مباشرةً بخطوة مفردة واحدة دون المرور بحالات وسطية، ولكن من خلال الدراسات الحديثة تبين إن هنالك عدداً كبيراً من المركبات العضوية تظهر أكثر من خطوة عند مرورها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة لذلك فانه من الممكن أن يكون هنالك طور وسطي واحد أو أكثر من طور وسطي يتمركز في المدى الواقع بين حالة الانتظام العالي ذي ثلاثة أبعاد (الحالة الصلبة) وحالة عدم الانتظام(الحالة السائلة) [1].

إن نوعية الطور الوسطي المتكون يعتمد على مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لتحطيم نظام الترتيب المتوازي للجزيئات ضمن الشبيكة البلورية وبناءً على ذلك فان تحطم قوى أحد الأبعاد الثلاثة للشبيكة البلورية يؤدي إلى تكوين الطور السمكتي Smectic phase (نظام ذوبعدين) وعند الاستمرار بالتسخين، أما أن تتحطم جميع القوى الجزيئية الضمنية للبعدين المتبقين في آن واحد ويؤدي إلى تكوين الطور الايزوتروبي Isotropic Phase (المواد الموحدة الخواص) [2] أو قد تسبب الحرارة في تحطيم قوى أحد البعدين الآخرين واعطاء الطور النيماتي Nematic Phase (نظام ذو بعد واحد). كما أنه من الممكن أن تتحول الشبيكة البلورية الصلبة مباشرةً إلى الطور النيماتي دون المرور بالطور السمكتي [3] .

إن الطور النيماتي يتكون بفعل تكسير الانتظام الموقعي للحالة الصلبة وتنتظم الجزيئات في هذا الطور بصورة موازية لمحاورها الطولية مع تغير اتجاه المحور الطولي بشكل مستمر من جزء من الطور إلى الجزء الآخر بسبب مرونة الطور بحيث تتمكن الجزيئات من الانزلاق بعضها على البعض الآخر ولهذا فان ظاهرة التوازي للطور النيماتي تبقى محفوظة[4].

وقد صنف فرايدل Friedel الطور النيماتي في تركيبين معروفين هما [5]:

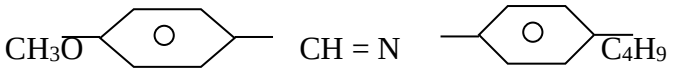
1) التركيب النيماتي الاعتيادي (غير فعالة ضوئياً) Ordinary Nematic Structure
2) التركيب النيماتي المظفور (الملتوي) (فعالة ضوئياً) Twisted Nematic Structure

ويسمى أيضاً بالتركيب أو الطور الكوليسيتري Cholesteric Phase

أصبح للبلورات السائلة أهمية منذ حوالي ربع قرن عندما وجد لها تطبيقات كثيرة في العديد من أجهزة العرض Display Devices بالإضافة إلى استخداماتها الواسعة في مجالات الطب الحديث كمعالجة تصلب الشرايين وتشخيص الأورام السرطانية وغيرها.

الجزء النظري:

تعد أجهزة العرض الكهروضوئية إحدى التطبيقات المهمة التي تحدث فيها ظاهرة التشتت الديناميكي، ومثال لهذا النوع هو المركب المبين في الشكل (1)والمستخدم في البحث الذي حضره الباحثان كيلكير Kelker وشيرك Scheurle اللذان وجدا أنه يظهر السلوك النيماتي عند درجة حرارة الغرفة [6] .



(P-Methoxybenzylidene-P- Butylaniline)(MBBA)

الشكل (1) الصيغة الكيميائية للمركب (MBBA) قيد الدراسة

تمثل أشباه الموصلات، البنية الأساسية في الكثير من التطبيقات الصناعية والإلكترونية، ويعود السبب إلى التغير الواسع في مقدار التوصيلية الكهربائية،حيث تبلغ التوصيلية الكهربائية لأشباه الموصلات اللاعضوية بحدود (10^{2}-10^{-8}) (اوم .سم)$^{-1}$، ولأشباه الموصلات العضوية بحدود (10^{-2}-10^{-12}) (اوم .سم)$^{-1}$ ، وهي تقع بين المواد الموصلة (10^{2}-10^{8}) (اوم.سم)$^{-1}$ والمواد العازلة ($10^{-14} \geq 0$) (اوم .سم)$^{-1}$ [7]، وتعد التوصيلية الكهربائية من أهم الصفات التي يمكن من خلالها تصنيف المواد الصلبة من خلال نموذج حزم الطاقة Energy Band Model وطبقاً لهذا النموذج فأن حزمة التكافؤ في أشباه الموصلات تكون مشغولة كلياً بالإلكترونات وتنفصل عن حزمة التوصيل التي تكون فارغة كلياً من الإلكترونات عند درجة الصفر المطلق بوساطة فجوة الطاقة [8].

إن الغرض من إجراء قياسات التوصيلية الكهربائية بنوعيها المستمرة والمتناوبة هو إعطاء صورة متكاملة عن آلية التوصيل الكهربائي ،وذلك لعدم وجود تيار مستمر نقي حيث لابد من وجود نسبة ضئيلة من التيار المتناوب. وإضافة إلى توصيليتي التيار المستمر والمتناوب فان هنالك خاصية أخرى هي قياسات القدرة الكهروحرارية والتي يتم التعرف من خلالها على نوعية حاملات الشحنة وتركيزها وكثافة المستويات الإلكترونية فيها.

من خلال اعتماد فكرة الحبيبات والحدود الحبيبية توصل Petritz إلى معادلة التوصيلية الكهربائية التالية [9]:

$$\sigma = ne\mu \exp\left[-\frac{e^{\phi_b}}{\mathrm{K_B T}}\right] \qquad (1)$$

حيث (Φ_b) يمثل حاجز الجهد الحبيبي.

ويمكن الاستنتاج بأن التحركية الفعالة (μ_g) Effective Mobility تعطى بالعلاقة آلاتية :

$$\mu_g = \mu_\circ \exp\left[-\frac{e^{\Phi_b}}{K_B T}\right] \qquad (2)$$

إذ إن ($\mu_\circ$) تمثل التحركية في المواد أحادية التبلور Single Crystal وتعني المعادلة (2) أنه عند ثبوت تركيز الحاملات فأن التحركية تقل مع ارتفاع حاجز الجهد وهذا يؤدي إلى انخفاض التوصيلية الكهربائية، كما تبين إن الفرق بين احادية التبلور ومتعددة التبلور Polycrystalline هو وجود حاجز الجهد للحبيبات (Φ_b)، أما Mankarious (1964) [10] فقد اعتمد فكرة الحبيبات والحدود الحبيبية وتوصل إلى معادلة لا تختلف كثيراً عن المعادلة السابقة وهي:

$$\sigma = \sigma_\circ \exp\left\{-\frac{\left(E_c - E_f\right)}{K_B T}\right\} \qquad (3)$$

حيث ($E_a=E_c-E_f$) تمثل طاقة تنشيط التوصيلية والتي يمكن الحصول عليها من العلاقة بين ($\ln\sigma$) مع مقلوب درجة الحرارة ($1/T$)، ($\sigma_\circ$) هي التوصيلية للتركيب أحادي البلورة المثالي .إن العلاقة (3) تمثل التوصيلية الكهربائية التي تحصل بواسطة حاملات الشحنة المتهيجة في المستويات الممتدة قد تتم بمساعدة الفونونات الناتجة عن اهتزاز الشبيكة Lattice Vibration في درجات حرارة أوطأ قد تنفصل حوامل الشحنات من المستويات الممتدة في حزمة التكافؤ إلى المستويات الموضعية في حزمة التوصيل وبالعكس وتعطي التوصيلية بالعلاقة التالية[11]:

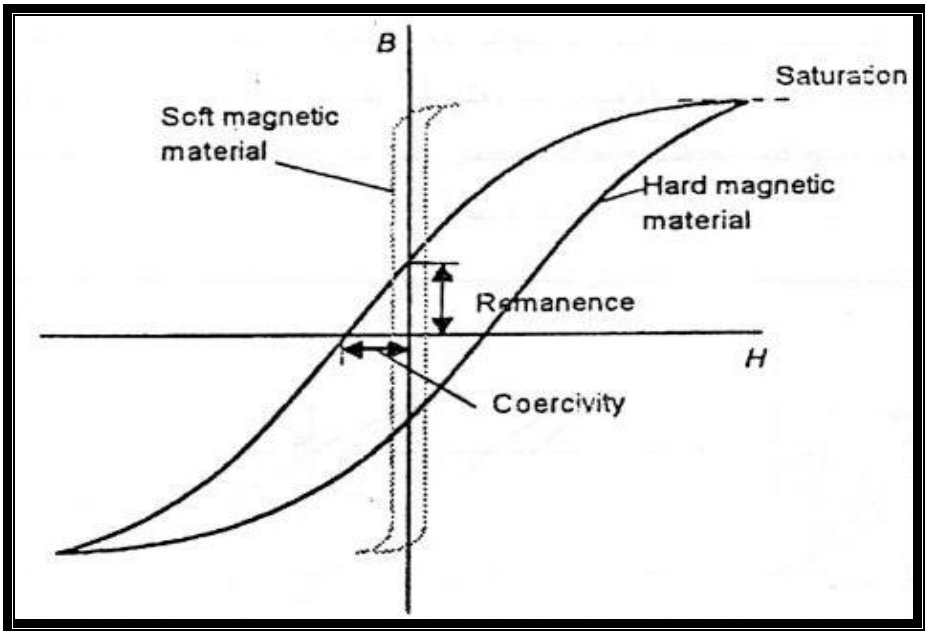
$$\sigma = \sigma_\circ \exp\left\{-\frac{\left(E_A - E_f + \Delta w_1\right)}{\mathrm{K}_B T}\right\} \qquad (4)$$

حيث (E_A) طاقة ذيل حزمة التوصيل، (Δw_1)طاقة تنشيط التنطط.

تعد قياسات التوصيلية المتناوب (AC) مكملة لقياسات التوصيلية المستمرة وليس بديلاً عنها بسبب محدودية التوصيلية المستمرة وعدم قدرتها على كشف الحواجز الداخلية، ولهذا فأن قياسات التوصيلية المتناوبة مع التوصيلية المستمرة تعطي صورة واضحة ومتكاملة للخواص الكهربائية للمواد، وكذلك أهميتها الرئيسة التي تقع في القدرة على إعطاء المعلومات حول استجابة النظام للاستقطابيات [10].

إن المواد المغناطيسية الموضوعة في مجال مغناطيسي خارجي يقسم سلوكها على نوعين هما:ألمواد المغناطيسية اللينة Soft، والمواد المغناطيسية الصلدة Hard. تمتاز المواد اللينة بأنها تمتلك نفوذية عالية وقوة قهرية منخفضة ويمكن مغنطتها وازالة المغنطة عنها بسهولة لذلك نستعمل هذه المواد عادةً في قلوب المحولات والمكبرات المغناطيسية ودوائر الغلق المغناطيسية. أما المواد المغناطيسية الصلدة (الدائمة) فهي تمتاز بقدرتها

على الاحتفاظ بالخواص المغناطيسية عند زوال المجال المغناطيسي المؤثر.أما شكل منحني التمغنط للمواد المغناطيسية اللينة فعادةً يكون حاد الصغر، وذات نفاذيات عالية، وتكون المساحة الواقعة في منحني التخلف صغيرة لان القوة القهرية منخفضة جداً، على عكس ماهو عليه في المواد المغناطيسية الصلدة التي تمتاز بكبر المساحة المحددة بمنحني التخلف المغناطيسي وزيادة القوة القهرية. والشكل (2) يوضح الاختلاف في الخصائص المغناطيسية وشكل حلقة الهسترة للمواد المغناطيسية اللينة والدائمة [12, 13].



الشكل (2) يمثل الاختلاف في الخواص المغناطيسية بين المواد المغناطيسيه اللينة والدائمية

الجانب العملي

إن المادة البلورية السائلة قيد الدراسة (MBBA) في بحثنا هذا والمبينة تفاصيلها في الشكل (1), وكانت المركبات المحضرة منها على وفق طريقة [14] للمادة البلورية السائلة ومعقداتها الأربعة مع فلزات النحاس

($MBBA-Cu^{+2}$) والكوبلت ($MBBA-Co^{+2}$) والنيكل ($MBBA-Ni^{+2}$) الثنائية التكافؤ والكروم الثلاثي التكافؤ ($MBBA-Cr^{+3}$) ، وتعد طريقة الضغط الهيدروليكي هي الطريقة القياسية في قياس الخواص الكهربائية بعد أن يتم وضع المسحوق في قالب خاص Suitable Die وبوجود أو عدم وجود الحرارة عند القيام بعملية الكبس .تم تحضير نماذج القياسات الكهربائية لقواعد شيف ومعقداتها الفلزية بهيئتها الحجمية Bulk وعلى شكل أقراص دائرية حيث تم استخدام أقراص بقطر سنتمتر واحد وبسمك (0.05 ∓ 0.2) سم، للقياسات الكهربائية المستمرة والمتناوبة.تم إجراء قياس التوصيلية الكهربائية المستمرة لقواعد شيف ومعقداتها الفلزية مع (Cr^{+3},Ni^{+2}, Co^{+2}, Cu^{+2}) باستخدام جهاز Kithly 616 Digital Electrometer حيث تم االستخدام خلية قياس مصنوعة من مادة التفلون وقطبين من مادة البراص Prass وبشكل دائري، وقد تم قياس درجة الحرارة باستخدام مزدوج حراري Thermo Couple يلامس النموذج من جهة ويتصل بعداد Counter من الجهة

الأخرى، تم قياس المقاومية الحجمية (ρ_v), وعلى وفق المعادلة الآتية :

$$\rho_v = R\frac{A}{L} \qquad (5)$$

إذ: R= مقامة المادة الحجمية ،L = المسافة بين قطبي الألمنيوم ،A =مساحة القطب التي تساوي ($A = \pi r^2$).

ومن معرفة قيمة المقاومية الحجمية يمكن حساب التوصيلية (σ_v) من خلال العلاقة الآتية:

$$\sigma_v = \frac{1}{\rho_v} = \frac{L}{RA} \qquad (6)$$

ويمكن حساب طاقة التنشيط (E_a) للتوصيل الكهربائي من رسم العلاقة بين ($\ln \sigma_{d.c}$) كدالة لمقلوب درجة الحرارة المطلقة ($1/T$).أظهرت قياسات التوصيلية المستمرة لقواعد شيف ومعقداتها الفلزية مع فلزات النحاس والكوبلت والنيكل الثنائية التكافؤ والكروم الثلاثي التكافؤ وبشكل Sandwich إذ يوضح الجدول (1) قيم التوصيلية المستمرة ($\sigma_{d.c}$) عند درجة حرارة ($373\ \overset{\circ}{K}$).

الجدول (1)يوضح قيم التوصيلية الكهربائية المستمرة لقواعد شيف ومعقداتها الفلزية مع (Cr^{+3},Ni^{+2},Co^{+2}, Cu^{+2}) عند درجة حرارة ($373\ \overset{\circ}{K}$).

النموذج	التوصيلية الكهربائية المستمرة $\sigma_{d.c} * 10^{-12}$ $(omh.cm)^{-1}$
(MBBA-Cu^{+2})	4.18
(MBBA-Co^{+2})	5.71
(MBBA-Ni^{+2})	2.42
(MBBA-Cr^{+3})	8.44

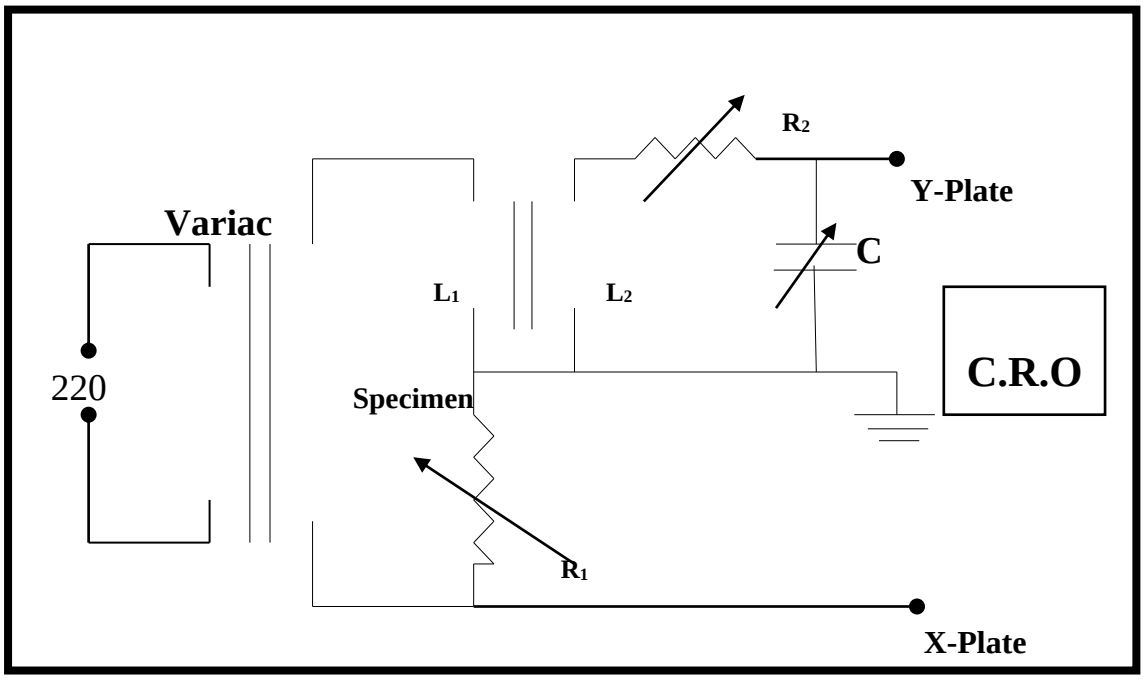
تم قياس التوصيلية الكهربائية المتناوبة لقواعد شيف ومعقداتها الفلزية مع(Cr^{+3},Ni^{+2}, Co^{+2}, Cu^{+2}) باستخدام جهاز (HP.LCR) (Multi Frequency LCR Meter 4284A) حيث تتكون الدائرة من حجرة أو حاوية مزودة بفرن حراري مربوط إلى مجهز قدرة للتحكم في درجة الحرارة ،ويتصل بحاوية القياس مزودج حراري يلامس النموذج من جهة ويتصل من الجهة الاخرى بعداد من نوع (Eurothem 1601) ويربط قطبا الخلية الحاملة للنموذج مع قطبي الجهاز بأسلاك توصيل ، وقد ربطت حاوية القياس إلى جهاز تفريغ ميكانيكي Rotary. ومن خلال معرفة قيمة المقاومة (R) أمكن حساب قيمة لمقاومية الحجمية (σ_v).اجريت دراسة تأثير المجال الكهربائي المتناوب لقاعدة شيف ومعقداتها الفلزية مع فلزات (Cr^{+3}, Ni^{+2}, Co^{+2}, Cu^{+2}) إذ إن التوصيلية المتناوبة تنتج بسبب انتقال حاملات الشحنة داخل المستويات interstate بواسطة التنطط والموجودة داخل فجوة الطاقة والتي تنتج بسبب العيوب المتكونة من الشوائب أثناء تحضير المواد والحدود الحبيبية للمواد المتعددة التبلور [15]. ويبين الجدول (2) قيم التوصيلية المتناوبة لقواعد شيف ومعقداتها الفلزية لفلزات النحاس

والكوبلت والنيكل الثنائية التكافؤ والكروم الثلاثي التكافؤ وعند تردد (2KHz).

الجدول (2)يوضح قيم التوصيلية الكهربائية المتناوبة لقواعد شيف ومعقداتها الفلزية مع (Cr^{+3},Ni^{+2},Co^{+2}, Cu^{+2}) وعند تردد (2KHz).

النموذج	التوصيلية الكهربائية المتناوبة $\sigma_{a.c} * 10^{-8}$ $(omh.cm)^{-1}$
(MBBA-Cu^{+2})	0.53
(MBBA-Co^{+2})	0.84
(MBBA-Ni^{+2})	0.45
(MBBA-Cr^{+3})	0.94

إن الغاية من إجراء الفحوصات المغناطيسية هو ملاحظة استجابة النماذج المحضرة للمجال المغناطيسي وبطريقة مبتكرة – لأول مرة –حيث تجرى هذه الطريقة برسم منحني التخلف المغناطيسي (منحني الهسترة) لقلب حديدي مغلق ومفتوح وقلب زجاجي مجوف تم تصنيعه محلياً. تمثل العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسي B(T) بوحدات التسلا Tesla أوكاوس Gauss، وقوة المغنطة H(A/m) لأية مادة بمنحنٍ مغلق يعرف بمنحني التخلف المغناطيسي Hysteresis Loop، أما المساحة المحصورة داخل المنحني المغلق فتعادل الطاقة المتبددة على شكل حرارة والمصروفة خلال دورة مغناطيسية لكل وحدة حجم من المادة المستخدمة . ويمكن إظهار الدورة المغناطيسية على شاشة راسم الإشارة(C.R.O) باستخدام الدائرة المبينة في الشكل (3) الذي يوضح أجزاء المنظومة المستخدمة لفحص الخواص المغناطيسية, حيث تكون المادة المستخدمة كنموذج متمثلة بقلب الملف (L_1) الذي يمر خلاله التيار المتناوب الذي يشكل مع الملف (L_2) منظومة حث متبادل (M).



الشكل (3) يبين دائرة إظهار منحني التخلف المغناطيسي

لقد أجريت جميع الفحوصات المغناطيسية في منظومة الفحوصات المغناطيسية المؤلفة من الأجزاء آلاتية : راسم الإشارة أحادى القناة(C.R.O)،مصدر متغيرللفولتية المتناوبة Variac (450V,250mA)،مقاومة متغيرة (1000Ω) مقاومة راديوية متغيرة (50-150K Ω)، متسعة متغيرة (0.1-1µf) ،ملفين (L_1=500turn) ،(L_2=1000 turn)،مقاومة متغيرة (10Ω) ،قلب حديدي وآخر زجاجي مجوف تم تصنيعه محلياً لمنظومة الحث المتبادل (M) .

المناقشة

يتناول هذا الجزء من هذا البحث عرضاً ومناقشة للنتائج العملية التي تضمنت الفحوصات التركيبية لمسحوق قواعد شيف البلورية السائلة (MBBA) ومعقداتها الفلزية مع فلزات(Cr^{+3}, Ni^{+2}, Co^{+2}, Cu^{+2}) المحضرة مختبرياً ،كما تضمنت دراسة التوصيلية الكهربائية المستمرة والمتناوبة للنماذج المحضرة بشكل مواد حجمية، فضلاً عن دراسة ظاهرة التخلف المغناطيسي.نلاحظ من خلال الجدول (1) إن قيمة التوصيلية الكهربائية المستمرة ($\sigma_{d.c}$)للمعقدات الفلزية لقاعدة شيف مع فلزات النحاس والكوبلت والنيكل الثنائية التكافؤ والكروم الثلاثي التكافؤ تكون بشكل عام واطئة،حيث ان ارتباط الفلز بأواصر تناسقية مع الأزواج الإلكترونية لذرة النتروجين, وارتباط الفلز أيضاً بأواصر تساهمية مع الأزواج الإلكترونية لذرة الأوكسجين،والناتجة عن تداخل اوربيتالات قاعدة شيف الحاوية على هذه الأزواج الالكترونية مع اوربيتالات (d) الفارغة للفلز سوف يؤدي إلى إنهاء فعالية هذه الأزواج الإلكترونية .وبصورة عامة، فأن التوصيلية الكهربائية المستمرة($\sigma_{d.c}$) لقاعدة شيف ومعقداتها الفلزية تزداد بزيادة درجة الحرارة وهذه صفة من صفات أشباه الموصلات إذ أن زيادة درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة عدد أزواج (الإلكترون – فجوة) المتكونة وبالتالي زيادة التوصيلية. بالإضافة إلى ذلك فان زيادة تقارب مجموعتي ألأزومثين (C=N) من بعضهما البعض يؤدي إلى زيادة ترابط الجزيئات المكونة وتكوين سلاسل طويلة من هذه الجزيئات مما يؤدي إلى سهولة انتقال إلكترونات (π) عبر هذه السلاسل بينما يلاحظ العكس في قاعدة شيف التي تكون فيها مجموعتا ألأزومثين (C=N) منفرجتين عن بعضهما البعض مما يؤدي إلى قلة التشابك Cross Link للجزيئات المكونة لها وبالتالي عرقلة سريان إلكترونات (π) التي تكون مسؤولة عن عملية التوصيل الكهربائي في الأنظمة العشوائية أحادية البعد (One- Dimensional System) Disorder لذا فان حصول ظاهرة انتقال الشحنة (Charge Transfer) للالكترونات عبر العناصر يبين صفة التوصيلية الكهربائية لهذه المركبات لاحتوائها تباين المحتوى الالكتروني لاوربيتال (d). أما بالنسبة للتوصيلية الكهربائية المتناوبة ($\sigma_{a.c}$) لقاعدة شيف ومعقداتها الفلزية فهي بصورة عامة تعتمد على كل من التردد ودرجة الحرارة حيث تزداد التوصيلية الكهربائية المتناوبة مع زيادة التردد ودرجة الحرارة .وأوضح العالم Eley (1948) [16] إن التوصيلية الكهربائية لأشباه الموصلات العضوية تتناسب اسياً مع مقلوب درجة الحرارة. كما بين Akamatu et al 1954 [17] أن التوصيلية الكهربائية هي بشكل عام قليلة في المركبات العضوية وبالأخص معقدات انتقال الشحنة .كما قام قاسم وجماعته (1998)[18] بدراسة الخواص الكهربائية المستمرة (D.C) والمتناوبة (A.C) لقواعد شيف والمحضرة من Thiosemicar bazide ومعقداتها مع (Pd^{+2},Ni^{+2}) وقد بينوا

إن التوصيلية الكهربائية المستمرة تزداد بزيادة ذرات النيكل .

ونظراً لعدم وجود دراسات كهربائية سابقة تخص هذه المواد، فقد أجرينا دراسة لخواصها التركيبية والكهربائية والمتمثلة بقياس التوصيلية الكهربائية المستمرة والمتناوبة لغرض معرفة توصيليتها الكهربائية وميكانيكية التوصيل الكهربائي وتعيين صفة شبه الموصل، فقد تم قياس الموصلية الكهربائية المولارية للمادة البلورية السائلة المدروسة وللمعقدات المحضرة وأظهرت بأن المادة البلورية السائلة الحرة (MBBA) غير موصلة للكهربائية (غير الكتروليتية) ،بينما كان واضحاً تأثير التعقيد مع أيونات النحاس والكوبلت والنيكل الثنائية التكافؤ والكروم الثلاثي التكافؤ حيث تحسنت قيم التوصيلية الكهربائية المستمرة لها وأصبحت ضمن المدى (10^{-13}) الى (10^{-10}) (اوم.سم)$^{-1}$والتي تقع ضمن مدى توصيلية أشباه الموصلات العضوية. كما أن توصيلية التيار المتناوب قد ازدادت بفعل التعقيد لتكون ضمن المدى (10^{-12}) إلى (10^{-7}) (اوم .سم)$^{-1}$ وترتبت قيم التوصيلية المستمرة لها وكما يلي:-

$(MBBA\text{-}Cr^{+3})>(MBBA\text{-}Co^{+2})>(MBBA\text{-}Cu^{+2})>(MBBA\text{-}Ni^{+2})>(MBBA)$

إن أحد أهم الخصائص لأية مادة مغناطيسية هي العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسي (B) وشدة المجال المغناطيسي المسلط (H)، الممثلة بحلقة الهسترة (B.H Loop). وبالنسبة لدراسة الخواص المغناطيسية للمواد فأن شكل حلقة الهسترة المغناطيسية أمر ضروري لتحديد نوعية المغانط المصنعة سواء كانت صلدة Hardأم لينة Soft .وأن أهم القيم التي يمكن إيجادها من حلقة الهسترة هي القوة القهرية (H_c) والمغناطيسية المتبقية (B_r) والنفوذية المغناطيسية النسبية (μ_r) والتأثرية المغناطيسية (χ) .الشكل(4) يوضح حلقة الهسترة مع المادة البلورية السائلة (MBBA) قيد الدراسة (النموذج الأول)، إذ يلاحظ الخواص المغناطيسية ضعيفة جداً والتي تظهر خلالها حلقة الهسترة (B-H) ضيقة تماماً.إن السبب في ذلك يعزى إلى عدم استقرارية الأطوار وبالتالي عدم تجانس البنية المجهرية لعناصر المادة البلورية (MBBA) ،لذلك فأن العزوم المغناطيسية تكون حركتها عشوائية بالاتجاهات جميعها وهذا دليل على وجود السلوك البارامغناطيسي، حيث تتجه العزوم المغناطيسية إلى حالات حركة بصورة غير منتظمة لتتحول من صيغة البناء الفيرومغناطيسي إلى صيغة البناء البارامغناطيسي .

أما بالنسبة للشكل (4) والذي يوضح حلقات الهسترة لمعقد المادة البلورية السائلة مع فلزات النحاس والكوبلت والنيكل الثنائية التكافؤ والكروم الثلاثي التكافؤ, أي النماذج (الثاني والثالث والرابع والخامس) على التوالي،إذ يلاحظ من الشكل أن مساحة حلقة الهسترة أخذت بالتوسع تباعاً باتجاه فلز النيكل نتيجة لاتجاه العزوم المغناطيسية بصورة متوازية نحو المجال المغناطيسي بعد أن كانت بحالة غير منتظمة، فقد لوحظ زيادة الخواص المغناطيسية بصورة ملحوظة دلالة على أن الخواص المغناطيسية تتحسن أكثر عند تعقيد المادة البلورية السائلة مع فلز النيكل الثنائي التكافؤ ($MBBA - Ni^{+2}$) كما يلحظ ذلك من الشكل . أن التحسن الواضح في قيم الخواص المغناطيسية دلالة على اتجاه العزوم المغناطيسية بصورة كاملة قد أصبح موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي ليعطي خواص فيرومغناطيسية كاملة لمغانط ذات مواصفات لينة.لقد تم تحضير النماذج بتقنية المساحيق وكانت نتائجها مشجعة، وهذا يدل على نجاح المسلك التكنولوجي المتبع لتصنيع المواد المغناطيسية بطريقة المساحيق . آملين مستقبلاً ايجاد تطبيقات صناعية وطبية لهذه المركبات استناداً إلى الخصائص الفيزيائية لهذا النوع من البلورات السائلة ومعقداتها الفلزية.

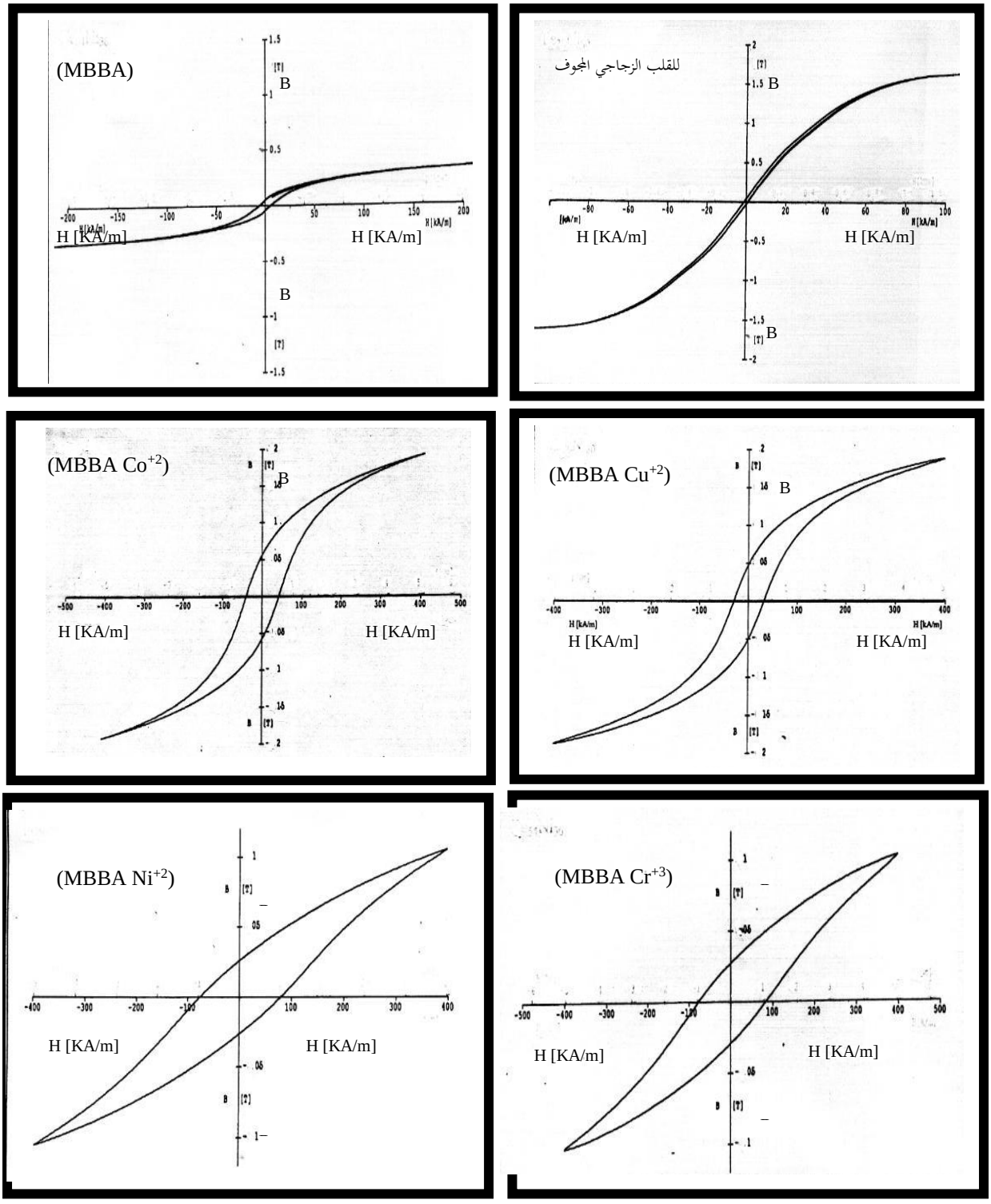
وقد تبين بوضوح ومن خلال الأشكال الناتجة في هذه الجزء من الجانب العملي إن مساحة حلقة

الهسترة تكون أكبر ما يمكن عند استخدام القلب الحديدي (المصدر القياسي)، وعند استخدام القلب الزجاجي المجوف حيث تم تجربته في أول الأمر وهو فارغاً وحصلنا على تخلف مغناطيسي يكاد يكون خطياً تقريباً على شاشة الراسم ثم استخدمنا النماذج البلورية السائلة المحضرة واتضح أن مساحة حلقة الهسترة تبدأ بالزيادة اعتباراً من النموذج الأول الذي يمثل المادة البلورية السائلة (MBBA) قيد الدراسة لوحدها ومن ثم استخدمنا المعقدات الفلزية تباعاً من النموذج الثاني (معقد المادة البلورية السائلة مع فلز النيكل) ثم النموذج الثالث (معقد المادة البلورية السائلة مع فلز النحاس) فالنموذج الرابع (معقد المادة البلورية السائلة مع فلز الكوبلت) والنموذج الخامس (معقد المادة البلورية السائلة مع فلز الكروم) وكما مبين في الشكل (4).

وقد تبين من الفحوصات المغناطيسية لأشكال حلقات الهسترة المغناطيسية ولأول مرة للمادة البلورية السائلة (MBBA) ومعقداتها الأربعة مع فلزات النحاس والكوبلت والنيكل الثنائية التكافؤ والكروم الثلاثي التكافؤ. إن اتساع حلقات الهسترة لها كما يلي:

$(MBBA\text{-}Cr^{+3})>(MBBA\text{-}Co^{+2})>(MBBA\text{-}Cu^{+2})>(MBBA\text{-}Ni^{+2})>(MBBA)$

إن معقدات النحاس الثنائي درست بشكل كبير وذلك لان هذه المعقدات تتخذ الشكل الهندسي من نوع مربع مستوي Square Planar في معظم المركبات الميزوميرية وهذا الشكل يجعل الجزيئات تتراصف بشكل أفضل مما في حالة استخدام فلزات النحاس الثنائي ميلاً لإظهار الطور البلوري السائل أكثر مما في معقدات لعناصر انتقالية اخرى بالإضافة إلى إنها تكون بارا مغناطيسية .



الشكل (4) يبين حلقة الهسترة المغناطيسية للقلب الزجاجي المجوف وللمادة البلورية السائلة (MBBA) ومعقداتها مع النحاس والكوبلت والكروم والنيكل.

References:

[1] K.J.Donovan, T.Kreouzis, N.Boden and J.Clements;(1998). Journal of chemical physics, 109,23,10400.

[2] فيزياء الجوامد – الطبعة الأولى (2000) – د.محمد أمين سليمان،د.أحمد فؤاد باشا،د.شريف أحمد خيري /كلية العلوم – جامعة القاهرة .

[3] D.Dunmur, A.Fukuda and G.Luckhurst; (2001).In Physical Properties of Liquid Crystals :Nematics, Institution of Electrical Engineers, london ,P.277 .

[4] S.chandrasekhar; (1977). Liquid Crystals,Cambridge University Press,Cambridge Monographs on Physics, London ,PP.(42-51).

[5] A.H.AL-Dujaili;(1984).Ph.d. Thesis, Sussex University, England.

[6] B.Chu, C.s.Bak and F.L.Lin ;(1972). Phys. Rev.Lett.,28, PP.(1111- 1114).

[7] M.T.Yaseen; (2003).Ph.D.Thesis, Al-Mustansiriyah University, Baghdad ,Iraq.

[8] F.Gutmann and L.E.Lyons; (1967). Organic Semiconductors, John Wiley and Sons Inc.,New Yourk.

[9] J.S.Blackmore; (1974). Solid State Physics, 2nd. Edition by W.B.Saunders Company.

[10] A.K.Jonscher ; (1976). Thin Solid Films, Vol.36,PP.(1-20).

[11] S.R.Elliot;(1987).Advances in Physics ,Vol.36,No.2,PP.135.

[12] S.P.Parker; (1987). Solid State Physics Source Book, McGraw-Hill, New Yourk, P.229.

[13] W.Bolton ; (1998).Engineering Materials Technology, 3rd. Edition, P.25.

[14] A.A.Alemi and B.Shaabani; (2000). Acta. Chim. Slov.,47, PP.(363-369).

[15] A.R.Long;(1982).Advances in physics, Vol.31,No.5,P.553.

[16] D.D.Eley;(1948).Nature, 162, 189.

[17] H.Akamatu, H.Inkochi and Y.Matsunaga; (1954). Nature, 173,168.

[18] M.E.Kassem, A.H.AL-Kubaisi and R.R.Amin ;(1998). J.Them Anal, 51,2,PP.(617-625).

Abstract

We selected liquid crystal material – Schiff bases-(MBBA) (P-Methoxybenzylidene -P- Butylaniline), in this paper describes recently four types (schiff bases) and their ions of metallic complexes (Cu^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2} , Cr^{+3}) . The electrical measurement (DC and AC) of these compounds and their complexes were investigated, the sample of study prepared for (DC) and (AC) measurements were made of disk shape with diameter (10 mm) and thickness (2 ± 0.5 mm).

To date, to our knowledge nobody has performed an accurate analysis of the shapes to magnetic hysteresis loopes measurements for the liquid crystal material (MBBA) and their ions of metallic complexes (Cr^{+3} , Ni^{+2} , Co^{+2} , Cu^{+2}). In this system we make some of part localize, the magnetic properties results prove that the best magnetic properties had been found after complexes the liquid crystal material (MBBA) with Nickel metallic (Ni^{+2}), and it is found that the magnetic hysteresis loopes increasing with the following trend: (MBBA-Ni^{+2})>(MBBA-Cr^{+3})>(MBBA-Co^{+2})>(MBBA-Cu^{+2})>(MBBA)