- - -مجلة علوم الرافدين, المجلد 17, العدد 2, خاص بالفيزياء, ص 33ـ44, 2006 - - -

# الخواص الكهربائية للمتسعات ذات الغشاء الرقيق من السبائك البوليمرية

**يحيى نوري الجمال** **رنا زياد ال فليح**

*قسم الفيزياء*

*كلية العلوم*

*جامعة الموصل*

(تاريخ الاستلام 2005/5/24 ، تاريخ القبول 2005/9/13 )

## الملخص

تم في هذا البحث تصنيع متسعات الألواح المتوازية ذات الغشاء البوليمري العازل من مـواد نقيـة ذات سلاسل طويلة من مادة البولي مثيل ميثـا اكريلايـت Poly Methyl Meth Acrylates (PMMA) وذات سلاسـل قـصيرة مـن مـادة البـولي كاربونـات Poly Carbonates (PC) والبـولي مثيلـين Poly Methylene (PM)، وكذلك من سـبائك (PMMA + PM) و (PC + PM) و (PMMA + PC + PM). ولغرض الحصول على غشاء رقيق عازل بسمك واحد استخدمنا طريقة تقنية الطرد المركزي.

تم دراسة خواص التيار-الفولتية لهـذه المتـسعات، ومـن خـلال هـذه الخـواص تـم تحديـد فولتيات انهيار المتسعات ذات سـمك واحـد ($2000\ ^{o}A$) وفـي درجـة حـرارة الغرفـة. لقـد وجـد أن قيمة فولتيات الانهيار للبوليمرات النقية (PMMA) و (PC) و (PM) تساوي 1700 V و 2800 V و 2000 V على التعاقب. بينما وجدت قيم فولتيـات الانهيـار للـسبائك (75% PMMA + 25% PM) و (50% PMMA + 50% PM) و (25% PMMA + 75% PM) و (75% PC + 25% PM) و (50% PC + 50% PM) و (25% PC + 75% PM) و (33.3% PMMA + 33.3% PC + 33.3% PM) هي 2000 V و 1850 V و 1750 V 2500 V و 1950 V و 1800 V و 1500 V على التعاقب. ولقد أظهرت جميع النماذج صفة الانهيار المتعاقب.

ومن خلال دراسة خواص التيار-الفولتية وجد أن التوصيل الأومي كان متغلبـاً عنـد الفولتيـات الواطئة. إن تصرف التيار المحدد بشحنة الفراغ تم ملاحظته أيضاً.

وأخيراً، تم دراسة زمـن تحميـل المتـسعات ذات الأغـشية الرقيقـة المـصنعة مـن الـسبائك (PMMA + PM) و (PC + PM) دالة لعدد الانهيارات، حيث وجد أن زمن التحميل يزداد بزيادة عـدد الانهيارات. وعلى ضوء النتائج تم اختيار أحـسن متـسعة مـن سـبيكة (50% PMMA + 50% PM) حيث وجد أنها ذات زمن تحميل عالي.

---

# Electrical Properties of Thin Film Capacitors of Polymeric Alloys

**Yahya N. Al-Jammal** **Rana Z. Al-Flayh**
*Department of Physics*
*College of Science*
*Mosul University*

**ABSTRACT**

In this work, a parallel plate capacitor with insulating polymeric thin film from pure material of long chain Poly Metheyl Meth Acrylates (PMMA) and short chain of Poly Carbonates (PC) and Poly Methylene (PM) as well as of alloys (PMMA + PM). In order to get a good thickness, we used rotating technique.

The current-voltage characteristic for these capacitor of a thickness (2000 $^{o}$A) had been studied at room temperature. The breakdown voltage value were found for pure polymer of (PMMA), (PC) and (PM) equal to (1700 V), (2800 V) and (2000 V) respectively. But the breakdown voltage for alloys (75% PMMA + 25% PM), (50% PMMA + 50% PM), (25% PMMA + 75% PM), (75% PC + 25% PM), (50% PC + 50% PM), (25% PC + 75% PM) and (33.3% PMMA + 33.3% PC + 33.3% PM) are (2000 V), (1850 V), (1750 V), (2500 V), (1950 V), (1800 V) and (1500 V) respectively. The results have shown the behavior sequence breakdown in those capacitor.

Finally, loading time for the thin capacitor which is consisted of (PMMA + PC), (PC + PM) and (PMMA + PC + PM) as a function of the numbers of breakdown has been studied, where it is found that the loading time increases with breakdown numbers increasing, and according to the results we have closed the best fabricated capacitor from (50% PMMA + 50% PM) alloy which we have found it to have a high loading time.

---

## المقدمـة

لقد اتجهت الصناعة في العقود الأخيرة من القرن العشرين نحو تطوير منتجاتها من حيـث تقليـل كلف إنتاجها وتحسين كفاءتها وتسهيل تصنيعها وتقليص حجومها. إن هذا الاتجاه أدى بالاستعاضـة عـن بعض المواد الحجمية (Bulk) المستخدمة في الصناعات ببدائل على شكل أغشية رقيقة من تلـك المـواد (كواك وجماعته، 1992). إن هذا العمل أحدث تطوراً كبيراً خاصة فـي صـناعة النبـائط الالكترونيـة المتكاملة ... الخ، (زي، 1990).

لقد انصبت دراستنا على تصنيع المتسعات (Capacitors) التي تعد إحدى المكونـات الأساسـية لكثير من الأجهزة الكهربائية المستخدمة كالراديو، مسجل الصوت، التلفزيون والحاسوب... الخ. وتبـرز أهمية المتسعة من خلال قابليتها لخزن الطاقة الكهربائية وتصريفها عند الحاجة، وهـذه الـصفة تـدعى بالسعة الكهربائية (Capacitance). وكما هو معروف أن المتسعة تتكون من صفيحتين موصلتين بينهمـا عازل، إلا أنها تخلف من حيث الشكل والحجم على الرغم من أن أساس عملها واحد (حسين، 2003).

إذا أن التطور السريع في الصناعات الكهربائية والإلكترونية أدى إلى الحاجة المتزايـدة والطلـب المستمر إلى تصنيع متسعات ذات قوة تحمل كبيرة وسعة عالية وحجم صغير. ومن أجل تحقيق ذلك فلقـد أجريت العديد من الدراسات والبحوث للحـصول علـى مـواد تمتـاز بالمواصـفات المـذكورة آنفـاً، (هاشم، 1989).

لقد اتجهت اهتمامات الباحثين في الآونة الأخيرة إلى المواد البوليمرية وذلك لما تمتاز به من صفات جعلتها تفوق المواد التقليدية المستخدمة، فضلاً عن انخفاض تكاليف تحضير كثيراً منها كما أنهـا سـهلة التصنيع وتمتاز أيضاً بقدرتها على التحمل ومقاومتها الحرارية. إن من المواد البوليمرية التي تم دراستها هي مادة بولي حامض الاكريلك النقي والمطعم بأيونات الصوديوم (يونس، 1994)، تم تحضير وتـصنيع أغشية من هذه المواد، إلا أنه لم يتم الحصول على متسعات ذات سعة عالية وذلك بسبب سـمك الغـشاء المتكون بحدود (300 μm). أيضاً تم تحضير سبائك من مادة بولي أكريلك أمايد وملح الصوديوم لبـولي حامض الاكريلك (الأعرجي، 1997)، إلا أنه لم يكن من الممكن الحصول على متسعة ذات سعة عاليـة. في حين تم تصنيع متسعة ذات غشاء رقيق من مادة (PMMA) وبسمك ($1500\ {}^{o}A$) مع سـعة مقبولـة (الوطني، 1999).

وكذلك تم تصنيع متسعة ذات غشاء من مادة البولي مثيل ميثا أكريلات (PMMA) واتضح ظهـور صفة الانهيار المتعاقب وان فولتية الانهيار عند المساحات الصغيرة تكون أكبر من فولتية الانهيـار عنـد المساحات الكبيرة (الجمال والوطني، 2001). وتم الحصول على متسعة من مادة بولي كلوريـد الفاينيـل (PVC) وتبين ظهور صفة الانهيارات المتعاقبة أي أن المتسعة يمكن أن تتحمل عـدداً مـن الانهيـارات المتعاقبة قبل الوصول إلى حالة فشل العازل هذا بالإضافة إلى ظهـور ثـلاث منـاطق فـي خـواص التيار-الفولتية (الجمال والوطني، 2002). أما تأثير التشعيع النيوتروني على الخواص الكهربائية لمتسعات بولي حامض الاكريلك المطعم بأيونات البوتاسيوم، قد أظهر أن التشعيع النيوتروني يزيد من التوصـيلية للبوليمر المطعم وهذا يعني أن سعة المتسعة تقل (الجمال و يونس، 2000). أما تأثيرات أشعة كاما علـى الخواص الكهربائية لمتسعات البولي مثيل ميثا أكريلات قد ولقد بينت النتائج أن سعة المتـسعة المـصنعة تزداد مع زيادة زمن التعرض للاشعاع (الدباغ، 2001).

إن الهدف الأساس من هذا البحث هو تصنيع متسعات الألواح المتوازية ذات طاقة تشغيلية عاليـة والتي تحتوي على غشاء عازل بوليمري رقيق (بولي مثيل ميثا أكريلات PMMA) وسلاسل قصيرة من مادة (بولي مثيلين PM وبولي كاربونات PC) بطريقة تقنية الطرد المركزي ودراسة الخواص الكهربائية لهذه المتسعات.

## التقنيات العملية وعملية التحضير

يتضمن هذا البند ثلاثة أجزاء هي:

**أولاً: تحضير السبائك البوليمرية:**

في هذا البحث تم استخدام ثلاثة مواد بوليمرية ذات سلاسل طويلة وسلاسل قصيرة: بولي مثيل ميثا أكريلات (PMMA) ذو سلسلة طويلة وأما البولي مثيلين (PM) والبولي كاربونات (PC) لهما سلاسل قصيرة.

إن تقنية تحضير السبائك تتطلب استعمال المادة البوليمرية على هيئة سائل، ولهذا يتم إذابة مادة البوليمر بوساطة مذيبات خاصة ذات تراكيز معينة. تم إذابة مادة البولي مثيل ميثا أكريلات (المذاب) بوساطة المذيب الكلوروفورم وبنسبة حجمية (1 إلى 4) وهذا يعني مزج حجم واحد من البوليمر مع أربعة أضعاف حجمية من مادة المذيب (الكلوروفورم). أما مادة البولي كاربونات فتم إذابتها بوساطة المذيب الكلوروفورم أيضاً، ولكن بنسبة أخرى وهي (1 إلى 3.5). وأخيراً تم إذابة مادة البولي مثيلين بوساطة المذيب (التلوين) وكانت نسبة المذاب إلى المذيب (1 إلى 3).

ففي هذا البحث تم تحضير خلائط (مزيج) من المواد البوليمرية المذكورة آنفاً وذلك بخلط نسب محدودة من البوليمرات النقية المذابة (PMMA) و (PC) و (PM) وذلك للحصول على سبائك بوليمرية لاحقاً. أما المواد التي تم تحضيرها على هيئة سوائل سواءاً كانت نقية أو خليط فهي:

1. 100% PMMA.
2. 100% PM.
3. 100% PC.
4. 75% PMMA + 25% PM.
5. 50% PMMA + 50% PM.
6. 25% PMMA + 75% PM.
7. 75% PC + 25% PM.
8. 50% PC + 50% PM.
9. 25% PC + 75% PM.
10. 33.3% PMMA + 33.3% PC + 33.3% PM.

**ثانياً: تصنيع المتسعة:**

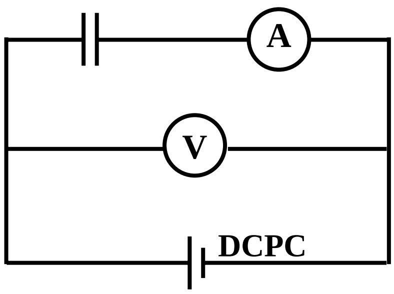
إن عملية تصنيع المتسعة تحتاج إلى السيطرة على سمك العازل بحيث يكون متجانساً على مساحة النموذج، وذلك لما لهذه الخاصية من تأثير على خواص المتسعة عموماً.

إن المتسعات المستخدمة في القياس تم تحضيرها باستخدام شرائح زجاجية بسمك (1 mm) وأبعاد cm (1.5 x 1.5) تم تنظيفها بالطرق المتعارف عليها. أعقب ذلك ترسيب طبقة رقيقة من الألمنيوم (ذو نقاوة 99.99) وبسمك $^{o}$A 2000 على إحدى أوجه الشريحة باستخدام جهاز الترسيب من نوع (varian 3317). وللحصول على غشاء بوليمري توضع عدة قطرات من البوليمر المحضر مسبقاً على هيئة سائل (نقي أو مزيج) على سطح الألمنيوم ثم تستخدم تقنية الطرد المركزي الموضحة في المصدر

(الوطني، 1999)، وبهذا يمكن الحصول على أغشية رقيقة ذات أسماك مختلفة تعتمد على عدد الـدورات في الدقيقة الواحدة وكذلك على كمية المادة البوليمرية التي توضع على الشريحة. تترك هذه النماذج لمـدة يومين أو ثلاثة في حاوية لكي يجف الغشاء البوليمري. يعقب ذلك ترسيب مادة الألمنيـوم علـى سـطح الغشاء البوليمري وبشكل فتحات دائرية ذات أقطار مختلفة تتراوح بين (1 mm – 4 mm) أمـا بالنـسبة لقياس سمك الغشاء البوليمري فلقد استخدمنا تقنية تولنسكي (Tolansky Technique).

**ثالثاً: القياسات الكهربائية:**

لقد اعتمدت طريقة فرق الجهد - التيار في دراسة الانهيارات الكهربائية لهذه النماذج وذلـك مـن خلال قياس التيار المار عبر المتسعة عند تسليط فولتية معينة عليها. زودت العينات بالتيار المستمر مـن مجهز قدرة نوع Leybold 52237 يعطي تياراً مستمراً وجهداً مستقراً. أما لقياس فرق الجهد المسلط على العينة استعمل فولتميتر ذي مؤشر من نوع (Trilett). ولمعرفة قيمة التيار المار فـي المتـسعة اسـتخدم مقياس للتيار من نوع Digital Multi-Meter. والدائرة الكهربائية المستخدمة موضحة في الشكل (1).



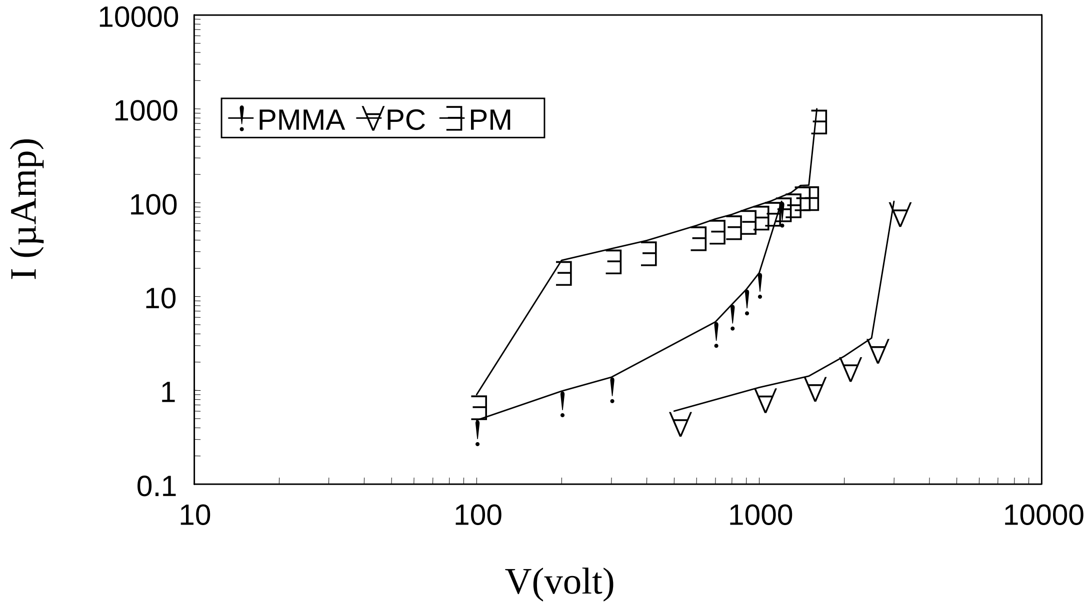

الشكل 1: دائرة قياس I-V

## النتائج والمناقشة

يتضمن هذا البند خواص التيار- الفولتية لسمك واحد من الغشاء البوليمري الرقيق من البـوليمرات النقية من مادة (PMMA) و (PC) و (PM)، ويتضمن خواص التيار- الفولتية للغـشاء المتكـون مـن السبائك البوليمرية (لاحظ بند تحضير السبائك البوليمرية). وأخيراً يتضمن حساب زمن التحميل.

**خواص التيار-الفولتية لسمك واحد للنماذج (PMMA) و (PC) و (PM) :**

يبين الشكل (2) منحنيات خواص التيار-الفولتية لمتسعات الألواح المتوازية المصنعة مـن غـشاء ذات سمك بحدود (2000 $^{o}$A) من مادة (PMMA) ذات السلاسل الطويلة و (PC) ذات السلاسل القصيرة و (PM) ذات السلاسل القصيرة أيضاً.




الشكل 2 : خواص (I-V) لـ (PM) و (PC) و (PMMA).

إن فولتيات الانهيار لتلك المواد (2000 V) و(2800 V) و (1700 V) على التعاقب. ومن الشكل يمكن ملاحظة أن التيار المتسرب في المواد البوليمرية الثلاثة يعتمد اعتماداً ملحوظاً على الفولتية المسلطة على المتسعات. وكذلك يبين الشكل أيضاً ثلاثة مناطق مختلفة الميل، وإن مثل هذه المناطق وردت في المصدر (Simmons, 1971) والذي استنبط فيه أن كثافة التيار المار في المواد العازلة كدالة للفولتية المسلطة وتخضع للعلاقة الرياضية:

$$J \propto V^m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

حيث أن m تمثل عدداً يمثل درجة اعتماد التيار المتسرب من العينة على الفولتية المسلطة.

ويبين الجدول (1) درجة الاعتماد m لخواص التيار- الفولتية لكل مادة من البوليمر المستخدمة (PMMA) و (PC) و (PM) في المناطق الثلاثة.

الجدول 1: درجة اعتماد m في المتسعات المصنعة ذات أغشية رقيقة بحدود 2000 $^{o}$A للمواد (PMMA) و (PC) و (PM).

| m | نوع البوليمر | المنطقة |
|---|---|---|
| 1 | PMMA | الأولى |
| 1.2 | PC | |
| 0.6 | PM | |
| 1.5 | PMMA | الثانية |
| 2 | PC | |
| 1.5 | PM | |
| 3.65 | PMMA | الثالثة |
| 17.5 | PC | |
| 6 | PM | |

ويمكن تفسير المناطق الثلاثة على النحو التالي:

- **المنطقة الأولى:**

وجدت قيمة ($m \sim 1$)، وهذا يعني أن التيار المتسرب يتناسب طردياً مع الفولتية، أي بمعنى أنها خاضعة لقانون أوم. إن هذه المنطقة تظهر عندما تكون كثافة الحاملات الفعالة $N_c$ في حزمة التوصيل أقل بكثير من كثافة الحاملات الحرة $N_o$ أي أن ($N_o > N_c$)، وبالتالي فان كثافة التيار في هذه المنطقة تخضع للعلاقة الرياضية الآتية (Lampert, 1956):

$$J = N_o\, q\, \mu \frac{v}{d} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث أن q تمثل الشحنة، $\mu$ تحركية الشحنة، d سمك المادة و $N_o$ كثافة الحاملات الحرة والتي تعطى بالعلاقة التالية:

$$N_o = N_c \exp - \frac{E}{K_B\, T} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

حيث أن E تمثل طاقة التنشيط، $K_B$ ثابت بولتزمان و T درجة الحرارة المطلقة.

- **المنطقة الثانية:**

أما في المنطقة الثانية، فلقد تم حساب قيمة m فكانت بحدود ($m \sim 2$)، وهذا يعني بأن عملية التوصيل في هذه المنطقة قد تخضع لآلية التيار المحدد بالشحنة الفراغية Space Charge Limited Current (SCLC)، فعلية فإن كثافة التيار المار في هذه الحالة يخضع للعلاقة التالية (Lampert and Mark, 1970):

$$J = \frac{9}{8}\, \varepsilon\, \mu \frac{v^2}{d^3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

حيث أن $\varepsilon$ ثابت عزل المادة.

أما بالنسبة إلى الفولتية v التي يحدث عندها الانتقال من المنطقة الأومية إلى منطقة التيار المحدد بالشحنة الفراغية (SCLC) فتعطى بالعلاقة التالية:

$$v = q\, N_t \frac{d^2}{2\,\varepsilon} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

- **المنطقة الثالثة:**

في هذه المنطقة نشاهد التيار يزداد بصورة مفاجئة وسريعة وبشكل شبه عمودي على محور الفولتية المسلطة (أي المحور السيني). ويمكن تفسير ذلك بأن جميع المطائد الموجودة في الغشاء (المادة) قد امتلأت مسبقاً (أي في المنطقة الثانية) في الشحنات ولتصل إلى حالة ثالثة يمكن أن يطلق عليها Trap Filled Limited (TFL)، وأصبحت المادة العازلة في الحقيقة خالية من المصائد، وبحيث أن شحنة

إضافية تدخل المادة تصل مباشرة إلى حزمة التوصيل. إن الفولتية $v_{TFL}$ التي يحدث عندها الانتقال مـن المنطقة الثانية إلى المنطقة الثالثة والتي يمكن أن تعد شبه ثابتة تعطى بالعلاقة الرياضية التالية:

$$v_{TFL} = q\, N_t \frac{d^2}{2\,\varepsilon} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

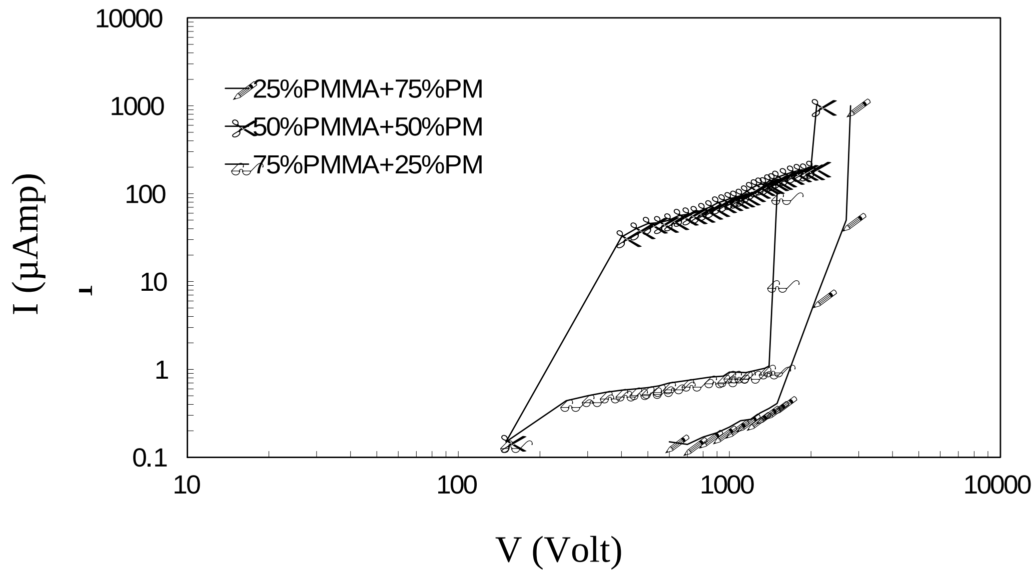
ويمكن اعتبار هذه الفولتية $v_{TFL}$ في دراستنا هي فولتية الانهيار $v_B$ (Breakdown Voltage).

**خواص التيار-الفولتية لسمك واحد من السبائك البوليمرية:-**

لقد تم دراسة خواص التيار- الفولتية للمتسعات المصنعة والتي تحتوي على غشاء رقيق ذات سمك بحدود ($2000\ ^{o}A$) من سبائك بوليمرية متكونة من خلط نسب محدودة من البوليمرات النقية (PMMA) و (PC) و (PM) حيث تم الأخذ بنظر الاعتبار الانهيار الأول لكل متسعة.

**أ. السبيكة (PMMA + PM):**

يبين الشكل (3) منحنيات خواص التيار- الفولتية لمتسعات الألـواح المتوازيـة لـسبائك بنـسب (75% PMMA + 25% PM) و (50% PMMA + 50% PM) و (25% PMMA + 75% PM)، وإن قيم فولتيات انهيارها (1750 V) و (1850 V) و (2000 V) على التعاقب. فعند مقارنـة قـيم فولتيـات الانهيار هذه مع فولتيات الانهيار للمادتين النقيتين (PMMA) و (PM) نجد أن هناك اختلافـاً واضـحاً، فنلاحظ أن فولتية الانهيار للسبيكة (25% PMMA + 75% PM) تزداد عـن فولتيـة الانهيـار للمـادة (PMMA) ثم تقل فولتية الانهيار للسبيكة (50% PMMA + 50% PM) عن السبيكة الأولى، وهكذا في السبيكة الثالثة. ويمكن تفسير ذلك إن السبائك المحضرة من بوليمرات خطية طويلة وخطية قـصيرة ذات تجانس جيد من الوحدات التركيبية، وعليه تعد من المخاليط البوليمرية (Polymer Blends) وذات طورين متجانسين.



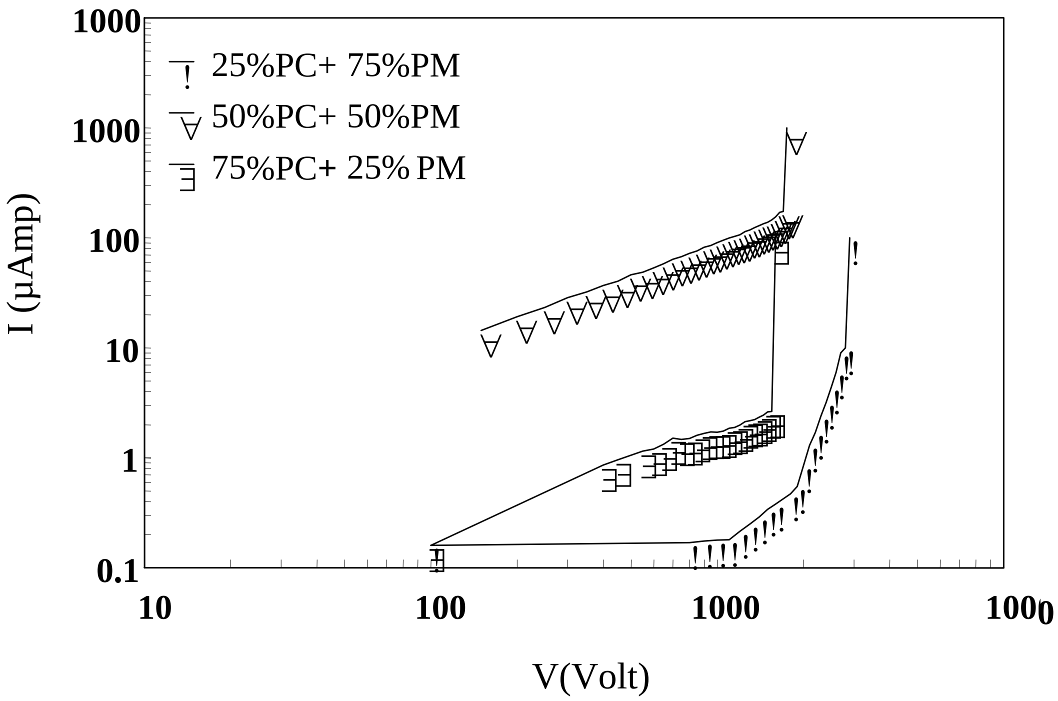

الشكل 3 : خواص (I-V) لسبيكة (PMMA+PM).

يلاحظ من الشكل (3) أن منحنيات خواص التيار- الفولتية لجميع السبائك قد حصل فيهـا عمليـة زحف بالمقارنة مع الشكل (2)، وهذا يعني أن سلوك حاملات الشحنة في الحالتين واحد. وكـذلك يمكـن ملاحظة تشابه المناطق الثلاثة التي تم ظهورها في الشكل (3)، ما عدا وجود فرق في قيم الفولتية وقـيم التيار المميز (فولتية الانتقال الأومي وفولتية الانتقال (SCLC) وفولتية الانهيار).

**ب. السبيكة (PC + PM):**

يبين الشكل (4) منحنيات خواص التيار- الفولتية لمتسعات الألواح المتوازية لسبائك مـن المـواد (PC + PM) بنـسب (75% PC + 25% PM) و (50% PC + 50% PM) و(25% PC + 75% PM). وإن قيم فولتيات انهيارها (1800 V) و (1950 V) و (2500 V) على التعاقب. فمن الملاحظ هنا أن قـيم فولتيات الانهيار للسبائك الثلاثة أكبر من فولتية الانهيار للمادتين النقيتين. وعند مقارنة فولتيات الانهيـار للسبائك الثلاثة مع فولتيات الانهيار الواردة في الشكل (3) نجد هناك زيـادة ملحوظـة فـي القـيم فـي الشكل (4)، ويمكن تفسير ذلك إن السبائك (PC + PM) محضرة من مادتين خطيتين قصيرتين وكذلك تعد من المخاليط ذات صنف Polymer Blends.

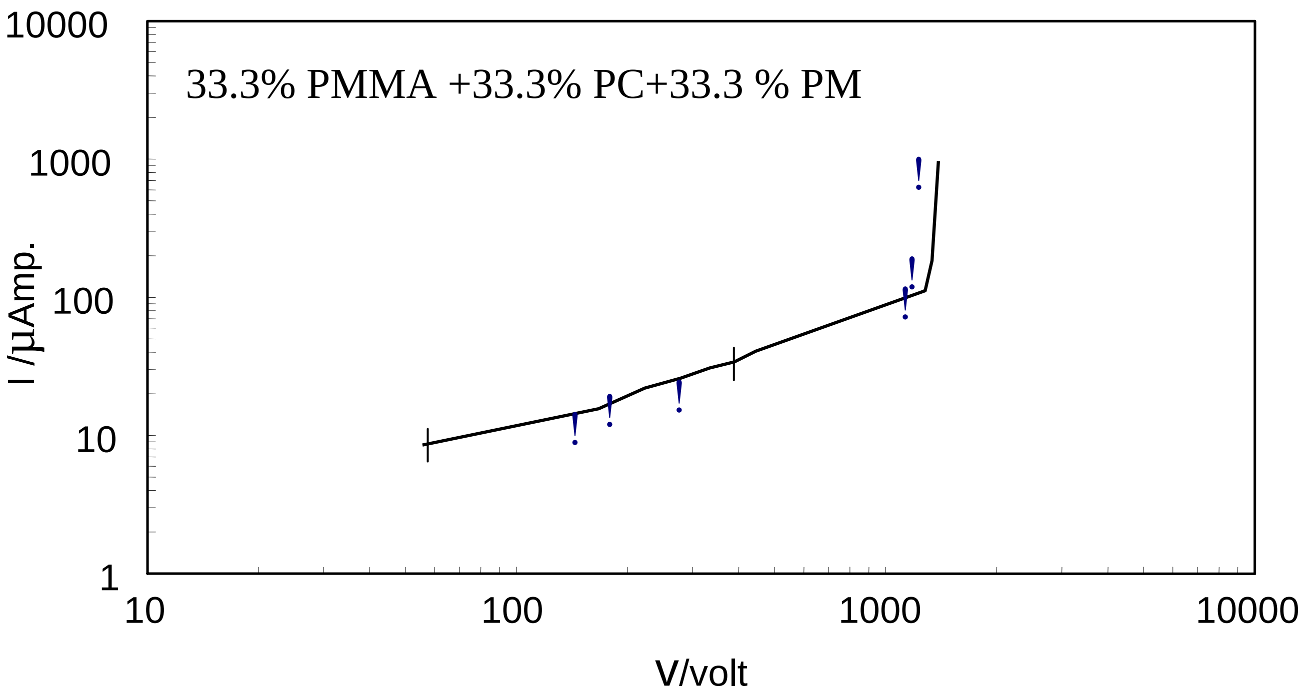
وكذلك يمكن ملاحظة نفس السلوك الذي شوهد في الشكل (3) من حيث زحف المنحنيات وسـلوك حاملات الشحنة والتوصيلية.




الشكل 4 : خواص (I-V) لسبيكة (PC+PM).

**ج. السبيكة (PMMA + PC + PM):**

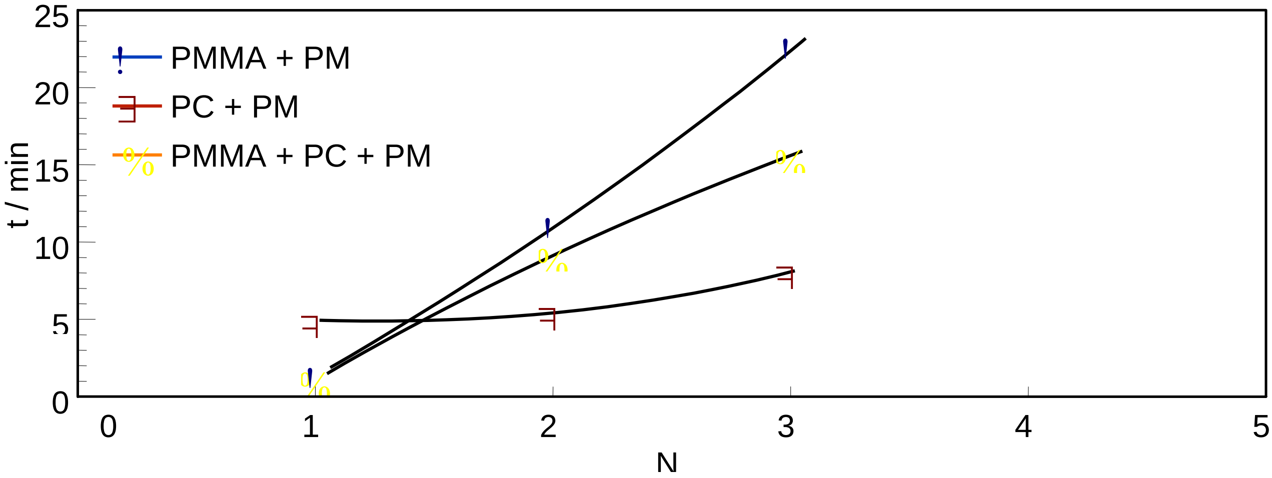
يبين الشكل (5) منحني خواص التيار- الفولتية لمتسعة الألواح المتوازية لسبيكة محضرة من مواد بوليمرية وبنسبة (33.3% PMMA + 33.3% PC + 33.3% PM). حيث يتضح من الـشكل أن قيمـة فولتية الانهيار بحدود (1500 V) . فمن الملاحظ هنا أن قيمة فولتية الانهيار قلت كثيراً عن قيم فولتيـات الانهيار للمواد النقية أو فولتيات الانهيار للسبائك المبينة في الشكلين (3) و (4). ويمكن تفـسير ذلـك أن السبيكة متكونة من ثلاثة سلاسل خطية (طويلة – قصيرة – قصيرة جداً) ولكـن لازلنـا اعـدادها مـن المخاليط ذات صنف Polymer Blends.




الشكل 5 : خواص (I-V) لسبيكة (33.3 % PMMA + 33.3 % PC + 33.3 % PM).

**حساب زمن التحميل:**

كما هو معروف أنه عند تسليط فولتية معينة (دون فولتية الانهيار للعازل) لفترة زمنية على طرفي المتسعة فان التيار المار عبر المتسعة يزداد بصورة مفاجئة مع الزمن ومن ثم يتناقص هذا التيار بـشكل أسي (Lindachen and Zenan, 2001) و (Taro, 1999). إن الهدف الأساس من هـذه الدراسـة هـي معرفة زمن التحميل للمتسعات المصنعة من الأغشية الرقيقة للسبائك البوليمرية (50% PMMA + 50% PM) و (50% PC + 50% PM) و (33.3% PMMA + 33.3% PC + 33.3% PM). فعند الانهيـار الأول اتضح أن زمن التحميل للـسبائك الاولـى والثـاني والثالثـة وهـو (1.9 min) و (5.6 min) و (1.6 min) على التعاقب. بينما نلاحظ في الانهيارات اللاحقة أن زمن التحميل للسبيكة الأولـى والثالثـة يزداد بصورة كبيرة على عكس ذلك فان زمن التحميل للسبيكة الثانية يزداد بصورة قليلة.




الشكل 6 زمن التحميل كدالة لعدد الانهيارات.

فعلى ضوء النتائج المبينة في الشكل (6) يمكننا القول أن السبيكة المحضرة من مادة (PMMA) و (PM) هي الأفضل. ومن الجدير بالذكر هنا، ما أكد عليـه العـالم (Athmer et al., 1968) أن فولتيـة الانهيار تقل كلما ازداد عدد الانهيارات، وهذا يعني أن جميع المصائد قد امتلأت بالشحنات، ولكن وجـدنا أن زمن التحميل على عكس ما فسر سابقاً حيث أن زمن التحميل يزداد بزيادة عدد الانهيارات ويمكن أن يعزى هذا إلى حدوث تفاعلات آنية داخل مناطق أخرى تقنص شحنتها.

## الاستنتاج

1. عند دراسة خواص التيار - الفولتية لنماذج المتسعات المصنعة من المواد البوليمرية النقية أو السبائكية، وجد أن هناك ثلاث مناطق وهي:
   الأولى: أومية يكون فيها تناسب التيار طردياً مع الفولتية المسلطة.
   الثانية: يكون التيار محدد بالشحنة الفراغية والتيار المار يتناسب طردياً مع مربع الفولتية.
   الثالثة: يزداد فيها التيار بصورة كبيرة ويكون تناسب التيار طردياً مع الفولتية المسلطة وان قيمة هذا التناسب تكون كبيرة.
2. ظهور صفة الانهيارات المتعاقبة في النماذج المصنعة من المواد البوليمرية النقية أو السبائكية.
3. فولتية الانهيار تتغير في السبائك المتكونة بنسب مختلفة من موادها النقية.
4. يزداد زمن تحميل المتسعات مع زيادة عدد الانهيارات المصنعة من سبائك بوليمرية.

## المصـادر العربية

الاعرجي، أصيل محمد علي زكر، 1997. دراسة الخواص الكهربائية والبصرية لنماذج من بولي أكريلك أمايد وملح الصوديوم لبولي حامض الكريلك، رسالة ماجـستير، قـسم الفيزيـاء، كليـة العلـوم، جامعة الموصل.

الجمال، يحيى نوري، الوطني، أحمد نوري، 2001. دراسة الانهيار الكهربائي المتعاقب في المتسعات ذات الأغشية لبولي ميثاكريلات المثيل (PMMA)، مجلة علوم الرافدين، المجلد 12، العدد 1، ص102-110.

الجمال، يحيى نوري، الوطني، أحمد نوري، 2002. الخواص الكهربائية لمتسعات أغشية بولي كلوريد الفانييل (PVC) الرقيقة، مجلة علوم الرافدين، المجلد 13، العدد 1، ص78-90.

الجمال، يحيى نوري، يونس، سحر عبد الغني، 2000. تأثير التشعيع النيوتروني على التوصيلية الكهربائية لبولي حامض الاكريلك المطعم بأيونات البوتاسيوم، مجلة التربية والعلوم، العدد 42، ص29-36.

الوطني، أحمد نوري، 1999. الانهيار الكهربائي في المتسعات ذات الأغشية البوليمرية، رسالة ماجستير، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة الموصل.

الدباغ، زهراء بديع ابراهيم، 2001. دراسة تأثيرات أشعة كاما على الخواص الكهربائية لمتسعات الأغشية البوليمرية لبولي ميثا اكريلايت المثيل، رسالة ماجستير، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة الموصل.

حسين، على عبد الكريم، 2003. الفيزياء العامة، دار الكتاب الجامعي، العين، الإمارات العربية المتحدة.

زي. اس. ام، 1990. نبائط أشباه الموصلات، فيزياء وتقنية، ترجمة د. فهد غالب حياتي و د. حسين على أحمد، دار الحكمة للطباعة والنشر, جامعة الموصل.

كوك لايسر، روي أ. و ناجل شراديسهل، 1992. المواد والنبائط للمهندسين الكهربائيين والفيزيائيين، ترجمة الدكتور رفعت رزق باسيلي، مطبعة دار الحكمة، جامعة البصرة.

هاشم، محمد عباس عبد المطلب، 1989. دراسة وبحث في الخواص الكهربائية والضوئية للبوليمرات مع تطبيقات على أغشية بلورية من بولي حامض الاكريلك، رسالة ماجستير، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة البصرة.

يونس، سحر عبد الغني، 1994. دراسة التوصيلية الكهربائية وعدد من الخواص لبولي حامض الاكريلك النقي المطعم بأيونات الصوديوم، رسالة ماجستير، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة الموصل.

## المصادر الأجنبية

Athmer, D.F., Mckatta, J.J. and Frak, H.F., 1968. Enclopedia of Chemical Technology, Vol.7.

Lindachen, X. and Zenen Bao, 2001. Ion-Modulated Am Bipolar Electrical Conduction in thin Film Transistor Based on Amorphous Conjugated Polymer, Appl. Phys. Lett., Vol. 78, No. 2.

Lampert, M.A. and Mark, P., 1970. Current Onjection in Solids, Academic Press, Nea York and London.

Lampert, M.A., 1956. Simplified Theory of Space-Charge Limited Current in an Insulator with Traps, Phys. Rev., 103, 1648p.

Simmons, J.G., 1971. DC Conduction in thin Climes, Mills and Boan Ltd., London.

Taro Horo, 1999. Electrical Energy Released from Structure of Al/polymide LB Film/Au, Thin Solid Films, 343, pp.248-252.