استخدام السيليلوز البكتيري في انتاج صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز

الهام اسماعيل الشمري محمد عمر محي الدين عامر حميد الدهان

الملخص

حضر مركب صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز من السيليلوز البكتيري المنتج من بكتريا ***Acetobacter xylinum*** **48** باستعمال حامض الخليك أحادي الكلور في وسط قاعدي وفي ظروف مختلفة فأمكن الحصول على هذا المركب بدرجات استبدال ثلاث هي**0.65** و**0.70** و**0.95** وبأوزان جزيئية **557000**و**615000** و**699000** غم/مول ولزوجة **5100** و**6250** و**8500** سنتبويز على التوالي. درست درجة نقاوة الأنواع الثلاثة من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز فوجد أنها **99.71** و**99.65** و**99.60**% وان نسبة رطوبتها هي **5.5** و**6.0** و**7.5** على التوالي .

درست قابلية ذوبان صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز بدرجة استبدال **0.7** وتأثير الرقم الهيدروجيني على ذائبيته ،فلوحظ أن أفضل رقم هيدروجين لأذابته تتراوح بين **7** الى **9**.

المقدمة

صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز (**SCMC**) هو ايثر السيليلوز الناتج من استبدال مجموعات الكاربوكسي مثيل (**CM**) لبعض ذرات الهيدروجين لمجموعات الهيدروكسيل لجزيئة السيليلوز. وصوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز (**SCMC**) مسحوق ابيض الى كريمي اللون، يتميز بخلوه من الرائحة والطعم وغير سام، عالي الذوبان ولا سيما في الماء الساخن، تقدر رطوبته بأقل من **10**% ونقاوته حوالي (**99** ± **1**%) (**2**، **3**). توجد أنواع مختلفة من **SCMC** تختلف في خواصها كالذوبان في الماء واللزوجة وغيرها من الخواص الاخرى اعتمادا على درجة الاستبدال ودرجة البلمرة وطول السلسلة والوزن الجزيئي للسيليلوز . ويعد **SCMC** ذا درجة أستبدال **0.7** من أكثر الانواع أستخداما وانتشارا. اشار **Glicksman** (**8**) الى ان الاستعمالات الصناعية لصوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز تعتمد على الصفات التي تميزه كاللزوجة التي تصنف الى العالية **HV** والمتوسطة **MV** والواطئة **LV** اعتمادا" على نوعية السليلوز المستخدم في تحضير صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز وعلى عملية التحضير مثل نسب مكونات محلول التفاعل ووقت التفاعل ودرجة حرارته (**11**).

هدفت هذه الدراسة الى تحضير صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز بدرجات استبدال مختلفة ومحاولة أستخدامه مستقبلاً في صناعة الايس كريم بدل الصوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز التجاري بتراكيز مختلفة وبدرجة الاستبدال نفسها .

المواد وطرائق البحث

تم تحضير صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز بثلاث طرائق هي:

الطريقة الاولى: حضر حسب الطريقة التي اوردها **Schult** و**Moe**ا (**10**) باضافة **700** مل من **propanol** – **2** إلى **25** غم من مسحوق السيليلوز البكتيري المحضر من العزلة المحلية لبكتريا ***Acetobacter xylinum*** **48** (**1**) وترك مدة في جو من النايتروجين ولحين الانتفاخ. ثم أضيف للمزيج المحلول القاعدي المحضر في **2-propanol** بصورة تدريجية مع التحريك الميكانيكي المستمر وترك المزيج لمدة ساعة بدرجة حرارة الغرفة (**25**م^0) لزيادة الانتفاخ، أضيف بعدها المحلول المشبع من **Monochloro acetic acid** المذاب في **2- propanol** مع التحريك المستمر لمدة ساعة اخرى بدرجة حرارة الغرفة، ثم رفعت درجة الحرارة إلى **75** م وترك المزيج مدة ساعة اخرى

جزء من اطروحة دكتوراه للباحث الاول

كلية الزراعة– جامعة بغداد– بغداد، العراق.

مع التحريك المستمر. عدل الرقم الهيدروجيني للمزيج إلى درجة التعادل باضافة حامض الخليك. ثم غسل العالق باستعمال **propanol** -2 اولاً ثم بالميثانول بتركيز **70%** باستخدام جهاز استخلاص **soxhlet** سمي **SCMC** المنتج بهذه الطريقة بنموذج (**A**).

الطريقة الثانية: استخدمت الطريقة نفسها السابقة مع اجراء بعض التحويرات اشتملت على تركيز **Monochloroacetic acid** ومدة المعاملة. وسمي **SCMC** المنتج بهذه الطريقة بنموذج (**E**) .

الطريقة الثالثة: حضر النموذج حسب الطريقة التي اوردها **Borrmeister (7)** مع اجراء بعض التحويرات اشتملت على تراكيز بعض المواد ومدة المعاملة باضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز**35%** إلى **20** غم من مسحوق السيليلوز المنتج في هذه الدراسة مع التحريك المستمر مدة ساعة بدرجة حرارة **25** م. ثم عومل مزيج التفاعل باستعمال **Monochloro acetic acid** المذاب في الايسوبروبانول مع التحريك الميكانيكي مدة ساعة بدرجة حرارة **70** م^0 . وسمي **SCMC** المنتج بهذه الطريقة بنموذج (**F**).

جففت نواتج الطرائق الثلاث بدرجة حرارة **65** م في فرن حراري هوائي وطحنت جيداً

دراسة بعض خواص صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز:

حددت درجة التعويض في صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز البكتيري المحضر في هذه الدراسة (**A** و **E** و **F**) والنموذج التجاري (**B**) لغرض المقارنة وذلك حسب الطريقة التي اوردها **ASTM (6)** بوزن **2.5** غم من كل نموذج في دورق مخروطي **conical flask** بحجم **250** مل، أضيف اليه **50** مل من مزيج حامض نتريك – ميثانول مع التحريك لمدة ثلاث ساعات ثم رشح المزيج وغسل باستعمال **200** مل من الميثانول (**70%**) وتم التخلص من الميثانول الزائد باستعمال قمع بخنر. ولاختبار خلو الناتج من الحامض استخدمت قطرات من كاشف المثيل الاحمر. ثم جفف بدرجة حرارة **100** م في فرن حراري هوائي نقل صوديوم كاربوكسي مثيل سليلوز الى دورق بحجم **500** مل واضيف له **15** مل من. الميثانول بتركيز **70%** و **200** مل من الماء المقطر اعقبه اضافة **50** مل من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز **0.5** مولاري، ومزج مدة ثلاث ساعات. سحح الزائد من القاعدة مع حامض الهيدروكلوريك بتركيز **0.5** مولاري باستخدام كاشف الفينوفثالين واستخراج درجة الاستبدال وفق المعادلة الاتية:

$$\text{درجة الاستبدال} = \frac{0.162A}{1-0.058A}$$

علما" ان قيمة **A** هي :

$$A = (BC - DE) / F$$

حيث ان:

A = ملي مكافيء الحامض المستهلك لكل غرام من النموذج

B = ملليلتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف (**50** مل)

C = عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم (**0.5** مولاري)

D = ميليلتر من محلول حامض الهيدروكلوريك اللازم لعملية التسحيح

E = عيارية حامض الهيدروكلوريك (**0.5** مولاري)

F = عدد غرامات الكاربوكسي مثيل سيليلوز الحامضي المستخدم (**2.5** غم)

162 = الوزن الجزيئي لوحدة الكلوكوز اللامائية في السيليلوز

58 = الزيادة في الوزن الجزيئي لوحدة الكلوكوز اللامائية لكل مجموعة كاربوكسي مثيل مستبدل

قدر الوزن الجزيئي لنماذج صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز باستخدام طريقة اللزوجة التي اوردها **Stelzer** و **Klug** (**11**) بالاعتماد على علاقة **Mark – Houwnik** الموصفة ادناه:

$$[\eta] = K\overline{M}_w^{\alpha}$$

[η] = اللزوجة الجوهرية **intrinsic viscosity**

α ,K = ثوابت تعتمد على نظام الاذابة للبوليمر

M = الوزن الجزيئي

K = 2.9 و α = 0.78

يتم تقدير اللزوجة الجوهرية من اللزوجة النسبية η_{re} واللزوجة النوعية η_{sp} لنماذج صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز A و E و F ولنموذج B التجاري).

قدرت اللزوجة النسبية لجميع النماذج باستخدام جهاز r Ostwal viscomete وحساب الزمن اللازم (t) لجريان محاليل النموذج بمختلف التراكيز باستخدام ساعة توقيت مع حساب زمن الجريان (t_0) للمذيب المستخدم في اذابة النماذج وهو محلول كلوريد الصوديوم بتركيز 0.1% بدرجة حرارة 25 م وقدرت اللزوجة النسبية حسب المعادلة الاتية:

$$\text{اللزوجة النسبية } \eta_{re} = \frac{t}{t_0}$$

اما اللزوجة النوعية فقدرت من اللزوجة النسبية كالاتي:

اللزوجة النوعية η_{sp} = اللزوجة النسبية − 1

ومنها قدرت اللزوجة الجوهرية :

$$\text{اللزوجة الجوهرية } [\eta] = \frac{\eta_{sp}}{C}$$

حيث ان :

C = تركيز محلول البوليمر (غم / 100 مل)

$$[\eta] = 2.9 \times 10^{-4} M^{0.78}$$

M = الوزن الجزيئي

قدرت اللزوجة لنماذج صوديوم كاربوكسي مثيل السيليلوز البكتيري والتجاري النقي المأخوذ من الاسواق حسب الطريقة التي وردت في (2) بتحضير محاليل من هذه النماذج بتركيز 1% في 0.1% من محلول كلوريد الصوديوم مع التحريك المستمر لمدة 10 دقائق في حمام مائي بدرجة حرارة 25 م. قدرت اللزوجة باستخدام جهاز viscometer MYr في الشركة العامة للزيوت النباتية اذ عبرت عن اللزوجة بوحدة السنتي بويز Cp .

قدرت الرطوبة لنماذج صوديوم كاربوكسي مثيل السيليلوز البكتيري والتجاري حسب ما ورد في ASTM(6) بتجفيف 3 غم من كل نموذج في فرن حراري هوائي oven بدرجة حرارة 105 م لحين ثبوت الوزن. قدرت النسبة المئوية للرطوبة حسب المعادلة الاتية:

$$\text{الرطوبة \%} = 100 \times \frac{A}{B}$$

A = مقدار الفقد في الوزن اثناء التجفيف ؛ B = وزن النموذج المستخدم

استعملت الطريقة المذكورة من قبل ASTM (6) لتحديد نقاوة نماذج صوديوم كاربوكسي مثيل السيليلوز البكتيري والتجاري ، بوزن 3 غم من كل نموذج ونقله الى دورق مخروطي بحجم 400 مل واضيف له 150 مل من الايثانول بتركيز 80% بدرجة حرارة 60 م الى 65 م. وضع الدورق في حمام مائي بدرجة حرارة 60 م الى 65 م ايضاً بحيث كان مستوى الماء في الحمام المائي اعلى من مستوى الايثانول في الدورق مع تغطية الدورق بغطاء من رقائق الالمنيوم والتحريك ميكانيكياً مدة 10 دقائق.وقف التحريك واعطيت المواد غير الذائبة فرصة للركود ومن ثم التخلص من الجزء العلوي السائل. اضيف 150 مل اخرى من الايثانول وبتركيز80% الى الدورق واعيدت العملية نفسها مرة ثانية. بعد التخلص بصورة تامة من الجزء العلوي السائل ، نقلت محتوياته الى جفنة خزفية موزونة، بوساطة الايثانول وبالتركيز نفسه وبدرجة حرارة 60 م الى 65 م.

غسلت بعدها المحتويات غير الذائبة في الجفنة باستعمال **50** مل من الايثانول بتركيز **95%** بدرجة حرارة الغرفة ومن ثم بالايثر بعد التخلص بصورة نهائية من الايثانول. وضعت بعدها الجفنة في وعاء داخل حمام مائي للتخلص من الايثر ومن ثم جففت في فرن حراري هوائي بدرجة حرارة **105** م^0 لمدة ساعتين مع التحريك المستمر بوساطة قضيب زجاجي لمحتويات الجفنة لضمان اكمال عملية التجفيف لكل المحتويات. وضعت الجفنة بعد التجفيف في داخل **desicater** وبردت بدرجة حرارة الغرفة ومن ثم وزنت النماذج وحددت النقاوة من القانون الاتي:

$$\text{نقاوة النموذج \%} = \frac{A \times 10000}{B(100 - C)}$$

حيث ان:-

A = وزن النموذج بعد التجفيف؛ **B** = وزن النموذج؛ **C** = النسبة المئوية لرطوبة النموذج البكتيري

درست قابلية ذوبان نماذج صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز باذابتها في الماء البارد بدرجة حرارة تراوحت ما بين **10** م^0 الى **20** م^0 والدافىء بدرجة حرارة تراوحت ما بين **30** م^0 إلى **40** م^0 وسجلت النتائج اعتماداً على النظر.

درس تأثير الرقم الهيدروجيني على الذائبية حسب الطريقة التي وردت في (**2**) بأذابة **1** غم من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز البكتيري بدرجة استبدال **0.7** للنموذج **E** والنموذج التجاري في **100** مل من دارىء فوسفات الصوديوم او خلات الصوديوم بتركيز **0.2** مولر بأرقام هيدروجينية مختلفة شملت **3**، **4**، **5**، **6**، **7**، **8**، **9**، **10** وسجلت النتائج المستحصل عليها اعتماداً على النظر.

درس تأثير درجة الحرارة على اللزوجة حسب الطريقة المذكورة في (**4**) بتعريض محلول صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز البكتيري (نموذج **E**) بتركيز **1%** إلى درجات حرارة مختلفة في حمام مائي تراوحت من **10 – 80** م^0 وبفارق **10** درجات بين معاملة واخرى. وقدرت اللزوجة بجهاز **viscometer MYr** في الشركة العامة للزيوت النباتية.

حضرت النماذج المجهزة لفحص **IR** والذي اجري في قسم الكيمياء / جامعة النهرين باستخدام جهاز **FTIR** بشكل اغشية **films** من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز وحسب الطريقة الواردة في **ASTM** (**6**) بأذابة **2.5** غم من كل نموذج في **200** مل ماء مقطر. سخن المزيج في كل دورق بدرجة حرارة **90** م^0 مع التحريك المستمر لمدة ساعتين تقريبا" لحين اكمال الذوبان ثم بردت وتركت راكدة إلى اليوم التالي. سحب **4–5** مل من الجزء العلوي للنماذج وعمل منه غشاء داخل اطار زجاجي وتركت الاغشية لتجف إلى اليوم التالي ثم قشطت وفحصت بجهاز **FTIR** .

النتائج والمناقشة

تحضير صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز

انتجت ثلاثة نماذج من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز بأتباع طرائق مختلفة للحصول على هذا المنتوج بمواصفات تختلف فيما بينها بدرجة الاستبدال والوزن الجزيئي وما يترتب عن ذلك من اختلاف في اللزوجة وغيرها من الخواص الاخرى وهذه النماذج هي **A, E, F** (الجدول**1**).

اشار **Glicksman** (**8**) الى ان الاستعمالات الصناعية لصوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز تعتمد على الصفات التي تميزه كاللزوجة التي تصنف الى العالية **HV** والمتوسطة **MV** والواطئة **LV** اعتمادا" على نوعية السليلوز المستخدم في تحضير صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز وعلى عملية التحضير مثل نسب مكونات محلول التفاعل ووقت التفاعل ودرجة حرارته. وفي جميع الطرق التي اعتمدت في هذه الدراسة لتحضير النماذج الثلاثة من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز روعي ان يكون التفاعل على مرحلتين تضمنت الاولى تحضير السيليلوز القاعدي من السيليلوز المنتج من بكتريا ***Acetobacter xylinum*** **FEA 48** باضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم كما موضح ادناه:-

$$R - OH + NaOH \rightarrow R - O\,Na + H_2O \ldots\ldots 1$$

ومن ثم مفاعلة السيليلوز القاعدي مع Sodium monochloro acetate لينتج عن هذا التفاعل صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز .

$$R - ONa + Cl - CH_2 - COONa \rightarrow R - O - CH_2 - COONa + NaCl \ldots\ldots\ldots 2$$

جدول 1: بعض الخواص الفيزيائية المهمة لنماذج صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز (A, E, F) والمنتجة من سيليلوز العزلة *Acetobacter xylinum* FEA 48، ونموذج المقارنة التجاري (B)

نماذج SCMC	درجة الاستبدال	الوزن الجزيئي (غم/مول)	اللزوجة (سنتبويز)	نوعية SCMC من حيث اللزوجة
F	0.95	699000	8500	لزوجة عالية HV
E	0.70	615000	6250	لزوجة عالية HV
A	0.65	557000	5100	لزوجة عالية HV
B (نموذج المقارنة التجاري)	0.70	334000	2550	لزوجة عالية HV

وفيما يأتي الخواص المميزة للنماذج الثلاثة من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز المنتجة:

درجة الاستبدال والوزن الجزيئي واللزوجة

ترتبط صفات درجة الاستبدال والوزن الجزيئي واللزوجة للبوليمر بعلاقة وثيقة، اذ تؤثر احداهما على الاخرى ويوضح الجدول (1) درجة الاستبدال والوزن الجزيئي واللزوجة لنماذج SCMC المحضرة من السيليلوز المنتج من البكتريا *Acetobacter xylinum* FEA 48 والتي رمز لها بالنماذج A, E, F اضافة الى نموذج المقارنة التجاري B اذ بلغت درجة الاستبدال والتي تعني استبدال مجموعات الكاربوكسي مثيل (CM) لبعض ذرات الهيدروجين لمجموعات الهيدروكسيل لجزيئه السيليلوز لهذه النماذج 0.95 و 0.70 و 0.65 و 0.70 على التوالي، في حين بلغ الوزن الجزيئي 699000 و 615000 و 557000 و 334000 غم / مول، واللزوجة 8500 و 6250 و 5100 و 2550 سنتبويز، على التوالي. ومن ملاحظة الجدول يمكن الاستنتاج انه بزيادة درجة الاستبدال يزداد الوزن الجزيئي بسبب زيادة مجموعات CH – COO – Na المستبدلة في سلسلة السيليلوز والتي تنعكس ايضاً على لزوجة البوليمر، اذ اشير الى ان معدل طول السلسلة ودرجة الاستبدال تحددان الوزن الجزيئي للبوليمر(9). واعتماداً على المصدر اعلاه يمكن اعتبار الانواع الثلاثة من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز المحضرة في هذه الدراسة من الفئة ذات اللزوجة العالية بالاعتماد على الوزن الجزيئي للبوليمر الناتج، اذ يعتبر البوليمر عالي اللزوجة اذا ما تراوح وزنه الجزيئي ما بين 250000 و 700000 غم/ مول ومتوسط اللزوجة ما بين90000 و 250000 غم / مول وواطىء اللزوجة اذا ما بلغ وزنه الجزيئي 90000 غم / مول او دون ذلك على ان تكون درجة الاستبدال 0.7. في حين اشار Stelzer و Klug (11) الى نفس العلاقة ما بين الوزن الجزيئي واللزوجة لبعض الانواع التجارية من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز العالية اللزوجة 7H بدرجة استبدال 0.8 والمتوسطة اللزوجة 7M والواطئة اللزوجة 7L والمحضرة بتراكيز 1 و 2 و 2 % على التوالي والتي تراوحت لزوجتها ما بين 1500 الى 2500 سنتبويز ومن 300 الى 600 سنتبويز ومن 25 الى 50 سنتبويز على التوالي واوزانها الجزيئية هي في حدود 700000 و 250000 و 100000 غم/ مول على التوالي ايضاً.

لدرجة الاستبدال اهمية بالغة في تحديد لزوجة SCMC ويعد SCMC بدرجة استبدال 0.70 من اكثر الانواع الشائعة الاستعمال في صناعة الالبان ، اذ تمنح منتجات الالبان قواما" على درجة عالية من التجانس بين المكونات الذائبة الاخرى (5).

تؤثر درجة الاستبدال في سلوك الاصماغ وصفاتها كالذائبية، وعلى الخواص الفيزيائية المرغوبة الاخرى وتقدر اعلى درجة استبدال يمكن الحصول عليها نظرياً بواقع 3. غير ان SCMC المستعملة في المجالات الصناعية ذات درجات استبدال اقل من هذه القيمة بكثير (2، 3).

من انواع CMC المعروفة عالميا" والمنتج في فرنسا هو Blanose الذي يتميز بنقاوته ولزوجته العاليتين وهو على ثلاثة انواع هي 7H و $7H_4$ و $7H_9$ بلزوجة تتراوح بين1500 – 2500 مليبويز للنوع الاول و 2500 – 4500 مليبويز للنوع الثاني و 4000 – 9000 مليبويز للنوع الثالث وتتراوح درجة الاستبدال لهذه الانواع ما بين 0.65 – 0.90 وبتركيز 1% (2، 4).

الرطوبة والنقاوة

يظهر الجدول (2) رطوبة ودرجة نقاوة نماذج صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز المحضرة في الدراسة من السيليلوز البكتيري والسيليلوز التجاري اذ يلاحظ ان نسبة الرطوبة كانت 7.5 و 6.0 و 5.5 و 6.2 % للنماذج A, E, F البكتيرية والنموذج B التجاري على التوالي. اما درجة نقاوة النماذج فقد بلغت 99.6 و 99.65 و 99.71 و 99.63 %، على التوالي. وتأتي نتائج الرطوبة والنقاوة للنماذج المحضرة من السيليلوز البكتيري ضمن الحدود المذكورة في الطرق القياسية لاختبار صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز والتي تتراوح ما بين 2–10 % بالنسبة للرطوبة و 98% كحد ادنى لنقاوة نماذج صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز المستعملة في التطبيقات الغذائية (6) ومقاربة لرطوبة ونقاوة النموذج التجاري. في حين ذكر Stelzer و Klug (11) ان نقاوة انواع صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز المستعملة في الاغذية ينبغي ان لا تقل عن 99.5. كما واشار الى انه بزيادة درجة استبدال صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز سوف تزداد رطوبته اضافة لكونه اساسا" من البوليمرات المحبة للماء.

جدول 2:رطوبة ودرجة نقاوة نماذج صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز المحضرة من السيليلوز البكتيري (A, E, F) ونموذج المقارنة التجاري (B)

نماذج SCMC	الرطوبة (%)	النقاوة (%)
F	7.5	99.6
E	6.0	99.65
A	5.5	99.71
B	6.2	99.63

تأثير درجة الحرارة في اللزوجة

يوضح الشكل (3) العلاقة ما بين درجة الحرارة ولزوجة نموذج (E) من SCMC المحضر من السيليلوز المنتج من بكتريا *Acetobacter xylinum* FEA 48 بدرجة استبدال 0.7 وبتركيز 1% والنموذج التجاري (B) المحضر بالتركيز نفسه ودرجة الاستبدال نفسها. اذ يلاحظ وجود علاقة عكسية خطية الى حد ما بين درجة الحرارة واللزوجة فاللزوجة تنخفض بارتفاع درجة الحرارة وترتفع بانخفاض درجة الحرارة . وقد اشار Stelzer و Klug (11) الى هذه الظاهرة والى ان تعرض صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز الى الحرارة العالية لفترة طويلة قد تؤدي الى تحطم صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز وانخفاض اللزوجة (2) كما يلاحظ بان النموذج التجاري يفقد كامل لزوجته في 80 $م^0$ بينما يبقى النموذج المحضر من السيليلوز البكتيري محتفظا" بـ 73.67 % من لزوجته عند 80 $م^0$ مما يعني امكانية استخدامه في المنتجات التي تحتاج الى معاملات حرارية.

الذائبية

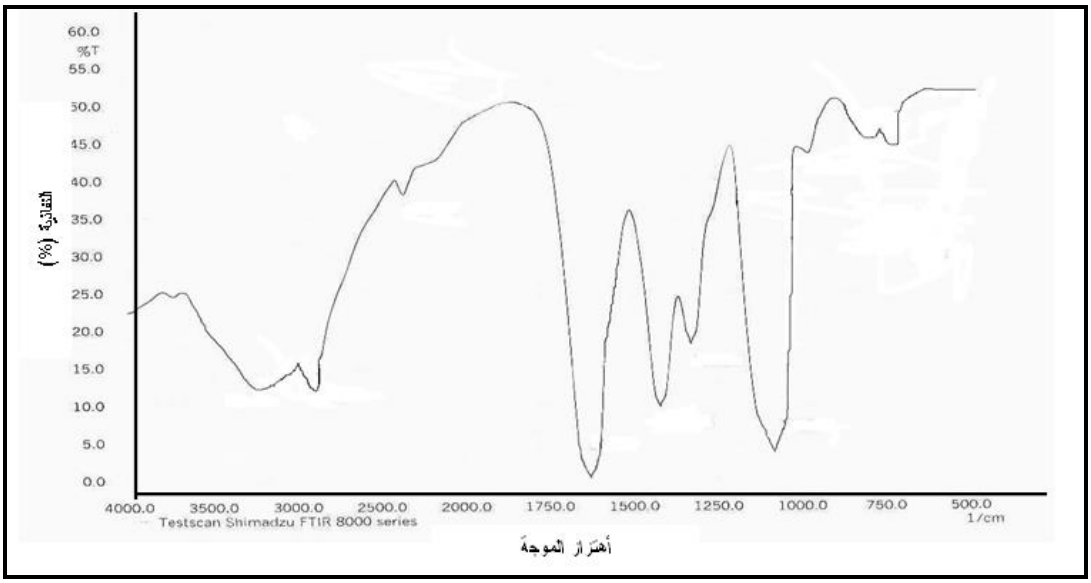
لوحظ من خلال تجربة بصرية ان صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز البكتيري المحضر في هذه الدراسة والتجاري يتميزان بذائبية جيدة في الماء بدرجة حرارة 10–20 $م^0$ دون ان يتركا راسبا" الا انهما اكثر واسرع ذوبانا" في الماء الدافىء بدرجة حرارة 30–40 $م^0$.

تاثير الرقم الهيدروجيني في الذائبية

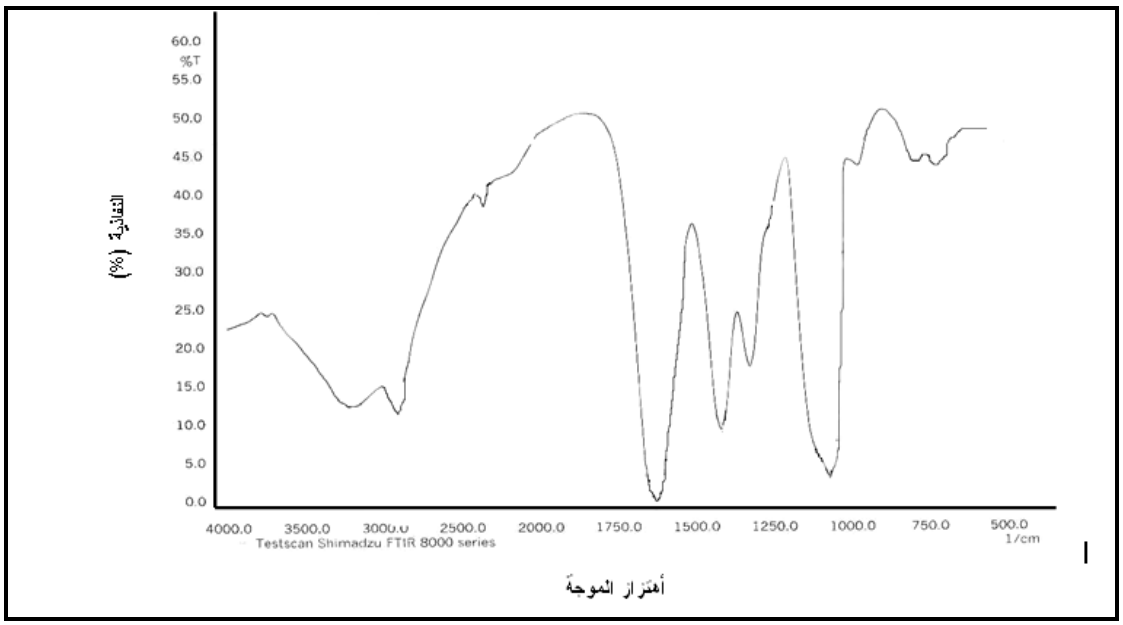
اختبرت قابلية اذابة SCMC البكتيري والتجاري في محاليل الفوسفات المنظم بتركيز 0.2 مولر بارقام هيدروجينية حامضية و متعادلة و قاعدية، تراوحت بين 3– 10 . ولوحظ انخفاض قابلية الذوبان بانخفاض الرقم الهيدروجيني لكلا النموذجين، وكلما قل الرقم الهيدروجيني عن 6 قلت الذائبية ويعزى ذلك الى تكون الكاربوكسي مثيل سيليلوز الحامضي غير الذائب (2). وافضل اذابة تم الحصول عليها كانت في الارقام الهيدروجينية ما بين 7 الى 9، علما" ان هذه التجربة قد تم متابعتها بالنظر ومن ملاحظة تكون الراسب من عدمه كما في التجربة السابقة .

فحص نماذج SCMC البكتيرية بالاشعة تحت الحمراء IR

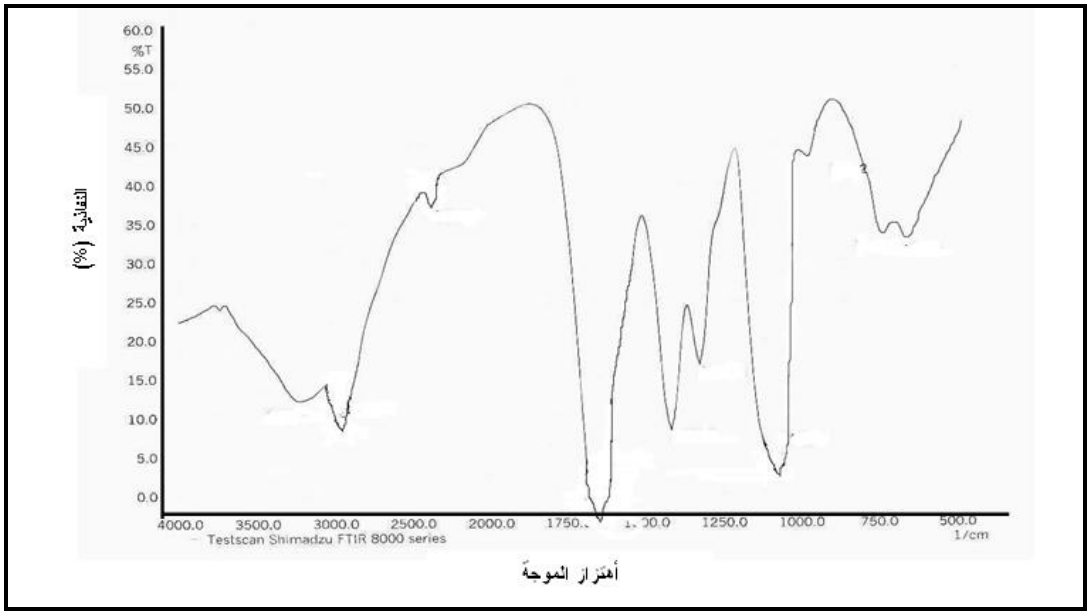
تستعمل طريقة الفحص بالاشعة تحت الحمراء للدراسات النوعية والكمية للمركبات العضوية والمخاليط المختلفة منها. كما هو معروف فان طبيعة امتصاص هذه الاشعة يختلف من مركب كيميائي الى اخر وان نوع الامتصاص هو صفة ثابتة تتعلق بنوع الذرات او المجموعات الموجودة في المركب، والتي تتصرف كل منها ككتلة واحدة لها امتصاص خاص بها تظهر بشكل قمم نهاياتها متجهة الى الاسفل وبذلك يمكن تشخيص وتمييز المجموعات الفعالة في المركبات العضوية والتي تعتبر اساسا" للتشخيص النوعي. وتوضح الاشكال (فحص لنماذج صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز F, E, A المحضرة من السيليلوز البكتيري والشكل (4) التجاري بالاشعة تحت الحمراء، اذ يلاحظ ظهور مجموعة (OH) عند الطول الموجي 3394.5 ومجموعة (C-H) عند الطول الموجي 2916.2 ومجموعة (C=O) عند الطول الموجي 1676.0 ومما يدل على عودة مجموعة الكاربونيل هذه الى مجموعة الاستر (-C-O-) هو ظهور مجموعة C=O الظاهرة بعدها على الطول الموجي 1064.6. كما يلاحظ من الاشكال ظهور مجموعات (C-H) و (O-H) عند الاطوال الموجية 1419.5 و 1326.9 على التوالي. وتعد مجموعة المثيل (C-H) ومجموعة الكاربوكسيل (C=O) من اهم المجموعات الدالة على ان المركب الناتج هو صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز.



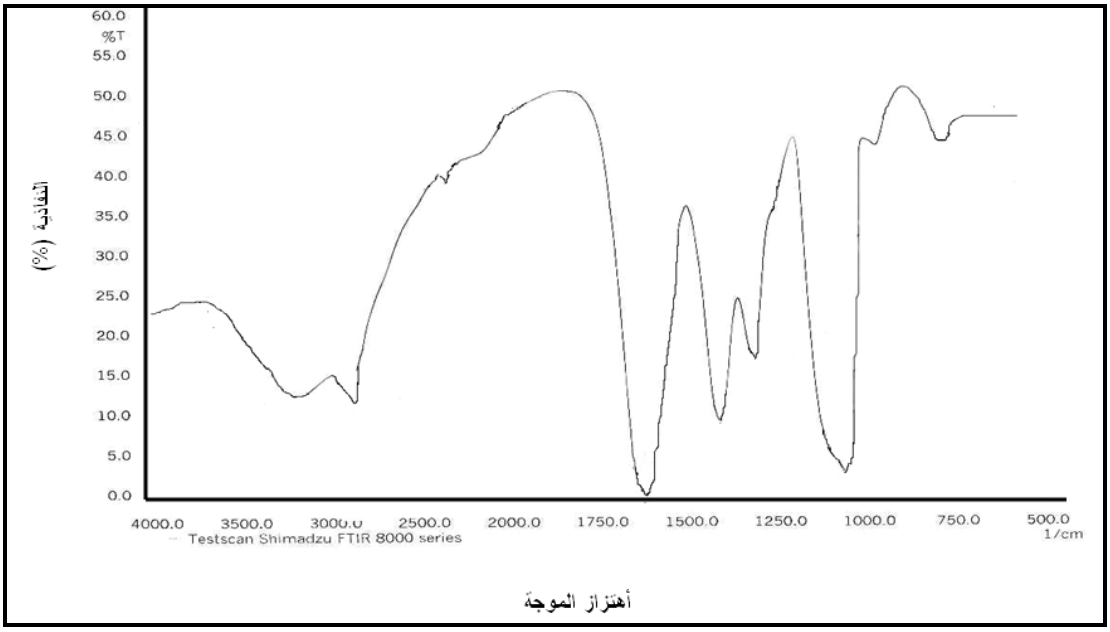
شكل 1: فحص IR لنموذج (A) من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز المحضر من السيليلوز المنتج من البكتريا *Acetobacter xylinum* FEA 48



شكل 2: فحص IR لنموذج (E) من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز المحضر من السيليلوز المنتج من البكتريا *Acetobacter xylinum* FEA 48 .



شكل 3: فحص IR لنموذج (F) من صوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز المحضر من السيليلوز المنتج من البكتريا *Acetobacter xylinum* FEA 48 .



شكل 4: فحص IR لنموذج (B) من الصوديوم كاربوكسي مثيل سيليلوز التجاري

المصادر

1- الشمري،الهام أسماعيل ;قازانجي،محمد عمر محي الدين;والدهان،عامر حميد(2007). أنتاج السيليلوز من *Acetobacter xylinum* المعزول محلياً ودراسة بعض خواصه . قسم علوم الأغذية والتقانات الأحيائية–كلية الزراعة–جامعة بغداد .ص 31–41 .

2- **Anonymous (2005). Blanos refined CMC. Physical and chemical properties. www.Blanosecon.com.**

3- **Anonymous (1999). Food product desing , application, special effects with gums. www.caliboxcom.**

4- **Anonymous (2005). Sodium carboxy methyl cellulose chemistry www.miscJobs.com.**

5- **Anonymous (2005). Sodium carboxy methyl cellulose- leading of SCMC in India www.morechemistry.com.**

6- **ASTM, (1985). Standard Methods of Testing Sodium Carboxy Methyl Cellulose. In:Annual Book of ASTM Standards. D1439-83a.**

7- **Borrmeister, B. D.(1989). Ger(East) PatentDD233,377**

8- **Glicksman, M. (1969). Cellulose gums in Gum Technology in the food industry. Acadimic press, New York, pp:398-464.**

9- **Lee, S.Y.; S. Park, J. P. park; Y. Lee and S. H. Lee (2005) Microbial polysaccharides . IN: economic Aspects of Biopolymer production . (BY Int.). www.bioscince. org/ editmemb/clee.htm.**

10- **Schult, T. and S. T. Moe (1997). Viscosity less and molcular weight degration during etherification of high-moecular weight cellulose .(by Int.) www.chemeng. Ntnu.no/research /paper/publication /1997/montreal – 97- pdf.**

11- **Stelzer, G.I. and E. D. Klug (1980). Carboxy methy cellulose . In: Hand book of Water Soluble Gums and Resins Chapter 4.**

PRODUCTION OF SODIUM CARBOXY METHYL CELLULOSE FROM BACTERIAL CELLULOSE

E. I Al-Shmary M. O. Muhyaddin A. H. El-Dahhan

ABSTRACT

Sodium carboxy methyl cellulose with three different degree of substitution that valued 0.65, 0.70 and 0.95 were prepared by alkalification and esterification of bacterial cellulose produced by *Acetobacter xylinum* 48 with monochloro acetic acid under different conditions. The molecular weight of three samples of Sodium carboxy methyl cellulose were 557000, 615000 and 699000 gm/mol, while their viscosity were 5100, 6250 and 8500 centipoises, with a purity of 99.71, 99.65, 99.60% and moisture content of 5.5, 6.0, 7.5%, respectively.

The study revealed that the best pH was ranged between 7-9 for solubility of bacterial Sodium carboxy methyl cellulose with degree of substitution 0.7 .

Part of Ph.D. Theses for the first author.
College of Agric. - Baghdad Univ. – Baghdad, Iraq