مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية المجلد(13) العدد(2)–(2013)
ISSN-1813-1646

دراسة افضل ظروف استخلاص لبعض الغرويات المائية ذات المنشأ النباتي وتشخيص مكوناتها السكرية والمجاميع الوظيفية فيها .

أحمد محسن علي احمد الجنابي وبيان ياسين العبد الله
قسم علوم الاغذية / كلية الزراعة /جامعة تكريت

الكلمات الدالة : استخلاص ، مكونات سكرية

للمراسلة : أحمد محسن علي احمد الجنابي
قسم علوم الاغذية / كلية الزراعة /جامعة تكريت

الاستلام: 2012-10-10
القبول : 2013-1-15

الخلاصة

تضمنت هذه الدراسة استخلاص المادة الصمغية من مساحيق الخامات النباتية (ثمار الباميا منزوعة الاقماع ، بذور فول الخروب ، بذور الكتان) ، تباينت ظروف استخلاص الصموغ من الخامات النباتية ، وقد كانت ظروف استخلاص المادة الصمغية من مسحوق الباميا هي على اس هيدروجيني 7 و زمن 40 دقيقة و درجة حرارة 50 م° ، وكانت ظروف الاستخلاص من مسحوق بذور فول الخروب على اس هيدروجيني 4.6 وزمن 60 دقيقة ودرجة حرارة 100 م° . بينما كانت ظروف الاستخلاص من مسحوق الكتان على اس هيدروجيني 8 وزمن 60 دقيقة ودرجة الحرارة 100 م°. وتم تشخيص المجاميع الوظيفية في الصموغ المدروسة باستخدام طيف الاشعة تحت الحمراء وقد ظهرت قمم تشير الى وجود المجاميع الوظيفية المميزة لكل صمغ من الصموغ ، وقد لوحظ ان طيف الامتصاص لصمغي الباميا وفول الخروب قد تشابها الى حد كبير ، بينما اختلف طيف الاشعة تحت الحمراء لصمغ الكتان ، رغم تشابه الصموغ الثلاثة في ظهور قمم تمتلك قيم متقاربة في طيف امتصاص الصموغ المدروسة . شخصت مكونات الصموغ المدروسة باستخدام جهاز HPLC وقد تم ايجاد 9 انواع من السكريات وهي الفركتوز ، الكلوكوز ، حامض الكلوكونيك ، المانوز ، حامض الكالاكترونيك ، الزايلوز ، الارابينوز ، الكالاكتوز و الرامنوز ، ماعدا ان صمغ الباميا قد كان خالياً من سكر الرامنوز .

Study the best extraction conditions for some Hydrocolloids of vegetable origin and diagnosis of sugary components and thier functional groups

Ahmed Muhsin Al-janabi and Bayan Yassin Al-abdullah
Department of Food Science / Collefg of Agriculture / University of Tikrit

KeyWords: Extraction, Hydrocolloids .

Correspondence: Ahmed Muhsin Al-janabi
Department of Food Science / Collefg of Agriculture / University of Tikrit

Received: **10-10-2012**

Accepted: 15-1-2013

Abstract

This study about extraction of gums from the powder of the following plants (Okra , Carob bean seeds , flax seeds), The conditions of gums extraction from it raw materials had been varied , the best conditions to extract the gums from okra was at pH 7, Time 40 mints , temperature 50 Cº, The extraction conditions for carob bean gums was at pH 4.6, 60 mints, 100 Cº . while the conditions in flax seed was at pH 8, Time 60 , 100 Cº. Functional group had been diagnoses using IR spectroscopy Has appeared peaks indicate the presence of aggregates functional characteristics of each of gum gums . Noted that the absorption spectrum of the okra gum, carob bean has largely similarity , While disagreed infrared spectrum of flax gum them , Despite the similarity of the gums in the emergence of three peaks have values close in the absorption spectrum gums studied. Diagnosed components in studied gums by using HPLC spectroscopy and has found 9 types of sugars , fructose , glucose , gluconic acid , Mannose , galactronic acid , xylose , arabenose , galactose , rhammnose , Except that okra gum has been free of Rhammnose.

البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الاول

المقدمة

يعود استخدام الصمغ الى عدة الاف من السنين، اذ يعتقد ان المنّ الذي انزله الله سبحانه وتعالى على بني اسرائيل في رحلتهم من مصر كان على الاغلب عبارة عن نوع معين من الصمغ العربي المأخوذ من اشجار الاكاسيا . حيث اشارت الكتابات المصرية القديمة الى ان الصمغ العربي والاكار وصموغ بذرية اخرى قد استخدمت منذ زمن بعيد في الطبابة والتغذية (Meer واخرون 1975) . وتعرف الغرويات على انها المركبات التي تحتوي على السكريات المتعددة والتي تنتفخ او تنتشر في المحاليل المائية لتكون محاليل مرتفعة اللزوجة (Nep & Conway , 2010) ، إذ تستعمل الغرويات كمضافات في الصناعات الغذائية بسبب قدرتها على التحكم بالخصائص الوظيفية للنظام الغذائي فضلا عن اللزوجة التي توفرها للمحاليل بما في ذلك اعطاء الثخن للقوام (تكوين الهلام) ربط الماء ، الاستحلاب ، التثبيت ومنع اعادة بلورة الثلج ، اضافة الى الخصائص الحسية للغذاء (Singthong , 2004) . وتستعمل في الصناعات الغذائية لتحسين النكهة والخصائص الريولوجية والمظهر وحماية المنتوج الغذائي من خلال قدرتها على التثبيت والاستحلاب والتشتت والاحتفاظ بالماء (Sciarini واخرون 2009 ,) وربط الدهن (عزيز وسلمان ، 2011) للغرويات مدى واسع في تطبيقاتها فهي تستعمل في الصناعات الدوائية (Nep & Conway , 2010) و (Avachat واخرون ، 2011) . تختلف طرق استخلاص الصموغ من صمغ واخر بسبب الاختلافات في طبيعة تكوينها . حيث قام Mani and Romanthan (1981) باستخلاص صمغ الباميا ووضح ان استخدام التسميد النترويجيني بواقع 20 – 80 kg / ha يؤدي الى زيادة نسبة الصمغ المستخلص من ثمار الباميا ، بغض النظر عن نسبة البوتاسيوم . واشاروا ايضاً ان استخدام السماد البوتاسي بواقع 15 – 60 kg / ha سينتج صمغاً غير متماسك سهل التكسر وان ذلك يتغير تبعاً لمستويات البوتاسيوم ، لذلك فأن تحديد مستويات النتروجين والبوتاسيوم في التربة ذات اهمية كبيرة لتأثيرها في صمغ الباميا المستخلص . واستخلص Tomado و اخرون (1989) صمغ الباميا من صنف الباميا *Abelmoschus esculentus* حيث امتاز باحتواءه على كميات قليلة من السكريات المتعددة مقارنة مع الباميا من صنف *Hisbicus esculent L.* ولاحظوا ان استخلاص الصمغ من ثمار الباميا المجففة شمسياً جعل الثمار تحتفظ بمقدار 92 % من الصمغ واشاروا الى ان التجفيف الشمسي للباميا سواء كانت مقطعة او كاملة يجب ان يسبق بمعاملات اولية لهذه النماذج والتي تتضمن تثبيت اللون والكبرتة والتمليح احياناً وتبين ان هذه الطريقة في التجفيف قد اعطت افضل نتائج مع احتفاظها بنسبة عالية من الصمغ واللون المرغوب فيه (Echetama ,1991) . واستخلص الجميلي (2001) الصمغ من قرنات الباميا باستخدام الكحول الاثيلي 95 % وشكلت نسبة 10 % من الوزن الرطب لقرنات الباميا الناضجة وشخص الصمغ المدروس بواسطة طيف الاشعة تحت الحمراء وتبين انه مشابه الى حد كبير لصمغ فول الخروب Carob bean Gum او Locust bean Gum ، ودرس تركيب صمغ الباميا باستخدام جهاز HPLC فوجد بانه يحتوي على سكريات الكالاكتوز ؛ المانوز والارابينوز .

مواد وطرائق البحث

استخلاص المادة الصمغية :

اولاً: الخامات المستعملة في انتاج الصموغ :

1- قرنات الباميا (OKRA) :

تم الحصول على الباميا من السوق المحلية صنف الحسيناوية *Abelmoschus esculents* وجففت شمسياً وطحنت بواسطة المطحنة المنزلية واحتفظ بالمنتوج المجفف بالمجمدة لحين اجراء المعاملات عليه .

2- قرنات فول الخروب (Locust Bean or Carob Bean) :

تم الحصول على قرنات نبات فول الخروب من حدائق كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل حيث تم جمع القرنات المكتملة النمو ونزعت عنها قشرتها وتم الحصول على البذور منها .

3- بذور الكتان (Flax seed) :

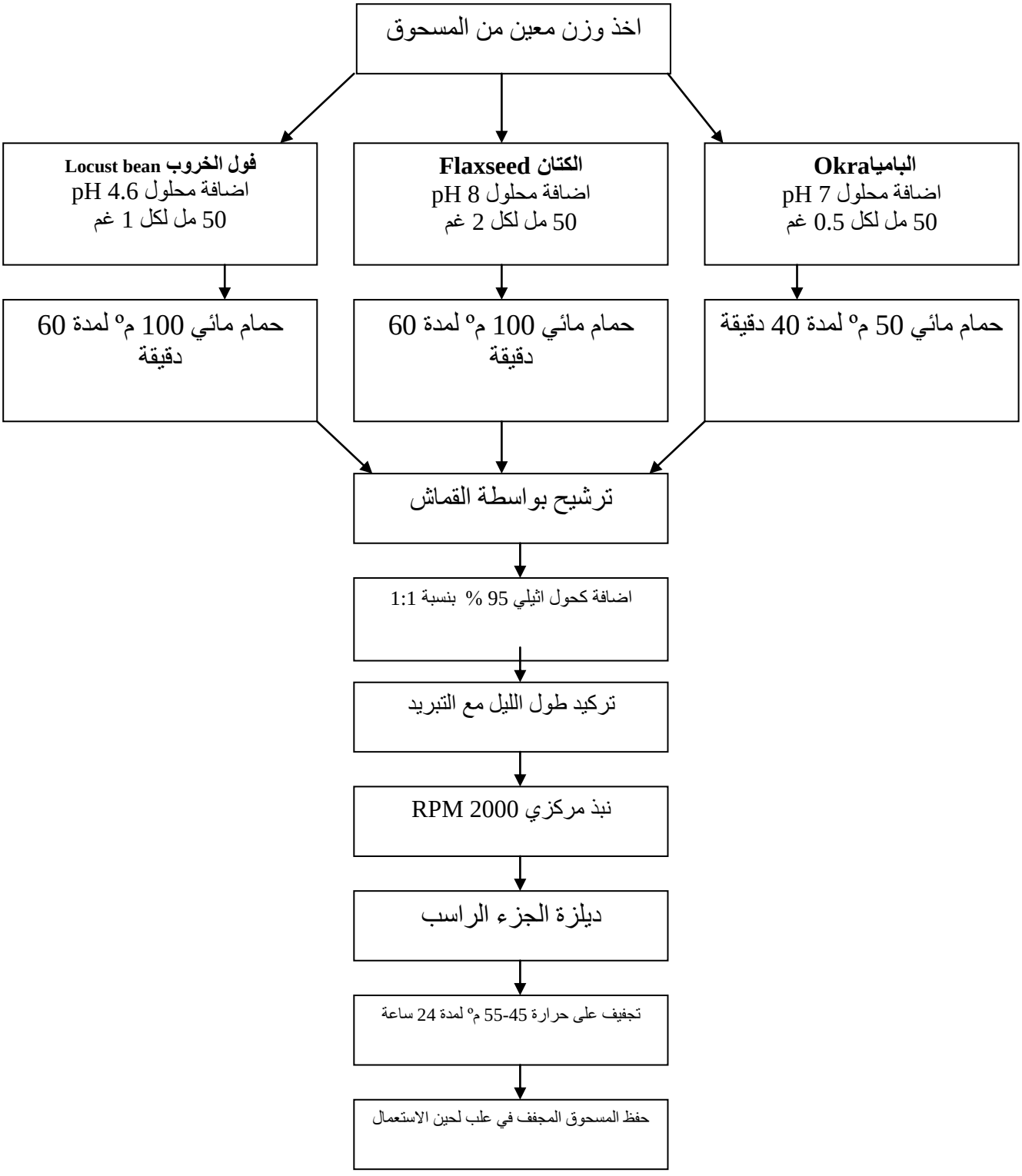
تم الحصول على بذور الكتان من السوق المحلية وكانت من الصنف المحلي للموسم الزراعي 2010- 2011 م .

ثانياً: اعداد الظروف المناسبة :

استخلصت المادة الصمغية من خلال التحكم بدرجة الحرارة والاس الهيدروجيني والزمن للحصول على افضل الظروف حيث تم الاستخلاص على درجة حرارة وهي 25 ، 50 ، 75 ، 100 م . وعلى ثلاثة مستويات مختلفة للاس الهيدروجيني وهي PH وهي 4.6 ، 7 ، 8 بالاضافة الى ثلاثة مستويات من الزمن وهي20 ، 40 و 60 دقيقة . وكانت افضل ظروف لاستخلاص صمغ الباميا هي (زمن : 40 دقيقة ، PH : 7 ، درجة حرارة : 50 م) و كانت افضل الظروف بالنسبة لصمغ الكتان هي (زمن : 60 دقيقة ، PH : 8 ، درجة الحرارة : 100 م) اما بالنسبة لصمغ فول الخروب فقد كانت افضل ظروف الاستخلاص هي وفق المعطيات التالية (زمن : 60 دقيقة ، PH : 4.6 ، درجة

حرارة : 100 م) . حيث اعطى الصمغ الناتج منـــه افضـــل ثالثاً– خطوات الاستخلاص :
لزوجة مقارنة بالصمغين السابقين .

يبين الشكل (1) خطوات الاستخلاص



شكل (1) خطوات استخلاص وتنقية المادة الصمغية من الصموغ المدروسة

رابعاً : تشخيص المجاميع الوظيفية باستخدام جهاز التحليل بالاشعة تحت الحمراء IR :

تم تشخيص المجاميع الوظيفية للصموغ المدروسة بواسطة جهاز التحليل بالاشعة تحت الحمراء IR Spectroscopy المجهز من شركة Shmadzu اليابانية اذ عملت اقراص من النماذج مع بروميد البوتاسيوم KBr وذلك بوزن 40 ملغم من الصموغ ومزجت مع 120 ملغم من KBr وضعت في هاون خزفي لمدة 10 دقائق ثم اخذ 40 ملغم من الخليط وضغط باستخدام ضاغطة هيدروليكية خاصة بجهاز IR وبضغط 8 بار لمدة 60 ثانية ، وضعت بعدها الاقراص المضغوطة في مجفف Desicator داخل فرن بدرجة حرارة 80 م لمدة 16 ساعة قبل تحليلها بجهاز IR بتردد 500 – 4000 سم $^{-1}$.

خامساً : تقدير وتشخيص السكريات كمياً ونوعياً بواسطة جهاز HPLC :

شخصت وقدرّت السكريات وقدرت من نماذج الصموغ المنتجة باستخدام تقنية الكروماتوكرافيا السائلة العالية الاداء وذلك حسب الطريقة التي ذكرها (Whistler , 1973) وكان الجهاز من نوع Shmadzu ياباني المنشأ ، علماً ان ظروف الفصل التي استخدمت لتقدير السكريات كالاتي :

استخدم العمود من نوع (Propylamine – NH2, 3µm ((50 x 40 mm I.D) particle size اما الطور المتحرك فقد كان عبارة عن 70 : 30 نتريل الاسيتون : ماء مقطر ، وتم الكشف باستخدام جهاز الاشعة تحت الحمراء IR ، معدل الجريان : 1.2 مل / دقيقة ، حجم الحقن : 100 مايكرولتر ، حجم العينة المدروسة 50 ملغم مذابة في 1 مل من محلول الطور المتحرك بنسبة 1:3 Acetonitrile : H2O (حجم / حجم) .

ألتحليل الاحصائي :

استخدم التصميم العشوائي الكامل (Completely Randomized design C.R.D) وحللت النتائج باستخدام اختبار دانكن Dancun حسب البرنامج الاحصائي الجاهز (Statistical Pakage for Social Science (SPSS ، اصدار 2009 .

النتائج والمناقشة :

يبين الجدول (1) التحليل الاحصائي لبيانات اللزوجة المتحصل عليها اثناء عملية استخلاص المادة الصمغية لمستخلص الباميا ونلاحظ ان عامل الـ pH لوحده قد اثر معنوياً في قيم اللزوجة ، اذ تباينت قيمها فيما بينها و اعطى اعلى متوسط لقيم اللزوجة عند اس هيدروجيني 4.6 وبلغت قيمته 119.19 والذي اختلف احصائياً عن قيم اللزوجة لباقي المستويات من الاس الهيدروجيني . وكانت اقل قيمة للزوجة اعطاها pH 7 وبلغت قيمته 91.58 .

كما اثرت درجات الحرارة بمفردها معنوياً على قيم اللزوجة لمستخلص الباميا . اذ يتبين من الجدول (1) انه بارتفاع درجات الحرارة تقل قيم اللزوجة بشكل معنوي اذ اعطت درجة الحرارة 25 م° اعلى قيمة للزوجة بلغت 149.98 ، اما اقل متوسط حسابي لقيمة اللزوجة فقط كانت عند درجة حرارة 100 م° فقد بلغت 42.78 .

وكان تأثير عامل الزمن بمفرده على قيم اللزوجة لمستخلص الباميا معنوياً. يتضح من الجدول (1) تفوق المعاملة عند 20 دقيقة واعطت اعلى متوسط حسابي لقيم اللزوجة وبلغت 133.80 بينما كانت اقل قيمة للمتوسط الحسابي للزوجة عند الزمن 60 دقيقة وبلغ 74.13 .

وقد كان للتداخل الثنائي بين العوامل الثلاثة تأثيراً معنوياً في قيم متوسطات اللزوجة لمستخلص الباميا ، وقد كان التداخل بين الـ pH والزمن معنوياً اذ يلاحظ من الجدول (1) ان التداخل الذي اظهرته المعاملة عند الاس الهيدروجيني 4.6 مع الزمن 20 دقيقة قد اعطى اعلى متوسط حسابي لقيم اللزوجة لمستخلص الباميا 133.80 والذي اختلف احصائياً عن بقية المعاملات في حين كانت اقل قيمة للزوجة هي في pH 7 والزمن 60 دقيقة الذي اعطى اقل متوسط حسابي وقدره 74.13 مقارنة مع باقي المعاملات .

ومن الجدول نفسه يلاحظ تأثير التداخل بين قيم الـ pH ودرجات الحرارة معنوياً . اذ ان المعاملة التي تمثل التداخل بين pH 7 مع درجة الحرارة 50 قد اعطت اعلى متوسط حسابي للزوجة مقارنة مع بقية التداخلات بين درجات الحرارة و pH 7 ، وبلغت قيمة المتوسط الحسابي له 170.1 . بينما كانت اقل قيمة للزوجة لنفس الاس الهيدروجيني عندما كانت درجة الحرارة 100 م° وبلغت قيمة المتوسط الحسابي للزوجة فيه 40.97 . اما في الـ pH 4.6 فكان تأثير درجات الحرارة في هذه القيمة من الاس الهيدروجيني ذات فروقات معنوية فيما بينها وكانت اعلى قيمة للزوجة عند pH 4.6 عند درجة حرارة 25 م° وبلغت قيمة المتوسط الحسابي للزوجة عند هذه النقطة 216.73 ، واقل قيمة للزوجة كانت عند درجة حرارة 100 م° وبلغت قيمته 45.40 .

وفي الاس الهيدروجيني 8 ، فقد سلكت درجة الحرارة سلوكاً مشابهاً لسلوكه عند الاس الهيدروجيني 4.6 من حيث ان درجة الحرارة القليلة قد اعطت اعلى متوسط حسابي لقيم اللزوجة اذ بلغت قيمتها 155.2 ، وكانت اقل قيمة للزوجة في هذا الـ pH عند درجة حرارة 100 م° وبلغت 41.97 .

يلاحظ من الجدول (1) قيم التداخل الثلاثي لعوامل الاس الهيدروجيني pH ، الزمن و درجة الحرارة اذ يتبين ان

هناك اختلافات معنوية بين معـاملات هـذا التـداخل لكافـة العوامل الداخلة في الدراسة ، اذ يلاحظ ان اعلى قيمة اعطتها المعاملة ذات pH 7 والزمن 40 دقيقة وعند درجة الحـرارة 50 م° وبلغت قيمة هذا التداخل 282.5 مقارنـة مـع بقيـة المعاملات الخاصة بالـ pH 7 في حين كانت اقل قيمة بـين المعاملات لهذا التداخل كانت عند الزمن 60 دقيقـة ودرجـة الحـرارة 100 م° وبلغـت قيمـة هـذا المتوسط الحسابي 31.9 .

اما في الـ pH 4.6 فكانت اعلى قيمة للزوجـة عنـد الزمن 20 دقيقة ودرجة الحرارة 25 م° والتي اعطـت قيمـة اللزوجة فيها 258.5 وكانت المعاملة التي اعطت اقل قيمـة للزوجة في هذا الاس الهيدروجيني عنـد الـزمن 60 دقيقـة ودرجة الحرارة 100 م° التي اعطت 47.8 ، واذا مالاحظنا النتائج الخاصة بالاس الهيدروجيني 8 فقد كان تأثير عـاملي الزمن والحرارة ذات تأثير معنوي ، وكانت اعلى قيم للزوجة قد اعطتها المعاملات ذات pH 8 ، الـزمن 20 مـع درجـة الحرارة 25 م° وبلغت قيمة اللزوجة عنـدها 180.2 ، فـي حين كانت اقل لزوجة لهذا التداخل كانت عند الزمن 40 دقيقة ، درجة الحرارة 100 وبلغت 37.5 .مما سـبق يتبـين ان افضل معاملة لاستخلاص المادة الصمغية من مسحوق الباميـا كانت على الاس الهيدروجيني 7 ، الزمن 40 دقيقة ، درجـة الحرارة 50 م° كونها اعطت اعلى متوسط حسـابي لجميـع المعاملات وبلغ 282.5 .

جدول (1) قيم اللزوجة تحت تأثير عوامل الحرارة والزمن والاس الهيدروجيني لمستخلص الباميا .

pH	الزمن (دقيقة)	درجات الحرارة م° 25	50	75	100	متوسطات تأثير الزمن	متوسطات تأثير pH
7	20	70.3 g	136.8 b	79.8 e	48.6 h	83.88 F	91.58 C
	40	68.7 g	282.5 a	73.3 f	42.4 i	116.74 B	
	60	95.0 c	91.2 d	78.4 e	31.9 j	74.13 G	
	متوسطات تأثير الحرارة و pH 7	95.0 Cb	170.1 Aa	77.17 Ab	40.97 Bc		
4.6	20	258.5 a	114.1 e	102.5 f	56.1 g	133.80 A	119.19 A
	40	152.8 d	214.4 c	49.9 h	32.6 i	112.43 C	
	60	238.9 b	104.2 f	54.4 g	47.8 h	111.33 C	
	متوسطات تأثير الحرارة و pH 4.6	216.73 Aa	144.23 Bb	68.93 Bc	45.40 Ad		
8	20	180.2 a	144.7 b	67.1 e	40.8 h	108.20 D	94.14 B
	40	142.0 b	84.8 d	64.2 f	37.5 i	82.13 F	
	60	143.4 b	113.8 c	63.6 f	47.6 g	92.10 E	
	متوسطات تأثير الحرارة و pH 8	155.2 Ba	114.43 Cb	64.97 Bc	41.97 Bd		
	المتوسط العام لدرجات الحرارة	149.98 a	109.59 b	70.36 c	42.78 d		

* الاحرف الصغيرة المتشابهة في السطر الواحد تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها بمستوى احتمالية $P \leq 0.05$.
** الاحرف الكبيرة المتشابهة في العمود الواحد تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها بمستوى احتمالية $P \leq 0.05$.

جدول (2) يبين قيم اللزوجة تحت تأثير عوامل الحرارة والزمن والاس الهيدروجيني لمستخلص فول الخروب .

pH	الزمن (دقيقة)	درجات الحرارة م° 25	50	75	100	متوسطات تأثير الزمن	متوسطات تأثير pH
7	20	28.1 k	48.1 h	32.9 j	142.1 c	62.8 G	89.44 B
	40	39.4 i	57.6 f	87.1 e	242.4 a	106.625 C	
	60	29 k	52.2 g	121.2 d	133.2 b	98.9 D	
متوسطات تأثير الحرارة و pH 7		32.16 Ad	52.63 Ac	80.4 Bb	192.56 Ba		
4.6	20	24.1 i	49.5 f	51.4 f	175.7 c	75.175 E	119.87 A
	40	21.9 j	46.4 g	88.1 e	297.5 b	113.474 B	
	60	25.3 i	33 h	162.7 d	462.9 a	170.975 A	
متوسطات تأثير الحرارة و pH 4.6		23.76 Cd	42.96 Cc	100.73 Ab	312.03 Aa		
8	20	27.3 i	56.2 f	76.3 d	69.6 e	57.35 H	74.84 C
	40	25.2 i	56.1 f	53.2 g	133 b	66.875 F	
	60	32.1 h	33.8 h	86.2 c	249.1 a	100.3 D	
متوسطات تأثير الحرارة و pH 8		28.2 Bd	48.7 Bc	71.9 Cb	150.56 Ca		
المتوسط العام لتأثير الحرارة		28.4 d	48.1 c	84.34 b	218.38 a		

* الاحرف الصغيرة المتشابهة في السطر الواحد تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها بمستوى احتمالية $P \leq 0.05$.

** الاحرف الكبيرة المتشابهة في العمود الواحد تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها بمستوى احتمالية $P \leq 0.05$.

ويبين الجدول (2) التحليل الاحصائي لبيانات اللزوجة المستحصل عليها اثناء عملية استخلاص المادة الصمغية لمستخلص بذور فول الخروب ، ونلاحظ ان عامل الاس الهيدروجيني قد اثر معنوياً في قيم اللزوجة اذ اعطى اعلى متوسط لقيم اللزوجة عند اس هيدروجيني 4.6 وبلغت قيمته 119.87 والذي اختلف احصائياً عن قيم اللزوجة لمستويات الاس الهيدروجيني الاخرى وكان اقل قيمة للزوجة اعطاها 8 pH وبلغت قيمته 74.84 .

اثر عامل درجات الحرارة على قيم اللزوجة لمستخلص فول الخروب تأثيراً معنوياً . اذ يلاحظ من الجدول (2) انه بارتفاع درجات الحرارة تزداد اللزوجة بشكل معنوي اذ اعطت درجة الحرارة 100 م° اعلى قيمة للزوجة بلغت 218.38 ، اما اقل متوسط حسابي لقيمة اللزوجة فقط كانت عند درجة حرارة 25 م° و بلغت 28.4 .

وقد اثر عامل الزمن بمفرده على قيم اللزوجة لمستخلص فول الخروب بشكل معنوي ، اذ يتبين من الجدول (2) ان المعاملة عند 60 دقيقة قد تفزمن على باقي المعاملات

واعطت اعلى متوسط حسابي لقيم اللزوجة وبلغت 170.975 بينما كانت اقل قيمة للمتوسط الحسابي للزوجة عند الزمن 20 دقيقة وبلغ 57.35 .

و قد كان للتداخل الثنائي بين العوامل الثلاثة تأثيراً معنوياً في قيم متوسطات اللزوجة لمستخلص فول الخروب ، وقد كان للتداخل بين الـ pH والزمن تأثيراً معنوياً اذ يلاحظ من الجدول (2) ان التداخل بين الاس الهيدروجيني 4.6 و الزمن 60 دقيقة قد اعطى اعلى متوسط حسابي لقيم اللزوجة لمستخلص فول الخروب وبلغ 170.975 والذي اختلف احصائياً عن بقية المعاملات في حين كانت اقل قيمة للزوجة هي عند pH 8 والزمن 20 دقيقة الذي اعطى اقل متوسط حسابي وقدره 54.35 بالمقارنة مع باقي المعاملات .

ومن الجدول(2) يتبين ان تأثير التداخل بين قيم الـ pH ودرجات الحرارة ان pH 7 مع درجة الحرارة 100 قد اعطى اعلى متوسط حسابي للزوجة مقارنة مع بقية درجات الحرارة للـ pH 7 ، وبلغت قيمة المتوسط الحسابي له 192.56 . بينما كانت اقل قيمة للزوجة لنفس الـ pH عندما كانت درجة الحرارة 25 م° وبلغت قيمة المتوسط الحسابي للزوجة فيه 32.16 . اما في الـ pH 4.6 فكان تأثير درجات الحرارة في هذه القيمة من الاس الهيدروجيني ذا فروقات معنوية فيما بينها وكانت اعلى قيمة للزوجة عند pH 4.6 عند درجة حرارة 100 م° وبلغت قيمة المتوسط الحسابي للزوجة عند هذه النقطة 312.03 ، واقل قيمة للزوجة كانت عند درجة حرارة 25 م° وبلغت قيمته .23 .

وفي الاس الهيدروجيني 8 ، سلكت درجة الحرارة سلوكاً مشابهاً لسلوكه عند الاس الهيدروجيني 4.6 من حيث ان درجة الحرارة العالية قد اعطت اعلى متوسط حسابي لقيم اللزوجة وكانت تبلغ 150.56 ، و اقل قيمة للزوجة في هذا الـ pH عند درجة حرارة 25 م° وبلغت 28.2 .

يلاحظ من الجدول (2) قيم التداخل الثلاثي لعوامل الاس الهيدروجيني pH ، الزمن و درجة الحرارة ويتبين ان هناك اختلافات معنوية بين معاملات هذا التداخل للعوامل الثلاثة الداخلة في الدراسة ، اذ يلاحظ ان اعلى قيمة اعطتها المعاملة ذات pH 4.6 والزمن 60 دقيقة وعند درجة الحرارة 100 م° وبلغت قيمة هذا التداخل 462.9 مقارنة مع بقية المعاملات الخاصة بالـ pH 4.6 في حين كانت اقل قيمة بين المعاملات لهذا التداخل كانت عند الزمن 40 دقيقة ودرجة الحرارة 25 م° وبلغت قيمة هذا المتوسط الحسابي 21.9 .

اما في الـ pH 7 فكانت اعلى قيمة للزوجة عند الزمن 40 دقيقة ودرجة الحرارة 100 م° والتي اعطت قيمة اللزوجة فيها 242.4 وكانت المعاملة التي اعطت اقل قيمة للزوجة في هذا الاس الهيدروجيني عند الزمن 20 دقيقة ودرجة الحرارة 25 م° التي اعطت 28.1 ، واذا مالاحظنا النتائج الخاصة بالاس الهيدروجيني 8 فقد كان تأثير عاملي الزمن والحرارة ذات تأثير معنوي ، وكانت اعلى قيم للزوجة قد اعطتها المعاملات ذات pH 8 ، الزمن 60 مع درجة الحرارة 100 م° وبلغت قيمة اللزوجة عندها 249.1 ، في حين كانت اقل لزوجة لهذا التداخل كانت عند الزمن 40 دقيقة ، درجة الحرارة 25 وبلغت 25.2 . مما سبق يتبين ان افضل معاملة لاستخلاص المادة الصمغية من مسحوق الباميا كانت على الاس الهيدروجيني 4.6 ، الزمن 60 دقيقة ، درجة الحرارة 100 م° كونها اعطت اعلى متوسط حسابي لجميع المعاملات وبلغ 462.9 .

ويشير الجدول (3) التحليل الاحصائي لبيانات اللزوجة المستحصل عليها اثناء عملية استخلاص المادة الصمغية لمستخلص بذور الكتان ، ونلاحظ ان عامل الـ pH لوحده قد اثر معنوياً في قيم اللزوجة ، اذ اعطى اعلى متوسط لقيم اللزوجة عند اس هيدروجيني 8 وبلغت قيمته 105.8 والذي اختلف احصائياً عن قيم اللزوجة لباقي مستويات الاس الهيدروجيني وكان اقل للزوجة اعطاها pH 7 وبلغت قيمته 71.78 .

وقد اثرت درجات الحرارة بمفردها على قيم اللزوجة لمستخلص الكتان تأثيراً معنوياً ، حيث يلاحظ من الجدول (3) انه بارتفاع درجات الحرارة تزداد اللزوجة بشكل معنوي اذ اعطت درجة الحرارة 100 م°اعلى قيمة للزوجة بلغت 145.25 ، اما اقل متوسط حسابي لقيمة اللزوجة فقط كانت عند درجة حرارة 25 م° و بلغت 51.91 .

وقد كان لعامل الزمن بمفرده تأثيراً معنوياً على قيم اللزوجة لمستخلص الكتان ، و يلاحظ من الجدول (3) انه قد تفزمن المعاملة عند 60 دقيقة واعطت اعلى متوسط حسابي لقيم اللزوجة وبلغت 126.45 بينما كانت اقل قيمة للمتوسط الحسابي للزوجة عند الزمن 20 دقيقة وبلغ 63.575 .

و يلاحظ ان للتداخل الثنائي بين العوامل الثلاثة تأثيراً معنوياً في قيم متوسطات اللزوجة لمستخلص الكتان ، وقد كان التداخل بين الـ pH والزمن تأثيراً معنوياً ، اذ يلاحظ من الجدول (3) ان التداخل الذي تظهره المعاملة عند pH 8 و الزمن 60 دقيقة قد اعطى اعلى متوسط حسابي لقيم اللزوجة لمستخلص فول الخروب وبلغ 126.45 والذي اختلف احصائياً عن بقية المعاملات في حين كانت اقل قيمة للزوجة هي عند التداخل عند pH 7 والزمن 20 دقيقة و الذي اعطى اقل متوسط حسابي وقدره 63.575 بالمقارنة مع باقي المعاملات .

جدول (3) يبين قيم اللزوجة تحت تأثير عوامل الحرارة والزمن والاس الهيدروجيني لمستخلص الكتان .

pH	الزمن (دقيقة)	درجات الحرارة م° 25	50	75	100	متوسطات تأثير الزمن	متوسطات تأثير pH
7	20	63.3 f	42.8 i	71 d	77.2 c	63.575 F	71.78 C
	40	50 h	67.6 e	77.8 c	96 a	72.85 E	
	60	54.4 g	69.7 de	92.8 b	98.76 a	78.915 D	
متوسطات تأثير الحرارة و pH 7		55.9 Ad	60.03 Bc	80.53 Bb	90.65 Ca		
4.6	20	31.6 k	48.6 j	68 f	113 c	65.3 F	83.03 B
	40	48.9 j	55.5 i	99.9 d	96.4 e	75.17 DE	
	60	62.8 g	58.2 h	120 b	193.5 a		
متوسطات تأثير الحرارة و pH 4.6		47.76 Cd	54.1 Cc	95.96 Ab	134.3 Ba		
8	20	52.8 j	65.6 g	61.9 h	158 c	84.575 C	105.8 A
	40	58.4 i	48.3 k	104.9 e	213.9 b	106.375 B	
	60	45 l	76.3 f	124 d	260.5 a	126.45 A	
متوسطات تأثير الحرارة و pH 8		52.06 Bd	63.4 Ac	96.93 Ab	210.8 Aa		
المتوسط العام لتأثير الحرارة		51.91 D	59.18 c	91.14 b	145.25 a		

* الاحرف الصغيرة المتشابهة في السطر الواحد تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها بمستوى احتمالية $P \leq 0.05$.

** الاحرف الكبيرة المتشابهة في العمود الواحد تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها بمستوى احتمالية $P \leq 0.05$.

ويبين الجدول (3) تأثير التداخل بين قيم الـ pH ودرجات الحرارة ، اذ يلاحظ ان التداخل بين pH 7 و درجة الحرارة 100 قد اعطت اعلى متوسط حسابي للزوجة مقارنة مع بقية درجات الحرارة للـ pH 7 ، وبلغت قيمة المتوسط الحسابي له 90.65 . بينما كانت اقل قيمة للزوجة لنفس الـ pH عندما كانت درجة الحرارة 25 م° وبلغت قيمة المتوسط الحسابي للزوجة فيه 55.9 . و في الـ pH 4.6 فكان تأثير درجات الحرارة في هذه القيمة من الاس الهيدروجيني ذي فروقات معنوية فيما بينها وكانت اعلى قيمة للزوجة عند التداخل عند pH 4.6 و درجة حرارة 100 م° وبلغت قيمة المتوسط الحسابي للزوجة عند هذه النقطة 134.3 ، اما اقل قيمة للزوجة فقد كانت عند درجة حرارة 25 م° وبلغت قيمتها 47.76 .

وفي الاس الهيدروجيني 8 ، نلاحظ ان درجة الحرارة قد سلكت سلوكاً مشابهاً لسلوكها عند الاس الهيدروجيني 4.6 من حيث ان درجة الحرارة العالية قد اعطت اعلى متوسط

حسابي لقيم اللزوجة وبلغت 210.8 وكانت اقل قيمة للزوجة في هذا الـ pH عند درجة حرارة 25 م° وبلغت 52.06 .

يلاحظ من الجدول (3) قيم التداخل الثلاثي لعوامل الاس الهيدروجيني pH ، الزمن و درجة الحرارة ، حيث يتبين ان هناك اختلافات معنوية بين معاملات هذا التداخل للعوامل الثلاثة الداخلة في الدراسة ، اذ يلاحظ ان اعلى قيمة اعطتها المعاملة ذات pH 8 والزمن 60 دقيقة وعند درجة الحرارة 100 م° وبلغت قيمة هذا التداخل 260.5 مقارنة مع بقية المعاملات الخاصة بالـ pH 8 في حين كانت اقل قيمة بين المعاملات لهذا التداخل كانت عند الزمن 60 دقيقة ودرجة الحرارة 25 م° وبلغت قيمة هذا المتوسط الحسابي 45 .

اما في الـ pH 7 فكانت اعلى قيمة للزوجة عند الزمن 60 دقيقة ودرجة الحرارة 100 م° والتي اعطت قيمة اللزوجة فيها 98.76 وكانت المعاملة التي اعطت اقل قيمة للزوجة في هذا الاس الهيدروجيني عند الزمن 20 دقيقة ودرجة الحرارة 50 م° التي اعطت 42.8 ، واذا مالاحظنا النتائج الخاصة بالاس الهيدروجيني 4.6 فقد كان تأثير عاملي الزمن والحرارة ذات تأثير معنوي ، وكانت اعلى قيم للزوجة قد اعطتها المعاملات ذات pH 4.6 ، الزمن 60 مع درجة الحرارة 100 م° وبلغت قيمة اللزوجة عندها 193.5 ، في حين كانت اقل لزوجة لهذا التداخل كانت عند الزمن 20 دقيقة ، درجة الحرارة 25 وبلغت 31.6 .

مما سبق يتبين ان افضل معاملة لاستخلاص المادة الصمغية من مسحوق الباميا كانت على الاس الهيدروجيني 8 ، الزمن 60 دقيقة ، درجة الحرارة 100 م° كونها اعطت اعلى متوسط حسابي لجميع المعاملات وبلغ 260.5 .

تشخيص المجاميع الوظيفية في الصمغ باستخدام طيف الاشعة تحت الحمراء :

يوضح الجدول (4) اهم القمم الظاهرة في طيف الأشعة تحت الحمراء للصموغ المدروسة والتي توضح اهم الاواصر والمجاميع الوظيفية الموجودة فيها .

جدول (4) اهم القمم الظاهرة في طيف الاشعة تحت الحمراء للصموغ المدروسة .

المادة الاولية	الاهتزاز الاتساعي لمجموعة (OH) سم$^{-1}$	الاهتزاز الاتساعي لمجموعة (-NH) سم$^{-1}$	الاهتزاز الاتساعي للآصرة C-H الاليفاتية سم$^{-1}$	الاهتزاز الانحنائي للآصرة C-H الاليفاتية سم$^{-1}$	الاهتزاز الاتساعي للآصرة C=C سم$^{-1}$	الاهتزاز الاتساعي للآصرة C=O سم$^{-1}$	الاهتزاز ألاتساعي للآصرة C-O (سم$^{-1}$)
الباميا	3188-3498	غير واضحة ومتداخلة مع حزمة(OH)	3058-2929	1425	1676	1737	1149
فول الخروب	3086-3407	غير واضحة ومتداخلة مع حزمة(OH)	3086	-	1627	1741	1018،1149
الكتان	3587	غير واضحة ومتداخلة مع حزمة(OH)	3010-2925 و 2854	1458	1647	1745	1163

تشير النتائج في جدول (4) الى أهم القمم الظاهرة في طيف المواد الصمغية المستخلصة من الخامات النباتية المستخدمة ، مع إسناد كل قمة الى المجموعة الفعالة المعنية في المركب إستناداً IR Spectroscopy book و التي يمكن ملاحظتها بوضوح ، إذ لوحظ في المخططات الطيفية لصمغ الباميا مايلي :-

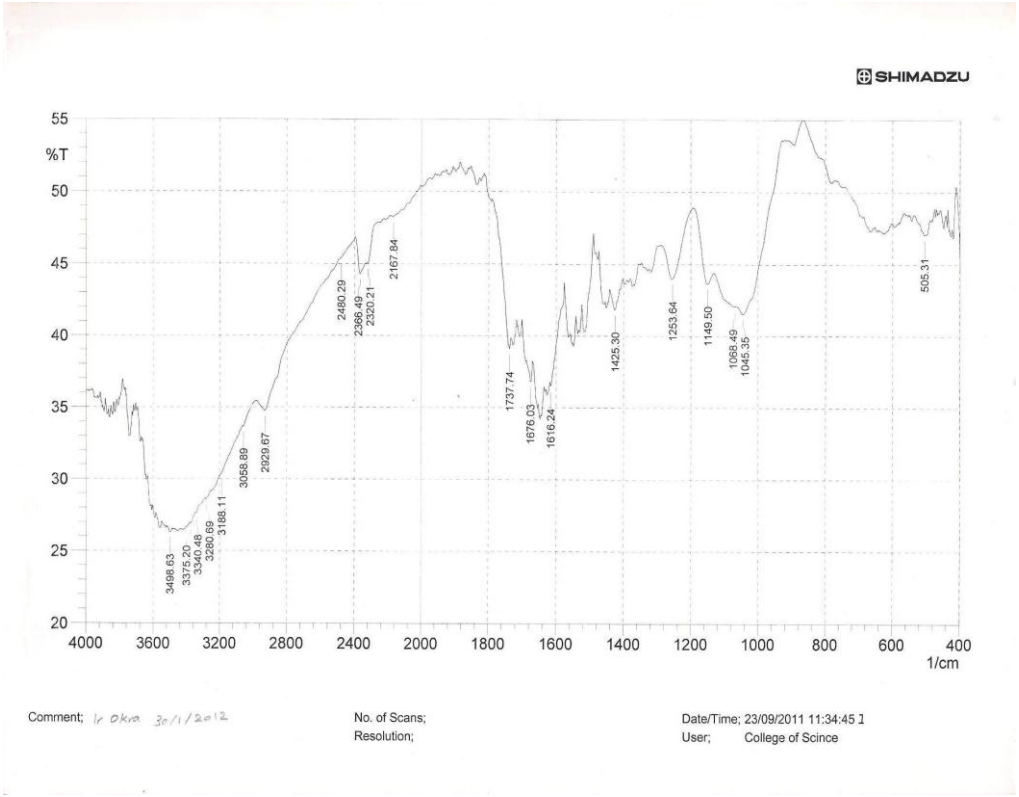
1- ظهور قمة عريضة عند الموقع 3498-3188 سم$^{-1}$ في المخطط الطيفي لصمغ الباميا ، و التي تعود الى مجاميع الهيدروكسيل OH و تسند الى طور الأهتزاز الأتسعاعي لمجموعة OH .

2- لم تظهر قمم واضحة للمجاميع الأمينية في أنواع المواد الصمغية كافةً،و قد يعود السبب في ذلك كونها متداخلة مع القمم العريضة لمجموعة OH لتواجدها في الموقع نفسهُ ، كذلك انخفاض تراكيزها نتيجة لأرتفاع المحتوى الرطوبي في هذه المواد بسبب امتصاصها للرطوبة من الجو لذا قد تكون غير جافة بصورة تامة .

3- وجود قمتين واضحتين و أخرى صغيرة تعزيان الى الأهتزاز الأتساعي لمجموعة C-H الأليفاتية في الموقع 2929 و الاوروماتية في الموقع 3058 سم$^{-1}$ ،، و وجود قمة عند الموقع 1425 سم$^{-1}$ تعزى للأهتزاز الأنحنائي للمجموعة (C-H الأليفاتية) نفسها في المواد الصمغية .

4-وجود قمة واضحة عند الموقع 1676 سم$^{-1}$ تعزى الى الأهتزاز الأتساعي للآصرة C=C ،و قمة أخرى في الموقع 1737 سم $^{-1}$تعزى للأهتزاز الاتساعي للآصرة C=O والتي تدل على وجود مجموعة الكاربوكسيل.

5- لوحظ ظهور قمة في الموقع 1149 سم$^{-1}$ تعزى الى الأهتزاز الأتساعي للآصرةC-O ،إذ تظهر بشكل ضعيف .



و يبين الشكل (2) طيف المادة الصمغية للباميا :

كما تشير النتائج في جدول (4) الى أهم القمم الظـــاهرة في طيف المادة الصـــمغية لصـــمغ فـــول الخـــروب (Locust bean Gum) ، مع إسناد كل قمة الى المجموعة الفعالة المعنية في المركب و التي يمكن ملاحظتها بوضـــوح في الشكل (3)، إذ لوحظ في المخطط الطيفي لصـــمغ فـــول الخروب ما يأتي إستناداً الـــى IR Spectroscopy book :-

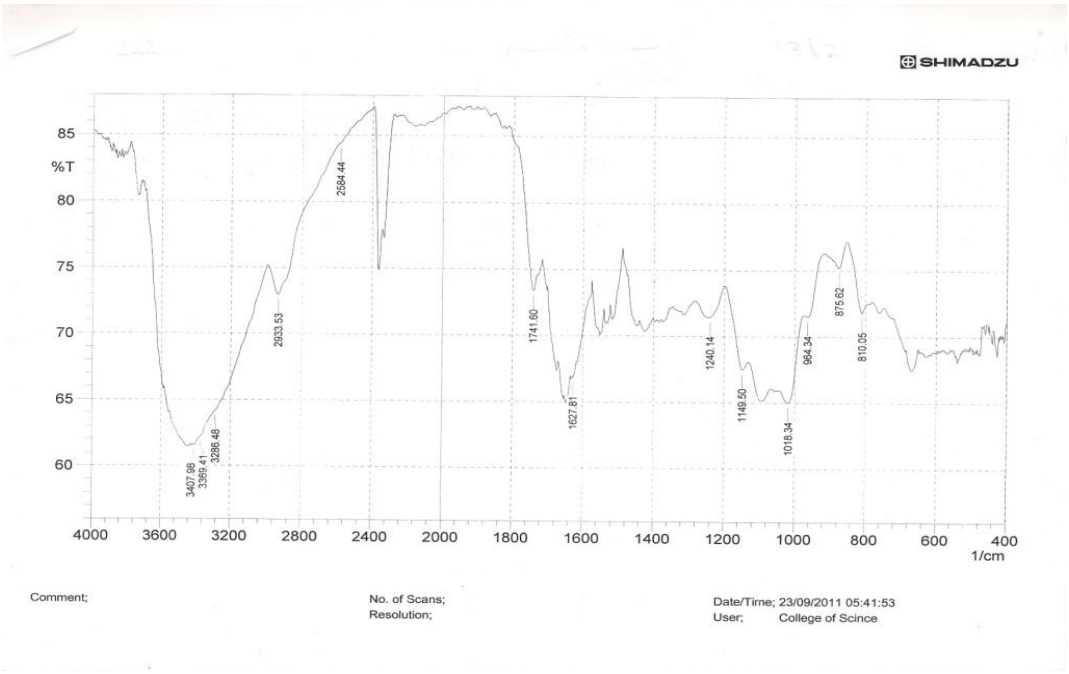
1- ظهور قمة عريضة عند الموقع 3407-3086 سم$^{-1}$ في المادة الصمغية لفول الخروب ، و التي تعـــود الـــى مجـــاميع الهيدروكسيل OH و تسند الى طـــور الأهتـــزاز الأتســـعاعي لمجموعة OH .

و يبين الشكل (3) طيف المادة الصمغية لفول الخروب .

2- لم تظهر قمم واضحة للمجاميع الأمينية في أنواع المـــواد الصمغية كافةً،و قد يعود السبب في ذلك كونها متداخلـــة مـــع القمم العريضة لمجموعة OH لتواجدها في الموقـــع نفســـهُ ، نتيجة لأرتفاع المحتوى الرطوبي في هذه المواد كونها غيـــر مجففة بصورة تامة .

3- وجود قمة واضحة عند الموقع 1627 سم$^{-1}$ تعزى الـــى الأهتزاز الأتساعي للآصرة C=C ،و قمة أخرى في الموقـــع 1741 سم$^{-1}$ تعزى للأهتزاز للآصرة C=O والتي تدل علـــى وجود مجموعة الكاربوكسيل .

4- لوحظ ظهور قمة فـــي الموقـــع 1149 ، 1018 ســـم$^{-1}$ تعزى الى الأهتزاز الأتساعي للآصرةC–O ،إذ بشكل تظهـــر بشكل ضعيف ،



شكل (3) طيف المادة الصمغية لفول الخروب

و يوضح الجدول (4) أهم القمم الظاهرة في طيف المادة الصمغية للكتان وتفسيرها إستناداً الى IR Spectroscopy book :-

1- ، كما ظهرت قمة صغيرة عند الموقع 3587 سم$^{-1}$ في المخطط الطيفي لصمغ الكتان ، و التي تعود الى مجاميع الهيدروكسيل OH و تسند الى طور الأهتزاز الأتساعي لمجموعة OH .

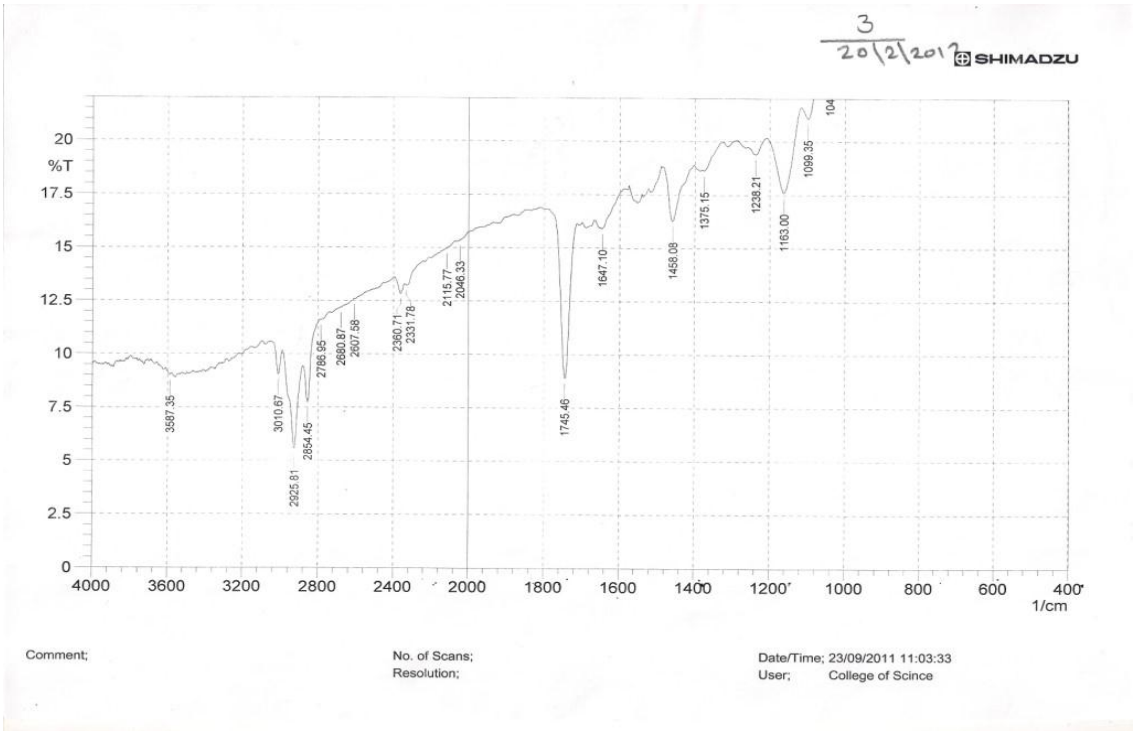
2- لم تظهر قمم واضحة للمجاميع الأمينية في أنواع المواد الصمغية كافةً،و قد يعود السبب في ذلك كونها متداخلة مع القمم العريضة لمجموعة OH لتواجدها في الموقع نفسهُ ، نتيجة لأرتفاع المحتوى الرطوبي في هذه المواد كونها غير مجففة بصورة تامة .

3- وجود قمتين واضحتين و أخرى صغيرة تعزيان الى الأهتزاز الأتساعي لمجموعة C-H في الموقع 2925 و 2854 الأليفاتية و 3010 سم$^{-1}$ الاروماتية ، و وجود قمة عند الموقع 1458 سم$^{-1}$ تعزى للأهتزاز الأنحنائي للمجموعة (C-H الأليفاتية) .

4- وجود قمة صغيرة عند الموقع 1647 سم$^{-1}$ تعزى الى الأهتزاز الأتساعي للآصرة C=C ،و قمة أخرى واضحة في الموقع 1745 سم$^{-1}$ تعزى للأهتزاز للآصرة C=O والتي تدل على وجود مجموعة الكاربوكسيل .

5- لوحظ ظهور قمة في الموقع 1163 سم$^{-1}$ تعزى الى الأهتزاز الأتساعي للآصرةC-O ،إذ بشكل تظهر بشكل واضح .

و يبين الشكل (4) طيف المادة الصمغية للكتان :



شكل (4) طيف المادة الصمغية للكتان

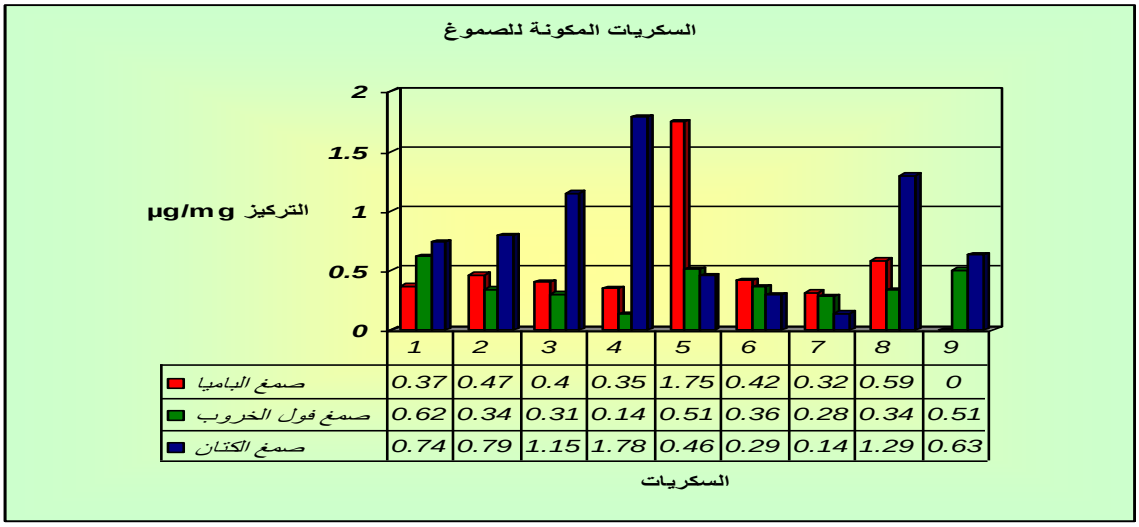
وقد تم مقارنة الصموغ المدروسة مع نماذج قياسية للصمغ العربي المنتج من قبل شركة جوتن بيرغ وصمغ فول الخروب المجهز من قبل شركة ستادلر وقد تبين ان صمغي الباميا وفول الخروب قد تشابها مع هذين النموذجين الى حد كبير اضافة الى مقارنة صمغ الباميا المدروس مع صمغ الباميا المدروس من قبل (الجميلي ، 2001) وقد وجد ان الطيف لصمغ الباميا قد تشابه الى حد كبير مع صمغ الباميا المدروس من قبل (الجميلي ، 2001) كما لوحظ ان الصموغ المدروسة قد شابهت طيف الامتصاص للاشعة تحت الحمراء لصموغ البنبر كما درسه (مجيد واخرون ، 1992) . والباذنجان (العبد الله ، 2001) .

تشخيص مكونات الصموغ المدروسة باستخدام الكروماتوكرافيا عالية الاداء

Distribution of the components of gums studied using HPLC :

جدول (5) تركيز المواد السكرية الموجودة في الصموغ المدروسة .

الصموغ المدروسة	تركيز المواد السكرية الموجودة في الصموغ المدروسة								
	Fructose	Glucose	Gluconic acid	Mannose	Galactronic acid	Xylose	Arabinose	Galactose	Rhammnose
صمغ الباميا	0.3718	0.4658	0.4048	0.3482	1.746	0.416	0.3162	0.586	None
صمغ فول الخروب	0.617	0.3424	0.3058	0.1392	0.5142	0.3636	0.283	0.338	0.5074
صمغ الكتان	0.742	0.793	1.1498	1.7802	0.46	0.2936	0.143	1.2926	0.6344



شكل (5) السكريات الموجودة في الصموغ المدروسة

*الارقام الموجود اسفل المخطط تمثل السكريات المدروسة حيث يمثل الرقم 1 سكر الفركتوز والرقم 9 يمثل سكر الرامنوز والارقام الباقية تمثل باقي السكريات على التوالي .

توضح النتائج في الجدول (5) والشكل (5) الوحدات السكرية الموجودة في الصموغ المدروسة وهي سكريات الفركتوز ، الكلوكوز ، حامض الكلوكونيك ، المانوز ، حامض الكالاكترونيك ، الزايلوز، الارابينوز ، الكالاكتوز ، الرامنوز . حيث يلاحظ تفوق صمغ الكتان من حيث احتواءه على سكريات الفركتوز ، الكلوكوز ، حامض الكلوكونيك ، المانوز ، الكالاكتوز والرامنوز اذ بلغت قيم تراكيزها 0.742 µg/mg ، 0.793 µg/mg ، 1.1498 µg/mg ، 1.7802 µg/mg ، 1.2926 µg/mg ، 0.6344 µg/mg على التوالي . وهذه النتائج مقاربة جداً لماوجده (Qian واخرون ، 2012) . واقتربت بعض قيم سكريات صمغ الكتان في هذه الدراسة مع قيم سكريات صمغ الكتان لاصناف Norman , 84495 , Foster , Omega التي درسها (Cui and Mazza , 1996) .

وقد تفوق صمغ الباميا من حيث احتواءه على سكريات حامض الكالاكترونيك ، الزايلوز و الارابينوز والتي تبلغ قيم تراكيزها 1.746 µg/mg ، 0.416 µg/mg ، 0.3162 µg/mg على التوالي . وهذه النتائج تتفق مع ماذكره (الجميلي ، 2001) من حيث احتواء صمغ الباميا على سكريات الكالاكتوز و المانوز و الارابينوز في حين لم تشتمل دراسته على انواع السكريات الاخرى . كما بينت النتائج في الجدول (5) والشكل (5) انخفاض تراكيز السكريات المدروسة في صمغ الخروب مقارنة بباقي الصموغ المدروسة .

المصادر :

الجميلي، عصام فاضل علوان (2001). تشخيص المادة الصمغية لقرنات الباميا *Hibiscus esculentus L.* . مجلة ابن الهيثم للعلوم الصرفة و التطبيقية، المجلد 14 ،العدد 2 ،ص9.

العبد الله، بيان ياسين (2001). إستخلاص المادة الصمغية لثمار الباذنجان *Solanum melongena* و تشخيصها بواسطة طيف الأشعة تحت الحمراء، مجلة البصرة للعلوم الزراعية، المجلد 14،العدد 3 ،ص 73–80.

عزيز، سلوى ليلو و ضحى داود سلمان ، (2011) . استخلاص ودراسة بعض الصفات الفيزيوكيميائية لصمغ بذور الحلبة . مجلة العلوم الزراعية . 3 (42) :89- 98 .

مجيد ، غياث حميد ، طارق ناصر موسى ، انتصار حسن السراجي (1992) . دراسة المادة الصمغية لثمار نبات البنبر *Cordia myxa L.* . مجلة البصرة للعلوم الزراعية . المجلد (5) العدد (2) .

Avachat , Amelia M. , and Rakesh R. Dash and Shilpa N. Shrotriya . (2011) . Recent Investigations of Plant Based Natural Gums, Mucilages and Resins in Novel Drug Delivery Systems, Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research , India

Cui , W., & Mazza, G. (1996). Physicochemical characteristics of flaxseed gum. Food Research International, 29, 397–402.

Echetama,K.(1991). Development of sun-dried Okra product (using a see-saw solar drier). Technical-Bullelin- National-Horticultural- Research- Institute-Ibadan, No.15,16 pp.10

G. Meer, W.A. Meer, and J. Tinker . (1975) . Water – Soluble Gums their past, present, and future . Food Technology .

G. Meer, W.A. Meer, and J. Tinker . (1975) . Water – Soluble Gums their past, present, and future . Food Technology .

Mani,S. and Ramanathan, K.M.(1981).Nitrogen and potassium interaction studies in mucilage content of marketable bhendi fruits. South Indian- Horticulture 29:3, 157-158.

Nep, E.I. , and , Barbara. R. Conway . (2010) , Characterization of Grewia Gum, a Potential Pharmaceutical Excipient , J. Excipients and Food Chem , no;1 , Vol; 1 .

Qian , K.Y., S.W. Cui, Y. Wu, H.D. Goff,.(2012) . Flaxseed gum from flaxseed hulls: Extraction, fractionation, and characterization. Food Hydrocolloids 28 275e283

Sciarini , L.S, F. Maldonado , P.D. Ribotta , G.T. Pe´rez , A.E. Leo´ n. 2009 . Chemical composition and functional properties of

Singthong, J. (2004) . COMPOSITIONAL, STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF KRUEO MA NOY EXTRACTS . Phd Thesis , Suranaree University of Technology . Thailand .

Tomoda, M.; Shimizu,N; Gonda,R.; Kanari,M.; Yamada,H. and Hikino,H.(1989). Anticomplementary and hypoglycemic activity of okra and Hibiscus mucilages. Carbohydrolate research, 190:2, 323-328.

Whistler , R.L. (1973) . "Industrial gums" polysaccharides and their derivatives , 2nd edition , Academic press , New York and London .