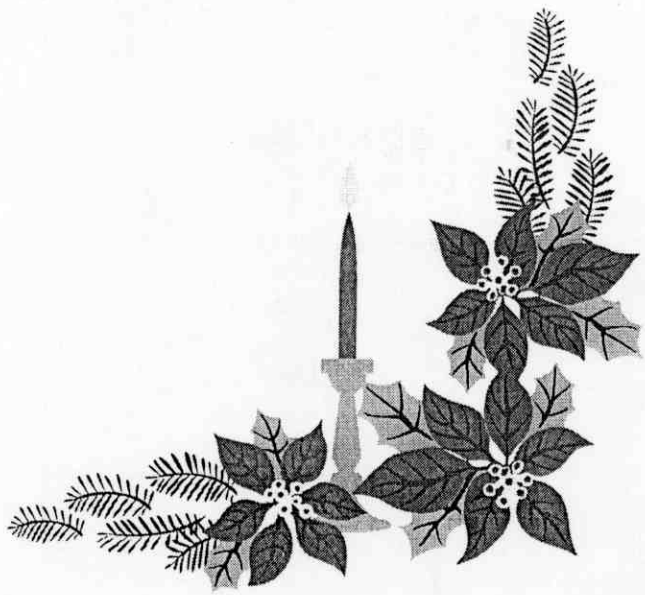
ARABIC SUMMARY



تأثير الأنتقال الحرارى على الخواص الريولوجية والميكانيكية لبعض الأغذية المختارة

المستخلص العربى

تم قياس السلوك الريولوجي الدوراني لثمانية أصناف مختلفة من الكاتشب (مأخوذة من السوق المصري والألماني) وثلاثة منتجات طماطم أخري (عصير – بوريه – صلصة) علي معدل إجهاد بين (٠,١ – ١٠٠ ثانية$^{-1}$) وعلي مدي من درجات الحرارة (صفر، ١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠ و ٥٠°م وأيضا تم قياس اللزوجة الأرجوحية علي نفس المدي من درجات الحرارة بإستخدام جهاز ريوميتر فيزك موديل USD200 .

وأوضحت النتائج المتحصل عليها إن هذه الأصناف من المواد الغير نيوتينية وتسلك السلوك الشبه بلاستيكي مع إجهاد خضوع. وتم حساب الثوابت الريولوجية بإستخدام المعادلات الرياضية الريولوجية وخاصة موديلات هيرشي وبلكي وكيزون واستولد ومنهما تم حساب دليل القوام ومعامل القوام واللزوجة الظاهرية وإجهاد الخضوع واللزوجة التأثيرية وتم حساب قيمة الثيكسوتروبي. كما تم أيضا استخدام قانون الأس لتوضيح سلوك المواد الأرجوحية وكانت النتائج المتحصل عليها تدل علي أن الكاتشب ومنتجات الطماطم من المواد ذات القوام شبيه الجل. وتم أيضا قياس الخواص الميكانيكية لثمار الطماطم وتم حساب أقصي قوة لازمة لتحطيم أو اختراق الثمار والشغل اللازم لتحطيم الثمار والأيلاستيك موديول كما تم دراسة تأثير الإنضاج والتخزين المبرد والتخزين فى الجو العادى علي الخواص الميكانيكية لثمار الطماطم وأيضا دراسة تأثير مدة المعاملة الحرارية على درجة ٨٥ °م على جميع الثوابت الميكانيكية لثمار الطماطم .

تم قياس الخواص الريولوجية لبعض منتجات الكريز واستخدمت نفس الظروف السابقة من درجات الحرارة ومعدل القص وأظهرت النتائج أن بوريه الكريز غير نيوتيني.

كما تم أيضا قياس الخواص الميكانيكية لثمار الكريز ودراسة تأثير نوعية وأصناف الكريز علي الخواص الميكانيكية. وأيضا تم دراسة تأثير المعاملة الحرارية على وقت ودرجات حرارة مختلفة على الثوابت الميكانيكية لثمار الكريز.

وتم قياس الخواص الريولوجية الدورانية والأرجوحية لبوريه المشمش المصنع في المعمل وكان السلوك غير نيوتيني شبيه الجل. كما تم دراسة الخواص الميكانيكية لثمار المشمش وتأثير التخزين المبرد والغير مبرد علي الخواص الميكانيكية لثمار المشمش. تم أيضا دراسة التركيب الكيماوي والطبيعي والتقييم الحسي لجميع أصناف الكاتشب ومنتجات الطماطم والكريز والمشمش وتم إيجاد العلاقة بين درجة الحرارة واللزوجة بإستخدام معادلة أرهينيوس ومن خلالها تم حساب طاقة التنشيط لجميع منمتجات الطماطم والكريز والمشمش.

الملخص العربى
تأثير الأنتقال الحرارى على الخواص الريولوجية والميكانيكية لبعض الأغذية المختارة

نظراً لعدم كفاية المعلومات المتاحة لمصنعى الأغذية لتعيين العلاقة بين الحرارة والخواص الريولوجية والميكانيكية وتأثيرها على كلاً من الخواص الكيميائية والحسية والطبيعية خصوصاً الكاتشب ومنتجات الطماطم ومنتجات الكريز والمشمش والفواكه الطازجة والعلاقة بين الخواص الريولوجية والميكانيكية والتخزين وظروفه. لذا فإن هذه النوعية من الدراسات ذات أهمية بالغة لدراسة العلاقة بين التركيب الكيماوى والإنتقال الحرارى والسلوك الريولوجى للكاتشب وجميع منتجات الطماطم والكريز والمشمش والتى يمكن عن طريقها تقدير سلوك الإنسياب لبوريه وعصائر ونكتار الفواكه وعلاقته بالحرارة بالإضافة إلى تطبيق قوانين سلوك الانسياب وذلك لأهمية هذه المعلومات فى تصميم المواسير ومتطلبات المضخات المناسبة لعمليات النقل داخل خطوط الإنتاج بالمصانع الغذائية واستخدام المعلومات الريولوجية لتحديد الطاقة اللازمة لعمليات التقليب والخلط وحساب معدلات التسخين والتبريد والبسترة والتركيز وهذه المتطلبات ذات أهمية قصوى سواء من ناحية الجودة العالية أو اقتصاديات الإنتاج للحصول على منتجات ذات جودة عالية وبسعر رخيص.

ومن ناحية أخرى فإن بيانات الخواص الميكانيكية هامة جدا لتحديد ظروف التخزين والتداول الآمن وخاصة فى الفواكه الطازجة حيث يهمنا تأثير الأصناف على الخواص الميكانيكية لاختيار أفضل الأصناف لإنتاج والتصدير وكذلك لمعرفة تأثير التخزين وظروفه على الخواص الميكانيكية.

ولقد أجريت هذه الدراسة لعدة أهداف أهمها:

١. تقدير الخواص الريولوجية الدورانية والأرجوحية للكاتشب ومنتجات الطماطم.
٢. تقدير الخواص الطبيعية والكيميائية والحسية لبعض أنواع الكاتشب المأخوذة من السوق الألمانى والسوق المصرى.
٣. دراسة العلاقة بين الخواص الريولوجية على درجات حرارة مختلفة وبين الخواص الطبيعية والكيميائية للكاتشب الألمانى والمصرى.
٤. تأثير درجة الحرارة على الخواص الريولوجية للكاتشب ومنتجات الطماطم باستخدام معادلة أرهينيوس.
٥. استخدام معادلة هيرش وبلكى وكيزون وأوستولد فى حساب الخواص الريولوجية الدورانية ومعادلة قانون الأس (الأسية) لحساب الخواص الريولوجية الأرجوحية.
٦. دراسة تأثير التخزين على الخواص الريولوجية الدورانية والأرجوحية للكاتشب ودراسة تأثير درجة حرارة التخزين ومدة التخزين على الخواص الريولوجية.
٧. تأثير التخزين على بعض الخواص الطبيعية والكيميائية للكاتشب.
٨. تقدير طاقة التنشيط للكاتشب ومنتجات الطماطم.
٩. حساب الخواص الميكانيكية للطماطم وعلاقة التخزين والإنضاج تحت ظروف تبريد وأيضا التخزين فى ظروف الجو العادى.
١٠. دراسة العلاقة بين الإنضاج والخواص الميكانيكية للطماطم.
١١. دراسة الخواص الريولوجية لمنتجات الكريز.
١٢. استخدام معادلة أرهينيوس لحساب تأثير الحرارة على لزوجة منتجات الكريز.

١٣. دراسة العلاقة بين التركيب الكيماوى والخواص الحسية والخواص الريولوجية لمنتجات الكريز.
١٤. دراسة الخواص الميكانيكية لفاكهة الكريز وتأثير الأصناف المختلفة للكريز على القوام.
١٥. تأثير المعاملة الحرارية على الخواص الميكانيكية للكريز.
١٦. دراسة الخواص الريولوجية الدورانية والأرجوحية لبوريه المشمش وعلاقته بالتركيب الكيماوى.
١٧. دراسة تأثير التخزين المبرد العادى على الخواص الميكانيكية لثمار المشمش.

<u>ويمكن تلخيص أهم النتائج المتحصل عليها فيما يلي:-</u>

<u>الجزء الأول: الطماطم (١-الكاتشب):-</u>

أستخدم في هذا الجزء ٨ أنواع من الكاتشب ثلاثة أنواع من مصر وهي أمريكانا مصر، هينز مصر وجي أس إف مصر وخمسة أنواع من السوق الألماني وهي ليدل ، كرفت ، فاردر ، هينز ورشهلت لدراسة التركيب الكيماوي والحسي والسلوك الريولوجي.

١- التركيب الكيماوي للكاتشب: تراوحت المواد الصلبة الكلية بين ٢٤,٣٦% لكاتشب كرفت إلى ٣٣,٣٥% لكاتشب امريكانا مصر وتراوحت نسبة الرماد بين ٢,١٩% لكاتشب هينز مصر إلى ٣,١٤ % لكاتشب هينز و تراوحت أيضا الحموضة بين ٠,٨٣% لكاتشب فاردر إلى ١,٦٤% (مقدرة كحامض لاكتيك) لهينز فى حين تراوح رقم الـ pH بين ٣,٤ هينز إلى ٣,٨٤ فاردر وفيتامين ج ٢١,٣٠ملجم/١٠٠جم هينز إلى ٢٩,٨٩ملجم/١٠٠جم جى أس أف مصر والنشا من ٤,٥١٣% امريكانا إلى ٠,٥٩ % هينز والسكريات الكلية بين ٨,٢٠ % فاردر إلى ١٢,٦١% جى أس أف مصر أيضا تراوحت قيم البكتين الكلى بين ٥,٥٣ % ريشهلت إلى ٧,٩٣% هينز وتم أيضا تقدير محتوى اللب والدليل اللونى والكاروتينات واللكوبين وعند تقدير بعض الخواص الطبيعية كانت الحرارة النوعية كما يلى ٣,٠٧، ٣,١٩، ٣,١٩، ٢,٩٥، ٣,١٣، ٢,٩٣، ٢,٩٨ و ٢,٩٥ كيلو جول/ كيلو جرام كالفن للعينات لكل من ليدل، كرفت، فاردر، هينز، ريشهلت، امريكانا مصر، هينز مصر و جى أس أف مصر على الترتيب.

تم تقدير الكثافة على درجتى حرارة ٥ و٣٠°م وانخفضت قيمة الكثافة بارتفاع درجة حرارة القياس وكانت أعلى العينات فى الكثافة هو كاتشب جى أس أف مصر حيث كانت كثافته ١١٦٠,٦٧و ١١٥٠,٧٥كجم/م^{3} على درجتى ٥ و٣٠°م، على الترتيب.

٢- بإجراء التحليل الحسي لعينات الكاتشب المختلفة تم تحليل العينات بالنسبة إلي اللون والطعم والرائحة والقوام والقابلية العامة للكاتشب وكان أعلي درجة قبول للمحكمين لكاتشب جي أس أف مصر بينما كان أقلهم قبولا كاتشب هينز مصر. وكانت درجة القوام ٢٠,٩٢ لكاتشب جي أف أس مصر و أقلهم ١٥,٣٨ لكاتشب هينز مصر.

٣- تم قياس الخواص الريولوجية بواسطة جهاز ريوميتر فيزيكه موديل US200 وتم قياس اللزوجة الدورانية علي خمسة مراحل: المرحلة الأولي علي معدل قص ١٠٠ ثانية$^{-1}$ لمدة ١ق والمرحلة الثانية مرحلة توقف علي معدل قص صفر ثانية$^{-1}$ لمدة ١ق والمرحلة الثالثة علي معدل قص يتزايد من صفر حتي ١٠٠ ثانية$^{-1}$ لمدة ١ق والمرحلة الرابعة علي معدل قص ثابت ١٠٠ ثانية$^{-1}$ لمدة ١ق والمرحلة الخامسة علي معدل قص يتناقص من ١٠٠ إلي صفر ثانية$^{-1}$ لمدة ١ق.

وتم قياس إجهاد القص علي معدل القص السابق وعلي درجات حرارة صفر، ١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠ و ٥٠°م واستخدمت المرحلة الخامسة في التحليل. وتم اختبار المعادلات الرياضية الريولوجية المختلفة لاختيار أنسبها للتحليل الريولوجي للعينات وجد أن موديلات هيرشي وبلكي وكيزون هما أفضل الموديلات الرياضية لوصف الخواص الريولوجية لعينات الكاتشب وكانت قيمة معامل الارتباط لهما أكبر من ٠,٩٢ لكيزون و أكبر من ٠,٩٩ لهيرشى وبلكى.

وكـــان الســـلوك الـــريولوجي غير نيوتيني سودوبلاستيكي (شبيه البلاستيك) وباستخدام موديل هيرشي وبلكي كانت النتائج كما يلي:-

أ- قيمـــة إجهـــاد الخضـــوع Yield point (τ_0) ١٢,٣٩، ١١,٩١، ١٣,٢٣، ١٠,٧٤، ١٤,٧٦، ٦,٤١، ٢٠,٦٩ و ٦,٨١ بســـكال لعينات كاتشب ليدل، كرفت، فاردر، هينز، رشهلت ، أمريكانا مصر، هينز مصر وجي إس إف مصر علي درجة حرارة ٢٠°م وكانت قيمة إجهاد الخضوع تتناقص بإرتفاع درجة الحرارة.

ب-كانت قيم معامل القوام Consistency index K تنخفض بإرتفاع درجة الحرارة وكانت هناك علاقـــة طـــردية بيـــن نسبة البكتين الكلي ومعامل القوام. وكانت أعلي قيمة لمعامل القوام هو كاتشـــب هيـــنز ٣٠,٢٣ بســـكال ثانية. وكانت أقل قيمة لعينة كانشب ريشهلت ١٣,١٥ بسكال ثانية.

ج- تـــراوحت قيـــم دليـــل القوام (n) بين ٠,٢٥ إلي ٠,٤٢ وإنخفاض قيمة n هو دليل علي زيادة الزودوبلاستيكي. وجد أن الارتباط بين درجة الحرارة ومعامل القوام أقوي من الارتباط بين درجة الحرارة ودليل القوام.

د- وجـــد أن عيـــنات كاتشـــب أمريكانا مصر وفاردر ذات سلوك ريوبكتك Rheopectic نظرا لإرتفـــاع نســـبة النشـــا المضـــاف إلـــي هذه العينات عند التصنيع أما باقي العينات فتسلك السلوك السكتثروبك Thixotropic.

وبإستخدام موديل كيزون كانت النتائج المتحصل عليها كمايلي:-

ا- كانت قيم إجهاد الخضوع Casson yield point(τ_{0CA}) عالية لعينات ريشهلت وليدل وهينز مصـــر ومنخفضـــة لعينات أمريكانا مصر وجي إس إف مصر حيث كانت قيم τ_{0CA} عند درجة حرارة ٢٠° م ٢٤,٩٦، ٢٢,٩٧، ٢٣,٠٧، ٢٦,٥٣، ٢٤,٢٥، ١٥,٣٤، ٣٢,٠٠ و ١٩,٤٦ لعينات كاتشب ليدل ، كرفت ، فاردر، هينز، ريشهلت، أمريكانا مصر، جي أس أف مصر علي التوالي.

ب- Casson dynamic viscosity الـــلزوجة الديـــناميكية η_{CA} كـــانت تنخفض بإرتفاع درجة الحرارة لكل عينات الكاتشب.

وتـــراوحت قيمـــة η_{CA} لعينات الكاتشب بين ٠,٠٥ إلي ٠,٨٣ بسكال ثانية وكانت أعلي القيم لعينة كاتشب أمريكانا مصر.

تـــم حســـاب Effective viscosity بإســـتخدام قانوني هيرشي بكلي وكيزون وكانت هناك علاقة طردية بين η_{eff} ودرجة الحرارة حيث كانت تنخفض قيم الـــ η_{eff} بإرتفاع درجة الحرارة.

وكانت قيم η_{effCA} أعلي من قيم η_{effHB} لجميع عينات الكاتشب.

٤- ولمعرفة تأثير الحرارة علي اللزوجة تم إستخدام معادلة أرهينيوس Arrhenius حساب طاقة التنشـــيط Ea وثـــابت اللزوجة الإمبريالي وكانت قيم Ea ٩,٣٤، ٧,٧١، ٩,٠٦، ٧,١٢، ١٠,٨٧، ١٠,٦٥، ١٠,٢٠ و٩,١٦ كيـــلو جـــول/مول لعينات كاتشب ليدل، كرفت، فاردر، هينز، ريشهلت، أمـــريكانا مصـــر، هيـــنز مصر وجي إس أف مصر. وتراوحت قيم ثابت اللزوجة الإمبريالى بين ٢,٢٤ إلى٣,٧٩ مـــلي بسكال ثانية علي درجات حرارة بين صفر-٥٠°م وعلي معدل قص ١٠٠ ثانية$^{-1}$.

٥- تـــم قياس اللزوجة الأرجوحية باستخدام جهاز ريوميتر فيزاك Physica US200 وتم القياس باســـتخدام نظـــامي Amplitude Sweeps , Frequency Sweeps علي درجات حرارة صفر، ١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠ و ٥٠°م

أ- عـــند اســـتخدام نظـــامAmplitude Sweeps في القياس تم حساب قيمةG´, G´´ نسبة إلي Deformation (γ) وكـــانت قيـــم G´أعـــلي من قيمG´´ لجميع منتجات الكاتشب علي جميع درجات الحرارة.

ب- تـم قيـاس الـــــ Frequency Sweeps لحساب قيمة G´, G´´ نسبة إلي Frequency وكـانت أيضـا قيـم G´أعـلي من قيم G´´ لجميع منتجات الكاتشب علي جميع درجات الحرارة وبذلك اتضح أن عينات الكاتشب تسلك سلوك الجل الضعيف.

ج- تـم استخدام قانون الأس لحساب قيم K_1´، K_2´´ وقيم y´´ ، x´ وكانت قيم K_1´ أكبر من قيم K_2´´ لجميـع العيـنات وعلي العكس من ذلك كانت قيم y´´ أكبر من قيم x´ . وكانت قيمة معامل الإرتباط R^2 لجميع العينات في حالتي G´ ، G´´ أكبر من ٠,٩٩.

د- تـم حسـاب قيـم(tan δ (Loss angle (وتراوحت قيم tan δ من ٠,١٥٧ إلي ٠,٣° على أهتزاز واحد هيرتز وكانت قيمtan δ لعينة كاتشب أمريكانا مصر ٠,٣ ، ٠,٢٧ ، ٠,٢٤، ٠,٢٣، ٠,٢١ ، ٠,٢٠ ° علي درجات حرارة صفر، ١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠ و٥٠°م.

٦- تأثير التخزين علي الخواص الريولوجية للكاتشب:-

تـم تخزين عينات الكاتشب السابقة علي ثلاث درجات حرارة ٥ ، ٢٠ و٣٠°م لمدة ستة شهور وتم التحـليل فـي الـبداية وبعـد شـهرين وأربعة أشهر وستة أشهر. وتم قياس الخواص الريولوجية الدورانيـة الأرجوحية بنفس النظام السابق وعلي نفس درجات الحرارة السابقة. واتضح من ذلك أن هناك فروق معنوية عالية بين العينات المخزنة والكنترول كما يلي:

أ- إنخفـاض قيم اللزوجة الظاهرية Apparent viscosity بزيادة مدة التخزين وأيضا بارتفاع درجة حرارة التخزين.

ب-انخفـاض قيـم إجهاد الخضوع لجميع العينات المخزنة علي درجات الحرارة المختلفة. وكانت قيمτ_{0CA} أكبر من قيمτ_{0HB} .

ج- كـانت قيـم η_{CA} (Casson dynamic viscosity) تنخفض بارتفاع درجة حرارة التخزين وتنخفض أيضا بزيادة مدة التخزين.

حيـث كـانت (٠,٣٨ ، ٠,٣٦ و٠,٣٥ بسكال ثانية) و (٠,٢١ ، ٠,٢٠ و ٠,١٩ بسكال ثانية) و(٠,٩٠ ، ٠,٨٧ و ٠,٨٥ بسـكال ثانيـة) عـلي درجـة حرارة قياس صفر°م لعينات كاتشب هينز وريشهلت وأمريكانا مصر المخزنة لمدة شهرين علي درجات حرارة ٥، ٢٠ و٣٠°م علي التوالي.

ويـرجع الـتغير فـي قيم الثوابت الريولوجية إلي التغير الذي يحدث بواسطة التغير في البكتين أو النشاط الإنزيمي أثناء التخزين.

د- وجـد أن قيـم Effective viscosity تـنخفض إنخفاضـا ملحوظا أثناء التخزين علي جميع درجـات الحرارة وكان أكثر انخفاضا علي درجة حرارة التخزين ٣٠°م وأقل علي درجة ٥°م في جميع أوقات التخزين.

واتضـح مـن ذلك أهمية استخدام الخواص الريولوجية كدليل علي جودة المنتج أو ملائمة ظروف التخزين وكذلك للحكم علي مدي صلاحية منتج الكاتشب أثناء التخزين.

٧- تـم حسـاب طاقة التنشيط ومعامل اللزوجة الإمبريالي لعينات الكاتشب علي مدي من درجات الحرارة من صفر إلي ١٠٠°م وعلي معدل قص ١٠٠ثانية$^{-1}$.

وجـد أن طاقة التنشيط تنخفض بازدياد درجة حرارة التخزين وأن أقصي انخفاض كان علي درجة حرارة ٣٠°م فكانت قيم Ea لعينة كاتشب هينز (١٠,٩١ ، ١٠,٨٦ و١٠,٣٩)، (٧,٧٣ ، ٧,٤٤ و ٧,١٥) و(٧,٥٨ ، ٧,٥٥ و٦,١٢) علي درجات حرارة ٥ ، ٢٠ و ٣٠° م خلال التخزين لمدة ٢ ، ٤ و٦ شهور علي التوالي.

٨- تم دراسة تأثير التخزين علي الخواص الريولوجية الأرجوحية وتم تقدير كلا من G´ و G´´ ، tan δ بالنسـبة للإهـتزاز وجـد أن قيمG´ للكاتشب المخزن أعلي من قيم G´´ لجميع الأنواع المخـزنة مـن الكاتشب وجد أن معامل الإرتباط كان أكبر من ٠,٩٩ . وكانت قيم كلا من K_1´ ، K_2´´ وقيم y´´ ، x´ تنخفض بإرتفاع درجة الحرارة. وكانت تنخفض أيضا بإرتفاع درجة حرارة التخزين وزيادة مدة التخزين.

٩- تأثير التخزين علي بعض الخواص الطبيعية والكيميائية لعينات الكاتشب المخزنة : تم تقدير كلا من المواد الصلبة الكلية والحموضة ودرجة الـpH والمواد البكتينية الكلية ووجد خلال التخزين أن المواد الصلبة الكلية والـ pH والمواد البكتينية الكلية تنخفض بزيادة درجة حرارة التخزين ومدة التخزين بينما تزداد الحموضة خلال التخزين.

١٠- منتجات الطماطم (العصير-البوريه-الصلصة):
في هذا الجزء من الدراسة تم استخدام عصير وبوريه وصلصة الطماطم لدراسة تأثير التركيب الكيماوي علي الخواص الريولوجية الدورانية والأرجوحية وقد تم تقدير الخواص الكيماوية والطبيعية والريولوجية بنفس الأسلوب المتبع في الكاتشب وكانت النتائج كمايلي:
١٠-١- التركيب الكيماوي والخواص الطبيعية لعصير وبوريه وصلصة الطماطم كانت نسبة المواد الصلبة الكلية في الصلصة ٢٦,٧٢% وفي البوريه ٨,٨٧% بينما كانت في العصير ٦,٤٥ % - وكانت نسبة الحموضة ٢,٢٣% ، ٠,٨٢% و ٠,٤٦% للصلصة والبوريه والعصير علي التوالي.
وكانت نسبة السكريات الكلية كالتالي ١٢,١٤ ، ٤,٢٧ و٢,٥٣% للصلصة والبوريه والعصير علي التوالي. وأيضا كانت نسبة المواد البكتينية عالية في الصلصة عن البوريه والعصير حيث كانت ٦,٩٣ ، ٢,٨٩ و٢,١٩% للمنتجات علي التوالي. وقد تم تقدير كلا من المواد اللونية ومحتوي اللب وكانت نسبتهما أعلي في الصلصة وأقل في العصير وتم تقدير الحرارة النوعية والكثافة وهي ذات أهمية في حسابات الطاقة والإنتقال الحراري.
١٠-٢- الخواص الريولوجية لمنتجات الطماطم:
تم تقدير السلوك الريولوجي لمنتجات الطماطم بنفس النظام المتبع في الكاتشب وكانت النتائج كمايلي:
أ- الخواص الريولوجية الدورانية:
تم تحليل النتائج المتحصل عليها من معدل القص وإجهاد القص بواسطة برنامج USD200 ووجد أن معادلة هيرشي وبلكي وكيزون هما أفضل الموديلات الرياضية لوصف السلوك الريولوجي لمنتجات الطماطم كما وجد أن هذه المنتجات تسلك السلوك الغير نيوتيني ا لزودوبلاستيكي وأن قيمة دليل القوام (n) في كلا العينات أقل من الواحد الصحيح. وكانت هناك علاقة قوية بين قيمة إجهاد الخضوع والمواد الصلبة الكلية ومحتوي اللب في الصلصة والبوريه والعصير وكانت قيم إجهاد الخضوع تنخفض بإرتفاع درجة الحرارة.
حيث كانت هذه القيم ١,٤٣ ، ٤,٤٨ و١٩,٤٢ بسكال للعصير والبوريه والصلصة علي درجة ٢٠°م علي التوالي. وأيضا كانت هذه القيم ٣٦,٩٠ ، ٢٩,٣٦ ، ١٩,٤٢ ، ١٨,١٩ ، ١٥,٥٢ و١٤,٢٢ بسكال علي درجة حرارة صفر ، ١٠، ٢٠، ٣٠ ، ٤٠ و٥٠°م علي التوالي.
وتم حساب كلا من η_{effCA}, η_{effHB} وجد أنها تنخفض بإرتفاع درجة الحرارة. وكانت قيم η_{effCA} , أكبر من قيم η_{effHB} .
حيث كانت هذه القيم في البوريه كالتالي (٠,٢٠، ٠,١٨، ٠,١٦، ٠,١٣، ٠,١٢ و٠,١٢ بسكال ثانية) و (٠,٢١، ٠,١٩، ٠,١٧، ٠,١٤، ٠,١٣، و٠,١٣ بسكال ثانية) لكلا من η_{effHB} و η_{effCA} , علي درجات حرارة صفر، ١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠ و٥٠°م علي الترتيب.
ب-الخواص الريولوجية الأرجوحية:
تم تقدير الخواص الريولوجية الأرجوحية بإستخدام نظامي Amplitude Sweep , Frequency Sweep وقد لوحظ أن قيم G' أكبر من G'' وهذا يدل علي أن منتجات الطماطم تسلك سلوك الجل الضعيف.

ولوحظ أيضا أن قيم, G' G'' تعتمد علي المواد الصلبة الكلية حيث أن هذه القيم لكلا من G' , G'' أعلي في الصلصة ثم البوريه ثم العصير تبعا لنسبة المواد الصلبة.
وتراوحت قيم K_1 بين (٣٥,٩٦ إلي ٣٢,٨١) للعصير وبين (١٤٧,٧٥ إلي ١٢٥,٥) للبوريه وبين (٢٣٨١,٥ إلي ١٦٨٦,٦) للصلصة بينما كانت قيم K_2'' تتراوح بين (٦,٧٦ إلي ٤,١٨) للعصير وبين (٢٣,٨٨ إلي ١٤,٥٧) للبوريه وبين (٤١٠,٦٦ إلي ٢٤٦,١٧) للصلصة.
وكـــانت قيم y'' في الصلصة والبوريه والعصير أعلي من قيم x' وكانت في الحالتين قيم موجبة وهذا دليل علي أن هذه المنتجات تسلك سلوك الجل الضعيف وليس الجل القوي. وبالنسبة لقيم tan δ لوحظ أنها تنخفض بإرتفاع درجة الحرارة.

١٠-٣- تأثير الحرارة علي لزوجة منتجات الطماطم:
تم إستخدام معادلة أرهينيوس لدراسة تأثير درجة الحرارة علي لزوجة منتجات الطماطم وكانت قيم طاقـــة التنشيط ٧,٧٣، ٨,٥٠ و٨,١٧ كيلو جول / مول لكلا من العصير والبوريه والصلصة على مدى من درجات الحرارة يتروح بين صفر إلى ٥٠° م.

١١- الخواص الميكانيكية لثمار الطماطم:
فـــي هـــذا الجـــزء مـــن الدراسة تم دراسة تأثير الإنضاج في ظروف مبردة وظروف غير مبردة وظـــروف مـــبردة ثـــم أتـــبعت بظروف غير مبردة علي الخواص الميكانيكية لثمار الطماطم أثناء الإنضاج.
وتم تقدير التركيب الكيماوي لثمار الطماطم المستخدمة وكانت النتائج المتحصل عليها بالنسبة لثمار الطمـــاطم الـــتامة النضـــج Mature-green tomato وكانت نسبة المواد الصلبة الكلية ٦,٩٦% والســـكريات الكلية ٢,٩٨% والبكتين الكلي ١,٣٩% والمحتوي اللوني ٠,٦٢ ككثافة ضوئية مقدرة علي ٤٢٠ نانوميتر والحموضة ٠,٤٩%.

ولقد تم تقدير الخواص الميكانيكية بإستخدام جهاز الأنسترون موديل ٤٣٠١.
وكـــانت الثوابت الميكانيكية المقدرة بإستخدام اختبار الضغط هي أقصي قوة Maximum Force وهي القوة اللازمة لتحطيم ثمار الطماطم بوحدات نيوتن ، والإيلاستيك موديول Young moduls . والطاقـــة المـــبذولة الكـــلية حـــتي أقصي قوة لازمة للتحطيم Energy1 والطاقة المبذولة الكلية Energy بوحـــدات الجـــول. وكـــانت جميع القيم تنخفض بزيادة مدة التخزين وتنخفض أيضا في الظروف الغير مبردة عن الظروف المبردة .
وتراوحت قيم أقصي قوة Maximum Force بين ١٧٥,٨ إلي ٨١,٢٠ نيوتن للثمار المبردة لمدة ٣٠ يوم وكانت بين (١٧٥٠٨-٦٢,٦٩ نيوتن) للثمار المبردة مبدئيا بينما تراوحت بين (١٧٥,٧٧-٤٦,١٥ نيوتن) للعينات الغير مبردة.
أيضـــا انخفضـــت قيم الإيلاستيك موديول E module حيث كانت بين (٠,٢١٢ إلي ٠,١٠٣ ميجا بســـكال) للثمار المبردة لمدة ٣٠ يوم وكانت بين (٠,٢١٢ إلي ٠,٠٧٩ ميجا بسكال) للثمار المبردة مبدئيا بينما تراوحت بين (٠,٢١٢ إلي ٠,٠٧١ ميجا بسكال) للثمار الغير المبردة.
وانخفضـــت قيم الطاقة أو الشغل اللازم لضغط ثمار الطماطم بزيادة مدة التخزين. وكانت هذه القيم أقل في حالة التخزين الغير مبرد والتخزين المبرد مبدئيا عن القيم في حالة التخزين المبرد.
١٢- تأثير الحرارة علي الخواص الميكانيكية لثمار الطماطم:
تم دراسة تأثير التسخين علي درجة ٨٥°م لمدة ١,٥، ٢,٥، ٥، ٧,٥ و ١٠ دقيقة حيث أن درجة ٨٥°م هي أفضل درجة كانت تستخدم في الدراسات السابقة لإنتاج Hot break juice واستخدمت

ثمار طماطم ناضجة في هذه التجربة واتضح من هذه التجربة أنه بزيادة مدة التسخين تنخفض الثوابت الميكانيكية المقدرة سواء باستخدام اختبار الإختراق (بواسطة إسبندل قطره ٣ أو ٥ ملليمتر) أو المقدرة بواسطة اختبار الضغط.

حيث كانت أقصي قوة Maximum Force تتراوح بين (٢٢,٦٨ إلي ١,٩٨ نيوتن) ، (٣٤,٤٦ إلي ٢,٩٦ نيوتن) ، (١٧٥,٨٠ إلي ٣٠,٩٥ نيوتن) لكل من طريقتي الإختراق ٣ و٥ مللي وطريقة الضغط علي التوالي.

ولقد تم تقدير صفات ثمار الطماطم من حيث الوزن والقطر والطول وأيضا تم دراسة التركيب الكيماوي لهذه الثمار حيث كانت نسبة الرطوبة ٩٢,٢٤% والمواد الصلبة ٧,٧٦% والرماد ٠,٥٣ % ونسبة الحموضة ٠,٦٣% والسكريات الكلية ٣,٥٢% والمواد البكتينية ٢,٢٧% والكاروتينات ٣,١٤ ملجم/لتر.

الجزء الثاني الكريز:

١٣- تم في هذا الجزء من الدراسة استخدام ثلاثة أنواع من نكتار الكريز وبوريه كريز محضر في المعمل وتم دراسة الخواص الطبيعية والتركيب الكيماوي والصفات الحسية والخواص الريولوجية وتأثير الحرارة علي الخواص الريولوجية وكانت النتائج المتحصل عليها كمايلي:

١٣-١- التركيب الكيماوي لمنتجات الكريز: كانت نسبة المواد الصلبة الكلية (١٥,٤٧، ١٣,٨٦، ١٥,٤٢ و١٦,٩٥%) ونسبة الحموضة (١,٣٢، ١,٢٦، ١,٣٧ و١,٥٢ %) والسكريات الكلية (١٠,٢٩ ، ١٠,٥٦، ١١,٠٨ و١١,١٧ %) والمواد البكتينية الكلية (٠,٩٦، ٠,٧٩، ٠,٨٨ و ٢,٣١ %) والحرارة النوعية (١,٨٠٩، ١,٧٧٩، ١,٨٠٦ و١,٨٣٣ كيلو جول /كجم كالفن) والكثافة عند ٥° م (١٠٧٢,١١، ١٠٦٣,٧٢، ١٠٧١,٥٧، ١٠٧٨,٠٩ كجم /م^3 لمنتجات الكريز Reichelt nectar, Werder nectar, Lindavia nectar و Cherry puree علي التوالي.

١٣-٢- وعند اجراء الإختبار الحسي لمنتجات الكريز اتضح من التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي بين بوريه الكريز وعينات نكتار الكريز وحصل بوريه الكريز علي أعلي القيم عند التحكيم بكلا من الإحساس بالفم Mouth feel واللون والطعم والنكهة والقابلية العامة للمنتج.

١٣-٣- الخواص الريولوجية لمنتجات الكريز:

تم استخدام النتائج المتحصل عليها من جهاز فيزيكه US200 (معدل القص وإجهاد القص) وإدخالها في برنامج USD200 واتضح أن المعادلات الرياضية هيرشي بلكي وكيزون واستولد أفضل الموديلات الرياضية لوصف الخواص الريولوجية لمنتجات الكريز.

وأوضحت النتائج المتحصل عليها أن قيم دليل القوام (n) أقل من الواحد الصحيح في البوريه حيث تراوحت القيم بين ٠,٥٠ إلي ٠,٦١ لهيرشي بلكي ومن ٠,٢٠ إلي ٠,٢٥ لاستولد بينما كانت قيم (n) لعينات النكتار باستخدام هيرشي بلكي قريبة من الواحد الصحيح أي أن العينات تميل إلي السلوك النيوتيني ولذا استخدم قانون استولد وكانت القيم المتحصل عليها تتراوح بين ٠,٤٨ إلي ٠,٧٠ لنكتار ريشهلت (Reichelt nectar) وتراوحت بين ٠,٤٣ إلي ٠,٦٨ لنكتار فاردر (Werder nectar) وتراوحت بين ٠,٥٢ إلي ٠,٧١ لنكتار ليندافيا (Lindavia nectar) .

وكانت قيم η_{effHB}, η_{effCA} تنخفض بارتفاع درجة الحرارة وكذلك أيضا قيم الثيكستروبي Thixtropy تنخفض بارتفاع درجة الحرارة فى عينة البوريه حيث كانت القيم (٢١٢,٠٢ ، ١٨٤,٢٠ ، ١٤٦,٣٥ ، ١٦٢,٥٦ ، ١٤٢,٧٥ و ٨٤,٥٠ بسكال/ثانية) علي درجات الحرارة (صفر، ١٠، ٢٠، ٣٠ ، ٤٠ و ٥٠°م) لعينة البوريه أما بالنسبة لعينات النكتار فلاتوجد علاقة واضحة بين قيم الثيكستروبي وتأثير الحرارةعليها.

وتـم حسـاب طاقـة التنشـيط Ea لمنتجات الكريز باستخدام معادلة أرهينيوس و كانت قيم (Ea ١٧,٥٢ ، ١٨,٠٢ ، ١٨,٢٢ و ٢٥,٩٩ كيـلو جـول/مول) بالنسبة لمنتجات الكريز Lindvia, Werder, *Reichelt* و البوريه علي الترتيب.

١٤- الخواص الميكانيكية لثمار الكريز:

في هذا الجزء من الدراسة تم استخدام ثلاثة أصناف من الكريز الحلو (صنف فاردر ألماني-صنف أسـباني -وصـنف يونـاني) وصـنف كريز حامضي (صنف ألماني) لدراسة تأثير الصنف علي الخواص الميكانيكية والطبيعية لثمار الكريز.

كما تم دراسة وتقدير الصفات الطبيعية كالوزن والحجم وتقدير الخواص الميكانيكية باستخدام جهاز الأنسترون حيث تم تقدير نفس الثوابت المقدرة في الطماطم باستخدام اختبار الضغط.

وتـم أيضا دراسة تأثير التخزين في الجو العادي والجو المبرد علي الصفات الميكانيكية للكريز من مختـلف الأصناف ووجد أنه بزيادة مدة التخزين تقل الثوابت الميكانيكية كما وجد أيضا أن التبريد يحافظ علي قوام الثمار وخواصها الميكانيكية لمدة أطول.

ووجـد أيضـا أن أقصـي قوة لأصناف الكريز تراوحت بين ٢٦,٩٧ نيوتن للكريز الأسباني إلي ١٦,٩٤ نيوتـن لـلكريز الألمـاني فاردر. والإيلاستيك موديول تراوح بين ٠,٠٣١٥ ميجابسكال لـلكريز الأسـباني إلـي ٠,٠١٩٧ ميجابسـكال للكريز الألماني. وجد أن هناك علاقة بين الحجم والـوزن والخـواص الميكانيكية لثمار الكريز. ومن هذه النتائج يمكن استخدام الخواص الميكانيكية كدليل جيد لتحديد مدي صلاحية أنواع الكريز للتصدير والتخزين.

١٥- تأثيـر المعاملة الحرارية علي ثمار الكريز: تم معاملة ثمار الكريز الألماني الحامضي والحلو حـراريا عـلي درجات حرارة مختلفة ٥٠°م/١٠ق ، ٦٠°م/٧,٥ق ، ٧٠°م/٥ق ، ٨٠°م/٢,٥ق و ٩٠°م/١,٥ق. وجـد أنه بزيادة درجة الحرارة تتأثر الخواص الميكانيكية لثمار الكريز حتي درجة ٨٠°م/٢,٥ق بالنسـبة لـلكريز الحلو والحامضي حيث وجد أن درجة ٩٠°م/١,٥ق أقل تأثيرا علي الخواص الميكانيكية من ٨٠°م/٢,٥ق.

الجزء الثالث المشمش:

١٦- تـم في هذا الجزء دراسة استخدام بوريه المشمش المحضر معمليا لدراسة التركيب الكيماوي والطبيعي والخواص الريولوجية:

١٦-١- الـتركيب الكيمـاوي والطبيعي لبوريه المشمش كانت نتائجه كمايلي: المواد الصلبة الكلية ١٦,٩٤%، الـرماد ١,١٥%، الحموضـة ١,٦٦% ، النشا ٠,٤٦% ، السكريات الكلية ٧,٥٨% ، المـواد البكتيـنية الكـلية ٣,٨٤% ، الحـرارة الـنوعية ١,٨٣٣ كيلو جول/كجم .كالفن والكثافة ١٠٨٩,٨٦ و ١٠٨١,٠٩ كجم/م^3 عند درجتي حرارة ٥ و٣٠°م.

١٦-٢- تـم دراسـة السلوك الريولوجي لبوريه المشمش بنظامي اللزوجة الدورانية والأورجوحية وكانت النتئج كما يلي:

أ- الـلزوجة الدورانية: وجد أن بوريه المشمش يسلك سلوك المواد الغير نيوتينية " زودوبلاستيكي " وجد أن قيم (n) تتراوح بين (٠,٢١ إلي ٠,٦١ بالنسبة لموديل هيرشي بلكي) وكانت (٠,١٨ إلي ٠,٢٠ بالنسبة لموديل أوستلد).

وكـانت قيمـة إجهـاد الخضوع تنخفض بارتفاع درجة الحرارة حيث كانت (١٠,٥٣، ١٠,٣٨، ٦,٨٤، ٤,٨٠، ٢,٣٣ و٠,٩٥ بسكال).علي درجات حرارة(صفر ، ١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠ و٥٠ °م) وأيضـا أنخفضـت قيـم η_{effCA}, η_{effHB} بارتفـاع درجة الحرارة وكانت قيم η_{effCA} أكبر من قيم η_{effHB}

وبالنسـبة للثيكستروبي Thixtropy حدث انخفاض لقيمه بارتفاع الحرارة حيث كانت (٢٨٠,٥٥، ٢٣٩,٥٣، ١٦٨,٦٦، ١٠٨,٥٨، ٥٣,٧٧ و ٢٢,٦٠ بسـكال/ثانية). وكانت قيمة طاقة التنشيط Ea ٩,٦٨كيلو جول/مول.

ب-اللزوجة الأرجوحية:

تـم إجراء اختباري Frequency and Amplitude Sweeps وكانت قيم G' أكبر من G'' في الإختبارين وتم حساب قيم K_1'، K_2''وقيم y'' ، x' علي جميع درجات الحرارة و كانت قيم K_1' أكـبر من K_2'' وكانت كلا منهما تنخفض بارتفاع درجة الحرارة. بينما كانت قيم y'' أكبر من x' وأيضـا كانت تنخفض بارتفاع درجة الحرارة. ومن ناحية أخري تراوحت قيم $\tan \delta$ بالنسبة للمشمش بين(٠,٢٣ إلي ٠,٧٨ °) علي درجات حرارة بين (صفر - ٥٠°م).

١٧- الخواص الميكانيكية للمشمش:

تـم تقدير الخواص الميكانيكية لثمار المشمش التي تم تخزينها لمدة شهر في ظروف مبردة ولمدة ٩ إيـام فـي ظروف الجو العادي. وتم إجراء اختباري الضغط والإختراق لحساب كل من أقصي قوة Young moduls , Maximum force energy فـي جميع الظروف وكانت هذه القيم تنخفض بزيادة مدة التخزين. وأيضا كانت تنخفض في حالة التخزين الغير المبرد عن التخزين المبرد.

وتـراوحت قيم الـــــــMaximum force بين (٦,٤٠ إلي ١,٠٦ بعد ٩ أيام لعينة مشمش غير مـبردة باختبار الإختراق) وبين (٦,٤٠ إلي ٠,٧٧ نيوتن بعد ٣٠ يوم لعينة مشمش مبردة باختبار الإختراق) وأيضا كانت بين (٢٥,٢٣ إلي ٥,٧١ نيوتن بعد ٩ أيام لعينة مشمش غير مبردة باختبار الضغط) بينما تراوحت بين (٢٥,٢٣ إلي ٥,٠٢ بعد ٣٠ يوم لعينة مشمش مبردة باختبار الضغط).