المقدمة

كانت الشمس ومنذ فجر الخليقة مصدراً هاماً للطاقة . لقد قام الأنسان القديم وقبل نزول الأديان السماوية بعبادة الشمس في بابل ومصر والمكسيك وغيرها من بلاد الحضارات الأولية . وكانت طاقة الشمس تستغل للتدفئة وتجفيف المحاصيل الزراعية بالاضافة إلي كونها العنصر الأساسي لنمؤ النباتات. وقد تضاءل إستخدام الشمس بإختراع النار وحرق الوقود الخشبي . ثم بإكتشاف الفحم والغاز والنفط ، التي تقوم بتركيز الطاقة بشكل اكبر من الطاقة الشمسية ، ونظراً للتقدم العلمي في أواسط القرن العشرين ، ونتيجة للبحث عن وقود لتشغيل الأقمار الصناعية في الفضاء ، بداء السوفيت و الأمريكان إستغلال الطاقة الشمسية بصورة جدية في أواخر الخمسينات وأوائل الستينات عندما أستخدموا الخلايا الضوئيه لتشغيل أقمارهم الصناعية في الفضاء . ومنذ ذلك الحين وحتي يومنا هذا ، دخلت إستخدامات الطاقة الشمسية وبصورة محدودة جميع مرافق الحياة. ان محدودية إستعمال الطاقة الشمسية يعود بالدرجة الأولي إلي قلة الدعم المادي لأبحاثها من جهة ، وحداثة البحث العلمي من جهة اخري بالأضافة إلي عدم توفرها بتركيز عالٍ كمصادر النفط أو الفحم أو الغاز، ووجودها في فترة النهار فقط .

من فوائد إستخدام الطاقة الشمسية إستمرارية وجودها كمصدر متجدد وغير قابل للنضوب والحصول عليها بدون مقابل، لا تخضع لسيطرة اي نظام سياسية أو دولية ، يمكن إستخدامها بطرق مباشرة او غير مباشرة و لا تسبب اضراراً للبيئة أو اي تلوث ملحوظ . (صلاح الدين – 1994)

إن مقدار الطاقة الشمسية المتوفر للاستخدام يختلف من فصل إلي آخر ، ومن موقع إلي آخر. إذ يبلغ متوسط الإشعاع الواصل إلى الغلاف الجوي الخارجي للكرة الأرضية 1353W/m2 (الثابت الشمسي).

ولكي يكون تطبيق تقنيات استخدام الطاقة الشمسية فعالاً واقتصادياً ، فإن ذلك يتطلب شدة إشعال شمسي سنوي اكبرمن $1700KW/m^2.year$ او مايعادل $4.5KW/m^2.day$. فللوطن العربي مصدر وافر من الطاقة الشمسية تكفي لتكون مصدراً أساسياً لتغذية العالم بأسره بالطاقة الشمسية

خصوصاً وأن متوسط ساعات سطوع الشمس فيه تصل إلى ما يقرب من 3200ساعة سنوياً ومتوسط إشعاع شمسي يقدر بـ $550w/m^2$ ، أي أن متوسط شدة الإشعاع اليومي تقدر بـ $4.8KW/m^2.day$. (نصار 2006م)

يحتوي السودان علي العديد من انواع الطاقة المختلفة حيث نجد الطاقة الكهربية والكتلة الحيوية , رغم توفر الكهرباء بالسودان الأ ان هناك بعض المناطق الريفية لم تصلها الكهرباء لذلك نجد ان معظم المناطق الريفية تعتمد علي الأخشاب و الأشجار للطهى او للأنارة او اي استخدامات اخري . ان الاستخدام المستمر للأخشاب ادي لظهور مشاكل كبيرة بالبيئة مثل التصحر ونقص الغطاء النباتي وعليه فأن الحل ألامثل هو استخدام الطاقة المتجددة وعلي راسها الطاقة الشمسية التي يكمن استخدامها عن طريق التحويل الحرا ي باستخدام المجمعات الشمسية في تسخين وتدفئة وتبريد وتحلية المياه وتجفيف وتوليد كهرباء وضخ المياه والطهي وعلية فاءن هذا البحث يهدف لدراسة الاستفادة من الطاقة الحرارية للشمس في الطهي بواسطة تصميم فرن او طباخ شمسي يعمل علي مبداء امتصاص الحرارة .

1-2 المشكلة البحثية :

- احتياج اهل الريف لمثل هذه الطباخات لعدم توفر الوقود وتقليل التلوث البئيي
- إرتفاع تكاليف الطاقات الاخرى

1-3 أهداف البحث :

- تصميم فرن شمسي للأستفادة من الطاقة الشمسية في طهي بعض الأطعمة .
- تقييم الفرن الشمسي
- تطبيق هذا التصميم عند طريق طهي بعض الأطعمة

أدبيات البحث

2-1طبيعة الشمس :.

تعتبر الشمس اقرب نجم للأرض، وهي تمدنا بالطاقة الحرارية اللازمة لاستمرار الحياة علي الكرة الارضية وكذلك توفر قوة التجاذب الضرورية لكي يبقى كوكبنا مستقراً في مداره. للشمس كتلة تقدر بحوالي $11.99*10^{30}$ كيلو جرام (330000 مرة كتلة الأرض) أما التركيب الكيميائي للشمس فيتكون بصورة رئيسية من غازي الهيدروجين والهليوم هذان العنصران يكونا تحت ضغط وقوة جذب هائلتين لكي تحافظ علي تماسك كتلة الشمس ببعضها. عموماً يعتبر التفاعل النووي-الحراري لذرات الهيدروجين لتكوين الهليوم، هو مصدر الطاقة الشمسية.

فالشمس هي كرة بنصف قطر = 669000 (109 مرة نصف قطر الأرض) وتتكون من عدة طبقات غازية ، والتي تُسخن باستمرار من مركزها. الطبقة الغازية الخارجية هي التي تشع الطاقة الحرارية للمجرة الشمسية كجسم اسود عند درجة حرار ة 5760درجة كلفن بينما يكون مركز الشمس عند درجة حرارة $20*10^6$ درجة كلفن كمية الطاقة المنبعثة من الشمس تقدر بحوالي $K10^{23}*3.8$ كنتيجة لتحويل 4.3 $Kg/sec*10^9$ من الكتلة الي الطاقة من هذا المجموع فقط ما قيمتة $KW\ 10^{14}*1.7$ يستقبل علي سطح الارض والتي تفوق 5000 مرة من مجموع الطاقات الأخري المنتجة على الارض 30% من هذه الكمية تنعكس عائدة الى الفضاء 47% يتحول الى حرارة وتشع مرة اخري للفضاء 23% هي طاقة لدورة التبخير واقل من 0.5% تصبح طاقة حركية تتمثل في الرياح والامواج والبناء الضوئي في النباتات. مجموع الطاقة الشمسية الأرضية يمثل فقط 1/3 مجموع الطاقة الشمسية خارج الغلاف الجوي الأرضي في السنة وما قيمته 70% من الطاقة تسقط في المحيطات والبحار، وهي كمية هائلة من الطاقة وتعادل 2000 مرة مما تستهلكة البشرية .

علاقة مسار الارض والشمس :. تدور الارض حول الشمس في مدار يشبه القطع الناقص ، المسافة بين مركز الأرض ومركز الشمس غير ثابتة فتكون عند اقصي قيمة لها يوم 21 يونيو ويسمي بالانقلاب الصيفي وتقدر المسافة بحوالي $95.9*10^6 mile$ بينما تكون أدني قيمة لها يوم

21 ديسمبر ويسمي بالانقلاب الشتوي وتقدر المسافة بحوالي $89.8*10^6$mile . بينما تعمل الارض دورتها اليومية حول نفسها ودوتها السنوية حول الشمس، فالشمس كذلك تدور حول محورها تقريباً مرة واحدة كل شهر أرضي . مما سبق يتبين أن شدة الأشعاع الشمسي تكون دالة في موضع الشمس والتي يمكن ان يعبر عنها بدلالة الزوايا الشمسية . (نصار 2006).

2-1-2 طبيعة الاشعاع الشمسي :.

الشمس هي مصدر كل حياة وحرارة وطاقة، وانه لولاها لما كان هو ولا الحيوان ولا النبات يعيشون ويحيون علي سطح كوكب الأرض، ثم بعد ذلك دفعه حب المعرفة والروح العلمية إلى التساؤل عن أصل ذلك القرص الملتهب وكنهه وطبيعته، وما دوره في الكون، وهكذا تحولت الشمس من موضوع عبادة إلى مادة للبحث العلمي، ورغم التقدم الهائل الزي حققه الإنسان فنحن لانعلم سوي القليل عن تلك الكرة المتوهجة، أما المعطيات العلمية التي تحدد خصائصها فيعبر عنها بأرقام هائلة تكاد لا تصدق، فحجم الشمس يساوي أكثر من مليون مرة حجم الأرض والشمس التي هي أقر ب النجم إلينا تبعد بمسافة تناهز الـ 150 مليون كم من الأرض اي ما يوازي 400ضعف (تقريبا) المسافة بين الأرض والقمر، أما قطرها فيبلغ ما يساوي 1392400 كم ، اي مايعادل تقريبا 109 أضعاف قطر الأرض (12725 كم) اما كتلتها فتزيد علي 300000 ضعف كتلة الأرض، ولمثل هذه الكتلة الهائلة من المادة قوة جاذبية هائلة (28 ضعف جاذبيسة الأرض).

يضاف الى ما تقدم ان الشمس ليست كتلة مادية صلبة و ملساء كما تبدو لنا، بل هي عبارة عن كتلة من الغازات المتوهجة تشدها إلى المركز جاذبيتها القوية، أما درجة الحرارة علي سطح الشمس فتبلغ 6000ْ ولكنها بالمركز حوالي13000000ْ ، وهذه الغازات التي تتكون منها الشمس تكون متجمعة حول المركز بوضع التناظر الكروي، وهي في غليان دائم، اما طاقة الشمس فانها تتركز حول نواة الشمس مشكلة طوقا يبلغ سمكه بحدود 5000 كلم، وهو الذي يرسل لنا الطاقة الشمسية بشكل أشعة ضوئية وحرارية وا ٍشعاعات غير منظورة.

2-1-3 ضوء الشمس :.

الشمس هي المصدر الأساسي للضوء و الحرارة على الارض ، و تتولد هذه الطاقة في مركز الشمس نتيجة للتفاعلات النووية الحرارية التي يتحول فيها الهيدروجين إلى هيليوم ، وتنطلق منها كميات هائلة من الحرارة ، بينما تخسر الشمس من كتلتها نتيجة هذه التفعالات النووية ، و كما يعتقد العلماء فإن هذه التفاعلات ستستمر على مدى مئات الملايين من السنين ، قبل أن يستهلك هيدروجين الشمس و تبدأ في البرودة .

إن الاشعاع الزي ينبعث من الشمس يقوم بتوفير كل الطاقة الازمة للحياة علي الأرض، وان هذا الإشعاع يقسم الى عدد من التقسيمات الثانوية اعتمادا على طول موجاته، وهي الاشعة فوق البنفسجية والإشعة المرئية والإشعة تحت الحمراء وفي الوقت نفسه فإن هذه الأنواع التي ترسلها الشمس لا تكون بمقادير متساوية، حيث ان 9% من طاقة الشمس تكون في صورة أشعة فوق بنفسجية التي تتراوح طول موجنها بين 17.0 – 0.39 ميطرون، بينما تكون 45% من هذه الطاقة هي أشعة مرئية، والتي تبلغ طول موجتها بين 0.4 – 0.74 ميكرون، أما النسبة المتبقية والبالغة 46% من الطاقة الشمسية فتكون بصورة أشعة تحت حمراء، وطول موجتها أكثر من 0.75 ميكرون.(العبايجي ، ربيع 2010م)

إن ما يصل من إشعاع شمسي إلى سطح الأرض لا يتوزع بشكل متساوي عليها وذلك لان الأرض كروية، وهي حول الشمس بمدار إهليجي شبة بيضوي. لذلك تستلم المناطق الاستوائية والمدارية كمية عالية من الطاقة بينما العروض الوسطى والقطبية تستلم كميات من الطاقة اقل. أن اختلاف التوزيع هذا يعود إلى عدة عوامل منها نسبة العاكسية .

إن مفهوم نسبة العاكسية يعتمد على أن جميع الأجسام في الطبيعة تعكس وتشتت جزءا من الإشعاع الشاقط عليها وتمتص ما تبقي من هذا الإشعاع . ولان الطبيعة لا تحتوي على أجسام سوداء أو بيضاء فيزيائياً (الجسم الاسود الفيزيائي يمتص 100% والجسم الابيض الفيزيائي يعكس 100%) فدائما هناك كمية منعكسة أو مشتتة من الإشعاع والباقي ممتص. إن كمية الممتص أو

المنعكس من الإشعاع من قبل الجسم يعتمد كليا علي خشونة سطح الجسم وعلى لون الجسم. فالألوان التي تقترب من الأبيض تعكس أكثر مما تمتص. بينما الأجسام القريبة من الأسود فإنها تمتص أكثر مما تعكس. فمثلا عاكسية الثلج 93% بينما عاكسية التربة بين 7-20% والسطح الخشن أكثر عاكسية من السطح الأملس. كما تؤثر على العاكسية كمية الرطوبة في الجسم فعاكسية التربة الرطوبة اقل من عاكسية التربة الجافة واليك أمثلة عن عاكسية عدد من الأجسام في الطبيعة، فالثلج الحديث السقوط تتراوح عاكسيته بين 90-75% والثلج القديم 70-50% والرمل 25-15% والغابات 10-3% والحشائش 30-15% والتربة 20-7% .(السامرائي 2008م)

وبصورة اكثر دقة فإن الطاقة الشمسية هي عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية (Electromagnetic Waves) ، ترتحل في الفضاء بأكبر سرعة عرفها الإنسان حتي الان، وهي سرعة الضوء، والتي تبلغ 300.000 كم/ثانية . (العبايجي ، ربيع 2010م)

تنتقل الطاقة من الشمس إلى الأرض بالإشعاعRadiation وبعد دخول الإشعاع الغلاف الغازي يضاف التوصيلConduction والحملConvection إلى طرق انتقال الطاقة. فالتوصيل لا يعمل إلا من خلال الأجسام الصلبه القابلة للتوصيل، أما الحمل فأنه يعمل فقط في السوائل والغازات. لذلك فان أهم طريقة لاتنقال الطاقة تكون بالإشعاع. فجميع الأجسام التي تكون درجة حرارتها أعلى من صفر ° كلفن تشع بأطوال موجية تتناقص كلما ارتفعت حرارتها و لان الشمس جسم ملتهب ذا حرارة مرتفعة فانه يشع بأطوال موجية مختلفة معدلها.5 ميكرون. لذلك فان الإشعاع الشمسي يكمن أن يصل إلى أعلى الغلاف الغازي من الشمس حاملا طاقة مقدارها 2سعرة/سم^2/دقيقة وتعادل 1395 واط/م^2. هذه الكمية من الطاقة تسمى الثابت الشمسي ان كمية الثابت الشمسي Solar Constant تختلف باختلاف بعد الأرض عن الشمس. ولان دورة الأرض حول الشمس ليست دائرية تماماً بل أفضل ما توصف بأنها بيضوية. لذلك ففي كانون الثاني يكون بعد الأرض عن الشمس حوالي 147.5 مليون كم، فتستلم الأرض طاقة اكبر مما تستلمها في تموز عندما يكون بعد الأرض عن الشمس حوالي 152.5 مليون كم وتقدر كمية الطاقة الزائدة في كانون الثاني بـ 6% عنها في تموز.(السامرائي 2008م)

2-1-4 التوزيع السنوي للأشعاع الشمسي : Annual Distr. Of Radiation

أن التوزيع السنوي للأشعاع يعكس تأثير صفاء السماء أكثر مما يعكس تأثير زاوية السقوط وطول النهار. وذلك لان اختلاف الزاوية وطول النهار بين الفصول يعبر عنه بالمعدل في التوزيع السنوي. تشهد المناطق الصحراوية في العالم أيام قليلة للتغييم حيث تبقي الشمس ساطعة معظم أيام السنة لذلك تسجل الماطق الصحراوية أعلى معدل للأشعاع الشمسي في العالم معنى ذلك يحافظ المدارين على قيم عالية للأشعاع طول العام قيمة 220كيلو سعرة/سم^2/يوم في صحراء النوبة بين مصر والسودان وهي أعلى قيمة علي الإطلاق. وتظهر قيمة 200 كيلو سعرة/سم^2/يوم في الصحراء الكبرى والجزيرة العربية وصحراء أمريكا الشمالية وقيمة 180 كيلو سعرة/سم^2/يوم في صحراء كلهاري في أفريقيا وصحراء استراليا وصحراء بتكونيا في أمريكا الجنوبية. لذلك تحتل المناطق المدارية بين دائرتي عرض 20° – 30° جنوبا وبين دائرتي عرض 20° – 40 درجة شمالا المرتبة الأولى في كمية التوزيع السنوي. مع ملاحظة أن سواحل غرب القارات أكثر إشعاعا من سواحل شرق القارات وعلي نفس دائرة العرض وتأتي المنطقة الاستوائية بالمرتبة الثانية حيث تسجل 190- 120 كيلو سعرة/سم^2/يوم وذلك لكثرة الغيوم فوقها علي مدار العام . ويقل الأشعاع كلما اتجهنا شمال مدار السرطان وجنوب مدار الجدي ليصل إلى اقل من 60كيلو سعرة/سم^2/يوم فوق القطبين .

ان التوزيع الجغرافي للإشعاع يتحكم بشكل رئيسي بالتوزيع الجغرافي للحرارة على سطح الأرض. أي أن المتحكم الأساسي بتوزيع الحرارة على سطح الأرض هي زاوية سقوط الإشعاع الشمسي وصفاء السماء وطول النهار.

2-2الحرارة :.

في السابق كان يعتقد بان الحرارة نوع من السائل ينتقل من الأجسام الحارة إلى الأجسام الباردة، وكان هذا السائل المتخيل حين ذاك يسمي الوحدة الحرارية (السعرة) لكننا الان نعرف أن الحرارة هي الحركة المستمرة للذران والجزئيات في الأجسام وعلى سبيل المثال الهواء الذي تتحرك فيه الذرات

والجزيئات بحريه مقارنه بالمواد الأخرى، فعندما تتحرك الذرات أو الجزيات بسرعة ، تكون حرارة الهواء مرتفعة، وحينما تتحرك ببطء في يوم بارد مثلا نقول إن حرارة الهواء مرتفعه وحينما تتحرك ببطء في يوم بارد نشعر إن الهواء بارد باعتدال إذن الحرارة (Heat) هي إحدى أشكال الطاقة والتي يترافق معها حركة الذرات او الجزيئات او اي جسيم يدخل في تركيب المادة، وذلك لا جميع المواد مكونة من ذرات، دائمة الاهتزاز والحركة ؛ رغم انهت متفاوتة السرعة، في المادة الواحدة .

إن زيادة حرارة المادة تؤدي الى رفع درجة حرارتها إضافة الى ذلك فإن وجود فارق في درجة الحرارة يحدد اتجاه سريانها فعندما يوجود اتصال بين جسمين مختلفين في درجة الحرارة ، تنتقل الحرارة من الجسم الأعلى في درجة حرارته إلى الأدنى، حتي يتحقق التوازن ، وعندما يتم إلصاق سيئين ولا يكون بينهما اي مجال لمرور الطاقة الحرارية من جسم الى أخر إن درجة حرارتهما واحده ، لكن إذا فقد احدهما الطاقة الحرارية (نتيجة بطء جزيئاته) بينما اكتسب الجسم الاسخن الى الجسم الأبرد ، وان الجسم الأول أعلى من الثاني .

تقاس الحرارة بالسعرات الحرارية (Calories) وتعرف السعرة الحرارية بأنها كمية الحرارة (الطاقة) اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة .

2-2-1 التوزيع السنوي لمعدل درجة الحرارة ومداها :-

أعلى معدل سنوي للحرارة يكون في النصف الشمالي و حول دائرة عرض 10° شمالا. حيث ان منطقة الصحراء الكبرى تسجل أعلى معدل حراري سنوي وبالذات وسطها وجنوبها ويمتد ارتفاع الحرارة إلى جنوب السودان وساحل البحر الأحمر الجنوبي الغربي. أما المنطقة الحارة في العالم فتدور حول أحر منطقة والتي اشرنا إلى وجودها في الصحراء الكبرى، فتشمل شمال استراليا وجزر الهند الشرقية، وجنوب شرق أسيا والهند وباكستان ووسط وجنوب الجزيرة العربية، وشمال الصحراء الكبرى، ومناطق من خليج المكسيك والبرازيل ودول شمال أمريكا الجنوبية، ومعظم دول جنوب أفريقيا. (السامرائي 2008م)

2-3مجمعات التركيز :-

تستخدم المركزات لتجميع الطاقة الشمسية لدرجات الحرارة المتوسطة (100 – 170 درجة مئوية) والمرتفة (اكبر من 170 درجة مئوية) المركزات الشمسية يمكن لها تجميع الطاقة الشمسية العابرة من خلال مساحة كبيرة تسمي بمساحة فتحة المنفذ، وتركيزها في مساحة صغيرة ، تسمي مساحة المستقبل النسبة بين المساحتين تعطي أكبر نسبة تركيز ممكنة، وعادة تسمي بنسبة التركيز النظرية هذه القيمة النظرية لا تتحقق دائما لعدة اسباب . تتكون مجمعات التركيز من المركز والسطح المستقبل أو الماص. المركز يكون سطح عاكس للأشعة الشمسية الساقطة عليه، ويمكن أن يكون حوضاً علي شكل قطع مكافئ (وهو يمثل المركزات الثنائية الأبعاد) أو علي شكل حرف ، العاكسات الكروية كالقطع المكافئ المركب. الكاسرات مثل العدسات والتي يمكن استخدامها أيضاً لتركيز الأشعة الشمسية كالعاكسات تماماً المستقبل يمكن أن يكون أنوباً أو سطحاً مستوياً مرتبطاً بأنبوب يمر به مائع .

2-3-1 تعريفات :-

مساحة فتحة المنفذ : هي المساحة المتوفرة لدخول الأشعة الشمسية إلى العاكس أو الكاسر.

مساحة المستقبل : هي المساحة المتوفرة لا ستقبال او امتصاص الأشعة المركزة.

زاوية الاستقبال أو نصف زاوية الاستقبال : هي الزاوية التي يكمن للمستقبل أن يرى من خلالها الأشعة الشمسية بدون تحريك جزء من أو كل المجمع. تسقط الأشعة الشمسية خلال هذه المنطقة الزاوية ثم تنعكس مرة أو أكثر حتى تصل في نهاية المطاف إلى المستقبل . ونصف زاوية الاستقبال هي نصف هذه الزاوية .

نسبة التركيز النظر ية : هي النسبة بين مساحة فتحة المنفذ إلى مساحة المستقبل، أي انها تساوي مساحة فتحة المنفذ على مساحة المستقبل .

2-3-2 أنواع مجمعات التركيز :-

1- مجمعات التركيز الثنائية الأبعاد

2- ثلاثي الابعاد، العاكس على شكل صحن والمستقبل على شكل صندوق مجوف

3- مجمع تركيز على صورة حقل عاكسات الهليوستات والمستقبل على شكل صندوق مجوف

4- نوعان من المجمعات الكاسرة للأشعة الشمسية :

أ- العدسات الكاسرة والمستقبل أنبوبي .

ب - العدسات الكاسرة والمستقبل مسطح (نصار 2006).

2-4 الطباخ الشمسي :-

الطباخ الشمسي هو جهاز لطهو الطعام أو تعقيمه بالطاقة الشمسية وتتميز معظم الطباخات الشمسية بأنها رخيصة الثمن ، وذات تقنية بسيطة، رغم أن بعضها ذو قوة وكلفة مثل الطباخات التقليدية، ويمكن أن تطهو الطباخات الشمسية ذات الأحجام الكبيرة لمئات الأشخاص ..تنشر العديد من المنظمات غير الربحية الداعمة للبيئة مبدأ الطباخات الشمسية لأنها لا تحتاج إلى وقود أو كلفة صيانة للتقليل من استخدام الوقود وكلفته (خصوصا في البلدان الفقيرة) وتلوث الهواء والتخفيف من التصحر و إزالة الغابات التي تستخدم حطبها كوقود للطهو. يستخدم الطباخ الشمسي في الحالات التي يصبح فيها أقل كمية من الوقود مهمة، أو يكون خطر الحرائق غير مقصودة عاليا، والنتائج العائدة على الصحة والبيئة خطير.

2-4-1 طريقة العمل :

تركيز ضوء الشمس: يستخدم سطح عاكس ذو انعكاس منتظم عالي لتركيز الضوء القادم من الشمس نحو نقطة صغيرة لطهو الطعام. اعتماد على شكل السطح، يركز ضوء الشمس بترتيب معين للمرايا الكبيرة والكثيرة لإنتاج كمية كبيرة من الحرارة قادرة على إذابة الملح والحديد. معظم

التطبيقات المنزلية لا تحتاج إلى كل هذه الحرارة العالية. وتصمم معظم الطباخات المنزلية لتوفر حرارة مابين 150 فهرنهايت (65°)مئوية إلى 750 فهرنهايت (400°)مئوية في الأيام المشمسة.

تحويل طاقة الضوء إلى طاقة حرارية: تركز الطباخات الشمسية ضوء الشمس على وعاء الطبخ. التفاعل بين طاقة الضوء و المعدن (اناء الطبخ) يحول الضوء إلى حرارة. يتضاعف هذا التحويل باستخدام معادن تتحمل حفظ الحرارة .يجب أن يكون وعاء الطعام بلون الأسود لمضاعفة الامتصاص .

2-4-2حبس الطاقة الحرارية:

من المهم التقليل الحمل بعزل الهواء الموجود داخل الطباخ عن الهواء خارجه وذلك بوضع غطاء من الزجاج على الوعاء مما يعزز من الامتصاص من قمة الوعاء ويعطي تأثير البيت الزجاجي الذي يحسن التأثير الحراري ويقلل من انتقال الحرارة .تنقل هذه الطبقة اللامعة الضوء القادم لكنها كتيمة بالنسبة لخروج الأشعة تحت الحمراء. في بيئة بحثية مغلقة، يقدم كيس بلاستيكي يحتمل الحرارة نفس الغرض، حبس الهواء داخله وتسهيل الوصول للحرارة المطلوبة في الأيام الباردة والعاصفة مثل الأيام الحارة.

2-4-3 العملية :-

يعد الطعام بوضعه مثل الفرن أو الموقد العادي. على أي حال، لكي يطهو الطعام بسرعة أكبر يجب أن يكون مقطعا، لذلك يوضع الطعام في الطباخ الشمسي عادة مقطعا وبأحجام أصغر من الطباخ العادي .على سبيل المثال، تقطع البطاطا إلى قطع بحجم اللقمة على عكس شواءها بالحجم الكامل. ويمكن في حالة الطبخ البسيط مثل إذابة الزبدة أو الجبنة، لا تحتاج إلى الغطاء ويمكن وضعها في إناء أو زبدية غير مغطاة.

يوضع الوعاء داخل الطباخ الشمسي، ويوضع على طابوق، حجر، مقعد حديد، والطباخ الشمسي على أشعة الشمس المباشرة .إذا كان الطباخ الشمسي بكامله على أشعة الشمس المباشرة فإن ظل الطباخ الشمسي لن يتداخل مع أي ظل آخر. يترك الطعام عادة في الفرن الشمسي بدون مراقبة لأن تفقد الطعام يسمح بهروب الحرارة من الفرن ويبطئ عملية النضج.وفي الحاجة إلى تفقد الطعام فكل

ساعة أو ساعتين فقط.إذا تُرك الطعام لعدة ساعات، يوجه الفرن نحو النقطة التي تتحرك الشمس إليها في أعلى نقطة من السماء، عوضا عن تركه في موضعه الحالي.

تعتمد كمية الوقت لنضج الطعام بشكل أساسي على نوع الطباخ المستخدم، كمية أشعة الشمس ونوعية الطعام المراد طبخها. حرارة الجو والرياح والمنطقة كلها تؤثر على أداء العملية. يطبخ الطعام بشكل أسرع أثناء فترة الظهر من أوقات الصباح الباكر أو العصر.

من الصعب أن يحرق الطعام في الطباخ الشمسي .لا يوجد فرق كبير بين الطعام الذي طبخ بزيادة ساعة عن الطعام الذي طبخ بشكل عادي. والاستثناء من هذه القاعدة هو بعض الخضروات الخضراء التي تتغير بسرعة من لون أخضر ساطع إلى لون زيتوني غامق وعلى الرغم من ذلك تحتفظ بشكل مرغوب.

بالنسبة لباقي الطعام مثل الرز يصعب على الشخص أن يقدر كمية الوقت الذي يحتاجه. وهناك بعض الفروق على الخبز والمعجنات حيث تصبح سمراء من الأعلى بدلا من الأسفل. ومقارنة بالطبخ على النار، يكون الطعام بلا نكهة دخانية.

2-4-4 العاكس :-

تجمع العاكسات المكافئة أشعة الشمس في نقطة واحدة. وعندما تركز هذه النقطة في أسفل وعاء تسخنه إلى درجات حرارة عالية والتي عادة ماتقارن بدرجات الحرارة للغاز العادي أو مشواة الفحم. هذا النوع من الطباخات الشمسية منتشر بشكل واسع حول العالم، غالبا في الهند والصين، حيث تستخدمه آلاف العائلات لطهو الطعام أو تسخين الماء.

تصنع بعض العاكسات المكافئة بمواد وتصميمات متقدمة والتي أعطت فعالية بالطاقة الشمسية حتى 90% تقريبا. بعض العاكسات كانت كبيرة بحيث تطهو لألاف الأشخاص يوميا، مثل العاكس الشمسي في أوروفيل في الهند والذي يطبخ وجبتين في اليوم لألف شخص يوميا. (الموسوعة الحرة)wikipedia

2-5 انواع الطباخات الشمسية :-

2-5-1 طبق الطهي الشمسي (المجمع الحراري)

ينتشر طبق الطهي الشمسي بكثرة في مناطق غرب الصين , يقوم الطبق كأطباق الستالايت العادية بتركيز الآشعة الساقطة عليه في بؤرة حرارية و هو ينتج حرارة تعادل حرارة النار العادية و يتطلب استخدامه اشتراطات معينة للأمان خصوصاً بالنسبة للعينين .

يمكن صناعة هذا الفرن بإستخدام طبق دش (ستالايت) عادي من خلال تغطيته بقطع المرايا أو بورق الفويل أو طلاؤه بطلاء عاكس للضوء و الحرارة . كما بالشكل رقم 2-1

شكل رقم (2-1) : يوضح طبق الطهي

2-5-2 لوحة الطهي الشمسي :.

لوحة بسيطة يمكن صناعتها من ورق الكرتون المقوى بعد تغطيته بورق الفويل اللامع و تنتشر هذه اللوحة في الهند و هي تقوم بتوزيع الحرارة على الطعام بشكل أفضل و لا تحتاج للتحريك المستمر مع اتجاه الشمس مقارنة بأطباق الطهي .تتميز هذه اللوحة بقابليتها للطي و الحمل و استخدامها في

أي مكان بسهولة و نظراً لأن تلك التصاميم هي تصاميم مفتوحة تستخدم الأكياس المقاومة للحرارة لتقليل تسرب الحرارة من إناء الطهي .

كوكيت Cookit أحد أشهر لوحات الطهي هي اللوحة التي تم ابتكارها في عام 1994 و التي بالرغم من بساطة مظهرها فعالة جداً و قادرة على تسوية طعام ل 5 أو 6 أفراد بكفاءةرغم ان مكونها الاساسي الكرتون المقوى.

تتميز هذه اللوحة أيضاً بإمكانية طيها بحجم كتيب صغير بحيث تصبح متاحة في أي وقت و مكان متى توفرت الشمس و لا يعيب تلك اللوحات سوى أنها غير مقاومة للماء و هو ما يجعلها عرضه للبلل و يقلل من عمرها الإفتراضي مالم يتم عزلها جيداً . يعيب تلك اللوحات أيضاً كونها قد تتأثر بعوامل مثل الرياح أو الحيوانات .تسمى اللوحة التالية (فن بانل)Fun Pane و هي لوحة مصنوعة من فرخ واحد من الورق المقوى مع الفويل اللامع يمكن صناعة مثل هذا الطباخ الشمسي عن طريق قطع نصف صندوق قطرياً و توصيل أجزاؤه

و يمكن عمل لوحات الطهي السابقة او نماذج مشابهة لها بأشكال متنوعة و بسيطة مع مراعاة أن الغرض هو تركيز أكبر قدر من آشعة الشمس على إناء الطهي .

شكل ر قم (2-2) : يوضح لوحة الطهي الشمسي

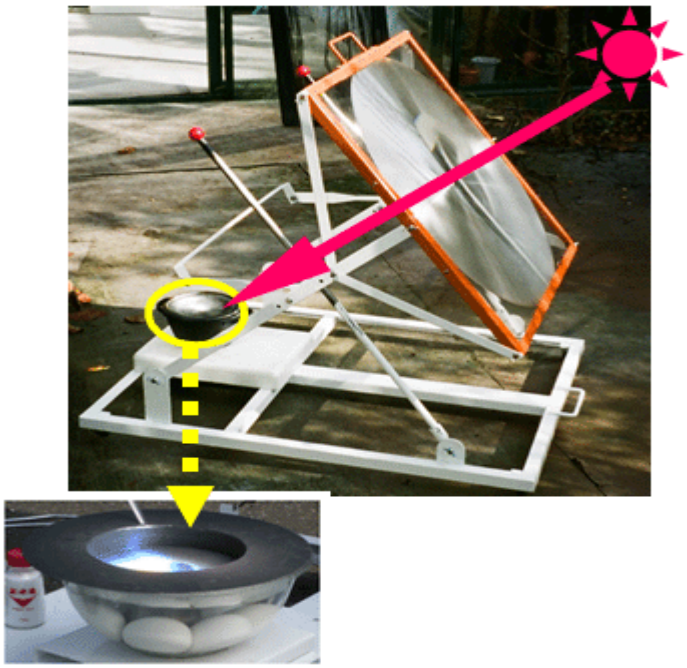
3-5-2 صندوق الطهي الشمسي :.

ينتشر صندوق الطهي الشمسي في الهند و يمكن صناعته من خامات بسيطة مثل الورق أو الخشب مع ورق الفويل بالإضافة إلى الزجاج فيمكن استخدام صندوق عادي من الورق كصندوق البيتزا أو صندوق من الخشب . ترتكز الفكرة على تجميع أكبر قدر من الحرارة من أعلى مع العزل من الأجناب كما بالشكل رقم 2-3

شكل رقم (2-3) : يوضح صندوق الطهي الشمسي

2-5-4 عدسة فريسنل :.

تعتمد هذه الطريقة على استخدام عدسة ضخمة لتجميع الضوء و الحارة الساقطة في بؤرة معينة بحيث يمكن استخدامها في أغراض الطهي يعيب هذه الطريقة ارتفاع ثمن العدسة و هي بالتالي طريقة مكلفة بالنسبة للطرق الأخرى الأقل تكلفة .



شكل رقم (2-4) : يوضح عدسة فريسنل

لا تتوقف الأفكار عند هذا الحد فهناك العديد من الأفكار و التصميمات لطباخات شمسية التي قدمها العديد من المصممين منها ما يمكنك صناعته بنفسك بأبسط الخامات و بالطبع يمكنك التعديل و التحسين حتى تصل إلى أفضل النتائج .

2-6 فوائد و مميزات الطباخ الشمسي :.

1- الطباخ الشمسي يمكنه أن يوفر لك الوقت و المال .
2- ضوء الشمس مجاني و بالتالي لن تحتاج إلى جرة غاز أو استهلاك أي وقود.
3- تقنية صديقة للبيئة و لا ينتج عنها أي انبعاثات قد تضر بالبيئة كما أنه يحد من قطع الأشجار لإستخدامها كوقود.

4- الطهي البطيء لا يحتاج منك لمتابعة أو تقليب و يجعل من الصعب أن يحترق الطعام .
5- يمكن صناعته من خامات بسيطة و موجودة في البيئة و بتكلفة لا تذكر.
6- يمكن استخدامه لتعقيم المياه و ألبان الأطفال و خصوصاً في المناطق النائية .
7- هناك ميزة أخرى رائعة للأفران الشمسية و هي أنها تقوم بطهي الطعام في درجة حرارة من 82-120 درجة مئوية و هي درجة حرارة كافية لطهي الطعام دون تدمير قيمته الغذائية أو حرقه بما يعني أن الغذاء الناتج يكون غذاءاً صحياً أكثر من تلك الأغذية المطهوة في البوتاجازات أو الأفران العادية .
8- و للحصول على أعلى كفاءة يفضل استخدام أواني سوداء جيدة الإغلاق على الأواني اللامعة أو الفاتحة و يفضل استخدام أغطية زجاجية أو معدنية محكمة للأواني المستخدمة.

هناك عدة ابتكارات لأفران شمسية بسيطة تمت صناعتها و استخدامها في مناطق مختلفة من العالم , و بالرغم من كون المنطقة العربية منطقة غنية بالطاقة الشمسية إلا أن الإسهامات و الإستخدامات لهذه الطاقة قليلة جداً .(مجلة روئ)

المواد والطرق

تم إجراء هذه التجربة في جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا كلية الدرسات الزراعية قسم الهندسة الزراعية لتصميم طباخ شمسي وتقييم أداء كل من المزاق واللون والرائحة والجودة الشاملة في يوم 10 و 11 من شهر اكتوبر لسنة 2017م .

3-1 المواد :.

1- صاج حديد عادي (صاج اسود) لوح ونص ($4m^2$) .

2- مواسير مربعة (3سم *1.5سم) بطول 14 متر .

3- صاج عاكس (Totya) (100سم *50سم) .

4- عازل حراري (نص لفة) (10 متر2) .

5- زجاج شفاف عادي 130سم مربع .

6- مسامير لربط الصاج علي الهيكل .

7- سيلكون لمنع التسرب .

8- نوكرين لصق العازل الحراري .

9- لحام بارد لتثبيت المقابض والرزات .

10- طلاء الطباخ الشمسي من الداخل والخارج .

11-أواني لـ الطبخ

12-ألة قطع الحديد (لقطع المواسير) – حجر نار متحرك (صاروخ) .

13-ماكنة لحام (لحم وتثبيت الهيكل لصندوق الخارجي والداخلي) .

14-شريط قياس (متر حديدي) لقياس الابعاد المطلوبة .

15-مقص حديد لقطع وقص الصاج بالمقاس المناسب .

16-أدوات شنكرة .

17-دربكين (مثقاب متحرك) لربط المسامير لثبيت الصاج على الهيكل .

18-قاطع (Cater) لقطع العازل الحراري بالمقاس المناسب .

19-قلم زجاج (لقطع الزجاج) .

20- مقياس درجة الحرارة (Oven Temperature).

21- لحمة (فراخ).

22- عدس .

23- مكرونة وشعيرية .

2-3 طرق عمل التصميم :.

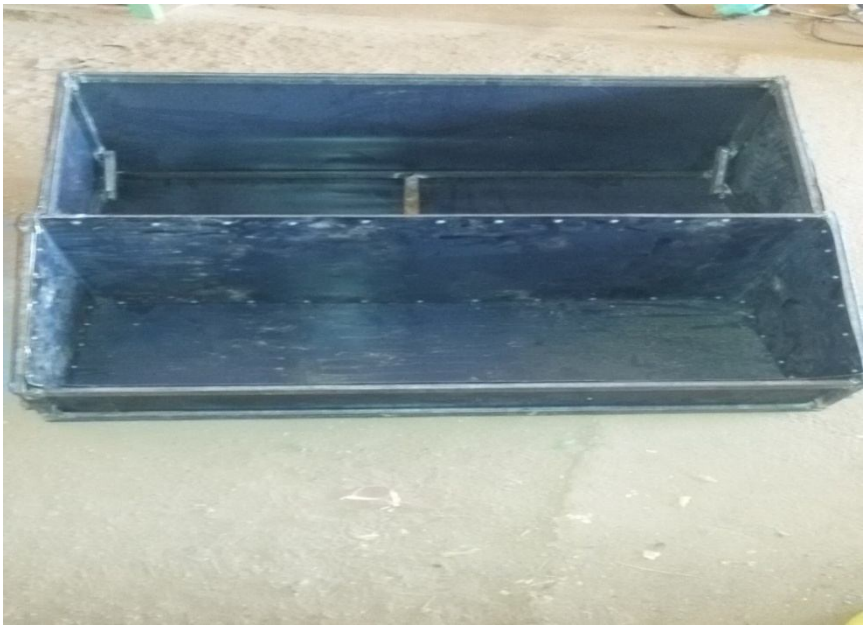
تم عمل الصندوق الخارجي من المواسير المربعة (3*1.5سم) على شكل شبة منحرف قاعدته (100*50سم) والقوائم الخلفية على ارتفاع 35سم والامامية على ارتفاع 20سم و القاعدة العلوية(100*55سم) كما في الصورة رقم (3-1)

صورة رقم (3-1) : يوضح الهيكل الخارجي للفرن

تم عمل الصندوق الداخلي من المواسير المربعة (3*1.5سم) على شكل شبه منحرف قاعدته (90*40سم) والقوائم الخلفية على ارتفاع 30 سم والامامية على ارتفاع 15سم و القاعدة العلوية (90*45سم).

صورة رقم (3-2) : يوضح الصندوقين الداخلي والخارجي

تم قطع الصاج بالمقص بالمقاسات المناسبة لتبطين الصندوقين الخارجي والداخلي وتم تثبيت الصاج بمسامير الربط بواسطة الدربكين المتحرك



صورة رقم (3-3) : توضح الصندوقين بعد تبطينهما بالصاج

تم قطع العازل الحراري بالقاطع على المقاسات المناسبة لوضعه بين الصندوقين الخارجي والداخلي علي سمك 5 سم كما في صورة رقم (3-4)

صورة رقم (3-4) : يوضح وضع العازل الحراري بين الصندوقين

تم عمل الاطار لـ العاكس (صاج تونيا) علي ابعاد (100*55سم) من المواسير المربعة وتم تثبيت العاكس على الاطار بو اسطة مسامير، الربط كما في الصورة رقم 3-5

صورة رقم (3-5) : توضح العاكس الشمسي

تم تقسيم الصندوق على قسمين بواسطة لوح زجاجي شفاف و تم تثبيت الزجاج الشفاف بواسط مفصلات على القاعدة العلوية لصندوق ليكون غطاء علوي لصندوق المقسوم بزجاج ليكون غرفتين على ابعاد (50سم *58سم) للغرفة الواحده كما في الصورة رقم 3-6

صورة رقم (3-6): توضح فصل الصندوق لغرفتين بالزجاج

تم وضع عازل من أعلى لحماية الزجاج من الكسر عند الفتح ومنع تسرب الحرارة عند قفل الزجاج

صورة رقم (3-7) : توضح تثبيت العازل العلوي لحماية الزجاج

تم تثبيت الزجاج والعاكس بالمفصلات علي الصندوق كما بالصورة رقم 3-8

صورة رقم (3-8): توضح تثبيت الزجاج والعاكس

تم طلاء الطباخ واواني الطبخ بالون الاسود ليساعد على امتصاص الحرارة كما بالصورة رقم 3-9

صورة رقم (3-9): توضح طلاء الفرن وأواني الطبخ

3-3 طريقة الاستخدام :.

تم وضع الفرن بحيث يكون مواجه للاشعة الشمس ويتم نظافة السطح الزجاجي من الاتربة وبعدها يتم ضبط العاكس الشمسي بحيث يزيد من تركيز الاشعة الساقطة على الفرن ، ثم غسل وتجهيز اواني الطبخ والمادة المراد طبخها ويتم تقطيها الى قطع اصغر من الطبخ العادي . وضع كل المستلزمات المطلوبة لطبخ المادة مرة واحدة قبل وضعها في الفرن.

بالنسبة للعدس والشعيرية تم وضعهما داخل الفرن عند الساعة 11:30 وكانت درجة الحرارة 40 درجة مئوية استقرق العدس حتي النضج 4 ساعات حتي 3:30 م وكانت درجة الحرارة 120 درجة مئوية.اما بالنسبة للشعيرية تم وضعها في الغرفة الثانية في نفس الزمن 11:30 ولكن تم اخراجها عند1:30 اي لمدة ساعتين فقط .

لحمة الفراخ و المكرونة : تم وضعهما داخل الفرن عند الساعة 12:45م وكانت درجة الحرارة 40 درجة مئوية استقرقت لحمة الفراخ حتي النضج 4 ساعات حتي 4:45 وكانت درجة الحرارة 100درجة مئوية.اما بالنسبة للمكرونة تم وضعها في الغرفة الثانية في نفس الزمن 12:45م ولكن تم اخراجها عند 2:25 اي لمدة ساعتين فقط .

3-5 اختبار التذوق (panel Test) :

بعد أكتمال عملية النضج تم اختبار التذوق بعينة عشوائية شملت طلاب المستوي الخامس وكذلك بعض الاساتذة بقسم الهندسة الزراعية بطريقة عشوائية لتقيم المواد التي تم طبخها من حيث : (الرائحة – اللون – المزاق و الجودة الشاملة) وذلك حسب الاستبيان الموضح .

عنصر التقييم	ممتاز (5)	جيد جداً (4)	جيد (3)	مقبول (2)	غيرمقبول(1)
الرائحة					
اللون					
المذاق					
الجودة الشاملة					

النتائج والمناقشة

4-1 مؤشرات التقييم :

تم تقييم التصميم عن طريق قياس درجة الحرارة خارج وداخل الفرن خلال يومين كما موضح بالجداول التالية :

جدول رقم (4-1-1) يوضح اختلاف درجات الحرارة

الزمن	درجة الحرارة خارج الفرن	درجة الحرارة داخل الفرن
11:30ص	37 درجة مئوية	40 درجة مئوية
12:00م	37 درجة مئوية	70 درجة مئوية
12:30م	38 درجة مئوية	90 درجة مئوية
1:00م	39 درجة مئوية	100 درجة مئوية
1:30م	40 درجة مئوية	115 درجة مئوية
2:00م	38 درجة مئوية	110 درجة مئوية
2:30م	40 درجة مئوية	120 ددرجة مئوية
3:00م	39 درجة مئوية	120 درجة مئوية
3:30م	37 درجة مئوية	115 درجة مئوية

يتضح من الجدول أن اعلى درجة حرارة كانت 120 درجة مئوية وهذه الدرجة كافية لطهي الاطعمة، ويمكن ان تزيد او تقل درجة الحرارة عن 120 وذلك حسب ظروف المناخ

4-2مؤشرات الاختبار والتطبيق بالنسبة للتصميم :

الجداول التالية توضح تحليل نتائج الاستبيانات بالنسب المئوية :.

- تم إجراء تجربة لكل من العدس والشعيرية يوم 10-10-2017م اما لحمة الفراخ والمكرونة في يوم 11-10-2017م .

4-2-1 تقييم العدس :

من الجدول رقم 4-1 يتضح ان كل عناصر التقييم كل من الرائحة واللون والمذاق والجودة الشاملة كانت ممتاز .

جدول 4-2-1 يوضح نتائج تحليل العدس لـ 16 استبيان

عناصر التقييم	الرائحة	اللون	المذاق	الجودة الشاملة
ممتاز	%68.75	%68.75	%68.75	%62.5
جيد جداً	%12.5	%31.25	%25	%37.5
جيد	%12.5	%0	%0	%0
مقبول	%6.25	%0	%6.25	%0
غير مقبول	%0	%0	%0	%0

4-2-2 تقييم الشعيرية :

يتضح من الجدول 4-2 ان كل من اللون والمزاق كانت ممتازة اما الرائحة كانت 35.6% ممتاز و 35.7% جيدجداً و14.4% جيد و 14.3% مقبول وهذا يدل علي اختلاف آراء المقيمين .

اما بالنسبة لجودة الشاملة كانت موزعة بين ممتاز بنسبة 32.1% وجيدجداً بنسبة 35.7% وجيد 14.3% ومقبول 17.9% .

جدول 4-2-2 يوضح نتائج تحليل الشعيرية لـ 16 استبيان

عناصر التقييم	الرائحة	اللون	المذاق	الجودة الشاملة
ممتاز	%35.6	%50	%53.6	%32.1
جيد جداً	%35.7	%21.4	%28.6	%35.7
جيد	%14.4	%14.3	%14.3	%14.3
مقبول	%14.3	%7.1	%3.5	%17.9
غير مقبول	%0	%7.2	%0	%0

4-2-3 تقييم لحمة الفراخ :

يتضح من الجدول4-2-3 ان عناصر التقيم لكل من الرائحة واللون والمزاق كانت ممتازة ، اما الجودة الشاملة كانت موزعة بين ممتاز بنسبة 44.5% وجيد جداً بنسبة 44.4% ومقبول بنسبة 11.1%.

جدول4-2-3 يوضح نتائج تحليل لحمة الفراخ لـ 9 استبيان

عناصر التقييم	الرائحة	اللون	المذاق	الجودة الشاملة
ممتاز	%55.6	%55.6	%66.7	%44.5
جيد جداً	%33.3	%33.3	%0	%44.4
جيد	%0	%11.1	%33.3	%0
مقبول	%11.1	%0	%0	%11.1
غير مقبول	%0	%0	%0	%0

4-2-4 تقييم المكرونة :

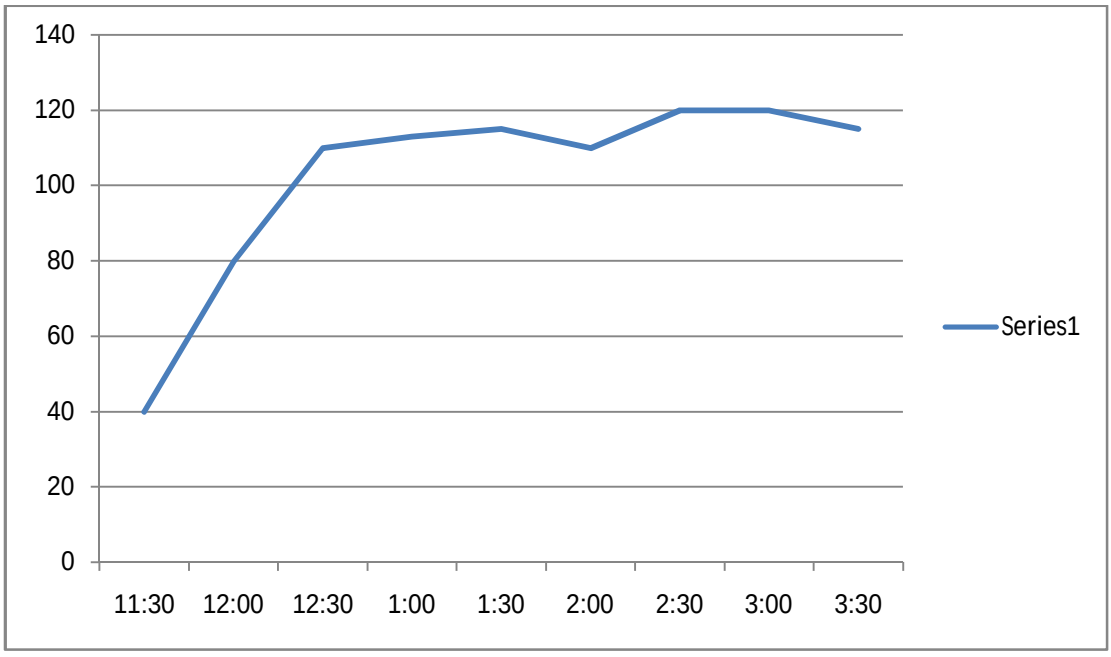
يتضح من الجدول ان كل عناصر التقييم الرائحة واللون والمذاق والجودة الشاملة كانت ممتاز .

جدول4-2-4يوضح نتائج تحليل المكرونة لـ 15 استبيان

عناصر التقييم	الرائحة	اللون	المذاق	الجودة الشاملة
ممتاز	%66.7	%80	%53.3	%60
جيد جداً	%26.7	%13.3	%33.3	%33.3
جيد	%0	%6.7	%13.4	%6.7
مقبول	%6.6	%0	%0	%0
غير مقبول	%0	%0	%0	%0

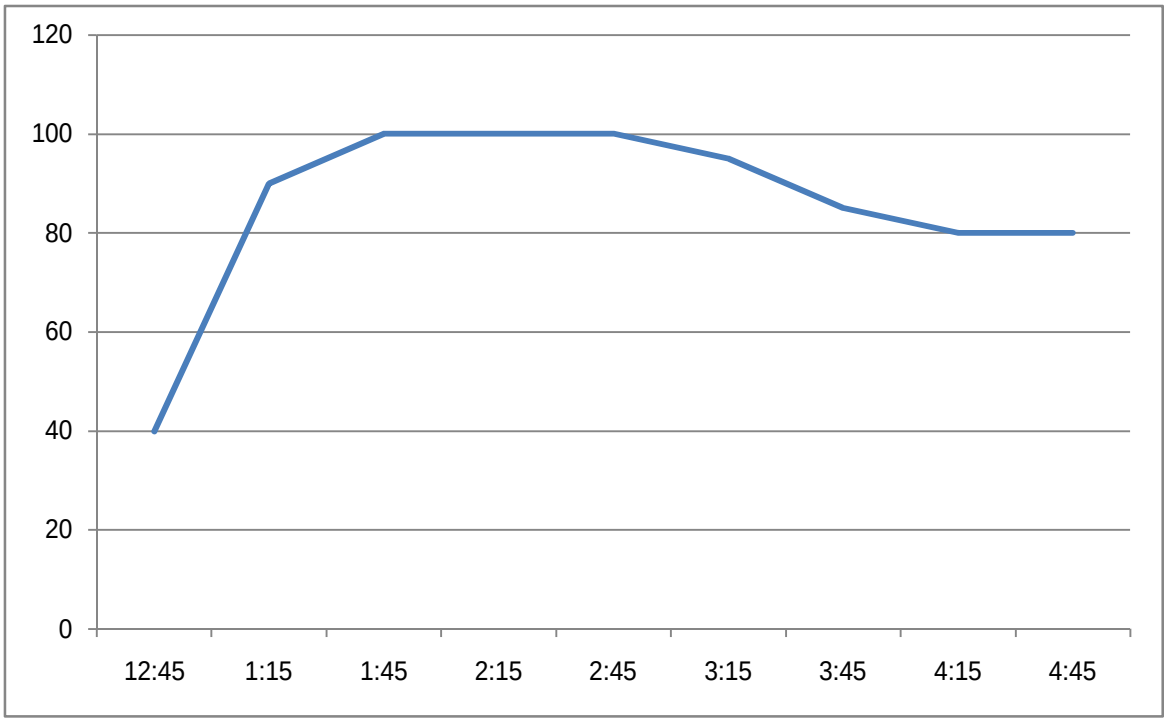
4-3 شكل بياني يوضح اختلاف درجات الحرارة في التجربة :

تم إجراء التجربة في الساعة 11:30ص وكانت درجة الحرارة في بداية التجربة 40درجة مئوية وفي نهاية التجربة 115 درجة مئويةبينما كانت أعلى درجة حرارة 120درجة مئوية في الساعة 2:30م



- شكل رقم(4-3-1): يوضح اختلاف درجات الحرارة داخل الفرن الشمسي مع مرور الزمن للتجربة الاولى لكل من العدس والشعيرية

تم إجراء التجربة في الساعة 12:45 م و درجة الحرارة في بداية التجربة كانت 40 درجة مئوية وفي نهاية التجربة كانت 80 درجة مئوية بينما كانت أعلى درجة حرارة 100درجة مئوية في الساعة 2:15م



شكل رقم (4-3-2): يوضح اختلاف درجات الحرارة داخل الفرن الشمسي مع مرور الزمن للتجربة الثانية لكل من لحمة الفراخ و المكرونة .

الخلاصة و التوصيات

5-1 الخلاصة :

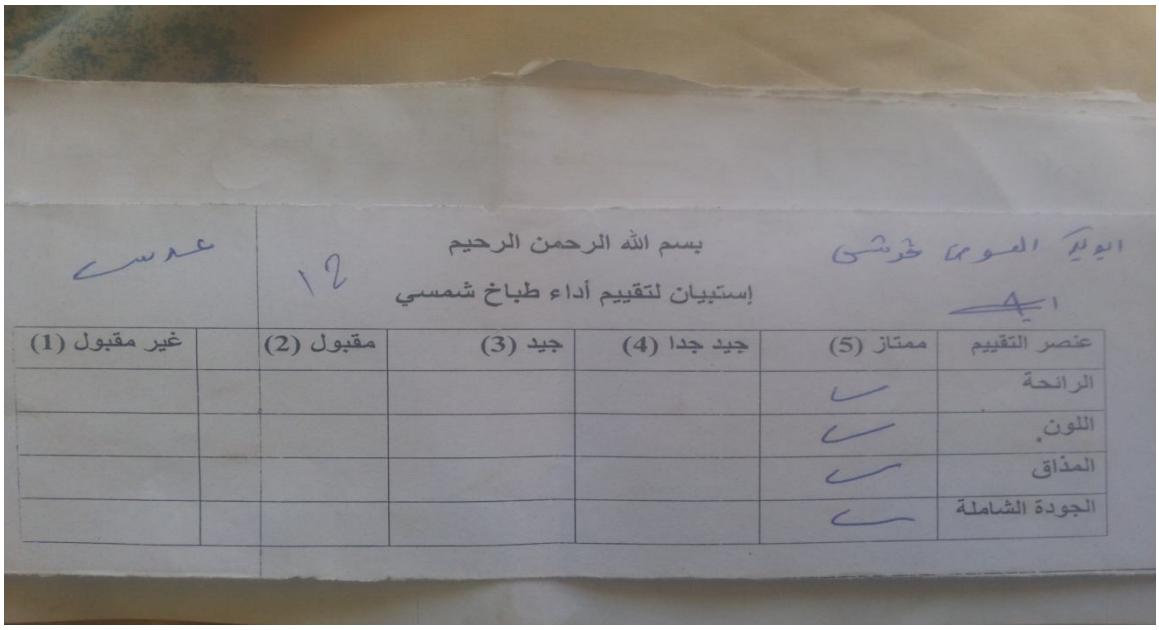
تم تصمييم فرن شمسي بقسم الهندسة الزراعية كلية الدراسات الزراعية جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا واوضحت نتائج التقييم واختبار التصميم أن أعلى درجة حرارة كانت 120 درجة مئوية بينما درجة الحرارة خارج الفرن كانت 40 درجة مئوية وهذا مؤشر جيد يدل علي كفاءة الفرن ، وبالنسبة لختبار التصمييم تم اختبارة علي طهي اربعة اطعمة هي العدس والشعيرية ولحمة الفراخ والمكرونة و زمن الطهي حسب الطعام المطهي حيث يتراوح زمن الطهي بين (2- 4) ساعات ،واضحت نتائج الاستبيانات بالنسبة للختبار لكل من (المذاق واللون والرائحة والجودة الشاملة) كانت ممتازة ، ومن هذه النتائج اتضح ان هذا التصمييم جيد يمكن استخدامه في طهي بعض الاطعمة .

2-5 التوصيات :

- طبخ انواع مختلفة من الأطعمة لختبار التصميم .
- تصميم نظام تتبع حركة الشمس لتوجيه الفرن علي اشعة الشمس بدلاً من تحريكه يدوياً كل فترة .
- استخدام انواع اخرى من العواكس ذات عاكسية افضل .
- استخدام أكثر من عاكس بدلاً من عاكس واحد .
- استخدام حصى في الارضية وطلائها باللون الاسود لتساعد علي الامتصاص وحفظ الحرارة.
- استخدام مادة اخرى في الغطاء بدلاً من الزجاج وذلك نسبة لتعرضه للكسر .

3-5 الملاحق : صور من بعض الاستبيانات :

5-3-1 نماذج من الاستبيانات بالنسبة لـ العدس

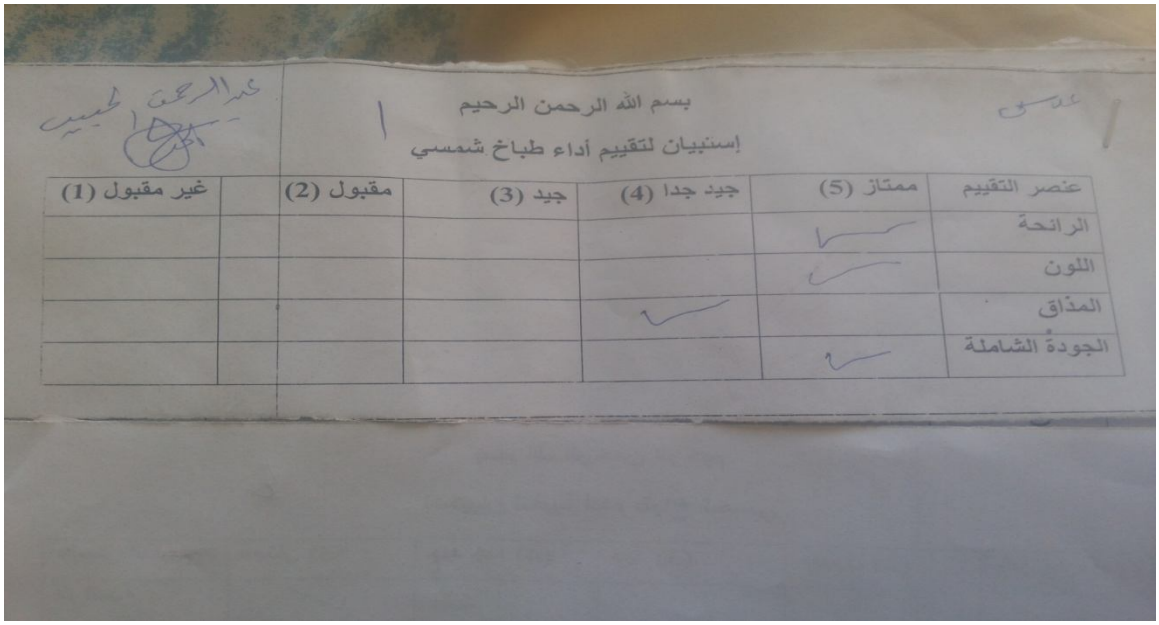


بسم الله الرحمن الرحمين

إستبيان لتقييم أداء طباخ شمسي

عنصر التقييم	ممتاز (5)	جيد جدا (4)	جيد (3)	مقبول (2)		غير مقبول (1)
الرائحة	✓					
اللون	✓					
المذاق	✓					
الجودة الشاملة	✓					

نموذج رقم A1

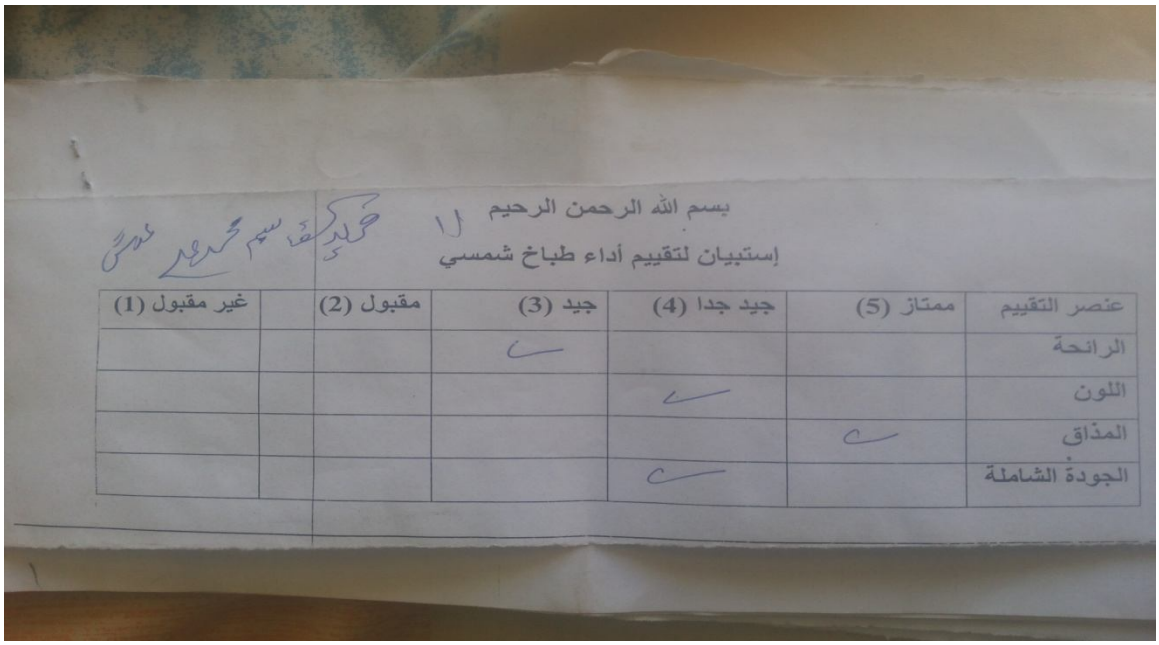


بسم الله الرحمن الرحمين

إستبيان لتقييم أداء طباخ شمسي

عنصر التقييم	ممتاز (5)	جيد جدا (4)	جيد (3)	مقبول (2)		غير مقبول (1)
الرائحة	✓					
اللون	✓					
المذاق		✓				
الجودة الشاملة	✓					

نموذج رقم A2



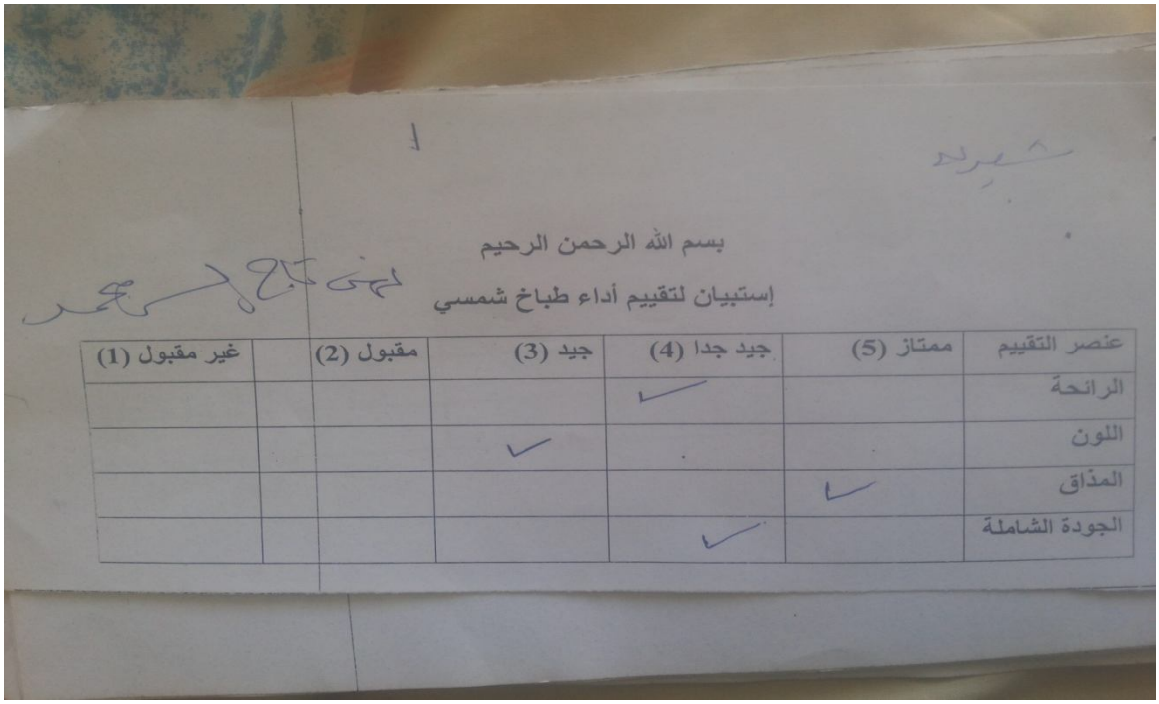
بسم الله الرحمن الرحيم

إستبيان لتقييم أداء طباخ شمسي

عنصر التقييم	ممتاز (5)	جيد جدا (4)	جيد (3)		مقبول (2)		غير مقبول (1)
الرائحة			✓				
اللون		✓					
المذاق	✓						
الجودة الشاملة		✓					

نموذجA3

2-3-5 نماذج من الاستبيانات بالنسبة لـ الشعيرية :

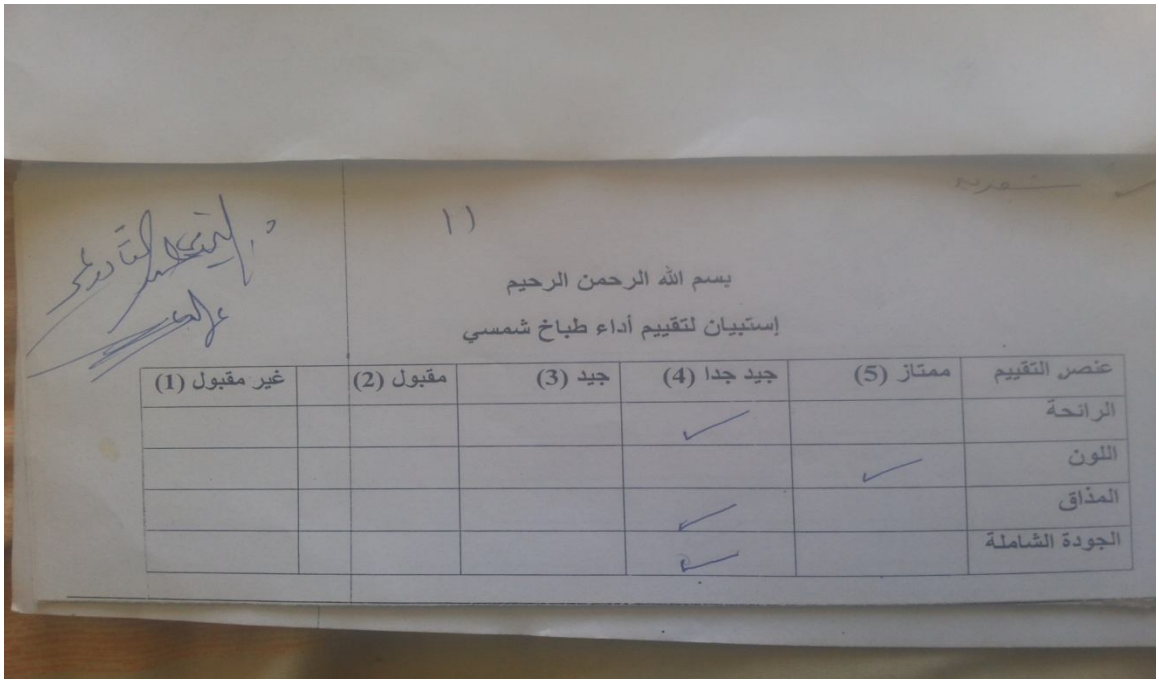


بسم الله الرحمن الرحيم

إستبيان لتقييم أداء طباخ شمسي

عنصر التقييم	ممتاز (5)	جيد جدا (4)	جيد (3)		مقبول (2)		غير مقبول (1)
الرائحة		✓					
اللون			✓				
المذاق	✓						
الجودة الشاملة		✓					

نموذج رقم B1

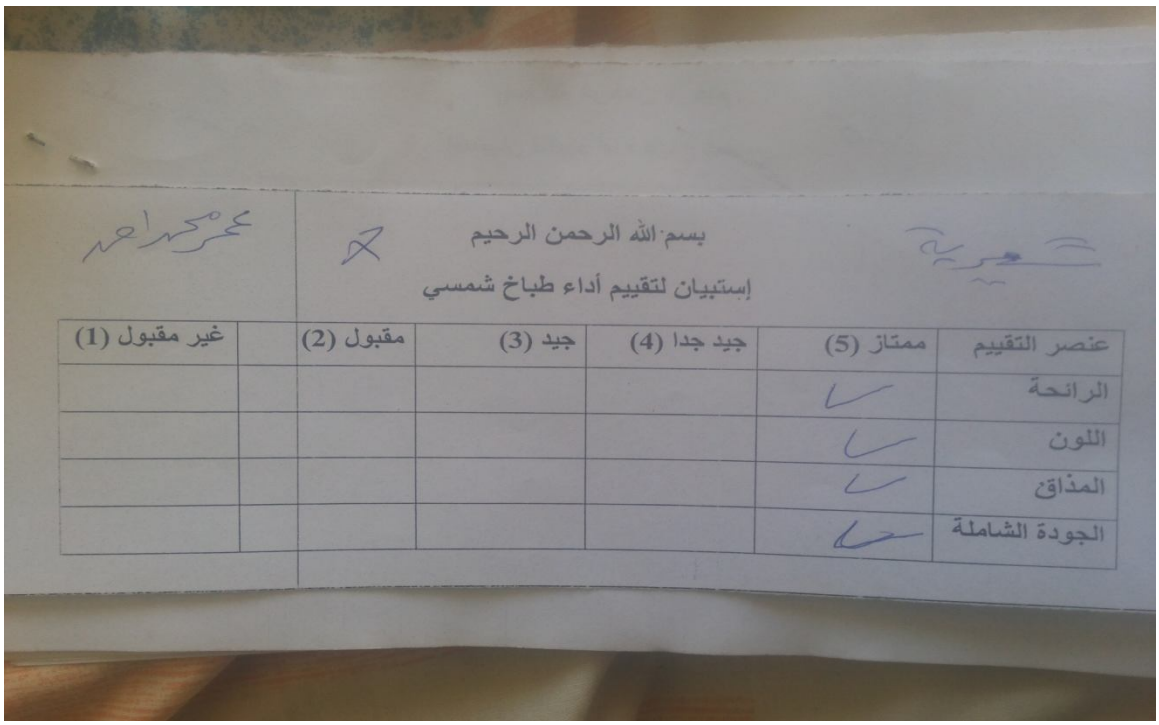


بسم الله الرحمن الرحيم

إستبيان لتقييم أداء طباخ شمسي

عنصر التقييم	ممتاز (5)	جيد جدا (4)	جيد (3)	مقبول (2)		غير مقبول (1)
الرائحة		✓				
اللون	✓					
المذاق		✓				
الجودة الشاملة		✓				

نموذج B2



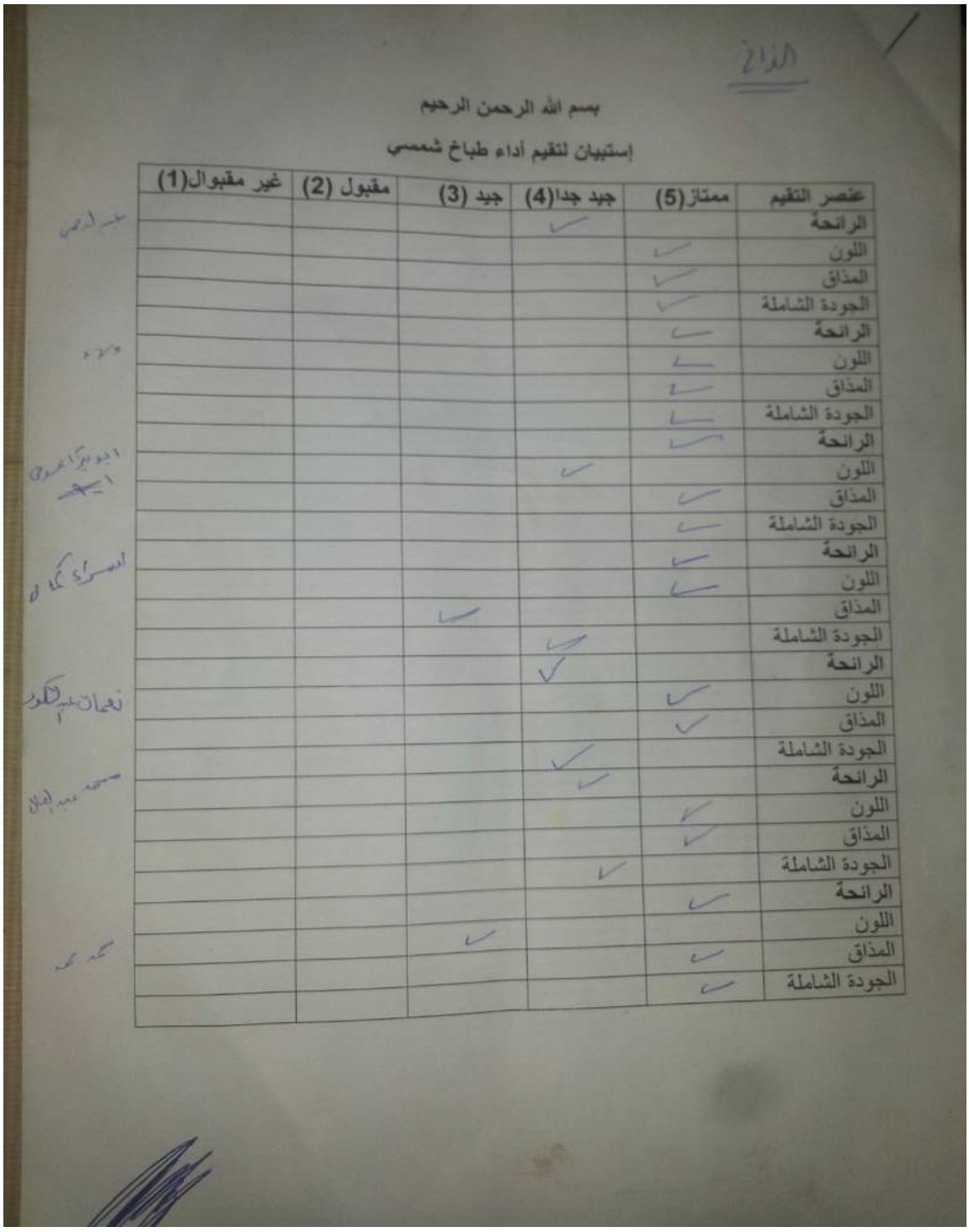
بسم الله الرحمن الرحيم

إستبيان لتقييم أداء طباخ شمسي

عنصر التقييم	ممتاز (5)	جيد جدا (4)	جيد (3)	مقبول (2)		غير مقبول (1)
الرائحة	✓					
اللون	✓					
المذاق	✓					
الجودة الشاملة	✓					

نموذج B3

3-3-5 نماذج من الاستبيانات بالنسبة لـ لحمة الفراخ :



الفراخ

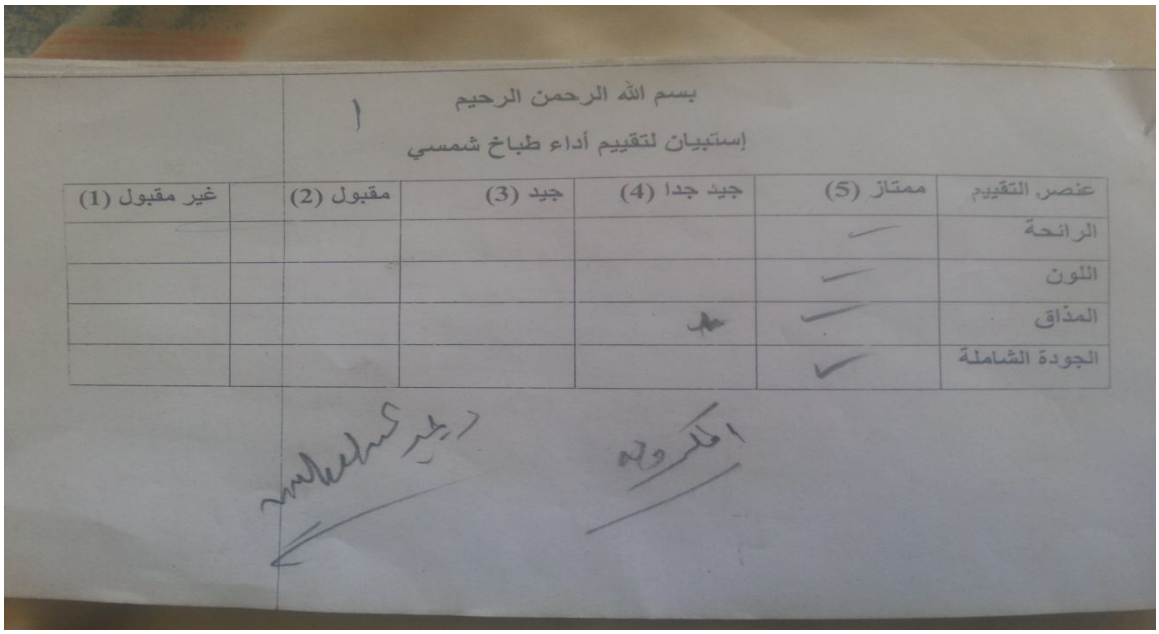
بسم الله الرحمن الرحيم

إستبيان لتقييم أداء طباخ شمسي

عنصر التقييم	ممتاز(5)	جيد جدا(4)	جيد (3)	مقبول (2)	غير مقبوال(1)
الرائحة		✓			
اللون	✓				
المذاق	✓				
الجودة الشاملة	✓				
الرائحة	✓				
اللون	✓				
المذاق	✓				
الجودة الشاملة	✓				
الرائحة	✓				
اللون		✓			
المذاق	✓				
الجودة الشاملة	✓				
الرائحة	✓				
اللون	✓				
المذاق			✓		
الجودة الشاملة		✓			
الرائحة		✓			
اللون	✓				
المذاق	✓				
الجودة الشاملة		✓			
الرائحة		✓			
اللون	✓				
المذاق	✓				
الجودة الشاملة		✓			
الرائحة	✓				
اللون			✓		
المذاق	✓				
الجودة الشاملة	✓				

نموذج رقم C

4-3-5 نماذج من الاستبيانات بالنسبة للمكرونة :

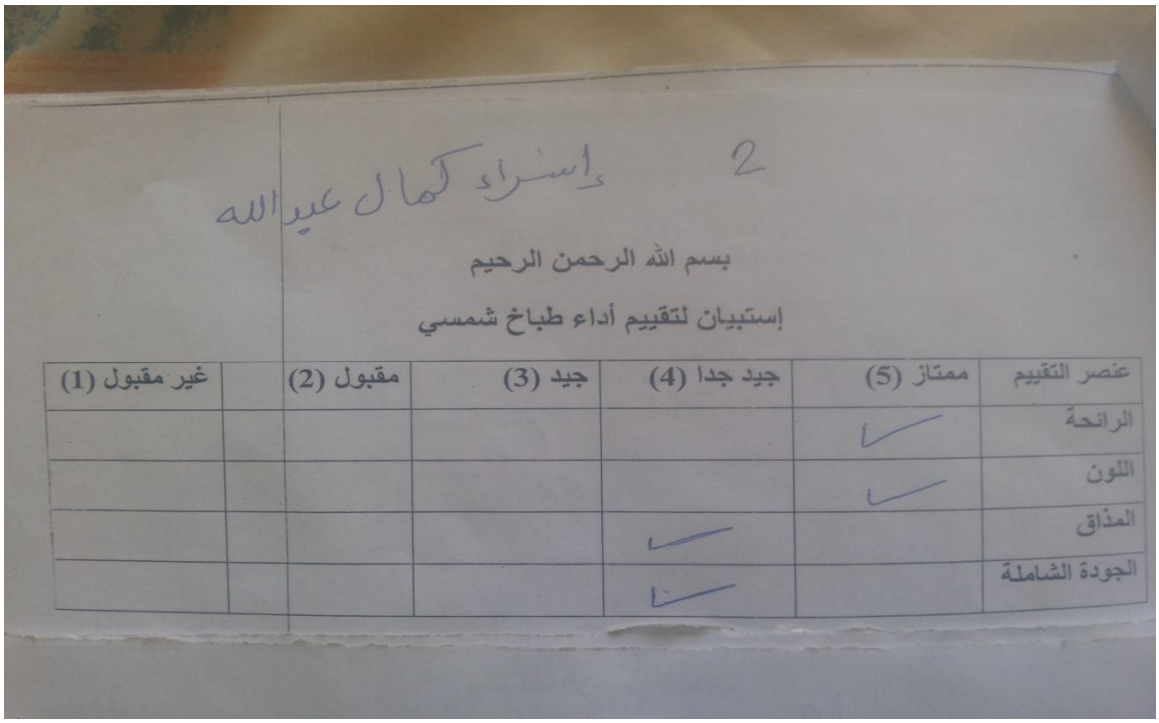


بسم الله الرحمن الرحيم

إستبيان لتقييم أداء طباخ شمسي

عنصر التقييم	ممتاز (5)	جيد جدا (4)	جيد (3)	مقبول (2)		غير مقبول (1)
الرائحة	✓					
اللون	✓					
المذاق	✓					
الجودة الشاملة	✓					

نموذج ر قمD1

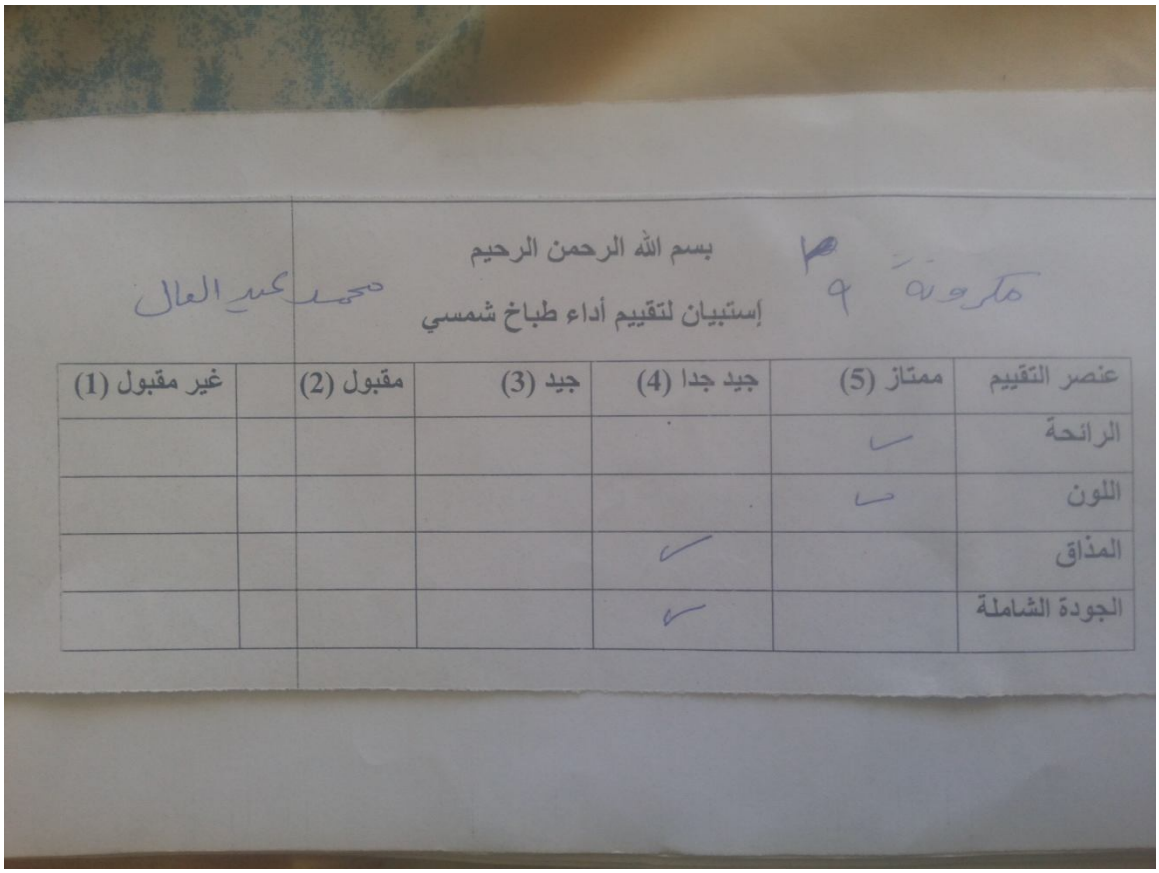


بسم الله الرحمن الرحيم

إستبيان لتقييم أداء طباخ شمسي

عنصر التقييم	ممتاز (5)	جيد جدا (4)	جيد (3)	مقبول (2)		غير مقبول (1)
الرائحة	✓					
اللون	✓					
المذاق		✓				
الجودة الشاملة		✓				

نموذج رقم D2



بسم الله الرحمن الرحيم

إستبيان لتقييم أداء طباخ شمسي

عنصر التقييم	ممتاز (5)	جيد جدا (4)	جيد (3)	مقبول (2)		غير مقبول (1)
الرائحة	✓					
اللون	✓					
المذاق		✓				
الجودة الشاملة		✓				

نموذج رقم D3

4-5 المراجع و المصادر :

- الموسوعة الحرة ويكيبديا : www. Wikipedia.com

- جمال كامل العبايجي ، عادل مشعان ربيع : الاحتباس الحراري عمان مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع 2010م. الصفحات من (49 – 60)

- صلاح الدين ، محمد ايهاب صلاح الدين : الطاقة وتحديات المستقبل الطبعة الاولى 1994 الصفحات من (395 – 399) .

- قصي عبدالمجيد السامرائي: المناخ والاقاليم المناخية الطبعة العربية – 2008م الصفحات من (51 – 60) ومن (77 – 86) .

- مجلة رؤى: الطباخ الشمسي http://www.ruoaa.com/2015/06/simple-solar-cookers-ovens.html#ixzz4vZyR1Ima

- نصار ، ياسر فتحى نصار : هندسة الطاقة الشمسية (التطبيقات الحرارية الفعلية) الطبعة الأولى 2006م صفحات من (20 – 24) و من (51 – 55) و من (191 – 195) .