الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر-الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: العلوم البيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع:

تأثير التجفيف على القيمة الغذائية لنبات الطماطم

من إعداد الطالبات:

ساسي سامية

كريكب حنين

نوقشت يوم: 2026/06/13 أمام اللجنة المكونة من

بالحبيب عبد الحميد	أستاذ محاضر قسم "..."	جامعـــة الـــوادي	رئيسا
مسلوب أحلام	أستاذ محاضر قسم "..."	جامعـــة الـــوادي	مناقشا
بن قدور منية	أستاذ محاضر قسم "..."	جامعـــة الـــوادي	مؤطرا

الموسم الجامعي:2026/2025

شكر وتقدير

بدايةً، نحمد الله العلي القدير ونشكره على عونه وهدايته، وعلى ما منّ به علينا من صبر وقوة وعلم، واللذين بفضلهما تمكنا من إتمام هذا العمل البحثي على أكمل وجه.

كما أتقدم بخالص الشكر وعميق الامتنان إلى مشرفي الفاضل، (الدكتور بن قدور منية)، على دعمها المستمر، ونصائحها الثمينة، وتوجيهاتها العلمية السديدة، ومرافقتها لي طوال فترة إنجاز هذا العمل. وأشكرها كذلك على سعة صدرها، وتفانيها، والجهود التي بذلتها لإثراء هذه الدراسة وضمان رصانتها العلمية.

وإذ أعرب لها عن أسمى عبارات التقدير والاحترام العميقين، فإني أتمنى لها دوام الصحة، والتوفيق، والتميز في مسيرتها العلمية والمهنية. جازاها الله عنا خير الجزاء، وبارك في علمها وعملها.

إهـداء

" ﴿وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ ۖ وَسَتُرَدُّونَ إِلَىٰ عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ﴾

من قال أنا لها "نالها"

وأنا لها إن أبت رغماً عنها أتيت بها.

لم تكن الرحلة قصيرة ولا الطريق محفوفاً بالتسهيلات. لكنني فعلتها، فالحمد لله الذي يسر البدايات وبلغنا النهايات بفضله وكرمه.

اهدي هذا النجاح لنفسي الطموحة أولاً، ابتدأت بطموح وانتهت بنجاح ثم إلى كل من سعى معي لإتمام مسيرتي الدراسية، دمتم لي سنداً لا عمر.

بكل حب أهدي ثمرة نجاحي وتخرجي لمن قال فيهما الله عز وجل " وَاخْفِضْ لَهُمَا جَنَاحَ الذُّلِّ مِنَ الرَّحْمَةِ وَقُل رَّبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيرًا"

إلى الذي زين اسمي بأجمل الألقاب، من دعمني بلا حدود وأعطاني بلا مقابل داعمي الأول في مسيرتي وسندي الحمد لله الذي جعلك من بين صفوة الرجال أب لي إلى فخري واعتزازي... ابي

إلى من علمتني الأخلاق قبل الحروف من جعل الله الجنة تحت أقدامها واحتضنني قلبها قبل يدها وسهلت لي الشدائد بدعائها إلى القلب الحنون والشمعة التي كانت لي في الليالي المظلمات سر قوتي ونجاحي... أمي

إلى ضلعي الثابت وأمان ايامي

الى من شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع ارتوي منها إلى خيرة أيامي وصوفتها إلى قرة عيني إخوتي.... وليد.خليفة..أيمن

إلى من إذا دمعت عين من أعيني دمعت عينها الأخرى...نجوى

إلى من علت أصواتنا أرجاء المنزل صراخا وضحكات....هيبة الرحمان

إلى أخر العنقود ومنتظر قدومي أمام الحافلات.... الحاج عبد الرحمان

إلى أخت لم تجمعني بيها صلة الدم الى من كانت السند حين مالت الايام "سمونة"

أهدي ثمرة جهدي وتخرجي إلى من كانت دعواتها ترافقني في كل خطوة، إلى جدتي الغالية، مصدر الحنان أطال الله في عمرها وحفظها لي فمهما كتبت من كلمات فلن أوفيها حقها. وإلى خالاتي العزيزات، اللواتي أحطنني بالمحبة والتشجيع والدعم

آلى اصحاب الشدائد والأزمات من عرفتهم صدفة فأصحبو أجمل مافي الحياة مكة.. سماح..أمال

إلى صديقة العمل..سامية واصحاب الفضل العظيم صديقات الرحلة والنجاح من وقفو بجانبي كلما اوشكت ان اتعثر جميعا دون استثناء

وفي الختام قد لا تكفي الكلمات لتفي كل من كان سنداً لي في حقه، لكن يبقى هذا الاهداء نبضاً من قلبي، أقدمه عربون حب وامتنان لكل من شاركني في الطريق، وترك بصمة في حياتي، إلى من آمنوا بي حين شككت في نفسي، ورفعو رأسي حين أثقلني التعب.

حنين

إهداء

﴿رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ﴾

.الحمد لله الذي أتمّ نعمته، وبلّغني هذه اللحظة التي طالما انتظرتها، وجعل بعد كل تعبٍ فرحًا، وبعد كل دعاءٍ تحقيقًا

. . .إلى نفسي

إلى تلك الروح التي آمنت رغم الخوف، وصبرت رغم التعب، ونهضت بعد كل عثرة وكأنها لم تسقط يومًا. إلى نفسي التي خاضت .الطريق بكل ما فيه من تحديات، وتمسكت بحلمها حتى أصبح حقيقة. أهديكِ هذا الإنجاز؛ فأنتِ أول من استحقه

. . .إلى أبي

إلى سندي وقوتي وأماني، إلى الرجل الذي كان ظلًّا أستند إليه كلما أثقلتني الحياة. شكرًا لأنك كنت مصدر الثقة والدعم، ولأن .دعواتك الصادقة كانت ترافقني في كل خطوة. هذا النجاح يحمل من تعبك وصبرك بقدر ما يحمل من جهدي

. . .إلى أمي

إلى القلب الذي احتواني دائمًا، وإلى الدعوة التي كانت تفتح لي أبواب الخير دون أن أشعر. إلى من سهرت وتعبت وضحّت، وكانت .حضن الطمأنينة في كل مراحل حياتي. أمي، لو كان للنجاح وجهٌ لكان وجهك، ولو كان للفخر اسمٌ لكان اسمك

. . .إلى إخوتي وأحبتي

إلى من شاركوني أيامي، ووقفوا إلى جانبي في لحظات الضعف قبل القوة، وفي أيام التعب قبل الفرح. شكرًا لكل كلمة تشجيع، ولكل .موقف صادق، ولكل لحظة جعلتم فيها الطريق أخفّ وأجمل

. . .إلى صديقاتي

إلى رفيقات الرحلة، وشريكات الذكريات الجميلة، وصديقة العمل. ....حنين

إلى من شهدن تفاصيل هذا المشوار بكل ما فيه من اجتهاد وتعب وأمل. شكرًا لأنكن كنتن خير الصحبة، وخير السند، وخير .الذكريات التي ستبقى عالقة في القلب مهما امتدت الأيام

أهدي ثمرة هذا الجهد لكل من آمن بي، وساندني، ودعا لي بظهر الغيب، وأسأل الله أن يجعل هذا التخرج بدايةً لأحلام أكبر، .وإنجازات أعظم، ومستقبلٍ يليق بكل ما بذلناه من تعب

بكل الحب والفخر والامتنان... أهديكم نجاحي

سامية

الملخص:

تهدف هذه الدراسة الى تقييم تأثير الية التجفيف على المحتوى الكيميائي والقيمة الغذائية لصنفين من نبات الطماطم Solanum Lycopersicum المزروعة بكثرة في منطقة وادي سوف والمتمثلة في (صنف سليمة و صنف بيترا) و مقارنتها مع عينات تجارية مجففة متواجدة في الأسواق المحلية و الوطنية.

أجريت العديد من التجارب المخبرية على جميع العينات المدروسة من تحليل المحتوى المائي للعينات الطازجة والمجففة، حساب pH، كمية الرماد (المادة العضوية) والعديد من التحاليل الكيميائية كحساب قيمة السكريات البروتينات دراسة صبغة الليكوبين الى غير ذلك.

حيث خلصت النتائج ان التجفيف أدى إلى خفض مستويات الرطوبة وزيادة المادة الجافة مع تباين واضح بين العينات المجففة مخبريا.

كما لوحظ اختلاف في قيمة pH حيث سجل صنفي بيترا مجففة والتجارية 2 درجة حموضة منخفضة مقارنة بصنف سليمة مجففة التي أبدت ارتفاع.

ساهم التجفيف المخبري المحكم في تحرير صبغة الليكوبين وزيادة قابلية استخلاصها مع وجود تمايز جيني بين الصنفين، بينما سجلت العينات التجارية تراجعاً ملحوظاً في تركيز الصبغة والمحتوى البروتيني الكلي. في المقابل سجلت جميع العينات نسب معتبرة من الكربوهيدرات حيث تصدرت عينة بيترا مجففة والعينة التجارية 2 القائمة بأكبر القيم.

الكلمات المفتاحية: الطماطم، التجفيف، المحتوى الكيميائي، القيمة الغذائية، الليكوبين، صنف سليمة، صنف بيترا.

Abstract:

This study aims to evaluate the effect of the drying process on the chemical composition and nutritional value of two tomato (Solanum lycopersicum) cultivars widely grown in the El Oued region, namely (Salima cultivar and Petra cultivar), and to compare them with commercially dried samples available in local and national markets.

Several laboratory experiments were conducted on all studied samples, including the analysis of moisture content in fresh and dried samples, pH determination, ash content (organic matter), and various chemical analyses such as the determination of sugars, proteins, and the study of lycopene pigment, among others.

The results showed that drying led to a reduction in moisture levels and an increase in dry matter, with clear variation among the laboratory-dried samples.

Differences in pH values were also observed, as the dried Petra cultivar and Commercial Sample 2 recorded lower acidity levels compared to the dried Salima cultivar, which showed higher values.

Controlled laboratory drying contributed to the release of lycopene pigment and increased its extractability, with a genetic differentiation between the two cultivars. In contrast, the commercial samples showed a noticeable decline in lycopene concentration and total protein content. On the other hand, all samples recorded considerable carbohydrate levels, with the dried Petra sample and Commercial Sample 2 showing the highest values.

Keywords: Tomato, drying, chemical composition, nutritional value, lycopene, Salima cultivar, Petra cultivar.

فهرس الوثائق:

الوثيقة	الصفحة
الوثيقة رقم 1: رسم تخطيطي لنبات الطماطم كامل النمو	8
الوثيقة رقم 2: صورة توضح النظام الجذري للطماطم	9
الوثيقة رقم 3: صورة لساق نبات الطماطم	9
الوثيقة رقم 4: صورة اوراق نبات الطماطم	10
الوثيقة رقم 5: صورة ورسم تمثيلي لزهرة نبات الطماطم	11
الوثيقة رقم 6: ثمرة نبات الطماطم مع رسم تمثيلي تفصيلي لمكونات الثمرة	11
الوثيقة رقم 7: بذور نبات الطماطم مع مقطع طولي له	11
الوثيقة رقم 8: تغيرات المحتوى المائي (نسبة الرطوبة) في عينات الطماطم الطازجة والمجففة والتجارية	40
الوثيقة رقم 9: تمثل قياسات الأس الهيدروجيني (pH) لعينات الطماطم المختلفة قبل وبعد عملية التجفيف	41
الوثيقة رقم 10: تمثل نتائج تقدير الحموضة القابلة للمعايرة (Aº) لعينات الدراسة	42
الوثيقة رقم 11: محتوى المواد المعدنية (الرماد) بين اصناف الطماطم الطازجة والمجففة.	43
الوثيقة رقم 12: أعمدة بيانية تمثل نتائج المواد الذائبة الصلبة في عينات الطماطم المدروسة	44
الوثيقة رقم 13: تقدير محتوى الكربوهيدرات الكلية في عينات الطماطم المدروسة	46
الوثيقة رقم 14: تركيز صبغة الليكوبين (Lycopene) في مختلف عينات الطماطم	47
الوثيقة رقم 15: تقدير محتوى البروتين في أنواع الطماطم	48
الوثيقة رقم 16: أعمدة بيانية تمثل نتائج بيتا كاروتين في عينات الطماطم المدروسة	49

فهرس الجداول:

الجدول	الصفحة
الجدول رقم 01: التصنيف النباتي للطماطم	6
الجدول رقم 02: يمثل بالأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية للطماطم	13
الجدول رقم 03: بيانات الإنتاج العالمي للطماطم حسب الدول (الكمية، المردود، والمساحة)	18
الجدول رقم 04: تقييم إنتاج الطماطم في ولاية الوادي حسب النوع والموسم (2018-2020)	20
الجدول رقم 05: مزايا وعيوب التجفيف باستخدام المجفف الشمسي والتجفيف في الهواء الطلق	28
الجدول رقم 06: يوضح خصائص الطماطم صنفي سليمة (Salima) والبيترا (Petra)	33

فهرس الأشكال:

الشكل	الصفحة
الشكل رقم 1: الدورة البيولوجية للطماطم المصدر	7
الشكل رقم 2: مجفف شمسي هجين	23
الشكل رقم 3: أمثلة على المجففات الشمسية المباشرة البسيطة	25
الشكل رقم 4: رسم تخطيطي لمجفف شمسي غير مباشر	26
الشكل رقم 5: المجفف الشمسي غير المباشر	27

فهرس المحتويات

العنوان	الصفحة
شكر وتقدير	
إهـداء	
إهـداء	
الملخص:	
فهرس الوثائق:	
فهرس الجداول:	
فهرس الأشكال:	
فهرس المحتويات:	
المقدمة:	1
الجانب النظري	
الفصل الأول: الدراسات النظرية	
1- عموميات حول الطماطم	5
1-1 تعريف نبات الطماطم	5
1-2 لمحة تاريخية عن الطماطم	5
1-3 التصنيف:	5
1-4 الدورة البيولوجية للطماطم	6
1-4-1 مرحلة الإنبات	6
1-4-2 مرحلة النمو	6
1-4-3 مرحلة الإزهار	7
1-4-4 مرحلة التلقيح	7
1-4-5 رحلة عقد الأزهار والإثمار	8
1-4-6 مرحلة نضج الثمار	8
1-5 الوصف المورفولوجي لنبات الطماطم:	8
1-5-1 الجذور:	9
1-5-2 الساق:	9
1-5-3 الاوراق:	10

1-5-4 النورة:	10
1-5-5 الازهار:	10
1-5-6الثمار	11
1-5-7 البذور	11
2- الامراض والافات التي تصيب الطماطم	11
1-2 الامراض البيولوجيا	12
1-1-2 الحشرات والآفات:	12
1-1-1-2 العناكب:	12
2-1-1-2 الذبابة البيضاء Yellow leaf Curl Virus	12
3-1-1-2 التربس Spotted Wilt Virus	12
4-1-1-2 النطاطات:	12
5-1-1-2 الفراشات واليرقات:	12
6-1-1-2 الديدان القارضة:	12
7-1-1-2 حافرة أنفاق الطماطم:	13
2-1-2 الأعشاب الضارة:	13
3- إنتاج الطماطم:	18
1-3 في العالم:	18
2-3 الإنتاج في الجزائر	19
3-3 الإنتاج في ولاية الوادي	19
الفصل الثاني: طرق التجفيف	
1- عموميات حول تجفيف الطماطم	22
1-1 مدخل حول عملية التجفيف	22
1-1-1 التجفيف بالهواء الساخن:	22
2-1-1 التجفيف الشمسي:	22
3-1-1 التجفيف بالتلامس:	22
4-1-1 التجفيف بالأشعة تحت الحمراء:	22
5-1-1 طرق أخرى:	22
2-1 أهمية عملية التجفيف:	22
2- أنواع المجففات:	23

2-1-المجففات الشمسية:	23
2-1-1 الأنظمة النشطة (الهجينة - Hybrides):	23
2-1-2 الأنظمة السلبية (المجففات ذات الدفيئة) :	24
2-1-3 المجففات الشمسية المباشرة:	24
2-1-4 تقييم الأنظمة السلبية:	24
أ- المميزات:	24
ب- العيوب:	24
2-1-5 المجففات الشمسية غير المباشرة	25
2-1-6 تقييم الأنظمة غير المباشرة:	26
أ- المميزات:	26
ب- العيوب:	26
2-2 المجففات المختلطة:	27
2-2-1 التجفيف في الهواء الطلق (التجفيف التقليدي)	27
2-2-1-1 الخصائص الفيزيائية والهندسية للمجفف	28
2-2-2-2 معايير الأداء الحراري	29
الجانب التطبيقي	
الفصل الأول: المواد والطرق	
1- المواد وطرق العمل:	32
1-1 الهدف من الدراسة:	32
1-2 المادة النباتية	32
2- أنواع العينات المدروسة:	32
3- دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية :	33
3-1 محتوى الماء:	33
3-2 درجة الحموضة (pH):	34
3-3 الحموضة القابلة للمعايرة(A%) :	34
3-4 محتوى الرماد والمادة العضوية:	35
3-5 المواد الصلبة الذائبة (brix):	35
3-6 محتوى الكربوهيدرات:	36
3-7 تقدير محتوى البروتين بطريقة	36

3-8 تقدير كمية الليكوبين:	37
3-9 تقدير بيتا كاروتان	38
الفصل الثاني: النتائج والمناقشة	
1- نسبة الرطوبة:	40
2- الأس الهيدروجيني (pH) :	41
3- الحموضة القابلة للمعايرة (^oA):	42
4- المحتوى المعدني (الرماد) في الطماطم:	43
5- محتوى الكربوهيدرات الكلية:	46
6- تقدير الليكوبين	47
7- محتوى البروتين :	48
8- تقدير بيتا كاروتين :	49
الخاتمة	51
قائمة المصادر والمراجع	56
الملاحق	63

المقدمة

المقدمة:

تُصنف الطماطم علمياً باسم (*Lycopersicon esculentum* Mill)، وهي أحد أبرز أعضاء العائلة الباذنجانية (Solanaceae) التي تضم أيضاً محاصيل استراتيجية كالبطاطس، والباذنجان، والفلفل بنوعيه الحلو والحار. تعود الجذور التاريخية لهذا النبات إلى جبال الأنديز في القارة الأمريكية، ومنها انتشرت زراعته عالمياً للاستفادة من ثمارها التي تستهلك بطرق متعددة، سواء كانت طازجة أو في صورها المصنعة (Chaux et Foury 1994). وتعتبر الطماطم اليوم من أكثر المحاصيل الزراعية تداولاً واستهلاكاً على مستوى العالم (Blancard, 2009)؛ فهي لا تكتفي بكونها مصدراً حيوياً للفيتامينات الأساسية، بل تمثل أيضاً ركيزة اقتصادية ودعامة مالية لا غنى عنها لصغار الفلاحين والمستثمرين أصحاب المشاريع التجارية متوسطة الحجم (Shankara, 2005).

وتصنف الطماطم ضمن أهم الخضروات لإحتوائها على مواد غذائية ينصح بتناولها يوميا بكميات كافية لما لها من دور في إستمرارية الوظائف الحيوية المختلفة (عيراني، 2012) حيث قدر الإنتاج العالمي المحصول الطماطم بـ 182,301,395 طن بمساحة 4,848,384 هكتار، كما قدر إنتاجها في الجزائر بـ 1,286,286 طن بمساحة 23,977 هكتار (FAOSTAT,2019)

تعتبر ولاية الوادي من أكبر المناطق النشطة فلاحيا في الجزائر حيث قدر إنتاجها من الخضار بـ 16.214.813 قنطار بمساحة 49,044 هكتار، كما إشتهرت بإنتاج محاصيل أخرى مثل التمور والبطاطا وكان إنتاج الطماطم فيها يعادل 2.212.100 قنطار في مساحة 3179 هكتار (FAOSTAT,2019)

تحتل زراعة الطماطم مكانة هامة في النشاط الفلاحي في العالم وفي الجزائر، إذ بدأت زراعتها في إتساع كبير وذلك بسبب تزايد الطلب عليها سواء كانت الطبيعية أو المصنعة.

تواجه الطماطم تحدياً فسيولوجياً يتمثل في سرعة تلفها نظراً لارتفاع نسبة الرطوبة بها ونشاطها الحيوي، مما يؤدي إلى ضياع كميات كبيرة من المحصول؛ ففي الجزائر، تُقدر خسائر ما بعد الحصاد بنسبة تتراوح ما بين 40% و60% (Fagbohoun et Kiki, 1997). ومن هنا تبرز أهمية الصناعات التحويلية كحل استراتيجي لتقليص هذه الخسائر وضمان استقرار وفرة المنتج بأسعار معقولة طوال العام، لاسيما وأن أسعار الطماطم الطازجة قد تقفز إلى خمسة أضعاف قيمتها في مواسم الندرة، مما يرهق كاهل المستهلك البسيط.

تقنيات الحفظ والتحويل المتاحة علمياً وصناعياً — كالتجميد، والتعليب، وصناعة المركزات والصلصات (Montcho *et al.* 2012) — إلا أن هذه الطرق غالباً ما تتطلب تكنولوجيات معقدة، واستهلاكاً كبيراً للطاقة، وتكاليف تعبئة باهظة قد لا تتوفر دائماً للمنتج المحلي.

من هذا المنطلق، يبرز تجفيف الطماطم كواحد من أهم وأكثر الحلول التكنولوجية شيوعاً، واستدامة، وفاعلية في الوقت الراهن؛ فهو يمثل بديلاً اقتصادياً بامتياز يساهم في خفض تكاليف التعبئة، واللوجستيات، والتخزين بنسب قياسية نتيجة الاختزال الكبير في حجم ووزن الثمار. وتعتمد هذه العملية في جوهرها على إمداد المنتج الرطب بالطاقة الحرارية لتبخير المحتوى المائي، مما يؤدي إلى خفض النشاط المائي (a_w) من قيمته المرتفعة في الثمار الطازجة (0.99) إلى قيم أمان تقل عن (0.60)، وهي النقطة الحرجة التي يتوقف عندها تماماً نمو الأحياء الدقيقة (البكتيريا، والخمائر، والأعفان) وتُثبّط فيها الأنشطة الإنزيمية والتفاعلات الكيميائية الحيوية المسببة للتلف (Daguenet, 1985). ورغم أن التجفيف الشمسي المباشر لا يزال الوسيلة الأكثر انتشاراً وقبولاً في البلدان النامية كالجزائر نظراً لعدم وجود تكلفة طاقوية (P. N. Sarsavadia, 2002)، إلا أن التوجه الحديث نحو استخدام التجفيف الميكانيكي والمجففات المطورة بات يفرض نفسه لضمان تحكم أفضل في عوامل الجودة.

إن عملية التجفيف، بشتى طرقها، لا تقتصر على كونها أداة فيزيائية للحفظ، بل هي عملية تحول بيوكيميائي وفسيولوجي معقد للأنسجة الخلوية؛ فخلال مراحل تبخر الماء (خاصة مرحلة المعدل المتناقص حيث ترتفع حرارة الأنسجة وتتعرض للأكسجين)، تحدُث تغيرات جذرية في البنية الداخلية للثمرة، مما يؤثر بشكل مباشر على المكونات الحساسة للحرارة والضوء. وعلاوة على ذلك، تتمتع الطماطم المجففة بقيمة اقتصادية عالية وقدرة تنافسية فائقة على جلب العملة الصعبة بفضل الطلب العالمي المتزايد عليها، خاصة في الأسواق الأوروبية (مثل إيطاليا، ألمانيا، إسبانيا) والأمريكية. وهي تمثل نموذجاً مثالياً لتعظيم القيمة المضافة وتنمية الاقتصاد الريفي؛ إذ إن إنتاج طن واحد من الطماطم المجففة يستوعب نحو 45 يوم عمل، موزعة بين 30 يوماً لعمليات التقطيع والتحضير، و12 يوماً للجمع والفرز والتغليف، و3 أيام للخدمات اللوجستية (إسماعيل بهاء، 2020). مما يجعله الخيار الأمثل لاستيعاب الفائض الضخم لإنتاج ولاية الوادي وتحويله من عبء اقتصادي موسمي إلى ثروة مستدامة.

رغم المزايا الاقتصادية والتقنية العديدة التي يوفرها التجفيف كأداة لحفظ فائض الإنتاج وتقليل خسائر ما بعد الحصاد، إلا أن المعاملة الحرارية وتجفيف الأنسجة لفترات طويلة يطرح تحدياً كبيراً يتعلق بمدى الحفاظ على الجودة الغذائية للمنتج النهائي. فالطماطم تتميز باحتوائها على منظومة غنية من المركبات الحيوية الحساسة جداً للظروف المحيطة (مثل فيتامين C، والكاروتينات وعلى رأسها الليكوبين، والمركبات الفينولية المضادة للأكسدة)، والتي قد تتعرض للتدمير أو الأكسدة أو التحول أثناء عملية سحب الماء.

بناءً على هذا التعارض بين حتمية التجفيف الفيزيائي لغرض الحفظ، وبين ضرورة الإبقاء على القيمة البيولوجية والغذائية العالية للطماطم، تتبلور إشكالية بحثنا في التساؤل الرئيسي التالي:

ما هو تأثير عملية التجفيف على القيمة الغذائية والمكونات الكيميائية الحيوية لثمار الطماطم؟

هل يؤدي التجفيف إلى تركيز العناصر الغذائية والمعادن في الكتلة الجافة أم يتسبب في تدهور جودتها التغذوية؟

وللإجابة على هذه الإشكالية، تم تقسيم هذا العمل إلى ثلاثة فصول أساسية:

الفصل الأول: يتضمن عموميات حول نبات الطماطم

الفصل الثاني: تقنيات التجفيف

الفصل الثالث: يستعرض المواد والوسائل وطرق التحليل البيوكيميائية المستعملة (الجانب التجريبي).

الفصل الرابع: يركز على عرض النتائج المتوصل إليها ومناقشتها مقارنة بالدراسات السابقة

وفي الختام، يُنهي هذا العمل خاتمة عامة تبرز أهم الاستنتاجات والتوصيات، وتفتح آفاقاً مستقبلية لتطوير هذا القطاع في المنطقة.

الجانب النظري

الفصل الأول: الدراسات النظرية

1- عموميات حول الطماطم

1-1 تعريف نبات الطماطم

تُعرف الطماطم بأنها نبات زراعي يُنتج ثمارا ملساء، كروية الشكل، وتتميز بكونها عصارية. ويُستخدم مصطلح "الطماطم" للدلالة على المحصول النباتي وثماره في آن واحد. من الناحية الوصفية، يمتلك النبات رائحة عطرية نفاذة، وتغطي سيقانه شعيرات دقيقة (Dominique, 2009).

تتسم ثمار الطماطم بنكهة حمضية خفيفة، وتتنوع أصنافها بشكل هائل لتتجاوز 4000 صنف. وخلال دورة حياته، ينمو النبات بشكل عرضي ومنتشر، حيث يُنتج عناقيد من الأزهار الصفراء الصغيرة التي تتحول تدريجياً إلى ثمار ناضجة في غضون فترة زمنية تتراوح ما بين 40 و75 يوماً، تبعاً لخصائص الصنف المزروع. وتبدأ الثمار حياتها بلون أخضر، ثم تتحول عند بلوغ مرحلة النضج إلى اللون الأحمر الغالب، أو قد تكتسي باللونين البرتقالي أو الأصفر (Shankara *et al*, 2005).

من حيث المتطلبات البيئية، تزدهر زراعة الطماطم في الأراضي الدافئة ذات الخصوبة العالية والتصريف الجيد للمياه، مع ضرورة توفر إضاءة شمسية مباشرة لا تقل عن 6 ساعات يومياً (Dominique, 2009).

1-2 لمحة تاريخية عن الطماطم

يمتد الموطن الأصلي للطماطم إلى منطقة أمريكا الجنوبية (Naika *et al*., 2005)، حيث بدأت زراعتها في المكسيك. شق المحصول طريقه نحو القارة الأوروبية في عام 1544، ومنها انطلق لينتشر في أرجاء جنوب وشرق آسيا، والقارة الأفريقية، ومنطقة الشرق الأوسط. وفي العصور اللاحقة، جرى إدخال أنواع من الطماطم البرية إلى مناطق جديدة في أمريكا الجنوبية والمكسيك (Wageningen, 2005).

أما على الصعيد المحلي في الجزائر، فقد ساهم المهاجرون القادمون من جنوب اسبانيا في ادخال زراعة الطماطم نظرا لملاءمة المناخ الجزائري لزراعتها ونموها . وقد بدأ تسجيل أولى عمليات استهلاكها في منطقة وهران عام 1905، ليمتد نطاق انتشارها بعد ذلك نحو المناطق الوسطى، وبشكل خاص في الساحل العاصمي (Lattigui, 1984).

1-3 التصنيف:

تنتمي الطماطم (*Solanum lycopersicum L.*) إلى رتبة الباذنجانيات (*Solanales*) وفصيلة الباذنجانيات (*Solanaceae*) (Atheron et Rudich, 1986). وهي نبات عشبي، معمر في حالته البرية .وفقاً لـ (Toundou 2016)

فإن تصنيف الطماطم هو كما يلي:

الجدول رقم 01: التصنيف النباتي للطماطم (Toundou ,2016)

المرتبة التصنيفية	الاسم العلمي
المملكة	النباتات/plantae
الشعبة	كاسيات البذور/Angiospermes
الطائفة	ثنائيات الفلقة/Magnoliopsida
الرتبة	الباذنجانيات/Solanales
الفصيلة	الفصيلة الباذنجانية/Solanaceae
الجنس	Solanum أو Lycopersicon

4-1 الدورة البيولوجية للطماطم

تتأثر الدورة الخضرية الكاملة لنبات الطماطم (التي تبدأ من زراعة البذرة وصولاً إلى مرحلة إنتاج بذور جديدة) بعدة عوامل، أهمها طبيعة الصنف المزروع، وتوقيت الموسم، والظروف البيئية المحيطة بالزراعة. وبحسب (Gallais et Bannerot, 1992)، فإن هذه الدورة تستغرق في المتوسط ما بين 3.5 إلى 4 أشهر، بدءاً من تاريخ البذر وحتى الحصاد النهائي. ويمكن تقسيم هذه المدة زمنياً إلى مرحلتين أساسيتين:

- من البذرة إلى ظهور الزهرة: تستغرق من 7 إلى 8 أسابيع.
- من الزهرة إلى تكوين الثمرة: تستغرق من 7 إلى 9 أسابيع.
- وتمر هذه الدورة بست مراحل تطورية، نذكر منها ما يلي:

1-4-1 مرحلة الإنبات

يُعرف الإنبات بأنه مرحلة البزوغ التي تتحول من خلالها البذرة إلى نبات فتي يمتلك القدرة على النمو الطبيعي (Corbineau et Core, 2006). ويتميز الإنبات في الطماطم بأنه إنبات فوق أرضي . ولضمان نجاح هذه العملية، يشترط توفر بيئة حرارية تبلغ حوالي 20 درجة مئوية، مع رطوبة نسبية تتراوح ما بين 70% إلى 80% (Chaux et Foury, 1994).

2-4-1 مرحلة النمو

تتصف مرحلة النمو بحدوث زيادة تدريجيا ومستمرة في ابعاد النبات وتمايز أعضائه المختلفة. ووفقاً لـ (Laumonier, 1979)، فإن نمو شتلات الطماطم يمر بمحطتين وفي بيئتين متباينتين:

مرحلة المشتل: وتبدأ من لحظة بزوغ البادرة وتستمر حتى ظهور الورقة السادسة. في هذه الأثناء، يُلاحظ تشكل جذور غير وظيفية وظهور الأوراق الأولية

مرحلة الحقل المكشوف : تبدأ هذه المرحلة بعد ظهور الأوراق ذات القدرة العالية على التمثيل الضوئي والجذور الوظيفية المتطورة. في هذه المرحلة، يواصل النبات توسعه الخضري، حيث تزداد سماكة الساق الرئيسية ويزداد عدد الأوراق بشكل ملحوظ.

الشكل رقم 1: الدورة البيولوجية للطماطم المصدر: [1]

1-4-3 مرحلة الإزهار

تتمثل هذه العملية في التحول النوعي لـ "المرستيم القمي" (Méristème apical) من النشاط الخضري إلى النشاط التكاثري، مما يؤدي إلى تطور البراعم الزهرية (Chaux et Foury, 1994). وتبدأ هذه المرحلة بالتوازي مع نمو النبات (بعد شهر تقريباً من الانطلاق)، حيث تتحول البراعم إلى أزهار متفتحة.

يرتبط نجاح الإزهار بشكل وثيق بثلاثة عوامل جوهرية: الفترة الضوئية ، درجة الحرارة، والتوازن الغذائي؛ إذ يشترط لإتمام التزهير تعرض النبات لعدد ساعات إضاءة محددة وتوفر تغذية معدنية متكاملة، خاصة في بيئة البيوت البلاستيكية (Chaux et Foury, 1994).

1-4-4 مرحلة التلقيح

تعتمد عملية التلقيح في الطماطم على تدخل وسائط خارجية لضمان تحرر حبوب اللقاح، مثل الرياح أو الملقحات الحيوية كـ "النحل الطنان"، الذي يقوم بإحداث اهتزازات ميكانيكية في المتك لتحرير اللقاح (Chaux et Foury, 1994).

وتلعب الظروف المناخية دوراً حاسماً في هذه المرحلة (Pesson et Louveaux, 1984):

الحرارة: إذا تدنت درجات الحرارة ليلاً عن 13°م، يزداد إنتاج حبوب لقاح فارغة وغير فعالة.

الرطوبة: يؤدي انخفاض الرطوبة إلى جفاف المياسم، مما يعيق عملية استقرار وترسب حبوب اللقاح عليها.

1-4-5 رحلة عقد الأزهار والإثمار

يُعد عقد الثمار النتيجة النهائية لسلسلة من العمليات الحيوية المعقدة التي تشمل: تشكل الأمشاج، التلقيح، نمو أنبوب اللقاح، إخصاب البويضات، وصولاً إلى بداية تكوين الثمرة.

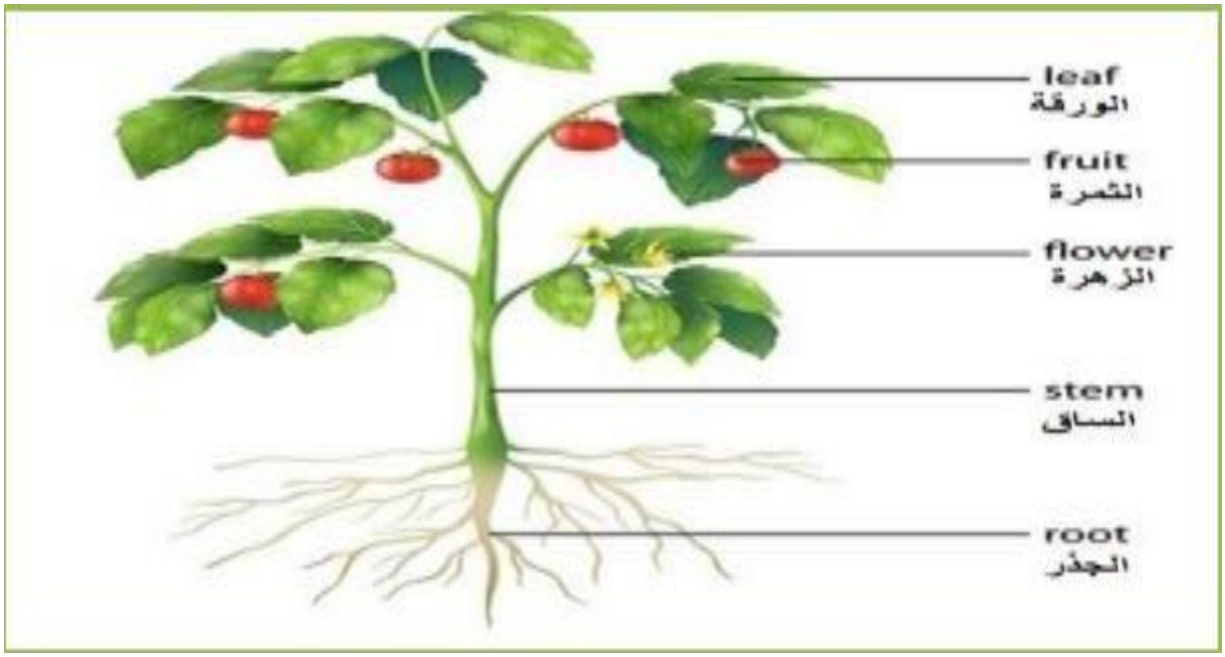
تتراوح درجات الحرارة المثالية لنجاح العقد بين 13°م و15°م، في حين تؤثر الليالي الدافئة (التي تبلغ حرارتها 22°م) سلباً على هذه العملية وتجعل الظروف غير ملائمة للإثمار (Garnham,2017).

1-4-6 مرحلة نضج الثمار

تتجلى علامات النضج في الزيادة المضاعفة لحجم الثمرة وتحول صبغتها تدريجياً من الأخضر إلى الأحمر. وتساهم الإضاءة القوية في تنشيط عملية التمثيل الضوئي، مما يسرع من انتقال المواد العضوية نحو الثمار النامية. وتتطلب هذه المرحلة بيئة حرارية متوازنة تُقدر بـ 18°م ليلاً و27°م نهاراً لضمان جودة النضج (Garnham,2017).

1-5 الوصف المورفولوجي لنبات الطماطم:

يعتبر نبات الطماطم من النباتات الشجيرية الموسمية ذوات الفلقتين، ذاتية التلقي ح لها اشكال مختلفة، تتفرع سيقانها من الجدع الوتدي الثابت في التربة تجدد زراعتها سنويا ينتمي الى نباتات النهار القصير ومحاصيل الفصول الباردة من نباتات ثلاثية الكربون ذات الانبات الهوائي. (Tomkins R G, 1963)(Rick C M., 1976)



الوثيقة رقم 1: رسم تخطيطي لنبات الطماطم كامل النمو [2]

1-5-1 الجذور:

يتميز نبات الطماطم بجذور وتدية إذا زرعت البذور مباشرة في الارض المستديمة، اما عند زراعة الشتلات يموت الجذر الوتدي وتتكون جذور جديدة تمتد افقيا ولا تتعمق كثيرا في التربة، يصل انتشارها الافقي أكثر من 60 سم، كما تتكون جذور عرضية على عقد الساق مدفونة تحت التربة. (نجدات، 2008) .

الوثيقة رقم 2: صورة توضح النظام الجذري للطماطم [3]

2-5-1 الساق:

ساق نبات الطماطم مستديرة المقطع ومغطاة بشعيرات، وتحتوي على غدد تفرز مادة صفراء مخضرة ذات رائحة مميزة، يتراوح قطرها من 2 الى 4 سم وتمتد الى ان يصل طولها 30 سم وقد يصل الى 60 سم ينمو بشكل جانبي قبل ان يتحول البرعم الرئيسي الى ازهار ويحدث النمو من البراعم وتكون الساق على حسب طبيعة النمو او غير محدودة النمو وتتخشب مع التقدم في العمر (حسن، 1991).

الوثيقة رقم 3: صورة لساق نبات الطماطم [4]

1-5-3 الاوراق:

لنبات الطماطم اوراق مركبة ريشية محمولة على الساق بعنق طويلة، تتكون من 7– 9 وريقات متبادلة جالسة، تنمو وريقات صغيرة، كما تكون حافة الوريقات مفصصه مغطات بشعيرات كثيفة وللورقة رائحة مميزة تظهر عند الضغط عليها بين الاصابع، وتميزها عن ورقة البطاطس. (أرحيم، 2008).

الوثيقة رقم 4: صورة اوراق نبات الطماطم [5]

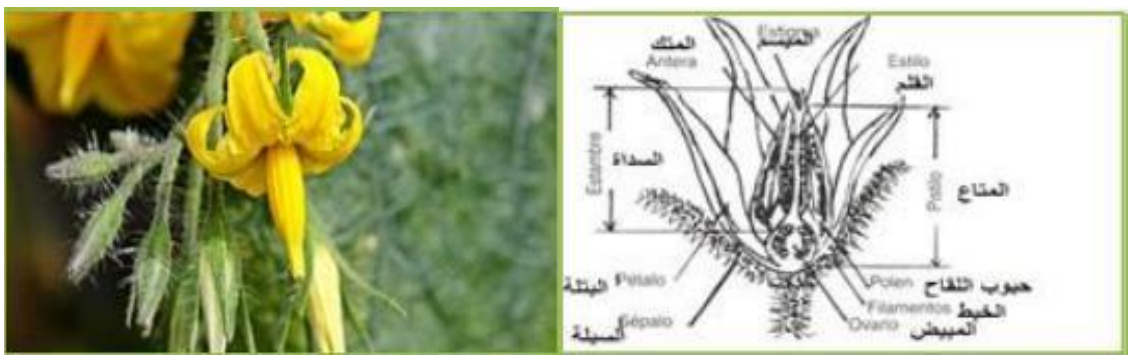
1-5-4 النورة:

يطلق على نورة الطماطم اسم عنقود زهري Flouer Chuster أو Truss وهي تعد من الناحية النباتية نورة نباتية محدودة وحيدة الشعبة بالرغم انها تبدو كنورة غير محدودة عنقودية بسيطة

تنشا نورة الطماطم دائما من القمة المرستيمية فتميل الى الاستطالة وتزيد في القطر وبذلك تتحول من الحالة الخضرية الى الحالة الزهرية و تنتج عنقودا من البراعم الزهرية يعطي فيما بعد اول عنقود زهري (حسن.، 2017)

1-5-5 الازهار:

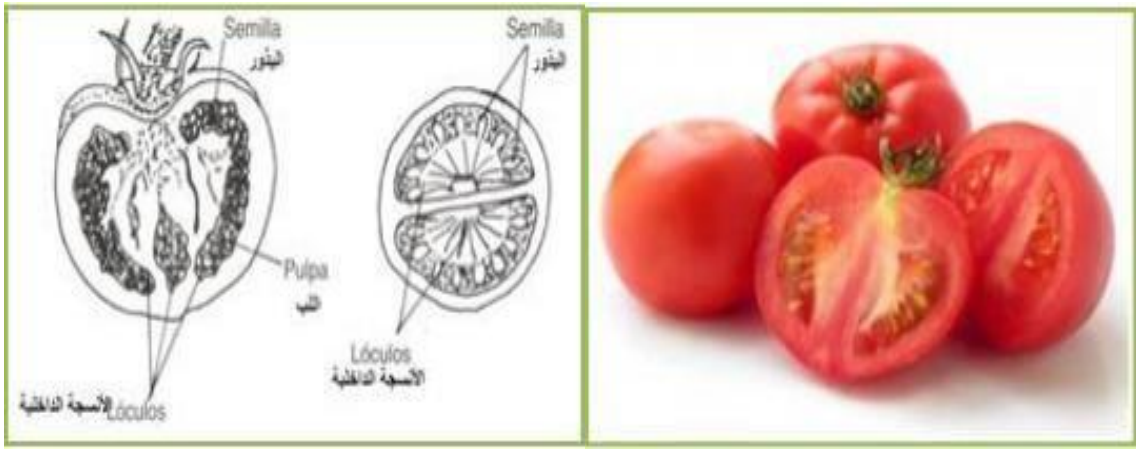
توجد الازهار في نورات عنقدية محدودة النمو، يتراوح عدد ازها ر النورة الواحدة من 4 الى 8 ازهار يمكن ان تصل الى 30 زهرة فيبعض الاصناف وهي خنثى تتكون من) 5 – 10(سبيلات خضراء، وتويج ذو بتلات او اكثر تكون ملتحمة في البداية وتكون انبوبة قصيرة حول الطلع المتاع ثم تتفتح البتلات و يظهر الطلع المتكون من خمسة اسدية او اك ثر فوق بتلية تكون خيوطها قصيرة و متوكها طويلة ملتحمة و مكونة لمخروط سداسي يحيط بالمتاع من مبيض عديد المساكن (Rick C M, 1978).



الوثيقة رقم 5: صورة ورسم تمثيلي لزهرة نبات الطماطم [6]

1-5-6 الثمار

تعتبر ثمرة الطماطم عنبة لحمية، تحتو ي على) 2 – 10(مسكنا حسب الصنف، الا ان الثمار الكبير ة تحتوي في الوسط على 5 او 10 مساكن، تختلف الثمار في اللون، فمنها: الوردي، الاحمر، القرمزي، البرتقالي و الاصفر و في الشكل فمنها الكريز، الكروي، البلحي، الكمثري، مربع الشكل، البيضاوي والمطاول (أرحيم، 2008) .



الوثيقة رقم 6: ثمرة نبات الطماطم مع رسم تمثيلي تفصيلي لمكونات الثمرة [7]

1-5-7 البذور

تحتوي بذور الطماطم على شكل عدسي بأبعاد تقريبية 5 في 4 في 2 ملم و تتكون من الجنين الذي يحيط به الالبومين و تكون مغطات بشعيرات لها اشكال عديدة كلوية يحاط الجنين بغشاء هلامي، يصل وزن 2500 بذرة الى 5.6 غ (Naika *et al*,.2005)

الوثيقة رقم 7: بذور نبات الطماطم مع مقطع طولي له ([8]

2- الامراض والافات التي تصيب الطماطم (Chibane, 1999):

2-1 الامراض البيولوجيا

2-1-1 الحشرات والآفات:

2-1-1-1 العناكب:

العناكب ليست حشرات، بل هي نوع من العناكب الصغيرة جداً التي لا تُرى بالعين المجردة تقريباً. وتُعرف في المجال الزراعي باسم "العناكب الحمراء أو الصفراء" . تسبب أضراراً جسيمة للأوراق من خلال إحداث بقع لونية، وتؤدي الهجمات الشديدة منها إلى تساقط الأوراق (N'djamena, 1995).

ووفقاً لـ (Ruocco, 2010)، تقوم العناكب بتجريد الأوراق والسيقان والثمار من محتواها الخلوي، مما يحول لون السيقان والأوراق إلى اللون "البرونزي" أو البني المحمر، فتجف الأوراق وتموت النباتات الأكثر تضرراً.

2-1-1-2 الذبابة البيضاء Yellow leaf Curl Virus

هي ذبابة بيضاء اللون يبلغ طولها من 1 إلى 2 ملم، وتتغذى هي ويرقاتها على عصارة الأوراق. عند قلب أوراق النبات، يمكن أن يطير قطيع كامل منها. تضع بيضها على الجانب السفلي للأوراق، ويفقس البيض بعد حوالي أسبوع لتبدأ مرحلة التحول. تبرز مشكلة هذه الحشرات بشكل خاص خلال الموسم الجاف (Naika *et al*, 2005). وبحسب (Alabouvette *et al*, 2003)، فإن للذبابة البيضاء القدرة على نقل فيروسات خطيرة مثل فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم .

2-1-1-3 التربس Spotted Wilt Virus

حشرات صغيرة جداً يتراوح طولها بين 0.5 و2 ملم، ولها أجنحة غالباً. تضع بيضها على الأوراق وتظهر اليرقات بعد حوالي 10 أيام. تمتص اليرقات والحشرات البالغة عصارة الأوراق، مما يسبب بقعاً فضية على سطحها. كما تترك الحشرات البالغة فضلاتها على الأوراق على شكل نقاط سوداء صغيرة. وتعد بعض أنواع التربس ناقلاً لمرض "تبقع الذبول البرونزي" في الطماطم . وتتم مرحلة شرنقة هذه الحشرة داخل التربة (Naika *et al*, 2005).

2-1-1-4 النطاطات:

حشرات صغيرة نشطة جداً يتراوح لونها من الفاتح إلى الأخضر المصفر، أجنحتها شفافة ولامعة، ويصل طول البالغ منها إلى 2.5 ملم. تتحرك اليرقات جانبياً، وتقوم هي والحشرات البالغة بمهاجمة المجموع الخضري وامتصاص العصارة، مما يسبب تغير لون الأوراق ونقل الفيروسات. (N'dajmena, 1995).

2-1-1-5 الفراشات واليرقات:

تعتبر من الآفات الشائعة في زراعة الطماطم؛ حيث تضع بيضاً أخضر أو بنياً على الأوراق والثمار. تتغذى اليرقات الخارجة من البيض على الأوراق، الأزهار، الثمار، وحتى الجذور. وأثناء تغذيتها، تنمو اليرقات وتمر بعدة مراحل نمو (FAO.2020).

2-1-1-6 الديدان القارضة:

هي يرقات فراشات ليلية تنتمي لعائلة "*Noctuidae*"، ومن أنواعها: *PeridPetra saucia*. تضع الإناث بيضها في التربة عند مستوى السيقان. ذات لون بني رمادي ولا تخرج إلا ليلاً، أما في النهار فتختبئ في التربة على عمق سنتيمترات قليلة تحت السطح. تُلاحظ أضرارها عادة في فصل الربيع بعد الشتْل، حيث تهاجم منطقة "التاج" في النبات، كما يمكنها مهاجمة الأوراق والثمار أو الجذور. وتصيب أيضاً القرعيات، الملفوف، والذرة... إلخ (Leboeuf, 2004).

2-1-1-7 حافرة أنفاق الطماطم:

هي حشرة شبه استوائية تهاجم الطماطم وغيرها من نباتات العائلة الباذنجانية. يمكن لبعض الأعشاب الضارة من نفس العائلة أن تعمل كمضيف ثانوي لها. تهاجم اليرقات الأوراق والثمار، وتعتبر "الأنفاق" التي تحفرها اليرقات داخل الأوراق هي الآفات الأكثر شيوعاً.

تبدأ الأنفاق طويلة وضيقة ثم تتسع لتأخذ شكل بقع منتفخة. وفي حالات الإصابة الشديدة، تهاجم جميع الأوراق مما يعطي النبات مظهراً "محروقاً". كما تخترق اليرقات المتقدمة في السن الثمار القريبة منها، صانعة أنفاقاً تحت الكأس، ويكون مدخل النفق صغيرا جدا بحجم ثقب الإبرة (Wang *et al*., 1998).

2-1-2 الأعشاب الضارة:

تعد إدارة الأعشاب الضارة في محاصيل الطماطم أمراً حيوياً لتجنب انخفاض المردود الناتج عن المنافسة، وللحد من الإصابات؛ إذ تعمل هذه الأعشاب كمخازن لمختلف الكائنات مثل الحشرات، الفطريات الطفيلية، والديدان الخيطية. وأبرز الأعشاب الضارة للطماطم في الحقل المكشوف هي: "عنب الذئب" (*Solanum nigrum*)، "الزربيح" (*Chenopodium album*)، "فسفس" (*Chenopodium murale*)، و"الداتورا" (*Datura stramonium*) (NAIKA *et al*. 2005).

الجدول رقم 02: يمثل بالأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية للطماطم (**Young** *et al*., 1986)

المرض	المسبب	الاعراض
الامراض الفطرية		
الذبول	*Fusarium onysporum f.sp.lyeopersici*	إصفرار الأوراق وذبولها تلون الجهاز الوعائي للنبات بالون البني.

اللفحة المبكرة	*Ahernaria solani*	ظهور بقع صغيرة بنية مسودة، تكبر بسرعة، تصبح الورقة صفراء.
البياض الدقيقي	Leveillula taurico	ظهور بقع لونها أخضر فاتح إلى أصفر على السطح العلوي للورقة.
الامراض البكتيرية		
الجرب أو التبقع البكتيري	Xanthomonas campestris pv. vesicatoria	تتكون بقع تأخذ شكل الجرب، وتكون البقعة مرتفعة أو بارزة عن سطح الثمرة.
مرض التقرح البكتيري	Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis	بقع بنية قاتمة على الأوراق. مساحات صغيرة بيضاء مصفرة على الساق. القشرة تنسلخ بسهولة عن الخشب. بقع بيضاء مركزها أسود على الثمار.

الأمراض الفيروسية		
فيروس موازيك الدخان (TMV)	Tobacco Mosaic Virus	ظهور بقع على الأوراق.
فيروس تجعد الاوراق الصفراء (TYLCV)	Bemisia tabaci	توقف نمو النبات، تشوهات في الاوراق، يؤدي هذا إلى صغر حجم الورقة وإصفرارها.

الأمراض الفيسيولوجية		
تشقق الثمار	إفراط في الري أفراط في التسميد	حدوث تشقق في الثمار، وبزيادة عدم انتظام الري يزداد التشقق وتصاب الثمار بالأعفان.
لفحة الشمس	تعرض الثمار للشمس	بقع بيضاء على الثمار الخضراء ثم تتحول للون الأصفر الباهت عند النضج.

عفن قمة الثمرة	فيسيولوجي، يعود إلى إختلال الإتزان المائي بين الأوراق والثمار.	عند طرف الثمرة الزهري تظهر بقعة مائية صغيرة قد تكبر حتى تعم حوالي نصف الثمرة المصابة.
النيماتود Nématodes Meloidogyne spp	Meloïdogyne icognita et Meloïdogyne arenaria	ظهور عقد على الجذور. إصفرار وذبول النبتة. الحد من نمو النبات.
حفار الطماطم	*Tuta absoluta* 	ذبول النباتات تكثر الإصابة في العروة الصيفية والنيلية عن العروة الشتوية. إستخدام المبيد كلورفان EC 48% .
العنكبوت الأحمر	*Tetranychus urticae* 	وجود بقع مبعثرة صفراء على السطح العلوي للورقة تتحول إلى لون لامع على الأوراق. نقص تغذية النبات نتيجة إمتصاص العصارة النباتية. تشتد الإصابة في شهر جوان، جويلية وأوت.

		من بين المبيدات المستخدمة لها سوريل ميكروني 7 WP % بمعدل 250 غرام \ 100 لتر ماء.
الذبابة البيضاء	*Bemisia tabaci et Trialeurodes vaporariorum*	تجعد الأوراق وإصفرارها وذبول وضعف عام عند شدة الإصابة. التفاف الأوراق وإصفرارها. تقزم النباتات وتشوهها. قلة الإزهار والعقد وصغر حجم ثمارها. تظهر في المدة من شهر ماي إلى نوفمبر. يستخدم ضدها المبيد أجرى فليكس 6 SC %81.5.

3- إنتاج الطماطم:

3-1 في العالم:

الجدول رقم 03: بيانات الإنتاج العالمي للطماطم حسب الدول (الكمية، المردود، والمساحة) (FAO, 2019)

الدولة	الإنتاج (طن)	المردود (هكتو غرام/هكتار)	المساحة المحصودة) هكتار)
الصين	61,631,581	592,539	1,040,126
الهند	19,377,000	246,527	786,000
الولايات المتحدة الأمريكية	12,612,139	968,079	130,280
تركيا	12,150,000	688,658	176,430
مصر	6,624,733	409,689	161,702
إيران	6,577,109	413,679	158,991
إيطاليا	5,798,103	597,174	97,092
إسبانيا	4,768,595	849,593	56,128
المكسيك	4,559,375	504,785	90,323
البرازيل	4,110,242	719,404	57,134
روسيا	2,899,664	352,046	82,366
المغرب	1,409,437	883,383	15,955
تونس	1,357,621	561,114	24,195
الجزائر	1,309,745	586,729	22,323
اليونان	835,940	521,810	16,020
فرنسا	712,019	1,240,019	5,742
كندا	497,438	814,271	6,109
أستراليا	386,376	806,462	4,791
ألمانيا	103,266	2,597,555	398

استناداً إلى بيانات الجدول (02)، تتربع جمهورية الصين الشعبية على عرش الإنتاج العالمي للطماطم بحجم إنتاج تخطى 60 مليون طن في عام 2018، متبوعة بالهند في المركز الثاني، ثم الولايات المتحدة الأمريكية في المركز الثالث، تليها تركيا في المرتبة الرابعة عالمياً.

كما تبرز مجموعة من الدول كمنتجين استراتيجيين بإنتاج سنوي يتجاوز 4 ملايين طن، وهي: مصر، إيطاليا، إيران، البرازيل، وإسبانيا. وفي المقابل، يسجل الإنتاج السنوي في الجزائر مستويات تصل بالكاد إلى 1.3 مليون طن.

3-2 الإنتاج في الجزائر

شهد موسم 2017-2018 تسجيل إنتاج وطني من الطماطم الطازجة قدره 13.72 مليون قنطار (وزارة الفلاحة والتنمية الريفية، 2018). وقد تباينت مستويات المردودية المحققة بناءً على نمط الزراعة المتبع وفقاً لبيانات (Madr, 2018):

الطماطم في الحقل المكشوف: سجلت مردوداً قدره 428 قنطار/هكتار.

الطماطم المحمية (البيوت البلاستيكية): حققت مردوداً مرتفعاً وصل إلى 1,225 قنطار/هكتار.

أهم الولايات الرائدة في إنتاج الطماطم الطازجة:

بسكرة: 2.3 مليون قنطار.

مستغانم: 1.3 مليون قنطار.

تيبازة: 1.0 مليون قنطار.

عين الدفلى: 728,250 قنطار.

وعلى صعيد الطماطم الصناعية (الموجهة للتحويل)، فقد بلغ الإنتاج خلال نفس الموسم (2017-2018) حوالي 15.4 مليون قنطار، بمردود متوسط قدره 651 قنطار/هكتار. وتتصدر الولايات التالية قائمة المنتجين لهذا النوع:

سكيكدة: 4.7 مليون قنطار.

الطارف: 3.5 مليون قنطار.

قالمة: 2.1 مليون قنطار.

عين الدفلى: 1.7 مليون قنطار.

3-3 الإنتاج في ولاية الوادي

تحتل ولاية الوادي مكانة متقدمة في خارطة الإنتاج الوطني، ويوضح العرض التالي (المستند إلى الجدول رقم 03) تطور وأهمية محاصيل الطماطم في الولاية خلال الفترة الممتدة من 2018 إلى 2020، والتي تعكس الحركية الزراعية التي تشهدها المنطقة.

الجدول رقم 04: تقييم إنتاج الطماطم في ولاية الوادي حسب النوع والموسم (2018-2020)

نوع الزراعة	السنة	نوع الموسم	الإنتاج (قنطار)	المساحة (هكتار)
الحقل المكشوف	2018	ما بعد الموسم	1,960,000	2,800
		موسمي	306,300	440
	2019	ما بعد الموسم	2,030,000	2,900
		موسمي	301,000	430
	2020	ما بعد الموسم	2,100,000	3,000
		موسمي	-	-
البيوت البلاستيكية	2018	-	72,000	72
	2019	-	67,000	67
	2020	-	65,000	

شهد قطاع إنتاج الطماطم في ولاية الوادي تباينات ملحوظة خلال الفترة ما بين 2018 و2020، وفقاً لتقارير مديرية المصالح الفلاحية (2020). ويمكن رصد هذا التفاوت من خلال المسارين التاليين:

نمط الإنتاج في الحقول المكشوفة: سجل هذا النوع من الزراعة تطوراً إيجابياً ملموساً؛ حيث ارتفعت معدلات الإنتاج من 1,960,000 قنطار إلى 2,100,000 قنطار. وتزامن هذا النمو في المردود مع توسع في المساحات الأرضية المخصصة لهذا المحصول، والتي زادت من 2,800 هكتار لتصل إلى 3,000 هكتار.

نمط الإنتاج تحت البيوت البلاستيكية (المحمية): على خلاف الحقول المفتوحة، شهدت الزراعة المحمية تراجعاً في كِلا المؤشرين (المردود والمساحة)؛ حيث انخفض الإنتاج من 72,000 قنطار (على مساحة 72 هكتاراً) ليصل إلى 65,000 قنطار (على مساحة 65 هكتاراً) خلال نفس الفترة المذكورة.

الفصل الثاني: طرق التجفيف

1- عموميات حول تجفيف الطماطم

1-1 مدخل حول عملية التجفيف

تعتبر عملية التجفيف من الركائز الأساسية في النشاطات الزراعية والصناعية، وتُعرف إجرائيا بأنها التخلص الكلي أو الجزئي من المحتوى المائي للمنتج الرطب (M. Kouhila, 1998). وتستند هذه التقنية علمياً إلى حدوث انتقال متزامن لكل من الحرارة والمادة بين المنتج وبين الوسط الهوائي المحيط به (B. Touati, 2001).

تتعدد المنهجيات المستخدمة في التجفيف وتختلف باختلاف الغرض منها وطبيعة المادة المراد معالجتها، ومن أبرز هذه الطرق (sairem.com.2020):

1-1-1 التجفيف بالهواء الساخن:

هو الأسلوب الأكثر تداولاً في الوقت الراهن لبساطته وفاعليته من حيث التكلفة للمواد الصلبة. ورغم ميزاته، إلا أنه قد يؤدي إلى جفاف سطحي حاد يسبب تشققات، كما يتسم ببطء العملية تبعا لدرجات الحرارة المتاحة.

1-1-2 التجفيف الشمسي:

يمثل التقنية الأقدم والأكثر توفيرا من الناحية الاقتصادية، وهو مثالي للمناطق النائية لتجفيف الفواكه والخضروات (كالطماطم والمشمش)، لكنه يعاني من عيوب تتعلق بضعف التحكم في العملية، والحاجة لمساحات شاسعة، وعدم الحفاظ الكامل على الفيتامينات والخصائص الأصلية للمنتج.

1-1-3 التجفيف بالتلامس:

يعتمد على وضع المنتج في تماس مباشر مع جدران ساخنة (غالباً داخل أسطوانات دوارة). يُستخدم بكثرة في الصناعات الثقيلة، إلا أنه قد يتسبب في تغير الخواص الطبيعية للمنتج بسبب الحرارة المباشرة.

1-1-4 التجفيف بالأشعة تحت الحمراء:

تقنية تهدف لتبخير الماء عند حرارة عالية، وغالباً ما تُدمج مع الهواء الساخن لتحقيق تأثير "التحميص" السطحي، وهي غير مناسبة للمنتجات الحساسة للحرارة المرتفعة.

1-1-5 طرق أخرى:

تشمل التجفيف بالتبريد (التحميض)، الطبقة المميعة، والتجفيف العازل (Bimbenet &Duquenoy ,2015

1-2 أهمية عملية التجفيف:

تتجلى ضرورة التجفيف في كونه وسيلة دفاعية أولية لحفظ الأغذية سريعة التلف؛ فعبر سحب الماء، يتم شل نشاط الميكروبات (بكتيريا، أعفان، وخمائر) المسببة للفساد (A.R. Celma, 2009). كما يوفر التجفيف مزايا لوجستية واقتصادية هامة، منها:

- تقليل الوزن والحجم مما يسهل عمليات النقل.
- تقليص خسائر ما بعد الحصاد.
- توفير المنتج في الأسواق على مدار فصول السنة وتوسيع نطاق تسويقه.

2- أنواع المجففات:

2-1-المجففات الشمسية:

تطورت هذه المجففات من الشكل البدائي الذي مارسه الإنسان قديماً (بفرش المحاصيل على الأرض)، والذي كان يعرض المنتج للتلوث بالغبار، والأمطار، والحشرات، مما يؤدي لضياع ما يصل إلى 50% من المحصول بسبب العفن والفطريات (B. Amel, 2011).

وبسبب الإمكانات الشمسية الهائلة في الدول النامية، تم ابتكار أنواع متطورة تُصنف حسب **مصدر الطاقة إلى فئتين (Belghit, 1997):**

2-1-1 الأنظمة النشطة (الهجينة - Hybrides):

وهي أنظمة تجمع بين الشمس ومصادر طاقة مكملة (كهرباء، غاز، وقود) لتعزيز الأداء (P. Dudez, 1999).

في هذه الأنظمة، يتم دمج الطاقة الإضافية لتحقيق هدفين (P. Dudez, 1999):

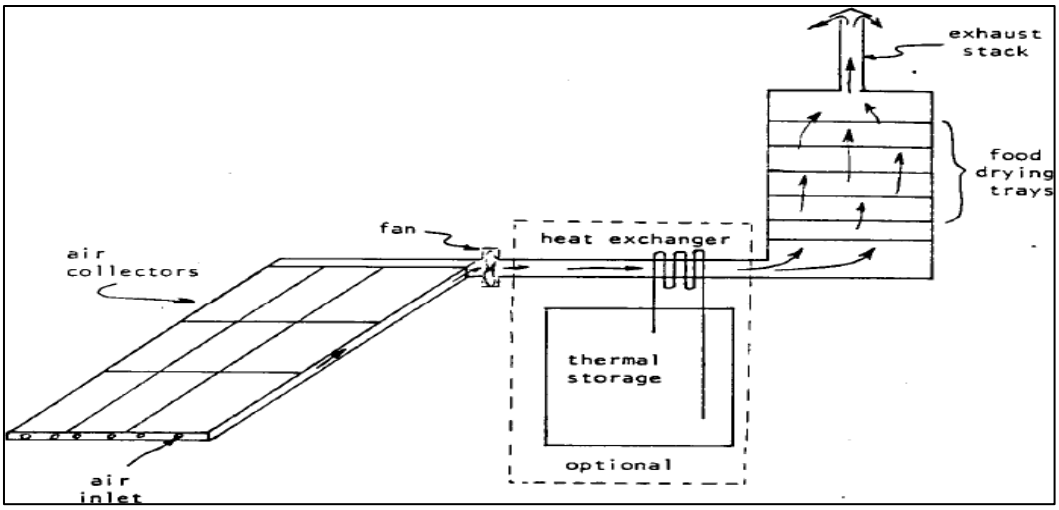
تثبيت الحرارة: عبر استخدام مواقد الغاز أو المقاومات الكهربائية لضمان حرارة ثابتة، وهنا تصبح الشمس مصدرا ثانويا.

تعزيز التهوية: باستخدام مراوح كهربائية لزيادة تدفق الهواء، مما يرفع من قدرة التبخير مع بقاء الشمس هي المصدر الرئيسي للحرارة.

المميزات والعيوب:

المميزات: استقلالية تامة عن التقلبات الجوية، قدرة على العمل ليلاً، تحكم دقيق في جودة المنتج، وإنتاجية عالية جداً.

العيوب: ارتفاع التكاليف الاستثمارية والإنتاجية، وضرورة توفر إمدادات دائمة من الوقود أو الطاقة الكهربائية



الشكل رقم 2: مجفف شمسي هجين (المصدر. B.Warda, 2009)

2-1-2 الأنظمة السلبية (المجففات ذات الدفيئة) :

تعتمد كلياً على الإشعاع الشمسي الطبيعي، وهي الخيار الأمثل للمناطق المعزولة عن شبكات الطاقة.

وكذلك تعتمد المجففات "السلبية" في تصميمها على وجود حجرة تجفيف مزودة بسقف أو جوانب مصنعة من مواد شفافة تسمح بنفاذ الأشعة الشمسية إلى الداخل. وفي هذه الأنظمة، تلعب المنتجات المراد تجفيفها دور "الممتص" (Absorbeur) للإشعاع الساقط عليها مباشرة، وهو ما يُعرف بـ "المجففات ذات الدفيئة المباشرة".

ولحماية المنتجات الحساسة من التلف الناتج عن التعرض المباشر للضوء، قد يُستعان بسطح عاتم (غير منفذ للضوء) يوضع بين الغطاء الشفاف والمنتج ليعمل كممتص حراري، وتُسمى في هذه الحالة "المجففات ذات الدفيئة غير المباشرة". كما توجد أنظمة يمتص فيها جزء محدد من المنتج الإشعاع، وتُعرف بـ "المجففات ذات الدفيئة المختلطة". ومن الخصائص الديناميكية الحرارية لهذه الأنظمة السلبية أنها لا تخضع لعملية "تساوي المحتوى الحراري" (Isenthalpic) (Belghit, 1997).

3-1-2 المجففات الشمسية المباشرة:

صُممت هذه المجففات للسماح بمرور الإشعاع الشمسي لداخل خزانة التجفيف، حيث تتحول الطاقة الإشعاعية إلى حرارة بفعل ملامستها للمنتج وللجدران العاتمة المحيطة به. وتتكون هندسياً من صندوق متغير الأبعاد، يُغطى سطحه المواجه للشمس بمادة شفافة مثل الزجاج أو الفيلم البلاستيكي. ويتم ترتيب المنتجات داخل الصندوق على "رفوف" ، حيث يتدفق الهواء بينها غالباً عبر آلية "الحمل الحراري الطبيعي" (M. Daguenet, 1985).

4-1-2 تقييم الأنظمة السلبية:

أ- المميزات:

الحماية البيئية: توفر درجة حماية عالية للمحصول من الملوثات الخارجية مثل الغبار، وتمنع وصول الحشرات والحيوانات، بالإضافة إلى حماية المنتج من الأمطار مقارنة بالأساليب التقليدية المكشوفة.

البساطة التشغيلية: تمتاز هذه الأنظمة بأنها لا تحتاج إلى عمالة ذات مؤهلات تقنية خاصة أو متخصصة لإدارتها.

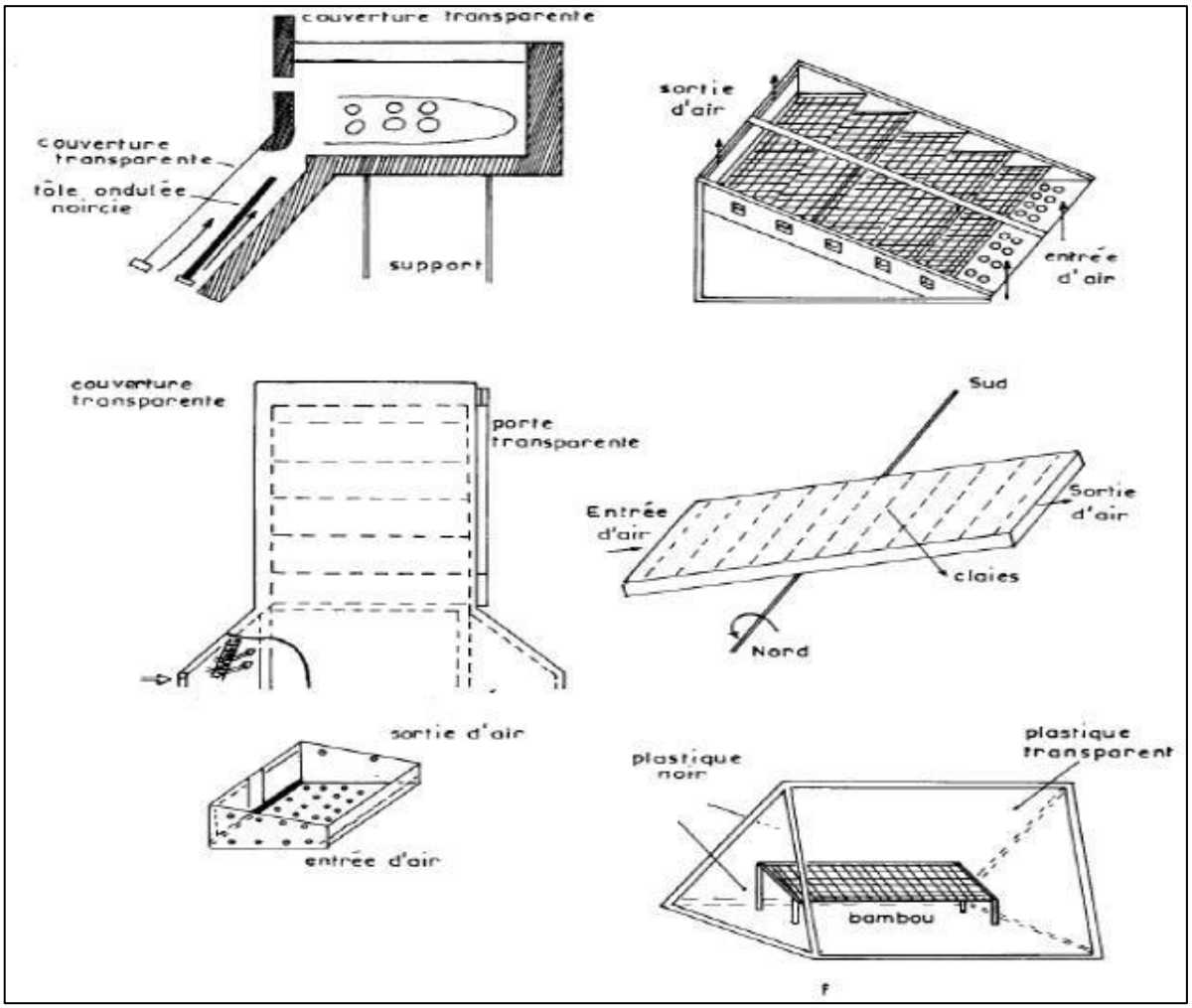
ب- العيوب:

تدهور القيمة الغذائية: يؤدي التعرض المباشر والمركز لأشعة الشمس إلى فقدان الفيتامينات الأساسية (خاصة فيتامين أ و ج)، كما يتسبب في ذبول المنتج وتغير خصائصه اللونية.

التلف المادي للمعدات: تتصف المواد المصنوعة من "البولي إيثيلين" بالهشاشة وسرعة التأثر بالعوامل الجوية، مما يفرض ضرورة تغييرها بشكل دوري.

الإجهاد الحراري: ارتفاع درجات الحرارة داخل المجفف بشكل كبير قد يؤدي، بالتزامن مع التأثير المباشر للشمس، إلى تدمير العناصر الغذائية الدقيقة.

ضعف التهوية: تعاني هذه الأنظمة من بطء دوران الهواء، مما يقلل من سرعة التبخير ويزيد من احتمالية نمو الأعفان والفطريات نتيجة احتباس الرطوبة.



الشكل رقم 3: أمثلة على المجففات الشمسية المباشرة البسيطة (المصدر: B.Warda, 2009,)

2-1-5 المجففات الشمسية غير المباشرة

تعتمد هندسة المجففات الشمسية غير المباشرة على فصل عملية امتصاص الحرارة عن عملية تجفيف المنتج، حيث يتكون الجهاز هيكلياً من وحدتين مستقلتين(Dudez, 1999) :

المجمع الشمسي :(L'un collecteur) وهو الجزء المسؤول عن التقاط الإشعاع الشمسي وتحويله إلى طاقة حرارية.

غرفة التجفيف: وهي الحجرة المخصصة لاحتواء المنتج المراد معالجته.

تبدأ الدورة بدخول الهواء إلى المجمع الشمسي، حيث يكتسب طاقة حرارية تؤدي إلى رفع درجة حرارته وانخفاض كثافته، مما يدفعه للصعود نحو الأعلى عبر آلية "الحمل الحراري الطبيعي" ليمر عبر غرف التجفيف. وتجدر الإشارة إلى أن الفترات الزمنية اللازمة لإتمام عملية التجفيف في هذا النظام تتفاوت بشكل ملحوظ استناداً إلى التقلبات المناخية السائدة.

2-1-6 تقييم الأنظمة غير المباشرة:

أ- المميزات:

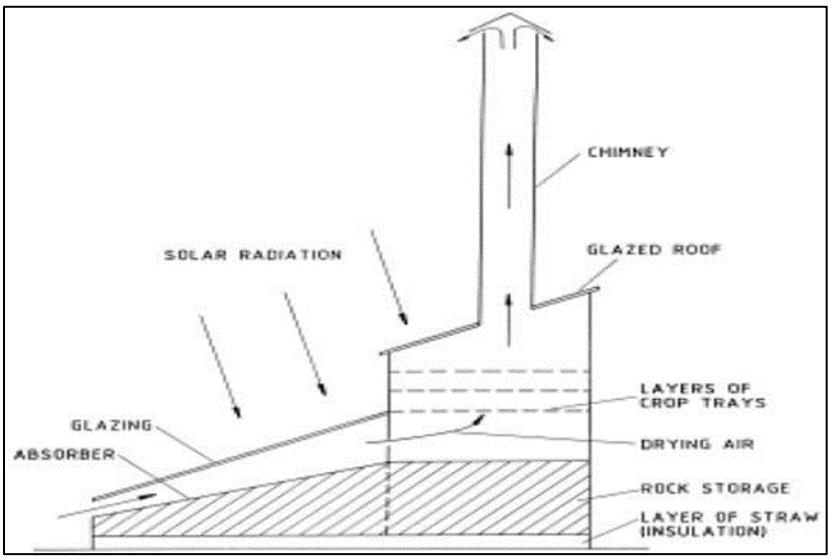
الجودة النوعية للمنتج: نظراً لعدم تعرض الثمار لأشعة الشمس المباشرة، فإنها تحتفظ بخصائصها الحسية (اللون) وقيمتها الغذائية العالية، لاسيما الحفاظ على الفيتامينات الحساسة للضوء مثل فيتامين (أ) وفيتامين (ج).

الاستدامة الاقتصادية: يتميز هذا النظام بكونه صديقاً للبيئة وموفراً للتكاليف التشغيلية، حيث لا يحتاج تشغيله إلى استهلاك الطاقة الكهربائية أو أي نوع من أنواع الوقود الأحفوري.

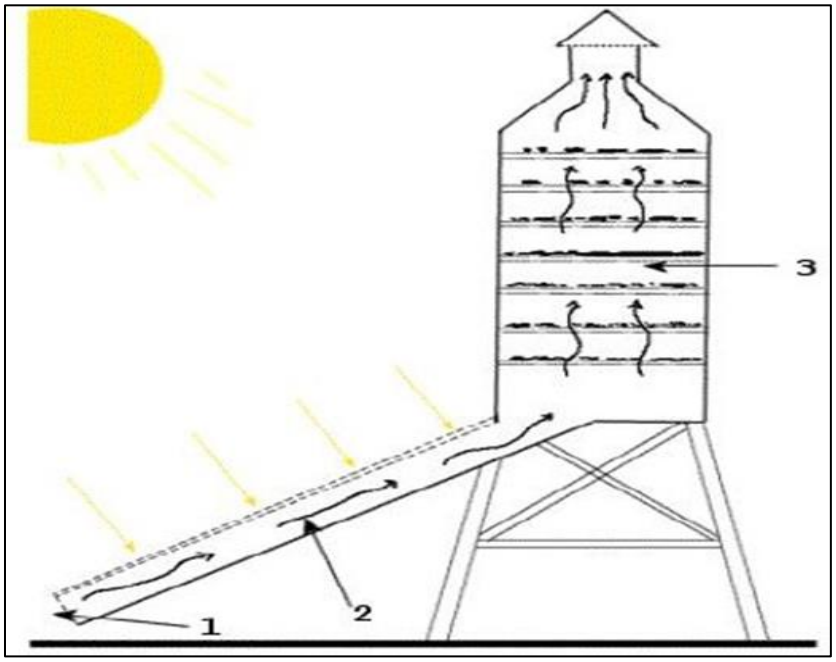
ب- العيوب:

عدم استقرار الأداء: ترتبط سرعة التجفيف ارتباطاً وثيقاً بمتغيرات التصميم الهندسي للمجفف والظروف المناخية المحيطة، مما يجعل المدة الزمنية غير ثابتة.

الاستهلاك المادي: تتصف الأغطية المصنوعة من مادة "البولي إيثيلين" بضعف المقاومة للعوامل الجوية الطويلة، مما يفرض أعباءً تتعلق بضرورة صيانتها واستبدالها بشكل دوري ومنتظم لضمان كفاءة الجهاز.



الشكل رقم 4: رسم تخطيطي لمجفف شمسي غير مباشر (Dudez, 1999)



الشكل رقم 5: المجفف الشمسي غير المباشر (المصدر: B.Warda, 2009)

- مدخل الهواء.
- الجزء المعرض لأشعة الشمس (تحت غطاء زجاجي).
- الرف أو المشبك: الذي يوضع عليه المنتج.
- المدخنة: لتصريف الهواء الرطب.

2-2 المجففات المختلطة:

تجمع هذه المجففات بين خصائص المجففات المباشرة وغير المباشرة في آن واحد. وفي هذا النوع من المجففات، يتم توفير الحرارة اللازمة لعملية التجفيف من خلال التأثير المزدوج لكل من: الإشعاع الشمسي المباشر الساقط على المنتج المراد تجفيفه، والمجمع الشمسي (اللاقط) الذي يسخن الهواء الداخل (Mennouche, 2006).

2-2-1 التجفيف في الهواء الطلق (التجفيف التقليدي)

تعتبر هذه الطريقة من الممارسات التقليدية المتوارثة التي لا تزال تجد لها مكاناً في الاستخدامات الحالية، وتقوم بصفة أساسية على نشر وفرش المنتجات الزراعية في فضاءات مفتوحة ومعرضة للظروف الجوية الطبيعية. ورغم ما تمتاز به هذه التقنية من سهولة مفرطة وانخفاض تام في التكاليف الاستثمارية، إلا أنها تظل عرضة للتسبب في خسائر كمية ونوعية جسيمة للمحصول.

وبهدف الارتقاء بهذه الممارسات التقليدية وتجاوز ثغراتها، اتجه البحث العلمي نحو "التجفيف الاصطناعي" عبر ابتكار وتطوير نماذج أولية متقدمة للمجففات الشمسية التي تضمن كفاءة أعلى (Slimane, 2010).

الجدول رقم 05: مزايا وعيوب التجفيف باستخدام المجفف الشمسي والتجفيف في الهواء الطلق (Slimane, 2010)

التجفيف باستخدام المجفف الشمسي	التجفيف في الهواء الطلق (التقليدي)
المزايا	المزايا
تقليص مدة التجفيف بشكل ملحوظ.	عملية بسيطة وغير مكلفة.
التحكم في محتوى الرطوبة النهائي المطلوب.	لا تتطلب معدات خاصة أو يد عاملة مؤهلة.
حماية المنتج من الأشعة فوق البنفسجية الضارة.	مصدر طاقة شمسي مجاني وغير ملوث.
حماية المنتج من التقلبات الجوية والحشرات والفطريات.	عدم استهلاك أي طاقة اصطناعية.
التحكم الكامل في عملية التجفيف.	تجفيف "لطيف" بفضل تعاقب الليل والنهار.
طاقة مجانية (في الأنظمة السلبية)	تغير طفيف في اللون (في بعض الحالات).
العيوب	العيوب
استهلاك طاقة تقليدية (كهرباء، غاز، خشب...) في حال كان النظام هجيناً.	مدة تجفيف طويلة (مما يزيد من احتمالية التعفن)
تكلفة استثمارية (بناء المجفف) مرتفعة نسبياً.	تدهور جودة المنتج بسبب التعرض المباشر للإشعاع الشمسي.
يتطلب أحياناً يد عاملة مؤهلة للتشغيل والصيانة.	كفاءة العملية ضعيفة نظراً للمخاطر العديدة (الأحوال الجوية، حساسية المكونات للأشعة فوق البنفسجية، الحشرات والقوارض، فقدان الفيتامينات... إلخ)

2-2-1-1 الخصائص الفيزيائية والهندسية للمجفف

تحدد البنية الفيزيائية للمجفف مدى كفاءته التشغيلية وقدرته الاستيعابية، وتشمل النقاط التالية وفقاً لـ (G. Nonhebel, 1971):

التصميم الهيكلي: ويقصد به تحديد نوع المجفف (شمسي، هجين، إلخ)، شكله الهندسي، وأبعاده الدقيقة التي تشغل حيزاً في مكان العمل.

الطاقة الاستيعابية (كثافة الحمولة): وهي تحديد كمية المنتج الرطب القصوى التي يمكن معالجتها في المساحة المتاحة داخل حجرة التجفيف.

نظام الرفوف (المشابك): حساب المساحة الكلية المخصصة للفرد، وعدد الرفوف المستخدمة، ومدى تأثير توزيعها على تدفق الهواء.

الجانب التشغيلي: تقييم مدى سهولة وسرعة عمليات شحن (تحميل) المواد الخام وتفريغ المنتج النهائي بعد اكتمال العملية.

2-2-2-2 معايير الأداء الحراري

يرتبط نجاح عملية التجفيف بمدى كفاءة التبادل الحراري داخل الجهاز، ويتم قياس ذلك من خلال المؤشرات التالية (Bhattacharya, 2002):

ديناميكية التجفيف: وتتضمن حساب الزمن الإجمالي المستغرق للوصول إلى الرطوبة المطلوبة، وقياس سرعة تبخر الماء من المنتج في وحدة الزمن.

خصائص هواء التجفيف: مراقبة الخصائص الفيزيائية للهواء الساخن، وتحديداً درجة حرارته ومستوى الرطوبة النسبية فيه، لضمان عدم تلف المنتج.

تدفق الهواء (المعدل الحجمي): قياس سرعة مرور الهواء وكميته المتدفقة داخل الحجرة، لضمان تجانس عملية التجفيف في جميع المستويات.

الكفاءة الطاقوية للمجفف: وهي النسبة بين الطاقة المستهلكة (سواء شمسية أو هجينة) وبين مقدار العمل الفعلي المنجز في تبخير الماء من المنتج.

الجانب التطبيقي

الفصل الأول
المواد والطرق

1- المواد وطرق العمل:

1-1 الهدف من الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم ومقارنة بعض الخصائص الكيميائية والقيم الغذائية لصنفين من الطماطم في حالتيها الطازجة والمجففة، مع دراسة مدى اختلافها عن منتجات الطماطم المجففة المتداولة في السوق المحلية.

1-2 المادة النباتية

أُنجزت الدراسة المخبرية على أربعة أنواع من الطماطم جنس *Lycopersicon esculentum*، تمثلت في صنفي Salima وPetra، وهما صنفين محللين من أكثر الأصناف المزروعة في منطقة وادي سوف بالإضافة إلى عينتين من الطماطم المجففة التجارية.

وقد تم اقتناء مختلف العينات خلال سنة 2026، ثم إخضاعها لسلسلة من التحاليل والاختبارات الكيميائية والغذائية. كما دُرس صنفا Salima وPetra تحت حالتين مختلفتين، هما الحالة الطازجة (Fraîche) والحالة المجففة (Séchée)، بهدف تقييم تأثير عملية التجفيف على خصائصهما الكيميائية والغذائية.

2- أنواع العينات المدروسة:

مجففة تجارية (1)

مجففة تجارية (2)

طماطم صنف Salima

طماطم صنف (Petra)

الجدول رقم 06: يوضح خصائص الطماطم صنفي سليمة (Salima) والبيترا (Petra)

اسم الطماطم	الخصائص الرئيسية
صنف سليمة (Salima)	يتميز هذا النبات بمقاومته لمرض البياض الدقيقي، وقوته وإنتاجه المبكر والوفير مع ثمار كبيرة الجحم يتم حصادها اخر الموسم
صنف البيترا (Petra)	يتميز هذا النوع بخصائص تجعله المفضل في عمليات التصنيع والتجفيف شكل بيضوي مستطيل واللب كثيف وسميك يتم حصادها اخر الموسم

3- دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية :

3-1 محتوى الماء:

يتم تحديد محتوى الماء وفقا لطريقة (James, 1995) على عينة وزنها 3 غرامات وتوضع في الفرن المضبوط على درجة حرارة 103 درجة مئوية حتى يتم الحصول على وزن ثابت.

- تم تجفيف الكبسولات الفارغة في فرن لمدة 15 دقيقة عند درجة حرارة 103 درجة مئوية.

- نقوم بتفريغ الكبسولات بعد تبريدها في مجفف.

-نقوم بوزن 3 غرامات من العينات في كل كبسولة ونضعها في الفرن المضبوط على درجة حرارة 103 درجة مئوية لمدة ثلاث ساعات.

- نخرج الكبسولات من الفرن، ونضعها في المجفف، وبعد أن تبرد نقوم بوزنها.

- يتم تكرار العملية حتى يتم الحصول على وزن ثابت (عن طريق تقليل وقت التجفيف إلى 30 دقيقة) لتجنب الكرملة.

يتم حساب نسبة الماء الى الكتلة الرطبة باستخدام الصيغة التالية:

$$Wmh = (mi - mf)/mi \times 100$$

حيث:

Wmh: كتلة المادة الرطبة

mi: الكتلة الإبتدائية

mf: الكتلة النهائية

2-3 درجة الحموضة (pH):

يتم قياس الرقم الهيدروجيني (pH) لعينات الطماطم المختلفة لتقدير حموضتها ومقارنتها حسب نوع المعالجة

- يتم وزن 2 غرام من الطماطم في بيشر مع إضافة تسعة أضعاف حجمه من الماء المقطر نقوم بتسخين المزيج في حمام مائي لمدة 30 دقيقة في درجة حرارة 35° مع الخلط من حين لأخر ثم نقوم بطحن المحتوى.

- تتم المعايرة بواسطة جهاز قياس الرقم الهيدروجيني.(AFNOR,1982)

3-3 الحموضة القابلة للمعايرة(A%) :

يتم تحديد الحموضة المعايرة في العينة عن طريق المعايرة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH (0.4N) باستعمال دليل الفينول فثالين كمؤشر لوني.

-نقوم بوزن 10 غرامات من العينات في دورق مخروطي ثم نضيف 50 مل من الإيثيلين ديامين المغلي والمبرد حديثًا، ونخلط حتى نحصل على سائل متجانس.

يتم تسخين المحتويات في حمام مائي لمدة 30 دقيقة في درجة حرارة 35° وبعد التبريد، يتم سكب الخليط في قارورة حجمية سعة 100 مل، وملؤها حتى علامة المعايرة باستخدام الماء المقطر

-بعد الترشيح، يتم أخذ 10 مل من الراشح مع إضافة 10 مل من الماء المقطر تخلط جيدا وتضاف3 قطرات من الفينول فثالين ويتم معايرتها باستخدام هيدروكسيد الصوديوم (N0.4)حتى يتم الحصول على لون وردي ثابت لمدة 30 ثانية. (Ilkay et Aziz,2011)

يتم حساب الحموضة القابلة للمعايرة بإستخدام الصيغة التالية:

$$\mathbf{A\% = (100 \times V1 \times 100)/(V0 \times M \times 10) \times 0.07}$$

حيث :

V1: هو حجم محلول (NaoH) الذي استهلكته أثناء المعايرة حتى تغير اللون للوردي.

V0:هو حجم العينة التي أخذتها للمعايرة

M: الكتلة الابتدائية

0.07: هو معامل تحويل يعبر عن حمض الستريك

4-3 محتوى الرماد والمادة العضوية:

تعتمد هذه الطريقة على التدمير الكامل لجميع الجسيمات الكربونية ووزن المواد المعدنية المتبقية (Afnor,1982)

- نجفف البواتق الخزفية في الفرن ثم نتركها تبرد

-نزن البواتق الخزفية وهي فارغة بالميزان الحساس

-نزن 2 غرامات من العينات ونضعها في كبسولات (M_1) والتي توضع في فرن مضبوط على درجة حرارة 550 درجة مئوية لمدة خمس ساعات حتى يتم الحصول على لون رمادي فاتح أو أبيض، وبعد التبريد يتم وزن الكبسولات (M2)

يتم تقدير نسبة الرماد الكلي والمادة العضوية على اساس الوزن الجاف وفق المعادلتين التاليتين:

يتم التعبير عن المادة العضوية بالصيغة التالية:

$$\mathbf{MO\% = (M1 - M2)/P \times 100}$$

يتم حساب محتوى الرماد (cd) على النحو التالي:

$$\mathbf{cd = 100 - M0\%}$$

حيث:

MO: مادة عضوية بنسبة %

M1: وزن الكبسولات وهي فارغة+ وزن العينة

M2: وزن الكبسولات بعد الحرق

P: وزن العينة الأصلية

حساب محتوى الرماد(cd):

$$\mathbf{Cd = 100 - MO\%}$$

5-3 المواد الصلبة الذائبة (brix):

تحديد نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في العينات المدروسة باستعمال جهاز الرفراكتومتر (Réfractomètre). حيث تم وزن 5 g من كل عينة، ثم أضيف إليها 20 mL من الماء المقطر، وبعد

ذلك خُلِط المزيج جيدًا للحصول على محلول متجانس. أُجريت عملية ترشيح للمزيج باستعمال ورق الترشيح للحصول على راشح صافٍ.

قبل إجراء القياس، تم تنظيف منشور جهاز الرفراكتومتر باستعمال الماء المقطر وتجفيفه بورق ناعم لتفادي التأثير على دقة النتائج. بعد ذلك، وُضعت بضع قطرات من الراشح على منشور الجهاز، ثم أُغلِق الغطاء وسُجلت القراءة مباشرة، معبَّرًا عنها بدرجة البريكس (°Brix)، والتي تمثل نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في العينة.

6-3 محتوى الكربوهيدرات:

تعتمد هذه الطريقة على تقرير وتحديد المحتوى الإجمالي للسكريات (Ben Jamea,2008)

-نقوم بوزن 0.5 غرام من كل عينة ونضيف 5مل من حمض ثلاثي كلورو الأستيك ثم نضع الخليط في محرك مغناطيسي لمدة 5 دقائق ثم يتم فصله عن طريق الطرد المركزي لمدة 10 دقائق بسرعة 3000 دورة في الدقيقة.

- تحضير محلول الجلوكوز القياسي:

تم إذابة 5 ملغ من الجلوكوز في 5 مل من حمض الكبريت للحصول على محلول بتركيز 1000 ميكروغرام/مل، ومن هذا تم تحضير سلسلة من المحاليل القياسية بتراكيز (0، 25، 100 و200) ميكروغرام/مل.

-نضع 1 مل من سلسلة المحاليل القياسية المحضرة ومستخلص العينة (الراشح 1) في أنابيب اختبار زجاجية.

-نضيف 1 مل من الفينول (5٪)، ثم 2.5 مل من حمض الكبريتيك المركز.

- نرجّ العبوة ونترك العينات لمدة 15 دقيقة.

قراءة شدة الامتصاص عند الطول الموجي 490 نانومتر بواسطة مطياف ضوئي

7-3 تقدير محتوى البروتين بطريقة (Bradford, 1976):

تهدف هذه التجربة إلى استخلاص وتقدير محتوى البروتينات الكلية في العينات المدروسة

-يتم وزن 500 ملغ من مسحوق العينة ووضعها في بيشر، ثم يضاف إليها 10 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaoH) بتركيز 0.5 مول/لتر و15 مل من الماء المقطر. بعد ذلك، يُمزج الخليط جيدًا لمدة 15 دقيقة باستعمال جهاز التحريك.

-يتم نقل المزيج إلى أنابيب الطرد المركزي، ثم يُفصل بواسطة الطرد المركزي بسرعة 3900 دورة/دقيقة لمدة 20 دقيقة. بعد الفصل يتم جمع السائل الطافي لاستعماله في التحليل.

لتحديد محتوى البروتين تُؤخذ 0.5 مل من السائل الطافي ويضاف إليها 2.5 مل من (BBC) ثم يُترك المزيج لمدة 5 دقائق.

-تسمح قراءة الكثافة الضوئية عند 595 نانومتر بتحديد إجمالي محتوى البروتين.

3-8 تقدير كمية الليكوبين:

تهدف هذه دراسة تحديد محتوى الليكوبين في العينة باستخدام القياس الطيفي عند 472 نانومتر بعد استخلاصه بمذيب عضوي.

- أخذ0.1 غرام من مسحوق العينات في 10 مل من (الهكسان-الأسيتون-الإيثانول، (1/50/50)

-رجّ لمدة 10 دقائق

-نقوم بالطرد المركزي بسرعة 5000 دورة في الدقيقة لمدة 15 دقيقة.

ثم يتم استخلاص 1 مل من الطور العضوي وتخفيفه في 10 مل من الهكسان.

يتم وضع عينة من الطور العضوي.

يتم قياس الامتصاص عند 472 نانومتر(Rodriguez-Amaya,2001)

يعبر عن محتوى الليكوبين وفق العلاقة التالية:

$$\mathbf{C\ (\mu g/g)\ =\ Abs(472)\ \times\ Fd\ \times\ 10^{6}\ \times\ V\ /\ (3450\ \times\ 100\ \times P)}$$

حيث:

Fd: معامل التخفيف

V: حجم مذيب الاستخلاص

3450: معامل الانقراض في الهكسان

3-9 تقدير بيتا كاروتان

تم تقدير محتوى الكاروتينات وفق طريقة Sass-Kiss وآخرون (2005). حيث وُزن 2 غ من عينة الطماطم الطازجة أو المجففة والمطحونة، ثم أضيف إليها 20 مل من مزيج المذيبات (هكسان : أسيتون : إيثانول بنسبة 2:1:1). خضع المزيج للتحريك الميكانيكي لمدة 30 دقيقة، ثم تُرك حتى يتم فصل الطبقات. جُمعت الطبقة الهكسانية، وأعيد استخلاص الطبقة السفلية باستعمال 10 مل من الهكسان تحت نفس الظروف. بعد ذلك جُمعت المستخلصات ورُشحت، ثم قيس الامتصاص الضوئي عند طول موجي 420 نانومتر باستعمال مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Visible). تم تحديد تركيز الكاروتينات بالاعتماد على منحنى معايرة محضر باستعمال β-كاروتين كمعيار مرجعي، وعُبرت النتائج بملغ مكافئ β-كاروتين لكل 100 غ من العينة (mg EβC/100 g).

$$C\ (\text{mg EβC}/100\ \text{g}) = (\text{Abs} \times \text{Fd} \times 10^6 \times \text{V}) / (\varepsilon \times 100 \times \text{P})$$

حيث:

C : تركيز الكاروتينات (mg EβC/100 g)

Abs : الامتصاصية عند 420 nm

Fd : عامل التخفيف

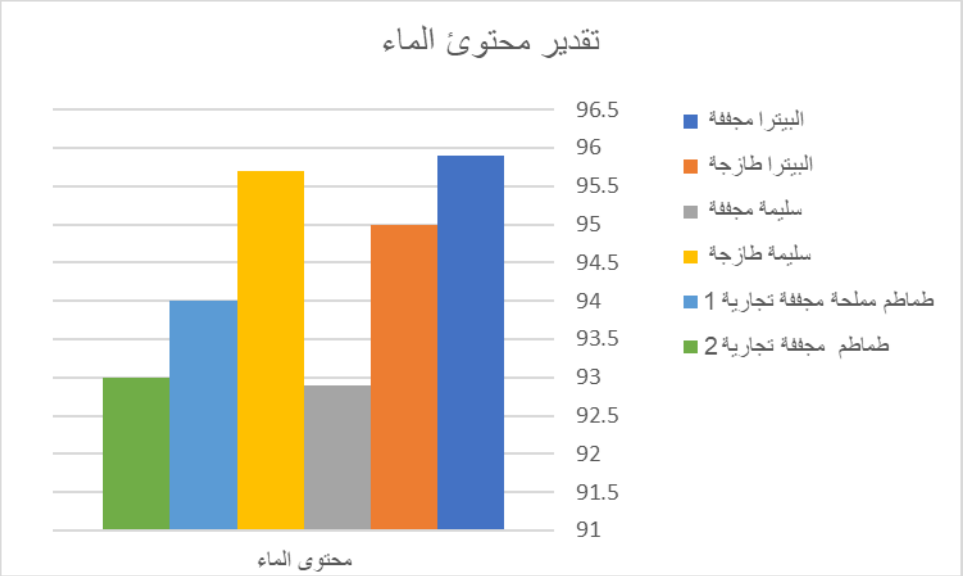
V : حجم المذيب المستعمل في الاستخلاص (mL)

ε : معامل الانقراض المولي للـ β-كاروتين

P : وزن العينة (g)

الفصل الثاني
النتائج والمناقشة

1- نسبة الرطوبة:



الوثيقة رقم 8: تغيرات المحتوى المائي (نسبة الرطوبة) في عينات الطماطم الطازجة والمجففة والتجارية

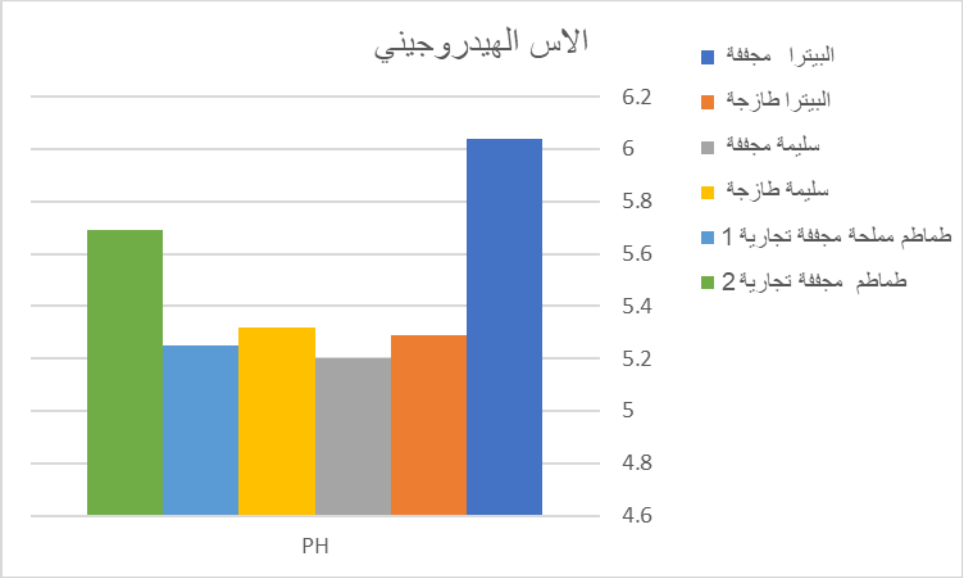
يبين الرسم البياني اختلافا في كمية الماء بين صنفي سليمة و البيترا في حالتهما الطازجة , يمكن ان يرجع هذا الاختلاف في المحتوى المائي الى العوامل الوراثية لكل صنف, حجم الثمرة و سماكة الجدار الخلوي, بالإضافة الى الظروف البيئية المتعلقة بالزراعة كمعدلات الري و نوعية التربة. و هذا ما تمت الإشارة اليه من قبل (felföldi *et al.*, 2021)

كما وضحت النتائج أن العينات التجارية (1 و2) وعينة سليمة مجففة نجحت في خفض نسبة الماء بشكل أكبر مقارنة بعينة البيترا مجففة.

العينات التجارية وعينات التجفيف المخبري المحكم تعتمد غالباً على تقنيات تزيد من معدل انتقال الكتلة والحرارة مما يقلل الرطوبة بفعالية ويحمي المنتج من التلف الميكروبي وهذا يتوافق مع ما توصل اليه (Sadin *et al.*, 2014)

بالمقابل احتفظ صنف البيترا مجففة بنسبة ماء اعلى من العينة الطازجة لنفس الصنف و قد فسر (Karam *et al.*, 2016) هذه الظاهرة علمياً بحدوث حالة تُعرف بـ الصلابة السطحية أثناء التجفيف؛ حيث تتشكل طبقة خارجية جافة وقاسية على سطح الثمرة بسرعة بسبب الحرارة المرتفعة، مما يحبس الرطوبة والماء داخل اللب ويمنع خروجهما. كما تلعب الخصائص الفيزيائية وهندسة الثمرة (مثل المساحة السطحية إلى الحجم) دوراً كبيراً في مقاومة انتقال الرطوبة.

2- الأس الهيدروجيني (pH) :



الوثيقة رقم 9: تمثل قياسات الأس الهيدروجيني (pH) لعينات الطماطم المختلفة قبل وبعد عملية التجفيف

نلاحظ من خلال الاعمدة البيانية أن الطماطم الطازجة لصنفي البيترا و سليمة تمتلك قيم (pH) متقاربة جداً تقع في النطاق بين (5.3 و5.4).

كما يُظهر الرسم البياني أن عملية التجفيف لصنف سليمة والعينة التجارية 1 اظهرت انخفاض محسوس في قيمة ال PHمقارنة بالعينات الطازجة.

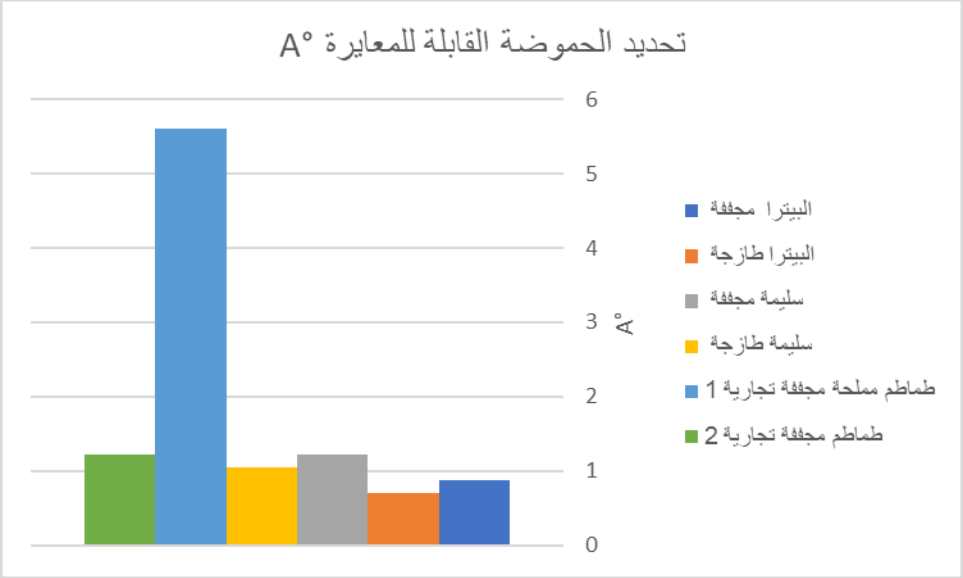
على العكس أظهرت عينتي البيترا مجففة و التجارية 2 ارتفاعاً كبيراً في قيمة (pH) لتصل إلى 6.0 و 5.65.

تعتبر ثمار الطماطم من الأغذية الحامضية الطبيعية، ويعود ذلك بشكل أساسي إلى وجود الأحماض العضوية الحرة مثل حمض الستريك (Citric acid) وحمض الماليك (Malic acid). التباين البسيط بين الصنفين يعود إلى عوامل وراثية ومرحلة نضج الثمار عند القطف، حيث تقل الحموضة تدريجياً كلما تقدمت الثمرة في النضج نتيجة استهلاك الأحماض في عملية التنفس الخلوي (Anthon *et al.*, 2011)

عند إزالة الماء أثناء عملية التجفيف، يحدث تركيز للأحماض العضوية الحرة الموجودة في فجوات خلايا الطماطم. هذا التركيز العالي للأحماض يؤدي بشكل مباشر إلى زيادة تركيز أيونات الهيدروجين الحرة في الوسط، وبالتالي تنخفض قيمة PH (Abano.,*et al* .,2014)

يمكن تفسير هذا الارتفاع علمياً بحدوث تكسر أو تحلل حراري للأحماض العضوية الحساسة للحرارة (خاصة حمض الستريك) نتيجة استخدام درجات حرارة عالية أو التعرض للحرارة لفترات طويلة أثناء التجفيف. (Doymaz *et al.*, 2005)

3- الحموضة القابلة للمعايرة (°A):



الوثيقة رقم 10: تمثل نتائج تقدير الحموضة القابلة للمعايرة (A°) لعينات الدراسة

توضح الوثيقة (10) ارتفاع كبير في مستوى الحموضة القابلة للمعايرة بالنسبة للعينة التجارية (1) مقارنة بباقي العينات الطازجة والمجففة مخبريا.

هذا الارتفاع الملاحظ يمكن يعزى إلى التركيز الطبيعي للأحماض بفعل تجفيف الماء إضافة الى التفسير الصناعي وهو قيام الشركات المصنعة بإضافة مواد حافظة حامضية أو محسنات نكهة (مثل حمض الستريك التجاري المُضاف، أو حمض الأسكوربيك/فيتامين ج لمنع الأكسدة وتغير اللون (sarkar *et al.*, 2015)

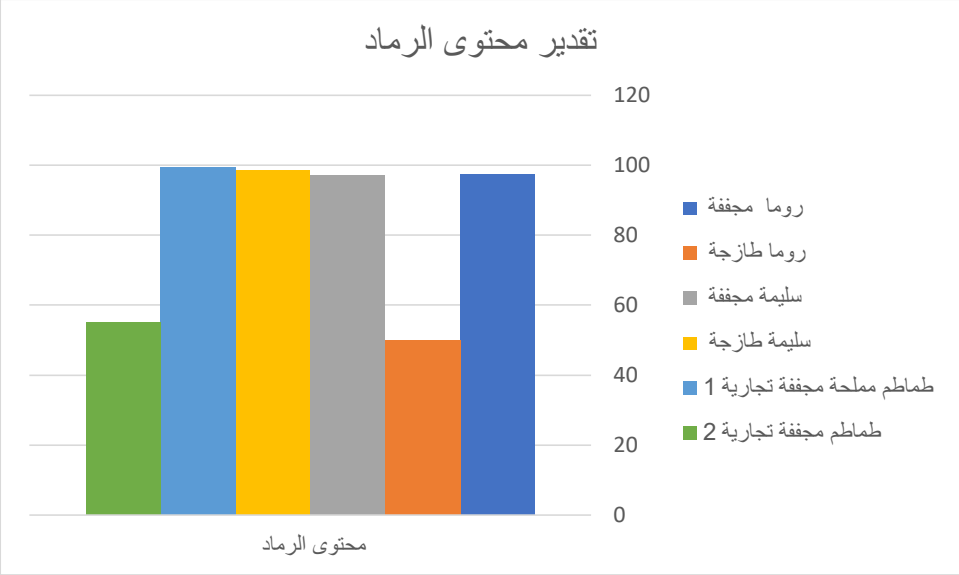
عند مقارنة صنف سليمة طازجة مع سليمة مجففة ، نلاحظ ارتفاعاً في الحموضة بعد التجفيف (من 0,9 الى 1,1).

تؤدي عملية إزالة الرطوبة وتبخير الماء من ثمار الطماطم إلى زيادة تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية، بما في ذلك الأحماض العضوية الحرة (مثل حمض الستريك والماليك). هذا التركيز المتزايد للجزيئات الحامضية في الكتلة الحجمية المتبقية يرفع من قيمة الحموضة الكلية القابلة للمعايرة عند تحليلها مخبريا (Abano *et al*,2014)

تختلف الأصناف الطماطم في محتواها الأولي من الأحماض والسكريات بناءً على تركيبها الجيني (Genetic makeup). بالإضافة إلى ذلك، فإن تعرض العينات لدرجات حرارة التجفيف لفترات طويلة قد

يسرع من تفاعلات الهدم الحراري للأحماض العضوية، أو يستهلكها في تفاعلات الاسمرار غير الإنزيمي ، مما يمنع ارتفاع الحموضة القابلة للمعايرة بالرغم من فقدان الماء (Madrau *et al.*, 2009)

4- المحتوى المعدني (الرماد) في الطماطم:



الوثيقة رقم 11: محتوى المواد المعدنية (الرماد) بين اصناف الطماطم الطازجة والمجففة.

من خلال النتائج الموضحة في الوثيقة (11) يُلاحظ أن عينة الطماطم التجارية(1) سجلت نسبة كبيرة في محتوى الرماد (98 %) مقارنة بالعينة التجارية (2) (52 %).

كما بينت النتائج المتحصل عليها الى ان تجفيف صنف البيترا ادى إلى رفع نسبة الرماد من 48% (في الحالة الطازجة) إلى 98% (في الحالة المجففة).

على عكس صنف البيترا، سجل صنف سليمة مجففة انخفاضاً طفيفاً مقارنة بالطازجة، بينما سجلت العينة التجارية 2 قيمة منخفضة (52%) مقارنة بالتجارية.

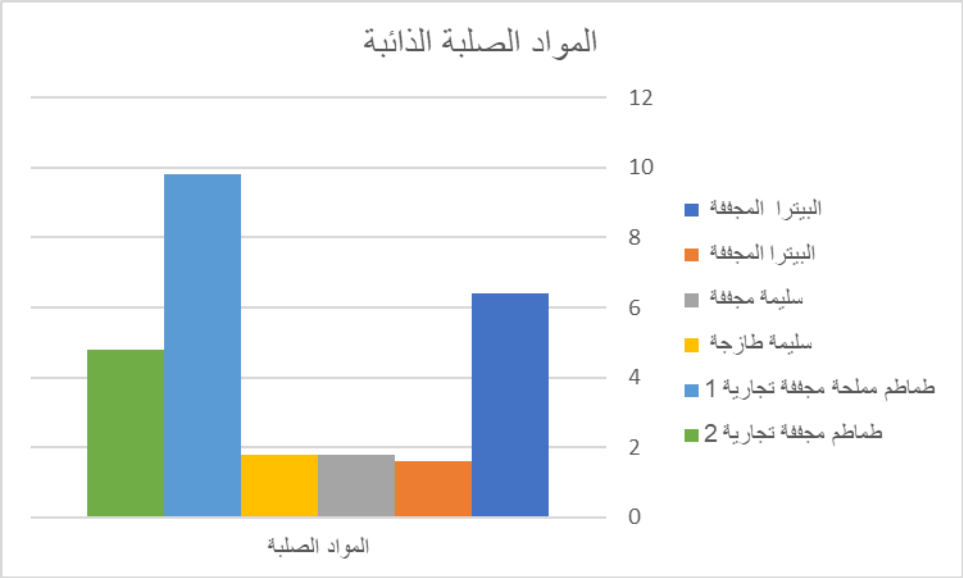
و يمكن تفسير هذا الارتفاع الى ان بعض المصانع التجارية تعتمد إلى إضافة ملح الطعام (كلوريد الصوديوم NaCl قبل أو أثناء عملية التجفيف كعامل حفظ طبيعي ومنع النمو الميكروبي، أو لتعزيز النكهة. بما أن الملح يتكون من عناصر معدنية (صوديوم وكلور) وهي مواد غير متطايرة ولا تحترق في فرن الرماد، فإنها تضاف مباشرة إلى الوزن الكلي للرماد المتبقي (Davoodi *et al.*, 2007)

ويمكن تفسير هذا ان المعادن بطبيعتها عناصر مستقرة حرارياً ولا تتبخر أثناء عملية التجفيف بالهواء الساخن أو التجفيف الشمسي. عند التخلص من المحتوى المائي (الرطوبة)، يحدث انكماش لكتلة الثمرة وتتركز المواد الصلبة. نتيجة لذلك، يرتفع تركيز العناصر المعدنية الأساسية في الطماطم كالبوتاسيوم

والمغنيسيوم عند قياسها على أساس الوزن الجاف مقارنة بالوزن الرطب الأصلي (Panhwar *et al* .,2011)

يُعزى الانخفاض في محتوى الرماد للعينات المجففة في بعض الأحيان إلى عمليات الإعداد الأولية فإذا خضعت الثمار لعملية سلق في الماء الساخن أو غسيل مطول قبل التجفيف، فإن ذلك يؤدي إلى تسرب العناصر المعدنية الذائبة في الماء خارج الأنسجة الخلوية. كما أن التخلص من القشور أو البذور (والتي تتركز فيها النسبة الأكبر من معادن الثمرة) في خطوط الإنتاج التجارية (مثل العينة 2) يتسبب في خفض محتوى الرماد الكلي للمنتج النهائي بشكل ملحوظ وهذا ما توصل اليه (Doymaz *et al*., 2007) في دراسته.

- المواد الصلبة الذائبة (brix)



الوثيقة رقم 12 : أعمدة بيانية تمثل نتائج المواد الذائبة الصلبة في عينات الطماطم المدروسة

يمثل الشكل رقم (12) تباين قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية (Brix°) بين عينات الطماطم المدروسة، والتي تشمل الأصناف الطازجة، والأصناف المجففة مخبرياً، بالإضافة إلى العينات التجارية.

تُظهر النتائج المتوصل اليها في الشكل البياني تقارباً كبيراً في قيم البريكس المنخفضة بين عينات الطماطم الطازجة للصنفين "بيترا طازجة" و"سليمة طازجة". ويُعزى هذا الانخفاض إلى الارتفاع العالي للمحتوى المائي داخل الأنسجة الخلوية لثمار الطماطم الطازجة، والتي تمثل في المتوسط ما بين 93% إلى 95% من الوزن الرطب الكلي للثمرة، اعتماداً على طبيعة الصنف والظروف المناخية ونظام الري المتبع وهذا ما يتناسب مع ما توصل اليه (Gupta *et al*., 2022).

في المقابل، أدت عملية التجفيف إلى حدوث ارتفاع واضح وملموس في قيم المواد الصلبة الذائبة، ويتضح ذلك جلياً عند المقارنة بين الحالة الطازجة والمجففة لصنف **"بيترا"**. هذا السلوك الفيزيوكيميائي يعود مباشرة إلى تبخر الماء؛ حيث يؤدي سحب الرطوبة وخفض النشاط المائي إلى تقلص الفراغات البينية والكتلة المائية داخل الخلايا، مما يؤدي إلى زيادة كثافة وتركيز المادة الجافة والتركيبات الجزيئية الذائبة في النسيج المتبقي (Toor & Savage, 2006). وتتوافق هذه النتيجة مع ما أكده Khazaei *et al*. (2008) بأن كفاءة خفض الرطوبة تتناسب طردياً مع زيادة تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية المقروءة عبر جهاز الرفراكتومتر.

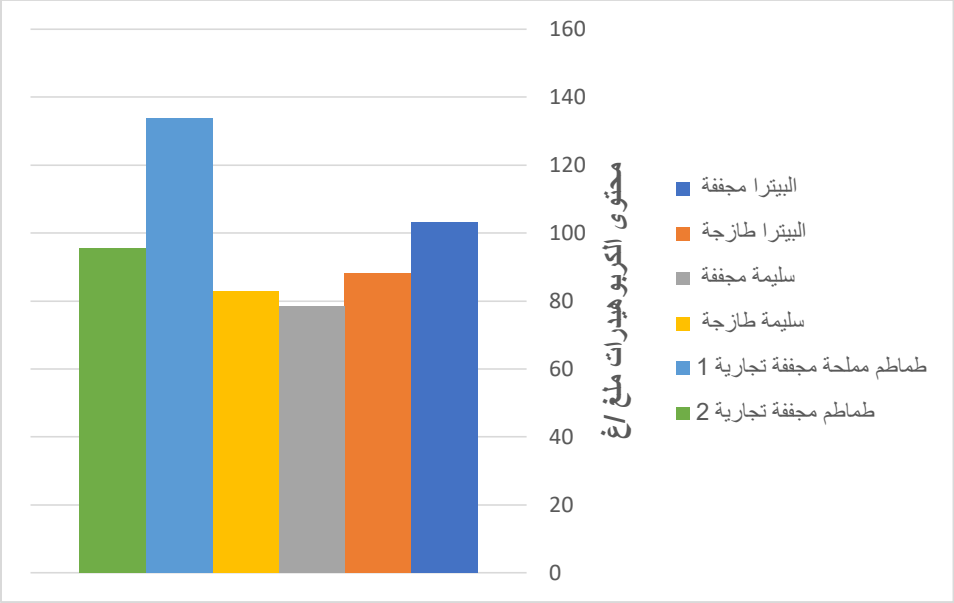
يُلاحظ من خلال قراءة الاعمدة البيانية وجود تباين واختلاف في استجابة العينات لتأثير التجفيف المخبري؛ حيث حقق صنف بيترا مجففة تفوقاً بارزاً في تركيز محتواه السكري والصلب، بينما حافظ صنف سليمة مجففة على قراءة منخفضة نسبياً ومقاربة لحالته الطازجة في هذا التمثيل. يُعزى هذا التباين علمياً إلى العامل الصنفي ، حيث تختلف أصناف الطماطم وراثياً وبنيوياً من حيث سماكة اللب، النسبة الابتدائية للمادة الجافة، وطبيعة الجدران الخلوية ونفاذيتها وهيكلها البكتيني أثناء عملية فقدان الرطوبة (Anthon *et al*., 2011; Beckles, 2012).

في المقابل سجلت المنتجات التجارية أعلى قيم لدرجة البريكس مقارنة مع العينات المجففة مخبريا وتحديداً عينة طماطم مجففة تجارية 1 التي وصلت إلى الذروة، تليها عينة طماطم مجففة تجارية 2. يُفسر هذا الارتفاع الحاد بتداخل عاملين تكنولوجيين:

كفاءة التجفيف الصناعي: حيث تعتمد المصانع على تقنيات تجفيف متطورة ومحكمة تضمن الوصول بالمنتج النهائي إلى مستويات رطوبة منخفضة جداً وثابتة مقارنة بالتجفيف المخبري التقليدي (Muratore *et al*., 2008).

التأثير البصري للملح المضاف: يعتمد جهاز الرفراكتومتر في آلية عمله على قياس معامل الانكسار الضوئي الإجمالي لكافة الجزيئات الذائبة في الراشح الخالي من الشوائب. إن إضافة كلوريد الصوديوم (NaCl) لأغراض الحفظ والتمليح في الطماطم التجارية يغير بقوة من الخواص الفيزيائية والبصرية للمحلول ويرفع من كسر الضوء داخل الراشح، وهو ما يترجمه الجهاز تضخيمياً على شكل ارتفاع حاد في درجة البريكس (°Brix)، مما يعني أن القراءة العالية هنا لا تعبر عن محتوى سكري خالص بل تعكس تركيز الأملاح المعدنية الذائبة أيضاً (Kaur *et al*., 2019).

5- محتوى الكربوهيدرات الكلية:



الوثيقة رقم 13: تقدير محتوى الكربوهيدرات الكلية في عينات الطماطم المدروسة

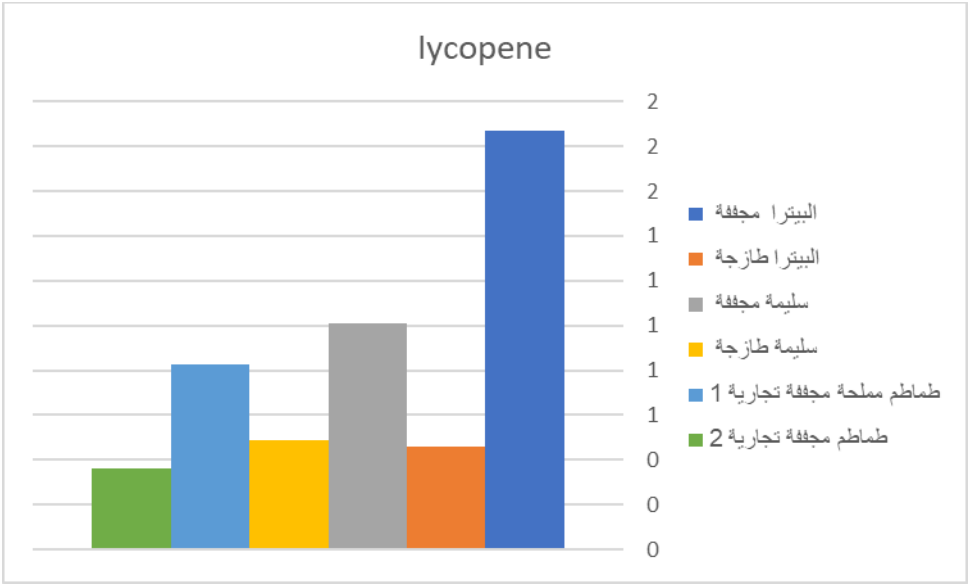
توضح النتائج المشار اليها في الوثيقة (13) الى زيادة واضحة في نسبة الكربوهيدرات في جميع العينات المجففة ,حيث سجل صنف البيترا اكبر ارتفاع (من 85 إلى 101 mg/g)

تُمثل السكريات البسيطة، وعلى وجه الخصوص مثل الجلوكوز والفركتوز، المكوّن الأساسي للكربوهيدرات في ثمار الطماطم. وتؤدي عملية التجفيف إلى التبخر الكلي للماء الموجود داخل الأنسجة النباتية، مما يسبب انخفاض محتوى الرطوبة وانكماش البنية النسيجية للثمار. وينتج عن ذلك زيادة تركيز المواد الصلبة الذائبة، بما في ذلك المركبات السكرية، في الكتلة الجافة المتبقية. لذلك تُظهر العينات المجففة قيماً أعلى لمحتوى السكريات عند التحليل المخبري مقارنة بالثمار الطازجة المحسوبة على أساس الوزن الرطب وهذا ما تم شرحه من طرف (Petrotos *et al.*, 2010).

من خلال النتائج المتحصل عليها تظهر ان العينة التجارية(1) ارتفاع شديد في محتوى السكريات (mg/g131) مقارنة بباقي العينات المدروسة.

و هذا راجع الى ان بعض الشركات في الصناعات الغذائية التجارية، تعمد إلى إضافة مواد كربوهيدراتية مالئة أو حافظة؛ مثل استخدام المحاليل السكرية كمعاملة أولية قبل التجفيف لتحسين القوام والحفاظ على اللون، أو إضافة النشا والمثبتات كحوامل نكهة ومواد حافظة، مما يؤدي إلى رفع القيمة الإجمالية للكربوهيدرات المقاسة في المنتج التجاري بشكل اصطناعي (Madrau *et al.*, 2009).

6- تقدير الليكوبين:



الوثيقة رقم 14: تركيز صبغة الليكوبين (Lycopene) في مختلف عينات الطماطم

توضح النتائج المتوصل اليها في الوثيقة (14) ارتفاعاً كبيراً في تركيز الليكوبين عند تجفيف صنف البيترا (من 0.38 إلى 1.9) ug/g وصنف سليمة (من 0.40 إلى 0.95) Ug/gمقارنة بالحالة الطازجة.

يعود هذا الارتفاع إلى عاملين أساسيين؛ الأول هو تأثير التركيز الكتلي نتيجة تبخر الماء وفقدان الرطوبة أثناء التجفيف، مما يرفع نسبة الصبغات في الوزن الجاف المتبقي. العامل الثاني والأهم علمياً هو أن المعاملة الحرارية المعتدلة أثناء التجفيف تعمل على تكسير الجدران الخلوية لنسيج الطماطم وتحلل مصفوفة البروتين المرتبطة بالكاروتينات، مما يؤدي إلى تحرير الليكوبين وزيادة قدرته على الاستخلاص المخبري (Dewanto *et al.*, 2002)

تبين الاعمدة البيانية أن عينة البيترا المجففة احتوت على ضعف كمية الليكوبين الموجودة في سليمة المجففة تقريباً.

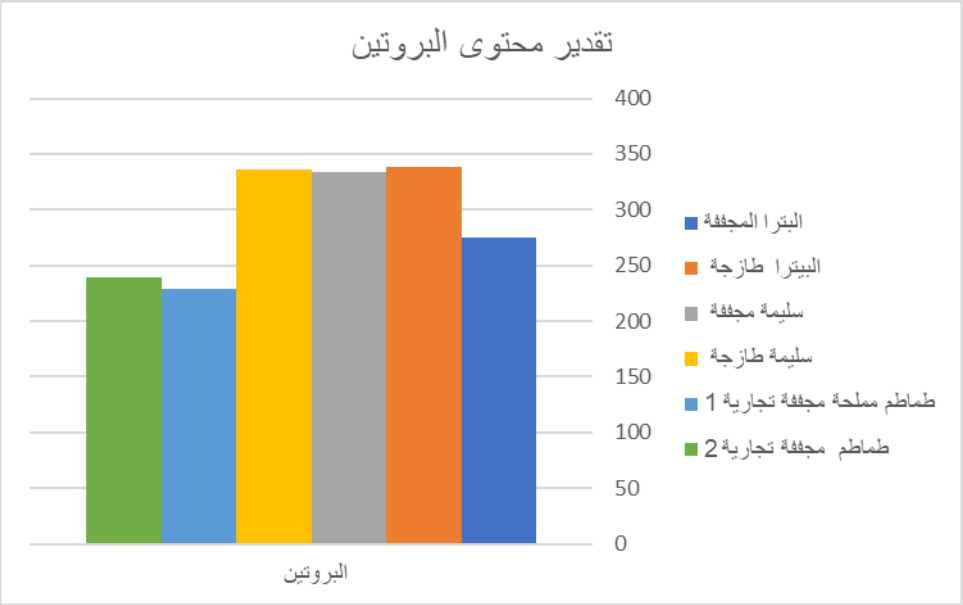
يرجع التباين في تركيز الليكوبين بين الأصناف إلى الاختلافات الجينية وهندسة الثمرة؛ حيث يُعرف صنف البيترا(Petra) بأنه صنف تصنيعي بامتياز يمتلك جداراً خلوياً سميكاً ومحتوى كربوهيدراتياً ومادياً صلباً مرتفعاً، وهو مهيأ وراثياً لتخليق وتركيز كميات أعلى من الصبغات الكاروتينية ومضادات الأكسدة مقارنة بالأصناف الأخرى (Brandt *et al.*, 2006)

على الرغم من أنها عينات مجففة، إلا أن "التجارية 1" سجلت قيمة منخفضة نسبياً، بينما سجلت "التجارية 2" أدنى قيمة في المنحنى بأكمله (0.28) متراجعة حتى عن العينات الطازجة.

صبغة الليكوبين بالرغم من استقرارها الحراري النسبي، إلا أنها حساسة جداً للاكسدة الضوئية والحرارية عند تعرضها لدرجات حرارة مرتفعة جداً أو لفترات تخزين طويلة. في خطوط الإنتاج التجاري، يؤدي التجفيف المفرط في الهواء الساخن دون التحكم في تدفق الأكسجين، أو تخزين الطماطم المجففة لفترات طويلة في ظروف غير مثالية (مثل

التعرض للضوء والهواء في العينة التجارية (2) إلى أكسدة جزيئات الليكوبين وتكسير روابطها المزدوجة المترافقة، مما يتسبب في تدهور محتواها وفقدان قيمتها الغذائية واللونية (Thommpson *et al* .,2000)

7- محتوى البروتين :



الوثيقة رقم 15: تقدير محتوى البروتين في أنواع الطماطم

يُلاحظ من الرسم وجود اختلاف طفيف في محتوى البروتين بين صنف البيترا وصنف سليمة .

المحتوى النيتروجيني والبروتيني في ثمار الطماطم يتباين وراثياً بناءً على الصنف البيولوجي وظروف التربة والتسميد التي زُرعت فيها الثمرة (Dumas *et al*., 2003)

تُظهر النتائج تقارباً كبيراً بين العينات الطازجة والمجففة مخبرياً لنفس الصنف، مع انخفاض طفيف في بعض الأحيان.

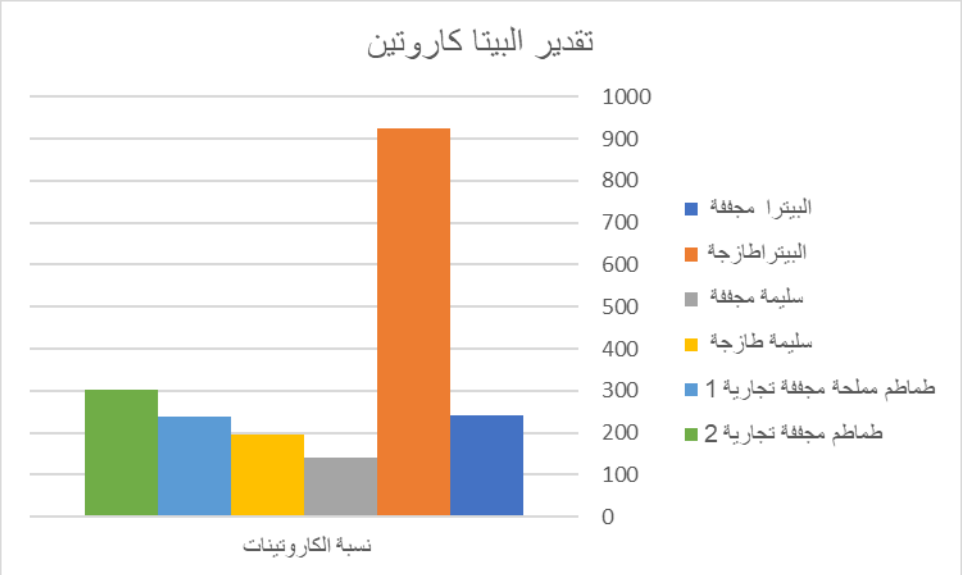
عملية التجفيف تسبب فقدان الماء مما يؤدي إلى "تركيز" المواد الصلبة، لكن البروتينات كمغذيات كبرى قد تتعرض للدنترة نتيجة الحرارة المستمرة، مما قد يقلل من نسبة البروتين الكلي القابل للتقدير أو يغير من جودته (Nursten .,2005)

توضح الأعمدة البي انية أن الطماطم المجففة تجارياً تحتوي على كمية بروتين أقل بوضوح مقارنة بالعينات المخبرية الطازجة أو المجففة حديثاً.

يُعزى هذا الانخفاض إلى ظروف التصنيع التجاري؛ حيث يتم استخدام درجات حرارة عالية جداً لتسريع التجفيف، أو بسبب فترات التخزين الطويلة للعينات التجارية مما يؤدي إلى تكسر الأحماض الأمينية

والبروتينات بفعل الأكسدة. كما أن بعض الشركات قد تقوم بمعالجات كيميائية (مثل السلق أو إضافة الكبريت) تؤثر على المحتوى الغذائي الكلي (Santos *et al.*, 2020).

8- تقدير بيتا كاروتين :



الوثيقة رقم 16: أعمدة بيانية تمثل نتائج بيتا كاروتين في عينات الطماطم المدروسة

تُظهر النتائج الموضحة في الشكل رقم (16) اختلافا ملحوظا في محتوى البيتا كاروتين بين عينات الطماطم. ومن خلال القراءة المباشرة للبيانات الرقمية، يسجل صنف بيترا طازجة أعلى تركيز مقارنة مع باقي العينات بقيمة بلغت 923.64 \ \ تصحيح الوحدةmu g/g، يليه منتج طماطم مجففة تجارية 2 الذي بلغت قيمته 303.64 \ \ mu g/g. وفي ذات السياق تأتي عينات بيترا مجففة بقيمة 241.82 \ \mu g/g، و طماطم مجففة تجارية 1 بقيمة 239.09 \ \mu g/g. بالمقابل، تم تسجيل أدنى مستويات البيتا كاروتين في صنف سليمة حيث بلغت قيمته في الحالة الطازجة 195.45 \ \mu g/g، و 139.09 \ \mu g/g في الحالة المجففة. وتكشف هذه المقارنة عن منحنى تنازلي عام في محتوى الصبغات الكلية عند الانتقال من الحالة الطازجة إلى الحالة المجففة في كلا الصنفين المخبريين.

يرجع هذا الاختلاف الشاسع في محتوى البيتا كاروتين بين عينات بيترا طازجة و سليمة طازجة إلى التباين الوراثي والتأثير الصنفي المباشر ؛ حيث تمتلك بعض الأصناف (لا سيما أصناف الطماطم المتطاولة الموجهة للتصنيع مثل بيترا) نسقاً جينياً يحفز المسارات الحيوية لتشيد الكاروتينوات وتراكم صبغة الليكوبين والبيتا-كاروتين بشكل أكثر كثافة داخل البلاستيدات الملونة مقارنة بأصناف المائدة الأخرى (Anthon *et al.*, 2011; Saini *et al.*, 2015).

أما الانخفاض الملحوظ في تركيز هذه الصبغات بعد عملية التجفيف لكلا الصنفين، فيُفسر بيوكيميائياً بالحساسية الحرارية العالية للمركبات الكاروتينية؛ إذ يؤدي التعرض المستمر لدرجات الحرارة المرتفعة مع وجود الأكسجين إلى تحفيز التفاعلات التأكسدية الحرارية والتحلل الذاتي للروابط المترافقة (Toor & Savage, 2006). تحتوي البنية الجزيئية للكاروتينوات على روابط ثنائية مترافقة تجعلها عرضة للتحول التماكبي من الصيغة الطبيعية النشطة وثابتة

اللون (trans)إلى صيغ (cis)غير المستقرة، مما يؤدي إلى تدمير النسيج الصبغي وانخفاض قيمته البيوكيميائية النهائية (Carvalho *et al*., 2015).

وفيما يتعلق بالعينات التجارية، يمكن ان يعود التفوق الجزئي لـ "طماطم تجارية 2" على العينات المخبرية المجففة إلى كفاءة تقنيات التجفيف الصناعي (كالتجفيف تحت الفراغ أو شروط حرارية مضبوطة بدقة)، والتي تقلل من زمن تعرض المنتج النهائي للأكسجين والحرارة، مما يساهم في الحد من أكسدة الصبغات (Muratore *et al*., 2008). بينما يشير تقارب نتائج العينة التجارية (1) مع العينة المخبرية المجففة إلى أن تمليح الطماطم قبل التجفيف يعمل كعامل حماية نسبي ضد التحلل الأنزيمي للصبغات، لكنه لا يمنع التدهور الحراري الناتج عن عملية إزالة الرطوبة (Kaur *et al*., 2019).

الخاتمة

الخاتمة :

تعد الطماطم Solanum lycopersicum التي تنتمي إلى العائلة الباذنجانية من المحاصي ل الزراعية الإستراتيجية، كما تعتبر من أهم الخضروات الإقتصادية على مستوى العالم و ذلك راجع إلى إستعمالها اليومي في الوجبات الغذائية وإلى استخدمها في نطاق واسع لا عتبارها من المحاصيل التي يمكن زراعتها لأكثر من فصل في السنة ولزيادة الإنتاج كما و نوعا ولسد حاجيات السكان المتزايدة عمل الفلاحون على إنتهاج العديد من الآليات لإن ضاج ثمارها ولرفع من القدرة على تخزينها لمدة أطول ولتوفير المنتوج بوتيرة مناسبة من أجل استقرار السوق وتحقيق التوازن بين العرض والطلب.

بناء على ذلك، عمل المزارعون و منذ القدم على اعتماد آلية التجفيف لتخزينها لفترات أطو ل وتوفير منتج مناسب.

ولمعرفة تأثير آلية التجفيف في المحافظة على الجودة الغذائية لصنفين مزروعين في ول اية الوادي (سليمة وبترا واصناف التجارية المجففه متواجدة في الاسواق قمنا بالعديد من التحاليل الفيزيائية والكيميائية الرطوبة والمادة الجافة المادة العضوية، كمية الرماد ا الحموضة الكلية، والرقم الهيدروجيني .... حيث أظهرت النتائج ما يلي:

أولا ان المحتوى المائي والرطوبة انخفضت بفعالية في صنف سليمة" والعينات التجارية بفضل تقنيات التجفيف المتقدمة، بينما احتفظ صنف "بيترا" بنسبة ماء أعلى و هذا راجع ال ى حدوث ظاهرة الصلابة السطحية وحبس الرطوبة داخل الثمرة. أما فيما يخص الرقم 1 لهيدروجيني) pH) فقد انخفض الـ pH زادت الحموضة في صنف "سليمة" نتيجة تبخرال ماء وتركيز الأحماض بينما ارتفع الـ pH قلت الحموضة في صنف "بيترا" بسبب تكسر ا الأحماض بالحرارة أو استهلاكها في تفاعل ميلارد.

الحموضة القابلة للمعايرة ارتفعت طبيعياً في صنف "سليمة" نتيجة تركيز الأحماض واست. قرت في صنف "بيترا " نتيجة لتكسرها بالحرارة وتاثرها بتفاعل ميلارد، بينما سجلت العين ة التجارية قفزة كبيرة وذلك راجع غالبا لإضافة مواد حافظة ومحسنات نكهة أو لحدوث تخمر جزئي

في المقابل تركزت المعادن وارتفع الرماد في صنف "بيترا" نتيجة تبخر الماء، وو أظهرت قفزة نوعية في العينة التجارية الأولى وذلك راجع لإضافة ملح الطعام، بينما انخفض في صنف "سليمة" والعينة التجارية الثانية ويرجح أن يعود ذلك الى عمليات السلق وغسيل التم ار أو إزالة القشور والبذور.

اما فيما يخص المحتوى الكيميائي فان صبغة الليكوبين ارتفع تركيزها وتحررها خ لو يأبال تجفيف، وتفوق صنف "بيترا" وراثياً على صنف "سليمة" بالضعف، بينما انخفضت قيم اللي كوبين انخفاضا حادا في العينات التجارية نتيجة الأكسدة الضوئية والحرارية بفعل التجفي ف المفرط أو التخزين الطويل.

فيما أدى التجفيف إلى زيادة تركيز كربوهيدرات صنف بيترا" بفعل تبخر الماء وتجمع الموا د الصلبة، بينما سجل ارتفاع حاد واصطناعي في العينات التجارية نتيجة المعاملات الأس موزية والمواد المضافة صناعياً. وبالمقابل شهد صنف سليمة انخفاضاً طفيفاً جراء استهلا ك السكريات في تفاعلات الاسمرار غير الإنزيمي بفعل الإجهاد الحراري.

أظهرت النتائج تفوقاً وراثياً وصنفياً حاداً لصنف البيترا الطازجة بأعلى محتوى صبغي (923.64 mu g/g) مقارنة بصنف سليمة طازجة (195.45 mu g/g).

وعقب التجفيف، انخفضت الصبغات في الصنفين لتبلغ أدنى قيمها في "سليمة مجففة" (139.09 mu g/g)؛ نتيجة الأكسدة الحرارية وتحول الروابط الكيميائية المترافقة من صيغتها الطبيعية المستقرة (*trans*) إلى الصيغة غير المستقرة (*cis*).

بالمقابل، تفوقت العينة التجارية 2 (303.64 mu g/g) بفضل كفاءة التجفيف الصناعي (كالتجفيف تحت الفراغ) في تقليص التحلل الهوائي، بينما تقاربت العينة التجارية المملحة 1 (239.09 mu g/g) مع المجففة مخبرياً، مما يؤكد أن التمليح المسبق يثبط التحلل الأنزيمي فقط دون منع التدهور الحراري للصبغات.

تتباين مستويات البروتين طفيفاً بين أصناف الطماطم نتيجة عوامل وراثية وبيئية (كالتسميد والتربة). وبينما يُظهر التجفيف المخبري تقارباً كبيراً بين العينات الطازجة والمجففة لنفس الصنف (مع انخفاض طفيف أحياناً)، تسجل العينات التجارية انخفاضاً حاداً وملحوظاً في محتواها البروتيني مقارنة بالعينات المخبرية.

يُعزى هذا التدهور بيوكيميائياً إلى تعرض البروتينات بالدنترة جراء الحرارة المستمرة. ويتفاقم هذا الانخفاض في العينات التجارية نتيجة ظروف التصنيع القاسية (الحرارة العالية لتسريع التجفيف)، طول فترة التخزين التي تحفز أكسدة وتكسر الأحماض الأمينية، بالإضافة إلى المعالجات الكيميائية الصناعية كالسلق أو الكبرتة.

بناءً على هذه النتائج، نوصي بتشجيع آلية التجفيف على المحاصيل الزراعية، وخاصة المحاصيل سريعة التلف، نظراً لدورها الفعال في ضمان تخزين أطول بالإضافة إلى تلبية طلب المستهلك .

لا تزال هذه الدراسة مثيرة للاهتمام ويمكن اعتبارها بداية لدراسة أكثر تعمقاً في مجال ال زراعة وضمان جودة المنتج وسلامته.

المحتوى النيتروجيني والبروتيني: استقر المحتوى في التجفيف المخبري بالرغم من دنترة بعض البروتينات حرارياً، في حين انخفض بوضوح في العينات التجارية نتيجة ظروفالت صنيع القاسية الحرارة المرتفعة، التخزين الطويل، وعمليات السلق.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

أولا: باللغة العربية

1. أرحيم ع ح.، 2008 -محاصيل الخضر (غذاء وشفاء)، منشأة المعارف بالإسكندرية، مصر، ص 11

2. حسن أ.، 2005 -إنتاج الطماطم، الإنتاج بطريقة التقليدي وعلى أسلاك وتحت الأنفاق وفي البيوت المحمية وإنتاج الطماطم الشيرى) الكرزية (والعنقودية، وادي النيل للتنمية الزراعية لمشروع الشمس، هيئة كير الدولية، مصر، هيئة المعونة الأمريكية، ص 23.

3. نجدات ن ر.، 2008 -دراسة بعض الصفات الكمية والنوعية في هجن نصف تبادلية رسالة ماجستير، جامعة تشرين (*Lycopersicum esculentum*) بين بعض أصناف البندورة(crosses اللاذقية، سورية، ص 13.

ثانيا: باللغة الاجنبية

1. Abano, E. E., Ma, H., & Qu, W. (2014). Optimization of drying conditions for quality dried tomato slices using response surface methodology. Journal of Food Processing and Preservation, 38(3), 996-1009.

2. Alabouvette, C., *et al*. (2003). Études sur les maladies transmises par les aleurodes et leur impact sur les cultures maraîchères. Phytoprotection, 84(2), 65–74.

3. Anthon, G. E., LeStrange, M., & Barrett, D. M. (2011). Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91(7), 1175-1181.

4. Anthon, G. E., LeStrange, M., & Barrett, D. M. (2011). Changes in pH, total acidity, soluble solids, and color of tomato juice during storage. Journal of Food Science, 76(7), C960–C966.

5. Beckles, D. M. (2012). Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (Solanum lycopersicum L.) fruit. Postharvest Biology and Technology, 63(1), 129–140.

6. Carvalho, B. L., Silva, P. H., & Santos, R. (2015). Effect of thermal processing on the degradation of carotenoids in tomato products. Food Research International, 75, 112–121.

7. CHAUX C et FOURY C .,1994 : Productions légumières, T3 éd : tec -doc Lavoisier, Paris, 235p

8. Chaux, C. & Foury, C. (1994). La production légumière : Tome 3 – Légumineuses potagères, légumes fruits. Paris, France : Lavoisier – Technique et Documentation.

9. CHIBANE A., 1999 - Tomate sous serre. Fiche Technique. Bulletin mensuel

10. d'information et de liaison du P.N.T.T.A. N° 57, juin 1999, Edit M.A.D.R.P.M/D.E.R.D. Maroc, 4 p.

11. Davoodi, M. G., Vijayanand, P., Kulkarni, S. G., & Ramana, K. V. R. (2007). Effect of different pre-treatments and dehydration methods on quality characteristics and storage stability of tomato powder. LWT-Food Science and Technology, 40(10), 1832-1840.

12. Dominique, C. (2009). La tomate : culture, amélioration, production et transformation. Paris, France: Lavoisier.

13. Doymaz, I. (2007). Air-drying characteristics of tomatoes. Journal of Food engineering, 78(4), 1291-1297.

14. Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G., & Grolier, P. (2003). Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidantcontent of tomatoes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83(5), 369-382.

15. FAO STAT., 2019- (http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/F), Date accès 2018

16. Felföldi, Z., Ranga, F., Socaci, S. A., Farcas, A., Plazas, M., Sestras, A. F., ... & Sestras, R. E. (2021). Physico-chemical, nutritional, and sensory evaluation of two new commercial tomato hybrids and their parental lines. Plants, 10(11), 2480..

17. GALAISE A. et BANNEROT H., 1992. Amélioration des espèces végétale cultivé objectif et critère de sélectionné. Ed INRA, Paris, P 765.

18. Garnham P., 2017 - Growth Stages of a Tomato Plant, garden guides.com.
19. Gupta, R., Kumar, S., & Sharma, A. (2022). Comprehensive review on moisture profiles and biochemical composition of fresh and processed tomato cultivars. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 412–428.
20. Gupta, R., Kumar, S., & Sharma, A. (2022). Comprehensive review on moisture profiles and biochemical composition of fresh and processed tomato cultivars. International Journal of Food Properties, 25(1), 412–428.

21. Karam, M. C., Petit, J., Zimmer, D., Djantou, E. B., & Scher, J. (2016). Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. Journal of food engineering, 188, 32-49..
22. Kaur, R., Singh, B., & Ahluwalia, P. (2019). Influence of salt and additives on the refractive index and soluble solids measurements in processed fruit and vegetable products. Journal of Food Science and Technology, 56(4), 1845–1852.
23. Khazaei, J., Chegini, G. R., & Bakhshiani, M. (2008). A geographic information system application for assessing the effects of hot-air drying on quality characteristics of tomato cultivars. Journal of Food Engineering, 89(3), 305–313.
24. L. Var. Tropimech) sous deux régimes hydriques au Togo, Thèse Docteur, Universite De Lome En Cotutelle Avec L'universite De Limoges, Français.
25. LATTIGUI, A. (1984). La culture de la tomate en Algérie. Institut National Agronomique, Alger, Algérie
26. Laumonier, R. (1979). La culture de la tomate. Paris : Techniques Agricoles.
27. Leboeuf, J. (2004). Les ravageurs des cultures maraîchères et leur gestion. Éditions agricoles, France.
28. Madrau, M. A., Piscopo, A., Sanguinetti, A. M., Del Caro, A., Poiana, M., Romeo, F. V., & Piga, A. (2009). Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. European food research and technology, 228(3), 441-448.

29. Maqsood, S., Omer, I., & Eldin, A. K. (2015). Quality attributes, moisture sorption isotherm, phenolic content and antioxidative activities of tomato (Lycopersicon esculentum L.) as influenced by method of drying. Journal of Food Science and Technology, 52(11), 7059-7069.

30. Muratore, G., Rizzo, V., Licciardello, F., & Maccarone, E. (2008). Partial dehydration of cherry tomato changes quality parameters and antioxidant preservation. Food Chemistry, 108(3), 890–895.

31. N'djamena, T. (1995). Étude des principaux ravageurs de la tomate en zone tropicale. Rapport technique agricole, FAO.

32. Naika, S., Jeude, J. V. L., de Goffau, M., Hilmi, M., & van Dam, B. (2005). La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Agromisa Foundation & CTA, Wageningen, Pays-Bas.

33. NAIKA, S., VAN LOONEN, A. E., & DE JEU, M. J. (2005). La tomate : production, transformation et commercialisation. Agromisa Foundation et CTA, Wageningen, Pays-Bas.

34. Nursten, H. E. (2005). The Maillard reaction: chemistry, biochemistry, and implications. Royal Society of Chemistry.

35. Panhwar, A. A., Shaikh, S. A., Panhwar, B. U., & Panhwar, R. A. (2011). Determination of nutritional and mineral characteristics of tomato by different drying methods. Life Sciences International Journal, 5(1), 2104–2112.

36. Pesson, P. & Louveaux, J. (1984). Pollinisation et productions végétales. Paris, France : INRA Éditions.

37. Petrotos, K. B., Tsiadi, A. V., Poirazis, E., Papadopoulos, D., Petropakis, H., & Gkoutsidis, P. (2010). A description of a flat geometry direct osmotic concentrator to concentrate tomato juice at ambient temperature and low pressure. Journal of food engineering, 97(2), 235-242.

38. Rey, J., & Costes, C. (1965). Références physiologiques sur la nouaison et la fructification. (travaux de physiologie végétale).

39. Rick C M., 1976 - Tomato, Lycopersicon esculentum (Solanaceae) ln: Simonds, N W Evo/ution Crop Plants, London,Logman, P 268 – 273

40. Rick C M., 1978 - The tomato, Sci. Amerc, 239(2) :76 - 87.

41. Ruocco, M. (2010). Damage caused by spider mites on vegetable crops. Journal of Agricultural Entomology, 47(1), 33–41.

42. Sadin, R., Chegini, G. R., & Sadin, H. (2014). The effect of temperature and slice thickness on drying kinetics tomato in the infrared dryer. Heat and Mass Transfer, 50(4), 501-507.

43. Saini, R. K., Nile, S. H., & Park, S. W. (2015). Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, and processing effects. Food Research International, 76, 735–750.

44. Sarkar, S., Roy, D. K. D., Alomoni, S. M., Das, K., & Rahman, M. J. (2015). Effect of chemical preservatives and storage conditions on the nutritional quality of tomato pulp. American Journal of Food and Nutrition, 3(4), 90-100.

45. Shankara, N., Joep, L., Marja, D. G., Martin, H., & Barbara, V. D. (2005). La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Wageningen : Agromisa Foundation

46. Tomkins R G., 1963 - The effects of temperature, extent of evaporation and restriction of ventilation on the storage life of tomatoes. J. Hort. Sci. 38: 335 – 347.

47. Toor, R. K., & Savage, G. P. (2006). Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. Food Chemistry, 94(1), 90–97.

48. Toundou O., 2016 - Evaluation des caractéristiques chimiques et agronomiques de cinq composts de déchets et étude de leurs effets sur les propriétés chimiques du sol, la physiologie et le rendement du maïs (Zea mays L. Var. Ikenne) et de la tomate (Lycopersicum esculentum.

49. WAGENINGEN, U. R. (2005). Tomato cultivation: production, processing and marketing. Digigrafi, Wageningen, Netherlands.

50. Wang, J. F., *et al*. (1998). Biology and management of Tuta absoluta in solanaceous crops. Crop Protection Journal, 17(3), 245–252.

51. W-CORBINEAU F., et CORE A., 2006. Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules. Ed, Tec et Doc .Lavoisier.226p.

52. Young JM., Dye DW., Wilkie JP., 1986 - Bacterial Speck, In: Sherf AF, MacNab AA (eds), Vegetable Diseases and Their Control, John Wiley and Sons Inc, New York, P 610-614.

53. Zanoni, B., Peri, C., Nani, R., & Lavelli, V. (1998). Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying. Food research international, 31(5), 395-401.

54.

المواقع الالكترونية:

[1] fr.dreamstime.com

[2] https://www.123rf.com/contributors., 2019.

[3]https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tomatoes-RootSystem1-South Garden Bed.jpg., 2019.

[4]http://www.monpotager.net/blog/index.php/2007/06/04/38-enlever-les-gourmands.,.2019

[5] http://hacen.net/%D8%B7%D9%85%D8%A7%D8%B7%D9%85., 2019.

[6]https://www.futurasciences.com/planete/dossiers/botanique-tomate-reine-legumes-fruits-/1675/page/3., 2019.

[7] https://tallahasseemuseum.org/event/canning-tomatoes-5., 2019.

[8] http://foodsforlonglife.blogspot.com/2011/10/saving-tomato-seeds-for- next-years.html., 2019.

الملاحق

الملاحق

جهاز المطياف الضوئي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis Spectrophotometer).

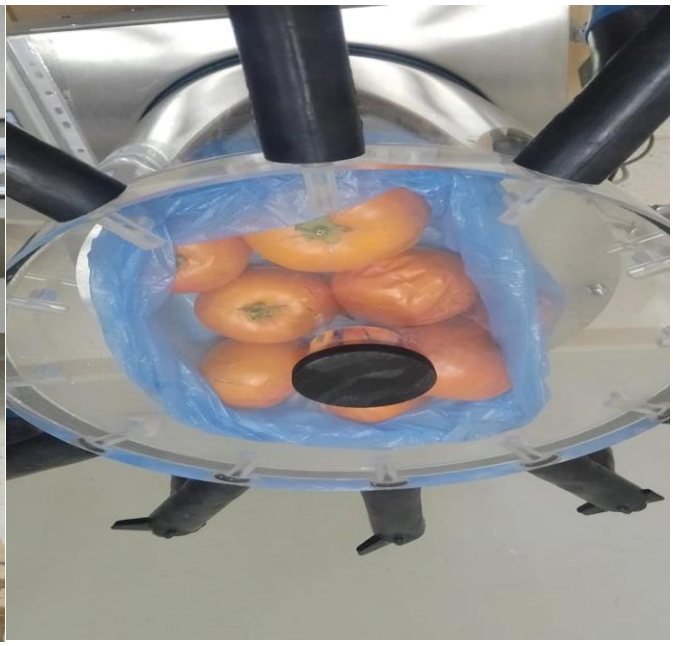
عملية الترشيح

الميزان

الفرن

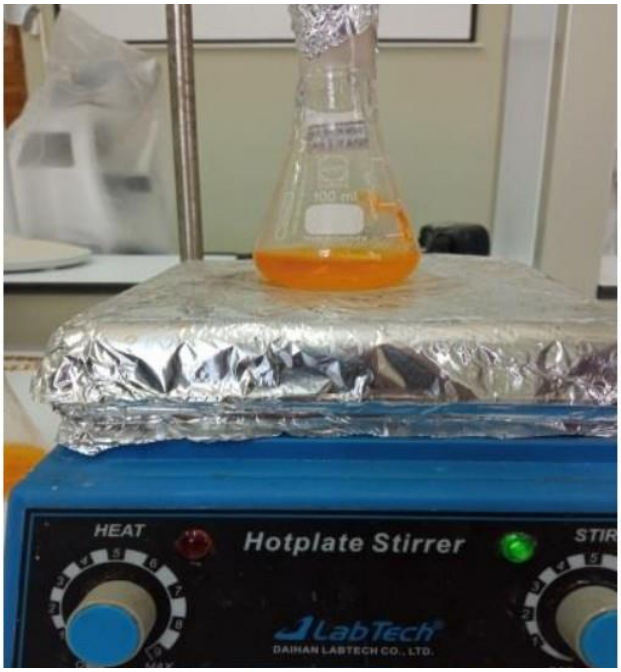
جهاز الرافكتومتر

جهاز الطرد المركزي

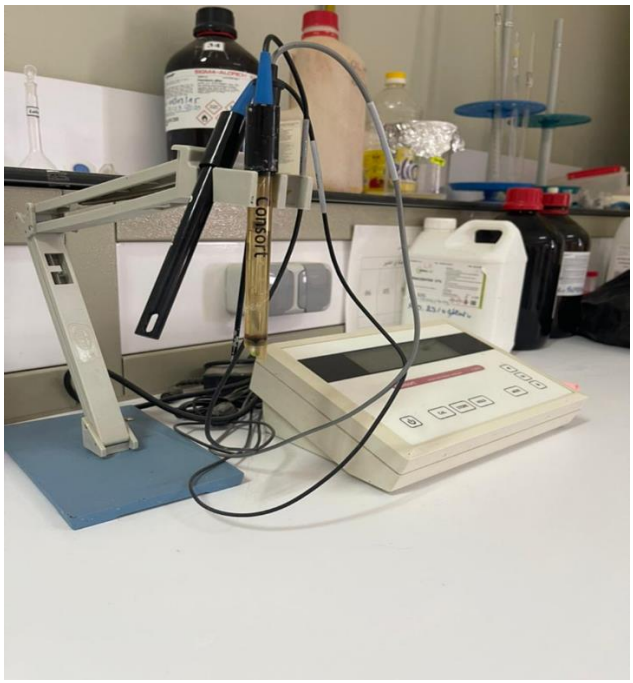


جهاز التجفيف بالتجميد (Lyophilisation Unit)

عملية غسل الطماطم العينة

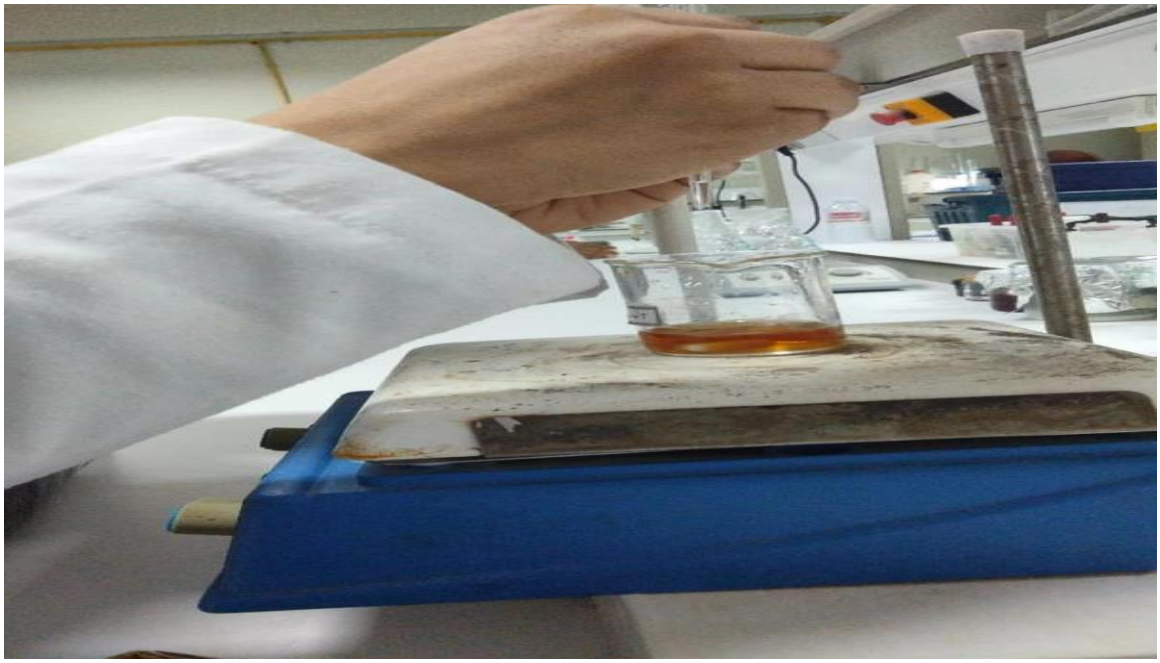


جهاز تحريك وتسخين مغناطيسي



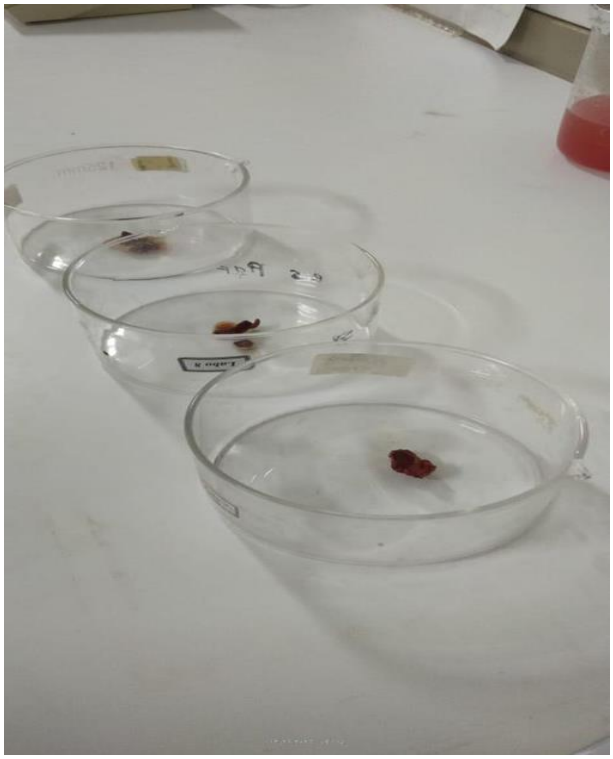
جهاز قياس الرقم الهيدروجيني

رماد مسحوق الطماطم



عملية المعايرة

عملية الرج



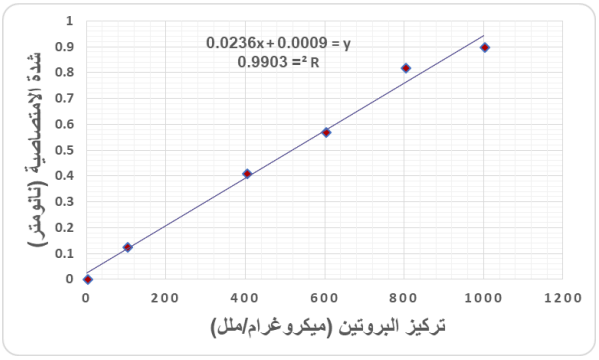
عينات قياس كمية الماء

ضهور اللون الوردي في المعايرة

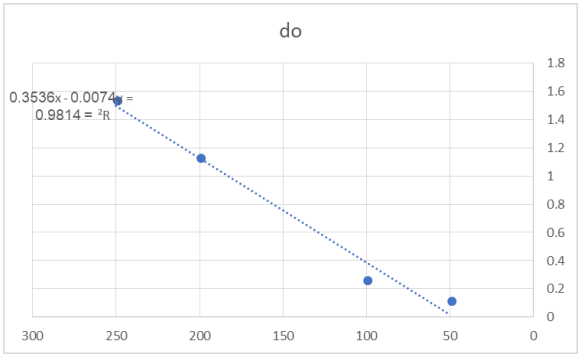
تحويل الطماطم الى بودرة بعد التجفيف

تحضيرBBC

قياس PH



منحنى القياسي للبروتين



منحنى القياسي للسكريات

المواد المخبرية

- Eau distillée
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0.1N
- Phénolphtaléine
- Méthanol
- Bicarbonate de sodium Na_2CO_3
- Acide gallique $C_7H_6O_5$
- Nitrite de sodium $NaNO_2$
- Acide chlorhydrique HCl
- Bisulfite de sodium $NaHSO_3$
- Cyclohexane C_6H_{12}
- Chlorure ferrique $FeCl_3$
- Acide ascorbique $C_6H_8O_6$
- Phénol C_6H_6O
- Acide sulfurique H_2SO_4
- glucose
- hexane
- acétone
- Trichloroacetic Acid