جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون

قسم الطاقات المتجددة

مذكرة التخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

الميدان: علوم وتقنيات

الشعبة: طاقات متجددة

التخصص: طاقات متجددة في الميكانيك

من إعداد الطالبتين :

زيناي لامية

طواهر سهام

بعنوان :

أمثلة العوامل المؤثرة في التجفيف الشمسي لبعض المنتجات الغذائية بواسطة طريقة مخططات التجارب. منتوج الدراسة تمور الدقلة نور

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ: 27 جوان 2019

أمام اللجنة المتكونة من:

بوشكيمة بشير	الأستاذ الدكتور	رئيسا	جامعة قاصدي مرباح
بن منين جمال	أستاذ محاضر(ب)	مناقشا	جامعة قاصدي مرباح
بربح محمد الحافظ	أستاذ محاضر(ب)	مشرفا	جامعة قاصدي مرباح

السنة الجامعية : 2019/2018

Université Kasdi Merbah–Ouargla

Faculté des hydrocarbures, Energies renouvelables et sciences de la terre et univers

Département d'énergies renouvelables

Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtention du Diplôme Master Académique

Domaine : Science techniques

Filière : Energies Renouvelables

Spécialité : Energies Renouvelables en mécanique

Présenté par :

Zinai Lamia

Touahar Siham

Thème :

Optimisation des facteurs qui influent sur le séchage solaire de certains produits alimentaires par la méthode des plans d'expériences.

Deglet-Nour Produit d'étude : Les dattes

Soutenu publiquement Le : 27 juin 2019

Présenté devant le jury composé de :

M[r]. Bouchcima Bachir	Professeur	Président	UKM Ouargla
M[r]. Ben mnin Djamel	M.C.B	Examinateur	UKM Ouargla
M[r]. Berrebeuh MedHafed	M.C.B	Encadreur	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2018 /2019

تشكرات

الحمد لله رب العالمين وصلاة وسلام على اشرف الأنبياء المرسلين سيدنا وحبيبنا محمد ﷺ وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين، وبعد ...

فإننا نشكر الله تعالى على فضله حيث أتاح لنا انجاز هذا العمل. فله الحمد أولا وأخرا .

كما يسرنا أن نتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى أولئك الأخيار الذين مدو لنا يد المساعدة، خلال هذه الفترة وفي مقدمتهم أستاذنا المشرف على المذكرة الدكتور/بربح محمد الحافظ الذي تفضل بالإشراف على مذكرتنا، نقدم له شكر يوازي عطاءه وبالغ الامتنان بما أعطانا من الوقت والجهد وأنار لنا دروب العلم وساعدنا على تخطي الصعوبات ولم يدخر وسعا في تقديم البحث في مختلف مراحل إعداده .

كما نتوجه بخالص الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور: بوشكيمة بشير الذي تفضل مشكورا لقبوله رئاسة لجنة مناقشة المذكرة فله منا فائق الشكر والامتنان على ذلك.

كما نتوجه بجزيل الشكر والتقدير إلى الدكتور:بن منين جمال على تفضله بمناقشة المذكرة فله منا جزيل الشكر وفائق التقدير والاحترام.

كما أتوجه بشكر خاص إلى الأستاذة : سميرة شويشة التي قدمت لنا المساعدة بدون أي تردد فلها منا فائق التقدير والاحترام وإلى كل من ساهم في إرشادنا ولو بكلمة بسيطة.

كما نتقدم بالشكر الخاص إلى الأخ الكريم مصطفى القطبي الذي مد لنا يد العون والمساعدة في كل وقت.

والى كل من ساعدنا ولو حتى بالدعاء..

سهام ولامية

الموضوع

الإهداء		
التشكرات		
قائمة المحتويات		
قائمة الجدول		
قائمة الاشكال		
قائمة الرموز والاختصارات		
الرقم	**الموضوع**	**الصفحة**
الفصل الأول: عناصر التجفيف الشمسي وتقديم منتوج الدراسة (تمر الدقلة نور)		
	مدخـــــــل	**16**
I	عناصر التجفيف الشمسي	**16**
1 .I	التجفيف بصفة عامة	**16**
2.1.I	أهمية التجفيف للمنتجات الزراعية	**17**
3.1.I	مبدأ التجفيف	**17**
4.1 .I	الطاقة اللازمة للتجفيف	**18**
5.1 .I	أساليب التجفيف	**18**
6 .I	مفاهيم أســاسية	**19**
7 .I	الدراسة الحركية للتجفيف	**20**
2 .I	التجفيف الشمسي	**22**
1.2 .I	التجفيف الشمسي الطبيعي (التقليدي)	**22**
2.2 .I	التجفيف الشمسي الاصطناعي	**24**
1.2.2 .I	تصنيف المجففات الشمسية (الحديثة)	**24**
1.1 .II	تعريف التمر	**26**
2.1 .II	مراحل تطور نمو التمر	**27**
3.1 .II	تركيب ثمرة نخيل التمر	**28**
4.1 .II	أصناف التمر	**28**
5.1 .II	تصنيف التمر عند النضج	**28**

II. 4.1	إنتاج التمور	29
II. 5.1	تجفيف التمور	29
II.2	تمر الدقلة نور	30

الفصل الثـاني : طريقة مخططات التجارب مفاهيم وتطبيقات

	المدخل	35
I	مفاهيم وأساسيات مخططات التجارب	35
I. 1	تعريف	35
I. 2	مفاهيم ومصطلحات	35
I. 3	أساسيات مخططات التجارب	38
I. 4	المعايير إحصائية	39
I. 5	أنواع مخططات التجارب	39
I. 6	الأمثلة بطريقة مخططات التجارب (البحث عن استجابة مثالية).	4 1
II.	منهجية دراسة مخططات التجارب و بعض البرامج الرقمية المستخدمة	41
II. 1	منهجية دراسة مخططات التجارب	41
II. 3	بعض البرامج الرقمية المستخدمة	44
III.	استعمالات مخططات التجارب	45
III. 1	التجارب الميدانية (أو الحلقية في مجال الزراعة)	46
III. 2	التجارب المخبرية (المعملية)	46
IV.	بعض التطبيقات	47

الفصل الثالث: المعالجة الهيدروحرارية لتمور الدقلة نور الجافة بواسطة الاماهة والتجفيف (طرق وأساليب تحليل المعطيات)

	المدخل	48
I.	المواد والطرق	49
I.1	اختيار وتحضير العينات	49
I. 2	وصف أنظمة التجفيف الشمسي	49
I. 3	القياسات التجريبية	52
II.	أساليب معالجة البيانات	52

1 .II	تأثير نوع المجفف مدة التجفيف على كسب الماء في العينة المراد تجفيفها	**52**
2 .II	تأثير درجة حرارة وسرعة هواء التجفيف على الزمن اللازم للوصول إلى المحتوى الرطوبي	**55**
	الفصل الرابع: معالجة البيانات وتحليل ومناقشة النتائج	
	مدخـــل	**62**
.I	عرض المعطيات التجريبية المجملة	**62**
II	عرض المسائل و تحليل النتائج	**63**
1 . II	تأثير نوع المجفف ومدة التجفيف على كسب الماء في العينة المراد تجفيفها	**63**
2. II	تأثير عوامل هواء التجفيف على زمن الوصول إلى المحتوى الرطوبي الأمثل	**67**
	الخاتمة	**71**
	المراجع والمصادر	**74**
	الملحقات	**79**

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1-2	تجربة عاملية تتكون من ثلاث عوامل عدد مستوياتها على التوالي 2،2،3	40
2-2	الخطوات العلمية لإجراء وتحليل التجارب بطريقة مخططات التجارب	42
3-2	بعض الأمثلة عن هذين نوعين لاستعمالات مخططات التجارب	45
4-2	أنواع البرامج الرقمية المستخدمة	46
1-3	مجال التجارب بالمخطط الأول	53
2-3	مجال التجارب للمخطط الثاني	54
3-3	مصفوفة التجارب للمخطط الأول	55
4-3	مصفوفة التجارب للمخطط الثاني	55
5-3	مجال التجارب للمخطط الثالث	56
6-3	مصفوفة التجارب للمخطط الثالث	56
1-4	مستخلص القيم التجريبية التي قمنا باستغلالها في عملنا	63
2-4	درجات الحرارة الدنيا والقوى التي أجريت فيها التجارب	63
3-4	مصفوفة التأثيرات للمخطط الأول	64
4-4	قيم مستويات العاملين والاستجابة للمخطط الثاني	65
5-4	مصفوفة التجارب للمخطط الثالث	67

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1-1	منحنى سرعة التجفيف (منحنى Krischer)	21
2-1	تجفيف شمسي طبيعي مباشر	23
3-1	المجفف الشمسي غير مباشرة	25
4-1	تمثيل نموذجي لمجففات الطاقة الشمسية (المجففات الشمسية)	26
5-1	مقطع طولي لبنية التمر	27
6-1	التركيب الكيميائي للتمور	28
7-1	مخطط أهم عمليات ما بعد الحصاد لتمر الدقلة نور	33
1-2	رسم تخطيطي يبرز أهم العوامل وتأثيراتها	38
1-3	المجفف الشمسي المباشر	50
2-3	المجفف الشمسي غير المباشر	51
3-3	مخطط يلخص أهم خطوات إنجاز مخططات التجارب بواسطة برنامج Minitab 2018 (من إعداد الطالبتين)	58
1-4	التمثيل البياني لجميع التأثيرات للاستجابة الأولى (الزمن الأمثل)	64
2-4	التمثيل البياني للتفاعلات بين عاملي للمخطط الثاني	66
3-4	تمثيل متوسط التأثيرات الرئيسية للمخطط الثاني	67
4-4	التمثيل البياني للتفاعلات بين عاملي للمخطط الثالث	68
5-4	تمثيل متوسط التأثيرات الرئيسية للمخطط الثالث	69

قائمة الرموز والاختصارات

الرمز	المقدار الفيزيائي	الوحدة في النظام الدولي بالفرنسية
S_e	مساحة جسم صلب	m^2
T_P	درجة حرارة الجسم الصلب	K
T_F	درجة حرارة الوسط المائع	K
ϕ	التدفق الحراري	Watt
h_{cv}	معامل الحمل الحراري	$w/m^2.k$
X	المحتوى الرطوبي	kg d'eau/ kg de matière sèche
M(t)	المحتوى الرطوبي اللحظي	kg d'eau/ kg de matière sèche
M_S	الكتلة الجافة	kg
M_0	الكتلة الرطبة الابتدائية	kg
X_0	المحتوى الرطوبي الابتدائي	kg d'eau/ kg de matière sèche
Mv	كتلة الماء المتبخر	Kg
X_i	رطوبة المادة في بداية عملية التجفيف	kg d'eau/kg Ms
X_f	رطوبة المادة في نهاية عملية التجفيف	Kg d'eau/kg M_s
S_S	مساحة المادة المجففة	m^2
Dt	زمن التجفيف	S
X_m	نسبة الماء المتوسطة	/
t	الزمن	S
$-\frac{dx}{dt}$	سرعة التجفيف	m/s
HR	الرطوبة النسبية	/
A,B,C,D	العوامل الداخلة في التجربة	/
a,b,c,d	مستويات العوامل	/
a_1,a_2,a_3	مستويات العامل A	/
b_1,b_2	مستويات العامل B	/
c_1,c_2	مستويات العامل C	/

N	عدد التجارب	/
1	عدد المستويات	/
k	عدد العوامل	/
r	عدد التكرارت	/
p	الجزء الخاص بالتصميم العاملي الكامل المستخدم	/
H_2O	الماء	/
X_h	المادة الجافة	kg d'eau/kg Ms
X_0/X	الاستجابة	/
X_i	متغير مشفر	/
u_i	متغير حقيقي	/
u_{max}	القيمة القصوى لمستوى المتغير u	/
u_{min}	القيمة الدنيا لمستوى المتغير u	/

الاختصارات

الاختصار	معناه
AOAD	المنظمة العربية للتنمية الزراعية
ONU-CEE DF-08	معيار اللجنة الاقتصادية للأمم المتحدة أوروبا بشأن التمور الكاملة (DF08). Norm of the economic Commission of the United Nations for Europe (EEC-UNO), concerning the whole dates (DF08).
L.E.N.R.E.Z.A	بمخبر تطوير الطاقات الجديدة والمتجددة بالمناطق الجافة والصحراوية
RLSD	اختبار الاختلافات الأقل أهمية Revised least significant differences test

المقدمة

المقـــــدمة

التجفيف هو إحدى الطرائق القديمة المستعملة بشكل واسع لحفظ الأغذية، وقد استعمله منذ العصور القديمة وقبل ألاف السنين (منذ أكثر من 4000 سنه) البابليون والمصريون واليونانيون والرومان في حفظ بعض أنواع الفاكهة والخضر والمحاصيل الحيوية واللحوم والأسماك والحليب يعمل التجفيف على إيقاف نشاط البكتريا والتخمر والإنزيمات مما يؤدي إلى توقف التلف وتكون الأغذية مركزة ومحتفظة بنكهتها وقيمتها الغذائية وسهلة الخزن والتحضير والوزن. (أسعد رحمن سعيد الحلفي 2007)

عرفت طريقة الحفظ بالتجفيف منذ العصور القديمة وذلك عن طريق استغلال الطاقة الشمسية والتي مازالت تتبع حتى الآن في تجفيف بعض أصناف الخضر والفاكهة مثل الباميا والملوخية والعنب والمشمش والبرقوق والتين والتمور إلا أن التجفيف الشمسي ظل يقتصر عادة علي المناطق المناخية الجافة ذات الشمس الساطعة، لكن مع التقدم التكنولوجي ابتكرت طرقا عديدة للتجفيف باستخدام الأساليب الصناعية التي تؤدي الغرض المطلوب في مدة قصيرة وبكفاءة عالية ، والبداية كانت بالمجففات الصناعية والتي هي عبارة أفران خاصة تعتمد على الحرارة والبخار الساخن .., ولكن هذا الأسلوب تواجهه مشكلتان فنيتان رئيسيتان تتمثلان في الاستهلاك الكبير لطاقة مما يجعل من تكلفته باهظة وكذلك خطر تغيير شكل النسيج والصفات الغذائية والحسية للمنتج تظل قائمة مما يتطلب استعدادات تقنية وبشرية خاصة.

ولما كانت طرق التجفيف الصناعية مكلفة للغاية وطرق التجفيف الشمسية الطبيعية (التقليدية) تؤدي إلي إنتاج منتوجات مجففة ذات نوعية منخفضة , تم المزاوجة بين الأسلوبين من خلال تصميم المجففات الشمسية الصناعية (مجففات الطاقة الشمسية) التي مكنت من رفع درجة الحرارة والتحكم في الرطوبة النسبية بل أكثر من ذلك التحكم في تغير الحرارة المستعملة علي طول اليوم من خلال تزويدها بمصدر إضافي للطاقة (مجففات شمسية هجينة)، فهي تكون منخفضة في أول النهار وتزداد بالتدريج حتى تصل ذروتها عند الظهيرة ثم تنخفض بعد ذلك بالتدريج لتتساوي بالليل مع درجات حرارة الجو السائدة, من خلال مجففات شمسية هجينة.

عملية تجفيف التمور في أقطارنا العربية وبالرغم من أن المعدلات الحرارية فيها عالية و أن عملية تجفيف التمور تجري طبيعياً, وهي على النخلة, لكن هنالك استثناءات لبعض الأصناف مثل الصنف مدجول يحتاج إلى عملية تجفيف لأسباب تتعلق بالجودة وأخرى تجارية بحثة (التسويق المبكر للمنتوج) كما أن هنالك استثناءات أخرى لمناخ بعض الدول كالأردن و فلسطين ، المغرب ، تونس ، أمريكا ، لأن موعد نضوج التمر وتجفيفه لا يتناسب مع فترت تساقط الأمطار لذا تحتاج هذه الدول إلى عملية تجفيف التمور في بعض المواسم ، وكذلك الدول التي تكون فيها نسبة الرطوبة عالية مثل بعض دول الخليج العربي حيث يتساقط التمر قبل أوانه نتيجة هذه الرطوبة العالية, لذا يحتاج المنتوج إلى عملية إنضاج

وتجفيف , كما في التسويق المبكر للمنتوج تتطلب أيضا عملية التجفيف. يقصد بعملية تجفيف التمور (نزع الماء الزائد عن حاجة التمر الناضج) وعموماً فأن النسبة المسموح بها في التمور (نسبة الرطوبة) هي 26 % على أساس لذا يجب نزع الماء الذي يزيد عن هذه النسبة, و لكن هنالك حاجة في بعض الصناعات المعتمدة على التمور، إلى نزع الماء من التمور إلى أكثر من 26 % قد تصل نسبة الرطوبة إلى 12 %.

لكن عملية التجفيف لا تقتصر على الجوانب المذكورة أعلاه فقط, بل تستخدم أيضا في عملية المعالجة الهيدروحرارية (الإنضاج الاصطناعي) لتمور الدقلة نور الجافة ونصف الجافة(الصيفي) هذه الفئة التي تصل نسبتها في بعض السنوات الحارة والجافة, أكثر من 20 % من المحصول, وقد تتجاوز ذلك إلى 50 % في بعض المواسم الحارة جدا, وهذا يعتبر خسارة اقتصادية بكل المقاييس. هذه العملية تعرف في أغلب المراجع بترطيب التمور الجافة, وتحويلها إلى تمور تجارية يمكن تسويقها كثمار درجة أولى نسبة الرطوبة بها تقترب من نسبة الرطوبة التجارية لصنف الدقلة نور درجة أولى حسب المعايير الدولية (26 % على أساس رطب), تتم هذه العملية عادة,بواسطة الترطيب بحيث تمر العملية بمرحلتين أساسيتين وهما: تغميس التمر لمدة حوالي 06 ساعات في الماء الطبيعي في الحرارة المعتادة, ثم يترك لمدة استرخاء, ليوجه بعدها إلى أنفاق المعالجة بالبخار (التفوير)(Etuvage) بعدها التجفيف,لكن هناك طريقة تختلف نوعا ما عن الطريقة السابقة وهي طريقة تزاوج بين الإماهة و التجفيف قام بها بعض الباحثين كبحث (Boubekri et al., 2010) حيث قام بترطيب عينات من الدقلة نور النصف الجافة في الماء الساخن في درجات 25, 45 و65 أتبعها بالتجفيف بالحمل بواسطة الهواء الساخن في درجات 35, 45, 60, 75 و 85 درجة مئوية في مستويات مختلفة من الرطوبة ومن خلال تحقيق تجريبي استعمل فيه مجفف اتفاقي ,حدد القيم المثلى للعوامل التي تحدد بدقة جودة ونوعية المنتوج من قياس صلابة نسيج التمر المعالج وكذا لونه ونسب الرطوبة فيه ونسب السكريات الأحادية والثنائية ومقارنتها بمقاييس الجودة الدولية [ONU-CEE DF-08]. في حين نجد دراسات مماثلة اعتمدت نفس المنهج لكن استعملت مجففات شمسية كدراسات (Chouicha Samira et al., 2010, 2014,)

إن دراسة وأمثلة مختلف العوامل التي تؤثر على حركية تجفيف هذه بالطريقة الكلاسيكية (اختبارات كل عامل على حدا)، لمعرفة التغيير بدلالة الزمن، لا تعطي نتائج مرضية للتداخل (التفاعلات) بين مختلف العوامل التي تؤثر بشكل مباشر على التجربة، وكذلك طول مدة العمليات وضياع المواد الداخلة في التجارب، وبالتالي فإن استعمال طريقة تستعمل حد أدنى من التجارب و تحدد العلاقة بين مختلف التأثيرات المؤثرة ، و النتائج، تسمى طريقة خطة التجارب تعتبر أكثر من ضرورة.

في هذه الدراسة،ومن أجل تقليل عدد التجارب والحصول على نتائج أكثر دقة، سنقوم بدراسة عددية تعتمد على معطيات تجريبية لدراسات سابقة التي تحصلت عليها (Chouicha Samira et al., 2010,

2014, 2017)، للعوامل المختلفة المؤثرة في حركية التجفيف (الوقت ونوع المجفف وكذا ودرجة حرارة وسرعة هواء التجفيف)

وقد قسمنا هذه الدراسة إلى أربعة فصول خصصنا الفصلين الأول والثاني للدراسة النظرية والبحث الببليوغرافي أو ما يعرف أيضا بالدراسة الفنية حيث تطرقنا في أولهما إلى عناصر التجفيف وكذا تقديم المنتوج الزراعي الذي خصصناه بالدراسة المتمثل في التمور بصفة عامة وأهم خصائصه بالإضافة إلى دراسة ببليوغرافية لتمر الدقلة نور. بينما الفصل الثاني خصصناه لدراسة مخططات التجارب وتطبيقاتها في التجارب المخبرية لدراسة مكونات وجودة المواد الفلاحية الغذائية (agroalimentaires)

بينما الفصلين الثالث والرابع خصص للدراسة التطبيقية، حيث تناولنا في الفصل الثالث لأليات المعالجة الهيدروحرارية لتمور الدقلة نور الجافة بواسطة الاماهة والتجفيف وتناولنا شرح طرق وأساليب تحليل المعطيات , أما تحليل النتائج ومناقشتها فتمت في الفصل الرابع.

وفي الأخير، ختمنا الدراسة بخلاصة، أشرنا فيها إلى أهم النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة، تليها توصيات مفيدة للدراسات المستقبلية المحتملة فيما يتعلق بهذا الموضوع.

الفصل الأول

عناصر التجفيف الشمسي وتقديم منتوج الدراسة (تمر الدقلة نور)

الفصل الأول: عناصر التجفيف الشمسي وتقديم منتوج الدراسة (تمر الدقلة نور)

مدخـــــــل

تحتاج معظم المنتجات الزراعية الغذائية الصناعية أو التجارية لإتمام إنضاجها أو لتصنعها أو تشكيلها، لعملية التجفيف. نقلا للحرارة والكتلة التي تحدث أثناء العملية، تسبب في تباين محتوى الماء ودرجة حرارة المنتج.

تجفيف التمور في السابق كان يتم بطريقة مباشرة تحت أشعة الشمس وعلى سعف النخيل الجاف وهذه الطريقة لها سلبيات كثيرة منها أن لون المنتج المجفف عادة ما يكون غامق نتيجة لارتفاع درجة الحرارة وسطوع الشمس الطويل وآثر الأوساخ والأتربة ومهاجمة الحشرات وطول مدة التجفيف. بعدها طورت العملية باستخدام المجففات الصناعية ولكن هذه الأخيرة بالرغم من كفاءتها التقنية إلا أنها من الناحية الاقتصادية تعتبر مكلفة للغاية نضرا لاستهلاك الكبير للطاقة, فتم المزاوجة بين الأسلوبين التقليدي والصناعي من خلال تصميم المجففات الشمسية الصناعية

توجد أنواع مختلفة من المجففات الشمسية مثل تلك التي تعمل بالحمل الطبيعي أو القسري وقد تكون مباشرة إذ يتعرض الغذاء فيها إلى الإشعاع الشمسي أو تكون مختلطة إذ تجمع بين النوعين المباشر، أو غير مباشرة وفيها لا يتعرض الغذاء إلى الإشعاع الشمسي، وقد تكون هجينة حيث أنها مزودة بسخان كهربائي ومروحة) .

في هذا الفصل سنتطرق بنوع من التفصيل إلى الموضوع من خلال تناول محورين أساسين هما:

- عناصر التجفيف الشمسي
- تقديم منتوج الدراسة (تمور الدقلة نور)

I عناصر التجفيف الشمسي

I. 1 التجفيف بصفة عامة :

I. 1.1 تعريف التجفيف :

التجفيف هو عملية أحادية تتوقف على إزالة كل أو جزء من المذيب (في كثير من الأحيان الماء) داخل جسم مبلل (صلب أو سائل). المنتج النهائي الذي يتم الحصول عليه دائمًا ما يكون صلبًا. من الناحية العملية، يخضع العديد من المنتجات الغذائية والبيولوجية لعمليات التجفيف أثناء المعالجة و / أو الحفظ. غالباً ما تكون عملية إعادة تشكيل أكثر منها عملية تصنيع إذ تتم قبل مرحلة التسويق وتتحكم إلى حد كبير في جودة المنتج. (أسعد رحمن سعيد الحلفي)

أسباب التجفيف تكاد تكون أكثر من عدد المنتجات التي يتم تجفيفها، ويتم تنفيذها بمعنى:

- السماح أو تسهيل حفظ المنتجات الزراعية أو الصناعية.

- تقليل الكتلة وحجم المواد الغذائية لتسهيل عمليتي التخزين والنقل.
- تقديم عرض تسويقي أو بنية أو ميزة خاصة بالمنتج.

نستطيع تمييز ثلاث طرق من التجفيف (حسب العاتي مختار2011):

I. 1.1.1 طريقة ميكانيكية : الترسيب، الترشيح، الطرد المركزي (في هذه الحالة نتجاهل التأثير الحراري).

I.1.1.2 طريقة كيميائية : وذلك بوضع مادة كيميائية محبة للماء بجوار المادة المراد تجفيفها فتمتص مقدار من كمية الماء.

I. 3.1.1 طريقة حرارية : برفع درجة الحرارة أو خفض ضغط البخار الموجود في الغاز،والرطوبة المتكونة هي نتيجة التبخير والانتشار. (العاتي مختار2011).

I.1.2 أهمية التجفيف للمنتجات الزراعية :

تحوي المنتجات الزراعية عامة عند حصادها نسبة من الماء وتختلف هذه النسبة مع اختلاف نوعية لهذه المنتجات وزمن حصادها، كما يستمر النشاط الأيضي Métabolisme (هو مجموعة من التفاعلات الكيميائية التي تحدث في خلايا الكائن الحي لتحافظ على حياته). في هذه المنتجات الزراعية بعد حصادها مسببا نمو بعض الكائنات المجهرية التي تؤدي بدورها إلى فساد هذه المنتجات طبيعيا وكيميائيا وإنتاج بعض المركبات العضوية السامة للإنسان والحيوان ويعتمد تكاثر هذه الكائنات المجهرية إلى حد كبير على كل من درجة الحرارة المنتج ومحتوى الرطوبة به.

والتجفيف هو أحد الوسائل المتبعة عادة لحفظ المنتجات الزراعية لفترات طويلة بدون تلف، وبتجفيف المنتجات الزراعية ، يتم خفض محتوى الماء بالمنتج إلى مستوى يسمح بمنع نمو وتكاثر معظم الكائنات المجهرية الضارة التي تسبب تلف المنتج. (يسرى يوسف الوزة 2006)

I.1.3 مبدأ التجفيف :

تعتمد عملية التجفيف على نقل الحرارة إلى المادة الرطبة (المنتوج المراد تجفيفه)، حيث يتم امتصاص الحرارة من قبل المادة مما يعطيها الطاقة اللازمة لإخراج الماء الموجود فيها، وبعدها يتم تجفيف الماء بمرور الهواء الساخن عليها ويسمى (Séchage Adiabatique) حيث أن الحرارة المعطاة إلى المادة من الهواء الساخن تستخدم لتبخير الماء، ومن تم تنقص درجة حرارة الهواء، وترتفع رطوبته حتى الإشباع، وهذا يحدث بسبب الحرارة النوعية الصغيرة للهواء. (السيد مصطفى محمد وآخرون 2000)

I. 4.1 الطاقة اللازمة للتجفيف :

لتأمين الحرارة اللازمة للتجفيف يوجد عدة مصادر حرارية، ومنها الشمس التي هي مصدر الحرارة الدائم والأبدي على كوكبنا وهي التي تعطي كمية هائلة من الطاقة التي تظهر عل شكل طاقة ضوئية وحرارية ضرورية لحياتنا.

هذه الطاقة بالمقاييس البشرية طاقة هائلة جدا لا تنضب لذلك فهي أكثر من كافية لحياتنا البشرية بكافة استخداماتها إذا رتبنا استخدامها بشكل مناسب من هذه الاستخدامات البسيطة التجفيف الهوائي الشمسي الذي يستخدم قسما بسيطا من هذه الطاقة والتي تعود عليها الإنسان منذ القدم بشكل بسيط وتلقائي فهو يعرض منتجاتها لشمس وللهواء ويبادل الرطوبة الموجودة في هذه المنتجات بالطاقة الحرارية التي تطرد الرطوبة وتجفف المنتجات. في ظروف الاستخدام الحديث المبرمج للطاقة الشمسية فإن التجفيف أصبح يتم ضمن أنظمة تجفيف نظامية هوائية شمسية تسمى المجففات الشمسية . (السيد مصطفى محمد وآخرون 2000)

I. 5.1 أساليب التجفيف :

حسب طريقة تسخين المادة المراد تجفيفها (الطريقة الحرارية)، يوجد أربعة أنماط للتجفيف :

I. 2.5.1 التجفيف بالحمل :

الطاقة الحرارية حسب (العاتي مختار 2011) تحمل بعيدا بواسطة جسيمات المائع من خلال تغيير مواقعها (أماكنها) كمثال: الهواء المجاور للسطح الساخن يستقبل الحرارة من المعدن، جزيئات الهواء المجاورة للمعدن تتحرك بسرعة و بعيدا عن بعضها البعض بسبب زيادة الطاقة الحركية، وهذا يجعل الهواء المجاور للمعدن أقل كثافة مما يؤدي إلى أن الهواء الساخن يرتفع و الهواء البارد في الأعلى يهبط (ينزل) ليحل محل الهواء الساخن الذي انتقل إلى أعلى، ومن ثم الهواء البارد يسخن ويرتفع، ويحل محله هواء أكثر برودة.

تيار الحمل يمكن أن يحدث في السوائل و الغازات فقط ولا يمكن أن يحدث في المواد الجامدة، لأن الجزيئات ليست حرة الحركة، و كذلك لا يحدث في الفراغ بسبب عدم وجود جزيئات.

قانون نيوتن :

ليكن لدينا جسم صلب مساحته S_e ودرجة حرارته T_P، على اتصال مع وسط مائع درجة حرارته T_F (مختلفة عن T_P). إذن كمية الحرارة (ϕ) التي اجتازت المساحة S_e تكتب بالعلاقة :

$$\phi = h_{cv} S_e(T_p - T_f) \quad [w] \qquad \textbf{(1-1)}$$

حيث: h_{cv} : معامل الحمل الحراري ($w/m^2.k$) (العاتي مختار 2011)

في هذا النوع من الانتقال الحراري نستطيع تمييز نوعين من الحمل:

أ) الحمل الطبيعي : في هذه الحالة حركة المائع متعلقة بالتغيير في كتلته الحجمية مع درجة الحرارة، هذا التغير (فرق) تخلق قوة جاذبية تساعد في انتقال جزيئات المائع. (العاتي مختار 2011)

ب) الحمل القسري : حركة المائع في هذه الحالة مستقلة تماما عن الظاهرة الحرارية، حيث تجرى بطريقة ميكانيكية مثل مضخة أو مروحة. إذن انتقال جزيئات الوسط المائع سببها الفرق في الضغط بين الداخل والخارج. (العاتي مختار 2011)

I. 2.5.1 التجفيف بالتوصيل :

أما في هذا النوع من التجفيف فيكون بالاتصال بين المادة الرطبة والجدار المعدني الساخن، تستعمل تقنية التوصيل في تجفيف السوائل والعجائن أو عندما يكون الجسم الصلب ممزوجا في محلول جسم علق. (العاتي مختار2011)

I. 3.5.1 التجفيف بالإشعاع :

الطاقة المستعملة في تجفيف المادة ناتجة عن الأمواج الكهرومغناطيسية (ondesélectromagnétiques) والإشعاعات المستعملة هي إما تحت الحمراء (Les infrarouges) أو الأمواج من صنف (les micro-ondes). (العاتي مختار2011)

I. 4.5.1 التجفيف بالتجميد :

تتم هذه الطريقة في درجات الحرارة المنخفضة، حيث يتحول الماء السائل إلى الحالة الصلبة، مما يسمح بحفظ المنتج لمدة أطول. (العاتي مختار2011)

I. 6 مفاهيم أســاسية:

I. 1.6 المحتوى الرطوبي على أساس رطب (b.h) : أو المحتوى المائي (Mennouche D. 2006): هي كتلة الماء الموجودة في المنتج بالنسبة إلى كتلته الرطبة.

$$X(t) = \frac{\mathrm{M}h(\mathrm{t}) - \mathrm{Ms}}{\mathrm{Mh(t)}} \qquad (1\text{-}2)$$

I. 2.6 المحتوى الرطوبي على أساس صلب (b.s) أو المحتوى المائي (Mennouche D. 2006): هي كتلة الماء الموجودة في المنتج بالنسبة إلى كتلته الجافة.

$$X(t) = \frac{\mathrm{M}h(\mathrm{t}) - \mathrm{Ms}}{Ms} \qquad (1\text{-}3)$$

حيث:

M_s: هي الكتلة الجافة المقاسة للمنتج ، ويتم الحفاظ عليها أثناء عملية التجفيف ويتم حسابها بواسطة الصيغة التالية:

$$Ms = \frac{M_0}{1 + X_0} \qquad (1\text{-}4)$$

حيث M_0 : هي الكتلة الرطبة الابتدائية للمنتج. X_0 : المحتوى الرطوبي الابتدائي.

I. 1.3.6 تقدير المحتوى الرطوبي الابتدائي (X_0) بالتجفيف:

هناك عدة طرق لتقدير كمية الماء (المحتوى الرطوبي) في المواد الغذائية والمنتجات الفلاحية, ونظريا نجد أن طرق تقدير الماء سهلة جدا ولكن عمليا يكون تقديرها من أصعب الاختبارات, لأنه يطرأ أثناء التقدير تغير لمكونات العينة عن طريق تفكيكها أو تبخيرها الأمر الذي يؤدي إلى عدم الدقة في تقدير كمية الماء في العينة, ولهذا يلزم النظر في التركيب الكيميائي للعينة. وسنقتصر هنا على الطريقة الأكثر استعمالا تقدير المحتوى الرطوبي بالتجفيف وهي طريقة تعتمد هذه الطريقة على تجفيف العينة حتى ثبات الوزن في أفران مختلفة من بينها الفرن العادي (على درجة حرارة 100- 105 درجة مئوية) بواسطة ضغط عادي أو ضغط منخفض, يتم التجفيف حتى ثبات وزن العينة أي لا يؤدي التجفيف الطويل إلى انخفاض الوزن أو حتى لا يتجاوز الفرق في العينتين المتتاليتين أكثر من 1-2 ملغ. (الأكرم الأحمد, 2008)

I. 7 الدراسة الحركية للتجفيف :

I. 1.7 تعريف سرعة التجفيف :

تعرف سرعة التجفيف كنسبة بين كتلة السائل المتبخر بالنسبة لوحدة الزمن ووحدة مساحة التجفيف .

$$R = \frac{-d\,M_v}{S_s\,.dt} = \frac{M_s\,.\,d\,X}{S_s\,.dt} = \frac{M_s\,.(X_i - X_f)}{S_s\,.dt} \ [kg\ d'eau/m^2\,.s] \qquad (1\text{-}5)$$

حيث:

- **Mv** : كتلة الماء المتبخر **(kg)**.
- **Ms** : كتلة المادة وهي جافة **(kg)**.
- **X_i** : رطوبة المادة في بداية عملية التجفيف **(kg d'eau/kg Ms)** .
- **X_f** : رطوبة المادة في نهاية عملية التجفيف **(Kg d'eau/kg M_s)**.
- **S_S** :مساحة المادة المجففة **(m^2)**.
- **dt** : زمن التجفيف **(s)**.

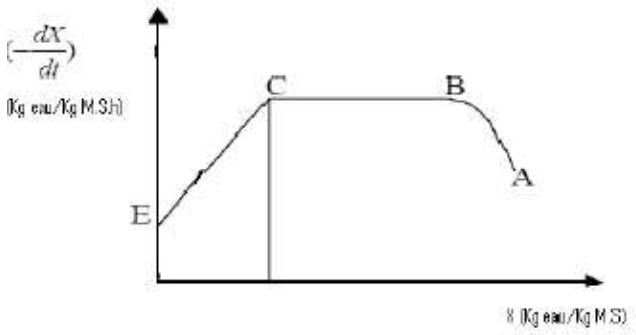
سرعة التجفيف لها علاقة كبيرة بعدة عوامل مؤثرة منها:

ـ طبيعة مسامية، شكل ورطوبة الجسم.

ـ درجة حرارة، رطوبة، سرعة هواء التجفيف. (العاتي مختار2011)

I. 2.7 حركية التجفيف :

ندرس حركية التجفيف لمختلف المواد، بالمنحنيات الممثلة إما بتغير نسبة الماء المتوسطة X_m بدلالة الزمن (t)، أو لتغير سرعة التجفيف ($-\frac{dx}{dt}$) بدلالة الزمن (t) ، أو بواسطة منحنى (kischer) بدلال (x)هذه المنحنيات نحصل عليها عادة في مختلف الشروط التجريبية درجة الحرارة ، سرعة هواء التجفيف والرطوبة. (العاتي مختار2011)



الشكل (1-1) : منحنى سرعة التجفيف (منحنى Krischer) (العاتي مختار2011)

من خلال المنحنى الممثل لسرعة التجفيف نلاحظ ثلاث مراحل رئيسية حسب (العاتي مختار 2011) وهي:

- **المرحلة الأولى: مرحلة التزايد (E C):**

الرطوبة في هذه تتغير بشكل ضعيف ،أما درجة الحرارة فتزداد حتى تقارب درجة الحرارة الجافة، هذه المرحلة قصيرة جدا وغير واضحة خاصة إذا كان المنتج كبير الحجم أو كان الفرق كبير بين درجة حرارة هواء التجفيف والمادة المراد تجفيفها .

- **المرحلة الثانية: مرحلة الثبات (C B):**

في هذه المرحلة تبقى سرعة التجفيف ثابتة في أغلب المواد، والرطوبة تنتقل إلى السطح في شكل سائل تحت القوة الشعيرية (la force capillaire)، يحدث توازن بين الانتشار الغشائي (la diffusion membranaire) و آلية انتقال الرطوبة الداخلية إلى السطح، درجة الحرارة تبقى منتظمة في إنحاء المادة لأن التدفق الحراري استعمل في تبخير الماء إلى السطح.

- **المرحلة الثالثة : مرحلة التباطؤ (B A):**

خلال هذه المرحلة القوة الشعيرية غير كافية لإخراج الماء إلى السطح ، وتبدأ سرعة التجفيف في التباطؤ.

I. 1.3.7 تأثير عوامل هواء التجفيف على حركية التجفيف :

I. 1.3.7 تأثير درجة حرارة هواء التجفيف : لدرجة حرارة هواء التجفيف تأثير مباشر في سرعة عملية التجفيف . هذا التأثير متعلق بكمية الحرارة التي تكسبها المادة، و كذلك بدرجة حرارة المادة ذاتها. (العاتي مختار2011)

I. 2.3.7 تأثير سرعة هواء التجفيف : سرعة هواء التجفيف له أثر إيجابي خاصة في بداية العملية، بينما في المواد التي تتحكم حركية التجفيف فيها، بالهجرة الداخلية للماء ، فسرعة هواء التجفيف له أثر ضعيف جدا. (العاتي مختار2011)

I. 3.3.7 تأثير رطوبة هواء التجفيف : نسبة بخار الماء في هواء التجفيف تلعب دورا مهما في سير حركية التجفيف لعدد من المواد، هذا التأثير يكون واضحا في بداية التجفيف و ينخفض بارتفاع درجة حرارة الهواء. (العاتي مختار2011)

I. 4.7 العوامل المؤثرة في عملية التجفيف المتعلقة بالمادة المراد تجفيفها :

حسب (العاتي مختار2011) يوجد العديد من العوامل المتعلقة بالمادة المراد تجفيفها تؤثر في سير عملية التجفيف منها:

- طبيعة المادة المجففة (صلبة ، سائلة...)
- رطوبة المادة الابتدائية.
- طريقة وضع المادة أثناء عملية التجفيف (سمك طبقة التجفيف).
- حساسية المادة تجاه الحرارة (المجال الحراري).
- تأمين عملية التجفيف (الاحتراق , التسمم...)

I. 2 التجفيف الشمسي :

I. 1.2 التجفيف الشمسي الطبيعي (التقليدي) :

I. 1.1.2 تعريف : يعتبر التجفيف الشمسي من أقدم طرق حفظ الأغذية التي مارسها الإنسان منذ فجر التاريخ (الشكل1-2). وتعتمد هذه الطريقة على مبدأ الاستفادة من الطاقة الشمسية والحركة الطبيعية للهواء الجوي، في التخلص من جزء كبير من الرطوبة في الغذاء، وبالتالي زيادة فترة الحفظ. وتعتمد الطريقة على الحالة الجوية، وبخاصة درجة الحرارة والرطوبة النسبية (HR) الخارجية. ويكون التجفيف الشمسي ناجحا بشكل خاص في المناخ الحار الجاف. (محمد سليم علي اشتية، رنا ماجد جاموس 2010)

الشكل(1-2) : تجفيف شمسي طبيعي مباشر (حسن خالد حسن العكيدي 2010)

أمثلة: كمثال عندنا في الصحراء الجزائرية أصحاب التمور يجففون تمورهم في فضاء منعزل في البستان أو في البستان أو في المنازل ويكون على الإشكال التالي :

- نشر التمور على فرش (حصير) داخل المزرعة أو في صواني.

- بعض المزارعين يعملون ضلل خضراء داخل البستان أو فوق المباني وتفرش فيها التمور على صواني أو حصير وتكون الضلل مزودة بمراوح لتغيير الهواء وزيادة حركته أما نوعية الصواني فتكون من الخشب الجاف المقاوم للحرارة المرتفعة. (حسن خالد حسن العكيدي 2010)

I. 2.1.2 سلبيات وإيجابيات التجفيف الشمسي الطبيعي :

I. 1.2.1.2 الايجابيات :

للتجفيف الشمسي ايجابيات حسب (حسن خالد حسن العكيدي 2010) نوردها ملخصة فيما يلي :

اعتماد التجفيف الشمسي على الحرارة الشمسية فقط وهذا ما يجعله غير مكلف اقتصاديا، حيث يكون التجفيف فيه بأقل المعدات وبتالي عدم الحاجة إلى استعمال آلات لتوليد الحرارة ،وسهولة العملية والسرعة في التجفيف.

I. 2.2.1.2 السلبيات :

كذلك يوجد بعض العيوب للمجففات الشمسية حسب (حسن خالد حسن العكيدي 2010) نذكر منها:

- تحتاج عملية التجفيف إلى مساحات شاسعة.
- تعرضها للإمطار والتي هي مختزل مهم للنوعية.
- استخدام عمالة كثيرة.
- لا يمكن التحكم في سير عملية التجفيف، مثل درجة الحرارة وسرعة الهواء ورطوبته.
- طول فترة التجفيف إلى عدة أيام مما يتلف المنتج.

- لهذه الأسباب تبقى هذه التقنية من التجفيف في إطار التقاليد المتعارف عليها بين المجتمعات خاصة الريفية والمعزولة.

I. 2.2 التجفيف الشمسي الاصطناعي :

لتلافي تلك العيوب والسلبيات المذكورة أعلاه صممت ونفذت العديد من المجففات المعتمدة على الطاقة الشمسية. ويطلق عليها جميعا مجففات الطاقة الشمسية (séchoirs solaires) أو المجففات الشمسية وهي مصنفة إلى عدة أنواع:

I. 1.2.2 تصنيف المجففات الشمسية (الحديثة) :

يمكن تصنيف المجففات الشمسية على حسب الهواء:

- حسب طريقة تسخين الهواء
- حسب طبيعة حركة هواء التجفيف (طريقة حمـــل الحرارة)

أ)- التصنيف حسب طريقة تسخين الهواء :

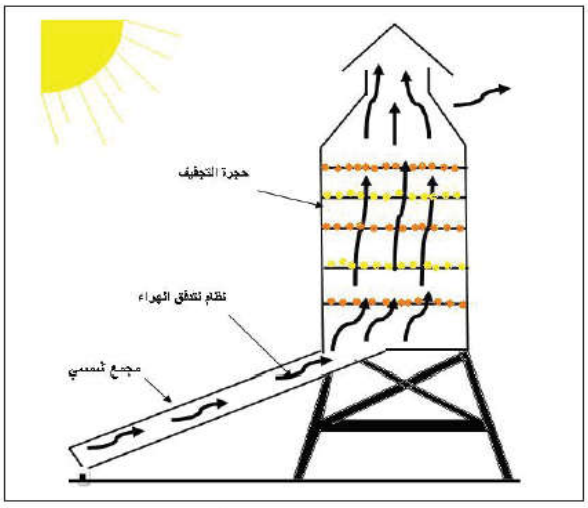
أ)- 1 مجففات شمسية مباشرة :

المجفف الشمسي المباشر ذو تجهيز بسيط وسهل، يتكون من جزء واحد يلعب دور مجمع الأشعة الشمسية وفي نفس الوقت غرفة تجفيف، مغطى من أعلى بطبقة من الزجاج تسمح بمرور الأشعة الشمسية ومن الأسفل بصفيحة معدنية (غالبا ما تكون من الألمنيوم) مطلية بالأسود. ومن أمثلتها:

- المجفف الصندوقي : وهو عبارة عن صندوق خشبي معزول حراريا من أسفل ومثبت أسفله لوح صاج مدهون باللون الأسود ..... يغطى الصندوق بلوح زجاج أو بلاستك شفاف ... تعمل ثقوب أسفل الصندوق وفي لوح الصاج الأسود بغرض تمرير الهواء إلى المجفف ... تعمل ثقوب في جدران الصندوق بغرض السماح للهواء الساخن المحمل بالرطوبة بالخروج من المجفف ... يمكن تحسين الأداء بوضع كمية من الصخور بين لوح الصاج الأسود والقعر حيث تعمل كخزان حراري يطلق حرارته بعد غروب الشمس ويهمل كذلك كمنظم لدرجة الحرارة داخل المجفف.

أ)- 2 مجففات شمسية غير مباشرة:

ويشبه التجفيف الشمسي المباشر غير أنه أفضل. وفي هذه الطريقة تبقى عملية التجفيف معتمدة على حالة الجو، ولكن يتم تركيز أشعة الشمس بواسطة المجمع الشمسي مما ينتج عنه درجات حرارة أعلى، الأمر الذي يقلل من الفترة اللازمة للتجفيف. وكلما كانت فترة التجفيف أقصر، قلت فرص تمكن الكائنات الدقيقة لإتلاف المادة الغذائية (الشكل1-3) (محمد سليم علي اشتية، رنا ماجد جاموس 2010)



الشكل (1-3) : المجفف الشمسي غير مباشرة (محمد سليم علي اشتية، رنا ماجد جاموس 2010)

أ). 3 مجففات شمسية متعددة الأنظمة (مختلط):

تجمع هذه المجففات بين أجهزة التجفيف المباشرة وغير المباشرة في نفس الوقت، في هذا النوع من المجفف حيث يتم التجفيف بالفعل المشترك للإشعاع الشمسي المباشر على المنتج وللاقط الشمسي(capteur solaire) لتوفير الحرارة اللازمة لعملية التجفيف, وبالرغم من أن هذا التركيب يمكن من الزيادة في درجة الهواء بالنسبة للمجفف الغير مباشر ولكن له نفس السلبيات كالمجفف المباشر لتعرض المنتج الإشاعات الشمسية المباشرة التي تؤثر على القيمة الغذائية .(العاتي مختار 2011)

ب). التصنيف حسب طبيعة حركة هواء التجفيف (طريقة حمـــل الحرارة) :

يمكن التمييز بين مختلف المجففات الشمسية المباشرة وغير مباشرة وكذلك المختلطة, إلى صنفين من المجففات حسب طريقة حركة الهواء داخل المجفف وهي:

ب).1 مجففات تعمل على الحمل الطبيعي : تعتمد على الفرق في الضغط بين الهواء الداخلي والخارجي، مما يدفع الهواء البارد للداخل من الفتحة السفلية الذي ترتفع درجة حرارته بعد مروره على السطح الماص (L'absorbeur) الحراري فيتحرك الهواء.

ب).2 مجففات تعتمد حركة الهواء فيها على الحمل القسري : وذلك باستعمال مروحة لتحريك خروج الهواء، فيسرعه، ويمكننا اعتبار هذا الصنف من المجففات الهجينة بإضافة مصدر آخر للطاقة يكمل الطاقة الشمسية.

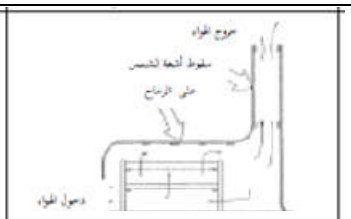
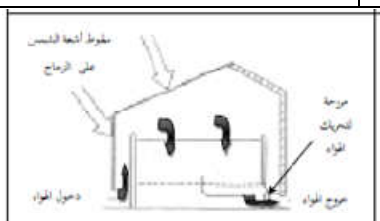
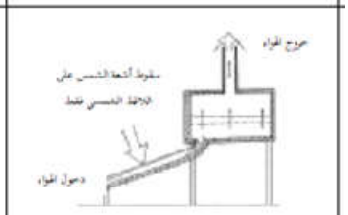
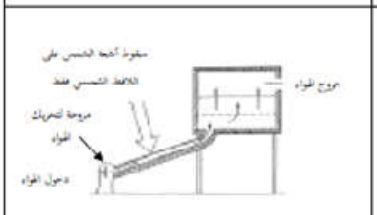
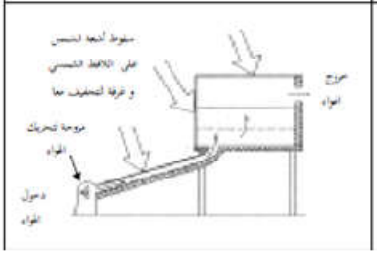
I. 4.1.2.2 مجففات شمسية هجينة :

هذا النوع من المجففات هو نظام هجين يستخدم بالإضافة إلى الطاقة الشمسية مصدر ثانوي إما طاقة كهربائية أو طاقة احتراق الفحم أو الغاز وهذا لغرضين مختلفين:

- الطاقة الثانوية تستعمل للحفاظ على حرارة ثابتة داخل غرفة التجفيف، أي أن الطاقة الثانوية تعمل على إكمال الفارق في درجة الحرارة والوصول إلى الدرجة المثلى للتجفيف.

- الطاقة الثانوية (الإضافية) تستعمل لتحريك الهواء في مجففات الحمل القسري، وتبقى الطاقة الشمسية مصدر أساس ووحيد لتسخين الهواء. (العاتي مختار 2011)

يوضح الشكل (1-4) التالي الأنواع الرئيسية من مجففات الطاقة الشمسية

		حسب طبيعة حركة هواء التجفيف (طريقة حمـــل الحرارة)	
		الحمل الطبيعي	الحمل القسري
حسب طريقة تسخين الهواء	مجففات شمسية مباشرة		
	مجففات شمسية غير مباشرة		
	مجففات شمسية مختلطة		

الشكل (1–4) : تمثيل نموذجي لمجففات الطاقة الشمسية (المجففات الشمسية)

II. تقديم منتوج الدراسة (تمر الدقلة نور)

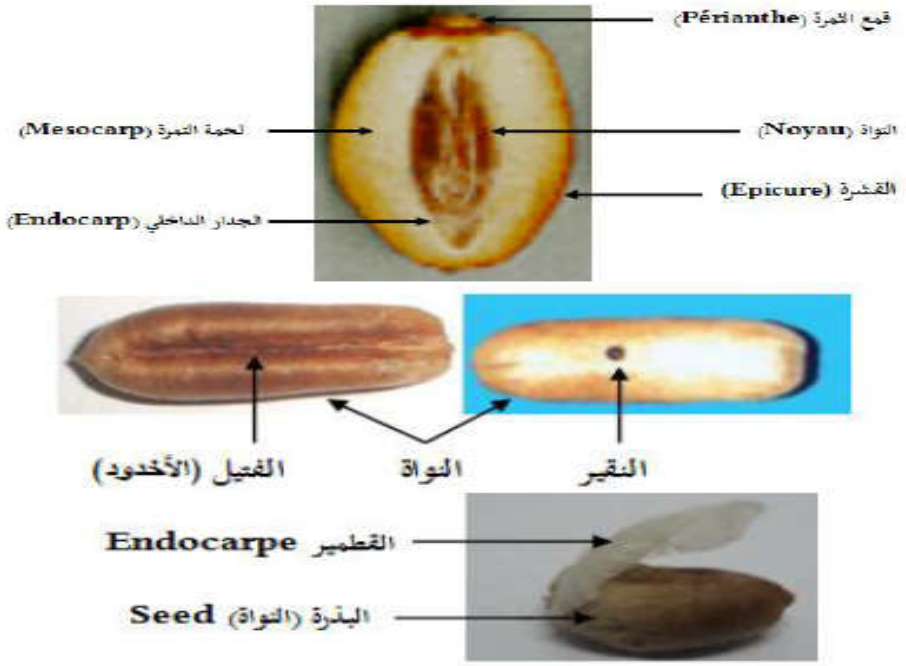
II. 1 عموميات حول التمر:

II. 1.1 تعريف التمر:

تعرف التمور حسب (الصديق قمولي2011) بأنها ثمار شجرة النخيل، ذات الشكل المستطيل المتطاول والتي تحوي بداخلها نواة صلبة القوام محاطة بنسيج يدعى بالنسيج اللحمي(الجزء الذي يؤكل) و المتكون من:

- غشاء سليلوزي جد رقيق.
- اللب وهو متكون من القوام المتغير حسب كمية السكر ولون الثمرة.
- الغشاء الداخلي وهو النسيج الليفي ويكون محيط بالنواة و ذو لون واضح.

وتكون أبعاد الثمرة متغيرة جدا حسب النوع، إذ تراوح طولها من 2 إلى 8 سم، و وزنها كذلك من 2 إلى 8غ. ويتبع هذا، التغير في الشكل والوزن و اللون من الأبيض المصفر إلى الأسود أو الأحمر حسب نوعية التمر.(الصديق قمولي2011)



الشكل (1-5) : مقطع طولي لبنية التمر. (غيابة زينب 2015)

II. 2.1 مراحل تطور نمو التمر:

يعتقد بعض الباحثين بأنه يمكن تقسيم مراحل نمو ثمار النخيل إلى ثلاث مراحل أو أربع مراحل إلا أن معظم الأبحاث و الدراسات قد أجمعت بأنه يمكن تمييز خمس مراحل لنمو وتطور ثمرة النخيل وهي: الحبابوك، الكمري، الخلال، الرطب، التمر انظر الشكل2.1 (زينب غيابة2015)

II. 1.2.1 مرحلة الحبابوك: هي أول مراحل نضج التمر، بحيث يكون صغيرا أخضرا، غير تام البلوغ، بطعم مميز ويعرف عند أهل الواحات الجزائرية باللولو حسب (بربح محمد الحافظ 2017).

II. 2.2.1 مرحلة الخلال (الكمري): وتمسى أيضا عند أهل الواحات الجزائرية بالغيوان، وهي مرحلة طويلة، قد تصل إلى تسعة أسابيع أو أكثر حسب الصنف (بربح محمد الحافظ 2017) .

II. 3.2.1 البسر (مرحلة الخلال): وهي مرحلة النضج الفسيولوجي، وتتميز الثمار في هذه المرحلة بأنها صلبة وقاسية،كما تتحول من اللون الأخضر إلى اللون المميز للصنف (أصفر، أحمر، بني ذهبي...)، ونمو الثمار في هذه المرحلة يكون بطيئا أو معدوما.

II. 4.2.1 مرحلة المرطوبة (الرطب): وهي المرحلة التي تتكامل فيها للثمار جميع المواصفات الغذائية المرغوبة، من حيث القوام و اللون والمذاق، وتبدأ أهم التغيرات الفسيولوجية، التي تطرأ على الثمار في

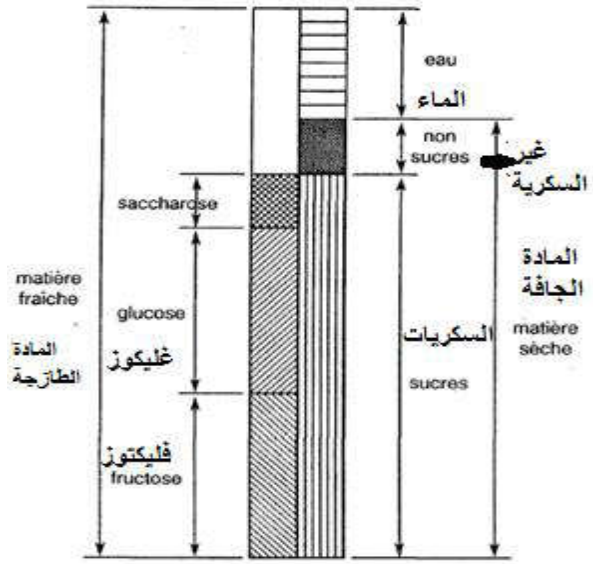
تلك المرحلة، بتكون المساحات اللينة، ذات المتميز عن باقي أجزاء الثمرة، مع طعمها الحلو الخالي من المذاق العفصي و القابض (تلك هي المساحات المرطبة) (حسين عبد الرحمن شبانة وآخرون 2006).

II.5.2.1 مرحلة التمر: وهي المرحلة الأخيرة من المراحل نضج ثمار النخيل. فمع اكتمال إرطاب الثمرة تكون قد دخلت في مرحلة التمر. (بربح محمد الحافظ 2017).

II. 3.1 تركيب ثمرة نخيل التمر:

يعتبر التمر فاكهة وغذاء ودواء وشراب وحلوى، وتعتبر التمور من الأغذية ذات القيمة الغذائية العالية. ويعد التمر غذاء كامل وعنصر هام في النظام الغذائي في معظم المناطق الجافة وشبه الجافة الساخنة من العالم، ذلك لاحتوائه على المواد الغذائية الرئيسية. (غيابة زينب 2015)

ومن أهم المكونات الكيميائية الأساسية لثمرة نخيل التمر: الماء، السكريات، الأحماض الأمينية، الأحماض الدهنية، العناصر المعدنية، الفيتامينات، الألياف والمركبات الفينولية، والشكل (1-6) يوضح التركيب الكيميائي للتمور:



الشكل (1-6) : التركيب الكيميائي للتمور (بربح محمد حافظ 2017)

II. 4.1 أصناف التمر:

تختلف أصناف التمور العديدة باختلاف مكان غرسها، وهي متواجدة أساسا في المناطق الحارة والجافة من العالم حيث يبلغ عددها حوالي 2000 نوع حسب (منير يوسف عبد الله وآخرون 2003)، وتختلف تسمياتهم من منطقة إلى أخرى حسب التقاليد والأعراف الخاصة بكل منطقة. (البكر عبد الجبار 1972)

II. 5.1 تصنيف التمر عند النضج:

تنقسم التمور حسب (غيابة زينب 2015) إلى ثلاثة أنواع عندما تصل إلى مرحلة النضج وهي كالآتي:

II. 1.5.1 تمور لينة أو طرية:بالجزائر تسمى مرطوبة وتحتوي على السكريات المختزلة وإن كان بعضها يحتوي على مقادير قليلة من السكروز، مثل الصنف غرس.

II. 2.5.1 تمور شبه جافة: وهي التي يكون فيها لحم التمر القريب من القمع جافا يابسا، ويتجاوز مرحلة الإرطاب إلى مرحلة الجفاف النسبي ولكنه لا يتصلب، و تحتوي على نسب متقاربة بين السكريات المختزلة (الفركتوز والغلوكوز) والسكروز ، ومنه صنف الدقلة نور.

II. 3.5.1 تمور جافة أو يابسة: وهي التي يكون لحمية ثمارها صلبا يابسا وهذه الأصناف تحتوي عادة على نسب عالية من السكروز قد تفوق بكثير نسب السكريات المختزلة، ويمكن تخزينه بحالة جيدة، ولكنه لا يصلح للتصنيع بل يستهلك كثمرة جافة مركزة المواد الغذائية مثل صنف الدقلة البيضاء. تعرف التمور الجافة وشبه جافة نوعا ما, بأنها تمور غير ناضجة كيميائيا.

II. 4.1 إنتاج التمور:

تعد المنطقة العربية وبعض الدول الإسلامية، كإيران وباكستان، من انسب المناطق في العالم لزراعة أشجار النخيل، من حيث المناخ والتربة، حيث ينتج الوطن العربي ما يقارب 70% من الإنتاج العالمي للتمور، حيث بلغ إنتاج الدول العربية سنة 2016 حوالي 6422.74 ألف طن، حسب أخر إحصائية (إحصائية للمنظمة العربية للتنمية الزراعية 2018).

أما بالنسبة للإنتاج الوطني,تعد الجزائر واحدة من أكبر منتجي التمور ، فهي تحتل المرتبة الثالثة في العالم العربي بعد كل من مصر والسعودية وخامس أكبر دولة في العالم أيضا, من حيث الإنتاج السنوي بحوالي 990.380 طن في عام 2015 طبقًا لمنظمة AOAD (المنظمة العربية للتنمية الزراعية).

II. 5.1 تجفيف التمور :

إن عملية تجفيف التمور عادة تجري طبيعياً وهي على النخلة ولكن هنالك استثناءات لبعض الأصناف مثل الصنف مدجول (صنف عراقي) و الصنف كالفورنيا كما يسميه البعض في الأردن يحتاج إلى عملية تجفيف لأسباب سبق ذكرها، كما أن هنالك استثناءات أخرى لمناخ بعض الدول كالأردن و فلسطين ، المغرب ، تونس ، أمريكا ، لأن موعد نضج التمر وتجفيفه لا يتناسب مع فترات تساقط الأمطار، لذا تحتاج هذه الدول إلى عملية تجفيف التمور في بعض المواسم ، وكذلك الدول التي تكون فيها نسبة الرطوبة عالية مثل بعض دول الخليج العربي حيث يتساقط التمر قبل أوانه نتيجة الرطوبة لذا يحتاج إلى عملية إنضاج وتجفيف، للتذكير يؤدي ارتفاع الرطوبة الجوية خلال مرحلة نضج التمور إلى إصابتها بالفطريات والخمائر، وبالتالي خسارة المنتوج.

وكباقي المنتوجات الزراعية اعتمدت عملية تجفيف التمور في أغلب البلدان ومنذ زمن بعيد على التجفيف الطبيعي (التقليدي) نظرا لسهولته وكلفته الاقتصادية المنخفضة إلا أن عيوب هذا النوع من التجفيف كما سبق شرحها في الفقرة (I. 2.2.1.2)، والتي توثر بشكل مباشر على جودة التمور المجففة ,

جعلت من هذه التقنية (أي التجفيف الطبيعي)تستمر في إطار التقاليد المتعارف عليها بين المجتمعات خاصة الريفية والمعزولة, بينما في المزارع الكبرى والنموذجية بدأ ظهور المجففات الصناعية بمختلف أنواعها (حسن العكيدي 2010), والتي يعتمد اختيار أي نوع منها على مجموعة من العوامل نذكر منها:

- كمية التمر المراد تجفيفها أثناء الموسم.
- كمية التمور التي يراد تجفيفها بالدفعة الواحدة.
- مدة التجفيف وظروف التجفيف.
- كمية الرطوبة في التمر.
- مدى تأثير درجة الحرارة أثناء الموسم في تجفيف التمر.
- الظروف المناخية خلال موسم التجفيف.

2.II تمر الدقلة نور:

II. .1.2 تمر الدقلة نور:

تمر الدقلة نور كما يدل عليها اسمها هي أجود التمور، وذات النوعية الرفيعة المطلوبة على نطاق واسع في دول عديدة (أي أنها ذات شهرة عالمية)، مذاقها معطر مع نكهة العسل، وذات لون ذهبي، تؤكل كما هي أو محشوة في أكياس (بطانة)، تنتشر زراعتها بشكل واسع في كل من الجزائر وتونس وفلسطين المحتلة وكاليفورنيا الأمريكية، وتعتبر الجزائر من أكبر الدول إنتاجا لهذا الصنف الذي يستهلك محليا بكميات كبيرة، كما يدر على خزينة الدولة مداخيل معتبرة من العملة الصعبة، ولكن وبالرغم من هذا التميز النوعي والأهمية الاقتصادية التي تكتسيها الدقلة نور على مستوى الفرد والدولة على السواء إلا أن الباحث يجد صعوبة في إيجاد دراسات أو بحوث شاملة خاصة الحديثة منها التي تناولت هذا الصنف بالتفصيل.(بربح محمد الحافظ 2017)

II. 1.1.2 إنتاجها:

تمور الدقلة نور، صنف مميز ينتج بكثرة في بلدان المغرب العربي وخصوصا في الجزائر، حيث يبلغ الإنتاج السنوي حوالي 40% من الإنتاج الكلي للتمور في الجزائر(بربح محمد الحافظ 2017), وحسب دراسة حديثة، يتضح أن نسبة إنتاج تمور الدقلة نور في المناطق الرئيسية لإنتاج التمر بالجزائر (الزيبان ببسكرة، سوف بولاية الوادي وواد ريغ بولايتي ورقلة والوادي)، تتجاوز 50% من الإنتاج الكلي، إذ تتفوق كمياتها عن كل الأصناف الأخرى (مش دقلة والدقلة البيضاء، الغرس وبقية الأصناف). (N. Dakhia et Al,2013)

II. 2.1.2 مواصفاتها:

ثمار هذا الصنف من الناحية المورفولوجية تختلف حسب المنطقة الجغرافية نظرا لتباين الظروف، من تربة و مياه الري ومناخ، كما تختلف عن الأصناف الأخرى كالغرس والدقلة بيضاء كما يبرزه الملحق 01.

تعرف تمر الدقلة نور أيضا بقيمتها التجارية الكبيرة خاصة في أسواق أروبا، وبالتحديد في دول جنوب الاتحاد الأوروبي (فرنسا، إسبانيا وإيطاليا)، التي تربطها علاقات تجارية قوية مع كل من الجزائر وتونس بحيث 90%من التمور الموردة لهذه الأسواق مصدرها هاتين الدولتين. (Pascal Liu et al., (2003. Bernard Ordines, (2000).

II. 3.1.2 مكوناتها:

يختلف التكوين الكمي لتمور الدقلة نور حسب المنطقة الجغرافية نظرا لتباين الظروف الطبيعية من تربة ومياه الري ومناخ، والتي تتغير في نفس المنطقة من سنة لأخرى، ولذلك يلاحظ اختلاف في نتائج تحليل مكونات الدقلة نور من باحث لأخر.

ولكن على مستوى التسويق يشترط في هذا الصنف (الدرجات التجارية)، نسبة الرطوبة تقارب 25% إلى 26% على أساس رطب، وكذلك توازن في تركيب كل من السكروز و السكريات المرجعة (الأحادية) الفريكتوز، الغليكوز (السكريات الكلية 75% من الكتلة اللحمية للثمرة مع نسبة السكروز إلى السكريات المختزلة تساوي 1.1)، بالإضافة إلى بنية نصف جافة ولون نصف شفاف وواضح.(Zaid A. et E.J. Arias-Jiménez,2002)

II. 4.1.2 خصوصية:

خصوصية هذا المنتوج، تتمثل في نضجه المتباين, خلال نفس الفترة بل في نفس العرجون، بحيث عند الجني نجد مراحل مختلفة من النضج، بسبب التقلبات الجوية من أمطار و حرارة.

في هذا الصدد، وحسب (Sadok Matallah, 1970)، يمكن إيجاد تسعة مستويات من النضج (فئات) لتمر الدقلة نور أثناء الفرز، وهي:

II. 1.4.1.2 تمور ممتازة الاختيار الأول: تتميز تمور هذا المستوى (الدرجة) بالجودة الفائقة، من حيث خصائص الشكل واللون، المتعلقة بالصنف أو النوع التجاري، بحيث يجب أن تكون متجانسة اللون، بما يطابق اللون المميز للصنف، وأن وافرة اللب ممتلئة أو شبه ممتلئة زيتية المظهر والملمس، القشرة الخارجية شبه شفافة، وتبعا للنوع ملتصقة باللب وخالية - علميا- من العيوب مع استثناء العيوب الظاهرية الخفيفة جدا، التي لا تؤثر على المظهر العام للمنتج والجودة، وصفات الحفظ أو التقديم في العبوة، وهي تصدر عادة.

II. 2.4.1.2 تمور تجارية الاختيار الثاني: تتميز تمور هذه الدرجة بجودة جيدة، ذات صفة مميزة للصنف أو النوع التجاري، بحيث يكون اللب وافر بصورة كافية ممتلئ أو شبه ممتلئ تبعا للنوع. تستهلك محليا ونسبة قليلة منها تصدر.

ويمكن السماح بالعيوب الخفيفة الواردة أسفله، على ألا يؤثر ذلك على المظهر العام للمنتج، والجودة وصفات الحفظ أو التقديم في العبوة.

- الشق الخفيف في غلاف الثمرة الخارجي، والذي لا يؤثر على اللب.
- العيب الخفيف في الشكل أو النمو.
- التجعد الخفيف.

تذكير، فإن هذين الصنفين لهما نسبة رطوبة تتراوح بين 25 إلى 26%، وقد تصل في بعض الأحيان إلى 30% على أساس رطب.

II. 3.4.1.2 الفرازة (الصيفي) : وهي ثمار جافة، تتراوح نسب رطوبتها بين 25 إلى 16 % (على أساس رطب)، وقد تتجاوز ذلك بقليل، إذا لم تبلغ كامل نضجها فتتطلب عملية ترطيب (إنضاج اصطناعي)، لتكمله إنضاجها، حتى يمكن بيعها في الأسواق بأسعار تجارية.

II. 4.4.1.2 المرطوبة : ثمار بالتقريب ناضجة، نسبة رطوبتها تتجاوز 25 %، مما يجعلها حساسة للصدمات، وعليه يجب إكمال الإنضاج، كما تتبع كذلك بعملية تجفيف، للحصول إلى منتوج تجاري.

II. 5.4.1.2 التمور التي تسمى مبرومة : وهي النوعية الثالثة المخصصة للسوق الوطنية، وتتكون من تمور نوعا ما معوجة ومرنة.

II. 6.4.1.2 البسر: ثمار غير ناضجة، نسبتها متغيرة حسب حرارة المحيط، ويمكن أن نحصل في سنة باردة إلى ما يقارب 50 % من المنتوج عند الحصاد.

II. 7.4.2.1 التمور السوداء : وهي مجموعة التالفة، المختمرة و الطفيلية.

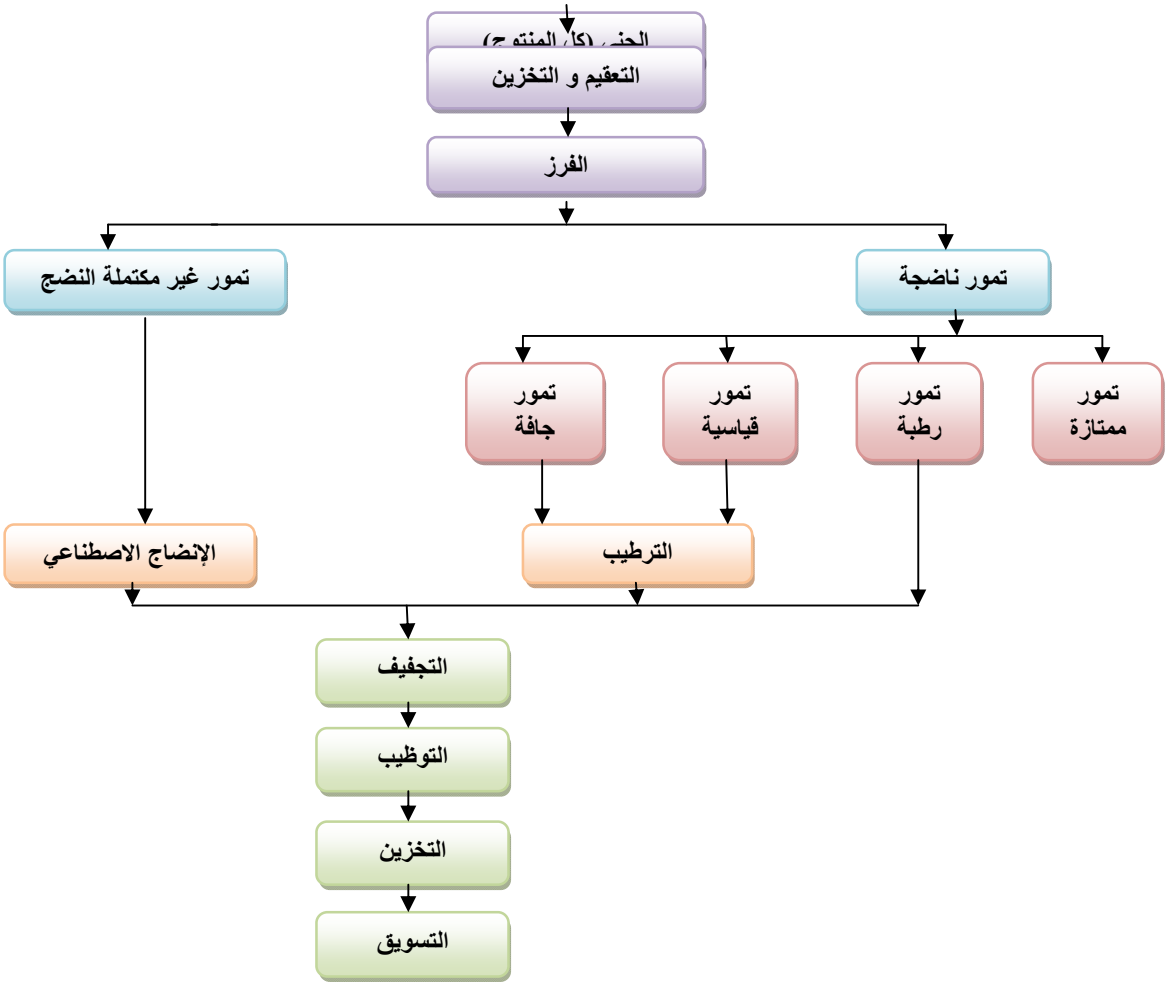
II. 8.4.2.1 الحشف : تمر جاف جدا ومتجعد، ويعطى كعلف للماشية.

II. 9.4.2.1 الصيش : وهي التمور غير الملحقة، يحصل عليها بعد التطور parthénocarpique.

II. 5.1.2 المعالجة (عمليات مابعد الجني):

عمليات المعالجة كثيرة ومتعددة هدفها المحافظة على الأصناف الممتازة دون تعرضها للتلف أو التخمر بسبب الظروف الطبيعية أو طرق النقل والخزن، تحسين نوعية البسر، الفرازة والمرطوبة وتحويلهم إلى فئات تجارية، كذلك تثمين الفئات المتبقية (الحشف والصيش) باستعمالهما كمواد أولية في الصناعة التحويلية للتمور أو تركيب الأعلاف.

مختلف هذه العمليات التي تتم على تمر الدقلة نور من الجني إلى الاستهلاك يمكن جمعها وتوضيحها في المخطط التالي (الشكل 1-7) :



الشكل (1-7): مخطط أهم عمليات مابعد الحصاد لتمر الدقلة نور (بربح محمد الحافظ 2017)

وما يهمنا في هذه الدراسة هو تحويل الدقلة نور الجافة (الصيفي) إلى تمور تجارية، هذه الفئة التي تصل نسبتها في بعض السنوات الحارة والجافة إلى أكثر من 20% وقد تصل إلى 50% من المحصول (A. Boubekri et al,2010)، والذي يعتبر خسارة اقتصادية بكل المقاييس. هذه العملية تتم وفق الدراسة التي قام بها (A. Boubekri et al,2010) وبعض الباحثين بطريقة تزاوج بين الإماهة و التجفيف,حيث قام بترطيب عينات من الدقلة نور النصف الجافة في الماء الساخن في درجات 25, 45 و65 أتبعها بالتجفيف بالحمل بواسطة الهواء الساخن في درجات 35, 45, 60, 75 و 85 درجة مئوية في مستويات مختلفة من الرطوبة ومن خلال تحقيق تجريبي استعمل فيه مجفف اتفاقي ,حدد القيم المثلى للعوامل التي تحدد بدقة جودة ونوعية المنتوج من قياس صلابة نسيج التمر المعالج وكذا لونه ونسب الرطوبة فيه ونسب السكريات الأحادية والثنائية ومقارنتها بمقاييس الجودة الدولية [ONU-CEE DF-08]. في حين نجد دراسات مماثلة اعتمدت نفس المنهج لكن استعملت مجففات شمسية كدراسات (Samira Chouicha et al., 2010, 2014, 2017).

الفصل الثـاني

طريقة مخططات التجارب مفاهيم وتطبيقات

الفصل الثـاني : طريقة مخططات التجارب مفاهيم وتطبيقات

مدخل:

إن دراسة العوامل المؤثرة في عملية الإنتاج بشكل عام، والجودة النوعية على وجه الخصوص، من خلال طريقة التحليل التقليدية (طريقة الاختبار عامل بعامل) لا تعطي نتائج مرضية للتفاعلات (التداخل) بين العوامل المختلفة التي تؤثر بشكل مباشر على التجربة، وكذلك الأمر يتطلب وقتًا طويلاً لإجراء التجارب. ولتلافي هذه النقائص ظهرت طريقة حديثة إلى حد ما، اعتمادًا على الحد الأدنى لعدد التجارب لتحديد العلاقة بين مختلف عوامل التأثير. تسمى هذه الطريقة مخططات التجربة الإحصائية, والتي يمكن اختصار مراحل تطورها على النحو التالي:

- قواعد هذه الطريقة وضعت من طرف العالم البريطاني فيشير (**Fisher Ronald Aylmer**) سنة 1925.
- في القطاع الصناعي، ظلت هذه التقنية سرية حتى بعد الحرب العالمية الثانية؛ حيث بدأ تطويرها في اليابان بين الخمسينيات والستينيات بفضل العالم الياباني TAGUCHI، والذي نشرت أعماله في الولايات المتحدة وبدأ تطبيقها على نطاق واسع في السبعينيات.
- في أوروبا، بدأت الشركات الصناعية الكبرى استخدام التصميمات التجريبية من في الثمانينات من القرن الماضي، و لأن طريقة مخططات التجارب هذه تستخدم من قبل الجميع (صناعيين, أكاديميين , ...)

وتعتبر هذه الطريقة الآن أداة لدراسة الجودة لا غنى عنها في مختلف المجلات الصناعية منها والزراعية, وفي مختلف مراحل الإنتاج حيث تسمح من ضبط معلمات تطوير المنتج على النحو الأمثل (أمثلة العوامل المؤثرة. أثناء الإنتاج أو الخزن, ..)، كمكمل أساسي لأساليب التحكم في العمليات.

في هذا الفصل سنطرق باختصار لثلاث محاور أساسية هي:

- مفاهيم وأساسيات مخططات التجارب
- منهجية دراسة مخططات التجارب و بعض البرامج الرقمية المستخدمة:

استعمالات مخططات التجارب وبعض تطبيقاتها.

I. مفاهيم وأساسيات مخططات التجارب:

I. 1 تعريف : مخططات التجارب (تصميم التجارب كما يسميها أهل المشرق) حسب (حسام عثمان حسن الخطيب 2012) هو سلسلة من الخطوات التي تتبع بهدف جمع البيانات أو المعلومات وتحليلها إحصائيا والوصول إلى استنتاجات يمكن تعميمها والاستفادة منها، وعلم تصميم و تحليل التجارب هو أحد فروع علم الإحصاء ويهتم بتطبيق الطرق الإحصائية في التجربة العملية ويختص بتخطيط واستغلال الإمكانيات المتاحة لوضع أنسب التصميمات التجريبية على أساس علمي سليم يضمن الحصول على قرارات علمية بدرجة كافية من الدقة.

I. 2 مفاهيم ومصطلحات :

في هذه الفقرة سنقدم أهم المصطلحات الأساسية لمخططات التجارب بشكل عام، استنادا على مجموعة من المراجع نتعرف على المصطلحات التالية:

I. 1.2 التجربة Expériences :

هي استفسار مخطط ومنظم بغرض الحصول على حقائق جديدة أو إثبات أو نفي نتائج سابقة أو تفسير ظاهرة للوصول إلى نتائج تمكن الباحث من وضع توصيات مناسبة، وأيضا هي وسيلة لدراسة العوامل التي تؤثر على ظاهرة معينة.(عبد المحسن 2010)

يمكن تقسيم التجارب بصورة عامة حسب (بربح محمد حافظ 2017) إلى مجموعتين هما:

I. 1.1.2 تجارب بسيطة (Expériences simples) : وفيها يدرس متغير واحد فقط، ويجب أن تكون جميع العوامل الأخرى ثابتة قدر الإمكان، ماعدا المراد دراسته.

I. 2.1.2 تجارب عاملية (Expériences Factorielles) : في هذه التجارب يدرس تأثير عاملين أو أكثر، وذلك باستخدام جميع التوافيق (combinaisons) الممكنة، بين عدة مستويات مختلفة للعوامل المراد دراستها. وفي هذه التجارب يكون الهدف من إجرائها هو دراسة تأثير كل من هذه العوامل، بالإضافة إلى تأثير التداخل بين هذه العوامل التي اختيرت في التجربة.

ومن هذا المنطلق، وبما أن التجارب المخبرية (المعملية) هي التجارب تهدف إلى دراسة تأثير أكثر من عامل سنخصص دراستنا في هذا الفصل على مخططات التجارب العاملية.

I. 2.2 العوامل والإجابة (Facteurs et réponse) :

I. 1.2.2 العوامل Facteurs : هي عبارة عن المتغيرات المستقلة للتجربة وقد تكون كمية أو وصفية، وهذه المتغيرات يهدف الباحث إلى قياس تأثيرها على الصفة المدروسة، ويكون لكل عامل عدة مستويات. (عبد المحسن 2010)

تنقسم العوامل حسب (بربح محمد حافظ 2017) إلى ثلاثة أقسام أساسية وهي:

I.1.1.2.2 العوامل المدروسة : وتسمى أيضا عوامل التصميم (Facteurs de plan)، وهي العامل أو العوامل التي يختبر الباحث تأثير تغيرها على قيم الصفة المختارة، ويتم تسميتها في التجربة باسم محدد ودون شرح. وهي عبارة عن المتغيرات المستقلة للتجربة، وقد تكون كمية أو وصفية، ويكون لكل عامل عدة مستويات.

أ). العامل الكمي : وهو معلمة تجريبية paramètre expérimental نعبر عنها بعدد أو أكثر، هذه الأعداد تسمى مستويات (niveaux) العامل، ويقوم باختيارها الباحث.

ب). العامل الكيفي : يتميز بمجموعة من الحالات غير المترابطة، هذه الحالات التي يتم اختيارها في التجربة،تسمى كيفيات (modalités)، ونسميها أيضا مستويات العوامل المدروسة. يمكن أن ندرس في نفس التجربة وفي آن واحد العوامل الكمية والكيفية.

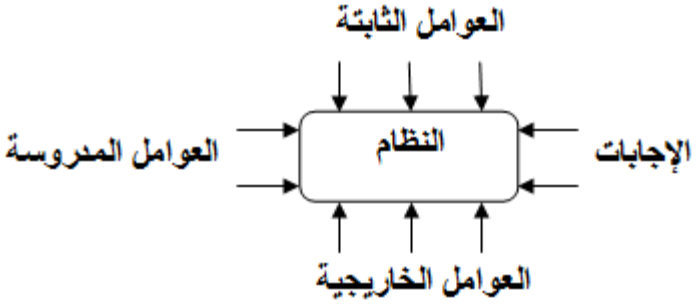
I. 2.1.2.2 العوامل الثابتة : وهي العامل أو العوامل التي يبقى تأثيرها ثابت طوال التجربة، أو تلك التي يجب أن يبقى تأثيرها ثابت طول التجربة.

I. 3.1.2.2 العوامل الخارجية : وهي مجمل العوامل التي قد تؤثر سلبا في التجربة وتسبب ما يسمى بالخطأ التجريبي. وهي مجموعتين، عوامل مناخية، وتشمل الرطوبة الجوية، الرياح، الأمطار، الحرارة الجوية، ويبقى تأثيرها ثابت طوال التجربة، وعوامل وراثية وهي متعلقة بالتجارب التي تجرى على الكائنات الحية.

العوامل الخارجية نلاحظها عادة في التجارب الميدانية أو الحقلية في مجال التجارب الزراعية.

I. 2.2.2 الإجابة : هي الخاصية التي نقيسها أو نلاحظها من أجل معرفة تأثير العوامل المدروسة في التجربة أو النظام ككل.

والرسم التخطيطي البسيط الموضح في(الشكل 2-1) يمكن أن يوضح العلاقة بين مختلف العوامل المؤثرة في النظام التجريبي والاستجابة.



الشكل (2–1) : رسم تخطيطي يبرز أهم العوامل وتأثيراتها (بربح محمد حافظ 2017)

I. 3.2 المعالجات (Traitements) : وهي المؤثرات المطلوب قياس تأثيرها على صفات معينة لمواد التجربة، فقد تكون المعالجة متمثلة في المستويات، وهي مستويات مختلفة من متغير ما.(عبد المحسن 2010)

I. 4.2 الوحدة التجريبية (Unité expérimentale) : هي الشيء الذي نقيس تأثير المعالجة فيه. وهي الوحدة من المادة التجريبية التي سيجرى عليها تطبيق معالجة واحدة.(عبد المحسن 2010)

I. 5.2 وحدة المعاينة (Unité d'échantillonnage) : هي الجزء من الوحدة التجريبية الذي يؤخذ عليه قياس تأثير المعالجة، وقد تكون وحدة المعاينة هي نفسها الوحدة التجريبية.(عبد المحسن 2010)

I. 6.2 المخطط التجريبي (Plan d'expérience) : ويقصد به التصميم المناسب المقترح استخدامه لتوزيع المعالجات على الوحدات التجريبية حسب الظروف الخاصة بكل تجربة استنادا على أساسيات تصميم التجارب، فاختيار التصميم الأفضل يعمل على زيادة الثقة بنتائج البحث وفهم وتفسير الظواهر الموجودة في التجربة. (بربح محمد حافظ 2017).

I. 3 أساسيات مخططات التجارب :

الغرض من التصميم الحديث للتجارب هو السعي إلى تقدير وتقليل الخطأ التجريبي والقيام بالاختبارات والتقديرات المطلوبة في البحث، والأساسيات التي يستند عليها التصميم حسب (بشر والروبي 1981) هي :

I. 1.3 التوزيع العشوائي (التعشية)(Randomisation) : ويقصد به توزيع المعالجات المطلوب دراستها على الوحدات التجريبية بطريقة تخلو من أي تأثير للعامل الشخصي، وهذا يعني أن كل وحدة تجريبية لها نفس الفرصة أو متساوية الاحتمال لاستقبال المعالجة، وكذا كل معالجة لها فرصة متساوية بالنسبة للوحدة التجريبية، ويتم ذلك باستخدام إحدى الطرق ومنها استخدام جدول الأرقام العشوائية أو من خلال برامج الحاسوب التي تقوم بتوليد أرقام عشوائية أو باستخدام طريقة القرعة وما شابه ذلك من الطرق ونلخص أهداف التوزيع العشوائي فيما يلي :

- الحصول على مقدار غير متحيز للخطأ العشوائي ولمتوسطات المعالجات.
- ضمان استقلالية المشاهدات لتطبيق الطرق الإحصائية واختبارات المعنوية.

I. 2.3 التكرار (Répétition) : ويقصد به تطبيق المعالجة أكثر من مرة وبالتالي كل معالجة يتم تطبيقها بشكل مستقل على عدة وحدات تجريبية. وتتمثل أهداف التكرار فيما يلي :

- يوفر لنا إمكانية تقدير الخطأ التجريبي.
- تقليل الخطأ التجريبي وذلك عن طريق تصغير الخطأ المعياري أي الجذر التربيعي لتباين المتوسط.

I. 3.3 التحكم في الوحدات التجريبية : ويقصد به تقسيم الوحدات التجريبية إلى مجموعات متجانسة تسمى قطاعات، يتم توزيع المعالجات داخلها عشوائيا، وينتج عن هذه الوسيلة فصل تباين القطاعات من

الخطأ التجريبي وبذلك يتم تقليل الخطأ التجريبي، بمعنى عزل العوامل قيد الدراسة عن العوامل المؤثرة الأخرى.

I. 4 المعايير الإحصائية

وتتمثل المعايير الإحصائية حسب (بربح محمد حافظ 2017) في :

I. 1.4 التفاعل (التداخل بين العوامل) :

هو تأثير مستوى معين من عامل ما على مستويات العامل الآخر، بمعنى استجابة مستوى معين من عامل ما للتغير في مستويات العامل الآخر.

I. 5 أنواع مخططات التجارب :

يمكن تقسيم أنواع تصاميم حسب (بربح محمد حافظ 2017) إلي قسمين أساسين هما :

I. 1.5 التجارب العاملية الكاملة :

هي تصاميم تتكون فيها المعالجات من كل التوافيق الممكنة من مستويات العوامل الداخلة في التجربة، وتهدف إلى :

- دراسة التأثير الرئيسي (effet principal) لكل عامل من العوامل تحت مدى واسع من العوامل الأخرى.
- دراسة التفاعل بين العوامل (Interaction).

يرمز للعوامل عادة بالحروف اللاتينية الكبيرة A,B,C,D,... وللمستويات المكونة لكل عامل بالحروف الصغيرة a,b,c,d,...، ويكون عدد المعالجات يساوي حاصل ضرب عدد المستويات كل العوامل الداخلة في التجربة.

$$t= (a)(b)(c)(d)….$$

ويمكن أن نوضح هذه المعالجات (الجدول 2-1)، من خلال مثال لتجربة عاملية تتكون من ثلاث عوامل مستوياتها كالاتي :

العامل A يتكون من ثلاث مستويات a_1,a_2 و a_3أي (a=3)

العامل B يتكون من ثلاث مستويات b_1,b_2 أي (b=2)

العامل C يتكون من ثلاث مستويات c_1,c_2 أي (c=2)

الجدول(2-1) : معالجات تجربة عاملية تتكون من ثلاث عوامل عدد مستوياتها على التوالي 2،2،3

	a_1		a_2		a_3	
	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2
c_1	$a_1b_1c_1$	$a_1b_2c_1$	$a_2b_1c_1$	$a_2b_2c_1$	$a_3b_1c_1$	$a_3b_2c_1$
c_2	$a_1b_1c_2$	$a_1b_2c_2$	$a_2b_1c_2$	$a_2b_2c_2$	$a_3b_1c_2$	$a_3b_2c_2$

تصميم 2X2 أو 2^2، تعني أننا ندرس عاملين كل لهما مستويين، عدد المعالجات يساوي 4.

التصميم 2^8، تعني أننا ندرس 8 عوامل لكل منها مستويين، عدد المعالجات يساوي 256.

عدد التجارب يساوي عدد المعالجات في حالة أننا نجري التجربة مرة واحدة.

بصفة عامة وفي حالة عدد المستويات نفسه لكل العوامل، فإن الصيغة التي يتم بها حساب العدد (N) من التجارب، لتصميم عاملي كامل متكون من K عامل لكل عامل 1 مستوى وعدد التكرارات r هي :

$N= 1^k r$

I. 2.5 التجارب العاملية الجزئية :

هي عبارة عن تصميمات تجريبية تتألف من مجموعة فرعية (كسر Fraction) من المعالجات التجريبية، التي تتم اختيارها بعناية شديدة للتصميم العاملي الكامل، إذ يعرفها (محمد محمد الطاهر الإمام 1994) بأنه عبارة عن إجراء التجربة العاملية على جزء فقط من المخطط العاملي الكامل مع الحصول على معلومات عن التأثيرات الرئيسية والتفاعلات ذات الدرجات الدنيا (Interaction à faibles ordre). يتم اختيار المجموعة الفرعية للاستفادة من مبدأ تناثر التأثيرات، للكشف عن المعلومات المتعلقة بأهم خصائص المشكلة الخاضعة للدراسة، مع استخدام جزء من جهد التصميم العاملي الكامل فيما يتعلق بالمعالجات والمصادر التجريبية. (ثروت محمد عبد المنعم 2004).

I. 6 الأمثلة بطريقة مخططات التجارب (البحث عن استجابة مثالية).

هذه هي طريقة تسمى الأمثلة و التي يتم فيها البحث عن قيم مستويات العوامل التي تؤدي إلى استجابة قصوى أو دنيا تبعا للحالة.

هذه الأمثلة سهلة للغاية في حالة العوامل الكيفية: يكفي البحث من بين الطرائق التي تم اختبارها أي تلك التي تؤدي إلى استجابات أكثر ملائمة من غيرها (الأكبر أو الأصغر حسب الحالة). مخطط تجريبي كامل يحتوي حتى 4 أو 5

عوامل مناسبة في بعض الأحيان لهذا النوع من الدراسة إذا كان عدد الطرائق المدروسة ليست كبير جدا، وفي الحالة العكسية, يتم استخدام مخططات عاملية تجزيئية (des plans factoriels fractionnaires).

مع العوامل كلها كمية، من الضروري أن تكون قادرًا على التنبؤ عدديًا بالاستجابة بدلالة قيم مستويات العوامل: تسمى هذه العملية نموذجًة (modélisation).

المعادلة يجب أن تكون بالضرورة من الدرجة الثانية لتكون قادرة على تقديم الحد الأقصى أو الحد الأدنى. لذلك يجب اختبار كل عامل تحت 3 مستويات، لمثل هذه الدراسات ، يجب أن تتضمن المخططات المستخدمة عددًا محدودًا من العوامل (لا تزيد عن 4 أو 5) حتى لا تثقل مسار التجربة وتعقد التحليل بالإضافة إلى تفسير النتائج.

نضيف فيما يتعلق بالأمثلة ، أنه يوجد ، في منافسة مع الطرق المخطط لها مسبقًا والتي تتطلب نمذجة قدمناها للتو معاينة ، تقنيات الأمثلة التكرارية (d'optimisation itératives) أكثر مباشرة وأكثر بساطة في الاستخدام و التفسير. يتم تسميتها: طريقة أحادي الاتجاه (méthode uniplex) عندما نغير عاملًا واحدًا فقط في الأمثلة و في طريقة (simplex) عندما نغير عدة عوامل في وقت واحد.

لقد أثبتت هذه الطرق فعاليتها في تحديد الاستجابة المثلى.

II. منهجية دراسة مخططات التجارب و بعض البرامج الرقمية المستخدمة:

II. 1 منهجية دراسة مخططات التجارب:

II. 1.1 مجمل الخطوات العلمية:

إن عملية دراسة مخططات التجارب يتطلب إتباع مجموعة من الخطوات المتتالية، والمتكاملة، والتي يمكن تلخيصها في الجدول 2-2:

الجدول (2-2) : الخطوات العلمية لإجراء وتحليل التجارب بطريقة مخططات التجارب (بربح محمد حافظ 2017)

رقم	الخطوة	المراحل المتبعة في كل خطوة
01	**صياغة المشكلة (Formulation de problème)**	ـ تعريف المشكلة ـ تحديد الأهداف ـ تحديد المداخيل: العوامل المدروسة ـ تحديد المعالجات

02	**اختيار إستراتيجية العمل**	ـ تحديد نوع التصميم ـ الهدف من التصميم : (optimisation ou criblage) ـ ضبط الصفة المختارة للدراسة بدقة ـ تحديد عدد المكررات (Nombre de Répétition) ـ تحديد دقة التجربة ووضع الفرضيات الإحصائية
03	**إجراء التجارب والقيام بالحسابات**	ـ القيام بالتحاليل والاختبارات اللازمة وفق البروتوكولات التجريبية المضبوطة لكل تجربة. ـ القيام بالحسابات بواسطة البرمجي الرقمي المختار.
04	**تحليل النتائج**	ـ تحليل رياضي ـ تحليل إحصائي ـ تحليل بياني ـ التصديق على الفرضيات ـ البحث عن حلول للمشاكل

II. 2.1 طرق وأساليب تحليل النتائج:

هناك طريقتان لتحليل نتائج مخططات التجارب متكاملان.

II. 1.2.1 التحليل الإحصائي (L'analyse statistique) : يهدف تحليل التباين إلى التمييز، في الاختلافات الشاملة للاستجابة، في الجزء الحادث بسبب التأثير الحقيقي لمعلمات الجزء العشوائي.

II. 1.1.2.1 بعض المفاهيم والمعايير الإحصائية

وتتمثل المعايير الإحصائية حسب (بربح محمد حافظ 2017) في :

أ)- الخطأ التجريبي Erreur expérimentale :

هو مقياس للاختلاف بين الوحدات التجريبية الموضوعة تحت تأثير المعالجة الواحدة، بمعنى هو عبارة عن التباين بين وحدتين تجريبيتين أخذت نفس المعالجة. و هو خطأ غير متحكم فيه، ويرجع إلى عدة أسباب منها: الصدفة أو عدم الدقة في التوزيع العشوائي للمعاملات أو عدم الدقة في القياس أو عدم الدقة في المقياس.

وهو مقياس إحصائي يقيس الاختلافات الموجودة بين العينات ومتوسط المجتمع، أو العينات وبعضها المأخوذ من المجتمع، ويقدر من المعادلة التالية :

$$\text{الخطأ القياسي} = \frac{\text{الانحراف القياسي}}{\text{الجذر التربيعي لحجم العينة}}$$

ب)- الفرضيات الإحصائية : الفرضية الإحصائية حسب (بربح محمد حافظ 2017) عبارة عن ترجمة أو تعبير عن أهداف التجربة بطريقة أو أسلوب رياضي، حيث يتم اختبار هذه الفرضيات الإحصائية من قبل الباحث ليتم رفضها أو قبولها. عند تحديد الفرضيات الإحصائية يتم تحديد ما يلي:

1. تحديد الفرضية الابتدائية : وهذه تسمى أحيانا فرضية العدم ويرمز لها بـ: H_0، وهي تنص حسب (حسام عثمان حسن الخطيب 2012) على عدم وجود أية فروق معنوية بين المعالجات المستخدمة.

2. تحديد الفرضية البديلة : ويرمز لهذه الفرضية بـ: H_1، وهذه الفرضية حسب (حسام عثمان حسن الخطيب 2012) تؤكد وجود فروق معنوية بين المعالجات في تأثيراتها وعادة توضع هذه الفرضية لتكون بديلة عن الفرضية العدمية في حال رفضها.

II. 2.1.2.1 تحليل التباين (ANOVA – analysis of variance):

وهو تحليل بيانات التجربة تحليلا إحصائيا يمكن بواسطة فصل الاختلافات الناتجة إلى المصادر التي يتحكم فيها الباحث والمعاملات المختلفة بالتجربة الناتجة عن عوامل الصدفة وذالك بهدف الحصول على نتائج دقيقة عن أهم العوامل المؤثرة على الصفة المدروسة، ومن ثم مقارنة تلك المصادر من الاختلافات على هيئة تباين اختبار F المعنوية. وسمي باختبار F نسبة إلى توزيع احتمالي شهير يسمى F Distribution والذي له تطبيقات عديدة في اختبارات الفروض. (حسام عثمان حسن الخطيب 2012)

أ)- تحليل التباين الأحادي (أكثر من مستوى واحد) ANOVA one-way :

تحليل التباين حسب (محمد بن محسن الشرحي، 2009) هو طريقة لاختبار معنوية الفرق، بين المتوسطات لعدة عينات بمقارنة واحدة، ويعرف أيضا بطريقة تؤدي لتقسيم لاختلافات الكلية لمجموعة من المشاهدات التجريبية لعدة أجزاء، للتعرف على مصدر الاختلاف بينها، ولذا فالهدف هنا هو فحص تباين المجتمع لمعرفة مدى تساوي متوسطات المجتمع ولكن لابد من تحقيق ثلاثة أمور قبل استخدامه وهي:

- العينات عشوائية ومستقلة.

مجتمعات هذه العينات كلها لها توزيع طبيعي.

- تساوي تباين المجتمعات التي أخذت منها العينات العشوائية المستقلة.

الهدف من تحليل التباين:

الهدف من التباين حسب (حسام عثمان حسن الخطيب 2012) في:

- دراسة تحليل اثر متغير أو أكثر من المتغيرات الوصفية على متغير كمي.
- المقارنة بين متوسطات مجموعات كل متغير من المتغيرات محل الدراسة.

ب)- مستوى المعنوية:

حسب (محمد بن محسن الشرحي 2009) هو المستوى الذي عنده يتم قبول الفرضية أو رفضها، لتحديد مدى معنوية المعاملات. ومن المستويات الأكثر شهرة في مجال الإحصاء مستوى 0.5%، 1%.

II. 2.2.1 التحليل البياني (L'analyse graphique) : أنه يعطي تمثيل بسيط للنتائج. يجعل من الممكن تصور تأثير المعلمات وتفاعلاتها.

نشير في ختام هذه الفقرة أن عملية تحليل البيانات واختبار الفروقات بين المتوسطات بإدخال المطلوب وتحليلها كان القيام بها بسهولة يدويا, إذا كان عدد العوامل ومستوياتها صغير ولكن كبر العدد فإن ذلك يشكل صعوبة ولكن مع وجود البرامج الرقمية الإحصائية في هذا المجال حلت المشكلة.

II. 3 بعض البرامج الرقمية المستخدمة :

يمكن تقسيم البرامج الرقمية التي يتم استخدامها في مجال مخططات التجارب حسب (بربح محمد حافظ 2017) إلى قسمين هما :

- برامج رقمية إحصائية متعددة الاستعمالات
- برامج متخصصة في تحليل مخططات التجارب فقط.

على سبيل المثال لا الحصر نذكر بعضها ملخصة في الجدول 2- 3:

الجدول (2-3) :أمثلة عن أنواع البرامج الرقمية المستخدمة (من إعداد الطالبتين)

البرنامج الرقمي		تعريف بسيط
نوع البرنامج	اسم البرنامج	
برامج عامة (متعددة الاستعمالات	SAS	هو مختصر لـ (Analysis System Statistical). يستخدم هذا البرنامج للقيام بمعظم التحليلات الإحصائية ، ولجميع التصميمات التجريبية (استكمال المناطق العشوائية ، العشوائية كاملة ، مربع اللاتينية وكذلك التجارب الواقعية). (بربح محمد الحافظ 2017)
	Minitab	هو برنامج متخصص في حسابات الانحدار والتحقق من الصحة أكثر من ذلك،والذي يسمح لنا بالحصول على المخططات الوقائعية التي تجمع الرسوم البيانية للتأثيرات الرئيسية ومخططات التفاعل. (Jacques Goupy ,2017)
	Statgraphics Centurion	هو برنامج الإحصاء. تم إنشاء هذا البرنامج في عام 1980 بواسطة Neil Polhemus، بلغة APL1. هذا هو برنامج نشرته شركة Statpoint Technologies، Inc

		(Jacques Goupy ,2016)
برامج متخصصة في مخططات التجارب	MODDE	هو برنامج متخصص فقط في تحليل تصميم التجارب يوفر طرق فعالة لتحسين وأمثلية (optimisation) العمليات. (بربح محمد الحافظ 2017)
	NEMRODW	هو برنامج باللغة الفرنسية مخصص حصرا لتصميم التجارب للحد من عدد العمليات، من خلال تحديد معايير تحكم عملية. (بربح محمد الحافظ 2017)

- البرنامج الذي استخدمناه في دراستنا : هو (Minitab 2018)

وهو برنامج إحصائي تجاري. تم تطويره بواسطة Minitab. لنظام التشغيل Windows فقط. تستخدمه الجامعات على نطاق واسع لتدريس الإحصاءات، ويوجهها المطورون بشكل خاص إلى الشركات من خلال إظهار نيتهم لجعلها أكثر فاعلية باستخدام طريقة "Six Sigma".

III. استعمالات مخططات التجارب :

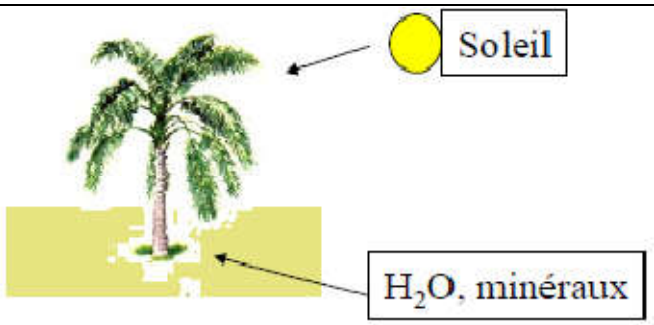
يمكن تقسيم استعمالات مخططات التجارب حسب (بربح محمد حافظ 2017) إلى قسمين أساسيين هما:

III. 1 التجارب الميدانية (أو الحلقية في مجال الزراعة) : وهي كثيرة وخاصة في ميدان الزراعة وتسمى التجارب الحقلية سواء كان ذلك في دراسة وتحليل نوعية وإنتاجية التربة وخصائص نبات أو شجرة معينة وكذلك في دراسة الإنتاج الحيواني من حيث النوعية والكم. ما يميز هذا النوع من التصاميم أن العوامل ودقتها لا يتحكم فيها الباحث بشكل كامل بل تخضع للمعطيات الميدانية والظروف المناخية المحيطة.

III. 2 التجارب المخبرية (المعملية): يتنوع استعمال هذا النوع من التجارب في مختلف المجالات الهندسية والصناعية , وهي تجارب دقيقة مقارنة بالتجارب الميدانية بحيث يستطيع الباحث أن يتحكم في العوامل ومختلف مستوياتها.(والعمل الذي قمنا به يندرج ضمن هذا النوع من التجارب).

والجدول 2-2 يبرز لنا بعض الأمثلة عن هذين النوعين وأهم العوامل المؤثرة ومجال استعمال كل منهما.

الجدول (2-4) :بعض الأمثلة عن نوعيي استعمالات مخططات التجارب(إعداد الطالبتين)

نوع التجارب	أمثلة (إبراز بعض العوامل المؤثرة)		المجال
التجارب الميدانية (أو الحلقية في مجال الزراعة)	طريقة عمل كائن حي Le fonctionnement d'un organisme vivant		الزراعة
التجارب المخبرية (المعملية)	تفاعل مركبات كيميائية La réactivité des composés chimiques	$A + B \rightarrow C + D$ T°, Pression, Catalyseur	الكيمياء الهندسة الكيمائية
	سلوك الفيزيائي لمادة Le comportement physique d'un matériau	 Adhérence du pneu dépend : T° Poids voiture Réglage suspensions, …	الفيزياء الصلبة ميكانيكا المواد والطاقويات

IV. بعض التطبيقات :

سنورد فيما يلي دراستين تمثل كل منهما نوع من النوعين المذكورين أعلاه:

العمل الأول: يتمثل في دراسة (ابتهاج حنظل التميمي 2012), تأثير إضافة نسب متوازنة من الأسمدة الكيميائية في نمو فسائل نخيل التمر صنف البرحي ,حيث حللت الباحثة البيانات المستخدمة في الدراسة »إحصائيا« كتجربة عاملية وبتصميم القطاعات العشوائية الكاملة للتجارب العاملية وبواقع ثلاثة قطاعات حيث مثلت النخلة الواحدة وحدة تجريبية واحدة وقد تم اختبار المتوسطات (RLSD) باستخدام اختبارات لفرق معنوي معدل عند (Revised least significant differences test) مستوى احتمال 5% لبيان تأثير عاملي كمية السماد وعمق الإضافة والتداخل بينهما في الصفات المدروسة لفسائل نخيل التمر صنف البرحي.

العمل الثاني:عبارة عن البحث المعنون بـ أمثلية العوامل المؤثرة في السلوك الحراري لسخان مائي شمسي بواسطة طريقة مخططات التجارب الذي قامت به (Slimani Hanane 2017) في والتي استخدمت

طريقة مخططات التجارب من خلال برنامج Minitab طبعة 17، لتحديد العوامل المثلى (التي يمكن السيطرة عليها مباشرة من قبل المستخدم) التي تؤثر على السلوك الحراري لسخان الماء الشمسي .

أمثلية الكسب الحراري تمت وفقا لمخططين عامليين كاملين، الأول 3^3 من سبعة وعشرين تجربة ، حيث قامت بالاختيار المناسب لثلاثة متغيرات (الوقت، التدفق وزاوية الانحناء), سهلة الشرح قادتنا للحصول مخططات التفاعلات (التداخل بين العوامل) ومخططات التأثيرات الرئيسية. المخطط الثاني 2^3 من ثماني تجارب، للكسب اللحظي ، تحقق بعد اختيار مناسب لثلاثة متغيرات (الإشعاع، والتدفق وزاوية الميل) سهلة الشرح كذلك أدت إلى الحصول على مخططات التفاعلات والتأثيرات الرئيسية بالإضافة لنموذج رياضي متعدد الحدود من الدرجة الأولى.

كما قامت بإعداد جهاز تجريبي سمح لها بتحقيق الأهداف المسطرة وفي مدة معقولة من الزمن، من خلال اختيار تركيب جمع بين ثلاثة سخانات شمسية متماثلة بثلاثة وضعيات مختلفة (20 °، 30 ° و40°) وذلك توفيرا للوقت.

النتائج التي تم الحصول عليها وتحليلها في هذه الدراسة أسفرت على الظروف المثلى التالية: زاوية ميل 30 ° , الفترة ما بعد الظهر.

الفصل الثالث

المعالجة الهيدروحرارية لتمور الدقلة نور الجافة بواسطة الاماهة والتجفيف

(طرق وأساليب تحليل المعطيات)

الفصل الثالث: المعالجة الهيدروحرارية لتمور الدقلة نور الجافة بواسطة الاماهة والتجفيف (طرق وأساليب تحليل المعطيات)

مدخـــل:

إن عملية المعالجة الهيدروحرارية (الإنضاج الاصطناعي) لتمور الدقلة نور الجافة ونصف الجافة (الصيفي) هذه الفئة التي تصل نسبتها في بعض السنوات الحارة والجافة، أكثر من 20 % من المحصول، وقد تتجاوز ذلك إلى 50 % في بعض المواسم الحارة جدا، وهذا يعتبر خسارة اقتصادية بكل المقاييس. هذه العملية تعرف في أغلب المراجع بترطيب التمور الجافة، وتحويلها إلى تمور تجارية يمكن تسويقها كثمار درجة أولى نسبة الرطوبة بها تقترب من نسبة الرطوبة التجارية لصنف الدقلة نور درجة أولى حسب المعايير الدولية (26 % على أساس رطب).

تتم هذه العملية عادة، بواسطة الترطيبب حيث تمر العملية بمرحلتين أساسيتين وهما: تغميس التمر لمدة حوالي 06 ساعات في الماء الطبيعي في الحرارة المعتادة، ثم يترك لمدة استرخاء، ليوجه بعدها إلى أنفاق المعالجة بالبخار (التفوير)(Etuvage) .

لكن هناك طريقة تختلف نوعا ما عن الطريقة السابقة وهي طريقة تزاوج بين الإماهة و التجفيف قام بها بعض الباحثين كبحث (Boubekri et al., 2010) حيث قام بترطيب عينات من الدقلة نور النصف الجافة في الماء الساخن في درجات 25, 45 و65 أتبعها بالتجفيف بالحمل بواسطة الهواء الساخن في درجات 35, 45, 60, 75 و 85 درجة مئوية في مستويات مختلفة من الرطوبة ومن خلال تحقيق تجريبي استعمل فيه مجفف اتفاقي ,حدد القيم المثلى للعوامل التي تحدد بدقة جودة ونوعية المنتوج من قياس صلابة نسيج التمر المعالج وكذا لونه ونسب الرطوبة فيه ونسب السكريات الأحادية والثنائية ومقارنتها بمقاييس الجودة الدولية [ONU-CEE DF-08]. في حين نجد دراسات مماثلة اعتمدت نفس المنهج لكن استعملت مجففات شمسية كدراسات (Chouicha Samira et al., 2010, 2014, 2017)

سنقوم في هذا الفصل بشرح طرق المعالجة وفق طريقة المعالجة بالإماهة فالتجفيف وعرض المعطيات المتعلقة بالتجفيف الشمسي التي تحصلت عليها (Chouicha Samira et al., 2010, 2014, 2017)

والتي سنقوم باستغلالها للبحث عن الشروط المثلى للحصول على أعلى مكسب من الماء , اعتمادا على طريقة مخططات التجارب.

I. المواد والطرق :

في هذه لفقرة سنقوم بشرح الأليات العملية المتبعة من طرف الباحثة (Chouicha Samira et al., 2010, 2014, 2017)

I. 1 اختيار وتحضير العينات:

أجرت الباحثة دراساتها خلال عدة مواسم زراعية, بمخبر تطوير الطاقات الجديدة والمتجددة بالمناطق الجافة والصحراوية **L.E.N.R.E.Z.A** بجامعة قاصدي مرباح بورقلة,

عينات التمر المستعملة في التجارب من نوع الدقلة نور, جنيت في شهر أكتوبر من واحات نخيل في ورقلة وغرداية بالجنوب الشرقي الجزائري.

تحضير العينات قبل بدء التجارب يمر بثلاث مراحل :

- الفرز اليدوي لإزالة الثمار المهرسة أو السوداء, مما يسمح باختيار الثمار السليمة و المتجانسة في الحجم, واستبعاد التمور المتضررة في الحصة الكلية من هذه التمور, تتبع بعملية فرز ثانية لاختيار الثمار الجافة (صنف فرازة) المراد دراستها,والتي يتم مجانستها مرة ثانية في حصص بمقاييس منتظمة, وما يبرر اختيار هذا النوع (تمور دقلة نور الجافة) وفرتها على مستوى السوق الوطنية، وسهولة الحفاظ عليها.

- ترطيب العينات بالتغميس في حمام مائي منتظم الحرارة يحتوي على الماء المقطر (T = 30 درجة مئوية) حتى الحصول على عينات محتواها الرطوبي يقارب 0.5 kg من الماء للكيلوغرام من المادة الجافة $X_h = 0.5kg\ H_2O/kg\ Ms$.

- حفظ العينات الموزعة على حصص في أكياس بلاستيكية في درجة حرارة 4°C+, لتجنب إعادة الاماهة لتفاعل السكريات (A. Belarbi 2001, A. Boubekri et al. 2010, Kolawole O. et al. 2007, S. Chouicha et al. 2010 ; 2014,).

I. 2 وصف أنظمة التجفيف الشمسي

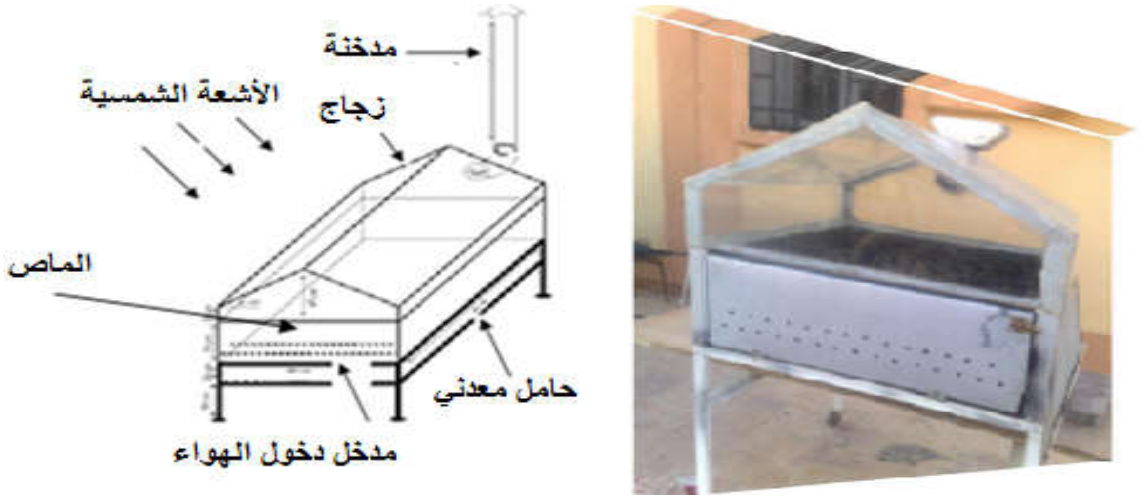
الأجهزة التجريبية التي أجرت عليها الباحثة (Chouicha Samira) دراساتها التجريبية هما نظامان للتجفيف الشمسي يعملان بالحمل القسري؛ مجفف شمسي مباشر، ومجفف غير مباشر تم تصميمهما من طرف فريق تحويل الطاقة التابع لمختبر (LENREZA).

I. 1.2 المجفف الشمسي المباشر :

I. 1.1.2 مكوناته : يتشكل هذا المجفف شكل (3-1) من مجموعة من الأقسام أهمها:

أ). غرفة التجفيف : تتكون من ستة ألواح زجاجية بسماكة 4 mm، لوحتان منهما تميلان بزاوية 31.57، اثنان موضوعتان في الجزء الأمامي والخلفي من المجفف واثنان في الأجزاء الجانبية من المجفف، ترتكز الألواح الزجاجية الأربعة الأخيرة على صفيحة معدنية مجلفنة galvanisé (سمكها = 0.5 mm) وهي معزولة حرارياً بالبوليسترين (polystyrène). وتمثل اللوحة الموجودة في أمام المجفف, باب الغرفة وهي مثقوبة بواسطة صفوف من الثقوب قطر كل منها 1 cm والمسافة المحورية تساوي (d= 5 cm). تتكون قاعدة الغرفة من صفيحة مجلفنة (galvanisé) مفصولة بالبوليستيرين واحدة من اللوحات مصبوغة باللون الأسود وتعتبر كغرفة امتصاص (absorbeur). يتموضع غرفة التجفيف على دعامة معدنية، ويتم ترتيب التمر المراد تجفيفه داخل هذه الحجرة على رف، هذا الأخير موضوع على ميزان الكتروني من نوع Enver (موجودة أسفل الغرفة) بدقة 0.1.

ب). المدخنة : مدخنة المجفف عبارة عن أسطوانة فولاذية مجلفنة (galvanisé) يبلغ ارتفاعها 1 m وقطرها 10 cm، وهي تعمل كشافط (un aspirateur) للهواء الرطب نحو الخارج.



الشكل (3-1): المجفف الشمسي المباشر

I. 2.1.2 تشغيل المجفف الشمسي المباشر : يمر الإشعاع الشمسي عبر الغطاء الشفاف ويضر بالمنتج مباشرة، ويأتي الهواء النقي من الخارج ويخترق الثقوب، والتلامس الهواء بين الماص (الأسود) وكذلك النقل الحراري يزيدون من درجة حرارة الهواء بواسطة تأثير الاحتباس الحراري الذي يضمن تجفيف المنتج، تقوم مروحة التهوية الموضوعة، بسحب هواء التجفيف وتعمل على إخلائه من خلال المدخنة.

I. 2.2 المجفف الشمسي غير المباشر :

I. 1.2.2 مكوناته : يتشكل هذا المجفف شكل (3-2) من مجموعة من الأقسام أهمها:

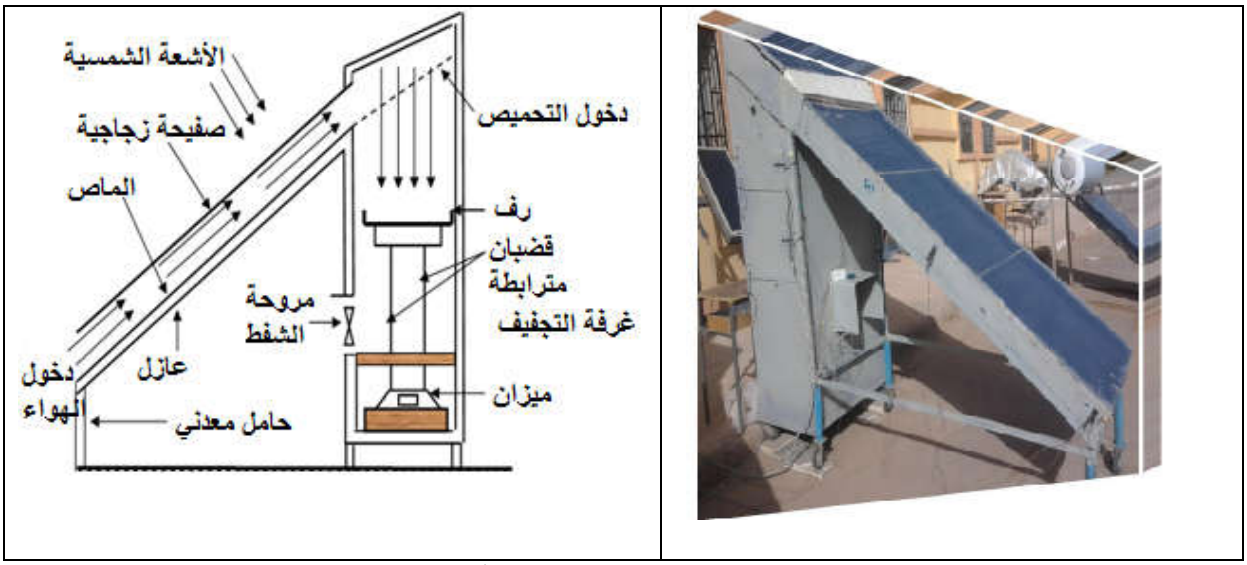
أ). غرفة التجفيف : غرفة التجفيف شكلها متوازي المستطيلات(الارتفاع 1.60 m، الطول 0.7 m والعرض 0.6 m). الجدران الخارجية مصنوعة من صفائح معدنية مجلفنة مع عزل داخلي بالبوليسترين. عند مدخل غرفة التجفيف، يتموضع ورقة مجلفنة أخرى لمنع الفروق في درجة الحرارة بين مخرج المستشعر (la sortie de capteur) ومدخل غرفة التجفيف، وهناك أيضًا مقاومات الطاقة الكهربائية 1500 kw = P. التي يتم التحكم فيها بواسطة thermostat. يتموضع جهاز التسخين هذا عند مدخل غرفة التجفيف لتسخينه.

تسمح مروحة الشفط ذات العلامة التجارية (FA-30) (سرعة 1400 = V_{vtl} دورة في الدقيقة، والتدفق الحجمي = 25 m^3 / دقيقة) بالدوران القسري للهواء بمعدل تدفق قابل للتعديل.

يتم وضع المنتج الذي يتم تجفيفه فوق الرف والشكل المستطيل المصنوع من شبكة من الأسلاك المجلفنة.

ب). وحدة إنتاج الهواء الساخن :

تتكون من مجمّع شمسي مستوي للهواء مع تزجيج بسيط (à simple vitrage) لكل منهما، بمساحته 2 m^2 ويميلعند31 درجة (خط العرض لمدينة ورقلة) بالنسبة للمستوى الأفقي وموجه نحو الجنوب. الماص مصنوع من صفائح مجلفنة مصبوغة باللون الأسود. العزل الحراري، بسمك 50 mm، مصنوع من البوليسترين والزجاج عبارة عن الزجاج العادي .



الشكل (3-2) : المجفف الشمسي غير المباشر

I. 2.2.2 تشغيل النظام الشمسي غير المباشر :

يتم تسخين الهواء النقي القادم من الخارج سلفا في المجمع الشمسي، الاتصال الماص للهواء، والنقل بالحمل وكذلك يحير les chicanes تسمح برفع درجة حرارة الهواء. يصل هذا الأخير إلى مدخل غرفة التجفيف وقبل المرور عبر الحامل، يتم تسخين الهواء بواسطة مصدر حراري إضافي الذي يوفر، إذا لزم الأمر، طاقة إضافية لضمان درجة حرارة تجفيف عالية. الماص يمتص هواء التجفيف الذي يمر عبر الحامل، وإخلائه إلى الخارج.

I. 3 القياسات التجريبية

أهم القياسات التجريبية التي قامت بها الباحثة في دراساتها التجريبية على المجففات من النوع المباشر وغير المباشر، هذه الدراسات التي أخذنا منها مجموعة من المعطيات، وظفناها في دراستنا كما سبق الإشارة إليه سابقا، تتكون في القياسات المنهجية التالية:

• الإشعاعات الإجمالية (globals rayonnements) المستقبلة على اللاقط المستوي بواسطة مقياس شمسي يسمى (solarimètre)، يتم عرض النتائج التي تم الحصول عليها.بواسطة جهاز ذو عارض رقمي.

• درجات الحرارة باستخدام المزدوجات الحرارية (des thermocouples) من نوع K في مدخل ، وفي مخرج اللاقط الشمسي، للوسط المحيط du milieu ambiant (الخارج) ، وعلى مستوى المنتج المراد تجفيفه. قبل الرف (la claie) الذي يحمل المنتج المراد تجفيفه.

• الرطوبة النسبية HR داخل المجفف الشمسي وفي المحيط الخارجي باستخدام جهاز لقياس الرطوبة (hygromètre) مرتبط بعارض رقمي بعلامة testo 645.

• وزن منتظم لعينات المنتج المراد تجفيفه ا باستخدام ميزان بدقة 0.1g.

II. أساليب معالجة البيانات :

في دراستنا سنتناول بالدراسة نقطتين تتعلق بعض العوامل التي تؤثر على التجفيف الشمسي لتمور الدقلة نور المرطبة بواسطة التغميس في الماء وهم:

- تأثير نوع المجفف ومدة التجفيف على كسب الماء (X_0/X) في العينة المراد تجفيفها.
- تأثير درجة حرارة وسرعة هواء التجفيف على الزمن اللازم للوصول إلى المحتوى الرطوبي الأمثل (35% على أساس صلب).

II. 1تأثير نوع المجفف ومدة التجفيف على كسب الماء في العينة المراد تجفيفها:

من أجل إيجاد الشروط المثلى لعملية تجفيف تمور الدقلة نور المرطبة بواسطة التغميس في الماء، وإبراز وتأكيد دور كل من نوع المجفف وكذا مدة التجفيف،اعتمدنا مخططين عاملين, الأول للمقارنة

بين مجففين حسب طريقة تسخين الهواء (مباشر وغير مباشر) وحسب طبيعة حركة هواء التجفيف (طريقة حمـــل الحراري : قسري, طبيعي) , أما الثاني فكان كذلك لملاحظة تأثير مدة التجفيف في حالة مجفف غير مباشر.

II. 1.1المخطط الأول: عبارة عن مخطط عاملي للتجارب ذو عاملين (العوامل المذكورة أعلاه والموضحة أسفله) بمستويين لكل عامل كما ملخص في الجدول 3-2.

العامل الأول (U_1) :تصنيف المجففات 1: مجفف غير مباشر, مجفف غير مباشر.

العامل الثاني (U_2) : تصنيف المجففات 2: بمستويين, ذو الحمل الطبيعي , ذو الحمل القسري

II. 2.1المخطط الثاني: عبارة عن مخطط عاملي للتجارب ذو عاملين(العوامل المذكورة أعلاه والموضحة أسفله) بستة مستويات للعامل الأول وبمستويين للعامل الثاني كما هو موضح أسفله وملخص كذلك في الجدول 3-1.

العامل الأول (U_1) :نوع المجفف: مجفف غير مباشرذو الحمل الطبيعي ، مجفف غير مباشرذو الحمل القسري.

العامل الثاني (U_2) : مدة (زمن) التجفيف (t).بست قيم (2,سا4, 6, 8 , 10 و12 ساعات)

الجدول(3-1) :مجال التجارب للمخطط الأول

	العامل	عدد المستويات	المستوى
U_1	1تصنيف التجفيف	2	مباشر
			غير مباشر
U_2	2تصنيف المجفف	2	الحمل الطبيعي
			الحمل القسري

الجدول(3-2):مجال التجارب بالمخطط الثاني

	العامل	عدد المستويات	المستوى
U_1	مدةالتجفيف	6	2 4 6 8 10 12 (سا)
U_2	نوع المجفف	2	مباشر
			غير مباشر

يمكن ترجمة المعطيات (القيم الفيزيائية لمستويات مختلف للعوامل) من قيم حقيقية إلى قيم ممركزة صغيرة (Valeurs centrées réduites) في جدول يسمى مصفوفة التجارب (الجدول 3-3) من خلال عملية الترميز (Sandrine KARAM, 2004) الموضحة أسفله:

$$X_i = \left[\frac{u_i-(u_{max}+u_{min})}{2}\right] / \left[\frac{u_{max}-u_{min}}{2}\right] \qquad (3\text{-}1)$$

حيث:

$\mathbf{X_i}$: متغيرمشفر(variable codé)

$\mathbf{u_i}$: متغيرحقيقي (القيم الفيزيائية)

$\mathbf{u_{max}}$: القيمة القصوى لمستوى المتغير u

$\mathbf{u_{min}}$:القيمة الدنيا لمستوى المتغير u

ـ مصفوفة التجارب:

يمكن تجميع كل عناصر التجارب في جدول يسمى مصفوفة التجارب كما هو موضح أسفله في الجدول 3-3, 3-4 للمخططين الأول و الثاني:

الجدول 3-3 : مصفوفة التجارب للمخطط الأول

N°exp	x_1	x_2	Y
1	-1	-1	Y_1
2	-1	+1	Y_2
3	-1	-1	Y_3
4	-1	+1	Y_4

الجدول (3-4) : مصفوفة التجارب للمخطط الثاني

N°exp	x_1	x_2	Y
1	-1	-1	Y_1
2	-1	+1	Y_2
3	-1	-1	Y_3
4	-1	+1	Y_4
5	-1	-1	Y_5
6	-1	+1	Y_6
7	+1	+1	Y_7
8	+1	-1	Y_8
9	+1	+1	Y_9
10	+1	-1	Y_{10}
11	+1	-1	Y_{11}
12	+1	+1	Y_{12}

II. 2 تأثير درجة حرارة وسرعة هواء التجفيف على الزمن اللازم للوصول إلى المحتوى الرطوبي الأمثل:

من أجل تعين تأثير عوامل هواء التجفيف على حركية التجفيف للمنتج المراد دراسته بالطريقة السالفة الذكر، اعتمدنا مخطط عاملي للتجارب ذو عاملين (درجة الحرارة، السرعة) بثلاث مستويات لكل منهما كما هو موضح أسفله وملخص كذلك في الجدول 3-5.

العامل الأول (U_1) :درجة الحرارة(T): 50 , 55, 60

العامل الثاني (U_2) :سرعة هواء التجفيف (V).بخمس قيم (0.75 ,1.5 , 2.25)

ملاحظة: في هذه الحالة اعتمدنا المعطيات المتحصل عليها بواسطة مجفف شمسي غير مباشر ذو الحمل القسري هجين (مزود بمقاومة كهربائية) للحصول على درجات حرارة ثابتة.

الجدول3-5: مجال التجارب للمخطط الثالث

	العامل	عدد المستويات	المستوى
U_1	درجة الحرارة	3	50
			55
			60
U_2	سرعة هواء التجفيف	3	0.75
			1.5
			2.25

ـ مصفوفة التجارب:

يمكن تجميع كل عناصر التجارب في جدول يسمى مصفوفة التجارب بنفس الطريقة السابقة كما هو موضح أسفله في الجدول3-6:

الجدول 3-6: مصفوفة التجاربللمخطط الثالث

N°exp	x_1	x_2	Y
1	-1	-1	Y_1
2	-1	0	Y_2
3	-1	+1	Y_3
4	0	-1	Y_4
5	0	0	Y_5
6	0	+1	Y_6
7	+1	-1	Y_7
8	+1	0	Y_8
9	+1	+1	Y_9

$$y = b_{0+}\sum_{i}^{k} b_i x_i + \sum_{ij} b_{ij} x_{ij} \qquad (3-2)$$

بحيث:

y: الاستجابة المتوقعة بواسطة النموذج (Réponse prédite par le modèle)

b_0 : ثابت النموذج يستجيب لمتوسط نتائج القياس.

X_i : العامل « i ».

b_i:تأثير العامل« i ».

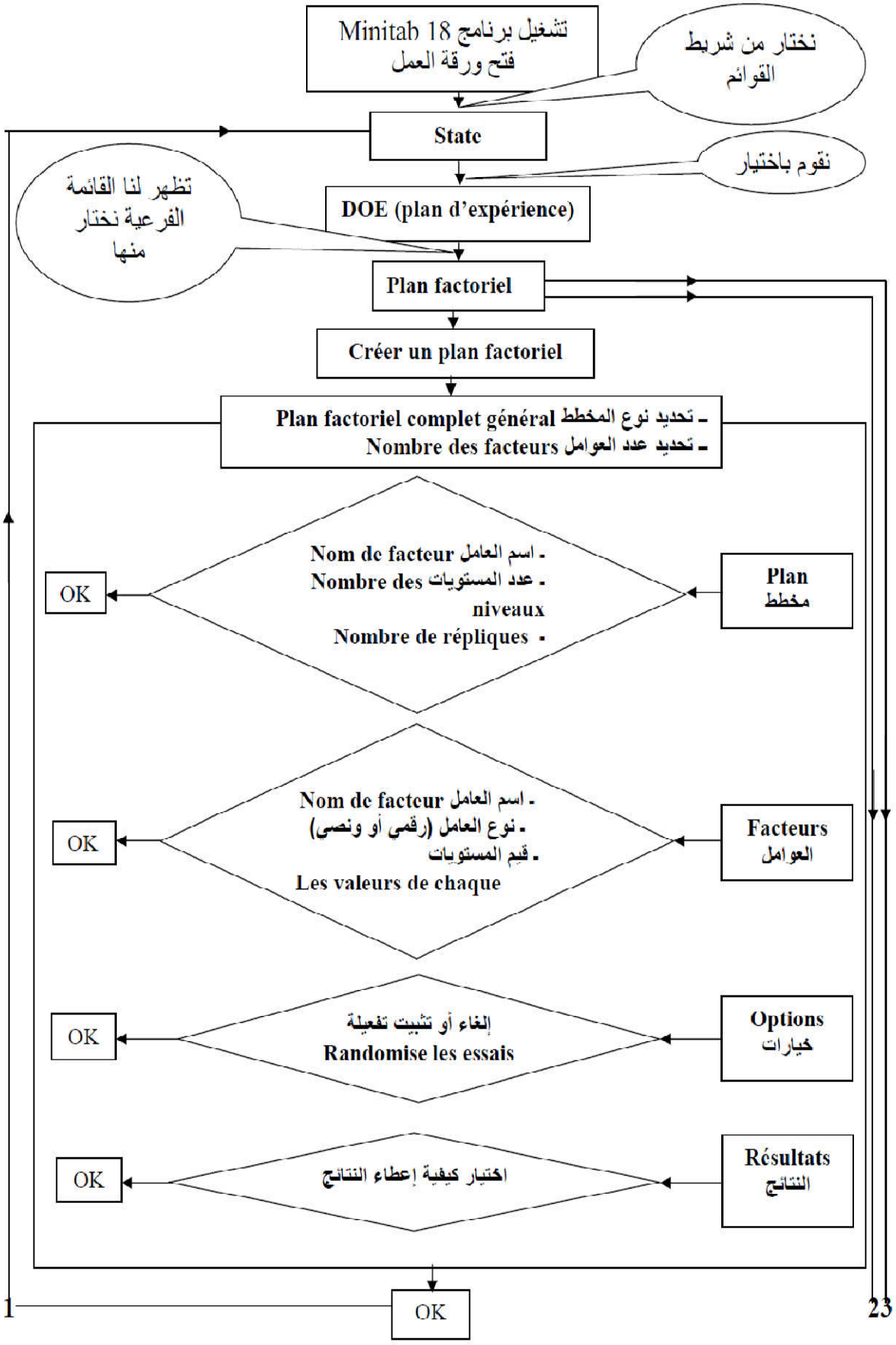
k:عدد العوامل المدروسة.

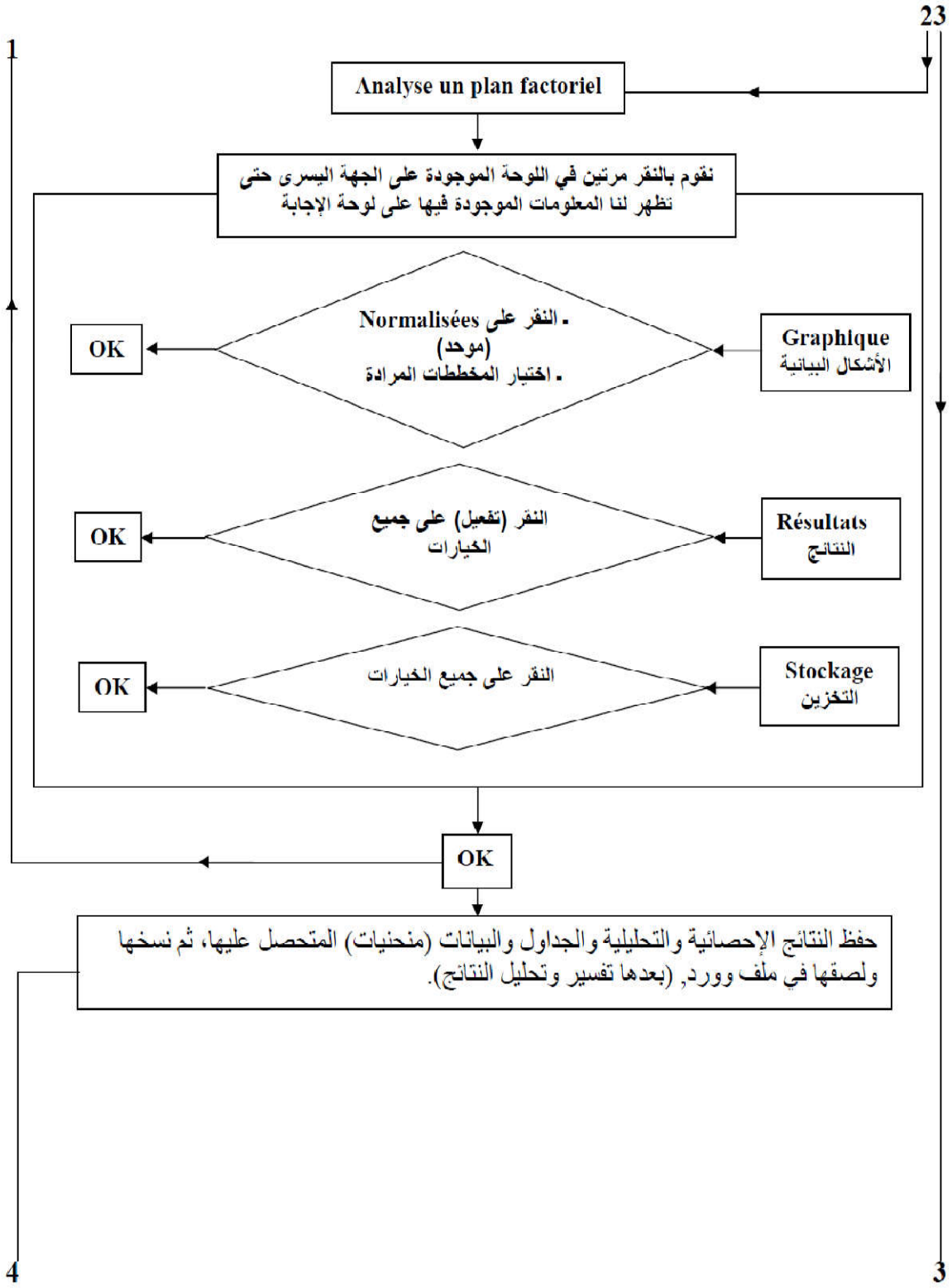
b_{ij} : تأثير التداخل (التفاعل) العاملين Xi Xj

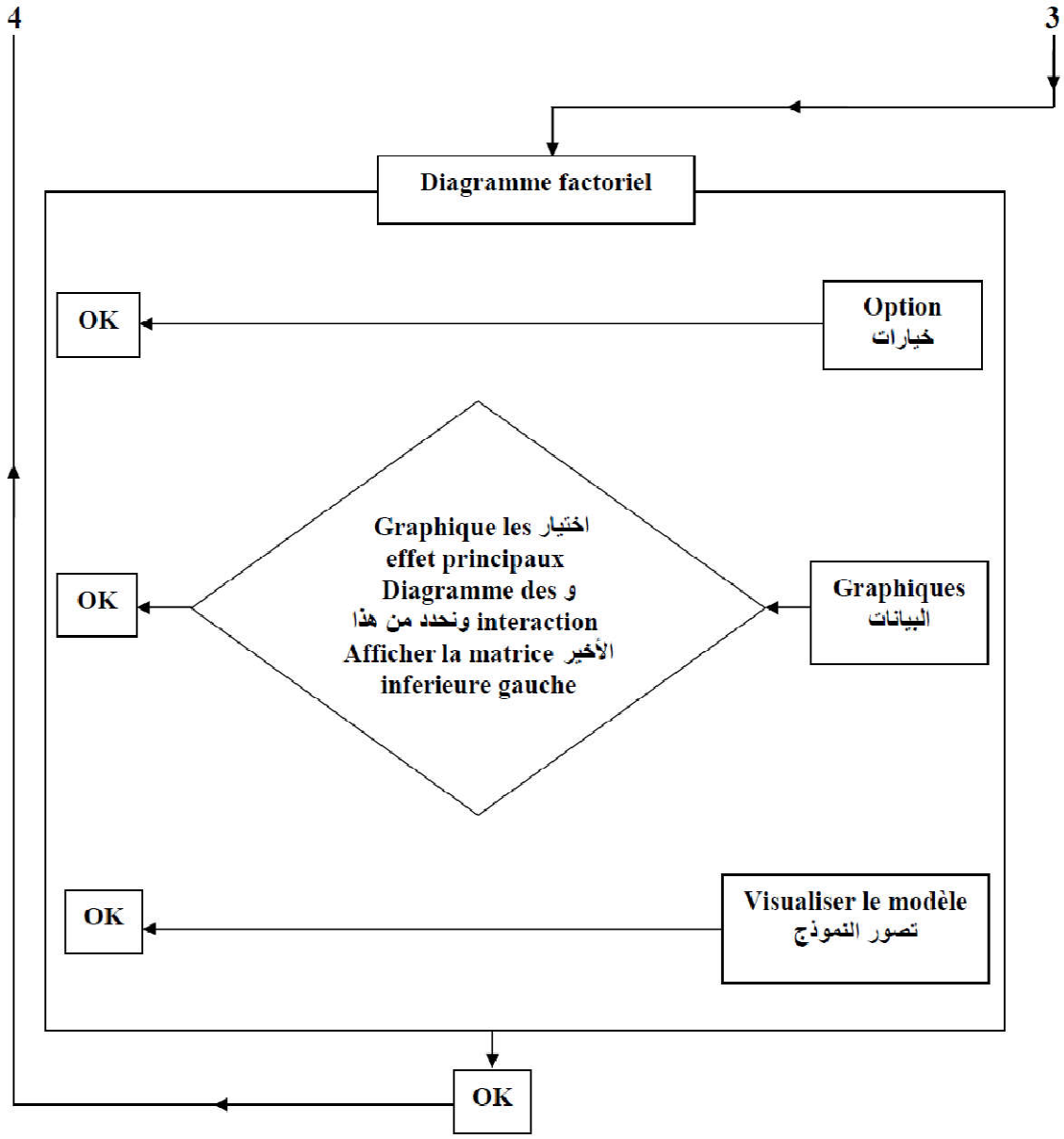
بناءا على هذه التحاليل يمكن كتابة معادلتي المخطط الثاني كما يلي:

$$y_1 = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + +b_{12}x_1x_2 \qquad (\mathbf{3-3})$$

للإشارة تحليل المعطيات و النتائج, تم باستعمال برامجي خاص بمخططات التجارب (Minitab 2018).هذا البرامجي فعال (performant), وفق الخطوات المشروحة في المخطط التنظيمي الشكل 3-3.


تشغيل برنامج Minitab 18
فتح ورقة العمل
نختار من شريط القوائم
State
نقوم باختيار
تظهر لنا القائمة الفرعية نختار منها
DOE (plan d'expérience)
Plan factoriel
Créer un plan factoriel
Plan factoriel complet général ـ تحديد نوع المخطط
Nombre des facteurs ـ تحديد عدد العوامل
Nom de facteur ـ اسم العامل
Nombre des niveaux ـ عدد المستويات
Nombre de répliques ـ
OK
Plan مخطط
Nom de facteur ـ اسم العامل
ـ نوع العامل (رقمي أو نصي)
ـ قيم المستويات
Les valeurs de chaque
OK
Facteurs العوامل
إلغاء أو تثبيت تفعيلة
Randomise les essais
OK
Options خيارات
اختيار كيفية إعطاء النتائج
OK
Résultats النتائج
OK
1
23


23
1
Analyse un plan factoriel
نقوم بالنقر مرتين في اللوحة الموجودة على الجهة اليسرى حتى تظهر لنا المعلومات الموجودة فيها على لوحة الإجابة
Graphique
الأشكال البيانية
- النقر على Normalisées (موحد)
- اختيار المخططات المرادة
OK
Résultats
النتائج
النقر (تفعيل) على جميع الخيارات
OK
Stockage
التخزين
النقر على جميع الخيارات
OK
OK
حفظ النتائج الإحصائية والتحليلية والجداول والبيانات (منحنيات) المتحصل عليها، ثم نسخها ولصقها في ملف وورد, (بعدها تفسير وتحليل النتائج).
4
3



الشكل (3-3) : مخطط يلخص أهم خطوات إنجاز مخططات التجارب بواسطة برنامج Minitab 2018 **(من إعداد الطالبتين)**

الفصل الرابع: معالجة البيانات وتحليل ومناقشة النتائج

الفصل الرابع: معالجة البيانات وتحليل ومناقشة النتائج

مدخـــل:

في هذا الفصل سوف نقوم بعرض جداول مخططات التجارب بالقيم التجريبية، هذه القيم التي سنقوم بإدراجها في العمود المخصص بها في مصفوفة التأثيرات الخاصة بكب مخطط من المخططات الثلاثة إلي شرحناها في الجزء الثاني (الفقرة) من الفصل الثالث, بعدها سنقوم بمعالجة المعطيات بواسطة البرنامج الرقمي Minitab 18, وفق الخطوات العملية التي وضحناها في المخطط التنظيمي (الشكل 3-7) فحصلنا بعدها على مجموعة من النتائج ويتعلق الأمر بدراسة :

ـ تأثير كل من مدة التجفيف ونوع المجفف على قيمة كسب الماء (المحتوى الرطوبي / المحتوى الرطوبي الابتدائي) في حالتين , الأولى للمقارنة بين مجففين حسب طريقة تسخين الهواء (مباشر وغير مباشر) وحسب طبيعة حركة هواء التجفيف (طريقة حمـــل الحراري : قسري, طبيعي)خلال التجفيف في مجففين مباشر وغير مباشر (الحمل القسري), بينما الحالة الثانية خصصنها لمجفف غير مباشر في حالتي الحمل الطبيعي والقسري لملاحظة تأثير مدة التجفيف في حالة مجفف غير مباشر.

ـ سرعة ودرجة حرارة هواء التجفيف على قيمة كسب الماء خلال التجفيف في مجفف غير مباشر (الحمل القسري هجين أي مزود مصدر إضافي للطاقة).

ومن خلال النتائج المتحصل عليها، سنحاول وبعد الشرح والتفسير, إيجاد بعض المعلمات المثلى التي تتيح لك الحصول على أفضل معالجة لتمور الدقلة نور الجافة بواسطة المجففات الشمسية.

I. عرض المعطيات التجريبية المجملة :

كما سبق ذكره فإن المعطيات التي قمنا باستغلالها مأخوذة من مجموعة من التجارب للباحثة (Chouicha Samira) والتي قامت بها سنة 2016 في إطار إعداد رسالة الدكتوراه التي نافشتها سنة 2019

المجفف غير المباشر القسري

temps	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	0,515	0,505	0,50	0,485	0,478	0,46	0,455	0,448	0,44	0,438	0,431	0,425	0,42

المجفف غير المباشر الطبيعي

temps	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	0,551	0,535	0,525	0,50	0,48	0,46	0,44	0,425	0,415	0,40	0,38	0,375	0,365

المجفف غير المباشر الطبيعي

Temps	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X	0,50	0,472	0,43	0,38	0	0	0	0	0	0	0	0

المجفف غير المباشر القسري

temps	0	1	2	3	4	5	6	7
X	0,50	0,475	0,41	0,37	0,32	0,26	0,21	0,12

الجدول (4-1) : مستخلص القيم التجريبية التي قمنا باستغلالها في عملنا

الشروط المتوسطة للتجارب التي أجريت فيها التجارب في جوان 2016 (الجدول 4-2)

الجدول (4-2) : درجات الحرارة الدنيا والقوى التي أجريت فيها التجارب

نوع المجفف	درجة الحرارة الدنيا	درجة الحرارة القصوى
مجفف شمسي مباشر ذو الحمل الطبيعي	48.2	68
مجفف شمسي مباشر ذو الحمل القسري	36	54.2
مجفف شمسي غير مباشر ذو الحمل الطبيعي	38.6	42.1
مجفف شمسي غير مباشر ذو الحمل القسري	34.7	46.2

II. عرض المسائل و تحليل النتائج:

II. 1 تأثير نوع المجفف ومدة التجفيف على كسب الماء في العينة المراد تجفيفها :

الحالة الأولى : مقارنة بين أنواع المجففات وفق تصنيفين : في هذه الحالة سنقوم بالمقارنة بين مجففات من زاويتين ونبرز التداخل بين الحالتين :

التصنيف الأول (classe 1) :حسب طريقة تسخين الهواء (مباشر وغير مباشر)

التصنيف الثاني (classe 2) :وحسب طبيعة حركة هواء التجفيف (طريقة حمـــل الحراري : قسري, طبيعي)

الاستجابة : الزمن اللازم للوصول إلى المحتوى الرطوبي المثالي (بالساعة)

من خلال جداول المعطيات التجريبية قمنا بملأ عامود الاستجابة (الزمن بالساعة) الجدول 4-3

الجدول (4-3) : مصفوفة التأثيرات للمخطط الأول

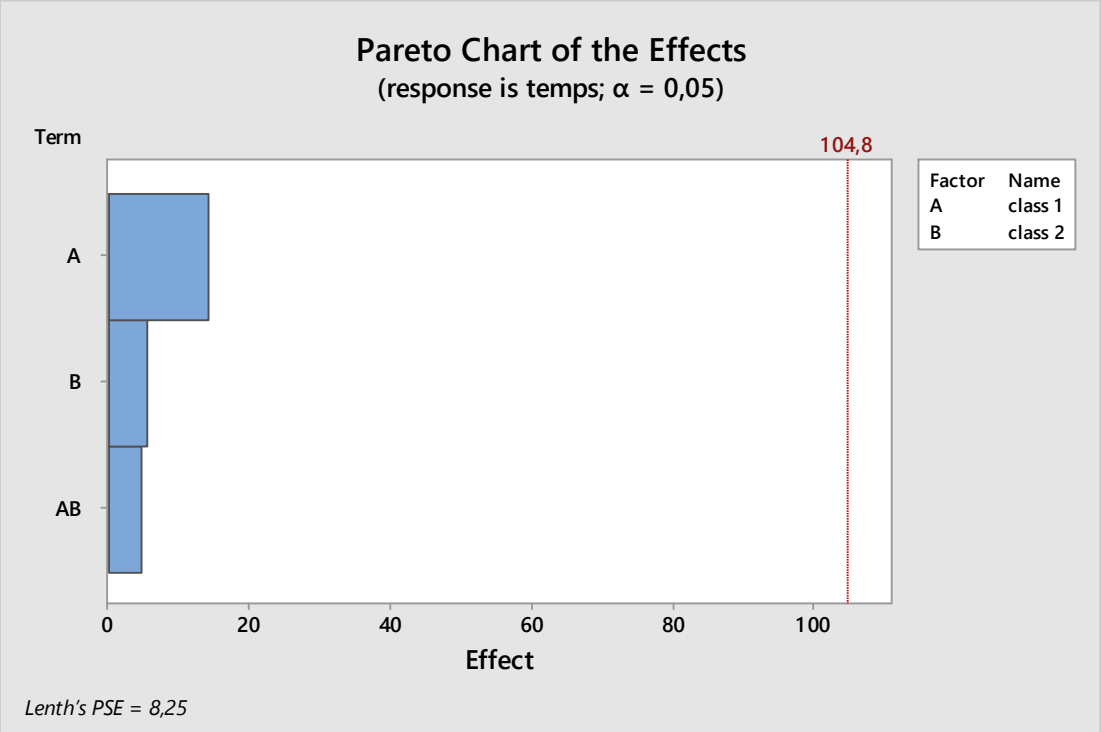
N°exp	x_1	x_2	x_1x_2	Y(h)
1	-1	-1	+1	2,5
2	+1	-1	-1	12
3	-1	+1	-1	3,5
4	+1	+1	+1	22

انطلاقا من المخطط العاملي الأول ومصفوفة التجارب اللذان تم إنشائهما وباستعمال البرنامج الرقمي (**Minitab Version 2018**) وفق الخطوات المشروحة في المخطط الهرمي 3-6، هذا البرنامج الذي يسمح كما سبق الإشارة إليه بمعالجة المعطيات والتصديق عليها، وأكثر من ذلك يسمح لنا بالحصول على المخططات التوضيحية التي تجمع بين الرسوم البيانية للتأثيرات الرئيسية وتأثيرات التدخلات (التفاعل) والتي قمنا بفحصها. حصلنا في حالتنا هده على النتائج التالية :

النموذج الرياضي:

يمكن كتابة دالة الاستجابة الملائمة عبارة عن كثير حدود من الدرجة الأولى بالنسبة لكل عامل من العوامل غير المرتبطة. يمكن أن نكتبها على الشكل التالي :

$$temps = 10{,}00 + 7{,}000\ class\ 1 + 2{,}750\ class\ 2 + 2{,}250\ class\ 1*class\ 2 \quad (4\text{-}1)$$



الشكل (4-1) : التمثيل البياني لجميع التأثيرات للاستجابة الأولى (الزمن الأمثل)

حيث:

A : التصنيف الأول

B : التصنيف الثاني

AB : التداخل بين التصنيفين

يوضح الشكل 4-1 و المعادلة (4-1) تأثيرات التفاعل بين العاملين الموجودة في منطقة الرفض، مما يعني أن آثارها ضعيف.

قيم التأثير الرئيسية للعامل الأول (التصنيف الأول) ذو قيمة موجبة (7.00) مع القيم المنخفضة للعامل الثاني (التصنيف الثاني) والتي قيمتها تساوي (2.750) بالتقريب قيمة تأثير التداخل بين العاملين (2.250). وهذا ما يبرز أن طريقة تسخين الهواء (مجفف مباشر أو غير مباشر) تلعب دور محوري في سرعة التجفيف أي الوصول في قصر ومحتوى رطوبي أمثل (% 35) وذلك باستعمال المجفف المباشر, كما أن قيمة تأثير التداخل تبرز أيضا العلاقة التي تربط المجفف المباشر ونوع الحمل فإذا كان الحمل طبيعي زادت السرعة أيضا وهذا ما يؤكد نفس الملاحظات التي استخلصناها من بعض الدراسات السابقة (Boubekri et al., 2010, Chouicha Samira et al., 2010, 2014, Manouch D. et al., 2014) فقط أن جل هذه الدراسات وأخرى تؤكد أنه من الناحية العملية خاصة في حالة تجفيف المنتجات الفلاحية الزراعية يستحسن استعمال المجففات الغير مباشرة بالحمل القسري لتجنب احتراق المنتوج والحمل القسري يسمح بالسريان المتجانس لهواء التجفيف مما يمكننا من الحصول على منتوج ذو نوعية رفيعة.

الحالة الثانية :

لمزيد من التوضيح لدور تأثير طبيعة حركة هواء التجفيف (طريقة حمـــل الحراري : قسري , طبيعي) وتداخلها مع الزمن وبالضبط لمجفف غير مباشر الذي اشرنا في الفقرة السابقة أنه أكثر من خلال مخطط عاملي للتجارب ذو عاملين (نوع المجفف,الزمن) وبمستويين للعامل الأول(حمـــل الحراري : قسري , طبيعي) وبست مستويات للعامل الثاني (2,سا 4, 6, 8 , 10 و 12 ساعات) , أما الاستجابة التي نبحث عنها هي الفقد في الكتلة (X/X_0) كما هو موضح في الجدول 4-4.

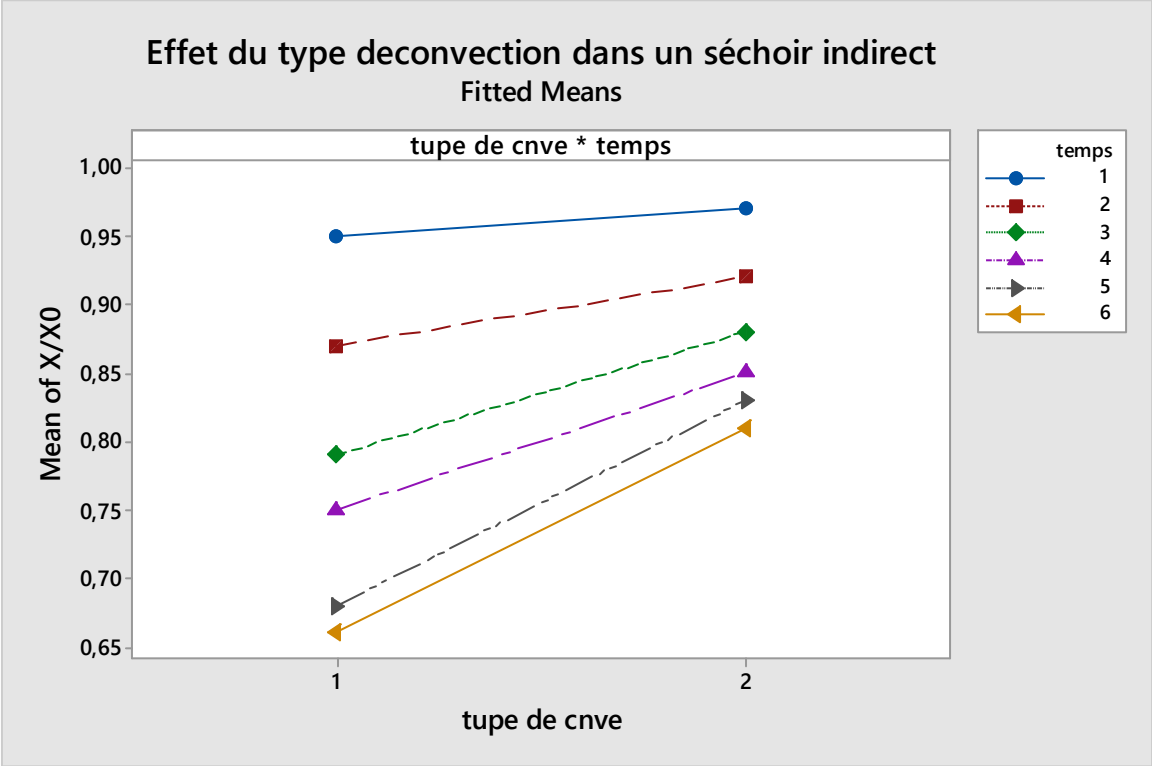
الجدول (4-4) : قيم مستويات العاملين والاستجابة للمخطط الثاني

الزمن (الساعة)		2	4	6	8	10	12
الفقد في الكتلة X/X_0	الحمل الطبيعي	0,95	0,87	0,79	0,75	0,68	0,66
	الحمل القسري	0,97	0,92	0,88	0,85	0,83	0,81

بعد معالجة المعطيات بالبرنامج الرقمي **(Minitab Version 2018)** وفق الخطوات المشروحة سابقا حصلنا في حالتنا هذه على النتائج التالية:

أ) تأثير التدخلات

يوضح مخطط التفاعلات التي حصلنا عليه بواسطة Minitab (الشكل 4-2) التداخل بين تأثيرات العاملين، طريقة الحمل و الزمن لا يبدو أن هناك تفاعل كبير العاملين خاصة في الساعات الأولى للتجفيف ويبرز دور الزمن مسيطر نوع ما على طريقة الحمل بينما في الفترات الثلاثة الأخيرة، يبدو أن هناك اختلافًا في تداخل تأثير كلا العاملين.



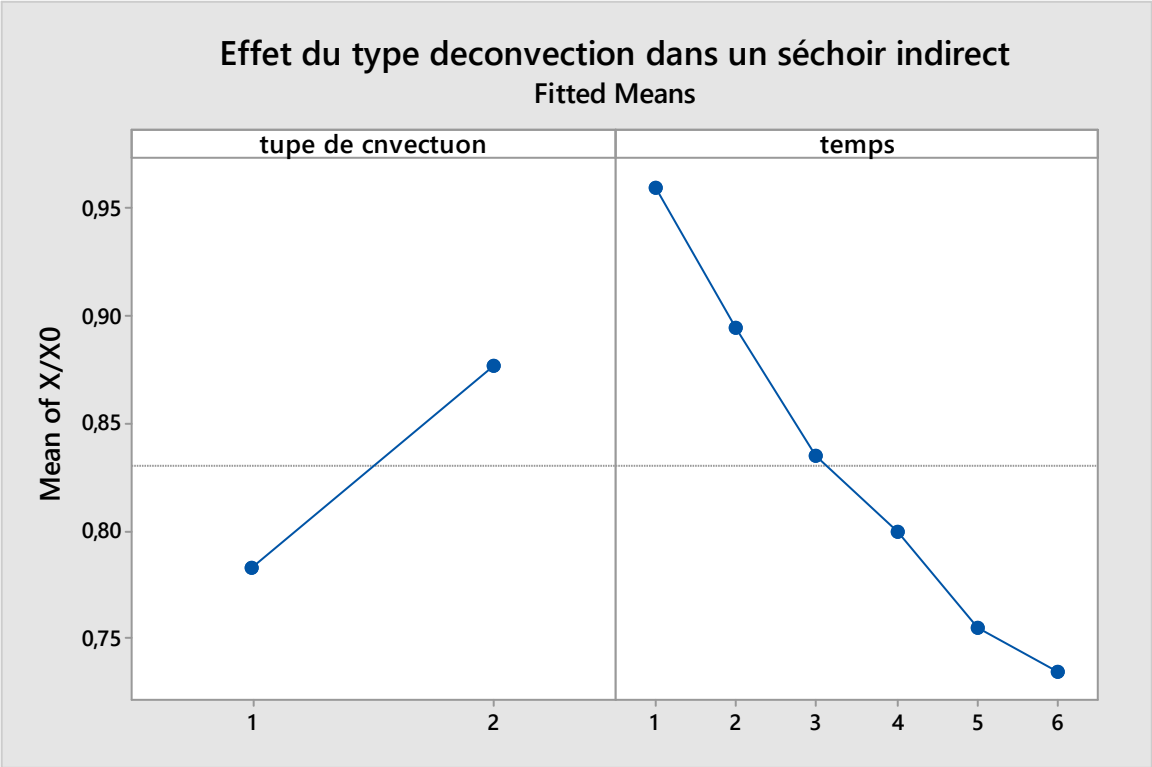
الشكل (4-2) : التمثيل البياني للتفاعلات بين عاملي للمخطط الثاني

ب) التأثيرات الرئيسة :

يبرز كذلك مخطط التأثيرات الرئيسة والذي حصلنا عليه بدوره بواسطة Minitab (الشكل 4-3) التداخل بين تأثيرات العاملين، طريقة الحمل و الزمن حيث:

- يشير الجزء الأيسر من الرسم البياني (الشكل 4-3) إلى أن الفقد اللحظي في الكتلة يحقق قيمًا أفضل بالحمل الطبيعي حيث تنخفض قيمة (X/X_0) وبالتالي انخفاض قيمة المحتوى الرطوبي للمنتج (X) حيث تصل اللحظة الآنية في هذه المرحلة إلى قيمة ليست بعيدة عن خط الوسط الأفقي، أي أن التغيير في نوع الحمل سيؤثر بشكل متوسط على الفقد الكتلي اللحظي.

- بينما يشير الجزء الأيمن من الرسم البياني (الشكل 4-3) إلى أن الفقد اللحظي في الكتلة يحقق قيمًا أفضل مع مرور الزمن حيث تصل اللحظة الآنية في هذه المرحلة إلى قيمة بعيدة جدًا عن خط الوسط الأفقي، أي أن التغيير في الزمن خلال يوم سيؤثر بشكل مباشر على الفقد في الكتلة اللحظي.



الشكل (4-3) : تمثيل متوسط التأثيرات الرئيسية للمخطط الثاني

II .2 تأثير عوامل هواء التجفيف على زمن الوصول إلى المحتوى الرطوبي الأمثل:

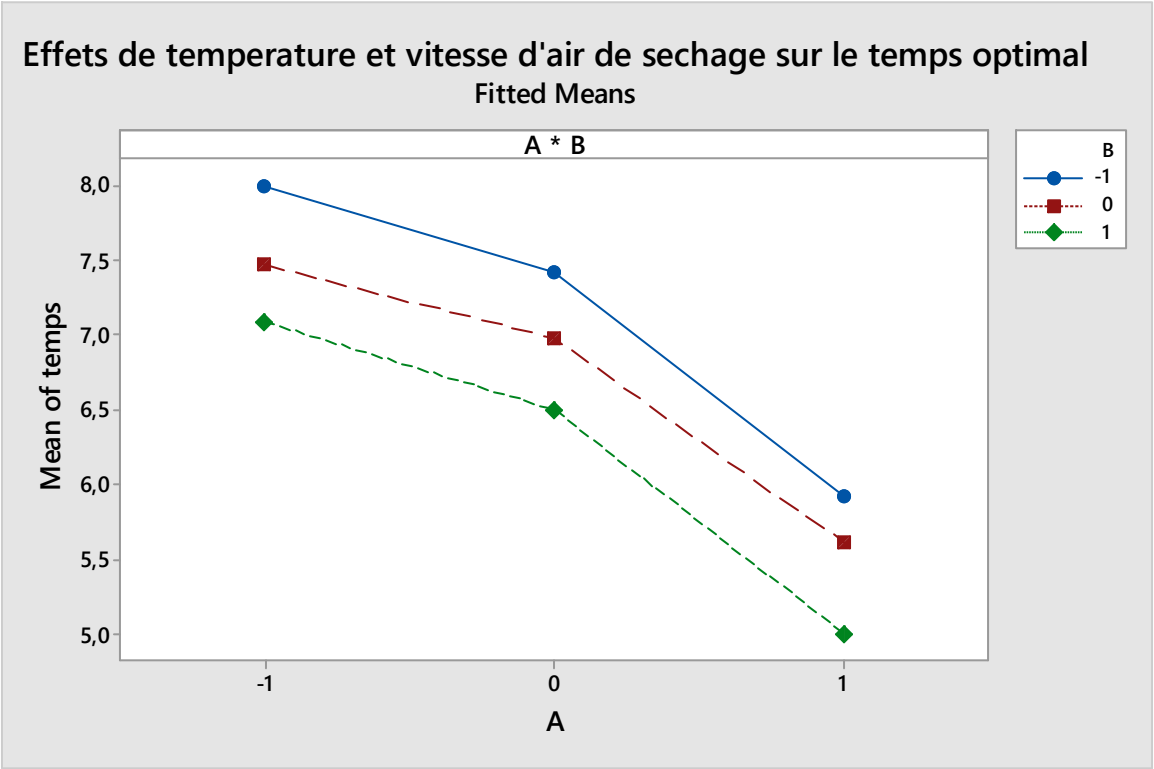
من خلال المعطيات التجريبية لنفس الباحثة قمنا بملأ عامود الاستجابة في مصفوفة التأثيرات الجدول 4-6

الجدول (4-5) : مصفوفة التجارب للمخطط الثالث

	Température (°C)	*Vitesse (m/s)*	*interaction*	Temps (h)
N°exp	x_1	x_2	x_1x_2	Y
1	-1	-1	+1	8,00
2	-1	0	0	7,47
3	-1	+1	-1	7,09
4	0	-1	0	7,42
5	0	0	0	6,98
6	0	+1	0	6,50
7	+1	-1	-1	5,92
8	+1	0	0	5,61
9	+1	+1	1	5,00

أ). تأثير التدخلات

يوضح مخطط التفاعلات التي حصلنا عليه بواسطة Minitab (الشكل 4-4) التداخل بين تأثيرات العاملين، درجة حرارة وسرعة هواء التجفيف لا يبدو أن هناك تفاعل كبير العاملين خاصة في الساعات الأولى للتجفيف ويبرز دور سيطرة درجة حرارة هواء التجفيف من أجل الوصول إلى المحتوى الرطوبي الأمثل في أقصر مدة زمنية.



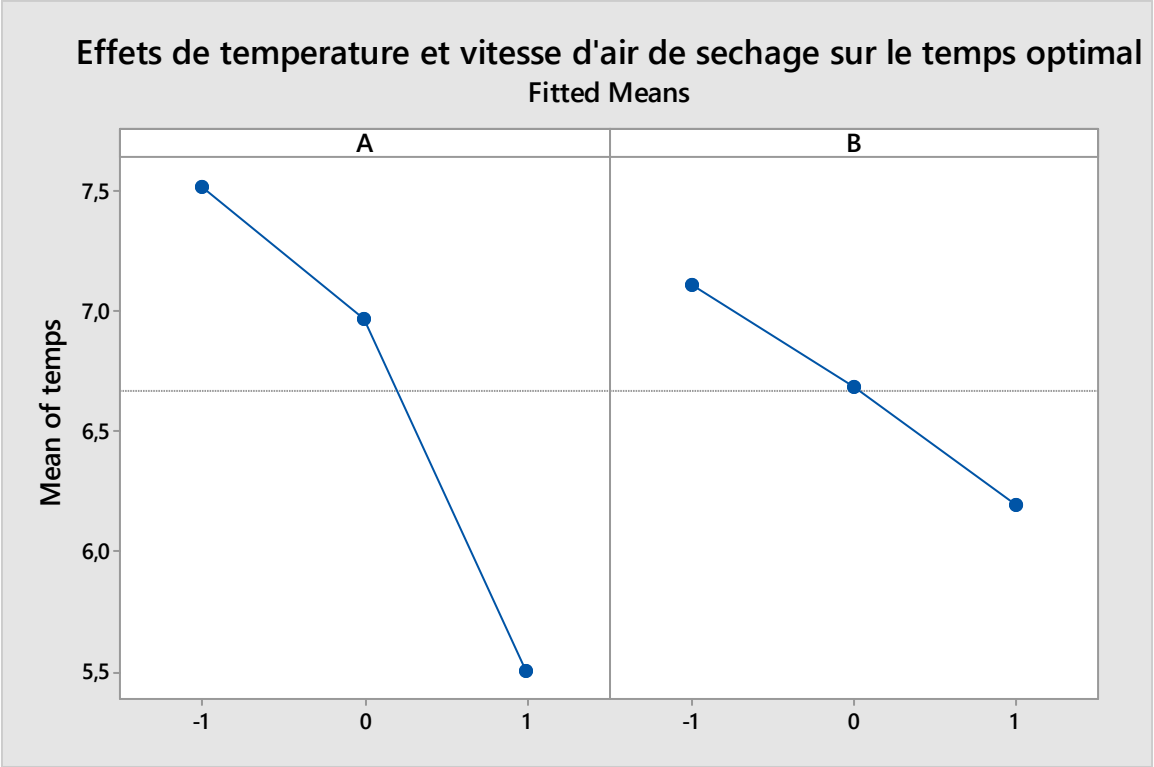
الشكل (4-4) : التمثيل البياني للتفاعلات بين عاملي للمخطط الثالث

ب) التأثيرات الرئيسة :

يبرز كذلك مخطط التأثيرات الرئيسة والذي حصلنا عليه بدوره بواسطة Minitab (الشكل 4-5) التداخل بين تأثيرات العاملين، درجة حرارة وسرعة هواء التجفيف حيث :

- يشير الجزء الأيسر من الرسم البياني (الشكل 4-5) إلى أن الفقد اللحظي في الكتلة يحقق قيمًا كبيرة بارتفاع درجة حرارة هواء التجفيف في مجفف غير مباشر حيث نلاحظ أن اللحظة الآنية تصل في هذه المرحلة إلى قيمة بعيدة عن خط الوسط الأفقي مما يدل على انخفاض ملحوظ جدا بين درجتي حرارة 55 و60 درجة بفارق ساعتين تقريبا بين الدرجتين المذكورتين يبنا بفارق تقريب ساعة بين درجة حرارة 50 و55 بالرغم من الفارق بينهما نفسه وهو 5 درجات مما يدل أن درجات الحرارة المرتفعة لا تأثير كبير على العملية.

بينما يشير الجزء الأيمن من الرسم البياني (الشكل 4-5) إلى أن الفقد اللحظي في الكتلة يحقق قيمًا متوسطة نوعا ما مع تغير سرعة هواء التجفيف حيث تصل اللحظة الآنية في هذه المرحلة إلى قيمة قريبة عن خط الوسط الأفقي بالتقريب نصف ساعة، أي أن التغيير في سرعة هواء التجفيف سيؤثر بشكل ضعيف على الفقد اللحظي في الكتلة.



الشكل (4-5) : تمثيل متوسط التأثيرات الرئيسية للمخطط الثالث

خلاصة الفصل:

تظهر نتائج تحليل المعطيات من خلال المخططين الأول والثاني أنه من حيث سرعة التجفيف يأتي المجفف المباشر بالحمل الطبيعي في المرتبة الأولى يليه المجفف المباشر بالحمل القسري، في المرتبة الأخيرة المجفف غير المباشر بالحمل القسري، لكن من الناحية العملية وبغية الحفاظ على جودة المنتوج وقيمته الغذائية، يصبح الترتيب عكسيا. بينما نتائج المخطط الثالث تبرز بوضوح التأثير الكبير لدرجة حرارة هواء التجفيف على سرعة فقد الكتلة، لكن أهمية سرعة هواء التجفيف تكمن في التوزيع المتجانس للهواء مما يسمح بتجفيف كامل المنتج.

الخاتمة

الخـــــــــــــاتمة العامة

قمنا في هذا البحث بدراسة أمثلة بعض العوامل التي تؤثر في التجفيف الشمسي لتمور دقلة نور الجافة (الفرازة) والتي تم إعادة ترطيبها بالتغميس في الماء. بواسطة طريقة مخططات التجارب و باستعمال البرنامج الرقمي .... . هذه العملية التي تعتبر مساهمة تقنية في صنع قيمة إضافية لهذا الصنف من التمور , إذ تمكن من تحقيق النوعية المثلى للمنتج النهائي (محتوى رطوبي يقارب % 26 على أساس رطب). بواسطة طريقة مخططات التجارب.

في البداية قمنا بتقديم بعض عناصر التجفيف بصفة عامة والتجفيف الشمسي على وجه الخصوص بعدها قمنا بتقديم منتوج الدراسة المتمثل في تمور الدقلة نور وكانت البداية بالتعريف بالتمور بصفة عامة بعدها قدمنا صنف الدقلة نور كما عرفنا ببعض مفاهيم وتطبيقات طريقة مخططات التجارب حيث شرحنا ثلاث محاور أساسية هي:

- مفاهيم وأساسيات مخططات التجارب.
- منهجية دراسة مخططات التجارب و بعض البرامج الرقمية المستخدمة.
- استعمالات مخططات التجارب وبعض تطبيقاتها.

بعدها تطرقنا إلى الجانب التطبيقي حيث أجبنا على الاشكالية التي طرحناها في المقدمة , حيث قمنا في بدايته بشرح الأليات العملية المتبعة (اختيار وتحضير العينات وصف للجهاز التجريبي ، التدابير المستخدمة.) من طرف الباحثة (Chouicha Samira et al., 2010, 2014, 2016)**,** التي استعملنا بعض معطياتها التجريبية في عملية الأمثلة التي قمنا بها , بعدها وضحنا أساليب معالجة البيانات للمسألتين المراد دراستهما وهما:

- تأثير نوع المجفف ومدة التجفيف على كسب الماء (X_0/X) في العينة المراد تجفيفها. (مخطط عاملي 6x2)
- تأثير درجة حرارة وسرعة هواء التجفيف على الزمن اللازم للوصول إلى المحتوى الرطوبي الأمثل. (مخطط عاملي 2^3)
- سمحت لنا المخططات المرتبطتان بالنماذج الرياضية في شكل متعدد الحدود من الدرجة الأولى بحساب الإجابات المتوسطة ,لتأثيرات العوامل وتفاعلاتها والمعايير الإحصائية باستخدام برنامج Minitab 2018.

حيث مكنتنا النتائج من استخلاص النتائج التالية:

- أنه من حيث سرعة التجفيف يأتي المجفف المباشر بالحمل الطبيعي في المرتبة الأولى يليه المجفف المباشر بالحمل القسري، في المرتبة الأخيرة المجفف غير المباشر بالحمل القسري ، لكن من الناحية العملية وبغية الحفاظ على جودة المنتوج وقيمته الغذائية , يصبح الترتيب عكسيا.

- بينما نتائج المخطط الثالث تبرز بوضوح التأثير الكبير لدرجة حرارة هواء التجفيف على سرعة فقد الكتلة ,لكن أهمية سرعة هواء التجفيف تكمن في التوزيع المتجانس للهواء مما يسمح بتجفيف كامل المنتج.

من المفيد أن نلاحظ أخيرًا أن هذه الدراسة اقتصرت على ظروف محدودة جدًا خاصة ومعطيات تقريبية خاصة ما تعلق بأبعاد كل من المجففين المباشر وغير المباشر مما قد يؤثر على النتائج المتحصل عليها لذلك في الدراسات الأكثر عمقا كرسائل الدكتوراه ضرورة مراعاة هذا الجانب.

المراجع والمصادر

مراجع باللغة العربية

ابتهاج حنظل التميمي، 2012، تأثير إضافة نسب متوازنة من الأسمدة الكيميائية في نمو فسائل نخيل التمر صنف البرحي، مجلة أبحاث البصرة (العمليات) العدد: 38 الجزء (4)B، ص 60-73

أحمد عاشور أحمد،علا زكي محمد (1987)، الصناعات الغذائية، جامعة الفاتح طرابلس ليبيا.

أشرف عبد الأعلى عبد المحسن، (2010)، الدليل التطبيقي في تصميم وتحليل التجارب. مكتبة أم القرى. جمهورية مصر العربية.

أشواق عبد العلي حسن وشاكر عبد الأمير حسن، (2006)،دراسة تأثير المعاملات الكيميائية لسعف نخيل التمر المجفف في تركيبه الكيميائي ومعامل هضمه المخبري. تأثير المعاملة بهيدروكسيد الامونيوم، المجلة الأردنية في العلوم الزراعية المجلد 2، العدد 4، ص 401-414.

اسعد رحمن سعيد الحلفي، 2007. تصميم وتصنيع واختبار مجفف شمسي مختلط لتجفيف التمر، مجلة البصرة لابحاث نخلة التمر المجلد: 06، ص 101-114

أسعد رحمن سعيد الحلفي (2011) تجفيف الذرة الصفراء بالطاقة الشمسية، قسم علوم الأغذية و التقانات الاحيائية، كلية الزراعة ،جامعة البصرة – العراق.

البكر عبد الجبار (1972)، نخلة التمر ماضيها وحاضرها والجديد في زراعتها وصناعتها وتجارتها. مطبعة العاني، بغداد.

الأكرم الأحمد (2008), دراسة طرائق وكيفية تقدير الرطوبة في الأغدية, المقرر الماء في التصنيع الغذائي, كلية الهندسة التقنية, جامعة حلب,سوريا

السيد مصطفى محمد. فتحي ،قدري أحمد .مجاهد إبراهيم السيد، النماذج الحسابية للظم الحرارية الشمسية، مركز النشر العلمي في جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية 2000 ،757 صفحة.

العاتي مختار (2011)، المساهمة في تحسين مجفف شمسي للمحاصيل الزراعية. مذكرة الماجستير، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

الصديق قمولي،(2011)، دراسة إلكتروكيميائية لفينولات بعض نوى التمر المحلي. مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة. (بحث غير منشور)

بربح محمد الحافظ،(2017)، الإنضاج الاصطناعي للتمور عن طريق المعالجة بالبخار. تأثيرات انتقال الحرارة والكتلة على جودة الثمار. رسالة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة. (بحث غير منشور)

ثروت محمد عبد المنعم،(2004)، تصميم وتحليل التجارب، مكتبة الأنجلو المصرية جمهورية مصر العربية.

حسام عثمان حسن الخطيب، (2012)،التكرار الجزئي لحل مشكلة زيادة عدد المعالجات في التصميم العاملي. جامعة الازهر- غزة.

حسن خالد حسن العكيدي (2010)، الانضاج الاصطناعي لثمار نخلة التمر،الشبكة العراقية لنخيل التمر (تم تحميله 2019/06/16).

حسين عبد الرحمن شبانة، زايد عبد الوهاب وعبد القادر إسماعيل السنبل (2006)، ثمار نخيل التمر فسلجتها، جنيها، تداولها و العناية بها بعد الجني، الفصل الخامس، مطبوعات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO).

حميد جاسم الجبوري و زايد عبد الوهاب (2002)، تكنولوجيا زراعة وإنتاج ثمار النخيل، منظمة الأغذية و الزراعة للأمم المتحدة روما.

صبري القباني، (1965)، الغذاء لا الدواء، دار العلم للملايين بيروت، لبنان الطبعة الأولى.

غيابة زينب، (2015)، دراسة تحليلية للبيدات وفينولات و مكونات أخرى لبعض أصناف نخيل التمرالمحلية. رسالة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة. (بحث غير منشور)

محمد إبراهيم عبد المجيد، زيد الهندى عبد المجيد، جميل برهان السعدي، (1996)، أفات النخيل والتمور في العالم العربي، المكتبة الأكادمية.

محمد بن محسن الشرحي، (2009)، محاضرات في التصميم والتحليل البيولوجي للتجارب البيولوجية، جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية.

محمد سليم علي اشتية، رنا ماجد جاموس (2010)التجفيف الشمسي للفواكه والخضراوات: خبرات من فلسطين مركز أبحاث التنوع الحيوي والبيئة (بيرك)، تل، نابلس، فاسطين

محمد علي بشر ومحمد ممدوح الروبي، (1981)، مقدمة في طرق الإحصاء وتصميم التجارب. دار المطبوعات الجديدة. جمهورية مصر العربية.

محمد محمد الطاهر الإمام،(1994)، تصميم وتحليل التجارب، دار المريخ للنشر الرياض المملكة العربية السعودية.

منير يوسف عبد الله وآخرون،(2003)، دراسة تطوير إنتاج وتصنيع وتسويق التمور ولاستفادة من مخلفات النخيل في الوطن العربي، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم،189ص

يسرى يوسف الوزة، (2006) تحسين أداء التجفيف الشمسي للمنتجات الزراعية (التبغ السوري). شهادة ماجستير في قسم هندسة القوى الميكانيكية كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية جامعة تشرين .

مراجع باللغات الأجنبية

Abla Belarbi, (2001). Stabilisation par séchage et qualité de la datte Deglet Nour. Thèse de Doctorat de l'ENSIA, Massy.(Unpublished).

Abdelghani Boubekri , **Hocine Benmoussa , Francis Courtois and Catherine Bonazzi**, (2010). Softening of Overdried 'Deglet Nour' Dates to Obtain High-Standard Fruits: Impact of Rehydration and Drying Processes on Quality Criteria, Drying Technology, 28: 222–231.

Ayad Mohamed, Barka Yassine 2013 Modélisation des bétons ordinaires Par des plans d'expériences. Mémoire de Master Universite abou bekr belkaid – tlemcen

Bekakra Yamina - Kherfi Dalila, 2017. Optimisation des paramètres influençant sur le séchage de la pomme de terre par la méthode de plan d'expérience. Mémoire master, université kasdi merbah-ouargla. (Unpublished).

Boubekri (2010), optimisation des traitements thermiques de la datte Algérienne « Deglet-Nour », thèse de doctorat, université de Batna, (Unpublished).

Bernard Ordines, (2000). Etude des principaux marchés européens de la datte et du potentiel commercial des variétés non traditionnelles, FAO .

Ďuračková, Z., (2008): Oxidants, antioxidants and oxidative stress. In: Mitochondrial Medicine. Mitochondrial Metabolism, Diseases, Diagnosis and Therapy. A Gvozdjáková (ed), Springer, Amsterdam, pp 19-49.

E. Vinson, (1911) , chemistry and ripening of the date, university of Arizona, Agricultural Experiment Station, bulletin n°66 p 403-436.

Kolawole O. Falade, Emmanuel S. Abbo, (2007) , Air-drying and rehydration characteristics of date palm (Phoenix dactylifera L.) fruits, Journal of Food Engineering 79, 724-730.

M me Amellal, 2008 Aptitudes technologique de quelque variété de dattes. Thèse de doctorat . formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé université-Bomerdes.

Mohamed Hafed Berrebeuh, (2010). Séchage et qualité des dattes Deglet-Nour réhumidifiées par utilisation d'un séchoir solaire hybride. Annales des Sciences et Technologie, Vol 2 N° 1, P 37-47.

N. Dakhia, M.K. Bensalah, **M. Romani, AM. Djoudi et M .Belhamra**, (2013), état phytosanitaire et diversitevarietale du palmier dattier du bas sahara, Journal Algérien des Régions Arides, N° 12 Spécial, P5-17.

Pascal Liu et al., (2003). The marketing potential of date palm fruits in the European market, FAO commodity and trade policy research working paper N° 06.

SadokMatallah, (1970). Contribution à la valorisation de la datte Algérienne. Essais sur les problèmes du développement agricole, mémoire d'ingéniorat Institut national agronomique (INA) Alger.

Samira Chouicha, Abdelghani Boubekri, Hamza Bouguettaia, Djamel Mennouche et Mohamed Hafed Berrebeuh, Samiha Bouhafs, Wahiba Rezzoug, (2014). Valorization study of treated Deglet-Nour dates by solar drying using three different solar driers, Enegy Procedia, Vol 50, P 907-916.

S. Chniti, H. Djelall. Bentahar, M. Hassouna et A. Amrane, (2014), Optimisation de l'extraction des jus de sous-produits de dattes **(**Phoenix dactilyphera L.) et valorisation par production de bioéthanol, Revue des Energies Renouvelables Vol. 17 N°4 , P 529 – 540.

Sandrine Karam, 2004, Application de la méthodologie des plans d'expériences et de l'analyse de données à l'optimisation des processus de dépôt. Thèse Doctorat, universite de limoges. (Unpublished).

Slimane Boughali, 2010, Etude et optimisation du sechage solaire desproduits agro-alimentaires dans les zones arides et desertiques. thèse de doctorat, universite Hadj Lakhdar batna, (Unpublished).

Slimani Hanane, 2017, L'optimisationdes facteurs qui influent sur Le comportement thermique d'unchauffe-eau solaire par la méthode des plans d'expériences. Mémoire Master, universite kasdi marbah ouargla. (Unpublished).

Werner Weiss. Josef Buchinger, Training course within the scope of the project : establishment of a production, sales and consulting infrastructure Supported by the Austrian devlopment cooperation

Zaid A. and E.J. Arias-Jiménez, (2002). Date palm cultivation. FAO, Rome.

ZinebSayahet Mohamed DidiOueld el Hadj, (2010). Etude comparative des caracteristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ouargla ,Annales des Sciences et Technologie Vol. 2, N° 1, P 87-92.

التقارير، القوانين والمراسيم والأدلة:

إحصائيات المنظمة العربية للتنمية والزراعة، الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية (2016)، العدد 36، الجدول رقم 72 ص 78، الخرطوم.

مكتب الإحصائيات، مدرية المصالح الفلاحية لولاية ورقلة.

الملحق 01 : أهم أنواع التمور وتسميتها وأهم مواصفاتها في خمس بلدان منتجة للتمور.
المصدر: (بربح محمد الحافظ 2017)

الدولة	النوع	أهم المواصفات
الجزائر	الدقلة نور	أجود التمر وذات النوعية الرفيعة المطلوبة في كل مكان من العالم، تأكل كما هي أو محشوة في أكياس (بطانة).
	الغرس	نوع ممتاز جدا، شكل الثمرة بيضاوي منعكس مستطيل، لون البسر أصفر بلفحة، والرطب عنبري اللون ولون التمر أسمر محمر كستنائي، اللحم لين مائع قليل الألياف نصف جاف حلو الطعم أحيانا، يحشى في الغالب في أكياس ليصبر ويبقى لأوقات طويلة وهو من التمور الرطبة.
	الدقلة بيضاء	تمر جاف ولكنه طري، شكل الثمرة مستطيل رفيع قمتها مسطحة ومائلة، القمع مسطح، لون البسر أصفر، لون التمر بني فاتح، ثمارها مبكرة النضج.
العراق	الحلاوي	شكل الثمرة أسطواني الذنب مستدير بنتوء كالإبرة، لين القوام وأحيانا نصف جاف خال من الألياف، والثمرة في طور البسر لونها أصفر شاحب أما الرطب فلونها كهرمائي (بين الأصفر الباهت والأحمر) شفاف والتمر الناضج بني داكن ينضج مبكرا.
	الخضراوي	شكل الثمرة بيضاوي غليظ مخروط الذنب مستديرة القاعدة، لون البسر أصفر مشوب بخضرة خفيفة، لون الرطب عنبري مشوب بخضرة، لين القوام قليل الألياف مبكر النضج.
	الزهدي	شكل الثمرة بيضاوي منعكس، لون البسر أصفر، التمر نصف جاف، الجزء اللين منه احمر مسمر والجزء الجاف بني، متوسط إلى متأخر النضج.
تونس	الدقلة نور	يعتبر أهم صنف تجاري في تونس حيث يمثل حوالي 60 % من نخيل تونس.
	العليق	الثمرة كبيرة الحجم، لون البسر أحمر و لون التمر أحمر مسمر داكن واللحم لين القوام عادي الطعم.
	مناخر	الثمرة كبيرة الحجم، لون البسر أحمر بلفحة مصفرة والرطب عنبري اللون ولون التمر أحمر مسمر نصف جاف، قليل الألياف يتأخر في النضج.
السعودية	الخلاص	الثمرة متوسطة الحجم، شكلها بيضوي القاعدة مبتورة ومائلة، لون البسر أصفر مشمشي، الرطب لونه كهرمائي فاتح شمعي شفاف، اللحم شفاف عسلي اللون، قليل أو عديم الألياف ينضج وسط الموسم.
	ارزير	شكل الثمرة بيضوي منعكس، لون البسر أشقر، والرطب بني داكن والتمر بني داكن، مقبول الطعم.
	خضري	شكل الثمرة أسطواني مستطيل، مخروطي الذنب، كبير الحجم غزير الحمل، لون البسر أحمر دموي، التمر بني داكن لين القوام، قليل الألياف.
مصر	الزغلول	ثماره طرية وذات جودة عالية، شكل الثمرة اسطواني طويل، ذات خصر، كبيرة الحجم، لون البسر أحمر داكن، قليل الألياف، تستهلك الثمار في طور البسر، وما يرطب منه يفقد قيمته.
	السماني	الثمرة كبيرة الحجم، شكلها بيضاوية مستطيلة، لون البسر أصفر فاتح مشوه

		بنقط أو خطوط حمراء، قشرته ناعمة واللحم سميك كثير العصارة، تستهلك في مرحلتي البسر و الرطب، ينضج وسط الموسم.
	الحياني	شكل الثمرة أسطواني منتفخ والقمة مستديرة، النواة بيضاوية الشكل خشنة عسلية اللون، متوسط القوام، الرطب أسود اللون لين القوام، متوسط الألياف جيد الطعم، مبكر النضج (منتصف سبتمبر).

الملحق 02: الخصائص المرفولوجية لثلاث أصناف من التمور الجزائرية (بربح محمد الحافظ 2017)

خصائص الثمرة	صنف التمر		
	الغرس	**الدقلة نور**	**الدقلة البيضاء**
شكل التمرة	بيضاوي	بيضاوي	بيضاوي
لونها في مرحلة التمر	بني غامق	بني غامق	بيج
الصلابة	رطب	نصف جاف	جاف
اللدونة	لدن	لدن	قاسي
النسيج	ذو ألياف	ذو ألياف	ذو ألياف
المذاق	عطر	عطر	لطيف
شكل النواة	بيضاوي	بيضاوي	بيضاوي
لون النواة	بني	بني	بيج
متوسط وزن الثمرة (g)	8.81	10.97	6.69
متوسط وزن اللب (g)	7.28	9.75	6.04
متوسط وزن النواة (g)	1.13	0.7	1.26
متوسط طول الثمرة (cm)	4.74	4.11	3.94
متوسط طول النواة (cm)	2.73	2.33	2.47
وزن النواة/ وزن التمرة %	12.87	6.41	18.88

الملخص

يهدف هذا العمل إلى البحث عن العوامل المثلى, المؤثرة في التجفيف الشمسي لتمور دقلة نور الجافة (الفرازة) والتي تم إعادة ترطيبها بالتغميس في الماء، هذه العملية التي تمكن من الحصول على منتج نهائي ذو مواصفات تجارية مثالية وفق المعايير الدولية المطلوبة (محتوى رطوبي يقارب % 26 على أساس رطب) وذلك بواسطة طريقة مخططات التجارب وباستعمال البرنامج الرقمي Minitab 2018، ومن خلال استغلال معطيات تجريبية للباحثة (Chouicha Samira., 2016).

عملية الأمثلة تمت وفقا لمخططين عامليين كاملين، الأول 2*6 من عشرة تجارب، يجري بعد الاختيار المناسب لمتغيرين (الوقت، نوع المجفف)، سهلة الشرح قادتنا للحصول على مخططات التفاعلات (التداخل بين العوامل) ومخططات التأثيرات الرئيسية. المخطط الثاني 2^3 من تسعة تجارب، من أجل تعين تأثير عوامل هواء التجفيف على حركية التجفيف، تحقق بعد اختيار مناسب لمتغيرين (درجة الحرارة، والسرعة) سهلة الشرح أدت إلى الحصول كذلك على مخططات التفاعلات والتأثيرات الرئيسية بالإضافة لنموذج رياضي متعدد الحدود من الدرجة الأولى.

النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة بواسطة البرنامج الرقمي Minitab 2018 وتم تحليلها قادتنا على الشروط المثلى التالية: المجفف المباشر أكثر سرعة مقارنة من المجفف غير المباشر في الساعات الأولى للتجفيف، درجة حرارة هواء التجفيف أكثر تأثيرا من سرعته.

الكلمات المفتاحية : التجفيف شمسي, أمثلية , الطاقة الشمسية , مخططات التجارب, تمور الدقلة نور

Résumé

Le but de ce travail est de rechercher, des facteurs optimaux qui influent sur le séchage solaire des dattes Deglet nour sèche la base humide),parla méthode des plan d'expériences moyennant du logiciel Minitab2018, et à travers des données expérimentales de la chercheuse (Chouicha Samira., 2016).

Le processus d'optimisation a été réalisé selon deux plans factoriels complets, le premier 2*6 de dix expériences, de deux variables (temps, type de séchoir), facilement interprétables ont conduit à des diagrammes des interactions et des effets principaux. Le deuxième plan 3^2 de huit expériences, pour Influence des paramètres de l'air sur la cinétique de séchage, de deux variables (température, vitesse) facilement interprétables ont conduit à des diagrammes des interactions, des effets principaux et à un modèle mathématique sous forme d' un polynôme du premier degré.

Les résultats obtenus et analysés dans cette étude ont conduit à des conditions optimales suivantes: Séchage direct plus rapide que le séchoir indirect dans les premières heures de séchage, la température de l'air de séchage est plus efficace que sa vitesse et pas d'interactions entre les deux paramètres dans cas de séchoir hybride.

Mots clés : séchage solaire, Optimisation, méthode des plans d'expériences, les dattes Deget-Nour.

(Frezza), qui ont été réhumidifiées par immersion dans de l'eau, ce qui permet d'obtenir un produit final répondant aux spécifications commerciale sinter nationales requises (de qualité optimale : teneur en eau est d'environ 26% sur

Summary

The aim of this work is to search for optimal factors that influence the solar drying of dry dates Deglet Nour (Frezza), which has been re-moistened by dipping in water, which makes it possible to obtain a final product meeting the required international trade specifications (of optimum quality: water content is about 26% on the wet basis), by the experimental design method using Minitab2018 software, and using experimental data from the researcher (Chouicha Samira. , 2016).

The optimization process was carried out in accordance with two complete factorial design, the first 2*6 of ten experiments, two variables (time, type of dryer), easily interpretable led us to obtain diagrams of interactions and main effects. The second plan 3^2 consists of nine experiments, in order to determine the effect of drying air factors on the drying kinetics, two easily interpretable variables (temperature, velocity) led to interaction diagrams, main effects and to a mathematical model in the form of a first degree polynomial.

The results obtained in this study were analyzed and conducted to the following ideal conditions:: Direct dried more rapid compared to the indirect dryer in the first hours of drying, the drying air temperature is more effective than its speed and no interactions between the two parameters in case of hybrid dryer.

Key words : solar drying, optimization, method of experimental design, Deget-Nour dates