

# إنتاج الفورفورال من نوى التمر

لعام ٢٠٠٩، وهذا الانجاز العالمي تحقق جراء الاهتمام الواسع الذي أولته الجهات الرسمية والشعبية في دولة الإمارات للشجرة المباركة، والدعم الكبير الذي قدمته الحكومة الإماراتية لكافة الجهات الراعية لأشجار النخيل في البلاد. ويعد إنتاج التمور، الهدف الأول من زراعة النخيل، حيث تحمل تلك الثمار الطيبة قيمة

شهدت السنوات الماضية زيادة ملحوظة في أعداد النخيل في المنطقة العربية، وقد احتلت دولة الإمارات العربية المتحدة مركز الصدارة في زراعة النخيل في الوطن العربي بعدد تجاوز الأربعين مليوناً وسبعمائة ألف نخلة حسب آخر إحصائيات وزارة البيئة والمياه لعام ٢٠٠٥، وتسجل بذلك رقماً قياسياً عالمياً بزراعة النخيل في موسوعة جينيس للأرقام القياسية



المهندس أمجد قاسم

كيميائي متخصص في تكنولوجيا

الصناعات الكيماوية

عضو الرابطة العربية للإعلاميين العلميين

عمان - الأردن

engamjad@gmail.com



الأحماض الدهنية الموجودة في نوى التمر، شكل حامض الأوليك وحامض اللينولييك ما نسبته ٤٤,٢٪ - ٥٢,٢٪، وحامض اللوريك ٤,١٧٪ - ٢,٢٤٪، وحامض الميرستيك ٣,٩٪ - ١١,٥٪، وحامض البالمتيك ٩,٩٪ - ١٠,٣٪.

ونظراً لأهمية نوى التمر واحتوائه على عدد كبير من المركبات والأحماض الدهنية المهمة، تم تحليله من قبل المختبر التجاري العراقي للتعرف على التركيب الدقيق للزيت المستخلص منه، وكانت النتائج التي خلص إليها الباحثون على النحو التالي:

النسبة المئوية	نوع الحمض الدهني
0.7%	حمض الكابريك
0.5%	حمض الكابرينيك
24.2%	حمض اللوريك
9.3%	حمض الميرستيك
9.9%	حمض البالمتيك
25.2%	حمض الأوليك واللينولييك
3.2%	حمض السيتاريك

ومما يميز زيت نوى التمر، رائحته الطيبة ولونه الأصفر المخضر، وقد بينت التجارب التي أجريت على هذا الزيت، أن من أهم خصائصه الفيزيائية:

على درجة ٢٠ سلسيوس	على درجة ١٥,٥ سلسيوس	خاصية الزيت
0.91985	0.9207	الكثافة النسبية
260	208.3	رقم التصين
---	53.0	Iodine number الرقم اليودي
65	---	Hanus Iodine number الرقم اليودي
1.5	1.1	رقم ريتشرت - ميسيل
2.5	2.9	رقم بولنيسكي
1.0098	0.6	(رقم الحموضة) / مليجرام / جرام زيت
0.5	---	الحموضة مقدرة كحامض الأوليك
1.28	0.4	% المادة غير المتصينة

النسبة المئوية	المادة
62.51%	كربوهيدرات
16.20%	ألياف
8.49%	دهون
6.46%	رطوبة
0.50%	أملاح
0.22%	بروتين
5.62%	مواد أخرى

من جانب آخر، فقد استخدم نوى التمر بعد جرشه، لإعداد العليقة الحيوانية، حيث يخلط مع الشعير وكسب السمسم Sesame Cake والتبن، وقد بينت الدراسات مدى أهمية مثل هذه العليقة، إذ زادت معدلات وزن حيوانات التسمين، وهذا عائد إلى احتواء النوى على هرمونات النمو Growth Hormones التي تسهم في زيادة نمو الحيوانات بشكل واضح.

#### التركيب الكيميائي لنوى التمر:

إن تلك الاستعمالات التقليدية لنوى التمر، حفزت الباحثين على دراسة التركيب الكيميائي الدقيق لهذه المادة الأولية المهمة، ففي عام ١٩٦٢ أجرى كل من Dowson and Aten تحليلاً كيميائياً دقيقاً لنوى التمر، ليتبين مدى غناه ببعض الأحماض الدهنية المهمة جداً، وقد أيدهم في ذلك، التحاليل التي أجريت لاحقاً في عام ١٩٨٦ من قبل Sawaya والتي بينت أن من مجموع

غذائية عالية ومهمة لجسم الإنسان، إلا أن نسبة لا بأس بها من الثمار تقدر بحوالي ٢٠٪ من مجمل الإنتاج، غير صالحة للاستهلاك البشري، كذلك فإن نوى التمر Date seeds، يعد من أحد أهم المخلفات الناجمة عن التمور، والذي يمثل قيمة اقتصادية مهمة وفي نفس الوقت قد يمثل معضلة بيئية في حال تراكمه بكميات كبيرة في الطبيعة.

من هنا، فقد استخدم الإنسان نوى التمر الذي يشكل من ١٠ إلى ١٥٪ من وزن التمرة كاملة، في عدد كبير من الصناعات والمنتجات المهمة، ذات الجدوى الاقتصادية، والتي تفتح آفاقاً واسعة أمام قيام صناعات واعدة تعتمد على نوى التمر ومخلفات التمور في منطقتنا العربية.

#### الاستعمالات التقليدية لنوى التمر:

استخدم العرب منذ قرون طويلة خلت، نوى التمر في عدد كبير من الأغراض الحياتية المتعددة، كما استخلصوا منه، زيوتاً طبية استخدمت لعلاج بعض الأمراض كالنقرس والأم المفاصل والروماتيزم، وفي تحضير شراب خاص يشبه القهوة، حيث كان يتم تحميص وطحن النوى، ثم يتم غليه في الماء، وكان يعتقد أن هذا الشراب يمتلك خصائص علاجية مهمة.

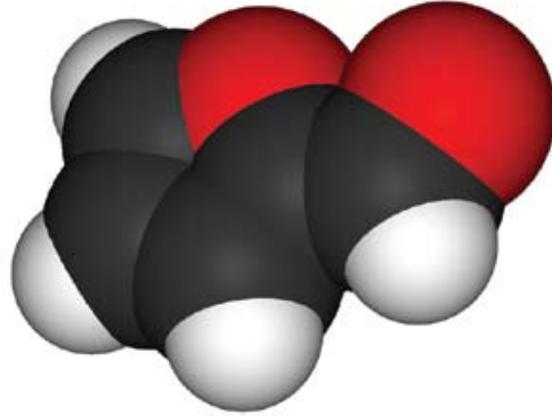
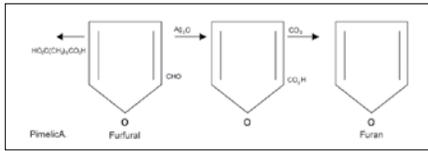
كذلك فقد لجأت النساء العربيات قديماً، إلى استخدام نوى التمور بعد طحنه بشكل جيد، كبديل عن كحل العينين التقليدي، وكان أيضاً يتم خلط هذا المسحوق مع زيت الزيتون، لاستخدامه في بعض الوصفات العلاجية.

ونظراً لمحتوى نوى التمر لبعض المكونات الغذائية المهمة لجسم الإنسان، كالكربوهيدرات، والدهون، والبروتينات، والعناصر المعدنية، فقد تم طهي النوى بعد تحميصه وتناوله كغذاء بشري مفيد للجسم، وقد تبين لاحقاً أنه يحتوي على كميات لا بأس بها من الألياف التي تحمي جسم الإنسان من أمراض سوء الهضم والإمساك، ويبين الجدول التالي التركيب الكيميائي لنوى التمر:

والفورفورال الذي هو من مركبات الفيوران وFuran، يتميز بنشاطه الكيميائي الملحوظ، والسبب يعود إلى احتوائه على حلقة فورانية واحدة وألدهايد واحد عليه، ويذوب في الماء بكميات ضئيلة، بينما يذوب بشكل كبير في الكحولات والأثيرات والأسيتون والبنزين والكلوروفورم، وقد اكتشف أول مركب فيوران ويدعى Pyromucic في عام ١٧٨٠ من قبل الباحث Scheele، وذلك عن طريق التقطير الجاف لحمض (  $C_6H_{10}O_8$  ) Mucic وفي عام ١٨٢٢ تمكن الكيميائي الألماني جوهان دوبرينر Johann Dobereiner من إنتاج الفورفورال مصادفة أثناء معالجة السكر بحامض الكبريتيك وبوجود ثاني أكسيد المنغنيز Manganese Dioxide

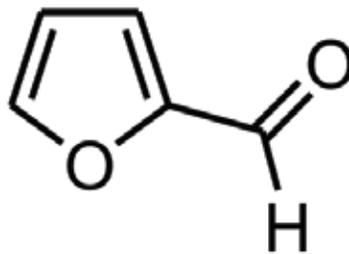
وفي عام ١٩٢٠ تم إنتاج الفورفورال بشكل تجاري واسع في الولايات المتحدة الأمريكية، وذلك عن طريق التحليل الحامضي لقشور الشوفان، مما فتح المجال أمام استخدام هذه المادة في عدد كبير من الصناعات الكيميائية المهمة.

هذا ويمكن أن يحول الفورفورال إلى الفوران أو إلى حامض Pimelic عن طريق بعض المعالجات الكيميائية البسيطة والمتعددة المراحل حسب المعادلة التالية:



### مادة الفورفورال وخصائصها الكيميائية المهمة:

الفورفورال Furfural مادة كيميائية ألدهايدية عضوية زيتية سائلة، عديمة اللون، وتتحول إلى اللون الأصفر الغامق ( اللون الكهرماني ) عند تعرضها للهواء، واسمها النظامي فوران - ٢-كاربالدهايد ٢-Furan - carbaldehyde ، كما تسمى أحياناً الفورفورألدهايد، ورمزها الكيميائي  $C_5H_4O_2$ ، وتبلغ كثافتها ١,١٦ غم / سم<sup>٣</sup>، ودرجة انصهارها ٣٦,٥- سلسيوس، ودرجة غليانها ١٦١,٧ سلسيوس، أما كتلتها المولية فتبلغ ٩٦,٠٩ غرام / مول، ورائحتها تشبه رائحة زيت اللوز أو رائحة ألدهيد البنزين.



التركيب البنائي للفورفورال

### صناعات حديثة قائمة على نوى التمر:

نظرا لاحتواء نوى التمر على أحماض دهنية غير مشبعة، فقد حضرت منه بعض مستحضرات العناية الشخصية بالبشرة، كما أجريت عليه تجارب لاستخراج بعض المركبات الصيدلانية، أيضا فقد تم استخدام نوى التمر لإنتاج الكربون النشط والذي يمتلك كفاءة عالية على امتصاص المواد السامة والمعادن الثقيلة والملوثات العضوية الموجودة في الماء.

وفي عام ١٩٧٦ تمكن الباحثون في جامعة اريزونا الأمريكية من استخدام نوى التمر لإنتاج بديل عن الكاكاو يشبه الشوكولاته ويصنع منه بوظة تستخدم لتحضير بعض أنواع الحلويات، كما تمكنت بعض شركات الصناعات الغذائية من تحضير بديل عن القهوة خال من الكافيين ومصنوع من النوى، وقد شاع استخدام هذا المنتج في بعض دول الخليج العربي وخصوصاً في عُمان.

وبالإضافة إلى تلك الاستخدامات المهمة والمتعددة لنوى التمر، إلا أن استخلاص مادة الفورفورال من النوى يعد من أحد أهم الاستخدامات لنوى التمر الذي يعد ثروة مهمة في عالم الصناعة والاقتصاد.



وتدخل في صناعة مبيدات الحشرات والفطريات والميكروبات والمقومات، كما تعد من المذيبات الانتقائية المهمة، حيث تذيب بعض المواد دون غيرها، لذلك تستخدم على نطاق واسع في معامل تكرير البترول، لمعالجة الكربون الضار والمركبات الكبريتية المختلفة الموجودة في زيوت التشحيم، كما تستخدم في عمليات تكرير بعض أنواع الوقود، كوقود الديزل.

ويبين الجدول التالي النسبة المئوية للفورفورال المستخلصة من أجزاء النخلة المختلفة، مقدرة على أساس المادة الصلبة:

هذا وتعد الولايات المتحدة الأمريكية، وإيطاليا، والسويد، والنرويج، وبعض دول الاتحاد السوفيتي سابقاً، في طليعة دول العالم المنتجة والمصدرة لمادة الفورفورال.

#### استعمالات مادة الفورفورال:

اهتم عدد كبير من دول العالم الصناعية، بإنتاج مادة الفورفورال، والتي بلغ سعر الطن الواحد منها في عام ٢٠٠٨ حوالي ١٧٠٠ دولار أمريكي.

وتستخدم هذه المادة في عدد من الصناعات الكيميائية المهمة، كصناعة النايلون والبلاستيك والراتنجات التي تحمي الفلزات من التآكل،

ومنذ ذلك التاريخ، استخدم الباحثون عدداً كبيراً من المواد النباتية التالفة لإنتاج الفورفورال والتي تحتوي على البنتوز، كسيقان الذرة الشامية، وقشور بذور القطن والشوفان والأرز وعباد الشمس والشعير، وأيضاً فضلات قصب السكر التالفة وجذوع النخيل وسعفه، حيث تتم معالجتها ببعض الأحماض الكيميائية.

لقد بينت التجارب المخبرية، أنه يمكن استخلاص هذه المادة المهمة من نوى التمر بكفاءة عالية، تفوق بقية المخلفات النباتية، فقوالح الذرة تعطي ٨٪ فقط من وزنها فورفورال، وفضلات قصب السكر تعطي ١٥٪، بينما أثبتت الدراسات أن نوى التمر يمكن أن يستخرج منه حوالي ٣٠٪ فورفورال، وهذا يفوق بكثير بقية المخلفات النباتية.



النسبة المئوية للفورفورال التي يمكن استخلاصها	أجزاء النخلة
30%	نوى التمر
16.7%	ساق العذق
16.4%	سعف النخلة
14.5%	بقايا الشماريخ
12.7%	ليف النخلة
11.7%	جذع النخلة
8.5%	وريقات السعفة



وقد شهد استخدام هذه المادة، زيادة كبيرة خلال العقود القليلة الماضية، حيث دخلت في صناعة الأصباغ والمواد اللاصقة والعمود وإنتاج الأقمشة والورق والمواد المانعة للصدأ والأدوية الطبية البشرية والأدوية البيطرية.

كما تعد الفورفورال مادة أولية مهمة لتصنيع عدد كبير من المركبات الكيميائية المهمة، ذات الاستخدامات الصناعية المتعددة والحيوية، حيث استخدمت لإنتاج كحول الفورفوريل، وانهيدريد المالك، وحامض الفورويك، وكحول الفورفوريل رباعي الهيدروجين، والفوران رباعي الهيدروجين، وفي تصنيع الراتنج، كراتنج فينول الفورفورال، وراتنج أسيتون الفورفورال.

وتهتم مصانع المطاط بمادة الفورفورال، حيث تستخدم لإنتاج رباعي هيدروالفوران والبوليتاديين اللازمين لصناعة المطاط الصناعي، كما بينت التجارب المخبرية أن معالجة المطاط بالفورفورال يسرع من عملية الفلكنة، مما يؤدي إلى إنتاج مطاط صلب يتحمل الظروف التشغيلية والظروف البيئية القاسية.

### استخلاص الفورفورال من نوى التمر:

تقوم صناعة مادة الفورفورال، على تحويل



وتتعدد مراحل معالجة نوى التمر، ثم إنتاج الفورفورال منه، ففي البداية يتم تحميص النوى على درجة حرارة من ٦٠ - ٧٠ درجة سلسيوس داخل أفران خاصة تحت ضغط منخفض، ثم يجرش النوى ويطحن ويحول إلى مسحوق ينقع لمدة يوم كامل في أحد المذيبات كالكهكسان، حيث يرشح بعدها ويتم فصل الزيت والمذيب، وتكرر عملية الترشيح مرتين على الأقل ولمدة ست ساعات.

يتم بعدها فصل المذاب عن المذيب، والذي يدعى الميسلا في حمام مائي، حيث يتم الحصول على الزيت نقيا، أما كسب النوى والذي تم الحصول عليه بالترشيح، فيعرض لتيار من الهواء للتخلص من آثار المذيب السابق، وينقل بعدها إلى المستخلصات الدوارة Rotary Digesters، والتي تضم المادة الأولية والحامض المخفف المستعمل للإذابة، حيث تدور حول نفسها ويمرر بخار الماء الساخن خلال المزيج ضمن درجة حرارة محددة، لتتكون مادة الفورفورال على شكل أبخرة يتم دفعها إلى أجهزة التكثيف Condensers للحصول على الفورفورال المخفف، والذي يتم نقله إلى وحدة

السكريات الخماسية المعقدة، إلى سكريات خماسية بسيطة، ثم يتم إنتاج الفورفورال منها، وقد يتم ذلك على مرحلة واحدة Single Stage أو ضمن نظام متعدد المراحل MultiStage. وخلال عملية التصنيع، يتم استبعاد المواد الأولية الأخرى كالسليولوز واللكتين، ليتم فصلها لاحقا واستخدامها في صناعات متعددة، كصناعة إنتاج الورق والخميرة والكحولات.

وتعد مركبات البنتوزانات (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>) Pentosans في الطبيعة، من المركبات الكربوهيدراتية الخماسية السكر المعقد، حيث تتم معالجتها بالماء لتتحول إلى سكر خماسي بسيط بنتوز Pentose، ثم تعالج بأحد الأحماض الكيميائية المخففة، كحامض الكبريتيك أو حامض الهيدروكلوريك لإنتاج الفورفورال والماء الذي يمكن فصله لاحقا، ويمكن تمثيل التفاعلات السابقة بالمعادلة الكيميائية التالية:





التقطير التجزيئي Fractional Distillation  
للتخلص من الرطوبة وإنتاج مادة الفورفورال  
بشكل نقي.

إن استخدام نوى التمر، والذي يقدر بآلاف  
الأطنان سنوياً في بلادنا، والتمور التالفة،  
وكذلك كافة أجزاء النخلة، لإنتاج عدد كبير من  
المنتجات الصناعية المهمة، يفتح آفاقاً واسعة  
أمام نشوء صناعة واعدة في وطننا العربي،  
تسهم في رفد مسيرة التنمية والبناء في عالمنا  
العربي المعاصر.

### المراجع:

١- فتحي حسين أحمد علي، نخلة التمر...  
شجرة الحياة، الدار العربية للنشر  
والتوزيع، الطبعة الأولى، ٢٠٠٥، القاهرة،  
مصر.

٢- حسن خالد حسن العكيدي، نخلة التمر، دار  
زهرا، ٢٠٠٠، عمان، الأردن.

٣- عاطف محمد إبراهيم ومحمد نظيف  
حجاج خليف، نخلة التمر زراعتها، رعايتها  
وإنتاجها في الوطن العربي، منشأة المعارف،  
الطبعة الثانية، ١٩٩٧، الإسكندرية، مصر.

٤- شحاته أحمد عبد الفتاح، موسوعة النخيل  
والتمور، دار الطلائع للنشر والتوزيع  
والتصدير، ٢٠٠٠، مصر.

٥- مجلة التقدم العلمي، نوى البلح وسيلة  
لحماية البيئة، م. محمود سلامة الهايشة،  
العدد ٥٨ - أكتوبر ٢٠٠٧.

٦- مجلة الشجرة المباركة العدد الأول، مارس  
(آذار) ٢٠٠٩.

### References

1- Dowson and A.Aten (1962). "Dates handling, processing and packing". Rome , FAO, Agric. Dev . paper No.27: 392p.

2- a w a y a , W . N , K h a t c h a d u r i a n , H . H , K h a l i d , j . k . and A . F . A l - S h a h a t . (1986), "Processing of date into the date chutney" Proc, 2<sup>nd</sup> symp. On the date palm, king feisal univ. Saudi Arabia.

3- www.chron.com

4- http://ar.wikipedia.org/wiki

5- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b1/Furfural\_structur

6- http://www.alriyadh.com/Contents/29-02-

7- http://mousou3a.educdz.com/0/074375\_1.htm

8- http://www.easternnurseries.com.au/images/palms/alexander\_seed.jpg

9- http://cache.daylife.com/imageserve/03ty5hE0d31db/610x.jpg

10- http://www.furfuryl.com/en/UploadFiles/200921114740531.jpg

11- http://i36.tinypic.com/302q3w9.jpg%5B/IMG%5D

12- http://i43.tinypic.com/nb4t1t.jpg

13- http://electricalandelectronics.org/wp-content/uploads/2008/09/a-surface-condenser.jpg