المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

# تخصص تقنية التصنيع الغذائي

## أسس هندسة التصنيع الغذائي

(عملي)

115 صنع

طبعة ١٤٢٩ هـ

# مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل و المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " أسس هندسة التصنيع الغذائي - عملي " لمتدربي قسم" تقنية التصنيع الغذائي " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

**الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج**

# تمهيد

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على نبينا محمد صلى الله عليه وعلى آله وصحبه أجمعين. أما بعد أصبح تصنيع الأغذية في هذا العصر من الصناعات الهامة التي توفر للمستهلك جميع متطلباته بصورة مصنع غذائي ذي جودة عالية. ونتيجة لازدياد عدد السكان فإنه لابد من اتباع السبل الهندسية التي تساعد على توفير الغذاء وجعله في متناول المستهلكين.

و نتيجة للتطور في مجال تصنيع الأغذية في المملكة العربية السعودية واهتمام المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتخريج متدرب تقني في التصنيع الغذائي. لذا فإنه يسعدني أن أضع بين يدي متدربي الكليات التقنية هذه الأسس الهندسية للتصنيع الغذائي والتي تهتم بعمليات التصنيع والحفظ والتداول للمنتجات الغذائية وذلك بصورة سهلة تعد كمرجع من مراجع قسم تقنية التصنيع الغذائي حيث تتناول هذه الحقيبة التدريبية أسس هندسة التصنيع الغذائي لمتدربي قسم تقنية التصنيع الغذائي للكليات التقنية والتي تحتوي على أربع وحدات (الأبعاد والوحدات، أجهزة القياس، اتزان الكتلة والطاقة، خليط الغازات والرطوبة). مشتملة على الأمثلة والأشكال والخرائط كما تحتوي الحقيبة في النهاية على المراجع العلمية.

# أسس هندسة تصنيع غذائي

## الأبعاد والوحدات

# الوحدة الأولى : الأبعاد والوحدات .

**الجدارة :** القدرة على معرفة الأنظمة المختلفة للوحدات وكيفية اشتقاق الوحدات.

**الأهداف :** أن يتعرف المتدرب على طرق إجراء العمليات الحسابية والتحويل من وحدات نظام إلى آخر.

**مستوى الأداء المطلوب :** أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 90 ٪

**الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة :** أربع ساعات.

**الوسائل المساعدة :** لا يحتاج المتدرب إلى وسائل مساعدة باستثناء الآلة الحاسبة.

**متطلبات الجدارة :** أن يقوم المتدرب بتطبيق القوانين الحسابية التي تساعده على إجراء عمليات التحويل.

# الأبعاد والوحدات

## تمارين على اشتقاق الوحدات من الوحدات الأساسية للنظام العالمي

**تمرين (1):**

1. اشتق وحدات الأبعاد التالية من الوحدات الأساسية للنظام العالمي للوحدات :

القوة الطاقة القدرة

2. اشتق الوحدات العالمية للزوجة من الوحدات الأساسية إذا علمت أن :

$$\frac{F}{A} = u\left(\frac{dv}{dx}\right)$$

أثبت تناسق الوحدات لجانبي المعادلة التالية لتقدير الضغط المطلق p بالباسكال ، حيث:

$$P = \rho gh$$

3. كتلة مقدارها 100 كجم رفعت إلى منصة ارتفاعها 10 متر عن الأرض. ما هي طاقة الوضع للكتلة بالنسبة لسطح الأرض؟
4. أحسب القدرة اللازمة لرفع 50 كجم لارتفاع 15 متر في 5 ثوان.

## تمارين على تحويل الوحدات :

**تمرين( 1 )**

1. حول سرعة 60 ميل/ساعة إلى كيلومتر في الساعة .

علماً بأن :

$$1ft = 0.3048\ m$$
$$1\ mile = 5280\ ft$$

2. أوجد تحويل الوحدات التالية إلى النظام العالمي:

أ. كثافة قدرها 60 رطل/قدم$^3$ إلى كجم/م$^3$

ب. طاقة قدرها $1.7\times10^3$ وحدة حرارية بريطانية إلى كيلو جول ثم إلى كيلو وات ساعة

ج. ضغط قدره 14.69 رطل على البوصة المربعة إلى كيلو باسكال

د. لزوجة قدرها 20 سنتي بواز إلى باسكال ثانية

هـ. وحدة حرارية بريطانية / رطل درجة فهرنهايت إلى جول / جرام درجة كلفن

علماً بأن :

1 lb = 0.454 kg
1 ft = 0/3048 m
1 Btu = 1.055 kJ
1 in = 0.0254 m
1 cP = $10^{-3}$ Pa s

## تمرين( 2 )

1. من المعلوم أن المعادلة التالية تستخدم لحساب كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة مادة من درجة حرارة $T_1$ إلى درجة حرارة $T_2$

$$Q = m\ CP\ (T_2 - T_1)$$

أحسب كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة قطعة من اللحم كتلتها 10 lb من درجة حرارة 40 F إلى 130 F مع العلم أن الحرارة النوعية للحم قيمتها 0.8 BTU/lb F معبراً عن كمية الحرارة اللازمة بوحدات W.h.

2. إذا علمت أن (طن تبريد) هو معدل سحب الحرارة لتجميد 1 طن (2000 lb ) من الماء عند درجة حرارة 32F° في خلال مدة 24 ساعة. ما هي قيمة (طن تبريد) معبراً عنها بوحدات W ، وحدات BTU/h علماً بان الحرارة الكامنة لانصهار الماء هي 80 cal/g .

1 cal = 4.185 J

3. مستخدماً المعلومات الآتية أحسب معامل تحويل الضغط بوحدات mmHg إلىPa . تذكّر أن الضغط عند قاعدة عمود من السائل يساوي وزن ( قوة ) السائل مقسوماً على مساحة المقطع. استخدم معاملك لإيجاد قيمة الضغط الجوي القياسي بوحدات Pa.

كثافة الزئبق 13600 $kg/m^3$

عجلة الجاذبية الأرضية 9.81 $m/s^2$

الضغط الجوي القياسي 760 mmHg

4. تقاس كمية الطاقة الحرارية عادة بـ J . أحسب معامل التحويل من BTU إلى J ومن lbf إلى J .

1 cal = 4.186 J
1 J = 1 Nm
1 BTU = 252 cal
1 lbm = 454 g
1 ft = 0.3048m
g = 9.81 $m/s^2$ = 32.2 $ft/s^2$

# أسس هندسة تصنيع غذائي

## أجهزة القياس

## الوحدة الثانية : أجهزة القياس .

**الجدارة :** القدرة على معرفة أجهزة القياس المختلفة.

**الأهداف :** أن يتعرف المتدرب على طرق عمل أجهزة القياس المختلفة وتحديد وحدات القياس المستخدمة فيها و كيفية استخدامها.

**مستوى الأداء المطلوب :** أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 90 ٪

**الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة :** ساعتان

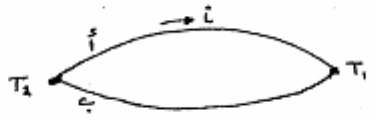
**الوسائل المساعدة :** - نماذج مختلفة لأجهزة القياس.
- حل تمارين

**متطلبات الجدارة :** أن يكون المتدرب قادراً على استخدام أجهزة القياس المختلفة.

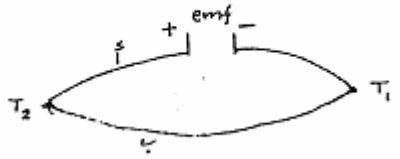
## تصنيع مزدوجة حرارية لقياس درجة الحرارة ومعايرتها .

### مقدمة :

إذا وصل طرفا سلكين لمعدنين مختلفين أ و ب وكانت نقطت اتصال السلكين عند درجات حرارة مختلفة $T_1$ و $T_2$ فإن تياراً كهربائياً i ينتج في هذه الدائرة المغلقة في الاتجاه المشار إليه في الشكل 1 أدناه إذا كانت $T_1 < T_2$ .تكون قوة الدفع الكهربائية emf الناتجة والموضحة في الشكل 2 هي مقياس للفرق في درجة الحرارة بين $T_2$ و $T_1$ .




شكل 1 توصيل السلكين

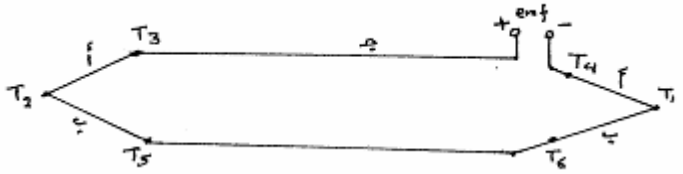



شكل 2 قوة الدفع الكهربائية في المزدوجة

تقاس قوة الدفع الكهربائية بالميلي فولت (mV) وهي تتناسب مع الفرق بين نقطتي الاتصال في المزدوجة الحرارية.

**الأجهزة والأدوات:**

1. حمام مائي
2. ثيرموميتر 0- 100ْس
3. سلك نحاس وسلك كونستنتان
4. لحام أو مادة ربط تتحمل درجات الحرارة العالية
5. حمام ثلج
6. مقياس للميلي فولت




شكل 3 توصيل المزدوجة الحرارية لمعايرتها

شكل 3 توصيل المزدوجة الحرارية لمعايرتها

خطوات التجربة:

1. اكشط أطراف الأسلاك لإزالة المادة العازلة
2. الحم طرف الاتصال البارد وطرف الاتصال الساخن
3. قم بوضع طرف الاتصال الساخن في الحمام المائي وطرف الاتصال البارد في حمام الثلج ونهايات الأسلاك لمقياس فرق الجهد كما هو موضح في الشكل 3
4. اختر درجات حرارة مختلفة في الحمام المائي وعند كل درجة حرارة سجل ما يناظرها بالميلي فولت.
5. ارسم منحنى المعايرة للعلاقة بين الفرق في درجة الحرارة والميلي فولت

المناقشة:

ناقش النتائج التي تحصلت عليها وأي قصور في التجربة

# معايرة مقياس درجة الحرارة لحمام مائي

**الأجهزة والأدوات:**

1. حمام مائي
2. مزدوجة حرارية تمت معايرتها

**خطوات التجربة:**

1. بضبط مقياس درجة حرارة الحمام المائي عند درجة معينة اتركه لفترة حتى تثبت درجة حرارة الماء بداخله
2. اقرأ الميلي فولت من جهاز قياس فرق الجهد
3. اقرأ ما يناظره بالدرجات المئوية من منحنى المعايرة
4. كرر ضبط مقياس درجة حرارة الحمام المائي عند درجات حرارة مختلفة وفي كل مرة حدد ما ورد في 2 ثم ما ورد في 3 أعلاه
5. حدد نسبة الخطأ في قراءات مقياس درجة الحرارة للحمام المائي

**المناقشة:**

ناقش النتائج التي تحصلت عليها وأي قصور في هذه التجربة

# قياس الضغط ومعايرة الجهاز

**الأجهزة والأدوات:**

1. مقياس للضغط نوع بوردون
2. أنبوب زجاجي على شكل حرف U
3. زئبق

**خطوات التجربة:**

قم بقياس الضغط باستخدام مقياس الضغط نوع أنبوب بوردون وجهاز المانوميتر لقياس الضغط علماً بأن ضغط المقياس في حالة جهاز المانوميتر يساوي hg .

قم بمعايرة جهاز أنبوب بوردون باستخدام جهاز المانوميتر.

**المناقشة:**

ناقش النتائج التي تحصلت عليها

# أسس هندسة تصنيع غذائي

## اتزان المادة والطاقة

## الوحدة الثالثة : اتزان المادة والطاقة .

**الجدارة :** القدرة على معرفة وحدة تركيز الملح ووحدات خلط وتجفيف النشا والقمح والبنجر ووحدة المربى.

**الأهداف :** أن يتعرف المتدرب على طرق تطبيق اتزان المادة والطاقة حول بعض المنظومات الغذائية.

**مستوى الأداء المطلوب :** أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 90 ٪

**الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة :** أربع ساعات.

**الوسائل المساعدة :** لا يحتاج المتدرب إلى وسائل مساعدة باستثناء الآلة الحاسبة.

**متطلبات الجدارة :** أن يقوم المتدرب بتطبيق القوانين الحسابية التي تساعده على إجراء عمليات التحويل.

## تمارين على اتزان المادة

**تمرين (1)**

1. أثناء تشكيل احد منتجات الأغذية الجديدة تم خلط 30 كجم من أحد المركبات التي تحتوي على 30٪ مادة صلبة بكمية مجهولة من مركب آخر يحتوي على 80٪ مادة صلبة . إذا كانت هناك رغبة لإنتاج 125 كجم من المنتج الغذائي، أحسب :
   أ. كمية المركب الذي يحتوي على 80٪ مادة صلبة واللازم لذلك
   ب. تركيب المنتج الجديد

2. جففت قطع من بطاطس لها محتوى رطوبة على أساس رطب يعادل 75٪ في مجفف ذي تدفق متواز. إذا كانت رطوبة الهواء الداخل للمجفف هي 0.08 كجم من الماء لكل 1 كجم من الهواء الجاف ورطوبة الهواء المغادر من المجفف هي 0.18 كجم ماء لكل 1 كجم هواء جاف ومعدل تدفق الهواء بالمجفف هو 100 كجم هواء جاف لكل ساعة، أحسب ما يلي في حالة الاتزان :
   أ. معدل تدفق كتلة البطاطس المجففة
   ب. محتوى رطوبة البطاطس المجففة الخارجة من المجفف على الأساس الجاف

3. خضروات تخرج من مجفف بمحتوى رطوبة 4٪ على أساس رطب ثم تتم تعبئتها داخل عبوات تحتوي على 1 كجم مادة جافة من الخضروات . وهناك رغبة لتخفيض محتوى الرطوبة إلى 1.5 ٪ على أساس رطب وذلك بوضع مادة إدمصاص مع الخضراوات في كل عبوة. تمتص مادة الإدمصاص بعض الرطوبة من الخضراوات المجففة وعند الوصول إلى حالة الاتزان تحتوي مادة الإدمصاص على 9 أمثال رطوبة الخضراوات المجففة معبراً عنها بوحدات كجم رطوبة لكل كجم مادة جافة لكل عبوة. فإذا كانت مادة الإدمصاص لا تحتوي على رطوبة عند بداية وضعها في داخل العبوة، أحسب كتلة مادة الإمصاص اللازمة لكل عبوة .

4. منتج غذائي يحتوي على 70٪ ماء. تم إزالة 80٪ من الماء الموجود في الغذاء بواسطة عملية تجفيف. أحسب :
   أ. كتلة الماء التي تمت إزالتها لكل كيلوجرام من الغذاء الرطب
   ب. محتويات الغذاء المجفف

5. يتحقق نظام تركيز المواد الصلبة الكلية في الغذاء باستخدام نظام الفصل بالأغشية في مرحلتين، حيث يتم في المرحلة الأولى تركيز المادة الغذائية إلى محتوى مواد صلبة كلية يعادل 25٪ ومحتوى المواد الصلبة الكلية في مواد الغسيل الخارجة من هذه المرحلة يعادل 0.5٪ . تتم إعادة كمية من المادة من المرحلة الثانية إلى المرحلة الأولى بمحتوى مواد صلبة كلية 2٪. كم هو معدل تدفق المادة المعادة إذا كان محتوى المواد الصلبة الكلية في المادة المراد تركيزها 10٪ وفي المادة المركزة 30٪ وذلك لإنتاج 100 كجم من المادة المركزة في الدقيقة.

## تمارين على اتزان الطاقة :

1. يستخدم بخار لتقشير البطاطس في عملية شبه مستمرة. يتدفق البخار بمعدل 4 كيلوجرامات لكل 100 كيلوجرام بطاطس غير مقشرة. تدخل البطاطس غير المقشرة النظام عند درجة حرارة 17 ْس وتغادر البطاطس المقشرة النظام عند درجة حرارة 35 ْس. تخرج مواد الغسيل من النظام عند درجة حرارة 60 ْس . الحرارة النوعية لكل من البطاطس غير المقشرة ومواد الغسيل والبطاطس المقشرة هي 3.7 و 4.2 و 3.5 كيلو جول/كجم ك على التوالي. إذا كان المحتوى الحراري للبخار عند 0 ْس هو 2750 كيلو جول / كجم ، حدد كميات نواتج الغسيل والبطاطس المقشرة في هذه العملية .

2. سخنت 5 كجم من الثلج عند –10 ْس لإذابتها إلى ماء درجة حرارته صفر . وبعد ذلك أضيفت حرارة لتبخير الماء. يخرج البخار المشبع عند 100 ْس . أحسب قيم كمية الحرارة المختلفة في هذه العملية. الحرارة النوعية للثلج 2.05 كيلو جول / كجم.ك . الحرارة النوعية للماء 4.182 كيلو جول/ كجم.ك والحرارة الكامنة للانصهار 333.2 كيلو جول/كجم.ك والحرارة الكامنة للتبخير عند 100 ْس هي 2257.06 كيلو جول/ كجم.

3. في تجربة دراسية يركز مستخلص الخوخ النقي في مبخر تفريغ مستمر بمعدل 65 kg/h .درجة حرارة التغذية الداخلة 15 C ومحتوى المواد الصلبة الكلية 10.9٪ . يسحب المنتج الذي محتوى المواد الصلبة الكلية فيه 40.1٪ عند درجة حرارة 40 C ويخرج ناتج التكثيف عند 35 C .
   أ. أحسب معدلات سريان المنتج وناتج التكثيف
   ب. إذا استخدم البخار المتكثف عند 120 C لإمداد حرارة التبخير ، أحسب استهلاك البخار بوحدات kg/h علماً بأن الحرارة النوعية للمادة الغذائية 2.09 kJ/kg.K.
   ت. أحسب معدل سريان ماء التبريد إذا كان الماء البارد يدخل المكثف عند 20 C .

4. غذاء سائل نسبة المواد الصلبة فيه 10٪ ، يسخن بحقن البخار فيه من درجة حرارة ابتدائية 83 C وعند ضغط مطلق 344 kPa والمنتج له حرارة نوعية مقدارها 3.35 kJ/kg.K والبخار المطلق جودته 85٪ وضغطه المطلق 620 kPa . أحسب البخار اللازم لمعدل تغذية منتج مقدارها 100 kg/min وأوجد محتوى المواد الصلبة الكلية للمنتج الخارج من نظام التسخين.

# أسس هندسة تصنيع غذائي

## خليط الغازات والأبخرة

## الوحدة الرابعة : خليط الغازات والأبخرة .

**الجدارة :** القدرة على استخدام الخرائط السيكومترية ومعرفة خواص الغازات.

**الأهداف :** أن يتعرف المتدرب على كيفية قياس خواص الهواء الرطب والرطوبة النسبية.

**مستوى الأداء المطلوب :** أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 90 ٪

**الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة :** أربع ساعات.

**الوسائل المساعدة :** خرائط سيكومترية.

**متطلبات الجدارة :** أن يقوم المتدرب بتطبيق القوانين التي تعلمها في النظري لمساعدته في كيفية قياس الرطوبة ومعرفة خواص الهواء الرطب.

# قياس خصائص الهواء الرطب

**الأجهزة والأدوات:**

1. جهاز قياس الرطوبة hydrometer
2. ثيرموميتر جاف وثيرموميتر رطب
3. خريطة قياس الرطوبة
4. خمس غرف تخزين ( 5 )
5. كلوريد كالسيوم لامائي
6. كلوريد الليثيوم
7. كلوريد الماغنسيوم
8. كربونات البوتاسيوم
9. نترات الماغنسيوم

**خطوات التجربة:**

1. قم بتكوين محاليل مشبعة من المواد الكيميائية المذكورة أعلاه ما عدا كلوريد الكالسيوم اللامائي
2. ضع كلا من هذه المحاليل المشبعة وكلوريد الكالسيوم اللامائي على حدة في غرف التخزين واتركها لموعد التجربة القادمة
3. قم بقياس خصائص الهواء الرطب في المعمل وذلك باستخدام جهاز مقياس الرطوبة وباستخدام الثيرموميتر الجاف والثيرموميتر الرطب وخريطة قياس الرطوبة

# قياس الرطوبة النسبية في أجواء محاليل أملاح مشبعة

**الأجهزة والأدوات:**

1. غرف التخزين الخمس
2. ثيرموميترات جافة وثيرموميترات رطبة

**خطوات التجربة:**

1. اترك الثيرموميترات داخل غرف التخزين فترة كافية حتى تصل قراءات درجة الحرارة مرحلة الاتزان
2. سجل درجة الحرارة الجافة ودرجة الحرارة الرطبة في كل غرفة من غرف التخزين
3. باستخدام خريطة الرطوبة أوجد الرطوبة النسبية في كل غرفة
4. قارن النتائج التي تحصلت عليها وتلك المدونة في المراجع

**المناقشة :**

ناقش النتائج التي تحصلت عليها والأسباب التي ربما أدت لاختلاف النتائج

## تطبيقات على استخدام الخريطة السيكرومترية

1. أوجد خصائص الهواء الرطب الذي درجة حرارته الجافة 30ْس ودرجة حرارته الرطبة 20 ْس.
2. خليط هواء وبخار ماء درجة حرارته الجافة 60ْس ودرجة حرارته الرطبة 35ْس .باستخدام الخريطة السيكرومترية أوجد الرطوبة النسبية ونسبة الرطوبة والحجم النوعي والمحتوى الحراري ودرجة حرارة نقطة الندى لهذا الخليط.
3. أحسب معدل الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين 10 م$^3$/ث من هواء خارجي درجة حرارته الجافة 30ْس ورطوبته النسبية 80٪ إلى درجة حرارة جافة 80ْس.
4. يستخدم هواء ساخن درجة حرارته 50ْس ورطوبته النسبية 10٪ لتجفيف أرز. يخرج الهواء من الصومعة في حالة تشبع. حدد كمية الماء المزالة لكل كجم من الهواء الجاف.
5. سخن هواء بواسطة بخار من –1ْس درجة حرارة جافة و80٪ رطوبة نسبية إلى 24ْس درجة حرارة جافة. أوجد الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة الرطبة ونقطة الندى للهواء الساخن. حدد كمية الحرارة التي تمت إضافتها لكل كيلو جرام من الهواء الجاف.

## زيارة ميدانية لأحد المصانع

**يتم في هذه الزيارة:**

1. ملاحظة وحدات القياس المستعملة في أجهزة القياس المستخدمة في عملية التصنيع
2. ملاحظة أجهزة القياس المستخدمة لقياس درجة الحرارة والضغط ومعدل التدفق ومستوى السوائل
3. تحديد كميات المواد الداخلة في عملية التصنيع والخارجة منها لكل وحدة من وحدات التصنيع وبالنسبة للناتج النهائي

## مراجعة

تتم المراجعة للتأكد من أن المتدرب أصبح قادراً على :

1. فهم وحدات النظام العالمي SI
2. تحويل الوحدات من نظام لآخر
3. معايرة أجهزة القياس المختلفة
4. إجراء اتزان للمادة واتزان للطاقة لعمليات تصنيعية مختلفة
5. استخدام الخريطة السيكرومترية وإجراء تطبيقات على استخداماتها

# المراجع

Charm, S.E., 1978, The fundamentals of food engineering, 3rd ed., AVI Publ. Co., Westport
Harper, J.C., 1979, Elements of food engineering, AVI Publ. Co. Inc., Westport
Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1978, Chemical Engineering, vol 1, Pergamon Press
الحيي، سليمان عبد العزيز.(1420هـ). المدخل إلى هندسة الأغذية. جامعة الملك سعود

# المحتويات

مقدمة . . . . . .
تمهيد . . . . . .
الوحدة الأولى : الأبعاد والوحدات . . . . . 1
الوحدة الثانية : أجهزة القياس . . . . . 4
الوحدة الثالثة : اتزان المادة والطاقة . . . . . 9
الوحدة الرابعة : خليط الغازات والأبخرة . . . . . 14
المراجع . . . . . 19