تغذية المجترات والدواجن

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

منشورات جامعة دمشق

كلية الزراعة الثانية بالسويداء

تغذية المجترات والدواجن

الجزء النظري

السنة الرابعة

الدكتور

جورج أنطون برصة

أستاذ في قسم الانتاج الحيواني

جامعة دمشق

1444 هـ

2023 م

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

ـ الفهرس contents ـ

- **المقدمة** 09
- **الفصل الأول: تمهيد** 11
  - a) الأهمية المتزايدة لعلم تغذية المجترات والدواجن 12
  - b) مكونات مادة العلف الأساسية 14
- **الفصل الثاني: الماء** 17
  - أشكاله 17
  - وظائفه 17
  - مصادره: ماء الجسم ـ الماء الداخل في تركيب العلف ـ ماء الشرب ـ الماء الناتج عن عمليات الاستقلاب 18
  - العوامل المؤثرة في احتياجات الحيوان من الماء 21
- **الفصل الثالث: البروتينات** 25
  - البروتين الخام 25
  - البروتين الحقيقي 25
  - الأهمية الغذائية للبروتينات 26
  - الأحماض الأمينية 28
  - هضم واستقلاب البروتينات عند المجترات 34
  - المواد الآزوتية غير البروتينية 36
  - الهضم المعدي عند المجترات 41
- **الفصل الرابع: الكربوهيدرات** 45
  - أقسام الكربوهيدرات 46
  - استقلاب الكربوهيدرات 50
  - الهضم الكيميائي للكربوهيدرات عند الدواجن 55
  - هضم الكربوهيدرات عند المجترات 57

- هضم الألياف الخام في كرش المجترات 59

الفصل الخامس: الليبيدات 63

- أقسامها 64
- الوظائف العامة والأهمية الغذائية للدهون 67
- هضم الدهون عند الطيور 68
- استقلاب الدهون 68
- المركبات الكيتونية 70
- الحد المسموح به من الدهون في علائق المجترات والدواجن ... 72

الفصل السادس: الفيتامينات 75

- العوامل المؤثرة في احتياجات الحيوانات من الفيتامينات 77
- الفيتامينات الذوابة في الدهون 81
- الفيتامينات الذوابة في الماء 91
- مجموعة فيتامينات B 92
- حمض الاسكوربيك 105

الفصل السابع: العناصر المعدنية 107

- وظائفها 108
- العناصر الكبرى: الكالسيوم ـ الفوسفور ـ المغنزيوم ـ الكبريت
  ـ البوتاسيوم والصوديوم والكلور 110
- العناصر الصغرى: الحديد ـ النحاس ـ المنغنيز ـ الزنك
  ـ الموليبيدنيوم ـ السيلينيوم 121

الفصل الثامن: القيمة الهضمية للمواد الغذائية وطاقة الغذاء .. 139

- أولاً: القيمة الهضمية للمواد الغذائية 139
  - معامل الهضم 139
  - تجارب الهضم 140

ثانياً: طاقة الغذاء 145

- مصير الطاقة وطرائق تقديرها 146
- الطاقة الكلية 148
- الطاقة التمثيلية 149
- الطاقة المهضومة 149
- فقد الطاقة 150
- تقدير الإنتاج الحراري 154
- تقييم البروتينات: . البروتين الخام . البروتين المهضوم باستخدام: ميزان الآزوت . ميزان الكربون 161
- تقدير المقننات الغذائية للدواجن 165
  - من الطاقة الحرارية 165
  - من البروتين الخام 167

الفصل التاسع:مواد العلف المهمة في تغذية المجترات والدواجن 171

تصنيف المواد العلفية : الشتوية . الصيفية . المالئة . الأعلاف المركزة 171

مجموعة الاضافات العلفية: الأعلاف المصنعة . الصبغات المضافة . المواد الضارة والسامة في مواد العلف 193

دليل المصطلحات العلمية 203

المراجع العلمية 217

دليل المخططات والجداول والأشكال 222

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المقدمة:

تعدّ المنتجات الحيوانية من أهم المنتجات الزراعية من الناحية الغذائية، كونها تشكل المصادر الأساسية للبروتين الحيواني الذي تعاني من نقصه أغلب دول العالم. وفي قطرنا العربي وانطلاقاً من أهمية الثروة الحيوانية فقد وضعت الدولة العديد من الإمكانات في سبيل تطوير هذا القطاع.

إن العوامل التي تؤثر في تطوير الثروة الحيوانية عديدة جداً ومتداخلة، ويعد عامل التغذية من أهم هذه العوامل خاصة في ظروفنا المحلية، حيث تشكل البادية والمراعي الأخرى أهم مصادر الأعلاف وهي بحد ذاتها مصادر فقيرة و إنتاجها من الأعلاف يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمواسم الأمطار.

تمثل تكاليف التغذية (٦٠ – ٧٠ %) من المنتج النهائي للدواجن، لذلك لابد من الاهتمام بالتغذية والأخذ بالأساليب الحديثة لتقليل تكلفة العلف ووضع المقننات أو الاحتياجات الغذائية للحيوانات الزراعية للحصول على أعلى معدل أداء إنتاجي بأقل التكاليف الغذائية الممكنة.

إن التنافس بين الحيوان والإنسان في بعض المواد الغذائية مثل (ذرة، قمح، فول) الأمر الذي يستلزم التوسع في استخدام بدائل غير تقليدية لتقليل التنافس وتقليل أسعار العلائق وبالتالي تقليل تكاليف الإنتاج والذي بالتبعية سوف يقلل من أسعار لحوم الحيوانات، ومن أمثلتها استخدام المخلفات الزراعية العادية الكسب بأنواعها.

تعد تغذية المجترات والدواجن من أهم وأكثر العوامل المؤثرة في إظهار الصفات الإنتاجية الممتازة للحيوانات، كما أنها تساهم في تطوير الإنتاج الحيواني بمجمله، فالتغذية الصحيحة تؤمن كافة المتطلبات الغذائية للحيوان لحفظ حياته وللحصول على مستوى إنتاجي مرتفع منه، ومن الواجب أن تكون التغذية مرنة واقتصادية لكي يستطيع المربي أن يحقق ربحاً وفيراً.

ويقصد بتغذية الحيوان تقديم المواد الغذائية (الطاقة، البروتين، الكربوهيدرات، الليدات، الفيتامينات، الأملاح المعدنية ....) والتي تلزم لصيانة جسمه ونموه وتكاثره وإنتاجه وذلك بأقل التكاليف ، حيث تقدم المواد العلفية رخيصة الثمن وغير الصالحة للاستهلاك البشري بهدف الحصول على منتجات عالية القيمة الغذائية والاقتصادية والتي تعد أساساً لنمو الإنسان والحفاظ على جسمه سليماً من الأمراض.

وقد تم في هذا الكتاب توضيح المبادئ الأساسية للتغذية المتزنة التي تحقق سد الاحتياجات الفيزيولوجية والإنتاجية وذلك من خلال توضيح تركيب المادة العلفية وهضمها وامتصاصها وتحديد قيمتها الغذائية وفق المقاييس المختلفة . كذلك تم توضيح طرائق تقدير الاحتياجات الغذائية لكل نوع من أنواع الحيوانات الزراعية.

وأرجو أن أكون قد بلغت بهذا الجهد المتواضع الأهداف التي وضعتها نصب الأعين لإخراج هذا الكتاب ليكون دعماً في إغناء مكتبتنا العربية بمرجع عن تغذية الحيوانات الزراعية .

المؤلف

الفصل الأول

تمهيد :

تشكل مواد العلف النباتية الأصل المصدر الرئيسي للمواد الغذائية لمعظم الحيوانات الزراعية، أما المواد العلفية ذات الأصل الحيواني سواء منتجات أو مخلفات فإن استعمالها في علائق حيوانات المزرعة يعد قليلاً بالمقارنة مع الأعلاف النباتية، لذلك من الطبيعي أن يتوافق التركيب الكيميائي لأنسجة الحيوان مع التركيب الكيميائي لأنسجة النبات من حيث نوعية العناصر التي تكون كل منهما .

ويؤدي الحيوان دور الوسيط من خلال قدرته على تحتويل أكبر كمية ممكنة من المواد النباتية التي لا يستطيع الإنسان أن يتغذى عليها مباشرة إلى أشكال أخرى من المواد والطاقة ذات القيمة الحيوية العالية التي يمكن لجسم الإنسان أن يتمثلها ويستفيد منها من جهة وإلى مواد أولية مهمة تدخل في العديد من الصناعات، والسماد العضوي الذي يحسّن خواص التربة الزراعية من جهة أخرى، ومع النمو المتزايد في الوعي الصحي لدى كثير من المجتمعات ومع ازدياد عدد السكان غير العاملين في الزراعة، ازدادت أهمية الحصول على المنتجات الحيوانية الصالحة لتغذية الإنسان، كما أصبح تنفيذ هذه الوظيفة بكبر مردود وبأقل التكاليف أمراً مهماً من الناحية الاقتصادية حيث يتطلب القيام بعملية التحتويل السابقة معرفة عميقة وشاملة بالقوانين الأساسية التي تتحكم في تغذية المجترات والدواجن .

عرّف Armsby في عام ١٩١٧ علم تغذية الحيوان بأنه دراسة كيميائية وفيزيائية للتبدلات التي يتم بوساطتها تحتويل المواد الخام في العلف إلى مواد أخرى تصلح لصيانة خلايا جسم الحيوان، ولمتابعة أدائها لمختلف وظائفها بشكل طبيعي أو أنها تصلح لأن تتجمع وتبني أجزاء جديدة حية في جسمه، ومع اكتشاف الأثر المشجع للنمو في بعض المركبات الهرمونية ١٩٣٠ وفي بعض المضادات الحيوية عام ١٩٤٠ كإضافات علفية فقد تطور مفهوم علم تغذية الحيوان ليصبح كما وضعه Taylor عام ١٩٦٠ بأنه دراسة

لمختلف العمليات الكيميائية والفيزيولوجية التي تحول مواد الغذاء إلى مكونات الجسم الحية، كذلك دراسة لمختلف الإضافات العلفية التي تساعد في عملية التحتويل السابقة.

ـ الأهمية المتزايدة لعلم تغذية المجترات و الدواجن :

تعدّ تغذية الحيوان الدعامة الأساسية التي يرتكز عليها هيكل الإنتاج الحيواني بأكمله، فالتغذية الصحيحة في يد باحث التربية أداة لا يمكن الاستغناء عنها من أجل إظهار كفاءة الحيوان الإنتاجية، وهي بالنسبة للمربي عاملاً أساسياً يتوقف عليه مقدار ما يحققه من ربح أو ما يحيق به من خسارة، وذلك لأن تكاليف التغذية عالية بالنسبة لتكاليف الإنتاج الحيواني ككل، فهي تقدر عموماً بـ ٥٠ – ٦٠ % ⟵ ٦٠- ٧٠% من أصل كافة التكاليف لذا فإن البلاد المعنية في الإنتاج الحيواني تهتم اهتماماً كبيراً بدعم الأبحاث والدراسات الخاصة المتعلقة بعلم تغذية الحيوان .

وتزداد أهمية علم التغذية مع تطور وتقدم طرائق رعاية الحيوانات الزراعية ومع ظهور العروق الجديدة منها والتي قد تختلف متطلباتها الغذائية وفي طرائق تغذيتها عن العروق القديمة.

وعلى وجه التحديد تم حصر **أهم العوامل التي أدت إلى زيادة الاهتمام بهذا العلم فيما يلي :**

١. التحسين الوراثي للحيوانات الزراعية وزيادة إنتاجها :

يعود ذلك بسبب التحسين الوراثي الذي طرأ على هذه الحيوانات نفسها وما رافق ذلك من ظهور لبعض العروق والسلالات الجديدة المحسنة. وقد بينت بعض الدراسات والاحصائيات أن الأثر الناتج عن التحسين في نوعية الخلطة العلفية للدواجن والمجترات (٢١ %) يفوق الأثر الناتج عن التحسين الوراثي (١٢ %) وذلك من حيث زيادة معدل استفادة طيور الدواجن من غذائها.

٢. تأثير عمليات التصنيع المختلفة في القيمة الغذائية لمواد العلف :

تتأثر القيمة الغذائية لمادة العلف نتيجة لعمليات التحضير والتصنيع التي تطرأ عليها قبل تقديمها كعلائق للحيوانات، فدريس الفصة المجفف تحت أشعة الشمس غني في فيتامين D ولكنه فقير في مادة الكاروتين، في حين وجد أن دريس الفصة المجفف صناعياً (بتعريضه على درجات حرارة مرتفعة وبفترة زمنية قصيرة بأفران خاصة) فقير بفيتامين D وغني بالكاروتين.

كذلك كسبة فول الصويا الناتجة عن استخلاص الزيت من البذور بطريقة المذيبات تكون مغبرة اللون وتحتوي على نسبة من الدهن لا تزيد عن (٠,٥%) بينما وجد أن كسبة فول الصويا الناتجة عن العصر الهيدروليكي تكون غير مغبرة اللون وتحتوي على (٣,٥%) دهناً، كما أن تسخين كسبة فول الصويا لدرجة كبيرة يسبب خفض القيمة الحيوية للبروتين بسبب تهدم الحمض الأميني (Lysine) الذي يقع في طرف سلسلة الأحماض الأمينية المكونة لبروتين الصويا .

٣. ظهور تغيرات في التركيب الكيميائي للنباتات العلفية قد تؤدي إلى حدوث تغيرات في قيمتها الغذائية :

هناك أسباب مختلفة لحدوث تغيرات في التركيب الكيماوي للنباتات العلفية ومنها:

. تفقد التربة أحياناً كثيراً من العناصر الغذائية نتيجة عمليات الغسيل والتسرب بفعل مياه الأمطار أو الري، فتفقد على سبيل المثال عناصر الكلور و اليود والمنغنيز والنحاس وهذا يؤثر بالتالي في نمو النباتات العلفية وعلى نسبة تركيز مختلف المكونات والعناصر الغذائية في المحصول الناتج.

. قد يؤثر التسميد في التركيب الكيميائي لنباتات العلف، وكذلك قد تؤثر عمليات التربية والتهجين في نسبة ما تحتويه هذه النباتات من مكونات غذائية، فمثلاً كانت الذرة ذات التلقيح الحر تحتوي في تركيبها نحو ٩ – ١٠ % بروتين، وأصبحت الذرة الهجين تحتوي ٧ – ٨ % بروتين.

٤. ظهور مواد علفية جديدة :

ظهرت في أسواق بعض الدول في الآونة الأخيرة كثير من المواد العلفية الجديدة التي تعمل على سد حاجة الحيوان لمكون أو أكثر من المكونات الغذائية الضرورية والتي تفتقر إليها عليقته، ومن أمثلة هذه المواد نذكر محاليل السمك fish solubles، اليوريا urea، مركزات فيتامين B12 (VIT. B12 concentrates)، الفوسفات السائلة phosphate soft، الدهون الحيوانية tallow، وطحالب البحر plankton.

٥. ظهور الإضافات العلفية :

أدت الجهود المستمرة لتزويد الإنسان بمنتجات حيوانية رخيصة الثمن إلى القيام بأبحاث متواصلة غايتها، الجمع بين العديد من المواد الغذائية المعروفة بنسب مختلفة لإيجاد خلطات جديدة أكثر مردوداً، وكذلك اكتشاف مواد كيميائية جديدة الهدف منها زيادة معدل النمو والإنتاج، ويطلق عليها اسم الإضافات العلفية، ومن أمثلة هذه المواد: المواد الشبيهة بالهرمونات hormone-like compound التي ظهرت في الثلاثينات، والمضادات الحيوية Antibiotics في الأربعينيات، وكذلك بعض المواد الزرنيخية Arsenicals التي تم اكتشاف أثرها المشجع للنمو عام ١٩٤٩، والعقاقير الدرقية Thyroid drugs ..... إلى آخر ما هنالك من مواد أخرى تشجع نمو الحيوان أو تزيد من صحته وحسن أداء جسمه للوظائف المختلفة.

مكونات العلف الأساسية :

للحكم على القيمة الغذائية للأعلاف وفهم أسباب اختلافها لابد من معرفة التركيب الكيميائي للأعلاف والمنتجات الحيوانية والعمليات الأساسية التي تجري عليها خلال عمليات هضم واستقلاب المواد الغذائية داخل جسم الحيوان.

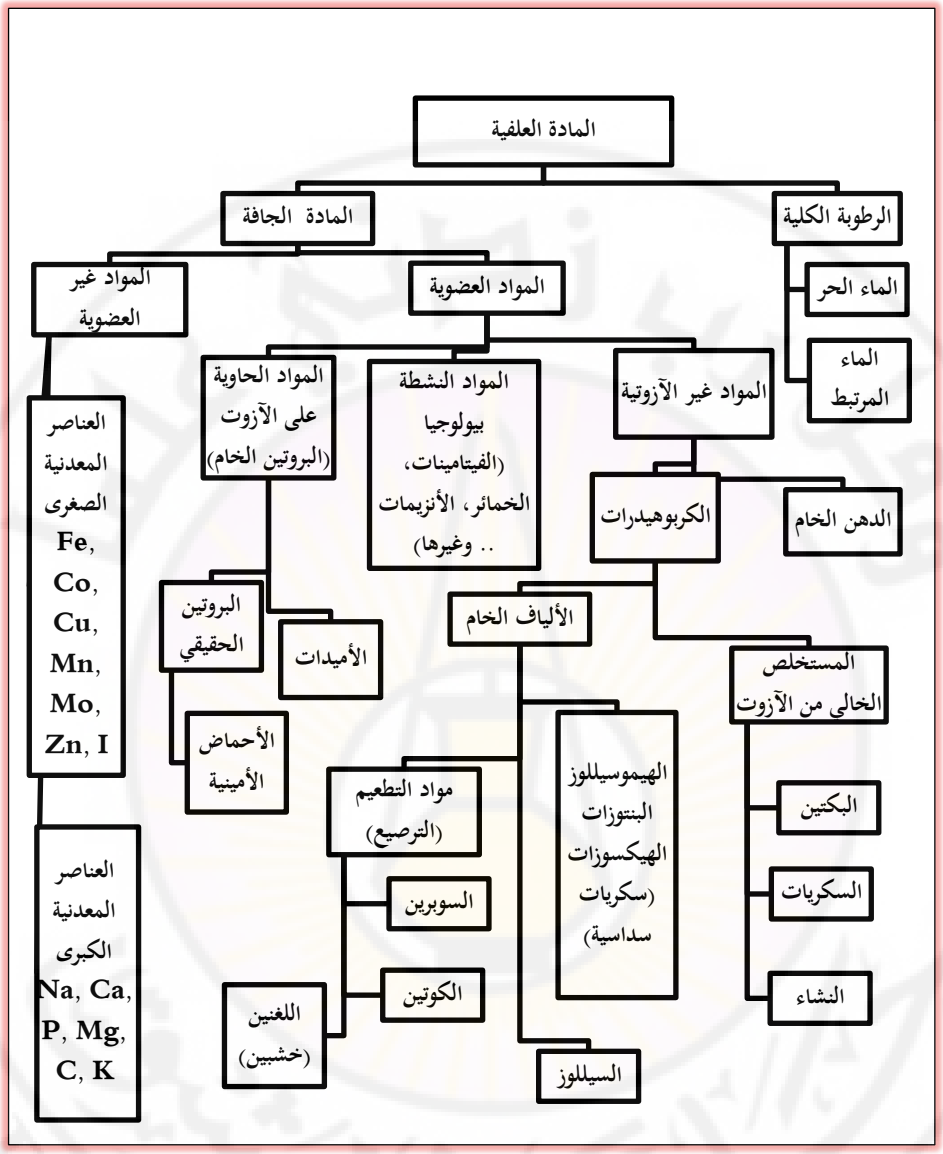
وتشكل الأعلاف نباتية المنشأ النسبة العظمى من الأعلاف الأساسية التي تستخدم في تغذية الحيوانات الزراعية، كما تستخدم معها بعض المنتجات الحيوانية المنشأ في

التغذيـة أيضـاً، ومـن المؤكـد أن جميـع العناصـر المعروفـة حاليـاً في الكيميـاء موجـودة في النباتـات وفي جسـم الحيـوان ولكـن بنسـب متفاوتـة فيشـكل الكربـون والأوكسـجين والهيدروجين المادة الأساسية في بناء المادة النباتية والحيوانية على حد سواء، ففي النبات يشـكل الكربـون وسـطياً نسـبة ٤٥% والأوكسـجين ٤٢% والهيـدروجين ٦,٥% أمـا الآزوت فتبلـغ نسبته نحـو ١,٥% ومجمـوع العناصـر المعدنيـة الأخـرى ٥%، بينمـا يحـوي جسـم الحيـوان مـن الكربـون نحـو ٦٣% والأوكسـجين ١٤% والهيـدروجين ٩,٥% والآزوت ٥% ومجموع العناصر المعدنية الأخرى ٨,٥%.

تعدّ معرفة التركيب الكيميائي للعلف الخطوة الأولى لتقدير القيمة الغذائية للأعلاف، وهي وحدها لا تكفي لتكوين فكرة دقيقة عن قيمة العلف الغذائية، خاصة بعد التطور الكبير الذي حدث في المجالات المختلفة والتي أدت إلى تقدم المعارف في مجال الكيمياء والهضم والاستقلاب، فلم يعد يعتمد على التركيب الكيميائي للمقارنة بين الأعلاف من حيث القيمة الغذائية، إلا أنه يبقى من الضروري دراسة التركيب الكيميائي للمواد العلفية وفق مخطط محدد يظهر في محتوى المادة من عدد المكونات الأساسية تتوقف نوعيتها وعددها على مستوى العمق المطلوب للدراسة.

إن الشائع في تغذية الحيوان عند تحليل الأعلاف هو ما يسمى بالتحليل التقريبي لمواد العلف (Proximate Analysis) والذي يكتفى فيه بتقدير أهم المكونات الأساسية للمادة العلفية مثل المادة الجافة والرماد والبروتين والدهون والألياف والمستخلص الخالي من الآزوت.

في الوقت الحالي يستخدم المخطط التفصيلي رقم (١) الآتي مع كل الإضافات لتحليل الأعلاف النباتية والحيوانية في كل بلدان العالم. مع ملاحظة حذف خطوة تحديد الألياف الخام عند التعامل مع الأعلاف حيوانية المنشأ لعدم احتواء الأخيرة على الألياف. وفي الفصول الآتية سيتم دراسة مكونات الأعلاف بشيء من التفصيل لتوضيح أهميتها للحيوان وفهم الأسس العامة لتغذية الحيوان.



المخطط رقم (١) التركيب الكيميائي للمواد العلفية

الفصل الثاني

الماء Water

يُعدّ الماء أهم مكونات الخلية النباتية والحيوانية على حد سواء، ويوجد في جميع المواد على شكلين :

أ- الماء الحر Free water: وهو الجزء الذي يفقد من المادة خلال تجفيفها على درجة حرارة منخفضة نسبياً (٦٠- ٦٥ مْ) حتى ثبات الوزن، حيث تنخفض رطوبة المادة إلى نحو ١٥ % ويسمى الماء المتبخر بالرطوبة الأولية.

ب- الماء المرتبط Bound water: وهو الجزء الذي يفقد من المادة الجافة أولياً عند تجفيفها لمدة تزيد عن ٣ ساعات وعلى درجة حرارة ١٠٥ مْ وحتى ثبات الوزن.

وتحدد نسبة الرطوبة الكلية في المادة بالمعادلة الآتية :

$$\text{الرطوبة الكلية\%} = \frac{\text{الرطوبة الأولية\%} + (\text{الماء المرتبط\%}(100 - \text{الرطوبة الأولية \%}))}{100}$$

ويؤدي الماء دوراً حيوياً مهماً في عمليات الاستقلاب جميعها وهو عامل أساسي لقيام الأعضاء والأنسجة بوظائفها:

- فهو الوسط الذي تجري فيه كل عمليات التبادل الغذائي البيوكيميائية، والتفاعلات الحيوية في الجسم، وكثيراً ما يشكل أحد أطراف هذه التفاعلات أو أحد نواتجها.

- وهو المذيب الذي تنتقل به العناصر الغذائية إلى أجزاء الجسم المختلفة، حيث يُعد الماء مادة ناقلة للمواد الغذائية عن طريق الدم الذي يحتوي نحو ٩٠ – ٩٢ % ماء، أما اللعاب فيحتوي ٩٩,٥% ماء وكذلك تبلغ نسبة الماء في العصارة المعوية والمعدية نحو ٩٧%.

- كما يؤدي دوراً كبيراً في طرح الفضلات الناتجة عن الاستقلاب من الجسم، حيث تبلغ نسبة الماء في البول الذي تطرح معه نواتج التمثيل الغذائي النهائية ٩٥%.

– وهو عامل مهم لتنظيم الضغط داخل وخارج الخلايا حسب الضغط الاسموزي، وهو كذلك يحافظ على شكل الخلايا، وله تأثير ميكانيكي في الأنسجة حيث يكسبها المرونة والقوة.

– الماء عامل مهم في تنظيم درجة حرارة الجسم بفضل الخواص الفيزيائية والكيميائية فالحرارة النوعية العالية للماء تزيد من قدرته على تخزين الحرارة ولهذا أهمية في منع حدوث تغيرات مفاجئة في حرارة الجسم حيث يتم امتصاص الحرارة الزائدة تدريجياً وتخزينها كما تزيد من فعاليته في حمل الطاقة ونقلها من الأجزاء الناتجة فيها إلى بقية أجزاء الجسم وطرحها خارجه.

– يتميز الماء بارتفاع السعة التبريدية و قدرته على فقد الحرارة أثناء التبخر سواء بالتعرق وعن طريق هواء الزفير مما يساعد على التخلص من الحرارة الكامنة.

– يشكل الماء الجزء الأكبر من المنتجات الحيوانية، فتبلغ نسبته في حليب الأبقار مثلاً ٨٧% وبالبيض ٦٦% وباللحم الأحمر ٧٣% وباللحم الأبيض ٧٢,٥ %.

– مصادر الماء :

١– ماء الجسم : يشكل الماء أكثر من نصف وزن الجسم، وتختلف نسبة وجوده في أجسام الحيوانات المختلفة باختلاف أنواعها وأعمارها وأنسجتها كما هو واضح في الجدول رقم (١) الآتي:

الجدول رقم (١) : محتوى أجسام وأنسجة حيوانات من الماء

الحيوان	نسبة الماء %	أنسجة	نسبة الماء %
أغنام	٦٠	الدم	٩٥
دجاج	٦٦	العظام	٤٠
عجل عند الولادة	٨٠	ميناء الأسنان	٦
بعمر ٦ أشهر	٧٠	العضلات	٧٥
تام النمو	٦٥	كبد	٧١

يلاحظ أن هناك علاقة عكسية بين نسبة الماء والدهون في الجسم فكلما زادت كمية الدهون انخفضت كمية الماء، وبمقارنة نسبة الماء في أجسام الحيوانات وجد أن

الأغنام والماعز عند درجة سمنة واحدة تحتوي كمية من الماء اقل بالمقارنة مع جسم الأبقار وذلك لتغير أو تبدل طبيعة تركيب الأنسجة حيث تزداد نسبة الدهن على حساب نسبة الماء والبروتين، وبالتالي يتوزع الماء في الجسم على النحو الآتي:

- ٤٠% داخل الأنسجة وخلايا خاصة بالعضلات والجلد.
- ٣٣% سوائل الجسم (دم ولمف).
- و الماء المتبقي معظمه في القناة الهضمية والقناة البولية.

٢- الماء الداخل في تركيب العلف :

يغطي الماء الذي تحتويه العليقة جزء من حاجته ويتوقف مقدار هذا الجزء على نوع العلف، فالأعلاف سيلاج – دريس خضراء – الفصة – التي تصل نسبة الرطوبة فيها حتى ٩٠% تغطي جزءاً كبيراً من الحاجة للماء، وتقل أهمية هذا المصدر المائي عند استخدام الأعلاف الجافة في التغذية، ويبين الجدول (رقم ٢) العلاقة بين محتوى العلف من الرطوبة ومعدلات استهلاك ماء الشرب صيفاً، حيث تنخفض وقد تنعدم عند ارتفاع نسبة الرطوبة في الأعلاف إلى أكثر من ٧٠%.

الجدول رقم (٢) العلاقة بين استهلاك الأغنام من الماء ونسبة الرطوبة في العلف

استهلاك الماء (ل/كغ مادة جافة)	نسبة الرطوبة في العلف %
٣,٧	١٠
٣,٣	٣٠
٢,٩	٥٠
٢,٥	٦٥
٠,٩	٧٥

تعد نسبة الرطوبة في الأعلاف عاملاً مهماً لتحديد القيمة الغذائية لها فكلما زاد محتوى المادة العلفية من الماء كلما قلت نسبة المادة الجافة وبالتالي انخفضت القيمة الغذائية لوحدة البروتين في المادة العلفية.

ولنسبة الرطوبة تأثير في صلاحية الأعلاف للحفظ والتخزين حيث تساعد الرطوبة العالية عند التخزين على نمو الكائنات الحية الدقيقة والفطريات وتنشط العمليات الأنزيمية

التي تؤدي للفساد السريع ، لذلك يجب ألا تزيد نسبة الرطوبة في مادة العلف الغنية بالبروتين والدهون عن ١٠% وفي الحبوب ١٢% وفي الدريس و الأتبان عن ١٦%.

٣- ماء الشرب :

إن الاحتياجات من ماء الشرب تتعلق بنوع وخصائص الفيزيولوجية والإنتاجية للحيوانات. وبشكل عام يمكن تقدير احتياجات الحيوان من ماء الشرب على أساس وزن المادة الجافة من العليقة:

- الأبقار تستهلك ٤ – ٧ ليتراً ماء لكل ١ كغ مادة جافة
- الأغنام تحتاج ٢ – ٣ ليتراً ماء لكل ١ كغ مادة جافة
- الخيول تحتاج ٢ – ٣ ليتراً ماء لكل ١ كغ مادة جافة
- الدجاج تحتاج ١ – ١,٥ ليتراً ماء لكل ١ كغ مادة جافة
- دجاج بياض لإنتاج بيضة واحدة تحتاج ← ٣٤٠ مل
- بقرة حلوب تحتاج ٤ – ٥ ليتراً ماء لكل ١ كغ مادة جافة

وبالتالي يزداد استهلاك الماء اللازم لإنتاج ١ كغ حليب عند الأبقار الحلوب كما بالجدول رقم (٣):

الجدول رقم (٣) احتياجات الماء حسب درجة الحرارة

درجة الحرارة	٤,٤ مْ	١٥,٦ مْ	٣٢,٢ مْ
كمية الماء ل/ كغ حليب	٢,٨٣	٣,٤٢	٤,٨٣

إن عدم شرب كميات كافية من الماء تؤدي لمشكلة صحية وهي ظهور حالة التجفاف Dehydration، وإن شرب كميات كبيرة من الماء أو السوائل يؤدي إلى فقد كميات كبيرة من العناصر المعدنية وكذلك الفيتامينات الذوابة مثل فيتامين C ومجموعة فيتامينات B المركبة.

٤- الماء الناتج عن عمليات الاستقلاب Metabolic water: وتسمى ماء التمثيل الحيوي وينتج من أكسدة المواد الغذائية العضوية داخل الجسم، وتقدر نسبة الماء التمثيلي

النـاتج مـن أكسـدة المركبـات العضـوية ٦٦% للنشـاء، ٦٠ % للسـكريات، ١٠٧% للدهون، ٤٠% للبروتينات، فعند أكسدة:

١٠٠ غ من النشاء ينتج ٥٦ ملل ماء تمثيل حيوي

١٠٠ غ من السكريات ينتج ٦٠ ملل ماء تمثيل حيوي

١٠٠ غ من الدهون ينتج ١٠٧ ملل ماء تمثيل حيوي

١٠٠ غ من البروتينات ينتج ٤٠ ملل ماء تمثيل حيوي

مثال : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O +$ طاقة

١٨٠غ ١٠٨غ

$$\text{ماء التمثيل الحيوي}\% = \frac{\text{الوزن الجزئي للماء}}{\text{الوزن الجزئي للمركب}} \times 100$$

(الماء الاستقلابي)

$$\% ٦٠ = (١٠٠ \times ١٨٠) \div ١٠٨$$

نسبة الماء المتبقي في الجسم من أكسدة الكربوهيدرات في الظروف الحارة الجافة أكثر من نسبة الماء المتبقي من أكسدة الدهون والبروتينات، لأن الحيوان يفقد كمية كبيرة من الماء للتخلص من الطاقة العالية الناتجة عن أكسدة الدهون عن طريق التنفس أو التعرق، كـذلك بالنسـبة لأكسـدة البروتـين يطـرح الجسـم كميـة زائـدة مـن المـاء للـتخلص مـن الفضلات والتي يعد اليوريا من أهمها.

العوامل المؤثرة في احتياجات الحيوان من الماء :

١- نوع الإنتاج والحالة الفيزيولوجية للحيوان :

تختلف احتياجات الحيوان للماء باختلاف الغرض الذي يستخدم لأجله الغذاء، فالأبقار الحلوب تحتاج لكميات أكبر من الماء بالمقارنة مع حيوانات اللحم أو الدواجن حيث تحتاج الأبقار الحلوب إلى ٥ ليتر ماء لإنتاج ١ ليتر من الحليب.

٢- كمية المادة الجافة والتركيب الكيميائي للغذاء:

إن احتياجات الحيوان من الماء تتأثر بكمية ونوعية الغذاء فكلما ارتفعت نسبة رطوبة الغذاء المقدم للحيوان قلت كمية ماء الشرب التي يحتاجها الحيوان. وتزداد حاجة الحيوان للماء بزيادة كمية المادة الجافة المتناولة، ذلك لأن الماء هو الوسط الذي يتم فيه هضم وتمثيل الغذاء ونقل نواتجه إلى الأجزاء المختلفة. لذلك تستخدم المادة الجافة كأساس لتقدير احتياجات الحيوان للماء.

تحتاج البروتينات والأملاح (خاصة كلوريد الصوديوم) إلى كميات كبيرة من الماء نسبياً لإذابتها وتمثيلها وإخراج فضلاتها، لذلك فالتغذية على أعلاف غنية بهذه المواد يرفقها زيادة في احتياج الحيوان للماء، وكذلك يزداد استهلاك الماء بزيادة كمية البروتينات في الغذاء خاصة إذا كان مصدر البروتين لحوم الأسماك وذلك لارتفاع نسبة عنصر الصوديوم من جهة وحاجة الجسم لمزيد من الماء لصرف نواتج استقلاب البروتين.

بالمقارنة مع الطيور تحتاج الثديات إلى كميات أكبر من الماء لتمثيل نفس الكمية من الغذاء ، وذلك لأن الثديات تتخلص من البروتينات الزائدة على شكل يوريا، وهي مادة سامة إذا زادت عن حد معين في الدم، لذلك يعمل الماء على تخفيف تركيزها والتخلص منها مع البول، بينما تتخلص الطيور من نواتج هضم البروتين على شكل حمض اليوريك وبشكل صلب تقريباً.

٣- كمية الفاقد من الجسم:

يحتاج الحيوان للماء لتعويض الفاقد من الجسم عن طريق البول والروث وعمليات التنفس والتعرق، وتختلف كمية الماء المفقودة على مختلف الصور باختلاف نوع الحيوان وحجمه، فالمعروف أن نسبة الماء في روث الأبقار أعلى مما هي عليه في روث الأغنام أو الإبل، كما تؤثر الحالة الجوية وطبيعة العمل في نسبة الفاقد من الماء عن طريق التنفس والتعرق، ولطبيعة المواد التي يفرزها الحيوان مع البول كاليوريا وحمض اليوريك أثر في تحديد الفاقد من الماء في البول.

٤- درجة حرارة الجو:

يكون معدل استهلاك الماء منسوباً إلى وزن الغذاء في الظروف الباردة عندما تتراوح درجات الحرارة بين (-١٢مْ) و(+٤مْ) ثابتاً تقريباً، وتتزايد احتياجات الحيوانات الزراعية المختلفة من الماء لنفس وحدة الوزن من العلف الجاف مع ارتفاع درجة حرارة الجو المحيط عن(٤ مْ) حيث يزداد استهلاك الماء مع ارتفاع درجات الحرارة لزيادة التبخر عن طريق التعرق وعن طريق الرئتين خاصة خلال فصل الصيف عندما يصل فقد الماء إلى حده الأعظمي ويترافق ذلك مع انخفاض تناول الأعلاف المختلفة.

فقد وجد أن الأبقار تستهلك ٣ ليتر من الماء/١ كغ مادة جافة بدرجة حرارة (٤مْ) ترتفع هذه الكمية لتصل نحو ٥,٢ ليتر عند درجة حرارة (٢٦-٢٧ مْ) وتتزايد الاحتياجات لتصل ٧,٣ ليتر عند ارتفاع درجات الحرارة إلى (٣٢ مْ)، وفي هذه الأجواء الحارة يصل معدل الاستهلاك اليومي للأبقار عالية الإنتاج إلى ١٣ ليتراً.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثالث

البروتينات

البروتين الخام Crud protein : (C.P)

يشمل البروتين الخام المواد الحاوية على الآزوت جميعها ، وتتراوح نسبة الآزوت في البروتين الخام للمواد العلفية المختلفة بين ١٥- ١٨,٨ % أي بمتوسط قدره ١٦%، وعلى هذا الأساس يتم تقدير نسبة البروتين الخام في المادة العلفية بتقدير نسبة الآزوت الكلية ومن ثم ضرب هذه الكمية بالمعامل ٦,٢٥.

إن محتوى الأعلاف من البروتينات متباين جداً فهو يتراوح بين ٣-٩٠ %، وتعد الأعلاف الحيوانية المنشأ غنية بالبروتين مثل مسحوق السمك ومسحوق الدم حيث يمكن أن تصل نسبة البروتين فيها (٧٠ – ٩٠%)، ومن الأعلاف النباتية الغنية بالبروتينات الأكساب بأنواعها (٣٠-٤٥%)، والحبوب البقولية (٢٥-٣٠%)، ودريس الأعلاف الخضراء البقولية (١٢-١٥%)، بينما تحتوي الحبوب النجيلية ودريس الأعلاف النجيلية الخضراء نسبة قليلة من البروتينات تتراوح بين (٨-١٢%)، في حين تعد أتبان الحبوب النجيلية فقيرة جداً بالبروتين وقد تصل نسبته فيها (٤%)، وفي الأتبان البقولية تصل النسبة إلى أكثر من (٥%).

تتواجد البروتينات في الأعلاف النباتية على شكل محلول غروي في بروتوبلازما ونواة الخلايا وقد تشكل صلب أو كريستالي مشكلة بذلك بروتينات احتياطية للبذور والحبوب النجيلية والجذور والدرنات.

ان معرفة نسبة البروتين الخام في العلف لا تعبر عن القيمة الغذائية الحقيقية للبروتين، ويتكون البروتين الخام من البروتين الحقيقي والمواد الآزوتية غير البروتينية:

البروتين الحقيقي True protein (TP) :

البروتين مادة أساسية في بناء أنسجة الجسم و بروتوبلازما الخلايا. ولا تخلو منه أية خلية من خلايا الجسم ، حيث تدخل البروتينات في تركيب جميع الأنسجة والأعضاء

وكذلك الغطاء الشعري للحيوان وريش الطيور والقرون والأظافر في الجسم. لذلك لابد من توفره في الغذاء بكميات كافية لسد حاجة الحيوان، سواء للنمو أو لتعويض وتجديد الخلايا والأنسجة البالية أو لتكوين المنتجات أو بناء مواد أخرى ذات أهمية حيوية في الجسم، حيث يُعد البروتين جزء أساسياً من مكونات الأنزيمات والهرمونات والأصبغة والخضاب والأجسام المناعية (الأجسام المضادة) Antibodies وهذه المواد هي التي تحدد خصائص سير عمليات الهضم والتمثيل الغذائي والاستفادة من الماء والأوكسجين والمواد الغذائية المختلفة في المادة العلفية، بالإضافة إلى ذلك فإنها تنظم عمليات التبادل الغذائي في جميع أنحاء الجسم وتعمل على حماية الجسم ضد التأثير السلبي لبعض العوامل البيئية المحيطة غير الملائمة.

تختلف البروتينات عن كل من الكربوهيدرات والدهون في الأعلاف وجسم الحيوان في أنها تحتوي بالإضافة إلى الكربون والهيدروجين والأوكسجين على الآزوت الذي يوجد في الأنواع المختلفة للبروتينات بنسب تختلف باختلاف نوع البروتين ومصدره، ويختلف تركيب البروتينات ومحتواها من العناصر العضوية وغير العضوية باختلاف أنواعها إلا أنه وسطياً يحتوي البروتين: كربون ٥٢ %، هيدروجين ٧ %، أوكسجين ٢٣ %، آزوت ١٦ %، كبريت ٢ %.

تحتوي بعض البروتينات كالتي تشكل الأنزيمات والفيتامينات والهرمونات الهيموغلوبين بالإضافة إلى الآزوت بعض العناصر المعدنية كالفوسفور والحديد والمغنيزيوم أو غيرها من العناصر المعدنية الصغرى، ويُعد الكبريت أكثر العناصر المعدنية وجوداً في جميع البروتينات لأنه يدخل في تركيب بعض الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيب جميع البروتينات كالميثيونين والسيستين والسيستسيئين (cysticine وmethionin وcysteine).

الأهمية الغذائية للبروتينات (الوظائف الحيوية للبروتينات):

لابد من أجل النمو الجيد والتطور الطبيعي للجسم وضمان التناسل وكذلك الحفاظ على صحة الحيوان من أن تحصل الحيوانات وبشكل دائم على كمية محددة من

البروتينات النباتية والحيوانية أو الميكروبية مع تأمين مصدر للطاقة كالكربوهيدرات والدهون بالإضافة إلى الأملاح المعدنية والفيتامينات، وبشكل عام تعد البروتينات ضرورية للأغراض الآتية:

١- بناء أنسجة الجسم وبالتالي نمو الحيوانات.

٢- تحتاج الحيوانات للبروتينات في فترة الحمل لبناء أنسجة الجنين.

٣- تحتاج الحيوانات للبروتينات لتكوين منتجاتها، حيث يدخل البروتين في تكوين جميع المنتجات الحيوانية كالحليب والبيض والصوف.

٤- تحتاج الحيوانات للبروتين لتعويض الفاقد من الجسم عن طريق الإفرازات التي تخرج من الجسم والتي قد يكون مصدرها خلايا الجسم.

٥- يستخدم البروتين كمصدر للطاقة إذا زاد عن حاجة الجسم أو انخفضت مصادر الطاقة في الجسم، أو قد يخزنه الجسم على شكل دهن، لذلك فهو يحل محل الدهن والكربوهيدرات كمصادر للطاقة.

٦- يعد البروتين جزءاً أساسياً من مكونات الأنزيمات والهرمونات والأصبغة والأجسام المناعية، ويدخل في جميع العمليات الحيوية في الجسم.

٧- يدخل في تركيب جميع الأنسجة والأعضاء مثل الشعر والقرون والريش والأظافر والحوافر.

إن استخدام البروتين كمصدر للطاقة يُعد من الوجهة الغذائية والاقتصادية مكلفاً مادياً، وذلك لأن البروتين أغلى ثمناً وزيادته عن الحاجة في العليقة تزيد من تكاليف الإنتاج، أما إذا كان البروتين أرخص ثمناً من المواد الغذائية الأخرى فيمكن إعطاء الحيوانات زيادة قليلة منه دون الإفراط في استعماله لأن التخلص من الآزوت الناتج من تحلل البروتين يقع على عاتق الكبد والكلى مما يعرض الحيوان للمرض.

الأحماض الأمينية Amino Acids:

تتكون البروتينات بشكل أساسي من أحماض أمينية مرتبطة مع بعضها بروابط ببتيدية وهي تختلف حسب نوع وعدد الأحماض الأمينية المكونة لها، ويوجد في الطبيعة والجسم أكثر من ٢٠٠ حمضاً أمينياً، منها نحو ٢٢ حمضاً تشكل الوحدات الأساسية في بناء البروتينات.

تحتوي الأحماض الأمينية مجموعة أمينو NH2 ومجموعة كربوكسيل COOH وتلعب الأحماض الأمينية دوراً في تغذية الحيوان يختلف باختلاف الحمض.

إن الأحماض الأمينية التي تشارك بفعالية في تغذية الحيوان هي تلك التي لها الشكل (L) فقط، من بين الشكلين الأيسومرية بصرياً optical isomerism (الشكل L والشكل D) والتي يمكن أن تكون متاحة بهما كل الأحماض الأمينية، أما الأحماض ذات الشكل (D) فهي غير نشطة بيولوجياً وهي تتحلل عند وصولها للجسم، (الأيسومرية هي: التشابه في الشكل واختلاف في الخصائص).

تحتوي بروتينات الأعلاف الطبيعية على الشكل L للأحماض الأمينية، وخلال عملية الإنتاج الصناعي الميكروبيولوجي للأحماض الأمينية أيضاً يتم بناء الشكل الفعال بيولوجياً (L) مثل L-Lysin الأمر الذي لم يُتمكن من تحقيقه بشكل كامل عند البناء الصناعي، أما الإنتاج الصناعي الكيميائي للحمض الأميني المثيونين methionine فهو عبارة عن خليط من الشكلين (L & D) لهذا الحمض.

ملاحظة: لكل حمض أميني مناظرين ضوئيين D و L حسب انتظام مجموعة الأمين والشكل L بحيث تكون مجموعة الأمين في الجهة اليسرى عندما تكون مجموعة الكربوكسيل في الأعلى.

الأحماض الأمينية كلها ضرورية لبناء البروتينات، لكن وجد أن بعضها لا يمكن تكوينه في جسم الحيوان أو يتم تكوينها بكميات غير كافية لتغطية احتياجاته، ويجب أن يتناولها الحيوان مع العلف المقدم له، وتسمى هذه بالأحماض الأساسية (Essential Amino Acids) أو الضرورية (الجدول ٤)، أما الأحماض الأمينية الأخرى والتي

يمكن لجسم الحيوان تصنيعها من الروابط الحاوية على الآزوت والتي حصل عليها الحيوان مع العلف أوكنتيجة لتفاعلات انتقال مجموعة الأمين Transamination فتسمى الأحماض غير الضرورية (غير الأساسية).

تشكل الأحماض غير الضرورية نحو ٤٠% من نسبة الأحماض الأمينية في الأنسجة الحيوانية، فسواء وجدت في الغذاء أم لم توجد فهي ضرورية لتكوين بروتين الجسم، وبما أن الحيوان يستطيع تكوين هذه الأحماض فليس ضرورياً أن توجد في الغذاء.

يُعد كلاً من الحمضين الأمينيين السيستين والتيروسين أحماضاً أمينية نصف ضرورية وذلك لأنه يمكن أن يتكونا في الجسم، ولكن من أحماض أمينية ضرورية فيتكون السيستين من الميثونين والتيروسين من الفينايل ألانين، وبشكل عام فإن نصف الأحماض الأمينية الـ ٢٢ التي تصل للجسم مع البروتين المهضوم من الأعلاف لا يمكن تركيبها أو تصنيعها بالكميات اللازمة لجسم الحيوانات النامية وبذلك يكون بروتين الغذاء هو المصدر الوحيد لسد حاجة الحيوان من الحمض.

إن نقص حمض أميني ضروري واحد أو أكثر يؤدي إلى خلل في عملية التبادل الغذائي في الجسم وبالتالي إلى انخفاض إنتاجية الحيوان، وتختلف أهمية كل حمض باختلاف نوع الحيوان وتعد الأحماض الأساسية العشرة السابقة ضرورية لجميع الحيوانات الزراعية (وحيدة المعدة والطيور) ما عدا الحيوانات المجترة والتي يمكنها تعويض النقص في الأحماض الأمينية الضرورية اعتمادا على ما تصنعه الأحياء الدقيقة من أحماض في الكرش لبناء أجسامها.

الجدول رقم (٤) تصنيف الأحماض الأمينية

الأحماض الأمينية الأساسية (الضرورية)	**الأحماض الأمينية غير الأساسية (غير الضرورية)**
آرجنين Argenine	آلانين Alanine
الفالين Valine	سيرين Serine
هيستيدين Histidine	حمض الأسباراتيك Aspartic zcid
ايزوليوسين Isoleucine	حمض الغلوتاميك Glotamic acid

لايسين Lysine	غلايسين Glycine
ميثونين Methionine	برولين Proline
تربتوفان Tryptophan	تيروزين Tyrosine *
ثريونين Therionine	سيستين Cystine *
فينيل آلانين Phyny alanine	سيستئين Cysticine
ليوسين Leucine	سيترولين Citroline
	هيدروكسي برولين Hydroxy Proline
	برولين Proline

ـ غلايسين : يعد حمض أميني ضروري عند تغذية الصيصان فقط سريعة النمو.

***ـ أحماض أمينية نصف ضرورية لأنها تتكون من أحماض ضرورية.**

– **اللايسين:** يُعد اللايسين من الأحماض الأمينية الضرورية والمهمة في تكوين بروتين الجسم وقد وجد أن نقص اللايسين في العليقة يؤدي إلى نقص تكوين الهيموغلوبين والكريات الحمراء مما يسبب الأنيميا عند الحيوانات، كما يسبب تجمع الدهن تحت الجلد، واختلال في عملية تمثيل الكالسيوم مما يؤدي إلى نقص نسبته في العظام، كما يؤدي ال اختلال في عمليات التمثيل الحيوي وخاصة تمثيل الآزوت مما ينتج عنه بقاء ميزان الآزوت سالباً وبالتالي ضعف النمو وفقدان الشهية.

وقد أصبح مؤكداً ضرورة توفر حالة اتزان معينة من جميع الأحماض الأمينية حتى يستطيع الجسم الاستفادة منها في تكوين البروتين وإن أي اختلاف في نسب الأحماض الأمينية إلى بعضها البعض يؤدي إلى نقص في قدرة الجسم على الاستفادة منها، فقد وجد عند تغذية الحيوان على عليقة تحتوي فقد ٥٠% من حاجة الجسم من اللايسين أن استفادة الحيوان من بقية الأحماض الأمينية لا تتعدى ٥٠ % من حاجته الفعلية مهما بلغت نسب وجود هذه الأحماض في الغذاء، مما يؤكد ضرورة وجود اتزان بين الأحماض الموجودة في العليقة ويؤكد ضرورة توفر اللايسين في الغذاء بكميات كافية لسد حاجة الجسم منه.

ـ **الميثونين**: حمض أميني ضروري لجميع الحيوانات الزراعية، وفضلاً عن أهميته كأحد مكونات البروتين فهو يحتوي على مجموعة الميثايل ذات الأهمية في عمليات التمثيل الحيوي والتي يُعد الميثونين من المصادر المهمة لها في الجسم، ولمجموعة الميثايل أهمية كبيرة في بناء مركبات أخرى في الجسم ذات القيمة الحيوية العالية مثل الكرياتين Creatine والكولين Choline وفيتامين B12 والأدرينالين وغيرها.

يؤدي نقص هذا الحمض الأميني وبسرعة إلى نقص معدلات الاستفادة من آزوت الغذاء وظهور ميزان الآزوت السالب، ومن الأعراض المرافقة لنقص الميثونين زيادة تجمع الدهن في الكبد ونقص تكوين هيموغلوبين الدم كما تؤدي في حالات النقص الشديد إلى فقدان الشهية و نقص البروتين في بلازما الدم، و بشكل خاص نقص الالبيومين، وكما ورد سابقاً يمكن للحمض الأميني السيستين أو الهيموسيستين أن يغطي جزءاً من حاجة الحيوان من الميثونين إذا توفر في الغذاء مع وجود مصدر لمجموعة الميثايل أو كمية كافية من فيتامين B12، وقد وجد أن تكوين الميثونين من الهيموسيستين مرتبط بوجود الكولين.

ـ **التربتوفان** : حمض أميني ضروري لجميع الحيوانات الزراعية وتتشابه أعراض نقصه مع بعض أعراض نقص الميثونين منها تجمع الدهن في الكبد وفقدان الشهية وظهور ميزان الآزوت السالب والأنيميا.

التربتوفان مصدر للفيتامين نيكوتين أميد (حمض النيكوتينيك) في الجسم، لذلك وجد أن حاجة الحيوان لهذا الفيتامين تزداد إذا كانت العليقة المستخدمة فقيرة بالتربتوفان وتزداد الحاجة للحمض الأميني التربتوفان إذا كانت العليقة فقيرة بالفيتامين لأن جزء الحمض الأميني سيتحول إلى حمض النيكوتينيك.

أمكن علاج مرض البلاجرا الذي يصيب الصيصان نتيجة لنقص الفيتامين بإعطائها علائق غنية بالتربتوفان. وحيث يؤدي نقص التربتوفان في الغذاء إلى نقصه في بلازما الدم ونقص في تكوين هيموغلوبين الدم وبروتينات البلازما، مما يؤدي لظهور الأنيميا، ولعمر

الحيوان أهمية كبيرة في تقدير احتياجاته من التربتوفان فمع تقدم العمر تقل كثيراً الحاجة إلى هذا الحمض الأميني محسوبة على أساس الوزن الحي.

ـ **الهستيدين**: للهستيدين أهمية كبيرة في تمثيل الكربوهيدرات كما هو لبعض الأحماض الأمينية مثل الغلايسين والسيرين. وهو ضروري لتكوين الهيموغلوبين حيث يحتوي هيموغلوبين الدم على ١٠ % هيستيدين.

تباينت الأبحاث حول ضرورة توفر الهيستيدين في علائق الحيوانات الزراعية فالبعض يؤكد ضرورة توفره في خلائط الحيوانات، إذ يسبب نقصه بطء النمو وانخفاض معدل الاستفادة من الغذاء بينما يرى آخرون أن الصيصان يمكن أن تعيش مدة ٦٠ يوماً على خلائط خالية من الهيستيدين.

ـ **الفيتايل ألانين و التيروسين**: هما حمضان متشابهان في بنائهما ويمكن أن يتكون التيروسين في الكبد من الفينايل ألانين والعكس غير صحيح لذلك يُعد التيروسين حمض أميني نصف ضروري لأنه يمكن أن يتكون من الحمض الضروري فينايل ألانين.

يُعد التيروسين مصدراً مهماً لتكوين بعض الهرمونات ذات الأهمية الحيوية في الجسم، فهو يتحول في الغدة الدرقية إلى الثيروكسين وفي الغدة فوق الكلى إلى الأدرينالين، ويؤدي نقص الفينايل ألانين عند الحيوانات إلى نقص الوزن ومعدل الاستفادة من الغذاء.

كما يلعب فيتامين C دوراً مهماً في تمثيل الفينايل آلانين، فقد وجد أن أكسدة الفينايل آلانين تكون غير كافية إذا لم تكن كمية فيتامين C في الغذاء كافية، وترجع أهمية فيتامين C إلى اشتراكه في المراحل الأولى لتمثيل الفينايل ألانين والتيروزين.

-**الليوسين**: بالإضافة إلى تكوين بروتين الجسم، يُعد توفره ضرورياً لعمل الغدد المفرزة للعصارات الهاضمة وتكوين الكريات الدموية الحمراء وقد وجد أن حقن الجسم بالليوسين يزيد من نشاط نخاع العظام في تكوين الكريات الحمراء، كما أشارت بعض الدراسات أن الحيوانات التامة النمو لا تحتاج إلى هذا الحمض الأميني لإتمام عمليات التمثيل الحيوي الأساسية في جسمها.

ـ **الإيزوليوسين**: ضروري جداً للحيوانات النامية، إذ يؤدي نقصه في العلف إلى وقف النمو نتيجة اختلال اتزان الأحماض الأمينية في الجسم وبالتالي عدم القدرة على تكوين البروتين، ويمكن أن يستعيد الحيوان القدرة على النمو إذا أضيف الإيزوليوسين للعلف، ويؤدي نقص هذا الحمض الأميني في الخلطات العلفية للصيصان إلى النفوق نتيجة اختلال ميزان الأحماض الأمينية في أنسجة الجسم.

ـ **الفالين**: وهو ضروري لجميع الحيوانات الزراعية، ويؤدي نقصه في العلف إلى نقص معدل النمو و اختلال في عمل الغدد المفرزة للعصارات الهاضمة ونقص في بروتين العضلات مما يؤدي إلى ضعفها، وقد وجد أن الصيصان تنفق بعد ١٨- ١٩ يوماً من تغذيتها على خلطة علفية خالية من الفالين.

والفالين حمض أميني يحوي على مجموعتي ميثايل(CH_3) التي لها أهمية كبيرة في عمليات التمثيل الحيوي وبشكل خاص في تكوين الغلايكوجين.

ـ **الثيريونين**: له أهمية حيوية كبيرة فهو يتحول في الجسم إلى الحمض الأميني غلايسين كما يستخدم لتكوين الكوليسترول وبعض الأحماض الدهنية والمواد الكربوهيدراتية ويسبب نقصه زيادة تجمع الدهن في الكبد وانخفاض معدل الاستفادة من العلف ونقص معدل النمو.

ـ **الآرجنين**: يمكن أن يتكون في جسم بعض أنواع الحيوانات الزراعية من الحمض الأميني برولين إلا أن الكميات التي تتكون منه بهذه الطريقة غير كافية لسد حاجة الجسم ويؤدي نقصه في علائق الحيوانات إلى بطء النمو وانخفاض معدل الاستفادة من العلف وسوء تمثيل فيتامين E في الجسم، وللآرجنين أهمية كبيرة في عمليات التمثيل الحيوي لكثير من الأحماض الأمينية ولبعض العناصر المعدنية مثل الكاليسيوم.

وجد في التغذية العملية للحيوانات الزراعية أن بروتينات الأعلاف النباتية بتراكيبها المحددة في العلائق تستطيع أن تؤمن احتياجات جسم الحيوانات النامية من جميع الأحماض الأمينية الضرورية ما عدا اللايسين والمثيونين والتربتوفان والتي تعد من أكثر

الأحماض الأمينية ندرة في تغذية الحيوان ويطلق عليها اسم الأحماض الحرجة أو المحددة، ذلك لأن معظم الأعلاف النباتية وخاصة الأعلاف المركزة النجيلية (شعير، قمح، شوفان) فقيرة بهذه الأحماض، وبما ان الحبوب النجيلية تشكل نسبة كبيرة من الأعلاف المستخدمة في علائق الحيوان يمكن القول أن هذه العلائق غالباً ما تكون غير متزنة من حيث نوعية البروتين الذي تحتويه، لذلك يتوجب تقوية هذه العلائق بمواد علفية أخرى غنية بهذه الأحماض مثل فول الصويا والبقوليات والأعلاف ذات المصدر الحيواني.

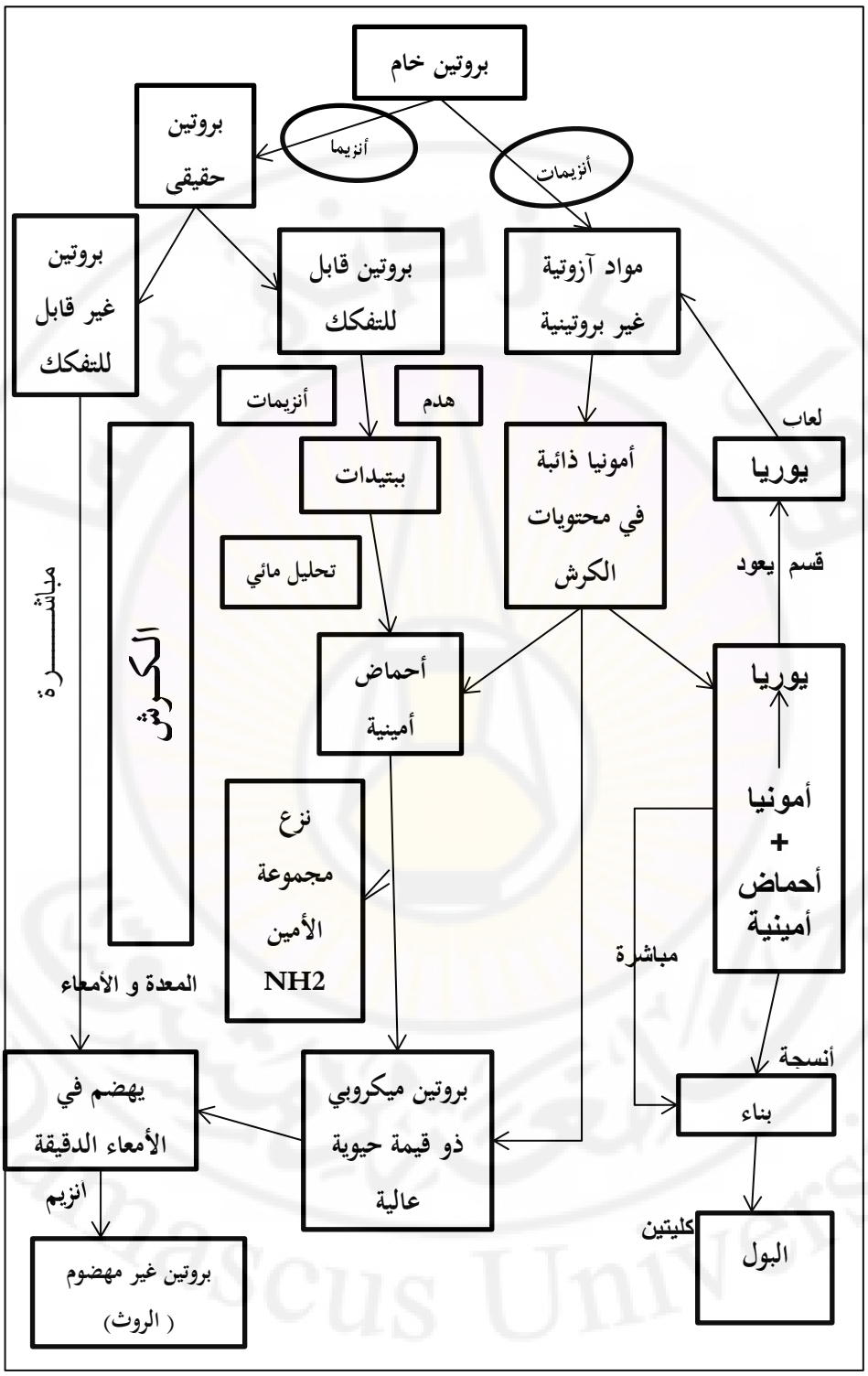
عند وضع المقننات الغذائية لجميع أنواع الحيوانات الزراعية لابد من معرفة محتوى الأعلاف من الأحماض الأمينية الضرورية واحتياجات الجسم منها التي تختلف باختلاف النوع والعمر.

١-هضم واستقلاب البروتينات عند المجترات :

يلاحظ من المخطط رقم (٢) لهضم واستقلاب البروتين الخام عند المجترات ما يلي:

- تُهدم البروتينات في الكرش بوساطة أنزيمات خاصة تفرزها الأحياء الدقيقة إلى ببتيدات ثم تتحلل مائياً إلى أحماض أمينية، وبفعل أنزيمات خاصة تفرزها الأحياء الدقيقة تنتزع مجموعة الأمين فتتحول إلى أحماض الفاكيتونية (عضوية) + أمونيا + CO_2.
- الأمونيا تتناولها الأحياء الدقيقة وتحولها إلى بروتينات ميكروبية ذات قيمة حيوية عالية وفق الخطوات اللاحقة.
- يمتص جزء من الأمونيا إلى الدم ثم للكبد ليتحول إلى مادة البولة (يوريا). حيث يعود جزء منها للكرش وجزء إلى اللعاب وجزء يطرح عن طريق الجلد والكليتين مع البول.
- إن أفضل العلائق المشجعة لإنتاج البروتين الميكروبي هي الحاوية بروتين قليل وغنية بالنشاء والكربوهيدرات .

والمخطط رقم (٢) يوضح هضم واستقلاب البروتين الخام عند المجترات :



مخطط رقم (٢) هضم واستقلاب البروتين الخام عند المجترات

المواد الآزوتية غير البروتينية (NPN) : Non – Protein Nitrogen

هي مجموعة من الروابط الآزوتية والمعدنية تستخدم كبديل للبروتين عند المجترات وليس لها أي قيمة بالنسبة للدواجن والحيوانات النامية الرضيعة، ومن **أهمها**:

- الأميدات وهي اليوريا (بولة) ومشتقاتها مثل: البيوريت Biurit (مادة بيضاء تحتوي ٤١% N).
- أملاح الأمونيا – نترات – نتريت – مركبات الأمونيوم غير العضوية مثل فوسفات وكربونات الأمونيوم.

تعد اليوريا من أفضل المواد الآزوتية غير البروتينية لسعرها المناسب وهي الأكثر استخدام تحتوي ٤٦,٤ % N {$Co(NH2)2$}، ولكنها خالية من الطاقة والعناصر المعدنية والفيتامينات، يجب أن لا تزيد عن ١ % من وزن العليقة الخاصة بعلائق الحيوانات البالغة أو ٣/١ احتياجات اليومية من البروتين المهضوم، هذا وتتحلل في الكرش سريعاً بوجود أنزيم اليورياز Urease وبوجود الأحياء الدقيقة تحولها إلى بروتين ميكروبي عالي القيمة الحيوية تتحلل لأحماض أمينية تستخدم لبناء الجسم. وذلك حسب الخطوات الآتية A:

$$Urea\ [CO(NH_2)2] \xleftarrow{\text{أنزيم } \textbf{\textit{urease}}} \text{أمونيا } NH3 + CO2$$

الكربوهيدرات $\xleftarrow{\text{أنزيمات محللة للكربوهيدرات}}$ أحماض دهنية طيارة + أحماض كيتونية

أحماض كيتونية + أمونيا $\xleftarrow{\text{أنزيمات الميكروفلورا}}$ أحماض أمينية

أحماض أمينية $\xleftarrow{\text{تستخدم لبناء الجسم}}$ بناء بروتين ميكروبي

البروتين الميكروبي $\xrightarrow[\text{الأنفحة}]{\text{أنزيمات المعدة الرابعة}}$ أحماض أمينية حرة تمتص بجدار الأمعاء الدقيقة وتكون بروتين حقيقي يستخدم لبناء الجسم.

A . (خطوات تحتويل NPN (يوريا) إلى بروتين حقيقي) .

أما بالنسبة للطيور وحيوانات المعدة البسيطة فلا تستطيع الاستفادة من مواد NPN وتحويلها كمصدر للبروتين.

(NPN = البروتين الخام (CP) – البروتين الحقيقي (TP))

لا تضاف اليوريا في فصل الصيف حيث تكون المراعي غنية جداً بهذه المواد وخاصة الأميدات NO3، NO2، فقد تسبب أمراضاً وتسمم لدى حيوانات المعدة المركبة.

ان قدرة المجترات على الاستفادة من اليوريا المضافة إلى العليقة تتأثر بعوامل متعددة أهمها:

١- تركيب العليقة : إن زيادة نسبة المواد المالئة صعبة الهضم مثل الايتان وقشرة بذرة القطن تؤثر سلباً في قدرة الأحياء الدقيقة من الاستفادة من اليوريا (NPN) وذلك لعدم تأمين مصدر كافٍ من الطاقة في هذه العلائق.

٢- نوعية كربوهيدرات العليقة : تزداد قدرة الأحياء الدقيقة على استخدام اليوريا (NPN) بزيادة الطاقة، (سكر، نشا) بنسبة N1 / ٢٠ سكر أو نشا، أما السللوز (الألياف الخام) فيعد مصدر رديء للطاقة لذلك فأفضل العلائق المشجعة لإنتاج كميات كبيرة من البروتين الميكروبي هي الفقيرة بالبروتين والغنية بالنشاء والكربوهيدرات.

٣- بروتين العليقة: كلما زادت نسبة بروتين العليقة كلما قلت إمكانية الاستفادة من اليوريا (NPN) فزيادة البروتين عن ١٢ % عند الأغنام تؤثر سلباً في استخدام الآزوت المضاف ولكن لابد من وجود بعض الأحماض الأمينية عند التغذية على اليوريا (NPN) وذلك بسبب احتياج البكتريا لهذه الأحماض الأمينية بهدف تحويل بعضها إلى أحماض دهنية تطلق الطاقة اللازمة لبعض أنواع البكتريا ولذلك يمكن إضافة اليوريا (NPN) خلال صناعة السيلاج التي تتميز بانخفاض محتواها من البروتين مثل الذرة الصفراء والأعلاف المركزة .

٤- تأثير الأحماض الأمينية: إن إضافة الميثونين مع اليوريا (NPN) تزيد من قدرة البكتريا في الاستفادة من هذا الآزوت، وذلك بسبب احتواء الميثونين على الكبريت وتكوين أحماض أمينية من جديد.

٥- تأثير العناصر المعدنية: وجد أن ازدياد العناصر المعدنية Ca، Mg، Ba، Mn تزيد من إفراز أنزيم اليورياز Urease الذي يحلل البولة (اليوريا) مائياً إلى أمونيا و CO2، بينما يقل ذلك عند وجود K و Na، ويعد عنصر الكبريت من أهم العناصر المعدنية الواجب تواجده في العلائق لتكوين الأحياء الدقيقة بروتين جسمها وتكوين أحماض أمينية كبريتية كذلك تحتاج الأحياء الدقيقة عنصر الكوبالت CO اللازم لتصنيع فيتامين B12.

٦- تأثير عمر الحيوان: لا تستخدم NPN في تغذية الحيوانات الرضيعة والفتية والتي لم يكتمل نموها (الكرش) فالبيئة الميكروبية المناسبة في المعدة الحقيقية تبدأ في التكوين في عمر شهرين، وتكتمل في عمر أربعة أشهر.

الأحماض الفاكيتونية :

تتعرض الأحماض الأمينية الفائضة التي لا تستخدم مباشرة في بناء البروتين لبعض العمليات الكيميائية ومنها:

١- انتزاع مجموعة الأمين بوساطة أنزيمات خاصة بعملية أكسدة تسمى Oxidative deamination مكونة أحماض الفاكيتونية + أمونيا تتحول إلى يوريا (أو حمض يوريك عند الطيور) تطرح مع البول أو تستعمل لتكوين أحماض أمينية غير أساسية.

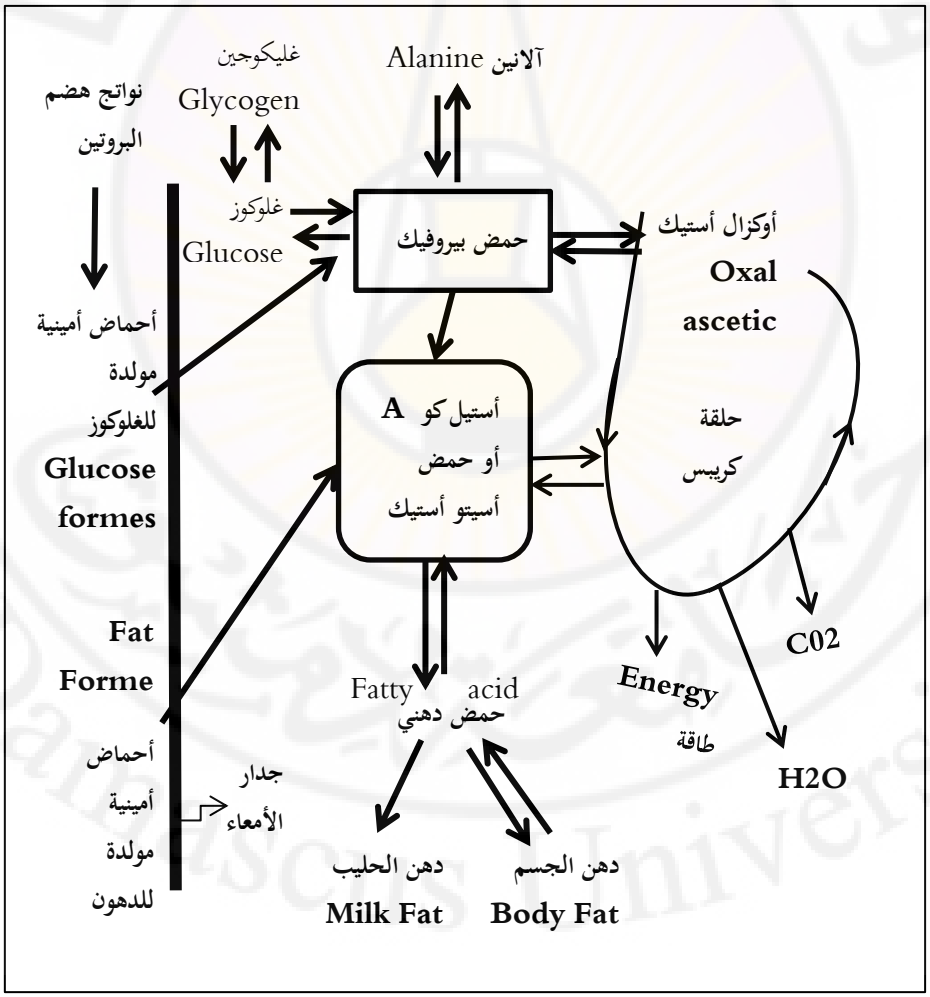
٢- الأحماض الفاكيتونية الناتجة تستعمل كمصدر للطاقة بدخولها حلقة كربيس بعضها يسلك طريق الكربوهيدرات في تمثيلها الحيوي فإما تكون الغلايكوجين أو الغلوكوز أو تنهدم مباشرة إلى CO2 + ماء + طاقة بحلقة كربيس تسمى الأحماض الأمينية المولدة لهذا النوع من الأحماض الفاكيتونية بالأحماض المولدة للغلوكوز Glucose Formes، وبعضها يسلك طريق الدهون في تمثيلها الحيوي فإما تُكوّن دهن الجسم أو تدخل بحلقة كربيس (CO2 + ماء + طاقة).

وتسمى الأحماض الأمينية المولدة لهذا النوع من الأحماض الفاكيتونية بالأحماض المولدة للدهون Fat formes

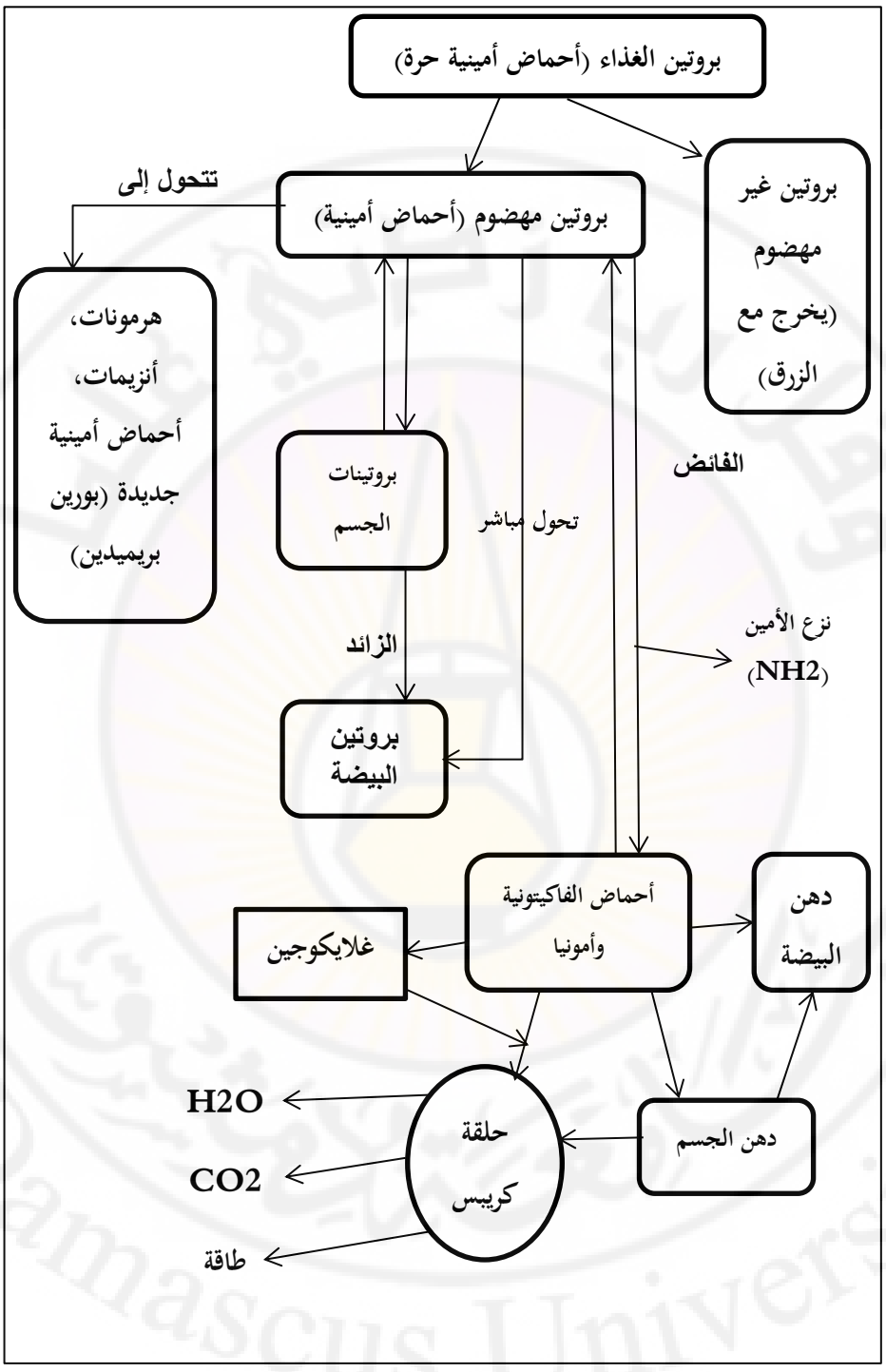
والمخططان الآتيان رقم(٣، ٤) يوضحان :

١ـ مخطط رقم (٣) سلاسل الاستقلاب لنواتج هضم البروتين من الأحماض الفاكيتونية للحصول على الطاقة عند المجترات .

٢ـ مخطط رقم (٤) سلاسل الاستقلاب لنواتج هضم البروتين الفاكيتونية للحصول على الطاقة عند الطيور.



مخطط رقم (٣) سلاسل الاستقلاب لنواتج هضم البروتين من الأحماض الفاكيتونية للحصول على الطاقة عند المجترات



مخطط رقم (٤) يوضح هضم استقلاب البروتينات للحصول على الطاقة عند الطيور

إن مختلف أنواع البروتينات لا يمكن استخدامها مباشرة في تغذية الحيوانات إنما لتتحول بفعل أنزيمات إلى أحماض أمينية، وهذه الأحماض الممتصة يتم استخدامها في بناء أحماض أمينية جديدة أو أنزيمات أو هرمونات أو أن تستخدم كمصدر للحصول على الطاقة في الجسم.

الهضم المعدي عند المجترات :

أ- الهضم الميكانيكي في الحيوان المجتر:

يحتاج تفتيت المواد الغليظة الكثيرة الألياف كالأتبان مثلاً إلى عمل ميكانيكي كبير ولذلك وجد أن الطبيعة قد جهزت الحيوانات المجترة التي تتغذى على مثل هذه المواد بتركيب معدي خاص، فمعدة هذه الحيوانات كبيرة جداً وتقدر محتوياتها في الحيوان المجتر البالغ بنحو سبع وزن جسمه، كذلك فإن هذه المعدة مقسمة إلى أربعة أقسام تختلف في التكوين والوظيفة هي الكرش Rumen والقلنسوة Reticulum والوريقة Omasum والمعدة الحقيقية (الانفحة) Abomasum.

١- القلنسوة: وتُعد مثل الكرش مخزناً للعلف الذي يتناوله الحيوان، وهي بالإضافة إلى ذلك تنظم حركة ورود العلف إلى الكرش كما تنظم خروجه إلى الوريقة عبر فتحة القلنسو– وريقية reticulo – omasal orifice.

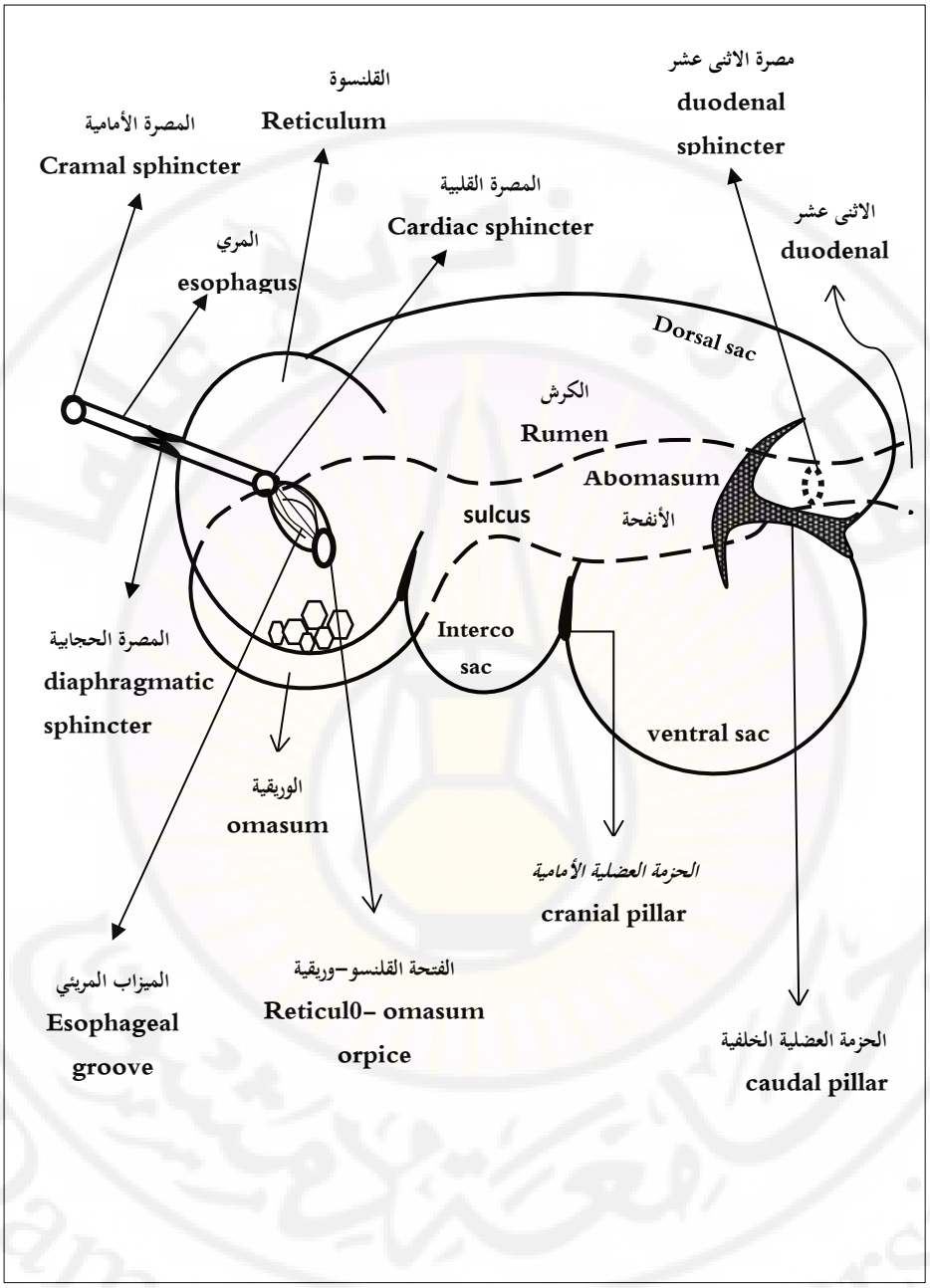
٢- الكرش: ويُعد مخزناً للغذاء تتوفر فيه الحرارة والرطوبة وجميع الظروف التي تلائم تخمر الغذاء بفعل البكتريا والبروتوزوا، وتجري في هذا الجزء من المعدة عملية تفتيت وخلط للغذاء مع اللعاب ومع الأحياء الدقيقة من بكتريا و بروتوزوا وذلك بفعل نوع من التقلصات العضلية المميزة يطلق عليه اسم التقلص الخلطي mixing Contraction كذلك يحدث امتصاص معظم المواد الذائبة التي نتجت بفعل التخمر الميكروبي عبر جدار الكرش والقلنسوة، وبعد انتهاء تناول الغذاء وركون الحيوان للراحة يحصل في هذا الجزء من المعدة نوعان من التقلصات وهي:

التقلص التجشؤى Eructation contraction: وبواسطته يمكن للحيوان طرد الغازات الناتجة عن عملية التخمر عن طريق الفم، **والتقلص الإجتراري** Ruminating contraction وبواسطته يتم قذف محتويات الكرش الخشنة على مرات متعددة إلى الفم ليجري طحنها مرة ثانية، ويسيطر على كافة هذه التقلصات العضلية تقريباً المجموعة العصبية نظيرة الودية Parathempathetic والتي تمتد نهايتها العصبية إلى جدار المعدة والأمعاء عبر العصب المبهم vagus nerve.

٣- الوريقية : وهي الجزء الذي يقع إلى يمين الكرش والقلنسوة، تتألف من حجرات تفصل بينها وريقات عضلية laminae تتحد مع جدار المعدة من طرف وتبقى سائبة من الطرف الآخر، وتنتشر على سطح هذه الوريقات حليمات مخروطية قاسية Conical papillae والوريقة بطبيعة هذا التكوين تقوم بحجز وتصفية الأجزاء الخشنة من محتويات الكرش، كما يجري فوق مسطح وريقاتها إمتصاص الماء والأحماض والمواد الذائبة الأخرى، كذلك تقوم الوريقية بعملية طحن إضافية لبقايا الأجزاء الخشنة من الغذاء بين وريقاتها المجهزة بحليمات قرنية قاسية.

٤- المعدة الحقيقية (الإنفحة): وهي تركيب أنبوبي يقع أيضاً إلى يمين الكرش تتجعد بطانتها الداخلية على شكل ثنيات طولانية، وتكون هذه الثنيات كبيرة الحجم عند منطقة اتصالها بالوريقية مشكلة تركيبا أشبه بصمام يمنع رجوع محتويات الانفخة إلى الوريقية. وتضيق النهاية الخلفية للإنفحة مكونة مصرة الاثنى عشر duodenal sphincter والتي تقوم بتنظيم ورود محتويات الانفحة إلى الأمعاء الدقيقة.

هذا وتتفق وظيفة الانفحة في الحيوان المجتر مع الجزء البوابي (pyloric region) من معدة الحيوانات غير المجترة في انتاجها وإفرازها للأنزيمات الهاضمة. فالبطانة الداخلية للإنفحة تحتوي على عديد من الخلايا الإفرازية المتخصصة البعض منها ينتج إفرازات مخاطية mucus والبعض يفرز أنزيم الببسين كما أن بعضها الآخر يقوم بإفراز حمض كلور الماء.



مخطط رقم(٥) رسم توضيحي يبين مقطعا طولياً في معدة الحيوان المجتر

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الرابع

الكربوهيدرات Carbohydrate

تعرف الكربوهيدرات بأنها مشتقات ألدهيدية أو كيتونية لكحولات عديدة الكربوكسيل أو مركبات تنتج عن تحللها المائي هذه الأنواع من المشتقات وتتكون الكربوهيدرات أساساً من عناصر الكربون والهيدروجين والأوكسجين، وهي ذات صيغة عامة $(CH_2O)_n$. تبين أن نسبة الأوكسجين إلى الهيدروجين مساوية لنسبة وجودهما في الماء ولكن بعض أنواع الكربوهيدرات تشذ عن هذه الصيغة.

تعد المواد الكربوهيدراتية الجزء الأساسي والضروري المكون للخلية النباتية فهي تشكل نحو ٧٥-٨٠% من المادة الجافة، وتوجد في النباتات العلفية على شكل سكريات ونشاء وسيلولوز وصموغ وبكتين. وتشكل المصدر الرئيسي للطاقة في علائق الحيوانات، فالعصير الخلوي يحوي الكربوهيدرات على شكل سكريات أما في البلاستيدات أي عضوائيات السيتوبلازمية في النبات (Plasstida) فتكون على شكل نشاء. وفي الجدار الخلوي للخلية تكون على شكل ألياف السليلوز والمواد الهيميسللوزية والبكتينية.

يرصع جدار الخلية النباتية مع ازدياد عمرها باللغنين أما في جسم الحيوان فالكربوهيدرات تتواجد بنسبة قليلة جداً على شكل سكر الغلوكوز (glucose) والغلايكوجين (glycogen) بكمية لا تتجاوز ١ % وذلك لأن جدار الخلية الحيوانية لا يتكون من الألياف كما هو الحال عند النباتات ولكن يتكون من البروتينات والليبيدات، فسكر الغلوكوز الواصل للجسم مع الأعلاف يتوزع وبشكل سريع بواسطة الدم حتى يصل للخلايا فإما أن يحترق مولداً للطاقة أو يدخل في سلسلة تشكيل الدهون وبناء البروتين، وفي حالة حصول الجسم على كميات كبيرة من الكربوهيدرات تفوق احتياجاته يمكن عندئذ تخزينها في الكبد والعضلات على شكل النشاء الحيواني (الغلايكوجين) الذي يترسب ويتجمع في الكبد في كميات تصل إلى (٠,٦ % من وزن الكبد و٠,٧ % من وزن العضلات).

يمكن تمييز الحليب فقط من بين جميع المنتجات الحيوانية بمحتواه العالي نسبياً من الكربوهيدرات حيث تصل نسبة سكر الحليب (Lactose) في حليب مختلف الحيوانات الزراعية وسطياً ٤-٧ %. ويُعد اللاكتوز هو السكر الوحيد ذو المنشأ الحيواني.

أقسام الكربوهيدرات :

يمكن تقسيم الكربوهيدرات إلى قسمين رئيسين هما : المستخلص الخالي من الآزوت، والألياف الخام:

أولاً – المستخلص الخالي من الآزوت Nitrogen free extract (NFE):

ويطلق عليها المواد المستخلصة غير الآزوتية ويدخل تحت هذه التسمية جميع المواد غير الآزوتية ما عدا الدهن والألياف الخام. ومن أهم هذه المواد الغذائية التي يتشكل منها (NFE) السكريات بأنواعها والنشاء.

١- **السكريات:** تتواجد السكريات في الأعلاف النباتية بكميات متفاوتة فهي تترسب بكميات كبيرة (حتى ٢٢ %) على شكل مواد مخزونة احتياطية في جذور الشوندر السكري والجزر وبعض أصناف نباتات الذرة البيضاء، كما تتواجد السكريات بنسبة تصل إلى ١٣ % من المادة الجافة في الأعشاب النجيلية الفتية، بينما يتراوح محتوى السكريات في الدريس بحسب طريقة التحضير بين ٤-٨ % وتؤثر عمليات خدمة المزروعات في نسبة السكر، فقد وجد أن استعمال كميات كبيرة من الأسمدة الآزوتية (أكثر من ٢٠٠ كغ آزوت/هكتار) تساعد على زيادة تركيب البروتين عند النباتات النجيلية وخفض محتوى السكريات في المادة الجافة حتى ٥-٧ %.

وتقسم السكريات إلى :

- **السكريات الأحادية : Monosaccharides**

هي سكريات بسيطة تنتج من تحلل المواد الكربوهيدراتية ولا تتحلل إلى سكريات أبسط منها، كما تقسم بحسب عدد ذرات الكربون التي تحتويها والمكونة لجزيئاتها إلى قسمين:

– **السكريات الخماسية Pentoses**: وهي نادرة التواجد بشكل منفرد في الطبيعة، ولكنها تنتج من تحلل البنتوزات ومن أهمها :

الأرابينوز : الذي ينتج من تحلل الصمغ العربي

الزيلوز : الذي ينتج من الخشب وقوالح الذرة والأتبان

الرايبوز : الذي يوجد في جميع الخلايا الحية وله أهمية حيوية كبيرة ، إذ يدخل في تكوين أنزيمات وفيتامينات مثل الريبوفلافين .

– **السكريات السداسية Hexoses**: أهمها وأكثرها انتشاراً سكر الغلوكوز والفركتوز (Glucose & fructose) كما يدخل تحت هذه المجموعة الغلاكتوز والمانوز.

يوجد الغلوكوز في كثير من الفواكه والعسل كما ينتج تجارياً من تحلل النشاء. ويُعد من أهم نواتج التحلل المائي للسكريات وهو المركب الكربوهيدراتي السائد في الدم، هذا ويوجد الفركتوز منفرداً مع الغلوكوز في العسل ومتحداً معه في سكر القصب (السكروز).

السكريات الثنائية : Disacharides

ينتج من تحللها مائياً جزئين من السكريات الأحادية وأهمها :

– **السكروز (سكر القصب) Sucrose**: يوجد في معظم النباتات وخاصة الشوندر والقصب حيث تحتوي السكروز بنسبة ١٥-٢٠ % ويتحلل السكروز إلى غلوكوز وفركتوز.

– **اللاكتوز (سكر الحليب) Lactose**: يتكون في الغدد اللبنية عند الثديات وهو أقل حلاوة من السكروز وأقل ذوباناً منه. ويتحلل إلى غلوكوز وغلاكتوز، ولهذا السكر أهمية خاصة في الجهاز الهضمي ترجع إلى أنه أقل قابلية للتخمر من الغلوكوز والسكروز بالمعدة، إذ يحدث التخمر اضطرابات هضمية، كما يساعد على تكوين الأحماضة في الأمعاء فيشجع نمو البكتريا المحبة للأحماضة ويثبط نمو بكتيريا التعفن غير المرغوبة كما يساعد اللاكتوز على تمثيل الكالسيوم والفوسفور.

– **المالتوز (سكر الشعير) Maltose**: يتكون من جزيئين من الغلوكوز ويسمى بالمالتوز لأنه ينتج من الشعير الذي يعامل بالمولت الحاوي على أنزيم الدياستيز والذي يحلل النشاء إلى الغلوكوز.

– **الإيزومالتوز Isomaltose**: وهو شبيه بالمالتوز مع الفرق في نوع الرابطة الغلايكوزيدية بين جزئي الغلوكوز فهي في المالتوز (١-٤) وفي الإيزومالتوز (١-٦) والأخيرة شائعة في بعض متعددات السكريات.

– **السيللوزبيوز Cellobiose**: يشبه المالتوز وهو أقل حلاوة وذوباناً منه وينتج من التحلل المائي للسيللوز ويشكل الوحدة الأساسية له .

السكريات الثلاثية : Trisacharides

تتحلل مائياً إلى ثلاثة جزئيات من السكريات الأحادية وأهمها الرافينوز (Raffinose) الذي يوجد في الشوندر وبذرة القطن ويتحلل مائياً ليعطي غلوكوز وفركتوز وغلاكتوز.

متعددات السكريات Polyrisacharides :

ينتج من تحللها عدد كبير من السكريات الأحادية وهي أهم المركبات الغذائية في النبات وهي إما متجانسة ينتج عن تحللها نوع واحد من السكريات البسيطة، أو مختلطة ينتج عن تحللها أكثر من نوع واحد من السكريات ومن أهم أنواعها :

– **النشاء Starch**: وهو عديد الغلوكوز يتحلل بالأحماض أو الأنزيمات إلى دكسترين ثم مالتوز وأخيراً غلوكوز، وتحتوي حبيبات النشاء على مكونين أساسيين هما الأميلوز (Amylose) الذي يشكل ٢٠-٢٨ % من نشا الحبوب ويعطي اللون الأزرق مع اليود، والأميلوبكتين (Amylopectin) ونسبته ٧٢– ٨٠ % ويعطي اللون البنفسجي المحمر مع اليود.

ويُعد النشاء مخزون احتياطي في النباتات فهو يترسب ويتجمع في كميات كبيرة قد تصل إلى ٦٠- ٧٠% من المادة الجافة كما في الحبوب والثمار والدرنات، بينما تحتوي الأجزاء الأخرى من النبات كالسوق والأوراق على كميات قليلة منه لا تتجاوز ٢ %.

– الغلايكوجين Glycogen: يسمى بالنشاء الحيواني، وهو الشكل التي تخزن عليها الكربوهيدرات في جسم الحيوان ويختلف عن النشاء في أنه يعطي مع اليود لوم محمر ويلعب الغلايكوجين دوراً في تمثيل الطاقة .

ثانياً – الألياف الخام Crude Fibers:

تتكون الألياف الخام من سبع مواد مختلفة، **ثلاثة** منها تسمى بالألياف وهي السيللولوز (cellulose)، والبنتوزات، والهكسوزات (hexoses)، **وثلاثة** أخرى هي مواد التطعيم أو الترصيع وهي: اللغنين (ligninum) الكوتين (cutin)، السوبرين (suberin) وقليل من المواد الآزوتية والمواد المعدنية، وتترابط الخلايا النباتية مع بعضها البعض بواسطة المواد البكتينية (pectin).

إن محتوى الألياف الخام والتركيب الكيميائي لها يختلف باختلاف عمر النبات، ففي الجدار الخلوي للنباتات الفتية يغلب السيللوز، ومع تقدم عمر النبات عندها تزداد سماكة الجدار الخلوي لترسب اللغنين والبنتوزات.

أ–البنتوزات Pentoszns: هي منتجات وسطية لعملية تركيب الألياف الخام عند النباتات وتعد البنتوزات من المكونات المهمة للهيميسيللولوز، ولذلك فهي تشكل نسبة كبيرة من المستخلص الحالي من الآزوت (حتى ٢٥ – ٣٠ %) للأعلاف المائة الخشنة كالتبن والدريس. وينتج من تحللها سكريات أحادية ذات خمس ذرات كربون، ومنها الأربان الذي يتحلل إلى جزئيات عديدة من الأرابينوز، والزيلان الذي يتحلل إلى زيلوز.

ب– السيللولوز cellulose: يتكون من عدد كبير من جزيئات الغلوكوز، وبتحلله مائياً ينتج السكر الثنائي سيللوبيوز (cellobiose) والذي بدوره يتحلل إلى جزئين من الغلوكوز.

والسيللوز مكون أساسي لجذر الخلايا النباتية و يكون متحداً مع اللغنين والهيميسللوز، ولا يتحلل بالأحماض والقلويات المخففة كما لا توجد أنزيمات هاضمة له في الجهاز الهضمي للحيوانات الزراعية، لكن البكتريا التي تعيش في كرش الحيوانات المجترة وفي الأمعاء الغليظة لبعض الحيوانات الأخرى تستطيع تحليله.

ج- الهيميسللولوز Hemicellulose: يدخل في تركيب جذر الخلايا ويتكون من سكريات خماسية أهمها الزيلوز، لا يذوب في الماء ولكن يُعد ذواباً في القلويات الخفيفة وتتحلل في الأحماض المخففة إلى سكريات بسيطة.

هـ- البكتين Pectin: يتكون من سلاسل طويلة من حمض غلاكتويورنيك، وتكون معظم المجموعات الكربوكسيلية للحمض مؤسترة بالميثانول، ويوجد البكتين في جذر الخلايا النباتية ويعمل كمادة لاصقة.

د- اللغنين Lignin: لا يُعد اللغنين مادة كربوهيدراتية لكنه يوجد في النباتات مرتبطاً مع المواد الكربوهيدراتية في جذر الخلايا، ويزداد وجوده في الأجزاء المتخشبة من النباتات وقشور البذور والأوراق والساق والجذور. وهو مادة غير قابلة للهضم في قناة هضم الحيوان ومقاومة جداً للأحماض والقلويات، لذلك يستخدم في التغذية كدليل لحساب معامل الهضم في بعض الحالات.

ثالثاً – الاستقلاب :

يعبر مصطلح الاستقلاب عن جميع العمليات الكيميائية التي تتعرض لها المواد الغذائية داخل الجسم الحيوان بدءاً من عملية الهضم والامتصاص ومن ثم التغيرات التي تطرأ على المادة الغذائية داخل الخلية الحية حتى أكسدة المواد واستخدامها كمصدر للطاقة أو بنائها في منتجات مختلفة .

وتقسم عمليات الاستقلاب إلى تفاعلات الهدم Catabolism والبناء Anabolism ويرافق ذلك انتاج أو استهلاك طاقة على التوالي.

يتضمن الاستقلاب كلاً من استقلاب الكربوهيدرات و الدهون والبروتينات ويضاف إلى ذلك استقلاب الطاقة كجانب من استقلاب المواد الحاملة للطاقة المذكورة سابقاً إضافة إلى بعض المواد التي قد لا تصنف تحت لواء هذه المجموعات الغذائية .

أ- استقلاب الكربوهيدرات :

تمتص النواتج النهائية لهضم الكربوهيدرات عبر جدار الأمعاء الدقيقة عن طريق النقل المحفز أو المنشط بوجود شوارد +Na اذ يمتص الغلوكوز مع الصوديوم من لمعة الأمعاء وفي بطانة جدار الأمعاء، وتتم فسفرة الغلوكوز إلى غلوكوز ٦-فوسفات ويحمل الغلوكوز عبر جدار الأمعاء بواسطة بروتين ناقل.

وعند مغادرة جدار الأمعاء يعاد سحب الفوسفور من الغلوكوز ليعبر مع البروتين الناقل فقط، بينما تغادر شوارد الصوديوم جدار الأمعاء منفردة إلى الدم، وتعد عصارة البنكرياس المصدر الأساسي للصوديوم اللازم لامتصاص السكريات.

تتعاظم قدرة الصيصان على امتصاص الغلوكوز حتى الأسبوع السادس من العمر وبعد ذلك تنخفض قليلاً حتى الأسبوع (١٢) من العمر، وتتأثر سرعة امتصاص الغلوكوز سلباً بالمستويات المرتفعة من البروتين الخام في الخلطة (٣٠%) وكلور الامونيوم، بينما يرفع الغلايسين نسبة الامتصاص، وتختلف سرعة امتصاص السكريات من لمعة الأمعاء حسب الترتيب: D-o-غلاكتوز D-o- غلوكوز D-o- اكسيلوز D-o- فركتوز

هذا ويؤثر الغلوكوز و الغلاكتوز في امتصاص أحدهما بالآخر مما يدل على أنهما ينتقلان بنفس الطريقة، وتكون سرعة امتصاص الغلاكتوز مرتفعة حتى الأسبوع الثاني فقط من عمر الصيصان وتنخفض بعدها حتى الأسبوع السابع وتتأثر دائماً تأثراً سلبياً مع ارتفاع نسبة شوارد ++Ca في الأمعاء.

تصب السكريات الممتصة في الوريد البابي وتنقل إلى الكبد وفي الكبد تتحول السكريات الأحادية (مثل الفركتوز و الغلوكوز) إلى غلوكوز -٦-فوسفات، وهناك نسبة ثابتة للغلوكوز في الدم عند الطيور وعند انخفاضها يتحلل الغلايكوجين إلى غلوكوز -٦-فوسفات بعملية التحليل الغلايكوجيني Glycogenolysis ويساعد على ذلك

هرمونات الإبينفرين والغلوكاجون والأدرينالين التي تفرز من الكظر والبنكرياس وقشر الكظر على التوالي.

تعد عملية تحلل الغلوكوز Glucolyse أو هدمه الوسيلة للحصول على الطاقة، إذ يتفسفر الغلوكوز حسب المخطط رقم (٦) الآتي إلى بيروفات Pyruvat وتستخدم هذه الأخيرة في دورة كريبس كمصدر مباشر للطاقة منتجة غاز CO وماء:

$$\ll C6H12O6 + 6O2 + 38ADP + 38H3PO4 \rightarrow 6CO2 + 38ATP + 44H2O \gg$$



مخطط رقم (٦) يوضح خطوات التحلل الغلايكوليتي

أما الغلاكتوز فيتفسفر على ذرة الكربون الأولى بوجود جزيئات ATP وأنزيم الكلاكتوكينيز Calactokinase و ينتج غلوكوز ١-٦ فوسفات يمكن أن يخزن على شكل غلايكوجين في الكبد أو يتحول إلى غلوكوز ٦- فوسفات بوساطة أنزيم فوسفوغلونوتييز phosphoglunutase ليتابع تحوله إلى بيروفات ومن ثم يستخدم كمصدر مباشر للطاقة في دورة كريبس.

لا تتأثر فعالية الأنزيمات اللازمة لتحول الغلوكوز إلى بيروفات بتقنين العلف عند الدجاج البياض، بينما يؤثر ذلك عند الفروج والفرخات كما تنخفض فعالية هذه الأنزيمات في درجات الحرارة المرتفعة، وتختلف الدواجن عن بعضها من حيث فعالية الأنزيمات فهي أكثر فعالية عند الفروج والطاووس مقارنة مع البط والدجاج البياض ودجاج فرعون.

يتكون الغلوكوز من مواد غير كربوهيدراتية (أحماض أمينية، لاكتان، جليسيرين) وتدعى هذه العملية Gluconeogenese ولهذه العملية أهمية كبيرة في تأمين الطاقة بشكل مستمر للأعصاب والكليتين، أما الغلوكوز الفائض عن حاجة الجسم كمصدر مباشر للطاقة فيستخدم لبناء الغلايكوجين في الكبد والعضلات وتدعى هذه العملية Glycogenese ويُعد الغلايكوجين مخزوناً كربوهيدراتيا مؤقتاً. **ويوضح المخطط رقم (٧) خطوات بناء الغلايكوجين:**



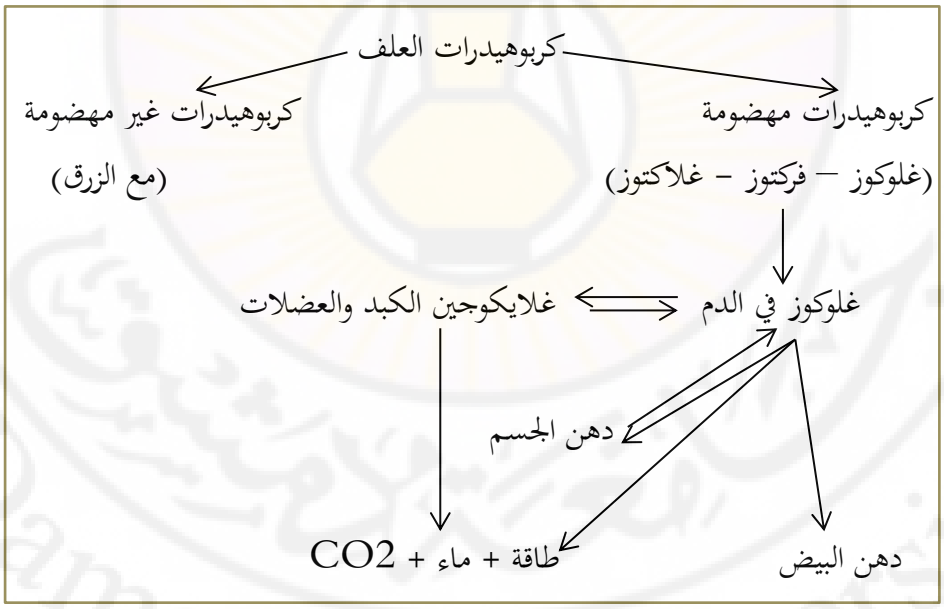
مخطط رقم(٧) يوضح خطوات بناء الغلايكوجين

يتكون الجلايكوجين في الكبد بدءاً من اليوم السادس لحضانة البيض ويزداد إلى أن يصل إلى ٢٦ مغ /غ في اليوم التاسع عشر، وعند تجويع الطيور لمدة ثلاثة أيام يتحلل نحو ٨٠ ـ ٨٥ % من غلايكوجين الكبد، و٤٣– ٦٦ % من غلايكوجين العضلات. يتأثر تكوين الغلايكوجين بتركيب العليقة، إذ يزداد تركيز الغلايكوجين بالكبد عند تقديم علف

غني بالكربوهيدرات والعكس صحيح عند تقديم علف غني بالدهن والبروتين، وعند انخفاض مستوى الغلوكوز في الدم يتحلل الغلايكوجين الكبدي إلى غلوكوز مباشرة وغلايكوجين العضلات إلى غلوكوز -٦- فوسفات وتدعى هذه العملية glycogenolyse.

يمكن أن تخزن الكربوهيدرات على شكل دهن يستخدم كمصدر احتياطي مكثف للطاقة في الجسم ويتحول الغلوكوز إلى حامض بيروفيك ومن ثم يتأكسد إلى أستيل قرين A (CH3 -C - S -COA).
‖
O

ومن هذا الأخير تتكون الأحماض الدسمة ثم تتحد الأحماض الدسمة مع الغنيسيرول الناتج عن التحلل اللاهوائي للسكريات مشكلة الدهون، ويوضح المخطط رقم (٨) استقلاب الكربوهيدرات عند الطيور:



المخطط رقم (٨) يبين استقلاب الكربوهيدرات عند الطيور

تبلغ النسبة التنفسية RQ الناتجة عن أكسدة عينة ممثلة الكربوهيدرات في جسم الطير، أي أن قدرة الدواجن على الاستفادة من الكربوهيدرات كمصدر مباشر للطاقة تماثل قدرة الثديات في ذلك.

ب- الهضم الكيميائي عند الدواجن :

١- في الفم:

يبدأ الهضم الكيميائي في الحيوانات ذات المعدة الواحدة في الفم حيث إن لعاب هذه الحيوانات يحوي على أنزيم البتيالين (Ptyalin) وهو أنزيم يعمل في وسط متعادل (PH= 8 -6) يؤثر في النشاء ويحلله مائيا إلى دكسترين:

$$Starch + Hoh \xrightarrow{\textbf{Ptyalin}} Dextrin$$

بالرغم من كون الهضم طفيف جداً في الفم لأن الغذاء لا يبقى فيه إلا لمدة قصيرة جداً إلا أن الفعل الهضمي لأنزيم البتيالين يمتص في الجزء الأمامي من المعدة ويتوقف هذا الفعل الهضمي في الجزء الخلفي منها حيث يصبح الوسط حامضياً، أما الماشية والغنم فلا يحوي لعابها على انزيم البتيالين ولذلك فوظيفة اللعاب الرئيسة عند مثل هذه الحيوانات هو ترطيب الغذاء أو امتصاص بعض الأدوية.

٢- في المعدة :

لا توجد أنزيمات تحلل الكربوهيدرات داخل المعدة ما عدا في حالة الخنزير حيث تفرز عصاراته المعدية أنزيم الاميلوبسين amylopsin والذي يؤثر في النشاء وتفاعل الوسط في المعدة حامضي (PH= 5-3).

٣- في الاثنى عشر :

وتصب في عصارة البنكرياس وهي ذات تفاعل قلوي (PH = 8)، حيث تحتوي على ثلاثة أنواع من أنزيمات التحلل المائي للكربوهيدرات إضافة إلى أنزيماتها الأخرى:

- أنزيم اللاميلاز Pancroatic omylace: وهو أنزيم يحول النشاء في وجود شوارد الكلور والفوسفات كعوامل مساعدة إلى دكسترين ثم إلى مالتوز:

$$\text{Starch} + \text{HOH} \xrightarrow[CL^{-},PO4^{---}]{omylace} \text{Dextrlne} \longrightarrow \text{Maltose}$$

- أنزيم المالتيز Maltase: ويحول سكر المالتوز الثنائي إلى جزيئين من سكر الغلوكوز:

$$\text{Maltose} + \text{HOH} \xrightarrow{Maltase} 2\text{Glucose}$$

- أنزيم اللاكتيز Lactase: ويحول سكر اللاكتوز الثنائي إلى جزء من سكر الغلاكتوز و جزء آخر من سكر الغلوكوز:

$$\text{Lactose} + \text{Hoh} \rightarrow \text{Glucose} + \text{Galactose}$$

٤- في الأمعاء الدقيقة :

حيث تفرز الأغشية والغدد المبطنة لجدار الأمعاء التي تحتوي ضمنها على أنزيمين من أنزيمات التحلل المائي للكربوهيدرات:

أ- أنزيم اللاكتيز المشابه في عمله لأنزيم لاكتيز البانكرياس.

ب- أنزيم الانفرتيز inverters والذي يحلل السكروز مائياً إلى جزء غلوكوز وجزء فركتوز.

$$\text{Sucrose} + \text{HOH} \xrightarrow{invertase} \text{Glucose} + \text{Fructose}$$

هذا وتلخص العمليات الهضمية للمركبات الغذائية وفق المخطط رقم (٩) الآتي:

	الإفراز	الأنزيم	التأثير
الفم	اللعاب (سائل هلامي يحتوي على أنزيم ptyalin)	ptyalin أو amylase	- يحول النشاء بوجود الماء إلى ديكسترين ثم إلى ٢ غلوكوز. - وجود في الفم يوقف العملية لأنه يوقف عمل الأنزيم.
المعدة الغدية	- عصارة المعدة - $HCL+H_2O$	- ببسين← - باربسين←	تحتويل البروتينات إلى مركبات بروتينية وسطية (ببتونات، ببتيدات.....)

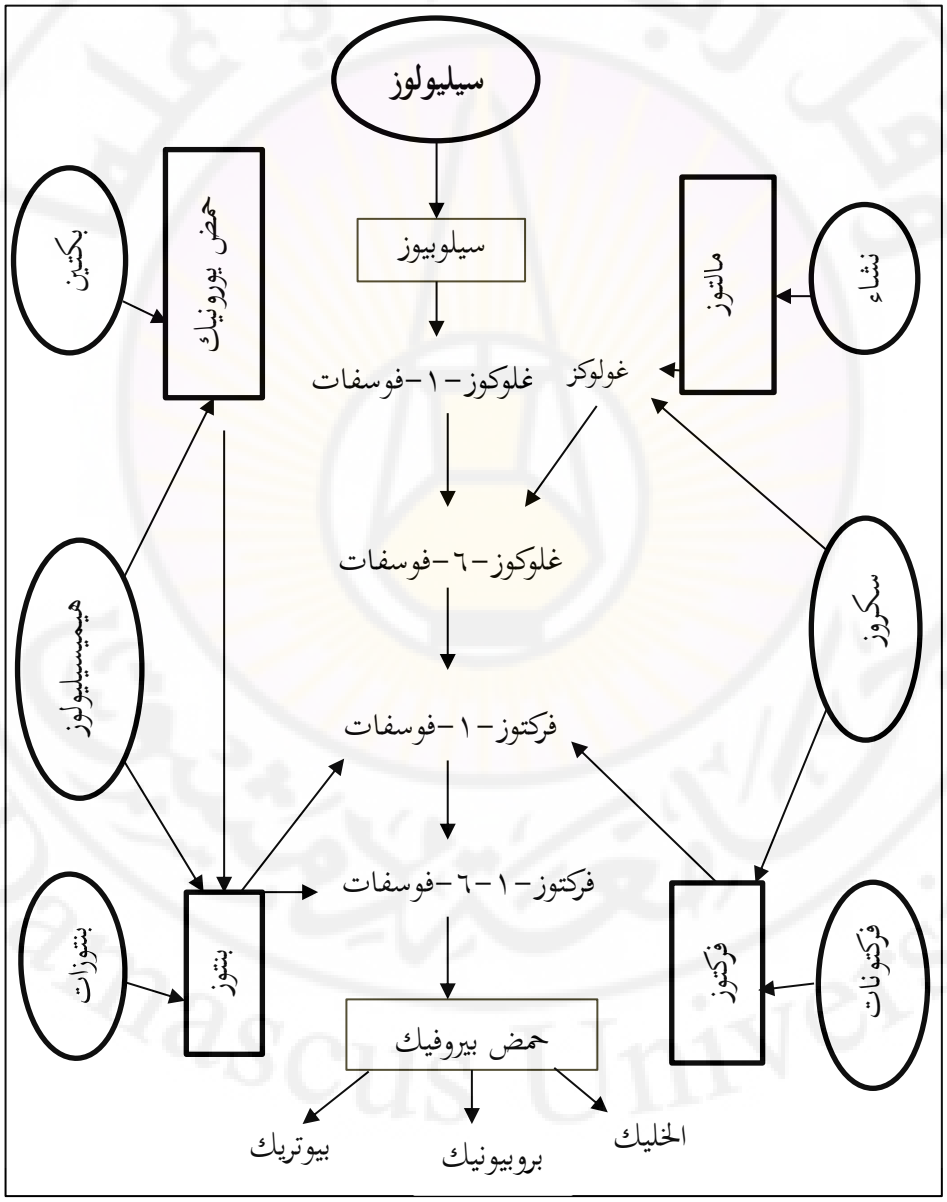
البنكرياس (الاثنى عشر)	عصارة البنكرياس	• تربسين←	بروتينات+بروتينات وسطية
		• أميلاز أو أميلوبسين←	نشاء+HOH←دكسترين←مالتوز
		• اللاكتاز←	لاكتوز+ ماء← غلوكوز+ غالاكتوز
		• المالتاز←	مالتوز+ماء←٢غلوكوز
		• ليباز (سيتابسين) ←	دهون← أحماض دهنية+ غليسيرول
		• **Lecithinas** (يؤثر بالدهون)←	lysolecithine ← Lecithine +حمض دهني
الأمعاء الدقيقة	عصارة الأمعاء	ايربسين← Lipase← Invertase←	مركبات بروتينيةوسطية←أحماض أمينية دهون←أحماض دهنية+ غليسرول سكروز+ ماء← غلوكوز+ فركتوز
الكبد	العصارة الصفراوية	أنزيم العصارة	هضم الدهون←مستحلب←أحماض دهنية+غليسرول

المخطط رقم (٩) العمليات الهضمية للمركبات الغذائية

هضم الكربوهيدرات عند المجترات :

يتحلل الجزء الأكبر من الكربوهيدرات في الكرش، وينتج عن تحللها في وسط الكرش سكريات بسيطة (المخطط ٦) يتم استقلابها لإنتاج الأحماض الدهنية الطيارة بوساطة الأحياء الدقيقة، أما الباقي فيصل إلى الأمعاء، وهضم الكربوهيدرات في القناة الهضمية يتوقف على نوعية الكربوهيدرات المستهلكة وتركيبها الكيميائي والفيزيائي.

وقد وجد أنه بنحو (٩٥ %) من السكر والنشاء و (٥٤ %) من الألياف تتحلل في الأجزاء ما قبل المعدة وجزء غير كبير من الكربوهيدرات الذائبة من (١٠-١٥ %) وحتى (٥٠-٦٠ %) من الألياف المتناولة تمر إلى أقسام الجهاز الهضمي الخالي من الأحياء الدقيقة فتتعرض للهضم هناك، والمخطط الآتي رقم (١٠) يوضح هضم وتمثيل المواد الكربوهيدراتية في الكرش:



المخطط رقم(١٠) هضم وتمثيل المواد الكربوهيدراتية في الكرش

يتأثر هضم الألياف في كرش المجترات بعوامل متعددة أهمها:

١- **كمية اللغنين الموجودة في الألياف**: ففي النباتات الفتية والغضة والتي لا تبلغ نسبة اللغنين فيها أكثر من (٥ %) من المادة الجافة يهضم نحو (٨٠ %) من الألياف الموجودة فيها، أما وجود نحو (١٠%) من اللغنين فإنه يؤدي إلى انخفاض الكمية المهضومة من الألياف لتصل إلى نحو (٦٠ %).

٢- **كمية النشاء والسكريات الموجودة في العلف**: فإذا ازدادت كميتها انخفضت نسبة هضم الألياف.

٣- **إضافة أملاح الفوسفور والحديد**: فعند إضافتها إلى العليقة تزداد فعالية الأحياء الدقيقة في تفكيك السيللوز، وكذلك إضافة النحاس يحسن استقلاب البروتين والكربوهيدرات في الكرش أما زيادة الاستهلاك من ملح الطعام فإنها تعمل على تقليل هضم الألياف.

ولقد تبين أن نوعية الأحماض الدهنية الناتجة، تتوقف على نوعية العليقة، فكلما ازدادت نسبة السيللوز في العليقة ازداد تركيز حمض الخل، بينما ينخفض تركيز حمض الخل ويزداد تركيز حمض البروبيونيك عند استخدام الأعلاف المركزة الفقيرة بالألياف الخام

العوامل التي تشجع الهضم الميكروبي للألياف الخام:

١- يجب أن تحتوي عليقة الحيوان على مكونات غذائية سهلة الهضم يمكنها تزويد الميكروبات بطاقة سريعة وسهلة المتناول كالسكريات والنشويات (كالحبوب)، ويجب ألا تكون هذه المواد أكثر من ٥ % من كامل العليقة التي تعطي للحيوان، إذ إن إعطاءها بنسبة أكبر من ذلك يسبب خمول الميكروبات وعدم التفاتها لهضم السليولوز حيث إنها تفضل مهاجمة هذه المركبات الأسهل هضماً والمتوفرة لها بكثرة.

٢- يجب أن تحتوي العليقة على بروتين حقيقي أو على بعض المواد المعادلة للبروتين بالإضافة إلى البروتين الحقيقي بحيث لا تقل نسبة البروتين الحقيقي أو ما يعادله عن ١٠ % من كامل العليقة .

٣- للحصول على أفضل هضم ميكروبي لابد أن تحتوي العليقة على ٠,٣ % من وزنها من عنصر الفوسفور وأن تكون نسبة عنصر الكبريت إلى عنصر الآزوت تساوي ١١:١. ومن الأغذية الغنية بالفوسفور نذكر : كسبة بذرة القطن وكسبة فول الصويا ومسحوق العظام، ويكفي إعطاء كمية تبلغ ١ كغ من أنواع الأكساب المذكورة للحيوان البالغ يومياً لسد حاجة الأحياء الدقيقة من عنصر الفوسفور، ومن الأغذية الغنية بالكبريت دريس الفصة وأنواع الأكساب المختلفة ومسحوق العظام وأنيونات أملاح المعادن النادرة على شكل كبريتات.

٤- يجب أن تتوفر في العليقة بعض المعادن النادرة كالكوبالت والحديد والزنك والمنغنيز واليود والنحاس والموليبدنيوم، فمثلاً تبنى البكتريا في جسمها فيتامين **B12** وهذا الفيتامين يحوي في تركيبه على ٤,٦ % كوبالت ويُعد الكوبالت من أهم العناصر اللازمة لنشاط البكتريا فيجب أن لا يقل مقداره في العليقة عن (١) جزء في المليون.

٥- يجب أن تحتوي العليقة على عامل النمو غير المحدد unidentified growth fact كعامل عصارة الأعشاب وعامل مسحوق السمك وعامل شرش الجبن، ويُعد دريس الفصة ورمادها مصدراً لعامل عصارة الأعشاب.

الهضم الميكروبي للألياف الخام وتمثيلها الحيوي :

إن نواتج الهضم الميكروبي للألياف الخام وتمثيلها الحيوي تكون بدءاً من تحلل ميكروبات الكرش الألياف الخام إلى أحماض دهنية يطلق عليها اسم الأحماض الدهنية الطيارة (VFA) Volatile fatty Acids و أهم هذه الأحماض:

١- حمض الخل CH_3COOH ويؤلف نحو ٦٠ % من الحوامض الناتجة عن الهضم الميكروبي.

٢- حمض البروبيونيك CH_3CH_2COOH ويؤلف ٢٢% من الأحماض الناتجة عن الهضم الميكروبي.

٣- حمض البيوتريك $CH_3CH_2CH_2COOH$ ويؤلف ١٤ % من الأحماض الناتجة عن الهضم الميكروبي.

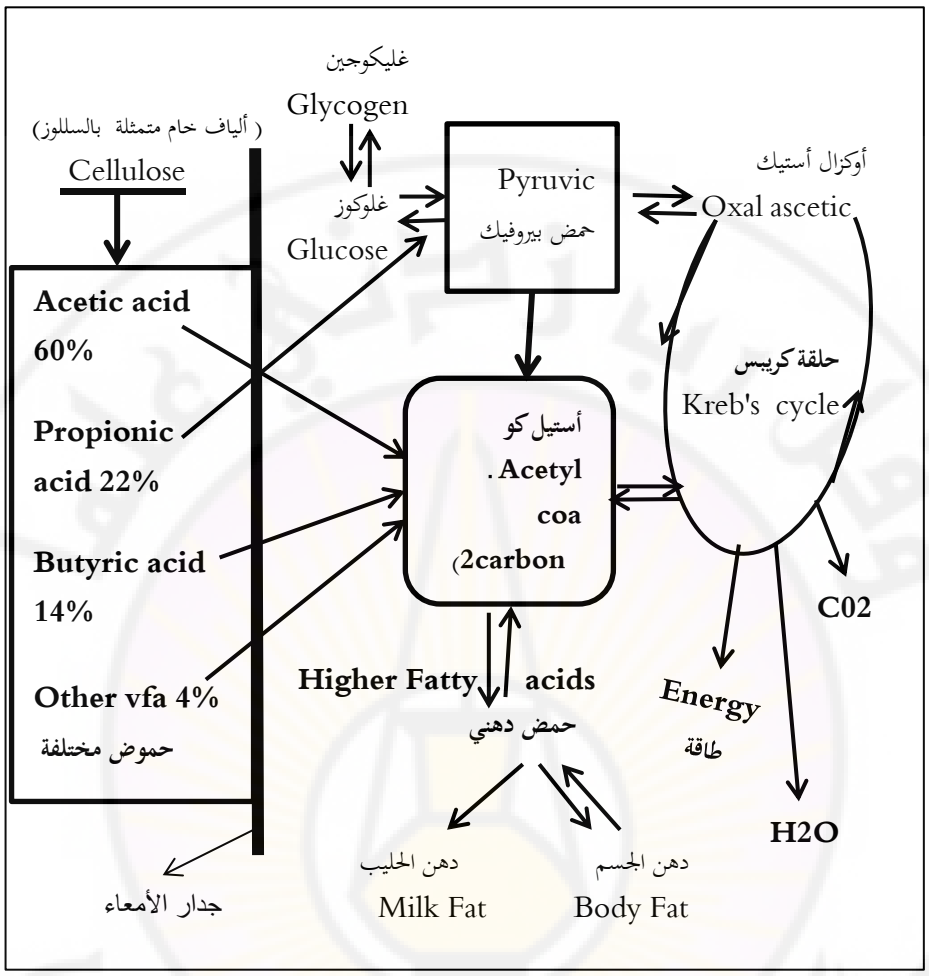
٤- أحماض مختلفة أخرى كحامض الفاليريك valeric، والأيزوفاليريك isovaleric، والايزوبيوتريك isobutyric، وتؤلف ٤ % من الحوامض الناتجة عن الهضم الميكروبي للألياف الخام.

وعند عملية التخمر تتولد حرارة وتنطلق غازات أهمها غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميتان وتستعمل الحوامض الدهنية الناتجة عن التخمر الميكروبي كمكونات غذائية يستمد منها الحيوان المجتر جزءاً كبيراً من الطاقة اللازمة له، في حين ليس للغازات الناتجة أي قيمة غذائية، وأما الحرارة المتولدة فتفقد جميعها إلا إذا احتاجها الحيوان لحفظ حرارة جسمه الطبيعية، ومن المعتاد أن تتخلص المجترات من الغازات الناتجة في كرشها عن طريق الفم بعملية التجشؤ كما أن بعضها يمتص إلى الدم ثم يطرح عن طريق الرئتين وفي بعض الأحيان لا تتم عملية التجشؤ هذه طبيعياً فيصاب الحيوان بالنفاخ.

بعد انتهاء الهضم الميكروبي للألياف الخام وتكوين الأحماض الدهنية الطيارة السابقة تمتص هذه الأحماض عبر جدار الكرش و الوريقية وتدخل في سلسلة من تفاعلات التمثيل الحيوي (كما هو مبين في المخطط التوضيحي رقم ١١).

و يلاحظ من المخطط (١١) أن لحمض البروبيونيك فقط القدرة على تكوين حمض البيروفيك ولذلك يُعد هذا الحمض من مولدات الجيليكوجين أو السكر، وعليه يمكن القول بأن الحيوانات المجترة قد لا تحتاج في غذائها إلى الغلوكوز في حال توفر حمض البروبيونيك حيث يمكن لهذا الحمض أن يدخل سلسلة التفاعلات المعاكسة لسلسلة تفاعلات الـ " Glycolysis " مولداً سكر الغلوكوز.

كذلك يمكن لهذا الحمض أن يتحول إلى حمض البيروفيك والذي بدوره يكون مصدراً لحمض الأوكزالاسيتيك اللازم من أجل استمرار حرق المواد الغذائية في دورة كريبس وضمان الحصول على الطاقة.



مخطط رقم (١١) سلسلة تفاعلات التمثيل الحيوي للألياف الخام في المجترات

ومن ناحية أخرى فإن حمضي الخل والبيوتريك لا يستطيعان إلا تكوين المركبات التي تحتوي على ذرتين من الكربون acetyls-COA وبالتالي فإنهما قادران على تكوين دهن الجسم ودهن الحليب (المخطط رقم ١١)، إلا أن التمثيل الحيوي لهذين الحمضين يجب أن يتم بسرعة تفوق سرعة تكوينهما حيث تبين بأن لهما أثراً ضاراً نوعاً ما للخلايا الحية كما ينتج عن تمثيلهما فقد حراري كبير high specific dynamic acting، ونظراً للنسبة العالية التي تتشكل من هذين الحمضين (٧٤ %) إذا ما قورنت بالنسبة المتشكلة من باقي الأحماض الدهنية الناتجة عن تخمر الألياف الخام فإن المجترات أقل كفاءة من الحيوانات ذات المعدة الواحدة في الاستفادة من إجمالي الطاقة الكامنة للغذاء.

الفصل الخامس

الليبيدات Lipids

تمهيد:

الدهون أو الليبيدات هي مركبات عضوية غير متجانسة ذات منشأ نباتي أو حيواني لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية (مذيبات الدهون Fat solvents)حيث تستخلص من الأنسجة بالإيثير أو البنزين أو الإيتانول أو الكلوروفورم أو غيرها من المذيبات، وعند تحليل الأعلاف لمعرفة تركيبها الكيميائي يتم تحديد الدهن الخام Crude fat الذي يسمى مستخلص الإيثير Ether Extract (EE) نظراً لاستخدام الإيثير في الدرق المخبرية لاستخلاص الدهون، ويشمل الدهن الخام ومستخلص الإيثير مركبات عديدة ذات صلة بالدهون وتستخلص منها، مثل الدهن الحقيقي adeps والزيوت والشموع Waxes والكلوروفيل Chlorophyll والمواد الملونة (الصباغية) كالزانثوفيل والكاروتين والأحماض العضوية والفوسفوتيدات (فوسفوليبيدات phospholipids)، كما قد يحتوي مستخلص الإيثير على مركبات أخرى غير الدهون ولكنها ذات أهمية غذائية وفيزيولوجية مثل الأرجسترولErgestrol وهو أحد مولدات فيتامين D وغيرها من المركبات.

يدخل في تركيب الدهون كل من عناصر الكربون والهيدروجين والأوكسجين وبتمازج مختلف، ولذلك فإن الدهون وبالمقارنة مع غيرها من المواد الغذائية تحتوي كمية أقل من الأوكسجين وكمية أكبر من الكربون والهيدروجين.

يختلف محتوى الأعلاف من الدهون باختلاف نوع العلف، فالبذور والحبوب تحتوي على كمية أكبر من الدهون بالمقارنة مع السوق والأوراق، أما في الجذور والدرنات وقد لا تتجاوز نسبة الدهون أكثر من ٠,١%، وتحتوي حبوب القمح والشعير على ١-٢% دهن، أما في حبوب الذرة الصفراء فقد تصل نسبة الدهن إلى ٥-٦ % بينما تحتوي

بذور المحاصيل الزيتية مثل بذور عباد الشمس والكتان والقطن والسمسم والصويا على نسبة عالية من الدهون تتراوح بين ٢٥-٤٠%. كما ويتأرجح محتوى جسم الحيوان من الدهون بشكل كبير من (٣-٤ %) حتى (٤٠-٥٠ %) تبعاً لعوامل متعددة منها النوع والعمر والجنس ودرجة السمنة. فقد وجد أن محتوى جسم عجل حديث الولادة من الدهون ٣-٤ %، أما في جسم الثور البالغ المسمن جيداً فيبلغ محتوى الدهن ٤٠%، وجسم النعجة العجفاء (النحيفة) يحوي من الدهون ١٩% بينما يصل محتوى الدهن في جسم النعجة السمينة المكتنزة نحو ٤٥ %.

تتميز الليبيدات بثلاثة أنواع وهي:

١- **ليبيدات بسيطة** Simple Lipids : وتشمل الدهون والزيوت والشموع.

٢- **ليبيدات مركبة** Compound Lipids: وهي أسترات الأحماض الدهنية التي تحتوي مجاميع إضافية أخرى وتشمل :

أ . الفوسفوليبيدات (ليبيدات فوسفورية) Phospholipids : وهي دهون يدخل في تركيبها حمض الفوسفوريك وقاعدة آزوتية .

ب . جليكوليبيدات (ليبيدات كربوهيدراتية) Glycolipids : وهي مركبات للأحماض العضوية مع الكربوهيدرات ويدخل في تركيبها الآزوت، ولا يوجد بها حمض الفوسفوريك.

ج . البروتوليبيدات (ليبيدات بروتينية) Lipoproteins : وهي ليبيدات مرتبطة مع البروتينات.

٣- **ليبيدات مشتقة** Derived lipids : وتنتج من تحليل الأقسام السابقة وتشمل الأحماض الدهنية المنفردة والستيرولات Sterols والهيدروكربونات وبعض الفيتامينات الذوابة في الدهون وبعض الصبغات.

- **الأحماض الدهنية:** ويمكن تقسيم هذه الأحماض إلى نوعين :

١-أحماض دهنية مستقيمة السلسلة مشبعة :

Straight chain saturated fatty acids

في الطبيعة تحتوي جميع هذه الأحماض على عدد زوجي من ذرات الكربون والجدول رقم (٤) يبين أكثر أنواع هذه الأحماض الدهنية انتشاراً في الدهون النباتية والحيوانية:

الجدول رقم (٤) أنواع الأحماض الدهنية الأكثر انتشاراً في الطبيعة

اسم الحامض الدهني	عدد ذرات الكربون	الرمز الكيميائي	درجة الانصهار بالدرجات المئوية
حمض البيوتريك Butyric	٤	C3H7COOH	سائل
حمض الكابرويك Capruic	٦	C5H11COOH	سائل
حمض الكابريليك Caprylic	٨	C9H15COOH	١٦
حمض الكابريك Capric	١٠	C9H19COOH	٣١
حمض اللوريك Lauric	١٢	C11H23COOH	٤٤
حمض الميريستيك Myristic	١٤	C13H27COOH	٥٤
حمض البالماتيك Palmatic	١٦	C15H31COOH	٦٣
حمض الستياريك Stearic	١٨	C17H35COOH	٧٠
حمض أراكيديك Arachidic	٢٠	C19H39COOH	٧٦
حمض اللجنوسيريك Lgnoseric	٢٤	C23H47COOH	٨٦

هذا ويطلق على الأحماض الدهنية كلها التي تحتوي على ١٠ ذرات كربون وأقل اسم الأحماض الدهنية الطيارة، وذلك لإمكانية تقطيرها مع البخار وغالباً ما تكون هذه الأحماض سائلة تحت درجة الحرارة العادية، وجميع الأحماض الدهنية الحاوية على ٤ ذرات كربون وأقل قابلة للذوبان في الماء.

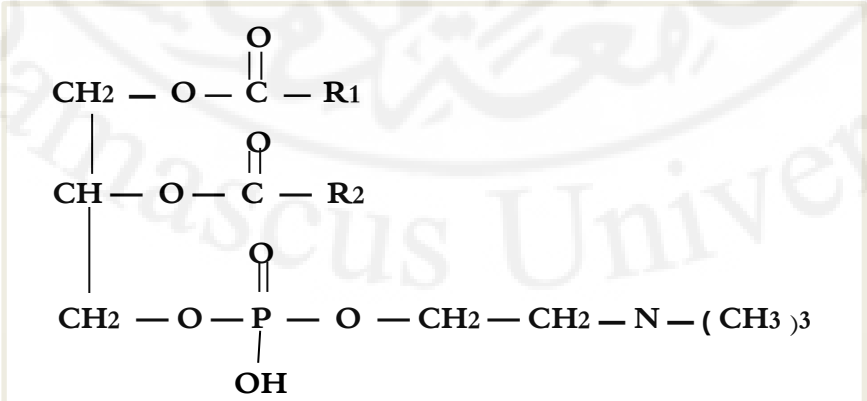
يصادف حمض البيوتريك بصفة خاصة في دهن الحليب، أما الأحماض الخمسة التي تليه في الجدول فتصادف فقط في أنواع محدودة من الدهون، نخص منها دهن الحليب وزيت جوز الهند، أما حمض البالماتيك والستياريك فهما مع الحمض الدهني غير المشبع " الاوليك oleic " من أكثر الأحماض الدهنية انتشاراً في الطبيعة سواء في الدهون الحيوانية أم النباتية منها، ويوجد حمضا الأراكيديك واللجنوسيريك في زيت فستق العبيد وفي بعض الزيوت النباتية الأخرى.

هذا ويطلق على الأحماض الدهنية الثلاثة: (اللينوليك، اللينولينيك، والاراكيدونيك) اسم الأحماض الدهنية الأساسية escential fatty acids وهي تلك الأحماض التي لا يستطيع الجسم تركيبها أو تكوينها أو على الأقل يجب أن تتوفر كميات بسيطة منها في عليقة الحيوان من أجل نموه نمواً طبيعياً وعموماً فإن أي عليقة تحتوي في تركيبها على دهن لابد وأن تغطي حاجة الحيوان من هذه الأحماض الأساسية ونادراً ما تكون مفتقرة إليها.

٢. الدهون الفوسفورية أو الفوسفاتيدات Phospholide or Phosphatides

وهي مواد دهنية موجودة في كافة خلايا النبات والحيوان، تنتج عند تحللها مائياً: غليسرول + أحماض دهنية + حمض فوسفوريك + قاعدة آزوتية، ومن أهم الفوسفاتيدات المركبات الآتية:

- الليستين Lecithin: وهو مركب دهني يصادف في الأنسجة كلها وخصوصاً في الأعصاب والكبد والبنكرياس والدم وعضلة القلب، وهو متوفر في صفار البيض وفول الصويا، وله الرمز الكيميائي الآتي:



وينتج اللستين عند تحلله مائياً : غليسرول + حامض دهني مشبع + حامض دهني غير مشبع + حامض الفوسفوريك + الكولين choline.

- السيفالين Cephalinn: يوجد السيفالين حيث يوجد اللستين، ويكثر وجوده في المخ، ويختلف عن اللستين في أنه لا يذوب في الكحول، وينتج عند تحلله مائيا: غليسرول + حامض دهني + حمض فوسفوريك + ايتانول أمين.

الوظائف العامة والأهمية الغذائية للدهون: تقوم الليبيدات بوظائف مهمة جداً في الجسم أهمها:

١- تتواجد في السطوح الحدودية للخلايا (بنية الأغشية الخلوية) وتدخل كمواد بناء في تركيب بروتوبلازم الخلايا وفي تركيب الهرمونات، والبروستاغلاندينات، كما تعد جزءاً ضرورياً لبناء الأنسجة العصبية.

٢- تعدّ الدهون من أكثر مصادر الطاقة تركيزاً في تغذية الحيوان من بين جميع المواد العضوية الآزوتية منها وغير الآزوتية حيث تبلغ الطاقة في وحدة الوزن من الدهن أكبر من طاقة الكربوهيدرات بمقدار ٢,٢٥ مرة، لذلك تستخدم الدهون لرفع نسبة الطاقة في العلائق مع المحافظة على وزنها.

٣- لا يقتصر الدور الحيوي للدهون على كونها مخزناً للطاقة الزائدة في جسم الحيوان، بل تلعب دوراً مهماً في حماية الجسم والدفاع عنه.

٤- إن حصول الحيوان على كميات كافية من الدهن بكميات معتدلة يحافظ على الشهية الجيدة وعلى عمليات الهضم وامتصاص المواد الغذائية بشكل طبيعي في الأمعاء فالدهون تساعد على امتصاص الكالسيوم والكاروتين وفيتامين A.

فقد وجد أن شدة امتصاص الكالسيوم تتعلق بالروابط الكلسية المتواجدة في العليقة وكذلك بوجود الصفراء وفيتامين D3، كما وجد في تجارب على الدجاج أن معدل امتصاص الكاروتين في الجسم ينخفض من ٦٠% إلى ٢٠ % عند نقص الدهون في العليقة من ٤ % إلى ٠,٦ %.

٥- يحصل الحيوان مع دهون الأعلاف على الفيتامينات الذوابة في الدهون ، فهي في الوقت ذاته مذيبات ونواقل للفيتامينات، إن نقص الدهون في العليقة غالباً ما يؤدي لنقص الفيتامينات الذوابة في الدهون مثل (A. D. K. E).

٦- هي مصدر للكولين والأحماض الدهنية الضرورية (لينوليك، لينولينيك، أراكيدونيك) المهمة جداً للحياة من أجل ضمان سير عمليات التبادل الغذائي بشكل طبيعي (تقوم الدهون بدور مهم جداً وأساسي كمنظم لعملية التبادل الغذائي) وبالتالي لنمو وتطور الحيوانات الزراعية، ولذلك يجب الحصول عليها مع العلف.

٧- يعد الدهن ضرورياً في المرحلة الأولى من العمر لنمو العجول الرضيعة وتبلغ نسبته في الحليب الذي يعد الغذاء الأساسي للعجول نحو ٣٠ - ٤٠ % من المادة الجافة.

- **هضم الدهون واستقلابها:**

أ- حيوانات المعدة البسيطة:

١- في الفم: لا يحوي اللعاب على أي أنزيمات تحلل الدهون لذلك لا يحدث هضم في الفم.

٢- في المعدة: لا يحدث كذلك هضم للدهون في المعدة لعدم احتواء عصارة المعدة على أي أنزيم يحللها.

٣- في الأمعاء الدقيقة والبنكرياس : بوجود أنزيم الليباز في البنكرياس الذي يفرز عصارة البنكرياس يتم هضم جزئي للدهون ويتحول إلى أحماض دهنية وغليسرول، وكذلك بوجود هذا الأنزيم في عصارة الأمعاء يتم هضم الدهون، ثم يساعد على عملية الهضم عصارة الصفراء الواردة في الكبد والتي تعمل على استحلاب الدهون وتصبغها، أما الصبغات النباتية كالكلوروفيل والتي تكون جزءاً من مستخلص الدهن في العليقة فإن بعضها يتهدم في الجهاز الهضمي وبعضها لا يتأثر بالعصارات الهاضمة فيخرج مع الروث.

وقد وجد أن الحيوانات آكلة اللحوم أو المختلطة تستطيع هضم كامل الدهن في عليقتها، بينما وجد أن هضم الدهون غير كامل في علائق الحيوانات آكلة الحشائش ويرجع سبب ذلك إلى السيللوز أو السليولوز غير المهضوم الذي يغلف جدار الخلايا الحاملة للدهون.

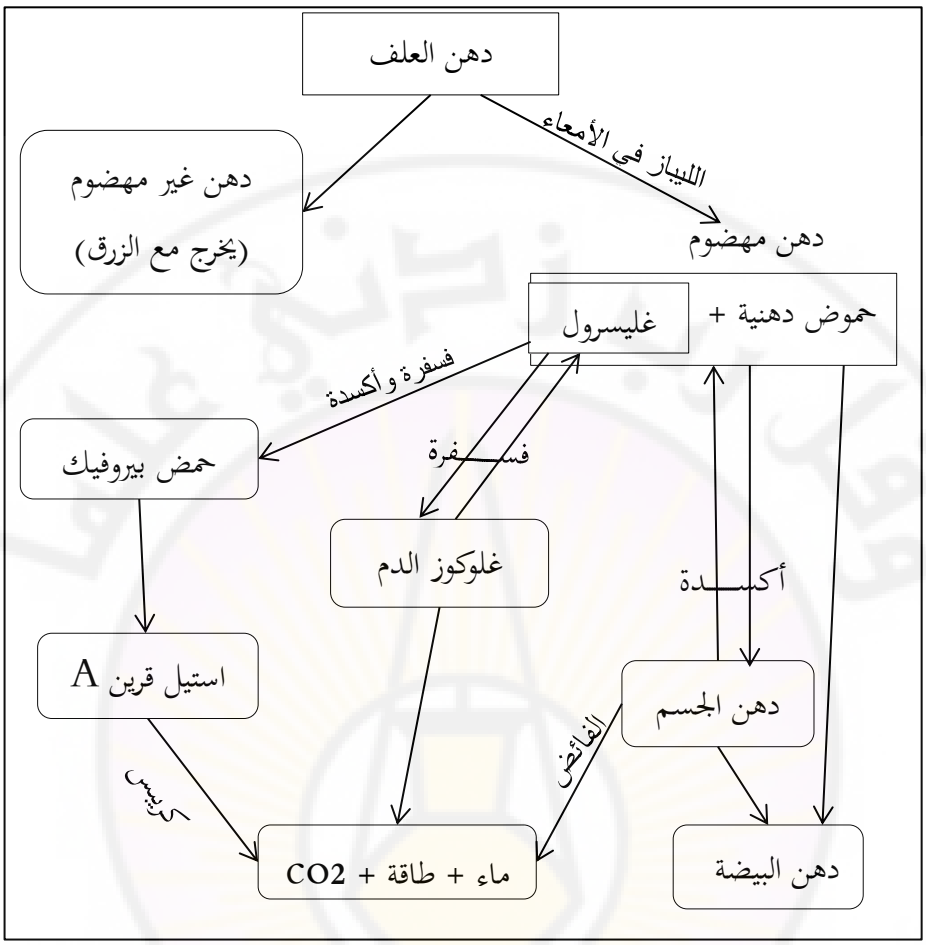
تستطيع الطيور عموماً أن تهضم الدهون غير المشبعة كالزيوت مقارنة مع الدهون المشبعة (الدهن الحيواني) ويزداد هضم الدهون المشبعة مع تقدم الطيور بالعمر، وتمد الدهون الطيور بالطاقة وكذلك بالحمض الدهني الأساسي اللينوليك (Linoleic acid) الذي لا تستطيع الطيور تكوينه، لذلك فعند نقصه يؤدي إلى صغر حجم البيضة ومن جهة أخرى سيتم تكوين الدهون وتحليلها في الجسم من الكربوهيدرات.

ويمكن عند الطيور أن تستخدم الدهون كمصدر للطاقة، إذ يتفسفسر الغليسرول إلى فوسفات الأسيتون ثنائية الهيدروكسيل، والتي تعد مركباً وسطياً في سلسلة التحلل السكري، ومن ثم إلى حامض البيروفيك الذي يتحول إلى أستيل قرين A الذي يدخل بدورة كريبس، ويعد الكبد العضو الأساسي في استقلاب الدهون وتصنيعها من الكربوهيدرات والبروتينات الفائضة في الجسم. والمخطط رقم (١٢) يوضح استقلاب الدهون عند الطيور للحصول على الطاقة.

ب- هضم الدهون عند المجترات:

تتميز الدهون في علائق حيوانات المعدة المركبة أنها من النوع الطري والذي يميل إلى السيولة وباحتوائها على نسبة كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة والحاوية على ١٨ ذرة كربون مثل حمض اللينوليك Linoleic و اللينولينيك Linolonic.

أهم العمليات التي تطرأ على دهن الغذاء بوجود الأحياء الدقيقة في الكرش هي هدرجة الأحماض الدهنية غير المشبعة (والحاوية على ١٨ ذرة كربون مثل حمض اللينوليك Linoleic واللينولينيك Linolonic) وتحتويلها إلى أحماض دهنية أكثر صلابة، ولهذا يكون دهن الجسم لنوع يتغذى على الدريس أكثر صلابة من دهن حصان يتغذى على نفس النوع من الدريس.

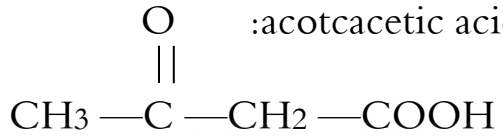


مخطط رقم (١٢) استقلاب الدهون عند الطيور للحصول على الطاقة

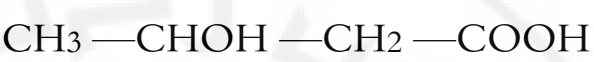
- **تكوين مركبات كيتونية Ketogeneais :**

لا يمكن حرق الدهون في دورة كريبس إلا في حال توفر الكربوهيدرات حيث إن دخول اسيتيل قرين A إلى دورة كريبس لأكسدته وحرقه يتوقف في الوقت نفسه على حدوث عمليات أكسدة مرافقة في الكربوهيدرات، فإن لم تحدث هذه العمليات لسبب أو لآخر أو إذا كانت كمية الدهن في الغذاء كبيرة جداً، فإن اسيتيل قرين A المتكونة من الأحماض الدهنية تتراكم لعدم إمكان أكسدتها في دورة كريبس وينتج عن ذلك أن حرق الدهن في الجسم لا يكون كاملاً، بل يأخذ اتجاهاً ينتج عنه مركبات كيتونية سامة Keton badies وهي:

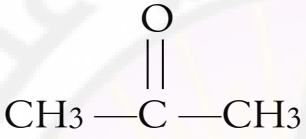
١-حامض الأستواستيك acotcacetic acid:



٢-حامض البيتا هيدروكسي بيوتريك B- hydroxy butyrice acid:



٣- الأسيتون acetone :

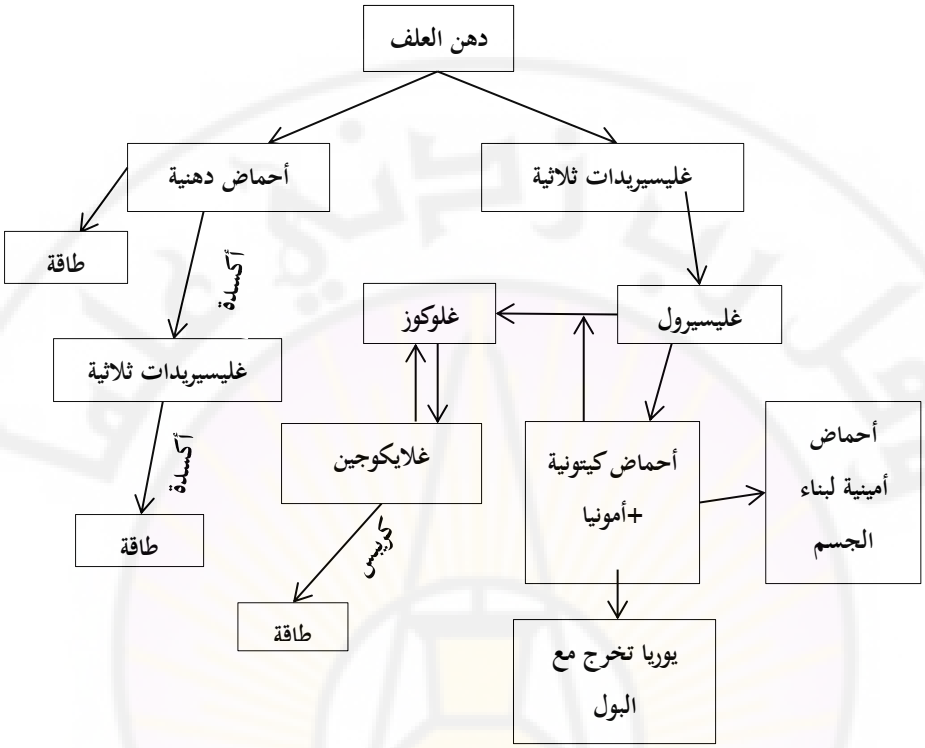


وهذه المركبات الكيتونية هي المسؤولة عن الحالة المرضية التي تدعى Ketosis والتي من أعراضها ظهور هذه المركبات في الدم والبول، وحيث إن مركبين من المركبات الثلاثة عبارة عن أحماض قوية فإن تراكمها يسبب زيادة أحماض الدم Acidosis وبالتالي تقل قدرة غاز **CO_2** على الانتقال في الدم وتنخفض بذلك عمليات التأكسد الخلوي، وفي الحالات الشديدة قد يصاب الحيوان بإغماء يعقبه النفوق.

وحالة الـ ketosis هي السبب الفيزيولوجي المسؤول عن مرضين خطيرين في حيوانات المزرعة: **الأول** يصيب الأبقار الحلوب ويدعى Acetonemia **والثاني** هو مرض الحمل في الأغنام وفي كلا النوعين من الحيوانات تظهر الأعراض على شكل ارتفاع في نسبة المركبات الكيتونية في الدم والبول مع انخفاض في نسبة غلوكوز الدم ونفاذ في كميات الغليكوجين المختزنة في الجسم مرفقة بقلة الشهية والأعراض عن الطعام. وفي حالة البقر الحلوب يحدث انخفاض حاد في إنتاج الحليب.

إن حقن الحيوان بالغلوكوز يساعد على زيادة نسبة الغليكوجين وزيادة نسبة سكر في الدم ينجم عنه انخفاض في نسبة المركبات الكيتونية المتكونة، كما وجد أن حقن الحيوان بهرمون الكورتيزون Cortisone الذي يسبب زيادة نسب الغيليكوجين عن طريق هدمه لمركبات البروتين قد أعطى نتائج إيجابية.

ويوضح المخطط رقم (١٣) استقلاب الدهون عند المجترات للحصول على الطاقة:



مخطط رقم(١٣) استقلاب الدهون عند المجترات للحصول على الطاقة

الحد المسموح به من الدهون في علائق البقر الحلوب :

يمكن لدهن الحليب أن يتكون من عليقة خالية من الدهن وذلك عن طريق تحول الكربوهيدرات والبروتين إلى دهن، إلا أنه ثبت بأن تكوين دهن الحليب من دهن الغذاء مباشرة أسرع وأسهل على الحيوان وعلى ذلك فلا بد للأبقار ذات الإدرار العالي من أن تحصل على عليقتها على حد أدنى من الدهن لكي تحافظ على إنتاجها العالي من الحليب، ويفضل إضافة الدهن في علائق البقر الحلوب بنسبة تتراوح بين ٤- ٦% ويمكن إعطاء نسبة ٨% من الدهن شريطة إعطاء البقرة إلى جانب ذلك علفا خشنا جيد النوع وبكميات كبيرة.

الحد المسموح به من الدهون في علائق ماشية اللحم:

إن إضافة ٤% من الدهن الحيواني للعليقة يعطي استفادة أعظم من الغذاء وارتفاعا في متوسط الزيادة اليومية لوزن الحيوان، شريطة أن تحتوي العليقة على أكثر من نصفها علفا خشنا جيد النوع كدريس الفصة الجيد، حيث إن استعمال الدهن في العليقة دون استعمال علف خشن جيد بمعدل ٥٠% يقلل من قدرة بكتريا الكرش على هضم الألياف الخام والاستفادة منها.

الحد المسموح به من الدهون في خلائط الدجاج:

إن أي خلطة علفية تقليدية للدواجن تحتوي عادة في تركيبها على كميات كافية من الدهن ومن الأحماض الدهنية الأساسية للحصول على إنتاج ونمو جيدين، وليس هناك داع لإضافة الدهون إلى هذه الخلائط. وقد أمكن إضافة الدهن الحيواني إلى خلائط الصيصان والفراريج بنسبة ٨% أو ١٠%، وفي كلتا الحالتين نتجت من هذه الإضافة زيادة في مردود الاستفادة من الغذاء غير أن إضافة الدهن في الخلطة العلفية بنسبة تزيد عن ١٠% يُعد أمراً غير مرغوب فيه، وبشكل خاص وجد أن لإضافة الدهن الحيواني في خلطة التسمين للفراريج فائدة عظيمة من حيث الوزن بشكل عام وزيادة كمية الدهن في اللحم الناتج.

وقد بينت التجارب أن إضافة الدهن الحيواني على خلطات الدجاج البياض بنسبة ٢,٥% حتى ٥% سبب في جميع الحالات إلى زيادة في عدد البيض الناتج فقط خلال فصل الشتاء، وقد سبب انخفاضاً ملحوظاً في كمية الغذاء المستهلكة لإنتاج عدد محدد من البيض.

فوائد استعمال الدهن في العلائق:

١. تحسين لون المخاليط المركزة وتقليل كمية الضار منها يؤدي إلى زيادة شهية الحيوان لها.

٢. إضافتها بنسبة ١% أو ٢% لمخاليط العلائق المركزة يسهل عمل الآلات الميكانيكية الخاصة لخلط العليقة وطحنها وتحبيبها.

وعند مقارنة الخلطات الحبيبية مع الخلطات المطحونة تبين تفوق الأولى على الثانية (بزيادة مقدارها ٣%) من حيث معدل النمو ومن حيث معدل الاستفادة من الغذاء.

المحاذير الواجب مراعاتها عند إضافة الدهون إلى العلائق:

١. لا تغدو عملية إضافة الدهون إلى العلائق عملية اقتصادية إلا إذا قل ثمن الكيلوغرام الواحد منها عن (ثمن كيلوغرام واحد من الشعير × ٢,٢٥).
٢. يجب أن يكون الدهن المستعمل غير متزنخ، ويفضل أن يضاف إليه بعض المواد المضادة للأكسدة Antioxidants لمنع حدوث التزنخ وتهدم بعض أنواع الفيتامينات مثل (BHT) و(BHA) و Ethoxyquin.
٣. الزيوت المهدرجة التي لها قوام صلب تحت درجة الحرارة العالية لا يمكن مزجها جيدا مع المخاليط المركزة ولا تتمكن الحيوانات من الاستفادة منها بشكل جيد.
٤. إن إضافة الدهن لخلطات الدواجن الجاهزة يرفع من قيمة الطاقة الحرارية لها ونتيجة لذلك ينخفض المقدار الذي تستهلكه الطيور عادة من هذه الخلطات.
٥. عندما تضاف الدهون الحيوانية إلى علائق المجترات لابد من أن تتضمن العليقة اليومية للحيوان على علف خشن جيد النوع وبكميات وافرة، فإذا أضيف الدهن بنسبة ٤% فلا بد أن تحتوي العليقة اليومية على أكثر من نصفها علفاً خشناً جيد النوع.

الفصل السادس

الفيتامينات Vitamins

تمهيد :

تعرف الفيتامينات بأنها مركبات عضوية ضرورية للنمو وحفظ الحياة وانتظام العمليات الفيزيولوجية والاستقلابية، ولا يستطيع الجسم تكوينها (ما عدا بعض الاستثناءات القليلة) لذلك يجب إضافتها للعلف أو حقنها في الجسم، وتستطيع الحيوانات المجترة وكذلك الخيول والأرانب تأمين احتياجاتها جزئياً من بعض الفيتامينات مثل مجموعة فيتامينات B وK وذلك بفضل الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في أجزاء مختلفة من القناة الهضمية لتلك الحيوانات، وتقسم الفيتامينات حسب الوسط الذي تذوب فيه إلى قسمين أساسيين :

أ–الفيتامينات الذوابة في الدهون Fat – soluble vitamins:

إن مجموعة الفيتامينات الذائبة في الدهون تخزن في الجسم، حيث يخزن الدهن، وتكون مرتبطة بالليبيدات أو أجزاء الغذاء الذائبة في الليبيدات. كما وأن امتصاص هذه الفيتامينات يشابه امتصاص الليبيدات، وعند استهلاك كميات كبيرة من هذه الفيتامينات فإنها تخزن في الجسم ولذلك فلا حاجة لتزويدها يومياً في الغذاء.

تتكون كثير من الفيتامينات الذائبة في الماء في القناة المعوية بوساطة الكائنات الدقيقة، وفيتامين(K) فقط هو الفيتامين الوحيد من مجموعة الفيتامينات الذائبة في الدهون الذي يتكون في هذا الجزء من القناة الهضمية (القناة المعوية)، وتشمل الفيتامينات الذوابة في الدهون كل من فيتامين: A – D – E – K.

ب– الفيتامينات الذوابة في الماء Water – soluble vitamins:

وتشمل مجموعتين أساسيتين: **المجموعة الأولى** وهي فيتامين جـ (C) أو حمض الأسكوربيك، و**المجموعة الثانية** : فيتامينات ب المركبة (B) والتي تضم:

١-مجموعة الفيتامينات المتأثرة بالحرارة Thermopile Vitamins: وتشمل فيتامين ب١ (الثيامين).

٢- مجموعة الفيتامينات المقاومة للحرارة Thermostable Vitamins: وتشمل بقية أفراد المجموعة وعددها (١٤) فيتامين اً.

يلاحظ بعض التعقيدات في تسمية مجموعة الفيتامينات (B) حيث سجلت كل أرقام الفيتامينات حتى B15 كفيتامينات أو عوامل شبيهة بالفيتامينات (مثل فيتامين B3) وقد تم تعريفها وهي الآن معروفة باسمها الكيميائي، وقد وجد أن المركبات الأخرى عبارة عن تركيبات من اثنين أو أكثر من العوامل المنفصلة، فعلى سبيل المثال : الفيتامين المسمى B4 يعتقد أن تركيبه من الريبوفلافين (B2) والبيريدوكسين (B6)، وقد درست الفيتامينات المعروفة حتى الآن من النواحي الآتية :

١-تأثيرها الفيزيولوجي .

٢- خواصها الكيميائية وطبيعتها.

٣- انتشارها في المواد الغذائية والمواد العلفية .

٤- احتياجات الحيوانات منها للنمو والإنتاج .

٥- وظائف أخرى للجسم .

- **علاقة الفيتامينات بالأحماض الأمينية :**

١ـ توجد علاقة بين الميثونين والكولين والبيوتين، حيث يعطي الميثونين مجموعة الميثيل لتكوين الكولين، والعكس.

٢- توجد علاقة بين الميثونين والكولين وحمض الفوليك، حيث يعطي حمض الفوليك مجموعة الميثيل لتكوين الكولين، ويوفر الميثونين.

٣- لحمض الفوليك دور فعال في تكوين البيورين والبريمين في بروتين العضلات.

٤- الريبوفلافين له علاقة بالتمثيل الغذائي للبروتينات وكذلك لفيتامين (B12) علاقة بتكوين البروتينات في الخلايا.

٥- تستخدم الطيور التربيتوفان في إنتاج النياسين، ويمكن تقليل الإسراف في استخدام الحمض الأميني المهم (التربيتوفان) بمراعاة تجنب نقص النياسين في العلف.

- **العوامل المؤثرة في احتياجات الحيوانات من الفيتامينات :**

١- نسبة الرطوبة في العلف: زيادة نسبة الرطوبة في مواد العلف والعلائق يزيد من احتمالات تلف أو تأكسد بعض الفيتامينات مثل الثيامين ويزيد من سرعة تأكسد الدهون، وبالتالي فيتامين (A) وفيتامين (C)، وكذلك تعقيم مواد العلف إما برفع درجة حرارتها أو تعرضها للإشعاع لقتل الميكروبات الضارة بها يؤدي إلى تأثير سيئ في محتواها من الفيتامينات.

٢- الظروف البيئية: ارتفاع درجة حرارة الجو يخفض من فاعلية معظم الفيتامينات، وأكثرها تأثيراً بالحرارة فيتامين (C)، وتعرض العليقة للضوء يؤثر في مجموعة فيتامين (B)، خاصة (B1 و B6) أيضاً تؤثر الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية، كما أن ارتفاع درجة الحرارة يقلل من شهية الحيوانات وتستهلك كمية قليلة من العليقة، وبالتالي تقل كمية الفيتامينات المأكولة.

٣- زيادة الطاقة في العلائق: إن زيادة الكربوهيدرات في العليقة يزيد من احتياجات الثيامين والنياسين بنسبة (١٠- ٢٠ %)، وزيادة الدهون بالعليقة تزيد من احتياجات فيتامين (E) والكولين بنسبة (٢٠-٤٠ %). كما ان زيادة طاقة العليقة تقلل من كمية العليقة المستهلكة، فتقل كمية الفيتامينات المأكولة .

٤- تلوث العلف بالفطريات: وجود فطريات في مواد العلف أو العلائق يؤدي إلى فساد بعض محتواها من الفيتامينات، ويؤثر في صحة الحيوانات فتزيد من احتياجاتها إلى الفيتامينات.

٥- تأثير بعض المواد الكيميائية: وجود أملاح النتريت أو الكبريت في العليقة أو مياه الشرب يتلف النياسين وفيتامين (A).

٦- تأثير عمليات التصنيع والخلط والتشكيل: تحتاج عمليات التصنيع والتشكيل إلى رفع درجة الحرارة، خاصة عند تصنيع المحببات أو المكعبات العلفية، ويؤدي ذلك إلى فقد جزء كبير من محتوى الفيتامينات بها أو نقص فعالية هذه الفيتامينات. وعند إضافة دهون إلى العلائق يتم غلي هذه الدهون في أوانٍ معدنية قبل خلطها في العلائق، مما يؤدي إلى فقدان جزء كبير من الفيتامينات الذائبة في الدهون.

٧- تخزين مواد العلف: يؤدي تخزين بعض الفيتامينات أو مولدات الفيتامينات إلى فقدان بعض فعاليتها، وتخزين الذرة الصفراء أو البرسيم تحت ظروف تخزينية سيئة يؤدي إلى فقدان جزء كبير من الكاروتينات (مولدات فيتامين A)، وتأكسد معظم محتواها من فيتامين (C).

٨- مستوى الأحماض الأمينية في العليقة: لوحظ أن لبعض الأحماض الأمينية الضرورية في العلف أثراً في توفير بعض الفيتامينات مثل التربيتوفان في علائق الدجاج الذي له أثر موفر للنياسين و الميثونين اللذين لهما أثر موفر للكولين وحمض الفوليك.

٩- إضافة مضادات الأكسدة: لإضافة مضادات الأكسدة مثل فيتامين (E) أثر في توفير فيتامين (A)، حيث تعمل هذه المواد على منع تأكسده، وفي حالة عدم وجود تلك المواد يجب زيادة محتوى العليقة من الفيتامين (A) والفيتامينات الأخرى القابلة للتأكسد في المادة العلفية.

١٠- تأثير المضادات الحيوية: إضافة المضادات الحيوية بكميات قليلة يقلل من تعداد البكتريا الضارة الموجودة بالأمعاء، فتزيد من كفاءة الفيتامينات، ولكن إضافة هذه المضادات بكميات كبيرة تؤدي إلى قتل البكتريا والكائنات الدقيقة الضارة والنافعة، فتحرم الحيوان من الفيتامينات تصنعها الكائنات الدقيقة النافعة، مثل فيتامين (K) ومجموعة فيتامين (B).

١١- مضادات الفيتامينات: وجود مضادات الفيتامينات في العليقة، أو إضافتها يقلل من محتوى الفيتامينات، ولذا يجب زيادة الفيتامينات بالقدر الذي تتلفه هذه المضادات، ومثال ذلك عند الدواجن:

أ- الأفيدين: مضاد للبيوتين. **ب-** الأوكسي ثيامين: مضاد للثيامين. **ج -** البيريدين: مضاد لحمض النيكوتنيك. **د-** بعض مضادات الكوكسيديا: مضادات لفيتامين (K).

١٢- الأنزيمات المحللة للفيتامينات: تقوم بعض الأنزيمات بتحليل الفيتامينات، حيث تقوم بهدم الفيتامينات الذي تعمل عليه، وتجعله غير فعال مهما أضيف هذا الفيتامين إلى العلف، ولذا يجب التخلص من هذه الأنزيمات في حالة وجودها في العليقة. هذه الحالة مختلفة عن حالة مضادات الفيتامينات التي يمكن تلافي أثرها المضاد بزيادة الفيتامين في العليقة، لكن بالنسبة للأنزيم فإنه يتلف أية كمية تضاف مهما زادت، ولذا يعامل الأنزيم للتخلص منه، أو يضاف الفيتامين إلى ماء الشرب أو الحقن، وأهم الأمثلة على ذلك أنزيم الثياميتين الموجود في السمك الطازج والذي يحلل الثيامين.

١٣- معوقات الامتصاص: يرجع سوء امتصاص الفيتامينات إلى أسباب متعلقة بالعلف: حيث تؤدي زيادة نسبة الدهون في العلف إلى نقص كفاءة الامتصاص للدهون، وبالتالي للفيتامينات الذائبة فيها، وكذلك وجود مضادات السموم والمسهلات تقلل من امتصاص الفيتامينات بوجه عام، وإلى أسباب متعلقة بالحيوان: إذ تقل كفاءة الامتصاص بسبب تهيج والتهاب في القناة الهضمية والتهابها، نتيجة بعض الأمراض المعوية، أو الإصابة بالطفيليات المعوية (خاصة عند الدواجن) كذلك أمراض الكبد أو انسداد القناة الصفراوية تقلل من العصارة الصفراوية فيقل كفاءة امتصاص الفيتامينات الذائبة في الدهون.

١٤- حساب المحتوى الفيتاميني لمواد العلف من جداول التحليل الكيميائي: من المعروف أن جداول التحليل الكيميائي لمواد العلف الموجودة في مختلف المراجع هي معدلات تقريبية وتختلف من مكان لآخر، فنظام التحليل والمعاملات التي تعرضت لها مواد العلف أثناء عمليات إنتاجها وتصنيعها وأسلوب الإنتاج، يختلف من دولة إلى

أخرى، الأمر الذي يجعل الأخذ بها أمراً فيه بعض التجاوزات، لذا يجب زيادة المضاف من الفيتامينات عن هذا المحتوى الموجود في الجداول المختلفة تحقيقاً لمبدأ الأمان.

١٥- تأثير الهرمونات: تزداد الاحتياجات من فيتامين (D) نتيجة اختلال التمثيل الغذائي للكالسيوم، ولذا فإن هرمون الباراثيرويد له تأثير غير مباشر في احتياجات فيتامين (D) بتأثيره في التمثيل الغذائي للكالسيوم، كذلك هرمون الأدرينالين يؤدي إلى زيادة الاحتياجات من فيتامين (A) و (G) و (B6) وحمض الفوليك.

١٦- الاختلافات الفردية بين الحيوانات: توجد اختلافات فردية بين الحيوانات للسلالة نفسها، فهناك أفراد عالية الإنتاج والنمو وهناك أفراد منخفضة في النمو والإنتاج، وإن عدم الالتزام باحتياج السلالات المختلفة تظهر الاختلافات الفردية، حيث تقدر هذه الاحتياجات على أساس متوسط الاحتياجات الفردية بين الحيوانات لنفس السلالة، وذلك يتطلب زيادة المضاف من الفيتامينات عن حد الاحتياجات لتضمين المقننات احتياطي يكفل تغطية الفروقات الفردية.

١٧- الإصابة بالأمراض والطفيليات المعوية: الإصابة بالأمراض بصفة عامة تؤدي إلى نقص كمية الفيتامينات في الجسم وزيادة احتياجات الحيوانات إلى الفيتامينات، لذا تزاد نسبة الإضافة من الفيتامينات في العليقة أثناء الإصابة بالأمراض، ولفترة مناسبة بعد انتهاء العلاج.

إن الإصابة بالكوكسيديا وبقية الطفيليات المعوية عند الدواجن تؤدي إلى تلف بعض الفيتامينات وخاصة فيتامين (A) و (K)، وذلك بفعل بعض السموم التي تفرزها هذه الديدان والطفيليات، أو بفعل تأكسدها من المواد الناتجة عن التمثيل الغذائي لهذه الطفيليات، ولذا عند الإصابة بهذه الطفيليات يجب زيادة كميات هذه الفيتامينات في الخلطة العلفية. وقد يحدث ظهور هذه الفيتامينات أضعافاً متعددة لتلاقي ظهور الأعراض وعودة الحيوانات إلى حالتها الطبيعية.

- **العمل الفيزيولوجي للفيتامينات وخواصها :**

١- مجموعة فيتامين B القابلة للذوبان في الماء تقوم بنقل الطاقة وليست مصدر للطاقة.

٢- الفيتامينات الذائبة في الدهن لازمة لتنظيم عمليات التمثيل الغذائي ولكل فيتامين دور خاص به.

٣- تخزن الفيتامينات الذوابة في الدهن في أماكن تخزينه بالجسم، لذلك لا حاجة لتناولها مع الغذاء يومياً، ويتم امتصاصها في الأمعاء الدقيقة ويساعد على ذلك مادة الصفراء في الكبد.

٤- لا تخزن الفيتامينات الذوابة في الماء في الجسم (باستثناء فيتامين B12) لذلك يجب توفرها في مادة العلف، ويتم طرحها عن طريق البول.

٥- الإخراج : الفيتامينات الذوابة في الدهون تخرج عن طريق الزرق أو الروث بينما تخرج الفيتامينات الذوابة في الماء عن طريق البول.

٦- قد لا تتواجد الفيتامينات الذوابة في الدهون في بعض خلايا الجسم مطلقاً بينما الذوابة في الماء تنتشر في جميع خلايا الجسم.

- **الفيتامينات الذوابة في الدهون**

تعد الفيتامينات الذوابة في الدهون ذوابة وبشكل طبيعي في المواد الكحولية والمذيبات العضوية (كالإيثر مثلاً) وإن غالبية هذه الفيتامينات الزائدة عن حاجة الجسم يمكنها أن تخزن فيه، على عكس الفيتامينات الذوابة في الماء، ولذلك فلا حاجة إلى تناولها مع الغذاء يومياً.

فيتامين A (الريتينول Retinol) "A" Vitamin:

وهو كحول حلقي غير مشبع ($C_{19}H_{27}CH_2OH$) ذو وزن جزيئي عالٍ، يوجد أساساً كأسترات الحوامض الدهنية في أنسجة الحيوان، ولا يوجد على هذا الشكل في أنسجة النبات. وهو فيتامين ذائب في الدهن، بالإضافة إلى فيتامين A نفسه وجد أن النباتات تحتوي عدداً من الصبغات الكاروتينية وخاصة الكاروتينات ($C_{40}H_{56}$) التي

يمكن أن تتحول إلى فيتامين A في جسم الحيوان. فالمركبات التي يمكن تحويلها إلى فيتامين A في الجسم تعرف بمولدات الفيتامين أو طلائع الفيتامين أو البروفيتامين (Provitamins) ومن بينها: الألفا كاروتين، البيتا كاروتين، الغما كاروتين، الدلتا كاروتين و الكربتوزانثين وعدد من البيتا ايبوكاروتينات، ويعد البيتا كاروتين من أكثر الصبغات الكاروتينية انتشاراً في المواد العلفية.

أهمية فيتامين A: يعد فيتامين A مهم للجسم ويتضح ذلك من خلال النقاط الآتية:

١-فهو ضروري للنمو والتكاثر وللحفاظ على الصحة .

٢- ضروري للرؤيا الطبيعية .

٣- يساعد في الحفاظ على التركيب الطبيعي ووظائف الأنسجة الظهارية والعصبية .

٤- له دور كبير في منع إصابات العين وجهاز التنفس .

مصادر فيتامين A: يلاحظ أن فيتامين A يوجد في المواد التي هي من أصل حيواني فقط، فهو موجود في صفار البيض والحليب وفي الدهن البطني للدجاج، كما أن زيت السمك المحضر بشكل جيد يعد مصدراً غنياً لهذا الفيتامين، أما مولدات (طلائع) فيتامين (A) فهي موجودة بشكل رئيسي في المواد نباتية الأصل، ولكنها قد تتواجد في بعض المنتجات الحيوانية مثل الزبدة والدهون الصفراء للحيوانات، وتعد جميع المواد العلفية الخضراء المحضرة، والجزر والبطاطا من المصادر الجيدة لفيتامين A كما تعد الذرة الصفراء مصدراً جيداً لمولدات فيتامين A (الكاروتين).

هدم فيتامين A والكاروتين: إن فيتامين A ومولداته تعد مركبات سريعة الهدم والتحطيم بوساطة الأكسدة ويسرع هذا الهدم: الحرارة، الضوء وبالتلامس مع أملاح الحديد والمنغنيز، ويمكن تقليل سرعة الهدم هذه باستخدام مضادات الأكسدة المختلفة، سواء أكانت طبيعية أم صناعية، وبسبب حساسية فيتامين A العالية للأكسدة، يجب خزن زيوت التغذية دائماً (وبخاصة تلك التي تستعمل مصدراً لفيتامين A) في أوعية داكنة ومقفلة ومملوءة جيداً، كذلك يجب عدم خلط هذه الزيوت مع العلف إلا قبل استخدامه بوقت قصير.

ويعتمد الثبات النسبي لفيتامين A والكاروتين أو عدم ثباتهما على عدد من العوامل ففي أمعاء الحيوان يبدو فيتامين A أكثر ثباتاً من الكاروتين، (وفي كلتا الحالتين يزداد ثبات فيتامين A والكاروتين بوجود واحد أو أكثر من مضادات الأكسدة المعروفة)، ولهذا السبب تخزن كميات أكبر من فيتامين A في جسم الحيوان الذي يغذى على عليقة تحتوي على كميات مناسبة من فيتامين E، بالمقارنة مع ما يخزن في جسم الحيوان الذي يغذى على عليقة فقيرة بفيتامين E، وذلك عند احتواء كلتا العلقتين على الكميات نفسها من فيتامين A، والسبب يعود إلى أن فيتامين E يمتلك القدرة على زيادة تخزين فيتامين A في الكبد تحت ظروف معينة عن طريق حماية فيتامين E لفيتامين A من الهدم والتحطيم.

أعراض نقص فيتامين A:

١-انخفاض معدل النمو إلى أقل من معدل النمو الطبيعي.

٢- ظهور مرض الترنح على الصيصان وعدم التوازن في أثناء المشي والذي ينتهي بالنفوق.

٣- الإصابة بمرض العشى (العمى) الليلي وما يرافقه من التهاب العيون وانتفاخ الجفون، وتتجمع إفرازات لزجة تحت أغطية الجفون على شكل مادة بيضاء منحبة وقد تخرج إفرازات لزجة من المنخرين .

٤- جفاف وتقرن الأنسجة الظهارية والخلايا المبطنة للجهاز التنفسي فتصبح ضعيفة المناعة، مما يجعل الحيوان عرضة للإصابة بكثير من الأمراض المعدية.

٥- ازدياد محتويات الدم من حمض اليوريك وهذا يدل على فشل عمل الأجزاء المبطنة وخاصة تلك المبطنة للكليتين.

٦- ولادة عجول عمياء سببها شذوذ في التكوين العظمي للثقب البصري الذي يسبب تقلص العصب البصري وفقد البصر.

٧- ارتفاع ضغط السائل المخي الشوكي عند العجول مما ينجم عنه خلل في عمل الجهاز العصبي يظهر على شكل فقد التوازن وتشنجات عصبية .

فيتامين د "D" Vitamin :

ويعرف بأنه الفيتامين الذي ينشأ من ضوء الشمس، أو الفيتامين المانع للكساح، ويعد فيتامين D من الفيتامينات الذائبة في الدهون، وهو موجود بصور متعددة أهمها: فيتامين D_2 ($C_{28}H_{43}OH$) أو ما يسمى (الكالسيفرول Calciferol) الذي يتكون نتيجة تأثير الأشعة فوق البنفسجية في مركب موجود في النباتات يدعى ايرجوسترول (Ergocitrol)، والثاني D_3 ($C_{27}H_{43}OH$)، ويسمى (الكولكلسفرول Cholecalciferol) والذي يتكون نتيجة تأثير الأشعة فوق البنفسجية في مركب موجود في الأنسجة الحيوانية ويدعى (٧- دي هيدروكولسترول، D- hydrocholecterol -٧).

يتركز وجود فيتامين D_3 في زيت كبد الحوت ومعظم الزيوت السمكية، بينما يتركز فيتامين D_2 في الخمائر والمحاصيل العلفية المجففة طبيعياً، ويعد فيتامين D الوحيد من بين الفيتامينات الذي يمكن إنتاجه في جلد الحيوان بفعل الأشعة فوق البنفسجية التي يمكن الحصول عليها من الشمس أو من مصادر صناعية، وتقاس كمية هذا الفيتامين بالوحدات الدولية (IU) إذ إن الوحدة الدولية الواحدة منه تعادل ٠,٠٢٥ ميكرو غرام من فيتامين D_3 المتبلور النقي.

إن فيتامين D يعمل على مساعدة الجسم للاستفادة من الكالسيوم والفوسفور الموجود في العليقة، وبالتالي فإن أي مستويات عالية من فيتامين D تصبح مهمة جداً وبخاصة عندما تكون مستوى العناصر المعدنية في العليقة أقل من الاحتياجات أو عندما تكون نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور في العليقة غير مثالية.

وتحت الظروف الاعتيادية يكون فيتامين D ثابت نسبياً، ولكن قد يحصل أحياناً هدم لهذا الفيتامين في الأغذية المحتوية على زيوت التغذية، وذلك عندما يخزن الغذاء لفترات طويلة، وعندما يتلامس فيتامين D تلامساً مباشراً (وبخاصة إذا كان ذائباً في الزيت) مع بعض المواد مثل الكبريت، مسحوق العظام، الملح، حجر الجير المطحون والرمل فإنه هدمه يكون أسرع، ولهذه الأسباب يجب عدم خلط مركز فيتامين D مسبقاً

مع أي من العناصر المعدنية، ومن المفضل خلطه مع الذرة المطحونة، النخالة، كسبة فول الصويا.

وظائف فيتامينD وأعراض نقصه: من أهم وظائف هذا الفيتامين وأعراض نقصه:

١- ظهور مرض الكساح (Rickets) في الحيوانات النامية لعلاقة الفيتامين مع الكالسيوم والفوسفور في عملية تكلس العظام وتكوينها، وتعتمد احتياجات الحيوان النامي من هذا الفيتامين على مدى توفر الكالسيوم والفوسفور وعلى نوع الحيوان، حيث تزداد الحاجة إلى فيتامين D عندما تكون كميات الكالسيوم والفوسفور المتوفرة قليلة، ويكون دور الفيتامين في الحيوانات البالغة أقل أهمية مما في الحيوانات النامية، عدا في حالة الحمل وإنتاج الحليب.

٢- ظهور حالة لين العظام التي تسمى Osteomalasia في الحيوانات البالغة.

٣- انخفاض إنتاج البيض ونسبة تفقيسه فالبيض الناتج في مثل هذه الحالة يتميز بقشرته الرقيقة وسهولة كسره، علماً بأن نسبة الفيتامين في البيض تتأثر بمقداره المتوفر في غذاء الدجاج البياض.

٤- ليس لفيتامين D دورٌ كبيرٌ في إفراز الحليب، وإنما قد يحدث خلل في تمثيل الكالسيوم والفوسفور أثناء إنتاج الحليب في إناث الحيوانات وخاصة الأبقار عند نقص فيتامين D.

٥- يساعد فيتامين D في الأمعاء على امتصاص كل من الكالسيوم والمغنيزيوم والكوبالت والحديد والزنك.

٦- نقص فيتامين D قد يؤدي إلى تورم والتهاب المفاصل وكذلك قد يسبب تورم في خلايا الكليتين.

مصادر فيتامين D: إن أهم مصادر فيتامين D هي:

أ- البيض والحليب وزيت كبد الحوت وزيت كبد أنواع معينة من الأسماك وكذلك مسحوق السمك .

ب– الدريس الجيد الذي ترتفع فيه نسبة الأوراق الخضراء، إذ إن فيتامين D يتكون فيه أثناء عمل الدريس، وكذلك بتجفيف المحاصيل العلفية الخضراء طبيعياً تحت أشعة الشمس.

ت– سيلاج الذرة الصفراء يكون مصدراً آخر لهذه الفيتامين الذي يتكون فيه خلال ذبول المحصول الأخضر في الحقل تحت أشعة الشمس .

ث– يتكون فيتامين D في جلد الحيوان عند تعرضه بشكل مباشر إلى أشعة الشمس في الحقل ، ويتوقف مدى تأثير أشعة الشمس في ذلك على طول تعرض الحيوان إلى الأشعة فوق البنفسجية وكثافتها عند وصولها إلى جسم الحيوان .

الأثر السلبي لزيادة فيتامين D: ربما يكون أي فائض من فيتامين D ساماً ويسبب الفائض منه زيادة مستوى الكالسيوم في الدم، وتكوين عظام صلبة جداً، إن الجرعات الكبيرة من فيتامين D تؤدي إلى أن تكون العظام مسامية، بالرغم من أن محتويات العظام من الرماد تكون عالية.

فيتامين "E" Vitamin (Tocopherol):

يشمل فيتامين E ثمانية مشتقات تسمى التوكوفيرلات وهي مشتقات قابلة للذوبان في الدهون عندما تكون في الحالة النقية، ويعد الشكل ألفا أكثر هذه المشتقات فعالية بينما يعد الشكل بيتا وغاما أقل فعالية والشكل سيغما عديمة الفعالية تقريباً (فعاليتها بالمقارنة مع الشكل الفا ٢٥ و ١٠ و ١ % على التوالي).

أهميته الحيوية: يؤدي هذا الفيتامين وظائف متعددة في الجسم وجميع أشكاله ومشتقاته قابلة للذوبان في المواد الدهنية والمذيبات العضوية ومن أهم وظائفه هي منع عمليات التأكسد الضارة في الجسم، كما يساعد في عملية تنفس الأنسجة الحيوانية وفي تكوين فيتامين C ويمنع تلف الكاروتين في الأمعاء، ويعتقد بأن له دور في عمليات تكوين بعض البروتينات وتمثيل الأحماض النووية ويعد فيتامين E ضروري للتكاثر وزيادة نسبة فقس البيض عند الدجاج.

يعد فيتامين E مضاداً لسمية كثير من المواد الضارة مثل الكلوروفورم، ورابع كلوريد الكربون، والرصاص، والزرنيخ، كما أنه ضروري للنمو وحفظ الحالة الصحية والحيوية للأعضاء الجنسية، وضروري لضغط نفاذية الشعيرات الدموية، وله أثر في إطالة عمر كريات الدم الحمراء في الدم، كما يعمل على حفظ أنسجة الرئة وصيانتها من المواد المؤكسدة التي قد تكون موجودة في الجو (وهو في هذا يشابه عمل فيتامين C).

مصادر فيتامين E: يوجد هذا الفيتامين بشكل رئيسي في المواد النباتية، وكذلك يوجد بكميات قليلة في بعض المنتجات الحيوانية مثل البيض والحليب واللحم الطازج، وهو موجود بشكل واسع في الطبيعة، وتعد النباتات العلفية الخضراء وأجنة البذور من أفضل المصادر المعروفة لهذا الفيتامين كما أنه يوجد في بعض الدهون الطازجة.

يعد فيتامين E جيد الثبات تحت الظروف العادية، ولكنه يتحطم بسهولة وسرعة بوجود الدهون المتزنخة، ولهذا السبب يجب عدم تغذية الدجاج بالأغذية المتزنخة، حتى ولو كان التزنخ بسيطاً.

يخزن هذا الفيتامين في الجسم عند زيادته عن حاجة الحيوان، ويستخدم هذا المخزون كاحتياطي عند نقصه في العليقة.

يقدر هذا الفيتامين بالوحدات الدولية (IU)، والوحدة الدولية منه تعادل (١) ميلغرام خلات ألفا – توكوفيرول الراسمي المحضر صناعياً.

أعراض نقص فيتامين E:

١-انخفاض الكفاءة التناسلية عند الطيور الداجنة، وقد يسبب العقم لذلك يسمى بالفيتامين المضاد للعقم، ولكن الأبقار والماعز استمرت في كفاءتها الاعتيادية في التناسل عندما تناولت عليقة فيها نقص كبير في فيتامين E.

٢- قد يسبب نقص الفيتامين الشديد اضمحلال العضلات بما فيها عضلة القلب فيظهر على العجول مرض العضلة البيضاء White muscle disease الذي يصيب العجول الرضيعة التي تتغذى أماتها على علائق فقيرة بالفيتامين قوامها التبن، كما

تصاب الخراف بمرض مشابه يسمى مرض التيبس Stiff–Lamb-disease الذي يظهر على شكل تشنجات عضلية تسبب اختلال في توازن الحيوان ويؤدي في كثير من الأحيان إلى النفوق.

٣- ظهور مرض تلين الدماغ في الصيصان(أو الصوص المجنون) Encephalomalacia الذي يتميز بعدم قدرة الصيصان على الوقوف أو السير ويرافق ذلك نزيف دموي وتنخر في العظام، فعند إصابة الصيصان بهذا المرض تميل أثناء المشي إلى الترنح خلفاً أو أماماً أو إلى أحد الجانبين وبعد ذلك تأخذ بالدوران حول نفسها، وفي الحالات المتقدمة لهذا المرض فإنها تميل إلى الأمام بشكل كلي مع مد الأرجل وسحب الرأس إلى الخلف، كما يلاحظ أيضاً أورام في كل من الرأس والأرجل وينتهي بانهيار عام ثم النفوق نتيجة نزف أو تنخر الدماغ.

٤- نقص الفيتامين لمدة طويلة يؤدي إلى وجود إفرازات قيحية على شكل سائل شفاف أو أخضر مزرق في الأنسجة تحت الجلدية وخاصة في صدر الطائر أو بطنه، وهذا السائل له نفس مركبات بلازما الدم ويتخثر بسرعة، بالإضافة إلى تجمعات السائل يمكن ملاحظة احتقان ونزف وتجمع لكريات الدم البيضاء في الأنسجة الرابطة، وتسمى هذه الظاهرة الأهبة النضحية Exiklate diathesis أو الفقاعة الصدرية.

٥- كما يسبب نقص فيتامين E خللاً في نفاذية الخلايا يمكن أن تصيب الكبد والكليتين والأوعية الدموية، وينتج عن ذلك أمراض خطيرة، كمرض تنخر الكبد Liver necrosis ويصاب الصيصان بانحلال كريات الدم الحمراء.

امتصاص فيتامين E والعلاقة بينه وبين السيلينيوم:

يرتبط الدور الفيزيولوجي لفيتامين E مع عديد من العناصر الغذائية الأخرى، ويتوقف امتصاص هذا الفيتامين على الحالة الفيزيولوجية في القناة الهضمية، ففي حالة سوء الهضم ينخفض امتصاص فيتامين E بدرجة كبيرة، وخاصة في حالة سوء هضم الدهون، فوجد أن الحيوانات والدواجن المصابة بتلف في بنكرياسها

يظهر عليها نقص فيتامينE نتيجة لسوء هضم الدهون، ويعزى ذلك إلى قلة امتصاص الفيتامين من القناة الهضمية، والمادة الصفراوية عامل مهم لامتصاص فيتامين E والعناصر الأخرى الذائبة في الدهون، ولكن يعتقد البعض أنه لا يوجد دليل على أن أملاح الصفراء ضرورية لامتصاص فيتامين (A وE).

إن السيلينيوم يزيد من امتصاص فيتامين E من الأمعاء في الدواجن، ويرفع من مستواه في الدم، وقد ثبت من الدراسات أن مركبات السيلينيوم تعمل كحامل لفيتامين E وبالتالي تؤثر في امتصاصه، وتتأثر الاحتياجات الغذائية من فيتامين E بمحتوى العليقة من الدهون : حيث تزداد حيث تزداد الاحتياجات من فيتامين E في هذه الحالة كمانع للأكسدة، وبمحتوى العليقة من كل من السيلينيوم والسيستين: حيث يمكن أن يغطي كل منهما بعض أعراض نقص فيتامين E، وقد أثبتت الدراسات بأن هناك بعض الأمراض التي قد يمكن الشفاء منها عن طريق إعطاء فيتامين E أو السيليلنيوم مثل مرض تنخر الكبد ومرض الكبد الدهني ومرض ضمور العضلات، وبشكل عام فإن الأمراض الناتجة عن وجود البيروكسيدات الدهنية تعالج بإضافة فيتامين E أو السيلينيوم.

بينت التجارب بأن السيلينيوم يزيد من امتصاص فيتامين E في الدواجن ولكن وجد أن السيلينيوم غير فعال في علاج مرض الصوص المجنون، وأن الحمض الأميني السيستين يحسن بعض حالات نقض فيتامين E ولكن السيلينيوم أفضل منه في ذلك، مع أن محتوى الجسم من الكبريت يزيد عن محتواه من السيلينيوم.

فيتامين ك "K" Vitamin (Phyloquinone):

أول مادة كيميائية نقية عرفت بأن لها نشاطاً فيتامينياً لفيتامين K هي الفيتوكول، وجميع المركبات ذات النشاط الفيتاميني لمجموعة فيتامين K تحتوي على نواة ميناديون أو ميناديول وقد أمكن تصنيع أشكال متعددة لفيتامين K أعطيت أرقاماً متسلسلة مثل K1، K2، K3 وهكذا، ويشمل فيتامين K مركبات متعددة أكثرها انتشاراً في الطبيعة: K (فيلوكينون Phylloquinane $C_{31}H_{46}O_2$، و K_2 (المينا كينون) Menaguinone $C_{41}H_{56}O_2$، وقد أمكن إنتاج مركبات صناعية متعددة لها

الفعل الحيوي لفيتامين K أهمها الميناديون، وتمتاز هذه المركبات بأن فعاليتها الحيوية أكثر بنحو٣,٣ مرة من فعالية K2، كما أنها تذوب قليلاً في الماء بعكس الفيتامين الذي لا يذوب في الماء، مما يسهل عمليات استخدامها وامتصاصها في قناة الهضم، ويُعد فيتامين K ثابت نسبياً في درجات الحرارة العادية ولكنه ينهدم بسرعة إذا تعرض لأشعة الشمس أو لتأثير القلويات.

مصادر فيتامين K: يوجد فيتامين K1 في الأنسجة النباتية، أما فيتامين K2 فهو مركب يتكون بفعل البكتريا الموجودة في القناة الهضمية للحيوانات، وغالباً ما يكون هذا الفيتامين الذي يتكون في القناة الهضمية كافياً لتغطية حاجة الحيوانات المجترة منه، ولكن في حالة الدواجن وخصوصاً الصيصان الصغيرة فإن الكمية المركبة منه داخلياً تكون قليلة ولا تفي بالاحتياجات.

يوجد فيتامين K في المحاصيل العلفية الغنية بأوراقها الخضراء وفي فول الصويا والكبد ويُعد صفار البيض ومسحوق السمك المجفف أفضل المصادر الحيوانية له.

أهمية فيتامين K:

١- له دور مهم في تكوين الجلطة الدموية (الخثرة) لمنع نزف الدم عند التعرض لأي جرح أو تمزق الأوعية الدموية، ولذلك يسمى بعامل التخثر، وينحصر دور فيتامين K في مرحلة تكوين البروتروجبين فقط، ولذلك يسمى عامل تخثر الدم.

٢- لفيتامين K دور مهم في ميكانيكية عمل أنزيم الكربوكسيلاز في الكلية والعظام والطحال بحيث ينتج عنه مركبات لها دور منشط ومنظم للتمثيل الغذائي للكالسيوم وأملاحه في هذا الأعضاء وخاصة في الدجاج والحمام.

٣- إن وجود مركب (ديكومارول Decomarol) في الدريس أو السيلاج يؤدي إلى نفوق العجول، لأن هذا المركب يعد مادة مضادة لفعل فيتامين K وبالتالي وجود هذا المركب في العلف يعيق تكوين الجلطة بسبب انخفاض سرعة التجلط.

أعراض نقص فيتامين K: نادراً ما تظهر أعراض نقص هذا الفيتامين على المجترات أو حتى على الطيور البالغة، ولكنها تظهر على الصيصان الناتجة من بيض دجاج تفتقر علائقه للفيتامين. وليس بالضرورة أن يكون السبب في أعراض نفص فيتامين K قلته في العلف ولكن ربما يرجع ذلك إلى أسباب أخرى منها:

١–وجود المواد المضادة (الديكومارول) وهذه المركبات تشابه فيتامين K، ولذلك عند تناولها بكمية كبيرة في الجسم، تمتص بدلاً منه وبذلك يعاق امتصاص فيتامين K.

٢– وجود المضادات الحيوية، ومدى تأثيرها في بكتريا الأمعاء.

٣– مدى توافر بكتريا القناة الهضمية (في الثديات) والأرانب.

٤– انسداد القنوات الصفراوية، وبالتالي يقل امتصاص فيتامين K، حيث وجد أن أكثر الفيتامينات الذائبة في الدهون تأثراً بالعصارة الهضمية هو فيتامين K .

٥– إصابة الكبد بالأمراض، وذلك عن طريق قلة إفراز الصفراء. أو عدم القدرة على تصنيع البروترومبين .

ويمكن تلخيص أعراض نفص الفيتامين في :

- تحتاج عملية تجلط الدم إلى وقت طويل في حالة نقص فيتامين K مما يترتب عليه حدوث سيولة الدم، ومن ثم يحدث نزف مستمر لأقل جرح، وقد يؤدي النزف إلى النفوق.
- ظهور بقع زرقاء في ذبائح الطيور نتيجة حدوث النزف الداخلي.
- ظهور الأنيميا، ويتضح ذلك من تغير لون العرف و الدالیتين في الدجاج إلى اللون الباهت.

- **الفيتامينات الذوابة في الماء**

إن الزيادة من الفيتامينات الذوابة في الماء تطرح من الجسم عن طريق الكلى مع البول، لذلك تمتاز هذه الفيتامينات بأن جميعها (باستثناء فيتامين B12) لا تخزن في

الجسم، مما يستدعي توفرها في العلف بشكل مستمر، خاصة بالنسبة للحيوانات ذوات المعدة البسيطة، أما المجترات فيعتقد أن الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في كرشها تنتج كميات كافية من جميع هذه الفيتامينات بحيث تغطي الاحتياجات الكلية للحيوان العائل، بينما تغطي مكروبات الأمعاء الغليظة جزءاً من احتياجات الخيول والأرانب لكنها لا تغطيها كلها، ومن أهم الفيتامينات الذوابة بالماء ما يلي :

مجموعة فيتامين ب Complex Vitamins –B:

وهي مجموعة من الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء. وعددها نحو عشرة فيتامينات مكتشفة حتى الآن، بعض هذه الفيتامينات منتشرة بشكل واسع في المواد العلفية المختلفة، وعليه يكون احتمال نقصها في علائق الحيوانات الزراعية قليل، ومن حسن الحظ أنه يمكن للبكتريا الموجودة في كرش المجترات تصنيع هذه الفيتامينات غير المتوفرة بكميات كافية في العلائق، ومن أهم فيتامينات هذه المجموعة :

١. **فيتامين ب ١** : (**الثيامين**) (**Thiamine B1**) وهو عبارة عن مركب يسمى (تيازول بيريميدين) ويوجد في الطبيعة كمركب حر، على شكل مركبات معقدة عديدة.

كان العالم فونك Funk أول من أطلق على هذا المركب اسم فيتامين وذلك منذ ١٩١٢، وهو أول اكتشاف للفيتامينات، وقد عرف هذا الفيتامين كعلاج لأعراض مرض البري بري الذي كان يظهر في اليابان بسبب التغذية على الأرز المقشور، وفي عام ١٩٢٦ أمكن عزل الثيامين بشكل نقي من قشور الأرز، وفي سنة ١٩٣٦ أمكن تصنيع هذا الفيتامين مخبرياً، حيث كان يستخرج من كل طن واحد من الأرز خمسة غرامات فقط من الفيتامين.

إن الثيامين ضروري للنمو والحفاظ على الشهية، و لضمان الظروف الطبيعية للقناة الهضمية ومنع التهاب الأعصاب، الذي يُعد بصفة مبدئية تسمماً عصبياً، والذي ينتج من التمثيل غير الكامل لحمض البيروفيك، والثيامين يلعب دوراً مهماً أيضاً في الاستفادة من الكربوهيدرات في معظم الحيوانات الزراعية.

مصادر الثيامين: تحتوي جميع الأنسجة النباتية والحيوانية تقريباً على الثيامين، حيث ينتشر وجوده في معظم الأغذية وفي الخميرة الناتجة من صناعة البيرة ويوجد كذلك في أجنة الحبوب وخاصة البقولية منها مثل الفاصولياء والبازيلاء، وكذلك في الأوراق الخضراء، أما في المواد ذات الأصل الحيواني فإن نسبته أقل مما في المواد النباتية، وإن كانت بعض الأعلاف الحيوانية وصفار البيض والكبد والكليتين تحتوي نسبة لا بأس بها منه. وقد أمكن إنتاج هذا الفيتامين صناعياً على شكل هيدروكلوريد الثيامين الذي يمكن أن يستخدم كمكمل علفي للفيتامين.

أعراض نقص الثيامين :

١-أهم أعراض نقص هذا الفيتامين على الإنسان هو مرض البري بري beriberi الذي يتميز بتورم الأرجل والشلل الجزئي.

٢- فقدان الشهية والهزال وضعف العضلات واختلال في وظيفة الجهاز العصبي وذلك في معظم أنواع الحيوانات، مع العلم بأنه لا تظهر أعراض نقص هذا الفيتامين على المجترات طالما تتمكن الميكروبات من تكوينه في كرشها.

٣- تصاب العجول والحملان بحالة تورم الجسم تسمى Edema.

٤- بعد نحو عشرة أيام من تغذية الصيصان على خلطة علفية فقيرة جداً بالثيامين يصاب الصوص بالشلل العام، فأول تأثير له يكون في العضلة الباسطة للأرجل، ولكنه يمتد بعد ذلك ليشمل الأجنحة- الرقبة وأخيراً العضلات جميعها ، ففي المراحل الأخيرة تنخفض درجة حرارة الجسم، مع ارتفاع وميلانه إلى الخلف وعادة يحدث النفوق خلال يومين من حدوث ذلك.

٥- تصاب الطيور بالتهاب الأعصاب المتعددة Polyneuritis وهي حالة عصبية تصيب الطيور ويكون من نتيجتها ارتداد الرأس للخلف، ضعف الأرجل وصعوبة المشي والوقوف، وفي الحالات المتقدمة تصاب عضلات الأرجل والرقبة بالشلل.

٦- انخفاض الوزن الحي وضعف الترييش وانخفاض معدل الاستفادة من الطاقة وضعف نمو وانخفاض نسبة الفقس عند الدجاج البياض.

يقدر الثيامين بالوحدات الدولية (IU) والوحدة الدولية تكافئ ٣ ميكرو غرام من هيدروكسيد الثيامين.

ومن الجدير بالذكر أن هناك بعض المركبات المضادة لعمل الثيامين منها:

أ-الأوكسي ثيامين (Oxithiamin): وهذا المركب موجود في الأعلاف البقولية .

ب- أنزيم الثياميناز (Thiaminease): يوجد هذا الأنزيم في السمك الطازج حيث يقوم هذا الأنزيم بتكسير الثيامين ويلغي أثره ونشاطه كفيتامين، ولكن عند طبخ السمك يزول أثر هذا الأنزيم.

ج- نيوبيريثيامين (neuberithiamin): يقوم هذا المركب بتثبيط كل نظام عمل الثيامين.

٢. **فيتامين ب٢ (الريبوفلافين) (Riboflavin B2)**: يدخل هذا الفيتامين في تركيب أكثر من ١٢ أنزيماً من الأنزيمات ذات الأهمية الكبيرة في عمليات الاستقلاب التي تحدث في الجسم، وبذلك يعمل على تنشيط عمليات الأكسدة في الخلية، كما يلعب فيتامين B2 دوراً مهماً في تحرير الطاقة الغذائية وتمثيل العناصر الغذائية في الجسم، ويعد هذا الفيتامين ضرورياً للنمو ولعمل الجهاز العصبي بشكل طبيعي ولإنتاج البيض وتطور الجنين.

مصادره: لا يتكون الريبوفلافين في جسم الحيوان، بينما تحتوي جميع الأنسجة النباتية وخاصة الأوراق على نسبة جيدة منه، ويتكون في كرش المجترات بفعل الأحياء الدقيقة أو في الأمعاء الغليظة، وفي الحقيقة فإنه من المحتمل جداً أن تحتوي جميع خلايا النباتات والحيوانات على نسبة منه، وأهم مصادره الطبيعية هي المحاصيل العلفية الغنية بأوراقها مثل البرسيم والفصة وكذلك الحبوب ومنتجاتها العرضية وأيضاً أنواع الكسب المختلفة الناتجة من استخلاص الزيوت النباتية والخميرة، ومن أهم مصادره الحيوانية الحليب واللحوم والبيض والكبد والقلب.

إن الريبوفلافين لا يتحطم بسرعة بالحرارة، وهو ثابت نسبياً للأكسدة وفعل الأحماض والقلويات، وعند وجوده بالشكل النقية فإن فعاليته تنعدم بتأثير الضوء، أما الريبوفلافين الموجود في المواد الغذائية فيكون ثابتاً تحت الظروف الاعتيادية للخزن.

يتم تصنيع فيتامين B_2 في أمعاء الطيور وإن كانت الكمية المصنعة غير كافية، مما يستوجب إضافته إلى علف الدواجن لتكملة الاحتياجات منه. ويمكن تصنيع هذا الفيتامين مخبرياً وإضافته إلى العلائق عند الحاجة.

أعراض نقص فيتامين B_2: من أعراض نقص هذا الفيتامين ما يأتي :

١-في الدواجن: شلل الأرجل Leg paralysis والأظلاف الملتوية وكذلك الإسهال وانخفاض إنتاج البيض وتدني نسبة التفقيس، وخلل بتكوين الريش عند الأجنة.
٢- في المجترات : يؤدي نقصه إلى انخفاض كفاءة التناسل وقلة إنتاج الحليب، وانخفاض معدل النمو وكفاءة التحتويل الغذائي في جميع الحيوانات.
٣- على الجهاز العصبي: تظهر أعراض نقص هذا الفيتامين على شكل اضطرابات عصبية لأن نقصه يؤثر في نخاع الأعصاب وفي العديد من الغدد الصماء وخاصة الغدة الدرقية وفي الدماغ.
٤- يصاب الإنسان عند نقص فيتامين B_2 بجفاف الجلد وخشونته والتهاب منطقة الفم والعينين وتشقق الجلد.

٣. (B_3) حمض البانتوثينيك (Pantothenic acid): وتعني باليونانية في كل مكان حيث يوجد في الحيوان والنبات. وهو يسمى فيتامين عامل الحيوية ومانع الالتهابات الجلدية. يذوب هذا الحمض في الماء وخلات الإيتيل، ولا يذوب في الكلوروفورم، لهذا الفيتامين دوراً رئيسياً في تكوين وتحلل الدهون في الجسم. وكذلك يدخل في تركيب المركب Coenzyine A وهو بذلك ضروري جداً لاستقلاب جميع العناصر الغذائية التي تعد مصدراً للطاقة في جسم الحيوان.

إن هذا الفيتامين ضروري للنمو الجيد للريش وللنمو عند الصيصان وللتفقيس أيضاً، ويلعب دوراً مهماً في الحفاظ على الظروف الطبيعية لبعض الأنسجة العصبية (وخاصة

الحبل الشوكي) والجلد، تحتاج الحيوانات ذوات المعدة البسيطة في علائقها إلى هذا الفيتامين، بينما لا تحتاج المجترات إلى ذلك.

مصادره : يوجد حمض البانتوثينيك في أنسجة النباتات والحيوانات كلها، وتعد (الخميرة، الكبد، الكلى) من المصادر الغنية بمحتوياتها من هذا الفيتامين، ويتبعها من حيث الأهمية بعض البذور البقولية مثل الفول السوداني، كما يُعد المولاس والنخالة مصادر غنية به، كما تحتوي الحبوب والأعلاف الخضراء على كميات لا بأس بها من هذا الفيتامين.

أعراض نقص حمض البانتوثينيك: من أهم أعراض نقص هذا الفيتامين على الصيصان هو إعاقة النمو وتبدل مظهر الريش، وبعد أسبوعين من تغذية الصيصان على عليقة فقيرة به تتحبب نهايات الجفون وغالباً ما تفرز إفرازات لزجة تسبب التصاقها، كما وتظهر قشور صدفية على جانبي الفم ويصبح جلد أسفل القدم سميكاً ومتقرناً، إن الأعراض المميزة لالتهابات الجلد الناتجة عن نقص هذا الفيتامين في الخلطات العلفية للصيصان لا تظهر على الدجاج البالغ المغذى على الخلائط المماثلة.

٤. **فيتامين B_6** : (**البيريدوكسين**) (**Pyridoxine B_6**): توجد ثلاثة مركبات لها فعالية فيتامينB_6 وهي: البيريدوكسين(Pyridoxine) والبيريتوكسال (Pyridoxal) والبيريدوكسامين (Pyridoxamine)، ويُعد المركب المسمى البيريدوكسال أنشط هذه المركبات من حيث الفعالية الوظيفية، فهو يشترك في عدد من التفاعلات الكيماوية بداخل الجسم منها عملية (الكربنة)decarboxlation للأحماض الأمينية، ويعد فيتامين B_6 ضرورياً للحفاظ على النمو وعلى مستوى الشهية بشكل جيد، وتكمن الفائدة منه أيضاً في الاستفادة الجيدة من الأحماض الدهنية غير المشبعة.

بالإضافة إلى ذلك فإن الحيوان عندما يستهلك عليقة فقيرة جداً بالبيريدوكسين فإنه يصبح غير قادر على تمثيل الحمض الأميني التربيتوفان، ولذلك فإن البيريدوكسين والمركبات الأخرى المشتقة منه التي لها فعالية فيتامين B_6 تكون مهمة في تمثيل البروتين).

الدور الحيوي للبيريدوكسين:

١-مسؤول عن ظهور بعض أنواع الأنيميا (فقر الدم) عند الدواجن.

٢- مسؤول عن سلامة الجهاز العصبي المركزي .

٣- له تأثير في النمو والشهية .

٤- ضروري لعمليات التمثيل الغذائي للدهون، وخاصة الأحماض الدهنية غير المشبعة والكوليسترول.

٥- الشكل النشط للفيتامين B6 والمعروفة باسم البيريدوكسال كمرافق أنزيمي لعدد من النظم الأنزيمية .

٦- له علاقة بإنتاج أملاح الصفراء وتكوينها.

٧- له أهمية في إنتاج الأجسام المناعية في الجسم.

٨- يعتقد أن له علاقة بتطور العظام.

٩- للفيتامين B6 علاقة بعمليات امتصاص الأحماض الأمينية في الأمعاء، ودخول الأحماض الأمينية إلى جميع خلايا الجسم.

يكون البيربدوكسين (B6) ثابتاً تحت تأثير الأحماض والحرارة، ولكنه يتأثر بالضوء والعوامل المؤكسدة.

أعراض نقص فيتامين B6: يندر ظهور أعراض نقص فيتامين B6 في أعلاف الدواجن العادية، ولكن وجود بعض المواد المضادة للفيتامين قد تؤدي إلى ضرورة إضافته، ومن المواد المضادة له: داي أكسي بيريدوكسين (dioxiperidoxine)، مادة مثيوكسي بيريدوكسين (Methioxipridoxine)، ومادة توكسي بيريدوكسين (Toxiperidoxine) وتعمل المادتان الأخيرتان كمضادات لفيتامين B6 عن طريق تثبيطهما لبعض النظم الأنزيمية التي يعمل معها هذا الفيتامين.

ومن أهم أعراض نقص هذا الفيتامين قلة الشهية وانخفاض معدل النمو وفقر الدم في الحيوانات غير المجترة، أما بالنسبة لنقصه في الطيور فيسبب بطء نمو الصيصان واختلالاً في مشيها، وكذلك يؤدي نقصه في الدجاج البالغ إلى انخفاض نسبة فقس البيض وقلة الإنتاج، ونوبات عصبية لأنه مسؤول عن سلامة الجهاز العصبي المركزي (الحبل العصبي).

ويوجد فيتامين B6 في معظم النباتات والحيوانات تقريباً، وتعد الخميرة مصدراً ممتازاً له وكذلك الحبوب والنخالة تعد مصادر جيدة لهذا الفيتامين، أما في المنتجات الحيوانية فيتركز وجوده في الكبد والحليب والبيض.

٥. **حمض النيكوتينيك النياسين : Niacin (Nicotinic acid)**:من الصور المنتشرة حمض النيكوتينيك النياسين شكلين وهما : حمض النيكوتينيك والنيكوتين أميد، ويمكن أن يحضر هذا الفيتامين من أكسدة النيكوتين بمواد مؤكسدة مثل بخار حمض الآزوت.

يكون هذا الفيتامين على شكل بلورات إبرية بيضاء، تذوب في الماء والكحول والغليسيرين، ومن أهم وظائف هذا الفيتامين أنه يدخل في تركيب العديد من المركبات التي لها أهمية كبيرة في عملية نقل أيون الهيدروجين في خلايا الجسم الحية، وقد عرف هذا الفيتامين باسم العامل المانع لمرض البلاجرا (الحصف). والاسم التجاري لحمض النيكوتينيك هو النياسين.

يتكون هذا الحمض في الجسم من الحمض الأميني تريبتوفان الذي يُعد مولداً له ويغطي جزءاً مهماً من حاجة الحيوان لهذا الفيتامين بشرط توفر البيريدوكسين، ومن وظائف النياسين الأخرى أنه يُعد منبه للنمو ويزيد الاستفادة من الغذاء بالإضافة إلى أنه ضروري للمحافظة على الحالة الصحية للبشرة والخلايا العصبية والمخ والنخاع الشوكي والريش، يُعد النياسين مقاوماً للحرارة والأحماضة والقلوية والضوء والأكسدة، لهذا فهو شديد الثبات في المصادر العلفية.

مصـادر النياسـين: يتـوفر هـذا الفيتـامين في الخمـائر والكبـد وكسـبة بـذور دوار الشمس، كما أن معظم الحبوب تحتوي على نسبة جيدة منه، ولكن يوجد هذا الفيتامين فيها بشكل مرتبط، مما يؤدي إلى عدم إمكانية الاستفادة منه خاصة عند الحيوانات ذوات المعدة البسيطة، كما يوجد هذا الفيتامين في النخالة والبيض واللبن واللحم الدهني السمين ويتكون من الحمض الأميني التريبتوفان.

أعراض نقصه:

١ – ظهور أعراض مرض البلاجرا (Pellagra) (الحصف) الذي يتميز باحمرار شديد في اللسان وجفاف في الجلد وفقدان الشهية وإسهال وهذيان ينشأ عن اضطراب في الجهاز العصبي.

٢– عند الدواجن: ظهور أعراض مرض اللسان الأسود Black tongue، حيث تصاب منطقة الفم بالتهابات ويتشقق اللسان ويسوّد لونه ويتضخم المنقار، كذلك يلتهب الفم ويلاحظ انخفاض في استهلاك العلائق ورداءة التحويل الغذائي.

٣– عند العجول: يسبب نقصه انخفاض في معدل النمو والتهاب الأمعاء والجلد.

٤– تظهر أعراض نقص النياسين عند نقص العلائق بالتربتوفان (الحبوب والذرة الصفراء).

٦. البيوتين (Biotine) فيتامين H:

يوجد هذا الفيتامين على شكل ثلاث مركبات لها تأثير مشابه لفعل البيوتين وهي :

أ–أسترات ميثيل البيوتين (Acetrat Methy Biotine): التي تعد مادة ذوابة في الميثانول والأسيتون والكلوروفورم، ولكنها لا تذوب في الماء والإيتر.

ب– أوكسي بيوتين (Oxibitine): ويمكن للدواجن أن تستفيد منها كفيتامين.

ج– بيوسيتين (Biocetine).

لهذا الفيتامين دور في تكوين الدهن في الجسم، ويعتقد بأنه يدخل في تركيب مادة معقدة لها أهمية في تفاعلات تثبيت الكربون في الجسم، يوجد في بياض البيض نوع من

البروتين يسمى أفيدين Avidin الذي يقلل نشاط البيوسيتين مما يؤدي إلى ظهور أعراض نقصه وتسمى هذه الحالة مرض بياض البيض egg white injury، كما يعمل البيوتين كمرافق أنزيمي لعدد من النظم الأنزيمية المسؤولة عن تركيب ثاني أوكسيد الكربون في المركبات الحيوية في الجسم. والبيوتين ضروري للنمو والفقس، كما أن له علاقة بمرض انزلاق الوتر (Perosis) مثل الكولين.

مصادر البيوتين: يوجد في معظم المواد الغذائية مثل الكبد والخمائر والحليب والحبوب والخضروات وكسبة دوار الشمس وفي الأعلاف الخضراء بشكل عام.

أعراض نقص البيوتين: من أهم أعراض نقص هذا الفيتامين، التهاب الجلد وانخفاض الوزن في الطيور، كما يسبب انزلاق الوتر (Perosis) في الدواجن كما في الشكل (١) أدناه، وكذلك مرض بياض البيض الذي يتميز بالتهاب الجلد على القدم وحول الفم والعيون أما عند المجترات فعادة لا تظهر أعراض نقص البيوتين تحت ظروف التغذية الطبيعية وذلك لأن الكائنات الدقيقة في الكرش والأمعاء تمد الجسم بكميات كافية منه، ومرض بياض البيض يظهر نتيجة وجود نوع من البروتين Avidin المضاد للبيوتين يقلل من نشاطه ويسبب المرض وهو التهاب جلدي على الفم والعينين.



شكل (١) انزلاق الوتر بسبب نقص البيوتين أو الكولين أو المنغنيز (Perosis)

٧. الفولاسين حمض الفوليك (Folacin or Folic acid) (Ba):

عُـرِف هـذا الفيتـامين أيضـاً باسـم العامـل U أو فيتـامين M، ومـن أهـم وظـائف هـذا الفيتامين أنه يدخل في تركيب مجموعة من الأنزيمات ذات العلاقة بتكوين بعض الأحماض النووية مثل البيورين Purine وبعض الأحماض الأمينية مثل الغلايسين والسيرين.

كما أن للفولاسين دورٌ حيويٌ في النمو وبناء كريات الدم الحمراء وإنتاج البيض ونمو الريش بشكل جيد، وقد وجد بأن هناك علاقة بين الفولاسين وفيتامين B12، فلكل منهم تـأثير مسـاعد للآخـر، كـذلك وجـدت علاقـة بـين الفولاسـين والكـولين، فوجـود الفولاسين في العليقة يقلل من الاحتياج للكولين.

مصـادره: يوجـد هـذا الفيتـامين في معظـم الأغذية، ويكثـر وجـوده في أوراق النباتـات وفي الكبد والخمائر والحبوب وفول الصويا، وكذلك يوجد في البيض (في كل من البياض والصفار) وفي اللبن ومنتجات الألبان.

أعراض نقصه: من أهم أعراض نقص الفولاسين في الطيور الداجنة هو بطء النمو، وانخفاض معدل نسبة فقس البيض، وضعف تكوين الريش وحالة فقر الدم (الأنيميا).

٨. فيتامين (سيانو كوبال أمين) B12 (Cyancobalamin):

قبل اكتشاف هذا الفيتامين كان من المعروف أن الحيوانات الزراعية غير المجترة التي لم ترع على المراعي ولكن تتناول بشكل مستمر عليقة ليس فيها بروتين حيواني، كانت تظهر عليها أعراض النقص الغذائي، ولوحظ بأن أعراض النقص نفسها تظهر حتى ولو تناولت الحيوانـات كميـات كافيـة مـن البروتـين والعناصـر المعدنيـة وجميـع الفيتامينـات الـتي كانـت معروفة في حينها، لذلك أطلق اسم عامل البروتيني الحيواني (Animal Protiein Factor.APF) علـى ذلـك العامـل المجهـول الموجـود في بعـض المكمـلات الغذائيـة الحيوانية مثل مسحوق السمك وبقايا لحوم المسالخ ومنتجات الألبان العرضية، ولكن في تجارب عملية أجريت على الطيور الداجنة لوحظ بأن معظم الفائدة الناتجة من المواد

الغذائية الحيوانية المستعملة في العليقة لمنع ظهور أعراض النقص الغذائي يرجع كلياً إلى فيتامين B12 الموجود في المواد العلفية الحيوانية، هذا وتحتاج معظم الحيوانات لهذا الفيتامين، ولكن يمكن تكوينه بكميات كافية من قبل البكتريا الموجودة في كرش المجترات.

يحتوي فيتامين B12 في تركيبه نحو (٤,٣٥ %) من عنصر الكوبلت، ولقد وجد بأن أهم أعراض نقص عنصر الكوبلت في المجترات هو انخفاض نسبة فيتامين B12 الذي يُعد مهماً جداً لهذه الحيوانات، لأن هذا الفيتامين يدخل في تركيب بعض الأنزيمات المهمة للعمليات الاستقلابية المختلفة، وبذلك يؤدي فيتامين B12 دوراً مهماً في بناء البروتين وكذلك في تحرير الطاقة الغذائية وتمثيل المركبات الغذائية في الجسم.

من أهم فوائد B12 أنه يستعمل لمعالجة مرض الأنيميا الخبيثة Pernicious anemia ولهذا الفيتامين أيضاً دور في تكوين حمض البروبيونيك في كرش المجترات وكذلك في تكوين البروتينات.

يُعد فيتامين B12 مادة متبلورة ليس لها طعم ولا رائحة لونها أحمر، تحتوي على كل من الكوبلت والفوسفور، يذوب في الكحول ولا يذوب في الإيثر والأسيتون، ويحتوي على ٤,٣٥% من وزنه كوبلت، وهو مركب بلوري قابل للتغير بالأحماض والقلويات والضوء، ويوجد في الطبيعة على شكل أربعة مركبات، لها نفس فعالية الفيتامين.

يعد فيتامين B12 ضروري للنمو والفقس ولإنتاج كريات الدم الحمراء وفي غيابه تتطور حالة الأنيميا وتتبعها نقص في كريات الدم البيضاء وتدهور الخلايا العصبية، وفي الإنسان تتطور حالة الأنيميا إما من نقص فيتامين B12 غير الكافي في الغذاء، أو بسبب فشل امتصاص الفيتامين من القناة الهضمية، كما يُعد فيتامين B12 مادة غذائية ضرورية لخلايا الجسم كلها، وفي غيابه يختل نمو الأنسجة، كما يشترك هذا الفيتامين مع حمض الفوليك في تكوين جزيء الـ (DNA) المهم، وله دور في تكوين كريات الدم الحمراء في نخاع العظام.

مصادر فيتامين B12: يظهر بأن وجود هذا الفيتامين يرجع في تكوينه إلى البكتريا في كرش المجترات، ويُعد الكبد أغنى مصادر هذا الفيتامين، ومن مصادره أيضاً جميع المواد العلفية ذات الأصل الحيواني ولذلك يسمى عامل البروتين الحيواني (A.P.F).

أعراض نقصه:

١-انخفاض معدل النمو في الدجاج وحيوانات أخرى.

٢- ضعف في نمو الريش وانخفاض نسبة فقس البيض في الدجاج نتيجة نفوق الأجنة في اليوم السابع عشر من حضانة البيض.

إن نقص فيتامين B12 في الخلطة العلفية للصيصان يسبب توقف نموها، انخفاض الكفاءة الغذائية، ضعف نمو الريش ونسبة نفوق عالية، بالإضافة إلى انخفاض عدد كريات الدم الحمراء والبيضاء (الأنيميا) ويلاحظ تضخم في الكلية، إن الدجاج المغذى على خلطة علفية منخفضة بمحتوياتها من فيتامين B12 ربما يستمر بإنتاج البيض، غير أن محتويات المنتج تكون فقيرة بفيتامين B12 مما يقلل من قابلية تفقيسه، ويلاحظ بأن ذروة نفوق الأجنة العائدة إلى افتقار فيتامين B12 تحدث غالباً خلال اليوم السابع عشر من فترة الحضانة، وتصاب الأجنة بالضمور العضلي وربما النزف الدموي، ونقصه يسبب مرض الأنيميا الخبيثة لذلك يسمى عامل الأنيميا الخبيثة.

٩. **الكولين Choline (C5H15O2N)**: يعد الكولين مركب شديد القلوية، عديم اللون، يوجد في الدهون المعقدة، ويذوب في الماء والكحول الميتيلي والفورمالدهيد، ولا يذوب في الإيتر أو البنزين، وهو يستعمل تجارياً على شكل ثلاثة مركبات، سترات الكولين ثنائية الهيدروجين، كارباميل كلوريد الكولين، وكلوريد الكولين، وتعود أهمية الكولين لقيامه بوظائف متعددة في الجسم أهمها:

١-أنه ضروري للنمو الطبيعي في الصيصان وتطور العظام.

٢- ضروري لإنتاج البيض.

٣- ضروري لمنع مرض انزلاق الوتر Perosis.

٤- تحت بعض الظروف تكون الصيصان قادرة على تكوين الكولين من الميثيونين ولكن ليس بالكميات الكافية.

٥- له علاقة بنقل الأحماض الدهنية وتحريكها في الدم (بين الأنسجة الدهنية والكبد)، وفي حالة نقص الكولين يتداخل مع تمثيل الدهن الطبيعي ويتراكم الدهن في الكبد وتحدث حالة الكبد الدهني (Fatty Liver).

٦- الأستيل كولين أحد المركبات المهمة في الجسم، التي يدخل في تركيبها الكولين، وهي ذات وظيفة في نقل النبضات العصبية لتنظيم كثير من العمليات والوظائف الحيوية للأعضاء والأنسجة، وخاصة عملية إنقباض عضلة القلب وانبساطها والقونصة والحوصلة وغيرها.

٧- الكولين مصدر مهم لمجموعة الميثيل.

٨- يوجد الكولين أينما توجد الفوسفوليبيدات (في جذر الخلايا والمخ والكلية والكبد).

٩- كما وجد أن إضافة الكولين تقلل من تركيز الدهن في الكبد.

مصادر الكولين: إن أمكانية بناء الكولين في الجسم يجعل احتمال تعرض الحيوانات لنقصه بكثرة، وهو ينتشر في جميع الأغذية الحاوية على الدهون. كما تعد الأوراق الخضراء والكبد والمخ والكلية، والخميرة والحبوب مصادر غنية بالليسيثين وبالتالي فهي غنية بالكولين الذي يدخل في تركيب الليسيثين.

أعراض نقصه:

١-يلاحظ أن نقص الكولين يتعارض مع التمثيل الطبيعي للدهن، لذا فإنه عند نقص الكولين يترسب الدهن الزائد في الكبد ، ويسبب مرض الكبد الدهني Fatty Liver.

٢- انخفاض النمو في الصيصان وتدني إنتاج البيض.

٣- نقص هذا الفيتامين يسبب مرض انزلاق الوتر عند الصيصان.

٤- وعند نقص الكولين قد تلاحظ حالات نزف بالكلى.

١٠. فيتامين ج (حمض الأسكوربيك) Vitamin C:

يُعد فيتامين C (حمض الأسكوربيك) واحداً من الفيتامينات الذوابة في الماء، ويتأثر هذا الفيتامين بالحرارة، ويفقد جزءاً كبيراً منه أثناء الطبخ نتيجة تأكسده، يحتمل أن تحتاجه جميع الحيوانات، ولكن تتمكن أنسجة الجسم من تكوين هذا الفيتامين من مركبات أخرى مثل: D-glucuronic بكميات كافية لمعظم أنواع الحيوانات، لذلك لا يضاف إلى عليقة الحيوان، بينما الإنسان لا يمتلك مثل هذه القابلية على تكوين كميات كافية من هذا الفيتامين في جسمه، ولفيتامين C في الجسم وظائف متعددة أهمها:

١-يلعب دوراً مهماً في عمليات الأكسدة والإرجاع في الاستقلاب الخلوي، كما أنه ضروري من أجل اصطناع الكولاجين والمواد الأساسية داخل الخلية.

٢- يحفظ الأسنان من التآكل (في الثدييات) ويعمل كمساعد على تكوين العظام والمادة اللاصقة بين الخلايا .

٣- له علاقة بالنمو الطبيعي والشهية كما يحفظ توازن الأوعية الدموية بشكل سليم.

٤- يساعد فيتامين C على مقاومة الالتهابات والإفرازات البكتيرية السامة، ولذلك فإن إضافته بكمية كبيرة تساعد على مقاومة الجسم للبكتريا والفيروسات.

٥- وجوده في الأمعاء يحسن من امتصاص الحديد والكالسيوم.

٦- إضافته إلى علائق الدجاج البياض يحسن من صفات القشرة، وخاصة عند وجود ظروف غير مناسبة مثل ارتفاع درجة الحرارة.

٧- عند إصابة الطيور بالإسهال الأبيض يتطلب ضرورة وجوده بالعلف.

مصادر فيتامين C: يتركز وجود هذا الفيتامين في الفواكه العصيرية والخضروات ومحاصيل العلف الخضراء والحمضيات (خاصة الليمون) وفي البندورة والسبانخ والفليفلة.

إن الحبوب بأنواعها كافة وكذلك الدريس والأعلاف المجففة الأخرى لا تحتوي على فيتامين C، ولكن السيلاج يمكن أن يحتوي كمية لا بأس بها منه، ويتكون هذا الفيتامين أيضاً أثناء نمو أجنة البذور عند الإنبات.

أعـراض نقصـه: يسـبب نقـص فيتـامين C في غـذاء الإنسـان الإصـابة بمـرض الاسقربوط (Scurvy) أو داء الحفر، الذي من أعراضه تورم اللثة ونزف الدم منها وقد تتأثر الأسنان وتتعرض للسقوط، وكذلك بطء التئام الجروح وفقدان النشاط والحيوية عند الحيوان بالإضافة إلى التهاب المفاصل وآلامها، هذا وتستطيع المجترات تكوينه في الجسم نتيجة وجود حمض د ـ الغلوكورونيك (D-Glucuronic) في الجسم لذلك لا تظهر أعراض النقص عندها.

الفصل السابع

العناصر المعدنية

MENIRAL ELEMENTS

تمهيد :

بالمقارنة بين التركيب المعدني لكل من جسم الحيوان والنبات وجد تطابقاً من حيث نوعية العناصر المكونة لهما، أما الاختلاف فهو في نسبة هذه العناصر وكميتها، فمثلاً الرماد الخام لجسم الحيون بالمقارنة مع رماد الأعلاف الخضراء فقير بالبوتاسيوم والصوديوم لكنه غني بالكالسيوم والفوسفور اللذين يشكلان أكثر من ٥٠% من مجموع العناصر المعدنية في جسم الحيوان مقابل ١٣ % فقط في النباتات.

إن محتوى الأعلاف النباتية من العناصر المعدنية يتعلق بشكل أساسي بظروف التربة والمناخ وكذلك الخدمة و التي من أهمها عمليات التسميد، وبشكل عام فإن محتوى الأعلاف النباتية من الرماد الخام غير مرتفع بالمقارنة مع الأعلاف حيوانية المنشأ، وتقع في حدود ٥ %. أما الأعلاف المزروعة في الأراضي المثلجة فقد تصل نسبة الرماد الخام فيها إلى ١٠ – ١٢ %.

وتتواجد العناصر المعدنية في الأعلاف على شكل مركبات مختلفة، كما تتوزع العناصر المعدنية بين أجزاء النبات بشكل غير منتظم، فالأوراق والسوق تحتوي على أكثر من ضعف ما تحتويه الجذور والحبوب، كذلك فإن تركيز العناصر المعدنية في الأجزاء الخارجية للحبوب (القشرة) أكثر من الأجزاء الداخلية.

تحتوي الحبوب البقولية وكذلك الأجزاء النامية من النباتات البقولية على كميات أكبر من الكالسيوم تصل إلى (٤ – ٦) أضعاف ما تحتويه الحبوب النجيلية، وتعد الجذور غنية بالبوتاسيوم وفي الوقت نفسه فقيرة بالكالسيوم والفوسفور، كما تجد أن البذور الزيتية ومنتجات تصنيعها (الكسب بأنواعها) غنية بالفوسفور وفقيرة بالكالسيوم.

وتختلف العناصر المعدنية في المواد العلفية عن المواد العضوية في أنها يمكن أن تكون مصدراً للطاقة بالنسبة للحيوان، بل على العكس يصرف الجسم لتمثيلها والاستفادة منها جزءاً معيناً من الطاقة التي حصل عليها من المواد العضوية.

تختلف العناصر (الأملاح) المعدنية في الأعلاف عن المواد العضوية في أنها تهضم وتمثل في الجهاز الهضمي ضمن نظام أكثر تعقيداً. فعملية امتصاص المواد المعدنية من الأعلاف تترافق مع عملية طرح دائم لها من الجسم عن طريق الجهاز الهضمي (مع الروث) ولذلك فإن معاملات هضم هذه العناصر المعدنية لا يمكن أن تكون قيماً حقيقية أو صالحة للاستخدام في التغذية العملية للحيوانات الزراعية.

- **وظائف العناصر المعدنية :**

تدخل العناصر المعدنية في تركيب جميع الأنسجة والأعضاء في جسم الحيوان، وكذلك في تركيب جميع المنتجات الحيوانية (حليب، بيض، لحم، صوف..) وتعد ضرورية لنمو صغار الحيوانات، والمحافظة على الحالة الصحية للحيوانات البالغة، وضمان التناسل الطبيعي لها.

وتتواجد العناصر القوية غالباً على شكل أملاح من الأحماض المعدنية والعضوية، كما تتواجد كميات محددة من الفوسفور، والكبريت، والحديد، والمنغنيسيوم، والسيالينيوم وغيرها من العناصر في روابط مع المواد العضوية كالبروتين والدهون والكربوهيدرات.

ويوجد في أنسجة جسم الحيوان بشكل دائم نحو أربعين عنصراً معدنياً، ولكن حتى الآن لم تكتشف الأهمية الغذائية والفيزيولوجية سوى خمسة عشر عنصراً منها ، ومن أهم وظائف العناصر المعدنية أنها تدخل في تركيب الهيكل العظمي (Ca،P)، وتنظم الضغط الأسموزي في الجسم (CL،Na)، وتعد عوامل مساعدة في بعض التفاعلات الأنزيمية (Mo،Zn) والفيتامينات (Co)، وتدخل في تركيب بعض المواد العضوية كالبروتينات والدهون وفي تكوين الهرمونات (I2،Zn)، وضرورية لحركة العضلات (K) .

١-العناصر المعدنية الكبرى Macro-elements: هي مجموعة العناصر المعدنية الضرورية لسير عمليات النشاط الحيوي في جسم الحيوان بشكل طبيعي والتي يتطلبها الجسم بكميات كبيرة نسبياً بالمقارنة مع العناصر المعدنية الصغرى . ومنها الكاليسيوم (Ca)، الفوسفور (P)، الصوديوم (Na)، الكلور (CL)، المنغيزيوم (Mg)، الكبريت (S).

٢- العناصر المعدنية الصغرى Micro-elements: وأهمها الحديد (Fe)، الزنك (Zn)، النحاس (Cu)، المنغنيز (Mn)، اليود (I2)، الكوبالت (Co)، الموليبدينوم (Mo)، السيلينيوم (Se)، الفلور (F)، الكروم (Cr)، السيليكون (Si)، الفانديوم (V)، القصدير (Sn)، النيكل (Ni)، البورون (B)، وتقسم العناصر الصغرى من حيث أهميتها في حياة الحيوان ودورها الفيزيولوجي إلى:

a) عناصر معدنية ضرورية Essential Mineral Elements: وتشمل الحديد، النحاس، المنغنيز، الزنك، الكوبالت، اليود، الموليبدنيوم.
b) عناصر يعتقد بأنها ضرورية مثل: الفلور، البروم، السيلسيوم (السيليكون)، الباريوم، السترنشيوم، الكادميوم.
c) عناصر معدنية غير ضرورية: Elements Non-Essential Mineral وهي عناصر معدنية توجد في جسم الحيوان، ولكنها غير مهمة من الناحية الغذائية.
d) عناصر معدنية سامة Toxic mineral element: وهي عناصر ترجع أهميتها إلى أن وجودها في الجسم يسبب أعراضاً مرضية كالرصاص والسيزيوم والكادميوم والزئبق، ويجب مراقبة محتوى العليقة من هذه العناصر لأن وجودها يسبب خللاً في جسم الحيوان.

العناصر الكبرى : Macro – Elements

١) **الكالسيوم Calcium**: يعد الكالسيوم أهم العناصر المعدنية للحيوانات الزراعية وأكثرها تواجداً في جسم الحيوان ويتركز تواجده في الهيكل العظمي والأسنان (نحو ٩٩ % منه)، حيث يحتوي رماد العظام على الكالسيوم بنسبة ٣٨%، و١٧% فوسفور، و١% المغنسيوم، ٧% صوديوم، ٣ % بوتاسيوم، وأقل من ذلك بكثير للعديد من العناصر المعدنية الصغرى والتي تقدر بأجزاء من المليون.

إن التركيب المعدني لعظام الحيوان ليس ثابتاً، ويتعلق بالكميات الواردة للجسم من الكالسيوم والفوسفور وغيرها من العناصر المعدنية، وكذلك يتعلق بمستوى تغطية احتياجات الجسم من فيتامين (D)، ومع أن المصدر الوحيد لكالسيوم الجسم هو كالسيوم العليقة، فإن نسبة الكالسيوم في الدم في الحالة الطبيعية لا تتأثر في العليقة، وذلك لوجود نظام هرموني في الجسم ينظم نسبة الكالسيوم في الدم ويحافظ عليها بشكل طبيعي، فعند انخفاض مستوى الكالسيوم في الدم يزيد إفراز هرمون (PTH) الذي تفرزه الغدة جارة الدرقية PAarathyroid ليحافظ على النسبة الطبيعية لكالسيوم الدم، فيعمل على ارتشاف كالسيوم العظام إلى الدم ويزيد من تكوين فيتامينD من مولداته، فينشط الفيتامين عمليات امتصاص الكالسيوم من قناة الهضم، وبفضل هذا النظام تبقى نسبة الكالسيوم في الدم ضمن حدودها الطبيعية، إلا في حالة حدوث نقص شديد ومستمر لمدة طويلة.

ولكالسيوم الدم أيضاً علاقة بتكوين الجلطة الدموية، حيث يلعب دوراً مهماً في تحتويل البروثرومبين (Prothrombin) الأنزيم غير الفعال إلى الشكل الفعال الثرومبين (Throthrobin) والأنزيم غير الفعال إلى الشكل الفعال الثرومبين (Thrombin)، وإذا انخفضت نسبة الكالسيوم في الدم عن الحد الطبيعي يتعرض الحيوان للإصابة بأمراض عظمية وعصبية، ويرتفع مستوى الكالسيوم في الدم عند الدجاج البياض في موسم إنتاج البيض إلى مستويات أعلى بكثير مما يكون عليه خارج موسم وضع البيض.

أعراض نقص الكالسيوم:

-الكساح (Rachitis): يؤدي نقص الكالسيوم أو الفوسفور أو فيتامين (D) عند الحيوانات النامية التي تحتاج للكالسيوم لبناء الأنسجة العظمية إلى خلل في عملية تعظم النسيج الغضروفي للهيكل العظمي فتصاب الحيوانات بالكساح حيث تتقوس وتنحني العظام وتتضخم المفاصل في الأطراف وتصاب الحيوانات بالعرج وتتقيد حركتها نظراً لصعوبة السير .

- لين العظام (osteomalacia): يؤدي نقص الكالسيوم عند الحيوانات تامة النمو لإصابتها بمرض تلين العظام، وبهذه الحالة يستدعي الجسم احتياطي الكالسيوم والفوسفور أيضاً من العظام للمحافظة على نسبته في الدم وبالتالي تصبح العظام ضعيفة سهلة الكسر، وأكثر ما يلاحظ خلل التمثيل المعدني هذا عند الأبقار عالية الإنتاج في مواسم الحلابة، حيث غالباً ما يكون ميزان الكالسيوم سالباً خلال هذه الفترة نتيجة عدم الموازنة بين احتياجات الأبقار، ومحتوى العليقة من هذا العنصر فتخسر الحيوانات كمية كبيرة تصل إلى ١٧- ٢٠ % من كالسيوم العظام لإنتاج الحليب، حيث يلاحظ في مثل هذه الحالة أن الفقرات الذيلية الأخيرة تصبح طرية أو تتلاشى وتزول نهائياً، كما تتخلخل الأسنان أيضاً، كما يمكن أن يحدث ذلك نتيجة النشاط الزائد وغير الطبيعي للغدة جارة الدرقية .

-الشلل الولادي أو الخذل الولادي (Parturient Paresis):

ويسمى حمى الحليب (Milk Fever) وهي تسمية خاطئة نظراً لعدم وجود أعراض للحمى مثل ارتفاع الحرارة، وتصاب به عادة الأبقار ذات الإنتاجية العالية والتي تحمل صفات وراثية جيدة لإنتاج الحليب بعد الولادة مباشرةً، كذلك تصاب به الأبقار التي تعاني من خلل في وظيفة غدة جارة الدرقية والتي تفرز هرمونات PTH تستدعي بواسطتها احتياطي الكالسيوم من العظام إلى الدم.

يتميز الخذل الولادي بالتشنج أو التقلص العضلي (spasmus) وفي حالة متقدمة تصاب الأبقار بفقدان الوعي و الإغماء والشلل الجزئي، وفي هذه الحالة يمكن تقديم

الإسعافات الأولية المتمثلة بإعطاء البقرة المصابة حقنة وريدية بأحد أملاح الكالسيوم (كلوريد أو خلات الكالسيوم) أو جلوكونات الكالسيوم بكمية كافية لرفع تركيزه في الدم لمستوى ٧-٨ ملغ/١٠٠مل، فتزول الأعراض فوراً كما ينصح البعض بحقن الأبقار قبل الولادة بفيتامين D لتفادي حدوث المرض.

تظهر أعراض نقص الكالسيوم عند الدجاج بنقص استهلاك العلف وانخفاض معدلات النمو بالإضافة إلى الكساح ولين العظام والمنقار، وكذلك تقوس عظام الأطراف ويضع الدجاج بيضاً ذا قشرة رقيقة سهل الكسر كما تنخفض نسبة الفقس بشكل ملحوظ.

يعد الحليب والأعلاف الخضراء البقولية من المصادر الجيدة للكالسيوم، وكذلك الأعلاف ذات المصدر الحيواني الحاوية على العظام كمسحوق اللحم والعظام ومسحوق العظام ومسحوق السمك، أما الحبوب النجيلية والأتبان والجذور والدرنات فهي فقيرة بالكالسيوم.

تؤثر زيادة الكالسيوم سلباً في امتصاص وتمثيل العديد من العناصر المعدنية الأخرى كالزنك والحديد والمنغسيوم واليود والنحاس لذلك يجب عدم المبالغة بإضافة مصادر الكالسيوم إلى العلائق.

٢) الفوسفور Phosphorous :

يحتوي جسم الحيوان على الفوسفور بكميات أقل من الكالسيوم وهو عنصر أساسي في بناء العظام، حيث إن ٨٠% من الفوسفور في جسم الحيوان متواجد في العظام والأسنان، كما يوجد في سوائل وخلايا الجسم ويدخل في بناء معظم المركبات العضوية كالفوسفوبروتينات (البروتينات الفوسفورية) والأحماض النووية والفوسفوليبيدات.

يلعب الفوسفور دوراً مهماً في التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والطاقة في الجسم وتنظيم PH الدم الذي يحتوي الفوسفور بنسبة ٣٥- ٤٠ ملغ/١٠٠ مل، منه 4-9 ملغ فوسفور غير عضوي وهو المهم في تأدية وظائف الفوسفور الحيوية المختلفة.

عند نقص الفوسفور في العليقة تنخفض نسبته في الدم مما يسبب خللاً في العمليات الحيوية المسؤول عنها الفوسفور، وتكون نسبة ١٠% من الفوسفور غير العضوي مرتبطة مع بروتينات مصل الدم، كما يُعد الفوسفور من المركبات التي تدخل في تركيب فوسفات الهكسوزات (هيكسوزا فوسفات) أوتشكيلها وفوسفات الأدينوزين (**phosphate Adenosine**)، ونظراً لعدم وجود نظام هرموني لتنظيم نسبة الفوسفور في الدم كما هو الحال عند الكالسيوم فإن الاستفادة من فوسفور العظام مرتبطة بمستوى الكالسيوم في الدم، فعند نقص الكالسيوم وتحلل العظام لسد هذا النقص ينفرد أيضاً الفوسفور من العظام.

أعراض نقص الفوسفور :

إن تمثيل الفوسفور في جسم الحيوان مرتبط بشكل أساسي بتمثيل الكالسيوم، أما نقصه فهو غير متلازم مع نقص الكالسيوم، بينما تظهر أعراض نقص الفوسفور بسرعة أكبر بالمقارنة مع نقص الكالسيوم.

عند نقص الفوسفور يلاحظ على الحيوانات بعض أعراض نقص الكالسيوم وفيتامين D مثل الكساح (rachitis) عند الحيوانات النامية ولين العظام (ostemalacia) عند الحيوانات تامة النمو بالإضافة إلى الأعراض المميزة لنقص الفوسفور مثل شذوذ الشهية، حيث تقوم الحيوانات في قضم الأخشاب والعظام وقطع القماش وغيرها من المواد غير المأكولة، أما عند الدجاج فيتمثل شذوذ الشهية بإصابة الطيور بداء الافتراس، يلاحظ أيضاً عند النقص الشديد للفوسفور في علائق الحيوان ضعفاً في العضلات والمفاصل، وانخفاض في الخصوبة، والكفاءة التناسلية، وضعف المواليد وبطئاً في النمو وانخفاضاً في إنتاج الحليب، ويلاحظ نقص الفوسفور عادة وبكثرة عند الأبقار التي تعتمد في تغذيتها على الأعلاف المالئة بشكل أساسي ولا تشكل الأعلاف المركزة إلا جزءاً بسيطاً من علائقها.

أما عند الأغنام فيلاحظ أعراض نقص الفوسفور بشكل أقل، ذلك لأن الأغنام لها القدرة على اختيار تلك الأعشاب والنباتات في المرعى أو أجزاء من النباتات التي تحتوي على الفوسفور بكميات أكبر، ونظراً لأن أعراض نقص الفوسفور قد تنشأ نتيجة أسباب

أخرى فإن الطريقة الوحيدة للتأكد من نقص الفوسفور بدقة هي تقدير نسبة الفوسفور في مصل الدم الذي تنخفض نسبته بانخفاض نسبة الفوسفور في العليقة.

يُعد الحليب والحبوب النجيلية ومسحوق السمك ومسحوق العظام من المصادر الجيدة للفوسفور، أما الدريس والتبن فهي أعلاف فقيرة بالفوسفور، القسم الأعظم من الفوسفور في الحبوب النجيلية موجود على شكل فيتات (Phaytates) وهي أملاح معقدة للكالسيوم والمنغنسيوم مع حمض الفيتيك (phytic acid) وحمض الفوسفوريك.

إن الفوسفور الموجود في فيتات الكالسيوم عند الطيور يستفاد منه بنسبة ١٠ % فقط بالمقارنة مع فوسفات الصوديوم (Disodium phosphate)، أما عند الدجاج البياض فإن الفوسفور الموجود في الفيتات يستفاد منه أقل بمرتين بالمقارنة مع الفوسفات الموجود في فوسفات الكالسيوم الثنائية (discalcium phosphate)، وكذلك فإن جزءاً من فوسفور الفيتات يصبح متاحاً بفضل تفككه في المعدة بفعل أنزيم الفيتاز (Phytase) الذي يصل للمعدة مع الأعلاف المتناولة،

يوجد في كرش الحيوانات المجترة أنزيم الفيتاز ذو المنشأ الميكروبي بشكل دائم مما يجعل المجترات قادرة على الاستفادة من الفوسفور الموجود في كلاً من الحبوب النجيلية وكذلك في الإضافات المعدنية بشكل دائم.

العلاقة بين الكالسيوم والفوسفور Calcium – Phoshurs Ratio:

هناك علاقة قوية بين الكالسيوم والفوسفور في الجسم لابد من أخذها بعين الاعتبار وضبطها في التغذية العملية للحيوانات الزراعية وخاصة عند تكوين العلائق باستخدام الإضافات المعدنية حيث إن خلل العلاقة (النسبة) بين الكالسيوم والفوسفور يؤدي إلى أضرار فيزيولوجية ليست أقل ضرراً من نقص أحدهما أو كليهما.

تعد أفضل نسبة للكالسيوم إلى الفوسفور في علائق الحيوانات هي (١,٢– ٢):١ أما في الخلطات العلفية للدجاج البياض فإن نسبة الكالسيوم أعلى بكثير وتصل علاقة الكالسيوم إلى الفوسفور (٦–٧):١ وذلك بسبب ارتفاع الاحتياجات من الكالسيوم

لتشكيل قشرة البيضة الكلسية، وينصح أن يحصل الدجاج البياض على الكالسيوم وفق احتياجاته ضمن الخلطات العلفية المقدمة، وزيادة على ذلك يفضل أن يترك للدجاج الحرية في تناول مسحوق الحجر الجيري حسب الرغبة، وتتوقف الاستفادة الكاملة من الكالسيوم والفوسفور على إمداد الحيوان بنسبة كافية من Ca و P ونسبة الكالسيوم للفوسفور وتوفير فيتامين D.

٣) المغنيزيوم Magnesium:

يعد المغنيزيوم على علاقة وثيقة جداً بالكالسيوم والفوسفور حيث يؤدي دوراً مهماً في عملية التمثيل الغذائي، وذلك لعلاقته بعمل عدد كبير من الأنزيمات، خاصة تلك التي تشترك في تمثيل الفوسفات والأنزيمات المختزلة.

يوجد الجزء الأكبر من المغنيزيوم في العظام نحو ٧٠ % حيث يشكل احتياطي يستخدم عند نقصه في الدم، أما الكمية المتبقية فتتوزع في الأنسجة الطرية وسوائل الجسم. علماً أن الكالسيوم هو العنصر المسيطر في العظام أما في الجلد والعضلات فالعنصر الأكثر تواجداً هو المغنيزيوم.

أعراض نقصه: عند الحيوانات الزراعية التي أُعطيت غذاء خالياً من المغنيزيوم، فقد أدى نقصه إلى ظهور هيوجية عالية للجهاز العصبي (irriabilitas) وحالة تقلص أوتشنج (spasmus).

أما عند العجول التي تتغذى فقط على الحليب الفقير بالمغنيزيوم فقط لوحظ نفاذ احتياطي المغنيزيوم في العظام. وانخفاض محتواه في مصل الدم، مما يسبب نقص الشهية وسرعة التهيج وفقر الدم، كما لوحظت حالات تكزز (tetany) التي انتهت بنفوق الحيوان، غالباً ما يظهر التكزز على العجول عند التغذية العملية بعمر من ٥٠-٧٠ يوماً علماً أن المستوى الطبيعي يتراوح بين (٧,١- ٤) ملغ/ ١٠٠ مل، أما أعراض هذا المرض عند الأبقار فهي: التهيج العصبي، القشعريرة، ارتعاش عضلات الوجه، المشية

المتمايلة، ازدياد إفراز اللعاب والزبد من الفم والتشنج، وفي أغلب الأحيان فإن الحيوانات لا تتماثل للشفاء.

عند الحيوانات المجترة تامة النمو (أبقار الحليب، أبقار اللحم وأغنام الحليب واللحم) فإن مرض نقص مغنيسيوم الدم (hypomagnesaemia) غالباً ما يظهر في الربيع عندما تعتمد الحيوانات في تغذيتها بشكل كبير على الأعشاب الفتية والغضة في المراعي وفي الخريف في نهاية موسم الرعي، بدون أعلاف مركزة نجيلية وبدون أية إضافات معدنية لأكسيد المغنيزيوم كمصدر للمغنيسيوم في مثل هذه الظروف.

إن لزيادة نسبة البوتاسيوم في العليقة تأثيراً سلبياً في امتصاص المغنيزيوم، فإذا زادت نسبة البوتاسيوم على مجموع كل من الكالسيوم والمغنسيوم (K: Ca+ Mg) عن ١: ٥ ينخفض معدل امتصاص المغنسيوم وتصبح احتمالات ظهور أعراض النقص أكبر، كذلك الأمر عند زيادة نسبة الكالسيوم والفوسفور، ويمكن أن لا تظهر أعراض نقص المغنيزيوم إذا كانت نسبة الكالسيوم طبيعية مما يؤخر عملية اكتشاف المرض وبالتالي تأخر شفاء الحيوانات منه.

تعد الحيوانات كبيرة السن والهرمة أكثر حساسية لنقص المغنيزيوم وتظهر عليها أعراض نقصه بسرعة أكبر من الحيوانات صغيرة العمر، وذلك لأن المغنيزيوم في العظام مرتبطاً بحيث يصعب انتقاله إلى الدم.

ويؤدي نقص المغنيزيوم عند الصيصان إلى الضعف وانخفاض تركزه في مصل الدم وتميل للرقاد دائماً وتختلج أطرافها عند الإزعاج ثم تعود للرقاد. وتنتهي بالإغماء ثم النفوق إذا استمر النقص.

ويمكن أن تعالج الحيوانات المصابة بنقص المغنيزيوم بحقنها ببعض مركباته مثل كبريتات المغنيزيوم، إلا أن العلاج قد لا يفيد إذا كانت الحالة متقدمة والنقص شديد.

مصادره: تعد النباتات الخضراء مصدراً جيداً للمغنيزيوم الذي يدخل في تركيب الكلوروفيل بنسبة ٧,٢ %، إلا أن الأعشاب البقولية غالباً ما تكون غنية به بالمقارنة مع الأعشاب النجيلية، ومن المصادر الجيدة للمغنيزيوم أيضاً نخالة القمح والكسب بأنواعها.

إن استخدام الأسمدة الحاوية على المغنيزيوم في تسميد الأعلاف يمكن أن يرفع نسبة هذا العنصر في الأعلاف، وكإجراء وقائي يمكن إعطاء أبقار الحلوب خلال أوقات الصيف ٥٠ غرام من أكسيد المغنيزيوم للرأس الواحد يومياً.

٤) الكبريت Sulphur:

تقدر نسبة الكبريت في جسم الحيوان بنحو ٠,١٥ % ويوجد معظم هذا العنصر في جسم الحيوان بشكل مرتبط مع المركبات العضوية وبشكل أساسي مع الأحماض الأمينية السيستين ، السيستيئين والميثونين والتي تدخل في تركيب بروتينات الأنسجة والغطاء الصوفي، ويُعد الصوف غنياً بالسيستين ويحتوي على الكبريت بنسبة (٤ـ٥) % وكذلك القرون والأظلاف والريش تحتوي على نسبة عالية منه.

كما يدخل الكبريت في تركيب الفيتامينات مثل: B1 (thiamin)، وH(Biotin)، والهرمونات كهرمون الأنسولين (Insulin) الذي تفرزه غدة البنكرياس، ويوجد الكبريت غير العضوي بكميات قليلة في الدم على شكل كبريتات.

عند حصول الحيوان على البروتين العلفي فإنه يحصل بذلك على الكبريت بكميات كافية، وبالتالي فإن نقص الكبريت يدل على نقص بروتين الغذاء، وعند نقص البروتين في علائق الحيوانات المجترة وتعويضها بإضافات علفية من البولة أو اليوريا الصناعية فإن تركيب الأحماض الأمينية (السيستين و السيستئين والميثونين) من قبل البكتريا في الكرش يمكن أن يتوقف بسبب نقص الكبريت، وفي هذه الحالة من الضروري إضافة كمية بسيطة من كبريتات الصوديوم أو كبريتات الأمونيوم، ومن الممكن أيضاً إضافة الكبريت المعدني للعليقة والذي تستطيع البكتريا تمثيله لتصنيع الأحماض الأمينية الحاوية على الكبريت بشكل مشابه لاستخدامها الكبريتات، وتعد الأعلاف الغنية بالبروتين غنية أيضاً

بالكبريت وخاصة النخالة والملفوف والكسبة ومسحوق السمك، أما سيلاج الذرة فهو فقير بالكبريت ولا يحتوي أكثر من نصف احتياجات الأبقار منه، لذلك لابد من توفير مصدر للكبريت عند استخدام الذرة بنسب كبيرة في العليقة.

٥) البوتاسيوم والصوديوم والكلور :

تتميز هذه العناصر المعدنية عن الكالسيوم والفوسفور بأنها تتركز في سوائل الجسم والأنسجة الرخوة أو الطرية، وتشترك هذه العناصر في المحافظة على الضغط الإسموزي في الخلايا وذلك في ضبط التفاعل النشط وتنظيمه أو ردة الفعل النشطة للدم واللمف (reaction active ، response active)، كما تنظم هذه المعادن عملية تمثيل الماء داخل الجسم وكذلك تشارك في تنظيم التوازن الحمضي القاعدي.

البوتاسيوم Potassium : يحتوي الجسم على البوتاسيوم بنسب أقل مما يحتويه من الكالسيوم والفوسفور ولكن أكثر من أي عنصر آخر، ويوجد البوتاسيوم في بروتوبلازما الخلايا على الأغلب بشكل بيكربونات، وفوسفات وكلوريد البوتاسيوم، فتبلغ نسبته في خلايا الدم أكثر من نسبته في البلازما بنحو عشرين ضعفاً، وهو بذلك يختلف عن الصوديوم الذي يتركز خارج الخلايا.

البوتاسيوم ضروري للنمو ومنشط لبعض الأنزيمات وله أهمية كبيرة في تمثيل الكربوهيدرات وعمل العضلات فعند هدم الغلايكوجين المخزن في العضلات يخرج البوتاسيوم من العضلات ويتجمع في الكبد، وعند الراحة يعود تدريجياً إلى العضلات لذلك فإن قيام العضلات بمجهود كبير يرافقه نقص البوتاسيوم في الخلايا مما يؤدي إلى عجزها عن متابعة العمل، أما عضلات القلب فتعد مخزناً للبوتاسيوم حيث تبقى نسبته فيها قريبة من الثبات.

للبوتاسيوم أهمية خاصة لنمو الكائنات الحية الدقيقة في الكرش ونشاطها حيث تبين أن وجوده في العليقة بنسبة أعلى من تلك التي يحتاجها الحيوان المجتر يزيد من قدرة البكتريا على الاستفادة من الألياف الخام والمواد الآزوتية غير البروتينية (NPN)،

ويسبب نقص البوتاسيوم في علائق الحيوانات ضعف العضلات، كما قد يؤدي إلى ارتفاع نسبة البروتين في بلازما الدم، بسبب وقوع الكلى تحت تأثير هرمون غدة الكظر وزيادة البوتاسيوم مع البول، كما يؤدي نقص البوتاسيوم في أعلاف الحيوانات الزراعية تباطؤاً في النمو وظهور شذوذ في الشهية، وفي حال احتواء العليقة على أقل من ٠,١٥% من البوتاسيوم تظهر عند الأبقار فقدان الشهية وشذوذها وتساقط الشعر وانخفاض إنتاج الحليب.

يمكن أن يؤدي نقص هذا العنصر إلى هيوجة عالية (excitabilitas) واضطراب في نشاط عضلة القلب (arhythmia)، وانخفاض ضغط الدم، وكذلك خلل في وظائف الكبد والكلى بالإضافة خلل في إخصاب البويضات عند الإناث، وتعد الأعلاف النباتية وخاصة الأعشاب الفتية والجذور والدرنات غنية بالبوتاسيوم، وفي التغذية العملية فإن الحيوانات تؤمن احتياجاتها من هذا العنصر، وتعد الأعلاف المالئة وخاصة الخضراء أغنى بالبوتاسيوم من الأعلاف المركزة.

إن استخدام جرعات كبيرة من الأسمدة البوتاسية في المراعي المزروعة بالمحاصيل يمكن أن يؤدي إلى زيادة تركيز هذا العنصر في الأعلاف النباتية (أكثر من ٣%) وفي الوقت نفسه إلى خفض تركيز عنصر المغنيزيوم (magnesium) فيها.

عند اختلال العلاقة بين المغنيزيوم والبوتاسيوم يمكن أن يظهر عند الحيوانات مرض نقص مغنيزيوم الدم (hypomagnesemia)، أو كما يسمى تكزز المغنزيومي العشبي (Grass tetany)، هذا ولا يخزن البوتاسيوم بكميات كبيرة في الجسم، أما الزيادة منه فإنها تطرح بسرعة من الجسم مع البول.

الصوديوم sodium: يتركز الجزء الأكبر من الصوديوم خارج الخلايا وفي الأنسجة الرخوة والسوائل، ويُعد الصوديوم من أهم الكاتيونات (القواعد) الذي يعادل الأحماضة في الدم واللمف، إذ يشكل نحو ٩٣% منها.

عند الحيوانات المجترة فإن بيكربونات الصوديوم تعد الجزء الأساسي المكون للعاب فهو يعمل على ضبط مستوى الأحماضة (PH) في المستوى الحيوي (٧- ٥,٦) للكيموس (Chymus) داخل الكرش (الكيموس: هو المادة شبه السائلة التي يتحول إليها الطعام بعد هضمه في المعدة)، أما كلوريد الصوديوم فيعمل على تنظيم الضغط الإسموزي، كما ينشط أنزيم الأميلاز (amylase) الذي يفكك النشاء، وقد وجد أن لعاب الأغنام يحتوي على ٤ غرام صوديوم في الليتر، أي أنه يفرز يومياً مع اللعاب نحو ٣٢ غراماً صوديوم، ومن الطبيعي أن تمتص هذه الكمية مرة أخرى في الجسم ويعاد تمثيلها، ويعمل على تسريع امتصاص الغلوكوز في الأمعاء، وهو بالإضافة إلى ذلك مادة أساسية لتكوين حمض كلور الماء في العصارة المعدية.

تبدأ أعراض نقص الصوديوم في تغذية الحيوانات الزراعية بالظهور بعد مدة لا تقل عن ٢ – ٣ أسابيع من التغذية على علائق فقيرة به أو خالية من ملح الطعام، فيؤدي إلى ظهور حالة الشهية الشاذة، فتلعق الحيوانات الجدران وتميل لشرب البول وتختفي علامات الصحة كبريق العينين ولمعان الشعر، وتظهر حالة الافتراس (Cannibalismis) عند الطيور، وباستمرار النقص تصاب الحيوانات بفقد الشهية. هذا وتنشط عملية توليد الطاقة في الجسم كما تنخفض عملية تشكيل الدهون والبروتين في الأنسجة. كما تنخفض معدلات النمو عند الحيوانات الفتية وتصاب الحيوانات بنقص في الوزن وانخفاض إنتاج الحليب بشكل مفاجئ.

تحتوي أغلب الأعلاف النباتية على كميات غير كافية من الصوديوم، أما مسحوق اللحم والأعلاف المصنعة من السمك البحري فتحتوي على كميات كافية. كما تحتوي بعض النباتات الرعوية في بعض المناطق الجافة على نسب عالية منه قد تكون كافية لسد حاجة الحيوانات من هذا العنصر.

عادة يتم التغلب على مشكلة نقص الصوديوم في تغذية الحيوانات الزراعية بإضافة ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) على علائقها مع الأعلاف المركزة. أو يستخدم على شكل ملح صخري يوضع أمام الحيوانات لتأخذ منه حاجتها، وقد تبين أن الأعراض

الناتجة عن نقص كلوريد الصوديوم غالباً ما يكون سببها نقص الصوديوم، كما يمكن إضافة بيكربونات الصوديوم كمصدر للصوديوم، ويتخلص الجسم من الصوديوم الزائد عن طريق الكلى مع البول أو العرق على شكل كلوريد الصوديوم.

الكلور Chlorine: الكلور كالصوديوم والبوتاسيوم عامل مهم في تنظيم الأحماضة والضغط الإسموزي في الجسم ولكنه يوجد بنسب كبيرة داخل الخلايا وخارجها، ويتركز وجود الكلور بجسم الحيوان في الدم واللمف والجلد والنسيج الخلالي تحت الجلدي بينما يخرج الزائد منه مع البول والعرق، وللكلور أهمية كبيرة في عملية الهضم حيث تحتوي العصارة المعدية على الكلور على شكل HCI وأملاح الكلور.

لم تلاحظ أعراض مميزة لنقص الكلور على المجترات، بينما تظهر على الصيصان أعراض على شكل اضطرابات عصبية شبيهة بالكزاز، فيقع الصوص على الأرض وأرجله ممتدة للخلف ويتعرض لنوبات من التشنج والتكزز.

الكلور مثل الصوديوم يوجد في الأعلاف النباتية بكميات قليلة بينما تمتاز النباتات التي تنمو في الأراضي المتملحة بالإضافة إلى مسحوق اللحم والسمك باحتوائها على محتوى عالٍ من الكلور، وتحصل الحيوانات على الكلور إضافة للكميات المتواجدة بشكل طبيعي في الأعلاف من ملح الطعام المضاف للعلائق.

العناصر الصغرى : Micro – Elements

هي مجموعة من العناصر المعدنية والتي توجد في جسم الحيوان بكميات قليلة لكنها تلعب دوراً فيزيولوجياً مهماً، وكالفيتامينات فإن بعض العناصر المعدنية الصغرى تستطيع أن تدخل في ارتباطات مع البروتينات مشكلة أنزيمات خاصة، كما أن بعضها الآخر يعد جزء أساسياً في تركيب بعض الهرمونات التي تنظم عمليات التمثيل الغذائي وتضبطها بالإضافة إلى عدد من الوظائف الحيوية المهمة في الجسم، لذلك فإن العناصر المعدنية الصغرى الضرورية للجسم بالإضافة إلى الفيتامينات تصنف في المجموعة المسماة المواد النشطة بيولوجياً.

١) **الحديد Iron**: يوجد الحديد في الجسم بنسبة قليلة، ولا تتجاوز نسبته في جسم الأبقار ٥٠-٦٠ PPM، معظم الحديد (أكثر من ٩٠ % منه) يوجد في جسم الحيوان ضمن روابط البروتينات المختلفة وإن أكثر من نصف حديد الجسم (٥٧ %) يتركز في هيمو غلوبين الدم (Hemoglobin) الذي يُعد الحديد أحد أهم مكوناته، بينما يشكل الحديد الداخل في تركيب الميوغلوبين (Myoglobin) ١٥% من الحديد الكلي في الجسم.

ويخزن ٢٠ % من احتياطي الحديد عند الحيوانات على شكل بروتين الفيريتين (Ferritin) ويوجد في الطحال والكبد والكلى ونقي العظام. ويوجد حتى ٣٥% من احتياطي الحديد أيضاً في بروتين هيموسيدرين (Hemosiderin).

يدخل الحديد في تركيب كثير من الأنزيمات والصبغات الخلوية مثل (cytochrome) والفلافوبروتينات (Flavoprotein) والبيرواكسيديز (Peroxidase) والكاتاليز (Catalase).

مصادره: تحتوي الأعلاف النباتية على الحديد بكميات تستطيع تغطية احتياجات الحيوات منه بشكل كامل، وتعد الأعلاف الخضراء البقولية وأغلفة الحبوب من أغنى المصادر بهذا العنصر حيث تحتوي مادتها الجافة نحو ٢٠٠ – ٤٠٠ PPM، بينما تحتوي الحبوب نحو ٣٠– ٦٠ PPM حديد، كما تعد الأعلاف ذات الأصل الحيواني مصدراً جيداً للحديد (باستثناء الحليب الذي تقدر نسبة الحديد فيه ١٨,٥ – ٣١,٠ PPM) فتصل نسبته في مسحوق الدم المجفف لأكثر من ٣٠٠٠ PPM، وفي مسحوق اللحم ٤٠٠ – ٦٠٠ PPM.

تحتوي بعض المكملات المعدنية مثل مسحوق الحجر الجيري وفوسفات الكالسيوم على كميات كبيرة من الحديد تصل إلى ٥٠٠٠ PPM أحياناً لذلك فهي مصادر غنية بالحديد بالإضافة إلى الكالسيوم والفوسفور، وقد تم تقدير احتياجات جميع الحيوانات الزراعية من الحديد بنحو ٥٠ ملغ لكل ١ كغ مادة جافة من العليقة.

أعراض نقصه: لعل أهم أعراض نقص الحديد هو الحد من تكوين الهيموغلوبين الذي يشكل أهم مكونات كريات الدم الحمراء، وتتجدد الكريات الحمراء كل ٤ – ٦ أسابيع، وعند تمثيل الهيموغلوبين (هدم الهيموغلوبين) فإن الحديد المتحرر (الذي كان موجوداً في كريات قديمة) يمكن أن يستخدم مرة أخرى في تكوين البروتينات التي تحتوي على الحديد وتركيبها أي في بناء كريات جديدة، لذلك فإن احتياجات الحيوان السليم للحديد ليست كبيرة، وهو يأخذ من الأعلاف ١٠% فقط من احتياجاته الكلية من الحديد ليعوض نقصه، وفي حال زادت سرعة هدم الكريات الحمراء عن سرعة بنائها أو تعرض الحيوان للنزف فإن احتياجاته من الحديد تزداد، وإذا لم تكن كمية الحديد كافية لبناء الهيموغلوبين يصاب الحيوان بفقر الدم (Anaemia) ويمكن التحقق من ذلك بتقدير نسبة الهيموغلوبين في الدم التي يجب أن تتراوح بين ١٠ – ١٨ غرام / ١٠٠ مل عند الثديات، أما زيادة الحديد في العلائق فيمكن أن تصبح سبباً لانخفاض الاستفادة من بروتين العلف، وكذلك انخفاض إنتاجية الحيوانات.

٢) **النحاس Copper** : عرف وجود النحاس في جسم الحيوان عام ١٩٢٨ م وأكدت نتائج الأبحاث أنه ضروري لتكوين الهيموغلوبين، علماً بأن النحاس لا يدخل في تركيبه ولكنه يُعد مركباً ضرورياً لتمثيل الحديد في الجسم وبالتالي للحفاظ على نشاط الكريات الحمراء في الدورة الدموية، ويؤدي نقصه إلى قصر عمر الكريات الحمراء إلى خمس عمرها وبالتالي هدم الهيموغلوبين كما يدخل في تركيب العديد من الأنزيمات مثل السيتروكروم أكسيديز Cytochrom oxidase والكتاليز والأنزيم المؤكسد لحمض الاسكوربيك Ascorbic acid oxidase بالإضافة إلى صبغات الشعر والصوف والريش

ويلاحظ وجود النحاس في جميع خلايا جسم الحيوان وتبلغ نسبته في الدم ٥٠ – ١٥٠ ميكرو غرام / ١٠٠ مل وذلك حسب نوع الحيوان، بينما يختلف تركيزه بالكبد حيث يخزن الزائد عن حاجة الجسم بحسب نوع الحيوان وعمره ومحتوى العليقة منه، ويمكن أن يصل تركيزه في كبد المجترات إلى ١٠٠٠ PPM إذا استخدمت علائق غنية بالنحاس.

أعراض نقص النحاس:

١-فقر الدم :يؤدي نقص النحاس في تغذية الحيوانات الزراعية إلى ظهور أعراض مرض فقر الدم (الأنيميا) وتتعرض الحيوانات الرضيعة التي تتغذى على الحليب لفترة طويلة لفقر الدم نتيجة فقر الحليب للنحاس، إلا إذا احتوت علائق الأمات كميات كافية من النحاس خلال فترة الحمل فيمكن أن تكون لدى المواليد مخزون نحاسٍ يكفي لتغطية احتياجاتها منه خلال فترة الرضاعة.

٢- غياب لون الشعر أو الصوف Achromotrichia: يلعب النحاس دوراً في تكوين أنزيم بولي فينيل اكسيديز Oxidase Polyphenyl المسؤول عن تحول الحمض الأميني تيروزين إلى صبغة الميلانين، وعند نقص النحاس يقل تكوين هذه الصبغة مما يسبب زوال لون الشعر والريش، فيأخذ اللون الأسود عند الأبقار اللون البني والأبيض لوناً باهتاً مصفراً ويكون تغير اللون واضحاً حول العينين.

٣- تقرن الشعر والصوف: تظهر أعراض نقص النحاس بشكل خاص على الشعر والصوف فيقل إنتاجه ومتانته ومرونته وتجعده خاصة عند الأغنام مما يؤدي إلى رداءة نوعيته، وقد وجد أن نقص النحاس عند الأغنام ذات الصوف الناعم يسبب خللاً في تجعد أو التفاف الصوف الطبيعي ومرونته وبالتالي يستقيم الصوف وينتصب.

يمكن الحكم على مستوى تأمين احتياجات الحيوان من النحاس عن طريق تحديد محتواه في الشعر الأسود المتساقط، فعند مستوى أقل من ٨ ميكرو غرام / غرام يمكن أن تظهر عند الحيوانات أعراض نقص هذا العنصر.

٤-أعراض أخرى :نظراً للدور الحيوي للنحاس في الجسم، تتنوع أعراض نقصه فقد يسبب تشوه عظام المواليد (الشكل ١)كما تصاب عضلة القلب بالتليف فيؤدي للموت المفاجئ. ويؤدي نقص النحاس إلى انخفاض سرعة النمو والإصابة بالإسهالات وإصابة جذع النخاع الشوكي، كما يترافق نقص الحديد عند الأبقار مع انعدام الشبق أما عند الثيران فيترافق نقص النحاس مع تنكس للنسيج الظهاري الجنيني للخصية الذي يؤدي إلى العقم.



الشكل (2) نقص النحاس عند الأغنام Perosis

مصادر النحاس: يرتبط محتوى النحاس في الأعلاف بشكل كبير بكمية تواجده في التربة وضمن ظروف التغذية العملية فإن معظم الأعلاف تغطي احتياجات الحيوان من النحاس ويوجد النحاس بكميات كبيرة نسبياً في الحبوب والبذور والكسب المختلفة، بينما تتميز أعشاب المراعي بمحتواها المتدني من النحاس والذي يتراوح ما بين ٤-٨ ملغ/ كغ، بينما يُعد كلاً من الحليب والأتبان من المواد العلفية الفقيرة بالنحاس.

يمكن إعطاء الأبقار التي تربى في المراعي الواقعة على المستنقعات المجففة أو المقامة على الترب الرملية المروية إضافات وقائية من عنصر النحاس مقدارها ١ غرام / يومياً من كبريتات النحاس للرأس الواحد، وتجدر الإشارة إلى أن زيادة محتوى الكالسيوم والموليبدينيوم يمكن أن يكون سبباً في خلل تمثيل النحاس في جسم الحيوان حتى وإن كان محتواه في الأعلاف يتطابق مع المعايير الفيزيولوجية .

سمية النحاس Copper toxicity: إن الحصول على النحاس بكميات تفوق معدلات الاحتياجات الفيزيولوجية ولمدة طويلة يمكن أن يؤدي إلى تسمم الحيوانات حيث تخزن الكميات الزائدة من النحاس في الكبد إلى التركيز السام ،فتؤدي إلى خلل وظائفه وبالتالي نفوق الحيوان.

تعد الأغنام من أكثر الحيوانات الزراعية حساسية لزيادة النحاس، وتلاحظ أعراض التسمم المزمن بالنحاس عند الأغنام في عدد من مناطق أستراليا خاصة في المناطق التي تتميز مراعيها بغنى تربتها وأعشابها بهذا العنصر، كما تعد العجول الرضيعة حساسة أيضاً لزيادة النحاس، وعموماً تزداد فرص التسمم بالنحاس عند نقص عنصر الموليبدنيوم مع زيادة النحاس في العليقة.

٣) **الكوبلت Cobalt**: لقد تم اكتشاف الدور الفيزيولوجي للكوبالت بشكل متأخر، وذلك بعد اكتشاف فيتامين B12 الذي يدخل الكوبالت في تركيبه بنسبة ٤,٥% ويعد العامل المضاد للأنيميا الخبيثة، ويعد الكوبالت ضرورياً للبكتريا التي تسكن القناة الهضمية عند الحيوانات المجترة والطيور من أجل تركيب فيتامين B12 لذلك فإن أعراض نقص الكوبالت هي في الحقيقة ناتجة عن نقص فيتامين B12 وليس بسبب نقص الكوبالت نفسه، ويؤكد ذلك أن حقن الحيوانات بفيتامين B12 كعلاج وليس عن نقص الكوبالت يعطي نتائج أسرع وأكثر فعالية من إضافة الكوبالت نفسه للعليقة.

عند توفر الكوبالت في العلائق فإن البكتريا في كرش الحيوانات المجترة تستطيع تصنيع فيتامين B12 بكميات كافية تغطي حاجة الجسم منه، بينما كمية فيتامين B12 المصنعة من قبل البكتريا في الجهاز الهضمي للطيور فإنها لا تغطي احتياجات الجسم منه لذلك لابد من سد حاجة الحيوان من فيتامين B12 عن طريق الغذاء.

لا يخزن الكوبالت في الجسم بكميات كبيرة وبالشكل الفعال لذلك فإن نقصه في العليقة يؤدي إلى انخفاض معدل تكوين فيتامين B12 بينما يخزن B12 في الكبد مما يؤخر ظهور أعراض نقص الكوبالت حتى نفاذ الاحتياطي من الفيتامين.

وفي حال نقص الكوبالت عند الأبقار والأغنام يمكن أن تصاب الحيوانات بعوز الكوبالت ويظهر المرض من خلال الضعف العام المتزايد وانخفاض الإنتاجية واختلال الوظائف التناسلية وفقر الدم.

تلاحظ هذه الأعراض في المناطق ذات التربة الرملية والمستنقعات والتي لا يزيد محتواها من الكوبالت الفعال عن ١,٥ – ٢ ملغ /كغ، علماً أن المستوى الطبيعي الذي

يجب أن يتوفر فيه الكوبالت نحو ١ ملغ /كغ مادة جافة، فإضافة الروث أو بعض الأسمدة الحاوية على العناصر الصغرى ومنها الكوبالت بانتظام إلى الأراضي الفقيرة بالكوبالت يسمح بتحسين تركيب أعشاب المراعي كما يمكنها أن تقي الحيوانات من الإصابة بهذا المرض.

يمكن تأمين احتياجات الأبقار من الكوبالت عن طريق إعطاء حبوب للأبقار وتعطى حبة تحتوي على أوكسيد الكوبالت قليل الانحلال بنسبة ٩٠%، تحتجز هذه الحبة في الشبكية ويتفرد منها الكوبالت بشكل مستمر إذ يستخدم لتغذية البكتريا التي تقوم بدورها بتصنيع فيتامين B12، أما الجزء المتبقي من أوكسيد الكوبالت فيخرج مع الروث الأمر الذي يؤدي إلى رفع محتوى التربة بهذا العنصر وبالتالي محتوى نباتات المراعي من الكوبالت.

يتميز الكوبالت عن النحاس في أنه لا يحتجز مدة طويلة في الجسم كما أن معدل امتصاصه منخفض وبالتالي فإن حالات التسمم بالكوبالت نادرة الحدوث في حالات التغذية الطبيعية.

٤) **اليود Iodine**: يوجد اليود في جسم الحيوان في جميع الأنسجة والإفرازات بكميات ضئيلة جداً (حتى ٠,٦ ملغ /كغ مادة جافة) ويوجد ٧٠-٨٠ % من اليود في الغدة الدرقية (Thyroid gland)، ويدخل بشكل رئيس في تركيب هرمونات الغدة الدرقية (التيروكسين Thyroxin) الذي يحوي ٦٥ % يود.

يؤدي نقص اليود في ماء الشرب والأعلاف إلى خلل في وظائف الغدة الدرقية حيث تتضخم هذه الغدة مشكلة ما يعرف باسم التورم الدرقي المستوطن (الدُراق) Struma uendemcia، ويُعد الخلل الذي يصيب الوظائف التناسلية من أهم الأعراض المميزة لنقص اليود عند الحيوانات الزراعية والتي تتمثل في المواليد الضعيفة عديمة الغطاء الشعري أو العمياء أو قد تولد الأجنة ميتة في حالات أخرى، وقد تظهر حالة تضخم الغدة الدرقية على الحيوانات الصغيرة عند الولادة نتيجة نقص اليود في علائق الأمات.

تصاب الحيوانات بأعراض نقص اليود بالرغم من وجوده بكميات كافية إذ إن هناك عوامل تؤثر في تكوين التيروكسين مثل ارتفاع نسبة الكالسيوم في الماء أو الأعلاف، كما أن هناك بعض الأعلاف التي تحتوي بعض المواد التي تعيق عمل الغدة الدرقية وبالتالي تؤدي إلى خلل في تركيب هرمون التيروكسين حتى ولو احتوت الأعلاف وماء الشرب على كميات كافية من اليود وظهور أعراض التورم الدرقي، منها نباتات العائلة الصليبية (الكرنب والملفوف الورقي والسلق) وكذلك البقوليات كالصويا والحمص والفول السوداني وبذور الكتان.

وجد أن إضافة اليود إلى غذاء الحيوانات التي تظهر عليها أعراض نقصه وأصيبت بمرض تضخم الغدة الدرقية لا تفيد في إزالة أعراض المرض، لذلك لابد أن يحتوي الغذاء على القدر الكافي من اليود للوقاية من المرض، وبشكل عام يمكن أن تغطي الأعلاف احتياجات الحيوانات من اليود بنسبة ٥٠% أما الجزء المتبقي فيمكنها الحصول عليه من ماء الشرب.

تعد المصادر السطحية للماء العذب فقيرة باليود أما ماء الشرب المستخرج من الآبار الارتوازية العميقة فيحتوي على اليود بنسب أعلى بكثير، ومن أغنى المواد العلفية باليود هي مسحوق السمك المحضر من الأسماك البحرية والأعشاب البحرية التي تحتوي بعض أنواعها على اليود بنسبة ٠,٢ %، أما كمية اليود في الأعشاب البرية والنباتات فتتعلق بمحتوى التربة من هذا العنصر ولذلك فهو يختلف بشكل واضح من منطقة إلى أخرى.

تتخذ إجراءات وقائية وعلاجية في المناطق التي تنتشر فيها أعراض نقص اليود (التورم الدرقي) عند الحيوانات والإنسان تتمثل في إضافة أملاح اليود (يوديد البوتاسيوم أو يوديد الصوديوم) إلى ملح الطعام، ويفضل إضافة الملح المخلوط باليود إلى العلف عند تحضيره مباشرة، حيث تعمل البروتينات والدهون غير المشبعة على تثبيت اليود.

٥) **المنغنيز Manganese**: يحتوي الجسم كميات قليلة من المنغنيز ويتركز وجوده في العظام والكبد والكلى والمعثكلة (البنكرياس) والغدة النخامية، ويُعد المنغنيز

المحفز والمنظم الرئيس لعدد من العمليات الأنزيمية في الجسم لاسيما المرتبطة بتمثيل البروتين والدهون والكربوهيدرات، كما أن له دوراً مهماً في تنظيم سكر الدم، فهو منشط لهرمون الأنسولين ومثبط للأدرنالين، ويعتقد أن له دور في تكوين العظام وأن له علاقة بعمل أنزيم الفوسفاتيز، وتكوين فيتامين C.

يُعد ظهور أعراض نقص المنغنيز عند الحيوانات المجترة في ظروف التغذية الطبيعية أمراً نادراً، وتظهر أعراض نقص المنغنيز عند العجول بضعف النمو، وتشوه الأطراف، وفي وقت متقدم يلاحظ عند الأبقار انخفاض معدل الإخصاب وزيادة حالات الإجهاض.

للمنغنيز أهمية كبيرة في تغذية الصيصان، حيث يؤدي نقصه إلى ظهور مرض انزلاق الوتر (Perosis) وهو خلل تكوين عظام الأطراف وانزلاق الأوتار، ويتمثل في تحور مفصل القدم وقصر عظم الساق، وقد يظهر مرض انزلاق الوتر على الصيصان بعمر مبكر بسبب نقص المنغنيز في الخلطات العلفية للأمات أو بسبب تغذيتها على خلطات علفية تحتوي كميات كبيرة من الكالسيوم والفوسفور، وقد وجد أن إضافة المنغنيز وحده لا تكفي للعلاج، بل يفضل إضافته مع فيتامين الكولين Choline والبيوتين Biotine، كما ويسبب نقص المنغنيز في الخلطة العلفية للدجاج إلى إنتاج بيض رقيق القشرة وانخفاض نسبة الفقس وإصابة الصيصان الناتجة بمرض ارتداد الرأس (Head retraction).

تتأثر نسبة المنغنيز في النباتات بمحتواه في التربة ويوجد المنغنيز في نباتات المراعي بكميات متفاوتة تتراوح بين ٤٠- ٢٠٠ ملغ /كغ مادة جافة، أما في الأراضي الحامضية فيرتفع تركيز المنغنيز إلى ٥٠٠ – ٦٠٠ ملغ /كغ مادة جافة، وتعد نخالة الأرز والقمح من المواد العلفية الغنية بالمنغنيز، بينما تحتوي بذور المحاصيل الزيتية ومخلفات تصنيعها (الكسبة) على كميات لا بأس بها من المنغنيز، أما الذرة الصفراء والخميرة العلفية والأعلاف ذات المصدر الحيواني فتعد فقيرة بهذا العنصر.

وقد تستخدم برمنغنات البوتاسيوم مع مياه الشرب عند الدواجن لغرض التطهير وإمداد الجسم به، وفي التغذية العملية للحيوانات الزراعية لم يلاحظ التسمم بالمنغنيز، كما لم يلاحظ أعراض تسمم بالمنغنيز عند الدجاج البياض مع تغذيتها على خلطات علفية تحتوي عنصر المنغنيز بكمية ١٠٠ ملغ /كغ.

٦) **الزنك Zine**: يحتوي الجسم على الزنك بكميات أكبر مما يحتويه أي عنصر آخر باستثناء الحديد، ويوجد الزنك في أنسجة جسم الحيوان كلها ويتركز في العظام بكميات أكبر في الكبد الذي يُعد المخزن الرئيسي للعناصر المعدنية الصغرى الأخرى. كما يحتوي الجلد والشعر والصوف على كميات كبيرة منه نسبياً.

ويُعد الزنك جزءاً أساسياً في تركيب بعض الأنزيمات مثل الكربوانهيدراز (carboanhydrase) الذي يوجد في الكريات الحمراء ويشارك في ارتباط ثاني أكسيد الكربون في الدم وطرحه.

وكذلك الكربوكسي ببيتيداز (carboxy peptidease) المفرزة من غدة البنكرياس وأن لهذا العنصر تأثير في نشاط الغدد الجنسية ، حيث إن الحيوانات المنوية وإفرازات غدة البروستاتة تحتوي على نسبة عالية منه.

أعراض نقصه: لم تلاحظ أعراض نقص الزنك على الحيوانات عند تغذيتها على نباتات المراعي، ولكن نقصه في علائق الماشية يسبب نقص استهلاك العلف يتبعه انخفاض في النمو، ثم تظهر على الجلد تقرحات خاصة على الأرجل والرقبة والرأس وحلمات الضرع، ويتساقط الشعر وتتصلب المفاصل، كما يزداد إفراز اللعاب وتتكزز الأسنان، وظهرت أعراض نقص الزنك على صغار العجول التي تتغذى على مخاليط الحبوب الجافة حيث أصيبت بمرض التهابات الجلد (porakeratosis) حيث يصبح الجلد سميكاً وتظهر عليه تقرحات وجروح.

تتمثل أعراض نقص الزنك بانخفاض سرعة النمو وانخفاض معدلات التحتويل الغذائي واحمرار مميز لجلد البطن الذي يتحول فيما بعد إلى طفح جلدي وتشكل تقرحات على الجلد، ويعالج مرض خطل التقرن بإضافة أملاح الزنك (كبريتات أو كربونات) للعلائق بمعدل ١٠ – ١٠٠ ملغ زنك /كغ علف.

تلاحظ أعراض نقص الزنك عند الصيصان التي تتمثل في توقف النمو وضعف الترييش وضعف ترسيب الكالسيوم في العظام حيث ظهرت أعراض شبيهة بانزلاق الوتر (تشوه في المشط وقصر العظام) إضافة إلى التقرحات الجلدية وكذلك يظهر تأثير النقص في عدم تطور الأجنة وهي داخل البيضة ونفوقها، وعند تغذية حيوانات التجارب (الثديات) على أغذية فقيرة بالزنك ظهرت عليها أعراض تباطؤ النمو وضمور الخصيتين وخلل نمو الغطاء الشعري وإصابة الجلد بالتقرحات، ويمكن تأمين احتياجات جميع الحيوانات الزراعية من الزنك بشكل كامل عندما تحتوي العلائق على هذا العنصر بكميات ٤٠ – ٦٠ ملغ /كغ مادة جافة، علماً ان جميع المواد العلفية تحتوي على الزنك بكميات كافية لتغذية الحيوانات.

تتميز الخميرة والنخالة وكذلك أجنة الحبوب النجيلية بغناها بعنصر الزنك بينما محتوى الصمغة (اللبأ) من الزنك تفوق محتوى الحليب بمرات متعددة.

إن زيادة كمية الزنك في علائق الحيوانات تؤدي إلى ضعف الشهية وفقر الدم وأعراض نقص النحاس، ومن المؤكد أن الزنك يقلل الاستفادة من كل من الحديد والنحاس والمنغنيز، وقد أمكن علاج فقر الدم الناتج عن زيادة الزنك بإعطاء الحيوان زيادة من الحديد والنحاس.

٧) **الموليبدنيوم Molybdenium** : يصنف الموليبدنيوم حالياً ضمن العناصر الضرورية في تغذية الحيوان ويُعد جزءاً أساسياً يدخل في تركيب بعض الأنزيمات مثل أنزيم زانثين أوكسيداز Xanthine oxidase الذي يؤدي دوراً مهماً في تمثيل

البورين Burien وكذلك نترات الريدوكتاز Nitrate reductase والأنزيم البكتيري الديهيدروجيناز dehydrogenase والديهيد أوكسيداز.

في الظروف العملية (التطبيقية) لتغذية الحيوانات الزراعية لم تلاحظ أعراض نقص الموليبدنيوم وعلى العكس غالباً ما يلاحظ أعراض التأثير السمي لزيادة تركيز الموليبدنيوم في النباتات العلفية لبعض المراعي على الحيوانات المجترة فقد وجد أن زيادة الموليبدنيوم في بعض المناطق تؤدي إلى ظهور أعراض سمية عند الأبقار والأغنام (مرض التيرت teartnees) تجلت في الإسهالات الشديدة وتدهور الحالة العامة للحيوانات وتوقف النمو وانخفاض إنتاج الحليب وفي بعض الحالات هشاشة العظام.

ومن المعروف أن هناك علاقة بين النحاس و الموليبدنيوم في الجسم فعند زيادة الأخير يقل تركيز النحاس في الكبد وبهذه الحالة نفسها يعاني جسم الحيوان من نقص النحاس في الوقت نفسه فإن الجرعة السامة من الموليبدنيوم تتعلق بمحتوى عنصر النحاس في العليقة حيث يعمل النحاس عند إضافته للعليقة على التخفيف والتخلص من التأثير السام للموليبدنيوم، ويعتقد أن محتوى الأعلاف من الموليبدنيوم بكمية ٣- ١٠ ملغ /كغ علف تشكل خطراً على صحة الحيوان .

٨) **السيلينيوم Selenium**: يشابه الموليبدنيوم في أن زيادة وجوده عن حد معين يسبب أعراض سمية للحيوان، وهناك بعض أنواع الترب في مناطق مختلفة من العالم تحتوي على كميات كبيرة من السيلينيوم، حيث تعد النباتات التي تنمو عليها نباتات سامة.

يدخل السيلينيوم في تركيب بعض الأنزيمات مثل أنزيم جلوتاثيون بيروكسيداز Glutathione peroxidase الذي يلعب دوراً مهماً في المحافظة على سلامة جدار الخلايا، كما أن لهذا العنصر أهميته في علاج أعراض نقص فيتامين E ماعدا حالة الصوص المجنون.

تظهر أعراض التسمم بأشكال متعددة حسب درجة التسمم ونوع الحيوان، ويمكن مشاهدة الشكل الحاد للتسمم بالسلينيوم عند الخيول والأبقار والأغنام والناتجة عن تناول

هذه الحيوانات لنباتات معينة مثل نبات Astagalus bisulcatus الذي يحتوي على السيلينيوم بكمية تصل حتى ٤٠٠٠ ملغ/١ كغ.

تظهر على الأبقار أعراض متعددة مثل تدلي الرأس والإذان وارتفاع حرارة الجسم وسرعة النبض واختلاط دموي مع إفرازات الفم مع إسهال شديد يكون لون الروث معه غامقاً وتصاب الحيوانات بالعمى،وتصاب الأبقار وخاصة النامية بتسمم بمرض القلوية Alkali desease، وعند العجول والخراف يظهر مرض العضلة البيضاء التي تظهر بشكل خطوط طباشيري مبيض على العضلات(الشكل ٢).

تتداخل وظائف السيلينيوم مع وظائف فيتامين E حيث وجد أن إضافة السيلينيوم تفيد في علاج العديد من الأمراض التي يسببها نقص فيتامين E كما أن نقصه يسهم في نشوء بعضها مثل مرض تنخر الكبد Liver necrosis والاستسقاء وحثل العضلات Muscular dystrophy فإضافة سيلينيتات الصوديوم إلى العلائق عند معالجة مرض نكروز الكبد (تنخر الكبد) أعطت التأثير نفسه فيما لو أضيف لعلائق الحيوانات فيتامين E (ماعدا حالة الصوص المجنون).

يمكن إعطاء سيلينيتات الصوديوم بكمية غير كبيرة نحو ٠,٥ ملغ/كغ علف من أجل الوقاية من مرض الأهية النضحية (diathesis exsudativa) عند الدجاج البياض، كما يمكن أن يشكل السيلينيوم خطراً محتملاً على الحيوانات عندما يصل تركيزه في الأعلاف ٥ ملغ/كغ أو ٠,٥ ملغ/١ ليتر من الحليب، وبما أن الفارق بين المستويين الغذائي والسمي للسيلينيوم ليس كبيراً، فإن إضافته لعلائق الحيوانات مع الإضافات المعدنية الأخرى أمر لا ينصح به.



الشكل (٣) العضلة البيضاء عند الاغنام

٩) الفلور Fluoine: يتركز وجود الفلور بشكل أساسي في ميناء الأسنان، حيث يعمل على وقايتها من التسوس ومن الناحية التطبيقية لم يلاحظ أية حالة نقص لهذا العنصر على الحيوان، لذلك انصب الاهتمام على التأثير السمي للفلور في جسم الحيوان والنبات.

إن وجود الفلور في علائق الحيوانات بكمية أعلى من ٢٠ ملغ / كغ مادة جافة تسبب فقد الشهية وانخفاضاً في وزن الجسم، وتنخفض إنتاجية الأبقار الحلوب ويتوقف النمو عند صغار الحيوانات، أما عند التسمم المزمن بالفلور فيلاحظ عند الحيوانات اختلافات تركيبية في نسيج العظام والأسنان وعدم قدرة المفاصل على الحركة وإصابة كل من الكلى والكبد والقلب وغدة الكظر والخصيتين والغدة الدرقية.

يعتقد أن التأثير السمي للفلور مرتبط بنشاطه الكيميائي العالي حيث يدخل في ارتباطات مع المعادن كالنحاس والحديد والزنك وغيرها من المعادن التي تعد من الأجزاء المهمة في تركيب الأنزيمات في جسم الحيوان.

ومن أهم مصادر الفلور التي يمكن أن تسبب تسمم الحيوانات : مياه الصرف لبعض المصانع والمكملات الفوسفاتية كالفوسفات الصخرية الحاوية على نسبة عالية منه تصل

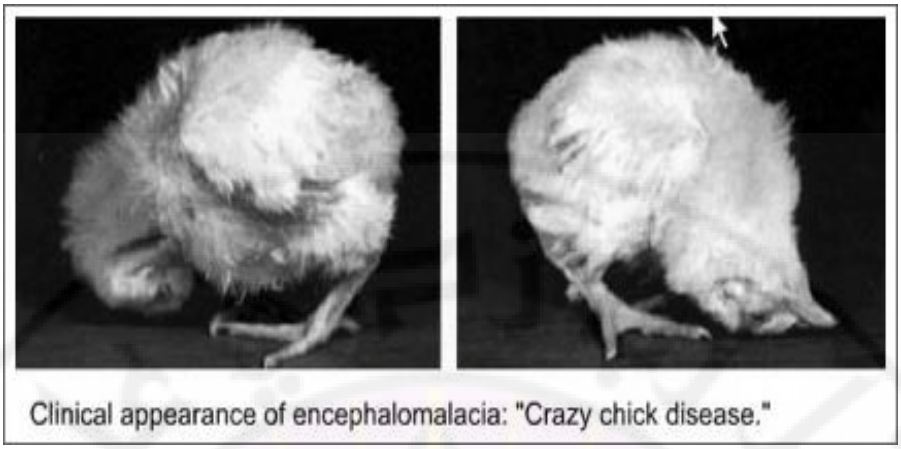
إلى ٢-٥ %، كما سجلت حالات تسمم الحيوانات بالفلور في المناطق الصناعية حيث يترسب الدخان الحاوي على الفلور في النباتات.



الشكل (٤) (الهزع) Ataxia



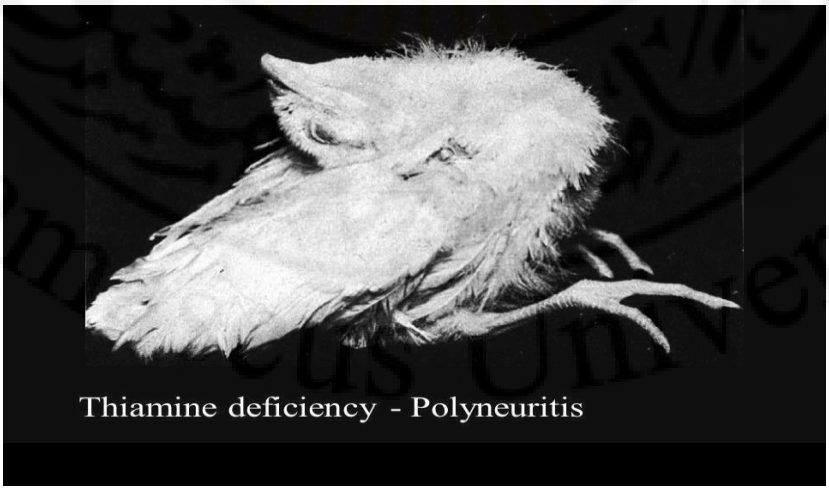
الشكل (٥)Ataxia in the animals



الشكل (٦) الصوص المجنون**Crazy chick disease**



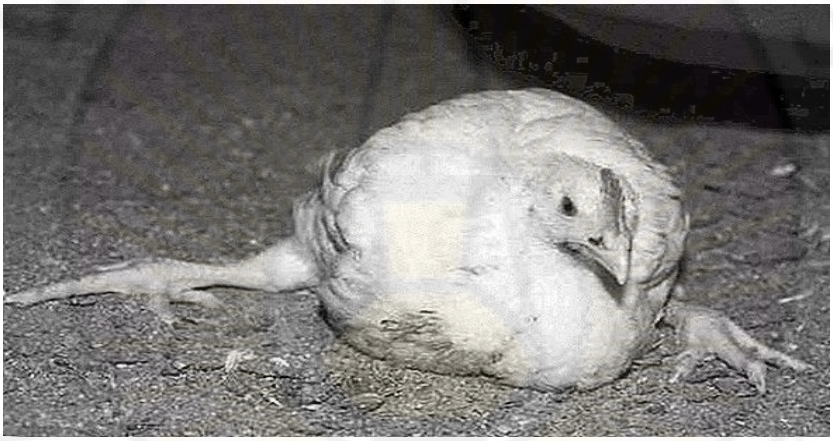
الشكل (٧) **Perosis**



الشكل (٨) التهاب الأعصاب المتعدد **Polyneuritis in the animals**



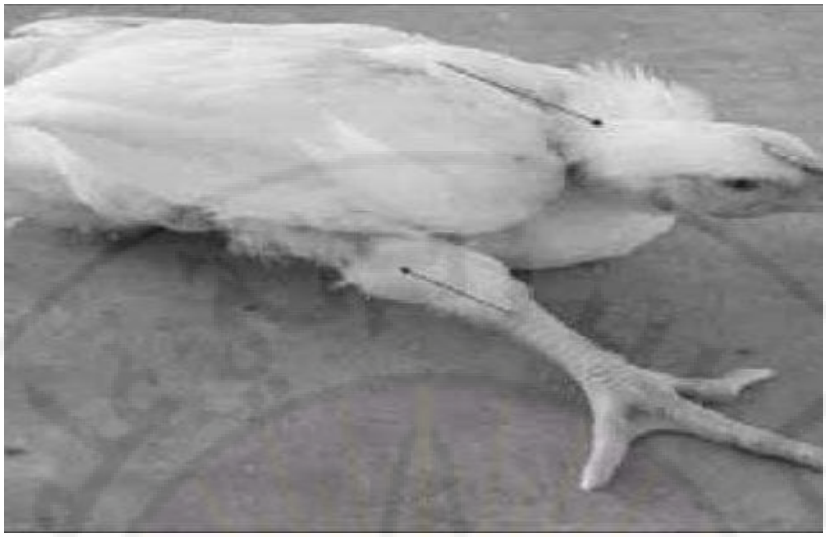
Polyneuritis الشكل (٩)



الشكل (١٠) الكساح



الشكل (١١) **الكساح**



الشكل (١٢) شلل المخالب Perosis



الشكل (١٣) نقص النحاس

Damascus University

الفصل الثامن

القيمة الهضمية للمواد الغذائية و طاقة الغذاء

أولاً- القيمة الهضمية للمواد الغذائية Digestibility of Nutrients:

إن معرفة التركيب الكيميائي للعلف أو العليقة لا تعطي فكرة دقيقة عن مدى صلاحية المركبات الغذائية للحيوان ومعدل استفادته منها، فالمركبات تهضم عند الحيوانات المختلفة بنسب مختلفة، كما أن المركبات الغذائية نفسها تهضمها الحيوانات بنسب مختلفة حسب نوع العلف الذي توجد فيه هذه المركبات، لذلك فإن تقدير ما يمكن أن يهضم من المواد الغذائية في قناة الهضم يعطي مدلولاً أدق عن القيمة الغذائية للمادة، لأنه هو الجزء الذي يمكن للحيوان أن يستفيد منه.

فالجزء الذي يمتص من المادة الغذائية عند مرورها في قناة الهضم يسمى المادة المهضومة، أما الجزء الذي يخرج مع الروث فيسمى المادة غير المهضومة، بقدر ما تكون نسبة المادة المهضومة إلى المادة غير المهضومة كبيرة بقدر ما تكون فرصة الاستفادة من المادة الغذائية أكبر، ويعبر عن نسبة المادة المهضومة في التغذية بالنسبة الهضمية أو معامل الهضم (Digestion coefficient)، وهو عبارة عن النسبة المئوية لما يهضم من المادة الغذائية المأكولة ويحسب من العلاقة الآتية:

$$\text{معامل الهضم} = \frac{\text{وزن المادة الغذائية المأكولة} - \text{وزن المادة الغذائية المطروحة مع الروث}}{\text{وزن المادة الغذائية المأكولة}} \times 100$$

$$= \frac{\text{وزن المادة الغذائية المهضومة}}{\text{وزن المادة الغذائية المأكولة}} \times 100$$

ولحساب معامل الهضم تستخدم طرائق متعددة أهمها وأكثرها دقة تجربة الهضم التقليدية (Digestion trial) التي يقدر فيها معامل الهضم الظاهري لمكونات

العلف الغذائية (Apparent Digedtion cocfficient) (المادة الجافة، المادة العضوية، الطاقة، البروتين، مستخلص الإيتر، NDF، ADF، السيللوز، الهيميسيللوز، المستخلص الخالي من الآزوت).

تجارب الهضم Digestion trials:

عند إجراء تجارب الهضم يجب مراعاة الشروط الآتية:

١- أن تجري التجربة على حيوانات من نفس النوع الذي يستخدم العلف المدروس في تغذيتها.

٢- أن يتم تنفيذ التجربة على ٣ – ٦ مكررات لكل معاملة، ويتوقف عدد الحيوانات المطلوبة للتجربة على عدد المعاملات وتوفر الإمكانات، ويفضل استخدام الحد الأقصى من المكررات للتقليل من قيمة الخطأ التجريبي، كما يجب أن تكون الحيوانات خالية من الأمراض والطفيليات وحالتها العامة جيدة ومتميزة بهدوئها وسهولة قيادتها.

٣- يجب أن يتناسب حجم العليقة المستخدمة ووزنها مع احتياجات الحيوان والغرض من التجربة.

٤- يجب أن يتوفر في المشرفين على التجربة الأمانة العلمية وأن يكونوا متفهمين للممهم المسندة إليهم توخياً للدقة في جميع الأعمال التي يقومون بها.

خطوات تنفيذ التجربة:

١) تجهيز الحظيرة:

تجري التجربة في حظيرة مغلقة يتبع لها غرفة تحضير ومستودع للأعلاف ومخبر بسيط مجهز بالأدوات اللازمة للاختيارات الفورية التي يتم إجراؤها في الحظيرة، ومن الأفضل تجهيز الحظيرة بوسائط تدفئة أو تهوية للتحكم بدرجات حرارة الجو حسب مقتضيات التجربة، كما تجهز بأقفاص أو صناديق الهضم أو مرابط الحيوانات، تستخدم الصناديق

للأغنام والمرابط للأبقار، ويوضع كل حيوان في صندوق خاص ومجهز بحيث يمكن جمع كل من الروث والبول على حده، ومجهز بمعلف ومشرب وقد تستخدم لجمع الروث أكياس تثبت على مؤخرة الحيوان ومنها عدة أنواع مصممة بحيث تناسب نوع الحيوان وظروف التجربة، وبعد التأكد من توفر التجهيزات اللازمة في الحظيرة ونظافتها وتعقيمها إن اقتضى الأمر، ترتب الأقفاص في الصف يساوي عدد المعاملات وعدد الأقفاص في الصف يساوي عدد المكررات.

٢) توزيع الحيوانات في الحظيرة:

يتم اختيار الحيوانات من جنس واحد، وتختار عادة الذكور لسهولة جمع الروث والبول، إلا إذا كان للتجربة أغراض خاصة تقتضي استخدام الإناث، وتوزع الحيوانات عشوائياً على المعاملات، ثم توزع المكررات على صفوف الأقفاص أو المواقف في الحظيرة عشوائياً أيضاً، بحيث يكون في كل صف عدد متساو من مكررات كل معاملة، ثم تنقل الحيوانات إلى مواقعها كل حسب رقمه، وتكتب المعلومات المتعلقة بكل حيوان على القفص الخاص به.

٣) تغذية حيوانات التجربة:

أ- تحدد مواعيد ثابتة للتغذية يلتزم بها طوال مدة التجربة، وعادة تتم التغذية مرتين في اليوم بفارق (١٠-١٢) ساعة بين الوجبة الأولى والثانية (صباحية و مسائية)، كما تحدد المدة المخصصة للوجبة الواحدة (١-٢) ساعة حسب طبيعة المادة المختبرة ويمكن أن تقتضي التجربة طريقة أخرى لترتيب مواعيد التغذية على أن يلتزم بها طوال مدة التجربة .

ب- تحضر كميات كافية من الأعلاف موضع الدراسة وتنقل إلى مستودع الأعلاف التابع للحظيرة إذا كانت طبيعة العلف تسمح بذلك، وفي جميع الحالات يجب أن تقدم الأعلاف للحيوانات في الحالة المطلوب تقييم العلف عندها، وبحيث تكون نوعيته واحدة طول مدة التجربة.

ت– تؤمن أيضاً كمية من الأعلاف التي كانت تتغذى عليها حيوانات التجربة بحيث تكفي للمرحلة الانتقالية .

ث– يحدد مبدئياً وزن العليقة المخصصة لكل حيوان وبحيث تكون موحدة على الأقل لمكررات العليقة في المعاملة الواحدة.

٤) مراحل التجربة: تنفذ التجربة على مراحل متعددة كما يأتي:

أ– الدور التحضيري Preparatory period: ويستغرق في بداية التجربة (٢–٣) أيام، ويتم فيها إعداد الحيوانات لبداية التجربة وتأقلمها مع البيئة الجديدة. ويتم خلاله التأكد من ملائمة التجهيزات وخطة العمل ويمكن إلغاء هذا الدور إذا سبق استخدام الحيوانات في تجارب مماثلة.

ب– الدور الانتقالي Transitionary period: وفي هذا الدور يتم تحويل الحيوانات تدريجياً من العليقة السابقة إلى العليقة المختبرة، وذلك باستبدال ٥–١٠ % في كل وجبة من العليقة القديمة بالعليقة الجديدة ويستغرق هذا الدور عادة ٥–٧ أيام، يتم في نهايتها تحول الحيوانات كلياً إلى العليقة المختبرة.

ت– الدور التمهيدي Preliminary period: ويبدأ هذا الدور مباشرة بعد الدور الانتقالي ويستمر ١٠ أيام، وتكون التغذية فيه على العليقة المختبرة، ويتبع فيه نظام التغذية المحدد بدقة في خطة التجربة، والغرض من هذا الدور هو تعود الحيوانات على العليقة الجديدة ونظام التغذية المتبع وتفريغ قناة الهضم من أي أثر للعليقة السابقة، ويتم في هذا الدور التأكد من ملائمة وزن العليقة للحيوانات وصحة خطة التغذية وعمل الأجهزة وملائمة الأوزان استعداداً للدور الحسابي أو التجريبي.

ث– الدور الحسابي أو التجريبي Experimental period: وفي هذا الدور يتم حصر استهلاك العلف بالضبط وجمع الروث والبول وحصر وزنه بالضبط لذلك يسمى أيضاً دور الجمع Collection period ويستمر هذا الدور ١٢ يوماً.

التغذية خلال الدور الحسابي وأخذ عينات العلف:

١. قبل بداية تقديم الوجبة الأولى في الدور الحسابي ينظف المعلف جيداً من آثار عليقة اليوم السابق وتوزع الوجبة المخصصة لكل حيوان وتوضع في المعلف الخاص بكل صندوق ثم توضع المعالف أمام الحيوانات في الوقت المحدد.

٢. عند وزن الوجبة الخاصة بكل حيوان تؤخذ عينة ممثلة للعلف المقدم في الوجبة، وإذا كانت الأعلاف متجانسة يمكن أخذ عينة واحدة عند كل وجبة من معاملة.

٣. بعد انتهاء الفترة المحددة للوجبة ترفع المعالف من أمام الحيوانات بالوزن المتبقي في المعلف ويحفظ في عبوة للعينات تلصق عليها بطاقة تبين رقم الحيوان والمعاملة والتاريخ. تحفظ عينات العلف والمتبقي بالتجميد إذا كانت غضة أو تجفف يومياً وتحفظ جافة.

٤. يجري حساب تسجيل المستهلك في كل وجبة، وأخذ عينات من العلف المقدم للحيوان والمتبقي في المعلف قبل يومين من بدء جمع البول والروث.

وتستمر العملية حتى اليوم العاشر من الدور الحسابي، على أن يجري تقديم الوجبات في الموعد المحدد بالضبط وطوال مدة التجربة.

الطريقة المباشرة لحساب معامل الهضم :

وفيها تحسب معاملات الهضم للمركبات الغذائية لعليقة الحيوان سواء كانت العليقة مكونة من علف واحد كالحليب أو الدريس أو التبن أو علف أخضر أو من خلطة مكونة من مواد علفية متعددة.

وذلك وفق المعادلة الآتية: معامل الهضم $= \frac{\text{المادة المهضومة}}{\text{المادة المأكولة}} \times 100$

تقدير معامل الهضم بطريقة الدليل:

Indicator- method for measuring digestibility

لإجراء تجارب الهضم بالطريقة العادية يلزم الكثير من الوقت والجهد والنفقات، ومع ذلك ليس بالإمكان دائماً إجراء هذه الطريقة، فمثلاً عند تغذية الحيوانات تغذية جماعية لا

يمكن معرفة كمية الغذاء التي استهلكها كل حيوان، كما تستدعي هذه الطريقة الدقة في حساب كمية الروث والغذاء التي قد لا يمكن تأمينها في جميع الحالات، لذلك فكر العلماء باستخدام طريقة أبسط لتقدير معاملات الهضم للمركبات الغذائية، يعتمد الأساس فيها على احتواء الغذاء على مادة غير قابلة للهضم مطلقاً، بل تخرج جميع الكمية المأكولة منها مع الروث، وتتخذ هذه المادة كدليل للتجربة، وبحساب العلاقة بين الدليل والمواد الغذائية للعلف من جهة وبين الدليل والمواد الغذائية في الروث من جهة أخرى يمكن حساب معامل هضم الغذاء، ويشترط في الدليل المستخدم لهذا الغرض :

١- أن يكون غير قابل للهضم.
٢- أن يكون غير قابل للامتصاص.
٣- ألا يكون له أي تأثير فيزيولوجي في الجسم أو في عمليات الهضم.
٤- أن يكون قابلاً للخلط مع الغذاء ويكون معه مخلوطاً متجانساً.
٥- أن يمكن تقديره كيميائياً بسهولة وبدقة.

وأكثر المواد المستخدمة لهذا الغرض شيوعاً هو أكسيد الكروم (Cr_2O_3)، وقد يستخدم اللغنين بكونه أحد مكونات العلف، ولكن استخدام اللغنين كدليل في تجارب الهضم التي تجري على الحيوانات في المراعي قد يعطي نتائج غير دقيقة، نظراً لأن الحيوانات تختار لغذائها الأجزاء الغضة التي تحتوي عادة نسبة أقل من اللغنين مما في الأجزاء الكاملة للنبات، وعند تقدير اللغنين في عينات العلف الأخضر تكون نسبته أكبر من نسبته في المادة التي أكلها الحيوان فعلاً، مما يؤدي إلى خطأ في الحساب، فإذا أردنا تقدير معامل هضم البروتين مثلاً في علف ما بهذه الطريقة، تتبع الخطوات الآتية:

١- يمزج الدليل جيداً مع الغذاء.
٢- تقدر نسبة الدليل في الغذاء.
٣- تقدر نسبة البروتين في الغذاء.
٤- تؤخذ عينات من الروث تقدر بها نسبة الدليل ونسبة البروتين.
٥- يحسب معامل هضم المادة.

وهناك طرائق أخرى لحساب معامل الهضم مثل: طريقة الفروق (الطريقة غير المباشرة) وتستخدم عندما تكون المادة العلفية غير صالحة للاستخدام وحدها في تغذية الحيوان، أو أن طبيعة التجربة تقتضي استخدام العلف كجزء من العليقة.

يمكن أيضاً استخدام الطرائق المخبرية لتقدير معامل الهضم كطريقة الكرش الصناعي أو طريقة أكياس النايلون أو الطريقة الأنزيمية لهضم البروتين وسنوضح تفاصيل هذه الطرائق بالجزء العملي.

ثانياً ـ طاقة الغذاء (استقلابها ومصيرها):

تشمل عمليات الاستقلاب الحيوي للمواد الغذائية التفاعلات الكيميائية التي تتعاقب على المركبات داخل الخلية الحية، والتي يمكن إجمالها في عمليتين أساسيتين هما: التحلل أو الهدم Catabolism والبناء أو الاصطناع Anabolism.

ويرافق عمليتي الهدم والبناء إنتاج أو استهلاك الطاقة وظهور فضلات تتعرض بدورها لتحولات كيميائية تنتهي بإفرازها أو تحولها إلى صور أخرى، وتعد هذه العمليات جزءاً أساسياً من عمليات الاستقلاب.

بما أن تغيرات الطاقة واستقلابها في الخلايا الحية ما هي إلا أحد جوانب استقلاب المواد الغذائية ولا تنفصل عنها فلا بد من التذكير بالمحاور الأساسية لعمليات استقلاب المواد الغذائية في الجسم، فعمليات الهضم هي أولى عمليات الاستقلاب، حيث تتحلل الكربوهيدرات في قناة هضم ذوات المعدة البسيطة إلى سكريات أحادية أهمها الغلوكوز وكميات قليلة من الفركتوز والغلاكتوز، وتصل جميعها إلى الكبد عن طريق الدم، بينما ينتج من تحلل الكربوهيدرات في كرش الحيوانات المجترة أحماض عضوية أهمها الخل والبروبيونيك والبيوتريك مع كميات محدودة من الأحماض الطيارة والسلاسل المتفرعة.

عند مرور حمض البيوتريك عبر جدار الكرش يتحول إلى حمض بيتاهيدروكسي بيوتريك (BHBA) وينتقل من الدم إلى الكبد على هذا الشكل مع حمض الخل وحمض البروبيونيك، ومن الكبد ينتقل حمض الخل و BHBA إلى أنسجة الجسم حيث

يستخدمان كمصدر للطاقة أو للأحماض الدهنية، أما حمض البروبيونيك فإنه يتحول في الكبد إلى غلوكوز ويتوزع مع الدم شأنه شأن الغلوكوز الناتج من المصادر الغذائية الأخرى، ويستخدم جزء الغلوكوز لبناء الغلايكوجين أو يتحول إلى ألفاغليسيروفوسفات Glycerophsphat الذي يستخدم في تصنيع الغليسريدات الثلاثية، والباقي من الغلوكوز يحمله الدم إلى الأنسجة ليستخدم كمصدر للطاقة أو لبناء الغلايكوجين أو كمصدر لمرافقات الأنزيمات اللازمة لعمليات تصنيع الأحماض الدهنية.

تحلل البروتينات إلى أحماض أمينية تمتص عبر الأغشية المعوية وتصل مع الدم إلى الكبد ثم أنسجة الجسم حيث تستخدم شأنها شأن الأحماض الناتجة من هدم بروتينات الجسم في البروتينات أو المركبات الآزوتية الحيوية اللازمة للجسم، والزيادة من الأحماض الأمينية تتحلل في الكبد إلى أحماض كيتونية أمونيا، وتستخدم الأحماض الكيتونية إما لبناء أحماض أمينية جديدة أو كمصدر للطاقة، بينما تتحول الآمونيا إلى يوريا يخرج معظمها مع البول وجزء بسيط منها يفرز مع اللعاب، وقد يستخدم جزء بسيط من الآمونيا في عمليات النشدرة داخل الجسم.

تصل معظم نواتج هضم الدهون إلى الدم عبر الجهاز اللمفاوي، ويمكن أن ينتج من تحلل كميات بسيطة من الغليسريدات الثلاثية في قناة الهضم أحماضاً دهنية (ذات وزن جزيئي قليل) وغليسيرول تمتص مباشرة إلى الدم، وفي الكبد تنفصل الغليسريدات الثلاثية وتحلل إلى أحماض دهنية وغليسرول، وهذه تنتقل عبر الأنسجة لتستخدم إما في بناء غليسريدات ثلاثية أو أحماض دهنية أو كمصدر للطاقة.

- مصير الطاقة وطرائق تقديرها:

يحصل الحيوان على الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية التي تحدث في الأنسجة من المواد العضوية التي يتغذى عليها، فإذا كانت كمية الغذاء ومحتواها من الطاقة محدودة وغير كافية لجميع العمليات الحيوية، فإن الجسم يستخدم هذه الطاقة وفق أولويات تحددها درجة ضرورة وأهمية العملية الحيوية، فتستخدم أولاً للعمليات التي لا غنى عنها لحفظ الحياة مثل حفظ حرارة الجسم وعمل العضلات غير الإرادية وتكوين بعض المركبات الحيوية الضرورية لعمليات الاستقلاب وغيرها من العمليات التي لا تنتظم الحياة

بدونها.

أما إذا أعطي الحيوان كمية كافية من الغذاء فإن الطاقة الناتجة عن هذا الغذاء تستخدم أولاً لأغراض الصيانة وحفظ الحياة، وما يزيد منها يستخدم لأغراض الإنتاج المختلفة بحسب حالة الحيوان الفيزيولوجية أو الإنتاجية، فالحيوانات النامية تخزن الطاقة الزائدة عن احتياجاتها الحافظة على شكل بروتين في الأعضاء النامية أو تحولها إلى طاقة في مكونات الحليب، وهكذا فإن الطاقة الزائدة يتم بناؤها في إنتاج الحيوان وحسب نوع هذا الإنتاج.

يحصل الحيوان الجائع على الطاقة اللازمة للصيانة أو حفظ الحياة عن طريق هدم الاحتياطي المخزن في الجسم، ويستخدم لهذا الغرض الغيلايكوجين أولاً ثم الدهن ثم البروتين، ومقدار الطاقة الناتجة عن عمليات الهدم من الجسم في هذه الحالة يكون مساوياً لمقدار الطاقة التي يحتاجها الحيوان للأغراض الحيوية الضرورية التي لا يستغني عنها الجسم، وتستخدم هذه الحالة عند تقدير كمية الطاقة التي يحتاجها الحيوان لحفظ الحياة، فطاقة الغذاء إما أن تستخدم في الجسم مباشرة أو تخزن في إحدى صور التخزين بحيث يمكن إعادة استخدامها عند الحاجة إليها، فإذا أعطي حيوان نامٍ عليقة كاملة في قيمتها الغذائية فإنه يبني في جسمه البروتين وما يزيد من طاقة العليقة يخزن على شكل دهن، أما إذا أعطي عليقة كافية لسد حاجته من البروتين ولكنها لا تفي بحاجته من الطاقة لحفظ الحياة فإنه يستخدم البروتين لسد حاجته من الطاقة أولاً ثم يبني بروتين الجسم إذا بقي زيادة من بروتين العليقة.

لا يستفيد الحيوان من كامل الطاقة المخزونة في مكونات المادة الغذائية، ولمعرفة مقدار ما يمكن أن يستفيد الحيوان من طاقة الغذاء، لا بد من تتبع مصير الطاقة ومراحل استقلابها في الجسم للحكم على كفاءة الأغذية في إمداد الجسم بالطاقة اللازمة، وقبل البدء بدراسة مصير الطاقة في الجسم نبين فيما يلي الوحدات المستخدمة في قياس الطاقة في تغذية الحيوان:

١ـ السعر الحراري أو الكالوري Calory (Cal): ويساوي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة(1)غ ماء درجة مئوية واحدة.

٢ـ السعر الكبير أو الكيلو كالوري (Kcal): ويساوي 1000 كالوري.
٣ـ الميغاكالوري (Mcal): ويساوي 1000 Kcal.
٤ـ الثيرم Therm ويساوي 1000 Mcal.
٥ـ الجول Joule(J), والكيلو جول (KJ), والميغاجول ([MJ).

والجول وحدة قياس الطاقة الحركية، ويساوي كمية الطاقة اللازمة لتحريك نقطة تقع عليها قوة قدرها واحد نيوتن(n) مسافة متر واحد، وقد شاع استخدام هذه الوحدة في حسابات الطاقة في تغذية الحيوان في العديد من دول العالم. وكل (1)كالوري يساوي 4.184 جول.

- **الطاقة الكلية (GE)Gross Energy**:

وتسمى أيضاً حرارة الاحتراق (heat of combustion)ويقصد بها كمية الطاقة الناتجة من الاحتراق التام (أكسدة) للمادة الغذائية مقدرة بالوحدات الحرارية، وتقدر الطاقة الكلية باستخدام جهاز المسعر الحراري (Calorimeter Bomb) المجهز بحجرة انفجار يتم فيها حرق عينة من المادة المختبرة وقياس كمية الحرارة المنطلقة نتيجة احتراقها بشكل كامل، ويمكن حساب قيم الطاقة الكلية للأعلاف بشكل تقريبي من التركيب الكيميائي للعلف في حالة عدم توفر المسعر الحراري وذلك باستخدام متوسطات قيم الطاقة للمكونات العضوية للمادة العلفية (الكربوهيدرات، الدهون، البروتينات).

- **الطاقة المهضومة (DE) :Digestible Energy**

وهي المتبقي في الجسم من الطاقة الكلية بعد طرح الطاقة المطروحة مع الروث، ويجري تقديرها من تجارب الهضم التقليدية، والطاقة المهضومة هي الجزء الذي يمكن أن يستفيد منه الحيوان والذي تمثل الطاقة المحمولة في المواد الغذائية المهضوم كلها.

تتأثر نسبة الطاقة المطروحة مع الروث بعوامل كثيرة بعضها يتعلق بنوعية العلف والآخر يتعلق بالحيوان نفسه، فعند الحيوانات الرضيعة التي تتغذى على الحليب يمكن ألا تتعدى نسبة فقد الطاقة مع الروث 10% من الطاقة الكلية، بينما تزيد هذه النسبة عند استخدام بعض الأعلاف الخشنة ذات القيمة الغذائية المنخفضة والفقيرة بالطاقة عن ٦٠%، كما أن حساب الطاقة المهضومة من تجارب الهضم العادية يعطي أرقاماً تمثل

المهضوم الظاهري وليس الحقيقي للطاقة، ولا تعد الطاقة المهضومة المحسوبة من معامل الهضم الظاهري طريقة دقيقة للتعبير عن الطاقة المهضومة للأعلاف، لأن الروث يحوي مواد حاملة للطاقة مصدرها الجسم وليس الغذاء، ومع ذلك فإنه يتم تجاوز هذا الفرق في التغذية التطبيقية وتحسب طاقة العلف المهضومة من معامل الهضم الظاهري ويهمل الجزء من الطاقة الخارج مع الروث والذي مصدره الجسم، وكمثال لحساب الطاقة المهضومة للدريس تمثل بالآتي:

استهلك عجل عليقة مكونة من 4.5 كغ دريس طاقتها الكلية 18.9 Mcal وخرج منها مع الروث 8.8 Mcal فيكون:

الطاقة المهضومة للعليقة : 18.9- 8.8 = 10.1 Mcal

الطاقة المهضومة (كيلو كالوري/غ) : 2.24 = 2.24 kcal (1000 / 1000)

ويمكن حساب معامل هضم الطاقة للدريس حيث يساوي:

$$\%53.4 = 100 \times \frac{18.9 - 8.8}{18.9}$$

وعلى الرغم من عدم كفاية الدقة في تقدير الطاقة المهضومة للعلف كطريقة لتقييم الطاقة، فهي تستخدم كأساس لحساب قيم الطاقة المستخدمة في الولايات المتحدة الأمريكية وبعض دول العالم والمعروفة باسم العناصر الغذائية المهضومة (TDN) والتي سيتم ذكرها فيما بعد.

- **الطاقة التمثيلية (ME) Metabolisable Energy**

يقصد بالطاقة التمثيلية ذلك الجزء المتبقي من الطاقة المهضومة بعد طرح طاقة البول وطاقة الغازات، وتحسب من العلاقة الآتية:

الطاقة التمثيلية = الطاقة الكلية – (طاقة الروث + طاقة البول + طاقة الغازات)

أو = الطاقة المهضومة – (طاقة البول + طاقة الغازات)

إن الطاقة المفقودة على شكل غازات تكون تقريباً على شكل غاز الميثان،وتتوقف كميتها بدرجة كبيرة على كمية العليقة ونسبة الكربوهيدرات فيها، وعند تغذية الحيوان على مستوى ثابت من العليقة ومن الكربوهيدرات يكون إنتاج غاز الميثان أقرب إلى الثبات، إن فقد الطاقة على شكل ميثان لا يحدث إلا عند الحيوانات المجترة نتيجة

التخمرات التي تحدث للمواد الكربوهيدراتية في الكرش، لذلك فإن تقدير الطاقة التمثيلية عند الحيوانات غير المجترة يتم في تجارب تمثيل غذائي شبيه بتجارب الهضم يجمع فيها الروث والبول لتقدير طاقة كل منهما.

عند الحيوانات المجترة لا بد من تقدير غاز الميثان الذي يطرح عن طريق الفم كنتيجة لعمليات التخمر في الكرش، لذلك تجرى التجربة في شروط خاصة وفي غرف معدة لذلك تعرف باسم غرف التنفس (Respiration Chamber) مزودة بأجهزة معدة لقياس الغازات.

من العوامل المهمة التي تؤثر في قيمة الطاقة التمثيلية هو مصير الأحماض الأمينية في الجسم لتأثيرها المباشر في معدل طرح الطاقة مع البول، فعند استخدام الأحماض الأمينية لبناء بروتين الجسم يقل طرح الطاقة مع البول، أما إذا استخدمت كمصدر للطاقة فإن طاقة البول تزداد نتيجة طرح فضلات هدم الأحماض الأمينية مع البول على شكل يوريا عند الثدييات أو حمض يوريك عند الطيور، وبالتالي يكون مصدر جزء من الطاقة الخارجة مع البول بروتين الجسم وليس بروتين الغذاء، لذلك يجري أحياناً تصحيح لطاقة البول على ميزان الآزوت المتعادل، على اعتبار أنه في حالة ميزان الآزوت السالب يكون جزء من طاقة البول مصدره الجسم، وفي حالة ميزان الآزوت الموجب تكون طاقة بروتين الغذاء قد خزنت في الجسم دون أن تفقد مع البول طاقة على شكل يوريا، وعليه تكون طاقة البول أقل من الواقع، أي أنه عند تصحيح طاقة البول يجب أن ترفع إذا كان ميزان الآزوت موجباً وتخفض إذا كان سالباً.

إن مقدار التصحيح الواجب إجراؤه لطاقة البول هو ٧،٤٥ كيلو كالوري للمجترات، و٨،٢٢ كيلو كالوري للدواجن مقابل كل /1/ غ من ميزان الآزوت، تضاف هذه الطاقة إلى الميزان إذا كان موجباً وتطرح إذا كان سالباً فإن كان ميزان الآزوت عند الأغنام موجباً (+10) غ يضاف إلى طاقة البول 74.5 Kcal = 7.45 × 10، وإذا كان ميزان الآزوت سالباً (10) غ يطرح من طاقة البول 74.5 Kcal = 7.45 × 10.

- **فقد الطاقة:**

يترافق هضم واستقلاب الطاقة بفقد نسبة منها على شكل حرارة إضافة إلى ما

يطرح من الجسم من إنتاج مع الفضلات كالروث والبول والغازات، فإنتاج الحرارة داخل الجسم عملية مستمرة لا تتوقف وكذلك عملية طرح هذه الحرارة من الجسم إلى المحيط الخارجي سواء مباشرة عن طريق الإشعاع أو الانتقال أو التوصيل أو بشكل غير مباشر عن طريق تبخر الماء من أسطح التبخر في الجسم، إن طاقة الغذاء التي يطرحها الجسم على شكل حرارة تسمى(HP) Heat production الإنتاج الحراري و تقسم إلى ثلاثة أقسام:

١) قسم يفقد من الجسم بعد استخدامه لإتمام عمليات حيوية ضرورية للجسم كتلك المستهلكة للتمثيل الأساسي (BM) Basal Metabolism والتي تساوي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للصيانة أو حفظ الحياة، ولا شك أن الحرارة الناتجة هنا هي جزء من الطاقة الصافية للغذاء استخدمت لأغراض مفيدة وضرورية للجسم.

٢) قسم يفقد من الجسم نتيجة قيام الحيوان بمجهود عضلي سواء كان محدوداً يمثل النشاط اليومي أوإنتاجاً كقيام الحيوان بأداء عمل محدد، وهذا القسم أيضاً الذي يسمى طاقة العمل يستهلك جزء من طاقة الغذاء الصافية وهي أيضاً طاقة مفيدة ولا يستغني عنها الجسم.

٣) قسم يفقد من الجسم بمعدلات مختلفة ومرتبطة بعوامل عديدة ولا يحقق فائدة محددة في الجسم لذلك يُعد طاقة مفقودة من الطاقة التمثيلية للغذاء، ويسمى هذا الجزء :(HI) Heat Increment أي زيادة حرارية أو علاوة حرارية حيث إنها تعني زيادة في الإنتاج الحراري داخل الجسم، وقد سميت أيضاً التأثير الديناميكي النوعي للغذاء Dynamic Of Food Specific للاعتقاد بأن هذا الجزء من الطاقة التمثيلية يفقد خلال عمليات هضم واستقلاب المواد الغذائية، ولكن الدراسات أثبتت أن أوجه استخدام هذه الطاقة وإنتاج هذا القسم من الحرارة متعدد لا يقتصر على الهضم، وهي بالنتيجة جزء مفقود من الطاقة على شكل حرارة متعدد الأسباب لذلك نسميها الحرارة المفقودة من الطاقة التمثيلية لاستخدامه في حساب الطاقة الصافية.

٤) عند أكسدة الغلوكوز وإنتاج الطاقة منه يحدث فقد من طاقته الحرة تقدر بنحو ٥٦% كما أن عمليات البناء في الجسم تستهلك طاقة تقدر عند بناء /1/ كغ بروتين

مثلاً بنحو 600 كيلو كالوري إذا كان مصدر طاقة البناء هو الغلوكوز،كما يحدث عند المجترات فقد للطاقة أثناء عمليات التخمر التي تحدثها الكائنات الحية الدقيقة في قناة الهضم، وتسمى هذه حرارة التخمر Heat Of Fermentati والتي تحسب عادة مع الحرارة المفقودة، وهي تشكل نسبة كبيرة منها عند المجترات، حيث تقدر بنحو ٥-١٠% من الطاقة الكلية للغذاء.

تتوقف كمية الحرارة المفقودة على عوامل عديدة جداً منها نوع الحيوان ونوع الغذاء أو العليقة أو العلف وحجم العليقة وغيرها، فقد وجد بلاكستر Bla×ter (1967) أن نسبة الحرارة المفقودة عند الأبقار التي تتغذى على عليقة تغطي نصف الاحتياجات الحافظة نحو ٣% من الطاقة الكلية، ولكنها ارتفعت إلى أكثر من ٢٠% عندما كانت العليقة مساوية لضعف الاحتياجات الحافظة.

إن نسبة الحرارة المفقودة عند المجترات أعلى من نسبتها عند ذوات المعدة البسيطة، كما أن التغذية الزائدة يرافقها زيادة في معدل الحرارة المفقودة، ويزيد من معدلها عند ذوات المعدة البسيطة، استخدام علائق غير متزنة بمحتواها من الأحماض الأمينية أو العناصر المعدنية مثل الفوسفور والمغنيزيوم، ويبين الجدول الآتي (٥) قيم الطاقة المفقودة من الطاقة التمثيلية لبعض مصادر الطاقة عند الأنواع الحيوانية المختلفة. (Armstrong and Bla×ter .1957).

جدول رقم (٥)

قيم الحرارة المفقودة من الطاقة التمثيلية لبعض المواد الغذائية عند بعض أنواع الحيوانات (ME Kcal،Kcal)

المادة	نوع الحيوانات		
	فئران	أغنام	أبقار
دهون	١٧	29	35
كربوهيدرات	٢٣	32	37
بروتين	٣١	54	52
عليقة مختلطة	٣	70-35	70-35

يلاحظ من بيانات الجدول أن معدلات الحرارة المفقودة من الطاقة التمثيلية تكون عند المجترات أعلى مما هي عليه عند ذوات المعدة البسيطة ومن جميع مصادر الطاقة،

كما أنها تختلف بحسب مصدر الطاقة فتكون عند جميع الحيوانات منخفضة للدهون وأعلى قليلاً للكربوهيدرات ومرتفعة للبروتينات.

الطاقة الصافية (NE) Net Energy: هي الجزء المفيد من طاقة الغذاء وباعتبار أن جزءاً من الطاقة التمثيلية لا يستفاد منه في الجسم وهو الطاقة المفقودة، فإن الطاقة الصافية تحسب من العلاقة الآتية: **الطاقة الصافية = الطاقة التمثيلية – الطاقة المفقودة**

وبتتبع مراحل فقد الطاقة المتعددة يمكن حساب الطاقة الصافية من جميع المراحل كما يبينها مخطط استقلاب الطاقة رقم (١٤)، حيث:

الطاقة الصافية = الطاقة الكلية –(طاقة الروث + طاقة البول +طاقة الغازات+الطاقة المفقودة)

تتوزع الطاقة الصافية في الجسم (أو طاقة الغذاء المفيدة) وفق أولويات تحددها عوامل عديدة أهمها كمية الطاقة المتاحة وثم حالة الحيوان والوظائف الحيوية التي يجب أن يؤديها والتي يمكن توزيعها على النحو الآتي:

١) الطاقة الحافظة أو طاقة الصيانة: وهي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحفظ حياة الحيوان والتي يُعد التمثيل الأساسي Basal Metabolism (BM) أحد طرائق تقديرها، وهي جزء أساسي من طاقة الغذاء التي تستهلك في الجسم وتفقد منه على شكل إشعاع حراري، وتشكل أحد أهم عناصر الإنتاج الحراري (HP).

٢) طاقة العمل: وهي الطاقة التي تستهلك للمجهود العضلي، وتفقد أيضا من الجسم على شكل إشعاع حراري، وتشكل أيضاً أحد عناصر الإنتاج الحراري (HP).

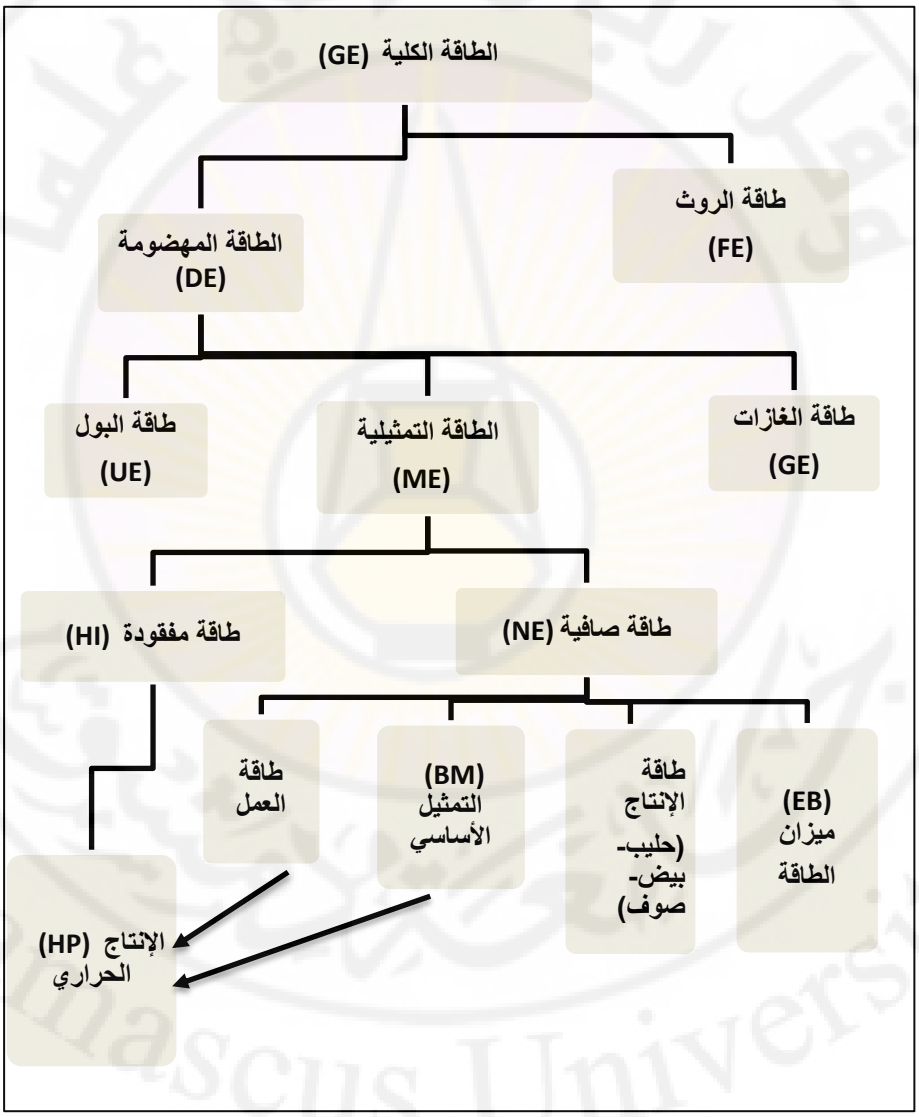
٣) ميزان الطاقة Energy Retention(E.Balance) : وهو الجزء المتبقي من طاقة الغذاء والذي يستخدم لإنتاج الحيوان،سواء أكان للنمو أو التسمين أو إنتاج الحليب أو الصوف أو البيض، ويحسب ميزان الطاقة من الطاقة الصافية أو الطاقة التمثيلية حيث: **ميزان الطاقة = الطاقة الصافية – (الطاقة الحافظة + طاقة العمل) = الطاقة التمثيلية – الإنتاج الحراري.**

أما الإنتاج الحراري (HP) الذي يشمل جميع أشكال الطاقة التي يطرحها الجسم على شكل إشعاع حراري فيحسب من العلاقات الآتية:

الإنتاج الحراري= الطاقة المفقودة + الطاقة الحافظة + طاقة العمل

= الطاقة التمثيلية – ميزان الطاقة.

ويبين المخطط (رقم ١٤) مصير الطاقة ونزعها وأوجه الفقد منها.



مخطط رقم (١٤) استقلاب الطاقة في جسم الحيوان

تقدير الإنتاج الحراري: يتضح من الجدول (٦) أنه لا بد لحساب ميزان الطاقة من

الطاقة التمثيلية من معرفة الإنتاج الحراري، وبالعكس يمكن حساب الإنتاج الحراري إذا عرفنا الطاقة التمثيلية وميزان الطاقة، ولتقدير الإنتاج الحراري تستخدم عدة طرائق أهمها: الطريقة المباشرة باستخدام الكالوريمتر والطرائق غير المباشرة مثل استخدام النسبة التنفسية أو حساب ميزان الآزوت والكربون.

- تقدير الإنتاج الحراري باستخدام الكالوريمتر (**الطريقة المباشرة**):

بما أن الحيوان لا يخزن الحرارة الناتجة في جسمه ويتخلص منها باستمرار عن طريق الإشعاع أو الاحتكاك أو النقل عن طريق سطح الجسم وسطوح التبخر، فيمكن معرفة الإنتاج الحراري إذا وضع خلال فترة محدودة في جهاز محكم العزل يسمح بقياس الحرارة المنبعثة من جسمه خلال تلك الفترة، ومثل هذا الجهاز يسمى الكالوريمتر الحيواني(Animal Calorimeter) وهو يشبه من حيث المبدأ الكالوريمتر العادي، إلا أنه يتسع للحيوان ويكون مجهزاً بأدوات حساسة ودقيقة تمكن من قياس الحرارة المنبعثة من جسم الحيوان، كما يستخدم المسعر ذي الطبقات المتدرجة الذي يقيس الحرارة أثناء مرورها خلال جدران الحجرة، ومعظم الكالوريمترات مزودة بأجهزة لضبط تبادل الغازات وقياسها، بحيث يمكن استخدامها لقياس الإنتاج الحراري بطريقة تبادل الغازات.

- تقدير الإنتاج الحراري **بالطرائق غير المباشرة**:

تستخدم الطرائق غير المباشرة في تقدير الإنتاج الحراري بسبب صعوبة توفير الأجهزة اللازمة لتقدير الإنتاج الحراري بالطريقة المباشرة وصعوبة العمل بها خاصة مع الحيوانات الكبيرة، ومن أهم الطرائق غير المباشرة التي تستخدم لهذا الغرض والتي سنتعرف عليها: طريقة تبادل الغازات وطريقة ميزان الآزوت والكربون.

طريقة تبادل الغازات:

يتم حساب النسبة التنفسية (RQ) Respiratory Quotient التي تعبر عن العلاقة بين CO_2 المطروح من الجسم و O_2 المستهلك في عمليات الأكسدة داخل الجسم، من العلاقة الآتية:

$$\text{النسبة التنفسية } RQ = \frac{\text{حجم } CO_2}{\text{حجم } O_2}$$

وتستخدم للقياسات اللازمة لحساب هذه النسبة أجهزة خاصة مختلفة بين البسيطة والمعقدة، ويُعد قناع الوجه المجهز بمقياس التنفس (Spirometer) من أبسط وسائل قياس الأوكسجين المستهلك، بينما تعد غرف التنفس أكثر الوسائل استخداماً، ويوجد منها نوعان: أحدهما مفتوح والآخر مغلق وكلاهما يسمح بقياس الغازات المستهلكة والناتجة من قبل الحيوان بدقة كافية لتقدير النسبة التنفسية، ويختلف حجم O_2 المستهلك وحجم CO_2 الناتج باختلاف نوع المادة التي تتم أكسدتها داخل الجسم، ففي حالة أكسدة المواد الكربوهيدراتية والتي تحتوي الهيدروجين والأوكسجين بنسبة ٢: ١ وجد أن ذرات الهيدروجين فيها لا تستهلك أوكسجين لأكسدتها بل يستخدم الأوكسجين فقط لأكسدة ذرات الكربون الموجودة في الجزيء، وعلى ذلك فإن كل جزيء من الأكسجين مستهلك في عملية التنفس ثم الأكسدة يقابله جزء من ثاني أكسيد الكربون ينتج من الأكسدة ويخرج مع الزفير، ولذلك فإن النسبة التنفسية عند أكسدة المواد الكربوهيدراتية = ١ كما يتضح من المعادلة الآتية والتي تبين أكسدة سكر الغلوكوز:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 673Kcal$$

وتكون النسبة التنفسية $= \frac{6CO_2}{6O_2}$

فإذا كانت قيمة الطاقة التي تنتج من أكسدة السكر في المعادلة السابقة تساوي /673/كيلو كالوري، ويمكننا حساب كمية الطاقة التي تنتج في الجسم من استخدام (1)ليتر من الأوكسجين لأكسدة الكربوهيدرات حيث تساوي :

$$\frac{673}{22.4 \times 6} = 5.007 \text{ كيلو كالوري}$$

وبنفس الطريقة يمكن حساب كمية الطاقة الناتجة من الجسم مقابل إخراج (1) ليتر من CO_2مع الزفير، وهي تساوي أيضاً نفس الكمية (5.007 كيلو كالوري)، وكمتوسط للمواد الكربوهيدراتية تعد كمية الإنتاج الحراري التي تقابل (١) ليتر من CO_2 الخارج مع الزفير والناتج من الأكسدة و(1) ليتر أوكسجين مستخدم في عملية الأكسدة هي 5.047 كيلو كالوري.

أما في حالة أكسدة الدهون فإن حجم الأوكسجين المستهلك يكون أكبر مقارنة مع الكربوهيدرات وذلك لأن الدهون لا تحتوي على الأوكسجين الكافي لأكسدة جميع ذرات الهيدروجين في الدهن، لذلك يستهلك عند أكسدة الدهون كمية من الأوكسجين أكبر من كمية CO_2 الناتجة مما يسبب انخفاض النسبة التنفسية، ويتضح ذلك من المعادلة الآتية التي تبين أكسدة دهن التراي بالمبتين:

$$C_3H_5(OOC-C_{15}H_{31})_3 + 72.5O_2 \rightarrow 51CO_2 + 49H_2O + 7657K.cal$$

وتكون النسبة التنفسية في حالة الدهون:

$$\frac{51CO_2}{72.5\ O_2} = 0.703$$

وكل ليتر O_2 مستخدم في أكسدة الدهون يقابله إنتاج حراري مقداره:

$$\frac{7567}{22.4 \times 72.5} = 4.715$$ كيلو كالوري

وكل ليتر ثاني أوكسيد كربون ناتج يقابله إنتاج حراري مقداره:

$$\frac{7657}{22.4 \times 51} = 6.702$$ كيلو كالوري

وكمتوسط للمواد الدهنية تعد كمية الإنتاج الحراري التي تقابل (1) ليتر أوكسجين 4.686 كيلو كالوري والنسبة التنفسية 0.707(تقرب إلى 0.7).

أما في حال أكسدة البروتين فإنه من الصعب تقدير الإنتاج الحراري باستخدام النسبة التنفسية، ويرجع ذلك إلى أن نواتج حرق البروتين في المسعر الحراري هي ثاني أوكسيد الكربون وأكاسيد الآزوت والكبريت والفوسفور والطاقة. بينما ينتج من تمثيل البروتين من الجسم كبريتات وفوسفات ويوريا التي تخرج مع البول محملة بكمية من الطاقة. لذلك لا يمكن تقدير الإنتاج الحراري الناتج عن تمثيل البروتين من معادلات حسابية كما في حالة الكربوهيدرات والدهون.

وحسب روبنز كمية الإنتاج الحراري التي تنتج من تمثيل البروتين في الجسم، بأن قدر الإنتاج الحراري في حالة أكسدة البروتين فقط ونسب تقديراته إلى كمية الآزوت الخارج مع البول، وفيما يلي متوسط هذه التقديرات التي يمكن استخدامها عند حساب الإنتاج

الحراري من البروتين:

كل (1) غ آزوت خارج مع البول يقابله 6.25 غ بروتين تم تمثيله.

كل(1) غ آزوت خارج مع البول يقابله 26.51 كيلوكالوري إنتاج حراري من البروتين.

كل(1) غ آزوت خارج مع البول يقابله 5.94ليتر أوكسجين يستخدم في تمثيل البروتين.

كل (1) غ آزوت خارج مع البول يقابله 4.76 ليتر أوكسجين ناتج عن تمثيل البروتين.

وفي حالة أكسدة البروتين وحده داخل الأنسجة فإن النسبة التنفسية تقدر بنحو 0.81، ونظراً لأن الحيوان يستخدم الأكسجين في أكسدة الدهون والكربوهيدرات والبروتين في نفس الوقت فإنه لا بد من حساب الانتاج الحراري من كل من المركبات السابقة من معرفة حجم الأكسجين المستخدم في أكسدة كل من المواد الثلاث،مع العلم أن النسبة التنفسية ستتأرجح بين(1و0.707)، فتقترب من(1) كلما زادت نسبة استخدام الأوكسجين المستخدمة في أكسدة الكربوهيدرات وتنخفض باتجاه (0.707) كلما زادت نسبة الأكسجين المستهلك في أكسدة الدهون ولحساب الإنتاج الحراري باستخدام النسبة التنفسية نتبع الخطوات الآتية:

١. يحسب من التجربة حجم (CO_2)، وحجم O_2، و وزن (N) البول.

٢. يحسب الإنتاج الحراري من البروتين (N البول × 26.51 كيلو كالوري).

٣. يحسب حجم O_2 المستخدم في أكسدة البروتين (N البول × 5.94 ليتر).

٤. يحسب حجم CO_2 الناتج من أكسدة البروتين (Nالبول × 4.76 ليتر).

٥. يحسب حجم O_2 المستخدم في أكسدة الدهون والكربوهيدرات:

= O_2 المستخدم في التجربة – O_2 المستخدم في أكسدة البروتين (خطوة 3)

٦. يحسب حجم CO_2 الناتج من أكسدة الدهون والكربوهيدرات:

= CO_2 الناتج من التجربة – CO_2 الناتج من أكسدة البروتين (خطوة 4)

وتحسب النسبة التنفسية للدهون والكربوهيدرات : $\frac{CO_2 \text{ (٥ الخطوة)}}{O_2 \text{ (٦ الخطوة)}}$

بعد ذلك يجب معرفة حجم O_2 المستخدم لكل من الدهون والكربوهيدرات حتى

يمكن حساب الإنتاج الحراري من كل منهما على أساس أن كل ليتر O_2 مستخدم لأكسدة الكربوهيدرات يقابله إنتاج حراري مقداره /5.047/ كيلو كالوري وكل ليتر (O_2) مستخدم لأكسدة الدهون يقابله إنتاج حراري قدره /4.686/ كيلو كالوري.

وباعتبار أن النسبة التنفسية تتراوح بين /0.707/ أي (١٠٠% O_2 استخدمت لأكسدة الدهون)، و /1/ أي (١٠٠% O_2 استخدمت لأكسدة الكربوهيدرات)، وأن المدى بين النسبتين = 1 - 0.707 = 0.239، وهذه القيمة تمثل ١٠٠ % من اتجاه استخدام الأكسجين بين الكربوهيدرات والدهون، فإذا ارتفعت النسبة التنفسية عن 0.707 بمقدار 0.15 تكون نسبة الأكسجين المستخدم في أكسدة الكربوهيدرات والمسؤولة عن رفع هذه النسبة:

$$\frac{0.15}{0.239} \times 100 = 51.19\%$$

أي أنه يمكن حساب نسبة O_2 المستخدم في أكسدة الكربوهيدرات على النحو الآتي:

$$O_2\ \%\ \text{المستخدم للكربوهيدرات} = \frac{\text{النسبة الفعلية} - 0.707}{0.293} \times 100$$

وبطريقة عكسية تماماً يمكن حساب نسبة O_2 المستخدم في أكسدة الدهون أي باستخدام معدل انخفاض النسبة التنفسية عن /١/:

$$O_2\ \%\ \text{المستخدم في أكسدة الدهون} = \frac{1 - \text{النسبة الفعلية}}{0.293} \times 100$$

ويمكن استخدام بيانات الجدول رقم (٦) لحساب الإنتاج الحراري ونسبة O_2 المستخدم في أكسدة الكربوهيدرات والدهون من النسبة التنفسية المحسوبة بعد خصم ما يتعلق بالبروتين من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

مثال توضيحي: من نتائج تجربة تقدير الإنتاج الحراري عند الأغنام توفرت البيانات الآتية: حجم الأكسجين المستهلك = 122 ليتر، وحجم ثاني أكسيد الكربون = 97 ليتراً، وزن N البول = 5.6 غ.

خطوات حساب الإنتاج الحراري:

1) حساب البروتين :

- وزن البروتين المؤكسد = 5.6 × 6.25 = 35 غ.
- حجم الأكسجين المستخدم للبروتين = 5.6 × 5.94 = 33.3 ليتر.
- حجم CO_2 الناتج من أكسدة البروتين = 5.6 × 4.76 = 26.6 ليتر.
- الإنتاج الحراري من البروتين = 5.6 × 26.51 = 148.4 Kcal.

2) حساب الدهون والكربوهيدرات:

حجم O_2 المستخدم للدهن والكربوهيدرات = 122 – 33.3 = 88.7 ليتر.

حجم CO_2 الناتج من الدهن والكربوهيدرات = 97 – 26.6 = 70.4 ليتر.

النسبة التنفسية للدهن والكربوهيدرات: $= \frac{70.4}{88.7} = 0.79$

نسبة O_2 المستخدم للكربوهيدرات: $= \frac{0.707-0.79}{0.293} \times 100 = \%28.3$

حجم O_2 المستخدم للكربوهيدرات: $= \frac{28.3 \times 88.7}{100} = 25.1$ ليتر

حجم O_2 المستخدم للدهون = 88.7 – 25.1 = 63.6 ليتر.

الإنتاج الحراري من الكربوهيدرات = 25.1 × 5.047 = 126.7 كيلو كالوري.

الإنتاج الحراري من الدهون = 63.3 × 4.686 = 298 كيلو كالوري.

3- الإنتاج الحراري الكلي:

298 + 126.7 + 148.4 = 573.1 كيلو كالوري.

ويمكن اختصار خطوات الحساب هذه بالرجوع إلى الجدول (٦) حيث يكفي معرفة النسبة التنفسية الخاصة بالدهن والكربوهيدرات بعد اقتطاع الغازات الخاصة بالبروتين، ومن هذه النسبة يمكن باستخدام بيانات الجدول تحديد الطاقة التي تقابل كل ليتر أكسجين لهذه النسبة، فإذا كانت النسبة التنفسية = 0.9 وحجم O_2 المستهلك للدهون والكربوهيدرات = 300 ليتر فيكون:

الإنتاج الحراري = 300 + 4.924 = 1477.2 كيلو كالوري، منها 67.5 % من الكربوهيدرات، و٣٢,٥% من الدهون.

جدول رقم (٦) تقدير الإنتاج الحراري من الدهون والكربوهيدرات اعتماداً على النسبة التنفسية.

RQ للدهون والكربوهيدرات	الإنتاج الحراري Kcal/ليتر O2	O2%		الإنتاج الحراري %	
		للدهن	للكربوهيدرا ت	للدهن	للكربوهيدرا ت
0.72	4.702	95.60	4.4	95.60	4.80
0.74	4.727	88.70	11.3	88.00	12.00
0.76	4.752	81.90	18.1	80.80	19.20
0.78	4.776	75.10	٢٤,٩	73.70	26.30
0.80	4.801	68.30	٣١,٣	66.60	33.40
0.82	4.776	61.40	٣٨,٦	59.70	40.30
0.84	4.801	54.60	٤٥,٤	52.80	47.20
0.86	4.825	47.80	٥٢,٢	45.90	54.10
0.88	4.850	41.00	٥٩	39.20	60.80
0.90	4.875	34.10	٦٥,٩	32.50	67.50
0.92	4.900	27.30	٧٢,٧	25.90	74.10
0.94	4.924	20.50	٧٩,٥	19.30	80.70
0.96	4.948	13.70	٨٦,٣	12.80	87.20
0.98	4.973	6.80	٩٣,٢	6.40	93.60

تقدير الإنتاج الحراري باستخدام ميزاني الآزوت والكربون:

عند دراسة ميزان الآزوت يمكن تقدير وزن البروتين الذي يمكن أن يبنيه أو يهدمه الحيوان من الحالة التي يكون عليها ميزان الآزوت، كما يمكن تقدير وزن الدهن الذي يبنيه أو يهدمه الحيوان بمعرفة ميزان الكربون إلى جانب ميزان الآزوت.

وبما أن الطاقة تخزن في الجسم على شكل بروتين ودهن بشكل رئيسي ولا تخزن على شكل كربوهيدرات إلا بكميات قليلة جداً، فإن معرفة وزن البروتين المبني أو المهدوم ووزن الدهن المبني أو المهدوم من ميزان الكربون وميزان الآزوت تمكننا من معرفة ميزان الطاقة الذي يستخدم في حساب الإنتاج الحراري من الطاقة التمثيلية والتي يجري أيضا تقديرها مع تقدير ميزان الكربون.

فلحساب وزن البروتين المبني أو المهدوم لابد من حساب ميزان الآزوت (راجع ميزان

الآزوت) ومنه يقدر البروتين على أساس أن بروتين اللحم الجاف الخالي من الرماد يحوي ١٦% آزوت و ٥٢,٥ % كربون، ولحساب وزن الدهن المبني أو المهدوم لابد من حساب ميزان الكربون الذي يمثل وزن كربون الغذاء المحتجز في الجسم،وهذا يساوي الفرق بين الكربون الداخل إلى الجسم والكربون الخارج منه، فمصدر الكربون الوحيد هو الغذاء،ويفقد من الجسم مع الروث والبول وغاز ثاني أكسيد الكربون الذي يطرح مع الزفير وكذلك غاز الميثان الذي تطرحه الحيوانات المجترة.

ولحساب ميزان الكربون لابد من إجراء تجربة يحسب فيها استهلاك الحيوان من الكربون، ووزن الكربون الخارج مع الروث والبول وكذلك الغازات، لذا تجرى هذه التجارب في غرف التنفس المزودة بالأجهزة اللازمة لقياس حجوم الغازات المطروحة من الجسم، وبمعرفة ميزان الكربون (وزن كربون الغذاء المحتجز في الجسم) يمكن حساب وزن البروتين المبني وحساب الدهن المبني أو المهدوم على أساس أن الدهن يحوي 74.6 % كربون.

إن الكربون المتبقي في الجسم سيستخدم في بناء البروتين أو الدهن أو كليهما، ويمكن من نتائج حساب ميزان الآزوت تحديد إذا كان الكربون قد استخدم في بناء البروتين أو لم يستخدم، فإذا كان ميزان الآزوت موجب دل ذلك على أن هناك بناء للبروتين في الجسم ولاشك بأن بناء هذا البروتين استهلك من الكربون المتبقي في الجسم، أما إذا كان ميزان الآزوت سالباً فيكون قد حدث هدم للبروتين في الجسم وينتج عن هدم البروتين كربون يجب أن يضاف إلى ميزان الكربون.

ونلخص فيما يأتي خطوات حساب ميزان الطاقة والإنتاج الحراري من ميزان الآزوت وميزان الكربون:

- يحسب الداخل للجسم مع الغذاء من آزوت وكربون وطاقة.
- يحسب الخارج مع الروث والبول من الآزوت والكربون والطاقة.
- يحسب باستخدام غرف التنفس الكربون المطروح مع ثاني أكسيد الكربون والميثان وتحسب طاقة الميثان.

- يحسب ميزان الآزوت وميزان الكربون من الفرق بين الداخل مع الغذاء ومجموع الخارج من الجسم من كل منهما.
- تحسب الطاقة التمثيلية من الفرق بين طاقة الغذاء الكلية ومجموع الطاقة المطروحة مع الروث والبول والميثان، حيث تسمح أجهزة غرف التنفس بمعرفة وزن الميثان الناتج.
- يحسب من ميزان الآزوت وزن البروتين المبني أو المهدوم وكربون البروتين وطاقة البروتين (البروتين يحوي 16% آزوت و 52.5 % كربون وكل 1 غ بروتين مبني يحوي ٥,٣٢ كيلو كالوري طاقة صافية).
- يحسب من ميزان الكربون وزن الدهن المبني أو المهدوم (الدهن يحوي 74.6% كربون وكل 1 غ دهن مبني يحوي 9.37 كيلو كالوري طاقة صافية).

وفيما يأتي مثال لحساب الإنتاج الحراري من بيانات تجربة أجريت على العجول كانت نتائجها على الشكل الآتي:

جدول رقم (٧) مثال لحساب الانتاج الحراري

البيان	آزوت (غ)	كربون(غ)	طاقة (Mcal)
الاستهلاك اليومي	٨١,٢	١٩٩٠,٨	١٩,٩٢١
المطروح من الجسم:			
مع الروث	٣٠,٤	٨١٥,٣	٧,٩٧٢
مع البول	٤٠,٥	١٠٥,٦	١,٣٤٩
مع الميثان	–	٥٣٠,٣	٠,٨٧٥
مع CO_2	–	٧٧٣,٤	–
الميزان	+ ١٠,٣	+ ٢٤٣,٢	–
الطاقة التمثيلية	–	–	٩,٧٢٥

وبما أن ميزان الآزوت موجب فإن الحيوان يبني بروتيناً في جسمه:

- وزن البروتين المبني = 10.3 × 6.25 = 64.4 غ.

- وزن الكربون المستهلك في بناء البروتين:

$$= \frac{52.5 \times 64.4}{100} = 33.8 \text{ غ}$$

- وزن الكربون المتبقي لبناء الدهن = 243.2 – 33.8 = 209.4 غ.

وبما أن ميزان كربون الدهن موجب فإن الحيوان يبني دهناً:

فإن وزن الدهن المبني $= \frac{100 \times 209.6}{74.6} = 280.6$ غ

وبما أن الحيوان يخزن الطاقة في البروتين والدهن:

الطاقة المخزونة في البروتين المبني = 64.4 × 5.8 = 373.52 Kcal طاقة صافية.

الطاقة المخزونة في الدهن المبني = 280.6×9.4 = 2637.6 Kcal طاقة صافية.

وبفرض أن الحيوان لا يبني كربوهيدرات فإن:

ميزان الطاقة = الطاقة المخزونة في البروتين + الطاقة المخزونة في الدهن =

373.52+ 2637.6 =3011.16 كيلو كالوري = 3.011 Mcal

الإنتاج الحراري = الطاقة التمثيلية– ميزان الطاقة = ٩,٤–٣,٠١١ = ٦,٣٨٩ Mcal

يحدث أن تكون نتائج الحساب الأولي لميزان الكربون موجبة ولميزان الآزوت موجبة، ولكن يتبين بالحساب النهائي أن الحيوان يهدم الدهن ويبني البروتين، وذلك يعني أن بناء البروتين استهلك من الكربون أكثر من الكمية التي ظهرت في الحساب الأولي.

وبالعكس عندما يكون كلا الميزانين في الحساب الأولي سالبين فيمكن في هذه الحالة للحيوان أن يبني دهنا ولكنه بالتأكيد يهدم البروتين، حيث تكون كمية الكربون المنفردة من هدم البروتين أكبر من كمية الكربون السالب التي ظهرت في الحساب الأولي، فعوضت من هدم البروتين واستخدام الفائض من هدم البروتين في بناء الدهن.

وهكذا حالات البناء والهدم للدهن لا يمكن قراءتها من حسابات ميزان الكربون الأولية، ولابد من حساب المبني أو المهدوم من البروتين أولاً ثم حساب ما آل إليه ميزان

الكربون المتبقي بعد ذلك فيمكن أن يهدم الحيوان، مع أن الحساب الأولي لميزان الكربون موجب، ويحدث ذلك إذا كان ميزان الآزوت موجب ويستهلك لبناء البروتين أكثر مما أظهره ميزان الكربون وعليه فإن الحيوان يكون قد استخدم كل الكربون في بناء البروتين واحتاج لكمية إضافية لبناء البروتين ولا شك أنه حصل عليها من هدم الدهن، كما يمكن أن يبني الحيوان دهناً مع أن الحساب الظاهري لميزان الكربون سالب، ولا يحدث ذلك إلا إذا كان ميزان الآزوت سالباً أي أن الحيوان يهدم بروتين ينفرد منه الكربون الذي إذا كانت كمية أكبر من كمية ميزان الكربون السالب فإن ميزان الكربون يتحول إلى موجب ويبني الحيوان دهناً على حساب هدم البروتين فبالنظر إلى ميزان الآزوت يمكن الحكم مباشرة على حالة بناء أو هدم البروتين، فإذا كان موجباً يعني بناء البروتين وإذا كان سالباً كان هناك هدم للبروتين وإذا كان متعادلاً فلا بناء ولا هدم، أما حالة بناء الدهن أو هدمه فتتوقف على ما يستخدم من كربون لبناء البروتين أو ما ينفرد من هدم البروتين من الكربون.

تقدير المقننات الغذائية للدواجن:

دراسة احتياجات الدواجن من المكونات الغذائية من الطاقة (كربوهيدرات دهون) والبروتين الخام والمعادن والفيتامينات اللازمة لحفظ حياتها وإنتاجها، وبحيث تكون هذه المقننات المدروسة تفي باحتياجات الدواجن على أتم وجه وتحقق الغرض المطلوب منها.

عند تحديد هذه المقننات لابد من توفيرها ضمن خلائط علفية اقتصادية تمد الدواجن بما تحتاجه من الطاقة والبروتين والمعادن والفيتامينات لتعطي أقصى نمو أو إنتاج بيض وبالتالي تضمن للمربي الربح والوفير.

تقدير احتياجات الدواجن من الطاقة الحرارية:

تحتاج الدواجن للطاقة الحرارية للحفاظ على حياتها بالدرجة الأولى ولضمان إنتاج جيد لها، فبالنسبة لحفظ حياتها تحتاج الدواجن للطاقة الحرارية لتدفئة جسمها والمحافظة على درجة حرارة جسمها، وللقيام بجميع العمليات الفيزيولوجية المختلفة داخل جسمها

على أحسن وجه علاوة على احتياجاتها للطاقة لضمان إنتاج جيد سواء كان للنمو أم لإنتاج البيض.

أجريت تجارب كثيرة لتقدير احتياجات الدواجن من الطاقة الحرارية لحفظ الحياة وللإنتاج، وكانت محصلة هذه التجارب أن الصيصان الصغيرة النامية بعمر يوم فأكثر تحتاج من الطاقة الحرارية الاستقلابية (ME) لحفظ حياتها للقيام بالأعمال الحيوية المختلفة داخل جسمها ولحفظ درجة حرارة جسمها بين ٠,٢ – ٠,٢٥ كيلو كالوري لكل واحد غرام من وزن الصوص الحي، أما بالنسبة للنمو فلقد وجد أن الطاقة الحرارية الاستقلابية التي يحتاجها الصوص لتكوين /١/غ نمواً في جسمه يحتاج إلى ١,٥– ٣ كيلو كالوري وهذا التراوح يتوقف على نسبة الدهن والبروتين المتكون في النمو الحاصل في الصوص.

وبالنسبة للدجاج البياض تام النمو فلقد وجد أن الطاقة الحرارية الاستقلابية التي تلزم لحفظ حياته ولإنتاجه تتوقف على عوامل عديدة منها الطقس والإنتاج وطريقة الرعاية ...إلخ، كلها عوامل تلعب دوراً كبيراً في تحديد هذه الاحتياجات.

ولقد دلت التجارب العديدة التي أجريت لتحديد احتياجات الدجاج البياض من الطاقة الحرارية الصافية لحفظ حياته وتوصل العلماء إلى المعادلة الآتية التي تحسب ما تحتاجه الدواجن التامة النمو من الطاقة الصافية لحفظ حياتها يومياً:

الطاقة الصافية مقدرة بالكيلو كالوري = ٨٣ × (وزن الدجاجة بال كغ)

أي إذا كان وزن الدجاجة ١,٧٥ كغ فإنها ستحتاج إلى الطاقة الحرارية الصافية عند تطبيق المعادلة إلى ١٢٦ كيلو كالوري وبما أن الحرارة الصافية تعادل ٨٧% من قيمة الطاقة الحرارية الاستقلابية، فإن ما تحتاجه الدجاجة من الطاقة الاستقلابية يوميا يقدر بـ ١٥٤ كيلو كالوري ولأن الدجاج كثير الحركة والنشاط يحتاج إلى طاقة حرارية استقلابية زيادة عما حسب بـ ٣٧-٥٠% من أصل الطاقة المحسوبة وهذه تساوي ٣٧ كيلو كالوري، أي الدجاجة التي وزنها١,٧٥كغ تحتاج إلى ٢١ كيلوكالوري لحفظ حياتها يومياً.

أما بالنسبة للإنتاج فإن البيضة الكبيرة تحتوي على ٨٦ كيلو كالوري تكون

احتياجات الدجاجة البياضة(١,٧٥كغ) يومياً من الطاقة الاستقلابية الحرارية لحفظ حياتها ولإنتاج البيض ٢٩٧ كيلو كالوري في الجو المعتدل درجة حرارته٢١م، وذلك وفقاً للمعادلات الآتية:

– الطاقة اللازمة لحفظ الحياة (طير\يوم**Kcal**) = $\frac{\text{وزن الدجاجة} \times 83}{0.82}$

– الطاقة اللازمة للنشاط والحركة (طير\يوم**Kcal**) = $\frac{\text{طاقة حفظ الحياة} \times 50}{100}$

– الطاقة اللازمة للنمو (طير\يوم**Kcal**) = معدل النمو اليومي × احتياج ١ غ نمو من الطاقة.

– وللدجاج البياض يضاف:

الطاقة اللازمة لإنتاج البيض (طير\يوم**Kcal**) = 86 × معدل إنتاج البيض.

– **تقدير احتياجات الدواجن من البروتين الخام:**

يطلق اصطلاح البروتين الخام على المركبات الآزوتية الموجودة في المادة العلفية. وتحدد الاحتياجات البروتينية اللازمة للدواجن على أساس ما يحتويه العلف الجاهز المتزن من بروتين خام مع الأخذ في الحسبان القيمة الحيوية له،ومقدار ما يتوافر من الأحماض الأمينية الضرورية وغير الضرورية لمد جسم الدواجن بما تحتاجه من هذه الأحماض لبناء جسمها ونموها ولإنتاج البيض بشكل اقتصادية.

ـ **أسس حساب الاحتياجات اليومية للدواجن من البروتين الخام:** أثبتت كثير من الأبحاث على أن نحو ٥٥% من البروتين الخام الموجود في الغذاء أو العلف الجاهز المتزن يستفيد منه الدواجن ويمتصه في جسمه، والبروتين الممثل في جسم الدواجن يستخدم لتأمين نمو الأنسجة يومياً وتكوين الريش ولتعويض ما يهدم من البروتين الخام للقيام بالعمليات الحيوية المختلفة المستمرة في جسمها، إلا أنه عند مقارنة ما يمثل من البروتين الخام الموجود في الغذاء المتزن المقدم لصيصان نامية نرى أن الاستفادة تقدر بـ٧٠% من مجموع البروتين الخام المستهلك من الصوص في حين في الصيصان أحادية الغرض (صيصان إنتاج بيض المائدة) تقدر نسبة الاستفادة بـ ٥٥% من البروتين الخام.

a. حساب الاحتياجات اليومية من البروتين الخام لصيصان التربية (من عمر يوم حتى النضج الجنسي) أو النامية:

لتقدير الاحتياجات اليومية من البروتين الخام لصيصان التربية لا بد من وضع الأسس الآتية في الحسبان: -كمية البروتين الخام اللازمة لنمو الأنسجة.

- كمية البروتين الخام اللازمة لحفظ الحياة.
- كمية البروتين الخام اللازمة لنمو الرش.

١) طريقة حساب البروتين الخام اللازمة لنمو الأنسجة:

تحتوي أنسجة الصيصان نحو ١٨% بروتيناً تقريباً، فالاحتياجات البروتينية اللازمة لنمو الجسم مقدراً بالغرام في ٠,١٨ (١٨%بروتيناً في الأنسجة) وتقسيم الناتج على ٠,٥٥ لأن نسبة الاستفادة من البروتين الخام الموجود في العلف الجاهز المتزن تقدر بـ ٥٥%.

٢) حساب البروتين الخام اللازم لحفظ الحياة:

دلت التجارب على أن عمليات الهدم الحاصلة في جسم صيصان التربية تقدر بـ ٢٥٠ ملغ آزوت لكل كيلو غرام من وزن الجسم الحي يومياً، وبضرب كمية الآزوت الناتجة من عمليات الهدم تقدر ب ٦,٢٥ نحصل على ١٦٠٠ملغ من البروتين الخام اللازم لكل كيلو غرام من وزن الجسم يومياً وعند تحتويل ملغ إلى غرام ووزن الجسم بالغرام فيكون الرقم هو ١,٦ ويضرب وزن الجسم بالغرام فيكون الرقم هو ٠,٠٠١٦ و يقسم الناتج على ٠,٥٥ فنحصل على كمية البروتين الخام اللازم لحفظ الحياة مقدرة بالغرام.

٣) حساب البروتين الخام اللازم لنمو الريش:

تبين أن وزن الريش يمثل بحدود ٤% من وزن الصيصان التي هي بعمر ثلاثة أسابيع وهذه النسبة تزداد عندما يبلغ الصوص من العمر أربعة أسابيع حيث تصل إلى ٧% من ثم تبقى ثابتة تقريباً فيما بعد، تقدر كمية البروتين في الريش نحو ٨٢% وعليه يمكن حساب كمية البروتين الخام اليومية اللازمة للنمو وإنتاج الريش بضرب نسبة الريش في الدواجن (٠,٠٠٤- ٠,٠٧)حسب العمر مع الزيادة اليومية في الجسم أي مقدار النمو اليومي مقدراً بالغرام مع نسبة البروتين في الريش ٠,٨٢ ثم نقسم الناتج من عمليات الضرب على ٠,٥٥.

بناءً على ما ذكر تبين المعادلة الآتية احتياجات الصيصان من البروتين الخام يومياً مقدرة بالغرام:

الاحتياجات اليومية من البروتين الخام غ =

[(النمو اليومي غ × ٠,١٨) +(وزن الجسم غ×٠,٠٠١٦) + النمو اليومي غ(٠,٠٧ × ٠,٨١)] ÷ [٠,٥٥]

b. حساب الاحتياجات اليومية من البروتين الخام للفروج:

يمكن أن تستخدم المعادلة السابقة المقررة لحساب الاحتياجات اليومية من البروتين الخام لصيصان الرعاية لحساب الاحتياجات اليومية من البروتين الخام للفروج مع الوضع في الحسبان أن نسبة الاستفادة من بروتين الغذاء هي ٠,٦٤ بدلا من ٠,٥٥ في صيصان الرعاية للفروج، وبناء على ذلك يجب تبديل برقم ٠,٥٥ بالرقم ٠,٦٤ لتصبح المعادلة صالحة لحساب الاحتياجات اليومية من البروتين الخام للفروج.

c. حساب الاحتياجات اليومية من البروتين الخام للدجاج البياض:

تختلف كمية البروتين الخام التي يحتاجها الدجاج البياض حسب وزن جسمه وإنتاجه وحجم البيضة، إذ وجد أنه يترسب نحو ٦-٧ غ من البروتين يومياً في البيضة، كما أن الدجاجة الواحدة تحتاج يومياً للقيام بالعمليات المختلفة في الجسم إلى نحو ٣ غ من البروتين يومياً لحفظ الحياة، أي أن الدجاجة البيّاضة الواحدة تحتاج إلى نحو ١٠ غ من البروتين يومياً لحفظ حياتها ولضمان إنتاج جيد من البيض.

ولتأمين إنتاج من البيض يتراوح بين٧٥-٨٠ % لا بد للدجاجة الواحدة أن يتوافر في غذائها يومياً كمية من البروتين الخام تقدر بـ ١٧,٥ . ١٨,٥ غ وهذه الكمية ستكفي احتياجات الإنتاج وحفظ الحياة لدجاجة بياضة وزنها وسطيا ٢كغ. وإذا كان وزن الدجاجة البياضة أكثر من ٢كغ فلا بد من زيادة كمية البروتين بحدود ١,٥ غ لكل كيلو غرام وزناً حياً.

كما وجد أن دجاج اللحم المخصص لإنتاج البيض يحتاج يومياً إلى ٢٣- ٢٤ غ من

البروتين الخام، لقد قدرت الكفاية التحويلية لبروتين الغذاء لدى الدجاج البياض بحدود ٥٥%من كمية البروتين المستهلك يومياً وهذه الكمية الممثلة تستخدم في بروتين البيض وحفظ الحياة.

– احتياجات الدجاج البياض اليومية من البروتين الخام خلال مراحل الإنتاج:

يمكننا أن نقسم الاحتياجات اليومية من البروتين الخام للدجاج البياض خلال مراحل إنتاجه إلى: البروتين اللازم لانتاج البيض، البروتين اللازم لحفظ الحياة، البروتين اللازم لنمو الجسم والريش، وفق المعادلات الآتية:

$$\text{البروتين اللازم لحفظ الحياة غ\يوم} = \frac{\mathbf{0.20\times6.25\times}\left(\text{الوزن الحي}\right)^{\mathbf{0.75}}}{\mathbf{0.55}}$$

$$\text{البروتين اللازم لانتاج البيض غ\يوم} = \frac{\text{معدل وضع البيض} \times \text{نسبة البروتين بالبيضة} \times \text{وزن البيضة}}{\mathbf{0.55}}$$

(و لمعرفة باقي الاحتياجات من الأحماض الأمينية والأملاح المعدنية والكالسيوم والفيتامينات. سيتم التطرق لدراستها في الجزء العملي).

الفصل التاسع

مواد العلف المهمة في تغذية المجترات والدواجن

تمهيد:

يقصد بالمواد العلفية تلك التي تستعمل مباشرة أو بعد تجهيزها لتقديمها للحيوانات بمفردها أو مع غيرها من المواد، من أجل حفظ حياتها والحصول منها على أقصى إنتاج منها، وتحتوي هذه المواد مركبات البروتين والكربوهيدرات والأملاح المعدنية والفيتامينات، وهذه المركبات قد تكون من مصدر نباتي أو حيواني أو مركبات محضرة صناعياً، هذا ويشترط في المادة العلفية المستخدمة في تغذية الحيوان الزراعي أن:

a. تؤمن الطاقة اللازمة للحيوان من أجل حفظ حياته وإنتاجه.
b. تحتوي المواد الكفيلة ببناء أنسجة جسمه.
c. تؤمن الفعل الميكانيكي لانتظام فيزيولوجية الهضم و ملء القناة الهضمية والشعور بالشبع.
d. لا تحدث ضرراً في جسم الحيوان وليس لها تأثير سيء في الهضم و التمثيل الغذائي.

تقسيم المواد العلفية وتصنيفها:

تقسم المواد العلفية في الطبيعة إلى قسمين رئيسين الأول مواد علفية نباتية المنشأ و الثاني مواد العلف ذات منشأ الحيواني، كما تصنف مواد العلف حسب تركيبها الكيميائي وطريقة استخدامها في تغذية الحيوان والدواجن إلى ثلاث مجموعات، وهي:

مجموعة الأعلاف المالئة: وهي المواد التي تحتوي في تركيبها على نسبة من الألياف الخام أكثر من (١٨%) وتشمل الأعلاف الخضراء والسيلاج والدريس ومواد العلف الخشنة مثل الأتبان.

مجموعة الأعلاف المركزة: وهي المواد التي تحتوي في تركيبها على نسبة من الألياف الخام أقل من (١٨%) ونسبة عالية من المركبات الغذائية (بروتين،دهون، كربوهيدرات) وتشمل:

أ– مواد علفية غنية بالطاقة: تحتوي نسبة ألياف خام أقل من(٢٠%) ونسبة بروتين أقل من (٢٠%) وتكون غنية بالكربوهيدرات وتشمل الحبوب النجيلية والجذور النباتية والدرنات ومخلفات المطاحن ومخلفات الصناعة البيرة والسكر، (أعلاف ذات منشأ نباتي)

ب– مواد علفية غنية بالبروتين: تحتوي في تركيبها نسبة ألياف خام أقل من (٢٠%) ونسبة بروتين أكثر من (٢٠%) وتشمل أعلاف ذات مصدر نباتي كالحبوب ومخلفات صناعة البذور الزيتية والأعلاف ذات المصدر الحيواني كمخلفات صناعة الأسماك ومخلفات المسالخ والألبان.

مجموعة المتممات العلفية: وتشمل المواد التي تضاف إلى الخلطات العلفية المركزة بهدف موازنة الخلطات ببعض المكونات الغذائية التي تقل في الأعلاف الأساسية وتقسم إلى:

أ- متممات معدنية تستخدم لتعويض نقص أحد العناصر المعدنية مع المحافظة على توازن العناصر الكبرى والصغرى في العلف.

ب-متممات متخصصة من أجل تحسين تبادل المواد أو الوقاية من الأمراض أو لرفع نوعية العلف وتحسين مظهره وطعمه.

ويبين الجدول رقم (٨) مخططاً للمواد العلفية المستخدمة في تغذية الحيوانات الزراعية:

الجدول رقم (٨) المواد العلفية المهمة المستخدمة في تغذية المجترات والدواجن

مواد العلف							
مجموعة الأعلاف المالئة		مجموعة الأعلاف المركزة			مجموعة الاضافات العلفية		
أعلاف مالئة خضراء	أعلاف مالئة جافة	ذات مصدر نباتي		ذات مصدر حيواني	إضافات معدنية	إضافات فيتامينية	إضافات متخصصة
		غنية بالطاقة	غنية بالبروتين				
البرسيم	دريس	نجيليات	بقوليات	مخلفات الذبائح	كربونات الكالسيوم	فيتامينات محضرة صناعياً	مضادات حيوية
الحلبة	أتبان	ذرة صفراء	الفول	مسحوق اللحم			
البيقية الخضراء	أحطاب الذرة	شعير	الجلبانة	مسحوق الدم			

الشعير الأخضر	تفل الشوندر	شوفان	كرسنة	مسحوق اللحم والعظم	فوسفات الكالسيوم	بريمكسات	مواد محسنة للطعم والنكهة
أوراق وتيجان الشوندر	قشور بذرة الذرة	قمح	بيقية	مسحوق الأسماك	مسحوق العظام	الأنزيمات	
		ذرة مكانس	لوبيا وفاصولياء				
السيلاج	احطاب القطن	مخلفات مطاحن	مخلفات مصانع	مسحوق الريش	كلور الصوديوم		هرمونات
مخلفات النباتات الخضراء وأوراقها	قشر الفول السوداني	نخالة قمح	الزيوت	مخلفات مصانع الالبان			مضادات أكسدة
			كسبة القطن				
		مخلفات نشاء الذرة	كسبة دوار الشمس		العناصر الكبرى		مهدئات الأعصاب
		مخلفات صناعة البيرة	كسبة بذرة الكتان				
			خميرة البيرة				
		تفل البيرة	السمسم				عوامل غير محددة
		مخلفات صناعة السكر	جذيرات الشعير النابتة				

أولاً: مجموعة الأعلاف المالئة::

a. الأعلاف الخضراء: تعد هذه الأعلاف غذاءً ملائماً وحيداً للحيوانات وخاصة للمجترات، وتسمى بمواد العلف العصيرية لاحتوائها على نسبة عالية من الماء، كما تعد من الأغذية سهلة الهضم، وقد وجد أنه عند تغذية ماشية الحليب على هذه الأعلاف يزداد إنتاجها من الحليب، ولهذه الأعلاف تأثير ملين في المعدة، ولذلك جرت العادة أن يقدم للحيوانات مواد علف جافة مثل التبن والدريس تخلط معها مما يسهم في تخفيف الأثر الملين ومن ضياع جزء من هذا الغذاء على شكل غير منتفع بها، وينصح أن تعطى الأعلاف الخضراء على مرات متعددة باليوم (٢-٣) لتجنب الفقد الناتج من بعثرة الحيوان لها. وتعد الأعلاف الخضراء غنية بالكاروتين والكالسيوم والفوسفور وفقيرة نسبياً

بالدهن، أما محتوياتها من الكربوهيدرات والبروتين فتتوقف على نوع هذه الأعلاف، وتستخدم عادة في تغذية الحيوانات غير المنتجة أو منخفضة الإنتاج دون تقديم أي مادة مركزة لاحتوائها على المركبات الغذائية التي تغطي احتياجات هذه الحيوانات، أما الحيوانات ذات الإنتاج المرتفع فلا بدّ من تقديم الأعلاف المركزة لها إلى جانب الأعلاف الخضراء، وتبلغ نسبة الرطوبة في هذه الأعلاف ٧٥ – ٨٥ % في أطوار النمو المبكرة وتنخفض تدريجياً إلى (٦٠ – ٦٥ %) عند نضج النبات، وهي على **نوعين نباتات صيفية ونباتات شتوية:**

ـ الأعلاف الشتوية:

١) البرسيم: يعد البرسيم من أهم مواد العلف الخضراء الشتوية، إذ إن المربين يعتمدون عليه في تغذية حيواناتهم خلال فصل الشتاء إلى جانب الأعلاف الخضراء الشتوية الأخرى، ويُعد البرسيم من أصلح مواد العلف للحيوانات وهو يكاد يكون الغذاء الكامل لها يمدها باحتياجاتها الغذائية لأنه يحتوي على نسبة كبيرة من البروتين الخام ذي القيمة البيولوجية العالية، وهو غني بالعناصر المعدنية الضرورية للحيوان كالكالسيوم وإلى حد ما بالفوسفور، فضلاً عن أنه مصدر جيد للفيتامينات المهمة لصحة الحيوان وحيويته كالكاروتين (مصدر فيتامين ج) وE وK وD وغيرها، إلا أنه يجب عدم تغذية الحيوان على البرسيم غير الناضج لأنه ضار بها نظراً لارتفاع نسبة المواد الآزوتية سهلة الهضم به وعليه فإن بكتريا التخمر بالكرش تقوم بتحليلها منتجة كميات كبيرة من الغازات فتسبب انتفاخاً لها، والكميات المقرر إعطاؤها للحيوانات من البرسيم تختلف باختلاف نوع الحيوان وحسب عمره وإنتاجه وحسب الكمية التي يمتلكها المزارع، فإذا توفر البرسيم بكثرة فإنه بالإمكان إعطاؤه للأبقار الحلوب بحيث تسد احتياجها لحفظ الحياة ولإنتاج ١٥كغ من الحليب، وعلى العموم فإنه ينصح بأن تعطى الأبقار يومياً في المتوسط نحو ٣٥ – ٤٠ كغ برسيم، وللثيران ٣٠كغ وللعجول الرضيعة نحو ٠,٢٥ – ٦ كغ تعطى تدريجياً، ((متوسط القيمة الغذائية للبرسيم تبلغ ١١,٤كغ معادل نشا و ٢,٨ % بروتين مهضوم)).

٢) الحلبة: تزرع الحلبة للاستفادة منها كعلف أخضر خلال فصل الشتاء، وتزرع مع

الشعير وتتسلق عليه وهي غذاء جيد للحيوانات المجترة ولا سيما الأبقار، والحلبة غنية بعنصري الكالسيوم والبوتاسيوم وكذلك ليست فقيرة بعنصر الفوسفور. ينصح بحش الحلبة قبل إزهارها لأنها إذا أزهرت فلن تقبل عليها الحيوانات نظراً لرائحتها القوية والتي قد تنتقل إلى الحليب.

٣) البيقية الخضراء: عشب أخضر شهي للأبقار تتغذى منه في فصل الخريف وأوائل فصل الشتاء ويراعى تقديم كمية البيقية بالكميات المذكورة للبرسيم نفسها.

ومن الأعلاف الخضراء الشتوية الأخرى الجلبان والشعير الأخضر والشوفان الأخضر وأوراق الملفوف والقرنبيط واللفت والشوندر الأحمر.

ـ الأعلاف الخضراء الصيفية:

١) الفصة: من الأعلاف الخضراء الصيفية وتعد في سورية من المحاصيل العلفية المهمة، تنتشر زراعتها بشكل خاص حول المدن الرئيسة في القطر، وتعد غذاء شهي للحيوانات إذ تقبل عليها بشراهة، وينصح بحشها عند قرب الإزهار أو عند ابتداء الإزهار وإلا فإن الأوراق السفلى تسقط وتتحول سوقها إلى سوق غليظة غنية بالألياف، والفصة غنية بالبروتين والكالسيوم والفوسفور والكاروتين ومجموعة فيتامين E، لذا ينصح بعدم إعطاء أبقار الحليب أكثر من ٤٠ كغ من الفصة، وللحيوانات الصغيرة أكثر من ٢٠ كغ، لأنه إذا أعطيت بكميات كبيرة تسبب انتفاخاً للحيوان كما أن الزبدة الناتجة تكون متوسطة الجودة، وتجدر الاشارة إلى أن متوسط القيمة للفصة الخضراء ١١,٧ كغ نشا و ٢,٤% بروتين مهضوم.

٢) الذرة الخضراء: الذرة الخضراء من أهم محاصيل العلف الأخضر في فصل الصيف إلى جانب الفصة، وتزرع في مواعيد مختلفة ابتداء من شهر نيسان ويؤخذ منها حشة واحدة فقط، وهي غذاء جيد للحيوانات وتقبل عليه وتلتهمه بشراهة، وتعطى الذرة الخضراء لجميع الحيوانات دون استثناء في حال توافرها بكميات كبيرة، وفي حال توفرها بكميات قليلة ينصح بإعطائها أولاً للأبقار الحلوب و العجول الرضيعة، يجب ألا تزيد الكميات التي تعطى من الذرة الخضراء إلى المواشي عن نصف احتياجاتها الغذائية

اليومية، لأن إعطاء الحيوانات كميات كبيرة من الذرة الخضراء تسبب لها خمولاً في القناة الهضمية وإسهالاً وتجعل الزبدة طرية وتعطيها طعماً حلواً لذلك يمكن أن تعطى الأبقار الحلوب عالية الإنتاج من الذرة الخضراء يومياً بحدود (٤٠ـ ٥)كغ وحيوانات التسمين بحدود (٢٠-٤٠)كغ يومياً. وتختلف قيمتها الغذائية حسب مرحلة نموها.

٣) أوراق وتيجان الشوندر السكري: وتشكل أوراق وتيجان الشوندر السكري نحو ٦٠% من مجموع المحصول، إلا أن استعمالها في تغذية الحيوانات محدود والسبب في ذلك احتواء أوراق الشوندر السكري على كميات كبيرة من حمض الأوكساليك الذي يسبب إسهالاً للحيوانات إذا تناولت كميات كبيرة من الأوراق، ويمكن إبطال هذا الحامض بإعطاء الحيوان 50غ من مسحوق حجر الكلس يومياً.

حددت الكميات المسموح إعطاؤها من أوراق الشوندر السكري للحيوانات بـ (٢)كغ لكل١٠٠ كيلو غرام وزناً حياً، أمابالنسبة للابقار الحلوب فينصح إعطاؤها كميات محدودة جداً، لأن الحليب الناتج من أبقار غذيت على أوراق الشوندر السكري بكميات كبيرة يكون له تأثير مسهل في معدة الأطفال الذين يتغذون به، ومن الأعلاف الصيفية الأخرى الذرة السكرية، حشيشة السودان، الدخن .. إلخ.

٤) السيلاج: تتوفر الأعلاف الخضراء بكميات كبيرة في فترة معينة من السنة حتى أنها تفيض عن حاجة الحيوانات في تلك الفترة، بينما تقل أو تنعدم في بقية السنة لذلك فكر مربوا الحيوان في حفظ الفائض من هذه الأعلاف الخضراء وتخزينه لحين الحاجة إليه وذلك عن طريق تجفيفها طبيعياً أو صناعياً في شكل دريس أو تخزينها بحالتها الخضراء بكبسها في حفر أو خنادق بالأرض أو صوامع مبنية بمعزل عن الهواء، حيث تجري فيها سلسلة من التخمرات التي يصبح بعدها السيلاج الناتج صالحاً لتغذية الحيوانات عليه.

- **المواد الغذائية التي يصنع منها السيلاج:**

الأعلاف الخضراء النجيلية جميعها وأهمها الذرة الخضراء ثم الأعلاف الخضراء الناتجة عن زراعة الحبوب مثل الشعير والشوفان الأخضر والأعشاب الطبيعية النامية في المراعي

الطبيعية، وبالنسبة للأعلاف الخضراء البقولية مثل الفصة والبرسيم يمكن أن يصنع منها سيلاجاً جيداً ولكن يجب أخذ الاحتياطات اللازمة عند الصنع بإضافة مواد غذائية غنية بالمواد السكرية مثل المولاس والشوندر السكري أو مطحون الحبوب باعتبار أن هذه المواد المضافة تشجع على عمل بكتيريا حمض اللاكتيك بسرعة، وخلط الأعلاف الخضراء البقولية والنجيلية يعطي سيلاجاً غني بالمواد البروتينية والنشوية.

ثانياً: مواد العلف الغليظة الجافة:

١) **الدريس:** تطلق كلمة الدريس على الأعلاف الخضراء المجففة طبيعياً أو صناعياً، ويتم تحضير الدريس العادي بترك مواد العلف الخضراء بعد حشها لتجف بواسطة الهواء أو أشعة الشمس أو باستخدام حرارة صناعية في أجهزة التجفيف الصناعية، والغرض من التجفيف هو تخفيض كمية الماء الموجودة في المادة الخضراء الطازجة إلى ١٥% كحد أقصى وبالتالي لسهولة حفظ هذه المواد دون تلف، وفيما يأتي بعض المواد العلفية الخضراء المجففة بشكل دريس وأهميتها في تغذية حيوانات المزرعة:

- **دريس الفصة:** دريس الفصة غني بالبروتين والكالسيوم والكاروتين و يعد من أهم مواد العلف الجافة التي يمكن أن تتغذى عليها الحيوانات في سورية خلال فصل الشتاء الذي يقل أو ينعدم خلاله العلف الأخضر، ولإنتاج دريس فصه جيد لابد من أن تحش نباتات الفصة قبل الإزهار أو عند ابتداء الإزهار لأن التأخير في حش نباتات الفصة إلى ما بعد الإزهار يعطي دريساً رديئاً.

تتوقف الكميات المقرر إعطاؤها للحيوان على الكمية المتوفرة لدى المربي، وعموماً ينصح بإعطاء دريس الفصة أولاً للحيوانات المنتجة (الأبقار الحلوب) ثم الحيوانات الصغيرة (العجول) ثم إلى الأبقار الحامل بالدرجة الثانية وإلى الحيوانات كلها في حال توفير كميات كبيرة منها.

٢) **البقايا النباتية الخشنة:** بعد جني المحاصيل النجيلية والبقولية والقطن والخضار يتخلف بقايا نباتية قيمتها الغذائية منخفضة ولكن لها أهميتها في تغذية الحيوانات المجترة من حيث قيمتها في العمل الميكانيكي الذي تؤديه بسبب حجمها الكبير الذي يشعر الحيوان بالشبع وامتلاء الكرش فتسير عمليات الاجترار والهضم سيراً طبيعياً.

– الأتبان: تعد الأتبان من أفقر مواد العلف في المركبات الغذائية وسبب ذلك يرجع إلى أن المحاصيل عندما تنضج وتتكون بذورها فإن معظم العناصر الغذائية تنتقل من الأوراق والسوف إلى البذور وبالتالي فإن معظم البقايا من الأوراق والسوق تصبح فقيرة في القيمة الغذائية.

تحتوي الأتبان نسبة مرتفعة من الألياف الخام تصل إلى ٣٥- ٤٠ % ونسبة ضئيلة من الدهن والبروتين الخام والكالسيوم والفوسفور، والأتبان من المواد العلفية غير المستحبة لدى الحيوان، كما أن لها تأثير قابض على الجهاز الهضمي لذلك فإن قيمتها تتضح عند إضافتها في عليقة الحيوانات التي تتغذى على العلف الأخضر أو على مواد العلف ذات التأثير الملين كالنخالة والذرة وكسبة الكتان.

يعتمد معظم المربون في القطر السوري في تغذية حيواناتهم في فصل الشتاء على الأتبان كمادة مالئة و يسرفون في ذلك حتى إن المقرر اليومي للحيوان الكبير من التبن يصل إلى نحو ١٠كغ و هذا خطأ كبير لأن هذه الكمية تمنع الحيوان من تناول بقية العليقة المقررة له يوميا وبالتالي فإن إنتاجه ينخفض، لذلك فإننا ننصح بعدم زيادة كمية التبن اليومية عن١% من وزن الحيوان إلا عند الضرورة القصوى.

هناك نوعان من التبن، الأتبان النجيلية ومنها تبن الشوفان وتبن الشعير وتبن القمح، وتعد هذه الأتبان كغذاء مالئ للحيوانات ليس لها أية قيمة غذائية لاسيما في البروتين. أما بالنسبة للأتبان البقولية فهي أغنى نسبياً في قيمتها الغذائية من الأتبان النجيلية إلا أنها خشنة ومذاقها غير مستساغ وتسبب عند التغذية عليها إمساكاً للحيوانات، وتتميز الأتبان البقولية عن النجيلية بأنها غنية بالبروتين وقليلة الألياف، و أهم الأتبان البقولية تبن العدس والفول وتبن الفصة والبرسيم.

ثالثاً: الأعلاف المركزة: وتقسم إلى:

أ– أعلاف مركزة ذات منشأ نباتي: تصنف في مجموعتين: أعلاف غنية بالطاقة، وأعلاف غنية بالبروتين.

ب– أعلاف مركزة ذات منشأ حيواني: وهي أعلاف غنية بالبروتين.

المواد العلفية الغنية بالطاقة: تتوفر طائفة كبيرة من المواد العلفية الغنية بالطاقة وهي:

الحبوب النجيلية ومنتجاتها الثانوية:

تتميز الحبوب النجيلية بغناها بالطاقة الحرارية إذ تصل نسبة النشاء إلى ٧٠% ونسبة متوسطة من البروتين ٨- ١٢% ولكنها فقيرة بالكالسيوم والفوسفور كما أنها تحتوي كميات كافية من الصوديوم والمنغنيز والعناصر المعدنية، ونسبة الرماد الخام نحو ١,٥-٤%)، وتعد غنية بمجموعة فيتامين B، وفيتامين E، ولكنها لا تحتوي على فيتامين D وA، (عدا الذرة الصفراء الغنية بمولدات فيتامين A وهي الكاروتينات).

و من الحبوب النجيلية ومنتجاتها الثانوية:

أ – الذرة الصفراء Maize:

وهي من أكثر أنواع الحبوب استخداماً في تغذية الدواجن بسبب ارتفاع محتواها من الطاقة القابلة للتمثيل، والذي يقدر وسطياً بنحو ٣٣٥٠ كيلو كاللوري/ كغ، وكذلك ارتفاع معامل هضم المادة العضوية فيها بنحو(٨٧%) يضاف إلى ذلك انخفاض محتوى الذرة الصفراء من الألياف الخام وعدم احتوائها على مواد ضارة، ولكن قد يؤدي استخدام الذرة المتعفنة في تغذية الصيصان إلى إصابتها بالتهاب الأمعاء والإسهالات بسبب السموم الفطرية Mycotoxins مما يؤدي إلى ارتفاع نسبة النفوق.

ومن أكثر السموم الفطرية خطراً الأفلاتوكسين Aflatoxin تدخل الذرة الصفراء بنسبة تصل حتى 70% في تركيب الخلطات العلفية للدواجن، وتتميز بأهميتها الكبيرة في تغذية الصيصان وأمات التربية بسبب محتواها المناسب من الحمض الدهني الضروري لينوليك Linoleic وطلائع فيتامين A (الكاروتينات) والزانتوفيل ذات الأهمية في تلوين صفار البيض ولون الذبيحة والأرجل والمنقار.

إن الذرة الصفراء فقيرة بشكل عام بعنصري الكالسيوم والفوسفور، وفيتامين E والبروتين الخام، تبلغ نسبة البروتين الخام (9 %) وسطيا، وتوجد هجن جديدة غنية بالبروتين الخام عامة وبالحمض الأميني لايسين خاصة، وتدعى الأصناف الغنية باللايسين، إذ يرتفع محتواها من اللايسين مقدار ٦٠ % بالمقارنة مع الأصناف العادية.

يعد بروتين الذرة فقير في الحمضين الأمينين التربتوفان واللايسين، وتعد الذرة الصفراء

مصدراً للطاقة لاحتوائها على نسبة عالية من النشاء نحو ٧٠%، ونسبة الألياف قليلة ٢% وتحتوي صبغات طبيعية أيضاً مثل Zeaxanthin.

ب- الذرة البيضاء Sorgium:

ينخفض محتوى الذرة البيضاء من الطاقة بالمقارنة مع الذرة الصفراء إلى ٣١٠٠ كيلو كالوري/كغ، أما محتوى البروتين الخام فيتراوح بين ٩ – ١١ % حسب الصنف، ومن أهم معوقات استخدام الذرة البيضاء في تغذية الدواجن استساغتها المنخفضة وارتفاع نسبة التانين Tannins فيها، لذلك يفضل أن لا ترتفع نسبة الذرة البيضاء عن ٢٠% في الخلطة العلفية للصيصان والفروج، ويمكن أن تصل إلى ٤٠% في الخلطة العلفية الدجاج البياض، وتعيق مادة التانين هضم البروتين وإتاحة الأحماض الأمينية وبالتالي تنخفض القدرة على الاستفادة من الطاقة بشكل عام، ومما يجدر بالذكر أن محتوى التانين مرتبط بالصنف، لذلك يجب اختيار الأصناف الفقيرة بالتانين.

تبين تجارب قام بها Elkin وزملاؤه (١٩٧٣) أن إضافة الحمض الأميني مثيونين بمعدل ١٥% إلى العليقة الحاوية على الذرة الغنية بهذه المادة الضارة أدى إلى تحسين النمو تحسيناً واضحاً، أما محتوى الذرة البيضاء من الكاروتينات والمواد الملونة فلا يبلغ نصف محتوى الذرة الصفراء منها.

ت- القمح Wheat:

يستخدم القمح بالدرجة الأولى في تغذية الإنسان وفي حال توفر فائض منه وبأسعار مناسبة يمكن استخدامه دون محاذير في تغذية الدواجن، يبلغ محتوى الطاقة الاستقلابية في القمح نحو ٣١٥٠ كيلو كالوري في الكغ، أما محتوى البروتين الخام فيتراوح بين ١١- ١٧%.

يمكن أن يستخدم القمح في تكوين الخلطات العلفية بنسبة تصل حتى ٧٠% وذلك على شكل مجروش خشن لأن غلوتين القمح الناعم وخاصة الأصناف القاسية منها يتجبل عند بله بالماء وبالتالي يمكن أن يتجمع على شكل عجينة على زوايا المنقار وخاصة عند الصيصان مسبباً تشوهاً يدعى تصالب المنقار، ويمكن تلافي ذلك عن طريق

تحبيب الخلطة الحاوية على نسبة مرتفعة من القمح، ومن أهم ميزات القمح الأخرى ارتفاع محتواه من مجموعة فيتامينات B، ولكنه فقير بالكاروتينات والملونات.

ث – الشعير Barley:

يحوي الشعير وسطياً على ٢٥٠٠ كيلو كالوري/ كغ وتتراوح نسبة البروتين الخام بين (٩– ١٧ %) وذلك حسب الصنف والموسم والمعاملات الزراعية، والشعير من مغلفات البذور وتشكل نسبة الأغلفة فيه نحو ٩% من وزن الحبة مسببة بذلك ارتفاع نسبة الألياف الخام إلى ٦% تقريباً مقارنةً مع ٢% في القمح والذرة الصفراء، ومن الجدير بالذكر أنه توجد أصناف شعير عارية من الأغلفة يقترب فيها محتوى الطاقة والألياف الخام من القمح إلا أن تدني إنتاجية هذه الأصناف و انخفاض الحمض الأميني (اللايسين) يحد من انتشارها.

إن لاستخدام الشعير في تغذية الدواجن وخاصة الصيصان آثار سلبية واضحة على المؤشرات الإنتاجية كانت تعلل بارتفاع نسبة الألياف الخام في الشعير وانخفاض استساغته، ولكن دراسات حديثة نسبياً بينت أن الشعير يحتوي على مادة كربوهيدراتية غير نشوية ضارة تدعى بيتا غلوكان Beta-Glucan بنسبة تتراوح بين ٢– ٦% حسب الصنف والموسم، وتسبب هذه المادة الضارة رفع لزوجة الأمعاء لتعيق عملية مزج الكتلة الغذائية بالعصارات الهاضمة وكذلك امتصاص المواد الغذائية المهضومة كما تسبب بطء مرور الغذاء في قناة الهضم وإخراج الزرق الرطب اللزج، ويمكن أن يستخدم الشعير بنسبة لا تتجاوز ٢٠% في الخلطة العلفية للصيصان و ٤٠% في الخلطة العلفية للطيور البالغة شريطة أن تكون العلائق متزنة في محتواها من جميع المواد الغذائية.

يمكن تحسين القيمة الغذائية للشعير عن طريق نقع الحبوب بالماء لمدة ٢ –٣ أيام ومن ثم تجفيفها وجرشها أو عن طريق استخدام مستحضرات أنزيمية فطرية وبكتيرية تحتوي بشكل أساسي على فاعلية أنزيم بيتا – غلوكناز Beta-Glucanase الذي يحلل مادة بيتا غلوكان وبالتالي التخلص من أثارها الضارة وتضاف المستحضرات الأنزيمية بمعدل/1/كغ لكل طن علف جاهز، وقد أمكن عن طريق المعاملة بالأنزيمات رفع نسبة استخدام الشعير حتى ٦٠% في الخلطات العلفية عند تسمين الفروج، هذا وتوجد طرائق أخرى

تستخدم لتحسين القيمة الغذائية لحبوب الشعير مثل: المعاملة بالأشعة، إضافة المضادات الحيوية، تحبيب الخلطة العلفية الحاوية على الشعير، تقشير حبوب الشعير.

ومن أهم ميزات إدخال الشعير في تكوين الخلطات العلفية للدواجن التقليل من حدوث ظاهرة الافتراس وتآكل القونصة كما أنه يسهم في تغطية جزء من احتياجات البروتين الخام والعناصر المعدنية وخاصة عنصر الفوسفور.

ج – الشوفان Oats:

يتشابه الشوفان مع الشعير من حيث محتوى الطاقة الاستقلابية والبروتين الخام، إلا أن الشوفان يتميز بارتفاع نسبة الألياف الخام فيه، إذ تصل إلى ١٢% مما يحد من إمكانية استخدامه في تغذية الصيصان، ويمكن أن يستخدم الشوفان في تكوين الخلطات العلفية مع المحافظة على نسبة الألياف الخام بحيث لا تتجاوز الحد المسموح به، وبسبب ارتفاع نسبة الألياف الخام في الشوفان يمكن استخدامه بفاعلية أكبر في تغذية الطيور البالغة، ومن أهم ميزات الشوفان أثره الإيجابي في منع ظهور حالتي تآكل القانصة والافتراس عند الطيور، ويحوي ٢٥٠٠ كيلو كالوري/كغ، ويعد من أغنى الحبوب باللايسين.

ح – نخالة القمح Wheat Bran:

تنخفض القيمة الغذائية لنخالة القمح بالنسبة للدواجن بسبب محتواها المرتفع من الألياف الخام والذي يبلغ نحو ١١% وانخفاض محتواها من الطاقة الاستقلابية (١٢٠٠-١٣٠٠ كيلو كالوري/كغ) والكالسيوم والفوسفور، ومع ذلك تتميز النخالة بارتفاع محتوى البروتين الخام إلى ١٥% وغناها بمجموعة فيتامينات (B، E) وعنصر المنغنيز وخاصة فيتامين B الثيامين وتعد من أفضل مواد العلف لماشية الحليب والحيوانات النامية.

يمكن أن تدخل النخالة بنسبة ٥-١٠% في تركيب خلطات علف الدجاج تبعاً لأعمار الطيور ولا يمكن استخدامها بنسب أكبر من ذلك بالرغم من استساغتها الجيدة لأنها تعمل على تخفيض محتوى الخلطة من الطاقة وزيادة حجمها، ويمكن أن تستخدم النخالة الرطبة وخاصة في تغذية الطيور المائية وكذلك تستخدم بكفاءة عندما يراد معالجة حالتي الافتراس وتآكل القانصة.

الجذور والدرنات:

ليس للجذور والدرنات أهمية تطبيقية كبيرة في تغذية الدواجن وخاصة في بلدنا، ولكنها تتميز بمحتواها المرتفع من الماء الذي يتراوح بين ٧٥– ٩٠ % وانخفاض محتواها من البروتين الخام، وبسبب رطوبتها المرتفعة يصعب تخزينها وتداولها في نظم التعليف الآلي، وتحتوي المواد المجففة على نسبة جيدة من النشاء والسكر وكمية غير قليلة من المواد الآزوتية غير البروتينية (NBN) ومن أهم هذه المواد:

١. البطاطا Potatoes: وهي غنية بالنشاء سهل الهضم لكنها فقيرة بالبروتين الخام، وتوازي البطاطا المجففة في قيمتها الغذائية الحبوب النجيلية ويتميز البروتين الخام في البطاطا بارتفاع قيمته الحيوية، ويفضل أن تستخدم البطاطا المطبوخة وذلك لأنها: تحتوي مادة ضارة تدعى السولانين Solanin بنسبة تتراوح بين ٠,٠٢ – ٠,١ % وتصبح هذه المادة مؤذية إذا ازداد تركيزها عن ٠,٢% ويمكن أن تشكل البطاطا المطبوخة٢٠% من العليقة اليومية، أما مسحوق البطاطا المجففة فيمكن أن يستخدم بنسبة تصل إلى ٢٠% في تكوين الخلطة.

٢. الشوندر السكري Sugar beets: محتواه مرتفع من السكريات إلا أنه يتصف بانخفاض محتوى البروتين الخام وتدني نوعيته بالمقارنة مع بروتين الحبوب والبطاطا، وبسبب تدني القيمة الغذائية للشوندر السكري وارتفاع نسبة الرطوبة فيه فنادراً ما يستخدم كمادة أساسية في تغذية الدواجن وإنما يمكن أن يستخدم مسحوق الشوندر الكامل بنسبة تصل إلى ٣٠% في تغذية الدجاج البالغ والطيور المائية والحبش،كما يمكن أن يستخدم مطبوخ الشوندر على شكل رطب في تغذية الطيور المائية.

المواد العلفية الغنية بالبروتين: تقسم المواد العلفية الغنية بالبروتين إلى قسمين أساسين هما: مصادر البروتين النباتي – مصادر البروتين الحيواني

مصادر البروتين النباتي Plant Proteins:

تشكل المواد العلفية الغنية بالبروتين النباتي المصدر البروتيني الكمي الأساسي في تكوين خلطات علف الدواجن وإن كان لا يمكن الاعتماد عليها بمفردها لافتقارها إلى واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية الضرورية. ومن أهم هذه المصادر:

١. **الحبوب البقولية:**

تتميز البقوليات باحتوائها على نسبة عالية من البروتين الخام المهضوم، كما أنها غنية بحمض الفوسفور، ولكن الكالسيوم والبوتاسيوم يوجدان بشكل محدود، ويوجد في العديد من الحبوب البقولية مركبات سامة نتيجة وجود غلوكوزيدات يتحلل بفعل بعض الأنزيمات وتطلق حمض الهيدروسيانيك السام، لذلك يُراعى التخلص من هذه المواد ويُنصح بجرش هذه الحبوب قبل تقديمها للحيوانات كي لا تسبب لها النفاخ.

ونذكر من الحبوب البقولية:

فول الصويا Soy been

يمكن أن تستخدم حبوب فول الصويا الكاملة المقشورة أو غير المقشورة في تغذية الدواجن، وتحتوي على ٣٨% بروتين خام و ١٨% دهن خام، وطبعاً ترتفع نسبتي البروتين و الدهن بعد القشر، ويجب تحميص الحبوب قبل استخدامها للقضاء على مثبطات التربسين التي تعيق عملية هضم البروتينات، وتعد النسبة المرتفعة للدهن الخام في الحبوب من العوامل المحددة لاستخدامها في تكون الخلطات العلفية.

الكرسنة

مادة علفية بقولية تحتوي على نسبة عالية من البروتين ٣٠% ذي القيمة الحيوية العالية، وعلى أملاح معدنية وخاصة الفوسفور، لها تأثير ممسك في معدة الحيوان، ولا يفضل إعطاؤها لحيوانات العمل لأنها تحتاج إلى الكربوهيدرات أكثر من البروتينات لتوليد الطاقة.

والكرسنة تحتوي غلوكوزيد سام يتحول إلى حمض الهيدروسيناك السام لذلك يفضل نقعها بالماء وتقديمها مخلوطة مع التبن ومواد العلف المالئة لتقليل الأثر السام لها، وتكون نسبته في النباتات الفتية عالية لذلك يجب عدم تقديمه قبل ٤٥ يوماً من الإنبات.

الفول Broad been:

يبلغ محتوى البروتين الخام في الفول ٣٤% ويُعد مصدر جيد للحمض الأميني لايسين ولكن بسبب احتواء الفول على عدد من المواد الضارة مثل التانين Tannin

والفالين Vilin، واللكتين Lectine، التي تعيق عملية هضم البروتين بالدرجة الأولى.

يحدد استخدام الفول في تغذية الدواجن بنسبة ٥% فقط على أن يقدم مجروشاً ومقشوراً. وهناك بعض أصناف الفول الفقيرة بالمواد الضارة والتي يمكن أن تستخدم بنسبة تصل حتى٢٠% في تغذية الدجاج البالغ.

الترمس :Lupine

يُعد من أغنى البقوليات بالبروتين الخام إذ تصل نسبة البروتين فيه إلى ٤٠% إلا أنه فقير بالأحماض الأمينية الكبريتية، لذلك يُعد مكملاً جيداً لبروتين مسحوق السمك، ويستخدم الترمس الحلو بنسبة (٥%) في علائق الصيصان و(٢٠%) في علائق الدجاج البالغ، أما الترمس المر فيحتوي على العديد من المواد الضارة مثل: السبارتين Spartein، واللوبينين Lupinin، والهيدروكسي لوبينين، والسابونين Saponine، التي تسبب أضراراً بالكبد.

البازلاء Peas: وهي من أغنى البقوليات بالنشاء ويبلغ محتواها من البروتين الخام نحو ٢٣% وتختلف إمكانية استخدام البازلاء في تكوين علائق الدواجن حسب الصنف ومحتوى المواد الضارة، إذ يمكن أن تستخدم الأصناف الفقيرة بالتانين حتى نسبة٣٠% في الخلطة العلفية للدجاج البياض دون أية آثار سلبية في إنتاج البيض ونوعيته (Vogt وزملاؤه، ١٩٨٧) ومن أهم مشاكل استخدام البازلاء عند الصيصان عدم إستساغة قشور الحبوب.

غلوتين الذرة Corn gluten (من مخلفات مصانع النشاء)

هو الجزء المتبقي من الذرة بعد إزالة الجزء الأكبر من النشاء وغلوتين الذرة مادة غنية بالبروتين الخام والطاقة والكاروتين والزانتوفيل إلا أنه فقير بالحمض الأميني لايسين وتربتوفان، ويستخدم كمكمل علفي جيد لبروتين فول الصويا وخاصة في تكوين خلطات علف الطيور النامية، وإذا استخلص الزيت من الغلوتين يتخلف كسبة غلوتين الذرة وهي أفقر في محتواها من الطاقة، ويشترط في غلوتين الذرة الجيد ألا تقل نسبة البروتين فيه عن ٣٥% وألا تزيد نسبة الألياف الخام عن ٦% خالياً من التعفن والتكتل والحشرات ومن آثار الحامض أو الصود الكاوي وذو طعم ورائحة مقبولين.

٢. مخلفات مصانع الزيوت:

كسبة فول الصويا Soybean meal:

تعد كسبة فول الصويا من أفضل مصادر البروتين النباتي وأكثرها استخداماً في تغذية الدواجن، فبروتين فول الصويا يمتاز بنوعية جيدة وبالمقارنة مع البروتينات النباتية الأخرى فهو مصدر ممتاز للأحماض الأمينية الضرورية وخاصة الأرجنين وليوسين والتربتوفان وتكمل القيمة الحيوية لبروتين فول الصويا باستخدام المثيونين الصافي أي المواد العلفية الغنية بالبروتين الحيواني مثل مسحوق السمك، لأن المثيونين هو الحمض الأميني المحدد الأول، إضافة لذلك تعد كسبة فول الصويا مصدراً جيداً لمعظم فيتامينات B وفيتامين الكولين، تختلف نوعية الكسبة وطريقة استخلاص الزيت والتقشير مما يؤثر في محتواها من البروتين الخام والدهن والألياف الخام، وبشكل عام توجد ثلاثة أنواع مختلفة من كسبة فول الصويا وهي:

- كسبة فول الصويا الناتجة عن العصر الهيدروليكي وتحتوي وسطياً على ٤٢% بروتين خام، و٥% دهن .
- الكسبة الناتجة عن الاستخلاص بالمذيبات وتحتوي وسطياً على٤٥% بروتين خام، و١%دهن.
- كسبة فول الصويا المقشورة ويصل فيها محتوى البروتين الخام إلى ٥٠%، والدهن إلى ٦%.

تبلغ نسبة الألياف الخام نحو ٦% في الكسبة الناتجة عن بذور غير مقشورة و ٣% في الكسبة الناتجة عن بذور مقشورة، ومن الضروري معاملة كسبة فول الصويا بالحرارة قبل استخدامها للتغذية للقضاء على الأثر الضار لمثبطات التربسين والكيموتربسين التي تؤثر سلباً في هضم البروتين وإتاحة بعض الأحماض الأمينية كالمثيونين ولكن أيضاً استخدام الحرارة المرتفعة يتلف الحمض الأميني لايسين Lysin الذي يقع على طرف سلسلة الأحماض الأمينية أو تقلل من معدل الاستفادة منها.

كسبة بذرة القطن Cotton seed meal:

تعد كسبة بذرة القطن من المصادر الأساسية في تغذية الحيوانات، وتختلف القيمة

الغذائية لهذه المادة باختلاف طريقة استخلاص الزيت ونسبة إزالة القشرة عن البذور، ولهذا هناك عدة أنواع منها وهي:

- كسبة بذرة قطن مقشورة جزئياً وتحتوي٤١% بروتين خام و ١٧% ألياف خام.
- كسبة بذرة قطن مقشورة وتحتوي ٤٨% بروتين خام وتنخفض فيها نسبة الألياف إلى ٩%.
- كسبة بذرة قطن غير مقشورة وتحتوي ٢٦% بروتيناً خاماً و ٢٥% أليافاً.

تتشابه القيمة الغذائية لبروتينات كسبة بذرة القطن مع بروتينات كسبة بذرة عباد الشمس ولكنها أدنى من القيمة الغذائية لكسبة فول الصويا، ويعد الحمض الأميني المحدد الأول هو اللايسين ثم يليه المثيونين والتريونين، و الجدير ذكره أن نسبة إتاحة اللايسين أقل من متوسط إتاحة الأحماض الأمينية الأخرى والبالغة نحو ٨٥% ، ويفسر ذلك بتفاعل الجوسيبول الحر مع مجموعة الأمين y من الحمض الأميني لايسين وكذلك الأرجين وتكوين روابط معقدة غير ذوابة وبالتالي غير قابلة للهضم والامتصاص، ومن المكملات العلفية الجيدة نذكر مسحوق السمك، ومن الأمور المحددة لاستخدام كسبة بذرة القطن في التغذية محتواها من المواد الضارة مثل الجوسيبول الحر، وتبلغ نسبة الجوسيبول الكل ١,١% من المادة الجافة أما نسبة الجوسيبول الحر في الكسبة فتقدر بنحو ٠,١ % ، ويمكن تثبيت الجوسيبول الحر في الكسبة عن طريق المعاملة بالبخار الرطب الحار على درجة حرارة (٢٥٠م)، أو عن طريق إضافة كبريتات الحديدي بتركيز٠,١ % أو أوكسيد الحديد حيث يتحد مع الجوسيبول الحر ويتكون مركب غير قابل للامتصاص يخرج مع الزرق.

يؤثر الجوسيبول الحر في نمو الصيصان وعلى لون البيض ومواصفاته، ويرتبط الجوسيبول مع مركبات الحديد في الصفار وتصبح كذلك أغشية الصفار واهية وقوامه مطاطي ويتلون البياض بلون أبيض زهري ويزداد هذا التأثير مع ازدياد أو طول فترة التخزين وارتفاع نسبة الجوسيبول في الكسبة، كما تؤثر الأحماض الدسمة حلقية البروبان على استقلاب الدهون وترفع مستوى الكولسترول في بلازمة الدم وتعيق تكوين عصارة

الصفراء وينخفض إنتاج البيض ونسبة الفقس ومعدل النمو.

ويشترط مطابقة الكسبة المقشورة للمواصفات الآتية: حيث يجب ألا تقل نسبة البروتين الخام عن ٤٠%، وألا تزيد نسبة الألياف الخام عن ١٠%، ونسبة الزيت عن ٦%، وألا تزيد نسبة الرماد عن٧%، وكذلك نسبة الجوسيبول عن ٠,٠٧%.

كسبة الفول السوداني Peanut meal:

يوجد نوعان من هذه الكسبة هما: كسبة الفول السوداني المقشور وتحتوي ٥٠% بروتيناً خاماً ومعادل ونشا ٨٠%، وكسبة الفول السوداني غير المقشور وتحتوي ٤٢% بروتيناً خاماً، ويعد بروتين هذه الكسبة مصدراً جيداً للحمض الأميني أرجنين والأحماض الأمينية المحددة للحمضين (المثيونين، ولايسين) وهي غنية بالكولين والثياسين والريبوفلافين، ويشترط ألا تقل نسبة البروتين الخام عن ٤٢% للمقشور، و٣٢% لغير المقشور، وألا تزيد نسبة الألياف الخام عن ٨% للمقشور و٢٤% لغير المقشور.

كسبة دوار الشمس Sunflower Meal:

تستخدم في تغذية الدواجن كسبة دوار الشمس المقشور فقط، وهي غنية بالبروتين الخام الذي تبلغ نسبته نحو ٤٠% و٦٨% معادل نشا، لكنها فقيرة نسبياً بالحمض الأميني لايسين ولذلك تعد هذه الكسبة مكملاً علفياً مناسباً من حيث النوعية لكسبة فول الصويا وكذلك ذات فائدة تطبيقية مهمة عند استخدام حبوب أصناف الذرة الصفراء الغنية باللايسين في تكوين الخلطة. وتستخدم بنسبة ٤% في علائق الصيصان ويمكن أن ترتفع إلى ١٠% في علائق الطيور البالغة.

كسبة بذور اللفت الزيتي Rapeseed meal (الشلجم):

وهي كسبة غنية بالألياف الخام، إذ تصل نسبتها حتى ١٢% وتبلغ نسبة البروتين الخام فيها نحو ٣٥% والدهن الخام ٩% ويفضل ألا ترتفع نسبة استخدامها في تكوين خلطة علفية للصيصان عن ٥% ويمكن أن تصل حتى ١٠% في الخلطات العلفية للطيور البالغة وذلك بسبب محتواها من المواد الضارة مثل الغلوكوسينولات Glucosinolate والسينابين Sinapin وتسبب انخفاض معدل النمو وتضخم الغدة الدرقية وإنتاج بيض ذا طعم سمكي.

كسبة السمسم Sesame meal:

تحتوي كسبة السمسم على ٤٣% بروتين خام ونسبة مرتفعة من الألياف الخام ٩% وتعد هذه الكسبة مكملاً جيداً لكسبة فول الصويا لأنها غنية بالحمض الأميني ميثونين، كما أنها مصدر جيد للحمض الأميني أرجينين، ولعنصري الكالسيوم والفوسفور، ويمكن أن تدخل بتركيب الخلطة العلفية بحيث تغطي ثلث الاحتياجات من البروتين الخام في العليقة، وتعد كسبة جيدة لخلطات التسمين والنمو السريع لاحتوائها على نسبة عالية من الطاقة و(٧٥% معادل نشا) و(٤٣% بروتين خام).

٣. مخلفات مصانع البيرة:

تمر حبوب الشعير في مصانع البيرة بعملية إنبات وتخمير وترشيح وتحويل النشاء إلى سكر بوساطة أنزيم الديستليز، ويتخلف من هذه الصناعة بعض المواد التي تصلح لتغذية المجترات والدواجن، أهمها:

- الراديسيل (جذيرات الشعير النابتة الجافة)

يتخلف بعد وقف إنبات حبوب الشعير وتجفيفه، وهو غذاء غني بالفيتامينات يمكن استخدامه طازجاً أو بعد تجفيفه، وقيمته الغذائية مرتفعة يستخدم كمصدر للبروتين المهضوم١٦,٢%، كما أنه سهل الهضم، ويمكن إعطاؤه كعلف مركز للخيول بحدود ٣كغ/يوميا/رأس، ولماشية الحليب ١- ٢كغ/يومياً، وللدجاج ١٠٠ - ٢٥٠ غ/يوميا/رأس، ويستحسن عدم تقديمه للحيوانات الحامل خشية إجهاضها، ويمكن إضافتها لخلائط الدجاج بنسبة ٥- ١٠ %.

- خميرة البيرة:

مادة غذائية ذات قيمة عالية وسهلة الهضم، ويمكن استخدامها بحالتها الطازجة وبعد تجفيفها وهي غنية بالفيتامينات وخاصة مجموعة B والبروتينات ذو القيمة الحيوية العالية، لذلك يمكن إضافتها كمصدر للفيتامينات بنسبة لا تزيد عن ٣%، وتحتوي على٤٠ ـ ٥٢ % بروتيناً خاماً، إلا أن طعمها مر ولهذا يمكن أن تضاف لخلائط الدواجن بنسبة لا تزيد عن١٠%، ومن المخلفات نذكر تفل البيرة وقشور الشعير.

٤. مخلفات مصانع السكر:

يتخلف من صناعة السكر من الشوندر السكري مواد تصلح لتغذية الحيوانات ومنها:

المولاس (دبس الشوندر السكري): وهو السائل الكثيف المتبقي بعد بلورة السكر ويستعمل للأهداف الآتية:

١- كمادة لاصقة وذلك بنسبة ٣-٥% في صناعة الأعلاف المضغوطة.

٢- يضاف إلى عليقة الدواجن بنسبة ١ – ٣% في غرض تحسين طعمها وحث الطيور على استهلاكها.

٣- يستعمل كملين للأمعاء وطرد المواد الضارة والسامة منها.

٤- كما أن احتواءه على أملاح البوتاسيوم يساعد الكليتين على التخلص من المواد السامة وإفراز كمية كبيرة من أملاح اليوريا مع الزرق.

٥- يضاف عند عمل السيلاج من المحاصيل المرتفعة بنسبة البروتين والمنخفضة بنسبة الكربوهيدرات وذلك لإسراع تكوين حمض اللاكتيك.

٦- يضاف محلوله المخفف بوزن مساوٍ من الماء إلى مواد العلف الجافة بغرض تحسين طعمها.

يشترط بالمولاس الجيد أن يكون ذا لون بني محروق وغير متخمر ونسبة السكر نحو ٥٠% ولا تزيد نسبة الرطوبة عن ٢٥% ونسبة الرماد ١٢% وأن يحتوي على أملاح الحديد والكالسيوم وبعض الفيتامينات وخصوصاً النياسين وحمض البانتوثينيك والكولين وبعض الأحماض الأمينية، ومن المخلفات أيضاً تفل الشوندر السكري الذي يعد مصدراً مهماً من مصادر الطاقة ويمكن استخدامه بشكل طازج أو جاف.

مصادر البروتين الحيواني:

تتنوع مصادر البروتين الحيواني كما هو الحال بالنسبة لمصادر البروتين النباتي، ومن أهمها:

١. مسحوق السمك Fish Meal

أجود المصادر البروتينية المتممة لنوعية بروتين الحبوب وفول الصويا وذلك لمحتواه المرتفع من الأحماض الأمينية الكبريتية واللايسين كما أنه غني بفيتامين B12 والكالسيوم والفوسفور والصوديوم والكلور واليود والسلينيوم، وتختلف القيمة الغذائية لمسحوق

السمك حسب نوع الأسماك المحضر منها، كما تتأثر القيمة الغذائية كثيراً بمدة التخزين، ويحتوي ٧٠% بروتيناً خاماً وسطياً، ولأنه غنياً بالأحماض الأمينية اللايسين والميثونين فهو مكمل جيد لبروتينات الحبوب، ونسبة الدهن ٥ – ١٠ % لذلك عند استخدامه يفضل إضافة مضادات الأكسدة لمنع التزنخ.

إذن في حال إدخال مسحوق السمك بتركيب العليقة يفضل دائماً إضافة مضادات الأكسدة لمنع التزنخ ومراعاة إضافة الملح لأن مسحوق السمك غني بعنصري الصوديوم والكلور.

٢. مخلفات المسالخ:

- مسحوق الدم Blood meel:

يعد من أغنى المواد العلفية بالبروتين إذ تصل منه نسبة البروتين الخام إلى ٨٠% إلا أن بروتين الدم أقل في قيمته الحيوية من بروتين مسحوق السمك وذلك لانخفاض معامل هضمه واحتوائه على نسب مرتفعة من الحمض الأميني هستدين، وهو مصدر اللايسين. ويستخدم مسحوق الدم غير المعقم في عمليات التسميد، وبسبب استساغته المتدنية لا يمكن أن يكون المصدر الوحيد للبروتين في العليقة، لذا يستخدم بنسبة لا تتجاوز ٤% في تكوين الخلطات العلفية للصيصان والفروج و ٢% في تكوين الخلطات العلفية للدجاج البيّاض، إذ وجد أن له دوراً إيجابياً في لون الصفار.

- مسحوق اللحم والعظم Meat and Bone meal

يصنع مسحوق اللحم والعظم من مخلفات الذبائح والأجنة الميتة وجثث الحيوانات النافقة، وبهذا تختلف قيمته الغذائية حسب المادة الأولية المستخدمة وطريقة التحضير وزمن التعرض للحرارة المرتفعة.

مسحوق اللحم والعظم مصدر جيد للبروتين الخام (50 %) تقريبا ولعنصري الكالسيوم والفوسفور وللحمض الأميني لايسين، وقد تصل نسبة الدهن فيه إلى (٨%) ولذلك يفضل دائماً خلطه مع مضادات الأكسدة أثناء تخزينه لفترة طويلة واستخدامه في تكوين العليقة، ويدخل مسحوق اللحم والعظم بنسبة (5%) في الخلطات العلفية للدواجن وذلك بعد تجفيفه وتعقيمه وطحنه.

- مسحوق الريش:

يستخدم بعد معاملته بالبخار وتعقيمه وتجفيفه حيث تبلغ نسبة البروتين الخام فيه نحو (85%)، إلا أن هذا البروتين فقير بالحمض الأميني لايسين بالدرجة الأولى، وكذلك التربتوفان والهستدين ولكنه غني بالحمض الأميني سيستين، وأهم مشاكل استخدامه في تغذية الدواجن هي استساغته المتدنية وانخفاض معامل هضم البروتين فيه إذ لا يتجاوز ٧٠%، ويستخدم مسحوق الريش بنسبة 5% في تركيب الخلطات العلفية للطيور وخاصة النامية منها وذلك لغناه بالسيستين اللازم لنمو الريش.

- مسحوق المخلفات الثانوية للدواجن Poultry By product meal:

يصنع هذا المسحوق من المنتجات الثانوية المتخلفة عن عمليات تصنيع ذبائح الدواجن كالأحشاء والرؤوس والأرجل وتتراوح نسبة البروتين الخام في هذا المسحوق بين ٥٨ . ٦٠ % وذلك حسب نوع المواد الأولية.

يستخدم مسحوق المخلفات الثانوية بنسبة ٥% في تركيب علائق الدواجن العامة. وهو مصدر جيد للأحماض الأمينية والعناصر المعدنية وخاصة عنصري الكالسيوم والفوسفور. ويجب ألا تزيد نسبة الرماد الخام فيه عن (١٦%).

٣. مخلفات مصانع الألبان:

يتخلف من مصانع الألبان مواد ذات قيمة غذائية عالية تستعمل في تغذية الحيوان، وتمتاز باحتوائها على بروتين ذو قيمة حيوية عالية، ومن أهم هذه المواد:

a. الحليب الفرز: عبارة عن حليب كامل منزوعاً معظم الدهن ولذلك فهو غذاء غني بالبروتينات والسكريات والأملاح المعدنية ويستعمل في تغذية الحيوانات الصغيرة النامية ويدخل في الخلطة العلفية للدواجن بنسبة قد تصل إلى ٥% كمصدر للبروتين الحيواني.

b. شرش الجبنة (مصل الحليب): يتخلف الشرش في صناعة الجبن وهو مادة لبنية تحتوي ما يقرب من٥٠% من الجوامد الكلية للحليب التي تتكون من: سكر الحليب، بروتين حيواني، أملاح معدنية، قليل من الدهن، مجموعة فيتامينات B.

ولما كان الارتفاع بنسبة الملح في الشرش يعطي تأثيراً ضاراً في تغذية الطيور وبعض حيوانات المزرعة فقد تم صناعة جبن من حليب غير مملح لكي يتسنى الحصول على شرش خالٍ من الملح يمكن الاستفادة منه إما بشكله الطازج بدلاً من مياه الشرب للدواجن والعجول أو خلطه بالعلائق.

كما يمكن استخدام الشرش المجفف صناعياً في الخلطة العلفية للصيصان والدواجن لاحتوائه على عامل النمو (Animal Protein Factor) A.P.F وتأثيره في معدل النمو ونسبة التفريخ، كما يساعد على مقاومة الكوكسيديا والطفيليات، ونظرا لاحتواء الشرش على ١٤% بروتين حيواني فيمكن إحلاله محل مصادر البروتين الحيواني الأخرى مثل مسحوق اللحم أو مسحوق السمك في الخلطات العلفية مما يؤدي إلى خفض تكاليف التغذية، ويعد شرش الجبنة من العوامل غير المحددة (كما في مسحوق السمك ودريس الفصة) وهي عناصر أو مركبات كيميائية متواجدة في بعض مواد العلف لم تحدد طبيعة تركيبها الكيميائي بعد ولا طبيعة عملها الفيسيولوجي، وإنما ثبت أثرها في تشجيع النمو والحفاظ على الصحة وزيادة الكفاءة الإنتاجية.

رابعاً: مجموعة الإضافات العلفية:

وهي المواد التي تضاف إلى الخلطات العلفية لرفع قيمتها الغذائية وتشمل:

أ- الإضافات المعدنية:

تعد العناصر المعدنية إحدى مكونات أجسام الحيوانات ومنتجاتها إلى جانب المادة العضوية، كذلك تحتاجها لبناء جسمها وإنتاجها وإلى وظائفها الحيوية المهمة، ونظراً لحاجة الحيوان لبعض العناصر المعدنية التي تكون غير متوفرة بكميات مناسبة في مواد العلف التي يتغذى عليها، ويجب إضافة مثل هذه العناصر إلى الخلطات الغذائية وخاصة الكالسيوم والفوسفور والصوديوم بالنسبة للحيوانات المجترة، وإضافة لها بعض العناصر النادرة بالنسبة للدواجن، وتضاف عادةً بشكل منفصل إلى الخلائط العلفية على شكل مسحوق عظام أو كربونات كالسيوم أو فوسفات الكالسيوم الثنائية، أو كلور الصوديوم، أو تضاف بشكل مخلوط العناصر المعدنية النادرة بنسب خاصة حسب نوع الحيوان وعمره وإنتاجه.

ب- الإضافات الفيتامينية والأنزيمية:

الفيتامينات: تعد متطلبات الحيوانات من الفيتامينات قليلة جداً وتقاس بالميللي غرام أو الميكروغرام أو بالوحدات الدولية، وبالرغم من ذلك فإن نقصها يسبب عرقلة الاستقلاب وبالتالي أمراض نقص هذه الفيتامينات الفيزيولوجية، ويسمى Avritaminosis عند نقص أحدها أما عند نقص فيتامينات متعددة في آن واحد فيدعى Poly avitaminosis.

الأنزيمات: وهي عبارة عن مركبات كيميائية ذات طبيعة بروتينية تساعد في تسريع التفاعلات الكيميائية ولكنها لا تدخل في تركيب أو نواتج هذه التفاعلات، كما تبقى كميتها ثابتة في وسط التفاعل، ومن أهم هذه الأنزيمات نذكر: الأنزيمات المحللة للنشا (أميلاز)، والمحللة للبروتين (بروتيناز)، والمحللة للسللوز (السيللوليز)، والمحللة للبكتينات (بكتيناز).

ت- الإضافات العلفية المتخصصة:

تلك المركبات التي تضاف إلى خلطات أو علائق الحيوانات بهدف تحسين الكفاءة التحتويلية للغذاء أو زيادة معامل هضمه، أو تحسين مواصفات المنتجات الحيوانية بغرض تسويقها أو حمايتها من التلف، إضافة لزيادة استساغة الحيوان للعلائق التي لا يقبل عليها أو لضبط تركيزها وتوازنها من أجل الحصول على نمو وإنتاج جيد من الحيوان. ويشترط في هذه الإضافات أن لا تضر بصحة الحيوان أو تسبب اضطرابات فيزيولوجية في جسمه، وأن لا يبقى لها أي أثر في منتجاته كي لا يتأثر الانسان عندما يتغذى على هذه المنتجات كما يجب أن يشار إلى كيفية إضافة هذه المركبات والكميات المسموح بها في العلائق أو الخلطات العلفية ووقت الإضافة ومدتها لكي تضمن سلامة الحيوان وسلامة منتجاته، ومن أهم هذه الإضافات نذكر:

a. اليوريا المحضرة صناعياً: تعد اليوريا من المواد ذات الأهمية خاصة في تغذية المجترات، وليس لها أية قيمة بالنسبة للدواجن والحيوانات المجترة الرضيعة، وتعد مصدراً جيداً للآزوت ولكنها خالية من الطاقة والعناصر المعدنية والفيتامينات، وتبلغ نسبة الآزوت فيها ٤٦,٦%.

b. المضادات الحيوية: عبارة عن مركبات كيميائية عضوية تنتجها الأحياء الدقيقة، وينحصر عملها في أنها تمنع ظهور حالات مرضية على الحيوانات، مما يحسن من إنتاجيتها أو نموها كما وتؤدي إلى رفع الكفاءة الغذائية عن طريق قتل بعض الأحياء الدقيقة التي تنافس الحيوان العائل أو العمل على تغيير أنواع الأحياء الدقيقة في الجهاز الهضمي، وهي تعد من المواد الآزوتية غير البروتينية (NPN) والتي تستخدم كمصدر للبروتين، ومن أنواع المضادات الحيوية التي تضاف لعلائق الحيوانات: البنسلين، الكلوراتتراسكلين، الترامايسين، الباستراسين، التربتومايسين وغيرها، وتضاف بكميات محدودة جداً تتراوح بين ١٠-٢٠ غ لكل طن من العلف.

c. الهرمونات: وهي عبارة عن مركبات كيميائية تفرز من الغدد الصماء وتنتقل عن طريق الدم إلى الأعضاء والأنسجة.

d. مضادات الأكسدة: تضاف مثل هذه المركبات التي يشترط أن تكون عديمة الطعم والرائحة وليس لها أثراً ضاراً وأن تكون سريعة الانتشار في الدهن والغذاء لمنع أكسدة الدهن والزيوت الموجودة في علائق الحيوانات أو المواد العلفية المحتوية على نسبة مرتفعة من الدهون مثل علائق الدواجن حيث تضاف لها لرفع قيمتها من الطاقة الحرارية ولتحسين خواصها الطبيعية، ولمنعها من التزنخ. وقد تم ذكرها سابقاً.

e. مهدئات الحركة والأعصاب: تؤثر المواد المهدئة Inmguilistrators في عمل الجهاز العصبي وتجعل استجابة الحيوان للمؤثرات الخارجية ضعيفة ولهذا لا يتعرض لنقصان الوزن نتيجة الضجيج أو نقل الأعلاف والمواد الأخرى، وكذلك عند نقل الحيوان نفسه من مكان لآخر، وتعد مركبات الفينوتيازين أعم المستحضرات المستعملة كمواد مهدئة والتي يدخل تحتها العديد من المركبات التجارية، وتستخدم هذه المركبات عادة بكميات محدودة جداً، وهناك بعض المركبات الأخرى التي تضاف للخلطات العلفية للدواجن والتي تعمل على تنشيط نمو الحيوانات وتسريعها والعلاج أو الوقاية من فقر الدم مثل غليسيفوسفات الحديد ومركب حمض الزرنيخ الذي يعمل على رفع إنتاج البيض وزيادة نمو الفروج ووقايته من الأمراض حيث تتحد مركبات الزرنيخ هذه مع المجموعات الكبريتية في الأنزيمات مما يضعف عمليات الأكسدة ويسبب السمنة.

f. العوامل غير المحددة: توجد هذه العوامل في بعض المواد العلفية ولم يحدد تركيبها البنائي ولا طبيعة عملها الفيزيولوجية وإنما ثبت أثرها في تشجيع نمو الحيوان والحفاظ على صحته وزيادة كفاءته الإنتاجية، ومن المحتمل أن تقع هذه العوامل تحت قائمة الفيتامينات أو المعادن النادرة أو غيرها من المكونات الغذائية، ومن أمثلتها عامل مسحوق السمك Fish Factor وعامل عصارة الأعشاب Grass juice Factor وعامل شرش الجبنة Whey Factor وعامل رماد الفصة Alfa ash factor حيث وجد أن إضافة بعض هذه العوامل إلى علائق الماشية يؤدي لزيادة معدل الاستفادة من الألياف الخام في العليقة وتحسين النمو والخصوبة عندها وإنتاجها لمواليد قوية.

g. المواد المحسنة للطعم والرائحة: تضاف في كثير من الأحيان بعض المواد لتحسين نكهة الغذاء وجعله مقبولاً لدي الحيوان. فعند إعطاء مادتي السكروز والسكرين على شكل محلول للطيور لوحظ أنها تناولت الأول، وتفيد إضافتها أيضاً تحسين طعم العلف ورائحته.

h. وهناك أنواع أخرى من الإضافات العلفية التي تدخل في خلطات الدواجن بشكل خاص نذكر منها : مضادات الكوكسيديا والمركبات المضادة للديدان والمركبات الزرنيخية ومضادات الفطور والمركبات التي تشجع امتصاص المضادات الحيوية.

- **الأعلاف المضغوطة** (المحببة pellets و البريكيت Brickets):

تنتشر طريقة تحضير الخلائط المتزنة بشكلها المضغوط في العديد من دول العالم المهتمة بتغذية الحيوان لما لها من ميزات كثيرة أهمها:

١. سهولة نقل هذه الأعلاف لقلة حجمها بالمقارنة مع الدريس أو الأتبان.
٢. احتفاظها بصفات الطعم الجيد وقلة الفقد من المواد الغذائية حيث تنخفض نسبة الرطوبة فيها إلى ١٢ ـ ١٥ %.
٣. سهولة توزيعها آلياً عند تغذية الحيوان وسهولة تخزينها.
٤. سهولة إضافة الأملاح والمستحضرات المختلفة حسب نوع الحيوان وحاجته وذلك قبل ضغط الخلائط في القوالب المخصصة لذلك.
٥. إمكانية تحضير خلائط متزنة تحتوي على العلف المركز مع المالئ المقطع بالنسب

المطلوبة مع إضافة المواد الضرورية الأخرى حيث يمكن تغذية الحيوانات على العلف المضغوط المتزن طوال العام أو طوال فترة الرعاية.

- **الأعلاف المصنعة:**

١ـ العلف الجاهز: عبارة عن مخلوط من المواد العلفية النباتية والحيوانية غنية بالبروتينات وبالطاقة وبالإضافات المعدنية والمضادات الحيوية بنسب مختلفة حسب الغرض من استخدامه.

٢ـ العلف المركز: يستخدم هذا النوع من الأعلاف فقط في تكوين علائق الدواجن، ويحتوي على مصادر البروتين الحيواني والنباتي والعناصر المعدنية والفيتامينات والمضادات الحيوية بنسب تتلاءم مع الغرض الإنتاجي من تصنيع هذه الأعلاف من حيث التسمين أو إنتاج البيض ويضاف إلى هذه المركزات مصادر من المواد العلفية الغنية بالطاقة ليصبح علفاً جاهزاً ويستعمل حسب إرشادات الشركة المصنعة.

٣ـ العلف فوق المركز: يستخدم فقط في خلائط الدواجن وهو عبارة عن مصادر من البروتينات الحيوانية والعناصر المعدنية والمضادات الحيوية بنسب تلائم الغرض الإنتاجي من العلف ولكي يصبح علفاً جاهزاً يجب إضافة مصادر الطاقة والبروتين النباتي حسب إرشادات الشركة المصنعة (ويسمى هذا العلف بريمكس Primex).

- **الصبغات المضافة لخلائط الدواجن:**

تستخدم أحياناً وحسب تركيب الخلطة العلفية بعض المواد العلفية الغنية بالصبغات الطبيعية بهدف تحسين لون صفار البيض وكذلك لون جلد الفروج ومن أهم هذه المواد:

مسحوق الفصة(17% بروتين خام) ويحوي 260 مغ زانتوفيل/كغ.

مسحوق الفصة (22% بروتين خام) ويحوي 330 مغ زانتوفيل/كغ.

مسحوق بتلات الأقحوان وتحتوي 7000 مغ زانتوفيل/كغ.

مسحوق الفليفلة الحمراء ويحوي 396 مغ زانتوفيل/كغ.

وجلوتين الذرة يحوي 175 مغ زانتوفيل/كغ.

وكذلك تحتوي الذرة الصفراء على مادة صبغية تسمى zeaxanthin وطلائع

فيتامينA (كاروتينات) والزانتوفيل، وهذه الصبغات تعطي اللون الأصفر الذهبي المرغوب عند المستهلك ويضاف عادة مسحوق الفصة بنسبة ٢,٥ ـ ٥ % لضمان توفير المادة الملونة التي تترسب في الدهون وفي جلد الفروج وتحسين لون صفار البيض.

وهناك الصبغات الاصطناعية مثل: canthoxanthin – citazxanthin التي تعطي المواصفات السابقة نفسها.

- **المواد الضارة والسامة في علف الحيوان**

تحتوي مواد العلف أو مخاليطها مواد سامة أو ضارة بصحة الحيوانات وحياتها التي تتغذى عليها، وبالتالي فإن إنتاج الحيوانات ينخفض وقد تؤدي هذه المواد السامة في بعض الأحيان إلى نفوق الحيوان، ما لم يتفادى ضررها، ومن أهم تلك المواد:

المواد الضارة:

١. الأجسام المعدنية: تحتوي بعض مواد العلف (الكسبة والدريس والتبن) أجساماً معدنية كالمسامير وقطع الحديد أو السلك المستعمل في حزم بالات الدريس، وهذه الأجسام المعدنية كثيرا ما تخترق القناة الهضمية وتنفذ إلى القلب أو الرئتين أو غيرها من الأعضاء الداخلية مما يسبب نفوق الحيوان، ويمكن إمرار مغناطيس لسحب القطع المعدنية.

٢. الأتربة والرمال: كثير من مواد المستخدمة في تغذية الحيوان تحتوي على الأتربة والرمال فإذا كانت نسبتها مرتفعة فإنها تسبب للحيوان اضطرابات هضمية شديدة قد تؤدي في النهاية إلى نفوقه.

٣. زيادة الأحماضة: بعض مواد العليقة تحتوي على نسبة مرتفعة من الأحماضة وتؤدي التغذية على مثل هذه الأعلاف إلى إضرابات هضمية للحيوان وتآكل الأسنان وتلفها (كالسيلاج).

٤. ارتفاع نسبة الأملاح في مخلفات المصانع: كثيراً ما تحتوي مخلفات المصانع مثل مسحوق السمك واللحم وكسبة السمسم على نسبة مرتفعة من كلور الصوديوم أو الكلس المستخدم في تبيض الأرز مما يسبب إصابة الحيوان بالإسهال وبالتالي إلى قلة الاستفادة من العليقة، مثل ارتفاع نسبة النحاس في كسبة فول الصويا.

المواد السامة:

١. الجوسيبول Gossypoll ($C_{30}H_{30}O_8$): وهو مادة فينولية سامة توجد في الغدد الصبغية ببذرة القطن، وقد أمكن تقليل تأثير هذه المادة بتسخين البذرة بالبخار قبل عصرها فيتحول الجوسيبول السام إلى جوسيبول مقيد يفرز في روث الحيوان دون أن يتأثر الحيوان به، لذلك لا ينصح باستخدام كسبة القطن الناتجة من بذور لم تتعرض للبخار الساخن.

مادة الجوسيبول لم تبد أي تأثير في إنتاجية الدجاج البياض، وإنما تأثيرها يكون في لون البيض إذ يتحول عند التخزين إلى اللون البني الداكن ثم إلى الأخضر الزيتوني.

من العيوب التي تظهر في صفار البيض تلونه باللون الأخضر الزيتوني، ويتكون هذا اللون عند تغذية القطيع على نسبة عالية من كسبة القطن الحاوية على الجوسيبول، ويعزى هذا اللون الزيتوني غير المرغوب إلى تكوين طبقة سطحية على الصفار تنشأ نتيجة اتحاد مادة الجوسيبول مع السفالين Sifalin وهو أحد المركبات الموجودة في صفار البيض.

ويظهر هذا اللون بعد ثلاثة أشهر من التخزين بدرجة(٤ م)، ولنتفادى مثل هذه الحالة يمكن إضافة أكسيد الحديد إلى الخلطة بنسبة ٠,٢٥ – ٠,٥٠ % حيث يتحد الحديد مع الجوسيبول ويشكل مركباً معقداً غير قابل للامتصاص يخرج مع الزرق.

- إن الحد المسموح به بالكسب من الجوسيبول نسبة ٠,٠٧ %، وتكون عادة نسبة الجوسيبول في البذور ٠,٤ – ١,٥ % وبالكسب ٠,٠١ – ٠,٢ %.
- الحدود المسموح بها من كسبة بذرة القطن للمجترات والدواجن للمجترات 3كغ كسبة/ يوم، و للأغنام ٥٠٠ – ٨٠٠ غ/ يوم، وبنسبة ١٠% للدواجن من الخلطة العلفية.

٢. حمض الهيدروسيانيك: تحتوي بعض الغلوكوزيدات السامة في بعض البذور البقولية (الكرسنة) والذرة السكرية (البيضاء) وحشيشة السودان وكسبة الكتان، ولا يظهر التأثير السام للغلوكوزيدات إلا بعد تحللها وانفراد حمض الهيدروسيانيك السام

منها، فمثلاً نبات الذرة السكرية وحشيشة السودان تحتوي على غلوكوزيد يعرف باسم (DHURIN) تكون نسبته مرتفعة في هذه الأعلاف وهي صغيرة السن ثم تقل نسبته تدريجياً بتقدم النبات في العمر ويتحلل هذا الغلوكوزيد بفعل بعض الأنزيمات وينفرد منها حمض الايدروسيانيك السام لذلك يجب عدم استعمال هذه الأعلاف في تغذية الحيوان قبل مرور ٤٥ يوماً من إنباتها، كذلك يوجد في كسبة الكتان اللينامارين وبوجود أنزيم اللينياز يتحول إلى حمض سام.

٣. حمض الأوكساليك: تحتوي بعض المحاصيل الجذرية كأوراق ورؤوس الشوندر السكري حمض الأوكساليك بنسبة كبيرة، وهذا الحامض شديد السمية ويؤدي إلى نفوق الحيوانات التي تتغذى على مواد العلف الذي تحتويه، ولتفادي تأثيره السام يجب إضافة مسحوق الحجر الكلسي إلى أوراق الشوندر السكري قبل تغذية الحيوانات عليها لتحاشي التأثير السام بهذا الحمض بتكوين أكسالات الكالسيوم عديمة الذوبان تخرج مع الروث.

٤. نواتج الأمراض الفطرية: تغذية الحيوانات على مواد علف مصابة بالفطريات تسبب لها أمراضاً في جهازها الهضمي كما يحدث للحيوانات الحامل أن تجهض، لذلك لا بد من تعريض المواد العلفية المصابة بالفطريات للبخار الساخن لإبادة السموم المفرزة وينصح بعدم استعمال مواد العلف المصابة بالفطريات في تغذية الحيوانات الزراعية.

٥. نواتج التزنخ: تغذية الحيوانات على مواد علف متزنخة تسبب لها حدوث تهيجات والتهابات في جهازها الهضمي وبالنسبة للأبقار الحلوب إذا غذيت على مثل هذه المواد فإن صفات الحليب والزبدة الناتجة من هذه الأبقار غير مستحبة للمستهلك.

٦. السولانين Solanin: مادة سامة توجد في درنات البطاطا غير الناضجة وفي البراعم الحديثة نتيجة وجود الضوء لذلك يجب عدم تعريضها للضوء الذي يشجع نمو البراعم وكذلك توجد في البطاطا الفجة غير الناضجة لذلك يفضل طبخ البطاطا أو تعريضها لضغط عالٍ من بخار الماء، وتكون نسبة السولانين ٠,٠٢-٠,١ % وتصبح مؤذية وضارة إذا زاد تركيزها عن ٠,٢%.

٧. البذور السامة: قد تحتوي مواد العلف على بعض البذور السامة التي تؤدي إلى

التسمم منها:

– الترمس: أغنى البقوليات بالبروتين الخام ٤٠% إلا أنه فقير بالأحماض الكبريتية لذلك يعد مكملا لمسحوق السمك، ويحتوي مواد قلوية عضوية سامة تسمى spartein وlupinin التي تسبب أضراراً بالكبد.

– بذور البازلاء: أغنى البقوليات بالنشاء 23% يعد وجود التانين من المواد التي تعيق استخدامها في تغذية الدواجن وكذلك عدم استساغة الصيصان قشور حبوب البازلاء، ولكن لم تبدِ إضافتها لخلطة الدجاج البياض حتى ٣٠% أية آثار سلبية في إنتاج البيض ونوعيته.

– بذور الفول: محتوى البروتين الخام 40% – مصدر رخيص لحمض لايسين، إلا أن الفول يحتوي على التانين tanin والفيلين vilin واللكتين lectine التي تعيق عملية هضم البروتين وتمنع إتاحة الأحماض الأمينية.

٨. الأعشاب السامة: تصاب الحيوانات بأعراض التسمم أثناء وجودها بالحقل نتيجة تناولها بعض الأعشاب السامة التابعة لنباتات العائلة الصليبية أو الباذنجانية أو الخيمية.

٩. الفلورين: عنصر الفلورين سام ويضر بعظام وأسنان الحيوانات ضرراً بليغاً لاسيما عند إضافة فوسفات إلى خلائط الحيوانات المحتوية على نسبة كبيرة من الفلورين، لذلك يشترط بالفوسفات ثنائية الكالسيوم المستخدمة في عليقة الحيوانات أن تكون خالية من الفلورين أو تحتوي على نسبة ضئيلة جداً منه لتفادي التأثير الضار الناتج عن وجود الفلورين في الخلائط.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

Index

Abomasum	الإنفحة
Absorption	امتصاص
Acetic acid	حمض الخل
Achromotrichia	مرض غياب لون الشعر
Acid detergent fiber	ألياف المنظف الحامضي
Adeps	دهن حقيقي
ARC (Agriculture Research Council)	مجلس البحوث الزراعية
Alimentary canal	قناة الهضم
Alkali disease	الدوخة (المرض القلوي)
Amides	أميدات
Amines	أمينات
Amino acids	أحماض أمينية
Ammonia	نشادر
Amylase	نشا
Anabolism	البناء
Animal protein factor (APF)	عامل البروتين الحيواني
Animia	فقر الدم (أنيميا)
Anorexia	فقد الشهية

Antibodies	أجسام مضادة
Antinutritional factor	عامل مضاد للتغذية
Antioxidants	مضادات الأكسدة
Anti-stelity	مضاد العقم
Apparent Digestibility Coeffecient	معامل الهضم الظاهري
Appetite	شهية
Artifical Rumen	كرش اصطناعي
Ascorbic acid	حمض الأسكوربيك(فيتامينC)
Ash	رماد
Asphyxia	اختناق
Ataxia	مرض الرنح
Available	منتفع به(نافع) : متاح
Barley unit	وحدة الشعير
Basal energy	الطاقة الأساسية
Basal metabolism	الاستقلاب الأساسي
B-Complex Vitamins	فيتامينات ب المركبة
Beri-beri	مرض البري بري (الروازم)
Bile	الصفراء
Biological value (BV)	القيمة الحيوية
Biotin	البيوتين (فيتامين h)
Blck tongue	مرض اللسان الأسود
Blind staggers	الدوار الأعمى
Bloat	النفاخ

Bone resorption	ارتشاف العظام
Butyric acid	حمض البيوتريك (الزبدة)
Calciferol	الكالسيفيرول (فيتامين D)
Calcium – phosphorus ratio	نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور
Calorie	حريرة (سعر حراري)
Calorimeter	مسعر
Cannibalism	الافتراس
Carbon balance	ميزان الكربون
Carotenes	الكاروتينات
Catabolism	هدم
Cellulosicroughage	علف خشن سليلوزي
Cecum (caecum)	الأعور
Chemical digestion	هضم كيميائي
Chemical score of protein	التركيب الكيميائي للبروتين
Cholesterol	الكولسترول
Cholecalciferol	الكولكالسيفيرول (فيتامين D3)
Choline	الكولين
Cloaca	المجمع
Clotting	تخثر
Coagulation factor	عامل التخثر
Cod-liveroil	زيت كبد الحوت
Coefficient of digestibility	معامل الهضم (النسبة الهضمية)
Collection period	دور الجمع (الدور الحسابي)
Compound stomach	معدة مركبة

Concentrate	مركز
Cooling capacity	السعة التبريدية
Critical temperature	درجة الحرارة الحرجة
Crop	حوصلة
Crude Ash (CA)	رماد خام
Crude fiber (CP)	ألياف خام
Crude protein (CP)	بروتين خام
Curled – toe paralysis	شلل المخالب الملتوية (المقوسة)
Cyanocobalamin	سيانوكوبلامين (فيتامين B12)
Cysteine	سيستسن (حمض أميني)
Deamination	نزع مجموعة الأمين
Deficiency sympoms	أعراض النقص
Depraved appetite	شهية شاذة
Diarrhea (diarrhea)	إسهال
Digestible energy (DE)	طاقة مهضومة
Digestible protein (DCP)	البروتين الخام المهضوم
Digestion coefficient	معامل الهضم (النسبة الهضمية)
Digestibility ratio	النسبة الهضمية
Digestion trials	تجارب الهضم
Direct feeding	التغذية المباشرة
Donator	المعطي
Dried skim milk	حليب فرز مجفف
Dry matter (DM)	مادة جافة
Dry matter intake	المادة الجافة المأخوذة (المأكولة)

Duodenal juice	عصارة الإثنا عشري
Duodenum	الإثنا عشري
D-value (DOMD)	قيمةD (نسبة المادة العضوية المهضومة /المادة الجافة)
Egg white injury	مرض بياض البيض
Emaciation	هزال، نحول
Endogenous loss	فقد داخلي المنشأ
Endogenous urinary nitrogen (EUN)	آزوت البول داخلي المنشأ
Encephalomalacia	مرض الصوص المجنون(تلين الدماغ)
Endergonic	مستقبل (ماص) للطاقة
Energy balance	ميزان الطاقة
Equilibrium nitrogen balance	ميزان آزوت متعادل
Ergocalciferol	أرجوكالسيفيرول (فيتامين D2)
Ergosteerol	أرجسترول (طليع فيتامين D2)
Eructation	تجشؤ
Essential amino acids (EAA)	أحماض أمينية أساسية (ضرورية)
Essential amino acids index (EAAI)	دليل الأحماض الأمينية الأساسية
Essential fatty acids (EFA)	أحماض دهنية أساسية (ضرورية)
Ether extract (EE)	مستخلص الإيثير (دهن خام)
Excitabilities	هيوجية عالية
Exergonic	مطلق (باعث) للطاقة
Experimental period	الدور التجريبي

Exudative diathesis	أهبة نضحية (النضاحة)
Factorial method	الطريقة العاملية
Faecal metabolic nitrogen (FMN)	آزوت الروث (الاستقلابي)
Fasting	صيام
Fat –soluble vitamins	الفيتامينات الذوابة في الدهون
Fattening	تسمين
Fatty acids	أحماض دهنية
Feed evaluation	تقييم الغلف
Feed intake	العلف المأكول (الداخل)
Feed stuffs	مواد العلف
Feed unit	وحدة علفية
Feed value	قيمة علفية
Feeding standards	معدلات التغذية (مقننات غذائية)
Fermentable nitrogen	آزوت (نيتروجين) تخمري
Fermentation	تخمر
Fibers	ألياف
Fistulated animal	حيوان مجهز بناسور
Fish factor	عامل السمك
Folacin (folic acid)	الفولاسين (حمض الفوليك)
Free fatty acids (FFA)	أحماض دهنية حرة
Gizzard	القانصة– المعدة العضلية للطائر
Goiter	الدراق (تضخم الغدة الدرقية)
Glycogen	غلايكوجين (نشا حيواني)

Glycogenic	مكون السكر
Glycolysis	التحلل الجلايكوليتي
Greases	شحوم
Gross energy (GE)	الطاقة الكلية
Gross protein value (GPV)	القيمة الكلية للبروتين
Hemoglobin	هيموجلوبين (خضاب الدم)
Hard fats	دهون صلبة
Head retraction	ارتداد الرأس
Heat increment (HI)	فقد الطاقة
Heat of combustion	طاقة الاحتراق (الطاقة الكلية)
Heat production (HP)	الإنتاج الحراري
Hunger	جوع
Hydrolysis	حلمأة-تحلل الماء
Hyperammonemia	زيادة النشادر في الدم
Hypocalcaemia	نقص الكالسيوم في الدم
Hypoglacemia	نقص السكر في الدم
Hypothalamus	الوطاء
Immunoglobulin	الغلوبولين المناعي
Indicator	دليل (مشعر، كشاف)
Indirect feeding	التغذية غير المباشرة
Inhibitor	مثبط
International Unit (IU)	وحدة دولية
Iodized salt	ملح مدعم باليود
Joule (J)	جول (وحدة قياس الطاقة الحركية)

Ketosis	كيتوزيس، خلال
Large intestine	الأمعاء الغليظة
Lignin	لجنين
Linoleic acid	حمض اللينوليك
Linolenic acid	حمض اللينولينيك
Lipids	دهون (شحوم)
Liver necrosis	نخر الكبد
Mechanical digestion	هضم ميكانيكي
Magnesium tetany	تكزز الماشية (نقص المغنزيوم)
Maintenance	صيانة، حفظ الحياة
Major-or macro elements	العناصر الرئيسة (الكبرى)
Maintenance needs (requirements)	احتياجات حافظة
Marker	معلم، واسم
Meal	وجبة
Mature	بالغ (تام النمو)
Metabolic fecal nitrogen(MFN)	آزوت الروث الاستقلابي
Metabolic water	ماء الاستقلاب
Metabolic weight	الوزن التمثيلي
Matabolisability	قابلية التمثيل
Metabolisable energy (ME)	طاقة الاستقلاب (الطاقة التمثيلية)
Metabolism	الاستقلاب (التمثيل)
Microbial digestion	هضم ميكروبيولوجي
Milk fever	حمى الحليب (حمى الولادة)

Mineral elements	العناصر المعدنية
Moisture	الرطوبة
Mortality	النفوق
Mucine (mucus)	مخاط
Muscular dystrophy	حثل عضلي
National research council (NRC)	مجلس البحوث الوطني (الأمريكي)
Negative balance	ميزان سالب
Negative digestibility coefficient	معامل الهضم السالب
Negative nitrogen balance	ميزان الآزوت السالب
Net energy (NE)	الطاقة الصافية
Net protein retention (NPR)	البروتين الصافي المحتجز
Net protein value (NPV)	القيمة الصافية للبروتين
Neutal detergent fiber (NDF)	ألياف المنظف المتعادل
Niacin or nicotinic acid	حمض النيكوتينيك (فيتامين النياسين)
Night blindness	العمى (العشى) الليلي
Nitrogen-free extract (NFE)	المستخلص خالي الآزوت
Non-essential	غير أساسي
Non-nutritive additives	إضافات غير غذائية
Non-protein nitrogen (NPN)	آزوت غير بروتيني
Nutrient	مغذ (مادة غذائية)
Nutrient requirements	الاحتياجات الغذائية
Nutritive ratio (NR)	النسبة الغذائية

Oesophageal groove	أخدود المريء
Omasum	الورقية (ذات التلافيف)
Organic matter	المادة العضوية
Orts	المرفوض (المتبقي من العليقة)
Osteomalacia	لين العظام
Palatability	استساغة
Pancreas	البنكرياس
Pantothenic acid	حمض البنتوثينيك
Papillae	حليمات
Parakeratosis	مرض خطل التقرن
Paralysis	شلل
Parathyroid gland	الغدة جارة الدرقية
Parottids glands	الغدد النكفية
Pasture	مرعى
Pellagra	البلاجرا (الحصف)
Performance	كفاءة
Perosis	انزلاق الوتر
PH	الأس الهيدروجيني (درجة تركيز أيونH)
Phyllo quinone	الفيلوكوانين (فيتامين K)
Polyneuritis	التهاب الأعصاب
Positive	موجب
Preliminary period	دور تمهيدي
Preparatory period	دور تحضيري

Preruminate stege	مرحلة قبل الاجترار
Preweaning period	دور قبل الفطام
Propionic acid	حمض البروبيونيك
Protein efficiency ratio(PER)	نسبة فعالية البروتين
Protein equivalent (PE)	مكافئ البروتين
Protein replacement value (PRV)	القيمة التبادلية للبروتين
Proteolysis	التحلل البروتيني
Protozoa	أوليات وحديدات
Provitamin	طليع فيتامين (مولد فيتامين)
Proximate analysis	تحليل تقريبي
Pyridoxine or pyridoxal	فيتامين B6 (البيريدوكسين أو البيريدوكسال)
Pyruvic acid	حمض البيروفيك
Ration	عليقة (حصة الحيوان اليومية من العلف)
Rectum	مستقيم
Requirements	احتياجات
Respiration chamber	غرفة التنفس
Respiration Quotient	النسبة التنفسية
Reticulam	الشبكة (القلنسوة)
Retinol	الريتينول (فيتامين A)
Rhodopsin	الارجوان البصري
Ribvlavin	الريبوفلافين(B2)

Rickets	الكساح
Roughage	علف خشن (مالئ)
Rumen	الكرش
Rumination	الاجترار
Rumination Contraction	تقلص اجتراري
Ruminants	المجترات
Rumen fistula	فتحة في الكرش (ناسور)
Safety factor	عامل امان
Saliva	لعاب
Salivary amylase	أميلاز اللعاب
Salivary gland	الغدد اللعابية
Salt	ملح الطعام
Satiety	شبع
Scandinavian Feed Unit(SFU)	الوحدة العلفية الاسكندنافية
Scurvy	مرض الاسقربوط
Selonosis	التسمم بالسيلينيوم
Silage	السيلاج (العلف المخمر)
Skim milk	حليب فرز، حليب مقشود
Slipped tendon	انزلاق الوتر
Small intestie	الأمعاء الدقيقة
Sodium chloride	كلوريد الصوديوم(ملح الطعام)
Solids not fat(SNF)	مواد صلبة غير دهنية
Soybean meal	كسبة فول الصويا
Spasmus	تقلص _تشنج

Specific Dynamic Action(SDA)	الفعل الديناميكي النوعي
Starch Value	معادل النشاء
State of Maintenance	حالة حفظ الحياة
Sterilitas	عدم الانجاب (عقم)
Stiff disease	مرض التيبس
stomach	المعدة
Straw	قش (تبن)
Sublingual Glands	غدد تحت السان
Submaxillary Grands	غدد تحت الفك السفلي
Suckling	رضاعة
Supplements	اضافات
Sweet Clover Disease	مرض البرسيم الحلو
Synovial	الزليل (السائل المزلق)
Synthesis	تكوين ، اصطناع
Tallow	شحم ، دهن حيواني
Teart	التيرت (مرض اسهال الماشية)
Tentany	التكزز
Therm	ثيرم (١٠٠٠ كيلو كالوري)
Thiamin	الثيامين (فيتامين B1)
Thyroid gland	الغدة الدرقية
Thyroxine	ثيروكسين (هرمون الغدة الدرقية)
Tocopherol	توكوفيرول (فيتامين E)
Total Digestible Nutrients(TDN)	العناصر الكلية المهضومة
Toxic Elements	عناصر سامة

Trace or Micro_Elements	العناصر النادرة أو الصغرى
Transamination	انتقال مجموعة الأمين
Transitionary Period	الدور الانتقالي
Triglycerids	الجليسريدات الثلاثية
True Fat	دهن حقيقي
True Protein	بروتين حقيقي
Undegradable Protein	بروتين غير منحل (غير متهدم)
Unsaturated Faty Acids	أحماض دهنية غير مشبعة
Urea	اليوريا – البولة
Urease	أنزيم اليورياز
Uronic Acide	حمض اليورنيك
Volatile Fatty Acids(VFA)	الأحماض الدهنية الطيارة
Voluntary intake	الاستهلاك الحر
Water _Soluble Vitamins	الفيتامينات الذوابة في الماء
Weight gain	زيادة الوزن
Whey	مصل الحليب
White muscula disease	مرض العضلة البيضاء
Whale milk	حليب كامل الدسم
Xeropthalamia	جفاف الملتحمة
Zein	بروتين الذرة

المراجع العلمية REFERENCES

أ- المراجع العربية:

١) أبو رية، أحمد كمال (١٩٦٧).تغذية الحيوان والدواجن، دار المعارف، القاهرة.

٢) الحسيني، أسامة، أبو العلا، صلاح (١٩٩٠) أساسيات تغذية الدواجن. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.

٣) الرباط، محمد فؤاد (١٩٨١). أساسيات تغذية الحيوان والدواجن. جامعة دمشق. كلية الزراعة.

٤) المزيد، محي (١٩٨٢). فيزيولوجيا الحيوانات الزراعية، جامعة حلب. كلية الزراعة.

٥) الياسين، فايز. (١٩٩٨). مواد العلف، الطبعة الثانية معدلة، مديرية الكتب والمطبوعات. جامعة حلب.

٦) الياسين، فايز. (١٩٨٩). تغذية الحيوان، مديرية الكتب والمطبوعات. جامعة حلب.

٧) الياسين، فايز. (١٩٨٥). اختبارات مواد العلف وتغذية الحيوان. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية. جامعة حلب.

٨) الياسين، فايز. (١٩٨١). أساسيات تغذية الحيوان، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب.

٩) جيرج، د.س. وبوند، يو (١٩٩٧). أساسيات تغذية وإعلاف الحيوان. ترجمة بن عامر م. س. والحاج ح. م. منشورات جامعة المختار، البيضاء، الجماهيرية الليبية.

١٠) حسن، عيسى. (١٩٩٧) أساسيات تغذية الحيوان. جامعة دمشق، كلية الزراعة.

١١) حسن، عيسى. (١٩٩٢) أساسيات تغذية الدواجن، الجزء النظري. جامعة دمشق، كلية الزراعة.

١٢) حيدر، محمد(١٩٨١). مبادئ الكيمياء الحيوية. جامعة تشرين. كلية الزراعة.

١٣) عبود، موسى أمين (١٩٩٥) تغذية الدواجن. منشورات جامعة حلب، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية.

١٤) كـيرل، ل، س، م. ع. فريـد، ل، هـاريس، هــ. لويـد.، م. ف. وردة، (١٩٧٩). القيمة الغذائية لمواد العلف والنباتات الرعوية في الدول العربية والشرق الأوسط، أكساد دمشق/ لوجان.

١٥) نقـولا، ميشـيل قيصـر. (٢٠٠٠). تغذيـة الحيـوان. الجـزء النظـري. منشـورات جامعـة البعث. كلية الزراعة.

١٦) وردة، محمد فاضل (١٩٨٦). الخيول العربية وأسس تغذيتها، أكساد. دمشق.

١٧) يعقـوب، شـكيب. (١٩٩١). تغذيـة المجـترات. جامعـة دمشـق. مديريـة الكتـب والمطبوعات الجامعية.

١٨) يوتايتس، هـ. وفيرتزر، ج. (١٩٨٠). التغذية العلمية للدواجن. ترجمة العطار. علي عبد الكريم، جامعة البصرة. كلية الزراعة.

ب- المراجع الأجنبية:

1) Agriculture research council(ARC) (1980). The nutrient requirement of farm livestock. Common wealth agricultural bureau.
2) Agriculture research council (ARC) (1965). The nutrient requirements of farm livestock. No_2 Ruminants. London.
3) Aitken, F.C. and R. G. Hankin, (1969). vitamins in feeds for livestock, Tec. Comm. No25, Abardeen.
4) Annison, E.F. and D. Lewis, (1959). Metabolism in the Rumen. Methun & Co. Ltd. London.
5) Bagdanov, G. A. (1981). Animal Nutrition. Kolos. Moscow. (in Russian).
6) Bakanov, V. N. and Menkin V. K. (1989) Animal Nutrition Agroproizgat, . Moscow. (in Russian).
7) Bakanov, and Ovsisher B. R. (1982). Summer Feeding of Dairy caws. Kolos,. Moscow. (in Russian)
8) Church, D. C. (1972). Digestive physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. 3, O & B. Books, Inc., Corvallis, OR.
9) Church, D. C. (1988). Basic Animal Nutrition and Feeding, (3-ed) J. W. S. Inc.

10)Delfino, F. J. and R. C. Swingle. (1997). Rumen microbial digestion of grain cell walls. J. of Animal Sci 79:418.

11)Denton, R. M.and pagson, C. I. (1976). Metabolic Regulation. Chapman and Hall. London.

12)Dmitrochenko, A. P. and P. D. Pchenichnii (1985). Nutrition of Farm Animals (in Russian), Leningrad, Kolos.

13)El-Yasein F. A.(1970), the Use of lysin and Methionin in The Feeding of Suckling Calves. (in Russian) TCXA Rep. 164, Moscow.

14)El- Yasein F. A.(1971). Fat, Protein and Amino acid composition of Caw Coiestrum. (in Russian) TCXA Rep. 167, Moscow.

15)Grampton, E.W. and L.E. Harris, (1968). Applied Animal Nutrition.....

16)Gebhardt, G. (1988). Tiererv Nehrung, Berline.

17) Haresing, W., and D.J.A. Cole (1981). Recent Developments in Ruminant Nutrition. Butterworths.

18) Hennig, A.(1982). Ergotropika, Berlin.

19) Hoffmann, M. (1983). Tierfutterung, Berlin.

20) Kearl, L.C. (1982). Nutrient Requirement of Ruminants in Developing Countries. U.S.U., Logan, UTAH, USA.

21) Jeargivskuu, V.I.; Annenkov, B.N. and Samokhin V.T. (1979). Mineral Nutrition of Animals. Kolos. Moscow. (in Russian).

22) Lawson DE.M. (1978). Vitamin D. Acad. Press. New York and London.

23) Lehninger, A. L. (1975). Biochemistry. 2-nd ed. Worth publ. New York.

24) Leng, R. A. and J. V. Nolan. (1994). Nitrogen metabolism in the rumen. J. Dairy Sci. 67.

25) Matras, J. and R. L. Preston. (1991). Role of glucose on the metabolism in ruminants. J. of Animal Sci. 59:414.

26) Mc Donald, I. W. and Warner, A. C. I. (1975). Digestion and metabolism in the Ruminant. Univ. of New England pub. Unit.

27) Mc Donald, P., R. A. Edwards and J. F. D. Greenhalgh. (1982). Animal Nutrition. (3-d ed.), Longman, London and New York.

28) Morrison, F. B. (1959). Feeds and Feeding, (22-nd ed.), M. Pub, Co. Clinton, Iowa.

29) National Research Council (NRC). (1978). Nutrient Requirements of Dairy Cattel. N. A. S., Washington D. C.

30) NRC (1981). Nutrient Requirements of Goats. N. A. S. Washington D. C.

31) NRC (1984). Nutrient Requirements of Beef Cattle. N. A. S. Washington D. C.

32) NRC (1985). Nutrient Requirements of Sheep. N. A. S. Washington D. C.

دليل المخططات والجداول والأشكال

أولاً: المخططات

رقم الصفحة	المخطط رقم	البيان
١٦	١	التركيب الكيميائي للمواد العلفية
٣٦	٢	هضم واستقلاب البروتين الخام عند المجترات
٣٩	٣	سلاسل الاستقلاب لنواتج هضم البروتين من الأحماض الفاكيتونية للحصول على الطاقة عند المجترات
٤٠	٤	سلاسل الاستقلاب لنواتج هضم البروتين من الأحماض الفاكيتونية للحصول على الطاقة عند الطيور
٤٣	٥	مقطع طولي في معدة الحيوان
٥٢	٦	خطوات التحلل الغلايكوليتي
٥٣	٧	خطوات بناء الغلايكوجين
٥٤	٨	استقلاب الكربوهيدرات عند الطيور
٥٦	٩	العمليات الهضمية للمركبات الغذائية
٥٨	١٠	هضم وتمثيل المواد الكربوهيدراتية في الكرش
٦٢	١١	سلسلة تفاعلات التمثيل الحيوي للألياف الخام في المجترات
٧٠	١٢	استقلاب الدهون عند الطيور للحصول على الطاقة
٧٢	١٣	استقلاب الدهون عند المجترات للحصول على الطاقة
١٥٤	١٤	استقلاب الطاقة في جسم الحيوان (مصير الطاقة)

ثانياً: الأشكال

البيان	رقم الشكل	الصفحة
انزلاق الوتر بسبب نقص البيوتين أو الكولين أو المنغنيز	١	١٠٥
نقص النحاس عند الأغنام	٢	١٢٥
العضلة البيضاء عند الأغنام	٣	١٣٣
الهزع Ataxia	٤	١٣٥
Ataxia in the animals	٥	١٣٥
الصوص المجنونCrazy chick disease	٦	١٣٦
Perosis	٧	١٣٦
Polyneuritis in the animals التهاب الأعصاب المتعدد	٨	١٣٦
Polyneuritis	٩	١٣٧
الكساح	١٠	١٣٧
الكساح	١١	١٣٧
شلل المخالب Perosis	١٢	١٣٨
نقص النحاس	١٣	١٣٨

ثالثاً: الجداول

البيـان	رقم الجدول	الصفحة
محتوى أجسام وأنسجة حيوانات من الماء	١	١٨
بين استهلاك الأغنام من الماء نسبة الرطوبة في العلف	٢	١٩
احتياجات الماء حسب درجة الحرارة	٣	٢٠
أنواع الأحماض الدهنية الأكثر انتشاراً في الطبيعة	٤	٦٥
قيم الحرارة المفقودة من الطاقة التمثيلية لبعض المواد الغذائية عند بعض الحيوانات	٥	١٥٢
تقدير الانتاج الحراري من الدهون و الكربوهيدرات اعتماداً على النسبة التنفسية	٦	١٦١
مثال لحساب الانتاج الحراري	٧	١٦٣
المواد العلفية المهمة المستخدمة في تغذية المجترات والدواجن	٨	١٧٢