

مقالة بحثية

دراسة تأثير طرق الذبح (الحلال وغير الحلال) والتخزين المجمد على بعض مؤشرات الجودة في لحوم الدجاج

وائل عبدالرحمن الصبان^{1*}، و إبراهيم سعيد العمودي¹¹ قسم علوم وتكنولوجيا الأغذية، كلية العلوم البيئية والأحياء البحرية، جامعة حضرموت، اليمن

* الباحث الممثل: وائل عبدالرحمن الصبان؛ البريد الإلكتروني: w.alsaban@hu.edu.ye؛ هاتف: (+967)771405358

استلم في: 28 أغسطس 2026 / قبل في: 12 سبتمبر 2026 / نشر في: 30 سبتمبر 2026

المُلخَص

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة تأثير طرق ذبح مختلفة (الذبح الحلال الشرعي، الذبح الحلال بعد التخدير، والذبح غير الحلال بعد الخنق) والتخزين المجمد على بعض مؤشرات الجودة في لحوم الدجاج. تم إجراء هذه الدراسة في مختبرات كلية العلوم البيئية والأحياء البحرية - جامعة حضرموت ومختبرات الصحة المركزية في محافظة حضرموت- اليمن والتي اعتمدت على المنهج التجريبي والذي يقوم على إجراء دراسة معملية منظمة تهدف إلى اختبار الفرضيات وتفسير النتائج وفق أسس علمية صحيحة. أظهرت النتائج هذه الدراسة تفوق كل من نسبة البروتين (15.13 - 14.85 %) والدهن (5.63 - 5.00 %) في العينات المدروسة (الطازجة وبعد الخزن المجمد) على التوالي خلال الذبح الحلال بدون تخدير نظرا لانخفاض عمليات التحلل والأكسدة، في المقابل انخفضت هذه النسب في الذبح الغير حلال بسبب الاجهاد العضلي وتسارع التحلل الانزيمي مما قلل القيمة الغذائية. أظهرت في هذه الدراسة أن لحوم الذبح الحلال حافظت على مستويات قيمة pH معتدلة (حوالي 5.75-5.80) وقدرة أعلى على الاحتفاظ بالماء مما يعكس سلامة الانسجة وتدهورت هذه الخواص في الذبح غير الحلال مع ارتفاع طفيف في قيمة pH بعد التجميد بسبب الضعف النزف والضرر النسيجي. سجلت لحوم الذبح الحلال دون تخدير أعلى مستويات محتوى الحديد الهيمي (Heme Fe) (2.55 ملليجرام لكل 100 جرام) لكفاءة النزف، بينما انخفض بشكل ملحوظ الى 1.60 ملليجرام لكل 100 جرام خلال الذبح غير الحلال. أما القواعد النيتروجينية المتطايرة الكلية (TVB-N) (17.100 %)، فقد كانت في أدنى مستوياتها في لحوم الذبح الحلال وارتفعت بشكل تدريجي بعد التخزين الى 20.45 % ولكن ضمن الحدود المقبولة، فيما سجلت ارتفاعاً واضحاً (مؤشر التلف) في لحوم الذبح غير الحلال بعد التجميد الى 20.23 %. في حين سجلت نتائج قدرة الاحتفاظ بالماء WHC ارتفاعاً ملحوظاً الى 89 % خلال الذبح الحلال بينما انخفضت الى 80 % خلال الذبح الغير حلال. أما السائل الناضح (Drip loss) (8.00 %)، كان الأقل في لحوم الذبح الحلال الشرعي بعد التجميد وارتفع بشكل ملحوظ في لحوم الذبح غير الحلال بعد الخزن المجمد الى 11.50 %. وتوصي الدراسة اعتماد الذبح الحلال الاسلامي بدون تخدير كخيار أول في المسالخ لضمان أفضل جودة وقيمة غذائية وسلامة للحوم الدجاج.

الكلمات المفتاحية: الذبح الحلال وغير الحلال؛ الخزن المجمد؛ الخصائص الفيزيائية؛ التركيب الكيميائي؛ لحوم الدجاج.

المقدمة Introduction

تُعد لحوم الدجاج من أكثر أنواع اللحوم استهلاكاً على مستوى العالم، لما تتميز به من قيمة غذائية عالية، واحتوائها على بروتينات سهلة الهضم، وقلة محتواها من الدهون مقارنةً بأنواع اللحوم الأخرى. ومع تزايد الطلب العالمي على لحوم الدجاج في ظل التطور الكبير في سلاسل الإمداد الغذائية، برزت الحاجة الملحة لضمان جودة هذه اللحوم وسلامتها من خلال ضبط ممارسات الذبح والتخزين وفقاً لمعايير صحية وشرعية دقيقة [1]

ويعد الذبح الحلال نظاماً متكاملاً يجمع بين البعد الديني والبعد الصحي، إذ حث الإسلام على الرفق بالحيوان والاحسان في الذبح، فالإسلام لم يكتف بتحديد نوع الطعام الحلال، بل أوصى بكيفية الذبح وأدب التعامل مع الحيوان، كما قال النبي صلى الله عليه وسلم: "إذا ذبحتم فأحسنوا الذبح، وليدح أحدكم شفرته، وليرح ذبيحته" [2] وقال تعالى: "يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ" [3].

تشرط الشريعة الإسلامية أن يباشر الذبح مسلم بالغ عاقل، أو كتابي من أهل الملة، بشرط أن تتم التذكية وفق أحكام الإسلام وبنية دينية لا على سبيل العادة أو المهنة فقط. ويجب أن يذكر اسم الله عند الذبح، لقوله تعالى: (فَكُلُوا مِمَّا ذَكَرَ اللَّهُ عَلَيْهِ إِنْ كُنْتُمْ بِآيَاتِهِ مُؤْمِنِينَ) [3]. وقد قرر مجمع الفقه

الإسلامي الدولي في دورته العاشرة [4] أن التسمية واجبة ولا تسقط عمداً، وأن الذبيحة التي لم يذكر اسم الله عليها عمداً لا تُعد حلالاً. ومن الشروط الجوهرية في الذبح الحلال أن يكون الحيوان حيّاً حياةً مستقرة عند إجراء التذكية، أي تظهر عليه علامات الحياة مثل الحركة أو التنفس، لأن موت الحيوان قبل الذبح يُخرجه من دائرة الحلّ، ولو ذكر اسم الله عليه بعد موته. وقد أكد مجمع الفقه الإسلامي الدولي [4]. أن من شروط الحلّ أن تتم التذكية والحيوان حي حياة مستقرة، بحيث لو تُرك عاش. كما يجب أن تتم عملية الذبح باستخدام آلة حادة تقطع الحلقوم والمريء والودجين امتثالاً لقوله ﷺ: «إذا ذبحتم فأحسنوا الذبح، وليدح أحدكم شفرته، وليرح ذبيحته» [2]. ويُمنع استخدام الأظافر أو الأسنان في الذبح، لقول النبي ﷺ: «ما أنهر الدم وذكر اسم الله عليه فكل، ليس السن والظفر» [5]. ويبيّن أن السن والعظم ليسا من أدوات الذبح المشروعة لأنها لا تُحد ولا تُنهر الدم كما ينبغي. من جهة أخرى، فإن التنظيمات الفنية الحديثة أضافت اشتراطات مكملة لهذه الضوابط الشرعية، من أجل ضمان الاتساق بين متطلبات الشريعة وممارسات التصنيع الغذائي في المسالخ الحديثة. فقد نصت المواصفة الخليجية الموحدة [6]. على أن الذبح الحلال يمكن أن يتم يدوياً أو آلياً بشرط أن يتولى تشغيل الآلة مسلم بالغ عاقل يذكر اسم الله عند بداية التشغيل، مع وجود رقابة تضمن بقاء الطائر حيّاً لحظة ملامسة السكين [6]. كما شددت المواصفة الإماراتية على ضرورة أن يكون الذابح حاصلًا على تأهيل شرعي معتمد بما يضمن إمامه بأحكام التذكية وآداب الذبح الإسلامي [7].

كانت أقل القيم في الدجاج النافق غير المذبوح (56.4%). كما أظهرت الطرق غير الحلال انخفاضاً أكبر في WHC وفقداناً أعلى لماء العضلات والبروتينات الذائبة ومركبات النكهة، مما يؤدي إلى تدهور الجودة [12].

تلعب طريقة الذبح دوراً محورياً في تحديد مستويات القواعد النيتروجينية الطيارة في لحوم الدجاج. فقد أوضح [15] أن النزف غير الكامل أثناء الذبح، كما يحدث في بعض طرق الذبح غير الحلال، يؤدي إلى بقاء الدم داخل الذبيحة، مما يوفر بيئة مناسبة لنمو البكتيريا وتسريع تحلل البروتينات، وبالتالي زيادة إنتاج القواعد النيتروجينية الطيارة. وقد سجلت الدراسات فروقاً واضحة في مستويات القواعد النيتروجينية الطيارة تبعاً لطريقة الذبح. حيث أظهرت نتائج [14] أدنى قيمة للقواعد النيتروجينية الطيارة سُجلت في لحوم الدجاج المذبوح وفق الطريقة الحلال (9.18 ملغم/100 غم)، في حين بلغت القيمة في لحوم الذبح غير الحلال (14.47 ملغم/100 غم)، أما في لحوم الدجاج النافق غير المذبوح فقد سُجلت أعلى قيمة (25.53 ملغم/100 غم). وتعكس هذه الفروقات تأثير طريقة الذبح على سلامة المنتج ونضارته، حيث إن الذبح الحلال يؤدي إلى نزف أكثر كفاءة، وبالتالي تقليل النشاط الميكروبي بعد الذبح. لذلك تهدف هذه الدراسة إلى دراسة تأثير الذبح الحلال وغير الحلال والخزن المبرد على بعض مؤشرات جودة في لحوم الدجاج.

طرق ومواد العمل

يعتمد هذا البحث على المنهج التجريبي، والذي يقوم على إجراء دراسة عملية منظمة تهدف إلى اختبار الفرضيات وتفسير النتائج وفق أسس علمية. وقد تم تصميم التجربة بما يضمن تحقيق أهداف الدراسة والوصول إلى نتائج وتوصيات تتوافق مع متطلبات البحث [16]. تم تنفيذ هذه الدراسة في مختبرات كلية العلوم البيئية والاحياء البحرية- جامعة حضرموت- اليمن ومختبرات الصحة المركزية بمحافظة حضرموت المكلا - اليمن خلال العام الجامعي 2023-2024م

المواد والاجهزة المستخدمة في البحث

الدجاج

تم شراء تسعة دجاجات من سلالة Ross ويبلغ من العمر 31 يوم بوزن 1000-1300 جرام بطريقة عشوائية من مزرعة بن هلابي الواقعة في منطقة الريان بتاريخ 2024/7/21م محافظة حضرموت -اليمن بعد تربيته بنظام تغذية المماثل وتم نقلها بواسطة سيارة في أقفاص خاصة لها توضع فيها الدجاج دائماً عند نقلها، إلى مسلخ للدجاج المتواجد في مدينة الشحر.

ينبغي على المسلمين أن يبذلوا جهداً للحصول على أغذية مصادرها حلال ونظراً لإستهلاك كثير من الناس لحوم الدجاج وحصول التطور الحديث في عالمنا اليوم وزيادة الطلب ورغبة المستهلكين في الحصول على منتجات آمنة وخالية من مسببات الأمراض، لذلك يجب معرفة طرق الذبح وآلياته، فالذبح الحلال هي الطريقة الشرعية التي أباحها الإسلام والتي بموجبها يصبح لحم الدجاج حلال وذلك من خلال إستقبال القيلة والرقق بالحيوان والتسمية وقطع البلعوم والمرئ مع قطع الشرايين السباتية والاوردة الاوداجية، أما الحيوان الذي لم يذبح بالطريقة الإسلامية كان يتم صعقه أو تخبطه أو خنقه فيالتالي لايحل أكله ولو تمت التسمية عليه فالعبرة بكيفية الذبح هنا لا بالتسمية فقط [8].

تُعد عملية الذبح من المراحل الحاسمة في سلسلة إنتاج لحوم الدواجن، حيث تسهم بشكل مباشر في تقليل كمية الدم المتبقي داخل الأنسجة العضلية، وهو ما يُعد مؤشراً مهماً على جودة اللحم وصلاحيته للتخزين والاستهلاك. فقد أظهرت دراسة [9] أن الذبح وفقاً للشرعية الإسلامية يؤدي إلى نزف أسرع وأكثر كفاءة مقارنة بطرق الذبح الأخرى، مما يُساهم في إطالة فترة الصلاحية وتحسين الصفات الحسية والكيميائية للحوم. كما أن تقنيات التخزين (تبريداً أو تجميداً) تلعب دوراً جوهرياً في الحفاظ على هذه الصفات، إذ يؤدي سوء التخزين إلى فقدان الماء، وتغير اللون، وأكسدة الدهون والبروتينات [10].

أشار [11] أن بقاء الدم داخل الأنسجة بسبب طريقة الذبح يؤدي ارتفاع الرقم الهيدروجيني عندما تم وخز رقبة الدجاج بجسم حاد (طريقة ذبح غير حلال) حيث لاحظ ارتفاعاً ملحوظاً في الرقم الهيدروجيني بعد 24 ساعة من التخزين المبرد وعلل ذلك أن النزيف الكامل يسبب تراكم الدم داخل الأنسجة العضلية مما يجعل الرقم الهيدروجيني أعلى من المعدل الطبيعي (يتراوح بين 6.0 و 6.5 بدلاً من 5.8-5.8). ذكر [12] أن ارتفاع الرقم الهيدروجيني قد يرتبط بالحالة الصحية للدجاج قبل عملية الذبح وبالحالة البيوكيميائية للعضلات في وقت الذبح بغض النظر عن طريقة الذبح، حيث لوحظ ارتفاعاً في الرقم الهيدروجيني في طريقة الذبح الحلال بلغ 6.5 بخلاف الدجاج النافق الذي بلغ 6.3 وطريقة الذبح الغير حلال 6.1.

إن الذبح الحلال يُسهم في تحسين قدرة الاحتفاظ بالماء WHC نتيجة كفاءة النزف وانخفاض كمية الدم المتبقية في الأنسجة، مما يعزز جودة اللحم. وعلى العكس من ذلك، قد يؤدي الذبح غير الحلال - خصوصاً عند حدوث خنق أو إجهاد قبل الموت - إلى ضعف النزف وزيادة الإجهاد العضلي، وهو ما يرتبط بانخفاض [13]. WHC وقد دعمت نتائج [14] هذا الاتجاه، حيث سُجلت لحوم الدجاج المذبوح حلالاً أعلى محتوى مائي (72.02%) مقارنة بالذبح غير الحلال (67.75%) وقطع الرأس (62.9%)، في حين



صورة (1): مزرعة الدجاج أثناء التغذية

وعدم تعرضها لأي تلوث قد يؤثر على نتائج التحليل. وقد شملت إجراءات التهئية حسب [18] كما يلي:

1. تنظيف المسلخ باستخدام ماء نظيف جارٍ، ثم إجراء تعقيم شامل لجميع الأسطح باستخدام محلول الديتول، وذلك بهدف القضاء على أي ملوثات ميكروبية محتملة.
2. التزام القائم على عملية الذبح بارتداء معدات الوقاية الشخصية، بما في ذلك الكمامات الطبية، القفازات المطاطية، وغطاء الرأس، وذلك لضمان معايير النظافة الشخصية، ومنع انتقال العدوى أو التلوث إلى العينات.
3. تم تنظيف وتعقيم منطقة الذبح مباشرة بعد كل عملية ذبح، وذلك لمنع انتقال التلوث العرضي بين العينات.
4. تم تنظيف وتعقيم أدوات الذبح (مثل السكاكين وألواح التقطيع) باستخدام ماء ساخن بدرجة حرارة 80° مئوية بعد كل عملية ذبح، مع تخصيص مجموعة أدوات مستقلة لكل معاملة تجريبية، لضمان عدم انتقال التلوث المتبادل سواء الميكروبي أو الكيميائي

المعاملات المستخدمة في البحث:

بعد الانتهاء من تهئية موقع الذبح، تم تقسيم الدجاج المستخدم في الدراسة إلى ثلاث مجموعات (معاملات) تجريبية، ضمت كل مجموعة ثلاث دجاجات تم اختيارها عشوائياً من مزرعة الدجاج. وقد أُنح للدجاج فترة راحة مدتها، ساعة كاملة قبل الذبح، لتقليل تأثيرات الإجهاد الناتج عن النقل الذي استمر قرابة 60 دقيقة، ولإتاحة استقرار الحالة الفسيولوجية للدجاج قبل تنفيذ المعاملة. وقد تم تنفيذ المعاملات الثلاث كما يلي:

المعاملة الأولى: الذبح الحلال (الشرعي)

تم في هذه المعاملة ذبح الدجاج وفقاً لأحكام الشريعة الإسلامية، حيث جرى قطع الودجين، والشرابين السباتية، والقصبه الهوائية، بعد التسمية واستقبال القبله [19].

مادة التخدير المستخدمة في البحث

تم استخدام مادة كيتامين هيدروكلوريد (Ketamine Hydrochloride) كمخدر كيميائي في إحدى معاملات البحث، بتركيز 50 ملجم/مل، وتم الحصول عليها من مستشفى الشحر محافظة حضرموت –اليمن [17].



صورة (3): مادة التخدير كيتامين هيدروكلوريد

المواد الكيميائية والمحاليل المستخدمة في البحث:

تم استخدام مجموعة من المواد الكيميائية والمحاليل اللازمة لتنفيذ التحليلات الخاصة بمؤشرات الجودة المختلفة في الدراسة، وقد تم توفيرها من مختبر علوم وتكنولوجيا الأغذية بكلية العلوم البيئية والأحياء البحرية – جامعة حضرموت، ومختبرات الصحة المركزية بمدينة المكلا. محافظة حضرموت- اليمن.

طرق العمل

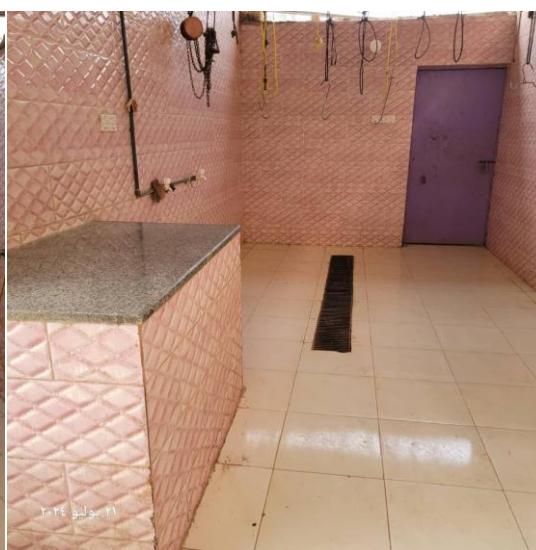
تحضير العينات (الدجاج) المستخدمة في البحث:

تهئية مكان مسلخ الدجاج

تم إعداد وتجهيز موقع الذبح في مسلخ الدجاج بمدينة الشحر-حضرموت – اليمن وفقاً لمتطلبات السلامة الصحية والبيئية، وذلك لضمان سلامة العينات



صورة (5): توضيح أثناء العمل في المسلخ



صورة (4): توضيح مسلخ الدجاج

$$P_0 = \text{وزن العينة}$$

$$F = \text{معامل تحويل النيتروجين الى بروتين (6.25)}$$

تقدير الدهن:

يقدر الدهن الخام في لحوم الدجاج بعد استخلاصها بواسطة أحد مذيبات الدهن الاثير البترولي Petroleum ether وذلك في جهاز سو كسلت Soxhlet Extraction ثم تبخير المذيب ووزن الدهن المتبقي بعد تطاير المذيب وتم حساب النسبة المئوية للدهن الخام حسب المعادلة التالية:

$$\text{النسبة المئوية للدهن \%} = \frac{\text{وزن ورقة الترشيح مع العينة قبل الاستخلاص}}{\text{وزن ورقة الترشيح مع العينة بعد الاستخلاص}} \times 100$$

تقدير الرماد:

تم تقدير نسبة الرماد الكلي في عينات لحوم الدجاج وفقاً للطريقة التقليدية المعتمدة، والتي تعتمد على قياس الكمية المتبقية من المادة المعدنية غير العضوية بعد الحرق الكامل للأنسجة العضوية في فرن الترميد (Muffle furnace) عند درجة حرارة تتراوح بين 525 إلى 550°م حتى ثبات الوزن. وتم حساب النسبة المئوية للرماد % حسب المعادلة التالية:

$$\text{النسبة المئوية للرماد \%} = \frac{\text{وزن الجفنة مع العينة بعد الترميد}}{\text{وزن الجفنة فارغة}} \times 100$$

تقدير الكربوهيدرات:

تم حساب محتوى الكربوهيدرات في لحوم الدجاج المدروسة بواسطة الفرق حسب طريقة [22] حسب المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الكربوهيدرات} = 100 - (\text{البروتين} + \text{الرطوبة} + \text{الرماد} + \text{الدهن})$$

تقدير الطاقة الغذائية:

تم حساب الطاقة في لحوم الدجاج المدروسة حسب طريقة [23] حسب المعادلة التالية:

$$\text{الطاقة كيلوسعرة} = (4 \times \text{البروتين}) + (9 \times \text{الدهن}) + (4 \times \text{الكربوهيدرات})$$

تقدير مؤشرات الجودة للعينات المدروسة

قياس تركيز أيون الهيدروجين pH

تم قياس تركيز أيون الهيدروجين بواسطة جهاز pH حيث أخذ 10 جرام من اللحم الصافي بعد سحقها ووضع في كأس زجاجي به 50 مل من الماء المقطر وتم مزجها بواسطة خلاط مغناطيسي بعد ذلك تم الترشيح باستخدام أوراق ترشيح وأخذ الراشح وتم القياس [24].

قدرة الاحتفاظ بالماء (WHC) Water holding capacity

هي قدرة اللحم على الاحتفاظ بمحتواها المائي عند تعرضها لقوى خارجية مثل الضغط حيث قدرت حسب طريقة [25].

تقدير السائل الناضج Drip loss

السائل الناضج هو السائل الذي يتسرب من لحوم الدجاج بعد عملية التذويب، وهذا السائل يتكون أساساً من الماء والبروتينات الذاتية وغيرها من العناصر الغذائية. وتم تقدير السائل الناضج حسب طريقة [26].

تقدير القواعد النيتروجينية الطيارة TVB-N

تم تقدير القواعد النيتروجينية الطيارة في لحوم الدجاج حسب طريقة [27].

تقدير محتوى الحديد الهيم

تم تقدير محتوى الحديد الهيم في لحوم الدجاج حسب طريقة [28].

المعاملة الثانية: الذبح الحلال بعد التخدير (الحلال)

في هذه المعاملة، تم تخدير الدجاج قبل الذبح باستخدام مادة كيتامين هيدروكلوريد (Ketamine Hydrochloride) بتركيز 50 ملجم/مل. حيث حُققت كل دجاجة تحت الجلد بجرعة مقدارها 0.33 مل، ثم تُركت لمدة خمس دقائق حتى ظهرت عليها علامات فقدان الوعي الجزئي، وبعد ذلك، تم ذبحها بنفس الطريقة الشرعية الموصوفة في المعاملة الأولى [7].

المعاملة الثالثة: الذبح غير الحلال بعد الخنق

في هذه المعاملة تم قتل الدجاج بالخنق اليدوي وذلك عن طريق الضغط على الرقبة حتى توقفت العلامات الحيوية تمامًا، وبعد مرور خمس دقائق من الوفاة، تم تنفيذ الذبح بقطع الرقبة من الخلف دون تسمية بهدف تقييم أثر موت الدجاج قبل الذبح على كمية الدم المفقود وصفات اللحوم الفيزيائية [20].

تجهيز العينات للتحليلات اللازمة في البحث

بعد الانتهاء من عمليات الذبح وتجميع العينات، تم تجهيز لحوم الدجاج للتقدير التحليلات الخاصة بالدراسة وفق إجراءات دقيقة تهدف إلى توحيد طريقة التحضير وسلامة النتائج. بدأت العملية بإزالة الريش والأطراف والعظام والجلد من الذبائح، مع الاكتفاء باللحم العضلي المطلوب حيث أخذ 150 جرام من اللحم من كل معاملة للتحليل بعد ذلك غُسلت العينات باستخدام ماء نظيف لإزالة بقايا الدم والشوائب السطحية. تلتها عملية تجفيف باستخدام أقمشة قطنية نظيفة ومعقمة، لتقليل نسبة الرطوبة السطحية إلى الحد الأدنى وذلك لإجراء التحليلات اللازمة للعينات الطازجة بعد ذلك تم حفظ العينات في أكياس من البولي إيثيلين محكمة الإغلاق وتم تجميدها عند درجة الحرارة -30 م ومن وتخزينها في درجات حرارة منخفضة -18 م لمدة شهرين وذلك وفق لشروط التخزين المعتمدة لدراسة تأثير درجة الحرارة والزمن على جودة وسلامة لحوم الدجاج وذلك لإجراء التحليلات اللازمة للعينات المجمدة.

التحليلات المستخدمة في البحث

تم إجراء كافة التحليلات الخاصة بالدراسة على عينات لحوم الدجاج الطازجة، وكذلك على العينات المجمدة لمدة شهرين عند درجة حرارة -18°مئوية، وذلك لتقييم تأثير المعاملات المختلفة على لحوم الدجاج. وقد شملت التحليلات ما يلي:

تقدير التركيب الكيميائي التقريبي للعينات المدروسة

تم تقدير التركيب الكيميائي لجميع العينات المدروسة حسب طريقة [21] وهي:

تقدير الرطوبة

تم تقدير الرطوبة على أساس حساب الفقد في الوزن للعينات المدروسة وذلك بطريقة التجفيف بالفرن عن طريق تبخير الرطوبة من العينات المدروسة على درجة حرارة 105 م لحين ثبات الوزن. تم حساب النسبة المئوية للرطوبة % حسب المعادلة الآتية:

$$\text{وزن الطبق بالعينة قبل التجفيف} - \text{وزن الطبق بالعينة بعد التجفيف} / \text{وزن العينة} \times 100$$

تقدير البروتين:

تم تقدير البروتين باستخدام طريقة كيلدال Kjeldahl method حيث تعتمد على تقدير النيتروجين في العينة ثم حساب نسبة البروتين عن طريق معامل تحويل النيتروجين الى بروتين تم تقدير البروتين حسب المعادلة الآتية:

$$\text{البروتين الكلي \%} = P_0 \times F \times P_2 \times 100$$

حيث: $P_2 = 14 \times \text{حجم حمض الهيدروكلوريك} \times \text{عياريته}$

التحليل الإحصائي

تم إجراء التحليل الإحصائي لجميع البيانات الناتجة عن التحليلات الخاصة بمؤشرات الجودة باستخدام برنامج (Genestate-5 Release 3.2) الإحصائي. وقد استخدم تصميم العشوائية الكامل (Completely Randomized Design- CRD) لتحليل الفروقات بين المعاملات المختلفة. تم تحديد مستوى الدلالة الإحصائية عند ($P \leq 0.05$)، وجرى اختبار الفروقات المعنوية بين المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي (Least Signification Difference) [29].

النتائج والمناقشة

تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على التركيب الكيميائي التقريبي (%) للحوم الدجاج الطازجة

تم دراسة تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على التركيب الكيميائي والتي تمثل نسبة الرطوبة والبروتين والدهن والكربوهيدرات والطاقة للحوم الدجاج وذلك بهدف تقييم الفروقات الجوهرية بين طرق الذبح والتركيب الكيميائي وكانت النتائج المتحصل عليها حسب الجدول رقم (1)

أظهرت نتائج الدراسة حسب الجدول رقم (1) أن طريقة الذبح كان لها تأثير معنوي واضح على معظم مكونات التركيب الكيميائي للحوم الدجاج الطازجة، مما يعكس الدور الذي تلعبه الطريقة المستخدمة في ذبح الطيور على جودة اللحم من الناحية التغذوية. وقد اتضح أن معاملة الذبح الحلال الشرعي تفوقت على المعاملات الأخرى في معظم المؤشرات الكيميائية المدروسة، يليها الذبح الحلال بعد التخمير، بينما كانت أدنى القيم مسجلة في الذبح غير الحلال بعد الخنق.

حسب الجدول رقم (1): أظهرت نتائج تحليل الرطوبة في هذه الدراسة في لحوم الدجاج الطازجة وجود فروق معنوية واضحة بين معاملات الذبح المختلفة، حيث سجلت لحوم الدجاج الناتجة عن الذبح غير الحلال بعد الخنق أعلى نسبة رطوبة بلغت (74.50 ± 0.60 %)، تلتها معاملة الذبح الحلال الشرعي بنسبة (73.63 ± 0.50 %)، ثم معاملة الذبح الحلال بعد التخمير بنسبة (73.55 ± 0.05 %). وتعكس هذه الفروق أثر كفاءة النزف الدموي أثناء الذبح على التوازن المائي في أنسجة اللحم. ويُعزى الارتفاع المعنوي في محتوى الرطوبة في مجموعة الذبح غير الحلال بعد الخنق إلى ضعف تصريف الدم، مما يؤدي إلى بقاء كمية أكبر من الدم والسوائل داخل الأنسجة العضلية، الأمر الذي يرفع من النشاط المائي ويزيد من قابلية اللحم للتلف الميكروبي الانزيمي خلال فترة الحفظ. وتدعم هذه النتائج ما أشار إليه [30] من أن كفاءة النزف الجيد تُعد عاملاً أساسياً في خفض النشاط المائي في اللحوم، ومن ثم تأخير فسادها وتحسين ثباتها أثناء التخزين.

أما بالنسبة لمحتوى البروتين حسب الجدول رقم (1)، فقد لوحظ وجود فروق معنوية بين نسبة البروتين وطرق الذبح المدروسة حيث سجلت نتائج نسبة البروتين في لحوم الدجاج الناتجة عن الذبح الحلال الشرعي كان أعلى نسبة (15.13 ± 0.05 %)، تلاه الذبح الحلال بعد التخمير (14.50 ± 0.11 %)، في حين كانت أدنى قيمة في الذبح غير الحلال بعد الخنق (13.45 ± 0.14 %)، ويُعزى الاختلاف في نسبة البروتين إلى أن الذبح غير الحلال يعرض الطائر لمستوى عالٍ من الإجهاد، مما يؤدي إلى

تحلل البروتينات بسبب نشاط الإنزيمات المحللة داخل العضلات. في المقابل، يسمح الذبح الحلال بحدوث موت سريع، مما يُقلل من عمليات التحلل ويحافظ على البروتين العضلي [31]، [32].

فيما يتعلق بمحتوى الدهون حسب الجدول رقم (1)، سجلت معاملة الذبح الحلال الشرعي أعلى نسبة دهن بلغت (5.63 ± 0.15 %)، تليها معاملة الذبح الحلال بعد التخمير (4.50 ± 0.40 %)، ثم الذبح غير الحلال بعد الخنق (4.40 ± 0.36 %)، مع وجود فروق معنوية بين المعاملات. يُعزى هذا التفوق في معاملة الذبح الحلال الشرعي إلى أن النزف الكامل في الذبح الحلال يقلل من بقاء الإنزيمات المؤكسدة المرتبطة بالدم داخل الأنسجة، مما يحافظ على استقرار أغشية الخلايا الدهنية ويمنع تحللها أثناء التخزين. هذه النتيجة مدعومة بما أورده [28] حول العلاقة بين طريقة الذبح وسلامة الدهون في اللحم.

وفيما يخص محتوى الرماد حسب الجدول رقم (1)، فقد سجل الذبح غير الحلال بعد الخنق أعلى نسبة (1.14 ± 0.05 %)، تليها معاملة الذبح الحلال بعد التخمير (1.06 ± 0.12 %)، وأدناها الذبح الحلال الشرعي (1.05 ± 0.03 %)، مع وجود فروق معنوية بين المعاملات. ويُعتقد أن بقاء الدم داخل العضلات في الذبح غير الحلال يؤدي إلى تراكم بعض المعادن مثل الحديد والنحاس، وهي عناصر قد تسهم في رفع نسبة الرماد، لكنها في الوقت ذاته تُعد من العوامل المؤكسدة التي تسرع من فساد اللحم، كما ذكر [14] وأكد [28] أن تقليل هذه المعادن في الذبح الحلال يحسن من ثبات اللحم أثناء التخزين.

أما بالنسبة للكربوهيدرات فقد سجلت معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنق أعلى نسبة بلغت (6.58 ± 0.13 %)، تليها الذبح الحلال بعد التخمير (6.32 ± 0.14 %)، ثم الذبح الحلال الشرعي (4.56 ± 0.30 %)، مع وجود فروق معنوية بين معاملات الذبح الحلال الشرعي والذبح غير الحلال بعد الخنق. يُحتمل أن يكون هذا الاختلاف ناتجاً عن الاختلاف في استهلاك الجليكوجين بعد الذبح، إذ أن الذبح الفوري كما في الطريقة الحلال يسرع من استهلاك الجليكوجين المخزن، مما يؤدي إلى تقليل الكربوهيدرات النهائية، في حين أن الذبح غير الحلال يؤدي إلى موت أبطأ واستقرار مؤقت في عمليات الأيض، مما يسمح ببقاء كمية أعلى من الجليكوجين داخل العضلات. وقد دعمت هذه التفسيرات دراسات [33]، [34].

أما فيما يخص الطاقة الكلية، فقد تبين أن الذبح الحلال الشرعي سجل أعلى قيمة (129.41 ± 4.29 كيلو كالوري/100 جرام)، تليها معاملة الذبح الحلال بعد التخمير (123 ± 2.24 كيلو كالوري / 100 جرام)، في حين كانت أدناها في الذبح غير الحلال (119.64 ± 3.79 كيلو كالوري / 100 جرام)، مع وجود فروق معنوية بين المعاملات ويُعزى هذا الاختلاف إلى أن الطاقة الكلية تتأثر بمحتوى البروتين والدهن والكربوهيدرات، وبما أن الذبح الحلال أدى إلى مستويات أعلى من هذه المكونات، فقد انعكس ذلك إيجاباً على الطاقة الحرارية، كما أشار [32] في دراسته عن مكونات اللحم وتأثيرها على القيمة الغذائية.

جدول (1): يوضح تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على التركيب الكيميائي التقريبي (%) للحوم الدجاج الطازجة

المعاملات	الرطوبة	البروتين	الدهن	الرماد	الكربوهيدرات	الطاقة سعرة /100 جرام
الذبح الحلال	73.63 ± 0.50^b	15.13 ± 0.05^a	5.63 ± 0.15^a	1.05 ± 0.03^b	4.56 ± 0.30^b	129.41 ± 4.29^a
الذبح الحلال بعد التخمير	73.55 ± 0.05^b	14.50 ± 0.11^b	4.50 ± 0.40^b	1.06 ± 0.12^{ab}	6.32 ± 0.14^a	123.78 ± 2.24^{ab}
الذبح غير الحلال بعد الخنق	74.50 ± 0.60^a	13.45 ± 0.14^c	4.40 ± 0.36^b	1.14 ± 0.05^a	6.58 ± 0.13^a	119.64 ± 3.79^b

الأحرف المتشابهة تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات ($P \geq 0.05$) والأحرف المختلفة تعني وجود فروق معنوية بين المعاملات في نفس العمود ($P < 0.05$)، n=3، Mean $\pm$ St.Df.

جدول (2): يوضح تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على التركيب الكيميائي التقريبي (%) للحوم الدجاج بعد الخزن المجدد

المعاملات	الرطوبة	البروتين	الدهن	الرماد	الكاربوهيدرات	الطاقة كيلوسعرة/100 جرام
الذبح الحلال	72.95 ±0.65 ^a	14.85 ±0.05 ^a	5.00 ±0.20 ^a	1.20 ±0.10 ^a	6.00 ±0.30 ^c	128.26 ±3.20 ^a
الذبح الحلال بعد التخدير	72.90 ±0.40 ^a	13.90 ±0.10 ^b	4.30 ±0.10 ^b	1.13 ±0.04 ^a	7.77 ±0.50 ^b	125.38 ±1.30 ^a
الذبح غير الحلال بعد الخنق	69.86 ±2.45 ^b	13.15 ±0.15 ^c	4.10 ±0.10 ^b	1.20 ±1.00 ^a	11.69 ±2.25 ^a	136.26 ±8.70 ^a

الأحرف المتشابهة تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات ($P \geq 0.05$) والأحرف المختلفة تعني وجود فروقات معنوية بين المعاملات في نفس العمود ($P < 0.05$)، n=3، Mean ± St.Df.

الإنزيمات البروتينية ويُعجل من تكسير البروتينات أثناء وبعد الذبح. وقد أشار [32] إلى أن ارتفاع مستوى الإجهاد قبل الذبح يرتبط سلباً بمحتوى البروتين وجودته خلال التخزين. وفي السياق ذاته، أوضحت دراسة [12] أن الذبح غير الشرعي قد يؤدي إلى تغييرات كيميائية سريعة داخل العضلة، تُقلل من القيمة الغذائية للبروتين، وتؤثر سلباً على خصائص اللحوم بعد التخزين.

أظهرت النتائج حسب الجدول رقم (2) أن نسبة محتوى الدهون في لحوم الدجاج بعد التخزين وجود فروق معنوية واضحة بين طرق الذبح المختلفة، حيث سجلت معاملة الذبح الحلال الشرعي أعلى نسبة دهن بلغت (5.00 ± 0.20 %)، متفوقة معنوياً على معاملة الذبح الحلال بعد التخدير (4.30 ± 0.10 %)، وكذا معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنق (4.10 ± 0.10 %)، والآخرتين لم تختلفان عن بعضهما معنوياً.

يرتبط هذا التفوق الواضح للذبح الحلال الشرعي بكفاءة النزف الكامل أثناء الذبح، حيث يؤدي إخراج الدم سريعاً إلى تقليل وجود العوامل المؤكسدة داخل الأنسجة، مثل الحديد المرتبط بالدم (Haem-iron) والإنزيمات المحللة، مما يُحافظ على استقرار أغشية الخلايا الدهنية. وقد دعمت هذه الفرضية دراسة [28] والتي أكدت أن الذبح الإسلامي يقلل من بقاء الدم في العضلات، مما يُقلل من مستويات الحديد والإنزيمات المؤكسدة، وبالتالي يُحد من الأكسدة الدهنية المسؤولة عن فساد اللحوم. أما في حالة الذبح الحلال بعد التخدير، فإن الانخفاض الطفيف في محتوى الدهون مقارنة بالذبح الحلال الشرعي يُعزى إلى التأثيرات الفسيولوجية للتخدير، الذي أدى إلى اضطراب استقرار الأيض داخل العضلة، وتحفيز بعض الإنزيمات المؤكسدة. تتفق نتائج هذه الدراسة أيضاً مع ما توصل إليه كل من [35] و [36] من أن النزف الكامل في الذبح الحلال يقلل من احتمالية تدهور الدهون أثناء التخزين، مقارنة بالذبح الذي يبقى الدم داخل الجسم. وبالتالي، تُعزز هذه الفروقات المعنوية بين الطرق الثلاث أهمية الذبح الحلال – وخصوصاً الشرعي – في حفظ الخصائص الكيميائية والدهنية للحوم، وتقديم منتج أكثر استقراراً من الناحية التغذوية والخصائص الحسية.

أظهرت النتائج حسب الجدول رقم (2) أن نسبة محتوى الرماد في لحوم الدجاج بعد التخزين لم تُظهر أي فروق معنوية بين طرق الذبح المختلفة، حيث سجلت جميع المعاملات نسباً متقاربة من الرماد، حيث سجلت معاملة الذبح الحلال الشرعي نسبة رماد بلغت (1.20 ± 0.10 %)، تلتها معاملة الذبح الحلال بعد التخدير بنسبة (1.13 ± 0.04 %)، ثم الذبح غير الحلال بعد الخنق بنسبة (1.20 ± 1.00 %)، مما يشير إلى أن طريقة الذبح لم تؤثر بشكل مباشر وملحوظ على المحتوى المعدني الكلي في اللحوم. هذا يتوافق مع ما أشار إليه عدد من الدراسات التي أكدت أن محتوى الرماد، كتمثيل إجمالي للمعادن، يتأثر بعوامل أخرى أكثر من طريقة الذبح، مثل التركيب الغذائي الأساسي للحوم وظروف التخزين [37]، [12].

مع ذلك، يرتبط محتوى المعادن الصغرى، خصوصاً تلك المرتبطة بالدم مثل الحديد (Haem-iron)، ارتباطاً وثيقاً بكفاءة النزف أثناء الذبح. فقد أظهرت دراسة [28] أن الذبح الحلال، وخصوصاً بدون تخدير، يحقق نزفاً أفضل يقلل من بقاء الدم والمعادن المرتبطة به داخل الأنسجة العضلية، مما يساهم في تقليل المؤكسدة التي تؤثر سلباً على جودة اللحوم واستقرار الدهون والبروتين أثناء التخزين.

تم دراسة تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على التركيب الكيميائي التقريبي للحوم الدجاج بعد التخزين لمدة شهرين عند درجة حرارة 18-م وذلك بهدف تقييم الفروقات الجوهرية بين طرق الذبح والتركيب الكيميائي وكانت النتائج المتحصل عليها حسب الجدول رقم (2)

أظهرت النتائج حسب الجدول رقم (2) أن نسبة الرطوبة في لحوم الدجاج بعد الخزن المجدد بطريقتي الذبح الحلال الشرعي أو الذبح الحلال بعد التخدير، قد سجلت نسب رطوبة متقاربة بلغت (72.95 ± 0.65 %) و (62.90 ± 0.40 %) على التوالي، دون وجود فروق معنوية بينهما، مما يشير إلى أن عملية التخدير المستخدم لم يؤثر سلباً على كفاءة تصريف الدم أو توازن السوائل في الأنسجة. في المقابل، سجلت معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنق نسبة رطوبة أقل نسبياً بلغت (69.86 ± 2.45 %)، بفارق معنوي واضح عن المعاملتين السابقتين.

تشير هذه النتائج إلى أن الذبح الحلال، سواء بعد التخدير أو بدونه، يساهم في الحفاظ على استقرار الرطوبة أثناء التخزين، ويُعزى ذلك إلى كفاءة النزف الدموي الناتج عن قطع الأوعية الرئيسية، مما يقلل من بقاء الدم والسوائل داخل الأنسجة العضلية، ويُحافظ على توازن الضغط الأسموزي ويمنع فقدان الماء خلال التبريد. كما أن انخفاض النشاط المائي الناتج عن التصريف الجيد للدم يبطئ من نمو الكائنات الدقيقة ويُحسن ثبات اللحم أثناء الحفظ، من ناحية أخرى، فإن الانخفاض الملحوظ في محتوى الرطوبة في معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنق قد يكون ناتجاً عن تغيرات فسيولوجية بعد الذبح ترتبط بضعف تصريف الدم وطول فترة الاحتضار، مما يؤدي إلى تحلل سريع للبروتينات وتقلصات عضلية غير منتظمة تُسهم في فقدان السوائل من الأنسجة أثناء التخزين وهو ما أكدته دراسة [30].

أظهرت النتائج حسب الجدول رقم (2) أن نسبة محتوى البروتين في لحوم الدجاج بعد التخزين فروقاً معنوية واضحة بين طرق الذبح المختلفة، فقد سجلت معاملة الذبح الحلال الشرعي أعلى نسبة بروتين بلغت (14.85 ± 0.05 %)، تلتها معاملة الذبح الحلال بعد التخدير بنسبة (13.90 ± 0.10 %). بينما جاءت معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنق في المرتبة الأخيرة بنسبة 13.15 ± 0.15 % وهو ما يعكس انخفاضاً معنوياً واضحاً.

تدرج في نسب البروتين في نتائج الدراسة الحالية يُعزى إلى اختلاف درجات الإجهاد العضلي وسرعة الموت الناتجة عن طرق الذبح المختلفة. فالذبح الحلال، وخصوصاً الشرعي، يؤدي إلى قطع سريع للشرابين والأوردة الرئيسية، مما يُسبب موتاً فورياً للطائر ويُقلل من فترة الإجهاد قبل الموت. ونتيجة لذلك، تنخفض مستويات نشاط الإنزيمات المحللة للبروتينات، مثل الكالبيين (Calpain) والكاثيبسين (cathepsin)، مما يحافظ على استقرار البروتين العضلي. وقد أشار إلى ذلك [31]، مؤكداً أن الذبح الحلال يقلل من تحلل البروتينات بفعل تقليل الإجهاد الحيوي. كما دعمت دراسة [28] نتائج هذه الدراسة، حيث بينت أن الذبح الحلال يُسهم في تحسين الخصائص الوظيفية للبروتين، مثل القدرة على الاحتفاظ بالماء ومقاومة التحلل الأنزيمي، مما يُعزز من ثبات البروتين وجودته بعد التخزين، حتى وإن لم تتغير الكمية الكلية للبروتين بشكل كبير بين المعاملات في بعض الدراسات.

أما في حالة الذبح غير الحلال بعد الخنق، فإن الطائر يمر بفترة احتضار أطول مصحوبة بدرجة عالية من الإجهاد العضلي، مما يُسرّع من تنشيط

الطيارية والحديد الهيم للحوم الدجاج وذلك لهدف تقييم الفروقات الجوهرية بين طرق الذبح ومؤشرات الجودة وكانت النتائج المتحصل عليها حسب (الجدول رقم 3)

الرقم الهيدروجيني pH

أظهرت نتائج الدراسة حسب (الجدول رقم 3) ان قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) للحوم الدجاج المدروسة لا يوجد بها فروقا معنوية بين المعاملات، حيث بلغت قيمة pH في معاملة الذبح الحلال الشرعي (5.75 ± 0.05)، وكانت أدنى مقارنة بعملية الذبح الحلال بعد التخمير (5.80 ± 0.10)، في حين سجلت معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنق أعلى قيمة (5.83 ± 0.06) ورغم عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية. وهذا يشير إلى أن الذبح الحلال الشرعي يوفر ظروفًا فيزيولوجية مواتية لتفريغ الدم وتكوين حمض اللاكتيك، مما يؤدي إلى انخفاض الرقم الهيدروجيني وتحسين جودة اللحم، وهو ما يتفق مع نتائج دراسات سابقة [37]، [11] ويُعزى الارتفاع الطفيف في قيم pH في الذبح بعد التخمير والذبح غير الحلال إلى انخفاض كفاءة النزف، مما يعكس على تراكم الدم داخل العضلات وقلة تحلل الجليكوجين، وبالتالي ارتفاع الرقم الهيدروجيني، الأمر الذي قد يؤثر سلبًا على الصفات الحسية والميكروبية للحوم أثناء التخزين لاحقًا.

قدرة الاحتفاظ بالماء (WHC%)

أظهرت نتائج الدراسة الحالية حسب (الجدول رقم 3) فروقًا معنوية في قدرة لحوم الدجاج الطازج على الاحتفاظ بالماء (WHC%) تبعًا لطريقة الذبح، حيث سجلت كل من معاملة الذبح الحلال الشرعي والذبح الحلال بعد التخمير نسبة مرتفعة ومتشابهة ($89.00 \pm 1.00\%$) و($89.00 \pm 1.73\%$) على التوالي، في حين سجلت معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنق أدنى قيمة ($80.00 \pm 1.00\%$)، بفارق إحصائي معنوي. تتفق نتائج هذه الدراسة مع ما أوردته دراسات سابقة [12]، [13]، [14] حيث أظهرت أن الذبح الحلال، من خلال تحقيق نزف دموي فعال وتقليل الدم المتبقي في الأنسجة، يؤدي إلى تحسين قدرة الاحتفاظ بالماء. ويرجع ذلك إلى أن الدم المتبقي يُعد وسطًا محفزًا لنشاط الإنزيمات والمركبات المؤكسدة التي تؤثر على بنية البروتينات العضلية سلبيًا، وتُضعف قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة.

في المقابل، أدى الذبح غير الحلال بعد الخنق إلى انخفاض قدرة الاحتفاظ بالماء نتيجة ضعف النزف واحتباس الدم، مما يسبب ارتفاعًا في مستوى الإجهاد الفسيولوجي للطائر قبل الموت، ويؤدي إلى اضطراب الاستقرار الأيضي للعضلات، كما ذكره [12] أما تشابه نتائج الذبح الحلال بعد التخمير الشرعي، فيُشير إلى أن التخمير – عند التحكم في شدته ومدته – لا يُضعف بالضرورة من كفاءة النزف ولا يؤثر سلبًا على خصائص اللحم، وهو ما أكدته [40] كما تتفق هذه النتائج مع ما أوردته [41]، [42] حيث أشارا إلى أن الرقم الهيدروجيني المعتدل في نطاق (5.5–6.0) يعزز قدرة البروتينات العضلية على الارتباط بالماء، ويحافظ على خصائص الطراوة والعصرية.

في المقابل، قد يؤدي الذبح غير الحلال إلى نزف أقل انتظامًا، مما يسبب تراكمًا أكبر للمعادن المرتبطة بالدم، كما أشار [12] هذا التراكم قد يرفع من نشاط التفاعلات التأكسدية داخل العضلات، مما يسرع من فساد الدهون والبروتين ويقلل من فترة صلاحية اللحم، رغم أن محتوى الرامد الكلي لا يظهر فروقًا معنوية واضحة. كما تدعم هذه الفرضية نتائج [38] التي أكدت أن ارتفاع المعادن المرتبطة بالدم قد يحفز أكسدة الدهون ويؤثر سلبًا على جودة اللحم.

أظهرت نتائج الدراسة حسب (الجدول رقم 2) وجود فروق معنوية واضحة في محتوى الكربوهيدرات بين طرق الذبح المختلفة، حيث سجل طريقة الذبح غير الحلال بعد الخنق أعلى نسبة كربوهيدرات ($11.69 \pm 2.25\%$)، تلاه الذبح الحلال بعد التخمير ($7.77 \pm 0.04\%$)، ثم الذبح الحلال الشرعي بأقل نسبة تصل إلى ($6.00 \pm 0.10\%$) يُفسر ذلك بكون الذبح الحلال الشرعي يؤدي إلى موت سريع للطائر وقطع فوري لتدفق الأكسجين، مما يُسرّع استهلاك الجليكوجين العضلي بعد الذبح. هذا الاستهلاك السريع يقلل من بقاء الكربوهيدرات النهائية في الأنسجة العضلية، وهو ما يدعم جودة اللحم واستقراره الأيضي. بالمقابل، الذبح غير الحلال يتسم بفترة احتصار أطول وإجهاد عضلي أكبر، مما يسمح ببقاء الجليكوجين لفترة أطول، وبالتالي ارتفاع محتوى الكربوهيدرات في اللحم، تؤكد دراسات علمية موثوقة هذا التفسير، حيث أشار [34] أن سرعة موت الطائر وطريقة الذبح تؤثران بشكل مباشر على استهلاك الجليكوجين العضلي، وبالتالي على محتوى الكربوهيدرات في اللحم. كما أكدت دراسة [33] أن الذبح الحلال يسرع من استهلاك الجليكوجين مقارنة بطرق الذبح الأخرى، مما يقلل من محتوى الكربوهيدرات النهائية.

أما بالنسبة للطاقة الكلية، فقد أظهرت الدراسة حسب (الجدول رقم 2) وجود فروقًا غير معنوية بين طرق الذبح، رغم تسجيل الذبح غير الحلال بعد الخنق أعلى طاقة (136.26 ± 8.70 كيلو كالوري/100 جرام) بسبب محتواه الأعلى من الكربوهيدرات. إلا أن هذه الزيادة لم تكن ذات دلالة إحصائية، ويرجع ذلك إلى التباين الكبير داخل العينات. كما أوضح [32] أن جودة الطاقة الغذائية في اللحم تعتمد على نوعية المكونات المغذية (بروتين، دهن، كربوهيدرات) وليس فقط على القيمة الحرارية الكلية، حيث أن ارتفاع الكربوهيدرات مع انخفاض البروتين والدهن لا يعكس جودة غذائية عالية. بناءً على ذلك، تؤكد هذه النتائج أن طريقة الذبح تؤثر بشكل جوهري على المحتوى الأيضي والطاقة في اللحم، وأن الذبح الحلال الشرعي يحقق توازنًا أفضل في مكونات الطاقة من خلال الاستهلاك السريع للجليكوجين وارتفاع نسب البروتين والدهن، مما يعزز من القيمة الغذائية والوظيفية للحوم.

تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على بعض مؤشرات الجودة للحوم الدجاج الطازجة

تم دراسة تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على مؤشرات الجودة والتي تمثل الرقم الهيدروجيني وقدرة الاحتفاظ بالماء والقواعد النيتروجينية

جدول (3): يوضح تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على بعض مؤشرات الجودة للحوم الدجاج الطازجة

المعاملات	الرقم الهيدروجيني pH	قدرة الاحتفاظ بالماء WHC (%)	القواعد النيتروجينية الطيارة TVBN mg/100g	الحديد الهيم mg/100g Fe
الذبح الحلال	5.75 ± 0.05^a	89.00 ± 1.00^a	17.100 ± 0.20^b	2.55 ± 0.15^b
الذبح الحلال بعد التخمير	5.80 ± 0.10^a	89.00 ± 1.73^a	16.87 ± 0.06^b	2.50 ± 0.10^b
الذبح غير الحلال بعد الخنق	5.83 ± 0.06^a	80.00 ± 1.00^b	19.100 ± 0.85^a	2.95 ± 0.15^a

الاحرف المتشابهة تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات ($P \geq 0.05$) والاحرف المختلفة تعني وجود فروقات معنوية بين المعاملات في نفس العمود ($P < 0.05$)، n=3، Mean ± St.Df.

الأنسجة [20]، [28]. وقد أشار [51] إلى أن كفاءة النزف تُعد عاملاً رئيسياً في تحسين جودة اللحوم وثباتها التأكسدي.

أما الفروق الطفيفة وغير المعنوية بين الذبح الحلال مع التخدير وبدونه، فتدل على أن التخدير المستخدم لم يؤثر بشكل ملحوظ على كمية الدم المفقود أثناء الذبح، وهو ما يتفق مع نتائج [11]. وبذلك يتضح أن طريقة الذبح تمثل عاملاً حاسماً في تحديد محتوى الحديد الهيم، الذي يُعد مؤشراً مهماً لجودة اللحوم وسلامتها، إذ إن ارتفاع نسبته يرتبط بزيادة نشاط الأكسدة وتسارع تدهور الخصائص الحسية أثناء عملية الخزن المجدد.

تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على بعض مؤشرات الجودة للحوم الدجاج بعد الخزن المجدد -

تم دراسة تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على بعض مؤشرات جودة لحوم الدجاج بعد الخزن المجدد، وذلك بهدف دراسة الفروقات الإحصائية بين طرق الذبح المختلفة وتأثيرها على جودة اللحوم المجمدة. وقد بينت النتائج وجود فروقات معنوية في جميع المؤشرات المدروسة وفقاً لما هو موضح في الجدول رقم (4).

الرقم الهيدروجيني pH

أظهرت نتائج الدراسة حسب الجدول رقم (4) وجود فروق معنوية واضحة في الرقم الهيدروجيني (pH) للحوم الدجاج بعد التخزين تبعاً لطريقة الذبح، حيث سجلت لحوم الدجاج المذبوح بطريقة غير حلال بعد الخنق أعلى قيمة pH (6.30 ± 0.06)، تلتها لحوم الذبح الحلال الشرعي دون تخدير (6.03 ± 0.06)، ثم الذبح الحلال بعد التخدير كأدنى قيمة (5.90 ± 0.10). تُعزى هذه الفروق إلى اختلاف كفاءة النزف، حيث يؤدي النزف غير الكامل في الذبح غير الحلال إلى احتباس الدم داخل العضلات، مما يهيئ بيئة مواتية لتحلل البروتين وتكاثر البكتيريا ورفع قيمة الرقم الهيدروجيني أثناء التخزين، وهو ما أشار إليه [11]، [52]. في المقابل، أدى الذبح الحلال بعد التخدير إلى انخفاض قيمة الرقم الهيدروجيني بسبب استهلاك الجليكوجين العضلي وزيادة إنتاج حمض اللاكتيك بعد الذبح، رغم احتمالية ارتباطه بصفات غير مرغوبة في بعض الحالات [20]. أما الذبح الحلال دون تخدير فقد أظهر توازناً جيداً في النزف وتكوين حمض اللاكتيك، مما ساعد على استقرار الرقم الهيدروجيني خلال عملية الخزن المجدد، وهو ما يتفق مع نتائج [39]، [53]. تؤكد هذه النتائج أن طريقة الذبح تُعد عاملاً مهماً في التحكم بتغيرات بـقيم الرقم الهيدروجيني بعد الذبح، وأن الذبح الإسلامي الحلال يسهم بفعالية في تحسين جودة اللحوم والحفاظ عليها خلال فترات الخزن.

القواعد النيتروجينية الطيارة (TVB-N)

أظهرت نتائج الدراسة حسب الجدول رقم (3) أن مستويات القواعد النيتروجينية الطيارة (TVB-N) في لحوم الدجاج الطازجة اختلفت باختلاف طريقة الذبح، حيث سجلت أعلى قيمة في معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنق حيث بلغت (19.100 ± 0.85 ملليجرام/100 جرام)، في حين كانت القيم أقل في معاملة الذبح الحلال بعد التخدير حيث وصلت إلى (16.87 ± 0.06 ملليجرام/100 جرام)، وتلتها معاملة الذبح الحلال الشرعي (17.100 ± 0.20 ملليجرام/100 جرام) وقد كانت هذه الفروق ذات دلالة إحصائية. تشير القيم المنخفضة نسبياً للقواعد النيتروجينية الطيارة الكلية (TVB-N) إلى أن جميع عينات اللحوم في الدراسة الحالية كانت طازجة، ولم تدخل بعد في مراحل متقدمة من التحلل الميكروبي أو الفساد. وتتوافق هذه النتائج مع ما أوردته الدراسات السابقة التي بينت أن مستوى القواعد النيتروجينية الطيارة في اللحوم الطازجة يكون عادة أقل من 20 ملجم/100 جم [43]، ويُعد تجاوز هذا الحد مؤشراً على بدء تدهور الجودة الحمية [44]، [45]. ويُعد انخفاض قيم (TVB-N) مؤشراً كيميائياً مهماً على سلامة اللحوم وجودتها خلال المراحل المبكرة بعد الذبح.

وفي الوقت نفسه، تُظهر نتائج الدراسة أن طريقة الذبح كان لها تأثير واضح على مستويات القواعد النيتروجينية الطيارة حتى ضمن اللحوم المصنفة كطازجة. فقد سجلت معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنق أعلى قيم (TVB-N)، مما يؤدي إلى بقاء كميات أكبر من الدم داخل الأنسجة العضلية. وتُعد هذه البيئة الغنية بالمغذيات وسطاً مناسباً لتكاثر الأحياء الدقيقة وتسريع تحلل البروتينات، حتى في الفترات القصيرة التي تلي الذبح مباشرة. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه [15]، [46] حيث أوضحوا أن ضعف النزف واحتباس الدم يرتبطان بارتفاع القواعد النيتروجينية الطيارة وتراجع جودة اللحوم وسلامتها.

الحديد الهيم

تشير نتائج الدراسة الواردة في الجدول (3) إلى وجود فروق معنوية في محتوى الحديد الهيم بلحوم الدجاج الطازجة تبعاً لطريقة الذبح، فقد سجلت معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنق أعلى تركيز بلغ 2.95 ± 0.15 ملليجرام/100 جرام، في حين تراوح المحتوى في المعاملتين المذبوحتين على الطريقة الشرعية بين 2.55 ± 0.15 و 0.102 ± 0.50 ملليجرام/100 جرام، دون اختلاف إحصائي بينهما. تُعزى هذه الظاهرة إلى ضعف النزف أو غيابه في حالة الخنق، مما يؤدي إلى احتباس الدم داخل الأنسجة العضلية، وبالتالي ارتفاع نسبة الهيموغلوبين المرتبط بالهيم. هذا التراكم يعزز من عمليات الأكسدة التي تُسرّع من تدهور اللون والرائحة والثبات التأكسدي للحوم أثناء التخزين، وهو ما أكدته دراسات سابقة [47]، [48]، [49]، [50].

في المقابل، أظهرت العينات المذبوحة بالطريقة الشرعية - سواء مع التخدير أو بدونه - انخفاضاً في محتوى الحديد الهيم نتيجة فعالية النزف الكامل الذي يميز الذبح الحلال، حيث يتيح القطع التام للأوعية الدموية خروج كمية أكبر من الدم وتقليل بقايا الهيموغلوبين والميوجلوبين في

جدول (4): يوضح تأثير طرق الذبح الحلال وغير الحلال على مؤشرات الجودة للحوم الدجاج بعد الخزن المجدد

المعاملات	الرقم الهيدروجيني pH	قدرة الاحتفاظ بالماء WHC (%)	القواعد النيتروجينية الطيارة TVBN mg/100g	الحديد الهيم Heme Fe mg/100g	الوسائل الناضج %
الذبح الحلال	6.03 $\pm 0.06^a$	82.00 $\pm 1.00^a$	20.45 $\pm 1.05^b$	1.60 $\pm 0.10^b$	8.00 $\pm 1.00^a$
الذبح الحلال بعد التخدير	5.90 $\pm 0.10^a$	83.00 $\pm 1.00^a$	20.95 $\pm 1.45^{ab}$	1.75 $\pm 0.05^b$	9.00 $\pm 1.00^a$
الذبح غير الحلال بعد الخنق	6.30 $\pm 0.06^b$	73.67 $\pm 1.53^b$	23.23 $\pm 0.31^a$	2.50 $\pm 0.20^a$	11.50 $\pm 2.50^b$

الاحرف المتشابهة تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات ($P \geq 0.05$) والاحرف المختلفة تعني وجود فروقات معنوية بين المعاملات نفس العمود ($P < 0.05$)، n=3، Mean $\pm$ St.Df.

إلى الالتزام بطريقة الذبح الشرعية، يعد أمرًا أساسيًا للحفاظ على جودة وسلامة لحوم الدواجن.

الحديد الهيم

أظهرت نتائج الدراسة حسب الجدول رقم (4) وجود انخفاضًا واضحًا في محتوى الحديد الهيم في جميع العينات بعد الخزن المجدد مقارنةً باللحم الدجاج الطازجة، مع بقاء الفروق المعنوية بين طرق الذبح واضحة عند مستوى دلالة إحصائية، حيث سجلت مجموعة الذبح غير الحلال بعد الخنز أعلى قيمة من الحديد الهيم (2.50 ± 0.20 ملليجرام/100 جرام)، تلتها مجموعة الذبح الحلال بعد التخدير (1.75 ± 0.05 ملليجرام/100 جرام)، ثم مجموعة الذبح الحلال الشرعي بدون تخدير (1.60 ± 0.1 ملليجرام/100 جرام).

يمكن تفسير هذا الانخفاض النسبي في محتوى الحديد الهيم بعد التخزين بالتحلل التدريجي لمركبات الهيموغلوبين والميوجلوبين خلال فترة التخزين، مما يؤدي إلى إطلاق الحديد غير الهيم (Non-heme Iron) الذي يتميز بفاعلية أكبر في تحفيز تفاعلات الأكسدة، مثل تفاعلات "فنتون" (Fenton Reaction)، والتي تسهم في توليد جذور حرة شديدة التفاعل تسرع أكسدة الدهون وتدهور خصائص اللحم [49]، [50]. هذا التحلل يفسر الانخفاض العام في محتوى الحديد الهيم، مع بقاء قيمه أعلى في مجموعة الذبح بعد الخنز نتيجة لاستمرار تراكم الدم وبقايا الهيموغلوبين في العضلات بسبب ضعف النزف. تؤكد هذه نتائج هذه الدراسة الدور الهام للنزف الكامل أثناء الذبح الحلال في تقليل محتوى الحديد الهيم، مما يحد من إطلاق الحديد غير الهيم خلال التخزين، وبالتالي يقلل من احتمالية تدهور اللحم بفعل الأكسدة ويحسن من ثبات اللون والرائحة [20]، [28] كما يشير الفارق الطفيف وغير المعنوي إحصائيًا بين الذبح الحلال مع أو بدون تخدير إلى أن التخدير لم يؤثر بشكل كبير على كفاءة النزف، وهو ما يتوافق مع الدراسات السابقة التي تناولت تأثير التخدير على النزف [11].

السائل الناضح Drip loss

أظهرت نتائج الدراسة الحالية حسب الجدول رقم (4) وجود فروق معنوية في كمية السائل الناضح من لحوم الدجاج المجمدة تبعًا لاختلاف طريقة الذبح، حيث سجلت معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنز أعلى متوسط لكمية السائل الناضح (11.50 ± 2.50 %)، مقارنةً بمعاملة الذبح الحلال بعد التخدير (9.00 ± 1.00 %)، ومعاملة الذبح الحلال الشرعي دون تخدير (8.00 ± 1.00 %)، واللذين لم تُظهر فروقًا معنوية بينهما.

تُعزى هذه النتائج إلى تأثير طريقة الذبح على كفاءة النزف، ومدى ما يتعرض له الطائر من إجهاد عضلي قبل الموت، مما يؤثر بدوره على التغيرات الحيوية في أنسجة اللحم. فالذبح غير الحلال، لا سيما القتل بالخنق، يُحدث إجهادًا شديدًا للطائر قبل الوفاة، وهذا الإجهاد يؤدي إلى استنزاف احتياطي الجليكوجين في العضلات، وتسارع انخفاض درجة الحموضة (P^H) بعد الذبح. ونتيجة لذلك، تُصبح البروتينات العضلية أقل قدرة على الاحتفاظ بالماء، مما يؤدي إلى فقد كميات أكبر من السائل الناضح أثناء التخزين أو الذوبان. هذا التفسير يتوافق مع ما أشار إليه عدد من الباحثين مثل [13]، [42] حيث أوضحوا أن الانخفاض السريع في P^H بعد الذبح، الناتج عن استنفاد الجليكوجين تحت تأثير الإجهاد، يُسبب تلفًا جزئيًا في بنية البروتينات العضلية، مما يؤدي إلى تقليل قابليتها للاحتفاظ بالماء.

من ناحية أخرى، فإن الذبح الحلال، سواء مع التخدير أو بدونه، يسمح بحدوث نزف دموي فعال وسريع، وهو ما يُقلل من تراكم نواتج الأيض اللاهوائي داخل الأنسجة، ويحافظ على التوازن الداخلي في العضلات، ويُساعد في استقرار بنية البروتينات. ونتيجة لذلك، تكون اللحوم الناتجة عن الذبح الحلال أقل فقًا للسائل الناضح، كما أكدت ذلك نتائج دراسات [28]، التي بينت أن الذبح الإسلامي يُساهم في تحسين جودة اللحم وتقليل الفاقد المائي أثناء التجميد والذوبان. كما أن السائل الناضح لا يمثل فقط فقدًا في

قدرة الاحتفاظ بالماء (WHC%)

أظهرت نتائج هذه الدراسة حسب الجدول رقم (4) وجود فروق معنوية بين قدرة الاحتفاظ بالماء في لحوم الدجاج بعد التخزين المجدد وبين طرق الذبح المختلفة. فقد سجلت كل من مجموعة الذبح الحلال الشرعي (82.00 ± 1.00 %) ومجموعة الذبح الحلال بعد التخدير (83.00 ± 1.00 %) نسبةً مرتفعة نسبيًا في قدرة الاحتفاظ بالماء دون وجود فرق معنوي بينهما، بينما انخفضت القيمة بشكل ملحوظ في مجموعة الذبح غير الحلال بعد الخنز (73.67 ± 1.53 %) بفارق معنوي. تعكس هذه النتائج دور طريقة الذبح في الحفاظ على تكامل البنية العضلية وبقاء البروتينات المرتبطة بالماء، مما يقلل من فقدان الرطوبة أثناء الخزن المجدد. وتُعزى هذه الميزة إلى فاعلية النزف في الذبح الحلال، حيث يؤدي إلى إزالة كمية أكبر من الدم، وبالتالي يقلل من نشاط الإنزيمات المحللة للبروتين، ويثبت درجة الحموضة ضمن النطاق المثالي (5.5-6.0) لحماية البنية البروتينية من التحلل [42]، [46]. بالمقابل، يؤدي الذبح غير الحلال بعد الخنز إلى احتباس الدم داخل الأنسجة، مما يرفع قيمة الرقم الهيدروجيني بعد الذبح ويزيد من النشاط البروتيني التحللي والتلف البكتيري خلال فترة التخزين، ما يُسهم في انخفاض قدرة الاحتفاظ بالماء وتدهور الصفات الحسية والفيزيائية للحوم [13]، [14]. وقد أكدت دراسات إضافية أن سوء النزف وارتفاع pH يُسهمان في فقد مركبات القابلة للنتكهة وتحلل البروتينات القابلة للذوبان، ما ينعكس سلبًا على جودة المنتج المخزن [12]، [54] وعليه تؤكد هذه البيانات أن طريقة الذبح، وخاصة عند تطبيق الذبح الحلال وفق الضوابط الشرعية والعلمية، تُعد من العوامل الأساسية في تعزيز قدرة اللحم على الاحتفاظ بالماء بعد عملية الخزن المجدد، مما يحافظ على ثبات الجودة الفيزيائية والكيميائية للحوم.

القواعد النيتروجينية الطيارة (TVB-N)

أظهرت نتائج الدراسة حسب الجدول رقم (4) وجود ارتفاعًا معنويًا في مستويات القواعد النيتروجينية الطيارة (TVB-N) في لحوم الدجاج بعد فترة الخزن المجدد، مع وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين طرق الذبح المختلفة، حيث سجلت معاملة الذبح غير الحلال بعد الخنز أعلى قيمة بلغت (23.23 ± 0.31 ملليجرام/100 جرام)، تلتها معاملة الذبح الحلال بعد التخدير (20.95 ± 1.45 ملليجرام/100 جرام)، بينما كانت أدنى قيمة في معاملة الذبح الحلال الشرعي بدون تخدير (20.45 ± 1.05 ملليجرام/100 جرام). تعكس هذه النتائج ما ورد في الأدبيات العلمية، حيث أشارت العديد من الدراسات إلى أن التخزين، خاصة تحت ظروف تبريد أو تجميد غير مستقرة، يؤدي إلى زيادة تدريجية في محتوى القواعد النيتروجينية الطيارة، نتيجة نشاط الإنزيمات الذاتية والميكروبات التي تحفز تحلل البروتينات وإنتاج مركبات نيتروجينية طيارة مثل الأمونيا وثلاثي ميثيل الأمين [44]، [45].

وتُظهر نتائج الدراسة أن طريقة الذبح تؤثر بشكل مباشر على سرعة التحلل أثناء التخزين، إذ أن الذبح غير الحلال غالبًا ما يتسبب في نزف غير كامل، مما يؤدي إلى بقاء كمية أكبر من الدم في الأنسجة، وهو ما يوفر بيئة مثالية لنمو البكتيريا خلال فترة الحفظ، وبالتالي تسارع إنتاج القواعد النيتروجينية الطيارة [15]، [46]، وهذا يفسر تسجيل أعلى قيمة لقواعد النيتروجينية الطيارة في لحوم الذبح غير الحلال بعد عملية الخزن.

أما في معاملة الذبح الحلال، فقد أدى النزف الجيد إلى تقليل الدم المتبقي في العضلات، مما خفض فرص التحلل الميكروبي خلال عملية الخزن، وبالتالي تسجيل مستويات أقل من القواعد النيتروجينية الطيارة. وتُعد هذه النتيجة متفقة مع ما ورد في دراسات [14]، [55] التي أكدت أن الذبح وفق الشريعة الإسلامية يُسهم في إطالة فترة صلاحية اللحم من خلال تقليل النشاط التحللي داخل اللحم.

ورغم أن القيم المسجلة تجاوزت الحد الأقصى الذي تنص عليه المواصفات القياسية اليمنية (20 ملليجرام/100 جرام)، فإن ذلك يشير إلى بداية تأثير اللحوم بالتخزين، لا سيما في معاملة الذبح غير الحلال لذلك، فإن التحكم في ظروف التخزين (درجة الحرارة، مدة التخزين، نوع التغليف) بالإضافة

- [10] A. Addeen, "Impact of halal slaughtering on quality and shelf-life of broiler chicken meat," Master's thesis, Prince of Songkla Univ., Songkhla, Thailand, 2014.
- [11] H. O. Ahmed, Z. Hassan, and A. M. Manap, "Physico-chemical changes and microbiological quality of refrigerated broiler chicken meat slaughtered by two different methods," *Int. Food Res. J.*, vol. 25, no. 3, pp. 913–920, 2018.
- [12] A. Hafiz, Z. Hassan, and M. N. A. Manap, "Effect of slaughtering methods on meat quality indicators, chemical changes and microbiological quality of broiler chicken meat during refrigerated storage," *IOSR J. Agric. Vet. Sci.*, vol. 8, pp. 12–17, 2015.
- [13] Q. Cheng and D. W. Sun, "Factors affecting the water holding capacity of red meat products: A review of recent research advances," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 48, no. 2, pp. 137–159, 2008.
- [14] H. Ubaid-ur-Rahman, A. Sahar, M. I. Khan, and A. Jamil, "Discerning microbial and quality attributes of differently slaughtered and dead poultry meat," *J. Food Saf.*, vol. 39, no. 1, p. e12622, 2019.
- [15] C. Z. Alvarado, M. P. Richards, S. F. O'Keefe, and H. Wang, "The effect of blood removal on oxidation and shelf life of broiler breast meat," *Poult. Sci.*, vol. 86, no. 1, pp. 156–161, 2007.
- [16] ذ. عبادات، البحث العلمي. عمان، الأردن: إشراف للنشر، 2003.
- [17] م. س. الأشقر، "الذباح والطرق الشرعية في إنجاز الذكاة"، مجلة مجمع الفقه الإسلامي الدولي، العدد 10، ج. 1، ص. 297–371، 1997.
- [18] Codex Alimentarius Commission, "Code of Hygienic Practice for Meat," *FAO/WHO Standard CAC/RCP 58-2005*, 2005.
- [19] L. I. Hakim, N. Mahiza, S. M. Tahir, and E. B. Ibitoye, "Effect of halal and non-halal slaughtering method on bacterial contamination," *Sains Malaysiana*, vol. 49, no. 8, pp. 1947–1950, 2020.
- [20] M. Sohaib, M. S. Zafar, M. S. Arshad, K. Nauman, and I. Y. Malhi, "Evaluation of quality and safety attributes of slaughtered versus dead chicken birds meat," *Braz. J. Poult. Sci.*, vol. 22, no. 2, p. eRBCA-2019, 2020.
- [21] AOAC International, *Official Methods of Analysis*, 16th ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International, 2008.
- [22] P. Pellet and S. Shadarevian, *Food Composition Tables for Use in the Middle East*. Beirut, Lebanon: American Univ. of Beirut, 1970.

الماء، بل يترافق بفقدان بروتينات قابلة للذوبان، وفيتامينات هامة مثل الثيامين (B1)، والريبوفلافين (B2)، والنياسين، مما يؤدي إلى انخفاض القيمة الغذائية للحوم الدواجن المجمدة [1] وعليه، فإن ضبط عمليات الذبح والتجميد والتخزين يُعد ضرورة ملحة لضمان الحفاظ على جودة اللحوم والامتثال للمواصفات الوطنية والدولية.

التوصيات

بناءً على النتائج والمناقشة توصي هذه الدراسة بالآتي:-

1. اعتماد الذبح الحلال الاسلامي دون تدويخ في المسالخ باعتباره الخيار الامثل لضمان جودة وسلامة لحوم الدجاج وخاصة في مؤشرات الجودة قيد الدراسة
2. وضع معايير وطنية لضمان الجودة الحلال في استيراد لحوم الدواجن، تأخذ بعين الاعتبار طريقة الذبح، ومستوى التدخير أو التدويخ، وشهادات الحلال الصادرة من جهات موثوقة.
3. تأسيس هيئة وطنية مستقلة ومختبرات متخصصة للحلال لتقييم ممارسات الذبح محلياً وخارجياً وربط الاحكام الشرعية بالمعايير العلمية.
4. تشجيع الابحاث المستقبلية المقارنة لدراسة أثر طرق الذبح والتدويخ على الخصائص البيوكيميائية والحسية والميكروبية للحوم الدواجن.

المراجع العربية والمراجع الإنجليزية

- [1] ح. ع. الفياض، س. ع. ناجي، و ن. ن. عبد الهجو، تكنولوجيا منتجات الدواجن – الجزء الثاني (تكنولوجيا لحوم الدواجن). بغداد، العراق: وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، كلية الزراعة، 2011.
- [2] مسلم بن الحجاج النيسابوري، "كتاب الصيد والذبائح وما يؤكل من الحيوان، باب الأمر بإحسان الذبح والقتل وتحديد الشفرة"، في صحيح مسلم، ج3، ص1548، حديث رقم 1955 بيروت: دار إحياء التراث العربي.
- [3] القران الكريم، (البقرة: 168)، (الأنعام: 118، 121، 145)، (النحل: 114)
- [4] مجمع الفقه الإسلامي الدولي، "القرار رقم 95 (10/9)"، مجلة المجمع، العدد 10، جدة، المملكة العربية السعودية، 1997.
- [5] النيسابوري مسلم بن الحجاج، باب جواز الذبح بكل ما أنهر الدم، إلا السن والظفر وسائر العظام، كتاب الأضاحي، ج 13، ص 106، حديث رقم (1968)
- [6] Gulf Standardization Organization (GSO), "Halal Food – General Requirements," *GSO Standard GSO 993:2015*, 2015.
- [7] Emirates Authority for Standardization and Metrology (ESMA), "Halal products - Part 1: General Requirements for Halal Food," *Standard GSO 2055/1:2016*.
- [8] هـ. م. المزيدي، صناعة الحلال وخدماته، الطبعة الأولى. 2020.
- [9] T. Grandin and J. Regenstein, "Religious slaughter and animal welfare: A discussion for meat scientists," *Meat Focus Int.*, vol. 3, pp. 115–123, 1994.

- [34] N. S. M. Ali, A. R. Zabidi, M. N. Abd Manap, S. M. S. N. S. Zahari, and N. Yahaya, "Identification of metabolite profile in halal and non-halal broiler chickens using Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) and ultra-high-performance liquid chromatography-time of flight-mass spectrometry (UHPLC-TOF-MS)," *Malay. Appl. Biol.*, vol. 49, no. 3, pp. 87–93, 2020.
- [35] H. Wang, X. Xu, G. Zhou, and C. Li, "Gas stunning with CO₂ affected meat color, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activity in broilers," *Sci. Rep.*, vol. 8, no. 1, p. 12345, 2018.
- [36] A. Abdullah, A. Q. Sazili, Y. M. Goh, and M. Y. Nurulhuda, "Effect of halal and non-halal slaughtering methods on bacterial contamination of poultry meat," *Malay. J. Vet. Res.*, vol. 8, no. 2, pp. 25–30, 2017.
- [37] R. M. A. S. Bandara et al., "Efficacy of a novel mechanical cervical dislocation device in comparison to manual cervical dislocation in layer chickens," *Animals*, vol. 9, no. 7, p. 407, Jul. 2019.
- [38] A. B. Sabow, K. Nakyinsige, K. D. Adeyemi, A. Q. Sazili, C. B. Johnson, J. Webster, and M. M. Farouk, "High frequency pre-slaughter electrical stunning in ruminants and poultry for halal meat production: A review," *Livest. Sci.*, vol. 202, pp. 124–134, 2017.
- [39] S. Beauclercq et al., "A divergent selection on breast meat ultimate pH, a key factor for chicken meat quality, is associated with different circulating lipid profiles," *Front. Physiol.*, vol. 13, p. 935868, 2022.
- [40] M. M. Wong and I. Ashton, "The Effect of non-stunned and stunned halal slaughter method on broiler breast meat quality," *MOJ Food Process. Technol.*, vol. 1, no. 3, p. 00014, 2015.
- [41] X. B. Sun, J. C. Huang, T. T. Li, Y. Ang, X. L. Xu, and M. Huang, "Effects of preslaughter shackling on postmortem glycolysis, meat quality, changes of water distribution, and protein structures of broiler breast meat," *Poult. Sci.*, vol. 98, no. 9, pp. 4212–4220, 2019.
- [42] E. Huff-Lonergan and S. M. Lonergan, "Mechanism of water-holding capacity of meat: The role of post-mortem biochemical and structural change," *Meat Sci.*, vol. 71, no. 1, pp. 194–204, 2005.
- [43] Yemeni Standardization and Metrology Organization (YSMO), "Yemeni standard for permissible nitrite levels in meat products," YSMO Standard, 2006.
- [23] S. Eknayake, E. R. Jansz, and B. M. Nair, "Proximate composition, mineral and amino acid content of mature *Canavalia gladiata* seeds," *Food Chem.*, vol. 66, no. 1, pp. 115–119, 1999.
- [24] S. Dadgar, E. S. Lee, T. L. Van Leer, N. Burlingette, H. L. Classen, T. G. Crowe, and P. J. Shand, "Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the *Pectoralis major* muscle," *Poult. Sci.*, vol. 89, pp. 1033–1041, 2010.
- [25] R. C. Whiting and R. K. Jenkins, "Comparison of rabbit, beef, and chicken meats for functional properties and frankfurter processing," *J. Food Sci.*, vol. 46, pp. 1693–1696, 1981.
- [26] J. Marchel, T. Żmijewski, M. Cierach, and E. Malczyk, "Influence of storing beef meat in frozen state on the amount of thawing and heating losses and on the meat texture," *Acta Agrophys.*, vol. 20, no. 2, pp. 377–387, 2013.
- [27] Y. Luo, Y. Song, L. Liu, H. Shen, and J. You, "Effect of sodium alginate-based edible coating containing different antioxidants on quality and shelf life of refrigerated bream," *Food Control*, vol. 22, no. 4, pp. 608–615, 2011.
- [28] A. Addeen, S. Benjakul, S. Wattanachant, and S. Maqsood, "Effect of Islamic slaughtering on chemical compositions and post-mortem quality changes of broiler chicken meat," *Int. Food Res. J.*, vol. 21, no. 3, pp. 897–904, 2014.
- [29] K. A. Gomez and A. A. Gomez, *Statistical Procedures for Agricultural Research*, 2nd ed. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, 1984.
- [30] A. Velarde et al., "Religious slaughter: Evaluation of current practices in selected countries," *Meat Sci.*, vol. 96, no. 1, pp. 278–287, 2014.
- [31] K. Nakyinsige, Y. B. Che Man, I. Zulkifli, Y. M. Goh, F. A. Bakar, and A. Q. Sazili, "Stunning and animal welfare from Islamic and scientific perspectives," *Meat Sci.*, vol. 95, no. 2, pp. 352–361, 2013.
- [32] A. E. Bender, *Meat and Meat Products in Human Nutrition in Developing Countries*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), pp. 1–91, 1992.
- [33] N. Yahaya, "Effect of different slaughtering methods on metabolites of broiler chickens using ultra high-performance liquid chromatography time of flight mass spectrometry (UHPLC-TOF-MS)," *Food Res.*, vol. 4, no. S1, pp. 1–8, 2019.

- [54] P. Kaewthong, L. Pomponio, J. R. Carrascal, S. Knøchel, S. Wattanachant, and A. H. Karlsson, "Changes in the quality of chicken breast meat due to superchilling and temperature fluctuations during storage," *J. Poult. Sci.*, vol. 56, no. 4, pp. 308–317, 2019.
- [55] S. M. S. N. S. Zahari, N. S. M. Ali, A. R. Zabidi, D. Rosli, M. N. A. Manap, and N. Yahaya, "Influence of neck slaughtering in broiler chicken meat on physicochemical analysis and metabolites 'fingerprinting' to enhance meat quality," *Arab. J. Chem.*, vol. 14, no. 4, p. 103042, 2021.
- [44] I. M. El Shorbagy, S. A. Yassin, G. I. Ali, and E. T. Alsokary, "Effect of Freezing on Amino Acids and Fatty Acids Content in Fresh and Frozen Chicken Panie," *Alex. J. Vet. Sci.*, vol. 62, no. 2, pp. 53–63, 2019.
- [45] A. E. D. A. Bekhit, B. W. Holman, S. G. Giteru, and D. L. Hopkins, "Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review," *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 109, pp. 280–302, 2021.
- [46] K. Nakyinsige, A. B. Fatimah, Z. A. Aghwan, I. Zulkifli, Y. M. Goh, and A. Q. Sazili, "Bleeding efficiency and meat oxidative stability and microbiological quality of New Zealand White rabbits subjected to halal slaughter without stunning and gas stun-killing," *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, vol. 27, no. 3, pp. 406–413, 2014.
- [47] M. P. Richards, N. M. Nelson, H. G. Kristinsson, S. S. Mony, H. T. Petty, and A. C. Oliveira, "Effects of fish heme protein structure and lipid substrate composition on hemoglobin-mediated lipid oxidation," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 55, no. 9, pp. 3643–3654, 2007.
- [48] J. Everse and N. Hsia, "The toxicities of native and modified hemoglobins," *Free Radic. Biol. Med.*, vol. 22, no. 6, pp. 1075–1099, 1997.
- [49] S. Benjakul and F. Bauer, "Biochemical and physicochemical changes in catfish (*Silurus glanis* Linne) muscle as influenced by different freeze-thaw cycles," *Food Chem.*, vol. 72, no. 2, pp. 207–217, 2001.
- [50] A. L. Tappel, "Unsaturated lipid oxidation catalyzed by haematin compounds," *J. Biol. Chem.*, vol. 217, no. 2, pp. 721–733, 1955.
- [51] B. Pretorius, H. C. Schönfeldt, and N. Hall, "Total and haem iron content lean meat cuts and the contribution to the diet," *Food Chem.*, vol. 193, pp. 97–101, 2016.
- [52] M. Bourbab and M. Idaomar, "The effect of residual blood of carcasses on poultry technological quality," *Food Nutr. Sci.*, vol. 3, no. 10, pp. 1382–1386, 2012.
- [53] م. ح. م. الساعدي، "دراسة اسوداد العظام في أرباع الدجاج المجمد وعلاقته بفترة الخزن"، رسالة ماجستير، قسم الصحة العامة، كلية الطب البيطري، جامعة بغداد، العراق، 2005.

RESEARCH ARTICLE

STUDY ON THE EFFECT OF SLAUGHTERING METHODS (HALAL AND NON-HALAL) AND FROZEN STORAGE ON QUALITY INDICATORS OF CHICKEN MEAT

Wael Abdulrahman Al-Saban¹, Ibrahim Saeed Al-Amoudi¹

¹ Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Environmental and Marine Sciences, Hadhramout University, Yemen

*Corresponding author: Salah Abdullah Al-Gaafari; E-mail: w.alsaban@hu.edu.ye; Tel: (+967)771405358

Received: 28 August 2026 / Accepted: 12 September 2026 / Published online: 30 September 2026

Abstract

This study aims to investigate the effect of different slaughtering methods (Islamic Halal slaughter, Halal slaughter after stunning, and Non-Halal slaughter by suffocation) alongside frozen storage on various quality indicators of chicken meat. Conducted at the laboratories of the Faculty of Environmental Sciences and Marine Biology—Hadhramout University, and the Central Public Health Laboratories in Hadhramout Governorate, Yemen, this study adopted an experimental methodology based on structured laboratory trials to test hypotheses and interpret findings according to sound scientific principles. The results demonstrated that Halal slaughter without stunning yielded higher protein (15.13%–14.85%) and fat content (5.63%–5.00%) in the studied samples (fresh and after frozen storage, respectively) due to reduced degradation and oxidation processes. Conversely, these proportions decreased in Non-Halal slaughter owing to muscle stress and accelerated enzymatic degradation, which subsequently diminished the nutritional value. The study also revealed that meat from Halal slaughter maintained moderate pH values (~5.75–5.80) and a higher water-holding capacity (WHC), reflecting tissue integrity; these properties deteriorated in Non-Halal slaughter, accompanied by a slight rise in pH post-freezing due to poor bleeding efficiency and tissue damage. Meat subjected to Halal slaughter without stunning recorded the highest heme iron (Heme α Fe) content (2.55 mg/100g) as a result of efficient bleeding, whereas it significantly dropped to 1.60 mg/100g in Non-Halal slaughter. Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) (17.100%) was at its lowest level in Halal-slaughtered meat, gradually increasing after storage to 20.45%—yet remaining within acceptable limits—whereas it exhibited a sharp increase (spoilage indicator) in Non-Halal meat after freezing, reaching 20.23%. Water-holding capacity (WHC) registered a marked increase up to 89% in Halal slaughter, compared to a decrease to 80% in Non-Halal slaughter. Drip loss (8.00%) was lowest in Islamic Halal-slaughtered meat post-freezing and increased significantly to 11.50% in Non-Halal meat following frozen storage. The study recommends adopting Islamic Halal slaughter without stunning as the primary method in slaughterhouses to ensure optimal quality, nutritional value, and safety of chicken meat.

Keywords: Halal and non-halal slaughter; Frozen storage; Physical properties; Chemical composition; Chicken meat.

كيفية الاقتباس من هذا البحث:

و. ع. الصبان، و. إ. س. العمودي، "دراسة تأثير طرق الذبح (الحلال وغير الحلال) والتخزين المجمد على بعض مؤشرات جودة في لحوم الدجاج"، مجلة جامعة عدن للإلكترونية للعلوم الأساسية والتطبيقية، المجلد 7، العدد 3، ص 288-300، سبتمبر 2026. DOI: <https://doi.org/10.47372/ejua-ba.2026.3.555>

حقوق النشر © 2026 من قبل المؤلفين. المرخص لها EJUA، عدن، اليمن. هذه المقالة عبارة عن مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط وأحكام ترخيص Creative Commons Attribution (CC BY-NC 4.0)

