

Research Paper

Investigating the Effect of Hydroponic Barley Fodder Feeding on the Meat Characteristics of Native goats in Fars Province

Majid Hashemi¹, Mohammad Javad Agah², Sayeed Mohammad Reza Hashemi³
and Hossein Norollahi⁴

1- Research Associate Professor, Shiraz Branch, Razi Vaccine and Serum Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran,
(Corresponding author: majid48h@yahoo.com)

2, 3 and 4- Respectively Research Assistant Professor, Research Instructor and Research Instructor, Animal Science Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

Received: 18 June, 2023

Accepted: 6 December, 2023

Extended Abstract

Background: Green fodder is one of the components that receives special attention when preparing animal rations due to its palatability and high digestibility. Green fodder in the livestock ration affects maintaining health and improving the productive and reproductive efficiency of livestock, and it may also influence the quality of meat. On the other hand, the main problem in fodder production worldwide is the lack of access to sufficient water for the cultivation and growth of fodder. The occurrence of continuous drought in recent years in the country has made the production of green fodder problematic and has shifted opinions toward sustainable methods, including the hydroponic method. In this method, agricultural soil is not used for growing plants, and feeding is done in a solution that contains all the necessary elements for the plant. There are no reports regarding the effect of this food source on the quality of livestock meat. Since, at the time of introducing a feed source for livestock, all its dimensions or, in fact, its nutritional value must be measured, this study was conducted to investigate the effect of consuming different levels of barley hydroponic fodder on the qualitative and sensory characteristics of goat meat.

Methods: This experiment was performed with 28 Fars native male goats that were placed in individual cages in four treatments with seven replicates in a completely randomized design. The experimental treatments included the replacement of barley hydroponic fodder at three levels of 25%, 50%, and 75% instead of alfalfa (in terms of dry matter) in the diet, along with a control treatment without replacement. The ration was balanced based on the standard tables of goat nutrients recommended by the Nutrient Requirements Council for Small Ruminants. After 90 days from the start of the experiment, six goats from each treatment were slaughtered, and after 24 hours of cooling the carcass at 4°C, the Longissimus dorsi muscle was separated, divided into smaller pieces, and labeled to determine physical, chemical, textural, and sensory factors. Chemical tests, including the measurement of intermuscular fat, protein, and ash in meat samples, were carried out using standard methods, and the amount of dry matter in the samples was measured by placing about three grams of the sample at a temperature of $102 \pm 2^\circ\text{C}$ for three hours. The Kjeldahl method was used to measure the total volatile nitrogen content, and a digital pH meter set at 25°C was used to measure the pH. The fat oxidation rate in meat samples was determined by the malondialdehyde method. Digital imaging and plastic bag methods were used to evaluate color and weight loss after storage of meat samples, respectively. The water-holding capacity was determined by centrifuging the sample placed in filter paper for 4 minutes at 1500 rpm, recording the weight, and then placing it in the oven at 70°C for 24 hours. Loss after cooking was calculated by placing the sample for one hour in a water bath at 90°C . Texture factors, including hardness, adhesiveness, cohesiveness, springiness, and chewiness, were measured by preparing cubic pieces with dimensions of one centimeter from the meat samples and using a texture testing machine. This device was equipped with a steel cylindrical probe with a diameter of six mm and a height of 35 mm. The probe of the device was inserted into the tested sample twice at a speed of two millimeters per second and up to 50% of the probe height, and the results were recorded by the device software. Sensory characteristics of meat samples, including color, smell, tenderness, and overall acceptance, were evaluated by a panel group who completed a

designed questionnaire based on the hedonic test. One-way analysis of variance was used to investigate the physicochemical and tissue characteristics in different treatments. In cases where there was a significant difference between the treatments, the averages were compared using Duncan's test. The results of the panel test were analyzed with the Kruskal-Wallis test.

Results: There was no significant difference in the amount of fat (range of 10.08-13.87%), dry matter (range of 29.08-31.55%), ash (range of 0.93-1.15%), and total volatile nitrogen (range of 20.25-25.33 mg/100g) between the control group and experimental treatments. The results showed that the replacement of barley hydroponic fodder by 25% instead of alfalfa in the diet caused a significant increase in the amount of meat protein ($P=0.0136$) and oxidation ($P=0.0497$), and a significant decrease ($P=0.0132$) in cooking loss compared to the control treatment and other experimental treatments. There was no statistically significant difference in the recorded values for texture evaluation and sensory scores of the meat between the experimental treatments and the control group. The overall acceptance of the meat samples in all the investigated treatments had a score of more than five and was placed at a moderately favorable level.

Conclusion: Finally, it can be concluded that the replacement of hydroponic barley fodder instead of alfalfa in the ration of fattening goats up to the level of 75% did not have negative effects on the chemical, physical, and oxidative stability of the meat during storage in the refrigerator or freezer. Additionally, the use of barley hydroponic fodder in proportions of 25%, 50%, and 75% (instead of alfalfa and 10%, 20%, and 30% of dry matter in the ration) did not have adverse effects on the redness, tenderness, and smell of the meat. The scores obtained for overall acceptance showed that there was no significant difference in sensory characteristics between the meat of the experimental treatments and the control.

Keywords: Barley fodder, Goat, Hydroponic, Meat

How to Cite This Article: Hashemi, M., Agah, M. J., Hashemi, S. M. R., & Norollahi, H. (2024). Investigating the Effect of Hydroponic Barley Fodder Feeding on the Meat Characteristics of Native goats in Fars Province. *Res Anim Prod*, 15(1), 119-127. <https://doi.org/10.61186/rap.15.43.108>



مقاله پژوهشی

بررسی اثر تغذیه علوفه آب‌کشت جو بر ویژگی‌های گوشت بزغال‌های بومی استان فارس

مجید هاشمی^۱، محمد جواد آگاه^۲، سید محمدرضا هاشمی^۳ و حسین نورالهی^۴

۱- دانشیار پژوهش، شعبه شیراز، موسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران،

(نویسنده مسؤل: majid48h@yahoo.com)

۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب استادیار پژوهش، مربی پژوهش و مربی پژوهش بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۵
صفحه ۱۱۹ تا ۱۲۷

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: علوفه سبز بدلیل خوشخوراکی و قابلیت هضم بالا از اجزایی است که هنگام تهیه جیره غذایی دام به آن توجه خاصی می‌شود. علوفه سبز در جیره تعلیفی دام در حفظ سلامت و بهبود کارایی تولیدی و تولیدمثلی دام تأثیر داشته و ممکن است روی کیفیت گوشت نیز اثر داشته باشد. از سوی دیگر عمده‌ترین معضل در تولید علوفه در دنیا عدم دستیابی به آب کافی برای کشت و رشد علوفه است. بروز پدیده خشکسالی مداوم در سال‌های اخیر در کشور، تولید علوفه سبز را با مشکل مواجه کرده و نظرها را به سمت روش‌های پایدار از جمله روش آب‌کشت سوق داده است. در این روش از خاک زراعی برای پرورش گیاه استفاده نشده و تغذیه در محلولی که تمامی عناصر لازم برای گیاه در آن وجود دارد، انجام می‌گیرد. در ارتباط با تأثیر این منبع خوراکی بر کیفیت گوشت تولیدی دام‌های پرورشی گزارشی وجود ندارد. از آنجا که در زمان معرفی یک منبع خوراکی برای دام، باید تمام ابعاد آن یا در واقع ارزش غذایی آن سنجیده شود، لذا با هدف بررسی تأثیر مصرف سطوح مختلف علوفه آب‌کشت جو بر روی ویژگی‌های کیفی و حسی گوشت بزغال این پژوهش انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این آزمایش ۲۸ رأس بزغال نر بومی فارس در چهار تیمار و هفت تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی در قفس‌های انفرادی قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل جایگزینی علوفه آب‌کشت جو در سه سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد به جای یونجه (بر حسب ماده خشک) در جیره غذایی و یک تیمار شاهد بدون جایگزینی بود. جیره بر اساس جداول استاندارد مواد مغذی بز موجود در نشریه احتیاجات مواد مغذی نشخوارکنندگان کوچک تنظیم گردید بعد از گذشت ۹۰ روز از شروع آزمایش، شش رأس بزغال از هر تیمار کشتار و پس از ۲۴ ساعت سردخانه‌گذاری لاشه در چهار درجه سانتی‌گراد، قطعات مختلفی از عضله راسته جدا و برای تعیین فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی، بافتی و حسی برچسب‌گذاری شد. آزمایش‌های شیمیایی شامل اندازه‌گیری چربی بین ماهیچه‌های پروتئین و خاکستر در نمونه‌ها با روش استاندارد انجام شد و ماده خشک نمونه‌ها با قرار دادن حدود سه گرم از نمونه در دمای 102 ± 2 درجه سانتی‌گراد به‌مدت سه ساعت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری محتوای کل نیتروژن فرار، از روش کلدال و برای اندازه‌گیری pH از pH متر دیجیتال تنظیم شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. میزان پایداری اکسیداتیو در نمونه‌های گوشت ماهیچه راسته با روش مالون‌دی‌آلدئید اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی رنگ و آفت ناشی از نگهداری به‌ترتیب از روش تصویربرداری دیجیتالی و کیسه پلاستیکی استفاده شد. ظرفیت نگهداری آب با انجام ساترپیوژ نمونه قرار داده شده در کاغذ صافی به‌مدت ۴ دقیقه در دور ۱۵۰۰ و ثبت وزن و سپس قرار دادن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت انجام شد و آفت ناشی از پخت با قرار دادن نمونه به‌مدت یک ساعت در حمام بخار آب ۹۰ درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید. فاکتورهای بافتی شامل سختی، چسبندگی، انسجام، ارتجاع و جوش‌پذیری با تهیه قطعاتی تقریباً مکعبی با ابعاد یک سانتی‌متر از نمونه‌های گوشت و با دستگاه بررسی بافت اندازه‌گیری شدند. این دستگاه مجهز به یک پروب استوانه‌ای استیل با قطر شش میلی‌متر و ارتفاع ۳۵ میلی‌متر بود. پروب دستگاه دو بار با سرعت دو میلی‌متر در ثانیه و تا ۵۰ درصد ارتفاع پروب به نمونه مورد آزمایش وارد و نتایج توسط نرم‌افزار دستگاه ثبت شد. برای بررسی ویژگی‌های حسی نمونه‌های گوشت شامل رنگ، بو، تردی و پذیرش کلی، از گروه پائل و تکمیل پرسشنامه‌ای بر اساس آزمون هدونیک استفاده شد. به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و بافتی در تیمارهای مختلف از رویه تجزیه واریانس یکطرفه استفاده شد. در مواردی که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت، میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه شد. یافته‌های حاصل از آزمون پائل با آزمون کرسکال-والیس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری بین گروه شاهد با تیمارهای آزمایشی در مقدار چربی (با دامنه ۱۳/۸۷-۱۰/۰۸ درصد)، ماده خشک (با دامنه ۳۱/۵۵-۲۹/۰۸ درصد)، خاکستر (با دامنه ۱۵/۱۵-۱۰/۹۳ درصد) و نیتروژن فرار کل (با دامنه ۲۴/۳۳-۲۰/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) نمونه‌ها مشاهده نشد. نتایج نشان دادند که جایگزینی علوفه آب‌کشت جو به مقدار ۲۵ درصد بجای یونجه در جیره، سبب افزایش معنی‌دار مقدار پروتئین گوشت ($p=0/0136$) و میزان اکسیداسیون ($p=0/0497$) و کاهش معنی‌دار ($p=0/0132$) مقدار آفت ناشی از پخت نسبت به تیمار شاهد و دیگر تیمارهای آزمایشی گردید. هیچ تفاوت آماری معنی‌داری در مقادیر ثبت شده برای ارزیابی بافت و امتیازات حسی گوشت در بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد وجود نداشت. پذیرش کلی نمونه‌های گوشت در تمامی تیمارهای مورد بررسی دارای امتیاز فراتر از پنج و در حد مطلوب متوسط قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: جایگزینی علوفه آب‌کشت جو به جای یونجه در جیره غذایی بزغال پرورشی تا سطح ۷۵ درصد، اثرات منفی بر ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و پایداری اکسیداتیو گوشت در زمان نگهداری در یخچال و فریزر نداشت. همچنین استفاده از علوفه آب‌کشت در نسبت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد (به جای سهم یونجه و ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد ماده خشک کل جیره)، اثرات نامطلوبی بر قرمزی، تردی و بوی گوشت تولیدی نداشت و امتیازات کسب شده برای پذیرش کلی نشان داد که اختلاف فاحشی از نظر ویژگی‌های حسی بین گوشت تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: آب‌کشت، بز، علوفه جو، گوشت

مقدمه

ایران با دارا بودن حدود ۱/۸ درصد از جمعیت بز دنیا (۱/۰۰۲ میلیارد رأس)، مقام هفتم در پرورش این گونه جانوری را به‌خود اختصاص داده است. تقریباً ۹۰ درصد از بزها در مناطق خشک ایران پراکنده هستند (Liang and Paengkoum, 2019). حدود ۱۰ درصد از کل گوشت قرمز کشور از پرورش بز تأمین گردیده و استان فارس مقام اول پرورش بز (با جمعیتی بالغ بر ۲/۴۷ میلیون رأس بز و بزغال) در کشور را دارا است

(Agriculture Statistics of Iran, 2021). نوع غذا اثر عمده‌ای روی کیفیت گوشت دارد به‌عنوان مثال استفاده از علوفه سوبایل (*Leucaena leucocephala*) در جیره پرورشی به‌مدت ۱۶۹ روز سبب تغییراتی در pH و ظرفیت نگهداری آب گوشت در گروه‌های مختلف آزمایشی شده اما تأثیری بر رنگ، اسیدیته و آفت ناشی از پخت در گوشت نداشته است (Abd El-aal and Suliman, 2008). تغییرات غذایی در زمان پرورار دام علاوه بر تغییر در محتوای مواد معدنی گوشت، اثر مشخصی

ایران با دارا بودن حدود ۱/۸ درصد از جمعیت بز دنیا (۱/۰۰۲ میلیارد رأس)، مقام هفتم در پرورش این گونه جانوری را به‌خود اختصاص داده است. تقریباً ۹۰ درصد از بزها در مناطق خشک ایران پراکنده هستند (Liang and Paengkoum, 2019). حدود ۱۰ درصد از کل گوشت قرمز کشور از پرورش بز تأمین گردیده و استان فارس مقام اول پرورش بز (با جمعیتی بالغ بر ۲/۴۷ میلیون رأس بز و بزغال) در کشور را دارا است

برای انجام این آزمایش ۲۸ رأس بزغاله نر بومی فارس با سن حدود شش ماه و وزن حدود 21 ± 2 کیلوگرم انتخاب و به سالن پرواربندی انتقال و در قفس‌های انفرادی قرار داده شدند. قبل از شروع آزمایش، به تمام بزغاله‌ها داروی ضد انگل (آلبندازول) خوراندند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و هفت تکرار برای هر تیمار انجام شد و تیمارهای آزمایشی شامل جایگزینی علوفه آب کشت جو در سه سطح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد به جای یونجه (بر حسب ماده خشک) در جیره مصرفی بود. جیره بر اساس جداول استاندارد مواد مغذی بز موجود در نشریه احتیاجات مواد مغذی نشخوارکنندگان کوچک تنظیم گردید (NRC, 2007) و به مدت ۹۰ روز در اختیار بزغاله‌ها قرار گرفت (جدول ۱). علوفه آب کشت مورد نیاز از شرکت نوبر نیروز تهیه گردید. در پایان دوره تغذیه آزمایشی، بزغاله‌ها کشتار شدند و لاشه آنها پس از پوست‌کنی و خارج کردن اندام داخلی به مدت ۲۴ ساعت در سردخانه چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری و پس از آن قطعات مختلفی از عضله راسته (*Longissimus dorsi*) برای تعیین فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی، بافتی و حسی تهیه و برچسب‌گذاری شد.

بعد از سه روز نگهداری در دمای چهار درجه سانتی‌گراد، ارزیابی برخی از ترکیبات شیمیایی، بر روی نمونه ماهیچه راسته در حد فاصل دنده هشت تا نه، با روش استاندارد برای اندازه‌گیری مقدار چربی (ISIRI 742, 2003)، پروتئین (ISIRI 924, 1973) و خاکستر (ISIRI 744, 2002) انجام شد. مقدار ماده خشک نمونه‌ها با قرار دادن حدود سه گرم از نمونه در دمای 102 ± 2 درجه سانتی‌گراد به مدت سه ساعت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری محتوای کل نیتروژن فرار، از روش کلدال و برای اندازه‌گیری pH از pH متر دیجیتال (مدل ۳۵۰، جنوی، انگلستان) تنظیم شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. برای ارزیابی رنگ از نمونه ماهیچه راسته حد فاصل دنده ۱۰ تا ۱۱ استفاده شد و مقادیر رنگ شامل L^* (درخشش، سفید=۱۰۰، سیاه=۰)، a^* (سرخ، سرخ=اعداد مثبت، سبز=اعداد منفی)، b^* (زردی، زرد=اعداد مثبت، آبی=اعداد منفی) از طریق روش تصویربرداری دیجیتالی که توسط یام و پاپاداکیس، (۲۰۰۴) معرفی و توسط عباسوالی و همکاران (۲۰۱۲) اصلاح شده انجام گرفت (Abbasvali et al., 2012; Yam and Papadakis, 2004). ظرفیت نگهداری آب با روش بوتون و همکاران، (۱۹۷۲) و اندازه‌گیری آفت حاصل از نگهداری با روش کیسه پلاستیکی انجام شد (Bouton et al., 1972; Hildrum et al., 1999).

رنگ و ظرفیت نگهداری آب در نمونه‌ها مجدداً بعد از ۳۰ روز نگهداری در ۱۸- درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان پایداری اکسیداتیو در نمونه‌های گوشت ماهیچه راسته در حد فاصل دنده هشت تا نه نیز در این زمان با روش مالون‌دی‌آلدئید (Malondialdehyde) به عنوان محصول ثانویه اکسیداسیون، توسط شاخص اسید تیوباربیتوریک (Thiobarbituric acid reactive substances) شرح داده شده، اندازه‌گیری شد (Botsoglou et al., 1994).

بر روی ویژگی‌های بیوشیمیایی، ساختاری و متابولیک ماهیچه گذاشته و ارزش غذایی، ویژگی‌های حسی و پذیرش گوشت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کمبود علوفه سبز در جیره تغذیه دام سبب سوء تغذیه و ایجاد عوارض می‌گردد. علاوه بر این جذب مواد در علوفه سبز برای دام‌ها راحت‌تر از علوفه خشک است (Khoshnazarporshekhi, 2009). علوفه سبز در کنار سایر مواد مغذی می‌تواند در حفظ سلامت و بهبود کارایی تولیدی و تولیدمثلی دام تأثیر داشته باشد. خوشمزگی و قابلیت هضم بالاتر و کاهش هزینه تولید شیر از دیگر مزایای استفاده از این دسته غذاها در جیره ذکر شده است (Hossain et al., 2017). از سوی دیگر عمده‌ترین معضل در تولید علوفه در دنیا عدم دستیابی به آب کافی برای کشت و رشد علوفه است. بروز پدیده خشکسالی مداوم در سال‌های اخیر در کشور، تولید علوفه سبز را با مشکل مواجه کرده و نظرها را به سمت روش‌های پایدار از جمله روش آب کشت سوق داده است. در این روش از خاک زراعی برای پرورش گیاه استفاده نشده و تغذیه در محلولی که کلیه عناصر لازم برای گیاه در آن وجود دارد، انجام می‌گیرد. محاسنی همچون تولید متوالی علوفه سبز، استحصال بیشتر محصول در واحد سطح و صرفه اقتصادی ناشی از آن، صرفه جویی قابل ملاحظه در مصرف آب، کاهش قابل توجه بیماری‌های گیاهی، کیفیت بهتر علوفه و ... برای این روش ذکر شده است (Khoshnazarporshekhi, 2009). در خصوص حفظ و بهره‌وری از آب نشان داده شده که کشت جو آب کشت نسبت به کشت مزرعه معمولی برتری دارد (Elmulthum et al., 2023). توسعه سیستم‌های آب کشت فرصتی را برای تولید علوفه تازه از دانه غلات در اتاقک‌هایی با رشد کنترل شده فراهم کرده است که در آن دانه در عرض حدود یک هفته به علوفه با طول ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر رشد یافته و از هر کیلوگرم دانه حدود ۴ تا ۸ کیلوگرم علوفه تازه برداشت می‌گردد (Gunasekaran et al., 2019). اگرچه گزارش‌هایی در رابطه با بازده علوفه تولیدی در روش در آب کشت، ویژگی‌های کیفی علوفه تولیدی و ارزیابی‌های اقتصادی مناطق مختلف وجود دارد (Al-karaki and Al-momani, 2011; Fazaeli, 2014)، اما در ارتباط با تأثیر این منبع خوراکی بر کیفیت گوشت تولیدی دام‌های پرواری گزارشی وجود ندارد. از آنجا که در زمان معرفی یک منبع خوراکی برای دام، باید تمام ابعاد آن یا در واقع ارزش غذایی آن سنجیده شود، لذا در این پژوهش سعی گردید تا ویژگی‌های کیفی و حسی گوشت تولیدی بزغاله پرواری در زمان استفاده از علوفه آب کشت مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

محل و نحوه اجرای پژوهش

عملیات مزرعه‌ای این آزمایش شامل آماده‌سازی، پرورش و تغذیه بزغاله‌ها در ایستگاه تحقیقات علوم دامی نیریز متعلق به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس و عملیات آزمایشگاهی در آزمایشگاه‌های بخش تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس و بخش بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی انجام شد.

جدول ۱- اجزاء تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌ها (بر اساس ماده خشک)

Table 1. Ingredients and chemical composition of diets (based on dry matter)

گروه بندی جیره بر اساس مقدار (درصد) جایگزینی یونجه با علوفه آب کشت جو				Ingredient	مواد تشکیل دهنده
Diet categories based on the amount (%) of alfalfa replacement with barley hydroponic fodder					
The amount of barley hydroponic fodder (%)		مقدار علوفه آبکشت جو (درصد)			
75	50	25	0		
10.0	20.0	30.0	40.0	Alfalfa hay	یونجه خشک
9.3	4.6	5.5	3.0	Wheat straw	کاه گندم
30.0	20.0	10.0	0.0	Barley hydroponic fodder	علوفه آب کشت جو
40.0	40.0	40.0	40.0	Barley grain	دانه جو
5.3	4.7	5.5	6.0	Soybean meal	کنجاله سویا
4.4	9.7	8.0	10.0	Wheat bran	سبوس گندم
0.5	0.5	0.5	0.5	Salt	نمک
0.5	0.5	0.5	0.5	Vitamin and mineral mix	مکمل ویتامینی و معدنی*
				آنالیز ترکیبات شیمیایی	
				Calculated nutrient content	
13.0	13.2	13.1	13.1	Crude protein (%)	پروتئین خام (درصد)
0.4	0.5	0.6	0.7	Calcium (%)	کلسیم (درصد)
0.7	0.7	0.5	0.4	Phosphorus (%)	فسفر (درصد)
2.6	2.6	2.6	2.5	Metabolizable energy (Mcal/kg)	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری بر کیلوگرم)
35.2	33.9	34.0	33.2	Neutral detergent fiber (%)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
15.9	16.1	18.3	19.4	Acid detergent fiber (%)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)
43.3	43.4	42.1	42.1	Non-fiber carbohydrate (%)	کربوهیدرات های غیر الیافی (درصد)

* هر کیلوگرم مکمل حاوی ویتامین‌های A، D3 و E به ترتیب به مقدار ۶۵۰، ۱۳۰ و ۳/۵ هزار واحد بین‌المللی، مواد معدنی شامل کلسیم، فسفر، منگنز، روی، آهن، مس، سلنیوم، ید و کبالت به ترتیب به مقدار ۲۱۶، ۴، ۵، ۵، ۰/۵، ۰/۰۵ و ۰/۰۱۵ گرم و آنتی‌اکسیدان به مقدار ۰/۵ گرم بود.
 Contained per kilogram of supplement: 650,000, 130,000 and 3,500 IU of vitamin A, vitamin D3 and vitamin E, and 216, 25, 4, 5, 5, 0.025, 0.05, and 0.015 g Ca, P, Mn, Zn, Fe, Cu, Se, I and Co, respectively and 0.05 g antioxidant.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های به‌دست آمده، توسط نرم‌افزار آماری SPSS نگارش ۲۱ ثبت و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بافتی در تیمارهای مختلف از رویه تجزیه واریانس یکطرفه (One way ANOVA) استفاده شد. در مواردی که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت، میانگین‌ها با آزمون دانکن (ANOVA Duncan) مقایسه شد. یافته‌های حاصل از آزمون پانل با آزمون کرسکال-والیس (Kruskal Wallis) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سطح $p < 0.05$ به‌عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد. مدل آماری به‌صورت زیر بود:

$Y_{ij} = \mu + S_j + E_{ij}$ $i = 1, 2, \dots, 7$ $j = 1, 2, \dots, 4$
 که به‌ترتیب از چپ به راست برابر با اثر متغیر وابسته، میانگین کل، اثر متغیر ثابت و اثر خطا می‌باشد.

نتایج و بحث

همانطور که در جدول ۲ می‌توان مشاهده کرد که میانگین مقدار چربی در نمونه‌های گوشت بزغاله‌های تغذیه شده با سطوح مختلف علوفه آبکشت جو بعد از سه روز نگهداری در چهار درجه سانتی‌گراد بین ۱۰/۰۸ درصد تا ۱۳/۸۷ درصد است که با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند، در حالی که مقدار پروتئین در تیمار دو (جایگزینی ۲۵ درصد علوفه آبکشت) نسبت به تیمار شاهد و همچنین تیمارهای ۵۰ درصد و ۷۵ درصد جایگزینی علوفه آبکشت افزایش معنی‌داری نشان داد ($p = 0.0136$). همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه شاهد با تیمارهای آزمایشی در مقدار ماده خشک (با دامنه

از نمونه‌های گوشت راسته حد فاصل دنده ۱۲ تا ۱۳ بعد از ۳۰ روز نگهداری در ۱۸- درجه سانتی‌گراد برای بررسی بافت استفاده شد. در زمان آزمایش ابتدا نمونه‌ها با قرار دادن در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد یخ‌زدایی شدند و پس از گذشت ۲۰ دقیقه از قرار دادن نمونه‌ها در دمای اتاق، قطعاتی تقریباً مکعبی با ابعاد یک سانتی‌متر از نمونه‌های گوشت تهیه گردید و با دستگاه بررسی بافت (مدل سی تی ۳، آزمایشگاه‌های مهندسی بروکفیلد، استوگتون، آمریکا) مورد آزمایش قرار گرفتند. این دستگاه مجهز به یک پروب استوانه‌ای استیل با قطر شش میلی‌متر و ارتفاع ۳۵ میلی‌متر بود. پروب دستگاه دو بار با سرعت دو میلی‌متر در ثانیه و تا ۵۰ درصد ارتفاع پروب به نمونه مورد آزمایش وارد و نتایج توسط نرم‌افزار دستگاه ثبت می‌شد (Hashemi et al., 2014). برای بررسی ویژگی‌های حسی نمونه‌های گوشت، از تست پانل شامل ۱۰ فرد مذکر سالم با میانگین سن ۴۵ سال که همگی با سواد اما در این رابطه آموزش ندیده بودند، استفاده شد. برای این منظور پرسشنامه‌ای بر اساس آزمون هدونیک تهیه شد و ویژگی‌های رنگ، بو، تردی و پذیرش کلی بر روی نمونه‌های گوشت راسته حد فاصل دنده یک تا سه مورد بررسی قرار گرفت (Meilgaard et al., 2016). در این پرسشنامه به هریک از ویژگی‌های فوق در هر نمونه بر اساس مطلوب یا نامطلوب بودن ویژگی از نظر فرد ارزیاب، امتیازی بین یک تا هشت داده شد. این عمل در زیر نور سفید فلوروسنت و پنج روز پس از نگهداری نمونه‌های گوشت در چهار درجه سانتی‌گراد انجام شد.

سانتی‌گراد، در تیمارهای آزمایشی با شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. رنگ یک خصوصیت فیزیکی مهم گوشت است که معمولاً توسط مصرف‌کننده به عنوان شاخص کیفی در نظر گرفته شده و درجه تغییر رنگ به عنوان شاخصی از تازگی گوشت مورد استفاده قرار می‌گیرد. شاخص‌های روشنی (L^*)، سرخی (a^*) و زردی (b^*) استاندارد بین‌المللی برای اندازه‌گیری رنگ هستند که در سال ۱۹۷۶ توسط یک کمیسیون بین‌المللی معرفی شده است. عدم اختلاف رنگ بین تیمارهای آزمایشی و شاهد در نمونه پس از انجماد نیز مشاهده شد (جدول ۳). لی و همکاران، (۲۰۱۷) نیز پس از استفاده از پوست کاج یا علف دوروا (Bermudagrass) در جیره بزغاله پرواری تغییری در مقدار روشنی (L^*) و زردی (b^*) در بین دو تیمار مشاهده نشد، اما مقدار سرخی (a^*) به شکل معنی‌داری در تیمار پوست کاج پایین‌تر از تیمار علف دوروا بود (Lee et al., 2017). در بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره پركسانتره نیز استفاده از باکتری/مخمر به عنوان افزودنی‌های تنظیم‌کننده pH باعث کاهش معنی‌داری مقدار سرخی (a^*) گوشت نسبت به تیمار شاهد شد (Khorasani et al., 2021).

۰۸/۵۵-۲۹/۳۱ درصد)، خاکستر (۹۳/۱۵-۰/۱ درصد) و نیتروژن فرار کل (۲۴/۳۳-۲۰/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) مشاهده نشد. عدم تأثیر جایگزینی سطوح مختلف علوفه آب کشت جو در جیره بر چربی کل لاشه توسط نورالهی و رحمانی (Noorollahi and Rahmani, 2015) هم گزارش شده است. در گزارش مذکور همچنین بیان شده که اضافه وزن روزانه و وزن نهایی لاشه در تیمار ۲۵ درصد علوفه آب کشت به ترتیب ۰/۱۹ و ۳۷/۱ کیلوگرم بوده که به صورت معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد (به ترتیب ۰/۱۴ و ۳۲/۹ کیلوگرم برای اضافه وزن روزانه و وزن نهایی لاشه) و دیگر تیمارها بیشتر بوده است. همچنین میانگین ضریب تبدیل در تیمارهای شاهد، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جایگزینی به ترتیب ۷/۲، ۵/۳، ۵/۱ و ۵ گزارش شده است. این اختلاف در وزن نهایی لاشه، در زمان بررسی توان پرواری بره‌های نژاد آتابای با استفاده از چرای مستقیم علوفه جو مشاهده نشد (Ghoorchi et al., 2016). pH در تیمارهای آزمایشی تفاوتی با تیمارهای کنترل نداشت. در زمینه تأثیر تغذیه دام با آب کشت بر روی فراسنجه‌های شیمیایی گوشت گزارشی منتشر نشده تا با یافته‌های پژوهش حاضر مقایسه گردد. شاخص‌های رنگ نیز در نمونه‌های گوشت بزغاله بعد از نگهداری در چهار درجه

جدول ۲- میانگین ویژگی‌های گوشت بزغاله تغذیه شده با مقادیر مختلف علوفه آب کشت جو بعد از سه روز نگهداری در چهار درجه سانتی‌گراد
Table 2. The mean of the characteristics of meat goat fed with different amount of barley hydroponic fodder after 3 days of storage at 4°C

متغیر Variable	مقدار علوفه آب کشت جو (درصد) The amount of barley hydroponic fodder (%)				مقدار P SEM	خطای استاندارد SEM
	75	50	25	0		
چربی (درصد) Fat (%)	13.87	11.25	10.08	10.08	0.1934	0.7136
پروتئین (درصد) Protein (%)	17.78 ^b	18.43 ^b	20.83 ^a	19.01 ^b	0.0136	0.3866
ماده خشک (درصد) Dry matter (%)	31.55	29.55	29.08	31.80	0.6238	0.8518
خاکستر (درصد) Ash (%)	0.98	1.15	1.00	0.93	0.7455	.0706
نیتروژن فرار کل (میلی‌گرم/۱۰۰ گرم) Total Volatile Nitrogens (mg/100gr)	21.53	24.33	20.25	23.05	0.5677	1.0267
pH	5.66	5.51	5.51	5.78	0.5574	0.075
روشنی (L^*) Brithness	25.25	24.00	32.25	31.00	0.3049	1.828
سرخی (a^*) Redness	32.25	21.75	22.50	25.50	0.4112	0.798
زردی (b^*) Yellowness	10.50	10.00	9.75	10.75	0.8957	0.470
ظرفیت نگهداری آب (درصد) Water holding capacity (%)	0.24	0.25	0.24	0.25	0.9817	0.005
مقدار شیرابه (درصد) Drip (%)	1.38	2.69	2.50	2.25	0.6010	0.347
افت ناشی از پخت (درصد) Loss due to cooking (%)	28.56 ^{ab}	32.80 ^a	25.29 ^b	30.95 ^a	0.0132	0.9539

a,b: در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($p < 0.05$).

نگهداری متفاوت (چهار و ۱۸- درجه سانتی‌گراد) نشان می‌دهد که ظرفیت نگهداری آب تحت تأثیر جایگزینی سطوح مختلف علوفه آب کشت جو قرار نگرفته است. محققان با مقایسه گوشت بره و بزغاله متوجه شدند که ظرفیت نگهداری آب در گوشت بزغاله به شکل معنی‌داری بالاتر از گوشت بره است (Babiker et al., 1990). استفاده از تحریک الکتریکی در زمان کشتار سبب کاهش pH شده و به دنبال آن پروتئین‌ها تخریب و ظرفیت نگهداری آب کاهش می‌یابد (Abbasvali et al., 2012).

آبداری گوشت بواسطه آنکه ذائقه مصرف‌کننده و وزن نهایی محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد، از صفات کیفی گوشت تازه

در گزارش‌های قبلی مشخص شده که شاخص‌های رنگ عضله راسته تحت تأثیر افزودن روغن ماهی و اسانس آویشن به جیره بزغاله قرار نگرفته است. تغییر در شاخص‌های رنگ معمولاً مرتبط با تغییر در مقدار چربی، درجه چاقی و pH نهایی می‌باشند (Hozhabri et al., 2013). ظرفیت نگهداری آب یک خصوصیت کیفی مهم گوشت است زیرا که می‌تواند ارزش غذایی، ظاهر و خوش طعمی (Palatability) گوشت را تحت تأثیر قرار دهد (Abbasvali et al., 2012). ظرفیت نگهداری آب در واقع توانایی گوشت در نگهداری آب خود در زمان اعمال نیرو است (Montgomery, 2007). نتایج بررسی‌های این فاکتور کیفی در آزمایش حاضر در زمان‌های مختلف و شرایط

(Adhesiveness)، انسجام (Cohesiveness)، ارتجاع (Springiness) و جوش‌پذیری (Chewiness) بود. سختی در واقع نیروی لازم برای فشردن یک محصول غذایی در بین دندان‌ها است و به‌عنوان نیروی لازم برای برهم زدن شکل داده شده به غذا تعریف شده است. چسبندگی نیز کار لازم برای غلبه بر نیروهای جاذب بین سطح غذا و سطوح دیگر مثل زبان، دندان و کام است و یا به‌عبارت دیگر کار لازم برای کشیدن غذا از سطوح است. انسجام نیز استحکام باندهای داخلی است که بدنه محصول را تشکیل می‌دهد و هرچه این باندها مستحکم‌تر باشد انسجام محصول بیشتر است. با توجه به اینکه انسجام نسبت کار انجام شده برای فشردن غذا در دو سیکل متوالی توسط دستگاه است، بنابراین واحد ندارد. توانایی نمونه در برگشت به حالت قبل از اعمال فشار، به ارتجاع تعبیر شده است که واحد آن به میلی‌متر است و از حاصلضرب آن با سختی و انسجام، جوش‌پذیری محاسبه می‌شود که بر حسب مگاژول بیان می‌شود (Hashemi et al., 2014). نتایج ارزیابی بافت گوشت توسط دستگاه، که در جدول شماره ۳ ارائه شده است نشان داد که هیچ تفاوت آماری معنی‌داری در مقادیر ثبت شده تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد وجود ندارد. نتایج امتیازات داده شده به رنگ، بو و تردی توسط هیأت ارزیاب به نمونه‌های گوشت بزغاله‌ها در جدول ۴، نشان دهنده این موضوع است که هیچ تفاوت آماری معنی‌داری در امتیازات داده شده بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد وجود ندارد. پذیرش کلی نمونه‌های گوشت در تمامی تیمارهای مورد بررسی دارای امتیاز فراتر از پنج و در حد مطلوب متوسط قرار گرفتند. شاید بتوان گفت مهمترین موضوع در بحث تولید غذا با منشاء دامی بعد از بحث سلامت، پذیرش محصول توسط مصرف کننده است، چرا که در صورت عدم پذیرش محصول توسط مصرف کننده و بازار، محصول تولیدی فروش نرفته و تمام وقت و هزینه صرف شده برای آن هدر خواهد رفت. از آنجاکه استفاده از سطوح مختلف آب‌کشت در جیره بزغاله‌های پرواری، اثرات نامناسبی در شاخص‌های حسی گوشت آن‌ها نداشته لذا می‌توان استفاده از آن در تغذیه بزغاله بومی را توصیه کرد.

محسوب می‌شود. از دست دادن آب می‌تواند ناشی از تبخیر، از دست دادن خونابه یا آفت ناشی از پخت باشد. تبخیر می‌تواند تا ۲ درصد از وزن کل لاشه را کاهش دهد که این عمل در حین سرد کردن لاشه به دلیل تفاوت فشار بخار بین سطح گرم لاشه و هوای سرد سردخانه رخ می‌دهد. مقدار آب از دست رفته از طریق بخار به درجه حرارت لاشه و از طرف دیگر به سرعت سرد کردن و مقدار رطوبت و درجه حرارت سردخانه بستگی دارد. خونابه (Drip) از سطح برش گوشت بیرون می‌زند و شامل محلول قرمز رنگ غلیظی از پروتئین‌های داخل سلولی همچون میوگلوبین و آنزیم‌های گلیکولیتیک است. به همین دلیل از دست دادن خونابه نه تنها بر روی وزن لاشه بلکه بر روی ارزش غذایی گوشت تأثیرگذار است. از طرف دیگر این خونابه محل مناسبی برای رشد میکروارگانیسم‌ها هستند که بوسیله آن توانایی نگهداری و سلامت مصرف کننده به مخاطره می‌افتد. علاوه بر تبخیر و آفت ناشی از نگهداری، حرارت دادن گوشت نیز سبب از دست رفتن مقداری از آب می‌شود. این مقدار از آفت، ناشی از تخریب پروتئین‌ها است که سبب تغییرات ساختمانی و خروج مایع از گوشت می‌شود. همانطور که در جدول مشخص است، آفت ناشی از دست دادن خونابه در زمان استفاده از سطوح مختلف علوفه آب‌کشت با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت اما آفت ناشی از پخت در گوشت بزغاله‌های که ۲۵ درصد از جیره آنها با علوفه هیدروپونیک جایگزین شده بود به شکل معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود.

بررسی میزان اکسیداسیون در زمان یک ماه بعد از کشتار و نگهداری عضله راسته در دمای انجماد نشان داد که مقدار مالون آلدئید در تیمار ۲۵ درصد علوفه آب‌کشت به صورت معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش داشته است ($P=0.0497$). مقدار مالون دی‌آلدئید در محصولات گوشتی بین مقادیر ۰/۵ و دو نشان دهنده عدم طعم ترشیدگی است و هنگامی که مقدار آن از میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم در گوشت بالاتر رود طعم ترشیدگی توسط مصرف کننده احساس می‌شود. داده‌های مورد استفاده از بررسی بافت گوشت در این پژوهش شامل موارد سختی (Hardness)، چسبندگی

جدول ۳- میانگین ویژگی‌های گوشت بزغاله تغذیه شده با مقادیر مختلف علوفه آب‌کشت جو بعد از ۳۰ روز نگهداری در ۱۸- درجه سانتی‌گراد
Table 3. The mean of the characteristics of meat goat fed with different amount of barley hydroponic fodder after 30 days of storage at -18°C

متغیر	Variable	مقدار علوفه آب‌کشت جو (درصد)				خطای استاندارد میانگین	SEM	مقدار P
		75	50	25	0			
مالون دی‌آلدئید (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	Malondialdehyde (mg/Kg)	0.21 ^b	0.45 ^{ab}	0.70 ^a	0.19 ^b	0.779	0.0497	
روشنی (L*)	Brightness	35.00	29.25	33.75	23.50	2.234	0.2668	
سرخ‌ی (a*)	Redness	18.25	16.75	17.00	16.25	0.496	0.5746	
زردی (b*)	Yellowness	14.00	12.75	12.75	12.25	0.335	0.3132	
ظرفیت نگهداری آب (درصد)	Water holding capacity (%)	0.27	0.24	0.24	0.25	0.014	0.8022	
سختی (گرم)	Hardness (g)	693.06	801.46	693.27	787.20	24.621	0.2393	
چسبندگی (میلی‌ژول)	Adhesiveness (mJ)	0.05	0.07	0.06	0.10	0.008	0.1124	
انسجام	Cohesiveness	0.42	0.41	0.43	0.42	0.009	0.9123	
ارتجاع (میلی‌متر)	Springiness (mm)	3.67	3.64	4.03	3.64	0.099	0.4553	
جوش‌پذیری (میلی‌ژول)	Chewiness (mJ)	6.73	6.37	6.76	5.08	0.317	0.2006	

a,b: در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($P<0.05$).
a,b: Within each raw, means with different superscripts differ significantly ($p<0.05$).

جدول ۴- مقایسه امتیاز ارزیابی حسی گوشت بزغاله تغذیه شده با علوفه آب کشت جو بعد از پنج روز نگهداری در چهار درجهٔ سانتی‌گراد
Table 4. The mean of sensory evaluation score of goat meat fed by barley hydroponic fodder after 5 days of storage at 4°C

مقدار P	خطای استاندارد میانگین SEM	مقدار علوفه آب کشت جو (درصد) The amount of barley hydroponic fodder (%)				متغیر Variable
		75	50	25	0	
0.2895	0.104	5.92	6.04	6.17	6.46	رنگ (Color)
0.3581	0.104	5.42	5.67	5.52	5.92	بو (Odor)
0.3716	0.080	6.42	6.44	6.50	6.77	تردی (Tenderness)
0.3045	0.088	6.10	6.00	5.94	6.38	پذیرش کلی (Overall acceptance)

نتیجه‌گیری کلی

و ۱۰، ۲۰، و ۳۰ درصد ماده خشک کل جیره)، اثرات نامطلوبی بر قرمزی، تردی و بوی گوشت تولیدی نداشته و امتیازات کسب شده برای پذیرش کلی نشان داد که اختلاف فاحشی از نظر ویژگی‌های حسی بین گوشت تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد وجود ندارد. در نهایت با جمع‌بندی نتایج این پژوهش می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که امکان استفاده از این علوفه در تغذیه بزغاله پروراری تا ۷۵ درصد جایگزینی به‌جای دانه جو، بدون اثرات منفی در ویژگی‌های گوشت تولیدی وجود دارد.

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که جایگزینی علوفه آب کشت در جیره غذایی بزغاله پروراری نسبت به تیمار شاهد، اثرات منفی بر ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و پایداری اکسیداتیو گوشت در زمان نگهداری در یخچال و فریزر نداشته است. آزمون حسی گوشت‌های ارزیابی شده مشخص کرد که استفاده از علوفه آب کشت در نسبت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد (به‌جای سهم یونجه

References

- Abbasvali, M., Shekarforoush, S. S., Aminlari, M., & Ebrahimnejad, H. (2012). Effects of medium-voltage electrical stimulation on postmortem changes in fat-tailed sheep. *Journal of Food Science*, 77(1), S47-53. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02463.x>.
- Abd El-aal, H. A., & Suliman, A. I. A. (2008). Carcass traits and meat quality of lamb fed on ration containing different levels of leucaena hay (*Leucaena leucocephala* L.). *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24(34), 77-92.
- Agriculture Statistics of Iran. (2021). The yearbook of agriculture statistics of Iran, 2020. In *Bureau of statistics and information technology* (pp. 114-115). Tehran, Iran: The ministry of Jihad-E-agriculture (In Persian).
- Al-karaki, G., & Al-momani, N. (2011). Evaluation of some barley cultivars for green fodder production and water use efficiency under hydroponic conditions. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 7, 448-457.
- Babiker, S. A., El Khider, I. A., & Shafie, S. A. (1990). Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. *Meat Science*, 28(4), 273-277. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(90\)90041-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(90)90041-4).
- Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Papageorgiou, G. E., Vassilopoulos, V. N., Mantis, A. J., & Trakatellis, A. G. (1994). Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(9), 1931-1937.
- Bouton, P. W., Harris, P. V., & Shorthose, W. R. (1972). The effect of ultimate pH on ovine muscle: Water-holding capacity. *Journal of Food Science*, 37, 351-355.
- Elmulthum, N. A., Zeineldin, F. I., Al-Khateeb, S. A., Al-Barrak, K. M., Mohammed, T. A., Sattar, M. N., & Mohmand, A. S. (2023). Water Use Efficiency and Economic Evaluation of the Hydroponic versus Conventional Cultivation Systems for Green Fodder Production in Saudi Arabia. *Sustainability*, 15, 822-835. <https://doi.org/10.3390/su15010822>.
- Fazaeli, H., Solaymani, S., & Rouzbahan, Y. (2017). Nutritive value and performance of cereal green fodder yield in hydroponic system. *Research on Animal Production*, 8 (15), 96-104 (In Persian).
- Ghoorchi, T., Seyedalmoosavi, S. M. M., Zeinali, E., Karimi, Z., & Gharabash, A. M. (2017). The Effect of Fattening Potential of Dalagh Lambs Fed Grazing Whole-Crop Barley. *Aniaml Science journal (Pajouhesh & Sazendegi)*, 117; 141-150. <https://doi.org/10.22092/ASJ.2018.116052> (In Persian).
- Gunasekaran, S., Bandeswaran, C., & Valli, C. (2019). Low-cost hydroponic fodder production technology for sustainable live-stock farming during fodder scarcity *Current Science*, 116, 526-528.
- Hashemi, S. R., Davoodi, D., Dastar, B., Bolandi, N., Smaili, M., & R., M. (2014). Meat quality attributes of broiler chickens fed diets supplemented with silver nanoparticles coated on zeolite. *Poultry Science Journal*, 2 (2), 183-193.
- Hildrum, K. I., Solvang, M., Nilsen, B. N., Froystein, T., & Berg, J. (1999). Combined effects of chilling rate, low voltage electrical stimulation and freezing on sensory properties of bovine M. longissimus dorsi. *Meat Science*, 52(1), 1-7. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(98\)00142-9](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00142-9).
- Hossain, S. A., Sherasia, P. L., Phondba, B. T., Pathan, F. K., & Garg, M. R. (2017). Effect of feeding green fodder based diet in lactating buffaloes: Milk production, economics and methane emission. *Indian Journal of Dairy Science*, 70(6), 767-773.

- Hozhabri, A., Ganjkanlou, M., Zali, A., Emami, A., & Akbari Afjani, A. (2013). Effect of fish oil and thyme essence on meat quality and meat oxidative stability of Mahabadi kids. *Journal of Animal Science Research*, 23(4), 71-81 (In Persian).
- ISIRI 742. (2003). Meat and meat products-determination total fat content-test method. *Institute of Standards and Industrial research of Iran* (In Persian).
- ISIRI 744. (2002). Meat and meat products -determination of total ash – test method. *Institute of Standards and Industrial research of Iran*. (In Persian).
- ISIRI 924. (2001). Meat and meat products -determination of total protein –test method. *Institute of Standards and Industrial research of Iran* (In Persian).
- Khorasani¹, O., Chaji, M., & Baghban, F. (2021). The effect of ruminal pH adjusting additives on some meat quality parameters in fattening lambs fed a high concentrate Diet. *Research on Animal Production*, 12 (32), 50-60 (In Persian).
- Khoshnazarporsokuhi, R. (2009). *Barley fodder production by hydroponic method* In: Proceeding of First National Congress of Hydroponics and Greenhouse Productions, Esfahan, Iran. (In Persian).
- Lee, J. H., Min, B. R., & Lemma, B. B. (2017). Quality characteristics of goat meat as influenced by condensed tannins-containing pine bark. *Small Ruminant Research*, 146, 28-32.
- Liang, J. B., & Paengkoum, P. (2019). Current status, challenges and the way forward for dairy goat production in Asia - conference summary of dairy goats in Asia. *Asian-Australas Journal of Animal Science*, 32(8), 1233-1243. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0272>.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2016). *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press.
- Montgomery, J. L. (2007). Objective Methods of Sensory Analysis. In L. M. L. Nollet (Ed.), *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality* (pp. 71-88). Blackwell Publishing.
- Noorollahi, H., & Rahmani, R. (2015). *Effects of different levels of barley hydroponic fodder on feedlot performance, carcass characteristics and economic indices of Fars native kids* (Final Report of Research Project), Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Agricultural Research, Education and Extension Organization (In Persian).
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small ruminants: sheep, goats, cervids and New World Camelids. National Academy Press, Washington DC.
- Yam, K. L., & Papadakis, S. E. (2004). A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering*, 61, 137-142.