





دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

بررسی تأثیر شکل فیزیکی استارتو (دانه جو) بر عملکرد و مصرف خوراک در  
گوساله‌های شیری

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی

علی جراح

استاد راهنما

دکتر غلامرضا قربانی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم دامی آقای علی جراح  
تحت عنوان

بررسی تأثیر شکل فیزیکی استارتر (دانه جو) بر عملکرد و مصرف خوراک در  
گوساله‌های شیری

در تاریخ 1390/09/09 توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- |                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| دکتر غلامرضا قربانی | 1- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر محمد خوروش     | 3- استاد مشاور پایان نامه   |
| دکتر مسعود علیخانی  | 4- استاد داور               |
| دکتر مهدی کدیور     | 5- استاد داور               |
| دکتر احمد ریاسی     | سرپرست تحصیلات تکمیلی       |

## تشکر و قدردانی

منت خدای را عزوجل که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت، هر نفس که فرو می‌رود ممد حیات است و چون بر می‌آید مفرح ذات؛ پس در هر نفسی دو نعمت موجود است و بر هر نعمتی شکری واجب. از آن عزیز بی‌همتا می‌خواهم مرا یاری کند تا باقی عمر را در جهت خدمت به خلق او و کمال خود گام بردارم و هر روز از دیروز به او نزدیک‌تر باشم.

پس از خدای بلندمرتبه، سر تعظیم در برابر پدر و مادرم فرود می‌آورم، بر پایشان بوسه می‌زنم و آن دو را می‌ستایم که تجلی مهر و لطف خداوندی برای من هستند؛ هرچه دارم بعد از خدا از آن‌هاست. از خواهر عزیزتر از جانم که همواره دستان پر از مهرش پشت و پناه و دعای خیرش بدرقه راهم بوده است صمیمانه سپاسگزارم و برای ایشان دنیا را شادِ شاد و شادی را دنیا دنیا آرزو مندم.

از اساتید ارجمند و گرامی

- آقای پروفیسور قربانی که در اجرای این تحقیق همواره راهنما و پشتیبان من بودند
- آقای دکتر خوروش که مشاورت پایان نامه را بر عهده داشتند
- آقایان دکتر علیخانی و دکتر کدیور که زحمت داوری پایان نامه را عهده‌دار بودند
- همچنین دکتر سمیع، دکتر رحمانی، دکتر انصاری، دکتر ریاسی و دکتر جهانیان اساتید

محترم گروه علوم دامی

کمال تشکر را دارم.

از زحمات آقایان مهندس فوده و مهندس سلطانی به خاطر همکاری ایشان در طول طرح صمیمانه سپاسگزارم و برای ایشان آرزوی موفقیت دارم.

دست روزگار روزهای دست‌چین زندگانی مرا چه زود از میان بغچه‌ای که تحفه من از بهار عمر بود در ربود، یادها ولی بجاست، خاطرات خوب را نمی‌توان ز خاطر کسی زدود. یاد و خاطره‌ی دوستی با محمد عباسی، حمید رضا معین الدینی، احسان مقدس، روح‌ا. امیری فرد، سرکار خانم وفائی سعدی، سرکار خانم پژوه و همچنین سایر دوستان دوران تحصیل که ذکر نامشان در این نوشته‌ی کوتاه نمی‌گنجد، همیشه در خاطر من و هم‌راه این اثر خواهد بود.

ای صمیمی‌ای دوست، گاه و بیگاه لب پنجره خاطره‌ام می‌آیی، ای قدیمی‌ای خوب تو مرا یاد کنی یا نکنی من به یادت می‌مانم تا همیشه ...

علی جراح

آذرماه ماه ۱۳۹۰

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج  
مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از  
تحقیق موضوع این پایان نامه (رساله) متعلق  
به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم بہ ستارہ ہامی پرفروغ آسمان زندگی ام؛

پدر و مادر م

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	چکیده
2	فصل اول مقدمه
4	فصل دوم بررسی منابع
4	1-2- غذا و تغذیه دام
4	2-2- نقش دانه غلات در تغذیه گاوهای شیری
6	3-2- جو
8	2-3-2- امتیاز بندی دانه جو
8	2-3-2- مشخصات مغز دانه جو
9	2-3-3- ارزش تغذیه‌ای جو با توجه به آزمایشات وزنی
9	2-4-3- نوع نشاسته جو
11	2-5-3- عوامل موثر بر هضم و متابولیسم جو
13	2-4- هضم نشاسته
13	2-4-1- هضم میکروبی نشاسته
14	2-4-2- هضم روده‌ای نشاسته
15	2-5- مقایسه جو با سایر غلات
15	2-5-1- جیره‌های بر پایه علوفه
16	2-5-2- جیره‌های بر پایه غلات
17	2-6- اهمیت فرآوری دانه ها
19	2-7- انواع عمل آوری
19	2-7-1- عمل آوری سرد
20	2-7-2- عمل آوری گرم
27	2-7-3- عمل آوری شیمیایی
28	2-7-4- فرآوری دانه جو بدون پوسته
28	2-8- مصرف ماده خشک
31	2-9- قابلیت هضم و بازده خوراک
34	2-10- عملکرد رشد و افزایش وزن روزانه
35	2-11- pH شکمبه
37	فصل سوم مواد و روش‌ها
37	3-1- مکان و زمان اجرای طرح
37	3-2- نحوه اجرای طرح

38	3-3- مدیریت تغذیه گوساله‌ها .....
39	4-3- فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری .....
39	5-3- تجزیه و تحلیل آماری .....
40	6-3- تعیین مؤلفه‌های محتوای مایع شکمبه .....
42	<b>فصل چهارم نتایج و بحث .....</b>
42	1-4- مصرف ماده خشک .....
45	2-4- قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی .....
46	1-2-4- قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام .....
47	2-2-4- قابلیت هضم ظاهری دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز .....
48	3-2-4- قابلیت هضم عصاره اتری (چربی) .....
48	4-2-4- قابلیت هضم ظاهری ماده خشک .....
50	3-4- عملکرد گوساله .....
52	4-4- بازده خوراک و میانگین افزایش وزن روزانه .....
53	1-4-4- بازده خوراک .....
53	2-4-4- میانگین افزایش وزن روزانه .....
54	5-4- PH شکمبه .....
57	<b>فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادها .....</b>
57	1-5- نتیجه‌گیری .....
58	2-5- پیشنهادها .....
59	فهرست منابع .....



## فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
38.....	جدول 3-1- مواد خوراکی و ترکیب مواد مغذی مورد استفاده در جیره آغازین گوساله‌های شیرخوار
43.....	جدول 4-1- مصرف ماده خشک در گوساله‌های تغذیه شده توسط چهار روش فرآوری دانه جو
45.....	جدول 4-2- قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در گوساله‌های تغذیه شده توسط چهار روش فرآوری دانه جو
51.....	جدول 4-3- عملکرد گوساله‌های تغذیه شده توسط چهار روش فرآوری دانه جو
52.....	جدول 4-4- بازده خوراک و میانگین افزایش وزن روزانه در گوساله‌های تغذیه شده توسط چهار روش فرآوری دانه جو
55.....	جدول 4-5- pH شکمبه در گوساله‌های تغذیه شده توسط چهار روش فرآوری دانه جو

## چکیده

به منظور مقایسه تأثیر دانه جو فرآیند شده به چهار روش مختلف در استارتر (بر پایه تک غله) بر عملکرد گوساله‌های شیری، تعداد 32 رأس گوساله نژاد هلشتاین در قالب یک طرح کامل تصادفی دارای 4 تیمار و در هر تیمار دارای 8 تکرار (4 گوساله ماده و 4 گوساله نر)، از روز چهارم پس از تولد به مدت 8 هفته مورد آزمایش قرار گرفتند. جیره‌های آزمایشی از لحاظ اجزاء خوراک کاملاً مشابه و تنها از نظر نوع فرآوری انجام شده بر روی دانه جو متفاوت بودند. تیمارهای آزمایشی شامل: (1) استارتر آردی (دانه جو آسیاب شده)، (2) دانه جو به صورت کامل و سالم، (3) دانه جو به صورت غلتک زده همراه با بخار و (4) دانه جو به صورت حرارت داده خشک (برشته شده) که به ترتیب در تیمارهای 1 تا 4 قرار گرفتند. جیره‌های آزمایشی از روز اول ورود گوساله‌ها به طرح (سن 4 روزگی) به صورت آزاد در اختیار آنها قرار گرفت. پس از انجام آزمایش و آنالیز داده‌ها مشخص گردید که این چهار فرآوری انجام گرفته بر روی دانه جو، دارای اثر مشابه و یکسانی بر روی بسیاری از فاکتورها از جمله: مصرف ماده خشک، راندمان و بازده خوراک، افزایش وزن روزانه، فاکتورهای رشد اسکلتی و PH شکمبه بوده و هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید و تنها در مواردی از لحاظ مقادیر عددی در بعضی از تیمارها به صورت جزئی افزایش و یا بهبود عملکرد مشاهده گردید. پس از بررسی آنالیز داده‌ها مشخص شد که در فاکتور قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام اختلاف بین میانگین تیمارهای جو غلتک زده و دانه جو کامل با دانه جو برشته شده معنی‌دار است ( $P = 0/003$ ). همچنین در فاکتور قابلیت هضم ظاهری عصاره اتری (چربی) اختلاف بین میانگین تیمارهای جو غلتک زده و جو برشته شده با جو آسیاب شده ( $P = 0/01$ ) معنی‌دار بود. در حالی که بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. از طرف دیگر از لحاظ قابلیت هضم ظاهری ماده خشک بین جو غلتک زده همراه با بخار با جو آسیاب شده و برشته شده اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ( $P = 0/009$ ). از لحاظ قابلیت هضم ظاهری دیواره سلولی بین دو تیمار دانه جو کامل و دانه جو برشته شده اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ( $P = 0/03$ ). نتایج حاصل از این آزمایش نشان می‌دهد که در زمان تغذیه گوساله‌های جوان با استفاده از استارترهای حاوی چهار فرآوری دانه جو (بر پایه تک غله) هیچ تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد بین گوساله‌ها وجود نخواهد داشت و این چهار فرآوری دارای تأثیر یکسان و مشابهی بر روی رشد، سلامت، وزن و سن از شیرگیری گوساله‌ها می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** گوساله‌های شیری، استارتر، شکل فیزیکی، دانه جو، عملکرد، فرآوری

## فصل اول

### مقدمه

انتقال سریع تر گوساله‌ها از دوره ابتدایی رشد (حالت تک معده‌ای) به مرحله بعدی از تکامل دستگاه گوارش یعنی تبدیل شدن به یک موجود نشخوارکننده بسیار حائز اهمیت است. این انتقال شامل یک سری تغییرات فیزیولوژیک و آناتومیک در دستگاه گوارش به خصوص معده چهار قسمتی این موجودات می‌باشد. این تغییرات و توسعه شکمبه‌ای در دوره قبل از شیرگیری گوساله‌ها بسیار حیاتی و ضروری است و تحت تأثیر میزان مصرف غذای خشک و ترکیب خوراک قرار دارد (بالوین و همکاران 2004، خان و همکاران 2007) [15، 48].

از مهمترین خوراکی‌های مؤثر در تحریک رشد و تکامل دستگاه گوارش و همچنین جمعیت میکروبی موجود در آن می‌توان به دانه غلات و غذاهای کربوهیدراتی اشاره کرد. زیرا در اثر مصرف این ترکیبات و انجام فرآیند تخمیر در محیط شکمبه توسط میکروفلورای این بخش محصولاتی نظیر اسیدهای چرب فرار تولید خواهد شد که نقش بسزائی در مراحل تکامل و توسعه دستگاه گوارش بر عهده دارند (بالوین و همکاران 2004، سوآرز و همکاران 2006) [15، 85]. دانه غلات به عنوان اولین منابع نشاسته در جیره نشخوارکنندگان محسوب شده که شامل: ذرت، گندم، جو، یولاف، سورگوم و برنج می‌باشد که به صورت گسترده در جیره همه حیوانات خصوصاً گوساله‌ها مصرف می‌شوند (هانتینگتون 1997) [43]. دانه‌های غلات دارای پوشش غیرقابل نفوذی در مقابل میکروب‌ها و هضم می‌باشند که اغلب میکروب‌ها نمی‌توانند از این لایه عبور کنند، بنابراین عمل آوری دانه غلات پیش از

تغذیه باعث بهبود هضم خواهد شد [17، 100]. امروزه روش‌های مختلف فرآوری دانه غلات در سراسر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند که عبارتند از: 1- فرآوری‌های فیزیکی، که خود به دو دسته سرد (خشک و مرطوب) و گرم (خشک و مرطوب) تقسیم می‌شود، 2- فرآوری‌های شیمیایی و 3- فرآوری‌های ترکیبی (فیزیکی و شیمیایی).

این فرآیندها بسته به شرایط و مراحل انجام، تغییرات مختلف و متفاوتی از لحاظ شکل فیزیکی و قابلیت هضم و دسترسی مواد مغذی بر روی دانه غلات ایجاد می‌کنند. تغییرات فیزیکی و شیمیایی ایجاد شده بر روی دانه غلات در زمان انجام عملیات فرآوری باعث افزایش سطح دانه شده که در نهایت باعث بهبود هضم شکمبه‌ای و روده‌ای نشاسته خواهد شد (هانتینگتون 1997، اوونز و همکاران 1997) [43، 74].

به‌عنوان مثال، میزان نشاسته در دسترس و قابل هضم دانه غلات پس از فرآوری غلتک زدن همراه با بخار مشابه فرآیند آسیاب کردن دانه غلات بوده، و از دانه‌های غلتک زده خشک و دانه کامل به مراتب بالاتر است (تئورر 1986، هانتینگتون 1997 و کراکر 1998) [87، 43 و 28]. این در حالی است که بر اساس نتایج بعضی از تحقیقات تفاوتی بین قابلیت هضم نشاسته در دو فرآوری خشک و همراه با بخار وجود ندارد (جوی و همکاران 1997، ریس و کومس 2000) [45، 77].

حال با توجه به مطالب ذکر شده و همچنین تحقیقات اندک انجام گرفته در زمینه تأثیر فرآوری دانه غلات به خصوص دانه جو بر روی عملکرد گوساله‌ها، ضرورت انجام این طرح که مقایسه تأثیر 4 نوع فرآوری دانه جو در استارتر (بر پایه تک غله‌ی جو) بر روی پارامترهای عملکردی گوساله‌های شیری می‌باشد را آشکار می‌نماید زیرا افزایش قابلیت هضم نشاسته در طی فرآوری تأثیر مثبت بسیار زیادی بر روی رشد گوساله‌های تازه متولد شده خواهد داشت.

## فصل دوم بررسی منابع

### 2-1- غذا و تغذیه دام

غذا به ماده‌ای اطلاق می‌شود که دام بتواند پس از خوردن آن را هضم، جذب و به مصرف برساند. غلات علوفه‌ای و بقولات علوفه‌ای به عنوان مثال غذا نامیده می‌شوند، با این وجود مشخص است که تمام اجزای متشکله آنها قابل هضم نمی‌باشد. و بنابراین غذا به معنی اعم به آن قسمت از ماده غذایی که به مصرف واقعی حیوان می‌رسد گفته می‌شود [5].

مواد مغذی بصورت ضروری و غیر ضروری طبقه‌بندی شده‌اند. یک ماده مغذی ضروری نمی‌تواند توسط بدن به اندازه کافی تولید شود و باید توسط جیره غذایی مهیا شود. و مواد مغذی غیر ضروری موادی هستند که برای اعمال فیزیولوژیکی حیوان سنتز می‌شوند [7].

قسمت اعظم جیره غذایی دام مرکب از نباتات و فرآورده‌های گیاهی است، اگر چه موادی مانند پودر ماهی و شیر که منشاء حیوانی دارند نیز به مقادیر محدود به مصرف تغذیه دام‌ها می‌رسند. دام‌ها برای زنده ماندن متکی به گیاهان هستند، لذا مطالعه علم تغذیه دام باید با تحقیق درباره گیاهان آغاز گردد [5].

### 2-2- نقش دانه غلات در تغذیه گاوهای شیری

اصلاح و بهبود نژاد گاوهای شیری در جهت تولید بیشتر سبب افزایش نیاز آنها به مواد مغذی،

مخصوصاً مواد انرژی زا گردیده است. به همین دلیل دیگر مصرف علوفه به تنهایی تکافوی نیازهای گاوهای پرتولید را نمی‌کند [11]. گاوهای شیری در حال شیردهی به مقادیر زیاد انرژی قابل هضم نیاز دارند تا تولید بالای شیر خود را حفظ نمایند، بنابراین دانه‌های غلات که حاوی انرژی قابل هضم بالاتری نسبت به علوفه‌ها هستند جهت تامین انرژی لازم برای تولید بالای شیر استفاده می‌شوند [59، 99].

غلات به آن دسته از گندمیان اطلاق می‌شود که جهت استفاده از بذورشان کشت می‌گردند. بذور غلات مواد متراکم کربوهیدراته بوده و جز اصلی ماده خشک آنها را نشاسته که در اندوسپرم دانه انباشته شده تشکیل می‌دهد [5]، که می‌تواند انرژی لازم برای تولید شیر توسط غده پستان و ساختن پروتئین توسط میکروب‌ها و موجودات میکروسکوپی در شکمبه گاو را فراهم نماید [9].

میزان ماده خشک دانه‌ها بسته به روش برداشت و شرایط انبار تغییر نموده، اما بطور کلی بین 80 تا 90% است. 85 تا 90% ترکیبات از ته دانه‌ها را پروتئین تشکیل می‌دهد که در تمامی بافت‌های دانه یافت شده و معهداً تراکم آن در جنین و لایه آلورون در مقایسه با اندوسپرم نشاسته‌ای، پوشش خارجی<sup>1</sup> و لایه سخت<sup>2</sup> بیشتر است.

میزان کل پروتئین دانه‌ها بسیار متغیر بوده و چنانچه بر حسب پروتئین خام بیان شود بین 8 تا 12 درصد است، اگرچه در برخی از واریته‌های گندم این میزان تا 22% نیز می‌رسد.

دانه‌های غلات از نظر برخی از اسیدهای آمینه ضروری، به خصوص لایزین و متیونین فقیرند. میزان چربی دانه غلات بسته به گونه گیاه متغیر می‌باشد. 1 تا 3 درصد از ماده خشک گندم، جو، چاودار و برنج، 3 تا 4 درصد از ماده خشک سورگوم و 4 تا 6 درصد از ماده خشک ذرت و یولاف را چربی تشکیل می‌دهد. نشاسته در آندوسپرم دانه به صورت گرانول بوده که اندازه و شکل آن بسته به گونه گیاه متغیر است. نشاسته غلات تقریباً از 25% آمیلوز و 75% آمیلوپکتین تشکیل می‌شود. غلات همگی از لحاظ کلسیم فقیر بوده و میزان این عنصر در آنها کمتر از 0/1% ماده خشک است، میزان فسفر بیشتر و در حدود 0/3 تا 0/5% که عمدتاً در ترکیب اسید فایتیک وجود داشته و از دسترس بدن خارج می‌باشد. بذور غلات از نظر ویتامین D و به استثنای ذرت از نظر پروویتامین‌های A فقیرند. این بذور منابع خوب ویتامین E و تیامین بوده، اما میزان ریبوفلاوین آنها کم است. قسمت اعظم ویتامین‌ها در لایه آلورون و جنین دانه مشاهده می‌شوند [5].

دانه‌های غلات عمدتاً از نشاسته تشکیل شده‌اند و قابلیت هضم نشاسته به عنوان یک فاکتور اساسی و

1-Pericarb

2-Test

موثر در ابتلا به اختلالات گوارشی، آبه‌های کبدی و اختلالات عملکردی دام می‌تواند باشد. اگر هضم نشاسته خیلی سریع اتفاق بیافتد PH محتویات شکمبه افت کرده از هضم میکروبی ممانعت شده، مصرف خوراک کاهش یافته و ممکن است دام کاملاً از غذا بیافتد.

سرعت هضم نشاسته ذرت در شکمبه نسبتاً آرام می‌باشد، بنابراین کمتر باعث ابتلای دام به اختلالات گوارشی می‌شود، در حالی که هضم نشاسته جو و گندم خیلی سریع اتفاق می‌افتد. به‌نظر می‌رسد هضم نشاسته‌ای تریتیکاله که حاصل تلاقی گندم و چاودار است، بیشتر از جو باشد [49].

نوع غله ممکن است الگوی تخمیر شکمبه را تحت تاثیر قرار داده و متعاقب آن ترکیب شیر را متأثر سازد. گاوهایی که با یولاف تغذیه شوند در مقایسه با گاوهایی که گندم یا جو دریافت می‌کنند چربی شیر بالاتر و پروتئین کمتری تولید می‌کنند. این تغییرات در ترکیب شیر نشان دهنده تغییرات در تخمیر شکمبه می‌باشد. مقدار PH شکمبه برای گاوهایی که از یولاف، جو، و گندم تغذیه شدند به ترتیب 6/98، 6/88 و 6/69 بود، درحالی که نسبت مجموع اسید استیک و بوتیریک به اسید پروپیونیک به ترتیب 4/17، 3/84 و 3/24 بودند [64].

با تغذیه سطوح بالایی از غلات، مقدار کم فیبر جیره ممکن است تخمیر شکمبه و تولید چربی شیر را محدود کند. عملکرد گاوهای شیری با دانه‌های غلات همچنین به فرم فیزیکی دانه‌ها بستگی دارد. فرآوری فیزیکی دانه‌های غلات هضم آنها را بهبود می‌بخشد، مقدار بهبود حاصله از فرآوری ذرت بیشتر از جو، گندم و یا یولاف می‌باشد.

### 2-3- جو<sup>1</sup>

جو از غلات مهم برای نشخوارکنندگان در بسیاری از نواحی ایالات متحده و در سراسر جهان می‌باشد [42]. جو یک ماده خوراکی ایده‌آل برای نشخوارکنندگان محسوب می‌شود. اصولاً جو غذایی بسیار خوشخوراک برای گاوهای شیری و گوشتی، خوب برای گوسفند و متوسط برای طیور می‌باشد. جو براساس ماده خشک 82-80% مجموع مواد مغذی قابل هضم، حدود 13/5% پروتئین خام (82-78% قابلیت هضم پروتئین)، 2742-3111 کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز در کیلوگرم، 60-50% نشاسته، 6-5% الیاف [12]، میزان چربی کمتر از 2/5%، و ارزش غذایی آن برای گاو 90% ذرت و برای گوسفند و بز 100-85% ذرت می‌باشد.

همانند سایر بذور غلات کیفیت پروتئین جو مرغوب نبوده و به خصوص از نظر لایزین فقیر

می‌باشد.

متخصصین ژنتیک گیاهی با استفاده از پدیده موتاسیون موفق به افزایش میزان لیزین شده که ترکیب برتر دو نمونه از این محصول به موسوم به ناچ 1 و ناچ 2 می‌باشد. متاسفانه تولید دانه در بسیاری از این انواع از والدین کمتر بوده (حدود 30%) و محتوای نشاسته آنها نیز کمتر است. [5]

در بسیاری از نقاط جهان، به خصوص در انگلستان، جو بخش عمده متراکم جیره غذایی خوک و نشخوارکنندگان را می‌سازد. در سیستم تغذیه‌ای پروار بندی با جو<sup>1</sup> گاوهای گوشتی با جیره‌های حاوی 85% جوی له شده بدون استفاده از مواد خشبی تغذیه می‌شوند [5].

از جو می‌توان به عنوان یک غله زمستانه یا تابستانه استفاده کرد. جوی مصرفی برای تغذیه دام بایستی از نظر کیفیت شماره 2 یا بهتر باشد. از فرآورده‌های فرعی جو می‌توان به مالت جو<sup>2</sup>، جوانه مالت و پس مانده تخمیری اشاره نمود [12].

جو پس از گندم متداول‌ترین غله، به خصوص در مناطق معتدل و سرد محسوب می‌شود و به خشکی بهتر از گندم مقاومت دارد [9]. در مناطق کوهستانی، جو به عنوان غله پایه در جیره‌های پروار بندی گاو و گوسفند می‌باشد. جو در این جیره‌ها در حدود 95% از انرژی ذرت را دارا می‌باشد، اما مقدار پروتئین جو (تقریباً 13%) به طور چشمگیری بیشتر از ذرت می‌باشد. بنابراین می‌تواند باعث صرفه جویی در هزینه تامین مکمل پروتئینی جیره‌های پرواری برای گاو و گوسفند باشد.

در تغذیه طیور و خوک جو کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا مقدار انرژی جو به خاطر فیبر بالای آن (6-5%) کمتر از ذرت می‌باشد. جو غله ای است که از لحاظ میزان نشاسته، پروتئین، دیواره سلولی بدون همی سلولز<sup>3</sup> و همچنین قابلیت هضم ماده خشک بطور قابل توجهی متغیر است. رینالد و همکاران [78] بیش از 600 نمونه از 30 واریته و از 12 مکان مختلف را مورد ارزیابی قرار دادند و مقادیر زیر را گزارش کردند:

پروتئین خام، 7/2 تا 21/4%، ADF، 5/6 تا 21/8%، نشاسته 39/3 تا 60/5%، و هضم ماده خشک در شرایط *In situ*، در 18 ساعت انکوباسیون، 18/9 تا 75/3%.

این تغییرات دلیل بر اثرات ژنتیک و محیط بر کیفیت جو می‌باشد. تفاوت در میزان هضم محصولات مختلف جو در شرایط *In situ* نیز گزارش گردیده است [19].

1-Barley Beef system

2-Barley malt

3-Acid detergent fiber



همانند سایر غلات ارزش غذایی جو عمدتاً به خاطر انرژی می‌باشد، و پروتئین جو در درجه دوم اهمیت قرار دارد. بر اساس مقادیر گزارش شده یک رابطه منفی بین پروتئین خام و مقدار انرژی وجود دارد. این رابطه به خاطر تغییرات در میزان نشاسته دانه می‌باشد. اگر مغز دانه پر نباشد، مقدار نشاسته پائین است و متناسب با آن مقدار پروتئین افزایش می‌یابد.

### 2-3-1- امتیاز بندی دانه جو

خرید و فروش دانه جو معمولاً بر اساس آزمون وزنی<sup>1</sup> و ارزیابی ظاهری<sup>2</sup> انجام می‌شود. امتیازبندی جو بر اساس دانه‌های شکسته، آسیب دیده، وجود مواد خارجی، تست وزنی، واریته جو و مقدار جو سیاه انجام می‌شود.

### 2-3-2- مشخصات مغز دانه جو

دانه جو به سه بخش اصلی تقسیم می‌شود: پوسته<sup>3</sup>، آندوسپرم، و جرم (جنین)<sup>4</sup>. بخش پوسته، از لپا<sup>5</sup> و پالا<sup>6</sup> که حاوی بیشترین مقدار فیبر می‌باشد، تشکیل شده است. جو بدون پوسته<sup>7</sup>، که پوسته‌اش در عمل خرمن کوبی به راحتی جدا می‌شود، در مقایسه با جوهای پوسته‌دار حاوی فیبر نسبتاً کمتری است [19]. بنابراین کاهش درصد پوسته نتیجه‌اش افزایش درصد آندوسپرم و جرم (جنین) می‌باشد. این بخش‌ها به خاطر اینکه غنی از نشاسته و پروتئین هستند حاوی انرژی قابل دسترس بیشتری هستند.

آندوسپرم جو که غنی از نشاسته است، شامل چندین لایه بافت است: آلورن، آندوسپرم نشاسته‌ای، و لایه تهی خارج سلولی<sup>8</sup>. 7 تا 13 درصد از وزن دانه را لایه آلورن تشکیل می‌دهد، که حاوی 60 تا 85% آرایینوزایلان، بیش از 20% بتاگلوکان‌ها، 8% سلولز، و 6 تا 16% پروتئین می‌باشد. آندوسپرم نشاسته‌ای حاوی گرانول‌های نشاسته‌ای می‌باشد که از لحاظ شکل و اندازه با هم فرق می‌کنند. تقریباً 63 تا 65% از نشاسته دانه در لایه نشاسته‌ای آندوسپرم می‌باشد. نشاسته غیر مومی به طور معمول حاوی 75 تا 85%

1-Test weight

2-Visual appraisal

3-Hull

4-Germ

5-Lemma

6-palea

7-Hull-less cultivars

8-Depleted cell layer

آمیلوبکتین و 15 تا 25% آمیلوز می باشد [89].

وقتی مقدار نشاسته افزایش می یابد سطح پروتئین جیره به طور معکوس کاهش می یابد. لایه سلولی خالی، فاقد ارزش تغذیه ای و یا دارای ارزش کمی در جیره دام می باشد. جنین فقط 3% از وزن هسته را تشکیل می دهد، اما بخش نیتروژنی جو می باشد.

### 2-3-3- ارزش تغذیه ای جو با توجه به آزمایشات وزنی

نوع واریته و شرایط رشد، دانسیته یا آزمایش وزنی (نسبت وزن به حجم)، کیفیت جو را تحت تاثیر قرار می دهد. در مورد نشخوارکنندگان رابطه بین آزمایش وزنی و عملکرد دام ثابت نیست هانک و جوردن [36] جوی درسته یا پلت شده را در سه چگالی متفاوت مورد تغذیه میسها قرار دادند و با جوهای دارای وزن سنگین، افزایش وزن سریع تر و افزایش در مصرف خوراک به دست آمد. این نتایج در توافق با آزمایش هایمن [40] می باشد. آنها گزارش دادند که وقتی چگالی جو افزایش یابد مطابق با آن افزایش وزن روزانه گوساله های نر اخته بیشتر خواهد شد.

گریسون و همکاران [34] جیره های حاوی جو بالا (85 درصد جو) با وزن های 47/8، 55/6، 66/6 کیلوگرم بر هکتولتر را مورد ارزیابی قرار دادند، آنها هیچ اختلافی در مورد مصرف ماده خشک، یا افزایش وزن روزانه گوساله های نر اخته که ناشی از آزمایش وزنی باشد پیدا نکردند. در مطالعات دیگر، وقتی که آزمایشات وزنی به بیش از 59 کیلوگرم بر هکتولتر افزایش می یافت تفاوتی دیده نشد، اما با آزمایش وزنی کوچکتر در مقایسه با وزن های سنگین تر، یک کاهش در قابلیت هضم ماده آلی (2 درصد) وجود داشت که نتیجه اش نیاز به 6 درصد غذای بیشتر به ازای هر واحد افزایش وزن در گوساله های نر اخته می باشد [55].

به نظر می رسد که برای بیان ارزش تغذیه ای جو برای نشخوارکنندگان، اندازه گیری مقدار نشاسته و فیبر بهتر از آزمایش وزنی باشد. هپتون [38] گزارش داد وقتی نشاسته جیره افزایش می یافت، قابلیت هضم نشاسته و ماده آلی به طور خطی افزایش می یافت.

### 2-3-4- نوع نشاسته جو

در واقع نشاسته منبع اصلی انرژی قابل دسترس در نشخوارکنندگان محسوب می شود و برخلاف کربوهیدرات های ساختمانی، به مقدار زیادی و در فاصله زمانی کوتاهی در شکمبه هضم می گردد. مقدار نشاسته عبور یافته از تخمیرات شکمبه ای به نوع نشاسته مصرفی، فرایند اعمال شده بر روی آن، سطح مصرف و ترکیب جیره متفاوت است. نظریه ای در مورد کارآمدی استفاده از نشاسته در دستگاه گوارشی

دام، نشان می‌دهد که راندمان تخمیر شکمبه‌ای نشاسته 70% مقداری است که در روده کوچک هضم و جذب می‌گردد.

گرانول‌های نشاسته، پلی ساکاریدهای ذخیره‌ای در داخل ماتریکس پروتئینی آندوسپرم دانه‌های غلات می‌باشند [80]. گرانول‌های موجود در هر گونه‌ای از دانه‌های غلات از لحاظ اندازه، شکل و خواص اختصاصی می‌باشند. ساختمان و ترکیب نشاسته دانه غلات و اتصال آنها با پروتئین‌ها، نقش اساسی در قابلیت هضم و ارزش غذایی دانه برای دام دارد. قابلیت هضم نشاسته گونه گیاهان در نشخوارکنندگان در موارد زیر با هم فرق می‌کنند:

مقدار اتصال پروتئین به نشاسته، فرم فیزیکی گرانول، وجود بازدارنده‌ها، و نوع نشاسته (مقدار آمیلوز و آمیلوپکتین).

ماتریکس پروتئینی احاطه‌کننده گرانول‌های نشاسته، هضم اجزای مواد مغذی دانه ذرت و سورگوم را با تأخیر مواجه می‌کند. در صورتی که گندم و جو به‌سهولت و با سرعت هضم می‌شوند.

مقدار نشاسته بیشتر دانه‌ها 70 تا 80% می‌باشد [80]. میانگین مقدار و حدود غلظت نشاسته دانه‌ها بر اساس ماده خشک در ذرت 71/9 درصد، سورگوم 70/2 درصد، گندم 63/8 درصد، یولاف 44/7 درصد و جو 64/6 درصد می‌باشد [93].

نشاسته، گلوکاگونی است که از دو نوع مولکول اصلی، آمیلوز و آمیلوپکتین تشکیل شده است که بوسیله باندهای هیدروژنی به هم چسبیده‌اند بخش آمیلوز 20 تا 30% از گرانول‌ها را تشکیل می‌دهد [80] و مرکب از ملکول‌های خطی که در آنها واحدهای آلفا-د-گلوکز از طریق کربن شماره 1 یک مولکول و اتم کربن شماره 4 مولکول مجاور، به یکدیگر متصل می‌باشند. مقدار کمی از پیوندهای آلفا 1 و 6 نیز ممکن است در آمیلوز وجود داشته باشد.

ساختمان آمیلوپکتین شبیه بوته‌ای است که در آن بیشتر اتصال‌ها، آلفا 1 و 4 هستند، با این وجود دارای تعداد قابل ملاحظه‌ای پیوندهای آلفا 1 و 6 نیز می‌باشد [5].

دانه‌های نشاسته دارای بلورهای کاذبی هستند که هم به صورت نواحی با بلورهای منظم و شکلی و هم به صورت نامنظم و بی‌شکل یافت می‌شوند. مناطق بلورین و شفاف یا میسلی در ابتدا از آمیلوپکتینی تشکیل شده‌اند که در برابر ورود آب و حمله آنزیمی مقاوم هستند [81] ناحیه منظم و بی‌شکل (فاز ژلاتینی) کم‌تر از ناحیه منظم و شکل یافته (قسمت بلورین و شفاف) بوده و غنی از آمیلوز می‌باشد. آب آزادانه از میان ناحیه بی‌شکل عبور کرده و به آمیلاز اجازه حمله به دانه نشاسته را می‌دهد، در حالی که هیدرولیز ناحیه شفاف و بلورین به آهستگی صورت می‌گیرد.

### 2-3-5- عوامل موثر بر هضم و متابولیسم جو

برخی خصوصیات دانه جو، باعث تمایز آن از دانه ذرت و دانه سورگوم شده است. مقدار فیبر دانه جو بالاست، در نتیجه مقدار نشاسته‌اش از بیشتر غلات کمتر می‌باشد، بنابراین در مقایسه با نشاسته یا کربوهیدرات‌های دارای پیوند آلفا، انرژی قابل دسترس کمتری تولید می‌کند. در مقایسه با دیگر غلات، نسبت اندوسپرم دانه جو به وزن کل دانه کمتر بوده، در نتیجه حاوی نشاسته کمتری می‌باشد. میانگین مقدار نشاسته در ذرت 71/9% است، در حالی که در جو 64/6% می‌باشد [93]. این اختلاف اولین دلیل پائین بودن انرژی جو نسبت به ذرت می‌باشد. نشاسته موجود در دانه جو نسبت به ذرت و دانه سورگوم، تجزیه پذیری بیشتری در شکمبه دارد، در نتیجه اثر مثبت در قابلیت هضم شکمبه‌ای دارد، بنابراین، اگرچه مقدار نشاسته جو ممکن است کم باشد، اما نشاسته موجود بیشتر مورد هضم واقع شده و بطور کامل تری مورد استفاده قرار می‌گیرد [93].

#### مقدار نشاسته و فیبر

نشاسته دارای چگالی بیشتری نسبت به کربوهیدرات‌های فیبری می‌باشد، در نتیجه دانه‌هایی که درشت‌تر و پرتر هستند، نشاسته بیشتر و فیبر کمتری داشته و اغلب آزمایش وزنی بیشتری دارند. رینالد و همکاران [78] ضرایب همبستگی و آزمایش وزنی دانه جو و مقدار دیواره سلولی بدون همی سلولز را 0/44- و بین تست وزنی و مقدار نشاسته را 0/47 تعیین کردند. در مطالعه امری و همکاران [32] اختلاف در بین واریته نشاسته‌ها، افزایش وزن روزانه را تحت تاثیر قرار نداد. اما وقتی مقدار نشاسته واریته‌های جو افزایش می‌یافت، راندمان غذایی (مقدار ماده خشک مصرفی به ازای هر واحد افزایش وزن) افزایش می‌یافت. مقدار بتاگلو کاکگون همبستگی مثبتی با مقدار نشاسته دارد و جوهای حاوی بتاگلو کاکگون بیشتر، راندمان غذایی بهتری دارند. بتاگلوکان‌ها، فیبرهای محلول بوده و ترکیبات نامطلوبی برای تکمعه‌ای‌ها می‌باشند، اما بتاگلوکان‌ها در نشخوارکنندگان بسیار قابل هضم (98/1 تا 99%) می‌باشند [93].

#### قابلیت هضم نشاسته و فیبر

نشاسته موجود در جو، گندم و یولاف نسبت به نشاسته ذرت یا سورگوم در نشخوارکنندگان برای عمل هضم مهیاتر است. این اختلاف بیشتر به تفاوت قابلیت تجزیه پذیری نشاسته این دانه‌ها در شکمبه مربوط است.

والدو [93] قابلیت تجزیه پذیری نشاسته جو در شکمبه را 94% و نشاسته ذرت را 78% گزارش کرده