نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۰۳، تابستان ۱۳۹۳
ص‌ص: ۲۰۵~۲۱۴

بازده تولید علوفه هیدرو پونیک از نظر تغذیه دام

- **حسن فضائلی** (نویسنده مسئول)

استاد، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

تاریخ دریافت: تیر ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۲۶-۳۴۴۳۰۰۱۰

Email: hfazaeli@gmail.com

چکیده:

طی دهه‌های اخیر، در بعضی از نقاط جهان در خصوص تولید علوفه با روش هیدروپونیک تجربیاتی به دست آمده است. در این روش اغلب از دانه جو جهت تولید علف تازه استفاده می شود به نحوی که طی مدت ۷ الی ۱۰ روز از زمان کشت، رویان دانه فعال شده و ضمن ریشه دوانی، ممکن است ارتفاع گیاه سبز شده تا حدود۲۰ سانتیمتر برسد. در نگاه اول به نظر می‌رسد که از هر کیلو گرم بذر (طی مدت کوتاه ۷ تا ۱۰ روز) می توان چندین کیلوگرم علوفه تازه تولید نمود، اما این واقعیت که چه سهمی از علف تازه تولیدی را آب و چه سهمی را مواد مغذی تشکیل می دهد مورد توجه دقیق قرار نمی گیرد. آن چه که، در تولید علوفه حائز اهمیت است میزان خالص مواد مغذی قابل هضم و جذب درعلوفه تولیدی می باشد. طی فرایند جوانه زنی و رشد اولیه گیاه، سهم قابل توجهی از مواد غذایی ذخیره شده در بذر، جهت فرآیند سبز شدن، به مصرف می رسد و محصول به دست آمده مجموعه ای از ریشه و سبزینه و دانه نیمه تخلیه شده خواهد بود که بخش اصلی آن را آب تشکیل می دهد به نحوی که اگر کل این علوفه تولید شده خشک شود وزن آن کمتر از دانه مصرف شده در ابتدای کشت خواهد بود. تا کنون در مورد راندمان تولید علوفه و نیز ارزش غذایی علوفه هیدروپونیک مطالب متناقضی منتشر شده است اما بررسی دقیق و تحلیل مقالات علمی حاکی از آن است که نه تنها توازن مواد مغذی اصلی و به ویژه انرژی در این سیستم منفی بوده و مصرف علوفه تولیدی در جیره غذایی دام ها برتری خاصی را نشان نداده است بلکه هزینه تغذیه دام هارا افزایش داده است. خطر آلودگی های قارچی علوفه هیدروپونیک و مسمومیت زایی برای دام ها و محصولات تولیدی آن ها از دیگرمشکلات این سیستم می باشد. بنا براین با توجه به موارد ذکر شده در این فرایند، مصرف نهاده و هزینه در این راستا قابل توجیه نخواهد بود.

واژه‌های کلیدی: بازده، علوفه، هیدروپونیک، تغذیه دام

Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 103 pp: 205-214

Efficiency of hydroponic green fodder as animal feed

By: Fazaeli H. Animal Science Research Institute, Karaj, Iran (Tel: +989122621385, E-mail: hfazaeli@gmail.com)

Received: June 2013 **Accepted: August 2013**

Since the last decades, hydroponic fodder production systems have been experienced in some parts of the world. During the germination process, the growth of embryo results in the rupture of the seed coat and emergence of a young plant which it reaches to about 20cm height in a week. Apparently, the concept of putting one kilogram of seeds into a hydroponic system to obtaine several kilograms of fresh green fooder, during 7-10 days period, is appealing. Although it seems like growing a lot of feed, but in fact, increase in fresh weight is due to water and most often there is a reduction in dry matter weight and energy obtained compared with the initial grain. This technique is less a case of growing feed and more a case of spending grain and additional cost to change its quality and reduce its dry matter weight. During soaking and germination, seeds lose dry matter as they use their own endosperm energy reserves for growth, results in a carpet math of roots, green and seed residues that contains high amount of water and low dry matter. There are a number of challenges in producing hydroponic fodder and its nutritive value, but research reports indicated that the balance of DM yiled and recovery of energy is negative when grains converted to green fodder in this system. Using of hydroponic fresh forage in the diets of different animals has not shown advantages over the initial grain hence it increases the feeding cost. Contamination of green grass by mulds and mycotoxines is the other risk of the system that will affect the animal health and products. This paper evaluates and discusses the mentioned aspects of forage production in hydroponic system.

Keywords: hydroponic fodder, efficiency, animal nutrition

مقدمه

تولید سبزه در ایام نوروز با کشت گندم، جو، عدس و غیره، یک سنت باستانی مردم ایران محسوب می شود. امروزه این سنت به یک فن آوری جهت رشد گیاهان، برای اهداف تحقیقاتی، تولید سبزی جات و غیره تبدیل شده است. برای این منظور از گل خانه ها و یا اتاقک های کشت (تامین کننده نور، رطوبت، تهویه و ...) استفاده می شود. این تلاش ها اصولا به منظور تولید جوانه و سبزی ها ی خوراکی برای انسان، به ویژه در کشور هایی که با محدودیت آفتاب مواجه می باشند، انجام گرفته است (فضائلی و گل محمدی، ۱۳۸۸).

در زمینه تولید علوفه با روش هیدروپونیک، در بعضی از نقاط جهان تلاش هایی انجام شده است اما تا کنون توسعه این فن آوری، با هدف تامین علوفه مورد نیاز در واحد های دامپروری، قابل توجیه نبوده و فرا گیر نشده است، چرا که از نظر تغذیه دام، توازن انرژی غذایی و پروتئین حقیقی حاصل از علف تولیدی نسبت به دانه کشت شده منفی می باشد (فضائلی و همکاران، ۱۳۸۷ ; Dung, Goodwin and Nolan, 2010a ; Tranel, 2013). درایران نیز طی دو دهه اخیر، پژوهش ها و تلاش هایی جهت توسعه این فن آوری (در مسیر تولید علوفه توسط بخش های دولتی و غیر دولتی انجام گرفته است.

در این سیستم، امکان سبز شدن بذر و تولید سبزینه (تا ارتفاع حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر) وجود دارد. حدود ۷ تا ۱۰ روز پس از کشت بذر، وزن تازه (تر) توده تولید شده به ۵ تا ۶ برابر بذر مصرف شده می رسد اما بخش اصلی آن را آب تشکیل می دهد، به نحوی که پس از کسر آب موجود در آن، آنچه باقی می ماند کمتر از بذر خشک مصرف شده اولیه خواهد بود (فضائلی و گل محمدی، ۱۳۸۸ ؛ Dung, Goodwin and Nolan, 2010b).

اگر دانه های مورد مصرف در تغذیه دام را خیس نموده و فرصت سبز شدن چند روزه به آنها داد شود بدیهی است که با جذب آب، وزن هر دانه چند برابر می شود. اما این افزایش وزنی از طریق جذب آب را نمی توان به منزله تولید در نظر گرفت. اشتباهی که در برخی از نوشته ها مشاهده می شود مربوط به همین نکته می باشد که لازم است مورد بحث و ارزیابی قرار بگیرد. در این مقاله موضوع بازده تبدیل دانه غلات به حالت سبز شده درسیستم هیدروپونیک از نظر تغذیه دام مورد بررسی قرار می گیرد.

فرآیند جوانه زدن

فرآیند جوانه زنی و سبز شدن دانه یکی از شگفتی های خلقت بوده که مقدمه رشد و نمو گیاه می باشد. رشد از طریق بزرگ شدن ابعاد گیاه واقع می شود که با افزایش تعداد سلول ها و یا افزایش برگشت ناپذیر ابعاد آن ها میسر می شود. اما نمو به منزله تغییر حالت از مرحله ای به مرحله کامل تر است (Ghobadi et al., 2012; Baskin and Baskin, 2001). رشد هر گیاه، از بذر شروع می شود. بذر از سه بخش اصلی (گیاهک، غذای ذخیره شده وپوشش بذر) تشکیل شده است. گیاهک همان گیاه کوچک و اولیه است و یک محور دو قطبی دارد که بعد از رشد و خروج از بذر از یک طرف ساقه و از طرف دیگر ریشه گیاه آینده را به وجود می آورد (Dagnia, Petterson, Bell and Flanagan, 1992).

بذر بعد از قرار گرفتن در شرایط مناسب، در اثر جذب آب متورم شده وآنزیم های موجود در آن فعال می شود به نحوی که مواد غذایی ذخیره شده را برای گیاهک به صورت قابل جذب درمی آورد. با رشد گیاهک ابتدا ریشه- چه تشکیل شده و سپس ساقه-چه به وجود می آید که در جهت مخالف ریشه چه رشد می کند (Simon, 1984). ریشه چه و ساقه چه تا زمان تشکیل و فعال شدن ریشه اصلی و نیز فعال شدن برگ ها ی گیاه، نیاز های غذایی خود را از مواد ذخیره شده در دانه تأمین می کنند (کوچکی، محصل، نصیری ممقدم وصدرآبادی. ۱۳۶۷؛ Baskin and Baskin, 2001).

رشد و نمو گیاه در سیستم هیدروپونیک

درسیستم هیدروپونیک بذر، پس از بوجاری، به مدت ۱۲ تا ۲۴ ساعت در آب خیسانده می شود به طوری که از آب اشباع شود. سپس آن را در ظرف های مخصوص کشت (سینی و غیره) پخش نموده و در محیط مناسب (رطوبت، نور و حرارت) کشت می کنند به نحوی که طی ۷ تا ۱۰ روز به صورت سبزی یک پارچه با ارتفاع حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتیمترتبدیل می شود. طی این مرحله، مواد ذخیره شده موجود در دانه کشت شده مورد سوخت و ساز (متابولیسم) قرار گرفته و بخشی از آن تبدیل به ریشه و برگ می شود (Dagnia, Petterson, Bell and Flanagan, 1992). بدیهی است که عملکرد کمی و کیفی این فرآیند تبدیلی تحت تاثیر پارامترهایی مانند نوع و کیفیت بذر، دما، رطوبت، مواد غذایی در دسترس، عمق وتراکم بذر در سینی های کشت، آلودگی های قارچی و بیماری ها و مدت زمان رشد می باشد (Thomas and Reddy, 1962 Morgan, Hunter and O'Haire, 1992;).

تغییرمحتویات دانه در نتیجه سبز شدن

در مورد دانه جو، معمولا حدود ۶۵ درصد وزنی آن را نشاسته تشکیل می‌دهد (Cuddeford, 1989) که به عنوان منبع ذخیره انرژی محسوب می شود. در واقع همین منبع است که نیاز های بذر را در زمان سبز شدن تامین می کند. وقتی بذر در شرایط مناسب (رطوبت، دمای مناسب و تهویه) قرار می گیرد آنزیم های آلفا و بتا آمیلاز فعال شده و نشاسته را به قند های ساده جهت سوخت و ساز و تامین انرژی برای جوانه زدن و رشد اولیه گیاه تبدیل می کنند (Chavan and Kadam, 1989 ; Møller, Jensen and Hansson, 2007). بنابراین با تخلیه نشاسته ذخیره شده، نسبت برخی مواد مغذی مانند فیبر و پروتئین افزایش نشان می دهند. این در حالی است که مقدار وزنی ترکیبات مزبور ممکن است تغییری نداشته باشد که در مورد پروتئین معمولا چنین می باشد اما درمورد فیبر، افزایش درصدی و افزایش میزان واقعی نیز اتفاق می افتد.

Morgan و همکاران (۱۹۹۲) طی آزمایشی دانه جو را در اتاق کشت با دمای ۲۱ و ۲۷ درجه سانتیگراد با استفاده از محلول های غذایی کشت نموده و گزارش دادند که به ازای هر ۱۰۰۰ گرم بذر مصرف شده، میزان ماده خشک به دست آمده از علف سبز تولیدی در دمای ۲۱ درجه سانتیگراد (طی ۸ روز دوره کشت) ۷۴۶ گرم ودر دمای ۲۷ درجه سانتیگراد ۷۹۰ گرم بود. این بدین معنی است که برای تبدیل دانه به علف سبز، محتویات دانه به ترتیب به میزان ۲۵۴ و ۲۱۰ گرم مورد مصرف قرار گرفته و کاهش یافته است.

هم چنین پژوهشگران (Peer and Leeson, 1985a) طی آزمایشی، تغییرات مواد مغذی حاصل از کشت دانه جو در سیستم هیدروپونیک را (طی ۷ روز دوره کشت) اندازه گیری نموده و گزارش دادند که با کشت ۱۰۲۶ گرم بذر (بر حسب ماده خشک) در هر سینی مقدار ۸۳۹ گرم محصول (برحسب ماده خشک) به دست آمد که نشان دهنده کاهش وزن حدود ۱۸ درصد بوده است. این در حالی است که میزان فیبر از ۵۵/۶ گرم به ۱۱۹ گرم یعنی رشد ۱۱۴ درصدی رسید. پروتئین خام از ۱۳۱ گرم به ۱۳۰گرم رسید که کاهش ۰/۷ درصدی را نشان داد. اگرچه درصد پروتئین خام در دانه جو ۱۲/۷۷ و در علف تولید شده ۱۵/۴۵ درصد (درماده خشک) بود اما با توجه به کاهش ۱۸ درصدی در فرایند تبدیل دانه به علف سبز، کل پروتئین به دست آمده افزایشی نداشته بلکه اندکی کاهش نشان داد.

در یک آزمایش (Hillier and Perry, 1969) از هر کیلو گرم بذر یولاف، طی یک دوره کشت ۶ روزه در سیستم هیدروپونیک، مقدار ۵/۵ کیلو گرم علف تازه با ۱۳/۴ درصد ماده خشک تولید شد که بازیافت آن (بر حسب ماده خشک) ۸۲ درصد و کاهش وزن حدود ۱۸ درصدی را نشان داد.

بر اساس مطالعه شرکت مرینو در نیوزلند (The New Zealand

Merino Company, 2011) طی تجربه به دست آمده درمنطقه مکینزی بیسن ، میزان ماده خشک علوفه تازه هیدروپونیک ۹/۹ درصد بوده است. در این صورت اگر از هر کیلو گرم دانه کشت شده مقدار ۸ کیلو علف سبز به دست آید، محصول واقعی تولید شده (وزن تر منهای آب) ۱۲ درصد کمتر از دانه مصرف شده خواهد بود. در هر صورت بر اساس مطالعه پژوهشگران (Dung, Goodwin and Nolan, 2010a) هیچ گونه گزارشی مبنی بر امکان برداشت محصول (خشک) بالاتر از دانه مصرفی وجود نداشته بلکه همگی کاهش بازیافت محصول نسبت به دانه مصرف شده را گزارش کرده اند.

بازده سیستم هیدروپونیک در تولید علوفه

در این جا منظور از بازده تولید عبارت از مقدار علوفه به دست آمده از هر کیلو گرم بذر کشت شده (برحسب ارزش تغذیه ای شامل: ماده خشک، انرژی و پروتئین) می باشد. اگر چه ممکن است از هر کیلو گرم بذر مصرف شده چندین کیلو گرم علف تازه برداشت گردد اما حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد وزن این محصول را آب تشکیل می دهد. بنا بر این جهت محاسبه بازده تولید باید نسبت انرژی و مواد مغذی اصلی تولید شده به مصرف شده (موجود در بذر) به عنوان معیار مد نظر قرار گیرد.

جذب آب توسط بذر از زمان خیسانیدن آن شروع شده و تا زمان برداشت علف سبز ادامه دارد. طی این مدت، بخشی از مواد اندوخته شده در بذر برای تامین فرآیند سوخت و ساز و تامین انرژی مورد نیاز جهت رشد و تولید گیاه جدید مورد مصرف قرار می گیرد به نحوی که در طی این مدت بذر کشت شده مقداری از وزن خود را از دست می دهد. البته اگر گیاه کشت شده فرصت کافی برای ادامه حیات داشته باشد، طی مراحل رشد و تکامل، وزن از دست رفته را جبران نموده و به مرحله ذخیره زیست توده می رسد، اما طی چرخه کوتاه چند روزه در سیستم هیدروپونیک، چنین پدیده ای ممکن نمی باشد.

بنابراین توازن ماده خشک، انرژی و پروتئین حقیقی به دست آمده نسبت به مقدار مصرف شده منفی خواهد بود که علت آن مصرف مواد اندوخته موجود در بذر، طی فرآیند سبز شدن، می باشد چرا که بر اساس مکانیزم طبیعی در فرآیند تکامل، طی مدت ۷ تا ۱۰ روز امکان جبران مواد از دست رفته وجود ندارد (Baskin and Baskin, 2001).

درمنابع مختلف این توازن منفی برای ماده خشک از ۷ تا ۴۷ درصد گزارش شده است (اصغری تبریزی، ۱۳۸۶؛ فضائلی و همکاران، ۲۰۱۲؛ McIntosh, 2003 Sneath and ؛ Dung, Goodwin and Nolan, 2010). وسیع بودن دامنه تغییرات در گزارش های مختلف را می‌توان به تفاوت در روش ها و شرایط کشت و داشت و برداشت مربوط دانست.

گروه باغبانی دانشگاه دوبلین (درکشور ایرلند) از سال ۱۹۸۶ تحقیقاتی را در زمینه تولید علوفه هیدروپونیک با استفاده از بذرجو آغاز نمود و طی یک سلسله آزمایش های متوالی، اثرات مدت زمان، درجه حرارت و هوادهی در مرحله خیسانیدن بذر، تراکم بذر، دما و نور در اتاق کشت، روش ها و دوره های آبیاری، مواد افزودنی و تغذیه گیاه بر عملکرد تولید علوفه و ارزش غذایی آن را بررسی نمود و در نهایت گزارش داد که رسیدن به توازن مثبت یعنی افزایش ماده خشک تولیدی به ازای هر واحد دانه مصرفی امکان پذیر نخواهد بود (Sneath and McIntosh, 2003).

نتایج بعضی از پژوهش ها ی منتشر شده مربوط به عملکرد تبدیل دانه جو به علف سبز در جدول ۱، آورده شده است. همان طوری که در جدول مشاهده می شود، باز یافت ماده خشک، ماده آلی و انرژی با کاهش مواجه بوده و موازنه انرژی و مواد مغذی به دست آمده نسبت به مصرف شده منفی بوده است.

در گزارش دیگر پژوهشگران بیان شده است که با سبزنمودن دانه جو درسیستم هیدروپونیک، طی یک دوره ۸ روزه، از هرکیلوگرم دانه مصرفی ۵ کیلوگرم محصول تازه به دست آمد اما وزن خشک آن مقدار ۷۵۰ گرم بودکه با ۲۵ درصد کاهش مواجه بود(Mansbridge and Gooch, 1985).

در آزمایشی که (گزارش منتشر نشده موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، ۱۳۹۲) مخلوط جو (۱۰۰کیلو گرم) و ذرت (۸۰ کیلو گرم) در سیستم هیدروپونیک طی ۱۰ روز کشت گردید، کل علف سبز تولیدی حدود ۹۷۰ کیلو گرم یعنی به ازای هر کیلو گرم بذر مصرفی ۵/۵ کیلو گرم علف تازه تولید شد. با توجه به مقدار رطوبت اندازه گیری شده در علف تازه (نزدیک به ۸۷ درصد) مقدار ماده خشک به دست آمده از هر ۱۰۰۰ گرم ماده خشک مصرف شده ۷۹۰ گرم بود که با توازن منفی ۲۱ درصدی همراه بود. تفاوت در نتایج محققین مختلف می تواند به دلایل مختلف از جمله اختلاف در طول مدت زمان کشت، ارتفاع سبزینه، فاصله زمانی آبیاری تا نمونه برداری، فاصله زمانی نمونه برداری تا توزین آن و نیز قرار دادن نمونه ها در دستگاه خشک کن باشد.

روش تعیین بازده تولید

برای تعیین بازده تولید می بایستی مقدار بذر مورد استفاده در هر مرحله کشت با دقت توزین شده و از آن نمونه برداری به عمل آید. علف تازه حاصل از آن نیز بلافاصله پس از برداشت توزین شده و از آن نمونه برداری شود. چنان چه در هر مرحله کشت ۱۰۰ عدد سینی مورد استفاده قرار بگیرد، ۱۰ درصد کل سینی ها یعنی ۱۰ سینی باید به طور سیستماتیک انتخاب و در هر سینی نیز از ۴ نقطه مختلف نمونه برداری به عمل آید، به طوری که از هر سینی حدود ۲۰۰ گرم نمونه تهیه شود. سپس نمونه ها ی هر سینی در یک کیسه فریزر قرار داده شده و بلافاصله

با ترازوی دقیق توزین وپس از تخلیه در ظرف مخصوص منتقل شده و درخشک کن (دمای ۷۰ درجه به مدت ۹۶ ساعت و یا دمای ۱۰۴ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت) خشک گردد. پس از توزین مجدد نمونه های خشک شده، نسبت ماده خشک محاسبه می شود. جهت برآورد بازده انرژی و پروتئین نیز می بایستی غلظت انرژی و نیز غلظت پروتئین خام، پروتئین حقیقی و دیگر بخش های پروتئینی درنمونه بذر و نیز در نمونه علف حاصل از آن تعیین گردد. آنگاه با ضرب کردن غلظت هر عامل اندازه گیری شده مربوط به بذر در مقدار بذر مصرف شده از یک طرف و ضرب کردن غلظت هر عامل اندازه گیری شده مربوط به علوفه در مقدار علوفه حاصل شده، عملکرد و توازن انرژی و پروتئین و دیگر مواد مغذی اندازه گیری شده، قابل محاسبه خواهد بود. به عنوان مثال اگر ازکشت ۱۰۰۰ گرم جو حاوی ۹۰۰ گرم ماده خشک، ۱۲۰ گرم پروتئین (در کیلوگرم ماده خشک) و ۳۰۰۰ کیلو کالری انرژی قابل متابولیسم(در کیلوگرم ماده خشک)، طی یک دوره کشت ۷ روزه ۵۲۰۰ گرم علف تازه با رطوبت ۸۶ درصد تولید شود که حاوی ۱۴۰گرم (۱۴درصد) پروتئین خام و ۲۹۰۰کیلو کالری انرژی قابل متابولیسم در هر ۱۰۰۰ گرم ماده خشک باشد، بازده مواد مغذی آن به شرحی که درجدول ۲ ذکر شده است، محاسبه می گردد.

ارزش غذایی علوفه هیدروپونیک

ترکیب شیمیایی:

همان طوری که قبلا ذکر شد، طی فرآیند سبز شدن دانه، ترکیب محتوای آن نیز تغییرمی کند. کربوهیدرات های غیر فیبری، به ویژه نشاسته، کاهش می یابد. غلظت خاکستر و پروتئین از روز چهارم کشت، هم زمان با گسترش ریشه افزایش می یابد. این افزایش به دلیل اجازه ورود مواد معدنی و تسهیل در جذب نیترات از سوخت و ساز ترکیبات نیتروژنی می باشد (Morgan, Hunter and O'Haire, 1992).

طی آزمایش انجام شده در دانشگاه نیوانگلند استرالیا (Dung, Goodwin and Nolan, 2010a) میزان پروتئین خام از ۱۳/۹ درصد دردانه جو به ۱۵/۹ درصد (در ماده خشک) در علف جو سبز تولیدی در سیستم هیدرو پونیک افزایش یافت.

بر اساس گزارش فضائلی و همکاران، (۲۰۱۲) تبدیل دانه جو به علف سبز درسیستم هیدروپونیک، طی یک دوره ۸ روزه، میزان پروتئین خام دانه را از ۱۱/۳۷ به ۱۴/۶۷ درصد (بر حسب ماده خشک) در علف سبزافزایش داد اما کیفیت پروتئین در علف تازه کاهش نشان داد به نحوی که میزان پروتئین حقیقی از ۹/۳۹ درصد در دانه به ۸/۲۴ درصد در علف هیدروپونیک کاهش یافت. این پدیده نشان داد که از ۱۴/۶۷ درصد پروتیئن در علف سبز ۶/۲۳ درصد را پروتئین غیر حقیقی (مواد نیتروژن دارغیر پروتئینی) شامل می شود. علاوه بر این میزان انرژی قابل متابولیسم در علف هیدروپونیک پایین تر از دانه جو (۲/۷۱ در مقابل ۳/۰۴ مگاکالری در کیلو گرم ماده خشک) بود. در این خصوص اطلاعات بیشتری در جدول ۳ ارائه شده است.

قابلیت هضم:

در خصوص هضم پذیری علوفه هیدروپونیک اطلاعات محدودی منتشر شده است (جدول ۳). در بعضی از سایت های اینترنتی نیزمطالبی در این خصوص ذکر شده است که بعضا مبنای علمی ندارد و حاوی اطلاعات گمراه کننده می باشند. به عنوان مثال در یک نوشته (Mooney, 2005) چنین آمده است که هضم پذیری دانه ها در بهترین حالت ۳۰ درصد و در حالتی که به علوفه هیدروپونیک تبدیل شوند ۹۰ تا ۹۵ درصد است که قطعا چنین ادعایی نمی تواند درست باشد. پژوهشگران (Morgan, Hunter and O'Haire, 1992) میزان هضم پذیری دانه جو را قبل و بعد از تبدیل شدن به علف سبز (در سیستم هیدروپونیک) در نشخوارکنندگان مقایسه نموده و گزارش دادند که هضم پذیری دانه جو ۸۳/۹ درصد و علف سبز جو ۸۲/۶ درصد می باشد. این در حالی است که بر اساس دیگر گزارش ها (Flynn and OKiely, 1986 ; Peer and Leeson, 1985b) میزان هضم پذیری علف هیدروپونیک نسبت به دانه اولیه کاهش قابل توجهی (۸/۶ درصد) را نشان داده است. بر اساس گزارش1989) (Cuddeford هضم پذیری علف هیدروپونیک با روش آزمایشگاهی ۷۳ درصد بوده است. هم چنین گزارش شده است که مصرف علف ذرت تولیدی با روش هیدروپونیک در جیره غذایی دام ها، اثری بر قابلیت هضم خوراک نداشت (Thomas and Reddy, 1962). طی آزمایش انجام شده در دانشگاه نیوانگلند استرالیا (Dung, Goodwin, and Nolan, 2010a) مصرف علف جو تولیدی به روش هیدروپونیک درجیره غذایی گوسفند، اثری بر هضم پذیری، سنتز پروتئین میکروبی، توازن نیتروژن و میزان pH شکمبه نداشت بلکه غلظت نیتروژن آمونیاکی را در شکمبه افزایش داد که این پدیده می تواند نشان دهنده پایین بودن ارزش زیستی پروتئین علف هیدرو پونیک باشد.

در پژوهش دیگری (Hillier and Perry, 1969) علف یولاف تولید شده با روش هیدروپونیک (طی ۶ روز دوره کشت) به مقادیر مختلف (۴/۵ تا ۹ کیلو گرم در روز) در جیره تلیسه های هرفورد (با وزن ۳۰۰ کیلو گرم به بالا) با دو سطح کنسانتره (۴۰ و ۸۰ درصد) مصرف شد. قابلیت هضم ماده خشک در جیره ۴۰ درصد کنسانتره حدود ۶۶ تا ۷۰ درصد و در جیره ۸۰ درصد کنسانتره حدود ۷۳/۶ تا ۷۵/۸ درصد بود. هم چنین قابلیت هضم انرژی در جیره کم کنسانتره ۶۶/۵ تا ۶۹/۵ و در جیره پر کنسانتره ۷۳/۲ تا ۷۵/۳ درصد بود. به هر صورت مصرف

علف هیدروپونیک در جیره غذایی اثری بر قابلیت هضم خوراک نداشته است. یافته های مشابهی در خصوص هضم پذیری علف جو کشت شده در سیستم هیدروپونیک برروی دام گزارش شده است (Grigorev, Fitsev and Lesnitskaya, 1986). در آزمایشی که (Dung, Goodwin and Nolan, 2010a) ارزش غذایی علوفه جو تولیدی با روش هیدروپونیک نسبت به دانه جو در تغذیه گوسفند مورد مقایسه قرار گرفت مشخص شد که قابلیت انرژی زایی علف سبز جو پایین تر از دانه جو می باشد.

درآزمایش دیگری (Dung, Goodwin and Nolan, 2010b) تجزیه پذیری شکمبه ای دانه جو وعلف سبز جوتولید شده درسیستم هیدروپونیک درگوسفند مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بخش محلول (قابل تجزیه در زمان صفر) در دانه جو ۱۰ درصد بود اما در جو سبز شده به ۵۰ درصد افزایش یافت اما از ساعت ۶ به بعد (از زمان شکمبه گذاری نمونه ها) روند تجزیه پذیری هر دو ماده خوراکی مشابه بود. بالا بودن نسبت تجزیه پذیری در زمان صفر می تواند نشان دهنده کاهش قابلیت استفاده از مواد مغذی علف هیدرو پونیک (دراثر محلول شدن مواد مغذی و عبور سریع مواد از دستگاه گوارش) باشد. پژوهشگران مزبور گزارش دادند که تبدیل دانه جو به علف هیدروپونیک از نظر تغذیه دام مزیتی نداشته بلکه سبب اتلاف مواد مغذی و انرژی دانه جو می گردد. در جدول ۳ اطلاعاتی در مورد گوارش پذیری علوفه هیدروپونیک ارائه شده است.

اثرمصرف علف هیدروپونیک در تغذیه دام

اغلب گزارش ها حاکی از آن است که مصرف علوفه هیدروپونیک، درجیره غذایی، به ویژه در مقایسه با دانه غلات، از نظرعملکرد تولید دام ها مزیتی در برنداشته است (Sneath and McIntosh, 2003). با این حال در بعضی ازنوشته ها مصرف علف هیدروپونیک در تغذیه دام ها موثر و بعضا در حدی ذکر شده است که از نظر منطق علمی نمی تواند صحیح باشد. بنا بر ادعایTudor و همکاران (۲۰۰۳) که ۱۷ راس تلیسه را به مدت ۴۸ روز با ۱۵/۴ کیلو گرم علوفه هیدروپونیک (معادل ۱/۹ کیلو گرم ماده خشک) و ۳/۱ کیلو گرم علوفه خشک کم کیفیت تغذیه نمودند، افزایش وزن روزانه ای معادل ۱۰۱۰ گرم به دست آوردند. قطعا چنین نتایجی بر اساس منطق علمی نمی تواند صحیح باشد چرا که بر اساس جداول استاندارد احتیاجات غذایی (NRC ۲۰۰۱)، میزان مواد مغذی و انرژی حاصل از خوراک های مصرفی ذکر شده به هیچ وجه منتج به افزایش وزن روزانه ۱۰۱۰گرم نخواهد شد. در همین گزارش چنین آمده است که ادامه آزمایش طی ۲۲ روز بعدی، مقدار علوفه هیدروپونیک را به ۱۳ کیلو گرم (معادل ۱/۶ کیلو گرم ماده خشک) کاهش و علوفه خشک کم کیفیت را به ۷/۸ کیلو گرم افزایش دادند اما افزایش وزن روزانه کاهش یافت و به ۴۱۰ گرم رسید. چنین اطلاعاتی فاقد مبنای علمی بوده و نمی تواند درست بوده باشد بلکه گمراه کننده خواهد بود.

محققین دانشگاه ایتالیا (Marsico و همکاران، ۲۰۰۹) در آزمایشی اثر مصرف علوفه هیدروپونیک بر عملکرد تولید شیر ۳۰ راس بز شیری را مورد بررسی قرار دادند. علوفه هیدروپونیک با استفاده از بذر چاودار طی دوره های ۷ روزه تولید شده بود. نتایج نشان داد که در طول سه ماه آزمایش، پارامتر های بیوشیمیایی و هماتولوژیکی خون بزها تحت تاثیر جیره های غذایی قرار نگرفت ومصرف علوفه هیدرو پونیک اثری برمیزان تولید شیرنداشت.

در آزمایشی که بر روی گوسفندان پرواری نژاد سافولک انجام شد، از جو سبز شده (معادل ۱۰۵ گرم ماده خشک در روز به ازای هر راس دام) در جیره غذایی استفاده شد. نتایج نشان داد که اضافه وزن دام ها و ضریب تبدیل غذایی نسبت به گروه شاهد، که از دانه جو در جیره غذایی آن ها استفاده شده بود، تفاوت معنی داری را نشان نداد (Dimirov, Iranorr and Cenadior, 1989). درآزمایش دیگری که علف جو تولید شده با روش آبکشت در جیره غذایی گاو های آمیخته (بومی× هلشتاین) جایگزین بخشی از علوفه و کنسانتره گردید، از نظر عملکرد تولید شیر مزیتی مشاهده نشد (Reddy and Reddy, 1991).

بررسی‌های موسسه تحقیقات شیر واقع در ریدینگ انگلستان (Bartlett, Cotton, Henry and Kon, 1938) حاکی از آن است که مصرف علوفه هیدروپونیک ذرت در جیره غذایی گاو شیری نسبت به جیره شاهد اثری بر کمیت و کیفیت تولید شیر نداشته و مزیت خاصی را نشان نداد.

بر اساس گزارش پژوهشگران، مصرف علوفه هیدروپونیک حاصل از کشت یولاف در جیره غذایی گاو های شیرده (که بر اساس جیره غذایی متوازن تغذیه می شدند) از نظر عملکرد تولید شیر مزیتی نداشته بلکه هزینه را نسبت به مصرف دانه یولاف ۴ برابر افزایش داده است (Thomas and Reddy, 1962).

در آزمایشی (Myers, 1974) که بر روی گوساله های پرواری (با میانگین وزن اولیه ۱۸۵ کیلو گرم) انجام گرفت، مصرف علوفه هیدروپونیک در جیره غذایی نسبت به جیره شاهد از نظر عملکرد (افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی) تفاوت معنی داری را نشان نداد به جز این که هزینه تغذیه را افزایش داد.

آزمایش‌های انجام شده در کشور حاکی از آن است (فضائلی و همکاران، ۱۳۸۷؛ ۱۳۸۸) که تبدیل دانه جو به صورت علوفه سبز در سیستم هیدروپونیک از نظر عملکرد و بازده مواد مغذی و نیز مصرف آن در تغذیه گوساله پرواری و گاو شیرده در مقایسه با دانه جو بلغور شده، نه تنها مزیتی نداشته است

بلکه هزینه تغذیه را به مراتب افزایش داده است (Fazaeli et al ۲۰۱۲ ;۲۰۱۱).
نکته قابل توجهی که لازم است در این جا بدان پرداخته شود این است که در بعضی از نوشته ها بهبود تولیدات دامی در نتیجه مصرف علوفه هیدروپونیک گزارش شده است. این بدان معنی نیست که در اثر تبدیل دانه به حالت سبز شده چنین بهبودی حاصل شده باشد بلکه به این دلیل است که دام ها قبلا با جیره غذایی متوازن و کافی تغذیه نشده و با کمبود مواجه بوده اند. درچنین وضعیتی با جبران کمبود های غذایی چه از طریق علوفه هیدرو پونیک و یا هر خوراک دیگری بهبود تولید مورد انتظار می باشد.

بازده از نظر هزینه درآمد

با توجه به موارد ذکر شده در خصوص توازن منفی در تولید علوفه هیدرو پونیک و نیز عدم مزیت آن در جیره های غذایی دام ها، به نظر می رسد صرف هزینه جهت تبدیل دانه غلات به علف تازه در این سیستم قابل توجیه نباشد. با این حال جهت اطلاع دقیق تر از هزینه تمام شده محصول و هزینه مواد مغذی و انرژی غذایی حاصل از تبدیل دانه به علف تازه لازم است به تجربیات موجود اشاره شود.
بر اساس گزارش شرکت مرینو(The New Zealand Merino Company, 2011) درنیوزلند تعداد محدودی واحد تولید علوفه هیدروپونیک وجود دارد که در این واحد ها مقدار محصول تولیدی (برحسب خشک) به ازای هر کیلو گرم بذر مصرف شده به مراتب کمتر از یک کیلو گرم بوده و با توازن منفی حدود ۱۲ درصد ی همراه می باشند. در این واحد ها، هزینه هر واحد انرژی قابل متابولیسم به دست آمده از علف جو نسبت به دانه جو ۴ برابر و هزینه هر واحد پروتئین خام به دست آمده نیز ۱/۹ برابر نسبت به دانه جوافزایش می یابد. از دست دادن بخشی از مواد غذایی ذخیره شده در دانه کشت شده، طی فرآیند سبزشدن از یک طرف و صرف هزینه در این فرآیند از طرف دیگر سبب می شود تا قیمت تمام شده از هر واحد انرژی غذایی وپروتئین در علف سبز شده به مراتب بالاتر از دانه اولیه باشد. در گزارش مزبور چنین آمده است که با توجه به موارد ذکر شده و عدم مزیت مصرف این علوفه بر عملکرد دام ها به نظر نمی رسد این فن آوری در نیوزلند قابل توسعه باشد.
بر اساس گزارش واحد ترویج و صنعت دام دانشگاه ایالتی آیووا در آمریکا (Tranel, 2013)، هرکیلو گرم علف تولیدی (برحسب خشک) درسیستم هیدروپونیک ۰/۸۹ دلارآمریکا برآورد شده است درحالی که قیمت هرکیلوگرم دانه اولیه (برحسب خشک) ۰/۲۷ دلار می باشد. در این صورت قیمت هر کیلوگرم علوفه هیدروپونیک (برحسب خشک) ۳/۳۳ برابر دانه اولیه تمام می شود. هم چنین قیمت علوفه هیدروپونیک نسبت به قیمت علوفه مرغوب (هرکیلو گرم ۰/۲۴ دلار بر حسب خشک) به ۳/۷۴ برابر می رسد. براین اساس چنین نتیجه-گیری شده است که با تبدیل دانه غلات به حالت سبز شده درسیستم هیدروپونیک، هزینه تغذیه برای گاو شیری ۳ تا ۵ برابر افزایش می یابد.
قیمت تمام شده هر واحد انرژی قابل متابولیسم علوفه هیدروپونیک حاصل از کشت جو نسبت به دانه جو، در استرالیا، ۴ برابر بوده و قیمت هر واحد پروتئین آن نیز نزدیک به ۲ برابر تمام شده است که نشان دهنده افزایش هزینه تغذیه دام های مصرف کننده علوفه هیدروپونیک می باشد (Sneath and McIntosh, 2003).
بر اساس گزارش فضائلی و همکاران (۲۰۱۱)، تبدیل دانه جو به علف تازه در سیستم هیدروپونیک و مصرف آن در جیره غذایی گوساله های پرواری (به میزان ۲۴ درصد کل جیره بر حسب ماده خشک) هزینه تغذیه را به میزان ۲۴ درصد افزایش داد در حالی که عملکرد دام ها نیز بهبودی را نشان نداد.

آلودگی های قارچی و رشد کپک ها در سیستم

یکی از مشکلات تولید علوفه در سیستم هیدروپونیک، کپک زدگی محصول می باشد. مصرف علوفه کپک زده می تواند سبب اختلال در بدن دام ها و سقط جنین و نیز آلودگی شیر و گوشت تولیدی گردد. بر اساس گزارش Mayers (1974) آلودگی قارچی علف هیدروپونیک سبب کاهش تولید و ایجاد اختلال در دام ها شده است. هم چنین در گزارش پژوهشگران استرالیا (Sneath and McIntosh, 2003) به تلفات دام ها درنتیجه مصرف علوفه هیدروپونیک (به دلیل آلودگی با قارچ Aspergillus clavatus) اشاره شده است. استفاده از قارچ کش ها نیز به نوبه خود سبب مشکلاتی خواهد شد چرا که طی کوتاه مدت (۷ تا ۱۰ روز پس از مصرف) در توده علف سبز باقی می ماند وعوارض بعدی را در پی خواهد داشت.

نتیجه گیری

در مجموع چنین می توان نتیجه گیری نمود که صرف هزینه جهت تبدیل دانه غلات به حالت سبزینه، که از نظر تغذیه دام با افت وکاهش ارزش غذایی مواجه می باشد و احتمال آلودگی قارچی و ایجاد اختلال در دام ها و آلودگی محصولات دامی را نیز به همراه دارد، یک فرآیند تولید واقعی نبوده بلکه سبب کاهش بهره وری از منابع (دانه غلات) و بالابردن هزینه خواهد شد. نکته دیگر این که در این خصوص تبلیغات تجاری اینترنتی نسبتا زیادی مبنی بر سودمندی سیستم تولید علوفه هیدروپونیک وجود دارد که غالبا مبنای علمی نداشته و اطلاعات نادرستی را منتشر می کنند که گمراه کننده هستند. بنا بر این سرمایه گذاری و صرف هزینه در این مورد که به اتلاف مواد مغذی و بالا رفتن هزینه تغذیه دام ها منتهی می گردد قابل توجیه نخواهد بود.

جدول ۱: برآورد بازده تبدیل دانه جو به علوفه تازه در سیستم هیدرو پونیک (طی دوره کشت ۷ روزه)

ماخذ	ترکیبات اصلی و انرژی قابل متابولیسم	بذر مصرف شده: درصد ترکیبات	بذر مصرف شده: مقدار (گرم)	علف تولید شده [۱]: درصد ترکیبات	علف تولید شده [۱]: مقدا خشک (گرم)	عملکرد (از نظر ارزش تغذیه ای): باز یافت [۲] (درصد)	عملکرد (از نظر ارزش تغذیه ای): اتلاف [۳] (درصد)	عملکرد (از نظر ارزش تغذیه ای): موازنه [۴] (درصد)
فضائلی و همکاران (۲۰۱۲)	ماده خشک [۵]	۹۱/۴	۹۱۴	۱۴/۳۵	۷۸۹	۸۶/۴	۱۳/۶	-۱۳/۶
	ماده آلی [۶]	۹۷/۲	۸۸۸	۹۶/۳	۷۶۰	۸۵/۵	۱۴/۵	-۱۴/۵
	پروتئین خام [۶]	۱۱/۷۳	۱۰۷	۱۳/۶۷	۱۰۸	۱۰۰	-	-
	پروتئین حقیقی [۶]	۹/۳۹	۸۶	۷/۷۲	/۶۱	۷۱	۲۹	-۲۹
	انرژی [۷]	۱۲/۷۳	۱۱/۶۴	۱۱/۵۵	۹/۱۲	۷۸/۴	۲۱/۶	-۲۱/۶
Peer & Leeson (1985)	ماده خشک [۵]	۸۹/۵	۹۱۸	۱۴/۳۶	۷۶۸/۴	۸۲/۷۱	۱۷/۲۹	-۱۷/۲۹
	ماده آلی [۶]	۹۷/۲	۸۹۲	۹۴/۰۵	۷۳۸	۸۱/۷۳	۱۸/۲۷	-۱۸/۲۷
	پروتئین خام [۶]	۱۲/۷۷	۱۱۷/۲	۱۵/۴۸	۱۰۹	۱۰۱/۵	-	-
	انرژی [۷]	۱۲/۱	۱۱/۱	۱۰/۹۵	۸/۴	۷۵/۷۲	۲۴/۲۸	-۲۴/۲۸
Dung et al (2010)	ماده خشک [۵]	۹۰/۵	۹۰۵	۱۹/۷	۶۵۰	۸۷/۱	۲۹/۱	-۲۹/۱
	ماده آلی [۶]	۹۸	۸۸۷	۹۵/۷	۶۲۱/۹	۷۰/۱	۲۹/۹	-۲۹/۹
	پروتئین خام [۶]	۱۲/۶	۱۱۴	۱۵/۴	۱۰۰/۱	۸۸	۱۲/۲	-۱۲/۲
	انرژی [۷]	۱۵/۳	۱۳/۸۵	۱۵	۹/۷۵	۷۰/۴	۲۹/۶	-۲۹/۱

۱ : علف تولید شده به ازای یک کیلو گرم بذر مصرف شده، ۲: میزان به دست آمده نسبت به مصرف شده،

۳ : اتلاف در نتیجه سوخت و ساز مواد و انرژی طی فرایند جوانه زنی گیاه و رشدآن، ۴: تغییر میزان به دست آمده نسبت به مصرف شده،

۵: بر حسب درصد در دانه و در علف تازه، ۶ : بر حسب درصد در ماده خشک است،

۷ : انرژی قابل متابولیسم بر حسب مگاژول در کیلو گرم ماده خشک است.

جدول ۲: محاسبه بازده تبدیل دانه جو به علوفه تازه در سیستم هیدرو پونیک (طی دوره کشت ۷ روزه)

متغیر	دانه جو مصرفی		علف تولید شده
ماده خشک (گرم)	۹۰۰ = ۰/۹ × ۱۰۰۰ گرم جو	= ۷۲۸	۵۲۰۰×۰/۱۴ گرم علف تازه
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری)	۲۷۰۰ = ۳۰۰۰ × ۰/۹ × ۱۰۰۰ گرم جو / ۱۰۰۰	۲۱۱۱/۲	۲۹۰۰× ۷۲۸ گرم علف خشک / ۱۰۰۰
پروتئین خام (گرم)	۱۲۰ × ۰/۹ × ۱۰۰۰ گرم جو / ۱۰۰۰		۱۴۰ × ۷۲۸ گرم علف خشک / ۱۰۰۰
توازن (ماده خشک، انرژی و پروتئین به دست آمده در علف تولید شده نسبت به مقادیرموجود در دانه مصرف شده)			
ماده خشک	منفی ۱۹/۱ درصد		۷۲۸ -۹۰۰ = -۱۷۲ (گرم)
انرژی قابل متابولیسم	منفی ۲۱/۸ درصد		۲۱۱۱/۲ -۲۷۰۰ = -۵۸۹ (کیلوکالری)
پروتئین خام	منفی ۵/۶ درصد		۱۰۲ -۱۰۸ = -۶ (گرم)

جدول ۳- ترکیب دانه جو و علوفه جو تولیدی با روش هیدروپونیک (طی ۷ روز کشت) بر اساس گزارش های مختلف

	ماده خشک	ترکیبات (درصد بر حسب ماده خشک)				ME[1]	هضم پذیری (درصد)	منبع
		ماده آلی	پروتئین خام	پروتئین حقیقی	فیبر خام			
دانه	۹۱/۴	۹۷/۱۹	۱۱/۷	۹/۳۹	۷/۲[2]	۱۲/۷۲	۸۷/۵۸	فضائلی و همکاران(۲۰۱۲)
علوفه	۱۴/۳۵	۹۶/۲۸	۱۳/۷	۷/۷۲	۱۵/۵[2]	۱۱/۵۵	۸۳/۰۴	
دانه	۸۸	۹۷/۴	۱۲/۷	–	۵/۷	۱۲/۷	–	Sneach & McIntosh (2003)
علوفه	۱۲/۶۲	۹۵/۴	۱۵/۵	–	۱۴/۱	۱۱/۸	–	
دانه	۹۰/۵	۹۸/۰	۱۲/۶	–	–	۱۲/۲۴	–	Dung et al (2010)
علوفه	۱۹/۷	۹۵/۷	۱۵/۴	–	–	۱۲/۰	–	
دانه	۹۰/۵	۹۰/۳	۱۳/۹	–	۷/۳۵	–	–	Redy & Redy (1991)
علوفه	۱۴/۶	۹۶/۸۵	۱۱/۳۸	–	۷/۳۵	–	–	
دانه	–	۹۷/۹	۱۰/۱	–	–	۱۰/۷	۸۳/۹	Morgan et al (1992)
علوفه	–	۹۴/۷	۱۴/۹	–	–	۱۰/۱	۸۲/۶	
دانه	۸۹/۲	۹۷/۲	۱۲/۷۷	–	۵/۴۲	۱۲/۱	–	Peer & Leeson (1985b)
علوفه	۱۴/۳۶	۹۶/۰۵	۱۵/۴۸	–	۱۴/۱۷	–	–	

۱ : انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلو گرم ماده خشک)، ۲: دیواره سلولی منهای همی سلولز (Acid Detergent Fiber=ADF)

منابع :

اصغری تبریزی م. ۱۳۸۶. تعیین ارزش غذایی فصیل جو با روش هایدروپونیک و با روش های آزمایشگاهی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

کوچکی، ع.، محصل ر.، نصیری، م. صدر آبادی، ر. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی. ۲۰.

فضائلی، ح.، گل محمدی، ح.ع.، شعاعی، ع.ا. منتجبی، ن. و مشرف، ش. ۱۳۸۷. بررسی عملکرد تولید علف سبز جو با روش آب کشت در اتاق فلزی. مجموعه مقالات سومین کنگره علوم دامی کشور. دانشگاه فردوسی مشهد.

فضائلی، ح. و گل محمدی، ح.ع. ۱۳۸۸. ارزیابی عملکرد فنآوری آبکشت در تولید کمی و کیفی علوفه. فصلنامه پژوهش های علوم دامی. شماره ۹، ص. ۶۷-۵۷.

فضائلی، ح. ۱۳۸۸. راهنمای مدیریت خوراک و خوراک دادن در واحد های گاوداری، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور.

Bartlett, S., Cotton, A.G., Henry, K.M. and Kon, S.K. (1938). The influence of various fodder supplements on the production and the nutritive value of winter milk. *Journal of Dairy Research*. 9:273-309.

Baskin, C.C. and Baskin, J.M. (2001). Seeds: Ecology biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego, Calif., USA: Academic Press.

Chavan, J. and Kadam, S.S. (1989). Nutritional improvement of cereals by sprouting. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 28(5):401-437.

Dagnia, S., Petterson, D., Bell, R. and Flanagan, F. (1992). Germination alters the chemical composition and protein quality of lupin seed. *Journal of Science Food Agricalture.* 60(4):419-423.

Dimirov, I., Iranorr, I. and Cenadior, P. (1989). Effect of supplements of hydroponics sprouted barley to diets for fattening lambs. CAB Publication Abstract Data: Nutrient Abstract and Reviews, Series B. 60321, 1988, 58.

Dung, D.D., Goodwin, I.R. and Nolan, J.V. (2010a). Digestive characteristics, Ammonia nitrogen and volatile fatty acids levels, in sheep fed oaten chaff supplemented with grimmett barley grain, freeze-dried or fresh barley sprouts. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 9(19): 2493-2501.

Dung, D.D., Goodwin, I.R. and Nolan, J.V. (2010b). Nutrient Content and *in sacco* Digestibility of Barley Grain and Sprouted Barley. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 9(19): 2485-2492.

Fazaeli, H., Golmohammadi, H.A., Shoayee, A.A., Montajebi, N. and Mosharraf, S.H. (2011). Performance of Feedlot Calves Fed Hydroponics Fodder Barley. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13:367-375.

Fazaeli, H., Golmohammadi, H.A., Tabatabayee, S.N. and Tabrizi, N.A. (2012). Productivity and Nutritive Value of Barley Green Fodder Yield in Hydroponic System. *World Applied Sciences Journal.* 16(4):531-539, 2012.

Flynn, V.C. and OKiely, P. (1986). Input/output data for the Acron germination unit.

Ghobadi, M., Shafiei-Abnavi, M., Jalali-Honarmand, S., Ghobad, M.E. and Mohammadi G.H., (2012). Does KNO 3 and hydropriming improve wheat (Triticum aestivum L.) seeds germination and seedlings growth. *Annals of Biological Research.* 3(7):3156-3160.

Grigorev, N.G., Fitsev, A.l. and Lesnitskaya, T.I. (1986). Nutritive value of hydroponic feed and its use for feeding high-yielding cows. *Selskokhozyaist vennaya Biologiya*. 7:47-50.

Hillier, R.J. and Perry, T.W. (1969). Effect of hydroponically produced oat grass on ration digestibility of cattle. *Journal of Animal Science*. 29:783-785.

Mansbridge, R.J. and Gooch, B.J. (1985). A nutritional assessment of hydroponically grown barley for ruminants. *Animal Production*, 40: 69-570.

Marsico, G., Micera, E., Dimatteo, S., Minuti, F., Arcangelo Vicenti, A. and Zarrilli, A. (2009). Evaluation of animal welfare and milk production of goat fed on diet containing hydroponically germinating seeds. *Italian Journal of Animal Science*. 8 (Suppl. 2): 625-627.

Møller, I.M., Jensen, P.E. and Hansson, A. (2007). Oxidative modifications to cellular components in plants. *Annals Review of Plant Biology*. 58(1):459-481.

Mooney, J. 2005. Growing Cattle Feed Hydroponically. 2002 SCHOLARSHIP REPORT. Australian Nuffield, Farming Scholars Associated

Morgan, J., Hunter, R.R. and O'Haire, R. (1992). Limiting factors in hydroponic barley grass production. 8th International congress on soilless culture, Hunter's Rest, South Africa.

NRC, (2001). Nutrient requirements of dairy cattle, seven revised. National Academy Press, Washington DC.

Myers, J. (1974). Feeding Livestock from the Hydroponic Garden. M. Sc. Thesis, Arizona State University.

Peer, D.J. and Leeson, S. (1985a). Feeding value of hydroponically sprouted barley for poultry and pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 13:183-190.

Peer, D.J. and Leeson, S. (1985b). Nutrient content of hydroponically sprouted barley. *Animal Feed Science and Technology*. 13: 191-202.

Reddy, M.R. and D.N. Reddy, 1991. Supplementation of barley fodder to paddy straw based rations of lactating cows. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 8(4):274-279.

Simon, E.W. (1984). Early events in germination. Seed Physiology: Germination and Reserve Mobilization. New South Wales, Australia, Academic Press Australia. 2:77-115.

Sneath, R. and McIntosh, F. (2003). Review of Hydroponic Fodder Production for Beef Cattle. North Sydney; Australia: Meat and Livestock Australia Limited.

The New Zealand Merino Company, (2011). Hydroponic fodder production, an analysis of the practical and commercial opportunity.

Thomas, J.W. and Reddy, B.S. (1962). Sprouted oats as a feed for dairy cows. Quarterly Bulletin of the Michigan Agricultural Experiment Station. 44: 654-655.

Tranel, L. (2013). Hydroponic fodder systems for dairy cattle? Iowa State University, Extension and Outreach, AS. Leaflet R2791.

Tudor, G., Darcy, T., Smith, P. and Shallcross, F. (2003). The intake and liveweight change of droughtmaster steers fed hydroponically grown, young sprouted barley fodder (Autograss), Department of Agriculture Western Australia.