

## ارزیابی عملکرد فن آوری آبکشت در تولید کمی و کیفی علوفه

### Evaluation of hydroponic technology performance for forage (quantity and quality) production

حسن فضائلی<sup>۱</sup> و حیدر علی گل محمدی<sup>۲</sup>

۱ دانشیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

۲ کارشناس ارشد یستگاه تحقیقات کشاورزی گلپایگان

امروز در کشور ما 90 درصد آبی که ما مصرف می کنیم در بخش کشاورزی مصرف می شود. اگر شیوه های آبیاری کشاورزی را دولت بتواند به توفیق الهی اصلاح بکند و اگر از این 90 درصد، 10 درصد کم بشود شما ببینید چه اتفاقی می افتد. ما در بخش های دیگر بخش خانگی، بخش صنعتی و سایر بخش هایی که به آب نیاز دارد فقط با 10 درصد آب کشور کار می کنیم و از 10 درصد آب کشور استفاده می کنیم. اگر بتوانیم در بخش کشاورزی 10 درصد صرفه جویی کنیم ببینید چه اتفاقی می افتد. در واقع دو برابر امکانات بهره برداری در بخش غیر کشاورزی بوجود می آید که این امر بسیار با ارزشی است. (مقام معظم رهبری - نوروز 1390)

صرفه جویی صحیح و مقابله با اسراف، با حرف امکان پذیر نیست و قوای مقتنه و مجریه موظفند با وضع قوانین لازم و اجرا و پیگیری قاطعانه، الگوی مصرف را از «تولید تا مصرف و بازیافت» اصلاح کنند. (مقام معظم رهبری)

من به مناسبت روز جهانی آب، از دولت ها می خواهم که علت واقعی بحرانهای آب را تشخیص دهند، بحرانهای آب شهری ناشی از حکمرانی، سیاستهای ضعیف و مدیریت سطح پایین می باشد نه کمبود آب. (دبیر کل سازمان ملل - بانکی مون)

## ارزیابی عملکرد فن آوری آبکشت در تولید کمی و کیفی علوفه

### خلاصه

چاره جویی در راستای دستیابی به روش های مناسب افزایش تولید علوفه ، با توجه به محدودیت منابع آب و خاک ، در کشور ، امری ضروری است. یکی از روش هایی که ، برای رشد گیاهان ، مورد توجه قرار گرفته است کشت متمرکز بدون خاک یا آبکشت می باشد که در آن بذر گیاهان در محیط و اتاقک های بسته رشد داده می شود. چنین شیوه ای از زمان ایران باستان برای تولید سبزه نرروز در خانه ها مرسوم بوده است. طی دهه های اخیر در بعضی از کشورها از این روش استفاده نموده و کشت دانه هارا به منظور تولید علف تازه در سطحی وسیع تر تجربه نموده اند. برای این منظور اتاقک هایی ساخته شده که به صورت سیستم کاملا بسته بوده و شرایط رویش بذر و رشد گیاه در آن فراهم شده است. در این روش عمدتا از دانه جو استفاده می شود به نحوی که طی مدت یک هفته از زمان کشت ، با جذب مقدار زیادی آب رویان دانه فعال شده و ضمن ریشه دوانی ، تا چند سانتیمتر رشد می کند. برای چنین فرایندی سهم قابل توجهی از مواد غذایی ذخیره شده در دانه که مهم ترین آن نشاسته می باشد مصرف شده و تبدیل به ریشه و سبزینه می گردد. محصول بدست آمده مجموعه ای از ریشه و سبزینه و دانه نیمه تخلیه شده همراه با دانه های سبز نشده خواهد بود که حاوی ۸۰ تا ۹۲ درصد رطوبت می باشد به نحوی که اگر خشک شود ، محصول تولید شده حد اکثر معادل وزن دانه مصرف شده خواهد بود.

در مورد ارزش غذایی محصول به دست آمده و عملکرد آن از نظر تغذیه دام ، گزارش های ضد و نقیضی وجود دارد به طوری که بعضی از گزارش ها حاکی از بالا رفتن عملکرد ۱۰ الی ۱۵ درصدی در تولید دام می باشد و بعضی نیز حاکی از آن است که مصرف علف سبز تولید شده با روش آب کشت در جیره های غذایی گوسفند ، گاوهای شیرده و پروراری برتری خاصی را نشان نداده است. علاوه بر این هزینه هر واحد قصیل تولیدی در مقایسه با دانه مصرف شده ، بر اساس ماده خشک ، افزایش یافته است. با توجه به مسائلی که طی سال های اخیر در این زمینه در کشور مطرح گردیده است مقاله حاضر به ارزیابی این موضوع می پردازد.

### واژه های کلیدی : آبکشت ، علوفه ، ارزش غذایی ، عملکرد

### مقدمه

با توجه به محدودیت بارندگی در مناطق خشک جهان واز جمله ایران ، کمبود علوفه مرغوب همواره از مهم ترین عوامل بازدارنده در توسعه دامپروری در این مناطق به شمار می رود. به ویژه در موارد بحرانی و خشک سالی ، تامین علوفه جهت تغذیه دام ها در حد احتیاجات نگهداری نیز با مشکل مواجه می گردد. در چنین مواردی ممکن است بتوان خوراک های متراکم مانند دانه غلات را به مناطق بحرانی وارد و در تغذیه دام ها مصرف نمود اما با توجه به این که نشخوار کنندگان نیاز به علوفه (جهت تامین مواد مغذی و فیبر) دارند تامین علوفه در کنار مواد متراکم اجتناب نا پذیر می باشد. یکی از روش هایی که ، به ویژه طی چند دهه اخیر، در بعضی از نقاط جهان ، مورد توجه قرار گرفته است تبدیل دانه ها به حالت سبز شده با استفاده از روش آبکشت یا هیدروپونیک ، طی مدت کوتاه چند روزه ، می باشد. تصور می شود که با این روش می توان در کوتاه مدت حجم زیادی از علوفه تامین نمود.

هیدروپونیک یا کشا ورزی بدون خاک عبارت است از رشد گیاهان در شرایط و محیط های بدون خاک که در آن ها عوامل فیزیکی و شیمیایی موثر بر رشد گیاه، بر اساس کاربرد روش ها و فنون علمی تحت کنترل قرار می گیرد (۳). سبز نمودن دانه هایی مانند گندم، جو، عدس و غیره، به عنوان سبزی نوروژ، یک سنت دیرینه مردم ایران محسوب می شود. طی قرن اخیر در بعضی از کشورها مانند آمریکا، استرالیا، کانادا و دانمارک این فناوری مورد توجه قرار گرفت که در این رابطه مطالعاتی نیز انجام شده است (۷، ۹، ۱۸، ۲۳). برای این منظور اتاقک هایی ساخته شد که به صورت سیستم کاملا بسته بوده و شرایط رویش بذر و رشد گیاه (شامل نور، رطوبت و تهویه) در آن فراهم شده است (۱۹). این تلاش ها عمدتاً به منظور تولید جوانه و سبزی های خوراکی برای انسان، به ویژه در کشورهایی که در بسیاری از روزهای سال محدودیت آفتاب دارند، گسترش یافته است.

علاوه بر این در بعضی از مناطق جهان، استفاده از روش آבקشت به منظور تولید علوفه برای تغذیه دام مد نظر قرار گرفته و در این زمینه تجربیاتی به دست آمده است. در اغلب مواردی که تا کنون این فن آوری با هدف تولید علوفه مورد استفاده قرار گرفته است از دانه جو استفاده شده است (۴، ۶، ۵، ۲۰). در این روش با مصرف یک کیلوگرم بذر جو می توان، طی مدت ۶-۸ روز حدود ۵ تا ۱۰ کیلوگرم علف تازه تولید نمود که بر حسب ظاهر، به نظر می رسد حجم زیادی از علوفه بدین طریق تولید می شود، اما بخش اصلی علف تولید شده را آب تشکیل می دهد و در اغلب موارد میزان ماده خشک تولید شده حاصل از هر واحد دانه کشت شده کمتر از میزان ماده خشک مصرف شده می باشد (۴، ۲۲، ۲۵). در واقع این سیستم را نمی توان به عنوان تولید علوفه مطرح نمود بلکه تغییر حالت دانه محسوب می شود که طی مدت چند روز، دانه به حالت دیگری تبدیل می گردد که شامل قسمت سبز شده، ریشه ها و قسمتی نیز دانه سبز نشده می باشد (۱۰). بدیهی است این تغییر حالت دانه به صورت علوفه سبز تازه تغییراتی در کمیت و کیفیت دانه مصرف شده ایجاد می نماید. به علاوه این تغییر حالت در دانه، نیاز به کاربرد عوامل مخصوص و نیز صرف هزینه می باشد.

از آن جایی که امروزه شرکت های مختلفی اقدام به ساخت دستگاه هایی جهت تولید علوفه با روش ذکر شده نموده و از ارگان های زیربط انتظار حمایت دارند که ابهامتی را در اذهان بوجود می آورد، لازم است عملکرد این فناوری از نظر بازیافت مواد مغذی و کیفیت و ارزش غذایی علف سبز تولیدی و نیز کلیه عوامل مورد استفاده و به ویژه هزینه های مورد نیاز آن مورد بررسی قرار بگیرد که هدف مقاله حاضر همین موضوع می باشد.

### تولید علوفه با روش آבקشت

توجه به روش آבקشت با هدف تولید انبوه علوفه از اواسط دهه ۱۹۵۰ در بعضی از نقاط جهان، به ویژه در کشور های غربی و استرالیا آغاز شد (۱۲). در ایران نیز کارهای انجام شده در این زمینه، به سال های بعد از انقلاب مربوط می شود (۱). برای این منظور اتاقک هایی ساخته شده که به صورت سیستم کاملا بسته بوده و شرایط رویش بذر و رشد گیاه (شامل نور، رطوبت، دما و تهویه) در آن فراهم شده است. اتاقک هایی که تا کنون ساخته شده است غالباً با ابعاد ۱۱×۳×۳ متر بوده که ظرفیت تولید یک تن خوراک دام تازه در روز را دارا می باشد که در آن کلیه عوامل محیطی مانند دما، رطوبت و نور به صورت خود کار قابل تنظیم می باشد (۱۹). البته اندازه و ابعاد اتاق های کشت بستگی به شرایط و اهداف استفاده از آن ها متفاوت است. اتاق های کشت که تا کنون در ایران ساخته شده است با ارتفاع کمتر از ۳ متر و طول حدود ۴ متر می باشد (۲، ۴).

در این سیستم ، برای نوردهی گیاه عمدتاً از وسایل مصنوعی مثل انواع لامپ (معمولی و فلورسنت) استفاده می شود. استفاده از وسایل گردش هوا ، عامل مهم دیگری است که ضمن جلوگیری از مبتلا شدن گیاه به بیماری های قارچی ، امکان تبادل اکسیژن و دی اکسید کربن را در اتاق کشت فراهم می سازد. گرمای مورد نیاز در دوره روشنایی که به منزله روز محسوب می شود حدود ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتیگراد به مدت ۱۶ ساعت در شبانه روز پیشنهاد شده است (۲۱).

ی با استفاده از پمپ و شبکه لوله کشی بر اساس روش پاشش آب بر روی سینی های کشت شده می باشد به نحوی که با تناوب های یک دقیقه آب پاشی به ازای هر ۱۵ تا ۳۰ دقیقه ، سیستم آب دهی فعال می شود. مقدار مصرف آب در این روش برای هر کیلو گرم  $\frac{1}{2}$  تا ۲ لیتر می باشد (۷) هر چند مقادیر بالاتر نیز گزارش شده است (۴). با توجه به این که گیاه خارج از خاک رشد می کند ، کلیه نیاز های مواد مغذی که اغلب آن ها در خاک وجود دارد ، در روش آبکشت می بایستی به طور مصنوعی تامین شود. بنابراین در این سیستم کشت ، مخلوط غذایی متناسب با احتیاجات رشد گیاه مورد نیاز است (۱۷).

در سیستم آبکشت ، از دانه های بذری غلات علوفه ای ، غالباً جو و یولاف ، استفاده می شود. برای این منظور ، بذر بوجاری شده در آب خیسانیده شده و جهت پیش گیری از رشد قارچ ها از مواد ضد عفونی کننده استفاده می شود و زمانی که در مرحله جوانه زنی قرار دارد در سینی های مخصوص که معمولاً از جنس فایبر گلاس ساخته شده و ابعاد آن ها متناسب با قفسه های تعبیه شده در اتاق کشت می باشد ، توزیع می شود و در اتاق کشت قرار می گیرد. میزان بذر مورد مصرف حدود  $\frac{2}{5}$  تا ۵ کیلو گرم در هر متر مربع محله  $\frac{1}{2}$  تا ۷ (۷) ، با تنظیم درجه حرارت ، نور ، رطوبت و تهویه ، طی مدت حدود یک هفته ، در هر  $\frac{1}{2}$  متر مربع محصولی سبز رنگ به صورت یک پارچه به دست می آید که شامل ریشه های سفید رنگ ، بخش سبز شده با ارتفاع حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر ، دانه های سبز نشده ، پوسته و بدنه دانه های سبز شده می باشد (۱۱). نیروی انسانی مورد نیاز ، در این سیستم تولید علوفه ، بین ۲ تا ۴ نفر ساعت کار برای تولید ۱۰۰۰ کیلو گرم علف تازه در روز برآورد شده است (۳۲) اما با توجه به تخلیه روزانه یک تن علف سبز و نیز ضرورت آماده سازی علف تولیدی برای تغذیه دام ، به نظر می رسد ، نیروی انسانی مورد نیاز بالاتر از ارقام مذکور باشد (۵).

### فرایند سبز شدن دانه و تغییرات در ترکیبات آن

فرایند سبز شدن دانه ها طی مراحل مختلف و متوالی شامل خیس خوردن و جذب آب ، متورم شدن ، پاره شدن پوسته اطراف رویان ، فعال شدن رویان ، جوانه زدن و رشد اندام ها مانند ریشه و بخش هوایی انجام می شود که طی آن ها ، آنزیم های تجزیه کننده پروتئین ها ، چربی ها و نشاسته ، توسط سلول های اطراف رویان ، تولید می شود. آنزیم های مذکور سبب فعال شدن فرایند سوخت و ساز مواد ذخیره شده در دانه مانند نشاسته جهت تبدیل به انرژی مورد نیاز برای رشد رویان می گردند که در نتیجه  $\frac{1}{2}$  مواد ذخیره شده (پروتئین ها ، نشاسته و چربی) کاهش می یابد (۱۳).

نشاسته به قندهای ساده تبدیل می شود. نسبت ویتامین ها و نیز فیبر افزایش می یابد در حالی که ماده خشک و انرژی کاهش می یابد. کل مقدار پروتئین به همان اندازه اولیه باقی می ماند اما از نظر نسبی درصد آن افزایش می یابد چرا که بخشی از نشاسته مصرف می شود (۲۵). در صورت استفاده از مواد نیتروژنه در محیط کشت ، امکان جذب و سنتز



پروتئین و جبران پروتئین از دست رفته وجود خواهد داشت اما کیفیت پروتئین حاصله کاهش می یابد چرا که ممکن است بخش قابل توجهی از آن را نیتروژن غیر پروتئینی و حتی نیترات ها شامل شوند (۳۰، ۳۲).



غلظت ویتامین های A، B، کمپلکس، ریوفلاوین و B2، همچنین ویتامین های C و E در دانه سبز شده بالاتر است (۲۹) در عین حال سهم اصلی ماده خشک موجود در دانه سبز شده همان بخش دانه ای آن می باشد چرا که در زمان برداشت علف (که معمولاً یک هفته پس از کاشت می باشد) هنوز دانه ها کاملاً مورد استفاده قرار نگرفته و بخشی از دانه ها نیز سبز نشده اند (۱۸). بخشی نیز ریشه ها هستند که به صورت توده سفید رنگی، طی دوره رویش دانه ها شکل گرفته اند، اما بخش سبز شده درصد کمی از ماده خشک مجموعه را شامل می شود.



### ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی علوفه تولیدی با روش آبکشت

دانه غلات، از نظر تغذیه دام در دسته مواد متراکم انرژی از محسوب شده که بخش اصلی آن ها را نشاسته شامل می شود. بدیهی است که با تغییر حالت دانه به شکل سبز شده، ترکیبات شیمیایی و غذایی آن نیز تغییر خواهد کرد. بررسی ها نشان داده است که در طول دوره جوانه زنی یا سبز شدن دانه، فعالیت آنزیمی باعث ایجاد تغییراتی در نشاسته، پروتئین و چربی های موجود در دانه و تبدیل این ترکیبات به فرم های ساده تر می شود (۱۰، ۲۷، ۳۱). تبدیل بخشی از نشاسته به قندهای محلول باعث می شود که تا حدی در شکمبه بهتر مورد استفاده قرار بگیرد. مقایسه نتایج بررسی های آزمایشگاهی دانه گندم و علوفه سبز آن نشان داد که میزان انرژی قابل متابولیسم پس از جوانه زدن معادل ۱۳/۴ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک و پروتئین خام آن نیز ۱۷/۴ درصد در ماده خشک بود (۱۶). طی یک آزمایش مشخص شد که بعد از هشت روز دوره رشد، ارزش پروتئین دانه یولاف از ۸ درصد به ۱۱/۵ درصد در ماده خشک علوفه سبز افزایش یافت (۹).

طی مطالعه ای (۲۹) که ارزش غذایی سورگوم پرتانن قبل و بعد از جوانه زنی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج حاکی از آن بود که طی جوانه زنی سورگوم، ارزش بیولوژیکی<sup>۱</sup>، پروتئین خالص قابل دسترس<sup>۲</sup> و انرژی قابل هضم کاهش یافت اما نسبت خاکستر خام و چربی خام افزایش نشان داد.

نتایج یک پژوهش حاکی از آن است که مقدار پروتئین دانه نوعی از باقلا از ۳۹/۵ درصد قبل از جوانه زنی به ۴۳/۵ درصد (در ماده خشک) پس از سبز شدن رسید اما کیفیت پروتئین در اثر جوانه زنی کاهش یافت که عمدتاً به کاهش نسبت اسیدهای آمینه گوگرددار مربوط می شد (۱۳).

نتایج حاصل از پژوهشی که در ایستگاه تحقیقات دامپروری گلپایگان، در زمینه تولید علف جو به روش آبکشت انجام شد در جدول ۱ ارائه شده است (۲). به نحوی که در جدول نشان داده شده است، بازیافت محصول تولیدی بر حسب ماده خشک نسبت به دانه جو مصرف شده پایین تر بوده است در حالی که نسبت بخش های فیبری نیز افزایش اما بخش کربوهیدرات غیر فیبری، که عمدتاً منبع انرژی زایی محسوب می شود، روند کاهشی را نشان می دهد.

<sup>1</sup> Biological value

<sup>2</sup> Net protein utilization

جدول ۱- عملکرد تولید و ترکیبات شیمیایی علف سبز جو تولید شده در اتاق کشت

دانه جو	علوفه در دوره های مختلف کشت (روز)			موارد اندازه گیری شده
	۸	۷	۶	
-	۱۰۵۶	۱۰۵۶	۱۰۵۶	جو مصرف شده (بر حسب ماده خشک) در هر سینی (گرم)
-	۷۵۸۰	۶۹۹۰	۵۱۸۰	علف تازه تولید شده در هر سینی (گرم)
-	۱۳/۲	۱۴/۳	۱۹/۳	درصد ماده خشک علف تازه
-	۱۰۰۰/۶	۹۹۹/۶	۹۹۹/۷	علف تولید شده (بر حسب ماده خشک) در هر سینی (گرم)
-	۹۴/۸	۹۴/۷	۹۴/۷	نسبت ماده خشک تولیدی به ماده خشک مصرفی (%)
ترکیبات علوفه تولیدی و دانه جو (بر حسب درصد در ماده خشک)				
۱۱/۷	۱۴/۶۷	۱۳/۸۰	۱۳/۷۱	پروتئین خام
۹/۳۹	۸/۲۱	۷/۷۲	۷/۸	پروتئین حقیقی
۲/۳۴	۶/۴۶	۶/۰۸	۵/۹۱	پروتئین بر حسب نیتروژن غیر پروتئینی
۲۰/۲	۳۵/۴	۳۱/۸	۳۱/۳	دیواره سلولی
۷/۲	۱۷/۲	۱۵/۵	۱۴/۴	دیواره سلولی منهای همی سلولز
۶۴/۶۵	۴۵/۱	۴۸/۴	۵۱/۱	کربوهیدرات غیر فیبری

با شروع مرحله جوانه زنی در دانه جو، میزان ماده خشک، پروتئین، قندها و نشاسته طی گذشت زمان در معرض تغییر قرار می گیرد به نحوی که باز یافت ماده خشک در جو سبز شده از هر کیلو گرم دانه کشت شده، طی مدت حدود ۱۰۰ ساعت ممکن است تا ۵ درصد کاهش پیدا کند. مطالعات نشان داده است که میزان کل مواد قندی تا ۹۶ ساعت افزایش و پس از ۱۲۰ ساعت کاهش یافته و نشاسته نیز از ۵۱/۳ به ۴۲/۳ درصد در ۱۲۰ ساعت کاهش یافته است (۱۳، ۱۷). بررسی ها نشان داده است که میزان وزنی (بر حسب ماده خشک) دانه جو پس از سبز شدن کاهش می یابد که این کاهش با افت انرژی و مواد نشاسته ای همراه است اما نسبت فیبر و دی گلیسرید ها افزایش می یابد. به طور کلی، در طول دوره سبز شدن دانه؛ وزن ماده خشک، کربوهیدرات های غیر فیبری و انرژی خام به طور چشم گیری کاهش می یابد اما میزان پروتئین موجود در گیاه چندان تغییری نمی کند. از نظر اسید های آمینه نیز، پرولین، گلوتامیک اسید و سیستین کاهش، در حالی که آلانین و آسپارتیک اسید افزایش می یابد. میزان فیبر و همچنین غلظت اسید های چرب نیز با طولانی شدن دوره رشد روند افزایشی خواهد یافت (۱۰، ۱۵، ۲۵، ۳۱).

## عملکرد علوفه آبکشت در تغذیه دام

در خصوص کاربرد علف سبز تولید شده با روش آبکشت در تغذیه دام تا کنون پژوهش‌هایی انجام گرفته و گزارش‌هایی منتشر شده است. در آزمایشی که به مدت ۱۰۸ روز بر روی ۶۰ راس بره نر از توده نژادی ورامینی با میانگین وزنی  $27 \pm 2$  کیلوگرم انجام شد، مشخص گردید که مصرف جو سبز شده در اتاق کشت در جیره غذایی نسبت به دانه جو، تفاوت معنی‌داری بر عملکرد پرواری نداشت (۱). در آزمایشی که بر روی گوسفندان پرواری نژاد سافولک انجام شد، از جو سبز شده به میزان ۱۰۵ گرم (ماده خشک در روز به ازای هر راس دام) در جیره غذایی استفاده شد اما نتایج نشان داد که اضافه وزن دام‌ها و ضریب تبدیل غذایی نسبت به گروه شاهد، که در آن‌ها جو به صورت دانه مصرف شده بود، مشابه بود (۱۴). استفاده از علوفه جو تولیدی به روش آبکشت در جیره غذایی میش‌های آواسی نیز بر عملکرد تولید مثلی و نیز تولید کمی و کیفی شیر میش‌ها بهبودی را نشان نداد (۱۵).

در مورد کاربرد علف سبز جو (تولیدی با روش آبکشت) در جیره غذایی گوساله‌های پرواری نیز آزمایش‌های محدودی انجام شده است. بر اساس یک گزارش، جایگزینی بخشی از دانه جو با جو سبز شده در اتاق کشت در جیره غذایی گوساله‌های نر پرواری اثر معنی‌داری بر عملکرد دام‌ها نداشت (۵). در گزارش دیگری چنین آمده است که مصرف جو سبز شده در جیره غذایی گوساله‌های نر در مقایسه با جیره شاهد تفاوتی را در عملکرد پرواری نشان نداد (۲۱) اما در جای دیگری چنین گزارش شده است که مصرف جو سبز شده در جیره غذایی گوساله‌های پرواری عملکرد رشد بهتری را در بر داشته است (۳۲).

پژوهش‌های محدودی نیز در ارتباط با استفاده از علوفه سبز آبکشت در جیره گاوهای شیری و گاو میش انجام شده است (۱۸، ۲۳، ۳۰، ۲۷). در آزمایشی که بر روی گاوهای آمیخته (بوس تاروس × بوس ایندیکوس) انجام شد، مصرف علوفه جو دریافتی به صورت تغذیه اختیاری حدود  $50/38$  کیلوگرم در روز یعنی معادل  $7/13$  کیلوگرم ماده خشک بود. میانگین ماده خشک دریافتی از علف جو  $1/93$  درصد از وزن بدن و میانگین شیر تولیدی نیز  $9/13$  کیلوگرم در روز بود. در عین حال، مصرف این علوفه به دلیل حجیم بودن و دارا بودن رطوبت بسیار بالا، سبب محدود شدن ماده خشک دریافتی شد (۲۵).

در آزمایش دیگری که علف جو تولید شده با روش آبکشت در جیره غذایی گاوهای آمیخته (بومی × هلشتاین) جایگزین بخشی از علوفه و کنساتره گردید، اثری بر میزان خوراک مصرفی (بر مبنای ماده خشک) و عملکرد تولید شیر مشاهده نشد (۲۷). در حالی که پژوهشگران دیگری اثر جایگزین علوفه سبز جو را در جیره غذایی گاو شیرده مورد

بررسی قرار دادند و اظهار نمودند که عملکرد شیر  $8/7$  درصد افزایش داشت ولی چربی شیر کاهش نشان داد (۲۸).

پژوهش‌گران دیگری استفاده از علوفه سبز شده به روش آبکشت را به عنوان مکمل جیره غذایی گاوهای شیری، در فصل کمبود علوفه، مورد بررسی قرار دادند و دریافتند گاو‌هایی که از این علوفه تغذیه شدند نسبت به گاو‌هایی که در مرتع چرا نموده و خوراک دستی آن‌ها از علف چمنی تامین شد وضعیت بدنی بهتری را نشان دادند (۲۳).

## جمع‌بندی نتایج پژوهش‌های انجام شده و نتیجه‌گیری

گرچه در زمینه فن آوری تولید علوفه با روش آبکشت و نیز عملکرد محصول تولیدی در تغذیه دام تا کنون در خیلی از نقاط جهان تلاش‌هایی انجام شده است اما تا کنون هیچ‌یک از آنها در جهت توسعه این فن آوری، با هدف تامین علوفه



جهت واحد های دامپروری ، توجیهی را ارائه نداده است به نحوی که امروزه به جز موارد استثنائی (با اهداف تحقیقاتی یا تفننی یا موارد خاص) چنین سیستم هایی در دنیا به منظور تولید علوفه مورد استفاده قرار نمی گیرد. در ایران نیز طی ده ساله اخیر افراد و شرکت هایی در این راستا تلاش نموده اند اما غالب آنها با هدف ساخت اتاق کشت و تامین بازار فروش آن مبادرت ورزیده اند.

آنچه که در زمینه توجیه کاربرد این فناوری اهمیت دارد ، نسبت بازیافت مواد مغذی در دانه سبز شده حاصل از دانه مورد استفاده می باشد که تا کنون بالاتر از دانه مصرف شده برای کشت نبوده است. در خصوص سبز نمودن جو و تبدیل آن به علف سبز تازه ، آزمایش ها یی انجام شده است که غالباً مقدار علف تولیدی به ازای هر کیلو گرم دانه جو مصرفی را بین ۵ تا ۸ کیلو گرم به دست آورده اند که بخش اصلی آن را آب تشکیل می دهد. البته در مواردی که دانه جو به خوبی بوجاری شده و به صورت خالص با قدرت جوانه زنی بالا استفاده شود ، میزان تولید علف سبز به ازای هر کیلو گرم افزایش خواهد یافت.

خلاصه این که ، وقتی دانه هایی مانند جو به مدت یک هفته در محیط رویش قرار می گیرد مقدار زیادی آب جذب نموده و رویان آن جوانه زده و رشد می کند که به دنبال آن بخش سبزینه فعال شده و بخش علوفه ای به ارتفاع چند سانتیمتر بوجود می آورد. برای چنین فرایندی مواد غذایی ذخیره شده در دانه مصرف شده و مورد سوخت و ساز قرار می گیرد که مهم ترین این مواد نشاسته ذخیره شده در دانه می باشد که از نظر مقدار کاهش پیدا می کند. بنابر این برای ریشه دوانی و تولید سبزینه ، محتویات بذر مصرف می شود و قسمتی نیز به صورت انرژی از سیستم خارج می گردد. پس از طی یک هفته ، یعنی زمان برداشت و مصرف علف تولیدی ، محصول بدست آمده مجموعه ای از ریشه و سبزینه و دانه نیمه تخلیه شده همراه با دانه های سبز نشده خواهد بود که حاوی ۸۰ تا ۹۲ درصد رطوبت می باشد به نحوی که اگر

خشک شود ممکن است حتی وزن خشک آن به اندازه وزن دانه به کار گرفته شده نباشد. در این صورت می توان نتیجه گرفت که از نظر توازن مواد مغذی (مواد مغذی تولیدی نسبت به مواد مغذی مصرف شده) در واقع تولیدی صورت نگرفته است. حال چنانچه جوانه زدنی و سبز شدن دانه به عنوان یک روش فراوری در نظر گرفته شود ، باز هم بهبود قابل توجهی در ارزش غذایی محصول به دست آمده اتفاق نمی افتد به جز این که هزینه هر واحد مواد مغذی را افزایش می دهد.

تا کنون نتایج ضد و نقیضی در مورد اثر مصرف علوفه تولیدی با روش آبکشت در تغذیه دام و عملکرد تولید دام ها در نتیجه مصرف آن گزارش شده است. بعضی از گزارش ها حاکی از آن است که عملکرد تولید شیر ۱۰ الی ۱۵ درصد افزایش یافته است. در عین حال گزارش های دیگری حاکی از آن است که مصرف علف سبز تولید شده با روش آبکشت در جیره های غذایی گاوهای شیری و پرواری برتری خاصی را نشان نداده است در حالی که هزینه قصیل تولیدی در مقایسه با دانه اولیه مصرف شده به مراتب بالاتر بوده است یعنی این که هر کیلو گرم علف تولیدی (بر حسب خشک) نسبت به دانه که به حالت خشک می باشد بالاتر بوده است که این خود سبب بالا رفتن هزینه خوراک می گردد.

البته در مواردی که دام ها با سوئی تغذیه مواجه بوده و به جیره غذایی کافی و متوازن دسترسی نداشته باشند ، استفاده از علف آبکشت سبب بهبود وضعیت و عملکرد می گردد اما در این موارد نیز جای سوال باقی خواهد بود که تبدیل دانه به حالت سبز شده (با صرف هزینه اضافی برای تبدیل) و سپس استفاده از آن در تغذیه دام ها نسبت به مصرف مستقیم دانه ، از نظر عملکرد و نیز هزینه چه وضعیتی خواهد داشت.



پژوهش های محدود انجام شده در شرایط ایران که عموماً بر اساس تبدیل دانه جو به صورت سبز شده در اتاق کشت انجام شده است ، حاکی از آن است که با استفاده از فن آوری های موجود ، تبدیل دانه جو به حالت سبز شده نسبت به مصرف مستقیم دانه جو در تغذیه دام ها مزیتی را در تولیدات دامی نداشته بلکه تا حد زیادی سبب بالارفتن هزینه خوراک گردیده است چرا که با تبدیل دانه جو به حالت سبز شده میزان نسبی ماده خشک و مواد غذایی که از طریق جو سبز شده به دست می آید ، بالاتر از ماده اولیه مصرف شده جهت کشت نبوده است. گرچه با جذب آب بخشی از محتویات دانه به ریشه و سبزینه تبدیل شده که ظاهراً چندین برابر وزن دانه اولیه خواهد بود اما بخش اصلی آن را آب تشکیل می دهد که وزن علفه منهای آب معادل یا کمتر از وزن دانه اولیه مصرف شده بوده و قیمت آن نیز به مراتب بالاتر از دانه اولیه خواهد بود.

علاوه بر این ، به دلیل امکان آلوده شدن محیط کشت و علف تولیدی به قارچ ها و کپک های مشکل زا و ایجاد مشکلات بهداشتی در دام ها ناگزیر می بایستی از مواد ضد عفونی کننده در سیستم استفاده شود که این خود از عوامل محدود کننده و افزایشنده هزینه به شمار می رود. بنا بر این علیرغم گذشت چندین دهه از شروع فعالیت این فن آوری در جهان ، هنوز تولید علفه با روش آبکشت ، در واحد های دامپروری که با هدف اقتصادی به تولید شیر و گوشت اشتغال دارند گسترش نیافته است.

در یک محاسبه اقتصادی ، قیمت تمام شده جو سبز شده به روش آبکشت برآورد گردید و با دانه جو مقایسه شد که نتایج آن در جدول ۲ ، ارائه شده است. همان طوری که ارقام جدول نشان می دهند ، قیمت تمام شده هر کیلو گرم ماده خشک جو سبز شده ۱/۷۷ برابر نسبت به دانه جو می باشد. قیمت تمام شده هر واحد انرژی و پروتئین حاصل از جو سبز شده نیز به ترتیب ۱/۷۵ و ۱/۰۳ برابر نسبت به انرژی و پروتئین دانه جو برآورد گردیده است.

جدول ۲- برآورد قیمت تمام شده جو سبز شده و مقایسه آن با دانه جو

قیمت دانه جو با ۹۰٪ ماده خشک	۰/۳ دلار به ازای هر کیلو گرم
قیمت دانه جو بر اساس ۱۰۰٪ ماده خشک	۰/۳۳ دلار به ازای هر کیلو گرم
قیمت انرژی دانه جو (حاوی ۱۱ مگاژول انرژی در کیلو گرم)	۳/۰۳ سنت به ازای هر مگاژول
قیمت پروتئین دانه جو (حاوی ۱۰٪ پروتئین خام)	۳/۳۳ دلار به ازای هر کیلو گرم
قیمت جو سبز شده تازه (با احتساب ۱۲٪ ماده خشک)	۰/۰۷ دلار به ازای هر کیلو گرم
قیمت جو سبز شده بر اساس ۱۰۰٪ ماده خشک	۰/۵۸۳ دلار به ازای هر کیلو گرم
قیمت انرژی دانه جو (با فرض دارا بودن ۱۱ مگاژول انرژی در کیلو گرم)	۵/۳ سنت به ازای هر مگاژول
قیمت پروتئین جو سبز شده (با فرض ۱۹٪ پروتئین خام در ماده خشک)	۳/۴۳ دلار به ازای هر کیلو گرم

(ماخذ: ۳۱)

با استفاده از نتایج یک پژوهش که در سال ۱۳۸۷ در کشور انجام شده است ، قیمت تمام شده علف جو تولیدی با روش آبکشت بر اساس علف تازه ، ماده خشک ، انرژی و پروتئین تولیدی برآورد و نسبت به دانه جو مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج این مقایسه در جدول ۳، نشان می دهد که هر کیلو گرم علف سبز جو در مقایسه با دان جو بر اساس ماده خشک و نیز ارزش غذایی به مراتب بالاتر از دانه جو بوده است.

جدول ۳- برآورد قیمت تمام شده (ریال) جو سبز شده و مقایسه آن با دانه جو

علوفه جو	دانه جو	
۸۵۷	۲۵۰۰	قیمت هر کیلو گرم دانه جو با ۹۰٪ ماده خشک و علوفه جو با ۱۹٪ ماده خشک
۴۵۱۰	۲۷۵۰	قیمت هر کیلو گرم دانه جو و علوفه جو بر اساس ۱۰۰٪ ماده خشک
۴۰۷	۲۵۰	قیمت هر مگاژول انرژی قابل متابولیسم دانه جو و علوفه جو (حاوی ۱۱ مگاژول انرژی قابل متابولیسم در کیلو گرم ماده خشک)
۳۰۰۷۰	۲۵۰۰۰	قیمت هر کیلو گرم پروتئین خام دانه جو (۱۱٪ پروتئین و علوفه جو (۱۵٪ پروتئین خام))

(بر اساس اطلاعات ماخذ : ۶)

به هر صورت بررسی های محدود انجام شده در ایران نیز نشان دهنده بالارفتن هزینه و قیمت تمام شده جو سبز شده نسبت به دانه خشک می باشد به نحوی که علاوه بر عدم افزایش ماده خشک و مواد مغذی به دست آمده از هر واحد دانه مصرف شد، ممکن است هزینه تمام شده نیز به مراتب بالاتر از قیمت دانه مصرف شده باشد که قابل توجیه نخواهد بود.

#### منابع مورد استفاده

- ۱- اسکندر شیری، ن. ۱۳۸۱. استفاده از علوفه تازه تولیدی به روش هایدروپونیک در تغذیه بره پرواری. مجله دامدار. شماره ۱۳۵.
- ۲- اصغری تبریزی، م. ۱۳۸۶. تعیین ارزش غذایی قصیل جو با روش هایدروپونیک به روش های آزمایشگاهی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان.
- ۳- رونقی ع، مفتون م. ۱۳۸۲. کتاب هایدروپونیک (آبکشتی) شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز ۲۷۳ صفحه.
- ۴- فضائلی، ح.، ح. ع. گل محمدی، ع. ا. شعاعی، ن. منتجبی و ش. مشرف. ۱۳۸۷. بررسی عملکرد تولید علف سبز جو با روش آب کشت در اتاق فلزی. مجموعه مقالات سومین کنگره علوم دامی کشور. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۵- گل محمدی، ح. ع. ح. فضائلی، م. زاهدی فر، ش. مشرف، م. کوهی حبیبی، م. صالحی، ن. منتجبی، ع. آذربایجانی و ع. ا. شعاعی. ۱۳۸۷. بررسی عملکرد، ارزش غذایی و هزینه تولید علوفه سبز جو با روش آبکشت و استفاده از آن در گوساله های نر پرواری. مجموعه مقالات سومین کنگره علوم دامی کشور. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۶- گل محمدی، ح. ع. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد تولیدی گاوهای شیری با استفاده از علوفه سبز تولیدی به روش آبکشت (هایدروپونیک) پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان.

7-Al-Ajmi, A., A. Salih I. Kadhim and Y. Othman. 2009. Yield and water use efficiency of barley fodder produced under hydroponic system in GCC countries using tertiary treated sewage effluents. J. Phytol. 1(5) : 342-348.

8-Bull, R. C. and C. F. Peterson. 1969. Nutritive value of sprouted wheat for swine and poultry. J. Anim. Sci. 28: 856.

- 9-Chavan, J. k. and S. S. Kadam. 1989. Nutritional improvement of cereals by sprouting. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28(5) : 401-437
- 10-Chung, T., N. Ensim and J. Nwokoho. 1989. Composition and digestibility in sprouted barley and canola seeds. *Plant Foods Hum. Nutr.* 39(3) : 267-268.
- 11-Cropking. 2007. Graze green fodder production system. Available online <http://www.grazegreen.com/features.html>
- 12-Cuddeford, D. 1989. Hydroponic grass. *In Prac.* 11(5) : 211-214.
- 13-Dagnia, S., D. Petterson R. Bell and F. Flanagan. 1992. Germination alters the chemical composition and protein quality of lupin seed. *J. Sci. Food Agric.* 60(4) : 419-423.
- 14-Dimirov, I., I. Iranorr and P. Cenadior. 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.
- 15-Eshtayeh, F. A. and J. Abu Omar. 2004. A new Source of Fresh Green Feed (Hydroponic Barley) for Awassi sheep. An-Najah National University. Nablus. Plestine.
- 16-Farlin, S., D. J. H. Dahmen and T. D. Bell. 1971. Effects of sprouting on nutritional value of wheat in cattle diets. *Can. J. Anim. Sci.* 51 : 147-151.
- 17-Fazaeli, H. 2008. Effect of nutrients solution on yield and chemical composition of hydroponic fodder at different days. 13<sup>th</sup> Asian Australasian congress of animal production. Vietnam.
- 18-Grigorev, N. G., A. L. Fitsev and T. I. Lesnitskaya. 1986. Nutritive value of hydroponics feed and its use for feeding high-yielding cows. *Selskokhozyaist Vennaya Biologiya.* 7 : 47-50.
- 19-Kruglyakov, Yu. A. 1989. Construction of equipment for growing green fodder by a hydroponic technique. *Traktory-I Sel'skokhozyaistvennye Mashiny.* 6 : 24-27.
- 20-Mansbridge, R. J. and B. J. Gooch. 1985. A nutritional assessment of hydroponically grown barley for ruminants. *Anim. Produc.* 40 : 569-570.
- 21-Mooney, J. 2005. Growing Cattle Feed Hydroponically. *Meat and Livestock Australia.*
- 22-Morgan, J., R. R. Hunter and R. O'Haire. 1992. Limiting factors in hydroponic barley grass production. 8th International congress on soil-less culture, Hunter's Rest, South Africa.
- 23-Mulea, C. R., H. E. Rodriguez, O. Ruiz, A. Flores, J. A. Grado and C. Arzola. 2005. Use of green fodder produced in hydroponic system as supplement for lactating cows during the dry season. *J. Anim. Sci.* 83 (Suppl.2).
- 24-Myers, J. R. 1974. Feeding Livestock from the Hydroponic Garden. Agriculture Department. Phoenix Arizona State University
- 25-Pandey, H. N. and N. N. Pathak. 1991. Nutritional evaluation of artificially grown barley fodder in lactating crossbred cows. *Ind. J. Anim. Nutr.* 8(1) : 77-78.
- 26-Peer, D. J. and S. Leeson. 1985. Nutrient content of hydroponically sprouted barley. *Anim. Feed Sci. Technol.* 13 : 191-202.
- 27-Reddy, M. R. and D. N. Reddy. 1991. Supplementation of barley fodder to paddy straw based rations of lactating cows. *Ind. J. Anim. Nutr.* 8 (4) : 274-27.

- 28-Savelkoul, F., H. Boer, S. Tamminga, A. J. Sehepers and L. Elburg. 1992. In vitro enzymatic hydrolysis of protein pattern change of Soya and faba bean during germination. *Plant Foods Hum. Nutri.* 42(3) : 275-284.
- 29-Shem, M., F. Lekule G. Zakayo and B. Eggum. 1990. Nutritive value of germinated and un-germinated high tannin sorghum for growing pig. *Acta Agri. Scand.* 40(3) : 253-258.
- 30-Sial, M., T. Ahmad and M. Afzal. 1977. A study on the Nutrient value of barley malt sprouts for lactating buffaloe. *J. Agric. Res. Pakistan.* 15(1) : 51-59.
- 31-Smith, D. B. 1972. The amino acid composition of barley grain protein during development and germination. *J. Anim. Sci.* 78 : 265-273.
- 32-Sneath, R. and M. Felicity. 2003. Review of Hydroponic fodder production for beef cattle, ISBN: 1-74036- 503 8
- 33-Tudor, G., T. Smith and F. Shallcros. 2005. The performance of Droughtmaster steers fed hydroponically grown sprouted barley fodder. Department of Agriculture Government of Western Australia. Miscellaneous Publication.

## **Evaluation the performance of hydroponic technology's for green fodder production**

Since, the shortage of water and fertile land resources became worrying issues in the universe including Iran, scientists are zooming to find out any way to produce required safe feedstuffs for nourishing the animals. But it doesn't mean it should cost skyscraper. Moreover, to find appropriate strategy of forage production is indispensable. Intensive hydroponic system as a fast growing method has been considered in which, seeds are planted in a container and green fodder will be harvested after one week period. In this technique, the seeds will be soaked in water over night and then planted in chambers, where the germination and emerging roots will begins. So, the areal part will grow about 20cm during one week. The most grain which is used in this system for green fodder production is barley. In ancient era, as nations culture in Iran, first few days of spring season (Nowrooz festival) every family were busy to produce green leafy vegetations through sowing wheat, lentil or moong seeds at home on a plates or tray. Since last decades, this technology has been developed for green fodder production in some countries, where special rooms or chambers are manufactured in which growing conditions are provided. The end product will be a mixture of green forage, white roots, seed hulls and non germinated seeds will contain about 80-90 percent moisture and maximum dry matter obtained per kg of seed will not be exceeded from the initial dry matter spent, as seed grain.

There are contradictory reports, regarding the nutritive value of hydroponic green fodder and its performance in animal nutrition. Some information indicated a 10-15 percent of improvement in animal performance by using this fodder, while, other author reported as no advantages found in animal performance by giving green fodder. Moreover, the cost was increased in green fodder comparing to the initial grain.

**Key words :** hydroponic, green fodder, performance

## **Evaluation the performance of hydroponic technology for green fodder production**

### **Abstract**

Regarding the limitation of water and fertile soil in Iran, consider to find out appropriate strategy of forage development is indispensable. Intensive hydroponic system as a fast growing method has been considered in which, seeds are planted in a container shape room or chamber and green fodder harvested after one week. Similar method in small scale of seed growing has been used in Iranian families since long times as National Nowrouz Green. Since last decades, this technology has been developed for green fodder production in some countries, where special rooms or chambers are manufactured in which growing conditions are provided. The most grain which is used in this system for green fodder production, is barley where. The seeds are soaked in water over night and then planted in chamber, where the germination and running roots will be started, and then the green areal part will reach about 20 cm during one week. A considerable portion of preserved seeds starch will be used for the process where it is converted to root and green parts. Therefore the final product will be a mixture of green forage, white roots, seed hulls and non germinated seeds that contained about 80-90 percent water but the maximum amount of dry matter obtained per kg of seed will not be exceeded from the initial dry matter spent, as seed grain.

There are contradictory reports, regarding the nutritive value of hydroponic green fodder and its performance in animal nutrition. Some information indicated a 10-15 percent of improvement in animal performance by using this fodder but the others pointed out that no advantages found in animal performance when the green fodder used in the diets wherever the cost was increased in green fodder comparing to the initial grain. Recently there are some challenges about development of hydroponic green fodder system in Iran, therefore the present paper will discuss about this field.

**Key words :** hydroponic, green fodder, performance