

تأثیر چین و مرحله رشد بر ترکیب شیمیایی و تجزیه پذیری یونجه

نسرین مهرداد، مسعود علیخانی و غلامرضا قربانی^۱

چکیده

در این بررسی از سه گوسفند فیسول شده با میانگین وزن 47.5 ± 2.5 کیلوگرم برای تعیین اثر چین (پنج نوبت) و مرحله رشد (بدون گل، اوایل گل دهی و گل دهی کامل) بر ترکیب شیمیایی و تجزیه پذیری یونجه (*Medicago sativa*) به روش *In situ* استفاده شد. کیسه های نایلونی به قطر منافذ ۵۰ میکرومتر با ۳/۵ گرم از هر نمونه پر و قبل از تغذیه صبحگاهی در داخل شکمبه گوسفندان قرارداداده و برای هفت زمان مختلف (۴۸، ۲۴، ۱۶، ۸، ۴، ۲، صفر ساعت) انکوباسیون شدند.

نتایج نشان داد یونجه در مرحله بدون گل حاوی بیشترین مقدار پروتئین خام و کمترین مقدار فیبرخام بود. چین نوبت سوم بیشترین میزان تجزیه پذیری ماده خشک و ماده آلی را داشت. میزان تجزیه پذیری، به ترکیبات فیبری و حلالیت بستگی دارد. با افزایش مرحله رشد، مقدار پروتئین خام، تجزیه پذیری و مواد محلول کاهش و مقدار فیبرخام، پروتئین دیواره سلولی و پروتئین دیواره سلولی بدون همی سلولز افزایش یافت. مقدار پروتئین دیواره سلولی نشانگر پروتئین غیر قابل دسترس در شکمبه بود. گرچه سرعت تجزیه پذیری ماده آلی در مرحله گل دهی کامل حداکثر بود، ولی اختلاف معنی داری بین مراحل رشد وجود نداشت. تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام بین مراحل رشد اختلاف معنی داری ($P < 0.05$) داشت. تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک با سرعت عبور ۶ درصد در ساعت در سومین چین یونجه بیشترین مقدار بود. نتایج این بررسی نشان داد که چین اول و مرحله گل دهی کامل کمترین و چین پنجم و مرحله بدون گل دهی بیشترین پروتئین را دارا بودند و تأثیرات چین و مرحله رشد روی پارامترهای تجزیه پذیری متغیر بود و نتیجه مشخصی نمی توان گرفت.

واژه های کلیدی: یونجه، تجزیه پذیری پروتئین خام، ماده خشک، مرحله رشد، ماده خشک

مقدمه

معدنی، پروتئین، ویتامین ها بخصوص ویتامین A از اهمیت خاصی برخوردار است (۳). عوامل زیادی چون نوع گیاه، علوفه ای، محتویات قسمت های مختلف گیاه به ویژه برگ ها، مرحله برداشت و شرایط آب و هوایی و مدیریتی بر کیفیت علوفه خشک مؤثرند (۴). رشد گیاه در هنگام برداشت مهم ترین عامل مؤثر بر کیفیت علوفه است (۱). در ایالات شمالی امریکا ثابت

تأمین احتیاجات غذایی حیوانات با تنظیم جیره های متعادل ممکن می باشد و علوفه، بخش قابل توجهی از جیره های متداول نشخوارکنندگان را تشکیل می دهد (۳). در بین گیاهان علوفه ای، یونجه (*Medicago sativa*)، به علت کیفیت خوب، و خوش خوراکی و دارا بودن ذخایر غذایی از جمله مواد

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و استاد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

برداشت مرتبط است به میزان ماده قابل هضم در آن وابسته نیست (۴). تاریخ برداشت یونجه عامل مهمی برای به دست آوردن علوفه بیشتر است و تعیین آن باید براساس زمان معینی از رشد این گیاه باشد، یونجه‌ای که در مرحله گل‌دهی کامل است محصول زیادت‌تر و دوام بهتر در مزرعه را به دنبال دارد ولی ارزش غذایی و تجزیه‌پذیری کمتری خواهد داشت (۴).

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر نوبت چین و مرحله رشد گیاه یونجه بر میزان تجزیه‌پذیری آن به روش کیسه‌های نایلونی بود.

مواد و روش‌ها

سه گوسفند نژاد نائینی به وزن $47/5 \pm 2/5$ کیلوگرم و متوسط سن ۳ سال، انتخاب و مجهز به فیستوله‌گذاری گردیدند. جیره غذایی در حد نگره‌داری و طبق پیشنهاد NRC (National Research Council) شامل کنسانتره، یونجه و کاه به نسبت ۳:۱ داده شد (۱۵). اجزای کنسانتره شامل جو ۶۹٪، سبوس گندم ۱۹٪، کنجاله پنبه دانه ۹/۵٪، پودر استخوان ۰/۵٪، پودر صدف ۱٪، نمک ۰/۵٪ و اوره ۰/۵٪ بود.

دسترسی به آب آزاد و دوره عادت‌پذیری به جیره دو هفته بود. نمونه‌های یونجه رقم محلی (رهنانی) اصفهان بعد از جمع‌آوری به تفکیک مراحل رشد (بدون گل، ۲۰-۱۰٪ گل‌دهی و گل‌دهی کامل) و پنج نوبت چین در سایه خشک شده و توسط آسیاب چکشی در حد ۱/۵ میلی‌متر آسیاب شدند. سپس با در نظر گرفتن منطقه جمع‌آوری (برای جلوگیری از اثر منطقه در آزمایش) وزن خشک مساوی از نمونه‌ها با یکدیگر مخلوط شدند. ترکیب شیمیایی شامل پروتئین خام، فیبر خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز، پروتئین دیواره سلولی (Neutral Detergent Insoluble Crude Protein) (NDICP) و پروتئین دیواره سلولی بدون همی سلولز (Acid Detergent Insoluble Crude Protein) (ADICP) با سه تکرار تعیین گردید. به منظور تعیین پروتئین دیواره سلولی و پروتئین دیواره سلولی بدون همی سلولز نخست میزان دیواره

شده که حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد از مواد خشک قابل هضم در اولین چین علف‌های گندمی و بقولات در دو هفته اول رشد، تولید می‌شود و بعد از این قابلیت هضم این مواد به نسبت ۰/۴۸ درصد در روز کاهش می‌یابد تا تقریباً در اواسط تیرماه نسبتاً ثابت خواهد ماند و به عدد ۵۰ درصد می‌رسد (۴). اگر چه با نزدیک شدن مرحله رسیدن دانه، میزان مواد قابل هضم چین‌های بعدی گیاه کاهش می‌یابد ولی تأثیر مراحل رشد بر روی چین‌های بعدی خیلی کمتر از چین اول بود، دلیل این تغییر به خوبی شناخته نشده است و چین‌های بعدی گیاهان علوفه‌ای به اندازه چین اول گیاهان که در اوایل فصل بهار در ایالات شمالی امریکا برداشت شد، حاوی مواد قابل هضم نبود (۴). یافته‌های لیانو و دی‌پیترز (۱۲) حاکی از آن است که برداشت دیرتر یونجه بهاره باعث ۶۲ درصد افزایش در پروتئین عبوری، ۱۰ درصد افزایش در دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز، ۵ درصد کاهش در پروتئین خام و ۱۲ درصد کاهش در تجزیه‌پذیری ماده خشک به روش کیسه‌های نایلونی (Nylon bag - *In situ*) شده است. هوفمن و همکاران (۱۱) گزارش کردند که با افزایش سن گیاه قسمت محلول و تجزیه‌پذیر کاهش یافت.

استیسی و همکاران (۱۸) عنوان کردند که افزایش دیواره سلولی و کاهش میزان پروتئین خام با افزایش مرحله فیزیولوژی رشد، میزان مصرف ماده خشک، تولید شیر و قابلیت هضم گیاه را تحت تأثیر قرار داد. چهار عامل مؤثر بر تشکیل فیبر و قابلیت هضم گیاهان علوفه‌ای شامل درجه حرارت، سن گیاه، شدت نور و میزان مصرف کود ازته می‌باشند (۱ و ۷). افزایش درجه حرارت محیط باعث افزایش لیگنین و دیواره سلولی می‌شود و قابلیت هضم و تجزیه‌پذیری رشد دوباره تابستانه را در مقایسه با رشد بهاره کاهش می‌دهد (۱۹). رقم گیاه و مرحله برداشت نیز در میزان تجزیه‌پذیری مؤثر است (۱۱ و ۱۳). نظر به این که مراحل رشد بیولوژیکی بعضی از گونه‌های گیاهان علوفه‌ای نسبت به سایر گونه‌ها، در تاریخ‌های مختلف اتفاق می‌افتد، از این رو آشکار است که مرحله رشد، آن اندازه که به تاریخ

b = ماده خشک نامحلول ولی بالقوه که توسط موجودات میکروسکوپی قابل تجزیه است.

c = ضریب ثابت سرعت تجزیه پذیری بخش b در زمان t .

اطلاعات حاصل توسط نرم افزار SAS (۱۷) و مدل ANOVA در طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل (۳×۵) با سه تکرار، مورد مقایسه قرار گرفتند. مدل طرح به صورت زیر بود:

$$X_{ijk} = \mu + S_j + S_k + S_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

X_{ijk} نشان دهنده هر مشاهده، μ میانگین کل جمعیت، S_j اثر فاکتور اول (نوبت چین)، S_k اثر فاکتور دوم (مرحله رشد)، S_{jk} اثر متقابل دو فاکتور (نوبت چین \times مرحله رشد) و ε_{ijk} اثر خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که بین سه مرحله رشد، مرحله بدون گل بیشترین مقدار پروتئین خام و مرحله گل دهی کامل کمترین مقدار را دارا بودند و اختلاف معنی داری بین آنها وجود داشت ($p < 0/05$). چین اول کمترین و چین پنجم بیشترین پروتئین را به خود اختصاص دادند ($p < 0/05$) (جدول ۱). علت این پدیده بدین ترتیب است که متناسب با رشد گیاه قسمت‌های فیبری گیاه افزایش یافته و دیواره سلولی به طرف سلولزی شدن پیش می‌رود و درصد مواد مغذی به ویژه پروتئین خام کاهش می‌یابد. دامنه پروتئین خام با توجه به نوبت چین و مرحله رشد از ۱۴/۸۲ درصد در چین چهارم با گل دهی کامل تا ۲۲/۶۳ درصد در چین دوم بدون گل بود (جدول ۱).

طباطبایی و همکاران (۲) میزان پروتئین خام در بوته یونجه رقم همدانی را در مراحل شروع غنچه‌دهی، غنچه‌دهی کامل، شروع گل‌دهی و گل‌دهی کامل به ترتیب مقدار ۲۰/۰۷۲٪، ۲۳/۰۲٪، ۲۳/۲۸٪ و ۲۳/۳٪ گزارش کردند. علت تفاوت میزان پروتئین خام در پژوهش طباطبائی و همکاران (۲) با این آزمایش را می‌توان به رقم یونجه، شرایط اقلیمی و مرحله برداشت نسبت داد. در هر سه مرحله رشد با افزایش بلوغ گیاه، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز روند صعودی پیدا کرد و اختلاف معنی داری بین آنها دیده شد.

سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز نمونه‌های یونجه تعیین، سپس پروتئین حاصل از این نمونه‌های آنالیز شده به روش کلدال مشخص شد (۱۱). مقدار ۳/۵ گرم یونجه (حدوداً ۱۹ میلی‌گرم به ازای هر سانتی‌متر مربع) داخل کیسه‌های نایلونی از جنس داکرون به ابعاد ۱۳×۷ سانتی‌متر و قطر منافذ ۵۰ میکرومتر قرار گرفت و قبل از انکوباسیون، برای تعیین زمان صفر کیسه‌های حاوی نمونه ۱۵ دقیقه در آب ± 1 ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد (۵ و ۸). بعد از پایان زمان انکوباسیون به منظور توقف تجزیه نمونه‌های داخل کیسه، با آب سرد به خوبی آبکش شدند. زمان‌های انکوباسیون شامل ۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۴۸ ساعت بود (۱۳). درصد ماده خشک و پروتئین ناپدید شده (۱۰) و قابلیت هضم ماده آلی (۶) از طریق فرمول‌های زیر محاسبه گردیدند:

$$[1] \quad \left(\frac{\text{وزن کیسه} - \text{وزن کیسه همراه نمونه}}{\text{وزن کیسه} - \text{وزن کیسه همراه نمونه}} \right) \times 100 = 1 - \text{درصد ماده خشک ناپدید شده}$$

$$[2] \quad \left(\frac{\text{پروتئین اولیه کیسه در زمان صفر}}{\text{پروتئین باقی مانده در کیسه}} \right) \times 100 = 1 - \text{درصد پروتئین ناپدید شده}$$

$$[3] \quad \left(\frac{\text{وزن خاکستر بقایای هضم شده و کاغذ وزن بقایای هضم نشده و کاغذ} - (\text{وزن خاکستر} - \text{وزن اولیه نمونه})}{\text{وزن خاکستر نمونه} - \text{وزن نمونه اولیه}} \right) \times 100 = \text{قابلیت هضم ماده آلی}$$

توسط نرم افزار ناوی (NAWAY) تجزیه‌پذیری بالقوه با استفاده از مدل $P = D = a + b(1 - e^{-ct})$ محاسبه گردید، در این فرمول ضرایب عبارت‌اند از (۱۶):

$$P = D = \text{تجزیه پذیری بالقوه}$$

$$T = \text{زمان انکوباسیون}$$

a = عرض از مبدأ در زمان و نشان دهنده مواد محلول و کاملاً تجزیه شده می‌باشد که به سرعت از کیسه‌ها خارج می‌گردد.

جدول ۱. میانگین ترکیب شیمیایی یونجه در پنج نوبت چین و سه مرحله رشد

| نوبت چین و مرحله رشد | ماده خشک | پروتئین خام | ADF ^۱ | NDF ^۲ | ADICP ^۳ | NDICP ^۴ | فیبر خام | ماده آلی |
|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| چین اول | ۷۹/۹ ^b | ۱۸/۸۳ ^d | ۴۳/۳۵ ^a | ۶۲/۴۳ ^b | ۶/۱۲ ^b | ۷/۳۷ ^b | ۲۱/۱۸ ^c | ۸۹/۹ ^a |
| چین دوم | ۷۶/۲۳ ^c | ۱۹/۶۲ ^{bc} | ۳۲/۹ ^c | ۵۶/۹ ^c | ۵/۲۶ ^b | ۶/۵۵ ^c | ۲۰/۰۶ ^d | ۸۹/۰۵ ^a |
| چین سوم | ۷۹/۲۰ ^c | ۱۹/۷۶ ^b | ۳۷/۹۳ ^c | ۵۳/۴۳ ^d | ۴/۵۴ ^c | ۵/۹۸ ^c | ۲۱/۱۸ ^c | ۸۸/۸۸ ^a |
| چین چهارم | ۷۸/۸ ^d | ۱۹/۱۸ ^{cd} | ۳۹/۴۳ ^b | ۶۶/۷۳ ^a | ۷/۱۲ ^a | ۸/۵۹ ^a | ۲۱/۵ ^a | ۹۰/۹۵ ^a |
| چین پنجم | ۸۱/۳ ^a | ۲۰/۲۹ ^a | ۳۶/۲۰ ^d | ۶۱/۳۳ ^b | ۶/۱۶ ^b | ۷/۸۶ ^b | ۲۱/۳۸ ^b | ۸۹/۸۲ ^a |
| مرحله بدون گل | ۷۵/۶۵ ^c | ۲۱/۷۴ ^a | ۳۱/۷۸ ^c | ۵۲/۲۲ ^c | ۴/۵ ^c | ۵/۷۲ ^c | ۱۹/۲۵ ^c | ۸۸/۶ ^b |
| مرحله ۲۰-۱۰٪ گل دهی | ۷۹/۰۷ ^b | ۲۰/۰۱ ^b | ۳۷/۳۷ ^b | ۶۰/۱۸ ^b | ۵/۷۹ ^b | ۷/۳۶ ^b | ۲۱/۳۶ ^b | ۸۹/۵۶ ^{ab} |
| مرحله گل دهی کامل | ۸۲/۶۵ ^a | ۱۶/۸۶ ^c | ۴۴/۷۴ ^a | ۸۶/۱ ^a | ۷/۲۳ ^a | ۸/۷۲ ^a | ۲۲/۵۸ ^a | ۹۱/۰۱ ^a |

۱. دیواره سلولی بدون همی سلولز

۲. دیواره سلولی

۳. پروتئین دیواره سلولی بدون همی سلولز

۴. پروتئین دیواره سلولی

اعداد در هر ستون با حروف مختلف (c,b,a و ...) اختلاف معنی دار دارند ($p < 0.05$).

غنچه‌دهی ۳۳/۴٪ و اواسط گل‌دهی ۳۲/۵٪ گزارش کردند. علت اختلاف در ضریب a ماده خشک بین دو آزمایش را می‌توان به مرحله برداشت یونجه و نحوه محاسبه زمان صفر نسبت داد. در بررسی هوفمن و همکارانش (۱۱) زمان صفر از نیم ساعت قرار دادن نمونه‌ها در آب ۳۹ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد، ولی در این آزمایش زمان قراردادن نمونه‌ها در آب ۱۵ دقیقه بود. میزان ماده خشک محلول تحت تأثیر ساختمان فیزیکی گیاه، میزان دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز، اجزای فیبری و مواد معدنی است، به طوری که هر چه اجزای فیبری بیشتر باشد میزان اجزای محلول کاهش می‌یابد (۱۰). در نتایج این آزمایش نیز دیده شد در هر نوبت چین یونجه با افزایش بلوغ گیاه و اجزای فیبری، میزان اجزای محلول سیر نزولی پیدا کرد. موادی که دارای مواد معدنی بیشتری هستند چون مواد معدنی در آب به راحتی شسته می‌شوند از ماده خشک محلول بیشتری برخوردارند (۱۰). این موضوع نیز با نتایج این آزمایش مطابقت داشت، به طوری که چین نوبت سوم با بیشترین مقدار ماده خشک محلول با هر چهار نوبت دیگر چین یونجه اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) داشت (جدول ۱ و ۳). هم‌چنین ماده آلی محلول نیز بین سه مرحله رشد اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$)

($p < 0.05$) (جدول ۱). در بین سه مرحله رشد، مرحله بدون گل کمترین میزان پروتئین دیواره سلولی و پروتئین دیواره سلولی بدون همی سلولز و مرحله گل‌دهی کامل بیشترین مقدار را داشت (جدول ۳). الیزالد و همکاران (۹) میزان پروتئین دیواره سلولی بدون همی سلولز را در انتهای رشد رویشی ۴/۶٪، اوایل گل‌دهی ۴/۲٪ و گل‌دهی کامل ۵/۱٪ و میزان پروتئین دیواره سلولی را در همان مراحل رشد به ترتیب ۴/۹٪، ۶/۹٪ و ۹/۱٪ گزارش کردند. میزان پروتئین دیواره سلولی بدون همی سلولز نشانگر پروتئین غیرقابل دسترس در شکمبه یا به عبارتی پروتئین عبوری از شکمبه می‌باشد (۱۰). هم‌بستگی بین ترکیبات شیمیایی یونجه در جدول ۲ آمده است. هم‌بستگی بین تجزیه‌پذیری پروتئین خام، تجزیه‌پذیری ماده خشک، تجزیه‌پذیری ماده آلی با فیبر خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز، پروتئین دیواره سلولی و پروتئین دیواره سلولی بدون همی سلولز منفی بود.

ماده خشک محلول (a) ($a = \text{Rapidly degradable fraction}$) ماده خشک محلول بین سه مرحله رشد اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) داشت (جدول ۳). هوفمن و همکاران (۱۱) ماده خشک محلول را در انتهای رشد رویشی ۴۶/۷٪، انتهای

جدول ۲. همبستگی بین ترکیب شیمیایی یونجه

| NDICP ^۱ | ADICP ^۷ | DM ^۶ | DOM ^۵ | DCP ^۴ | DDM ^۳ | ADF ^۲ | NDF ^۱ | فیبر خام | پروتئین خام | |
|--------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------|-------------|--------------------|
| | | | | | | | | | ۱ | پروتئین خام |
| | | | | | | | | ۱ | -۰/۶۹۷** | فیبر خام |
| | | | | | | | ۱ | ۰/۶۹۸** | -۰/۴۵ | NDF ^۱ |
| | | | | | | ۱ | ۰/۷۳** | ۰/۶۴* | -۰/۷۵** | ADF ^۲ |
| | | | | | ۱ | -۰/۵۴* | -۰/۸۷** | -۰/۵۵* | ۰/۷۵** | DDM ^۳ |
| | | | | ۱ | ۰/۴۲ | -۰/۶۴** | -۰/۹۴** | -۰/۷۱** | ۰/۶۵** | DCP ^۴ |
| | | | ۱ | ۰/۹۳** | ۰/۶۵** | -۰/۶۲** | -۰/۹۴** | -۰/۷۰** | ۰/۶۳** | DOM ^۵ |
| | | ۱ | -۰/۷۵** | -۰/۷۷** | -۰/۵۷* | ۰/۷۶** | ۰/۷۲** | ۰/۷۶** | -۰/۷۲** | DM ^۶ |
| | ۱ | ۰/۶۹** | -۰/۹۳** | -۰/۹۳** | -۰/۸۵** | ۰/۶۹** | ۰/۹۸** | ۰/۶۵** | -۰/۶۸** | ADICP ^۷ |
| ۱ | ۰/۹۸** | ۰/۷۳** | -۰/۹۴** | -۰/۹۰** | -۰/۸۱** | ۰/۶۸** | ۰/۹۷** | ۰/۶۳** | -۰/۶۵** | NDICP ^۱ |

۱. دیواره سلولی
 ۲. دیواره سلولی بدون همی سلولز
 ۳. ماده خشک قابل تجزیه
 ۴. پروتئین خام قابل تجزیه
 ۵. ماده آلی قابل تجزیه
 ۶. ماده خشک
 ۷. پروتئین دیواره سلولی بدون همی سلولز
 ۸. پروتئین دیواره سلولی
- *, **, * به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین ضرایب a, b, c و تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک یونجه در پنج نوبت چین و سه مرحله رشد

| EDDM ^{۸ و ۶} | EDDM ^{۵ و ۶} | RSD ^۷ | % تجزیه پذیری | C (%/h) ^۳ | b (%) ^۲ | a (%) ^۱ | نوبت چین و مرحله رشد |
|-----------------------|-----------------------|------------------|---------------|----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| ۴۳/۷ ^{bc} | ۴۶/۸ ^b | ۳/۲۰ | ۶۶/۰۴ | ۷/۷۶ ^{ab} | ۴۳/۷۶ ^{ab} | ۲۲/۲۸ ^b | چین اول |
| ۴۴/۴ ^b | ۴۷/۳ ^b | ۲/۱۰ | ۶۴/۱۴ | ۸/۷۶ ^{ab} | ۴۱/۰۹ ^c | ۲۳/۰۳ ^b | چین دوم |
| ۴۵/۶ ^a | ۴۸/۷۳ ^a | ۲/۳۱ | ۷۱/۴۹ | ۶/۱۷ ^b | ۴۶/۱۳ ^a | ۲۵/۳۶ ^a | چین سوم |
| ۴۳/۳ ^a | ۴۶/۷ ^b | ۲/۰۴ | ۶۲/۹۳ | ۹/۲۷ ^a | ۴۱/۰۶ ^c | ۲۱/۸۷ ^c | چین چهارم |
| ۴۳/۶ ^c | ۴۶/۶ ^b | ۱/۹۶ | ۶۵/۱۵ | ۷/۷۵ ^{ab} | ۴۲/۳۲ ^{ab} | ۲۲/۸۳ ^b | چین پنجم |
| ۴۶/۶۴ ^a | ۴۹/۷۸ ^a | ۲/۲۱ | ۶۹/۷۵ | ۷/۳۲ ^b | ۴۴/۲۵ ^a | ۲۵/۵ ^a | مرحله بدون گل |
| ۴۴/۰۸ ^b | ۴۷/۱۴ ^b | ۲/۳۹ | ۶۶/۹۴ | ۷/۱۲ ^b | ۴۳/۱۶ ^b | ۲۳/۷۸ ^b | مرحله ۲۰-۱۰٪ گل دهی |
| ۴۱/۸۶ ^c | c | ۲/۵۱ | ۶۱/۱۷ | ۹/۳۹ ^a | ۴۱/۲۰ ^c | ۱۹/۹۷ ^c | مرحله گل دهی کامل |

۱. ماده خشک محلول که سریعاً از کیسه ها خارج شده
۲. ماده خشک یا محلول که پتانسیل تجزیه را دارد.
۳. سرعت تجزیه پذیری در ساعت
۴. انحراف معیار خطا مربوط به پارامترهای a, b, c و تجزیه پذیری
- اعداد در هر ستون با حروف مختلف (a, b, c) اختلاف معنی دار دارند (p < ۰/۰۵).
- ۵ و ۶. تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک (EDDM) در سرعت های عبور (k) ۶ و ۸٪ در ساعت

بیشترین میزان فاکتور b پروتئین خام را داشت زیرا اجزای فیبری کمتری را دارا بود (جدول ۵). در گزارشی (۱۱) آمده است که تأثیر بلوغ بر فاکتور b پروتئین خام مؤثرتر است، زیرا این بخش با افزایش دیواره سلولی بیشتر تحت الشعاع قرار می‌گیرد.

سرعت تجزیه پذیری در ساعت

(C=Rate of degradation of B fraction)

مرحله گل‌دهی کامل با کمترین میزان سرعت تجزیه پذیری ماده خشک در ساعت با دو مرحله دیگر رشد یونجه اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) داشت (جدول ۳). چین نوبت سوم با چین چهارم به ترتیب با کمترین و بیشترین میزان فاکتور c ماده خشک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) داشتند (جدول ۳). الیزالده و همکاران (۹) اختلاف معنی‌دار بین مرحله گل‌دهی کامل و اوایل گل‌دهی در سرعت تجزیه پذیری ماده خشک مشاهده نکردند.

سرعت تجزیه‌پذیری در ساعت ماده آلی و پروتئین خام بین سه مرحله رشد اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۵ و ۴). فاکتور c ماده آلی در چین چهارم با بیشترین مقدار، با بقیه نوبت چین یونجه اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) داشت (جدول ۴). میزان سرعت تجزیه‌پذیری در ساعت پروتئین خام در مرحله ۲۰-۱۰٪ گل‌دهی بیشتر از مراحل بدون گل و گل‌دهی کامل بود، ولی میزان تجزیه نهایی (جمع حاصل از فاکتورهای a و b) با بلوغ گیاه کاهش یافت (جدول ۵).

تجزیه‌پذیری مؤثر (ED= Effective Degradability)

این فرمول نشان دهنده میزان عبور مواد از شکمبه است. در این آزمایش دو سرعت عبور ۶ و ۸ درصد در ساعت محاسبه گردید. تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک و پروتئین خام با هر دو سرعت عبور در سه مرحله رشد اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) داشت (جدول ۳، ۴ و ۵). هوفمن و همکاران (۱۱) ۱۰ درصد کاهش در میزان تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک با افزایش بلوغ یونجه مشاهده کردند. علت کاهش تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک با افزایش سن را، افزایش دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون

داشت (جدول ۴). چین نوبت اول و سوم نیز با بیشترین میزان ماده آلی محلول با بقیه نوبت چین‌های یونجه اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) دارد (جدول ۴). بررسی‌ها (۱۶) نشان داده که با افزایش ماده خشک گیاه، جزء محلول آن کاهش می‌یابد.

پروتئین خام محلول نیز بین سه مرحله رشد اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) داشت (جدول ۵). سه نوبت اول چین یونجه با بیشترین میزان پروتئین خام محلول با چین نوبت‌های چهارم و پنجم اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) داشتند (جدول ۵). پروتئین خام محلول در اواسط رشد رویشی، اوایل غنچه دهی، اوایل گل‌دهی و گل‌دهی کامل به ترتیب ۴۰/۲٪، ۴۱/۳٪، ۴۰/۱٪ و ۴۱/۳٪ گزارش گردید (۹). شاید بتوان از عوامل اختلاف در میزان پروتئین خام محلول در نتایج این آزمایش با بررسی‌های انجام شده را به شرایط آب و هوایی منطقه، رقم یونجه و مرحله برداشت نسبت داد. در این زمینه گزارش شد که آب و هوای گرم باعث خشک شدن گیاه شده و عمل آنزیم‌های پروتئولیتیک را کاهش می‌دهد و در نتیجه محلولیت کمتر می‌شود (۱۶).

ماده خشک نامحلول ولی قابل تخمیر (b)

(b=Slowly and Potentially degradable fraction)

بین سه مرحله رشد فاکتور b ماده خشک اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) داشت (جدول ۳). بین چین سوم با بیشترین و چین چهارم با کمترین میزان فاکتور b ماده خشک، اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) بود (جدول ۳). با توجه به نوبت چین و مرحله رشد چین چهارم با گل‌دهی کامل و چین سوم بدون گل به ترتیب با کمترین و بیشترین میزان فاکتور b ماده خشک، اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) داشتند (جدول ۳). ضرایب a و b ماده خشک تحت تأثیر مرحله بلوغ گیاه قرار می‌گیرد (۹). فاکتور b ماده آلی بین سه مرحله رشد در هر نوبت از چین یونجه اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۴). فاکتور b پروتئین خام در مرحله بدون گل با دو مرحله دیگر رشد اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) داشت (جدول ۵). چین دوم در مرحله بدون گل

جدول ۴. مقایسه میانگین ضرایب c,b,a و تجزیه پذیری مؤثر ماده آلی یونجه در پنج نوبت چین و سه مرحله رشد

| نوبت چین و مرحله رشد | a (%) ^۱ | b (%) ^۲ | C (%/h) ^۳ | % تجزیه پذیری | RSD ^۴ | EDOM ^{۵ و ۶} | EDOM ^{۷ و ۸} |
|----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| چین اول | ۲۹/۲۵ ^a | ۴۸/۰۱ ^d | ۸/۱۹ ^b | ۷۷/۲۶ | ۴/۵۱ | ۵۶/۱۳ ^a | ۵۳/۳ ^a |
| چین دوم | ۲۵/۶۷ ^b | ۵۷/۱ ^a | ۶/۸۴ ^b | ۸۲/۷۷ | ۴/۵۲ | ۵۵/۹ ^b | ۵۱/۸۰ ^c |
| چین سوم | ۲۸/۷۸ ^a | ۵۴/۷۷ ^{ab} | ۶/۲۳ ^b | ۸۳/۵۵ | ۴/۳۴ | ۵۶/۶۳ ^a | ۵۲/۷۳ ^{ab} |
| چین چهارم | ۲۲/۶۹ ^c | ۵۰/۶۱ ^{cd} | ۱۱/۷۸ ^a | ۷۳/۳ | ۴/۸ | ۵۵/۰۳ ^b | ۵۱/۷۳ ^{bc} |
| چین پنجم | ۲۰/۷۴ ^c | ۵۳/۷۸ ^{bc} | ۶/۱۸ ^b | ۷۴/۵۲ | ۴/۰۸ | ۴۸/۱۶ ^c | ۴۴/۸۶ ^d |
| مرحله بدون گل | ۳۰/۷۲ ^a | ۵۳/۸۲ ^a | ۸/۰۸ ^a | ۸۴/۵۴ | ۶/۶۴ | ۶۰/۱۴ ^a | ۵۷/۱۶ ^a |
| مرحله ۲۰-۱۰٪ گل دهی | ۲۴/۹۹ ^b | ۵۱/۴۶ ^b | ۶/۹۵ ^a | ۷۶/۴۵ | ۳/۱۴ | ۵۲/۴۸ ^b | ۴۸/۷۶ ^b |
| مرحله گل دهی کامل | ۲۰/۵۲ ^c | ۵۳/۲۸ ^{ab} | ۸/۷۲ ^a | ۷۳/۸۰ | ۳/۵۸ | ۵۰/۴ ^b | ۴۶/۷۴ ^c |

۱. ماده آلی محلول که سریعاً از کیسه خارج شده. ۴. انحراف معیار خطا مربوط به پارامترهای a, b, c و تجزیه پذیری. ۲. ماده آلی نامحلول که پتانسیل تجزیه را دارد. ۵ و ۶. تجزیه پذیری مؤثر ماده آلی (EDOM) در سرعت‌های عبور (k) ۶ و ۸٪ در ساعت. ۳. سرعت تجزیه پذیری در ساعت اعداد در هر ستون با حروف مختلف (c و b,a) اختلاف معنی دار دارند (p<۰/۰۵).

جدول ۵. مقایسه میانگین ضرایب c,b,a و تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام یونجه در پنج نوبت چین و سه مرحله رشد

| نوبت چین و مرحله رشد | a (%) ^۱ | b (%) ^۲ | C (%/h) ^۳ | % تجزیه پذیری | RSD ^۴ | EDCP ^{۵ و ۶} | EDCP ^{۷ و ۸} |
|----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| چین اول | ۲۹/۶۹ ^a | ۵۰/۳۷ ^b | ۱۱/۶۸ ^a | ۸۰/۰۶ | ۴/۲۱ | ۶۱/۶ ^a | ۵۸/۲۳ ^a |
| چین دوم | ۲۹/۲۳ ^a | ۵۴/۶۳ ^a | ۸/۶۱ ^b | ۸۳/۸۶ | ۴/۲۷ | ۶۱/۱ ^a | ۵۷/۲۶ ^b |
| چین سوم | ۳۰/۶۹ ^a | ۵۶/۵۴ ^a | ۸/۴۲ ^b | ۸۷/۲۳ | ۴/۴۴ | ۶۲/۱۳ ^a | ۵۹/۶۸ ^a |
| چین چهارم | ۲۴/۴۲ ^b | ۵۳/۶۲ ^{ab} | ۶/۵۸ ^c | ۷۸/۰۱ | ۴/۳۷ | ۵۲/۳۳ ^c | ۴۷/۸۳ ^d |
| چین پنجم | ۲۲/۳۶ ^c | ۵۵/۳۲ ^a | ۱۰/۶۴ ^{ab} | ۷۷/۶۸ | ۳/۳۷ | ۵۷/۷۳ ^b | ۵۳/۶۳ ^c |
| مرحله بدون گل | ۳۰/۷۱ ^a | ۵۸/۰۷ ^a | ۷/۷۴ ^a | ۸۸/۷۷ | ۵/۰۷ | ۶۲/۶۶ ^a | ۵۸/۷ ^a |
| مرحله ۲۰-۱۰٪ گل دهی | ۲۶/۵۲ ^b | ۵۲/۰۸ ^b | ۱۰/۷۳ ^a | ۷۸/۵۸ | ۳/۹۶ | ۵۹/۰۴ ^b | ۵۵/۳ ^b |
| مرحله گل دهی کامل | ۲۴/۶۱ ^c | ۵۱/۴۸ ^b | ۹/۱۳ ^a | ۷۶/۰۹ | ۴/۱۷ | ۵۴/۶۸ ^c | ۵۲/۱ ^c |

۱. پروتئین خام محلول که سریعاً از کیسه خارج شده. ۲. پروتئین خام نامحلول که پتانسیل تجزیه را دارد. ۳. سرعت تجزیه پذیری در ساعت اعداد در هر ستون با حروف مختلف (c و b,a) اختلاف معنی دار دارند (p<۰/۰۵). ۴. انحراف معیار خطا مربوط به پارامترهای a, b, c و تجزیه پذیری. ۵ و ۶. تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام (EDCP) در سرعت‌های عبور (k) ۶ و ۸٪ در ساعت

همی سلولز و پروتئین دیواره سلولی بدون همی سلولز گزارش گردید (۹).

روند تجزیه در ساعت‌های اولیه انکوباسیون بسیار سریع انجام شد و بعد از ۱۶ ساعت انکوباسیون روند تجزیه کاهش و در مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت به حداقل رسید. هوفمن و همکاران (۱۱) گزارش کردند روند تجزیه پروتئین خام در انتهای رشد رویشی تا ۱۰ ساعت بسیار سریع بود و از ۲۰ ساعت انکوباسیون به بعد، روند ثابت و تقریباً موازی محور Xها بود. آنها مشاهده کردند در انتهای غنچه‌دهی و اواسط گل‌دهی روند تجزیه به همین صورت انجام گرفت ولی مقدار تجزیه نهایی در انتهای رشد رویشی نسبت به انتهای غنچه‌دهی و اواسط گل‌دهی بیشتر بود. رقم، مرحله برداشت، شرایط اقلیمی منطقه در میزان تجزیه‌پذیری علوفه مؤثر است (۱۱).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش بیشترین میزان تجزیه‌پذیری را چین نوبت سوم داشت و از طرفی دیده شد که مرحله ۲۰-۱۰٪ گل‌دهی بهترین زمان برداشت یونجه بود. بررسی‌های به دست آمده نشان داد با افزایش مرحله رشد مقدار فاکتور a (مواد محلول)، تجزیه‌پذیری و مواد مغذی کاهش و مقدار اجزای فیبری و پروتئین دیواره سلولی افزایش یافت. مقدار پروتئین دیواره سلولی نشانگر

منابع مورد استفاده

۱. اشمیت، جی. اچ.، ال. دی. ون ولک، و ام. اف. هاتجن. ۱۳۸۰. اصول پرورش گاوهای شیری (ترجمه غ. ر. قربانی). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲. طباطبائی، م.، ع. ساکی و ح. عربی. ۱۳۷۸. تعیین ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم یونجه همدانی در مراحل رشد. مجله علمی پژوهشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا ۱: ۳۸-۳۵.
۳. فضائی، ح. ۱۳۷۱. تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی خام منابع خوراک دام استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشگاه تربیت مدرس.
۴. کریمی، ه. ۱۳۶۹. یونجه. چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی تهران.
۵. کیرش گستر، م. ۱۳۷۰. تغذیه دام (ترجمه س. دهقانان و ح. نصیری مقدم). انتشارات جاوید، مشهد.
۶. مکدونالد، پ.، آ. ا. ادواروز و ج. اف. د. گرین هال. ۱۳۶۹. تغذیه دام (ترجمه ر. صوفی سیاوش). انتشارات عمیدی، تبریز.

پروتئین غیرقابل دسترس در شکمبه و ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری یونجه به شدت تحت تأثیر مرحله رشد بود. یونجه در مرحله بدون گل، سطح پروتئین و ماده آلی محلول بیشتری ایجاد کرده و سطح پروتئین محلول فاکتور مهم در متابولیسم ازت پروتئینی و غیر پروتئینی در حیوانات نشخوار کننده است. به طوری که پروتئین محلول به علت تجزیه سریع این بخش در شکمبه بازده استفاده ازت خصوصاً پروتئین عبوری را کاهش می‌دهد و از طرفی برداشت در مرحله گل‌دهی کامل باعث کاهش ارزش غذایی و قابلیت تجزیه می‌شود. بین سه مرحله رشد اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) در ترکیب شیمیایی یونجه دیده شد.

تأثیر مرحله رشد روی پارامترهای کیفی یونجه بین هر نوبت از چین آن متفاوت بود. شاید بتوان علاوه بر مرحله رشد، شرایط آب و هوایی منطقه را در این رابطه دخیل دانست. با توجه به اهمیت پرورش نشخوارکنندگان در ایران و لزوم استفاده از مواد علوفه‌ای در تغذیه آنها نیاز به اطلاعات کافی از کیفیت علوفه و میزان تجزیه‌پذیری مواد مغذی موجود در آنها بسته به شرایط محیطی، رقم گیاه، نوبت چین و مرحله رشد برای ایجاد مدیریت صحیح تغذیه لازم می‌باشد.

۷. میلر، ای. ال.، ای. اچ. پایک و ای. جی. وانز. ۱۳۷۰. اهمیت پروتئین مواد خوراکی برای نشخوارکنندگان (ترجمه ع. نیکخواه و ح. امانلو). انتشارات جهاد دانشگاهی، زنجان.
8. Canal, C. J, S. M. Abrams, G. A. Vagra and L D. Muller, 1990. Alfalfa treated orchardgrass and alfalfa: Composition and *In situ* digestion of dry matter and cell wall component . J . Dairy Sci. 73:2404 – 2412.
 9. Elizalde, J. C., N. R. Merchen and O. B. Faulkner. 1999. In situ dry matter and crude protein degradation of fresh forages during the spring growth. J. Dairy Sci . 82 .1978-1990
 10. Griffin, T. S., K. A. Cassida, O. B. Hesterman and S. R. Rust 1994. Alfalfa maturity and cultivar effects on chemical and in situ estimates of protein degradability. Crop Sci. 34:1654-1661.
 11. Hoffman, P. C., S. J. Sievert, R. D. Shaver, D. A. Welch and D. K. Combs. 1993. *In situ* dry matter, protein and fiber degradation of perennial forages. J. Dairy Sci. 76:2632-2642.
 12. Liano, C. A., and E. J. Depeters. 1985. Apparent digestibilities of diets varying in ratios of forage to concentrate and quality of forage at two intakes by dairy cows. J. Dairy Sci. 68:1189-1197.
 13. Madsen, J., and T. Hvelplund. 1994. Prediction of *In situ* protein degradability in the rumen-Results of a European ringtest. Livest. Prod. Sci. 39:201-212.
 14. Matt, A. S., J. S. Homstein and W. F . Wedin. 1989. Alfalfa morphological stage and its relation to *In situ* digestibility of detergent fiber fraction of stem. J. Crop Sci. 29:1315-1319.
 15. National Reserch Council. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle, Sixth revised edition, Washington, D. C.
 16. Petit, H. V. and G. F. Tremblay. 1992. In situ degradability of fresh grass and grass conserved under different harvesting methods. J. Dairy Sci. 75 :774-781.
 17. SAS user's guide: statistics. 1987. 5th ed., SAS Inst., Inc. , Cary, NC.
 18. Steacy, G.M., D.A. Christensen, M. I. Cochran, and G. M. J. Horton. 1983. An evaluation of three stages of maturity of hay fed with two concentrate levels for lactating dairy cows. Can. J. Anim. Sci. 63: 623-629.
 19. Van Soest, P. J. 1982 .Nutritional Ecology of The Ruminant. O &B Books, Inc. Corvallis, OR.