تأثیر چین و مرحله رشد بر ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری یونجه

نسرین مهرداد، مسعود علیخانی و غلامرضا قربانی[۱]

چکیده

در این بررسی از سه گوسفند فیستول شده با میانگین وزن ۲/۵ ± ۴۷/۵ کیلوگرم برای تعیین اثر چین (پنج نوبت) و مرحلهٔ رشد (بدون گل، اوایل گل‌دهی وگل‌دهی کامل) بر ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری یونجه (Medicago sativa) به روش In situ استفاده شد . کیسه‌های نایلونی به قطر منافذ ۵۰ میکرومتر با ۳/۵ گرم از هر نمونه پر و قبل از تغذیه صبحگاهی در داخل شکمبه گوسفندان قرارداده 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 وکمترین مقدار فیبرخام بود. چین نوبت سوم بیشترین میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک و ماده آلی را داشت. میزان تجزیه‌پذیری، به ترکیبات فیبری و حلالیت بستگی دارد. با افزایش مرحله رشد، مقدار پروتئین خام، تجزیه‌پذیری 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 تجزیه‌پذیری ماده آلی در مرحله گل‌دهی کامل حداکثر بود، ولی اختلاف معنی‌داری بین مراحل رشد وجود نداشت. تجزیه‌پذیری موثر پروتئین خام بین مراحل رشد اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشت. تجزیه‌پذیری 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 گل‌دهی کامل کمترین و چین پنجم و مرحله بدون گل‌دهی بیشترین پروتئین را دارا بودند و تأثیرات چین و مرحله رشد روی پارامترهای تجزیه‌پذیری متغیر بود و نتیجه مشخصی نمی‌توان گرفت.

واژه‌های کلیدی: ***یونجه، تجزیه‌پذیری پروتئین خام، ماده خشک، مرحله رشد، ماده خشک***

مقدمه

تأمین احتیاجات غذایی حیوانات با تنظیم جیره‌های متعادل ممکن می‌باشد و علوفه، بخش قابل توجهی ازجیره‌های متداول نشخوارکنندگان را تشکیل می‌دهد (۳). در بین گیاهان علوفه‌ای، یونجه(*Medicago sativa*)، به علت کیفیت خوب، و خوش‌خوراکی و دارا بودن ذخایر غذایی از جمله مواد معدنی، پروتئین، ویتامین‌ها بخصوص ویتامین A از اهمیت خاصی برخوردار است (۳). عوامل زیادی چون نوع گیاه علوفه‌ای، محتویات قسمت‌های مختلف گیاه به‌ویژه برگ‌ها، مرحلهٔ برداشت و شرایط آب و هوایی و مدیریتی برکیفیت علوفه خشک موثرند (۴). رشد گیاه در هنگام برداشت مهم‌ترین عامل موثر بر کیفیت علوفه است (۱). در ایالات شمالی امریکا ثابت

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

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.2.13.6]

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 می رسد (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 مادهٔ 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 و۷). افزایش درجه حرارت محیط باعث افزایش لیگنین و دیواره سلولی می‌شود و قابلیت هضم و تجزیه پذیری رشد دوباره تابستانه را در مقایسه با رشد بهاره کاهش می‌دهد (۱۹). رقم گیاه و مرحله برداشت نیز در میزان تجزیه پذیری مؤثر است (۱۱ و۱۳). نظر به این‌که مراحل رشد بیولوژیکی بعضی از گونه‌های گیاهان علوفه‌ای نسبت به سایر گونه‌ها، در تاریخ‌های مختلف اتفاق می‌افتد، از این‌رو آشکار است که مرحلهٔ رشد، آن اندازه که به تاریخ برداشت مرتبط است به میزان ماده قابل هضم در آن وابسته نیست (۴). تاریخ برداشت یونجه عامل مهمی برای به‌دست آوردن علوفه بیشتر است و تعیین آن باید براساس زمان معینی از رشد این گیاه باشد، یونجه‌ای که در مرحله گل‌دهی کامل است محصول زیادتر 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 ۲/۵ ± ۴۷/۵ کیلوگرم و متوسط سن ۳ سال، انتخاب و مجهز به فیستوله‌گذاری گردیدند. جیره غذایی در حد نگه‌داری و طبق پیشنهاد NRC(National Research Counci) شامل کنسانتره، یونجه و کاه به نسبت ۳:۱ داده شد (۱۵). اجزای کنسانتره شامل جو ۶۹٪، سبوس گندم۱۹٪، کنجاله پنبه دانه۹/۵٪، پودر استخوان ۰/۵٪، پودر صدف۱٪، 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 همی‌سلولز (Acid Detergent Insoluble Crude Protein) (ADICP) با سه تکرار تعیین گردید.به‌منظور تعیین پروتئین دیواره سلولی و پروتئین دیواره سلولی بدون همی‌سلولز نخست میزان دیواره

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.2.13.6]

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 ۷×۱۳ سانتی‌متر و قطر منافذ ۵۰ میکرومتر قرار گرفت و قبل از انکوباسیون، برای تعیین زمان صفر کیسه‌های حاوی نمونه ۱۵ دقیقه در آب ۱± ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد (۵ و۸). بعد از پایان زمان انکوباسیون به‌منظور 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:

درصد ماده خشک ناپدید شده = [۱- (وزن کیسه همراه نمونه − وزن کیسه) / (وزن کیسه همراه نمونه − وزن کیسه)] ×۱۰۰ [۱]

درصد پروتئین ناپدید شده = [۱- (پروتئین اولیه کیسه در زمان صفر / پروتئین باقی مانده در کیسه)] ×۱۰۰ [۲]

قابلیت هضم ماده آلی = [(وزن خاکستر بقایای هضم شده و کاغذ وزن بقایای هضم نشده و کاغذ)- (وزن خاکستر- وزن اولیه نمونه) / (وزن خاکستر نمونه ـ وزن نمونه اولیه)] ×۱۰۰ [۳]

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= تجزیه پذیری بالقوه

T = 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.

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

c = ضریب ثابت سرعت تجزیه‌پذیری بخش b در زمان t.

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

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

x_{ijk} نشان‌دهندهٔ 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 x 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 گل‌دهی کامل کمترین مقدار را دارا بودند و اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود داشت ($p < ۰/۰۵$). چین اول کمترین و چنین پنجم بیشترین پروتئین را به خود اختصاص دادند ($p < ۰/۰۵$) (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 گل‌دهی 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 مرحلهٔ 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 معنی‌داری بین آنها دیده شد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.2.13.6]

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

نوبت چین و مرحله رشد	ماده خشک	پروتئین خام	ADF[1]	NDF[2]	ADICP[3]	NDICP[4]	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[e]	۱۹/۶۲[bc]	۳۲/۹[e]	۵۶/۹[c]	۵/۲۶b[c]	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]
مرحلهٔ ۲۰ – ۱۰ ٪ گل‌دهی	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 گل‌دهی 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($p<۰/۰۵$).

($p<۰/۰۵$) (جدول ۱). در بین سه مرحلهٔ رشد، مرحلهٔ 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 ،تجزیه پذیری 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=Rapidly degradable fraction)

ماده خشک محلول بین سه مرحله رشد اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) داشت (جدول ۳). هوفمن و همکاران (۱۱) ماده خشک محلول را در انتهای رشد رویشی ۴۶/۷٪، انتهای غنچه‌دهی ۳۳/۴٪ و اواسط گل‌دهی ۳۲/۵٪ گزارش کردند. علت اختلاف در ضریب a ماده خشک بین دو آزمایش را می‌توان به مرحلهٔ 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، به‌طوری‌که 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، به‌طوری‌که چین نوبت سوم با بیشترین مقدار ماده خشک محلول با هر چهار نوبت دیگر چین یونجه اختلاف معنی‌دار($p<۰/۰۵$)داشت (جداول ۱ و ۳). هم‌چنین ماده آلی محلول نیز بین سه مرحله رشد اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.2.13.6]

جدول۲. هم‌بستگی بین ترکیب شیمیایی یونجه

	پروتئین خام	فیبر خام	NDF[۱]	ADF[۲]	DDM[۳]	DCP[۴]	DOM[۵]	DM[۶]	ADICP[۷]	NDICP[۸]
پروتئین خام	۱									
فیبر خام	-۰/۶۹۷ **	۱								
NDF[۱]	-۰/۴۵	۰/۶۹۸ **	۱							
ADF[۲]	-۰/۷۵ **	۰/۶۴ *	۰/۷۳**	۱						
DDM[۳]	۰/۷۵ **	-۰/۵۵ *	-۰/۸۷**	-۰/۵۴*	۱					
DCP[۴]	۰/۶۵ **	-۰/۷۱ **	-۰/۹۴**	-۰/۶۴**	۰/۴۲	۱				
DOM[۵]	۰/۶۳ **	-۰/۷۰ **	-۰/۹۴**	-۰/۶۲**	۰/۶۵**	۰/۹۳**	۱			
DM[۶]	-۰/۷۲ **	۰/۷۶ **	۰/۷۲**	۰/۷۶**	-۰/۵۷*	-۰/۷۷**	-۰/۷۵**	۱		
ADICP[۷]	-۰/۶۸ **	۰/۶۵ **	۰/۹۸**	۰/۶۹**	-۰/۸۵**	-۰/۹۳**	-۰/۹۳**	/۶۹**	۱	
NDICP[۸]	-۰/۶۵ **	۰/۶۳ **	۰/۹۷**	۰/۶۸**	-۰/۸۱**	-۰/۹۰**	-۰/۹۴**	/۷۳**	۰/۹۸**	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 معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین ضرایب c،b،a و تجزیه‌پذیری مؤثر مادهٔ خشک یونجه در پنج نوبت چین و سه مرحله رشد

نوبت چین و مرحله رشد	a (%)[۱]	b (%)[۲]	C (%/ h)[۳]	٪ تجزیه پذیری	RSD[۷]	EDDM[۵و۶]	EDDM[۸ و۶]
چین اول	۲۲/۲۸ b	۴۳/۷۶ ab	۷/۷۶ ab	۶۶/۰۴	۳/۲۰	۴۶/۸ b	۴۳/۷ bc
چین دوم	۲۳/۰۳ b	۴۱/۰۹ c	۸/۷۶ ab	۶۴/۱۴	۲/۱۰	۴۷/۳ b	۴٤/٤ b
چین سوم	۲۵/۳۶ a	۴۶/۱۳ a	۶/۱۷ b	۷۱/۴۹	۲/۳۱	۴۸/۷۳ a	۴۵/ ۶ a
چین چهارم	۲۱/۸۷ c	۴۱/۰۶ c	۹/۲۷ a	۶۲/۹۳	۲/۰۴	۴۶/۷ b	۴۳/۳ a
چین پنجم	۲۲/۸۳ b	۴۲/۳۲ ab	۷/۷۵ ab	۶۵/۱۵	۱/۹۶	۴۶/۶ b	۴۳/۶ c
مرحلهٔبدون گل	۲۵/۵ a	۴۴/۲۵ a	۷/۳۲ b	۶۹/۷۵	۲/۲۱	۴۹/۷۸ a	۴۶/۶۴ a
مرحلهٔ۲۰-۱۰٪ گل‌دهی	۲۳/۷۸ b	۴۳/۱۶ b	۷/۱۲ b	۶۶/۹۴	۲/۳۹	۴۷/۱۴ b	۴۴/۰۸ b
مرحلهٔگل‌دهی کامل	۱۹/۹۷ c	۴۱/۲۰ c	۹/۳۹ a	۶۱/۱۷	۲/۵۱	c	۴۱/۸۶ c

۱. ماده خشک محلول که سریعاً از کیسه‌ها خارج شده
۲. ماده خشک یا محلول که پتانسیل تجزیه را دارد.
۳. سرعت تجزیه‌پذیری در ساعت
۴. انحراف معیار خطا مربوط به پارامترهای a ، b، c و تجزیه‌پذیری
اعداد در هر ستون با حروف مختلف(a،b و c) اختلاف معنی دار دارند(p<۰/۰۵).
۵ و٦. تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک (EDDM) در سرعت‌های عبور(k)۶ و ۸ ٪ در ساعت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.2.13.6]

داشت (جدول ۴). چین نوبت اول و سوم نیز با بیشترین میزان ماده آلی محلول با بقیه نوبت چین‌های یونجه اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) 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<۰/۰۵) داشت (جدول ۵). سه نوبت اول چین یونجه با بیشترین میزان پروتئین خام محلول با چین نوبت‌های چهارم و پنجم اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) 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 مرحلهٔ برداشت نسبت داد. در این زمینه گزارش شد که آب و هوای گرم باعث خشک شدن گیاه شده و عمل آنزیم‌های پروتئولتیک 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<۰/۰۵) داشت (جدول ۳). بین چین سوم با بیشترین و چین چهارم با کمترین میزان فاکتور b ماده خشک، اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) 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<۰/۰۵) داشتند (جدول ۳). ضرایب a و b ماده خشک تحت تأثیر مرحلهٔ بلوغ گیاه قرار می‌گیرد (۹). فاکتورb 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 معنی دار (P<۰/۰۵) داشت (جدول ۵). چین دوم در مرحلهٔ بدون گل 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 تحت‌الشعاع قرار می‌گیرد.

سرعت تجزیه‌پذیری در ساعت

(C=Rate of degradation of B fraction)

مرحله گل‌دهی کامل با کمترین میزان سرعت تجزیه‌پذیری ماده خشک در ساعت با دو مرحلهٔ دیگر رشد یونجه اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) داشت (جدول ۳). چین نوبت سوم با چین چهارم به ترتیب با کمترین و بیشترین میزان فاکتور c ماده خشک با یکدیگر اختلاف معنی دار (p<۰/۰۵) داشتند (جدول ۳). الیزالده و همکاران (۹) اختلاف معنی دار 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 (جداول ۵ و۴). فاکتور c ماده آلی در چین چهارم با بیشترین مقدار، با بقیه نوبت چین یونجه اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) 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 وb) 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 و۸ درصد در ساعت محاسبه گردید. تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک و پروتئین خام با هر دو سرعت عبوردر سه مرحله رشد اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) داشت (جداول۳، 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

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.2.13.6]

جدول۴. مقایسه میانگین ضرایب c،b،a و تجزیه پذیری مؤثر مادهٔ 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 ٦ و ٥	EDOM ٨ و٦
چین اول	۲۹/۲۵ a	۴۸/۰۱ d	۸/۱۹ b	۷۷/۲۶	۴/۵۱	۵۶/۷۳ 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
مرحلهٔبدون گل	۳۰/۷۲ a	۵۳/۸۲ a	۸/۰۸ a	۸۴/۵۴	۶/۶۴	۶۰/۱۴ a	۵۷/۱۶ a
مرحلهٔ۲۰-۱۰٪ گل‌دهی	۲۴/۹۹ b	۵۱/۴۶ b	۶/۹۵ a	۷۶/۴۵	۳/۱۴	۵۲/۴۸ b	۴۸/۷۶ b
مرحلهٔگل‌دهی 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.
۲. ماده آلی نا محلول که پتانسیل تجزیه را دارد.
۳. سرعت تجزیه‌پذیری در ساعت
۴. انحراف معیار خطا مربوط به پارامترهای a ، b، c و تجزیه‌پذیری
۶ و۵. تجزیه پذیری مؤثر ماده آلی (EDOM) در سرعت‌های عبور (k)۶ و۸ ٪ درساعت
اعداد در هر ستون با حروف مختلف(a،b و c) اختلاف معنی‌دار 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[٤]	EDCP ٦ و٥	EDCP[٨]
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
مرحلهٔبدون گل	۳۰/۷۱ a	۵۸/۰۷ a	۷/۷۴ a	۸۸/۷۷	۵/۰۷	۶۲/۶۶ a	۵۸/۷ a
مرحلهٔ۲۰-۱۰٪ گل‌دهی	۲۶/۵۲ b	۵۲/۰۸ b	۱۰/۷۳ a	۷۸/۵۸	۳/۹۶	۵۹/۰۴ b	۵۵/۳ b
مرحلهٔگل‌دهی 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 تجزیه‌پذیری در ساعت
اعداد در هر ستون با حروف مختلف(a،b و c) اختلاف معنی‌دار دارند(p<۰/۰۵).
۴. انحراف معیار خطا مربوط به پارامترهای a ، b، c و تجزیه‌پذیری
۵ و٦. تجـریه پذیـری مؤثر پروتئین خام (EDCP) در سرعت‌های عبور (k)
۶ و ۸ ٪ در ساعت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.2.13.6]

همی‌سلولز 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 تجزیه پذیری را چین نوبت سوم داشت و از طرفی دیده شد که مرحلهٔ 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 موادمغذی کاهش و مقدار اجزای فیبری و پروتئین دیواره سلولی افزایش یافت. مقدار پروتئین دیواره سلولی نشانگر 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. به‌طوری‌که پروتئین محلول به علت تجزیه سریع این بخش در شکمبه بازده استفاده از 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 ($p<0/05$) درترکیب 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.

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. فضائلی، ح. ۱۳۷۱. تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی خام منابع خوراک دام استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشگاه تربیت مدرس.

٤. کریمی، ه. ۱۳۶۹. *یونجه*. چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی تهران .

۵. کیرش گستر، م. ۱۳۷۰. *تغذیه دام* (ترجمه س. دهقانیان و ح. نصیری مقدم). انتشارات جاوید، مشهد.

٦. مکدونالد، پ.، آر.ا. ادواروز و ج.اف.د.گرین هال.۱۳۶۹. *تغذیه دام* (ترجمه ر. صوفی سیاوش). انتشارات عمیدی، تبریز.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.2.13.6]

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.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1383.8.2.13.6]