نشریه علمی ـ پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی

شماره ۱٤، بهار ۱۳۹٤

ص‌ص: ۳~۱٦

تعیین ارزش غذایی دو جلبک دریایی (سارگاسوم آنگوستیفولیوم و گراسیلاریا کورتیکاتا) استان بوشهر برای تغذیه نشخوارکنندگان

- **عبدالمهدی کبیری‌فرد** (نویسنده مسئول) ، **محمود دشتی‌زاده**

مربیان پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی استان بوشهر سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.

- **امیرارسلان کمالی**

کارشناس ارشد مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۱۷۳۵۵۴۹

Email:m51kabiri@gmail.com

چکیده:

این پژوهش به‌منظور تعیین ارزش غذایی دو جلبک دریایی غالب (سارگاسوم آنگوستیفولیوم و گراسیلاریا کورتیکاتا) استان بوشهر انجام شد. ترکیب شیمیایی جلبک‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی و قابلیت هضم خوراک جلبک‌های ذکرشده (جلبک به همراه یونجه)، با استفاده از گوسفندان نر بالغ بومی استان در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه سطح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد (با چهار تکرار) در شش تیمار اجرا شد. تیمارها عبارت بودند از:۱- خوراک سارگاسوم و یونجه با نسبت ۱۰ درصد جلبک، ۲- خوراک سارگاسوم و یونجه با نسبت ۱۵ درصد جلبک، ۳- خوراک سارگاسوم و یونجه با نسبت ۲۰ درصد جلبک، ٤- خوراک گراسیلاریا و یونجه با نسبت ۱۰ درصد جلبک، ٥- خوراک گراسیلاریا و یونجه با نسبت ۱۵ درصد جلبک و ٦- خوراک گراسیلاریا و یونجه با نسبت ۲۰ درصد. نتایج نشان دادند که درصد ماده خشک، ماده آلی و خاکستر خام جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. درصد پروتئین خام جلبک گراسیلاریا نسبت به جلبک سارگاسوم به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و دیواره سلولی خوراک جلبک گراسیلاریا نسبت به خوراک جلبک سارگاسوم به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز خوراک جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا در سطح ۱۵ درصد نسبت به سطح ۱۰ درصد افزایش معنی‌داری نشان داد. به‌طورکلی، نتایج نشان دادند که جلبک گراسیلاریا نسبت به جلبک سارگاسوم به دلیل میزان پروتئین خام بیشتر، برای تغذیه دام مناسب‌تر بوده و سطح مناسب برای جلبک گراسیلاریا، ۱۵ درصد تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: ترکیب شیمیایی، قابلیت هضم، جلبک‌های دریایی، سارگاسوم آنگوستیفولیوم، گراسیلاریا کورتیکاتا.

Applied Animal Science Research Journal No 14 pp: 3-16

Nutritive value determination of two algae (*Sargassum ungustifolium and Gracilaria corticata*) of Bushehr province for ruminant feeding

By: ABDULMAHDI KABIRIFARD*, MAHMOUD DASHTIZADEH and AMIRARSALAN KAMALI
Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center.

*(Tel: +989171735549, E-mail: m51kabiri@gmail.com).

This research was carried out in order to determine the digestibility of two algae (*Sargassum ungustifolium* and *Gracilaria corticata*) of Bushehr province. The chemical composition of algae in a complete randomized design and the feed digestibility of different algae (alga with alfalfa) was carried out on native male sheep in a complete randomized design by two algae and in three levels 10, 15 and 20% (four replicates) in six treatments. The treatments were: 1-Sargassum and alfalfa diet with 10% alga ratio, 2- Sargassum and alfalfa diet with 15% alga ratio, 3- Sargassum and alfalfa diet with 20% alga ratio, 4- Gracilaria and alfalfa diet with 10% alga ratio, 5- Gracilaria and alfalfa diet with 15% alga ratio and 6- Gracilaria and alfalfa diet with 20% alga ratio. The results showed that the DM, OM and Ash of *Sargassum* and *Gracilaria* were not significantly different. The CP of the *Gracilaria* in comparison with *Sargassum* was increased significantly. The DM, OM, CP and NDF digestibility of the *Gracilaria* feed in comparison with *Sargassum* feed were increased significantly. The DM, OM, NDF and ADF digestibility of *Sargassum* and *Gracilaria* feeds in 15% in comparison with 10% were increased significantly. Generally, the results showed that due to higer CP in *Gracilaria* rather than *Sargassum* is more suitable for ruminant feeding and the appropriate level was 15%..

Key words: Chemical composition-Digestibility-Sea algae-*Sargassum ungustifolium-Gracilaria corticata*.

مقدمه

سواحل خلیج فارس و دریای عمان دارای جلبک‌های دریایی متنوعی است که این جلبک‌ها یکی از پتانسیل‌های ارزشمند کشور ایران در تامین بخش قابل توجهی از علوفه دامی مورد نیاز کشور می‌باشد (۱). استفاده ازجلبک به عنوان علوفه و یا مکمل خوراک دام از دیر باز در برخی از کشورها مثل انگلیس،ایرلند، اسکاتلند، مغرب وبرخی از کشورهای آفریقایی، آمریکایی و آسیایی برای بعضی از دام‌ها مانند اسب، خوک و گوسفند مرسوم بوده است و تصور این‌که جلبک‌ها در آینده به عنوان یک منبع خوراکی با ارزش بالقوه باشند؛ جدید نیست (۲۰ و ۳۶). با توجه به اهمیت جلبک‌ها در تغذیه دام و طیور، در برخی کشورها (نیوزلند، کانادا، نروژ، ایرلند)، کشت و پرورش مصنوعی و ایجاد کارگاه‌های فرآوری جلبک‌ها ایجاد شده است (۳۶). خوراک حاصل از جلبک‌ها از لحاظ برخی از مواد معدنی و ویتامینی، غنی‌تر از گونه‌های علوفه‌ای مرسوم در تغذیه دام و طیور می‌باشند (۳۶).

سارگاسوم منبع خوبی از مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها، بتا–کاروتن و برخی اسیدهای آمینه ضروری مانند آرژنین، تریپتوفان و فنیل‌آلانین است (۸ و ۱۰).

پرز (۱۹۹۹)، تفاوت‌هایی در ترکیب شیمیایی جلبک سارگاسوم جمع‌آوری‌شده در ماه‌های فوریه، مارس، آوریل و می در مکزیک را در سال ۱۹۹۵ گزارش کرد. تفاوت‌های مشاهده‌شده شامل پروتئین خام ۴/۷–۳/۵، خاکستر خام ۳۱/۷–۲۶/۵، فیبر خام ۱۱/۴–۱۰/۲ و چربی خام ۰/۴–۰/۱ درصد بود.

.ولی کمال (۱۳۹۰) میزان پروتئین خام، ماده آلی،خاکستر خام، چربی خام، دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز جلبک سارگاسوم ایلیسیفولیوم[1] را به‌ترتیب ۹/۳۵، ۴۱/۵۹، ۵۸/۴۴، ۱۳/۵۵، ۱۹/۱ و ۵/۳۴ درصدگزارش کرد.

1. *Sargassum illicifolium*

گوجون و همکاران (۱۹۹۸) مقادیر پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، خاکستر خام و عصاره عاری از نیتروژن جلبک سارگاسوم را به ترتیب ۵/۹۹، ۰/۵۸، ۱۲/۷۵، ۳۸/۴۵ و ۴۱/۹۸ درصد در ماده خشک گزارش کردند. کارلا و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی مقادیر پروتئین خام ، خاکستر خام و چربی خام دو گونه جلبک سارگاسوم را به ترتیب ۱۰/۳، ۱۳، ۳۲ و ۲۸/۹، ۳/۶ و ۲/۶ درصد گزارش کردند.

زوبیا و همکاران (۲۰۰۳) مقادیر پروتئین خام و خاکستر خام جلبک سارگاسوم را به ترتیب ۱۳/۲ و ۳۰/۶ درصد گزارش کردند. هونگ و همکاران (۲۰۰۷) مقادیر پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام جلبک سارگاسوم را به ترتیب ۷/۶، ۱/۲ و ۳۸/۱ درصد گزارش کردند.

در شمال شیلی، ترکیب آمینواسیدها و اسیدهای چرب و ترکیب شیمیایی جلبک‌های اولوا لاکتوکا[2]، درویلا آنتاراکتیکا[3]بررسی شد. برگ و ساقه جلبک درویلا آنتاراکتیکا به‌ترتیب دارای ۱۷/۹ و ۲۵/۷ درصد خاکستر خام، ۱۰/۴ و ۱۱/۶ درصد پروتئین خام، ۰/۸ و ۴/۳ درصد چربی خام، ۷۰/۹ و ۵۸/۴ درصد کربوهیدرات و ۷۱/۴ و ۵۶/۴ درصد فیبرخام بود. میزان پروتئین خام، چربی خام، خاکستر خام، کربوهیدرات و فیبر خام جلبک اولوا لاکتوکا به‌ترتیب۲۷/۲، ۰/۳، ۱۱، ۶۱/۵ و ۶۰/۵ درصد گزارش شد(۴۰). ترکیب شیمیایی و تغییرات فصلی علف دریایی قرمز گراتلوپیا توروتورو[4] در یک دوره یکساله در سال ۲۰۰۶، در سواحل فرانسه ارزیابی شد. میزان پروتئین خام، چربی خام، خاکستر خام و فیبر خام این جلبک به ترتیب ۲۳، ۲/۶، ۱۸ و ۶۰ درصد بود (۱۶).

کاساس- والدز و همکاران (۲۰۰۶) میزان ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، خاکسترخام، چربی‌خام و کربوهیدرات جلبک سارگاسوم را به ترتیب ۸۹، ۶۹، ۸، ۳۱، ۲ و ۳۹ درصد در ماده خشک گزارش کردند. مارین و همکاران (۲۰۰۹) در تعیین ارزش غذایی جلبک سارگاسوم به عنوان منبع علوفه‌ای، میزان پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام و خاکستر خام را به‌ترتیب ۶/۳، ۰/۴۵، ۶/۴ و ۳۳/۳ درصد در ماده خشک گزارش کردند. در پژوهش مارینهو- سوریانو و همکاران (۲۰۰۶) نتایج نشان دادند که مقادیر پروتئین خام، کربوهیدرات، فیبر خام و خاکستر خام به‌ترتیب برای جلبک‌های سارگاسوم فیلی‌پندولا[5]، ۸/۲، ۵۳/۷، ۶/۵، ۴۴/۳ ، سارگاسوم وولگار[6]، ۱۵/۷، ۶۷/۸، ۷/۷، ۱۴/۲، گراسیلاریا سرویکورنیس، ۲۲/۹، ۶۳/۱، ۵/۶، ۷/۷ [7] و گراسیلاریا کورنئا[8]، ۵/۷، ۳۶/۳، ۵/۲، ۲۹/۶ درصد بودند.

گزارشات متفاوتی در مورد قابلیت هضم ترکیبات شیمیایی انواع جلبک‌ها وجود دارد. تربتی‌نژاد و سابین (۲۰۰۱) درتحقیقی که روی ۱۲ گونه جلبک ماکروسکوپی و یک گونه علف دریایی انجام دادند؛ گزارش کردند که قابلیت هضم ماده خشک جلبک دریایی در دامنه ۵۱/۵-۳۴/۱ درصد قرار دارد. هانسن و همکاران (۲۰۰۳) در ارزیابی غذایی جلبک‌های خوراکی، میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک گراسیلاریا و سارگاسوم را به ترتیب ۷۷/۷ و ۷۴/۱۱ درصد اعلام کردند.

وونگ و چنگ (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) قابلیت هضم آزمایشگاهی پروتئین خام جلبک‌های قرمز و سبز را مطالعه و نشان دادند که قابلیت هضم پروتئین خام جلبک‌های قرمز (حدود ۸۸٪) به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) بالاتر از جلبک‌های سبز بود.

پروسکی و کارینن (۱۹۶۰)، قابلیت هضم پروتئین جلبک‌های کلورلا[9] و سندسموس[10] را ۷۰ درصد گزارش کردند.کوک (۱۹۶۰) قابلیت هضم پروتئین جلبک کلورلا و سندسموس رشدکرده در فاضلاب را ۵۴ درصد گزارش کرد. هایامی و شینو (۱۹۵۸) قابلیت هضم پروتئین خام جلبک کلورلا را ۶۰ درصد گزارش کرد. بوکانگرا و همکاران (۲۰۰۳) به میزان ۷ درصد از هر دو جلبک قهوه‌ای خشک‌شده لامیناریا دیجیتاتا[11] و جلبک قرمز خشک‌شده پورفیرا تنرا[12] را در جیره استفاده کردند. قابلیت هضم ظاهری جیره بعد از اضافه‌کردن جلبک‌های ذکرشده به ترتیب ۰/۸۴ و ۰/۶۱ درصد در مقایسه با جیره شاهد کاهش یافت.

2. *Ulva lactuca*
3. *Durvillaea antaractica*
4. *Grateloupia turuturu*
5. *Sargassum filipendula*
6. *Sargassm vulgare*
7. *Gracilaria cevicornis*
8. *Gracilaria cornea*
9. Chlorella
10. Scenedesmus
11. *Laminaria digitata*
12. *Porphyra tenera*

اوربانو و گونی (۲۰۰۲) گزارش کردند که مقادیر قابلیت هضم ظاهری جیره دارای ۱۴/۷ درصد از هر دو جلبک قهوه‌ای آنداریا پیناتیفیدا[13] و جلبک قرمز پورفیرا تنرا در مقایسه با جیره شاهد به ترتیب ۶/۴ و ۶/۵ درصد کاهش یافت.

پریرا و همکاران (۲۰۱۲) چهار جلبک پورفیرا دیوکا[14]،اولوا، گراسیلاریا ورمیکولوفیلا[15] و سارگاسوم موتیکوم[16] را در جیره ماهی‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان و تیلاپیای نیل[17] استفاده و مشاهده کردند که در هر دو نوع ماهی، قابلیت هضم ظاهری جیره‌ها کمتر از جیره شاهد بود.

به‌طورکلی، ترکیبات شیمیایی جلبک‌ها به عوامل مختلفی مانند گونه جلبک، مدت زمان سکونت در اقیانوس، منطقه جغرافیایی برداشت، در معرض امواج‌بودن، مرحله رشد، تغییرات فصل، تغییرات سالانه، فاکتورهای فیزیولوژیکی و محیطی، دمای آب، شوری، pH و روش آنالیز نمونه بستگی دارد (۲۸ و ۳۸). مطالعات معدودی در رابطه با تعیین ارزش غذایی جلبک‌ها انجام شده است اما داشتن اطلاعات درباره این موضوع ویژه، قبل از به‌کاربردن آن‌ها در تغذیه حیوانات مهم می‌باشد. باتوجه به نبود اطلاعات درباره ارزش غذایی جلبک‌های غالب سواحل استان بوشهر و امکان استفاده از جلبک‌های دریایی در تغذیه دام، این پژوهش با هدف تعیین ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم جلبک‌های غالب سواحل استان بوشهر انجام شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری جلبک‌ها و تعیین ترکیب شیمیایی

برای تعیین ترکیب شیمیایی جلبک‌های سارگاسوم آنگوستیفولیوم[18] و گراسیلاریا کورتیکاتا[19] در سه منطقه از سواحل استان بوشهر و در هر منطقه از چهار محل (۴ تکرار)، چهار نمونه برداشت شد که در مجموع برای هرجلبک ۱۲ نمونه برای تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. پس از نمونه‌برداری، جلبک‌ها با آب شیرین شسته شده و در هوای آزاد خشک شدند.

به منظور هوادهی بهتر، جلبک‌ها روزانه ۳ بار و به مدت یک هفته زیر و رو شدند. نمونه‌های جلبک از نظر ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام، طبق روش‌های متداول و استاندارد آزمایشگاهی (۴) و دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز طبق روش ون سوست (۵۴) اندازه‌گیری شدند.

تعیین قابلیت هضم

در این بخش از آزمایش، جلبک‌های سارگاسوم آنگوستیفولیوم و گراسیلاریا کورتیکاتادر قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار (حیوان) روی گوسفندان نر بالغ بومی هم‌سن (۲ ساله) و هم‌وزن (۱/۵±۴۱/۵ کیلوگرم) که در قفس‌های متابولیکی به طور انفرادی نگه‌داری می‌شدند، مورد آزمایش قرار گرفتند. بعد از سپری‌شدن دوره عادت‌پذیری دام‌ها، به طور جداگانه یونجه و خوراک جلبک و یونجه به مدت ۱۰ روز به منظور تعیین قابلیت هضم، مورد استفاده قرار گرفتند(۲۶ و ۴۸). برای تعیین قابلیت هضم خوراک جلبک‌ها، ابتدا در یک آزمایش جداگانه، یونجه به تنهایی مورد استفاده دام‌ها قرار گرفت و سپس یونجه به همراه سطوح مختلف (۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) جلبک‌های مورد نظر، به دام‌ها داده شد تا قابلیت هضم خوراک جلبک و یونجه روی هم به‌دست آید. خوراک روزانه در دو وعده، ساعت ۷ صبح و ۷ بعد از ظهر در اختیار دام ها قرار داده شد. آب و نمک به طور آزاد در اختیار دام‌ها قرار داشت (۴۸).

در آب آشامیدنی دام‌ها به مقدار نیاز مکمل ویتامینی ـ معدنی اضافه شد. جهت تعیین قابلیت هضم، کل مدفوع هر گوسفند هر روز صبح قبل از خوراک‌دادن، اندازه‌گیری و از آن نمونه‌برداری به‌عمل آمد. هم‌چنین، از خوراک مصرفی روزانه، نمونه‌برداری انجام شد. علاوه بر این، ۲۰ درصد از کل مدفوع روزانه پس از مخلوط‌نمودن، در هوای آزاد خشک شد. در پایان دوره، نمونه‌های خوراک و مدفوع هر حیوان با هم مخلوط شده و به طور تصادفی یک نمونه جهت تجزیه شیمیایی از آن‌ها برداشته شد (۵). ترکیب شیمیایی نمونه‌های خوراک و مدفوع آزمایش قابلیت هضم یونجه و خوراک جلبک‌های مختلف از نظرماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام، طبق روش‌های متداول و استاندارد

13. *Andaria pinnatifida*
14. *Porphyra dioica*
15. *Gracilaria vermiculophylla*
16. *Sargassum muticum*
17. Nile tilapia
18. *Sargassum ungustifolium*
19. *Gracilaria corticata*

آزمایشگاهی (۴) و دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز طبق روش ون سوست (۵۴) اندازه‌گیری و سپس قابلیت هضم از رابطه ۱، محاسبه شد. (رابطه ۱):

$$\text{قابلیت هضم مواد مغذی (درصد)} = \frac{\text{ماده مغذی دفع شده - ماده مغذی خورده شده}}{\text{ماده مغذی خورده شده}} \times ۱۰۰$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمایش تعیین ترکیب شیمیایی جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا درقالب طرح کاملاً تصادفی و آزمایش تعیین قابلیت هضم خوراک جلبک‌های ذکرشده در قالب طرح کاملاً تصادفی در شش تیمار و با چهار تکرار اجرا شد. تیمارها عبارت بودند از:

۱- خوراک سارگاسوم و یونجه با نسبت ۱۰ درصد جلبک،

۲- خوراک سارگاسوم و یونجه با نسبت ۱۵ درصد جلبک،

۳- خوراک سارگاسوم و یونجه با نسبت ۲۰ درصد جلبک،

۴- خوراک گراسیلاریا و یونجه با نسبت ۱۰ درصد جلبک،

۵- خوراک گراسیلاریا و یونجه با نسبت ۱۵ درصد جلبک و

۶- خوراک گراسیلاریا و یونجه با نسبت ۲۰ درصد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۴۷) با رویه GLM تجزیه آماری شدند. سطح اطمینان آماری P=۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

مدل آماری آزمایش ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم به صورت $X_{ij}=\mu+\delta_j+\varepsilon_{ij}$ است که X_{ij} نشان‌دهنده مقدار هر مشاهده، μ میانگین جمعیت، δ_j اثر ترکیب شیمیایی یا قابلیت هضم و ε_{ij} اثر خطای آزمایش می‌باشد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

اطلاعات مربوط به ترکیب شیمیایی یونجه، جلبک‌های سارگاسوم آنگوستیفولیوم وگراسیلاریا کورتیکاتا در جدول ۱، نشان داده شده است. درصد ماده خشک، ماده آلی و دیواره سلولی بین جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. به تبعیت از خاکستر، میزان ماده آلی بین جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا نیز تفاوت معنی‌داری نشان نداد. میزان پروتئین خام جلبک گراسیلاریا نسبت به جلبک سارگاسوم به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵) ولی با یونجه تفاوت معنی‌داری نداشت. میزان دیواره سلولی منهای همی‌سلولز جلبک گراسیلاریا نسبت به جلبک سارگاسوم به‌طور معنی‌داری کمتر بود (P<۰/۰۵) اما هر دو جلبک از نظر دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز نسبت به یونجه کاهش معنی‌داری نشان دادند (P<۰/۰۵).

جدول ۱- میانگین ترکیب شیمیایی (درصد) یونجه و جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا

	ماده خشک	خاکستر	ماده آلی	پروتئین خام	دیواره سلولی	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز
یونجه	۹۵/۲^{a}	۱۵^{b}	۸۵^{a}	۱۳/۳^{a}	۴۲/۵^{a}	۳۰/۶^{a}
سارگاسوم	۹۲/۶^{b}	۴۱/۳^{a}	۵۸/۶^{b}	۴/۸^{b}	۱۶/۹^{b}	۱۴/۵۸^{b}
گراسیلاریا	۹۳/۶^{b}	۴۴/۹^{a}	۵۵^{b}	۱۳/۷^{a}	۱۵^{b}	۷/۲^{c}
SEM	۰/۵۶	۴/۹۷	۵/۰۱	۱/۰۹	۳/۱۸	۳/۱۲

- اعداد غیرمشابه در یک ستون، با هم تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

ترکیب شیمیایی جلبک‌ها با توجه به عواملی مانند گونه جلبک، موقعیت جغرافیایی، شرایط محیطی (دمای آب، شوری آب، نور، فصل رشد، غلظت مواد مغذی در محیط)، شرایط فیزیولوژیکی (مرحله رشد و ....) وروش آنالیز نمونه، متفاوت خواهد بود (۱۳، ۳۲ و ۳۸). میزان خاکستر علف‌های دریایی بسیار بالاتر از گونه‌های گیاهی روی زمین و حتی بیشتر از اسفناج‌ها است (۴۶). میسورکووا و همکاران (۲۰۱۰)، نشان دادند که میزان خاکستر خام جلبک‌های دریایی از جلبک‌های آب شیرین بالاتر است که دلیل آن عمدتاً به خاطر محیط زیست و محل رویش آن‌هاست که در تماس مستقیم و طولانی‌مدت آب شور دریا و املاح موجود در آن

است. فاصله بین جزر و مد دریا نقطه‌ای است که آب دریا با برخورد موج با ساحل سبب جابجایی رسوبات خاکی و ماسه‌ای کف ساحل و نشستن آن‌ها به صورت لایه‌ای روی اندام‌های جلبکی می‌شوند، این موضوع نیز می‌تواند سبب افزایش میزان خاکستر جلبک‌ها شود. دلیل سوم بالابودن میزان خاکستر خام جلبک‌ها که البته نقش کمتری دارد؛ وجود جانوران صدف‌دار ریزی است که به جلبک‌ها چسبیده‌اند که این صدف‌ها حتی با شستشو با آب شیرین هم به‌طور کامل از سطح جلبک پاک نمی‌شوند؛ هر چند تعداد آن‌ها زیاد نیست. میزان خاکستر خام دو جلبک سارگاسوم و گراسیلاریا بیش از ۴۰ درصد است که از این نظر می‌تواند در تامین عناصر کلسیم، فسفر، سدیم و پتاسیم و کلر برای انسان و دام استفاده شود.

مارینهو- سوریانو و همکاران (۲۰۰۶) میزان خاکستر خام جلبک‌های سارگاسوم فیلی‌پندولا، سارگاسوم وولگار، گراسیلاریا سرویکورنیس و گراسیلاریا کورنئا را به‌ترتیب ۴۴/۲۹، ۱۴/۲۰، ۷/۷۲ و ۲۹/۰۶ درصد گزارش کردند. ماچو و همکاران (۲۰۱۴) میزان خاکستر جلبک‌های قرمز، قهوه‌ای و سبز را بین ۱۰ تا ۳۸ درصد گزارش کردند. کارلا و همکاران (۲۰۰۳) در یک آزمایش دیگر، مقادیر خاکستر خام جلبک‌های سارگاسوم اکینوکارپوم[20] و سارگاسوم اوبتوسیفولیوم[21] را به‌ترتیب ۳۲ و ۲۸/۹ درصد گزارش کردند. در پژوهش‌های دیگری که به‌وسیله ولی‌کمال (۱۳۹۰)، زوبیا و همکاران (۲۰۰۳)،کاساس و همکاران (۲۰۰۶)، هونگ و همکاران (۲۰۰۷) و مارین و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد؛ میزان خاکستر خام جلبک سارگاسوم را به ترتیب ۵۵/۴۱، ۳۸/۴۵، ۳۰/۶، ۳۱، ۳۸/۱ و ۳۳/۳ درصد گزارش کردند. مطالعه حاضر با نتایج برخی محققین (۳، ۲۳، ۳۰ و ۳۲) مطابقت دارد و یا به نتایج برخی محققین دیگر (۹، ۱۰،۲۷، ۳۱، ۴۲ و ۶۱) نزدیک است.

جلبک‌های دریایی به علت دارابودن میزان بالای پلی‌ساکارید می‌توانند باعث افزایش فیبر محلول و نامحلول جیره شوند (۲۹). میسورکووا و همکاران (۲۰۱۰)، میزان دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز جلبک‌های سبز-آبی، سبز، قرمز و قهوه‌ای را به‌ترتیب ۳۴/۸۸- ۰/۲۳ و ۲۹/۳۶- ۰/۱۲ درصد گزارش کردند. ولی‌کمال (۱۳۹۰) میزان دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز جلبک سارگاسوم ایلیسیفولیوم را به‌ترتیب ۱۹/۱۳و ۵/۳۴ درصد گزارش کرد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج میسورکووا و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت ندارد اما با نتایج ولی‌کمال (۱۳۹۰) هماهنگ است. تفاوت در نتایج پژوهش حاضر با نتایج میسورکووا و همکاران (۲۰۱۰) می‌تواند مربوط به تفاوت در گونه جلبک و محیط رشد آن‌ها باشد.

گونه جلبک، شرایط محیطی، فصل و سال نمونه‌برداری از جمله مواردی است که بر میزان مواد مغذی و به‌ویژه میزان نیتروژن جلبک‌های دریایی موثر است که این موضوع با یافته‌های کاریلو و همکاران (۲۰۰۸) ، فلورانس (۱۹۹۹) و پژوهش حاضر مطابقت دارد. ماچو و همکاران (۲۰۱۴) میزان پروتئین خام جلبک‌های قرمز، قهوه‌ای و سبز را بین ۸ تا ۶۲ درصد گزارش کردند.

ون و همکاران (۲۰۰۶) میزان پروتئین خام گراسیلاریا لمانیفورمیس[22] را ۲۱ درصد گزارش کردند. زوبیا و همکاران (۲۰۰۳) و ولی‌کمال (۱۳۹۰)، میزان پروتئین خام جلبک سارگاسوم را به ترتیب ۱۳/۲ و ۹/۳۵ درصد در ماده خشک گزارش کردند. مارین و همکاران (۲۰۰۹) میزان پروتئین خام سارگاسوم را بین ۳/۵ تا ۴/۷ درصد گزارش کردند.

گوئک و همکاران (۲۰۱۲) جلبک پادینا فرناندزیانا[23] در سواحل شیلی را تجزیه کرده و میزان پروتئین خام آن را ۶ تا ۸ درصد گزارش کردند.

مارین و همکاران (۲۰۰۹) وکاساس– والدز و همکاران (۲۰۰۶) در دو تحقیق جداگانه میزان پروتئین خام جلبک سارگاسوم را به ترتیب ۶/۳ و ۸ درصد گزارش کردند. نتایج پژوهش حاضر در مورد سارگاسوم با نتایج پرز (۴۲) و مارین و همکاران (۳۱) مطابقت دارد.

20. *Sargassum echinocaroum*
21. *Sargassum obtusifolium*
22. *Gracilaria lemaneiformis*
23. *Padina fernandeziana*

قابلیت هضم

ماده خشک و ماده آلی

جدول‌های۳ و ۴، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی خوراک جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا را نشان می‌دهد. طبق مقایسه جدول‌های ۲، ۳ و ۴، میزان قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی خوراک جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا نسبت به یونجه تنها، کمتر بود. میزان قابلیت هضم خوراک‌جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشتند به طوری که بیشترین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی مربوط به خوراک جلبک گراسیلاریا بود. با افزایش سطح استفاده از جلبک‌ها در خوراک، میزان قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی افزایش یافت به طوری که استفاده از جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا در سطح ۱۵ درصد نسبت به سطح ۱۰ درصد تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) نشان دادند (جدول‌های ۳ و ۴).

جدول ۲- میانگین قابلیت هضم ترکیب شیمیایی یونجه(درصد)

	ماده خشک	ماده آلی	پروتئین خام	دیواره سلولی	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز
یونجه	۶۳/۱	۶۳/۴	۷۷/۱	۴۳/۹	۴۶/۴
SEM	۰/۷	۲/۵	۰/۴	۱/۱	۰/۹

جدول ۳- میانگین قابلیت هضم ماده خشک (درصد) خوراک جلبک‌های مختلف و یونجه درسطوح مختلف جایگزینی جلبک

	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
خوراک	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	۳۸/۳^{d}	۵۳/۴^{ab}	۵۰/۱^{bc}
گراسیلاریا و یونجه	۴۹/۴^{c}	۵۴^{a}	۵۲/۲^{abc}
SEM	۲/۳۲	۰/۷۳	۱/۴۷

حروف غیرمشابه بزرگ یا کوچک در یک ردیف و یا یک ستون، با هم تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ٤- میانگین قابلیت هضم ماده آلی (درصد) خوراک جلبک‌های مختلف و یونجه درسطوح مختلف جایگزینی جلبک

	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
خوراک	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	۳۹/۳^{c}	۵۶/۵^{a}	۵۲/۶^{ab}
گراسیلاریا و یونجه	۴۹/۹^{b}	۵۶/۴^{a}	۵۲^{ab}
SEM	۲/۲۱	۰/۹۱	۱/۴۳

حروف غیرمشابه بزرگ یا کوچک در یک ردیف و یا یک ستون، با هم تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

بدیهی است مقایسه مقادیر قابلیت هضم مطالعات متفاوت خیلی مشکل است. دلیل آن، متغیربودن ترکیب شیمیایی گونه‌های جلبک و روش‌های متفاوت استفاده‌شده برای تعیین فاکتورهای مختلف تغذیه‌ای و هم‌چنین، عدم توانایی یکسان‌کردن شرایط ارزیابی دقیق است (۲۵). ترکیب شیمیایی جلبک‌ها یکی از فاکتورهای موثر بر میزان قابلیت هضم است (۴۹). هانسن و همکاران (۲۰۰۳) در ارزیابی غذایی جلبک‌های خوراکی، میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک گراسیلاریا و سارگاسوم را به ترتیب ۷۷/۷ و ۷۴/۱۱ درصد اعلام کردند. مارین و همکاران (۲۰۰۹) در تعیین ارزش غذایی جلبک سارگاسوم با استفاده از قوچ بالغ، میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک سارگاسوم را ۶۵/۵ درصد اعلام کردند.

پروتئین خام

با وجود کمتربودن میزان قابلیت هضم پروتئین خام خوراک جلبک‌های مختلف نسبت به قابلیت هضم پروتئین خام یونجه، میزان قابلیت هضم پروتئین خام خوراک دو جلبک سارگاسوم و گراسیلاریا با هم تفاوت معنی‌داری داشتند($P<۰/۰۵$).

عوامل گوناگونی بر میزان قابلیت هضم پروتئین خام جلبک‌ها موثر هستند. ترکیب شیمیایی جلبک‌ها یکی از عوامل موثر بر میزان قابلیت هضم است به‌طوری که می‌تواند بر میزان دسترسی آنزیم‌های هضمی تاثیر بگذارد به‌طور مثال، قابلیت هضم پروتئین خام جلبک، به قابلیت دسترسی به آنزیم‌ها بستگی دارد (۵۰). اجزای شیمیایی دیگر که می‌توانند باعث کاهش میزان قابلیت هضم شوند شامل تانن، برخی از اجزای فیبر جیره، اسیدهای فیتیک، مواد پلی فنولیک و ممانت‌کننده‌های آنزیمی هستند (۷، ۲۴ و ۳۴). برخی جلبک‌ها دارای مواد ضد تغذیه‌ای هستند که باعث کاهش دسترسی به مواد مغذی و هم‌چنین، بیماری‌های متعدد می‌شوند (۲۰ و ۵۱). بخش قابل توجهی از پروتئین خام جیره ممکن است برای آنزیم‌های هضمی دستگاه گوارش، قابل دسترس نباشد زیرا برخی پروتئین‌ها می‌توانند با پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای یا اجزای دیگری مانند پلی‌فنول‌ها، در کمپلکس‌ها نگه داشته شوند (۱۴).

جدول ۵- میانگین قابلیت هضم پروتئین خام (درصد) خوراک جلبک‌های مختلف و یونجه در سطوح مختلف جایگزینی جلبک‌ها

خوراک	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	۵۷/۴^{bc}	۵۹/۶^{b}	۵۴/۳^{c}
گراسیلاریا و یونجه	۶۸/۴^{a}	۶۶/۷^{a}	۶۷/۱^{a}
SEM	۲/۳۶	۱/۴۹	۲/۷۷

حروف غیرمشابه بزرگ یا کوچک در یک ردیف و یا یک ستون، با هم تفاوت معنی‌داری دارند ($P<۰/۰۵$).

تفاوت در میزان قابلیت هضم گونه‌های مختلف جلبک نیز گزارش شده است. تفاوت در میزان قابلیت هضم جلبک‌های قرمز، قهوه‌ای و سبز می‌تواند مربوط به ساختار متفاوت دیواره سلولی آن‌ها باشد (۳۰). دیواره سلولی جلبک از نظر برخی پلی‌ساکاریدهای متفاوت، غنی است که می‌تواند با پروتئین جلبک تشکیل کمپلکس‌های پایداری بدهد که به‌وسیله آن، پروتئین‌های جلبک برای آنزیم‌های پروتئولیتیک، غیرقابل‌دسترس می‌شوند که در نتیجه، قابلیت هضم پروتئین جلبک کاهش می‌یابد(۴۹). در برخی مطالعات گزارش شده است که پلی‌ساکاریدهای جلبک‌ها مانند آلژینات‌ها[24]، فوکوئیدان‌ها[25]، لامینارین‌ها[26] و فلوروتانن‌ها[27] وظایف بیولوژیکی زیادی به عهده دارند (۵۰). اثر فوکوئیدان‌ها روی قابلیت هضم نشاسته‌ها و اثر ممانعتی فوکان‌های سولفاته مختلف در جلبک‌های قهوه‌ای مشاهده شده است (۵۹ و ۶۰). لیگنین به عنوان یک جزء فیبر جیره ممکن است قابلیت هضم جیره را کاهش دهد زیرا واحدهای فنولی آن می‌تواند با پروتئین پیوند

24. Alginates
25. Fucoidans
26. Laminarins
27. Phlorotannins

برقرار کند که این باعث کاهش قابلیت هضم پروتئین می‌شود (۴۵). اجزای فنولیک می‌توانند در شرایط اکسیداتیو، ساختار پروتئین را به‌وسیله باندهای کووالانسی که استخراج پروتئین را دشوار می‌کند؛ متلاشی کند (۳۷ و ۵۵). تانن‌ها که پلی‌فنول‌های طبیعی در گیاهان هستند به دلیل توانایی آن‌ها در تشکیل کمپلکس‌های نامحلول با کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها که مقاوم به آنزیم‌های هضمی هستند؛ ممکن است قابلیت هضم پروتئین را کاهش دهند (۱۵، ۳۴ و ۴۴). هم‌چنین، اسید فیتیک یک فاکتور ضد تغذیه‌ای جلبک است که می‌تواند دسترسی زیستی را کاهش دهد. اسید فیتیک تشکیل کمپلکس‌هایی می‌دهد که می‌تواند قابلیت هضم پروتئین را به دلیل مقاومت آن‌ها به هضم پروتئولیتیک کاهش دهد (۱۱). وونگ و چنگ (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) در مطالعه جلبک‌های قرمز و سبز نشان دادند که قابلیت هضم آزمایشگاهی پروتئین خام جلبک‌های قرمز (حدود ۸۸٪) به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) بالاتر از جلبک‌های سبز بود. اوربانو و گونی (۲۰۰۲)، گزارش کردند که مقادیر قابلیت هضم پروتئین خام جیره دارای مقادیر یکسان (۱۴/۷٪) از هر دو جلبک قهوه‌ای آنداریا پیناتیفیدا و جلبک قرمز پورفیرا تنرا در مقایسه با جیره شاهد به ترتیب ۶/۴ و ۶/۵ درصد کاهش یافت. نتایج قابلیت هضم پروتئین خام گونه‌های جلبکی پژوهش حاضر با یافته‌های برخی پژوهشگران مطابقت دارد (۵۳) و با برخی مطابقت ندارد (۱۲، ۲۱، ۴۳، ۵۷ و ۵۸).

دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز

با وجود کمتربودن میزان قابلیت هضم دیواره سلولی خوراک جلبک‌های مختلف نسبت به قابلیت هضم دیواره سلولی یونجه، میزان قابلیت هضم دیواره سلولی خوراک دو جلبک سارگاسوم و گراسیلاریا با هم تفاوت معنی‌داری داشتند($P<0/05$). میزان قابلیت هضم دیواره سلولی منهای همی‌سلولز خوراک دو جلبک گراسیلاریا و سارگاسوم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. بیشترین میزان قابلیت هضم مربوط به خوراک جلبک گراسیلاریا در سطح ۱۵ درصد و کمترین میزان قابلیت هضم مربوط به خوراک جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد بود (جدول‌های ۶ و ۷).

جدول ٦- میانگین قابلیت هضم دیواره سلولی (درصد) خوراک جلبک‌های مختلف و یونجه در سطوح مختلف جایگزینی جلبک‌ها

خوراک	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	۵/۹^{c}	۳۷/۳^{ab}	۳۱/۹^{b}
گراسیلاریا و یونجه	۳۲/۴^{b}	۴۵/۲^{a}	۴۶/۲^{a}
SEM	۵/۹۵	۳/۰۳	۴/۴۸

حروف غیرمشابه بزرگ یا کوچک در یک ردیف و یا یک ستون، با هم تفاوت معنی‌داری دارند ($P<0/05$).

جدول ۷- میانگین قابلیت هضم دیواره سلولی منهای همی‌سلولز (درصد) خوراک جلبک‌های مختلف و یونجه در سطوح مختلف جایگزینی جلبک

خوراک	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	۱۲/۲^{d}	۳۵/۳^{a}	۲۶/۵^{b}
گراسیلاریا و یونجه	۱۹/۵^{c}	۳۵/۱^{a}	۲۷/۸^{b}
SEM	۱/۶۷	۱/۸۷	۲/۵۲

حروف غیرمشابه بزرگ یا کوچک در یک ردیف و یا یک ستون،با هم تفاوت معنی‌داری دارند ($P<0/05$).

فیبر جیره به دلیل مقاومت آن‌ها به هضم، نقش مهمی در مراحل هضمی دارد. وجود فیبر و فاکتورهای ضد تغذیه‌ای باعث تخمین کمتر قابلیت هضم حقیقی پروتئین خواهد شد (۲۲). جلبک‌ها منبع غنی از فیبرهای محلول و نامحلول هستند. فیبرهای محلول جیره به همراه فیبرهای نامحلول، توانایی دسترسی به پروتئین جیره را کمتر می‌کنند و این کشفیات می‌تواند به این معنی باشد که فیبرهای محلول خوراک‌ها تمایل به کاهش استفاده از پروتئین را دارند زیرا برخی از فیبرهای محلول خالص‌شده مانند پکتین و گوارگوم[28] نه تنها قابلیت هضم را کاهش می‌دهند بلکه نسبت به فیبرهای نامحلول، ابقاء (نگهداری) نیتروژن کمتری دارند. اهمیت این موضوع، زمانی که قابلیت دسترسی پروتئین کم است و به ویژه هنگامی که مصرف پروتئین جیره ناکافی است؛ خود را نشان می‌دهد (۲۴). هم‌چنین، مشاهدات هوری و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد که ممانعت از هضم به وسیله فیبر محلول جیره نسبت به بخش نامحلول فیبر جیره در همه نمونه‌های محصولات غذایی جلبک‌های قهوه‌ای (کومبو[29]، واکیم[30] و هیجیکی[31]) بیشتر بود. تقریباً بیشترین اثر ممانعتی (۱۰۰ درصد) مربوط به فیبر محلول جیره‌ای جلبک کومبو بود. اثر بالای ممانعتی فیبر محلول جیره می‌تواند مربوط به خصوصیات چسبندگی بالای آن‌ها باشد (۲۴). شستن نیز می‌تواند بر قابلیت هضم و دسترسی برخی مواد مغذی تاثیر بگذارد. این موضوع، به دلیل حذف بخشی از فیبرهای محلول جیره که می‌توانند با مواد مغذی مختلف تشکیل کمپلکس دهند باشد. در واقع شستشو، کمپلکس‌های ممانعت‌کننده از پروتئولیز را حذف می‌کند (۳۳). مدارکی وجود دارند که قابلیت هضم، میزان فیبر جیره و اجزای فعال زیستی جلبک‌ها می‌توانند نقش مهمی در ارزیابی کیفیت جلبک‌ها داشته باشد (۳۶).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، جلبک‌ها به شدت تحت تاثیر محیط رشد خود می‌باشند به گونه‌ای که اگر یک گونه جلبک در مناطق گوناگون رشد کند، از نظر ترکیب شیمیایی با یکدیگر متفاوت خواهند بود. به طور مثال، جلبک سارگاسوم ایلیسیفولیوم در استان‌های بوشهر، بندرعباس و سیستان و بلوچستان از نظر میزان پروتئین خام متفاوت هستند (به ترتیب ۹/۳۵، ۱۲/۲ و ۱۰/۵ درصد در ماده خشک) (۱). ترکیب شیمیایی جلبک‌ها متفاوت است و میزان تجزیه‌پذیری و هضم هر ماده خوراکی نیز به ترکیب شیمیایی آن به ویژه میزان فیبر خام، خاکستر خام و نوع عمل‌آوری آن بستگی دارد. به عبارتی هر چه مقادیر فیبر خام و خاکستر خام ماده خوراکی بیشتر باشد به همان میزان، تجزیه‌پذیری آن ماده کمتر خواهد بود و یا هر چه اندازه ذرات خوراک ریزتر باشد به همان میزان، مقدار قابلیت تجزیه آن در شکمبه کاهش می‌یابد؛ زیرا به سرعت از شکمبه عبور کرده و مدت زمان کمتری در معرض فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه قرار می‌گیرد (۳۹). قابلیت هضم غذا علاوه بر این‌که تحت نفوذ ترکیب خود غذا است بستگی به ترکیبات غذاهای دیگری دارد که همراه آن صرف می‌شوند. این اثر تجمعی غذاها باعث تردید در نتایج حاصل از آزمایشات تعیین قابلیت هضم می‌شود.

اثر تجمعی غذاها معمولاً منفی است؛ یعنی قابلیت هضم جیره‌های مخلوط، کمتر از مقادیر مورد انتظاراست (۲).

هم‌چنین، جلبک‌های دریایی دارای فیبر خام بالایی هستند و از طرف دیگر به دلیل رشد در شرایط دریا (بالابودن نمک آب دریا) و چسبیدن صدف‌های کوچک به جلبک‌ها، میزان خاکستر خام بالایی دارند که این موارد، باعث کاهش قابلیت هضم و تجزیه‌پذیری جلبک‌های دریایی می‌شوند.

فاکتورهای ضدتغذیه‌ای هم می‌توانند در کاهش قابلیت هضم موثر باشند که احتمالاً در جلبک‌ها وجود دارند. نتیجه این‌که جلبک گراسیلاریا نسبت به جلبک سارگاسوم به دلیل میزان پروتئین خام بیشتر، برای تغذیه دام مناسب‌تر است. مناسب‌ترین سطح استفاده برای جلبک گراسیلاریا ۱۵ درصد می‌باشد.

28. Guargum
29. Kombu
30. Wakame
31. Hijiki

فهرست منابع

۱. فرحپور.م.، آبکنار. ع. م و نوتاش. غ. ر.(۱۳۸۹). بررسی کشت سه گونه جلبک دریایی *Cystoseira indica*، *Sargassum illicifolium* و *Hypnea musciformis* در سواحل چابهار. نشریه تحقیقات گیاهان دارویی و معطرایران، جلد ۲۶، شماره۳، صفحات ۲۹۶ تا ۳۰۴.

۲. مکدونالد، پ. ادواردز، آر. ا. گرین هال، ج. اف. د. (۱۹۹۶). تغذیه دام. ویرایش پنجم. چاپ دوم. ترجمه رشید صوفی سیاوش و حسین جان‌محمدی. (۱۳۸۳). انتشارات آئیژ. تهران، ایران.

۳. ولی کمال، علی‌رضا. (۱۳۹۰). تاثیر سطوح مختلف جلبک دریایی *Sargassum illicifolium* بر روی عملکرد و فراسنجه‌های خونی و شکمبه ای بره‌های پرواری.دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. پایان نامه کارشناسی ارشد.

4. Association of Official Analysis Chemistry (AOAC). (1990). Official Method of Analysis.17th ed. AOAC, Washington, DC. USA.
5. Banerjee, G. C. (1988). *Feeds and Principles of Animal Nutrition*. Oxford & IBH publication, Ltd.
6. Bocanegra, A. Nieto, A. Blas, B. and Sanches-Muniz, F. J. (2003). Diets containing a high percentage of Nori or Konbu algae are well-accepted and efficiently utilized by growing rats but induce different degrees of histological changes in the liver and bowel. *Food and Chemical Toxicology*, 41:1473–1480.
7. Burtin, P. (2003). Nutritional value of seaweeds. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 2: 498–503.
8. Carrillo, S. Lopez, E. Casas, M. M. Avila, E. Castillo, R. M. Carranco, M. E. Calvo, C. and Perez-Gil, F. (2008). Potential use of seaweed in the laying hen ration to improve the quality of n-3 fatty acid enriched eggs. *Journal of Applied Phycology*, 20: 721-728.
9. Casas, M. Hernandez, H. Marin, A. Agulia, R. and Carrillo, S. (2003). Use of *sargassum spp* algae as supplement for goats and cattle. *XIII congress latinoamericano de Nutrition, 9-13 Noviember, Acapulco Guerrero, Mexico*
10. Casas-Valdez, M. Hernandez-Contreras, H. Martin-Alvarez, A. Aguila-Ramirez, R. N. Hernandez-Guerrero, C. J. Sanchez-Rodriguez, I. and Carrillo-Dominguez, S. (2006). The seaweed Sargassum as tropical alternative for goats feeding. *Revista de Biologica Tropical, 54 (1): 83-92*.
11. Cheryan, M. (1980). Phytic acid interactions in food systems. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 13: 297–335.
12. Cook Bessie, B. (1960). The Nutrition value of waste- grown algae. *Presented at the 88 th Annual meeting of the American public Health Association, November 3, Inc, San Francisco, California.*
13. Cruz-Suarez, L. E. Tapia Salazar, M. Nieto Lopez, M. G. and Ricque, D. (2008). A review of the effects of macroalgae in shrimp feeds and in co- culture. *IX Simposio International de Nutricion Acuicola, 24-27 Noviember. Mexico.*
14. Cummings, J. H. and Macfarlane, G.T. (1991). The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *Journal of Applied Bacteriology*, 70: 443–459.
15. De Oliviera M. N., Freitas A. L. P., Carvalho A. F. U., Sarnpaio T. M. T., Farias D. F., Teixeira D. I. A., Gouveia S. T., Pereira J. G. and De Sena M. (2009). Nutritive and non-nutritive attributes of washed up seaweeds from the coast of Ceara, Brazil. *Food Chemistry*, 115 (1): 254–259.
16. Denis, C. Morancais, M. Li, M. Deniaud, E. Gaudin, P. Wielgosz-Collin, G. Barnathan, G. Jaouen, P. and Fleurence, J. (2010). Study of the chemical composition of edible red macroalga *Grateloupia turuturu* from Brittany (France). *Food Chemistry*, 119 (3): 913-917.

17. Fleurence, J. (1999). Seaweed proteins: biochemical nutritional aspects and potential uses. Trend in Science and Technology, 10: 25-28.
18. Goecke, F. Escobar, M. and Collantes, G. (2012). Chemical composition of *Padina fernandeziana* (Phaeophyceae, Dictyotales) from Juan Fernandez Archipelago, Chile. *Rev Latinoum Biotecnol Amb Algal*, 3(2): 95-104.
19. Gojon, H. H. Siqueiros, D. A. and Hernandez, H. (1998). *In situ* ruminal digestibility and degradability of *Macrocytis pyrifera* and *Sargassum spp* in bovine Livestock. *Giencias Marinas*, 24:463-481.
20. Hansen, H. R. Hector, B. L. and Feldmann, J. (2003). A qualitative and quantitative of the seaweed diet of North Ronaldsay sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 105: 21-28.
21. Hayami, H. and Shino, K. (1958). *Nutritional studies on decolorized Chlorella. Growth experimental on rats and the digestibility of a diet containing 19% of decolorized Chlorella.* Annual Report of the National Institute of Nutrition. Toyamacho, Tokyo, pp 56-58.
22. Hodgkinson, S. M. (2006). Evaluation of the quality of protein sources for inclusion in diets for monogastricanimals. *Ciencia e Investigaci on Agraria*, 33: 83–90.
23. Hong, D. D. Hein, H. M. and Son, P. N. (2007). Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. *Journal of Applied Phycology*, 19: 817-826.
24. Horie, Y. Sugase, K. and Horie, K. (1995). Physiological differences of soluble and insoluble dietary fibre fractions of brown algae and mushrooms in pepsin activity *in vitro* and protein digestibility. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 4: 251–255.
25. Hur, S. J. Lim, B. O. Decker, E. A. and McClements, D. J. (2011). *In vitro* human digestion model for food applications. *Food Chemistry*, 125: 1–12.
26. Jarrige, R. (1989). *Ruminant Nutrition*. INRA, Paris. France.
27. Karla, J. M. D. and Brooke, S. 2003. Nutritional composition of edible Hawaiium seaweeds. *Journal of Applied Phycoloy*, 15:513-524.
28. Karthikai Devi, G. Thirvmaran, G. manivannan, K. and Anantharaman, P. (2009). Element composition of certain seaweeds for gulf Mannar. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 4(1): 46-55.
29. Lahaye, M. (1991). Marine algae as sources of fibers: determination of soluble and insoluble dietary fiber contents in some sea vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54: 587-594.
30. Machu, L. Misurcova, L. Samek, D. Hrabe, J. and Fisera, M. (2014). *In vitro* digestibility of algae products. *Journal of Aquatic Food Product Technology*.
31. Marin, A. Casas-Valdez, M. Carrialo, S. Hernandez, H. Monroy, A. Sangines, L. and Perez-Gil, F. (2009). The marine algae *Sargassum spp. (Sargassaeae)* as feed for sheep in tropical and subtropical regions. *International Journal of Tropical Biology*, 37: 1274-1281.
32. Marinho-Soriano, E. Fonseca, P. C. Carneiro, M. A. A. and Moreira, W. S. C. (2006). Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource Technology*, 97: 2402-2406.
33. Marrion, O. Schwertz, A. Fleurence, J. Gueant, J. L. and Villaume, C. (2003). Improvement of the digestibility of the proteins of the red alga *Palmaria palmate* by physical processes and fermentation. *Nahrung/Food*, 47: 339–344.
34. Martınez, T. F. and Moyano, F. J. (2003). Effect of tannic acid on *in vitro* enzymatic hydrolysis of some protein sources. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 456–464.
35. McHugh, D. J. (2003). *A Guide to Seaweed Industry. In: FAO, Fisheries technical*, paper no. 441. (pp. 105). Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations. (Cited in Denis *et al.*, 2010).
36. Misurcova, L. Kracmar, S. Klejdus, B. and Vacek, J. (2010). Nitrogen content, dietary fiber and digestibility in algal food products. *Czech Journal of Food Sci*ences, 28(1): 27-35.
37. Moure, A. Cruz, J. M. Franco, D. Dominguez,

J. M. Sneiro, J. Dominguez, H. Nunez, M. J. and Parajo, J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72 (2): 145–171.

38. Murugaiyan, K. and Narasimman, S. (2012). Element composition of *Sargassum longifolium* and *Turbinaria conidess* from Pamban coast, Tamilnadu. *International Journal of Research in Biological Sciences*, 2(4): 137-140.
39. Orskov, E. R. Deb-Hovell, F. D. and Mould, F. (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuff. *Tropical Animal Production*, 5: 195-213.
40. Ortiz, J. Romero, N. Robert, P. Araya, J. Lopez-Hernandez, J. Bozzo, C. Navarrete, E. Osorio, A. and Rios, A.(2006). Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol content of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antaractica*. *Food Chemistry, 99(1): 98-104*.
41. Pereira, Rui. Valente, L. M. P. Souse-Pinto, I. andrema, P. (2012). Apparent Nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticuss*). *Algal Research*, 1: 77-82.
42. Perez, R. C. (1999). Composicion quimica de *Sargassum spp* colectado en La Bahia de La paz, B. C. S., Y La factibilidad de suaprovechamiento en forma directa O comofuente de alginate. *Tesis de Maestria, La paz, Baja California sur, Mexico*.
43. Prosky, L. and Karinen, J. F. (1960). Nutrition value of algae with the use of weanling rats. *Abstracts, 5th International Congress on Nutrition, September 1-7, Washington, D. C, America*.
44. Rehman, Z. and Shah, W. H. (2005). Thermal heat processing effects on anti-nutrients, proteins and starch digestibility of food legumes. *Food Chemistry*, 91: 327–331.
45. Rozan, P. Lamghari, R. Linder, M. Villaume, C. Fanni, J. Parmentier, M. and Mejean, L. (1997). *In vivo* and *in vitro* digestibility of soybean, lupine, and rapeseed meal proteins after various technological processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 45: 1762–1769.
46. Ruperez, P. Ahrazem, O. and Leal, J. A. (2002). Potenical antioxidant capacity of sulfated poly saccharides from edibic marine brown seaweed *Fucus vesiculosus. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 840-845.*
47. SAS Institute. (2003). *SAS/STAT User's Guide, revised* 9.1, Statistical Analyses System Institiute Inc., Cary, NC.
48. Schnider, B. H. and Flatt, W. P. (1975). The evaluation of feeds through digestibility experiments. *University of Georgia press Athens.*
49. Se-Kwon, Kim. (2012). Handbook of Marine macroalgae: Biotechnology and Applied phycology, published by John wiley S sons, Ltd.
50. Shan, B. E. Yoshida, Y. Kuroda, E. and Yamashita, U. (1999). Immunomodulating activity of seaweed extract on human lymphocytes *in vitro*. *International Journal of Immunopharmacol*, 21: 59–70.
51. Thompson, L. U. (1993). Potential health benefits and problems associated with anti-nutrients in foods. *Food Research. International*, 26: 131–149.
52. Torbatinejad, N. and Sabine, J. R. (2001). Laboratory evaluation of some marine plants on south australian beaches. *Journal of Animal Feed Sciences and Technology*, 3: 91-100.
53. Urbano, M. G. and Goni, I. (2002). Bioavailability of nutrients in rats fed on edible seaweeds Nori (*Porphyra tenera*) and Wakame (*Undaria pinnatifida*) as a source of dietary fiber. *Food Chemistry*, 76 (3): 281–286.
54. Van Soest, P. J. Robertson, J. D. and Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animals nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
55. Wang, T. Jonsdottir, R. and Olafsdottir, G. (2009). Total phenolic compounds, radical scavenging and metal chelation of extracts from Icelandic seaweeds. *Food Chemistry*, 116: 240–248.
56. Wen, X. Peng, Ch. Zhou, H. Lin, G. Lin, Zh. Chen, Sh. and Li, P. (2006). Nutritional composition and assessment of *Gracilaria*

lemaneiformis (Bory). *Journal of Integrative Plant Biology, 48(9): 1047-1053.*

57. Wong, K. H. and Cheung, C. K. (2001). Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds part II: *In vitro* protein digestibility and amino acid profiles of protein concentrates. *Food chemistry*, 72: 88-17.
58. Wong, K. H. and Cheung, C. K. (2000). Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I: proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. *Food Chemistry, 71:475-482*.
59. Yang, Ch. Chung, D. and You, S. G. (2008). Determination of physicochemical properties of sulphated fucans from sporophyll of *Undaria pinnatifida* using light scattering technique. *Food Chemistry*, 111: 503–507.
60. You, S. G. Yang, Ch. Lee, H. Y. and Lee, B.Y. (2010). Molecular characteristics of partially hydrolyzed fucoidans from sporophyll of *Undaria pinnatifida* and their *in vitro* anticancer activity. *Food Chemistry*, 119: 554–559.
61. Zubia, M. Payri, C. E. Deslandes, E. and Guezennec, J. (2003). Chemical composition of attached and drift specimens of *sargassum mangarevense* and *Turbinaria ornata* (phaeophyta: Fucales) from Tahiti, French Polynesia. *Botanica Marina*, 46: 562-571.