مقایسه ارزش غذایی جلبک دریایی *سارگاسوم آنگوستیفولیوم* در سواحل استان بوشهر با جلبک دریایی *سیستوسیرا ایندیکا* در سواحل استان سیستان و بلوچستان برای تغذیه نشخوارکنندگان

- **عبدالمهدی کبیری‌فرد***: بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشارزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران
- **محمود دشتی‌زاده**: بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشارزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران
- **امیرارسلان کمالی**: بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشارزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران
- **حسین خاج**: بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشارزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷

چکیده

این پژوهش به‌منظور مقایسه ارزش غذایی دو جلبک دریایی استان‌های بوشهر (سارگاسوم آنگوستیفولیوم) و سیستان و بلوچستان (سیستوسیرا ایندیکا) برای تغذیه نشخوارکنندگان انجام شد. جهت تعیین قابلیت هضم، هر کدام از جلبک‌ها به نسبت‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد با یونجه خشک، مخلوط شده و هر خوراک روی چهار رأس گوسفند نر بالغ بومی، با روش جمع‌آوری مدفوع آزمایش شدند. تیمارهای شش خوراک آزمایشی شامل: سه خوراک حاوی جلبک سارگاسوم و سه خوراک حاوی جلبک سیستوسیرا در قالب طرح کامل تصادفی بود. نتایج ترکیب شیمیایی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز و انرژی خام به‌ترتیب برای جلبک سارگاسوم ۹۲/۶، ۵۸/۶، ٤/۸، ۱٦/۹، ۱٤/٦ درصد و ۲۳۱٦/۳ کالری بر گرم و برای جلبک سیستوسیرا به‌ترتیب ۹۳/۲، ۸۲، ۱۵/۲، ۳۸/۱، ۲۷/۷ درصد و ۳۲٦۷ کالری بر گرم بود. نتایج نشان داد که درصد مواد مغذی ذکرشده در بالا به جز ماده خشک، در سیستوسیرا نسبت به سارگاسوم افزایش معنی‌داری داشت. در بین تیمارهای خوراک سارگاسوم و سیستوسیرا، بهترین ضریب قابلیت هضم مواد مغذی را تیمار ۲۰ درصد خوراک سیستوسیرا داشت که برای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز و انرژی خام به‌ترتیب، ۵۸/۸، ٦۰/۸، ٦٤/۵، ٤۹/۷، ۵۰/۸ و ٦۲/۱ درصد به‌دست آمد. به‌طورکلی، نتایج نشان داد که سیستوسیرا نسبت به سارگاسوم به‌دلیل داشتن پروتئین خام و انرژی خام بیش‌تر، خاکستر کم‌تر و به تبع آن، ماده آلی بیش‌تر، برای تغذیه دام مناسب‌تر بوده و مناسب‌ترین سطح استفاده آن، ۲۰ درصد می‌باشد.

کلمات کلیدی: ارزش غذایی، تغذیه نشخوارکنندگان، جلبک دریایی، *سارگاسوم آنگوستیفولیوم*، *سیستوسیرا ایندیکا*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m51kabiri@gmail.com

مقدمه

دریاها و اقیانوس‌ها منابع عظیمی از مواد غذایی محسوب می‌شوند که از دیرباز مورد توجه بشر بوده و با پیشرفت تکنولوژی و علوم، بشر سعی در بهره‌برداری بیش‌تر از آن‌ها نموده است (رضوی‌شیرازی، ۱۳۷۳).سواحل خلیج‌فارس 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 (فرحپور و همکاران، ۱۳۸۹). استفاده ازجلبک به‌عنوان علوفه و یا مکمل خوراک دام از دیرباز در برخی از کشورها مثل انگلیس، ایرلند، اسکاتلند، مغرب و برخی از کشورهای آفریقایی، آمریکایی و آسیایی برای بعضی از دام‌ها مانند اسب، خوک و گوسفند مرسوم بوده است و تصور این‌که جلبک‌ها در آینده به‌عنوان یک منبع خوراکی با ارزش بالقوه باشند، جدید نیست (Hansen و همکاران، ۲۰۰۳؛ Misurcova و همکاران، ۲۰۱۰). خوراک حاصل از جلبک‌ها از لحاظ برخی از مواد معدنی و ویتامینی، غنی‌تر از گونه‌های علوفه‌ای مرسوم در تغذیه دام و طیور می‌باشند (Misurcova و همکاران، ۲۰۱۰). در مورد ارزش غذایی جلبک *سیستوسیرا* گزارش‌های کمی وجود دارد. Patarra و همکاران (۲۰۱۱) میزان ماده خشک، پروتئین خام و فیبر خام جلبک *سیستوسیرا آبیس مارینا* (*Cystoseira abies-marina*) را به‌ترتیب ۸۳/۸، ۶/۹۴ و ۵۶/۲۶ درصد گزارش کردند. جلبک دریایی سارگاسوم منبع خوبی از مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها، بتاکاروتن و برخی اسیدهای آمینه ضروری مانند آرژنین، تریپتوفان و فنیل‌آلانین است (Carrillo و همکاران، ۲۰۰۸؛ Casas-Valdez و همکاران، ۲۰۰۶). Perez (۱۹۹۹) تفاوت‌هایی در ترکیب شیمیایی جلبک *سارگاسوم* جمع‌آوری شده در ماه‌های فوریه، مارس، آوریل و می در مکزیک را در سال ۱۹۹۵ گزارش کرد. تفاوت‌های مشاهده‌شده شامل پروتئین خام ۳/۴-۵/۷، خاکستر خام ۲۶/۵-۳۱/۷، فیبر خام ۱۰/۲-۱۱/۴ و چربی خام ۰/۱-۰/۴ درصد بود. Casas و همکاران (۲۰۰۳) میزان خاکستر خام و ماده آلی *سارگاسوم* را ۳۱ و ۶۹ درصد گزارش کردند. ولی کمال (۱۳۹۰) میزان پروتئین خام، ماده آلی، خاکستر خام، چربی خام، دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز جلبک *سارگاسوم ایلیسیفیولیوم* (*Sargassum illicifolium*) را به‌ترتیب ۹/۳۵، ۴۱/۵۹، ۵۸/۴۴، ۱۳/۵۵، ۱۹/۱ و ۵/۳۴ درصد گزارش کرد. Casas و همکاران (۲۰۰۶) مقادیر پروتئین خام، ماده خشک، خاکستر خام و چربی خام جلبک *سارگاسوم* را به‌ترتیب ۸، ۸۹، ۳۱ و ۲ درصد گزارش کردند. Gojon و همکاران (۱۹۹۸) مقادیر پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، خاکستر خام و عصاره عاری از نیتروژن جلبک *سارگاسوم* را به‌ترتیب ۵/۹۹، ۰/۵۸، ۱۲/۷۵، ۳۸/۴۵ و ۴۱/۹۸ درصد در ماده خشک، گزارش کردند. Karla و Brooke(۲۰۰۳)در تحقیقی مقادیر پروتئین خام، خاکستر خام و چربی خام دو گونه جلبک *سارگاسوم* را به‌ترتیب ۱۰/۳، ۱۳، ۳۲ و ۲۸/۹، ۳/۶ و ۲/۶ درصد گزارش کردند. Zubia و همکاران (۲۰۰۳) مقادیر پروتئین خام و خاکستر خام جلبک *سارگاسوم* را به‌ترتیب ۱۳/۲ و ۳۰/۶ درصد گزارش کردند. Hong و همکاران (۲۰۰۷) مقادیر پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام جلبک *سارگاسوم* را به‌ترتیب ۷/۶، ۱/۲ و ۳۸/۱ درصد گزارش کردند. در شمال شیلی، ترکیب آمینواسیدها و اسیدهای چرب و ترکیب شیمیایی جلبک‌های *اولوا لاکتوکا* (*Ulva lactuca*)، *دریلا آنتاراکتیکا* (*Durvillaea antaractica*) بررسی شد. برگ و ساقه جلبک *دریلا آنتاراکتیکا* به‌ترتیب دارای ۱۷/۹ و ۲۵/۷ درصد خاکسترخام، ۱۰/۴ و ۱۱/۶ درصد پروتئین خام، ۰/۸ و ۴/۳ درصد چربی‌خام، ۷۰/۹ و ۵۸/۴ درصد کربوهیدرات و ۷۱/۴ و ۵۶/۴ درصد فیبر خام بود. میزان پروتئین خام، چربی خام، خاکستر خام، Ortiz و همکاران (۲۰۰۶) کربوهیدرات و فیبر خام جلبک *اولوا لاکتوکا* به‌ترتیب ۲۷/۲، ۰/۳، ۱۱، ۶۱/۵ و ۶۰/۵ درصد گزارش کردند. ترکیب شیمیایی و تغییرات فصلی علف دریایی قرمز *گراتلوپیا توروتورو* (*Grateloupia turuturu*) در یک‌دوره یک‌ساله در سال ۲۰۰۶، در سواحل فرانسه ارزیابی شد. میزان پروتئین خام، چربی‌خام، خاکسترخام و فیبر خام این جلبک به‌ترتیب ۲۳، ۲/۶، ۱۸ و ۶۰ ٪ بود (Denis و همکاران، ۲۰۱۰). Casas-Valdez و همکاران(۲۰۰۶) میزان ماده‌خشک، پروتئین‌خام، خاکسترخام، چربی‌خام و کربوهیدرات‌جلبک *سارگاسوم* را به‌ترتیب ۸۹، ۸، ۳۱، ۲ و ۳۹ درصد در ماده خشک، گزارش کردند. Marin و همکاران (۲۰۰۹) در تعیین ارزش غذایی جلبک *سارگاسوم* به‌عنوان منبع علوفه‌ای، میزان پروتئین‌خام، چربی خام، فیبرخام و خاکستر خام را به‌ترتیب ۶/۳، ۰/۴۵، ۶/۴ و ۳۳/۳ درصد در ماده خشک گزارش کردند. در پژوهش Marinho-Soriano و همکاران (۲۰۰۶) نتایج نشان‌داد که مقادیر پروتئین‌خام، کروهیدرات، فیبر خام و خاکستر خام‌به‌ترتیب برای جلبک‌های *سارگاسوم فیلی‌پندولا* (*Sargassum filipendula*)، ۸/۲، ۵۳/۷، ۶/۵، ۴۴/۳، *سارگاسوم وولگار* (*Sargassm vulgare*)، ۱۵/۷، ۶۷/۸، ۷/۷، ۱۴/۲، *گراسیلاریا سرویکورنیس* (*Gracilaria cevicornis*)، ۲۲/۹، ۶۳/۱، ۵/۶، ۷/۷ و *گراسیلاریا کورنئا* (*Gracilaria cornea*)، ۵/۷، ۳۶/۳، ۵/۲، ۲۹/۶ درصد بودند. گزارش‌های متفاوتی در مورد قابلیت هضم ترکیبات شیمیایی انواع جلبک‌ها وجود دارد. Torbatinejad و

Sabine(۲۰۰۱)در تحقیقی که روی ۱۲ گونه جلبک ماکروسکوپی انجام دادند، گزارش کردند که قابلیت هضم ماده خشک جلبک دریایی در دامنه ۵۱/۵-۳۴/۱ درصد قرار دارد. Hansen و همکاران (۲۰۰۳)درارزیابی غذایی جلبک‌های خوراکی، میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک *گراسیلاریا* و *سارگاسوم* را به‌ترتیب ۷۷/۷ و ۷۴/۱۱ درصد اعلام کردند. Wong و Cheung (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) قابلیت هضم آزمایشگاهی پروتئین خام جلبک‌های قرمز و سبز را مطالعه کرده و نشان دادند که قابلیت هضم پروتئین خام جلبک‌های قرمز (حدود ۸۸درصد) به‌طور معنی‌داری($P<0/05$) بالاتر از جلبک‌های سبز بود. Prosky و Karinen (۱۹۶۰) قابلیت هضم پروتئین جلبک‌های *کلورلا* (*Chlorella*) و *سندسموس* (*Scenedesmus*) را ۷۰ درصد گزارش کردند. Cooke-Bessie (۱۹۶۰) قابلیت هضم پروتئین جلبک *کلورلا* و *سندسموس* رشدکرده در فاضلاب را ۵۴ درصدگزارش کرد. Hayami و Shino(۱۹۵۸)قابلیت‌هضم پروتئین خام‌جلبک *کلورلا* را ۶۰درصد گزارش کردند. Bocangera و همکاران (۲۰۰۳) به‌میزان ۷ درصد از هر دو جلبک قهوه‌ای خشک‌شده *لامیناریا دیجیتاتا* (*Laminaria digitate*) و جلبک قرمز خشک شده *پورفیرا تنرا* (*Porphyra tenera*) را در جیره استفاده کردند. قابلیت هضم ظاهری جیره بعد از اضافه‌کردن جلبک‌های ذکرشده به‌ترتیب ۰/۸۴ و ۰/۶۱ درصد در مقایسه با جیره شاهد کاهش یافت. Urbano و Goni (۲۰۰۲) گزارش کردند که مقادیر قابلیت هضم ظاهری جیره دارای ۱۴/۷ درصد از هر دو جلبک قهوه‌ای *آنداریا پیناتیفیدا* (*Andaria pinnatifida*) و جلبک قرمز *پورفیرا تنرا* در مقایسه با جیره شاهد به‌ترتیب ۶/۴ و ۶/۵ درصد کاهش یافت. Pereira و همکاران (۲۰۱۲) چهار جلبک *پورفیرا دیوکا* (*Porphyra dioica*)، *اولوا*، *گراسیلاریا ورمیکولوفیلا* (*Gracilaria vermiculophylla*) و *سارگاسوم موتیکوم* (*Sargassum muticum*) را در جیره ماهی‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان و تیلاپیای نیل (Nile tilapia) 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 (Dowczynski و همکاران، ۲۰۰۷؛ Karthikai و همکاران، ۲۰۰۹). 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 مهم‌می‌باشد. باتوجه به‌نبود اطلاعات‌درباره‌ارزش غذایی جلبک‌های‌غالب‌سواحل‌استان‌های بوشهر و سیستان و بلوچستان، این پژوهش با هدف تعیین ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم جلبک‌های دریایی *سارگاسوم‌آنگوستیفولیوم* و *سیستوسیرا ایندیکا* در تغذیه دام، انجام شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری جلبک‌ها و تعیین ترکیب شیمیایی: برای تعیین ترکیب شیمیایی جلبک‌های *سارگاسوم آنگوستیفولیوم* (*Sargassum ungustifolium*) و *سیستوسیرا ایندیکا* (*Cystoseira indica*) در سه منطقه از سواحل استان بوشهر و در هر منطقه از چهار محل (۴ تکرار)، چهار نمونه برداشت شد که در مجموع ۱۲ نمونه برای تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. پس از نمونه‌برداری، جلبک‌ها با آب‌شیرین شسته شده و در هوای آزاد خشک شدند. به‌منظور هوادهی بهتر، جلبک‌ها روزانه ۳ بار و به‌مدت یک هفته زیر و رو شدند. نمونه‌های جلبک از نظر ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام و انرژی خام طبق روش‌های متداول و استاندارد آزمایشگاهی(AOAC، ۲۰۰۱) و دیواره سلولی و دیواره‌سلولی‌منهای همی‌سلولز، طبق روش Van Soest (۱۹۹۱) اندازه‌گیری‌شدند.برای‌جمع‌آوری‌و تعیین ترکیب شیمیایی جلبک *سیستوسیرا ایندیکا* در استان سیستان و بلوچستان نیز تمامی مراحل ذکرشده در بالا، انجام شد.

تعیین‌قابلیت‌هضم: در این آزمایش، جلبک‌های *سارگاسوم آنگوستیفولیوم* و *سیستوسیرا ایندیکا* در 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) در قفس‌های متابولیکی به‌طور انفرادی نگه‌داری و آزمایش شدند. بعد از سپری شدن‌دوره‌عادت‌پذیری‌دام‌ها،به‌طورجداگانه‌یونجه‌خشک‌و خوراک جلبک و یونجه به‌مدت ۱۰ روز به‌منظور تعیین قابلیت هضم، استفاده شدند (Jarrige، ۱۹۸۹؛ Schnider و Flatt، ۱۹۷۵). برای تعیین‌قابلیت‌هضم‌خوراک‌جلبک‌ها،ابتدا در یک آزمایش جداگانه، یونجه به تنهایی مورد استفاده دام‌ها قرار گرفت و سپس یونجه به‌همراه سطوح مختلف (۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) جلبک‌های مورد نظر، به دام‌ها داده شد تا قابلیت هضم خوراک جلبک و یونجه روی‌هم، 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 به‌طور آزاد در اختیار دام‌ها قرار داشت (Schnider و Flatt، ۱۹۷۵). در آب آشامیدنی دام‌ها به‌مقدار نیاز مکمل ویتامینی و معدنی اضافه شد. جهت تعیین قابلیت هضم، کل مدفوع هر گوسفند هر روز

صبح قبل از خوراک‌دادن، اندازه‌گیری و از آن نمونه‌برداری به‌عمل آمد.ازخوراک‌مصرفی‌روزانه، نیز نمونه‌برداری انجام شد. هم‌چنین، ۲۰ درصداز کل مدفوع روزانه پس از مخلوط‌نمودن، در هوای آزاد خشک شد. در پایان دوره، نمونه‌های خوراک و نمونه‌های مدفوع هر حیوان با هم مخلوط شده و به‌طور تصادفی یک نمونه جهت تجزیه شیمیایی از آن‌ها برداشته شد (Banerjee، ۱۹۸۸). ترکیب شیمیایی نمونه‌های خوراک و مدفوع آزمایش قابلیت هضم یونجه و خوراک جلبک‌های *سارگاسوم* و *سیستوسیرا* از نظر ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام و انرژی خام طبق روش‌های متداول و استاندارد آزمایشگاهی(AOAC) و دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز طبق روش Van Soest (۱۹۹۱) اندازه‌گیری و سپس قابلیت هضم از رابطه ۱، محاسبه شد.

$$\text{قابلیت هضم مواد مغذی (درصد)} = \frac{\text{ماده مغذی دفع شده - ماده مغذی خورده شده}}{\text{ماده مغذی خورده شده}} \times ۱۰۰ \quad \text{(رابطه ۱)}$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: آزمایش تعیین ترکیب شیمیایی جلبک‌های *سارگاسوم* و *سیستوسیرا* در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمایش تعیین قابلیت هضم خوراک جلبک‌های ذکر شده 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 *سیستوسیرا* و یونجه با نسبت ۱۰ درصد جلبک، ۵- خوراک *سیستوسیرا* و یونجه با نسبت ۱۵ درصد جلبک و ۶- خوراک *سیستوسیرا* و یونجه با نسبت ۲۰ درصد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۳) با رویه GLM (General Linear Model) تجزیه آماری شدند. سطح اطمینان آماری P=۰/۰۵ درنظر گرفته شد. مدل آماری آزمایش ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم به‌صورت $Xij= \delta+\mu j+\varepsilon ij$ است که Xij نشان‌دهنده مقدار هر مشاهده، μ میانگین جمعیت، δj اثر ترکیب شیمیایی یا قابلیت هضم و εij اثر خطای آزمایش می‌باشد.

نتایج

ترکیب شیمیایی: ترکیب شیمیایی یونجه خشک، جلبک‌های *سارگاسوم آنگوستیفولیوم* و *سیستوسیرا ایندیکا* در جدول ۱، نشان داده شده است. درصد پروتئین خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز و ماده آلی *سیستوسیرا* نسبت به *سارگاسوم* افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) نشان داد. فاکتورهای ذکر شده بالا در سارگاسوم نسبت به یونجه خشک کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) نشان داد، اما در *سیستوسرا* نسبت به یونجه خشک تفاوت معنی‌داری نداشت. درصد ماده خشک بین جلبک‌های *سارگاسوم* و *سیستوسیرا* تفاوت معنی‌داری نشان نداد اما درصد ماده خشک هردوجلبک نسبت به یونجه خشک کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشت. میزان انرژی خام جلبک *سیستوسیرا* نسبت به جلبک *سارگاسوم* افزایش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵) اما نسبت به یونجه کاهش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵).

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار ترکیب شیمیایی(درصد) و انرژی خام (کالری در گرم) یونجه خشک و جلبک‌های *سارگاسوم* و *سیستوسیرا*

	ماده خشک	خاکستر خام	ماده آلی	پروتئین خام	دیواره سلولی	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز	انرژی خام
یونجه	۹۵/۲^{a}±۰/۴	۱۵/۰^{b}±۲/۱	۸۵^{a}±۷/۸	۱۳/۳^{a}±۱/۱	۴۲/۵^{a}±۵/۱	۳۰/۶^{a}±۵/۰	۴۱۵۸/۳^{a}±۲۵۳
سارگاسوم	۹۲/۶^{b}±۰/۹	۴۱/۳^{a}±۲/۲	۵۸/۶^{b}±۲/۲	۴/۸^{b}±۰/۱	۱۶/۹^{b}±۲/۶	۱۴/۶^{b}±۲/۶	۲۳۱۶/۳^{c}±۱۸۹
سیستوسیرا	۹۳/۲^{b}±۰/۱	۱۷/۹^{b}±۰/۲	۸۲/۰^{a}±۰/۲	۱۵/۲^{a}±۰/۶	۳۸/۱^{a}±۰/۵	۲۷/۷^{a}±۰/۳	۳۲۶۷/۰^{b}±۲۳

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

قابلیت هضم

ماده خشک و ماده آلی: جدول‌های۳ و ۴، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی خوراک جلبک‌های *سارگاسوم* و *سیستوسیرا* را نشان می‌دهند. طبق مقایسه جدول‌های ۲، ۳ و ۴، میزان قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی خوراک جلبک‌های *سارگاسوم* و *سیستوسیرا* نسبت به یونجه تنها، کم‌تر بود. بیش‌ترین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی به‌ترتیب ۵۸/۸ و ۶۰/۸ درصد مربوط به‌خوراک جلبک *سیستوسیرا* در سطح ۲۰ درصد و کم‌ترین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی به‌ترتیب ۳۸/۳ و ۳۹/۳ درصد مربوط به خوراک جلبک *سارگاسوم* در سطح ۱۰ درصد بود. با افزایش سطح استفاده از جلبک *سارگاسوم* در خوراک، میزان قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در سطح ۱۵ درصد افزایش و در سطح ۲۰ درصد کاهش یافت، به‌طوری‌که استفاده از جلبک *سارگاسوم* در سطح ۱۵ درصد نسبت به سطح ۱۰ درصد افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) نشان داد. میزان قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی خوراک جلبک *سیستوسیرا* در سطح ۲۰ درصد نسبت به سطوح ۱۰ و ۱۵٪ افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) نشان داد، اما دو سطح ۱۰ و ۱۵ درصد با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند (جداول ۳ و ۴).

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار قابلیت هضم ترکیب شیمیایی(درصد) و انرژی خام (کالری بر گرم) یونجه خشک

	ماده خشک	ماده آلی	پروتئین خام	دیواره سلولی	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز	انرژی خام
یونجه	۶۳/۱±۱/۵	۶۳/۴±۵	۷۷/۱±۰/۸	۴۳/۹±۲/۳	۴۶/۴±۱/۹	۶۲/۷±۲/۵

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار قابلیت هضم ماده خشک (درصد) خوراک دو نوع جلبک و یونجه خشک درسطوح مختلف جایگزینی دو نوع جلبک

خوراک	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	$۳۸/۳^{e}$±۲/۴	$۵۳/۴^{bc}$±۰/۳۵	$۵۰/۱^{cd}$±۲/۳
سیستوسیرا و یونجه	$۵۲/۰^{bcd}$±۰/۹	$۵۴/۵^{b}$±۱/۳	$۵۸/۸^{a}$±۰/۷

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

جدول ۴: میانگین و انحراف معیار قابلیت هضم ماده آلی (درصد) خوراک دو نوع جلبک و یونجه خشک درسطوح مختلف جایگزینی دو نوع جلبک

خوراک	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	$۳۹/۳^{d}$±۲/۰	$۵۶/۵^{b}$±۰/۴	$۵۲/۶^{bc}$±۲/۷
سیستوسیرا و یونجه	$۵۳/۰^{bc}$±۰/۹	$۵۶/۵^{b}$±۱/۷	$۶۰/۸^{a}$±۰/۵

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

پروتئین خام: با وجود کم‌تر بودن میزان قابلیت هضم پروتئین خام‌خوراک جلبک‌های‌مختلف نسبت به‌قابلیت هضم پروتئین خام یونجه‌خشک، درصدقابلیت‌هضم پروتئین خام خوراک *سیستوسیرا* نسبت‌به‌خوراک*سارگاسوم*افزایش‌معنی‌داری‌نشان داد (P<۰/۰۵). درصد قابلیت هضم پروتئین خام خوراک جلبک‌های *سارگاسوم* و *سیستوسیرا* با افزایش سطح جایگزینی جلبک، افزایش معنی‌داری نشان ندادند. بیش‌ترین قابلیت هضم مربوط به خوراک جلبک *سیستوسیرا* در سطح ۱۰ درصد و کم‌ترین قابلیت هضم، مربوط به خوراک جلبک *سارگاسوم* در سطح ۲۰ درصد بود (جدول ۵).

جدول ۵: میانگین و انحراف معیار قابلیت هضم پروتئین خام (درصد) خوراک دو نوع جلبک و یونجه خشک در سطوح مختلف جایگزینی دو نوع جلبک

خوراک	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	$۵۷/۴^{cd}$±۱/۴	$۵۹/۶^{c}$±۰/۷	$۵۴/۳^{d}$±۲/۹
سیستوسیرا و یونجه	$۶۷/۴^{ab}$±۲/۵	$۶۳/۸^{b}$±۲/۰	$۶۴/۵^{ab}$±۰/۵

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

دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز: با وجود کم‌تر بودن میزان قابلیت هضم دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز خوراک جلبک‌های مختلف نسبت به قابلیت هضم دیواره سلولی یونجه، میزان قابلیت هضم دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز خوراک دو جلبک *سارگاسوم* و *سیستوسیرا* با هم تفاوت معنی‌داری‌داشتند (P<۰/۰۵). بیش‌ترین میزان‌قابلیت‌هضم‌دیواره‌سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز مربوط به خوراک جلبک *سیستوسیرا* در سطح ۲۰٪ و کم‌ترین میزان قابلیت هضم مربوط به خوراک جلبک *سارگاسوم* در سطح ۱۰ درصد بود (جدول‌های ۶ و ۷).

جدول ۶: میانگین و انحراف معیار قابلیت هضم دیواره سلولی (درصد) خوراک دو نوع جلبک و یونجه خشک، در سطوح مختلف جایگزینی دو نوع جلبک

خوراک	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	$۵/۹^{d}$±۲/۷	$۳۷/۳^{bc}$±۲/۶	$۳۱/۹^{c}$±۴/۵
سیستوسیرا و یونجه	$۳۰/۲^{c}$±۱/۸	$۳۸/۸^{bc}$±۲/۸	$۴۹/۷^{a}$±۱/۴

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

جدول ۷: میانگین و انحراف معیار قابلیت هضم دیواره سلولی منهای همی‌سلولز (درصد) خوراک دو نوع جلبک و یونجه خشک، در سطوح مختلف جایگزینی دو نوع جلبک

خوراک	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	۱۲/۲^{e}±۳/۱	۳۵/۳^{b}±۵/۱	۲۶/۵^{c}±۶/۸
سیستوسیرا و یونجه	۲۸/۵^{c}±۱/۴	۳۶/۱^{b}±۲/۹	۵۰/۸^{a}±۱/۳

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

انرژی خام: قابلیت هضم انرژی خام *سارگاسوم* نسبت به یونجه کم‌تر بود ولی قابلیت هضم انرژی خام *سیستوسیرا* در سطح ۲۰ درصد با یونجه تفاوت معنی‌داری نداشت. بیش‌ترین قابلیت هضم مربوط به *سیستوسیرا* در سطح ۲۰ درصد و کم‌ترین، مربوط به *سارگاسوم* در سطح ۱۰ درصد بود (جدول ۸).

جدول ۸: میانگین و انحراف معیار قابلیت هضم انرژی خام (درصد) خوراک دو نوع جلبک و یونجه خشک، در سطوح مختلف جایگزینی دو نوع جلبک

خوراک	سطوح جایگزینی جلبک (درصد)		
	۱۰	۱۵	۲۰
سارگاسوم و یونجه	۳۷/۴^{c}±۲/۷	۵۵/۶^{b}±۱/۹	۵۲/۵^{b}±۲/۲
سیستوسیرا و یونجه	۵۵/۱^{b}±۲/۳	۵۸/۰^{ab}±۲/۹	۶۲/۱^{a}±۱/۳

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

بحث

ترکیب شیمیایی

ماده خشک و ماده آلی: 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 ....) و روش آنالیز نمونه، متفاوت خواهد بود (Cruz-Suarez و همکاران، ۲۰۰۸؛ Marinho-Sorianoوهمکاران،۲۰۰۶). Casas-Valdez و همکاران (۲۰۰۶) میزان ماده خشک جلبک *سارگاسوم* را ۸۹ درصد گزارش کردند. Marinho-Soriano و همکاران (۲۰۰۶) میزان ماده خشک جلبک *سارگاسوم* را ۸۶/۴ درصد اعلام کردند. نتایج این پژوهش در مورد ماده خشک جلبک *سارگاسوم* با نتایج Casas-Valdez و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد، اما با نتایج Marinho-Soriano و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت ندارد. میزان خاکستر خام علف‌های دریایی بسیار بالاتر از گونه‌های گیاهی روی زمین و حتی بیش‌تر از اسفناج‌ها است (Ruperez و همکاران، ۲۰۰۲). Misurcova و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که میزان خاکستر خام جلبک‌های دریایی از جلبک‌های آب‌شیرین، بالاتر است که دلیل آن عمدتاً به‌خاطر محیط‌زیست و محل‌رویش آن‌هاست که‌در تماس مستقیم و طولانی‌مدت آب‌شور 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 به‌صورت لایه‌ای‌روی اندام‌های‌جلبکی 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 آب‌شیرین هم به‌طور کامل از سطح جلبک پاک نمی‌شوند، هر چند تعداد آن‌ها زیاد نیست. میزان خاکستر خام جلبک *سارگاسوم* در پژوهش حاضر بیش از ۴۰ درصد است که از این نظر می‌تواند در تامین عناصر کلسیم،فسفر، سدیم و پتاسیم و کلر برای دام استفاده شود. میزان‌خاکستر خام جلبک *سیستوسیرا* نسبت به *سارگاسوم* کاهش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵) که به تبع آن، میزان ماده آلی *سیستوسیرا* نسبت به *سارگاسوم* افزایش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). Marinho-Soriano و همکاران(۲۰۰۶)میزان خاکستر خام‌جلبک‌های*سارگاسوم‌فیلی‌پندولا*،*سارگاسوم‌وولگار*،*گراسیلاریا سرویکورنیس* و *گراسیلاریا کورنئا* را به‌ترتیب ۴۴/۲۹، ۱۴/۲۰، ۷/۷۲ و ۲۹/۰۶ درصد گزارش کردند. Machu و همکاران (۲۰۱۴) میزان خاکستر خام جلبک‌های قرمز، قهوه‌ای و سبز را بین ۱۰ تا ۳۸ درصدگزارش کردند. Karla و Brooke(۲۰۰۳)در یک آزمایش دیگر، مقادیر خاکستر خام جلبک‌های *سارگاسوم اکینوکارپوم*

(*Sargassum echinocaroum*) و *سارگاسوم اوبتوسیفولیوم* (*Sargassum obtusifolium*) را به‌ترتیب ۳۲ و ۲۸/۹٪ گزارش کردند. در پژوهش‌های دیگری که به‌وسیله ولی‌کمال (۱۳۹۰)، Zubia و همکاران (۲۰۰۳)، Casas و همکاران (۲۰۰۳)، Hong و همکاران (۲۰۰۷) و Marin و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد، میزان خاکستر خام جلبک سارگاسوم را به‌ترتیب ۳۰/۶، ۳۱، ۳۰/۶، ۳۸/۱ و ۳۳/۳ درصد گزارش کردند. مطالعه حاضر در مورد جلبک سارگاسوم با نتایج برخی محققین (Hong و همکاران، ۲۰۰۷؛ Machu و همکاران، ۲۰۱۴) مطابقت دارد و یا به نتایج برخی محققین دیگر (Casas-Valdez و همکاران، ۲۰۰۶؛ Marin و همکاران، ۲۰۰۹) نزدیک است.

پروتئین خام: گونه جلبک، شرایط محیطی، فصل و سال نمونه‌برداری ازجمله مواردی است که بر میزان مواد مغذی و به‌ویژه میزان نیتروژن جلبک‌های دریایی موثر است که این موضوع با یافته‌های Carrillo و همکاران (۲۰۰۸)، Fleurence (۱۹۹۹) و پژوهش حاضر مطابقت دارد. Machu و همکاران (۲۰۱۴) میزان پروتئین خام جلبک‌های قرمز، قهوه‌ای و سبز را بین ۸ تا ۶۲ درصد گزارش کردند. Wen و همکاران (۲۰۰۶) میزان پروتئین خام *گراسیلاریا لمانیفورمیس* (*Gracilaria lemaneiformis*) را ۲۱ درصد گزارش کردند. Zubia و همکاران (۲۰۰۳) و ولی‌کمال (۱۳۹۰) میزان پروتئین خام جلبک *سارگاسوم* را به‌ترتیب ۱۳/۲ و ۹/۳۵ درصد در ماده خشک گزارش کردند. Marin و همکاران (۲۰۰۹) میزان پروتئین خام *سارگاسوم* را بین ۳/۵ تا ۴/۷ درصد گزارش کردند. Goecke همکاران (۲۰۱۲) جلبک *پادینا فرناندزیانا* (*Padina fernandeziana*) در سواحل شیلی را تجزیه کرده و میزان پروتئین خام آن‌را ۶ تا ۸٪ گزارش کردند. Marin و همکاران (۲۰۰۹) و Casas-Valdez و همکاران (۲۰۰۶) در دو تحقیق جداگانه میزان پروتئین خام جلبک *سارگاسوم* را به‌ترتیب ۶/۳ و ۸٪ گزارش کردند. نتایج پژوهش حاضر در مورد *سارگاسوم* با نتایج Perez (۱۹۹۹) و Marin و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. نتایج پژوهش حاضر در مورد جلبک *سیستوسیرا ایندیکا* با نتایج Patarra و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت ندارد که این تفاوت می‌تواند مربوط به گونه جلبک، شرایط محیطی، فصل و سال نمونه‌برداری باشد.

دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز: جلبک‌های دریایی به‌علت دارابودن میزان بالای پلی‌ساکارید می‌توانند باعث افزایش فیبر محلول و نامحلول جیره شوند (Lahaye، ۱۹۹۱). Misurcova 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 در مورد جلبک سارگاسوم با نتایج Misurcova و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت ندارد، اما با نتایج ولی‌کمال هماهنگ است. تفاوت در نتایج پژوهش حاضر با نتایج Misurcova و همکاران (۲۰۱۰) می‌تواند مربوط به تفاوت در گونه جلبک و محیط رشد آن‌ها باشد.

انرژی خام: میزان انرژی خام جلبک سارگاسوم در سواحل مکزیک، ۲۱۳۰ کالری بر گرم گزارش شد (Marin و همکاران، ۲۰۰۹). ولی‌کمال (۱۳۹۰) میزان انرژی خام جلبک *سارگاسوم ایلیسیفولیوم* را ۲۳۴۶/۷۴ کالری در گرم ماده خشک گزارش کرد که با نتایج پژوهش حاضر هماهنگ است. Karla و همکاران (۲۰۰۳) در تعیین ارزش غذایی گونه‌های مختلف جلبک‌های سواحل هاوایی، میزان انرژی خام دو گونه جلبک سارگاسوم را ۲۱۱۴ و ۲۲۷۷ کالری بر گرم ماده خشک گزارش کردند که به نتایج پژوهش حاضر نزدیک است. با توجه به این‌که میزان خاکستر خام جلبک *سیستوسیرا* از جلبک *سارگاسوم* کم‌تر و به‌تبع آن میزان ماده‌آلی آن بیش‌تر بود بنابراین، میزان انرژی خام جلبک *سیستوسیرا* نسبت به *سارگاسوم* به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) بیش‌تر بود. جلبک‌ها نمی‌توانند به عنوان منبع اصلی انرژی در نظر گرفته شوند اما آن‌ها از نظر ویتامین، پروتئین و مواد معدنی ارزش غذایی بالایی دارند و منبع پلی‌ساکارید برای خوراک دام هستند (Kumar و Kaladharan، ۲۰۰۷).

قابلیت هضم

ماده خشک و ماده آلی: جلبک‌ها به‌شدت تحت تاثیر محیط رشد خود می‌باشند به‌طوری‌که اگر یک گونه جلبک در مناطق گوناگون رشد کند، از نظر ترکیب شیمیایی با یکدیگر متفاوت خواهند بود. میزان تجزیه‌پذیری و هضم هر ماده خوراکی نیز به ترکیب شیمیایی آن به‌ویژه میزان فیبر خام، خاکستر خام و نوع عمل‌آوری آن بستگی دارد. به‌عبارتی هرچه مقادیر فیبر خام و خاکستر خام ماده خوراکی بیش‌تر باشد به‌همان میزان، تجزیه‌پذیری آن ماده کم‌تر خواهد بود (Orskov و همکاران، ۱۹۸۰). 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 آزمایش‌های تعیین قابلیت هضم می‌شود. اثر تجمعی غذاها معمولاً منفی است، یعنی قابلیت هضم جیره‌های مخلوط، کم‌تر از مقادیر مورد انتظار است (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۶). هم‌چنین، جلبک‌های دریایی

دارای فیبر خام بالایی هستند و از طرف دیگر به‌دلیل 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. 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 (Hur و همکاران، ۲۰۱۱). ترکیب شیمیایی جلبک‌ها یکی از فاکتورهای موثر بر میزان قابلیت هضم است (Se-Kwon، ۲۰۱۲). Hansen و همکاران (۲۰۰۳) میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک جلبک‌های *گراسیلاریا* و *سارگاسوم* را به‌ترتیب ۷۷/۷ و ۷۴/۱۱ درصد اعلام کردند. Marin 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. نتایج این پژوهش در مورد قابلیت هضم *سارگاسوم* با نتایج Hansen و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت نداشت، اما در مورد *سیستوسیرا* به نتایج Marin و همکاران (۲۰۰۹) نزدیک بود.

پروتئین خام: عوامل گوناگونی بر میزان قابلیت هضم پروتئین خام جلبک‌ها موثر هستند. ترکیب شیمیایی جلبک‌ها یکی از عوامل موثر بر میزان قابلیت هضم است به‌طوری‌که می‌تواند بر میزان دسترسی آنزیم‌های هضمی تاثیر بگذارد به‌طور مثال، قابلیت هضم پروتئین خام جلبک، به قابلیت دسترسی به آنزیم‌ها بستگی دارد (Shan و همکاران، ۱۹۹۹). به‌نظر می‌رسد میزان قابلیت هضم پروتئین خام با مقدار فیبر محلول رابطه مستقیم دارد که از دسترسی به پروتئین جلوگیری می‌کند (MacArtair و همکاران، ۲۰۰۷). اجزای شیمیایی دیگر که می‌توانند باعث کاهش میزان قابلیت هضم شوند شامل تانن، برخی از اجزای فیبر جیره، اسیدهای فیتیک، مواد پلی‌فنولیک و ممانت‌کننده‌های آنزیمی هستند (Burtin، ۲۰۰۳؛ Martinez و Moyano، ۲۰۰۳). برخی جلبک‌ها دارای مواد ضدتغذیه‌ای هستند که باعث کاهش دسترسی به مواد مغذی و هم‌چنین، بیماری‌های متعدد می‌شوند (Hansen و همکاران، ۲۰۰۳). 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 (Cummings و Macfarlane، ۱۹۹۱). تفاوت در میزان قابلیت هضم پروتئین خام گونه‌های مختلف جلبک گزارش شده است. تفاوت در میزان قابلیت هضم جلبک‌های قرمز، قهوه‌ای و سبز می‌تواند مربوط به ساختار متفاوت دیواره سلولی آن‌ها باشد (Machu و همکاران، ۲۰۱۴). 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 (Se-Kwon، ۲۰۱۲). در برخی مطالعات گزارش شده است که پلی‌ساکاریدهای جلبک‌ها مانند آلژینات‌ها (Alginates)، فوکوئیدان‌ها (Fucoidans)، لامینارین‌ها (Laminarins) و فلوروتانن‌ها (Phlorotannins) وظایف بیولوژیکی زیادی به‌عهده دارند (Shan و همکاران، ۱۹۹۹). اثر فوکوئیدان‌ها روی قابلیت هضم نشاسته‌ها و اثر ممانعتی فوکان‌های سولفاته مختلف در جلبک‌های قهوه‌ای مشاهده شده است (Yang و همکاران، ۲۰۰۸؛ You و همکاران، ۲۰۱۰). Wong و Cheung (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) در مطالعه جلبک‌های قرمز و سبز نشان دادند که قابلیت هضم آزمایشگاهی پروتئین خام جلبک‌های قرمز (حدود ۸۸٪) به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) بالاتر از جلبک‌های سبز بود. Urbano و Goni (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 به‌ترتیب ۶/۴ و ۶/۵ درصد کاهش یافت. نتایج قابلیت هضم پروتئین خام گونه‌های جلبکی پژوهش حاضر با یافته‌های برخی پژوهشگران مطابقت دارد (Urbano و Goni، ۲۰۰۲) و با برخی مطابقت ندارد (Wong و Cheung، ۲۰۰۰؛ Wong و Cheung، ۲۰۰۱).

دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز: گزارشی در مورد میزان دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز جلبک‌های *سارگاسوم* و *سیستوسیرا* یافت نشد. فیبر جیره به‌دلیل مقاومت آن‌ها به هضم، نقش مهمی در مراحل هضمی دارد. فیبر جیره زمان عبور را افزایش می‌دهد. وجود فیبر و فاکتورهای ضدتغذیه‌ای باعث تخمین کم‌تر قابلیت هضم حقیقی پروتئین خواهد شد (Hodgkinson، ۲۰۰۶). جلبک‌ها منبع غنی از فیبرهای محلول و نامحلول هستند (Urbano و Goni، ۲۰۰۲). مشاهدات Horie و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد که ممانعت از هضم به‌وسیله فیبر محلول جیره نسبت به بخش نامحلول فیبر جیره در همه نمونه‌های محصولات غذایی جلبک‌های قهوه‌ای (کومبو (Kombu)، واکیم (Wakame) و هیجیکی (Hijiki)) آزمایش‌شده، بیش‌تر بود. تقریباً بیش‌ترین اثر ممانعتی (۱۰۰ درصد) مربوط به فیبر محلول جیره‌ای جلبک کومبو بود. به‌طور تخمینی اثر ممانعتی فیبر محلول جیره‌ای در دامنه ۶۰ تا ۱۰۰٪ بود در حالی‌که اثر فیبر نامحلول جیره

۲۰ تا ۴۰٪ بود. اثر بالای ممانعتی فیبر محلول جیره می‌تواند مربوط به خصوصیات چسبندگی بالای آن‌ها باشد.

انرژی خام: گزارشی در مورد میزان قابلیت هضم انرژی خام جلبک‌های *سارگاسوم* و *سیستوسیرا* یافت نشد. Casas و همکاران (۲۰۰۳) میزان انرژی قابل هضم *سارگاسوم ایلیسیفولیوم* را ۳/۶۵ مگاکالری بر کیلوگرم گزارش کرد که در مقایسه با میزان گزارش شده به‌وسیله Gojon و همکاران (۱۹۹۸) (۱/۵ مگاکالری بر کیلوگرم) متفاوت است. علف‌های دریایی منبع اصلی انرژی نیستند اگرچه گزارش شده که با توجه به میزان ویتامین، پروتئین و مواد معدنی دارای ارزش تغذیه‌ای هستند (Norziah و Ching، ۲۰۰۰).

نتایج قابلیت هضم در این آزمایش نشان داد که درصد قابلیت هضم سطوح مختلف جلبک‌های *سارگاسوم* و *سیستوسیرا* در ترکیب با یونجه حتی از قابلیت هضم یونجه به تنهایی، کم‌تر است که این موضوع، نشان‌دهنده منفی‌بودن قابلیت هضم جلبک‌های ذکر شده به تنهایی می‌باشد و به این معنی است که این دو نوع جلبک را نمی‌توان به تنهایی در تغذیه دام استفاده کرد. به‌طورکلی این‌طور می‌توان نتیجه گرفت که جلبک *سیستوسیرا* نسبت به *سارگاسوم* به دلیل پروتئین خام و انرژی خام بیش‌تر، خاکستر کم‌تر و به تبع آن، میزان ماده آلی بیش‌تر، برای تغذیه دام مناسب‌تر بوده و مناسب‌ترین سطح استفاده آن، ۲۰ درصد می‌باشد.

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 معطر ایران. جلد ۲۶، شماره۳، صفحات ۲۹۶ تا ۳۰۴.

۲. **مکدونالد، پ.؛ ادواردز، ر.ا.؛ گرین‌هال، ج.ف.د. و مورگان، سی.ا.، ۱۹۹۶.** تغذیه دام. ویرایش پنجم. چاپ دوم. ترجمه صوفی‌سیاوش، ر. و جانمحمدی، ح.، ۱۳۸۳. تهران، انتشارات آئیژ، ایران.

۳. **ولی‌کمال، ع.ر.، ۱۳۹۰.** تاثیر سطوح مختلف جلبک دریایی *Sargassum illicifolium* بر روی عملکرد و فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای بره‌های پرواری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

۴. **رضوی‌شیرازی، ح.، ۱۳۷۳.** تکنولوژی فرآورده‌های دریایی (اصول نگه‌داری و عمل‌آوری). انتشارات شیلانه. صفحات ۳۱ تا ۴۸.

۵. **Association of Official Analysis Chemistry (AOAC). 2001.** Official Method of Analysis.17th ed. AOAC, Washington, DC. USA.

۶. **Banerjee, G.C., 1988.** Feeds and Principles of Animal Nutrition. Oxford & IBH publication, Ltd.

۷. **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. Vol. 41, pp: 1473-1480.

۸. **Burtin, P., 2003.** Nutritional value of seaweeds. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry. Vol. 2, pp: 498-503.

۹. **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. J of Applied Phycology. Vol. 20, pp: 721-728.

۱۰. **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.

۱۱. **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. Vol. 54, No. 1, pp: 83-92.

۱۲. **Cook Bessie, B., 1960.** The Nutrition value of waste-grown algae. Presented at the 88th Annual meeting of the American Public Health Association. November 3, Inc, San Francisco, California.

۱۳. **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.

۱۴. **Cummings, J.H. and Macfarlane, G.T., 1991.** The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. Journal of Applied Bacteriology. Vol. 70, pp: 443-459.

۱۵. **Dawczynski, C.; Schubert, R. and Jahreis, G., 2007.** Amino acids, fatty acids, and dietary fiber in edible seaweed products. Food Chemistry. Vol. 103, pp: 891-899.

۱۶. **Denis, C.; Morancais, M.L. 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. Vol. 119, No. 3, pp: 913-917.

۱۷. **Fleurence, J., 1999.** Seaweed proteins: biochemical nutritional aspects and potential uses. Trend in Science and Technology. Vol. 10, pp: 25-28.

۱۸. **Goecke, F.; Escobar, M. and Collantes, G., 2012.** Chemical composition of *Padina fernandeziana* from Juan Fernandez Archipelago, Chile. Revista Latinoamericana de Biotecnologia Ambiental Algal. Vol. 3, No. 2, pp: 95-104.

۱۹. **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. Vol. 24, pp: 463-481.

۲۰. **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. Vol. 105, pp: 21-28.

۲۱. **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.

۴۰. **Patarra, R.F.; Paiva, L. and Neto, A.I., 2011.** Nutritional value of selected macroalgae. Journal of Applied Phycology. Vol. 23, pp: 205-208.

۴۱. **Pereira, R.; Valente, L.M.P.; Souse-Pinto, I. and Rema, P., 2012.** Apparent Nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout and Nile tilapia (*Oreochromis niloticuss*). Algal Research. Vol. 1, pp: 77-82.

۴۲. **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.

۴۳. **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.

۴۴. **Ruperez, P.; Ahrazem, O. and Leal, J.A., 2002.** Potential antioxidant capacity of sulfated poly saccharides from edibic marine brown seaweed *Fucus vesiculosus.* Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 50, pp: 840-845.

۴۵. **SAS. 2003.** SAS/STAT User's Guide, revised 9.1, Statistical analyses system institute Inc. Cary, NC.

۴۶. **Schnider, B.H. and Flatt, W.P., 1975.** The evaluation of feeds through digestibility experiments. University of Georgia press Athens.

۴۷. **Se-Kwon, K., 2012.** Handbook of Marine macroalgae: Biotechnology and Applied phycology, published by John wiley S sons, Ltd.

۴۸. **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. Vol. 21, pp: 59-70.

۴۹. **Torbatinejad, N. and Sabine, J.R., 2001.** Laboratory evaluation of some marine plants on south Australian beaches. Journal of Animal Feed Sciences and Technology. Vol. 3, pp: 91-100.

۵۰. **Urbano, M.G. and Goni, I., 2002.** Bioavailability of nutrients in rats fed on edible seaweeds Nori (*Porphyra tenera*) and Wakame as a source of dietary fiber. Food Chemistry. Vol. 76, No. 3, pp: 281-286.

۵۱. **Wen, X.; Peng, Ch.; Zhou, H.; Lin, G.; Lin, Zh.; Chen, Sh. and Li, P., 2006.** Nutritional composition and assessment of *Gracilaria lemaneiformis*. J of Integrative Plant Biology. Vol. 48, No. 9, pp: 1047-1053.

۵۲. **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. Vol. 71, pp: 475-482.

۵۳. **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. Vol. 72, pp: 88-17.

۵۴. **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. Vol. 111, pp: 503-507.

۵۵. **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. Vol. 119, pp: 554-559.

۵۶. **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. Vol. 46, pp: 562-571.

۲۲. **Hodgkinson, S.M., 2006.** Evaluation of the quality of protein sources for inclusion in diets for monogastric animals. Ciencia e Investigaci on Agraria. Vol. 33, pp: 83-90.

۲۳. **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. Vol. 19, pp: 817-826.

۲۴. **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. Vol. 4, pp: 251-255.

۲۵. **Hur, S.J.; Lim, B.O.; Decker, E.A. and McClements, D.J., 2011.** In vitro human digestion model for food applications. Food Chemistry. Vol. 125, pp: 1-12.

۲۶. **Jarrige, R., 1989.** Ruminant nutrition. Inra. Paris. France.

۲۷. **Karla, J.M.D. and Brooke, S., 2003.** Nutritional composition of edible Hawaiium seaweeds. Journal of Applied Phycoloy. Vol. 15, pp: 513-524.

۲۸. **Karthikai, D.G.; Thirvmaran, G.; manivannan, K. and Anantharaman, P., 2009.** Element composition of certain seaweeds for gulf Mannar. World Journal of Dairy and Food Sciences. Vol. 4, No. 1, pp: 46-55.

۲۹. **Kumar, V. and kaladharan. P., 2007.** Amino acids in the seaweeds as an alternate source of protein for animal feed. Journal of the Marine Biological Association of India. Vol. 49, No. 1, pp: 35-40.

۳۰. **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. Vol. 54, pp: 587-594.

۳۱. **MacArtain, P.; Christopher, R.G.; Brooks, M.; Campbell, R. and Rowland, I.R., 2007.** Nutritional value of edible seaweeds. Nutrition Reviews. Vol. 65, pp: 535-543.

۳۲. **Machu, L.; Misurcova, L.; Samek, D.; Hrabe, J. and Fisera, M., 2014.** In vitro digestibility of different commericial edible algae products. Journal of Aquatic Food Product Technology. Vol. 23, pp: 423-435.

۳۳. **Marin, A.; Casas Valdez, M.; Carrialo, S.; Hernandez, H.; Monroy, A.; Sangines, L. and Perez Gil, F., 2009.** The marine algae *Sargassum* spp. as feed for sheep in tropical and subtropical regions. International J of tropical biology. Vol. 37, pp: 1274-1281.

۳۴. **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. Bio resource Technology. Vol. 97, pp: 2402-2406.

۳۵. **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. Vol. 83, pp: 456-464.

۳۶. **Misurcova, L.; Kracmar, S.; Klejdus, B. and Vacek, J., 2010.** Nitrogen content, dietary fiber and digestibility in algal food products. Czech Journal of Food Sciences. Vol. 28, No. 1, pp: 27-35.

۳۷. **Norziah, M.H. and Ching, C.Y., 2000**. Nutritional composition of edible seaweed Gracilaria changgi. Food Chemistry. Vol. 68, pp: 69-76.

۳۸. **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. Vol. 5, pp: 195-213.

۳۹. **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. Vol. 99, No. 1, pp: 98-104.