

## 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 کبیری فرد\***: بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران
- **محمود دشتی زاده**: بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران
- **امیرارسلان کمالی**: بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران
- **حسین خاج**: بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷

### چکیده

این پژوهش به منظور 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 همی سلولز و انرژی خام به ترتیب برای جلبک سارگاسوم ۹۲/۶، ۵۸/۶، ۴/۸، ۱۶/۹، ۱۴/۶ درصد و ۲۳۱۶/۳ کالری بر گرم و برای جلبک سیستوسیرا به ترتیب ۹۳/۲، ۸۲، ۱۵/۲، ۳۸/۱، ۲۷/۷ درصد و ۳۲۶۷ کالری بر گرم بود. نتایج نشان داد که درصد مواد مغذی ذکر شده 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 همی سلولز و انرژی خام به ترتیب، ۵۸/۸، ۶۰/۸، ۶۴/۵، ۴۹/۷، ۵۰/۸ و ۶۲/۱ درصد به دست آمد. به طور کلی، نتایج نشان داد که سیستوسیرا نسبت به سارگاسوم به دلیل 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



## 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 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 (فرحپور و همکاران، ۱۳۸۹). استفاده از جلبک 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، تربیتوفان و فنیل آلانین است (Carrillo و همکاران، ۲۰۰۸؛ Casas-Valdez و همکاران، ۲۰۰۶). (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 ۱۱/۴-۱۰/۲ و چربی خام ۰/۴-۰/۱ 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 همی سلولز جلبک سارگاسوم ایلیسیفولیوم (*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، ۵/۵۸، 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 ۷/۱۶، ۱/۲ و ۳۸/۱ درصد گزارش کردند. در شمال شیلی، ترکیب آمینواسیدها و اسیدهای چرب و ترکیب شیمیایی جلبک‌های *اولوا لاکتوکا* (*Ulva lactuca*)، *درویل* *آنتارکتیکا* (*Durvillaea antarctica*) بررسی شد. برگ و ساقه جلبک *درویل* *آنتارکتیکا* 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 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 *گراتلویپا توروتورو* (*Grateloupia turuturu*) در یک دوره یک‌ساله در سال ۲۰۰۶، در سواحل فرانسه ارزیابی شد. میزان پروتئین خام، چربی خام، خاکستر خام و فیبر خام این جلبک به‌ترتیب ۲۳، ۲/۶، ۱۸ و ۶۰٪ بود (Denis و همکاران، ۲۰۱۰). Casas-Valdez و همکاران (۲۰۰۶) میزان ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام، چربی خام و کربوهیدرات جلبک 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 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 Marinho-Soriano و همکاران (۲۰۰۶) نتایج نشان داد که مقادیر پروتئین خام، کربوهیدرات، فیبر خام و خاکستر خام به‌ترتیب برای جلبک‌های سارگاسوم *فیلی پندولا* (*Sargassum filipendula*)، ۸/۲، ۵۳/۷، ۶/۱۵، ۴۴/۳، سارگاسوم *وولگار* (*Sargassum vulgare*)، ۱۵/۷، ۶۷/۸، ۰/۷۷، ۱۴/۲، *گراسیلاریا سرویکورنیس* (*Gracilaria civicornis*)، ۲۲/۹، ۶۳/۱، ۵/۶، ۷/۷ و *گراسیلاریا کورنفا* (*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



جلبک‌های غالب سواحل استان‌های بوشهر و سیستان و بلوچستان، این پژوهش با هدف تعیین ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم جلبک‌های دریایی سارگاسوم/آنگوستیفولیوم 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 unguistifolium*) و سیستوسیرا/ایندیکا (*indica Cystoseira*) 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 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 و انرژی خام طبق روش‌های متداول و استاندارد آزمایشگاهی (AOAC، ۲۰۰۱) و دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز، طبق روش Van Soest (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شدند. برای جمع‌آوری و تعیین ترکیب شیمیایی جلبک سیستوسیرا/ایندیکا در استان سیستان و بلوچستان نیز تمامی مراحل ذکر شده در بالا، انجام شد.

### تعیین قابلیت هضم: 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 ( $41.5 \pm 1.5$  کیلوگرم) در قفس‌های متابولیکی به‌طور انفرادی نگاه‌داری و آزمایش شدند. بعد از سپری شدن دوره عادت‌پذیری دام‌ها، به‌طور جداگانه یونجه خشک و خوراک جلبک و یونجه به مدت ۱۰ روز به منظور تعیین قابلیت هضم، استفاده شدند (Jarrige، ۱۹۸۹؛ Flatt و Schnider، ۱۹۷۵). 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، به دست آید. خوراک روزانه در دو وعده، ساعت ۷ صبح و ۷ بعد از ظهر در اختیار دام‌ها قرار داده شد. آب و نمک به‌طور آزاد در اختیار دام‌ها قرار داشت (Flatt و Schnider، ۱۹۷۵). در آب آشامیدنی دام‌ها به مقدار نیاز مکمل ویتامینی و معدنی اضافه شد. جهت تعیین قابلیت هضم، کل مدفوع هر گوسفند هر روز

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) در ارزیابی غذایی جلبک‌های خوراکی، میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک گراسیلاریا و سارگاسوم را به ترتیب ۷۷/۷ و ۷۴/۱۱ درصد اعلام کردند. Cheung و Wong (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 ۸۸ درصد) 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 رشد کرده در فاضلاب را ۵۴ درصد گزارش کرد. Hayami و Shino (۱۹۵۸) قابلیت هضم پروتئین خام جلبک کلورلا را ۶۰ درصد گزارش کردند. Bocangera و همکاران (۲۰۰۳) به میزان ۷ درصد از هر دو جلبک قهوه‌ای خشک شده لامیناریا دیجیتاتا (*Laminaria digitata*) و جلبک قرمز خشک شده پورفیرا تنرا (*Porphyra tenera*) را در جیره استفاده کردند. قابلیت هضم ظاهری جیره بعد از اضافه کردن جلبک‌های ذکر شده به ترتیب 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 انداریا پیناتیفیدا (*Andaria pimatifida*) و جلبک قرمز پورفیرا تنرا در مقایسه با جیره شاهد به ترتیب 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. به‌طور کلی ترکیبات شیمیایی جلبک‌ها به عوامل مختلفی مانند گونه جلبک، مدت زمان سکونت در اقیانوس، منطقه جغرافیایی برداشت، در معرض امواج بودن، 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 مهم می‌باشد. باتوجه به نبود اطلاعات درباره ارزش غذایی



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  $P=0/05$  در نظر گرفته شد. مدل آماری آزمایش ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم به صورت  $X_{ij} = \mu + \alpha_j + \beta_i + \epsilon_{ij}$  است که  $X_{ij}$  نشان‌دهنده مقدار هر مشاهده،  $\mu$  میانگین جمعیت،  $\beta_i$  اثر ترکیب شیمیایی یا قابلیت هضم و  $\epsilon_{ij}$  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 همی سلولز و ماده آلی سیستوسیرا نسبت به سارگاسوم افزایش معنی‌داری ( $P<0/05$ ) نشان داد. فاکتورهای ذکر شده بالا در سارگاسوم نسبت به یونجه خشک کاهش معنی‌داری ( $P<0/05$ ) نشان داد، اما در سیستوسیرا نسبت به یونجه خشک تفاوت معنی‌داری نداشت. درصد ماده خشک بین جلبک‌های سارگاسوم و سیستوسیرا تفاوت معنی‌داری نشان نداد اما درصد ماده خشک هر دو جلبک نسبت به یونجه خشک کاهش معنی‌داری ( $P<0/05$ ) داشت. میزان انرژی خام جلبک سیستوسیرا نسبت به جلبک سارگاسوم افزایش معنی‌داری نشان داد ( $P<0/05$ ) اما نسبت به یونجه کاهش معنی‌داری داشت ( $P<0/05$ ).

صبح قبل از خوراک دادن، اندازه‌گیری و از آن نمونه‌برداری به عمل آمد. از خوراک مصرفی روزانه، نیز نمونه‌برداری انجام شد. هم‌چنین، ۲۰ درصد از کل مدفوع روزانه پس از مخلوط نمودن، 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 همی سلولز طبق روش Van Soest (۱۹۹۱) اندازه‌گیری و سپس قابلیت هضم از رابطه ۱، محاسبه شد.

$$100 \times \frac{\text{ماده مغذی دفع شده} - \text{ماده مغذی خورده شده}}{\text{ماده مغذی خورده شده}} = \text{قابلیت هضم مواد مغذی (درصد)} \quad (\text{رابطه ۱})$$

**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

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 همی سلولز	انرژی خام
۹۵/۲ <sup>a</sup> ±۰/۴	۱۵/۰ <sup>b</sup> ±۲/۱	۸۵ <sup>a</sup> ±۷/۸	۱۳/۳ <sup>a</sup> ±۱/۱	۴۲/۵ <sup>a</sup> ±۵/۱	۳۰/۶ <sup>a</sup> ±۵/۰	۴۱۵۸/۳ <sup>a</sup> ±۲۵۳
۹۲/۶ <sup>b</sup> ±۰/۹	۴۱/۳ <sup>a</sup> ±۲/۲	۵۸/۶ <sup>b</sup> ±۲/۲	۴/۸ <sup>b</sup> ±۰/۱	۱۶/۹ <sup>b</sup> ±۲/۶	۱۴/۶ <sup>b</sup> ±۲/۶	۲۳۱۶/۳ <sup>c</sup> ±۱۸۹
۹۳/۲ <sup>b</sup> ±۰/۱	۱۷/۹ <sup>b</sup> ±۰/۲	۸۲/۰ <sup>a</sup> ±۰/۲	۱۵/۲ <sup>a</sup> ±۰/۶	۳۸/۱ <sup>a</sup> ±۰/۵	۲۷/۷ <sup>a</sup> ±۰/۳	۳۲۶۷/۰ <sup>b</sup> ±۲۳

- حروف غیرمشابه در یک ستون، با هم تفاوت معنی‌داری دارند ( $P<0/05$ ).

### قابلیت هضم

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، به طوری که استفاده از جلبک سارگاسوم در سطح ۱۵ درصد نسبت به سطح ۱۰ درصد افزایش معنی‌داری ( $P<0/05$ ) 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 ( $P<0/05$ ) نشان داد، اما دو سطح ۱۰ و ۱۵ درصد با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳ و ۴).

**ماده خشک و ماده آلی:** جدول‌های ۳ 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 به ترتیب ۵۸/۸ و ۶۰/۸ درصد مربوط به خوراک جلبک سیستوسیرا در سطح ۲۰ درصد و کم‌ترین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی به ترتیب ۳۸/۳ و ۳۹/۳ درصد مربوط



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

یونجه	ماده خشک	ماده آلی	پروتئین خام	دیواره سلولی	دیواره سلولی منهای همی سلولز	انرژی خام
	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 در سطوح مختلف جایگزینی دو نوع جلبک

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

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

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

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

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

سیستوسیرا با افزایش سطح جایگزینی جلبک، افزایش معنی داری 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).

پروتئین خام: با وجود کم تر بودن میزان قابلیت هضم پروتئین خام خوراک جلبک های مختلف نسبت به قابلیت هضم پروتئین خام یونجه خشک، درصد قابلیت هضم پروتئین خام خوراک سیستوسیرا نسبت به خوراک سارگاسوم افزایش معنی داری نشان داد (P<۰/۰۵). درصد قابلیت هضم پروتئین خام خوراک جلبک های سارگاسوم و

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)		
	۲۰	۱۵	۱۰
سارگاسوم و یونجه	۵۴/۳ <sup>d</sup> ±۲/۹	۵۹/۶ <sup>c</sup> ±۰/۷	۵۷/۴ <sup>cd</sup> ±۱/۴
سیستوسیرا و یونجه	۶۴/۵ <sup>ab</sup> ±۰/۵	۶۳/۸ <sup>b</sup> ±۲/۰	۶۷/۴ <sup>ab</sup> ±۲/۵

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

سیستوسیرا با هم تفاوت معنی داری داشتند (P<۰/۰۵). بیشترین میزان قابلیت هضم دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز مربوط به خوراک جلبک سیستوسیرا در سطح ۲۰٪ و کمترین میزان قابلیت هضم مربوط به خوراک جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد بود (جدول های ۶ و ۷).

دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز: با وجود کم تر بودن میزان قابلیت هضم دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز خوراک جلبک های مختلف نسبت به قابلیت هضم دیواره سلولی یونجه، میزان قابلیت هضم دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز خوراک دو جلبک سارگاسوم و

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)		
	۲۰	۱۵	۱۰
سارگاسوم و یونجه	۳۱/۹ <sup>c</sup> ±۴/۵	۳۷/۳ <sup>bc</sup> ±۲/۶	۵/۹ <sup>d</sup> ±۲/۷
سیستوسیرا و یونجه	۴۹/۷ <sup>a</sup> ±۱/۴	۳۸/۸ <sup>bc</sup> ±۲/۸	۳۰/۲ <sup>c</sup> ±۱/۸

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



جدول ۷: میانگین و انحراف معیار قابلیت هضم دیواره سلولی منهای همی سلولز (درصد) خوراک دو نوع جلبک و یونجه خشک،

**در سطوح مختلف جایگزینی دو نوع جلبک**

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

- 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

**سطوح جایگزینی جلبک (درصد)**

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

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

بین جزر و مد دریا نقطه‌ای است که آب دریا با برخورد موج با ساحل سبب جابجایی رسوبات خاکی و ماسه‌ای کف ساحل و نشست 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 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. میزان خاکستر 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) و Marinho-Soriano و همکاران (۲۰۰۶) میزان خاکستر خام جلبک‌های سارگاسوم فیلی پندولا، سارگاسوم وولگار، گراسیلاریا سرویکورنسیس و گراسیلاریا کورنثا را به ترتیب 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 درصد گزارش کردند. Brooke و Karla (۲۰۰۳) در یک آزمایش دیگر، مقادیر خاکستر خام جلبک‌های سارگاسوم اکینوکارپوم

## 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-Soriano و همکاران، 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 محل رویش آن‌هاست که در تماس مستقیم و طولانی مدت آب شور دریا و املاح موجود در آن، است. فاصله



قهوه‌ای را به ترتیب ۳۴/۸۸-۰/۲۳ و ۲۹/۳۶-۰/۱۲ درصد گزارش کردند. ولی کمال (۱۳۹۰) میزان دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز جلبک *سارگاسوم ایلیسیفولیوم* را به ترتیب ۱۹/۱۳ و ۵/۳۴ درصد گزارش کرد. نتایج پژوهش حاضر در مورد جلبک *سارگاسوم بانتایچ Misurcova* و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت ندارد، اما با نتایج ولی کمال 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). ولی کمال (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 این که میزان خاکستر خام جلبک *سیستوسیرا* از جلبک *سارگاسوم* کم‌تر و به تبع آن میزان ماده آلی آن بیش‌تر بود 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 به شدت تحت تاثیر محیط رشد خود می‌باشند به طوری که 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. به عبارتی هرچه مقادیر فیبر خام و خاکستر خام ماده خوراکی بیش‌تر باشد به همان میزان، تجزیه‌پذیری آن ماده کم‌تر خواهد بود (Orskov و همکاران، ۱۹۸۰). قابلیت هضم غذا علاوه بر این که 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

(*Sargassum echinocaroum*) و *سارگاسوم اوبتوسیفولیوم* (*Sargassum obtusifolium*) را به ترتیب ۳۲ و ۲۸/۹٪ گزارش کردند. در پژوهش‌های دیگری که به‌وسیله ولی کمال (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 به ترتیب 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 از جمله 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 ولی کمال (۱۳۹۰) میزان پروتئین خام جلبک *سارگاسوم* را به ترتیب 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* و همکاران (۲۰۱۲) جلبک *پادینا فرناندزیانا* (*Padina fernandeziana*) در سواحل شیلی را تجزیه کرده و میزان پروتئین خام آن را 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 به ترتیب 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 همی سلولز:** جلبک‌های دریایی به علت دارا بودن 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 همی سلولز جلبک‌های سبز-آبی، سبز، قرمز و



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، غیرقابل دسترس 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 (Fucoindans)، لامینارین‌ها (Laminarins) و فلوروتانین‌ها (Phlorotannins) وظایف بیولوژیکی زیادی به‌عهده دارند (Shan و همکاران، ۱۹۹۹). اثر فوکوئیدان‌ها روی قابلیت هضم نشاسته‌ها و اثر مانع‌کننده‌های سولفات‌ها مختلف در جلبک‌های قهوه‌ای مشاهده شده است (Yang و همکاران، ۲۰۰۸؛ You و همکاران، ۲۰۱۰). Cheung و Wong (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. Goni و Urbano (۲۰۰۲) گزارش کردند که مقادیر قابلیت هضم پروتئین خام جیره دارای مقادیر یکسان (۱۴/۷٪) از هر دو جلبک قهوه‌ای *آنداریا بیناتیفیدا* و جلبک قرمز *پورفیرا تیرا* 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 (Goni و Urbano، ۲۰۰۲) و با برخی مطابقت ندارد (Wong و Cheung، ۲۰۰۰؛ Cheung و Wong، ۲۰۰۱).

**دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز:** گزارشی در مورد میزان دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز جلبک‌های سارگاسوم و سیستوسیرا یافت نشد. فیبر جیره به دلیل مقاومت آن‌ها به هضم، نقش مهمی در مراحل هضمی دارد. فیبر جیره زمان عبور را افزایش می‌دهد. وجود فیبر و فاکتورهای ضد تغذیه‌ای باعث تخمین کم‌تر قابلیت هضم حقیقی پروتئین خواهد شد (Hodgkinson، ۲۰۰۶). جلبک‌ها منبع غنی از فیبرهای محلول و نامحلول هستند (Goni و Urbano، 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)) آزمایش شده، بیش‌تر بود. تقریباً بیش‌ترین اثر مانع‌کننده (۱۰۰ درصد) مربوط به فیبر محلول جیره‌ای جلبک کومبو بود. به‌طور تخمینی اثر مانع‌کننده فیبر محلول جیره‌ای در دامنه ۶۰ تا ۱۰۰٪ بود در حالی که اثر فیبر نامحلول جیره

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. بدیهی است مقایسه مقادیر قابلیت هضم مطالعات متفاوت خیلی مشکل است. دلیل آن، متغیر بودن ترکیب شیمیایی گونه‌های جلبک و روش‌های متفاوت استفاده‌شده برای تعیین فاکتورهای مختلف تغذیه‌ای و هم‌چنین، عدم توانایی یکسان کردن 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 به ترتیب 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 به طوری که 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 ضد تغذیه‌ای هستند که باعث کاهش دسترسی به مواد مغذی و هم‌چنین، بیماری‌های متعددی شوند (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 ننگ داشته شوند (Macfarlane و Cummings، ۱۹۹۱). تفاوت در میزان قابلیت هضم پروتئین خام گونه‌های مختلف جلبک گزارش شده است. تفاوت در میزان قابلیت هضم جلبک‌های قرمز، قهوه‌ای و سبز





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 Nutricion. 9-13 November. 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 88<sup>th</sup> 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 Internacional de Nutricion Acuicola. 24-27 November, 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. Ciencias 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.
- ۲۰ تا ۴۰٪ بود. اثر بالای ممانعتی فیبر محلول جیره می تواند مربوط به خصوصیات چسبندگی بالای آن ها باشد.
- انرژی خام:** گزارشی در مورد میزان قابلیت هضم انرژی خام جلبک های سارگاسوم و سیستوسیرا یافت نشد. Casas و همکاران (۲۰۰۳) میزان انرژی قابل هضم سارگاسوم/یلیسیفولیوم را ۳/۶۵ مگا کالری بر کیلوگرم گزارش کرد که در مقایسه با میزان گزارش شده به وسیله Gojon و همکاران (۱۹۹۸) (۱/۵ مگا کالری بر کیلوگرم) متفاوت است. علف های دریایی منبع اصلی انرژی نیستند اگرچه گزارش شده که با توجه به میزان ویتامین، پروتئین و مواد معدنی دارای ارزش تغذیه ای هستند (Norziah و Ching, ۲۰۰۰).
- نتایج قابلیت هضم در این آزمایش نشان داد که درصد قابلیت هضم سطوح مختلف جلبک های سارگاسوم و سیستوسیرا در ترکیب با یونجه حتی از قابلیت هضم یونجه به تنهایی، کم تر است که این موضوع، نشان دهنده منفی بودن قابلیت هضم جلبک های ذکر شده به تنهایی می باشد و به این معنی است که این دو نوع جلبک را نمی توان به تنهایی در تغذیه دام استفاده کرد. به طور کلی این طور می توان نتیجه گرفت که جلبک سیستوسیرا نسبت به سارگاسوم به دلیل پروتئین خام و انرژی خام بیشتر، خاکستر کم تر و به تبع آن، میزان ماده آلی بیشتر، برای تغذیه دام مناسب تر بوده و مناسب ترین سطح استفاده آن، ۲۰ درصد می باشد.

## منابع

- فرحیور، م.؛ آبکنار، ع.م. و نوتاش، غ.ر.، ۱۳۸۹. بررسی کشت سه گونه جلبک دریایی *Sargassum*, *Cystoseira indica* و *illicifolium* در سواحل چاه پهار. نشریه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۶، شماره ۳، صفحات ۲۹۶ تا ۳۰۴.
- مکدونالد، پ.؛ ادواردز، ر.ا.؛ گرین هال، ج.ف.د. و مورگان، سی.ا.، ۱۹۹۶. تغذیه دام. ویرایش پنجم. چاپ دوم. ترجمه صوفی سیاوش، ر. و جانمحمدی، ح.، ۱۳۸۳. تهران، انتشارات آئیژ، ایران.
- ولی کمال، ع.ر.، ۱۳۹۰. تاثیر سطوح مختلف جلبک دریایی *Sargassum illicifolium* بر روی عملکرد و فراسنجه های خونی و شکمبه ای بره های پروری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- رضوی شیرازی، ح.، ۱۳۷۳. تکنولوژی فرآورده های دریایی (اصول نگهداری و عمل آوری). انتشارات شیلانه. صفحات ۳۱ تا ۴۸.
- Association of Official Analysis Chemistry (AOAC). 2001. Official Method of Analysis. 17th ed. AOAC, Washington, DC. USA.



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 niloticus*). *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 alginat. 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, 5<sup>th</sup> 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 Hawaiiium seaweeds. *Journal of Applied Phycology*. 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 commercial 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. **Martnez, 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.; Klejduš, 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 antarctica*. *Food Chemistry*. Vol. 99, No. 1, pp: 98-104.

