تهیه روغن خوراکی از ریز جلبک‌ها
روشی مکمل و ضروری برای تامین روغن سالم
مسعود سلطانی نجف آبادی

ضرورت موضوع:

امنیت غذایی به دسترسی همه افراد یک جامعه، در تمام ادوار عمر به غذای کافی و سالم برای داشتن زندگی سالم و فعال گفته می شود (FAO). بر اساس نظریه‌های دفاعی، نبردها و جنگ‌های آینده در جهان بر سر غذا و آب (به عنوان یکی از مولفه‌های مهم مورد نیاز برای تامین غذا) خواهد بود. در این رهگذر، امنیت تامین روغن، به خصوص برای کشوری مثل ایران که حدود ۹۰ درصد روغن مصرفی خود را از واردات تامین می‌نماید مقوله‌ای بسیار حیاتی در تامین استقلال کشور است. تامین این منبع مهم انرژی در کشور که عمدتا از طریق واردات صورت میگیرد با چالش‌هایی مواجهه است که برطرف کردن آنها عملا مقدور نمی باشد. یافتن روشی مکمل و یا جایگزین برای تامین روغن به جای کشت دانه های روغنی که منشا داخلی و بومی داشته و از خروج ارز فراوان از کشور جلوگیری نماید گام مهمی در تامین امنیت غذایی می باشد. در این مقاله، راهکار مکمل تولید روغن خوراکی را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

تامین روغن نباتی کشور

بر اساس امار اعلام شده از سوی انجمن صنایع روغن‌نباتی میزان مصرف سالانه کشورمان یک میلیون و ۴۰۰ هزار تن است که از این مقدار، سالیانه حدود ۹۰ درصد از طریق واردات (روغن خام تصویه نشده و یا دانه های روغنی) تامین می شود. باقی ۱۰ درصد روغن نباتی مورد نیاز از طریق کشت دانه های روغنی نظیر آفتابگردان، کلزا، کنجد و سویا تامین می شود. هرچند واردات بی رویه روغن خام و دانه آماده روغن کشی از عوامل اصلی این حجم از واردات است، عوامل اقلیمی مورد اشاره در بالا به همراه عدم حمایت های لازم از کشاورزان باعث کاهش سال به سال تولید روغن از منابع داخلی شده است.

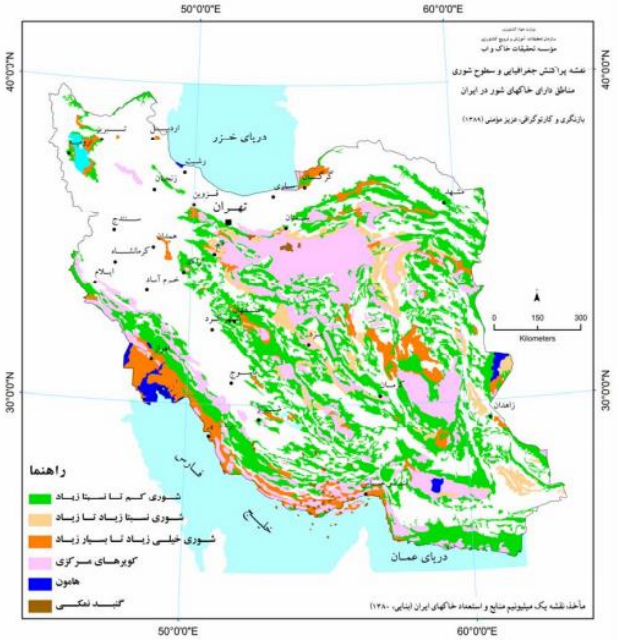
هرچند سیاستهای اخیر وزارت جهاد کشاورزی بر احداث مزارع نمایشی برای ترغیب کشاورزان به کشت گیاهان دانه روغنی بوده است، و اغلب نیز ارقام خارجی در این میدان گوی سبقت را می ربایند (نه به دلیل عملکرد کمتر ارقام داخلی بلکه به واسطه نامساوی بودن شرایط تولید بذر در ایران و شرکتهای خارجی و نیز عدم برقراری شرایط کشت ارقام داخلی و خارجی در برخی از این مزارع)، محدودیت‌های آبی و زمین مناسب کشت، علاقه کشاورزان را به کشت گیاهان پر سود تر در زمین های مناسب خود و راندن محصولات دانه روغنی را به زمین های حاشیه ای موجب شده است. تولید دانه های روغنی در کشور به دلیل محدودیت های آبی، خاکی و اقلیمی دارای سقف محدودی است:

کشور ایران در محدوده ۲۵ درجه و سه دقیقه الی ۳۹ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. با توجه به تجزیه‌های صورت گرفته بر روی شاخص باران موثر، ایران به چهار ناحیه اقلیمی تقسیم می‌گردد:

۱- منطقه خشک که مقدار بارش موثر آن کمتر از ۱۶ میلی‌متر است و شامل بخش عظیمی از شرق و جنوب شرق و مرکز ایران است، ۲- منطقه نیمه خشک که شامل قسمت‌های زیادی از نواحی شمال شرقی و جنوب غربی است و بارش موثر آنها بین ۱۶ و ۳۲ میلی‌متر متغیر است، ۳- مناطق نیمه مرطوب که بخش‌هایی از نواحی مرتفع کوهستانی غرب و شمال غربی ایران را می‌پوشاند با مقدار باران موثر بین ۳۲ و ۶۴ میلی‌متر و ۴- مناطق مرطوب با مقدار بارش موثر بیشتر از ۶۴ میلی‌متر که نواحی ساحلی خزر هستند. قرار گیری سطح عظیمی از کشور در اقلیم خشک و نیمه خشک، تولیدات کشاورزی و از جمله روغن را دچار تهدید کرده است.

وجود شوری در خاک و آب‌های کشاورزی، تولیدات کشاورزی را با محدویت‌های جدی مواجه نموده است. در حال حاضر ۵۰ درصد اراضی تحت شبکه‌های آبیاری مدرن وسنتی کشور(فاریاب) با مشکل شوری، سدیمی ومانداب شدن مواجه است. بر اساس اطلاعات ارایه شده در سال ۲۰۰۲، اراضی شور ایران در حدود ۲۵ میلیون هکتار تخمین زده شد (اطلاعات از موسسه تحقیقات آب و خاک) که این مقدار با روندهای تسریع کننده شوری خاک نظیر ادامه روش‌های غلط آبیاری، زهکشی‌های نامناسب، بهره برداری نامناسب از منابع آب زیر زمینی و... در حال حاضر افزایش چشمگیری یافته است به طوری که تخمین زده شده که حدود ۷۵ درصد اراضی آبی ایران تحت تنش شوری هستند. استفاده از سیستم‌های آبیاری ناصحیح منجر به افزایش

شوری خاک و به تبع آن شوری آب شده است. سطوح اراضی شور در ایران قابل توجه است (شکل ۱). غیر از نواحی کوهستانی، تقریبا اغلب نواحی کشور از شوری های کم تا متوسط رنج می‌برد.



شکل ۱: نقشه پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری اراضی دارای خاک‌های شور در ایران. اطلاعات از موسسه تحقیقات آب و خاک

پدیده جهانی تغییر اقلیم نیز اثرات عمیقی بر تولید غذا در ایران از طریق کاهش نزولات جوی و افزایش دما گذاشته است. بر اساس پیش بینی ها، دوره‌های طولانی مدت خشکسالی امری اجتناب ناپذیر بوده و از طرفی افزایش دمای حداقل شب، کاهش عملکردهای تا ۱۵ درصد را در وضعیت موجود تولید به همراه خواهد داشت (Ali *et al*., 2017).

برنامه ریزی‌های نا پایدار و غیر فراگیر در حوزه لحاظ تولید پایدار و امنیتی

هرچند که وزارت جهاد کشاورزی متولی اصلی تامین غذا و امنیت غذایی در کشور است، وجود تنگناهای شدید در هر برهه نظیر جنگ، موج رشد صنعت، عدم اختصاص اعتبار کافی به بخش تولیدات کشاورزی و عوامل دیگر که در جای خود قابل بحث می‌باشند، مانع از برنامه‌ریزی های دراز مدت برای تولید پایدار شده است. به این عوامل، الگوبرداری سیستم تولید کشاورزی از کشورهای پیشرفته که اغلب دارای اقلیم کاملا متفاوت با ایران هستند را نیز بایستی اضافه نمود. توسعه کشت ذرت در ایران، ورود و معرفی کلزا به عنوان گیاه نجات دهنده تولید روغن نباتی به ایران، توسعه کشت و صادرات آب کشور از طریق کشت صیفی جات و ...از زمره این موارد می‌باشند. در هر زمان با الگو برداری ناصحیح و نامتناسب از کشورهای پیشرو در عرصه کشاورزی، در واقع از ظرفیت‌های بومی فاصله گرفته شد. این مشکلات در واقع به عدم بررسی دقیق و اکولوژیک الگوی کشت مربوط می‌شود.

عدم رعایت الگوی کشت و تولید، برنامه ریزی های غیر اصولی در استفاده بی رویه و غیر حساب شده از منابع آب‌های زیر زمینی و آبیاری‌های غیر اصولی، هم منجر به کاهش سطح سفره‌های زیر زمینی و هم گسترش عارضه شوری خاک و آب شده است. بررسی های میدانی که عمدتا در مناطق کشت دانه‌های روغنی کشور انجام شده گویای افت شدید سطح سفره‌های آب زیر زمینی در طی سال‌های اخیر است. در سال‌های بعد از پیروزی انقلاب اسلامی، توجه به تولید بدون لحاظ پایداری آن معطوف گردید که ماحصل آن پیامدهای جبران ناپذیر زیست محیطی، از آلودگی محیط تا کاهش سطح سفره‌های زیر زمینی می‌باشد.

زمانی که کشاورزان ادعای فراهمی آب می‌نمایند و منتظر رسیدن بذر برای کشت هستند، آب فراهم شده از اعماق ۲۵۰ متری خاک استخراج شده است. در حالی که همین آب تا ۱۰ سال پیش از عمق ۱۰۰ متری استخراج می‌گردید (مطالعات میدانی نگارنده).

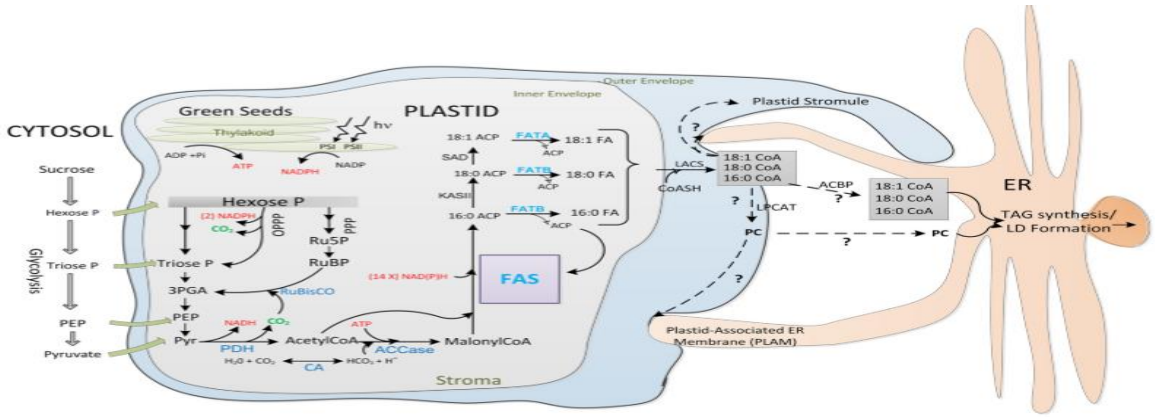
اهمیت روغن در تغذیه

روغنها و چربی‌ها اهمیت فوق‌العاده‌ای در رژیم غذایی انسان دارند به‌طوری که سازمان بهداشت جهانی و سایر مراجع علمی ذی‌ربط دریافت ۲۵الی ۳۰درصد انرژی رژیم غذایی را از آن‌ها توصیه کرده‌اند. در زیر مواردی از اهمیت روغن‌ها در تغذیه و سلامت انسان ارایه شده است:

- چربی‌ها و روغن‌های خوراکی نیاز بدن به اسیدهای چرب ضروری (PUFA) به نام‌های اسید لینولئیک و اسید لینولنیک از منابع گیاهی و DHAو EPA از روغن ماهی را که بدن به طور طبیعی توانایی سنتز آنها را ندارد، تامین می‌کنند.
- چربی‌ها حامل ویتامین‌های محلول در چربی E,D,A و K می‌باشند و به جذب و متابولیسم آن‌ها در بدن کمک می‌کنند.روغن‌های گیاهی حاوی کارتنوئیدها (پیش ساز ویتامینA)و ویتامین E هستند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارد و چربی‌های حیوانی به‌ویژه روغن ماهی منبع سرشار از ویتامینD هستند.
- چربی‌ها غنی‌ترین منبع انرژی غذایی هستند. هر یک گرم چربی ۹ کیلو کالری انرژی تولید می‌کند.(۱گرم از پروتئین‌ها یا کربوهیدرات‌ها فقط ۴ کیلو کالری انرژی تولید می‌کند).
- وجود چربی در غذا باعث بهبود عطر و طعم غذا و برانگیختن اشتها می‌شود و در احساس سیری بعد از خوردن غذا موثر است.
- چربی‌ها نقش نگهدارنده در دیواره‌های سلولی و غشاهای عصبی (میلین‌ها) دارند.
- اسیدهای چرب غیراشباع پیش‌ساز پروستاگلاندین‌ها هستند که نقش مهمی در کنترل واکنش‌های التهابی، فشار خون، انعقاد خون و..... دارند.
- چربی‌های زیر پوست از هدر رفتن حرارت بدن و نفوذ سرما به بدن جلوگیری می‌کنند.

ساخت و بیوسنتز روغن ها

چربی هایی که به عنوان روغن وارد سبد خانوار می‌گردند از گروه چربی های تری آسیل گلیسیرول هستند. این روغن ها به وفور در دانه گیاهانی نظیر آفتابگردان، کلزا، سویا، کنجد، گلرنگ و پالم یافت می شوند. مسیر بیوسنتزی این روغن ها بین گونه های مختلف گیاهی حفظ شده است (شکل ۲)



شکل ۲: مسیر بیوسنتزی روغن های گیاهی از شروع (قند سوکروز به عنوان منبع کربنی اولیه) تا تشکیل قطرات روغن در شبکه اندوپلاسمی (شکل از Chapman and Ohlrogge 2010).

روغن ها به صورت ذرات روغنی (Oil body) و به مرور از شبکه اندوپلاسمی جدا می شوند و به محل ذخیره خو در سلول هدفگیری می شوند. آنچه به عنوان مجموعه روغن در سلول های روغنی ذخیره می شود مجموعه ای مرکب از واحد های تری گلیسرید است. در این واحد ها انواع اسید های چرب (سه اسید چرب) به یک بنیان گلیسیرول متصل می شوند. بنابراین در نیم رخ اسید چرب یک روغن، انواع اسید های چرب با درصد های مختلف مشاهده می شوند (جدول ۳). این مسیر تا حد زیادی در ریز جلبکهای تولید کننده روغن نیز حفظ شده است. وجود نسبت معین اسید های چرب غیر اشباع و اشباع به علاوه نوع اسید های چرب (طول زنجیره کربنی) تعیین کننده نوع روغن گیاهان است. برای مثال در روغن زیتون درصد اسید چرب اولییک بالا می باشد.

پایداری روغن ها که از آن به عنوان خاصیت انبار داری یاد میشود تا حد زیادی به وفور نسبی اسید های چرب غیر اشباع بستگی دارد، زیرا این اسید های چرب متمایل به اکسیده شدن هستند. بنابراین وجود اسید های چرب غیر اشباع و آنهم چند اشباعی با اکسیده شدن زودتر روغن ها همراه است. درون سلول هایی که این روغن ها ذخیره می شوند به دلیل وجود انواع آنتی اکسیدانتها، اکسیده شدن روغن به سهولت انجام نمیگیرد، با این حال زمانی که دانه های روغنی به مدت زیاد در انبار ها نگه داری شوند دچار اکسید شدگی می شوند.

در زمان روغن کشی، علاوه بر روغن، ترکیبات دیگری نیز استخراج می شوند که در فرایند خالص سازی اکثر آنها حذف می شوند. لیکن ترکیبات آنتی اکسیدانتی اغلب با روغن ها همراه است که کمک به پایداری روغن های استخراجی مینمایند. بنابراین زمانی که تصمیم به تولید روغن خارج ار پیکره بیولوژیک داریم، بایستی علاوه بر تولید روغن، به فکر افزودن ترکیباتی نظیر آنتی اکسیدانتها نیز باشیم.

مصرف ریز جلبکها به عنوان غذا

بر اساس گزارش ادواردز (۲۰۰۸)، مصرف جلبکها به عنوان غذا پدیده ای جدید نبوده و جلبکها و فرآورده های آنها بیش از ۴۰۰۰ سال است که در آفریقا، امریکای مرکزی و جنوبی و آسیا مورد مصرف تغذیه ای بشر قرار گرفته اند. ریز جلبکهایی نظیر Spirulina، Chlorella و Nostoc از دریاچه ها و ابگیر ها جمع آوری میشده و جهت استفاده از ارزش های غذایی مورد استفاده قرار میگرفته اند. در چین همین ریز جلبکها برای درمان اسهال، فشار خون بالا و هپاتیت مورد استفاده قرار گرفته اند (Chu, 2012)). ادواردز (۲۰۰۸) به مصرف بیش از ۲۰ واریته جلبکی تنها در ژاپن اشاره نموده است. جلبکها عمدتا از چربی، کربوهیدرات و پروتیین تشکیل شده اند. سهم هر کدام از این ترکیبات به گونه جلبک بستگی دارد (Foley et al., 2011).

ریز جلبک‌ها دارای طیف وسیعی از ترکیبات آلی و معدنی هستند(Alvensleben *et al*., 2016) . همین موضوع باعث روی آوردن شمار زیادی از حوزه‌های غذایی و صنعتی به سوی این منابع شده است. ریز جلبکها منابعی با کیفیت بالا از پروتیین های ضروری، پلی ساکارید های فعال بیولوژیکی و رنگدانه هایی با خواص درمانی هستند (Dewapriya and Kim, 2014). برخی از ریز جلبکها مانند Chlorella, Spirulina, Scenedesmus, Dunaliella, Micractinium, Euglena،Oscillatoria, Chlamydomonas تا بیش از ۵۰ درصد وزن خشک خود پروتیین تولید میکنند. این پروتیین ها دارای ارزش بیولوژیکی بالایی هستند (Becker, 2007) و از نظر خواص با الگوی پروتیینی استاندارد توصیه شده توسط WHO قابل مقایسه می باشند (Becker, 2007) . در مقایسه با مواد مغذی با منشا گیاهی رایج، ریز جلبکها دارای مزیت تولید در فرمانتور ها و سادگی نسبی استخراج ترکیبات با ارزش هستند (Dewapriya and Kim, 2014).

تولید تجاری ریز جلبک‌ها در دنیا ابتدا در ژاپن با کشت کلرلا و به دنبال آن با کشت اسپیرولینا اوایل سال ۱۹۷۰ در دریای تکسکوکو در مکزیک آغاز شد (Henrikson 2010). تولید انبوه این ریز جبلک در آب دریا می تواند صنعت تولید آن را بهبود بخشد و ممکن است در بسیاری از مناطق گرم و خشک یک ضرورت باشد (Materassi *et al.* 1984). از مزیت‌های مهم بسیاری از ریز جبلک‌ها زیست آنها در شرایط اقیانوسها (آب شور) می‌باشد (Alvensleben *et al.* 2016). بنابراین در مناطقی که امکان تولید گیاهی به خاطر شرایط آب شور و زمین شور وجود ندارد، در صورت فراهمی آب شور (مانند کنار دریای عمان و خلیج فارس)، امکان کشت ریز جلبک‌ها وجود دارد.

اولین کاربردهای صنعتی استفاده از ریز جلبک‌ها در تولید پروتیین‌ها بود (Giec and Skupin 1988). بعدا موضوع تولید روغن از تک سلولی‌ها مطرح گردید (Ratledge 2005). تمایل به استفاده از چربی میکروبی سابقه ی ۱۲۵ ساله دارد (Ratledge 2005) استفاده عملی از روغن تک سلولی ها اولین بار به کارهای پائول لیندر آلمانی بر میگردد. در این کارها از مخمر Trichosporon pullulans برای استخراج روغن در مقیاس کوچک استفاده شد (Ratledge 2005). در بررسی های بعدی مشخص شد که هزینه تولید روغن از ریزسازواره های روغنی که از گلوکز به عنوان منبع غذایی استفاده میکنند مقرون به صرفه نیست. در حقیقت برای تهیه یک تن روغن، پنج تن گلوکز مصرف میشد. روغن تولیدی توسط برخی قارچ های روغنی و مخمر مشابهت زیادی به روغن تولیدی توسط گیاهان دانه روغنی را دارد. لیکن هنوز هم تامین منبع کربنی برای تولید روغن مشکل اساسی بود تا اینکه مشخص شد برخی از جلبکها قادر به تولید روغن به میزان بالایی هستند. هرچند روغن تولیدی توسط جلبکها از نظر ترکیب پیچیده تر از روغن های تولید شده توسط گیاهان دانه روغنی هستند، ترکیب کلی روغن جلبکها نیز تری اسیل گلیسرول می باشد (Ratledge 2005).

تلاش برای تولید روغن از ریز سازواره ها در طی جنگ جهانی دوم و به خصوص در کشور آلمان برای تامین منابع انرژی برای سربازان قوت بیشتری یافت. با این حال ریز سازواره های روغنی بیشتر برای خوراک اسب های جنگی مورد استفاده قرار گرفت (Ratledge 2005).

در شماری از کشورها گام های مقدماتی برای استفاده از ریز جلبکها به عنوان افزودنی به غذا برداشته شده است. ریز جلبکها را میتوان به عنوان افزودنی در ماکارونی، نان، ماست و نوشابه ها به کار برد (Pulz et al., 2004). فرآورده های غذایی که با استفاده از افزودنی های فعال بیولوژیکی غنی سازی میشوند را functional foods می نامیم. مثلا غذاهایی که برای اهداف سلامت از افزودنی های جلبکی غنی میشوند در رمره این نوع غذاها قرار می گیرند.

منشا اغلب افزودنی های کارکردی (Functional ingredients) از گیاهان و ریز جلبکها می باشد. برای اسید های چرب امگا ۳ واجد چندین پیوند غیر اشباع (polyunsaturated acids)، استریول ها، آنتی اکسیدانتها، فیبر ها، پروبیوتیکها، ویتامین ها، فلاوونویدها و ترکیبات معدنی بازار های خوبی ایجاد شده است. زیست توده جلبکی خشک شده با مصرف مکمل غذایی مرتبط با سلامت انسان ۷۵% ارزش تجاری ریز جلبکها را به خود اختصاص داده است. حجم این بازار بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ تن ماده خشک به ازای هر سال است و گردش مالی حدود ۱/۲۵ بیلیون دلار در سال ۲۰۰۴ را سبب شده است (Pulz et al., 2004; Spolaore et al., 2006).

تولید روغن از ریز جلبک‌ها، یک راهکار مکمل

تولید روغن‌های خوراکی به طور عمده در جهان از گونه‌های دانه روغنی کلزا، آفتابگردان، سویا و تا اندازه‌ای پالم صورت می‌گیرد. محتوی روغنی این دانه‌ها بین ۱۸ درصد (در سویا) تا ۴۱ درصد (در کلزا) متغیر است (جدول ۱). عملکردهای سالیانه روغن در واحد هکتار این محصولات از ۶۳۶ کیلوگرم در هکتار در سال تا ۱۰۷۰ کیلوگرم متغیر است.

تعدادی از ریز جلبک‌ها قادر به تولید مقادیر بالای روغن در پیکره خود هستند (جدول ۲). ریز جلبک‌های روغنی قادر به تجمع روغن بین ۳۰ تا ۷۰ درصد وزن تر خود می‌باشند. از سوی دیگر دوره رشد اغلبریز جلبک‌ها بین ۵ تا ۷ روز است، یعنی یک دوره ۷روزه برای تجمع روغن در حد حداقل ۳۰ درصدی برای ریز جلبک‌های روغنی کفایت می‌کند. پس در طول سال، حدود ۳۵ دوره کشت برای تولید روغن از این ریز سازواره‌ها قابل انجام است.

مصرف زمین قابل کشت یکی از موضوعات چالش برانگیزی است که پیشتر به محدودیت‌های آن در ایران اشاره شد. بر اساس اطلاعاتی که در جدول ۱ ارایه شده است، کارآیی مصرف زمین به ازای تولید یک کیلوگرم روغن از گیاهان دانه روغنی ۱۱ تا ۱۸ متر مربع است. این در حالی است که ریز جلبک‌های روغنی ۰/۱ متر مربع برای تولید یک کیلو گرم روغن در سال احتیاج دارند. مقایسه سطح کشت مورد نیاز و نیز عملکرد سالیانه روغن بین گیاهان دانه روغنی و ریز جلبک‌های روغنی حاکی از وجود مزیت نسبی برای تولید روغن از این ریز سازواره ها دارد.

نکته قابل توجه این‌که، شمار زیادی از ریز جلبک‌های روغنی شور پسند هستند و در شرایط آب شور به راحتی تولید می‌نمایند. این موضوع با توجه به وجود محدودیت‌های آب شیرین کشاورزی برای تولید روغن از گیاهان دانه روغنی و فراهم بودن دو منبع عظیم آب شور در شمال و جنوب کشور، قابل توجه می‌باشد.

همانگونه که گفته شد، کاهش تدریجی نزولات جوی به همراه شور شدن تدریجی آب و خاک، سهم کشاورزی فاریاب را به مرور کاهش داده است و از طرفی تولید محصولات استراتژیکی مثل گندم همواره بایستی اولویت کشور باشد. ذکر این نکته ضروری است که تا کنون ریز سازواره‌ای که بتواند جایگزین و یا حتی مکمل تولید نشاسته با قابلیت نانوایی باشد، شناسایی نشده است. در ایران دو منبع عظیم آب شور، یکی دریای خزر و دیگری خلیج فارس و دریای عمان وجود دارد.

جدول ۱: مقایسه تولید روغن ریز جلبک‌ها با سایر منابع تولید روغن (Mata *et al.*, 2010).

گیاه دانه روغنی	محتوی روغن (درصد روغن به ازای وزن تر بیوماس)	عملکرد روغن (لیتر روغن در سال در هکتار)	مصرف زمین (متر مربع به ازای هر کیلوگرم روغن تولیدی در سال)
ذرت	۴۴	۱۷۲	۶۶
شاهدانه	۳۳	۳۶۳	۳۱
سویا	۱۸	۶۳۶	۱۸
جاتروفا	۲۸	۴۷۱	۱۵
کاملینا	۴۲	۹۱۵	۱۲
کلزا	۴۱	۹۷۴	۱۲
آفتابگردان	۴۰	۱۰۷۰	۱۱
کرچک	۴۸	۱۳۰۷	۹
نخل روغنی	۳۶	۵۳۶۶	۲
ریز جلبکهای با محتوی روغن کم	۳۰	۵۸۷۰۰	۰/۲
ریز جلبک با محتوی متوسط	۵۰	۹۷۸۰۰	۰/۱
ریز جلبک با محتوی روغن بالا	۷۰	۱۳۶۹۰۰	۰/۱

کیفیت روغن‌های حاصل از ریز جلبک

روغن با منشا ریز جلبکها در جهان مسبوغ به سابقه نیست. هر کجا سخن از روغن جلبک شده است، بالافاصله مصرف آن به عنوان سوخت زیرستی مطرح می باشد. از سوی دیگر از ریز جلبکها به عنوان تامین کننده اسید های چرب ضروری فراسودمند یاد می شود، لیکن مبحث تامین روغن خوراکی برای مصارف آشپزی و سرخ کردنی مقوله ای جدید است.

روغن تولید شده از ریز جلبک‌ها همانند روغن های گیاهی می‌باشد، بدین معنی که عمدتا از تری آسیل گلیسرول‌های حاوی اسیدهای چرب تشکیل شده‌اند. ترکیب اسیدهای چرب سازنده این مواد تا حد زیادی مشابه اسیدهای چرب موجود در روغن‌های گیاهی است. در جدول ۲ مقایسه‌ای بین نیم رخ اسید چرب تعدادی از گیاهان دانه روغنی با تعدادی از گونه‌های ریز جلبکی انجام گرفته است. روغن‌های تهیه شده از ریز جلبک‌ها منبع غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع و امگا ۳ می‌باشند. ذکر این نکته ضروری است که خواص مغذی و بالای روغن‌های ماهی به خاطر تغذیه آنها از ریز جلبک‌ها است. سالهاست که مصرف روغن ماهی برای بیماران قلبی و عروقی توصیه شده است. ۳۱ درصد مرگ و میرهای جهان ناشی از بیماری قلبی بوده که ۸۰ درصد آن در کشورهای با درآمد کم و متوسط روی داده است. سکته هم با اختصاص ۱۱/۸ درصد مرگ و میرهای جهان در رده دوم جای داشته است (Ng *et al.* 2014). مصرف روغن‌های نباتی اغلب به صورت مصرف سرخ کردنی می‌باشد. تحقیقات متعدد حاکی از اثرات زیانبار روغن‌های نباتی حرارت دیده بر سلامت انسان خصوصا از طریق ایجاد یا تشدید

بیماری‌های قبلی و عروقی است (Harumi Okuyama *et al.* 2016, Ng *et al.*, 2014). مطالعات متعددی بر وجود اسید چرب امگا ۳ DHA به وفور در روغن‌های ریز جلبک ها اشاره دارند که مصرف آنها بر سلامت قلب و عروق اثرات ثابت شده‌ای دارد (Bernstein *et al.* 2012, Sanchez-Muniz *et al.* 2013).

جدول ۳: ترکیب کلی اسید های چرب در انواع گیاهان دانه روغنی (Bates and Browse 2012 و Bigongno et al., 2002)

منشا روغن	۱۴:۰	۱۶:۰	۱۶:۱	۱۶:۲	۱۶:۳	۱۸:۰	۱۸:۱	۱۸:۲	۱۸:۳ ω6	۱۸:۳ ω3	۱۸:۴ ω3	۲۰:۱	۲۲:۱	۲۰:۴ ω6	۲۰:۵ ω3
گلرنگ		۴				۱	۸	۸۷							
کتان روغنی		۶				۲	۱۹	۲۴	۴۷						
آفتابگردان		۷				۵	۱۹	۶۸							
سویا		۱۱				۴	۲۳	۵۴	۸						
کاملینا		۵				۳	۱۵	۱۵	۳۷			۱۶	۳		
آرابیدوپسیس		۹				۴	۱۴	۲۹	۱۹			۲۰	۲		
کلزای با اسید اولیک بالا		۴				۲	۶۰	۲۱	۱۰			۱			
پالم روغنی		۳۶				۲	۵۰	۸							
زیتون		۱۳	۱			۲	۷۷	۶	۱					۴۳	۱
Parietochloris incisa		۱۰	۲	۱	۱	۳	۱۶	۱۷	۱	۲					
Desmaresita acculeata	۴	۱۲	۲				۷	۶	۱۰	۲	۱۶			۱۹	۱۹
Dictyopteris membranaceae	۶	۲۰	۱			۲	۱۴	۱۴	۱۱	۲	۱۱			۱۱	۹
Ectocarpus fasciculatus	۲	۱۷				۱	۱۳	۴	۱۵	۱	۲۳			۱۱	۱۳
Ochromonas Danica	۱۳	۴				۳	۷	۲۶	۱۲	۷	۷			۸	
Gracilaria confervoides	۸	۱۸	۳			۱	۱۶	۲		۱	۱			۴۶	

ریز جلبک‌ها منشا بی‌بدیل روغن‌های با اسیدهای چرب بلند زنجیره غیر اشباع (Poly Unsaturated Fatty acids) هستند. از این بین اسید چرب docosahexaenoic acid (DHA) که اسید چربی با ۲۲ اتم کربن و امگا ۳ و شش پیوند غیر اشباعی است، اثرات اثبات شده‌ای در کاهش بیماری‌های قلبی دارد. همچنین اثرات آن بر کاهش افسردگی در انسان به اثبات رسیده است. به‌علاوه، اثرات مثبت مصرف آن بر زنانی که قصد بارداری دارند و نیز در دوره شیردهی تایید شده است. کسانی که از مکمل‌های DHA به مدت ۶ تا ۱۲ هفته استفاده نمایند، به‌طور مشهودی کاهش التهاب در بدن را گزارش نموده‌اند. امروزه مکمل‌های دارویی حاوی DHA با منشا جلبکی در بازار عرضه می‌شوند.

اسید چرب eicosapentaenoic acid (EPA) اسید چربی با ۲۰ اتم کربن و پنج پیوند غیر اشباع و امگا سه می‌باشد. این اسید چرب عمدتا از روغن ماهی استحصال می‌شود، لیکن منشا اولیه آن ریز جلبک‌هایی است که توسط ماهی‌های خورده می‌شوند. اثرات این اسید چرب بر کاهش التهاب بدن و کاهش تری گلیسیریدهای خون اثبات شده است.

اسید چرب آراشیدونیک که اسید چربی با ۲۰ اتم کربن و چهار پیوند غیر اشباع است، جز اسیدهای چرب امگا شش می‌باشد. مصرف این اسید چرب بر رشد و نمو مغز جنین و نیز رشد و تکامل نوزادان به اثبات رسیده است.

هرچند این اسیدهای چرب به صورت خالص و با فرمولاسیون‌های طبی به بازار عرضه می‌شوند، روغن‌گیری از برخی گونه‌های ریز جلبکی روغنی (جدول ۲)، روغنی با کیفیت بالا و حاوی انواع PUFA را فراهم می‌نماید.
مقایسه پروفایل اسیدهای چرب روغن دانه گیاهان دانه روغنی مهم با ترکیب اسید چرب بین گونه‌های ریز جلبکی گویای این واقعیت است که انواع اسیدهای چرب در هر دو گونه گیاهی و جبلکی وجود دارد. لیکن اغلب گونه‌های ریز جلبکی حاوی مقادیر بالای اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره هستند. این موضوع به خودی خود اهمیت تمرکز بر روغن‌های استخراج شده از ریز جلبک‌ها را گوشزد می‌کند.
روغن‌های با منشا ریز جلبکی را به دو صورت می توان استفاده نمود:
الف: مصرف غیر سرخ کردنی: به دلیل وجود اسیدهای چرب غیر اشباع در ترکیب روغن‌های جلبکی، مصرف مستقیم روغن استخراج شده از ریز جلبک‌ها برای مصارف غیر سرخ کردنی توصیه می‌شود. در این نوع مصرف می‌توان از خواص دارویی اسیدهای چربی مانند DHA، EPA و آراشیدونیک اسید به طور کامل استفاده نمود.
ب: مصارف سرخ کردنی: برای ایجاد توازن بین اسید های چرب غیر اشباع و اسید های چرب اشباع و مشابه نمودن نیم رخ اسید های چرب ریز جلبک‌ها به روغن‌های گیاهی، می‌توان از تغییر دادن شرایط محیط کشت (Cicci and Bravi 2016, Khozin-Goldberg and Cohen 2006) استفاده نمود. با اعمال برخی تغییرات در محیط کشت ریز جلبک‌ها می‌توان موازنه بین اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع را مدیریت نمود. در این صورت می‌توان روغنی با کیفیت مشابه روغن کلزا و آفتابگردان بدست آورد. لازم به ذکر است که اغلب ریز جلبک‌ها حاوی مقادیر بالای پیش ویتامین A (به صورت کارتنوییدها) در پیکره خود می‌باشند (Tang and Suter 2011). همچنین ویتامین E که نقش آنتی اکسیدانتی قوی در موجودات زنده و از جمله انسان دارد، به وفور در برخی ریز جلبک‌ها مانند *Nannochloropsis oculata* (Durmaz 2007) و Dunaliella tertiolecta (Carballo-Cárdenas et al., 2003) یافت می‌شود. بنابراین روغن‌هایی که از ریز جلبک‌ها استخراج می‌شوند، نه تنها می‌توانند همانند روغن‌هایی باشند که از گیاهان دانه روغنی به دست می‌آیند، بلکه با دارا بودن میزان غیر اشباع بودن و محتوی ویتامین E بیشتر، از نظر تاثیر بر سلامتی بسیار کارآمدتر هستند. نکته مهمی که بایستی به آن دقت نمود این که در پایان فرایند تولید روغن های خوب و با کیفیت از ریز جلبکها، افزودن آنتی اکسیدانتها (در صورتی که در خود روغن استخراجی به مقدار کافی وجود نداشته باشد) مورد توجه قرار گیرد.

تولید روغن های خوراکی از ریز جبلکها در ابتدای راه خود قرار دارد. تلاشهایی در کشور در حال شکل گیری می باشد که بتواند برای موقعیت خاص ایران، تولید روغن با کیفیت از منشا ریز جلبکی بنماید. در این مجموعه بر آن بودیم که هموطنان را به ضرورت‌های پیش رو برای روی آوردن به روغن جلبک‌ها و نیز برخی از خصوصیات این روغن‌ها آشنا نماییم.

منابع

Ali, S., Liu, Y., Ishaq, M., Shah, T., Abdullah , Ilyas, A., and Ud Din, I. 2017. Climate change and its impact on the yield of major food crops: evidence from Pakistan. Foods 6:39.
Alvensleben, N., Magnusson, M. and Heimann, K. 2016. Salinity tolerance of four freshwater microalgal species and the effects of salinity and nutrient limitation on biochemical profiles. Journal of Applied Phycology, 28, 861-876.
Bates, P.D. and Browse, J. 2012. The significance of different diacylgycerol synthesis pathways on plant oil composition and bioengineering. Front Plant Sci, 3, 147.
Becker, E.W. 2007. Micro-algae as a source of protein, Biotechnology Advances, 25, 207-210.
Bernstein, A.M., Ding, E.L., Willett, W.C. and Rimm, E.B. 2012. A meta-analysis shows that docosahexaenoic acid from algal oil reduces serum triglycerides and increases HDL-cholesterol and LDL-cholesterol in persons without coronary heart disease. J Nutr, 142, 99-104.

Bigogno, C., Khozin-Goldberg, I., Boussiba, S. and S, V.A., Cohen Z. 2002. Lipid and fatty acid composition of the green oleaginous alga Parietochloris incisa, the richest plant source of arachidonic acid. Phytochemistry, 60, 497-503.

Carballo-Cárdenas E.C., Tuan P.M., Janssen M., and Wijffels R.H. 2003. Vitamin E (alpha-tocopherol) production by the marine microalgae Dunaliella tertiolecta and Tetraselmis suecica in batch cultivation. Biomol Eng. 20(4-6):139-47.

Cicci, A. and Bravi, M. 2016. Fatty acid composition and technological quality of the lipids produced by the microalga scenedesmus dimorphus 1237 as a function of culturing conditions Chemical Engineering Transactions, 49, 181-186.

Chapman, K. D, and Ohlrogge, J. B. 2012. Compartmentation of triacylglycerol accumulation in plants. The Journal of Biological Chemistry. 287, 2288-2294.

Chu, W-L. 2012. Biotechnological applications of microalgae, International Medical University, Malaysia.

Dewapriya, P. And Kim, S.(2014. Marine microorganisms: An emerging avenue in modern nutraceuticals and functional foods. Food Research International, 56, 115-125.

Durmaz, Y. 2007. Vitamin E (α-tocopherol) production by the marine microalgae Nannochloropsis oculata (Eustigmatophyceae) in nitrogen limitation. Aquaculture.272(1-4): 717-722.

Edwards, Mark R., .۲۰۰۸Green Algae Strategy, End Oil Imports and Engineer Systainable Food and Fuel, Geen Independence.org, ISBN 1440421846.

FAO. 2006. Policy brief. Issue 2.

Foley, P.M. Beach, E.S., Zimmerman, J.B., 2011. Algae as a source of renewable chemicals: opportunities and challenges. Green Chemistry, 13, 1399-1405.

Giec, A. and Skupin, J. 1988. Single cell protein as food and feed. Nahrung, 32, 219-229.

Harumi Okuyama, Peter H. Langsjoen, Naoki Ohara, Yoko Hashimoto, Tomohito Hamazaki, Satoshi Yoshida, Tetsuyuki Kobayashi and Alena M. Langsjoen .2016. Medicines and vegetable oils as hidden causes of cardiovascular disease and diabetes Pharmacology 98, 134-170.

Henrikson, R. 2010. Spirulina world food how this micro algae can transform your health and our planet Maui, Hawaii: Ronore Enterprises.

Khozin-Goldberg, I. and Cohen, Z. 2006. The effect of phosphate starvation on the lipid and fatty acid composition of the fresh water eustigmatophyte Monodus subterraneus. Phytochemistry, 67, 696-701.

Mata, T.M., Martins, A. and Caetano, N.S. .2010. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14, 217-232.

Materassi, R., Tredici, M. and Balloni, W. 1984. Spirulina culture in sea water. Applied Microbiology and Biotechnology, 19, 384-386.

Ng, C.Y., Leong, X.F., Masbah, N., Adam, S.K., Kamisah, Y. and Jaarin, K. 2014. Heated vegetable oils and cardiovascular disease risk factors. Vascul Pharmacol, 61, 1-9.

Pulz, O., Gross, W. 2004. Valuable products from biotechnology of microalgae, Applied Microbiology Biotechnology, 65, 635-648

Ratledge, C. 2005. Single cell oils: AOCS Press.

Sanchez-Muniz, F.J., Juana, A.B.d., Bastida, S. and Benedi, J. 2013. Algae and cardiovascular health. In Functional ingredients from algae for foods and nutraceuticals (Dominguez, H. ed. Oxford: Woodhead, pp. 369-414.

Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., Isambert, A. 2006. Commercial applications of microalgae. Journal of Bioscience and Bioengineering, 101, 87-96.

Tang, G., and Suter, P.M. 2011. Vitamin A, nutrition, and health values of algae: Spirulina, Chlorella, and Dunaliella. Journal of Pharmacy and Nutrition. 1(1):235-247.