

## جایگزینی امولسیفایرهای گیاهی ثعلب و صمغ فارسی به جای انواع شیمیایی آن در تولید روغن غنی ساز آرتمیا

یوسفعلی اسدیپور اوصالو<sup>1\*</sup>، سیاوش گنجی<sup>2</sup>، اکبر طالبی<sup>2</sup>

1- استادیار مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اورمیه  
2- کارشناس پژوهشی مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اورمیه

\* اورمیه، صندوق پستی 368

asadnazlo@yahoo.com

(دریافت مقاله: 94/3/9 پذیرش مقاله: 94/1/6)

**چکیده-** روغن سلکو از میکروگلوبول‌های پایدار با قطر کمتر از 0/1 میکرون تولید شده است که برای ایجاد این پایداری در سنتز روغن‌های غنی‌ساز سلکو از پایدارکننده‌های شیمیایی تا میزان 3% در این ترکیبات استفاده می‌شود. ولی در این پژوهش از ترکیب ثعلب<sup>1</sup> و صمغ فارسی<sup>2</sup> با نسبت مساوی و به میزان 11% به عنوان پایدار کننده‌های گیاهی در سنتز روغن غنی‌ساز استفاده شد. بخش محلول صمغ فارسی و ثعلب جدا شده و میزان آن به ترتیب 30% و 22% بدست آمد. مقادیر دقیق ترکیب شیمیایی روغن سلکوی خارجی از طریق آنالیز شیمیایی مشخص شده و بر اساس قرمول بدست آمده، مشابه تجاری آن ساخته شد. متوسط قطر ذرات روغن معادل 0/1 میکرون و کشش سطحی آن  $15 \pm 5$  دین بر سانتی‌متر تعیین گردید. سپس روغن غنی‌ساز ساخت داخل (تیمار 1) با نمونه وارداتی (تیمار 2) در شرایط استاندارد برای آزمون غنی‌سازی *Artemia urmiana* استفاده شد. غنی‌سازی هر تیمار در سه تکرار با غلظت 0/4 گرم ماده غنی‌ساز در هر لیتر آب حاوی 200 هزار نائوپلیوس در طی زمان 12 ساعت انجام شد. میانگین درصد غنی‌شدگی نائوپلیوس‌ها در تیمارهای 1 و 2 به ترتیب  $27 \pm 2/47$  و  $23 \pm 2/52$  بدست آمد. ادامه آزمون در سالن تکثیر قزل‌آلا با 4 تراف مستطیلی شکل، هر کدام با ظرفیت کلی 20 لیتر آب انجام شد. لاروها با تراکم 25 قطعه در هر لیتر به تانک‌ها معرفی شدند. نائوپلیوس‌های حاصله برای تغذیه 500 لارو قزل‌آلای تازه تغذیه مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج زیست‌سنجی بین تیمارهای 1 و 2 اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ( $p < 0/05$ ). همچنین پایدارکننده‌های گیاهی مذکور در این بررسی، از نظر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی، عملکرد مناسبی در پایدارسازی امولسیون‌های روغن در فازآبی داشتند.

کلیدواژگان: پایدارکننده، *Orchis mascula*، *Amygdalus scopariaspeech*، سلکو، *Artemia urmiana*.

1. *Orchis mascula*  
2. *Amygdalus scopariaspeech*

**1- مقدمه**

آرتمیا به عنوان غذایی زنده منحصر به فرد در صنعت آبری پروری دارای کاربردهای فراوانی است ولی به علت نداشتن ایکوزاپنتانوئیک اسید<sup>3</sup> (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید<sup>4</sup> (DHA) محدودیت‌هایی در مصرف دارد [1]. طی فرایندهای موسوم به غنی‌سازی کمبودهای موادغذائی پیکره آرتمیا برطرف می‌شود. استفاده از آرتمیای غنی شده نتایج شگفت‌آوری در افزایش رشد، بازماندگی، کاهش تلفات، مقاومت در برابر بیماری‌ها و استرس‌های محیطی در لاروهای مصرف کننده دارد [2].

آرتمیا یک موجود پالایشگر غیرانتخابی است و هر ماده غذایی را که در محیط زیست خود از نظر اندازه، قابلیت ورود از دهان به سیستم گوارشی داشته باشد، را می‌بلعد. این مشخصه موجب شده شرکت‌های بزرگ تحقیقاتی در جهان، روغن‌های غنی‌ساز آرتمیا با نام‌های متفاوت تجاری تولید و عرضه بدارند [3]. این محلول‌های غنی‌ساز، محلولی از روغن در آب می‌باشند که برای پایداری آنها وجود پایدارکننده‌ها<sup>5</sup> ضروری است. در تولید محلول‌های غنی‌ساز تجاری از پایدارکننده‌های شیمیایی نظیر گلیسرول<sup>6</sup>، لیستین<sup>7</sup> و تووین<sup>8</sup> استفاده می‌شود [4]. صمغ فارسی هیدروکلوییدی مترشحه از بادام‌کوهی با نام علمی *Amygdalus scopariaspech* است که در ایران به صورت وحشی و خودرو در مناطقی از غرب، شمال‌غرب و شمال‌شرق ایرانی می‌روید. تنه درخت صمغی تراوش می‌نماید که حاوی یک بخش نامحلول نیز بوده و از ترکیباتی طبیعی است که در امولسیفیکه کردن<sup>9</sup>، ریز کپسوله کردن<sup>10</sup> و پایدارسازی<sup>11</sup> روغن در آب در

موادغذایی استفاده می‌شود [5]. ثعلب آردی است که از سائیدن غده‌های ریشه گیاهی از تیره ثعلبیان با نام *Orchis mascula* بدست می‌آید [6] و بیشتر در تولید انواع بستنی کاربرد دارد.

در بررسی‌های اولیه روغن سلکو توسط دانشمندان، بیشترین زمان تأثیرگذاری آن را تا 18 ساعت تعیین کرده و اعلام نمودند که پس از این مدت اثر غنی‌سازی روغن سلکو روی آرتمیا کاهش می‌یابد [7]. در مقایسه‌ای که Narcisco و همکاران [8] بین پرفایل اسیدهای چرب روغن سلکو با روغن‌های جانوران دریائی و دانه‌های گیاهی انجام دادند، بالاترین نسبت EPA/DHA مربوط به روغن سلکو و کمترین آن مربوط به دانه‌های گیاهی بود. با این حال Smith و همکاران [9] در مقایسه پروفایل اسیدهای چرب روغن سلگو با جو دوسر و امولوسیون ترکیب جو نشان داد که اسیدهای چرب A1 DHA و 18:2(n-6) در روغن سلکو پائین‌ترین مقدار را داشتند.

در مجموعه بررسی‌های اخیر همین نویسنده نیز مقایسه‌هایی بین روغن کبدکوسه [10] و چربی چشم ماهی تن [11] با روغن سلکو شرکت INVE انجام شد که نشان داد این روغن حاوی سطوح بالائی از پروفایل اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیره<sup>12</sup> و اسیدهای چرب غیراشباع چندزنجیره<sup>13</sup> می‌باشد. در ادامه تحقیقات گذشته این پژوهش با هدف بررسی امکان جایگزینی پایدارکننده‌های گیاهی ثعلب و صمغ فارسی، به‌جای انواع شیمیایی در ساخت روغن غنی‌ساز سنتز شده مشابه سلکو صورت پذیرفت.

**2- مواد و روش‌ها**

امولسیون غنی‌ساز خارجی با مارک INVE از شرکت A.P.T.C.O ویتنامی تهیه شد. سیستم آرتمیا و تمامی مواد

3. Eicosa Pentaenoic Acid
4. Docosa Hexaenoic Acid
5. Emulsifier
6. Glycerol
7. Lecithin
8. Tween 80
9. Emulsification
10. Microencapsulation

11. Stabilization

12. Highly Unsaturated Fatty Acids (HUFA)

13. Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFA)

**2-2- آزمون فیزیکی تعیین کیفیت روغن غنی ساز**

متوسط قطر و توزیع اندازه ذرات فاز روغن در آب به کمک دستگاه قترسنج (Frisch Analysette 22 Germany) اندازه گیری شد [12]. به منظور ممانعت از هرگونه ایجاد تغییرات حاصل از نور محیطی، امولسیون تولید شده به ظرف درب شیشه‌ای با پوششی از روکش سیاه رنگ منتقل شده و در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  قرار گرفت. درصد کشتش سطحی روغن غنی ساز برحسب دین بر سانتی متر بر اساس قانون لاپلاس<sup>17</sup> بدست آمد [13].

**2-3- آزمون‌های میدانی غنی سازی آرتمیا**

ضد عفونی سازی و فراهم نمودن شرایط لازم برای تخم‌گذاری سیست‌های *Artemia urmiana* مطابق با روش استاندارد *Van Stappen* [14] صورت پذیرفت. جداسازی لاروهای تازه از سیست خارج شده از پوسته سیست‌ها و مواد زائد دیگر طبق روش استاندارد *Sorgeloos* و همکاران بود [15]، که برای اینکار ویژگی نورگرایی مثبت لاروهای آرتمیا مورد استفاده قرار گرفت [15].

غنی سازی آرتمیها با استفاده از دو نوع روغن سلکوی وارداتی و روغن غنی ساز سنتز شده با فن آوری بلژیکی و ساخت پژوهشکده انجام شد. برای این منظور ظروف مخروطی شکل  $2/5$  لیتری در نظر گرفته شد که به ازای هر لیتر آب 200000 عدد نائوپلیوس و به ازای مجموعه هر تیمار  $0/4$  گرم ماده غنی ساز در نظر گرفته شد. زمان استفاده از محلول 12 ساعت، در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  با اکسیژن دهی مناسب و با شوری 30 گرم در لیتر بود.

از هریک از تیمارهای مورد آزمایش به میزان 1 گرم از نائوپلیوس آرتمیای غنی شده برداشت گردیده و با آب مقطر<sup>18</sup> شستشو داده شد. نائوپلیوس‌ها پس از آب‌گیری به درون میکروتیوب‌ها منتقل گردیده و برای تعیین

شیمیایی و وسایل آزمایشگاهی و سایر امکانات لازم از آزمایشگاه مرکز تحقیقات آرتمیای کشور و کارگاه تکثیر و پرورش قزل‌ماهی ارومیه تأمین شد. ثعلب و صمغ فارسی از بازار عطاری ارومیه تهیه شد.

**2-1- روش شیمیایی آنالیز پروفایل اسیدهای چرب**

با انجام آنالیز شیمیایی به وسیله دستگاه گازکروماتوگرافی در آزمایشگاه شیمی تجزیه دانشگاه ارومیه، ساختار ترکیبات تشکیل دهنده روغن غنی ساز وارداتی مشخص گردید. با دستیابی به نوع و درصد اجرا تشکیل دهنده روغن سلکو، نمونه کاملاً مشابه آن با استفاده از ترکیب مساوی امولسیفایرهای گیاهی ثعلب و صمغ فارسی در آزمایشگاه مرکز تحقیقات آرتمیای کشور سنتز شد. ثعلب و صمغ فارسی به وسیله آسیاب (Agromatic AG, AQC, 109Germany) پودر شدند. پودرها جمع‌آوری و با الک چشمه 60 میکرون، صاف شده و به مدت یک شب در حرارت  $60^{\circ}\text{C}$  برای جذب آب قرار داده شدند. سپس با سرعت 14000 دور در دقیقه با سانتریفوژ<sup>14</sup> Sigma مدل 30k-3 جداسازی و توزین شدند. در مرحله بعد بخش محلول آن جداسازی و با افزودن اسید پیروفسفریک<sup>15</sup> در pH هفت تنظیم گردید. برای تولید مایع غنی ساز به نسبت مساوی از بخش محلول دو ترکیب صمغ فارسی و ثعلب استفاده شد. به منظور ایجاد ثبات و عدم گسیختگی<sup>16</sup> در طی فرایند کالیبراسیون امولسیون در حال ساخت، تا رسیدن به رنگ شفاف متمایل به شیری، به تدریج از پایدارکننده‌های گیاهی مذکور استفاده شد. رنگ شیری شفاف امولسیون در زمان رسیدن به قطر  $0/1$  میکرونی قطرات روغن در آب حاصل می‌آید و تا زمان رسیدن به این حالت در مجموع  $11\pm 2\%$  از محلول گیاهی ثعلب و صمغ فارسی مصرف شد.

14. Centrifuge

15. Piro-phosphoric acid

16. Disconnection

17. LaPlace's Law

18. Distilled water

درصد رسید. تعیین درصد مصرفی ثعلب و صمغ فارسی با استفاده از دستگاه اندازه‌سنج (Fritsch Analysette 22 GERMANY) صورت پذیرفت که براساس تئوری Mie و برحسب میزان پراکنش اشعه لیزر محاسبه گردید [16]. درصد کلیه ترکیبات تشکیل دهنده روغن غنی‌ساز سلکوی شرکت INVE از جمله پایدارکننده لسیتین به کمک دستگاه گازکروماتوگراف و به شرح جدول 1 بدست آمد.

جدول 1 درصد ترکیبات تشکیل دهنده امولسیون

درصد	نوع ترکیبات تشکیل دهنده	غنی‌ساز سلکو
67	روغن خام	
1	خاکستر خام	
1	ترکیبات فیبری	
0/2	ترکیبات فسفری	
3/600 mg/kg	ویتامین E	
150000IU	ویتامین D3	
800 mg/kg	ویتامین C	
5000000 IU	ویتامین A	
نامعلوم	آنتی اکسیدان	
30	رطوبت	
3±2	امولسیفایر لسیتین	

پروفایل و میزان اسیدهای چرب به صورت مخلوط با خرده یخ در داخل یخدان فایبرگلاسی به مرکز آزمایشگاهی جهاد دانشگاهی ارومیه منتقل و در آنجا هم درصد غنی‌شدگی و هم پروفایل اسیدهای چرب آنها به شیوه کروماتوگرافی گازی، اندازه‌گیری گردید.

مرحله دوم آزمون در شرکت قزل‌ماهی سردآبی ارومیه انجام شد. این آزمون در سالن تکثیر این کارگاه با 4 تراف مستطیلی شکل، هر کدام با ظرفیت کلی 40 لیتر آب انجام شد. هریک از تراف‌ها تا نصف ظرفیت خود یعنی به میزان 20 لیتر آبگیری شدند. لاروها با تراکم 25 قطعه در هر لیتر به تانک‌ها معرفی شدند. بدین ترتیب هر تراف شامل 500 قطعه از لارو ماهیانی بود که تقریباً دو سوم کیسه زرده خود را جذب نموده و در مرحله شروع تغذیه خارجی بودند و میانگین وزنی  $2 \pm 100$  میلی‌گرم داشتند.

### 3- نتایج

#### 3-1- نتایج آنالیزهای شیمیایی

با انجام آنالیز شیمیایی مشخص شد که تا میزان  $2 \pm 3$  درصد از پایدارکننده لسیتین در پایدارسازی امولسیون روغن تجاری سلکو استفاده شده است (جدول 1) تا قطر میکروگلوبول‌های روغن در آب به  $0/1$  میکرون رسیده و محلول به رنگ شیری شفاف درآید (جدول 2). برای رسیدن به این رنگ میزان مورد استفاده از ترکیب امولسیفایرهای گیاهی ثعلب و صمغ فارسی به  $2 \pm 11$

جدول 2 ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی هر 2 تیمار (1 و 2)

نمونه	قطر ذرات	رنگ	نوع	درصد مورد استفاده از درصد کشش سطحی	میانگین غنی‌شدگی	ناپایداری
امولسیون	روغن در آب	امولسیون	امولسیفایر	امولسیفایرها (درصد)	در نائوپلیوس آرتما	pH
تیمار 1 (تیمار شاهد)	0/1 میکرون	شیری رنگ	لسیتین	$3 \pm 2$	$15 \pm 5$	$27 \pm 2/47$
تیمار 2 (تیمار آزمایشی)	0/1 میکرون	شیری رنگ	عصاره ثعلب عصاره صمغ فارسی	$5 \pm 1$ $6 \pm 1$	$19 \pm 3$	$23 \pm 2/52$

دارای حداقل پایداری هستند که طبق قانون استوکس<sup>1</sup> [17]، برای پایداری آنها وجود حداقل یک پایدارکننده ضروری است. این پایدارکننده‌ها معمولاً از انواع شیمیایی نظیر لیستین، گلیسرول و تووین 80 می‌باشند [17]؛ ولی در این پژوهش برای ایجاد استحکام و پایداری مناسب‌تر از دو پایدارکننده گیاهی ثعلب و صمغ فارسی به نسبت مساوی و به میزان  $11 \pm 2$  درصد استفاده گردید.

مواد تشکیل‌دهنده پایدارکننده‌های مورد استفاده در تولید محلول‌های غنی‌ساز آرتما در صنعت آبی‌پروری باید از نوع ترکیبات غیرسمی و قابل خوردن و استفاده در صنایع غذایی باشد. بر همین مبنا در تحقیق حاضر از پایدارکننده‌های گیاهی ثعلب و صمغ فارسی استفاده شد که از آنها در تولید انواع بستنی به کار می‌رود [18].

از آنجا که در زمان سنتز محلول‌های غنی‌ساز، فازروغنی در فازآبی پراکنده می‌شود، لذا بایستی جهت حصول نتیجه مناسب‌تر، سنتز محلول غنی‌ساز در حاشیه حرارتی معادل حداکثر  $40^\circ\text{C}$  انجام گرفته و در عین حال با استفاده از یک همزن مغناطیسی باشد تا موجب ایجاد شبکه متراکمی از طریق جاذبه‌های نیروهای اندروالسی و آب‌گریزی مسیل‌های پایدارکننده‌ها در سطح مشترک آب و روغن شوند Huck-Iriart [6]. در این تحقیق نیز در زمان سنتز، از دمای هیتر  $40^\circ\text{C}$  و همزن مغناطیسی استفاده شد و بنابراین نتایج این تحقیق با نتایج گزارش شده از تحقیقات Huck-Iriart و همکاران [6] در سنتز محلول غنی‌ساز، هم‌خوانی دارد.

در زمان تولید امولسیون غنی‌ساز عواملی از جمله غلظت پایدارکننده‌ها، pH محیط، دما و مدت زمان غنی‌سازی تأثیرات مستقیم دارند. در این تحقیق نیز به منظور تولید امولسیون مناسب از پایدارکننده‌های گیاهی ثعلب و صمغ فارسی در pH محیطی  $7/8$  و دمای  $40^\circ\text{C}$  استفاده شد و بر اساس روش استاندارد ICES سنتز گردید.

مطابق آنچه که در جدول شماره 2 آمده مجموع پایدارکننده‌های گیاهی ثعلب و صمغ فارسی استفاده شده در روغن غنی‌ساز سنتز شده معادل  $11 \pm 2\%$  می‌باشد.

### 3-2- نتایج آزمون‌های میدانی و کارگاهی

در مرحله بعدی بررسی زیست‌سنجی لاروها انجام شد. برای این منظور لاروها در روز اول شروع به تغذیه مختلط، زیست‌سنجی شده و وزن اولیه آنها اندازه‌گیری شد. برای این منظور در روز 30 ام نیز برای تعداد 50 قطعه لارو ماهی، زیست‌سنجی کامل انجام شد که نتایج آن در جدول 3 آورده شده است.

جدول 3 نتایج بررسی‌های زیست‌سنجی در تیمارها

شاخص‌های	تیمار 1	تیمار 2
زیست‌سنجی	a	a
تیمارهای آزمایشی	0/1 $\pm$ 0/002	0/1 $\pm$ 0/002
وزن اولیه به گرم	a	a
وزن تر به گرم	0/68 $\pm$ 0/03	0/63 $\pm$ 0/3
طول کل به سانتی‌متر	a	a
ضریب رشد ویژه	4/5 $\pm$ 0/3	4/3 $\pm$ 0/2
ضریب تبدیل غذایی	a	a
ضریب چاقی	4/59 $\pm$ 10	4/32 $\pm$ 3
	a	a
	0/83 $\pm$ 0/4	0/80 $\pm$ 0/4
	a	a
	6/1 $\pm$ 0/2	5/9 $\pm$ 0/3

### 4- بحث

روغن غنی‌ساز سلکو یک محلول ناهمگن متشکل از دو مایع غیرقابل امتزاج است که در آن یکی از مایعات به صورت قطراتی که معمولاً قطر آنها بیشتر از 0/1 میکرون است در مایع دیگر پراکنده می‌شود. این قبیل ترکیبات

1. Stokes Law

استفاده از پایدارکننده‌های شیمیایی منجر به مشکلات افت کیفی و آلودگی‌های زیست محیطی می‌شود و چنین مواردی مصرف آنها را در صنایع غذایی محدود می‌سازد [21]، لذا استفاده از جایگزین‌های گیاهی و طبیعی می‌تواند موجب افزایش کیفیت شود.

Mirhosseini و همکاران در خصوص اثرات پکتین<sup>3</sup> و صمغ فارسی در ایجاد پایداری، افزایش کشش سطحی و ایجاد امولسیون در تولید مواد رنگی، مطالعه کرده و گزارش نمودند که صمغ‌های طبیعی مناسب‌ترین مواد برای ایجاد پایداری در صنعت مواد رنگی می‌باشند [22]. اثبات نقش مؤثر این دو پایدارکننده گیاهی، بویژه صمغ فارسی در ایجاد پایداری در محصولات کارخانه‌های تولید رنگ را می‌توان به نوعی مؤید تأثیر این پایدارکننده‌ها در سایر صنایع از جمله صنایع تولید روغن غنی‌ساز بررسی شده در تحقیق حاضر در نظر گرفت.

Mhinzi خواص صمغ‌های عربی و فارسی در خصوص اثرات پایداری و استحکام در تولید خامه و مخلوط آب میوه‌های گیاهی را مورد مطالعه قرار داده و آنها را مناسب‌ترین جایگزین‌های ریزکپسوله کردن برای تولید پایداری در این محصولات دانسته‌اند [23]. با توجه به اینکه در تولید خامه حلالیت چربی‌های خامه در محلول آب بسیار مهم می‌باشد، این مهم با کمک صمغ فارسی دست‌یافتنی شده است. همچنین مطالعات Abbasi و Rahimi در خصوص استفاده از بخش‌های محلول و غیر محلول صمغ فارسی در تولید فیلم‌های خوراکی و پدیده خامه ای کردن<sup>4</sup> برخی مواد غذایی حائز اهمیت خاصی را قائل بودند [12]. نتایج این پژوهشها نیز توجیه کننده نتایج حاصل از این تحقیق می‌باشد و نشان می‌دهد امولسیفایرهای گیاهی می‌توانند ابعاد مصرفی جدیدتری برای استفاده انسان داشته باشند.

همچنین Abbasi و همکاران [18] و Mirhosseini و

شیری بودن رنگ امولسیون مخلوط در آب دریا بیانگر تأثیر مثبت امولسیفایرها و نقش آنها در عدم گسیختگی بوده و نیز بیانگر قطر ذرات روغن در حد 0/1 میکرون می‌باشد [19] که در تحقیق حاضر نیز محلول غنی‌ساز سنتز شده شیری‌رنگ بدست آمد.

برای تشکیل امولسیون باید با بکارگیری انرژی، فاز پیوسته را بصورت ذرات ریز و پراکنده در فاز پیوسته درآورد [20]. انرژی لازم برای اینکار به مقدار کشش سطحی و میزان سطح مربوطه بستگی دارد [Huck 6]. در نتیجه کاهش اندازه ذرات در جریان تولید امولسیون، بر اساس قانون بانکرافت<sup>1</sup> مقدار سطح فاز پراکنده افزایش می‌یابد. امولسیون‌ها از نظر ترمودینامیکی<sup>2</sup> ترکیبات مناسبی نداشته و دارای حداقل پایداری می‌باشند و به همین علت برای افزایش پایداری آنها از پایدارکننده‌هایی استفاده می‌شود که بیشتر آنها در غلظت‌های متفاوت درصد کشش سطحی را به 10 دین در سانتی‌متر کاهش می‌دهند و این به نسبت توازن 2 قسمت آب دوست و چربی دوست بستگی دارد [20]. در این پژوهش نیز آنچه‌ان که از نتایج حاصل از جدول 2 بر می‌آید، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی هر 2 تیمار بیانگر این است که می‌توان از محلول پودر ثعلب و صمغ فارسی به عنوان امولسیفایرهای گیاهی در تولید روغن‌های غنی‌ساز آرتامیا به کار برده و به راحتی این پایدارکننده‌های گیاهی را جایگزین انواع شیمیایی آن که یکی از سه ماده لیستین، توین 80 و گلیسرول است، استفاده نمود.

هیدروکلوئیدهای محلول در آب نظیر صمغ فارسی و ثعلب کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی نظیر تولید بستنی، انواع آب میوه‌های طبیعی، ترکیبات خامه‌ای، سموم گیاهی و کشاورزی دارند و نتایج این پژوهش اهمیت کاربرد آنها را در صنعت آبی‌پروری بیشتر جلوه‌گر می‌نماید.

3. Pectin  
4. Cream off

1. Bancraft  
2. Thermodynamic

محصولات در سطح وسیعی در صنعت آبی پروری جهان از جمله ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد. این محلول‌ها ترکیبات غنی‌سازی هستند که بصورت امولسیون ساخته می‌شوند. سنتز و تولید آن در ایران با امکانات داخلی و مشابه آن در این تحقیق انجام گردیده و مورد آزمون‌های میدانی قرار گرفت که نتایج کاملاً مشابه و حتی بهتر از نوع تجاری وارداتی را نشان داد.

### 5- نتیجه‌گیری

ثعلب و صمغ‌فارسی به عنوان ترکیبات پایدارکننده در فرایند ریزکپسوله کردن و ایجاد استحکام فازروغن در فازآبی نتایج مثبتی را در این پژوهش نشان داده و می‌توانند به عنوان جایگزین‌های مناسب، طبیعی و بی‌ضرر برای محیط زیست به‌جای انواع شیمیایی آن مورد استفاده قرار بگیرند. به عبارت دیگر  $11 \pm 2$  درصد از ترکیب با نسبت مساوی دو امولسیفایر گیاهی ثعلب و صمغ‌فارسی، می‌تواند معادل  $3 \pm 2$  درصد از پایدارکننده‌های شیمیایی لیستین، گلیسرول و تویین 80 برای ایجاد پایداری، امولسیفیه نمودن، ریز کپسوله کردن و ایجاد قوام و پایدار سازی روغن در آب استفاده شود. این پایدارکننده‌های گیاهی همچنین از نظر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی، عملکرد مناسبی در پایدارسازی امولسیون‌های روغن در فازآبی داشتند.

### 6- قدردانی و تشکر

این مقاله برگرفته از طرحی به همین نام، مصوب سازمان تحقیق، آموزش و ترویج کشاورزی و به شماره ثبت 46556 مورخه 93/11/12 می‌باشد. بدین‌وسیله از همکاری مرکز تحقیقاتی آرمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران، آزمایشگاه شیمی تجزیه دانشگاه ارومیه، مرکز تحقیقات اموردام و منابع طبیعی جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی، آزمایشگاه‌های کنترل کیفی مواد غذایی و

همکاران [22] استفاده وسیع از صمغ‌های گیاهی در صنایع را مورد مطالعه قرار داده و به ابعاد ناشناخته این مواد در طبیعت، برای مصارف انسانی، صنعتی، غذا و رنگ اشاره داشته‌اند [۱۸،۲۲]. این مسأله اهمیت استفاده از این ترکیبات گیاهی در این پژوهش را بیان می‌کند.

استفاده از آرمیای غنی شده نتایج شگفت‌آوری در افزایش رشد، بازماندگی، کاهش تلفات، مقاومت در برابر بیماری‌ها و استرس‌های محیطی در لاروها ایجاد می‌کند و در صورت عدم مصرف غنی‌کننده‌ها در زمینه غنی‌سازی آرمیا، اختلاف بسیار معنی‌دار در سطح اطمینان 95 درصد ( $p < 0/01$ ) گزارش شده است [24]. Manaffar و همکاران برای رفع این مشکل روش‌های بوستینگ<sup>1</sup> یا غنی‌سازی آرمیا را ارائه داشته‌اند [24] که نتایج مطالعات Bell و همکاران و Takeuchi نیز مؤید این مسأله می‌باشد [۴،۲۵]. در پژوهش حاضر نیز آنالیز نتایج آزمون‌های میدانی در مرحله پایانی (روز 30 ام)، نشان داد که شاخصه‌های رشد اعم از وزن تر، طول کل، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و ضریب چاقی در تیمار 1 و تیمار 2 که به ترتیب با آرمیاهای طبیعی و غنی‌سازی شده تغذیه شده بودند اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ( $p < 0/05$ ) (جدول 2).

روش‌های غنی‌سازی با روش Watanabe و همکاران و Bengtson و همکاران در دنیا انجام می‌شود [۲۷،۲۶]. اهمیت استفاده از ترکیب‌های غنی‌سازی آرمیا موجب شده شرکت‌های بزرگ تحقیقاتی در جهان امولسیون‌های غنی‌ساز آماده مصرف را به دنیا عرضه دارند. در این مورد می‌توان به شرکت INVE با ملیت اروپایی-آمریکایی اشاره نمود که محصولاتش تحت عناوین و مارک‌های تجاری Selco، Super Selco، A1 Selco، DC DHA و Easy Selco را در سطح وسیعی در جهان تولید و به قیمت‌های گزافی تجارت می‌نمایند که این

1. Boosting

Acids from Tuna's Eye in Iranian Coasts of Persian Gulf and Oman Sea Iranica Journal of Energy and Environment 6(1): 72-76.

- [11] Asadpour-Ousalou, Y. A. (2014) Application of Shark Liver Oil for Artemia Enrichment and its Comparison with Imported Selco Oil. *Global Veterinaria* 13 (6): 1037-1042.
- [12] Abbasi S. and Rahimi S. (2008). (ntroduction of unknown native plant gum: gum Zedu. *Monthly floor and Food magazine*, 4: 46-50.
- [13] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/surten.html>.
- [14] Van Stappen, G. (1996) Introduction, Biology Sorgeloos P. et al., (2001). Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., In: marine fish larviculture. *Aquaculture* 200: 147-159.
- [15] Sorgeloos P. and Leger P. (1992) Improved larviculture outputs of marine fish, shrimp and prawn. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23, 251-264.
- [16] Koocheki, A. and Kadkhodae, R. (2011) Effect of Alyssum homolocarpum seed gum, Tween 80 and NaCl on droplets characteristics, flow properties and physical stability of ultrasonically prepared corn oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloid*, 25(5), 1149-1157.
- [17] Khodaparast, M. (1994) Technology of edible oils, Gutenberg press, Tehran. 33 pp.
- [18] Abbasi, P.A., Cuppels, D. A. and Lazarovits, G. (2003) Effect of foliar applications of neem oil and fish emulsion on bacterial spot and yield of tomatoes and peppers. *Canadian journal of plant pathology*, 25 (1), 41-48.
- [19] Mohammadi, S., Abbasi, S. and Hamidi, Z. (2011) Effects of hydrocolloids on physical Stability, rheological and sensory properties of milk-orange juice mixture. *Iran J Nut Science Food Technol*, 5: 1-12.
- [20] Qian, H.F., Cui, S.W., Wang, Q., Wang, C. and Zhou, H.M. (2011) Fractionation and physicochemical characterization of peach gum polysaccharides. *Food Hydrocolloid*, 25(5): 1285-1290.
- [21] Jahanbin, K., Moini, S., Gohari, A.R., Emam-Djomeh, Z. and Masi, P. (2012) Isolation, purification and characterization of a new gum from *Acanthophyllum bracteatum* roots. *Food Hydrocolloid*, 27: 14-21.
- [22] Mirhosseini, H., Tan, C.P., Aghlara, A.,

مهندسی مواد غذایی و جهاددانشگاهی ارومیه در اجرای این تحقیق، تشکر و قدردانی می شود.

## 7- منابع

- [1] Agh, N., Noori, F., Irani, A., Stappen, G. and Sorgeloos, P. (2011) Fine tuning of feeding practices for hatchery produced Persian sturgeon, *Acipenser persicus* and Beluga, *Huso huso*. *Aquac. Res*, 44(3): 335-344.
- [2] Anonymous. (2003) Report on sturgeon fishes stock assessment in Iran (In Persian). Propagation and culture deputy, Iranian Fisheries Organization, 78P.
- [3] AOAC. (1990) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, VA, 129P. *Fish. Man*, 17(2): 301-307.
- [4] Bell, J.G. and Sargent, J.R. (2003) Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. *Aquacult*, 218: 491-499.
- [5] Hosseinpour, H., Hafezieh, M., Kamarudin, M. S., Bin Saad, C.R., Abd Sattar, M.K., Agh, N., Valinassab, T. and Sharifian, M. (2009) Effects of enriched *Artemia urmiana* with HUFA on growth, survival, and fatty acids composition of the Persian sturgeon larvae (*Acipenser persicus*). *Iran. J. Fish. Sci.* 9(1): 61-72.
- [6] Huck-Iriart, C., Candal, R.J. and Herrera, M. L. (2011) Effect of processing conditions and composition on sodium caseinate emulsions stability. *Procedia Food Science*, 1: 116-122.
- [7] McEvoy, L.A., Navarro, J.C., Bell, J.G. and Sargent, A.J. (1995) Autoxidation of oil emulsions during the Artemia enrichment process. *Aquaculture* 134(1): 101-112.
- [8] Narciso, L., Pousão-Ferreira, P., Passos, A. and Luis, O. (1999) HUFA content and DHA/EPA improvements of Artemia sp. with commercial oils during different enrichment periods. *Aquac. Res* 30(1): 21-24.
- [9] Smith, G.G., Arthur, J.R., Charles, F.P., Matthew, M., Nelson, B.M., Peter, D. N. and Piers, R. H. (2002) Changes in gut content and composition of juvenile Artemia after oil enrichment and during starvation. *Aquaculture* 208(1): 137-158.
- [10] Asadpour-Ousalou, Y. A. (2015) Modified Extraction Method for Determination of Fatty



- [25] Takeuchi, T. Massimoto, D. and Ishihara, R. (1994) Nutritive value of DHA-enriched rotifer for larval cod. *Nippon Sustainable Aquaculture*, 60: 641-652.
- [26] Watanabe, T., Kitajima, C. and Fujita, S. (1987) Nutritional values of live organism used in Japan for mass propagation of fish. A review. *Aquaculture*, 34: 115-143.
- [27] Bengtson, D. A., Simpson, K. L. and Sorgeloos, P. (2000) The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanographically Marine Biology; Anniversary Review* 24: 521-623.
- Hamid, N.S., Yusof, S. and Chern, B. H. (2008) Influence of pectin and CMC on physical stability, turbidity loss rate, cloudiness and flavor release of orange beverage emulsion during storage. *Carbohydrate Polymers*, 73: 83-91.
- [23] Mhinzi, G.S. (2002) Properties of gum exudates from selected *Albizia* species from Tanzania. *Food Chemistry*, 77: 301-304
- [24] Manaffar, R. (2002) Enrichment of *Artemia urmiana* nauplii using emulsion of fatty acids and *Dunaliella* algae and investigation of fatty acids metabolism at cold temperature. MSc Thesis, 79 pp.