**مجله علوم و صنایع غذایی ایران**

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

# تاثیر دمای خشک کردن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی پودر ماهی‌های کیلکا و کپور

**علی معتمدزادگان[1*]، سکینه پورناصری[2]، شبنم حمزه[3]، حدیثه باقری[4]،سعید میرعرب رضی[5]**

۱ – دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران.

۲ – دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی تجن، قائمشهر، مازندران، ایران.

۳ – استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی تجن، قائمشهر، مازندران، ایران.

٤– دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.

۵– دانش آموخته دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران.

**اطلاعات مقاله**

**تاریخ های مقاله :**

تاریخ دریافت: ۹۹ /۰۵/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۱/۱۸

**کلمات کلیدی:**

خشک کردن،

خصوصیات فیزیکوشیمیایی،

پودر ماهی،

کپور،

کیلکا.

DOI: 10.29252/fsct.18.06.10

* مسئول مکاتبات:

amotgan@yahoo.com

**چکیده**

**تولید پودر ماهی سبب افزایش ماندگاری این منبع ارزشمند پروتئینی، دسترسی آسان‌تر و افزایش تنوع غذایی می‌شود. در این پژوهش تاثیر دمای خشک کردن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی پودر ماهی‌های کیلکا و کپور مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از دماهای ٤۵، ۵۵، ٦۵ و ۷۵ درجه سانتی گراد برای خشک کردن ماهی استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که مقدار رطوبت، چربی، پروتئین و ازت کل فرار برای پودر ماهی کپور به ترتیب ۷/۰۲٪، ٤/۹۲٪، ۸۳/۸۰٪ و ۱۵۰ میلی گرم بر گرم و برای پودر ماهی کیلکا به ترتیب ۸/۱۲٪، ۵/۰۹٪، ۸۲/۱۸٪ و ۱٤۰ میلی گرم بر گرم بود. بیشترین میزان جذب مجدد آب مربوط به نمونه‌های کپور خشک شده در ٤۵ درجه سانتی گراد و کیلکای خشک شده در ۵۵ درجه سانتی گراد بود. کمترین و بیشترین میزان جذب مجدد چربی نیز به ترتیب در نمونه های کپور خشک شده در ٤۵ درجه سانتی گراد و کیلکای خشک شده در ۵۵ درجه سانتی گراد بود. نتایج آزمون دانسیته نشان داد که با کاهش دمای خشک کردن میزان دانسیته پودر نهایی کم شد. بالاترین مقادیر دانسیته پودر ماهی کپور و کیلکا به ترتیب ۰/۵۱۱ گرم بر سانتی متر مکعب و ۰/٤۰۸ گرم بر سانتی متر مکعب بود که در دمای ٤۵ درجه سانتی گراد خشک شده بودند. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش دما از ٤۵ به ۷۵ درجه سانتی گراد روشنی رنگ پودرهای تولیدی کاهش یافت. نتایج آزمون میکروسکوپ الکترونی روبشی نیز نشان داد که پروتئین‌ها در دماهای بالاتر بیشتر دناتوره شده و اندازه ذرات کاهش یافت.**



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

## ۱- مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جمعیت، نیاز انسان به غذا و همچنین اهمیت مواد پروتئینی و گوشتی در سبد غذایی، پرورش دام و طیور و آبزیان روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می کند[۱]. ماهی ها به عنوان منبع ارزشمند پروتئین، یکی از مهم ترین مواد غذایی در رژیم غذایی انسانی در نظر گرفته می شوند. دریای خزر دارای منابع وسیعی از انواع ماهیان و آبزیان است. ماهی کیلکا از خانواده شگ ماهیان، یکی از فراوان ترین ماهیان در دریای خزر می باشد[۲]. بر طبق سالنامه آماری شیلات کشور در سال ۱۳۹۳ تولید ماهی کیلکا در کشور ۲۲۸۷۳ تن از آب های شمال کشور بوده است که از این مقدار ۱٦۰٤٥ تن در استان مازندران صید شده است.همچنین میزان پرورش ماهیان گرمابی مثل کپور ماهیان و خاویاری در سال ۱۳۹۳حدود ۱۷۰۹۹۱ تن بوده که از این مقدار ٥۱٦۸۱ تن در استان مازندران تولید شده است [۳]. ماهی کیلکا با وجود جثه کوچک سرشار از پروتئین، ویتامین های گروه B مثل B12 و B2، کولین، تیاسین، اسید پانتوتیک و ریبوفلاوین و یک منبع خوب برای کلسیم، مس، آهن، فسفر و مقدار ناچیزی از سایر مواد معدنی می‌باشد [٤]. ماهی ها بسیار فسادپذیر بوده و زمان ماندگاری آن ها کوتاه است همپنین به علت عدم فرآوری مناسب ضایعات بالایی دارند. بنابراین تولید پودر ماهی از طریق خشک کردن ماهی می تواند روش مناسبی به منظور افزایش ماندگاری این منابع ارزشمند پروتئینی و همچنین تنوع در مصرف آن ها باشد [٥]. پودر ماهی فرآورده ای است جامد به صورت تفاله، که از ماهی یا ضایعات آن پس از جدا کردن قسمت اعظم آب و استخراج تمام یا قسمتی از روغن آن بدست می‌آید [٦] استفاده از پودر ماهی در پرورش آبزیان باعث رشد چشمگیر آنها، کاهش هزینه‌های تولید و حفظ و بهبود طعم ماهیان خوراکی می‌شود [۷]. تقریبا یک سوم از کل ماهی‌های صید شده در سطح جهان تبدیل به پودر ماهی می‌شود[۸]. از مهمترین ماهیانی که برای تولید پودر ماهی در ایران استفاده می‌شود به ماهی کیلکا و ماهی کپور می‌توان اشاره کرد. پروتئین پودر ماهی با توجه به ماده خاص مصرفی و تکنولوژی تولید با درصدهای متفاوت بین ٥٥٪ الی ۷۲٪ موجود می‌باشد. ازت آزاد یا TVN به تازگی پودر های تولیدی بستگی دارد و نباید از ۱۳۰ میلی گرم درصد بیش تر باشد [۹]. روش‌های تولید پودر ماهی اعم از دما و زمان خشک کردن بر خواص فیزیکی و شیمیایی پودرهای تولیدی تاثیر گذار است [۱۰]. تاکنون در پژوهش‌های بسیاری، تاثیر شرایط مختلف و نوع ماهی در تهیه پودر ماهی بررسی شده است. وین و همکاران در سال ۲۰۱۷ خواص کاربردی و تغذیه ای پودر ماهی تهیه شده از ضایعات ماهی کاد[1] وماهی سایته[2] را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آن ها نشان داد که میزان پروتئین پودر ماهی ۱/۲± ٦۱/۹ ٪، میزان چربی ۱/۱±۸/۹٪، رطوبت ۱/۲±٥٪ و محتوی خاکستر ۰/۸±۲۲/٤٪ بود. در پژوهش دیگری عامر محمد در سال ۲۰۱۲ به بررسی تاثیر زمان نگهداری بر کیفیت و ارزش تغذیه ای پودر ماهی تجاری تولید شده از ماهی‌های صید شده از رود نیل پرداختند. بطور کلی نتایج این بررسی نشان داد که کیفیت و ارزش تغذیه ای پودر ماهی طی نگهداری در طولانی مدت کاهش یافت. براگادوتیر و همکاران (۲۰۰۷) پایداری پودر ماهی تولید شده از ماهی Saithe را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که پودرهای تولید شده با ماهی تازه کمترین میزان لیپید را دارا هستند. در این پژوهش تاثیر دمای خشک کردن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی پودر ماهی های کیلکا و کپور بررسی شد که هدف از آن افزایش ماندگاری ماهی ها، کاهش زمان فرآوری، تولید محصولات پروتئینی با کیفیت بالا همراه با حفظ ویژگی های طبیعی و ارزش غذایی آن ها و در نهایت افزایش تنوع غذایی به دلیل استفاده از این پودرهای پروتئینی در فرمولاسیون موادغذایی مختلف نظیر سوپ ها، اسنک ها، فرآورده های گوشتی، کنسروها و غیره بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد اولیه

ماهی های کپور و کیلکا از نوع پرورشی با میانگین وزنی به ترتیب ۳۰۰ و ۱٥۰ گرم از بازار محلی شهر قائم شهر تهیه شدند.. نمونه های ماهی کپور مورد استفاده در این پژوهش بطور متوسط ۳۰۰ گرم و ماهی کیلکا ۱٥۰ گرم وزن داشتند. ماهی‌های مورد استفاده تا پیش از آزمون در دمای ٤ درجه سانتی گراد نگهداری

1. Gadus morhua L
2. Pollachius virens



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

شدند. از محلول‌ها و مواد شیمیایی نظیر n-هگزان و اسید کلریدریک ۳۷٪(شرکت مرک آلمان)، سود (ساخت شرکت شیمیایی کلران سمنان)، اسید بوریک (ساخت شرکت Vision Scientific کره جنوبی) و کاتالیزورهای اکسید منیزیم و سولفات مس (ساخت کمپانی مرک آلمان) جهت آنالیز شیمیایی پودرهای تولیدی استفاده شد.

## ۲-۲- فرآیند آماده سازی پودر ماهی

ماهی تازه کیلکا و کپور از بازار محلی قائم شهر تهیه و پس از شستشو و تخلیه اسماء و احشاء از سمت شکمی جهت تخلیه خون و ضایعات شکافته شدند. سپس به چهار قسمت مساوی تقسیم و در آب با دمای ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه پخته شدند. بعد از پختن ماهی‌ها را آبکش و پوست و استخوان ماهی‌ها نیز جدا شد. ماهی‌های پخته شده با استفاده از چرخ گوشت (MG7560، مدل Panasonic، ساخت کشور ژاپن) با سایز مش ۳۲ چرخ و سپس با استفاده از پارچه تنظیف، صاف و آبگیری شد. ماده نیمه خشک باقیمانده درون فویل های آومینیومی به صورت لایه بسیار نازک با ضخامت ۰/۵ ±۰/۰۵ سانتی متر پهن شد و به وسیله آون آزمایشگاهی (Memmert, مدل UF55، ساخت کشور آلمان) در دماهای ۴۵، ۵۵، ۶۵ و ۷۵ درجه سانتی گراد خشک شد. بعد از خشک کردن، نمونه های ماهی به وسیله آسیاب آزمایشگاهی (MX-GX1021، مدل Panasonic، ساخت کشور ژاپن) به پودر تبدیل شدند [۱۱].

## ۲-۳- اندازه گیری میزان چربی ماهی خام

اندازه گیری میزان چربی ماهی خام به روش سوکسله و با کمی تغییر به روش براگادوتیر و همکاران (۲۰۰۷) انجام شد [۱۰].

## ۲-٤- اندازه گیری پروتئین ماهی خام

برای اندازه گیری پروتئین پودرهای ماهی از روش کلدال (مدل HLF8IN، **ساخت ایران**) استفاده شد. ابتدا نمونه ها در حضور اسیدسولفوریک و کاتالیزور هضم شد سپس اتم نیتروژن نمونه به واسطه واکنش شیمیایی با سود تقطیر شده و در اسیدبوریک به دام افتاد و در نهایت میزان پروتئین آن به وسیله عمل تیتراسیون با اسید کلریدریک ۰.۱ نرمال با معادله زیر محاسبه شد [۱۲]

معادله ۱:

$$Protein\%=0.14\times N\times V/\ W(g)\times 100$$

که در اینجا

N= ضریب تبدیل ازت به پروتئین

V= حجم اسید کلریدریک مصرفی (ml)

W= وزن اولیه نمونه

## ۲-۵- محتوی رطوبت پودر ماهی

به منظور تعیین میزان رطوبت،نمونه های پودر در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت قرارداده شد تا زمانی که به وزن ثابت رسیدند. محتوای رطوبتی از روی اختلاف وزن بین پودرها قبل و بعد از فرایند خشک کردن محاسبه و بر حسب ماده خشک بیان گردید [۱۳]

معادله ۲:

$$\%Moisture=m_1-m_2/m\times 100$$

که در اینجا :

$m_1$= وزن اولیه نمونه و ظرف

$m_2$= وزن ثانویه نمونه و ظرف

m=وزن نمونه

## ۲-٦- اندازه گیری TVB-N

در این پژوهش برای تعیین بازهای نیتروژنی فرار از دستگاه کجلدال اتوماتیک (مدل HLF8IN، ساخت ایران) استفاده شد بدین صورت که ۵ گرم پودر ماهی مخلوط شده با ۱۰۰ سی سی آب مقطر در حضور کاتالیزو اکسید منیزیم به مدت ۳۰ دقیقه تحت حرارت جوش قرار گرفت. در نهایت پس از تقطیر با هیدروکلریک اسید ۰/۱ مولار تیتر شده و مقدار ازت فرار با معادله زیر محاسبه گردید [۱٤].

معادله ۳:

$$TVB-N(\%)=\frac{1.4\times V\times 100}{W}$$

که در اینجا:

v=حجم Hcl مصرفی (میلی لیتر)

w= وزن نمونه (گرم)

## ۲-۷- ظرفیت جذب آب (WBC)

در این آزمون ابتدا ۱ گرم از نمونه های پودر ماهی را با مقدار ۷/۵ گرم آب مخلوط و با شیکر هم زده شد تا زمانی که چاهک به وجود آمد. این عمل هم زدن سه بار انجام شد و بعد از هر بار



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

هم زدن مخلوط حاصل به مدت ۱ ساعت استراحت داده شد. پس از آن مخلوط آب و پودر ماهی را با سانتریفیوژ (Labnet، مدل 6C، ساخت کشور امریکا) به مدت ۲۰ دقیقه و سرعت ٦۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ کرده و پس از جدا سازی آب، پودر ماهی به دست آمده را وزن کرده و با معادله زیر جذب مجدد آب را محاسبه شد [۱۵].

معادله ٤:

$$\text{WBC (\%)} = \frac{A-B}{C}$$

در این رابطه A مقدار آب اضافه شده به پودر قبل از سانتریفیوژ (گرم)، B آب برداشته شده بعد از سانتریفیوژ (گرم) و C وزن نمونه پودر(گرم) می باشد.

## ۲-۸- جذب مجدد چربی

برای انجام این آزمون مقدار ۱ گرم پودر ماهی را در ۷/۵ گرم روغن مخلوط کرده و طوری هم می زنیم که به صورت مخلوط یکنواخت در بیاید. برای اینکار نمونه ها پس از هم زدن به مدت ۱ ساعت استراحت داده می‌شوند و اینکار سه بار صورت گرفت. سپس با استفاده از سانتریفیوژ (Labnet، مدل 6C، ساخت کشور امریکا) به مدت ۲۰ دقیقه و سرعت ٦۰۰۰ دور بر دقیقه جداسازی روغن از پودر ماهی انجام شده و طبق معادله زیر جذب مجدد روغن انجام می‌شود [۱۵].

معادله ٥:

$$\text{Oil absorbtion (\%)} = \frac{A-B}{C}$$

در این رابطه A مقدار روغن اضافه شده به پودر قبل از سانتریفیوژ (گرم)، Bروغن برداشته شده بعد از سانتریفیوژ (گرم) و C وزن نمونه پودر(گرم) می باشد.

## ۲-۹- دانسیته پودر ماهی

جهت محاسبه این پارامتر وزن حجم مشخصی از پودر اندازه گیری و با معادله ذیل محاسبه شد [١٦].

معادله ٦:

$$\rho(\text{g/cm}^3) = \frac{m}{v}$$

که در این رابطه:

m= وزن نمونه (گرم)

v= حجم اشغال شده (سانتی متر مکعب)

## ۲-۱۰- آزمون رنگ سنجی

این آزمون با استفاده از دستگاه هانتر لب (شرکت ابزارکاران فن پویای شمال، مدل IMG-PARDAZESH CAM-SYSTEM XI، ساخت کشورایران) انجام شد. ابتدا با استفاده از صفحه های کالیبراسیون سیاه و سپس سفید دستگاه استاندارد شد و پس از آن نمونه ها داخل دستگاه قرار گرفتند. آزمون ها برای هر محصول در سه تکرار انجام گرفت. رنگ نمونه های پودر ماهی بر اساس شاخص های L* که نشانه روشنایی و a* نشانه قرمزی- سبزی و b* که نشانه زرد - آبی اندازه گیری شد [۱۷].

## ۲-۱۱- آزمون سینتیک خشک کردن

در این آزمون مدت زمان خشک کردن ماهی محاسبه شد. مقداری پودر ماهی درون ظرف آلومینیومی به ضخامت کم پهن و در دماهای مختلف درون آون قرار داده شد. هر ۱۰ دقیقه نمونه ها از آون خارج و وزن شد. اینکار تا زمانی انجام شد که در فاصله دو توزین متوالی کاهش حجمی مشاهده نشد و وزن نمونه ثابت ماند. برای محاسبه کینتیک خشک کردن نمودار میزان رطوبت طی زمان رسم گردید و روند تغییرات روی نمودار پراکندگی نشان داده شد[۱۸].

## ۲-۱۲- بررسی ساختار میکروسکوپی

برای این آزمون از میکروسکوپ الکترونی SEM (Philips، مدل XL30، ساخت کشور هلند) استفاده شد. بدین منظور مقداری از پودر روی یک کاغذ تمیز نرم ریخته و ذرات درشت از نمونه جدا شد و ذرات ریزتر روی چسب کربنی واقع در محل قرار گیری نمونه پاشیده شد. سپس نمونه با استفاده از لایه ی طلا پوشش دهی و توسط پروب روبشی دستگاه اسکن و ثبت شد. اندازه ذرات و مورفولوژی آن ها توسط نرم افزار Image pro premier(Media Cybernetics, Inc) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت[۱۹].



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

### ۲-۱۳- تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز داده ها با استفاده از طرح کاملا تصادفی در قالب فاکتوریل ٤ ×٢ (٢ نوع ماهی در ٤ دمای خشک کردن) صورت گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار آماری SPSS ویرایش ١٦ استفاده شد. مقایسه میانگین داده ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل (۲۰۰۷) رسم شدند.

## ۳- نتایج و بحث

در این پژوهش خصوصیات ماهی‌های کپور و کیلکا به صورت خام و پودر بررسی و نتایج آزمون‌های مختلف در جدول ۱ گزارش شد. ترکیب شیمیایی گوشت ماهی شامل آب، پروتئین، چربی، کربوهیدرات، ویتامین‌ها، مواد معدنی و منبع غنی از انواع اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه است [۲۰]. میزان ترکیبات شیمیایی بافت تحت تاثیر عوامل متفاوتی از جمله نوع گونه، فصل صید، سن، جنس و غیره می‌باشد. ترکیبات شیمیایی پودر ماهی از جمله رطوبت نسبی و محتوی آب نقش مهمی در طراحی سیستم های خشک کردن و تولید پودر ماهی دارد[۲۱].

### ۳-۱- محتوای رطوبت

محتوی رطوبتی پودر ماهی در این پژوهش در حدود ۷-۸٪ قرار داشت. نتایج پژوهش‌های دیگر هم نشان داد که عموما محتوی رطوبت پودر ماهی در محدوده ۵-۱۰٪ در گونه های مختلف می‌باشد. معصوم و همکاران (۲۰۱۲) رطوبت پودر ماهی تازه را با استفاده از رزونانس مغناطیسی در محدوده ٥/٦-٩/٣٪ گزارش کردند [۲۲]. وین و همکاران (۲۰۱۷) نیز این پارامتر را در محدوده ٥-٦/٥٪ را گزارش کردند [۲۳].

### ۳-۲- محتوای چربی

محتوی چربی ماهی به نسبت پروتئین، آب و مواد معدنی متغیر می‌باشد. بطوریکه نسبت بالاترین مقدار پروتیئن و آب به کمترین نسبت آن بیشتر از ۳ به ۱ نمی‌باشد، در حالی که در مورد میزان چربی نسبت بیشترین به کمترین شاید ۳۰۰ به ۱ برسد [٦]. اما بطور کلی محتوی چربی در پودر ماهی در محدوده ٤-٢٠٪ قرار دارد [٢٤]. در این پژوهش محتوی چربی ماهی کپور ۸-۹٪ و محتوی چربی ماهی کیلکا در حدود ۱۰-۱۱٪ بود. ماهی‌های کیلکا از دسته ماهی‌های پر چرب محسوب می‌شوند که میزان چربی آنها عموما بیشتر از سایر گونه ها می‌باشد. در این پژوهش نیز نشان داده شد که میزان چربی ماهی کیلکا بیشتر از ماهی کپور بود. محتوای چربی پودر ماهی در گونه های مختلف ماهی بسیار متغیر بوده و مستقیماً به کارایی حذف چربی در زمان فرآوری وابسته است [۲۵].

در این پژوهش محتوی چربی پودر ماهی برای ماهی کپور در محدوده ٤-٥٪ و برای ماهی کیلکا در محدوده ٥-٦٪ قرار داشت. در پژوهش‌های دیگری که ترکیبات شیمیایی پودر ماهی مورد بررسی قرار گرفت محتوی چربی پودر ماهی حدود ٦٪ بود[٢٦]. در پژوهش دیگری وین و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند میزان چربی پودر ماهی تولیدی از ضایعات ماهی ۸/۹٪ بود که نزدیک به نتایج پژوهش حاضر می‌باشد [۲۳].

### ۳-۳- میزان پروتئین

عموما میزان پروتئین در فیله ماهی۱۵-۲۰ درصد می‌باشد. میزان پروتئین کمتر از ۱۵ درصد و بیشتر از ۲۸ درصد در گونه های بسیار کمی نیز مشاهده شده است. تمام پروتئین های فیله ماهی زنجیره ای از مولکول های دراز می‌باشد که به یکدیگر متصل شده اند. دو اسید آمینه ضروری لیزین و متیونین عموما از مهمترین اسیدهای آمینه ساختار پروتئینی فیله ماهی می‌باشند[۲۵]. در این پژوهش همانطور که نتایج نشان داد میزان پروتئینی ماهی‌های خام بالای ۲۰ درصد بوده است و در نتیجه مقدار پروتئین پودر ماهی نیز در حد مطلوبی قرار داشت. محتوی پروتئینی پودر ماهی عموما در محدوده ۵۵-۷۰ درصد قرار دارد و اگر میزان پروتئین پودر ماهی در محدوده ٦٠-٧٢ درصد باشد نشان دهنده کیفیت بالای پودر ماهی می‌باشد[٢٦]. در این پژوهش محتوی پروتئینی در پودر ماهی کپور ۸۱/۸۰ ٪ و در پودر ماهی کیلکا ۷۹/۱۸٪ بود. بالا بودن میزان پروتئین در پودر ماهی تولید شده در این پژوهش به دلیل استفاده از فیله ماهی برای تولید پودر ماهی بوده است. در پژوهش وین و همکاران (۲۰۱۷)که خواص کاربردی و تغذیه ای پودر ماهی تولید شده از ضایعات ماهی مورد بررسی قرار گرفت میزان پروتئین پودر ماهی



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

در نمونه های مختلف از ٦٠/٢٪ تا ٦٤/٥٪ متغیر بود. آن ها نتیجه گرفتند این مقدار کم پروتئین به دلیل استفاده از ضایعات ماهی برای تولید پودر بوده است [٢٣].

**Table 1** Characteristics of raw and powdered carp and kilka fish

| TVN(m/100g) | Protein(%) | Fat(%) | Humidity(%) | Raw/Powder | Types of fish |
|---|---|---|---|---|---|
| 55.7±1.1 | 23.76±1.2 | 8.34±0.3 | 66.60±2.1 | Raw | **Carp** |
| 152.9±3.3 | 83.8±2.2 | 4.92±0.1 | 7.02±0.4 | Powder | |
| 51.6±1.2 | 21.95±0.7 | 10.1±0.6 | 65.8±1.4 | Raw | **Kilka** |
| 143.6±2.8 | 82.18±1.9 | 5.09±0.1 | 8.12±0.5 | Powder | |

## ٣-٤- ظرفیت جذب آب

نتایج آنالیز واریانس در آزمون جذب آب پودرهای ماهی کیلکا و کپور در جدول ٢ نشان داده شده است. این نتایج نشان داد نوع ماهی تاثیر معنی داری بر آن نداشت اما دما و اثر متقابل نوع ماهی اختلاف معنی داری در سطح ٥ درصد داشتند. همانطور که در شکل ١ مشاهده می‌شود در این پژوهش جذب مجدد آب برای نمونه های مختلف در محدوده ١/٨٤-٢/٣٦ میلی لیتر در گرم قرار داشت. در پژوهش های دیگری هم که بر روی پودر ماهی و ایزوله ماهی صورت گرفت ظرفیت جذب مجدد آب برای ایزوله ماهی قزل آلا ٢/٢ میلی لیتر در گرم گزارش شد[٢٧]. درحالی که برای ماهی تایلا ٢/٤٧ میلی لیتر در گرم بود[٢٨]. در پژوهش وین و همکاران نیز میزان جذب مجدد آب در نمونه های پودر ماهی در محدوده ٢/٣١-٢/٤٥ میلی گرم در لیتر قرار داشت [٢٣]. این نتایج یافته های پژوهش حاضر را که نوع ماهی به تنهایی عامل تعیین کننده ظرفیت جذب آب پروتئین پودر ماهی نیست را تایید می‌کند. بیشترین میزان جذب مجدد آب در نمونه های پودر ماهی کپور مربوط به تیمارهای ٤٥ و ٦٥ درجه سانتی گراد بود درحالیکه در نمونه های پودر ماهی کیلکا بیشترین میزان جذب مجدد آب مربوط به تیمارهای ٥٥ درجه سانتی گراد بود. در نمونه های پودر ماهی کپور و کیلکا کمترین میزان جذب آب به نمونه های ٧٥ درجه سانتی گراد بود. نتایج این آزمون نشان می دهد که تقریبا در بیشتر نمونه ها رابطه معکوسی بین میزان رطوبت نهایی پودر ماهی و میزان جذب مجدد آب وجود دارد. از آنجایی که در فرایند تولید پودر ماهی حرارت باعث دناتوراسیون پروتئین ها می‌شود با این حال پودر ماهی به نسبت پروتئین هیدرولیز شده ماهی به روش آنزیمی از قابلیت جذب آب مناسبی برخوردار بود[٢٣]. خواص کاربردی پودر ماهی در رابطه مستقیم با کیفیت و کمیت پروتئین های آن می‌باشد[١١]. اختلاف میزان جذب مجدد آب در نمونه های مختلف می تواند به دلیل اختلاف در میزان پروتئین ها و حفظ خواص کاربردی آنها در دماهای پایین تر نسبت به دماهای بالاتر باشد. اختلاف خواص کاربردی پودر ماهی‌های مختلف به دلیل تفاوت در ترکیبات شیمیایی آن ها می‌باشد[٢٩].

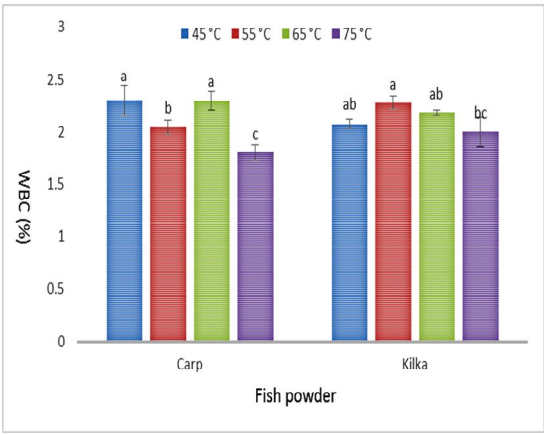


**Fig 1** The effect of drying temperature on WBC (%) of carp and kilka powders

## ٣-٥- جذب مجدد چربی

قابلیت جذب مجدد چربی پروتئین ها جز خواص کاربردی مهم آن ها می‌باشد که سبب بهبود احساس دهانی و باقیماندن طعم مواد غذایی می‌باشد. قابلیت جذب مجدد روغن در فرمولاسیون مواد غذایی مثل سوسیس ها، کیک ها و مایونز ها بسیار مهم می‌باشد[٢٩]. ظرفیت جذب مجدد روغن به میزان زیادی به اسیدهای آمینه غیر قطبی در زنجیره کناری ساختار پروتئینی وابسته است [٢٢].

همانطور که در شکل ٢ مشاهده می‌شود در نمونه های پودر ماهی کپور کمترین میزان جذب مجدد روغن مربوط به نمونه های خشک شده در دمای ٤٥ درجه سانتی گراد بود و نتایج آنالیز آماری نشان داد که از این لحاظ اختلاف معنی داری بین این تیمار و سایر تیمارها وجود داشت ($P<0.05$) اما در نمونه های



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

۵۵، ٦٥ و ۷۵ درجه سانتی گراد، شدت حرارت خشک کردن تاثیر معنی داری در میزان جذب مجدد روغن نمونه های پودر ماهی نداشت. جذب چربی در این پژوهش در محدوده ۰/۷۵-۱/۰۱میلی لیتر در گرم بود. میزان جذب روغن در پژوهش لونه و همکاران (۲۰۱۵) ۱/٤۳ میلی لیتر در گرم بود. افزایش میزان جذب مجدد چربی با افزایش دما به دلیل افزایش میزان دناتوراسیون پروتئین ها و افزایش اسیدهای آمینه غیر قطبی در زنجیره کناری ساختار پروتئینی، سبب تمایل بیشتر پروتئین ها به جذب چربی می‌شود [۲۲].

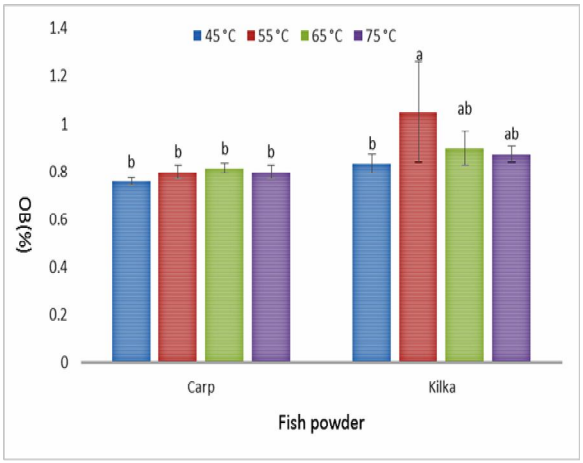


**Fig 2** The effect of drying temperature on oil absorption of carp and kilka powders

## ۳-٦- دانسیته

دانسیته توده ای نوع رفتار توده پودر ماهی را برای تهیه انواع مخلوط ها مشخص می‌کند و پارامتری مهم برای فاکتورهای بسته بندی آن می‌باشد [۲٤]. مقایسه میانگین داده های مورد بررسی در این پژوهش نشان داد که دانسیته پودر ماهی کپور بیشتر از دانسیته پودر ماهی کیلکا بود و افزایش میزان درجه حرارت خشک کردن سبب کاهش دانسیته پودر ماهی شد. دانسیته پودر ماهی کپور در دمای ٤۵ درجه بیشترین و در دمای ۵۵ و ۷۵ نیز کمترین میزان بود. در این پژوهش میزان دانسیته پودر ماهی در نمونه های مختلف در محدوده ۰/۳۲-۰/۵۱ گرم بر میلی لیتر قرار داشت که با نتایج به دست آمده از پژوهش کو و همکاران (۲۰۱۰)که میزان دانسیته توده ای در محدوده ۰/۳٤ گرم بر میلی لیتر بود مطابقت داشت. در پژوهش آنها پودر ماهی تهیه شده از ماهی تیلاپیا مورد بررسی قرار گرفته بود [۲٦].

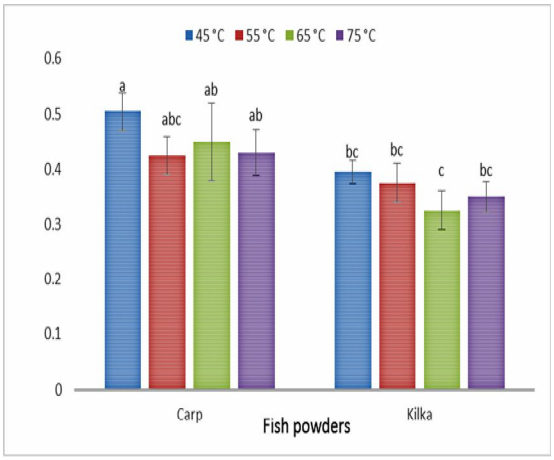


**Fig 3** The effect of drying temperature on density(g/cm$^3$) of carp and kilka powders

## ۳-۷-رنگ

رنگ تاثیر زیادی در پذیرش مواد غذایی دارد. رنگ پودر ماهی بستگی به شرایط تولید آن، نوع مواد اولیه مورد استفاده و تازگی ماهی دارد [۲۷]. مقایسه میانگین داده های آزمون رنگ سنجی نشان داد که بیشترین مقدار فاکتور L مربوط به نمونه های کیلکا ٤۵ درجه با مقدار ۵٤/۰۵ و کمترین مقدار آن مربوط به نمونه های کیلکا ٦۵ و ۷۵ به ترتیب با مقدار ۲۳/٤٤ و ۲٤/٤۹ بود. مقادیر کمتر L و بیشتر a نشان دهنده قهوه ای بودن پودر ماهی می‌باشد[۳۰]. در شکل ٤ و ۵ رنگ و ظاهر پودر های ماهی کپور و کیلکا تولید شده را مشاهده می کنید.

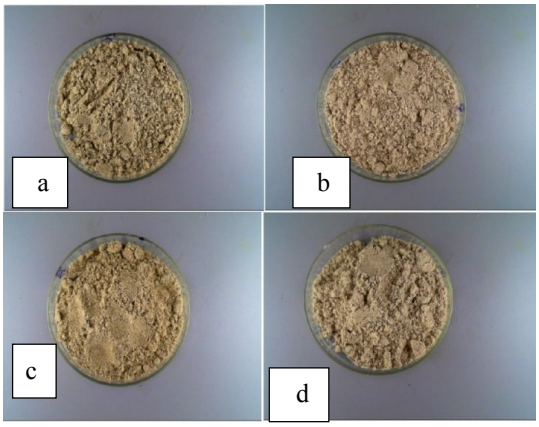


**Fig 4** Appearance and color of carp fish powder produced in four different temperatures (a:55 , b:45, c:75 and d:65 °C)

رنگ و سفیدی پروتئین ماهی می تواند وابسته به بافت ساختاری آن است که می تواند سبب افزایش روشنی شود و رسوب لیپیدها می تواند روی میزان رنگ زرد پودر ماهی تاثیرگذار باشد.



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

همچنین رسوب همزمان پروتئین های هم که روی نرمی و دناتوراسیون و اکسیداسیون هموگولوبین های تاثیر می گذارد سبب ایجاد رنگ زرد و قهوه ای در پودر ماهی می‌شود[۳۱].

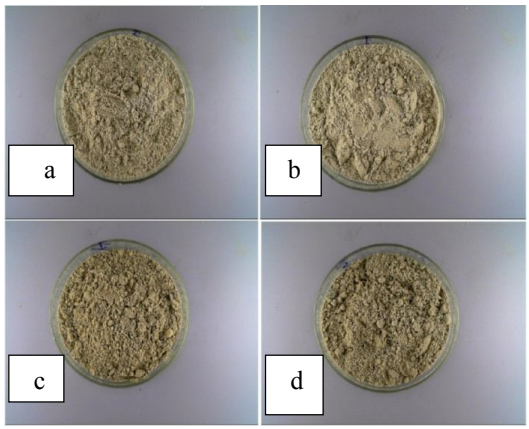


**Fig 5** Appearance and color of kilka fish powder produced in four different temperatures (a:55 , b:45, c:75 and d:65 °C )

نتایج این پژوهش نیز نشان داد که با افزایش میزان دما، مقدار L کم شده و بر مقدار a افزوده شده است که این امر دلیل رنگ تیره تر در نمونه های پودر ماهی تولید شده در دماهای بیشتر است.

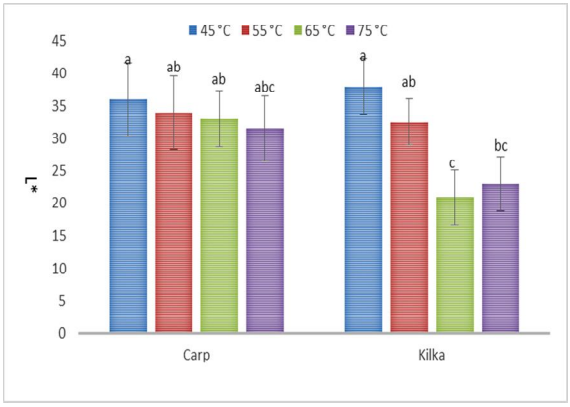


**Fig 6** Comparison of L* factor in two types of dried carp and kilka fish powders at different temperatures

نتایج آنالیز واریانس داده های مربوط به فاکتور a نشان داد که نوع ماهی اثر معنی داری بر میزان فاکتور a پودر ماهی در سطح ۱ درصد دارد ($p<0.01$). اما اثر دما و تاثیر متقابل نوع ماهی و میزان دما اختلافل معنی داری روی فاکتور a تیمارهای مختلف ندارد. فاکتور a نشان دهنده میزان قرمز یا سبز بودن نمونه می‌باشد و می تواند مقادیر مثبت ۱۲۰ یا منفی ۱۲۰ را شامل شود. میزان مثبت بودن نشان دهنده رنگ قرمز و میزان منفی بودن نشان دهنده رنگ سبز نمونه های مختلف می‌باشد. در پژوهش براگادوتیر و همکاران (۲۰۰۷) نشان داده شد که کاهش کیفیت پودر ماهی در نتیجه نگهداری در زمان طولانی مدت با افزایش میزان فاکتور های a و b صورت می گیرد و بیشترین افزایش میزان فاکتور a در بالاترین دمای نگهداری اتفاق می افتد. اگرچه این تغییرات در میزان زردی مشاهده می‌شود اما تغییرات کلی رنگ در نمونه های نگهداری شده در شرایط مختلف اختلاف معنی داری با هم نداشت[۱۰].

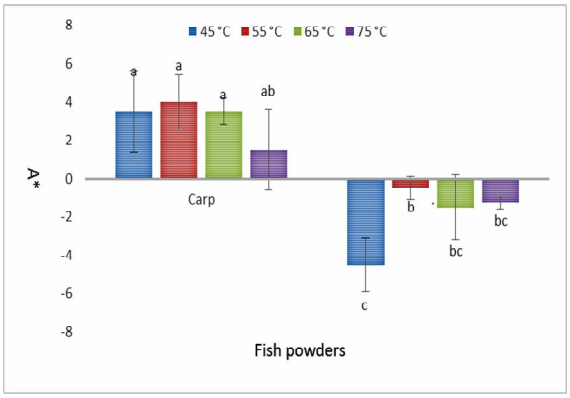


**Fig 7** Comparison of a* factor in two types of dried carp and kilka fish powders at different temperatures

فاکتور b در ارتباط با میزان زردی و آبی بودن نمونه ها می‌باشد و می تواند مقادیر ۱۲۰+ و ۱۲۰– را شامل شود. هر چه این مقدار به سمت مثبت میل کند نشان دهنده زردی و هر چه قدر به سمت منفی میل کند نشان دهنده آبی بودن نمونه می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین نمونه های پودر ماهی نشان داد که بیشترین میزان فاکتور b در نمونه های کیلکا ٤٥ درجه با مقدار ۱۷/۲۵ و کمترین میزان هم مربوط به نمونه های کیلکا ٦٥ درجه با مقدار ۷/۷٦ بود. نتایج آنالیز آماری نشان داد که بین تمامی تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد وجود داشت.

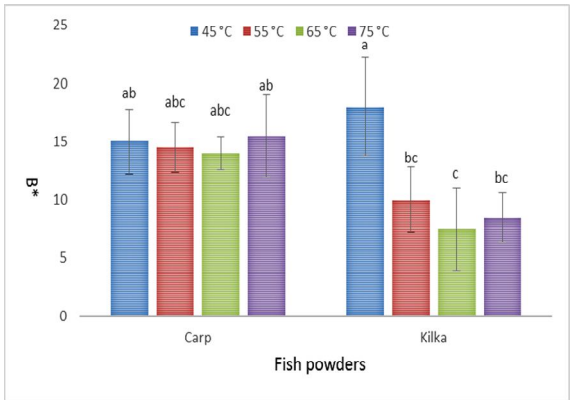


**Fig 8.** Comparison of b* factor in two types of dried carp and kilka fish powders at different temperatures



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]
[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

**Table2.** The effect of drying temperature on physicochemical properties of carp and kilka fish powder

| b* | a* | L* | (g/cm$^3$) Density | Oil absorption (%) | WBC(%) | Fish powder temp |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 14.77±0.75$^{cd}$ | 2.57±0.07$^{b}$ | 51.84±3.22$^{cd}$ | 0.511±0.02$^{a}$ | 0.75±0.01$^{a}$ | 2.33±0.27$^{d}$ | **Carp 45°C** |
| 14.40±0.90$^{cd}$ | 3.50±0.05$^{b}$ | 48.76±2.1$^{bc}$ | 0.425±0.01$^{cd}$ | 0.78±0.02$^{ab}$ | 2.07±0.15$^{bc}$ | **Carp 55°C** |
| 13.82±0.65$^{bcd}$ | 2.39±0.1$^{ab}$ | 46.41±3.7$^{b}$ | 0.47±0.05$^{de}$ | 0.79±0.01$^{ab}$ | 2.31±0.04$^{d}$ | **Carp 65°C** |
| 15.11±0.34$^{cd}$ | 1.09±0.08$^{ab}$ | 44.49±1.9$^{b}$ | 0.438±0.04$^{cd}$ | 0.78±0.005$^{ab}$ | 1.84±0.02$^{a}$ | **Carp 75°C** |
| 17.25±0.96$^{d}$ | -3.73±0.09$^{a}$ | 54.05±3.1$^{d}$ | 0.408±0.02$^{bc}$ | 0.81±0.01$^{b}$ | 2.14±0.11$^{bc}$ | **Kilka 45°C** |
| 9.95±0.34$^{abc}$ | -0.11±0.01$^{ab}$ | 44.38±1.5$^{b}$ | 0.378±0.02$^{ab}$ | 1.01±0.01$^{d}$ | 2.36±0.03$^{d}$ | **Kilka 55°C** |
| 7.76±0.56$^{a}$ | -1.03±0.02$^{ab}$ | 23.44±1.7$^{a}$ | 0.326±0.01$^{a}$ | 0.89±0.03$^{c}$ | 2.21±0.05$^{cd}$ | **Kilka 65°C** |
| 8.84±0.63$^{ab}$ | -0.49±0.01$^{ab}$ | 24.49±1.65$^{a}$ | 0.341±0.01$^{a}$ | 0.88±0.01$^{c}$ | 2.03±0.03$^{b}$ | **Kilka 75°C** |

Similar letters in each column indicate that there is no significant difference between the samples ($P > 0.05$).

## ۳-۸-سینتیک خشک کردن

افزایش دمای خشک کردن ماهی سبب افزایش شیب نمودار و کاهش زمان خشک شدن گشته است. به عنوان مثال پودر ماهی تولید شده در زمان های ٤٥ درجه اعم از ماهی کیلکا و ماهی کپور بیشترین زمان خشک کردن را داشته اند و برای رسیدن به رطوبت ثابت زمان بیشتری در خشک کن طی کرده اند. البته همان طور که در نمودار هم مشاهده می‌شود شیب نمودار برای پودر ماهی کپور ٤٥ درجه کمتر از کیلکای ٤٥ درجه است و بنابراین زمان بیشتری برای خشک کردن در خشک کن نیاز داشته است.

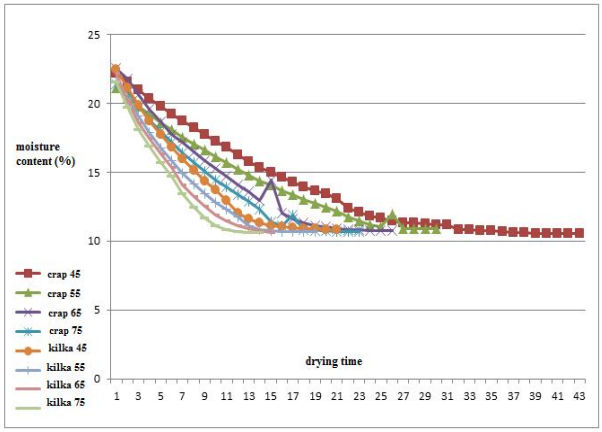


**Fig 9** Reducing the moisture content of carp and kilka fish powders during drying at different times (time unit is based on 10 minutes)

بطور کلی نتایج آزمون خشک کردن نشان داد که در تمامی نمونه ها و در دماهای خشک کردن یکسان زمان خشک کردن برای نمونه های پودر ماهی کپور بیشتر از پودر ماهی کیلکا بود و شیب نمودار برای نمونه های کیلکا بیشتر از کپور بود. آنالیز اندازه ذرات برای تعیین خواص فیزیکی و بیولوژیکی آنها بسیار مهم است [۳۲]. مهمترین خواص مهندسی ذرات (بر اساس خواص ساختاری آن ها) جذب آب، قابلیت تجزیه پذیری، آب گریزی ترکیبات پلیمری بیرون سلولی می‌باشد[۳۳].

## ۳-۹-بررسی ساختار میکروسکوپی

نتایج حاصل از تاثیر دمای خشک کردن بر خصوصیات میکروسکوپی پودرهای ماهی‌های کپور و کیلکا در شکل های ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که در اثر خشک کردن پروتئین های موجود در ساختار ماهی دناتوره شده، تغییر شکل داده، برخی از پیوندهای پروتئینی شکسته شده و زنجیره های مولکولی بلند پروتئینی به زنجیره های کوچکتر تبدیل شد[۳٤]. نتایج آنالیز این تصاویر نشان داد که بیشترین ذرات در محدوده ۱۰-۳۰ میکرون قرار داشتند که بالغ بر ۵۰٪ ذرات را شامل می شدند. شکستگی در ساختار پروتئین های پودرهای ماهی تهیه شده در دمای ٦٥ و ۷۵ درجه سانتی گراد بیشتر از دماهای ٤٥ و ٥٥ درجه سانتی گراد می‌باشد. از طرف



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

دیگر با افزایش دما احتمال پاره شده گویچه های چربی می‌باشد. اندازه مولکول های پروتیئنی در دماهای ٦٥ و ٧٥ ریزتر و متراکم تر شد. همان طور که مشاهده می‌شود با افزایش دما و پاره شدن سلول ها، چربی موجود در ساختار در سطح ساختار پروتئینی پخش شده و سبب روشن تر شدن رنگ در ساختار میکروسکوپی شده است. در نمونه های ٧٥ درجه مولکول های چربی بطور کامل در سطح ساختار پروتئینی پخش شده و آن را در بر گرفته است.

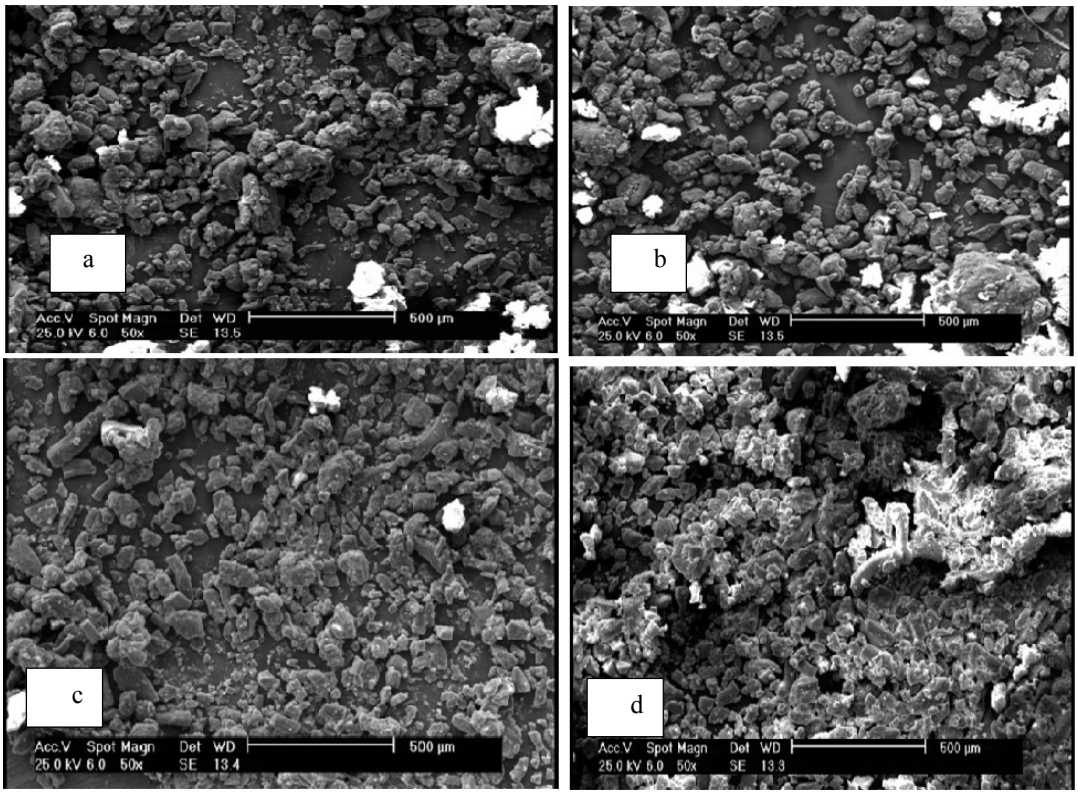


**Fig 10** SEM pictures of carp fish powder produced in four different temperatures (a:55 , b:45, c:75 and d:65 °C)

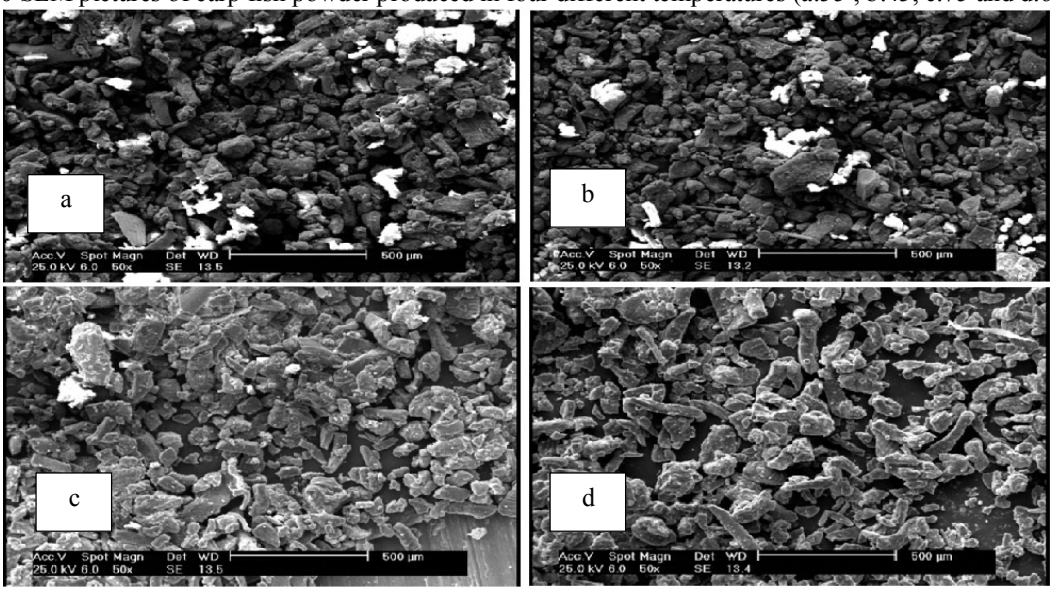


**Fig 11** SEM pictures of kilka fish powder produced in four different temperatures (a:55 , b:45, c:75 and d:65 °C)



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

## ٤- نتیجه گیری

امروزه با افزایش جمعیت و نیاز روزافزون بشر به مواد غذایی، پرورش دام و طیور و آبزی پروری بیش از پیش مهم می نماید. ماهی ها بسیار فسادپذیر بوده و زمان ماندگاری آن ها بسیار کوتاه است همچنین به علت عدم فرآوری مناسب ضایعات بالایی دارند. بنابراین تولید پودر ماهی از طریق خشک کردن ماهی می تواند روش مناسبی به منظور افزایش ماندگاری این منابع ارزشمند پروتئینی و همچنین تنوع در مصرف آن ها باشد. در این پژوهش تاثیر دمای خشک کردن (٤٥، ٥٥، ٦٥ و ٧٥ درجه سانتی گراد) بر کیفیت و خواص کاربردی پودرماهی تهیه شده از دو نوع ماهی(کپور و کیلکا) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تولید پودر ماهی در دماهای کمتر سبب حفظ بیشتر خواص کاربردی پروتئین های پودر ماهی شده و خصوصیات فیزیکوشیمیایی پودر ماهی خشک شده در دمای ٤٥ درجه سانتی گراد در هر دو نوع پودر ماهی کپور و کیلکا مطلوب تر از سایر دماها می‌باشد.

همچنین نتایج آزمون شاخص های L، a، و b نیز نشان داد که رنگ پودر ماهی‌های تولید شده در دماهای ٤٥ و ٥٥ درجه سانتی گراد روشن تر از پودر ماهی تولید شده در دماهای ٦٥ و ٧٥ درجه سانتی گراد بود. در این پژوهش خواص کاربردی مختلفی از جمله خصوصیت جذب مجدد آب، جذب مجدد چربی، دانسیته نیز مورد بررسی قرار گرفت که در تمامی این موارد پودر ماهی کپور ٤٥ درجه سانتی گراد بالاترین کیفیت را داشت و پس ازآن پودر ماهی کیلکا ٤٥ درجه سانتی گراد قرار داشت. مقایسه پودر ماهی تولید شده از دو ماهی نیز نشان داد که پودر ماهی کپور کیفیت بیشتری در مقایسه با پودر ماهی کیلکا داشت و تقریبا در تمامی موارد این خواص کاربردی پودر ماهی کپور بیشتر از پودر ماهی کیلکای تولید شده در دمای یکسان بود.

## ٥- منابع


[1] Aimiuwu, O. and M. Lilburn, Protein quality of poultry by-product meal manufactured from whole fowl co-extruded with corn or wheat. Poultry science, 2006. 85(7): p. 1193-1199.

[2] Moini, S. and M. Javaheri, An Investigation on Usage of Osmotic Method for Drying Kilka. 2004.

[3] Shahifar, R., Iranian fishing vessels By-catch in IOTC competence of area in 2014 WPEB11th, Olhao, Portugal, 7-11 Sept 2015.

[4] Rad, F.H., et al., Investigating the parameters of the process and physical and chemical properties of Kilka fish during foam mat drying. Iranian Food Science & Technology Research Journal, 2018. 14(4): p. 601-616.

[5] Pirestani, S., et al., Lipid, cholesterol and fatty acid profile of some commercially important fish species from south Caspian Sea. Journal of Food Biochemistry, 2010. 34(4): p. 886-895.

[6] Marki, B. Effects of process parameters and raw material freshness on fish meal quality. in Int. Conf. on Fish By-Products, Anchorage, AK(USA), 25-27 Apr 1990. 1990.

[7] Subarkah, R. and J. Hendrarsakti, Drying characteristic of anchovy fish. Journal of Food Science and Engineering, 2013. 3(2): p. 87.

8. Jensen, N.C. and S. Keller. Quality fish meal: specifications and use in aquaculture and fur farming. in Making profits out of seafood wastes: Proceedings of the international conference on fish by-products. 1990.

[9] Mohammed, M. and D. Alim, Amino acids contents of four commercial Nile fishes in Sudan. African Journal of Environmental Science and Technology, 2012. 6(2): p. 142-145.

[10] Bragadottir, M., et al., Stability of fish powder made from saithe (Pollachius virens) as measured by lipid oxidation and functional properties. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2007. 16(1): p. 115-136.

[11] Ariyawansa, S., The evaluation of functional properties of fish meal. United Nations University, Fisheries Training Programme, Project Final, Sri Lanka, 2000. 125.

[12] Shirmohammadli, H. and M. Mohammad Nejad, Influence of Weight on Changes in Protein, Fat, Ash and Dry Matter of Common carp. Fisheries Science and Technology, 2020. 9(2): p. 120-129.

[13] Shaviklo, G.R., et al., The influence of additives and drying methods on quality attributes of fish protein powder made from saithe (Pollachius virens). Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010. 90(12): p. 2133-2143.




[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

[14] Lan, W., et al., Effect of the number of freeze-thaw cycles number on the quality of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei): An emphasis on moisture migration and microstructure by LF-NMR and SEM. Aquaculture and Fisheries, 2020. 5(4): p. 193-200.
[15] Hamzeh, S., et al., Effects of drying condition on physico-chemical properties of foam-mat dried shrimp powder. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2019. 28(7): p. 794-805.
[16] Goula, A.M. and K.G. Adamopoulos, Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. The effect on powder properties. Journal of food engineering, 2005. 66(1): p. 35-42.
[17] Azizpour, M., M. Mohebbi, and M.H.H. Khodaparast, Effects of foam-mat drying temperature on physico-chemical and microstructural properties of shrimp powder. Innovative food science & emerging technologies, 2016. 34: p. 122-126.
[18] Kadam, D.M. and S. Balasubramanian, Foam mat drying of tomato juice. Journal of food processing and preservation, 2011. 35(4): p. 488-495.
[19] Sharma, V. and A. Bhardwaj, Scanning electron microscopy (SEM) in food quality evaluation, in Evaluation Technologies for Food Quality. 2019, Elsevier. p. 743-761.
[20] Yıldız, M., E. Şener, and M. Timur, Effects of variations in feed and seasonal changes on body proximate composition of wild and cultured sea bass (Dicentrarchus labrax L.). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2007. 7(1): p. 45-51.
[21] Makanjuola, O.M., Chemical analysis of flesh and some body parts of different fresh fish in south west Nigeria. Pakistan Journal of Nutrition, 2012.
[22] Masoum, S., et al., Determination of protein and moisture in fishmeal by near-infrared reflectance spectroscopy and multivariate regression based on partial least squares. Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering (IJCCE), 2012. 31(3): p. 51-59.
[23] Ween, O., et al., Nutritional and functional properties of fishmeal produced from fresh by-products of cod (Gadus morhua L.) and saithe (Pollachius virens). Heliyon, 2017. 3(7): p. e00343.
[24] Miles, R. and F. Chapman, The benefits of fish meal in aquaculture diets. Department of Fisheries and Aquatic Sciences. 2015, IFAS, University of Florida.
[25] Miles, R. and J. Jacob, Fishmeal in poultry diets. Understanding the production of valuable feed ingredients. Institute of food and Agricultural sciences, University of Florida. 2013, Accessed 23/01.
[26] Cho, J. and I. Kim, Fish meal–nutritive value. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 2011. 95(6): p. 685-692.
[27] Lone, D., et al., Physico-chemical and functional properties of rainbow trout fish protein isolate. International Food Research Journal, 2015. 22(3): p. 1112.
[28] Martin, C.W., M.M. Valentine, and J.F. Valentine, Competitive interactions between invasive Nile tilapia and native fish: the potential for altered trophic exchange and modification of food webs. PLoS One, 2010. 5(12): p. e14395.
[29] Burt, J.R., R. Hardy, and K.J. Whittle, Pelagic fish: the resource and its exploitation. 1992: Fishing News Books Oxford.
[30] Shaviklo, G.R., G. Thorkelsson, and S. Arason, The influence of additives and frozen storage on functional properties and flow behaviour of fish protein isolated from haddock (Melanogrammus aeglefinus). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2010. 10(3): p. 333-340.
[31] Kristinsson, H.G., et al., A comparative study between acid-and alkali-aided processing and surimi processing for the recovery of proteins from channel catfish muscle. Journal of food science, 2005. 70(4): p. C298-C306.
[32] Arias-Moscoso, J.L., et al., Physical and chemical characteristics of lyophilized biofloc produced in whiteleg shrimp cultures with different fishmeal inclusion into the diets. Latin American Journal of Aquatic Research, 2016. 44(4): p. 769-778.
[33] More, T., et al., Extracellular polymeric substances of bacteria and their potential environmental applications. Journal of environmental management, 2014. 144: p. 1-25.
[34] Bhaskar, P. and N.B. Bhosle, Microbial extracellular polymeric substances in marine biogeochemical processes. Current Science, 2005: p. 45-53.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

# The effect of drying temperature on physicochemical properties of kilka and carp fish powder

**Motamedzadegan, A. [1]*, Pournaseri, S. [2], Hamzeh, Sh. [3], Bagheri, H. [4], Mirarab Razi, S. [5]**

1. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mazandaran, Iran.
2. MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Tajan High Education Institute, Qaemshahr, Mazandaran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Tajan High Education Institute, Qaemshahr, Mazandaran, Iran
4. MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran.
5. Ph.D. Graduated, Department of Food Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mazandaran, Iran.

**ARTICLE INFO**

**Article History:**

Received 2020/ 08/ 02
Accepted 2021/ 04/ 07

**Keywords**:

Drying,
Physicochemical properties,
Fish powder,
Carp,
Kilka.

**DOI: 10.29252/fsct.18.06.10**

*Corresponding Author E-Mail: amotgan@yahoo.com

**ABSTRACT**

Producing of fish powder is a good way for increasing the shelf life of these valuable protein sources, easy accessing and increasing of food variety.In this study, the effect of drying temperature on physicochemical properties of kilka and carp fish powder was investigated. For this purpose, temperatures of 45, 55, 65 and 75 °C were used to dry the fish. The results of this study showed that moisture, fat, protein and TVN for carp powder was 7.02%, 4.92%, 83.80%, and 150 mg/g, while moisture, fat, protein and TVN of kilka fish powder was 8.12, 8.8%, 5.09%, 82.18% and 140 mg/g, respectively. The highest water binding capacity was related to dried carp samples at 45 °C and dried kilka at 55 °C. The lowest and highest fat reabsorption was in dried carp samples at 45 °C and dried kilka at 55 °C, respectively. The results of density test showed that with decreasing drying temperature, the density of the final powder decreased. The highest densities of carp and kilka powders were 0.511 g/cm3 and 0.408 g/cm3, respectively, which were dried at 45 °C. The study also represented that with increasing temperature from 45 to 75 °C, L* factor of the powders decreased. Besides, scanning electron microscopy (SEM) results indicated that the proteins were more denatured at higher temperature and the particle sizes were reduced.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-02 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.115.10 ]