# فرآوری آبزیان به منظور افزایش طول عمر انبارمانی

مسیح نصری*[۱] ، آرش حاجی صادقیان[۱] و علی اسحق بیگی[۲]
۱و۲ به ترتیب دانشجویان کارشناسی ارشد و دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم ، masih.nasr@gmail.com
دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. کد پستی۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶.

**چکیده**

آبزیان منبع مهمی از پروتئین و سایر ترکیبات مغذی به شمار می آیند. فساد پذیری در آبزیان تازه که رطوبتی در محدوده ۷۵٪ تا ۹۰٪ دارند، به دلیل فعالیت های بیولوژیکی زیاد می باشد. خشک کردن آبزیان موجب کاهش فعالیت آبی شده و در نتیجه مانع از رشد میکروبی و فعالیت شیمیایی نامطلوب مرتبط با آنزیم ها می شود. خشک کردن آبزیان معمولا شامل ترکیبی از روش های نوین و سنتی می باشد. آبزیان خشک شده به روش سنتی و میان وعده های غذایی دو نوع مهم از آبزیان خشک شده هستند که در مقیاس بزرگ به صورت تجاری در دسترس اند. با توجه به اهمیت برخی از ترکیبات مفید در آبزیان مانند امگا ۳ و اسید آمینه های ضروری، استفاده از روش هایی با هدف حفظ این ترکیبات در مواد خشک شده از اهمیت خاصی برخوردار است. در این مقاله، توسعه تکنولوژی های خشک کردن از روش های معمول مانند نمک سود کردن تا روش های نوین مانند پوشش دهی با نانو ذرات همراه با یک مرور کلی از ویژگی های کیفی لازم و استراتژی های کنترل به منظور تولید محصولات خشک شده آبزی بررسی شده است.

**کلمات کلیدی:** خشک کردن خورشیدی، خشک کردن ترکیبی، سرخ کردن، اکستروژن، کبابی کردن

## مقدمه

آبزیان تازه که رطوبت آنها در حدود 75 تا ۹۰ درصد است (Huang, 2010) بسیار حساس به حرارت و به شدت مستعد فاسد شدن هستند. اگر آبزیان پس از صید حفظ نشوند حتی بدون آلودگی خارجی در کمتر از ۲۴ ساعت فاسد می شوند . بیشتر از 50٪ از ماهی صید شده در کشورهای در حال توسعه به علت فساد از بین می رود(kituu, 2010). چین بزرگترین تولید کننده آبزیان در جهان است . عملکرد کل آبزیان در سال ۲۰۰۷ در این کشور به 47.5 میلیون تن رسید اما تنها ۱۶.۸میلیون تن برای فرآوری واقعی استفاده شد که نرخ فرآوری پایین 35.3 درصد را درمقایسه با 50-70 درصد بدست آمده در برخی از کشورهای توسعه یافته نشان می دهد . علاوه بر این، محصولات اصلی تولید شده عبارتند از محصولات با فرآوری اولیه، که در بین آنها محصولات یخ زده 60.3٪، و آبزیان خشک تنها ۷٪ (Fisheries Bureau ,2008; Wang , 2008)را تشکیل می دهند بنابراین، بیشتر آبزیان مورد استفاده قرارنمی گیرند . آبزیان شامل پروتئین هایی مانند پروتئین حیوانی هستند که دارای کیفیت بسیار عالی است و می تواند به راحتی توسط بدن انسان جذب شود . همچنین آبزیان شامل مواد معدنی، کربوهیدرات ها، ویتامین ها و برخی از ترکیبات مغذی دیگر نیز هستند که سهم بزرگی در سلامتی انسان دارند (Chen, 2000). حفظ کیفیت بالا و مقرون به صرفه بودن و فرآوری آبزیان درآمد ماهیگیران را بهبود می بخشد و امنیت غذایی را افزایش می دهد . خشک کردن آبزیان باعث کاهش فعالیت آبی می شود و در نتیجه مانع از رشد میکروبی و همچنین عملیات شیمیایی نامطلوب مرتبط با آنزیم ها می شود و نگهداری محصول تحت دمای محیط را سبب می شود که ذخیره سازی، حمل و نقل، مصرف محصولات را تسهیل می کند (Al-Harahsheh *et al*., 2003)ومهم تر اینکه ، برخی از محصولات خشک شده دارای ترکیبی از عطر و طعم و بافت منحصر به فرد هستند که از لحاظ مصرف کنندگان بسیار مهم است (Song *et al*., 2007 ). بنابراین، خشک کردن یک روش مهم برای فرآوری و نگهداری آبزیان است. خشک کردن باید به گونه ای انجام شود که اطمینان حاصل شود بدون از دست رفتن کیفیت ، عمر مفید محصولات بهبود بخشیده می شود . برخی از تکنولوژی های خشک کردن راندمان بالا، صرفه جو در انرژی، و سازگار با محیط زیست به منظور کوتاه شدن زمان خشک کردن و بهبود کیفیت محصول به طور همزمان ، مانند خشک کردن پمپ گرمایی[1](HPD)، خشک کردن مایکروویوی[2] ، خشک کردن بخار فوق گرم[3](SSD)، خشک کردن خورشیدی[4]، خشک کردن انجمادی[5] (FD)، و همچنین خشک کردن ترکیبی چند مرحله ای[6] به تدریج جایگزین تکنولوژی های سنتی خشک کردن شده اند . در مقایسه با روشهای نگهداری قبلی ، روشهای معاصر بر ارائه حسی خاص ، ویژگی های حسی به محصولات و نیز پختن سریع تاکید دارد . دو نوع عمده از آبزیان خشک شده وجود دارد : یکی محصولات خشک شده به روش سنتی از جمله

[1]- Heat pump drying
[2] - Microwave- assisted
[3] - Superheated steam
[4] - Solar
[5] - Freeze
[6] -Multistage combined

ماهی خشک شده با خورشید/نمک ، جلبک دریایی خشک شده و دیگری میان وعده های غذایی[1] است که ازآن جمله می توان به ماهی کبابی[2] ، جلبک دریایی کبابی ، میگوی کبابی ، مواد غذایی مبتنی بر گوشت خراشیده [3] (Knapp, 2011) اشاره کرد. میان وعده های غذایی دریایی خشک شده به علت فرآوری نامناسب محصولات آبزی خام و عدم دانش مصرف کننده از ارزش غذایی آبزیان خشک شده در مقایسه با میان وعده های غذایی غله ای که سرشار از کالری و چربی اما از لحاظ پروتئین، ویتامین ، و سایر مواد مغذی ضعیف هستند ، به آرامی در حال توسعه هستند. به دلیل هزینه فرآوری بالا محدودیت نیز وجود دارد . این نشان می دهد که نیاز به توسعه تکنولوژی های جدید و محصولات منحصر به فرد با استفاده از ترکیب غلات و غذاهای دریایی می باشد . انواع مختلفی از تکنیک های فرآوری برای محصولات های آبزی خشک شده وجود دارد که دو روش کلیدی را ترکیب می کنند . در حالی که فرآوری سنتی به نمک سود کردن، خشک کردن خورشیدی، کبابی کردن با اجاق[4]، سرخ کردن ، کبابی کردن با دود[5] دود[5] ، و چرب سرخ کردن عمیق[6] برمی گردد، فرآوری مدرن از تکنیک های پختن و خشک کردن جدید و کنترل فرآیند بهینه استفاده می کند . فرآوری آبزیان خشک شده شامل مراحل اصلی زیراست : پیش تیمار مواد خام ، خشک کردن یا پیش خشک کردن و پختن . شکل ۱ روند کلی برای تولید آبزیان خشک شده را ارائه می کند . با هدف ترویج تحقیق و توسعه فرآیندهای خشک کردن آبزیان ، این مقاله مروری وضعیت گذشته و حال حاضر تکنیک های فرآوری آبزیان خشک شده را خلاصه می کند و گامهای آینده را آنالیز می کند . علاوه بر این ، ویژگی های کیفیت و استراتژی های کنترل مربوطه مورد بحث قرار گرفته است.

## تکنیک های فرآوری آبزیان به روش سنتی

### پیش تیمار

### پوشش دهی و غوطه ور کردن

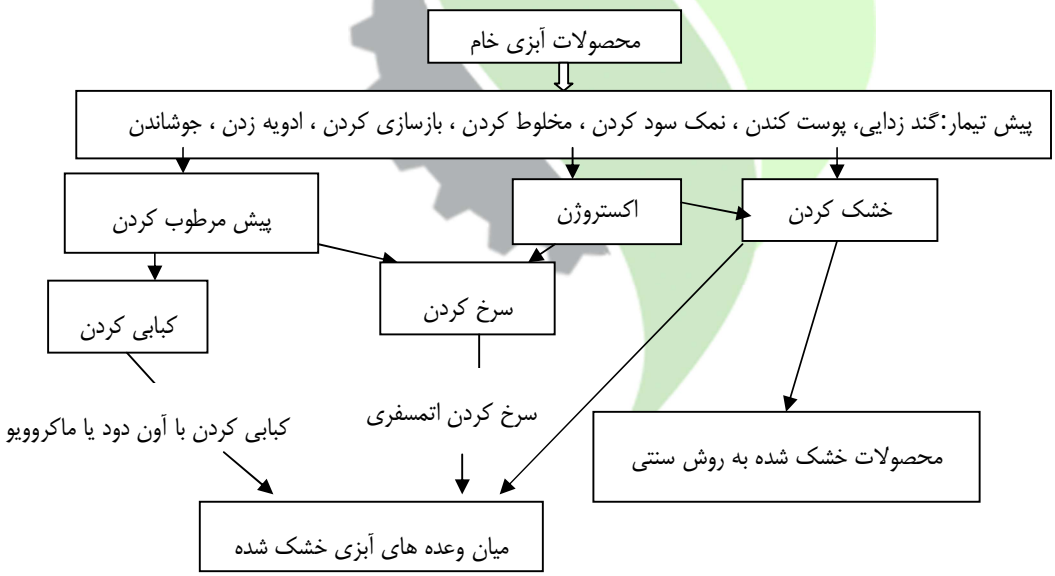
دووان و همکاران یک تکنیک جدید استرلیزه کردن را با پوشش نقره در مقیاس نانو برای خیار دریایی خشک شده گزارش کردند : پیش تیمار پوششی با سوسپانسیون نقره در مقیاس نانو ۰.۰۴۵ میلی گرم بر لیتر برای ۱ دقیقه به طور موثر می تواند سطح میکروارگانیسمها در خیار دریایی خشک شده را کاهش دهد (Duan *et al.*, 2008a) . مارکز ریوس و همکاران(2009) اثر غوطه وری در محلول اسید سیتریک ۰.۱ M در pH برابر با ۳ را بر روی بازده فرآیند و کیفیت گوشت گوش ماهی های خشک شده بررسی کردند . نویسندگان دریافتند که پیش تیمار غوطه وری موجب حذف رطوبت به علت کاهش ظرفیت نگهداری آب در عضله

[1] -snack foods
[2] -Roasted
[3] -Surmi-based
[4] - Oven roasting
[5] - Smoking
[6] - Deep-fat frying

و در نتیجه کاهش زمان خشک شدن می شود . هنگامی که زمان غوطه وری در اسید افزایش می یابد، زمان خشک کردن بصورت قابل ملاحظه ای کاهش می یابد و محصول خشک شده سختی کمتر و رنگ بهتری نیز ارائه میکند زیرا تیمار اسید واکنش میلارد را کاهش می دهد (Marquez-Rios *et al*., 2009). پیش تیمار اسمزی به کمک فراصوت به مدت ۳۰ دقیقه در غلظت آب نمک ۲۰-۲۵٪ قبل از خشک کردن خیار دریایی نه تنها می تواند مدت زمان کلی خشک کردن مایکروویوی فریزری [1]( MFD ) را کاهش دهد بلکه هیچ تاثیر آشکار بر کیفیت محصول ندارد (Duan *et al*., 2008b) .

## دما دادن [2]

تیمار دما دهی می تواند به منظور بهبود فرآیند خشک کردن به دلیل افزایش انتشار رطوبت از مرکز به سطح مواد مورد استفاده قرار گیرد (Kowalski and Pawłowski, 2010). دما دهی می تواند در طول خشک کردن انجام شود. در طول خشک کردن ترکیبی HPD+ SSD (خشک کردن با بخار فوق گرم + خشک کردن پمپ حرارتی ) میگو، دما دهی در ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶۰ دقیقه ، پس از خشک کردن با بخار فوق گرم ، می تواند در حدود ۱۴-۱۲٪ از زمان خشک کردن خالص را کاهش دهد (Namsanguan *et al*., 2004) . پس از خشک کردن به مدت ۱۴ ساعت در یک خشک کن پمپ حرارتی ، دما دهی در ۸ درجه سانتی گراد به مدت ۴ روز به طور قابل توجهی سرعت تبخیر رطوبت را افزایش می دهد (Shi *et al*., 2008) .




**شکل ۱:** گامهای فرآوری برای تهیه آبزیان خشک شده

## خشک کردن

[1]- Microwave freeze
[2] - Tempering

## خشک کردن فریزری

خشک کردن فریزری تحت شرایط خلاء بهترین روش حذف آب برای همه نوع مواد غذایی است زیرا عطر، طعم، رنگ، ساختار، و ترکیبات مغذی اولیه به میزان زیادی حفظ می شود و محصولات نهایی ظرفیت جذب مجدد آب بهتری نسبت به محصولاتی که با استفاده از دیگر روش های خشک کردن تولید شده اند ، دارند . اما خشک کردن فریزری نیز به علت هزینه عملیاتی بالا یک روش بسیار گران است (Duan *et al.*, 2010) . بنابراین، خشک کردن فریزری، تنها زمانی که حفظ محصولات با ارزش افزوده منطقی مد نظر باشد ، استفاده می شود (Ratti , 2001). فقط چند گونه از آبزیان با ارزش بالا مانند خیار دریایی، صدف آبالون[1] و طعمه سفید[2] به صورت تجاری در چین به روش فریزری خشک می شوند . خشک کردن فریزری خلایی منظم را می توان با روشهای زیر بهبود بخشید: (۱) بهبود انتقال حرارت (حرارت مایکروویو فوق الذکر) برای کمک به تصعید (۲) استفاده از جاذب به جای کندانسور و (۳) بهینه سازی پارامترهای فرآیند برای به حداقل رساندن از دست دادن انرژی مانند دما و زمان فریز اولیه ، خلاء، ضخامت مواد، و بار توده ای(Ratti , 2001) . یکی دیگر از روشهای بهبود خشک کردن فریزری منظم ، خشک کردن فریزری اتمسفری (AFD) است . مزایای استفاده از خشک کردن فریزری اتمسفری در مقایسه با خشک کردن فریزری معمولی هزینه های پایین تر تولید و توانایی تولید یک محصول متخلخل مشابه است(Bantle *et al.*, 2009) . Mujumdar & Rahman (2008a ,2008b) یک خشک کن فریزری اتمسفری را در یک خشک کن لرزشی بستر سیال به همراه یک جاذب و ورودی حرارت چند حالته و خشک کن فریزری اتمسفری دیگر را در یک لوله گردابی با تامین حرارت چند حالته توسعه دادند و به ترتیب با آنها سیب زمینی و هویج را خشک کردند. نتایج نشان داد که سیستم پیشنهادی جایگزین خوبی به منظور کاهش زمان و همچنین برای حفظ کیفیت محصول با هزینه پایین تر است . کاربرد آن در محصولات دریایی ، نیاز به تحقیقات بیشتر تجربی دارد .

## خشک کردن ترکیبی چند مرحله ای

خشک کردن ترکیبی چند مرحله ای (MSCD) ترکیبی از مزایای روش های مختلف خشک کردن و در نتیجه بهبود عملکرد خشک کردن است(Hu *et al.*, 2006). مدل های ترکیبی مختلف در سال های اخیر به منظور خشک کردن محصولات دریایی به کار گرفته شده اند و نتایج خوبی به دست آمده است (جدول ۱). از آنجا که محصولات دریایی مختلف دارای ویژگی های مختلف فیزیکی و شیمیایی هستند، خشک کردن ترکیبی نیاز به سفارش، نوع، و نقاط تبدیل بهینه ترکیبی (محتوای رطوبت و یا زمان خشک شدن) از یک روش خشک کردن به دیگر دارد، که باید به طور تجربی تعیین شود (Zhang *et al.*, 2006 ) . از نقطه نظر فعلی مطالعه حاضر، خشک کردن ماهی با استفاده از روش های خشک کردن آهسته در دمای پایین انجام می گیرد در حالی که

[1] - Abalone
[2] - Whitebait

میگو کوچک، گوش ماهی و غذاهای دریایی گیاهی اصلی با استفاده از روش های خشک کردن دمای بالا و سریع خشک می شوند . همانطور که توسط Mujumdar نشان داده شده است ، محصولات غذایی و کشاورزی باید در تجهیزات صنعتی موثر خشک شوند( Mujumdar, 2001 ) .خشک کردن غذاهای دریایی از روش های سنتی خشک کردن به روش های قابل کنترل، با راندمان بالا و صرفه جو در انرژی که کیفیت بالا فراهم می کنند تبدیل شده است . به ویژه روش های خشک کردن ترکیبی متنوع از جمله خشک کردن کمکی و خشک کردن ترکیبی چند مرحله ای مورد توجه قرار گرفته است . انتخاب یک روش خشک کردن مناسب مهم است . بررسی باید فاکتورهای زیادی را قبل از انتخاب یک فرایند خشک کردن در نظر بگیرد این فاکتورها عبارتند اند از: نوع محصولی که خشک می شود، حساسیت محصول به گرما، پیش تیمارهای مورد نیاز و سرمایه و همچنین هزینه های فرایند . هیچ روشی که برای تمام محصولات در تمام نقاط بهترین باشد وجود ندارد (Rahman, 2006 ) .

**جدول ۱** – کاربرد خشک کردن ترکیبی چند مرحله ای برای محصولات دریایی

| نقطه تبدیل | مواد | مزایا | سیستم های ترکیبی |
|---|---|---|---|
| ۳۰-۴۰٪ | میگو | درجه انقباض بسیار پایین تر، درجه جذب مجدد آب بالاتر ، رنگ بهتر، سختی کمتر و نرمتر و متخلخل تر ازخشک کردن بخار فوق گرم تنها ( SSD ) ، زمان خشک کردن طولانی تر (Namsanguan *et al*., 2004) | خشک کردن بخار فوق گرم – خشک کردن پمپ گرمایی |
| 50درجه سانتی گراد برای ۳ ساعت | کپورسرگنده | به طور موثری تجمع رطوبت در سطح مواد در مرحله قبل از خشک کردن مایکروویو تنها از بین می برد ، خشک کردن مایکروویو انتشار رطوبت را در مرحله نهایی خشک کردن افزایش می دهد، در نتیجه زمان خشک شدن کوتاه (Duan *et al*., 2005) می شود | خشک کردن هوا – خشک کردن ماکروویوی |
| ٪۶۰ | ساردین | حذف بخشی از آب در خشک کردن اسمزی، مانع فساد در خشک کردن بعدی به علت جذب نمک ( Bellagha *et al*., 2007) می شود | خشک کردن اسمزی- خشک کردن هوا |
| ٪۴۵ | خیار دریایی | کاهش زمان مرحله خشک شدن دفع در خشک کردن فریزری معمولی (Duan *et al*., 2007; He *et al*., 2008) | خشک کردن فریزری – خشک کردن ماکروویوی خلایی |
| ٪۵۰ | میگوی سفید | کاهش زمان مرحله خشک شدن دفع در خشک کردن فریزری معمولی (Duan *et al*., 2007; He *et al*., 2008) | خشک کردن فریزری – خشک کردن ماکروویوی خلایی |
| ٪۶۱ | خیار دریایی | طولانی تر شدن دوره سرعت ثابت ، جلوگیری از سخت شدن سطحی و تغییر شکل که در خشک کردن هوایی تنها ( Cong *et al*., 2010) رخ می دهد | خشک کردن پمپ گرمایی – خشک کردن هوا |

## فرآوری میان وعده های غذایی دریایی خشک شده

### پیش تیمار

### گند زدایی

همه غذاهای دریایی تا حدی دارای طعم و بوی بد هستند . هنگامی که آبزیان تازه تحت تیمار و ذخیره سازی غلط قرار می گیرند، به دلیل فعالیت میکروارگانیسم ها و یا آنزیم ها و اکسیداسیون لیپید طعم بد اغلب جدی تر می شود (You and Zhao., 2008). قبل از فرآوری ، این طعم بد باید حذف شود تا محصول برای مصرف کنندگان قابل قبول باشد (Duan *et al*., 2005). جدول ۲ لیستی از اصول گند زدایی و برخی مثال های عملی غذاهای دریایی است .

**جدول ۲**– اصول گند زدایی و برخی مثال های عملی غذاهای دریایی

| مثالها | اصل | روش |
|---|---|---|
| اسب ماهی خال مخالی : خیساندن در محلول حاوی ۱٪ آب خالص زنجبیل ( W / W)، ۲٪ شراب زرد (W / W) و ۰.۱٪ گلوتامات سدیم (w / w) به مدت ۱ ساعت Shi ) (2008 *et al*., اشنه دریایی [1] : خیساندن در ۳٪ مایع ریشه شیرین بیان در ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه(Rahman , 2006) کپور علفخوار : خیساندن ماهی در مایع طعم دهنده استخراج شده از زنجبیل، پیاز، و سیر با شراب زرد به نسبت ۰۱:۰۳ (W / V) ماهی به مایع طعم دهنده به مدت ۳۰ دقیقه (You and Zhao., 2008) چوب: نمک سود کردن در مایع طعم دهنده شامل ۴.۵٪ برل [2] بنفش، ۰.۵٪ سرکه و ۱٪ شراب شراب پخته با ۷۰ میلی گرم / کیلوگرم اتیل مالتول [3] و مخلوط نمک به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۸–۲۰ درجه سانتیگراد (Duan *et al*., 2005) ذرت – گربه ماهی چرخ شده [4] – میان وعده آرد سویا بدون چربی [5] : افزودن ۱٪ پودر سیر یا پیاز به فرمول تغذیه(Yu *et al*., 2009) | گند زدایی از طریق جذب، انحلال، تعبیه و اختفا ، برای مثال، روش مرطوب[6]، انحلال در در نمک، قرار دادن در B-cyclodextrin (b-CD)، جذب به وسیله کربن فعال شده ، پنهان سازی با ادویه جات | روش فیزیکی |

1 - Kelp
2 - Perilla
3 - Ethyl maltol
4 - Minced catfish
5 - Defatted soy flour snack
6 - Wet method

| | | |
|---|---|---|
| برشهای کپورسرگنده : خیساندن در یک محلول مخلوط شده حاوی ۱٪ NaHCO3 و ۰.۴٪ نمک طعام مدت 30 دقیقه یا ۱.۵٪ چای سیاه و ۰.۷۵٪ کلرید سدیم در ۱۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳ ساعت در نسبت برش ماهی به محلول ۱:۵ (Wu (W / V and Mao ,2009 ; Chen and Huang, 2007) برشهای شاه ماهی۱ : خیساندن خیساندن در یک محلول مخلوط شده حاوی ۱٪ NaHCO3، ۰.۴٪ نمک طعام و ۴۰٪ اتانول(Rhee *et al.*, 2004) اشنه دریایی : خیساندن در یک محلول مخلوط شده شامل ۳٪ اسید سیتریک در ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه (Duan *et al.*, 2003) اسب ماهی خال مخالی : خیساندن در یک محلول مخلوط شده حاوی ۰.۱۵٪ (W / W) CaCl2 + ۰.۱۵٪ اسید استیک منجمد (V / W) ( Zhang *et al.*, 2007) | گند زدایی به وسیله انحلال و استخراج ترکیبات بوی ماهی شیمیایی درحلال های آلی و یا به وسیله واکنشهای شیمیایی بین ترکیبات بوی ماهی و فلاونوئیدها، اسیدها و یا بازها | روش |
| اشنه دریایی : اضافه کردن ۰.۲٪ (W / W) مخمر به اشنه دریایی و تخمیر به مدت نیم ساعت در ۳۰-۴۰ درجه سانتیگراد Sargassum fusiforme (chen *et al.*, 2003): اضافه کردن ۰.۲٪ (W / W) مخمر و تخمیر به مدت ۱ ساعت ( Mujumdar, 2001) کپور نقره ای خرد شده ژاپنی۲ : خیساندن در سیتوزول ۳مخمر شراب انگور به مدت ۲ ساعت در ۲۰ درجه سانتیگراد در نسبت ماهی کپور خرد شده ژاپنی به محلول ۱:۱ ( W / V)(Song *et al.*, 2006) . | به وسیله اصلاح با واکنش آنزیم و یا متابولیسم میکروارگانیسم ها ، ترکیبات مولکولی بوی بد ماهی به آنهایی که بدون بو هستند تبدیل شد | روش بیولوژیکی |

## پیش خشک کردن

هدف اصلی پیش خشک کردن حذف آب به منظور تولید محصولات نهایی خشک است تا محصول به سطح رطوبت امن و مطلوب برسد . علاوه بر این ، پیش خشک کردن می تواند خصوصیات فرآوری را بهبود بخشد و در رسیدن به یک بافت خاص و کاهش میزان روغن در محصولات نهایی کمک کند. روش خشک کردن و محتوای رطوبت و توزیع آن ، در محصولات نیمه آماده[4] ، پس از پیش خشک کردن به طرز چشمگیری به کیفیت نهایی مرتبط است مانند نرخ انبساط ، تردی ، سختی، و غیره . جدول ۳ لیست روش های پیش خشک کردن و محتوای رطوبت مناسب پس از خشک کردن برخی از محصولات نیمه آماده برای تولید میان وعده های غذایی خاص را نشان می دهد . در حال حاضر خشک کردن هوای گرم هنوز روش اصلی پیش خشک کردن مورد استفاده در میان وعده های غذایی است و نیاز به زمان خشک شدن طولانی دارد .

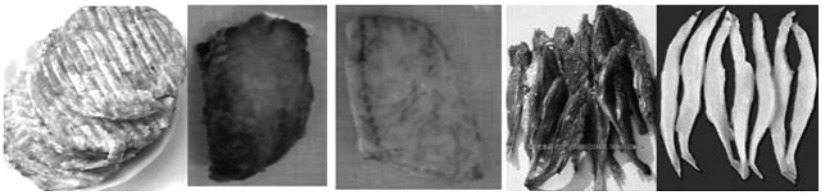
[1] - Mullet
[2] - Surimi: minced and prossed fish used as imitation seafood; japanes chopped fish or meat; product made from white fleshed fish or poultry
[3] - Cytosol
[4] - Semiproducts

| | پیش خشک کردن | | |
|---|---|---|---|
| روش پخت | روش | محتوای رطوبت | نوع محصول |
| کبابی کردن با آون | خشک کردن هوای گرم | ٪۴۱.۴–۴۵.۲ | ماهی مرکب خرد شده |
| کبابی کردن با آون | خشک کردن هوای گرم | ٪۲۲–۲۰ | فیله های ماهی کبابی شده |
| محصول نیمه آماده | نمک سود و پس از آن هوا خشک کردن در ۳۵ درجه سانتی گراد و یا دودی کردن در ۷۰ درجه سانتیگراد | ۵۹.۰( خشک کردن هوا)، ۵۸.۱ (دودی کردن ) | ماهی خال مخالی |
| بخار پز شده یا سرخ شده | خشک کردن پمپ گرمایی | ٪۵۰ | فیله های اسب ماهی خال مخالی چاشنی زده |
| گرمادهی ماکروویو | خشک کردن فریزری | ٪۳۵ | میان وعده ی غذایی طعمه سفید |
| گرمادهی ماکروویو | خشک کردن هوای گرم(۸۰ درجه سانتی گراد ) | ٪۱۹.۸ | برشهای کپور سرگنده ترد |
| کبابی کردن با آون | خشک کردن هوای گرم(۸۰ درجه سانتی گراد ) | ----- | میان وعده وزغ زرد بزرگ |
| سرخ کردن | خشک کردن هوای گرم(۶۰ درجه سانتی گراد ) | ٪۹–۸ | کراکر۱ ماهی |
| سرخ کردن | خشک کردن هوای گرم(۵۰ درجه سانتی گراد ) | ٪۹ | چیپس میگو با آرد کامل سیب زمینی |

[1] - Cracker

## پختن

پختن آخرین مرحله موجود در فرآوری میان وعده های غذایی دریـایی اسـت و شـامل کبـابی کـردن ، سـرخ کـردن و پخـت اکستروژن است. روش های مختلف پخت ، میان وعده های غذایی با بافت و طعم های متمایز فراهم می کنند . شکل 2 برخی از تصاویر میان وعده های غذایی که تحت تاثیر روش های پخت قرار گرفته اند را نشان می دهد .




**شکل ۲ :** ظاهر بصری برخی از آبزیان خشک شده مانند میان وعده های غذایی که توسط روش های پخت تحت تأثیر قرار گرفته اند : (a) فیله ماهی کبابی شده (b) فیله های سرخ شده چربی عمیق[1] (c) فیله سرخ شده خلایی (d) وزغ زرد کبابی شده و (e) طعمه سفید کبابی شده خلایی مایکروویوی

## کبابی کردن

کبابی کردن معمولا باعث کارامل شدن یا قهوه ای شدن میلارد بر روی سطح غذا مـی شـود کـه رنـگ و عطـر و طعـم بـه محصول نهایی اضافه می کند (Fisheries Bureau, 2007 ).کبابی کردن یکی از روشهای اصلی پخت برای محصولات غذایی دریایی حیوانی است. انتخاب های مختلفی برای کبابی کردن بسته به منبع گرما وجود دارد مثل کبابی کردن با آون ، کبابی کردن با دود، کبابی کردن با مایکروویو و کبابی کردن مادون قرمز [2].علاوه بر این کبابی کردن با ماکروویو می تواند باعث حجیم شدن و بافت ترد محصول نهایی شود به دلیل اینکه در طول فرآیند تشعشع ، گرم شدن همزمان سطح و داخل ماده خام اتفاق مـی افتـد . دمای استاندارد برای کبابی کردن 175 درجه سانتی گراد است، اما دمای ایده آل می تواند + یا – 50 درجه سانتی گراد بسته به نوع برش متفاوت باشد . کبابی کردن با آون و کبابی کردن با دود هنوز روش های اصلی فرآوری برای تولید آبزیان خشک شده در مقیاس بزرگ هستند . کبابی کردن مایکروویو به ویژه همراه با خلاء، یک روش جدید برای فرآوری محصولات دریایی است که نه تنها باعث کوتاه شدن زمان پخت می شود بلکه بافتی ترد و متخلخل تولید می کند . وو و مـائو (2008) کبـابی کـردن آون و مایکروویو فیله های کپور علفخوار را مقایسه کردند . فیله های کبابی شده با اسـتفاده از کبـابی کـردن بـا آون بـرای رسـیدن بـه

[1]- Fillets deep fat–fried
[2] - Infrared roasting

محتوای رطوبتی ۲۰٪ به ۹۰ دقیقه زمان در ۱۸۰ درجه سانتی گراد نیاز داشتند اما فیله های کبابی شده با استفاده از ماکروویو تنها به ۸ دقیقه زمان در ۴۰۰ وات نیاز داشتند بنابراین نویسندگان دریافتند که کبابی کردن ماکروویو یک روش کبابی کردن موثر تر برای فیله های ماهی بود(Wu and Mao, 2008) . Duan و همکاران (2003) برشهای ترد کپور سربزرگ را توسط کبابی کردن مایکروویوی خلایی برشهای ماهی از قبل مرطوب شده توسعه دادند . متعاقبا شرایط بهینه کبابی کردن تحت سه قدرت مایکروویو 700، 800و 900 وات به مدت ۹۰ ثانیه بود . ژانگ و همکاران ( 2007) با استفاده از برشهای کپور سربزرگ پیش خشک شده (۲ میلی متر ضخامت با محتوای رطوبت 19.8٪ ) توسط کبابی کردن مایکروویوی خلایی برشهای ماهی ترد خوش طعم با مقداری انبساط بدست آوردند . شرایط بهینه کبابی کردن ۱۲ ثانیه تحت خلاء 0.095 مگاپاسکال بود و سپس به مدت ۱۰ ثانیه دیگر بعد از ۱ دقیقه فاصله زمانی حرارت دادند (Zhang *et al.*, 2007) . Qi (2006) طعمه سفید را توسط خشک کردن فریزری به رطوبت 35٪ خشک کرد و سپس تحت قدرت مایکروویو 566 و خلاء 0.080 MPa به مدت ۹۰ ثانیه کبابی کرد و محصولات ترد با رنگ سفید و بدون چین و چروک به دست آمد . اگر چه کبابی کردن مایکروویو یک تکنیک فرآوری قدرتمند است اما این تکنیک هنوز در مرحله مقیاس آزمایشگاهی در دست بررسی است .

## سرخ کردن[1]

سرخ کردن روند پختن غذا همراه با از دست دادن آب و انبساط از طریق تماس با روغن داغ است . این نه تنها عطر و طعم و ویژگی تردی به غذاها می دهد وباعث قدردانی مصرف کنندگان می شود بلکه عمر نگهداری آنها را نیز طولانی می کند که به دلیل از دست دادن نسبی آب است(Pedreschi and moyano, 2005 ) . سرخ کردن غالبا برای فرآوری میان وعده های غذایی آبزی استفاده شده است. سرخ کردن بسته به نوع موادی که باید سرخ شوند، رطوبت مورد نیاز در محصول نهایی و ویژگی های مربوط به کیفیت در محدوده درجه حرارت 130 تا 220 درجه سانتی گراد انجام می شود زیرا سرخ کردن منجر به افزایش محتوای چربی فیله های ماهی می شود و انتقال گسترده چربی بین ماهی و محیط سرخ کردن همراه با تولید محصولات با چربی اکسید شده و پلیمریزاسیون اتفاق می افتد(Nomikos *et al.*, 2006 ) بنابراین، محصولات سرخ شده به صورت مرسوم ناسالم هستند و این روش توسط روش های جایگزین مانند سرخ کردن مایکروویوی و یا خلایی به چالش کشیده است. سرخ کردن خلایی به طور گسترده ای از پیش تیمار مواد تا بهینه سازی فرآوری برای تولید میان وعده های میوه ها و سبزیجات بررسی شده است . سرخ کردن خلایی برخی از مزایایی که عبارتند از (1) :کاهش مقدار روغن در محصول سرخ شده (2)حفظ عطر و طعم و رنگ طبیعی( بهتر از سرخ کردن عمیق چربی معمولی )و (3)کاهش عوارض جانبی روی کیفیت روغن را فراهم می کند Andre (s-Bello *et al.*, 2010 ´). تحقیقات روی سرخ کردن میان وعده های غذایی آبزی کمیاب هستند . شن و هوانگ ( 2001)اثر شرایط سرخ کردن خلایی( دما، زمان، خلا ) را روی کیفیت حسی نوعی ماهی کوچک خلمخالی (dace) مورد مطالعه قرار دادند و

[1] - Frying

آن را با محصولات سرخ شده به صورت معمولی مقایسه کردند . نویسندگان دریافتند کـه محصـولات خشـک شـده بـا رنـگ زرد درخشان، سختی مناسب و رطوبت 8٪ تحت درجه حرارت 145 درجه سانتی گراد ، خـلا 0.103 مگاپاسـکال و زمـان سـرخ کردن ۲۰ دقیقه به دست آمد . کیفیت کلی محصولی که توسط سرخ کردن خلایی به دست آمد بهتر از محصـولی کـه بـه وسـیله سرخ کردن معمولی به دست آمد بود(Shen and huang, 2001) . آندرس بلو و همکاران( 2010) تغییـرات در محتـوای روغـن، محتوای رطوبت، انقباض و رنگ اسلایس های نوعی ماهی ( gilthead sea bream) را در حین سرخ کردن خلایی در مقایسه بـا سرخ کردن اتمسفری مورد بررسی قرار دادند . هنگامی که این نوع ماهی تحت خلاء سرخ شد رنگ اصلی محصول پایدار بود و از تیرگی بیش از حد، سوختگی ، و انقباض خبری نبود . این نویسندگان سرخ کردن خلایی را به عنوان یک روش جـایگزین بـرای توسعه فیله های ماهی سرخ شده در محتوای کم روغن در نظر گرفتند (Andre´s-Bello *et al.*, 2010) .

## پختن اکستروژن

اکستروژن ، عملیات فرآوری قدرتمندی است که از دمای بالا، فشار و نیروی برشی به منظور تولید محصولات بسیار حجیم بـا چگالی کم و با خواص بافتی منحصر به فرد( به عنوان مثال، تردی) بهره می گیرد.(Meng *et al.*, 2010 ) محصـولات پختـه شده به روش اکستروژن با عضله ماهی را می توان مستقیما بدون پخت بیشتر خورد که بزرگترین اختلاف از تکنیک های نوترکیب اکستروژن است . متون دو نوع از میان وعده های غذایی ماهی، که سبک تشنجی و سبک دانه است را گزارش کرده اند . مقدار و شکل عضله ماهی سبک محصول را تعیین می کند . علاوه بر این، اکستروژن میان وعده های غـذایی نیازمنـد نظـارت و کنتـرل بسیاری ازمتغیرها مانند رطوبت تغذیه ، ترکیب تغذیه ، اندازه ذرات تغذیـه ، نـرخ تغذیـه ، درجـه حـرارت بشـکه ، سـرعت پـیچ [1]، پیکربندی پیچ و ویژگی های هندسی دای [2] (Kong *et al.*, 2008) می باشد . Rhee و همکاران(2004) گزارش دادنـد که یک میان وعده غذایی با نرخ انبساط حداکثر توسط یک روش اکستروژن تولید شد که در آن درصد گوشت گربـه مـاهی قیمـه شده، آرد ذرت و محتویات آرد سویا بدون چربی، 20، 74.7، و 4.95٪ بود . کنگ و همکاران (2008) سـه میـان وعـده سبک تشنجی با ارزش افزوده از گوشت ماهی آزاد توسط یک روش پخت اکستروژن تولید کردند . سه فرمول در یـک اکسـترودر پیچ دوقلو در مقیاس آزمایشگاهی [3]، اکسترود شده بودند . فرمول پایه شامل مـاهی آزاد اقیـانوس اطلـس( 82٪ W / W ) ، سـا کروز( 4 ٪ )، نشاسته پیش ژلاتینه شده( 3٪ ) ، نشاسته تاپیوکا اصلاح شده ( 3 ٪ )، نمک( 2 ٪ ) و طعم دهنده teriyaki ( 2٪ ) . سه عامل اتصال به روغن (نشاسته تاپیوکا، آرد ذرت آمیلاز بالا، فیبر جو دو سر) در سطح 4٪ مورد بررسی قرار گرفتنـد . شرایط فرآوری استفاده شده توسط نویسندگان دمای بشکه از تغذیه به دای 65، 155، 155، و ۸۰ درجـه سـانتی گـراد بـود . سرعت اسکرو 250 دور در دقیقه بود . نرخ تغذیه 220 گرم بر دقیقـه بـود (Kong *et al.*, 2008 ). رائـو گـزارش داد کـه

[1] - Screw
[2] - Die
[3] - Laboratory- scale twin screw extruder

شرایط بهینه میان وعده های اکسترود شده از ماهی کم ارزش با استفاده از یک دستگاه اکسترودر دو اسکریی درجه حرارت 129 سانتی گراد ، 249 دور در دقیقه سرعت اسکرو ، رطوبت عضله ماهی 23٪ ، 10.26٪ و نرخ تغذیه 16.61 کیلوگرم بر ساعت بود (Rao, 2009) .

## نتیجه گیری و پیشنهادات برای تحقیقات آینده

آبزیان به طور فزاینده ای به دلایل مختلف اهمیت یافته اند . به دلیل افزایش استاندارد و کیفیت زندگی در سراسر جهان ، تقاضا برای محصولات دریایی کیفیت بالا به دلیل درخواست مصرف کنندگان و ارزش تغذیه ای محصولات دریایی افزایش یافته است . اگر چه با استفاده از فن آوری پخت و خشک کردن جدید ممکن است محصولات جدید یا بهتر تولید شود ، تکنیک های فرآوری سنتی نیز به طور قابل توجهی از نظر بازده فرآوری و کیفیت محصول بهبود یافته است . بسیاری از مطالعات گزارش شده روی تکنولوژی های جدید بر سیستم های مقیاس آزمایشگاهی استوار است . تکنولوزی های جدید باید تقویت شوند و هزینه های آنها باید به دقت تعیین شود . تحقیقات آینده بر تکنولوژی های فرآوری برای تولید آبزیان خشک شده ممکن است بر برخی از ایده های پیشنهاد شده در زیر استوار باشد .

## بهبود فرایندهای پیش تیمار

برخی از اقدامات پیش تیماری جدید از قبیل تیمار فشار بالا، اسمز به کمک امواج فراصوت و اسمز پویا[1] می تواند زمان نمک سود کردن را کوتاه کند. مدل سازی ریاضی اسمزی باید به منظور تحقق کنترل فرآیند بهینه توسعه یابد . مطالعه امکان پذیر بودن کاربرد بخار فوق گرم برای جایگزینی با جوشاندن ، به منظور کوتاه کردن زمان تیمار حرارتی و کاهش از دست دادن ارزش غذایی مواد سزاوار توجه بیشتری است . مواد ویژه مناسب برای تولید میان وعده های غذایی را می توان با استفاده از تکنولوژی های مختلف بازسازی شده ترکیبی به منظور ارائه غذاهای جدید اساسی توسعه داد .

## کاربرد و توسعه سیستم های خشک کردن ترکیبی

سیستم خشک کردن ترکیبی نیاز است که با کنترل اتوماتیک توسعه یابد ، به عنوان مثال ، ترکیب خشک کردن خورشیدی و خلایی ، ترکیب خشک کردن خورشیدی و پمپ گرما ، سیستم خشک کردن منابع چند حرارتی ، خشک کردن خورشیدی به کمک باد و غیره . علاوه بر این، خشک کردن ترکیبی چند مرحله ای و خشک کردن فشار– درجه حرارت متناوب یا نوسان کننده [2] می تواند به منظور صرفه جویی در انرژی و بهبود کیفیت محصول استفاده شود . برای خشک کردن ماهی سیستم خشک کردن دمای

[1] - Dynamic osmosis
[2] - Drying intermittent or swing temperature–pressur

پایین مبتنی بر پمپ گرمایی و خورشیدی امیدوار کننده است . برای خشک کردن میگو و گوش ماهی و همچنین غذاهای دریـایی با منشاء گیاهی، خشک کردن به کمک ماکروویو و خشک کردن دمای بالا تحولات مهم هستند .

Mujumdar (2007) و Kudra، Mujumdar (2009) درباره تکنولوژی های خشک کردن متعدد نو ظهور که پتانسیل بالایی برای فرآوری محصولات دریایی دارند ، بحث کرده اند. بسیاری از این ایده ها ناشناخته باقی می ماند. بخار فوق گرم کم فشار و خشک کردن فریزری اتمسفری ایده هایی هستند که نیاز به بررسی بیشتر در آزمایشگاه دارند . در واقع، در اینجا هر فرآیند خشک کردن مناسب برای مواد حساس به حرارت دارای کاربرد بالقوه می باشد . هنگامی که استفاده از انرژی های تجدید پذیر برایخشک کردن مورد بررسی قرار می گیرد ، ترکیبی از کلکتور های خورشیدی جدید و سیستم های ذخیره سازی انرژی حرارتی همراه با توربین های بادی کوچک می تواند جایگزین مناسب برای خشک کردن محصولات دریایی به خصوص در کشورهای در حال توسعه باشد . از آنجا که تکنولوژی مناسب به محصول خاص، موقعیت ، ارزش محصول و ظرفیت مورد نیاز بستگی دارد ،ارزیابی دقیق قبل از اینکه راه حل بهینه تعیین شود، لازم است . در نهایت، هنگامی که تکنولوژی خشک کردن را برای محصولات دریایی امتحان می کنیم مهم است که روند خشک کردن و همچنین پارامترهای کیفیت را تعیین کنیم ، که این مورد برای تمام محصولات صادق است . چونکه میان وعده های غذایی جدید از ترکیب آبزیان با غلات توسعه یافته اند ، چالش هایی وجود داردکه ظاهر خواهد شد.

## منابع

1. Al-Harahsheh, M.; Al-Muhtaseb, A.; Magee, T. ۲۰۰۹. Microwave drying kinetics of tomato pomace: Effect of osmotic dehydration. Chemical Engineering and Processing, ۴۸, ۵۲۴–.۵
2. Andre ´s-Bello, A.; Garcı ´a-Segovia, P.; Martı ´nez-Monzo ´ , J. 2010. Vacuum frying process of gilthead sea bream (Sparus aurata) fillets. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 11(4), 630–636.
3. Bantle, M.; Eikevik, T.M.; Rustad, T. 2009. Atmospheric freeze-drying of Calanus finmarchicus and its effects on proteolytic and lipolytic activities. 4th Nordic Drying Conference, Reykjavik, Iceland, June 17–19,.
4. Bellagha, S.; Sahli, A.; Farhat, A.; Kechaou, N.; Glenz, A. 2007. Studies on salting and drying of sardine (Sardinella aurita): Experimental kinetics and modeling. Journal of Food Engineering, 78, 947–952.
5. Chen, L.S. ۲۰۰۰. The present situation and trend of Chinese trade in aquatic product. ICFO Seminar; Qingdao, China, October ۲۵–۲۹, pp. ۲۵–.۲۷

6. Chen, P.J.; Li, L.H.; Yang, X.Q.; Li, L.D.; Wu, Y.Y.; Diao, S.Q. 2003. Studies on the technology of flavoring toast Mugil cephalus slices. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science Edition), 22(2), 114–117.

7. Chen, Q.; Huang, S.E. 2007. Study on deodorization process of fish. Food Science, 28(6), 163–167.

8. Cong, H.H.; Xue, C.H.; Sun, Y.; Sun, Z.M.; Frank, L. 2010. Quality improvemFof Food Science and Technologyent of dried sea cucumber by combined heat pump and hot air method. Transactions of the CSAE, 26(5), 342–346.

9. Duan, X.; Zhang, M.; Li, X.; Mujumdar, A.S. 2008. Ultrasonically enhanced osmotic pretreatment of sea cucumber prior to microwave freeze drying. Drying Technology, 26, 420–426.

10. Duan, X.; Zhang, M.; Mujumdar, A.S. 2007. Study on a combination drying technique of sea cucumber. Drying Technology, 25(12), 2011–2019.

11. Duan, X.; Zhang, M.; Mujumdar, A.S.; Wang, S.J. 2010. Microwave freeze drying of sea cucumber (Stichopus japonicus). Journal of Food Engineering, 96, 491–497.

12. Duan, X.; Zhang,M.; Li, X.;Mujumdar, A.S. 2008. Microwave freeze drying of sea cucumber coated with nanoscale silver. Drying Technology, 26, 413–419.

13. Duan, Z.H.; Wang, J.L.; Wang, Z.Y.; Yi, M.H. 2005. Study on technology of deodorization for aquatic food processing. Fishery Modernization, 5, 48–49.

14. Duan, Z.H.; Zhang, M.; Hao, J. 2003. Preparation of crispy bighead carp slices. Science and Technology of Food Industry, 2, 44–47.

15. Duan, Z.H.; Zhang, M.; Hu, Q.G. 2005. Characteristics of microwave drying of bighead carp. Drying Technology, 23(3), 637–643.

16. Fisheries Bureau, Ministry of Agriculture.۲۰۰۸. Fishery Yearbook in China in ۲۰۰۷; Chinese Agriculture Press: Beijing,

17. He, X.L.; Yuan, X.H.; Guo, S.D. 2008. Study on drying of white shrimp by combined freeze and microwave vacuum. Science and Technology of Food Industry, 29(6), 205–207.

18. Hu, Q.G.; Zhang, M.; Mujumdar, A.S.; Xiao, G.-N.; Sun, J.C. 2006. Drying of edamames by hot air and vacuum microwave combination. Journal of Food Engineering, 77, 977–982.

19. Huang, M. ۲۰۱۰. Drying of aquatic products. Available at: http//:www.hudong.com/wiki/ (accessed.)

20. Kituu, G. M.; Shitanda, D.; Kanali, C.L.; Mailutha, J.T.; Njoroge ,C.K.; Wainaina, J.K.; Silayo, V.K. ۲۰۱۰. Thin layer drying model for simulating the drying of tilapia fish (Oreochromis niloticus) in a solar tunnel dryer. Journal of Food Engineering, ۹۸, ۳۲۵–.۳۳۱

21. Knapp, G. ۲۰۱۱. Economic feasibility of exporting dried seafood products from Alaska to selected Asian markets. In Asian Dried Seafood Market Analysis; NOAA Fisheries: Silver Spring MD, ۱۹۹۸. Available at http://www.nmfs.noaa.gov/mb/sk/saltonstallken/asian_final.htm )accessed February ۲۲,.(

22. Kong, J.; Dougherty, M.P.; Perkins, L.B.; Camire, M.E. 2008 Composition and consumer acceptability of a novel extrusion-cooked salmon snack. Journal of Food Science, 73(3), 118–123.

23. Kowalski, S.J.; Pawłowski, A. 2010. Drying of wet materials in intermittent conditions. Drying Technology, 28(5), 636–643.

24. Kudra, T.; Mujumdar, A.S. 2009. Advanced Drying Technologies, 2nd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL,.

25. Marquez-Rios, E.; Ocan ˜o-Higuera, V.M.; Maeda-Martı ´nez, A.N.; Lugo-Sa ´nchez, M.E.; Carvallo-Ruiz, M.G.; Pacheco-Aguilar, R. 2009. Citric acid as pretreatment in drying of Pacific lion's paw scallop (Nodipecten subnodosus) meats. Food Chemistry, 112, 599–603.

26. Meng, X.; Threinen, D.; Hansen, M.; Driedger, D. 2010. Effects of extrusion conditions on system parameters and physical properties of a chickpea flour-based snack. Food Research International, 43, 650–658.

27. Mujumdar, A.S. 2001. Drying technology in agriculture and food science. Drying Technology, 19(6), 1217–1218.

28. Mujumdar, A.S. 2007. An review of innovation in industrial drying: Current status and R&D needs. Transport in Porous Media, 66, 3–18.

29. Namsanguan, Y.; Tia, W.; Devahastin, S.; Soponronnarit, S. 2004. Drying kinetics and quality of shrimp undergoing different two-stage drying processes. Drying Technology, 22, 759–778.

30. Nomikos, T.; Karantonis, H.C.; Skarvelis, C.; Demopoulos, C.A.; Zabetakis, I. 2006. Antiatherogenic properties of lipid fractions of raw and fried fish. Food Chemistry, 96, 29–35.

31. Pedreschi, F.; Moyano, P. 2005. Oil uptake and texture development in fried potato slices. Journal of Food Engineering, 70, 557–563.

32. Qi, H. 2006 The Development of a Ready-to-Eat Food from Whitebait; M.S. dissertation, Jiangnan University, Wuxi.

33. Rahman, M.S. 2006. Drying of fish and seafood. In Handbook of Industrial Drying, 3rd ed.; Mujumdar, A.S., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL,; 552–554.

34. Rahman, S.M.A.; Mujumdar, A.S. 2008. A novel atmospheric freeze drying system using a vortex tube and multimode heat supply. International Journal of Postharvest Technology and Innovation, 1(3), 249–266.

35. Rahman, S.M.A.; Mujumdar, A.S. 2008. A novel atmospheric freeze-drying system using a vibro-fluidized bed with adsorbent. Drying Technology, 26(4), 393–403.

36. Rao, P.S. 2009. Development of Extruded Snacks from Low Value Fish Using Twin Screw Extruder; Paper presented at ASABE Meeting, Reno, NV, June 16–24,. Paper No. 096499.

37. Ratti, C. 2001. Hot air and freeze-drying of high-value foods: A review. Journal of Food Engineering , 49, 311–319.

38. Rhee, K.S.; Kim, E.S.; Kim, B.K.; Jung, B.M.; Rhee, K.C. 2004. Extrusion of minced catfish with corn and defatted soy flours for snack foods. Journal of Food Processing Preservation, 28, 288–301.

39. Shen, Z.; Huang, J.H. 2001. Study on lower temperature vacuum frying of dace. Science and Technology of Food Industry, 22(6), 46–48.

40. Shi, Q.L.; Xue, C.H.; Zhao, Y.; Li, Z.J.; Wang, X.Y. 2008. Drying characteristics of horse mackerel (Trachurus japonicus) dried in a heat pump dehumidifier. Journal of Food Engineering, 84, 12–20.

41. Song, R.; Wei, R.B.; Gao, H.Y. 2006. Develop a new kind of nutritious kelp strip. Food Research and Development, 27(5), 98–99.

42. Song, X., Zhang, M.; Mujumdar, A.S. ۲۰۰۷. Effect of vacuum-microwave predrying on quality of vacuum-fried potato chips. Drying Technology, ۲۵(۱۲), ۲۰۲۱–.۲۰۲۶

43. Wang, X.; Zhang, J.; Deng, J. ۲۰۰۸. Progress on processing and utilization of aquatic products in China. Fisheries for global welfare and environment. In ۵th World Fisheries Congress; Yokoyama, Japan ,October ۲۰– , , pp. ۲۸۹–.۲

44. Wu, T.; Mao, L.C. 2008. Influences of hot air drying and microwave drying on nutritional and odorous properties of grass carp (Ctenopharyngodon idellus) fillets. Food Chemistry, 110, 647–653.

45. Wu, T.; Mao, L.C. 2009. Application of natural deodorant and preservative in the preservation of fresh grass carp (Ctenopharyngodon idellus). Hubei Agricultural Sciences, 48(10), 2543–2547.

46. You, L.J.; Zhao, M.M. 2008. Advances on the formation and deodorization of fishy odor for fish product. Food and Fermentation Industries, 34(2), 117–120.

47. Yu, J.F.; Ling, J.G.; Zhou, A.Y.; Guo, S.T.; Pan, J.Z. 2009. Smell removal process of kelp. Innovational Edition of Farm Products Processing, 4, 20–26.

۴۸. Zhang, J.; Zhang, M.; Shan L.; Fang, Z. 2007. Microwave-vacuum heating parameters for processing savory crisp bighead carp (Hypophthalmichthys nobilis) slices. Journal of Food Engineering, 79, 885–891.

۴۹. Zhang, M.; Tang, J.; Mujumdar, A.S.; Wang, S. 2006.Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. Trends in Food Science and Technology, 17, 524–534.

# Processing of Fish in order to increase the shelf-life

Masih nasri[1*] arash hajisadeghian[1] and Ali Esehaghbeygi[2]

1- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Esfahan University of Technology

Masih.nasr@gmail.com

2- Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Esfahan University of Technology

**Abstract**

Aquatic products are an important source of protein and other nutrients compounds. Because of biological activity in fresh aquatic products that have the range of humidity 75 to 90 percent, decaying is high. Drying of aquatic products reduces the water activity and prevents microbial growth and undesirable chemical activity that is associated with the enzymes. Drying of aquatic products usually involves a combination of modern and traditional methods.two broad types of dried aquatic products are commercially available on a large scale: Traditional products and snack foods. Because of some useful ingredients like Omega 3 and essential amino acids in aquatic products, applying methods to preserve these compounds in the dried material is important. In this paper, the development of drying technologies are considered and compared conventional methods such as salting and modern methods such as coating nanoparticles. An overall review of the features and control strategies need to be evaluated in to produce aquatic dried products.

**Keywords:** solar drying, combined drying, frying, extrusion, roasting