بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
دانشکده مهندسی زراعی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی

موضوع:

استخراج آنزیمی و بررسی خواص عملکردی پروتئین های هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید

استاد راهنما:
دکتر علی معتمد زادگان

اساتید مشاور:
دکتر سید هاشم حسینی پرور
دکتر محمود رضا اویسی پور

دانشجو:
ریحانه شکرپور رودباری

اردیبهشت ماه 1391

سپاسگذاری

حمد و سپاس خدا را که همواره یاریم نموده است.

پاس می دارم زحمات پدر و مادر عزیزم را، کسانی که به من آموختند چگونه بزرگ شوم، همیشه قدردان آن ها می مانم.

از استاد راهنمای عزیز و بزرگوارم جناب آقای دکتر علی معتمدزادگان که با صبر و حوصله فراوان راهنمایی ام نمودند و راهنمایی های بی دریغ ایشان همواره کارگشای این پژوهش بوده است نهایت تشکر و قدردانی را به جای می آورم. هم چنین از اساتید مشاور گرانقدرم جناب آقای دکتر سید هاشم حسینی پرور و جناب آقای دکتر محمودرضا اویسی پور که با هم فکری ها و صحبت های گرانبهایشان یاریم نمودند، صمیمانه تشکر می کنم.

از اساتید گرانقدر سرکار خانم دکتر زینب رقتنی امیری و جناب آقای دکتر جمشید فرمانی که با وجود مشغله فراوان زحمت داوری پایان نامه را تقبل فرمودند کمال تشکر را دارم. از زحمات همکاران مرکز رشد واحدهای فناوری طبرستان، جناب آقای دکتر علیرضا جعفری صیادی، آقای مهندس اسدی و آقای فیجی به خاطر کمک ها و همکاری های بی چشم داشتی که بابنده داشتند بسیار سپاسگذارم.

برای تمامی دوستان عزیزم که همواره همدل و همراهم بودند آرزوی سلامتی و توفیق روز افزون دارم.

از برادران عزیزم و هم چنین خانواده محترم همسرم برای همه ی همدلی هایشان صمیمانه سپاسگذارم.

در پایان از همسر مهربانم که در طی این پژوهش صبورانه همراهم بودند و همواره به من دلگرمی داده و یاریم نمودند، نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزتر از جانم

آنان که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر.

توانشان رفت تا به توانایی برسم و مویشان سپید گشت تا رویم سپید بماند.

آنان که راستی قامتم در شکستگی قامت شان تجلی یافت.

آنان که فروغ نگاهشان، گرمی کلامشان و روشنی رویشان سرمایه های جاودانی زندگی من است.

در برابر وجود گرامی شان زانوی ادب بر زمین می زنم و با دلی مملو از عشق، محبت و خضوع بر دستانشان بوسه می زنم.

تقدیم به **برادران عزیز و مهربانم**، به خاطر تمام همدلی هایشان

و تقدیم به همراه همیشگی ام،

همسر مهربانم

او که همیشه با صبر و عشق یاریم نموده است.

چکیده

در این تحقیق پروتئین هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*) توسط آنزیم آلکالاز با فعالیت آنزیمی35 آنسون به ازای هر کیلوگرم پروتئین در دمای ثابت 53 درجه سانتی گراد تولید شد. اثر شدت هیدرولیز بر بازیافت نیتروژنی، درجه هیدرولیز، طول زنجیره پپتیدی و خواص عملکردی پروتئین های هیدرولیز شده در بازه های زمانی 10، 20 و 30 دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. در هر بازه زمانی، هیدرولیز در چهار مرحله پی در پی (با فواصل زمانی مشابه) انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که افزایش دفعات هیدرولیز باعث کاهش درجه هیدرولیز و راندمان بازیافت نیتروژنی و افزایش طول زنجیره پپتیدی در مراحل متوالی چهارگانه مربوط به هر بازه زمانی (10 ، 20، و30 دقیقه) می شود ($p < 0/05$). میانگین هر یک از پارامترهای اندازه گیری شده برای چهار مرحله متوالی هر بازه زمانی هیدرولیز به عنوان پارامتر کلی آن بازه زمانی محاسبه گردید. در نتیجه افزایش زمان هیدرولیز به صورت معنی داری موجب افزایش درجه هیدرولیز، راندمان بازیافت نیتروژنی و کاهش طول زنجیره پپتیدی گردید($p < 0/05$). با افزایش درجه هیدرولیز حلالیت و دانسیته توده ای افزایش پیدا کرد، اما ویسکوزیته و ظرفیت امولسیون کنندگی کاهش یافت. بین ظرفیت جذب روغن و خاصیت کف کنندگی با درجه هیدرولیز ارتباط مشخصی وجود نداشت و هر دو پارامتر در درجه هیدرولیز 2/25 % بیشترین مقدار را داشتند($p < 0/01$). پایداری کف در طی نگهداری در دمای محیط کاهش یافته و کف تشکیل شده بعد از 60 دقیقه کاملا از بین رفت. پایداری امولسیون نمونه های هیدرولیز شده در طی 24 ساعت نگهداری در دمای 4 درجه سانتی گراد با افزایش درجه هیدرولیز و مدت زمان نگهداری کاهش یافت ($p < 0/01$). پروتئین های هیدرولیز شده ظرفیت بافری کمی داشته اما منحنی ایزوترم جذب، ظرفیت جذب رطوبت بالا را برای هر سه نمونه پروتئین هیدرولیز شده نشان داد. شاخص شیمیایی پروتئین نشان داد که پروتئین هیدرولیز شده کوسه چانه سفید دارای مقادیر بالای اسیدهای آمینه ضروری بوده و نیاز یک انسان بالغ را به اسیدهای آمینه ضروری (پروتئین استاندارد FAO/WHO) برآورده می کند اما قادر به بر طرف کردن نیاز ماهی کپور نیست. هم چنین این پروتئین ها نرخ کارایی بالایی از خود نشان دادند.

واژه های کلیدی:

آلکالاز، پروتئین هیدرولیز شده، خواص عملکردی، کوسه چانه سفید.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

1-1 مقدمه 2

1- 2 کلیات..... 4

1-2-1 ساختار پروتئین ماهیچه ماهی..... 4

2-2-1 روش های تولید پروتئین هیدرولیز شده 5

1-2-2-1 هیدرولیز شیمیایی 5

2-2-2-1 هیدرولیز آنزیمی 6

3-2-1 درجه هیدرولیز 7

4-2-1 بازیافت نیتروژنی 8

5-2-1 کاربرد پروتئین هیدرولیز شده 8

6-2-1 اهمیت پروتئین ها 9

1-6-2-1 ارزش تغذیه ای 9

2-6-2-1 خواص عملکردی 9

1-2-6-2-1 حلالیت 11

2-2-6-2-1 جذب روغن 12

3-2-6-2-1 خواص امولسیون کنندگی 13

4-2-6-2-1 خواص کف کنندگی 14

5-2-6-2-1 ایزوترم جذب 15

7-2-1 وزن مولکولی 15

8-2-1 آنالیز اسید های آمینه 16

3-1 سوالات تحقیق 18

4-1 اهداف تحقیق 18

5-1 فرضیات تحقیق 18

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

1-2 تاریخچه 20

2-2 انتخاب آنزیم 20

3-2 آنزیم و خواص عملکردی 25

فصل سوم: مواد و روش ها

1-3 مواد مورد استفاده 32

1-1-3 مواد مصرفی 32

2-1-3 ماده خام اولیه 33

3-1-3-آنزیم 34

2-3 هیدرولیز پروتئین گوشت کوسه 34

3-3 اندازه گیری پروتئین 37

4-3 اندازه گیری میزان نیتروزن فرار کل 37

5-3 اندازه گیری درجه هیدرولیز 38

6-3 اندازه گیری طول زنجیره پپتیدی 38

7-3 اندازه گیری بازیافت نیتروژنی 39

8-3 اندازه گیری خواص عملکردی 39

1-8-3 اندازه گیری ظرفیت جذب روغن 39

2-8-3 اندازه گیری حلالیت 39

3-8-3 اندازه گیری ظرفیت امولسیون کنندگی 40

4-8-3 اندازه گیری پایداری امولسیون 40

5-8-3 اندازه گیری ظرفیت کف کنندگی 41
6-8-3 اندازه گیری پایداری کف 41
7-8-3 اندازه گیری دانسیته توده ای 41
8-8-3 اندازه گیری ظرفیت بافری 47
9-8-3 تعیین منحنی ایزوترم جذب 47
10-8-3 اندازه گیری ویسکوزیته سینماتیک 43
9-3 تعیین وزن مولکولی 43
1-9-3 تهیه ژل در قالب 43
2-9-3 آماده سازی نمونه و اجرای الکتروفرز 44
10-3 تعیین ترکیب اسیدهای آمینه 46
11-3 اندازه گیری شاخص شیمیایی 48
12-3 تعیین نرخ کارایی پروتئین 49
13-3 طرح آزمایشی و آنالیز آماری 50

فصل چهارم: نتایج

1-4 تاثیر فرآیند شستشو بر میزان تغییرات نیتروژن فرار گوشت کوسه چانه سفید 52
2-4 درجه هیدرولیز 52
3-4 طول زنجیره پپتیدی 54
4-4 بازیافت نیتروژنی 55
5-4 خواص عملکردی 56
1-5-4 ظرفیت جذب روغن 56
2-5-4 حلالیت 57
3-5-4 ظرفیت امولسیون کنندگی 58
4-5-4 پایداری امولسیون 60

4-5-5 ظرفیت کف کنندگی 61
4-5-6 پایداری کف 61
4-5-7 دانسیته توده ای 63
4-5-8 ظرفیت بافری 63
4-5-9 ایزوترم جذب 65
4-5-10 ویسکوزیته سینماتیک 67
4-6 وزن مولکولی 69
4-7 ترکیب اسیدهای آمینه 70
4-8 شاخص شیمیایی 73
4-9 نرخ کارایی پروتئین 74

فصل پنجم: بحث

5-1 درجه هیدرولیز 77
5-2 طول زنجیره پپتیدی 79
5-3 بازیافت نیتروژنی 80
5-4 خواص عملکردی 81
5-4-1 ظرفیت جذب روغن 81
5-4-2 حلالیت 83
5-4-3 خواص امولسیون کنندگی 86
5-4-4 خواص کف کنندگی 87
5-4-5 دانسیته توده ای 88
5-4-6 ظرفیت بافری 89

5-4-7 ایزوترم جذب 89
5-4-8 ویسکوزیته 90
5-5 وزن مولکولی 91
5-6 ترکیب اسیدهای آمینه 93
5-7 شاخص شیمیایی 94
5-8 نرخ کارایی پروتئین 96
5-9 جمع بندی نهایی 97
5-10 پیشنهادات اجرایی 98
منابع 99
پیوست 105

فهرست اشکال

شکل عنوان **صفحه**

1-3 کوسه چانه سفید(*Carcharhinus dussumieri*) 34

2-3 گوشت چرخ شده کوسه ماهی چانه سفید دو بار شسته شده با آب نمک..... 35

3-3 پودر پروتئین هیدرولیز شده گوشت کوسه ماهی چانه سفید..... 36

4-3 منحنی استاندارد آلبومین سرم گاوی جهت تعیین میزان پروتئین به روش لوری..... 37

5-3 الکتروفورز عمودی 25×18 مورد استفاده در آزمایش 44

6-3 دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا..... 48

1-4 تاثیر افزایش دفعات هیدرولیز بر درجه هیدرولیز..... 53

2-4 تاثیر افزایش دفعات هیدرولیز بر طول زنجیره پپتیدی..... 54

3-4 تاثیر افزایش دفعات هیدرولیز بر بازیافت نیتروژنی..... 55

4-4 ظرفیت جذب روغن پروتئین های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف..... 57

5-4 حلالیت پروتئین های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف در pH های مختلف..... 58

6-4 ظرفیت امولسیون کنندگی پروتئین های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف 59

7-4 پایداری امولسیون پروتئین های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف 60

8-4 ظرفیت کف کنندگی پروتئین های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف 61

9-4 پایداری کف پروتئین های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف..... 62

10-4 دانسیته توده ای پروتئین های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف..... 63

11-4 ظرفیت بافری پروتئین هیدرولیز شده کوسه چانه سفید با درجه هیدرولیز 1/91% 64

12-4 ظرفیت بافری پروتئین هیدرولیز شده کوسه چانه سفید با درجه هیدرولیز 1/25% 64

13-4 ظرفیت بافری پروتئین هیدرولیز شده کوسه چانه سفید با درجه هیدرولیز 1/53% 65

14-4 ایزوترم جذب پروتئین هیدرولیز شده کوسه چانه سفید با درجه هیدرولیز 1/91% 66
15-4 ایزوترم جذب پروتئین هیدرولیز شده کوسه چانه سفید با درجه هیدرولیز 1/25% 66
16-4 ایزوترم جذب پروتئین هیدرولیز شده کوسه چانه سفید با درجه هیدرولیز 1/53% 67
17-4 ویسکوزیته سینماتیک پروتئین هیدرولیز شده کوسه چانه سفید با درجه هیدرولیز های مختلف..... 68
18-4 الگوی الکتروفرز پروتئین هیدرولیز شده و پروتئین حاصل از شستشوی گوشت کوسه چانه سفید..... 69
1 خشک کن انجمادی..... 107
2 کروماتوگرام اسیدهای آمینه استاندارد برای تعیین ترکیب کل اسیدهای آمینه..... 107
3 کروماتوگرام اسیدهای آمینه کل FPH1..... 108
4 کروماتوگرام اسیدهای آمینه کل FPH2..... 108
5 کروماتوگرام اسیدهای آمینه کل FPH3..... 108
6 کروماتوگرام اسیدهای آمینه استاندارد برای تعیین اسیدهای آمینه آزاد..... 109
7 کروماتوگرام اسیدهای آمینه آزاد FPH1..... 109
8 کروماتوگرام اسیدهای آمینه آزاد FPH2 110
9 کروماتوگرام اسیدهای آمینه آزاد FPH3..... 110
10 نحوه تولید پروتئین هیدرلیز شده به صورت شماتیک..... 111

فهرست جداول

جدول	عنوان	صفحه
1-3	لیست مواد شیمیایی مورد استفاده	32
2-3	فرمولاسیون ژل پایین (جدا کننده)SDS-PAGE(15%)	45
3-3	فرمولاسیون ژل بالا (متراکم کننده)SDS-PAGE(4%)	45
4-3	محلولهای لازم جهت اجرای الکتروفورز ورنگ آمیزی ژل	45
5-3	برنامه کاربرد فاز متحرک HPLC برای سنجش اسید های آمینه در طی زمان اندازه گیری	47
6-3	معادلات مربوط به نرخ کارایی پروتئین هیدرولیز شده	49
1-4	مشخصات پروتئین های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف	53
2-4	تاثیر زمان هیدرولیز بر درجه هیدرولیز، طول زنجیره پپتیدی و بازیافت نیتروژنی	56
3-4	جدول ANOVA مربوط به اثر متقابل نوع پروتئین هیدرولیز شده و زمان نگهداری بر خواص امولسیون کنندگی	59
4-4	جدول ANOVA مربوط به اثر متقابل نوع پروتئین هیدرولیز شده و زمان نگهداری بر خواص کف کنندگی	62
5-4	جدول ANOVA مربوط به اثر متقابل نوع پروتئین هیدرولیز شده و رطوبت نسبی بر ایزوترم جذب	67
6-4	جدول ANOVA مربوط به اثر متقابل نوع پروتئین هیدرولیز شده و غلظت پروتئین بر ویسکوزیته	68
7-4	ترکیب اسیدهای آمینه کل پروتئین هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف	71
8-4	ترکیب اسیدهای آمینه آزاد پروتئین هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف	72
9-4	شاخص شیمیایی پروتئین هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف	73
10-4	نرخ کارایی پروتئین های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز های مختلف و کازئین شیر گاو	74
1	مقایسه میانگین ساده ظرفیت جذب روغن سه نمونه پروتئین هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید	105
2	مقایسه میانگین اثر متقابل نوع پروتئین هیدرولیز شده و زمان نگهداری بر خواص کف کنندگی	105

3 مقایسه میانگین اثر متقابل نوع پروتئین هیدرولیز شده و زمان نگهداری بر خواص امولسیون کنندگی..... 105
4 مقایسه میانگین اثر متقابل نوع پروتئین هیدرولیز شده و غلظت پروتئین بر ویسکوزیته..... 106
5 مقایسه میانگین اثر متقابل نوع پروتئین هیدرولیز شده و رطوبت نسبی بر ایزوترم جذب..... 106

مقدمه و کلیات

1-1- مقدمه

هر ساله بخش قابل توجّهی از صنایع تبدیلی شیلاتی و بسته بندی فیله ماهی به عنوان ضایعات غیر خوراکی دور ریخته شده و تلاش چندانی برای ایجاد ارزش افزوده در آنها و بالا بردن سطح مصارف انسانی صورت نمی گیرد. بسیاری از تولید کنند گان فراورده های دریایی مجاز نیستند تا ضایعات را مستقیماً در محیط زیست رها سازند در نتیجه هزینه اضافه‌ای برای تصفیه مواد قبل از دور ریختن آنها متحمل می‌شوند. از طرفی بسیاری از این مواد، منابع غنی از ترکیبات با ارزش از جمله پروتئین ها محسوب شده که قابل بازیافت می باشند (Ovissipour et al, 2008).

کوسه چانه سفید*(Carcharhinus dussumieri)* یکی از گونه های مهم کوسه آب های جنوب ایران می باشد که به دلیل بالا بودن میزان اوره در گوشت آن بازار پسندی کمی دارد. ارزش غذایی گوشت کوسه در مقایسه با ماهیان استخوانی باتوجه به ترکیب و توزیع اسیدهای آمینه کمتر می باشد. از آنجا که میزان اوره در بافت عضلانی کوسه ماهیان بالاست بنابراین به منظور استفاده بعنوان یک منبع غذایی لازم است که میزان اوره کاهش یابد. علی رغم اوره زدایی باز هم این گوشت برای افرادی که ناراحتی های قلبی- عروقی، نقرس و فشارخون بالا دارند توصیه نمی شود. تحقیقات روی 30 گونه کوسه نشان داده که میزان اوره بین 1600 تا 2300 میلی گرم در 100 گرم گوشت متغیر است. در نتیجه کوسه ماهی ها انواعی از محصولات دریایی هستند که مصرف کمی داشته و بخش اعظمی از آنها به عنوان ضایعات دور ریخته می شوند (Onadenalore and shahidi, 1996)

با توجه به پیشرفت تکنولوژی، افزایش جمعیت جهان و افزایش میزان صید فراورده های دریایی و به دنبال آن افزایش میزان ضایعات، پژوهشگران بدنبال روش هایی برای استخراج مواد با ارزش از این فراورده ها و ضایعات آنها هستند که از جمله می توان به استخراج پروتئین اشاره کرد. پروتئین استخراج شده از این ماهی ها به عنوان یک منبع جدید پروتئینی محسوب شده که علی رغم ارزش تغذیه ای زیاد از نظر اقتصادی کم هزینه

بوده و خواص عملکردی مطلوبی را دارا می باشد (Diniz and Martin, 1997a, Kristinsson and Rasco, 2000).

از طرفی قیمت تمام شده ماهی و محصولات شیلاتی بالاست که یکی از دلایل آن عدم استفاده کامل و بهینه از اجزای ماهی می باشد. بدیهی است استفاده بهینه از ماهی و ضایعات بسته بندی و نیز فرآورده های بی مصرف یا کم مصرف می توانند به کاهش قیمت تمام شده فیله ماهی و افزایش سرانه مصرف جامعه کمک نماید تحقیقات نشان می دهند بالا بودن مصرف سرانه ماهی در سلامت جامعه بسیار موثر است.

1-2-کلیات

1-2-1- ساختار پروتئین ماهیچه ماهی

ترکیب پروتئین ماهیچه بر اساس نوع ماهیچه متفاوت است. از بین سه نوع ماهیچه مخطط، صاف و قلبی ماهیچه مخطط در ماهیان مهمترین ماهیچه محسوب می شود.

به طور کلی در حدود 70 تا 80% ماهیچه ماهی را پروتئین های ساختاری تشکیل می دهند. این پروتئین های ساختاری در محلول نمکی خنثی سرد با قدرت یونی نسبتا بالا محلول هستند. 20 تا 30% ماهیچه شامل پروتئین های سارکوپلاسمی می باشد که در آب و بافرهای رقیق محلول هستند و 2 تا 3% شامل پروتئین های نامحلول بافت پیوندی می باشد.

پروتئین های میوفیبریلی 66 تا 77% پروتئین های گوشت ماهی را تشکیل می دهند و مهمترین پروتئین های غذایی ماهی محسوب می شوند. این پروتئین ها شامل اکتین و میوزین بوده که از ترکیبات اصلی فیلامنت های ضخیم و نازک هستند. میوزین شامل 50 تا 60% پروتئین های منقبض شونده و اکتین فقط 15 تا 30% آن ها را تشکیل می دهد. میوزین مهمترین پروتئین ماهیچه بوده که 38% از کل پروتئین ها را تشکیل می دهد و یک مولکول بزرگ شامل دو زنجیره سنگین223 کیلو دالتونی و دو زنجیر سبک 22 و 18 کیلو دالتونی می باشد (Kristinsson and Rasco, 2000a).

اکتین مهمترین پروتئین از سه پروتئین موجود در فیلامنت نازک است که 13% پروتئین های کل ماهیچه را شامل می شود. اکتین در دو شکل مشاهده می شود. G- اکتین که یک منومر کروی بوده و F- اکتین که یک پلیمر بزرگ متصل به میوزین می باشد. فیلامنت نازک نقش مهمی در تنظیم انقباض ماهیچه بر عهده دارند (Kristinsson and Rasco, 2000a).

با توجه به فرایند هیدرولیز پروتئین، پروتئین های میوفیبریلی اکتین، میوزین و اکتو میوزین تحت تاثیر فعالیت آنزیمی قرار گرفته و بیشترین تحقیقات روی آن ها انجام شده است.

1-2-2- روش های تولید پروتئین هیدرولیز شده

برای تبدیل ضایعات ماهی و بخش های کم مصرف آن ها به پروتئین از روش های هیدرولیز شیمیایی و آنزیمی می توان استفاده کرد.

1-2-2-1- هیدرولیز شیمیایی

هیدرولیز شیمیایی پروتئین، روشی موفقیت آمیز بوده است که با شکستن باندهای پپتیدی با کمک اسید یا باز انجام می گیرد. این روش یک روش قدیمی تولید پروتئین هیدرولیز شده می باشد که ارزان و ساده بوده و به همین دلیل کاربرد وسیعی داشته است. با این حال محدودیت های زیادی برای کاربرد آن در غذا وجود دارد. هیدرولیز شیمیایی یک پروسه بسیار مشکل از جهت کنترل بوده و اغلب باعث تولید محصول با خواص شیمیایی و عملکردی متفاوت می شود. این روش با مواد شیمیایی قوی و حلالها، در دما و pH های بالا انجام می شود که باعث تولید محصولاتی با کیفیت غذایی پائین، خواص عملکردی ضعیف و عدم توانایی به عنوان تقویت کننده طعم می شود (اویسی پور و قمی،1387).

از جمله معایب این روش می توان به تخریب اسید آمینه تریپتوفان که یک اسید آمینه ضروری برای انسان محسوب شده و طی این نوع هیدرولیز از بین می رود اشاره نمود (Kristinsson and Rasco, 2000a).

1-2-2-2- هیدرولیز آنزیمی

هیدرولیز آنزیمی می تواند با استفاده از آنزیم هایی با منشا داخلی که به هیدرولیز اتولیتیکی معروف است و یا با استفاده از آنزیم های تجاری انجام شود.

هیدرولیز اتولیتیکی به میزان فعالیت آنزیم های هضمی ماهی بستگی دارد و هیچ هزینه ای برای کاربرد آنزیم های خارجی اعمال نمی شود که یک روش نسبتا ساده است (Shahidi et al, 1995) علی رغم ساده بودن این روش نسبت به هیدرولیز با آنزیم های تجاری کاربرد کمتری داشته و محدودتر است. دلیل این امر می تواند ناشی از تحقیقات و مطالعات کم انجام شده در این زمینه باشد. هم چنین برای تولید پروتئین هیدرولیز شده با خواص کاربردی مشخص، داشتن دانش کافی در مورد آنزیم ها بسیار ضروری است حال آنکه آنزیم های داخلی در ماهیان، مخلوط پیچیده ای از آنزیم های گوناگون هستند، در نتیجه پروتئین های هیدرولیز شده توسط آن ها تحت شرایط یکسان دارای خواص عملکردی متفاوتی خواهند بود (Kristinsson and Rasco, 2000a).

کاربرد آنزیم های خارجی به منظور هیدرولیز پروتئین های غذایی، یک فرایند قابل توجه است که برای بهبود یا اصلاح خواص بیوشیمیایی، عملکرد و خواص حسی پروتئین ها، بدون تاثیر نا مطلوبی روی ارزش غذایی و قابلیت جذب پروتئین ها استفاده می شود. این فرآیند وابسته به آنزیم در شرایط با ثبات، طی چندین مرحله و بدون فرآیند راسمیک شدن پروتئین ها انجام می شود (اویسی پور و قمی،1387، Rasco, 2000a Kristinsson and).

در واقع آنزیم های پروتئولیتیک با شکستن پیوندهای پپتیدی، پروتئین ماهی را به پپتید هایی با اندازه کوچکتر تبدیل می کنند و بدین ترتیب پروتئین هیدرولیز شده ماهی (FPH)[1] تولید می شود که در بسیاری از فراورده های غذایی می توان آن را بکار برد (Kristinsson and Rasco, 2000a). و در نتیجه مواد غذایی

[1] Fish protein hydrolysate