

لا اله الا الله محمد رسول الله

MRTsoft



## دانشگاه آزاد اسلامی

واحد شاهرود

دانشکده علوم پایه ، گروه شیمی  
پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد « M.sc. »

گرایش : شیمی فیزیک

عنوان :

بررسی ساختاری و ترمودینامیکی تری پپتید  $\text{HCO-Val-Gly-Gly-NH}_2$  با استفاده از محاسبات مکانیک کوانتومی

استاد راهنما :

آقای دکتر بهزاد چهکندي

استاد مشاور :

آقای دکتر جعفر ابولي

نگارش :

بهاره خوش بیان

تابستان ۱۳۹۰



## دانشگاه آزاد اسلامی

واحد شاهرود

دانشکده علوم پایه ، گروه شیمی  
پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد « M.sc. »

عنوان :

بررسی ساختاری و ترمودینامیکی تری پپتید  $\text{HCO-Val-Gly-Gly-NH}_2$  با استفاده از محاسبات مکانیک کوانتومی

نگارش:

بهاره خوش بیان

تابستان ۱۳۹۰

۱. دکتر بهزاد چهکندی

۲. دکتر جعفر ابولی

۳. دکتر فرامرز طیاری

۴. دکتر احسان زاهدی

هیأت داوران :

خدای را سپاس گویم تا باران نعمتش بیش از پیش فرو ریزد ، و اطاعتم در پیشگاه عزتتش  
فزون گردد ، و جانم از معصیتش بیمه شود . و از آستان قدسش مدد خواهم تا «نداریم» را  
به مرز «بی‌نیازی» رساند ، چه او دست هرکس گیرد راه گم نکند ، و آن که بر امواج  
دشمنی او نشیند به ساحل نجات نرسد ، و آن کس که در سایه سرپرستی او درآید فقیری  
نبیند ، که اوست گران سنگ‌ترین ارزشها و برترین گنجینه‌ها .

امام علی (ع)

با تشکر از استاد راهنمای بزرگوار جناب آقای دکتر چهکندی و استاد مشاور محترم جناب  
آقای دکتر ابولی که همواره لطف بی دریغ این بزرگواران راه گشا برای پایانامه اینجانب  
بوده است . از خداوند متعال برای این دو استاد ارجمند سلامتی و سعادت روز افزون  
خواهانم .

مهربانی پدر از قله فراتر و مهربانی مادر از اقیانوس عمیق تر است

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۲	فصل اول
۳	۱-۱- مقدمه
۴	۱-۲- ساختار اسیدهای آمینه
۶	۱-۳- انواع اسیدهای آمینه
۶	۱-۳-۱- منو اسیدهای منو آمینه
۸	۱-۳-۲- اسید های آمینه الکل دار
۹	۱-۳-۳- اسید های آمینه گوگرددار
۱۰	۱-۳-۴- دی اسید های منو آمینه
۱۱	۱-۳-۵- اسید های آمینه آمیدی
۱۲	۱-۳-۶- اسیدهای آمینه دی آمیدی
۱۳	۱-۳-۷- اسیدهای آمینه حلقوی
۱۵	۱-۴- طبقه بندی اسید های آمینه براساس گروه های R (اسید آمینه های استاندارد)
۱۵	۱-۴-۱- گروه های R آلیفاتیک غیر قطبی
۱۵	۱-۴-۲- گروه های R آروماتیک
۱۵	۱-۴-۳- گروه های R بدون بار قطبی
۱۶	۱-۴-۴- گروه های R دارای بار مثبت (بازی)
۱۶	۱-۴-۵- گروه های R دارای بار منفی (اسیدی)
۱۶	۱-۵- تهیه اسید های آمینه
۱۷	۱-۵-۱- روش هل- و لهارد- زلینسکی
۱۷	۱-۵-۲- روش مالونیک استر
۱۷	۱-۶- نقطه ایزوالکتریک آمینو اسیدها
۱۸	۱-۷- خواص شیمی فیزیکی اسیدهای آمینه
۱۸	۱-۷-۱- صورتبندی و خواص نوری در اسیدهای آمینه
۲۰	۱-۸- پپتیدها
۲۰	۱-۹- هیدرولیز پپتیدها
۲۰	۱-۹-۱- هیدرولیز پپتیدها توسط متد شیمیایی
۲۱	۱-۹-۲- هیدرولیز پپتیدها توسط آنزیم
۲۲	۱-۱۰- انواع ساختار پروتئین ها
۲۲	۱-۱۰-۱- ساختار اول پروتئین ها
۲۲	۱-۱۰-۲- ساختار دوم پروتئین ها
۲۲	۱-۱۰-۲-۱- مارپیچ $\alpha$
۲۲	۱-۱۰-۲-۲- مارپیچ $\beta$
۲۳	۱-۱۰-۳- Turn ها
۲۳	۱-۱۰-۳- ساختار سوم پروتئین ها
۲۳	۱-۱۰-۴- ساختار چهارم پروتئین ها
۲۴	۱-۱۱- پیوند هیدروژنی
۲۵	۱-۱۲- الاستین پروتئین ضروری بدن

۲۵	۱-۱۳- طرح راما چاندران.....
۲۸	فصل دوم.....
۲۹	۲- ۱- مقدمه.....
۳۰	۲-۲- مطالعات انجام شده بر روی تری پپتیدها.....
۳۸	۲-۳- مطالعات انجام شده بر روی دی پپتیدها.....
۴۴	فصل سوم.....
۴۵	۳- ۱- مقدمه.....
۴۶	۳-۲- طبقه بندی روش های کوانتومی.....
۴۶	۳-۲-۱- روش محاسبات آغازین.....
۴۷	۳-۲-۱-۱- روش هارتری فاک.....
۴۸	۳-۲-۱-۲- روش هارتری فاک محدود شده (RHF) و غیر محدود شده (UHF).....
۴۸	۳-۲-۱-۳- روش های همبستگی الکترون.....
۴۹	۳-۲-۱-۴- توابع پایه.....
۵۱	۳-۲-۱-۵- سری های پایه.....
۵۴	۳-۲-۲- روش های نیمه تجربی.....
۵۴	۳-۲-۲-۱- روش اوربیتال مولکولی هوکل (HMO).....
۵۵	۳-۲-۲-۲- روش هوکل گسترش یافته (EHMO).....
۵۵	۳-۲-۲-۳- روش پاریز- پار- پویل (PPPMO).....
۵۶	۳-۲-۲-۴- روش اغماض کامل همپوشی دیفرانسیلی (CNDO).....
۵۶	۳-۲-۲-۵- روش اهمال متوسط از همپوشی دیفرانسیلی (INDO).....
۵۶	۳-۲-۲-۶- روش ابقای نسبی همپوشی دیفرانسیلی دو اتمی (PRDDO).....
۵۷	۳-۲-۲-۷- روش اصلاح شده چشم پوشی متوسط از همپوشانی دیفرانسیل (MINDO).....
۵۷	۳-۲-۲-۸- روش اصلاح شده چشم پوشی از همپوشانی دیفرانسیلی دو اتمی (MNDO).....
۵۹	۳-۲-۳- نظریه تابعیت چگالی (DFT).....
۶۲	۳-۳- نرم افزارهای شیمی کوانتومی.....
۶۳	۳-۳-۱- Gaussian.....
۶۳	۳-۳-۲- Gamess.....
۶۳	۳-۳-۳- Columvus.....
۶۳	۳-۳-۴- Startan.....
۶۳	۳-۳-۵- Argus.....
۶۳	۳-۳-۶- Mopac.....
۶۴	۳-۴- آینده شیمی کوانتومی.....
۶۵	فصل چهارم.....
۶۶	۴- ۱- مقدمه.....
۶۷	۴- ۲- روش کار.....
۶۸	۴-۳- تعیین پایدارترین مقدار برای زنجیره جانی ( $\gamma$ ).....
۸۴	۴-۴- بررسی نقشه های راما چاندران.....
۱۵۹	۴-۵- مقایسه تری پپتیدها.....
۱۵۹	۴-۵-۱- مقایسه تری پپتید تری پپتید $\text{HCO-L-Val-Gly-Gly-NH}_2$ .....
۱۶۰	۴-۵-۲- مقایسه تری پپتید تری پپتید $\text{HCO-D-Val-Gly-Gly-NH}_2$ .....

۱۶۱	HCO-Val-Gly-Gly-NH <sub>2</sub>	پپتید D و L برای تری	۳-۵-۴
۱۶۲	HCO-Gly-Gly-L-Val-NH <sub>2</sub>	پپتید	۴-۵-۴
۱۶۳	HCO-Gly-Gly-D-Val-NH <sub>2</sub>	پپتید	۵-۵-۴
۱۶۴	HCO-Gly-Gly-Val-NH <sub>2</sub>	پپتید D و L برای تری	۶-۵-۴
۱۶۴	HCO-Gly-L-Val-Gly-NH <sub>2</sub>	پپتید	۷-۵-۴
۱۶۵	HCO-Gly-D-Val-Gly-NH <sub>2</sub>	پپتید	۸-۵-۴
۱۶۶	HCO-Gly-Val-Gly-NH <sub>2</sub>	پپتید D و L برای تری	۹-۵-۴
۱۶۸		نتیجه گیری	
۱۶۹		پیشنهادات	
۱۷۰		فهرست منابع فارسی	
۱۷۲		فهرست منابع غیر فارسی	
۱۷۵		چکیده انگلیسی	



## فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۵	جدول ۱-۱
۳۱	جدول ۱-۲
۳۱	جدول ۲-۲
۳۲	جدول ۳-۲
۳۲	جدول ۴-۲
۳۳	جدول ۵-۲
۳۳	جدول ۶-۲
۳۵	جدول ۷-۲
۳۵	جدول ۸-۲
۳۷	جدول ۹-۲
۳۸	جدول ۱۰-۲
۳۹	جدول ۱۱-۲
۴۱	جدول ۱۲-۲
۴۲	جدول ۱۳-۲
۴۲	جدول ۱۴-۲
۴۳	جدول ۱۵-۲
۴۳	جدول ۱۶-۲
۶۰	جدول ۱-۳
۶۹	جدول ۱-۴
۷۱	جدول ۲-۴
۷۳	جدول ۳-۴
۷۵	جدول ۴-۴
۷۷	جدول ۵-۴
۷۹	جدول ۶-۴
۹۰	جدول ۷-۴
۹۰	جدول ۸-۴
۹۱	جدول ۹-۴
۹۱	جدول ۱۰-۴
۹۲	جدول ۱۱-۴
۹۲	جدول ۱۲-۴
۹۳	جدول ۱۳-۴
۹۳	جدول ۱۴-۴
۹۴	جدول ۱۵-۴

٩٤	جدول ٤- ١٦
٩٥	جدول ٤- ١٧
٩٥	جدول ٤- ١٨
٩٦	جدول ٤- ١٩
٩٦	جدول ٤- ٢٠
٩٧	جدول ٤- ٢١
٩٧	جدول ٤- ٢٢
٩٨	جدول ٤- ٢٣
٩٨	جدول ٤- ٢٤
١٠٠	جدول ٤- ٢٥
١٠٢	جدول ٤- ٢٦
١٠٢	جدول ٤- ٢٧
١٠٣	جدول ٤- ٢٨
١٠٣	جدول ٤- ٢٩
١٠٤	جدول ٤- ٣٠
١٠٤	جدول ٤- ٣١
١٠٥	جدول ٤- ٣٢
١٠٥	جدول ٤- ٣٣
١٠٦	جدول ٤- ٣٤
١٠٦	جدول ٤- ٣٥
١٠٧	جدول ٤- ٣٦
١٠٧	جدول ٤- ٣٧
١٠٨	جدول ٤- ٣٨
١٠٨	جدول ٤- ٣٩
١٠٩	جدول ٤- ٤٠
١٠٩	جدول ٤- ٤١
١١٠	جدول ٤- ٤٢
١١٠	جدول ٤- ٤٣
١١٢	جدول ٤- ٤٤
١١٤	جدول ٤- ٤٥
١١٤	جدول ٤- ٤٦
١١٥	جدول ٤- ٤٧
١١٥	جدول ٤- ٤٨
١١٦	جدول ٤- ٤٩
١١٦	جدول ٤- ٥٠
١١٧	جدول ٤- ٥١

١١٧	جدول ٤- ٥٢
١١٨	جدول ٤- ٥٣
١١٨	جدول ٤- ٥٤
١١٩	جدول ٤- ٥٥
١١٩	جدول ٤- ٥٦
١٢٠	جدول ٤- ٥٧
١٢٠	جدول ٤- ٥٨
١٢١	جدول ٤- ٥٩
١٢١	جدول ٤- ٦٠
١٢٢	جدول ٤- ٦١
١٢٢	جدول ٤- ٦٢
١٢٤	جدول ٤- ٦٣
١٢٦	جدول ٤- ٦٤
١٢٦	جدول ٤- ٦٥
١٢٧	جدول ٤- ٦٦
١٢٧	جدول ٤- ٦٧
١٢٨	جدول ٤- ٦٨
١٢٨	جدول ٤- ٦٩
١٢٩	جدول ٤- ٧٠
١٢٩	جدول ٤- ٧١
١٣٠	جدول ٤- ٧٢
١٣٠	جدول ٤- ٧٣
١٣١	جدول ٤- ٧٤
١٣١	جدول ٤- ٧٥
١٣٢	جدول ٤- ٧٦
١٣٢	جدول ٤- ٧٧
١٣٣	جدول ٤- ٧٨
١٣٣	جدول ٤- ٧٩
١٣٤	جدول ٤- ٨٠
١٣٤	جدول ٤- ٨١
١٣٦	جدول ٤- ٨٢
١٣٨	جدول ٤- ٨٣
١٣٨	جدول ٤- ٨٤
١٣٩	جدول ٤- ٨٥
١٣٩	جدول ٤- ٨٦
١٤٠	جدول ٤- ٨٧

١٤٠	جدول ٤- ٨٨
١٤١	جدول ٤- ٨٩
١٤١	جدول ٤- ٩٠
١٤٢	جدول ٤- ٩١
١٤٢	جدول ٤- ٩٢
١٤٣	جدول ٤- ٩٣
١٤٣	جدول ٤- ٩٤
١٤٤	جدول ٤- ٩٥
١٤٤	جدول ٤- ٩٦
١٤٥	جدول ٤- ٩٧
١٤٥	جدول ٤- ٩٨
١٤٦	جدول ٤- ٩٩
١٤٦	جدول ٤- ١٠٠
١٤٧	جدول ٤- ١٠١
١٤٩	جدول ٤- ١٠٢
١٤٩	جدول ٤- ١٠٣
١٥٠	جدول ٤- ١٠٤
١٥٠	جدول ٤- ١٠٥
١٥١	جدول ٤- ١٠٦
١٥١	جدول ٤- ١٠٧
١٥٢	جدول ٤- ١٠٨
١٥٢	جدول ٤- ١٠٩
١٥٣	جدول ٤- ١١٠
١٥٣	جدول ٤- ١١١
١٥٤	جدول ٤- ١١٢
١٥٤	جدول ٤- ١١٣
١٥٥	جدول ٤- ١١٤
١٥٥	جدول ٤- ١١٥
١٥٦	جدول ٤- ١١٦
١٥٦	جدول ٤- ١١٧
١٥٧	جدول ٤- ١١٨
١٥٧	جدول ٤- ١١٩
١٥٨	جدول ٤- ١٢٠

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۴	شکل ۱-۱
۶	شکل ۲-۱
۷	شکل ۳-۱
۷	شکل ۴-۱
۷	شکل ۵-۱
۸	شکل ۶-۱
۸	شکل ۷-۱
۸	شکل ۸-۱
۹	شکل ۹-۱
۱۰	شکل ۱۰-۱
۱۰	شکل ۱۱-۱
۱۱	شکل ۱۲-۱
۱۱	شکل ۱۳-۱
۱۲	شکل ۱۴-۱
۱۲	شکل ۱۵-۱
۱۲	شکل ۱۶-۱
۱۳	شکل ۱۷-۱
۱۳	شکل ۱۸-۱
۱۴	شکل ۱۹-۱
۱۴	شکل ۲۰-۱
۱۴	شکل ۲۱-۱
۱۹	شکل ۲۲-۱
۲۴	شکل ۲۳-۱
۲۶	شکل ۲۴-۱
۲۷	شکل ۲۵-۱
۳۴	شکل ۱-۲
۳۶	شکل ۲-۲
۴۱	شکل ۳-۲
۶۸	شکل ۱-۴
۸۱	شکل ۲-۴
۸۱	شکل ۳-۴
۸۲	شکل ۴-۴
۸۲	شکل ۵-۴
۸۳	شکل ۶-۴
۸۳	شکل ۷-۴
۸۴	شکل ۸-۴
۸۶	شکل ۹-۴
۸۷	شکل ۱۰-۴
۸۸	شکل ۱۱-۴

١٥٩	.....	شكل ١٢-٤
١٦٠	.....	شكل ١٣-٤
١٦٢	.....	شكل ١٤-٤
١٦٣	.....	شكل ١٥-٤
١٦٤	.....	شكل ١٦-٤
١٦٥	.....	شكل ١٧-٤

## چکیده :

در این تحقیق کنفورماسیون های مختلف تری پپتید های  $\text{HCO-Val-Gly-Gly-NH}_2$  ,  $\text{HCO-Gly-Val-Gly-NH}_2$  و  $\text{HCO-Gly-Gly-Val-NH}_2$  در دو فرم L و D در فاز گاز مورد بررسی قرار گرفتند . محاسبات با استفاده از گوسین ۲۰۰۳ در سطح  $G^* 6-31 \text{ B3LYP}$  انجام شد .

در ابتدا ساختارهای بهینه حاصل از چرخش زنجیر جانبی ( $\chi$ ) در فواصل  $30^\circ$  از  $0^\circ$  تا  $360^\circ$  محاسبه شدند که سه مینیمم  $\chi = 60^\circ$  و  $\chi = 180^\circ$  و  $\chi = 300^\circ$  بدست آمدند و به ترتیب گویچ مثبت و آنتی و گویچ منفی نامگذاری شدند .

سپس محاسبات خود را در نقشه ی رامانچاندران بر روی تری پپتیدهای مورد نظر در دو فرم L و D در حالاتی که زنجیر جانبی در گویچ منفی و گویچ مثبت و آنتی قرار داده شده است در سه حالت  $\beta_L-\beta_L-X$  ,  $\beta_L-X-\beta_L$  ,  $X-\beta_L-\beta_L$  در سطح محاسباتی  $G^* 6-31 \text{ B3LYP}$  انجام دادیم . نتایج نشان می دهد که کنفورمر  $\beta_L\beta_L\beta_L$  در اکثر موارد پایدارترین کنفورمر می باشد .

همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از کنفورمرهای بررسی شده در نقشه های رامانچاندران برای دو فرم L و D مقایسه تری پپتیدها در این تحقیق برای این دو فرم نیز انجام شد و حالت های آنانتیومری مورد بررسی قرار گرفت .

# فصل اول

## ساختار پروتئین ها



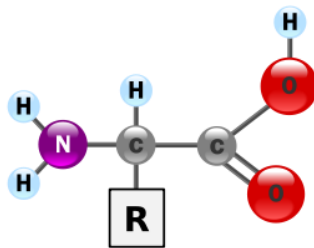
## ۱-۱- مقدمه :

پروتئین‌ها ، بخش بزرگی از بدن جانوران را تشکیل می‌دهند ، بخش‌های مختلف آن را در کنار هم نگاه می‌دارند ، و آن را اداره می‌کنند . تمامی پروتئین‌ها ، شامل پروتئین‌های موجود در قدیمی‌ترین رده‌های باکتریایی تا پیچیده‌ترین اشکال حیات ، از ۲۰ اسید آمینه یکسان ساخته شده‌اند که با توالی‌های مشخص خطی به طریق کووالان به یکدیگر متصل می‌باشند . پروتئین‌ها گروه بزرگی از ماکرومولکول‌ها هستند که پایه‌های اصلی تنوع در حیات می‌باشند و اغلب خصوصیات سلول‌ها و ارگانیسم‌ها توسط آن‌ها مشخص می‌شود . نام پروتئین‌ها از واژه یونانی پروتئوس<sup>۱</sup> ، به معنی اولین ، گرفته شده است . در میان تمام مواد شیمیایی ، پروتئین‌ها درصدی قرار دارند ، زیرا ماده حیات هستند . این ترکیبات پیچیده وزن مولکولی بسیار زیادی دارند و از نیتروژن ، کربن ، هیدروژن ، اکسیژن و گاهی گوگرد و فسفر تشکیل می‌شوند [۱] .

واحد‌های تشکیل‌دهنده پروتئین‌ها ، اسیدهای آمینه می‌باشند . در پروتئین‌ها ۲۰ نوع اسید آمینه موجود است که این اسیدهای آمینه قادرند تعداد نامحدودی از ترکیبات را بسازند . از آنجایی که هر کدام از این اسیدهای آمینه دارای زنجیر جانبی با خصوصیات شیمیایی متفاوت می‌باشند ، این گروه ۲۰ مولکولی پیش‌ساز را می‌توان به عنوان الفبای زبانی دانست که ساختمان پروتئین با آن نوشته می‌شود . پروتئین‌ها در تمام سلول‌های زنده یافت می‌شوند . ماده اصلی پوست ، ماهیچه ، عصبها ، خون ، آنزیمها ، پادتنها و بسیاری از هورمون‌ها هستند [۲] .

## ۱-۲- ساختار اسیدهای آمینه :

پروتئین ها قسمت اعظم بدن جانداران را تشکیل می دهند ، یک مولکول پروتئین واحد ، شامل صدها یا هزاران واحد آمینو اسید است . با روش های مختلف می توان پروتئین ها را توسط اجزا اسید آمینه ای تشکیل دهنده آنها تجزیه ( هیدرولیز ) نمود ؛ مطالعات اولیه پروتئین ها به طور طبیعی بر روی اسیدهای آمینه ای متمرکز می باشد که از هیدرولیز آنها آزاد می شوند . اسید های آمینه نقش مهمی در ساخت واسطه های شیمیایی به عهده دارند و در مواقع ضروری تجزیه شده و تولید انرژی می کنند . اسیدهای آمینه در سلول های زنده دارای اعمال و فعالیت های زیستی بسیار گوناگون و متنوع می باشند . تمامی اسیدهای آمینه از نظر ساختمانی خصوصیات و ویژگی های مشترکی را دارا هستند . اسیدهای آمینه ترکیبات آلی هستند که دارای یک اتم کربن به نام کربن آلفا ( $\alpha$ ) که به چهار گروه شامل یک اتم هیدروژن ، یک گروه آمین ( $-NH_2$ ) ، یک گروه اسید کربوکسیل ( $-COOH$ ) و یک زنجیره جانبی به نام ( $-R$ ) متصل می باشد . در تصویر ۱-۱ ساختمان عمومی يك اسید آمینه نمایش داده شده است [۳].



شکل ۱-۱- ساختمان عمومی اسیدهای آمینه

اسیدهای آمینه آلفا فراوانترین اسیدهای آمینه میباشند ، که در آنها گروه آمین بر روی کربن آلفا قرار دارد . در اسیدهای آمینه بتا ، دلتا و گاما گروه آمین بترتیب بر روی کربن های بتا ، دلتا و گاما واقع است . بیشتر اسیدهای آمینه آلفا در سنتز پروتئین شرکت می کنند ، در صورتی که اسیدهای آمینه بتا ، گاما و دلتا واسطه های شیمیایی هستند ، منظور از واسطه های شیمیایی ماده ای است که در سنتز ملکول های دیگری که از نظر نقش بیوشیمیایی خود حائز اهمیت می باشند وارد می شوند .

۲۰ نوع اسید آمینه با نسبت‌های مختلف در ساختمان اکثر پروتئین‌ها وجود دارند ، به این ۲۰ نوع اسید آمینه که در ساخت پروتئین‌ها نقش بس مهم و شگرف دارند ، اسید آمینه استاندارد می‌گویند که در جدول ۱-۱ به خوبی مشاهده می‌شود [۴]. برخی از این آمینو اسید ها ( که با \* مشخص شده اند ) اسیدهای آمینه ضروری می باشند که باید از راه تغذیه و مصرف مواد غذایی وارد بدن شوند .

جدول ۱-۱: آمینو اسیدهای استاندارد در ساختار پروتئین ها

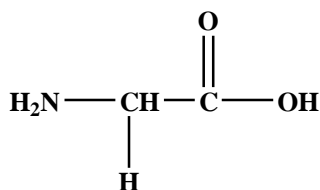
اسید آمینه	خلاصه سه حرفی	(علامت تک حرفی)	وزن مولکولی	درصد فراوانی در پروتئین
گلیسین	Gly	G	۷۵	۷/۲
آلانین	Ala	A	۸۹	۷/۸
پرولین	Pro	P	۱۱۵	۵/۲
والین *	Val	V	۱۱۷	۶/۶
لوسین *	Leu	L	۱۳۱	۹/۱
ایزولوسین *	Ile	I	۱۳۱	۵/۳
متیونین *	Met	M	۱۴۹	۲/۳
فنیل آلانین *	Phe	F	۱۶۵	۳/۹
تیروزین	Tyr	Y	۱۸۱	۳/۲
تریپتوفان *	Trp	W	۲۰۴	۱/۴
سرین	Ser	S	۱۰۵	۶/۸
ترئونین *	Thr	T	۱۱۹	۵/۹
سیستئین	Cys	C	۱۲۱	۱/۹
آسپاراژین	Asn	N	۱۳۲	۴/۳
گلوتامین	Gln	Q	۱۴۶	۴/۲
لیزین *	Lys	K	۱۴۶	۵/۹
هیستیدین *	His	H	۱۵۵	۲/۳
آرژنین	Arg	R	۱۷۴	۵/۱
آسپارات	Asp	D	۱۳۳	۵/۳
گلوتامات	Glu	E	۱۴۷	۶/۳

برخی از این اسید های آمینه به طور طبیعی در پروتئین های طبیعی وجود دارند و نیازی به تهیه آنها از محیط بیرون نیست که به آنها اسیدهای آمینه غیر ضروری گفته می شود . تعدادی از پروتئین ها علاوه بر بیست نوع اسیدهای آمینه اصلی شامل برخی از مشتقات آنها نیز می باشند . این مشتقات در جریان تشکیل زنجیره های پپتیدی به وجود می آیند ، اینگونه مشتقات گذشته از نقش بسیار مشخص و دقیقی که در ساختمان پروتئین های مربوطه بر عهده دارند تنوع فعالیت های زیستی پروتئین ها را نیز بسیار افزایش می دهند . که به آن ها اسید های آمینه غیر استاندارد می گویند . ۴- هیدروکسی پرولین (از مشتقات اسید آمینه استاندارد پرولین) ، ۵- هیدروکسی لیزین (از مشتقات اسید آمینه استاندارد لیزین) ، سلنوسیسستین ، اورنیتین و سیترولین نمونه ای از این قبیل اسیدهای آمینه می باشند . نوع اسیدهای آمینه ، نظم و ترتیب قرار گرفتن آنها در زنجیره های پلی پپتیدی و وضعیت فضایی قرار گرفتن آنها نسبت به یکدیگر از عوامل اصلی در ایجاد ساختمان سه بعدی- فضایی و متعاقباً فعالیت های زیستی بسیار متنوع پروتئین های ساده و پروتئین های مرکب مانند هموگلوبین ، گلیکوپروتئین ها ، لیپوپروتئین ها و نوکلئوپروتئین ها می باشند [۵].

### ۱-۳- انواع اسیدهای آمینه :

#### ۱-۳-۱- منو اسیدهای منو آمینه :

۱- گلیکوکول (Gly) : گلیکوکول که گلیسین نیز نامیده می شود و تنها اسید آمینه ای است که فاقد کربن نا قرینه بوده و فاقد فعالیت نوری می باشد . در ساختمان پروتئین هائی مانند کلاژن ، الاستین و میوزین به مقدار فراوان وجود دارد . به دلیل دارا بودن زنجیر جانبی هیدروژن ، دارای انعطاف پذیری بسیار بالا است .



شکل ۱- ۲

۲- آلانین (Ala) : در تمام پروتئین ها فراوان است . بعد از اسید آمینه ی گلیسین ساده ترین اسید آمینه محسوب می- شود . این اسید آمینه در پروتئین های مارپیچ آلفا به فراوانی یافت می شود .