



دانشگاه سیستان و بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در (شیمی تجزیه)

عنوان:

بررسی تشکیل کمپلکس مس - کراتینین با تکنیک ولتامتری چرخه‌ای

استاد (اساتید) راهنما:
دکتر علیرضا سردشتی

استاد مشاور:
دکتر محمد انصاری فرد

تحقیق و نگارش:
سمیه ربانی مقدم

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

شهریور ۱۳۹۲

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان بررسی تشکیل کمپلکس مس- کراتینین با تکنیک ولتامتری چرخه‌ای قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد شیمی توسط دانشجو سمیه ربانی مقدم با راهنمایی استاد پایان نامه دکتر علیرضا سردشتی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

سمیه ربانی مقدم

امضا

این پایان نامه واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ توسط هیئت داوران بررسی و درجه به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
استاد راهنما:	دکتر علیرضا سردشتی	
استاد مشاور:	دکتر محمد انصاری فرد	
داور ۱:	دکتر خلیل الله طاهری	
داور ۲:	دکتر ماشاالله رحمانی	
نماینده تحصیلات تکمیلی:	دکتر علیرضا مدرسی عالم	



تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب سمیه ربانی مقدم تعهد می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: سمیه ربانی مقدم

امضاء

تقدیم به پدر و مادر عزیز و مهربانم

که در سختی‌ها و دشواری‌های زندگی، همواره یاری دلسوز و فداکار و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم بوده‌اند.

امروز هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ به‌شتم رضای شما.

تقدیم به همسرم

به پاس قدردانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از سلامت و امنیت و آرامش و

آسایش برای من فراهم آورده است.

رهاوردی گران‌سنگ تر از این ارزان ندانستم تا به خاک پایتان شاکرم، باشد که حاصل تلاشم نیم کوزه غبار

حسکیتان را بزداید.

این مجموعه را به خانواده عزیزم تقدیم می‌کنم.

سپاسگزاری

در اول قدم سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونان شد و به هم نشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و نوشته چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

سپاسگزارم از پدر و مادر عزیزم که هرچه آموختم در مکتب عشق ایشان آموختم و هرچه بگوختم قطره ای از دریای بی کران مهربانیشان را سپاس توانم بگویم؛

سپاسگزارم از همسرم به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودش که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است؛

سپاسگزارم از استاد با کلمات و شایسته؛ جناب آقای دکتر علیرضا سردشتی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کلمی در این عرصه بر من دریغ نمودند و زحمت را همیانی این رساله را بر عهده گرفتند؛

با سپاس بی دریغ خدمت دوستان و همه کسانی که به نوعی مراد به انجام رساندن این مهم یاری نموده اند.

باشد که اندیشه کوچک من روزنه ای باشد هر چند ناچیز برای پیشرفت علم و دانش سرزمین اهورایم ایران.

چکیده:

کراتینین، محصول نهایی متابولیسم کراتین و کراتین فسفات، بیولیگاند مهمی می‌باشد. حضور چندین گروه الکترون دهنده در فرم تاتومری اصلی نشان دهنده‌ی ظرفیت کئوردیناسیون بالای کراتینین می‌باشد. کراتینین در شیمی بالینی به خوبی به رسمیت شناخته شده، سطح آن در سرم خون و نمونه ادرار، نشان دهنده عملکرد کلیه است.

در این کار تحقیقاتی رفتار کمپلکس مس-کراتینین با استفاده از تکنیک ولتامتری چرخه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و پارامترهای تجزیه‌ای مانند pH محلول بافر و اثر سرعت روبش در تشکیل کمپلکس آن مطالعه گردید. در $\text{pH} = 4/75$ ، کاهش پیک‌های ولتاموگرام کمپلکس به صورت خطی، وابسته به غلظت کراتینین می‌باشد که در محدوده غلظتی 1×10^{-6} تا 1×10^{-4} مولار از کراتینین خطی می‌باشد و کمترین غلظت کراتینین که تولید موج ولتامتریکی می‌کند، 6×10^{-8} مولار بدست آمد.

کلمات کلیدی: کراتینین؛ کمپلکس مس-کراتینین؛ ولتامتری چرخه‌ای

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول.....
۱	کلیات.....
۲	۱-مقدمه.....
۲	۱-۱- ساختار کراتینین.....
۴	۲-۱- کراتین.....
۴	۱-۲-۱- ساختار.....
۵	۲-۲-۱- خصوصیات کراتین.....
۶	۳-۱- کراتین فسفات.....
۶	۱-۳-۱- ساختار.....
۷	۴-۱- اندازه‌گیری کراتینین.....
۱۰	۵-۱- نمونه مورد نیاز برای ارزیابی کراتینین.....
۱۰	۶-۱- سوالاتی که معمولاً در رابطه با کراتینین مطرح می‌شود، عبارتند از:.....
۱۰	۱-۶-۱- آیا ورزش بر سطح کراتینین تاثیر می‌گذارد.....
۱۰	۲-۶-۱- رژیم غذایی چه تأثیری بر روی سطح کراتینین می‌گذارد.....
۱۰	۳-۶-۱- آیا سطح کراتینین با سن تغییر می‌کند.....
۱۱	۷-۱- فرم‌های تاتومری کراتینین.....
۱۲	۸-۱- روش‌های اندازه‌گیری کراتینین.....
۱۲	۱-۸-۱- روش ژافه.....
۱۳	۲-۸-۱- روش‌های الکتروشیمیایی.....
۱۶	۳-۸-۱- ولتامتری چرخه‌ای.....
۲۰	۱-۳-۸-۱- واکنش‌های شیمیایی همگن همراه.....
۲۱	۲-۳-۸-۱- مکانیسم EC.....
۲۲	۹-۱- فلزات سنگین.....
۲۴	۱-۹-۱- فلز مس.....
۲۴	۱-۱-۹-۱- منابع مس.....
۲۴	۲-۱-۹-۱- سمیت ترکیبات مس و راه‌های ورود آن به محیط زیست.....
۲۵	۳-۱-۹-۱- اهمیت اندازه‌گیری مس.....
۲۶	۱۰-۱- آسپارژین.....
۲۶	۱-۱۰-۱- ساختار آسپارژین (Asn).....

۲۷	فصل دوم
۲۷	۲- کمپلکس‌های کراتینین
۲۸	۲-۱- کمپلکس کراتینین
۳۴	فصل سوم
۳۴	۳- بخش تجربی
۳۵	۳-۱- دستگاهها
۳۶	۳-۲- مواد شیمیایی
۳۶	۳-۳- تهیه محلول‌ها
۳۷	۳-۴- الکترولیت پشتیبان
۳۷	۳-۵- مطالعات الکتروشیمیایی
۳۷	۳-۶- تهیه الکتروود کربن شیشه ای (GCE) فعال شده به طریق الکتروشیمیایی
۳۸	۳-۷- رفتار الکتروشیمیایی کراتینین
۳۸	۳-۸- رفتار الکتروشیمیایی مس
۳۹	۳-۹- رفتار الکتروشیمیایی آسپارژین
۴۰	۳-۱۰- ولتاموگرام محلول مس بعد از افزودن مقدار مشخص از کراتینین
۴۰	۳-۱۱- ولتاموگرام محلول مس بعد از افزودن مقدار مشخص از آسپارژین
۴۱	۳-۱۲- مقایسه رفتار ولتاموگرام محلول مس در غیاب و در حضور کراتینین
۴۲	۳-۱۳- تاثیر افزایش غلظت کراتینین بر ولتاموگرام کمپلکس مس- کراتینین
۴۳	۳-۱۴- تاثیر عوامل مختلف بر ولتاموگرام کمپلکس مس- کراتینین
۴۳	۳-۱۴-۱- بررسی اثر pH
۴۵	۳-۱۴-۲- بررسی اثر سرعت روبش
۴۶	۳-۱۵- بررسی منحنی تغییرات جریان بر حسب غلظت کراتینین در محلول مس- کراتینین
۴۷	۳-۱۶- بررسی تکرارپذیری روش
۴۹	۳-۱۷- انحراف استاندارد شاهد
۵۰	۳-۱۸- محاسبه حد تشخیص روش
۵۱	۳-۱۹- بحث
۵۱	۳-۲۰- نتیجه گیری
۵۲	مراجع

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان جدول
۳	جدول ۱-۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کراتینین
۹	جدول ۱-۲. محدوده طبیعی کراتینین در سرم خون
۹	جدول ۱-۳. مقدار دفع کراتینین در ادرار
۲۳	جدول ۱-۴. خطرات ناشی از حضور فلزات سنگین بر سلامتی انسان
۲۹	جدول ۱-۲. فرکانس کششی پیوند M-N کمپلکس $M(creat)2Cl_2$ برای Zn و Cu ، Cd ، Hg
۲۹	جدول ۲-۲. زاویه محاسبه شده برای کمپلکس $M(creat)2Cl_2$
۳۶	جدول ۱-۳. مواد شیمیایی استفاده شده در این کار تحقیقاتی
۱۰	جدول ۲-۳. اختلاف جریان پیک برای ۵ بار اندازه‌گیری همزمان کمپلکس مس- کراتینین با غلظت‌های 10^{-5} و $5/8 \times 10^{-5}$ مولار کراتینین، 1×10^{-5} مولار مس و 1×10^{-5} مولار آسپارژین، در بافر استاتی با $pH=4/75$ و سرعت روبش ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه
۴۸	جدول ۳-۳. مقادیر مربوط به \bar{x} ، S و RSD مربوط به ۵ بار اندازه‌گیری همزمان کمپلکس مس- کراتینین با غلظت‌های $5/8 \times 10^{-5}$ مولار کراتینین، 1×10^{-5} مولار مس و 1×10^{-5} مولار آسپارژین، در بافر استاتی با $pH=4/75$ و سرعت روبش ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه
۴۹	جدول ۳-۴. نتایج بدست آمده شدت جریان ۷ نمونه فاقد کراتینین و مس، توسط ولتامتری چرخه‌ای با سرعت روبش ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه و محاسبه انحراف استاندارد شاهد
۵۰	

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱. مکانیسم تولید کراتینین از کراتین و کراتین فسفات	۲
شکل ۱-۲. ساختار شیمیایی کراتینین	۳
شکل ۱-۳. مکانیسم تولید کراتین از آرژنین و گلیسین	۴
شکل ۱-۴. ساختار شیمیایی کراتین	۵
شکل ۱-۵. ساختار شیمیایی کراتین فسفات	۶
شکل ۱-۶. تبادلات آنزیمی بین کراتین و کراتین فسفات	۷
شکل ۱-۷. فرم‌های تاتومری کراتینین	۱۱
شکل ۱-۸. ساختار مولکولی فرم‌های تاتومری کراتینین	۱۱
شکل ۱-۹. واکنش کراتینین با پیکریک اسید در محیط قلیایی	۱۲
شکل ۱-۱۰. ولتاموگرام‌های سیستم‌های برگشت پذیر ، شبه برگشت پذیر و برگشت نا پذیر	۱۷
شکل ۱-۱۱. نمودار وابستگی چگالی جریان دماغه به جذر سرعت روبش که نشان دهنده انتقال از رفتار برگشت پذیر به برگشت ناپذیر با افزایش سرعت روبش	۲۰
شکل ۱-۱۲. ساختار شیمیایی آسپارژین	۲۶
شکل ۲-۱. طرحی از ساختار بهینه و عدد اتمی کمپلکس $M(creat)2Cl_2$	۳۰
شکل ۲-۲. طیف مادون قرمز میانه کراتینین جامد در ناحیه 4000 تا 500 cm^{-1}	۳۰
شکل ۲-۳. طیف مادون قرمز دور کراتینین جامد در ناحیه 400 تا 50 cm^{-1}	۳۱
شکل ۲-۴. طیف FT-IR کمپلکس $Zn(creat)2Cl_2$ در ناحیه 4000 تا 500 cm^{-1}	۳۱
شکل ۲-۵. طیف FT-IR کمپلکس $Zn(creat)2Br_2$ را در ناحیه 4000 تا 500 cm^{-1}	۳۲
شکل ۲-۶. طیف FT-IR creatinine ، $Zn(creat)2Cl_2$ و $Zn(creat)2Br_2$ را در ناحیه 400 تا 50 cm^{-1}	۳۳
شکل ۳-۱. شمائی از سل الکتروشیمیایی مورد استفاده که در آن RE نشان دهنده الکتروود مرجع ، WE نشان دهنده الکتروود کار و AE نشان دهنده الکتروود کمکی می باشد	۳۵
شکل ۳-۲. ولتاموگرام چرخه‌ای کراتینین با غلظت 10^{-5} مولار در بافر استاتی ($pH=4/75$) و پتاسیم پرکلرات و پرکلریک اسید هر دو با غلظت $0/1$ مولار به عنوان الکتروولیت پشتیبان، در سرعت روبش 100 میلی ولت بر ثانیه با الکتروود کربن شیشه‌ای	۳۸
شکل ۳-۳. ولتاموگرام چرخه‌ای مس با غلظت 10^{-5} مولار در بافر استاتی ($pH=4/75$) و پتاسیم پرکلرات و پرکلریک اسید هر دو با غلظت $0/1$ مولار به عنوان الکتروولیت پشتیبان، در سرعت روبش 100 میلی ولت بر ثانیه با الکتروود کربن شیشه‌ای	۳۹
شکل ۳-۴. ولتاموگرام چرخه‌ای آسپارژین با غلظت 10^{-5} مولار در بافر استاتی ($pH=4/75$) و پتاسیم پرکلرات و پرکلریک اسید هر دو با غلظت $0/1$ مولار بعنوان الکتروولیت پشتیبان، در سرعت روبش 100 میلی ولت بر ثانیه با الکتروود کربن شیشه‌ای	۳۹

شکل ۳-۵. ولتاموگرام چرخه‌ای (a) محلول مس با غلظت 1×10^{-5} مولار و (b) محلول مس بعد از افزودن کراتینین با غلظت $5/8 \times 10^{-5}$ مولار در بافر استاتی (pH=۴/۷۵) و پتاسیم پرکلرات و اسید پرکلرات هر دو با غلظت ۰/۱ مولار بعنوان الکترولیت پشتیبان، در سرعت روبش ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه با الکتروده کربن شیشه‌ای ۴۰

شکل ۳-۶. ولتاموگرام چرخه‌ای (a) مس با غلظت 1×10^{-5} مولار و (b) مس بعد از افزودن آسپارژین با غلظت 1×10^{-5} مولار در بافر استاتی (pH=۴/۷۵) و پتاسیم پرکلرات و پرکلریک اسید هر دو با غلظت ۰/۱ مولار بعنوان الکترولیت پشتیبان، در سرعت روبش ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه با الکتروده کربن شیشه‌ای ۴۱

شکل ۳-۷. ولتاموگرام چرخه‌ای (a) مس و آسپارژین با غلظت 1×10^{-5} مولار در غیاب کراتینین و (b) مس و آسپارژین با غلظت 1×10^{-5} مولار در حضور کراتینین با غلظت $5/8 \times 10^{-5}$ مولار و تشکیل کمپلکس مس-کراتینین، در بافر استاتی (pH=۴/۷۵) و پتاسیم پرکلرات و پرکلریک اسید هر دو با غلظت ۰/۱ مولار بعنوان الکترولیت پشتیبان، در سرعت روبش ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه با الکتروده کربن شیشه‌ای ۴۲

شکل ۳-۸. ولتاموگرام چرخه‌ای کمپلکس مس-کراتینین در بافر استاتی (pH=۴/۷۵) و پتاسیم پرکلرات و پرکلریک اسید هر دو با غلظت ۰/۱ مولار بعنوان الکترولیت پشتیبان، در سرعت روبش ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه و با غلظت های (a) $5/8 \times 10^{-5}$ (b) $6/8 \times 10^{-5}$ (c) $8/8 \times 10^{-5}$ مولار کراتینین ۴۳

شکل ۳-۹. ولتاموگرام‌های چرخه‌ای کمپلکس مس-کراتینین در سرعت روبش ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه در pH های (a) ۳/۷۵، (b) ۴/۷۵، (c) ۵/۷۵ ۴۴

شکل ۳-۱۰. ولتاموگرام‌های چرخه‌ای کمپلکس مس-کراتینین در در بافر استاتی (pH=۴/۷۵) و پتاسیم پرکلرات و پرکلریک اسید هر دو با غلظت ۰/۱ مولار بعنوان الکترولیت پشتیبان در سرعت‌های روبش (a) ۱۰، (b) ۵۰، (c) ۱۰۰، (d) ۱۵۰، (e) ۲۰۰، (f) ۳۰۰ میلی ولت بر ثانیه ۴۵

شکل ۳-۱۱. ولتاموگرام چرخه‌ای کمپلکس مس-کراتینین در pH=۴/۷۵ و سرعت روبش ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه در دامنه غلظتی (a) 1×10^{-6} ، (b) 1×10^{-5} ، (c) $3/5 \times 10^{-5}$ ، (d) $4/8 \times 10^{-5}$ ، (e) 1×10^{-5} ، (f) $5/8$ ، (g) $7/8 \times 10^{-5}$ مولار کراتینین ۴۶

شکل ۳-۱۲. ولتاموگرام چرخه‌ای پنج اندازه‌گیری مربوط به محلول کمپلکس مس-کراتینین با غلظت‌های $5/8 \times 10^{-5}$ مولار کراتینین، 1×10^{-5} مولار مس و 1×10^{-5} مولار آسپارژین در بافر استاتی pH= ۴/۷۵ و پتاسیم پرکلرات و پرکلریک اسید بعنوان الکترولیت پشتیبان در سرعت روبش ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه ۴۸

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان نمودار
۴۴	نمودار ۳-۱. تغییرات شدت جریان در تشکیل کمپلکس مس- کراتینین بر حسب pH در pH های ۳/۷۵ تا ۵/۷۵
۴۷	نمودار ۳-۲. تغییرات جریان بر حسب غلظت کراتینین در pH= ۴/۷۵ در دامنه غلظتی 1×10^{-6} تا 1×10^{-4} میکرومولار در محلول مس- کراتینین

فهرست علائم

نشانه	علامت
کراتینین	Crn
کراتین	Cr
کراتین فسفات	Cp
فسفوکراتین	Pcr
گلیسین	Gly
آرژنین	Arg
آسپارژین	Asn
ولتامتری چرخه ای	CV
الکتروود کربن شیشه ای	GCE
نانومتر	nm
میکروآمپر	μA
انحراف استاندارد شاهد	S_{bk}
شیب منحنی کالیبراسیون	m

فصل اول

کلیات

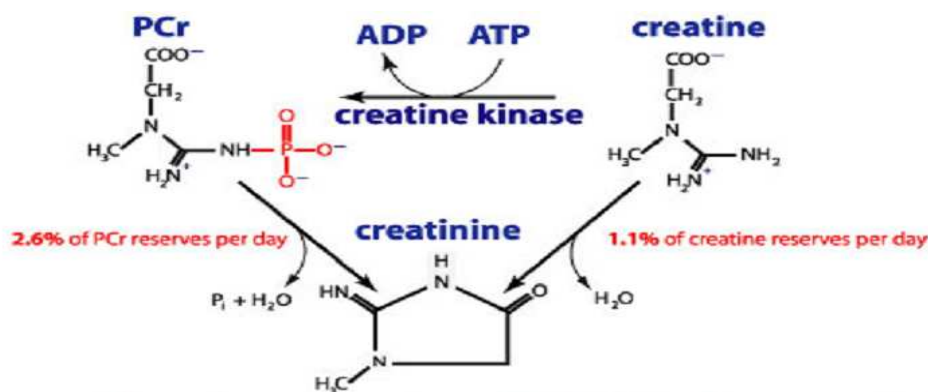
۱- مقدمه

بدن انسان مانند یک ماشین بسیار پیچیده از خود نشانه‌هایی بروز می‌دهد که تجزیه و تحلیل هر یک از آنها می‌تواند منجر به تشخیص نارسایی‌ها و مشکلات بوجود آمده در آن گردد تا زمینه لازم برای مداوا فراهم شود و این تشخیص‌ها فوق العاده حائز اهمیت هستند. یکی از اعضای حساس و مهم بدن کلیه‌ها هستند که اگر در عملکرد آنها اختلالی ایجاد شود برآستی زندگی شخص مختل می‌شود. فاکتورهای متعددی در ادرار وجود دارد که یکی از آنها میزان کراتینین^۱ ادرار است.

هدف از اجرای این پروژه بررسی تشکیل کمپلکس مس- کراتینین با تکنیک ولتامتری چرخه‌ای^۲ می‌باشد.

۱-۱- ساختار کراتینین (Crn)

کراتینین ترکیبی با فرمول بسته $C_4H_7N_3O$ که نام آیوپاک آن (۲-آمینو-۱-متیل-۵H-ایمیدازول-۴-اون) است. یک ماده شیمیایی دفعی است که از شکسته شدن پیوند دریک محیط بیولوژیکی شامل کراتین^۳، فسفوکراتین^۴ (که با نام کراتین فسفات^۵ می‌شناسیم) و ATP^۶ (تامین کننده فوری انرژی بدن) تولید می‌شود [۱]. مکانیسم تولید کراتینین از کراتین و کراتین فسفات در شکل ۱-۱ آورده شده است.



شکل ۱-۱. مکانیسم تولید کراتینین از کراتین و کراتین فسفات

¹ creatinine

² Cyclic voltammetry

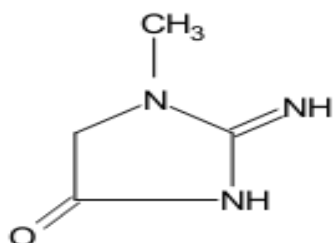
³ creatine

⁴ phosphocreatine

⁵ Creatine phosphate

⁶ Adenosine three phosphate

کراتینین اولین بار در سال ۱۸۸۵ توسط ایوان هرباس زوسکی^۱ در محیط مصنوعی سنتز شد [۲]. ساختار کراتینین در شکل ۱-۲ آورده شده است.



شکل ۱-۲. ساختار شیمیایی کراتینین

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کراتینین در جدول ۱-۱ آورده شده است.

جدول ۱-۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کراتینین

$C_4H_7N_3O$	فرمول مولکولی
۱۱۳/۱۲g/mol	جرم مولی
کریستالهای سفید	ظاهر
1.09 g cm^{-3}	دانسیته
$30.0 \text{ }^\circ\text{C}$	نقطه ذوب
۱۲/۳۰۹	اسیدیته (pK_a)
۱/۶۸۸	بازیته (pK_b)

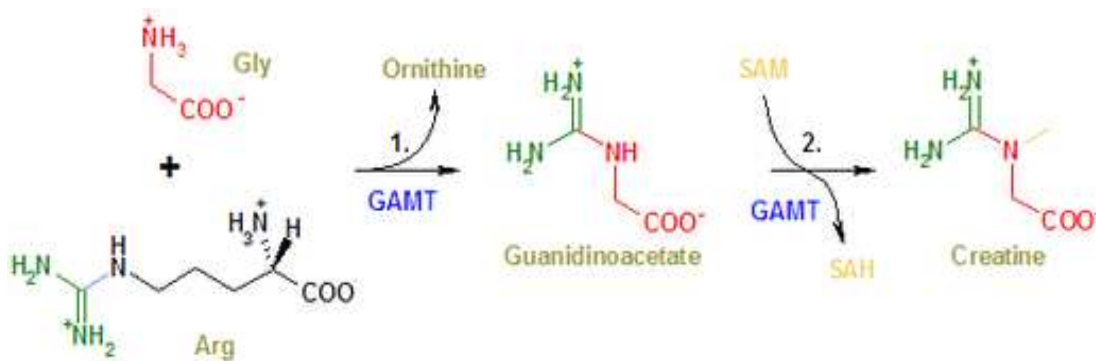
¹ Ivan Horbaczewski

۲-۱- کراتین (Cr)

۱-۲-۱- ساختار

کراتین ترکیبی با فرمول بسته $C_4H_9N_3O_2$ که نام آیوپاک آن ۲- [کربامیدول (متیل) آمینو] استیک اسید است. اولین بار در سال ۱۸۳۲ توسط دانشمند فرانسوی به نام چورل^۱ شناخته شده و از کلمه یونانی کریس^۲ که برای گوشت به کار می‌رفته، گرفته شده است [۳]. کراتین ترکیب ذخیره‌ای فسفات با انرژی زیاد می‌باشد که برای متابولیسم عضلانی اهمیت دارد. کراتین عمدتاً در کبد از آرژنین^۳، گلیسین^۴ و متیونین^۵ ساخته می‌شود. سپس وارد گردش خون می‌شود تا به طور وسیع پخش شده، خصوصاً به سلولهای عضلانی که حدود ۹۸٪ کل منبع کراتین بدن را دارند، برسد [۴]. در عضله کراتین به فسفوکراتین تبدیل می‌شود که به عنوان منبع انرژی زیاد عمل می‌کند. در شرایط فیزیولوژیک کراتین به طور خود به خود آب از دست داده و به فرم آمید حلقوی کراتینین تبدیل می‌شود [۵].

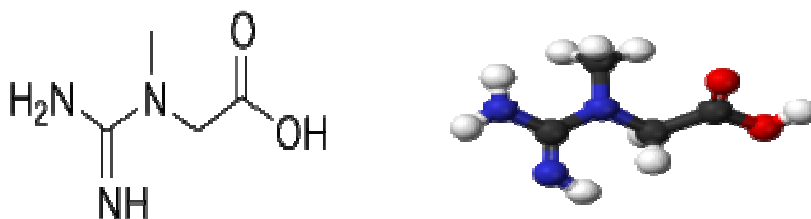
مکانیسم تولید کراتین از آرژنین و گلیسین در شکل ۳-۱ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱. مکانیسم تولید کراتین از آرژنین و گلیسین

¹ Chevrueil
² kreas
³ Arginine
⁴ Glycine
⁵ Methionine

ساختار کراتین در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱. ساختار شیمیایی کراتین

۲-۲-۱- خصوصیات کراتین [۶-۹]

- ❖ یک پروتئین سنتز شده است که در بسیاری از موجودات زنده یک عنصر ساختاری است.
- ❖ بهترین نمونه‌ی پروتئین فیبری است.
- ❖ کراتین در آب نامحلول است و می‌توان آن را در پوست برخی از حیوانات، از جمله پستانداران پیدا کرد.
- ❖ مولکول کراتین مارپیچ و لیفی است، به دور مولکول‌های دیگر کراتین می‌پیچد و سبب تولید رشته‌های کراتین می‌شود.
- ❖ این پروتئین حاوی میزان بالایی از اسیدهای آمینه حاوی گوگرد، (اغلب سیستئین^۱) می‌باشند، که به صورت پیوندهای دی سولفیدی میان مولکول‌ها عمل کرده و سبب استقامت آنها می‌شوند. بیشتر از ۱۴ درصد موی انسان از سیستئین تشکیل شده است.
- ❖ دو نوع کراتین اصلی وجود دارد. آلفا کراتین و بتا کراتین. اولی مربوط به پستانداران و دومی مربوط به خزندگان و پرندگان. دومی از اولی قوی‌تر است.
- ❖ آلفا کراتین پستانداران به دو دسته تقسیم می‌شود یکی سیتوکراتین^۲ و دیگری اگزوکراتین^۳. اگزوکراتین در مو دیده می‌شود و می‌تواند اسیدی باشد یا بازی و خنثی.

¹ Cysteine

² Creatine

³ Exocreatine

- ❖ در پستانداران ناخن و مواز کراتین ساخته شده است.
- ❖ برخی از حشرات، مانند بیدها، قادر به هضم کراتین می باشند.
- ❖ کراتین در متابولیسم عضلات اهمیت فراوانی دارد، زیرا از طریق سنتز فسفوکراتین؛ ملکول پرنرژی ایجاد می نماید.

۳-۱- کراتین فسفات (Cp)

۱-۳-۱- ساختار

فسفوکراتین (PCr) که با نام کراتین فسفات می شناسیم، ترکیبی با فرمول بسته $C_4H_{10}N_3O_5P$ که نام آیوپاک آن N- متیل -N- (فسفونوکربامیدول) گلايسين است [۱۰]. یک مولکول کراتین فسفریله شده است که به عنوان یک ذخیره کننده فسفات پرنرژی در عضله اسکلتی و مغز عمل می کند. کراتین فسفات در کبد سنتز شده و سپس از طریق جریان خون برای ذخیره سازی به سلول های ماهیچه ای انتقال می یابد. در زمانیکه بدن فعالیت شدید داشته باشد (مثلاً در حین ورزش کردن) و نیاز به انرژی دارد کراتین فسفات یک گروه فسفات به ADP^1 می دهد و ATP تشکیل می شود. در مقابل زمانیکه بدن نیاز به انرژی زیاد ندارد کراتین تبدیل به کراتین فسفات شده و انرژی در ماهیچه ها ذخیره می گردد تا در زمان نیاز آزاد گردد [۱۱].

کراتین فسفات توسط گریس^۲ و فیلیپ اگلتن^۳ [۱۲،۱۳] در دانشگاه کمبریج [۱۴] و به طور جداگانه توسط سیروس فیسک^۵ دانشکده پزشکی هاروارد [۱۵] در سال ۱۹۲۷ گزارش شد.

ساختار کراتین فسفات در شکل ۱-۵ نشان داده شده است.



شکل ۱-۵. ساختار شیمیایی کراتین فسفات

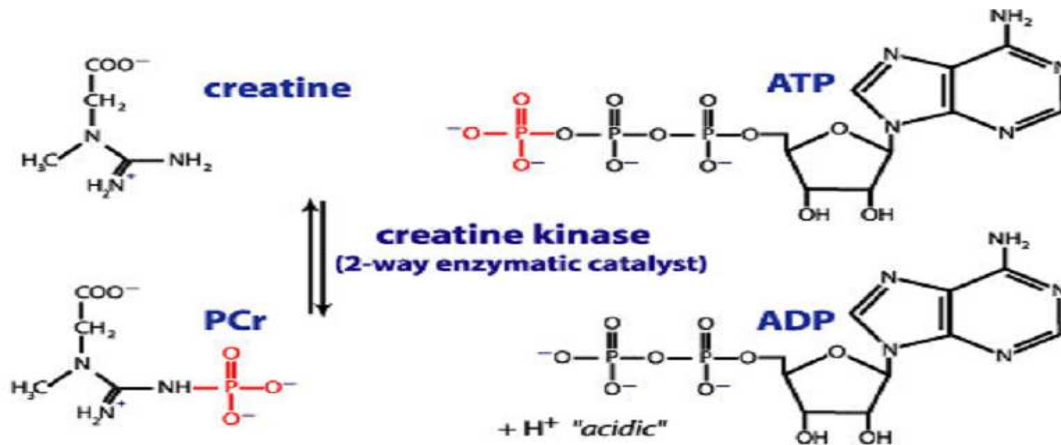
¹ Adenosine di phosphate

² Grace

³ Philip Eggleton

میزان تشکیل کراتینین از کراتین فسفات دو برابر میزان تشکیل کراتینین از کراتین می‌باشد.

تبادلات آنزیمی بین کراتین و کراتین فسفات در شکل ۱-۶ نشان داده شده است .



شکل ۱-۶ . تبادلات آنزیمی بین کراتین و کراتین فسفات

۱-۴- اندازه‌گیری کراتینین

کراتینین از کراتین که منشاء عمده تولید انرژی در عضله است، مشتق می‌گردد. روزانه تقریباً ۲ درصد کراتین بدن به کراتینین تبدیل می‌شود و سپس با جریان خون به کلیه‌ها می‌رود. کلیه‌ها اغلب کراتینین را فیلتر کرده و آن را با ادرار دفع می‌کنند. از آنجایی که توده ماهیچه‌ای بدن معمولاً ثابت است، میزان دفع کراتینین نیز در محدوده مشخصی قرار دارد. کلیه‌ها میزان کراتینین خون را در محدوده نرمال ثابت نگه می‌دارند، بنابراین میزان دفعی کراتینین شاخص خوبی برای ارزیابی عملکرد کلیه‌هاست. اگر کلیه‌ها به هر دلیلی دچار مشکل شوند، کراتینین در خون بالا می‌رود، چون کلیه‌ها قادر نبوده‌اند عمل پاکسازی را به درستی و کامل انجام دهند؛ بنابراین در صورت افزایش کراتینین احتمال عارضه کلیوی باید مدنظر قرار گیرد و به همین دلیل است که در آزمایشات استاندارد همیشه سطح آن در خون ارزیابی می‌شود. هرگاه عملکرد کلیه‌ها کاهش پیدا کند مثلاً در مواردی که یکی از کلیه‌ها از بدن خارج می‌شود تا به یکی از اعضای خانواده اهداء شود سطح کراتینین افزایش می‌یابد. مقدار معمول آن در بزرگسالان ۱ است، در اطفال که عضلات کمتری دارند این میزان باید ۰/۲