

۱۳۳۱

وزارت فرهنگت و ارشاد ملی ایران
توسط وزارت

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

۳۳۹۹۳



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده علوم پزشکی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد هماتولوژی

بررسی اثرات احتمالی میتوژنیک و سیتوتوکسیک عنصر روی (Zinc)
بر روی سلولهای بدخیم (رده لنفوئیدی) Raji و Molt-4

نگارش:

حسن تکمه داشی

۱۳۸۱ / ۵ / ۲۰

استاد راهنما:

دکتر فرزانه اوسطی آشتیانی

استاد مشاور:

دکتر علی اکبر پور فتح اله

رزان اطفاغات در آمل همایون
تسبیح در آمل

بهار ۱۳۸۱

۵ ۶ ۷ ۸ ۹

«فرم تأییدیه اعضای هیأت داوران مندرج در پایان نامه کارشناسی ارشد»

بدینوسیله پایان نامه کارشناسی ارشد آقای حسن تکمه دashi

گرایش:

رشته: هماتولوژی

تقدیم می شود. اینجانبان نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی بررسی و تأیید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می کنیم.

نام و نام خانوادگی و امضاء اعضای هیأت داوران:

سرکار خانم دکتر فرزانه اوسطی آشتیانی (استاد راهنما)

جناب آقای دکتر علی اکبر پورفتح اله (استاد مشاور)

جناب آقای دکتر حسین مزدارانی (استاد ناظر و نماینده شورای تحصیلات تکمیلی)

جناب آقای دکتر فرهاد ذاکر (استاد ناظر)

مرکز تخصصی آمار علمی ایران
تهران

آیین نامه چاپ نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند.

ماده از : در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مرکز نشر دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند.
کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته خون شناسی است که در سال ۱۳۸۱ در دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم دکتر اوسطی آشتیانی و مشاوره جناب آقای دکتر علی اکبر پور فتح ا. از آن دفاع شده است.

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های نشریات دانشگاه تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به مرکز نشر دانشگاه اهدا کند دانشگاه می تواند ما زاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

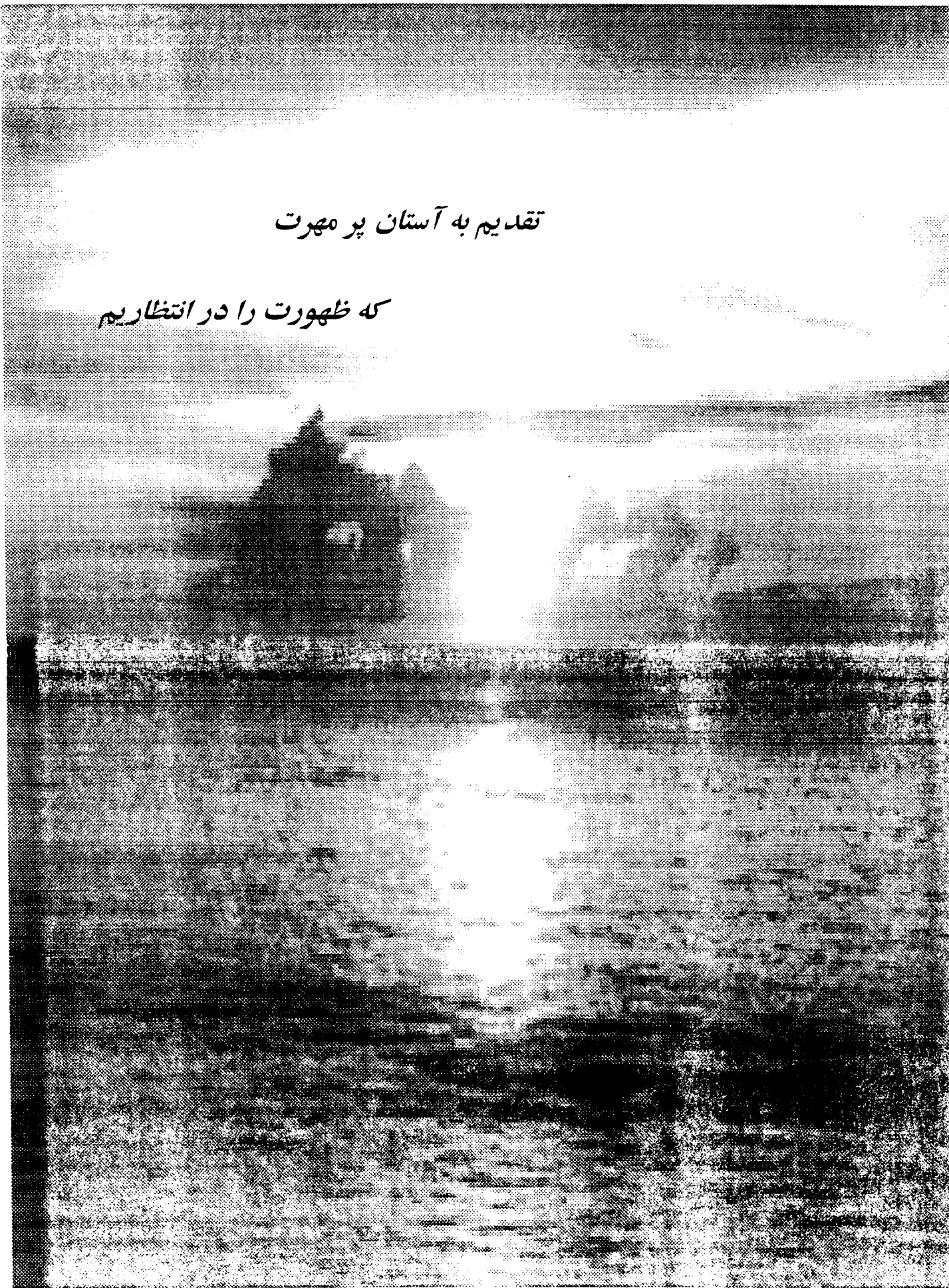
ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را بعنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصل کند، بعلاوه به دانشگاه حق دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش تأمین نماید.

ماده ۶: اینجانب حسن تکمه داشی دانشجوی رشته هماتولوژی مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

تقدیم به آستان پر مهرت

که ظهورت را در انتظاریم



تقدیر و تشکر

سپاس خداوندی را که انسان را آفرید و به او قوه اندیشیدن عطا کرد تا در زمینه پدیده های جهان کاوش نماید. وظیفه خود می دانم که از زحمات استاد راهنمای محترم سرکار خانم دکتر آشتیانی و استاتید مشاور جناب آقای دکتر علی اکبر پورفتح اله و آقای مسعود سلیمانی تشکر و قدردانی کنم. بدون شک اگر راهنمائیهای این بزرگواران نمی بود انجام این پایان نامه برای حقیر ممکن نمی شد.

از پدر و مادر عزیزم که در طول تحصیل همواره مشوق اینجانب بوده اند کمال تشکر را دارم و از سایر دوستان و آشنایان که در انجام این پایان نامه مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی می نمایم. از گروه هماتولوژی : سرکار خانم دکتر فاطمه نادعلی و خانم اصغری و آقایان کاویانی، اکبری، سعادتیان، اردستانی، کیانی، موثق پور و از سایر گروهها: خانم افشار (کارشناس بخش بیوشیمی)، بخش ایمنی شناسی، قارچ شناسی، بیوتکنولوژی، و....

از انجمن تندرستی ایران
سید مراد

چکیده فارسی

با توجه به نقش مهم عنصر Zinc در ساختار و عملکرد بسیاری از آنزیمها و پروتئینهای شرکت کننده در اعمال بیولوژیکی بخصوص در حفظ و تعادل سیستم ایمنی و نیز اثرات شناخته شده کمبود Zn در بروز بسیاری از بیماریها، مطالعه موجود به منظور بررسی اثرات احتمالی میتوزنتیک و توکسیته عنصر مذکور بر رده های لنفوتیدی (Raji) B و (Molt-4) T در شرایط آزمایشگاهی انجام گرفت. بدین منظور رده های سلولی مذکور در شرایط آزمایشگاهی یکسان در مجاورت غلظت های مختلفی از Zn در زمانهای مختلف (۱۲ تا ۷۲ ساعت) انکوباسیون قرار گرفته و سپس با استفاده از تستهای رنگ آمیزی فلورسانس و بررسی مورفولوژی سلولها با استفاده از رنگ آمیزی رایت - گیمسا، آزمایش تریپان بلووسنجش MTT مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج آنالیز آماری با استفاده از برنامه نرم افزار Spss (آزمون آنالیز واریانس و آزمون دانت) نشان داد که در شرایط آزمایشگاهی هر دو رده سلولی مورد مطالعه نسبت به غلظت های متفاوت Zn ($0.01 \mu m$ تا $500 \mu m$)، پاسخهای بسیار مشابهی دارند.

در بررسی Viability تکثیر سلولی و تغییرات مورفولوژیکی سلولهای گروه آزمون در غلظت های $0.01 \mu m$ تا $100 \mu m$ در تمام ساعات مورد مطالعه (۱۲ تا ۷۲ ساعت) اختلاف معنی داری بین گروه آزمون و گروه شاهد دیده نشد، بطوریکه در هر دو گروه آزمون و شاهد Viability، بالای ۹۰٪ بود. اما در ارتباط با تکثیر سلولی تعداد سلولهای گروه آزمون Molt-4 در غلظت های $0.01 \mu m$ و $0.05 \mu m$ عنصر Zn، بمیزان ۵۰٪ نسبت به گروه شاهد Molt-4 افزایش نشان داد. در صورتیکه در غلظت های $200 \mu m$ تا $500 \mu m$ بعد از ۱۲ ساعت انکوباسیون، Viability سلولها بین ۷۰ - ۸۵٪ و بعد از ۲۴ ساعت به کمتر از ۵۰٪ کاهش یافت.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که Zn در غلظت های $0.01 \mu m$ و $0.05 \mu m$ در زمانهای انکوباسیون ۱۲ و ۲۴ ساعت بر روی رده سلولی Molt-4 خاصیت میتوزنتیک نشان داد. این شرایط در رده سلولی Raji مشاهده نشد. از طرف دیگر Zn در غلظت های بالای $100 \mu m$ خاصیت Toxicity داشته و با افزایش غلظت و زمان انکوباسیون بر شدت Toxicity در هر دو رده سلولی افزوده شد. کلمات کلیدی: عنصر روی (Zinc)، Viability، سلول Raji، سلول Molt-4، تکثیر سلولی، مرگ سلولی.

| صفحه | عنوان |
|---------|---|
| ۱..... | فصل اول : مقدمه |
| ۲..... | ۱-۱. کلیات عناصر کمیاب (Trace-Elements): |
| ۳..... | ۱-۲. تاریخچه و معرفی خواص فیزیکوشیمیایی روی (Zn): |
| ۳..... | ۱-۲-۱. تداخل Zn و آهن: |
| ۵..... | ۱-۲-۲. تداخل Zn و مس: |
| ۶..... | ۱-۳. متابولیسم و بیولوژی سلولی Zn: |
| ۶..... | ۱-۳-۱. مکانیسم جذب: |
| ۸..... | ۱-۳-۲. مکانیسم انتقال: |
| ۹..... | ۱-۳-۳. مکانیسم دفع: |
| ۱۱..... | ۱-۳-۴. بیولوژی سلولی Zn: |
| ۱۳..... | فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده |
| ۱۴..... | ۱-۲. مروری بر مطالعات انجام شده: نقش و اهمیت Zn در سیستمهای بیولوژیک |
| ۱۵..... | ۲-۲. نقشهای متعدد Zn در حفظ سلامتی انسان: |
| ۱۵..... | ۲-۲-۱. نقش Zn در متالوآنزیمها |
| ۱۷..... | ۲-۲-۲. نقش Zn در متالوتایونین (MT): |
| ۱۷..... | ۲-۲-۳. نقش Zn در متابولیسم اسیدهای نوکلئیک: |
| ۱۸..... | ۲-۲-۴. نقش Zn در پروتئینها و سلولهای موجود در خون |
| ۱۹..... | ۲-۲-۵. سایر نقشهای Zn در حفظ سلامتی انسان: |
| ۲۰..... | ۲-۳. مسمومیت باروی (Zn): |
| ۲۰..... | ۲-۴. کمبود Zn - اتیولوژی و مکانیسم آن: |
| ۲۲..... | ۲-۴-۱. تشخیص کمبود Zn: از روشهای زیر میتوان در تشخیص کمبود Zn استفاده نمود. |
| ۲۵..... | ۲-۵. کاربردهای درمانی ترکیبات حاوی Zn: |
| ۲۷..... | ۲-۶. مروری بر مطالعات انجام شده: نقش و اهمیت Zn در سیستم ایمنی |
| ۲۹..... | ۲-۶-۱. نقش Zn در پاسخهای ایمنی غیراختصاصی: |
| ۳۰..... | ۲-۶-۲. نقش Zn در تکامل و عملکرد سلولهای T (ایمنی اختصاصی): |
| ۳۳..... | ۲-۶-۳. تأثیر مستقیم Zn بر روی سلولهای منونوکلئرخون محیطی: |
| ۳۳..... | ۲-۶-۴. واکنش Zn با محرکهای سیستم ایمنی (Immuno Stimulants): |

| | |
|----|---|
| ۳۵ | ۵-۶-۲. تیمولین و Zn:..... |
| ۳۵ | Zn.۷-۲ و آپوپتوزیس: |
| ۳۶ | Zn.۱-۷-۲ و مهار آپوپتوزیس:..... |
| ۳۷ | آپوپتوزیس در تیموسیت‌ها:..... |
| ۳۸ | آپوپتوزیس دیگر سلولهای لنفوئیدی: |
| ۳۸ | آپوپتوزیس سلولهای تومورال:..... |
| ۴۰ | ۸-۲-مروری بر مطالعات انجام شده: نقش عنصر (Zn) بر روی سلولهای بدخیم خونی در Invitro..... |
| ۴۱ | ۱-۸-۲. نوع مرگ سلولی تحت شرایط عدم حضور Zn:..... |
| ۴۳ | ۹-۲-هدف از انجام این مطالعه: |
| ۴۴ | فصل سوم: مواد و روشها..... |
| ۴۵ | ۱-۳- ابزار و مواد مورد نیاز..... |
| ۴۵ | ۱-۱-۳- ابزار مورد نیاز:..... |
| ۴۶ | ۲-۱-۳- مواد مورد نیاز: |
| ۴۸ | ۲-۳- آماده کردن محلولها و بافرها:..... |
| ۴۸ | ۱-۲-۳- طرز تهیه بافر نمکی PBS. ۰/۱۵ مولار - PH:۷/۲..... |
| ۴۸ | ۲-۲-۳- طرز تهیه محلول محیط کشت RPMI-1640:..... |
| ۵۰ | ۳-۲-۳- طرز تهیه محلول اسید سولفوکرومیک..... |
| ۵۱ | ۴-۲-۳- طرز تهیه محلول رنگ رایت - گیمسا:..... |
| ۵۲ | ۵-۲-۳- طرز تهیه محلول اصلی کلرید روی (ZnCl ₂):..... |
| ۵۳ | ۶-۲-۳- طرز تهیه محلول اصلی سولفات روی (II):..... |
| ۵۳ | ۷-۲-۳- طرز تهیه محلول رنگ تریپان بلو - (W/V) ۰/۴ (%):..... |
| ۵۴ | ۳-۳- مشخصات سلولهای MOLT-4 و RAJI و روش انجماد و ذوب کردن آنها: ... |
| ۵۴ | ۱-۳-۳- رده سلولی T (MOLT-4): خریداری شده از انستیتو پاستور ایران..... |
| ۵۵ | ۲-۳-۳- رده سلولی B (RAJI): خریداری شده از انستیتو پاستور ایران:..... |
| ۵۶ | ۳-۳-۳- روش انجماد کردن سلولها:..... |
| ۵۷ | ۴-۳-۳- روش ذوب کردن سلولها:..... |
| ۵۷ | ۴-۳- روش کار:..... |
| ۵۹ | ۱-۴-۳- آزمایش تریپان بلو:..... |
| ۶۰ | ۲-۴-۳- سنجش Viability با M.T.T:..... |

| | |
|-----|--|
| ۶۴ | ۳-۴-۳. بررسی تکثیر سلولهای Raji , Molt-4 با MTT |
| ۶۸ | ۳-۴-۴. بررسی مورفولوژی سلولی با روش رنگ آمیزی رایت گیمسا: |
| ۶۸ | ۳-۴-۵. رنگ آمیزی اتیدیوم بروماید و آکریدین اورنج |
| ۷۰ | فصل چهارم: نتایج |
| | ۴-۱. بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف Zinc بر روی میزان Viability سلولهای بدخیم Raji و Molt-4i در فواصل زمانی ۱۲ تا ۷۲ ساعت Trypanblue dye exclusion |
| ۷۱ | ۴-۲. بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف Zn بر میزان Viability سلول‌های بدخیم Molt-4 و Raji در زمانهای انکوباسیون مختلف (M.T.T assay)..... |
| ۷۴ | ۴-۳. بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف Zn بر میزان Viability سلول‌های بدخیم Molt-4 و Raji در فواصل زمانی مختلف (رنگ آمیزی اتیدیوم بروماید و آکریدین اورنج)..... |
| ۸۰ | ۴-۴. بررسی تأثیر غلظت‌های متفاوت Zn بر مورفولوژی سلول‌های بدخیم Molt-4 و Raji در زمان‌های انکوباسیون (رنگ آمیزی رایت - گیمسا): .. |
| ۸۴ | ۴-۵. نتایج بررسی تکثیر سلول‌های بدخیم Molt-4 و Raji در حضور غلظت‌های مختلف Zn و در فواصل زمانی (M.T.T assay) .. |
| ۹۳ | فصل پنجم: نتیجه گیری ، بحث ، پیشنهادات |
| ۹۷ | ۵-۱. بحث و نتیجه گیری |
| ۹۸ | ۵-۲. پیشنهادات: |
| ۱۰۵ | منابع: |
| ۱۰۶ | |

فهرست جداول

| صفحه | عنوان |
|---------|---|
| ۹..... | جدول ۱-۱. مقادیر Zn در ارگانهای مختلف بدن ... |
| ۱۰..... | جدول ۱-۲. منابع غذایی Zn (mg/100g) |
| ۱۱..... | جدول ۱-۳. مقادیر توصیه شده روزانه (Zn) برای سنین مختلف (mg/day) |
| ۱۸..... | جدول ۱-۲. نقش Zn در تعدادی از پروتئینهای حاوی (Zinc-finger-motif) ... |
| ۲۳..... | جدول ۲-۲. پارامترهای ایمنولوژیکی که در شرایط کمبود Zn کاهش می یابند..... |
| ۲۶..... | جدول ۲-۳. چند مورد از بیماریهای که میتوان از Zn در درمان آنها استفاده نمود..... |
| ۵۵..... | جدول ۱-۳. مشخصات سلولهای Molt-4 گرفته شده از ATCC |
| ۵۵..... | جدول ۲-۳. مشخصات سلولهای Raji گرفته شده از ATCC ... |
| ۷۱..... | جدول ۱-۴-۱ ساعت ۱۲ / Molt-4 |
| ۷۱..... | جدول ۱-۴-۲ ساعت ۲۴ / Molt-4 |
| ۷۲..... | جدول ۱-۴-۳ ساعت ۳۶ / Molt-4 |
| ۷۲..... | جدول ۱-۴-۴ ساعت ۴۸ / Molt-4 |
| ۷۲..... | جدول ۱-۴-۵ ساعت ۶۰ / Molt-4 |
| ۷۲..... | جدول ۱-۴-۶ ساعت ۷۲ / Molt-4 |
| ۷۷..... | جدول ۱-۴-۱ ساعت ۱۲ / سلول Raji |
| ۷۷..... | جدول ۲-۴-۲ ساعت ۲۴ / سلول Raji |
| ۷۸..... | جدول ۲-۴-۳ ساعت ۳۶ / سلول Raji |
| ۷۸..... | جدول ۲-۴-۵ ساعت ۶۰ / سلول Raji |
| ۷۸..... | جدول ۲-۴-۶ ساعت ۷۲ / سلول Raji |
| ۸۱..... | جدول ۱-۴-۱ ساعت ۱۲ / سلول Raji |
| ۸۱..... | جدول ۲-۴-۲ ساعت ۲۴ / سلول Raji |
| ۸۱..... | جدول ۳-۴-۳ ساعت ۳۶ / سلول Raji |
| ۸۱..... | جدول ۴-۴-۴ ساعت ۴۸ / سلول Raji |
| ۸۱..... | جدول ۵-۴-۵ ساعت ۶۰ / سلول Raji |
| ۸۲..... | جدول ۶-۴-۶ ساعت ۷۲ / سلول Raji |

فهرست نمودارها

| صفحه | عنوان |
|---------|---|
| ۶۶..... | نمودار ۳-۴-۱. منحنی استاندارد (رابطه بین جذب نوری و تعداد سلول) |
| ۶۷..... | نمودار ۳-۴-۲. منحنی استاندارد (رابطه بین جذب نوری و تعداد سلول) |
| ۷۴ | نمودار ۴-۱-۱. نتایج تأثیر غلظت‌های متفاوت Zn در ساعات مختلف ^۱ بر روی % Viability سلولهای Molt-4 Zn (آزمایش Trypanblue exclusion) |
| ۷۶... | نمودار ۴-۱-۲. نتایج تأثیر غلظت‌های متفاوت ^۲ Zn در ساعات مختلف بر روی % Viability سلولهای Raji (Trypan blue exclusion dye) |
| ۷۹..... | نمودار ۴-۲-۱. نتایج تأثیر غلظت‌های متفاوت Zn در ساعات مختلف بر روی % Viability سلولهای Raji (M.T.T assay) |
| ۸۰ . | نمودار ۴-۲-۲. نتایج تأثیر غلظت‌های متفاوت Zn در ساعات مختلف بر روی % Viability سلولهای Molt-4 (M.T.T assay) |
| ۸۳..... | نمودار ۴-۳-۱. نتایج تأثیر غلظت‌های متفاوت Zn در ساعات مختلف بر روی % Viability سلول Raji (AO&EB) ... |
| ۸۴ ... | نمودار ۴-۳-۲. نتایج تأثیر غلظت‌های متفاوت Zn در ساعات مختلف بر روی % Viability سلول Molt-4 (EB and AO) ... |
| ۹۴ . | نمودار ۴-۵-۱. تکثیر سلولهای Molt-4 بعد از ۱۲ ساعت در حضور غلظت‌های متفاوت Zn (M.T.T Assay) |
| ۹۵ . | نمودار ۴-۵-۲. تکثیر سلولهای Molt-4 بعد از ۲۴ ساعت در حضور غلظت‌های متفاوت Zn (M.T.T Assay) |

۱. زمانهای انکوباسیون ۱۲ تا ۷۲ ساعت در آزمایشگاه

۲. ۰/۰۱ تا ۵۰۰ میکرومولار عنصر Zinc

فهرست شکلها

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| ۵۴ | شکل ۱-۳. ساختمان مولکولی تریپان بلو..... |
| ۶۰ | شکل ۲-۳. نمای لام نئوبار زیر میکروسکوپ نوری..... |
| ۶۲ | شکل ۳-۳. ساختمان مولکولی MTT..... |
| ۸۵ | شکل ۴-۴-۱. سلولهای شاهد Molt، (بدون رنگ آمیزی) $100 \times$ |
| ۸۶ | شکل ۴-۴-۲. سلولهای شاهد Molt-4 (رایت - گیمسا) $100 \times$ |
| ۸۷ | شکل ۴-۳-۳. سلولهای بدخیم Molt-4 (در ساعت $24 / 200 \mu m$ عنصر Z_n) رایت - گیمسا. $\times 100$ |
| ۸۸ | شکل ۴-۴-۴. سلولهای بدخیم Molt-4 (در ساعت $24 / 500 \mu m$ عنصر Z_n) رایت - گیمسا. $\times 100$ |
| ۸۹ | شکل ۴-۴-۵. سلولهای شاهد Raji (رایت - گیمسا) $\times 100$ |
| ۹۰ | شکل ۴-۴-۶. سلولهای بدخیم Raji، (در ساعت $24 / 200 \mu m$ عنصر Z_n)، (رایت - گیمسا) $\times 40$ |
| ۹۱ | شکل ۴-۴-۷. سلولهای بدخیم Raji، (در ساعت $24 / 500 \mu m$ عنصر Z_n)، (رایت - گیمسا) $\times 100$ |
| ۹۲ | شکل ۴-۴-۸. سلولهای شاهد Molt-4 با رنگ آمیزی (EB&AO)..... |
| ۹۳ | شکل ۴-۴-۹. تغییرات مورفولوژیکی سلولهای Molt-4 بعد از ۱۲ ساعت در حضور غلظت $200 \mu m$ عنصر (EB&AO) Z_n |
| ۹۶ | شکل ۴-۵-۱. تکثیر سلولهای Molt-4 بعد از ۱۲ و ۲۴ ساعت در حضور غلظت های $0.1 \mu m$ و $0.05 \mu m$ عنصر Z_n (رایت - گیمسا) $\times 100$ |

فصل اول

مقدمه

۱-۱. کلیات عناصر کمیاب (Trace-Elements):

عناصر کمیاب برای بیان عناصری بکار می رود که در مقادیر بسیار جزئی در بدن موجودات زنده وجود دارند و نقش مهمی در اعمال حیاتی موجودات زنده بعهده دارند. عناصر کمیاب از جمله آهن (Fe)، مس (Cu) و روی (Zn) در غلظت‌های بسیار پایین در اکثر بافتهای بدن انسان و حیوانات زنده یافت می‌شود. مقادیر مورد نیاز روزانه به این عناصر کمیاب در حد میکروگرم یا نانوگرم است. این عناصر دارای نقش حیاتی در بدن انسان و حیوانات بوده و برای رشد، بقاء حیات و سلامتی بدن موجودات زنده مورد نیاز می‌باشند. در اثر فقدان دائمی این عناصر اختلالات عملکردی متعددی بسته به نوع عنصر و مکانیزمهای وابسته به آن در بدن آشکار شده و گاهی اوقات به مرگ منجر می‌شود. عناصر کمیاب دارای ناقله‌های هستند که دارای جایگاههای ویژه برای عنصر خاصی که وارد بدن می‌شود بوده و پس از شناسایی و اتصال به این عناصر در محل‌های مناسب رهایشان می‌کنند. ترانسفرین^۱ و فریتین^۲ ناقلین آهن، آلبومین و α_2 ماکروگلوبولین‌ها^۳ ناقلین Zn و سرولوپلاسمین^۴ ناقل مس است. بطور مفصل در این پروژه نقش و اهمیت Zn (در سیستمهای بیولوژیکی) به عنوان یکی از عناصر کمیاب آمده است [۱، ۲، ۳].

۱. Transferin

۲. Feritin

۳. α_2 -Macroglobolins

۴. Ceruloplasmin

رژیم غذایی و آب و هوا
در سلامت انسان