

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دعای پیش از مطالعه

اَللّٰهُمَّ اَخْرِجْنِيْ مِنْ ظُلُمَاتِ الْوَهْمِ وَاكْرِمْ نِيْ بِنُوْرِ الْفَهْمِ
اَللّٰهُمَّ افْتَحْ عَلَيْنَا اَبْوَابَ رَحْمَتِكَ وَاَنْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُوْمِكَ
بِرَحْمَتِكَ يَا اَرْحَمَ الرَّاحِمِيْنَ

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی های فکر و گرامی بدار به نور فهم
پروردگارا، بگشای بر مادرهای رحمت را و بگستران کنج های دانشت را به امید رحمت
تو ای مهربان ترین مهربانان

بیایید به حقوق دیگران احترام بگذاریم

دوست عزیز، این کتاب حاصل دسترنج چندین ساله ی مؤلف، مترجم و ناشر آن است. تکثیر و فروش آن به هر شکلی بدون اجازه از پدیدآورنده کاری غیراخلاقی، غیرقانونی، غیرشرعی و کسب درآمد از دسترنج دیگران است، نتیجه ی این عمل نادرست، موجب رواج بی اعتمادی در جامعه و بروز پی آمدهای ناگوار در زندگی و محیط ناسالم برای خود و فرزندانمان می گردد.



درسنامه رادیوبیولوژی

ویژه کارشناسی ارشد رشته‌های رادیوبیولوژی و حفاظت پرتویی

تألیف و گردآوری:

هدی طالبیان

«رتبه ۱ رشته رادیوبیولوژی و علوم داروهای پرتوزا دانشگاه علوم پزشکی بابل»

سرشناسه

: طالبان، هدی، ۱۳۶۴ -

عنوان و نام پدیدآور

AGK : درسنامه رادیوبیولوژی ویژه کارشناسی ارشد رشته‌های رادیوبیولوژی و حفاظت پرتویی/ تألیف و گردآوری هدی طالبان.

مشخصات نشر

: تهران: آناهید گستر خلیلی، ۱۴۰۴.

مشخصات ظاهری

: ۲۴۷ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک

: 978-622-4744-08-1

وضعیت فهرست‌نویسی

: فیپا

موضوع

: رادیوبیولوژی - تشعشع - پیش‌بینی‌های ایمنی -- راهنمای آموزشی (عالی)

Radiobiology -- Radiation -- Safety measures -- Study and teaching (Higher)

رده‌بندی کنگره

: QH۶۵۲

رده‌بندی دیویی

: ۵۷۱/۴۵

شماره کتابشناسی ملی

: ۹۹۵۲۳۹۱



انتشارات آناهید گستر خلیلی

نام: AGK درسنامه رادیوبیولوژی

(ویژه کارشناسی ارشد رشته‌های رادیوبیولوژی و حفاظت پرتویی)

تألیف و گردآوری: هدی طالبان

ناشر: آناهید گستر خلیلی

نوبت و سال چاپ: اول. ۱۴۰۴

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ و صحافی: گیلان

مدیر تولید: امیرحسین خلیلی

مدیر فنی و هنری: مریم آرده

تایپ و صفحه‌آرایی: آرزو راضی

بهاء: ۳۸۰۰۰۰ تومان

آموزشگاه/ فروشگاه: ۰۲۱۶۶۵۶۸۶۲۱

مرکز پخش: ضلع جنوب غربی میدان انقلاب . جنب بانک پارسیان . مجتمع تجاری پارس . طبقه اول

مدیر فروش: ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ (ارتباط از طریق پیامک)

 agkpublisher@gmail.com

 www.agkins.com

طلیحه سخن مدیر تولید:

سپردن کار به اهلش نشانه‌ی خردمندی است.

برای تولید بسته‌های آموزشی تمام تلاش خود را به کار گرفته‌ایم تا محصولی شایسته را تقدیم شما عزیزان نماییم.

مجموعه‌ای که پیش روی شماست براساس معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور و به قلم مجرب‌ترین اساتید تألیف شده است و مطالعه آن موجب صرفه‌جویی در زمان و هزینه شما خواهد شد. ارائه بالاترین آمار قبولی در کنکور کارشناسی ارشد و دکتری در دهه اخیر بیان‌گر توانایی این مجموعه در راستای اهداف آموزشی خود می‌باشد. اینک با اتکا به تجربه‌ای ۱۷ ساله می‌توانیم ادعا کنیم که مجموعه حاضر، بی‌شک از جمله کامل‌ترین و به‌روزترین بسته‌های آموزشی موجود در عرصه کنکور می‌باشد.

❧ برخی از ویژگی‌های بسته‌های آموزشی:

- منطبق با معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور
- گردآوری و تألیف توسط مجرب‌ترین اساتید کنکور
- تدریس مطالب از سطح پایه تا پیشرفته به بیان ساده و روان
- انتقال بهتر مفاهیم با استفاده از شکل، جدول و نمودار
- تألیف مبتنی بر نحوه‌ی طراحی سوالات کنکور
- مطالعه یک منبع منسجم به جای مطالعه چندین منبع مختلف
- منبعی خودآموز و بدون نیاز به مدرس

اینک علاوه بر مطالعه بسته‌های آموزشی استفاده از خدمات و محصولات زیر را به عنوان ضمانتی برای قبولی به شما داوطلبان عزیز توصیه می‌کنم؛

❧ آزمون‌های آزمایشی: خوش بود گر محک تجربه آید به میان

داوطلب شجاع کیست؟ داوطلبی است که خود را مورد سنجش (خود را با خود) و ارزیابی (خود را با دیگران) قرار دهد تا پیش از کنکور به نقاط ضعف خود پی ببرد و آن‌ها را تقویت نماید. آزمون‌های آزمایشی دارای یک برنامه‌ریزی منسجم است و به شما اولتیماتوم می‌دهد. یعنی شما باید در یک زمان معین مطالب معینی را مطالعه نمایید.

آزمون‌های آزمایشی مجموعه دارای سوالات استاندارد، پاسخنامه تشریحی و کارنامه تحلیلی می‌باشد. صادقانه شرکت در آزمون‌های آزمایشی را به شما عزیزان توصیه می‌کنم.

❧ مشاوره تخصصی و برنامه‌ریزی: زیر نظر حرفه‌ای‌ها درس بخوانید ...

در صورتی که نمی‌توانید با توجه به زمان آزادتان برنامه‌ی مطالعاتی استاندارد را برای خود تدوین کنید حتماً از افراد متخصص کمک بخواهید. افرادی که تجربیات خود را صادقانه در اختیار شما قرار می‌دهند و برنامه‌ریزی مناسب با شرایط شما را انجام می‌دهند.

📖 کتاب تست:

کوچک‌ترین واحد یادگیری در کنکور، تست است.

شما می‌توانید برای این‌که سطح یادگیری خود را پس از مطالعه بسنجید از کتاب‌های تست مجموعه (تست کنکور) و ماطراحان (تست‌های تألیفی) استفاده کنید. این کتاب‌ها به‌صورت موضوعی طبقه‌بندی شده‌اند و می‌توانند نحوه‌ی طرح سوالات کنکور و سطح آن‌ها را به‌صورت واضح به شما نشان دهند.

📖 درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم مناسب‌ترین منابع برای دوران مرور و جمع‌بندی:

بیش‌تر داوطلبان حین مطالعه نگران خلاصه‌نویسی و مرور آموخته‌های خود هستند و برای خلاصه‌نویسی زمان زیادی را صرف می‌کنند. اینک به شما مژده می‌دهیم که این‌بار زمان به نفع شما در حال گذر است و دیگر با استفاده از درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم نیاز به خلاصه‌نویسی ندارید.

شما می‌توانید نظرات، انتقادات و پیشنهادهای سازنده خود را در مورد بسته‌های آموزشی به شماره‌تلفن همراه ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ فقط و فقط پیامک نمایید.

مشاور و مدیر تولید

امیرحسین خلیلی

تقدیم به:

تمام کسانی که مرایای کردند:

خانواده ام، همسر و فرشته کوچکم

طلیحه سخن مؤلف:

ما زنده بر آنیم که آرام نگیریم موجبیم که آسودگی ما عدم ماست

پس از کسب رتبه اول در آزمون کارشناسی ارشد رادیوبیولوژی و حفاظت و علوم داروهای پرتوزا سال ۹۵-۹۶ و با آگاهی از کمبود درسنامه‌ای که شامل نکات اساسی و دسته‌بندی شده‌ی رادیوبیولوژی باشد، بر آن شدم که با تالیف و گردآوری این مجموعه گامی در جهت سهولت مطالعه و طبقه‌بندی مطالب برای آن دسته از داوطلبانی که زمان کافی و یا تبحر لازم در استخراج مطالب مهم و سوال خیز ندارند بردارم. ضمناً با توجه به گستردگی سوالات این درس در کنکور، سعی شده این دسته از مطالب پراکنده را در فصول آخر کتاب گنجانده شود.

نهایتاً از همراهی خانم مریم آرده و جناب آقای امیرحسین خلیلی مسئولین انتشارات آناهید گستر خلیلی کمال تشکر را دارم.

تذکر: علامت در درسنامه، به معنی؛ افزایش و بیش‌تر و علامت به معنی؛ کاهش و کم‌تر می‌باشد.

با احترام

هدی طالبیان

hodatbn@gmailcom

بخش اول: رادیوبیولوژی برای رادیوبیولوژیست‌ها

فصل اول: فیزیک و شیمی جذب و تشعشع.....	۱۰
فصل دوم: پارگی رشته DNA و ناهنجاری‌های کروموزومی.....	۲۲
فصل سوم: منحنی بقا سلول (Survival curve).....	۳۸
فصل چهارم: حساسیت پرتویی و سن سلول در چرخه میتوزی.....	۵۵
فصل پنجم: ترمیم آسیب تشعشعی و اثر آهنگ دُز.....	۶۶
فصل ششم: اثر O_2 و اکسیژن‌دار شدن مجدد.....	۸۰
فصل هفتم: LET و RBE.....	۹۱
فصل هشتم: آثار حاد تابش‌گیری کل بدن.....	۹۹
فصل نهم: محافظ‌های پرتو.....	۱۰۶
فصل دهم: سرطان‌زایی تشعشع.....	۱۱۱
فصل یازدهم: آثار وراثتی تشعشع.....	۱۱۹
فصل دوازدهم: اثر تشعشع بر رویان و جنین.....	۱۲۵
فصل سیزدهم: کاتاراکت‌زایی تشعشع.....	۱۳۲
فصل چهاردهم: دُزها و مخاطره‌ها.....	۱۳۶
فصل پانزدهم: حفاظت در برابر تشعشع.....	۱۴۵

بخش دوم: حفاظت عملی در برابر تشعشع و رادیوبیولوژی کاربردی

فصل اول: مبانی حفاظت در برابر اشعه.....	۱۵۵
فصل دوم: تولید اشعه ایکس.....	۱۵۹
فصل سوم: پرتوهای یون‌ساز.....	۱۶۵
فصل چهارم: اندرکنش‌های تشعشع با ماده.....	۱۷۲
فصل پنجم: اثرهای زیست‌شناختی از سلول تا اندام.....	۱۸۰
فصل ششم: مفاهیم دیگری از رادیوبیولوژی.....	۱۹۰
فصل هفتم: اثرهای زودرس تشعشع.....	۱۹۶
فصل هشتم: اثرهای دیررس تشعشع.....	۲۰۲
فصل نهم: فیزیک بهداشت.....	۲۰۹
فصل دهم: حفاظت پرتوکاران.....	۲۱۷
فصل یازدهم: حفاظت بیمار در پرتونگاری.....	۲۲۴
فصل دوازدهم: حفاظت در برابر تشعشع در پزشکی هسته‌ای.....	۲۳۲
فصل سیزدهم: کاربرد رادیوبیولوژی و حفاظت در پرتودرمانی.....	۲۳۸
فصل چهاردهم: سوالات تکمیلی.....	۲۴۶

بخش اول

رادیویولوژی

برای رادیویولوژیست‌ها

فیزیک و شیمی جذب و تشعشع

مقدمه‌ای بر رادیوبیولوژی

اشعه X که بخاطر هویت مجهول آن به این نام خوانده می‌شود در سال ۱۸۹۵ توسط رنتگن در اثر تخلیه گاز در لوله شیشه‌ای کشف شد.

۱. اولین خاصیت گرافی آن ← روی دست ون کولیکر انجام شد.
۲. اولین کاربرد پزشکی اش ← به منظور تعیین محل چاقو در فقرات یک دریانورد بود و در مجله لاست چاپ شد.
۳. اولین کاربرد درمانی اش ← ناپدید کردن یک خال پرمو توسط یک پزشک آلمانی بود.
۴. کشف اکتیویته (پرتوزایی) ← توسط هنری بکرل ← با قراردادن سهوی محفظه رادیوم در جیب جلیقه خود اولین آزمایش رادیوبیولوژی را انجام داد که متعاقبش اریتم پوستی و زخم ایجاد شد.
۵. کشف مواد جدید رادیواکتیو ← توسط ماری و پیرکوری ← ایجاد سوختگی عمده در ساعد توسط رادیوم

تعریف رادیوبیولوژی

علمی است که راجع به اثر پرتو روی سیستم بیولوژیکی بحث می‌کند بنابراین نیاز داریم به شناخت:

۱. پرتو (Ray)
۲. سیستم بیولوژیکی (biology)
۳. اثر پرتو روی سیستم بیولوژیکی (effect)

تعریف حفاظت عملی

در این مقوله صحبت از بایدها و نبایدهاست و در واقع علمی است که دستورالعمل حفاظتی در برابر آسیب‌های ناشی از پرتو ارائه می‌دهد.

منحنی بقا سلول (Survival curve)

منحنی بقا

رابطه بین دز x (در مقیاس خطی) و میزان بقا y (در مقیاس $\log$) را نشان می‌دهد.
روشی است برای نشان دادن حساسیت نوع خاصی از سلول نسبت به اشعه
اما نوع مرگ را مشخص نمی‌کند (مشخص نمی‌کند مرگ میتوزی بوده یا آپوپتوزی)

مرگ ← تعریفش متناسب با نوع سلول متغیر است

- برای سلول‌های تمایز یافته که تکثیر نمی‌شوند (عصب/عضله/سلول‌های ترشحی) = از دست دادن عمل اختصاصی دزی حدود 100 Gy نیاز دارد.
- برای اکثر سلول‌ها که در حال تکثیرند (سلول‌های بنیادین سیستم خونساز سلول‌های پوشش روده) = از دست دادن ویژگی تولید مثل ← دزی حدود 2 Gy نیاز دارد.

سلول مرده

- گاهی ممکن است یک سلول بدون دست خوردن و بهم خوردن ظاهرش نیز توانایی تولید pr یا سنتز DNA را نداشته باشد و نتواند سلول‌های بی‌شماری تولید کند.

سلول کلونیک (کلونی‌زا)

- سلول بازمانده‌ای که علاوه بر حفظ قابلیت تولیدمثل، توسط تکثیر نامحدود بتواند کلونی (کلون بزرگ) بسازد و از دست دادن این قابلیت متناسب است با دز تشعشع که دریافت می‌کند.

بررسی منحنی بقا در شرایط in Vitro ←

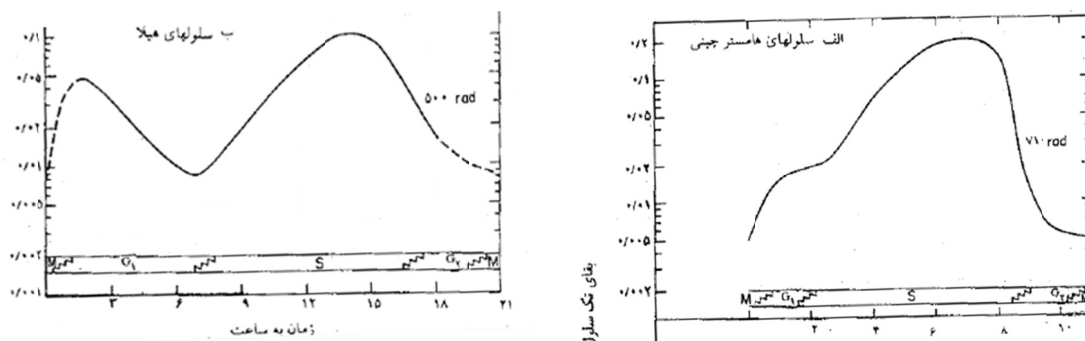
در رادیوبیولوژی سلول‌های مناسب این بررسی رده‌های سلولی دایر نام دارند که به روش زیر تولید می‌شوند:
با روش‌های جدید کشت نمونه‌ای از تومور یا یک بافت سالم تجدید شده را برمی‌دارند و به قطعات کوچک‌تر خرد می‌کنند.

↓ آنزیم تریپسین

با استفاده از آنزیم تریپسین که غشا سلولی را هضم می‌کند یک سوسپانسیون سلولی تنها تهیه می‌کنند.

↓ در محیط مناسب و شرایط آسپتیک 37°C نگهداری

زمان صفر مبین میتوز است.



شکل ۷-۴. الگوهای متفاوت پاسخ-سن سلولها با مرحله G_1 کوتاه، نشان داده شده با سلولهای هاستر (الف) و سلولهای با مرحله G_1 طولانی، نشان داده شده با سلولهای هیلا (ب). مقیاس زمانی طوری در نظر گرفته شد که مرحله S برای هر دو ردهی سلولی قابل مقایسه باشد.

- همزمانی رترواکتیو ← به منظور تعیین حساسیت مراحل مختلف G_2 کاربرد دارد:

چون مشاهده شده که بعد از گذر سلولها از سد G_1 / S با جمعیت زیادی از سلولهای میتوزی شروع کننده و زمان نسبتاً کوتاه گذر G_2 ، تعیین حساسیت سلولها در قسمت‌های مختلف G_2 کاری مشکل خواهد بود بدین ترتیب روش قبلی اصلاح شد و برای مطالعه حساسیت سلولهای G_2 به‌طور دقیق از روش همزمانی ترواکتیو استفاده شد که باعث طولانی شدن طول زمان G_2 می‌شود. در این روش سلولها ابتدا تابش می‌گیرند پس ضمن برداشت به روش خرمین میتوزی سلولهایی که وارد میتوز می‌شوند برای بقا کشت داده می‌شوند ← مشاهده شد که ابتدای G_2 مانند انتهای S به اشعه مقاوم و انتهای G_2 مانند میتوز به اشعه حساس ⇐ تاخیر در رسیدن به G_2 باعث کوتاهی طول زمان G_2 می‌شود ⇐ یک تغییر حساسیت سریع در حساسیت پرتویی این مرحله (G_2) دیده می‌شود.



اثر آهنگ دز

با تابش، مرحله G_2 دچار تاخیری می‌شود چون در این مرحله ژنهای بازرس عیوب را بررسی و ترمیم می‌کند. ⇐ طولانی بودن G_1 مربوط به خاصیت برخی از سلولهاست اما طولانی شدن G_2 در اثر تابش تشعشع و خاصیت ترمیم ایجاد می‌شود.

G_1, G_2 اگر طولانی باشند در ابتدای آنها مقاومت و در انتهایشان حساسیت دیده می‌شود.
← S برعکس دو مورد بالا در ابتدا احساس و در انتها مقاومت.

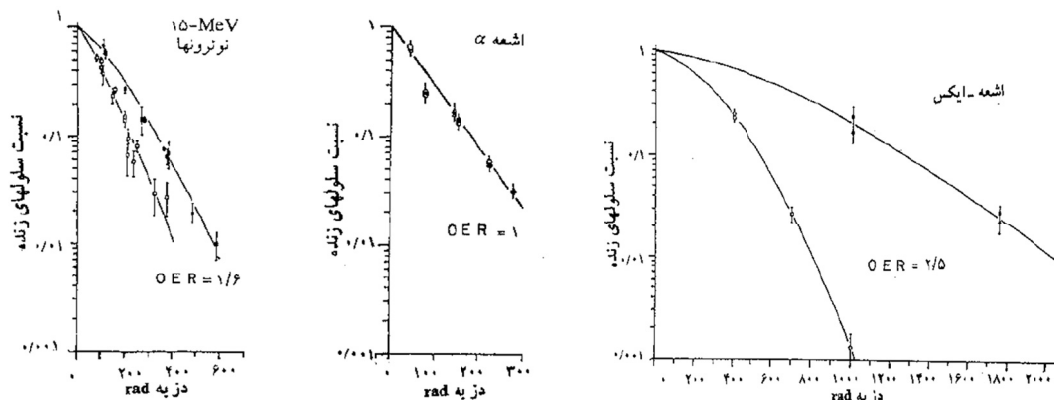
ژنهای بازرس مولکولی

- این ژنها پیشرفت چرخه سلول را کنترل می‌کنند که فعالیت‌شان مستلزم فعالیت پروتئین کیناز P_{34} است و عبور از سلولهای میتوزی را کنترل می‌کنند.

همانطور که بیان شد پستانداران در مرحله G_2 توسط ژنهای بازرس به بررسی و ترمیم رخدادهای چرخه سلولی می‌پردازند. اما وقتی X یا تشعشع، سلولی را تحت تاثیر قرار می‌دهند ژنهای خاصی فعال می‌شوند که سلولها را در مرحله G_2 تحت تاثیر قرار می‌دهند تا حداقل امکان ترمیم صورت گیرد اما اگر این ژنها در اثر پرتو دچار جهش شوند، با همان کروموزومهای آسیب دیده مستقیماً وارد میتوز می‌شوند. این سلولها حساسیت بالاتری به مرگ و سرطان‌زایی دارند. مثلاً ژن جهش یافته مخمر نسبت به نوع وحشی از حساسیت 10^1 تا 10^2 برابر بیش‌تر برخوردار است.

اثر O_2 و اکسیژن دار شدن مجدد

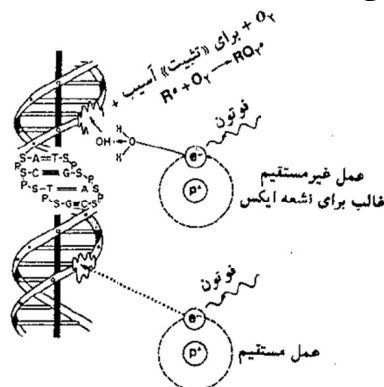
- ساده ترین عامل دارویی و شیمیایی تعدیل کننده آثار بیولوژیک که با اهمیت ترین کاربرد را دارد. } شدیدترین اثر
- ماهیت اثر OER (نسبت افزایش اکسیژن) ← نسبت دز مورد نیاز در شرایط هیپوکسیک اکسیژن دار برای حصول اثر مشابه (چون در نبود O_2 همیشه به دز بیش تری نیاز است عددی بزرگ تر از ۱ دارد).
- OER متناسب است با $\alpha \propto \frac{\text{دز - شانه}}{\text{حساسیت - LET}}$ } هر چه دز ↓ OER ↓ هر چه دز ↓ ← اکسیژن در رسیدن به اثر مورد نظر موثرتر
 هر چه سلول حساس تر یا LET ↑ تر باشد ترمیم ↓ ← با میزان دز کمتری به اثر مورد نظر می رسد و O نقش کمتری در حساس کنندگی دارد.
- ❖ هر چه LET پرتو ↑ تر ← تراکم یونس سازی ↑ تر ← ترمیم ↓ تر ← سلول ها با دز ↓ از بین می روند و O_2 دیگر روی سلول های مرده اثر ندارد.
- مقدار OER برای: } یونسازهای پراکنده (x, θ) با شانه بزرگ = ۳-۲/۵ (OER جمعیت غیر هم زمان در دز ↓ کم تر است)
 یونسازهای متوسط (n) با شانه متوسط = ۱/۶
 یونسازهای متراکم (a کم انرژی) بدون شانه = ۱ (اثر اکسیژن وجود ندارد).
- مقدار OER در مراحل مختلف چرخه سلولی در } در G_1 که حساس تر از S است و فرصت ترمیم ↓ تر ← OER ↑ تر
 مراحل حساس تر و مراحل مربوط به دز ↓ کم تر } در G_1 که در مناطق دز ↓ منحنی بقا است OER ↓ تر



شکل ۶-۱. نسبت افزایش اکسیژن (OER) برای انواع مختلف پرتوها OER برای ذرات آلفا یک است. اشعه ایکس OER بیش تری ۲/۵ را نشان می دهد. نوترون ها ($T \rightarrow 15\text{MeVd}^+$) بین این دو محدوده یعنی؛ OER معادل ۱/۶ قرار می گیرند.

- زمان عمل و مکانیزم اثر O

- برای مشاهده اثر O_2 ، حضور O_2 در طی و در میکروثانیه‌های قبل از اکسیژن‌دار شدن اهمیت دارد.
- وقایعی که در اثر جذب انرژی پرتو رخ می‌دهد (بیان اثر) عبارتند از:
 - (۱) انرژی تشعشع باعث تولید ذرات باردار سریع می‌شود.
 - (۲) ذرات باردار تولید جفت یون می‌کنند که عمرشان $\downarrow$ است.
 - (۳) جفت یون‌ها رادیکال آزاد تولید می‌کنند.



شکل ۲-۶. فرضیه‌ی تثبیت اکسیژن حدود دو سوم تغییرات بیولوژیکی ناشی از اشعه ایکس به صورت غیرمستقیم است که به وسیله‌ی رادیکال‌های آزاد ایجاد می‌شود. آسیب ایجاد شده با رادیکال‌های آزاد در DNA در شرایط هیپوکسی ترمیم می‌گردد اما اگر اکسیژن مولکولی در دسترس باشد می‌تواند تثبیت (دایمی یا غیر قابل ترمیم) شود.

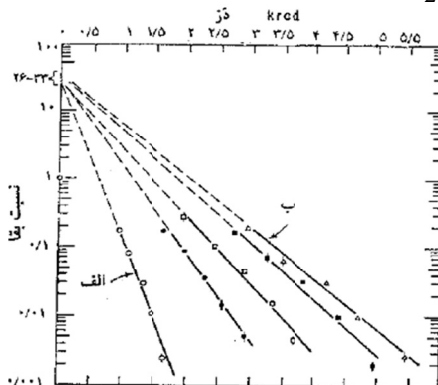
رادیکال‌های آزاد (R) با ۲ حالت مواجه می‌شوند:

- اگر O_2 در محیط باشد $\leftarrow O_2 + \text{رادیکال آزاد (R)} \rightarrow \text{پراکسید ارگانیک (R}_2\text{O)}$ را که شکل غیرقابل بازگشت ماده هدف تولید می‌کند $\leftarrow$ یعنی باعث تغییر در ترکیب ماده هدف می‌شود.
- اگر O_2 در محیط نباشد $\leftarrow$ بسیاری از مولکول‌های هدف یونیزه خود را ترمیم می‌کنند.

فرضیه تثبیت اکسیژن: بیان می‌کند O_2 آسیب‌های تشعشعی را تثبیت می‌کند و مانع از ترمیم و برگشتشان به حالت اولیه می‌شود.

- غلظت مورد نیاز O_2 برای ایجاد اثر

- با $\uparrow$ غلظت اکسیژن، حساسیت به تدریج بالا می‌رود به طوریکه در غلظت ۲٪ حساسیت حداکثر و ۳ برابر شرایط آنوکسی می‌شود.
- تغییر حساسیت در محدوده ۵-۲٪ یا همان فشار نسبی ۳۰ mmHg بسیار شدید است و از این فشار به بعد در همین محدوده می‌ماند و با $\uparrow$ بیش‌تر فشار حساسیت تغییر چندانی نمی‌کند. $\Leftarrow$ برای ایجاد یک تغییر ناگهانی در حساسیت پرتویی به مقدار کمی O_2 نیاز داریم و از این مقدار به بعد تغییر چندانی مشاهده نمی‌شود.



شکل ۳-۶. منحنی‌های بقا برای سلول‌های هاستر چینی تابش دیده از اشعه ایکس در حضور غلظت‌های متفاوت اکسیژن. دایره‌های باز، هوا؛ دایره‌های بسته ۲۲۰ ppm اکسیژن یا $PO_2 = 1/7 \text{ mmHg}$ ؛ مربع باز، ۳۵۵ ppm اکسیژن یا PO_2 معادل ۲۵ mmHg؛ مربع بسته، ۱۰ ppm اکسیژن یا PO_2 معادل ۷۵ mmHg؛ مثلث باز، ۱ ppm اکسیژن یا PO_2 معادل ۷۶ mmHg که کم‌ترین حد هیپوکسی قابل دستیابی در شرایط آزمایشگاهی است.

دُزها و مخاطره‌ها

انواع منابع تشعشع زمینه طبیعی

۱. پرتوهای کیهانی در قطب‌ها و ارتفاعات $\uparrow$ و در استوا $\downarrow$ با ارتفاع متناسب است.
۲. تشعشع رادیاواکتیوهای طبیعی از پوسته زمین $\leftarrow$ تابش کننده هستند.
۳. تشعشع از رادیونوکلوتیدهای طبیعی بدن (به صورت تنفس یا بلع) مثل:

- تورיום
- رادیوم $\leftarrow$ تنفس
- سرب
- پتاسیم $\leftarrow$ با بلع - مقدارش $\uparrow$ - جهش‌زا نیست.

- بزرگترین منبع تشعشع زمینه $\leftarrow$ گازرادون است که از تجزیه سری اورانیوم است و a ساطع می‌کند (۲msv - ۱) در واقع گاز کم خطری است اما به علت نیمه عمر پایین و تجزیه سریع آن عنصر جامدی تولید می‌شود که به گرد و غبار متصل و وارد ریه و سپس a تابش می‌کند.
- منابع تشعشع طبیعی غنی شده: منابعی با منشا طبیعی هستند که میزان تابش آن‌ها در نتیجه فعالیت و عملکرد انسان افزایش یافته است.
- خطوط Van Allen belt $\leftarrow$ میدان مغناطیسی زمین به صورت حلقه‌ای آن را دربرمی‌گیرند که در این نقاط تشعشع بالا است.
- اما بزرگترین منبع تشعشع مصنوعی (ساخت بشر) $\leftarrow$ اشعه x درمانی و تشخیص است که تا قبل از تجاوز از این اشعه از مقدار متوسط زمینه احتمال کشندگی $\downarrow$ می‌یابد.
- دز موثر $\leftarrow$ مجموع تمام دز معادل‌های همسان‌سازی شده در تمام بافت‌های تابش دیده است که خود چند زیر مجموعه دارد:
 - دز موثر سالیانه $\leftarrow$ ناشی از رادون ۲msv است $\leftarrow$ سازمان حفاظت محیطی حد قانونی 148mbq / L یا 4pci / L را برای آن در نظر گرفته است

- دز موثر متوسط $\leftarrow$ ناشی از محصولات داخلی دختر رادون است و حدود ۳/۶msv است.

$\left. \begin{array}{l} ۸۲\% \text{ از منابع طبیعی } \leftarrow ۵۵\% \text{ فقط از رادون} \\ ۱۱\% \text{ از اشعه x پزشکی } \leftarrow \text{CT بالاترین مقدار و } ۴۰\% \text{ آن را تشکیل می‌دهد} \\ ۴\% \text{ از پزشکی هسته‌ای} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{دز موثر متوسط } \leftarrow \text{ناشی از محصولات داخلی} \\ \text{دختر رادون است و حدود } ۳/۶\text{msv است.} \end{array} \right\}$
--	--

- دز موثر کل از تشعشعات پزشکی $\leftarrow$ تقریباً معادل دز زمینه منهای دز رادون است $\leftarrow$ دز موثر رادون $\frac{1}{4}$ دز کل موثر است.

بخش دوم

حفاظت عملی در برابر

تشعشع

و رادیوبیولوژی کاربردی

مبانی حفاظت در برابر اشعه

- ALARA ← هر چه کم‌تر موجه شدنی‌تر As low as Reasonable achievable
- متوسط دزهای تشخیصی پرتوهای یون‌ساز بسیار بیش‌تر از تشعشع موجود در زمینه طبیعی نیست.
- برای مقایسه مخاطره‌ها بهتر است واحد استاندارد مثل رنتگن استفاده شود. (فکر و عقیده BERT)
- سه روش بیان مخاطره
 - احساس مخاطره
 - مقایسه مخاطره
 - محاسبه ضرر و منفعت
- دز متوسط سالیانه برای هر فرد از همه منابع حدود ۳۶۰ میلی‌رم است. استانداردهای بین‌المللی برای افرادی که با مواد رادیواکتیو یا در اطراف آن کار می‌کنند، تابش‌گیری تا ۵۰۰۰ میلی‌رم در سال را مجاز می‌دانند.
- BERT (background equivalent Radiation time): به معنای زمان تابش‌گیری زمینه است. به‌عنوان مثال رادیوگرافی ریه را با تشعشع دریافتی زمینه مقایسه می‌کند.
- در رده‌بندی مخاطرات بالقوه
 - تابش‌گیری اشعه X ← جایگاه ۹
 - نیروی هسته‌ای ← جایگاه ۲۰
- نبود آستانه موجب در نظر گرفتن ضرر و منفعت برای بیماران و پرتوکاران شده است.
- مقایسه اختیاری ضرر و منفعت ← اگر آزمون فقط مخاطره‌آمیز باشد، انجام نمی‌شود ولی مخاطره کم و منفعت زیاد باشد بیمار باید آن آزمون را بپذیرد- آزمون‌های رادیولوژی مخاطره بسیار کمی در مقایسه با منفعت آن در بردارند.
- اگر فرد بدون آزمون رادیولوژی بمیرد اصطلاح مخاطره را با رقم ۳+ نشان می‌دهند و اگر آزمون موجب یافتن علت بیماری شود اصطلاح منفعت ۳+ می‌باشد (منفعت به خاطر این بود که اگر انجام شود مخاطرات آن خیلی کم بود) پس ۶+ یعنی آزمون حتماً باید انجام شود.
- پزشکی تدافعی ← رادیوگرافی که فقط به علت نیاز و ضرورت نیست بلکه پزشک می‌خواهد از نظر مسائل حقوقی و قانونی مطمئن شود.
- سه هدف مشترک رادیولوژیست‌ها
 - افزایش بازده روش‌های تشخیصی و درمانی
 - حفاظت در برابر اشعه (ALARA) ← حداقل دز و بیش‌ترین اطلاعات در تشخیص و ضربه دیدن بافت بدخیم و سالم ماندن بافت سالم
 - بالاترین حد مراقبت از بیمار

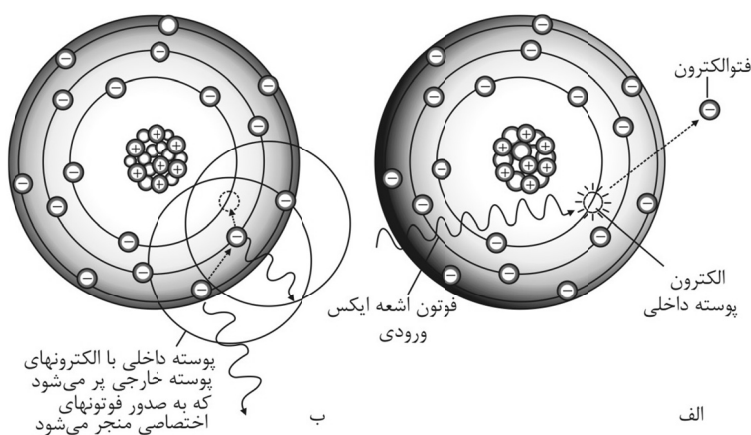
اندرکنش‌های تشعشع با ماده

- کاهش شدت ← در اثر عبور پرتوهای X و γ از داخل بافت تعداد فوتون‌ها کاهش یافته که در واقع بر اثر ۲ واقعه:
- ۱. جذب (Absorption) ۲. انحراف (diversion) اتفاق می‌افتد.
- ویژگی‌های تشعشع γ ← تک انرژی در نظر گرفته می‌شود (مونو انرژی) و فرآیند کاهش شدت، یک فرآیند نمایی می‌باشد و کاهش شدت به شکلی است که در ۲ لایه شبیه و با یک ضخامت به یک نسبت شدت اشعه کاهش می‌یابد.
- HVL (Half value layer) ← ضخامتی از یک ماده جاذب که موجب کاهش شدت به نصف مقدار اولیه آن می‌شود.
- تشعشع X ← به صورت پلی انرژی در نظر گرفته می‌شود که اگر از ۲ لایه شبیه و با یک ضخامت عبور کند حتماً به یک نسبت شدت کاهش نمی‌یابد و اگر HVL برابر ۱ سانتی‌متر باشد نمی‌توان فرض کرد ۲cm معادل ۲HVL است - HVL برای اشعه X تشخیصی حدود ۴-۸ cm برای بافت و ۳-۵ cm برای آلومینوم است - با کاهش شدت اشعه X بر اثر عبور از لایه‌های جاذب، انرژی متوسط اشعه افزایش می‌یابد زیرا فوتون‌های کم انرژی حذف می‌شوند و فقط فوتون‌های پر انرژی باقی می‌مانند.
- رابطه کاهش شدت در اشعه X:
- تعداد فوتون باقی‌مانده - تعداد فوتون اولیه = کاهش شدت
- اگر فوتون بدون برخورد از مواد عبور کند این عمل انتقال نامیده می‌شود.
- اگر فوتون بسیار کم انرژی باشد ← احتمالاً با کل اتم برخورد می‌کند.
- اگر فوتون انرژی متوسط داشته باشد ← با الکترون‌های مداری برخورد می‌کند. (رادیولوژی، پزشکی هسته‌ای)
- اگر فوتون پر انرژی باشد ← در حد Mev است که در رادیوتراپی استفاده می‌شود و با هسته اتم برخورد می‌کند.
- این پدیده‌ها ناشی از طول موج است ← اگر طول موج افزایش یابد برابر اندازه کل اتم و اگر کاهش طول موج داشته باشیم، فوتون‌ها به برخورد با ذرات یا گروهی از ذرات مطابق با طول موج خودشان تمایل دارند.
- عدد اتمی $\uparrow$ ⇒ انرژی همبستگی $\uparrow$
- ۴ عامل موجب کاهش شدت اشعه

Z (عدد اتمی) یا e/gr چگالی کاهش انتقال انرژی و افزایش کاهش شدت اشعه	}	افزایش انرژی شعاع اشعه، فوتون‌های بیش‌تری عبور می‌کنند پس کاهش شدت کاهش می‌یابد.
---	---	--

- پنج نوع اندرکنش پرتوهای X و γ
 - اثر فوتوالکتریک
 - پراکندگی پیوسته (همدوس)
 - پراکندگی کمپتون
 - تولید جفت
 - تجزیه نوری

- فوتوالکتریک ← همه انرژی فوتون ورودی از بین می‌رود. پس از برخورد، دیگر فوتونی وجود نخواهد داشت. این فرآیند اثر فوتوالکتریک نامیده می‌شود- فوتون اولیه معمولاً به داخلی‌ترین لایه الکترونی برخورد می‌کند و همه‌ی انرژی فوتون به الکترون مداری منتقل می‌شود تا به انرژی همبستگی فایق آید و فوتون متوقف شده از بین می‌رود.



شکل ۴-۱. اثر فوتوالکتریک

- انرژی همبستگی - انرژی فوتون = انرژی جنبشی فتوالکترون

$$Ek_e = E_i - E_b$$

علامت تناسب

- احتمال فوتوالکتریک $\propto Z^3 \alpha$ ← همبستگی برای روپوش سربی برای حفاظت می‌باشد. زیرا تعداد کمی از فوتون‌ها انرژی کافی جهت برخورد با لایه K را دارند (انرژی ۸۸ Kev) و بیش‌تر فوتون‌ها انرژی خود را در برخورد فوتوالکتریک در پوسته‌های L و M سرب از دست می‌دهند.

- فتوالکترون در فاصله چند میلی‌متری بافت جذب می‌شود.

- یونیزاسیون ویژه (SI) (Specific Ionization) ← تعداد جفت یون‌های تولید شده در واحد مسافتی که طی می‌کنند را گویند.

$$\uparrow SI \Leftarrow \uparrow LET$$

- برای تشکیل یک جفت یون به ۳۴ eV انرژی نیاز داریم.

- در اثر ایجاد یک حفره در لایه K یک الکترون از لایه‌های بالایی جای آن را پر کرده و چون از لایه‌ای با انرژی بالاتر به لایه‌ای با انرژی پایین‌تر می‌رود پس این انرژی اضافی را به صورت تشعشع اختصاصی آزاد می‌کند و چون این فوتون‌ها از شعاع اولیه اشعه تولید نمی‌شود پس پرتو ثانویه نامیده می‌شوند. مراجع دیگر پرتو ثانویه و پرتوهای پراکنده را، هر دو را با یک نام یعنی پرتو پراکنده می‌شناسند زیرا رفتار پرتوهای ثانویه همانند تشعشع پراکنده است.

- پراکندگی پیوسته (Coherent Scattering) ← یا پراکندگی تامسون و برای پرتوهای کم انرژی (کم‌تر ۱۰ Kev) می‌باشد. فوتون به جای ایجاد یونیزاسیون، موجب برانگیختگی اتم هدف می‌شود. این انرژی اضافی در جهت مخالف، معمولاً در جهت جلو، به شکل فوتون اشعه X با همان انرژی و طول موج فوتون اولیه پخش می‌شود.

حفاظت در برابر تشعشع در پزشکی هسته‌ای

- فیلم بچ بدن ← وظیفه ثبت تابش‌گیری کل بدن را دارد که باید بین کمر و شانه- در قسمتی که احتمال بیش‌ترین تابش را دارد- نصب شود. تابش‌گیری دست‌ها را می‌توان با TLD حلقه‌ای اندازه‌گیری کرد که حلقه در انگشت وسط طوری که قسمت حساس به اشعه به سمت کف دست باشد قرار می‌گیرد.
- سرنگ‌ها در حین تهیه و آماده‌سازی پرتو دارو و تجویز به بیمار در حفاظ باید قرار گیرند و همچنین کلیه ویال‌های حاوی پرتو دارو باید در حفاظ قرار گیرند.
- استفاده از حفاظ سربی با طراحی ویژه برای در بر گرفتن مولدهای رادیونوکلئید ضروری است زیرا ← حفاظ‌های داخلی ژنراتورها فقط برای رعایت مقررات حمل و نقل مواد رادیواکتیو طراحی شده است.
- به محض استقرار مولد در پزشکی هسته‌ای ← باید حفاظ اضافی استفاده کرد که آجرهای سربی نمونه بارز آن می‌باشند از حفاظ L شکل باید در کیت‌های پرتو دارو و دزهای مناسب استفاده کرد- شیشه سربی هم حفاظ چشم است هم امکان مشاهده عملیات را به ما می‌دهد.
- مواد تابش‌کننده β مثل فسفر- ۳۲ حفاظش باید سرب نباشد زیرا ← منجر به تولید اشعه ترمزی می‌شود پس باید از مواد با چگالی کم مثل پلاستیک برای جذب تشعشع بتا استفاده کرد. (اشعه ترمزی هم تولید نمی‌شود)
- بیش‌ترین تابش‌گیری‌ها هنگام تصویربرداری روزانه از فانتوم و در حین بررسی‌های قلبی روی می‌دهد.
- بیماران سخت‌گیر می‌توانند باعث تابش‌گیری پرتوکار تا ۲ برابر معمول شوند.
- استفاده از انبرهای دراز ← برای جابه‌جا کردن مواد رادیواکتیو بدون حفاظ (استفاده از فاصله) و همچنین عملکرد با راندمان بالا با مواد رادیواکتیو می‌باشد و از طرفی می‌توان با به‌کارگیری روش‌های جدید با استفاده از مواد غیررادیواکتیو و ماندن در اتاق تهیه مواد رادیواکتیو (هات لب) فقط در هنگام لزوم، باعث کاهش تابش‌گیری شد.
- با روش‌های بلع، تنفس، جذب پوستی از طریق زخم ← تابش‌گیری داخلی داریم و تابش‌گیری داخلی از طریق مونیتور شخصی یا سنجش‌های بیولوژیکی قابل آشکارسازی نمی‌باشد و روش اولیه کنترل آن دفع عامل بالقوه‌ی آلودگی است. با پرهیز از خوردن- آشامیدن، سیگار کشیدن و کاربرد لوازم آرایشی می‌توان میزان تابش‌گیری را کاهش داد. پیپت کردن محلول‌های رادیواکتیو با دهان به شدت ممنوع است.
- در صورت تماس با مواد رادیواکتیو باید فرد تحت مراقبت‌های ویژه قرار بگیرد ← زیرا یون یدید به سادگی به صورت ید اکسیده می‌شود و چون ید در آب زیاد قابل حل نیست از محلول خارج و تصعید می‌شود و با هوا استنشاق می‌شود. قرار گرفتن در معرض

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

بانک سوالات

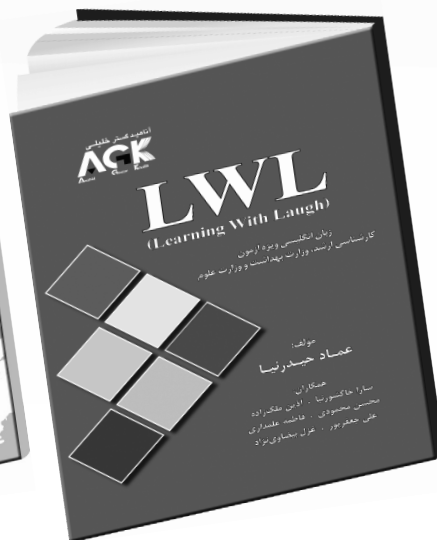
جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

شماره تماس با نمایندگی‌های فعال و رسمی آناهید گستر خلیلی

شماره تماس	نمایندگی	شماره تماس	نمایندگی
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۲	شیراز (آقای فروردین/ خانم هوشمندی)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۵۰	اراک (آقای حسینی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۲	فسا (خانم شعبانی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۸	اردبیل (خانم عاصمی زاده)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۹	قزوین (خانم چگینی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۱	ارومیه (آقای آرمیون)
۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۷	کرج (آقای دکتر علیرضاپور)	۰۹۱۹۶۳۲۱۸۵۲	اسفراین (خانم اسماعیل زاده)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۶	کاشان (خانم صادق پور)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۰	اصفهان (آقای نصری)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۸	کردستان (آقای ابراهیمی)	۰۹۱۹۰۹۸۰۳۱۸	ایلام (آقای دکتر بوچانی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۸	کرمانشاه (آقای ابراهیمی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۴	اهواز (آقای امین فر)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۲	کهکیلویه (آقای فروردین/ خانم هوشمندی)	۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۳	بیرجند (آقای دکتر بهروان)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۷	گرگان (آقای شاه‌علی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۷	تبریز (خانم عاصمی زاده)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	مراغه (آقای صمدی)	۰۹۰۱۳۷۳۷۸۹۶	جهرم (آقای یاعلی جهرمی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۴	مشهد (خانم دکتر شجاعی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۸	خرم‌آباد (خانم میر)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	میاندوآب (آقای صمدی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۱	زنجان (خانم دکتر هوشیار)
۰۹۱۹۵۷۳۳۲۸۴	هرمزگان (آقای زارعی)	۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۴	ساری (آقای دکتر اکبری)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۵	همدان (آقای سوری)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۱	سمنان (آقای دکتر سلمانی)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۳	یزد (خانم مهندس آزاد)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۹	شهرکرد (خانم تقی پور)

بانک کتاب ناهید



«هر کتابی، از هر انتشاراتی را از ما بخواهید»

✓ جامع‌ترین بانک کتاب

✓ تحویل روزانه

✓ ارسال به تمامی نقاط کشور

✓ سفارش کتاب به صورت تلفنی و آنلاین

www.NIBS.ir



کتاب دانشگاهی، فنی و مهندسی، علوم پزشکی، علوم انسانی، عمومی،
ادبی، مذهبی، کمک آموزشی، کودک و نوجوان و کتاب نفیس

فروشگاه: تهران - خیابان انقلاب - روبه روی درب اصلی دانشگاه تهران

پاساژ فروزنده - طبقه همکف - پلاک ۳۳۱

تلفن: ۶۶۴۸۹۳۷۵ - ۰۲۱ - ۶۶۴۸۹۳۴۹ - ۰۲۱