

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، بکشای بر مادرهای رحمت را و بکستران 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 تصفیه آب

ویژه کارشناسی ارشد رشته‌های بهداشت محیط

تألیف و گردآوری:

مهیار عبدی پنبه‌چوله

(کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران)

جلال عبداللہی کلخوران

(کارشناسی ارشد HSE دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی)

شیما مرتضی زاده بهبانی

(کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران)

زیر نظر:

دکتر حسن رسول زاده

(دکتری مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی)

سرشناسه

: عبدی پنبه‌چوله، مهیار، ۱۳۶۷-

عنوان و نام پدیدآور

: AGK درسنامه تصفیه آب ویژه کارشناسی ارشد رشته‌ی بهداشت محیط/ تألیف و گردآوری مهیار

عبدی پنبه‌چوله، جلال عبداللہی کلخوران، شیما مرتضی‌زاده بهبهانی؛ زیر نظر حسن رسول‌زاده.

مشخصات نشر

: تهران: آناہید گستر خلیلی، ۱۴۰۳.

مشخصات ظاہری

: ۱۸۷ ص. : مصور، جدول؛ ۲۲×۲۹ س.م.

شابک

: 978-622-8348-61-2

وضعیت فهرست‌نویسی

: فیپا

موضوع

: آب -- تصفیه -- راهنمای آموزشی (عالی)

Water --Purification -- Study and teaching (Higher)

بهداشت محیط زیست -- راهنمای آموزشی (عالی)

Environmental health -- Study and teaching (Higher)

شناسه افزوده

: عبداللہی کلخوران، جلال، ۱۳۶۹-

شناسه افزوده

: مرتضی‌زاده بهبهانی، شیما، ۱۳۷۰-

شناسه افزوده

: رسول‌زاده، حسن، ۱۳۷۰-

رده‌بندی کنگره

: TD۴۳۰

رده‌بندی دیویی

: ۶۲۸/۱۶۲

شماره کتابشناسی ملی

: ۹۶۱۰۷۵۰



انتشارات آناہید گستر خلیلی

نام: AGK درسنامه تصفیه آب

(ویژه کارشناسی ارشد رشته‌های بهداشت محیط)

تألیف و گردآوری: مهیار عبدی پنبه‌چوله . جلال عبداللہی کلخوران . شیما مرتضی‌زاده بهبهانی

ناشر: آناہید گستر خلیلی

نوبت و سال چاپ: اول. ۱۴۰۳

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ و صحافی: گیلان

مدیر تولید: امیرحسین خلیلی

مدیر فنی و هنری: مریم آرده

بهاء: ۲۸۰۰۰۰ تومان

آموزشگاه/ فروشگاه: ۰۲۱۶۶۵۶۸۶۲۱

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

مدیر فروش: ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ (ارتباط از طریق پیامک)

 agkpublisher@gmail.com

 www.agkins.com

طلیعه 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

طلیعه سخن مؤلف:

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید. قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان به امکانات محدود خود اکتفا نکند. امروزه حفاظت از محیط زیست بیش از پیش به دلیل گسترش آلودگی‌ها از نظر کمیت و پیچیدگی آن‌ها، دارای اهمیت فراوان است. چنان‌چه اصل ۵۰ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران نیز به آن اشاره داشته و می‌گوید: «در جمهوری اسلامی، حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌شود. از این‌رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیرقابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است». بنابراین زمین سرمایه مشترک بشر برای نسل حاضر و نسل‌های آینده است و تمامی تلاش‌هایی که برای حفاظت محیط زیست انجام می‌شود در حقیقت گام برداشتن در مسیر حفظ نسل بشری است. از طرف دیگر، حفاظت از محیط زیست و حمایت و اصلاح و مواظبت از آن و مسوولیت در قبال آن از موضوعاتی است که رابطه نزدیک و تنگاتنگی با جامعه و سبک زندگی دارد. چرا که، بر اساس آموزه‌های دینی، حیات و بقای بشر، بستگی به حفاظت از محیط زیست داشته و رعایت حقوق عناصر زیست محیطی و احترام به حق حیات همه موجودات، نباید تنها در برهه‌ای خاص از زمان مدنظر قرار گیرد، بلکه انسان می‌بایست خود را پیوسته در طول تاریخ و در برابر آیندگان مسئول بداند و متوجه این امر مهم باشد که هر نوع افراط و یا تفریط در استفاده از منابع و هر گونه بی‌مهری نسبت به طبیعت، اثرات سویی در کل نظام طبیعت خواهد گذاشت. بنابراین، باید به حفظ محیط زیست و عدم تخریب آن به عنوان یک وظیفه الهی نگریست. با این حال گاهی انسان‌ها کم‌تر به میراث گرانبهای زندگی خود توجه داشته و به هر دلیلی، سبب ایجاد تغییرات غیرقابل برگشت (مانند تغییرات اقلیم زمین و به تبع آن خشکسالی‌های مداوم، آلودگی هوای شهرهای بزرگ، ریزگردهای هوا، تنزل کیفیت منابع آبی و غیره) در این پیکره می‌شود. بنابراین حفظ این عوامل سرلوحه فعالیت بسیاری از سازمان‌هایی است که به نحوی با محیط زیست سر و کار دارند که با تربیت نیروهای متخصص در رشته‌های مرتبط خصوصاً رشته بهداشت محیط در صدد این کار برآیند. این مجموعه با هدف تقویت بیش‌تر دستیابی به دانش و آگاهی بیش‌تر دانشجویان مقاطع عالی رشته‌های مرتبط و قبولی در آزمون‌های مربوطه و همچنین با همت انتشارات ارزشمند دکتر خلیلی گردآوری گردیده و از محتوای خاصی برخوردار است. با توجه به این‌که تمام مطالب این مجموعه از کتاب‌های رفرنس ارائه شده توسط وزارت بهداشت گردآوری شده است، لذا تمام سر فصل‌های مربوطه را تحت پوشش قرار داده است. یادآور می‌شود که مطالعه این مجموعه کتاب‌ها را به دانشجویان رشته‌های آب و فاضلاب، محیط زیست و بهداشت محیط و سایر رشته‌های مرتبط توصیه می‌نماید. امیدواریم که مورد قبول دانش‌پژوهان عزیز واقع شود. از کلیه دوستانی که ما را در تدوین این مجموعه ما را یاری نموده‌اند تقدیر و تشکر می‌گردد.

با احترام

گروه مولفین

فصل اول: آب، ویژگی‌ها، آلاینده‌ها، استاندارد	۹
فصل دوم: منابع آب و خصوصیات تصفیه‌پذیری آن‌ها	۲۱
فصل سوم: تصفیه مقدماتی (پیش‌تصفیه) (Pretreatment)	۳۵
فصل چهارم: کدورت و ذرات کلوئیدی	۳۹
فصل پنجم: اختلاط سریع (Rapid mix)	۴۸
فصل ششم: انعقاد (Coagulation)	۵۶
فصل هفتم: لخته‌سازی (فلوکولاسیون) Flocculation	۶۳
فصل هشتم: ته‌نشینی اولیه	۶۹
فصل نهم: مواد منعقدکننده و کمک منعقدکننده	۷۹
فصل دهم: فیلتراسیون (Filtration)	۹۱
فصل یازدهم: گندزدایی (Disinfection)	۱۰۳
فصل دوازدهم: کلر و ترکیبات آن	۱۰۹
فصل سیزدهم: محصولات جانبی گندزدایی	۱۲۳
فصل چهاردهم: ترکیبات آلی فرار (VOCs)	۱۲۹
فصل پانزدهم: طعم و بو	۱۳۳
فصل شانزدهم: آهن و منگنز در آب	۱۳۷
فصل هفدهم: فرآیندهای غشایی	۱۴۳
فصل هجدهم: فلوئور	۱۴۷
فصل نوزدهم: رزین‌ها	۱۵۰
فصل بیستم: سبک‌سازی آب (سختی‌گیری)	۱۵۳
فصل بیست و یکم: کارایی فرآیندهای تصفیه	۱۶۲
فصل بیست و دوم: راهنمای کلی انتخاب روش تصفیه	۱۶۴
فصل بیست و سوم: نکات کلی در تصفیه آب	۱۶۵
فصل بیست و چهارم: نکات برتر	۱۸۵

فصل

۱

آب، ویژگی‌ها، آلاینده‌ها، استاندارد

۹

استانداردهای آب آشامیدنی پارامترهای کیفی آب هستند، که برای حفظ حد مجاز غلظت و تأمین سلامت منابع آب عمومی از طریق سازمان‌های بهداشتی و زیست‌محیطی تدوین شده‌اند. غلظت‌های مجاز متناسب با مصارف موردنظر تعیین می‌شوند. استانداردهای بین‌المللی آب آشامیدنی در سال ۱۹۸۵ توسط WHO منتشر گردید. در ایران هم مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی با هماهنگی ارگان‌های مسئول، استانداردهایی تدوین نموده که در آن به استاندارد ۱۰۵۳ اشاره کامل شده است:

۴. اصلاحات و تعاریف

در این استاندارد ۱۰۵۳، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۴-۱. آب آشامیدنی^۱

آبی است، که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آن در حدی باشد که مصرف آن جهت آشامیدن، عارضه سوئی در کوتاه‌مدت یا درازمدت، برای سلامت انسان ایجاد نکند.

۴-۲. مواد شیمیایی معدنی^۲

ترکیباتی هستند که معمولاً عنصر کربن در ساختار آن‌ها وجود ندارد. این ترکیبات معمولاً از طریق منابع طبیعی و یا از طریق فعالیت‌های انسانی در آب وارد شده و به دو دسته مواد شیمیایی معدنی سمی و غیرسمی، تقسیم می‌شوند.

۴-۳. مواد شیمیایی معدنی سمی

آن دسته از مواد شیمیایی معدنی است، که پتانسیل سمی کردن آب و ایجاد عارضه سوء، در کوتاه‌مدت یا درازمدت در سلامت انسان را دارد.

۴-۴. مواد شیمیایی معدنی غیرسمی

مواد شیمیایی معدنی، که معمولاً به صورت طبیعی یافت می‌شوند و وجود برخی از آن‌ها در حد مطلوب برای بدن انسان ضروری است.

1. Drinking Water
2. Mineral Chemical Compound

فصل

۲

منابع آب و خصوصیات تصفیه‌پذیری آن‌ها

۲۱

چرخه‌ی هیدرولوژیک آب کمک می‌کند تا نزولات آسمانی (باران و برف) که از مسیر جریان زمین خارج می‌شوند، دوباره منابع آب جدیدی ایجاد کنند و به زمین برگردند. روان‌آب‌های سطحی اولین وضعیت را به خود اختصاص می‌دهند. نزولات آسمانی از کیفیت بالای خلوص برخوردار هستند، بنابراین کم‌ترین آلاینده‌ها در آن‌ها وجود دارد (به‌جز انحلال گازها). نهایتاً دریاها و اقیانوس‌ها از تجمع روان‌آب‌ها، جویبارها و رودخانه‌ها ایجاد می‌شوند. در تمام مسیر تبخیر وجود دارد. تعریق گیاهی هم وجود دارد ولی بیش‌ترین تبخیر با توجه به انرژی کلی موجود، در دریاها و اقیانوس‌ها است.

منابع آب } منابع آب سطحی
منابع آب زیرزمینی

منابع آب سطحی مثل رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، برکه‌های آب، منابع زیرزمینی چاه‌های کم‌عمق، چاه‌های عمیق، چشمه‌ها، قنات و حفره‌های بزرگ.

دریاها و اقیانوس‌ها به علت این‌که کیفیت بسیار متفاوتی نسبت به آب‌های سطحی دارند، جزو آب‌های سطحی محسوب نمی‌شوند و نحوه‌ی تصفیه‌ی آن‌ها متفاوت است.

آب موجود در اتمسفر (رطوبت هوا) خودش به‌عنوان منابع آبی محسوب می‌شود و از کیفیت خوبی برخوردار است. یخ‌های قطب به علت تفاوت فیزیکی که دارند جداگانه ذکر شده است و به‌عنوان آب‌های شیرین سهم زیادی را به خود اختصاص می‌دهند. حدود ۹۷ درصد آب کره‌ی زمین شور و کم‌تر از ۲ درصد آن آب شیرین است. مقادیر بسیار زیادی از این آب شیرین را یخ‌های قطبی تشکیل می‌دهند و بقیه‌ی آن آب‌های سطحی و زیرزمینی است.

عمده‌ی آب‌های زیرزمینی در اعماق بسیار زیاد است و قابل دسترسی نیست. با توجه به حرکت جریان آب، آلودگی‌های مختلف به صورت طبیعی می‌توانند وارد آب شوند. هر چه این آب نزدیک به سرچشمه برداشت شود از کیفیت بهتری برخوردار است.

خود آب باران را به‌عنوان منبع جداگانه در نظر می‌گیرند، چون مستقیماً برداشت می‌شود.

مناطق که کنار آب‌های شور هستند از آب‌های زیرزمینی محروم هستند بنابراین از نزولات آسمانی استفاده می‌کنند.

هر چه مسیر کوتاه‌تر باشد، کیفیت آب بهتر و تصفیه‌ی آن راحت‌تر خواهد بود.

آب دریاها: چون آب مسیر طولانی را طی کرده و مواد زیادی را در خود حل کرده و به دریا می‌آورد و با تبخیر آب دریا هم غلظت مواد هم بیش‌تر می‌شود، بنابراین آب دریاها کیفیت مطلوبی را ندارند.

فصل

۳

تصفیه مقدماتی (پیش تصفیه)
(Pretreatment)

تصفیه مقدماتی (پیش تصفیه) (Pretreatment)

هدف از آن حذف مواد درشت موجود نظیر چوب، برگ درختان و اجسام شناور و نیز جلوگیری از رشد و ازدیاد جلبک‌ها و گیاهان ریشه‌دار جهت جلوگیری از انسداد تجهیزات و صدمه دیدن پمپ‌ها و لوله‌ها و نیز جلوگیری از افزایش بار وارد بر فرایندهای معمول تصفیه در ادامه جریان است.

واحدهای معمول و فرایندهای تصفیه مقدماتی ← آشغالگیری، تصفیه شیمیایی مقدماتی، ته‌نشینی مقدماتی، جذب سطحی، کلرزنی مقدماتی، هوادهی

آشغالگیری (Screening)

اولین مرحله و واحد تصفیه است با هدف
حفاظت از واحدهای بعدی و جلوگیری از انسداد و صدمه آن‌ها
بالا بردن راندمان سایر فرایندها

انواع آشغالگیر براساس فضای بین میله‌ها
 $10-40\text{ mm} \leftarrow \text{medium}$
 $10-40\text{ mm} \leftarrow \text{medium}$
 $40\text{ mm} < \text{coarse}$

سرعت قابل قبول (معمول) در بین میله‌های آشغالگیر (بدون ایجاد افت
جریان متوسط $1-0.6\text{ m/s}$
حداکثر جریان $1.4-1.2\text{ m/s}$

تصفیه مقدماتی؛ آشغالگیرها

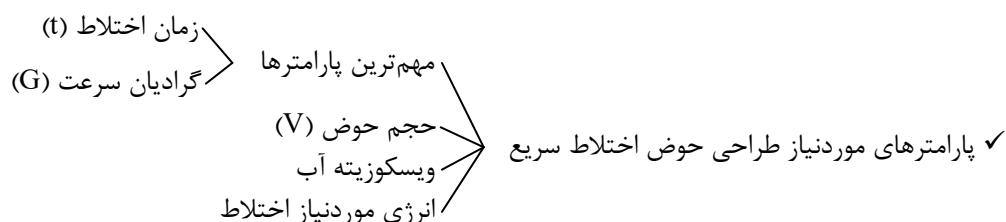
- ❖ آشغالگیر با توری درشت (Course screening): ابعاد سوراخ‌ها تا ۱۰ سانتی‌متر هم می‌رسد. پس حداکثر تا ۱۰ و حداقل تا ۲ سانتی‌متر فاصله بین میله‌ها خواهد بود. این توری‌ها می‌تواند به صورت اتوماتیک توسط برس‌هایی تمیز شوند.
- ❖ آشغالگیر با توری ریز (fine screening): مواد ریزتر را می‌گیرد و به ته‌نشینی اولیه کمک می‌کند، ابعاد سوراخ‌های آن تا حدود $\frac{1}{4}$ اینچ (۵ میلی‌متر) می‌رسد. به صورت اتوماتیک و دائم در حال حرکت است و با فشار آب و برس آن را تمیز می‌کند.

فصل

۵

اختلاط سریع (Rapid mix)

مهم‌ترین مرحله عملیاتی در فرایند انعقاد است با هدف پخش فوری و یکنواخت ماده منعقدکننده و کمک منعقدکننده
 ← تزریق مواد شیمیایی در متلاطم‌ترین نقطه انجام می‌شود.
 ← هدف = ناپایدار کردن ذرات



✓ (G) - گرادیان سرعت

← نسبت سرعت دو ذره به فاصله بین آن‌ها که واحد آن (S^{-1}) (عکس زمان) است.

← بیانگر تحلیل انرژی در واحد حجم

← برای همزن‌های مکانیکی تابعی است از انرژی ورودی (w) $(N/m.s)$ ، حجم مخزن (m^3) ویسکوزیته آب $\left(\frac{N.s}{m^2}\right)$ که

تابعی از دماست.

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}} \Rightarrow P = G^2 \mu V$$

← برای حوض‌های بافل‌دار تابعی است از وزن مخصوص آب، ویسکوزیته، افت فشار ناشی از اصطکاک زمان ماند و انرژی ورودی.

$$G = \sqrt{\frac{rPh_L}{\mu t}}$$

همزن‌ها یا هیدرولیکی‌اند (بافل‌ها) یا مکانیکی که دارای راندمان بالاتری‌اند.

متداول‌ترین سیستم ← حوض مربعی شکل با همزن‌های مکانیکی پره‌دار با محور عمودی

اختلاط سریع (Rapid mix)

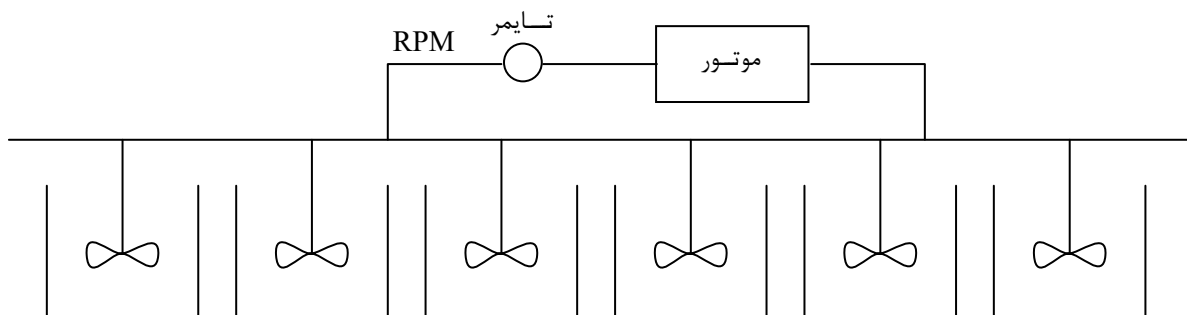
مؤثرترین سیستم حوض مربعی شکل با همزنهای مکانیکی پره‌دار و تیغه‌های مسطح ← خارج خط امروزه اختلاط را می‌توان مستقیماً در خط لوله قرار داد که به آنها مخلوط‌کن‌های بسیار سریع (blender) یا در خط (Inline mixer) می‌گویند و برای آب‌های با کدورت و قلیائیت بالا بسیار مناسب است.

اختلاط سریع

در اختلاط سریع متداول گرادیان سرعت $G = 100-700 \text{ s}^{-1}$ و زمان ماند $t = 40-60 \text{ s}$ است، « $30-10 \text{ s} = \text{Hammer}$ » حداکثر سرعت اختلاط سریع توسط همزن مکانیکی 30 s در اختلاط بسیار سریع یا in line blender، زمان ماند $G > 1 \text{ s}$ و در حدود 5% و $G = 3000-50000$ هرچه G بیش‌تر و t کم‌تر باشد عمل اختلاط مؤثرتر است.

جارتست Jar Test

برای تعیین نوع ماده منعقدکننده و کمک منعقدکننده بهینه، pH بهینه، دوز ماده‌ی منعقدکننده‌ی بهینه، قلیائیت بهینه، درجه‌ی اختلاط بهینه و زمان انعقاد و لخته‌سازی بهینه از این آزمایش استفاده می‌شود. دستگاه این آزمایش شامل ۶ همزن و ۶ بشر که حجم هر بشر ۱ لیتر می‌باشد.

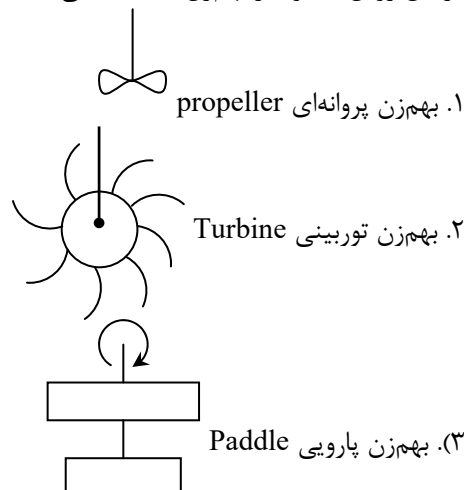


مراحل انعقاد، لخته‌سازی و زلال‌سازی را در این آزمایش داریم.

در مرحله‌ی انعقاد دستگاه را روی $60-100 \text{ rpm}$ (دور در دقیقه) تنظیم می‌کنیم. پس از ریختن نمونه‌ی آب در تمام بشرها، تنظیم pH و ریختن دوزهای مختلف منعقدکننده در بشرها، دستگاه را روشن می‌کنیم. این مرحله ۱ دقیقه می‌باشد. در مرحله‌ی لخته‌سازی دور دستگاه را کم می‌کنیم $30-15 \text{ rpm}$ و مدت زمان این مرحله $30-15$ دقیقه می‌باشد. در مرحله‌ی زلال‌سازی همزن‌ها را بیرون می‌آوریم و حالت سکون را برقرار می‌کنیم. بعد مقدار ذرات ته‌نشین شده و کدورت آب را اندازه‌گیری می‌کنیم. ظرفی که دارای کم‌ترین کدورت باشد، بهترین pH و دوز منعقدکننده را داشته است. سپس آن دوز و pH بهینه را به کل تصفیه‌خانه تعمیم می‌دهیم.

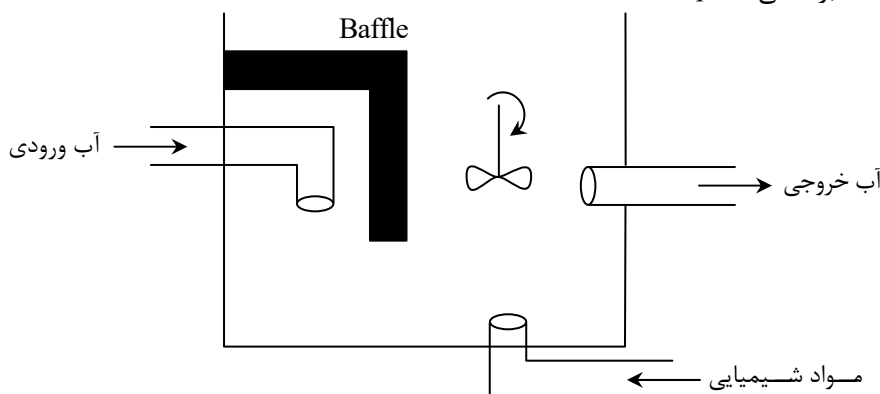
روش مکانیکی اختلاط

در این روش معمولاً از بهمزن‌های مختلفی استفاده می‌شود و یا از انواع پاروها که می‌توان موارد زیر را ذکر کرد:



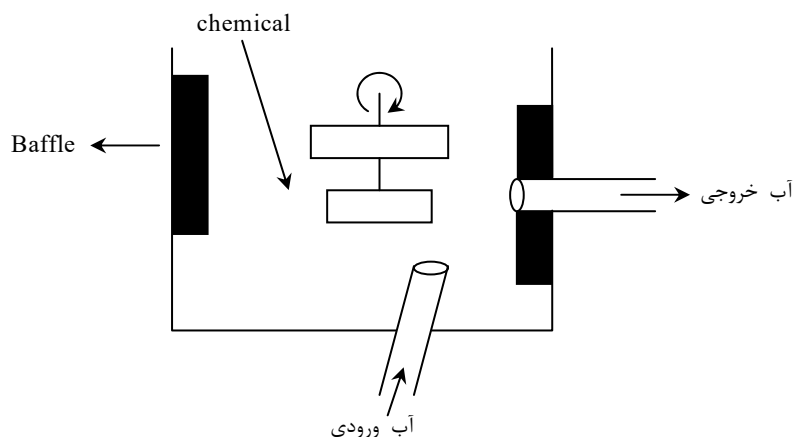
از انواع حوضچه‌های اختلاط سریع که به صورت اختلاط مکانیکی کار می‌کنند می‌توان موارد زیر را نام برد:

۱. پس اختلاط (اختلاط برگشتی) Back-mix dmplle



بافل از ایجاد فضای مرده جلوگیری می‌کند.

۲. پره با تیغه‌های مسطح Flat-blade dmpelle



در کتاب Environmental.Eng، ذکر شده که باید حجم حوض اختلاط سریع کم‌تر از ۸ (< 8) متر مکعب باشد. چون اگر بیش‌تر از این مقدار باشد به دلیل ایجاد فضای مرده در گوشه‌های حوضچه عمل انعقاد خوب صورت نمی‌گیرد.

G شدت بهم‌زنی می‌باشد. معمولاً گرادیان سرعت G در این حوضچه‌ها در حدود $\frac{1}{s} 600-1000$ و در منابع دیگر

$\frac{1}{s} 700-1000$ می‌باشد.

$(\frac{1}{s})G$	۱۰۰۰	۹۰۰	۷۹۰	۷۰۰
$(s)T$	۲۰	۳۰	۴۰	> 40

$$GT = 20000 - 28000$$

زمان معمولاً در حوضچه‌ی اختلاط $sec 60-10$ می‌باشد و گاهی اوقات تا ۲ دقیقه نیز در نظر گرفته می‌شود.

مثال: شدت بهم‌زنی یا گرادیان سرعت ذره‌ای با سرعت $V_1 = 2/25 \frac{Ft}{s}$ و ذره‌ی دیگر $V_2 = 2/5 \frac{Ft}{s}$ که فاصله‌ی بین آن‌ها

$0.1 Ft$ می‌باشد را محاسبه کنید.

$$G = \frac{\Delta V}{\Delta d} = \frac{2/5 - 2/25}{0.01} - \frac{0.1}{0.01} \Rightarrow G = 25 \frac{1}{s}$$

اگر عمل انعقاد در خط لوله و با اختلاط مکانیکی انجام گیرد in-Line Blender معمولاً در منطقه‌ی ۱، G بسیار بالاست و در

حدود $\frac{1}{s} 3000-5000$ می‌باشد. اما زمان آن $t < 1 sec$ و گاهی اوقات $t < 0.5 sec$ است.

فصل

۱۰

فیلتراسیون (Filtration)

۹۱

فرآیند جداسازی غشایی

یکی از مشخصات خاص فیلتراسیون غشایی، اثر بسیار زیاد دما بر ظرفیت تولید (فلوکس) است. شار در زمستان در فشار یکسان $[39^{\circ}\text{F}(4^{\circ}\text{C})]$ حدود نیمی از مقدار آن در تابستان است.

میکرو فیلتراسیون: هدف از میکرو فیلتراسیون (MF) حذف ذرات به قطر بیش تر از $0.5\ \mu\text{M}$ است. غشاهای میکرو فیلتراسیون (MF) از مواد مختلفی مانند استات سلولز ساخته می شوند. اندازه‌ی حفره‌های این غشاها در حالت کلی $1\ \mu\text{M}$ است و در بیش تر موارد در تصفیه‌ی آب از غشاهای با اندازه‌ی حفره‌ی $2\ \mu\text{M}$ استفاده می شود. به طور طبیعی شست و شوی معکوس 20 دقیقه و توسط شست و شوی با هوا صورت می پذیرد. با این حال، غشاها باید به طور متوسط هر $2-3$ ماده بسته به کیفیت آب خام و وقتی که فشار از $15\ \text{Psi} (1\frac{\text{kg}}{\text{m}^2})$ تجاوز می کند به وسیله‌ی سود پرمایه یا اسید با پاک کننده‌ها شسته می شود.

اولترا فیلتراسیون (UF): اولترا فیلتراسیون از غشاهایی با اندازه‌ی حفره‌های بسیار کوچک تر از $1\ \mu\text{M}$ استفاده می کنند و به فشار رانش از $10-90\ \text{Psi}$ یا $69-720\ \text{kPa}$ یا $6-7\ \text{atm}$ نیاز دارد.

اولترا فیلتراسیون قادر به حذف کلوئیدها، باکتری‌ها و ویروس‌ها و ترکیبات آلی با وزن مولکولی زیاد است. در نتیجه این غشاها مستعد گرفتگی هستند. افزایش دانسیته و ویسکوزیته محلول در سطح غشا سبب کاهش دبی (شار) می شود. نانو فیلتراسیون (NF): اندازه‌ی حفره‌های این غشاها بین اولترا فیلتراسیون (UF) و اسمز معکوس (RO) می باشد. غشاهای نانو فیلتراسیون برای تصفیه‌ی آب شرب استفاده می شوند و دارای خلل و فرج $0.001-0.002\ \mu\text{m}$ میکرومتر و وزن مولکولی ناپیوسته (MWCO) حدود 200 دالتون هستند.

نانو فیلتراسیون قادر به حذف پیش سازهای محصولات جانبی گندزدایی (DBP) مثل یون‌های کلسیم و منیزیم است و نسبت به روش‌های سختی زدایی با لایم- سودا، سختی زدایی این روش اقتصادی تر است.

با توجه به این که روش NF به راحتی TOC را حذف می کند در نتیجه نیازی به فرآیندهای انعقاد پیشرفته جهت کنترل DBP_5 نیست. همچنین حذف میکروبی این روش 100 درصد است. پس می توان NF را جایگزین ازن زنی، جذب سطحی GAC و انعقاد پیشرفته کرد.

فرآیند	آب مناسب	اندازه‌ی روزنه یا اندازه‌ی رزین	وزن مولکولی دالتون	نیروی محرکه	حذف مواد	توضیحات
نانوفیلتراسیون NF	خروجی فیلترهای معمولی یا میکروفیلتراسیون	۰/۰۰۱-۰/۰۰۵ میکرومتر	۲۰۰-۴۰۰	۱۵۰ PsIg - ۷۵	مواد آلی طبیعی (NOM)، شامل رنگ، ویروس، کلسیم و منیزیم	فرآیند ناپیوسته و کنترل محصولات جانبی گندزدایی و سختی‌زدایی
اسمز معکوس (RO)	آب فیلتر شده نمک‌های PsIg ۱۰۰-۳۶۰۰	< ۱ nm	—	> ۴۰۰ PsIg	یون‌های نمک‌های یونی و مواد کلوئیدی	فرآیند پیوسته ۹۰-۹۵٪ نمک‌های معدنی و ۹۵-۹۹٪ مواد آلی
الکترودیالیز (ED)	آب فیلتر شده نمک‌های ۵۰۰-۸۰۰۰ PsIg	< ۱ nm	—	$-\frac{36}{b} \text{ kw}$	یون‌های یونیزه	فرآیند ناپیوسته حذف کل نمک‌ها امکان‌پذیر نیست.
تبادل یونی (IX)	آب ته‌نشین شده و فیلتر شده نمک‌های ۵۰-۱۰۰۰ PsIg	< ۱ nm	—	< ۷ PsIg	یون‌های یونیزه، آنیون‌ها و کاتیون‌ها	فرآیند ناپیوسته حذف کل نمک‌ها امکان‌پذیر نیست.

عمل فیلتراسیون به‌طور خاص مربوط به آب‌های سطحی است.

با هدف جذب مواد معلق، که می‌تواند شامل: } لخته‌های غیرقابل ته‌نشینی در فرایند انعقاد و لخته‌سازی میکروارگانیسم‌ها، رنگ، گل و لای و ... باشد و نیز به‌منظور حذف لخته‌های حاصل از سختی‌گیری و حذف آهن و منگنز از آب‌های زیرزمینی کاربرد دارد.

سطحی Surface Filtration } فیلتراسیون براساس مکانیسم و نحوه جداسازی ذرات به ۳ گروه تقسیم می‌شوند
غشایی Membrane Filtration
عمقی Deep Filtration

در Surface.F، جداسازی ذرات در عمق بسیار کم (سطح) صافی از طریق مکانیسم غربال مکانیکی (Straining) انجام می‌شود. اندازه روزنه‌های صافی در حدود $10-30 \mu\text{m}$ است ← کاغذ صافی و فیلترهای کیسه‌ای
membrane.F، شبیه فیلتراسیون سطحی است با این تفاوت که اندازه روزنه‌ها ریزتر است ($10^{-4} - 1 \mu\text{m}$) ← شامل؛ (۱) میکروفیلتراسیون، (۲) اولترا فیلتراسیون، (۳) نانو فیلتراسیون و (۴) اسمز معکوس

انواع صافی‌های عمقی

- ✓ براساس نیرو محرکه به ۲ گروه ثقلی و تحت فشار تقسیم می‌شوند.
- ✓ براساس جریان ورودی به انواع upflow، downflow و biflow
- ✓ براساس نوع بستر به انواع single media، dual.media، multi.media
- ✓ براساس دانه‌بندی ذرات به ۳ گروه همگن و یکنواخت، ناهمگن و درهم و منظم شده
- ✓ صافی ماسه‌ای کند (SSF)

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

بانک سوالات

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

سوالات تألیفی

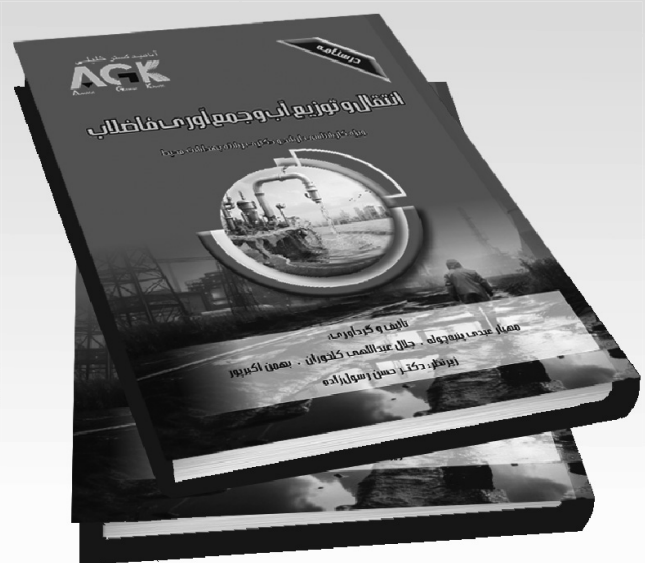
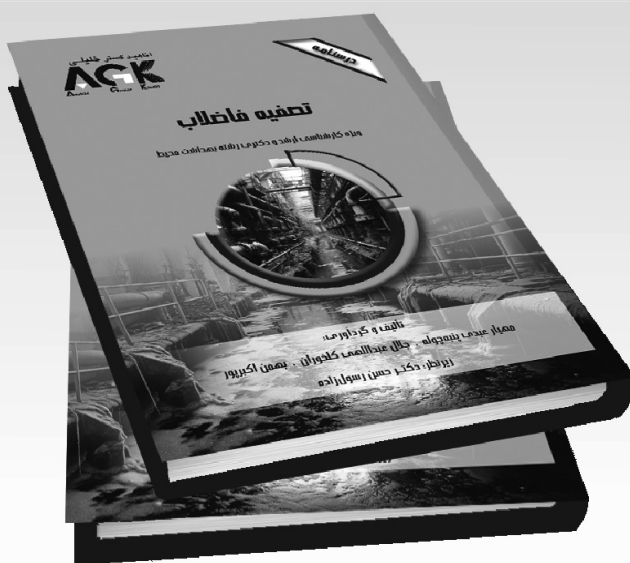
تألیف سوالات مشابه کنکور

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

الگوریتم

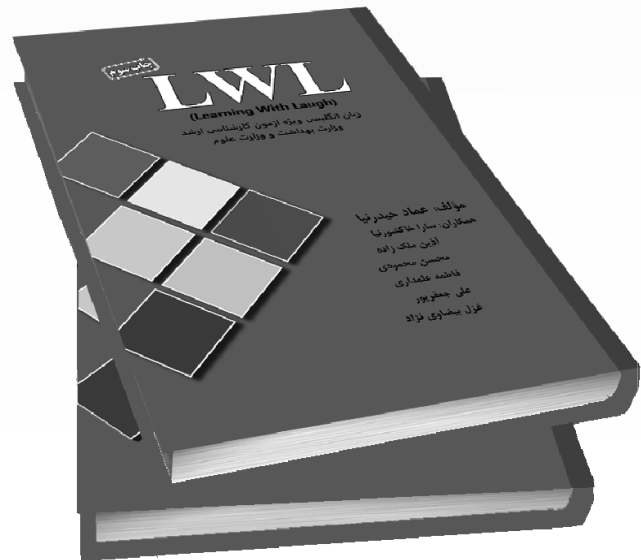
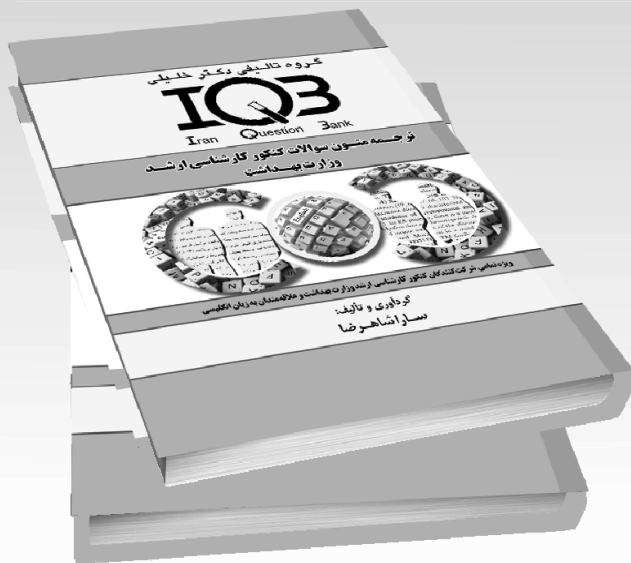
چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

بانک سوالات

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

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

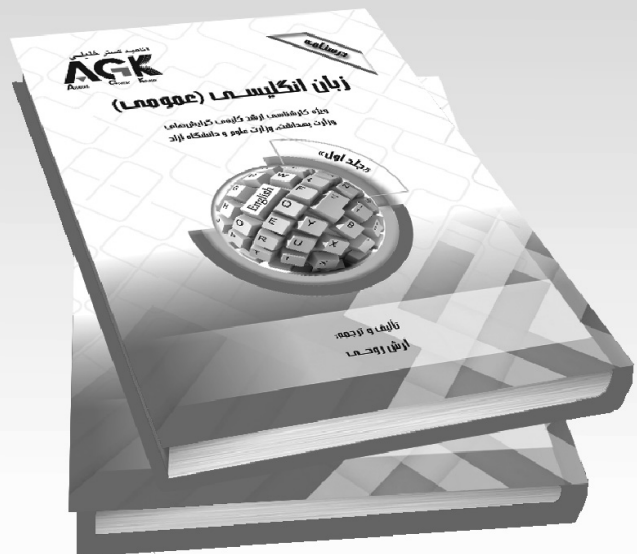
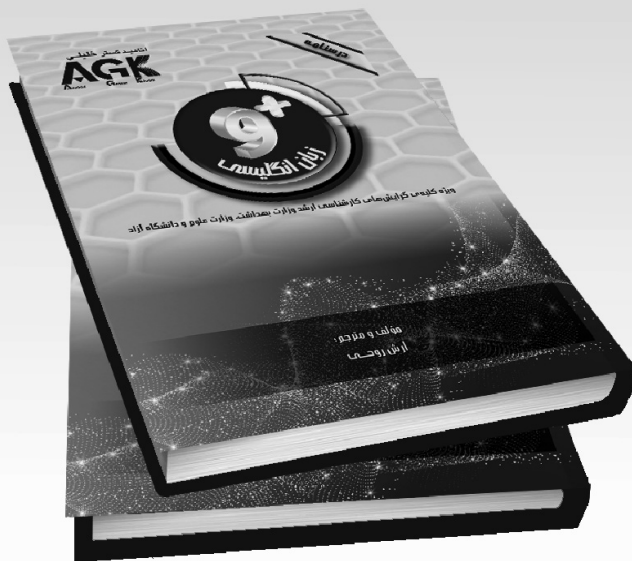
تألیف سوالات مشابه کنکور

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
۰۹۱۰۱۷۱۱۸۷۲	سبزوار (آقای شریفان)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۵۰	اراک (آقای حسینی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۱	شاهرود (آقای سلمانی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۸	اردبیل (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۹	شهرکرد (خانم تقی‌پور)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۱	ارومیه (آقای آرمیون)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۲	شیراز (آقای فروردین / خانم هوشمندی)	۰۹۱۹۶۳۲۱۸۵۲	اسفراین (خانم اسماعیل‌زاده)
۰۹۱۹۳۷۱۳۷۴۲	فسا (خانم شعبانی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۰	اصفهان (آقای کیانی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۹	قزوین (خانم چگینی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۴	اهواز (آقای دکتر رضازاده)
۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۷۱	کرج (آقای دکتر علیرضاپور)	۰۹۱۹۰۹۸۰۳۱۸	ایلام (آقای دکتر بوچانی)
۰۹۱۳۱۹۸۱۲۷۰	کرمان (خانم ضمانتی‌یار)	۰۹۱۹۶۸۵۳۱۱۶	بروجرد (آقای احمدی‌صدر)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۸	کرمانشاه (آقای ابراهیمی)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۹	بم (خانم سرحدی‌نژاد)
۰۹۱۹۵۳۷۱۸۹۰	کوهدشت (خانم یاریان)	۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۳	بیرجند (آقای دکتر بهروان)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۷	گرگان (آقای شاه‌علی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۷	تبریز (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	مراغه (آقای صمدی)	۰۹۰۱۳۷۳۷۸۹۶	جهرم (آقای یاعلی جهرمی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۴	مشهد (خانم دکتر شجاعی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۰	جیرفت (خانم دکتر محمدی)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	میاندوآب (آقای صمدی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۸	خرم‌آباد (خانم میر)
۰۹۱۹۶۳۵۰۷۶۸	نیشابور (آقای موسوی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۳	رشت (خانم تنها)
۰۹۱۹۵۷۳۳۲۸۴	هرمزگان (آقای زارعی)	۰۹۱۹۶۸۲۹۲۸۰	رفسنجان (آقای یوسفی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۵	همدان (آقای سوری)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۵	زاهدان (آقای مهمان‌دوست)
۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۴	یاسوج (آقای مرتضوی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۱	زنجان (خانم دکتر هوشیار)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۳	یزد (خانم آزاد)	۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۴	ساری (آقای دکتر اکبری)

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