



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۸۳۹۶-۲

چاپ اول

ISIRI

8396-2

1st . Edition

آب - تعیین اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پس از n روز (BOD_n)

قسمت دوم: روش آزمون برای نمونه‌های رقیق نشده

**Water quality - Determination of biochemical
oxygen demand after n days (BoD_n)
Part 2: method for undiluted samples**

« بسمه تعالی »

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) می باشد.


تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت می گیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره « ۵ » تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل می گردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد می باشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.


مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید.


همچنین به منظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵ 

دفتر مرکزی : تهران - ضلع جنوبی میدان ونک، صندوق پستی ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵


تلفن مؤسسه در کرج : ۸-۳۱-۲۸۰۶۰۳۱-۲۶۱+ 

تلفن مؤسسه در تهران : ۵-۴۶۱-۸۸۷۹۴۶۱-۲۱+ 

دورنگار : کرج ۲۸۰۸۱۱۴-۲۶۱+ - تهران ۸۸۸۷۱۰۳ - ۸۸۸۷۰۸۰ - ۲۱+ 

بخش فروش - تلفن : ۴۵-۲۸۰۷۰۴۵-۲۶۱+ دورنگار: ۴۵-۲۸۰۷۰۴۵-۲۶۱+ 

پیام نگار: [Standard @ isiri.or.ir](mailto:Standard@isiri.or.ir) 

بهاء : ۱۷۵۰ ریال 

	Headquarters :	Institute Of Standards And Industrial Research Of Iran
	P.O.Box :	31585-163 Karaj – IRAN
	Tel :	0098 261 2806031-8
	Fax :	0098 261 2808114
	Central Office :	Southern corner of Vanak square, Tehran
	P.O.Box :	14155-6139 Tehran-IRAN
	Tel :	0098 21 8879461-5
	Fax :	0098 21 8887080, 8887103
	Email :	Standard @ isiri.or.ir
	Price :	1750 RLS

کمیسیون استاندارد «آب- اندازه‌گیری اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پس از n روز مشخص (BOD_n)- قسمت دوم: روش آزمون برای نمونه‌های رقیق نشده»

رئیس

مرتضوی، محمد صدیق

(دکترای شیمی)

سمت یا نمایندگی

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان استان هرمزگان

اعضاء

آقاجری، ناصر

(لیسانس تکنولوژی آبزیان)

سلیمی زاده، مریم

(لیسانس خاک شناسی)

محبی نوذر، لیلی

(فوق لیسانس شیمی)

کامرانی، احسان

(دکتری شیلات و محیط زیست)

فداکار، شهرام

(فوق لیسانس مدیریت محیط زیست)

دبیر

اکبرزاده، غلامعلی

(لیسانس شیلات و محیط زیست)

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان استان هرمزگان

فهرست اعضای شرکت کننده در سیمد و نود و هفتمین اجلاس کمیته ملی

استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۸۵/۳/۲۷

رئیس

وانیک، قلی پور

(دکترای شیمی تجزیه)

سمت یا نمایندگی

دانشکده شیمی، دانشگاه تربیت معلم

اعضا

اکبری حقیقی، کریم

(لیسانس شیمی)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

آقاجری، ناصر

(لیسانس تکنولوژی آبیان)

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

حاج نوروزی، فاطمه

(کارشناس ارشد شیمی)

مرکز تحقیقات وزارت کار

خطیب‌زاده، داود

(لیسانس شیمی)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

ریاحی، صفیه

(لیسانس شیمی)

پژوهشگاه نیرو

مقتدر، مهناز

(فوق لیسانس مدیریت محیط زیست)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان تهران

محبی نوذر، سیده لیلی

(کارشناس ارشد شیمی)

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

مهدوی، اذر

(کمک کارشناس)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

دبیر:

نوروزی‌زاده، حمیرا

(لیسانس صنایع)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

الف	پیش‌گفتار
۱	۱) هدف و دامنه کاربرد
۲	۲) مراجع الزامی
۲	۳) اصطلاحات و تعاریف
۳	۴) اصول کار
۳	۵) وسایل لازم
۴	۶) نگهداری نمونه‌ها
۴	۷) روش کار
۶	۸) محاسبات و بیان نتایج
۶	۹) گزارش آزمایش
۷	پیوست الف - تکرار دما و زمان‌های مربوط به گرمخانه‌گذاری - (اطلاعاتی)
۹	پیوست ب - اصلاحات لازم جهت سنجش‌های ویژه
۱۳	پیوست پ - صحت و دقت - (اطلاعاتی)

پیش‌گفتار :

استاندارد “تعیین اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پس از یک n روز مشخص (BOD_n)” قسمت دوم- روش آزمون برای نمونه‌های رقیق نشده که توسط کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در سیصد و نود و هفتمین جلسه کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی پلیمر مورخ ۸۵/۳/۲۷ مورد تصویب قرار گرفته است و اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر گونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استاندارد ارائه شود، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد های سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است :

*1- ISO 5815-2, 2003. Water quality – Determination of biochemical oxygen demand after n days (BOD_n)
Part 2: Method for undiluted samples.*

اندازه‌گیری اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پس از n روز مشخص (BOD_n) - قسمت دوم : روش آزمون برای نمونه‌های رقیق نشده

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پس از n روز^۱، در نمونه های رقیق نشده آب می باشد. این استاندارد برای نمونه هایی با اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی بیشتر یا مساوی با ۰/۵ میلی گرم در لیتر (حد تشخیص روش) و کمتر از ۶ میلی گرم در لیتر، کاربرد دارد. در این روش، نتایج به دست آمده مربوط به ترکیبی از واکنش های شیمیایی و بیوشیمیایی بوده و نمی توان مشخصه ای یافت که با کمک آن دقیقاً سهم هر فرآیند مشخص را در نتایج کلی تعیین نمود، با این وجود نتیجه به دست آمده تخمینی از کیفیت آب می باشد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ/یا تجدید نظر، اصلاحیه و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهدا کاربران ذینفع این استاندارد امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و / یا تجدید نظر، آخرین چاپ و /یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است. استفاده از مراجع برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲- استاندارد ملی ایران: ۱۷۲۸-۱۳۸۱

2-2- ISO 5813: 1983, Water quality- Determination of dissolved oxygen- Iodometric method.

2-3- ISO 5814: 1990, Water quality – Determination of dissolved oxygen – Electrochemical probe method.

2-4 ISO 7393-1,1990. Water quality – Determination of free chlorine and total chlorine- Part 1: Titrimetric method using N,N-diethyl – 1, 4- phenylenediamine

^۱ - BOD_n

2-5 ISO 7393-2,1990. Water quality – Determination of free chlorine and total chlorine- Part 2: Colorimetric method using N,N-diethyl – 1, 4- phenylenediamine for routine control purposes.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاح و / یا واژه با تعریف زیر به کار می‌رود:

۳-۱ اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پس از n روز (BOD_n)

به میزان جرم اکسیژن مورد نیاز جهت فرآیند اکسایش بیوشیمیایی مواد آلی و غیر آلی، تحت شرایط خاص پس از n روز در آب گفته می‌شود که در آن، مدت زمان گرمخانه گذاری^۱ به مدت ۵ یا ۷ روز می‌باشد.

۴ اصول کار

نمونه مورد آزمایش دارای دمای ۲۰ درجه سلسیوس بوده و در صورت لزوم هوادهی شود. نمونه‌ها در دمای ۲۰ درجه سلسیوس برای مدت زمان مشخص ۵ یا ۷ روز در تاریکی و در بطری‌هایی که به طور کامل پر و در بسته شده‌اند در داخل گرمخانه^۲، قرار می‌گیرند. سپس غلظت اکسیژن محلول پیش و پس از گرمخانه گذاری اندازه‌گیری شده و میزان جرم اکسیژن مصرف شده در هر لیتر، محاسبه می‌گردد.

یادآوری ۱ - موادی که برای میکروارگانیسم‌ها سمی باشند، مانند: باکتری کش‌ها، فلزات سمی و کلر آزاد، می‌توانند نتایج این آزمون را تحت تاثیر خود قرار دهند. زیرا مانع فرآیند اکسایش بیوشیمیایی می‌گردند. جلبک‌ها و میکروارگانیسم‌هایی که توانایی نیتریفیکاسیون^۳ دارند، نیز می‌توانند نتایج را بیش از مقدار واقعی نشان دهند.

پیوست الف، زمان‌های گرمخانه گذاری را نشان می‌دهد.

پیوست ب، روش‌های اصلاحی مربوط به محلول‌های بارور شده، نمک‌ها، جلوگیری از نیتریفیکاسیون با افزایش آلئیل تیواوره، خنثی‌سازی، همگن کردن و صاف کردن نمونه‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد. این روش‌ها ممکن است برای ارزیابی ویژه کیفیت آب مفید باشد.

¹ - Incubation

² - Incubator

³ - Nitrification

پیوست س، صحت و دقت داده‌ها را نشان می‌دهد.

یادآوری ۲- کاربران این استاندارد ملی می‌بایستی نسبت به کارهای آزمایشگاهی آگاهی داشته باشند. این استاندارد ملی نکات ایمنی موارد مرتبط با این روش کار را یادآوری نمی‌کند و کاربر می‌بایستی نکات ایمنی بهداشتی و مقررات ملی مربوط را در نظر داشته باشد.

۵ وسایل لازم

ظروف شیشه‌ای بایستی تمیز و عاری از هر گونه آلودگی نظیر مواد سمی یا مواد قابل تجزیه بیولوژیکی باشند و در مقابل عوامل آلوده کننده نیز محافظت شوند.

۱-۵ بطری‌های گرمخانه گذاری

ظروف BOD درب شیشه‌ای به حجم ۲۵۰ الی ۳۰۰ میلی لیتر و یا ۱۰۰ الی ۱۲۵ میلی لیتری، که ترجیحاً گوشه دار نباشد.

تمیز بودن بطری‌ها پیش از استفاده خیلی مهم می‌باشد. اگر از روش یدومتری (بند ۳-۲) برای تعیین اکسیژن محلول استفاده می‌شود، لازم است بطری‌ها چند بار با آب شیر و سپس با آب مقطر کافی، شسته شوند. چنانچه برای تعیین اکسیژن محلول از روش الکتروود (بند ۲-۲) استفاده می‌شود، لازم است در تمیزی بطری‌ها دقت بیشتری شود. برای مثال: باید بر اساس دستور العمل زیر عمل کنید:

پنج الی ۱۰ میلی لیتر از محلول شستشو (شامل ۲/۵ گرم ید و ۱۲/۵ گرم یدید پتاسیم در یک لیتر از محلول اسید سولفوریک یک درصد حجمی) را داخل بطری‌های BOD ریخته طوری تکان دهید تا به خوبی دیواره‌های داخل را پوشش دهد. پس از گذشت مدت زمان ۱۵ دقیقه محتویات درون بطری را دور ریخته و با آب شیر و سپس با آب بدون یون، بشوید.

۲-۵ گرمخانه ، با قابلیت خنک کنندگی هوا و نگهداری نمونه‌ها در دمای (20 ± 2) درجه سلسیوس

۳-۵ تجهیزات مورد نیاز، برای اندازه‌گیری غلظت اکسیژن محلول (بر اساس استانداردهای ۲-۲ و ۳-۲)

۴-۵ یخچال و یا وسیله‌ای با دمای صفر الی ۴ درجه سلسیوس.

برای انتقال و ذخیره سازی نمونه‌ها.

۵-۵ وسایل هوادهی

برای هوادهی نمونه‌ها باید از بطری‌های محتوی هوای فشرده و یا از کمپروسور، استفاده گردد. هوای مورد استفاده جهت هوادهی بایستی عاری از هر گونه آلودگی به ویژه مواد آلی، مواد اکسید و احیاء کننده و فلزات باشد. چنانچه احتمال آلودگی وجود دارد، می بایستی هوا صاف و شستشو گردد.

۶ نگهداری نمونه‌ها

نمونه‌ها را در ظروف کاملاً پر و سربسته تا زمان آنالیز تحت شرایط دمایی صفر الی ۴ درجه سلسیوس نگهداری نمایید. بهتر است آنالیز در کوتاه‌ترین زمان ممکن و در طی مدت زمان ۲۴ ساعت پس از جمع‌آوری نمونه‌ها، انجام گیرد.

۷ روش کار

۱-۷ آماده‌سازی مملول آزمایش

ابتدا باید دمای نمونه‌ها به 20 ± 2 درجه سلسیوس رسانده شوند و در صورت نیاز، هوادهی گردند. در حالت هوادهی اجازه داده شود، که نمونه‌ها به مدت زمان ۱۵ دقیقه به منظور از بین رفتن حباب‌های هوا و یا وجود احتمالاً اکسیژن فوق‌اشباعی، در حالت سکون باقی بمانند.

۲-۷ روش کار

۱-۲-۷ اندازه‌گیری اکسیژن مملول به روش یدومتري (بند، ۲-۲) :

ابتدا دو بطری گرمخانه‌گذاری را (بند ۵-۱) به آرامی توسط نمونه آزمایش پر، بطوری که، کاملاً لبریز شوند. در حین پر کردن بطری‌ها، باید احتیاط لازم برای جلوگیری از تغییرات میزان اکسیژن محلول به عمل آید. اجازه داده شود تا حباب‌های تشکیل شده هوا در دیواره بطری‌ها از بین بروند. درب بطری‌ها را به طوری که هوا در بطری جمع نشود، ببندید. بطری‌ها را به دو دسته تقسیم نمایید، سری اول بطری‌ها را در گرمخانه (بند ۵-۲) و در تاریکی به مدت n روز با تقریب ± 4 ساعت، قرار دهید.

در سری دوم بطری‌ها میزان اکسیژن محلول را در آغاز کار (بند ۲-۲) با افزودن محلول قلیایی دیدید آزید، اندازه‌گیری نمایید. برای سری اول نمونه‌ها نیز پس از گرمخانه‌گذاری، میزان اکسیژن محلول بر اساس روش مذکور تعیین گردد.

۲-۲-۷ اندازه‌گیری اکسیژن محلول با استفاده از الکتروده‌های الکتروشیمیایی^۱ (بند، ۳-۲):

نمونه‌های آماده سازی شده (بند ۷-۱) را درون بطری‌های گرمخانه گذاری بریزید (بند ۵-۱) و کاملاً پر کنید تا لبریز شود. حین پر کردن بطری‌ها سعی شود تا از تغییرات غلظت اکسیژن، جلوگیری گردد. اجازه داده شود حباب‌های تشکیل شده بر دیواره‌های بطری از بین بروند. میزان اکسیژن محلول نمونه‌ها در شروع کار (بند، ۲-۳) اندازه‌گیری شود. درب بطری‌ها را بسته و احتیاط لازم به عمل آید تا از تشکیل حباب، جلوگیری گردد. بطری‌های محتوی نمونه‌ها را به داخل گرمخانه (بند ۵-۲) انتقال و در شرایط تاریکی و به مدت n روز با تقریب ± 4 ساعت، نگهداری شوند. پس از گرمخانه گذاری، میزان اکسیژن محلول نمونه‌ها (بند، ۳-۲)، اندازه‌گیری شود.

۳-۲-۷ کنترل آزمایشات

در هر سری از سنجش‌ها، حداقل یکی از نمونه‌ها را با دو تکرار BOD_{n1} و BOD_{n2} ، انجام دهید. با استفاده از منحنی کنترل کیفیت برای هر سری، اختلاف درصد نسبی را محاسبه کنید:

$$r_i = \frac{(BOD_{n1} - BOD_{n2}) \cdot 100}{0.5(BOD_{n1} + BOD_{n2})} \%$$

که در آن:

BOD_{n1} مقدار به دست آمده در تکرار اول

BOD_{n2} مقدار به دست آمده در تکرار دوم

حداکثر مقدار حد کنترل را از رابطه $\bar{r} \times 3/2678$ که در آن \bar{r} میانگین مقادیر مربوط به I_i می‌باشد، را محاسبه کنید.

ضریب تکرار پذیری انحراف از رابطه $CV = \frac{\bar{r}}{1.128} \%$ ، محاسبه گردد.

پس از گرمخانه گذاری، میزان اکسیژن محلول نمونه‌ها بایستی حداقل دو میلی گرم در لیتر و میزان مصرف اکسیژن بایستی حداقل برابر حد تشخیص روش آزمایشگاهی اندازه‌گیری BOD ، باشد. باید دقت لازم به عمل آید، تا نمونه‌های جمع آوری شده، نماینده صحیحی از آب مورد نظر باشد.

۸ محاسبات و بیان نتایج

اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پس از یک مدت زمان (BOD_n) بر حسب میلی گرم در لیتر با استفاده از معادله زیر:

^۱ - Electro chemical probe

$$BOD_n = (\rho_1 - \rho_2)$$

به دست می‌آید، که در آن:

ρ_1 ، میزان اکسیژن محلول نمونه آزمایش شده بر حسب میلی گرم در لیتر زمان صفر است.
 ρ_2 ، میزان اکسیژن محلول همان نمونه بر حسب میلی گرم در لیتر پس از گذشت n روز است .
نتایج به دست آمده بایستی با دو رقم معنی دار گزارش شوند، مانند: ۴/۵ میلی گرم در لیتر اکسیژن.
نتایج حاصل از ارزیابی میزان دقت و خطا در بررسی انجام شده ما بین آزمایشگاه‌ها در پیوست پ ارائه گردیده است.

۹ گزارش آزمایش

گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد.

- ۱-۹ منابع مربوط به این بخش (۲-۲ و ۳-۲)
- ۲-۹ مدت زمان گرمخانه گذاری بر حسب روز.
- ۳-۹ میزان غلظت اکسیژن محلول بر حسب میلی گرم در لیتر (بند ۸).
- ۴-۹ در مواردی که نتایج کمتر از محدوده مجاز است، نوشتن حد تشخیص روش لازم است.
- ۵-۹ نوشتن هر گونه جزئیاتی که در طی آزمایش مهم بنظر می‌رسد
- ۶-۹ نوشتن هر گونه عملیاتی که در این استاندارد ملی شرح داده نشده است و یا بعنوان اختیار عمل‌های ذکر شده مانند: هوادهی (بند ۷-۱)، زمان گرمخانه گذاری BOD_{2+5} (پیوست الف) و انجماد و همگن کردن نمونه (پیوست ب) نباشد.
- ۷-۹ تاریخ انجام آزمون
- ۸-۹ نام و نام خانوادگی و امضا آزمایش کننده

پیوست الف

تناوب و تکرار دما و زمان های مربوط به انکوباسیون

(اطلاعاتی)

سرعت اکسایش کربن در اولین مرحله آزمایش اندازه گیری BOD توسط قانون فلپ^۱ بیان می شود.

$$\text{Log}_{10} \frac{L}{L-X} = Kt$$

L : میزان BOD نهایی در زمان مشخص، بر حسب میلی گرم در لیتر .

X : میزان BOD در زمان t ، بر حسب میلی گرم در لیتر .

t : زمان، بر حسب روز .

K : ثابت سرعت است، که بر حسب روز بیان می گردد.

برای یک نوع مشخص از مواد آلی و میکروارگانیسم‌ها اثر درجه حرارت بر روی میزان ثابت سرعت K و مقدار L را می‌توان با یک تخمین اولیه، پیش بینی نمود. این موضوع در مواردی که آزمایش‌های مربوط به BOD در شرایط آب و هوایی گرم و یا در مطالعاتی که بر روی رودخانه‌های که از چند منطقه با آب و هوایی مختلف عبور می‌کنند، مفید است. اگر چه این ارتباطات با احتیاط مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نتایج استاندارد BOD پس از یک دوره گرمخانه گذاری به مدت پنج یا ۷ روزه در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به دست می‌آید. نتایج مقادیر مربوط به BOD₂₊₅ با انجام دو مرحله گرمخانه گذاری، یکی در دمای صفر تا چهار درجه سلسیوس به مدت دو روز و دیگری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به مدت پنج روز به دست می‌آید.

در یک مقایسه بین آزمایشگاهی که در سال ۱۹۹۲ انجام شد، ارتباط ما بین BOD₅ و BOD₇ و همچنین BOD₅، BOD₂₊₅، بررسی شد. که در آن ۷۶ آزمایشگاه از ۹ کشور در آن شرکت کردند. نتایج در جدول الف نوشته شده است. عملاً اختلافی ما بین BOD₅ و BOD₂₊₅، مشاهده نمی‌شود.

جدول الف . ۱- مقایسه‌های انجام شده بین آزمایشگاه‌ها، ۱۹۹۲: ۶-۱- مقایسه داده‌های مربوط به

BOD₂₊₅ و BOD₅

BOD ₂₊₅ / BOD ₅	تعداد نمونه‌های آزمایشی در محاسبات	اختلاف معنی دار ^۱	BOD ₂₊₅ (میانگین اکسیژن، بر حسب میلی گرم در لیتر)	BOD ₅ (میانگین اکسیژن، بر حسب میلی گرم در لیتر)	تعداد نمونه‌های آزمایشی در محاسبات	نوع نمونه
--	۷۱	خیر	۲/۱۲	۲/۱۵	A	آب شیرین تثبیت شده
--	۷۱	خیر	۴/۹۲	۴/۸۷	B	
--	۱۵	خیر	۰/۶۲	۰/۶۸	C _s	آب شیرین طبیعی
--	۲۸	خیر	۱/۲۸	۱/۲۹	C _j	
--	۱۶	خیر	۴/۶۸	۴/۶۹	D _s	آب شیرین طبیعی
۱/۰۶	۲۸	بله	۳/۲۲	۳/۰۳	D _j	

یادآوری^۱ - اختلاف در سطح ۰/۰۵ معنی دار است.

در زمان تعیین میزان BOD₂₊₅ پاراگراف دوم از بند ۷-۲-۱ به صورت زیر تغییر می‌کند:

« اولین سری از بطری‌ها در یخچال تحت شرایط دمایی صفر الی ۴ درجه سلسیوس در شرایط تاریکی به مدت دو روز(± دو ساعت)، نگهداری شود و سپس در گرمخانه به مدت پنج روز± دو ساعت در شرایط تاریکی در دمای معادل ۱ ± ۲۰ درجه سلسیوس گذاشته شود».

پاراگراف چهارم از بند ۷-۲-۲ را به این صورت انجام دهید.

« بطری‌ها در تاریکی در دمای صفر الی ۴ درجه سلسیوس در یخچال به مدت دو روز± دو ساعت، نگهداری شود. سپس آنها را در تاریکی به مدت ۵ روز± دو ساعت، تحت شرایط دمایی ۱ ± ۲۰ درجه سلسیوس در گرمخانه، قرار دهید.

زمانی که BOD₂₊₅ جایگزین BOD₅ می‌گردد، بررسی روش تعیین میزان BOD₂₊₅ و اینکه مقادیر به دست آمده با مقادیر BOD₅ یکسان باشد، لازم و ضروری است.

پیوست ب

اصلاحات لازم جهت سنجش‌های ویژه

(اطلاعاتی)

ب-۱ کلیات

سنجش‌های ویژه از کیفیت آب‌ها، نیازمند انجام اصلاحاتی در روش استاندارد است. روش‌های مربوط به برخی از اصلاحات در این پیوست شرح داده شده است. نتایج به خاطر رقیق سازی حاصل از افزایش معرف‌ها می‌بایست اصلاح شوند.

اگر اختلاف زمانی بین نمونه‌برداری و شروع آنالیز نمونه‌ها بیشتر از ۲۴ ساعت به طول انجامد، با توجه به زمان انتقال نمونه‌ها و شرایط محیطی، می‌توان نمونه‌ها را منجمد کرد. پیشنهاد می‌شود، در هنگام آزمایش نمونه‌هایی که از قبل منجمد شده‌اند، ذوب، همگن و با آب بارور شده مخلوط گردند و در صورت امکان نسبت به آزمون محلی اقدام گردد. برای کاهش زمان انتقال نمونه‌ها، بهتر است آزمایش در محل انجام گردد. در بررسی‌های ویژه BOD_5 برای نمونه‌های رقیق نشده ممکن است بارور نمودن آنها لازم باشد، برای این منظور، بر حسب منبع آب بین ۵ تا ۲۰ میلی‌لیتر از آب بارور شده به ازای هر لیتر آب (بند ۲-۲) به نمونه اضافه گردد. در این حالت می‌بایست نتایج بخاطر مصرف اکسیژن مورد نیاز آب بارور شده، اصلاح گردد. با آب بارور شده همانند سایر نمونه‌ها طبق بند ۷ این استاندارد ملی عمل شود. میزان رقیق سازی باید به گونه‌ای باشد، که باقیمانده غلظت اکسیژن پس از گرمخانه گذاری یک سوم الی دو سوم مقدار اولیه باشد.

اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، بر حسب میلی گرم در لیتر، به وسیله معادله زیر محاسبه می‌گردد:

$$BOD_n = \left[(\rho_1 - \rho_2) - \frac{(P_3 - P_4) \cdot V_s}{V_d} \right] \cdot \frac{1000}{1000 - V_s}$$

که در آن:

۱. ρ_1 غلظت اکسیژن محلول نمونه بارور شده در زمان صفر، بر حسب میلی گرم در لیتر است.
۲. ρ_2 غلظت اکسیژن محلول نمونه بارور شده پس از n روز، بر حسب میلی گرم در لیتر است.
۳. ρ_3 غلظت اکسیژن محلول آب رقیق شده و بارور شده در زمان صفر، بر حسب میلی گرم در لیتر است.
۴. ρ_4 غلظت اکسیژن محلول آب بارور شده رقیق شده، بر حسب میلی گرم در لیتر، پس از گذشت n روز است.

V_s ، حجم آب بارور شده، بر حسب میلی گرم در لیتر، به ازای هر لیتر از نمونه آزمایشی بارور شده است.

V_d ، مقدار آب بارور شده، بر حسب میلی لیتر، به ازای نمونه آب رقیق شده و بارور شده است.

برای نمونه‌هایی با مقدار کم نمک ، ممکن است لازم باشد تا مقداری نمک به آنها اضافه گردد. به این منظور، به ازای هر لیتر از نمونه یک میلی لیتر از هر یک از محلول‌های نمکی (بندهای ب-۲-۱، ب-۲-۲، ب-۲-۳ و ب-۲-۴) به آن اضافه گردد.

در بررسی‌های ویژه BOD_n برای نمونه‌های رقیق نشده، ممکن است لازم باشد از نیتروفیکاسیون جلوگیری گردد. به این منظور، به ازای هر لیتر از نمونه دو میلی لیتر از محلول آلایل تیواوره (بند ب-۲-۳) به آن اضافه گردد.

عملیات خنثی سازی نیز ممکن است برای نمونه‌هایی که pH آنها در محدوده شش تا ۸ نباشد ضروری به نظر رسد. مقدار مورد نیاز از محلول هیدروکلریک اسید (بند ب-۲-۴) و محلول سدیم هیدروکسید (بند ب-۲-۵) را بطور جداگانه، تعیین نمائید. تشکیل رسوب را نادیده بگیرید.

ممکن است خنثی سازی هر گونه کلرین آزاد و ترکیبات مازاد نیاز باشد. بنابراین عملیات خنثی سازی در این حالت می‌تواند با اضافه کردن حجم مورد نیاز از محلول سدیم سولفیت (بند ب-۲-۶) به نمونه‌ها صورت گیرد. بایستی از افزایش بیش از حد آن در نمونه‌ها اجتناب گردد.

یادآوری- روش‌های مربوط به تعیین کلر و ترکیبات کلردار در نمونه در مراجع الزامی (بند ۲) ارائه گردیده است.

همگن سازی با هم‌زن‌های آزمایشگاهی و یا وسیله‌ای مانند آن اگر لازم باشد برای موارد زیر پیشنهاد می‌گردد :

الف- زمانی که نمونه‌ها شامل مقادیر زیادی از ذرات باشد.

ب- زمانی که نمونه‌ها منجمد شده باشند (بند ۱۰).

صاف نمودن نمونه‌های محتوی جلبک جهت جلوگیری از ایجاد نتایج غیر معمول و بالا، ممکن است مورد نیاز باشد. صاف کردن مقدار BOD_n را به طور قابل توجهی تغییر می‌دهد. بنابراین تنها در مواردی که سنجش ویژه کیفیت آب لازم است انجام گیرد. برای این کار از کاغذ صافی با اندازه

منافذ ۱/۶ میکرومتر استفاده گردد. در گزارش آزمایش اندازه ذرات باقی مانده بر روی کاغذ صافی را ذکر نمایید.

ب-۲ معرفها

آب درجه سه^۱ این آب نایستی بیشتر از ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر مس، کلرین و آمین های کلره داشته باشد.

ب-۲-۱ آب بارور شده

آب بارور شده از یکی از منابع زیر تهیه می گردد:

الف- خروجی ته نشین شده از واحد های تصفیه فاضلاب.

ب- مواد بارور کننده که به صورت تجاری در دسترس هستند.

ب-۲-۲ مملول های نمکی

در بطری های شیشه ای و در تاریکی نگهداری شوند.

محلول های شرح داده شده به مدت حداقل یک ماه پایدار خواهند ماند. در صورت مشاهده اولین

نشانه خرابی در آنها از جمله ته نشینی و تکثیر بیولوژیک ، دور ریخته شوند.

ب-۲-۲-۱ مملول بافر فسفات (pH = ۷/۲)

۸/۵ گرم پتاسیم دی هیدروژن فسفات (KH_2PO_4) یا ، ۲۱/۷۵ گرم دی پتاسیم هیدروژن

فسفات (K_2HPO_4) و یا ۳۳/۴ گرم دی سدیم هیدروژن فسفات هفت آبه ($7\text{H}_2\text{O}$) .

Na_2HPO_4 با ۱/۷ گرم آمونیوم کلراید (NH_4Cl) در ۵۰۰ میلی لیتر آب حل و حجم محلول به

۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده و مخلوط شود. بدون تنظیم میزان pH ، مقدار pH این محلول بافر در

حدود ۷/۲ می باشد.

ب-۲-۲-۲ مملول منیزیم سولفات هفت آبه ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

۲۲/۵ گرم از ماده فوق در آب حل کنید و آن را به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر برسانید و سپس هم زده

شود.

ب-۲-۳ مملول کلسیم کلرید (CaCl₂)

۲۷/۵ گرم از کلسیم کلرید بدون آب یا معادل آن برای مثال ۳۶/۴ گرم از کلسیم کلرید دو آب را در آب حل کنید و آن را به حجم نهایی ۱۰۰۰ میلی لیتر برسانید و سپس هم زده شود.

ب-۲-۴ مملول آهن کلرید (III) شش آب (FeCl₃. 6H₂O)

۰/۲۵ گرم از ماده فوق در آب حل کنید و آن را به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده و سپس هم زده شود.

ب-۲-۳ مملول آلیل تیواوره (ATU)

۲۰۰ میلی گرم از آلیل تیواوره (C₄H₈N₂S) در آب حل کنید و آن را به حجم نهایی ۲۰۰ میلی لیتر برسانید. محلول فوق در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری گردد.

ب-۲-۴ مملول سولفوریک اسید (H₂SO₄) با غلظت ۰/۲۵ گرم در لیتر یا هیدروکلریک

اسید (HCL)، با غلظت ۰/۵ گرم در لیتر
و یا هر غلظت مناسب دیگر

ب-۲-۵ مملول سدیم هیدرواکسید (NaOH)، با غلظت ۲۰ گرم در لیتر

و یا هر غلظت مناسب دیگر.

ب-۲-۶ مملول سدیم سولفیت (Na₂SO₃)، با غلظت ۵۰ گرم در لیتر

یا هر غلظت مناسب دیگر.

پیوست پ

صمت و دقت

(اطلاعاتی)

انحراف استاندارد روش آنالیز BOD_n از مقایسه بین آزمایشگاهی که در سال ۱۹۹۲ و با شرکت ۷۶ آزمایشگاه از ۹ کشور انجام پذیرفت، تعیین گردید. آنها ما بین ۲ تا ۴ بار تکرار را بر روی دو نمونه آب تازه تثبیت شده و آب سطحی و دو نمونه آب تثبیت شده و سطحی محلی، انجام داده‌اند.

جدول پ-۱ - نتایج مقایسه آزمایشگاهی ۴۶ آزمایشگاه در سال ۱۹۹۲.

خارج از محدوده قابل قبول	تعداد آزمایشگاه‌های شرکت کننده در محاسبات	انحراف معیار نسبی بین آزمایشگاه‌ها درصد	انحراف معیار تجدید پذیری میلی گرم در لیتر از اکسیژن	انحراف معیار نسبی مربوط به آزمایشگاه	انحراف معیار تکرار پذیری میلی گرم در لیتر از اکسیژن	میانگین میلی گرم در لیتر از اکسیژن	نوع نمونه	
۲	۷۲	۲۴	۰/۵۳	۲۴	۰/۱۰	۲/۱۵	A آب تازه تثبیت شده	BOD ₅
۳	۷۲	۱۸	۰/۸۵	۱۸	۰/۱۳	۴/۸۷	B آب تازه تثبیت شده	
۳	۲۴	-	-	-	۰/۱۲	۱/۵۶	C آب تازه طبیعی	
۱	۱۶	۳۶	۰/۲۶	۳۶	۰/۱۳	۰/۶۸	C ₀ آب تازه طبیعی	
۱	۲۸	۲۶	۰/۳۴	۲۶	۰/۱۳	۱/۲۹	C ₁ آب تازه طبیعی	
۱	۲۴	-	-	-	۰/۱۵	۲/۰۶	D آب تازه طبیعی	
۰	۱۶	۶/۴	۰/۳۰	۶/۴	۰/۲۲	۴/۶۹	D _s آب تازه طبیعی	
۰	۲۸	۱۰	۰/۳۱	۱۰	۰/۱۵	۳/۰۳	D ₁ آب تازه طبیعی	
۲	۷۱	۱۷	۰/۳۷	۱۷	۰/۱۳	۲/۱۲	A آب تازه تثبیت شده	BOD ₂₊₅
۳	۷۱	۱۸	۰/۸۵	۱۸	۰/۱۷	۴/۹۲	B آب تازه تثبیت شده	
۲	۲۴	-	-	-	۰/۱۲	۱/۲۹	C آب تازه طبیعی	
۱	۱۶	۳۶	۰/۲۱	۳۶	۰/۱۰	۰/۶۲	C ₀ آب تازه طبیعی	
۰	۲۸	۲۱	۰/۲۷	۲۱	۰/۱۱	۱/۲۸	C ₁ آب تازه طبیعی	
۳	۲۴	-	-	-	۰/۱۰	۱/۹۰	D آب تازه طبیعی	
۱	۱۶	۸/۴	۰/۳۹	۸/۴	۰/۱۵	۴/۶۸	D _s آب تازه طبیعی	
۱	۲۸	۱۲	۰/۳۸	۱۲	۰/۱۳	۳/۲۲	D ₁ آب تازه طبیعی	
۶	۷۱	۱۵	۰/۴۰	۱۵	۰/۱۱	۲/۵۷	A آب تازه تثبیت شده	BOD ₇
۴	۷۱	۱۷	۰/۹۴	۱۷	۰/۱۵	۵/۸۲	B آب تازه تثبیت شده	
۴	۲۴	-	-	-	۰/۱۳	۲/۰۲	C آب تازه طبیعی	
۴	۱۶	۳۰	۰/۲۶	۳۰	۰/۰۸	۰/۹۰	C ₀ آب تازه طبیعی	
۲	۲۸	۲۵	۰/۳۸	۲۵	۰/۱۴	۱/۵۰	C ₁ آب تازه طبیعی	
۲	۲۴	-	-	-	۰/۱۷	۲/۶۷	D آب تازه طبیعی	
۰	۱۶	۷/۷	۰/۴۲	۷/۷	۰/۲۹	۵/۵۱	D _s آب تازه طبیعی	
۰	۲۸	۹/۳	۰/۴۴	۹/۳	۰/۱۶	۴/۷۴	D ₁ آب تازه طبیعی	

در این مقایسه بین آزمایشگاهی محدوده انحراف استاندارد تکرار پذیری ۰/۱ تا ۰/۲۹ میلی گرم در لیتر و انحراف استاندارد ۰/۲۶ تا ۰/۹۴ میلی گرم در لیتر به دست آمد. امکان دستیابی به فاکتور تبدیل BOD₅ و BOD₇ برای یک نوع آب وجود دارد.

این فاکتور برای هر نوع آب از طریق سنجش BOD_5 و BOD_7 بر روی همان نمونه امکان پذیر است، اگر این فاکتور موجود نباشد، می توان از جدول پ-۲ که حاصل یک مقایسه بین آزمایشگاهی است. استفاده کرد.

جدول پ-۲- مقایسه بین آزمایشگاهی در سال ۱۹۹۲- مقایسه مقادیر تعیین شده مربوط به BOD_5 و BOD_7

BOD_7/ BOD_5	تعداد آزمایشگاه‌های شرکت کننده در محاسبات	اختلاف معنی دار ^۱	BOD_7 میلی گرم در لیتر از میانگین اکسیژن	BOD_5 میلی گرم در لیتر از میانگین اکسیژن	نوع آب
۱/۲۰	۷۱	بله	۲/۱۲	۲/۱۵	آب تازه ثابت شده
۱/۲۰	۷۱	بله	۴/۹۲	۴/۸۷	
۱/۳۲	۱۵	بله	۰/۶۲	۰/۶۸	آب تازه طبیعی
۱/۱۶	۲۸	بله	۱/۲۸	۱/۲۹	
۱/۲۸	۱۶	بله	۴/۶۸	۴/۶۹	آب تازه طبیعی
۱/۵۶	۲۸	بله	۳/۲۲	۳/۰۳	

یادآوری^۱- اختلاف در سطح ۵ درصد معنی دار است.

صفحة : ١٤

ICS:13.060
